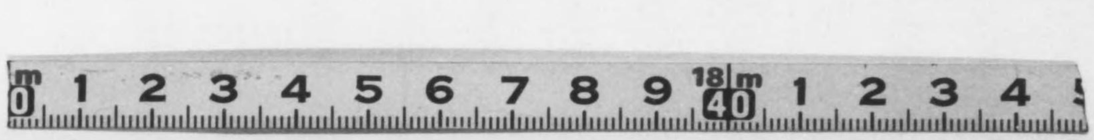
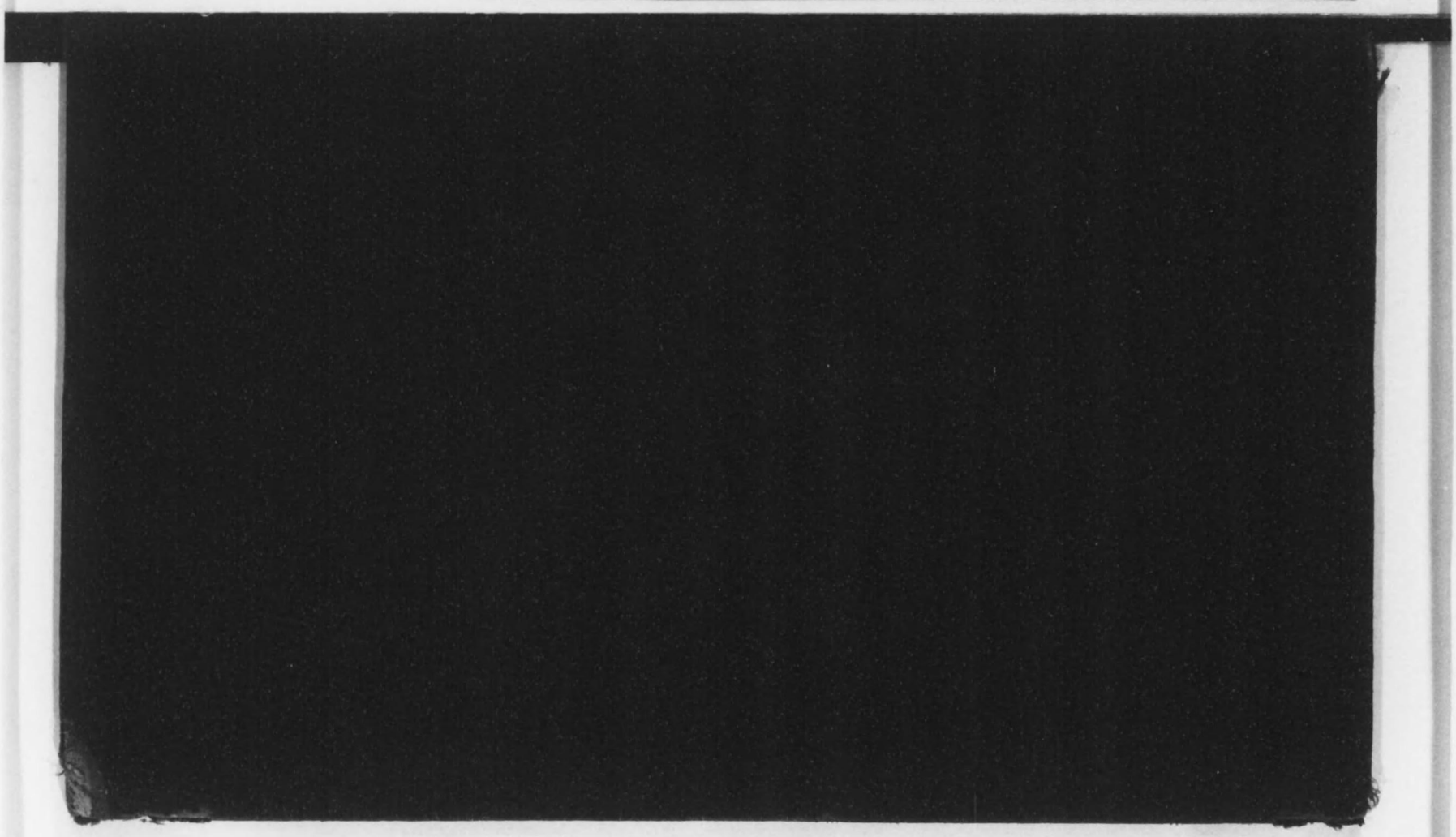
北


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 18 40 1 2 3 4



64
106

64-106

工學士 藤田經宇著

藤田電燈學

下卷

東京 合資會社電氣之友社發行

大正
11. 2. 17
內交

增訂 藤田電燈學

下卷目次

頁

第十一章 照明 …… 833

第一項 總說 …… 833

照明工學……照明工學上の諸定量……照明に關する條件……

第二項 光束の分配及計算 …… 844

發光體の配光曲線……光束の計算

第三項 光の反射屈折及透過 …… 860

光の反射……光の反射係數……光の反射と其入射角との關係……光色と反射係數との關係……光の透過及吸收……光の色……光の透過及廻折……光の屈折

第四項 眼に及ぼす光の生理的作用 …… 884

光の可視範圍……眼の構造……眼の調節作用……眼の感度……眼の生理的保護方法

第五項 反射笠及硝子球 …… 901

反射笠の種類……反射笠の材料上の種別……反射笠使用に由る配光曲線の變化……硝子球

頁
第六項 照明の計算 …… 913
點光線の照明計算……多數發光體の照明計算……壁及天井よりの反射に由る照明の影響……照明能率……室内照明計算の基礎公式
第七項 照明の設計 …… 935
照明の方式……日光照明……標準照明……照明の設計……毎平方呎のLワットJ數……室内照明設計上の注意事項（事務室、製圖室、兵營、銀行、玉突臺、工場、圖書館、洋館住宅、料理店、食堂、喫茶店、學校商店、看板、劇場）……塵埃に因る照明の減少
第八項 戸外照明 …… 977
戸外照明……電燈の高さ及間隔……電燈の配置
第九項 投光器 …… 991
投光照明……投光器の構造及種類……投光器の用途
第十項 照明計 …… 1001
照明計……シヤープ、ミラー照明計……ウエーベル携帶用照明計

第十二章 電力分配法 …… 1007

第一項 直流電力分配法 …… 1007
電氣方式……配電電壓及電壓の降下……配電法……

頁
三線式配電法……並列三線式に於ける特別裝置
第二項 直流配電に於ける電線の算定法 …… 1018
配電線の算定法……並列二線式配電線の算定法……並列三線式配電線の算定法
第三項 交流電力分配法及送電法 …… 1031
電氣方式……配電法……配電電壓及電壓降下……送電方式及送電距離……送電電壓……交流の周波數……發電及送電方法
第四項 交流送電に於ける電線の算定法 …… 1043
單相交流送電線の算定……多相交流送電線の算定……計算以外に電線の太さを定むる條件……各電氣方式に於ける電線用量の比較……電氣容量の影響……アルミニウム線及鐵線……交流回路に於ける電壓の調整

第十三章 電線路 …… 1094
電線路の種別
第一項 低壓及高壓電線路の建設 …… 1095
電線路の選定……電柱……腕木……電柱建設……碍子類……電線……架線……電線路に於ける施設物……保安裝置及接地方法……電線路に關する諸規定……

頁
…電線路の保守
第二項 特別高壓電線路の建設……1132
電線路の撰定……電柱……腕木及腕金……鐵塔……鐵筋混凝土柱……碍子……碍子の試驗及改良……電線……架線……電線の交叉……弛度の計算……特別高壓電線路に關する諸規定……電線路の絕緣耐力試驗
第三項 電線路に於ける保安設備……1192
電話の施設……電話線に於ける誘導作用……電話線に於ける誘導作用防止方法……雷……避雷器
第四項 地中電線路……1239
地中電線路の方式……鎧裝ケーブル埋沒式……埋管式……地中函……埋管式に於けるケーブル布設工事……暗渠式……地中電線路の絕緣
第五項 屋內電線路……1253
施設工事……屋內電線……露出工事……隱蔽工事……屋內線路に於ける器具……屋內配電法……燈球裝置器具……特種工事……屋內電線路圖……屋內電線路の絕緣抵抗
第十四章 配電盤……1292

頁
第一項 配電盤一般……1292
配電盤及其種別
第二項 分配用及遮斷用器具……1301
低壓用開閉器……高壓用及特別高壓用開閉器……斷路器
第三項 測定用器具……1314
電壓計·電流計及電力計……力率計……周波數計……測定器用變壓器及變流器接續法
第四項 電壓調整用器具……1324
第五項 保安用器具……1324
檢漏器……自働遮斷器……繼電器……避雷器
第六項 檢視用器具及並列運轉用器具……1358
表示燈……並列運轉用器具
第七項 機械器具接續法……1364
低壓及高壓配電盤に於ける器具の位置及接續法……特別高壓配電盤に於ける器具の位置及接續法……母線と送電線との接續……配電盤に於ける器具の電線接續の例
第十五章 原動機……1385
第一項 汎論……1385

頁

原動力及原動機の種類……壓力

第二項 汽罐及煙突 ……1388

汽罐の種類……罐胴式汽罐……煙管式汽罐……水管式汽罐……汽罐の各部……汽罐附屬器具……各種汽罐の比較……燃料及發熱量……蒸汽の熱量……燃料の蒸發力及汽罐の能率……汽罐の力……受熱面積……爐格の面積……汽罐の大さの撰定……煙突及通風……煙突の構造……給炭機

第三項 汽機 ……1435

汽機の種類……汽機の構造……汽機の表示馬力……聯成汽機……汽機の撰定……單流汽機

第四項 蒸汽タービン ……1470

蒸汽タービン……蒸汽タービンの働作原理……蒸汽タービンの種類……ド、ラヴアル蒸汽タービン……ウエスチングハウス、パーソンス蒸汽タービン……カーチス蒸汽タービン……ラトー蒸汽タービン及ツエリー蒸汽タービン……ウエスチングハウス、ラトー蒸汽タービン……テリー蒸汽タービン……スタール蒸汽タービン……低壓蒸汽タービン及混壓蒸汽タービン……パツキング及給油……蒸汽タービンの性狀……蒸汽タービンと汽機との比較

頁

第五項 補助機關 ……1519

給水喞筒……インジエクトル……温水罐……節炭機……疑汽機

第六項 瓦斯發動機及石油發動機……1536

瓦斯發動機及石油發動機……吸入瓦斯發生裝置……モンド瓦斯發生裝置……瓦斯發動機働作の原理……瓦斯發動機のインジゲートル、ダイアグラム……瓦斯發動機汽筒内の温度の變化……瓦斯發動機の表示馬力及能率……瓦斯發動機の點火裝置……瓦斯發動機の速度調整方法……石油發動機……デイーゼル石油發動機……石油發動機の點火裝置及速度調整方法……石油發動機の能率……瓦斯機關及石油機關と蒸汽機關との比較

第七項 水力及水力機 ……1571

水力の利用……水力の測定……水力の計算……水路工事一班……取入口……水路……水槽……導水管……放水路……貯水池……水力機……反働タービンの型式……反働タービン各型の優劣……衝働タービン……タービンの特有速度……タービンの能率……水力機の速度調整……水槌作用

第八項 原動機と發電機との連結法 ……1640

頁
第十六章 發電所及變電所……1645

第一項 發電所一汎……1645

發電所の種類及變電所……發電所の位置……發電所の構造

第二項 蒸汽力發電所に於ける機械の配置及諸管の排列……1651

汽罐及汽機の配置……汽管及水管の排列……排汽管の排列……給水管の排列……汽管及水管

第三項 据付基礎……1669

据付基礎……基礎と地質との關係……杭打工事……

混凝土基礎……煉瓦基礎……基礎ボルト

第四項 發電機取扱法……1677

第一 發電機の運轉……1677

發電機の運轉……直流發電機の並列運轉……勵磁機の運轉……交流發電機の並列運轉……負荷線圖……

發電所日誌……不等率

第二 發電機の故障及修理……1702

整流子に火花の發生すること……整流子及刷子の發熱……發電子の發熱……界磁の發熱……發電機より發音すること……發電機の廻轉が速過ぎること又は

頁
遲過ぎること……發電機より發電せざること

第五項 發電機の試驗……1715

試驗項目……發熱の試驗……絕緣抵抗の試驗……絕緣耐力の試驗……電壓變動率の試驗……過負荷の試驗……能率及損失電力の試驗

第六項 變電所及開閉所……1723

變電所……タイライン……開閉所……發電所變電所及開閉所に於ける點燈……戶外變電所

工學士 藤田經定著

增訂 藤田電燈學

下卷

第十一章

照明

第一項 總說

照明工學＝人工にて得る發光體にて物體を照らさしむる目的は日光に代りて精確に物體を認識せしめ且つ眼に不快の感を與へしめざるに在り。此目的を達するには

發光體より發する光束.

空間に於ける光束の分配.

照らさるゝ物體に於ける光束の密度.

照らさるゝ物體より反射する光束の密度.

眼に映する影響.

に就き研究考慮すべきものとす。

發光體及其附屬器具に就き以上の事項を攻究し.物體に與ふる照明をして其場所と四圍の狀況とに應じ合理的にして人目に不快の感を起さしめざるべく.適當に選定する方法を講究する學術を**照明工**

學(Illuminating Engineering)と稱す。以上の右項中眼に關する事項は生理學の範圍に屬し精密に實驗的に之を定むること困難なり。眼に映する光束の密度は瞳孔を收縮又は擴大せしむるに由り之を變ずることを得.光束の眼に及ぼす作用は眼の疲勞の程度に由て異り眼の疲勞は發光體の光度.固有光輝及光色に關して異る。例へば光度强く固有光輝大にして濃厚の色彩を有する光束は眼に多大の疲勞を與ふ。此理に由り照明工學に於ては良き照明を得る爲めに要する發光體の光束及其分配並に照さるゝ物體に於ける光束密度に付き物理學的に研究すると共に.斯くして得る照明が眼に不快の感を與ふることなく.照さるゝ物體の色彩が日光の下にて見るると同樣なるべき樣生理學的に之を選定するなり. 即ち照明工學は物理學及生理學の範圍に屬するものと云ふべし。本章に記するものは此照明工學の一般なり。

照明工學上の諸定量═照明工學に關する諸定量は次の如し。

(一) 發光體の光度

(二) 發光體より發する光束

(三) 光束密度

(四) 照明

(五) 固有光輝

(六) 受光體の固有光輝

(一) 發光體の光度は第九章に於て記載したる如く燭光なる單位にて表はせども燭光の眞の意味は光源が點なる場合に發する光又は光度を測る場合に其光源を被照面との距離に比し點として取扱ふことを得る程度の小光源より發する光の光度單位なり.此くの如き光源を點光源 (Point Source of Light) と謂ふ。然れども一般に發光體の光度は各方向に於て異るを以て空間に於ける各方向に示す光度を測り.其平均を取り之を平均球面燭光と稱し發光體を格定するなり。(第九章第 636 頁參照)

(二) 發光體より發する光束は其可視光線の總量にして「ルーメン」なる單位にて測る.(第九章第 625 頁參照)如何なる光源の光束も此單位にて表はすことを得.例へば室の窓より入る日光の光線も若干「ルーメン」の光束と測定することを得るなり。光源が點なる場合又は點と見做して差支なき程度の小光源なるときは.其光度は之より發する光束の「ルーメン」

數を4πにて除したるものに等し(第136式參照)然れども燭光なる單位は點ならざる光源を有する發光體例へばムーア管電燈及水銀蒸氣電燈の光度にも一般に用ひらるゝを以て之より發する全光束を4πにて除し得たる商を**等價燭光** (Equivalent Candlepower) 又は平均球面燭光と稱し之にて點ならざる發光體を格定す。從て爰に謂ふ平均球面燭光は光度の單位に非ずして寧ろ光束の單位とも云ふべきものなり.即ちムーア管電燈又は水銀蒸氣電燈は光束の單位に屬する等價燭光又は平均球面燭光にて格定するを適當とす。

通常上記の如く電燈の格定には燭光を用ふれども.其發する光束にて格定するを適法とす.然れども白熱燈の格定には普通に平均水平燭光を用ふるものなれば.之と光束との關係を示さんに

P_A=平均水平燭光

P_s=平均球面燭光

ϕ=光束

とすれば第139式により $P_s=0.785P_A$

第136式により $\phi=4\pi P_s=4\pi\times0.785P_A$「ルーメン」

$$\phi=9.86P_A\text{「ルーメン」}\cdots\cdots(158)$$

之より一平均水平燭光の白熱燈より發する光束は9.86「ルーメン」なるを知る.由て平均水平燭光60なる白熱燈より發する光束は $9.86\times60=591.6$「ルーメン」なり。此電燈の能率を一平均水平燭光に付きε「ワット」とし全電力をW「ワット」なりとすれば

$$W=\varepsilon P_A \qquad P_A=\frac{W}{\varepsilon}$$

$$\phi=9.86\frac{W}{\varepsilon}$$

由て $$\frac{\phi}{W}=\frac{9.86}{\varepsilon}\text{「ルーメン」}\cdots\cdots(159)$$

此式より規定電壓にて白熱燈に供給する電力の每一「ワット」より發する光束を知ることを得.例へば60「ワット」のタングステン電燈の能率は每平均水平燭光に付き1.00「ワット」なれば.

$$\frac{\phi}{W}=\frac{9.86}{1.00}=9.86\text{「ルーメン」}$$

即ち此電燈の每「ワット」の光束は9.86「ルーメン」なり。電燈を格定するに光束を用ふるを適法とするなれば.其能率は每燭「ワット」を以て表はさずして以上記する所の每「ワット」の光束を以てするを可とす.此光束の多量なる程能率良好なるなり。第65表に110「ヴォルト」マツダタングステン電燈の光束及能率を示す。

第五十六表

110「ヴォルト」マツダ.タンアステン電燈の光束及能率表

格定「ワット」	毎平均水平燭光の「ワット」	毎平均球面燭光の「ワット」	全光束の概數	毎「ワット」の光束概數
			ルーメン	ルーメン
B型 25	1.05	1.35	230	9.2
〃 40	1.35	1.32	380	9.5
〃 60	1.00	1.28	590	9.8
〃 100	0.95	1.22	1,000	10.0
C型 100	—	1.00	1,300	13.0
〃 200	—	.90	2,800	14.0
〃 300	—	.82	4,600	15.3
〃 400	—	.82	6,100	15.2
〃 500	—	.78	8,100	16.2
〃 750	—	.74	13,000	17.3
〃 1000	—	.70	18,000	18.0

C型とは瓦斯充塡タンアステン電燈なり.

(三) **光束密度**とは單位面積に通ずる光束にして毎平方呎又は毎平方「メートル」の「ルーメン」にて表はす.發光體が點光源より成るときは其光束は $4\pi P_s$ にて表はさるゝ故に發光體より d 呎の距離に於ける場所を照らす光束の密度は $\frac{4\pi P_s}{4\pi d^2}=\frac{P_s}{d^2}$ なり.卽ち發光體の燭光を距離の自乘にて除したるものに等し.之を燭尺なる單位にて表はす(第九章第 628 頁參照)

發光體が點光源より成らざる場合には P_s に其等價燭光を適用するなり。此場合に發光體の單位表面積より發する光束密度を**固有輻射** (Specific Luminous Radiation) と謂ひ e なる記號にて示す。

(四) **照明**とは發光體より出づる光束が物體に垂直に投じたるとき.其單位表面積に於ける光束卽ち光束密度を謂ふ.從て其單位は燭呎.毎平方呎「ルーメン」又は毎平方「メートル」「ルーメン」卽ち「ルックス」なる單位にて表はさる。(第九章第 628 頁參照)

(五) **固有光輝**とは視線に垂直なる平面に投影したる發光體表面の毎單位面積の光度を謂ふ.之を B にて表はせば　$B=\frac{dP}{dS\cos\theta}$

なり.θ は表面への垂直線と視線との角度なり。此單位には毎平方吋の燭光を用ふ.表面に垂直なる方向に於ける固有光輝卽ち $\frac{dP}{dS}$ を**正規固有光輝** (Normal Brightness) と云ふ.光度が各方向に向て一樣なるときは $\frac{P}{S}$ にて示さる。

此單位に**ラムバート** (Lambert) なる單位あり.「ラムバート」とは毎平方「センチメートル」に一「ルーメン」を輻射又は反射する完全擴散表面の光束密度を謂ふ。毎平方吋燭光の固有光輝は一「ラムバート」に $\frac{\pi}{6.45}$ 卽ち 0.4868 を乘じたるものなり

(六) **受光體の固有光輝**とは物體が發光體より光束を受けて之を反射する場合に.其表面に直角に發する光束密度を謂ふ。同一の光束を受くるも物體の性質.表面の狀態に由て反射の程度異なれば.從て

其固有光輝は物體の種類に從て差異あり.此反射光線の眼に映する程度は認むべき物體の固有光輝にのみ關せず.其附近に存在する物體の固有光輝亦之に影響す.例へば白色の壁を用ひたる室內に於けると他の色の壁を用ひたる室內に於けるとは.同じ燭光の電燈を以て照らすも.白色壁の固有光輝は有色の壁よりも大なる爲め物體の固有光輝を助けて有色壁の室に於けるよりも良く之を認むることを得るなり。物體の光束を反射する程度は第二項に記載す。

以上の諸定量は照明工學を論ずるに缺くべからざる要素にして本章に於ても以下逐次之を基礎として記述するなり。

照明に關する條件—照明工學の基礎は發光體の光束にあれば.良き照明を得んには照明を與ふる場所及照明を受くる物體の狀態に應じ光束を如何に分配するかを決定するに在り。光束の分配に關しては次の諸項を考慮し適宜に之を選定按配せざるべからず。

(一) 照明能率
(二) 照明の均一度
(三) 撒光

(四) 眼の保護
(五) 光色

良き照明は此等の條項を場合に應じ適度に併有すれども.各條項が各照明に於て同一程度に必要なるものに非す.例へば工場の照明に於ては能率が最大條件にして最良能率を得る樣光束の分配を爲せども.劇場の照明の如きは眼の保護及體裁が一層必要にして能率を度外視することあり.又集會場教室の照明は均一度を主要條件とし.室內の照明を成べく均一に良好ならしむる必要あれども.街路照明の如きは一樣にして稍低き照明にして可なるが如し。

(一)**照明能率** (Efficiency of Illumination) とは**利用能率** (Utilization Efficiency) とも謂ひ.照明に使用せらるゝ發光體より發する全光束と被照面に投ずる有效光束との比を百分率にて示したるものなり.有效光束とは所要照明面上に實際に照明を與ふる光束にして.全光束より反射器具.天井.壁等に吸收せらるゝ光束を減じたるものなり。高能率を得るには天井及壁の色彩に應じ能率良き反射笠を電球に設備するにあれども.高能率は必ずしも照明上必須重要條件には非す.眼の保護上之を閑却することあり。

(二)**照明の均一度** (Uniformity of Illumination) とは照明の一樣なる程度を謂ひ.照明面に於ける最大照明と平均照明との差を平均照明の百分率にて示したるものなり.故に照明面の各點を通じて照明相等しきときは其照明は均一なりと云ふ.然れども絕對に均一なることは實際に於て不可能にして且つ其必要なし。今或る一室內の平均照明か 2 燭呎最大照明か 3.5 燭呎なるときは.其照明均一度は $100\times\frac{3.5-2.0}{2.0}$ =75% なり.一般の實例より見て 30% の均一度を有する照明は通常の照明に於て均一照明と見做して差支なし.尙且つ敎室事務室の如き精密の作業を爲す室に於ては斯くの如き均一度を要すれども.店舖劇場.工場等の照明に於ては 50% 迄の均一度にて差支なく.倉庫廊下.便所.湯殿等の照明に於ては更に大なる均一度にて可なり。均一度の如何に關せず室內の一般照明以外に局部照明を要する場合あり.例へば圖書室に於ける机.工場の作業臺.食堂の食卓等に於ては室內一般の照明よりも强き照明を要することあり.此くの如き場合には一般の照明を低くし必要なる場所にのみ別に電燈を設備して强照明を與ふるを可とす.其方法としては照明面の面積と電

燈の床上の高さとに應じ.垂直線及之より 30°-60° の角度に於て多量の光束を發する樣適當の反射笠を用ひ.天井及壁よりの反射と相伴つて所要の强照明を與へしむるに在り。然れども此强照明の爲に若し眼に疲勞を生せしむるか又は不快の感を與ふることとなれば.物理的照明に於て可なりとするも生理的には不適當の照明にして採用すべきものに非るなり。

(三)**照明面**の一點に受くる光が多くの方向より來りたるときは其照明は良き撒光 (Diffused Light) を受けたりと謂ふ.此場合には濃き陰影生せざるも.之に反して照明面が一方のみよりの光を受くるときは撒光不良にして濃き陰影生ずべし。陰影全く生せざる照明に於ては照明の如何に良好なるも物體を認識すること困難となり.不滿足にして不愉快なる照明たるを免かれず.之に反し一方のみよりの光を受くる照明に於ては濃き陰影を生じ.其場所に於ては物體を認識せんとすれば眼に疲勞を感ずべし。之に由て完全なる照明は物體を認むることを得る程度に明陰の差を生せしむべき直接光線と.其陰影に於て物體を明かに認め得る程度の撒光とを適當

に配合したる光より生じたるものならざるべからず。製粉工場又は鑄物工場の如き總ての物體が殆んど同じ色のものなるときは撒光は全く不適當にして物體を認め難きも.製圖室又は教室の如きは光の强きと色の濃厚とに由て物體を認識するにあれば.完全なる撒光最も必要にして陰影は最も忌む處なり.從て直接光線に依る照明は不適當なり。尤も普通の照明設備には相當の撒光あり.殊に照明面に到る光の全部若くは大部分が天井面より發する如き設備に於ては撒光度概ね大なり.卽ち各電燈間の間隔を七尺乃至十尺に接近せしめ天井近くに取付くるときは撒光は概む良好なるべし。

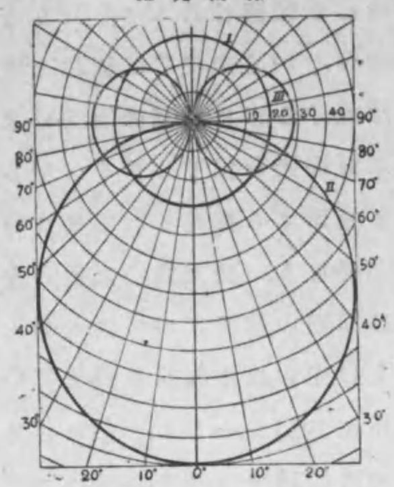
(四)**眼の保護**　照明上眼に及ぼす生理的作用は白熱燈製作の發達に伴ひ固有光輝大なる光源を用ふるに至りし爲め益々增大し.照明方法に於て眼を保護する考慮を惹起せしむるに至れり。眼に及ぼす生理的作用とは重に**眩光作用** (Glare) に由る眼の眩惑之に對する眼の調節作用及疲勞並に眼に於ける光の感度等にして第四項に之を詳記す。

第二項　光束の分配及計算

發光體の配光曲線——發光體の光度は總ての方向に於て相等しきもの殆んど絕無と云ふべく.異る方向に於て光束密度亦相等しからず.從て二個以上の發光體の發光能率を比較するには其總光束又は之より算出したる平均球面燭光を以てせざるべからず。發光體の總光束を算出する前提として光度の分配を研究すること必要なり。發光體の光度の分配は其光源の形態及其周圍の狀況に由て異る卽ち之に接近せる物體よりの光の反射屈折及撒光等の影響を受けて光度の分配亦變ずるなり。然れども光度の分配は概ね發光體に通ずる垂直面又は水平面の左右に於て對稱的に相等し故に之を圖に表はすには**ポーラー.ダイアグラム** (Polar Diagram) に依るを便利とす。

多くの發光體は垂直の方向に光度分配の對稱軸を有する故に.對稱軸を垂直に畫き之より水平軸に向ひ角度を計算し各角度に於ける光度を中心よりダイアグラムに表はせば.垂直面に於ける光度の分配曲線を得べし.第 294 圖に於ける三種の曲線は共に光度分配曲線にして之を**配光曲線** (Distribution Curve of Light Intensity) と云ふ。卽ち發光體の直下を零

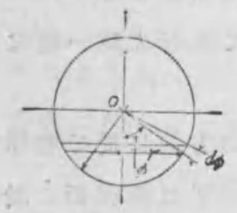
第二百九十四圖
配光曲線



度とし夫より圖示の如く10度毎に發光體の位置せる中心より直線を引き.其方向に示す光度を同心圓にて示さるゝ光度線により其直線上に記入し之を連結して得たる曲線なり。曲線I及IIは垂直軸の左右に於て殆んど半圓を爲し曲線IIIは各圓形を爲す.第九章及第十章に於て各種電燈に就き圖示せる光の分配曲線は卽ち此配光曲線を謂ふなり。此曲線は光度の分配を示すのみにして全光束を直接に代表するものに非ず.從て曲線にて包圍する面積が大なりとて必ずしも光束が多量なるに非ず.卽ち光度に比例する光束は曲線の半徑に正比例すれども.曲線の包圍する面積は曲線半徑の自乘に正比例するなれば.二倍の光度を有する發光體の配光曲線の包圍する面積は同じ分配狀態に於て四倍すべし.從て二倍以上の光度を有するものの如く感ぜらるゝなり。實際は第294圖に於ける三曲線にて表はさるる發光體の全光束は相等しきも曲線IIが最も多くの光束を發し曲線IIIが最も少く光束を發する如く感ずるなり。此理に由て配光曲線よりのみにて發光體の發光能率を卽斷することを能はざるなり。

光束の計算—光度の分配が垂直軸に對し對稱的なる發光體より發する全光束を算出する方法は次の如し。

第二百九十五圖
光束算出圖



第295圖に於て球の中心Oに發光體在りとし垂直軸より水平軸に向て爲す角度φの方向に於ける光度をPとし.球の半徑をIとすれば.此方向に於ける幅$d\phi$なる球帶の表面積dAは

$$dA=2\pi sin\phi d\phi$$

此球帶に於ける光束を$d\Phi$とすれば

$$d\Phi=PdA$$

$$=2\pi Psin\phi d\phi$$

全光束は$d\Phi$をφの0よりπ迄積分したるものにして.卽ち

$$\Phi=2\pi\int_0^{\pi}P\sin\phi d\phi \quad\cdots\cdots(160)$$

角度φより下方に發する光束は次の式にて示さる

$$\Phi_0^{\phi}=2\pi\int_0^{\phi}P\sin\phi d\phi \quad\cdots\cdots(161)$$

光度が垂直軸に對し對稱的にして一樣なるときは.全光束は上式のΦをφの0より$\frac{\pi}{2}$迄積分したるものを二倍したるものに等し.卽ち

$$\Phi=2\times2\pi\int_0^{\frac{\pi}{2}}P\sin\phi d\phi=4\pi P \quad\cdots\cdots(162)$$

然れども光度が方向に從て異る場合には.Pはφの函數となりP及φに對し積分を行はざるべからず.從て複雜せる計算となるべし。次に以上の式により發光體の種々の場合に於ける光束を計算せん。

(一) 發光體が點若くは球體にして固有光輝一樣なる場合

斯くの如き發光體の光度は總ての方向に於て相等しく.光度Pを半徑として畫ける正圓は垂直面に於ける配光曲線を示すなり第294圖に於ける曲線Iは之を示すなり。其光束Φは

$$\Phi=4\pi P\text{「ルーメン」} \quad\cdots\cdots(163)$$

或は　　$$P=\frac{\Phi}{4\pi}$$

之れ第136式に同じ。固有輻射は發光體が點なる場合には表面積無限小なるに由て無限大なるべし.

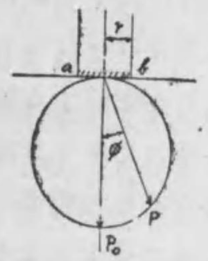
發光體が球體なる場合には其半徑をrとすれば

$$e=\frac{\Phi}{4\pi r^2}=\frac{P}{r^2} \quad\cdots\cdots(164)$$

卽ち固有光輝は光度の不變なる限り球狀發光體の半徑の自乘に逆比例するなり。

(二) 發光體の發光面が平圓板を爲す場合

第二百九十六圖
發光面が平面板を爲す場合



通常の炭素弧光燈に於ける炭素棒の白熱端は恰も平圓板を爲し此場合に相當す.其發光面を水平に爲せば光度の分配は垂直軸に對して對稱的なり.第296圖に於てabを發光面とすれば垂直軸より水平線に向て爲す角度φの0なる方向に於て光度最大なり之をP_0とす。他の方向に於て示す光度Pは

$$P=P_0\cos\phi \quad\cdots\cdots(165)$$

$\phi=90°$及$\phi>90°$なるとき$P=0$なり。

角度φより下方に發する光束は第161式に由り

$$\Phi_0^{\phi}=2\pi\int_0^{\phi}P\sin\phi d\phi$$

第165式に由り

$$\Phi_0^{\phi}=2\pi P_0\int_0^{\phi}\sin\phi\cos\phi d\phi$$

$$=\pi P_0\int_0^{\phi}\sin2\phi d\phi$$

$$=-\frac{\pi}{2}P_0[\cos2\phi]_0^{\phi}$$

$$=\frac{\pi}{2}P_0(1-\cos 2\phi)\cdots\cdots(166)$$

由て $\phi=0$ より $\phi=90$ 迄の全光束は

$$\Phi=\frac{\pi}{2}P_0(1-\cos\pi)$$

$$=\pi P_0\cdots\cdots(167)$$

是より

$$P_0=\frac{\Phi}{\pi}\cdots\cdots(168)$$

此式を第 163 式に比較するときは此種の發光體の全光束は同じ最大光度を有し各方向に向て一樣に光度を分配する發光體の全光束の四分の一なるを認む之と反對に斯くの如く下方に光を分配する發光體の最大光度は各方向に向ひ一樣に光度を分配する發光體の最大光度に四倍するを認む。此種の發光體の配光曲線は水平線以下に於て最大光度を直徑とする圓形にして第 294 圖に曲線 II にて示すもの是れなり。

發光平圓板の半徑を r とすれば

其面積は　　$A=\pi r^2$

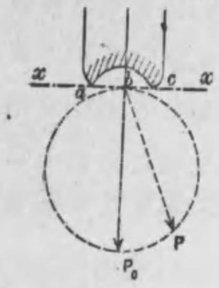
固有輻射は　　$e=\frac{\Phi}{\pi r^2}=\frac{\pi P_0}{\pi r^2}=\frac{P_0}{r^2}$

卽ち第 164 式に同じ。

(三) 發光體の發光面が凹球面を爲す場合。

通常の炭素弧光燈に於ける陽極炭素棒の火坑が之に相當す。第 297 圖に於て abc を發光體の凹球面

第二百九十七圖
發光面が凹球面を爲す場合

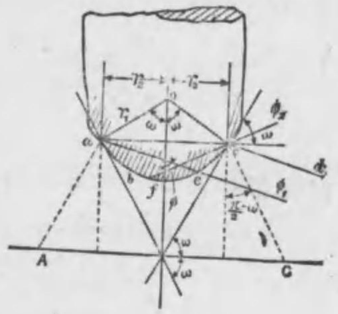


とするときは此面の投影は xx 線に於ける ac にして abc 面より發する光は恰も ac 面より發するものと同じ從て平圓板發光面より發する光束を算出する式を之に應用することを得るなり。

(四) 發光體の發光面が凸球面を爲す場合

交流弧光燈のエレクトロードに小なる炭素棒を使用したる場合に於ける白熱せる炭素棒端が之に相當す。第 298 圖に於て abc を凸球面とし球體の一部と見做し其半徑を r_1 とし中心に於て圍む角度を 2ω とす。垂直軸より水平線に向て測る角度 ϕ が $0<\phi<\frac{\pi}{2}-\omega$ の範圍に於ては凸球面より發する光は AC 上に來るべし卽ち此範圍に於ては平圓板發光面の場合と同じ光度分配を爲す故に光度は次の式にて示さる。

第二百九十八圖
發光面が凸球面を爲す場合



$$P=P_0\cos\phi$$

次に角度 ϕ が $\frac{\pi}{2}-\omega<\phi<\frac{\pi}{2}$ の範圍例之 $a\phi_1$ の方向即ち cd の方向に於ては發光面中 abe 部分の投影が加はり光度增すなり。水平の方向に於ける光度は平圓板發光面の場合には0なるも凸球面發光面の場合には其側面投影ある爲め光度の分配あり。水平線以上に於て角度 ϕ が $\frac{\pi}{2}<\phi<\frac{\pi}{2}+\omega$ の範圍例之 $f\phi_2$ の方向に於ては發光面中 cef 部分の投影よりの光投射し、$\phi>\frac{\pi}{2}+\omega$ なる方向に於ては光を認めざるなり。

今炭素棒の半徑を r_2 とすれば

$$r_1=\frac{r_2}{\sin\omega}$$

球面部の高さを h とすれば

$$h=r_1-r_1\cos\omega$$

$$=\frac{r_2(1-\cos\omega)}{\sin\omega}$$

發光面の面積を A とすれば

$$A=2r_1h\pi$$

r_1 及 h に上式を代置すれば

$$A=\frac{2r_2^2\pi(1-\cos\omega)}{\sin^2\omega}$$

$$=\frac{2r_2^2\pi\times 2\sin^2\frac{\omega}{2}}{4\sin^2\frac{\omega}{2}\cos^2\frac{\omega}{2}}$$

$$=\frac{r_2^2\pi}{\cos^2\frac{\omega}{2}} \quad \cdots\cdots(169)$$

若し此發光面が半徑 r なる平圓板發光面と同樣の照明作用を爲すものとすれば.

$$\pi r^2=\frac{r_2^2\pi}{\cos^2\frac{\omega}{2}}$$

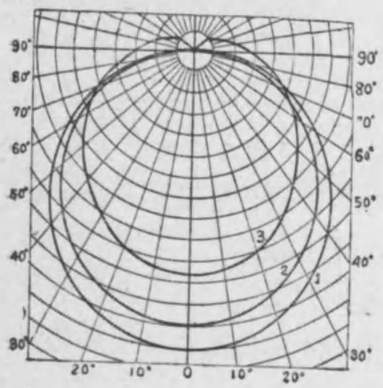
なるを要す.即ち $r_2=r\cos\frac{\omega}{2}$ ……(170)

兩發光體の固有輻射は同一なりとせば $\phi=0$ に於ける最大光度は

$$P_0=r_2^2e=r^2e\cos^2\frac{\omega}{2} \quad \cdots\cdots(171)$$

第二百九十九圖

凸球面より發する光の配光曲線圖



即ち此式より圓形發光體の最大光度は其發光面が平圓面より凸球面になるに從ひ同じ固有輻射に於て $\cos^2\frac{\omega}{2}$ 倍宛漸次減少するを認む.されども水平線上下角度 ω の範圍內に於て其光度

は增加す。

第 299 圖に於て曲線 1 は平圓板發光面より發する光の配光曲線を示し.曲線 2 及 3 は之と同じ固有輻射及發光面積を有する凸球發光面より發する光の配光曲線にして.曲線 2 は $\omega=30°$, 曲線 3 は $\omega=60°$ なる場合なり.曲線にて認むる如く凸球面の球狀が大なるに從ひ光度は垂直線より水平の方向に向て多く分配せらる。

(五) 發光體が直線狀又は圓柱狀を爲せる場合

垂直エレクトロードを有する發光弧光燈水銀蒸氣電燈ムーア管電燈又は白熱燈纖條の切斷面が之に相當す.光度の分配は發光體の軸に對して對稱的にして發光體を垂直軸に取るときは $\phi=90°$ なるとき即ち水平の方向に於て光度最大なり。第 300 圖に於て I を發光體とすれば角度 ϕ に於ける光度は

$$P=P_0\sin\phi \quad \cdots\cdots(172)$$

にして ϕ が 0° 及 180° なるとき卽ち垂直の方向に於て光度は 0 なり。角度 ϕ より下方に發する光束は第 161 式に依り

$$\begin{aligned}\phi_0^{\phi} &= 2\pi\int_0^{\phi} P_0\sin\phi d\phi \\ &= 2\pi P_0\int_0^{\phi}\sin^2\phi d\phi \\ &= \pi P_0\int_0^{\phi}(1-\cos^2\phi)\,l\phi\end{aligned}$$

$$=\pi P_0\left[\phi-\frac{\sin 2\phi}{2}\right] \quad \cdots\cdots(173)$$

全光束は $\phi=\pi$ なる場合なれば

全光束は $\phi=\pi^2 P_0$ ……(174)

是より $P_0=\dfrac{\phi}{\pi^2}$ ……(175)

發光面積は發光體の長さを l とし直徑を d とすれば $A=\pi dl$

因て固有輻射は $e=\dfrac{\phi}{A}=\dfrac{\pi P_0}{dl}$ ……(176)

是より $P_0=\dfrac{dle}{\pi}$

$\dfrac{P_0}{l}=P'_0$ とすれば $P'_0=\dfrac{de}{\pi}$ ……(177)

P_0' を**單位長の最大燭光** (Maximum Candlepower per Unit Length) と謂ふ。

垂直直線狀の發光體より發する光は水平線に於て多く之より上下に向て少し.今 ϕ を四等分し $\phi_0^{\phi}=\frac{1}{4}\phi$ なりとすれば $\phi_0^{\phi}=\dfrac{\frac{1}{4}\pi^2}{4}P_0=\pi P_0\left[\phi-\dfrac{\sin 2\phi}{2}\right]$

由て $\phi-\dfrac{\sin 2\phi}{2}=\dfrac{\pi}{4}$

是より ϕ は凡そ 66° なるを知る.卽ち水平線を狹んで垂直軸に 66° の角度を爲す空間に含まるゝ球帶內に全光束の二分一宛が發するなり.第 300 圖に於て $\phi=66°$ なりとすれば aa' 間の空間に光束の二分一發せらる,發光體の右側に於ても亦同樣なり。

以上(一)(二)及(五)の發光體に就き相等しき最大光度に

對する光束及相等しき光束に對する最大光度を比較するときは第66表を得るなり。此表に於て認むる如く直線狀又は圓柱狀發光體は其最大光度相等しき點又は球形發光體と殆んど相等しき光束を發するも平圓板形發光體は其四分一の光束を發するのみ。

第六十六表

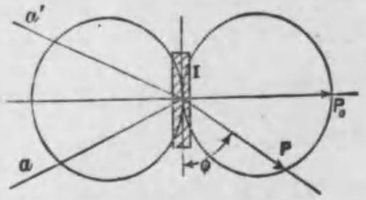
種々の發光體の光束及最大光度比較表

	點又は球形發光體	平圓板形發光體	直線狀又は圓柱形發光體
最大光度相等しくP₀なる場合の光束	$4\pi P_0$	πP_0	$\pi^2 P_0$
以上の割合	4	1	3.14
光束相等しくΦなる場合の最大光度P₀	$\frac{\Phi}{4\pi}$	$\frac{\Phi}{\pi}$	$\frac{\Phi}{\pi^2}$
以上の割合	1	4	1.27

第 294 圖に示す曲線は相等しき光束を發する三種の發光體の配光曲線にして.曲線 I は點又は球形發光體.II は平圓板形發光體.III は圓柱狀發光體の曲線にして.其最大光度は 1:4:1.27 の比に在ることを認むべし。

第三百圖

發光體が直線狀又は圓柱狀を爲せる場合



(六) 發光體が環狀を爲せる場合

白熱燈の纖條が之に相當す.第 301 圖に於て環狀發光體の直徑を d とし環の半徑を r とす.此發光體の光度は環面に直角の方向卽ち $\phi=0$ の方向に於て最大なり.其單

位長さの最大光度は第五の場合に於けると同樣にして第 177 式に由り $P_0'=\frac{de}{\pi}$

然るに此方向に於ては發光體の投影は半徑 r なる圓形を爲す故に其長さは $2\pi r$ なり由て最大光度は

$$P_0=2\pi r P_0'=2rde \quad \cdots\cdots(178)$$

$\phi=0$ ならざる他の方向に於ては發光體の投影は橢圓形を爲し.其長徑は $2r$ にして短徑は $2r\cos\phi$ なり。此場合に於ける光度と最大光度との比は橢圓の圓周と圓の圓周との比に等し.今橢圓の圓周の長さを l とすれば光度 P は

$$P=P_0\frac{l}{2\pi r}=P_0'l \quad \cdots\cdots(179)$$

l は次の式にて算出することを得.

$$l=\pi(a+b)k \quad \cdots\cdots(180)$$

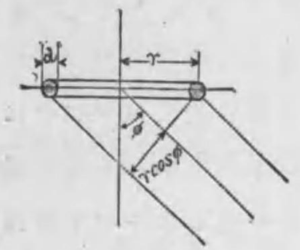
但し $a=r, b=r\cos\phi$,

$$k=1+\frac{1}{4}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)^2+\frac{1}{64}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)+\frac{1}{56}\left(\frac{a-b}{a+b}\right)^2+\cdots\cdots$$

l と長徑 $2r$ との比は $\cos\phi$

第三百一圖

發光體が環狀を爲せる場合



第六十七表

橢圓の圓周と長徑との關係表

$\frac{b}{a}=\cos\phi$	$\frac{l}{2r}$	Φ	$\frac{l}{2r}$
1.0	$1.571=\frac{\pi}{2}$	0	$1.571=\frac{\pi}{2}$
0.9	1.495	10	1.560
0.8	1.418	20	1.525
0.7	1.345	30	1.470
0.6	1.278	40	1.390
0.5	1.210	45	1.350
0.4	1.150	50	1.305
0.3	1.110	60	1.220
0.2	1.055	70	1.120
0.1	1.025	80	1.045
0	1.000	90	1.000

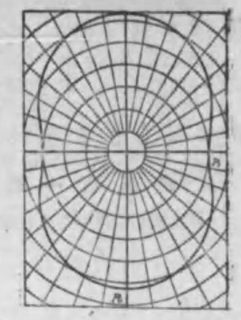
の各値に對し第67表に示す如し。

第 302 圖に此發光體の第 301 圖の位置に於ける配光曲線を示す. 其最大光度はP_0にして最小光度は水平線に在つて之をP_1とすれば.$P_1=P_0\frac{l}{2\pi r}$に於て$l=4r$なれば

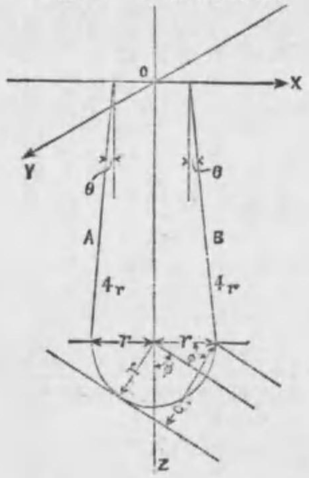
$$P_1=P_0\frac{4r}{2\pi r}=\frac{2}{\pi}P_0\cdots\cdots(181)$$

然るに理論上より云へば環狀の一半は他半の影となりて實際の光度は$\frac{P_1}{2}$なるべきなれども.實際に於てはdはrに比し甚しく小なる爲め環狀全部が完全に一平面内に來ることなし.從て此場合の光度は$\frac{P_1}{2}$ならざるなり。

第三百二圖
環狀發光體の配光曲線圖



第三百三圖
發光體が一卷の纖條なる場合



(七) 發光體が一卷の纖條なる場合

此種の纖條は第 303 圖に示す如く二本の直線が半圓にて接續されたるものにして. 光度の分配は OZ なる垂直軸に對し稍對稱的なり。纖條面に直角なるYOZの面に於て最大光度を示し纖條面のXOZに於て最小光度を示す.今半圓部の半徑をrとし直線部の長さを各$4r$とし直線部 A.B が垂直線に對し角度θ左右に開き居るものと假定す。此纖條の單位長の最大光度をP_0'とすれば.直線部 A.B の光度P_1は第五の場合に準じ

$$P_1=4rP_0'\{\sin(\phi+\theta)+\sin(\phi-\theta)\}\cdots\cdots(182)$$

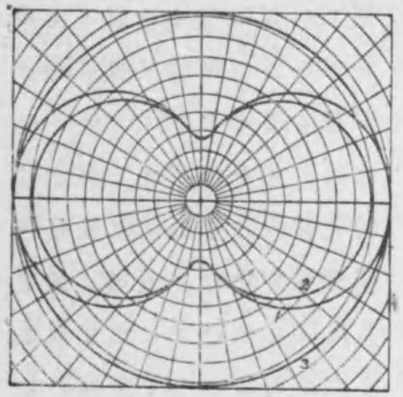
半圓部の光度P_2は第 179 式により

$$P_2=\frac{lP_0'}{2}\cdots\cdots(183)$$

半圓部の其面に於て投影に由る光度P_3は$C=r(1+\cos\phi)$なる故に

$$P_3=CP'=rP_0(1+\cos\phi)\cdots\cdots(184)$$

第三百四圖
發光體が一卷の纖條なる場合の配光曲線圖



水平面に於ける直線部 A.B の光度は不變にして最大光度の方向より角度θ偏れたる直線狀發光體の光度に相當す.卽ち.

$$P_0=8rP_0'\cos\theta\cdots\cdots(185)$$

以上の結果を綜合

して各面に於ける光度は次の如し

最大光度を示すYOZ面に於ては　$P_x=P_1+P_2$

最小光度を示すXOZ面に於ては　$P_y=P_1+P_3$

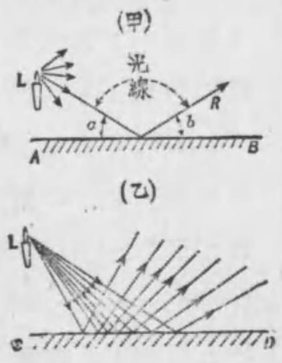
水平面XOYに於ては　$P_z=P_0+P_2$

第304圖に示す曲線中1はP_xの分配曲線.2はP_yの分配曲線.3はP_zの分配曲線を示し何れも$\theta=10°$なる場合なり。

第三項　光の反射屈折及透過

光の反射—光が物體の表面に投ずるときは.其表面を構成する物質に從て一部は反射し一部は吸收せられ一部は物體中を透過し.吸收せられたる光は他の勢力に變ずべし(重に熱に變ず。) 如何なる物體も光の全部を反射.吸收又は透過せしむることなし。

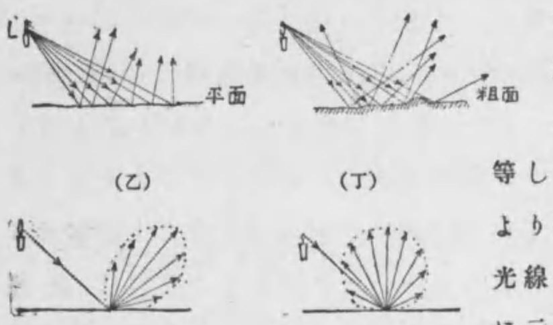
第三百五圖
平滑表面に於ける光線の反射を示す圖(正規反射)



物體が光を反射する程度は(1)表面の分子的狀態又は色(2)光線が物體の表面と爲す角度(3)光の色等に由て異る。表面が滑澤にして鏡面の如

き場合には光の殆んど全部が反射す。第305圖甲に於てABを平滑の表面とすれば.發光體Lより發する光は表面に角度aを爲して投射し.反射して表面に角度bを爲してRの方向に出づ.aの余角cを**入射角**(Angle of Incidence)と云ふ。此場合にbはaに等しく.發光體より發する各光線は同圖(乙)に示す如く(甲)に於けると同樣なる反射を爲す.此くの如き反射を**正規反射**(Regular Reflection)と云ふ。光の投射する表面の狀態により反射光線の最大光度は正規反射の場合と同樣なれども.光の一部分が其周圍に於て擴散することあり.此くの如き反射を**帶撒光正規反射**(Diffusive Regular Reflection)と云ふ。第306圖(甲)及(乙)は之を示す。光の投射する表面が粗なるときは.各光線の反射は其投射する箇所毎に異り著しく擴散

第三百六圖
平滑ならざる表面に於ける光線の反射を示す圖



し.反射光線の最大光度は表面に垂直なる方向に生ず.此くの如き反射を**撒光反射**(Diffused Reflection)と云ふ,第 306 圖(丙)及(丁)は之を示す。鏡面及磨きたる金屬面は正規反射を爲し.艶消硝子及アルミニウム塗の如き表面は帶撒光正規反射を爲し.其他の物體は概ね撒光反射を爲す。

如何なる波長の光をも一樣に同じ程度に反射する物體は無色のものにして之を**無色體**又は**白體**(White Body) と云ふ.或る波長の光を他の波長の光よりも多く反射する物體は多く反射する光の色を呈す之を**有色體** (Colored body) と云ふ.光を少しも反射せざる物體卽ち殆んど全く光を吸收する物體は **黑體** (Black Body)と稱せらる。銀.マグネシア.白墨の如きは白體にして木炭.油煙の如きは黑體に屬す。無色體の例を擧ぐれば正規反射を爲すものに磨きたる鋼,磨きたる鐵あり.撒光反射を爲すものに粉末マグネシア.油煙粉末亞鉛あり.有色體の例を擧ぐれば正規反射を爲すものに磨きたる銅(赤色)磨きたる金又は眞鍮(黃色)あり,撒光反射を爲すものに硫化水銀(赤色)重クローム酸加里(橙色)クローム酸マグネシア(黃色)砒化醋酸銅(綠色)あり。

光の反射係數—物體の表面より反射する光と之を生せしむる投射したる光との比を **反射係數** (Coefficient of Reflection)と云ふ.反射係數は前記の如く物體の色.光線の色及入射角に由て異る.一般に鏡面の如き平面は正規反射を爲すも其他の物體は概ね正規反射及不正規反射を爲し光線は漫散せられて撒光反射となる。或る物體の撒光反射係數を n とし之に投射する光束の表面密度を y とし之より反射する光束の密度を y' とすれば

$$n=\frac{y'}{y} \quad \cdots\cdots(186)$$

B を反射面の固有光輝とすれば

$$y'=\pi B$$

反射面の光度を P とし其表面積を A とすれば

$$B=\frac{P}{A}$$

$$n=\frac{\pi B}{y}=\frac{\pi P}{Ay} \quad \cdots\cdots(187)$$

此式に基き已知燭光の電球を用ひ光度計にて y 及 P を測りて物體の撒光反射係數を測定することを得るなり。第68表に示すものは物體の反射係數にして金屬の反射係數は正規反射係數にして.其他のものは撒光反射係數なり。

第六十八表

諸物體の反射係數表

物體の種類	反射係數	物體の種類	反射係數
頁く磨きたる銀	.92	黄色に塗りたる壁	.49
表面に銀を流したる鏡	.70–.85	淡紅色の紙	.36
頁く磨きたる眞鍮	.70–.75	黄色の牌紙	.30
頁く磨きたる銅	.60–.70	淡青色の牌紙	.25
頁く磨きたる鋼	.60	褐色の牌紙	.20
反射鏡金	.60–.80	汚れたる黄色の壁	.20
磨きたる金	.50–.55	濃綠色の紙	.18
研ぎたる銅	.40–.50	暗褐色の紙	.13
白色の吸墨紙	.82	青色の紙	.12
白色の藥包紙	.80	朱色の紙	.12
通常のフールスカツプ	.70	黑色の紙	.05
黄色の紙	.62	濃きチヨコレート色の紙	.04
橙色の紙	.50	黑色の布	.012
黄色の壁紙	.40	黑色のビロード	.004
トレーシング・クロース(a)	.30	割栗石敷の道路(a)	.12
		黑色のペイント(a)	.01

(a)印は Barrow 氏の研究に由る

第六十九表

壁紙及襖地の撤光反射係數表

測定單 紙質	色合	模樣	反射係數 吸墨紙を100とさせる場合	反射係數 絕對值 %	備考
吸墨紙表	白		100	77	米國製
同 裏	白		100	77	同
同 表	白		109	84	英國製
同 裏	白		104	80	同
間に合一枚張	薄鼠	無地	53	41	大阪製
同	澁茶	無地	63	48	同
同	淺黄	無地	19	14	
同	白(薄灰)	無地	84	65	同
同	茶(黄)	無地	44	34	同
長判間に合	白(薄灰)	白地大石砂子	77	59	同

紙質	色合	模樣	吸墨紙を100とさせる場合	絕對值 %	備考
同	水色	淺黄地栗船	53	41	同
同	薄藍	花色地千鳥	24	19	同
鳥の子一枚張	白	無地	99	76	越前流
同	薄鼠	無地	55	42	同
鳥の子腰張	縹色	花色	14	10	同
同	鼠色	無地	37	29	同
同	鐵色	無地	9	7	同
鳥の子一枚張	白茶	茶地信夫片輪車	84	65	同
同	鼠	雲華紙	44	34	同
・同	茶	有馬唐紙	60	46	同
奉書一枚	白	梅月彰	84	65	同
卷壁紙		淡紅色模樣	78	60	獨逸製
同		綠色地模樣	32	25	同
同		白茶模樣	98	76	同
同		海老茶模樣	22	17	同
總模樣襖地	鼠	更紗形	44	34	同
同	白	銀砂子	84	64	同
同	鶯茶	水	52	40	同
壁紙	黄	無地	82	63	掛川產
葛布		草攤子	58	45	同
絹地	白	西陣銑	77	59	
鳥の子		雲砂子	80	62	

第七十表

紙壁紙襖地の平均撤光反射係數表

色合	撤光反射係數 鳥の子紙	間似合	獨逸製片蹄	吸墨紙
白	80	65	76	77-89
白茶	71	57		
黄			61	
澁茶		48		
鶯色			48	
薄鼠	42	41	47	
水色			46	
茶色		34	33	
鼠	29		24	
藍(淺黄)	10	14		
縹色	10			
鐵色	7			
黑	5		3	

第七十一表

壁の撤光反射係數表

種類	反射係數 吸墨紙を100とさせる場合	絕對值 %
淺黄漆喰壁	42	33
栗梅漆喰壁	31	24
茶大津壁	74	57
紫檀色砂壁	13	10
小笠原砂壁	21	16
青貝砂壁	37	28
白漆喰壁	114	88
上大津壁	47	36
黄大津壁	96	74
五色砂壁	9	7

第二十七表

板戸の撒光反射係數表

種類	反射係數 吸墨紙を10とせる場合	反射係數 絶對値%
無節檜柾	73	56
神代杉(模造)板目	18	14
無節杉柾	45	35
並杉赤味板目	38	29

第四十七表

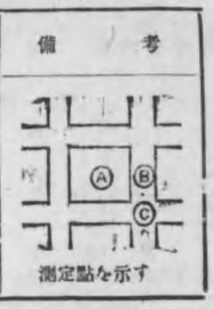
疊の撒光反射係數表

種類	反射係數 吸墨紙を100とせる場合	反射係數 絶對値%	備考
琉球疊表	50	39	燈草數一本ニ本付約二十五本
備後疊表	39	30	約四十五本

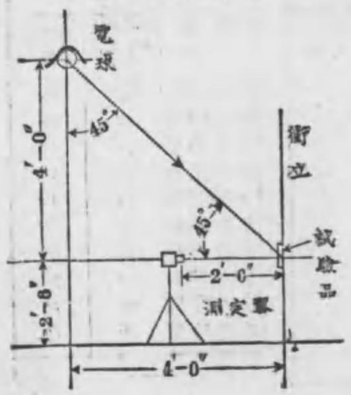
第三十七表

障子の撒光反射係數表

種類	測定點	反射係數 吸墨紙を10とせる場合	反射係數 絶對値%	備考
細骨硝子入表	A	62	48	
同	B	62	48	
同	C	50	38	
同　裏	A	64	49	
普通の者 表	A	63	49	
表	B	61	47	
表	C	48	37	
裏	A	62	48	



第三百七圖



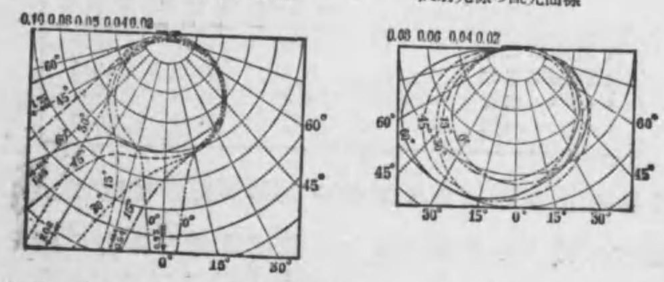
第69表より第74表に示す諸材料の撒光反射係數は東京電氣株式會社の實測に係るものにして、其實測の裝置は第307圖に示す如く試驗室内全部を黒色の毛繻子にて被

ひ、外部よりの光線の進入と反射とを防止し電球を床上 6.5 尺の高さに取付け之より四尺の距離に衝立を置き、其表面に直徑一尺の供試品を張り床上2.5尺の高さに照明計及光度計を置く。測定の方法は電球よりの光を45度の角度にて供試品に投せしめて、供試品の照明及電球の光度を測定し、第 187 式に依り反射係數を算出するなり。表に於て認むる如く模様ある紙の反射係數は白色のものは他の色よりも反て小にして、其平均は30%－50%なり。壁の反射係數は壁土の調合割合に由て異り、板戸の反射係數は其構造及木目に由て異る、障子に於ては紙は白色なるも奥紙に比し粗質なると桟の爲に生ずる陰影とに由て其反射係數は奥紙に於けるよりも少し。

第三百八圖

（甲）ワニス塗白色瓦の反射光線の配光曲線

（乙）白色吸墨紙の反射光線の配光曲線



光の反射と其入射角との關係―物體の光の反射は

入射角に由て異る.從て其反射光線の配光曲線も入射角の變化と共に偏移す.**ギルピン**(Gilpin)氏は種々の紙に就き此關係を發見したるが.其一例として第308圖に示すものは白色の吸墨紙及ワニス塗白色瓦の其面に垂直なる平面に於ける反射光線の配光曲線にして.入射角零より漸次增すに從ひ配光曲線は其角の方に偏移す。ギルピン氏の發表によれば反射係數は一般に入射角45度のとき最大にして.之より大なる場合にも亦小なる場合にも反射係數は減ずるなり.卽ち入射角45度のとき最も多くの光束を反射するなり。

光色と反射係數との關係—反射係數は光の色に由て異るものにして.**バウダー**(Bauder)氏の實驗によれば第75表に示す如し.表中の數字は長さ幅共に10呎の室內に於て壁を赤色.綠色又は青色の紙を以て張

第七十五表
光色と反射との關係を示す表

電燈の種類	燭光	毎燭ワット	試驗室に於ける反射光線の%		
			赤色壁	綠色壁	青色壁
炭素纖條電燈	20	3.1	53.39	48.57	43.90
金屬化纖條電燈	20	2.5	50.85	49.35	44.55
タンタルム電燈	20	2.0	49.27	49.60	46.11
タングステン電燈	20	1.25	47.20	51.08	50.33

り天井白く床暗色の場合に反射し得る光束を壁天井及床共に白色の場合に反射する光束のパーセントにて示したるものなり。能率高き電燈は能率低き電燈よりも赤色の光を發すること少く.波長短き光に富む故に.反射係數は炭素纖條電燈に於ては赤色の壁に於て最も大にして.タングステン電燈に於ては綠色又は青色の壁に於て最も大なり。

光の透過及吸收—光が半透明又は透明の物體に投するときは.其大部分は透過するも一部は吸收せられ一部は反射す.透過の程度は其物體の品質と光の色とに由て異る.無色體は如何なる波長の光をも同じ割合に透過せしめ.有色體は或る波長の光を他の波長の光よりも多く透過せしむ.此最も多く透過せしむる光の色が其有色體の色と成るなり。**透明體**(Transparent)とは完全に各種波長の光を透過せしむる物體にして.少しも光を透過せしめざる物體を**暗體**(Opaque Body)と云ふ.又透過せざる一部の光を內部に吸收する物體は不完全なる透明體と稱せられ.透過せざる一部の光を內部に不正規に反射する物體は**半透明體**(Translucent)と稱せらる。可視光線に對して最も完全なる透明體は水硝子.水晶等にして.

最も完全なる暗體は磁氣的金屬なり。透明有色體の例を擧ぐれば重クローム酸溶液(橙色)クローム酸加里溶液(黃色)硫酸ニッケル溶液(綠色)硝酸銅溶液(青色)過マンガン酸加里薄溶液(菫色)等なり。

太陽の光線は大氣なる透明體を透過し地球に達するなれども.其一部は大氣に吸收せらる.其程度は大氣中の塵埃の量及大氣の密度に從て異る.第76表に示すものは太陽が天頂に在る時日光中種々の波長異る光線の大氣に依て透過せらるゝ割合を示したるものにして.1903年に二月より八月迄六ケ月間觀測したるものゝ平均なり。此表より日光のスペクトラム中赤色光は大氣中に25% 吸收せられ紫色光は50% 吸收せらるゝを認むべし。雲なき天空より來る間接光線は日光に比し青色及菫色に富み赤色に乏し.此光線と日光よりの直接光線との合成が吾が地球を照らすにあるが其光線は日光のみよりの光と殆んど同樣なり。大陽が天頂より遠ざかり水平線に近付くに從ひ大氣中の光線透過度は減ず.これを言ひ換へれば大氣に吸收さるる程度甚しく增加す.即ち日中は吾人の眼に映ずる光線强く空氣の溫度高きも.朝夕は光線弱く空氣の溫度低し。一般に正午に於ける日光の光度は午前七時半及午後四時半に於ける夫に3.5倍し.七月中旬に於ける快晴の日に於ては之が4倍となり.午後四時に於ては午前八時に於けるに1.44倍し午後六時に於ては午前六時に於けるに2.5倍す.又七月に於ける日光の平均光度は十二月に於ける夫に10倍す。

第七十六表
日光の大氣透過度を示す表

波長 マイクロン	透過度 %
.40	47.5
.45	55.3
.50	62.4
.60	68.2
.70	75.6
.80	80.1

第七十七表
硝子器の光吸收表

硝子器の種類	吸收率 %	能率 %
透明硝子	5-12	88-95
薄艷消硝子	10-20	80-90
白乳色硝子	10-20	80-90
カナリア色硝子	15-20	80-85
淡青乳色硝子	15-25	75-85
青乳色硝子	20-30	70-80
節付硝子	15-30	70-85
蛋白色硝子	15-40	60-85
艷硝子	20-30	70-80
濃き蛋白色硝子	30-60	40-70
褐色硝子	30-60	40-70
綠色硝子	80-90	10-20
紅玉色硝子	85-90	10-15
コバルト色硝子	90-95	5-10

白熱燈及孤光燈より發する光を撒光せしめ又は其固有光輝を減せしめて眼に對する眩惑作用を減せしむる爲めに用ひらるる硝子球又は硝子笠は光の一部を吸收し一部を透過せしむるなり.其吸收の程度は硝子の種類及其厚さに由て異り大略第77表に示す如し。

一般に物體に吸收せられたる光は熱に變じて物體の溫度を上昇せしむ.是に由て.黑體は光の大部分を反射する白體及光の大部分を透過せしむる透明體よりも溫度高く.又白熱燈に用ふる有色硝子球は透明硝子球よりも溫度高かるべし。積雪の表面に塵埃を撒布するときは.光を吸收するに由り雪は塵埃なきときよりも早く融解す。

光の色—不透明體の色は其最も多く反射する光の波長に由て定まり.透明體の色は其最も多く透過せしむる光の波長に由て定まる。透明體に於ても光の一部を反射せしむる故に.其反射する光の色と透過せしむる光の色とは必ずしも相等しからず。上記物體の色は其特性にして之に投ずる光の性質には關係なし.之に由て是を物體の固有色(Actual color)と云ふ。總ての物體は白色と見做されたる日光光線の下には白體に比し固有色を現はせども.他の人工光線の下にては其光源の種類に從て異りたる色を現はす.例へば水銀蒸氣電燈の光の色は赤色に乏しく綠色に富む故に赤色硝子に此光を通せしむる時は.赤色の光線よりも多量の綠色の光線透過する爲め赤色硝子は綠色に見ゆるなり。斯くの如く照らす.光線の種類に從て物體は固有色と異る色を現はす.此色を物體の**皮相色**(Apparent Color)と云ふ.照明工學は吾人の用ふる發光體に依り照らされたる物體の現はす皮相色を成べく固有色に近からしめんとし.其方法に就き研究するにあり。第56表は發光體の種類に從て固有色が現はす皮相色を示し.第78表は各色が照らさるゝ光線の種類に從て現はす皮

第七十八表

各色が照らさるゝ光線の色に由て現はす皮相色を示す表

原色	光色	光色	光色	光色	光色	光色	光色
黑色	紫黑色	深海老茶色	橙慮黃色	帶綠褐色	青黑色	菫黑薄色
白色	赤色	橙色	淡黃色	綠色	青色	菫色
赤色	强赤色	深紅色	橙色	鞠色	菫色	帶赤菫色
橙色	橙赤色	强橙色	黃橙色	帶綠黃薄色	黃褐色	淡赤色
黃色	橙色	黃橙色	橙黃色	帶黃綠色	綠色	褐赤薄色
淡綠色	赤鼠色	黃綠色	帶綠黃色	强綠色	青綠色	淡紫色
深綠色	赤黑色	暗綠色	帶黃綠色	深强綠色	帶綠青色	帶青鼠色
淡青色	菫色	橙鼠色	同上	綠青色	鮮青色	菫青色
深青色	菫紫色	同上	帶黑綠色	青綠色	强青色	稍ける青菫色
藍色	帶菫紫色	橙海老茶色	橙黃鈍色	鈍綠色	暗藍青色	深青菫色
菫色	紫色	赤海老茶色	黃海老茶色	帶青綠褐色	深青菫色	深菫色

相色を示す。一況に發光體の光の色に含まれざる他色の物體は黑く見へ.之に反し非常に多く含まれたる色の物體は白色に見ゆ.例へば赤色の物體は赤色を含まざる水銀蒸氣電燈の下には黑く見へ.黃色の物體は炭素纖條白熱燈の下にて又綠色の物體は

水銀蒸氣電燈の下にて白色に見ゆるが如し。一般に無色白色黒色透明不透明と稱するは可視光に對する意にして之を廣く輻射の全範圍につき考ふるときは可視光に於て無色なりしものが有色になり光線を反射又は透過せしむべし。例へば可視光に對しては透明體なる硝子も紫外光線及赤内光線に對しては全く不透明にして此等の光線をして透過せしめず從て此くの如き廣き意義に於ては硝子も有色體と見做さるべく又可視光に對しては不透明なる沃度液は赤内光線を透過せしめ赤色を呈するを以て此意義に於ては透明體と見做さるべし。水晶は此廣き意義に於ても透明にして無色體なり。

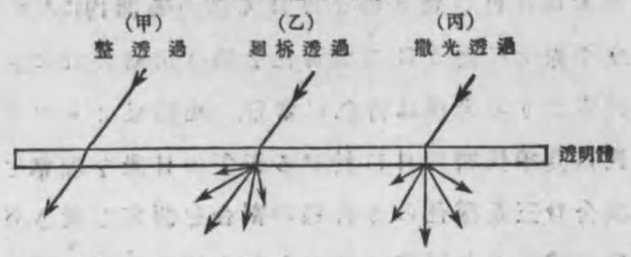
斯くの如く物體は之を照らす發光體の光色如何に由て固有色を現はし又發光體の光色の如何は人目に與ふる感想に至大の影響を及ぼすものなれば光色は照明工學上閑却すべからざる要素にして其標準としては日光の平均光色を用ひ之に總ての發光體の光色を比較す。日光と云へども其スペクトラムは世界の各所に於て異り一年中又は一日中同一ならず且又大氣の狀態に由ても異る然れども其最も確定的のものは快晴の日に於て大陽が天頂に在る時と正午の時との光線なり。ドクトル・アイヴス (Dr. Ives) 氏の觀測に依れば(一)夏季快晴の日に於いて正午の日光は恰も勢力上黒體の絕對溫度攝氏5000度に於ける狀態に相當す(二)曇りたる天空よりの光は青色に近き色より日光色の範圍内にあり(三)水平線上に近き日光は青色を缺き快晴の日に於て天空よりの光線は青色に富む。此結果よりアイヴ氏は夏季快晴の日に於ける正午の日光を標準とし其含む三基礎色の赤青綠の割合を測定し置き各種發光體につき同樣に測定したる結果は即ち第55表に示したるものなり。此表より認むる如く發光體は一般に青色に乏しく黄色に富む二酸化炭素を用ふるムーア管及水銀蒸氣電燈のみは青色に富み殊にムーア管電燈の光色は最も日光の色に近し。然るに水銀蒸氣電燈の光色は綠色にも富むを以て其光は帶綠青色を現はす。之を要するに吾人は撒光せる日光の光線に成べく近き光を發する發光體の發明を望むなり。

人工的に日光光線を得る方法としてアイヴ氏の考按に成るものはタングステン電燈を黄色及赤色の輻射を吸收する媒介物を以て被包するに在り之に

はコバルト色青色及綠色を組合はせたるもの最も適當す.但し之が爲めに光度は15%に減ず.卽ち能率は毎平均球面燭光に付10「ワット」となる。

第 三 百 九 圖

光の透過の種類を示す圖



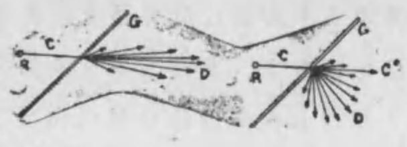
光の透過及廻折—光が透明體を透過する場合に.第309圖(甲)に示す如く其射入の方面に平行に射出するときは.之を**整透過** (Regular Transmission) と云ひ.光が射出したる後擴散するときは之を**不整透過** (Irregular Transmission) と云ふ。不整透過の場合に擴散光線中最大光度は透明體の面に直角の方向に在りて.最大光度を示す直線を直徑とする圓にて此擴散光線の配光曲線を畫くことを得るときは之を**撒光透過** (Diffused Transmission) と云ひ.光線は射出後完全に撒光せらるるなり.第309圖(丙)は撒光透過を示す。同圖(乙)に示す如く最大光度の方向は射入の方向と同じく.其他の方向に於ける光度は之より小にして.最大

の光度を示す直線を長徑とする楕圓形にて配光曲線を畫くことを得るときは之を**光の廻折** (Diffraction) と云ふ。白熱燈及弧光燈の固有光輝を減じ眩惑作用を起さしめざる爲めに不整透過作用を應用し.光をして摩硝子を透過せしむる時は廻折作用起り.乳色硝子を透過せしむるときは撒光透過作用起り.共に發光面積增す爲めに固有光輝は減ずるなり。第310圖(甲)に於てRを發光體としGを光の投ずる摩硝子板とすれば.光線CはGを透過する際廻折しDの一束となりて射出し.光度は中央部に於て最大にして其兩端に至るに從ひて減少す。其最大光度の方向は入射光Cの方向と平行し.配光曲線は最大光度を示す直線を長徑とする楕圓にて表はさる。同圖(乙)に於てGを光の投ずる乳色硝子とすれば.光線CはGを透過して同一方向に進むも其光度は甚しく減じ.反て硝子內に於て不正規反射を爲したる光が集まりて第二の發光面を爲し.Gに直角なる方向に於て最大光度を示す.從て其配光曲線は最大光線を示す直線を直徑とする圓にて表はすことを得るなり。乳色硝子は波長短き光を透過せしめ難き故に.光の色は變ずるを免かれず.例へばタングステン電燈の

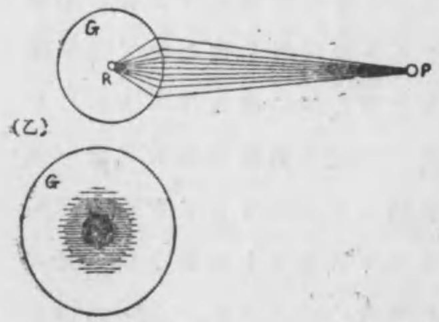
光色は乳色硝子を透過するときは稍赤色を帶ぶるを認むべし。

今第 311 圖(甲)に示す如く發光體Rを廻折作用を爲す摩硝子球Gには被ひP點より之を眺むるときは、球形の光を爲し中心に於て最も明く圓周に至るに從ひ漸次光度減ずるを認むべし。恰も同圖(乙)に示す如し。之と異り第 312 圖(甲)に示す如く發光體Rを乳色硝子球Gにて被ふときは、硝子球全部が發光面と成りて一樣に明く光束はRPの方向に於て一樣に分配せられ、僅かに中心に發光點Rを認むべし。此場合に發光體が白熱電燈なるときは其纖條を明かに認むるを得べきも、磨

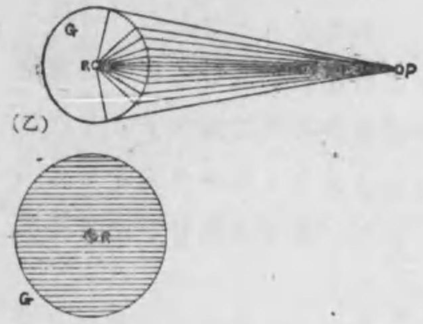
第三百十圖
光の廻析及撒光透過を示す圖
(甲)光の廻折　(乙)光の撒光透過



第三百十一圖
(甲)光の廻析を爲す硝子球

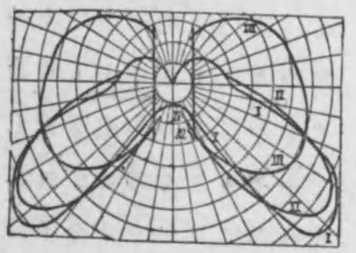


第三百十二圖
(甲)　光の撒光透過を爲す硝子球



硝子球使用の場合には纖條の形狀現はれず。斯くの如き現象あるに由り、配光曲線は摩硝子球を用ふる場合には發光體の配光曲線と大差なく僅かに丸みを付けるこのみなれども、乳色硝子を用ふる場合には其面が第二の發光體と成る爲め、全く異る配光曲線となつて現はる。從て摩硝子球の形狀は全體の配光に關係なきも乳色硝子球形狀は之と多大の關係あり。第 313 圖に於て曲線Iを透明なる圓筒狀硝子球にて被へる發光體の配光曲線なりとすれば、之に摩硝子を用ふるときは配光曲線は曲線IIに變じ其變化少きも、乳色硝子を用ふると

第三百十三圖
摩硝子球及乳色硝子球使用に於ける配光曲線圖

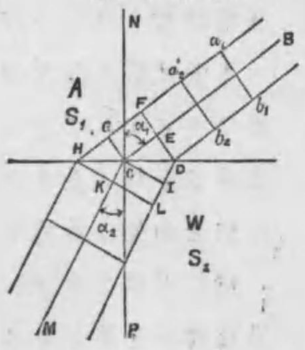


きは.曲線 III に變じ其變化甚しきを認むべし.卽ち撒光作用を爲す硝子笠の形狀は配光曲線に甚大の影響を與ふるなり.

摩硝子は光の全部を廻折透過せしむるに非ず.其幾分を散光せしむ.殊に腐蝕作用にて摩硝子となしたるものに於て撒光作用多大なり.又乳色硝子も光の全部を撒光透過せしむるに非ず.其幾分を廻折透過せしむるなり.

光の屈折═光が物體を透過する場合には其進行の速度は變ずるなり.其結果として光の屈折(Refraction)なる現象を生じ.物體に射入する方向と物體內透過の方向とを異にす。光の速度は大氣中及瓦斯體中に於ては毎秒 3×10^{10}「センチメートル」なれども水.硝子等の如き密度大なる物體中に於ては速度減じ.其程度は光の波長に由て異る。第 314 圖に於て光線 B が A なる空中より W なる水中に或る角度を爲して射入するものとすれば.光線なるエーテル分子の

第三百十四圖
光の屈折を示す圖



振動は進行の方向 BC に直角にして順次 a_1 b_1, a_2 b_2 と進み.一端 b_1 が水と空氣との境なる D に達し之より水中に入るに及んで其速度は減ずるなり。光の速度を空中に於て S_1 とし水中に於て S_2 とし.光線の中央 E が C に進む間に水中に進みたる光は D より I 迄進みたりとすれば. $\overline{DI}=\frac{S_2}{S_1}\overline{EC}$ にして. FD 中一半の EF は尙空中に在りて CG に進みたるに.他の一半は水中に入りたる爲め CI に變じたるなり.尙一端 G が H に進む間に他の端 I は L に進み $\overline{IL}=\frac{S_2}{S_1}\overline{GH}$ なり.爰に於て光は全部水中に入り其進面は HL となる.卽ち水中及空氣中に於ける光の速度の異る爲め光の進面及其進行の方向が空氣より水中に進む際變じ.光線 BC は CM の方向に進むなり.此現象を光の屈折と云ふ。屈折したる光線 CM が NP 線と爲す角を**屈折角** (Angle of Refraction) と云ひ a_2 にて示し入射角を a_1 にて示せば

$$\angle FDH=a_1, \qquad \angle LHD=a_2$$

由て　$\overline{FH}=\overline{DH}sina_1$　　$\overline{DL}=\overline{DH}sina_2$

F が H に達する迄に D が L に達したるなれば

$$\frac{\overline{FH}}{\overline{DL}}=\frac{S_1}{S_2}$$

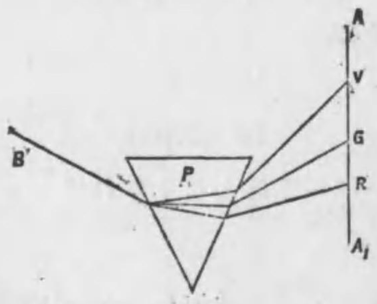
前式を之に代置すれば　$\frac{sina_1}{sina_2}=\frac{S_1}{S_2}$ .....(188)

即ち入射角の sin と屈折角の sin との比は其光波の速度の比に等し.從て兩物質が定まれば此比は一定す.之を屈折の法則と稱し.此比を**屈折率** (Refractive Index) と云ふ。一般に或る物質の光の屈折率と稱ふるは光が空氣より其物質に入る場合の屈折率を意味し δ_1 にて示す.即ち　$\delta_1=\frac{sin\alpha}{sin\alpha_1}=\frac{S}{S_1}$

式中 S は空氣中に於ける光の速度にして毎秒 3×10^{10}「センチメートル」にして S_1 は屈折率 δ_1 なる物質中に於ける光の速度なり。

光が或る物質より他の物質に入りて屈折する程度は光の種類に由て異り波長短き程屈折大なり.此理を應用して波長異る種々の光より成る合成の光を或る物質に通じ光を分解することを得るなり.即ちスペクトラムに現はすことを得るなり。

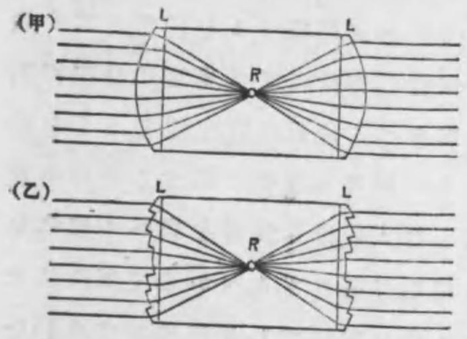
第三百十五圖
三稜透鏡に於ける屈折を示す圖



第 315 圖に於て P を透明物質より或る三稜透鏡とし AA_1 を遮壁とし B より日光の光線を P に通ずるときは.光線は P 中に入り各波長に從て異る屈折を爲し七色に分れ AA, 上に現はるべし.即ち七色中波長最も短き紫色 V に現はれ波長最も長き赤色 R に現はれ中間の綠は G に現はるべし。

屈折の理を應用し**角稜** (Prism) を用ひて發光體より發する光線を屈折せしめ其固有光輝を減じ同時に配光曲線を變ずることを得るなり.此方法に依れば光の吸收を少からしめて固有光輝を減ずる目的を達するなり。第 316 圖(甲)に於て R を發光體とし L を圓筒形角稜レンズとすれば.光はレンズの一方に入り屈折して平行光線となりてレンズの他方に出で.L 全部が輝きて發光體の如く現はる。實際に於ては此くの如き場合に.完備せるレンズの代りに第 316 圖(乙)に示す如く小なる角稜體を集めたるものを用ふ。斯くの如き光

第三百十六圖
角稜に由る屈折にて固有光輝を減ずる方法



の調節方法を**角稜屈折** (Prismatic Refraction) と云ふ.此場合には光線が全部透過せずして反射し.更に角稜の他の面より反射して射出する故に又は之を**角稜反射** (Prismatic Reflection) と云ふ.電燈に用ふる反射笠及硝子笠に此理を應用したるもの多し後項に之を詳記す.

第四項　眼に及ぼす光の生理的作用

光の可視範圍═第一項に記したる如く人工照明は日光を利用し得ざる場所と時とに於て.日光に依ると同樣に精確に物體の形狀及色彩を認識するを得る樣.適當に發光體を選定配置するを理想と爲す.適當の器具を用ひ相當の方法にて其光度の分配.照明能率及照明度を成るべく理想に近く定むることを得れども.同時に吾人の視覺及感情に關する光の生理的作用をも考慮し.吾人の眼に疲勞を與へ不愉快を感せしむる如き照明は避けざるべからず.殊に眩光作用を發せしむる時は.眼に甚しき疲勞を感せしむるを以て照明設計上最も注意を要するなり。元來吾人の眼にて視ることを得る光の波長範圍は僅かに $76\times10^{-6}-39\times10^{-6}$「センチメートル」なれども.格外

に不愉快を感せずして視得る光度の範圍は甚だ大にして.快晴の日中に於ても亦滿月の夜に於ても不愉快を感ずる事なく物體を視ることを得.是れ必意後に記する眼の調節作用の範圍大なるが爲めなり。今快晴の日中に寫眞機の絞りを $\frac{1}{16}$ とし $\frac{1}{100}$ 秒の露出にて撮れる映像と同じ映像を滿月の光にて得んには.絞りを全開にて10分間の露出を要すべし.此露出の時間より計算するときは.月光と日光との照明度の比は殆んど 1:1,000,000 なるを認むべし.即ち吾人の可視範圍は照明に於て 1—1,000,000 なるを知るべし。

眼の構造═吾人が光を受くる機關たる眼は寫眞用レンズの性質を具備し.第 317 圖に示す如くLは**減色レンズ** (Achromatic Lense) にして大なる屈折作用を爲す.其前後に透明なる液體A及Bありて減色作用を爲すなり.寫眞機の絞りに相當するIは**虹彩** (Iris) にして**瞳孔**P (Pupil) の開閉を支配す.シャッターに相當するものは**眼瞼**E (Eyelid) にして感光板に相當するものは**網膜** (Retina) Rなり.Cは**角膜** (Cornea) にしてレン

第三百十七圖　眼の切斷面

視神經

ズの蓋に相當す。網膜の後方に於て視神經に連り.其中心に回みたる箇所即ち焦點(Fovea) F に視神經集中す.從て吾人が物體を視る場合にに虹彩を調節して物體の像をF上に映せしむるなり.Rは單に像の整齊を爲すに止まる。斯くの如き構造の眼が光の大なる範圍に於て物體を視ることを得るは次に記載する調節作用.疲勞作用及感度法則あるに由る。

眼の調節作用——吾人が物體を認むるときは其像は網膜に映するなれども.其照明强きときは瞳孔は眩光作用を起して收縮し.照明弱きときは瞳孔は開くべし.此作用は全く自働的にして瞳孔は照明の强弱に從て眼に入る光の量を調節するなり。然れども固有光輝大なる發光體が視界內に在るときは瞳孔は非常に收縮し眼に入る光束を減せしむる爲め.發光體は恰も僅少の光束を發する如く見へ他の物體を確認することを能はず.且つ努めて視んとする爲めに不快を感ずべし。物體の像が網膜に映し之を認むるを得るは.網膜なる粘膜中にある網膜紫色素が眼に入る光の爲に漂白せられて焦點附近に擴散し.其作用が視神經に依て腦に傳達せられて物體を認識せしむるなり。

眼の調節作用が照明の變化に伴はぬ場合あり.例へば固有光輝大なる弧光燈又は白熱燈は長く之を凝視することを得ず.又は之を少時視たる後.眼を他に轉ずるも暫時の間其目擊物の余色が見ゆ.或は又暗き室より明るき室に入るとき及明るき室より暗き場所に出づるとき.暫時物體を認むる能はず.極端の例としては暗夜に携帶したる提燈が滅火するときは暫時盲目同樣となり.朝起き出でて日光に向ふときは眩光を感じ暫時何物をも認むること能はず。

是等の現象は照明の變化に對し眼の調節作用が伴はぬ爲にして.之が爲め眼は强照明を受くるときは疲勞し其視覺は鋭敏になり.弱照明を受くるときは疲勞恢復し其視覺は遲鈍になる.其鋭鈍の差は照明度の差よりも少し。此理に由り前記の如く暗き室より明るき室に入るときは.眼は疲勞し照明度に適する樣に調節せらるゝ迄は何物をも認むること能はず.之と反對に明るき室より暗き室に入るときは.眼が照明度に適する樣に調節せらるゝ迄は盲目の如くなるも.暫時にして眼の疲勞恢復し視覺は直ちに鋭敏になりて物體を能く認むることを得るに至るなり。

斯くの如き照明の眼に對する作用を**眩光作用**(Glare

Action) と云ふ.此作用を感するは網膜紫色素の漂白作用が烈しく起り其補充が之に伴はぬ爲めなり。眼の調節作用に於て瞳孔の收縮は全く瞬間的に行はれ.視界内に於ける固有光輝大なる發光體に對し眼を保護する作用なり.又疲勞作用は眼の動作範圍に於て相當照明に對し視覺を調節するなり。瞳孔の收縮する割合は照明の強きに從ひ減じ.余り强き照明に於ては最早收縮せずして眼の調節行はれず苦痛を感ずるに至るべし。摩硝子を透過したる穩和なる晝光に對しては瞳孔の直徑は約6「ミリメートル」なれども.直接晝光に對しては約3.6「ミリメート」に收縮し之れ以上の收縮は眼に苦痛を感すべし。

瞬搖する光は連續的に眼の調節作用を要する爲め眼は大に疲勞すべし. 例へば具合惡しき活動寫眞を眺むるとき.車中にて新聞を譯む場合又は裸瓦斯燈若くは周波數25「サイクル」以下の交流弧光燈の照明の如きは.常に物體の像が瞬搖する爲め之を正確

第七十九表

照明と光の瞬搖なき周波數との關係表

照明(メートル燭光)	2.065	3.67	5.29	8.26	14.69	33.04	132.2
光の瞬搖の消失する最小周波數(サイクル)	25.6	27.4	59.3	32.0	35.2	36.8	44.1

に認めんには絕へず眼を調節せざるべからず.之が爲に眼は甚しく疲勞すべし。交流弧光燈に於て光の瞬搖せざる最少周波數は照明度に由て異り.ドクル.ケネリー及ワイチング兩氏の實驗結果は第79表に示す如く.照明度强きに從ひ瞬搖する光の發せざる周波數の限度高し。各種の白熱燈に付き之に供給する交流の周波數の多少に由り發する光の光度の變化を其最大光度の%にて表はせば第80表に示す如し.卽ち周波數25サイクルに於てはタングステン白熱燈の光度の變化は最大光度の37%なり.此表はドクトルシヤープ(Dr. Sharp)氏の實驗に依る。

第八十表

交流の周波數と之に歸因する白熱燈の光度動搖との關係表

周波數(サイクル)	15	20	25	30	35	40	45	50
能率毎燭3.1「ワット」16燭光炭素纖條白熱燈	42.5	32.5	22	13	12	11.5	11	10.5
能率毎燭2.5「ワット」の16燭光炭素纖條白熱燈	47.5	36.5	25	18	17	15.5	14	12.5
能率毎燭2.5「ワット」の金屬化纖條白熱燈	52.	41.5	31	24	22	19.5	17.5	15.5
能率毎燭1.25「ワット」のタングステン白熱燈	54	42	37	32	26.5	22	....	....
能率毎燭3.1「ワット」8燭光炭素纖條白熱燈	54	39	24	21	19.5	18.5	17.5	16.5
能率毎燭2.5「ワット」8燭光炭素纖條白熱燈	65	52	37	25	23	21	19	17

表中の數字は光度の變動にして其最大光力の%を示す

視界內に於ける發光體の眼に對して安全にして之を疲勞せしめざる生理上適度の固有光輝は每平方吋に付き4—5燭光なり(上卷 624 頁參照)電燈の固有光輝は之より大なる故に視界內に電燈を置くときは其光を直接眼に受けしむべからず.眼の保護上必ず之を反射笠又は硝子球にて覆ひ眼に受くる光の固有光輝を減せしむること必要なり。

眼の調節作用は波長長き赤色及黃色の光に對しては有效に行はるるも波長短き綠色.青色及紫色の光に對しては效果少し.從て水銀蒸氣電燈のごとき波長長き光を缺く光に對しては.瞳孔の收縮作用に依て眼を保護する作用極めて遲鈍なり。今眼を白熱電燈の光より同樣の照明を與ふる水銀蒸氣電燈の光に移すときは.瞳孔尙收縮し居るを以て其瞬間非常に暗く感じ.漸次瞳孔は開きて明るく感ずべし.之も反對に水銀蒸氣電燈より白熱電燈に眼を移すときは.瞳孔尙開き居るを以て其瞬間非常に明るく感ずるも.瞳孔漸次收縮し暗く感ずるに至るべし。斯くの如く波長長き光に缺けたる水銀蒸氣電燈の光に對する眼の自働保護作用の遲鈍なる故に.此種の光の强き照明は眼をして損傷せしむることあるべく眼に對して甚だ有害なり.

眼の感度—視神經聽神經等の感ずる程度即ち感度(Sensibility)は光又は音を發せしむるエネルギーに正比例せずして其對數(Logarism)に正比例す.即ち視神經の感度の變化は光度の增減よりも少なし.例へば照明度1より2に增したる場合には.感度は零より $log\frac{2}{1}=0.301$ に增し.照明度1より1000に增したる場合には感度の變化は $log\frac{1000}{1}=3$ なり.即ちエネルギーは $\frac{1000}{2}=500$ 倍增すも感度は僅かに $\frac{3}{0.301}=10$ 倍增すのみなり。從て亦此照明を與ふる發光體の光度が10燭光より20燭光に增すも.1000燭光より2000燭光に增すも.其增加の割合は相等しき故に感度も同じ割合にて增すなり。之と異り光度が100燭光より110燭光に增したる場合と10燭光より20燭光に增しだる場合とは.增したる光度は10燭光なるも其增したる割合は異り.前者に於ては $\frac{110}{100}=1.1$ 後者に於ては $\frac{20}{10}=2$ なるを以て.感度の增加が後者に於て大なること勿論なり。此法則を**フエヒネル**(Fechner)法則と云ひ.學理上より嚴格に正確とは云ひ難きも.實際の場合に應用するには差支なし.之を式にて表はせば次の如し

$$L = A\log\frac{i}{i_0} \quad \cdots\cdots(189)$$

式中　Lは生理的効果.

iは照明度にして「メートル」燭光にて表はす

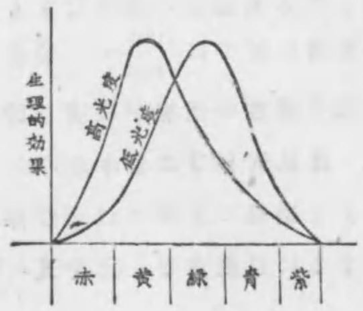
i_0は認識するを得る最小限度の照明度

Aは定數にてLの單位にて異る

吾人の認識し得る照明の最小變化は約1.6%にして.照明の變化に對する眼の感度の最小限度なり。

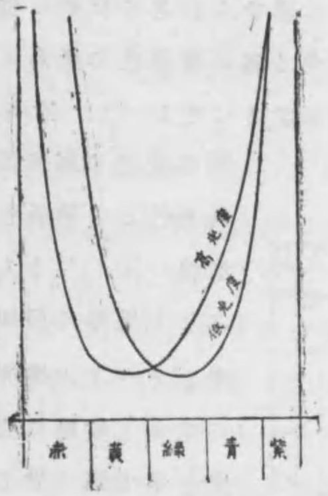
眼の感度は各種の光に對し同じからず.其波長に由て異る.赤內線及紫外線に對しては零卽ち感せざるも.可視スペクトラム中赤より波長短くしてスペクトラムの中央に至るに從ひ感度增し.中央の近傍に於て最大に達し夫より再び漸次減じて紫に至りて再び零に成る.卽ち第318圖に示す如く同一の輻射エネルギーに由て生じたる生理的效果は.可視スペクトラムの中央に於て最大にして其兩端に於て零なり.且つ光度の强弱に從て感度異り强照明に於ては最大感度は

第三百十八圖
スペクトラムに對する眼の感度を示す圖



赤に向て移動し弱照明に於ては紫に向て移動す.之を反對に考ふるときは同じ生理的效果を生せしむるに要する輻射エネルギーはスペクトラムの中央に於て最小にして其兩端に於て最大なり.赤內線及紫外線に於ては無限大にして可視光を生せしむること能はざるなり.此關係を曲線に示せば第319圖の如し。

第三百十九圖
同一生理的效果を生ずるエネルギーとスペクトラムとの關係

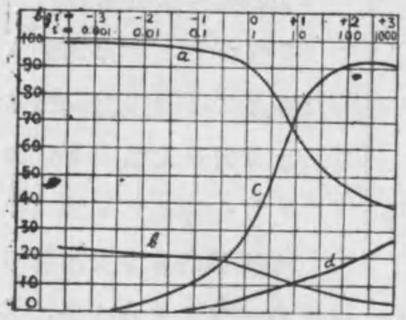


斯くの如く眼の感度は光の波長卽ち其色に由て異るを以て.普通の光度計は異れる色の光度を比較するに適せざるなり.例へば白色の光と黄色の光とを比較する場合には.兩方共に白色なる光を比較するが如くして精確なる結果を得難し.白色と綠色又は藍色との比較の如きは交照光度計に非れば全く其比較を爲す能はざるなり。

第318圖に於し認むる如く眼の感度は高照明に於

ては光色の黄色なる場合に最大となり低照明に於ては光色の青綠色なる場合に最大となる.卽ち高照明に於ては眼は黄色の光を最も良く感じ低照明に於ては青綠色の光を最も良く感じ黄色の光を認むる能はざるなり。例へば橙黄色の光を發する發煙弧光燈と青綠色の光を發する水銀蒸氣電燈とを100呎の距離より視て同じ感度ありたりとするも燈に近付くときは照明增す爲め橙黄色の光は青綠色の光よりも光度一層增す如く感せられ之と反對に燈より遠ざかる時は照明減ずる爲め.青綠色の光良く眼に感じ橙黄色の光を認めざるに至るべし。第320圖は感度と照明度及光色との關係を曲線に示したるものなり.横軸に照明度を「メートル燭光」にて示し縱軸に感度を示す.圖に於て認むる如く可視スペクトラムの兩端なる赤色及紫色に

第三百二十圖
照明感度曲線圖
照明(メートル燭光)



a＝青綠色　波長 50.5×10⁻⁶
b＝紫　色　波長 45.0×10⁻⁶
c＝橙黄色　波長 59.0×10⁻⁶
d＝赤　色　波長 65.0×10⁻⁶

於ては感度低く橙黄色及青綠色に於ては高きも.高照明に於ては橙黄色の感度最も高く紫色の感度最も低く.低照明に於ては青綠色の感度最も高く橙黄色は認むる能はざるなり。各光色の認むるを得る

第八十一表
各種の光の認め得る最小照明度表

光色	赤	橙黄	黄	綠	藍	紫
波長	67×10^{-6}	60.5×10^{-6}	57.5×10^{-6}	50.5×10^{-5}	47×10^{-6}	45×10^{-6}
照明度i,「メートル」燭光	0.06	0.0056	0.0029	0.00017	0.00012	0.00012

最低照明の限度(卽ち第 189 式に於ける i_0)は第81表に示す如し.元來照明は距離の自乘に逆比例するものなれども.眼に對する生理的効果は之と異り.此表より明かなる如く橙黄色の如き波長長き光色に於ては自乘以上に逆比例し.青綠色の如き波長短き光色に於ては自乘以下に逆比例す。

斯くの如く照明の强弱が光の種類に由て眼の感度に大なる影響を與ふることは.照明工學上緊要なる事項にして照明設計上留意すべきものなり.例へば遠方に設置する信號燈には青綠色の光最も適し白

色の光之に次ぎ黄色の光最も不適當なり之に反し近距離に於ける廣告電飾の如き人目を引くべき點燈に於ては黄色の光を發する發煙孤光燈の如き最も適するなり然れども霧甚だ深き場合には遠距離に光を透達せしむる必要より遠距離に於ても黄色の光を用ふるを可とす通常の場合に於ては青綠色の光は遠距離用に適し黄色の光は近距離用に適するなり。

白色の光は眼を疲勞せしめざれども黄色及橙色の強き光は甚しく眼を疲勞せしむ從てたとへ感度大なるも黄色の強き光は眼の保護上より用ふべからず。現代に於ける黄色及橙色に富む光を以てする照明に於ては是に歸因する眼の疲勞問題は最も考慮を要する研究事項なり眼の保護上よりは無論晝光のごとき白色の光必要なれども住宅多くの商店劇場集會場及工場等の照明にはタングステン電燈に適當の反射笠又は其他の器具を取付け視界外に設置するときは眼を疲勞せしむることなく保護上差支なし。然れども印刷業呉服商のごとき色彩を正確に識別する光を要する照明に於ては晝光のごとき白色の光必要なり此目的に應ずる爲め最近に

晝光を發する瓦斯充塡電燈製造せられ市場に販賣せらるるに至れり其構造は通常の瓦斯充塡電燈の硝子球に青色のものを用ひたるものにして其發する光は北向の窓より入射する晝光と同樣にして眼の保護上極めて良好なり之に由て色彩を區別すること晝光に於けると異ならざるなり東京電氣株式會社に於て發賣するマツダC2電燈と稱するもの是なり。(アイヴ氏の考按參照)

眼に入射する光の一部は吸收せられて熱に變化する爲め其光度甚だ強きときは熱の爲め眼を害することあり。此有害なる作用は輻射の固有性質にして多量のエネルギーを要する光卽ち赤及紫の光は少量のエネルギーを要する綠及黄の光よりも此作用大なり此意味に於て綠の光を冷光(Cold Light)と云ひ赤色及橙色の光を溫光(Warm Light)と稱ふることあり。白熱電燈は橙色及赤色の光に富むを以て眼に此有害作用を及ぼすことあるも綠色の如き冷光に富む水銀蒸氣電燈の光には此作用なし。紫外光線は化學的作用を眼に及ぼすことあるを以て僅か數秒間此光線の入射を受くるも眼は甚しき傷害を蒙り苦痛を覺へ之が治療恢復に數ケ月を要する

ことあるべし數分間以上數十分間此光線を眼に入射せしむるときは盲目に成る虞あり之を防護するには其光を硝子球にて覆ふ然るときは紫外光線は硝子球に吸收せられて眼に達せざるなり孤光燈は紫外光線を發する故に其孤光部は必ず硝子球にて覆はざる可からず。

眼の生理的保護方法—眼に眩光作用及疲勞作用を感せしめざるには次の諸項に注意せざるべからず。

(一)視界內に固有光輝大なる發光體を置かざること。電燈を取付くる場合には眩光作用を防ぐ爲め之が視界內に入らざる樣天井に直接に取付くるか又は之に近く吊すべし電燈が視線と25度以上の角度を爲す位置にあれば眩光作用起らざるべく間接照明又は半間接照明に依るもの最も可なり止むを得ずして視界內に取付くる場合例へば階段廊下等に於ては艷消硝子球又は乳色硝子球にて之を覆ひ固有光輝を減せしむべし。然れども尙居間書齋等の日常使用する室に於ける電燈は撒光作用を爲す艷消又は乳色硝子球にて之を覆ひ光線を直接眼に映せしめぬ方法に依るべし。硝子球の代りに反射笠を用ふる場合には其深さは普通に仰ぎ視る範圍內に於て電燈の纖條が見へざる程度のものを撰むべし光の吸收率高き艷消硝子球又は乳色硝子球にて電燈を覆ふときは其光束の一部は吸收せられて照明は減するも固有光輝を減せしむる方法が適當なるときは眼に入射する實際の光束は電燈より直接に照明を受くる場合より反て增すことあり之れ必竟眼の調節作用に基くなり。

(二)鋭き陰影を作らしめざること卽ち視界內に於ける各物體の照明に於て甚しき相違を生せしめざること。

强き照明に由る濃き陰影は眩光作用を起す原因となるのみならず誤認又は不快を感ずる原因とも成ることあり是に由て戶外に於ては成るべく照明を均一に爲し自働車電車等の疾走する道路に於ける濃き陰影は步道に生ずる樣設計を爲すべきものとす。室內に於ては一般照明を弱くして室內に於ける物體の陰影を薄からしめ必要なる場所にのみ强き局部照明を與へ時々眼を弱き照明に向はしめて眼の疲勞を回復せしむるを可とす。

(三)室內には光澤を有し反射係數大なるものを使用せざること。

光澤ある金物を用ひ又は壁紙若くは襖紙に表面滑澤にして反射係數大なるものを用ふるときは眩光作用起り眼を害することあるべく、書籍帳簿等の用紙にも餘り光澤あるものは用ふべからず。記する迄もなく理想的の照明は快き晝光照明なり。晝光照明は非常に高き照明なるにも拘はらず吾々に物理的並に生理的に快感を與ふる理由は(一)吾人の視界内に入らぬ位置に只一の光源を有すること、(二)晝光は空氣又は雲を通過する故に充分擴光と成れること、(三)晝光の照明は一般に一定の便宜なる變化あること、(四)各所に適當の暗き場所生じて網膜紫色素の恢復發生の機會を與ふること、(五)晝光の爲めに生ずる色の配合極めて好く眼に快感を與ふること、等にあり。之に反し人工照明に於てはたとへ光源を視界外に置くも、其光の何れかが網膜に入射し紫色素を消耗せしめ、眼をして常に調節作用を行はしむる結果、晝光中に於けるよりも眼に疲勞を感ず。其他陰影も適當ならず光源の光色か晝光と異る爲め晝光中に於ける如き快感を與へざるなり。然れども學術の進歩は益々人工照明をして晝光照明に近からしめんとして、第一の階梯として晝光電燈の稱ある

前記のC2マツダ電燈の發明ありたれば、吾人は漸次人工照明の短所を除くことを得るに至るべし。

第五項　反射笠及硝子球

反射笠の種類——已に記載したる如く**反射笠** (Shade or Reflector) は次の目的に向て使用せらるるなり。

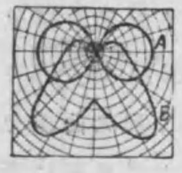
(一)發光體より上方に向て發する光を下方に向て反射せしめ其有効照明を增加せしむ。

(二)光を眼に直接に入射せしめざること。

硝子球 (globe) は已記の如く發光體を覆ひて其固有光輝を減せしめて眼を保護する爲に用ひらる。

尙以上の目的以外に其設計に多少裝飾の意匠を加ふると必要なり。反射笠及硝子球を用ふるときは發光體の配光曲線は有効に變形す。例へば第321圖に於て曲線Aは或る白熱電燈の配光曲線なれども、之に或る反射笠を裝置し上方に發する光を下方に反射せしむるときは、配光曲線は曲線Bの如く變ずるなり。反射笠を使用するときは光の幾分は之に吸收せらるゝ故に、第321圖に於て曲線Bに於ては最大光

第三百二十一圖
反射笠使用に由る配光曲線の變化を示す圖



度及下方に向ての照明は曲線Aに於けるよりも增せども.其全光束は減ずるなり。斯くの如き配光曲線の變形は反射笠の種類に從て異る.從て其種類を適當に選定するときは要求する配光曲線並に所要照明を得らるべし。反射笠を配光曲線の形狀より大別して次の三種となす.

(一) **擴照型** (Extensive)

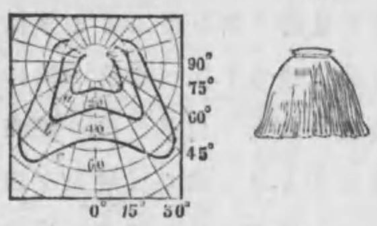
(二) **强照型** (Intensive)

(三) **集光型** (Focusing)

第 322 圖(甲)は**ホロフエン** (Holophane) 擴照型反射笠.同圖(乙)は三種のタングステン電燈に使用したる場合の三種の配光曲線を示す。第323圖(甲)はホロフエン强照型反射笠.同圖(乙は.同じく配光曲線を示す。第324圖(甲)はホロフエン集光型反射笠.同圖(乙)は同じく配光曲線を示す。ホロフエン笠は內面は平面にして外面に角稜を有する透明硝子より成る.其切斷面の一部は第

第三百二十二圖

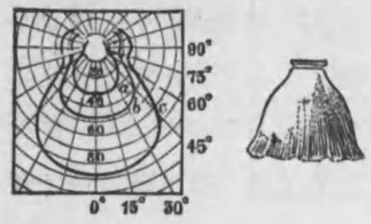
擴照型反射笠及其配光曲線圖



a は 25「ワット」電球
b は 40「ワット」電球
c は 60「ワット」電球

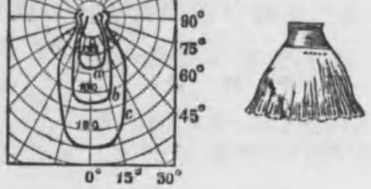
第三百二十三圖

强照型反射笠及其配光曲線圖



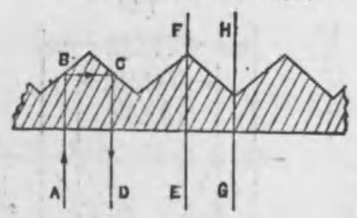
第三百二十四圖

集光型反射笠及其配光曲線圖



第三百二十五圖

ホロフエン反射笠の一部切斷面



325圖に示す如くAより來る光は硝子內に入射しB面に於て正規反射を爲しCに達して再び正規反射を爲してDに出づ.Eより來る光は角稜の凸部を透過してFに出で.Gより來る光は角稜の凹部を透過してHに出づ.此兩光線は角稜の平面を通過せざる故に反射及屈折を爲さざるなり。從て角稜の平面に入射する光は全部笠以外に透過することなくして.下方への有効照明を與ふるなり。

此等の反射笠を用ひ均一照明を與ふるには.其被照面よりの電燈の高さと各燈間の間隔とを各種の反

第八十二表

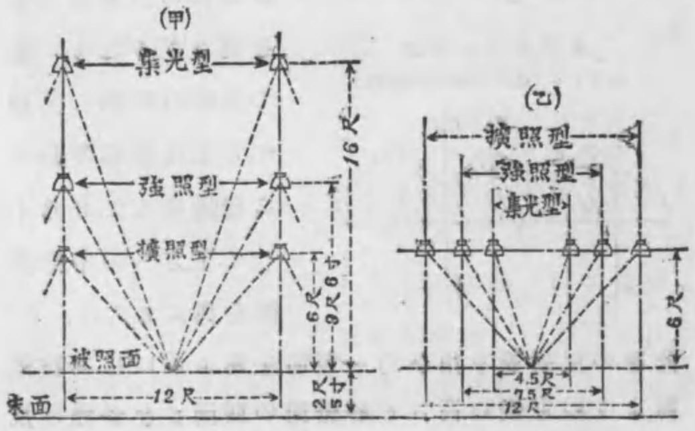
ホロフエン笠使用に於て均一照明を與ふべき被照面よりの高さと電燈間の間隔との關係

反射笠の種類	被照面よりの高さHと各電燈の間隔Dとの關係
擴照型	$H=\frac{D}{2}$, $D=2H$
強照型	$H=\frac{4}{5}D$, $D=\frac{5}{4}H$
集光型	$H=\frac{4}{3}D$, $D=\frac{3}{4}H$

當適き付に笠射べるざせ定選に米國ゼネラル電氣會社のホロフエン反射笠工場に於て實驗の結果以上の關係を第82表に示すごとく定めたり.其一例として各電燈間の間隔を12尺としたる場合に各種の反射笠使用に於ける電燈の被照面よりの高さを第 326 圖(甲)に示し.電燈の被照面よりの高

第三百二十六圖

ホロフエン笠使用の場合に均一照明を與ふべき被照面よりの高さと電燈間の間隔との關係圖



さを6尺としたる場合に於ける各種反射笠使用電燈の間隔を同圖(乙)に示す。是に由て室内の照明を設計するには其使用する反射笠の種類に應じ室の大さと所要の照明とより第82表に依り電燈間の間隔及其被照面よりの高さを定め電燈各個の燭光及其個數を算出すべきものとす.其計算方法は後項に記載す.

擴照型反射笠は反射光線を水平線下に廣き角度内に分配する故に.12尺平方前後の小室に於て電燈一個若くは數個を天井の中央より吊下する場合又は廣き室内に少數の電燈を用ふる場合に適し.強照型反射笠は擴照型よりも狹き角度内に配光する故に.廣き室に於て電燈を天井に近く相等しき間隔に裝置する場合に適す.卽ち大商店.食堂.料理店.旅館.大商店.大事務室等に於て被照面より高く電燈を裝置する場合に用ひらる.從て住宅には餘り用ひられず。

集光型反射笠は一層狹き角度内に配光する爲め.反射笠の軸に沿ふて光度を甚しく增加せしめ軸に10度の角を爲す方向に於て水平平均燭光に35倍する最大光度を示さしむ。此反射笠は机上.飾窓.天井の非常に高き室内等の照明に使用せらる。

反射笠の材料上の種別—反射笠を其製作材料より次の如く種別することを得。

(一) 透明硝子にて製作したるもの

(二) 半透明硝子にて製作したるもの

(三) 不透明なる材料にて製作したるもの

透明硝子にて製作したるものは概ね表面に角稜を有し光の一部分を全反射又は屈折せしめて適當の配光曲線を作らしむ。ホロフエン反射笠は此一種なり。

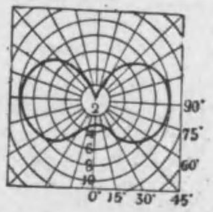
半透明硝子にて製作したるものは光を撒光透過又は廻折透過せしむ。艶消硝子及乳色硝子の反射笠は此一種なり。乳色硝子の一種に**ヴエルリヤ**(Varulia)なるものあり。其質緻密にして粗面を有する大理石の如く美觀を有するが爲め近來廣く用ひらる。ヴエルリヤ反射笠の形狀は第327圖に示す如し。

不透明なる材料にて製作したる反射笠には金屬製反射笠あり。多くは鋼鐵板にて作り其内面をエナメルにて塗抹し反射率を增さしむ。此反射笠の一種として磁器にて作り其内面をエナメルにて塗りたるものは。鐵製に比し擦除し易く塵埃附着に由て減せんとする反射率を減せしむること少し。エナメルの代りにアルミニウムを用ひたるものは配光曲線を一層一樣ならしめ照明能率高し。此種の反射笠は重に工場倉庫停車場の乘降場等に用ひらる。

第三百二十七圖
ヴエルリヤ反射笠

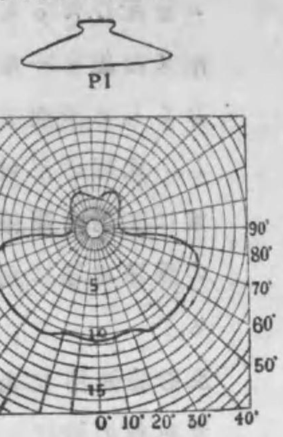
反射笠使用に由る配光曲線の變化—第328圖は10燭光タングステン電球の配光曲線

第三百二十八圖
10燭光タングステン電球の配光曲線

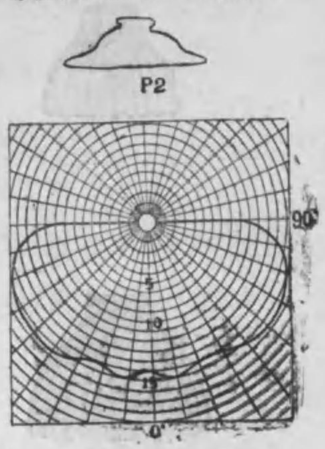


なれども之に普通に使用せらるる乳色の硝子製反射笠を用ふるときは其形狀に從て第329圖第330圖及

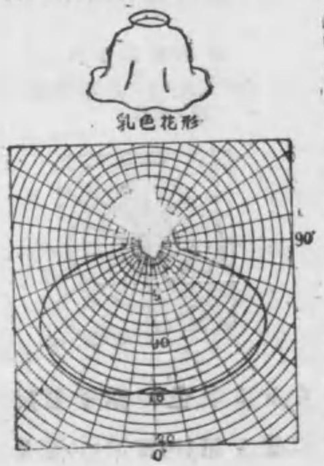
第三百二拾九圖
P_1反射笠に10燭光タングステン電球を使用したる場合の配光曲線



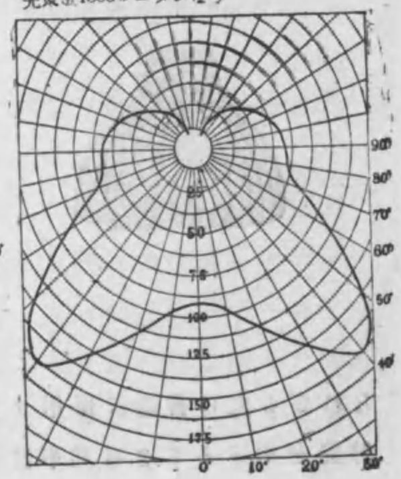
第三百三十圖
P_2反射笠に10燭光タングステン電球を使用したる場合の配光曲線



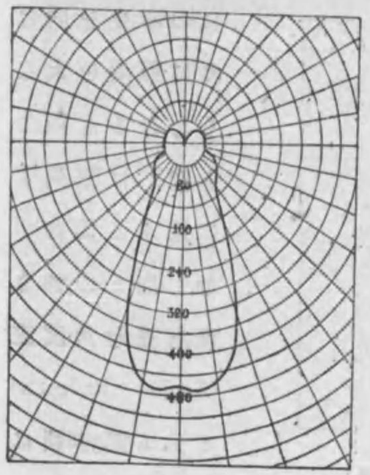
第三百三十一圖
花形反射笠に10燭光タングステン電球を使用したる場合の配光曲線



第三百三十二圖
透明擴照型ホロフエン角稜笠に半艶消し100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線、電球は能率毎燭0.98「ワット」にして光束1000ルーメンなり



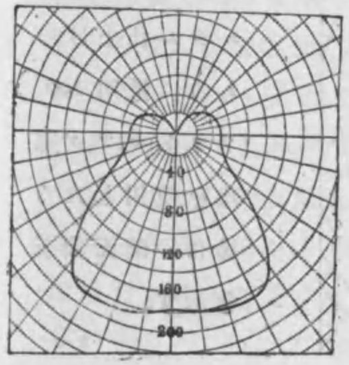
第三百三十三圖
透明集光型ホロフエン角稜笠に半艶消し100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線



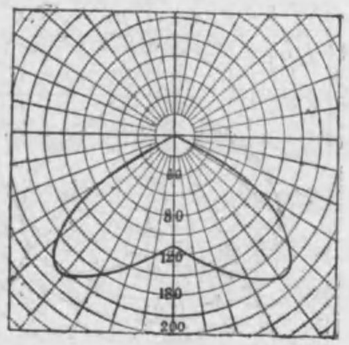
第331圖に示す如く配光曲線は變化し電球の下方に於ける光度を大ならしむ。第332圖及第333圖に示すものは能率毎燭0.98「ワット」の100「ワット」タングステン電球に種々の反射笠を使用したる場合の配光曲線なり。

反射笠の垂直軸に對

第三百三十四圖
透明強照型ホロフエン角稜笠に半艶消し100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線

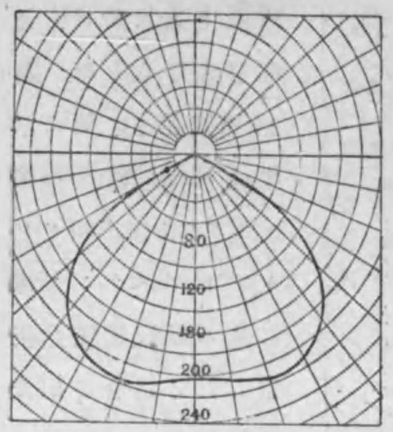


第三百三十五圖
アイヴアンホー鋼鐵笠内面アルミニウム塗なる擴照型反射笠に透明100「ワット」電球を使用したる場合の配光曲線



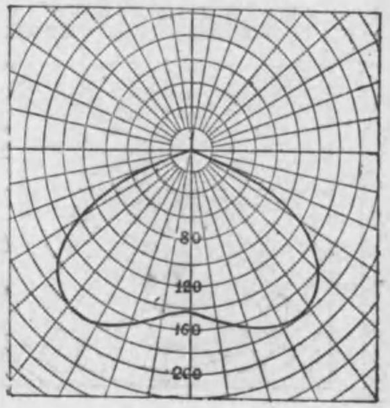
第三百三十六圖

アイヴアンホー鋼鐵反射笠内面アルミニウム仕上の強照型反射笠に透明100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線



第三百三十七圖

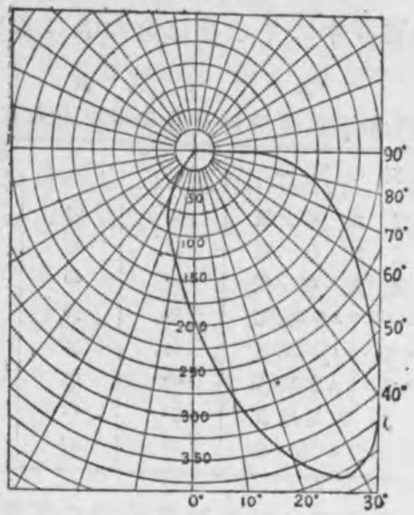
アイヴアンホー鋼鐵笠内面磁器性エナメル塗の強照型反射笠に100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線



する左右の形狀を異にし一方向にのみ光を向け特に照明を大ならしむるものあり例へば陳列窓に用ふる場合の如し斯くの如き反射笠を**角度笠**(Angled Reflector)と云ふ第338圖は此種の笠にしてアイヴァンホー鋼鐵製内面アルミニウム仕上げのものに透明100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線を示す。

第三百三十八圖

アイヴァンホー鋼鐵笠内面アルミニウム仕上げの角度笠に透明100「ワット」マツダ電球を使用したる場合の配光曲線



以上記載したる反射笠は普通に用ひらるるものにして此外に粧飾觀念より製造する絹製のものあり.嵌込硝子製あり又は種々の模様を現はせるものあり形狀に於ても角形あり.花形あり.其種類頗ぶる多くの之に由る配光曲線も夫々異る。是等の反射笠は皆直接照明に用ひらるるものなるが.半間接照明及間接照明に使用せらるる反射笠に就ては後項に之を記載す。

各種の反射笠使用に由て生ずる配光曲線より各角度層(垂直線と是と爲す角度線とにて包圍する球帶の一部)中の光束を反射笠を使用せざる場合に於ける光束の百分率にて示せば第83表に示す如し。

第八十三表

反射笠使用に由る角度層中の光束表

反射笠の種類	角度層 0°−60°	角度層 0°−90°	角度層 0°−180°	吸收率 %
擴照型角稜笠	42	63	87	13
强照型角稜笠	44	65	87	13
集光型角稜笠	50	66	87	13
擴照型アルミニウム塗鋼鐵笠	50	58	58	42
强照型アルミニウム塗鋼鐵笠	54	58	58	42
集光型アルミニウム塗鋼鐵笠	86	63	63	37
廣照型エナメル塗鋼鐵笠	52	62	62	38
反射笠なき場合	16	47	100	0

硝子球═硝子球には透明硝子球と半透明硝子球との二種あり之に亦普通の硝子製と角稜型に爲せるものとの二種類あり普通の硝子製の球を用ふる場合の配光曲線は第313圖に示す如し。角稜型に於ては其角稜の構造に從て配光の狀態が反射笠に於ける如く擴照狀强照狀又は集光狀となるべし。硝子球は何れの形狀及種類のものに於ても發光體を覆ひて第二の發光面となし且つ其發光面を擴大して固有光輝を減じ眩光作用を除き人目を眩惑せしめざる爲めに使用せらるるなり從て半透明硝子球は半間接照明器具とも見做すことを得るなり。

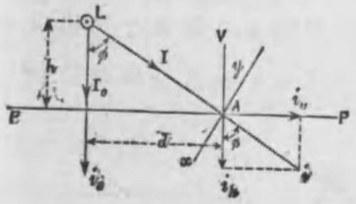
第六項　照明の計算

照明の强弱は發光體の光度其配光曲線及被照面と發光體との距離に由て異り照明の程度は其目的に從て異る例へば同じ室內に於ても客室の照明書齋の照明食堂又は廣間の照明廊下の照明戶外に於ては街路の照明等に於て要する照明の程度を異にす。室內に於ける被照面は洋館に於ては床上30吋なるを普通とすれども日本式の疊敷の室に於ては之より低く爲すを可とす何れの場合に於ても照明は成るべく均一なる標定め必要なる局所に於て局部照明を添加するを可とす。

發光體の照明計算═第 339 圖に於てLを發光體とし其光度をP燭光とすれば之より距離 l に於て光線に直角なる面 xy に於ける照明 I は

$$I=\frac{P}{l^2}$$ (中卷第628頁參照)

第三百三十九圖
點光源照明計算



之を**全照明**(Total Illumination)又は**直角照明**(Normal Illumination)と云ふ。xy面に投ずる光線と垂直線と爲す角をϕとし被照點Aの發光體よりの水平距離をd.垂直距離卽ち發光體のPP面上の高さをhとすれば. $l=\frac{h}{cos\phi}$ なるに由り前式は次の如く變ず。

$$I=\frac{P cos^2\phi}{h^2} \text{ 又は } =\frac{P}{h^2+d^2} \quad \cdots\cdots(190)$$

水平面PPに於ける照明i_hは

$$i_h=I cos\phi=\frac{P cos\phi}{l^2}$$

前同樣にして　$i_h=\frac{P cos^3\phi}{h^2}$ 又は $=\frac{P cos\phi}{h^2+d_e^2}$ ……(191)

之を**水平照明**(Horizontal Illumination)と云ふ。

PP面に垂直なるAV面に於ける照明i_vは

$$i_v=I sin\phi=\frac{P sin\phi}{l^2}$$

前同樣にして$i_v=\frac{P cos^2\phi sin\phi}{h^2}$ 又は $=\frac{P sin\phi}{h^2+d^2}$ ……(192)

之を**垂直照明**(Vertical Illumination)と云ふ。

之より逆に必要なる均一照明より燭光を算出するには要する均一の照明をI_0とすれば全照明に對しては第190式より

$$P=\frac{I_0 h^2}{cos^3\phi} \quad \cdots\cdots(193)$$

水平照明に對しては　$P=\frac{I_0 h^2}{cos^3\phi}$ ……(194)

垂直照明に對しては　$P=\frac{I_0 h^2}{cos^2\phi sin\phi}$ ……(195)

照らさるる各物體の形狀が一樣ならざるときは.全照明の均一なるを要し.製圖板の照明の如く重に水平面を照らす場合には水平照明の均一なるを要し.掛圖を眺むる如き場合には垂直照明の均一なるを要すれども.一般には水平照明の均一なるを望む場合多し。ϕの各値に對し$\frac{I}{cos^2\phi}$, $\frac{I}{cos^3\phi}$, $\frac{I}{cos^2\phi sin\phi}$の値を第84表に示し計算の便に供す.之より認むる如くϕが大なるに從ひ均一照明を與ふべき光度を著しく增加すべきこと必要なり。斯くの如き均一照明を與ふべき光源の配光曲線の形狀は第340圖に示す如し.曲線 I. II. III. は均一の

第八十四表

均一照明を與ふる光度計算の係數表

ϕ	$cos\phi$	全照明の場合 $\frac{I}{cos^2\phi}$	水平照明の場合 $\frac{I}{cos^3\phi}$	垂直照明の場合 $\frac{I}{cos^2\phi sin\phi}$
0	1	1	1	∞
5	.996	1.01	1.015	11.60
10	.985	1.03	1.045	5.90
16	.966	1.07	1.11	4.30
20	.940	1.13	1.20	3.30
25	.906	1.22	1.35	2.88
30	.866	1.33	1.54	2.66
35	.819	1.49	1.82	2.59
40	.766	1.70	2.22	2.64
45	.707	2.00	2.83	2.83
50	.643	2.43	3.73	3.17
55	.574	3.03	5.27	3.70
60	.500	4.00	8.00	4.60
65	.423	5.59	13.20	6.16
70	.342	8.35	24.4	8.90
75	.259	15.10	58.3	15.60
80	.174	33.00	190.0	32.50
85	.087	132.00	152.0	133.00
90	.0	∞	∞	∞

全照明を與ふる配光曲線.曲線IVは均一なる水平照明を與ふる配光曲線.曲線Vは均一なる垂直照明を與ふる配光曲線なり。發光體の下に角度2ωを挾む空間に均一照明を要する場合には發光體の光度は φ が 0<φ<ω なる範圍に於て第193式に示す如くなるを要し. φ=ω 以上なる空間に於ては光度急激に減少するも差支なし.之れは机上を照らす場合の如き集光點燈に於ける如し。然れども尙壁に於ける照明の如き垂直照明をも望む場合には.配光曲線は φ=ω 迄は第193式に從ひ. φ>ω なる範圍に於ては第 195 式に從ふ形狀のものならざるべからず。此條件に適應する配光曲線卽ち室內の照明に於て天井の中心より發光體を吊下したる場合に. φ が 0 より ω 迄は均一全照明を與へ ω より 90 度迄卽ち垂直面の壁に對

第 三 百 四 十 圖

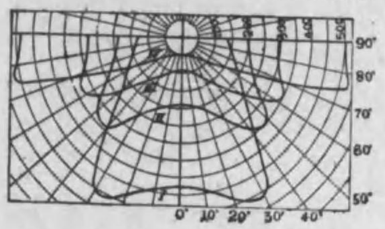
均一照明を與ふる配光曲線の各種

曲線 I II III は均一の全照明を與ふる配光曲線
曲線 IV は均一の水平照明を與ふる配光曲線
曲線 V は均一の垂直照明を與ふる配光曲線

し同じ均一垂直照明を與ふる發光體の配光曲線を畫けば第341圖に示す如し。 ω は發光體よりの垂直線と發光體より床の隅に向て引く線との挾む角にして曲線 I は ω= 30 度, II は ω=45度, III は ω= 60 度, IV は ω=75 度なる場合に於ける配光曲線なり。此等の配光曲線を有する發光體の平均下半球面燭光を 250 燭光とすれば發光體垂直下の光度 P_0 は

第 三 百 四 十 一 圖

均一なる全照明及垂直照明を與ふる配光曲線

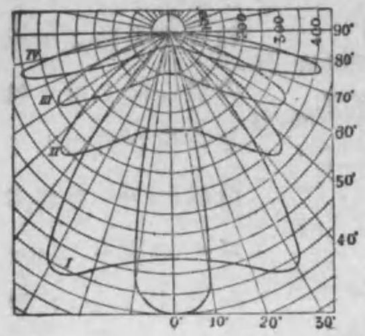


曲線 I は ω=30° なるときの配光曲線
曲線 II は ω=45° なるときの配光曲線
曲線 III は ω=60° なるときの配光曲線
曲線 IV は ω=75° なるときの配光曲線

配光曲線	ω	P_0
I	30°	428 燭光
II	45°	195 〃
III	90°	95 〃
IV	75°	41.5 〃

にして各配光曲線の包む光束は相等しく 1570「ルーメン」なり。第 342 圖に示す曲線は平均下半球面燭光 150 燭光にして. 940「ルメーン」の光束を發する發光體の均一全照明を與ふる配光曲線にして.發光體

第三百四十二圖
均一なる全照明を與ふる配光曲線



曲線Oは ω=10° なるときの配光曲線
曲線Iは ω=30° なるときの配光曲線
曲線IIは ω=45° なるときの配光曲線
曲線IIIは ω=60° なるときの配光曲線
曲線IVは ω=75° なるときの配光曲線

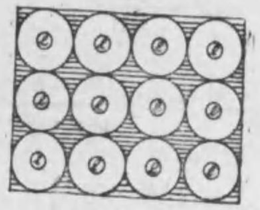
直下の光度P_0は

配光曲線	ω	P_0
I	30°	500 燭光
II	45°	.235 〃
III	60°	100 〃
IV	175°	25 〃

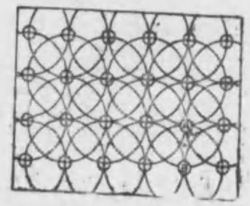
曲線Oに於ては ω=10°にして P_0=7,000 燭光なるが,圖には其十分一に縮圖して描けり.即ち斯くの如く直下光度は大なるも其光束は他の配光曲線の包む光束の十分一にして16燭光電球より發する光束より稍多きに過ぎず。此理に由て探照燈に於てω=1°迄に集光せしむるときは平均球面燭光7·5燭光の發光體を以て P_0=700,000 燭光を得るなり。

多數發光體の照明計算—照らすべき面積大にして二個以上の發光體を用ひ第343圖に示す如く配列するときは,各發光體は自身を中心として畫ける圓を照らす故に,此圓内に入らざる部分は僅少の照明を

第三百四十三圖
獨立の均一照明を爲す

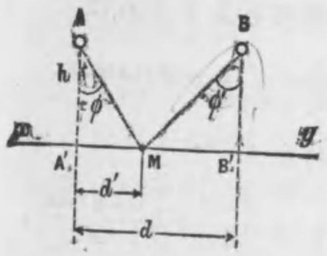


第三百四十四圖
複照の均一照明を爲す發光體の配列圖



のみ受くるなり。此くの如き場合には適當の裝置を爲して照明範圍を擴大せしむるか,或は發光體の數を增して照明を均一ならしむるを要す.即ち第344

第三百四十五圖



圖に示す如く配列するときは,全面積が照明を受くるに至るべし。今M點に於ける照明をI_Mとし第345圖に示す如く發光體A及Bより照明を受くるものとせば,第191式により

發光體Aよりの照明I_Aは　$I_A=\frac{P_A\cos^3\phi}{h^2}$

發光體Bよりの照明I_Bは　$I_B=\frac{P_B\cos^3\phi'}{h^2}$

由て　$$I_M=I_A+I_B=\frac{I}{h^2}(P_A\cos^3\phi+P_B\cos^3\phi')$$

$$\cos\phi=\frac{AA'}{AM},\quad \cos\phi'=\frac{BB'}{BM}$$

$$\cos\phi=\frac{h}{\sqrt{h^2+d'^2}},\quad \cos\phi'=\frac{h}{\sqrt{h^2+(d-d')^2}}$$

$$I_M=\frac{I}{h^2}\left\{P_A\cdot\frac{h^3}{(h^2+d'^2)^{\frac{3}{2}}}+P_B\cdot\frac{h^3}{\{h^2+(d-d')^2\}^{\frac{3}{2}}}\right\}$$

$$I_M=h\left\{\frac{P_A}{(h^2+d'^2)^{\frac{3}{2}}}+\frac{P_B}{\{h^2+(d-d')^2\}^{\frac{3}{2}}}\right\}\quad\cdots\cdots(196)$$

此I_Mなる照明を均等ならしむる發光體の配光曲線は第346圖に示す如し.其所要均一照明をI_0とすれば

$$\frac{I_0}{I_A}=\frac{d}{d-d'},\quad d'=h\tan\phi$$

なるに由り

$$I_A=I_0\frac{d-d'}{d}=I_0\frac{d-h\tan\phi}{d},$$

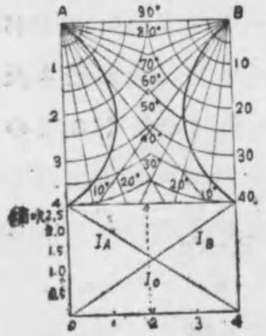
又は　$$I_A=\frac{P_A\cos^3\phi}{h^2}$$

之に由て$P_A=\frac{I_0h^3}{\cos^3\phi}\left(1-\frac{h\tan\phi}{d}\right)$

$\cdots\cdots(197)$

第三百四十六圖

複照に由る均一照明を與ふる發光體の配光曲線圖



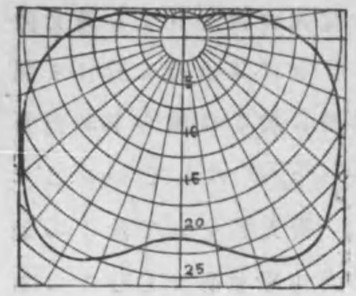
是れ二個以上の發光體を用ひて均一照明を與ふる場合に發光體の光度と照明との關係を示す配光曲線の式なり. 此くの如き配光曲線を有する發光體を正方形の四隅に配するときは.其各邊に於ける照明は均一なるも其他の箇所に於ては然らず.其對角線の交叉點に於ては$d'=\frac{I}{2}\sqrt{2\times d^2}$にして$h=d$とすれば其照明は1.17$I_0$となる。發光體をして此くの如く均一照明を與ふべき配光曲線を有せしむるには.反射笠を適當に選擇するに在り.從て反射笠及發光體の床上の高さを變ずるときは.照明の均一度變ずべし.即ち床上の高さを增す時は照明面積增す爲に.照明度及均一度減ずべし.此理に由り天井高き室に於て發光體を高く吊す場合には集光型反射笠を用ひ照明の均一度を保持せしむるものとす。

以上の算式を用ひ發光體の個數を假定し所要照明を與ふべき配光曲線を有せしむべき發光體を得難き場合には.發光體の位置を變ずるか又は.其數を增減して更に計算を行ふべし.數回の經驗に由て適當なる發光體の數量及各個の光度を定むることを得べし。

屋內照明に於ける一例を擧げんに.第 347 圖に示す

第三百四十七圖

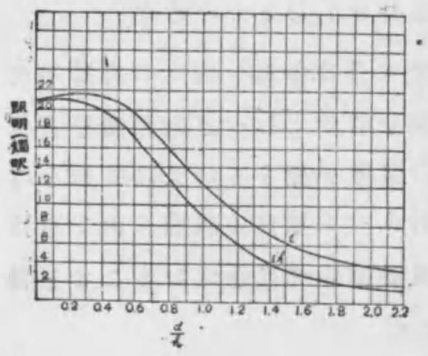
均一照明を與ふる白熱電燈の配光曲線の一例



配光曲線は均一なる水平照明を與ふる白熱電燈の配光曲線にして.其平均球面燭光は12.93燭光其光束は163「ルーメン」下半球平均球面燭光は20.2燭光其光束は127「ルーメン」なり。此曲線より第190式及第191式にて全照明I及水平照明I_hを算出し.$\frac{d}{h}$を横軸に照明を縦軸に採りて$h=1$なる場合の照明曲線を畫けば第348圖に示す如し。今此種

第三百四十八圖

第347圖配光曲線に依る照明曲線圖

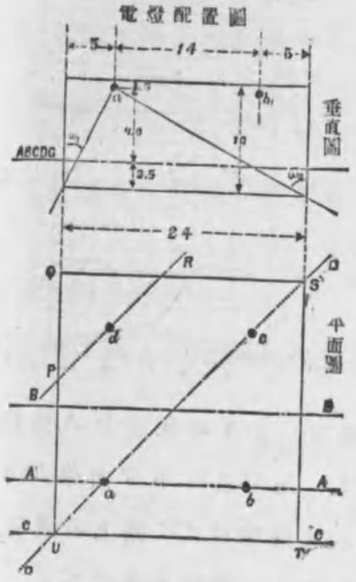


の白熱電燈四個を24呎平方.高さ10呎の室に天井より6吋下方に懸垂し.床上2.5呎の面に均一照明を得んとするには.電燈と壁との間は他の電燈よりの照明を受くると少き故に.各電燈間の間隔を電燈と壁との間隔の二

倍より大ならしむる必要あり。今壁と電燈との間隔を5呎とし各電燈間の間隔を14呎とすれば.電燈の配置は第349圖に示す如くなり.其照明曲線は第350圖に示す如くなるべし.任意の箇所Pに於ける照明は四個の電燈a, b, c, d, よりの照明の合計にして第350圖より計算するを得べし。卽ち各電燈直下よりの距離を測り第350圖に於て之に對する各照明を求め其合計をPに於ける合成照明となす。第349圖のAA線上に於ける合成照明を算出し曲線に畫けば.第351圖(甲)に示す如くなるべし.圖中A_a曲線はaよりの照明をA_b曲線

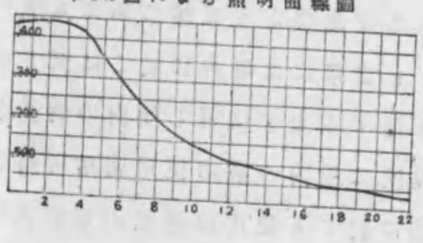
第三百四十九圖

電燈配置圖



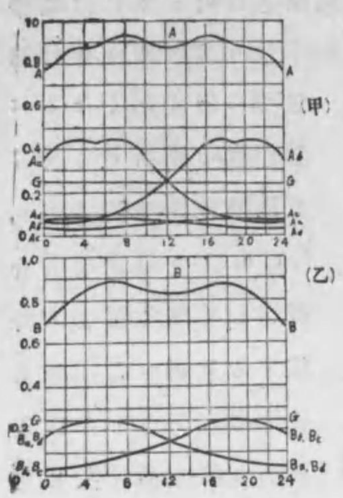
第三百五十圖

第349圖による照明曲線圖



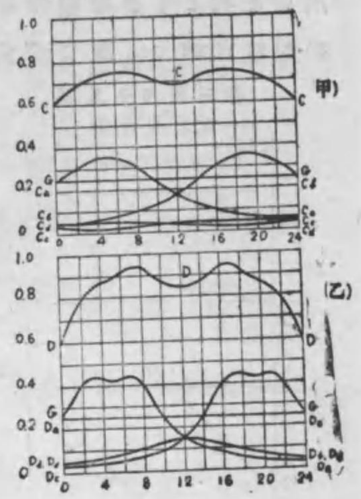
第三百五十一圖

室内の照明曲線



第三百五十二圖

室内の照明曲線



はbよりの照明を.A_c曲線はCよりの照明を.A_d曲線はdよりの照明を表はす。同圖(乙)に示す曲線はBB線上の照明第352圖(甲)に示す曲線はCC線上の照明.同圖(乙)に示す曲線はDD線上の照明を表はす。

壁及天井よりの反射に由る照明の影響—以上記載したる照明の計算は發光體より直接に與ふる照明に就てのみなれども.實際には屋内に於ては天井.壁及床は發光體より投ずる光を反射し屋内の物體を照らす.其反射の程度は屋内の構造.使用~~使用~~材料等に由て異り.發光體に於ても使用反射笠の形狀及種

類に由て配光曲線を異にするを以て.一定の算式を以て壁及天井よりの反射に由る照明を定むること難し。今或る室内に於て

a_1を天井の反射係數　a_2を壁の反射係數

ϕ_1を發光體より直接に天井面に投ずる光束

ϕ_2を發光體より直接に壁面に投ずる光束

Φ_1を天井面に投ずる全光束

Φ_2を壁面に投ずる全光束

b_1を天井面より反射し壁面に投ずる光束のΦ_1に對する百分率

b_2を壁面より反射し天井面に投ずる光束のΦ_2に對する百分率とすれば

$$\Phi_1=\phi_1+b_2a_2\Phi_2 \quad \text{.....(198)}$$

Φ_1'を天井面より反射する光束とすれば

$$\Phi_1'=a_1\Phi_1=a_1(\phi_1+b_2a_2\Phi_2) \quad \text{.....(199)}$$

又同樣に　$\Phi_2=\phi_2+b_1a_1\Phi_1$ .....(200)

Φ_2'を壁面より反射する光束とすれば

$$\Phi_2'=a_2\Phi_2=a_2(\Phi_2+b_1a_1\Phi_1) \quad \text{.....(201)}$$

Φ_1'とΦ_2'との合成が發光體よりの直接照明に加はつて床上の物體を照すなり。a_1及a_2は第三項に記する如く天井壁を構成する材料に由て異る.b_1及b_2は

各發光體間の間隔及床上の高さに由て異る。第347圖に示す配光曲線を有する電燈を使用し $a_1=0.75$, $a_2=0.40$ なりとすれば天井面に投ずる上半球面光束は26「ルーメン」にして.第349圖に示す如く四個の電燈を用ふるものとすれば

$$\phi_1=4\times36=144\text{「ルーメン」}$$

壁面に受くる光束は ϕ が ω_1 より90度に至る迄の光束と ω_2 より90度に至る迄の光束との合計なり.而して平均 $\omega_1=30°$, $\omega_2=60°$ に相當する角度内の光束を各電燈より受くるなり.其値は配光曲線より算出するときは83「ルーメン」にして.ϕ_2 は

$$\phi_2=4\times83=332\text{「ルーメン」}$$

b_1 は此場合には0.45にして b_2 は b_1 と同樣と見做して大差なき故に第198式は次の如く變ず.

$$\Phi_1=\phi_1+b_1a_2\Phi_2 \quad\cdots\cdots(202)$$

第200式

$$\Phi_2=\phi_2+b_1a_1\Phi_1$$

之より

$$\Phi_1=\frac{\phi_1+b_1a_2\phi_2}{1-b_1^2a_1a_2}\quad\cdots\cdots(203)$$

$$\Phi_2=\frac{\phi_2+b_1a_1\phi_1}{1-b_1^2a_1a_2}\quad\cdots\cdots(204)$$

從て

$$\Phi_1'=a_1\Phi_1=a_1\frac{\phi_1+b\,a_2\phi_2}{1-b_1^2a_1a_2}$$

$$\Phi_2'=a_2\Phi_2=a_2\frac{\phi_2+b\,a_1\phi_1}{1-b_1^2a_1a_2}$$

之に數字を入れ算出するときは

$$\Phi_1'=146\text{ ルーメン}$$

$$\Phi_2'=144\text{ ルーメン}$$

此光束の内照明面卽ち床上2.5尺の面に投ずる光束 Φ_0 は

$$\Phi_0=(1-b_1)\Phi_1'+b_1\Phi_2'$$

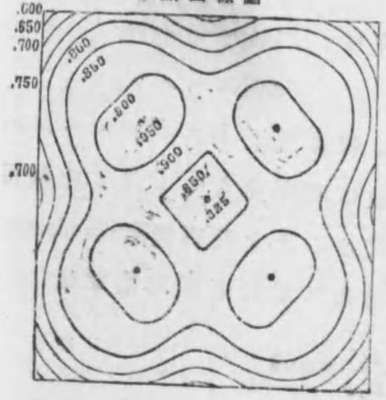
$$=145\text{「ルーメン」}$$

床面の面積は $24^2=576$ 平方呎なる故に天井面及壁面よりの反射に由る撒光照明は

$$i_0=\frac{145}{576}=0.25\text{ 燭呎}$$

此照明が電燈よりの直接照明に加はりて床面を照らすなり。第351圖及第352圖に於てGG曲線は此撒光曲線を示し.之に直接照明を加ふればA.B.C.D.の如き曲線を得べし.之れ室内に於ける全照明曲線なり。此等の曲線中より0.600, 0.650, 0.700等の相等しき照明を受くる點を AA, BB, CC, DD 等の線上に求め.之を連結するときは第353圖に示

第三百五十三圖
等照曲線圖



す如き曲線を得べし.此曲線は照明の等しき點を連結したるものなれば之を**等照曲線**(Equi-luminous curve)と稱す。其最大照明は0.950燭呎最小照明は0.6燭呎にして室の四隅にあり. 實際には此室内の照明は最大0.95燭呎最小0.80燭呎を見做して差支なし。

照明の均一度は　$100\times\frac{0.95-0.80}{0.80}=20\%$　なれば之を均一照明と見做して可なり。

以上の結果より各電燈より發する光束と實際照明面に投ずる光束との割合を算出すれば次の如し。

各電燈より照明面に直接に投ずる光束は$\phi=0$より$\phi=40$度及$\phi=70$度内に發するものにして.各電燈毎に75「ルーメン」なれば電燈四個より投ずる光束は

$$4\times75=300\text{「ルーメン」}$$

撒光照明を與ふる光束は　145「ルーメン」

此合計　445「ルーメン」

が電燈四個より發する總光束$4\times163=652$「ルーメン」中實際の照明面に有效に利用せらるるなり.此利用せらるゝ光束と總光束との比を**照明能率**(Illumination Efficiency)と謂ふ。此場合に於ける照明能率は

$$\frac{445}{652}=0.68$$

なり.平均全照明は　$\frac{445}{576}=0.77$ 燭呎

ランシング(Lansing)及**ロルフ**(Rolph)兩氏は壁及天井よりの反射を研究し.長さ24呎幅11.5呎高さ10呎の

第八十五表

白色の天井壁及床より反射せる光に由る照明の增加率%表

	一個の裸電燈	擴照型反射笠を附せる一個の電燈	三個の裸電燈	擴照型反射笠を附せる三個の電燈
白色天井よりのみに由る照明の增加	79	33	96	29
白色壁面よりのみに由る照明の增加	63	19	77	26
白色床面よりのみに由る照明の增加	11	5	4	−1
白色天井及白色壁面の相互作用に由る照明の追增加	53	23	54	37
白色天井及白色床面の相互作用に由る照明の追增加	5	0	6	4
白色壁面及白色床面の相互作用に由る照明の追增加	5	12	11	10
白色天井.壁面.床面の相互作用に由る照明の追增加	42	58	66	45
白色天井壁面及床面の反射による照明の總增加	258	150	308	150

室内に於て天井面壁面床面又は床面を暗色又は白色(暗色には暗綠色の麻布を用ひ白色には淡黃白色の紙を使用す)になし一個又は三個の裸電球及擴照型反射笠を用ひて床面上に於ける照明を實測して得たる照明增加率は第85表に示す如し此表に於て認むる如く白色の天井面よりの反射に由る照明の增加率最も大にして裸電燈に於ける照明增加率は反射笠を有する電燈に於けるよりも大なり之れ反射笠に由て已に床面に於ける照明を大はらしめたる爲めなり。

照明能率—發光體に反射笠を附すときは其配光曲線は改善せられ下方の照明面に投ずる光束は增すも其幾分の光束は反射笠に吸收せらる。

Φを發光體より發する全光束

$m\Phi$を反射笠を附したるときの全光束

$nm\Phi$を反射笠を附したる發光體より照明面に投ずる光束

aを天井面壁面及床面より反射する光線により照明面に投ずる光束の增加する率

卽ち　$\left(a=\dfrac{\Phi_1'+\Phi_2'+\Phi}{\Phi}\right)$

Φ_0を照明面に投ずる有效光束

第八十六表　反射笠の能率表

器具の種類	器具の形狀	配光曲線略圖	0°–90°間の光束%	90°–180°間の光束%	吸收率%
薄肉乳色硝子笠			50	35	15
厚肉乳色硝子笠			60	20	20
深碗型金屬反射笠			65	0	35
淺碗型金屬反射笠			80	0	20
全間接照明器具			0	80	20
薄肉半間接照明器具			25	60	15
厚肉半間接照明器具			10	70	20
乳色硝子球			40	35	25

とすれば $$\Phi_0=(1+a)nm\Phi \quad\cdots\cdots(205)$$

$$\frac{\Phi_0}{\Phi}=(1+a)nm$$

是れ發光體より發する全光束と實際に利用し得る光束との割合即ち照明能率なり。之を ε とすれば

$$\varepsilon=\frac{\Phi_0}{\Phi}=(1+a)nm \quad\cdots\cdots(206)a$$

式中 n 及 m は反射笠の能率にして反射笠の形狀及種類に從て定まり又發光體の照明面上の高さに由ても異る.反射笠に由て吸收せらるゝ光束の割合及或る角度層に於ける m の値は第83表第86表に示す處なり。

a の値は第85表に其一例を示せども.天井面及壁面の反射係數に由て甚しく異る天井面及壁面の反射係數は第67表—第74表に示せせるを以て.是より第204式及第206式に依り照明能率を算出するを得れども.其大略は第87表に示す如し。此表は米國ゼネラル電氣會社實驗室に於ける測定に基くものにして洋風の正方形の室に於ける照明計算に適するなり。矩形の室に對しては實驗に由て得たる次の式を用ひ算出するなり

$$\varepsilon=\frac{2\varepsilon_a+\varepsilon_b}{3} \quad\cdots\cdots(206)$$

ε_a は矩形の長き邊を正方形の邊とする場合の照明能率

第八十七表

照明能率表

器具の種類	室の幅 / 天井の高	明 70%			並 50%		暗30%	天井の反射係數
		明50%	並35%	暗20%	並25%	暗20%	暗20%	壁の反射係數
角稜反射笠(半艶消電球)	1	.42	.38	.35	.36	.34	.33	
	1½	.50	.46	.43	.44	.42	.41	
	2	.59	.52	.49	.50	.47	.45	
	3	.63	.59	.55	.56	.53	.51	
薄肉乳色硝子笠(同上)	1	.31	.27	.24	.24	.21	.18	
	1½	.37	.33	.30	.30	.27	.24	
	2	.43	.39	.35	.34	.31	.27	
	3	.49	.45	.41	.39	.36	.31	
厚肉乳色硝子笠	1	.41	.37	.34	.35	.33	.32	
	1½	.49	.45	.42	.43	.41	.39	
	2	.54	.50	.47	.48	.46	.44	
	3	.60	.56	.53	.53	.51	.49	
深皿型金屬反射笠	1	.38	.36	.34	.35	.33	.33	
	1½	.45	.43	.41	.42	.40	.40	
	2	.49	.47	.45	.46	.44	.44	
	3	.54	.52	.50	.51	.49	.49	
淺皿型金屬反射笠	1	.43	.40	.38	.39	.37	.37	
	1½	.52	.49	.47	.48	.46	.46	
	2	.57	.54	.52	.53	.51	.51	
	3	.63	.60	.58	.59	.57	.57	
間接照明器具	1	.22	.19	.17	.14	.12	.07	
	1½	.27	.24	.22	.17	.15	.09	
	2	.31	.28	.26	.20	.18	.11	
	3	.36	.33	.31	.24	.22	.13	
半間接照明器具(薄肉)	1	.27	.24	.21	.20	.17	.14	
	1½	.34	.30	.27	.25	.22	.18	
	2	.39	.35	.32	.29	.26	.21	
	3	.45	.41	.38	.34	.31	.25	
同上(厚肉)	1	.24	.21	.19	.16	.14	.10	
	1½	.30	.27	.24	.20	.18	.13	
	2	.34	.31	.28	.23	.21	.15	
	3	.39	.36	.33	27	.25	.18	
乳色硝子球	1	.23	.20	.17	.18	.16	.14	
	1½	.30	.26	.23	.24	.21	.19	
	2	.37	.31	.28	.28	.25	.22	
	3	.41	.37	.34	.33	.30	.26	

ε_bは矩形の短き邊を正方形の邊とする場合の照明能率

例へば幅10呎長15呎天井の高さ10呎の室ありて之に電燈を取付け半間接照明器具を用ふるときは天井の反射係數70%壁の反射係數35%とすれば照明能率は第87表に由り

$$\varepsilon_a=.30 \qquad \varepsilon_b=.24$$

$$\varepsilon=\frac{2\times.30+.24}{3}=.28$$

なるを知る。

室内照明計算の基礎公式—上記の方法に依り室内の照明は設備する發光體より發する全光束と天井及壁並に發光體の配置より想定する照明能率とより算出することを得るなり.室の大さをA平方呎とすれば照明は

$$I=\frac{\phi}{A}\text{毎平方呎「ルーメン」又は燭呎}$$

$$I=\frac{\varepsilon\phi}{A}$$

$$\phi=\frac{AI}{\varepsilon} \qquad \cdots\cdots(207)$$

發光體の數をnとし各發光體に要する電力をw「ワット」とすれば.全電力はnwにして其有効光束に對する比Kは

$$K=\frac{\phi_0}{nw}=\text{毎「ワット」の有効「ルーメン」}$$

$$K=\frac{\varepsilon\phi}{nw}$$

$$\phi=\frac{nwK}{\varepsilon} \qquad \cdots\cdots(208)$$

又毎平方呎の照明に要する「ワット」をw_0とすれば

$$w_0=\frac{I}{K}=\frac{nw}{A} \qquad \cdots\cdots(209)$$

以上の數式より逆に照明を豫定し之を與ふるべき發光體の種類及數量を定むる事を得.即ち豫めI又はKを定めて第207式又は第208式により全光束數を算出し室の大さに應じ發光體の數を定め.第65表に依り幾何「ワット」の發光體を用ふべきやを定むることを得るなり.或はw_0を豫定しnwを算出して發光體の數量及種類を定むることを得るなり.一般の方法としてはIを豫定して發光體の數量及種類を定むるなり.其詳細は次項に之を記載す.

第七項　照明の設計

照明の方式—照明を與ふる方法に種々あり發光體の位置及目的より之を分類すれば.

(一)　一般照明(General Illumination)

(二) 局部照明 (Local Illumination)

光を投射する方法より之を分類すれば

(一) 直接照明 (Direct Illumination)

(二) 間接照明 (Indirect Illumination)

(三) 半間接照明 (Semi-indirect Illumination)

一般照明とは事務室工場倉庫の如き大なる室内に於て高燭光の電燈を天井近く取付け室内全部を成べく均一に照らさしむる方法なり。此方法に於ては電燈の數少く光が視界に遠かり陰影を生せざるが故に工事費少くして眼を疲勞せしめざる利益あれども部分的の消燈を爲すを得ざる不便あり。

局部照明とは机仕事臺又は機械の一部等の一局部に低燭光の電燈を取付け其部分のみ照らしむる方法なり。此方法に於ては照らさるゝ局部の附近は照明低き爲めに强き陰影を生じ視神經に疲勞を與ふることとなること又は其裝置の破損することあり然れども必要なる照明を得隨時必要に應じ其一部を消燈することを得る便あり。一般照明及局部照明共に夫々便不便伴ふを以て之を併用するときは便利なる照明を得べし即ち固有光輝を減じて眼を保護する爲め

に低き一般照明を與へ必要なる箇所に別に電燈を設備して局部照明を與ふるなり。例へば食堂圖書閲覽室大事務室工場等の如き大なる室に於ては電燈を天井に近く高く裝置し低き均一照明を與へ各机上又は作業臺に低燭光の電燈を適當の器具にて具へ局部照明を之に與ふるを通常の方法とす。

直接照明とは發光體に反射笠又は硝子球を裝置し之より光を照明面に直接に投射せしむる照明方法なり此場合には照明面以外の天井及壁等に投射したる光は夫等より反射して發光體よりの直接照明に加はりて照明面を照らすなり。(第六項參照)

直接照明が他の照明方法より優る點は

(一) 發光體より直接に照明面を照さしむる故に照明能率高し。

(二) 照明の大部分は發光體より照明面に直接に投射する光に依るを以て天井及壁面の反射係數及發光體より照明面に至る距離に特別の考慮を煩はす必要少し。

(三) 發光體に反射笠又は硝子球を裝置し適當の吊下設備を爲すのみにして其裝置費少く是等器具の設計及取扱簡單なり。(是等の器具に就て

は後章に記載す)。

(四) 裝置簡單なる故に塵埃の集積少く照明度の減退すること少し。

而して他の方法より劣る點は

(一) 發光體の固有光輝大なる爲め眩光作用を起す虞あれば發光體の照明面上の高さを適當に爲し視界外にある樣其位置を定めざるべからず。

(二) 固有光輝大なる爲め視神經を疲勞せしむること比較的多し。

(三) 撒光の程度少く濃き陰影を生せしめ易し。

半間接照明とは直接照明と間接照明とを併用したるものにして半透明の反射笠を倒立せしめ其內側に發光體を設備し之より發する光の大部分を天井面に投射せしめ其反射笠を透過する直接の光にて照明面を照さしむる方法なり。反射笠には半間接用として特別に製作せられたる半透明のものを用ふるを通常とし其材料には角稜型又は乳色の硝子を用ひ裝飾を之に施すものあり第354圖は半間接照明用器具の一例を示し(甲)は天井に直接に取付くるもの(乙)は天井より鎖にて懸垂する器具なり共に美術的裝飾を施せる乳色の硝子器より成る。

第四十五百三圖
半間接照明器具
(甲)

(乙)

間接照明とは發光體より發する光を全部天井又は壁に投射せしめ其反射に由る光にて照明面を照さしむる方法にして其設備方法に種々あり。

(一) 不透明なる反射笠を倒立し之を天井に取付け又は天井より懸垂し其內部に發光體を設備するもの。

(二) 弓形を爲す蛇腹又は長押に發光體を設備するもの。

(三) 商店の陳列窓又は造作物に發光體を設置するもの。

第一の方法は最も廣く行はるゝ方法にして一個乃至數個の電燈を反射笠內に裝置す二個以上の電燈を用ふる場合には之を橫置することあり其形狀種類甚だ多し第355圖は天井に直接に取付くる間接照明器具の一例を示す。

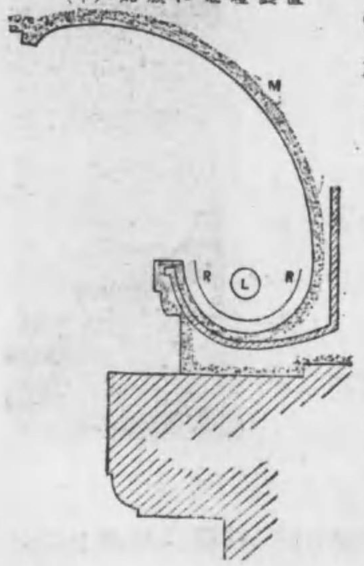
第二の方法としては第356圖(甲)に蛇腹に電燈を取付

第三百五十五圖
間接照明器具

くる一例を示す.圖中Lは電燈.Rは反射笠.Mは天井の一部にして室の一側に於て弓形を爲す蛇腹なり.電燈より直接にMに投射する光とRより反射する光とがMより反射して間接に室內を照なすなり。

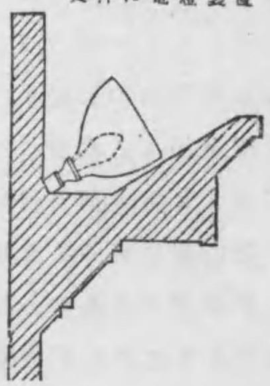
此種の間接照明の發光體としてはムーア管電燈を用ふれば最も良き結果を得べし.第356圖(乙)は長押內に電燈を裝置する一例を示す。

第三百五十六圖
(甲) 蛇腹に電燈裝置



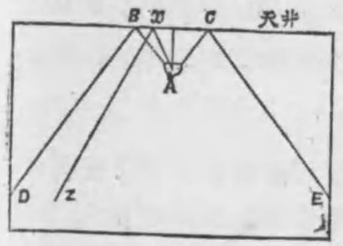
半間接及間接照明方法に依るときは.天井を白色に爲すこと最も必要なり.若し裝飾上塗色を爲す必要

第三百五十六圖
長押に電燈裝置

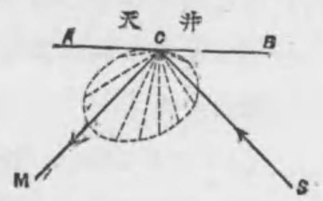


あるときはクリーム色又は淡紅色に塗るべし.赤色.褐色.青色.鼠色又は綠色は照明能率を低下せしむ.且又天井の表面は平面なること必要なり.凹凸あるときは照明能率を低下せしむ。小室に於ける間接照明方法は第一の方法に依り中央に不透明反射笠を倒立して天井より懸垂せしめ.其內側に電燈を裝置するを通常の方法とす.第357圖は之を示す。圖中Aは倒立反射笠に電燈を設備したる間接照明器具にして.其發する光は天井面にBC間に投射し.天井面が正規反射を爲すものなればBD, XZ, CEに示す如く

第三百五十七圖
間接照明說明圖



第三百五十八圖
間接照明に於ける天井面撒光反射



入射角と同じ角度にて反射すべし。EC間は特に照明強く器具の下方に濃き陰影を生じ.從て床面及壁面に明暗の差甚しく生じ不愉快なる照明となるべし。然れども實際にはペンキ塗又は白堊塗若くは板製の天井は概ね撒光反射を爲し.第358圖に示す如

くSより天井に投射する光は點線にて示す如く擴散し.其光度は入射角に等しき角度の方向に於て最大なれども.何れの方向に於ても濃き陰影を生せしめざるなり。

半間接及間接照明の直接照明に優る點は

(一) 固有光輝小なる爲め眩光作用少く.從て視神經を疲勞せしむること少し。

(二) 擴光大なる爲め均一照明を得易し。

(三) 濃き陰影を生せしめず。

(四) 光の穩和なること。

又直接照明より劣る點は

(一) 同じ照明に對し直接照明に依るよりも.多大の電力を要し設備費用の多額なると共に日常の經費亦多し。

(二) 特に天井の色彩に注意し其構造を半間接又は間接照明に適する樣撰定せざるべからず。

(三) 照明能率低きこと。

(四) 照明器具に塵埃の集積し易き故に絕へず之が清掃を行はざるべからず。

一般に半間接及間接照明方法は光を擴散し陰影を生せしむること少きに由り.製圖室.教室.食堂.閱覽室.事務室.客室等に最も適する照明法なり。

日光照明—人工照明の目的は成べく日光に由る晝光照明に近き照明を得るにあるが.晝光照明は快晴の日中に於て全照明 12,000 燭呎水平照明 9,000 燭呎なり。之に反し滿月の照明は僅かに最大全照明 0.0388 燭呎最大水平照明0.0216燭呎にして全夜平均 0.014燭呎に過ぎず.月なき晴れたる夜の星光に由る照明は0.001燭光なり。日出前に於ける照明の增加の割合は甚だ大にして.日出七分前の照明は一時間前の照明に 10,000 倍し.又日出25分前及日沒25分後の照明は凡そ 2 燭呎なり。曇天の場合にも白色の雲は反て擴光を爲さしめて照明を增す.雲のなき晴天の場合には午前八時より午後四時迄の照明の變化は規則正しくして 2,000–9,000燭呎なり。

上記の晝光照明は日光の直射に由るものにして.室内に於ては壁面.天井面.窓の材料及構造に由て採光面異るに從て照明度異る.窓近く日光の直射を受くる箇所は室外に於けると同樣に照明度甚だ大なるも.室の一隅に於ては僅かに一燭呎の數分一に過ぎざることあり。南側の窓に近き個所に於ける日中の照明は20燭呎以上なるべく.雨天の日西側の窓近

き箇所の日中照明は約3燭呎にして窓より10呎離るるときは照明僅かに0.5燭呎に過ぎずして大なる文字をも讀むことを得ざるべし.通常の作業には少くとも2燭呎の照明を要し.日光照明が之より少き場合に於て始めて人工照明の必要生ずるなり。

標準照明═室内の照明を設計し電燈の種類及數量を定むるには.所要照明度を豫定し第207式に依り所要光束を算定し室の大小に從ひ電燈の數量及「ワット」數を定むることを得れども.照明度は眼に對する生理的關係.反射笠の種類に由る光の擴散及電燈の位置に由て異り.各種の室に於ける照明度を豫め定め置くことを得ざれども.一般の計算の基準として各使用箇所に於て採用せらるべき標準照明あり.第88表に示すものは米國に於て採用せらるる標準照明にして洋風建築物の照明を算定するに適するなり。

第八十八表

(甲)　標準照明表

場所	標準照明(燭呎)	場所	標準照明(燭呎)
兵營	2.0—3.0	自働車庫	2.0—3.0
公會堂聽衆席	1.0—3.0	自働車内	0.5—1.0
美術品陳列室	5.0—10.0	舞踏室	2.0—3.0
自働車陳列所	3.0—6.0	銀行(一般照明)	2.0—3.0

同(机上照明)	4.0—6.0
酒場	2.0—5.0
理髮店	3.0—6.0
游泳浴場	1.5—2.0
球突室(一般照明)	0.8—1.5
同(玉突臺上)	6.0—10.0
喫茶店	
一般照明のみの時	2.0—4.0
机上照明ある時	1.0—2.0
紙牌室(卓上)	2.0—3.0
車(鐵道の)	
手荷物車	0.7—1.0
客車	2.0—3.0
食堂車(一般照明)	2.0—4.0
(卓上照明)	1.0—2.0
郵便車	5.0—10.0
寢臺車	2.0—4.0
教會堂	1.0—2.5
コート(テニス)	7.0—1.00
製圖室	6.0—1.20
一般卓上照明	4.0—6.0
彫刻室	10.0—12.0
屋内運動場	2.0—4.0
消防署	
平時	1.0
變時	3.0
博物館	3.0—4.0
洗濯屋	1.0—2.0
病院	
廊下	0.5—1.0
病室(暗き時)	0.2—0.3
病室(明き時)	2.0—3.0
手術室	10.0—20.0
旅館	
寢室	2.0—3.0
食堂(一般照明のみ)	2.0—4.0
(卓上燈ある時)	1.0—2.0
書齋室	2.0—3.0
廊下	0.5—1.0
控室	2.0—3.0
便所	1.5—2.0
圖書館	
圖書庫	1.5—2.0
閱覽室(一般照明のみの時)	3.0—4.0
同(卓上燈ある時)	1.0—1.5
市場	2.0—3.0
事務所	
小事務室	3.0—4.0
大事務室(一般照明のみの時)	3.5—5.0
同(卓上燈ある時)	1.5—2.0
郵便局	5.0—10.0
鐵道停車場	
待合室	1.5—2.5
出札室事務室	事務所に同じ
手荷物室	0.8—1.5
プラットホーム	0.5—0.8
廣場	0.5—0.8
住宅	
車寄	0.2—1.0
玄關	0.7—1.0
客室	1.0—3.0
居室	1.5—2.5
書齋	1.5—4.0
音樂室	2.0—3.0
食堂	1.0—3.0
食料室	1.0—2.0
炊事室	2.0—3.0
洗濯室	1.5—3.0
階段	0.5—0.8
寢室	2.0—3.0
浴室	2.0—3.0
納戸	0.4—0.8
大廣間(寄席料理店の)	2.0—4.0
動物見本架	10.0—20.0
學校	
事務室	3.0—4.0
教室	2.5—5.0
講堂	2.0—3.0
圖畫室.裁縫室	4.0—6.0
外套置場	0.5—1.0

廊下	0.5—1.0	寶玉店	4.0—6.0
實驗室	3.0—5.0	婦人小間物店	4.0—6.0
製圖室	6.0—12.0	靴店	2.0—4.0
飾窓		文房具店	2.0—4.0
繊物小間物(上等品)	15.0—30.0	煙草店	2.0—4.0
同 (普通品)	10.0—20.0	美術品陳列	5.0—10.0
同 (暗色のもの)	20.0—30.0	劇場	
商店		玄關	2.0—5.0
呉服店及洋服店	4.0—7.0	觀覽席	1.0—3.0
洋品店	4.0—7.0	活動寫眞(暗き時)	0.1—0.3
書籍店	3.0—5.0	同 (明き時)	1.0—2.0
陶器店	2.0—3.0	倉庫	0.5—1.0
菓子店	3.0—5.0	電話交換臺	2.0—3.0
藥種店	2.0—4.0	寫眞室	4.0—5.0
樂器店	2.0—4.0	街路	
家具店	3.0—6.0	商業地	0.4—0.6
乾物及野菜店	2.0—4.0	住宅地	0.1—0.2
金物店	3.0—5.0	四つ辻	0.5—1.0

第八十八表

(乙) 各種工場に於ける標準照明表

場所	標準照明(燭呎)	場所	標準照明(燭呎)
ばん醸造所	2.0—3.0	練紡糸紡	2.0—3.0
一般の作業臺		整經糊付	1.0—2.5
粗なる仕事	1.5—5.0	製織	2.0—5.0
密なる仕事	3.5—10.0	染色	2.0—3.0
製酪工場	2.0—4.0	搾乳場	2.0—4.0
製本工場		電型場	3.0—6.0
紙をたち、さぢ		機械工場	
穴明けの場所	3.0—5.0	組立場	4.0—7.0
紙を折り集あ		機械工具(小物)	5.0—8.0
糊着ける場所	2.0—4.0	同 (大物)	2.0—5.0
製菓工場	2.0—4.0	仕上(粗なるもの)	1.2—3.0
紡織工場		同(密なるもの)	3.5—6.0
混綿室	0.8—1.5	精密なる仕上	10.0—15.0
打綿室	1.0—2.0	鍛冶工場	
練篠機	1.5—2.5	普通鍛冶	2.0—4.0

工具鍛冶	3.0—5.0	汽罐室	0.8—1.5
鑄物工場	1.0—3.0	印刷工場	
手袋工場		印刷室	3.0—5.0
裁斷室	5.0—6.0	活字室	6.0—8.0
分類室	6.0—10.0	製靴工場	
製綱工場	2.0—6.0	裁斷室	5.0—7.0
寶石工場	3.0—8.0	製靴室	2.0—5.0
洗濯工場	3.0—5.0	製鋼所	
製革工場	4.0—8.0	鎔鑛爐	0.3—0.5
ペンキ工場		積込場	0.3—0.5
粗なる仕事	2.0—4.0	礦石置場	0.1—0.3
密なる仕事	4.0—8.0	平爐	0.1—0.3
木型工場	4.0—6.0	壓展機	1.0—2.0
陶器工場		貯藏室(粗なるもの)	1.0—3.0
碎石室	1.0—2.0	同 (密なるもの)	2.0—4.0
製作室	2.0—4.0	木工場(粗なるもの)	2.0—4.0
發電所	2.0—3.5	同 (密なるもの)	3.0—5.0

照明の設計＝良き照明とは已に記載したる如く.照明度は均一にして物體を明確に認識するを得べく.發光體は視界外に在て撒光反射笠を用ひて其固有光輝を減せしめ.且つ相當の陰影を生せしめて甲物體を乙物體と區別し得る照明を謂ふ。斯くの如き照明の設計を爲すには照明を要する室に適する標準照明を豫定し第207式に依り.所要の光束のルーメン數を算出して電燈の大さと數量とを定むるにあり。照明面上の電燈の高さは電燈の大さに應じ通常第89表に依り之を定む.最も簡單なる設計は小なる室の中央に電燈一個を裝置する場合なり。次に例を擧げて之を說明せん。

第八十九表
電燈の床上の高さ標準表

床上電燈の高さ 呎	電燈の大さ ワット	床上電燈の高さ 呎	電燈の大さ ワット
7–10	40		
8–10	60	7–12	60
10–14	80		
12–16	100	11–16	100
14–20	150		
17–27	250	16–28	250
25–35	400		
30–40	500	28–40	500

例一.小なる室あり.長さ15呎幅13呎天井の高さ10呎なりとす.之に直接照明に由て床上2.5呎なる照明面に2.5燭呎の照明を得んには幾何「ワット」のタングステン電燈を用ふべきや.但し天井及壁共に白色なりとす.

解　天井より電燈を床上9呎の高さに吊り下げ擴照型角稜反射笠を使用するものとすれば.照明能率は第87表により

$$\varepsilon=0.5$$

第207式　$\Phi=\frac{AI}{\varepsilon}$に於て　$A=15\times13$　$I=2.5$

由て　$\Phi=\frac{15\times13\times2.5}{0.5}=975$「ルーメン」.

卽ち100「ワット」タングステン電燈一個を室の中央に吊下すれば可なり。之にて稍均一照明を得らるべし。

大なる室の場合には床面を數個の正方形又は短形に分割し各區劃に就き均一照明を得る樣設計するにあり.分割すべき大さは天井の高さ及室の種類に由て異れども.建築上より天井面が分割され居る場合には之に應じて電燈の位置を適宜定むべきものとす。分割正方形の大さと天井の高さ及室の種類との關係の一二を示せば第90表に示す如し。此の關係は尙又使用する反射笠の種類及照明方式に由て異る.今電燈相互間の間隔卽ち正方形の一邊の長さをdとし.照明面より電燈迄の高さをhとし

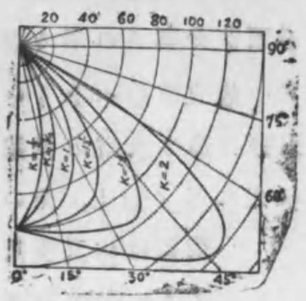
第九十表
照明分割正方形の適當なる大さ表

室の種類	天井の高さ 呎	分割正方形の一邊長さ 呎
兵營.聽衆席.教會堂.料理店等	12–16	12–16
	16 以上	15–26
商店	8–11	8–11
	11–15	10–16
	15 以上	14–22
事務所.圖書館.敎室.製圖室等		
卓上電燈ある時	10–20	12–18
卓上電燈なき時	9–12	12–18
	12–16	7–11
	16 以上	11–18

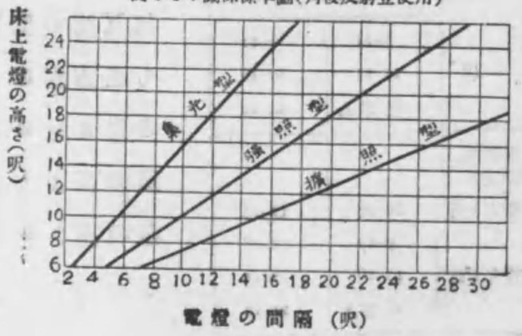
$$K=\frac{d}{h}=\frac{1}{2},\ \frac{3}{4},\ 1,\ 1\frac{1}{4},\ 1\frac{1}{2},\ 2$$

なる六種の場合に於て直接照明により均一照明を與ふべき配光曲線を求むるに第359圖に示す如くなるべし。此曲線に於て$K=\frac{1}{2}$又は$\frac{3}{4}$なるときの曲線は集光型角稜反射笠を用ひたる場合の配光曲線に相當し. K=1 又は$1\frac{1}{4}$なるときの曲線は强照型角稜反射笠を用ひたる場合

第三百五十九圖
均一照明を與ふる配光曲線

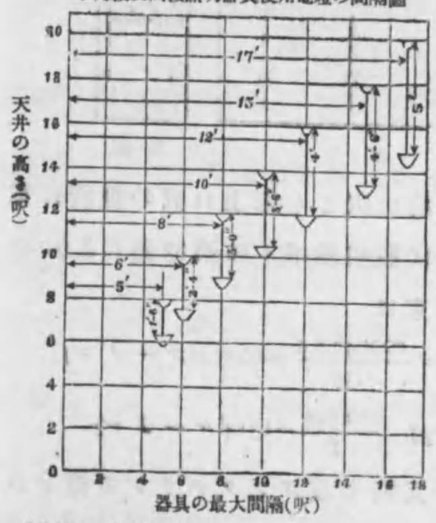


第三百六十圖
直接照明に於ける電燈間の間隔及床上の高さとの關係標準圖(角稜反射笠使用)



の配光曲線に相當し. $K=1\frac{1}{2}$又は2なる時の曲線は擴照型角稜反射笠を用ひたる場合の配光曲線に相當す. 是に由て照明面を床上2.5呎となせば電燈床上の高さと電燈間の間隔(分割する正方形の一邊の長き)との關係を第360圖に示す如く定むれば可なり。半間接及間接照明の場合には電燈間の間隔を第361圖に示す割合に定むるものとす。

第三百六十一圖
半間接及間接照明器具使用電燈の間隔圖



製圖室には此間隔を用ひ
事務室教室等には之より50%增以內に廣くとる
劇場料理店會議室等には此二倍となる

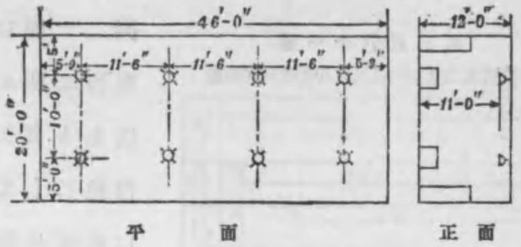
例二. 間口20呎奥行46呎の洋品店あり. 其天井は白色にして高さ12呎壁は暗色にして暗色の商品棚の多數を吊す. 直接照明方法により此照明を設計せよ。但し此店は小都市の主要街路に在るものとす。

解. 第88表より洋品店の標準照明は4—7燭呎なる

も此店は小都市に在るものなれば其最小の4燭呎を所要の照明と定む次に天井の高さ12呎なる室を第90表により邊の長さ10呎乃至16呎の正方形に分割するものとせば室の幅20呎なる故に二列に四個宛取付けるものと假定す即ち第362圖に示す如く

第三百六十二圖

小洋品店の電燈配置



電燈間の間隔平均約11呎とし床上11呎の箇所に電燈を吊すものとせば照明能率 ε は第87表により0.35なり由て所要の光束は

$$\Phi=\frac{A\times I}{\varepsilon}=\frac{20\times 46\times 4}{.35}=10{,}514\text{「ルーメン」}$$

各電燈の「ルーメン」は $\frac{10{,}514}{8}=1314$「ルーメン」

即ち100「ワット」の瓦斯充塡タングステン電燈を八個用ふるものとす。之にて毎燈當りの矩形の一邊は10呎他邊は11.5呎其平均10.75呎各電燈間の間隔10呎及11.5呎なり之に由て反射笠の種類は第360圖

の曲線より强照型が適當なるを認む。

例三　一般事務を取扱ふ大事務室あり其大さ縱60呎橫64呎室は建築上より16呎に20呎の矩形に區劃せられ天井は白色にして其高さ14呎壁は並色とす。半間接照明方法により此照明を設計せよ。

解　所要照明度は事務室標準照明の最大を取り5燭呎とす斯くの如き室には良き撒光の必要なる故半間接照明方法によるものとし適當の薄ものの器具を用ひ天井の各區劃中に二個宛取付くるものとせば電燈間の間隔は橫に16呎縱に10呎となる照明能率は第206式により　$\varepsilon=\frac{2\varepsilon_a+\varepsilon_b}{3}$

ε_a は $\frac{d}{h}=\frac{20}{14}=1.4$ なる故第87表により　$\varepsilon_a=.30$

ε_b は $\frac{d}{h}=\frac{16}{14}=1.1$ なる故第87表により　$\varepsilon_b=.24$

由て　$\varepsilon=\frac{2\times.3+.24}{3}=.28$

所要光束は　$\Phi=\frac{60\times 64\times 5}{.28}=70{,}000$「ルーメン」

天井の區劃數12にして電燈の總數24個なる故に各燈に要する光束は $\frac{70{,}000}{24}=2{,}920$「ルーメン」なり。然るに200「ワット」瓦斯充塡タングステン電燈の「ルーメン」數2,800同じく300「ワット」のものは4,600「ルーメン」

なれば算出數に近き200「ワット」電燈を用ふるものとす.然れども塵埃の反射笠に滯積し易くして照明を減ずる虞ある場合には300「ワット」電燈を用ふるを可とす。

毎平方呎の「ワット」數——照明を要する室の毎平方呎當りの「ワット」(第209式に於けるω_0)の標準を豫め定め置くときは.普通の照明設備に對しては精密の計算法の代りに之より照明を設計し電燈の大さ及所要數量を定むることを得べし.尤も其設計に於ては電燈間の間隔及其床上の高さ並に壁及天井の反射作用等をも考慮すべし。第91表は能率毎燭1.0「ワット」

第九十一表

毎平方呎當りの「ワット」標準表

場所	平均照明度	電球能率毎燭一「ワット」の時の毎平方呎當り「ワット」 照明設備	明るき天井明るき壁	明るき天井暗き壁	普通の天井暗き壁
兵營	2.5	ホロヘン角稜反射笠	.4	.5	.6
公會堂.講堂.教會堂	2.0	同上及ベルリア反射笠	.4	.5	.6
		乳色硝子球	.6	.8	.9
		ベルリア半間接器具	.5	.6	1.0
銀行(一般照明のみ)	3.0	内面艶消しホロヘン角稜反射笠	.6	.7	.7
		ベルリア半間接器具	.8	.9	1.5
喫茶場・料理店(一般照明のみ)	3.0	ベルリア半間接器具	.8	.9	1.5
		乳色硝子球	.9	1.1	1.3
		内面艶消しホロヘン角稜反射笠	.6	.7	.7

製圖室	10.0	半間接器具	2.9	3.4	6.0
工場					
局部照明なし	3.5	アイヴアンホー反射笠	.7	.8	.8
局部照明あり	1.5	同上	.3	.3	.3
病院	2.5	半間接器具	.8	.9	1.5
廊下	1.0	内面艶消しホロヘン角稜反射笠	.2	.2	.2
旅館寢室	2.5	ベルリア半間接器具	.7	.8	1.3
		内面艶消しホロヘン角稜反射笠	.5	.6	.7
事務所	4.0	同上	.8	.9	1.0
		半間接器具	1.2	1.4	2.4
住宅	2.0	同上	.6	.7	1.2
		内面艶消しホロヘン角稜反射笠	.3	.4	.5
炊事場	2.5	ホロヘン反射笠	.4	.5	.6
學校	3.5	半間接器具	1.0	1.2	2.1
		内面艶消しホロヘン角稜反射笠	.7	.8	.9
停車場待合室	2.5	半間接器具	.8	.9	1.5
		ホロヘン反射笠	.4	.5	.6
倉庫	1.0	アイヴアンホー反射笠	.2	.2	.2
商店	4.5	ホロヘン反射笠	.9	1.0	1.2
		半間接器具	1.3	1.5	2.7
		乳色硝子球	1.4	1.6	1.9

のタングステン電球を使用するとしての各種室内に要する毎平方呎當りの平均標準「ワット」を示す.從て電球の能率異るときは表中の毎平方呎當り「ワット」に其能率を乘じて算出するものとす。

室内照明設計上の注意事項——以上記載したる方法にて室内の照明を設計し所要照明度に對し電燈の數を定むることを得れども.尙室の種類に應じ設計

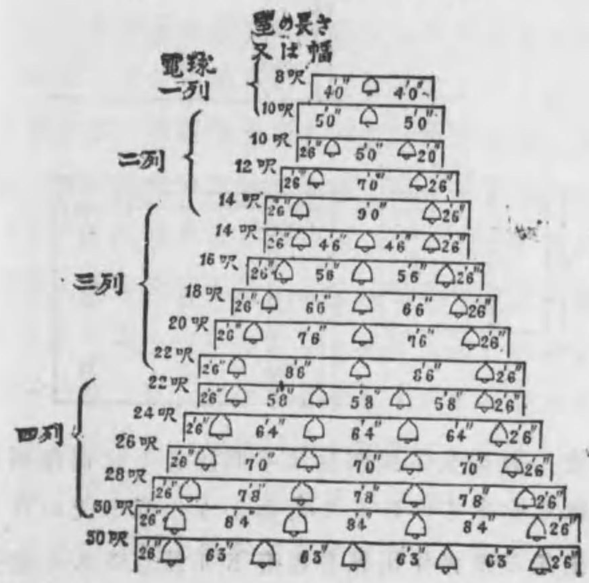
上注意すべき事項は次に示す如し。

事務室　事務室に於ける照明に必要なる事項は(一)執務する各人に充分にして均一なる照明を與へ(二)撒光なること(三)机の配列に關係なく均一にして滿足なる照明を與ふる樣電燈を配置すること(四)眩光作用を起さしめざる樣電燈の位置を定むることにあり。此等の事項を滿足せしむるには半間接照明法又は間接照明法に依らざるべからず。机毎に直接照明による電燈を用ふるときは各電燈よりの光は餘りに强く之が紙に投じて反射する光線と相伴つて眼を疲勞せしむる處あり。若し直接照明法に依るなればホロヘン角稜反射笠を用ひ一般照明の照明度を低くし卓上に局部照明として卓上燈を置くべし。其位置は左方とし其光が照明面に來るも眩光作用を起す反射を爲さしめざること必要なり。

此場合に電燈を天井より吊すなれば其位置は机の左前隅上にして卓上三呎乃至四呎ならしむべし。電球には艶消のものを用ひ反射笠にはホロヘン角稜內面艶消し强照型反射笠を用ふるものとす。半間接又は間接照明法に依るが最も良けれども餘り之を濫用し極度に撒光せしむるときは陰影滅じて物

體を認むるを得ざるに至ることあり。照明法の如何に關せず電燈の位置は10呎平方より小なる室に於ては室の中央に一個の電燈を吊して滿足なる照明を得れども之より大なる室に於ては二個以上の電燈を用ふるを可とし其場合には壁に近き電燈は之より $2\frac{1}{2}$呎 以上離隔せしめざるを可とす。第363

第三百六十三圖
事務室に於ける電球間隔の標準圖

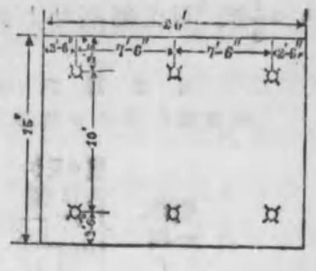


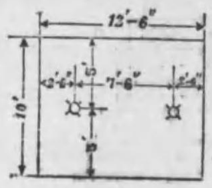
圖は天井の高さ12呎なる事務室に於ける電燈配置の標準を示す。天井の高さが12呎以上なるときは電

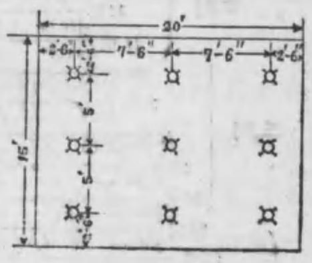
燈の數を減じて其間隔を增し高燭光のものを用ふるものとす。第364圖は事務室に於ける電燈配置の一例を示す.

第三百六十四圖

事務室に於ける電燈配置の例







製圖室　製圖室の照明法は半間接若くは間接照明法に依るべきものにして紙面よりの强き光の反射より生ずる眩光作用及各電燈より照らさるる陰影を除くことは直接照明法にては望むことを得ず特に撒光の必要なる爲め間接照明法に依るも電燈間

の間隔を事務室に於けるよりも近く爲す必要あり.第361圖は此場合の電燈間の間隔と距離との關係を示す。照明度は一般に高きを要し最低6燭呎にして青寫眞をうつす如き精密の仕事には12燭呎以上の照明度必要なり。照明器具の陰影の生ぜざる爲め半間接照明法は間接照明法に優り半間接器具中にても厚肉の硝子器を用ふるを可とす。若し事情により直接照明法に依る場合には前例に示す如く.室を正方形又は矩形に分割するものとし其各中央に適當の電燈一個を吊して撒布式となす.反射笠にはホロヘン角稜型を用ふべし。机の頂端には長さ約14吋の折曲げ且伸縮し得る腕金具を取付け之に15ワット電球及金屬製內面エナメル塗の反射笠を裝置するものとす.吊下電燈は精密ならざる圖面及設計圖に對しては充分なる照明を與へ.補助の机上燈は其他の精密の圖面を調査する場合又は製圖する場合に適當の局部照明を加與するなり。

兵營　兵營に於ける照明法は直接照明にて可なれども.眼の保護上艶消しの電球を用ひ撒光を與ふるを可とす.反射笠にはホロヘン角稜型を用ひ.器具の破損を防ぐ爲めに鋼線蓋裝の電線にて電球を吊下

し金網籠にて電球を包被すべし.金網籠は蝶番留めにて籠となし器具の掃除及電球の取換に便ならしむるを可とす.

銀行　銀行の營業室に於ては充分なる一般照明を要し.且つ器具の體裁上適當の裝飾ある厚肉の乳色硝子製半間接照明器具を使用するを可とす.其他の室に於ては.一般に少し低き一般照明を與へ.必要の場所に局部照明として卓上燈を備ふる場合あり.營業室に於ても天井が非常に高き場合には.半間接照明に依り得らるる撒光上の利益少き故に.反て直接照明法に依て良照明を得ることあり.

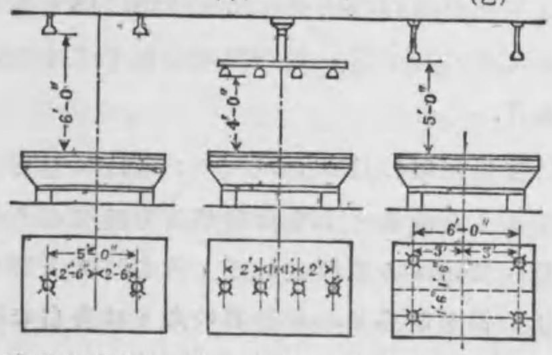
理髪店　理髪店に於ては理髪臺の中間後方一呎の箇所に床上8呎の高さに於て電球を吊下するを可とす.電球には60「ワット」又は100「ワット」タングステン電球を用ひ之に强照型角稜反射笠を具ふるを可とす.器具の間隔は普通の事務所等に於けるよりも近くなし.理髪人の手先には光が左右の電球より來る樣設計すること必要なり.

玉突臺—玉突臺の照明には一燈式.二燈式及四燈式の三種の方法あり.一燈式の場合には臺上6呎の高さに100「ワット」タングステン電球を吊下し直徑8

吋硝子製の反射笠を用ふべし.二燈式に於ては硝子製反射笠を使用して視界外に電球を吊下するものと金屬製反射笠を使用し眼に直接に光の入らぬ樣電球を吊下する方法との二法あり.前者は電燈裝置が撞球の支障とならぬ利益あり.第一の方法に於ては半艶消しの60「ワット」タングステン電球を玉臺の中心線に沿ひ約5呎の間隔に臺上6呎の高さに吊下するときは.電球は視界外にありて撞棒にて電球を破壞する虞なし.此場合の反射笠には集光型を用ふべきものとす.第365圖は此配置を示す.第二の方法に於ては金屬反射笠を用ひ臺上3呎6吋●高

第三百六十五圖
二燈式玉臺照明法

第三百六十六圖
四燈式玉突臺照明法



さに電球を吊下す.從て此式に於ては別に室の一般照明をあたふる設備を要すれども.第一の方法に於

ては玉臺上の電球よりの照明にて室内を照らすに足り.一般照明の設備を爲す必要なし。四燈式は第366圖に示す如き配置にして.各器具には40ワット半艶消しタングステン電球及ホロヘン強照型反射笠を用ふるものとす.第366圖(甲)に示す配置は最も良好の照明を與ふ.此等四燈式配置に於ても室の一般照明の設備を爲す必要なし。費用を惜まぬ場合には半間接照明法に據り製圖室の照明設計に準じ設計し適當の半間接照明器具を選定するものとす。

工場　工場の照明を良好に爲すときは.工場の能率を增進し事故を減ぜしめ結局生產を增加せしむるを以て.近來工場照明法改良せられ.各種工場に對し照明法研究せられ其結果は照明技師に依て發表せられしも.爰には工場一般の照明に關する事項のみを記載す。

一般に工場照明にはタングステン電球に金屬反射笠を用ふるを適當とす.今尙發焰弧光燈又は水銀蒸氣電燈を使用する箇所あれども.前者は光り瞬搖して職工の眼を眩惑せしめ.後者の光りは蒼白にして不愉快を感せしむるを以て.一般に廣く使用せられざるなり。金屬反射笠には內面アルミニウム白色塗り.磁器性エナメル白色塗り.普通エナメル塗り等の數種あり.**アイヴァンホー**金屬笠(Ivanhoe Metal Reflecter)は此種に屬し最も優秀のものなり。角稜反射笠も或る場合には用ひらるゝも.照明の結果に於てアイヴァンホー反射笠を用ふる場合に比し劣る。工場照明には其照明場所の性質により(一)一般照明(二)局部照明(三)局部的一般照明の三種の照明法行はる。一般照明は室內一般に成るべく均一の照明を與ふる方法にして.其照明度は室內に於て行はるる仕事の性質に應じ第88表に依り適當に選定すべきものとす。電燈には一般に低燭光のものを數多く裝置するよりも高燭光のものを少く用ふるを可とし.其配置は事務室の照明に於けるど同樣に室を正方形又は矩形に分け.其各中央に電燈を取付くるものとす。一般照明法は重に鑄物工場.汽鑵工場組立室.ペイント工場.荷造室.倉庫等に採用せらる。局部照明は個々の機械又は作業部に局部照明を與へる方法にして.各種の卓上作業.旋盤.壓縮機.穿孔機.印刷機.裁縫機等總て小面積上に強き水平照明を要する箇所に一個宛の電燈を設備するなり.從て反射笠には角度笠又は集光反射笠を用ふるものとす。局部的一般照

明とは一群の機械又は特種の作業面積を照らす爲めの一般照明にして器具は一般的配列法に依らず光線が都合の良き方向より所要箇所面に來る樣被照體に應じて取付くるものにす。此照明法は多くの同種機械の設置せらるる大なる室例へば織物工場紡績工場製革工場電線工場印刷工場等に適用せらる。普通一般照明法に於ては作業の如何には關係なく器具の位置を定むるも局部的一般照明法に依るときは作業の種類に應じて器具の位置を定むるを得るなり從て此方法は漸次採用せらるるに至り現時に於ては從來局部照明に依りたる旋盤及各種の卓上作業等の照明にも此方法用ひらるるに至れり。天井又は壁なき工場に於ては照明能率を定むること容易ならず第92表は照明技術者の實驗より定められたる一例にして設計上參考と爲すに足る。

病院　病院に於ては患者に安靜の感を與ふる如き照明方法を選ぶべきものとす從て厚き乳色硝子器より成る半間接照明器具最も適するなり白色の磁器性エナメル塗り反射笠を用ふる間接照明法も亦病室に適す。直接照明法に依るとも厚き硝子の反射笠を用ひ電球が患者の眼界外に在る樣取付くれば差支なし。此場合には割合に大なる反射笠を用ふべし。概して病室には二種の照明度を與ふることとし平常は¾燭呎とし必要の場合にのみ2—3燭呎を與ふる樣電球の點燈數を開閉器にて加減するを得るべく設備するを可とす。手術室に於ては手術

第九十二表

工場照明の一例

天井の高さ（呎吋）	床上器具の高さ（呎吋）	器具の間隔（呎　吋）	電球の「ワット」	毎平方呎の「ワット」	作業の種類及周圍の狀況・乳色又は透明角稜反射笠使用
8-1	7-6	8-0×8-0	60	0.94	精密作業・一明き天井・壁なし
9-0	8-6	8-0×8-6	100	1.47	卓上作業・一天井なし・暗き壁
11-1	10-3	8-0×8-9	100	1.43	同　上
11-9	11-0	8-0×9-6	100	1.32	機械作業・暗き天井・壁なし
11-9	11-0	8-0×8-9	100	1.43	機械作業・暗き天井・及壁
12-0	11-3	8-0×8-0	100	1.56	機械作業・暗き天井・壁なし
12-0	11-3	8-0×8-0	100	1.78	同　上
12-0	11-3	7-0×8-0	100	1.78	卓上作業・暗き天井・壁なし
12-6	12-0	8-0×10-0	100	1.25	機械作業・暗き天井・壁なし
13-8	12-10	8-0×8-6	100	1.47	機械作業・暗き天井及壁
16-0	14-6	8-0×8-9	100	1.43	精密作業・天井なし・暗き壁
16-0	15-2	8-0×10-0	100	1.25	粗作業・天井なし・明き壁
16-0	15-2	11-6×16-0	250	1.36	ベンキ機械・天井なし・明き壁
16-0	15-2	10-0×12-0	250	2.08	細き穿孔作業・天井なし・暗き壁
16-0	15-2	13-0×14-0	250	1.37	卓上作業・天井なし・暗き壁
24-9	21-3	10-0×12-0	250	2.08	細き組立作業・暗き天井・壁なし
24-9	21-3	10-0×12-0	250	2.08	機械作業・暗き天井・壁なし
24-9	21-3	10-0×12-0	250	2.08	試驗室・暗き天井・壁なし
25-2	21-7	10-0×12-0	250	2.08	試驗室・暗き天井・壁なし

臺の周りに之より一呎離して12個の電球を2呎の間隔に於て床上10呎の高さに取付け反射笠には角度笠を用ひ電球には40㍗ワット半艶消しタングステン電球を用ふるを可とす此外に二三個の栓受を設けて局部照明を得らるゝ樣設備すれば最も可なり。

圖書館　圖書館閲覽室(旅館に於ける讀書室も同樣)に於ては半間接照明法最も適し照明上の要求は大概ね事務所に於けるど同じ。局部照明を要する場合には光が讀者の左方より來る樣電球を取付け其高さは卓上2.5呎ならしめ電球には40㍗ワット半艶消しタングステン電球を用ひホロヘン角稜强照型反射笠を用ふべし此方法に依れば視界内に光源なき爲め眩惑を感ずることなし。貯書室に於ては二列の書棚の間に40㍗ワット半艶消し電球を一列に配置し擴照型反射笠を用ひ笠の端が棚の上部と平行する高さに取付くるものとす。電球間の間隔は其床上高さの一倍半乃至二倍なるを適當とす棚が高く天井に續ける場合には强照型反射笠を使用し其間隔を床上高さの一倍乃至一倍四分一になすものとす。

洋館住宅　住宅照明には個人の趣味性向等が器具

の撰擇を支配する主因となり周圍の裝飾又は家具などに適合するものを使用すべきものなれども良照明に對する條件は普偏的にして凡そ次の如し。

玄關には10㍗ワット又は15㍗ワット電球に扁平硝子笠を用ひ大なる玄關には25㍗ワット電球を用ふものとす。客間及居間には二燈乃至五燈用の**エレクリア**(Electrolier)(後項に記載す)又は半間接器具適當す若し直接照明に依るなれば25㍗ワット乃至40㍗ワットの半艶消し電球にベルリア反射笠を用ふべきものとす其位置は眼の保護上成るべく高くし床上8呎ならしむるを可とす卓上燈を使用する場合にはホロヘン角稜笠を用ひ其周圍に絹布を垂下し直接光を避けるべし壁用腕金物を用ふる場合には厚肉硝子笠にて深き物を用ふべし。食堂は直接照明にて差支なくホロヘン擴照型角稜笠を用ふるを可とす炊事場に於ては一般照明として中央に一燈を取付け流し臺上に腕金物にて他の一燈を取付くべし電球には室の大さに從ひ40㍗ワット又は60㍗ワットのもの適當なり。二階の階段上及廊下には20㍗ワット電球を天井に直接に取付け.ホロヘン角稜笠を用ふべく。若し硝子球を用ふるなれば艶消しのもの又はホロ

ヘン角稜式のものを撰定すべし.乳色のものは能率低くして表面閃らつく缺點あり。寢室に於ては室の中央に一燈.化粧臺の兩側に低燭光の電燈を一個宛取付くるを可とす.照明法は直接照明にて差支なく電球には半艶消の40「ワット」乃至60「ワット」のものを用ひ床上8.5呎の高さに取付くべし.化粧臺の兩側には20「ワット」電球にて差支なかるべし。浴室には20「ワット」電球を艶消し硝子球にて被ひたるものを用ふべく.天井に直接に取付くるか又は腕金物にて壁に取付くべし。

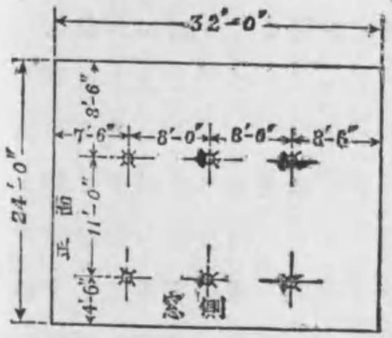
料理店.食堂及喫茶店　斯くの如き場所には體裁よき優美にして裝飾のある器具を用ひ慰安快樂を與ふると云ふ意味に於て一般照明を低くし.局部の照明を補ふ爲めに卓上燈を用ふ.從て一般の照明は半間接照明法に依り.器具には有色の硝子を用ひ又は周圍の裝飾にも着色せるものを用ひ.又は電球を着色せる絹又は紙にて被ひ.卓上燈にも透光性少き模樣ある有色の硝子にて作れる反射笠を用ひて室內をして情趣あらしむるが近來の照明法なり。要するに室內をホンノリ明くせしめ悠々食事を爲し得る氣分を得せしむる照明ならしむること最も必要

なり.從て照明能率を閑却する場合あり。

學校　學校の照明は撒光を充分になし生徒の眼を疲勞せしめぬ樣設計すること最も必要なり.照明度は細字を讀書する室及實驗等に於ては3—4燭呎.圖畫及裁縫室に於ては4—6燭呎なるを要す。照明法は半間接照明法に依り厚肉硝子より成る器具を用ひ撒光を充分ならしむべし。若し直接照明法に依るなれば天井を白色になし器具の位置を適當に撰み.生徒各自の机には最も工合良き角度の光が投射する樣設計するときは稍良き撒光を得らるべし。

第367圖は直接照明法に依る敎室照明法の一例を示す.室の廣さは幅24呎長さ32呎.天井及壁共に白色にして3燭呎の照明度を與ふる設計なり。器具には內面艶消のホロヘン反射笠に100「ワット」半艶消し電球を用ひ.之を床上9.5呎の高さに吊下す。手工室の照明は工場照明に倣ひ講堂の照

第三百六十七圖
敎室の照明の例



明は劇場觀覽席の照明に倣ふべし。

商店　商店の照明は體裁に重きを置き料理店の照明と異り商品の色を晝光にて視ると同樣ならしむる爲め晝光電燈のマツダC₂電球を使用するを可とす.照明法は半間接なるも直接なるも差支なけれども.時計商.寶石商.銀細工商の如き陳列品に燦然たる輝きを發せしむる必要ある場合には直接照明とし.ホロヘン角稜笠を使用すべし.穩和なる光を望む場合には半間接照明法を最も適當なりとす。商品の陳列窓に於ける照明度は陳列品の種類.性質.窓の位置.商店の位置に從て異れども.一般にタングステン電球を使用せる場合に於ては陳列窓の床面積每平方呎に付き5—10「ワット」の割合にて電球の大さと數とを定むれば.適當の照明を得るなり.商品が白色のものなるときは5-6「ワット」にて差支なきも.呉服類.靴等の黒色のものなるときは10「ワット」と爲すべし。電球は通行人より見へざる樣天井と窓硝子との上隅に高く取付け.集光型ホロヘン角稜笠を用ひ垂直に 20 度の角度に取付くべし。陳列窓用として特製の不均齊配光の角度笠を使用すれば最も可なり.然れども天井の高さに比し奥行の割合に淺き陳列窓には集光型反射笠反て良き照明を與ふ.之に反し陳列窓が甚だしく深き時は.補助燈として窓の背面に適當の電球を適當の反射笠を用ひて配置すべし。陳列窓に於ける影を少くする爲めに床面に內側に向けて電球を取付くることあり.又着色電球を用ひて陳列窓の光景を愉快ならしむることあり.殊に人形等を飾り又は商店にて景色を模造する場合には着色電球にて其光景を眞に迫らしむる必要あるべし。尙窓の前面に立つ人々に電球の見へざる樣.窓硝子の上部に長さ18吋の幕を張り又は其部分に赤色又は青色のペイントを塗り之に商店の商號を書き入るるときは.光源を隱すと同時に照明看板ならしむる利便あり。

看板　看板照明に二種あり.一は看板に記したる文字又は繪畫を電球にて照らす.一は文字又は繪畫夫れ自身に電球を裝置し.文字又は繪畫を照明體となす。第一の看板照明に於ては板の上邊と同一水平線又は之より一二吋高くし看板面より其幅の約$\frac{2}{3}$離れたる處に照明器具を取付く.器具には磁器性エナメル塗アイヴァンホー反射笠を用ひ.其內面に裝置すこンヅケットに嵌入せる鐵製の直徑$\frac{1}{2}$吋の導管

にて看板裏面にある同じ導管に接續す。反射笠を看板面より6呎以上の距離に取付くる場合には一層堅固なる支持物を設備することを必要なり.且つ器具の掃除及電球の取換を爲し得る様設備せざるべからず。此方法に於ける照明度は平均5—7燭呎とし.此照明を與ふべき電球の大さと間隔との關係は第93表に示すものを普通とす.

第九十三表

看板照明に於ける電球と間隔との關係表

看板の高さ 呎	電球ワット	電球の種類	看板よりの間隔 呎	器具の間隔 呎
3—5	40	Bマッダ	4.	6
6—8	100	Bマッダ	5.	7
9—12	100	Bマッダ	5.5	5
9—12	100	Cマッダ	5.	6
13—15	200	Cマッダ	7.	8

照明度は 5—7 燭呎とす

第二の看板照明に於ては着色せる小電球にて文字.繪畫を表はし.電動機にて一分間に數百間の速度にて點滅器を動かして電球を點滅せしめ通行人の注目を惹かしむ。看板の意匠には數多あり.例へば清涼飲料の廣告看板なる時は.飲料水が罐より溢れて杯に入る狀態を電球の點滅に由て表はす如き又は

孔雀か羽根を擴げる狀態を表はす等種々の看板あり。文字を表はす場合には電球を順次に點燈して恰も之を書くが如く考按せる物あり。着色せる電球は雨の爲め漸次褪色する處ある故に.電球の尖端に金屬製の着色せる帽子を取付くるとあり.其褪色したる場合には電球に關係なく之を新らしき物と取換へるとを得て便利なり。此照明法に於ては電球數は可なり多き故低燭光のものにて差支なく.反射笠をも要せず可なり遠方より認め得らるゝなり。

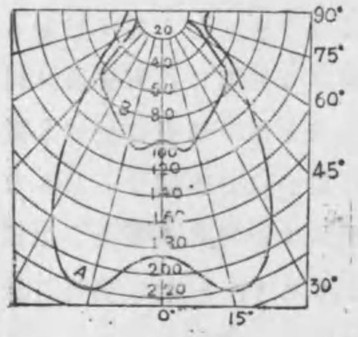
劇場　劇場に於ては看客の眼に眩惑を與へざる穩和の照明を與ふる半間接照明に依るを普通とし裝飾的に着色電球を用ひ能率を閑却するも差支なし。棧敷の周圍に於ては觀覽席の天井の中に電球を取付け.天井の一部に穴を明けこれに琥珀色の硝子を嵌入してこれより光が漏れて來る如く爲すが新らしき方法なり。舞臺に於ける照明には天井及床面に種々の着色の艶消し電球を用ひ.舞臺に於ける道具及狀態に應じ之を種々組合はせ點滅せしむるなり。別に俳優の身體を照らすが爲に舞臺上に强照明を與ふる設備を爲すことあり。一般に劇場に於ける照明は劇場の構造と舞臺に於ける道具立とに

依て異り各場合に應じ適當の照明方法及び設備を爲すものとす。

塵埃に因る照明の減少——照明を適當に設計するも塵埃は必ず電球及反射笠に集積し其透光度及反射係數を減じ從て時日の經過と共に照明度を減せしむ。其程度は照明器具の周圍の狀態空氣の清濁及器具清掃の度數に由て異る若し屢々器具の清掃を行ふときは電球自身の有効壽命中の光度の減退に歸因する以外に照明の減少を見るとなかるべし。然れども清掃を行はざるときは照明度は短期間に最初の50%に減ずるとあるべし。塵埃の反射笠に堆積する爲めに生ずる照明の減少は極めて徐々なる爲め之に注意を拂はざる場合多し。其減少の一例として第368圖にタングステン電燈及反射笠の使用前の配光曲線Aと14週間清掃する事なく使用したる後の配光曲線Bとを示す。此場合に於ける光束の減少は40%なり。若し之を4週間毎に清掃するときは光束の減少は極めて少く其清掃度數增加に由る費用の增額は光束增加に該當する電力費に比し極めて少し。此理に由て電球の清掃を行ひ難き場所に於ては必要以上の高燭光の電球を用ひ清掃を屢々行ふことを得る場所に於ては低燭光のものを用ひて可なり。從て其電力費は減少し器具清掃費を加ふるも總經常費は甚しく減ずべし。

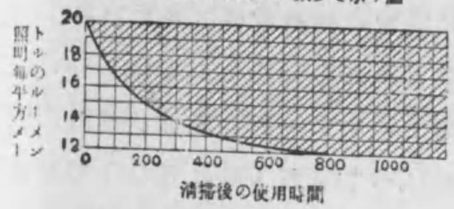
第三百六十八圖

タングステン電燈の配光曲線の塵埃に由る影響を示す圖

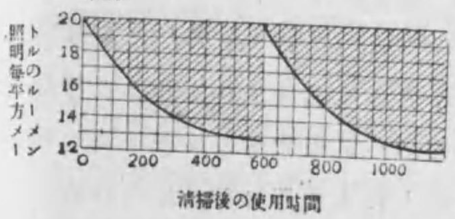


第三百六十九圖

(甲) 塵埃に因る照明の減少を示す圖



(乙)



例として第369圖(甲)に於て縱線は或る室內に於ける照明度を示し橫線は使用時間を示し曲線は塵埃の照明器具に集積するに由て照明度の減少する程度を示す。卽ち曲線より上の部分の照明は全く塵埃の爲に消滅するなり。最初は此消滅は急增するも漸次緩漫となる。此消滅に歸する照明を發するに要する費用は塵埃集積の爲

第八項　戸外照明

戸外照明——戸外照明とは重に街路の照明を意味するものにして滿月の光を理想の照明とし均一にして撒光良く眩光作用を與へざる低固有光輝の照明なるを要す.現今の電燈は此等の條件を總て滿足せしむるものに非ざるも稍理想に近き物としてタングステン電燈及金屬發焔孤光燈の二種が戸外照明の發光體に用ひらる。戸外照明の照明度は(一)四ッ辻.重要なる商業街路.鐵道停車場へ通ずる街路等に於ては 0.4–0.6 燭呎(二)普通の商業街路に於ては 0.2 燭呎(三)住宅地の街路に於ては0.1–0.15 燭呎(四)場末の市街路及田舍道に於ては0.05燭呎なるを通常とす。金屬發焔孤光燈は光色帶黃白色にして水平線下10–30度に於て最大燭光を示す爲め街路照明用に適するなり.其能率は毎平均球面燭光に付き 0.75「ワット」毎平均下半球面燭光に付き 0.4–0.5「ワット」なり。街路照明に使用するタングステン電燈は60「ワット」より 500「ワット」のもの即ち50燭光乃至 500 燭光のものを普通とし.100「ワット」以上には瓦斯充塡電燈用ひらる。

に生じたる經費上の損失なり。今若し600時間目に清掃を行ふ時は第369圖(乙)に示す如く照明度は回復し消滅すべき照明を減ずるを得べし.600 時間目に清掃する代りに300時間毎又は200 時間毎に清掃する如く清掃回數を增すに從ひ消滅照明及之に要する損失費用は益々減少すべし。然れども清掃に相當の費用を要する故に.其費用と消滅照明を發生する電力費との差が最大なる即ち最も經濟的清掃度數あれども.一般に通常の點燈設備に於ては一ケ月に一回の大清掃(裝置全部の完全なる清掃)を行ひ.大清掃と次の大清掃との間に一回の塵拂ひ(電球の內面は濕布を以て拭ふべし)を行ふ時は可なり經濟的なるを得るなり。硝子製器具を完全に清掃するには.1「ガロン」の水に硝酸 1「オンス」を混じたる液又は石鹼液を用ひ能く之にて洗滌すれば.器具は原狀態に回復すべし。たとへ電燈設備の清掃を爲し得る場所に於ても.設計したる照明に約10%の餘裕を見込みて電球の燭光を定め豫め照明減退に備ふべく.清掃不行屆の場所に於ては此餘裕を 25% 位見込み使用電球の燭光又は「ルーメン」數を定むるを可とす。

電燈の高さ及間隔——戸外照明の均一度も電燈の地上の高さと各燈間の間隔とに由て異り.間隔を遠くなすときは同一照明度に對して高燭光の電燈を要し.間隔を近くなすときは低燭光の電燈にて足る。街路照明の場合に高燭光のものを用ふるときは.其光の一部分は街路以外に投じ無益に消費せらる.之に反し低燭光の電燈を用ふるときは其數を増す故に.設備多額となるを免かれず.故に電力料金高き場合には少數の高燭光のものを用ひ.電力料金廉なる場合には多數の低燭光のものを用ふるを經濟的方法とす。

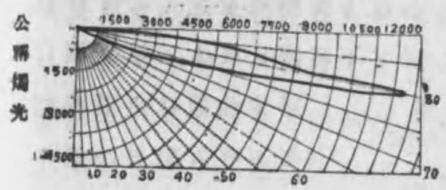
電燈の地上の高さ及各燈間の間隔より希望する照明を與ふべき配光曲線を算出することを得.此兩者の關係が同一なる場合には同じ配光曲線より同一の照明を與ふるなり.即ち電燈の高さを h とし各燈間の間隔を d とし此二つの比を

$$M=\frac{d}{h}$$

とすれば.Mの如何なる値に對しても均一照明を與ふべき配光曲線あるの理なり。Mの値は實例によれば5乃至31なれども.M=12なる場合に均一照明を與ふべき配光曲線は第370圖に示す如し.此くの

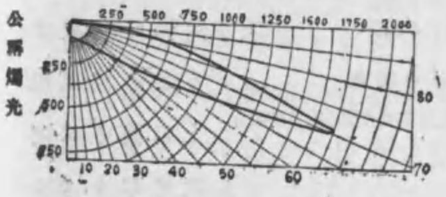
第三百七十圖

$M=\frac{d}{h}=12$ なる場合に均一照明を與ふる配光曲線



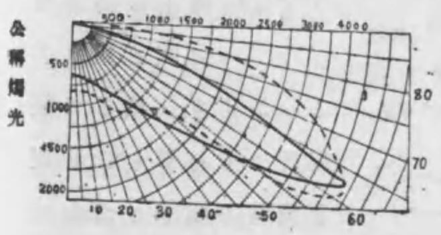
第三百七十一圖

$M=\frac{d}{h}=6$ なる場合に均一照明を與ふる配光曲線



第三百七十二圖

$M=\frac{d}{h}=4$ なる場合に均一照明を與ふる配光曲線



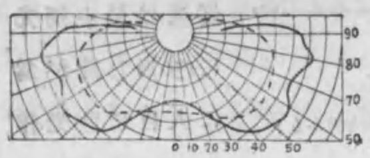
如き配光曲線を示す發光體は實際に之を得難く.たとへ之を得たりとするも最大燭光は最小燭光に130倍し此が爲に人目に眩光作用を與ふべし。

次にM=6なる場合及M=4なる場合に均一照明を與ふべき配光曲線は第371圖及第372圖に示す如く.稍實際に容易に得らるゝものにしてM=4以下なれば眩光作用を與へざるなり.第372圖に於て實線は均一照明を與ふべき理想の配光

曲線にして點線は市場に在る弧光燈の一種が示す配光曲線なり。M＝3なる場合が經濟上最も良き均一照明を與へ.M＝3より小なる樣間隔を近くなす時は設備費甚しく增加し反て不經濟と成る。第373圖に示す曲線は金屬發焰弧光燈の配光曲線(中卷第276圖)にして.曲線の形狀よりM＝4に適用するを得.即ち之を100呎の間隔に配置するときは其地上の高さは25呎となり.200呎の間隔に配置するときは地上の高さは50呎と爲さざるべからず。然るに照明度より打算して200呎を適當の間隔と爲せども.之に對する地上の高

第三百七十三圖

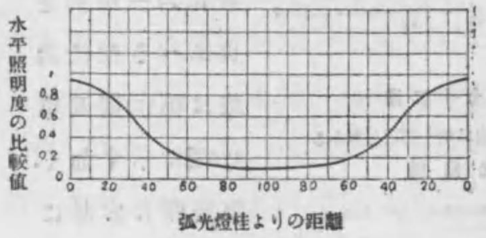
金屬發火熖弧光燈の配光曲線



實線は透明暗子球を用ひたる場合
點線は乳色暗子球を用ひたる場合

第三百七十四圖

$M=\frac{200}{30}$ なる場合の金屬發熖弧光燈の照明曲線圖



第三百七十五圖

弧光燈による街路照明を說明する圖

さ50呎は余り高きに過ぎるを以て.均一照明にはならざるも30呎の高きに設備するを普通とす.此場合に於ける各燈間に於ける照明曲線は第374圖に示す如く最大照明は燈の直下にして.之を1とすれば電燈間の中央に於ける照明は 0.087 なり.即ち約 10:1 の比にして戶外照明としては之を均一度の限度とす。

弧光燈の街路照明に於て照明曲線を畫くには相隣れる二個の弧光燈のみよりの照明の外に.尙其他の弧光燈よりの照明をも加算せざるべからず.第375圖に於て相等しき間隔に弧光燈が設備せられたりとすれば.任意の地點Aに於ける照明は少くとも弧光燈 1. 2. 3. 4. の四個よりの照明より成るものとして算出するを通常とす.此等の照明を夫々 i_1, i_2, i_3, i_4 とす。弧光燈の燭光は光線が水平線と爲す角度に由て異るを以て.角度 ϕ_1 の方向に於ける燭光を P_1 とし.ϕ_2 の方向に於て P_2. ϕ_3 の方向に於て P_3. ϕ_4 の方向に於て P_4 とするときは。

第190式により

$$i_1=\frac{P_1\cos^2\phi_1}{h^2} \quad i_2=\frac{P_2\cos^2\phi_2}{h^2} \quad i_3=\frac{P_3\cos^2\phi_3}{h^2} \quad i_4=\frac{P_4\cos^2\phi_4}{h^2}$$

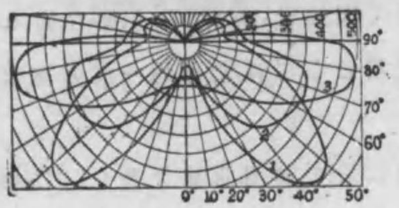
Aに於ける總照明をIとすれば

$$I=i_1+i_2+i_3+i_4$$

$$=\frac{I}{h^2}(P_1\cos^3\phi_1+P_2\cos^3\phi_2+P_3\cos^3\phi_3+P_4\cos^3\phi_4)\quad\cdots\cdots\cdots(209)$$

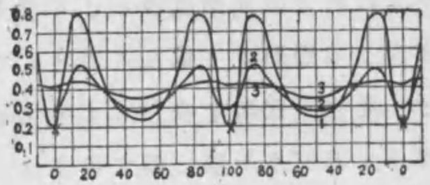
第 376 圖に示す如き配光曲線を示す直流閉鎖弧光燈及磁鐵鑛弧光燈(平均球面燭光各 200 燭光とす)を街路照明に用ふるときは其與ふる照明曲線は第 209 式より算出して $h=20$ 呎, $d=100$ 呎即ち $M=5$ に於ては第377圖に示す如く. $h=20$呎, $d=200$呎卽ち $M=10$ に於ては第378圖に示す如くなるべし。此等の圖にて認むる如く炭素弧光燈の照明は燈

第三百七十六圖
三種の弧光燈の配光曲線

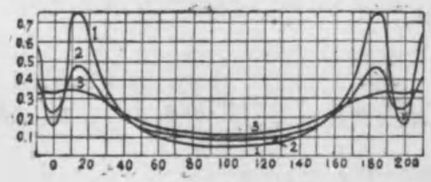


1 は直流閉鎖弧光燈(內部硝子球は透明)
2 は直流閉鎖弧光燈(內部硝子球は乳色)
3 は磁鐵鑛弧光燈(透明硝子球)

第三百七十七圖
$M=\frac{100}{20}=5$ なる場合の照明曲線



第三百七十八圖
$M=\frac{200}{20}=10$ なる場合の照明曲線



の近傍に於て最大にして燈間の中央に於て最小なり.之に反し磁鐵鑛弧光燈の照明は稍均一なる照明を與ふ.其最大照明と最小照明との比は次の如し.

弧光燈の種類	最大照明と最小照明との比	
	M=10	M=5
1 透明內部硝子球使用炭素弧光燈	17.6	3.1
2 乳色內部硝子球使用炭素弧光燈	6.9	1.8
3 透明硝子球使用磁鐵鑛弧光燈	3.3	1.25

Mが小なる程即ち弧光燈間の間隔を近くなすが又は地上の高さを增すに從ひ照明は益々均一に近付くなり。電燈間の中央に於て照明度を0.1燭呎ならしむるには弧光燈の平均球面燭光は次の如くなるを要す。

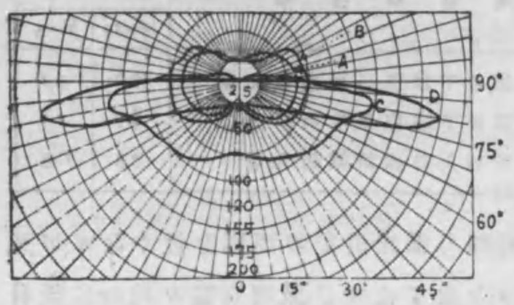
弧光燈の種類	d=200呎	
	M=10, h=20呎	M=5 h=40呎
1. 透明內部硝子球使用炭素弧光燈	1190	800
2. 乳色內部硝子球使用炭素弧光燈	750	690
3. 透明硝子球使用磁鐵鑛弧光燈第	490	580

此結果より炭素弧光燈は高さを增すときは能率增

加し磁鐵鑛弧光燈は之に反し能率減少するを知る。然れども其照明の均一に近付くことは兩者に於て同等なり。

第三百七十九圖

反射笠裝置の瓦斯充塡メンアステン電燈の配光曲線



現今實際に街路照明に使用せらるゝ電燈は磁鐵鑛弧光燈及瓦斯充塡タングステン電燈にして炭素弧光燈は使用せられず。瓦斯充塡タングステン電燈の街路照明に使用せらるゝものは重に回路に直列に接續せらるゝものにして。其格定燭光。電流。電力。「ルーメン」數等は第94表に示す如く。其1,000「ルーメン」のものの配光曲線は第 379 圖に示す如し。圖中曲線Aは乳色硝子球を以て電球を被包したる場合の配光曲線にして良く撒光すれども。光束の約30%は硝子球に吸收せらる。曲線Bも同じく乳色硝子球を以て被包したる場合の配光曲線なれども。硝子の性質異りて光束の吸收 25% なり。曲線 C は波形

第九十四表

直列式瓦斯充塡メンアステン電燈の性狀表

電流「アムペア」	格定燭光（公稱）	全「ルーメン」	平均電壓「ヴオルト」	平均電力「ワツト」	每平均球面燭光の「ワツト」	每「ワツト」「ルーメン」
5.5	60	600	8.5	46.8	0.98	12.82
5.5	80	800	10.8	59.5	0.93	13.51
5.5	100	1000	13.0	71.5	0.90	13.96
5.5	250	2500	29.7	163.0	0.82	15.32
5.5	400	4000	47.4	260.0	0.82	15.32
6.6	60	600	7.1	46 8	0.99	12.69
6.6	80	800	9.1	60.0	0.94	13.37
6.6	100	1000	10.9	72.0	0.90	13.96
6.6	250	2500	23.5	155.0	0.78	16.11
6.6	400	4000	37.1	244.0	0.77	16.32
6.6	600	6000	55.7	368.0	0.77	16.32
7.5	60	600	6.4	48.0	1.00	12.57
7.5	80	800	8.0	60.0	0.94	13.37
7.5	100	1000	9.6	72.0	0.90	13.96
7.5	250	2500	19.6	147.0	0.74	16.98
7.5	400	4000	30.5	228.0	0.72	17.45
7.5	600	6000	45.8	344.0	0.72	17.45

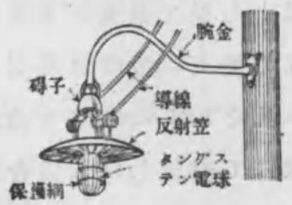
反射笠を取付けたる場合の配光曲線にして。上方に向ふ光線を水平線下に向はしむ。從て最大の光度は $\phi=80°$ の方向にあり。反射笠の光束の吸收は其大さと。纖條の位置とに由て異り凡そ12%－21%なり。曲線Dは廻折作用を爲す硝子球にて被包したる場合の配光曲線にして光束の吸收は31%－39%なり。反射

笠を使用する場合には遠方より之を眺むるとき光が直接視界に入り眩光作用を與ふる故に.電球には全部又は下半部艶消したるものを用ふるを可とす.尤も此場合には配光曲線は少しく異るべし。配光曲線Cを示す照明設備に依り電燈間の間隔を120呎及 100 呎とする二つの場合に於て電燈間の中央に於ける照明は次の如くなるべし。

d	100呎	120呎
h	20呎	20呎
M	5	6
P	118燭光	148燭光
I	0.08 呎	0.07燭呎

通常の街路照明に於ては120呎毎に1,000「ルーメン」の瓦斯充塡タングステン電燈を20呎の高さに電柱に腕金にて吊下し波形反射笠を取付くるものとす.體裁を重んじ街路の裝飾と爲す目的に於ては美麗なる圓筒形の乳色硝子球にて電球を覆ひ裝飾せる鐵製の柱上に取付くるなり。

第三百八十一圖
腕金式照明裝置



第 380 圖は腕金式照明裝置の一例を示し第 381 圖は柱頭照明裝置の一例を示す。

第95表に磁鐵鑛弧光燈の性狀表を示し第 382 圖に

第三百八十一圖
柱頭照明裝置

4「アムペア」310「ワット」の同弧光燈の配光曲線を示す.圖中曲線Aは乳色硝子球にて包被したる場合.曲線Bは角稜型透明の廻折反射笠を取付けたる場合の配光曲線を示す。

直列式照明法に於ては不變電流の發電機又は變壓器を用ひ之より電燈に給電す.從て電燈中一個が滅火したる場合に他の電燈に影響を及ぼさざる裝置必要なり。弧光燈に於ては已に之に就き記載したるが.タングステン電燈の場合には其ソッケット內部にエナメル塗の銅の小薄片を具へ.電燈が滅火したる場合には端子電壓の上昇に由て之が鎔解してソッケットに入る端子を短絡せしめ.他の電燈の點火に差支なからしむる裝置と爲す.又電燈をソッケットより拔取りたる場合にも端子を短絡せしむる裝置ならしむ。

電燈の配置——街路照明に於ける電燈の配置に種々あり.第一は第 383 圖(甲)に示す如く街路の片側に設置するもの.第二は同圖(乙)に示す如く兩側に相對し

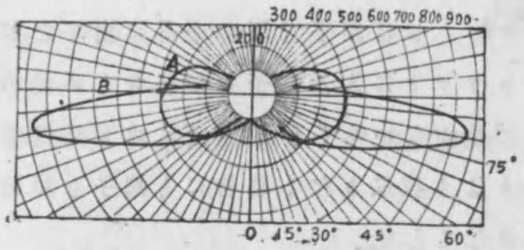
第九十五表

磁緩鐵弧光燈の性狀表

電流「アムペア」	磁緩鐵エレクトロードの壽命	硝子球及反射笠	電壓「ヴオルト」	電力「ワット」	「ルーメン」	毎「ワット」の「ルーメン」
4	250時	透明硝子球及內部小反射笠	68	272	3142	11.5
4	350	同　上	77.5	310	3320	10.7
4	350	角錐型迴折反射笠,透明硝子球	77.5	310	3260	10.5
4	150	透明硝子迴折反射笠	77.5	310	5030	16.2
5	225	同　上	77.5	388	5170	13.3
5	225	透明硝子球及內部小反射笠	77.5	388	5356	13.8
5	120	同　上	77.5	388	7650	19.7
5	120	透明硝子球迴折反射笠	77.5	388	7260	18.7
6.6	125	同　上	77.5	510	8960	17.6
6.6	125	透明硝子球及內部小反射笠	77.5	510	9300	18.3

第三百八十二圖

4「アムペア」310「ワット」磁緩鐵弧光燈の配光曲線

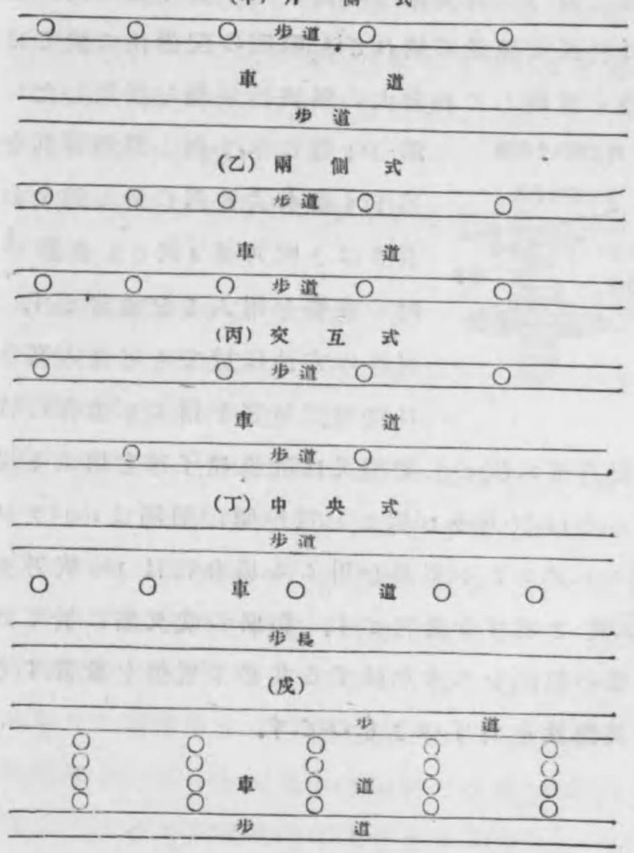


て設置するもの.第三は同圖(丙)に示す如く兩側に交互に設置するもの.第四は同圖(丁)に示す如く街路の中央に一列に設置するもの.第五は同圖(戊)に示す如

し街路を横切り電燈を吊下するものなり。幅甚だ廣き街路照明は第二.第三又は第五の配置に依り.其他の場合には第一及第四の配置に依り.街路の幅廣

第三百八十三圖

街路照明に於ける電燈配置法



くとも電燈の間隔より狹き場合には均一照明を得る程度に於て第三の配置は第二の配置に優り又同じく均一照明を得る爲めには第四の配置法は第一の配置に優る。此等の方法に於て電燈を取付くる方法は第 380 圖及第 381 圖に示す如く腕金式裝置又は柱頭式裝置に依れども第四の配置法に於ては街路を横斷して相當大の鋼鐵吊架線を張架し之に

第三百八十四圖

第 384 圖に示す如く照明器具を吊下す腕金式裝置に於て腕金の長さは 3 呎乃至 4 呎とし直徑 $\frac{3}{4}$ 吋の鐵管を用ふるを通常とす。何れの方法に於ても電燈の高さは波形反射笠を用ふる場合には 20 呎乃至 25 呎とし艶消又は乳色硝子球を用ふる場合には 12 呎乃至 16 呎とし電燈間の間隔は 100「ワット」タングステン電燈を用ふる場合には 100 呎乃至 120 呎 と爲すを通常とす。街路の交叉點に於ては前後の間隔を多少加減する共必ず電燈を設置する樣其配置を爲すべきものとす。

第九項 投光器

投光照明——從來夜間の電燈裝飾として多數の小電燈を建築物の外劃に羅列し遠方より視て美觀となせしも此照明法は裝飾としては一時的の屋外裝飾劇場活動寫眞館等の娛樂場には稍々可なれども宏莊なる建築物商店殿堂等の外劃照明には適せずして次に示す如き缺點あり。

(一) 建築物を眺むる方向に依りて建物が異樣に見ゆること。

(二) 建築物の奥行を示さざること。

(三) 建築物の美術的裝飾を認め難きこと。

(四) 建築物の色彩を明瞭に表はし得ざること。

外劃羅列照明法に於ては單に輝ける電燈をのみ眺むるのみにして建築物の本態を認むる能はず從て如何なる輪奐の美を極めし建築物も夜間に於ては極めて平凡の建築物と同樣の外劃と成るべし。此電燈裝飾方法の改良として其缺點を除く爲めに案出せられたる照明方法は投光照明 (Flood Lighting) と稱し投光器 (Projector) を使用し建築物の全部を遠方より照らすに在りて大正四年四月米國桑港に於て

開催されし太平洋萬國博覽會に於て實施されし以來各所に於て盛に行はれ外劃羅列電燈裝飾は特別の場合の外漸次使用せられざるに至れり。投光照明の優秀なる點は

(一) 電燈は視界外に在りて目的物たる建築物自身が色彩を表はして吾人の眼に映ず。

(二) 建築物の本態が現はるゝ故に各人に好感と深き印象とを與ふ。

(三) 建築物に施す塗料又は壁の材料に由て種々の色彩を表はさしむるを得て各人の注意と感興とを惹く。

投光器の構造及種類—投光器は電燈より發する光を或る反射面に投じ各光線をして同じ方向に反射せしめ平行光線と爲して目的物に投射せしむる照明器具にして光源には白熱燈又は弧光燈を使用すれども弧光燈は光度大なる故に高塔又は極めて大なる建築物の投光照明の如き特種の場合にのみ使用せらる。

投光器を構造上より次の如く種別す。

(一) 抛物體型(Parabolar Type)反射面を使用するもの

(a) 金屬製反射面のもの即ち金屬面を磨きたるもの又は之に銀若くはニッケルの鍍金を施せるもの。

(b) 硝子鏡面のもの之には一個の硝子鏡面を使用するものと多數の硝子鏡面を組合はせたるものとの二種あり。

(二) マンジン(Mangin)鏡面を使用するもの。

(三) 抛物體鏡面球面狀鏡面及レンズ等を組合はせたるもの。

(四) 高燭光電燈を用ひ其背面に反射硝子面を使用するもの。

此等の內應用範圍の最も廣きは第一の抛物體型反射面を使用するものにして其內金屬製反射面を使用するもの一般に使用せらる。硝子鏡面は金屬反射面よりも製作困難にして價格高きも反射係數大なる爲め探照燈又は幻燈の如き光の集中を充分に要するものに用ひらる。金屬反射面は反射係數低くアルミニウムを磨ける面に於て 16% 銀鍍金せる面に於て 86% なれども製作容易にして價格も硝子鏡面より低き爲め廣く使用せらる。

マンジン鏡面は半徑の異れる二個の球面を用ひて光の屈折及反射の理を應用して平行光線を得るに

あるが.小なる探照燈に應用せらるゝのみにして投光器には應用せられず。

抛物體鏡面.球面狀鏡面及レンズ等を組合はせたるものも.レンズの高價なる爲め投光器には廣く應用せられず.探照燈にのみ使用せらる。

第四の型に於ては裝飾的反射面を電燈の背面に裝置したるのみなれば.其光は平行光線とならず。

如何なる種類の投光器又は探照燈に於ても完全なる平行光線を得んには.光源は點ならざるべからず.第385圖に於て AB を抛物體反射面. CD をレンズとし F なる焦點に光源を置くときは.(甲)に於ては之より發する光は抛物體反射面に於て反射し m の方向に出で.(乙)に於ては屈折してレンズに入射し更に屈折してレンズを出で n に向ふ.此場合に發光體が點なる時は光線を平行ならしむるを得るなり。レンズの焦點(Focus)とは平行光線がレンズに入射したる場合にレンズの反對の側に於て其光線が集中する點にして.之よりレンズの中心に至る距離を焦點距離(Focal Distance)と云ふ。抛物線とは其焦點と或る一直線とより常に等しき距離に在る點の軌跡なり.第386圖に於て AB を抛物線となすときは.其線中の各點は其焦點 F を通じて引ける XX 線に直角なる YY 線と焦點とより等距離にあり.例へば a 點に於ては $aF=am$, b 點に於ては $bF=bn$ なり.此線を XX. YY の兩軸に關して式にて表はせば次の如し

第三百八十五圖
レンズ及抛物體反射面の說明圖

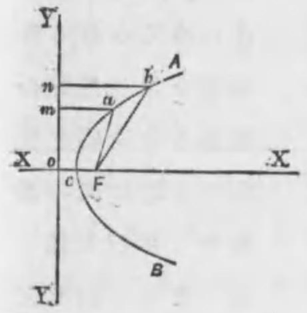
$$y^2=4px \quad \cdots\cdots(211)$$

但し p は焦點距離 CF なり。此式を a 點につき表はせば

$$\overline{mo}^2=4.\overline{cF}.\overline{ma}$$

然るに實際の發光體は點に非ずして大さを有する故に.其中心より發する光と外周より發する光とは.抛物線反射面又はレンズに入射又は射出の際其反射の方向又は屈折の方向を異にする爲め.光線は圓錐狀を爲すに至るべし。此圓錐狀光線の擴散の程

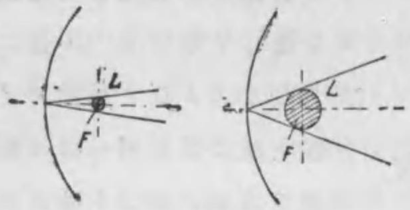
第三百八十六圖
抛物線の圖



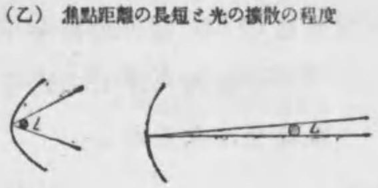
度は發光體の大さ及焦點距離に關係したゝへ同じ燭光の發光體に於ても其形狀の大なるに從ひ及焦點距離の短きに從て擴散の角度大なり第387圖に於て明らに之を認知するを得るなり。是に由て小なる發光體を用ひ焦點距離長き投光器を使用する時は光の擴散少く平行光線に近くなりて固有光輝大なる光を得るなり。發光體の固有光輝大なるときは光の到達距離大なる强き投光器を得るなり。之に反し光の擴散大なる時は普通の照明に於ける如く照明度は距離の自乘に逆比例すべし。發光體の大さと反射光線との關係は實驗によれば第96表に示す如し。

第三百八十七圖

（甲）　發光體の大小と光の擴散の程度



（乙）　焦點距離の長短と光の擴散の程度



局部に集中したる纖條を有する電燈にても必ず之をレンズ又は反射面の焦點に設置せざるべからず。6「ヴオルト」36ワット」のタングステン電燈を焦點距離

第九十六表

發光體の大さと反射光線との關係

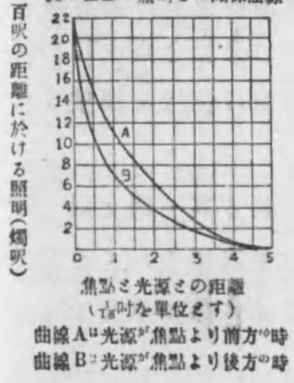
（100球面燭光 100「ワット」タングステン電燈）

發光體 形狀	發光體 直徑「ミリメートル」	發光體 長「ミリメートル」	反射光束の燭光	電壓「ヴオルト」
球狀	2.0	6.5	462,000	6
球狀	5.0	5.0	223,000	32
球狀	6.5	6.5	142,000	110
球狀	8.0	8.0	32,000	110
扁圓球狀	25.0	0.5	12,000	110
球狀	30.0	68.0	3,800	110

3吋の拋物線反射器に裝置し最初に其焦點に置き次に$\frac{1}{16}$吋宛反射器の軸に沿ふて前後に動かし其光度を測りたる結果と100呎の距離に於ける照明の測定の結果とは次表と第388圖に示す如し。即ち發光體は焦點より離るゝに從ひ光線の擴散益々增し光度益々減少し其位置が焦點の右なる時は光束の中心は左に移動し焦點の左なる時は光束の中心は右に移動す又焦點の上部なるときは光束は低下し下部なるときは光束は上昇す。

第三百八十八圖

拋物線反射器使用の場合に發光體の位置と照明との關係曲線



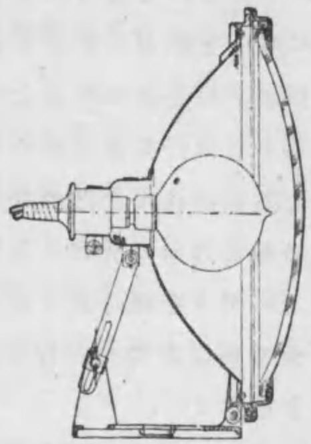
曲線Aは光源が焦點より前方の時
曲線Bは光源が焦點より後方の時

發光體	發光體の位置	反射光線の燭光
6「ヴオルト」36「ワット」タングステン電燈	焦點に在るとき	220,000
	焦點の後部$\frac{1}{16}''$の箇所に在るとき	70,000
	同じく$\frac{2}{16}''$の箇所に在るとき	40,000
	同じく$\frac{3}{16}''$の箇所に在るとき	18,000
	同じく$\frac{4}{16}''$の箇所に在るとき	8,000

以上の理に由り如何なる投光器を使用するも.焦點を適當に調整し光源を焦點に置くこと必要なり.從て通常の投光器には調整裝置具備せらる。調整方法は光源を移動しつゝ光の軸より距りたる平面又は光の軸に垂直なる平面に投射せしめ光の最小點を生ずるときは.光源が焦點に在る證なれば.其處に光源の位置を定むべきなり.若し此場合に適當なる平面を得ること能はざるときは.光線を空中に向け其臨界が大略平行となる迄光源の位置を調整するものとす。

投光器の構造は其種類に由て異る.其一例を第389圖に示す.此投光器に於ては反射器はアルミニウム製にして其內面を極めて良く磨き其形狀を正しき

第三百八十九圖
投光器の一例



抛物線型に爲したる直徑16吋の反射面より成る。此投光器は鑄鐵の枠に取付けられ上向下向の調整自在なり.其前面には厚さ$\frac{1}{8}$吋乃至$\frac{1}{4}$吋の耐熱凸面硝子具備せらる.通風としては冷氣が電球の口金附近より流入し電球の周圍を環流し上部の排出孔より排出する裝置あり.通風口には何れも適當なる雨水浸入防止裝置ありて總て耐水の構造に成る。投光器に使用せらるゝソツケツトは焦點調整に便なる樣前後に移動し得るものにして.適當なる位置定まるとき之を定着する裝置あり.投光器の總重量30「ポンド」にして各部共に容易に組立てられ屋內及屋外共に隨所に設置するを得るなり。各投光器には長さ18吋の導入線を附し.其導入孔.は耐水絕緣物にて密閉す。使用電球は纖條の縮集せる特製の500「ワツト」瓦斯充塡電燈にして最大電流は僅かに5「アムペア」なれば通常の低壓電燈回路に接續使用するを

得べし。光束の方向調整は投光器背面の螺螺子を弛め任意の方向に行ふを得.所要の位置を得たる時は螺子を締めて之を定着するなり。此投光器は被照面との距離120呎以上の場合に使用して成績良好なり.投光の擴散角度は光源の位置に由て異なれども.其範圍は10度乃至18度なり.18度の場合には光束の軸の方向に於ける最大光度は150,000燭光にして.100 呎の距離に於て直徑30呎の面を照らし照明度大略10燭呎なり。投光器の照明度としては10燭呎を適當とす。

投光器の用途——投光器は高燭光の電燈を用ひ被照體より遠く離れて之を照らすものなれば室內の應用には不適當なり.又光度を高むる必要上全光束を甚だ狹き角度內に集中する結果.之に依る照明は比較的小なる被照體にのみ限られ從來の如く廣角度の照明面には應用し難し。投光器の用途は種々あり大略次の如し。

建築物の夜間電燈裝飾. 廣告看板. 大機械組立工場. 運動場. 煙突. 時計塔. 建設工事場. 船渠. 噴水. 國旗. 貨物積卸場. 練兵場. 競走場 射擊場. 屋外見世物. 銅像. 氷滑りスキー場.

野外劇場. 海水浴場.

投光器の最近の應用は携帶信號燈なりとす.反射器には直徑11吋の硝子製拋物線狀反射器を用ひ電球には6「ヴオルト」1.5「アムペア」12燭光の縮集纖條窒素電燈を用ふ.其光は能く50哩の遠距離に於て信號を明視することを得るなり.第390圖は其外形を示す。

第三百九十圖
携帶信號投光器

此投光器を用ひ海濱より數哩の遠方にある船舶又は他の碇泊所と信號を爲すことを得るなり.從て其便益と應用の範圍甚だ大なり。其電源としては普通の乾電池4個にて足り極めて簡單にして費用を要すること僅少なり。

第十項 照明計

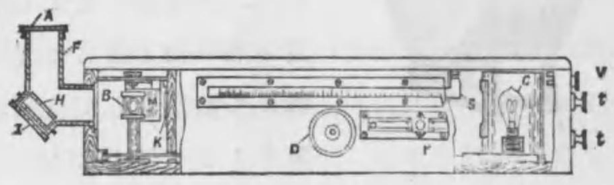
照明計——照明を測定する器具を**照明計**(Illuminometer)といふ.光度計も亦照明計として使用することを得れども.照明計に於ては光度計と異り測らんとする照明面に於ける或る發光體よりの照明と標準發光

體よりの照明と比較し其面の照明を定むるにあり.從て各照明場所に於て測定するの必要あるに由り照明計は携帯用に製作せらる. 照明計に種類多し次に廣く使用せらるゝもの一二に就き記載せん.

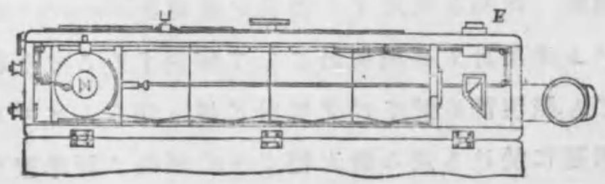
シヤープ.ミラー照明計—シヤープ.ミラー(Sharp-Millar)照明計は光度計にも用ひらるゝものにして.ルムマー.ブロドハン氏の三角稜を用ひたるものあり.第391圖は其構造を示す. 内面を黒色に塗りたる小箱の側方に接眼筒Eあり.Fは屈曲せる圓筒にして

第三百九十一圖

(甲)　シヤープミラー照明計



(乙)



其直立せる部分は水平部分の中心抽を中心として其周圍に廻轉し各方向に於ける照明を接眼筒に於て測定するを得るなり. Hは反射面にして一面は撒光反射面他面は鏡面より成り.光度を測る場合には撒光反射面を用ひ照明を測る場合には鏡面を用ふ. Bは三角稜Cは標準電燈にして其光は乳色硝子窓Kを透過してBに投ずるなり. Cは箱の底面に沿ひ滑動するを得る臺に取付けらる.臺は螺子頭Dにて動作する紐及小車に依て滑動するなり.其程度は箱の外側に目盛を爲し之に依り認知するを得るなり. CとKとの間には數個の隔壁ありて周圍の内面よりの反射光を遮斷しCよりの光のみをKに投せしむる爲め隔壁の中心に相當の孔を設く.此隔壁はファイバーより成り眞鍮棒に支持せらる. 目盛板は半透明のセルロイド製にして箱の側面に取附けられ自乘逆比の割合にて燭光又は燭呎に直接に目盛せらる. t t は端子 v は電壓計を接續すべき端子.r は抵抗にして電壓を使用電燈の規定電壓に調整せしむる爲めに使用せらる. 照明を測る場合にはAを乳色硝子にて蓋ひHに鏡面を出し.Eより見て三角稜に於て標準電燈よりの照明と測るべ

き照明とが平衡を得る迄Cの位置を適當に動かし.目盛に於て照明度を測知することを得るなり。

標準電燈には100「ヴオルト」の普通電燈又は低電壓の電燈を用ひ蓄電池より點燈せしむるも可なれども.成べく照明を與ふる電燈も同じ回路に接續するを可とす。若し測るべき照明が强くして使用する標準燈を以てしては其位置を適當に調度するも測定すること能はざる場合には.Fと三角稜との間に黑色の硝子板を置き.一部の光を吸收せしめて比較測定を爲すなり.其硝子板に二種あり一は其面に投ずる光の10%を透過し一は1%を透過す。此方法に由て一個の標準電燈にて0.004燭呎より2,000燭呎迄の照明を測ることを得るなり.此硝子板は箱中に裝置せられ必要の場合に螺旋裝置にて三角稜とFとの間に移動せしむることを得るなり。

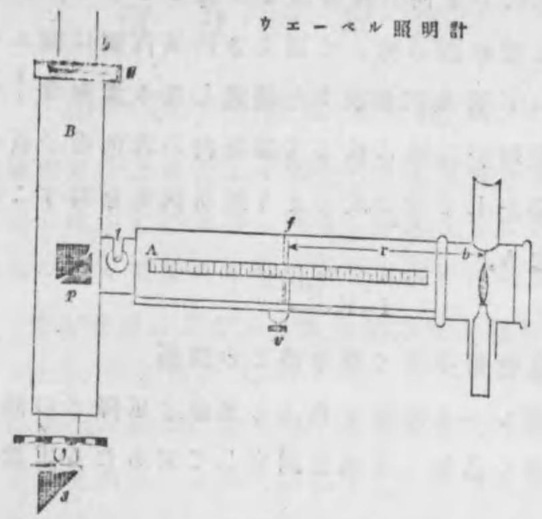
此照.明計の大さは標準型は24吋にして大型は39吋なり.最小のものは携帶に便ならしむる爲めに14.5吋にして幅2.5吋長2.5吋なり。

ウエーベル携帶用照明計═レヲナード.ウエーベル(Leonard Weber)氏の發明せる携帶用照明計は長き30「センチメートル」の圓筒に直角に尙一個の圓筒挿入

し.上下及水平に動くことを得る檢脚臺に取付けられたる者なり。第392圖は其構造の概略を示す.標

第三百九十二圖

ウエーベル照明計



準燈は圓筒Aの右端に裝置せられ.圓筒内に撒光性の乳色硝子圓板具へられ圓筒内に動くことを得る樣裝置せらる.其位置は圓筒外に具へたる目盛板に於て認知するを得るものとす。圓筒Bは直立面内に廻轉することを得.其水平面に對する位置は目盛圓 l に於て讀むことを得るなり。大體の構造はルムマー.ブロドハン光度計と大差なく.pは其三角稜にして標準燈より來る光の乳色硝子板を透過した

るものを受け圓筒B内に於て接眼筒Oに向て反射す。測るべき照明は先づ白き粗面の紙障を照らしめ紙障にBを向け接眼筒より見るときは標視界の外側は標準燈の光にて照らされ其内側は測るべき照明のK管及三角稜Pを透過したる光を受くべし此兩照明が同樣に成る迄圓筒内の乳色硝子板を左右に動かして次の式により照明測定を爲すことを得るなり。

$$I=K\frac{R^2}{r^2}$$

rは乳色硝子板と標準燈との間隔

Rは測るべき照明を與ふる光源と紙障との間隔

Kは豫め已知の照明を測定して定めたる定數

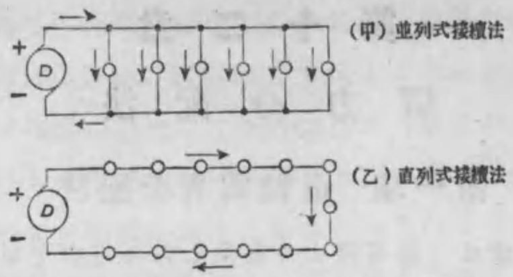
第十二章

電力分配法

第一項 直流電力分配法

電氣方式—發電機より發生したる電力を電燈又は其他の電力需要機器に適當に分配するには相當の方法に依り電線にて是等を發電機に連結するにあり。最も普通に用ひらるる連結方式を**並列式**(Parallel System)及**直列式**(Series System)の二となす並列式とは第393圖(甲)に示す如く電燈又は電力需要機器を發電機回路に並列に接續するにあり直列式とは同圖(乙)に示す如く是等を直列に接續するにあり。從て發電機より發生する電流は並列式に於ては電燈に分流し直列式に於ては電燈各個に一樣に通ずるなり之に反し發電機の電壓は並列式に於ては電燈各個に一樣に加はり直列式に於ては電燈各個に加はる電壓の總和なり。白熱燈は一般に並列式に連結せられ開放弧光燈は直列式に連結せらるるも閉鎖弧光燈及或る種類の弧光燈は並列式に連結せらる。(第十章參照)

第三百九十三圖

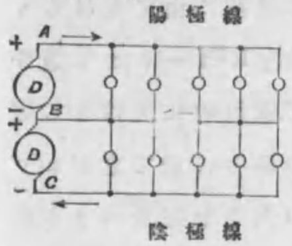


並列式及直列式を並用せる二方式あり之を**並直列式** (Multiple Series System) **及直並列式** (Series Multiple System) と云ふ.並直列式に於ては若干數の電燈を直列に接續したる回路の數個が發電機に並列に接續せられ.直並列式に於ては若干數の電燈を並列に接續したる回路の數個が發電機に直列に接續せらるるなり。以上の方法は發電機より二條の電線に依て電力を分配するに由り之を**二線式** (Two Wire System)と云ひ.電流が直流なる場合も交流なる場合にも應用せらる。電流が直流なる場合に於ては第393圖(甲)に示す接續法を**直流並列二線式**(Direct Current Two Wire Parallel System) と云ひ.同圖(乙)に示す接續法を**直流直列二線式** (Direct Current Two Wire Series System) と云ふ。

並列二線式に對し**三線式** (Three Wire System) なる配

電方式あり. 第394圖に示す如く二臺の發電機を直列に接續し.其兩端の陰極及陽極並に中間より三條の電線を出し之に電燈を圖に示す如く並列に接續し電力を分配するなり.此場合には發電機より發生する電流は兩端の電線にのみ通じ.中央の電線には兩端の電線に通ずる電流の差のみ通ず.從て其電流は極めて少き故に電線の大さは兩端の電線よりも小なるも差支なし。若し兩端電線に接續する電燈に通ずる電流が全く相等しきときは.中央の電線に通ずる電流は零に近かるべし.若し之を三線式と爲さずして發電機二臺より單獨に電力を分配せしむるとせば同じ大さの電線四條を要すべし.然るに三線式となせば同じ大さの電線二條と之より小なる電線一條にて足る.是れ三線式の二線式に優る處なり。三線式に於て兩端電線中發電機の陽極に接續するものを**陽極線**(Positive Wire) と云ひ.陰極に接續するものを**陰極線** (Negative Wire) と云ひ.中央の電線を**中性線** (Neutral Wire) と云ふ。陰極線及陽極線は共に**外線** (Outer

第三百九十四圖
並列三線式接續法



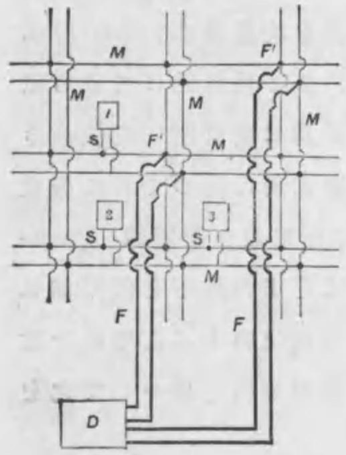
Wire)とも稱せらる。

配電電壓及電壓の降下—直流の電力分配に於ける發電機の電壓は電燈に於ては220「ヴオルト」を最大標準とし電燈の點火電壓の最大標準を200「ヴオルト」とす.從て其電壓の差20「ヴオルト」は電流々通に當り發電機より電燈に至る電線の抵抗に由て失はるゝ電壓の限度なり。電線の抵抗をR「オーム」とし通ずる電流をI「アムペア」とすれば.電線中に失はるる電壓はIR「ヴオルト」にして.前記.の場合に於て之が20「ヴオルト」を超過せざる樣電線の大さを定むべきものとす.此失はるゝ電壓を電壓の降下 (Voltage Drop) と云ふ.從て $IR \times I = I^2R$ は電線中に消費せらるゝ電力なり.之を線損(Line Loss)と云ふ。三線式に於ては兩外線間の電壓は各發電機電壓に二倍する故に.電燈の點火電壓200「ヴオルト」なるときは兩外線間電壓は440「ヴオルト」なるを要す。

配電法—電力供給區域に於て電力を電燈に分配するに當り.直列式に依る場合には單に各電燈を直列に接續するのみにて簡單なれども.並列式に依る場合には電燈需用家の散在する街路に沿ふて縱橫に電線を架設し.之より各需用家に電線を並列に引

込み電燈を之に並列に接續するなり.此電線を**引込線**(Service Wire)と云ひ.市街に沿ふて架設する電線を**市街幹線** (Street Main) と云ふ。市街幹線中重要なる場所數個所を撰み之より發電所に向て電線を架設す.之を**饋電線** (Feeder) と云ひ.是に市街幹線の接續する點を**饋電點** (Feeding Point) と云ふ。第395圖に於て 1. 2. 3. は需用家 D.は發電機.F は饋電線.F'は饋電點.M は市街幹線.S は引込線なり。斯くの如く配電線の配置を爲す時は各電燈に於ける電壓の差は其幹線に於ける電壓の降下如何に關し.饋電點に於ける電壓均一なる時は饋電線中に於ける電壓の降下の多少に由らざるなり。是に由て先づ各饋電點に於ける電壓及饋電線に於ける電壓降下の許すべき範圍を豫定し.是より後項に記載する方法に依て所要饋電線の大さを算定し.幹線に於ても亦其最大電壓

第三百九十五圖
配電圖の一例



降下を豫定し是に適する電線の大さを算定するを通常の方法とす。各饋電點に於ける電壓を均一になすときは各電燈に於ける電壓の差を最小ならしむるを得べし此理に由り經濟上許す限り饋電線及饋電點を增し其電壓を均一ならしむる方法を採るものとす。饋電點に於ける電壓を均一なる樣調整する爲めには發電所に於て纖線の數十列より成る一種の加減抵抗器を各饋電線に直列に接續し是に依て饋電線の抵抗を加減して電流の增減に伴つて生ずる電壓の變化を調整し饋電點に於ける電壓を不變ならしむなり此抵抗器を**均壓器** (Equalizer) と云ふ。發電所に於て均壓器に依て饋電點に於ける電壓を調整し之を檢知するが爲に發電所に抵抗高き電壓計を備へ饋電點より發電所に向つて別に架設したる二條の電線に接續す此電線を**電壓線** (Pressure Wire) と云ふ。電壓線には電壓の降下を防ぐ爲に抵抗高き小電線を用ひ發電機運轉中は電壓計を注視し常に電壓の不變なる樣均壓器を働かして之を調整するものとす。

電壓降下の許すべき最大限度は凡そ次の如きを普通とす。

饋電線に於て	供給電壓の15%
市街幹線に於て	供給電壓の 4%
引込線に於て	供給電壓の0.5%
屋內線に於て	供給電壓の0.5%

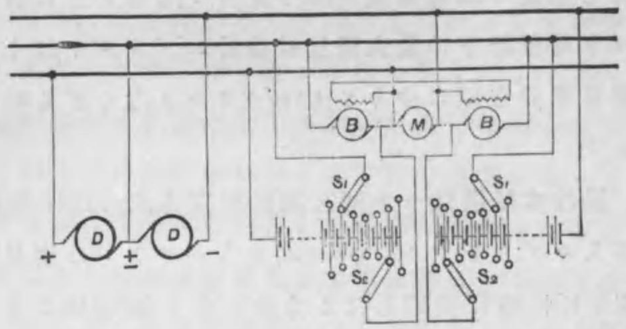
卽ち電燈の點火電壓が100ヴオルト」なるときは許すべき電壓降下の最大限度は合計20ヴオルト」にして發電機の電壓は少くとも120ヴオルト」ならざるべからず。

三線式配電法——並列三線式配電方式は1881年に英人ホプキンソン(Hopkinson)米人エヂソンの兩氏が別々に同時に發明したる方法にして第394圖に示す如く發電機二臺を用ひ電線三條を要すれども已に記する如く電線量を節約することを得るなり。三線式にて配電する方法も二線式に於けると同樣にして電線數を異にするのみ。此配電法に於て陽極線に於ける負荷と陰極線に於ける負荷とが相等しからざるときは兩線に於ける電壓降下は相異りて點火電壓平均せざるも電壓の甚しき不平均はあらざるなり。此電壓不平均を調整する方法に二種あり一は二線式配電法に於けると同樣に陰極線及陽極線に均壓器を接續し之に依て電壓の調整を行ふ.

一は蓄電池を兩外線と中性線との間に接續し加減壓機を併用し兩外線間に接續する電動機にて之を運轉せしむ。第 395 圖は蓄電池を用ふる場合の電

第三百九十六圖

並列三線式蓄電池併用接續圖



線接續圖にして.D は發電機.M は電動機.B は加減壓機.S_1は放電用終端開閉器.S_2は充電用終端開閉器なり.回路の電壓降下したる場合にはS_2を動かし蓄電池を放電せしめて電壓の降下を補はしめ.回路の電壓上昇したる場合には加減壓機を運轉せしめS_2を動かして蓄電池に充電せしむ此方法に依て回路の電壓を調整することを得るなり。

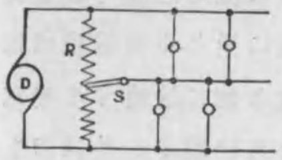
並列三線式に於ける特別裝置——並列三線式に於ては電壓相等しき二臺の發電機を要すれども.或る特別裝置を施せば電壓之に二倍せる一臺の發電機

にて三線式配電を爲すことを得。其裝置に種々あり.次に示す如し。

(一) 抵抗を陽極線と陰極線との間に接續する裝置.第397圖に示す如くRなる抵抗を陽極線と陰極線との間に接續し.中性線を接觸腕Sにて抵抗の殆んど中央に接觸せしめ置き.陽極線に接續する負荷と陰極線に接續する負荷とが相等しからざる場合には.Sを動かし負荷の少き側には加はる抵抗を減じ負荷の多き側には抵抗を增すときは.電壓を相等しからしむるを得るなり。

第三百九十七圖

三線式に均壓用抵抗接續圖

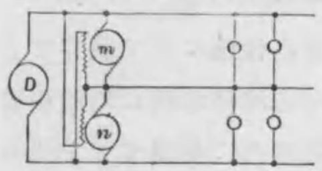


(二) 補助發電機を用ふる裝置

第308圖に示す如く抵抗の代りに二臺の小發電機m, nを直列に接續して陰極線と陽極線との間に連結し.其中間に中性線を接續す。此小發電機の電壓は何れも本發電機の發生電壓の二分一にして.同一の軸にて運轉する樣連結せらる。陰極側と陽極側との負荷が相等しき時は.中

第三百九十八圖

三線式に均壓機接續圖



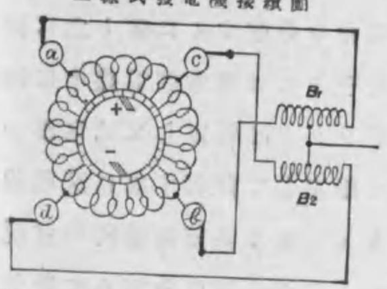
性線に通ずる電流なくして小發電機は無負荷の電動機となり僅少の電力にて運轉するのみなれども.若し兩外線に於て負荷の不平均を生ずる時は.負荷の輕き側の電壓は發電機の電壓の二分一以上に昇り負荷の重き側の電壓は發電機の電壓の二分一以下に降り.負荷の差に相當する電流の二分一は負荷の輕き側に接續する小發電機に通じ.小發電機は電動機となりて廻轉し負荷の重き側に接續する發電機を運轉し.其發生する電壓を其接續する外線卽ち負荷の重き側に加へしめ.兩外線に於ける電壓を均一ならしむるなり。此くの如き作用を爲すに由り此場合には小發電機を**均壓機**(Balancer)と云ふ.均壓機は必ずしも發電機と共に設置するを要せず.三線式にて供給する區域內に於て適當の箇所に置くも差支なし。

(三)　均壓線輪を使用する裝置

ウエスチングハウス電機製造會社に於て製作せらるゝ三線式發電機は通常の直流發電機に均壓線輪を裝置したるものにして三線式に使用するを得るなり.其電線の接續は第 399 圖に示す如く.四相交流廻轉變流機に於けると同樣に整流子の外に四個の

聚電環*a.b.c.d.*を有し之を發電子線輪に互に角度90度を隔てゝ接續し.*ab*間及*cd*間に均壓線輪B_1及B_2を接續す。兩均線輪の中央を連結し之より中性線を出し.整流子に屬する刷子より出づる陽極線及陰極線と共に三線式を爲さしむ。

第三百九十九圖
三線式發電機接續圖



此裝置に於て中性線は常に兩極線間の中央の電位を保持する故に.發電機一臺にて三線式として配電することを得るなり。均壓線輪は成層鐵心に捲かれ恰も二次線輪なき變壓器の如く鐵函中に藏めらる.其耐量は兩極線に於て起る負荷の不平均による差額に相當する電力に等しきを要す.通常其許すべき最大限度は全負荷の10％とす.卽ち全負荷電流を各極線に於て1,000「アムペア」なりとすれば均壓線輪の耐量は100「アムペア」なるを要し.兩極線の電流の差100「アムペア」以上ならしめざるなり。發電機が復捲式なるときは.其直列線輪を二分して一部は陰極線に接續し一部は陽極線に接續し.各極線に通ずる電流にて勵

磁せしめ.兩極線に於て起らんとする電壓の差を1%以內に保持せしむるものとす.

第二項　直流配電に於ける電線の算定法

配電線の算定法—電力を分配するに當り之に使用する電線の太さを定むるには.通常其電線中に消費せらるる電力を若干「ワット」と假定し又は電壓の降下を若干「ヴオルト」と想定して計算す.或は又電線が電流の爲に熱せらるゝに由り其施設場所の狀況に應し發熱上の制限より電流の密度を定めて計算することあり。然れども一般に電壓降下より電線の太さを算定し.是に通すべき電流が其電線の最大安全電流以下なるや否やを調査して是を確定する者とす.

並列二線式配電線の算定法—電源より電燈需用地に至る並列二線式配電に於て送電距離をD呎配電線の抵抗をR「オーム」電燈數をn個とし.電燈一個に要する電流をi「アムペア」總電流をI「アムペア」とし.電線中に失はるる損失電力をW_r「ワット」とすれば

$$W_r=I^2R$$

使用電線の切斷面積をC「サーキュラーミル」とするときは.切斷面積一「サーキュラーミル」長さ一呎の銅線の抵抗は大略10.8「オーム」なるにより.C「サーキュラーミル」長さD呎の銅線の抵抗は$\frac{10.8\times D}{C}$「オーム」なり.由て電線の全抵抗は

$$R=\frac{2\times 10.8\times D}{C}=\frac{21.6\times D}{C}$$

此Rを前式のRに置換へれば

$$W_r=\frac{21.6I^2D}{C}$$

$$C=\frac{21.6I^2D}{W_r}\quad\cdots\cdots(212)$$

電線中に降下する電壓をE_r「ヴオルト」とすれば

$$E_r=IR=\frac{W_r}{I}\qquad\therefore\quad W_r=IE_r$$

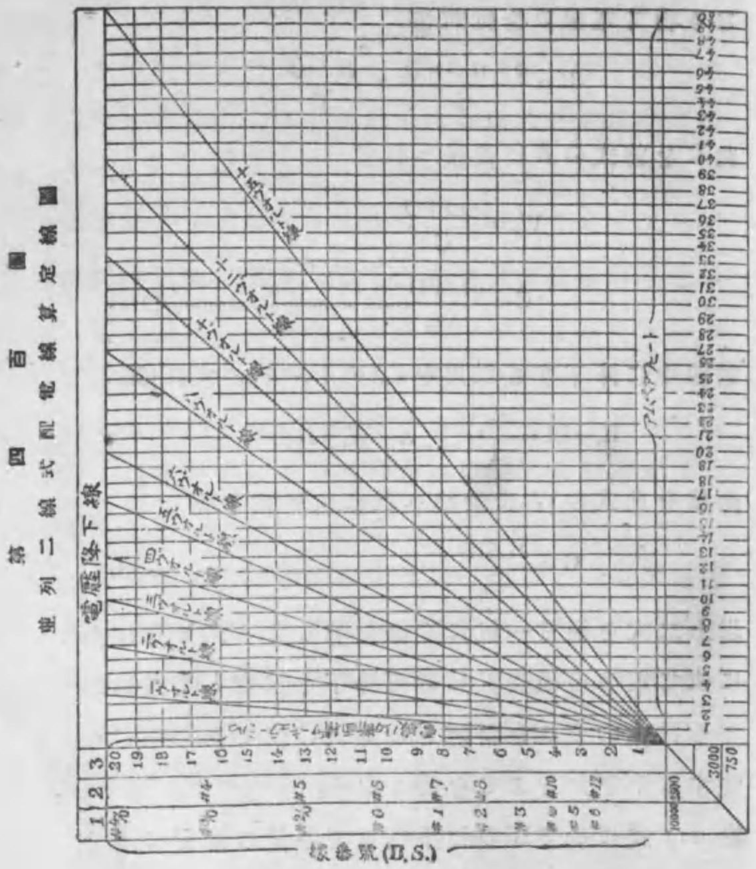
此値を前式のWに置換へれば次の式を得

$$C=\frac{21.6ID}{E_r}\quad\cdots\cdots(213)$$

以上二式を通常一汎に電線を算定する式となす.是に依て電力の損失又は電壓降下を豫定して是に適する電線の太さを計算し.電線表に依て何番線に相當するやを知ることを得るなり。

第213式に於てIDの相乘積は其各値の如何に關せず同一なる時はCも亦同一なるべし.是に由て電線

を算定するにはIDを基本とし是を「アムペア.フヒート」と稱し.是れと種々の電壓降下に對するCの値を第213式に依て豫め算出し.是を線圖に製し置けば實



際に於ける電線算定の際大に便利なるべし.第400圖は其一列を示す.線圖中横欄は「アムペア.フヒート」を示し.縦欄は電線の「サーキュラーミル」及B.S.線番號を示す.横欄第一行の一分は3,000「アムペアフヒート」にして第二行の一分は750「アムペアフヒート」に當り縦欄一行の一分は10,000「サーキュラーミル」にして第二行の一分は2,500「サーキュラーミル」に當る。

「アムペアフヒート」と「サーキュラーミル」との計算の組合せは.從欄第一行に横欄第一行を縦欄第二行に横欄第二行とす.例に依て線圖の用法を說明せん。

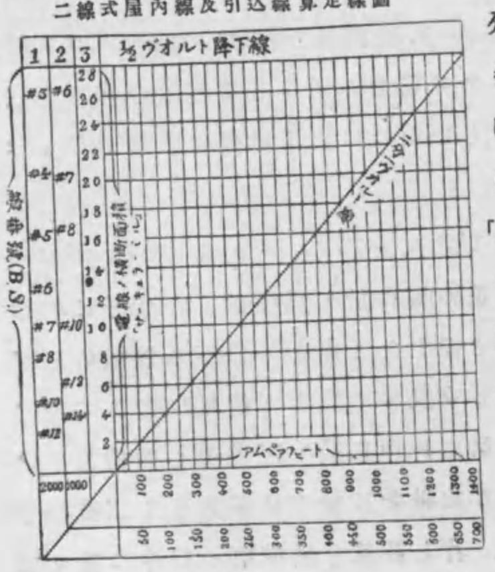
例　送電距離300呎燈數は100「ヴオルト」20「ワット」16燭光タングステン電燈120個にして電壓の降下を三「ヴオルト」ならしむるには使用電線は何番線なるべきや。

解　本例に於て「アムペア.フヒート」は $300\times120\times\frac{20}{100}=7200$ なれば第400圖に於て横欄第二行十分に相當するが故に.10と記したる處より出づる縦線の三「ヴオルト降下線と交叉する點より横線に沿ふて左方を視れば.縦欄第二行中に於て三番線と四番線との中間なるを知る.此場合に於ては其大なる三番線を使用電線とす。若し計算を横欄第一行中に爲せば

「アムペアフヒート」は,第一行中二分と三分の間にして,前記同様其點より出づる縦線と,三「ヴオルト」降下線との交叉點より左方を視れば,從欄第一行中に於て三番線と四番線との中間なるを認むべし,此表の使用限度は電壓降下は16「ヴオルト」「アムペアフヒート」は150,000迄なりとす。

第401圖は屋内回路及引込線に使用する電線算定の爲め,電壓降下 1/2「ヴオルト」「アムペアフヒート」1,500を限度とし算出したる電線算定線圖より,線圖中縦欄第一行は一分が2,000「サーキュラーミル」に當り,第二行は一分が1,000「サーキュラーミル」に當る,計算の組合せは第400圖と同じく,横欄第一行に縦欄第一行を,横欄第二行に從欄第二行なりとす,線圖の使用法も亦第400圖に於けると同樣なり。

第四百一圖
二線式屋内線及引込線算定線圖



例　一家屋内に100「ヴオルト」20「ワット」16燭光タングステン電燈15個を裝置するに當り,其電線の屋内引込口より電燈に至る平均距離80呎なるときは使用電線は何番線なるべきや。

解　此例に於て「アムペアフヒート」は $15\times\frac{20}{100}\times80=240$ なり,是に由て第401圖の横欄第二行中250の處より出づる縦線が,電壓降下線と交叉する點より左方を見れば,縦欄第二行中に於て十番線と十二番線との中間なるを認むべし,故に十番線を使用電線とす。第400圖に於て認むるが如く16燭光タングステン電燈300個に送電するに當り四零番線の如き大線を使用し電壓降下を15「ヴオルト」迄許すも送電距離漸く2,500呎を超へるを得す。されば點燈數是より多く距離遠きときは,四零番線より大なる電線を要し,其經費甚だ大なり,此理に由り100「ヴオルト」回路に於ては二線式に據る送電距離は3,000呎即ち凡そ8町を最大限度とし,是れより遠距離に送電するには三線式に據るを可とす。

並列三線式配電線の算定═並列三線式に於て陰

極線に於て供給する負荷と陽極線に於て供給する負荷とが全く相等しき時は中性線に電流通せざる故に中性線を使用せざるも差支なきものの如し即ち第402圖に示す如き接續にて送電することを得べく若し負荷が100「ヴオルト」電燈なる場合に於ては恰も110「ヴオルト」乃至125「ヴオルト」發電機二臺を直列に接續するか或は220「ヴオルト」乃至250「ヴオルト」發電機一臺を使用し100「ヴオルト」電燈二個宛直列に回路に並列に接續したるものに等し。此理に基きて三線式に於ける電線算定式は次の如くなるべし。

第213式　$$C=\frac{21.6ID}{Er}$$

に於て燈數を二線式に於けるど同數とし發電機の電壓に對する電壓降下の割合をも二線式に於けるど同樣なりとすれば I は半減し E_r は兩外線に於てる二倍となる故に前式は三線式に於ては次の如く變ずべし

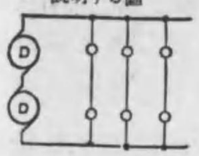
$$C=\frac{\frac{ID}{2}}{2E_r}\times 21.6$$

$$C=\frac{\frac{ID}{2}}{4E_r}\times 21.6 \quad \cdots\cdots(214)$$

即ち三線式に於ては二線式に比し同數の電燈に送電する場合に電壓降下の割合同樣なるときは其使

用電線の切斷面積は其四分一にて差支なきを認む。然るに電燈を二個宛直列に接續するときは其一個破損したる場合には電流斷絕して他の一個も亦點

第四百二圖
三線式電線算定を說明する圖



火せざる不便あるのみならず必ず二個宛直列に接續するを得ざる場合あれば中性線を用ひ兩外線に接續する電燈數の平均せざる場合に生ずる差額電流を之に通せしむることとせば電燈の分配を都合良く行ふことを得るなり。たとへ電燈を兩外線に於て相平均する樣接續するとも實際の點燈數は常に變ずるものなれば或る時は平均し或る時は平均せざるべし是に由て幹線引込線及屋內線に於ては兩外線と同じ大さの中性線を用ひ饋電線に於ては兩外線に於ける負荷を平均せしむるを得る故に切斷面積に於て兩外線の1/3なるものを中性線に用ふるものとす。是に由て二線式及三線式に於ける使用電線の重量は負荷同じく電壓降下の割合相等しき場合に於ては次の如くなるべし。

切斷面積一平方「ミル」長さ一呎の銅線の重量を P「ポンド」とし送電距離を D 呎とし使用電線の

切斷面積をA平方「ミル」とすれば電線の全重量は

二線式に於ては　$P=2DPA$

三線式に於ては　$P'=3DP\frac{A}{4}$

$$\frac{P'}{P}=\frac{3}{8}\quad 或は\quad P'=\frac{3}{8}P \text{.....(215)}$$

儘電線に於ては

二線式の場合　$P_f=2DPA$

三線式の場合　$P_f'=2DP\frac{A}{4}+\frac{1}{3}DP\frac{A}{4}=\frac{7}{12}DPA$

$$\frac{P_f'}{P_f}=\frac{7}{24}$$

$$P_f'=\frac{7}{24}P_f \text{.....(215)}a$$

卽ち三線式は二線式に比し使用電線の重量其 3/8 にて足り.儘電線に於ては僅かに$\frac{7}{24}$にて可なり.是れ三線式の二線式に優る所なり。

以上の理に由り三線式に於ける配電線を算定するは.先づ二線式にて送電するものと見做し第400圖にて電線を算定し.切斷面積其四分一に等しき電線を用ふるものとす。

例　送電距離3,000呎100「ヴオルト」20「ワット」タングステン電燈500個に三線式にて送電し電壓降下を15「ヴオルト」ならしむるには何番線を用ふべきや。

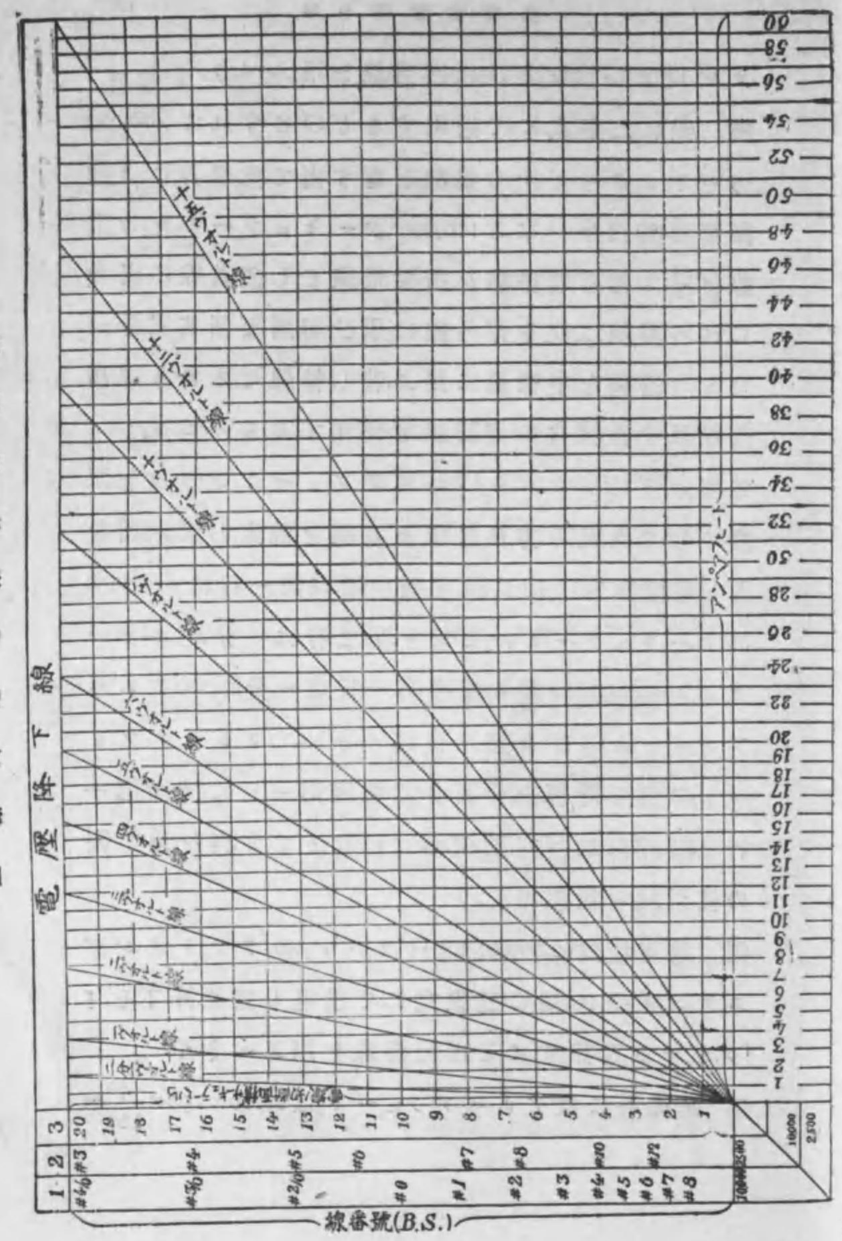
解　假に二線式にて送電するものとすれば400,000「サーキュラーミル」の銅線を要す.由て此場合には切斷面積其四分一なる100,000「サーキュラーミル」の電線を用ふ卽ち零番線を所要電線とし儘電線の場合には零番線二條を兩外線に用ひ切斷面積其三分一なる六番線を中性線に用ふ.若し幹線なるときは兩外線及中性線共に零番線を使用するものとす。

電壓降下15「ヴオルト」「アムペアフヒート」600,000を限度として上記の方法に依り電線を算定し第403圖を製し電線算定の便に供す.圖中縱欄第一行は一分10,000「サーキュラーミル」に當り.第二行は一分2,500「サーキュラーミル」に當る.橫欄第一行は一分10,000「アムペアフヒート」に當り第二行は一分2,500「アムペアフヒート」に當る.計算上の組合は.縱欄第一行に橫欄第一行を.縱欄第二行に橫欄第二行なりとす.例を以て圖の使用法を說明せん。

例　送電距離2,000呎100「ヴオルト」40「ワット」タングステン電燈150個に三線式にて送電し電壓降下を5「ヴオルト」迄許すとせば.何番線を用ふべきや.

解　此場合には「アムペアフヒート」は$2,000\times150\times\frac{40}{100}=$

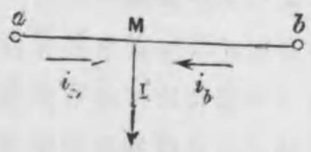
第四百三圖 三線式送電線電壓降下線圖



120,000にして第403圖に於て横欄第一行12分に相當するが故に此處より出づる縱線が5「ヴオルト」線に交叉する點より横線に沿て左方を視れば縱欄第一行中二零番線と零番線との中間にして二零番線に近きを以て此場合には二零番線を所要電線とす。

第403圖に就き視るに電壓降下に15「ヴオルト」を許し電線に四零番線を使用するも送電距離6,000呎に於ては100「ヴオルト」16燭光タングステン電燈500燈を點火し得るのみならば三線式に於ける送電距離の限度は通常一哩及至一哩四分一と爲し之より遠距離に送電するには交流高壓に據るを電線量の關係より得策とす。以上の例に於ては電燈需用區域に於て市街線の一方よりのみ電力を供給する場合に於ける電線を算定したるなれども第404圖に示す如く市街幹線中Mに要する電流Iが幹線の兩端a, bより供給せらるゝ場合には、a及bに於ける電壓相等しとすればaより電流i_a, bより電流i_b供給せられて$I=i_a+i_b$なり。i_aとi_bとの割合はaM間の抵抗R_aとbM間の抵抗R_bとの割合に由て定まり若

第四百四圖



しa.b間を通じて同じ電線を用ふるときは抵抗は長さに正比例し電流は抵抗に逆比例する故に.

$$\overline{aM}i_a=\overline{bM}i_b$$

$\overline{aM}=l_a$　$\overline{bM}=l_b$ とすれば

$$l_a i_a=l_b i_b$$

$$i_a+i_b=I$$

此二式より　　$i_a=\frac{l_b I}{l_a+l_b}$　　$i_b=\frac{l_a I}{l_a+l_b}$

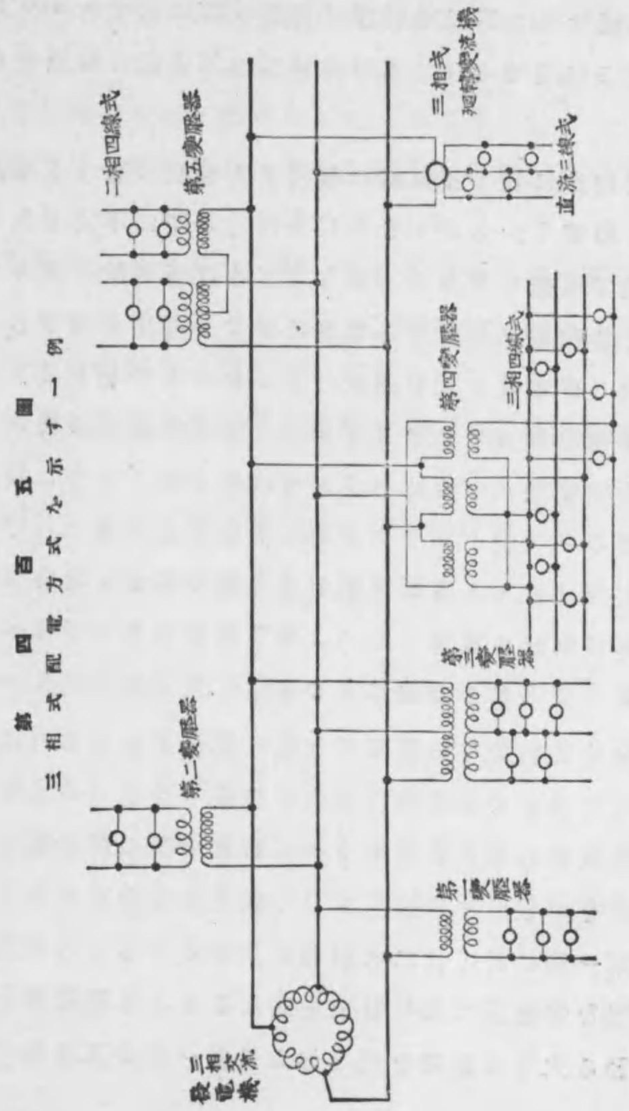
a又はbよりMに至る電壓降下をE_rとすれば$R_a=\frac{E_r}{i_a}$又は$R_b=\frac{E_r}{i_b}$に由て電線の大さを算定することを得べし。以上の方法に由て電線を算定するを得れども.電力の發生費.電燈需要の狀態及將來の需要の增加等を考慮參酌して決定すべきものとす。電壓降下は電流と電線の抵抗との相乘積なれば.抵抗の餘りに大なる電線を用ふるときは電流の變化に由て起る電壓降下の變化も亦從て著し.卽ち電燈需用地に於て電燈の點火數少き時刻に於ける電燈端子電壓と點火數多き時刻に於ける電燈端子の電壓との差甚し.此差は電氣事業法施行規則第51條に技術上已むを得ざる場合の外電壓又は電流に4%以上の變動を許さずとあれば.此制限に牴觸せざる樣適當に電線の大さを定むべきなり。尤も電壓の變動は發電所に於ける發電機電壓を加減して調整することを得れども.電線の最初の算定亦大に關係あり.電線算定上最も注意すべき事項とす.

第三項　交流電力分配法及送電法

電氣方式——交流式に於ける電力分配の方法は概ね並列式にして電線數は交流の相數に由て異る.單相式に於ては電線二條を要し之を單相交流二線式と云ふ.尤も其中性線を出し三線にて電力を分配する場合あり之を單相交流三線式と云ふ。二相式交流の場合には電線四條にて配電す之を二相交流四線式と云ふ.第五章に記載したる如く共同線を用ひ三線にて配電する場合には.之を二相交流三線式と云ふ。三相式交流の場合には電線三條にて配電す.之を三相交流三線式と云ふ.若し星形に結線せる三相式に於て中性線を用ひ之と各相線との間に電燈を接續するときは.電線四條を要するを以て之を三相交流四線式と云ふ。交流式配電方式は以上の諸方式に限られ電燈は總て並列に接續せられ.直列變壓器より配電せらるゝ場合の外直列に接續せられ

ざるなり。

配電法—交流式に於ては直流式に於けると異り發電所に於て高壓の電流を發生せしめ之を並列式に依り適當に分配し變壓器にて電燈に適當なる電壓卽ち105「ヴオルト」又は210「ヴオルト」の低壓に變じ電燈需用者に配電するにあれば直流式に於けるよりも廣き區域に經濟的に電力を供給することを得るなり。是に由て發電機より各變壓器に接續する電線卽ち高壓電流の通ずる電線には電燈を直接に連結せず恰も直流式に於ける饋電線と同樣なり之を**一次饋電線** (Primary Feeder) と云ひ變壓器の二次側より出で引込線の之に接續し低壓電流の通ずる電線を**二次幹線** (Secondary Main) と云ふ。一次饋電線及二次幹線は變壓器の接續方法に由て種々の電氣方式に接續することを得るなり第405圖は其一例として三相式配電法を示す圖中第一及第二變壓器の二次幹線は單相二線式に接續せられ第三變壓器は二個の群 (Bank) にして一次線及二次線共にV形に結線せられ二次幹線は三相三線式に接續せらる。第四變壓器は三個の群にして一次線は三角形に二次線は星形に結線せられ二次幹線は三相四線式に



第四百五圖　三相式配電方式を示す

接續せらる.第五變壓器は二個の群にしてスコット式に接續せられ二次幹線は二相四線式に接續せらる。

三相式に於て各相線に接續する電燈に要する電流が相等しからざるときは.各相の電壓に不同を生じ從て電燈の光力も一樣ならざるに至る故に.成るべく各相線に接續する電燈に要する電流が相等しくなる樣電燈の數を加減せざるべからず.是を負荷を平衡(Balance)せしむると云ふ。三相四線式に於ける中性線又は中性點を大地に接續し置くときは.變壓器の一次線が誤て二次線に混觸し其結果として一次線に通ずる高壓電流が二次線に流るゝ場合に.直ちに大地に放電して二次線に災害を與へざるべく最も安全なる方法なりとす。

交流式に於ては變壓器を用ひ配電するにあれば.之を電力分配區域內に適當に配置せざるべからず.其配電置方法に二種あり.一は耐量小なる變壓器の多數を配置し.一は耐量大なる變壓器の少數を配置す。第一法に於ては二次幹線が架空式なるときは變壓器を電柱上に取付け.地中式なるときは變壓器を藏むる大なる鐵函を造り地上に据へるか又は地中に

造られたる室內に之を藏む.何れの方法に於ても變壓器の二次線を二次幹線に接續し之より小區域內の需用者の電燈に配電せしむ。第二法に於ては變壓器大なる爲め特別の裝置を爲し之に變壓器を据付く.其供給區域大なる爲め二次幹線長く從て大なる電線の多量を要す。第一法に於ては電線の費用少きも小變壓器を用ふる爲に其能率低し.然れども變壓器の豫備は小變壓器の若干個にて足り.第二法に於ける如く大變壓器の豫備を要するに比し經費尠し。要するに廣き區域に電燈の需要多大ならざる場合には第一法に據り.狹き區域に電燈の需用多き場合には第二法に據るを便とす。

配電電壓及電壓降下—交流式に於ける配電電壓は一次饋電線に於ては 2,200「ヴオルト」及3,300「ヴオルト」(時としては 3,500「ヴオルト」を用ふるものあり)の二種とし.二次幹線に於ては直流式に於ける如く105「ヴオルト」又は210「ヴオルト」なるを通常とす。此等の配電線に於ける電壓降下の許すべき經濟上の最大限度は次の如し.

一次饋電線に於ては	變壓器の一次電壓の	10%
二次幹線に於ては	電燈端子電壓の	4%

引込線に於ては	同じく	0.5%
屋内線に於ては	同じく	0.5%

送電方式及送電距離——電燈需要區域より遠く距りたる發電所より電力を供給する場合には.其電氣方式は後に記する理に由り概ね三相三線式に據る.此場合には發電所より電燈需用區域に至る電線を**送電線** (Transmission Line) と云ふ。

電力を送電し得る距離は送電線に於ける一定の電力損失に對し送電する電壓の自乘に正比例するものなれば電壓を增すときは際限なく送電距離を增すことを得べきが如きも.電壓の益々大なるに從ひ電線路の絕緣益々困難となり.電線を支持する碍子の絕緣力を限りなく增すことを得ざると電線路自身の特質より往々發生する恐るべき電壓の激增及雷災の烈しき影響並に電線間の靜電的放電の增加卽ちコロナの發生することなるとに由り.送電距離を甚しく增すことを得ず.現時に於ける最長距離は 300 哩を超へず.其經濟的送電距離の限度は送電する電力の多少に由て異り.電力發生費.送電線路建設費及其維持費並に電力の販賣價格等を精細に調査して始めて決定し得らるゝものなり.

送電電壓——電力を送電する場合には送電線路費を少くし且つ送電線に於ける電力の損失を出來得る限り少からしむるを要す。然るに送電線路費と送電線に於ける電力の損失とは互に逆比例を爲し.送電線路費用を減ずる爲めに小なる電線を用ふるときは電力の損失を增し.電力の損失を少からしむる爲に大なる電線を用ふるときは送電線路費增すべし。然れども此場合に高き電壓にて送電するときはたとへ電線小なるも.電流減ずる爲め電力の損失を增加せしむることなかるべし.從て又送電線路費も少かるべし。送電線に於て送電電壓.電力の損失及送電線路費は深き關係ありて.送電線路を設計するに當り先づ以て三者の關係を知らざるべからず。次に此の三者の關係は第四項の算式に於て認むる如く次の如くなるべし。

(一) 送電電壓一定の場合に於て電力損失と送電線路費との關係。

電壓一定したる場合には一定の送電電力に對する電力の損失は送電線の抵抗に正比例し.電線の抵抗は其切斷面積に逆比例するを以て.電力の損失は電線費に逆比例す。送電線路費は電線費が其主要部

分なるも.其外に電線の大小に甚大の關係なき電柱.腕木.碍子等の代價及建設費等を含めば如何に電線費を減ずるも送電線路の全費用は或程度以上に之を減ずること能はずして徒らに電力の損失を增すに止まる。之と反對に電力の損失を少からしめんとして大なる電線を用ふるときは.送電線路の全費用過大となりて電力の價格增加すべし。如何なる程度に電力の損失を定むるが最も經濟的なるやは.電力の賣價又は電燈料金.負荷率.發電費.電線路保守費.諸機械補償積立金.金利等を調査計算して決定すべきものにして後に其方法を記載す。通常送電線に於ける電力の損失は供給電力の 5%-10% の範圍に定むるものとす。

(二) 電力損失一定の場合に於て送電電壓と送電線路費との關係。

送電線に於ける電線費は電壓の自乘に逆比例するものなれば.電壓を增すときは電線費は減ずるとも碍子の代價及重量增す爲め腕木電柱の代價も增し且又諸器具費增加する爲め或る程度を超へ電壓を增すときは送電線路の全費用は反て增加するに至るべし。其最小費用を與ふる電壓は電線碍子其他

の諸費用を調査して決定せらるべきものなり.

送電電壓は送電距離によりてのみ定むるものに非ず.送電する電力の多少をも參照考慮すべきものなれども.實際に行はるゝ例より見るに次に示すものか標準となれる如し。

送電距離(哩)	最大送電電壓(ヴオルト)
6—10	6,600—11,000
10—20	11,000—22,000
20—30	22,000—33,000

以上十哩毎に 11,000「ヴオルト」を增し最高電壓は 150,000「ヴオルト」なり。送電距離六哩以下に於ては 3,300 乃至 3,500「ヴオルト」にて發電所より直ちに配電するを通常とす。以上の割合より送電距離一哩に付き 1,100「ヴオルト」なるを認むべし。

交流の周波數—送電線に於ける電力の損失は「イムピーダンス」に關し.イムピーダンスは電線の抵抗及電流の周波數の增加に伴ひ增すものなれば.電力の損失を少からしむる爲には周波數の少きを要すれども.餘り小なるときは電力の損失は少きも變壓器の容積を增して高價となり反て不利益となる場合あり。電燈に於ける周波數の最小限度は 25 サイ

クルとなせども.此周波數は電燈の光りに閃光を生せしむる虞れあり.最も普通に用ひらるゝ周波數を50サイクル及60サイクルとす.此周波數は普通の電動機及廻轉變流機運轉にも適するなり。

發電及送電方法═送電電壓が15,000「ヴオルト」以下なるときは發電機に於て直接此電壓を發生せしむることを得れども.15,000「ヴオルト」以上なるときは2,200「ヴオルト」乃至6,600「ヴオルト」を發生する發電機を使用し.遞昇變壓器に依て其電壓を送電電壓に遞昇せしむ。發電所に於て生したる電力は電壓3,500「ヴオルト」以上なる場合には送電線に依て之を需用地に設置せる受電所に送電し.遞降變壓器に依て適當なる配電電壓に遞降せしめたる後一次饋電線に給電するを通常の方法とす。遞昇用及び遞降用變壓器には通常單相式變壓器を用ひ三相式に接續す.特別高壓側の接續法は星形結線法及三角形結線法の何れに據るを可とするやは何れも一利一害ありて學說未だ確定せず。之を三角形に接續するときは.變壓器中一個破損するとも殘り二個にて故障なく送電することを得る便あれども.三相線中或る一相線に地氣を生ずるときは他の二相線亦大

地に接續せられ.其大地との電壓は送電電壓と等しくなり.其電壓が25,000「ヴオルト」以上なるときは往々短絡を生じ.送電線路に於ける碍子.變壓器.避雷器等を害するに至る。若し之を星形に接續するときは.變壓器の一個が破損したる場合に直に三角形結線法に於ける如く.其儘送電を續行する事を得ざる不便あれども.星形の中性點を大地に接續し置くときは一相線に地氣を生ずるも各相線及大地間の電壓は送電電壓の0.577倍以上に昇ることなし.從て送電線路に使用する碍子は三角形結線法に於けるよりも低き電壓を受け.比較的故障少きの理なり。此理に由て變壓器の特別高壓側の接續法は電壓25,000「ヴオルト」以上に於ては星形結線法に據り中性點を大地に接續し.25,000「ヴオルト」以下に於ては三角形結線法に據るを通常の方法とす。變壓器の中性點を大地に接續する場合には或る抵抗を之に接續するを可とす.其抵抗は其回路の一部に地氣を生じたる場合に此部分を油入開閉器に依て自働的に遮斷するに足る電流を中性點に通じ得るものなるを要す。(電氣工作物規程第四條)。例へば變壓器の電壓高壓側38,100「ヴオルト」低壓側6,600「ヴオルト」耐量

1,000「キロヴオルトアムペア」のもの三個を高壓側を星形に低壓側を三角形に結線するときは規定電流の二倍の電流にて高壓側に接續する油入開閉器を自働的に遮斷するを要すとせば中性點と大地との間に接續すべき抵抗は此電流を生せしむるには

$$R=\frac{38,100}{2\times\frac{1,000,000}{38,100}}=725\text{「オーム」}$$

なるを要す。

以上の抵抗と直列に變流器を接續し其二次線を油入開閉器の自働遮斷裝置に接續し置き送電線に地氣を生じ規定電流の二倍の電流通じたる場合に自働的に回路を遮斷せしむるなり。

遞昇及遞降變壓器には通常水冷油入變壓器を使用すれども近來函形狀を波形になし冷却面を增大したる自冷型の大なるもの製作せられ耐量1,000「キロヴオルトアムペア」以上のもの使用せらるに至れり。水力發電所又は其附近に變壓器を設置する場合には水の供給充分なるに由り電壓低くとも成るべく水冷油入型を用ふるを可とす。何れの變壓器も火災發生より生ずる危害を防ぐ爲に隔離したる耐火壁より成る防火室に之れを納め燃燒し易き物を近付けざる樣注意せざるべからず。殊に油入變壓器には燃燒し易き油の存在するなれば其設備方法惡しき爲めに火災發生する時は變壓器は忽ち烈しく燃燒するに至るべし。若し誤て火災を起したる場合には直に變壓器より油を除き去るか或は直に水を以て之れに代はらしむるとを得る設備を爲す事最も必要なりとす。尙保安設備として特別高壓用變壓器の外函は大地に完全に接續し置き(電氣工作物規程第七條)其低壓線輪には高壓線輪との混觸より生ずる危險を豫防する適當の放電裝置を爲すべき物とす。(電氣工作物規程第十九條)。此裝置の簡單なる方法としては變壓器の低壓側に角形又は多隙避雷器を接續するに在り其構造は後章に記載す。

第四項　交流送電に於ける電線の算定法

單相交流送電線の算定—交流は其性質直流と異りオーム法則に從はざる場合もあるを以て其電線を算定する方法も亦異る。先づ單相二線式の場合より記載せん。

直流二線式の電線算定の第212式は此場合に應用することを得るなり。今電力需用場所即ち受電所に於ける供給電力をW「ワット」受電所に於ける線間電

壓をE「ヴオルト」電流をI「アムペア」負荷の力率をβとすれば

$$W=EI\beta$$

故に　　$$I=\frac{W}{E\beta}$$

此Iを第212式中のIに置換すれば

$$C=\frac{21.6W^2D}{W_rE^2\beta^2}$$

W_rをWのP%とすれば$W_r=\frac{P}{100}W$となるに由り

$$C=\frac{2160\,WD}{PE^2\beta^2}$$

$\frac{2160}{\beta^2}=K$とすれば　$C=\frac{WD}{PE^2}\times K$ .....(216)

之を交流の送電線算定の第一式とす.Kは力率に由て異り力率は負荷の種類に由り異り第97表に之を示す.此式に依て送電線中に於ける損失電力を受電電力の若干パーセントと豫定し之に適する電線を算定することを得るなり。

第216式より次の式を得べし。

$$P=\frac{WD}{CE^2}\times K$$

上式より同じ電壓にて同じ距離に同量の電力を送電する場合には電力の損失は電線の大さに逆比例するを認め.第214式により同じ距離に同量の電力

を同じ電力損失にて送電する場合には電線の大さは電壓の自乗に逆比例するを認むべし。

直流式に於ては電線中に失はるゝ電壓の降下は$E_r=IR$なれども.交流式に於ては之と異る.送電線のイムピーダンスをZとすれば

$$E_r=IZ　　或は　I=\frac{E_r}{Z}$$

然るに電力の損失　$W_r=I^2R$　　或は　$W_r=I\times IR$

$$W_r=I.E_r\frac{R}{Z}$$

$\frac{R}{Z}$は抵抗とイムピーダンスとの比にして其逆なる$\frac{Z}{R}$はイムピーダンス係數なり.之をF_sにて表せば

$$W_r=\frac{IE_r}{F_s}$$

之を第212式のW_rに代置するときは

$$C=\frac{21\,6I\,DF_s}{IE_r}$$

$$C=\frac{21.6IDF_s}{E_r}$$

$I=\frac{W}{E\beta}$なるに由り　$C=\frac{21.6WDF_s}{E_rE\beta}$

E_rをEのQ%とすれば　$E_r=\frac{QE}{100}$

なるに由り　　$C=\frac{2160WDF_s}{QE\beta}$

$\frac{2160}{\beta}=M$ とすれば　$C=\frac{WDF_2}{QE^2}\times M$ ……(217)

是を交流の送電線を算定する第二式とす。

Mは負荷の力率に依て定まるものにして第97表に之を示す.F_2は電線の大さ.電線間の距離及周波數に

第　九　十　七　表

電線算定式の定數表

電氣方式	K の値 力率%					M の値 力率%					T の値 力率%				
	100	95	90	85	80	100	95	90	85	80	100	95	90	95	80
直流式	2160										1.00				
單相交流式	2160	2400	2660	3000	3380	2160	2270	2400	2540	2700	1.00	1.05	1.11	1.17	1.25
二相四線式	1080	1200	1330	1500	1690	1080	1135	1200	1270	1350	.50	.53	.55	.59	.63
三相三線式	1080	1200	1330	1500	1690	1080	1135	1200	1270	1350	.58	.61	.64	.68	.72

從て其値定まり.必ず一より大なれば.同じ距離に同量の電力を同じ電壓降下にて送電する場合には交流は直流に於けるよりも大なる電線を要するなり.今半徑r「センチメートル」の電線の長さ一「センチメートル」の誘導係數をL_cとし往復二線間の中心距離をDとすればL_cは次の公式にて表はさる。

$$L_c=\left(\frac{1}{2}+2\log_e\frac{D}{r}\right)10^{-9}\text{「ヘンリー」}$$

若し半徑及線間距離を吋にて表はし1000呎の誘導係數をL「ヘンリー」とすれは

$$L=\left(0.01524+0.14\log_{10}\frac{D}{r}\right)10^{-3}\text{「ヘンリー」}\quad\cdots\cdots(218)$$

電線1,000呎の抵抗をRリアクタンスをX,イムピーダンスをZとすれば

$Z=\sqrt{R^2+X^2}$　　$X=2\pi fL$ なるに由り

$$Z=\sqrt{R^2+\left\{2\pi f\left(0.01524+0.14\log_{10}\frac{D}{r}\right)10^{-3}\right\}^2}\quad\cdots\cdots(219)$$

由て　$F_z=\frac{Z}{R}=\sqrt{1+\left\{\frac{2\pi f(0.01524+0.14\log_{10}\frac{D}{r})10^{-3}}{R}\right\}^2}$ ……(219)a

rなる電線の半徑を知るに非ればZを算出する能はず.從てF₂を定め難し.即ち豫定したる電壓降下にて第217式に依て直ちに之に適する電線を算定すること能はざるなり.實際に於ては豫め各線番號の電線につき通常使用する周波數と線間距離とに於けるイムピーダンス係數を表に作り置き.電壓降下の豫定Qに近く電力損失のPを取り第216式に據り電線を算定し.其電線の大さに據り第217式にてQを算出し之が豫定のQに近似又は同一となるや否やを檢し.若し甚しく異るときは之に近き數を得る迄計算を繰返し而ひ.電線の大さを決定すべきものとす。第98表に周波數「60サイクル」に於ける電線

のリアクタンス.イムピーダンス及イムピーダンス係數を示す.50サイクル」に於けるリアクタンスは60サイクルのリアクタンスより周波數に正比して算出し之と抵抗とよりイムピーダンスを算出するを得るなり。

第 九 十 八 表

鋼線のリアクタンス.イムピーダンス.イムピーダンス係數表

電線番號 B.S.	直徑 吋	一千呎の抵抗「オーム」	電線中心間の距離 吋	一千呎の自己誘導係數「ミリヘンリー」	一千呎のリアクタンス 60サイクル「オーム」	一千呎のイムピーダンス 60サイクル「オーム」	イムピーダンス係數 60サイクル
0000	.460	.04823	12	.2556	.0964	.1078	2.23
			18	.2803	.1057	.1162	2.40
			24	.2978	.1123	.1222	2.53
			30	.3121	.1176	.1271	2.63
			36	.3224	.1216	.1308	2.71
			42	.3326	.1253	.1348	2.79
			48	.3399	.1282	.1378	2.85
			60	.3535	.1333	.1418	2.94
000	.410	.06071	12	.2627	.0991	.1165	1.92
			18	.2874	.1084	.1242	2.04
			24	.3049	.1150	.1300	2.14
			30	.3193	.1203	.1348	2.22
			36	.3295	.1242	.1382	2.28
			42	.3395	.1280	.1416	2.33
			48	.3470	.1308	.1442	2.37
			60	.3606	.1360	.1489	2.45
00	.365	.07660	12	.2648	.1017	.1273	1.66
			18	.2945	.1110	.1349	1.76
			24	.3120	.1176	.1404	1.83
			30	.3263	.1230	.1449	1.89
			36	.3366	.1269	.1482	1.94
			42	.3468	.1327	.1532	2.00
			48	.3541	.1345	.1548	2.02
			60	.3977	.1386	.1583	2.06
0	.325	.09661	12	.2768	.1043	.1422	1.47
			18	.3015	.1136	.1491	1.54
			24	.3190	.1202	.1542	1.59
			30	.3333	.1257	.1585	1.64
			36	.3436	.1295	.1616	1.67
			42	.3594	.1334	.1647	1.70
			48	.3611	.1361	.1669	1.73
			60	.3747	.1412	.1718	1.78

1	.289	.1222	12	.2839	.1070	.1624	1.33
			18	.3086	.1163	.1687	1.38
			24	.3261	.1229	.1733	1.42
			30	.3397	.1276	.1767	1.45
			36	.3507	.1322	.1803	1.47
			42	.3608	.1360	.1828	1.50
			48	.3682	.1388	.1849	1.51
			60	.3818	.1439	.1888	1.54
2	.258	.1533	12	.2909	.1097	.1885	1.23
			18	.3156	.1190	.1947	1.27
			24	.3331	.1256	.1983	1.29
			30	.3475	.1310	.2016	1.32
			36	.3577	.1348	.2041	1.33
			42	.3680	.1387	.2067	1.35
			48	.3752	.1414	.2085	1.36
			60	.3888	.1466	.2121	1.38
3	.229	.1946	12	.2981	.1124	.2247	1.155
			18	.3235	.1200	.2287	1.175
			24	.3409	.1285	.2332	1.198
			30	.3543	.1336	.2365	1.215
			36	.3657	.1378	.2384	1.225
			42	.3750	.1413	.2405	1.236
			48	.3831	.1444	.2423	1.245
			60	.3968	.1495	.2454	1.261
4	.204	.2452	12	.3050	.1150	.2708	1.104
			18	.3297	.1243	.2748	1.120
			24	.3472	.1309	.2780	1.134
			30	.3617	.1357	.2802	1.142
			36	.3718	.1402	.2824	1.152
			42	.3820	.1440	.2844	1.160
			48	.3893	.1468	.2858	1.165
			60	.4029	.1510	.2880	1.174
5	.182	.3081	12	.3120	.1176	.3298	1.070
			18	.3373	.1271	.3333	1.082
			24	.3551	.1338	.3359	1.090
			30	.3687	.1389	.3379	1.097
			36	.3797	.1431	.3397	1.102
			42	.3892	.1467	.3412	1.107
			48	.3975	.1499	.3426	1.112
			60	.3994	.1549	.3448	1.119
6	.162	.3888	12	.3191	.1203	.4069	1.046
			18	.3438	.1266	.4058	1.054
			24	.3613	.1362	.4119	1.059
			30	.3757	.1417	.4138	1.064
			36	.3859	.1455	.4151	1.068
			42	.3960	.1493	.4165	1.071
			48	.4034	.1521	.4175	1.074
			60	.4170	.1572	.4194	1.078
8	.128	.6228	12	.3332	.1256	.6303	1.020
			18	.3579	.1349	.6372	1.023
			24	.3754	.1415	.6387	1.025
			36	.4000	.1508	.6408	1.029

例　送電距離5,000呎の箇所に在る 100「ヴオルト」20「ワット」タングステン電燈5,000個へ周波數60の單相交流二線式にて送電せんとす.電燈の端子電壓を100「ヴオルト」二次回路に於ける電壓降下を4「ヴオルト」變壓器の變壓比$\frac{1}{30}$.變壓器の電壓變動率を 3%.變壓器の二次回路に於ける電力損失を供給電力の5%送電線に於ける電力の損失を5%なりとすれば.使用電線は何番線なるべきや.但し變壓器の能率を 98%とす。

解　變壓器の一次電壓は題意に由り

$$(100+4)\times 30\times 1.03=3,213.6\text{「ヴオルト」}$$

電燈に要する電力は$5,000\times 20=100,000$「ワット」なるに由り變壓器に供給すべき電力は

$$\frac{100,000\times\left(1+\frac{5}{100}\right)}{0.98}=107.1\text{「キロワット」}$$

第216式に於て　$W=107,100$　　$D=5,000$　　$P=5$

$E=3,213.6$　　$K=2,400$ なれば

使用電線の大さは

$$C=\frac{107,100\times 5.000}{5\times 3,213.6^2}\times 2,400=24,890$$

即24,890「サーキュラーミル」の電線を要す.是に最も近き切斷面積を有する電線はB.S.六番線にして切斷

面積は 26,250「サーキュラーミル」な り.然るに是に流るべき電流は

$$I=\frac{W}{E\beta}$$

此場合には負荷が電燈なるに由り $\beta=0.95$ なり

由て　$$I=\frac{107,100}{3,213.6\times 0.95}=35.8\text{「アムペア」}$$

第二種絕緣電線を用ふるとしてもB.S.六番線の安全電流は第27表に依れば66「アムペア」なれば.此場合に六番線を用ひて差支なし。此電線を使用するときは實際の電力損失は次の如くなるべし。

$$P=\frac{107,100\times 5000}{26,250\times 3,213.6^2}\times 2400=4.74\%$$

第217式及第218式により　$Q=\beta F_z P$

然るに $\beta=0.95$, 電線間の距離を12吋とすれば$F_z=1.046$ なるに由り　$Q=0.95\times 1.046\times 4.74=4.71\%$

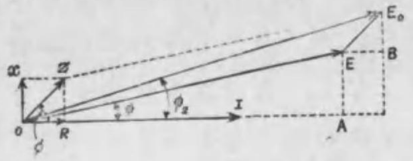
由て電壓降下は　$E_r=\frac{3,213.6\times 4.71}{100}=151.4$「ヴオルト」

直流式に於ては受電點に於ける電壓に降下電壓を算術的に加へたるものが發電所の電壓に等しけれども.交流式に於ては送電線に誘導作用ある爲めに受電箇所に於ける電壓と降下電壓E_rとは位相を異にし.發電所に於ける電壓E_0は $E+E_r$ に等しからざるなり。此關係をヴエクトル線圖にて示せば第406

圖の如し.圖中 OI は電流を示す.ヴエクトル OE_0 は發電所に於ける電壓 OE は受電箇所に於ける電壓. OR は送電線の抵抗に由て降下する電壓. OX は送電線のリアクタンスに由て降下する電壓を表はすヴエクトルなり。

第四百六圖

交流式に於ける電壓降下を示すヴエクトル線圖



即ちOXは電流と同相にあり.OXは之より相に於て90°進み. OZ は OR と OX とのヴエクトル的和にして送電線のイムピーダンスに由て降下する電壓なり.此電壓は電流より進み其相差角を ϕ_1 とす。 OE は電流より相に於て進み其相差角を ϕ とす. OE_0 は OE と OZ とのヴエクトル的和にして電流より相に於て進む.其相差角を ϕ_2 とす。圖に於て認むる如く負荷の力率 ϕ と送電線の力率 ϕ_1 とが等しき場合に於てのみ ϕ が ϕ_2 に等しくなりて. OE_0 は OE と OZ との算術的和に等しくなるも.然らざるときは OE_0 は OE と OZ との算術的和より小なり.之れを云ひ換へれば受電箇所に於ける電壓に降下電壓を算術的に加へたるものは發電機の電壓より大なり。此等の關係を數學的に求めんに.第406圖に於て E_0 及 E より OX に並行なる直線及び E より OR に並行なる直線を引き之を E_0B, EA, EB とすれば

$$\overline{OE_0}^2=(\overline{OA}+\overline{EB})^2+(\overline{EA}+\overline{E_0B})^2$$

即ち

$$\overline{OE_0}^2=(\overline{OE}\cos\phi+\overline{OR})^2+(\overline{OE}\sin\phi+\overline{Ox})^2$$

然るに $\overline{OR}=IR$, $\overline{OX}=IX$, $\cos\phi=\beta$,

$$\sin\phi=\sqrt{1-\cos^2\phi}=\sqrt{1-\beta^2}$$

なるに由り

$$E_0^2=(E\beta+IR)^2+(E\sqrt{1-\beta^2}+IX)^2$$

$$E_0=\sqrt{(E\beta+IR)^2+(E\sqrt{1-\beta^2}+IX)^2}\quad\cdots\cdots(220)$$

前例に於ける發電所の電壓を此式より算出するときは　$E=3,213.6$　$\beta=0.95$

B.S.六番線の1,000呎の抵抗は0.388「オーム」なるに由り

$$IR=35.8\times0.3888\times10=139.2\text{「ヴオルト」}$$

同じく1,000呎のリアクタンスは0.1203なるに由り

$$IX=35.8\times0.1203\times10=43.07\text{「ヴオルト」}$$

由て

$$E_0=\sqrt{(3,213.6\times0.95+139.2)^2+(3,213.6\times\sqrt{1-0.95^2}+43.07)^2}=3,350\text{「ヴオルト」}$$

即ち受電箇所に於ける電壓3,213.6「ヴオルト」にして電壓降下156.2「ヴオルト」なるも發電所の電壓は其算術的和3,369.8「ヴオルト」より小なる3,350「ヴオルト」にて可なるを認むべし。

(9) **例**　電力100「キロワット」を3哩距りたる受電所に周波數60の單相交流二線式にて送電するに當り.電壓降下を受電々壓3,300「ヴオルト」の10%ならしむるには電線に何番線を用ふべきや又發電所の電壓は幾何なるべきや。但し兩線間の間隔を18吋.負荷の力率を90%とす。

解　電壓降下の割合が電力損失の割合と同一なりと假定し第216式に由て電線を算定すれば

$$C=\frac{100,000\times 3\times 5,280}{10\times 3300^2}\times 2,660=38,700$$

卽ち38,700「サーキュラーミル」の電線を要す.是に最も近き切斷面積を有する電線はB.S.四番線にして其切斷面積は51,616「サーキュラーミル」なり.此電線を使用するものとせば其イムピーダンス係數は

$F_z=1.12$なれば電壓降下は　$Q=\beta F_z P$より

$$Q=0.9\times 1.12\times 10=10.08$$

卽ち豫定の電壓降下の割合に殆んど等しきを以てB.S.四番線を以て所要電線となす。

電流は　$I=\frac{100,000}{3,300\times 0.9}=33.7$「アムペア」

電壓降下は　$E_r=\frac{3300\times 10.08}{100}=333$「ヴオルト」

然るに　$R=6\times 5.28\times 0.2452=7.77$「オーム」

$X=6\times 5.28\times 0.1243=3.97$「オーム」

由て發電所の電壓は

$$E_s=\sqrt{(3,300\times 0.9+7.77\times 33.7)^2+(3,300\times\sqrt{1-0.9^2}+3.97\times 33.7)^2}$$

$=3,600$「ヴオルト」

多相交流送電線の算定——多相交流送電線の算定は其回路が單相式より複雜になれる爲め.其算定も亦少しく異る。

二相交流の場合には四線式は二個の獨立したる單相式より成るものなる故に.各相回路に送電電力の二分一宛を送るものとして單相式の場合と同樣に電線を算定するを得るなり。然るに二相三線式に於ては共同歸線に通ずる電流は第四章に記する如く.各相線に通ずる電流に$\sqrt{2}$倍する故に.其電線の大さも亦少くとも各相線に$\sqrt{2}$倍したるものならざるべからず。

今送電線に於ける電力の總損失をW_rとし各相線に於ける損失をw_r.共同歸線に於ける損失をw_cとし.各相線の抵抗をR.電流をIとすれば

$$w_r=I^2R\qquad w_c=(\sqrt{2}I)^2\frac{R}{\sqrt{2}}=\sqrt{2}I^2R$$

由て　$w_c=\sqrt{2}w_r$

然るに　$W_r=2w_r+w_c=2w_r+\sqrt{2}\,w_r=(2+\sqrt{2})w_r$

單相式に於ては$W_r=2w_r$なる故に第212式より

$$W_r=\frac{10.8I^2D}{C}$$

なるを知る.由て二相三線式に於ては

$$W_r=\frac{(2+\sqrt{2})\times 10.8I^2D}{C}$$

然るに供給電力をW.受電所に於ける各相線と共同歸線間の電壓をE.力率をβとすれば$W=2EI\beta$なるに由り　$I=\frac{W}{2E\beta}$

此Iを前式に入れるときは

$$W_r=\frac{(2+\sqrt{2})\times 10.8W^2D}{4E^2\beta^2C}$$

$W_r=\frac{PW}{100}$とすれば　$P=\frac{100W_r}{W}=\frac{(2+\sqrt{2})\times 1080WD}{4E^2\beta^2C}$

$$C=\frac{WD}{PE^2}\times\frac{920.7}{\beta^2}\quad\cdots\cdots(221)$$

是れ二相三線式に於ける電線の算定式なり。

二相三線式に於ては送電線に於ける降下電壓の爲に線間電壓の相の關係に變化を生じ第一相の電壓と第二相の電壓との相差角が發電所に於て90°ありても受電所に於ては必ず偏倚す.其程度は降下電壓の大なるに從ひて大なり。是に由て二相三線式は

遠距離の送電方式には用ひられず.狹き區域に稀に採用せらるゝのみ。

三相三線式に於ては各線に通ずる電流相等しき故に使用する電線も亦同大のものなるを要す。

電力損失の式は　$W_r=3w_r$

第212式より　$w_r=\frac{10.8I^2D}{C}$

由て　$W_r=\frac{3\times 10.8I^2D}{C}$

然るに供給電力をW.受電所に於ける線間電壓をE.力率をβとすれば$W=\sqrt{3}EI\beta$なるに由り$I=\frac{W}{\sqrt{3}E\beta}$

此Iを前式に入れるときは

$$W_r=\frac{3\times 10.8W^2D}{3\times E^2\beta^2C}=\frac{10.8W^2D}{E^2\beta^2C}$$

$W_r=\frac{PW}{100}$とすれば　$P=\frac{100W_r}{W}=\frac{1080WD}{E^2\beta^2C}$

由て　$C=\frac{WD}{PE^2}\times\frac{1080}{\beta^2}$

$$C=\frac{WD}{PE^2}\times K\quad\cdots\cdots(222)$$

是れ三相三線式に於ける電線の算定の第一式にして單相式の場合の第216式に相應し.此場合のKの値は第97表に示さる。

三相式に於ては電壓降下計算には中性線を考ふるを以て便利とす.斯くして各相線と中性線とより成

る三組の獨立單相式として計算するを得るなり.即ち各相線と中性線との電壓(之を星形電壓 (Star Voltage) と云ふ)は線間電壓の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ なる故に.獨立回路に於ける電壓降下も線間電壓の電壓降下の $\frac{1}{\sqrt{3}}$ に等し。獨立回路の電壓降下を e_r とし線間電壓の電壓降下を E_r とすれば

$$e_r=\frac{E_r}{\sqrt{3}}$$

單相式に於ける算式より $C=\frac{10.8IDF_z}{e_r}$

由て $$C=\frac{\sqrt{3}\times 10.8IDF_z}{E_r}$$

$I=\frac{W}{\sqrt{3}E\beta}$ なるに由り $C=\frac{10.8WDF_z}{E_rE\beta}$

$E_r=\frac{QE}{100}$ とすれば $C=\frac{1,080WDF_z}{QE^2\beta}$

$$C=\frac{WDF_z}{QE^2}\times M \quad \cdots\cdots(223)$$

是を三相交流三線式に於ける電線算定の第二式とす.此場合のMの値は第97表に示さる。

各送電線に通ずる電流は相數と負荷の力率とに由て異る.

單相式に於ては $I=\frac{W}{E\beta}$

二相四線式に於ては $I=\frac{W}{2E\beta}$

三相式に於ては $I=\frac{W}{\sqrt{3}E\beta}$

一汎に $I=\frac{W}{F}\times T \quad \cdots\cdots(224)$

Tの値は第97表に示さる。

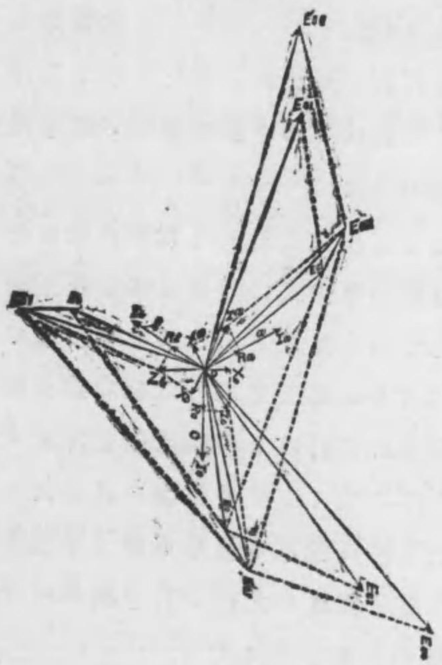
三相式に於て發電所に於ける電壓と受電所に於ける電壓との關係も星形電壓を考ふるときは容易にヴエクトル圖に表はすことを得るなり.第 407 圖に於て

OI_a, OI_b, OI_c を 120°宛相の異る各相の電流を表はすヴエクトルとし

OR_a, OR_b, OR_c を各相の電線の抵抗に由て降下する電壓

OX_a, OX_b, OX_c を此等のリア

第　四　百　七　圖
三相三線式送電に於ける電壓の關係を示すヴエクトル線圖



クタンスに由て降下する電壓とすればOZ$_a$, OZ$_b$, OZ$_c$は此等の電線のイムピーダンスに由て降下する全電壓を表はすヴエクトル.

OE$_a$, OE$_b$, OE$_c$は受電所に於ける星形電壓を表はすヴエクトルとすれば之に降下全電壓をヴエクトル的に加へたる

OE$_{a1}$, OE$_{b1}$, OE$_{c1}$, は發電所に於ける星形電壓にして.電流OI$_a$の通ずるa線とOI$_c$の通ずるC線との線間電壓はOE$_{a1}$とOE$_{c1}$とのヴエクトル的差なるOE$_{01}$にて表はされ之と同樣にa線とb線との線間電壓はOE$_{02}$にて表はされb線C線との線間電壓はOE$_{03}$にて表はさる。

圖に於て認むる如く三相式に於ける電壓の關係を示すヴエクトル線圖は單相式に於ける場合を三個互に120°宛離隔して示したるものに等し是に由て三相式の場合には其星形電壓を取り三個の單相回路として取扱ひ發電所に於ける線間電壓を算定するを得るなり.卽ち第220式に依て各相線の抵抗及リアクタンス並に受電所に於ける星形電壓より發電所に於ける星形電壓を算出し之に$\sqrt{3}$を乘すれば發電所に於ける線間電壓を得るなり。

三相四線式に於ける電線の算定は三相三線式に於けると全く同じ方法にて行ふことを得.中性線には各相線に於て負荷平衡するときは電流之に通せざれば.其大さは各相の負荷不平衡の生する程度を想像して定むるなれども.通常は各相線の$\frac{1}{2}$大のものを用ふるものとす。

例　發電所より25哩距りたる受電所へ電力2,000「キロワット」を周波數60サイクルの三相交流三線式にて送電せんとす.受電所に於ける線間電壓を3,000「ヴオルト」.受電回路の力率を85%.電壓降下を受電所電壓の10%なりとすれば.之に要する電線の大さ及發電所に於ける線間電壓は幾何「ヴオルト」なるべきや.但し各電線の相互間隔は48吋なりとす。

解　先づ電壓降下の割合が電力損失の割合と同一なりと假定して第222式に依り電線の大さを算出するときは

K=1,500なるに由り　$C=\frac{2,000,000\times 25\times 5280}{10\times 30,000^2}\times 1,500$

=44,000「サーキュラーミル」

此切斷面積に近き41,616「サーキュラーミル」なるB. S. 四番線を使用するものとせば.其イムピーダンス係數F$_z$は第97表より1.165なるを知る.第223式に依り

電壓降下を算出するときは

M=1,270 なるに由り

$$Q=\frac{2,000,000\times 25\times 5,280\times 1.165}{41,616\times 30,000^2}\times 1,270=10,4\%$$

而して $P=\frac{2,000,000\times 25\times 5,280}{41,616\times 30,000^2}\times 1500=10.5\%$

電壓降下は 10.4% にして豫定電壓降下の割合 10% に近きを以て B.S. 四番線を使用電線と定む。

電流は $I=\frac{W}{E}\times T$

T=0.68 なるに由り $I=\frac{2,000,000}{30,000}\times 0.68=45.3$「アムペア」

B.S. 四番線に於ては此電流は安全電流以下にして差支なし。次に發電所に於ける星形電壓は第220式に據り

$$E_0=\sqrt{(E\beta+IR)^2+(E\sqrt{1-\beta^2}+IX)^2}$$

$R=25\times 5.28\times 0.2452=32.4$「オーム」

$X=25\times 5.28\times 0.1468=19.4$「オーム」

$$E_0=\sqrt{\left(\frac{30,000}{\sqrt{3}}\times 0.85+45.3\times 32.4\right)^2+\left(\frac{30,000}{\sqrt{3}}\sqrt{1-.85^2}+45.3\times 19.4\right)^2}=19,021.5$$

由て發電所に於ける線間電壓は

$E_{01}=\sqrt{3}E_0=\sqrt{3}\times 19,021.5=32,945$「ウオルト」

卽ち受電所の線間電壓 30,000「ヴオルト」電壓降下

30,000×.10.4=3,120「ヴオルト」に對し發電所に於ては線間電壓 32,945「ヴオルト」を要するなり。

計算以外に電線の太さを定むる條件——以上列記したる方法に依り豫定電壓降下又は豫定電力損失を與ふる電線の大さを定むることを得るも電線が架空なる場合には尙次の事項を考慮に入れ決定せざるべからず。

(一) 電線の機械的强度

(二) コロナ現象

(三) 經濟上最良の電線の大さ

(一)電線の機械的强度は送電の安全を保持する上に於て重要なる事項にして我邦に於ては電氣工作物規程に電壓の種別に從ひ次の如く規定せらる。

低壓線　B.S. 10番の硬銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有する電線但し低壓の引込線又は架空連接引込線には其電線支持點間の距離60呎以下の場合に限り B.S. 12番の硬銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有する電線を使用することを得(電氣工作物規程第27條)

高壓線　B.S. 六番の硬銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有する電線(電氣工作物規程第27條)

特別高壓線　特別高壓架空電線には B.S. 四番の硬銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有する

電線を使用することを要す(電氣工作物規程第44條)

又是等の電線の最小抗斷力は電氣工作物規程細則第15條に次の如く規定せらる。

電線の種類	最小抗斷力(一平方吋に付)
硬銅線	50,000「ポンド」
軟銅線	30,000「ポンド」
アルミニウム線	23,000「ポンド」
鐵線	50,000「ポンド」

送電及配電の電力の多少又は電壓の降下如何に關せず以上の規定より小なる電線を使用するを得ざるなり。

(二)コロナ現象とは變壓器の章に於て略記したる如く二條の導體を平行して架設し之に交流の電壓を加へ漸次之を高めるときは電壓が導體の太さに對し或る限度を超ゆるに至れば周圍の空氣の絶緣耐力破壞せられ導體間に放電生じ青紫色の光及微音の發するを認むべし尙電壓を增すとき光增大し樹枝狀の電光現はれ其末端は細く分れ其周圍に青紫色の光を認むべし此くの如き放電を**刷毛形**又は**芒狀放電**(Brush Disharge)と稱す此狀態に於ける青紫色の光をコロナと稱し此現象をコロナ現象と稱するなり。尙一層電壓を增すときは兩導體より發する

樹枝狀の電光は相連絡して大なる火花となり兩導體を連結するに至るべし此狀態に於ては兩導體間の絶緣は全く破壞され電流は之に通じて電弧を生ずべし此くの如き狀態に於ける放電を**破裂放電**(Disruptive Discharge)と稱す。

コロナ發生に重大なる影響を有するものは

(一) 電線の表面狀態

(二) 空氣の密度

(三) 空氣のオオンの狀態

にして電線の表面が粗なる場合又は煙塵雨滴雪等の附着する場合にはコロナ發生の電壓を低下せしむ送電線は概ね風雨に曝露さるる故に其表面酸化されて煙塵不潔物等の附着するを免かれず從てコロナ發生の電壓は清淨なる電線に於けるよりも著しく低く凡そ其80%なりと云ふ。

空氣の密度も亦コロナ發生に多大の影響を與へコロナ發生電壓は氣壓に正比例して增減す。

空氣のイオン化と稱するは空氣の分子が或る充電を受けて分裂する現象を謂ふ並行する二條の電線に電流通するときは電線間に電氣力線を生じ電壓高きときは空氣の分子は陰電氣を持する陰イオン

と陽電氣を持する陽イオンとに分れ.陰イオンは電氣力線の方向と反對の方向に運動し.陽イオンは電氣力線の方向に運動する爲に.陰イオンは陽電氣を有する電線に達し陽イオンは陰電氣を有する電線に達して爰に放電を爲すなり。卽ち此放電は空氣がイオン化せられたる爲に導體と成りて生じたるなり.イオン化の爲めに電線より常に電氣が放散せらるゝ故に電力の損失を免かれず.此損失は前記の如く靑紫色の光となつて現はるゝなり。送電線に於ける電力の損失はコロナ發生前に於ては碍子に於ける漏電に由るのみなれとも.コロナ發生の後は空氣を通じて生ずる爲め著しく增加し.其增加の割合は電壓の高きに從ひ又電線の小なるに從ひ增す。米國のピーケ氏(Peek)は以上の結果を綜合して實驗の結果よりコロナ發現の極限電壓(Critical Voltage of Corona)を次の式を以て表はせり。

$$E_0 = M_V g_0 \delta r \left(1 + \frac{0.301}{\sqrt{\delta r}}\right) \log_e \frac{S}{r} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (225)$$

式中E_0は電線と中性點間の極限電壓の實効値にして「キロヴオルト」にて表はす.

M_Vは電線の表面狀態に關する定數にして淸淨なる電線に於ては1乃至0.93(磨かれたる電線に於ては$M_V=1$)其他の電線に於ては0.72.七本撚の電線に於ては0.82なり。

g_0は攝氏25度氣壓760「ミリメートル」に於ける空氣の絶緣耐力にして每「センチメートル」に21.1「キロヴオルト」なり。

δは攝氏25度氣壓760「ミリメートル」に於ける空氣の密度を1として表はせる空氣の密度にして

$$\delta = \frac{3.92b}{273+t}$$

bは「センチメートル」にて表はせる氣壓,tは其時の攝氏溫度なり。

rは「センチメートル」にて表はせる電線の半徑

S は「センチメートル」にて表はせる電線中心間の距離

$\log_e = 2.303 \log_{10}$

コロナ發生は必ず電力の損失を伴へとも.其發生と電力損失の始まる時期とに多少の差違あり.電力損失はコロナ發光前に於て電線の周圍に生ずる電力線の最大電位傾度が空氣の絶緣耐力に達したるときより生ず.此時の電壓を**破裂極限電壓** (Disruptive Critical Voltage)と謂ひ.普通にコロナ發生とは靑紫色の薄光の發するを云ふにあれば.コロナ發生の極限

電壓を發光極限電壓 (Visual Critical Voltage) と謂ふ。

コロナに由る電力損失は次の式にて示さる

$$W_r=\frac{K}{\delta}f\sqrt{\frac{r}{S}}(e-e_0)^2 10^{-5} \quad \text{.....(226)}$$

式中 W_r は電線の長さ一「キロメートル」に於ける損失「キロワット」

$K=344$,　f=周波數(毎秒サイクル)

e は電線と中性點間の實効電壓にして「キロヴオルト」にて表はさる。

e_0 は電線と中性點間の破裂極限電壓にして「キロヴオルト」にて表はさる。

e_0 は次の式にて表はさる

$$e_0=g_0M_0r\delta\log_e\frac{S}{r} \quad \text{..... .....(227)}$$

式中 M_0 は定數にして電線の表面狀態に由て異り磨ける電線に於ては1.0粗面の電線に於ては0.93乃至0.98七本撚電線に於ては0.83乃至0.87なり.

第227式にて計算したる攝氏25度氣壓760「ミリメートル」に於ける線間電壓の極限「キロヴオルト」を第99表に示す。

第　九　十　九　表

コロナ發現に對する極限電壓表($E'_0=\sqrt{3}g_0M_0r\delta\log_e\frac{S}{r}$但し $M_0=0.87$)

海面高に於ける三相式線間電壓「キロヴオルト」

電線 B.S.	電線の直徑 吋	電線間の距離 呎									
		3	4	5	6	8	10	12	14	16	20
		撚線							$M_0=.87$		
4	.204		56	58	60	62	64	66	63	69	71
3	.229		62	65	67	70	72	74	76	77	80
2	.258			71	73	76	79	81	83	85	87
1	.289			79	81	85	88	91	93	95	97
0	.325				90	95	98	102	104	106	109
00	.365				98	104	108	111	114	117	121
000	.410					114	118	121	124	127	132
0000	.460					125	130	135	138	141	146
250,000						138	144	149	152	156	161
300,000							151	156	161	165	171
350,000							161	166	170	175	180
400,000							171	176	180	185	192
450,000							178	184	190	194	200
500,000							188	194	199	205	210
800,000								234	241	244	256
1,000 000								256	264	270	281
		單一線							$M_0=.93$		
4	.204	51	54	56	58	60	62	64	65	66	68
3	.229		59	62	64	66	68	70	72	74	76
2	.258			69	70	74	76	78	80	82	84
1	.289			75	77	81	83	86	88	90	92
0	.325				85	89	92	95	97	99	102
00	.365				94	98	102	105	107	110	113
000	.410					109	113	116	119	121	124
0000	.460					120	125	128	131	134	188

コロナ損失を減せしむるには一定の周波數及電壓に於ては電線間の距離又は電線の太さを增すに在り.何れも送電設備費を增加せしむれども.若しアルミニウム線を用ふるときは其重量を增すことなく又費用をも格外に增加せしむることなかるべし。

要するに電壓50,000「ヴオルト」以下の送電線に於てはコロナ現象を考慮する必要なきも.夫以上の電壓に於ては電線の大さを算定したる上.コロナ現象の發生せざる樣電線間の距離其他を第99表に依つて査定し且つコロナに由る電力損失を成べく少からしむる樣設計せざるべからず。煙塵雨雪霧等は何れもコロナの極限電壓を降下せしめ.氣壓の影響亦之に伴へば.100,000「ヴオルト」以上の送電線を定むる場合には電線架設の最高所に於る氣壓及氣象を觀測しコロナの發現せざる樣適當に設計すること必要なり。

例　三相三線式に於て周波數 $f=60$, 送電距離120哩電線はB.S.二零番線.線間電壓は110「キロヴオルト」電線間の距離10呎なりとすれば.コロナ極限電壓及損失電力幾何.但し最高所に於ける氣壓740「ミリメートル」溫度攝氏20度とす。

解　第225式に於て電線を七本撚として $M_V=0.82$ とすれば

$$M_V=0.82 \qquad g_0=21.1$$

$$\delta=\frac{3.92\times 74}{273+20}=0.99 \qquad r=0.463$$

$$E_0=.82\times 21.1\times .99\times .463\times\left(1+\frac{0.301}{\sqrt{.99\times .463}}\right)\times 2.303\times\log_{10}\frac{10\times 30.48}{.463}=74.7\text{「キロヴオルト」}$$

卽ち線間のコロナ發現極限電壓は

$$\sqrt{3}\times 74.7=129\text{「キロヴオルト」}\text{なり。}$$

$$e_0=21.1\times .87\times .463\times .99\times 2.303\log_{10}\frac{10\times 30.48}{.463}$$

$$=54.7\text{「キロヴオルト」}$$

卽ち線間の破裂極限電壓は

$$\sqrt{3}\times 54.7=94.7\text{「キロヴオルト」}$$

$$W_r=\frac{344}{.99}\times 60\times\sqrt{\frac{.463}{10\times 30.48}}\times\left(\frac{110}{\sqrt{3}}-54.7\right)^2\times 10^{-5}$$

$$=0.629\text{「キロワット」}$$

由て全線に於けるコロナ損失電力は

$$0.629\times 1.61\times 3\times 120=360\text{「キロワット」}$$

以上の結果より此送電線に於ては線間電壓94,700「ヴオルト」に達するときは.コロナ損失發生し始め全線に於ける損失電力360「キロワット」に達し.129,000「ヴオルト」になるときはコロナ發現するに至る。

(三)經濟上最良の電線の大さ

送電線の經濟上最良の大さを定むるには最も經濟的に全工事を完成し其工事費の利子償却費及經常費が最小なるべく設計するにあれども此場合には各種の關係非常に複雜にして算式を以て表はすこと殆んど不可能なり普通には種々の假定を爲して數多の設計を爲し之より結果を豫想して彼是比較調査を爲し適當なるものを選定するものとす。然れども發電所の容量及送電電壓が決定したる場合に如何なる電線の大さが經濟的に最も適當なるやを定むるは比較的容易なり。今

C を電線の切斷面積「サーキュラーミル」

C_0 を送電線路建設費の一ケ年の利子及償却費

C_1 を一ケ年間送電線中に失はるゝ損失電力の價格

C_2 を損失電力に對する發電所設備費の一ケ年の利子及償却費

C_w を電力一「キロワット」の價格

C_p を發電所一「キロワット」當り設備費

h を發電所の一ケ年間運轉時間數

I を一ケ年間の等價實効電流

S を切斷面積一「サーキュラーミル」一呎の電線の抵抗

L を送電線の延長呎

なりとするときは.

$$C_0=a(t+d_1)+b(t+d_2)C$$

a は電線路建設費中電線の大さに由て增減せざる碍子電柱敷地代又は借地料其他の諸費用なり.

b は電線路建設費中電線一「サーキュラーミル」當りの代價及電線の大さに由て增減する架線費腕木其他の費用の一部分.

t は建設費の一ケ年の利率.d_1 及 d_2 は償却率なり.

$$a(t+d_1)=m \qquad b(t+d_2)=n$$

として上式を次の如く變更す.

$$C_0=m+nC$$

次に

$$C_1=\frac{I^2SLh}{C\times 1000}\times C_w$$

$$C_2=\frac{I^2SL}{C\times 1000}(t+d_3)\times C_p$$

但し d_3 は發電所設備費の償却率なり。

送電に要する總經常費を C_m とすれば

$$C_m=C_0+C_1+C_2$$

$$=m+nC+\frac{I^2SL}{1000C}[C_wh+C_p(t+d_3)]\cdots\cdots(228)$$

上式中右項に於て電線の大さを示すCを含まざるはmのみにしてCmの最小なる場合は殘りの二項が相等しきときなり.卽ち

$$nC=\frac{I^2SL}{1000C}[C_wh+C_p(t+d_3)]$$

$$C=\sqrt{\frac{I^2SL}{1000n}[C_wh+C_p(t+d_3)]}$$

$$=I\sqrt{\frac{SL}{1000b(t+a_2)}[C_wh+C_p(t+d_3)]} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots(229)$$

なるとき電線の大さが經濟上最小なりとす。

卽ち最も經濟的なる電線の太さは送電線中に失はるゝ一ケ年間の損失電力の總費用 C_1+C_2 が電線路費中電線の大さに比例して增減する建設費に對する利子及償却費nCに等しくなる樣設計すれば之を得らるゝなり。

各電氣方式に於ける電線用量の比較—電力供給事業に於て電線費は工事費中の大部分なるを以て.如何なる方式に依て送電するが最も經濟なるやを研究することが肝要なり.一汎に同じ距離に同量の電力を同じ電力損失にて送電する場合に要する電線の用量は使用電壓の自乘に逆比例すれども電氣方式に由て亦異る。同じ方式に於ては電壓を電線費

比較の標準とすれとも.各線間の電壓相等しからざる場合例之單相三線式又は二相三線式の如きは.其共同線と他の線との電壓が其他の兩線間の電壓と異るを以て.標準電壓を左の如く二種に區別す。

(一) 電線間の最大電壓を比較の標準とするもの

(二) 同上最小電壓を比較の標準とするもの

長き電線路に於ては全線路の絕緣耐力に至大の關係あるを以て最大電壓を比較の標準とすれども.二次幹線に於ける電壓は絕緣耐力より是を定めずして使用器具例へば電燈又は電動機より定むるものなれば.配電線の各線間又は各相線間の電壓の最小なるものを比較の標準となす。

第一 最小電壓を比較の標準と爲したる場合。單相交流二線式に於て電壓を e_1 電流を i 各線の抵抗を r とすれば.全電力は e_1i にして電力の損失は $2i^2r$ なり.是を三線式にて送電するときは共同線と他緣間の電壓は e にして.他の二線間の電壓は $2e$ なれば.直流三線式に於けるが如く中央共同線に電流平均して通せざるものとすれば.銅線の總用量は二線式に比し其四分一にて可なるべし.若し中央共同線に他線と同大のものを用ふるとするも二線式に比し

八分三にて可なるべし或は又他の線の二分一大のものを共同線に用ふるときは二線式に比し其十六分五なりとす。

三相三線式に於て各相線間の電壓を e とし各線に通ずる電流を i_1 とし星形結線に於ける電流を i とすれば $i_1=i/\sqrt{3}$ なるに由り各線に於ける電力の損失 $i_1^2r_1$ は $ir_1/3$ に等しく電力の全損失は ir_1 なり是を單相交流二線式に於ける損失 $2i^2r$ と同一ならしむるには $r_1=2r$ ならざるべからず即ち三相式に於ける使用電線の用量は單相二線式に比し各線其二分一にて足り全線に於て四分三にて可なり。

三相四線式に於ては其最小電壓即ち星形結線に於ける電壓を e とすれば各相線間の電壓は $e\sqrt{3}$ に等しければ電線の用量は三相三線式に比し其三分一にて可なるべく單相二線式に比し其四分一にて足るべし然れども共同線一條を增すを以て全體として單相二線式に比し其三分一にて可なり若し中央共同線に各相線の二分一大のものを用ふれば二十四分七にて可なり。

二相四線式は恰も獨立の單相二線式を二線路併用したるものと見做すことを得れば銅線の用量は單

相二線式と異ることなし二相三線式に於ては中央線が各相線と同大にして中央線と各相線間の電壓を單相二線式の電壓と同樣に e とすれば各相線間の電壓は $e\times\sqrt{2}=1.4\times e$ に等しく電線の用量は其自乘に逆比するを以て單相二線式に比し 72.9% にて可なり。

以上記載したる比較を一括して第100表(甲)に示す

第 百 表

各電氣方式に於ける電線用量比較表

(甲) 最小電壓を標準と爲したる場合 (乙) 最大電壓を標準と爲したる場合

電氣方式	電線條數	銅線重量の割合	電氣方式	電線條數	銅線重量の割合
直流式	2	1.00	單相二線式	2	1.00
單相二線式	2	1.00	三相三線式		
單相三線式	3	.38	(共同線他線と等しきとき)	3	1.50
二相三線式	3	.73	二相三線式		
二相四線式	4	1.00	(共同線他線の$\sqrt{2}$倍のとき)	3	1.46
三相三線式	3	.75	二相四線式	4	1.00
三相四線式(中性線同大のもの)	4	.333	三相三線式	3	0.75
三相四線式(中性線二分一大のもの)	4	.292			

第二 最大電壓を比較の標準と爲したる場合。各式に於ける銅線用量の比較は第100表(乙)に示すが如し。此表に於て認むる如く電線の用量は三相線

式に於て最も少し之に由て長距離に送電する方式は總て三相三線式に據るなり。

電氣容量の影響—交流式送電線に於ては自己誘導の外に電線間の電氣容量も電線の大さに影響を及ぼすことあり.架空線の場合には一般に此影響極めて少し.例へば互に18吋離れたるB.S.四零番線の電氣容量にても僅かに長さ1,000呎に付き.00194「マイクロファラッド」に過ぎざれば.電線路の長さ格別に長からず使用電壓も餘り高からざる場合には電氣容量の影響を考ふる必要なきも.地中線の場合又は電線路長くして使用電壓高き場合には電氣容量大にして其影響亦少からず。若し電線路の電氣容量と自己誘導係數との關係が第四章に記載せる如く共振狀態に成るときは.受電所に於ける電壓が發電機の電壓より高くなりて.電線路の絕緣を破壞することあり。之に由て地中電線路を設計する場合には此れの如き現象を起さざる樣注意せざるべからず。

今半徑r「センチメートル」の架空電線二條間の中心距離D「センチメートル」とし其長さ一「センチメートル」の電氣容量を靜電單位にて表はせば

$$C_0=\frac{1}{2\log_e\frac{D}{r}}$$

D及rを吋にて表はし回路の長さ1,000呎の電氣容量をC「マイクロファラッド」にて表はせば

$$C=\frac{.003677}{\log\frac{D}{r}}\text{「マイクロファラッド」}\quad\cdots\cdots(230)$$

三相三線式架空線路に於ける各線の電氣容量は回路の長さ1,000呎に付き2Cなり。

各電線は大地に對して亦電氣容量を有す.之を靜電單位にて表せば $C_{h_0}=\frac{1}{2\log_e\frac{2h}{r}}$

但しhは電線の地表上の高さなり。

h及rを吋にて表はし電線の長さ1,000呎の電氣容量をC_h「マイクロファラッド」にて表はせば

$$C_h=\frac{.00^{-}354}{\log\frac{2h}{r}}\text{「マトイクロファラッド」}\quad\cdots\cdots(231)$$

普通の架空電線の場合には大地に對する電氣容量の影響は極めて少き故之を閑却して差支なきも.地中線に於ける如く.電線間の距離と電線及大地間の距離とが殆んど相等しき場合には電線の大地に對する電氣容量の影響大なり。然れども前二式を直

に地中線の場合に應用することを得ず.今地中線が三心入鎧裝ケーブルより成り鎧裝が大地に接續せられ其切斷面が第408圖に示す如くなれば電氣容量は靜電單位にて次の如く表はさる。

第四百八圖
三心ケーブルの切斷寸法圖

$$C_{kc}=\frac{K}{\log_e\left\{\frac{3a^2}{r2}\,\frac{(R^2-a^2)^3}{R^6-a^6}\right\}}$$

a, r, R を吋にて表はし回路の長さ1,000呎の電氣容量をC_K「マイクロファラッド」にて表はせば

$$C_K=\frac{.007354K}{\log\left\{\frac{3a^2}{r^2}\,\frac{(R^2-a^2)^3}{R_6-a_6}\right\}}\text{「マイクロファラッド」}.....(232)$$

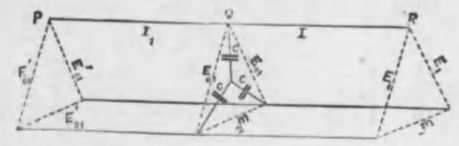
但しKは此ケーブルに使用せらるゝ絶緣物の誘電率にして護謨の場合には2.5.油紙の場合には2.4裸電線又は鎧裝なき絶緣架空線の場合には1なり。

電氣容量及自己誘導を有する電線路のイムピーダンスは第58式(上卷)に由り

$$Z=\sqrt{R^2+\left(2\pi fL-\frac{1}{2\pi fC}\right)^2}$$

此Cに架空電線の場合には第230式のCを地中線の場合には第232式のC_Kを適用すればイムピーダンスを算出するを得るなり。然れども電氣容量が電線路中に一樣に分布せらるゝときは.電線に通ずる電流は電線路の各部分に於て異り.必ずも受電所に於ける電流と相等しからざれば.已に記載したる電線算定の方法を之に準用するを得ざるなり。實際の計算には電線路全體の電氣容量が電線路の中央に集中すと假定す.

第　四　百　九　圖
充電電流を說明する圖



卽ち第409圖に於てPを發電所としRを受電所とし其中央Qに於て全線路の電氣容量集中すと假定す。發電所に於て電線路に電壓を加ふるときは.此電氣容量に充電すべき電流通ずべし.之を**充電電流** (Charging Current) と云ふ.之をI_eとしQに於ける星形電壓をE_0とすれば第58式より

$$I_e=\frac{E_0}{\frac{1}{2\pi fC}}=2\pi fCE_0$$

電流を「アムペア」にて示しCを電線路の長さ1,000呎の容量とし電線路をD千呎にて示せば

$$I_e=2\pi fCE_0D\times10^{-6}\text{「アムペア」}.....(233)$$

$2\pi fC\times10^{-6}$を**キヤパシチー.サスセプタンス** (Capacity

Susceptance) と云ふ。

此充電電流はE_0より相に於て90度進み PQ 間にのみ通ずる故に受電所に供給する電流をIとすれば. PQ 間に通ずる電流はIとI_0とのヴエクトル的和なり.之をI_1とすれば.各相線の電力の損失は

$$w_r=I^2\frac{R}{2}+I_1^2\frac{R}{2}$$

總損失をW_rとすれば　$W_r=3\left(I^2\frac{R}{2}+I_1^2\frac{R}{2}\right)$

但しRは送電線一條の抵抗なり.

今　E_1を受電所Rに於ける線間電壓

　　Eを受電所Rに於ける星形電壓

　　E_{01}を中央點Qに於ける線間電壓

　　E_{01}'を發電所Pに於ける線間電壓

　　E_0'を發電所Pに於ける星形電壓

　　βをRに於ける負荷の力率$\cos\phi$

　　Xを送電線一條のリアクタンス

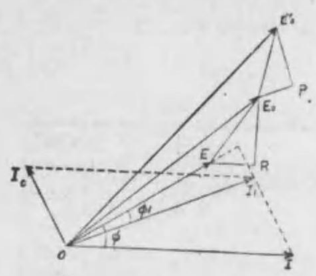
とすれば第220式に依り

$$E_0=\sqrt{\left(E\beta+I\frac{R}{2}\right)^2+\left(E\sqrt{1-\beta^2}+I\frac{X}{2}\right)^2}$$

此等の電線及電壓の關係をヴエクトルにて表はせば第410圖に示す如し.

圖中　$\overline{OI}=I$, $\overline{OI_1}=I_1$, $\overline{OI_C}=I_C$, $\overline{OE}=E_1$, $\overline{EK}=I\frac{R}{2}$,

第四百十圖
電氣容量を有する送電線路の電壓電流のヴエクトル線圖



$\overline{RE_0}=I\frac{X}{2}$, $\overline{OE_0}=E_0$

$\overline{E_0P}=I_1\frac{R}{2}$, $\overline{PE_0'}=I_1\frac{X}{2}$,

$\overline{E_0'}=E_0'$

第101表に三相交流三線式架空送電線に於けるカバレチー及線間電壓 10,000「ヴオルト」周波數60サイクルに於ける充電電流を示す.他の電壓及周波數に於ける充電電流は電壓及周波數に正比して算出するを得るなり。

例　送電距離50哩.受電々力 15,000「キロワット」受電々壓 60,000「ヴオルト」周波數60サイクル三相式送電線が B.S. 四零番線各線間の距離五呎力率 80% なる場合に於て充電々流.電壓及負荷電流を算出せよ。

解　此場合に於て$\frac{R}{2}=25\times5{,}280\times0.04823=6.366$「オーム」

$\frac{X}{2}=25\times5{,}280\times0.1333\times17.60$「オーム」

B.S. 四零番線の C は此場合に 1,000呎に付き 0.00312×10^{-6}「マイクロアアラッド」なる故に

$C=50\times5{,}280\times0.00312\times10^{-6}=0.824\times10^{-6}$「ファラッド」

第　百　一　表

三相交流三線式架空送電線路の毎一千呎のカパシチー及充電電流表

（線間電壓 10,000 ヴオルト 60 サイクル）

$$C=\frac{0.007354}{\log_{10}\frac{D}{r}} \qquad I_c=4.356C$$

B.S.線番號	線心間距離 吋	カパシチー「マイクロフアラッド」	各電線の充電電流「アムペア」	B.S.線番號	線心間距離 吋	カパシチー「マイクロフアラッド」	各電線の充電電流「アムペア」
0000	12	.00444	.00967	1	12	.00394	.00858
	18	.00500	.00871		18	.00360	.00784
	24	.00376	.00819		24	.00340	.00740
	36	.00344	.00749		36	.00314	.00684
	48	.00326	.00710		48	.00298	.00649
	60	.00312	.00679		60	.00286	.00623
000	12	.00430	.00936	2	12	.00384	.00836
	18	.00390	.00849		18	.00350	.00762
	24	.00366	.00797		24	.00330	.00719
	36	.00336	.00732		36	.00306	.00666
	48	.00318	.00693		48	.00292	.00636
	60	.00306	.00666		60	.00280	.00610
00	12	.00418	.00910	4	12	.00364	.00793
	18	.00380	.00828		18	.00334	.00727
	24	.00358	.00775		24	.00316	.00688
	36	.00328	.00714		36	.00294	.00640
	48	.00312	.00679		48	.00280	.00610
	60	.00298	.00649		60	.00270	.00588
0	12	.00406	.00884	6	12	.00338	.00736
	18	.00370	.00806		18	.00312	.00679
	24	.00348	.00758		24	.00296	.00645
	36	.00322	.00701		36	.00278	.00605
	48	.00304	.00662		48	.00264	.00575
	60	.00294	.00640		60	.00256	.00557

表中六番線以外は普通線なり

$E_1=60,000$ なるに由り $E=\frac{60,000}{\sqrt{3}}=34,600$「ヴオルト」

$$I=\frac{15,000,000}{\sqrt{3}\times 60,000\times 0.8}=180\text{「アムペア」},\ \sqrt{1-\beta^2}=0.6$$

是に由て $E_0=\sqrt{(34,600\times 0.8+180\times 6.366)^2+(34,600\times 0.6+180\times 17.6)^2}$

$=37,460$「ヴオルト」

$I_e=2\pi fCE_0$

$=2\times 3.1416\times 60\times 0.824\times 10^{-6}\times 37460$

$=11.6$「アムペア」

第410圖より　$I_1=\sqrt{I^2\beta^2+(I\sqrt{1-\beta^2}-I_e)^2}$

$$=I\sqrt{\beta^2+\left(\sqrt{1-\beta^2}-\frac{I_e}{I}\right)^2}$$

$$=180\sqrt{0.8^2+\left(0.6-\frac{11.6}{180}\right)^2}$$

$=173$「アムペア」

$E_{01}=\sqrt{3}\times 37,460=64,806$「ヴオルト」

Q R 間に於て　$W_r=3w_r=3I^2\frac{R}{2}=3\times 180^2\times 6.366$

$=622$「キロワット」

Q に於ける全電力 $W_Q=15,000+622=15,622$「キロワット」

Q に於ける力率　$\beta_0=\frac{W_Q}{I_1E_{01}\sqrt{3}}=0.8$

$E_0'=\sqrt{(37,460\times 0.8+173\times 6.366)^2+(37,460\times 0.6+173\times 17.6)^2}$

$$=40{,}200\text{「ヴオルト」}$$

$$E_{01}'=\sqrt{3}\times 40{,}200=69{,}600\text{「ヴオルト」}$$

P Q 間に於て $W_r=3w_r=3I_1^2\frac{R}{20}=3\times 173^2\times 6.366$

$$=572\text{「キロワット」}$$

電力の總損失は $622+572=1{,}194$「キロワット」

電力損失の割合は $P=\frac{1{,}194}{15{,}000}=8\%$

電壓降下の割合は $Q=\frac{60{,}600-60{,}000}{60{,}000}=16\%$

此くの如く電線路が長く電壓の高きときは.電氣容量の爲に通ずる充電電流可なり大なる値に達するなり.之が爲めに受電所に於て無負荷なる場合にも充電々流の爲めに損失電力ありて恰も無誘導の負荷に送電したる狀態となる。故に負荷なしに送電しQに於て星形電壓を 37,460「ヴオルト」ならしむるときは.充電々流の爲めの電力損失は $3\times 37{,}460\times 11.6$ =1304「キロワット」となる。是に由て電線路の性質に從て此無誘導負荷を豫め算出し使用すべき發電機一臺の耐量を此負荷以上に定むべきものとす。

アルミニウム線及鐵線═送電線に銅線の代用としてアルミニウム線屢々使用せらる.アルミニウムは銅線より抵抗大なる爲め同一電流に對して銅線

よりも大なるもの必要なり.此爲にコロナ發現極限電壓高き利あり。アルミニウム送電線の算定は第二章第11表に記載したる抵抗と其リアクタンス(銅線のリアクタンスに同じ)とより銅線使用送電線の大さを算定する方法に準じて行ふを得るなり。

少量の電力を送電する場合に工事費を輕減せしむる爲め.又は電力損失若くは電壓降下の關係より算定するよりも小なる銅線にて差支なきも.機械的強度の必要と電氣工作物規程上より大なる電線を要する場合には鐵線屢々使用せらる.或は又電柱間の距離數百呎以上に及び機械的強度を望む場合には鋼線使用せらる。鐵線に於ては交流の表皮作用多く交流の周波數及電線の大さ增すに從ひ益々增加し.鐵の品質に從ひ之に歸因する抵抗の增加は直流に於ける抵抗に二倍乃至三倍することあり.然れども之を撚線となすときは抵抗の增加を甚しく減じ.撚り合はせを各層毎に反對になすときは.抵抗の增加益々減じ極めて僅少となり實用上差支なきに至ることあるべし。ヒステリシス損及過流損も亦鐵の抵抗を增加せしむるのみならず.同大にして同じ物理的性質を有する鐵線に於ても抵抗の異ること

第百二表

亞鉛鍍鋼線抗断力及抵抗表

直徑(吋)及B.W.G線番號	並級		シーメンスマルチン		ハイ.ストレングス		エキストラ.ハイ.ストレング	
	抗斷力「ポンド」	一哩の抵抗攝氏20度	抗斷力「ポンド」	一哩の抵抗攝氏20度	抗斷力「ポンド」	一哩の抵抗攝氏20力	抗斷力「ポンド」	一哩の抵抗攝氏20度
.660	14,000	1.31	19,000	1.88	25,000	1.92	47,800	1.96
.610	12,000	1.62	15,500	2.32	21,000	2.37	34,000	2.42
.495	8,500	2.45	11,000	3.51	18,000	3.58	27,000	3.66
.444	6,500	3.05	9,000	4.36	15,000	4.48	21,500	4.54
.360	5,000	4.63	6,800	6.62	11,500	6.78	17,200	6.90
.327	3,800	5.62	4,800	8.03	8,100	8.20	12,100	8.37
.285	3,100	7.34	4,400	10.51	7.300	10.73	10,900	10.95
.249	2,300	9.72	3,000	13.90	5,100	14.2	7,600	14.5
番6	1,800	11.3	2,400	16.3	3,900	16.6	5,800	17.0
番7	1,400	14.6	1,900	20.8	3,100	21.2	4,600	21.6
番8	1,200	17.2	1,600	24.6	2,600	25.1	3,900	25.6

あり.其差異 5% を超ゆるもの少からず.從て鐵線を用ふる場合に抵抗の精確を期し之より算出する數値の確實なるを望むこと難し。然れども實際の計算には第二章の第10表に揭げたる抵抗値を用ひ銅線に對しては第102表に示す抵抗値を用ひて差支なし。鐵線のリアクタンスは二部分より成る.一は內部リアクタンスと稱し鐵の導磁率に關するもの.一は外部リアクタンスと稱し線間距離に關するものにして銅線のリアクタンスと同じ性質のものなり。然るに導磁率は鐵の品質.電流の密度.周波數及溫度に由て異り一樣ならず.電流密度の小なる間は導磁率は急激に增加し.電流密度の增すに從ひ導磁率增加の程度漸次緩慢となり.鐵の磁化が飽和するに及び導磁率最大値に達し.尙電流增すときは導磁率は反て減じて遂に一になるべし.(第五表參照) 斯くの如く電流增すに從ひ導磁率增すときは.內部リアクタンスも之に伴つて增加す.此性質は最も有効に利用せらるゝものなり.例へば鐵線を送電線に使用するときは通常の狀態に於ては高きインピーダンスを與へ.短絡又は其他の故障に由り急に多大の電流流れんとする際鐵線のインピーダンスは二倍以

上に增加して過大の電流に由る災害を未然に防止するなり。周波數及温度と導磁率との關係は周波數大なるときは表皮作用著しき爲め導磁率は減少す.温度の上昇は導磁率を增加せしむれども約攝氏800度に於て一定ならしむべし。斯くの如く鐵の導磁率は一定ならざるを以て抵抗の如く豫め其大さに應じ表製し置くこと能はず.之を定むるには使用せんとする鐵線につき之に通すべき電流よりHを(第14式)算定しBH曲線よりμを算出するにあり.而して次の式により內部リアクタンス及外部リアクタンスを算出するを得るなり

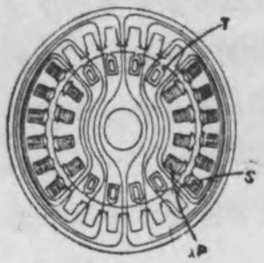
$$X=2\pi f\left(0.01524\mu+0.14\log\frac{D}{r}\right)\quad\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(234)$$

式中Xは鐵線1,000呎の總リアクタンス.fは周波數μは導磁率.Dは吋に示さる電線間の中心距離.rは吋にて示さる鐵線の半經なり。此式に由りリアクタンスを算出し.之と其抵抗とにてイムピーダンスを算定して送電線に於ける電壓降下及電力損失を銅線使用の場合に準し定むることを得べし。

交流回路に於ける電壓の調整——交流送電線中に降下する電壓を受電所に於て補ふ必要ある場合あり.此目的に適する器具は單捲變壓器又は**誘導電壓調整機**(Induction Potential Regulator)にして.單捲變壓器及其接續法は第五章に於て已に記載せり.斯くして送電線に所要の電壓を加へ電壓降下を補ふことを得るなり.此くの如き目的に用ひらるゝ單捲變壓器を**加壓用變壓器**(Booster Transformer)と云ふ。誘導電壓調整器も一種の變壓器にして其構造は誘導電動機の如く.一次線輪は其廻轉子に相當する鐵心に捲かれ.二次線輪は固定子に相當する鐵心に捲かる。

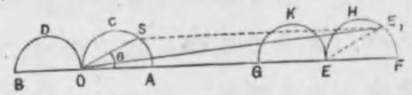
一次線輪を動かして二次線輪との關係位置を變じて誘導作用を變じ.從て一次線輪より二次線輪に誘發する電壓を變せしむることを得るなり。今此一次線輪を加壓用變壓器の場合と同樣に送電線路に並列に接續し.二次線輪を送電線路に直列に接續するときは二次線輪に誘發せられたる起電力は送電々壓に加はるべし.此起電力は一次線輪の位置に從て數値及相を異にする故に之と送電電壓とのヴエクトル和も亦一次線輪の位置に從て變ず.從て一次線輪を適當に動かすに由て受電所に於ける電壓を任意に調整することを得るなり。第411圖は單相式誘導電壓調整機の切斷面にしてPは一次線輪Sは二次線輪なり.Tは三次の補助線輪にして一次線輪

第四百十一圖
誘導電壓調整機



と同じ鐵心に捲かれたる短絡線輪にして二次線輪の自己誘導を償却する爲めに設けらる。此線輪中に通ずる電流は二次線輪に通ずる電流と反對の起磁力を發生.する爲め.二次線輪中に生ずる電壓降下を減せしむるなり。第412圖は電壓のヴエクトル線圖にして.OE は送電線路の電壓. OS は之より θ 角進みたる二次線輪に誘發せられたる起電力なりとすれば.

第四百十二圖
誘導電壓調整機の電壓ヴエクトル線圖



OE_1 は其兩電壓のヴエクトル和にして受電所に於ける電壓なり。θ は一次線輪の軸と二次線輪の軸との角にして.一次線輪の位置を變ずるときは此角も變じ從てOSの値及方向異る.之に伴つて OE_1 の値も變ずるなり。OSは θ の變化に從ひOAより C.D に沿ひ OB に變じ OE_1 は最大 OF より H.K. に沿ひ最小 OG に變ずることを得るなり。三相交流回路に用ひらるゝ三相式誘導電壓調整機も單相式のものと同理にて製作

せらる.卽ち三個の線輪を用ひ之を三角形又は星形に接續して.一次線輪を送電線路に並列に二次線輪を送電線路に直列に接續すること單相式に於けるとと同樣なり.

此等の電壓調整機は通常の變壓器と同樣に鐵心中に納められ油を注入して冷却するものとす.內部に一次線輪の位置を變ずる裝置の橫杆及齒車設備せられ其把手のみ函の外部に取付けらる.或は之に電動機を設備するものあり。電壓調整機は受電所のみならず發電所にも設置し電壓を調整するに使用することあり。

第十三章
電線路

電線路の種別—發電所より出でて電燈需用家に至る電線及之を支持し若くば保護する工作物を**電線路**(Electric Line)と稱し其家屋外に在る部分を**屋外電線路**(Outdoor Electric Line)と云ひ家屋内に在る部分を**屋内電線路** (Indoor Electic Line) と云ふ。屋外電線路中發電所變電所又は蓄電所相互間を連絡するものを**送電線路**(Electric Transmission Line) と云ひ發電所變電所又は蓄電所より直接に需用場所に至る電線路にして引込線以外のものを**配電線路** (Electric Distribution Line) と云ふ。屋外電線路に於て電柱を建設し之に電線を架するものを**架空電線路**(Overhead Line) と云ひ地中に電線を埋設するものを**地中電線路**(Underground Line) と云ふ。

屋外電線路を之に通ずる電流の種類及其電壓に由て區別し直流に在りては 600「ヴオルト」交流に在りては 300「ヴオルト」を超過せざる電壓を用ふるときは之を**低壓電線路**(Low Tension Line) と云ひ低壓の限度を超過し 3,500「ヴオルト」を超過せざる電壓を用ふるときは之を**高壓線路** (High Tension Line) と云ふ。高壓の限度を超過したる電壓を用ふるときは之を**特別高壓線路** (Extra High Tension Line) と云ふ。

第一項　低壓及高壓電線路の建設

電線路の選定—電線路を建設するに政府の電氣工作物規程に遵據するは勿論にして先づ適當の位置に電線路を定め良好なる材料を使用し天候及温度の變化他の電線との關係種々の建築物築堤溝渠公衆よりの妨害(例之石を投げて硝子等を破損せしむるの類)等の種々の障碍に遭遇するも是れ等に堪へ得る樣建設せざるべからず。電線路の位置を定むるには需用者の點燈數を豫定し是に依て幹線の位置を定め諸幹線より饋電點及饋電線の位置を定むるものとす。次に電柱の位置を定むるには簡易なる測量を要す測量には測杆測量杭間繩巻尺長四十尺許の竿木槌測量帳等を要するのみにて別に精密なる測量器械を要せず。是等の器具にて發電所より若干距離毎に其場所に應じて適當に電柱の位置を定め是れに測量杭を打込み置き電柱建設の目標とす電柱の長さも其場所に應じ他の電線又は建

設物其他樹木等の障碍物に應じ故障なき樣適當に是を定む.是等の事項は各電柱毎に其番號に對し測量帳に明細に記入し.尙街路又は線路屈曲の場所に於て支柱若くば支線設備の必要あること及他の電線と交叉する場所に於て特別の設備を要することあれば.是等の事項をも測量帳に記入するを要す.測量帳記載の一例は第103表に示す如し。

第百〇三表

電線路測量帳の一例

電柱番號	位置	電柱間の距離	電柱の長さ	道路へ出幅	摘要
1	何町何番地何某	100尺	30尺	2尺	
2	〃	150〃	30〃	1.〃	支柱を要す
3	〃	120〃	35〃	2〃	道路と交叉す
4	〃	90〃	25〃	2〃	支線を要す
5	〃	150〃	30〃	2〃	
6	〃	150〃	30〃	2〃	
7	〃	100〃	30〃	2〃	
8	〃	80〃	35〃	2〃	道路及電話線交叉
9	〃	90〃	35〃	1.5〃	
10	〃	100〃	30〃	2〃	
11	〃	100〃	30〃	2〃	

原野田畑に電線路を建設する場合には簡便なる測量機械を用ひて電柱の位置を定め.屈曲する電線路に於ては其屈曲角度をも測り.尙電線路の左右一町

以內の地形見取圖を製すべし。

電線路の測量終れば測量帳及見取圖に依り電線路圖を調製し.電柱の位置及線路の長さを確定し點燈數に應じ饋電線及幹線の大さを算定し.高壓交流式に於ては變壓器の數量耐量及是を取付くべき電柱並に線路遮斷器の位置を定むるものとす。而して後次に記載する線路建設の材料を計上する者とす。

電柱—**電柱**(Pole)には木柱.鐵柱.鐵筋凝土柱の三種あれども.木柱は餘り長大ならざれば價格著しく低廉なる故最も普通に使用せらる。木柱には重に杉材及檜材を用ひ.冬時之を採材し能く乾燥し腐蝕せる部分なく眞直にして節少く枠付なるものを良とす。如何なる良材にても建設後長く風雨に曝露するときは次第に腐蝕するを以て.防腐の爲め柱材を根燒きするか又は柱頭部及根部にクレオソートの如き防腐劑を塗抹す。木材は建植後地際より腐蝕し始むるものなれば地際一二尺上下を蒸燒したる後其冷へざる間に刷毛にてコールタールを是に塗抹するを可とす.根燒の目的は木材の濕氣を排除し其表面を炭化せしめ外面の小孔を減じて濕氣を吸收せしめざる爲なれば.只柱の外面を焦すに止むべ

し。又防腐剤を塗るには是を適當に熱し刷毛にて柱の地際より一二尺上下に塗抹し頭部は圓錘形に切りて是に塗抹すべし若し是に笠木を取付くるなれば柱頭を平らに切りて防腐剤を塗り釘にて笠木を打付くべし。最も良きは木材に丹礬又はクレオソートを注入したるものを用ふるに在り注入せざる杉柱の壽命は平均六年なれども注入柱の壽命は15年乃至20年なり檜柱は注入せざるも其壽命長く12年乃至15年なり。

電柱の長さは架渉すべき電線の太さ及條數並に障碍物の狀態に由て一定せず電氣工作物規程第31條に依り其最下に架渉する電線が地表上16尺以上道路鐵道又は軌道を横斷する箇所に於ては地表上20尺なる樣電柱の長さを定むるものとす。然れども濕澤の如き平地より低き場所に建つる電柱は電線の爲に上部に引かるゝ傾きあれば長き柱を用ひ山又丘の頂上にては短き柱を用ふるを可とす。市街に於ては日本風二階建家屋に沿ふて建設すべき場所に於ては家屋の高さ通常軒先にて地上16尺乃至18尺にして電線は尚是より電氣工作物規程第31條に據り6尺の高さに在るを要すれば最下架渉する

電線が地表上少くとも22尺乃至24尺なる樣電柱の高さを定むべきものとす。家屋が是より高きときは猶大なる電柱を要すれども家屋より水平に四尺以上離隔するなれば前記の場合と同樣の長さにて差支なし電柱の地中に埋沒すべき部分の長さは次の割合になすべきものとす。線路の屈曲部角柱及電線の强張力の加はる箇所に於ては尙之より五寸宛深く埋込むものとす。

電柱の長さ	埋沒部の長さ
30尺以下	五尺
35尺迄	五尺五寸
40尺迄	六尺
45尺迄	六尺五寸
50尺迄	七尺
60尺迄	七尺五寸
80尺迄	八尺

電線を架渉するに用ふる腕木は柱頭より一尺下る處に取付け各腕木の中心間の間隔は一尺五寸乃至二尺を通常とすれば田野に建設すべき電柱の最小の長さは次の如し。

腕木一本の場合	27尺

腕木二本の場合　　29尺

市街に於ける電柱の最小の長さは次の如し。

腕木一本の場合　　30尺

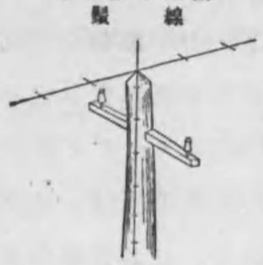
腕木二本の場合　　32尺

以上腕木一本を増す毎に長さ二尺を増すべきものとす。

電柱間の距離は線路の直曲.線條の太さ及條數並に土地の高低に由て異り.直線路に於ては120尺乃至150尺を通常とし.街路に於ては交叉箇所又は屈曲せる箇所には次の電柱との距離近くとも成るべく電柱を建設するを可とす。

各電柱には柱側に沿ひ**ステープル** (Staple) にて亞鉛鍍八番鐵線を打付け根底に二三回之を巻き付け置き.柱頭部に於ては之を五寸許り突出せしむ.之れを**地線** (Earth Wire) と稱し避雷の爲に設くるなり.ステープルは通常八番鐵線の古物にて製するものとす。雷鳴多き場所に於ては地線の外各電柱頭に沿ふて**鬚線** (Barbed Wire) を架設することあり.鬚線とは第413圖に示す如く一條の鐵線に直角に小鐵線を鑰付けしたるものにして.本線には B.S. 10番線を枝線に B.S. 14番線を用ふ.枝線の長さは1½吋にして本線

第四百十三圖
鬚線



に二吋の間隔毎に取付くるなり。

變壓器又は弧光燈を取付くる電柱或は多數の引込線ある電柱には屢々之に昇降する必要あるが故に.其便に供する爲め**昇降用足場釘** (Pole Step) を取付くること第414圖に示すが如くす.其形狀及寸法は直徑½吋長さ九吋の亞鉛鍍角鐵を圖に示す形狀に曲げたるものにして足掛を三吋とす.各釘間の間隔15吋とし最下の釘は地上六尺の所に打込むを通常とす。足場釘を取付けざる電柱に.昇降を要する場合には第415圖(甲)に示す**電柱昇降器** (Pole Climber) を用ふ.之は下方に尖角を有する鐵金物に縅革を附したるものにして.昇降者は其兩足の內側に縅革にて同圖(乙)に示す如く結び付け.尖角を電柱に打込みて

第四百十四圖
足場釘

第四百十五圖　電柱昇降器

昇降するを得るなり.之に由て線路を巡回する工夫は常に之を携帶するものとす。

木柱の強さ——木柱の太さは其彎曲率が木柱及架設電線に當る風壓に由る力率より大なるべき強さを有する樣定むるを要す。

Dを寸にて示す木柱の末口.D_1を吋にて示す木柱地表面に於ける直徑.Sを尺にて示す柱間距離.dを架設されたる電線直徑の和(寸にて示す)hを尺にて示す電線地表上の平均の高さ.h_1を尺にて示す木柱地表上の高さ.Pを毎平方呎「ポンド」にて示す風壓.tを木柱の扯斷力を安全係數にて除したる最大安全力とす。

木柱の受くる風壓に由る力率をM_1とすれば

$$M_1=\frac{D+\left(D+\frac{h_1}{10}\right)}{2\times 10}\times h_1\times 0.988\times P\times\frac{h_1}{2}\text{尺「ポンド」}$$

木柱は長さ10尺に付き直經凡そ一寸增すものなる故に地際に於ける直徑は$D+\frac{h_1}{10}$なり.風壓は木柱の

中央に働くものと假定せり。

上式は次の如く變ず。

$$M_1=0.0494Ph_1^2\left(D+\frac{h_1}{20}\right)\text{尺「ポンド」}\quad\cdots\cdots(235)$$

風壓は風速の自乘に正比例し.風速は地方によりて一定せず.一時間の風速をV哩とすれば

$$P=0.005V^2\quad\cdots\cdots(236)$$

實際に起る最大風速は凡そ一時間に90哩なれば.其時の風壓Pは一平方呎につき40「ポンド」なり。

電線の風壓に由る力率をM_2とすれば

$$M_2=h\times\frac{d}{10}\times S\times 0.988\times P\text{尺「ポンド」}$$

$$M_2=0.0988hdSP\text{尺「ポンド」}\quad\cdots\cdots(237)$$

風壓に關しては電氣工作物規程第37條に次の如く規定せらる。

電柱の強さは風壓を電線路と直角の方向に於て人家連檐の場所に在りては垂直面に對し一平方呎に付き二十封度圓壔形面積に對し其垂直投影面積一平方呎に付電線に在りては十封度電柱に在りては十二封度其他の場所に在りては垂直面に對し一平方呎に付四十封度圓壔形面積に對し其垂直投影面積一平方呎に付電線に在りては二十封度電柱に在りては二十四封度安全係數を四以上として計算したるものなること。

木柱の太さは末口の直徑五寸以上なること.但し工事上の已むを得ざる場合に於て二本以上の木材を組合

はせて使用するときは此制限を四寸迄輕減することを得。

電柱には主として杉材使用せらるる故に之を標準とす.其強さは產地の氣候地質等により異り一樣ならざるも.震災豫防調査會の試驗成績の平均を取り一平方吋に付5,500「ポンド」とし.安全係數を四とすれば

$$t=\frac{5{\cdot}500}{4}=1375\text{「ポンド」}$$

木柱の彎曲率をMとすれば

$$M=\frac{\pi D_T^3 f}{384}=11.25D_T^3 \quad \cdots\cdots(238)$$

木柱建設が堅固なる爲には

$$M>M_1+M_2$$

なるを要す.

即ち　$11.25D_T^3>0.0494Ph_1^2\left(D+\frac{h_1}{20}\right)+0.0988hdSP$

從て人家連擔の場所に於ては

$$\left.\begin{aligned}D_T^3&>0.0527h_1^2\left(D+\frac{h_1}{20}\right)+0.088hdS\\ \text{其他の場所に於ては}\\ D_T&>0.1054h_1^2\left(D+\frac{h_1}{20}\right)+0.167hdS\end{aligned}\right\}\cdots\cdots(239)$$

以上の式に準じ高壓架空電線と道路鐵道軌道他の架空電線路又は架空弱電流電線路との交叉部分に於て建設する杉柱の末口は電氣工作物規程細則第30條に次の如く規定せらる。

一、人家稠の場所に於ける電柱

$D_0^3\geqq 0.056SEH_1+0.0026H^3$

$D=D_0-0.1H$

二、其他の場所に於ける電柱

$D^3\geqq 0.053SEH_1+0.001H^3$

但しDは電柱の末口(寸を單位とす)

Sは柱間距離(尺を單位とす)

Eは電線直徑の和(吋を單位とす)

H_1は電線支持點の地表上の平均高さ(尺を單位とす)

Hは電柱地表上の高さ(尺を單位とす)

D_0は電柱地表面に於ける直經(寸を單位とす)

木柱は概して餘り強からざれば.柱間距離大なる場所に在りては木柱二本を用ひA形又はH形に建設し堅固ならしむる者とす。A柱の強さは其構造によりて異れども.兩柱の頭部を鐵ボルトにて堅固に締付け地中に於ける根物を强固ならしむれば.單柱の强さに四倍乃至五倍すべし。H柱は强さに於てA柱より劣れども.單柱より優り.兩柱を水平に鐵ボルトにて締付くれば稍A形同樣のものとなるべし.是に由てA柱及H柱は共に電線路中柱間距離大なる場所又は特に强力を要する場所に用ひらる。

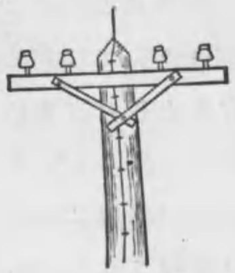
腕木—電線を架渉する爲に用ふる**腕木**(Cross Arm)には通常樅の角材を用ひ.各面共良く仕上げ防腐劑

ね概じ應に數條の線電渉架は法方其.す抹塗に是を
次の如し。

二線架渉　二寸角.長さ二尺　二線間の距離19吋
同　上　巾二寸.高二寸五分.長三尺
二線間の距離31吋
四線架渉　二寸五分角.長四尺.二線間の距離12吋
六線架渉　三寸角.長六尺　二線間の距離12吋

長さ四尺以上の腕木は電線架渉後乾燥する爲め漸次屈曲する虞あるを以て.是を防ぐが爲め第416圖に示すが如く.鐵板を腕木及電柱に鐵ボルトにて締付くるとあり是をブレース(Brace)と云ふ.其寸法は長さ28吋.巾$1\frac{1}{4}$吋.厚さ$\frac{3}{16}$吋とし.ボルトを通ずる孔の直徑は$\frac{7}{16}$吋とす。

第四百十六圖
ブレース



腕木を電柱に取付くる方法は腕木の幅の二分の一に相當するだけ電柱を切り取り.其幅は高さより少し狹くし.雨水の滲入を防ぐが爲に此部分に防腐劑を塗り木槌にて腕木を打込み.直徑四分の鐵ボルトにて互に締め合はすべし.若し切込みの巾廣きときは雨水浸入の恐れあり。腕木の位置は

最上腕木の中心が柱の頭部より一尺.之と第二腕木との間隔は一尺五寸乃至二尺とす.以下是に準ず。然れども分岐線を架設する場合の如く腕木を交互直角に取付くる場合或は電柱間の距離長くして電線垂下し下方の電線と混觸の虞れあるときは腕木間の間隔を適當に伸長するものとす。

腕木の取附は電柱の發電所に面する側に於て爲すを通常とす.然れども引込柱又は角柱に於ては電線の張力の加はる方向と反對の側に取附くるを可とす。

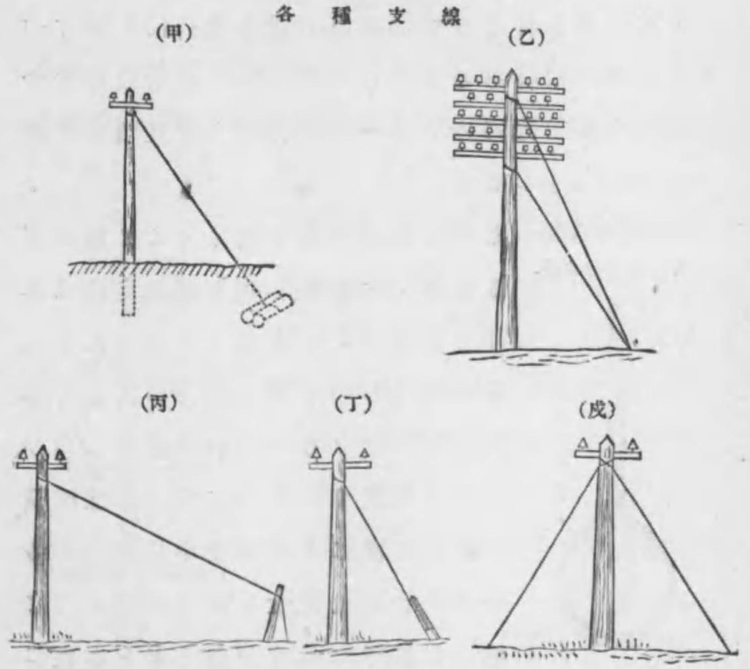
電柱建設——電柱の腕木及地線取付終り是を建設するには.先づ線路測量の際定めたる位置に上部長方形を爲す穴を穿つ.其方法は凡そ幅二尺長さ四尺乃至五尺.深さは柱の埋設すべき部分に應じて適當に定むべし.上部長方形の長邊を線路と方向を同じうし.堀り下ぐるに從て幅を狹め底部に於て幅一尺と爲す.穿孔終らば穴に板を建て置き.電柱を穴に突き入れ竹梯子又は適當の工具にて徐々に是を起し直立したる時板を引抜き.線路の方向に應じ其振りを定め.電柱の地下一尺位の箇所に根枷として直徑五寸乃至六寸長さ三尺乃至四尺の松丸太を八番鐵

線にて結び付け次に土を穴に突き入れ上部よりバンナー(Punner)と稱する蕪の形狀を爲す鐵製の槌にて突き固む尙地際に岩石煉瓦の類を突き入れ建設を堅固ならしむ。根枷松丸太には皮付のものを用ふべし乾燥せる土地に於ては皮付ならざるも差支なし。

線路の屈曲せる箇所に於ては柱頭を電線の張力に反して屈曲の方向に反對に少しく傾斜せしむ斯くの如くなすも電線架渉後其張力にて電柱は直立するに至るべし。傾斜の角度は水平線に對し八十度を極度とし是れより多く傾斜せしむ可らず線路の屈曲大なるか或は屈曲少きも是を堅固になさんとすれば第417圖に示す如く支線(Stay)を用ひて電柱を屈曲の方向に反して傾斜せしを直線路に於ても引止柱角柱及び線路分岐柱には支線を用ふべきものとす。支線は腕木を避け成るべく電線の張力の合成點に於て電柱に捲付くべし其電柱との角度は約三十度なるを可とす。支線には亞鉛鍍八番鐵線の數條を束ねたるものを用ひ其一端は電柱に捲き付け他の端は長さ三尺乃至五尺の松丸太一本或は二本に固く結び付け地下四尺以上の深さに埋沒する

ものとす。支線に用ふる鐵線は充分能く引伸ばして後使用すべきものにして且つ支線となりて弛張重合なく各線平等に張力を受くる樣取付くべし其條數は架渉電線の條數に應じ定むべきものとす。腕木多くして電線の張力大なるときは支線二本を用ふることあり第417圖(甲)は通常の支線の取付方を示し(乙)は二本の支線を取付たるを示す(丙)は電柱の

第四百十七圖
各種支線

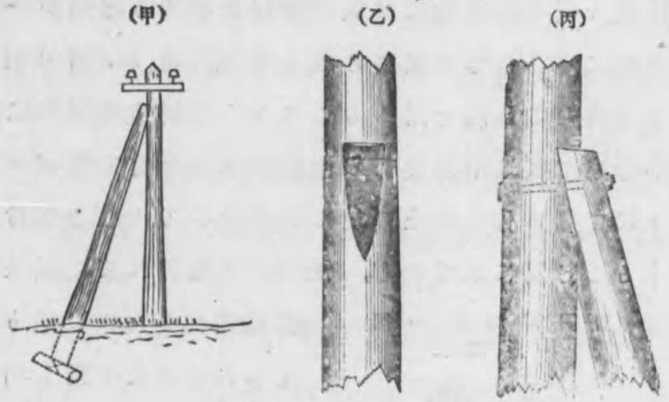


傍に支線を取るべき餘地がなき場合に離れて一本の副柱を立て是に支線を取付たるを示す.(丁)は交通頻繁の場所に於て人馬が是に觸れて損傷を受けざらんが爲に支線に副柱を當て支線と共に埋め込みたるを示す.副柱は支線に八番鐵線にて二三回捲き鐵ステープルにて打留む.(戊)は土地軟弱なるか或は長き直線路にして風壓の烈しく當る場所に於て二本の支線を電柱の兩側に設けたるを示す。支線を電柱に捲き付くる方法は第418圖を見れば了解すべし.支線の取付ある電柱の地線は別に是を取付けずして.支線の捲終りより一線を伸ばして柱頭に突出せしむるものとす。

第四百十八圖
支線上部卷付圖

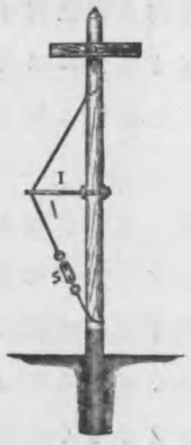
障碍の爲に支線を設くること能はざる場所には**支柱**(Strut)を用ふ.支柱は本柱と同材にして本柱より末口凡そ五分小なるものを用ひ.張力に反して本柱を壓すべきものなれば.張力に向ひ本柱に裝置するものとす。支柱建設は本柱同樣にして其地中に埋沒する一端に根枷松丸太を結び付くること第 419 圖(甲)に示すが如し.是を本柱に

第四百十九圖
支柱



取付くるには同圖(乙)に示すが如く本柱に適當の切缺を設け是に同圖(丙)に示すが如く抱き合せ鐵ボルトにて締附く.此部分にも雨水の滲入するを防ぐが爲に防腐劑を塗抹す.

第四百二十圖
弓張支線



支線及支柱共に建設の餘地なき時は第420圖に示す如き**弓張支線**(Martingale)を裝置す.Iは鐵棒にて上部に溝を有し支線を取付くべき側に於て電柱の中央に是を打込み.電柱の上部よりIの上端の溝を經て支線を張り.其下部を電柱根部に捲き付け.Sなる締金物

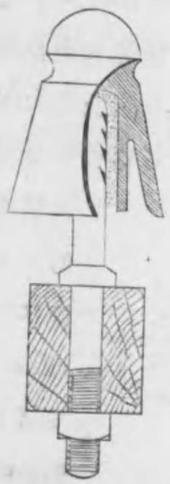
にて是を引締め張力を適當に加減するものとす。風當り强き場所或は多數の線條を有する線路が一ケ所に湊合して一線路と成るときは第421圖の如き堅固なる H 柱を用ふることあり其構造は電柱二本を建て其地中埋沒部の兩面に木材を當て鐵ボルトにて締め付け地上に於ては鐵材にて兩柱を締付くること圖に示す如し。電柱の建設終れば電氣工作物規程第24條に據り是れに番號札を附し所有者名及建設年月を記入し高壓電線の架渉する腕木は其高壓たるを表示する爲め赤色碍子を用ひざる場合には其表面全部を赤色に塗るべし。

第四百二十一圖
H 形電柱

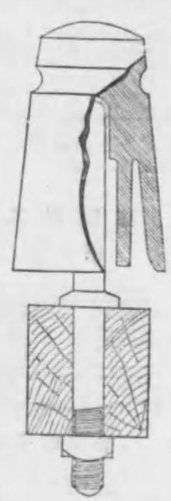
碍子類—電線を腕木に架渉し之を他の物體より絶縁するには絶縁體なる**碍子** (Insulator) を用ふ。碍子に缺くべからざる性質は抵抗甚だ高く濕氣を吸收することなく日光

風雨又は温度の變化に由て異狀を呈せず線條を支持して之を害ふことなく運搬に際して破損の憂少きものならざるべからず。此等の條項に適する者は陶磁器硝子エボナイトの類なれども濕氣多き我國に於ては硬質磁器を最良とす其品質は充分の强さを有し形狀は表面より漏洩する電量を極少ならしむるものならざる可らず。其種類は電線路の電壓に由て異る第422圖は**單碍子** (Single Cup Insulator) に

第四百二十二圖
單碍子



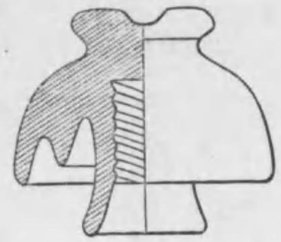
第四百二十三圖
二重碍子



して支持用鐵ボルトを其內部に硫黄を膠着劑として膠着せしめ腕木の適當の孔に挿込みたるもの

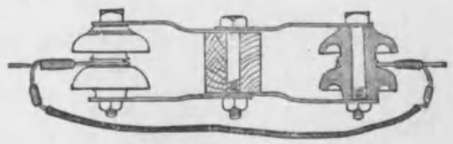
一部切斷面を示す.第423圖は同じく**二重碍子**(Double Cup Insulator)を示す。單碍子は電壓200「ヴオルト」以下の電線路に用ひられ.二重碍子は電壓2,500「ヴオルト」以下の高壓電線路に使用せらる.其支持用ボルトは亞鉛鍍鐵製にして其直徑は½吋を通常とす。第424圖に示すものは**三重碍子**(Triple Cup Insulator)にして電壓2,500「ヴオルト」乃至3,500「ヴオルト」の高壓電線路に使用せられ.10,000「ヴオルト」の絶縁試驗に合格したるものならざるべからず。電線路屈曲せる電柱.電線路の分岐する電柱又は引止柱に於て電線に多大なる張力の加はる箇所に於ては.機械的に強き**茶臺碍子**(Shackle Insulator)を用ふ.茶臺碍子は亞鉛鍍鐵の**ストラップ**(Strap)二枚と鐵ボルト

第四百二十四圖
三重碍子

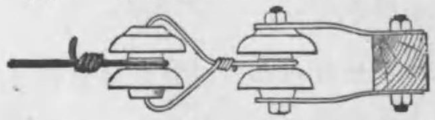


第四百二十五圖
茶臺碍子

(甲)　茶臺碍子

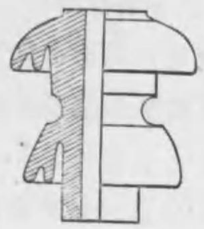


(乙)　茶臺碍子二重碍子使用圖



にて腕木に締附けらる.第425圖は茶臺碍子の取付を示し.(甲)は電壓1,000「ヴオルト」以下の電線路に使用せらるゝ場合.(乙)は電壓2,500「ヴオルト」以下の高壓電線路に使用せらるゝ場合を示す.即ち一個の茶臺碍子はストラップに依て腕木に締附けられ.他の茶臺碍子は八番鐵線に依り第一の茶臺碍子の中央に取付けらる.此くの如く二重に茶臺碍子を使用するに由て電線路の絶縁を良好ならしむるなり。第426圖は電壓2,500「ヴオルト」乃至3,500「ヴオルト」の高壓電線路に使用せらるゝ茶臺碍子を示す。此等各種碍子の寸法は製造所に由て異り一定ならず第104表に其一例を示す。

第四百二十六圖
高壓茶臺碍子



第　四　百　表
碍　子　寸　法　表

	三重碍子	高壓茶臺碍子	二重碍子	茶臺碍子
電線路電壓	3,500	3,500		
試驗電壓	10,000	10,000		
直徑（吋）	4	4⅜	3⅛	3⅛
高さ（吋）	3½	4½	3¼	2⅜
上部溝徑（吋）	¾			
側部溝徑（吋）	5/8	½		
ボルト孔徑（吋）	1	7/8		
ボルト直徑（吋）	5/8	5/8	½	½

電線―架空電線路に使用する電線は已に記載したる如く電氣工作物規程第27條に於て規定せられたる大さのものにして被覆したるものなるを要し.其被覆の種類は同第28條に次の如く規定せらる。

架空電線には其使用電壓に從ひ左に掲ぐる絶緣電線を使用することを要す(但書略)

使用電壓	絶緣電線の種類
三百「ヴォルト」以下	第一種絶緣電線
三百「ヴォルト」を超過する直流低壓	第二種絶緣電線
高壓	第三種絶緣電線

此等の絶緣電線に關しては第二章に記載せり。尤も特別の施設を爲すときは以上の規定に據らざることを得るなり.其特別の施設とは第29條及細則第25條第26條及第27條に規定せらる.卽ち第一にB. S. 四番の硬銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有する電線を使用すること。第二に架空電線が架空弱電流電線の下部に於て.45度以下の角度を以て交叉し又は相互間の水平距離八尺以下なるときは.若し上部の電線が切れて下部の電線に接觸したるとき双方の回路に故障を起す虞れある故に.架空電線の上部に保護網をを施設すること。保護網とは架空電線に平行に數條の鐵線を架し之に直角に數條の鐵線を結び付くる網にして.架空電線に平行なる鐵線の太さはB.S.六番以上其相互間の間隔五尺以下.横線卽ち架空電線に直角に架設せらるゝ鐵線の太さはB.S.十番以上其相互間の間隔5尺以下と規定せられ.保護網の幅を架空電線路の幅より廣くなし其外部に張出する幅は保護網と架空電線との間隔の½以上なるべしと定めらる。第三に架空電線が架空弱電流電線と其下部に於て45度を超ゆる角度を以て交叉するときは架空電線の上部に保護線を施設すること.保護線とは保護網の横線なきものにして鐵線相互間の間隔2.5尺以下なるを要す。保護網及保護線は架空電線を支持する腕木より二尺上に他の腕木を取附け之に張架するものとす。保護網及保護線は適當の地線にて大地に接續し.架空電線が之に接觸したるときは其電流をして大地に傳はらしめ弱電流電線に故障を及ぼさざらしむるなり。一般に保安の爲め電氣施設物を大地に接續するを**接地**(Earth Connection 又は Ground Connection)すると謂ふ.保護網及保護線は後に記載する第二種地線工事に依り接地するを要し其方法も後に記載す。市街地以外に於ては特別の施設を爲すときは裸銅

線を架設することを得るなり.其施設方法の詳細は電氣工作物規程第30條に規定せらる.爰には之を省略す。

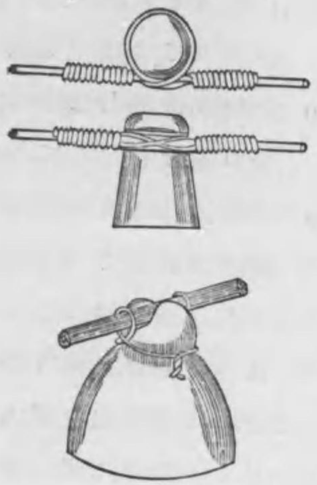
架線—電線を架渉するには先づ之を數本の電柱を通じて腕木の上に載せ.**張線器** (Draw Vice) なる工具を電線に噛ませ.之に依て適當の力を加へて電線を引き締め電柱間の距離.電線の大小及氣温等に應じ電線に適當の垂下を與ふるものとす.此垂下を**弛度**(Sag 又は Dip) と云ふ。弛度は餘り少きときは電線の切斷する虞れあり.之に反し餘り多き時は風の爲に互に觸れて混線の虞あり.其適當なる弛度は柱間距離の$\frac{1}{100}$乃至$\frac{2}{100}$とす.弛度の計算法は第二項に記載す。

第四百二十七圖
キンク

電線を取扱ふ際良く注意し其被覆物に損傷なきや否やを檢査し.第427圖に示す如く電線を曲げざる樣注意を要す.之を**キンク**(Kink)と云ふ.電線は一度キンクするときは其部分弱くなりて架線後切斷する虞あれば.此部分を切り取りて更に接續するを可とす。

電線の弛度を定めたる後之を碍子に結び附けるなり.其方法は電線を碍子の溝部に當て箝め第428圖に示すが如く.細き被覆せる電線を本線に捲き付け其末端を碍子の裏側に廻はし再び本線に捲き付くるなり.此電線を**バインド**線(Bind Wire)と云ふ。バインド線の太さは本線の大小に由つて一樣ならず.通常B. S. 12番乃至18番の鐵線又は銅線を使用す.本線に裸線を用ふる場合にはバインド線にも裸線を用ひ本線に被覆線を用ふる場合には木綿を一重編組したる被覆線を用ふ。

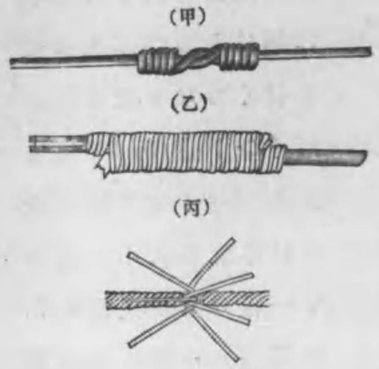
第四百二十八圖
バインドする方法



電線を接續する方法は.其被覆物を除き.小なる電線は單に捻合せ.大なる電線は所謂**ブリチタニアン接續** (Britannian Joint) を行ふ.卽ち接續すべき二線を適當の長さに合せ細き電線にて之を捲くにあり.第429圖(甲)は捻合せ接續.同圖(乙)はブリタニアン接續を示す。電線が撚線なるときは兩線の端を一尺餘解き其中

心にある電線を切り殘りの電線を互に組合せて接續すること第429圖(丙)に示すが如くす。何れの方法に據るも接續を爲すに當りては良く電線を磨き接續したる後錫の鑞付をなして其導電力及張力が他の部分と異ることなからしむ接續線には本線の四番線乃至八番線には16番線を用ひ10番乃至12番線には20番線を用ふ。鑞付に用ふる燒鏝の溫度は餘り高きときは銅の酸化を起さしめ餘り低きときは錫鑞を鎔解せず適當なる溫度は暗所に於て漸く赤色を呈するを可とす鑞付に使用する鎔劑には銅線に在りては松脂鐵線に在りては稀鹽酸を用ひ鑞付全く終りたる後は水にて良く其部分を洗ひ護謨テープ及絕緣布テープを數回卷き其絕緣抗抵をして他の部分と異ることなからしむべし。銅線の鑞付には松脂入錫鑞を用ふるか又は鎔劑としてソルダリングペースト(Soldering Paste)を使

第四百二十九圖
電線接續法



用すれば最も簡單なり。電線を接續することは甚だ容易なるが如しと雖も大に熟練を要し其方法にして不完全なるときは抵抗を增し接續の箇所多きに從ひ電壓の降下を增さしむるなれば最も注意を要す其方法に熟練するときは鏝の溫度は手加減にて了知するを得るなり。

高壓用の電線は低壓用の電線と同一腕木に架渉せしめずして必ず上方の腕木に架渉せしめ兩腕木間の間隔は必ず1.5尺以上離隔すべく電氣工作物規程第32條に規定せらる。架空電線と造營物との間隔は其側面に於ては四尺以上造營物の上部に於ては六尺以上と同規程第31條に規定せられ支持物を異にする架空電線相互間及架空電線と弱電流電線との交叉又は接近距離は三尺以上架空電線と他の電線路の電柱腕木又は植物との間隔は一尺以上と同規程第34條に規定せらる。

架空電線を分岐するには電氣工作物規程第26條に據り必ず其電線の支持點に於て之を爲し分岐電線に**可鎔線** (Fuse Wire) を備ふるを要す可鎔線を取附くるには第430圖に示す**遮斷子**(Catch Holder)を用ふ遮斷子とは小なる長方形の陶器に眞鍮の鉸A.B及受

金物二個取付けられたる者にして.兩方の鉛 A.A に電線を捲付け.兩鉛 B B 間に可鎔線(可鎔線に就ては

第四百三十圖

(甲)小形遮斷子　　(乙)大形遮斷子

後項に詳記す)を捲き附く.其効用は是に依て分岐電線に過大の電流を通せしめざる樣保護するにあり。架空電線より家屋に引込線を分岐するには.別に引込柱に腕木を取附け電柱上碍子に於て電線を分岐するか或は茶臺碍子を腕木に取附け.若くは曲柄碍子を電柱に捲込み.本線より分岐する引込線を是に架渉せしむ。曲柄碍子とは小形二重碍子のボートの下方をU形に曲げ先端を螺旋形とし電柱又は造營物に捲込み得る樣作られたるものなり。家屋に於ては其軒先に二尺腕木を取附け.家屋の構造及電線の方向に從て是に小二重碍子.茶臺碍子或は曲柄碍子を用ひ引込線を是に架渉せしめ屋內線に接續するなり。此場合に屋內より引出せる電線は必ず下方に向けて引込線と接續すべし.然らざれば雨滴

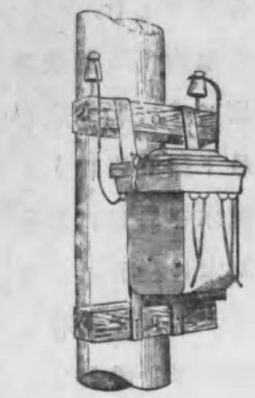
電線に傳はりて引込口より屋內に入り電線の絕緣を不良ならしむる虞れあり。引込線と本線との分岐點に於ても遮斷子を接續し.家屋內に架設せる電線及器具を過大の電流に對して保護せしむ。

電線路に於ける施設物—電柱に取附くる施設物の重なる者を變壓器及線路遮斷器とす。需用家用變壓器を電柱に取附くる方法は最下架空電線より下方に地表十六尺以上の箇所に腕木を二段に取附け(電氣工作物規程第81條)上段の腕木に變壓器を其掛金物にて懸け.下段の腕木に鐵ボルトにて締付くるなり又は電柱に棚を作り之に變壓器を設置するなり。變壓器の一次線は高壓幹線に**可鎔遮斷器**(Fuse Box)に依て接續せしめ.二次線は低壓幹線に遮斷子に依て接續せしむ。第431圖(甲)は變壓器を掛金物にて電柱に懸けたるを示し.同圖(乙)は變壓器を棚に設置したるを示す。可鎔遮斷器は變壓器を其耐量以上の電流に對し保護するものなり.第432圖(甲)に示すものは鐵製可鎔遮斷函にして.其構造は外部鐵製の函內に陶器臺あり.之に二個の眞鍮の螺子及受金物取附けられ兩螺子に高壓幹線を接續す.別に接續用眞鍮片の取附けられたる把手あり.其眞鍮片間

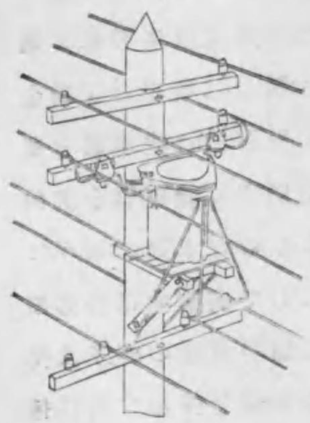
に可鎔線を附け置き附檢を線鎔可に挿入すれば.南高壓線は接續せらるる.全體の構造耐火質にして天候の如何に關せず可鎔線及電線と外函及把手との絶縁良好にして些少の漏電なく.容易に之を腕木に取附け得べく.可鎔線の取換及點檢の際容易に迅速に把手を取扱ふことを得べきものたるを要す。第432圖(乙)に示すものは碍子形可鎔遮斷函にして.1は陶器製と稱し受金物を具へたる外函.2は可鎔線を取附くる把手.3は把手を挿込みたる全體の外形なり. 以上二種の遮斷函は電壓3,500「ヴオルト」以下の回路に使用せらるゝものにして.6,600「ヴオルト」の回路に使用せらるゝものは第433圖(丙)に示す如く木製の函内に納め.可鎔線には包裝物受金を片鎔眞て依に手把き置け附檢を線鎔可に挿入すれば.南高壓線は接續せらるる.全體の構造耐火質にして天候の如何に關せず可鎔線及電線と外函及把手との絶縁良好にして些少の漏電なく.容易に之を腕木に取附け得べく.可鎔線の取換及點檢の際容易に迅速に把手を取扱ふことを得べきものたるを要す。第432圖(乙)に示すものは碍子形可鎔遮斷函にして.1は陶器製と稱し受金物を具へたる外函.2は可鎔線を取附くる把手.3は把手を挿込みたる全體の外形なり. 以上二種の遮斷函は電壓3,500「ヴオルト」以下の回路に使用せらるゝものにして.6,600「ヴオルト」の回路に使用せらるゝものは第433圖(丙)に示す如く木製の函内に納め.可鎔線には包裝

第四百三十一圖

(甲)　電柱への變壓器取附の圖



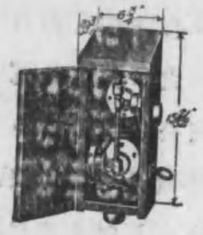
(乙)



第四百三十二圖

(甲)　鐵函可鎔遮斷函　　(乙)　碍子形可鎔遮斷函

(丙)　660「ヴオルト」可鎔遮斷函



せられたるものを用ひ之を取換へるには別に絶縁良好なる把手にて取扱ふなり。遮斷子には低壓幹線に適當する最大安全電流にて鎔解すべき可鎔線を接續し低壓幹線を過大電流に對し保護せしむ。**線路遮斷器** (Line Switch) は火災其他事故發生の際線路の一部の送電を停止する必要ある場合に使用するものにして市街地に於ては高壓電線路の長さ十町毎に電柱に之を取附け架空高壓線に接續するものとす.(電氣工作物規程第80條)其構造は通常洋刀形開閉器(第五項に記載す)と同樣にして之を鐵函に納め絶縁油を注入し耐火耐水たらしむ.其把手は外部に在りて之に依て容易に電線路を遮斷することを得るなり.變壓器用可鎔遮斷函を之に代用

するも差支なし。

保安裝置及接地方法——高壓電線路と低壓電線路と混觸するときは.高壓の電流は低壓電線路に通じ低壓電線路に接觸する人に危害を與ふることある故に.此危險の發生を豫防する爲めに變壓器の二次線の中性點を後に記載する第二種地線工事にて接地すべく.若し變壓器の構造上其中性點を接地し難きものは二次線の電壓250「ヴオルト」以下のものに限り.其一端を接地すべきものとす。之に用ふる電線卽ち地線は變壓器の最大電流を安全に通じ得るものなることを要するなり.(電氣工作物規程第18條)。一般に保安の爲め電氣施設物を接地せしむるには.金屬體を地中に埋設し之を電氣施設物に電線にて接續するにあり.金屬體には銅板又は鐵管を用ふ.銅板には大凡四平方呎厚さ五厘の大さのものを用ひ.鐵管は直徑一吋長さ六呎の瓦斯管を用ひ.共に地表面下六尺乃至八尺の深さに埋設し水面に達せしめ.之に地線として B.S. 十二番七本撚裸銅線を鐵管の頂部又は銅板の一端に鋲留又は膠付し.其一端を地上に導き接地すべき電氣施設物に接續す。土地乾燥せる場合には金屬體の周圍にコークス又は木炭

を充分に充塡し之に鹽水を注入を濕氣を保持せしむべし.附近に河川又は溝あるときは其泥土中に金屬體を埋設し.水道鐵管又は軌條あるときは地線を鐵管又は軌條に鋲留する方法最も完全なりとす。何れの場合に於ても地線を布設するには成るべく屈曲せざる樣率直に行ふべし.止むを得ずして屈曲せしむるときは屈曲の半徑を大ならしむべし。以上の方法に依り接地を行ふも接地點に於て地線と埋設金屬體との間に抵抗ある故に成るべく之を少からしむること必要なり.之に就き電氣工作物規程第20條に次の如く地線工事として規定せらる。

第一種地線工事. 地線には B.S. 十番以上の銅線又は B.S. 六番以上の鐵線を用ひ且地板と大地との電氣抵抗を10「オーム」以下に保持せるもの又は之と同等以上の效力を有するもの。

第二種地線工事 地線には前號の金屬線を用ひ且地線と大地との間の電氣抵抗は地線との間に於ける電壓を150「ヴオルト」以下に保持するもの又は之と同等以上の效力を有するもの。

第三種地線工事 地線には第一號の金屬線を用ひ且地板と大地との電氣抵抗を100「オーム」以下に保持するもの又は之と同等以上の效力を有するもの。

上記の如く變壓器の二次線の一端を接地するとき

は.たとへ二次線が高壓電線に觸れ高壓の電流が二次線に通ずるも.二次線の電壓は其使用電壓以上に昇ることなく之に觸るゝ人も危險を感ずることなし.若し二次線の中性點を接地するときは.此くの如き場合に之に觸るゝ人に及ぼす電壓は其使用電壓の½にして最も安全なり。尤も此場合の接地は完全ならざるべからず.今地線と大地との間の抵抗をR「オーム」とし.高壓の電線が二次線に混觸して二次線に通ずる電流をI「アムペア」とすれば.地線と大地との間の電壓はIRにして.第二種地線工事の規定に於て之が150「ヴオルト」以下なるを要するなり.若し此場合に150「ヴオルト」に達する如き電流が通ずるときは變壓器の一次線に於ける可鎔遮斷函の可鎔線は鎔斷せざるべからず。例へば變壓器の耐量を3「キロワット」とし其一次電壓を3,000「ヴオルト」とすれば規定電流は$\frac{3,000}{3,000}$=1「アムペア」なり.然るに電氣工作物規程細則第13條に高壓に使用する非包裝可鎔片は定格電流の二倍の電流にて二分間以内に鎔斷することとあるに由り.可鎔片の鎔斷電流を一「アムペア」の二倍即ち二「アムペア」とすればIR=150の式より.R=$\frac{150}{I}$=$\frac{150}{2}$=75「オーム」即ち地線と大地と

の間の抵抗は75「オーム」以下なるを要するなり.地線工事を行ふ場合に街路又は人家に接近する場所に於ては地線に人の觸るゝ虞あり.其爲に人に危險を及ぼすことあれば.斯の如き場所に於ては地板を地下五尺以上の深さに埋設し.地板より地表面に至る電氣力線の密度を減少して地表面に於ける電位差なからしめ.且つ地板より地上二尺に至る迄の地線は充分大地と絕緣する爲め地線に第四種絕緣電線を用ひ地上八尺の高さ迄木樋又は竹樋にて是を覆ひ.樋と地線及之を取附くる電柱又は其他の造營材との間にピッチの如き絕緣材料を充塡し.尙又人の接觸及び他より受くる損傷を豫防する適當の設備を爲すべきものとす.(電氣工作物規程細則第21條)

高壓電線路の特別高壓電線路に對する混觸より生ずる危險を豫防するには.次の如く高壓電線路の電壓に應じ相當電壓にて大地に向て放電すべき裝置を設備すべく電氣工作物規程第19條に規定せらる。

高壓電線路の最大使用電壓	放電電壓
(1) 1,000「ヴオルト」未滿	最大使用電壓の約二倍以下
(2) 1,000「ヴオルト」以上 1,4000「ヴオルト」未滿	約2,000「ヴオルト」以下

(3) 1,400「ヴオルト」以上　最大使用電壓の約一倍半以下

此放電裝置には通常相當放電電壓に設計せられたる多隙避雷器(後項に記す)を用ひ其一端を保護すべき高壓電線路に接續し他の一端を第二種地線工事にて接地するものとす。此裝置に由て特別高壓の電線が高壓電線に觸れたる場合には特別高壓の電氣は避雷器の放電間隙を超へ接地點を經て大地に向て放電し高壓電線に危害を與へざるなり。

電線路に關する諸規定—電氣工作物規程中電線路に關するものは已に記載したる以外に諸種の規定あり其重なるものは次に示す如し。

市街地の道路に建設する架空電線路は道路の一側のみに限られ弱電流電線路と同一側に建設することを得ず其幅は(支柱支線を含まず)八尺以下に制限せらる。(第23條)

電柱は他の架空電線路又は弱電流電線路を貫通して建設することを得ず。(第32條)

高壓電線と弱電流電線と交叉する場合には高壓電線を上部とし其間隔は三尺以上にして交叉部分に於ける電柱間の距離は150尺以下電線の強度は其地方の最低温度に於て安全係數を五以上として算出したるものたるべしと規定せらる。(第34條,第37條,第38條)。架空電線と電信電話線を併用する場合には相互間の距離は六尺乃至12尺なることを要す。(第81條)。低壓架空電線は高壓架空電線より下部に於て交叉接近又は併行する樣架設すべきものとす(第85條)。

架空電線路の大地に對する絶縁は低壓電線路に於ては電線路と大地との間の絶縁抵抗が漏洩電流なして最大供給電流の$\frac{1}{1000}$を超過せしめざる樣保持すること.又高壓電線路と大地との間の絶縁耐力は使用電壓の$1\frac{1}{2}$倍の電壓を以て試驗し10分間以上之に耐ふることと規定せらる(第39條)。

絶縁抵抗を測るにはメッガーを用ひ.屋内電線路の絶縁抵抗測定方法に準じて行ひ.絶縁耐力を測るには變壓器の絶縁耐力を測る方法に準じて行ふなり。

電線路の保守—電線路の建設落成の上は.全線路の絶縁抵抗を測定し是を記錄し置き.日常は線路に於ける施設物及建設材料に異狀なき樣又異狀を生じたるときは是を排除復舊せしむる樣技術者をして線路を巡廻せしめ.一定時日毎にメッガーを用ひ絶縁抵抗を測定し記錄し置くを要す。碍子には塵埃堆積し易きを以て.少くとも一年三回全線路に於ける碍子の清掃を行ひ其際電線の弛度を適當に加減すべきものとす。

線路の保守上.線路圖.線路臺帳.變壓器臺帳.絶縁抵抗記錄簿を調製し備付け置かざるべからず.線路圖は

凡そ$\frac{1}{2000}$分一の縮圖に調製し是に電柱の位置及番號.高壓線低壓線の區別.電線の種類及太さ.幹線幹線の區別.變壓器の位置及耐量.線路遮斷器.接地裝置の位置.附近に存在する架空電線路及弱電流電線路の位置等を記入すべし。線路臺帳には線路に於ける諸施設物及建設材料並に交叉物の明細を各電柱毎に明細記入し.變壓器臺帳には變壓器毎に其點燈電球をワット別及需用家別に記入すべし。絕緣抵抗記錄簿には少くとも三ケ月毎に測定したる高壓線及低壓線間.高壓線及大地間.低壓線及大地間の絕緣抵抗を各幹線毎に記入し置くべきものとす。

第二項　特別高壓電線路の建設

電線路の撰定——特別高壓電線路は電氣工作物規程第41條に於て市街地其他人家の稠密なる地に建設することを得ずと規定せらるゝ爲め.概ね原野山林田園中を通過せしむるに由り建設上種々の障害物に遭遇するを免かれざるべし.此等の障害物を悉く避ける爲め電線路を迂回せしむるときは線路延長し.短距離に據らんとすれば多くの障害物に阻止せられて實行し難き場合多し。此理に由て電線路

の位置を撰定するには圖面上に於て障害物少くして短距離なるべき線路の中心線を豫定し.之に近く障害物の少きか又は之を除去し得らるゝ位置に中心線を確定し.電柱建設豫定場所に測量杭を打ち.其左右に適當の幅に平面測量及中心線の高低測量を行ふものとす。此測量に際し次に記載する事項は線路の位置撰定上心得べきものとす。

(一) 電線路は建造物鐵道.軌道.道路及他の架空電線より遠ざけ.個人の私有地又は自己專有地に建設すべきものとす。

電線路と建造物.鐵道.軌道.道路及他の架空電線とが電柱の地表上の高さに相當する水平距離以內に接近するときは特別の施設を要すること電氣工作物規程に規定せらる.其特別の施設は後に記載す。電柱の建設地は買收するか若くは其地上權を獲得し置くを可とす.然らざるときは後日に至り其土地所有主との間に紛擾を生ずることあれば.成るべく之を買收するを可とす。

(二) 電線路の建設地は乾燥開濶にして容易に之に接近することを得る場所なるべきこと。

濕潤の建設地の濕潤なるときは線路の絕緣低下し易く.且つ電柱が木柱なるときは腐蝕早し.之に由て池.沼.水田等はたとへ線路を迂回せしむるとも成るべく之を避くるを可とす。線路の建設地開濶なるも.樹木繁茂するときは.其枝葉は風の爲に落下

し碍子又は電線に觸れ線路の絕緣を低下せしむるか或は時として短絡を生ぜしむることあり。斯くの如き土地に線路を建設する場合には線路中心線の兩側を廣く買收し線路の妨害を爲す虞ある樹木は悉く伐採し空氣の流通を眞好ならしむべし。線路は餘り山奥又は谷深き處に建設するときは其巡視又は修理を行ふに困難なれば成るべく容易に接近することを得る場所に建設するを可とす

(三) 電線路は既設架空弱電流電線路(單線式電話線路を除く)に對し誘導作用に由る通信上の障害を及さゞる樣適當に離隔することを要す。(電氣工作物規程第42條)

電線路の誘導作用に就ては第三項に之を記載するも其通信上の障害を及さゞる樣離隔すことは電氣工作物規程細則第31條に架設電話線の場合に在りては架空電線の使用電壓に從ひ次の各號に適合するものと規定せらる。

(一) 最大使用電壓15,000「ヴォルト」を超過する場合

(イ) 電話線路の亘長10里毎に次の公式に依り計算したる誘導電流が四「マイクロアムペア」を超過せざる範圍内に兩線路間の距離及接近部分の亘長を保持すること。

$$i_T = V_K D_1 10^{-3}\left\{0.1n + 26\Sigma\frac{l_1}{b_1 b_2}\right\}$$

i_Tは受話器に通ずる誘導電流(「マイクロアムペア」を單位とす)

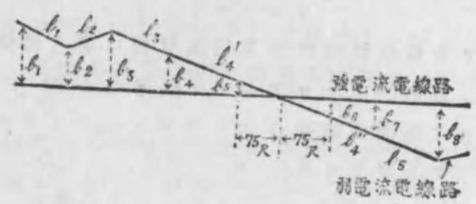
V_Kは强電流電線路の線間電壓(1,000「ヴォルト」を單位とす)

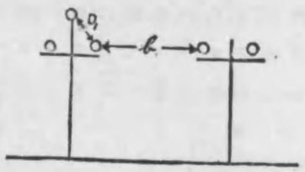
D_1は强電流電線路の線間距離(尺を單位とす)

b_1, b_2, b_3は强電流電線と電話線との間の距離(尺を單位とす)

l_1はb_1 b_2間.l_2はb_2 b_3間.l_3はb_3 b_4間.の電話線路の亘長(尺を單位とす)

nは交叉點の數(强電流電線路と電話線路との交叉點前後各75尺の部分を一交叉點として計算す)





(ロ) 前記公式の適用方法を示せば次の如し

$$\Sigma\frac{l_1}{b_1 b_2} = \frac{l_1}{b_1 b_2} + \frac{l_2}{b_2 b_3} + \frac{l_3}{b_3 b_4} + \frac{l'_4}{b_4 b_5} + \frac{l''_4}{b_6 b_7} + \frac{l_5}{b_7 b_8} + \cdots\cdots$$

(ハ) 既設架空電話線路に對し次記の距離以上離隔せる架空特別高壓電線路の部分は本計算に於て之を省略することを得

使用電壓	兩線路間の距離
22,000「ヴォルト」以下	200尺
33,000「ヴォルト」以下	350尺

44,000「ヴォルト」以下	500尺
55,000「ヴォルト」以下	700尺
66,000「ヴォルト」以下	900尺
77,000「ヴォルト」以下	1,100尺
110,000「ヴォルト」以下	1,900尺

(ニ) 15,000「ヴォルト」を超過する他の既設特別高壓電線路が存在するときは(イ)の誘導電流の制限は次の公式に依り之を計算するものとす。

$$y \leqq 4 - 0.5x$$

x は他の既設特別高壓電線路に依る誘導電流の總和(「マイクロアムペア」を單位とす)

y は新設電線路に依る誘導電流(「マイクロアムペア」を單位とす)

(二) 最大使用電壓15,000「ヴォルト」以下の場合

(イ) 電話線路の亘長一里毎に次の公式に依り計算したる誘導電流が1.5「マイクロアムペア」を超過せざる範圍内に兩線路間の距離及接近部分の亘長を保持すること。

$$i_T = V_K 10^{-3}\left(2.5n + 2.76\Sigma\frac{l_1\log\frac{b_2}{b_1}}{b_2-b_1} + 1.2\Sigma\frac{l}{b}\right) + 60\Sigma\frac{l_1}{b_1 b_2} + 60\Sigma\frac{l}{b^2}$$

交叉　不並行部分　並行部分　五十尺以下　不並行部分　並行部分　五十尺以上

i_T は受話器に通ずる誘導電流(「マイクロアムペア」を單位とす)

V_K は強電流電線路の線間電壓(1,000「ヴォルト」を單位とす)

$b_1\ b_2\ b_3$ は兩電線路並行せざる部分に於ける強電流電線と電話線との間の距離

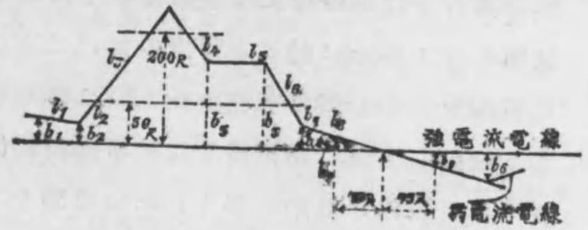
l_1 は b_1 b_2 間 l_2 は b_2 b_3 間の電話線路の亘長(尺を單位とす)

b は兩電線路並行せる部分に於ける兩電線間の距離(尺を單位とす)

l は兩電線路並行せる部分に於ける接近部分の亘長

n は交叉點の數(強電流電線路と電話線路との交叉點前後各75尺の部分を一交叉點として計算す)

(ロ) 前記公式の適用方法は次圖に示す如く強電流電線より50尺及200尺の箇所に強電流電線に並行せる二線を引き次の如く計算す



$$\frac{l_1\log\frac{b_2}{b_1}}{b_2-b_1} = \frac{l_1\log\frac{b_2}{b_2}}{b_1-b_2} + \frac{l_2\log\frac{50}{b_2}}{50-b_2} + \frac{l_1\log\frac{50}{b_2}}{50-b_1} + \frac{l_2\log\frac{b_3}{b_2}}{b_3-b_2} + \frac{l_3\log\frac{b_3}{b_3}}{b_3-b_3}$$

$$\frac{l_1}{b_1 b_2} = \frac{l_1}{50\times 200} + \frac{l_2}{200\times b_2} + \frac{l_3}{b_3\times 50}$$

$$\frac{l}{b^2} = \frac{l_1}{b_1^2} \qquad n=4$$

(ハ) 既設架空電話線路と300尺以上離隔する架空特別高壓電線路の部分は本計算に於て之を省略することを得。

(四) 電線路は蒸汽鐵道及海岸より離隔せしむべきこと。

電線路が蒸汽鐵道線路に接近するときは機關車の煙突より吐出する煤煙の爲に碍子は汚染し其絶緣耐力は低下するに至るべし。又海岸に接近するときは海霧及潮風の爲に鹽分碍子に堆積し是が爲め絶緣耐力低下するに至るべし。

(五) 電線路は二重に建設し中間に開閉所を設けること。

電線路は晝夜間斷なく使用せらるゝものなれば其故障ありたる場合又は其修理若くば電氣上の試驗を行ふ場合に於ける用意の爲に二重に適當の距離(少くとも使用電柱の長さの二倍)に相平行して建設し中間に開閉所を設け斷路開閉器を施設し兩電線路の連絡を圖り何れの線路をも任意一部分宛使用するを得べく設備すべきものとす。

以上各號に據り電線路の位置を撰定し電柱建設地を定めたる後其地勢に應じて電柱の大さを定め次に各電柱に使用する腕木又は腕金の大さ其取附方法支線保護裝置等の裝柱方法を以下記載する方法に依り之を定め使用材料の種類及數量を計上すべきものとす。

電柱—電柱には普通に杉材使用せらる其地表上の高さは建設地の地勢柱間距離電線の弛度等に依り之を定むるも電線地表上の高さは20尺以上とすと電氣工作物規程第46條に規定せらる。

電柱建設方法に就ては電氣工作物規程に次の如く規定せらる。

柱間距離150尺以下の場合

第47條

一. 電線の弛度は其地方の最低温度に於て安全係數を五以上とし電線の重量を支持し得る樣計算したるものなること

二. 木柱は電線路と直角の方向に於て垂直面に對し一平方呎に付40「ポンド」圓壔形面積に對し其垂直投影面積一平方呎に付電線にありては20「ポンド」電柱に在りては24「ポンド」の風壓に耐へること

三. 木柱强度の安全係數は15,000「ヴオルト」以下の電線路に在りては四以上、15,000「ヴオルト」を超過するものに在りては五以上なること

四 木柱の太さは末口の直徑五寸以上なること

細則第33條

一. 木柱根入はコンクリート又は之に準ずる基礎を有する場合を除くの外次表に依るものとす。

木柱の全長	根入
48尺未滿	木柱全長の六分一以上

48尺以上　　八尺以上

二. 電線路の直線部分(五度以内の角度を有する部分を含む)に於ける木柱には三柱間以下毎に B.S. 六番以上の鍛線三條以上より成る支線を電線路と直角の方向に於て其兩側に設くるか又は之と同等以上の強さを有する支線を設くるものとす但し15,000「ヴオルト」以下の電線路は此限りに非ず.

三. 電線路の直線部分(五度以内の角度を有する部分を含む)に於ける木柱には電柱九柱間以下毎に. B.S. 六番以上の鍛線五條以上より成る支線を電線路の方向に於て其兩側に設くるものとす。

細則第34條

木柱の末口は形材に在りては次の公式に依り計算したるものとす但し檜材の木柱に在りては其末口は次式より得たる末口直徑より一割小なるものとす。

一. 支線を有せざる單柱

$D^3 \geqq 0.053SEH_1+0.001H^3$　　15,000「ヴオルト」以下の場合

$D^3 \geqq 0.072SEH_1+0.0025H^3$　　15,000「ヴオルト」を超過せる場合

D は電柱の末口(寸を以て單位とす)

S は柱間距離(尺を以て單位とす)

E は電線直徑の和(吋を單位とす)

H_1は電線支持點の地表上の平均高さ(尺を單位とす)

H は電柱地表上の高さ(尺を單位とす)

二. 支線を有する單柱

$D_0^3 \geqq 0.056SEH_1+0.0026H^3$　　15,000「ヴオルト」以下の場合

$D=D_0-0.1H$

$D_0^3 \geqq 0.071SEH_1+0.0041H^3$　　15,000「ヴオルト」を超過せる場合

D_0は電柱地表面に於ける直徑(寸を單位とす)

支線は次の公式に依り計算するものとす

$A=0.0001(SE+0.72DH+0.036H^2\cos\theta\sec\theta)$

θは支線が電柱となす角度なり

Aは鍛線を用ひたる場合の支線斷面積(平方吋を單位とす)

柱間距離150尺を超過する場合には鍛柱又は鍛塔を使用するか又は特殊の設計に依る木柱を使用することを要す。

特殊の設計に依る木柱とはH柱及A柱にして.其場合の木柱の末口は次の如く規定せらる.

支線を有せざるH柱及A柱

$D^3 \geqq 0.02;SEH_1+0.001H^3$　　15,000「ヴオルト」以下の場合

$D^3 \geqq 0.03\{SEH_1+0.0025H^3$　　15,000「ヴオルト」を超過せる場合

木柱に依る特別高壓電線路に於て柱間距離150尺を超過し500尺以下なる場合には第47條に依る外に次の各號に依り設計するを要すと第48條に規定せらる。

一. 氷雪多き地方(細則第35條に在り)に於ける電線の弛度は前條第一項第一號に依るの外更に其地方の最低温度に於て安全係數を二以上とし第二號の荷重(氷雪及風壓)をも支持し得る樣計算したるものなること

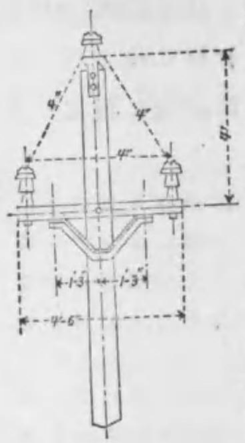
二. 氷雪多き地方に於ける木柱は前條第二號に依るの外更に電線の周圍に厚さ四分一吋の氷雪附着し(氷雪の重量は一立方呎に付57「ポンド」)前條第二號の二分一に等しき風壓にも耐へるものなること

三. 柱間距離300尺以上の場合に於ける木柱には全線條

の破壊張力の六分一に等しき不平均張力に耐へ且つ支線を設くること.但し B.S. 六番以上の鐵線五條以上より成るものたること

特別高壓線路に於ては電線は三條以上にして.其支持點は地表上異る高さに在り.三相式一回路なる場合には腕木一本を用ひ之に碍子二個を取附け柱頭に殘り一個を取附くるものとす.其一例として第433圖に使用電壓 22,000「ヴオルト」三相式電線路柱間距離150尺以下なる場合の電柱の裝置を示す.各電線間の距離四呎.腕木は三寸角長さ四尺五寸の槻材にして.其構造を堅固ならしむる爲め二吋のアンクル鐵をブレース (Brace) として用ひ腕木を支へしむ。此裝置に於て腕木に架する電線の地表上の高さを26尺とすれば.電線三條の地表上の平均高さは {26×2+(26+.6)} ÷3=27.2尺となる.使用する電線を B.S. 二番銅線とし柱間距離を140尺とすれば使用すべき木柱の末口は公式に依り

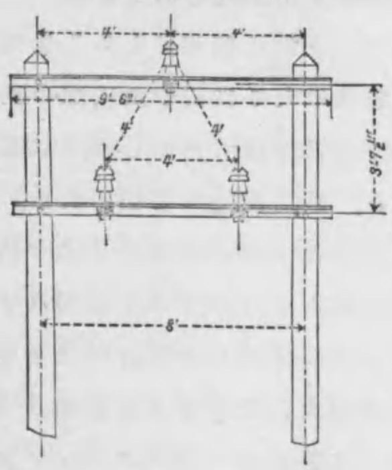
第四百三十三圖
22,000「ヴオルト」三相式電線路單柱裝柱の一例



$$D^3 \geqq 0.072 \times 140 \times 0.258 \times 3 \times 27.2 + 0.0025 \times (26+3.6)^3$$
$$\geqq 6.5 \text{(支線を有せず)}$$

由て末口は六寸五分以上なるを要す. 柱間距離150尺以上なるときは電線工作物規程に依りH柱となし.二本の腕木を用ひ上般の腕木に碍子一個を下段の腕木に碍子二個を裝置するものとす。此裝置に於ては腕木の長大なるものを要するに由り腕木の代りにアングル鐵の腕金を用ふるも經濟上反て利益なる場合多し。第434圖に送電電壓 22,000「ヴオルト」三相式送電線路のH柱裝置の一例を示す.腕金は三吋アングル鐵にして線間距離は四呎なり。柱間距離300尺以上なるときは電線の弛度增して相互の接觸ある虞あるに由り.木柱を三本並列せしめ之に長き腕金を取附け線間距離を適當に定め.碍子を一

第四百三十四圖
22,000「ヴオルト」三相式電線路
H柱裝柱の一例



列に裝置するものとす.此場合に使用する電線をB. S. 二番銅線とし其周圍に附着する氷雪の厚さを$\frac{1}{4}$吋とすれば.風壓の加はる電線の直徑は 0.258+0.25×2=0.758吋となる.然るに此場合の風壓は氷雪を計算に入れざる場合の二分一として差支なき故に.使用すべき木柱の末口は公式により

$$D^3 \geqq 0.036 \times 300 \times 0.758 \times 3 \times 27.2 \times \frac{1}{2} + 0.0025 \times (26+3)^3 \times \frac{1}{2}$$

$$D \geqq 7.14$$

卽ち末口七寸二分以上なるを要す。

腕木及腕金—腕木には木質堅く節なくして筋の良く透り乾燥したる樺材を用ひ.之を二三時間リンシード油又はクレオソート液に潤浸せしめて使用に供するものとす。腕木の大さは碍子及電線の重量に由て異り.凡そ三寸角乃至四寸角とし.長さは線間距離に從て之を定む。線間距離は電壓の高低に由て定めるものなれ共之に一定の標準なし.之を過小になすときは混線の虞あるのみならず電壓高き場合には電線上にコロナ現象現はれ電力損失を增加せしむ.之に反し之を過大になすときは腕木及電柱の太さを增すと共に電線路のインダクタンスを增し從て電壓降下を大ならしむる故に.使用電壓に

應じ適當に之を定むること必要なり。之を實例に徵するにピン型碍子を使用する場合には第105表に示す如し然れとも懸垂碍子(後に記載す)を使用する場合には電線は左右に動搖する故に.其許すべき限度を銅線に於ては垂直線に對し45度アルミニウム線に於ては60度とし.一相線が垂直に垂下し他相の電線が上記の最大動搖を爲したるとき.兩線間の接近距離が放電を爲す距離以上ならざるべからず.此制限に依る線間距離は電柱間の距離及線間電壓に應じ第435圖に示す如し。

線間距離大なる爲め長大なる腕木を要する場合には腕金を用ふるを可とす.腕金を用ふるの利益は經濟上に於ては鐵の時價に由るものなれば斷定するを得ざれども.電線が故障災害の爲めに碍子に於て切斷し火花を發したる場合に木材なるときは燒損するに至るも鐵材は燃損することなく.若し之に電

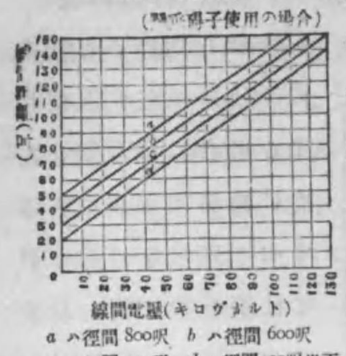
第百五表

特別高壓電線路の線間距離表

線間電壓(ヴォルト)	線間距離(吋)
3,500	12 以上
6,600	16 〃
11,000	20 〃
22,000	30 〃
33,000	36 〃
44,000	48 〃
55,000	60 〃
66,000	72 〃
88,000	96 〃
110,000	108 〃

第四百三十五圖

特別高壓電線路の線間距離と電壓との關係圖



線の接觸するに至らば接地して發電所の檢漏器に働作し延ひて配電盤の自働開閉器を開かしめ電線路に生せんとする災害を未然に防ぐの利益あるべし。此理に由り特別高壓線路の電壓高きものに於ては成るべく腕金を用ふべきものとす。腕金には亞鉛鍍したるアングル鐵を用ひ其大さは碍子及電線の重量に從て異れども通常三吋乃至四吋角にして厚さ$\frac{1}{4}$吋乃至$\frac{3}{8}$吋のもの使用せらる其長さは線間距離に應じて之を定むるものとす。電線と電柱との間隔も電壓の高低に從ひ增減せざるべからず。第106表に電壓に應じ必要なる最小間隔を示す。

第百六表

架空電線と支持物との最小間隔

使用電壓「ヴォルト」	電線と支持物との間隔 呎	吋
30,000－40,000	1	2
40,000－50,000	1	6
50,000－60,000	1	10
60,000－70,000	2	3
70,000－80,000	2	8
80,000－90,000	3	1
90,000－100,000	3	6
100,000－110,000	4	0

鐵塔——木柱は價格低廉にして之を得るに便利なれども次に示す如き不利益あり。

(一) 其強力比較的小なる爲め特別の構造となすに非れば柱間距離を數百尺ならしむる能はず從て一定の送電距離に於て碍子の所要數多く漏電し易き箇所の多きを免かれず。

(二) 電柱としての壽命短くして永久的ならず通常其壽命五六年之に丹礬注入又はクレオソート注入の如き防腐法を行ふとも15年乃至20年に過ぎず。

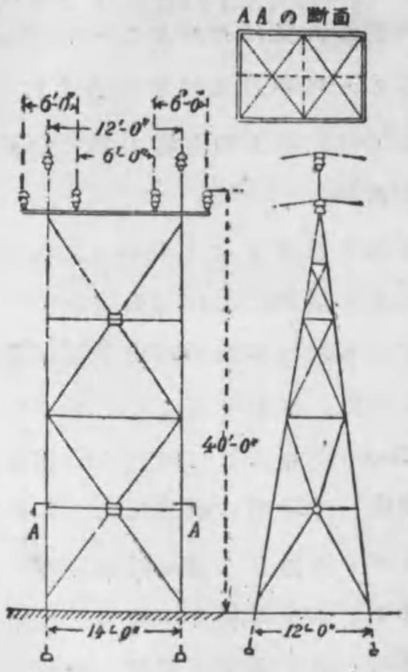
(三) 木柱は漏電落雷其他送電上の災害の爲に燒損することあるを免かれず。

遠距離送電に於ては漏電を成るべく少からしめ送電の安全を圖ること最も緊要なれば壽命の短くして多數の碍子を要する木柱は多大の電力を遠距離に送電する特別高壓線路には適せざるなり從て近來は概ね**鐵塔**(Steel Tower)を用ふるに至れり。鐵塔は亞鉛鍍アングル鋼鐵にて櫓形に組立てたるものにして其價格高けれども堅固なる爲め柱間距離を木柱の場合に比し增すことを得從て一定の送電距離に於て碍子數を著しく減じ漏電の可能を少からしむる利益あり且又送電の災害に際しても燒損す

ることなき故に送電の完全を確保することを得.

鐵塔の壽命は正確に知るを得ざるも少くとも50年ならん.されば其建設費及保存費は木柱を使用するよりも反て少き場合多し。鐵塔使用の場合に於て最も經濟なる塔間距離の標準は通常500尺乃至600尺にして川越谷越の場所に於ては2000尺以上なる場合あり.木柱使用の場合に於ける標準柱間距離150尺に比し少くとも約四倍の距離なれば碍子の使用數も亦まに減ずるの理なり。

第四百三十六圖
標準鐵塔圖
(二回線)



鐵塔の構造には一定の標準なし.亞鉛鍍アングル鋼鐵を用ひ第436圖に示す如く方形の櫓形に組立て各鐵材をボルト留又は鉄緩りと爲すを通常

の方法とす。其大さは架設電線の大さ.使用電壓に應じて定めたる線間距離.塔間距離.電線の地表上の高さ等に由て定め.電線の地表上の高さは其弛度より之を定む.地表面に於ける方形の一邊の長さは鐵塔全高の四分一乃至三分一となすを可とす。鐵塔を組立つる鐵材の大さは之に加はる負荷に安全に耐へる樣算定するなり.負荷は次の數種より成る。

(一) 電線の方向に鐵塔面に働く風壓及電線張力の不平均より鐵塔に加はる張力

(二) 電線に直角の方向に鐵塔面及電線に働く風壓

(三) 鐵塔.一徑間の電線及碍子の重量

電線の張力は平常は鐵塔の兩側に於て相平均すれども.電線が切斷するときは其張力は鐵塔の一側に加はり碍子を支持する腕金は捩力を受くべし.之に由て架設電線總數の三分二が切斷したる場合に起る不平均の張力を鐵塔に加はる張力負荷とす。此張力は電線の周りに厚さ$\frac{1}{2}$吋の氷雪が附着し電線の垂直投影面積一平方呎に付十「ポンド」の風壓が加はりたる場合に生ずる張力を謂ふ。

鐵塔の風壓を受くる面積は豫め鐵塔の形狀及大さを定め.其空間を占むる表面積の三分一を鐵塔を形

成する鐵材が實際に風壓を受くる面積と假定す.風壓は電氣工作物規程に依り面積一平方呎に付き40「ポンド」とす。

電線に働く風壓は電線の周りに厚さ½吋の氷雪が附着したるとき.一徑間に亘る電線の垂直投影面積一平方呎に付き十「ポンド」の風壓が働くものとして算出するなり。

鐵塔の重量は豫め想定し.電線の重量は是亦電線の周りに厚さ½吋の氷雪が附着したる場合の一徑間の重量を算出するなり。

以上數種の負荷の內不平均の張力及電線に働く風壓は電線支持點に加はり.鐵塔面に働く風壓は鐵塔の重心に加はり鐵塔及電線の重量は地表面に加はる。此等の負荷に由て生する彎曲力率を鐵塔材料各片に付き計算し.之より應力を算出し鐵材の破壞力に對する安全率を五以上として應力より各片の斷面積を算定して其大さを定むることを得るなり。今Bを各負荷に由て生ずる地表面に於ける彎曲力率(「フートポンド」を單位とす)とし.鐵塔脚部主材を爲すアングル鐵の應力をP「ポンド」とし脚の開きを e 呎とすれば

$$B=P\times 2e \qquad P=\frac{B}{2e}\text{「ポンド」}$$

アングル鐵の破壞力を一平方吋に付き60,000「ポンド」とし安全率を五とすれば.實用强度は $\frac{60,000}{5}=12,000$「ポンド」なり.由て脚部主材の斷面積 a は

$$a=\frac{P}{12,000}\text{平方吋}$$

斯くして脚部主材の大さを若干吋アングル鐵厚さ若干吋と定むることを得るなり.其他の鐵材の大さも之に倣ひ算定することを得れども.壓縮力を受くる鐵材たとへば水平材は次に示すランキン(Rankin)の式にて算定するなり

$$\text{一平方吋に受くる應力 } p=\frac{12\,000}{1+\frac{1}{18,000}\left(\frac{l}{r}\right)^2}\text{「ポンド」}$$

此鐵材に加はる應力を P_0 とすれば $a=\frac{P_0}{p}$ 平方吋

式中 l は鐵材の支持點間の長さ(吋を單位とす) r は最小環動半徑($=\sqrt{\frac{\text{慣性率}}{\text{斷面積}}}$)なり.此式にて算出せんとするには.鐵材の厚さを豫定し其 r と豫定したる l とより p を算出して材料の厚さを定むるなり.$\frac{l}{r}$ は脚部の主材に於ては150以下水平材に於ては200以下なる樣 l を定むべきものとす.然らざれば强度充分ならざるなり。

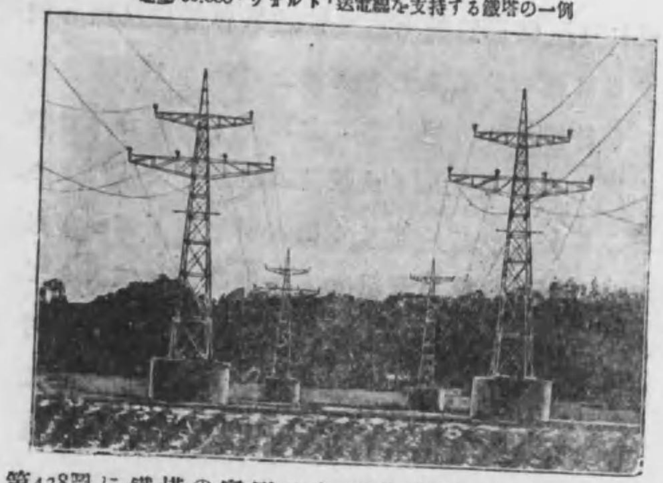
鐵塔の脚部を地中に埋むるに二方法あり.第一の方

法は脚を長くなし地中に築く基礎混凝土中に深く埋込み終端に水平に長さ約二呎の脚材と同大のアングル鐵を鈑綴す第二の方法は豫め地中に基礎混凝土を作り是に適當の大さ及長さのボルトを埋め込み鐵塔脚部に鈑綴りたる脚臺をボルトにて基礎に締付くるなり.第437圖に其一例を示す。第一の方法を用ひたる場合に地質良き場所に於ては混凝土基礎を用ひずして脚部を地中に約六尺埋設し直徑六寸の松丸太を水平に脚部に井形に組み之をボートにて締め且つ八番鉄線にて緊縛し土塊にて埋込みたるのみにて差支なきことあり.良く地質を檢して何れの方法に據るかを決定すべきものとす.

第四百三十七圖
鐵塔基礎の一例

鐵塔を建設するにも二方法あり.第一の方法に於ては塔脚を最下部より順次上方に向て組上げて鐵塔を完成せしむ.第二の方法に於ては地上に横に鐵塔を組立て一方より適當の設備を爲し捲揚器具にて之を起し建設位置に据付くるなり.何れの方法に依るが宜しきやは現場の狀況地勢等に由て定むるものとす.

第四百三十八圖
電壓66,000「ヴオルト」送電線を支持する鐵塔の一例

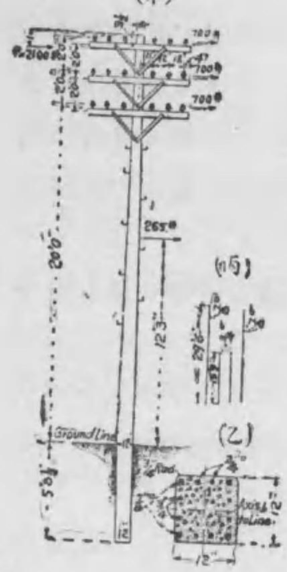


第438圖に鐵塔の實例として東京電燈株式會社の電壓66,000「ヴオルト」送電線路に使用せらるゝ鐵塔を示す。鐵塔は製作工場に於て製作濟の上は假に之を組立てゝ電線路に於ける負荷及張力等を豫想して其試驗を行ひ之に合格したるものを使用するものとす.之を各部分に分解して建設豫定地に運搬し現場に於て組立つるものなれば.長大の木柱を遠距離より運搬するに比し甚だ便利なり。

鐵筋混凝土柱—鐵塔は電柱として最良のものなれども.其高價なるを免かれず.之と殆んど同樣の効力を有し壽命も之と同樣にして同じ目的に叶ふ鐵

筋混凝土柱(Reinforced Concrete Pole)往々使用せらるゝに至れり。鐵筋混凝土にて電柱を作るには豫め架渉する電線の數量及大さ.其地上の高さより木柱の强さを計算する方法に準じ.之に要する應力を計算し使用する鐵筋の大さ及數量.其組立方法柱の大さ及長さ等を定め.之に適する標木型を作り其内部に豫定せる形狀に鐵筋を組立てゝ混凝土を注入して仕上ぐるものとす。鐵筋には通常$\frac{3}{4}$吋角乃至$\frac{7}{8}$吋角の鋼材を用ひ.其數量及組立方法は電柱の大さ及長さに由て異れども通常方柱狀に爲すものとす.混凝土にはセメント.砂及細石を1:2:4の割合にて能く練り合はせたるものを用ひ.細石は$\frac{1}{4}$吋目の篩を通過するものを用ふるものとす。第439圖に鐵筋混凝土柱の一例を示す.(甲)は建設したるもの(乙)は切斷面.(丙)は鐵筋の長さを示す.鐵筋は四隅に用ひたるもの$\frac{7}{8}$吋角の鋼材其他は$\frac{3}{4}$吋角の鋼材にして其長さ15′−9″電柱の約二分一迄用ひられ水平に三呎乃至五呎毎に幅一吋厚$\frac{1}{4}$吋の鋼帶にて之を連結す.此電柱は柱間距離150呎に於て一時間70哩速度の風と18本の電線に$\frac{1}{2}$吋の氷が凝結したる場合の張力卽ち合計2,100「ポンド」の水平張力に能く耐ふるなり。鐵筋は電柱面より内部$1\frac{1}{2}$吋の位置にありて.其合成抗張力は一平方吋24,000「ポンド」抗壓力は一平方吋12,000「ポンド」混凝土の抗壓力は一平方吋1,100「ポンド」なり.又此電柱の重量は腕金を除き2,900「ポンド」なり。特別高壓電線を支持する電柱には木柱なると鐵塔なるとに拘はらず其特別高壓たるを表示する爲め地表上八尺以上の高さに於て縱幅一尺以上の外部を赤色に塗り.且電柱に事業者の記號及電柱の番號並に建設年月日を表示することを要すと電氣工作物規程第43條に規定せらる。

第四百三十九圖
鐵筋混凝土柱
(甲)



碍子═特別高壓に使用する碍子は硬質磁器を良とす.硬質磁器とは我邦京都の清水燒肥前の有田燒の類にして磁器原料たる長石.石英陶土等の混合物を練り壓縮して適當の形狀に爲し.之を攝氏1450度以上の高熱にて燒成したるものなり。其組織は此等

混合物の一部が熔融して生じたる玻璃質中に陶土、石英及シリマナイトが融合したるものにして、其實質緊密にして石の如く破口白色を呈す。灼熱の温度及材料の處理方法の如何に由り生ずる磁器の成分に多大の差異を生ず。磁器碍子の表面は塵埃及濕氣の滲入を防ぐ爲に全面釉藥(Glaze)を施して平滑ならしむ。碍子は次の性狀を有せざるべからず。

(一) 使用電壓及電線路に起る非常電壓に對し充分なる絶縁耐力を存すること。

電氣工作物規程第58條に於て次の如く規定せらる。

特別高壓架空電線路と大地との間の絶縁耐力は使用電壓に從ひ次の區別に依る電壓を以て試驗し十分間以上之に耐ふるものなることを要す

使用電壓	試驗電壓
50,000「ヴォルト」未滿	最大使用電壓の一倍半
50,000「ヴォルト」以上	最大使用電壓に25,000「ヴォルト」を加へたるもの

單形に結線せる發電機又は變壓器の中性點を本則第四條第三項に適合する電氣抵抗を通じて接地せる場合に於ては其電路に接續するものに限り前項の試驗電壓を次の區別に依り輕減することを得

使用電壓	試驗電壓
50,000「ヴォルト」未滿	最大使用電壓の1.25倍
50,000「ヴォルト」以上	最大使用電壓に13,000「ヴォルト」を加へたるもの

(二) 暴風雨雪並に濃霧等に際し充分なる表面抵抗を有し漏電又は表面放電等を起さざること。

(三) 充分なる機械的強力を有し電線の重量、電線に加はる風壓、又は電線に加はる氷雪の重量等に對し安全に耐へ得ること。

碍子の絶縁耐力は磁器の原料の品質及其燒成方法に由て異り、其質堅緻にして多孔性ならざれば絶縁耐力甚大なり。然れども多少氣孔を有することを免かれず、其程度は原料の精選並に調合法、壓縮及乾燥方法並に燒成方法に依りて差異を生ず。多孔性を完全に滅するときは其生地は碍子性となりて脆弱の度增すべく、多孔性なるときは年月を經るに從ひ孔内に水分の浸入するに由て碍子は電氣的及機械的に影響を受け、遂に破損するに至るべし。殊に碍子破碎面に屢々認めらるゝ氣泡の存在は碍子の電氣的及機械的强度を著しく減少せしむるものなれば、燒成の際之を完全に除去すべきものとす。氣泡を有する碍子は使用すべからず。碍子に燒成する際には原料の一部熔融するに由り、容積の收縮を來たし成形に多少の狂ひを生ずることあり、斯くの如き

成形不均一の碍子は各部に不平均を來たし電氣的及機械的に完全ならずして破損し易し此不完全は火窯の操業上の注意にて避くることを得るなり。

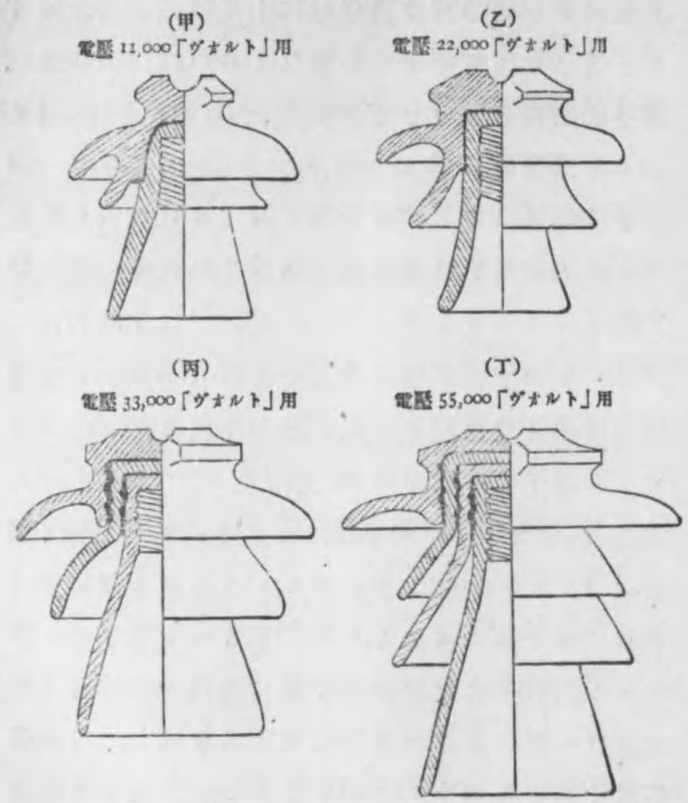
碍子の表面抵抗は之に架する電線より碍子の眞棒に至る表面距離に關し表面距離及放電間隔を增すときは表面放電を爲すことなきが故に電壓高きに從ひ碍子の笠部の直徑及高さを增し且つ碍子を數層の碍子片を膠着して形成せしめて表面距離を增さしむ然れども笠部の直徑を甚しく增すも表面抵抗を增す目的に於て効力余り大ならざれば其下面に數層の凸起を附して表面距離を增さしむるものあり表面距離は5,000「ヴオルト」以上の電壓に使用する碍子に於ては1,000「ヴオルト」に付き約0.8吋とす卽ち66,000「ヴオルト」碍子に於ては約53吋となる。元來碍子は磁器なる誘電體と空氣とより成る蓄電器と見做すを得べく之に架する電線より大地へ通ずる電流は一部は表面を流るゝ漏洩電流一部は靜電容量に依る充電電流なり此電流をIとし靜電容量をCとしIを生せしむる電位差をEとすればI=ECなり。前記の如く表面距離を增す爲に笠部の直徑を甚しく增すときは其靜電容量增して充電電流增加し表面距離增加に由る利益を尠からしむるなり。是に由て笠部の直徑を甚しく增さずして其下面に凸起を附して表面距離を增さしむるなり。

磁器の通性として抗壓力は强きも耐張力弱し其破碎面の硝子狀の光澤を有するものは多くは脆弱なる傾向あり破碎面は渦卷狀にして所謂餅肌を呈するを可とす卽ち生地の强靭なるもの機械的に强し。

碍子に二種あり一を**ピン型碍子** (Pin Type Insulator) とし一を**懸垂碍子** (Suspension Type Insulator) とす。ピン型碍子は鐵製のピン (Pin) に依て腕木又は腕金に取附けられ懸垂碍子は其頂部に裝置されたる金物に依て腕金に吊下せらるゝなり。ピン型碍子は77,000「ヴオルト」以下の電壓に使用せられ其形狀大さ等は使用電壓と製造所とに由て甚しく異る。第440圖にピン型碍子の一例を示す. (甲)は電壓11,000「ヴオルト」用(乙)は22,000「ヴオルト」用(丙)は33,000「ヴオルト」用(丁)は55,000「ヴオルト」用にして. 44,000「ヴオルト」用碍子は形狀に於て(丙)に同じく66,000「ヴオルト」及77,000「ヴオルト」用碍子は形狀に於て(丁)に同じ。此等碍子の寸法は一例を擧ぐれば第107表に示す如し。第440圖に於て認むる如く22,000「ヴオルト」迄の碍子は二個

の碍子片より成り.44,000「ヴオルト」迄は三個の碍子片より成り.55,000「ヴルト」以上の碍子は四個の碍子片より成る.此等の碍子片はセメントにて互に膠着せられて碍子を形成するなり。碍子のピンは嵌管

第四百四十圖
ピン型特別高壓碍子



(Thimble)及ボルトより成り.嵌管を碍子の眞棒孔にセメントにて膠着せしめ其内側に作られたる雌螺旋部にボルトの上部を捻込み.其下部を腕金に挿込み之を捻締して碍子を支持するものとす。第441圖はピンの一例を示す.嵌管は可鍛鑄鐵より成りボルトは鋼鐵にて製し共に亞鉛鍍せらる.碍子を支持する力を增す爲に圓錐狀を爲せる鑄鐵製の筒をボルトの周圍に添置すること圖に示す如し.此筒に磁器碍のものを用ふることあり。ピン各部分の寸法は製子の大さに從て異り.ボルトの直經は最小¾吋最大一吋なりとす。電柱の柱頭に取付くべき碍子には特別のピンを用ふ.第441圖(乙)は其一例を示す.通常可鍛鑄鐵にて之を製す。

ピン型碍子に於ては電線とピンとの距離近き故に.使用電壓甚だ高き場合には表面抵抗及放電距離を大ならしむる爲めには.笠部の直徑及高さを甚しく增さざるべからず.從て亦重量甚しく增し77,000「ヴオルト」以上に於ては一個の重量50ポンド以上となり實用に適せざるに至る。此くの如き場合には一個の碍子の代りに數個の碍子を直列に連結して使用するときは.各碍子に加はる電壓は低下する故に

第百七表　特別高壓碍子表

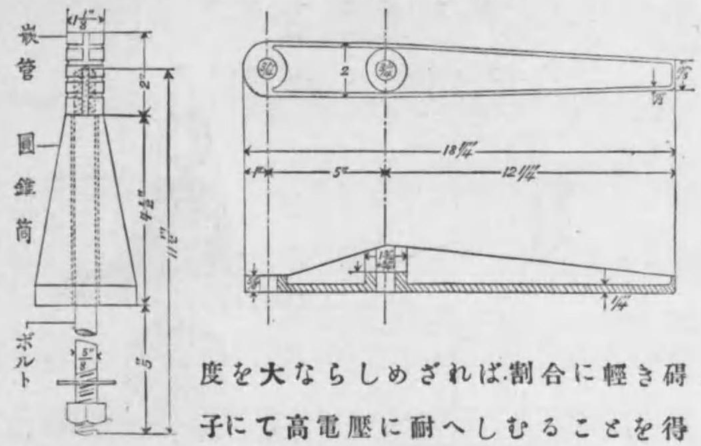
ヒン型

	11,000「ヴォルト」用	22,000「ヴォルト」用	33,000「ヴォルト」用	44,000「ヴォルト」用	55,000「ヴォルト」用	66,000「ヴォルト」用	77,000「ヴォルト」用
線間電壓「ヴォルト」	11,000	22,000	33,000	44,000	55,000	66,000	77,000
試驗電壓「ヴォルト」	35,000	60,000	90,000	110,000	140,000	155,000	170,000
直徑（吋）	5	6½	8½	9½	14	14½	15½
高（吋）	4½	6	7½	9½	12⅛	13	15
頂上鍔溝直徑（吋）	⅝	⅝	⅝	⅝	⅝	⅝	1
側方溝直徑（吋）	⅜	⅜	¾	¾	⅞	⅞	1
ヒン孔直徑（吋）	1	1¼	1⅜	1⅜	2	2	2
最下碍子片の深（吋）	3½	4⅝	6¼	7⅜	9⅝	9⅝	12⅜
重量「ポンド」	2.2	3.7	7.8	11	27.5	30	40

割合に小なる碍子を用ふることを得るなり且つ又碍子に用ふる金物の形狀等を適當に定め碍子表面に於ける充電の分布の狀態を適當になして充電密

第四百四十一圖

(甲) 25,000「ヴォルト」特別高壓碍子用ヒン　　(乙) 25,000「ヴォルト」特別高壓碍子用ヒン頭柱



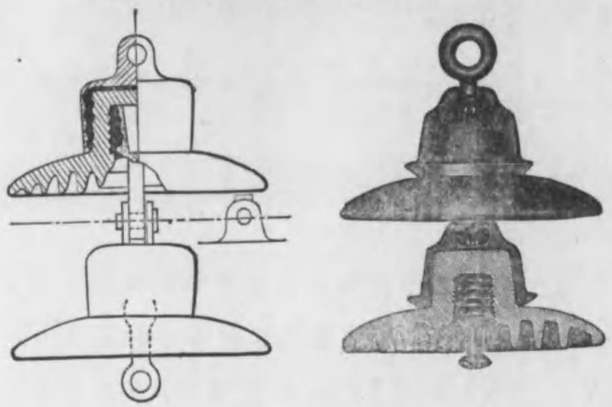
度を大ならしめざれば割合に輕き碍子にて高電壓に耐へしむることを得るなり。此くの如き理に基き考案せられたるものが懸垂碍子にして一個の碍子片より成る比較的絶緣耐力低き碍子の數個を直列に金物にて繫ぎ合はし吊下して使用す恰も數個の蓄電器を直列に接續して高電壓に耐へしむるさ同樣にして同じ使用電壓に耐ふるピン型碍子より輕し概ねピン型碍子の重量及代價は使用電壓の自乘に正比例し懸垂碍子

の夫は使用電壓に正比例す。第442圖に懸垂碍子の一例を示す.各碍子片の上部及下部に懸垂用金物セメントにて膠着せられ.此金物にて相互に各碍子片を懸垂し.最上部の金物にて碍子全部を腕金に懸垂し最下部の金物にて電線を架渉せしむ.第443圖(甲)に

第四百四十二圖

懸垂碍子の一例

（甲）松風工業會社製　　（乙）米國オハヨパラス會社製

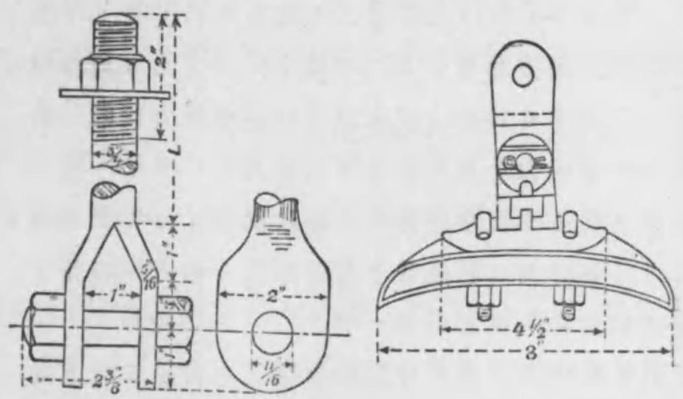


懸垂碍子を腕金に懸垂する金物を示し同圖(乙)に懸垂碍子にて電線を支持するクラムプを示す。各碍子片の內側には表面距離を增さしむる爲に數個の凸起部を作れり。此碍子を使用するときは碍子自身が靜電容量を有するのみならず.各碍子が大地に對して靜電容量を有する故に.其結果として電線と

第四百四十三圖

（甲）　　（乙）

懸垂碍子を腕金に懸垂する金物　　懸垂碍子にて電線を支持するクラムプ



大地との間に加はる電壓は各碍子に一樣に分割して加はることなく電線に近き碍子に最も多く大地に近づくに從ひ少く腕木又は腕金に最も近き碍子に最も少く加はる.然れども實際に於ては絕緣耐力同樣なる碍子を連結して用ふ。此碍子一個の絕緣耐力は製造所に從て異れども通常 85,000「ヴオルト」の電壓試驗に耐へ.使用電壓を 15,000「ヴオルト」乃至 25,000「ヴオルト」とす.之に由て使用電壓 66.000「ヴオルト」には四個を用ひ. 88,000「ヴオルト」には五個 110,000「ヴオルト」には六個を用ふるものとす。懸垂碍子

に於て不都合を感ずるは一連の碍子中に不良の碍子生ずるときは他の碍子の受くる電氣的歪は增大し續ひて全碍子を破壞するに至ることあるべし又ピン型碍子の如く常に壓力を受くるに非ずして反て電線の張力を受くること多き故に大なる機機的强力を要するに由り懸垂碍子は絕緣耐力試驗と共に機械的强力を使用電線の張力及其に加はる風壓に耐へ得るや否やを豫め充分に試驗すること必要なり。第444圖に懸垂碍子を使用する場合の鐵塔上碍子配置の一例を示す。

第四百四十四圖
懸垂碍子使用の二圖線用鐵塔

碍子の試驗及改良＝碍子に付き試驗すべき事項を次の數種とす。

乾燥狀態に於ける試驗　注水試驗　油中耐壓試驗　耐熱試驗　機械的强力試驗

(一)乾燥狀態に於ける試驗に於ては碍子を轉倒し其側溝迄を水盤中に入れ更にピン孔に水を充たし此水と水盤中の水との間に徐々に交番電壓を加へ變壓器及加減抵抗器を調整して試驗電壓に至らしめ碍子

が表面放電を爲すに至るや否を試驗するなり。此試驗に於て試驗電壓は使用電壓の凡そ三倍とし十分間加へるものとす電壓は其最大値を知る必要ある故に變壓器の高壓回路に球狀火花間隙を置き間隙より發する火花より最大電壓を檢定するなり。(第五章第六項參照)

(二)注水試驗に於ては碍子を一度全面を水中に浸潤して引上げたる後腕金に實地使用狀態の如く取附け碍子使用場所の平均溫度の水(一立方吋の抵抗攝氏15.5度に於て5,000「オーム」を標準とす)を毎分0.2吋の割合に於て水平線に45度の傾斜にて一樣に碍子に注水しつゝ上部の線溝と眞棒との間に交番電壓を加へ漸次電壓を高めて表面放電を爲さしむ其時の電壓が使用電壓の二倍以上ならざるべからず。

(三)油中耐壓試驗に於ては碍子を絕緣油に浸し線溝及ピン孔間に交番電壓を加へ漸次電壓を高め使用電壓の五倍に於て一分間充電して異狀なきやを檢するなり。

(四)耐熱試驗に於ては碍子を攝氏約75度の熱湯中に五分間浸したる後取出し直ちに上方碍子片の半面を攝氏約15度の冷水に浸し五分間放置したる後之

を取出し直ちに再び熱湯中に投ず斯くの如く冷熱各五分間宛十回交互に繰返して何等異狀なきやを檢するなり。

(五)機械的强力試驗に於ては碍子の頭部に適當なる荷重方法にて實際に於けると同樣の荷重を加へ一分間放置して何等異狀なきやを檢するなり。碍子の抗壓力と耐張力とは非常に差異あり大略次の如し。

抗壓力 (Compression)	每平方吋	11,000-20,000ポンド」
剪斷力 (Shearing)	每平方吋	2,400-2,700ポンド」
耐張力 (Tension)	每平方吋	650-3,300ポンド」

以上五種の試驗に合格するに非れば碍子は使用に供すべからず。試驗に合格したる碍子と雖もピン型碍子は使用中雷災其他の源因にて破壞し送電を停止せしむること少からざるより吾邦及米國に於て諸學者其源因を研究し電氣的及機械的にピン型碍子の製造方法に缺點あることを指摘し日本電氣協會に於ては其の調査委員を設け攻究の結果其報告を同會報第59號に提出せり。其大要を次に記さん。

(一) 刺透電壓 (Puncture Voltage) は通常乾燥狀態に於ける表面放電電壓の1.5倍なり從來の碍子は之に對する防禦力に缺くる所あり且つ碍子の本能は各碍子片の頂部及胴部に在りて笠部(之を裙部と稱す)は雨露及表面漏電を防ぐに在れば頂部及胴部の厚みを適當に增すこと必要なり。

(二) 碍子片の頂部は內面は內層碍子片に接着し外面は空間に露出する爲め冷熱の變化電線の震動其他外物の影響を受くるを以て胴部との境界線に於て機械的に弱きを免かれず從來の碍子に於ては頂部の厚み一樣ならず境界線に於て鋭角を爲す箇所あり此點最も弱きを免かれず。是に由りて頂部の厚みを一樣になし角度の急變を防ぐこと必要なり。

(三) 碍子の頂部線溝の兩端に於て電線が少しく線溝より離れたる箇所は從來の碍子に於ては殊更に薄く作らるゝも此箇所に於ては電線より出づる電氣力線が空氣の間隙を經て碍子に入る爲に芒光放電生じ易き故に寧ろ碍子の其箇所の形狀を少しく變じ厚く爲すべきものとす。

(四) 外層碍子片を外部よりの影響に對して防禦すると同樣に內層碍子片は其內面よりの影響卽ちピン及充塡物よりの應力に對し充分耐へざるべから

す.從來の碍子に於ては內層碍子片は通常喇叭狀圓錐形を爲せども.此形狀のものは耐張力弱し.之を變形して釣鐘狀圓錐形になせば耐張力增加す。

(五)各碍子片を膠着せしむるセメント充塡部の深さが各碍子片の相重なる深さの割合に小なるときは.層の內外に於ける應力の不平均を來たすことあり.由て成べくセメント充塡部を碍子片の相重なる深さに近く大ならしむべし。

(六) 現今使用せらるゝ鳶色釉藥は熱を吸收し碍子の破損率を高める虞あり.之を白色に爲せば幾分なりとも破損率を減ずべし。釉藥の成分は成べく碍子の生地と類似の膨脹係數を有するものを選ぶべし.釉藥の目的は碍子の表面を圓滑ならしめ以て雨水塵埃等の撒去をして容易ならしむるにあれば.成るべく薄く掛けるを可とす。

(七) 碍子取扱上に關して注意すべき事項はピンを碍子にセメントにて膠着せしむる場合には碍子及ピンを同一中心線上に置き.流入するセメントの分量が碍子片內の周圍に厚薄なき樣注意せざるべからず.然らざるときはセメントの膨脹よりの應力の不平均を來たし破損を速かならしむ。碍子片の成

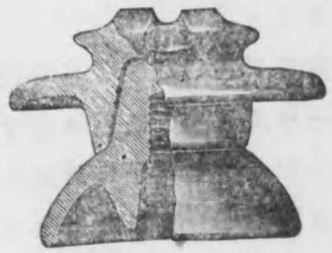
形一樣ならざるときはセメントの流入亦不平均なるを免かれざるなり。セメント注入の深さも水平に一樣になし設計通りになすを要す.且つ一回の注入にて所要の深さに達せしむること必要なり.從て其調合は適當の軟度を要し空隙をも完全に充塡し局所に空隙を生ずる如きことなき樣周到の注意を要するなり。セメント注入後は硬化する迄放置しピンの些少の移動なき樣適當の設備を爲し置くこと必要なり.シムブルのみを膠着せしむる場合も亦同樣なり。第 445 圖は以上記載したる改良意見に基き設計せられたる電壓 55,000「ヴオルト」ピン型碍子にして.碍子胴部の直徑を增大し.裙部の內面に突起部を作りて直徑を增さずして表面距離を增さしめたり.此碍子は三層の碍子片より成り.ピン型としては四層以上は構造上强固ならず.寧ろ懸垂碍子を用ふるを可とす。

尙日本電氣協會特別高壓碍子調査委員の意見としてはピン型碍子を根本的に改良せんとせば.之を**ポスト型**(Post Type)とし懸垂碍子に於ける如く其數個を重ね直列に膠着せしむるに在り.其詳細の意見は前記報告書に揭載せらる。

第446圖に示すものは最近米國ウエスチングハウス電機會社に於て製作し發賣する特別高壓用碍子にして.ポスト型碍子を直列に組立てたると同じ電氣的及機械的性狀を有す.圖に示すものは33,000「ヴオルト」用にして 44,000「ヴオルト」用は三個の碍子片より成り55,000「ヴオルト」用は四個の碍子片 66,000「ヴオルト」用は五個の碍子片より成り.各碍子片共に同大なり。此碍子に於て從來の碍子に優る點は(1)胴部は碍子周圍の電氣力線の方向に一致す.(2)裝部は電氣力線の等電位面に一致す.(3)機械應力は電氣力線と平行す.(4)頭部の漏電抵抗は何れも相等しく其電氣容量も亦相等し從て電壓の分布亦相等

第四百四十六圖

最新型特別高壓ピン型碍子



し。此くの如く優秀なるものなる故に電氣的及機械的に稍々理想に近きものと云ふを得べし。

電線—特別高壓架空電線路に使用する電線には電氣工作物規程第44條にB.S.の四番の硬銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有する電線を使用することを要すと規定せられ.第45條にケーブルを使用する場合を除くの外裸電線を使用することを要すと規定せらる。一般に硬銅線及アルミニウム線の二種にして硬銅線最も普通に用ひらるゝも.柱間距離特に長き箇所例へば川越若くば谷越の如き數百尺乃至數千尺の柱間の場所に於ては電線に加はる張力大なるが爲め.扯斷力大なる硅銅線又は銅覆鋼線使用せらる.硬銅線を用ふる場合に於てもS.B.一番線より大なるものは撚線となしたるものを用ふべきものとす。鐵線は少量の電力を送電する分岐線路に工事費を輕減する爲に使用せらるることあり。

架線—特別高壓電線路の架線は高壓線路の架線と大差なけれとも.裸硬銅線を使用する故に之を接續する場合に錫鑞を使用する時は.鑞の熱に由て銅質を柔軟ならしむる虞あれば.切斷面楕圓形を爲す

銅管卽ち**スリーヴ**(Sleeve)を用ひ之に接續すべき兩銅線の各端を挿入し.スリーヴの長さ約二尺に對し完全に二回半以上スリーヴを銅線と共に捻回するときは.兩銅線はスリーヴに依て完全に電氣的に接續せらるべし。スリーヴ內に雨水の滲入するを防ぐ爲に.スリーヴの兩端を封するか又は裸銅線にてバインドすべし.スリーブの長さ及大さは電線の大さに從て異り12吋乃至18吋なり。バインド線には靜電的放電を防ぐ爲めにB.S.十番線を用ひ本線を碍子の頂上線溝に入れバインドするなり。曲線路に於て屈曲角度6度以上の箇所には腕木又は腕金を木柱又は鐵塔の兩側に抱合はせに取付け.電線の急激の屈曲を避くべし.此くの如き腕木又は腕金の裝置を抱き腕木又は抱き腕金と云ふ.此場合に特製のピン型**耐張碍子**(Strain Insulator)卽ち高壓に於ける茶臺碍子狀のものを用ふることあるも.其絕緣耐力は大ならざれば成るべく之を用ひざるを可とす.川越又は谷越の如き柱間距離大なる場所に於ても耐張碍子は成るべく用ひずして.腕金を抱き腕金とし之に電線の方向に小腕金を取付け.之に碍子數個を直列に裝置し電線を之に架渉せしめ其張力を數

個の碍子にて支持せしむるを可とす。尤も懸垂碍子を用ふる場合には特に耐張碍子として製作せられたるものを用ふれば最も可なり。

アルミニウム線は輕き故に架設後.風の爲に動搖する每に應力を受け其性質變じて折損することあり.之に由てアルミニウム線は必ず撚線と爲したるものを用ふべきものとす。又アルミニウム線は長く雨露に曝さるゝときは其表面に白色の水酸化物生ずるも風雨の爲に剝落し.更に其內部にあるアルミニウムが水酸化物に變じ之亦風雨の爲に剝落する爲に漸次侵蝕せられて細小となるべし.此現象は空氣の不潔なる市街地近傍に於て著し.之れアルミニウム線の缺點なり。アルミニウム線は性質柔軟なる故に其取扱に注意を要し鐵材の如き硬金屬に觸れしむべからず.止むを得ざる場合には木片又はアルミニウム板にて接觸すべき金屬を被ふべし。アルミニウム線は銅線と同樣に木製**ドラム**(Drum)に捲付け運搬に便にす.一ドラムの重量は通常約450「キログラム」にして同容積の銅線に比し其$\frac{1}{3}$なれば運搬容易なり。アルミニウム線は長く地上に放置すべからず.土は通常苛性曹達を含有する故に.土が若し

アルミニウム線に附着するときは他日之を腐蝕せしむる虞あり.又室内に貯藏する場合には乾燥せる場所ならざるべからず。アルミニウム線は輕くして屈撓し易き故に其架線工事は割合に容易なるも.之をして地上を引き廻らしめ又は碍子若くば腕金に摩擦しつゝ引き張るべからず.之を防ぐには腕金より小滑車を釣し線卷臺に制動器を取附け.制動しつゝアルミニウム線を繰り出し滑車上を滑轉する樣作業すべし。斯くして相當の長さを滑車間に引延したる后滑車より外し碍子に假にバインドし.撚線の各素線が一樣に張力を受くるに至る迄一二週間放置し.然る後適當の弛度を與へて碍子にバインドするなり.此作業に於てアルミニウム線を張線器にて直接取扱はずして.別にアルミニウム板又は木にてアルミニウム線を挾む鐵製支持器を作り.之に線を挾み固く捻にて締附け支持器を張線器にて引き張らしむるを可とす。アルミニウム線のバインド線には同じくアルミニウム線を用ふべし.其大さは B.S. 二番乃至四番線を適當とす.第 447 圖はバインドしたる狀態の一例を示す.バインド線に碍子を包繞する部分のみ丸線にて其他の部分が長平板の

第四百四十七圖
アルミニウム線のバインドの圖

ものを使用することあり。アルミニウム線を接續するにはアルミニウムの橢圓形スリーヴを用ふ.其太さ及長さは本線の大さに由て異り.捻回數は銅線に於けると同樣にて可なり。此方法に於て注意すべきは撚合はせ作業の際撚線器にて過度にアルミニウム線を强壓せざるにあり.餘り强く壓するときはアルミニウム線を押潰し之が爲めに其部分に於て脆弱ならしむ。スリーヴに依らずして鑄造アルミニウム管又は螺旋管を用ひて接續する方法あれども.爰には省略す。

アルミニウム線の銅線より劣れる點は次の如し。

(一) アルミニウム線は鑞付不可能なり。

(二) 銅線との接續及連結困難にして其方法宜しからざるときは接續又は連結の箇所に於て電氣分解作用を爲すことあり。

(三) 品質柔軟なる爲め取扱に注意を要す。

(四) 彈性率及彈性限度低く溫度に由る膨脹係數大

なる爲め最高温度に於ける弛度は銅線を用ふる場合に比し木柱又は鐵塔は長大ならざるべからず從て線路建設費を增加せしむ。

以上の理由にて柱間距離大なる箇所に於て電線の小なる場合にはアルミニウム線は適せざるなり。鋼鐵線一條を心線とし其周圍にアルミニウム線數條を撚り合せたるものはアルミニウムの輕きと鋼鐵線の大なる扯斷力と各其優秀の性狀とが利用せらるゝことゝなる故に長距離送電線として使用せらるゝに至れり。

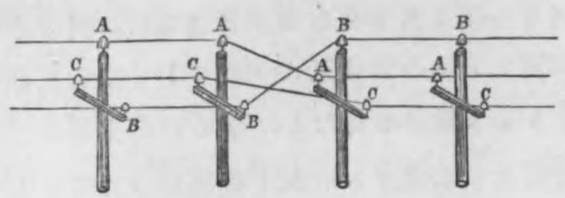
一般に特別高壓架空電線は低壓又は高壓電線と同一電柱に添架することを得ずと電氣工作物規程第54條に規定せられ又如何なる場合に於ても竹木其他の植物より離隔すること 60,000「ヴオルト」以下に於ては六尺以上, 60,000「ヴオルト」以上に於ては 10,000「ヴオルト」毎に一尺を加ふる距離ならざるべからずと同規程第56條に規定せらる。

電線の交叉——三相式送電線路に於ては各線間の間隔を相等しからしむる樣卽ち各線をして正三角形の頂點に在る樣に架渉せしむるときは各線の自己誘導係數は單相式の場合と同じ式にて算出し得

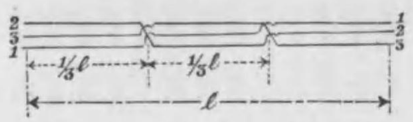
られ其値相等しき故に各線のリアクタンスも亦相等しく從て各線に於て降下する電壓も亦相等しきの理なり從て又各相の電壓は發電所に於ても受電所に於ても相の差は互に120度にして二相三線式に於ける如き相の偏倚なし。然るに若し電線三條を一直線上に配置するが如く各線間の距離をして互に異ならしむるときは各線のリアクタンス異り電線中にて降下する電壓亦相異り受電所に於て相の偏倚を生じ各線間の相差異り電壓も亦相等しからずして諸器具の働作をして不完全ならしむる虞あり。此現象は送電距離の長さ及交流の周波數に正比例して增加するものなれば各相線間の距離を等しからしむる樣碍子を腕木又は腕金上に配置するものとす。然れども全線路を通じて各線間の距離を相等しからしむること線路建設上困難にして殆んど不可能なり之に由て各線の大地に對する靜電作用及電磁作用をして相等しからしめて平均せしむる爲に通常長き送電線路に於ては第448圖に示す如く線路中數ケ所に於て電線の位置を順次に變更せしむ此方法を**電線の交叉**(Transposition)と云ふ。電線の交叉を行ふときは各線の相互誘導作用相等し

第四百四十八圖
電線交叉法

(甲)



(乙)



くなりて電壓は相等しく相の偏倚なからしむることを得.交叉の回數は線路の長さに應じて之を定むるにあれども.必ず二回以上其倍數にして電線の配置を第448圖(乙)に示す如くならしむるものとす.

弛度の計算——電線を架設する際其張力に耐へしむる爲に電線に適當の弛度を與ふべきことは電氣工作物規程に規定せらるゝこと已に記載せり.電線に加はる張力は其重量.風壓及之に附着する氷雪の重量に關係するものにして.同種類の電線を同所に架渉するも電線の大小に由て其弛度は異る.電線の扯斷力及重量は其切斷面積に正比例し.風壓及之に附着する氷雪の重量は電線の直徑に正比例するを

以て電線小なるに從ひ弛度を減ずるを得.

二電柱間に架設せらるゝ電線に加はる張力は二電柱が同一水平線上にあるか又は其高低の差甚しからざる場合には次の公式にて示さる.

$$T=\frac{l^2w}{8d} \quad \cdots\cdots(240)$$

Tは「ポンド」にて示す張力.lは呎にて示す柱間距離.wは「ポンド」にて示す電線一呎の重量.dは呎にて示す弛度なり.若し電線の周圍に氷雪附着するときは其重量をwに加算す.

以上の式より $$d=\frac{l^2w}{8T} \quad \cdots\cdots(241)$$

實際の張力はTに電線の重量wlを加へたるものなれども.wlは全張力に比するときは重量は極めて僅少なる故之を省く.

第241式に示す弛度を與ふる爲め.柱間の電線の長さは柱間距離よりも長くして次の公式にて示さる.

$$L=l+\frac{8d^2}{3l} \quad \cdots\cdots(242)$$

由て $$d=\sqrt{\frac{3l(L-l)}{8}} \quad \cdots\cdots(243)$$

Lは呎にて示す柱間の電線の長さなり.

電線の太さを定むるときは其扯斷力より相當の安全係數を與へ張力を定め第241式に據り其電線に與

ふべき弛度を算出し.併せて第242式に據り柱間の電線の長さを算出することを得るなり。然れども電線の長さは空氣の温度に由て變化し.夏季に於て伸長し冬季に於て收縮す.從て弛度も温度の變化に伴ひ變ずるに由り.或る温度に於ける弛度を定め他の温度に於ける弛度を知らんとせば.弛度と温度との關係式を求めざるべからず。

d を最低温度に於ける電線の弛度(呎)

L_0 を最低温度に於て張力を受けざる電線の柱間の實長(呎)

L を最低温度に於て張力を受けたる電線の柱間の實長(呎)

d_t を温度が華氏 t 度昇りたるときの弛度(呎)

L_t を温度が華氏 t 度昇りたるとき張力を受けたる電線の柱間の長さ(呎)

E を電線の彈性係數(ポンド)

a を華氏一度毎の電線の膨脹係數

T_t を温度が華氏 t 度昇りたるときの張力(ポンド)とすれば

$$L=L_0\left(1+\frac{T}{E}\right)=l+\frac{8d^2}{3l} \quad \cdots\cdots(244)$$

$$d_t=\frac{l'w}{8T_t} \quad \cdots\cdots(245)$$

$$L_t=L_0\left(1+\frac{T_t}{E}\right)(1+at)=l+\frac{8d_t^2}{3l} \quad \cdots\cdots(246)$$

之より

$$\frac{L_0\left(1+\frac{T}{E}\right)}{L_0\left(1+\frac{T_t}{E}\right)(1+at)}=\frac{l+\frac{8d^2}{3l}}{l+\frac{8d_t^2}{3l}}$$

T_t に第245式の値を入れるときは

$$\frac{E+T}{\left(E+\frac{l'w}{8d_t}\right)(1+at)}=\frac{l+\frac{8d^2}{3l}}{l+\frac{8d_t^2}{3l}}$$

之より

$$d_t^2+\left\{\frac{3l^2T}{8}\frac{1}{E+T}-\frac{E}{E+T}-\left[at\left(\frac{3l^2}{8}+d^2\right)+d^2\right]\right\}d_t-\frac{1}{E+T}\frac{l^2w}{8}(1+at)\left(\frac{3l^2}{8}+d^2\right)=0 \quad \cdots\cdots(247)$$

以上の式に依り任意の温度に於ける電線の弛度を算出することを得れども.三次方程式にして解方困難なれば.之より更に簡單なる近似公式を求む。卽ち第246式を次の如く變化す

$$L_0\left\{(1+at)+\frac{T_t}{E}+\alpha t\frac{T_t}{E}\right\}=l+\frac{8d_t^2}{3l}$$

今 $T-T_t=t_0$ と假定すれば

$$L\left\{(1+at)+\frac{T-t_0}{E}+\alpha t\frac{T-t_0}{E}\right\}=l+\frac{8d_t^2}{3l}$$

然るに αt と $\frac{t_0}{E}$ とは極めて小にして $\alpha t\frac{t_0}{E}$ は益々小なり.今 $\frac{t_0}{E}$ と $\alpha t\frac{t_0}{E}$ とを省略するも之が爲に起る計算の誤差は極めて小なり.由て之等を省略すれば

$$L_0\left\{(1+\alpha t)+\frac{T}{E}+\alpha t\frac{T}{E}\right\}=l+\frac{8d_t^2}{3l}$$

$$L_0(1+\alpha t)\left(1+\frac{T}{E}\right)=l+\frac{8d_t^2}{3l} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(248)$$

是れ卽ち温度の變化のみを考へTに變化を及ぼさずとして算出したる式なり.上式と第244式とより

$$\frac{L_0\left(1+\frac{T}{E}\right)}{L_0(1+\alpha t)\left(1+\frac{T}{E}\right)}=\frac{l+\frac{8d^2}{3l}}{l+\frac{8d_t^2}{3l}}$$

之より　　$d_t^2=(1+\alpha t)d^2+\frac{3\alpha t}{8}l^2$

αt は1に比し極めて小なれば之を省略すれば

$$d_t^2=d^2+\frac{3\alpha t}{8}l^2$$

$$d_t=\sqrt{d^2+\frac{3\alpha t}{8}l^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(249)$$

是れ無風のときに算出する弛度計算の公式なり。

例　B.S. 零番銅線を柱間距離200呎の箇所に架設するとき其抗斷力を4,500「ポント安全係數を5とするときは大氣の温度華氏120度なる場合に於ける弛度幾何.但し其地方の最低温度を華氏20度とす。

解　B.S. 零番線は　$w=.3197$　$l=200$　$T=\frac{4500}{5}=900$,

由て　　$d=\frac{200^2\times.3197}{8\times900}=1.77$ 呎

$t=120-20=100$　　$\alpha=0.000095$ なるに由り

$$d_t=\sqrt{1.77^2+\frac{3\times0.0000095\times100\times200^2}{8}}=4.17 \text{ 呎}$$

卽ち大氣の温度華氏120度なるときの弛度は約4呎なり。

氷雪が電線に附着する場合には電氣工作物規程第48條に依り氷雪の厚さ $\frac{1}{4}$ 吋にして其重量をも安全係數二以上にて支持せざるべからず.前例に於て電線の直徑は0.325吋氷雪の重量を一立方呎に付57「ポンド」とすれば.電線一呎の總重量は

$$.3197+\left\{\frac{\pi}{4}\left(\frac{.325+2\times.25}{12}\right)^2-\frac{\pi}{4}\times\left(\frac{.325}{12}\right)^2\right\}\times57=.4984\text{「ポンド」}$$

$$d=\frac{l^2w}{8T} \qquad T=\frac{l^2w}{8d}$$

に於て　$l=200$,　$w=.4984$,　$d=1.77$

由て　　$T=\frac{200^2\times.4984}{8\times1.77}=1,408$ ポンド

$$\text{安全係數}=\frac{4,500}{1,408}=3.2$$

卽ち最低温度に於て安全係數を五として弛度を與ふるときは.氷雪が電線に附着するも安全係數尙三以上にして斷線の虞なし。

又風壓が電線に働くときは之と電線の重量との合

成力にて電線は垂直線より一方に偏倚すべし.風壓を電線一呎に付き p「ポンド」とすれば合成力Wは電線一呎に付き　$W=\sqrt{w^2+p^2}$ .....(250)

風壓の爲め電線の垂直線より偏倚する距離を電線の**スキング**(Swing)と云ひ其場合の電線の水平線よりの垂下を**フレ**(Deflection)と謂ふ.此場合に於ける最大風壓は電線の垂直投影面積一平方呎に付き20「ポンド」として計算するものとす.前記の例に於て電線の垂直投影面積は長さ一呎に付き

$$1\times\frac{.325}{12}=.027\text{平方呎}$$

由て　$p=0.027\times20=.54$

合成力は電線一呎に付き

$$W=\sqrt{.3197^2+.54^2}=.63\text{「ポンド」}$$

スキングをS.フレをDにて示せば

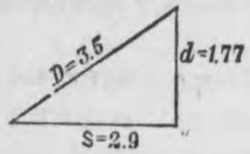
$$D=\frac{l^2W}{8T}=\frac{200^2\times.63}{8\times900}=3.5\text{呎}$$

$$S=\frac{d\times p}{w}=\frac{1.77\times.54}{.3197}=2.9\text{呎}$$

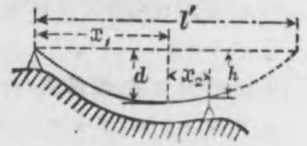
第449圖は d, D, S の關係を示す。

柱間に架設せらるゝ電線は垂度を與へらるゝ爲に一の曲線を爲す.之を**鏈線曲線**(Catenary Curve)と云ふ。電線支持點が地表上同じ高さにあるときは電線の最下點は柱間の中央にあれども.第450圖に示す如く

第四百四十九圖



第四百五十圖



電線支持點の地表上の高さ異るときは.電線の最下點は中央より一方に偏すべし.此場合に與ふる弛度 d は

$$d=d'\left(1+\frac{h}{4d'}\right)^2\text{.....(251)}$$

$$x_2=\frac{l}{2}\left(1-\frac{h}{4d'}\right)\text{.....(252)}$$

式中 h は電線支持點の高低差.l は柱間距離.d' は電線支持點が同じ高さに在るときに與ふべき弛度なり.以上二式により電線の最下點の位置及地表上の高さを定むることを得るなり。

特別高壓電線路に關する諸規定—電氣工作物規程中特別高壓電線路に關するものは已に記載したるものゝ外重なる條項は次に示す如し。

第49條　特別高壓架空電線と建造物.道路.鐵道.軌道.他の架空電線.架空弱電流電線とが水平距離に於て其特別高壓電線を支持する電柱の地表上の高さに相當する距離乃至十尺迄に接近するときは第47條第一項第一號.第二號第四號及次の各號に依り施設し且つ堅牢に建設(細則第37條)すること。

一. 柱間距離は15,000「ヴォルト」を超過するものは120呎以下又は15,000「ヴォルト」以下のものは150尺以下なること。

二. 木柱強度の安全係數は15,000「ヴォルト」以下のものは八以上15,000「ヴォルト」を超過するものは十以上なること。

柱間距離が前項第一號の制限を超過する場合には鐵柱若くば鐵塔を使用するか又は特殊の設計に依る木柱を使用することを要す。

前各項の場合に於て電線には之と同等以上の強さを有する補助吊架線を設くるか又は六本以上より成る纜線を使用するものとす。

特別高壓架空電線と建造物.道路.鐵道.軌道他の架空電線.架空弱電流電線とが水平距離十尺以内に接近するときは第50條の規定に依る場合を除くの外逓信大臣の認可を得たる特殊の設計に依ることを要す。

細則第37條　本則第49條の特に堅牢に建設とは第33條第一號第三號及次の各號に依り施設するを謂ふ。

一. 15,000「ヴォルト」を超過する電線路の木柱には B.S. 六番以上の鐵線五條以上より成る支線又は之と同等以上の強さを有する支柱を設くること。

二. 腕木には堅牢なる金屬製のものを使用し且之を第三種地線工事に依り接地するものとす。

第50條　15,000「ヴォルト」以下の特別高壓架空電線と建造物.道路.15,000「ヴォルト」以下の他の架空電線.架空弱電流電線とが水平距離十尺以内に接近する時は第49條第一項に依り施設し且危險を生ぜしめざる樣適當に施設

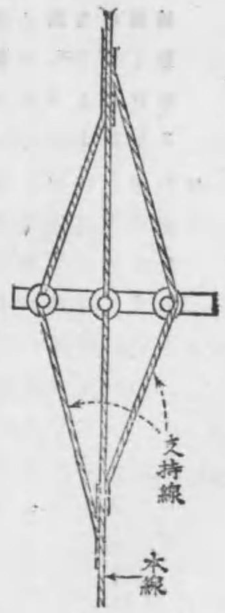
(細則第38條)することを要す。

細則第38條　本則第50條の適當に施設とは左の各號に準じ施設するを謂ふ。

一. 建造物と接近又は之を橫斷する場合に於ては次圖の如く三個以上の導子を以て電線を支持し木柱に依る電線路に在りては各柱に B.S. 六番以上の鐵線五條以上より成る支線又は之と同等以上の強さを有する支柱を設け且電線と建造物との最小接近距離を十尺以上と爲すこと。

二. 道路に接近し又は道路に沿ひ道路上に建設する場合に於ては二個以上の導子を以て前項に準じ電線を支持すること。

三. 15,000「ヴォルト」の他の架空電線又は架空弱電流電線と接近する場合に於ては最小接近距離を六尺以上と爲すこと。



前項第一號の支持線には本線と同一の強さ及太さを有する電線を使用し且本線との接續は堅牢にして電氣的完全なるもしむることを要す。

第51條　特別高壓架空電線と道路鐵道又は軌道と交叉する箇所に於ては本則第47條第一項第一號第二號第四號第49條第三項第一號第二號及同條第一項に依り設計し且特に堅牢に

建設(細則第39條)することを要す。

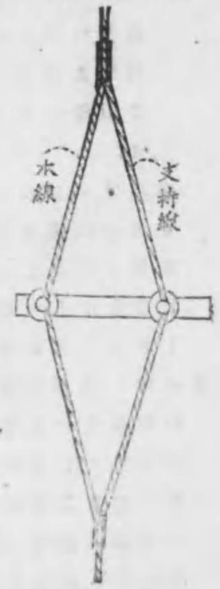
特別高壓架空電線が他の特別高壓架空電線と交叉する箇所に於ては上部の電線路は前項の工事方法に依ることを要す。

前項の場合に於ける電線相互の間隔は特に逓信大臣の認可を得たる場合を除くの外常に次の距離を保持することを要す。

一。60,000「ヴオルト」以下のものは六尺以上

二。60,000「ヴオルト」を超過するものは10,000「ヴオルト」及其端數を加ふる毎に一尺を加ふ。

細則第39條　本則第51條の特に堅牢に施設すとは細則第33條第一號及第37條第二號に依り施設し且電線路の方向に於て電柱(鐵塔を除く)に B.S. 六番以上の鐵線五條以上より成る支線を施設するを謂ふ。



第52條　特別高壓架空電線は若は弱電流電線と交叉し又は接近する場合に於ては特別高壓電線路の工事方法の種類(細則第40條)に依り左の通施設するを要す。

一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

二十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

三十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

四十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

五十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

六十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

七十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

八十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十一。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十二。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十三。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十四。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十五。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十六。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十七。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十八。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

九十九。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

百。特別高壓架空電線は他の架空電線又は架空弱電流電線と交叉する箇所に於ては上部に堅牢なる保護装置を施すこと。

細則第40條　本則第52條の適當に施設すとは次の各號に準じ施設するを謂ふ。

一。二個以上の碍子を以て次圖の如く電線を支持するか又は電線が切斷することあるも他の電線若は弱電流電線に混觸せざる樣施設すること。

二。電線相互間に第三種地線工事に依り接地したる二條以上の金屬線を施設するか又は他の電線若は弱電流電線に B.S. 四番の硬銅線若は之と同等以上の強さ及太さを有する電線を使用すること。

前項第一號の支持線には本線と同一の強さ及太さを有する電線を使用し且本線との接續は堅牢にして電氣的完全ならしむることを要す。

第一項第二號の金屬線は六本以上より成る撚線にして B.S. 四番の銅線鐵線又は之と同等以上の強さ及太さを有するものを使用し之を特別高壓架空電線の兩外線の直下部に架設し他の架空電線又は架空弱電流電線と二尺以上の距離を保持して施設することを要す。電線と二尺以上の距離を保持して施設するを要す。

電線路の絶緣耐力試驗—電線路の絶緣耐力を測るには電氣工作物規程第58條の規定に據り(1156頁)使用電壓に從ひ相當試驗電壓を加へるにあるが此際電線路の容量の爲に通ずる充電電流に依る無効電力は可なり大なり.試驗に使用する發電機一臺の耐量は此無効電力以上のものなるを要す.止むを得ざる場合には發電機二臺を強列運轉して試驗を行ふことあるも其調整甚だ困難なり。

第三項　電線路に於ける保安設備

電話の施設―送電上の保安の爲め電話を施設せざるべからず之に關し電氣工作物規程に次の如く規定せらる。

第71條　送電の連絡を有する發電所變電所及蓄電所相互間には電話を施設することを要す。

次に掲ぐる箇所相互間に於て保安上必要と認むるときは電話を施設すべし。

一、發電所及其水路

二、同一送電系統に屬する發電所變電所蓄電所開閉所及技術員駐在所

特別高壓架空電線路に依り送電する場合に在りては携帯電話機に依り通話する設備を爲し且電話線を架空電線路に添架する場合には電線路の亘長約一里毎に携帯電話機接續箇所又は電話機設置箇所を設くることを要す。

33,000「ヴオルト」以上の特別高壓電線路に添架する電話線路は特別高壓電線より受くる誘導作用大なる爲め通話明瞭ならざることあり殊に送電上に故障生じて電話を最も必要とする場合に誘導作用に由る障害甚し。此作用は使用電壓の大なるに從ひ增加し特別高壓電線と電話線との距離大なるに從ひ減少す從て電話線路は特別高壓電線路に添架せ

ずして之より100尺以上離隔したる獨立の線路と爲せば通話上差支なきを得るなり。

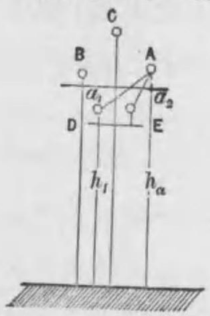
電話線に於ける誘導作用―強電流電線が電話線に及ぼす誘導作用を分て次の二種とす

(一)　電磁誘導作用

(二)　靜電誘導作用

電磁誘導作用とは變壓器の作用に相似し強電流電線(以下電力線と稱す)に流るゝ電流の爲めに生ずる磁力線が電話線を貫通し是が交番するに由て電話線に起電力を誘發せしむる作用を謂ふ。此起電力の爲めに電話回路中に強き電流發生し受話器に通ずるに至るを以て通話を不能ならしむることあり。第451圖に於てA.B.C.を電力線としD.E.を電話線とすれば電力線より發する磁力線中電力線の一線と電話線の各線との間に包圍さるゝ磁力線の差が卽ち該電力線が電話往復線に誘導作用を及ぼす部分なり。今電力線の半徑をr. AとDとの距離をa_1. AとEとの距離をa_2. AとDとの間の自己誘導係數をL_Dとすれば

第四百五十一圖



$$L_D=2\log_e\frac{a_1}{r}+\frac{1}{2}$$

同樣にAとEとの間の自己誘導係數をL_Eとすれば

$$L_E=2\log_e\frac{a_2}{r}+\frac{1}{2}$$

是に由てDE間の單位長の誘導係數をLとすれば之は前式の差にして

$$L=L_E-L_D=2\log_e\frac{a_2}{r}-2\log_e\frac{a_1}{r}$$

$$=2\log_e\frac{\frac{a_2}{r}}{\frac{a_1}{r}}=2\log_e\frac{a_2}{a_1}$$

上式を常用對數に直し實用單位の「ヘンリー」にて表はす時は電話線の毎一哩に付き

$$L=0.00074\log_{10}\frac{a_2}{a_1}\text{「ヘンリー」}$$

電力線Aに通ずる電流をI「アムペア」とし交流の周波數を一秒間にnサイクルとすれば之が爲に電話線の毎一哩に誘發する起電力の實効値E_aは次の式にて示さる。

$$E_a=2\pi nLI$$

即ち

$$E_a=0.00074\log_{10}\frac{a_2}{a_1}\times 2\pi nI$$

$$E_a=0.00465nI\log_{10}\frac{a_2}{a_1}\text{「ヴオルト」}\cdots\cdots\cdots(253)$$

上式にて示さるゝ如く誘發起電力は電力線に通ずる電流周波數及電力線に並行する電話線の長さに正比例し電話線を電力線より遠ざくるに從ひ對數的に減少し電力線の電壓には關係なし。次に電力線B及Cよりの誘發起電力も同樣算出するを得べく今B.D間の距離をb_1,B.E間の距離をb_2,C.D間の距離をc_1,C.E間の距離をc_2とすれば

電力線Bより電話線の毎一哩に誘發する起電力は

$$E_b=0.00465nI\log_{10}\frac{b_2}{b_1}\text{「ヴオルト」}\cdots\cdots\cdots(254)$$

電力線Cより電話線の毎一哩に誘發する起電力は

$$E_c=0.00465nI\log_{10}\frac{c_2}{c_1}\text{「ヴオルト」}\cdots\cdots\cdots(255)$$

是等の各電力線より誘發する起電力をヴエクトル的に加へたる合計が電話線に電流を生せしめ通話を不明瞭ならしむるなり。左れば電話線を適當の距離毎に區分し交叉せしむるときは各區分に誘發する起電力は交互に反對なるを以て相殺せられ殆んど是を除去することを得るなり。

靜電誘導作用とは電力線と大地との間に電位差ありて電話線は其中間に於て電力線より靜電誘導を受け大地との間に電位生じ是が各線に於て相等しからざる爲に電位差を生じて電話線に電流を發生

せしめ通話を不明瞭ならしむる作用を謂ふ。第151圖に於て電力線Aの地上の高さをh_aとすれば是の大地に對する電氣容量C_aは

$$C_a=\frac{1}{2\log_e\frac{2h_a}{r}}$$

電力線の單位長毎の電量をQとし大地に對する電位をVとすれば

$$V=\frac{Q}{C_a}=\frac{Q}{\frac{1}{2\log_e\frac{2h_a}{r}}}=2Q\log_e\frac{2h_a}{r}$$

此電力線より靜電誘導を受けたる電話線Dの電位が大地に對しV_aなりとすれば

$$V_a=2Q\log_e\frac{h_a+h_1}{a_1}$$

以上二式より
$$V_a=V\frac{\log_e\frac{h_a+h_1}{a_1}}{\log_e\frac{2h_a}{r}} \quad \cdots\cdots(256)$$

是と同樣に電力線Bよりの誘導に因る電位をV_bとし電力線Cよりの誘導に因る電位をV_cとすれば

$$V_b=V\frac{\log_e\frac{h_a+h_1}{b_1}}{\log_e\frac{2h_b}{r}} \quad \cdots\cdots(257)$$

$$V_c=V\frac{\log_e\frac{h_a+h_1}{c_1}}{\log_e\frac{2h_c}{r}} \quad \cdots\cdots(258)$$

式中h_bは電力線Bの地上の高さ、h_cは電力線Cの地上の高さなり、Vは線間電壓の$\frac{1}{\sqrt{3}}$なり。是等の電位は電話線Dに生ずるものなれば電話線Eに生ずる電位をも同樣に算出し是をヴエクトル的に加へたる電位差が電話線に電流を生せしむるなり。算式に示されたる如く靜電誘導に由る電位差即ち起電力は電力線及電話線の大地との距離各電線の太さ、相互間の距離並に電力線の電壓に關係し電力線に流るゝ電流には關せざるなり。靜電誘導作用は、電力線の交叉を行ふときは電話線に對し交互に同樣の位置に來り大地に對する電位も同樣に成り、電力線の交叉各部分より相等しく方向反對なる起電力電話線に誘發せらるゝことゝなり、相殺して誘導作用除去せらるべし。

電話線に於ける誘導作用防止方法——電力線より電話線に及ぼす誘導作用は前記の如く靜電誘導及電磁誘導より成り、電磁誘導に由て電話線間に生ずる起電力は電話線を交叉するに由て是を防止する

とを得靜電誘導に由て電話線と大地との間に生ずる電位差より生ずる起電力は電力線を交叉するに由て是を防止することを得べし。然れども電力線の一線が接地したる場合又は絶縁惡しきときは電力の交叉に由て得たる均衡を失ひ電話線に及ぼす靜電電位差生じて強電流發生し通話は不明瞭又は不能となり時としては危險の生ずることあり殊に雷の烈しき場合には此災害を受くること多し。是に由て電力線よりの誘導作用を絶無ならしむるには已に記載したる如く電話線路を電力線路より適當の距離に單獨に施設し電力線及電話線共に交叉せしむるに在り。然れども事情に依り電話線を電力線に添架する場合には電力線の電壓に應じ相當の誘導防止方法を施設せざるべからず卽ち電話線は電力線の下方に數尺離隔して絶縁力高き碍子を用ひて架設し電力線の電壓に應じ電柱五本目若くば十本目に交叉せしむれば電力線の誘導作用を少からしむるを期すべきも尙電力線の絶縁不良又は絶縁の均等ならざる場合に生ずる誘發起電力に耐へしむる裝置を爲さゞるべからず。電力線の電壓が特別高壓なる時は是に相

應する碍子を用ふることは比較的多額の經費を要する故に電話回路中に放電間隙を裝置し適當の抵抗及可溶線を是に接續し過大なる誘發起電力の發生したるとき又は絶縁不良の爲漏電生じたる場合には放電間隙に依て大地へ放電せしめ電話回路に障害なからしむるものとす又通話者は必ず電力線の電壓相當の絶縁臺に於て電話機を取扱ふこと、し通話者をして電擊に觸れしめざらしむるを要す。是に由て架空電力線に添架する電話線に關し電氣工作物規程に次の如く規定せらる。

第72條　架空電線路に添架する電話線には B.S. 十番の鍍線又は之と同等以上の強さ及太さを有する電線を使用することを要す。

第73條　電話線を架空電線路に添架するときは其架空電線の下部に架設し電線と電話線との間隔は次の制限に依ることを要す。

一. 架空電線が特別高壓電線なるときは四尺以上

二. 架空電線が低壓又は高壓電線なるときは二尺以上

第74條　特別高壓架空電線路に添架する電話線が鐵道又は軌道を横斷する場合は軌條面上20尺以上其他の場合は地表上16尺以上の高さに之を保持することを要す。

第75條　特別高壓架空電線路に添架する電話線及之に接續する電話線は之を市街地に引込み又は市街

地を通過する電話線と接續することを得ず.但し接續する電話線に第77條第一項の規定に依る乙種保安裝置を施したる場合に於て其中繼線輪の二次線に接續する電話線は此限りに在らず。

第76條　特別高壓架空電線路に添架する電話線は道路.鐵道.軌道.架空電線又は他の架空屋電流電線と交又する箇所に於ては高壓架空電線に準じ之を施設することを要す,但し電話線の地表上の高さは第74條の規定に依る。

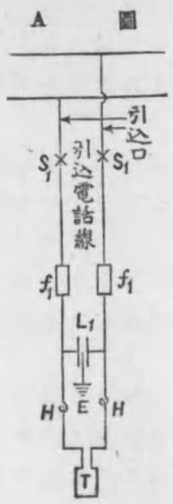
第77條　架空電線路に添架する電話線及之に接續する電話線に於ける屋內電話機設置箇所に對しては其架空電線の使用電壓に從ひ適當なる保安裝置(細則第42條)を施すことを要す。25,000「ヴオルト」以上の特別高壓電線路に添架する電話線に於ける屋外電話機接續箇所に對しては適當なる保安裝置(細則第43條)を施すことを要す。

細則第42條　本則第77條第一項の適當の保安裝置とは次に揭ぐる如きものを謂ふ。

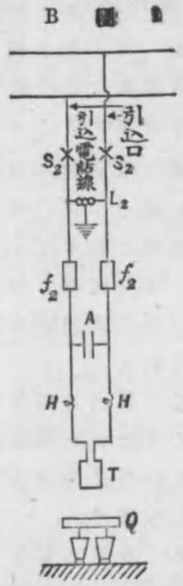
一、架空電線が低壓又は高壓電線なる場合(A圖)

二、架空電線が特別高線電線なる場合(B圖)

A　圖

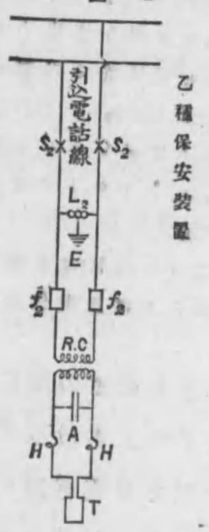


B　圖



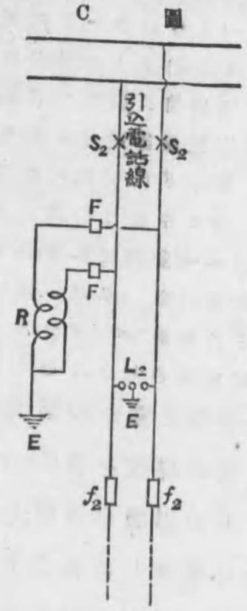
甲種保安裝置

B　圖　2



乙種保安裝置

C　圖



圖中Tは電話機Hは250「ミリアムペア」以下にて動作する熱線輪.L_1は交流300「ヴオルト」にて動作する避雷器Eは接地.f_1は五「アムペア」可鎔遮斷器.S_1は引込用開閉器.Qは交流3,000「ヴオルト」に耐ふる電話機使用の絕緣

用諸臺.Aは交流300「ヴォルト」以下にて放電する空隙.f_2は一「アムペア」包裝可鎔遮斷器.L_1は交流1,000「ヴォルト」にて放電する避雷器.S_2は引込用高壓開閉器.R.C.は中繼線輪(一次二次線輪間の絶緣耐力は交流3,000「ヴォルト」の電壓を以て試驗し十分間以上之に耐ふるものなること)。

三. 空架電線が35,000「ヴォルト」以上の特別高壓電線なる場合に於ては前號甲種及乙種保安裝置に成るべくヴレネージ線輪(Drainage Coil)をも併用すること(C圖)(多くの發電所及變電所間を連絡する一電話回路に對しては適當の位置に在る二個の電話機設置箇所のみに取附くること)。

圖中Fは包裝可鎔遮斷器.Rはヴレネージ線輪(各端と中點との間に交流2,000「ヴォルト」の電壓を加へ一分間之に耐ふること)。

細則第43條　本則第77條第二項の適當なる保安裝置とは交流3,000「ヴォルト」に耐ふる電話機使用者の絶緣踏臺の如きものを謂ふ。

雷——雲と雲との間又は雲と大地との間に起る電氣放電の現象を雷(Lightning)と云ふ.雷放電は電線路に至大の影響を及ぼし.時としては電線路の電壓を非常昇騰せしめ.甚しきときは之に接續する電氣機械類を破壞せしむるに至る.殊に電線路長く使用電壓高きときは.雷の影響を受くると共に續て起る電線路中の擾亂に由て甚しき損害と危險とを生ずることあり。

雲と雲との間に電氣放電の發生する原因は空氣のイオン化作用と之が水蒸氣の凝結に對する作用とに基く.夏期空氣は太陽の强き直射に由り其紫外光線の爲にイオン化せられて陰電氣を有するイオンと陽電氣を有するイオンとを作り.同時に大地より盛んに蒸發する水蒸汽は上層の空氣に混じ之を飽和狀態に爲す。一度氣象の變化により水蒸汽が凝結するや.先づ陰電氣を有するイオンの周圍に集まり微細なる霧となり.次で尙氣温降下するや陽電氣を有するイオンの周圍に微細なる霧と成る。斯くして生じたる霧は結合して雨滴となり雨となりて大地に降下.然れども此場合には陰電氣を有するイオンの周圍に生じたる雨滴多く降下するものなれば.空中に殘れる霧は次第に陽電氣を以て充電せられ所謂雷雲と成る。斯くして雲と大地との間並に空中に於ける陰電氣を有する雲と陽電氣を有する雲との間に於ける電位差は靜電誘導に由て益々高まり.遂に空間に放電を起し又は大地に向て落雷し雷現象を呈するに至るなり。

雷作用に由り電線路に電壓の非常昇騰を起さしむる原因は重に次の二種なりとす.

(一) 電線路が空中より徐々に靜電誘導作用を受け充電せらるゝ爲め。

(二) 電線路が空中より急激に衝的動に充電せらるゝ爲め。

(一) 徐々の充電に起因する雷作用。

陽電氣を持する雲雨滿又は霧が電線路に近付くとき又は遠ざかるときは電線路は其靜電誘導作用を受けて漸次充電せられ大地との間の電位差益々高くなり終に電線路中絶緣耐力最も弱き箇所を通じて大地へ向て破裂放電を爲すに至るべし。此際送電中にして使用電壓が電線路に加はれる場合には放電の結果として電弧を生じ後に記する如き電氣動搖(Surging)を起すべく放電箇所は損傷し甚しきときは火災の生ずることあるべし。

(二) 急激の充電に起因する雷作用

電線路への急激の充電は次の場合に生ずるなり。

(a) 電線路の附近に於て或は電線路を通じて落雷あるとき。

(b) 電線路の附近に充電せられたる雲存在するときは電線は其靜電誘導作用の爲に充電せられ之れが電線上に分布せられて平均す。

然るに若し雲の間に放電が起り其充電の分布變化するときは電線に於ける充電の分布も伴つて變化すべし此場合に急激の充電即ち電氣の振動的衝動起るなり。

衝動充電の結果として或る電氣波動が電線路に傳播せられ恰も水波が水の表面に傳播するが如く充電せられたる箇所を距るゝに從ひ振動の振幅は減少するを以て除り遠方迄及ぼさゞるべし即ち落雷の箇所が發電所又は變電所に接近せざる場合には波動は電線路中に消滅し一部の碍子を破壞するに止り其損害を發電所又は變電所に及ぼすことなし然るに波動が消滅するに先立ち發電所又は變電所に達するときは一部は電線路に接續する避雷器を經て大地に放電するも一部は電氣機械器具の誘導抵抗の爲に反射し恰も海岸に於て屢々起る打浪の如く打寄せ來る電氣波動と反射する電氣波動と相重りて益々大なる波動生じ電線路を數回往復して大地に對する電位は非常に昇騰して遂に避雷器に於て强勢なる放電を爲すが時として電氣機械を破壞するに至るべし此現象を電氣動搖と云ふ。

電氣動搖は(一)電線路が徐々に充電を受けて放電す

る場合(二)電線間又は電線路と大地との間の火花放電を起す場合(三)電線路に於ける電力の分配が急激に變せられたる場合例へば開閉器を開きて負荷を取去つたとき又は開閉器を閉ぢて負荷を加へたとき若くは電線路に短絡が生じたるときにも生ずるなり。斯くの如く電線中に起る電氣振動は以上記する如く、空中電氣に起因する如き原因外部に在るものと、電力分配變化に起因する如き原因内部に在るものとあり、此等の電氣振動を起すものを**電撃** (Lightning Stroke) と云ひ、外部より生ずるものを外雷と云ひ、内部より生ずるものを内雷と云ふ。外雷は電線と大地との間の電位差を高める機衝動充電を與へ、内電は電線間の電位差を高め其結果として電線と大地との間の電位差を高める機衝動充電を與へ共に電氣振動を生せしむるなり。

實際の場合には内雷と外雷と相重りて來ることありて其爲に複雑なる現象起るべし。例へば電線路の附近に落雷したる爲に電線路が衝動充電を受けて電壓昇騰するときは、碍子は破壞せられ、電線は腕木又は腕金を通じて短絡し、爰に内雷が起り、更に電氣振動生じて電氣動搖續ひて起り、遂に電氣機械器具に損害を與ふるに至ることあるべし。此作用は使用電壓高きに從ひ甚大なり。

電氣波動の進行する速度は次の式にて示さる。

$$v=\frac{1}{\sqrt{CL}} \quad \cdots\cdots(259)$$

vは毎秒「センチメートル」の速度、Cは電線の毎「センチメートル」の電氣容量にして「ファラッド」にて示され、Lは電線の毎「センチメートル」の自己誘導係數にして「ヘンリー」にて示さる。此波動に由る振動電流の周期Tは次の式にて示さる。

$$T=2\pi\sqrt{CL} \quad \cdots\cdots(260)$$

從て此振動電流の周波數は

$$f=\frac{1}{T}=\frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{CL}} \quad \cdots\cdots(261)$$

振動電流の周期及周波數は其回路の誘導係數及容量に由て定まり回路に固有のものなれば上式のTを回路の固有振動の周期と云ひ、fを回路の固有振動の周波數と云ふ。電氣波動の波の長さは其傳播する速度と其周波數とに關す、之をλにて示せば

$$v=\lambda f$$

由て

$$\lambda=\frac{v}{f}=\frac{1}{f\sqrt{CL}} \quad \cdots\cdots(262)$$

通常に用ふる交流の周波數は25乃至60にして、架空電線に於ける波動傳播の速度は光の波動の速度と

殆んど相等しく卽ち毎秒に300,000「キロメートル」なる故に

$$v=300,000\text{「キロメートル」}\qquad f=60$$

とすれば

$$\lambda=\frac{300,000}{60}=5,000\text{「キロメートル」}$$
$$=3,100\text{哩}$$

實際に於ける送電線路の長さは最長のものにても僅かに一二百哩にして全波長の數十分の一に過ぎざるなり.此くの如き場合には電氣波動が其電線路の一端より他の一端に傳播するに要する時間甚だ短き故に.たとへ波動の反射あるも著しき電氣動搖の現象は起らざるなり。然るに若し電氣振動の周波數非常に大なるときは電氣動搖の現象は著しくなり.電線路長くして自然周期と電壓の周期と一致するときは共振作用起り電壓は非常昇騰を爲すに至る.例へば電氣波動の波長が100哩なりとせば

$$f=\frac{300.000\times 0.62}{100}=1,860$$

となる.卽ち約2,000の周波數の起電力生じ甚大なる電氣動搖又は共振作用等起りて之に接續する電氣機械類を破壞するに至るべし。斯く如きの周波數の高き波動を起す原因は卽ち外雷及內雷にして.外

雷に由る波動の周波數は甚だ高きも電線路を傳播する間に其振幅は著しく減少する故.此種類の波動は餘り遠方迄及ぼさゝるなり。內雷に由る振動は電線路の固有周波數に於て生ずるなり.此場合に電線路に與へらるゝ衝動は性質單純なるも.之に由て起る波動は電線路に傳播せられ電氣動搖を起すなり。電線路に於て衝動生ずるとも電線路に於ける電力は只其形態を電磁的より靜電的に變ずるか又は其反對の變化ありて電力の損失なし.電磁的電力は$\frac{1}{2}LI^2$にして靜電的電力は$\frac{1}{2}CE^2$にて表はされ互に相等し.卽ち

$$\frac{1}{2}LI^2=\frac{1}{2}CE^2$$

卽ち

$$\frac{E}{I}=\sqrt{\frac{L}{C}}\qquad\cdots\cdots(263)$$

$\sqrt{\frac{L}{C}}$を電線路の**固有イムピーダンス**(Natural Impedance)と稱す. 從て電線路に於て衝動に由り發生すべき最大電壓は

$$E_m=I_m\sqrt{\frac{L}{C}}\qquad\cdots\cdots(264)$$

但しI_mは最大電流にして開閉器を開きたる場合又は短絡したる場合に生ずべき電流なり.從て電線路の自己誘導大なるときは振動電流に由て發生する

電壓は非常に上昇し電線路及之に接續する電氣機械の器具絶縁を破ぶることあり。

架空電線路に於ては自己誘導係數Lは磁力線の電線内に作用する部分を閑却すれば 1,000 呎に付 $L=0.14\log\frac{D}{r}10^{-3}$「ヘンリー」靜電容量Cは1000呎に付 $C=\frac{.007354}{\log\frac{D}{r}}10^{-6}$「ファラッド」

之に由て $\sqrt{\frac{L}{C}}=\sqrt{\frac{0.14\log\frac{D}{r}10^{-3}}{\frac{.007354}{\log\frac{D}{r}}10^{-6}}}$

$$=138\log\frac{D}{r}\text{「オーム」}$$

此値は200−500「オーム」なるべきを要す。

例へば架空電線の大さB.S.零番線にして線間距離60吋なるときはL＝.3747「ミリヘンリー」,C＝.00294「マイクロファラッド」にして $\sqrt{\frac{L}{C}}=357$「オーム」然るにD＝60, r＝.1625 なれば $138\log\frac{D}{r}=354$「オーム」にして稍其値の一致するを認むべし。

今受電所に於て電線路が開かれ居る場合に衝動に由る波動が發電所より受電所に達する時は反射して發電所に戻るべし此際方向反對なる第二の波動が發電所より受電所に向て送らるゝときは第一の反射し來りたる波動に加はるべし。更に此增加したる第二の波動が受電所より反射して發電所に戻りたるとき方向反對なる第三の波動を送るときは相加はりて益々增大すべし即ち電線路を一往復する衝動に要する時間に等しき間隔に交番衝動が續ひて生ずるときは漸次相重りて小なる衝動に依て高電壓及大電流が生ずるに至るべし之れ共振作用にして加電壓の電波の二分一に要する時間が電線路の長さの二倍を進行するに要する時間に等しき場合なり之を云ひ換へれば電壓波の一周期が電線路の長さの四倍を進行するに要する時間に等しき場合なり。電線路の長さをDとし進行電壓波の速度をvとし周期をTとすれば

$$T=\frac{4D}{v}\qquad\cdots\cdots(265)$$

或は　　$f=\frac{1}{T}=\frac{v}{4D}$

vを哩にて示せば　$f=\frac{186.000}{4D}=\frac{46,500}{D}$.....(266)

送電線路の長さDを134哩なりとすれば共振作用を起すべき周波數は

$$f=\frac{46,500}{134}=346$$

卽ち發電機の周波數50サイクルにして七倍の周波數の電壓を含むときは共振作用起るべし。前式のfが發電機の周波數の三倍五倍九倍又は十一倍に相當する場合に於ても共振作用起るべし.此倍數と電線路の長さとの關係は周波數50サイクルの場合に於て次の如し.

周波數の倍數	電線路の長さ(哩)
5	186
7	134
9	103
11	84

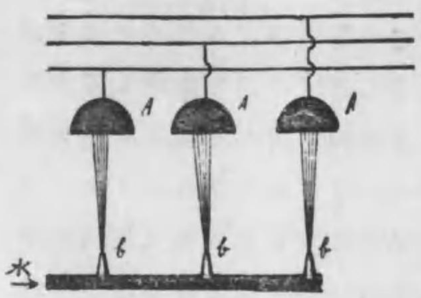
卽ち發電機周波數50サイクルの場合に電線路の長さが上記の如くなるか又は之に近きときは共振作用の起る虞れあり殊にfが發電機周波數に七倍する場合に於て此作用最も大なり。

避雷器—以上記載したる雷作用は送電線路に於て最も恐るべきものにして之が爲めに送電線中の一個所に電氣衝動充電起る時は其波動は忽ち線路の兩端に達し或る場合には線路の兩端に接續する機械類の爲に反射し爰に電氣動搖を起し電線路と大地との間の電位差を甚しく高めて再び放電を爲し更に他の波動を惹起し遂に接續する電氣機械を破壞するに至ることあるべし。此くの如き雷作用中內雷は電線路の開閉又は短絡等より生ずるものなれば電線路の取扱法及保守心得に周到の注意を用ふるときは或る程度迄其作用の起るを未然に防ぐことを得れども外雷は天然に起る現象より來る作用なる故に其原因の發生を豫防することを得ず或る適當なる裝置を設置し外雷に由て生ずる障害を避けること必要なり.此目的に用ふる裝置を避雷器(Lightning Arrester)と云ふ。避雷裝置は外雷及內雷の作用に因る電氣的衝動の發生せざる樣及電線路中に電氣動搖の起りし場合に發電所及受電所並に電線路に接續する諸機械器具に及ぼさるゝ障害を防ぎ且つ之を保護し送電を確實に持續するものたるを要す。

避雷器に數種あり第一に電線に除々に蓄積せらるゝ充電に原因する障害を避くるには此充電を常に

大地に導き去る裝置を要す。此目的に向て用ひらるゝものを**靜電放電器** (Static Discharger) と稱し.發電所又は受電所に於て電線路に接續せらる.此器の原理は高抵抗を有する導體にて電線路の各線を大地に接續し.雷作用にて徐々に蓄積せんとする充電を常に徐々に大地に向て放電せしむるに在り。其一種は第452圖に示す如くAなる金屬製の鉢を伏せたる形狀のものを各線に接續し.其下方に三個の噴水孔 b, b, b, を置き大地に接續せる鐵管に取附く.此鐵管へ他より或る壓力にて水を送るときは.水はbより射出してAに衝突して電線を大地に連絡す.然るに水は抵抗大なる故に電線路の電流は極めて僅か通ずるのみにて.空中電氣の爲に徐々に充電せられたる電氣は此水を通じて絕へず大地に導かれ靜かに放電すべし.此器を**射水避雷器** (Waterjet Arrester) と云ふ。空中電氣の直接の作用は.電線路に加

第四百五十二圖
射水避雷器

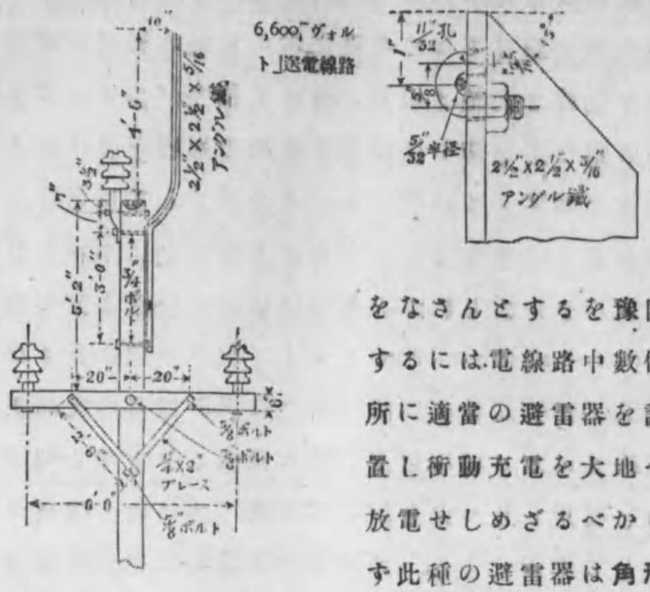


はり電線路に於ける碍子又は腕木に於て放電するに在れば.發電所又は受電所に於ける避雷器に依て此作用を避けることを得す.空中電氣の充電作用に由て電線と大地との間に高き電位差が生ずる爲に起る雷作用を防ぐには.空中電氣の影響を受けざる裝置を爲すこと必要なり。其方法としては電柱の頭部又は送電線より三尺以上上部に之に平行して金屬線を架設し約400呎毎に接地せしむ.之を**架空地線** (Over-head Ground Wire) と云ふ。架空地線の大さは電氣工作物規程細則第24條二に B.S 四番の硬銅線.鐵線又は之と同等以上の強さ及太さを有する裸電線を使用し.且つ之を第一種地線工事に依り接地すべしと規定せらる。通常架空地線には B.W.G 四番以上の亞鉛鍍鋼鐵線を用ひ木柱に於ては柱頭に二吋半のアングル鐵を取附け.其上端に近く送電線より四呎の上部に於て架空地線を之にU形ボルトにて架渉せしむるなり.第453圖は其一例を示す。架空地線に依り空中電氣に由る充電は常に大地に徐々に放電せらるゝ故に.其送電電線に及ぼす影響を防止することを得るなり。

第二に衝動充電が送電線中に起り電壓が非常昇騰

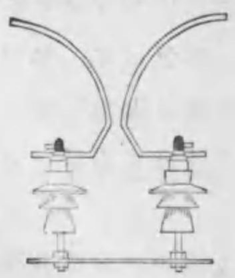
第四百五十三圖

(甲) 架空地線架迭電柱の柱頭裝置　(乙) 架空地線支持部詳細圖



をなさんとするを豫防するには.電線路中數個所に適當の避雷器を設置し衝動充電を大地へ放電せしめざるべからず此種の避雷器は角形避雷器(Horn Type Lightning Arrester)と稱し.第 454 圖に示す一例の如く.二本の B.S. 四零番銅線を圖に示す如き形狀に曲げて互に對向せしめ碍子に之を取附け.其一方を送電線の一線に他方を大地に接續す。電線間の間隔は送電線と大地との間の電壓が使用電壓の一

第四百五十四圖
角形避雷器



倍半乃至二倍に昇りたる時に放電を爲す樣調整し置くときは.此間隙に於ける放電に依て電線路の他の部分に起るべき被害を豫防することを得るなり. 然れども間隙に放電起るときは電弧生じて送電線を大地に連絡せしめ.從て各線を大地を經て短絡せしむることゝなり.送電線路に著しき電氣動搖生ずることあるべし.之を防ぐ爲には避電器と大地との間に適當なる抵抗器を接續するものとす.之に依て送電線は間隙に於て電弧生ずるも短絡することなし。此抵抗には通常水抵抗器を用ふ.卽ち適當の容器に適當のエレクトロードを置き.之に鹽水又は曹達水(約一割液)を充たし上部に少量の油を注加して水分の蒸發を防ぎて使用するものとす.水抵抗器の代りに電線より成る抵抗器を使用することあり.如何なる抵抗器を用ふるも抵抗餘り高きときは避雷器本來の効用を缺く處あれば.適當に之を定むべきものとす。角形避雷器の間隙に於て放電したる場合に電弧生ずるも.熱せられたる空氣の上昇と共に電弧も上方に移動し昇るに從ひ其長さ增して自然に消滅すべし。

角形避雷器は原理及構造共に簡單なれども.避雷の

目的には未だ充分ならず若し間隙が過少なる時は使用電壓の少しの超過にても放電作用起り其都度電弧生ずる虞れあり之に反し間隙が過大なるときは電線路に動搖を起す如き高き電壓が生ずるも間隙に於て放電を爲さゞる爲に電線路に接續する電氣機械器具を破壞することあるべし。間隙の大小と

第百八表

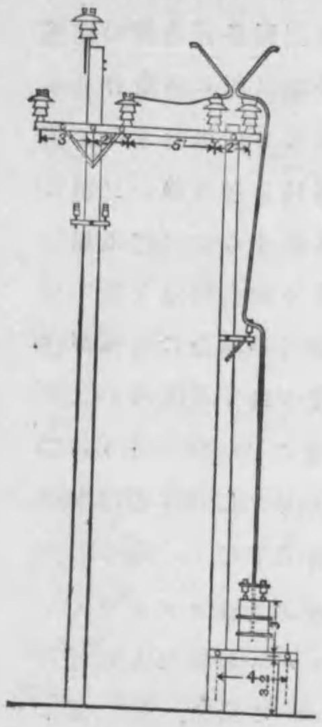
角形間隙と放電電壓との關係を示す表

實效電壓「ヴォルド」	角形間隙「ミリメートル」	針端間隙「ミリメートル」
10,000	6.0	11.9
20,000	15.0	25.4
30,000	33.0	41.0
40,000	52.0	62.0
50,000	76.0	90.0
60,000	104.0	118.0
70,000	130.0	149.0
80,000	156.0	180.0
90,000	183.0	212.0
100,000	210.0	244.0

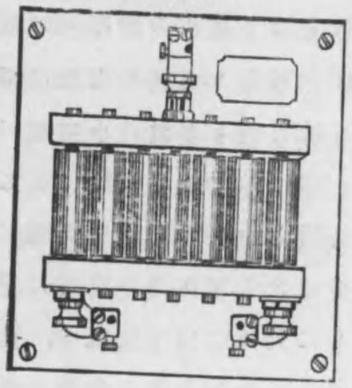
放電々壓との關係は凡そ第108表に示す如くなれども間隙を作る電線の表面の狀態空氣の溫度及氣壓等に由て必ずしも一定ならざるなり從て此避雷器は完全なるものと云ふを得ず極めて急激に來る電氣衝動に原因する電壓非常昇騰を防ぐ保安裝置と

して用ひらる。第455圖は送電線路の單柱に角形避雷器及水抵抗器を他の電柱に依て取附けたるものを示す。

第四百五十五圖
單柱に角形避雷器取附の一例



第四百五十六圖
多隙避雷器

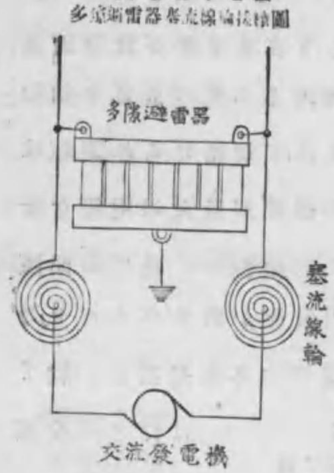


角形避雷器は電弧を急激に消滅せしむる傾向ありて時として反て之が爲に電線路中に電氣動搖を生せしむることあり之に由て電弧を徐々に消滅せしむる樣又避雷の動作を確實になす爲に作らるゝ避雷器を**多隙避雷器** (Multigap Lightning Arrester) と謂ふ。多隙避雷器は金屬製の圓柱の數個を少許の間隙を

隔てゝ配列したるものなり第456圖に示す一例はウルツ氏(Wurt-)發明の多隙避雷器にして米國ウエスチングハウス電機會社に於て製作するものなり。

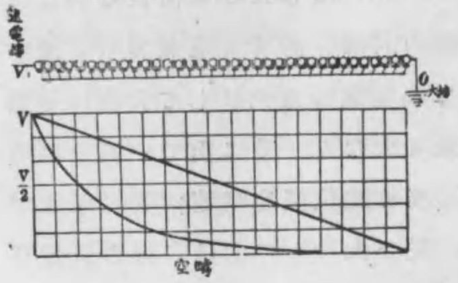
金屬の圓柱は上下に於て大理石板にて支へられ其數七個各圓柱の直徑一吋高さ三吋各圓柱間の間隙は$\frac{1}{64}$吋なり圓柱の表面は梨子地に彫み目附けらるる故に恰も多數の小突起が在ると同樣なり從て第455圖に示す如く兩端に在る圓柱を送電線の二線に接續し中央の圓柱を大地に接續する時は送電線に受けたる雷作用の充電は是等多數の間隙を經て徐々に大地に向て放電す。此放電の場合に電弧が生ずるも圓柱を作る金屬の性質に由て交流波の二分の一の終りに於て電弧を消滅せしめ續く殘りの二分一の交流波に於て電弧を發生せしめざるなり從て此避雷器は交流電線路に適するなり。此くの如く電弧を發生せしめざる金屬は亞鉛カドミウム、マグネシウム、アンチモニー、ビスマスの類なり此種の金屬を無焰金屬(Non-arcing Metal)と云ふ。第457圖に示す接續に於ては避雷器は兩極用として用ひられ各線に對し三個の間隙を具備す此接續は2,200ヴオルト回路に適し、2,200ヴオルト以上の回路に於ては各電線に單獨の避雷器を接續し其一端を大地に接續す避雷器の接續個數は使用電壓に從て一個以上數個なり。多隙避雷器に於ては各圓柱間及圓柱と大地との間に必ず靜電容量存在するを以て其接續の狀態恰も蓄電器を接續したると同樣なれば電線に最も近き圓柱の大地に對する電氣容量は最小にして大地に近き程電氣容量大にして大地に接續する圓柱の容量最も大なり。是に由て一端の間隙より他端の間隙に至る電位傾度は第458圖に示すが如く電線に近きに從ひ大にして大地に近きに從ひ小なり斯くの如く電壓の配布一樣ならずして避雷器全部としての放電電壓は各間隙の總和に等しき一個の間隙に於ける放電電壓よりも低し即ち10個の同一間隙に5,000「ヴオルト」の電壓を加ふるも各個の間隙は一樣に500「ヴオルト」の電壓を受けずして電線に近き間隙は700-800「ヴオルト」の電壓を受け大

第四百五十七圖
多重避雷器各素線與接續圖

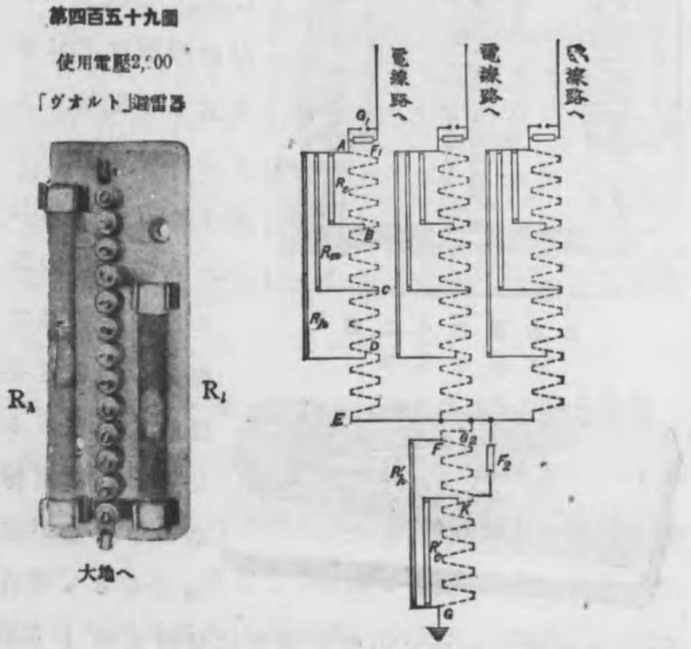


地に近き間隙は200-300「ヴオルト」の電壓を受くるなり。此理に由り使用電壓より高き電壓が此避雷器に加はる時は電線に近き間隙より先づ放電を始む然る時は第一の間隙は電弧にて短絡せられ圓柱は電線路の電位となり第二の間隙が最大の電壓を受けて放電す斯くして順次に將棋倒しに總ての間隙に於て放電するなり。使用電壓が數千「ヴオルト」乃至數萬「ヴオルト」なる時は通常の多隙避雷器に於てはたとへ交流波の二分一に於てのみ生ずる電弧にても金屬圓柱を破壞せしむるとあり是を防ぐには高抵抗を以て間隙を分岐するに在り斯くなす時は低き周波數の電壓及徐々に蓄積充電せらるゝ靜電電壓は高抵抗を通じて大地に放電し外雷の如き高き周波數の電壓は抵抗を通せずして間隙のみを通じて大地に放電し電線路及電氣機械器具は被害なかるべし。間隙及抵抗の使用數量並に其接續方法は使用電壓に從て異る。　第459圖は使用電壓2,200「ヴオルト」の回路に使用する多隙避雷器にして R_l は低抵抗 R_h は高抵抗にして間隙に並列に接續せらる。第460圖は使用電 35,000「ヴオルト」の三相回路に使用する多隙避雷器の接續第四百六十一圖は

第四百五十八圖
多隙避雷器の電位傾度を示す圖

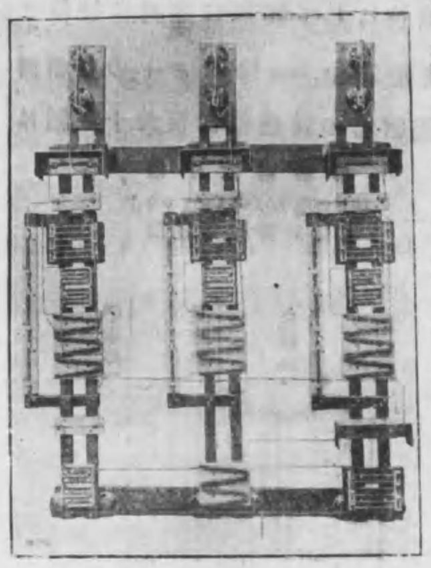


第四百六十圖
使用電壓 35,000「ヴオルト」
多隙避雷器接續圖



使用電壓12,500「ヴオルト」の三相回路に使用する多隙避雷器を示す。第四百六十圖に於てAとEとの間には第462圖に示す如く陶器臺上に圓柱をV形に配列したる多隙避雷器を直列に接續し.其の中の一部分をR_b R_m,R_hなる抵抗にて分岐接續す.R_hは最も大なる抵抗にして,R_mは之に次ぎR_l最も小なる抵抗なり。AとEとの間の間隙裝置は電線路の星形電壓接續に相當するものなれば電線路の中性點が接地せらるゝ場合には送電線と大地との間の電壓は星形電壓より昇

第四百六十一圖
使用壓12,500「ヴオルト」多隙避雷器



第四百六十二圖
多隙避雷器

らざる故に.Eを直ちに接續す然らざる場合には電線と大地との間の電壓が線間電壓に昇ることある故に.Eと大地との間に其の電壓に相當する放電間隙を圖に示す如く接續し電線路を雷作用に對して保護せしむ。G_1は放電間隙にして可鎔遮斷器F_1之れに併列に接續せらる.可鎔遮斷器は過電壓の放電の餘り長く連續する場合に放電間隙の燒損するを防ぐ爲め.之れをして先づ遮斷して避雷器を保護せしむる爲に設備せらる.Eと大地との間に於ても同じ理由にて放電間隙G_2及可鎔遮斷器F_2具備せらる。今高き電壓が急に電線路に生ずるときは.其の電壓は先づDE間に加はり.其の間に在る間隙に於て放電するや.其電流は高抵抗R_hの爲め制限せらるゝも.電壓尙高きときはCD間の間隙に於て放電し其電流は中抵抗R_mの爲め制限せらるゝも.電壓一層高きときはBC間及AB間の間隙に於て放電すべし。此際高電壓の生ずる電氣衝動の性質が急激なるときはF_1及F_2が鎔斷し放電間隙G_1及G_2に火花發生すべし.之に續きてAE間の間隙に電弧生ずるも.分路抵抗の爲めにAB間の電弧先づ消滅しR_lが他

の間隙と直列となる爲め電流少しく減じ次にBC間の電弧消滅し從てRmが殘りの間隙と直列となる爲め電流更に減じ次にCD間の電弧消滅し從てRnが殘りのDE間の間隙と直列となり電流は甚しく減ずる爲め最早DE間の間隙に電弧を發生せしむることを能はずして電弧は全部消滅するなり。斯くの如く電弧は數段に分れ順々に徐々に消滅し放電作用緩漫なる故に電線路に電氣動搖を起すことなし此くの如き性質及構造の避雷器を**グレーデッドシヤント避雷器**(GradedShunt Lightning Arrester)と稱す。

特別高壓電線路に於て電壓甚だ高き場合には雷作用に由る電氣振動の周波數は益々大にして多隙避雷器を用ふるときは交流波の前半に於て間隙間に電弧を發せしめて電線路を短絡せしめ後半に於て電弧を發せしめざる爲め短絡を開くも續きて來る交流波の前半が電弧を發せしめ電線路を短絡せしむるを以て殆んど連續的に短絡起り避雷器自身を損傷し併せて電氣機械器具を破壞せしむるに至るべし。斯くの如く高周波振動を起し易き電線路に用ふる避雷器は交流波の一部分だに於ても短絡を

爲さしめずして單に過電壓のみを放電するものならざるべからず此目的に適する避雷器を**アルミニウム液槽避雷器**(Alminium Cell Lightning Arrester)と爲す。之れは**イー.イーエル.クレイトン** (E. E. F. Creighton), **ジエー.エル.アール.ヘイデン** (J. L. R. Haydon), **エフ.ダブリユー.ピーク** (F. W. Peek)諸氏の研究に由て發明せられたるものなり。此避雷器はアルミニウムをエレクトロードと爲したる場合に起る電解作用を利用したるものなる故に之を**電解避雷器** (Electrolytic Lightning Arrester)とも云ふ。或る電解液中に金屬をエレクトロードとして用ふるときはエレクトロード間に加へる電壓が低き間はエレクトロードの表面に薄膜と成りて發生する金屬の化合物は抵抗甚だ高くして之に通ずる電流極めて少きも電壓が或る一定値以上に高くなる時は薄膜の抵抗減じて多大の電流通じ薄膜は破開す一度電流通じ電壓降るや直に薄膜生じて抵抗元の如く增して電流を通せしめざるなり。恰も蒸汽罐の安全栓の如く電線路の使用電壓に向ては高抵抗を與へ電壓の非常昇騰に對しては忽ちに抵抗減じて其電流を容易に通

せしむ。電解避雷器は此性質を利用したる物にして.アルミニーム液槽避雷器の場合にはエレクトロードにアルミニウムを用ひ電解液に**硼酸アムモニア**(Ammonium Borate)の液を用ふ.其構造は第463圖に示す如くアルミニウム板にて作れる盃狀のものを數十個約0.3吋の間隔(27,000「ヴオルト」以上に於ては0.42吋の間隔)を置きて木柱に通じて積重ね.各盃間を其周圍に於て四ケ所に陶器製の**小絕緣隔子** (Insulating Spacer)にて絕緣す。盃の數は電線路の使用電壓に從て異る.盃には前記の電解液を入れ.全體の裝置を鐵板製の罐內に收め罐には絕緣油を注入す.油は電解液に觸るるも之より輕き故に之に混入することなし。アルミニウムの盃は常に油中に在る故に電解液に對する以外絕緣隔子に依て絕緣極めて良く相互間の短絡する虞なし.又電解液の蒸發少く其發熱も油に吸收せらるる故に温度低く.大氣の温度華氏135度に於て安全に之を使用することを得るなり。最下のアルミニウム盃は之を支へる金屬製作

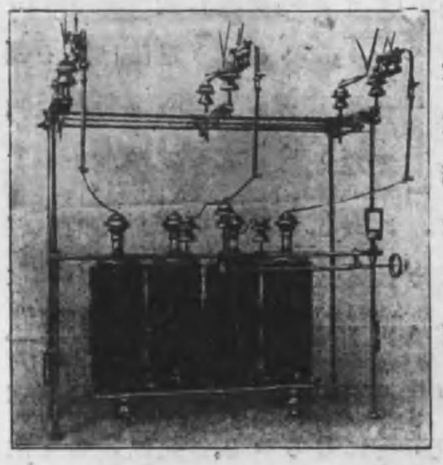
第四百六十三圖
アルミニウム液槽避雷器の切斷面

の臺に依て容器の罐に電氣的に連結せられ.最上に在るものは外部に導かるる銅管に連結せらる。此避雷器を送電線路に接續するときは.使用電壓に於てはアルミニウムの表面は電解液の電解作用にてアルミニウム水酸化物なる薄き絕緣膜にて覆はるるも.電壓が或る値以上に昇るときは膜破れてアルミニウムは電氣的に連絡し.罐を大地に接續し置くときは大地に向て放電すべし。使用電壓は相隣れるアルミニウム間に於て300「ヴオルト」にして.電壓が直流に於ては420「ヴオルト」.交流に於ては335「ヴオルト」乃至360「ヴオルト」に昇るとき電流は膜を通じて流れ大地に向て放電し.アルミニウム板面に厚き膜生じ次の高き電壓來りたるとき再び破ぶれて大地に向て放電す。此動作に於て電壓が420「ヴオルト」以上に昇るとき放電するも厚き膜は直ちに生せず.電壓が420「ヴオルト」以下に降りて始めて生じ.電壓一層降りて使用電壓に復するときは膜は漸次溶解して之の如く薄膜になるべし。此理に由て之を使用すべき電線路の使用電壓に應じ.アルミニウム盃の數量を適當に定めたるものを用ふる時は雷.

作用の衝動充電あるも直に大地に向て容易に放電せしむることを得るなり.然れども平常に於て絶へず電線路の電壓を受けしむるを避け且つ壽命を長からしめん爲に.角形避雷器を之に直列に接續使用し.角形避雷器を超へて放電する衝動的雷作用を此避雷器に依て放電せしむるなり.是に由てアルミニウム避雷器は電線路の各線に一個宛角形避雷器と直列に接續し.中性點を接地せざる三相式送電線路に於ては第465圖に於けると同じ理由にて三個の避雷器と大地との間に更に第四の避雷器を接續す.第464圖は使用電壓24,000「ヴオルト」中性點不接地の三相式電線路に用ふる米國ウエスチングハウス電機會社製のアルミニウム液槽避雷器を示し.第465圖に其電線接續圖を示す.此避雷器に於てはアルミニウム

第四百六十四圖

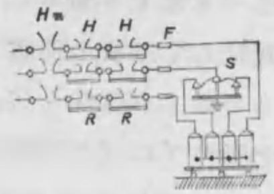
24,000「ヴオルト」アルミニウム液槽
避　雷　器



盃の切斷面は第466圖に示す如くSは絶緣隔子.Aはアルミニウム板にしてoは電解液の通路なり。第465圖に於てHₘは角形避雷器,Hは角形間隙にして抵抗Rと並列に接續せらる.Fは可鎔遮斷器Sは轉換器なり.Hₘに短絡腕の裝置ありて間隙を短絡せしむることを得るなり。アルミニウム面の薄膜は漸次時間の經過に從ひ溶解するものなれば.時々使用電壓を加へて此絶緣性薄膜を作らしむることを必要なり.即ち毎日一回約十秒宛前記の短絡腕にて角形避雷器を短絡せしめ使用電壓を受けしめて薄膜を作らしむるなり.此裝置を充電裝置と云ふ.或は角自身を開かしむる構造となせるものなり.此場合には開閉器の代用を爲すを以て避雷器の檢査を爲すに便利なり。H及Rの數量は使用電壓低きものに於ては各一個高きものに於ては貳個宛直列に接續せらる.此抵抗は充電を爲す場合に電流を制限し起り易き

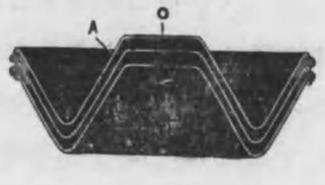
第四百六十五圖

2,000「ヴオルト」アルミニウム
液槽避雷器電線接續圖



第四百六十六圖

アルミニウム盃の
切斷面



振動電流を發生せざらしむ。雷作用の衝動起りたる場合には其放電は抵抗を通過せずして間隙を超へて避雷器に於て放電した後は電流滅じて續ひて抵抗に通せんとするも角形避雷器に於て電流を遮斷せしむ。大地に近き避雷器には角形避雷器を短絡せるのみにては充分なる充電を爲すこと能はざる故に之と他の避雷器と置き換へ充電する爲めに轉換器Sを設け其把手を180度廻はして二個の避雷器の何れをも充電するを得るものとす中性點を接地する場合には第四の避雷器を要せざれば此設備なし。

アルミニウム液槽避雷器は過電壓を受けて放電すること30分以上なるときは液槽は過熱する虞あり放電中は常に注意を要す。此避雷器は戸内及戸外に使用するを得るも氣溫攝氏零下五度以下なるときは電解液は固結して正當の動作を爲さざることあり。又攝氏34度(華氏100度)以上に以ては薄膜は溶解し易き故に一日に一回以上の充電を要す。避雷器を据付る場合には能ふ限り不潔物を除き電解液の容器アルミニウム盃の取扱に注意し常に清潔なるを要す此等の取扱の不注意より些少の塵埃が電解液に混入するときは其働作に故障を生ずることあり。電解液は製造者より液狀にて購入使用するものなれども時としては乾燥狀態のものを購入し之に一定の割合に水を混合して使用することあり此場合には必ず蒸溜水を使用し決して雨水河水又溪流の水を使用すべからず此等の水中には多少のは不純物含有せらるゝなり。アルミニウム液槽避雷器は各種避雷器中最も優秀にして普通高壓電線路にも特別高壓電線路にも適し雷作用に起因する高周波電壓をして大地に放電せしめ電氣機械器具を保護する爲め一般に廣く使用せらるるも次に記する不便あり。

(一) 毎日必ず一回充電を要す.

(二) 液體の電解物を要す.

(三) 試驗の困難なること.

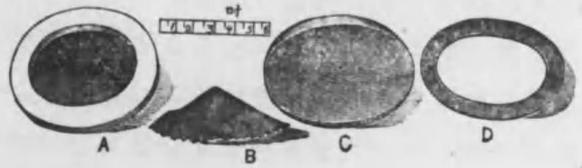
此等の不便を除きアルミニウム避雷器と同樣の特性及利益を有する避雷器を得んとして研究したる學者は米國のイー.イー.エフ.クレイトン (E. E. F. Creighton), クロスビー.フヒールド (Crosby Field), エヌ.エー.ルージー (N. A. Lougee) 外數氏にして遂にクロスビー.フヒールド氏は優秀なる避雷器を發明し米

國の特許を得たり.之を**酸化膜避雷器** (Oxide Film Lightning Arrester) と云ふ。酸化膜避雷器はアルミニウム液槽避雷器と同じ特性を有するも.充電の必要なく電解物は液體ならず.又戸内にも戸外にも設置使用するを得るなり。此避電器の原理は乾燥せる或る化合物に熱を加へるときは電氣的良導體より殆んど絶縁體に急變する事實に基きたるものにして過酸化鉛 (P_bO_2) は恰も此性質を有し其抵抗は常温に於て毎立方吋一「オーム」にして約攝氏150度に熱せらるるときは鉛丹 (Pb_3O_4) に變じて抵抗は毎立方吋 24,000,000「オーム」に激増す.尚之より熱度増すときはリサージ (P_bO) なる絶縁物に變ず。過酸化鉛は通常粉末狀にして.之を二個のエレクトロード間に置き電流を通ずる時は.過酸化鉛とエレクトロードとの接觸面の抵抗に由り發熱し.其温度が約攝氏150度に昇るときは先づ鉛の低酸化物の膜を生じ抵抗増大し.エレクトロード間に加はる電壓が 250-300「ヴオルト」以上ならざれば電流通せざるなり。

實際の避雷器に於ては此方法に依て絶縁酸化物を作らしむるに非ず豫めエレクトロードの表面に絶縁物の膜を張附するなり.其絶縁物にに硝子.布.バルサム.シェラック油.ペイント.鉛ペイント.ヴァーニッシュ等の薄層を用ふ。第457圖は此避雷器の一個の槽を示す.二個の薄き圓形を爲す鋼板のエレクトロードありて約五吋の間隔に置かれ間隔の周圍に陶器製の環取附けらる.鋼板は豫め絶縁ヴァーニッシュに浸たして膜を其兩面に作らしめ膜間は過酸化鉛を以て充たす。第468圖は一對の槽を取外したるものを示す.A は圓形鋼板に陶器製環の取附きたるもの.B は褐色の過酸化鉛層.C は他の鋼板.D はアスベスト坐なり。一個の槽に付き加はる電壓が 300「ウオルト」以下なるときは絶縁膜の爲め電流通せざるも.之れより電壓が昇るときは膜は一個所又は數個所に於いて破ぶれ抵抗は一「オーム」以下に降り電流通ずるに至る.斯くし

第四百六十七圖
酸化膜避雷器の槽

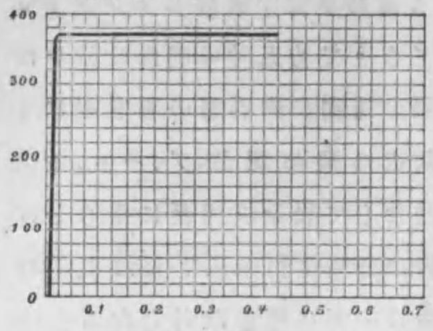
第四百六十八圖
酸化膜避雷器分解圖



て雷作用の衝動に基く過電壓をして此避雷器を通じて大地へ放電せしむるを得るなり.第469圖は其電壓と電流との關係を示す曲線圖なり。過電壓に由て絕緣膜が破らるる時は.其孔は極て小なる爲め其所に於ける電流密度大にして局部的に發熱し温度は急激に上昇す.其結果として電流の通路に於てエレクトロードに接したる過酸化鉛は絕緣性の一酸化鉛に變じて破ぶれたる膜を封じ續きて流れんとする電流を遮斷す。此作用は非常に迅速に行はれ一秒間に2,000サイクルなりと云ふ.卽ち膜が破れて放電してより再び膜が封せらるる迄に要する時間は僅かに$\frac{1}{4000}$秒なり。

第四百六十九圖

酸化鋇避雷器のヴオルトアムペア曲線

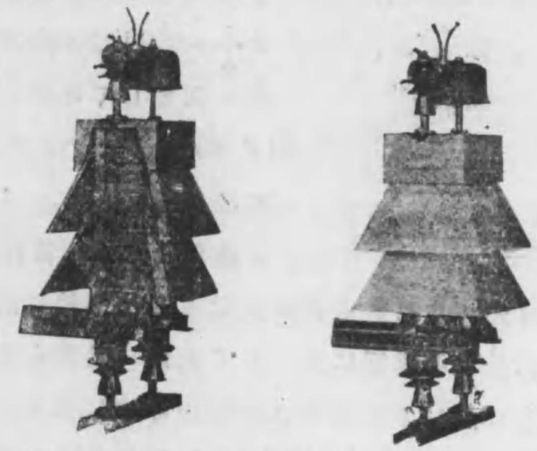


酸化膜避雷器に於ける電解物はアルミニウム避雷器に於ける如き化學作用を起さざる故に.日々の充電を要せず.使用電壓に應じ槽の數を適當に定め之を積重ね.戶內用戶外用何れの型にも任意に作るこ

とを得る便あり。尤も戶外用に於ては雨水の浸入を防ぐ爲めに之に鐵板製の覆ひを爲す.第470圖は電壓25,000「ヴオルト」の三相式送電線路の一線に接續すべき戶外用酸化膜避雷器を示す。酸化膜避雷器にも角形避雷器を直列に接續使用す.一般に角形避雷器は急激なる高電壓の放電に對しては比較的銳敏ならざる故に.動作確實迅速なる球狀間隙を之に並列に接續使用するを可とす。

第四百七十圖

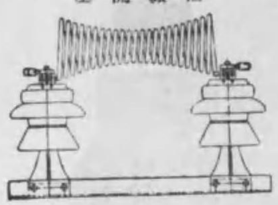
戶外用25,000「ヴオルト」酸化膜避雷器



避雷器に依て雷作用より來る衝動的電壓の上昇を電氣機械器具に對し防ぐことを得るも尙高周波電流の電氣機械器具に通ずるを防ぐ爲めに避雷器と

電氣機械器具との間に誘導抵抗大なる塞流線輪を電線路に直列に接續するを普通とす是に用ふる塞流線輪は鐵心を有せずして裸銅線を鼓形に卷き電線路に使用する碍子と同じ碍子の上に取附けたるものにして捲線間の間隔は$\frac{1}{4}-\frac{3}{8}$吋なり第471圖に其一例として電壓23,000「ヴォルト」200「アムペア」の塞流線輪を示す。電線路に誘發せらるゝ高周波の電壓は先づ自己誘導係數大なる塞流線輪に遮ぎられ大部分は避雷器に向て進み大地に放電し電氣機械器具に加はる過電壓は周波數非常に減少して電氣機械器具を損傷せざるなり塞流線輪の適當の大さは使用電壓10,000—25,000「ヴォルト」に於ては捲數を25回とし線輪の直徑を10吋となしたるものにして其他の電壓に於ては之に準ずるものとす。

第四百七十一圖
23,000「ヴォルト」200「アムペア」
塞流線輪



避雷器を設置すべき箇所に關しては電氣工作物規程細則第11條に次の如く規定せらる。

細則第11條　避雷器の接地は第一種地線工事に依り施設し架空電線短き場合其他特殊の事由ある場合を除くの外次に掲ぐる箇所に之を裝置することを要す。

一. 發電所變電所及蓄電所の架空電線引込口引出口
二. 特別高壓又は高壓架空電線の坑內引込口及地中線との接續箇所
三. 全容量100「キロワット」以上の變壓器若くは電動機を設置せる箇所又は特別高壓用變壓器若くは電動機を設置せる箇所
四. 雷災の多き地方に在りては前記以外の場所と雖避雷器を必要とする箇所

第四項　地中電線路

地中電線路の方式═地中に電線を布設する工事は架空電線路工事に比し容易ならず其方法に次に示す如き三種あり。

(一) 鎧裝ケーブル又はジユートケーブルを直接に地中に埋設する方法
(二) 樋め管又は樋を地中に布設し之に絕緣電線を引き入るゝ方法
(三) 地中に暗渠を作り之に碍子を用ひて絕緣電線を布設する方法

鎧裝ケーブル埋沒式═此方法は簡單にして地面を二尺乃至四尺の深さに掘り下げ溝となし之に鎧裝ケーブルを布設するにあり從て其鎧裝は充分堅牢なる鋼鐵線又は鋼鐵帶より成るを要す。尙ケー

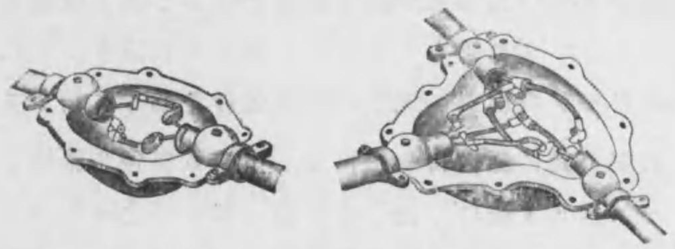
ブルの上部及側面に堅牢なる石板の類を置き他より受ける損傷例へば重き車輛が其上部を通行するときケーブルに直接に壓力が加はりて之が爲めに起る損害又は道路を修繕するとき鶴嘴にて傷つけらるゝ損害を豫防すること必要なり。(電氣工作物規程第61條)。ケーブル埋設の地表面よりの深さは人道に於ては二尺乃至二尺五寸車道に於ては二尺五寸乃至三尺五寸を通常とし交通頻繁なる四辻又は軌道若くは鐵道の横斷箇所に於ては地表面より五尺の深さに於て鐵管又は混凝土管にケーブルを納め之を保護するものとす。

ケーブルを布設するには之を損傷する虞ある砂利小石又は瓦の如きものは溝外に取捨て溝内に適當の間隔毎に轉子(Roller)を置きケーブルを捲きたる胴車より之を繰出し轉子上に引張るべし斯くしてケーブルの被覆は損害を蒙らずして地中に布設せらるべし。特別高壓地中ケーブルを高壓又は低壓地中ケーブルと同一溝中に埋沒する場合或は高壓地中ケーブルを低壓地中ケーブルと同一溝中に埋沒する場合には相互間を一尺以上離隔するか又は相互間に煉瓦混凝土若くは陶器製の耐火質の隔壁

を設くること必要なり(電氣工作物規程第64條及第65條)又地中ケーブルと地中弱電流電線との交叉又は接近距離が一尺以下となるときは成るべく其部分を短縮して相互間に前記同樣の耐火質の隔壁を設くべきものとす(電氣工作物規程第63條)。地中ケーブルを布設すべき土地の地質が酸性を帶ぶるときは、ケーブルを害する虞あれば直接にケーブルを布設すべからず此場合には土管又は混凝土管中にケーブルを入れアスファルトを注入してケーブルを

第四百七十二圖

(甲)接續函　　(乙)分岐函



被包すべきものとす。鎧裝ケーブルを接續する場合には**接續函** (Joint Box) を用ひ分岐する場合には**分岐函** (Branch Box) を用ふ。第472圖(甲)に接續函を示し同圖(乙)に分岐函を示す。何れも鑄鐵製にして塵埃及水の浸入せざる樣蓋を爲しボルト留とす。ケーブルの心線を接續するには接續部分の長さは少し餘裕

を見込みて長くなし兩線の先端を切り取りジュート及鎧裝を切り取らんとする箇所を小電線にて堅く捲きてジュート及鎧裝の弛緩せざる樣なせる後、金切鋸にて鎧裝の鋼帶を切り取るなり此際內側の鉛被を傷けざる樣注意を要す。次にジュートを切り去りたる後鉛被の周圍に電線の軸に沿ふて小刀にて切れ目を作り木製楔子を此切れ目に入れ漸次に鉛を擴げて之を取去る。次に絕緣紙を取除け心線を一本宛徐々に分け其撚り根元を麻糸にて堅く結び置く分れたる電線はアルコールにて充分良く洗淨し汚物及油氣を除き松脂を塗布し然る後適當のスリーヴを嵌めて錫臘にて臘付を行ふものとす。スリーヴの兩端に近き箇所は臘付を爲すに用ふる火氣の爲に絕緣物を損傷せしめざる樣豫め幅狹きアスベスト板にて捲き臘付終りたる後之を取去るものとす。斯く心線の接續終れば接續部分を護謨絕緣紙絕緣布の順序にて被覆し其絕緣をして他の部分と同等ならしめたる後接續函に入れ絕緣性コムパウンドを注入するものとす。分岐函に於て電線を接續する場合も亦之と同樣なり。

埋管式═此方法に於ては豫め電線を引き入るべき管又は樋を製するなり其方法に種々あり。

(一) 鐵管を用ふる方法

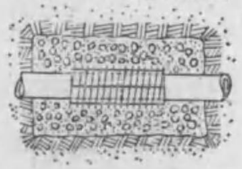
(二) 土管を用ふる方法

(三) 木管又は木樋を用ふる方法

(四) 混凝土管又は混凝土樋を用ふる方法

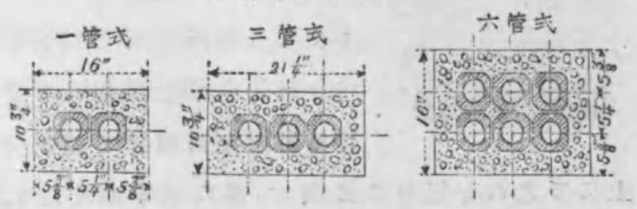
鐵管には鑄鐵製及鍛鐵製の二種あり之を埋設するには土地を適當の幅及深さに堀鑿し割栗石及目潰砂利を入れ十分に之を搗固めて水平となし鐵管を之に布設するなり。鐵管を混凝土中に埋設するときは最も堅固にして鐵管腐蝕するも尙使用することを得るも其工費多大なるを免かれず。鐵管は任意の形狀に作ることを得る故に限られたる場所に布設する場合に便利なり。鑄鐵管よりも鍛鐵管重に使用せられ其大さは直徑三吋のもの最も廣く用ひらる一本の長さは普通20呎に作らるる故に各管の接續には普通のパイプカップリングを用ふ之を用ふること不便なる箇所に於ては接續すべき鐵管の端を鐵板にて卷き其の周圍を鐵線にて結び混凝土にて之れを包むこと第473圖に示す如く爲す。

第四百七十三圖
地中鐵管の鐵板接續



土管は其の寸法製造者に從て異れども普通内徑3¼吋外徑4¼吋長さ18吋のもの用ひられ其形狀は眞直にして内面は滑澤なるを要す。土管を埋設するには鐵管埋設の場合と同樣に土地を適當の幅及深さに堀鑿し割栗石及目潰し砂利を入れ十分に之を搗き固め其上に混凝土を三吋の厚さに施す次に土管を之に配置し其の繼目には幅約六吋の布片を捲き之を糊付とし其上にセメントモルターを塗沫して他物の浸入するを防ぐべし土管の全部の配列終りたる後其上部及兩側にセメントモルター又はアスファルトを塗沫して水密ならしめ其乾燥するを俟ち混凝土を三吋の厚さに施すなり此場合の混凝土はセメント一砂及砂利を1:3:6の割合にて練り合はせたるものを用ふ混凝土に就ては尙後章に記載す。第474圖は埋設土管の切斷面を示す土管を埋設する際土管内にB.W.G十二番鐵線を入れ置き

第四百七十四圖
土管埋設切斷面



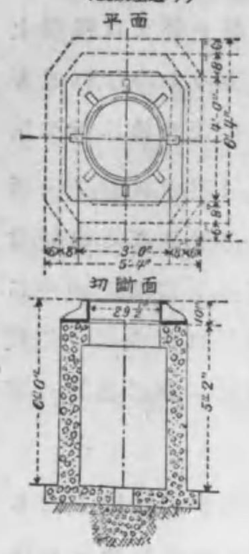
之に依てケーブルを引き入るゝものとす。

木管又は木樋は防腐方法を施すも其壽命10年を超へざる故に近來は用ひられず混凝土管又は混凝土樋は永久的にして堅固なれば最良のものなれども餘り廣く用ひられず鐵管式及土管式普通に行はる。

埋管式に於ては管の地表面よりの深さは地上を通行する車輛の重量の爲め其影響を受けざる樣適當に定めざるべからず然れども亦無益に深く地中に埋設するも單に經費を增すのみなれば其最小限度を二尺として地質並に交通の狀況に應じ適當に定むべきものとす。

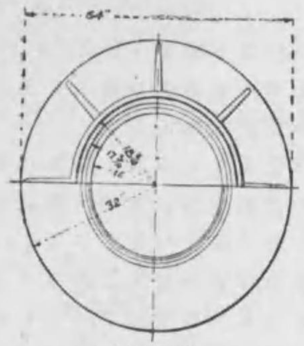
地中函—埋管式に於ては管を地中に埋設したる後之にケーブルを引き入るゝ爲に所々に管と管との間に地中に孔を設くること必要なり之を地中函(Manhole)と云ふ地中函はケーブルを取除ける場合接續する場合又は其配置を變更する場合に作業上最も必要なり。地中函は煉瓦又は混凝土にて築造す其形狀は一定せざれども第475圖に示す如きものを通常に使用せらるゝ形狀とす其大さは之に引き入れるケーブルの數量に由り異れども操作上充分

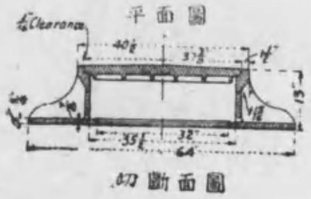
第四百七十五圖
3′×4′地中函之圖
（混凝土造り）



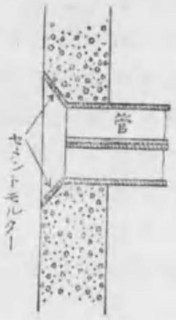
大なること必要なり其最小の大さを幅三呎.長さ四呎.內法高さ四呎四吋とす。地中函と次の地中函との距離は其布設すべき土地の狀況に從て異れども最長距離を500呎とす.之より遠きものはケーブルを布設する際過大の張力之に加はり其鎧裝を損傷せしむる虞あり.且つ大なるケーブルは一本の長さ500–600呎に製せらるゝを通常とすれば.300呎乃至500呎毎に地中函を設くるを普通の方法とす。地中函には二重に鑄鐵製又は鑄鋼製の蓋を備へ雨水の浸入せざる樣設備すること必要なり.其形狀は第476圖に示す如し.蓋は餘り堅く締付けざるを可とす.少しの塵埃及雨水の浸入するとも.之を清掃することを得べきも.若し瓦斯の充滿するときは爆發の虞あり.從て蓋に適當の通風孔を設くべし。雨水の浸入を防ぎ難き箇所に於ては地中函の底部に於て下水に接續する設備を爲すものとす.若し附

第四百七十六圖
地中函の蓋





第四百七十七圖
地中函に於ける管の入口



近に下水なき場合には底部に孔を穿ち割石を入れ.雨水が之を通じて下層の地面に滲入する樣第 475 圖に示す如く裝置するものとす.尙地層より地中函の壁に水分の滲透するを防ぐには.煉瓦造に於ては內面にアスファルトを塗布し.混凝土造に於ては混凝土にアスファルトピッチ又はコールタールを混入して築造するときは其目的を達することを得。管が地中函に接續する箇所に於ては.ケーブルの急なる屈曲を防ぐ爲に.第477圖に示す如く管の出口を擴大せしむ。地中函に關しては電氣工作

物規程第68條に次の如く規定せらる。

一. 地中函の蓋は當業者の外容易に開披し能はざる設備を施すこと。

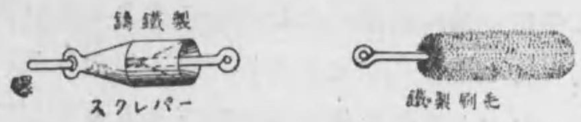
二. 地中函の蓋には事業者の記號を表示すること。
地中函は水の浸入を防止するの裝置を施すか又は函内の溜水を排除するの裝置を施すこと。

三. 爆發性又は燃燒性瓦斯の侵入する處ある場所に設くる地中函にして其太さ三呎立方以上のものは之を放散せしむべき通風其他の裝置を施すべきこと。

地中函は時々點檢し若し瓦斯の存在を發見したるときは直ちに之を放散せしめ且其旨を瓦斯管の管理者に通知することを要す。

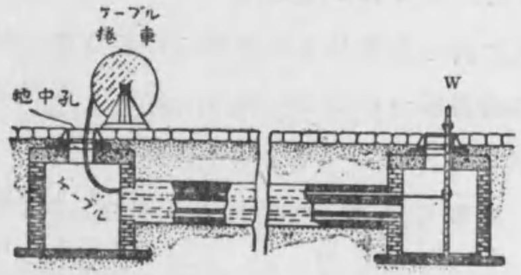
埋管式に於けるケーブル布設工事—ケーブルを管に引き入れるには先づ**ロツヂング** (Rodding) なる方法を行ふ.ロツヂングとは管内に棒を押し込むことを云ひ直徑$\frac{3}{4}$吋長さ三呎の堅き棒の兩端に眞鍮製の接續金物を取付け長く連結し得るものとし一本を一方の地中函より入れ第二の棒を之に連結して押込み第三の棒を更に第二の棒に連結して押込み順次第三第四と連結して押込みて第一の棒をして次の地中函に達せしむ。次に第一の棒に綱を附し順次引き出し最後の棒に太き綱を附し一方より引き出し棒の連結を外せば太き綱は管内に引き入れらる.其端にスクレーバー及鐵製刷毛(第478圖)を附し更に

第四百七十八圖



第四百七十九圖

地中ケーブル布設裝置



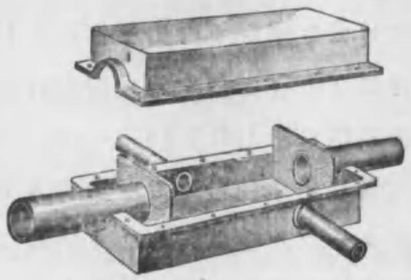
之に他の綱を結び付け.太き綱を手繰出せばスクレーバー及刷毛は管内に在る泥其他を地中函中に運び去るべし。然る後刷毛に附したる綱の一端にケーブルを連結し第479圖に示す裝置にて一方ウインチにて綱を引き一方ケーブルを其捲車より手にて送り込むなり.圖に於てWはウインチの軸なり。綱にケーブルを連結するには鐵線にてケーブルの一端を捲き第480圖に示す如く或る留金物に其鐵線を結び其一方に綱を結び付

第四百八十圖

くるなり。ケーブル取扱の際其直徑の10倍より小なる半徑の弧に屈曲せしむべからず.之を地中函に引入れたる場合には充分餘裕を取り接續作業に便ならしむべし.又之を管の端に垂下せしめずして地中函内に適當の木製又は煉瓦造の棚を作り.之にケーブルを支持せしむるを可とす。

埋管式に於て主要なる分岐點には必ず地中函を設くるも.需要家への引込の爲めに分岐する箇所には第481圖に示す如き鐵製の引込函 (Service Box) を用ひ之より電線を分岐するものとす。引込函を取附くべき管は他の管より離隔して地表面に近く埋設すべきものとす。

第四百八十一圖
引込函



埋管式に於て最も困難を感ずるは.同じ地中に埋設せる瓦斯管よりの瓦斯が漏洩して地中函及管内に浸入するにあり。此瓦斯は空氣と混じ何等かの原因にて爆發する虞あるに由り.電氣工作物規程に規

定せる如く時々地中孔を開き其内部を清掃すると共に.内部の空氣を自然通風にて換氣せしむること必要なり.蓋に於ける通風孔のみにては充分なる換氣を爲さしむること能はざるなり。

暗渠式—暗渠式に於ては地中に混凝土にて溝を作り.其内部に木造の棚を架し之に碍子を取附け電線を架渉せしむるなり。棚と棚との距離は凡そ50尺とし溝には石造の蓋を設く.凡そ300—500呎毎に地中函を設け電線接續其他の便に供す。暗渠式は餘り廣く行はれざる方法なり。

地中電線路の絕緣—地中電線路の絕緣抵抗又は絕緣耐力は電氣工作物規程第69條に次の如く規定せらる。

一. 低壓電線路の絕緣抵抗(屋内回路を含有すると否とに拘はらず)は漏洩電氣が最大供給電流の $\frac{1}{1,000}$ を超過せざる樣保持すること。

二. 高壓電線路(接續部分を含む)の心線相互間及心線と大地との間の絕緣耐力は使用電壓の一倍半の電壓を以て試驗し十分間以上之に耐ふること。

三. 特別高壓電線路(接續部分を含む)の心線相互間及心線と大地との間の絕緣耐力は使用電壓に從ひ次の區別に依る電壓を以て試驗し十分間以上之に耐ふること。

使用電壓	試驗電壓
50,000「ヴオルト」未滿	最大使用電壓の一倍半
50,000「ヴオルト」以上	最大使用電壓に25,000「ヴオルト」を加へたるもの

星形に結線せる發電機又は變壓器の中性點を第四條第三項に適合する電氣抵抗を通じて接地せる場合に於ては其電路に接續するものに限り前項第三號の試驗電壓を次の區別に依り輕減することを得

使用電壓	試驗電壓
50,000「ヴオルト」未滿	最大使用電壓の1.25倍
50,000「ヴオルト」以上	最大使用電壓に13,000「ヴオルト」を加へたるもの

ケーブルの絕緣耐力試驗を行ふ場合には先づ低き電壓を加へ加減抵抗器に依て徐々に上昇せしめて使用電壓に至らしめ少時にして試驗電壓に達せしめ規定の時間を經て再び徐々に電壓を降すべし急激に電壓を昇降せしむるときはケーブルには容量作用多き爲め已に記載したる如く衝動充電に由り電氣の動搖を來たし電壓は非常昇騰を爲しケーブルの絕緣を破壞せしむることあり最も愼重に試驗を行ふべきものとす。

第五項 屋內電線路

施設工事—屋內に電線路を施設する工事方法を大別して次の二種とす。

(一) 露出工事

(二) 隱蔽工事

露出工事 (Open Work) とは電線及其支持物が人目に觸れ其狀態を常に容易に點檢し得る樣施設する工事を謂ふ例へば天井面二階梁下又は壁に沿ふて施設する類なり。

隱蔽工事 (Concealed Work) に點檢し得る工事と點檢し能はざる工事との二種あり點檢し得る隱蔽工事とは戸棚又は押入の內部に電線を施設するものにして容易に電線及其支持物に近付き點檢することを得るなり點檢し能はざる隱蔽工事とは天井又は壁の內部に電線を施設するか若くは木製線樋中又は金屬管中に電線を施設するものにして破壞的動作を爲すに非れば電線を點檢することを得ざる工事なり。

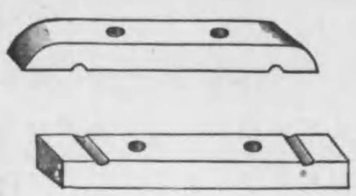
屋内電線—屋内に使用する電線は供給電壓と施設工事方法とに從て異る.通常屋内に送電する電壓は直流に在りては500「ヴオルト」以下交流に在りては250「ヴオルト」以下とす.但し乾燥せる場所に限り此制限以上の低壓に依り送電することを得るなり(電氣工作物規程第87條)之に使用する電線は技術上止むを得ざるもの.又は特殊の設計に依る場合の外必ず被覆電線ならざるべからず(電氣工作物規程第89條). 被覆電線の種類も工事方法其他に由て異り.屋内に於て土間又は濕氣ある床上より人の觸るゝ虞ある場所に施設する電線には.之に送電する電壓が直流 500「ヴオルト」交流 250「ヴオルト」以上の低壓なるときは鎧裝ケーブルを使用するか又は第三種地線工事に依り接地したる金屬管内に藏めたる第四種絕緣電線を使用することを要す. 送電する電壓が高壓なる場合にも以上の電線を使用するを要すれども.人の觸るゝ虞なき乾燥せる展開したる場所に於ては.電線相互間及電線造營材間の距離に應じ次の如く電線を使用することを得. (電氣工作物規程細則第51條)

絕緣電線の種類	電線相互間の距離	電線と造營材との距離	電線支持點間の距離
第三種絕緣電線	五寸以上	二寸以上	三尺以下
第四種絕緣電線	二寸以上	一寸以上	三尺以下

一般に露出工事には第二種絕緣電線.隱蔽工事には第二種又は第三種絕緣電線木製線樋工事及金屬管工事には第四種絕緣電線を使用し.人の觸るゝ虞ある場所に露出工事にて施設する場合には第三種絕緣電線を使用することを要す. (電氣工作物規程第100條 第101條. 第102條. 第103條) 如何なる工事方法に依るも濕氣のある場所爆發又は燃燒し易き危險の物質を發生製造又は貯藏する場所及劇場内には第四種絕緣電線を使用することを要す. 屋内に施設する電線は B.S. 14番の銅線又は之と同等以上の强さ及太さを有するものたるべく.電球を吊る電線卽ち電球線又は移動して使用する電線は**可撓紐線** (Flexible Cord) たるを要す(電氣工作物規程第91條)可撓紐線に就ては後に記載す. 電線を藏むる金屬管鎧裝及鉛管は總て之を第三線地線工事に依り接地することを要するなり(電氣工作物規程第94條).

露出工事—露出工事に於ては電線路は人目に觸るゝを以て平常容易に其狀態を點檢するを得る爲め常に線路に障碍なからしむることを得るなり。一般に屋内に施設する電線は耐火耐水質の碍子を使用し容易に人の觸れざる樣取附くることを要す.(電氣工作物規程第93條)之に要する碍子を**クリート**(Cleat)及**ノツブ碍子**(Knob Insulator)の二種とす.共に陶器製なり。クリートは第482圖に示す如き形狀を爲し.其大さに種々あれども.何れも其溝に電線を挾み鎗釘にて之を天井面.壁又は柱の如き造營材に取附く。ノツブ碍子は第483圖に示す如き形狀を爲し.之亦其大さに種々あり.何れも鎗釘にて造營材の下面又は側面に取附け.其溝に電線を入れ被覆バインド線にて結び付く.バインド線にはB.S. 18番の被覆銅線又はB.S. 20番の被覆鐵線を用ふ。クリート及ノツブ碍子使用個數の割合はクリートは電線の長さ三尺毎に一個.ノツブ碍子は電線の長さ六尺毎に一個を通常とす。第109表はクリート及ノツブ碍子の各種の寸法を示す.然るに電線間は一寸以上.電線と造營材との間は二分以上離隔することを要するに由り.(電氣工作物規程細則第55條)使用電線の大さ及使用場所に應じ斟酌して其用ふべきクリート及ノツブ碍子の大さを定むべきものとす。ノツブ碍子は造營材の上面に取附けざるを可とす.是れ碍子の上に塵埃が堆積するときは中央の鎗釘と電線とを連

第四百八十二圖
クリート



第四百八十三圖
ノツブ碍子

第百九表
クリート及ノツブ碍子寸法表

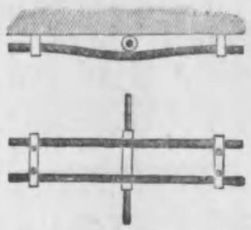
ノツブ碍子			クリート		
直徑 (吋)	高さ (吋) 全高	溝高	長 (吋)	高 (吋)	幅 (吋)
2½	3⅛	2	4½	1⅜	⅜
2	2½	1½	4	1½	⅝
1⅝	2	1⅛	3½	1⅛	⅝
1	1⅞	1⅛	2⅞	⅝	⅝
⅞	⅞	⅝	2½	⅜	⅝
⅝	⅞	⅝			

綿して絶縁を不良ならしむるが故なり.大なる電線を施設する場合にはノップ碍子二個を用ひ之にて第484圖に示す如く電線を狹さましむることあり.

電線が造營材を貫通する部分は陶器製の碍管内に藏め造營材に直接接觸せしむべからず.又電線を水管.瓦斯管.他の電線又は金屬體に五寸以内の距離に接近又は交叉して施設するときは.接近部分を碍管内に藏め之等に直接接觸せしむべからず.同一回路の電線が交叉する場合にも亦同樣にして第485圖に示す如く施設すべし(電氣工作物規程第95條第96條).

第四百八十四圖
ノップ碍子二個使用の圖

第四百八十五圖
電線交叉の場合に於ける碍管使用を示す圖

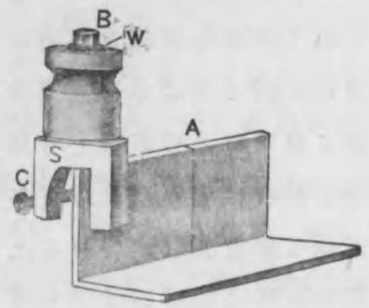


碍管の寸法は電線の大さ及貫通する造營材の厚さに從ひ内徑二分乃至五分.長さ三寸乃至一尺二寸の範圍に於て適當に定むべきものとす

混凝土造り及鐵骨造りの家屋内に於ける露出工事

にはクリート及ノップ碍子を支持する爲に特殊の裝置を要す.之に種々の方法あり.第486圖に其一例として.アングル鐵にノップ碍子を支持せしむる金物を取附けたるを示す.Aはアングル鐵.Bはボルトにして支持金物Sにノップ碍子を締付く.Wは革製の坐にしてボルトをして支持金物Sに固着せしむ.Cは螺子にして之に依てSをアングル鐵に締付くるなり.

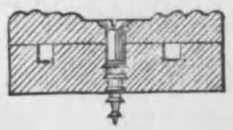
第四百八十六圖
ノップ碍子の特種支持子



隱蔽工事—木造日本風家屋に於ては通常天井裏に入ること容易なる爲め.電線は概ね梁にノップ碍子にて取附け隱蔽工事と爲し.柱及壁に沿ふて施設する箇所にはクリートを用ひて露出工事と爲すか又は次に記す木製線樋工事(Moulding Work)に依り木製の樋中に電線を藏む. 一般に隱蔽工事は平常點檢の便惡しき故に障碍ある時之を發見すること容易ならざる不便あり.從て其施設に關する規程も露出工事に於けると異り.點檢し得る隱蔽工事に於て

は電線は成るべく造營材の側面又は下面に取附け.第三種絕緣電線を用ふる場合には電線相互間の距離二寸以上.電線と造營材との距離一寸以上.を離隔し.造營材に沿ふて取附くるときは電線支持點の距離を三尺以下となすこと.第二種絕緣電線を使用して造營材の側面又は下面に取附くるときは.電線相互間の距離四寸以上電線と造營材との距離一寸以上にして.ノッブ碍子使用の割合は電線三尺以下毎に一個とす.尚又第二種絕緣電線を用ひ造營材の上部に取附くるときは電線相互間の距離四寸以上.電線と造營材との距離五寸以上を離隔するを要す(電氣工作物規程細則第56條).線樋は點檢容易にして且乾燥せる場所に限り使用することを得るなり.線樋は乾燥したる堅緻の木材にて製作し.其內外面に耐水質の塗料を施し.第487圖に示す如く溝二個を有す.溝の大さは蓋を締附くるとき電線を押壓せざる樣充分大ならざるべからず。線樋を施設するには之を柱又は壁に取附け.一個の溝に一本の電線を藏めて蓋を爲す。線樋の大さは次の規程に從ひ定むることを要す.電氣

第四百八十七圖
線樋の切斷面



工作物規程細則第57條).

(一) 電線と線樋を取附くる造營材との距離二分以上

(二) 線樋を取附くる金屬製釘子と電線との距離二分以上

(三) 電線相互間の距離四分以上

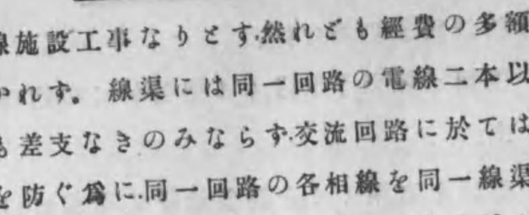
(四) 線樋內に於て電線に接續點を設けざること

線樋は廉價にして其施設方法容易なれども.濕氣を吸收し易く且つ火氣に耐へざる不利あり.之に由て是に使用する電線は第四種絕緣電線なるを要す。線樋中に於ては電線の接續を爲さゝる樣之に藏むる電線の長さを適當に豫め定め置くべきものとす。點檢し能はざる隱蔽工事に於ては鎧裝ケーブルを其儘碍子を用ひず施設するか.又は金屬管を施設し之に第四種絕緣電線を藏むるなり.尤も外物の爲め損傷の虞なき箇所には鉛被線を使用して差支なし.此電線を藏むる金屬管を線渠(Conduit)と云ふ.線渠に二種あり一は薄き鐵板にて製しエナメルを塗りたる鐵管にして一は亞鉛鍍せる可撓繩狀鋼管なり。線渠は耐火耐水にして堅固に混凝土.又は煉瓦の壁中に埋込むことを得るを以て.線渠工事は最も良好

なる電線施設工事なりとす.然れども經費の多額なるを免かれず。線渠には同一回路の電線二本以上藏むるも差支なきのみならず.交流回路に於ては誘導作用を防ぐ爲に.同一回路の各相線を同一線渠に藏むべきものとす.從て線渠の直徑は最小$\frac{3}{8}$吋より$\frac{3}{4}$吋$\frac{7}{8}$吋及一吋の數種あり.其長さは20尺を通常の限度となすに由り.必要の場合には一の鐵管線渠を他の鐵管線渠に挿込みて連結するなり。線路の屈曲の箇所にはL形の曲管を用ひ分岐の箇所にはT形又は十形の接續管を用ひ.之に直管の線渠を挿込むなり.或は又488圖に示す如き接續函を使用す。可撓鋼線渠は第489圖に示す如き形狀を爲し重に多數の電線を藏むる場合に使用せられ.可撓なると一本の長さ50尺乃至200尺迄も製作せらるゝとに由り施設上甚だ便利なり.之を相連結するには.第489圖に示す如き特種の連結具を要す。線

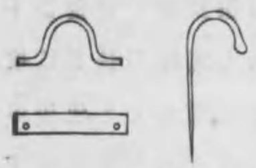
第四百八十八圖
線渠接續管

第四百八十九圖



渠工事に於ては家屋建築中に線渠を適當の箇所に施設し.造營材に第490圖に示すサッドル(Saddle)又はクリップ(Clip)と稱する鐵製の留金物にて取附け.內部に B.S. 20番の鐵線を引き入れ置き之に所要の電線を結びて一方より鐵線を引き出し電線を線渠中に藏むるなり。電線の接續は線渠中に於て行ふべからず.必ず接續函內に於て行ふべきものとす。鎧裝ケーブルの鎧裝.鉛被電線の鉛被及線渠は第三種地線工事に依り接地するを要す(電氣工作物規程第94條及細則第58條)。

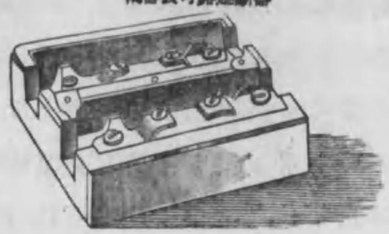
第四百九十圖
サッドル　クリップ



屋內線路に於ける器具—屋內に施設する電線路には引込口に近き場所に開閉器(Switch)及可鎔遮斷器(Cut-Out)を各線に接續し屋內線路を保護するものとす(電氣工作物規程第97條)。　引込線は家屋の外壁面又は屋根に取附けたる碍子に架せしめ.之より壁を貫く碍管を徑て屋內に之を導くなり.此場合に碍管は屋外へ傾けしめ.引込線に於ける雨滴をして碍管內を徑て屋內に浸入することなからしむるものとす。可鎔遮斷器には種類多く其陶器製のもの

捻締めして接續し.硝子板の蓋をなす.第491圖に示すは四個の眞鍮片を有し.其二個宛の間に可鎔片を捻

第四百九十一圖
陶器製可鎔遮斷器



もの是なり。可鎔片は鉛及錫の合金より成り適當の長さに切り使用せらる.使用の目的は是れを接續する電線に其最大安全電流を超過する電流が流通したる際に.直に鎔斷して回路を遮斷し電流の流通を止め.電線をして熱せしめざるに在り.此理に由て已に記載せる如く變壓器には可鎔遮斷函を使用して是を保護せしめ引込線には遮斷子を使用して回路の保安を司らしむるなり。可鎔片の太さ及長さは是を一分間にて鎔斷せしむる電流に依て定め.鎔斷電流の$\frac{2}{3}$の電流を其制限電流とし其$\frac{2}{3}$を可鎔片の耐量となす。例へば15「アムペア」にて一分間に鎔斷する可鎔片の制限電流は10「アムペア」にして其耐量は七「アムペア」なり.由て此可鎔片は七「アムペア」の流通を制限とする回路に使用せらる。可鎔片に就き電氣工作物規程細則第13條に次の如く規定せらる。

(一) 低壓に使用する定格電流200「アムペア」以下の非包裝可鎔片は之を水平に取附けて試驗し五分間以上定格電流の1.45倍の電流に耐へ一分間以内にて二倍の電流にて鎔斷すること。

(二) 高壓に使用する非包裝可鎔片は二分間以内に定格電流の二倍の電流に依りて鎔斷すること。

可鎔片を遮斷器に捻付くるとき.其部分が切斷する虞あるを以て次に記す特殊のもの〻外は.兩端に銅の端片(Tip)を附し之にて充分に捻付くるを得るものとなす(電氣工作物規程細則第14條).之を有座可鎔片と云ふ。第492圖に之を示す。

(一) 定格電流三「アムペア」以下の非包裝可鎔片

(二) 硬き金屬製にして其兩端を端片に代用し得る板狀可鎔片

(三) 硬き金屬製にして次記の長さ以上の非包裝可鎔片

定格電流	長さ(端子間)
10「アムペア」未滿	四吋
20「アムペア」未滿	五吋
30「アムペア」未滿	六吋

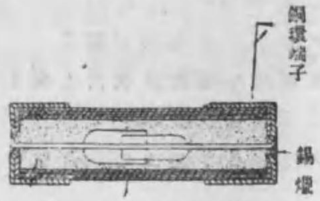
可鎔遮斷器に於て屢々可鎔片の切斷することあれども.過大の電流通過に因るもの少く.可鎔片と締付金物との接觸惡しきに起因するもの多し。

有坐可鎔片を用ふるも其接續する回路に於て短絡生じたる場合には.可鎔片は急激に爆發して附近に居る人を燒害する虞あるに由り.包裝したる可鎔片

即ち包裝可鎔片(Enclosed Fuse)を用ふるを最良の方法とす。包裝可鎔片は第493圖に其切斷面を示す如く含硫ファイバーの筒中に白墨の如き絶緣性ある粉末を入れ其內部に可鎔片を挿入し中央に於て空隙を存せしむ.可鎔片の兩端は筒の兩端に冠せたる眞鍮の帽子狀端子に接續せしむ.

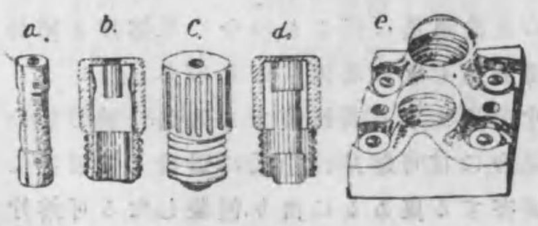
第四百九十二圖
有座可鎔片

第四百九十三圖
包裝可鎔片



之に於て可鎔片が鎔斷し內部に於て電弧を作らんとするも.周圍の絶緣粉末之を阻止し.起らんとする災害なからしむ。此可鎔片を使用するにはエヂソン式栓型遮斷器(Edison Plug Cut Out)に之を挿込むを最良の方法とす.第494圖は之を示す.

第四百九十四圖
エヂソン式栓型遮斷器

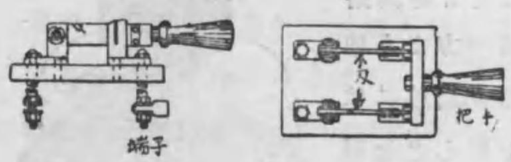


圖中 a は包裝可鎔片.b は栓の切斷面.c は栓の外形.d は

包裝可鎔片を裝置したる栓の切斷面.e は遮斷器なり。此遮斷器は陶器製にしてエヂソンベース裝置せられ之に c の栓を捩ぢ込むときは.回路は接續せらるゝなり.

開閉器は回路を開閉して電流の通過を司どる器具にして.屋內引込口及屋內電線路中必要の箇所に設備するものとす。開閉器に單極のもの.兩極のもの及三極のものとあり.600「ワット」以上の電力を要する電路には兩極又は三極開閉器を使用するものとす.(電氣工作物規程細則第八條).

第四百九十五圖
洋刀形兩極開閉器



開閉器に次の如く數種あり。

(一) 洋刀形兩極開閉器 (Double Pole Knife Switch)

第495圖に示す如く銅製の刀ありてエボナイト製の板にて之を連結し中央に把手を附す.之に依て銅刀を動かし回路を開閉せしむ.其働作を鋭敏ならしむる爲め銅刀の蝶番ひに彈

第四百九十六圖
洋刀形開閉器及栓型遮斷器

機を附するものあり。引込口には概ね此種の開閉器を使用す.第 496 圖は之と栓型遮斷器とを組合はせたるものを示す。

(二) 撥動開閉器(Snap Switch)

第 497 圖に示す如き構造を有し陶器臺の中央に鐵製の眞棒あり.之に絶緣物に依て八字形の銅製接觸板取附けらる.眞棒を廻轉して銅板の兩端が各眞鍮製端子に觸れたる時回路は閉ぢ電流は一方より他方に通ずるなり.圓柱には把手及彈機を附し之を廻轉する時把手は迅速に動作し中間の位置に止まることなからしむ.開閉器の接觸面は充分大にして(接觸面積毎平方吋に 50—75「アムペア」を通常とす)電流流通の際溫度上昇攝氏 20 度以上ならざるものなるを要す.此制限は何れの開閉器に於ても同樣なり。撥動開閉器の最大耐量は電壓 250「ヴォルト」に於て 10「アムペア」とし.其以上の回路には洋刀形開閉器を用ふるを可とす.

第四百九十七圖
單極撥動開閉器

(三) 押釦開閉器(Push Switch)

第 498 圖に示す如く二個の押釦ありて一個の押釦を押すときは回路は開き他の押釦を押すときは回路は閉づる構造を有し.回路の接續は押込接觸に由る.此開閉器は通常壁中に挿込み表面に眞鍮板と押釦貳個とを現はし置き回路を開く押釦には白色の材料を用ひ回路を閉ずる押釦には黑色の材料を用ひ.以て之を識別するものとす。

第四百九十八圖
押釦開閉器

(四) 吊下開閉器(Pendent Switch)

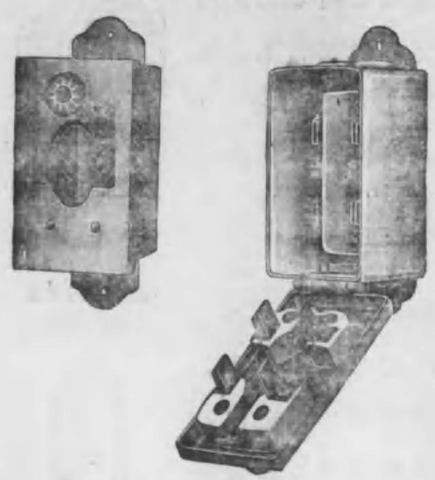
電鈴裝置に於ける握釦の如く天井より電線にて吊下げ.之に依て其室內の電燈を點滅するに使用せらる.從て重に寢室に用ひらる.第 499 圖は其外形を示し押釦を右に押すときは回路は接續し左に押すときは回路は遮斷せらる.外部は眞鍮又は絶緣物にて被包せらる。第 500 圖はキーソッケットのキーの代りに鎖を裝置し之を引き

第四百九十九圖
吊下開閉器

第五百圖
チエインソッケット

て點滅する事を得るものを示す。開閉器と可鎔遮斷器とを合して製作し同時に兩種の効力を爲さしむるものあり.其形狀は第501圖に示す如く琺瑯塗りの薄鐵板より成る函內に陶器製の臺あり.之に四個の眞鍮製又は銅製の接觸片取附けられ.上方の二個は引込線に接續し下方の二個は屋內線に接續するものとす。函の蓋は蝶番にて函に取附けられ.其內面に陶器製の臺裝置せられ.之に四個の銅片を取付け圖に示す如く可鎔片を捲付く.臺を閉ぢるときは上方の接觸片は下方の接觸片に接觸する故に.引込線と屋內線とは可鎔片に依て連結するなり。此最大耐量は電壓250「ヴォルト」に於て15「アムペア」迄とす。開閉器を開く際生じ易き電弧の爲め火災を起す憂ある場所に於ては.

第五百一圖
可鎔遮斷器付開閉器



開閉器及可鎔遮斷器を耐火質の函內に藏むるを可とす。

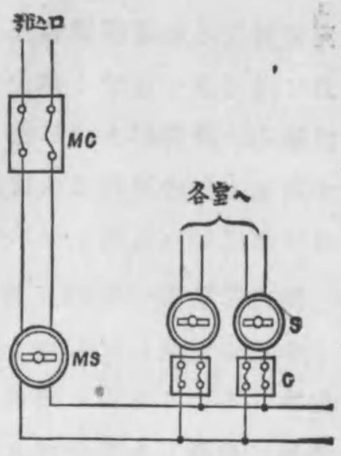
開閉器及可鎔遮斷器は使用電壓の一倍半の電壓を以て其電氣の通ずる部分と大地との間の絕緣力を試驗し.十分間以上之に耐ふるものならざるべからず(電氣工作物規程第八條)開閉器及可鎔遮斷器には其定格電壓及電流を表示することを要す。

屋內配電法——屋內に於ける配電法の如何に拘はらず.已に記載したる如く引込口に近く且つ容易に點檢することを得る箇所に可鎔遮斷器を引込線の各極に接續し.人手の屆き得る箇所迄電線を施設し兩極開閉器を之に接續す.此可鎔遮斷器及開閉器は其家屋內に供給する全電力を支配するものなるに由り之を**主幹可鎔遮斷器及主幹開閉器** (Main Cut out and Main Switch) と云ふ。此場合に第501圖に示す可鎔遮斷器付開閉器を用ふるも差支なし.是より屋內線路を供給電力一「キロワット」以下毎に分岐し.第502圖に示す如く各分岐線に可鎔遮斷器及開閉器を接續するものとす。(電氣工作物規程第97條) 此場合に可鎔遮斷器は引込線に近き方開閉器(洋刀形開閉器に於ては其刀)は屋內線に近き方に接續するも

のとす.電力計又は電量計を使用する場合には主幹開閉器の次に之を接續す.斯くの如く分岐されたる幹線を更に電燈を要する各室迄施設し.各室に於て夫々の電燈に分岐す.此場合にも分岐點に於て開閉器を接續するを便利とす.室内の電燈を點ずる爲めの開閉器は室の入口に近く床上四五尺の壁面に取附くべし。是等の電線分岐方法卽ち配電法に二種あり.第503圖(甲)に示す如く順次に電燈を幹線に接續する方法を**樹枝式**(Tree System)と云ひ.同圖(乙)に示す如く電燈を適宜の數組に分ち各組の中心を幹線に接續する方法を**グループ式**(Group System)と云ふ。

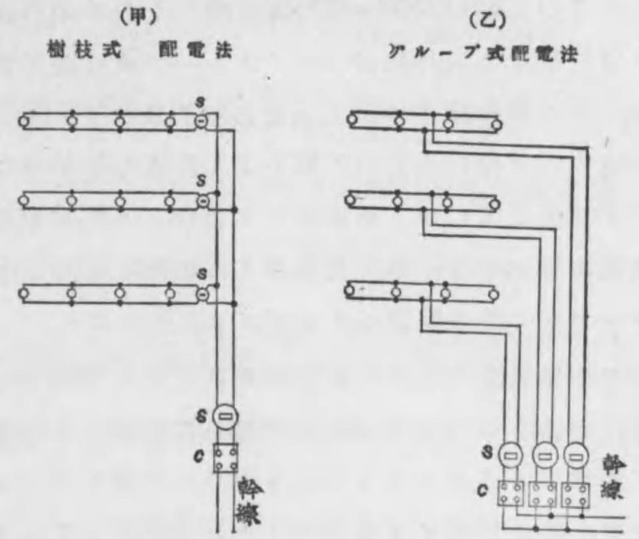
樹枝式に於ては電燈が一幹線に順次に接續せらるゝ故に.電線の用量少きも引込口に近き電燈と之に遠き電燈との電壓の差は電燈の數に比例して增す.を以て.引込口より最も遠き電燈に至る電壓の降下

第五百二圖
引込口に於ける裝置



を減せんとすれば大なる電線を用ひざるべからず.

第五百三圖
屋内配電接線圖



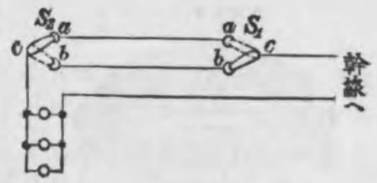
たとへ大電線を用ふるも電燈に於ける電壓は引込口よりの距離に比例して減ずるものなれば.各電燈に於ける電壓の差大なるべし.從て同一燭光の各電燈の光度は一樣なる能はざるなり。然れども電燈の總數數十個に上らず家屋が廣からざる場合には.光度不均一の程度僅少にして實際に於て差支なきなり。之に反しグループ式に於ては幹線より數個の分岐線を出し之に數個宛の電燈群を接續するに

由り.電線の用量多きも各分岐線に於て電壓を平均せしむるを得れば.各電燈に於ける電壓の差少く同一燭光の電燈の光度一樣なるを得べし.恰も樹枝式は饋電線なき屋外線路の如くグループ式は饋電線を有する屋外線路の如し。長廊下又はプラットホームの如き光の少許の不同あるも差支なき場所に於ては.樹枝式に依り配電して可なれども.工場圖書館事務室の如き一樣の光を要する場所に於てはグループ式に據り配電するを可とす。

電燈點滅は通常一定の場所に取附けたる開閉器に依て行ふものなれども.同じ電燈を二箇所より任意に點滅する必要あることあり.たとへば階上廊下の電燈を階上に於ても亦階下よりも點滅することを得る樣に設備するときは.階上に昇るとき先づ階下より點火し置き.階上に於て其電燈の點火を必要とせざるとき.階下に降ることなく階上に在る開閉器に依て滅することを得る便あり。寢室に於ては室內及室外より任意に點滅するを得る裝置を爲すときは殊に便利なり.就眠の際電燈を滅する爲め室外に出で室外に於ける開閉器に依て滅火し.再び暗き室內に戻る不便を除くことを得るなり。第504圖

は此點滅接續法を示す.S_1は室外に於ける開閉器.S_2は室內に於ける開閉器なれども.通常の開閉器と異りcがa又はbの何れかに常に接觸す。

第五百四圖
二ケ所より點滅するを得る接續法



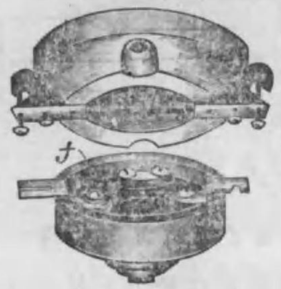
兩閉閉器のcが共にa又はbに接觸する場合には回路は閉じられて電燈は點火すれども.一方の開閉器に於てcがaに接觸し他の開閉器に於てcがbに接觸するときは電流は通せざるなり。故に今室內の開閉器.S_2に於てcがaに接觸して居るときは.室外の開閉器.S_1のcをaに接觸せしむれば電燈は點火すべし.室內に於て之を滅火するにはcをbに接觸せしむれば可なり.之を再び室外より點火するにはS_1のcをbに接觸せむしるなり。

燈球裝置器具——燈球を天井より吊し是を回路に接續するには通常の方法としては**陶器製シーリング.ブロック**(Ceiling Block)又は**シーリング.ロ.ゼット**(Ceiling-Rosette)なる器具を天井に取附け.一方は回路に接續し可繞紐線にて吊りたるソッケットを是に接續す。

シーリング.ブロックは陶器の臺及蓋より成り露出工事に用ひらるる者は第505圖(甲)に示す如く蓋の

第五百五圖

(甲)
露出工事用シーリング
ブロック



(乙)
露蔽工事用シーリング
ブロック

內側に眞鍮の座を取附け可鎔片を接續し置き.是に紐線を接續す.臺には二個の眞鍮の座を取附け是に回路の兩線を接續し置き紐線を接續せる蓋を爲し.眞鍮座の兩端に在る螺旋を締付くれば.紐線は回路に可鎔片に依て接續せらる。隱蔽工事に用ひらるるシーリングブロックは臺に眞鍮座及可鎔片を取付け.紐線及回路の兩線を此眞鍮座に締付くれば互に連結せらるるなり.此場合には蓋は單に其被ひを爲すのみ.其外觀は第505圖(乙)に示す如し。燃燒し易き物品を貯藏又は製造する工場に於てはシーリン

グブロックを用ひず.可鎔遮斷器を耐火質の函內に入れ便宜の場所に置き之を電燈回路に接續し.其可鎔片にて電線及器具を保護せしむるものとす。

可撓紐線は其品質に從て電氣工作物規程細則に於て次の如く種別せらる.

第71條　第一種可撓紐線は錫鍍したるB.S.30番軟鋼線16本以上より成る心線を純護謨30%以上を含有する品質均一なる護謨混合物を以て25「ミル」以上の厚さに被覆し且綿絲カメン絲絹絲又は之と同等以上の物質を以て緊密に編組したるものにして次の各號の試驗に適合するものとす。

(一) 浸水せざる狀態に於て心線間の絕緣耐力を交流3,000「ヴオルト」の電壓を以て試驗し一分間以上之に耐ふること。

(二) 長さ三尺の供試線を二十四時間浸水し心線間の絕緣耐力を交流1,000「ヴオルト」の電壓を以て試驗し一分間以上之に耐ふること。

第72條　第二種可撓紐線は錫鍍したるB.S.30番の軟鋼線16本以上より成る心線を純護謨30%以上を含有する品質均一なる護謨混合物を以て25「ミル」以上の厚さに被覆し且護謨引木綿テープを纏捲するが又は綿絲の下打編組を施したるものを更に綿絲又は其他の軟性纖維質物と共に綿絲カメン絲絹絲又は之と同等以上の物質を以て圓壔形に緊密に編組したるものにして前條の絕緣耐力試驗に適合するものとす。

第 73 條　第三種甲可撓紐線は第一種可撓紐線(綿絲の編組を施したるもの)の編組被覆に絕緣性耐水質の混和物を充分に滲透し其表面を平滑ならしめたるものとす。

第 74 條　第三種乙可撓紐線は第二種可撓紐線(綿絲の編組を施したるもの)の編組被覆に絕緣耐水質の混和物を充分に滲透し其表面を平滑ならしめたるものとす。

電球を床上六尺以下に垂下せざる場合又は電球を移動せざる樣施設せる場合には可撓紐線の代りに七本以上の撚線より成る B.S. 18 番以上の軟銅線又は之と同等以上の強さ及太さを有する電線を使用することを得るなり(電氣工作物規程第91條)一般に電球線又は移動して使用する電線には次に記する電線を使用することを要す(電氣工作物規程第92條)

(一)　濕氣ある場所に施設する場合

(イ)　移動して使用するものには第三種乙可撓紐線。

(ロ)　移動せずして使用するものには第三種甲又は乙可撓紐線又は七本以上の撚線より成る B.S.18 番以上の第四種絕緣電線

(二)　前號以外の場所に施設する場合

(イ)　移動して使用するものには第二種又は第三種乙可撓紐線

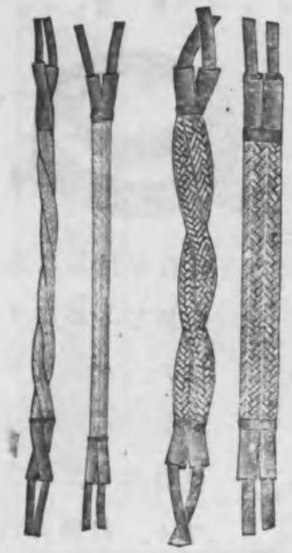
(ロ)　移動せずして使用する電球線には第一種第二種甲又は乙可撓紐線

第 506 圖に於て(甲)は第一種可撓紐線(乙)は第二種可撓紐線(丙)は第三種甲可撓紐線(丁)は第三種乙可撓紐線を示す。可撓紐線にて電球を吊り其長さを加減し得る爲に木製の**自在吊**(Cord Adjuster)又は螺旋裝置にて加減し得る箱形自在器其他の裝置を用ふることあり。紐線を取扱ふとき紐線がソッケットの口端に摩擦して損傷するを防ぐ爲に.ソッケットの上部に木製の丸形口輪を挿込む之を**ノッズル**(Nozzle)と謂ふ

第五百六圖

可撓紐線

(甲)　(乙)　(丙)　(丁)



反射笠は第十一章に記載する如く艶消硝子.ベルリア.ホロヘン.其他彩色せる硝子にて製する各種の形狀のものあれども.最も普通に廣く用ひらるるものは盃形にして白色硝子製のものとす。反射笠を燈球上に支持せしむるものを**笠留**(Shade Holder)と云ふ.眞鍮にしてソッケットに締付け螺子にて笠を支持せしむ。紐線を天井より吊下げる裝置を**紐線ペンダ**

ント (Cord Pendant) と云ふ.第507圖は之を示し第508圖に笠留を示す.第507圖中Cはシーリングフロックを示す.

第五百七圖

(甲)

紐線ペンダント

第五百八圖

笠留

第五百六圖

(乙)

は自在吊Lは電球線なる紐線.Nはノッズル.Kはキーソッケット.Sは笠留.Rは反射笠なり。紐線の代りに金屬管を用ひ其端にソッケットを取付け管中に電球線を通じソッケットに接續せしめ管にて電球を吊る裝置あり.之を吊管(Pipe pendant)と云ふ.吊管内に藏むる電球線は必ずしも可撓紐線たるを要せず普通の護謨被覆線を用ひて差支なし。燈球を吊下する方法及器具の種類は甚だ多く.其各種を記載すること能はざれば次に三四の例を記載す.

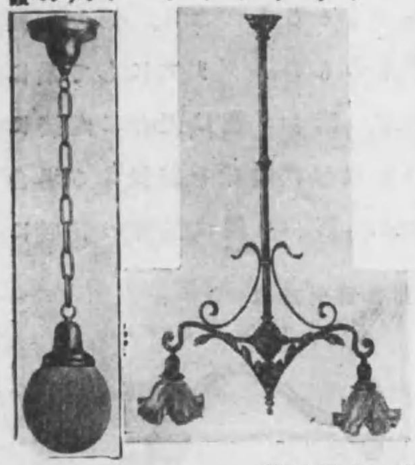
第509圖に示すものは吊管の代りに鎖を用ひ燈球を吊下する照明器具にして金物にはいぶしたる眞鍮又は青銅を用ふ.下部の硝子球内に於けるソッケットと上部の盃形金物内に於けるロゼットとを可撓紐線を以て鎖の環内を通じて

第五百九圖

鎖ペンダント

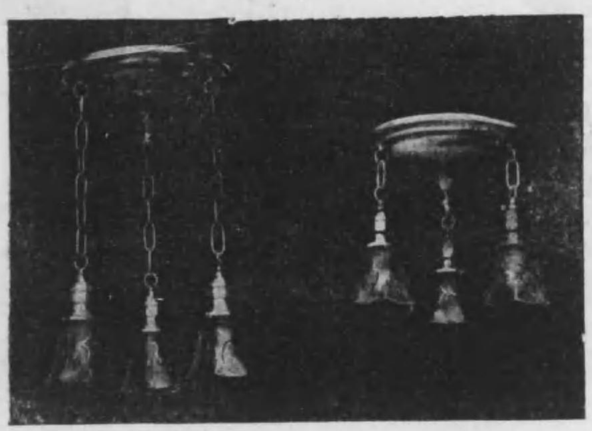
第五百十圖

シャンデリア



第五百十一圖

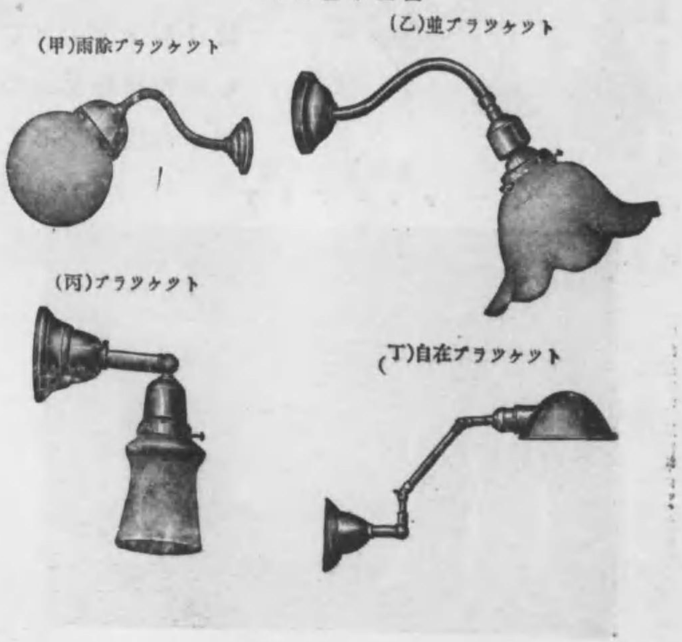
シャンデリヤ



連絡す。第510圖に示すものは二燈以上の燈球を吊管にて吊下する照明器具にしてシャンデリア(Chandelier)と稱し種々に裝飾せらるるものあり。第511圖に示すものもシャンデリアにして鎖にて吊下す。第512圖は天井に直接にソッケットを取付け燈球を裝置する場合に用ふる照明器具なり。第513圖は吊管の變形に

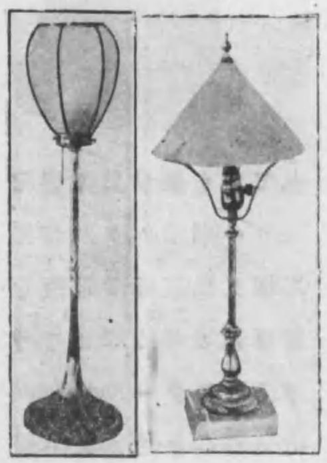
第二十百五圖

第三十百五圖



して壁に取附くる照明器具にして燈用腕管(Lamp Bracket)と稱す.(甲)は笠留椀形を爲し雨の硝子球内に浸入せざる樣設備せらる.(乙)は通常の腕管(丙)は直立形腕管なり.(丁)は管に二ケ所の蝶番ありて之に依て燈球の位置を任意に變することを得るものなり.腕管の金物には眞鍮又はいぶし眞鍮を用ひ其尖端にソッケットを捻込めるなり。第514圖は燈臺(Lamp Stand)と稱し通常の臺ランプの如く任意に何處にも置くことを得る照明器具なり,(甲)は日本座敷向に作られたるものにして反射笠には美麗なる紙又は絹にて張りたるものを用ひ其内部に於てソッケットを管に捻込む,(乙)は机上に用ふる普通形の燈臺にして硝子又は絹の反射笠を用ふ。燈臺を屋内回路に接續するにはソッケットより可撓紐線を管に通じて外部に導き其先端を接續栓(Attaching plug)に接續し置き,室内適宜の箇所に回路に接續し

第四十百五圖
ランプスタンド



て設けられたる栓受(Receptacle)に隨時捻込むものとす.第515圖は此裝置を示す(甲)は栓にして陶器の心に底金を附し,其周圍に之と絶縁してソッケットに適合する雌捻の眞鍮金物を取附く(乙)は栓受にして陶器製の臺にソッケットを取附け陶器製圓筒體に

第五百十五圖
(甲) 接續栓

(乙) 栓受

第五百十六圖
(甲)
プラグクラスター

(乙)
シャンデリア用クラスター

して之を被ひたる者なり。一個のソッケットにて二個又は三個の電燈を點せんとするには,**プラグ.クラスダー**(Plug cluter)なる器具を用ふ.第516圖

に於て(甲)は二燈用クラスターにして頭部には接續栓と同樣に雌捻の眞鍮金物より成り下方に異る方向に二個のソッケット同樣の捻金物取附けらる.今之をソッケットに捻込み燈球を下方の捻金物に捻込めばソッケットに電氣的連結せらるるなり.同圖(乙)は吊管に三燈用クラスターを捻込みシャンデリアに代用するものを示す。以上の照明器具は總て直接照明を與ふるものにして.半間接照明及間接照明を與ふる器具は已に第十二章に記載したれば爰には之を省略す。

特種工事——特種場所に於ける工事施設に關し電氣工作物規程に次の如き規程あり。

(一)濕氣のある場所に於ける工事(細則第60條)

本工事に於ては開閉器.可鎔遮斷器.ソッケット其他の器具には適當なる防濕裝置を施し.電線には第四種絶緣電線を用ひ.電線相互間の距離二寸以上電線と造營材との距離一寸以上なるを要す。

(二)腐蝕性瓦斯又は溶液の發散する場所に於ける工事(細則第62條)本工事に於ては電氣工作物は瓦斯又は溶液の爲に浸されざる樣適當の豫防を施すことを要し.操業者の外容易に人の觸るる虞なき露出工

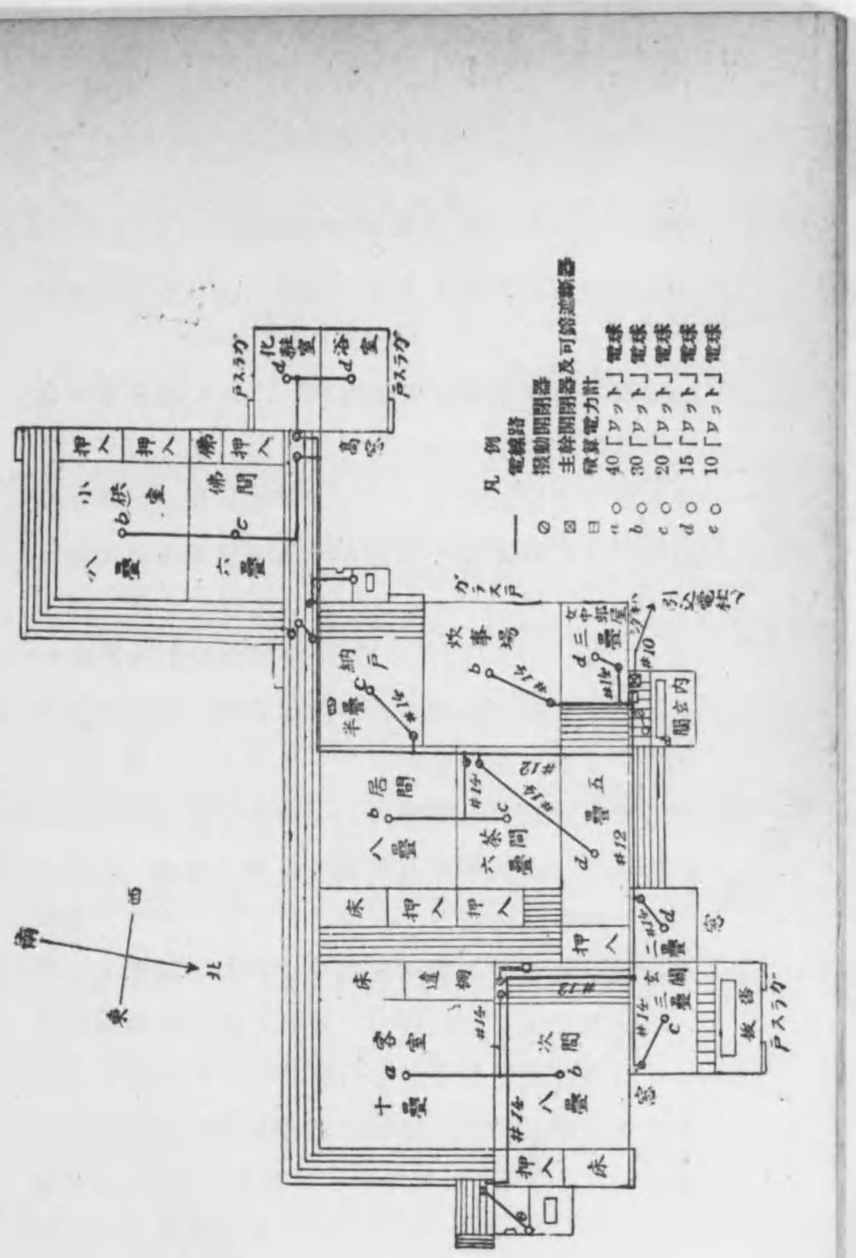
事に依るものに限り裸電線を使用することを得。

(三)塵埃のある場所に於ける工事(細則第61條)

可鎔遮斷器は塵埃の內部に侵入せざる樣裝置し不燃質物にて製したる外函又は不可燃質物を內部に貼りたる外函に藏むべし開閉器も亦塵埃の侵入せざる外函內に藏むるを要す。シーリングブロックは其內部に塵埃の侵入せざる樣裝置し其蓋には堅牢なる陶器製のものを使用し震動に由り弛緩せざる樣堅固に取附くるを要す此方法に依らざる場合にはシーリングブロックに可鎔片を用ひず直ちに電球線の終端を屋內回路に完全に電氣的に接續し別に回路中に電球線を保護する可鎔遮斷器を施設するを要す。此工事に於てはキーソケットを使用すべからず。

(四)爆發又は燃燒し易き危險の物質を發生製造若くは貯藏する場所に於ける工事(細則第63條)

本工事に於ては電線には七本以上の撚線より成る第四種絕緣電線を使用し之を鎧裝するか又は之を堅牢なる管若くは樋內に藏むるを要す。吊管其他に類する短かなる管內に藏むる電線は撚線ならざるも差支なし。電線及電氣機械器具相互の接合は



第五百十七圖　日本風建築住宅內電線路圖の一例

電氣的完全にして震動の爲め弛緩せざる樣堅固に取附くるを要す。殊に電球には氣密にして堅牢なる外裝を施すべし。可鎔遮斷器開閉器抵抗器其他火花を發し又は溫度上昇多大なる虞ある器具は之を場內に施設せざるものとす尤も之を堅牢なる氣密函又は油液中に藏むるが如き保安裝置を施せば場內に置くも差支なし。

(五)劇場內工事(細則第64條)

本工事に於て道具類又は人の觸るる虞ある場所及舞臺に施設する電線には第四種絕緣電線を使用し且外物の損傷を豫防する爲適當の外裝を爲すことを要す。舞臺に於ける電球線及移動して使用する電線には第三種乙可撓紐線を使用し且移動して使用する電線には外物の損傷を豫防する爲め皮革,帆布麻絲若は其他の强靭なる物質を以て鎧裝するか又は編組すべし。舞臺に於ける屋內幹線には專用の開閉器及可鎔遮斷器を裝置し電球電球線其他の機械器具は可燃質物と容易に接觸せざる樣適當に施設することを要す。

屋內電線路圖═以上記載したる方法に依て屋內に電線を施設するには順序として先づ施設すべき家

屋の平面圖を適當の縮尺にて調製し豫め照明設計に依て定めたる電燈の位置及各電燈の「ワット」數を記入し配電方法を定めて電線路を記入し家屋の構造に從て施設工事方法を選定し可鎔遮斷器及開閉器を取附くべき箇所を記入し次に屋內電線計算表に依て電線の大さを算定し其種類及數量並に照明器具電線施設に要する諸器具及諸材料の種類及數量を計上して後工事に着手するものとす第517圖に日本風建築住宅の屋內電線路圖の一例を示す照明の設計は(壁は灰色として)日本風の住宅に於て必要なる照明を與ふるものとし室の大小及種類に應じ電球の「ワット」數を定めたり。

電線に沿ひ記載したる數字はB.S.線番號に示す電線の大さにして室內に於ける最大電壓降下を$\frac{1}{2}$「ヴオルド」以下ならしむべく算定したるものなり。此種類の家屋に於ては工事は隱蔽工事とし天井裏に於ては第二種絕緣電線を用ひ碍子にて取附け壁及柱に沿ふ場所に於ては第四種絕緣電線を用ひ線樋內に藏むるものとす。

屋內電線路の絕緣抵抗—屋內に施設する電線相互間及電線と大地との間の絕緣抵抗は電線に接續す

る機械器具及附屬物を合はせ漏洩電流をして最大供給電流の$\frac{1}{10,000}$以上にならしめざること劇場に於ては$\frac{1}{20\,000}$以上ならしめざることを要す(電氣工作物規程第86條)

屋內電線路の絕緣抵抗を測るにはメッガーを用ひ主幹可鎔遮斷器に於て行ふものとす尤も屋內各幹線に就き絕緣抵抗を測るには各幹線の可鎔遮斷器に於て行ふなり。電線相互間の絕緣抵抗を測る場合には其回路に接續する電燈を取外すか又はキーソッケットにて之を回路より切り可鎔遮斷器の兩極線をメッガーの兩端子に接續して測定を行ふなり。電線と大地との間の絕緣抵抗を測る場合には可鎔遮斷器に於て兩極線を共に連結し之をメッガーの一極に接續しメッガーの他の一極は電線にて附近に在る水道管瓦斯管又は電柱の地線等に接續して測定を行ふなり此等測定の場合にメッガーを電線路に接續する電線には第四種絕緣電線を用ふべきものとす。斯くして測定して得たる絕緣抵抗にて電線路に使用する最大電壓を除したるものが絕緣を通じて大地に漏洩する電流にして之を漏洩電流(Leakage Current)と稱するなり。例へば100「ヴオルト」20「ワット」タング

ステン電燈15個40「ワット」タングステン電燈5個の取附けある家の絶縁抵抗400,000「オーム」なるときは其最大供給電流は

$$\frac{20\times154+0\times5}{100}=5\text{「アンペア」}$$

漏洩電流は

$$\frac{100}{400,000}=\frac{1}{4,000}\text{「アムペア」}$$

由て漏洩電流は最大供給電流の$\frac{\frac{1}{4000}}{5}=\frac{1}{20,000}$に當り規定に合格す。

今使用電壓をE「ヴオルト」絶縁抵抗をR「オーム」最大供給電流をI「アムペア」とすれば

漏洩電流は $\frac{E}{R}$

由て $\frac{E}{RI}\leqq\frac{1}{10,000}$

E=100「ヴオルト」なるときは

$$R\geqq\frac{100\times10,000}{I}$$

$$R\geqq\frac{1,000,000}{I}$$

前例に此式を應用するときは絶縁抵抗の許すべき最小限度は

$$R=\frac{1,000,000}{5}=200,000\text{「オーム」なり,}$$

15「ワット」10燭光一個を取附けたる家屋に於ける絶縁抵抗は

$$R=\frac{1,000,000}{0.15}=6,666,666\text{「オーム」即ち}$$

$$=6.67\text{「メグオーム」}$$

以上ならざるべからず。電氣工作物規程第86條には次の如く規定せらる。

白熱電燈供給の場合に在りては劇場に於ては一燈に對し四「メグオーム」其他の場所に於ては一燈に對し二「メグオーム」以上たることを要す。

前項の絶縁抵抗は劇場に於ては毎年四回以上其他の場所に於ては毎年一回以上試驗し(劇場病院濕氣又は塵埃の充ち易き箇所を除くの外兩線間の試驗を要せず)其成績を記錄することを要す。

之に由て各電燈需用家毎に絶縁抵抗臺帳を調製し之に絶縁抵抗を記入すべきものとす。

第十四章

配電盤

第一項　配電盤一般

配電盤及其種別——發電機より發生する電力を電線路に分配するには其發生する電壓電流及電力を常に測定することを得る器具又之を適當に加減することを得る器具及種々の原因にて發生する障害に對し發電機及諸器具を保護する保安器具等を設備せざるべからず是等の器具を配列する裝置を**配電盤**(Switchboard)と云ふ。配電盤の型式に次の三種あり。

(一)　列盤式配電盤(Panel Type Switchboard)

(二)　支配盤式配電盤(Benchboard Type Switchboard)

(三)　車臺式配電盤(Truck Type Switchboard)

列盤式配電盤に於ては石盤又は大理石の盤を二段又は三段にアングル鐵及ボルトにて組立て床上に直立せしめ盤面に所要器具を取附くるものとす第518圖に示すものは高壓回路に用ふる配電盤の一例にして各器具の電線接續は裏面に於て行はる之

に使用する石盤及大理石は鑛脈を含まざるものならざるべからず。

第五百十八圖
前面高壓用配電盤

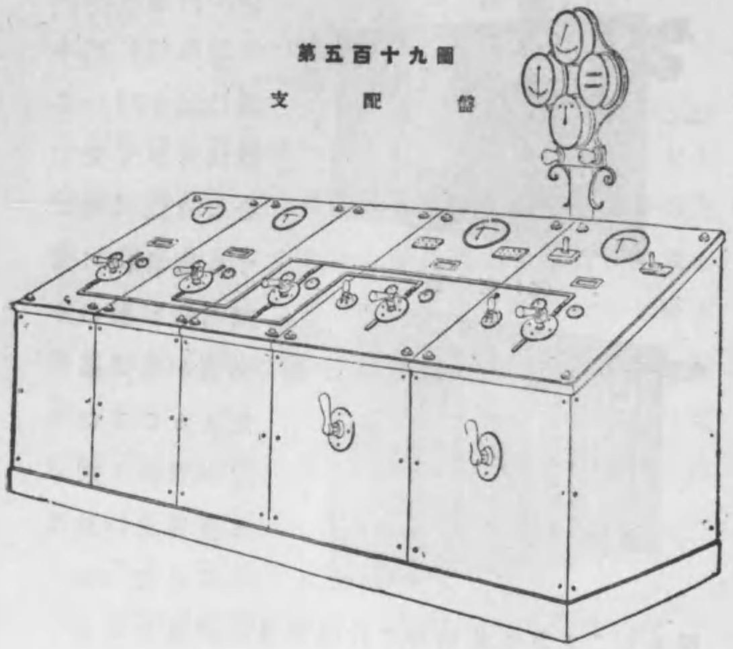
(甲)　前　面

(乙)　裏　面

低壓回路に用ふる配電盤には木製の盤を用ひて差支なきも此場合には之に配列する器具には大理石陶器類の不燃質の絕緣臺を用ふること必要なり鑛山に於ける發電所に於ては鐵板製の盤を用ふることあり此場合には各器具の絕緣を完全になし電線が盤を貫く箇所には陶器又は之に類する絕緣物を用ふること必要なり。耐量大なる發電機の數臺を運轉する場合には各器具の耐量亦大にして多數なる爲に回路の開閉及調整を爲す器具の働作を他の補助回路よりの電力にて行はしむるものあり此方法に於ては配電盤の前面には其電力を制

御する開閉器を卓子形の盤上に設置し直立する盤の前面には測定する器具のみを取附くる裝置のもの

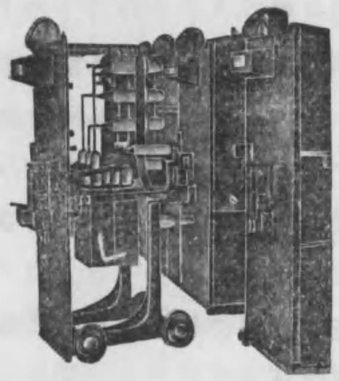
第五百十九圖
支　配　盤



のあり.此卓子形盤を支配盤(Bench-Board)と云ひ此種の配電盤を支配盤式配電盤と稱するなり.第519圖は其一例を示す.

車臺式配電盤とは戸棚の如き構造とし周圍は鐵板にて覆ひ盤には車輪を附し.其裏面に取附けたる器具と共に必要の場合に前方に引出し得る構造となしたるものなり.第520圖は其一例を示す。此配電盤は盤を引き出したる場合には後方に於ける本回路より電氣的に切斷せらるゝ故に.本回路に電流々通中に於ても盤に裝置したる器具類の修繕調整等を安全に行ふことを得るのみならず.電流の通ずる部分は全く鐵板にて覆はれたる戸棚狀の函内に藏められるゝ故に.取扱者に對し最も完全なる配電盤と謂ふを得べし。

第五百二十圖
車臺式配電盤



配電盤に裝置する器具は其使用の目的に從て次の如く之を種別す。

(一)　電力の分配用及遮斷用器具　開閉器.斷路器

(二)　測定器具　電壓計.電流計.電力計.力率計.周波數計.

(三)　電壓調整用器具　界磁加減抵抗器.饋電線加減抵抗器.

(四)　發電機及諸器具保安用器具　　檢漏器.自働遮斷器.繼電器.避雷器.

(五)　檢視用器具　　表示燈

(六)　並列運轉用器具(交流式に限る)　　同期檢定燈.同期檢定器.

發電所に於ける配電盤は其支配する職分より次の二部分に區別せらる。

(一)　發電機盤　　各發電機毎に是を備へ發電機を制御せしむ

(二)　配電線盤又は送電線盤　　各配電線又は各送電線毎に是を備へ各送電線を制御せしむ。

交流式に於ては各勵磁機を制御する爲に各勵磁機毎に勵磁機盤を備ふ。

發電機盤(Generator Panel)又は**勵磁機盤**(Exciter Panel)に具備すべき器具は其所屬の發電機を送電線に連結する開閉器.發電機又は勵磁機より發生する電力を測定する器具卽ち電壓計.電流計.又は電力計.電壓を調整する界磁加減抵抗器.發電機及諸器具を保護する自働遮斷器並に**表示燈**(Pilot Lamp)等なりとす。**送電線盤**(Outgoing Panel)に具備すべき器具は發電機より送り來れる電力を送電線に分配する開閉器.分配せられる電力を測定する電流計.自働遮斷裝置.檢漏器.避雷器等なりとす。是等の外に積算電力計.自記電力計.**力率計**(Powerfactor Meter)等を備ふることあり。發電機より發生する電力を遞昇變壓器にて遞昇せしめて送電線に供給する場合には變壓器を制御する**變壓器盤**(Transformer Panel)を設くることあり.是を.變壓器の一次線と發電機盤との間に連結し.開閉器.自働遮斷裝置.電流計.電力計等を之に具備せしめ.其二次線を送電線盤に連結せしむ。

同種の發電機を二臺以上並列に連結して運轉する場合には各發電機盤より出づる電線は一組の大なる銅線又は銅板に接續し更に是より各送電線盤又は各變壓器に分配するを通常の方法とす.此幹線となるべき銅線又は銅板を**母線**(Bus Bar)と云ふ。此場合に母線より直ちに分配せずして母線に集まる電力の總計を更に制御し測定する事とし.是より更めて送電線に分配する爲に別に列盤を設くることあ

り.是を全量盤(Total Panel.)と云ひ開閉器.自働遮斷器電流計.電力計等を之に具備せしむ。交流式に於ては此等器具の外に並列運轉用器具をも具備せしむるものとす。

配電盤面に在る各器具を接續する電線は盤の裏面に規則正しく成べく相互の交叉を避けて布設し.其徑路を明瞭ならしむる樣取付け.發電機.變壓器又は其他の器具に至る電線には成るべく鎧裝ケーブル又は浸劑布ケーブルを用ひ.發電機室に於ては床下に布設するを可とす。電線の大さは發電機の耐へ得る過負荷に要する電流の流通に適する者とし.切斷面積一平方吋に付き800'アムペア」乃至1,000'アムペア」の割合にて電線の太さを定むべし。電線を各器具に締付くる接觸面に於ては接觸面の一平方吋に付き100'アムペア」の割合にて接觸面の大さを定むべし。各測定器の最大目盛も發電機の耐へ得る過負荷に要する電壓及電流に適するものを選むべきものとす。

配電盤は日常の取扱點檢及清掃に便利ならしむる爲に成るべく發電機に近く設け.壁に沿ふときは少くとも是より四尺離し置き取扱者が裏面に立入り

働作することを得る樣になすべし。配電盤の高さは通常六呎乃至七呎六吋にして一列盤の幅は最小14吋最大36吋なりとす。

配電盤は是に屬する開閉器を制御する方法に從て又次の如く種別せらる。

(一) 直接制御配電盤

(二) 離隔制御配電盤

直接制御配電盤(Direct Control Switchboard)とは開閉器を盤の裏面に其把手を盤の表面に取附けたるものにして直接に之を取扱ふものなり.耐量大ならざるか又は電壓甚だ高からざるときは概ね此型に依る。

離隔制御配電盤(Remote Control Switchboard)とは開閉器を盤の後方壁面に取附くるか.又は別の隔壁內に之を設置し.其把手を盤の表面に取附け槓杆連鎖裝置にて開閉器の開閉杆に連絡せしむるか.或は又電力を用ひて開閉器を開閉せしむる裝置となし.其電力を制御する小開閉器を盤の表面に取附けたるものなり.何れに於ても開閉器は之より離隔する盤面より制御せらるゝなり。

斯くの如く離隔制御配電盤に於ては開閉器は測定器用變壓器及變流器と共に配電盤の後方又は是

より離隔せる適當の場所に置かれ配電盤の前面には瓦斯管より成る横杆裝置にて開閉器の開閉杆と連絡する作働把手及諸測定器並に界磁抵抗加減器の把手其他附屬器具のみ取附けられ後面には各器具を接續する低壓電流の通ずる電線のみ排列せらるゝなれば取扱上安全なり。特別高壓式配電盤は必ず離隔制御式に據るべき者にして特別高壓電氣の通ずる器具は容易に人の觸れざる樣絶緣物たる煉瓦又は混凝土にて築造せる隔壁(Cubicle)内に設置し諸器具の各極は充分離隔せしめ不測の火災を生せざる樣設備すべし總て燃燒し易き絶緣物及破損し易き者は使用すべからず。離隔制御式に於ては界磁加減抵抗器の接觸腕を動かすに電動機を以てすることあり此場合には電動機の回路の開閉を行ふ開閉器を配電盤の前面に裝置し電動機に電線にて接續せしむ。之を要するに配電盤は電氣の發生分配調整測定及保安を司るものにして發電機に對し恰も人體に於ける腦髓の如きものなり現時電力分配方法及器具の複雜に成ると共に其取扱及運轉にも亦屢々電力を應用するに至れるを以て配電盤の設計には周到なる注意と細心の計畫とを要するなり。巧みに設計せられたる配電盤としては(一)全送電系統は一人の監守者の手にて任意に操縱し得らるべきこと(二)電氣の發生分配等は確實にして且つ迅速なるを要すること(三)容易に他人をして高壓電氣器具に觸れしめざる樣設備すること(四)各機械器具の絶緣完全なること(五)一部の故障が累を他の部分に及ぼさゞること(六)全系統は出來得る限り簡單にして明瞭なること(七)測定器具は働作正確にして調整及保安器具は働作鋭敏なることを要するなり。

第二項 分配用及遮斷用器具

低壓用開閉器—低壓回路に使用する開閉器は大理石の如き絶緣臺上に取附けたる刀受と蝶番により廻轉して刀受内に出入すべき刃(Blade)とより成る。其形狀は西洋小刀に類する故に之を**洋刀形開閉器**(Knife Switch)と稱す。刀か刀受に入りたる場合に蝶番の取附られたる銅臺と刀受とが電氣的に連結せられ回路は閉ぢらるゝなり刀及刀受共に概ね銅より成り其大さは發熱上の制限より其切斷面積一平方吋に附き700「アムペア」乃至1,000「アムペア」を通せしむる割合とし刀と刀受との接觸面の大さは表面積の一平方吋に付き75「アムペア」以下の割合にて之

を定む。及に第521圖に示す如くエボナイト又は磁器製の把手を取附け之に依て及を動かしむるものとす。同圖(甲)に於ては銅及一個にして電線一條に用ふるもの之を**單極開閉器**(Single Pole Switch 略符S.P. Switch)と云ふ。同圖(乙)に於ては銅及二個にして電線二條に用ふるもの之を**兩極開閉器**(Double Pole Switch 略符 D. P. Switch)と云ふ。同圖(丙)に於ては銅及三個にして電線三條に用ふるもの之れを**三極開閉器**(Triple Pole Switch 略符 T. P.Switch)と云ふ。同圖(丁)に於ては上下に及臺一組宛ありて銅及を上下何れの銅臺にも接觸せしむるを得るなり。之は一の回路より他の回路に連結替へを爲す場合に用ひらるゝものにして、之を**双投開閉器**(Double-Throw Switch 略符 D.T. Switch)又は**轉換開閉器**(Change-Over Switch)と云ふ。之と區別して前記の如き通常の開閉器を**單投開閉器**(Single-Throw Switch)と云ふ。略符より開閉器の種類を判斷する例を擧ぐればたとへばD. T. S.P. Switch は**單極双投開閉器**(Double-Throw Single Pole Switch)なりと知るべし。多量の電流を分配する開閉器に於ては、回路を開く際大なる火花發生する虞あり、之を防ぐ方法としては及が及受より離れる速度を大ならしむるに在り、其方法の一として銅及に尙一個の補助小銅及を發條に取附けたるものあり。此開閉器に於ては本銅及を及受より離すも補助銅及は猶及受に接觸し、一層強く本銅及を引くときは發條の力にて補助銅及は及受より迅速に離れ回路を開くなり。第521圖(丙)の開閉器は此構造に成る。此種の開閉器を**速働開閉器**(Quick Break Switch)と云ふ。尙補助銅及の最後

第五百二十一圖

の接觸部分に炭素片を附し發する火花により銅の鎔融するを防がしむるものあり。此くの如き開閉器を用ふるときは他の開閉器を用ふるよりも速かに回路を斷つ故に火花の出づるを防ぐ事を得べし。發電機の界磁回路又は電壓計の回路の如き電流の少き回路に栓開閉器(Plug Switch)なるものを使用することあり。第522圖に示す如く其連結すべき部分は銅より成る中空の半圓筒體及び一個の銅片にして之に銅棒を挿入して兩者を電氣的に連結するにあり。圖に於て a,b は回路の兩線を接續する端子にして。b は銅製の中空圓筒體の一部を爲し a は b の內部に挿入されたる陶器圓筒體に取附けられたる銅片なり。c は銅棒にしてエボナイト製の笠を有す。之を栓(Plug)と云ひ半圓筒體を栓受(Receptacle)と云ふ。

第五百二十二圖
栓開閉器

高壓用及特別高壓用開閉器——電壓の高き回路を開く時は大なる火花發して危險なる故に之を防ぐ爲に高壓回路に用ふる開閉器は其開閉部分を絕緣油中に浸せる構造と爲す。此種の開閉器を油入開閉器(Oil Switch)と云ひ之より區別して空中に於て開閉する開閉器を**氣中開閉器**(Air-Break Switch)と云ふ。回路の開く箇所が絕緣油中に在るときは其發する火花は空氣中に在る場合に比し非常に靜く。油は火花を抑壓する故に接點に生ずる火花の長さ亦非常に短し。從て開閉器の各極は相接近せしむることを得て。其大さも氣中開閉器よりも小なる事を得るなり。油入開閉器は此理を應用して作られたるものにして。開閉部分を鐵製の油槽中に入れ回路の開閉をして油中に於て行はしむ。從て其開閉部分の構造は氣中開閉器に於けると異り洋刀形のものあり。又は挿込形のものあり。第523圖に示すものは油入開閉器の一例にして三極單投型耐量は7,500「ヴォルト」300「アムペア」なり。圖中 a,b,c,a′,b′,c′ は彈力ある銅板にて作れる接觸片にして六個の銅棒の端に取附けられ。銅棒は陶器製の碍管を通じて油槽の上部に出で之に端子取附けられ。此端子に依て回路に接續せらる。A, B, C は洋刀形開閉器の

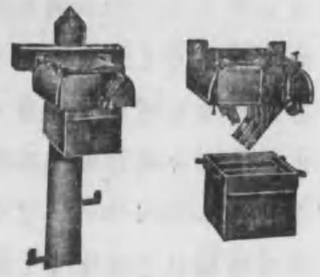
第五百二十三圖
三極油入開閉器

及に相當するものにして銅片より成り各個共に別々に絶緣性の堅き木杆の一端に取附けらる.三個の木杆は其上端に於て連結せられ之に把手を附す。把手に依て木杆を引き上ぐるときはA,B,Cは*a*,*b*,*c*,及*a'*,*b'*,*c'*に挿入し*aa'*,*bb'*,*cc'*を連結して回路を完成せしむるなり。此開閉部分は下方に示す鐵製の油槽内に藏めらるる故に.回路の開閉は常に油中に行はれて安全なり.第524圖は油入開閉器を配電盤の裏面に取附けたるものを示す.其表面には開閉器の開閉杆に適當の槓杆にて連結したる働作用把手のみ取附けらる。架空式高壓電線路に使用せらるゝ油入開閉器は少しく形狀を異にし.及を支持する軸の先端を鐵槽外に出し之に槓杆を附し之を廻轉して及を動かし回路を開閉せしむるなり.第525圖は高壓電線路用の油入開閉器及之を電柱に取附けたる一例を示す。

第五百二十四圖
油入開閉器の配電盤に取附の圖

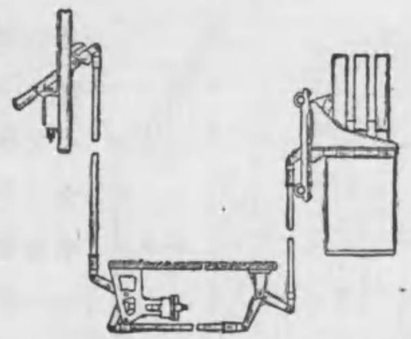
開閉すべき回路の耐量大なるか又は電壓が特別高壓なるときは配電盤配電盤より後方に壁に取附く.ると御制隔離を爲す爲め.油入開閉器は

第五百二十五圖
高壓電線路用油入開閉器



るか又は鐵管裝置にて据付け.第526圖に示す如く配電盤面に於ける把手と槓杆裝置にて連結す.圖に於ては槓杆裝置中連鎖機構は配電盤室の床下に取附けらる.槓杆には通常直徑$\frac{3}{4}$吋の瓦斯管を使用す。

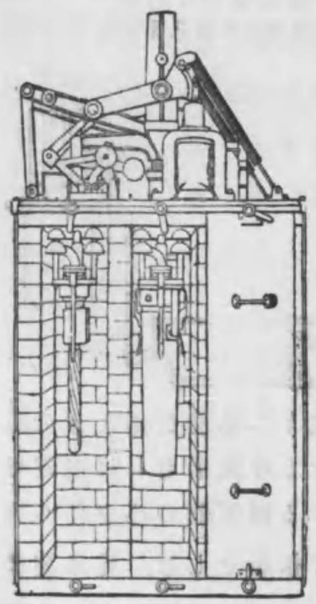
第五百二十六圖
離隔制御式油入開閉器



尙油入開閉器の耐量大にして槓杆の連鎖にて動かすこと困難なる場合又は油入開閉器を設置する場所の都合にて槓杆裝置を不便とする場合には.人力の代りに補助回路よりの電力を用ひて開閉器を働作せしむ此場合には配電盤の前面には此電力を制御する開閉器のみを備へ.開閉器の電動裝置に電線にて接續せしむ。電動裝置としては電動機又は筒線輪を用ひ其電動子又は吸

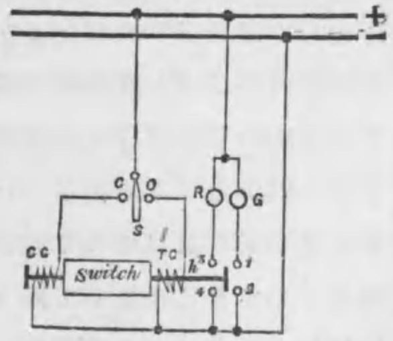
引杆を開閉器の開閉杆に連結して電磁力に由て働作せしむ.電源には直流を用ふるなれども.直流を得難き場合には交流を用ふるも差支なし.特別高壓開閉器にして耐量300「キロワット」以上なる者は成るべく電力にて働作するものを用ふるを可とす。斯くの如く電動機にて働作する開閉器を**電力働開閉器**(Motor Operated Switch)と云ひ.筒線輪にて働作する開閉器を**電磁動開閉器**(Solenoid Operated Switch)と云ふ.此二者を總稱して**電働開閉器**(Electrically Operated Switch)と云ひ之より區別して人力にて働作する開閉器を**手働開閉器**(Hand Operated Switch)と云ふ。第527圖はウエスチングハウス電機會社製の電磁働三極油入開閉器を示す.筒線輪及之と開閉部との連絡機構は上部に裝置せられ.開閉器

第五百二十七圖
ウエスチングハウス電機會社製
電磁働油入開閉器



全部は煉瓦又は混凝土にて造れる隔壁内に之を納む.各極の開閉杆は油函に藏め個々仕切りたる室内に裝置せらる.圖に於て一室は鐵戸にて覆ひたるもの.一室は戸を外したるもの.一室は油函を取外したるものを示す。油函は厚き鐵板にて造り開閉杆の端子を支持する框の下方に取附けらる.其内部は絶縁物にて被ひ其大さは端子及開閉杆に密着する樣定めらるゝ故に.開閉杆の上下の働作徐々にして油を要すること少し。第528圖は此開閉器の筒線輪を働作せしむる回路の電線接續を示す.圖中CCは**閉線輪**(Closing coil)と稱せらるゝ筒線輪にして其電磁作用に由て開閉器の閉働作を爲さしむ.TCは**開線輪**(Opening Coil)と稱せらるゝ筒線輪にして開閉器の開働作を爲さしむ.Sは**制御開閉器**(Controlling Switch)と稱し筒線輪に通ずる電流を制御する開閉器にして二個の接觸片O及Cと接觸腕Sとよ

第五百二十八圖
電磁働開閉器制御回路接續圖

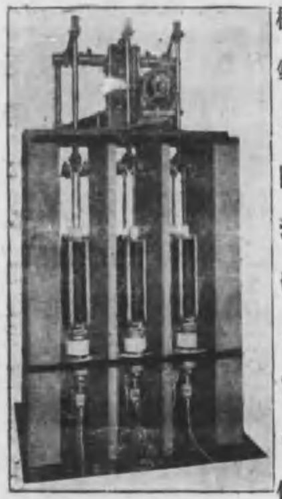


り成る.Rは赤色に塗られたる電球.Gは綠色に塗られたる電球.hは開閉器開閉杆(又は之に連結する槓杆)1.2.3.4.はhに依て接觸する接觸片なり。開閉器が開かれ居る場合にはhは右方に在りて接觸片1と2とは連結せらるゝ故に,直流回路より電流はGに通じ之を點火して開閉器の開かれ居るを示す。今Sを左方に動かしCに接觸せしむるときは閉線輪CCに電流通じ.其電磁作用にて開閉器の開閉杆は槓杆裝置を經て吸上げられ開閉器を閉づ.同時にhは左方に動き接觸片1と2との連絡斷たれ3と4とは連絡せらるゝ故に.Gは滅火し電流はRに通じ之を點火して開閉器の閉ぢたるを示す.開閉器閉づると共に開閉杆は或る懸金物に懸りてSをCより離し電流を斷つも開閉杆は其位置に止まる。次にSを右方に動かしCに接觸せしむるときは.開線輪TCに電流通じ其電磁作用にて開閉杆の懸金物を外し開閉杆をして自已重量にて降下し開閉器を開かしむ.同時に3と4との連絡斷たれ1と2とは連絡せらるゝ故に.Rは滅火しGは點火して開閉器の開かれて居るを示す。電球G及Rは配電盤に於て開閉器把手の上方に取附けられ.開閉器の開閉を示すもの

なるに由り之を表示燈(Indicating Lamp)と云ふ.又筒線輪に電流を供給する直流回路を制御回路(Controlling Circuit)と云ふ.其電源には勵磁機回路を用ふれども.豫備として蓄電池を設備するを可とす。開線輪TCは懸金物を外し開閉器の開閉杆をして回路を開かしむるに由り引外線輪(Tripping coil)と稱せらる。

第529圖はゼネラル電氣會社製の電力働三極油入開閉器を示す.電動機及之と開閉部との連結機構は上部に裝置せられ.開閉部は各極別々の隔壁內に納めらるゝこと第527圖に示す電磁働開閉器に於けるとと同じ。各極は油を容れたる二個の直立鐵製圓筒にしてU字形と爲せる銅製接觸片に依て油中に開閉せらる.此接觸片三個は絕緣油にて處理せる木杆にて上部に於て同一の腕金に取附けらる.腕金は槓杆及齒車裝置にて電動機に連結せらる.此開閉器の開閉働作は電動機の廻轉に依て行はれ其運轉は一個の電

第五百二十九圖
ゼネラル電氣會社製
電力働油入開閉器

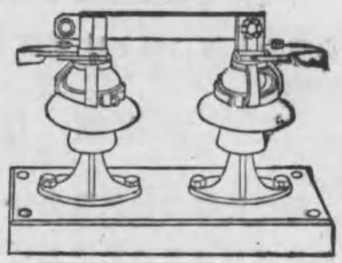


磁石にて制御せらる.働作の大體は電磁働開閉器に於けると大差なし.卽ち制御開閉器を一方に働かすときは電磁石に電流通して電動機の回路は閉ぢ電動機は廻轉を始め開閉器の開閉杆を働かして開閉器を閉づ同時に開閉杆は或る懸金物に懸り赤色の電球は點火す。次に制御開閉器を他方に働かすときは.電磁石は電動機をして懸金物を外して開閉器を開かしむ.同時に赤色の電球は滅して綠色の電球は點火.するなり。總て油入開閉器に使用する絕緣油は引火點攝氏180度以上.發火點攝氏200度以上.比重凡そ0.865の礦油にして微少の酸類.アルカリ等をも含有せざるものならざるべからず。

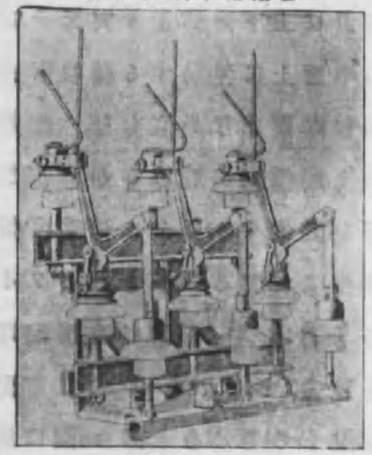
斷路器—高壓式配電盤の各列盤に於て修繕.變更又は調整を爲す場合に.其回路を母線より一時遮斷する必要ある場合に.油入開閉器にて回路を開きたるのみにては開閉器の一方の端子に電壓が加はる故器具を取扱ふことを得ず.由て母線と回路との間に尙他の開閉器を接續す.此開閉器は電流通過中開くものに非れば.氣中開閉器を之に用ひ配電盤の裏面に於て適當の場所に取附く.此種の.開閉器を斷路器と極單常通は斷路器。ふ云と (Disconnecting Switch)

し其形狀は第530圖に示す如く洋刀形にして.開端子は使用電壓に耐へる碍子上に取附けらる。斷路器には把手を附せず別に木製の長き手柄を用ひ.先端に取附けられたる鉤を斷路器の刃の端に設けたる孔に懸けて刃を引き.回路を開かしむるものとす.特別高壓の斷路器に用ふる手柄には絕緣を完全にし取扱者の危害なからしめん爲に.相當電壓の碍子を其中部に取附け碍子の上部に鉤を設備す。特別高壓電線路に於ても線路の修繕.故障の發見等に必要なるが爲め.斷路器と同機の氣中開閉器を線路中必要の電柱に裝置す.第531圖は其構造の一例を示す.把

第五百三十圖
斷路器



第五百三十一圖
線路用氣中開閉器



手を下方に延長し電柱下に於て之を動かして開閉を爲すを得るなり.又には角形間隙を備へ回路を開きたる際電線路に充電したる電氣に由り生じ易き火花を上部に導き吹き消さしむるものとす.

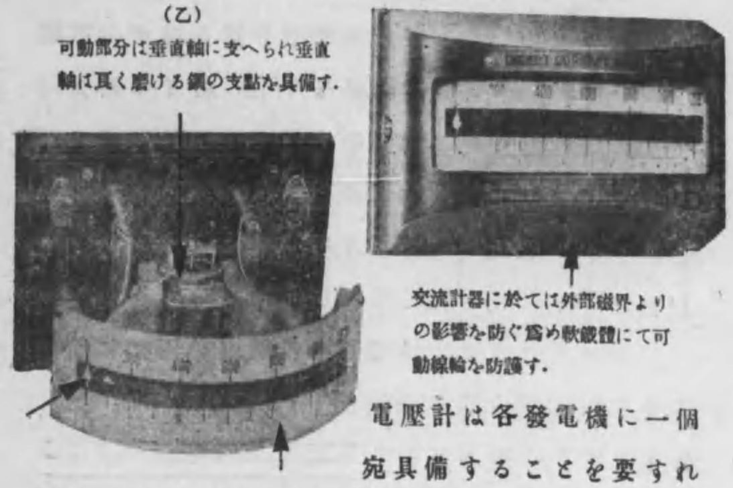
第三項 測定用器具

電壓計電流計及電力計—此等の測定用器具の構造及種類は已に第七章に詳記せり.其配電盤用として特に製造せらるゝ型式中エッヂワイズ型は場所を占むること少き故に汎く用ひらる.第532圖に示すものは米國ゼネラル電氣會社製のエッヂワイズ型電流計にして.目盛板の中央の部分を二重となし一部を少しく突出せしむ.指針は上下兩部より突出せる目盛板を挿み之と同一平面上に運動する樣取附けらる.之に由て目盛を讀む際誤差なからしむ。配電盤の幅小なる場合又は支配盤式に於ける如く狹き面積内に多數の測定器を裝置する場合には垂直面内に指針の運動する樣作られたる幅狹きエッヂワイズ型測定器を使用するとあり,電壓計は直接配電盤に取附けずして可搖腕金(Swinging Brocke)にして配電盤の一端の上部に取附くることあり.第518圖に於

て配電盤の兩側に示すもの之れなり.

第五百三十二圖

エッヂワイズ型電流計 (甲)



(乙)
可動部分は垂直軸に支へられ垂直軸は眞く磨ける鋼の支點な具備す.

交流計器に於ては外部磁界よりの影響な防ぐ爲め軟鐵體にて可動線輪な防護す.

目盛さ指針さの特別の構造にて目盛の誤讀なからしむ.

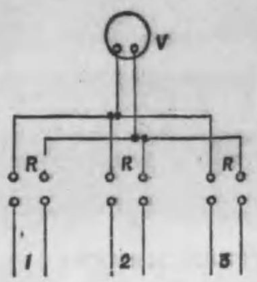
目盛は標準計器に比較して精確に記入せらる.

電壓計は各發電機に一個宛具備することを要すれども適當の裝置を爲すときは一個の電壓計にて二基以上の發電機の電壓を測定することを得.交流式に於ては三相交流回路の各相の電壓を測定することを得るなり.其裝置には栓及栓受を使用し第533圖に示す如く接續す.圖中Vは電壓計.Rは栓受.Pは栓なり.栓受は配電盤に孔を穿ち之に金屬製の筒を嵌入し回路の一線に接續したるものにして.栓は絕緣體の臺に四個の金屬棒を取附け二個宛接續し之に

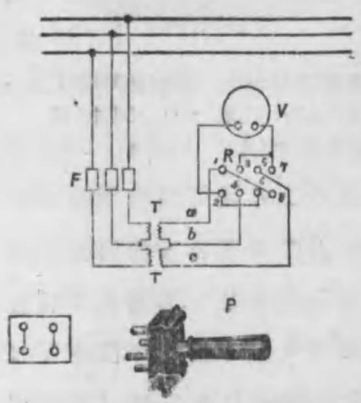
把手を附したるものなり。圖中(甲)は三臺の發電機の電壓を測る場合の電線接續法にして(乙)は三相交流回路の各相の電壓を測る場合の電線接續法なり(甲)に於ては栓受に四個の孔より成り(乙)に於ては八個の孔より成る.Fは可鎔遮斷器.Tは二個の單相變壓器にしてV形に接續せられ.電壓計にて回路の電壓を間接に測定するなり。(甲)に於て栓を1のRに挿入するときは1の接續する發電機の電壓を測定することを得.2のRに挿入するときは2の接續する發電機の電壓を測定することを得るなり。(乙)に於て栓を1,2,3,4の孔に挿入するときはb,c間の電壓を測定することを得.3,4,5,6の孔に挿入するときはa,c間

第五百三十三圖
電壓計回路電線接續圖

(甲)



(乙)



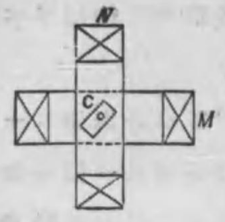
の電壓を.5,6,7,8の孔に挿入するときはa,b間の電壓を測定することを得るなり.即ち一個の電壓計にて各相の電壓を測定することを得るなり。變壓器の高壓回路には必ず可鎔遮斷器を各線毎に接續すべきものとす.

電流計は直流式及單相交流式に於ては各回路に一個宛を接續し.三相交流式に於ては各相に一個宛即ち各線に一個宛を接續すべきものとす.尤も電動機へ給電する如き各相の負荷一定する場合には任意の一線に電流計一個を接續するのみにて差支なし。

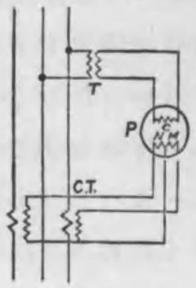
力率計—力率計は交流回路の力率を測定する器具にして目盛は相差角をφとすればcosφ即ち力率を以て表はさる.ウエスチングハウス電機會社製の力率計の構造は二個の固定線輪と一個の可動線輪とより成る.第534圖(甲)に示す如く固定線輪M.Nは相互に直角を爲す如く置かれ.可動線輪Cは其中央に軸上に支持せられ廻轉するを得るなり。線輪Nには測定すべき回路の或る相の電流と同相に在る電流を通じ.線輪Mには之と相に於て90度異る電流を通せしむるものとす.即ち二相交流回路に於てはMを第一相回路にNを第二相回路に接續し.三相交流

回路に於ては三相線にV形に接續するものとす。

第五百三十四圖
(甲)
力率計ノ構造略解



(乙)
三相式力率計の回路接續圖

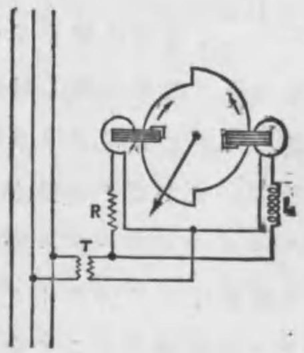


今線輪Cに回路の電壓と同相なる電流を通ずるときは線輪Cは M.N.兩線輪に依て生ずる磁界の引斥作用を受け.Nに通ずる電流がCに通ずる電流と同相即ち回路の電壓と同相なる時は.Cの軸は磁界の零なる方向 OM の位置を占め.之に反してNに通ずる電流が回路の電壓と相に於て90度の差あるときは.C の軸は ON の位置を占むべし.之に由て其中間なる相差ある場合にはCの軸は相差角に應じ適當の位置に來る故に.之に指針を附し目盛板を置き相當目盛を爲し置くときは.線輪Nの接續する回路の力率を測定することを得るなり。第534圖(乙)は.三相式力率計の高壓回路接續法を示す.圖中Pは力率計.Tは變壓器.CTは變流器なり.此接續に由て回路の力率を測定することを得るなり.第535圖は此原理に基き製作せらるゝウエスチングハウス會社製力率計にして指針直立する場合には力率100%を示し.電流が電壓より遲るゝときは指針は右へ動き力率の降下を示し.電流が電壓より進むときは指針は左へ動き力率の上昇を示す。

第五百三十五圖
力率計

周波數計—周波數計は交流發電機の周波數を測定する器具にして.其構造に數種あれども誘導型のものは第536圖に示す如く特殊形狀のアルミニウム廻轉板に固定線輪二個を相對して裝置したるものなり.其一線輪には抵抗Rを他の線輪には誘導抵抗Lを直列に接續し.共に並列に測定すべき交流回路に變壓器に依て接續せらる。今此線輪に電流を通ずるときは電力計に於けると同じ理にて廻轉板に廻轉力を生せしむるも.抵抗の接續する線輪より與ふる廻轉力は

第五百三十六圖
周波數計構造原理及回路接續圖



$\frac{E}{R}$に比例し誘導抵抗の接續する線輪より與ふる廻轉力は$\frac{E}{Z}$に比例す.但しEは回路の電壓.Zは線輪及之に接續する誘導抵抗の合成イムピーダンスなり.是に由て電壓一定なるも兩線輪より廻轉板に與ふる廻轉力相異り且つ廻轉の方向反對なるを以て.周波數變ずるときはイムピーダンス變じ從て兩廻轉力變ずべし.廻轉板の形狀特殊なる爲め兩廻轉力の差にて廻轉を始むると共に線輪下の面積は一方に於て增加し他方に於て減少する故に.其周波數に應じたる位置に至ると共に兩線輪の廻轉力は相平均して廻轉は靜止すべし.之に由て廻轉板に指針を附し目盛板を置き適當に目盛を爲すときは回路の周波數を測定することを得るなり.第537圖はウエスチングハウス電機會社製の周波數計にして50サイクル乃至70サイクルを直讀することを得るものなり.

第五百三十七圖
周波數計

第五百三十八圖
30,000「ヴオルト」測定器用變壓器

測定器用の變壓器及變流器は其接續する回路の電壓に從て構造を異にす.第538圖に示すものは電壓30,000「ヴオルト」の回路に使用する測定器用變壓器の一種にして第539圖に示すものは電壓6,600「ヴオルト」の回路に使用する變流器の一種なり.共に二次線に通ずべき電流は已に記載したる如く五「アムペア」なり.

第五百三十九圖
6,600「ヴオルト」變流器

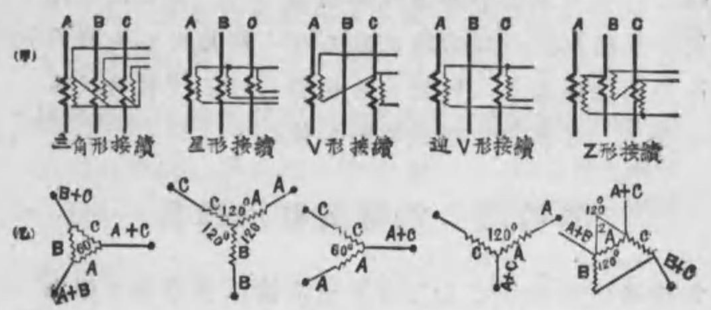
測定器用變壓器及變流器接續法——交流回路に於ける各種測定器と變壓器及變流器との接續法は已に記載したれども.多數の測定器を同じ回路に接續する場合に各測定器毎に變壓器及變流器を用ふるは多額の費用を要し.且つ配電盤裏面に多くの場所を要し不經濟なるを免れず.是に由て變壓器及變流器を數個の測定器に共用し其同じ二次回路に數個の測定器を接續するを通常の方法とす。測定器用の變壓器の耐量は通常50「ワット」にして.測定器の電壓回路は10「ワット」を要するなれば.同一變壓器に共同に接續せらるゝ測定器の數量は五個を限度とす。變流器の耐量は五「アンペア」にして接續せらるべき測定器の數量は其イムピーダンスに由て異なれども,

通常三個を限度と定む是に由て測定器は上記の電壓又は電流にて働作すべく製作せらるゝなり。測定器の目盛を示すに負荷少き場合にも精密なるを要する場合には各個毎に變流器を用ふるを可とす.例へば積算電力計にて電力を販賣する場合の如きは.たとへ變流器の代價を增すも各個毎に變流器を接續すべし。同期檢定器(後に記す)の如きは成べく單獨の變壓器に接續するを可とす.然れども多大の過負荷が變壓器に加はることなければ.他の測定器と共に同一の變壓器に接續するも差支なし。三相交流回路に於ては變壓器及變流器の二個又は三個宛を用ひ.其二次線を適當に接續し是に數個の測定器を接續するを通常の方法とす,其接續方法は變流器に於ては三角形.星形.V形.逆V形.及Z形の五種にして第540圖に示す如し.同圖(乙)に於て齒線は變流器の二次線に於る電流の强さと相の關係を示し直線は測定器に通ずべき合成電流を示す(各變流器に於ける電流は同じと假定す).是に就て見るに逆V形接續に於ては三線に於る電流の强さ及相の關係相等しく變流器二個にて足る.是に由て多くの場合に於て此接續法用ひらる。變壓器に於ては二次線の接續法は三角形又はV形なる時は相の關係一次線に

於けると相等し.且つV形に依るときは變壓器の數

第五百四十圖

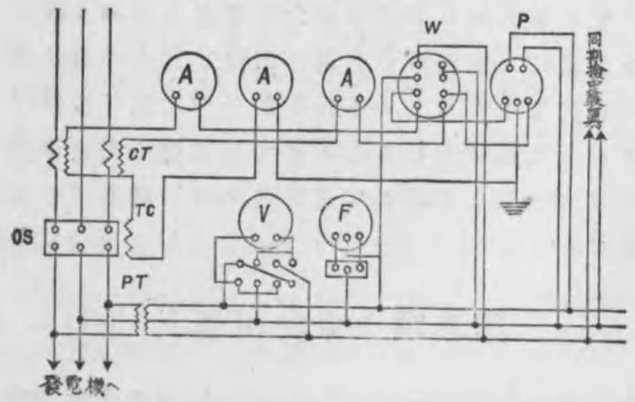
三相交流回路に於ける測定器用變流器接續法



二個なるに由り.概ね此接續法に依る。以上記載する如き變壓器及變流器の接續法を用ふる三相交流回路に於ける諸測定器の電線接續法の一例は第541

第五百四十一圖

三相交流回路に於ける諸測定器接續法



圖に示す如し.圖中PTは變壓器.CTは變流器.Vは電壓計,Aは電流計.Wは電力計.Pは力率計.Fは周波數計OSは自働開閉器TCは其引外線輪なり。測定器用變壓器及變流器の二次線は成るべく接地せしめ特別高壓用機械器具に附屬する場合には必ず接地するを要す.(電氣工作物規程第19條)

第四項　電壓調整用器具

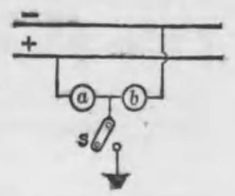
電壓調整用器具としては界磁加減抵抗器償電線加減抵抗器.誘導型電壓調整器.及自動電壓調整機等の種類ありて其構造に就ては已に發電機の章に於て記載せり。界磁加減抵抗器は配電盤の裏面に之を取附け其車輪狀の把手を表面に取附け盤を貫きて抵抗器の軸に連結せしむ.大なる界磁加減抵抗器は配電盤の後方又は其床下に之を設置し車輪及鎖の中間裝置にて配電盤の表面に取附けたる手輪に其裏面に於て連絡せしめ.手輪を動かすに由て抵抗器の抵抗を加減せしむるものとす。其他の電壓調整器具は配電盤より離れて適宜の場所に設置するものとす。

第五項　保安用器具

檢漏器—檢漏器(Ground Detector)は回路の大地に對

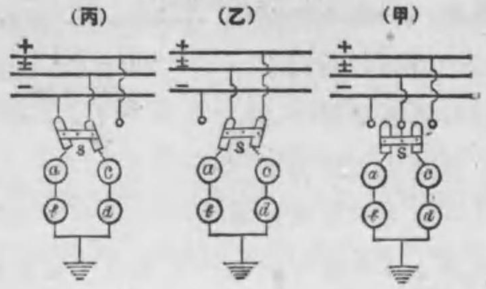
する絶緣が完全なりや否やを檢するものにして絶緣の不良より生ずる故障を豫防する爲めの保安器具なり。直流回路に用ふる檢漏器の最も簡單なるものは第542圖に示す如く二個の白熱燈及一個の小開閉器より成り.圖に示すが如く白熱燈a,bを回路に並列に接續し開閉器Sを大地に接續す。平常は開閉器Sを開くにより.電流は回路よりa,bに通ずるもa,bが直列に接續せらるゝ故に僅に赤色を呈するのみ。是にて漏電あるや否やを檢するにはSを閉ぢ電球を視るべしa,b共に光色變せざれば回路より大地へ漏電する事なく絶緣良好なり。若し電球aの光が增す時はbの接續する(−)線に於て大地に漏電する箇所あるが爲にして大地及aを經て(+)線に電流の通ずるものと知るべし。若し又bの光が增す時はaの接續する(+)線に於て大地に漏電する場所あるが爲にして大地及bを經て(−)線に電流の通ずるものと知るべし。直流三線式回路に使用する檢漏器は第543圖(甲)に示す如く四個の白熱燈を直列に接續し.其中間を大地に兩端を

第五百四十二圖
直流二線檢漏器接續圖



開閉器Sに接續す.是にて漏電を檢するには電球の兩端を開閉器に依て回路の三線の內(+)線及(±)線又は(−)線及(±)線に並列に接續す.今開閉器Sを同圖(乙)に示す位置に置きて三線共大地に向て漏電なきときは電球a,b,c,dは共に點火せず。若し(+)線に漏電あればa,bは點火して赤色を呈しc,dは點火せず。(−)線に漏電あればa,bは點火して赤色を呈しc,dも點火して白色を呈す。(±)線に漏電あればa,bは點火せずc,dは點火して赤色を呈す。又開閉器Sを同圖(丙)に示す位置に置きて三線共大地に向て漏電なきときは電球a,b,c,dは共に點せず。若し(+)線に漏電あれば　a,bは點火して白色を呈しc,dは赤色を呈す。

第五百四十三圖
直流三線式檢漏器接續圖

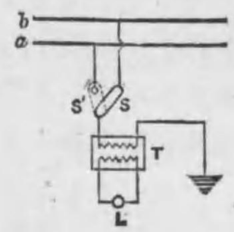


(−)線に漏電あればabは點火せずc,dは點火して赤色を呈す。(±)線に漏電あればa,bは點火して赤色を

呈しc,dは點火せず。是に由て何れの線に漏電あるやを檢することを得べし。

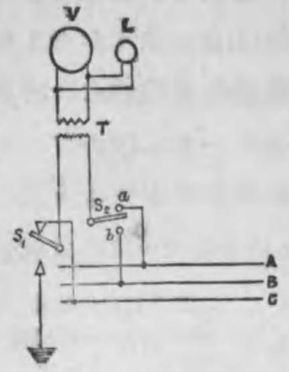
高壓單相交流回路に使用する檢漏器は變壓器及電球より成る.其回路接續法は第544圖に示すが如く圖中Sは開閉器にしてTは變壓器Lは電球なり.今開閉器をSの位置に置きて回路の一線に接續するときは,a線に漏電あれば電球は點火せざるも.b線に漏電あればb線より變壓器大地を經てa線に電流通じて電球は點火し.漏電多きに從ひ光を增すべし.若し開閉器をS′の位置に置くときはa線に漏電あれば電球は點火せざるも.b線に漏電あれば前記の理にて電球は點火すべし.是に由て何れの線に漏電あるやを檢するを得るなり。第544圖に於て電球Lの代りに電壓計を使用するときは.電壓計は漏電のある電線と大地との間の電位差を示すに由り漏電の程度を正確に測定することを得るなり。三相交流回路に使用する電壓計式檢漏器の電線接續圖は第545圖に示す如く.圖中S_1,S_2は開閉器にしてS_1は平常は發條の作

第五百四十四圖
高壓交流式檢漏器接續圖



用にて上部の接點に接觸すTは變壓器Vは電壓計なり。S_2をaに接觸せしむるときは電壓計はAC間の電壓を示しbに接觸せしむるときはBC間の電壓を示す檢漏するにはS_1を押下して下部の接點に接觸せしめS_2をaに接觸せしむるときは電壓計はA線及大地間の電位差を示し、S_2をbに接觸せしむるときは電壓計はB線及大地間の電位差を示す。C線及大地間の電位差は他の電位差よりヴエクトル線圖に依て知ることを得べし斯くして各線に於ける漏電の程度を測定することを得るなり。

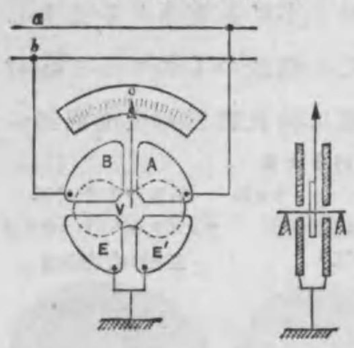
第五百四十五圖
電壓計式三相檢漏器接續圖



以上記載する檢漏器は其檢漏の表示方法自動的ならず.必ずや開閉器を動かす働作を要するなり.然るに電壓1,000ヴオルト」以上の回路に於ては自働的に表示する檢漏器を裝置せざるべからず(電氣工作物規程細則第10條).此種の檢漏器は靜電作用にて働作するものにして單相交流回路に使用するケルヴヒン靜電型檢漏器の働作及原理は靜電型電壓計に相似す.第546圖は其構造の概略を示す。圖中A.B,E,E′は圓

形を四分せる薄き眞鍮板より成る箱にして.ABは回路の各線に.E及E′は大地に接續せらる.其中央に瓢形の薄き眞鍮板Vありて箱の中心を心として自由に左右に廻轉するを得べく.其中心より指針を出し別に目盛せる板を備へ指針及瓢形板の動く程度を示すことを得るものとす。

第五百四十六圖
ケルヴヒン式單相靜電型檢漏器



働作の原理はa,b兩線の絕緣完全なるときはAE間及BE′間の電位差相等しくV板に及ぼす靜電作用亦相等しくして指針は動くことなし.若しb線と大地との絕緣不良なるときは.BE間の電位差は降りAE間の電位差との間に差を生じ.Vは AEに吸引せられ指針は左方に傾きb線の絕緣不良なるを示すべし。是れと同理にてa線の絕緣不良なるときは指針は右方に傾きa線の絕緣の不良なるを示すべし.絕緣不良の程度多きに從ひ指針の傾き益々多きに由り.目盛板に適當に目盛を爲し置けば絕緣不良の程度卽ち漏電の程度を常に自働的に表示する

ことを得るなり。米國ゼネラル會社製の單相式靜電型檢漏器は以上の原理に基き製作せらる.第547圖(甲)は之を示す.ウエスチングハウス會社製の單相靜電型檢漏器は第546圖に於てEE'を省きVを直ちに大地に接續したる簡單なる構造のものにして第547圖(乙)は之を示す。第548圖は同社製三相交流回路に

第五百四十七圖
ゼネラル電氣會社製
單相靜電型檢漏器
(甲)

第五百四十七圖
ウエスチングハウス會社製
單相靜電型檢漏器
(乙)

第五百四十八圖
ウエスチングハウス會社製
三相靜電型檢漏器

使用する靜電型檢漏器を示す.中央に球形を爲す可動金屬體裝置せられ.其周圍に三個の固定金屬片ありて三相回路の各線に接續するものとす.中央の球體は大地に接續せられ.漏電なき場合には球上中央に記せる黑點は三個の固定金屬片より相等しき引力を受くる故に靜止すれども.回路中何れかの線に漏電あるときは其線の接續する固定金屬片より遠ざかる方向に動くなり.之に由て漏電を檢知するこ

とを得れども漏電の程度を正確に測定することを得ざるなり。ゼネラル電氣會社製の三相靜電型檢漏器は其單相檢漏器と同理にて働作するものにして.可動片及固定片共に三個ありて各可動片に指針を附し目盛板に於て漏電の程度を示さしむるものなり.第549圖は之を示す。特別高壓回路に使用する檢漏器の構造は充分の空隙を有し且有效に働作する靜電型電壓計を製作すること困難なる理に由り通常の靜電型檢漏器と異る。ゼネラル電氣會社に於て製作する此種の檢漏器は檢壓器(Voltage Detector)と稱し.直徑四吋幅一吋の小圓筒にして前後に硝子板を張り.圓を四分し相對する象限を黑色金屬となし其內側にX形にして白色のアルミニウム板を圓の中心に於て廻轉し得る樣裝置したるものなり.第550圖は之を示す。此檢壓器を三相交流回路の各線に一個宛懸くるのみにて大地に接續することを要せず.常時は可動のアルミニウム板は自己の重量にて黑色

第五百四十九圖
ゼネラル電氣會社製
三相靜電型檢漏器

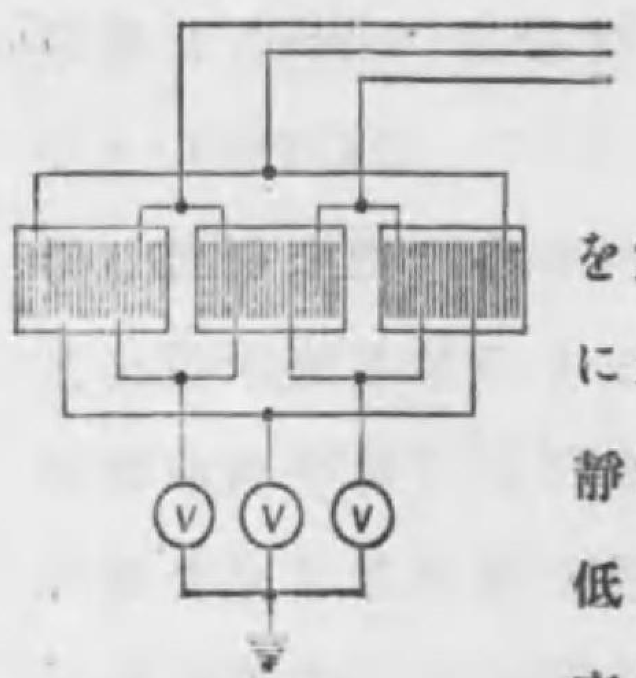
第五百五十圖
檢壓器

板の後に隱るゝも黑色板に加はる電壓が1000ウオルト」を超ふるときは可動板及黑色板間の斥力の爲めに可動板は廻轉して水平の方向に傾き電線及大地間の電位が使用電壓の$\sqrt{\frac{1}{3}}$なるときは全く水平になるも漏電の爲め電線の大地に對する電位差減ずるときは可動板の傾斜も亦減少すべし。之に由て可動板の傾斜の多少に依り漏電の程度を檢知するを得るなり然れども實際に於ては其働作精確ならざるなり。

獨國アルゲマイネ電氣會社製の特別高壓用檢漏器に於ては三個の蓄電器を三角形に結線して檢漏する三相回路に接續し其中間よりタップを取り之に三個の靜電電壓計を接續し各電壓計の一端を大地に接續すること第551圖に示す如くす。此接續に由り靜電電壓計は回路の電壓より低き電壓にて働作し其取扱も亦安全なり且つ各線の漏電の程度を電壓計にて測定することを得るなり。

第五百五十一圖

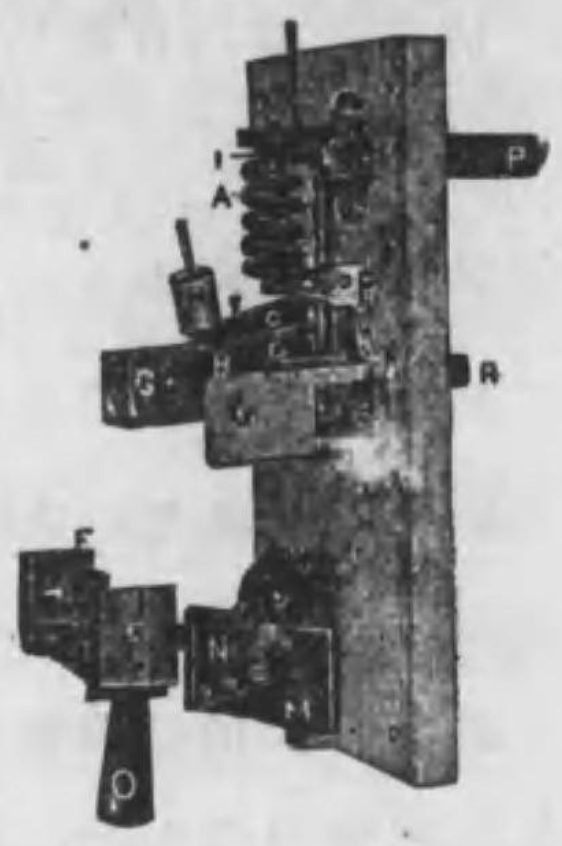
アルゲマイネ電氣會社製三相檢漏器電線接續圖



自働遮斷器——自働遮斷器(Automatic Circuit Breaker)は回路に於て短絡漏電過負荷及其他の源因にて規定以上の電流が通せんとする際其爲に回路の電線及回路に接續する各機械器具に生ずる災害を未發に防ぐが爲に自働的に回路を遮斷し電流を通せしめざる器具にして回路に直列に接續せらる。自働遮斷器に二種あり一は屋內線路に用ふる者と同樣に可鎔片を石盤臺或は陶器台に兩金屬片間に接續し陶器又は木製の蓋を爲したるもの又は包裝可鎔片を用ひたるものにして過電流通の時其鎔解するに由て自働的に回路を遮斷せしむるもの即ち一種の可鎔遮斷器なり是に使用する可鎔片は特に働作を鋭敏になし切斷するや否や互に遠く離れて火花を發生せしめざる爲め中央を地の部分より小ならしめたるものあり之を**退斥可鎔片**(Expulsion Fuse)と云ふ一は電磁作用にて自働的に線路を遮斷するもの是を**電磁自働遮斷器**(Electromagnetic Circuit Breaker)と云ふ。低壓回路に使用する可鎔遮斷器は屋內線路用のものと異らざれども高壓回路に使用するものは鐵臺に回路の電壓に相當する碍子二個を適當の間

爲い取付け其頭部に可鎔片を挿入すべき金物を膠着せしめ之に可鎔片を挿入したるものなり。第552圖は低壓回路に使用する電磁自働遮斷器の一例を示す.Iは鐵心Aは其線輪Cは接極子.P,Rは回路に接續すべき端子.Hは錘にしてCとIとの間隔を加減するに使用せらる. G,G及F,Fは炭素の接觸板にして銅板B′B″がBに挿入し居る間相接觸し回路を閉づ.M,Nは發條にしてB′B″が電磁作用にてBより離れんとする作用を

第五百五十二圖
電磁自働遮斷器



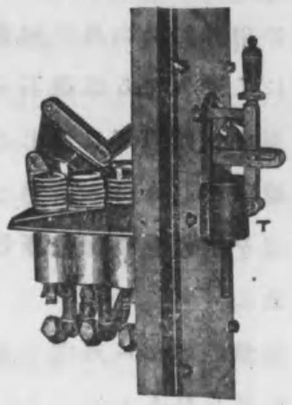
鋭敏ならしむ.常時はOなる把手に依つてB′B″を擧けBに挿入する時は.Oに附着する引金Dに懸り其の位置に止まる.此の際IはAに通ずる電流の爲め磁石となりC.Dを吸引するも.規定以下の電流にてはDはB′B″をBより離すに至らず。若し電流が規定以上に増す時は.IはC,Dを充分に吸引し上部に引きB′B″はBより離れんとするや.Nの發條力にて急に開きて圖に示す位置に來りて回路を遮斷す.其

開くに當り先づB′B″はBより離れ.次にF,F,G,G兩炭素板が接觸より離るゝなれば.たとへ火花を生ずるも炭素板上に於てのみなればB′B″なる銅板を損傷せしむることなし。線輪Aは回路を遮斷する動作を起すものなれば.之を**引外線輪**(Trip Coil)と云ふ遮斷する電流は錘Hを移動せしめて加減することを得.其範圍は規定電流の50%乃至150%なるを通常とす。自働遮斷器に於て直列の引外線輪の外に回路の全電壓を受くる並列線輪にて捲きたる電磁石を裝置し.回路の電壓が規定電壓の50%以下に減じたるとき其接極子にて回路を遮斷せしめ得る構造と爲せるものあり.此種の遮斷器を**低電壓自働遮斷器**(Low Voltage Circuit Breaker)と云ふ。

高壓及特別高壓に使用する自働遮斷器は通常の油入開閉器に自働遮斷裝置を添置したるものにして.之を**自働油入開閉器**(Automatic Oil Circuit Breaker)と云ひ自働的ならざる通常の油入開閉器を**非自働油入開閉器**(Non Automatic Oil Circuit Breaker)と云ふ。遮斷裝置の引外線輪は開閉器の動作把手の下方に配電盤表面に取附けられ.其鐵心は線輪に通ずる電流が規定以上に昇りたるとき働作把手と開閉器開閉杆と

の連鎖を外し開閉器の刃をして其自己重量に由て急激に下降し回路を開かしむるなり。第553圖は三極自働油入開閉器の一例(開閉器の油函を外せり)を示す.Tは遮斷裝置にして內部に引外線輪を藏む.遮斷動作は規定電流の70%乃至150%の範圍に行はれ.

第五百五十三圖
自働三極油入開閉器



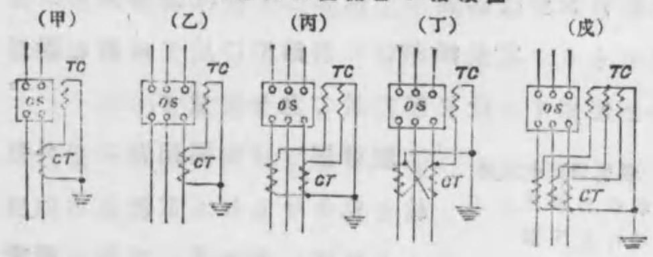
引外線輪の底部にある加減螺旋に依て遮斷電流を加減することを得.把手の終端に取付けられたる釦を押すときは遮斷裝置に依らずして把手にて開閉杆を動かし回路を開閉することを得るなり。是等開閉器及遮斷裝置に於て電氣の通ずる部分と鐵の部分との絶緣耐力は次の區別に依る試驗電壓を以て試驗し十分以上之に耐へざるべからず(電氣工事物規程第十條)

最大使用電壓	試驗電壓
(一) 50,000ヴオルト未滿	最大使用電壓の一倍半

(二) 50,000「ヴオルト」以上　最大使用電壓に25,0000「ヴオルト」を加へたるもの.

引外線輪は電壓2,500「ヴオルト」以下の回路に用ふる自働開閉器に於ては本回路に直列に接續すれども電壓2,500「ヴオルト」以上の回路に於ては變流器を

第五百五十四圖
引外線輪及變流器の接線圖

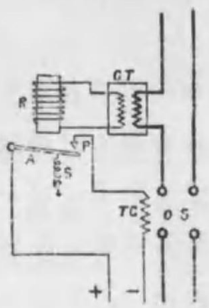


用ひ其二次電流を引外線輪に通せしめ.其電流にて動作せしむ。引外線輪の個數は單相式の場合即ち兩極開閉器に於ては一個.三相式の場合即ち三極開閉器に於ては各相に於て負荷平均する回路には一個.平均せざる回路には二個とす.變流器の數も亦同樣なり。中性點を接地する三相式回路に於ては引外線輪及變流器共に三個なるを要す。

第554圖は引外線輪及變流器の種々の接續法を示す.

OSは油入開閉器. TC は引外線輪. CT は變流器なり. (甲)は單相式にして引外線輪及變流器共に一個.(乙)より(戊)迄は三相式にして(乙)に於ては引外線輪及變流器共に一個なり.(丙)に於ては引外線輪及變流器共に二個にして變流器は逆V形に接續せらる.(丁)に於ては引外線輪一個變流器二個にして變流器は並列に接續せらる.(戊)に於ては中性點接地の場合にして引外線輪及變流器共に三個にして變流器は星形に接續せらる。電動開閉器の自働型に於ては概ね繼電器を使用する故後節に於て之を記載す。

第五百五十五圖
繼電器働作の原理を示す圖



繼電器—自働開閉器の引外線輪を働作せしむる電流を本回路より直接に導かずして.別に**繼電器**(Relay) なる中間器具を使用し間接に引外線輪に電流を通せしむることあり。第555圖に於てTCは引外線輪. CT は變流器.R は電磁石.P は接點.A は接極子.S は發條なりとす。今本回路の電流が規定以上に增加するときは.R に通ずる電流も增加してA を發條の張力に勝ちて吸ひ上げP の接點と

接觸せしむ.爰に於て引外線輪の回路は閉ぢて別の電源より電流之に通じて引外線輪は働作し開閉器を開く.其電源は勵磁機回路又は蓄電池に依り直流にて之を働作せしむるを通常とす。繼電器は此原理に基き製作せらるるも.其引外線輪を働作せしむる原因に由り之に次の數種あり。

(一) **過負荷繼電器**(Overload Relay)回路に於ける過負荷又は短路の場合に働作して開閉器を開き機械器具を保護す。

(二) **逆流繼電器**(Reverse current Relay)發電機を並列に接續して使用する場合に.一個の發電機が其原動機の故障等の爲め電動機に變せんとするとき又は遞昇變壓器を二組以上並列に使用する場合に.一組の變壓器に故障生じて電流が他の一組の二次線より逆流し來るときに働作して開閉器を開き發電機又は變壓器を保護す。

(三)**差働繼電器** (Differential Relay) 回路中に保持されたる平衡が破壞せられたるとき働作して回路中の故障ある部分を回路より開放す。

以上三種の外に電壓過大となりしとき働作する過**電壓繼電器**(Overvoltage Relay) 電壓過小となりしとき

働作する**低電壓繼電器**(Lowvoltage Relay)あれども之は重に電動機回路に使用せらる。繼電器は其働作の速さに由つて之を**瞬間働繼電器**(Instantaneous Relay)**反時限繼電器**(Inverse Timelimit Relay)及**定時限繼電器**(Definite Timelimit Relay)の三種に區別す。瞬間働繼電器とは繼電器を働作せしむる原因が生じたるとき、原因の强弱に拘はらず直に働作するものなり。反時限繼電器とは繼電器を働作せしむる原因が强きときは速く働作し弱きときは遲く働作するものなり。たとへば過負荷繼電器に於ては電流が50「アムペア」を超過したるとき働作するものとせば之を反時限式に爲すときは電流が 100「アムペア」になりたるときは五秒間に働作して開閉器を開くも 200「アムペア」になりたるときは僅かに一秒間に働作する如く、過負荷の程度大なるに從ひ早く開閉器を開くものなり。定時限繼電器とは繼電器を働作せしむる原因が生じてより或る一定の時間を經て始めて働作するものなり。元來如何なる回路に於ても電力供給中は瞬時たりとも供給の杜絶を許さゞるなり。然るに間歇的短絡又は地氣に由つて生ずる電流例へば送電線に竹木等が暫時接觸する場合或は交流發電

機並列運轉に於て生ずる橫流(後章に記す)等の如き甚しき故障を回路に與へざる異常の電流發生したる際にも繼電器は働作して開閉器を開くなれども、此くの如き場合には竹木の自然に送電線より離れる迄の間或は橫流の止む迄の間は繼電器働作せず一定の時間經過の後始めて働作する定時限繼電器を用ふるときは、回路に故障を生せしめずして送電を繼續することを得るなり。又多數の配電線ある場合に其一部に短絡生じ多大の電流通ずる際、短絡の生じたる配電線に於ける自働開閉器が開く以前に發電機回路に於ける自働開閉器が開くときは、配電線全部への電力供給を杜絶することゝなり不便尠からず。此くの如き場合にも、發電機回路に於ける自働開閉器に定時限繼電器を用ひ、配電線に於ける自働開閉器に瞬間働又は反時限繼電器を用ひ、發電機回路の自働開閉器をして故障が或る時間續くに非ざれば開かしむることなからしむれば、短絡の生じたる配電線の自働開閉器のみ開き電力の供給杜絶するも、其他の配電線に影響を與へざる便利あり。繼電器は一般に第555圖に於て認むる如く次の二部分より成る。

(一) 保護すべき回路より電流を受けて働作する受

電部。

(二)　引外線輪回路を開閉する接觸裝置

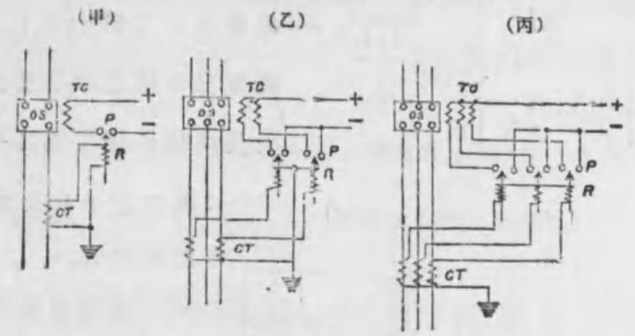
時限繼電器に於ては尙此外に時限裝置を具備す。

受電部は筒線輪又は電磁石若くは電動機より成り.接觸裝置は白金銀又は炭素板の附屬する金具より成り可動部及固定部より成る.可動部は受電部の鐵心又は電動子に連結せられて働作し固定部に接觸し得る樣裝置せらる。引外線輪を働作せしむる電流は第555圖に示すが如く直流電源より導く型式のものと自己の本回路より導く型式のものとの二種あり.前者を**他電働繼電器**(Shunt Trip Relay)と云ひ後者を**自電働繼電器**(Series Trip Relay)と云ふ。他電働繼電器に於ては引外線輪の回路は繼電器働作して接觸裝置が閉ぢたるとき完成し.直流電源(卽ち勵磁機回路又は蓄電池)より之に直流通じて引外線輪働作するなり。自電働繼電器に於ては受電部は引外線輪に直列に接續せられ.接觸裝置は其中間に於て之を短絡し受電部が異常電流を受けたるとき.其異常なる磁氣作用の吸引力の爲に.接觸裝置は開きて異常電流をして引外線輪に通じて之を働作せしむるなり。此型式のものは過負荷繼電器に限られ直流

電源なき場合にのみ使用せらる。第556圖は他電働繼電器の回路接續法を示す.Rは繼電器の受電部.Pは其の接觸裝置にして.其の他の符號は第554圖に於

第五百五十六圖

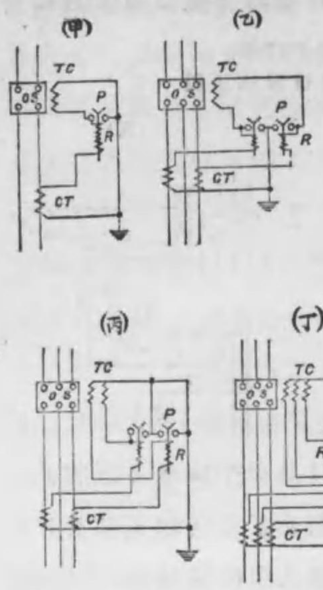
他電働繼電器回路接續圖



けるど同じ(甲)は單相式又は負荷平衡せる三相式に於ける接續法(乙)は負荷平衡せざる三相式に於ける接續法にして.變流器.繼電器及引外線輪共に二個を要す.(丙)は中性點接地せる三相式に於ける接續法にして變流器.繼電器及引外線輪共に三個を要す.何れの接續に於ても引外線輪は直流回路に連結せらるゝなり。第557圖は自電働繼電器の回路接續法を示す.(甲)は單相式又は負荷平衡せる三相式に於ける接續法.(乙)及(丙)は負荷平衡せざる三相式に於ける接續法にして變流器及繼續器は共に二個を要すれども.

引外線輪は(乙)に於ては一個(丙)に於ては二個なり(丁)は中性點接地せる三相式に於ける接續法にして變流器繼電器及引外線輪共に三個を要す。

第五百五十七圖
自電働繼電器回路接續圖

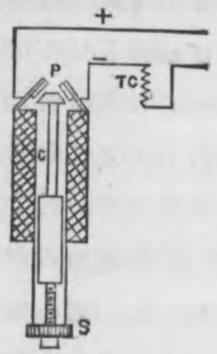


繼電器の構造は各製造所及種類に從て異る.次に其二三の例に就き記載せん。

(一)　交流過負荷瞬間働他電働型繼電器は交流筒線輪より成る.其切斷面は第558圖に示す如く.Pは接觸裝置Cは軟鐵製の鐵心にしてSは其位置を加減する螺旋なり.是に依て働作する電流の限度を調整す。

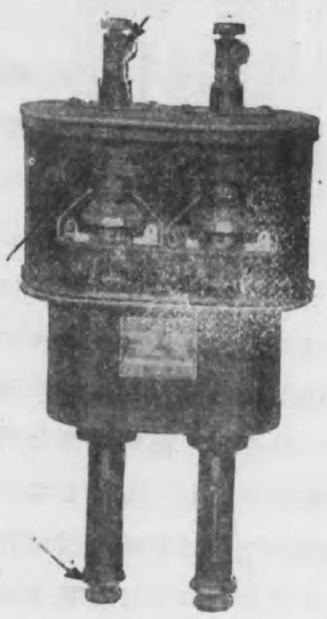
(二)交流過負荷定時限他電働型繼電器は第559圖に示す如く二組の筒線輪.鐵心及接觸裝置より成り.三相線中の二相線に接續せらる.筒線輪に規定以上の電流通ずる場合には.鐵心は吸上げられ.之に反對に

第五百五十八圖
交流過負荷瞬間働他電働繼電器の斷面



加はる錘の重量に反して接觸裝置に於ける接觸を爲さしめんとするも.之に連絡する制動壺は其働作を制御し或る一定時間を經て.始めて接觸を完全ならしむるなり。時間の範圍は一秒乃至五秒にして繼電器を藏むる函の前面に取附けたる目盛板前に在る指示杆を動かし.接觸裝置に於ける接觸片間の距離を變じて加減する事を得るなり.又過負荷の範圍は四「アムペア」乃至八「アムペア」にして目盛板前に在る他の指示杆に依り.筒線輪を回

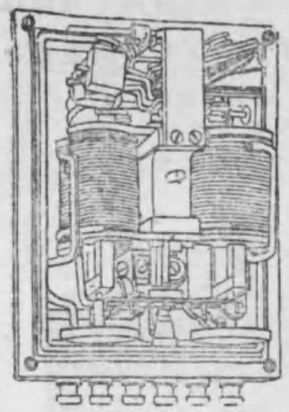
第五百五十九圖
交流過負荷定時限
他電働型繼電器(兩極)



路の内外に動かして之を加減することを得るなり。

(三)交流過負荷反時限他電動型繼電器は第560圖に示す如く二組の筒線輪鐵心及接觸裝置より成り.鐵心の下端には絕緣したる接觸板取附けられ.其線輪に吸引せられて上方に動きたるとき接觸裝置に於て接觸を爲し引外線輪の回路を完成せしむ。鐵心の上端には風櫛取附けられ鐵心の上方に動くときに壓せらるゝも.適當のヴァルヴ裝置にて其壓力を加減し鐵心の動く距離と時間とを筒線輪に通ずる電流に逆比例せしむるなり。

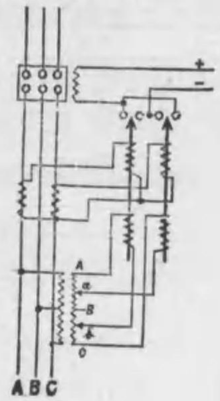
第五百六十圖
交流過負荷反時限他電動型繼電器



過負荷の範圍は四「アムペア」乃至八「アムペア」にして接觸點に取附けたる錘を動かして之を加減することを得るなり.通常は錘を用ひずして四「アムペア」にて働作せしむるものとす。時限調整は前記の定時限型のものと同樣に接觸片間の距離を加減して適當に之を行ふことを得るなり。

(四)交流逆流瞬間働他電働型繼電器は二個宛の直列筒線輪及並列筒線輪並に鐵心及接觸裝置より成る.其回路接續法は第561圖に示す如く.直列線輪は變流器に並列線輪は變壓器に接續せらる。兩線輪は其磁化力相反する樣捲かるる故に平常は鐵心を吸引せざるも.電流の方向異るときは兩磁化力相加はりて鐵心を吸引し.接觸裝置に於ける接觸を爲さしめ引外線輪の回路を完成せしむ。兩並列線輪に通ずる電流を同方向ならしむる爲に變壓器ABの中間aとcとを一線輪に變壓器BCの中間bとAとを他の線輪に接續するものとす。

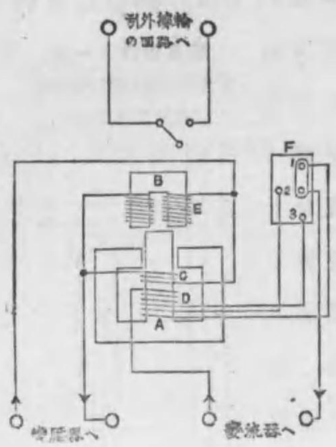
第五百六十一圖
交流逆流瞬間働他電働型繼電器電線接續圖



(五)交流逆流反時限他電働型繼電器は其構造誘導型積算電力計に相似し.廻轉板は接觸裝置を閉づる樣設備せられ其働作は螺旋及槓杆に依て制御せらる。廻轉板は一方に於ては一對の永久磁石間の間隙に動き.他方に於ては一對の電磁石間の間隙に動く.永久磁石は廻轉板の運動を抑制し.廻轉速度增すに從ひ抑制力大なり.卽ち時間に逆

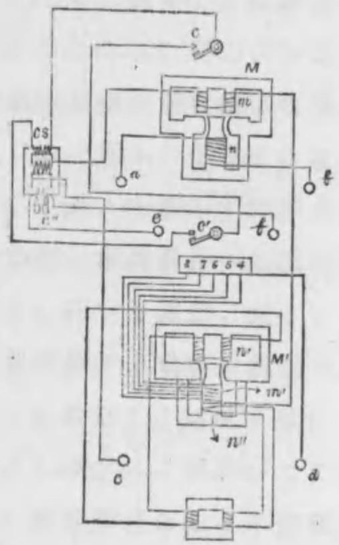
比例を爲す。第562圖は内部の電線接續を示す.A及Bは電磁石の成層鐵心にして恰も誘導型電力計の直列電磁鐵心及並列電磁鐵心に相當す.Aには電壓線輪C及電流線輪D捲かれ.Bには電壓線輪E捲かれ線輪Cと並列に接續せらる。常時はC,Dの電磁作用相反すれども.Dに通ずる電流の方向異るときはC,D兩線輪の電磁作用相加はりて廻轉板を動かし.接觸裝置に於て接觸を爲さしめ.引外線輪の回路を完成せしむ。此働作は前記の如く反時限にして電流の大なるに從ひ速かなり。此繼電器は三相交流回路に於ては各相線に一個宛を要し.其回路接續法は第563圖(乙)に示す如し。

第五百六十二圖
逆流反時限他電働型繼電器の内部電線接續圖

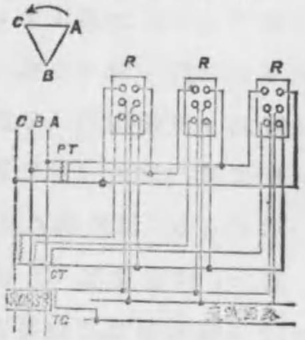


(六)交流逆流定時限他電働型繼電器は二個の電磁石より成り.上部に在る者は電力計の如く捲かれ下部に在る者は電流計に於ける如く捲かる.第563圖(甲)は其内部の電線接續同圖(乙)は三相交流回路への接續法を示す.Mは電力計に相應する電磁石 m は其電流線輪 n は電壓線輪にして a 及 b なる端子に接續せらる。M′は電流計に相應する電磁石.m' は其捲線にして m 及接觸開閉器CSの一捲線に直列に接續せられ.其兩端は端子 c 及 d に接續せらる。c は電磁石Mに由て働作する接觸子.c' は電磁石M′に由て働作する接觸子にしてCSの一捲線に直列に接續せらる.

第五百六十三圖
ウエスチングハウス會社製
交流逆流定時限他電働型繼電器
(甲)
内部電線接續



第五百六十三圖
(乙)
三相交流回路への接續



cは線輪m及nに規定方向の電流通ずる間は開き居るも.電流の方向異なるときは電力計の廻轉板は逆廻轉を爲してcは閉づるなり.c'は線輪m'に通ずる電流が規定値を超へざる間は開き居るも.規定値を超へるときは廻轉板は逆廻轉を爲してc'は閉づるなり。c及c'共に閉づるときはCSに於ける磁力線の配置變化する爲め接觸子c''は閉づるに至る.此接觸子は端子e及fに依て開閉器の引外線輪に接續せらるる故に.接觸子の閉づるや引外線輪は動作して開閉器を開かしむるなり。m'の捲線を加減して接觸子c'を閉づる電流を加減することを得卽ち4,5,6,7又は8アムペア」に於て閉づる樣に調整することを得.其閉づる時間も槓杆作用にて調整することを得るなり.其程度は第563圖(丙)に於て認むる如く銘板に曲線狀に表示せらる. 第563圖(乙)に於てRは繼電器. OSは開開器. PTは變壓器. CTは變流器. TCは引外線輪なり。

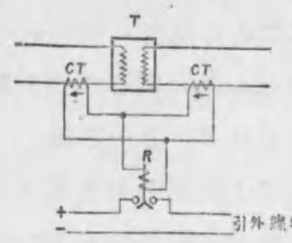
第五百六十三圖
(丙)

(七)差働繼電器は變壓器の數組を使用する場合に其一部分に故障生じたるとき其部分と回路より遮斷する爲に使用せらる。其構造は電磁石及接觸裝置より成れども働作の原理に次に記す如く三種あり。

(一)　電壓平衡式

第564圖(甲)は此式の電線接續を示す.圖中Tは變壓器. CTは變流器.Rは差働繼電器なり。兩變流器の二次電流は相等しくして繼電器に對しては電壓が反對に加はる樣接續せらる.從て常時は繼電器に電流通せずして繼電器は働作せざるも.變壓器内に故障生ずるときは其一次電流と二次電流との比變じ相の關係も異るに至れば.兩變流器の二次電流も亦異りて其差に等しき電流繼電器に通じて變壓器の一次側及二次側の自働開閉器の引外線輪回路を完成せしめ.開閉器は之が爲に開きて變壓器は回路より開放せらる。

第五百六十四圖
差働繼電器接續圖
(甲)
電壓平衡式

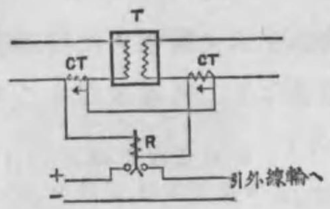


(二)　電流平衡式

第564圖(乙)は此式の電線接續を示す.兩變流器の二次

電流は相等しく同方向にして繼電器に對しては互に反對に通ずる故に常時は繼電器に電流通せざるも變壓器内に故障生ずるときは兩變流器の二次電流に差異を生じて前記の如く繼電器を働作せしむるなり。

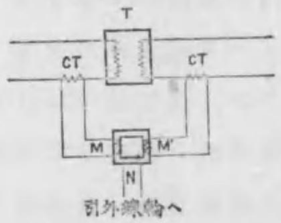
(乙)
電流平衡式



(三)　磁力平衡式

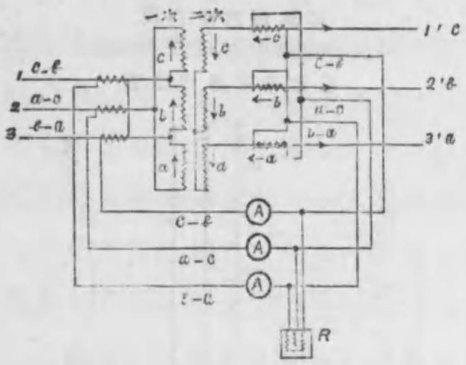
第564圖(丙)は此式の電線接續を示す.二個の線輪M, M′は鐵心に反對に捲かれ一個宛別々に變流器に接續せらる.此の鐵心に引外線輪に接續する他の線輪N捲かれM′Mを一次線輪とする變壓器を形成す.常時はMM′に通ずる電流相等しく反對なる故に.鐵心の磁氣回路に働く起磁力は零にしてNには起電力誘發せざるも.變壓器に故障生じて平均の狀態が破壞せらるるときは.此磁氣回路に起磁力生じNに起電力誘發する故に.引外線輪に電流通じて之を働作せしむるなり。第565圖は三相式に接

(丙)
磁力平衡式



續する變壓器に設くる電流平衡式差働繼電器の電線接續を示す。變壓器の一次線は三角形に二次線は星形に結線せられ.變流器に於ては之に反し一次側星形に二次側三角形に結線せらる。

第五百六十五圖
三相式に接續する變壓器回路に於ける電流平衡式差働電器の電線接續圖

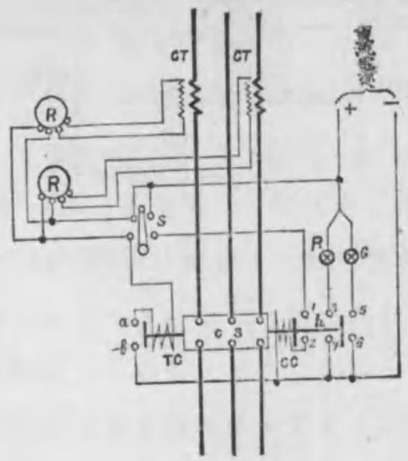


此接續に由て一次側及二次側の導線1,2,3及1′,2′,3の相は相等しくなり.常時は電流平衡するも.變壓器に故障生ずるか又は過負荷の場合に於ては.電流の平衡破ぶれ.繼電器は働作して引外線輪をして開閉器を開かしむるなり。

手働開閉器には繼電器を用ひざるも差支なきも.電働開閉器には概ね繼電器を併用し.別に制御開閉器を備へ.常時は此閉開器に依て電働開閉器の電働部に通ずる電流を制御して之が開閉を行ひ.本回路に異常電流通じたる時は繼電器をして電働部に働作

せしめ直ちに引外線輪に依て開閉器を開かしむ。第566圖は電磁働開閉器及繼電器並に制御回路の電線接續を示す.圖中CTは變流器.Rは單相過負荷反時限繼電器.Sは制御開閉器.OSは三極電磁働開閉器.TCは引外線輪.CCは閉線輪.hは開閉杆.Gは綠色の表示燈.Rは赤色の表示燈なり。開閉器が開きたる場合にはhは右方に働き.接點1は2に.5は6に接觸す.今Sを右方に動かせば直流電源より出づる直流はCCに通じて其電磁作用にて開閉杆を左方に動かし開閉器を閉ざさしむ.同時に接點1と2及5と6の接觸は相離れaはbに.3は4に接觸し.直流はRに通じて是を點火し.開閉器が閉ぢて本回路に電流の通じつゝあるを表示せしむ。次にSを左

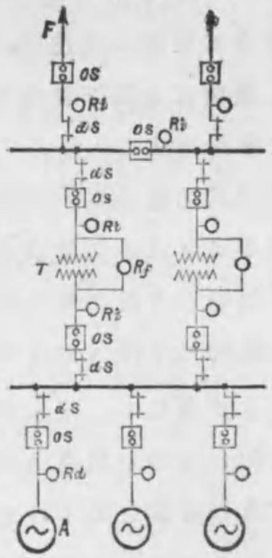
第五百六十六圖
三極電磁働開閉器及過負荷反時限繼電器電線接續圖



方に動かすときは直流はTCに通じ.其電磁作用にて開閉器を開かしむ.同時にaとb及3と4との接觸は離れ1と2及5と6との接觸再び成り.直流はGに通じて之を點火し開閉器の開き居るを表示せしむ。以上の方法は第528圖に於て記載したるど同樣に常時に於て人手に依り開閉する働作を示したる者なれども.繼電器の働作は開閉器の閉ぢられ居る場合に於て起る者にして.異常電流が本回路に通ずるや繼電器は働作し局部直流回路を完成し.制御開閉器Sを左方に動かしたる場合と同樣に直流をTCに通せしめ.其電磁作用にて開閉器を開き異常電流の本回路に通ずるを防ぎ之を保護するものとす。繼電器を接續する變流器の三相式結線法はZ結線法に依るを可とす.此方法に依るときは各變流器及繼電器の各線輪に通ずる電流相等しき故に.各相線の何れに生ずる異常電流も各線輪に一樣に働作するの利ありて.繼電器の働作最も確實なり。以上各種の繼電器に於て如何なる種類のものを回路中如何なる箇所に使用するやは.愼重の考慮を要すれども.一般に電源より遠く負荷に近き自働開閉器には瞬時働繼電器又は反時時限繼電器を使用し.電源に

近き自働開閉器例へば並列に接續する發電機又は遞昇變壓器を制御する自働開閉器には定時限繼電器を用ひ時間の調整は電源に近き繼電器をして遲く働作せしむる樣行ふものとす。然れども遞降變壓器には概ね過負荷反時限繼電器又は差働繼電器を使用し發電機を制御ある自働開閉器には逆流定時限繼電器を使用す第567圖は發電機三臺遞昇變壓器二臺送電線二組を接續せる場合に於ける繼電器接續の一例を示す圖中Aは交流發電機Tは遞昇變壓器Fは送電線OSは繼電器の働作すべき自働開閉器dSは斷路器Rdは逆流過負荷定時限繼電器にして他の發電機より逆流の來りたるとき働作すRiは過負荷反時限繼電器Rfは差働繼電器なり。

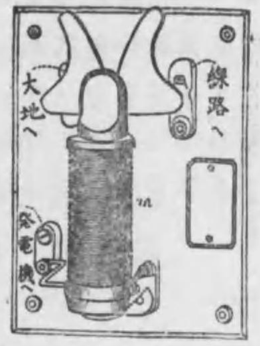
第五百六十七圖
繼電器接續の例



避雷器—特別高壓回路に使用する避雷器は前章に於て之を記載せり。直流回路に使用する避雷器は其

て第568圖に示すものは米國ゼネラル電氣會社に於て製作する**電磁吹消型避雷器**(Magnetic Blowout Type Lightning Arrester)なり此器の働作の原理は雷の爲に避雷器の間隙を通じて大地に放電する際間隙に生ずる電弧を磁力に由て吹き消さしむるにあり此爲にmなる電磁石を備へ之を回路と發電機との間に接續し其磁極に近く相當の間隙を隔てて二個の金屬片を置く雷災の際雷をして之に通じて大地に放電せしめ續いて間隙に生ずる電弧をmの磁力にて吹き消さしむるなり。

五百六十八圖
直流避雷器



第五百六十九圖
高壓多隙避雷器
(甲)
2,500「ヴォルト」用

(乙) 3,500—7,000
「ヴォルト」用

高壓交流回路には概ね多隙避雷器を用ふ第569圖(甲)に示すものは電壓2,500,「ヴォルト」の回路に用ふるウエスチングハウス電氣會社製多隙避雷器にして金屬圓柱七個よ

り成り六個の間隙あり.兩端の金屬柱を回路の二線に接續し中央の金屬柱を大地に接續するなり.同圖(乙)に示すものは電壓3,500「ヴオルト」乃至7,000「ヴオルト」の回路に用ふる多隙避雷器にして間隙の一部に炭素抵抗を並列に接續し.雷が間隙に通じたる際生ずる電弧を一時に消滅せしめずして.炭素抵抗の接續方法に由て數段に分ちて消滅せしむること特別高壓用多隙避雷器に於けると同じ。

第六項　檢視用器具及並列運轉用器具

表示燈—發電機を運轉するに當り開閉器を閉づるに先立ち其發生する電壓を電燈に由て大略驗知せんが爲に發電機盤の上部に白熱燈を備へ發電機と開閉器との中間に接續す.之を表示燈 (Pilot Lamp) と云ふ。表示燈はブラケットにて盤面に取付け盤面の測定器を照さしむ。發電機の運轉を始むる際電壓計を檢視するは勿論なれども.先づ表示燈の光を視て適當の電壓に相應する光力に達するを俟て開閉器を閉づるものとす。交流高壓發電機に於ては表示燈は電壓計用の變壓器の二次回路に電壓計と並列に接續するものとす。

並列運轉用器具—直流發電機は其電壓の相等しきときは廻轉數の如何に拘'はらず之を互に並列に接續運轉することを得れども.交流發電機を並列に運轉するには次の條件を必要とす。

(一) 各交流發電機の電壓相等しきこと.

(二) 各交流發電機の周波數相等しきこと.

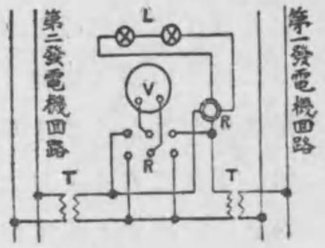
(三) 各交流發電機は同一の相にあるべきこと.

電壓相等しからざるときは發電機を接續する局部回路に其電壓の差に相當する電流通じ.其相は電壓より90度遲るゝを以て.其反作用は電壓の高き方の發電機の磁界を弱くし.電壓の低き方の發電機の磁界を強くし母線の電壓は其中間に在るべし。周波數相等しからざるときは局部回路には周波數の差に相當する脈流通じ.其電壓は零と各發電機の電壓の二倍との間に變化すべし。相に於て異るときは周波數相等しくとも局部回路に一の合成電壓生じ.相の差大なるときは之に由る局部電流多大にして回路に接續する繼電器を働作せしむるか或は發電機の發電子に通じて之を燒損することあるべし。以上の理由により二臺以上の交流發電機を並列に接續して運轉するには.必ず二臺の交流發電機が全く同相になりたる瞬間を表示する器具を具備し運轉開始の際之を檢視するを要す.此目的に使用する

器具を同期檢定器(Synchroscope)と云ふ。

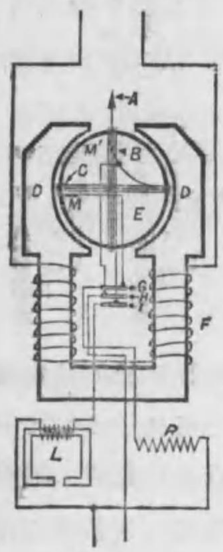
同期檢定器に種々あり最も簡單なるものは並列に接續せんとする兩發電機の相應する一相を互に直列に接續し.之に白熱燈を數個直列に接續したるものなり.白熱燈の數は其接續回路の電壓100「ヴオルト」なるときは100「ヴオルト」燈球二個電壓200「ヴオルト」なるときは同じく四個の割合とす。其回路接續方法は第570圖に示す如し.圖中Tは變壓器Vは電壓計.Rは栓受.Lは白熱燈なり.兩發電機より發生する電流は變壓器を經て同一二次線に通じ.其相が相等しきときは白熱燈の光は極めて徐々に明滅すれども.相が相等しからざるときは烈しく明滅するに由り.其兩相の相互の狀態を檢知するを得るなり.此白熱燈を同期檢定燈(Synchronizing Lamp)と云ふ。同期檢定燈裝置に於ては兩發電機中何れが廻轉早くして相差が幾何なるかを知ることを得ず.從て相が相等しく成りたる瞬間を正確に認むること難し.此目

第五百七十圖
單相交流發電機同期檢定燈接續圖



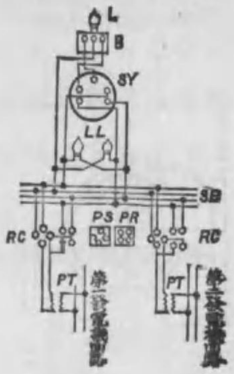
的に適する爲に製作せらるゝ同期檢定器あり.其構造は恰も單相誘導電動機の如く.其磁界卽ち固定電磁石を同期せしむべき交流發電機の回路に接續し.電動子卽ち廻轉電磁石を運轉中の交流發電機の回路に接續するなり。第571圖に示す如く廻轉電磁石は二個の線輪にて互に直角を爲す樣掛かれ.一線輪Mには無誘導抵抗R接續せられ.他の線輪M′にはリアクタンスL接續せられ其に合して運轉中の交流發電機の回路に接續せらる.從てMには發電機回路と同相の電流通じM′には之より或る角遲れたる相の電流通するに由り.廻轉磁界を生ずべし。兩電磁石間の作用は力率計に於けると全く同理にて.兩發電機の周波數相等しく同相なるときは.廻轉電磁石の軸に取付けたる指針は垂亡線上に靜止し.兩發電機の相差角φにして周波數相等しきときは指針は垂直線よりφだけ右又は左に偏し.周波數相等しからざるときは

第五百七十一圖
同期檢定器內部接續圖



φなる角常に變ずる故に指針も亦右又は左に廻轉す。是に由て此同期檢定器を用ひ兩發電機の周波數及相の全く相等しき瞬間を確知し並列に接續運轉せしむることを得るなり.第572圖は三相交流發電機回路に於ける同期檢定器の接續法を示す.圖中SYは同期檢定器.SBは同期母線.RCは栓受.PTは變壓器.Bは同期檢定器に屬する抵抗及リアクタンスを納むる函.Lは白熱燈.PSは運轉開始の發電機に用ふる栓.PRは運轉中のものに用ふる栓なり.ウエスチンスハウス電機會社のSI型同期檢定器に於ては電磁石は總て固定し廻轉子として別に鐵片を電磁石間に裝置し.同期せしむべき發電機に接續する電磁石にて勵磁せしめ.生ずる廻轉磁界の引斥作用にて廻轉子を廻轉せしむ.此廻轉子の軸の子指針を附して同期なるやを檢定するなり.第573圖は此檢定器の外觀を示す。

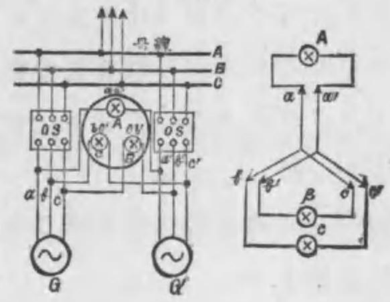
第五百七十二圖
同期檢定器の接續圖



第五百七十三圖
同期檢定器

三相式の場合には白熱燈のみを使用して同期せしむべき發電機の廻轉の遲速を知ることを得る檢定器あり.第574圖に示す如く三個の白熱燈を發電機の回路に接續するものなり。兩發電機の相が一致するときはaa′間には電壓なくして電球Aは點火せず.bc′間及b′c間には一相の全電壓加はる故に電球B及Cは點火すべし。之に反し兩發電機の相が一致せざるときは其廻轉速度の遲速に從ひA.B.C 又は A.C.B の順序にて電球は滅火すべし.發電機Gを運轉中の交流發電機.G′を同期せしむべき交流發電機とすれば.Gの廻轉速度がG′の廻轉速度より大なるときは電球はA.B.C の順序にて滅火するなり.此方法に由て兩發電機の周波數及相の一致する瞬間を檢定するを得るなり。

第五百七十四圖
白熱燈廻轉式同期檢定器
接　續　圖



第七項　機械器具接續法

低壓及高壓配電盤に於ける器具の位置及接續法—配電盤面上に以上記載したる諸器具を裝置する方法及其電線接續法には一定の規則なきも一般に測定器は配電盤面の上部に取附け開閉器抵抗器の把手及栓受の如きは取扱者の手の屆く高さに取附くるものとす尤も積算電力計繼電器の類は盤面の下方に取附くることあり。諸器具の接續法は一般に次の如く行はる。

(一) 主幹開閉器は發電機より來る電線を直ちに之に接續す。

(二) 電壓計及表示燈は主幹開閉器と發電機との中間に於て發電機より來る電線に並列に接續し發電機の運轉を始め電壓發生するや主幹開閉器を閉ぢる以前に其電壓を表示燈及電壓計に依て檢知するを得せしむるものとす。

(三)電流計開閉器自働遮斷器及電力計の電流線輪は主幹開閉器の次に接續す。

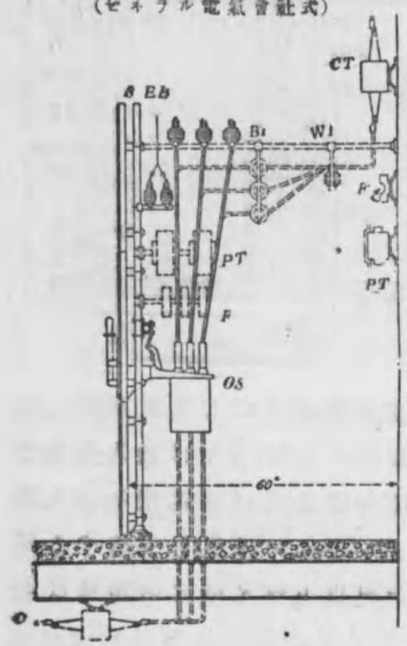
(四)斷路器は以上の諸器具と母線との間に接續す。

(五)饋電線盤に於ては母線より順次に斷路器開閉器

測定器を接續す。

(六)避雷器及塞流線輪は送電線の屋外への引出口に近き箇處に於て之に接續し雷災を發電所内に導かざる樣設備すること可とす調整機を備へる場合には特に盤を設くるか又は特別の設備を爲すことあり。

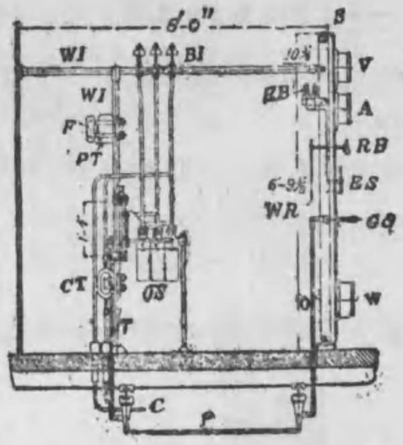
第五百七十五圖
直接制御式高壓配電盤の側面
(セネラル電氣會社式)



直接制御式配電盤に於ては變壓器變流器油入開閉器及斷路器等の諸器具は盤の裏面に取附けらるゝも.離隔制御式配電盤に於ては盤の後方適當の箇所に施設せられ.此等の器具を接續する高壓電線は盤より離隔し.變壓器及變流器の二次線のみを配電盤に導き盤に於ける測定器に之れを接續するなり。第575圖は直接制御高壓配電盤の側面の一例.第576圖は離隔制御式高壓配電盤正面の一例を示す.盤は瓦斯管裝置にて壁

より支持せらる.圖中Sは盤の側面にしてVは電壓計.Aは電流計.Wは電力計. E.Sは界磁開閉器.GSは油入自働開閉器の把手. RHは界磁加減抵抗器の手輪なり。盤の裏面に於てEBは勵磁機母線WRは界磁加減抵抗器を手輪に連絡する鎖なり。盤の後方に於て OSは油入自働開閉器. CTは變流器.PTは變壓器

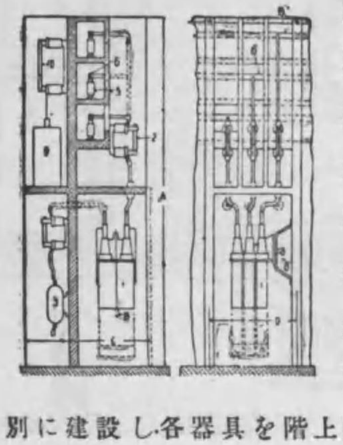
第六十七百五圖
離隔制御式高壓配電盤の側面
(ウエスチングハウス電氣會社式)



Fは,其可鎔遮斷器.BIは母線碍子にして瓦斯管に取附けられ母線を之に架渉せしむ. o.p.rは油入開閉器を其把手に連絡する槓杆裝置.Cは發電機を油入開閉器に接續するケーブルなり。母線を支持する瓦斯管の床上の高さは六尺以上.盤と壁との距離は七尺以上なるを通常とす。

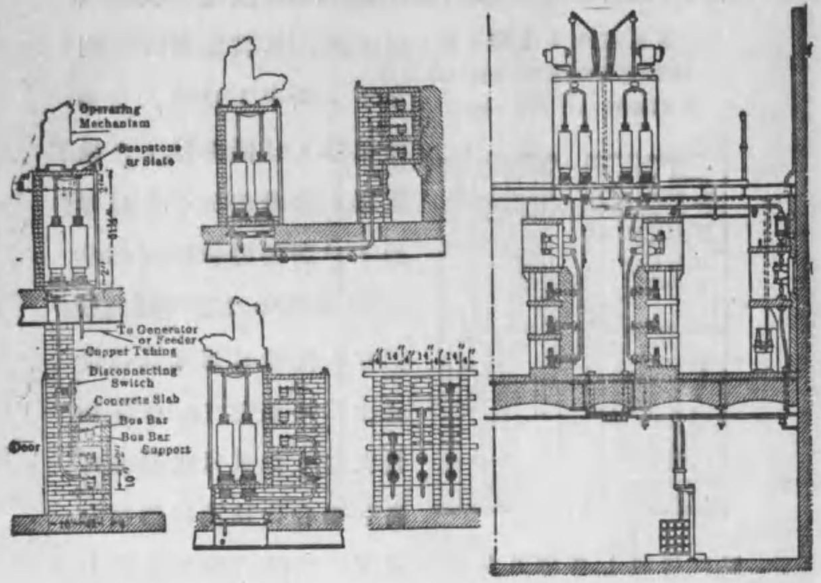
特別高壓配電盤に於ける器具の位置及接續法—特別高壓配電盤に於ける器具の位置及電線接續法は特別高壓配電盤に於けると同樣なれども.電壓高き故に盤の後方に隔壁を設け.其內部に特別高壓器具及母線を取附く.第577圖に於て(甲)は隔壁の橫斷面の一例(乙)は其正面の一例を示す.圖中1は油入自働開閉器.2は斷路器.3は變流器.5は母線碍子.6は母線.8は開閉器働作用鐵杆.9は變壓器.10は其可鎔遮斷器なり.隔壁は煉瓦又は混凝土にて築造す。電氣耐量大なるか又は電壓甚だ高き場合には開閉器室を別に建設し.各器具を階上階下に二段に分て施設し各相母線を別々の隔壁內に施設する事あり。此くの如き場合には配電室に要する建物の面積增大し.地形上發電室より離れたる場所に之等を設置する事あり.然るに配電盤は發電機の運轉を視得る位置に在るを要するを以て.開閉器は總て電氣働とし.界磁加減抵抗器をも電氣働となし.別室に之等を設置し.配電盤よりは單に電線にて是等に連結せしむ.第578圖は大規模發電所に於ける開閉器室及母線室裝置の二三の例を示す。一般に配電盤を設置する室

第五百七十七圖
特別高壓配電盤隔壁內裝置
(甲)橫斷面　(乙)正面



第五百七十八圖

大規模配電室に於ける開閉器室及母線室裝置の一例



の構造に就ては、油入開閉器の破裂、變壓器、變流器の燒損、避雷器の放電等に際し之に隣接する他の器具に危險を誘起せざる樣注意するを要す。母線の大地に對する許すべき最小距離及各母線間の最小間隔は其電壓に從ひ第109表に示す如し。大發電所に於ては電力にて運轉する補助機械の運轉繼電器の働作

第百九表

母線間の最小間隔

電壓〔ヴオルト〕	母線間の間隔 吋	大地への距離 吋
6,600	8	6
15,000	10	7
22,000	12	8—10
33,000	18	10—12
45,000	25	13
66,000	36	19
100,000	56	30

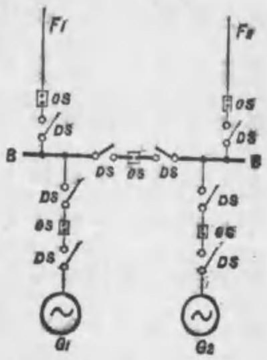
及他に多量の直流を要するを以て直流の電源として蓄電池及之に充電する電動發電機を設備し、其配電盤を便宜の場所に設置するものとす。

母線と送電線との接續—二臺の發電機より二組の送電線に送電する場合に一組の母線を用ふるものとすれば、其電線接續方法は第579圖に示す如く、發電機G_1及G_2を母線BBに接續し之に送電線F_1及F_2を接續す。OSは油入開閉器DSは斷路器にして、母線に斷路器を用ふるに由り兩發電機を各送電線に對し各自獨立して使用することを得、又之を並列に連結することを得るなり、或は又一方の發電機に故障ある場合には他の發電機より送電することをも得る故に、此等の發電機は相互に豫備とも成るなり。然れども若し母線又は送電線に於ける開閉器に故障ある場合には、其部分への送電を中止せざるべからず、此故に規模大なる發電所に於ては、第580圖に示す如く二組の母線を用ひ、之に各發電機及各送

第五百七十九圖

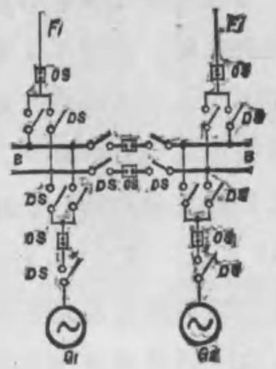
母線接續圖

母線一組の場合



開閉は又線母の方一へとたとは.きとするを續接を線電

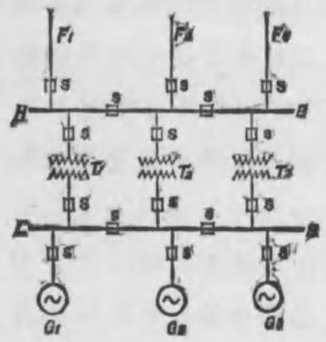
第五百八十圖
母線接續圖
母線二組の場合



器に故障あるとも.他方の母線又は開閉器を用ひて送電を繼續することを得るなり.且又何れの發電機を何れの送電線にも連結することを得.尙又總ての發電機を並列に連結する事を得る故に取扱上便利なり。發電機及送電線の數が二組以上ある場合にも之と同樣の方法によりて接續するを得るなり。時として兩母線を連結する開閉器を設くることあり.此開閉器は各發電機が並例に連結せらるゝ場合に母線の電流密度を最小に保持する爲に使用せらる。遞昇變壓器に依り送電する場合には.變壓器の一次低壓側に低壓母線を備へ二次高壓側に高壓母線を備へ第581圖に示す如く接續す.此接續方法に依り發電機及變壓器は並列にも又個々別々にも接續することを得.且又一臺の發電機にて二基の變壓器に或は二臺の發電機にて二基若しくは三基の變壓器に任意に給電するこ

とを得るなり。此くの如き場合にも第580圖に示すと同樣に各母線を二重に設備するを可とす。此他母線の接續方法に種々あれども爰には省略す。

第五百八十一圖
母線接續圖
遞昇變壓器使用の場合



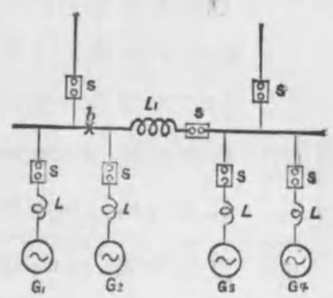
大規模發電所に於て制御法電氣的にして開閉器斷路器等の數多く.母線も二重なるときは.取扱者をして全送電系統を明かにし取扱上の錯誤なからしめん爲に.支配盤又は送電線盤上に全母線の模型を設け各開閉器斷路器等の位置を示し.油入開閉器の位置には青赤の表示燈を置き.其開閉に際し此等の電燈が自働的に開閉を示す樣設備するものとす。配電室に於ける各電線は其電壓の種類に應じ色別に塗り.一見して其電壓の種類を認識するを得る樣設備するを可とす.

一組の變壓器に二組の送電線を接續するときは.若し一組の送電線の送電を中止する場合に其開閉器を開くときは.電氣動搖の生ずる虞れあり.之に由て

電壓の甚だ高き場合には成べく一組の變壓器より一組の送電線に供給するべく設備するを可とす。送電線に短絡生ずる時は發電機より多大の電流流通するに至るべし。發電機の發電子は之を防ぐべく相當のリアクタンスを有する樣製作せらるゝも、短絡電流に由て生ずる磁力線の變化は發電子の鐵心に通ずる爲め、短絡電流の變化に伴はず必ず之より遲る。從て此磁力線の變化に由て生ずる反起電力も亦短絡電流の變化に遲れて發生する故に、たとへリアクタンスあるも短絡電流の變化に伴つて之を抑制するを得ず數秒遲れて短絡電流を小ならしむるなり。短絡の生じたる瞬間に於ては短絡電流は規定電流の十倍に昇る事あり、或る時間を經てリアクタンスの爲に一倍半乃至二倍の一定電流に達するなり。從て斯くの如き多大の短絡電流通ずるときは開閉器の遮斷裝置は燒損するに至るべし。之を豫防する爲めに鐵を使用せざるリアクタンスを發電機の回路に接續することあり。之には木又は陶器の枠に銅線を數十回捲きたるものを用ふ。此リアクタンスは鐵を有せざる爲め短絡電流に由て生ずる磁力線の變化は短絡電流の變化に伴ふ故に短絡の生ずるとも殆んど同時にリアクタンスは作用して

電流の增加を制限し障害の發生を防止すべし。斯くの如きリアクタンスを**限力リアクタンス** (Current Limiting Reactance)と云ふ。限力リアクタンスは發電機回路に接續するのみならず、母線の短絡より生ずる障害を豫防する爲に母線にも之を接續して發電機を保護せしむることあり。第578圖は限力リアクタンス接續の一例を示す。

第五百八十二圖
限力リアクタンス接續圖



圖中Gは發電機、Sは開閉器、Lは限力リアクタンスにしてL1は母線に接續せらるゝ限力リアクタンスなり。此限力リアクタンスの爲に、たとへばbに於て短絡生ずるも之に向て各發電機より流通する電流は制限せられbに近き開閉器を安全に開き、然る後母線開閉器にて此部分を送電系統より遮斷し短絡箇所を安全に修理復舊せしむることを得るなり。此理に由て大規模の發電所に於ては限力リアクタンスの設備は缺くべからざるものとす。尤も此爲に母線中に少許の電壓降下あるは免れざるなり。

母線は同種類の電流の集合する幹線なるに由り發電機回路に於てのみならず次の如く種類あり。

(一) 勵磁機母線(Exciter Bus)

二基以上の勵磁機を設備する場合に各勵磁機を之に接續す。

(二) 直流母線(D.C. Bus)

引外線輪の直流回路其他補助機械を動作せしむる直流回路を之に接續す.電源としては勵磁機回路より分岐せしむることあり或は別に蓄電池を使用することあり。

(三) 同期母線 (Synchronizing Bus)

各發電機及同期檢定器を之に接續す。

(四) 接地母線(Ground Bus)

測定器用變壓器及變流器の二次回路.配電盤の鐵部等の接地せしむべきものを之に接續す。

母線中高壓以上の電流の通ずるものは配電盤の後方に人の觸れざる樣床上高く相當碍子にて支持せしめ.低壓電流の通ずる以上四種の母線は配電盤の裏面に取附くるも差支なし。

母線の材料には裸銅線又は裸銅板を用ふ.其大さは

形狀及通過電流に從て第110表に示す如く定むるものとす.配電室內に於て母線及其他の電線を支持す

第　百　十　表

銅の母線表

大さ	電流アムペア	每平方吋のアムペア	サーキユラーミル	平方ミル	每一呎の抵抗〔オーム〕	每一呎の重量〔ポンド〕
1″×$\frac{1}{4}$″	433	1732	318,310	250.000	.0000336	.79
1$\frac{1}{4}$″×$\frac{1}{4}$″	530	1695	397,290	312.000	.0000269	1.21
1$\frac{1}{2}$″×$\frac{1}{4}$″	626	1669	477,465	375.000	.0000223	1.45
1$\frac{3}{4}$″×$\frac{1}{4}$″	725	1657	556,400	437.000	.0000192	1.70
1$\frac{1}{4}$″×$\frac{3}{8}$″	676	1442	596,830	468.750	.0000179	1.82
1$\frac{1}{2}$″×$\frac{3}{8}$″	798	1418	719,200	562.500	.0000149	2.18
1$\frac{3}{4}$″×$\frac{3}{8}$″	916	1395	835,600	656.250	.0000128	2.54
2″×$\frac{3}{8}$″	1035	1380	954,930	750.000	.0000112	2.92
2$\frac{1}{4}$″×$\frac{3}{8}$″	1154	1367	1,074,300	843.750	.0000995	3.27
2$\frac{1}{2}$″×$\frac{3}{8}$″	1500	1200	1,591,550	1,250.000	.0000672	4.6
1$\frac{1}{2}$″×$\frac{1}{2}$″	1715	1097	1,989,440	1,562.500	.0000537	6.07
2″×$\frac{1}{2}$″	1222	1222	1,273,240	1,000.000	.0000840	3.89
B.S.#0000	267	1606	211,600	166.190	.0000505	.64
直徑$\frac{1}{2}$″丸棒	305	1552	250,000	176.350	.0000428	.76
直徑$\frac{5}{8}$″丸棒	425	1388	390,625	305.796	.0000273	1.18
直徑$\frac{3}{4}$″丸棒	560	1267	562,500	441.787	.0000190	1.71
直徑 1″丸棒	861	1096	1,000,000	785.400	.0000107	3.05

此表に記載せる電流は負荷率五十パーセントにして
溫度の上昇攝氏十度として算出せるものなり

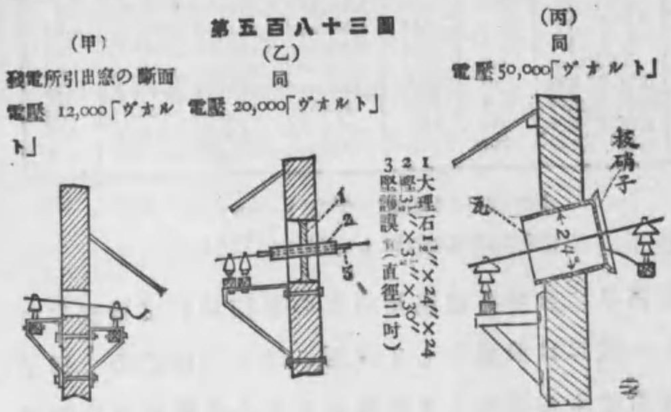
る碍子には屋外線路用のものを使用して差支なきも.一般には筒形にして表面に波狀の凹凸ある碍子使用せらる.然れども凹凸あるものは塵埃之に附着し易く絕緣力を低下せしむる虞れあれば.寧ろ割合に長き筒形の碍子を使用するを可とす。

配電室內に布設する高壓以上の電線には裸銅線を用ふるを普通とし.發電機より配電盤に至る電線に

は鎧装紙ケーブル又は浸漬布紙ケーブルを使用するものとす。

電線を屋外に引出するには低壓及高壓式に於ては其電壓に耐へる碍管を家屋の壁を貫きて裝置し之に電線を貫通せしむ.特別高壓式に於ては屋外線路が地中式なるときは屋內に地下室を設け此處に於て適當なる接續方法を施し.架空式なるときは電線を引出すべき特別の窓を作り此處に於て外線に接續す.第583圖は其一例を示す.(甲)に於ては壁に穿ちた

第五百八十三圖



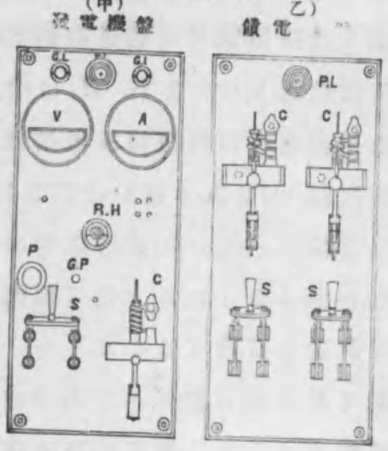
る孔の中央に電線を通せしむるのみなれども.(乙)及(丙)に於ては相當電壓に耐へる碍管を裝置し之に電線を貫通せしむ。此引出窓近くに避雷器を設置し引出線に接續するものとす。

配電盤に於ける器具の電線接續の例—配電盤に設備する器具の種類及其電線接續法は器具の製造者及之を使用する技術者によりて異り一樣ならず.其使用目的に由ても亦異るを以て爰に詳記せず.次に二三の例を記するのみとす。

第584圖はウエスチングハウス電機會社製直流低壓式配電盤を示し.第585圖は其電線接續法を示す.盤は大理石より成り其厚さ $1\frac{1}{4}$ 吋.幅22吋.高さ4呎なり.各盤

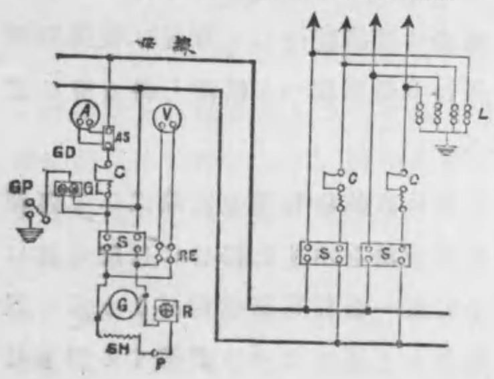
第五百八十四圖

ウエスチングハウス直流低壓式配電盤



第五百八十五圖

ウエスチングハウス直流低壓式配電盤電線接續



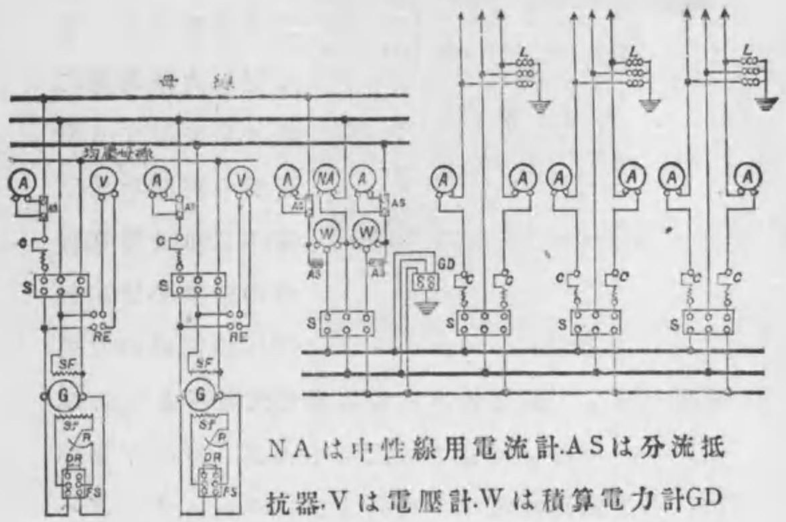
はアングル鋼鐵枠にて之を狹み長さ凡そ二呎の瓦斯管にて之を支持せしめ.發電所內適當の場所に壁より三呎以上の距離に建設し壁より鐵ボルトにて支持せしむ。設備する器具は圖に示す如くGは發電機Sは開閉器Cは電磁遮斷器.Aは電流計. ASは分流抵抗器.Vは電壓計. GLは檢漏器用電球. GPは同上用押釦.Rは界磁加減抵抗器. RHは其手輪.Pは栓開閉器.P.Lは表示燈Lは避雷器.REは栓受. SHは界磁捲線を示す。電磁遮斷器の代りに包裝可鎔遮斷器を用ふることあり.饋電線盤に於て各饋電線每に電流計を設備することあり。避雷器は盤の後方に於て饋電線の屋外への引出口に近く各饋電線每に接續するなり。數臺の發電機を並列に連結して運轉する場合には電壓計は各發電機每に備へず.單に一個を盤の上側端に可搖腕金にて取附け.栓開閉器及栓受を用ひ何れの發電機へも接續し得る樣に設備するものとす。

第586圖は二臺の複捲直流發電機を三線式にて運轉する場合の電線接續法を示す.此場合には配電盤は發電機盤二面全量盤一面饋電線盤數面より成る(圖に於ては饋電線盤を三面となせり)設備する器具は

圖に示す如くGは發電機Rは界磁加減抵抗器. FSは兩極双投界磁開閉器. DRは界磁用放電抵抗.REは栓受.Sは三極開閉器.Cは電磁遮斷器.Aは電流計

第五百八十六圖

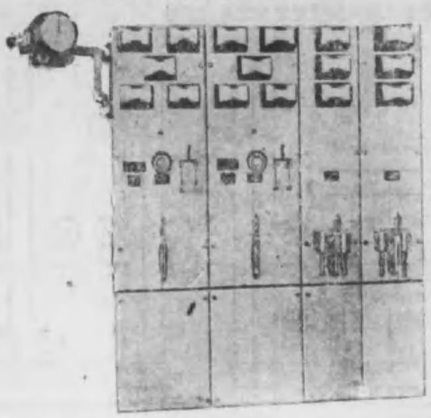
複捲直流發電機三線式接續配電盤電線接續圖



NAは中性線用電流計.ASは分流抵抗器.Vは電壓計.Wは積算電力計GDは檢漏器.Lは避雷器なり.又Sfは並列界磁捲線 FSは直列界磁捲線を示す。**圖中均壓線**(Equalizer)とは兩發電機の界磁捲線を接續するものにして.之に由て兩界磁の磁力を平均せしめ其起電力を相等しからしむる爲めに施設せらる。全量盤は必ずしも必要に非ず.各饋電線盤に於ける測定器に依て.發生電

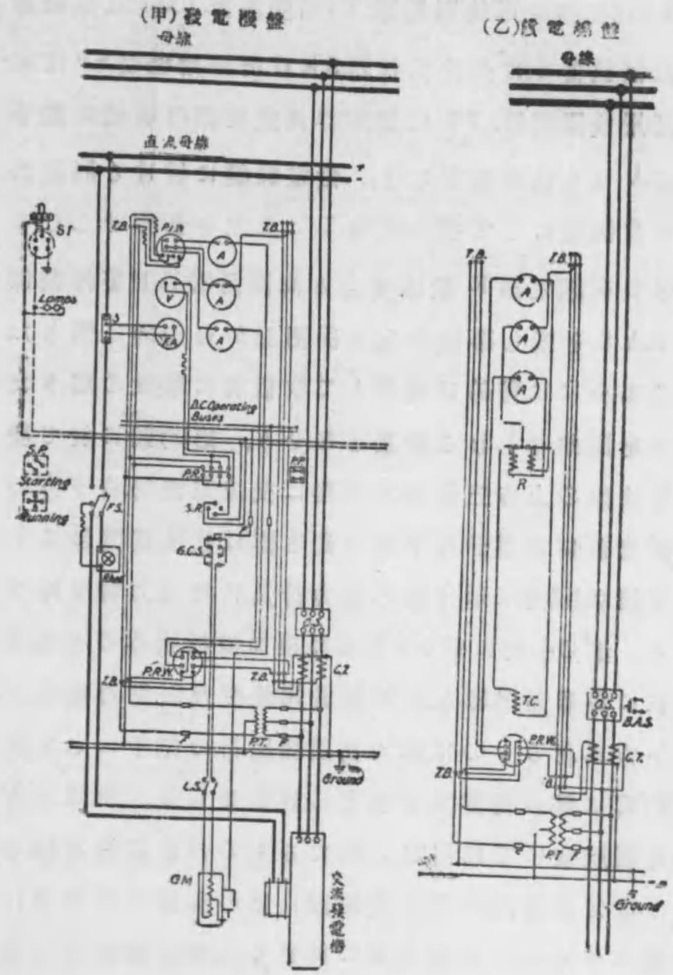
力の合計を知ることを得れども全量盤を設くるときは常に即時に總發生電力を測知することを得る便利あり。

第五百八十七圖
ゼネラル電氣會社製
三相交流高壓配電盤前面圖

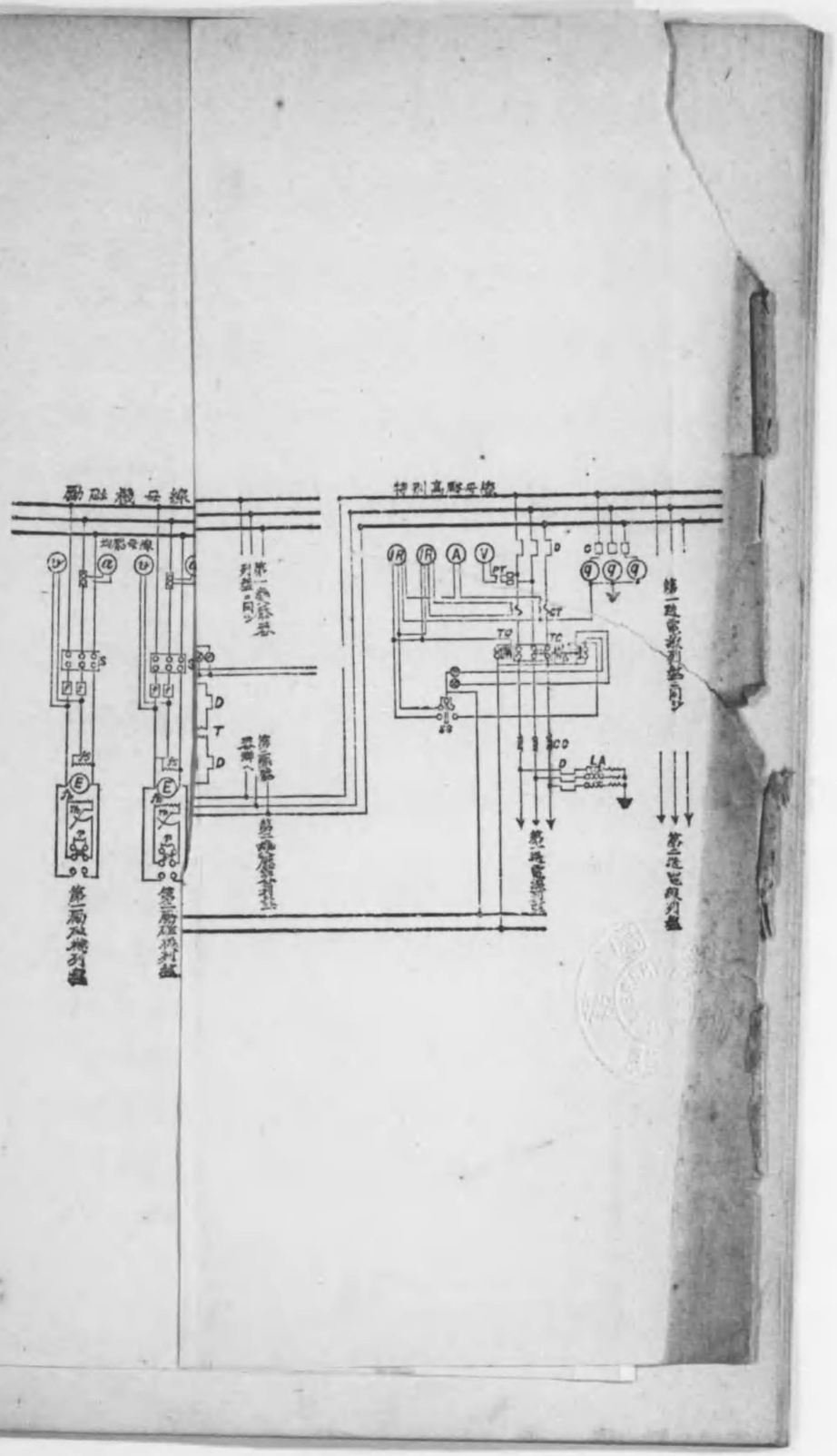


第587圖はゼネラル電氣會社製三相交流高壓發電機二臺と三相式饋電線二組とを支配する配電盤の前面を示し、第588圖(甲)は發電機盤の電線接續同圖(乙)は饋電線の電線接續を示す。盤は各々三枚の青色大理石より成る。其厚さ$1\frac{1}{2}$吋幅24吋高さは上部中部共に31吋下部28吋にして總高90吋なり。支持方法はウエスチングハウス配電盤に於けると同樣に鐵枠及瓦斯管を以てす。盤に設備する器具は圖に示す如くAは交流電流計CTは變流器、Fは高壓可鎔遮斷器、F.Aは界磁電流計F.Sは界磁開閉器、G.C.Sは原動機の調速機制禦開閉器、L.Sは時限開閉器(調速機制禦電動機GMに含有せらる)O.Sは油入開閉器、P.I.W.は三相式指示電力

第五百八十八圖
三相交流高壓式配電盤電線接續圖

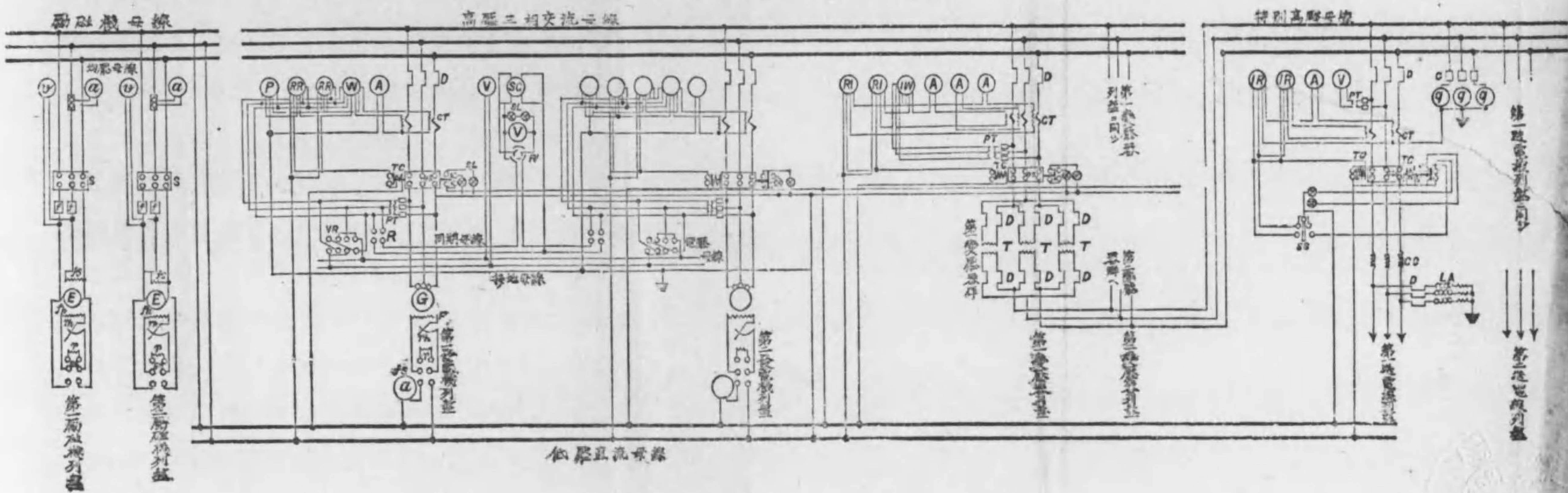


計.P.R.W.は三相式積算電力計.P.R は電壓計用栓受.P.P.は電壓計用栓開閉器.P.Tは變壓器.Rheo は界磁加減抵抗器.S は分流抵抗器.S.R は同期用栓受.S.P は同期用栓開閉器.T.B は變壓器及變流器の導線用端子板.V は交流電壓計なり。饋電線盤に於ける開閉器は自働型にして引外線輪.T.C. 及之を働作せしむる過負荷繼電器R 設備せらる.尙開閉器には警鈴裝置B.A.S を附し事故の爲め開閉器が自働的に開きたる場合には.警鈴は鳴動して取扱者に事故の起りたるを認知せしむる裝置となせり。第587圖に於て發電機盤の上方三個の測定器は交流電流計.右下方の測定器は電壓計.左下方の測定器は直流電流計にして.第588圖(甲)に示す表示電力計及積算電力計を略せり。盤の中央に在るものは界磁加減抵抗器の手輪.其右に界磁開閉器.左に電壓計用栓受及同期用栓受.其下方に在るものは油入高壓開閉器の把手にして開閉器は盤の裏面又は後方に設置せらる。左端上方可搖腕金にて取附けられたるものは同期檢定器なり.測定器用變壓器及變流器は盤の裏面又は後方に設置せらる。饋電線盤に於ける三個の測定器は電流計.其下方に在るものは油入自働開閉器なり.此圖



第五百八十九圖

三相交流特別高壓配電盤電線接續圖



に於ては第578圖(乙)に示す繼電器及積算電力計は通常最下の盤面に取附けらる。

第589圖は勵磁機二臺.交流發電機二臺.遞昇變壓器二組六臺.送電線二組を支配する特別高壓配電盤の電線接續法の一例を示す.圖中Aは交流電流計.αは直流電流計.C.Tは變流器.C.Cは塞流線輪.Cは檢漏器用蓄電器Dは斷路器.Eは勵磁機.E.Sは界磁用開閉器.Fは交流發電機の界磁捲線.fは可鎔遮斷器.fhは界磁並列線輪,fsは界磁直列線輪.gは靜電檢漏器.Gは交流發電機.L.Aは避雷器.O.Sは油入自働開閉器.OSSは油入電磁働開閉器.Pは力率計.PTは變壓器.rhは界磁加減抵抗器.rは界磁放電用抵抗.RRは逆流定時限繼電器(他電働)RIは過負荷反時限繼電器(他電働)R及R'は同期用栓受.Sは直流開閉器.SLは表示燈.SSは電磁開閉器を制御する開閉器.SCは同期檢定器.Tは遞昇變壓器.Vは交流電壓計.VRは電壓計用栓受.vは直流電壓計.Wは三相式指示電力計.IWは三相式積算電力計なり。是等諸器具の內自働開閉器.特別高壓の變壓器.變流器.斷路器.變壓器用可鎔遮斷器は

盤の裏面又は後方隔壁内に之を設置し.交流電壓計及檢漏器は可搖腕金にて盤の一端に取附く.其他の測定器及器具は盤の前面に裝置せらる。

第十五章

原動機

第一項 汎論

原動力及原動機の種類—凡そ電氣は一種の勢力なれども創造せられ得るものに非ず.必ずや他の勢力を或る方法にて電氣の勢力に變せしめ.然る後始めて是を種々に應用するを得るなり。電氣の勢力に變ずることを得る勢力は種々あれども.工業上汎く用ひらるる物は機械的勢力及化學的勢力なりとす。機械的勢力を電氣的勢力に變ずるものは發電機にして.化學的勢力を電氣的勢力に變ずるものは各種の電池なり。機械的勢力は天然に蓄へられたる勢力を或る方法にて變じたるものにして.此媒介を爲すものを**原動機**(Prime Mover)と云ひ.其の勢力を**原動力**(Primary Motive Power)と云ふ。

天然に蓄へられたる勢力中容易に機械的勢力に變ずることを得るものは各種の燃料(石炭.石油.瓦斯の類)及び水流(河流瀑布の類)中に在る勢力なり。此外

風力の如きも容易に機械的勢力に變ずることを得るも未だ大規模に實用する方法なし。燃料より機械的勢力を得るには之を燃燒又は酸化せしめ其熱に由て氣體を膨脹せしめ其の膨脹力に由つて有する勢力を機械的勢力に變せしむるに在り。燃料には石炭石油及瓦斯の三種あり石炭を燃燒して水を熱し蒸汽に變せしめ其の膨脹力に由て機械的勢力を起さしむる原動機を**蒸汽機關**(Steam Engine)と云ふ。或る方法にて石油の蒸汽を作り之に空氣を混じ點火するときは其の燃燒に由て混合瓦斯を生ず此瓦斯の膨脹に由て機械的勢力を起さしむる原動機を**石油機關** (Oil Engine) と云ひ石油の代りに可熱性瓦斯を用ふるものを**瓦斯機關** (Gas Engine) と云ふ。

以上二種の機關に於ては燃料の燃燒が機關の内部に於て行はるるものなれば之を**内燃機關** (Internal Combustion Engine) と云ふ。以上三種の機關に於ては熱の形に於ける勢力が機械的勢力に變ずるものなれば之を總稱して**熱機關** (Heat Engine) と云ふ。水流より機械的勢力を得るには水を適當の機械に導き入れ水流の有する勢力を機械的勢力に變せしむるに在り此機械を**水力機關** (Hydraulic Engine) といふ。

蒸汽機關は二部分の組合はせよりなる一は燃料を燃燒して其熱に由て水を熱し蒸汽に變せしむる裝置是を**汽罐** (Boiler) と云ひ一は汽罐に於て生じたる蒸汽の膨脹力に由て機械的働作を爲さしむる機械にして是を**汽機** (Steam Engine) と云ふ。瓦斯機關も二部分の組合せより成る一は石炭を燃燒して瓦斯を發生せしむる裝置是を**瓦斯發生器**(Gas Producer)と云ひ一は瓦斯の膨脹力に由て機械的働作を爲さしむる機械にして之を**瓦斯發動機**(Gas Engine) と云ふ。

壓力—氣體の膨脹力を氣體の**壓力** (Pressure) と云ひ氣體が蒸汽なるときは之を**汽壓**(Steam Pressure)と云ふ。水流に高低の差あるときは之に基く水の壓力を生ず水を壓搾するときは亦同じく壓力を生ず之を**水壓** (Water Pressure) と云ふ。

壓力の單位は單位面積上に壓する力を以て表はす通常一平方吋に若干「ポンド」の壓力なりと云ふ空氣の壓力は毎平方吋 14.7「ポンド」にして高さ約30吋又は 760「ミリメートル」の水銀柱の下端に起る壓力に等しく水の壓力は水柱の高さ一呎に付毎平方吋 .434「ポンド」なり。壓力を測る測定器を**壓力計**(Pressure Gauge)と云ふ壓力計に現はるる壓力は測らんと

する壓力と其所に於ける空氣の壓力との差を示すものなり之を**壓力計壓力**(Gauge Pressure)と云ふ之に空氣の壓力を加へたるものが眞の壓力にして之を**絶體壓力**(Absolute Pressure)と云ふ。

第二項　汽罐及煙突

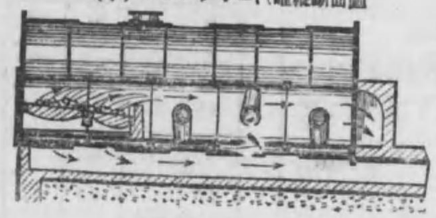
汽罐の種類—汽罐内に於て發生する蒸汽は或る壓力を以て蒸發するものなれば汽罐を構成する主要部分は其壓力の一倍半乃至二倍に耐へ得る鋼鐵にて製作せらる。其形狀及構造は種々あれども次の數種を主なるものとす。

(一)罐胴式　コルニッシュ式
　　ランカシアー式
(二)煙管式　レターンチユブラー式
　　機關車式
　　舶用式
(三)水管式

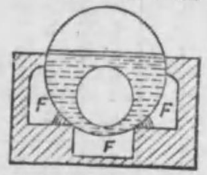
罐胴式汽罐—**罐胴式汽罐**(Cylindrical Boiler)は第590圖に示すが如く長き圓筒狀を爲す其内部に圓筒狀の鐵管あり是を**煙管**(Fluetube)と云ふ煙管の内部に數本の小鐵管が交互縱横に取付られ水は是に通じ

て煙管の周圍に罐胴内に循環するを得るなり此縱横に取付けらるる鐵管を**ガロウエー**管(Galloway Tube)と云ふ。此の汽罐を据付くるには圖に示す如く地盤を混凝土にて固め其上に煉瓦にて据付基礎を作り是に罐を据へ全部を煉瓦にて包み左右及下方に煙道を設け煙管の内部に於て其の前方に設けたる火爐(Furnace)上にて石炭を燃燒せしむるなり。

第五百九十圖
(甲)コルニッシュ汽罐縱斷面圖



(乙)同上橫斷面圖



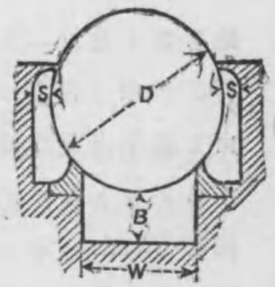
火爐に於て發生する熱したる煙は煙管内のガロウエー管を横切りて罐胴の後方に出で左右兩側の煙道を經て前方に至りて下方の煙道に轉じ是を經て再び罐胴の後方に出で煙突に奔出するなり。是に由て罐胴内の水は左右前後に熱を受けて速に蒸發するが如きなれども水の熱を受くる面積即ち受熱面積(Heating Surface)が全面積に比し割合に少き爲に蒸汽の發生迅速ならず從つて電燈事業の如く高

第百十一表

罐胴式汽罐寸法表

コルニツシユ汽罐					
直徑	長	煙管の徑	罐格長	罐格面積	受熱面積
呎吋	呎	呎吋	呎吋	平方呎	平方呎
4 0	12	2 0	3 6	7	135
4 0	12	2 0	4 0	8	170
4 6	12	2 3	4 0	9	190
4 6	15	2 3	4 6	10.1	230
4 6	12	2 6	5 0	10	210
5 0	15	2 6	5 6	11.25	255
5 0	18	2 6	5 0	12.5	305
5 0	21	2 6	5 6	13.75	350
5 6	18	2 9	5 0	13.75	350
5 6	21	2 9	5 0	15.1	450
5 6	24	2 9	6 0	16.5	470
6 0	18	3 0	5 0	15.0	370
6 0	21	3 0	5 6	16.5	435
6 0	24	3 0	6 0	18.0	500
ランカシヤー汽罐					
5 6	18	2 6	4 6	22.5	420
6 6	21	2 6	5 0	25	493
6 6	24	2 6	5 6	27.5	564
6 6	27	2 6	6 0	30.	633
7 0	21	2 9	5	27.5	511
7 0	24	2 9	5 6	30.25	620
7 0	27	2 9	6 0	33	695
7 0	30	2 9	6 0	33	775
7 6	21	3 0	5 0	30	587
7 6	24	3 0	6 5	33	673
7 6	27	3 0	6 0	36	752
7 6	33	3 0	6 0	36	839
8 0	21	3 3	5 0	32.5	626
8 0	24	3 3	5 6	35.75	719
8 0	27	3 3	6 0	39	805
8 0	30	3 3	6 0	39	898

D	S	W	B
呎吋	吋	呎吋	呎吋
3.6	12	1.9	1.9
4.0	,,	2.0	1.9
4.6	,,	2.3	1.9
5.0	,,	2.6	2.0
5.6	,,	2.9	2.0
6.0	,,	3.0	2.3
6.6	,,	3.3	2.3
7.0	,,	4.0	2.6
7.6	,,	4.3	2.6
8.0	,,	4.6	2.6
8.6	,,	4.9	2.9



壓力の蒸汽を發生せしむるには適せざるなり.然れども製造費廉なる爲に小規模の場合には往々用ひらる。此種の汽罐に於て一個の管を備へたるものを**コルニツシ式**(Cornish Type)と云ひ二個の煙管を備へたるものを**ランカシヤー式**(Lancashire Type)と云ふ.此等汽罐の寸法は第 III 表にて示す。

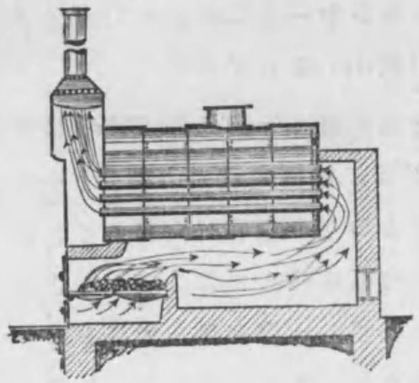
煙管式汽罐—**煙管式汽罐** (Fire Tubuler Boiler) は受熱面積を增さしむが爲に.罐胴式汽罐の煙管を小にし其の數を增したるものなり.煙管が大なるときは是に通ずる熱き煙の內部は殆んど管に觸るることなく是に熱を與へざれども.小管を用ひ數量を增せば煙の全部が管に觸れ是を熱する爲に蒸汽の發生甚だ速かなること明かなり。

煙管式汽罐にも數種あり.其一種なる**レターンチユーブ式** (Return Tubular Type) は第 591 圖(甲)に示すが如く.罐體は圓筒狀を爲しコルニツシユ式に類似し內部に小なる煙管數十本を有す。火爐は別に罐體の前方に設けられ罐體と共に全部煉瓦にて被包せらる.火爐より出づる熱せられたる煙は罐體の下方を經て後方に出で各煙管內に通じ前方に戻り煙突に奔出するなり。

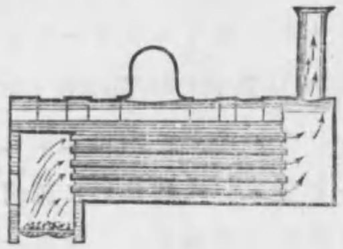
煙管式汽罐の一種なる機關車式汽罐 (Locomotive Boiler) は蒸汽機關車に用ひらるる汽罐にして第591圖(乙)に示すが如く.罐體は圓筒狀を爲し其內部に小なる煙管數十本を有し前方に火爐あり.特に此部分は擴大せられ**フアイアーボツクス**(FireBox)と稱せらる.煙管の後方も亦**スモークボツクス** (Smoke Box) と稱する廣き室に接續す.其上方に短き煙突ありて火爐を出づる熱せられたる煙は各煙管を通じてスモークボックスを經て煙突に奔出す。此種の汽罐に於てはレターンチユーブラー式と異り煙は一回煙管內

第五百九十一圖

(甲)　レターチユブラー汽罐



(乙)　機關車式汽罐



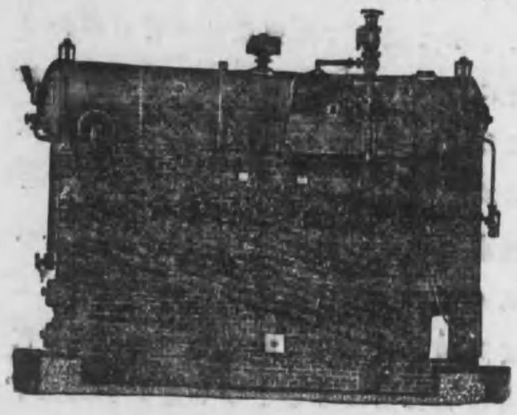
のみを通するなれば.水の受熱面積少なきを免かれず.從つて蒸汽の發生も亦前式に比し遲し.是に由て機關車に於ては通風を增して石炭の燃燒を熾ならしめ蒸汽の發生を速かならしむるが爲に.汽機より排出する蒸汽を煙突に噴入せしむるを通常とす.

此種の汽罐は煉瓦にて被包する必要なく車を取り付くるときは運搬し易きを以て甚だ便利なれども.電燈事業に於ては臨時設備のものに非らざれば使用せられざるなり。此二種類の外に船舶に用ひらるゝ**舶用式汽罐** (Marine Type Boiler) あり.大體の形狀は罐胴式汽罐に類似すれども直徑割合に大にして胴體短し.煙管は大なるもの二本の上部に小なるもの數十本あり.火爐は大なる煙管の前方に在りて是より出づる熱せられたる煙は大煙管內に通じ罐の後方に出で.小煙管內を通じ罐の前方に戻り煙突に逃れ去るなり.此汽罐に於ても機關車式汽罐と同樣に通風を大ならしむる爲に汽機よりの排出蒸汽を煙突に噴入せしむるなり。機關車式及舶用式汽罐に於ては煙は管內のみを通するを以て別に煉瓦にて包む必要なきも.熱の發散を防ぐためにアスベストの如き熱の不導體にて是を被包す.

水管式汽罐—煙管式汽罐に於ては水の受熱面積を增すが爲に小なる煙管數十本を用ひ是に熱したる煙を通せしむるなれども煙の代りに水を是に通せしめ管の周圍に熱せられたる煙を通せしむるも水の受熱面積を增す事に差異なし**水管式汽罐** (Water Tube Boiler)は此理に基き製作せられたるものにして罐胴と數十本の小管とより成り小管の集合體は煉瓦壁の內部に設置せらる。火爐は小管の下方に設けられ是より出ずる熱せられたる煙は水管の間を横切り同時に罐胴の兩側面及下面に觸れて罐の後方に出で煙突に奔出するなり。水管は汽罐の種類に從て眞直なるものなり屈曲せる者あり又は垂直なるものあり水平なるものあり或は傾斜せるものあり。眞直なる水管を有する水管式汽罐にして我邦に最も廣く用ひらるる者を**バブコツク.ウ井ルコツクス**式汽罐(Babcok Wilcox Boiler)とす.第592圖に是を示す。此汽罐の構造は鋼鐵製の直徑四吋の水管數十本を煉瓦壁の上に排列し是を前後共に**ヘツダー** (Header)と稱する鍛鐵製又は鑄鐵製の小水室Aに接續して管列の十數個を合成し圖に示す如く少しく傾斜せしめ上部に在る**ドラム**(Drum)と稱する罐胴Dに嵌め込む。ドラムの數は汽罐の大小に應じ一個若しくは二個なり。後面へツダーの底に**マツドドラム** (Mud Drum)と稱する圓筒狀の鑄函の裝置ありて罐內の水に混交し來る塵埃泥の如き夾雜物を之に沈澱せしむ。兩水室には各水管嵌込口に對して適當なる孔ありて容易に是を取外し得る設備あり且つ水管は眞直なる故に任意に其の內部を充分に檢査し完全に清掃するを得るなり。火爐は前方水管の下に設けらる.是に生じたる燃燒瓦斯は水管の間を横切り.水管間にある耐火煉瓦の障壁αの爲に上に出で矢にて示せる道を經て水管間を通じて下方の煙道より煙突に奔出す。是に由て水管は充分熱せられた

第五百九十二圖

(甲)バブコツク.ウキルコツクス汽罐



(乙)　同上のヘツダー

る瓦斯に觸れ管内の水は完全に熱せられ輕くなりて前方のヘッダーよりドラム内に昇り熱せられざるドラム内の水は後方のヘッダーに降り水管に入り熱せられたる水と交換す此循環は水管が傾斜せる爲めに完全に行はれて罐内の水は充分熱せられ迅速に蒸汽となり罐胴D中に蓄積せらる從つて水に混交し來る夾雜物はマッドドラムに沈澱すること少し。本汽罐全部は前後に於て鋼鐵柱にて支へられたる鋼鐵ガーダーに罐胴を廻ぐる鐵帶に依て吊下せられ其周圍を煉瓦にて築造す。是に由て汽罐の全重量は煉瓦に加はることなく是より獨立するを以て其の膨脹收縮は煉瓦の膨脹收縮に關係なし從つて煉瓦壁を脆裂せしむることなし。

罐の内部にU字形を爲す鐵管Sあり是は過熱器(Superheater)と稱せられ罐内に於て發生したる蒸汽を此の管内に通じ再度燃燒瓦斯の熱を受けしめ其の温度を一層上昇せしむるものなり。通常過熱する温度は華氏 100 度及至 200 度にして之が爲に要する石炭の消費量增加は 7% 及至15% なり又過熱器の傳熱面積は汽罐の一馬力に對し 100 度の過熱に於て 0.5 平方呎 200 度の過熱に於て一平方呎

なり。

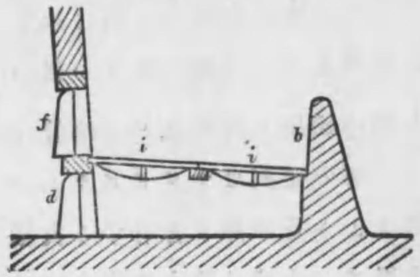
此の汽罐は罐胴及水管より成る管列の集合體なれば所謂分割構造にして之を運搬するに當り各小部分に爲すことを得て甚だ便利なり且各部とも總て同質の鋼鐵又は鍛鐵より成る故に高壓力の蒸汽を發生せしむに適するなり。

眞直なる水管を有する水管式汽罐はバブコック,ウキルコックス式の外に**ハイネ式** (Heine Type) **ルーツ式** (Roots Type) 船舶用に於ては**ニクロース式** (Nichrose Type) 宮原式等あれども其構造は爰に省略す。

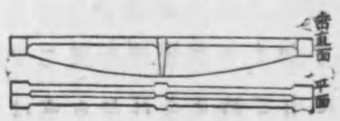
屈曲せる水管を有する汽罐の一例は**スターリング汽罐** (Stirling Boiler) にして其構造は第 593 圖に示すが如く上部に三個の罐胴ありて下部に在る一個の罐胴に連結せらる上部の罐胴も亦屈曲せる水管にて互に連結せらる。下部の罐胴はマッドドラムの代用を爲し水は罐胴 3 より是に降り含有する夾雜物泥土等を此處に沈澱す。火爐は前方罐胴の下に設けられ其上部に耐火煉瓦のアーチ形障壁あり又水管の間にも此種の障壁ある故に火爐より發生する燃燒瓦斯は矢にて示す如く各水管間を通じて煙突に奔出するなり。是に由て熱せられたる水は罐

第五百九十三圖
スターリング汽罐

第五百九十四圖
火　罐（甲）



（乙）ファイアー・バー



胴1に入り2を經て4に降り再び1に昇り順次循環して蒸發し蒸汽と成りて罐胴2中に蓄積せられ新らしき水は罐胴3に送られ4を經て補充せらるるなり。此汽罐も前式の汽罐と同樣に煉瓦にて其全部を包み鐵枠にて締付け組立つるなり。

汽罐の各部——各種汽罐を通じて火爐の構造は種々異れるも其普通なるものは第594圖(甲)に示すが如く前方に鐵製の戸fあり是をファイアー・ドアー(Fire Door)と云ふ。是より內部より是ふ之とファイアードアーとの間に一呎に付½吋乃至1½吋の割合にて內方に傾く鐵棒の列あり是を爐格(Fire Grate)と云ひ鐵棒iをファイアーバー(Fire Bar)煉瓦の壁bをファイアーブリッジ(Fire Bridge)と云ふ。爐格の長さは六呎以上なるときは人力にては爐格上に石炭を一樣に散布する事能はざるに由り六呎を限度とし焚炭上最も可なるは五呎なりとす。其幅は四呎以下とし夫より廣きを要する場合にはファイアー・ドアーを二個以上に增すを通常とす。ファイアー・バーの形狀は大略第594圖(乙)に示す如し。各ファイアー・バーの間には空隙を置き下方よりの通風を自由ならしむ。空隙の全面積は爐格全面積の3/10なるを通常とす。通風の爲にファイアー・ドアーの下にdなるドラフト・ドアー(Draft Door)と稱する鐵製の戸を設け焚炭中は是を開きファイアー・ドアーを閉ぢて外部より爐格の下方に向け空氣を流入せしむ。

汽罐の給水に不溶解性の夾雜物が混入するときは水の蒸發に伴ひ沈澱したとへ水の能く循環するとも全部マッド・ドラムに入らずして罐壁及煙管の周

圍又は水管の內壁に固着することあり.是をスケール(Scale)と云ふ。此者は熱の不導體なれば其の蓄積せらるるに從ひ無益に燃料を增加せしめ.且彈性弱き故に汽罐が冷熱の爲に伸縮する際之に龜裂を生じ.其の間隙に水が進入するときは熱したる罐體に觸るるを以て罐を破裂せしむる虞あれば.時々罐內を清掃しスケールを除去せざるべからず.是を行ふ爲に人の入ることを得る孔を胴罐に穿つ.是れをマン.ホール(Man Hole)と云ふ。マッド.ドラムにも夾雜物を外部に取出す爲に小孔を穿つ.是をマッド.ホール(Mud Hole)と云ふ。マンホール.マッドホール共に蒸汽及水の外部に漏れざる樣內部より鐵板を當て外部よりボートにて締め置き必要の際是を開くものとす。其形狀は第 595 圖に示すが如く楕圓形にして.大さはマンホールは長徑14吋乃至16吋短徑11吋乃至12吋マッドホールは長徑6吋乃至9吋短徑 4吋乃至6吋なるを通常とす。スケールと成

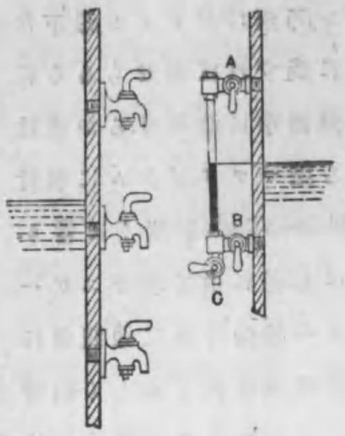
第五百九十五圖
マンホール

るべき不溶解性固形物は炭酸石灰.硫酸石灰.炭酸マグネシア及硫酸マグネシア等にして.混入の分量が水一「ガロン」に付10「グレイン」乃至12「グレイン」以下なるときは化學的藥品を是に混ずれば.熱せらるるに從ひ溶解性のものに變じ熱湯中に溶解するか或は泥狀に變じ.罐內を清掃する際マッド.ドラムに取付たるブロー.オフ.コック(Blow-off Cock)を開くに當り.水と共に外部に流れ出すべし.是に由て稍々スケールを除去するを得るに由り.一週間乃至二週間毎にブロー.オフ.コックを開きて罐水を出し新しく取替へるを可とす.尙時々ブロー.オフ.コックを開くか或はマッド.ホールを開きスケールを除去する事必要なり。スケール除去に用ふる化學的藥品は水の成分に從て種類多し.市場に販賣する解石散又は淸罐劑の如きは其一種なりとす

汽罐附屬器具——汽罐に附屬する重なる器具を水量計.汽壓計.安全辨及びストップ.ヴアルヴとす。

水量計(Water gauge)は汽罐內の水量を檢視する爲に罐の前面に裝置せらる.其構造は硝子管より成り第 596 圖(甲)に示す如く燐銅管に挿入し上下に於てコックA及Bに依て罐に取附けられ罐水と連絡す.

第五百九十六圖

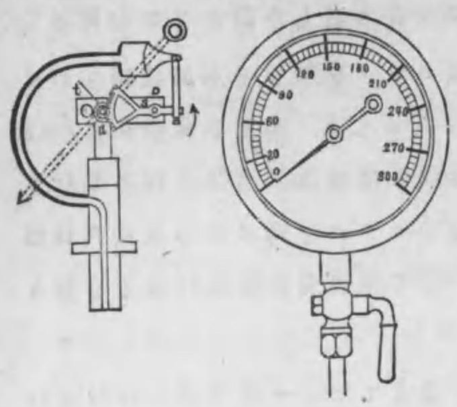


硝子管の下方にコック C あり.コック A.B を常に開きをけば罐内の水は硝子管内に入り罐内の水と同じ高さに在り.是に由て罐内の水面の位置を知り從つて水量を知るを得べし。然れどもコック B に塵埃が存在する時は.罐内の水と硝子管内との連絡斷たれ硝子管の水面が正しからざることあれば.時々コック B を閉ぢコック C を開き硝子管内の水を排除して良く清掃し.更に B のコックを開き罐内の水を通せしむれば眞の水表面を知ることを得るなり。實際に於ける適度の水表面は硝子管の中央に在る樣罐内の水位を保たしむるものとす.此硝子管を**ゲージグラス** (Gauge Glass) と云ふ。水量計の數量は汽罐一個に付き一個にて可なれども.豫備として尙一個を裝置することもあるが.是れを一個とし別に**テスト.コック** (Test Cock) を裝置して水量計に狂ひなきやを試驗するに用ふることあり。ラストコックは三個のコックより成り第596 圖(乙)に示すが如く罐に三段に取付らる.上段のコックを開きて蒸汽が奔出し中段のコックを開きて水が流出すれば罐内の水表面は此中間に在り.若し中段コックを開きて蒸汽が奔出し下段コックを開きて水が流出すれば水表面は此中間に在るなり。適度の水表面は中段のコック面にあるべき樣罐内の水位を保たしむるなり.此の場合中段のコックを開けば水及蒸汽は相混交して出づるに由て水表面の此處に在るを知ることを得べし。

汽罐に於て蒸汽の壓力は常に一定せざるべからず.若し餘り高きときは汽罐を破裂せしむる處あり.低きときは所要の熱力を發することを能はず。是に由て常に蒸汽罐内の蒸汽の壓力を指示する器具及壓力が餘り高くなるときは自から蒸汽を外部に奔出せしめて自然に壓力を降下せしむる器具を罐の前面に裝置す.前者を**汽壓計** (Pressure Gauge) と云ひ後者を**安全辨** (Safet Valve) と云ふ。汽壓計の形狀は第597 圖(甲)に示す如く其の内部構造は同圖(乙)に示すが如く.扁平なる靑銅管を圓形に曲げ其の一端をコック

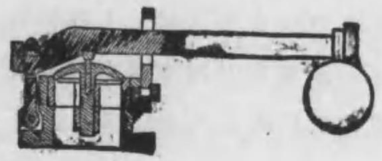
及小管に依て罐の前面蒸汽の存在する部分に取付け.他の端を閉ぢ置き小杆小さき扇形の齒車に連結せしむ.扇形齒車は中心に在る小齒車に噛み合ひOを中心として廻轉するを得るなり.Iに指針を取付け其の廻轉の程度を示さしむ。蒸汽が青銅管内に入るときは其壓力の爲に管は左方に曲り.Sは矢の方向に動きIは右方に廻轉し.從て指針も亦右方に廻轉し壓力に應じて適當の位置に止まる.從て指針の目盛を壓力にて記し置けば隨時直に蒸汽の壓力を知ることを得るなり。汽壓計に示さる汽壓は計るべき汽壓と空氣の壓力との差にして絶體壓力ならず所謂汽壓計汽壓なり。安全辨は罐の上部に蒸汽の在る部分に孔を穿ちて之を取付け之に或る壓力を加へ常時に於ては罐内の蒸汽の壓力

第五百九十七圖
汽壓計
(甲)前面圖　(乙)内部の構造圖

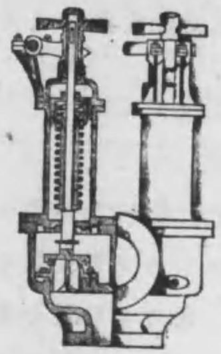


と相平均せしむるなり。汽壓が指定せられたるよりも昇りたる時には.罐内の蒸汽は外部より壓する力に打ち勝て辨孔を開き外部に奔出す.爰に於て汽壓は降下するなり。外部より壓力を加へる方法に從つて安全辨を三種に分つ.第一は或る重量を直接辨孔に載せたるもの是を**デツドウエート.セーフチー.ヴアルヴ**(Dead Weight Safety Valve)と云ふ.第二は日本秤の理にて辨孔に重量を加へるもの是を**リヴアー.セーフチー.ヴアルヴ**(Lever Safety Valve)と云ふ.第三は發條を用ひ其壓力を辨孔に加へるもの是を**スプリンダ.セイフチー.ヴアルヴ**(Spring Safety Valve)と云ふ。

(乙)
リヴアー.セーフチー.ヴアルブ



(丙)
スプリンダ・セーフチー・ヴアルブ



第 598 圖(甲)は第一種の安全辨(乙)は第二種

最上部にして水面より遠き箇處なるを可とす.然らざるときは沸騰の爲に飛散する水滴は蒸汽に伴ひて汽管中に入り蒸汽に混ずることあり.此現象をプライミング (Priming) と云ふ. ストップヴァルヴの形狀及種類は後項に記載す.

各種汽罐の比較—汽罐の性質上必要なる構造上の條件は. (一)罐を造る材料充分良質にして其構造堅固に熱の爲に起る膨脹收縮適度にして蒸汽の壓力の爲に破裂する虞なきこと.たとへ誤て破裂するとも一部に止まりて容易に是を修繕するを得ること. (二)水及蒸汽を充分蓄積するを得る樣容積大にして.水の循環容易にして完全なること. (三)罐の內部及外部は清掃し易きこと. (四)水の蒸發表面の廣きこと.若し狹きときは水は蒸汽に交りて出づる虞れあり.所謂プライミングを起す.是れ最も恐るべき現象なり. (五)罐の受熱面積が充分大にして石炭の燃燒に由て生じたる熱の全部を吸收すること. (六)石炭の燃燒に由て生じたる瓦斯が煙突に出づる迄に充分燃へ盡さるゝこと. (七)急に蒸汽を多く用ふるも汽壓の變化少きこと等なり. 此等の條件を充分滿足せしむる汽罐は製作上甚だ困難にして且製

(丙)は第三種の安全辨を示す.安全辨の大さは其の種類及發出する蒸氣の壓力に由て異なれども.米國に於ては受熱面積25平方尺に付き辨孔の面積一平方吋なるを通常の大さと定む. 發出蒸汽の指定汽壓を每平方吋にP「ポンド」とし辨孔の大さをa平方吋とすれば.第一の安全辨に於て用ふべき重量Wは次の式にて示さる.

$$W=P\times a\text{「ポンド」}\quad\cdots\cdots(267)$$

第二安全辨に於ては槓杆の長さをl吋とし槓杆の支持點と辨孔の中心との距離をf吋とすれば.槓杆の一端に懸くべき錘Wは次の式にて示さる.

$$W=\frac{P\times a\times f}{l}\text{「ポンド」}\quad\cdots\cdots(268)$$

第三種安全辨に於ては發條の中心間の直徑をD吋とすれば.發條に使用する鋼鐵線の直徑dは次の式にて示さる.

$$d=\sqrt[3]{\frac{p\times a\times D}{8{,}000}}\text{吋}\quad\cdots\cdots(269)$$

汽罐に於て發生したる蒸汽を汽管にて外部へ導く爲に管の上部に孔を穿ちてヴァルブを裝置し必要の際に是を開き蒸汽を外部に通せしむ.是をストップヴァルヴ(Stop valve)と云ふ. 其の取付位置は罐の

作費の不廉なるを免かれず。既に列記したる諸汽罐に就き此等の條件が果して滿足せられ居るや否やを考ふるに罐胴式に於ては受熱面積少きも罐板の損傷少なく從つて壽命長し然れども水の蒸發遲く通常温度の水より汽壓毎平方吋100「ポンド」の蒸汽を蒸發せしむるには焚始めより早くとも二時間を要す.又罐内に小管少き爲に清掃は容易なれども水の循環不充分なるが爲めに.各部に於ける温度の差極めて著しく.從て各部の膨脹收縮の程度一樣ならず.是が爲に薄弱なる部分を生じ易く.取扱に注意を盡るときは往々罐胴を破裂せしむる虞あり.然れども水の蒸發する面積多きを以て汽壓の變化少し。煙管式及水管式汽罐に於ては水及蒸汽を蓄積する容積少きも小管多き爲めに受熱面積多く水の蒸發早く.殊に水管式汽罐に於ては水の循環良好なる爲に通常温度の水より毎平方吋100「ポンド」の壓力ある蒸汽を蒸發せしむるに僅か30分乃至一時間を要するのみ.且罐内に於ける壓力能く平均し破裂の虞なく.たとへ取扱の不注意より其障害生ずるとも.僅かに水管部に止まり是を取換へるときは完全に復舊す。然れども水管式汽罐に於ては水管内に.煙管式に於ては煙管の周圍にスケールが固着し.之が清掃は管の小なる爲に困難なるを免かれず.殊にスターリング汽罐に於ては水管が屈曲せるを以て最も困難なりとす。此清掃を怠るときはスケールは厚くなり水の受熱は鈍く蒸汽の發生遲くなるのみならず.其部分は他部分に比し膨脹收縮を異にし遂に破裂するに至ることあるべし.是に由てスケールの厚さが$\frac{1}{16}$吋に達せざる樣常に清掃を怠る可す。バブコック.キルコックス汽罐に於ては水管は眞直にして割合に大なれば水の循環良く.スケールに成り易き固形物は概ねマッドドラムに沈澱する故に清掃も格外に困難ならず.且つ罐胴も割合に大なれば負荷に伴ふ汽壓の變化少く.燃燒瓦斯の通路も迂回して長ければ瓦斯は煙突に出ずる迄に可なり能く燃燒す。從て水質の甚だしく惡しき場所に於ての外一般に水管式汽罐使用せらる。

第112表はバブコック.キルコックスの汽罐の寸法及重要事項を示す。

燃料及發熱量—汽罐に使用する燃料には固體.液體.及瓦斯體の三種あり.固體燃料には無煙炭.有煙炭.コークス.木炭及鋸屑等あり.液體燃料としては重油.瓦

第百十二號

番號	馬力	一時間に於ける最小蒸發量 ポンド	水管列 中	水管列 高	水管列 長	罐胴 徑 呎	罐胴 長 呎 吋	略の重量 ポンド	火格子 長 呎 吋	火格子 巾 呎 吋	火格子 高 呎 吋	組立に適する煉瓦數 耐火煉瓦	組立に適する煉瓦數 普通煉瓦	安全辨 數	安全辨 直徑 吋	煙突の直徑 吋	煙道 長 呎 吋	煙道 巾 呎 吋	格子 面積 平方呎	全熱面積 平方呎
1	10	300	3	4	6	1	24	10—3	6720	9—6	4—5	8—6	12—6	1	2½	2½	2—12—6	5.2	6.25	119
2	13	390	3	4	8	1	24	12—4	7460	11—6	4—5	9—0	12—6	1	2½	2½	2—13—0	6.25	7.28	150
3	15	450	3	5	8	1	24	12—4	8260	11—6	4—5	9—0	12—6	1	2½	2½	2—13—6	7.28	8.33	181
4	20	600	3	5	10	1	24	14—5	9710	13—6	4—5	9—6	13—6	1	2½	2½	2—14—0	8.33	10.64	219
5	25	750	4	5	10	1	30	14—7	11200	13—6	5—0	9—6	13—6	1	2½	3	2—84—0	10.64	10.64	293
6	30	900	4	5	12	1	30	16—7	11947	15—6	5—0	9—6	13—6	1	2½	3	2—84—6	10.64	11.97	343
7	35	1050	4	6	12	1	30	17—2	13440	16—0	5—3	11—0	14—6	1	3	3	2—85—0	11.97	13.30	401
8	40	1200	4	6	14	1	30	19—3	14560	19—0	5—8	11—0	14—6	1	3	3	2—85—0	13.30	13.30	460
9	46	1380	4	7	14	1	30	19—3	15680	19—0	5—8	11—6	14—6	1	3	3	2—85—0	13.30	13.30	526
10	52	1500	4	8	14	1	30	19—3	16240	19—0	5—8	12—0	15—0	1	3	3	2—85—0	13.30	16.33	593
11	64	1920	5	8	14	1	36	19—3	19040	19—0	6—3	12—6	15—6	1	3½	3½	3—35—0	16.33	19.15	935
12	76	2280	6	7	16	1	36	21—4	22400	21—0	6—10	12—6	15—6	1	3½	4	3—105—0	19.15	19.15	870
13	86	2580	6	8	16	1	36	21—4	24640	21—0	6—10	12—6	15—6	1	4	4	3—106—0	19.15	23.00	683
14	96	2880	6	9	16	1	36	21—4	25760	21—0	6—10	13—6	16—6	1	4	4	3—106—0	23.00	23.00	1098
15	106	3180	6	9	18	1	36	23—7	27160	23—0	6—10	13—6	16—6	1	4	5	3—106—0	23.00	26.50	1218
16	116	3300	7	9	18	1	36	23—7	28320	23—0	7—5	13—6	16—6	1	5	5	4—56—0	26.50	26.50	1295
17	123	3690	7	9	18	1	36	23—7	27720	23—0	7—5	13—6	16—6	1	5	5	4—56—0	26.50	26.50	1411
18	124	3720	7	9	18	1	42	23—7	28840	23—0	7—5	14—1	17—1	1	5	5	4—56—0	26.50	26.50	1420
19	140	4200	8	9	18	1	42	23—7	31360	23—0	8—0	14—6	17—6	1	5	5	4—56—0	26.50	30.00	1619
20	152	4560	12	7	16	2	36	21—4	40880	21—0	10—4	12—6	15—6	2	5	6	5—66—0	30.00	36.65	1741
21	159	4770	9	9	18	2	36	21—4	37520	23—0	8—7	14—0	17—0	1	5	6	5—76—0	33.50	36.65	1827
22	172	5160	12	8	16	2	36	21—4	42000	21—0	10—4	13—6	16—6	2	4	6	7—46—0	36.65	44.00	2197
23	192	5760	12	9	16	2	36	21—4	45360	21—0	10—4	13—6	16—6	2	4	7	7—46—0	44.00	44.00	2439
24	212	6360	12	9	18	2	36	23—7	46760	23—0	10—4	13—6	16—6	2	5	7	8—66—0	44.00	51.00	2531
25	220	6600	14	8	18	2	36	23—7	47600	23—0	11—6	13—6	16—6	2	5	7	8—66—0	51.00	51.00	2838
26	246	7380	14	9	18	2	36	23—7	52080	23—0	11—6	14—6	17—6	2	5	8	8—66—0	51.00	51.00	2853
27	248	7440	14	9	18	2	42	23—7	54320	23—0	11—6	14—6	17—6	2	5	8	8—66—0	51.00	51.00	2853

斯燃料としては燈火用石炭瓦斯.鎔礦爐瓦斯及コークス爐瓦斯等の種類あり。此等燃料の含有する熱量は大略次の如し

無煙炭	(重量一「ポンド」ニ付)	14,500	B.T.U.
有煙炭	(〃)	14,000	〃
コークス	(〃)	13,550	〃
木炭	(〃)	13,250	〃
重油	(〃)	20,000	〃
石炭瓦斯	(一立方呎ニ付)		
鎔鑛爐瓦斯	(〃)	95	〃
コークス爐瓦斯	(〃)	550	〃

以上の表は酸素の供給充分にして燃燒完全なるときに發生する熱量なり。然るに第一章に記載せる如く一B.T.U.の熱量は778「フートポンド」の仕事に相當し.一馬力は毎分33,000「フートポンド」の仕事に相當するを以て.上表の有煙炭一「ポンド」を燃燒して得る機械的勢力は理論上次の如し

$$\frac{778 \times 14{,}000}{33{,}000 \times 60} = 5.5 \text{馬力時}$$

之は有煙炭を燃燒して汽機をして機械的働作を爲さしむる迄に何等の損失なき場合なり.實際に於ては之より甚しく劣し.例へば發電機より發生する電

力の一「キロワット」時に石炭三「ポンド」を消費したりとすれば

石炭三「ポンド」の有する仕事量＝5.5×3＝16.5 馬力時にして漸く一「キロワット」時卽ち 1.34 馬力時の機械的働作を爲したるなれば.其割合は.

$$\frac{1.34}{16.5}=0.08$$

卽ち僅かに石炭の有する熱力の 8 %が機械的勢力に變じ殘りの92 %は蒸發.摩擦其他の原因にて損失に歸したるなり。

蒸汽の熱量——水を熱するときは其温度漸次上昇すれども.華氏212度に達するや水は沸騰を始む.其後は如何に此を熱するも水は蒸汽に變化するのみにて温度は上昇せざるなり。温度に變化なく蒸汽に變ずる爲に費したる熱を**潛熱** (Latent Heat) と云ひ.水の温度が沸騰點に達する迄加へたる熱を**感熱**(Sensible Heat) と云ふ。或る温度に於て沸騰し發生したる蒸汽を**飽和蒸汽**(Saturated Steam)と云ひ.之を水分なき所に於て更に熱を加へるときは壓力に變化なく温度更に上昇すべし.之を**過熱蒸汽**(Superheated Steam)と云ふ.故に飽和蒸汽は或る壓力に於ける最低温度の蒸汽なり。水に壓力を加へ熱するときは其沸騰點の

温度上昇し.壓力高きに從ひ沸騰點益々高し.卽ち飽和蒸汽には壓力と温度との一定の關係あり。或る温度の水を或る壓力の飽和蒸汽に變せしむるに要するに熱量は.其温度より其の壓力相當の温度迄高むるに要する感熱と其の温度に於ける潛熱との和なり.之を蒸發の**全熱量**(Total Heat of Evaportion)と云ふ。一「ポンド」の飽和蒸汽の温度華氏 t 度に於ける全熱量を h とし潛熱を l とすれば.

$$h=1091.7+.3(t-32)$$

$$l=1091.7-.7(t-32)$$

華氏212度の場合卽ち通常の氣壓に於ける飽和蒸汽の全熱量及潛熱は

$$h=1091.7+.3\times(212-32)=1146.6\ \text{B.T.U.}$$

$$l=1091.7-.7\times(212-32)=966.6\ \text{B.T.U.}$$

華氏365度卽ち每平方吋150「ポンド」の壓力を有する飽和蒸汽の全熱量及潛熱は

$$h=1091.7+.3\times(265-32)=1191.6\ \text{B.T.U}$$

$$l=1091.7-.7\times(365-32)=858.6\ \text{B.T.U.}$$

卽ち蒸汽の壓力を甚だしく增すも.之に要する全熱量の增加は極めて僅少なり.然るに蒸汽の壓力の增加は汽機の發生する馬力數を甚だしく增す故に.近

來は漸時高き汽壓を使用する汽罐使用せらるるに至り毎平方吋200「ポンド」汽壓のもの尠からざるなり。

燃料の蒸發力及汽罐の能率——燃料一「ポンド」にて水の若干「ポンド」を華氏212度より同温度の蒸汽に變ずるを得る能力を燃料の**蒸發力**(Evaporative Power)と云ふ.華氏212度の水一「ポンド」を同温度の飽和蒸汽に變ずるには其潛熱966.6 B.T.Uなるに由り發熱量14,000 B.T.Uの有煙炭の理論上の蒸發力は

$$\frac{14,000}{966.6}=14.5\text{「ポンド」}$$

一般に九州及北海道に產出する有煙炭の蒸發力は13.5—15.2「ポンド」磐城地方に產出する石炭の蒸發力は6—9「ポンド」無煙炭及コークスの蒸發力は14—15「ポンド」なれども.實際の蒸發力は燃料の品質.汽罐の種類.煙突の構造.給炭機の有無及焚方の巧拙に由て異り.又罐內を清掃したる際は石炭の消費量甚だしく減ず.第113表に各種汽罐に於ける石炭一「ポンド」蒸發力の概略を示し.第114表に飽和蒸汽の性質を示す.

汽罐に於て燃料より發生したる熱量は全部汽罐に吸收され利用せらるるものに非ず.其幾分は損失せらる.其損失は凡そ次の如し

燃料の水分に由る損失	0.35%

燃料中の水素を燃燒する爲めの損失	3.26%
煙突に逃出する損失	16.27%
炭素の不完全燃燒に由る損失	1.87%
炭素の燃燒せざる儘灰中に落下する損失	4.75%
輻射及其他の損失	4.91%
合計	31.42%

卽ち實際汽罐に利用せらるべき熱量は燃料より發生すべき熱量の68.58%なり.是を汽罐の能率と云ふ。

例.　一「ポンド」の水を華氏70度より汽壓150「ポンド」(壓力計壓力)の飽和蒸汽に變ずるには幾何の熱量を要するや。

解.　一「ポンド」の水を華氏32度より汽壓150「ポンド」の飽和蒸汽の温度迄上昇せしむるに要する熱量は第114表により330 B.T.U.なり。同じく一「ポンド」の水を華氏32度より70度迄熱するに要する熱量は70—32＝38.由つて華氏70度の水を汽壓150「ポンド」の飽和蒸汽の温度迄上昇せしむるに要する熱量は

330—38＝292B.T.U.

而して汽壓150「ポンド」の飽和蒸汽の温度の水を蒸汽に變ずるに要する熱量卽ち潛熱は表により855B.T.Uなり。由て華氏70度の水一「ポンド」を汽壓150度

の飽和蒸汽となすに要する全熱量は.

292+855=1147B.T.U.

例. 1,000「キロワット」蒸汽タービンに於て出力毎一「キロワット」時に付き汽壓150「ポンド」過熱温度華氏150度の蒸汽18「ポンド」を使用したりとすれば理論上一「キロワット」時に幾何の熱量を要せしや但し給水の温度を華氏150度とす。

解. 一「ポンド」の水を給水温度150度より汽壓150「ポンド」の飽和蒸汽に變ずるに要する熱量は 1191−(150−32)=1073 B.T.U. 過熱温度間の平均比熱は凡そ0.6なれば一「ポンド」の水の過熱部分に要する熱量は 0.6×150=90 B.T.U. 故に一「ポンド」の水を蒸汽となすに要する全熱量は 1073+90=1163 由て一「キロワット」時に要する全熱量は 1163×18=20,934B.T.U.

第百十三表

石炭の蒸發力表

汽鑵の種類	石炭一「ポンド」にて鑵内にて蒸發する蒸汽の量「ポンド」
コルニツシユ鑵	7—9
ランカシヤ鑵	8—10
機關車型鑵	8.5—11
水管式汽鑵	8—10

此熱量は778×20,934=16,286,652「フートポンド」の仕事に相當す而して一「キロワット」一時間の仕事は33,000×60×1.34=2,653,200「フートポンド」に相當する故に熱量の効率より見るときは $\frac{2.653.2000}{16,286,652}$ =0.16 即ち16%なり若し汽鑵の効率を65%とすれば石炭より得べき汽機の出力は僅かに

第百十四表

飽和蒸汽の性質表

蒸汽の絶對壓力毎平方吋「ポンド」	蒸汽の温度 華氏	蒸汽の潛熱 B.T.U.	蒸汽の全熱量 水に於て B.T.U.	蒸汽に於て B.T.U.	蒸汽の重さ毎立方呎「ポンド」	蒸汽の容積重量一「ポンド」の立方呎	蒸汽と水との比較(容積にて)
1	102	1043	70	1113	.003	330.4	20623
5	162	1001	130	1131	.014	72.6	4530
10	193	979	161	1141	.026	37.8	2361
15	212	966	181	1146	.038	25.8	1614
20	228	955	196	1151	.051	19.7	1231
25	240	946	208	1155	.063	16.0	998
30	250	939	219	1158	.074	13.5	841
35	259	933	228	1161	.086	11.7	728
40	267	927	236	1163	.097	10.3	642
45	274	922	243.4	1166	.109	9.2	575
50	281	917	250.1	1168	.120	83.4	521
55	287	913	256.3	1170	.131	76.2	476
60	293	909	262.1	1171	.142	70.2	439
65	298	905	267.5	1173	.154	6.52	407
70	303	902	272.6	1174	.165	6.08	379
75	307	898	277.4	1176	.176	5.69	356
80	312	895	282.0	1177	.187	5 36	335
85	316	892	286.3	1178	.198	5.06	316
90	320	889	290.5	1180	.209	4.80	299
95	324	886	294.5	1181	.219	4.56	285
100	328	884	298.3	1182	.230	4.34	271
110	335	879	305.5	1184	.252	3.97	248
120	341	874	312.3	1186	.274	3.66	238
130	347	870	318.6	1188	.295	3.39	212
140	353	866	324.6	1190	.316	3.16	197
150	358	862	330.2	1191	.338	2.96	185
160	363	858	335.6	1193	.359	2.79	174
170	368	854	340.7	1194	.380	2.63	164
180	373	851	345.6	1196	.401	2.49	156
190	377	848	350.4	1197	.422	2.37	148
200	382	845	354.9	1198	.443	2.26	141
210	386	842	359.2	1200	.464	2.15	135
220	390	839	363.4	1201	.485	2.06	129
230	394	836	369.5	1202	.506	1.98	123
240	397	833	371.4	1203	.507	1.90	119
250	401	830	375.2	1204	.548	1.83	114
260	404	828	379.0	1205	.569	1.76	110
270	408	825	382.5	1206	.589	1.70	106
280	411	823	386.0	1207	.610	1.64	102
290	414	821	389.4	1208	.631	1.59	99
300	417	818	392.7	1209	.652	1.54	96

65×16=10.4% に過ぎざるなり。

汽罐の力——汽罐の大さは罐内の水の蒸發量にて表はし之を**汽罐の力**(Boiler Power)と稱す。其の單位は一時間に水 30「ポンド」を華氏の 100 度より毎平方吋 70「ポンド」の壓力を有する蒸汽に變せしむる蒸發力にして商業上之を汽罐の一馬力と稱す.之れ恰も華氏 212 度の水 34.5「ポンド」を一時間に同温度の乾燥せる蒸汽に蒸發せしむるに相當す。然れども實際に於ては蒸汽の温度も212度ならず且つ相當の壓力を有するものなれば.是を前記の水量に換算することを得る係數あり是を**蒸發係數**(Factor of Evaporation)と云ふ第115表は是を示す.例を以て表の使用法を説明せん。

例. 或る汽罐に於て 6 時間 60,000「ポンド」の石炭を焚き華氏150度の水300,000「ポンド」を汽壓平方吋120「ポンド」の蒸汽に變じたりとすれば.此汽罐の蒸發量及馬力數如何.

解. 此場合に於ける蒸發係數は第 115 表に依れば 1.108 なり.是に由て一時間に蒸發せしむる水量は $\frac{300,000}{6}$ × 1.108 = 55,400 卽ち一時間に水55,400「ポンド」を華氏212度より同温度の蒸汽に變せしむ.是に由て此汽

第百十五表

蒸發係數の表

給水の温度(華氏)	汽罐内の汽壓 毎平方吋のポンド數 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
32	1.207	1.211	1.214	1.217	1.220	1.223	1.225	1.227	1.228	1.231	1.233	1.234	1.236
40	1.199	1.203	1.206	1.209	1.212	1.214	1.217	1.246	1.221	1.223	1.224	1.226	1.228
50	1.188	1.192	1.196	1.199	1.201	1.204	1.206	1.208	1.210	1.212	1.214	1.216	1.217
60	1.178	1.182	1.185	1.188	1.191	1.194	1.196	1.198	1.200	1.202	1.204	1.205	1.207
70	1.167	1.171	1.175	1.178	1.181	1.183	1.185	1.188	1.190	1.191	1.193	1.195	1.196
80	1.157	1.161	1.165	1.168	1.170	1.173	1.175	1.177	1.179	1.181	1.183	1.185	1.186
90	1.147	1.151	1.154	1.157	1.160	1.162	1.165	1.167	1.169	1.171	1.172	1.174	1.176
100	1.136	1.140	1.144	1.147	1.150	1.152	1.154	1.156	1.158	1.160	1.162	1.164	1.165
110	1.126	1.130	1.133	1.136	1.139	1.142	1.144	1.146	1.148	1.150	1.152	1.153	1.155
120	1.116	1.120	1.123	1.126	1.129	1.131	1.134	1.136	1.138	1.140	1.141	1.143	1.145
130	1.105	1.109	1.113	1.116	1.118	1.121	1.123	1.125	1.127	1.129	1.131	1.133	1.134
140	1.095	1.099	1.102	1.105	1.108	1.110	1.113	1.115	1.117	1.119	1.120	1.122	1.124
150	1.085	1.088	1.092	1.095	1.098	1.100	1.102	1.104	1.106	1.108	1.110	1.112	1.113
160	1.074	1.078	1.081	1.084	1.087	1.090	1.092	1.094	1.096	1.098	1.100	1.101	1.103
170	1.064	1.067	1.071	1.074	1.077	1.079	1.081	1.084	1.086	1.087	1.089	1.091	1.092
180	1.053	1.057	1.061	1.064	1.066	1.070	1.071	1.073	1.075	1.077	1.079	1.080	1.082
190	1.043	1.047	1.050	1.053	1.056	1.058	1.061	1.063	1.065	1.067	1.068	1.070	1.072
200	1.032	1.039	1.040	1.043	1.045	1.048	1.050	1.052	1.054	1.056	1.058	1.059	1.061
210	1.022	1.029	1.029	1.032	1.035	1.037	1.040	1.042	1.044	1.046	1.047	1.049	1.051
212	1.020	1.024	1.027	1.030	1.033	1.035	1.038	1.040	1.042	1.044	1.045	1.047	1.049

罐の馬力數は$\frac{55,400}{34.5}$=1,600馬力なり。或は一時間に華氏100度の水を毎平方吋70「ポンド」の蒸汽に變せしむる量にて表はせば$\frac{55,400}{1.150}$=48,174「ポンド」にして馬力數は$\frac{48,174}{30}$=1,600馬力なり。石炭一「ポンド」の蒸發せしむる水量は此場合に於て$\frac{300,000}{60,000}\times1.108$=5.54「ポンド」なり。

受熱面積—汽罐に於て熱したる燃燒瓦斯に觸れる全表面積を汽罐の**受熱面積**(Heating Surface)と云ふ。此の面積の大なるに從ひ汽罐の蒸發力を增すことを得れども限りなく此を增すこと能はず.汽罐製造材料たる鐵の熱傳導率に由て制限せられ或る程度より以上の熱を加ふるも熱の大部分は只瓦斯となりて煙突に逃れ去るのみ。是に由て汽罐の一馬力に對する一定の受熱面積の割合あり.通常の場合に於ては受熱面積の每平方呎に付一時間に水3「ポンド」を華氏212度より同溫度の蒸汽に蒸發せしむるを最良の程度とす.卽ち一馬力に付受熱面積12平方呎の割合なり。然れども汽罐の種類に從ひ異ること次に示すが如し。

(汽罐の種類)	(一馬力に要する受熱面積)
罐胴式汽罐	8平方呎乃至10平方呎

水管式汽罐	10平方呎乃至12平方呎
煙管式汽罐	15平方呎乃至18平方呎

實際に於ては此表に示すよりも受熱面積少きものあり.例へばバブコック.キルコックス汽罐に於ては10平方呎を標準とし.ハイネ汽罐に於ては7.5平方呎を標準となせるが如し。受熱面積が餘り小なるときは常時に於ては必要の蒸汽を發生せしむるに支障なけれども.若し汽罐にスケール堆積したる場合に蒸發力鈍くなりたるときは必要の蒸汽を發生せざる不利あり。若し受熱面積を少しく增し置けば常時は焚火を緩にして石炭を節約することを得るのみならず.時としては固有蒸發力以上に使用するを得て.且つ非常の場合に於ても固有蒸發力を保持するを得るの利あり。此理に由り汽罐の大さを定むるにはたとへ一馬力に對する受熱面積は凡そ一定するも.其馬力數に依るよりも大なる受熱面積を指定すべきものとす。

爐格の面積—汽罐に於て石炭の燃燒を司る場所卽ち爐格の面積は石炭の燃燒量に依て定まる.石炭燃燒量は石炭の品質大小汽罐の型式及通風の强弱に由て異なれども.日本の有煙炭が爐格の一平方呎

に付き燃燒する量は第116表に示す如し。從て一馬力に要する爐格の面積は第117表に示すが如し。爐格面積及受熱面積は罐の型式に由て異るを以て其割合も亦同樣にして第118表に示す如し。

第百十六表

爐格に於ける石炭燃燒量表

汽罐の種類	爐格の毎平方呎一時間に燃燒する石炭量
コルニツシユ罐	12— 15
ランカシア罐	15— 20
機關車型罐	40—120
水管式汽罐	15— 20

第百十七表

一馬力に要する爐格の面積

日本炭類	石炭壹「ポンド」が華氏二百十二度にて蒸發せしむる水の「ポンド」數	爐格の面積毎平方呎に就き壹時間に燃燒する石炭の「ポンド」數								
		8	10	12	15	20	25	35	30	40
		一馬力に要する爐格の面積(平方呎)								
上等炭	10	.43	.35	.28	.23	.17	.14	.11	.10	.09
	9	.48	.38	.32	.25	.19	.15	.13	.11	.10
下等炭	6	.72	.58	.48	.38	.29	.23	.19	.17	.14
	5	.86	.69	.58	.46	.35	.28	.23	.22	.17

第百十八表

受熱面積と爐格面積との割合表

汽罐の種類	受熱面積と爐格面積との比
コルニツシユ罐	27—34
ランカシヤ罐	26—33
機關車型罐	60—70
舶用型罐	25—35
水管式汽罐	35—65

汽罐の大さの撰定——汽罐の大さを定むるには汽機及各補助機關乃ち給水唧筒凝汽機用唧筒等に要する蒸汽の量を算定し是を蒸發係數にて華氏 212 度より同溫度の蒸汽に蒸發する量に換算し受熱面積毎平方呎に蒸發する蒸汽の量 3「ポンド」にて除すれば汽罐に要する總受熱面積を得べし。此受熱面積を有すべき汽罐數の分割法は最も考慮を要し其方法如何に依て汽罐の代價及び日常汽罐使用上の經費に甚だしき相違を生ずべし例へば一時間 28,800「ポンド」の水を蒸發せしむべき汽罐を要するとせば受熱面積は $\frac{28,800}{3}$=9,600平方呎なるべきなり。今是を四個の汽罐に分割すれば各個の受熱面積は2,400平方呎となる.今若し一個が修繕の爲に使用すること能はざるときは殘り三個にて受熱面積7,200平方呎に過ぎざるも.通風を充分ならしむれば三割三分の過負荷に耐へるを以て所要の蒸汽を發生せしむるに差支なし。

然るに若し之を三個に分割するときは各個の受熱面積3,200平方呎となり.一個の修繕の際は殘り二個の受熱面積6,400平方呎にして强通風にて三割三分の餘裕を與ふるも所要蒸汽を發生せしむること能はず。斯の如く不便を生ずるを以て汽罐を撰定するに當り一個の大さを定むるには最も注意を要するなり。

煙突及通風—汽罐に於て石炭を燃燒せしむるには相當の空氣を要する故に爐格に空氣を導き入れ.燃燒して生じたる瓦斯を天空に奔出せしむる爲に煙突(Chimney)を築造す。汽罐と煙突とを接續する瓦斯の通路は汽罐の構造に從つて異り.地上高く鐵製のものあり又は地上若くば地中に煉瓦造となすものあり.總て是を煙道(Fluepassage)と云ふ。

煙突内に於ける熱せられたる瓦斯は煙突外の同容積の空氣より甚だしく輕き故に.壓力の差生じて空氣は火爐のファイアー.ドアーより火爐内に進入し石炭を燃燒せしむるなり.斯くの如く煙突によつて火爐内に空氣を吸込ましむる方法を**自然通風** (Natural Draft) と云ふ。今U字形の硝子管に水を入れ其一端を煙突の底部に挿入し他の一端を外氣に曝らせば.外氣の壓力は瓦斯壓力より大なるためU字管内の水は内方に押され.U字の兩脚の水面の高さ異るに至るべし.此高さの差を吋にして示し煙突の**通風力** (Draft Power) と稱す。空氣の重量は普通の大氣壓にて温度華氏60度のとき一立方呎0.076「ポンド」.瓦斯の重量は其温度に由て異れども假に之を華氏550度とすれば一立方呎0.039「ポンド」なり.今煙突の高さを200

呎面積を底部より頂上迄平均10平方呎なりとすれば.瓦斯と同容積の空氣との重量の差は

$$200 \times 10 \times (0.076 - 0.039) = 74\text{「ポンド」}$$

底面10平方呎高さ1吋の水柱の重量は52「ポンド」なる故に.以上の重量の差を水柱の高さに換算すれば $\frac{74}{52} = 1.42$吋となるべし。一般に通風力は大氣の温度華氏60度.壓力毎平方吋14.7「ポンド」なる場合には次の式にて示さる.

$$D = KH$$

Dは水柱の高さ(吋)にて示さる通風力.Hは呎にて示す煙突の高さ.Kは定數にして煙突内瓦斯の温度に從て次に示す如く異る。

瓦斯の華氏温度	750	700	650	600	550	500	450
K	0.0084	0.0081	0.0078	0.0075	0.0071	0.0067	0.0063

以上の式にて示さるる高さがU管に水面の差となりて現はるべきなれども.瓦斯の汽罐.煙道及煙突に於ける摩擦に由る損失にて減ずるを免かれず.

煙突の通風力は内外の温度の差より生ずるを以て.内部の温度は常に一定せしむるとも外部の温度は氣候の變化に從ひ差違ある故に.冬季に於て通風良好なる

第百十九表　煙突の汽罐の馬力

直徑(呎)	煙突の高さ(呎)																							
	50		60		70		80		90		100		110		125		150		170		200			
	汽罐の馬力																							
	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)	方形の一邊の長(呎)	有効面積(平方呎)
18	16	0.97	19	1.47	22	2.08	24	2.78	27	3.58	30	4.48	32	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98
21	19	1.47	22	2.08	24	2.78	27	3.58	30	4.48	33	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83
24	22	2.08	24	2.78	27	3.58	30	4.48	33	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08
27	24	2.78	27	3.58	30	4.48	33	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71
30	27	3.58	30	4.48	33	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76
33	30	4.48	33	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19
36	33	5.47	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01
39	35	6.57	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23
42	38	7.76	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81
48	41	10.44	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83
54	48	13.51	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22
60	54	16.98	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00
66	60	20.83	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91
72	66	25.08	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75
78	72	29.71	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72
84	78	34.76	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40
90	84	40.19	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40		
96	90	46.01	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40				
102	96	52.23	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40						
108	102	58.81	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40								
114	108	65.83	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40										
120	114	73.22	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40												
126	120	81.00	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40														
132	126	89.91	132	97.75	138	105.72	144	113.40																
138	132	97.75	138	105.72	144	113.40																		
144	138	105.72	144	113.40																				

集中の風力または一時間に消費する石炭のポンド數を基にて算したるものなり

も夏季に於て不良なるなどあるべし。又煙突の通風力は煙突の高さに正比例し同じ高さの煙突に於ては或る範圍内に於て其切斷面に正比例す.是に由て甚だしき高き煙突よりも切斷面積大なるものを可とす。煙突の大さを定めるには高さは建設すべき土地の狀況及附近家屋の狀能等によつて適當に定め切斷面積は使用する汽罐の大さに從て次に示すケント氏(Kent)の式に由て之を算定するものとす.

$$E=\frac{0.06C}{\sqrt{H}} \quad \cdots\cdots(270)$$

式中Eは平方呎にて示す口徑に於ける切斷面積の通風上有効部分にして實際の切斷面積に比すれば次の式に示すが如し。

圓筒狀煙突に於ては $E=A-0.6\sqrt{A}$ ……(271)

眞の直徑＝有効部分の直徑 $+4''$

角柱狀煙突に於ては $E=A-0.67\sqrt{A}$ ……(272)

眞の直徑＝$\sqrt{E}+4''$

此周圍四吋の通路に出づる瓦斯は通風力を起さざるものなり.Hは呎にて示す煙突の高さ.Cは一時間に消費する石炭の「ポンド」數なり。第119表は之等の式を用ひ計算したるE.H及Cの關係を示す。實際に於ては是によつて算定したるものより少しく大

なる煙突を用ひダンパーに依て通風を加減するを可とす。

自然通風のみにて充分なる通風力を起さしむるには可なり煙突を高く爲さざるべからざる不利あり.斯くの如き場合には機械的通風方法を用ふるものとす.之に**强壓通風** (Forced Draft) 及**吸込通風** (Induced Draft)の二方法あり。强壓通風とは送風機を用ひ火爐の下より空氣を罐内に送る方法にして其壓力は通常水柱の二吋とす.吸込通風とは煙道内に送風機を置き煙道内の空氣の流通を盛んならしめて火爐に於ける空氣の吸込を强大ならしむる方法なり。給炭機を使用する場合には常に强壓通風法を用ひ.機關車型汽罐に於ては汽機より排出する蒸氣を煙突の直下に導き煙突内に奔出せしめ吸込通風を盛んならしむるものとす。

通風方法の如何に關せず通風力弱きときは空氣の供給不充分なる爲め石炭中の炭素は不完全なる燃燒を爲し炭酸瓦斯とならずして一酸化炭素の狀態にて煙突に奔出し.汽罐の効率を不良ならしむべし.斯くの如き場合には煙突より多量の煙を吐出せしむ。之に反し通風力餘りに强きときは燃燒は完全なるも火焰の温度を降下し充分なる熱量を汽罐に傳ふること能はずして汽罐の効率を低下せしむべし.之に由て火爐上に於ける燃燒の狀態を注視し空氣の供給を投入すべき石炭の多少に應じて加減せざるべからず.卽ち自然通風に於ては汽罐の後方に於て瓦斯が煙突に向て出づる孔に外部より開閉し得らるる**ダンパー**(Damper)と稱す鐵製の戸を設け其開閉の程度に依て通風を加減し.機械的通風に於ては送風機の速度を加減して通風を適當ならしむものとす。

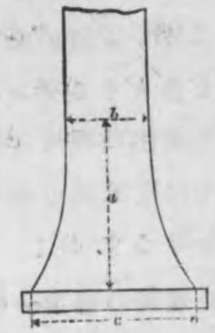
煙突の構造—煙突は鐵.煉瓦又は鐵筋混凝土にて築造せらる.其形狀は鐵製及鐵筋混凝土製の煙突は圓柱のみなれども.煉瓦煙突には圓筒狀.方柱狀.八角柱狀等の數種あり。圓柱狀のものは他の形狀のものに比し建設費少く風力に耐へること强く.殊に口徑四呎高さ100呎以上のものは圓柱に爲すを通常とす。

煉瓦煙突を設計するには先づ第270式に依り高さより口徑を定めたる後其厚さを定む.厚さは自己の重量及び風壓に耐へるに充分ならざる可らず。是に由て高さに於て次の割合にて數部に區分し.最上部

に於ては煉瓦一枚乃至一枚半の厚さとし下方に至るに從ひ各區分毎に煉瓦半枚(長さに於ける)宛を增さしむるものとす。

全長	一區分の長さ
90—120呎	17—25呎
130—150呎	25—35呎
150—200呎	35—50呎
200—300呎	50—90呎

第五百九十九圖
鐵製煙突の下部



斯くの如く下部を上部より厚く强固に爲して內徑を上下同一ならしむには外周壁を垂直線に對して傾斜せしめざる可らず.其割合は煙突全部の安定上高さ10呎に付$2\frac{1}{2}$吋の開きを通常とす。

煉瓦煙突は普通煉瓦に築造するものなれども.其內側を耐火煉瓦にて下部より高さの1/2乃至1/3迄裏積するものとす。

鐵製煙突は煉瓦煙突に比し製造費廉なれども鐵は煙に混交して出づる諸瓦斯の爲に漸時腐蝕するために.其壽命は煉瓦煙突より甚だしく短し.是に由て口徑大なる鐵製煙突は其內面に耐火煉瓦を裏積し瓦斯の侵蝕を防ぎて其壽命を伸長せしめ且つ堅固ならしむるを通常の方法とす。鐵製煙突は鐵を圓筒狀に曲げて鋲綴りしたる鐵筒數十を鋲綴して建造す.鐵板の厚さは最上部に於て少くも1/4吋乃至3/8吋とし.漸次下方に厚き板を用ふ.最下部卽ち地上こ近き部分は第599圖に示す形狀に作りa=c=2bの割合ならしむ。其の最下部に大なる環狀の坐金を鋲綴し.是を煉瓦及混凝土基礎に長きボルト數十本にて繫付け是に依て煙突全部を支持せしむ。

煙突には昇降用及掃除用の爲に鐵製の足掛金物を用ひ.煉瓦煙突に於ては內周に鐵製煙突に於ては外周に之を取附け.避雷の爲に煙突の頂上に避雷針を取付く。煉瓦煙突に於ては導線として十二番七本撚裸銅線を外周に沿ふて施設し是を地中に導き.水氣ある場所に地中板として三尺角厚三厘の銅板を埋設して是に接續す。鐵製煙突に於ては煙突自身が導體なれば頂上より別に導線を設けず.其最下部煉瓦基礎に取付けたる座金に前記の銅線を繫付け地中板に向て施設するものとす。

煙突の基礎面の大さは建設する土地の地質に由て異る.土地が軟弱なれば煙突の重量一噸に付一平方呎の割合とし.砂地なれば同じく1/2平方呎の割合と

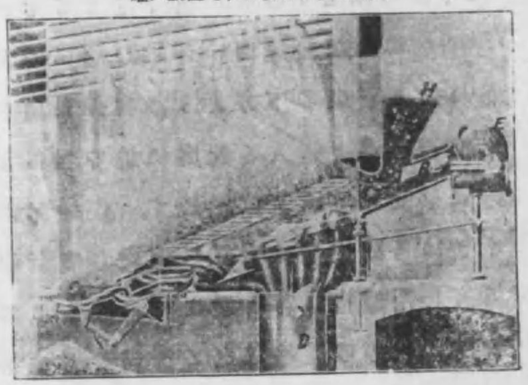
す。基礎の構造は後項に記載す。

給炭機―爐格上に石炭を投入して一樣に撒布するには火夫の熟練を要す.石炭層の厚さは石炭の品質.其塊の大小.通風の强弱によつて異れども.通常は四吋乃至六吋を適當とす.小塊の石炭は密集して通風を防ぐる虞れあれば餘り厚く撒布せざるを可とす.一般にファイアー.ドアーに近き方を厚くし奥の方を薄くなせば燃え工合宜し。石炭の撒布を常に一樣ならしめ燃燒を完全ならしむる爲に且つ火夫の勞力を省く爲に.機械的に之を少量宛絶えず爐格上に供給する機械あり之を給炭機(Mechanical Stoker)と云ふ.給炭機を用ふるときは石炭は一定の割合に爐格に撒布せらるゝ故に燃燒は完全にして一樣になり.煙の量減じ蒸汽の發生亦一樣になる.且つ粉炭をも經濟的に使用することを得るなり。給炭機の構造に種々あり.例へば爐格が帶の如く連りて順次後の方に動く樣になれるものあり.石炭は罐の前方に裝置せられたる漏斗狀の函に給せられ.爐格の動くに伴ひ少量宛函より落下して爐格上に給せらる。石炭は爐格上に於て燃燒しつゝある間に爐格の動くに連れて奥の方に運ばれ.漸次灰に成り罐の下方に裝置せられたる灰受中に自然に落下す.爐格の運動は小汽機を運轉して之を行はしむ。他の種類の給炭機は.**下方給炭機**(Underfeed Stoker)と稱し或る裝置にて爐格の下方に於て石炭を漸次奥の方に送り込む樣になしたる構造のものあり.第600圖はウエスチングハウス電機會社製下方給炭機を示し.第601圖は同給炭機の働作の原理を示す爲に給炭機を汽罐に裝置したる場合の橫斷圖面を示す。其の大體の構造は傾斜したる**レトルト**(Retort)を並列したるものにして.各レトルトは石炭溜り一個と**羽口**(Tuyeres)T二個とより成る.MGは可動爐格.DGは**灰落し用爐格**(Discharge Grate).Hは**漏斗函**(Hopper).Dは通風孔.EはHより石炭を給し又爐格を動す運動を與ふる機構なり。漏斗函より石炭が落下するときは.圓筒形唧子(Ram)Rは石炭を罐内に押込む故に.石炭は已に押込まれたる石炭の下方より漸次押し出されて上方に出で石炭溜りに入る.此處に於て羽口より　り來る通風を受けて石炭は燃燒す。燃燒殆んど完了するときは可動爐格は交互に運動して灰を後方に送り灰落し用爐格に移し遂に爐格の下に落下せしむるなり。是等の爐格は之と對向せる爐格BGと共に

罐側に設けたる横杆裝置を經て或る原動機にて運轉せらる通風方法は罐外の送風機より給炭機下にある送風管に送風し.Dを開きて之を爐格下に導くDの大さは圖に示す如く弁にて加減するとを得るなり。爐格下に入りたる空氣は次の四ケ所に分る。(一)羽口の最高部に在る配風函(二)羽口より炭床を通過して出づ(三)

第六百圖
ウエスチングハウス下方給炭機

第六百一圖
ウエスチングハウス給炭機を汽罐に設置したる場合の橫斷面圖



可動爐格(四)灰落し用爐格.

灰落し用爐格には下方に加減用扉あり.之に把手取付けられ罐前より此把手にて通風を加減するこさを得るなり。通風の壓力は水柱の約六吋とし是亦罐前より加減するなごを得るなり.通風孔以外は密閉せらるゝ故に空氣は絕體に他より罐内に進入せざるなり。止むを得ざる場合には罐の前方にある自然通風口を開きて自然通風に依るこさを得。

第三項　汽機

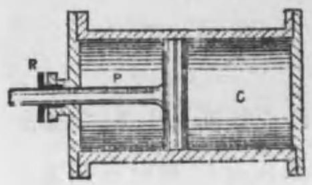
汽機の種類—汽機さは蒸汽の膨脹力に由て働作し機械的勢力を發生する機械にして其の種類甚だ多く.是を大別して次の四種とす.

(一)　單筒汽機
(二)　二聯成汽機
(三)　三聯成汽機
(四)　蒸汽タービン

以上各種の汽機中蒸汽タービンは別に第四項に之を記載す。其他の汽機に於ては蒸汽が働作する原理は同一にして各機共主要部は鐵製の圓筒體より成り是を**汽筒**(Steam Cylinder)と云ふ.其内壁に密接して動くことを得る幅狹き圓筒狀の**ピストン**(Piston)

なるものあり.蒸汽をピストンの前後兩面に交互に進入せしむるときは其壓力にてピストンは左右に交互に動かされて機械的勢力を發すべし。第602圖は構造の大略を示す.Cは汽筒にしてPはピストンホリ.Rはピストンの中心に取付られたる杆にして是を**ピストンロッド**(Piston Rod)と云ふ。ピストンロッドはピストンの左右動に伴ひ同じく左右動を爲すに由り.是に或る裝置を施し左右動を廻轉動に變せしむるときは.他の任意の機械を廻轉する原動機として之を使用するを得るなり.

第六百二圖
汽筒



汽機に於て汽筒の數一個にして一度ピストンを動かしたる蒸汽は再び是を使用せずして空中に排出せしむるものを**單筒汽機** (Simple Engine) と云ひ汽筒の數二個以上にして一度働作したる蒸汽を第二の汽筒に導き其のピストンに働作せしむるもの.即ち蒸汽を二段に使用するものを**二聯成汽機** (Compound Engine) と云ひ.第二の汽筒より排出されたる蒸汽を更に又第三の汽筒に導き第三のピストンに働作

せしむるもの即ち蒸汽を三段に使用するものを**三聯成汽機**(Triple Expansion Engine)と云ふ。

汽機の種類に從て汽筒の直立するものあり.又は水平に置かれたるものあり.前者を**直立汽機**(Vertical Engine) 後者を**横置汽機** (Horizontal Engine) と云ふ。又一度使用したる蒸汽を直に大氣中に排出せしめず是を**凝汽機** (Condenser)なる機器に導き冷却して復水せしむるものあり.聯成汽機に於ては通常此方法を用ふ.此場合には汽機を**凝縮汽機** (Condensing Engne) と云ひ.是に對して凝汽機を使用せざる汽機を**不凝縮汽機** (Non-condensing Engine) と云ふ。又時として汽機の運轉速度の高低に從て區別することあり即ち速度早きものを**高速汽機**(High Speed Engine)と云ひ速度遲きものを**低速汽機**(Slow Speed Engine)と云ふ

汽機の構造═汽機の働作は汽筒内に於てピストンが蒸汽の壓力の爲に左右に働くにあれば.是れを原動し他に機械的勢力を傳へしむるが爲めに.汽機の構造は次の主要部より成る

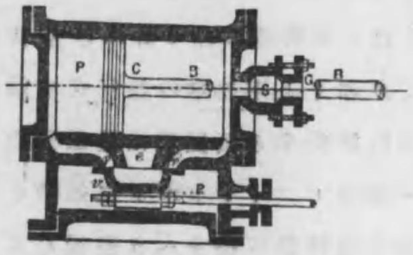
(一)　汽筒
(二)　左右動を廻轉動に變更する裝置
(三)　ピストンの兩面に交互に規則正しく蒸汽を進入せしむる裝置

(四)　速度調整裝置

(五)　運動部分の注油裝置

(一)汽筒は鑄鐵にて製せられ兩端を鍛鐵板にて蓋ひボートにて之を汽筒に締付く.一方の蓋にはピストンロッドの貫通する穴を設け是より蒸汽の漏洩なからしむる爲に**スタッフヒング.ボツクス** (Stuffing Box)と稱する圓筒狀の金物をロッドの廻りに密接して蓋に取附く。此兩者間の空隙に石綿麻或は金屬のパッキングを嵌めボックスの上には尙**グランド**(gland)と稱する金物をボートにて締附けロッドの左右動する時にも蒸汽の汽筒外に漏洩することなからしむ。第603圖に於てCは汽筒.Sはスタッフヒング.ボックス.Gはグランドなり.p,p'は**スチーム.ポルト**(Steam Port)と稱せられ蒸汽のピストンの左右に進入する孔.Cは**エキゾースト.ポルト**(Exhaust Port)と稱出られ.已にピストンを動かしたる蒸汽の汽筒外にせづる孔.Pはピストン.Bはピストン.ロッドなり。ピストンは鑄鐵又は鍛鐵に製せられ.其周圍と汽筒内壁との間隙より蒸汽の漏洩なからしむる爲に.鋼鐵より成る發條をピストンの周圍に設けたる溝に入れてピストンを卷く.之れを**ピストン.リング**(Piston Ring)と云ふ。其彈力に由てピストンは汽筒内壁に密接して左右動をなす.然れども數年間是を使用するときは發條は摩耗して取換を要するなり。ピストンは汽筒の左右兩端に達したるときに是に全く密接するに非ず.其間に小許の間隙を殘す是を**クリアランス** (Clearance)と云ふ。汽機の運轉を始むる際は汽筒は冷き故に蒸汽は汽筒内に入りて凝縮して水に變じ.クリアランスに滯留してピストンを壓し汽筒を破る虞あれば.クリアランスの箇所に一種のコックを附し.運轉を始めるとき又は蒸汽の凝縮したるとき是を開きて凝縮蒸汽を外部に排出せしむるものとす.此コックを**ドレインコック** (Drain Cock)と云ふ。或は又汽筒の冷却せざる樣汽筒の壁を二重に爲し.其間に蒸汽を充たすことあり.此裝置を**スチーム.ジヤケット**(Steam Jacket)と云ふ。汽筒の上部に兩端に近く一種のヴアルヴを取付け汽筒内

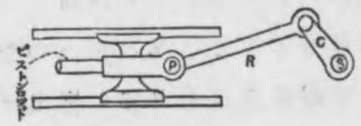
第六百三圖
汽筒



に入る蒸汽の壓力が指定された壓力より高き時は自から此ヴァルヴを壓し開き外部に奔出し是が爲に自然に壓力の降下する裝置と爲す是をレリーフヴァルヴ(Relief Valve)と云ふ卽ち一種の安全辨なり

(二)ピストン・ロッドは鋼鐵にて製せらる其左右動を廻轉動に變する裝置としての主要部をクロスヘッド(Cross-Head)と云ふ其構造は種々あれども大概ね第604圖に示すが如く上下二本の並行せる鍛鐵或は鑄鐵の桁の間に滑動する鑄鐵又は鍛鐵製の滑動片にして其の一端はピストン・ロッドに連結し他の一端Pは左右動を廻轉動に變すべき裝置なるクランクC (Crank)にコンネクチング・ロッドR (Connecting Rod)に依て連結せらる。クランクはSなる軸に取付けられ是を中心として廻轉するを得るなり。

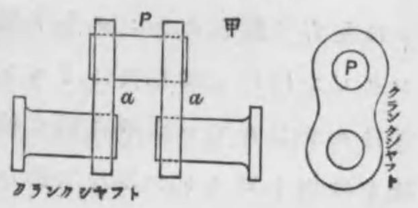
第六百四圖
クランク及クロスヘッド

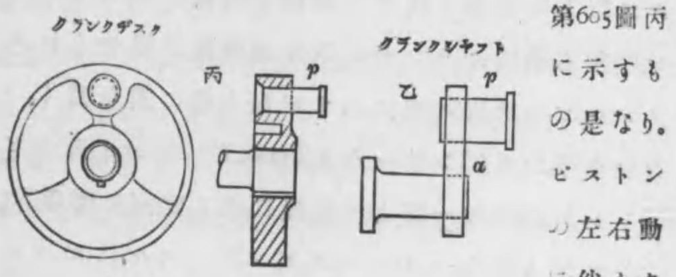


クランクは鍛鐵又は鋼鐵より成り第605圖に示すが如く軸の中心に取付けられたるものと其一端に取付けられたる者との二種あり此軸をクランク・シャフト(Crank Shaft)Pをクランクピン(Crank Pin)と云ひaをクラング杆(Crank Rod)と云ふ。

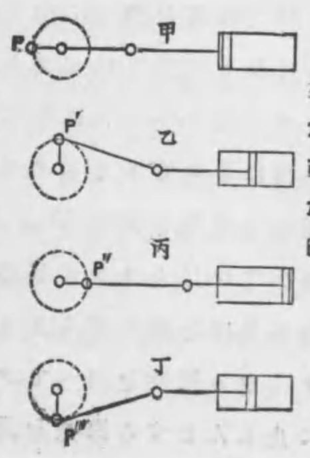
クランク杆は圓板狀になりたるものあり此場合には是をクランク・ヂスク(Crank Disc)と云ふ

第六百五圖





第605圖丙に示すもの是なり。ピストンの左右動に伴ふクランクの廻轉動は第606圖に示すが如し甲に於てピストンが汽筒の左端に在る時はクランクピンはPにあり乙に於てはピストンが右方に進み汽筒の中央に來りクランクは右方に廻轉してクランクピンはP′に來る丙に於てはピ



第六百六圖

ストンが汽筒の右端に來りクランク.ピンはP″に來る.丁に於てはピストンの右方に蒸汽進入しピストンは左方に動き.クランクも下側左方に廻轉しクランクピンはP‴に來る.次にピストンが左端に戻るときはクランクピンは甲に示す位置に戻る。

斯くの如くピストンの左右動を爲すに伴ひクランクは以上の運動を續けて廻轉を反覆す.卽ちピストンの左右動はクランクに依て廻轉動に變せられ.クランクピンは第606圖に示すが如く常に圓を畫く。是を**クランクピン.サークル**(Crank Pin Circle)と云ひ.ピストンが汽筒の一端より他端に至る間隔を**衝程**(Stroke)と云ふ.卽ち一クランクピン.サークルはピストンが二衝程を動くに由て畫かるるなり。衝程の始め及終りに於てはピストン.ロッド.コンネクチング.ロッド及クランクは共に一直線となり.ピストンが如何に是を壓するもクランクを廻轉せしむること能はず.此點を**死點** (Dead Point)と云ふ。クランクを動かすにはクランクが必ずピストンロッドに對し若干角度を爲し居らざるべからず.是に由てクランクに或る慣性を與へて.クランクがデットポイントに止らんとする際.是を過ぎてピストンに對し或角

度を爲し常に廻轉し得る位置に在らしむ.惰性を與ふる方法としてクランクを重く製し且つ軸に重き車輪を裝置す.是を**蓄勢輪** (Flywheel)と云ふ。ピストンに働く力は一廻轉中に於ても多少の差異あるを免れず.從てクランクを廻轉する力も時々變化するに由り.蓄勢輪の有する運動量に依り此廻轉の變化を少からしむるなり。

(三)ピストンの左右動を規則正しく爲さしむるが爲に一定時毎に交互にピストンの左右に蒸汽を導く裝置を爲さざるべからず是をヴアルヴと云ふ。ヴアルヴに種類多く大別して次の三種とす。

(一)スライドヴアルヴ (左右動を爲す)

(二)ピストン.ヴアルヴ (左右動を爲す)

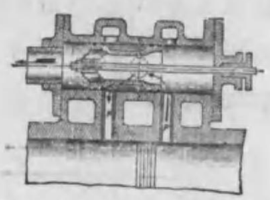
(三)コーリツス.ヴアルヴ(廻轉動を爲す)

スライド.ヴアルヴ (Slide Valve)は通常D字の形狀を爲し居れば是をDヴアルヴとも云ふ.其構造は第603圖Vに示す如く汽筒の外側に沿ふて或る室内に滑動す.其動く面は平面なり.此室を**ヴアルヴ.チエスト**(Valve Chest)と云ひ.ヴアルヴの動く面を**ヴアルヴ.シート** (Valve Seat)と云ふ又ヴアルヴに取付けたる杆を**ヴアルヴ.ロツド**(Valve Rod)と云ふ。

汽罐より汽管を經て進入する蒸汽は先づヴアルヴ.チエストに入り.ヴアルヴの位置に從ひスチームポルトpより.汽筒内に入り同時に已にピストンに働作したる蒸汽は他のスチームポルトp'より汽筒外に出で.ヴアルヴ内を經てエキゾーストポルトcより外部に出づるなり。次にヴアルヴを他の作用にて動かしヴアルヴを或る位置に變するときは.蒸汽はp'より汽筒内に入りピストンを前と反對の方向に壓し.より入りてピストンを動かしたる蒸汽はピストンに壓せられてpより出で.ヴアルヴ内を經てeに出づ.是に於て後に記載する方法にてヴアルヴを一定時毎に規則正しく或る間隔を左右に動かせば.蒸汽は交互にp.p'より汽筒内に入りてピストンを一定時毎に左右に動かすに由り.ピストンロッドも規則正しく左右動を爲すに至るべし。此ヴアルヴに於ては蒸汽は之をヴアルヴシートに壓する故に.ヴアルヴを動かすに要する力多大なる不利あり。

ピストン.ヴアルヴ(Piston Valve)は第607圖に示すが如く二個の圓筒狀の鐵體より成り.ヴアルヴシートも是に密接する爲に圓筒狀を爲す。蒸汽は兩圓筒體の間に進入し圖に示すヴアルヴの位置に於てはスチームポルトpより汽筒内に入り.汽筒内に在る蒸汽はスチームポルトp'より出でゝエキゾーストポルトに出づるなり。エキゾーストポルトは圓筒狀鐵體の左右に壹個宛備へらる。此ヴアルヴにもヴアルヴロッド取付けられ之に依てヴアルヴは左右に動かさる。此ヴアルヴに於てはヴアルヴシートが圓筒狀なるが故にDヴアルヴに比し蒸汽の進入する面積多く.從て其衝程は小なるの利あり.且つ蒸汽の壓力はヴアルヴの左右に同樣に加はるに由り.之を動かすに要する力少し。然れどもヴアルヴの滑動する面摩滅し始むるときは.ヴアルヴ.チエストに進入する蒸汽がエキゾーストポルトに向て漏洩する虞あり。

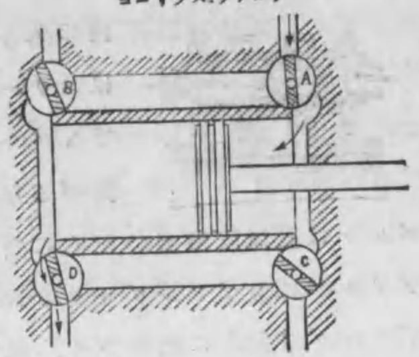
第六百七圖
ピストン.ヴアルヴ



コーリツス.ヴアルヴ(Corliss Valve)は四個の圓筒狀鐵體より成り.汽筒の四隅に於て圓筒狀のヴアルヴ.シート内に裝置せらる.ヴアルヴの本體は圓筒の軸を中心として廻轉動を爲し蒸汽の汽筒内への出入を掌る.第608圖は其形狀の概略を示す.圖中A.Bなるヴ

アルヴは蒸汽の汽筒内に進入するを支配す之をアドミツシヨン.ヴアルヴ(Admission Valve)と云ふ.C.D なるヴアルヴはピストンに働作したる蒸汽の汽筒外に排出するを支配す之をエキゾースト.ヴアルヴ(Exhaust Valve)と云ふ。ヴアルヴの廻轉動は各ヴアルヴに取付けられたるヴアルヴロツド及或る裝置とに依て行はるるなり.此裝置をウアルヴ.ギアー(Valve Gear)と云ふ其構造は後に記載す。コーリツス.ヴアルヴの裝置せらるる汽機を特にコーリツス.エンヂン(Corliss Engine)と云ふ。以上三種の外にスライドヴアヴの一種にしてスチームポルトを數區分し蒸汽の汽筒内に入る量を精密に加減し得らるるヴアルヴあり.是れをグリドアイヨン.ヴアルヴ(Gridiron Valve)と云ひ數多の汽機に使用せらる.

第六百八圖
コーリツス.ヴアルヴ



此等のヴアルヴを規則正しく動かす方法として.汽機の軸に或る裝置を爲し.ヴアルヴ.ロツドを是に連

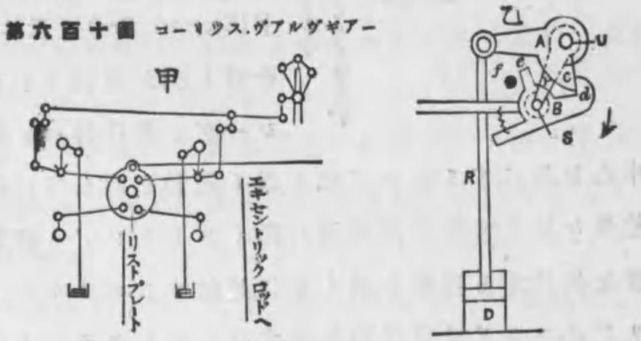
結す.此裝置をエキセントリツク(Eccentric)と云ふ。其構造は第609圖に示す如く軸に是と中心を異にする圓形の鐵板を取付く.其周圍に密接して動くことを得る環あり.圓形の鐵板をエキセントリツク.シーヴ(Eccentric Sheave)と云ひ環をエキセントリツク.ストラツプ(Exentric Strap)と云ふ。ストラツプに鐵杆を附し.是を直接に又は槓杆作用に依りヴアルヴ.ロツドに連結す.此鐵杆をエキセントリツク.ロツド(Eccentric Rod)と云ふ。

第六百九圖
エキセントリツク

今若し軸が廻轉すればシーヴも是に伴へども.中心を異にするために軸も異る運動を爲し常に其位置を異にす.從て其周圍に動くストラツプも亦位置を異にする運動を爲し.是に連結するエキセントリツク.ロツドは往復動を爲すべし.恰もクランクの廻轉に伴ひコンネクチング.ロツドが往復動を爲す關係の如し。是に伴てヴアルヴ.ロツド及ヴアルヴも往復動を爲しスチームポルトを開閉し.軸の一廻轉毎に是を反復するに由り.蒸汽は規則正しく交互

にピストンの左右に進入するを得るなり。ヴアルヴの動く長さは**ヴアルヴ.トラベル**(Valve Travel)と稱し軸の中心とシーヴの中心との距離の二倍に等し是に由てヴアルヴの動くべき長さより此中心間の距離を定め適當にエキセントリックを設計するを得るなり。スライド.ヴアルヴ及ピストン.ヴアルヴは此方法に依て働作すれども.コーリッス.ヴアルヴには別にヴアルヴ.ギアーなる裝置ありてエキセントリックよりヴアルヴギアーに運動を傳へヴアルヴを働作せしむ。ヴアルヴ.ギアーとは第610圖(甲)に

第六百十圖　コーリッス.ヴアルヴギアー



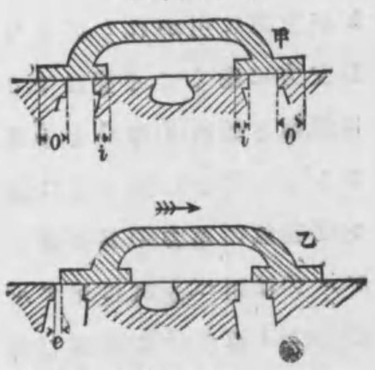
示すが如く中央に**リスト.プレート**(Wrist Plate)と稱する圓板ありて上部に於てエキセントリック.ロッドに連結し下方二隅に於てエキゾースト.ヴアルヴの中心軸に直接にヴアルヴ.ロッドに連結し上方二隅

に於てアドミッション.ヴアルヴの中心軸に第610圖(乙)に示す機構にて連結せらる。即ちヴアルヴ.ロッドの先端にBなる鐵片がボートにて取付られ.ボートの中心Sはヴアルヴの中心Uにγなる鐵片にて連結せらる。ヴアルヴ.ロッドを左右に動かせば.Bはγに由てUを中心として左右に動くことを得るなり。ヴアルヴの中心UにもAなる異形の鐵片がボートにて取付られ.其一端CはBの一端dに抱合し.一端Aには別に橫杆Rがボートにて取付られ.橫杆は下方に於て制動壺Dに連結せらる。今ヴアルヴ.ロッドを左方に引くときは.dはCを左方に引きUは右方に廻はりてヴアルヴは開き.同時にAは上り制動壺のピストンも昇り其下方に眞空を生ず。Bが左方に引かれlがfなる鐵杆に當るや.最早Bは左方に動くこと能はず.Sを中心として矢の方向に廻轉を始めdはCより外る.爰に於てAは支へらるるものなきに至り.是に連結する制動壺のピストンは空氣の壓力の爲に降りUは左方に廻はりてヴアルヴは閉づ。次にヴアルヴロッドが右方に動くときはd再びCに抱合し前の働作を反復す。ヴアルヴの開き居る時間はfの位置に由て適宜に變ず

ることを得れば.是を調整するを得る構造と爲せり.ヴアルヴ.ロツドの往復動はエキセントリツクに由てリスト.プレートを經て行はるる故に上記の働作は全く自働的なり.

次にヴアルヴの位置とスチームポルトとの關係を示さんに.例へばスライド.ヴアルヴに於ては衝程の中央に於ては第611圖(甲)に示す如くヴアルヴはヴアルヴ.シートの中央に在りてスチームポルトを全く覆ふ.覆ひたる部分中ポルト以外に亘る部分を**ラツプ**(Lap)と云ひ其外側の部分oを**アウトサイド.ラツプ**(Outside Lap)と云ひ內側の部分iを**インサイド.ラツプ**(Inside Lap)と云ふ。衝程の始まらんとする際には第611圖(乙)に示す如く.ヴアルヴはヴアルヴ.シートの一端にあれども スチーム.ポルトに對し少しく開き蒸汽をして汽筒內に進入せしむ.此開きeを**リード**(Lead)と云ふ。リードの長さは汽機の種類に由て異なれども.凡そ$\frac{1}{16}$吋乃至$\frac{3}{8}$吋なり。元來ヴ

第六百十一圖
スライドヴアルヴ

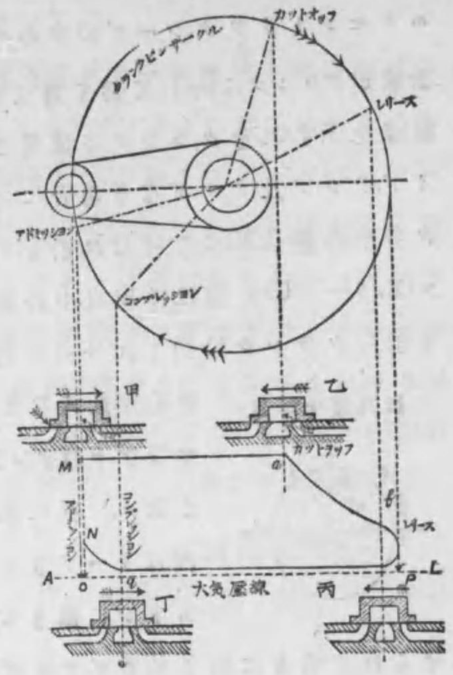


アルヴの運動はピストンより廻轉上90度前進し.アウトサイド.ラツプ.及リードを有する爲には.是より尙少許の角度進み居らざるべからず.此角度は卽ちエキセントリツク.シーヴの中心と軸の中心とを結ぶ線がクランクに對して爲す角度にして第612圖は此關係を示す.OCをクランクの位置とすればアウトサイド.ラツプ及リードなき場合にはエキセントリツクの中心線はOBにて可なれども.アウトサイド.ラツプOL.リードLNの加はる時は.中心線はOEに在るを要す.卽ちクランクに對し90°＋Aの角度を爲さざるべからず.此Aなる角度を**アングル.オフ.アドヴアンス**(Angle of Advance)と云ふ。次に第613圖(甲)に於て蒸汽はリードより汽筒內に入りピストンに働き.ピストンは漸次壓せられて右方に動き始めヴアルヴも是に伴ひエキセントリツクに依て右方に動く.從てスチームポルトも漸次開きて蒸汽は益々多く汽筒內に進入しピストンを右方に壓す。ピストンが進みて或點に達するときはヴアルヴは左方に動き始め漸次スチームポルトを閉ぢ.乙の位置に來るときは全く是を閉

第六百十二圖

ち蒸汽の汽筒内への進入を止む.此點をカットオッフ(Cutoff)と云ふ。

第三十百六圖
ヴアルヴダイアグラム



カットオッフしたる後は蒸汽は新しく汽筒内に進入せざれども.已に進入したる蒸汽は膨脹を爲し依然ピストンを壓する爲にピストンは引續き右方に動き.丙の位置に來るときは.ヴアルヴのインサイドラップはスチームポルトを通過して汽筒をエキゾーストポルトに通せしむ。是に於て今迄膨脹したる蒸汽はエキゾーストポルトを經て汽筒外に出づ.此點をレリース(Release)と云ふ。此時にはピストンは右端に至り衝程を終り左方に動き始め.或る點に達するときはヴアルヴは

亦右方に動き始め.丁の位置に來るときはヴアルヴはエキゾーストポルトと汽筒との連絡を閉ぢ.ピストンの左方に在る蒸汽はピストンの左方に動くに由て壓縮せらる.此點をコムプレツシヨン(Compression)と云ふ。ピストンが左端に戻る少し前にヴアルヴはリードに於て開き始め.ピストンが全く左端に戻りたるときは蒸汽は已に汽筒内ピストンの左方に進入し始め.ピストンに働き是を右方に動かさんとす.此點をアドミツシヨン(Admission)と云ふ。以上記載したる働作は兩スチームポルト及ピストンの左右に於て.行はれ.蒸汽がヴアルヴチエストに進入する間は間斷なきを以て.ピストンは引續き左右動を反覆し.從てクランクは廻轉を續行するなり。

斯の如く汽筒内に於ける蒸汽の狀態は常に異り.第一に汽筒内に入り第二にカットオッフせられ第三にエキゾーストポルトに連り膨脹して外部に出で第四に壓縮せらる。是に由て汽筒内に於ける蒸汽の壓力終始一樣ならずして變化し.第一の狀態に於ては送入蒸汽と同汽壓にあれども.第二より第三の狀態に移りては蒸汽は膨脹する故に汽壓は降下し.

第四の狀態に於ては壓縮せらるる爲め再び上昇す.是等汽壓の變化は第613圖に於て曲線にて示さる.此曲線に於てOLに沿うてOよりの距離はピストンの位置を示し.OL線上の高さは汽壓を示す.アドミッションよりカットオッフ迄は汽壓に變化なくOMにて示され.aより漸次降下しレリースの點bに至りてエキゾースト始まる爲に汽壓は急に降り.コムプレッションの點qより再び少しく昇り.アドミッションに戻りて元の汽壓OMとなる.此汽壓の變化を示す圖を**インジケートルダイヤグラム** (Indicator Diagram) と云ふ。インジケートルと稱する器具を汽筒の一部に穿ちたる孔に裝置し.適當の縮尺にて汽壓を目盛したる紙を用ふれば.汽機の廻轉に伴て働く樣裝置せられたる筆にて紙上にインヂケートル.ダイアグラムを畫かしむるを得るなり。

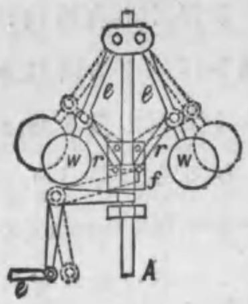
(四) 汽機に於て是に加はる負荷が變化するときは廻轉速度も亦變化すべし.此變化を成るべく少くし且つ一廻轉中の速度を一樣ならしむる爲に汽機に或る裝置を爲す.是れを調速機(Governor)と云ふ。其の構造は種々あれども大別して二種となす.一は汽機

に至る汽管に接續したる**スロットル.ヴアルヴ**(Throttlevalve)と稱するヴアルヴの開閉を或る裝置に依て自働的に調整し.汽筒に進入する蒸汽の量を加減して廻轉速度に變化なからしむるもの.一は或る動作によつてエキセントリック.シーヴの位置を變じ.從てヴアルヴを動かしてカットオッフを變じ.速度早きに過ぎるときはカットオッフを早くし汽筒內に入る蒸汽の量を減せしめ.速度遲きに過ぎる時はカットオッフを遲くし.汽筒內に入る蒸汽の量を增さしめて廻轉速度に變化なからしむるもの是なり。

第一種の調速機は**ボールガヴアーナー**(Ball Governor)と稱し其構造は第614圖に示すが如く.一本の軸Aを汽機の廻轉部に取付け是に伴ひ廻轉せしむる裝置と爲し.其頭部へ球狀の錘Wを釣下する二本の支柱lを左右に取付け.錘の少し上部より二本の腕金rを圓筒狀の枠fに連結す.fは中央の軸Aの廻りに上下に自由に働くことを得るものにして.槓杆作用に依て杆eにてヴアルヴロッドに連結せらる。汽機が廻轉するや軸も廻轉し.支柱及球は是に伴ひ其遠心力の作用にて點線の位置に動き.廻轉速度の早きに過ぎるときは益々外方に開き.從て腕金の連結に由

て枠 f は上部に昇り横杆を引きてヴアルヴの開きを少くし蒸汽の進入量を減じて廻轉速度を遲緩ならしむ此種の調整機は感度鈍く感じてより結果が現はるる迄に時間を要し動作鋭敏ならざれば電燈用汽機の如く一汎に速度早き汽機には適せざるなり。

第六百十四圖
ボール,ガヴアーナー



第二種の調速機は汽機の軸に裝置せらるるを以て是をシヤフト.ガヴアーナー (Shaft governor)と稱す其構造は各種汽機に於て異る。其一例は第615圖に示すが如くエクセントリックシーヴはOを中心として動く樣取付けられ是に連結する横杆 l は蓄勢輪のスポークに取付たる彈壺 d に連結せらる此横杆に弓形の鐵杆Bがボートにて締付られ其一端は發條Sにて引かれ錘Wは是に懸りPを中心として動くことを得る樣裝置せらる。

平常BはSの緊張力にて引かれ從て l は上方にエキセントリック.シーヴも亦上方に引かるるも汽機の廻轉始まるやBはW遠心力に由てSの緊張力に反して矢の方向に動きシーヴを下方に下げ廻轉遲

度が早きに過ぎるときは益々是を下げて是に連結するエキセントリック.ロッドに依てヴアルヴの位置を變じカットオッフを早く行はしむるに至り汽筒内の汽壓降下し廻轉速度は通常に復す之に反して廻轉速度が遲きに過ぎるときは此反對の働作ありて常に廻轉速度の變化なからしむることを得るなり。速度の調整は錘の位置又は發條の强さを變じて行ふことを得るなり即ち錘を廻轉軸より遠くPに近く置くか又は發條の强さを弱くするときは、シーヴの動き增してカットオッフ益々早くなりて廻轉速度遲くなるべし此場合に廻轉速度を一定ならしむるときは負荷は減ずべし。是種の調速機は働作迅速に且つ稍正確なれども負荷の如何なる變化に對しても廻轉速度が必ずしも同一なる能はず無負荷に於ける速度必ず全負荷に於ける速度より大なり其

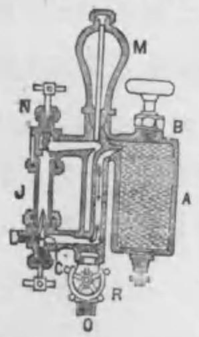
第六百十五圖
シヤフトガヴアーナー

差は全負荷に於ける速度の25%以下ならしむるを得るなり.之を速度の變動率と云ふ。調速機の動作を鋭敏になし廻轉速度の僅少の變化に對しても.シーヴは動きて廻轉速度を成るべく一定に保持し速度の變動率を少くする爲めには發條の强さ餘り强大なるべからず.然れども餘り弱きときは其動作過敏になり**亂調**(Hunting)なる現象を生ずることあり。亂調とは廻轉速度が或は速く或は遲く交互に變する現象を謂ふ.調速機の動作餘り鋭敏なるときは負荷增して廻轉速度減じ調速機働作して多量の蒸汽を汽筒内に送る場合に必要以上の蒸汽を送り之が爲に廻轉速度を負荷相當以上に增加せしむ。此速度增加に由て調整機は反對に働作し汽筒内に送る蒸汽の量を必要以上に減せしむる爲め速度は負荷相當以下に減少す。此の如く速度は速くなり或は遲くなりて亂調となるべし.此現象は蓄勢輪の重量を增すときは其楕性に由り多少輕減することを得るなり。

(五)總て二物體が相摩擦するときは熱を生じ遂に鎔解又は燃燒するに至ることあれば.汽機の構造中摩擦する部分には摩擦より生ずる發熱を防ぐ爲に運轉中適當の油を注入するを要す。其方法は該部

分に小孔を穿ち是に**オイルカツプ**(Oil)を挿入す.オイルカツプは圓筒形の硝子壺より成り.蓋及底は眞鍮板にして底に眞鍮管を挿入し是に依て注油すべき部分に捻ぢ込む。或る種類の廻轉早き汽機に於てはクランクの下方に油槽を設け.クランクをして各廻轉毎に油槽内を通過せしめてクランクピンに於ける發熱なからしむ。汽筒には別に**サイトフヒード.リユーブリケートル**(Sightfeed Lubricator)と稱する器具を汽管に取付け.蒸汽の壓力にて汽筒内に注油せしむ。其構造は第616圖に示す如く.Aは眞鍮の壺にて是にBの螺旋を弛めて油を入れ置く.Jは小硝子管.N.Cは小ヴアルヴなり.Mは水室にして是を汽管に小管にて接續する時は.蒸汽はM内に入り凝縮して水と成りA内に入り油を壓す.是に於て油は矢の方向に進みヴアルヴCの孔を經て小滴となりてJ内の水中を通じて浮び出で.小管Oより汽筒内に入るなり。其注入量はヴアルヴCの開閉に由て調整するを得.M室内に凝縮する水が多量に過ぎるときはRを開きて是を外

第六百十六圖
リユーブリケートル



部に排出せしむ。油の種類は其用途に從ひ大別して二種と爲す.一は機械の各外部に於ける摩擦部に注入するもの是を一般に**マシン油**(Machine Oil)と云ひ.一は汽筒内へ注入するもの是を**シリンダー油**(Cylinder Oil)と云ふ。前者は廻轉早き軸に注ぐものなれば比較的輕く粘着力少なきダイナモオイル類を可とし.後者は比較的重く粘着力強きものを可とす.共に礦油にして不純物殊に硫酸.鹽酸の如き鐵を腐蝕せしむる酸類を含有することなく.引火點高く凡そ攝氏150度以上なるものならざる可らす。

汽機の表示馬力——汽機内に於ける汽壓の變化.動作の完全なりや否や.ヴアルヴの完全なりや否やはインヂケートル.ダイアグラムを視て知ることを得べし.又是より汽機が發生したる勢力をも算定することを得るなり。卽ち第613圖の曲線中 Ma 及 Nb 間の高さの平均を計算す.是れ一衝程間の平均の汽壓なり.次にピストンの他の側に働く蒸汽の壓力の平均を同樣の方法にてダイアグラムより計算し.此兩平均汽壓の平均を P_m「ポンド」なりとし.汽筒の切斷面積を A 平方呎.衝程を l 呎.一分間の廻轉數を N とすればピストンが一分間に發生する勢力 W は次の

式にて示さる。

$$W=\frac{2Alp_mN}{33,000}\text{馬力}$$

是を**表示馬力**(Indicated Horsepower)と云ひ I.H.P なる記號にて表はす.卽ち

$$I.H.P.=\frac{2Alp_mN}{33,000}\quad\cdots\cdots(373)$$

P_m は**平均實効汽壓**(Mean Effective Pressure)と稱せられインヂケートル.ダイアグラムに依らざるも.カットオツフより次の式に依て最初の汽壓(Initial Pressure) P「ポンド」より算定するを得るなり。

$$P_m=PK\quad\cdots\cdots(274)$$

K の値はカツトオツフに依て異る.其關係は第120表に示す。通常の單筒不凝縮高速汽機に於ける平均實効汽壓 P_m は凡そ次の如し。

最初の汽壓 每平方吋「ポンド」	平均汽壓 每平方吋「ポンド」
80	31 — 42
90	33 — 46
100	35 — 55

聯成汽機に於ける平均實効汽壓は第121表に示す如し。運轉狀態を最も良好ならしむるカツトオツフは單筒汽機に於ては衝程の $\frac{1}{5}$ 乃至 $\frac{1}{4}$ 聯成汽機に於ては $\frac{1}{4}$ 乃至 $\frac{1}{3}$ なり。平均實効汽壓はピストンに働く絕對汽壓の平均よりピストンの背面に於ける汽壓卽ち汽筒よ

り排出する蒸汽の絶對汽壓を減じたるものなり.此排出蒸汽の汽壓を**背汽壓**(Back Pressure)と云ふ。不凝縮汽機に於ける背汽壓は通常絶對値にて17「ポンド」乃至32「ポンド」凝縮汽機に於ては凝汽機の眞空に相當する壓力なり。表示馬力中幾分は汽機自身を運轉するに消費せらるゝ故に.實際に利用し得る馬力は表示馬力より尠し.之を**實馬力**(Brake Horse Power)と稱しB.H.Pなる記號にて表はす. 實馬力と表示馬力との比を機械的効率と稱す.其百分比は85%－95%なり。

第百二十表

單筒汽機の平均汽壓算定の係數表

カットオツフ(衝程の分數)	膨脹倍	Kの値
1/4	1 1/4	0.968
7/10	1 3/7	0.952
2/3	1 1/2	0.934
5/8	1 3/5	0.919
6/10	1 2/3	0.613
1/3	2	0.846
4/10	2 1/2	0.763
3/8	2 2/3	0.750
1/3	3	0.699
2/10	3 1/3	0.664
1/4	4	0.596
1/5	5	0.522
1/6	6	0.405
1/7	7	0.421
1/8	8	0.385
1/9	9	0.355
1/10	10	0.330

聯成汽機═汽機の發生する勢力卽ち馬力數は第273式に於て認むるが如く汽筒の大さ及平均汽壓に正比例するに由り.汽筒の大さを增して使用する蒸汽の量を增さしめ汽鑵に於ける汽壓をも增せば.勢力を增大ならしむることを得るなり.又同じ分量の蒸汽を用ふるも平均汽壓を高むるときは.亦勢力を增さしむることを得るなり。平均汽壓を增す方法に二法あり.一は汽鑵に於ける汽壓を高め一は汽筒より排出せらるゝ蒸汽の汽壓を一層低下せしめ.卽ち蒸汽を汽筒內に於て充分膨張せしむれば.兩汽壓の差增し平均汽壓從て增す。蒸汽を充分膨脹せしむる爲には汽筒を二個乃至三個用ひ.第一の汽筒に於て働作し排出せられたる蒸汽を第二の汽筒に導き.再び膨脹して働作せしめ低汽壓となりたる蒸汽を第三の汽筒に導き.三たび膨脹して働作せしめ汽筒外に排出せしむるなり。是れ卽ち已に記載したる二聯成汽機及三聯成機に於ける蒸汽動作の階梯なり。

是等の汽機に於て最後の汽筒より排出せらるる蒸汽の汽壓を充分低下せしめ膨脹を大ならしむる爲には.是れを凝汽機(第四項に詳記す)に導き入れ.冷水

第百二十一表

聯成汽機の平均汽壓表

汽鑵計に於ける汽壓 毎平方吋「ポンド」	100	125	150
汽機の種類	平均汽壓「ポンド」		
コーリツス凝縮汽機	18	20	22
コーリツス不凝縮汽機	29	31	33
高速凝縮汽機	22	24	26
高速不凝縮汽機	32	34	36

にて冷却し復水せしめ喞筒に依て外部に排出せしむ。凝汽機内は排氣喞筒に依て眞空となすにあれば排出せらるる蒸汽の壓力卽ち背汽壓は大氣の壓力より低下し絕對汽壓二「ポンド」乃至五「ポンド」に降下す。然るに聯成汽機の汽筒に進入する蒸汽の壓力は汽壓計にて通常120「ポンド」乃至180「ポンド」にして、是を斯くの如き低汽壓に降下する迄膨脹せしめ其膨張力にて働作せしむるなれば、毎一表示馬力を發生するに要せらるる蒸汽及石炭の量は單筒汽機に比し甚しく少し。一表示馬力を發生するに要せらるる蒸汽の消費量を汽機の能率と云ふ。第122表は各種汽機の全負荷に於ける能率を示す。能率は負荷の減ずるるに從ひ低下す。表中凝縮汽機の蒸汽消費量は凝汽機用喞筒を運轉するに要せらるる蒸汽の消費量を含む。

第百二十二表
汽機の能率表

汽機の種類	汽鑵に於ける蒸汽の壓力 毎平方吋「ポンド」	一表示馬力を發生するに要せらるる一時間の蒸汽の消費量「ポンド」
單筒汽機	80—100	30—35
高速二聯成不凝縮汽機	100—120	24—26
高速二聯成凝縮汽機	110—120	19—21
コーリツス單筒不凝縮汽機	80—100	25—30
コーリツス單筒凝縮汽機	80—100	22—25
コーリツス二聯成不凝縮汽機	100—120	20—22
コーリツス二聯成凝縮汽機	120—150	14—16
三聯成汽機	150	13—15

二聯成汽機の汽筒の配置に二種の方法あり第一はピストンロッドが兩汽筒に共通し、クランクは一個にして兩汽筒のピストンは同時に同方向に動く。恰も汽筒の配置が電氣的直列接續に似たり。是を**タンデムコム.バウンド**(Tandem Compound)と云ふ。第二はクランク二個にして兩汽筒のピストンは直接の連絡なく各別々にクランクに連絡す。兩クランクの位置は互に直角をなし廻轉上死點なからしむ。恰も汽筒の配置が電氣的並列接續に似たり。是を**クロツス.コムバウンド**(Cross Componnd)と云ふ。三聯成汽機に於ては三汽筒共にクロツス式なるあり、又はタンデム式なるあり或は二個の汽筒がタンデム.コムバウンドとなり他の一個とクロツス式を爲すものあり。是等聯成汽機動作の原理は單筒汽機と略同じく、其構造は省略す。

汽機の撰定——第121表に表すが如く三聯成汽機は各汽機中能率最も高けれども、其構造甚だ複雜なる爲に製作費及日常の運轉費並に維持費の多額を要すれば、たとへ石炭消費量に於て節約するを得るも反て二聯成汽機を使用するに比し經費の多大なる

場合多し.此理に由て汽機の型式を撰定する場合には是に要する石炭消費量.修繕費.汽機及汽罐の原價並に其利子減損償却費等を計算比較し其最も經濟的なるものを使用すべきものとす。一年間に要する石炭費は次の式にて之を計算す。

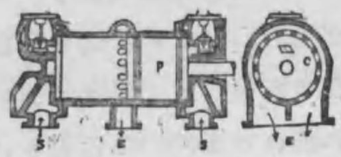
$$K=P\times I.H.P.\times H\times C\div(W\times 2,240)\cdots\cdots\cdots\cdots(275)$$

式中Kは一年間の石炭費.Pは汽機の一馬力一時間に要する蒸汽の「ポンド」にて示す消費量I.H.P.は汽機の表示馬力數.Hは一年間の汽機運轉時間.Cは石炭一噸の代價.Wは石炭一「ポンド」が汽罐に於て蒸發せしむる水の「ポンド」數なり。能率高き汽機は其原價が大なるも.蒸汽消費量少き爲に汽罐の大さを減じ從て其原價少く.結局汽機の高價なるを償ふに足ることあるべし。然れども一般に電燈用汽機には二聯成汽機使用せらる.

單流汽機—通常の汽機に於ては蒸汽は汽筒の兩端より出入するものなるが.進入する蒸汽は汽壓高く從て高温度にして.排出する蒸汽は膨脹してピストンに働作したるものなれば.汽壓低く從て温度低し.即ち汽筒の右より温度の高き蒸汽進入するとせば.之が膨脹して温度低下し再び汽筒の右端より外部に排出せらる。從て汽筒の兩端ば交互に或は熱せられ或は冷却せられ.高温度の蒸汽も此冷却したる汽筒を熱する爲に其勢力の一部は浪費せらる.蒸汽を甚しく膨脹せしむる場合には汽筒は益々冷却して浪費勢力も增加すべし.之に由て蒸汽を甚しく膨脹せしむるには之を一個の汽筒に於て行はず.數個の汽筒に於て順次に膨脹せしめ.膨脹して低温度に成れる蒸汽にて冷却されたる汽筒壁に高き壓力の蒸汽をして觸れしめざるなり.之れ汽機を聯成と成すの理なり。尙高温度の蒸汽の進入する汽筒より外部に熱の發散するを防ぐ爲に之をスチーム.ジャッケットと爲すを通常とす。今若し蒸汽が汽筒内に進入するスチームポルトと汽筒外に排出するエキゾーストポルトと同一ならずして之を各別ならしめ.高温度の蒸汽は常に高温度に在る汽筒端より進入し.膨脹したる蒸汽は常に低温度にある汽筒壁より排出せしむるときは.冷却せる汽筒壁を熱する爲の勢力の浪費なかるべし.從て一個の汽筒に於て可なり充分に蒸汽を膨脹せしむることを得るなり。此理に基き設計製作されたる汽機を單流汽機(Uniflow Steam Engine)と云ふ.其構造の概略は第617圖に示す

如く汽筒は比較的に長く.其左右兩端にスチームポルトS.Sあり。之と汽筒との間にVなるヴアルヴあり.此ヴアルヴは**ポツペツトヴアルヴ**(Poppet Valve)と稱せらる.ヴアルヴ.ロツドは發條にて常に下方に押下せらるる故に.ヴアルヴは其下に在るシートに密着し蒸汽通路を閉づ。ヴアルヴ.ロツドを外部より押し上ぐるときは.ヴアルヴはシートより離れ.蒸汽はSより汽筒内に進入するなり.發條の力にて蒸汽の通路を開閉する故に其働作迅速なり。ヴアルヴ.ロツドは外部に於てエキセントリックに連結せられ之に依て働作す。汽筒の中央には其周壁に圖に示す如くエキゾーストボルトなる數個の孔設けられ排汽管Eに連絡し.排汽管は凝汽機に連結せらる。Pはピストンにして其長さは殆んど汽筒の二分の一に等し.圖に示す位置に於ては右方のVは少し開き左方のVは閉づ.ピストンの左側は排汽管に連絡し殆んど凝汽機に於ける汽壓卽ち眞空に近し。ピストンが左方に動くときは.之が爲にエキゾーストボルトは塞が

第七十百六圖
單流汽機の構造の概略



れ左方の蒸汽は壓縮せられピストンの或る位置に於てヴアルヴVは閉づる故に.已に進入したる蒸汽は膨脹しピストンが左端に達するや.エキゾースト.ポルトはピストンの右方に連絡する故に.膨脹したる蒸汽は之より排汽管に排出せらる.同時に左方のヴアルヴVは開きて蒸汽はピストンの左方に進入してピストンを右方に動かす.斯くしてピストンの往復動行はるるなり。斯くの如く此汽機に於ては高溫度の蒸汽は汽筒の兩端より進入し.低溫度の蒸汽は汽筒の中央より排出する故に.汽筒の各部分は常に同じ溫度の蒸汽に接觸するなり.從て汽筒を熱する爲の勢力の浪費なき故に蒸汽の消費量割合に少し。此汽機の特徵とする處は構造簡單なる事.ヴアルヴの構造も亦簡單なること.單流汽機と稱せらるる如く蒸汽は常に同方向に流るる故に過熱蒸汽を使用するを得ること等なれども.不利とするは汽筒の長大にして特に堅固なるべきこと及大なる蓄勢輪を使用して廻轉の不同を調整する必要あること等なり。以上の理由にて此汽機は數千馬力の大型には適せざれども.蒸汽の消費量は300表示馬力のものに於て一表示馬力に付八「ポンド」に過ぎざるを

以て高能率汽機として使用せらる。

第四項 蒸汽タービン

蒸汽タービン—**蒸汽タービン**(Steam Turbine)も汽機も同じく蒸汽によりて働作し其の有する勢力を機械的動力に變ずる原動機なるも其の蒸汽の利用方法は汽機に於けると異り高速度を以て噴出する蒸汽を軸に取附けたる廻轉體に働作せしめ其衝動作用又は反動作用にて廻轉運動を起さしむるものなり。タービンなる語は廻轉原動機の意にして水力機にのみ用ひられたるなれども蒸汽にて廻轉動する原動機發明せられてより蒸汽タービンなる名稱を是に附するに至れるなり。蒸汽タービンは十數年前より汎く使用せらるゝも其起源は甚だ古く西暦紀元前20年に**ヒーロー氏**(Hero)が此理に基き始めて創造せしが構造の餘り簡單なりし爲に單に理學的玩弄物と認められ實用せらるるに至らざりき其後1705年に現今の往復動機關たる汽機の發明ありてより學者は廻轉動機關たる蒸汽タービンを顧みずして汽機に就き研究し其の發達に全力を盡し改良を加へたりしかば現時に於ける汽機は殆んど大改良を爲す餘地なき迄に完成せり。然るに1884年來**ド.ラヴアル**(Delaval)氏及**シー.エー.バーソン氏**(C. A. Parson)は1705年以來顧みられざる廻轉動機關の構造簡單にして直接廻轉動を起し汽機の如く往復動を廻轉動に變ずるが如き迂遠の機關ならざるに注目し是を實用的に完成せしめんと研究したる結果現時市場に使用せらる蒸汽タービンを考按し製作上實際に於ける種々の研究及試驗を行ひ稍是を完成せしめ市場に出したるに汽機に比し甚だしく優れるを以て其需用は忽ち增して急激の發達を促がし此二種の外數種の蒸汽タービン發明せられ現時に於ては一基の**出力** 40,000「キロワット」以上のもの製作せられ實地据付の上日々運轉し好結果を呈しつゝあり。我邦に於ても十數年前より汎く使用せらるゝに至り出力500「キロワット」以上の發電所に於ては汽機に代て蒸汽タービン使用せらる其の成績は二百年間發達し來れる汽機に比し僅に數十年間に於ける研究に依るなれど後に記載する如く種々の點に於て甚だしく優る所あり。

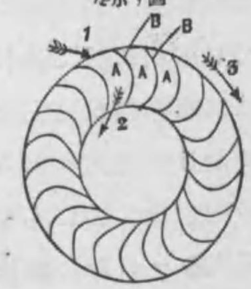
蒸汽タービンの働作原理—蒸汽タービンの主要部は圓筒狀の廻轉輪にして其周圍に切斷面が三日月

形を爲せる數十の婉曲したる鐵板(之には通常鐵とニッケルとの合金を用ふ)を嵌入したるものなり.此鐵板を**ヴエイン**(Vane)又は**ブレード**(Blade)と云ふ. 第618圖は廻轉輪の働作を示す略圖にしてBはブレード間の空所なり.蒸汽が高速度にて1の矢の方向よりAに入り.ブレードに衝激し2の矢の方向に出づるときは.廻轉輪は3の矢の方向に廻轉すべし. 蒸汽の性質として壓力低き外氣に向つて之を噴出せしむるときは.蒸汽は壓力の差に相當する速度を以て流出す.飽和蒸汽を大氣中に噴出せしむるとき有する速度は蒸汽の壓力に從ひ第123表に示す如し. 過熱蒸汽は飽和蒸汽よりも稀薄なるを以て.過熱蒸汽の噴出する速度は一層大なり. 從て蒸汽タービンに過熱蒸汽を用ふるときは其機

第百二十三表
蒸汽の速度表

汽噴前汽壓「ポンド」	絕對汽壓「ポンド」	蒸汽の速度「呎毎秒」
40	55	2,200
60	75	2,120
80	95	2,600
100	115	2,720
120	135	2,820
140	155	2,920
160	175	3,000
180	195	3,300

第六百十八圖
蒸汽タービン働作の原理を示す圖



械的勢力を增加することを得るなり。尙眞空中に蒸汽を噴出せしむる時は其速度更に增加するに由り.蒸汽タービンには概ね凝汽機を用ふ。斯くの如く蒸汽の速度甚だ大にして其衝激を受くるブレードの速度は力學上蒸汽の速度の二分の一なるべきに由り.廻轉輪が非常に大ならざる限りは其の速度は實際運轉に不適當なり。之に由て後に記載する如く適當の裝置にて減速せしむれども.尙汽機に比すれば速度大にして一分間の廻轉數は1,000乃至4,500回なり。

蒸汽タービンの種類—蒸汽タービンを大別して**反動タービン**(Reaction Turbine)及**衝動タービン**(Impulse Turbine)の二種となす。反動タービンとは蒸汽の有する壓力の一部分が速度に變じ.其反動力にてブレードに働作し廻轉輪をして廻轉せしむるなり.從て蒸汽はブレード內を通過する間に其壓力次第に減し關係速度(ブレードと蒸汽との關係速度にして蒸汽の絕對速度に非ず)次第に增加す。衝動タービンとは蒸汽の有する壓力の全部が速度に變じ.其衝動力にてブレードに働作し廻轉輪をして廻轉せしむるなり.從て蒸汽の關係速度は一定し壓力もブレードに入る際及之より出づる際共に相同じ。反動タ—

ビーンに於ては廻轉輪の全周より蒸汽を進入せしむれども衝動タービンに於ては廻轉輪の周圍の一局部よりのみ蒸汽を進入せしむるなり。蒸汽タービンを蒸汽の流るゝ方向に依て次の如く分類す。

(一)アキシアルフロー.タービン(Axial-flow Turbine)

(二)ラヂアルフロー.タービン(Radial-flow Turbine)

アキシアルフロー.タービンは蒸汽が廻轉輪に平行に向て流るゝもの.ラヂアルフロー.タービンは蒸汽が軸の中心より外周に向て流るゝもの又は外周より軸の中心に向て流るゝものなり.前者を**アウトワードフロータービン**(Outward-flow Turbine)と云ひ後者を**インワードフロータービン**(Inward-flow Turbine)と云ふ。

又蒸汽タービンを其使用する蒸汽の壓力に從て次の如く分類す。

(一)高壓タービン (High Pressure Turbine)

(二)低壓タービン (Low Pressure Turbine)

(二)混壓タービン (Mixed Pressure Turbine)

高壓タービンとは汽罐より發生する高壓の蒸氣にて運轉せらるもの.低壓タービンとは不凝縮汽機より排出する低壓蒸汽にて運轉せらるゝもの.混壓タービンは不凝縮汽機より排出する低壓蒸汽と高壓蒸汽との混合にて運轉せらるゝものなり。

以上各種のタービンの實際に製造せらるるもの甚だ多し.其重なるものは次に示す如し。

(一)ド.ラヴアル.タービン (De Laval Turbine)

(二)ウエスチングハウス.パーソンス.タービン (Westinghouse Parsons Turbine)

(三)シー.エー.パーソンス.タービン (G. A.Parsons Turbine)

(四)カーチス.タービン (Curtis Turbine)

(五)ツエリー.タービン (Zolly Turbine)

(六)ウエスチングハウス.ラトー.タービン (Westinghouse Rateau Turbine)

(七)テリー.タービン (Terry Turbine)

(八)スタール.タービン (Stahl Turbine)

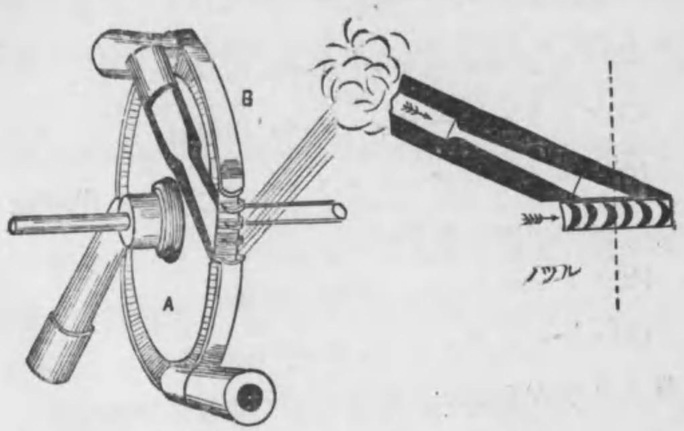
以上の內(二)及(四)は反動型にして其他は衝動型なり。

反動タービンの創始はヒーロー氏の機關にして.衝動型の創始は第拾七世紀に於て伊太利の建築家ビアンカ氏の手に成れる機關なり。反動タービンは多少衝動作用をも受けて廻轉するなり。

ド.ラヴアル蒸汽タービン—此タービンは最も簡

單なる衝働型にして第619圖に示す如く一個の鋼鐵環體B及其内部に廻轉する一個の幅狹き鐵製廻轉輪Aより成る。廻轉輪の周圍に數多のブレード植付けられ之に向て蒸汽の噴射管(Nozzle)を20度の角度を爲して取付け之より蒸汽を噴射せしむるときは蒸汽は膨脹して高速度を以てブレードに衝激し

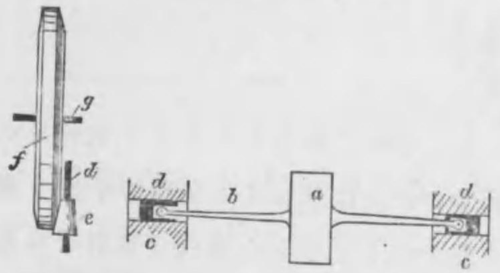
第六百十九圖
ド.ラヴアル蒸汽タービン



廻轉輪は其速度を受けてBの内部に於て高速度にて廻轉す。噴射管の數は小形タービンに於ては一個なれども大形に於ては二個以上とし廻轉輪の周圍に等距離に配置す新らしき設計に於ては之を一ヶ所に並列し能率を良好ならしむ。ブレードの速

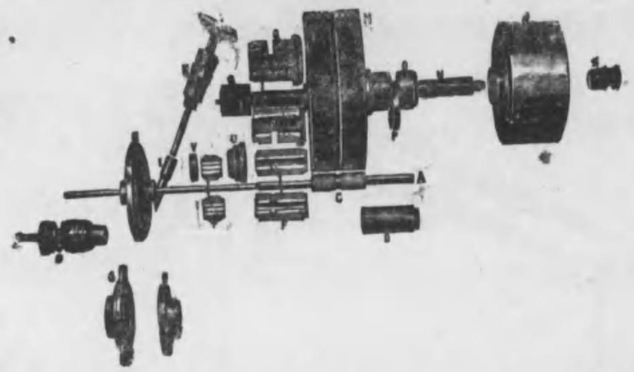
度は已に記載したる如く蒸汽の速度の二分の一に等しく.假に蒸汽の最初の壓力を毎平方吋 150「ポンド」なりとし.ブレードより排出する蒸汽を凝汽機に導き28吋の眞空に膨脹せしむるときは.蒸汽の速度は毎秒4,010呎となるに由り.ブレードは毎秒2,500呎の速度を受け廻轉輪の廻轉數は一分間に30,000回なるべし。斯の如き高速度の車輪は通常の軸受方法にて支持せしむること能はざるにより.ド.ラヴアル氏は特種の方法を案出し.たとへ廻轉するも必ず元の形狀に復する可撓の長き軸を採り.第620圖に示す如く其中央に廻轉輪を取付け兩端を軸受にて支へしめ.車軸の廻轉をして機械全重量の懸る軸上に在らしむる樣裝置せり。又高速度を實用的速度に遞減するが爲に齒車裝置を第621圖に示すが如く爲す.圖に於てAは車軸.Bは廻轉輪.Iは噴射管.Lは是に裝置せらるゝヴアルヴを開閉す

第六百二十圖
ドラヴアル蒸汽タービン軸承方法



る把手なり.C及Mはヘリカル歯車にして相噛み合ひCの廻轉をMに於て其 $\frac{1}{10}$ 即ち一分間に3,000回轉に遞減し.Mの軸なるNに取付けたる車輪Rに依て他の機械に連結し是を運轉するを得せしむ.Qは調速機にして內部に發條ありて汽機の調速機の如

第一百二十六圖
ド.ラヴアル蒸汽タービン速度遞減裝置



く其發條力に由て廻轉に伴ひスロットルヴアルヴの開閉を加減するか.或は開口する噴射管の數を變じて速度を調整するものなり。蒸汽の噴射管は圓錐形を爲し蒸汽の有する全壓力の狀態より速度の狀態に變せしむる爲に.第619圖に示すが如く尖端に至るに從ひ大ならしむ.其長さは一定せざるも長きに過ぎるときは表面の摩擦に由て蒸汽の速度を減

ずる恐あり.短きに過ぎるときは蒸汽の膨脹充分ならず.其中間に於ける適當の長さに定めらる。第622圖はド.ラヴアル蒸汽タービンに直流發電機を直結したるものを示し.第124表は其出力及廻轉速度の割合を示す。ド.ラヴアル.タービンは300馬力以下の小型に適し.小發電機渦卷喞筒.送風機等に直結し之を運轉するに使用せらる。

第百二十四表
ド.ラヴアル蒸汽タービン表

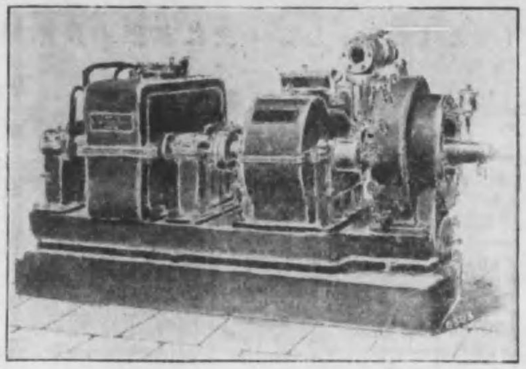
出力「キロワット」	馬力	一分間の廻轉數	寸法 長	寸法 巾	寸法 高
1.625	3	2700	3′ 7″	1′3½″	1′ 7½″
3.2	5	3000	4′ 8″	1′ 7″	2′ 5½″
4.0	7	3000	5′ 0″	2′ 0″	2′ 6″
6.6	10	2500	5′ 6″	1′11½″	3′ ⅛″
9.9	15	2100	6′ 1″	1′11⅛″	3′ ⅛″
13.2	20	2000	6′ 0″	2′ 1″	3′ 2″
19.8	30	2000	6′ 6	2′ 2″	3′ 2″
13.2	20	2200	5′ 0″	2′10½″	3′ 4½″
19.8	30	2200	6′ 4″	3′ 1½″	3′ 4½″
33.0	50	1500	7′ 3″	3′ 1″	4′ 1″
49.5	75	1250	8′ 7″	4′ 7⅛″	4′ 4″
66.0	100	1050	10′ 3″	5′ 6″	5′ 2″
100.0	150	1050	11′ 1″	5′ 1″	4′ 8″
150.0	225				
200.0	300	750			

蒸汽タービンの廻轉速度を遞減する他の方法としては蒸汽の膨脹を數段 (Stages) に分つに在り.例へば絕對汽壓155「ポンド」の蒸汽を15「ポンド」の壓力ある場所即ち大氣中に噴出せしむるときは.其速度一秒に付き2,920呎なれども.之を二段に分ち初め汽壓48「ポンド」迄膨脹する樣噴出せしめ.更に之を大氣中に噴出せしむるときは其速度各約2050呎に減す.若し之を三段四段……

に分割するときは段數多きに從ひ益々速度を減じ.從て廻轉輪の速度を減ずるを得るなり。此くの如く蒸汽の壓力を數段に分つタービンを**多段式タービン** (Multi-Stage Turbine) と云ふ。此の理を應用し.ウエスチングハウス電機會社に於ては小發電機及渦卷喞筒運轉用の500馬力以下の小型衝動タービンを製作せり.第623圖は渦卷喞筒に直結したるものを示す.

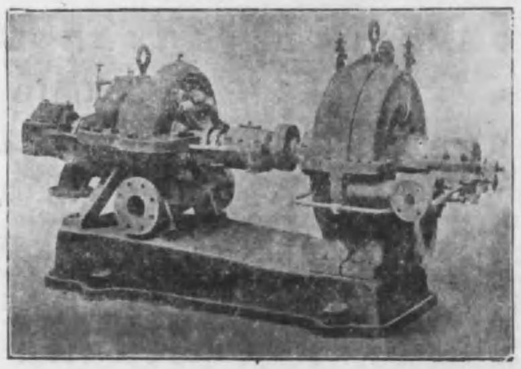
第六百二十二圖

ド.ラヴアル蒸汽タービン直結發電機



第六百二十三圖

ウエスチングハウス小型蒸汽タービン渦卷喞筒直結圖

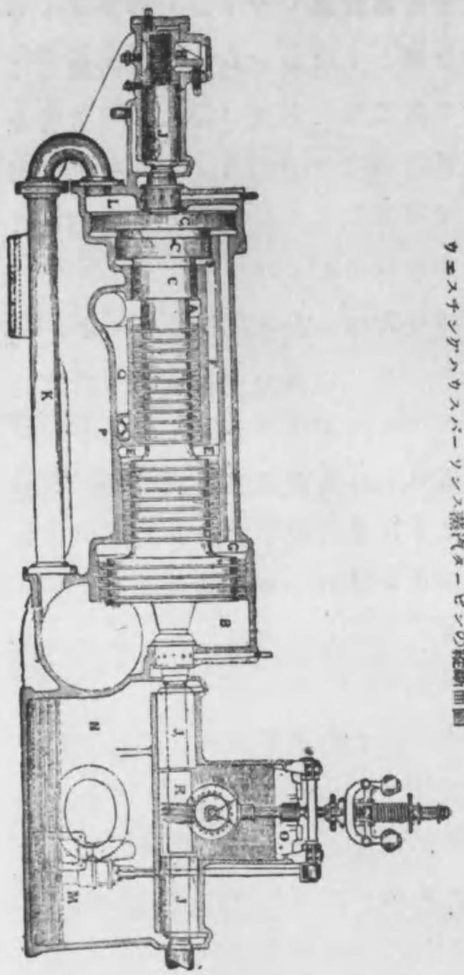


此蒸汽タービンに於ては第一の噴射管より出てブレードに衝激したる蒸汽はレヴアーシングチャンバーに入り.方向を轉じて次のブレードに衝激して之を出づ.爰に於て殆ど速度を失ひ第二の噴射管を通過して膨脹し再び速度を得て次のブレードに衝激す.斯くして各噴射管毎に之を反復して廻轉輪に割合に低き廻轉速度を與ふるなり。

ウエスチングハウス.パーソンス蒸汽タービン——パーソンス蒸汽タービンは純粹の反動型多段式にして西曆1884年にチャールス.アルジャーノン.パーソン氏に依て創造せられ.其後改良を經て1891年凝縮式のもの發明せられ專賣權を得られたるが.其專賣權を米國ウエスチングハウス會社に分ち同社にて製造するものをウエスチングハウス.パーソンス蒸汽タービンと稱す。

第624圖はウエスチングハウス電機會社に於て製作せるウエスチングハウス.パーソンス.タービンの縱斷面を示し.第625圖(甲)は其ブレード列の斷面圖を示し.同圖(乙)はブレード輪の一部を示し第626圖は此タービンの1,500キロワット交流發電機に直結したるものを示す。圖に於て認むる如く數十列のブレー

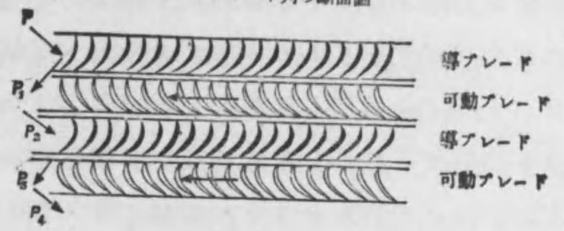
ドの取付られたる廻轉輪は圓筒狀を爲し是を包圍して其周圍全部に蒸汽を導く輪體の外殼ありて其內側に廻轉輪のブレードに對し是と同樣なるブレードあり蒸汽通過を之は廻轉輪のブレードに衝動す此ブレードを導ブレード (Guide Blade) と云ひ輪體を導ブレードを廻轉して別區と是。ふ云と (Guide Blade Wheel) 輪ド



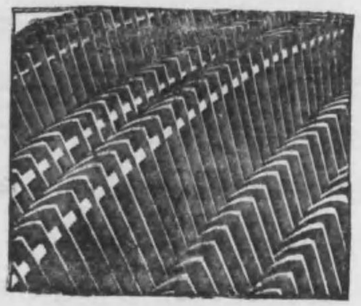
第百二十六圖　ウエスチングハウスパーソンス蒸汽タービンの縱斷面圖

第百二十六圖

(甲)　ウエスチングハウスパーソンス蒸汽タービンのブレード列の斷面圖

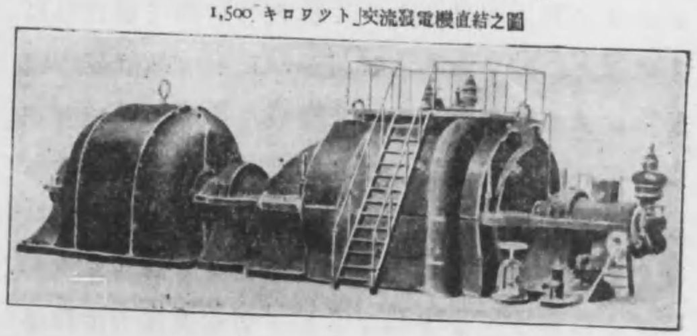


(乙)　同上ブレード輪の一部



第百二十六圖

ウエスチングハウスパーソンス蒸汽タービン及1,500キロワット」交流發電機直結之圖



輪のブレードを**可動ブレード**(Movable Blade)と云ひ廻轉輪を**可動ブレード輪**(Movable Blade whel)と云ふ。

蒸汽は先づヴアルヴよりA室に入り.第一に第一列の導ブレードを通過し膨脹して汽壓Pより汽壓P_1に降り其有する勢力を速度の狀態に變じ.第625圖に示す如く進行の方向を凡そ20度轉じ第一列の可動ブレードに衝激す。是に於て之に廻轉の機能を與へ.更に膨脹して汽壓P_2に降り第一列の可動ブレードを出づ.其の際是に反動を與へ廻轉速度を增さしめ.元の方向に轉じ.第二列の導ブレードに入る。爰に於て更に膨脹して汽壓P_3に降り有する勢力を速度の狀態に轉じ.方向を凡そ20度轉じ第二列の可動ブレードに衝激す。斯の如き順序にて蒸汽は數列の導ブレード及可動ブレードを通過して汽壓は降り.速度は殆んど零になりて排汽口に出で凝汽機に入るなり。斯の如くして可動ブレード輪は蒸汽直接の反動と多少の衝動とを受けて廻轉の機能及速度を與へられ.圖に於て矢にて示す方向に廻轉するに至るなり。

斯の如く蒸汽は各ブレードを通過する毎に漸次膨脹する故にブレード輪の容積も順次其壓力の降るに應じ三段に增大せらる卽ちブレード輪の直徑及ブレードの數を三段に增す。ブレード列の數は發生馬力並に蒸汽の膨脹の程度に從ひて異り20列乃至100列なりとす。可動ブレード輪の各列に與へらるゝ速度は進入する蒸汽の壓力と排出する蒸汽の壓力との差に由るものなるが.蒸汽がブレード列を進むに從ひ其壓力降るに由り此差減じ.ブレードに與へらるゝ速度も漸次減じ.最後の可動ブレードに於ては速度甚しく減ずれば.可動ブレード全體の速度はド.ラヴアル蒸汽タービンに於けるが如き蒸汽の最初の壓力を全部速度に變せしむるが如く甚しく大ならず.凡そ一秒間に300呎なり。現時製作せらるゝ此蒸汽タービンの一分間の廻轉速度は1,200—3,600回なり。

ブレードに働作する蒸汽は常に右方にのみ壓するなれば.ブレードより左方に**平衡ピストン**CCC(Balancing Piston)を取附け蒸汽をして此面に働かしめ.左方に壓して右方の側壓と相平均せしむ。此ピストンはブレードの各段毎に一個宛あり.第一段のピストンには蒸汽はAより直接に働き.第二段のピストンには第一列可動ブレード輪を通過してEに入りた

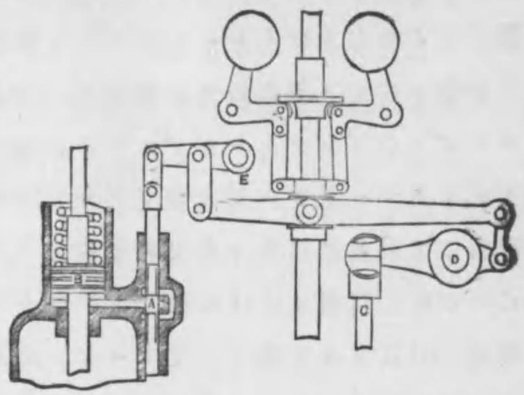
る蒸汽が溝下を通じて働き.第三段のピストンには第二列可動ブレード輪を通過してGに入りたる蒸汽が管Hを通じて働き.負荷の多少及汽壓の高低に拘らず各段に於て側壓と相平均す。ピストンの面積は是に受くる汽壓に應じ適當に是を算定す。Kは汽管にしてBを最も左方の平衡ピストンCの背面Lに連絡し.Bに出づる排出蒸汽をして是に通じ平衡ピストンの背面を壓せしめ.Bに於ける排出蒸汽の側壓と相平均せしむ。JJは軸受にして砲金より成るスリーヴなり。Pは短絡用のヴァルヴにしてEに連絡し.負荷の過大なる際高壓力の蒸汽を直にEに導き第二段のブレードに働かしむるときは.タービンをして六割の過負荷に耐へしむるを得るなり。或は又凝汽機に故障を生じたる場合に不凝縮式として使用する際.此方法に由て全負荷に耐へしむるを得るなり。

第625圖に於て認むる如く各ブレードの兩側に於ける蒸汽の壓力相異る故に.蒸汽は兩ブレード輪間の空隙を傳はりて無益に漏出する虞あり.衝動タービンに於ては可動ブレードの兩側に於ける壓力相等しき故に此くの如き蒸汽の漏出なし.是に由てウエスチングハウス.パーソンス.タービンに於ては此空隙を運轉上支障を來さざる範圍に於て出來得る限り小さくなし.高壓端に於て$\frac{2}{100}$吋低壓端に於て$\frac{6}{100}$吋となせり。ブレードの總數は1,500"キロワット"のタービンに於て55,000以上なりと云ふ。

調速機はスロットル.ヴアルヴの開閉を自働的に調整するものにして.其構造は車軸にボールガヴアーナーを齒車裝置にて連結し.槓杆作用にて間接に機械的に調整を行はしむるなり。其槓杆裝置は第627圖に示す如し.Aはリレーヴアルヴと稱しピストンBを動かすべき蒸汽の量を加減す。ピストンBはタービンのスロットル.ヴアルヴに接續し其開閉を支配す.リレーヴアルヴAのヴアルヴ.ロットは槓杆作用にてD及Cに連り中央軸に連絡す。Cはタービンの軸に汽機に於ける如くエキセントリックにて連絡し.D及Eを支點としてタービンの廻轉に伴ひ上下動をなし中央軸も亦タービンの軸に連りて廻轉す。槓杆の上下動に伴ひリレー.ヴアルヴAも亦上下動を爲し開閉す.其開きたる場合には蒸汽は下方より進入してBを上方に動かしスロットル.ヴアルヴを開かしむ.是に於て蒸汽はタービン內に進入す.

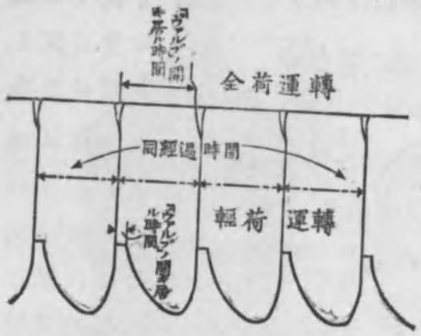
其閉ちたる場合にはBは其上にある發條の力にて降りスロットル.ヴアルヴは閉ぢ蒸汽はタービン内へ進入せざるなり。此開閉は各廻轉毎に行はるゝを以てタービン内への蒸汽進入の狀態は恰も急呼吸を爲すが如し.是をパツプ(Puff)を爲すと云ふ。リレーヴアルヴAの開閉の程度は調速機の錘の位置に由て異り.廻轉早きに過ぎるときは錘は遠心力に由て大きく開きて橫杆Aは降りBの開き減じてピストンに働く蒸汽の量減じ.從てBのスロットル.ヴアルヴを動かす力減じヴアルヴ少しく開きタービンに進入する蒸汽の量も減じ廻轉は復舊するなり。是に反してAは反對と前とときは過ぎるときに遲き廻轉して

第六百二十七圖
ウエスチングハウスパーソン蒸汽タービンの調速機動作の原理を示す圖



の開き增してタービンへの蒸汽の進入量增し廻轉は復舊す。斯くの如くして速度は如何なる場合に於ても能く調整せらるなり。全負荷の際には橫杆は昇りAの開き居る時間は閉ぢて居る時間より長く.從てスロットル.ヴアルヴは長く開き短く閉ぢ.汽筒内への蒸汽の進入量甚だ多し.其他の場合に於てはリレーヴアルヴは負荷の多少に應じて適度に開閉し蒸汽の進入量を加減す.若しインヂケートルを取付けインヂケートルダイアグラムを畫かしむれば第628圖に示す如きものを

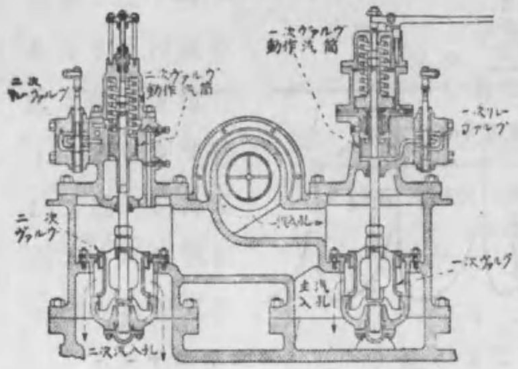
第六百二十八圖
蒸汽タービンのインヂケートルダイアグラム



第六百二十九圖
ウエスチングハウスパーソンスタービンの調速機

得るなり。注油方法は機械下部にある油槽より小喞筒にて油を汲上げ其重量に依て各小管にて各注油部に循環せしむれども軸の廻轉は汽機に比し甚だ早き爲め油の熱すること甚しければ是を冷却せしむる爲に小管を螺旋狀に曲げ油槽内に置き是に絶へず冷水を循環せしむ。第629圖に調速機を示し第630圖にスロットル.ヴアルヴを示す.通常の運轉には右方のヴアルヴを用ひ過負荷の場合に於て左方のヴアルブを開きて低壓ブレードに高壓蒸汽を働作せしむるなり。

第六百三十圖
ウエスチングハウス.パーソンスタービンのスロットル.ヴアルヴ

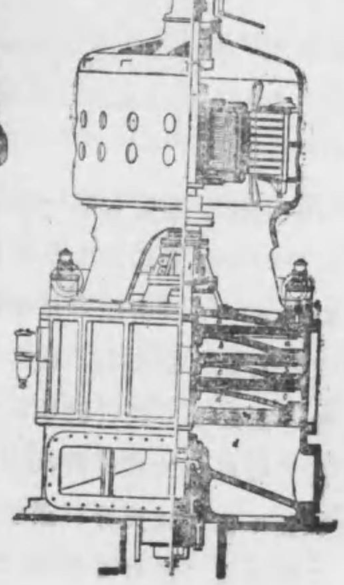


カーチス蒸汽タービン—カーチス蒸汽タービンは衝動型多段式にして西曆 1895 年に**シー.チー.カーチス**(C.T. Curtis)氏に依て創造せられ1901年より實用せられたるものなり。其構造はパーソンス式の如く數段數列の可動ブレード輪及導ブレード輪より成り.可動ブレード輪は導ブレード輪の内側に廻轉す.

兩輪間の空隙は甚だ少く$\frac{4}{100}$吋乃至$\frac{1}{10}$吋に過ず。第631圖はカーチス蒸汽タービンの外觀.第632圖は其縱斷面第633圖は其ブレード列を示す.圖に於ては壓力を二段に分ち更に各段を速度に付き三段に分つ.高汽壓の蒸汽は數個のヴアルヴVより噴射管Nに入り.噴出して第一列の導ブレードに入り是を出でて方向を變じ第二列の

第六百三十一圖
カーチス蒸汽タービンの外觀

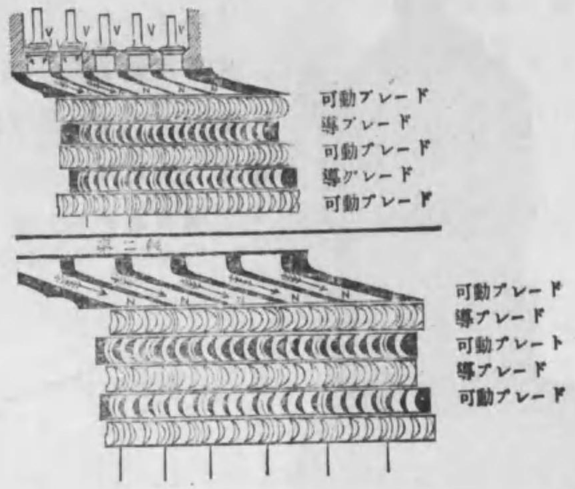
第六百三十二圖
カーチス蒸汽タービンの縱斷面圖



可動ブレードに衝激す斯くして順次に數列の兩ブレード輪を通過し第一段の排氣室に出でたる後第二段の噴射管に入り是を出でて第二段の第一列可動ブレードに衝激し是を出でて第二列の導ブレードに入る。斯くして順次に數段數列の兩ブレード輪を通過して凝汽機に入るなり。

第三十三圖六第

カーチス蒸汽タービンブレード列



此の働作に於ける蒸汽の狀態は第一段の噴射管內に於て蒸汽は充分に膨脹し其壓力は殆んど第一段の排氣室に於ける壓力に降下し其有する勢力を速

度の狀態に變し數列の可動ブレード輪を通過する際是に廻轉機能を與へ全く速度を失うて第二段の噴射管に入る爰に於て更に膨脹し殆んど凝汽機に於ける壓力に降下し其有する勢力を速度の狀態に變し第二段の可動ブレード輪を通過する際是に廻轉機能を與へ凝汽機に入るなり。若し段數が二段以上なるときは蒸汽は最後の段に於けるブレードを通過したる後凝汽機に入るなれば中間の段に於ては排氣室に於ける壓力に降下してブレードに衝激するなり。第二段の噴射管內の蒸汽は第一段の蒸汽に比すれば膨脹して汽壓低き故に兩噴射管より出づる蒸汽の速度を相等しからしめん爲めに第二段の噴射管の容積を第一段の噴射管の容積よりも壓力に逆比例して大ならしめブレードも排氣室に近きに從ひ長くなし同じ段中に於ても次の段に近きに從ひ蒸汽の速度減ずる故に同容積の蒸汽を通過せしむる爲にブレード間の通路を大ならしむ。ブレードの數はタービンの出力500「キロワット」のものに於ては第一段に於て180枚第二段に於て185枚にしてブレード輪は三段なれば全ブレード數は1395枚なり。ブレード輪は鋼板を圓形に切りブ

ードの形狀に爲し其周圍を鐵帶にて包みたるものにして其直徑は四呎半なり。ブレードの深さは第一段の第一列に於て$\frac{3}{8}$吋第二段に於ては一吋なり.導ブレードの深さは單に可動ブレードを被包するにて足る。噴射管の數は出力に應じて異り.凝汽機使用の場合には其半數を用ひ凝汽機に故障を生じ是を使用する能はざるとき.噴射口の全數を用ひ全負荷に耐へしむ.是に由て凝汽機を使用し全噴射管より蒸汽を噴射せしむる時は100%の過負荷に堪へしむるを得るなり。此タービンの圓周速度は毎秒420呎なれども.ブレード輪の大なる爲めに軸の廻轉速度はパーソンス式に比し遲く殆んど其二分の一なり。

最初のカーチス式蒸汽タービンはパーソンス式蒸汽タービンと異り出力100「キロワット」以上のものは直立式にして軸は垂直なり.是に連結する發電機は其の上部に支持せらる。軸を支持するには其最下端に圓筒狀の鑄鐵の座を取付け是を圓筒狀の鑄鐵の臺に受けしむ.此兩鐵片の相對する面は其中央深さ$\frac{1}{8}$吋許り削り取られ接觸面は恰も周環を爲す.下部の鐵臺の中央に小管を通じ置き.是に下部より

電氣喞筒にて毎平方吋200「ポンド」の壓力にて油を絕へず送り其壓力にて廻轉輪を支へしむ。油は兩鐵片間の中空に充ちたる後廻轉輪を少しく擧げ.接觸面間より流出し上部に昇り油槽に戻るなり.此支持裝置を**ステップ.ベアリング**(Step Bearing)と云ふ.卽ち軸は毎平方吋200「ポンド」の壓力ある油の上に廻轉するなれば.注油の不完全なるときは忽ち軸の下端は鐵座に觸れて燒損する虞れあり.其後改良せられ油の代りに水を用ひ毎平方吋1,000「ポンド」の壓力を加へ軸を支へしむることとなれり。調速機はパーソンス式のものと同樣にスロットル.ヴアルヴの開閉を自働的に調整するものなれども.其方法は機械的及電氣的にして第一段の各噴射管にスロットル.ヴアルヴを裝置し.是にヴアルヴ.ロッド及びピストンを取付く.ピストンは別に設けられたるパイロット.ヴアルヴ(パーソンス式のリレー.ヴアルヴと同種)に支配せられて出入する蒸汽に由て左右動を爲しヴアルヴロッドを動かし噴射管のスロットル.ヴアルヴを加減して蒸汽の出入を調整するなり。パイロット.ヴアルヴの開閉は電磁石に由て支配せられ.電磁石は自働抵抗器と共にタービンに直結す

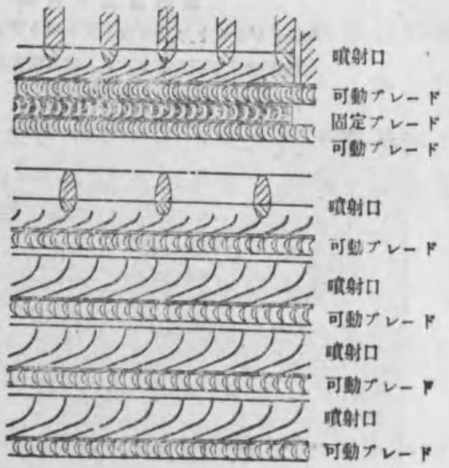
る發電機に接續せらる.自働抵抗器は軸の上部に接續するボール.ガヴアーナーの腕に連絡す。其働作は軸の運轉が早きに過ぎるときはボールガヴアーナーの錘は大きく開きて自働抵抗器に働き.電磁石回路の抵抗を增し電流を減せしむ.爰に於て電磁石の磁力減じてパイロット.ヴアルヴの開きを少からしめ.ピストンを動かす蒸汽の量を減ず.是に於てピストン及びヴアルヴ.ロッドの動き亦減じ.スロットル.ヴアルヴは少しく開きタービンに進入する蒸汽の量は減じて軸の廻轉は復舊するなり。是に反して軸の廻轉が遲きに過ぎるときは.前と反對にてスロットル.ヴアルヴは多く開き軸の廻轉は增して再び復舊す。

カーチス.タービンの最初の型は直立式なりしも其後水平型に變更せられ.直立型のものは特別の注文に非れば製作せられざるなり。水平型カーチス.タービンに**複式衝動型** (Compound Impulse Type) と**合成衝動型** (Combined Impulse Type) との二種あり.前者は直立型と同じ構造にして各段毎に二列以上の可動ブレード輪を具へ.後者は第一段に於て二列の可動ブレード輪あれども.第二段以下に於ては各段に一列

の可動ブレード輪を具ふ。第634圖は合成衝動型タービンのブレード列を示し.第635圖は十一段式**カーチス合成衝動タービン** (11-Stage Curtis Combined Im

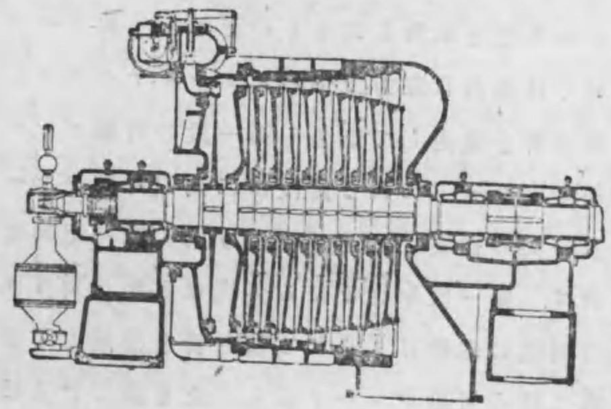
第六百三十四圖

カーチス合成衝動蒸汽タービンのブレード列



第六百三十五圖

カーチス合成衝動蒸汽タービン(十一段式)の縦斷面圖



pulse Turbine)を示し.第636圖は6600ヴオルト」7,500「キロヴオルトアムペア」1,500

第六百三十六圖

6,600「ヴオルト」7,500「キロヴオルトアムペア」1,500
廻轉交流發電機直結カーチス合成衝動蒸汽タービン
(十一段式)の外殼を取外したる圖

ヴオルトアムペア」一分間の廻轉數1,500回の交流發電機に直結したる十一段式カーチス合成衝動タービンの外殼を取外したるものを示す。此タービンに於ては蒸汽は左方上部のヴアルヴ.チエストに入り噴射管を通過して膨脹し第一段の可動ブレード及固定ブレードに入る.此段は二列の可動ブレード輪及一列の固定ブレード輪より成る單一廻轉輪を形成す。第一段を出でたる蒸汽は皿形を爲す固定輪の周圍に取付けられたる噴射管を通過して膨脹し.第二段の可動ブレードに入り之を出でたる後次

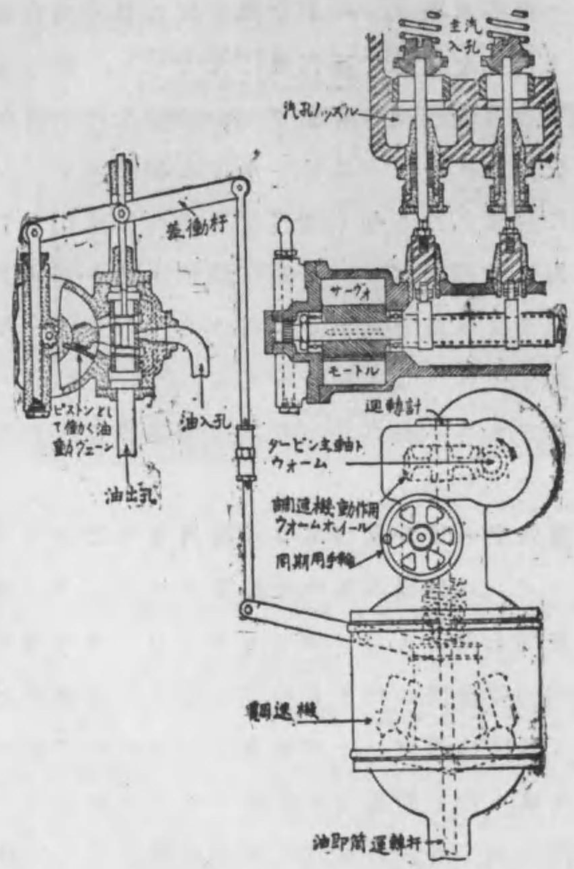
の噴射管を通過して膨脹し第三段の可動ブレードに入る.斯くして順次に各段の可動ブレードを通過し第十一段の可動ブレードを出でたる後右方底部に於ける汽孔を通じて凝汽機に入るなり。第二段以下の各段は各一列の可動ブレード輪及噴射管より成る故に.全タービンは恰も小なる衝働タービンを直列に接續したる如く.蒸汽は各段毎に膨脹して衝動作用にて可動ブレード輪に廻轉機能を與ふるなり。噴射管は段を重ぬるに從ひ蒸汽の膨脹する爲め擴大せらるゝこと圖に示す如し。

第637圖はカーチス蒸汽タービンの調速機及スロットルヴアルヴを示す。

ラトー蒸汽タービン及ツエリー蒸汽タービン—ラトー.タービンは佛國の**エー.エム.ラトー**氏(A. M. Rateau)の發明したるもの.ツエリータービンは**ツエリー**氏(Zoeley)の發明したるものにして共に衝動型多段式なり.各段は導ブレード輪及可動ブレード輪一個宛より成り.恰も簡單なる衝動タービンを直列に接續したる如く.各段は蒸汽の壓力の階段にして各段毎に汽壓が速度に變じて可動ブレードに衝激し之に廻轉機能を與へ最後の段に於て全く壓力を失

第六百三十七圖

カーチス蒸汽タービンの調速機及スロットルヴアルヴ

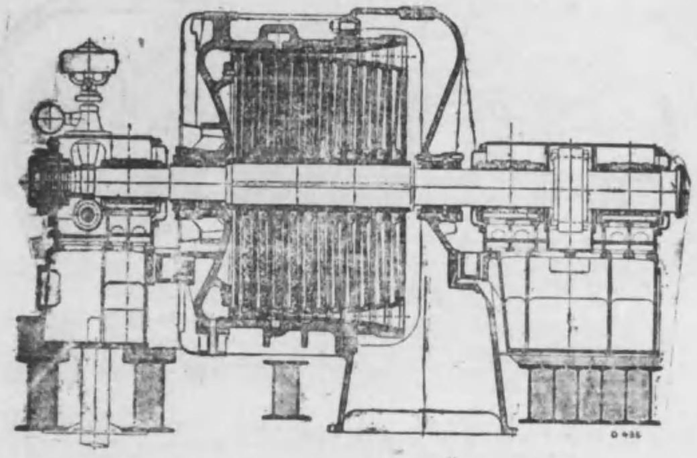


ひ凝汽機に入るなり。蒸汽の壓力の降るに

第六百三十八圖

ツエリー蒸汽タービン縱斷面圖

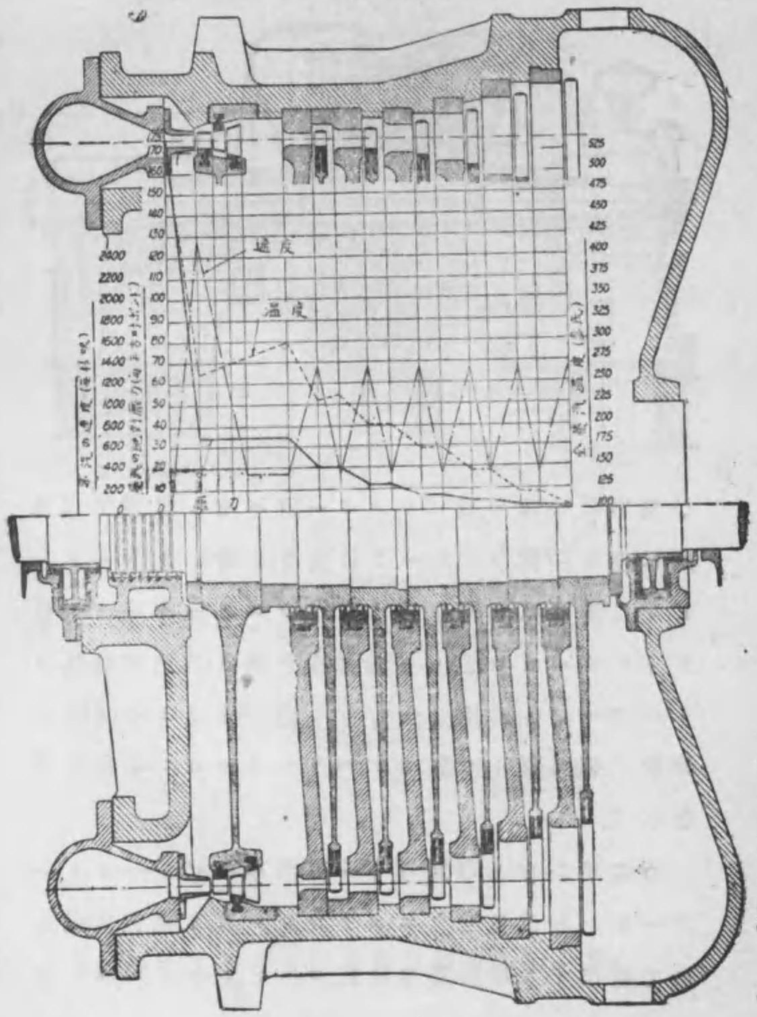
(3,000HP 1,500.r.p.m.)



ひ其容積の增す爲にツエリー.タービンに於ては低壓に至るに從ひブレードの長さを增し.ラトー.タービンに於ては其幅を廣くなす.ツエリー.タービンはラトー.タービンよりも段數少き爲め其廻轉速度ラトー.タービンに比し大なり。第638圖は 3,000馬力一分間の廻轉數 1,500回のツエリー.タービンの縱斷面を示す。

ウエチングハウスラトー蒸汽タービン——ラトータービンを改良しウエスチングハウス電機會社に於て製作する衝動型多段式タービンをウエスチン

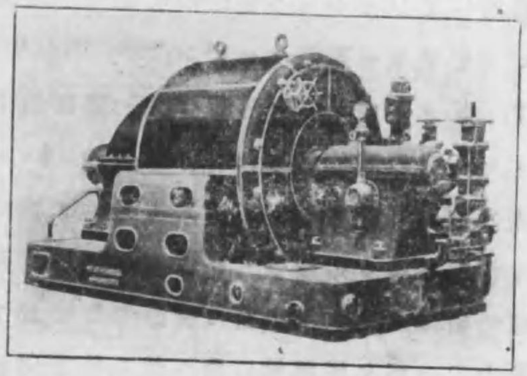
第九十三百六圖
ウエスチングハウス.ラトー蒸汽タービンの
ブレード輪の縦断面圖



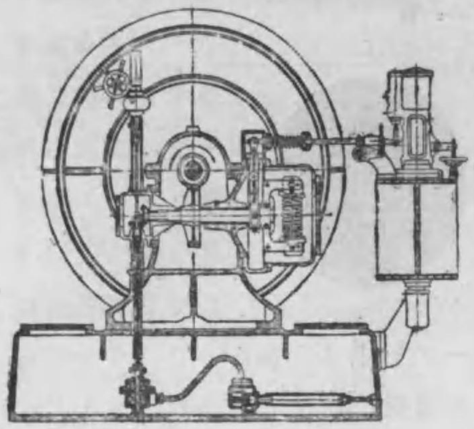
第十四百六圖
ウエスチングハウス.ラトー蒸汽タービンのブレード輪

グハウス.ラトータービンと爲すカーチス合成衝動型と同樣に第一段に二列の可動ブレード輪を具へ第二段以下に於ては各段に一列の可動ブレードを具ふ。第639圖は其縦断面を示す圖中上部の曲線は働作中の蒸汽の壓力(實線)速度(鎖線)及温度(點線)の變化を示す.第640圖甲は導ブレード輪(乙)は可動ブレード輪を示し.第641圖(甲)はタービンの外觀(乙)は調速機を示す。

第六百四十一圖(甲)
ウエスチングハウス.ラトー蒸汽タービンの外觀



第六百四十一圖(乙)
同上の調速機

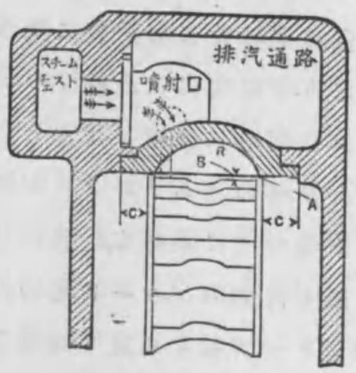


テリー蒸汽タービン—500馬力以下の發電機及其他の小機械運轉に適する蒸汽タービンはウエスチングハウス電機會社及ゼネラル電氣會社に於て衝動式のもの製作せらるも特に此目的に用ひらるゝ不凝縮の衝動型一段式蒸汽タービンを**テリー蒸汽タービン**(Terry Steam Turbine)となす。此タービンの廻轉輪は第642圖に示す如く單にブレードの取付けられたる一個のヂスクより成る。蒸汽はAに於て噴射管に入り殆んど排出口に於ける汽壓に降る迄膨脹し高速度にて噴射管を出でて廻轉輪のバケットの面に衝激しBに於て其有する勢力の一部を廻轉輪に與へ然る後方向を180度轉しRに入り更にバケットに戻りて之に衝激す此作用を反復して蒸汽は其有する勢力を廻轉輪に與へて

外部に噴出す。此蒸汽タービンに於ては廻轉機能は蒸汽の勢力がバケットの屈曲せる面に衝激するに由り與へらるゝものにしてブレードはRより來る蒸汽を次のバケットに衝激せしむる樣其噴射を分つ作用を爲す。全體の構造頗る簡單にして一分間の廻轉數3,000—4,500回なれば之に直結する機械の大さを減ずるを得る利益あり。第643圖はテリー蒸汽タービンの上半部の蓋を開きたるものを示す。

第六百四十二圖
(甲)テリー蒸汽タービンの廻轉輪及蒸汽の通路を示す圖

(乙)テリー蒸汽タービン切斷面の一部

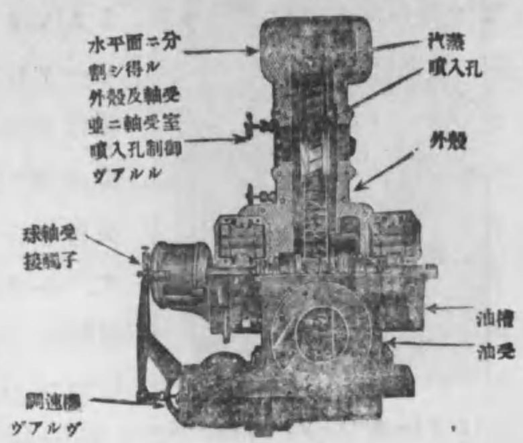


スタール蒸汽タービン—**スタール蒸汽タービン**(Stahl SteamTurbine)は反動型多段式にして西

暦1913年に瑞典國のバーガー(Birgir)及フレドリック・リュングストレーム(Fredrick Ljung Strocm)に依て發明せられ,同國リュングストレーム蒸汽タービン會社に於て製作せらる。此蒸汽タービンは他の型と異りラヂアルフロー型にして蒸汽は廻轉輪に輻射狀に進み之に廻轉機能を與ふるなり.廻轉輪は大小數個のブレード輪を一個のヂスクに同心に取附けたるもの二個より成り相互に組合ひ一のヂスクのブレードは他のヂスクのブレート輪の間に廻轉す。蒸汽はタービンの中心に於て最も內側のブレード輪の內輪より入り.輻射狀に各ブレード輪を通過す.此際蒸汽は漸次膨脹し發生したる熱は機械的勢力に變じ

第三十四百六圖

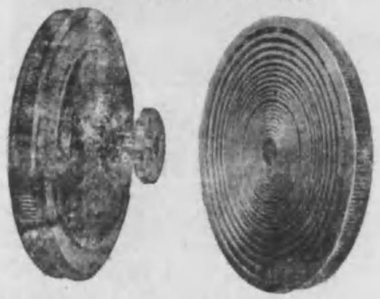
テリー蒸汽タービンの上半部の蓋を開きたる圖



ブレード輪に廻轉機能を與ふ。爰に於て二個のヂスクは廻轉を爲すも其方向相反し一のヂスクに於けるブレードは他のヂスクに於けるブレードに對し蒸汽の噴射を適當の方向にあらしむる導ブレードの作用を爲す。從て固定したる導ブレードを用ふるタービンに比し兩ブレード間の速度の割合二倍しブレードの或る一定の速度に於て各ブレード輪に與へらるゝ勢力は四倍す。卽ち此タービンは固定したる導ブレードを使用するタービンに比し同じ勢力を發するに於てブレード輪の數四分の一にて足る故に其占むる床面積も他の蒸汽タービンに比し少し。蒸汽がブレード輪の中心より輻射狀に通ずる際膨脹する故に之が爲に增加する容積に適する樣ブレード輪の輻を中心を距るに從ひ漸次大ならしむ。第644圖はヂスクにブレード輪を取附けたるものを示す。此タービンに於ては其兩側に於て各廻轉ヂスクに發電機を直結せしむ.第

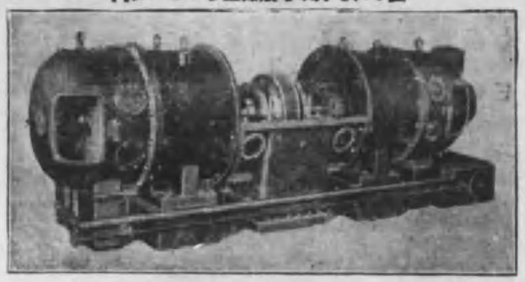
第三十四百四圖

スチール蒸汽タービン廻轉輪



645圖は1,000「キロワット」發電機直結のスタール蒸汽タービンの上部外殼を取外したるものを示し、第646圖は其タービン下半部の縦斷面を示す。此のタービンは前記の如く蒸汽の勢力傳達方法優秀なるに由り蒸汽の消費量少し次に示す成績は耐量1,000「キロワット」タービンの試驗の結果にして第125表に示す如く他式のタービンに比し蒸汽の消費量著しく少し。

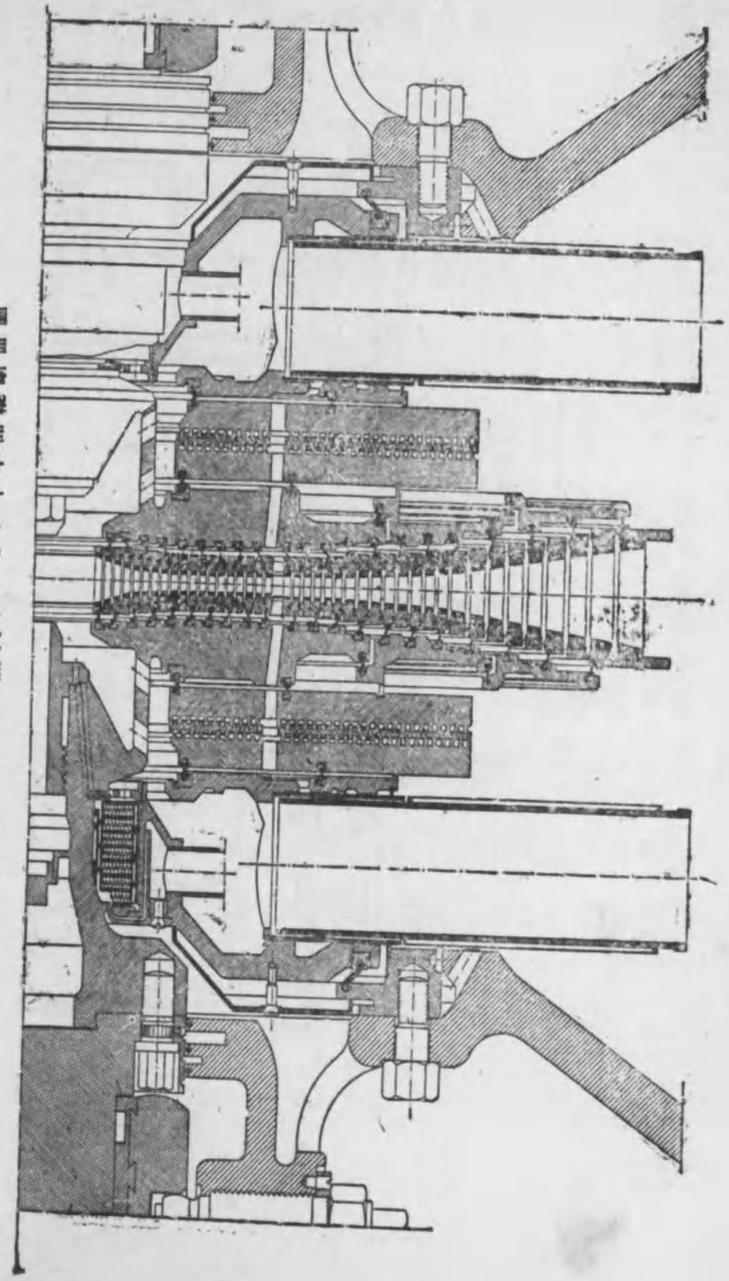
第六百四十五圖
1,000「キロワット」發電機直結のスタール蒸汽タービンの上部殼を取外したる圖



スタール蒸汽タービン試驗成績

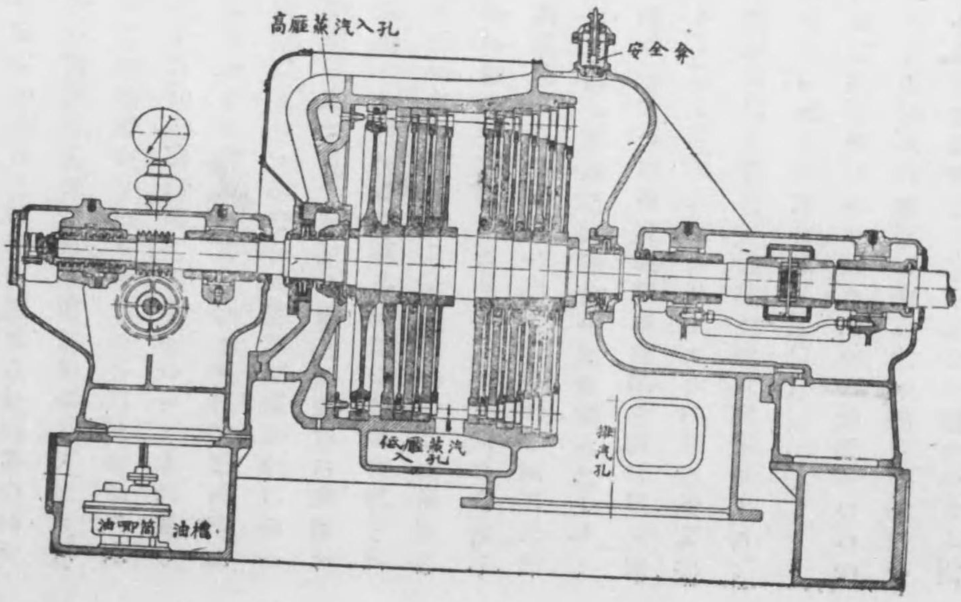
出力	1,000「キロワット」
一分間の廻轉數	3,000回
調速機のヴアルヴに於ける絶對汽壓	168「ポンド」
過熱温度	300度
凝汽機に於ける絶對汽壓	1.36「ポンド」
蒸汽消費量毎「キロワット」時	1.17「ポンド」

第六百四十六圖　1,000「キロワット」スタール蒸汽タービン下半部縦斷面圖



第六百四十七圖

ウエスチングハウスラトー混壓タービン縱斷面圖



低壓蒸汽タービン及混壓蒸汽タービン——以上記載したる蒸汽タービンは高壓蒸汽にて運轉せらるゝものなり.低壓タービンとは絕對壓力16ポント」內外の蒸汽にて運轉せらるゝものなれば.其構造は高壓蒸汽タービンの低壓蒸汽を受くるブレード輪のみを具へたるのみ.從て何れの型も此の目的に使用せらる.卽ち汽機より排出する低壓蒸汽を之に導くなり。今絕對壓力120「ポンド」の飽和蒸汽にて運轉せらるゝ汽機ありとすれば.此の蒸汽の溫度華氏341度にして排出蒸汽は壓力約16「ポンド」なれば其溫度華氏216度なり.卽ち此溫度の差341−216=125度は汽機に於て機械的勢力に變じたるなり。今之を更に低壓タービンに導き28吋の眞空卽ち絕對壓力約一「ポンド」迄膨脹せしむるときは.溫度は華氏102度に降り溫度の差216−102=114度は低壓タービンに於て機械的勢力に變ずるなり.卽ち不凝縮汽機に低壓タービンを增置したる爲め其出力約90%增加するなり。

汽機に凝汽機を用ふるときは其出力を增すことを得べきも.タービンに於ける如き高き眞空を得難き爲め出力の增加は僅かに25—35%に過ぎざれば.汽機を使用せる場合に其出力を增さんとするときは

低壓タービンを使用すべきものとす。混壓タービンとは高壓蒸汽及低壓蒸汽にて運轉せらるゝものなり.其ブレード輪は高壓及低壓の二組に分れ.高壓蒸汽は一端より之に入り低壓蒸汽は其中央より入る樣裝置せらる.此のタービンは汽機の排汽のみにては充分の出力を得られざる場合に.高壓蒸汽をも併せて用ひ出力を增大せしむる爲めに使用せらる。負荷少き場合には低壓蒸汽のみを用ひ.負荷增すに從ひ高壓蒸汽を導き高壓ブレード輪に働作せしむる樣調速機にて自働的に調整せしむるなり。第647圖はウエスチングハウス.ラトー混壓タービンの縱斷面を示す。

パツキング及給油——蒸汽タービンの廻轉速度は大なる爲め外殼と車軸との間のパツキングは汽機に於けると異る.現今多く用ひらるるものを**カーボン.パツキング** (Carbon Packing) 及**水パツキング** (Water Packing) の二種とす.カーボン.パツキングとはカーボンの輪にて車軸を取り卷き之と密接せしむるものにして.之に依て內部の蒸汽が外部に洩るるを防ぎ又外部の空氣が內部に浸入するを防ぐなり.此パツキングはカーチス.タービンに用ひらる。水パツキ

ングとは車軸に小なるブレードを取附け之に水を導き車軸の廻轉に伴ひ水を周邊に壓せしむるものにして之に依て完全なるパッキングを爲さしむるなり。ウエスチングハウス.タービンに用ひらる。

蒸汽タービンの給油には特に油唧筒を備へ其壓力に依て必要の箇所に給油せしむ。油唧筒はタービンの車軸より適當の方法にて之を運轉せしむ。一度使用せられたる油はタービンの臺板内に集まり濾過器及冷却器(Oil Cooler)を通過し再び油唧筒にて必要の箇所に送入せられ何回も反復使用せらる。使用中消耗する油の量は極めて僅少なり。

蒸汽タービンの性狀—蒸汽タービンの廻轉數は型式及製造者に依て異り出力小なるタービンの廻轉數は一分間に750乃至 3,600 回唧筒に直結するテリータービンの廻轉數は同じく 4,500 回なり出力大なるタービンの廻轉數は 1,000 乃至 3,600 回にして交流發電機に直結する場合には最大廻轉數は交流の周波數 50 サイクルに於て一分間に 3,000 回 60 サイクルに於て同じく 3,600 回とす。

蒸汽タービンの能率卽ち蒸汽の消費量も型式及製造者に依り異り且つ能率を良好ならしむる樣製造

者に於て絕へず改良しつつあるを以て第125表に其大要を示す。表に記載したる蒸汽消費量は飽和蒸汽を使用したる場合にして過熱蒸汽を使用するときは過熱温度華氏150度迄は10度毎に1%宛減少す。眞空が28吋以下なるときは蒸汽消費量は眞空の降下一吋毎に1%宛增加するなり。而し28吋より29吋に增すときは7%乃至8%の減少あり。低壓蒸汽タービンの蒸汽消費量は蒸汽の絕對壓力16ポンド眞空28吋に

第百二十五表

蒸汽タービン蒸汽消費表

（甲）小型タービン

耐量「キロワット」	蒸汽壓力「ポンド」	眞空吋	一「キロワット」蒸汽消費量「ポンド」
25	150	28	55
50	〃	〃	45
75	〃	〃	40
100	〃	〃	35
150	〃	〃	30
200	〃	〃	28
300	〃	〃	25

（乙）大型タービン

耐量「キロワット」	蒸汽壓力「ポンド」	眞空吋	一「キロワット」蒸汽消費量「ポンド」
300	150	28	22
500	〃	〃	21
750	〃	〃	20
1,000	〃	〃	19
1,500	〃	〃	18
2,000	〃	〃	17
3,000	〃	〃	16
5,000	〃	〃	15
10,000	〃	〃	13

於て一「キロワット」に付き30—35「ポンド」なり。

高壓蒸汽タービンに使用する蒸汽の壓力は毎平方吋180—200「ポンド」過熱温度を華氏100度となすを通常の方法となせども壓力及過熱温度共に高きに從ひ蒸汽消費量を減ずるに由り近來壓力300「ポンド」過熱温度200度の蒸汽にて運轉するタービン製作せらるるに至りしも機械の構造を之に耐へる樣優秀の材料を使用し構造を充分堅固ならしめざるべからず。又過熱度餘り高きときは石炭の消費割合に增し、タービンの各部が冷却によりて生ずる伸縮量增大し廻轉輪と固定部と摩擦する虞れあり從て製作費用は甚しく高價に昇る爲め此種のタービンは未だ廣く使用せられざるなり。

蒸汽タービンと汽機との比較—蒸汽タービンは種々の點に於て汽機に優る其重なるものを擧ぐれば左の如し。

(一)汽機に於ては汽壓150ポンドの蒸汽を眞空26吋迄膨脹せしむるを得て僅かに16倍の膨脹を利用するに止まれども蒸汽タービンに於ては眞空28吋迄膨脹せしめ、58倍の膨脹力を利用することを得るを以て蒸汽の消費量は汽機に比し甚だ少し。今若し汽機に於て蒸汽を58倍に膨脹せしめんとすれば低壓汽筒の容積を現時の汽機に於けるよりも4倍大に增さざるべからず。然るに斯の如く增大するときはピストンに於ける蒸汽の摩擦增加し蒸汽は汽筒内に於て凝縮を始め衝程の始めと終りとに於ける温度の差增し是れが爲めに損失する蒸汽の勢力は蒸汽を多く膨脹せしめて得る利よりも反て大なり。

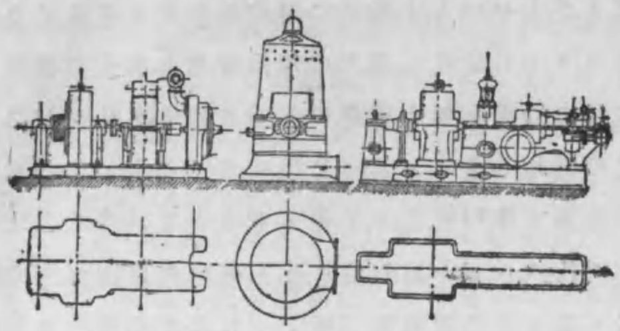
(二)蒸汽タービンは汽機に比し廻轉速度甚だ大なる爲め高速度の廻轉動機械例へば渦卷唧筒、送風機、發電機等を之に直結するに適す。是に直結する發電機は汽機に直結するものに比し甚だ小なり、從て其製造費床を占むる面積及び据付基礎工事費に於て大に減少し家屋の大さも亦減少す。直立式カーチス蒸汽タービンに於ては殊に此減少大なり、是を同一馬力を發生すべき水平式クロッスコムパウンド汽機に比すれば床を占むる面積に於て其の7%重量に於て15%乃至25%に過ぎず。又基礎に要する容積は汽機に比し其7%乃至10%に過ぎざるなり。第648圖は500「キロワット」水平式クロッス、コムパウンド汽機、500「キロワット」直立式カーチス蒸汽タービン、300「キロワット」ド、ラヴアル蒸汽タービン及

第八十四百六圖

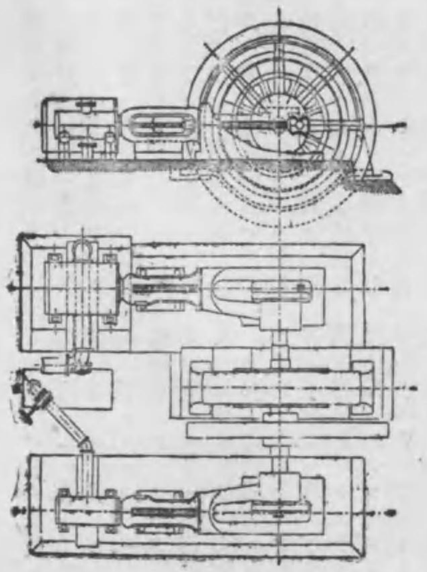
300「キロワット」
ド.ラヴアル
蒸汽タービン

500「キロワット」
カーチス
蒸汽タービン

375「キロワット」
パーソンス
蒸汽タービン



500「キロワット」
クロツスコム
パウンド汽機



び375「キロワット」パーソンス蒸汽タービンの大さの比較を示す。

(三)汽機の廻轉はピストンの往復動より變ずるものなればたとへ蓄勢輪を取附け一廻轉中の速度に變化なき機制御せしむるとも、些少の變化なきを

免かれず.從て交流發電機を並列に運轉せしむるには特に精密なる調速機の裝置を要す.是に反し蒸氣タービンの廻轉はプレード輪の直接の廻轉にあれば震動することなく.一廻轉中に於ける速度殆んど一樣にして蓄勢輪を要せずして交流發電機の並列運轉に最も適するなり。

(四)汽機に於ては汽筒は蒸汽と凝汽とに交互に觸るるなれば其溫度は常に變化す.從て多少の勢力の損失を免がれず.是に反し蒸汽タービンに於ては蒸汽の流るる方向一定なるが故に內部に於て蒸汽の凝縮することなければ斯くの如き損失なし。

(五)汽機に於て可動部の摩擦する箇所はピストン.クロツスヘツド.軸受其他にあれども.蒸汽タービンに於ては摩擦は單に軸受にのみあるなれば.摩擦より起る勢力の損失少く,殊に內部に摩擦部なきを以て是に注油を要せず.從て凝汽機に入る凝縮蒸汽は汽機に於けると異り油を含有せず。是に由て凝縮蒸汽の復水したるものを直に汽罐に送り反覆使用することを得て蒸汽使用上經濟なるのみならず復水したるものは蒸溜水にして少許の雜物を含まざれば汽罐に入りて罐體を損傷せず.スケールを生せし

むることなし從て水管の清掃を要せざるなり。又此給水は油を含まざるに由り通常の蒸汽の温度以上に過熱して使用することを得る故に能率を高むるを得るなり。蒸汽タービンの油の消費量は汽機に於ける場合に比し僅かに其五分一に過ぎず。

(六)汽機の能率は負荷の減ずるに從ひ甚だしく降るも蒸汽タービンに於ては其低下の割合甚しく少し。例へば1,000「キロワット」ウエスチングハウス.ラトー蒸汽タービンの能率の變化は次の如し

蒸汽の壓力140「ポンド」過熱温度華氏100度眞空28吋

—「キロワット」時の蒸汽消費量

1½倍負荷	15.7「ポンド」
全負荷	16.0「ポンド」
½負荷	19.2「ポンド」

斯くの如く蒸汽タービンは汽機に比し甚しく優るも亦不利益なる點あるを免れず.卽ち速度の餘り大なる爲に.直流發電機を直結して運轉するには整流子の取扱ひ困難なれば特種の構造を要し軸受には發熱を防ぐが爲に唧筒にて壓力250「ポンド」の油を常に冷却して是に送入ざるべからず。

第五項　補助機關

蒸汽機關を原動機と爲せる發電所に於ては種々の補助機關を要す.其種類は使用の目的に應じ次の三種とす。

(一) 汽罐に給水する機關

給水唧筒.インジエクトル

(二) 給水を温むる機關

温水罐.節炭機

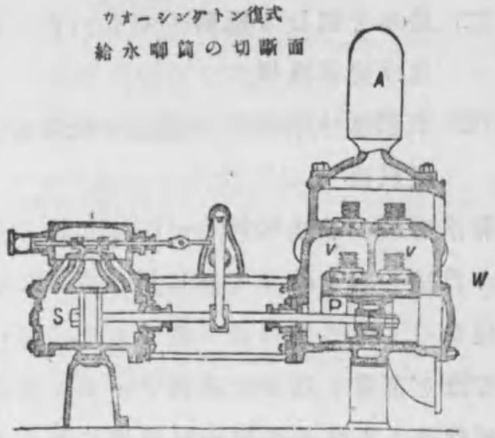
(三) 汽機より排出する蒸汽を凝縮せしむる機關

凝汽機

給水唧筒—**給水唧筒**(Feed Pump)とは井戸又は貯水池より汽罐へ水を給する爲に用ひらるる唧筒にして往復動のものと廻轉動の者とあり.前者は汽機によりて之を運轉し後者は蒸汽タービン又は電動機にて運轉せらる.其給水容量は汽罐に要する水量の二倍なるを可とす。其理由は時々汽罐内を清掃する際蒸汽を排出せしむるときに生ずる蒸汽の損失を補ふ爲に一時に多量の給水を要することあり.又は故障の爲に急激に多量の給水を爲す事あるに由り.割合に大なる容量のものを設置するを通常の方法と

す。往復動給水喞筒は概ね**複式喞筒**(DuplexPump)にして其運轉用汽機は二個の汽筩を備へ喞筒に直結せらる.是を運轉するに要する毎一馬力の蒸汽消費量は原動機に比し稍二倍す。往復動給水喞筒の一例として第649圖に**ウオーシングトン**(Worthington)復式給水喞筒の切斷面を示す.圖中Sは汽筩,Wは喞筒.Pはピストン.Vはヴアルヴなり.ピストンの速度は凡そ一分間100呎なり。ヴアルヴは水の吸ひ上げらるる際開き,

第六百四十九圖
ウオーシングトン復式給水喞筒の切斷面



汽罐へ送らるる際閉ぢて水の井戸又は貯水池に逆流するを防ぐ.Aは**空氣室**(AirChamber)にして送水を間斷なからしめ且其速さを一樣ならしむ。給水喞筒は罐内の汽壓に抵抗して水を送るなれども,水は斷續する事能はざるものなれば,水が動き始むる時及

止まる時には必ず喞筒の各部に衝動を與へる故に,是を防ぐが爲にAなる空氣室を設備するときは水は壓せらるる際此内に入り空氣を壓搾する爲に,其彈性に由て他に衝動を與へず從て各部に損傷を生せしめざるなり。

第126表は此喞筒の主要なる寸法及使用水管の太

第百二十六表
ウオーシングトン給水喞筒の表

各寸法（吋）			一時間の最大吸水量（ガロン）	喞筒の占むる床の表面（吋）	各管の内徑（吋）			
汽筒の直徑	水筒の直徑	衝程			汽管	排汽管	吸水管	給水管
2	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	100	21×6	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{4}$
2	$1\frac{1}{2}$	3	200	26×10	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1
3	$1\frac{1}{2}$	3	300	26×10	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1
3	2	3	400	26×10	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1
$4\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$	4	1000	33×13	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{4}$
$5\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	5	1810	38×15	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$
6	4	6	2500	44×16	1	$1\frac{1}{4}$	2	$2\frac{1}{2}$
$7\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	6	3300	48×24	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	2	3
$7\frac{1}{2}$	5	6	4400	48×24	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	2	4
$7\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	10	4000	72×29	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	2	4
$7\frac{1}{2}$	5	10	5000	72×30	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	2	5
$7\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{4}$	10	5500	72×30	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	2	5
9	$5\frac{1}{4}$	10	5500	72×30	2	2	2	5
9	6	10	7200	72×31	2	2	$2\frac{1}{2}$	6
10	6	10	7200	72×31	2	2	$2\frac{1}{2}$	6
10	7	10	10000	72×33	2	2	$2\frac{1}{2}$	6
12	$8\frac{1}{2}$	10	15000	80×42	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	7
12	$9\frac{1}{2}$	10	18000	80×42	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	3	7
14	$9\frac{1}{2}$	10	18000	80×42	$2\frac{1}{2}$	3	3	7

さを示す。此喞筒は蒸汽の壓力180「ポンド」以下に適する樣製作せらる.表中記載の水量は引續き使用中送り得らるる量なれば,非常の場合には是より多量の水を送ることを得るなり。

廻轉動給水喞筒には通常の渦卷喞筒を用ふ第650圖はテリー蒸汽タービンに渦卷喞筒を直結したる圖なり。

第六百五十圖
蒸汽タービン渦卷喞筒直結圖

此喞筒の廻轉速度は一分間4,500回なれば機械の大さ往復動喞筒より甚しく小なり。吸水管の井戸又は貯水池に入る一端には塵埃が水と共に吸入せられざる爲に第651圖に示す**ストレーナー** (Strainer) と稱する壺形にして數多の孔を有する鐵函を取付け.水の逆流を防ぐ爲に**フートヴアルヴ** (Foot Valve) と稱する一種のヴアルヴを之に接續す。水管の繼手には空氣の漏洩せざる樣是に鉛を鎔かして注ぎ入れ.施設後毎平方吋25「ポンド」の水壓を加へ空氣の漏洩せざるや否やの試驗を行ふを可とす。

第六百五十一圖
ストレーナー

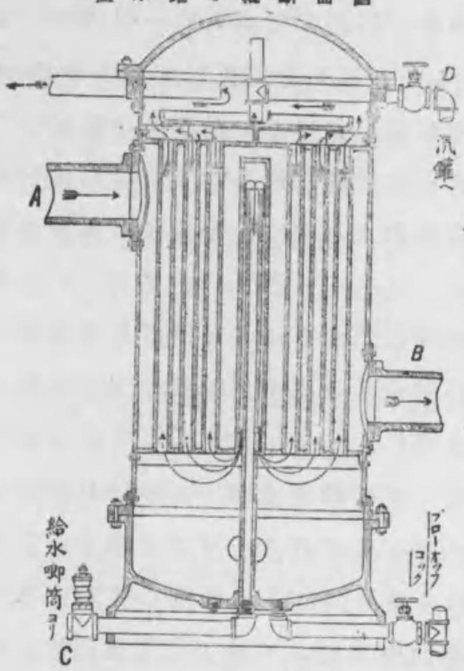
インジエクトル—**インジエクトル** (Injector)は給水喞筒と同樣に汽罐に給水する爲に用ひらるる器具にして其構造の原理は第652圖に示す如く一の鐵管に噴射管Dを挿入し横に枝管Bを設く.此管は井戸又は貯水池に連絡せられAは汽罐より出づる汽管に接續せらる.Cは汽罐の給水管に接續せらる。今汽罐よりAに蒸汽を送る時は.噴射管Dの口は狹き爲に蒸汽は烈しく噴出し.其部分の空氣を稀薄に爲す爲に井戸の水は空氣の壓力に由て枝管Bに押上げられ.蒸汽と混じてCに向て出づ.同時に蒸汽は冷却して凝縮し其處に眞空を生ず。是に於て之を滿す爲に水は烈しく井戸より昇り來り.蒸汽と混じて共にCを出で.是に接續する給水管に通じて汽罐に入る。若し井水の溫度が高きときは.蒸汽の凝縮充分ならずして水の突進鈍くなり.汽壓に抵抗して罐內に入るを得ざる場合あれば.インジエクトル使用の場合には必ず溫度低き水を用ひざる可らず。インジエクトルに依て送らるる水は蒸汽と混ずる爲め可なり高溫度に熱せらるるを以て.汽罐に於ける蒸汽の發生は冷水を給する場合より

第六百五十二圖
インジエクトル

も速かなり。然れども汽罐に於て發生したる蒸汽を直に給水に混ずる爲に割合に多量の蒸汽(給水量の凡$\frac{1}{40}$)の消費せらるるを免かれず.是に由てインジエクトルは發電所の汽罐には汎く用ひられず.僅かに給水喞筒の豫備として使用せらるるのみ。

温水罐——給水喞筒にて汽罐へ給水するに當り.冷水を給するときは是を蒸發せしむるに多くの石炭を要し.且熱せられたる罐體へ冷水を觸れしむるときは罐板の保存上不利なれば.通常是を給水喞筒にて吸上げたる後熱して汽罐に送るものとす。給水を熱する機關に二種あり一は汽機より排出する蒸汽を利用する者之を**温水罐**(Feed Water Heater)と云ひ.一は汽罐より煙突へ奔出する瓦斯の温度を利用するもの之を**節炭機**(Fuel Economizer)と云ふ。第653圖は温水罐の縱斷面を示す.其構造は鑄鐵製の直立圓筒狀の罐より成り.内部に數十の小銅管又は小眞鍮管嵌入せらる.是等の小管はC管にて給水喞筒にD管にて汽罐に接續し.A管にて汽機の排汽管に接續す。今給水喞筒にて是等の小管内に送水し.同時に汽機よりの排出蒸汽をA管より罐内に通ずるときは.蒸汽は各小管の周圍に觸れ水を熱してB管より

第六百五十三圖
温水罐の縱斷面圖



出ず。熱せられたる水は各小管を出でてD管を經て汽罐に入る.其通路は蒸汽と反對なること圖に示す如し。

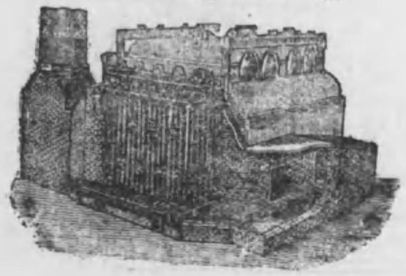
此罐に於ては水の循環早き爲に水中に混入する夾雜物は多くは水と共に汽罐に送られ.罐内を清掃する必要なきが如きも.大概ね底部にマツドホールを設け清掃の便に供す。温水罐には水平圓筒狀のものあれども.水の循環は直立狀のものに劣り且つ廣き据付場所を要する不便あれば特別の場合にのみ用ひらる。

温水罐の使用法は汽機の種類に從て異る.汽機の不凝縮式なるときは其排出蒸汽を直に温水罐に導き

給水を熱せしむ.此場合に給水の温度は毎一時間に通ずる水量が小管の周圍受熱面積の一平方呎に就き90「ポンド」なるときに凡そ華氏75度より華氏200度に昇る。汽機が凝縮式にして凝汽機の使用せらるる場合には給水喞筒.凝汽機用諸喞筒等の排出蒸汽を温水罐に導き給水を熱せしむ.此場合に排出蒸汽の量が汽罐にて發生する蒸汽の全量の$\frac{1}{7}$以下なる時は給水を200度迄熱することを得ざれば.汽機と凝汽機との間に猶一基の温水罐を接續す.此場合には是を**一次温水罐**(Primary Heater)と云ひ前記の温水罐を是より區別して**補助温水罐**(Auxiliary Heater)と云ふ。先づ給水喞筒にて汲み上げたる水を一次温水罐にて熱し凡そ華氏75度より華氏115度に上昇せしめ.次に是を補助温水罐にて熱したる後汽罐に送るときは.水は凡そ華氏200度に熱せられて汽罐に入るなり。一次温水罐に進入する蒸汽は充分膨張したるものなれば.汽壓低く温度は漸く華氏125度に過ぎず.此故に是にて給水を華氏75度より115度に熱するには毎一時間に通ずる水量は小管の周圍傳熱面積一平方呎に就き60「ポンド」より多量なるべからず。

節炭機—節炭機は汽機より煙突に出づる瓦斯の高熱を利用し給水を熱する機械にして.汽罐と煙突との間に於て煙道に之を設置す.其構造は徑約四吋長約九呎の鑄鐵管の數列より成り各管列は其上下に於て鑄鐵のヘッダーに接續す。此管中に給水を喞筒にて循環せしむれば.水は其周圍を通過する瓦斯の高熱の爲に熱せられて汽罐に入るなり。管の周圍に附着する煤煙を除くが爲に**スクレバー**(Scraper)と稱する清掃器を取付け.時々小汽機にて之を上下に動かし管の周圍を清掃するものす。と此方法に由て煙道内の瓦斯の温度は華氏500度より300度に降り.給水の温度を華氏200度に上昇することを得れども.是を用ふる爲に瓦斯の摩擦を增加し通風力及瓦斯の温度を減じ石炭燃燒を不良ならしむる不利あれば.煙突の高さを二割乃至三割增すか又は吸込通風を行ひ通風力を增さしめざるべからず.是に由て汽罐より出づる瓦斯の温度が300度以下なるときは是を用ひざるを可とす。第654圖は節

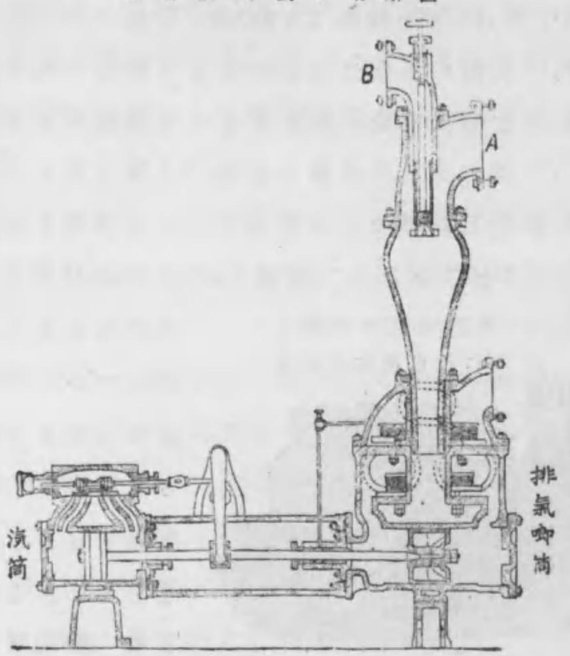
第六百五十四圖
汽罐に節炭機裝置の圖



炭機を煙道に設置したる圖なり。節炭機の傳熱面積は汽罐の一馬力に付き約六平方呎なるを通常とす。

凝汽機——**凝汽機**(Condenser)は汽機より排出せらるる蒸汽を或る方法にて凝縮せしめ汽筒内に於ける蒸汽の膨張を大ならしむる機械なり。蒸汽を凝縮せしむる方法に由て凝汽機に二種あり.蒸汽を水に直接混交して凝縮せしむるものを**噴射凝汽機** (Jet

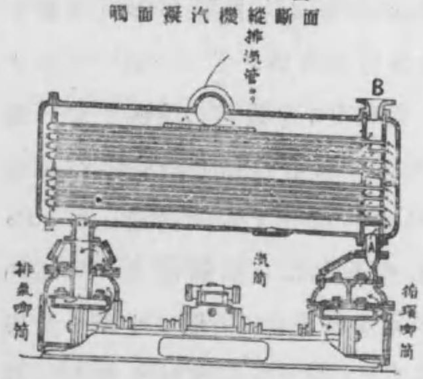
第六百五十五圖
噴射凝汽機の切斷圖



Condenser)と云ひ.蒸汽を水に金屬を隔てて間接に接觸して凝縮せしむるものを**觸面凝汽機**(Surface Condenser) と云ふ。噴射凝汽機の構造は第655圖に示す如く異形の鑄鐵函より成りAに於て汽機の排汽管に接續す.是より進入する排出蒸汽はBより送り來る冷水に觸れて凝縮し.共に相混じて下方に連結せらるる唧筒に依て外部に排出せらるるなり。此唧筒は蒸汽の凝縮したる者を吸込むのみならず.空氣をも吸込み管内及排汽管を通じて殆んど眞空ならしむ是を排氣唧筒 (Air Pump) と云ふ.管内の眞空なるが爲にBより送る冷水は自然に吸込まれ別に機械力を要せざるなり。

觸面凝汽機の構造は第656圖に示す如く内部に數十の小眞鍮管(外徑$\frac{1}{2}$吋乃至一吋)の嵌入せられたる鑄鐵製の圓筒狀罐より成る.是等の小管はA孔にて**循環唧筒** (Circulating Punp)と稱

第六百五十六圖
觸面凝汽機縱斷面



する唧筒に連絡す.此唧筒にて冷水を適當の速度にて小管内に送り矢の方向に通せしむ.同時に汽機の排汽管より排出せられたる蒸汽は矢の方向にて管内に進入し冷水の通ずる小管の周圍に觸れて凝縮し.排氣唧筒に依て抽出せられて外部に出づるなり。循環唧筒にも廻轉動を爲す渦卷唧筒使用せらる.其構造は給水用の唧筒と同樣なり。容量大なる凝汽機に於ては排氣唧筒は空氣等の瓦斯體のみを抽出するに用ひ.別に排汽の凝縮したる温水を抽出する唧筒を具ふ。此場合に瓦斯體を抽出する唧筒を**乾燥排汽唧筒**(Dry Air Pump)と云ふ.排汽のみを抽出する唧筒を**凝汽唧筒**(Condensat: Pump)と云ふ.是に對し排汽及空氣を共に抽出する通常の排氣唧筒を**濕潤排氣唧筒**(Wet Air Pump)と云ふ。此等の唧筒は總て廻轉動型とし廻轉動型循環唧筒と共に一個の蒸汽タービン又は電動機に直結するを通常の方法とす。蒸汽タービンにて運轉する場合には其所要蒸汽量は主要蒸汽タービン運轉に消費する蒸汽量の5%—9%なり。凝汽機内の程度を知るには**眞空計**(Vacuum Gauge)を使用す.其構造は汽壓計に相似し尙にて度盛を表はし完全なる眞空を30吋とす.其理は水銀を一器

に盛り其中に小硝子管を立て上端を完全なる眞空の箇所に接續するときは.水銀は外部の空氣の壓力に壓せられて管内に昇り30吋の高さに至る.眞空の程度低きに從ひ水銀の高さ減じ.管内が空氣にて充さるるときは水銀は管内外の壓力の平均にて全く管内に昇ることなし.之に由て眞空の程度を水銀の高さにて示し若干吋の眞空と稱するなり。

以上二種の凝汽機を比較するに.噴射式に於ては冷却水は蒸汽に混ずるを以て.其質純良ならざれば凝縮したる水は再び汽罐に使用することを得ず.然るに觸面式に於ては冷却水は.蒸汽と直接に接觸せざるを以て.之れに不良なる水を使用するも.凝縮したる水は純粹にして再び汽罐に使用することを得るなり.然れども是にも汽筒に使用したる油の混入することあれば.砂.毛布.海綿等を用ひ良く之を濾過し又は其目的の爲に特に製作せらるる**除油機**(Oil Extractor)を用ひて油を除去せざるべからず.油を含有する水を汽罐に給するときは分解に由り酸類を生じ罐板を損傷する虞あり。蒸汽タービンに於ては排出蒸汽に油の混入することなき故に.凝縮したる水は再び汽罐に完全なる給水として使用することを得る

なり.是に由て蒸汽タービンには觸面凝汽機を用ひ.汽機には通常は噴射凝汽機を用ひ汽機よりの排汽を凝縮して再び汽罐に給水として使用する場合には汽機にも觸面凝汽機を用ふ。觸面凝汽機の冷却面積(小管の周圍面積)は眞空28吋冷却水の溫度華氏75度の時汽機又は蒸汽タービンの一馬力に付き凡そ二平方呎なるべきを普通とす。冷却水の理論上必要なる使用量は其溫度低きに從ひ少く.次の式に依て之を算出することを得。

(一)　噴射凝汽機の場合。

T_w　を冷却水の華氏溫度

T_s　を排汽と冷却水と混合したる華氏溫度

H　を排汽一「ポンド」の全熱量

Q　を排汽一「ポンド」の凝縮に要する冷却水の重量(ポンド)とすれば

$$Q(T_s-T_w)=H-(T_s-32)$$

$$Q=\frac{H-(T_s-32)}{T_s-T_w}\quad\cdots\cdots(276)$$

T_sは排汽の溫度より低きこと汽機に於ては六度蒸汽タービンに於ては四度なるを通常とす.

(二)　觸面凝汽機の場合

T_sを凝汽機より出たる冷却水の華氏溫度

T_cを凝汽機にて凝縮したる排汽の華氏溫度とすれば

$$Q=\frac{H-(T_c-32)}{T_s-T_w}\quad\cdots\cdots(277)$$

實際に於てT_cは排氣の溫度に等しくT_sはT_cより約12度低し。

以上の式中T_s及T_cは眞空の程度に由て異るを以て.冷却水の量は冷却水の溫度並に眞空度に關し一定せざれども.大略噴射凝汽機に於ては排汽量の40倍觸面凝汽機に於ては50倍乃至80倍なり。

例.　觸面凝汽機に於て冷却水の溫度華氏60度にして眞空28吋なるときに要する冷却水の量如何。

第百二十七表

低壓飽和蒸汽ノ性質表

眞空(吋)	絶對壓力「ポンド」	溫度華氏	潛熱 B.T.U.	全熱 B.T.U.	一立方呎の重量「ポンド」
$29\frac{1}{2}$	.245	58.8	1072.6	1099.5	0.00077
29	.490	79.3	1058.3	1105.7	0.00152
$28\frac{1}{2}$	.735	92.0	1049.6	1109.6	0.00223
28	.980	101.4	1043.1	1112.5	0.00294
27	1.47	115.3	1033.4	1116.8	0.00431
26	1.96	125.6	1026.1	1119.8	0.00566
25	2.45	133.9	1020.3	1122.4	0.00699
24	2.95	140.9	1015.5	1124.6	0.00829
23	3.43	147.0	1011.1	1126.4	0.00961
22	3.92	152.3	1007.4	1128.0	0.01087
21	4.41	157.2	1003.9	1129.6	0.01218
20	4.90	161.5	1000.9	1130.9	0.01348
19	5.39	165.6	998.1	1132.1	0.01462
18	5.88	169.4	995.3	1133.2	0.01594

解　眞空28吋に相當する排汽の熱量は第127表より.1112.5 なるを知る.由て第 277 式に於て　H=1112.5,.

$T_0=101.4$, $T_w=60$, $T_s=101.4-12=89.4$ なるに由り

$$Q=\frac{1112.5-(101.4-32)}{89.4-60}=35.5\text{「ポンド」}$$

卽ち理論上排汽一「ポンド」に付き冷却水35.5「ポンド」を要すれども實際は是より多量を要するなり。

冷却水は河より導くか又は貯水池より給するものとす.貯水池の水量が少きか又は上水にして高價なる場合に之を再三反覆冷却水として使用せんとするときは.一度冷却水として使用し溫度上昇したる水を**冷水塔**(Cooling Tower)又は**滴散冷水池**(Spray Cooling Pond)に導き之を大氣の溫度以下に冷却せしむるなり。

冷水塔は第657圖に示す如く方柱狀又は圓柱狀の鐵製或は木製の槽にして內部に數十の鐵架設けらる.溫度上昇したる冷却水は塔の最上部に循環唧筒に依て送られ順次鐵架上を流れ漸次熱を放散して下方に降り.塔下に設置したる電氣送風機にて送らるゝ冷氣に觸れ.冷却して貯水池に入り冷却水として再用せらるるなり。

第六百五十七圖
冷水塔

滴散冷水池は混凝土にて地中に適當の大さ及深さの築造する池にして水面上二三尺の高さに鐵管數十條を架し各鐵管に數十の砲金製の**滴散噴射管**(Spray Nozzle)を取付く。循環唧筒にて凝汽機より送り出されたる溫度上昇せる冷却水を此等の鐵管に導くときは.水は各噴射管より點滴となりて奔出し裂しく空氣に觸るゝ爲め.溫度は約25度乃至30度降下して池中に落下す.從て之を冷却水として再び使用することを得るなり。滴散噴射管の大さは直徑$\frac{1}{2}$吋乃至$\frac{3}{4}$吋にして其數量は水の分量及壓力に從て定めらる.壓力は3「ポンド」乃至15「ポンド」とす。第658圖(甲)は滴散噴射管の切斷面を示し同圖(乙)は冷水池に於て噴射管より噴水する光景を示す。

第六百五十八圖
(甲) 滴散噴射管の切斷面

(乙)　冷水池に於て滴散噴射管より噴水する光景

冷水池の大さは冷却水量毎一時間250「ポンド」に一平方呎の割合とし深さは三呎にて可なり。

以上の方法に依り冷却水を反覆使用することを得るも.冷水塔又は冷水池を一回通過する毎に蒸發に因り10%乃至15%の水の消耗あるを免かれざれば其補充を爲すこと必要なり。冷水塔には電氣送風機を使用せずして塔の高さを數十尺となし煙突通風の理と同理にて自然通風によりて水を冷却せしむることあり。

第六項　瓦斯發動機及石油發動機

瓦斯發動機及石油發動機——此兩機關は其構造及働作共大體に於て殆んど相等しく.之に使用する燃料が異り瓦斯發動機に於ては石炭瓦斯又は其他の燃燒する瓦斯を用ひ.石油發動機に於ては石油を用ふ。此等の發動機の働作の原理は燃料に空氣を混じて發動機の氣筒内に導き.適當の方法にて之に點火して燃燒せしめ其爆發力に由て生ずる瓦斯の壓力にて氣筒内のピストンに往復動を起さしむるにあり。瓦斯發動機に使用する瓦斯には燈火用瓦斯.發生瓦斯.鎔礦爐瓦斯.コークス爐瓦斯及天然瓦斯等の種類あり.燈火用瓦斯は其價格一般に廉ならざれば小出力の發動機にのみ使用することあるのみ.發生瓦斯とは特に**瓦斯發生裝置**(Gas Producer)を設置し之より發生せしむる瓦斯にして.燃料にコークス又は木炭を用ひ之に水蒸汽と空氣との混合氣體を吸ひ込ましめ.一酸化炭素を主成分と爲す水瓦斯を發生せしむる裝置を**吸入瓦斯發生裝置**(Suction Gas Producer)と云ふ。通常の有煙炭を燃料に用ひ上記と同じ瓦斯を發生せしめ.副產物として生ずるアムモニア瓦斯を採集することを得る發生裝置を其考案者**ルドウイヒ.モンド**(Ludwich Mond)氏の名に依り**モンド瓦斯發生裝置**(Mond Gas Producer)と稱す。鎔礦爐瓦斯とは鐵の鎔礦爐より排出する廢氣にして發熱量95B.T.U.のものなり.コークス爐瓦斯とはコークス製造爐より排出する廢氣にして發熱量500B.T.U.のものなり。

吸入瓦斯發生裝置——瓦斯發生裝置に於て瓦斯を發生せしむる方法は.多量の水蒸汽を含有する空氣を高温度に熱せられたる炭に接觸せしむるにあり.斯くして水蒸汽は水素及酸素に分解し水素の一部は其儘殘存し一部は炭素と化合し沼氣(Marsh Gas)

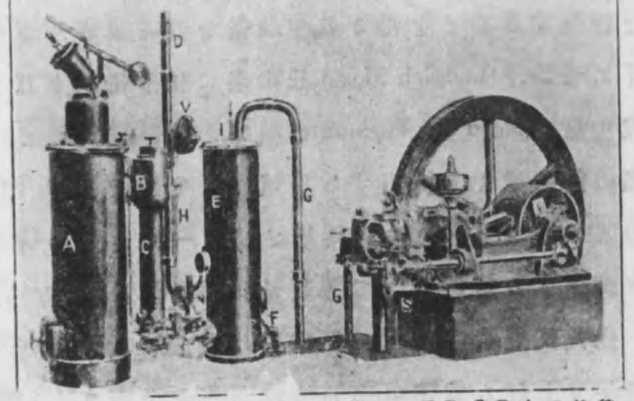
となり.酸素は炭素と化合して一酸化炭素と成る.是等の混合瓦斯を發生瓦斯と稱するなり.

吸入瓦斯發生裝置に種々あれども.我邦に於て最も早く電灯發電所に實用せられたるものをケルチング瓦斯發生裝置(Koerting Gas Producer)とす.其大體の構造は次の五部分より成る.

(一)　瓦斯發生爐

(二)　水蒸汽發生器

第六百五十九圖
ケルチング瓦斯發生裝置及瓦斯發動機
(補助瓦斯清淨器なし)



第六百五十九圖及第六百六十圖符號の解說

A. 發生爐
B. 瓦斯の出口
C. 水蒸汽發生器
D. 揚氣管
E. 瓦斯清淨器
F. 清淨水の排泄口(コークスクラッパー)
G. 氣管(發動機へ導かる)
H. 水蒸汽發生器に給する水管
J. 發生爐への空氣及蒸汽の進入口
L. 瓦斯清淨器へ給する水管
N. 漏斗
O. 蓋鍵
P. 發生爐清淨孔
V. 手働扇風器
S. 瓦斯貯藏器

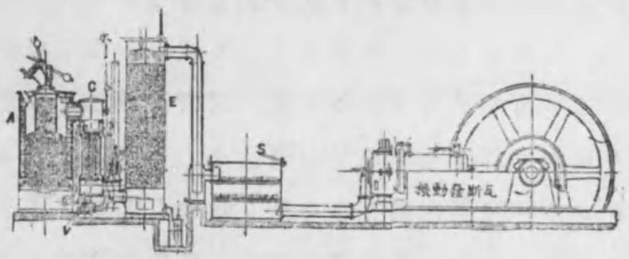
(三)　瓦斯清淨器

(四)　補助瓦斯清淨器

(五)　瓦斯貯藏器

第659圖及660圖は是等の裝置を示す。瓦斯發生爐は鋼板製の圓筒より成り.其內部は耐火煉瓦にて積み其底に爐格を設く.上部には燃料を投入する漏斗及

第六百六十圖
ケルチング式瓦斯發生裝置の縱斷面



漏斗開閉裝置を備へ.且つ燃料の燃燒狀態を驗し易からしむるが爲に.視孔を備ふる戶を具ふ。

發生爐に沿ふて水蒸汽發生器あり.此處に於て發生する蒸汽は瓦斯發動機の吸入作用に依り.空氣と混じて爐格の下部に吸入せられ.白熱せる燃料中を通過して爰に一酸化炭素を主成分と爲せる瓦斯を發生す。燃料は最初手働扇風機を用ひて之に點火し白熱ならしむるなり。

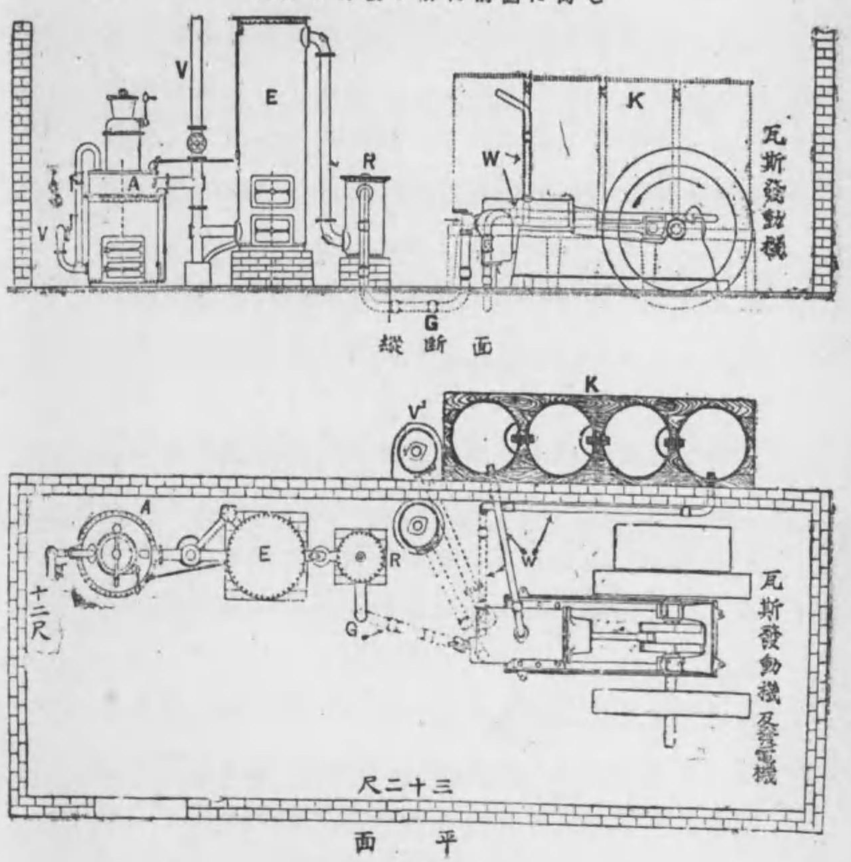
瓦斯清淨器は**コークスクラツバー**(Coke Scrubber)と稱する高き鋼製圓筒より成り內部にコークス充塡せらる其上部より水を滴下し底に近き所に發生爐より生ずる瓦斯を導き水の爲に濕潤冷却せるコークス間を通過せしめ之を冷却し同時に其含有するコールタール水蒸汽塵芥等を除去して瓦斯を精製するものなり。

補助瓦斯清淨器は**リーダストスクラツバー**(Sawdust Scrubber)と稱する低き鋼製圓筒より成り內部に鉋屑鋸屑にて作られたる層あり是に瓦斯清淨器より出づる瓦斯を導き是等の層を通過せしめ殘留せるコールタール水蒸汽塵芥等を悉く除去し瓦斯を完全に純良ならしむ。此裝置は燃料の良質ならざるときに使用せらる。

瓦斯貯藏器は銅製の簡單なる函にして之に發生したる瓦斯を貯藏し瓦斯流通の急變を防ぐ爲に使用せらる。

以上の裝置に依り瓦斯を發生せしめ發動機に送る方法は先づ放氣管のヴアルヴを開き木片又は襤褸を用ひて爐格上の燃料に點火し手動扇風機に依り送風しつつ燃料を投入して發生爐內に充滿せしめ

第六百六十一圖
六十馬力サクション瓦斯使用發電所の圖
R 瓦斯貯藏器　K 水槽　W 冷却用水管
此外の符號の解は前圖に同じ



水蒸汽發生器には水を充たし燃料の充分點火したる後放氣管のヴアルヴを閉づべし。斯くして水蒸汽發生器に於て蒸汽發生し爐格上に入り燃料に接觸して前記の瓦斯を發生す此瓦斯は直に導氣管を經て清淨器及貯藏器に至り是に設けられたるテストコックより噴出すべし。斯くすること約五分間の後之に點火し其燃燒の狀態に由り全裝置各部內の空氣が瓦斯の爲に完全に逐出せられたるや否やを驗す此時若し薄き橙黃色の火焰を示して燃ゆるなれば是れ純良なる瓦斯發生の徵證なれば茲に始めて是を瓦斯發動機に導き其氣筒內のピストンに働作せしむることを得るなり。一度瓦斯發動機の運轉を開始するや發動機の吸入作用に由り瓦斯貯藏器より適當なる分量の瓦斯は氣筒內に吸ひ込まるべし。瓦斯發生裝置の各部は凡て密閉せらるゝ故に發動機の吸込み作用は單に瓦斯貯藏器に止まらず瓦斯淸淨器水蒸汽發生器を通じて瓦　發生爐に及ぼし生じたる瓦斯と共に空氣及水蒸汽をも同時に吸ひ込むべし此三者は相結合して各器內を透過し淸淨なる冷却せる瓦斯となりて發動機の氣筒に入るなり。是に由て運轉開始後は扇風器　用ひ

て通風を起さしむる必要なく瓦斯は適當に發動機に供給せられ供給量は自働的に調整せらる。而して發動機の運轉を停止するときは同時に瓦斯の發生も停止する故に如何なる場合に於ても爆發若くは火災の憂なし。

此瓦斯發生裝置の取扱は極て簡單なり.始め燃料を裝入するや是に點火してより約30分間にして.發生する瓦斯は發動機に吸込まれ發動機の運轉を開始することを得べく.運轉中は瓦斯發生の自働的に調整せらるる爲に.燃料の消費に從ひ約一時間毎に一回宛燃料を裝入する外周到なる監視の必要なく.汽罐に於ける如く絶へず給炭し壓力及水量を一定に保持する爲に汽壓計及水量計を監視するが如き累ひなし單に發動機運轉停止後數分間爐灰の掃除を爲すの要あるのみ.從て多數の取扱者を要せざるなり。瓦斯發生裝置は是を据付くるに特に基礎工事を爲すことを要せず.其面積も汽罐に比し甚だ小なり。又煙突の建設及給水の設備を要せず.只僅かに水蒸汽發生器及清淨器に給水を要すれども.其量は發動機の一馬力一時間に付き三「ガロン」乃至四「ガロン」に過ぎず。第661圖はサクション瓦斯を使用する

發電所の機關据付位置の一例を示す。

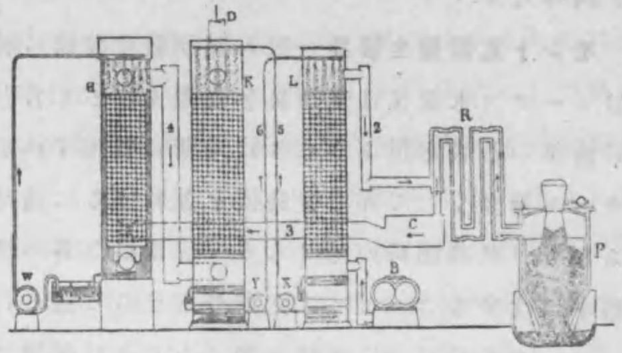
瓦斯發生に使用する燃料はコークス無煙炭又は木炭にして.其消費量は裝置の大小により多少異れども發電機に於て發生する馬力一時間に付き二「ポンド」內外なり.

モンド瓦斯發生裝置——吸入瓦斯發生裝置に於てはコークス.木炭又は無煙炭を使用すれども.若し之に通常の石炭を用ふるときは.瓦斯は發生すれどもタール分多くして瓦斯發動機を運轉するに適せざるなり。又其燃料の熱せらるゝ溫度高き爲め發生器中に生ずるアムモニア瓦斯分解せらる.然るにアムモニア瓦斯は之に硫酸を加ふるときは硫酸アムモニアに變ず.之を採集するときは肥料としての需要大なる故に適當の方法にてアムモニア瓦斯を回收するときは.瓦斯發生裝置の經濟的能率を高からしむることを得べし。モンド瓦斯發生裝置は以上の目的に適するものにして.有煙炭を使用し瓦斯を發生せしめ.生ずるアムモニアを回收して之に硫酸を加へ副產物として硫酸アムモニアを收得するものなり。第662圖は.モンド瓦斯發生裝置主要部の大體の構造を示す.Pは瓦斯發生爐にして二個の鋼鐵

製圓筒より成り一の圓筒は他の圓筒内に環狀に嵌入せられ二筒の間の間隙は水蒸汽の通路となる.外筒の底部は水中に浸され燃料より生ずる灰を此水中

第六百六十二圖

モンド瓦斯發生裝置



に落下せしむるなり.燃料は上部より投入する樣裝置せらる。Gは鐵製圓筒狀の煖氣塔にして.送風機Bにて送らるる空氣は管1を通じて塔内に入り塔内に裝置せられたる障碍物を經て塔の上部に出で.管6より送られ塔の上より滴下せらるる熱湯に觸れて攝氏85度内に熱せられ且つ充分に水蒸汽に飽和し.管2より過熱器Hを經て發生爐に入る。過熱器は二重の周壁より成る管にして.内側の管は發生爐より發生する瓦斯の通路となり.空氣は内外兩管

の間を通じ瓦斯の熱の爲に攝氏250度内外に過熱せられ發生爐の底部に入る。發生爐に於て石炭は先づ下層爐格の附近に於て燃燒し.次に示す放熱化學作用を生ず。

$$C+O_2+3.8N_2=CO_2+3.8N_2+97,600\text{「グラムカロリー」}$$

生じたる炭酸瓦斯CO_2は上昇して上部の炭層に作用して次に示す收熱化學作用を生ず

$$CO_2+C=2CO-38,800\text{「グラムカロリー」}$$

故に最終に生ずべき瓦斯は

$$2C+O_2+3.8N_2=2CO+3.8N_2+58,800\text{「グラムカロリー」}$$

なる混合瓦斯にして顯熱として58,800「グラムカロリー」卽ち石炭全熱量の約30％を有す.此熱量の爲に瓦斯の溫度甚だ高く發生爐を破損せしむる虞あれども.空氣と共に送入せられたる水蒸汽は之に觸れて分解し

$$2H_2O+C=H_2+CO_2-18,800\text{「グラムカロリー」}$$

なる化學作用を起し瓦斯より多量の熱を吸收する故に.瓦斯の溫度降下しアムモニア回收に便ならしむ.且つ水蒸汽使用に由り次に示す如き利益あり

(一)生成瓦斯の發熱量を增す。

(二)煤滓の成生を減ず。

(三)瓦斯中の窒素含有量を減じ水素及炭酸瓦斯含有量を増す

(四)瓦斯の温度を下降す

斯くして生じたるモンド瓦斯の化學的成分は次に示す如し

CO_2	16.5
H	27.5
CO	11
CH_4	3
$N \times H_2O$	42

發生爐に送入する空氣及水蒸汽の量は石炭一噸に付き空氣三噸.水蒸汽二噸半の割合を普通とし.送風温度は攝氏200度内外.壓力は水柱にて30センチメートル前後を通常とす.成生したる瓦斯は攝氏450度内外の温度にて發生爐を出づ.其發熱量は 167B.T.U. なり。

發生爐より出でたる瓦斯は過熱器の内側の管を通過し.其外側に通ずる空氣を熱し攝氏250度内外に降温し洗淨器Cに入る.此處に於て廻轉の速かなる攪拌器の作用により瓦斯は飛散する水沫に依て洗滌せられ.攝氏85度内外に降温し同時に瓦斯中の塵埃其他の不純物除去せらる(圖中に示さざるも過熱器

及瓦斯洗淨器の間に集塵器を連結し瓦斯の洗淨器に入る以前に不純物を除去することあり)。次に瓦斯は管3に依てアムモニア塔Eに送らる.此塔には喞筒Wによつて汲上げられたる濃度約2%の稀硫酸が攪拌器にて上方より滴下せられ.瓦斯が其間を通過する際含有する「アムモニア」の全部硫酸に吸收せられ硫酸アムモニア$(NH_4)_2SO_4$の溶液となる.之を別のタンクに導き約一晝夜放冷したる後眞空蒸發器に入れ.25吋の眞空に於て蒸汽にて華氏130度乃至150度に温めて蒸發結晶せしめ.次に之を離水機に移し水分及稀硫酸液を全く除去したる後貯藏室に納む。斯くして得たる硫酸アムモニアは重要なる肥料として使用せらる.アムモニア塔に於てアムモニアを除去せられたる瓦斯は管4を通じて冷却塔Fに入り.上部より滴下せらるる冷水にて冷却洗滌せられ.攝氏65度乃至65度に降温し.同時に水を温む.且つ瓦斯中に含有するタールの一部分除去せらる。次に瓦斯は管Dより第二の冷却塔に入り冷水にて冷却せられ.大氣温度より少し高き温度に降温し.ソーダスト.スクラッバーに入りて更に洗滌せられて瓦斯槽に入り.瓦斯發動機運轉に使用せらるるを得るな

り。

煖氣塔G及冷却塔Fに使用せらるる水は反覆して使用せらる.卽ちGの底部に滴下したる低温度の水は喞筒Xに依て管5を通じて冷却塔Fに送られ.塔中に於て温められたる水は其底部に滴下す.此水には瓦斯中のタール混入する故に沈澱及濾過裝置にてタールを分離し.喞筒Yに依て管を通じて再び煖氣塔Gに送り前記の如く下方より來る空氣を温め冷却して底部に降下せしむ。

發生爐に送入する空氣に瓦斯發動機より排出する廢氣を混ずることあり.此瓦斯は温度高き故に其熱勢力は燃料の燃燒を助け熱勢力の幾分が回收せらるることとなる。又此廢氣の發熱量は最初の瓦斯の有する發熱量の約13%なる故に.尙之を利用し特種の圓筒狀汽罐に燃料として使用し.蒸汽を發生せしむることを得るなり.卽ち1,000馬力の瓦斯發動機より排出する廢氣は汽罐に燃料として之を使用するときは.之より發生する蒸汽にて100馬力の汽機を運轉することを得るなり。

モンド瓦斯を檢定する簡單なる方法は小管より瓦斯を排出せしめ.之に點火して焰の色が青色なるは

炭酸瓦斯過多なるを示し.最も良きは赤色にして强き焰を發するものとす。

硫酸アムモニアの收得量は石炭中に含有する窒素の量に比例す.計算上窒素1より硫酸アムモニア4.7を得ることとなれども.窒素の幾部分は灰に混じ又はタール中に含まれ若くは瓦斯中に殘存するを以て.實際の收得率は60%内外なり.卽ち石炭中に1%の窒素を含有するときは石炭一噸より收得する硫酸アムモニアは.

2240×0.01×4.7×.6=63「ポンド」

なり。硫酸アムニア一噸を得るに要する硫酸の量は比重1.7のもの約一噸なり。本邦產石炭の窒素含有量は大略次の如し.

夕張炭	1.04%	三池炭	0.59
高島炭	0.78%	相知炭	0.99
鹽田炭	0.88%		

支那撫順炭は窒素に富み約1.5%なれば硫酸アムモニア收得量は其一噸に付き95「ポンド」内外なり。

モンド瓦斯にて瓦斯發動機を運轉するときは.其一表示馬力時に付石炭約一斤半を要す.此石炭の代價.所要硫酸の代價並に動力發生に要する其他の諸費

用より硫酸アムモニアの賣價を差引するときは動力發生費は甚しく減少し硫酸アムモニアの市價高き場合には動力發生費無代價となり反て利益を得ることあり。然れどもモンド瓦斯發生裝置は多大の土地を要し硫酸アムモニアを採取する爲め多量の蒸汽を要すると共に諸種の設備を必要とし多額の資金を要する故に3,000馬力以下の小規模の發電所には不經濟にして適せざるなり。

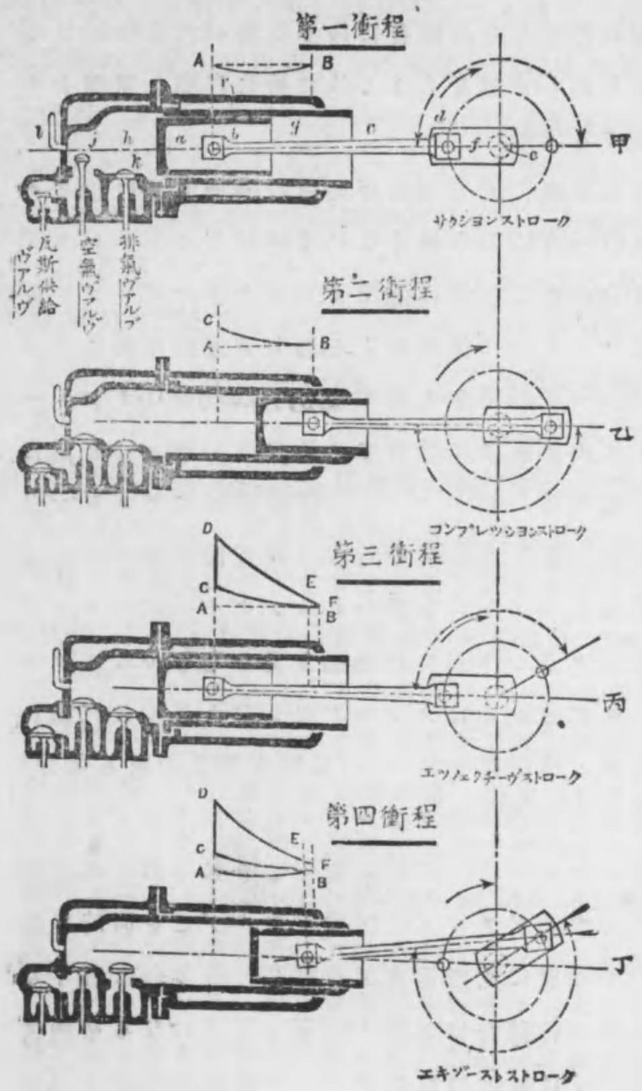
瓦斯發動機働作の原理—瓦斯發動機は瓦斯の爆發力に依て働作するものなるが爆發力に依て氣筒内のピストンに往復動を起さしむる方法は多くはオットー式に依る之を**オツトーサイクル**(Otts Cycle)と稱す。

此方法に依る瓦斯發動機は次の部分より成る。

(一)氣筒.ピストン.コンネクチング.ロッド.クランク.蓄勢輪.調速機等.

(一)氣筒内に供給する瓦斯及空氣の混合瓦斯に點火する裝置.

(三)混合瓦斯を氣筒内に供給する供給ヴアルヴ及働作を爲したる瓦斯の廢氣となりたる者を外部に排出する排氣ヴアルヴ



第六百六十三圖　オツトーサイクルを簡單に說明する圖

(四)氣筒内は瓦斯の爆發に由て汽機の汽筒に於けるよりも甚しく熱せらるる故に特に汽筒を周圍より冷却する裝置。

瓦斯發動機に於ては混合瓦斯の爆發力は概ねピストンの一方にのみ働くなれば特にピストン.ロッドを置く必要なき故に通常コンネクチング.ロッドが直にピストンに連結せらる.卽ち其連結箇所はクロッスヘッドの用をも爲すなり。第663圖はオットーサイクルを簡單に說明する圖なり.圖中 q は氣筒にして其内部にピストン a は往復摺動す.ピストンは特に長く底ある筒狀を爲す。其背面に加へらるる全壓力はピストンを動かし.コンクチング.ロッドCに依てクランク f に廻轉動を爲さしむ.b はクロッスヘッド.ピン.d はクランクピンなり.是等は汽機に相似せる構造部分なり。l は點火裝置の在る部分.i は混合瓦斯の供給ヴアルヴ.k は排氣ヴアルヴ.j は空氣ヴアルヴにして之を開くときは空氣は氣筒内に進入す.此ヴアルヴと供給ヴアルヴとを同時に開閉して適度に瓦斯及空氣を混じて氣筒内に導くなり.其混合の割合は瓦斯1空氣9乃至12なるを適度とす。p は氣筒冷却裝置にして氣筒の周壁を二重

に爲し其間隙Pに他に設置したる水槽より唧筒にて絕へず冷水を循環せしめ.氣筒を冷却す.此裝置を.**ウオーター.ジヤツケット** (Water Jacket) と云ふ。ピストンが氣筒に最も深く入りたる時に於ても.ピストンと氣筒の蓋との間に間隙卽ちクリアランスあり.之は汽機のクリアランスより甚だ大にして.是を壓縮室又は燃燒室と云ふ。次にオットー.サイクルを說明せんにクランクが矢にて示す方向に廻轉する者と假定す.今ピストンが第663圖(甲)に於て氣筒の後端より右方に動くときは.瓦斯供給ヴアルヴ i 及空氣ヴアルヴ j は開き氣筒内に瓦斯及空氣の混合瓦斯吸入せらる.此働作を**サクシヨン.ストローク**(Suction Stroke) と云ふ.此働作中排氣ヴアルヴは閉ぢピストンが氣筒の右端に達するや供給ウアルヴ及空氣ヴアルヴは閉づ。次にピストンが第二衝程に移り.氣筒の右端より左端に向て動き.第一衝程に於て供給せられたる混合瓦斯は壓縮室に於て壓縮せらる.此働作を**コムプレツシヨン.ストローク**(Compression Stroke) と云ふ.此働作中は各ヴアルヴ共に閉づ。次にピストンが第三衝程に移り氣筒の左端より右方に向て動かんとする時.第二衝程に於て壓縮せられたる混

合瓦斯に點火して爆發せしむ.是が膨脹しつゝピストンを右方に壓し第三衝程を爲さしむ.此働作をエツフエクチーヴ.ストローク(Effective Stroke)と云ふ。

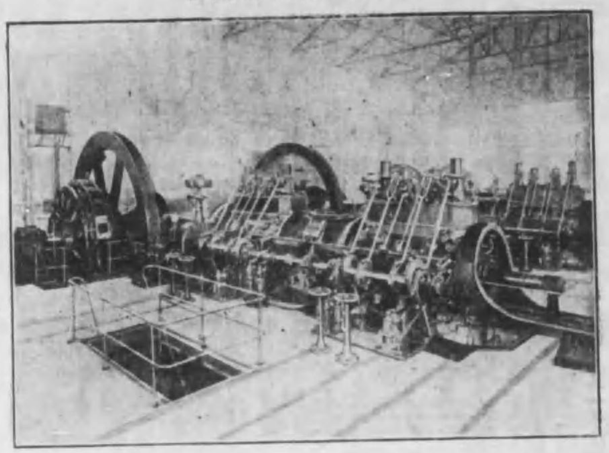
ピストンが第三衝程を終らんとするに先立ち.排氣ヴアルヴkは開きて働作を爲したる爆發瓦斯を大氣中に導く。次にピストンは第四衝程に移り氣筒の右端より左端に向つて動き廢氣を大氣中に排出せしむ.此働作をエキゾースト.ストローク (Exhaust Stroke) と云ふ。斯くしてピストンが氣筒の左端に來るや.再び供給ヴアルヴ及空氣ヴアルヴは開きて新しき混合瓦斯氣筒内に吸入せられ.前記の働作を反覆す.此順序にて行るる働作をオツトーサイクルと稱ふるなり。ピストンは以上四衝程中第三衝程に於てのみ瓦斯の爆發力に由て動き.第一第二第四の三衝程に於ては單に惰性に由て動く.卽ち二廻轉に於て一衝程が有効働作を爲すものなれば.其廻轉働作を一樣ならしむる爲に.比較的重大なる蓄勢輪をクランク軸に裝置し惰性を大ならしむ。

オツトー.サイクルの働作は斯くの如く四段に成れる故一般に之を四サイクル式(Four Cycle System) と稱す. 之と異り働作が二段に成れる二サイクル式

(Two Cycle System)のものあり.卽ちピストンが氣筒の右端より左端に向て動くとき.其衝程の始めに於て瓦斯と空氣とを吸込み殘りの衝程に於て之を壓縮す.次にピストンが左端より右端に向て動くときに混合瓦斯に點火して爆發せしめ衝程の終りに近付きし時排氣ヴアルヴ開きて廢氣排出せらる.ピストンが再び左端に向て動くときに供給ヴアルヴ及空氣ヴアルヴ開き新らしき瓦斯及空氣吸込まるるなり.卽ち二サイクル式に於ては二衝程中一衝程が有効働作を爲すなり。四サイクル式の發動機は構造簡單にして.小型のものに於てはピストンの水冷裝置を要せず.其製造費も廉なれども廻轉甚だ不同なれば大なる蓄勢輪を使用せざるべからず.之に反し二サイクル式のものは四サイクル式のものに比し廻轉稍一樣にして.ピストン移動の單位容積に發生する勢力は四サイクル式のものに比し70%－90%大なり.然れどもピストンの冷却及給油裝置が容易ならず.且つ不燃瓦斯が排氣ヴアルヴを經て外部に排出することありて之が爲に勢力の損失を來たすことあり。大なる瓦斯發動機には汽機と同樣にピストン.ロツド.コンネクチング.ロツド具備せられ氣筒

二個をタンデムに連結し一個の氣筒に於てサクションストロークを爲すとき他の氣筒に於てエッフエクチーヴ.ストロークを爲す樣ヴアルヴの開閉を爲さしむ.卽ち二サイクル式ならしむ.第664圖は此式

第六百六十四圖
獨乙ニユルンベルグ2400馬力瓦斯發動機直流發電機直結圖



に依る獨逸ニユルンベルグ2,400馬力瓦斯發動機に直流發電機を直結したるものを示す。此種の瓦斯發動機に於ては廻轉一樣にして負荷の變化に對する變動少きも次に記す如き不利益あり

(一)構造複雜にして製造費多額なり

(二)重量大なる爲め基礎の大なるを要す

(三)廻轉速度大なるを得ず

(四)ピストン及ピストン.ロッドの水冷裝置を要す

(五)冷却水及給油の多量を要す

瓦斯發動機は其運轉を開始するにも汽機の如くヴアルヴを開きて直に起動せしむること能はざれば.豫め壓縮空氣を送入して二三回廻轉せしめて第一第二第三の衝程を爲さしめ.瓦斯に點火し爆發せしむ.瓦斯一度爆發するや其力と蓄勢輪との作用にて.發動機の運轉は圓滑に續行せらるるなり。

瓦斯發動機のインジゲートル.ダイアグラム═瓦斯發動機のオットー.サイクル働作中其氣筒內に於ける瓦斯の壓力の變化を示すインヂゲートルダイアグラムは第663圖の曲線に示すが如し.卽ち第一衝程に於ては空氣及是に近き壓力の瓦斯吸入せらるる故に.氣筒內の壓力は稍大氣の壓力に等しくAB線に示さる。第二衝程に於てはピストンは混合瓦斯を壓縮するに由て.氣筒の左端に進む從て漸次壓力は增し.左端に達したる時壓力はACに達す.卽ちCB曲線にて示さる。第二衝程終るや混合瓦斯は點火せられて爆發し壓力は急に增してADとなる。第三衝程始まるや瓦斯は膨脹してピストンを動か

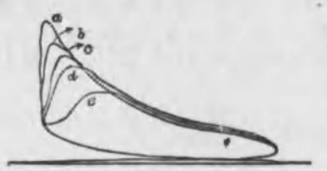
し壓力は漸次降りDE曲線を畫きFに達す.卽ちCDEF曲線にて示すもの是れなり。第四衝程に於ては廢氣は大氣中に排出せらるる爲めに.氣筒內の壓力は殆んど大氣の壓力に等しくFA線に示さる。是に由て閉曲線BCDEFの面積は氣筒內に於ける爆發瓦斯が爲したる機械的仕事を示すなり。氣筒內に於ける最大壓力卽ち圖に於けるADは通常大氣の壓力以上每平方吋180「ポンド」乃至280「ポンド」にして氣筒內に於ける平均壓力は大氣の壓力以上60「ポンド」乃至70「ポンド」なり。

瓦斯發動機氣筒內の溫度の變化—瓦斯發動機に進入する瓦斯は壓力なく溫度凡華氏60度なるも.オットー.サイクル働作中爆發の爲に大氣壓以上250度迄に增す爲に甚しく熱せられる.是に由て氣筒內に於ける溫度の變化は汽機の汽筒に於けるよりも甚だ大なり。卽ち第一衝程に於ては約華氏60度の瓦斯は空氣と混じ氣筒內に吸入せられ.前回の第四衝程の終りに於て燃燒室に殘留せる高熱の廢氣と混じ華氏約145度に熱せらる。第二衝程に於ては是れがピストンの爲に壓縮せられ.其衝程の終りに於て點火せられて爆發し最高溫度華氏2,900度に達す.理論上此溫度は3,900度なるべきも實際には(一)混合瓦斯の燃燒完全ならざる爲め(二)爆發の際發熱量の幾分が氣筒壁に傳はる爲めに理論上の溫度と1,300度の差違を生ず。第三衝程に於ては爆發したる瓦斯は膨脹する爲に溫度減じ.第四衝程に於ては排氣ヴアルヴ開きて大氣と通ずるも尙廢氣殘留する爲に.其溫度華氏1,600度乃至1,800度なり。斯くの如き高溫度の廢氣が常に大氣中に排出せらるる熱の損失と成る.尤も此廢氣は次の第一衝程に於て吸入せらるる混合瓦斯を華氏145度に熱する故に實際の溫度の損失は大凡1,660°−145°=1,515°なり。而して瓦斯は機械的働作を爲したる爲に最高溫度2,600度より凡そ1,660度に降りて大氣中に排出せらるる故に.2,600°−1,660°=940°は有効に使用せられたるなり.卽ち全熱量の25%は機械的働作に實用せられ35%は冷水に傳はり殘りの40%は廢氣其他に傳はりて消費せられたるものと見做すことを得べし。

瓦斯發動機の表示馬力及能率—瓦斯發動機の實馬力を知らんとせば其實際の運轉よりインヂケートル.ダイアグラムを作り.同時に一分間の爆發數を測

るを要す.ダイアグラムを取るには瓦斯發動機の氣力計として特に製作せられたるクロツスピー氣力計を用ふるを可とす。全負荷を受けて運轉する發動機のダイアグラムは第665圖 a に示すが如き形狀を爲し.負荷の變化に伴ひ b,c,d,e の如く形狀を異にす.爆發の數を測るには排氣孔にて發する音を聞き數分間引續き數へ.是より一分間の平均爆發數を算出するにあり。ダイアグラムの壓力線にて包む面積を算出し(是にはプラニメートル(Planimeter)と稱する器具を用ふるときは直に面積を知ることを得るなり)衝程の長さにて除しダイアグラムの比例尺度に乘ずれば.正確なる平均有効壓力を得べし.然らざればダイアグラムの底邊を十等分し.其各等分線の中間に於ける壓力を總計し之を十除して得たるもの卽ち平均有効壓力なり。今其平均有効壓力を毎平方吋 P_m「ポンド」とし.ピストンの面積を A 平方吋.衝程を L 呎.一分間の爆發數を N とすれば.發動

第六百六十五圖
瓦斯發動機インヂケートル
ダイアグラム



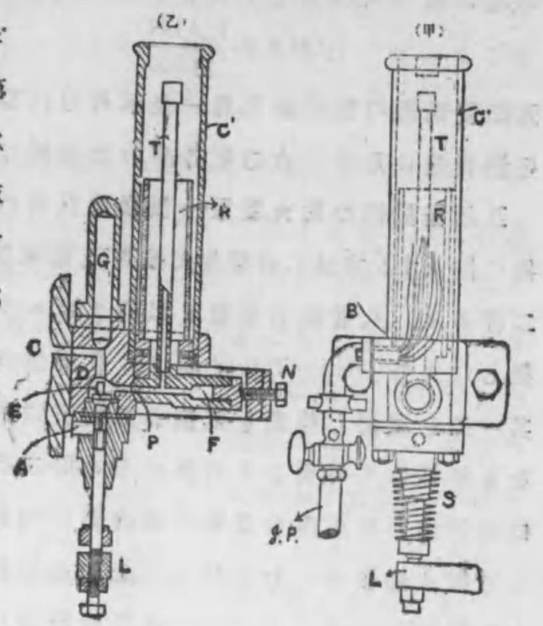
機の表示馬力は汽機の表示馬力と同樣に次の式にて示さる。

$$I.H.P.=\frac{P_m ALN}{33,000}$$

瓦斯發動機の能率卽ち毎一表示馬力に要する瓦斯の消費量は凡そ19立方呎乃至22立方呎なり。

瓦斯發動機の點火裝置——發動機汽筒內の混合瓦斯に點火する方法に火管點火接置及電氣點火裝置の二種あり。火管點火裝置とは鐵又はニツケルにて製した火管(Ignition Tube)と稱する金屬製細管を用ひ.其一端を密閉し他端を氣筒の燃燒室に通じ置き.最を瓦斯焰にて外面より灼熱せしめ.第二衝程終れる時氣筒內の壓縮混合瓦斯を其內面の灼熱面に觸れしめ點火爆發せしむるなり。此點火裝置の一例として第666圖にクロッスレー瓦斯發動機の點火器を示す.圖中甲は其外觀を示し乙は其斷面を示す。此器は氣筒內の後部燃燒室に取付られ氣筒と孔 C に依て相通す.F は T 形鐵管にして火管 T を是に捻込む.B はブンゼン瓦斯バーナーにして g.P は瓦斯管なり.C′は鑄鐵製の煙筒にして其內部にある筒 R は石綿板より成り.ブンゼンバーナーより發する火焰の熱の煙筒より發散するを妨げ火管 T を烈しく熱

第六百六十六圖
瓦斯發動機點火器



せしむ.Eは點火ヴアルヴにしてピストンの第二衝程中は橫杆Lに依て押し上げられ.其頭部は氣筒と火管との通路を閉じ同時に火管の內部を孔Aに依て外氣に通せしむ。第二衝程終らんとするとき.ヴアルヴは急に降りて火管內部は氣筒內に通じ.同時にヴアルヴは孔Aの通路を閉塞す.Gは瓦斯の蓄藏室にして火管內部及氣筒內に通ずる瓦斯の流通を速かならしむ。第四衝程に於て廢氣が氣筒外に排出せらるる時にはヴアルヴは押し上げられ.再び火管と氣筒との連絡を斷ち火管を孔Aに依て外氣に通せしめ.火管內に殘留せる廢氣を孔Aより外部に排出せしむ。點火ヴアルヴの開閉は橫杆Lに依て行はれ橫杆Lは發動機の軸に連絡する適當の機械働作にて發動機軸の二廻轉毎に一回動さるる故に.此運動を調速機にて加減することを得る樣に爲し置けば.ヴアルヴの開閉は自由に之を制御することを得るなり。火管を使用する方法は簡單なれども働作確實ならず.且つ管の壽命短く概ね100時間毎に取換を要することあるに由り.電氣點火裝置に依る方法多く用ひらる。電氣點火裝置とは氣筒內燃燒室に是と絕緣せる電線の前端(是には白金を用ふ)を露出せしめ置き.氣筒外適宜の所に取付けたる小磁石發電機(此機は發動機の運轉に伴ひ廻轉し發電する樣裝置せらる)の兩極に接續し.ピストンの第二衝程の始まるとき發動機クランク軸に取付けたるエクセントリックより橫杆裝置にて電線の兩端を相接觸せしめ.第二衝程の終らんとするとき是を隔離せしむるときは.兩線端に火花を生じて壓縮瓦斯に點火し瓦斯は直に爆發するなり。是に使用せらるる電氣は電壓四「ヴオルト」乃至十「ヴオルト」.電流一「アムペア」乃至二「アムペア」にて足る。凡て瓦斯發動機又は石

油發動機に用ひらるるヴアルヴは此點火ヴアルヴの如き構造にて平常は彈條の力にて閉ぢられ.槓杆を下方より押し上ぐれば始めて開かるるものなり。

瓦斯發動機の速度調整方法—瓦斯發動機の速度を調整する方法に二種あり。第一の方法に於ては氣筒内に起るべき瓦斯爆發の度數を增減して速度を不變ならしむ.卽ち速度早きに過ぎるときは通常オツトー.サイクルには二廻轉に一回の爆發なるを四廻轉に一回又は六廻轉に一回に減じて速度を減せしむ。卽ち通常汽機に用ひらるる如きボールガヴアナーを用ひて.ピストンが氣筒の後端より前方に.動く時に.瓦斯供給ヴアルヴを開かしめざるときは.氣筒内には空氣のみ吸入せられ.次の第三衝程迄は瓦斯の爆發することなし.是に由て發動機は只蓄勢輪の惰力に由て廻轉するのみにて速度減じ復舊すべし。此方法は簡單なれども負荷の少許の變化に對し精密に調整することを得ず.然れども簡單なる爲に多く實用せらる。第二の方法に於ては氣筒に供給せらるる瓦斯の分量を調速機に依て增減し速度を調整するなり.卽ち瓦斯供給ヴアルヴの開閉を司る槓杆の運動を調速機にて加減するを得る構

造と爲し置けばヴアルヴの開閉は自由に制御せらるる故に.發動機の速度早きに過ぎるときは調速機は働きてヴアルヴの開きを少くし瓦斯の吸入量を減じ.從て爆發力は弱くなり壓力も減じ速度は復舊すべし。此方法に於ては負荷の甚しく減じたる場合に瓦斯の吸入量甚しく減ずるときは.爆發不確定となり或は爆發せざることあり.是に由て此方法は餘り少き負荷の場合には用ひられざるなり。若し瓦斯と空氣との混合の割合を一定になし.單に其氣筒内に供給せらるる分量のみを調速機に依て加減する裝置となすも亦有効の方法なり。

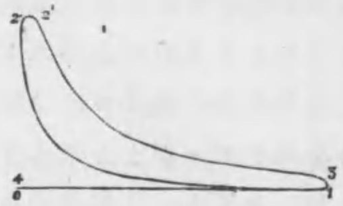
石油發動機—石油發動機の作用及主要なる構造は瓦斯發動機と大差なし.其異るは燃料に石油の蒸汽を用ふるにあり。石油を氣化せしむる方法に數種あり.其一二を擧ぐれば次の如し.

(一)氣筒に通ずる**氣化室**(Vaporizer)を設け.是に二個のヴアルヴを備へ.一のヴアルヴより石油を空氣と共に注入し.小なる洋燈にて氣化室を熱するときは石油は蒸發し熱氣となり.他のヴアルヴより進入する空氣と混じて氣筒内に吸入せらる。發動機の運轉開始後は高熱を有する排出瓦斯を氣化室の周圍に

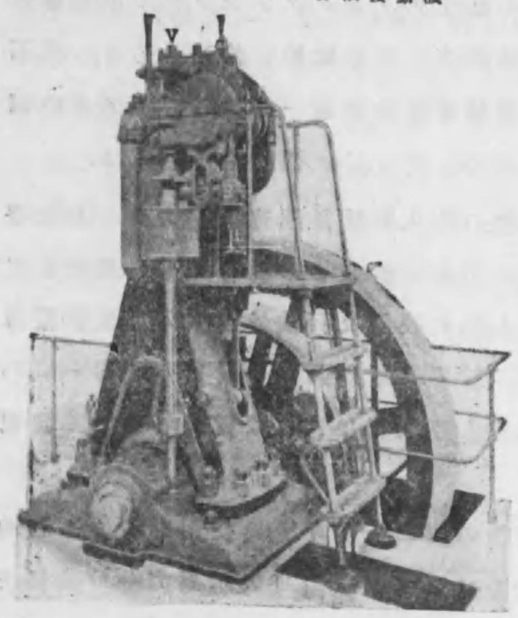
導き是を熱せしむる故に洋燈を用ふる必要なし。(二)石油を直接に氣筒内に滴入し空氣は特別のヴアルヴにて氣筒内に導き.ピストンの壓縮働作に於て石油を蒸發せしめ空氣と混じて爆發せしむ。

ディーゼル石油發動機——ディーゼル石油發動機(Diesel Oil Engine)に於ては前記の第二の氣化方法に依り石油を氣化せしむるなり.即ち第一衝程に於て空氣を氣筒内に吸込み.第二衝程に於て空氣を壓縮して約攝氏500度に熱し.第三衝程に於て石油を氣筒内に供給するときは.空氣の熱に由て完全に蒸發して燃燒し.第四衝程に於て燃燒に由て生じたる瓦斯を排出せしむ.其インヂケートル.ダイヤグラムは第667圖に示す如く0-1は第一衝程に於て.1-2'は第二衝程に於て.2-2'-3は.第三衝程に於て.3-4は第四衝程に於て畫かるるダイヤグラムなり。斯くの如く此石油發動機の働作は四サイクル式なれども二サイクル式にも製作せらる.何れの式も直立型にして20馬力以上數百馬力のものあり。第668圖は40馬力のディーゼル石油發動機を示す.臺杆及氣筒のジヤツケットは同一鑄物より成り.氣筒はジヤツケットに取附けられ.ピストンはクロツスヘツドの用を爲す.空氣吸入ヴアルヴ.石油供給ヴアルヴ及排氣ヴアルヴは氣筒蓋に裝置せらる。Lは空氣唧筒にして空氣を毎平方吋800「ポンド」乃至1,000「ポンド」に壓縮し之に依て石油を氣筒内に注入し又は發動機を始轉せしむ。此唧筒に要する動力は發動機の發生馬力の4%乃至7%なり。Bは油唧筒にして石油を石油供給ヴアルヴVに供給す.其量は調速機Rに依て加減せられ

第六百六十七圖
ディーセル石油發電機の
インヂケートルダイアグラム



第六百六十八圖
40馬力ディーセル石油發動機



負荷の多少に從て調整せらる。氣筒の蓋及ジヤヲケツト並に空氣唧筒のジヤツケツトは水にて冷却せられ.總ての軸受.クランク.クランクピン其他働作する箇所は油唧筒にて自働的に給油せらる。此石油發動機の廻轉速度は普通一分間に150回乃至260回にして.高速度型に於ては250回乃至350回なり。

石油發動機の點火裝置及速渡調整方法—石油發動機に於ける石油と空氣との混合瓦斯に點火して爆發せしむる點火裝置及石油發動機の速度調整方法は其原理に於て瓦斯發動機に於けると同一にして.構造に於ても亦大差なければ爰に省略して記載せず。

石油發動機の能率—現今普通使用せらるる石油發動機の能率は石油消費量毎表示馬力一時間に全負荷に於て約一「ポンド」にして.半負荷に於ては1.2「ポンド」なれども石油の品質に由て異る。デイーゼル發動機は安價なる重油にて運轉することを得.其消費量は毎表示馬力一時間に0.46「ポンド」なり。

瓦斯機關及石油機關と蒸汽機關との比較—瓦斯及石油發動機を蒸汽機關に比較するに次の得失あり。

得とする所

(一)氣筒內に於て直接に瓦斯の熱量を利用するを以て燃料の浪費少し。蒸汽機關に於ては火爐中又は煙突內に於て多量の熱を損じ.汽管より無益に發散する熱少からず。

(二)發動機の運轉中止中は勢力を失ふことなし。蒸汽機關に於ては絕へず火爐中に石炭を供給し汽罐を冷却せしめざる爲には多量の熱を損す。

(三)蒸汽機關に於ては火爐に燃料を投じて蒸汽を得て.汽機の運轉を始むる迄に少からざる時間を要すれども.瓦斯及石油發動機に於ては僅かに二三十分間にて始轉せしむることを得。

(四)汽罐及煙突を要せず。

失とする所

(一)一回の爆發より次の爆發までに少くとも二回廻轉するなれば.速度の不整等なるを免がれず.數個の氣筒を用ふるか或は重量大なる蓄勢輪を用ふるときは多少整等ならしむることを得るなり。

(二)蒸汽機關の如く高き平均壓力を得難く.廻轉方向を變更すること亦容易ならず。

(三)運轉を始むるに特に手數を要し.過大の負荷を負

はしむるときは.是に堪へずして運轉の停止することあり.大なる瓦斯發動機の運轉方法は蒸汽機關に於ける如く容易ならず。

(四)必要上ウオーター.ジヤツケットを用ふる故に熱の浪費を免がれず.之に要する冷却水の量は瓦斯發動機の一馬力時に付き約11「ガロン」なり。

(五)瓦斯發動機の熱効率は已記の如く28%にして蒸汽タービンの熱効率13%に比し大なれども.瓦斯發動機の廻轉は蒸汽タービンに於ける如く一樣ならず又過負荷の程度劣る。

(六)毎一馬力に要する面積は蒸汽機關に比し甚しく大なれば其代價も高く.家屋及基礎共に亦大なるを要す。

之を要するに瓦斯及石油機關は小なる發電機の原動機としては經濟的に之を使用するを得れども.大なるものは瓦斯發生費が廉なる場合例へば天然に發生する瓦斯.鎔鑛爐瓦斯又はコークス爐瓦斯を用ふる場合か又はモンド瓦斯の如く副產物を得て發電費を輕減せしむるを得る場合に於てのみ經濟的に使用せらるるなり。瓦斯發生費が廉なる場合に於ても瓦斯を直接瓦斯發動機に使用せずして之を

汽罐に燃料として使用し蒸汽タービンを運轉せしむることあり.之れ已記の如く蒸汽タービンは其製作費瓦斯發動機よりも廉にして運轉容易に且つ廻轉一樣なるが爲めなり。此等の瓦斯を瓦斯發動機に使用するには良く之を洗淨し不純物を出來る限り除去する必要あれども.汽罐に燃料として使用する場合には洗淨するを要せざれば.設備費亦減少す。然れども瓦斯の同量より得る勢力は之を汽罐に使用し蒸汽タービンを運轉せしむるよりも瓦斯發動機を運轉せしむるに於て大なれば.瓦斯發動機と蒸汽タービンの何れを用ふべきかは技術者の周到の考慮を要する所なり。

第七項 水力及水力機

水力の利用—水力の原動力として利用し得べきものは.瀑布の如き直接に高低の差あるものを最良とすれども.必ずしも瀑布に限らず.通常の河川に於て甲なる地點の河流の水面が乙なる地點の河流の水面より高きときは.甲地點より河下に向て河流より緩勾配の水路を作り河の水面との間に高底の差を作れば.乙地點に於て其水力を利用することを得

べし.此高底の差を落差(Head)と云ふ。水力は流水の流量と落差とに正比例するものなれば.流量多くして水路短く落差の大なるもの最も可なり. 然らざれば同じ水力を得るに對し流量多くして落差少なきものよりも流量少くして落差大なるものを可とす.何となれば流量多きときは是を水力利用の場所に導く水路費に多大の經費を要すればなり。水力利用の場所は水理上適當なる工事を爲し得べき場所卽ち水害を他に及ぼさず又自からも受けず.且つ田地.用水流筏等の水利上に影響なき場所を撰定すべきものとす。此くの如き場所は概ね山間谿澤に偏在するなれば.概ね其場所に於て直に工業上に利用することを得ず.先づ水力發電所を其處に設け.其水力を原動力として發電機を運轉し電氣勢力に變せしめ.電燈其他動力需要地に是を輸送し.相當の方法にて各需用家に配電するものとす。

是に由て水力工事費が莫大にして其利子及水路其他の保存費に亦多額を要するときは.反て需要地に於て蒸汽力にて發電及配電せしむるより高價なることあり。是に由て利用し得べき水力あるときは.是を利用して水力發電所を設置し電力を需要地に輸

送する設計及直接需要地に於て蒸汽又は瓦斯發電所を設置する設計の二樣を作り.其諸建設費を精細に算定し其每一「キロワット」に對する一ケ年の諸經費を算出して是を比較し.水力に賴るが利益なるか否やを判斷すべきものとす。

水力の測定—水力を利用せんとすれば流量及落差を測定せざるべからず.落差は通常の高低測量法に依て之を測定するを得るも.流量は四季の氣候に由て時々變じ一定せざれば其測定容易ならず。流量を測定するには實際に何川の流量及其關係する流域(其河川に沿ひ峰通りに界されたる地方を云ふ)を測り.是に集まるべき既往約十年間の雨量を調査し.數年間の記錄に依り其流量が四季の氣候に由て如何に變化するやを研究し.是より理論上の流量を算出して實測の流量に比較し.其他水源地附近の山勢.地形.地質.草樹の種類.多少.洪水の有無及其程度.旱魃の際に水量の減少する程度等を研究參照して最大量.平水量及渴水量を定め利用すべき地點卽ち發電所の位置を定むべきものとす。

河川流域の大小及是に集まる雨量は河川の流量を定むる基本なれども.雨水は悉く其河川に流るるに

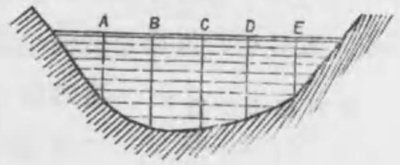
非ずして其一部は蒸發し一部は草木及土地に吸收せられ殘る部分のみ流水となる。其量は流域小にして勾配急なるときは全雨量の八割以上なることあれども流域大にして勾配緩に且つ土地及草木に吸收せらるること多き地方に於ては僅かに全雨量の三四割に過ざることあり。是亦一定ならずして大雨後は最も多く旱魃後は最も少ければ其地方測候所の報告書により一年中最も旱魃なりし月の雨量卽ち最少雨量を見出し是を渴水量を算出する基本と爲すべきなり。水力工事の建造物は最大流量に對する設備を爲すべきものなれば一年中の最大雨量を見出し是より最大流量を算出し洪水面をも調査し置くこと必要なり。水源地に繁茂せる森林ありて流域內の山岳の勾配緩に其地質が水を吸收するものなるときは流量の變動少く是に反するときは其變動多し是に由て水源地附近に常盤木にて繁茂せる官有林あるものは最も好都合なりとす。猶水源に湖沼を有するものは最も完全なる水力の利用に適し流量の變動最も少きの理なり然れども旱魃霖雨又は雪解氷結等の爲に流量の變動あるを免れざれば如何なる場合に於ても其最少流量を水

力利用の基本と爲すべきなり。

流量を實測するには河川に量水標を建て最も減水したる時を俟て次に記載する方法に依るべし。

河川の流量は其大なるものに於ては流水の橫斷面積及平均流水速度の相乘積に等しき故に河川の形狀前後の差異少き所を選み橫斷面積及平均流水速度を測るべし。橫斷面を測るには風なき日に河川を橫斷して河川上に金屬線又は糸を張り是に數ケ所に符標を附し各符標の箇所に於て木杆或は金屬杆を流水に直入して深さを測るべし是れより第669圖に示すが如き圖を畫き各符標間の距離及深さの相乘積を算出するときは其合計は全橫斷面積を示す。

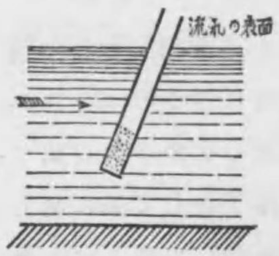
第六百六十九圖
河川橫斷面圖



次に流水の速度を知るには流測器なる測定器を用ひ測るにあれども是を用ふるに不適當なる場合又は此器具の無き時は浮子(Float)を用ふ。此場合には河川の二三十間の間の橫斷形狀の成べく一樣なる場所を撰み木片を浮子として是に流し距離二三十間を經過する時間を分にて測るべし此

時間にて經過距離を除して得たるものが流水一分間の速度なり.例へば距離 200 尺にして經過時間が二分なれば流水の速度は一分間に 100 尺なりとす。然れども流水の速度は一樣ならず.水の表面に於ては流れの中央に於て速く兩岸に於て遲し.水の內部に於ては表面より水中に少しく入りたる所最も速く底部に至るに從ひ遲し。是等の平均速度は流れの中央に於ける表面最大速度の 50 % 乃至 75 % に等し.是に由て先づ前記の方法に依り流水の中央表面に於て一分間の速度を測り.其 50 % 乃至 75 % に已に測定したる橫斷面積を乘すれば.一分間に流るる水量を得べし。此方法は水面に於ける流水の速度より平均速度を算出するにあれば.不精密なるを免かれず。直に平均速度を實測することを得る方法は

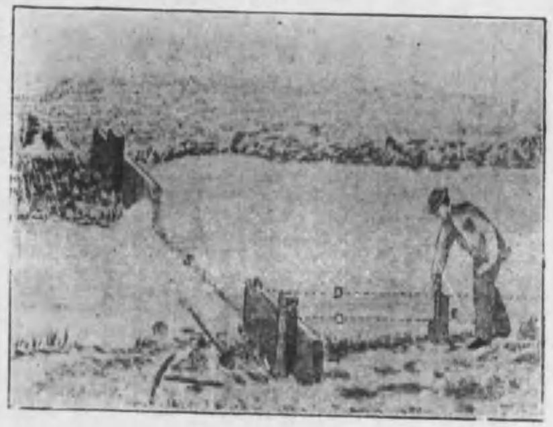
第六百七十圖
浮子の圖



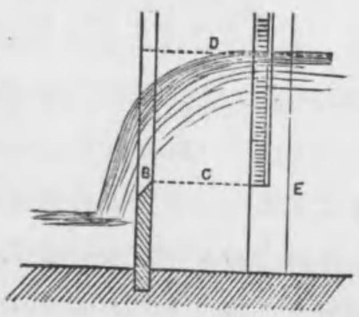
葉鐵板にて筒を作り其底部に砂或は石を錘として入れ.流水中に垂直に浮ばしむべし.然るときは此管は流水の表面より底部に至る平均速度を受け.水面に於ては速かに底部に至るに從ひ緩なれ

ば第670圖に示すが如く頭部に於て下流の方に傾きて流る。此浮子が二三十間を經過する時間を測り.之にて經過距離を除するときは直に流水の平均速度を得べし。此方法を河川の深さを測りたる各部分に於て行ひ其平均速度を採れば.最も精確なる平均速度を得べし。

第六百七十一圖
堰流測法　(甲)



(乙)



流量少き河川の流量を測る方法は第671圖(甲)に示すが如く.河川を橫斷して板堰を垂直に作りて流水を遮り堰上を流過せしめ.其流過の深さ

を測りて流量を算出するなり。此方法を**堰流測法**(Weir Measurement)と云ふ.卽ち堰の上部Aは充分に水面の上に在らしめ.B卽ち落口の底は水平に爲し流水に障碍を與ふるものなからしめ.第671圖(乙)に示す如くBより後方約五尺許の箇所にEなる測坑を建

第百二十五表

板堰幅一呎に付き上を流過する流量(一分間の立方呎)

水深 呎	0″	1/8″	1/4″	3/8″	1/2″	5/8″	3/4″	7/8″
1	.40	.47	.55	.65	.74	.87	.93	1.03
2	2.14	1.24	1.36	1.47	1.59	1 ,1	1 83	1.95
3	3.09	2.23	2.36	2.50	2.63	.78	2.92	3.07
4	3.22	3.37	3.52	3.68	3 83	3.99	4.16	4.32
5	4 50	4.67	4.84	5.01	5.18	5.36	5.45	5.72
6	5.90	6.09	6.28	6.47	6.65	6.85	7.05	7.25
7	7.44	7.64	7.84	8.05	8.45	8.45	8.66	8.86
8	9 10	9.31	9.52	9.74	9.90	10.18	10.40	10.62
9	10.86	11.08	11.31	11.54	11.77	12.00	12.23	12.47
10	12.71	13.05	13.19	13 44	13.67	13.93	14.16	14.42
11	14.67	14.92	15.18	15.43	15.67	15.96	16.20	16.46
12	16.73	16.99	17.26	17.52	17.68	18.05	18.32	18.58
13	18.87	19.14	19.42	19 69	19.97	20.54	20.52	20 80
14	21·09	21.37	21.65	21.94	22.22	22 51	22.76	23.08
15	23.38	23 67	23.97	24.29	24 56	24.86	25.16	25.46
16	25 76	26 06	26 36	26.66	26.97	27.27	27.5*	27.89
17	28.20	28.51	28.82	29.14	29.45	29.76	30.08	30.39
18	30.70	31.02	31.34	31.66	31.98	32.31	32.6	32.96
19	33.29	33.61	33.94	24.27	34.61	34.94	85.27	35 60
20	35.94	36.27	36.60	36 94	37.28	37 62	37.95	38.31

てCDの深さを測るべし.Bの幅は流量に應じて加減しCDの深さは約6吋以上ならしむるを可とす。板堰は垂直にして川に直角なるべくBの形狀は圖に示す如く爲すべきものとす。

測定して得たるBの幅及CDの深さより第725表に依

り流量を算出することを得るなり。例へばBの幅10呎にしてCDの深さ8吋なるときは.表中8吋に相當する數9.1を取りBの幅を呎にて表はし是に乘すべし。

$$9.1\times(10\times12)=1{,}092$$

卽ち流量は一分間に1,092立方呎なりとす。

水力の計算—以上の測定に依て得たる流量及落差より水力を計算するを得るなり.然るに落差は水の取入口と排水口との高底の差にして.此中より取入口の水門.水路.導水管及排水口に於て失ふ處あれば.是等を減じたるものが**實際の有効落差**(Effective Head)となる。取入口の水門に於て失ふ落差は水門の構造に依て異る.水路及導水管中に於ける落差の減少に就ては水路及導水管の部に於て記載す.排水口に於ける落差の減少は其場所の狀況によりて異る。有効落差をH呎とし一分間の流量をq立方呎とすれば.水一立方呎の重量は62.4ポンドなるに由り此流水が發生する勢力を馬力にて示す時は次の如し。

$$W=\frac{qH\times62.4}{33{,}000}\text{馬力}\quad\cdots\cdots(278)$$

此水力を水力機に導くときは.水力機は其全部を機械的勢力として發生するに非す.落差及水車の種類

に由て異り凡そ70%乃至90%を發生す。今此能率をE%とし流量を一秒間にQ立方呎とすれば水力機軸に發生する勢力は.

$$W=\frac{QHE\times 62.4}{550\times 100}\text{馬力}$$

$$=\frac{QHE\times 62.4}{55,000}\text{馬力}\quad\cdots\cdots(279)$$

流量を表はすに通常「箇」なる單位を用ふ.一個と稱するは一秒間に一立方呎流るる水量なり.卽ち五十個の水と稱するは毎秒の流量50立方呎なるを謂ふなり。

例へば爰に一つの利用し得べき水力ありて有効落差 150 呎.流量50個使用する水力機の能率80%なりとすれば.其機軸に於て發生する實馬力は次に示す如し。

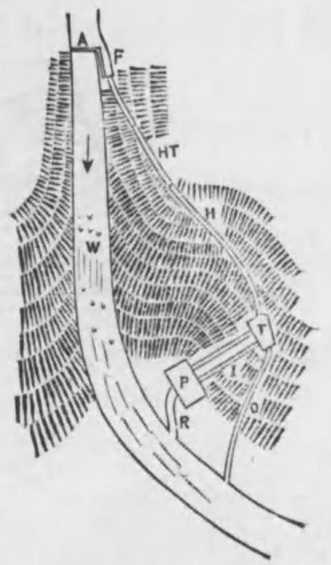
$$W=\frac{50\times 150\times .8\times 62.4}{55,000}=680.7\text{馬力}$$

極めて概略に水力を計算するにはEを80%と見做し一秒間の流量(立方呎)に有効落差(呎)を乘じ11にて除するにあり.其式は次に示す如し。

$$H.P.=\frac{Q\times H}{11}\quad\cdots\cdots(280)$$

水路工事一班——水力を利用するに最も適當なるは瀑布なれども.通常の場合に於ては河川中勾配多き處並に瀬のある處最も都合良ければ.其上流に於て水の取入口を定め.是より水を適當の場所に導くものとして相當の落差を得て.前記の算定法にて利用するを得べき馬力を算定し.水力機を据付くべき場所卽ち水力發電所の位置を確定する時は.取入口より爰に至る水路を築造せざる可からず。其略圖は第672圖に示すが如く瀬の上流に於て川を横斷して堰を設けて流水を水路に取入れ.爰に水門を設け水量を加減することを得るものとし.此處より發電所直上迄河岸山腹に沿うて木樋鐵管開渠又は隧道にて水路を築造す.水路には適當の勾配を有せしむ。發電所直上には泥砂の沈澱池及水槽を設け.此處より導水管を發電所に向て布設し.發電所よりは使用したる水を本

第六百七十二圖
水路及發電所位置圖



A 堰堤　　F 土砂吐及水門
H 開渠　　HT 隧道
T 水槽及沈澱池　　P 發電所
I 導水管　　R 放水路
O 餘水路　　W 瀑布

川に排出する爲に別に放水路を設く。卽ち取入口より元の本川に排水せらるゝ迄の水の經過地は次の部分より成る。

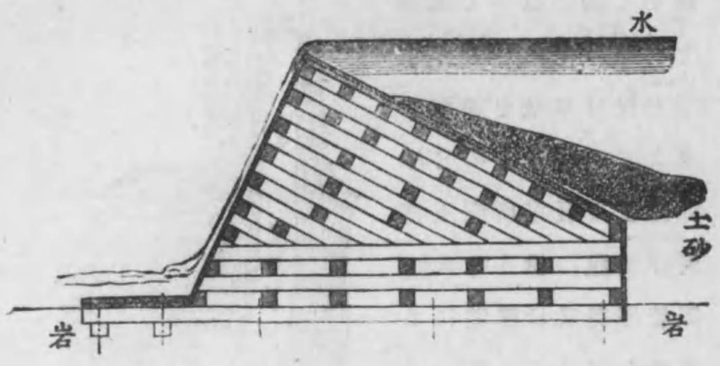
(一)取入口堰堤及水門

(二)水路

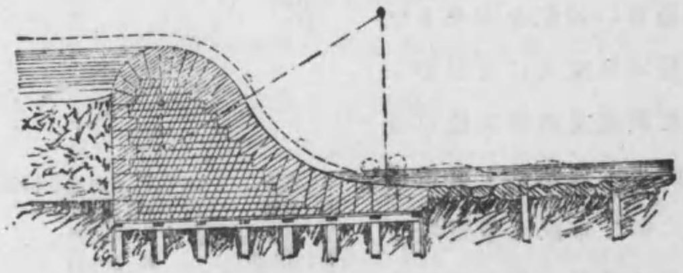
(三)水槽

第六百七十三圖

(甲) 木造堰



(乙) 石積堰



(四)導水管

(五)發電所

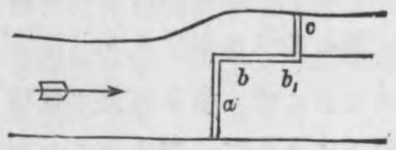
(六)放水路

是等の內取入口より發電所に至る迄をヘツドレース(Head Race)と云ひ發電所より放水路に至る迄をテールレース(Tail Race)と云ふ。

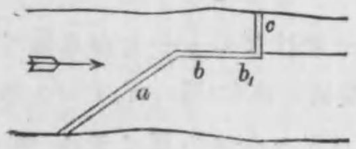
取入口——取入口に設くる堰堤は第673圖に示すが如く木造となすものあり石積となすものあり或は又混凝土造になすものあり其高さは土地の狀況に應じ數尺乃至數百尺と爲す。其形狀は第674圖に示すが如く流水に直角に築かるゝものあり或は斜に築かるゝものあり圖中aは堰堤bは取付堰にして漸次高くなりて水門Cに接續す水門は洪水の及ぼさざる高さに作り其前面に凹處を作り之れを土砂溜と爲し土砂の溜りたるとき

第六百七十四圖

(甲) 直角堰



(乙) 斜角堰



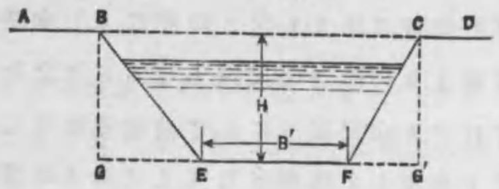
b_1に於ける土砂吐門を開きて之を本流に排出せしむるなり。

堰堤を築くに由て水面高まりて有効落差増すに由り落差少き場合には高き堰堤を築き人爲的に落差を増すことを得るなり。水の堰堤を越へて落つる個所は充分堅固に築造せざるべからず然らざるときは堰堤の破壊する虞あり。

堰堤より水を水路に導く取入口は水流に平行に開くか或は下流に向て少しく開くを可とす取入口に於ける水門の前面には鐵格子より成る塵芥除けを設け時々是に依つて水路を清掃するものとす何れの堰堤に於ても其基礎は河底の岩盤に達する迄築造し漏水することなからしめ且つ洪水の際にも損害を受けざる様堅牢に築造すべきものとす。

水路═水路の構造は地形に從て溝渠隧道水道橋及管の四種と爲す溝渠とは地表面に開穿せられたる溝にして木鐵板煉瓦又は混凝土にて之を築造す土地平坦なる場所に築造する水路なり之に蓋のなきものを開渠と云ひ蓋を設けたるものを有蓋渠と云ふ。溝渠の形狀は其横斷面第675圖に示す如し圖中Hを水路の深さと云ひB′を水路の幅と云ふ BEとCFとは通常垂直線より傾斜せしむ B及CよりEFの延長線に垂直線を引き之をBG及CG′とし EG及FG′とHとの比にて側壁BE及CFの傾斜を表はす此割合を側壁の法と云ふ例へば法1:$\frac{1}{2}$の側壁とはBGが1,EGが$\frac{1}{2}$の割合即ちBGがGEの二倍なる傾斜を爲す側壁を意味するなり。底幅は深さの二倍なる流水上最も便利なれども四五倍より十倍位に築造することあり。天然の地盤が水路面より低くして開穿するを得ざる場所には盛土工事を行ひ水路の側壁の一方又は兩方共に土堤にて築造することあり此場合には土堤の上幅は通常6尺乃至10尺と爲す之を馬踏と云ふ。隧道は地中に穿つ水路にして其形狀は圓形卵形馬蹄形等なり地盤の軟弱なる場所に於ては之を圓形となすも通常多く用ひらるゝ形狀は馬蹄形にして天井をアーチ形に底部を水平面に爲す。若し地盤が岩石より成るときは開穿したるのみにて加工せ

第六百七十五圖
溝渠の形狀其横斷面



ざるも差支なきも.通常の地盤に於ては其周圍を煉瓦又は石にて卷き表面を滑澤ならしむ.其厚さは地盤と横斷面の形狀とに由て異れども.通常一尺乃至二尺とす.開渠の側壁の厚さも之と同樣なり。水路の位置が地表面よりの深さ60尺以上なるとき之を隧道に築造すれども.60尺以下にして地盤堅硬ならざるときは之を堀割して溝渠となすことあり.地盤の如何に由て之を定むべきものとす。水道橋は谷又は河川を越へる場所に用ひられ木.鐵又は鐵筋混凝土にて之を築造す.其形狀は木造にありては箱狀をなし鐵又は鐵筋混凝土造にありては圓形となす。管も木.鐵又は鐵筋混凝土にて造り.開渠の代りに地上に之を設置するか.或は地中に之を埋設することあり.管に於ては水は其內部全體を充たすなり。

水路には流水に速度を與ふる爲に勾配を附す.速度は次の算式に依て之を定むるものとす。

Vを一秒間の流水平均速度(呎)

Sを流水面の勾配(何分一)

Rを流水的平均の深さ(呎)

Aを流水斷面積(平方呎)

Pを流水に接する河川の横斷面の邊(呎)

Cを係數

Qを一秒間の流量(立方呎)

とすれば

$$V=C\sqrt{RS}\quad R=\frac{A}{P}\quad Q=AV=AC\sqrt{RS}\quad\cdots\cdots\cdots(281)$$

Cは勾配.流水の平均深さ.流水に接する物質の種類に由て異り**クツター**(Kutter)氏算式に依れば

$$C=\frac{41.6+\frac{1.811}{n}\times\frac{0.00281}{S}}{1+\left[41.6+\left(\frac{0.00281}{S}\right)\right]\frac{n}{\sqrt{R}}}\quad\cdots\cdots\cdots(282)$$

上式中nは流水に接する物質によつて次の如く異る。

流水に接する物質	nの値
鉋にて削りたる板	0.009
セメントにて塗りたる溝渠	0.010
引割りたる儘の板	0.012
煉瓦及切石	0.013
粗石	0.017
砂利ある運河	0.020
水草の生ぜる運河	0.025

水路の勾配は通常$\frac{1}{1,000}$となす.卽ち水路1,000呎に付き一呎の落差の損失となる。水路の勾配が餘り急なるときは流水の速度增して流水と周壁との摩

擦を增し周壁を損傷することあり之に反して勾配が緩に過ぐるときは流水の速度過小となり水路の横斷面積大なるを要す。流水の速度は周壁の構造に從て異り硬岩より成る場合には凡そ毎秒10呎セメント又は煉瓦より成るときは毎秒五呎秒利小石より成るときは毎秒三尺を速度の最大限とす此速度が毎秒二呎以下なるときは周壁に雜草繁茂して水流を防害する虞あり。

水槽—水路の終りて發電所直上に達せる場所に**水槽** (Forebay) を設く水槽は發電所の負荷の增減卽ち水車に要する水量の增減によりて起る水位の變化を少からしむる爲め相當大なる面積のものを要す。水槽に於ては此外に水中の土砂を沈澱せしむる爲に水速を毎秒一呎以內ならしむる樣水槽の大さを定むるものとす且又餘水を調節し浮遊物及土砂を排出せしむる爲め次に示す如き設備を要す。

(一)芥除(二)土砂溜(三)土砂吐口(四)溢流堰(五)餘水吐口(六)餘水路(七)制水門

水槽の形狀は勿論地形によりて異るも水路より流入する水は遠心力にて水槽の外壁へ衝激する故に壁に沿ふて水路の床より三呎

位深く土砂溜を作り之に土砂を沈澱せしめ負荷の輕きとき水門を開き土砂吐口より排出せしむるなり。芥除は取入口にも之を設くれども取入口には粗目のものを用ひ水槽には目の小なるものを用ふ。通常取入口には厚さ$\frac{1}{2}$吋乃至$\frac{3}{4}$吋幅4吋乃至5吋の鐵杆を三吋目に作り水槽には厚さ$\frac{1}{8}$吋乃至$\frac{3}{8}$吋幅3吋乃至4吋の鐵杆を$\frac{3}{4}$吋乃至$\frac{1}{2}$吋位の目に作り水平線と145度乃至65度の角度に傾斜せしめて据付くるものとす。溢流堰は水車の暫時運轉停止又は負荷の減少により臨時に生ずる餘水を水槽外に排出せしむる爲め設けらるるものにして之を餘水路に導く餘水路は水槽より河に向て水路同樣に築造するものとす。制水門は水槽より發電所に向て布設する水壓管の入口に於て水量を調節するものにして門扉は木製とし齒車裝置にて上下動により其閉閉を爲さしむるものとす通常は人力にて開閉せしむれども電動機を用ひ開閉せしむるもの多く用ひらる。門扉の代りに特種のヴアルヴを用ひ開閉せしむる裝置のものあり。

水路中に於ても必要に應じ土砂を沈澱及排出する爲に適宜の場所に土砂溜砂吐口澱砂池等を設け之

に制水門を備へ併せて水量を調節するものとす。

導水管――水槽より發電所に向て水を導く爲に地形に從ふて**導水管** (Penstock) を布設す低落差の發電所に於ては水槽の下方に水車を設置し導水管を布設せざることあり。導水管には普通に鋼鐵板を鋲綴したるもの又は鎔接したるものを用ふるも低落差の發電所に於ては木管又は鐵筋混凝土管を用ふることあり。導水管は通常各水車毎に一本宛設備せらるるも時としては一本或は二本の共同導水管を布設し之より數臺の水車に分岐管にて分流せしむることあり.然れども取扱上の便利より各水車毎に一本宛の導水管を布設するを可とす。鐵製の導水管は水槽より發電所に向て地上に沿ふて之を据付け.數ケ所に於て混凝土臺を築き之を支持せしむ.木管又は混凝土管は地中に埋沒するを通常の方法とす。

導水管の直徑は管内を流るる水の速度と水量とより算出するなり.管内の水速を算定する**ハーゼン**及び**ウイリアムス** (Hazen and Williams) の式は次の如し。

$$V = 1.32 C R^{0.63} S^{0.54}$$

式中 V は水速(毎秒呎)

R は管の切斷面積を圓周にて除したるものにして管の直徑をD呎とすれば $R = \frac{\pi D^2}{4} \div \pi D = \frac{D}{4}$

S は管の水理傾斜にして管の長さを l 呎.管に於ける摩擦等に由る落差の損失を h 呎とすれば $S = \frac{h}{l}$

C は定數にして管の種類に由て異ること次の如し

木管	125
滑かなる混凝土管	130
木製水槽	112
鑄鐵管	139
鉚綴鋼鐵管	110

從て $$V = 1.32 C \left(\frac{D}{4}\right)^{0.63} \times \left(\frac{h}{l}\right)^{0.54}$$

管内に通ずる水量を Q 立方呎とすれば

$$Q = V \frac{\pi D^2}{4}$$

$$Q = 1.32 C \left(\frac{D}{4}\right)^{0.63} \times \left(\frac{h}{l}\right)^{0.54} \times \frac{\pi D^2}{4}$$

水槽及テールレース間の落差を H_0 呎.有効落差を H 呎とし $h = pH_0$ とすれば $H = H_0 - pH_0 = H_0(1-p)$

水車に於て發生する馬力數を P とし其能率を 80 % とすれば

$$P = \frac{QH}{11}$$

即ち　$$P=1.32C\left(\frac{D}{4}\right)^{0.63}\times\left(\frac{pH_0}{l}\right)^{0.54}\times\frac{\pi D^2}{4}\times\frac{H_0(1-p)}{11}$$

是より　$$D=\left(\frac{33.5P^{1.85}}{1.32CH_0(1-p)}\right)^{0.38}\times\left(\frac{l}{pH_0}\right)^{0.481}\cdots\cdots(283)$$

是れ導水管の直徑を定むる算式なり.然れども損失落差 pH_0 は後に記する如く管の直徑及長さ並に水速に由て異るものなれば.豫め之を假定してDを算出す.通常は水速を毎秒6呎乃至10呎として管の大さを算定するなり。水速過大なるときは落差の損失多大となり過小なるときは管の直徑大なるを要し從て其費用を增す.低落差に於ては落差の損失を少からしむる爲め水速を6呎乃至7呎とし高落差に於ては7呎乃至9呎となすを通常の方法とす.

鋼鐵管の厚さは有効落差に由る水壓及後に記する水槌作用に由る增加水壓に耐へざるべからず.其算式は次に示す如し。

$$t=\frac{PDf}{2T_e}\cdots\cdots(284)$$

式中 t は鐵板の厚さ(吋)

P は水壓(毎平方吋「ポンド」)

D は鐵管の內徑(吋)

f は安全率(通常は5とす)

T は鋼鐵或の抗張强度にして毎平方吋 60,000

「ポンド」

e は鉚綴接目の能率にして單鉚に於ては0.5,複鉚に於ては0.6

以上の式により最も大なる水壓を受くる最下の管の厚さを定め.管中或區間は同じ厚さのものを用ひ.管の上部に至るに從ひ水壓の減少に伴つて$\frac{1}{16}$吋宛厚さを減じ最上部の管の厚さを少くとも$\frac{1}{4}$吋とす.尙鐵の腐蝕に對する餘裕と水壓が負荷の都合にて急激に增減する場合に生ずる管內外の壓力の差に耐へる厚さを見込み.以上の式に依り算出したる厚さに$\frac{1}{8}$吋乃至$\frac{3}{16}$吋を加へたるものを實際の厚さとなすを可とす。

例　水量100個有効落差260呎なるときは.之に使用する鋼鐵導水管の直徑及鐵板の厚さを幾何に定むべきや但し管內の水速を一秒間七呎と定む。

解　$$Q=V\frac{\pi D^2}{4}$$

に於てQ=100.V=7なるに由りD=$\sqrt{\frac{4\times 100}{7\times 3.14}}$=4.27呎

鐵板の厚さは $t=\frac{PDf}{2Te}$ に於て

P=260×0.434×1.5 (水槌作用に由る增加水壓を50%とす)=169.2.0.434は高さ一呎に於ける水壓なり)

D=4.27 f=5 T=60.000 e=0.6

なるに由り　$t=\frac{169^2\times 1.27\times 5\times 12}{2\times 60{,}000\times 0.6}=0.6$時

實際には尙安全を期する爲め導水管の直徑を三段に分ち.上段を5呎中段を4呎7時下段を4呎3時とし厚さを上段を$\frac{3}{8}$時中段を$\frac{1}{2}$時下段を$\frac{5}{8}$時と爲す.

第百三十表
鐵管製作寸法表

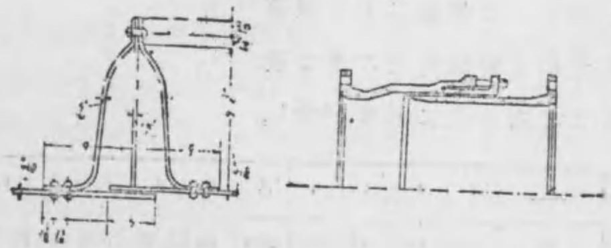
接目種類	鋼板ノ厚(吋)	鋲ノ直徑(吋)	鋲ノ間隔(吋)	鋲列ノ間隔(吋)	板ノ縫ヨリ鋲列ノ間隔(吋)	接目ノ率	鋲孔ノ類
一列鋲縫重接合	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	……	1	↓50↓	↑
同	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	……	$1\frac{1}{8}$		
二列鋲縫重接合	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$		
同	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	↑ — 68 — ↓	
同	$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$		
同	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$		穿
二列鋲縫衝頭接合	$\frac{9}{16}$	$\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{8}$		壓孔
同	$\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$		
同	$\frac{11}{16}$	1	$2\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$		↓
同	$\frac{3}{4}$	1	3	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	↓70↓	
同	$\frac{13}{16}$	1	3	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$		↑
同	$\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	3	$2\frac{1}{2}$	2		
同	$\frac{15}{16}$	$1\frac{1}{8}$	3	$2\frac{1}{2}$	2		鑽 孔
同	1	$1\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{8}$	↑35↓	↓
二列鋲縫衝頭接合	1	$1\frac{1}{8}$	4	3	$2\frac{1}{2}$		

鋼鐵板を接合する鋲の直徑及間隔等は第130表に示す

す如し.

導水管內に於ては水の摩擦の爲め落差の損失あるを免かれざれば.導水管は成るべく短く選ぶべきものとす.又水槽內に於ける流速遲き水を漸々水管內の流速に達せしむるは.其入口に於て落差の損失なき機喇叭形に爲すを通常の方法とす. 導水管は成べく眞直にして水流の方向同一なるを要すれども.地形上管を屈曲せしむる場合には.屈曲の半徑を大ならしめ緩がに水の方向を變更せしむべし. 導水鐵管は外氣の溫度の變化に從て伸縮する故に.汽管に於ける如く伸縮繼手數個を管の長さに應じて途中適當の個所に接續し之に依て伸縮に由る長さの變化を調節せしむ.伸縮繼手の構造に數種あれども其重なるものは第676圖に示す二種類なりとす.

第六百七十六圖
伸縮繼手切斷面の一圖



一般に導水管内に於て生する落差の損失は次の三種とす。

(一)管の入口の抵抗に因る損失　是をh_1とす

(二)管内壁の水に對する摩擦抵抗に因る損失　是をh_2とす

(三)管の彎曲に由て生ずる損失　是をh_3とす

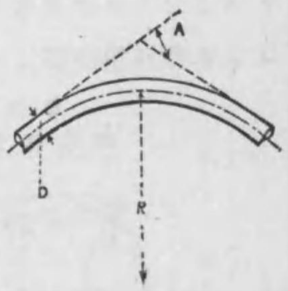
以上三種の損失は次の式に依て算出せらる

$$h_1=0.5\frac{V^2}{2g} \quad \cdots\cdots(285)$$

$$h_2=f\frac{l}{D}\cdot\frac{V^2}{2g} \quad \cdots\cdots(286)$$

$$h_3=\frac{V^2}{2g}\cdot\frac{AL}{180} \quad \cdots\cdots(287)$$

式中Vは一秒間の流水平均速度(呎)fは係數(通常 0.02にて可なり).lは鐵管の長(呎).Dは鐵管の内徑(呎).Aは彎曲の角度.Lは係數にして鐵管の直徑及彎曲角度に由て異ること次の表に示すが如し。



$\frac{r}{R}$	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9	1.0
L	.131	.138	.158	.206	.294	.44	.66	.98	1.4	2.0

是に由て鐵管内に於ける落差の全損失をhとすれば

$$h=h_1+h_2+h_3$$

取入口及テールレース間の落差をH,水槽及テールレース間の落差をH_0有効落差をH,水路に於て失はるる落差をh_0とすれば

$$H_0=H_1-h_0$$

$$H=H_0-h$$

$$=H_1-h_0-h=H_1-h_0-(h_1+h_2+h)$$

$$=H_1-h_0-\left(0.5\frac{V^2}{2g}+f\frac{l}{D}\cdot\frac{V^2}{2g}+\frac{V^2}{2g}\cdot\frac{AL}{180}\right)$$

$$=H_1-h_0-\frac{V^2}{2g}\left(0.5+f\frac{l}{D}+\frac{AL}{180}\right) \quad \cdots\cdots(288)$$

h_0は水路の勾配に由て定まるものなれば,上式にてH_1より有効落差Hを算出することを得るなり。

放水路—放水路は水車に働作して排出したる流水を外部に導くものなれば,排水に都合良き場所に於ては工事容易なれども,場所によりては特に隧道又は有蓋渠の築造を要することあり。若し附近に小川,溝渠あれば之を利用すべきものとす。放水路の横斷面積は成べく大にして流水の速度を遲緩に爲し,多量の水を排出することを得ることゝし,煉瓦又は混凝土にて洪水の害を被むることなき樣是を

築造するものとす.

貯水池═水力發電所に於て渇水期に於ては所要の水力を得ずして發電力を減ずるに至り甚だしきは全く水力機の運轉を停止するに至る場合あり.是を豫防するが爲には水路中又は上流に適宜の場所に貯水池を設け.其地方の最長渇水日數に對する使用水量を貯へ置くこと必要なり.是に依て渇水の爲に起る水力の不足を補ふのみならず.日常は其貯水池の水深を有効落差に加へ得る利益あり.卽ち水力を增加せしむることを得る場合あり. 又電力の需要は一晝夜中同樣ならずして必ずや增減し.其の平均の負荷は最大負荷より甚だ少なく其比は概略70%にして.夜間の負荷電燈のみなるときは40%に達せざることあり。是に由て例へば1,000「キロワット」の發電機を設置するも平均700「キロワット」を發生せしむるに過ぎず.今若し水路中に貯水池を設け負荷の少き時は制水門に於て水量を調節し餘水を貯水池に貯へ.負荷の多き時に是を導水管に通せしむることゝせば.1,000「キロワット」を平均負荷と見做し最大負荷$\frac{1000}{0.7}$＝1,430「キロワット」との差額430「キロワット」は貯水池より補ふ水に依て發生せしむることを得るなり.卽ち1,430「キロワット」の發電機を据付け平均1,000「キロワット」を發生せしむるなり。斯くの如く貯水池は渇水に對する準備として又水力發電所の平均發生「キロワット」數を增さしむる利益あるに由り是を設置するを可とす。

水源地に天然の貯水池例へば湖沼あるものは最も完全なる水力利用に適す.然らざるときは前記の如く貯水池を設くべきものなれども.落差低くして水量多きものに於ては貯水池は大ならざるべからず.是が爲に之を設くるに由て反て不經濟なる場合あり。是に反し落差多きものに於ては貯水池の大なるを要せず其効果著しきこと明かなり。此理に由り貯水池を設けんとする場合には精細なる諸工費を豫算し.是を設置して利益あるや否やを調査の上決定すべきものとす。

水力機═水力機は水の衝激を受け其噴射力に由て廻轉を爲し天然に有する水の勢力を機械的勢力に變ずる原動機なり.其構造は簡單にして水を衝激せしむる方法に由て次の如き種類あり。

オヴアーシヨツト水車 (Overshot Water Wheel)。**アンダーシヨツト水車** (Undershot Water Wheel)。**プレスト**

水車(Breast Water Wheel)。**タービン**(Water Turbine)。

第一種第二種及第三種の者は地方農家に精米機又は織機運轉に用ひらるゝ水車にして能率低き爲に極めて小規模に非れば發電の原動機として使用せられず.第四種のタービンは西曆1827年以來發電の原動機として實用せらる。

タービンの各種に就き主なる發明者は佛國のフールネーロン氏ジョンヴアル氏米國の**フランシス氏**(Francis)等にして最近二十年間に各完全の域に達し其働作の理論的法則も明瞭となれり。

タービンは水の働作する狀態に由り.蒸汽タービンに於ける如く次の二種に分類せらる。

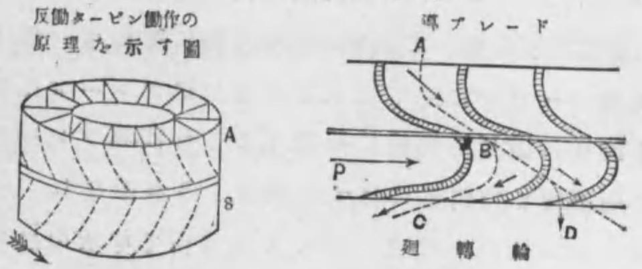
(一)**反働タービン**(Reaction Turbine)

(二)**衝働タービン**(Impulse Turbine)

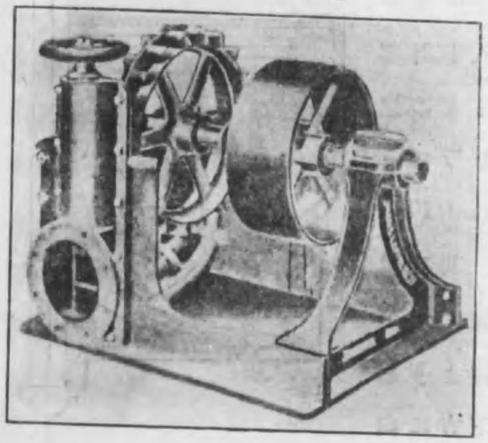
反働タービンは第677圖に示す如く蒸汽タービンと同樣に**導ブレード輪**(Guide Blade Wheel)及**廻轉輪**(Runner)より成り.水は導ブレード輪の周圍に同時に射入す。Aより導ブレードに入りたる水は廻轉輪に衝働し.是に其有する熱力を傳へ是をPの方向に廻轉せしめ.速度に變じブレードの爲に方向を變じてBCに出づ.然れども實際に於ては廻轉輪の廻轉する

に由てBDに出づるなり。卽ち反働タービンに於ては水の落差に由る壓力の一部分が導ブレードに於て速度に變じ殘りの壓力が廻轉輪に働き速度に變ずるなれば.導ブレードと廻轉輪との間隙に於ける水の壓力は大氣の壓力より大なり。

第六百七十七圖
反働タービン働作の原理を示す圖



第六百七十八圖
ペルトン水車



衝働タービンは第678圖に示す如く導ブレード輪なく.廻轉輪の周圍に**バツケツト**(Bucket)と稱する椀狀のブレード配列せられたるものより

成り.水は導水裝置に設けたる一個以上の噴射管より噴射してバッケットに衝激し.全然速度の狀態にある勢力を是に傳へて廻轉せしめ兩側に排出す. 卽ち衝動タービンに於ては水壓全部が導ブレードに於て速度に變じ廻轉輪に衝動するなれば.導ブレードと廻轉輪との間隙には大氣壓以上の水壓なし。

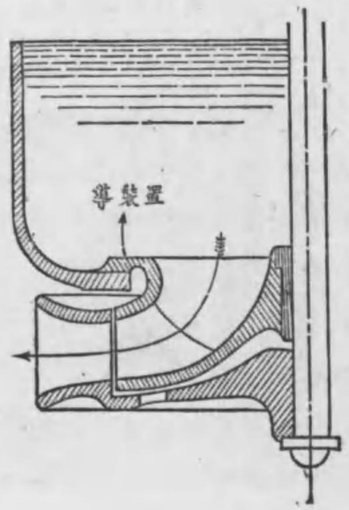
タービンは水の射出入する方向に由て亦次の二種に種別せらる。

(一)**放射流タービン**(Radial Flow Turbine)

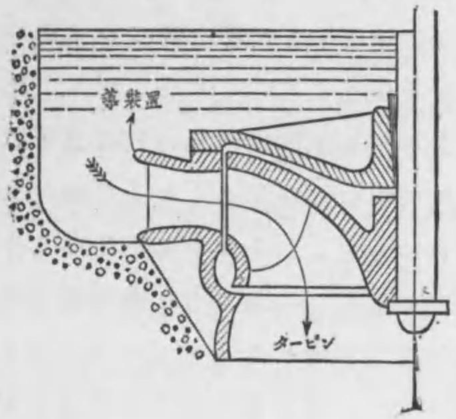
(二)**軸流タービン**(Axial Flow Turbine)

放射流タービンに三種あり.其一は第679圖に示す如く水がタービンの中心より射入し外部に向て流出するもの之を**アウトワードフロー.タービン**(Out-ward Flow Turbine)と云ふ。其二は第680圖に示す如く水が導水裝置の外側より射入し中心より下方に向

第六百七十九圖
アウトワード.フロー.タービン

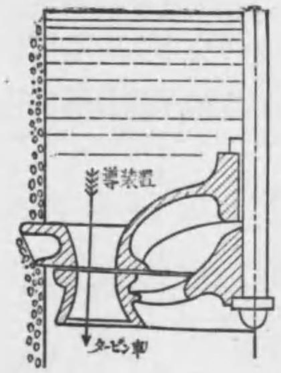


第六百八十圖
インワード.フロー.タービン



て流出するもの之を**インワードフロー.タービン**(In-ward Flow Turbine)と云ふ又**フランシス型**(Francis Type)とも云ふ.第三は水が噴射管より噴出しバッケットに衝激するもの卽ち衝働タービンにして之を**ベルトン水車**(Pelton Wheel)と云ふ。軸流タービンは第681圖に示す如く水は軸に平行に進み軸を心とせる螺旋の徑路を爲して射入し下方に流出するなり。

第六百八十一圖
軸流タービン



一汎に反働タービンは落差 300 尺以下の場所に用ひられ衝働タービンは落差 300 尺以上の場所に用

ひらるるも近來は落差800尺に於ても反働タービン使用せらるるに至れり。反働タービンに働作したる水はタービンに接續する水管を經て放水路に排出せらる.此水管を排水管(Draft Tube)と云ふ。此水管は空氣の出入せざる樣鋼鐵板又は混凝土管にて製し.タービン運轉中は眞空ならしむ.是に由てテールレースの水はタービンに上壓を加へ.管の水上に於ける長さは有効落差の一部として働く從て反働タービンを設置する箇所はテールレースの最下部ならずとも差支なし。排水管の長さは理論上完全眞空に相當するもの卽ち34呎なるべきも.氣密に保持し難き排水速度に由る落差の損失の爲に.斯くの如き完全なる眞空を保持し難く.管の大なるに從ひ益々減少す其關係は次に示す如し。

排水管の直徑(呎)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
排水落差(呎)	30	27	24	21.5	19.0	17.0	15.5	14.0	13.0	12.0

排水管の下端に於ける排水速度は落差20呎迄は落

差の1%を超へざる損失に相當し.20呎以上60呎以下の落差に於ては$0.08\sqrt{2gH}$乃至$0.1\sqrt{2gH}$に限定せられ.60呎以上600呎以下の落差に於てはテールレースに於ける水の擾亂を防ぐ爲に速度を尙低下せしむ.最も良きは毎秒凡そ七呎ならしむるを可とす。實際に於ける排水管の長さは20呎以下となすを安全とす.22呎乃至24呎になすも差支なきも負荷輕き場合又は調速機が急激の速度變化に於て働作せんとする場合に眞空を破ぶる虞あり。排水管の形狀は排水速度を徐々に減ずる爲に圓錐形と爲し其上端はタービンの排水口と同大となす.圓錐の開きの限度は七度とし屈曲部なきを要す.然らざるときは眞空を破る虞あり。管の下端の水中に在るべき部分は小形タービンに於ては6吋乃至12吋.大形タービンに於ては18吋乃至24吋なるを要す。

衝動タービンに於ては水は落差に由て全部速度に變じ噴射管より噴出してバツケツトに衝動するなれば.排水裝置を施すもドラフト.チユーブを用ひて水の上壓を利用することを得ず.從てタービンの位置に由て有効落差の定まるなれば.成るべくテールレース面に近くして洪水面上に之を設けざれば.有

効落差の減ずるを免かれず。

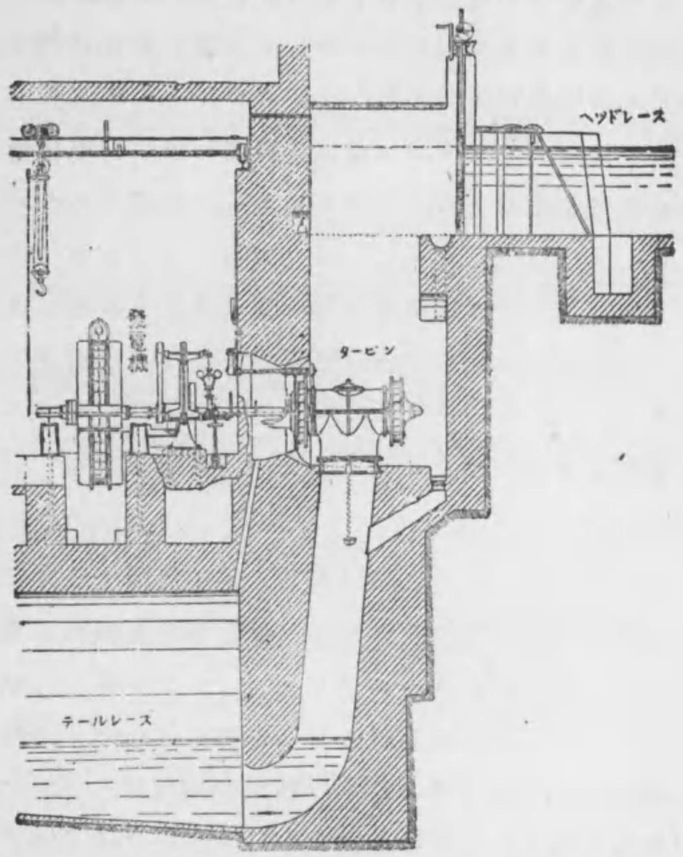
反働タービンの型式═反動タービンの型式は落差に從て異る之を大別して**オープン.フリユーム型**(Open Flume Type).**フロンタル型**(Frontal Type)及**スパイラル型**(Spiral Type)の三種となす。

(一)オープン.フリユーム型

落差40尺以下なる場合には水路の終りに開放水室を設け.其内部にタービンを設置す.落差20尺以下なる場合には直立軸タービンを用ひ之を洪水面以下に据付け.其直立軸を床上に於て發電機に直結せしむるなり。落差20尺以上なるとき又は落差20尺以下なるも洪水の虞なき場所に於ては.水平軸タービンを用ひ其軸を開放水室と區劃したる室に設置したる發電機に直結せしむ。斯くの如き低落差にして水量の甚だ多き場合に一臺のタービンを以て所要の出力を得んとするには廻轉數非常に少き故に機械の大さ甚しく.增し實用に適せず.必ずや之を數個に分割し尙廻轉輪を二個となし.水を中央に於けるエルボー形のドラフトチユーブを經てテールレースに排出せしむ.此種のタービンを**トウイン.タービン**(Twin Turbine)と云ひ其二臺を一本の軸に直結したるものを**ダブル.トウイン.タービン**(Double Twin Turbine)と云ひ.三個直結したるものを**トリプル.トウインタービン**(Triple Twin Turbine)と云ふ。

第六百八十二圖

開放水室に設置さるオープンフリユーム型トウイン.タービン据付圖



此型を用ふときは落差40尺に於て一分間の廻轉數を300回ならしむることを得るなり.第682圖は開放水室に設置せるオーブンフリユーム型トウインタービン直結發電機据付圖なり。タービンの此型式に於ては水は導ブレード輪の全周圍に導かれ廻轉輪を通過して中央のドラフトチユーブを經てテールレースに出づ。タービン軸は二個にして一個は水室內に在りて水密裝置を有し發電室より油管に依て給油せられ.他の一個は發電室に在りて自働環給油型なり.共に相連結せらる。軸の發電室に出づる箇所にはスタツフヒング.ボックス設備せらる。

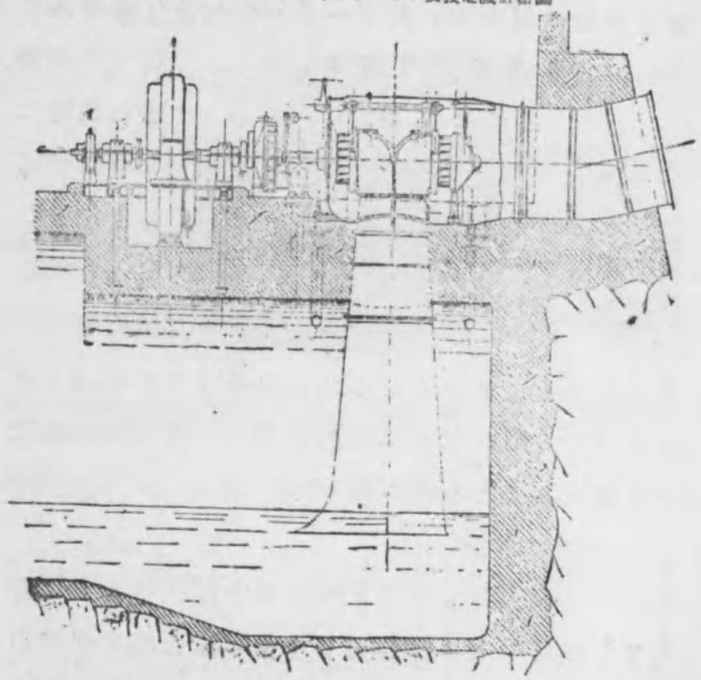
(二)フロンタル型.

落差40尺以上なるときは開放水室の混凝土基礎は水壓の增加に伴ひ重大なるを要し.構造も困難に築造費も增すに由り.ヘツドレースより水を導くに鐵管を以てし.其末端を擴大し其內部にタービンを格納せしむ。此の場合に水の射入の方向がタービンの軸と同一なる樣裝置せられたるものをフロンタル型と云ひ.水の射入の方向がタービンの軸に直角を爲す樣裝置せられたるものを**クロツス型** (Cross Type) と云ふ。

フロンタル型にも廻轉輪を二個となせるもの卽ちトウイン型になせるものあり.此型に於ては水は鐵函の內部中央に於けるエルボー形のドラフドチユーブを經てテールレースに排出せらる。クロツス型トウイン.タービンに於ては鐵函の內部中央にエルボー管を設くるものと.鐵函の兩外側に別々にL形のドラフトチユーブを設け各廻轉輪より之に排水

第六百八十三圖

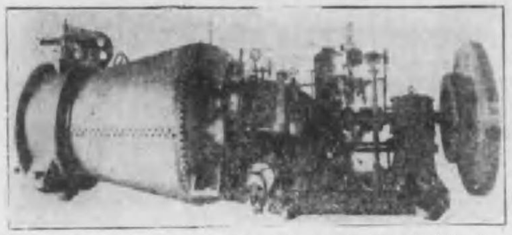
(甲)フロンタル.トウインタービン及發電機直結圖



せしむる裝置のものとあり.

フロンタルタービンを用ふるときは落差150尺に於て一分間の廻轉數を720回ならしむることを得るなり.第683圖はフロンタル.トウインタービン及發電機直結圖なり。此タービンの軸受は鐵函外に在りて自働環給油型なり.前軸受は其支持臺を取外し又は廻轉輪の位置を變することなくして之を取外すことを得る樣裝置せらる故に.僅かに二三時間にて磨損せる軸受を取換へることを得るなり.

第六百八十三圖
(乙)
同上外觀

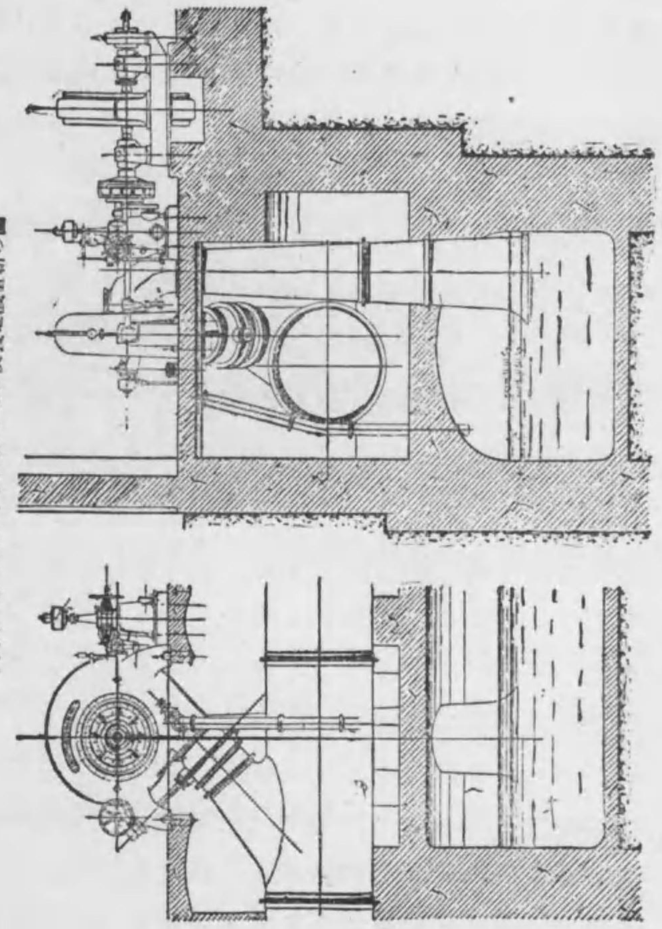


(三)スパイラル型

落差150尺以上なるときは同じ出力のタービンに對しては鐵管の大さ減じ.同じ水量に對しては機械の大さ增し.鐵管の終端にタービンを格納すること困難なる故に.鑄鐵管をタービンの周圍に渦卷に卷付く.之をスパイラル型と云ふ。之にシングル.スパイラル.ダブル.スパイラル及トウインスパイラルの三

種あり.シングル.スパイラル型に於ては水は廻轉輪の一側に排出せらる.ダブル.スパイラル型に於ては

第六百八十四圖
(甲)ダンダルタイン發電機直結の圖



廻轉輪に働作したる水は兩側に分れ渦卷形外殻の兩側に排出せらるゝ.即ち二個のエルボー管を備ふるものなり.トウイン.スパイラル型に於ては獨立せる渦卷形外殻及廻轉輪二個を備へ鐵管よりの水は分

第四十八百六圖

(乙)

同上外觀

れて二個の渦卷外殻内に流入し各廻轉輪に働作し.其中央に連結せられたる二個のエルボー形のドラフト.チユーブに排出せらる.即ちシングルスパイラル型を二個向き合はせに設けたるものに同じ。スパイラル型を用ふるときは落差300尺に於て一分間の廻轉數を720回ならしむることを得るなり.第684圖はシングル.スパイラル.タービン及發電機直結の圖なり。此タービンに於ては其輪蓋を取去れば容

易に各働作部分を檢査又は分解することを得て清掃等に便利なり.軸は導レード輪の蓋及彎曲せるドラフト.チユーブよりスタツフヒング.ボックスを貫きてタービンの内方より出づ.軸受は自働環給油型にして.高速度のものに於ては水にて冷却する裝置と爲す。落差300尺以上の場合には反動タービンは過大の廻轉速度を發する故に普通には之に適する衝動タービン使用せらるるなり。

反動タービンは大略以上の如く區別するも各型の適用範圍が明確に區別せらるるものに非す.例へば落差150尺の場合にはフロンタル型及スパイラル型共に之を用ふるを得.落差350尺に於てはスパイラル型及ペルトン水車共に之を用ふることを得るなり。其相異るは廻轉數にして.同じ落差に於てはフロンタル型はスパイラル型より廻轉數多くスパイラル型はペルトン水車より廻轉數多し。之に由て實際のタービン型式は落差及其廻轉數に依て之を定むるものとす。

反働タービン各型の優劣═オープン.フリユーム型タービンを用ふる場合には混凝土又は石にて水槽を造り其内部にタービンを露出して据付くる故

に.其構造比較的簡單にして導水管なき爲め水槌作用の起ることなく.全負荷を急に遮斷するも廻轉數の瞬間的增加も比較的少し.且つ亦發電所設備總經費は高落差のものに比し餘り多額にならざる故に.オーブンフリユーム型は低落差の水力利用に最も適するなり。我邦に於て使用せらるる此型の實例として次に其二三を記す.

設置箇所	落差(尺)	出力(馬力)	一分間の廻轉數
名古屋電燈株式會社			
木曾川第二發電所	23	1,800	225
富士製紙株式會社			
空知川第一發電所	55	7,700	225
王子製紙株式會社			
千歲川第二發電所	63.5	3,200	225

此型の廻轉輪は全部鑄鐵.鑄鋼又鑄砲金より成るものと.ブレードを別に鑄造し又は軟鋼板にて作りハツブに鑄込みたるものと三種あり.此等の內全部を鑄造するものは小形に於ては製造容易なるも.大形に於てはブレードの强度及其角度一樣ならざるに至る。之に反し軟鋼板にて作れるブレードをハツブに鑄込むものは其强度及角度一樣に爲すことを得て構造上最も確實なり。廻轉輪の本體は鑄鐵.鑄砲金.何れにても差支なきも.砲金は高價なる故に特別の理由なき場合には通常鑄鐵を用ふるものとす.

開放水室の構造は落差の10尺乃至30尺なる場合には水の壓力少き故に其側壁の構造困難ならざるも.之より大なる落差に於ては側壁の厚さを增すことになり經濟上不利益なることあり。斯くの如き場合には地盤が岩石なるときは.之を掘り下げ其內面を鐵筋混凝土にて裏張し.地盤が軟弱なるときは鐵函を地中に入れ其外部を混凝土にて塡充し.其底部にタービンを設置するなり。クロツス型タービンに於ては鐵函の胴體に導水管を直角に取付くる爲に胴體の强度を弱小ならしむるに由り.此型は實際に於て餘り使用せられず.之に反しフロンタル型タービンに於ては水は導水管より鐵函內に同一方向にて流入し.タービンの導ブレードに入るを以て.落差の損失を來すことなく從て能率は他の型に劣ることなし。然れども出力の大なるものは鐵函の增大する爲に鐵道に依る運搬不可能となることあり.此くの如く大なるものは之を分解して運搬し其据付場所に於て組立を爲すものとす。此型に於てはター

ン全部の胴殻が軟鋼板製なる故に.其本體全部を發電所内に据付くるの必要なく.胴殻の端板を境界として胴殻を發電所家屋以外に出し.端板を發電所家屋の側壁に一致せしむる如くなすときは發電所家屋の大さを減ずることを得る利益あり。端板には水槌作用最も影響するを以て.之を彎形となし其壓力に耐へしむ.從て其强度は甚だ大なるを要し大出力のものに於ては之を鑄鋼にて製するものとす。

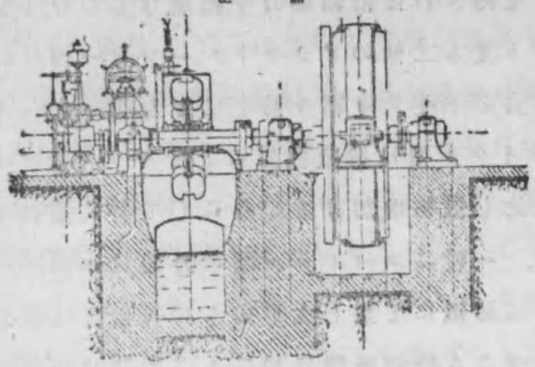
シングルスパイラル型に於ては廻轉輪に働きたる水は其一側より排出する故に.軸に對して沿軸推力生ず.即ち廻轉輪の排水側にはドラフトチューブの高さに由る眞空働き.他の側には廻轉輪の周圍より漏洩する水に由て廻轉輪と導ブレードとの間に生ずる壓力働く爲め.廻轉輪の兩側に壓力の不平均生じて沿軸推力となるなり。此沿軸推力はタービンの新らしき時代には格別の障害を與へざれども.タービンの磨滅するに從て推力の爲めに軸は發熱して運轉を不能ならしむることあり。之に反しダブルスパイラル型に於ては廻轉輪の兩側に加ふる壓力殆んど相等しき故に.沿軸推力非常に少し.然れども廻轉輪の鑄造上ブレードの形狀を絶對的に均一に爲すことを得ざれば沿軸壓力を絶無ならしむるを得ざるなり.尤も二個のドラフトチューブを一個に結合して壓力の不平均を稍々防ぐことを得べし。トウィン.スパイラル型は構造復雜にしてダブルスパイラル型に比し價格增加するのみにして特に優れることなし。一般にスパイラル型の外殻は小形のものに於ては鑄鐵にて製し大形のものに於ては軟鋼板にて製せらる.軟鋼板製に於ても其兩側は平面にて壓力を支持するものなる故に.相當の補强裝置を施し.軸に沿ふて動く水の壓力に耐へ變態せざる樣加工するものとす。大形のスパイラル.タービンの外殻を鑄鐵にて製作する場合には.之を直徑の方向に二個に分割し組立の後ボルトにて締付け.補强裝置として强力なるステーを内部に設け兩外殻を連結せしむるなり。

衝動タービン——衝動タービン即ちペルトン水車の簡單なるものはバケット輪一個及噴射管一個より成れども.出力大なるもの又は高速度なるものにはバケット輪一個に噴射管二個を備へたるもの又はバケット輪二個に噴射管二個乃至四個を備へたるものあり。二個以上の噴射管を備ふる場合にはバ

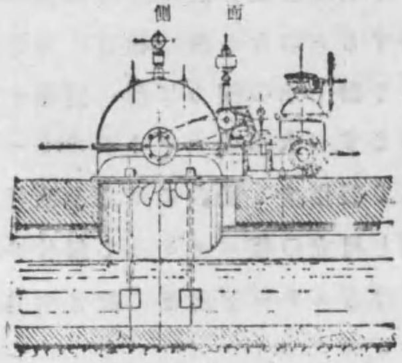
第六百八十五圖

（甲）衝動式タービン及發電機直結の圖

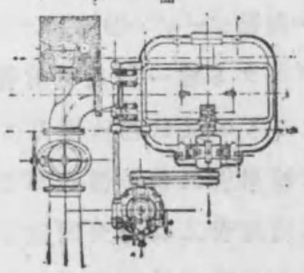
正面



側面



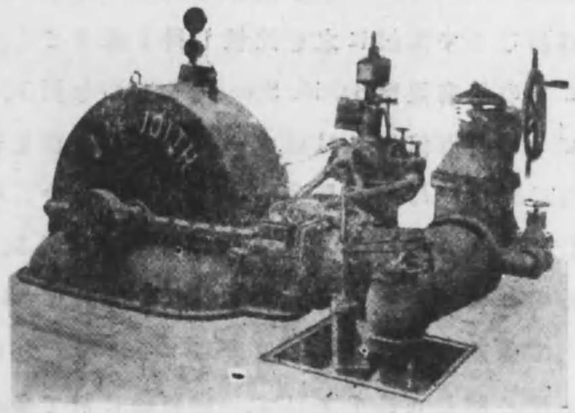
平面



ンケットに進入したる水が互に衝突して通流を阻害せざる爲めには噴射管の斷面積とバッケットの面積とに相當の割合あり且廻轉數を多大ならしむる爲めはバッケット輪を小ならしめざるべからず。バッケット輪を小ならしむるときはバッケットの面積減ずる故に一定の落差及水量にて定まる噴射管の斷面積

第六百八十五圖

（乙）同上外觀



に對しバッケット輪を二個と爲すなり。二個の噴射管を用ふる場合には一個を垂直に据付け一個を之に60度乃至90度の角度を爲さしめて設置す。卽ち二個の噴射管を床上に在らしめ取扱者をして監視に便利ならしむ。若し一個の噴射管を床上に他の一個

を床下に設置するときは床下に於けるものには監視の行屆かざることあるべし。衝動タービンの一例として第685圖に發電機と直結せる獨逸フォイト會社製衝動タービンを示す此機械は足尾銅山細尾發電所に据付せられたるものなり。

タービンの特有速度═タービンの出力廻轉速度大さ及動作落差は其型式に從て異り特有のものなれば各種タービンに就き是等を直接に比較すること容易ならず間接に之を比較し得る基本としてタービンの**特有速度**(Specific Speed)なるものを用ふ。タービンの特有速度とは該タービンの各寸法を落差一呎に於て一馬力を發生する迄に同じ割合に縮小したる場合に廻轉する一分間の廻轉數を謂ふ。廻轉輪の廻轉數を n とし落差を H 呎とすれば $n\alpha\sqrt{H}$ にして落差一呎に於ける速度は $\frac{n}{\sqrt{H}}$ に等し之を單位速度と稱し n_1 にて表はす。廻轉輪に於て發生する勢力は水の壓力及容量に正比例し壓力は落差に正比例し容量は速度に正比例す然るに速度は前記の如く $\sqrt{H}$ に正比例する故に廻轉輪に於て發生する勢力を P とすれば $P\alpha H\times\sqrt{H}$ にして落差一呎に於ける勢力は $\frac{P}{H\sqrt{H}}$ に等し之を單位勢力と稱し P_1 に

て表はす. 特有速度を N_8 とすれば $N_8=n_1\sqrt{P_1}=\sqrt{\frac{P}{H\sqrt{H}}}\times\frac{n}{\sqrt{H}}=\frac{n\sqrt{P}}{H^{\frac{5}{4}}}$

一般に衝動タービンの特有速度は1乃至9反動タービンの特有速度は12乃至90にして反動タービンの能率良き特有速度の限度は落差に從て凡そ次の如し.

落差(呎)	特有速度(N_8)
750	20—25
400	25—30
175	30—40
90	40—60
40	60—80
20	80—100

以上の式はタービンの各廻轉輪に適用するものなれば若し廻轉輪の數 p 個にして其特有速度が同一なるときは其廻轉速度は廻轉輪一個の場合の $\sqrt{p}$ 倍なり.

又同じ廻轉速度及落差に於ては $P\alpha N_8^2$ 同じ落差及出力に於ては $N\alpha N_8$

上記の關係あるに由り水車の特有速度の比較に依り實際の廻轉速度出力又は落差を考ふることなしに水車の特性を判知することを得るなり。

低落差に於ては發電機の重量を輕減する爲め成るべく廻轉速度を大きく撰定するを可とし特別高落差に於ては高價なる發電機を避くる爲め適當なる低速度になすを可とす。水車の能率と特有速度との關係は反動タービンに於ては特有速度25乃至75の範圍に於て能率最も高く.90以上なるときは能率著しく低下す衝動タービンに於ては特有速度1乃至4の範圍に於て能率最も高く.6½乃至7なるときは能率激減すべし斯くの如き場合には二個以上の廻轉輪を用ふるものとす。

例　落差400呎に於て1,500馬力を發生するタービンは噴射管又は廻轉輪の數を何個になすべきや又其廻轉速度を幾何となすべきや

解　衝動タービンを用ふるものとし其最高能率を示すべき特有速度を4なりとすれば。

$$n=\frac{N_s H^{\frac{5}{4}}}{\sqrt{P}}$$

に於て $N_s=4.\quad H=400.\quad p=1{,}500$なるに由り

$$n=\frac{4\times 400^{\frac{5}{4}}}{\sqrt{1{,}500}}=185$$

斯くの如き廻轉速度は過小なれば噴射管を二個とし各個に於て750馬力宛發生せしむるものとすれば

$$n=185\times\sqrt{2}=260$$

尙又噴射管を四個とすれば

$$n=185\times\sqrt{4}=370$$

又反動タービンを用ふるものとしnを720とすれば

特有速度は $N_s=720\times\frac{\sqrt{1{,}500}}{400^{\frac{5}{4}}}=16$

となり衝動タービンを用ふるに比し利益大なれば此場合には反動タービンを用ふるものとす。

タービンの能率═水がタービンに働きたる場合に其有する壓力を全部勢力に變する能はず必ず勢力の損失あり.其損失は次に示す如し。

(一) 水が導水裝置(鐵管其他)に流入する際に生ずる渦流及衝突並に導水裝置內に於ける摩擦に因る損失

(二) タービンに流入する際に起る衝突及渦流並にタービン內に於ける摩擦に因る損失

(三) ドラフト.チューブに於ける摩擦及渦流に因る損失

(四) 軸受に於ける摩擦に因る損失

以上の損失は水車の大さと落差の大小とに從て異れども.凡そ其能率は75%乃至90%にして導水裝置に於けるヴアルヴ又は導ブレードを少し閉じたる時に(凡そ四分三の開きに於て)最大能率を示す樣設

計せらるゝを通常とす。

水車の最高能率を示す出力と最大出力との差は特有速度に關係し特有速度大なるに從ひ其差少し卽ち導ブレード全開に於て發生する勢力に近く最高能率を示す。低落差に於ては特有速度大なるを以て最大出力に於て殆んど最高能率を示す。負荷の減少に伴ふ能率の低下は特有速度小なる水車に於ては少きも特有速度大なる水車に於ては大なるを以て低落差に用ふる水車は成るべく全負荷に於て運轉するを可とす。

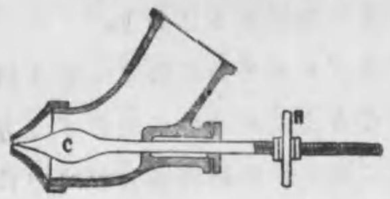
直立型反動タービンは能率高く概ね90%なる爲め近來多く使用せらるに至れり此型の水車はテールレースに近く設置し床上に据付たる發電機に垂直軸にて連結せしむ從て發電機との間隔を軸の長さに由て定むる事を得るに由り洪水面以下に設置するも洪水の際發電機の逆轉に支障を與ふることなし。從來此型は低落差の場合にのみ使用せられしが能率の高き爲め近來數百尺の高落差にも用ひらるゝに至れり但し垂直軸を支持する軸受には特種のステップベアリング使用せらる。

水力機の速度調整——水力機の速度を調整するには汽機に於けると同樣に調速機を用ひ反動タービンに於ては導ブレードに射入する水量を加減するか又は導ブレードを傾斜せしめ之に射入する水量を加減し衝動タービンに於ては噴射管の方向を變じてバッケットに衝激する水量を加減するか或は噴射管の一個を全く閉ぢ若しくは噴射管にヴァルヴを設け之に依て水量を加減するにあり。

反衝タービンに於て導ブレードを傾斜せしむる機構を外殼內に裝置する方法と外殼外に裝置する方法とあり第一の方法に依ては機構各部分が水中に含有する砂の障害を受くる虞あれども外殼の側壁支持に對しステーの働きを爲し水壓に對し外殼の强度を增す第二の方法に於ては機構は砂の障害を受けざるも導ブレードのピンが外殼に於けるスタフヒングボックスを貫通する故に其爲に生ずる摩擦可なり大にして勢力の損失を來たすなり。一般に水量多くして外殼內廣く機構を內部に入るゝも水の流入に故障を與へざる場合には第一の方法用ひらる。ペルトン水車に於ては廻轉速きに過ぎる場合には第一の方法に於ては噴射管を外方に向け水をしてバッケットの先端に衝激せしめ其衝激

作用を減せしむ。第二の方法に於ては水量を加減する故に水量の減少と共に水の速度も減ずる故に調整完全ならず。最も有効なる調整方法は第685圖に示す如く噴射管内にCなる圓錐狀の栓を設け之に把手Hを附し是を前後に動かして射出する水の量を加減するに在り之を**ニードル・レギユレートル**(Needle Regulator)と云ふ。

第六百八十五圖
噴射管及ニードル・レギユレートル



以上の調整の働作は調速機を用ひて行はしむるなれども元來水は同容積の蒸汽に比し重き爲に惰性多く其運動を司ること蒸汽に於けるが如く容易ならず。是が爲に調速機をして直接に調整作用を爲さしむること困難なれば是等速度調整の直接働作を爲す機構即ち導ブレード又は噴射管の働作機構の運動を起さしむるヴアルヴの開閉をボールガヴアナーの如き調速機にて掌らしめ水力機の速度の遲速に從てボールガヴナーをして速度調整直接機關に適當の働作を起さしめて常に速度を自ら加減せしむるなり。斯くの如く水力機の速度調整方法は直

接ならざる爲め働作鋭敏ならざるが如きも油を用ひ其壓力にて働作せしむる調速機の調整作用は可なり鋭敏なり。瑞西國**エツシヤーウイツス會社** (Escher Wyss)及獨逸國**フオイト會社** (Voith) 製の**油壓調速機** (Oil-pressure Govornor) の如きは働作優秀なる爲め吾邦に於て最も廣く用ひらる。

水力機に於て全負荷の狀態より急に無負荷の狀態に爲すときは廻轉速度は急激に增加するも調速機が働作し供給水量が適當に調整せらるるときは相當廻轉速度に減ずべし。其速度變動率は導水管の長さ導水管内の水速調速機の働作して導ブレード又は噴射管に作用して水の供給量を適當にならしむる迄の時間(之を調速機の**閉鎖時間** (ClosingTime) と云ふ)及水力機の**蓄勢輪効果**(Fly Wheel Effect)に由て異る。蓄勢輪效果は水力機の有する**カイネチツクエナージー** (Kinetic Energy) に由て定まる之を式にて示せば

$$\frac{1}{2}\cdot\frac{W}{g}\left(\frac{\pi RN}{60}\right)^2$$

式中Wは水力機及之に直結する發電機の廻轉部分の重量「ポンド」gは地球の引力に由る加速度卽ち毎秒毎秒32.2呎Rはジアイレーション直徑(Diameter of Gyration) Nは一分間の廻轉數なり。速度變動率は

次の式にて示さる

$$d=81,000,000\frac{(P_1-P_2)\times T}{WR^2\times N^2}$$

式中　d は負荷の變化に由る速度變動の百分率

P_1 は最初の負荷

P_2 は最後の負荷

T は負荷の變化始まりし時より水車の發生する勢力が最後の負荷に相當するに至る迄の時間(秒にて示さる)卽ち調速機の閉鎖時間

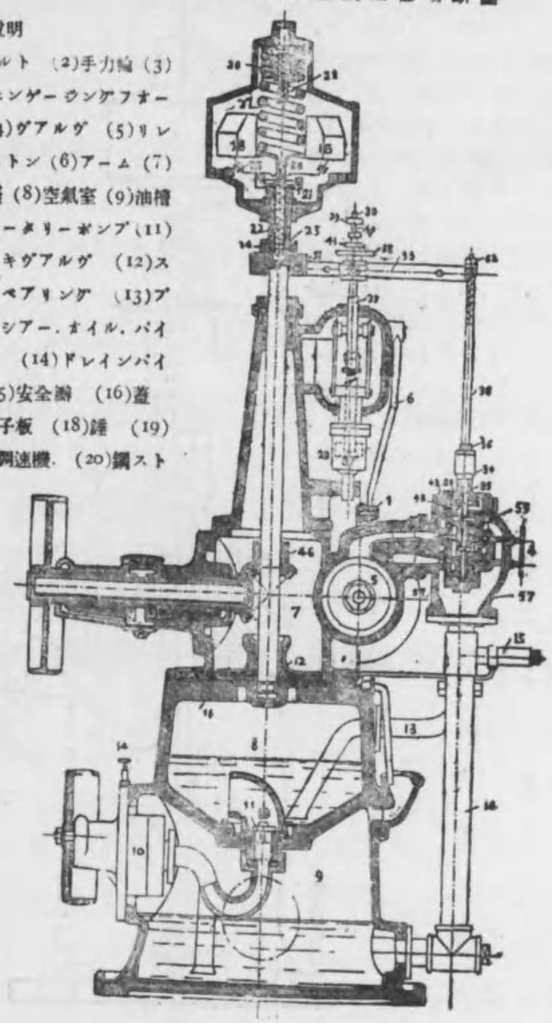
以上二式より速度變動率は蓄勢輪效果に逆比例し調速機の閉鎖時間に正比するを認む.卽ち速度變動率を少からしむるには蓄勢輪効果を大ならしむるか又は調速機の閉鎖時間を短からしむるに在り。然るに閉鎖時間餘り短きとき後に記する水槌作用を大ならしむる害あるに由り.閉鎖時間を適當に定め大なる蓄勢輪を添置して蓄勢効果を增大して.速度變動率を少からしむ。通常全負荷と無負荷とに於ける速度變動率は5%乃至7%にして.全負荷を急に無負荷に爲したる場合の速度變動率は10%乃至15%なり。

第686圖にフオイト調速機の構造を示す。

各部分中**ロータリーポンプ** (Rotary Pump) は油槽の內部に在りてタービンに調帶にて連結せられター

第六百八十七圖

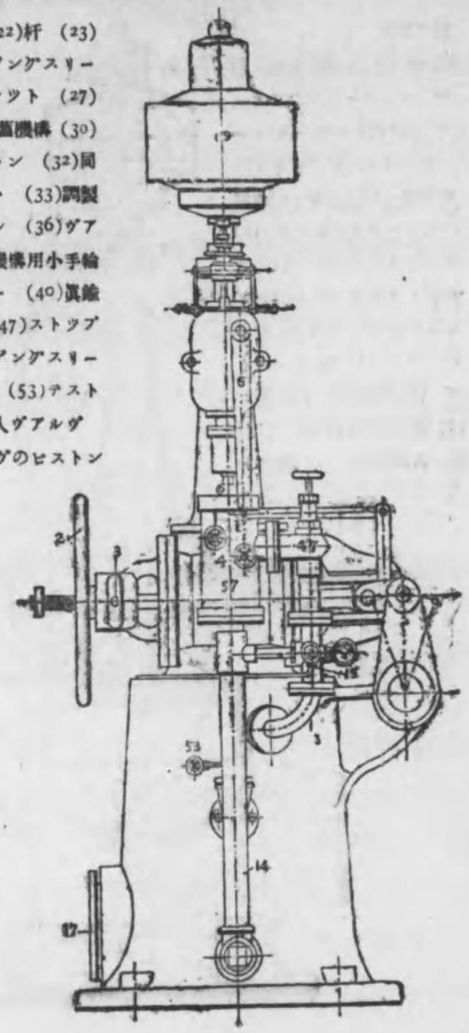
(甲)フオイト調速機正面切斷圖



圖の說明

(1)ボルト (2)手力輪 (3)ザスエンゲーウンゲフオーク (4)ゲアルゲ (5)リレーピストン (6)アーム (7)中間塞 (8)空氣室 (9)油槽 (10)ロータリーポンプ (11)チエツキゲアルゲ (12)ステツプベアリンゲ (13)プレユツシアー.オイル.パイピンゲ (14)ドレインパイプ (15)安全瀉 (16)蓋 (17)碇子板 (18)錘 (19)離心式調速機. (20)鎖スト

第六百八十七圖
調整機構側面圖(フォイト)(乙)



ラップ (21)彈條受 (22)杆 (23)刀狀軸受 (24)スライヂングスリーヴ (25)螺旋 (26)螺ナット (27)彈條 (28)螺旋 (29)復舊機構 (30)同上杆 (31)同上ピストン (32)同上彈壺 ピストンロット (33)調製杆 (34)ターンバックル (36)ヴアルヴロッド (38)復舊機構用小手輪 (39)同上用セットカラー (40)眞鍮管(46)ベベルギヤー (47)ストップヴアルヴ (51)スライヂングスリーブ (52)セットナット (53)テストヴアルヴ (54)空氣導入ヴアルヴ (55)コントロルヴアルヴのピストン (56)ナット (57)コントロルヴアルヴ

以上各部分中**ロータリーポンプ**(Rotary Pnmp)は油槽の內部に在りてタービンに調帶にて連結せられ.タ

ービンの廻轉に伴ひ廻轉して空氣室內に在る油に每平方吋約110「ポンド」乃至170「ポンド」の壓力を與ふ。空氣室は前記の壓力を有する油を貯ふる室にして.テスト.ヴアルヴと同水平になる迄空氣を保有す.若し此ヴアルヴを開きて油の出づるときは空氣進入ヴアルヴ(54)を開き空氣をして進入せしむべし。

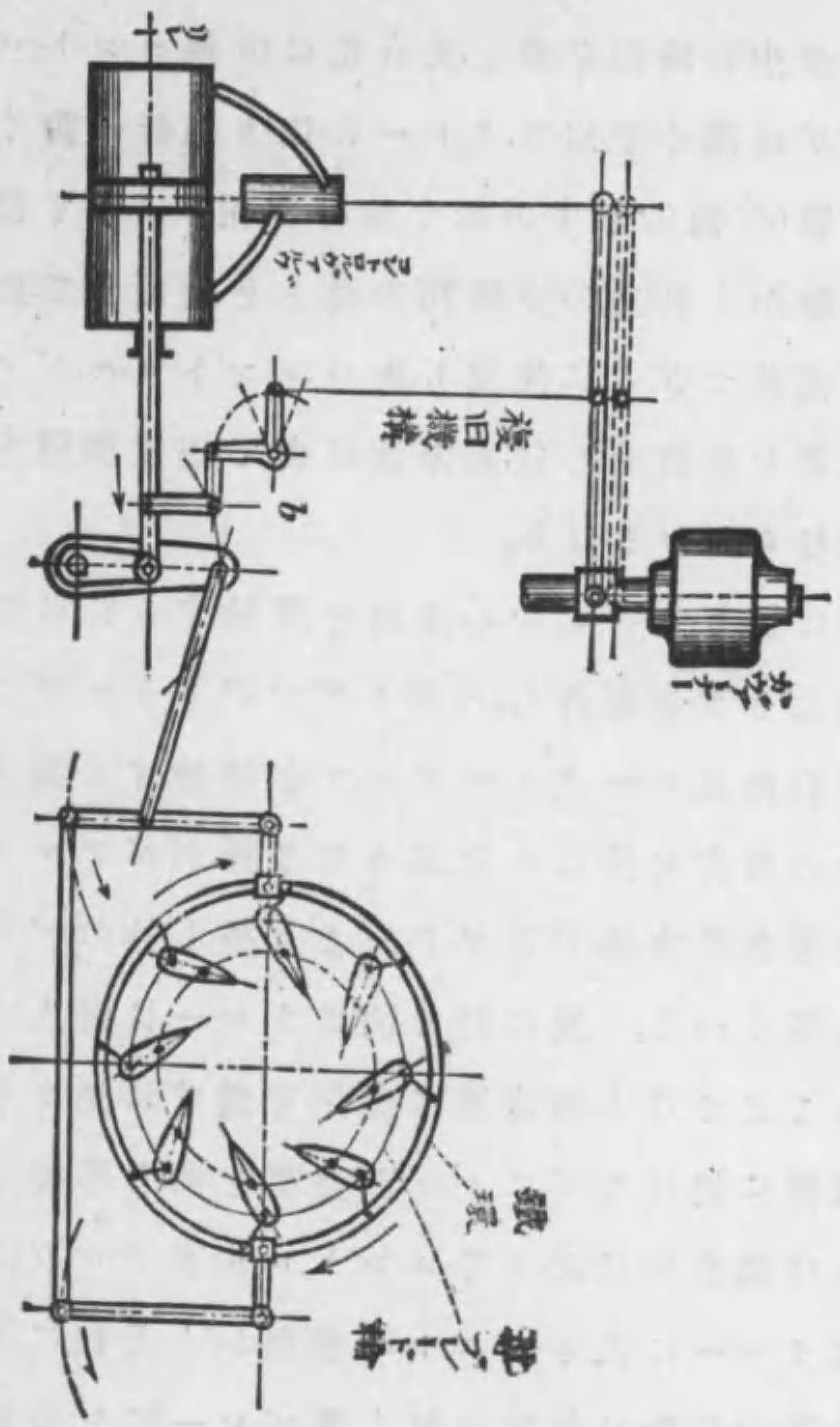
リレーは圓筒狀を爲し內部にピストン及ピストンロッドを有す.ピストン.ロッドに連結する槓杆裝置はタービンの導ブレードを互に連結する鐵環に接續せらる。コントロルヴアルヴの開閉に由り空氣室より壓力ある油がリレー內に進入するときは.ピストンは是に壓せられ往復動を爲し槓杆を經て鐵環に運動を傳へ導ブレードを動かして水量を調整せしむ。

離心式調速機はベベルギアーに依てブレーに連結し.ブレーに於てタービン軸に調帶にて連結せらる.從てタービンの廻轉はベベルギアーを經て運動を調速機に傳へ是を廻轉せしむ。調速機の上部に鐵製の被蓋をありて其內部に發條及錘二個裝置せらる。

スライヂングスリーヴ(Sliding Sleave)は調速機軸に嵌着し調整杆(33)に依て復舊機構及コントロル.ヴア

ルヴに連結せられ軸の廻轉に變化を生じたるときに上下に摺動す。復舊機構はリレーの運動の急激なるを制する裝置にして彈壺及槓杆より成りリレーピストンに連る調整杆に連結せられ.タービンの速度の變化に由て調整杆の働くとき是に伴て動き調整杆の支持點を上下し.コントロル.ヴアルヴを舊位置に復せしめ引續きリレー内に油の進入するを防ぎ.速度調整の働作を正確ならしむ。

調速機の働作を簡單に説明せんに中心軸はタービンの軸より調帶にて廻轉せられ.其の速度の增すに從ひ錘は外方に向て開き.從て其下部に取付られたるスライヂング.スリーヴ(24)は昇り.タービンの廻轉が規定なるときは或る中間の位置に止まり.調整杆(33)は水平の位置を保つべし。然るに若し速度が增すときはスリーヴは中間の位置より昇り杆の他の端は降る.從て是に連るコントロル.ヴ.アルヴは開き油タンクより進入せる壓力を有する油はリレー.ピストンの一方に入り.是を壓してピストンを他方に動かし.第688圖に示す如く是に連る槓杆を矢の方向に動かしめ.從て是に連る導ブレードを傾斜せしめて口積を狹くし.進入する水量を減じてタービンの廻轉速度を復舊せしむ。廻轉の復舊と共にスライ



第六百八十八圖 速度調整作用の原理を示す圖

ヂング.スリーヴも舊位置に戻るべきも.此働作を爲す迄に多少の時間を要し.夫れ迄は依然コントロル.ヴアルヴは開くを以て.リレーに依り槓杆の動くと同時に第688圖に示すが如く槓杆作用りに依て復舊機構を動かし杆(33)の支持點の高さを變更して.此杆の未だ復舊せざるに先立ち.先づコントロル.ヴアルヴの位置を復舊せしむ.此方法に由て速度調整方法を鋭敏ならしむるなり。

調速機に依りタービンの運轉を開始するには各部に異狀なきやを檢査し.スライヂング.スリーヴに注油し中心軸及ロータリー.ポンプを運轉する調帶を檢し.油の壓力充分なるを認めたる後.小ヴアルヴ(4)二個を閉ぢ手力輪(2)をギアーより外し油のヴアルヴ(47)を開くべし。爰に於て油はリレーに進入するを得ることとなり.調速機は働作を爲すに至るを以て.導水管に於けるヴアルヴの全部を開き手輪(38)を擧ぐれば調整杆は動きてコントロルヴアルヴは開き油はリレーに入りピストンを動かし.是れに連る槓杆作用の運動は前記の如く導ブレードを連結する環に傳はり.ブレードは開きて水は進入しタービンの運轉開始せられ.負荷の多少に從ひ廻轉速度

は適當に調整せらるべし。若し油の壓力不充分なる場合には手働速度調整を行ふ.其方法は先づ油のヴアルヴ(47)を閉ぢ手力輪(2)をギアーに適合せしめ.小ヴアルヴ(4)二個を開き手輪(38)を擧げ.然る後手力輪(2)にてタービンが規定速度にて廻轉する樣調整すべし。此方法にてタービンの運轉を始めたる後.油の壓力計を檢視して壓力の充分に昇りたるを認むるや.直に前記の方法に由て油壓にて調速機を働作せしむる樣に變すべし。又調速機にて運轉を停止する方法は.手輪(38)を右方に廻はし締めるときは.中心軸の働作に由り運動は槓杆を經て鐵環に傳はり導ブレードは閉ぢタービンの運轉停止するに至るべし。然る後必ず導水管に於けるヴアルヴを閉鎖し油のヴアルヴ(47)を閉づべし。

調速機に依てブレードを開かしむる時間に一定の規則なし.導水管短くして水速大ならざれば時間短きも.餘り急にブレードを開かしむるときは水壓急激にタービンに働作し危害を生せしむることあり。

水槌作用═水力機に於て負荷が減ずるときは供給水量も減少すべし.從て導水管中に於て水の有する運動量も減ずべし.此減少が多大にして急激に生

する場合例へば全負荷が急に取去られ無負荷となるときは調速機の働作にて水の通路閉ぢらるる爲め水の惰性にて導水管中の水壓は急激に昇騰すべし此作用を水槌作用(Water Hammer Effect)と云ふ。水槌作用起るや水壓の波動は導水管の上端に向て進行し導水管が絶對的に强固なるものなるときは波動の進行速度は毎秒4,650呎なるべく恰も音波の進行速度に等しかるべし。然れども導水管は彈性を有する爲に此速度は減じて次の式に示す如くなるべし

$$a=\sqrt{\frac{g}{y\left(\frac{1}{k}+\frac{d}{tK}\right)}}$$

式中 a は水壓波の進行速度(毎秒呎)

g は重力に由る加速度にして32.16呎

y は水の比重にして毎立方呎62.4「ポンド」

k は壓縮に對する水の彈性率にして毎平方呎 42,000,000「ポンド」

d は導水管の內徑(吋)

t は導水管の厚さ(吋)

Kは張力に對する導水管の彈性率にして

鋼板に於ては毎平方呎　4,032,000,000「ポンド」

鑄鐵に於ては毎平方呎

2,160,000,000「ポンド」

a は管の小なるに從て減じ毎秒2,500呎乃至4,000呎なり導水管の長さをL呎とし水壓波が管內を一往復する時間をT_1秒とすれば

$$T_1=\frac{2L}{a}$$

調速機の閉鎖時間がT_1より短きときは水壓波が一往復して水車に戻る以前に其通路を遮斷せらるる爲め水壓は非常に昇騰し水槌作用は最大となり導水管を破烈せしむることあるべし。從て閉鎖時間は必ずや$\frac{2L}{a}$より長きを可とし其場合の水槌作用に由る增加水壓の水頭は次の式にて算出するを得。

$$h_0=\frac{Lv}{g\left(T-\frac{L}{a}\right)}$$

式中 v は水頭に依る導水管內の速度(毎秒呎)

Tは閉鎖時間(秒)

例. 鋼鐵導水管の長さ1,000呎直徑四呎管の厚さ$\frac{1}{4}$吋とし有效落差100呎管內の水速を毎秒六呎なりとすれば水槌作用に由る增加水壓が有效落差に由る水壓の50%を超過せしめざるには水車の閉鎖時間幾何なるべきや。

解　水壓波の速度は

$$a=\sqrt{\frac{32.2}{62.4\times\left(\frac{1}{42,000,000}+\frac{48}{\frac{1}{4}\times 4,032,000,000}\right)}}=2,700$$

增加水壓の水頭は$\frac{50}{100}\times 100=50$呎

由て

$$50=\frac{1.000\times 6}{32.2\left(T-\frac{1,000}{2,700}\right)}$$

$$T=4.1\text{秒}$$

卽ち閉鎖時間は4.1秒以上ならざるべからず.

水槌作用に由て水壓の增加を防止する方法に次に示す如く種々あり。

(一)**スタンドパイプ** (Standpipe) {**サーヂタンク** (Surge-Tank}とも稱せらる)を使用する方法。

スタンド.パイプとは導水管の上端に近く設置したる一本の鐵管にして.水車のブレード急激に閉鎖せらるるときは管內の水の惰性はスタンドパイプ中の水位を高むるに由り.水速は徐々に減少し水壓の非常昇騰することなし。之に反し水車の負荷が急に加はり水の供給增加を要する場合には.スタンドパイプ內の水は直ちに之に應じ水量及水壓を調整するなり。

(二)レリーフ.ヴアルヴを使用する方法。

レリーフ.ヴアルヴを導水管の下端に設置す.此ヴアルヴは汽機に使用するものと同樣に平常は發條の力にて閉ぢ.水の壓力が非常昇騰を爲したる場合に發條の力に勝てヴアルヴを開き.水を排出せしむるなり。

(三)蓄勢輪効果を大になし調速機の閉鎖時間を長からしむる方法。

蓄勢輪効果大なるときは速度の變動率小なる故に.調速機の閉鎖時間を短からしむる必要なし閉鎖時間長きときは水の壓力急激の昇騰なきを以て水槌作用亦極めて少し。

(四)ペルトン水車に於て噴射管を傾斜せしむる方法。

噴射管を傾斜せしむるときは.餘分の水はバッケット衝動せずして放水路に放水すべし.卽ち導水管中の水は遮斷せられざる故に其壓力の非常昇騰することなし。

第八項　原動機と發電機との連結法

原動機より發電機に勢力を傳へ之を運轉する方法は種々あれども現時實際に汎く用ひらるる方法は(一)直結式(Direct Coupling)(二)帶結式(Belt Connection)の二種とす。

(一)直結式とは發電機の軸に直接に連結するに在り.從て發電機の廻轉速度は原動機の廻轉速度に同じ。直結する方法に可撓連結(Flexible Coupling)及固定連結(Rigid Coupling)の二種あり.可撓連結とは兩軸の各一端に鐵板を取付け.之に鐵杆を裝置して相組合はせ之に鐵の發條.護謨又は革を卷き付け.之に依て兩軸を連結するに在り.此方法に於ては兩軸の動きに餘裕を與ふる故に.兩軸は必しも精確に一直線上に非るも差支なし。固定連結とは兩軸を精確に一直線上に置き機械的に之を堅固にボルト類にて連結する方法なり。

水車と發電機と直結する場合に水車の軸の直徑は次の式にて算出したるものより小なるべからず。

$$d=\sqrt[3]{\frac{100\,P}{N}}\ (\text{吋})$$

式中 d は軸の直徑(吋)

P は傳送せらるべき最大馬力

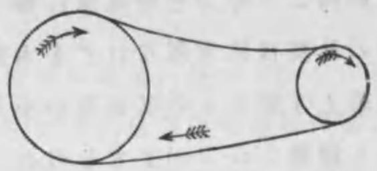
N は一分間の廻轉數

(二)帶結式(Belting)とは原動機及發電機の各軸の一方に車輪を裝置し其周圍に調帶(Belt)を懸け是に依て原動機より勢力を發電機に傳へしむるにあり。調帶の材料は通常革なれども.木綿より成るもの.木綿及革より成るもの又は革の小片を鐵ピンにて綴りたる鏈帶(Link Belt)なるものあり。是等の調帶は充分重りを懸けて伸長せしめたる後其兩端をベルトセメントにて膠着せしむるか或は革紐又は麻糸若くは鋲にて縫合して輪形に爲し.發電機及原動機の兩車輪に密着する樣是に懸垂せしむ.鏈帶は膠着せしめずして鐵製のピンにて是を綴合するなり。

帶結式に於ては兩車輪は互に平行し兩車輪の中心線は一直線内に在るを要す。其軸間の距離は餘り近きときは調革の車輪に接觸する面少くして豫定の勢力を傳達すること能はず.少くとも原動機の車輪の直徑の二倍にして調帶の接觸面は兩車輪共に周圍の三分一以上なるを要す。此接觸面を增さしむるが爲に調帶は常に車輪の上側に於て弛垂し下

側に於て緊張せらるる樣原動機及發電機の廻轉の方向に從て其位置を定むるを通常の方法とす.卽ち第689圖に於て原動機車輪の廻轉方向が矢に示さるる如くなれば調帶は上側に於て弛み下側に於て緊張す可し。調帶の幅は車輪の幅より一吋狹きものを用ふるを通常とす。傳達せらるべき勢力及び接觸面との關係は次の式にて表さる。

第六百八十九圖



$$H.P.=\frac{W\times S\times T}{33{,}000} \quad \cdots\cdots(289)$$

式中H.P. は傳達せらるべき勢力の馬力數.Wは吋にて示さる調帶の幅.Sは呎にて示さる調帶の一分間の速度.Tは「ポンド」に示さる張力なり。調帶の一分間の速度とは車軸の一分間の廻轉數に其圓周の長さを呎にて表はして乘じたるものなり.此式は一重の革より成る調帶を用ひ其安全張力が幅一吋に付き33「ポンド」と假定したる場合なり。調帶が二枚合せ革より成るものなるときは是に一倍半せる勢力を傳送す。

帶結式に於て發電機の車輪の大さが一定し居る場合に原動機の車輪の大さを定むる式は左の如し

$$D=d\times\frac{n}{N} \quad \cdots\cdots(290)$$

式中Dは原動機の車輪の直徑.nは發電機一分間の廻轉數.dは發電機の車輪の直徑Nは原動機の一分間の廻轉數なり.

一汎に調帶は運轉中滑らざるものを可とす.若し滑るときは豫定の勢力を傳ふること能はずして.發電機の電壓亦指定のものに達せざるべし.たとへ調帶滑らざるも.原動機自身の摩擦に由て勢力に損失あるを免れず.且つ調帶は使用中年月を經るに從ひ其表面滑澤になりて漸次滑り易くなるものなれば最も注意し是を沮止する方法を行ふべし。若し汽機を原動機として用ふる場合に汽機の能率を90％とすれば.調革の滑りに因て5％の勢力の損失あるときは.汽機の表示馬力100馬力なるも實際發電機の車軸に傳はる勢力は85馬力に過ぎず。通常此割合にあるものなれば帶結式に於ける汽機と發電機との出力の割合は汽機100馬力に就き發電機の出力60「キロワット」と爲すを普通とす。鎖帶は割合に重く車輪との接觸良好なる爲に滑り少きも.一部破損するときは自然に全部切斷する虞あり且つ一部の破損

は運轉中發見し難き故に使用上愼重の注意を要す。調革の代りに木綿のロープを用ふることあり又齒車裝置にて勢力を傳へる方法あれども極めて小規模に用ひらるるのみなれば爰に省略す。

第十六章

發電所及變電所

第一項 發電所一汎

發電所の種類及變電所—原動機發電機及附屬機械器具並に配電盤を設備し天然の勢力を機械的勢力に變じ更に之を電氣的勢力に變じて需用地に送電する場所を**發電所** (Power Station) と云ふ。發電所が電力需要地を離るること遠き爲に特別高壓にて送電する場合には遞昇變壓器を發電所に設置し發電機より發生する高壓電氣を特別高壓電氣に昇壓して需要地に送電し需要地に於て遞降變壓器に依り需要に適當する電壓に降壓し配電盤を經て需要者に配電するものなるが大都會に於ては別に市街饋電線の集合する場所に送電し此處に於て配電盤を設け是に依て配電するものとす。斯くの如く遞降變壓器を設置し送電せられたる電氣を需要者に配電する場所を**變電所** (Substation) と云ひ。配電設備のみを備へ電氣方式を變更することなく配電する

場所を**開閉所**(Switch Station)と云ふ。

發電所は使用せらるる目的に從て**中央發電所**(Central Power Station)及**自家用發電所**(Isolated Plant)の二種に種別せらる.中央發電所とは一般の需要に應ずる爲め卽ち電燈電力供給又は電氣鐵道を營業となす爲め電力を發生せしむる場所にして.自家用發電所とは其事業者が使用する電燈電力及電氣鐵道に供給する爲に電力を發生せしむる場所なり。一汎に中央發電所の電力供給區域は自家用發電所の夫れに比して廣く.電力の用途も多種なる爲め發電所諸設備復雜なり.且つ公衆の保安の爲め總ての設備に於て完全ならざるべからず。然れども自家用發電所としても大工場大鑛山等の如きは.電力使用の範圍廣く電力も亦多大なる爲め設備も復雜し.中央發電所同樣の規模のもの多し。發電所に於て原動機が火力機關なるときは之を火力發電所と云ひ.水力機關なるときは之を水力發電所と云ふ。

發電所の位置—發電所の位置を選定するには次の條項を調査せざるべからず。

(一) 送電上の便否及送電距離

(二) 電線路建設上障碍の有無及難易

(三) 機械及諸材料の運般の便否

(四) 敷地代價の高低及地盤の堅固なるや否や

(五) 將來擴張の餘裕の有無

水力機關を用ふる場合には水力の調査を精密に行ふべきは第15章に於て已に記載せるが.尙其外洪水の關係を調査すること必要なり。火力機關を用ふる場合には次の諸件を考究せざるべからず。

(一) 汽罐及凝汽機の用水の供給充分なりや否や及其水質

(二) 石炭運般の便否

(三) 石炭の焚殼の除去が便利にして其棄場充分なるや否や

是等の條項を完全に滿足せしむる場所は容易に得られざるも.之に近く最も便利なる場所を選み發電所を建設すべきものとす。水力發電所の位置は概ね電力需要地より遠く離るる爲に.火力發電所を設置するに比し多額の電線路建設費を要するものなれば.水力工事費多大なる場合には.たとへ日常燃料費を要せざるも工事費の利子の爲に火力發電所設置の場合に比し營業上利益尠少なる場合あり。是に由てたとへ利用し得べき水力あるも是を利用す

る.水力發電所を設計すると共に.電力需要地區域の中心に近く火力電所を設置するものと假定して是が設計を爲し.發電所設置に就き右の條項を比較調査し.經濟上優れるものを選定すべきこと已に第15章に於て記載したる如し.

發電所の構造—火力發電所は石油發動機を用ふる場合を除き是を發電室及原動室に區劃し.發電室に原動機補助機關の一部.發電機及配電盤を設置し.原動室に瓦斯發生機及附屬諸機器又は汽罐.給水喞筒.温水罐等を設置す。遞昇變壓器を使用する場合には發電室の一部を二階建又は三階建とし.階下に變壓器.特別高壓器具を設置するを通常の方法とす.火災に對する保安上より變壓器及特別高壓避雷器は配電盤より離隔し.耐火壁にて區劃したる室内に設置するを最良の方法とす。水力發電所に於ては發電室に水車.發電機及配電盤を設置し.是と區劃せる別室に遞昇變壓器.特別高壓器具等を設置す.各水車毎に導水管一條を備へ水車の運轉及負荷の調整上便利ならしむ。遞昇變壓器に水冷型を用ふる場合には.冷却水は.水力發電所發火き導を之より管水導は於てに所電發

に於ては電動機にて運轉する渦卷喞筒を設置し.井戸又は貯水池より汲水して之に用ふ。水力發電所に於ても落差が300尺以上なるときは.冷却に使用する水量にて發生すべき勢力が可なり大なる爲め電動渦卷喞筒を用ひて放水路より汲水して冷却水に用ふる場合に比し勢力利用上不利益なることあり.實際の水量に應じ比較研究して冷却水を導水管より導くべきか又は別に電動渦卷喞筒を用ひて放水路より汲水すべきかを定むべきものとす。

發電所の木屋組は耐火材料即ち鐵材にて造り.壁は煉瓦又は鐵筋混凝土にて築き床は混凝土にて造るを通常とす。家屋の廣さは機械の修繕の場合を想像し.餘裕を見込み置くべし.入口は二ケ所以上設け.其大さは家屋落成の後機械を搬入することを得る樣定むべきものとす。傾斜の土地に建設する場合には發電室と變壓器とを異る地盤上に設置し廊下又は隧道にて之を連絡することあり。發電室に於ては機械の据付修繕等に必要なる爲め天井移動起重機を設備する場合には.之を支持する側壁を堅固に築造すること必要なり。又修繕の場合を豫想し各機械間及機械と側壁との間に充分の空間を設け

ざるべからず.例へば凝汽機に於ては內部の小管を取出すことを得る空間を側壁との間に設くること必要なり。發電所內は特に明きを要すれば大なる窓を發電機に對して對稱的に設け.使用碍子は大陽の直接光線を避くる爲め磨碍子を可とす。雨雪又は塵埃の進入を避くる爲め配電盤の裏面には窓を設くべからず。

發電所の照明にはタングステン電灯を用ひ.發電室に於ては500「ワット」電球を木屋組に適當の間隔に吊下し.强照型反射笠を取付け一樣なる照明を與へしむるものとす.此外に側壁に補助灯として「ブラケット」にて60「ワット」又は100「ワット」電球を取付くべし。此等の電灯に要する電流は勵磁機回路より導くか又は主幹母線より遞降變壓器を經て導くものとす.良き方法は以上二回路の何れよりも配電することを得る樣爲すに在り。屋外照明には投光照明方法最も可なり。發電所家屋の基礎は地質に由て異れども.適當の深さに堀り下げ直徑五寸乃至七寸の松杭を二尺乃至三尺の間隔に地中に岩盤に達する迄打込み.其上に塊石を二三尺の厚さに突き入れ良く之を搗き固め.是に混凝土を地盤の性質に從て

適當の厚さに築きたる後煉瓦壁の積上を行ふか又は鐵筋混凝土壁を築造するを一般の方法とす。

階上の床面には工字形鐵桁を間隔數尺毎に架し之に亞鉛鍍鐵板を張り其上に混凝土の床を築くものとす。特別高壓開閉器及斷路器等は己に記載せる如く.煉瓦又は鐵筋混凝土より成る區劃せる室を設け之に据付くるものとす。火力發電所に於ける汽罐室の床面は地表面と同じ高さに煉瓦又は混凝土にて築造し.汽罐の前方の廣さは汽罐內の管を清掃又は修理する際自由に是を取扱ひ又は管を取出すに差支なからしむる樣定むべきものとす.尙汽罐の前面には石炭の搬入及灰の搬出の爲に.輕便軌道を布設するものとす。發電室の床面は汽罐室より數尺高くなし鐵筋混凝土にて築き.其床下の地表面も混凝土造りとし之に凝汽機.溫水罐及各種の水管.電線等を設置するものとす。

第二項　蒸汽力發電所に於ける機械の配置及諸管の排列

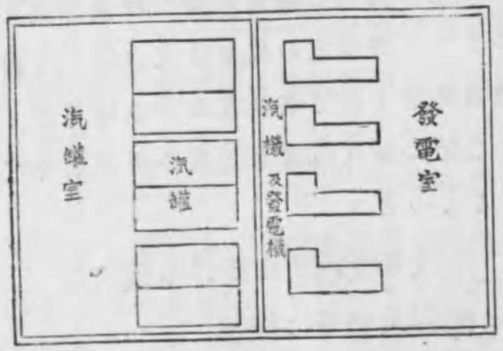
汽罐及汽機の配置——蒸汽力發電所は汽罐室及發電室の二室に區分せらる.是に於ける汽罐及汽機の配置は使用上輕視す可からざる事項にして.如何に

是を配置するとも何れの汽機をも他の汽機に關係なく自由に運轉し又は休止せしめ得る樣設備せざる可らず.其方法は敷地の廣狹及形狀に由て異なれども大別して次の二種とす。

(一) 第685圖に示す如く汽罐及汽機を發電室及汽罐室の隔壁を隔てて相對向せしめ.汽筒を汽罐の後方に對せしむ。此排列法に據れば汽機及汽罐に用ひらるる汽管は短き故に汽管內に於ける汽壓の降下及蒸汽の凝縮少く.各汽機のスロットル.ヴアルヴに於ける汽壓は略相等し。又將來汽機を增設し汽管を是に接續したる場合に蒸汽の量を增すとも.汽壓の降下及蒸汽の凝縮を增すこと少なく在來の汽機に給せらるる蒸汽と殆んど同汽壓の蒸汽を增設汽機に給するこことを得るなり。

第六百八十五圖

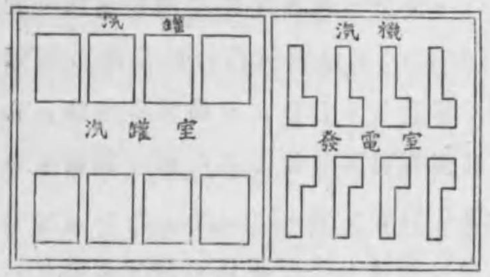
蒸汽力發電所に於ける汽罐汽機の配置



(二) 第691圖に示す如く汽罐及汽機を發電室及汽罐室の隔壁を隔てて其の側面に於て對向せしむ。

第六百九十一圖

汽機汽罐排列圖



此排列法に據れば第一の排列法に比し長き汽管を要し.汽機に於ける汽壓は汽罐を距るに從て低く.從て各汽機のスロットル.ヴアルヴに於ける汽壓の相異るを免かれず.此不平均は汽機の數を增すに從て增加す。以上の理に由て大體に於て第一の排列法に據るを可とす。原動機の排列は此方法に據り.給水唧筒は汽罐に沿ひて其側面に設置し.本溫水罐及凝汽機は汽機室の床下に据付け.補助溫水罐は汽罐室に据付るを通常の方法とす。

汽管及水管の排列—汽管の排列は機械の配置に次で周到の考慮を要し.蒸汽の經濟上及保安上より管內に於ける汽壓の降下及蒸汽の凝縮を少なから

しむる樣排列すべきものとす。若し排列の宜しからざる爲に汽管内に於ける蒸汽の凝縮多量なるときは汽管内に入りて其蓋を破ることあり凝縮なからしむる爲には蒸汽の分量に應じ適當の太さの汽管を用ひ蒸汽の一分間の流通速度を飽和蒸汽に於ては 6,000 呎乃至 7,500 呎過熱蒸汽に於ては 9,000 呎乃至 10,000 呎の割合ならしむるを通常の方法とす。汽管及水管を其使用目的に從て次の如く區別す。

(一) 高壓汽管(單に汽管と云ふ)

汽管及汽機に接續し高壓蒸汽の通ずる管なり。各汽罐より出づる汽管を一大汽管に接續し是より汽管を分岐して蒸汽を各汽機に分配す此大汽管を**主幹汽管** (Steam Main) と云ふ

(二) 排汽管

汽機凝汽機唧筒等よりの排泄蒸汽の通ずる管なり

(三) 給水管

汽罐に給せらるる水循環唧筒及温水罐に送らるる水の通ずる管なり。

(四) 排水管

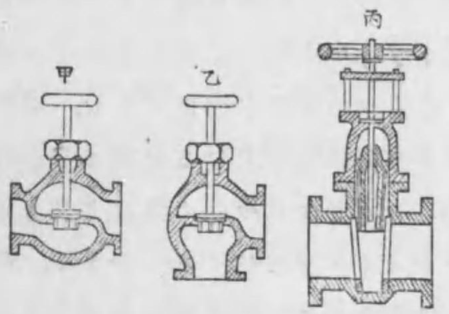
循環唧筒及排汽唧筒より排出せらるる水の通

ずる管なり。

水管の大さは水の流通速度をして一分間に凡そ100呎ならしむる樣定むるものとす。何れの管にも蒸汽又は水の通路を開閉する爲に管中必要なる個所にヴアルヴを接續す。此種のヴアルヴには普通三種あり第 692 圖に於て甲に示すものを**クローブヴアルヴ** (Globe Valve) と云ひ乙に示すものを**アングルヴアルヴ** (Angle Valve) と云ひ丙に示すものを**ゲートヴアルヴ** (Gate Valve) と云ふ。三者共に上部に車輪狀の把手あり是を廻はしてヴアルヴの開閉を行ふものとす。

第六百九十二圖

ヴアルヴ



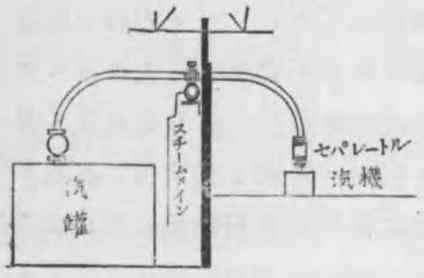
汽管を排列し蒸汽を分配するには先づ汽罐に沿ひ主幹汽管を設け是に汽罐より出づる汽管及汽機に接續する汽管を接續し補助機關の運轉に蒸汽を供給する汽管は別に汽罐に設けたる**補助主幹汽管** (Auxiliary Steam Main) に接續す。各汽管内の

蒸汽は管が直接空氣に觸れ冷却する爲に凝縮する虞あり.是を防ぐが爲に管の周圍を保溫劑にて一吋至三吋の厚さに卷く.此目的にはアスベスト.毛布.帆布等用ひらる.管接續の箇所.ヴアルヴ等には點檢乃を容易ならしむる爲め保溫劑を施さず。此くの如く保溫せしむるも猶多少の凝縮を免れざれば.汽罐の使用を休止したる際凝縮したる蒸汽の汽罐に逆流せざる爲に.汽罐より出づる汽管にアングル.ヴアルヴを接續しヴアルヴを閉ぢたる際凝縮水を主幹汽管に流れしめ.其管中適當の箇所に取付けたる小汽管に依て外部に排出せしむるものとす。此小汽罐を**ドレインパイプ** (Drain Pip) と云ひ.之にドレインコックを設け凝縮水の通路を開閉せしむ。凝縮水は蒸汽の流るる方向に通せしむるを可とすれば.主幹汽管は蒸汽の動く方向に少しく傾け.其最も低き場所にドレインパイプを取付くるものとす。凝縮水が汽管中に停滯するときは蒸汽の通過を遮斷.し之が爲に汽罐を破裂せしむることあれば.ドレインコックを時々開きて凝縮水を排出せしむることを怠るべからず。

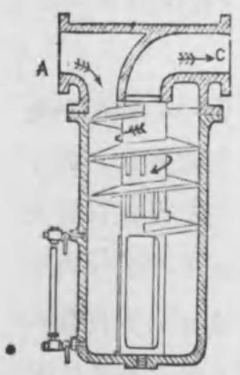
汽罐より汽機に至る汽管に設備するヴアルヴの位

置は汽罐よりの出口.主幹汽管に接續する箇所.主幹汽管より汽機に分岐する箇所及びスロットルヴアルヴに入る箇所の四箇所となすを最良の方法とす。主幹汽管より汽機への分岐管は第 693 圖に示す如く大なる半圓形に曲ぐるを可とす.此方法に於ては蒸汽の凝縮は主幹汽管に於てのみ起るを以て.ドレインパイプに依て是を外部に排出することを得るなり。然れども尙多少の水分が蒸汽に伴ひ汽機に入るを免れざれば.是を除く爲に汽機のスロットルヴアルヴと汽罐との間に**スチームセパレートル** (Steam Separator) なる器具を接續す.第 694 圖は其切斷面を示す。其構造は鑄鐵の圓筒罐より成り.內部に螺旋狀を爲す階段あり蒸汽は左方の孔 A より內部に入り螺旋狀に

第六百九十三圖



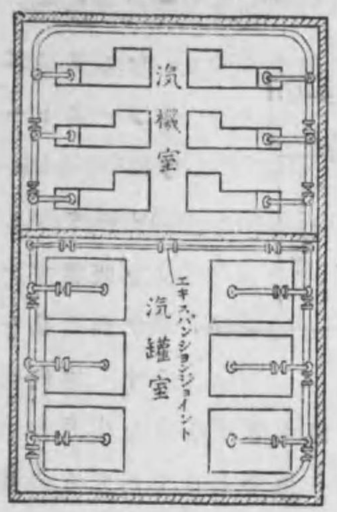
第六百九十四圖
スチームセパレートル



廻りて含有せる水分を內壁に附着せしめ純粹の蒸汽となりて右方の孔Cより出でて汽機に入る內壁に附着したる水は下部に停溜す其分量は左方に取付けたる水量計に依て檢視し時々罐の下方に取付けたるドレイン、コックを開き外部に排出せしむるなり。汽機の運轉を始むる際は汽管は冷却せる故蒸汽は管內に於て凝縮してセパレートル內に凝縮水となりて停溜すること多し之をドレインコックに依て排出し水分の全く除去したるを認めたる後始めてスロットル、ヴアルヴを開き汽筒內に蒸汽を通せしむるなり汽筒に於ても運轉開始の際には蒸汽の凝縮するを免がれざれば汽機に於けるドレイン、コックを開きて凝縮水を排出せしめ蒸汽のみ出づるに至りて始めてドレインコックを閉ぢピストンに蒸汽を働作せしむるなり。

汽罐汽機の第二排列法に於ける汽管の排列は第695圖に示すが如く輪狀に爲すを可とす此方法に於て各汽機に於ける汽壓は稍相平均するを得且汽管の何れの部分に於て故障を生ずるもヴアルヴに由て其部分を閉ぢ反對の方向に蒸汽を通せしめ汽機に給することを得て汽機の運轉を停止せしめざるを

第五十九百六圖
汽機汽罐排列區

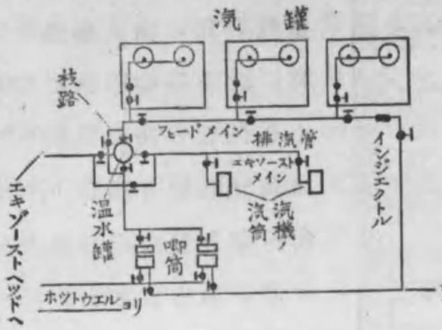


得るなり。此くの如く長き主幹汽管に於ては蒸汽の熱に由る膨脹の爲に長さの伸縮甚だしく各汽管の接續箇所を屈曲せしむる虞あり。此の如き場合には多少の伸縮あるも如上の障害なからしめんが爲に導水管に於ける如く伸縮繼手を用ふ之に種類多けれども概ね波形を爲す管或は彎曲を爲す鐵管を汽管と汽罐との間に接續するにあり此管は彈性あるに由り汽管の伸縮に伴ひて移動し接續箇所を損せしむることなし。

排汽管の排列—排汽管の排列は凝汽機を使用せざる場合には第696圖に示すが如く爲すを通常とす。各汽機よりの排汽管はヴアルヴを經て**エキゾースト、メイン**(Exhaust Main)と稱する主幹排汽管に接續せられ是より排泄蒸汽は溫水罐に入り給水を溫めて後直立する排汽管より外部に噴出す其頭部

第六百九十六圖

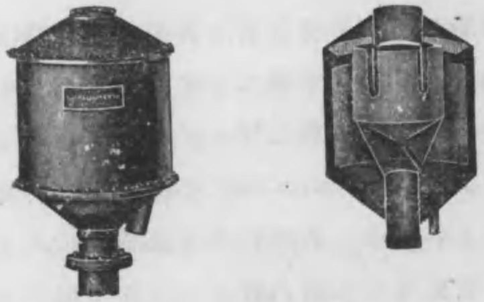
凝汽機を使用せざる場合の排汽管及給水管の排列



には凝縮する蒸汽を分離せしむる爲に**エキゾーストヘッド**(ExhaustHead)と稱するものを裝置す.第697圖は是を示す。排汽管と温水罐との接續に於て温水罐に故障を生じたる場合に蒸汽をして温水罐に通せしめずして直に外部に排出せしむるが爲に枝路を設け.ヴアルヴを接

第六百九十七圖

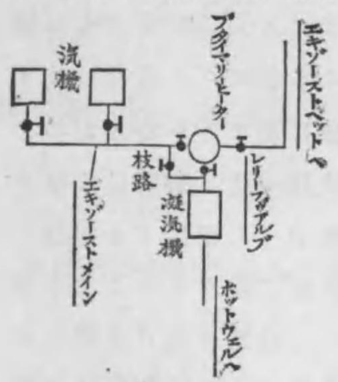
(甲) エキゾーストヘッド　(乙) 同上切斷面



續して排出を司らしむること第691圖に示す如し。凝汽機を使用する場合には排汽管の排列は第693圖に示す如く.先づ是をヴアルヴを經てエキゾースト.メインに導く.エキゾースト.メインは本温水罐に接續せられ是を經て二分し.一はヴアルヴを經て凝汽機に接續せられ.一は凝汽機に故障を生じたる際排出蒸汽をして自働的に直に外部に噴出せしむるが爲に.レリーフ.ヴアルヴを經て外部に直立する排汽管に接續せらる。レリーフ.ヴアルヴの構造は兩側に汽孔を有し.一方の孔は大氣の壓力を受く.凝汽機使用の場合には排泄蒸汽の壓力は極めて低き爲にレリーフ.ヴアルヴは大氣の壓力の爲に閉ぢらるるも.凝汽機を使用せざる時には排泄蒸汽の壓力は大氣の壓力より高き故に大氣の壓力に反して是を押し開きて.蒸汽は直立排汽管を經て外部に噴出するなり。總じて排汽管内の氣壓は大氣の壓力より低きを以て.管内に生ずる凝縮水はドレイン.パイプに依

第六百九十三圖

凝汽機を使用する場合の排汽管の排列

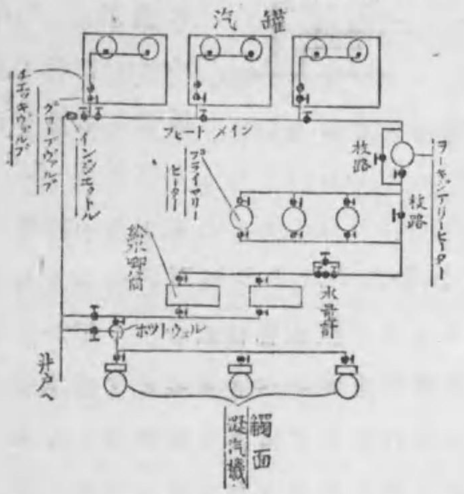


て排出せしむること能はざれば此管内に於て凝縮せざる様又少許の空氣も進入せざる様管の接續を完全に爲さざるべからず.從て排氣管は成るべく直線狀に排列し屈曲を少くすること必要なり。

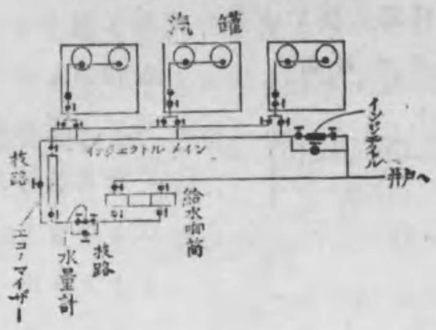
給水管の排列—給水管の排列は凝汽機を使用せざる場合には.第 691 圖に示す如く給水管は井戸より出でて先づ二分し.一は喞筒を經て温水罐に接續せられ温水罐よりフヒード.メインに連る.一はインジエクトルに依てフヒード.メインに接續せられ喞筒に故障を生じ使用すること能はざる場合には.インジエクトルに依て温水罐に給するを得るものと爲す。インジエクトルに故障を生じ喞筒にて給水する場合に.温水罐にも損所を生じ使用するを得ざる場合には.井戸より直に汽罐に給水することを得る爲に.温水罐の前後を通じて枝路を設け各管の必要なる箇所にヴアルヴを接續すること圖に示す如くす。凝汽機を使用する場合には.給水管の排列は第 694 圖に示す如く給水管は井戸より出でて二分し.一は喞筒に至り喞筒より本温水罐及補助温水罐を經てフヒードメインに接續せられ.一はインジエクトルに依てヒード.メイントに接續せらる。各温

水罐には枝路を設け是に故障を生じ使用すること能はざる場合に枝路に依て直接に汽罐に給水するを得るものと爲す。凝汽機が觸面凝縮式なる場合には.是より排出せられたる熱したる凝縮水を**ホツトウヱル** (Hot Well) と稱する温水槽に集め.更に之より給水喞筒にて汲上げ温水罐へ送り.温度を上昇せしめて汽罐に給するものとす。此際凝縮水に汽筒油の混交する虞あるときは.之を除去する爲め**オイル.ピユリフハイアー** (Oil Purifier) と稱する清淨器に接續し凝縮水をして之を通過せしむ。節炭機を使用する場合には給水管の排列は第 695 圖に示す如く爲す。給水管中給水喞筒より井戸に至る部分を**吸水管** (Suction Pipe) と云ひ.フヒード.メインに至る

第六百九十四圖
凝汽機を使用する場合の給水管の排列



第六百九十五圖
節炭機を使用する場合の給水管の排列



部分を吐水管(Delivery Pipe)と云ふ。吐水管中に水量計(Water Meter)を接續し使用する水量を測り.石炭毎一「ポンド」より一時間に蒸發する水量を算出するときは石炭の品質を檢することを得るなり。吸水管は成るべく短かく屈曲少き樣井戸の位置を定むべきものとす.吸水管が余り長き時は水管內に於ける水の摩擦增して其流通を阻害する故に.管の大さを增さざるべからず.其位置も成るべく水表面以上に埋沒し.喞筒の下に至て始て水表面に出すを可とす.此方法に依るときは水は常に管內に滿ちて吸水容易なり。フヒード.メインの排列は汽罐の種類に由て異る.罐胴式汽罐に於ては數基を接續設置するを通常とすれば.汽罐の前面フアイアー.ドアー上にフヒード.メインを排列す。水管式汽罐に於ては二基宛接續設置するを通常とすれば.汽罐の前面に沿ひ床下に排列し各汽罐

前に於て枝管を出し直立せしめ.汽罐の給水管に接續す.是れにストップ.ヴアルヴを火夫の取扱ひ得る高さに接續す。尙是に水の逆流を計ぐ爲に**チエツキヴアルヴ**(Check Valve)と稱するヴアルヴを接續す.此ヴアルヴの構造は恰もグローブ.ヴアルヴの把手なきものの如く.其働作は水が右方よりヴアルヴ內に流れ來りたりとすれば.ヴアルヴは自然に押上げられて開き.水は右方に出で汽罐內に入る.若し水が左方に逆流せんとすればヴアルヴは其壓力にて自然に閉ぢて水の流通を止むるなり。

汽管及水管—汽管は鋼鐵にて製し水管は鍛鐵又は鑄鐵にて製す.其厚さは蒸汽又は水の壓力に從て異り第 284 式に依り之を算定す.但し鑄鐵の扯斷力は每平方吋 10,000「ポンド」として算定す.第 129 表(甲)に普通の鋼鐵製汽管の寸法を示す。汽管の大さは.蒸汽の通過速度と其容量とより次の式に依て算出す。

$$D = 1.13\sqrt{\frac{Q}{V}} \quad \cdots\cdots(291)$$

式中 D は汽管の直經(呎) Q は一分間に通過する蒸汽の容量(立方呎).V は蒸汽の通過速度(每分呎)。以上の式にて算出したる汽管の大さは次に示す如し。

汽機馬力	25–40	45–75	80–100		110–150		155–200	210–300
蒸汽ボーロ「ピンツ」	100–150	160–200	210–300	310–500	510–600	610–750	760–1,000	1,000–1,300
管の直徑（吋）	3	$3\frac{1}{2}$	4	$4\frac{1}{2}$	5	$5\frac{1}{2}$	6	7

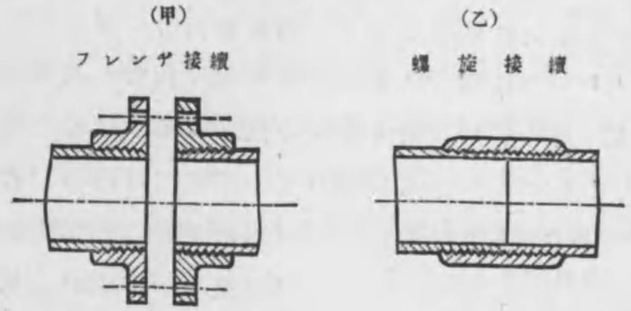
第百二十九表

（甲）鋼鐵製汽管の寸法表　　（乙）フレンヂ寸法表

内徑（吋）	直徑（吋） 外部	直徑（吋） 内部	厚さ（吋）	切斷面積（平方吋）	一呎重量（ポンド）	管の眞徑（吋）	フレンヂの直徑（吋）	ボルト中心の直徑（吋）	ボルト數	ボルトの直徑（吋）	ボルトの長サ（吋）
$\frac{1}{8}$	0.40	0.27	0.065			1	$4\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$	4	$\frac{1}{2}$	2
$\frac{1}{4}$	0.54	0.36	0.090			$1\frac{1}{2}$	6	$4\frac{1}{8}$	4	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$
$\frac{3}{8}$	0.67	0.49	0.090			2	$6\frac{1}{2}$	5	4	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$
$\frac{1}{2}$	0.84	0.62	0.110			$2\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$5\frac{7}{16}$	4	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$
$\frac{3}{4}$	1.05	0.82	0.115			3	$8\frac{1}{2}$	$6\frac{5}{8}$	8	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$
1	1.31	1.05	0.134	0.8627	1.670	$3\frac{1}{2}$	9	$7\frac{1}{4}$	8	$\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{4}$	1.66	1.38	0.140	1.496	2.258	4	10	$7\frac{7}{8}$	8	$\frac{1}{2}$	3
$1\frac{1}{2}$	1.90	1.61	0.145	2.038	2.694	$4\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{4}$	8	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
2	2.37	2.07	0.154	3.355	3.690	5	11	$9\frac{1}{4}$	8	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
$2\frac{1}{2}$	2.87	2.47	0.204	4.783	5.773	6	$12\frac{1}{2}$	$10\frac{5}{8}$	12	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
3	3.50	3.07	0.217	7.388	7.547	7	14	$11\frac{3}{8}$	12	$\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$
$3\frac{1}{2}$	4.00	3.55	0.226	9.887	9.055	8	15	13	12	$\frac{1}{2}$	$3\frac{3}{4}$
4	4.50	4.03	0.237	12.730	10.66	9	16	14	12	$\frac{1}{2}$	4
$4\frac{1}{2}$	5.00	4.51	0.247	15.939	12.34	10	$17\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{4}$	16	$\frac{1}{2}$	4
5	5.56	5.04	0.259	19.990	14.50	12	20	$17\frac{3}{4}$	16	$\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{4}$
6	6.62	6.06	0.280	28.882	18.76	14	$22\frac{1}{2}$	20	20	$\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$
7	7.62	7.02	0.301	38.737	23.27	15	$23\frac{1}{2}$	21	20	1	4
8	8.62	7.98	0.322	50.039	28.18	16	25	$22\frac{1}{2}$	20	1	5
9	9.62	9.00	0.344	63.633	33.70	18	27	$24\frac{1}{2}$	24	1	$5\frac{1}{4}$
10	10.75	10.02	0.366	98.838	40.05	20	$29\frac{1}{2}$	$26\frac{1}{2}$	24	$1\frac{1}{8}$	$5\frac{1}{2}$
11	12.00	11.25	0.375	98.942	45.95	22	$31\frac{1}{2}$	$28\frac{1}{4}$	28	$1\frac{1}{8}$	$5\frac{3}{4}$
12	12.75	12.00	0.375	116.535	48.98	24	34	$31\frac{1}{4}$	28	$1\frac{1}{8}$	6
13	14.00	13.25	0.375	134.582	53.92						
14	15.00	14.25	0.375	155.968	57.89						
15	16.00	15.43	0.375	177.867	61.77						
16	17.00	16.40	0.375	198.907	65.06						
17	18.00	17.32	0.375	225.907	69.66						

管を接續する方法に二種あり.フレンヂ接續及螺旋接續とす.フレンヂ接續とは接續すべき兩管の端に螺旋を切りフレンヂを之に螺込み.兩フレンヂを合せて之に作られたる孔にボールトを通じて締付くるなり.第696圖(甲)に其切斷面を示し第129表(乙)に其寸法を示す。兩フレンヂの間には蒸汽の外部に漏れざる爲めに.白ペイントを塗りたる鉛線又はアスベスト若くは特種の形狀を爲せる金屬板を挾み.光

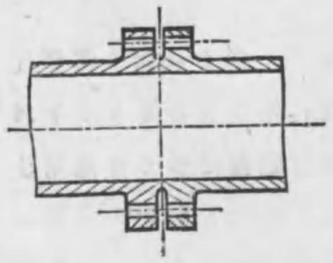
第六百九十六圖



明丹を塗りて良く之を締付く。此くの如く汽管接續の際蒸汽の漏洩を防ぐ爲に用ひらるるものを**パツキング** (Packing) と云ふ.其種類甚だ多く普通用ひらるるものは波形に彎曲せられたる圓形の鋼製ガスケツト.アスベスト板又は護謨板等とす。螺旋接續とは第696圖(乙)に示す如くジヨイント又はソッケ

ソトと稱する內面に螺旋の作られたる小管を使用し其內部に接續すべき兩管の一端を螺ち込むなり。此場合に於ても螺旋の表面にペイントにて煉りたる光明丹を塗りて蒸汽の漏洩を防ぐも汽壓80「ポンド」以上なる時は多少の漏洩を免れざれば其場合にはフレンヂ.ジヨイントを用ひ過熱蒸汽を通ずる場合にはアスベスト.パツキングを用ふるを良とす。直徑18吋以上の汽管を接續するフレンヂ.ジヨイントに於てはフレンヂは本管に螺ち止めと爲さずして之に鋲付と爲す。鑄鐵製汽管に用ひらるるフレンヂは第697圖に示すが如く汽管と共鑄せらる。管の排列に於て方向を變ずるときは是を屈曲せしめざるべからず然れども直徑三吋以上の管は屈曲困難にして裂目又は變形の虞あれば屈曲を急ならしむる場合には別に**エルボー**(Elbow)と稱する內面に螺旋の作られたる弧狀の鑄鐵管を用ひ接續すべき兩管の一端を之に螺し込むか又はフレンヂを用ひて接續す.エルボーの半徑は管の直徑の二倍半以上ならしむるを通常とす。又一汽管より枝管を出す場合には**チー**(Tee)と稱する內面に螺旋の作られたるT形の鑄鐵管を用ひ是に本管及枝管を螺じ込む.エルボー及チーの直徑大なるものは其兩端にフレンヂを取付けフレンヂに依て汽管に接續するを可とす。

第六百九十七圖
鑄鐵管用フレンヂ



第三項　据付基礎

据付基礎——發電所に於て機械類を設置するには地面の上に直に据付けずして.必ず土中に堅固なる据付基礎(Foundation)を設け是に機械を据付くるものとす。基礎は煉瓦混凝土又は石にて築造し其大さは機械の大小重量及廻轉數に應じ機械の震動あるも微動だも無き樣相當に定めて堅牢ならしめ.据付くべき機械臺板に穿ちたる据付ボート孔の大さ及其位置に應じ基礎中に相當の鐵ボートを埋込み之に依て機械臺板を据付くるなり.汽罐に於ては相當の煉瓦又は混凝土の基礎を作り第14章に記載したる如く是に据付く.其方法.大さ.內部の詳細なる煉瓦の築造法等は各種汽罐に於て異なれば爰に省略す。

基礎と地質との關係—基礎の構造及廣さは据付くべき土地の地質に由て異る.卽ち基礎最下面の耐へ得る機械の重量は地質に應じ次の如くなるを普通とす。

(一)	軟　岩	一平方呎に付き	18噸
(二)	硬　岩	同上	180噸
(三)	固結砂利	同上	8噸乃至10噸
(四)	固結砂	同上	4噸乃至6噸
(五)	硬粘土	同上	1噸乃至5噸
(六)	軟粘土	同上	½噸以下

上記の(一)(二)(三)は基礎として最良なり.一般に地層の表面は風雨に曝露するを以て柔軟なれども其上層を取去る時は硬き岩盤に達すべし.此地盤を水平に爲し先づ厚さ二呎以上の混凝土を施工し其上に煉瓦混凝土又は石にて基礎を築造するなり。基礎の底部面積は据付くべき機械の重量及基礎の重量を支持し且つ機械の震動に對し充分の余裕ある樣地質に應じ上記の割合にて定むるなり。軟粘土多くして容易に岩盤に達せざるときは混凝土の下に杭を地中に打込み土質を堅實ならしむるを通常の方法とす。

杭打工事—杭打工事（Piling）に用ふる杭には末口六寸以上の木材を使用すれども.時として鐵筋混凝土又は普通混凝土の杭を使用することあり.木材には水分多き場所に於ては皮付松丸太を用ひ乾燥せる場所に於ては皮を取去りたる丸太を用ひ.腐朽を防ぐ爲に防腐劑を塗抹すべし。杭の數は地質に從ひ二尺乃至三尺の間隔毎に一本の割合とし.下端を削り鍾にて之を打込み岩盤に達せしむ.杭の長さは佛國技術者の定めたる處に依れば五呎の高處より重量800「ポンド」の鍾にて300回打込み.杭の一回に地中に沈下する深さが⅛吋になる迄を限度とし.之より杭が長き時は其上端を切り取るべしと云へり。杭打を爲すも硬岩に達せざる場合には杭と地層との摩擦力を利用す.之に由る支持力を計るには高處より鍾を杭の上に落下し.杭の沈下する程度を以てす.其算式は次に示す如し

$$P=\frac{WH}{8D}$$

式中　Pは杭の支持力(ポンド)

Wは鍾の重量(ポンド)

Hは鍾を落下する高さ(呎)

Dは最後の一打にて杭の沈下する深さ(呎)

抗の摩擦極めて少く之に依頼する能はざる場合には長き抗を密接に打込み組合はせて一團と爲し其浮力にて基礎を支持せしむるなり。抗打工事終れば抗の頭を切り揃へ其間隔に割栗石を厚さ二尺以上に塡充し是を能く蛸突にて搗き固む杭一本に受けしむべき負荷の限度(抗に受けしむる負荷とは機械及基礎の重量を云ふ)は抗の頭部面積一平方吋に付1,000「ポンド」を通常とすれども土地が軟弱なるときは200「ポンド」以上の負荷を受けしめざるを可とす。

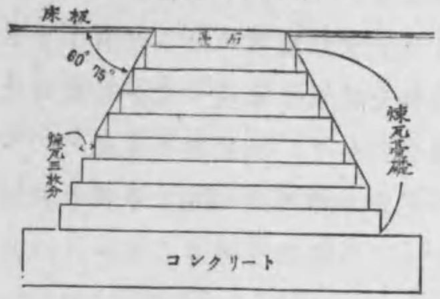
混凝土基礎——混凝土は砂セメント及砂利を混和して作りたる物にして其割合は使用の目的に從て異れども基礎工事には容積にてセメント一砂三砂利六の割合を通常とす時としてセメントの量を減じて石灰を混和するものあれども機械基礎には不適當なり。是を混和するには砂セメント及砂利を前記の割合にて混じ能く攪拌して煉り合はし次に若干量の水を加へて更に數回切返して能く煉合すべし若し混凝土を敷くべき場所が水分に富むときはセメントの量を增し凝固力を增さしむるを可とす。斯くして出來上りたる混凝土は直に是を敷くべき場所に投入し自己の重量にて粘着凝固せしむ一回に投入すべき厚さは一尺以下とす各回毎に其表面を丸木材にて叩き固め表面に砂利の露出することあれば セメントを塡充し表面を水平ならしむべし。斯の如くし五日乃至七日を經て能く凝固するものを可とす凝固乾燥したる時は表面を清水にて洗滌し**モルター**(Mortar)を流がし水平ならしむるものとす。混凝土の重量は乾燥したる後通常一立方呎に付130「ポンド」乃至160「ポンド」緊張力は一立方呎に付き十噸なり。混凝土に使用する材料中砂は川砂を可とし手に觸れて粘着することなく粒の大さは一平方吋に400乃至900網目ある篩を透るものを可とす。セメントは鼠色にして稍綠色を帶び是に水を混じ良く乾かしたる後猶鼠色を呈するものを可とす。其凝固力を試驗するにはセメントに水を混じ一吋角長さ八吋の角棒を作り水に一週間浸したる後取出して良く乾かしたる後其兩端を臺に載せ其中央に紐を釣り是に170「ポンド」の錘を懸けて角棒が切斷せざるものを良品とす。砂利も川より產するもの最も可なれども山砂利にても能く洗滌すれば使用するに差支なし。其大さは一

寸目篩又は一寸五分目篩を透るものを可とし.是を大小混交して用ふべし。砂利の代りに碎石を用ふることあり.其場合には二寸角以下の大さのものを可とす.碎石は尖鋭なるを以てセメントと混和して凝固する力強し。

煉瓦基礎—煉瓦基礎は數尺の混凝土基礎の上に築くものにして.是に用ふる煉瓦は燒過のものを良とす.施工の際は表面の泥土を洗滌し二十分間以上水に浸し充分水を浸潤せしむべし.然らざるときは煉瓦は是を結合するモルター中より水分を吸收し其凝固を妨ぐることあり。是に使用するモルターは容積に於てセメント一.砂三の割合にて混和したるものなれども.セメントは火に對して弱き故に汽罐の煉瓦積に用ふるモルターにはセメントの代りに石灰を用ひ.石灰二.砂五の割合に混和したるものを使用す。煉瓦の寸法は長さ七寸五分.幅三寸六分.厚二寸を普通とすれども.地方に依り多少異る.煉瓦を積むに當り其積合は必ず交互錯列せしめ決して竿繼ぎを爲すべからず。各煉瓦間のモルターの厚さは$\frac{1}{4}$吋乃至$\frac{3}{8}$吋とす.モルターの緊張力はセメントの量多きに從ひ大なれども.上記の割合なれば切

斷面の每平方吋に付き15「ポンド」乃至25「ポンド」にして生成後時日を經るに從ひ增加す。煉瓦基礎の形狀は機械の橫震動及側壓に耐へしむる爲に第698圖に示す如くし傾斜の角度を60度乃至75度ならしむ。

第六百九十八圖
機械煉瓦基礎圖



基礎ボルド—基礎を築く際機械を据付くる長き鐵ボルトを基礎中に植込むものとす.是を**ホールヂングダウン.ボルト**(Holding-down Bolt)と云ひ.下部に大なる坐金を取付くを是を**アンコア.プレート**(Anchor Plate)と云ふ。ホールヂングダウン.ボルトは適當の位置に建て.基礎工事中移動せしめざる爲に**テムプレート**(Templete)と稱する木枠にて其頭部を連結す.是は機械の圖面より容易に製作するを得れども.ボルト間の距離を精確に測り其高さ及位置を定むべし。此外にボルトの位置の餘裕を保たしむる爲にボルトを中心として基礎面上部に通じてボルトの直徑

の凡そ三倍なる角筒形の箱枠を置き、ボルトの堰板たらしめ基礎を積上ぐるものとす。基礎の積上げ完成するときは其表面にモルターを流がして水平に爲し煉瓦基礎なるときは適當の厚さを有する臺石を是に据付け箱枠を抜取り基礎の充分乾燥硬化したる後是に機械を据付く。其底部と基礎との間に鐵製の楔を打ち込み、水準器と定規とを用ひ機械各軸の水平及びボルトの位置を確定し、ボルトの周圍及機械と基礎との間にセメント液又はセメント一、砂二の割合に混合したるモルターを塡充し、稍乾燥したる時楔を抜取りボルトにて機械を能く締付くべし、斯の如くして機械の据付け完成するなり。

汽機及瓦斯發動機は振動烈しき故に特に堅牢なる基礎を要し且つ基礎ボルドにて完全に締付ざるべからざるも、蒸汽タービンは振動少き故に其基礎簡單にして、通常之を混凝土基礎上に設けたる工字形鐵桁上に据付け、其下部に凝汽機及喞筒等を設備するを得て大に床面積を縮少することを得るなり。

第四項　發電機取扱法

第一　發電機の運轉

發電機の運轉—發電所に於て適當の基礎の上に發電機を設置し各部の組立を完成したるときは次の如く各部の檢査を行ふものとす。

(一) 發電機の各部殊に整流子、聚電環、刷子、端子板等の電氣的接續箇所及配電盤に於ける電氣的接續箇所を能く清掃し、螺旋の弛み居るものあれば是を締め付け、金屬粉の附著するものあれば是を悉く拭去すべし。

(二) 發電子及界磁と大地間並に發電子界磁相互間の絶緣抵抗を第五項にす方法に依て測定し電氣工作物規程に違反せざるやを試驗すべし。

(三) 油壺に油を充たし是より軸受に至る油管内に塵芥等の停留せるや否や、給油が適度なるや否やを檢査すべし。

(四) 自働給油裝置あるものに於ては環が自由に廻轉して油を良く循環せしむるや否やを檢査すべし。

(五) 發電機が帶結式なるときは調帶の位置及張力が適當なるや否やを檢査すべし。

以上の檢査を了し其良好なるを認めたるときは發電機の試運轉を施行す。其方法は先づ原動機の運轉を始め徐々に低速度にて發電機を運轉せしめ軸が容易に支障なく廻轉し調帶が常に車輪の中央に在りて是より外れる恐れなきを認めたる上に漸次速度を增し軸受に發熱せざる樣に注意し其の安全なるを認むるや刷子を整流子上に壓下し是に接觸せしめ刷子移動器に依て適當の位置を定め接觸良好なるを認むるや速度を增して規定速度に達せしめ電壓計を注視し加減抵抗器に依て界磁の磁力を調整し所要の電壓を發生せしめ數時間負荷なしに運轉を繼續すべし。運轉中發電機の各部に異狀を認めざる時は主幹開閉器を閉ぢ負荷を徐々に接續し電流計に現はさるゝ電流の增加を注視すべし。次に界磁軸受等に手の甲を觸れ發熱の程度を檢し數秒間觸るゝを得れば發熱上危險なきに由り漸次負荷を增し加減抵抗器に由て規定の電壓に於て全負荷に至らしむ。若し發熱の爲め異狀を呈する時は其原因を探究し是を修理したる後再び前記の如く試運轉を行ふべし。運轉中異狀を呈する時は直に運轉を停止し其原因を探究して之を修理すべし。

試運轉の結果に於て良好なりと認めたる上は第五項に示す各種試運轉を行ひ而して後引續き運轉使用するを得るものとす。日常の運轉開始に於て注意すべきは刷子は速度の遲き時に押下し整流子に接觸せしめ加減抵抗器は運轉開始の際抵抗全部を入れ置き速度を增すに從ひ漸次抵抗を減じ電壓を增さしめ運轉中は負荷の增減に從ふ電壓の變化を是に依て調整すべし。油壺内の油量は時々是を注視し常に不足することなからしめ軸受及界磁には時々手を觸れて發熱の程度を檢査すべし。刷子と整流子との接觸面に於て火花の發生することあれば刷子移動器に依て火花の發生せざる迄刷子を動かし木綿に少許の油を浸し時々整流子の表面を拭ふときは表面は常に滑澤にして刷子との摩擦少くして抵抗小なり。運轉を停止するには加減抵抗器の抵抗を增して電壓を徐々に降し稍零ヴオルトに近付きたるとき主幹開閉器を開き原動機の運轉を停止すべし發生電壓の高きとき開閉器を開くときは多量の電流が主幹開閉器に通ずるを以て之を開く際烈しき火花發生し開閉器の損傷することあり。刷子が銅製なる時は此時是を擧げて整流子より離

隔すべし。運轉全く停止するや各部の冷へざるに先だち直に木綿にて整流子の表面刷子等各電氣的接續部を拭ひ清掃すべし。以上記載したる事項は直流發電機の運轉に就ての心得なれども交流發電機の運轉も是れと大差なく交流式に於ける勵磁機の取扱法は直流發電機と全く同じ。交流發電機の運轉を開始する順序は先づ勵磁機の運轉を始め其規定電壓を發生するに至れば之を開閉器にて交流發電機の界磁回路に接續して勵磁せしめ同時に聚電環の刷子を押下し交流發電機の運轉を始むべし。勵磁機が交流發電機と同一原動機にて運轉せらるゝ場合若くは交流發電機に直結の場合には交流發電機及勵磁機の運轉を始め勵磁機の電壓發生するに及べば規定電壓に達せざるも是を交流發電機の界磁回路に接續し漸次廻轉を增し規定速度に達せしめ兩機の加減抵抗器に依て交流電壓を調整すべし。次に主幹開閉器及其他の開閉器を閉ぢて負荷を接續し其增減に應じて電壓を調整し常に一定ならしむること直流發電機を運轉する場合と同樣なり。高壓發電機の運轉中檢査の爲に電流の通ずる部分に手を觸れる場合には電擊を受けざる爲

に床より絕緣せる木臺の上に乘り片手のみを觸れしむるか或は護謨製手袋を用ひ取扱ふべし。

試運轉の際接續する負荷には通常水抵抗を使用す。其方法は發電機の耐量小なるときは水を入れたる樽又は桶を用ひ其數量は回路の各極に就き一個として是を大地より碍子にて絕緣し極板には各極毎に二枚の鐵板又は銅板を用ひ其形狀は容器の形狀に從ひ是に觸れざる樣適宜に定め且つ少くとも容器より一寸以上離隔すべし其厚さ及大さは自己の重量の爲に使用中容易に屈曲せざる樣之を定むべし。一極の板は容器の底部に入れ容易に動かざる樣爲し置き之に第四種絕緣銅線を鑞付して容器に觸れざる樣外部に引出し置き他の一極の板は其周圍を三箇所又は四箇所麻紐にて釣り之を綰り合せ玉碍子にて絕緣し更に是を適當の場所に設けたる木枠に釣る其方法は木枠に滑車を下げ玉碍子に通ずる强き綱を是に通じ此綱を滑車上に動かすに由て前記の極板を上下するとを得る樣に設備す此板にも前記同樣の護謨被覆銅線を鑞付し置くべし。水は容器に適當の深さに入れ電導力を增す爲に少量の食鹽を混和して能く攪拌すべし。斯くして極

板を發電機に接續し極板間の距離を變じて水の抵抗を加減し發電機をして全負荷に相當する電流を發生せしむるなり。極板間の距離を加減するのみにて所要の電流を發生せしむるに至らざる時は水に混和する食鹽の量を增して其抵抗を減し全負荷に相當する電流を發生せしむることと得べし。極板の大さと是に通ぜしむる電流との割合は其表面積毎平方吋に三「アムペア」乃至四「アムペア」を適當とし是より多量の電流を通せしむる時は水は甚しく熱せられ電流は變化し易し。負荷に水抵抗を用ふるときは水は漸次發熱するを免れざれば水の供給充分なる場所に於ては容器の上部より冷水を加へ下部より熱せられたる水を流出せしむる裝置に爲すを可とす。發電機の耐量大なる場合には極板を附近の川又は池に挿入し極板間の水を抵抗として使用す。三相交流發電機の試運轉には三個の極板を用ひ之を三角形に水中に配置し各相に一個宛連結して用ふるものとす。

直流發電機の並列運轉—二基以上の直流發電機を並列に連結して運轉するには各發電機の發生電壓相等しからざるべからず。並列連結に由て得る

利益は運轉中各饋電線に負荷の減じたる場合に各饋電線は母線に接續せらるゝ故に負荷に相當する出力の發電機のみを運轉するか又は負荷が各發電機に均一に分配せらるゝに在り。

今規定の電壓を發生し運轉しつゝある第一號直流發電機に第二號直流發電機を並列に連結し運轉するには先づ第二號直流發電機の運轉を始め加減抵抗器にて界磁の磁力を加減し其電壓計に現はるゝ電壓が第一號發電機の電壓計に現はるゝ電壓より少しく高くなりたるとき其開閉器を閉ぢて母線に接續す。是に於て第一號發電機に加はる負荷の一部は第二號發電機に移り同時に電壓計の指針は少しく動きて電壓減ずるに由り其加減抵抗器の抵抗を減じ電壓を增さしむるときは負荷は漸次第一號機により第二號機に移り其電流計の指針は動きて電流の增加を示し兩機の出力に比例する目盛に至て停止すべし同時に兩電壓計の指針も同一目盛を示すに至るべし。均壓用開閉器は第二號發電機の運轉を始むる際に開き置き其主幹開閉器を閉ぢて第一號發電機に並列に連結したる時是を閉づるものとす。斯くの如く並列に運轉する發電機中の一

基例へば第一號發電機の運轉を停止するには其加減抵抗器の抵抗を徐々に增し電壓を降下せしむれば電流も減じ第一號發電機に加はる負荷は漸次第二號發電機に移り其電流計の指計が殆ど目盛零に近付きたるとき主幹開閉器を開き且運轉を停止するものとす。直捲發電機は是を並列に接續することは種々の困難ある爲め實際に行ひ難し此故に數基の直捲發電機を使用する場合には是を各獨立に運轉し各基に加はる負荷を相互移動するを得せしむる爲に特に栓受の數個を有する接續盤を設け栓に依て任意に接續轉換し得る樣に爲すを通常の方法とす。三線式に接續せらるゝ直流發電機の運轉を開始する方法も上記の並列運轉方法と大差なし。

勵磁機の運轉——勵磁機を運轉するには次に示す如く種々の方法あり。

(一) 交流發電機より調帶を以て運轉する方法。

(二) 交流發電機に直結する方法。

(三) 別に汽機蒸汽タービン又はタービン水車の如き獨立の原動機を設備し之に直結して運轉する方法。

(四) 別に電動機を設備し之に直結して運轉する方法。

交流發電機が低速度なる場合には(一)の方法を用ひ高速度なる場合には(二)の方法を用ふ。交流發電機が數臺設置せらるゝ場合には各機毎に勵磁機を備へずして交流發電機の全部を勵磁するに足る耐量を有する勵磁機一臺を備へ(三)の方法を用ひ獨立の原動機に直結して之を運轉す。此場合に同じ耐量の勵磁機を尙一臺豫備して設置するなれば(四)の方法に依り電動機を設備し之に直結するものとす。電動機には三相式誘導電動機を用ひ發電所內交流母線より之に給電せしむるなり。

各勵磁機毎に之を制御する配電盤を要するに由り勵磁機を增すに從ひ配電盤の設備複雜となるを免かれず。然れども近來は交流發電機は比較的大耐量のもの使用せらるるに至り一發電所に於ける臺數は通常五臺內外なる故に(二)の方法卽ち勵磁機を各交流發電機に直結する方法一般に行はる。

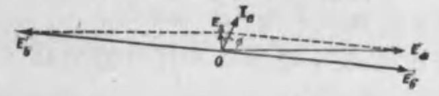
交流發電機の並列運轉——交流發電機は直流發電機と同樣に其數臺を並列に連結し運轉することを得れども直流發電機に於けるが如く容易ならず。

直流發電機に於ては單に其發生電壓を等しくする時は容易に並列に連結運轉することを得れども.交流發電機に於ては電壓の實効値.電壓の周波數相等しく相及電壓の波形が相一致せざれば.是を並列に連結し完全に運轉すること能はざるなり。完全なる並列運轉に於ては負荷は各交流發電機に同等に分配せらるゝも.不完全なる並列運轉に於ては其分配異るのみならず.負荷に要する電流以外に母線と發電機との間に局部電流流通すべし。此電流は無負荷にて運轉する場合に於ても流通し.發生電力上些少の効果なく只交流發電機を熱するに止まり全く損失に歸す.此電流を**横流** (Cross Current) と云ふ.電壓の波形は交流發電機の構造及特性に因て相等しからしむるを得るも.電壓の實効値.周波數及相を相等しからしむるは發電機を運轉する原動機の特性に由る。今或る負荷を受け規定電壓を發生しつゝある第一交流發電機に電壓波形之と等しき第二交流發電機を並列に連結し運轉するには.第14章に記載したる如く電線の接續を爲し.先づ第二交流發電機及勵磁機の運轉を始め主幹開閉器を開き.加減抵抗器にて勵磁電流を調整し.其電壓を發生するに至るや.配電盤に於ける同期檢定燈及同期檢定器を注視し漸次廻轉速度を增すべし。檢定燈は第一及第二交流發電機より同時に交流の供給を受け.兩機の廻轉速度相等しからざる間は交流の相及周波數が相異るを以て燈球の光は常に烈しく明暗するも.第二交流發電機の速度が漸次增して規定速度に近づくや.電壓.相及周波數共に第一交流發電機の夫等に近づき明暗の度は次第に遲くなり.恰も深呼吸を爲すが如く四五秒間に一回徐々明滅を爲すに至るべし.是れ兩交流發電機が同相に成りたる徵候なれば.燈球の光が滅し同期檢定器の指針零を示したる瞬間に第二交流機の主幹開閉器を閉すべし。此時第二交流發電機には僅少の負荷加はるのみなれば.調速機に依て其廻轉速度を漸次少し宛增し其原動機より供給する勢力を增し勵磁電流を增す時は.第一交流機に加はる負荷は漸次第二交流機に移る.同時に第一交流機の廻轉速度を漸次少し宛減ずるときは負荷は兩交流機に一樣に分配せられ兩機に屬する電流計及表示電力計は同一の讀みを示し其廻轉速度は相等しくなるべし。其後は兩交流機共に界磁加減抵抗器に依て其電壓を調整し.常に負荷を兩

機に等しく分配することを得べし。並列運轉を爲せる第二交流機の運轉を停止するには其廻轉速度を漸次少し宛減ずるときは是に加はれる負荷は漸次第一交流機に移り其廻轉速度も漸減す斯くして負荷が全部第一交流機に移りたるとき第二交流機の主幹開閉器を開き其運轉を停止するものとす。交流機の廻轉速度を少しく加減するには原動機の調速機に依て之を行ふ調速機には調整裝置ありて通常小電動機にて働作せらるるものなる故に電動機の回路を配電盤に導き單に押釦にて之が運轉を制御して間接に調速機を働作せしめ原動機及交流機の廻轉數を加減することを得。發生する電壓及相の相等しき二臺の交流發電機が同じ速度にて等しき負荷を受けて並列運轉を爲しつゝある場合に何かの原因にて一臺の速度が減ずる時は之に加はる負荷も減じ速度が增す時は之に加はる負荷も增して減じたる速度は之を速め增したる速度は之を遲くし自然に再び元の如く同一速度にて廻轉する樣調整せらるべし. 此作用は兩交流發電機間に通ずる橫流に由るものにして之を**同期力** (Synchronizing Power) と云ふ。橫流は兩交流發電機より發生する

電壓の相の差に由て生ずるものにして第704圖に於てOE$_a$をA機の電壓を表はすヴエクトルとしOF$_b$をB機の電壓を表はすヴエクトルとすればOE$_a$とOE$_b$との差に等しき電壓が橫流を生ずるなり。今OE$_b$と等しく相の反對なるOE$_b'$を書けば之とOE$_a$との合成なるOE$_a$は橫流を通せしむる電壓なり。然るに橫流の通ずる回路には發電機の發電子ありて自己誘導存在する故に橫流は相に於て電壓より遲るべし由て之より角度ϕ遲れたるOI$_e$なるヴエクトルにて橫流を表はす。A,B兩機の相の差を2ωとしA機の起電力をe_1,B機の起電力をe_2とすれば

第七百四圖
橫流と電壓との關係を示す圖



$$e_1=e_0\cos(\theta-\omega) \qquad e_2=e_0\cos(\theta+\omega)$$

式中e_0は起電力の最大値, $\theta=2\pi ft$ なり

是よりA B兩機間に橫流を生せしむる起電力eは

$$e=e_1-e_2=e_0\{\cos(\theta-\omega)-\cos(\theta+\omega)\}$$
$$=2e_0\sin\omega\sin\theta$$

橫流の通ずるA,B兩機及兩機間の回路の抵抗をrリアクタンスをx,イムピーダンスをZとし橫流を

iとすれば　　$i=\frac{e}{Z}=\frac{2e_0}{Z}\sin\omega\sin(\theta-\phi)$

式中 $Z=\sqrt{r^2+x^2}$, $\tan\phi=\frac{x}{r}$

iの實効値をIとしeの實効値をEとすれば

$$I=\frac{\sqrt{2}\,e_0}{Z}\sin\omega$$

$e_0=E\sqrt{2}$なるに由り $I=\frac{2E}{Z}\sin\omega$

横流の爲に消費せらるゝ電力はA機に於ては

$$p_1=e_1 i$$
$$=-\frac{2e_0^2}{Z}\sin\omega\sin(\theta-\phi)\cos(\theta-\omega)$$

B機に於ては　　$p_2=e_2 i$
$$=-\frac{2e_0^2}{Z}\sin\omega\sin(\theta-\phi)\cos(\theta+\omega)$$

以上の電力の差の$\frac{1}{2}$がB機よりA機に移動するなり.之をPとはればP$=\frac{p_1-p_2}{2}$

$$=\frac{e_0}{Z}\sin\omega\sin(\theta-\phi)\{\cos\theta-\omega)+\cos(\theta+\omega)\}$$
$$=\frac{2e_0^2}{Z}\sin\omega\cos\omega\cos\theta\sin(\theta-\phi)$$
$$=-\frac{e_0^2}{2Z}\sin2\omega\{\sin\phi-\sin(2\theta-\phi)\}$$

平均値は　$=\frac{e_0^2}{2Z}\sin2\omega\sin\phi$

$$P=\frac{E^2}{Z}\sin2\omega\sin\phi$$

$\sin\phi=\frac{x}{Z}$なるに由り $P=\frac{E^2x}{Z^2}\sin2\omega$……(291)

上式に於て認むる如く移動電力は$\omega=0$なるとき即ち兩機が同相なるとき零にして$\omega=45°$なるとき即ち兩機の相差が90°なるとき最大なり.又$\omega=90$なるとき即ち兩機の相差が180°なるとき再び零となる。斯くの如き電力の移動はB機よりA機に向て行はるるに由り.A機の速度は減じB機の速度は增すに至るべし.此くの如く自然に調整せらるる機能即ち同期力は移動電力Pに正比例す.即ち同期力をFsとすれば

$$Fs=K\frac{E^2x}{Z^2}\sin2\omega$$
$$=K\frac{E^2x}{\sqrt{r^2+x^2}^2}\sin2\omega\cdots\cdots\cdots\cdots(292)$$

式中Kは定數なり。上式に於てFsは$r=x$の場合即ち兩機間回路の抵抗がリアクタンスに等しきときに最大なり.然れども尙Fsはリアクタンスに正比例する故に實際に於てはxはrより餘程大ならしめ並列運轉上安定ならしむることと必要なり。並列運轉を行ふに必要なる條件即ち電壓の實効値.其相及周波數を相等しからしむるには.交流發電機の廻轉速度及界磁電流を相等しからしめざる可からず.速度は一分間の廻轉數のみならず各瞬間に於ける廻轉速度相等しからざれば相の差を生ずるに至るべし。是に由て交流發電機を並列運轉する原動機としては一廻轉中廻轉力の不同を生じ易き往復機關たる汽機は.廻轉力の一樣なる水力機又は蒸汽タービンの如き廻轉動機關に比して劣れるは止むを得ざるなり。廻轉力一樣ならざる原動機に依て運轉せらるる二臺の交流發電機を並列に接續し負荷を加へるときは.發生する電壓の相は相等しからずして負荷は兩交流發電機に不同に加はり兩機間に常に移動し易し.即ち負荷は相の進みたる交流發電機

例へばA機に多く加はり相の遲れたる交流發電機例へばB機に少く加はるを以て.B機の廻轉速度は漸次增加し其相を進め.A機の相に等しくなるに及んで負荷はAB兩機に同等に加はるに至るも.B機の廻轉速度は此際已にA機より大なるを以て.其相は更にA機より進み負荷は前と反對にB機に多く加はりA機に少く加はる.爰に於てA機の廻轉速度は增加し始め其相を進め.B機の相に等しくなるに及んで負荷は再びAB兩機に同等に加はるも.A機の廻轉速度は已にB機の廻轉速度より大なるを以て.其相は更にB機より進み負荷は再びA機に多く加はりB機に少く加はるべし。斯の如く反覆して負荷は兩機間に移動し橫流を生じ兩機の廻轉速度漸次增加し遂に並列速轉を行ふこと能はざるに至るべし.此現象を亂調(Hunting)と云ふ.亂調を起す原因は發電機の同期力の弱き爲めと原動機の調速機の働作如何にあり。同期力大なるときは兩交流發電機間に少許の速度の差が生ずるも直ちに之を一致せしむる故に.亂調を起す原因を起すこと少けれども.同期力弱ければ速度の差大ならざるときは之を一致せしむるに充分なる力の働くことなく.之が爲に亂調を起さしむるに至るべし。原動機の調速機は負荷が增して速度が減ずる時.增したる負荷に相當する速度の相當の速度を保持する樣働作するものなれども.此働作を爲すに多少の時間を要す。此時間は成べく短きを要し.餘り長きときは勢力の增加する前に速度は甚しく減じ.勢力の增加が效果を表はして速度が增すに至るときは.勢力は增したる負荷に相當するよりも多く供給せられ.速度は必要以上に增加すべし.又調速機の働作にて原動力が減ずるときは.速度は已に負荷に相當するよりも增加すべし。此くの如くして發電機の速度は或は增し或は減じて亂調の現象を生ずるなり。

亂調を防止する方法は種々あり.第一法は交流發電機の各磁極片に孔を穿ち.之に大なる銅線を通じ其兩端を銅環にて連結するに在り。此裝置に依て銅線は發電子電流の爲に發電子面に生ずる磁力線にて切らるるに由り.電流之に發生し界磁極と發電子磁極との關係位置の變動せんとするを防ぎ.從て發電子の發生する電壓の相の變動を防ぎ亂調を起さざらしむ。第二法は發電子の回路に自己誘導を增すに在り.此の方法に由り發電子より發生する電流の變化減じて亂調の起るを防ぐことを得るなり。

然れども發電子の自己誘導餘り大なるときは.同期

力は反て減じて亂調を起さしむる原因となることあり且電壓の調整も困難なるに由り此方法は餘り行はれず。第三法は原動機の蓄勢輪の重量を適當に增すにあり此方法に於ては蓄勢輪の楕性に由り速度の變化は容易に起らず且一廻轉中各瞬間に於ける廻轉力の變化に對しても速度一樣にして亂調とならざるなり。

汽機の各瞬間に於ける廻轉速度の變化はピストンよりクランクに與へる動力がクランクの位置に從つて汽筒內に於ける往復動の楕性及蓄勢輪の楕性に由て變化するより起るものなれば調速機に具備する錘の重量を適當に計算して定め其の楕性をクランクの廻轉に與ふるときは或程度迄此の變化を防ぐことを得れども其動作餘りに銳敏なるときは極めて些少の廻轉速度の變化あるも調速機は感じて働作し汽機の働作と適合せざる場合ありて反て亂調を生せしむる虞れあるに因り適當なる制動壺例へば濃厚なる液體を充したる制動壺を錘に添置し錘の急激に動作せんとするを制御せしむれば決して亂調を生せしむることなくして廻轉速度の變化を防ぐことを得るなり。此裝置を爲したる汽機

を用ひ交流發電機を運轉し負荷を加へ之に第二の交流發電機(電壓及周波數共に第一交流發電機に等しきもの)を運轉して並列に接續するときは第二交流發電機は無負荷なるを以て已に記載したる如く調速機に依て其廻轉速度を少しく增すときは負荷は漸次第二交流機に移り交流の相に變化なく負荷は稍平均に分配せらるべし若し負荷が增減する時は兩交流發電機共に殆んど同樣の增減を受くべし。

並列運轉に於て橫流に差支なき限度あり米國ゼネラル電氣會社にて定めたるものに依れば相の變化を角度にて表はし其限度を$2^1/_2$度と爲せり相の變化角度$2^1/_2$度とは交流發電機の兩磁極間の角度を360度と見做して算定せるものなれば是を廻轉速度の變化の角度{是を角差(Angular Difference)と曰ふ}に換算すれば次の如し。$\frac{2^1/_2°}{\text{磁極數の二分の一}}$

卽ち速度變化の角差は四極の場合には現定標準廻轉より前後共にて五度あるも差支なしとせり卽ち此割合に依れば橫流は全電流の一割あるも差支なきなり例へば磁極數20個なる交流發電機に於ては一廻轉中廻轉の變化の差支なき限度は

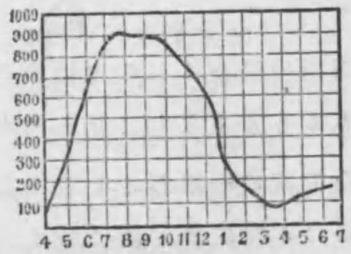
$$\frac{2^1/_2}{\frac{20}{2}}=0.25$$　　0.25度なりとす

即ち磁極數の增すに從ひ角差の限度減ずるを以て.調速機は益々動作精確にして調整が嚴密ならざる可からず.ウエスチングハウス電機會社に於ては交流機の磁極間に已記の如き特別なる構造を加へ並列運轉を容易ならしむるに由り.角差の限度を增し25%過負荷迄は角差を兩磁極間の角度の1/6となせり。尙並列運轉に關する詳細なる電氣上及機械上の理論に涉りては此小冊子に記し得るに非れば爰に省略す.

負荷線圖——發電所に於ける日常の運轉に於て負荷は常に一定するものに非す.通常各季に於て電燈發電所に於ては夕刻より負荷加はり.八時頃最大負荷に達し是より漸次減じて夜中午前三四時頃最少負荷となり.曉に及んで再び少しく增加す。此增減を電流又は指示電力計にて一時間又は三十分

第七百五圖

負荷線圖



毎に測定し.電流數又は電力數と時間數とにて曲線を畫けば第705圖に示す如きものを得べし.是を**負荷線圖** (Load Diagram) と云ふ。自家用發電所に於ける負荷線圖は負荷に由て異れども.中央發電所に於ける負荷線圖は概ね相似したる形狀を爲す。此線圖に於て一日又は一夜を通じて平均したる負荷をW_aとし.其間に起る最大負荷をW_mとすれば.W_aのW_mに對する百分比を發電機負荷率と云ひ.W_aの發電所の出力即ち發電機出力の總和に對する百分比を發電所負荷率と云ふ。發電機負荷率をF_gにて示し發電所負荷率をF_pにて示し.發電機出力の總和をP_mとすれば

$$F_g=\frac{W_a}{W_m}\cdot 100\%$$

$$F_p=\frac{W_a}{P_m}\cdot 100\%$$

最大負荷W_mを其時間內に起る**尖頭負荷** (Peak Load) と云ふ。發電機負荷率は電燈のみに電力を供給する發電所に於ては70%.乃至90%電燈及動力に電力を供給する發電所に於ては60%乃至80%にして.水力發電所に於ける負荷率は電力料金の關係上より火力發電所に於ける負荷率より一般に大なり。

發電所日誌——發電所に於ては機械の運轉に從事するものは毎日機械運轉中の狀態を視察し各部異常なきや否やを驗し次の事項と共に之を日誌に記載し置くこと必要なり。

項目	記載事項
一般事項	天候.室內溫度.氣壓.運轉開始時刻及停止時刻.
水路	水流の狀態.取入口に於ける水位.
水力機	水壓.眞空.導ブレードの開き.廻轉數
瓦斯發動機	瓦斯壓力.廻轉數.冷却水の溫度.冷却水量.
汽機及蒸汽タービン	各汽筒に於ける汽壓.背壓.蒸汽溫度.廻轉數
汽罐	汽壓.蒸汽溫度.給水溫度.給水量.煙道內瓦斯の溫度.通風力.石炭消費量.蒸汽消費量.炭酸瓦斯の量
節炭機及溫水罐	煙の溫度.水の溫度
凝汽機	眞空.循環水の溫度.復水の溫度及其量
發電機	電壓.電流.電力.電力時.力率.周波數.廻轉數.各部の溫度.絕緣抵抗.繼電器の調整
送電線	電壓.電流.電力.力率.絕緣抵抗.繼電器の調整
遷昇變壓器	冷却水の溫度.油の溫度

以上の事項は一時間毎に記錄するを通常とす.自記

測定器を用ひて自記せしむれば最も可なり。尙此等の外に發電所內に使用する電力.全發生電力.發生所に使用する諸消耗品.發生電力一「キロワット」時に對する蒸汽量及石炭量並に負荷率等を毎日一定の帳簿に記錄すべきものとす。發電所日誌は運轉狀態を表はすに由り.之に依て運轉狀態を檢して之を改良し發電所の能率を增進するを得るものなれば.常に正確に記錄し大切に之を保存すべきものとす。

不等率——電燈需要家に於て其取付けたる電燈を最も多く使用することは各需要家に於て必ずしも同時ならず.或は需要家は午後六時に電燈を最も多く使用し或る需要家は午後八時に電燈を最も多く使用することあるべし.又各需要家は電燈全部を.毎夜使用するものに非ず.或る夜は全部を使用し或る夜は半數を使用することあるべく.且つ各需要家に於て其全數使用の時日亦相異るべし.斯くの如く電燈使用卽ち需要家の負荷の程度の相違と最大負荷を需要する時間の不一致との爲め.全需要家の各電燈に要する總電力は實際供給する電力より常に多し.此二者の比を**不等率** (Diversity Factor) と云ふ。

變電所より需要者に配電する場合には各電燈に要

する總電力が實際に變電所より供給する電力より大なると同樣に配電線及變壓器より供給する電力より大なり。卽ち各變變器に就ては是に接續する需要者に要する總電力は變壓器より實際供給する電力より大なり.又各配電線に接續する變壓器に要する總電力は配電線より實際供給する電力より大なり。是等の比は皆不等率にして需要家の種類個數並に電力の用途等に依り異るのみならず.電氣料金制度に由て著しく異る.電燈の一ケ月の供給料金を其格定燭光に從て定むる定額料金制度に於ては.需要家は概ね電燈全部を使用するを以て不等率小にして一に近きを普通とし之と異り供給する實際供給電力量にて料金を定むる從量料金制度に於ては.需要家は料金の節約上取付電燈中必要なる場合に必要なる電燈のみを點ずるを以て其電燈全部を使用する時間多からず.從て不等率大なり。不等率一に近きときは發電所.變壓所.電線路.變壓器等の電氣工作物の設備は常に需要者の最大需要電力の總計に對するもの以上たるを要したとへ需要增加の爲め發電所變電所等の出力を增加するも需要一「キロワット」に對する設備費及經常費は其割合に減少せ

ざるなり。是に反し從量料金制度の場合には不等率大なる爲め.發電所變電所其他の電氣工作物の設備需要者の最大需要電力の總計に對するものより著しく小にて可なり.尙需要の增加に從ひ不等率增し需要一「キロワット」に對する設備費及經常費は低減するなり。斯くの如く從量料金制度は定額料金制度に優る利益あり。

從量料金制度に於て不等率は配電地域の種類及負荷の密度等に依て異る.其一例を次表に示す。

第百三十二表 不等率表

不等率	住宅用燈	商店用電燈
需要家變壓器間	3.00	1.60
變壓器配電線間	1.80	1.30
配電線變電所間	1.15	1.15
需要家變電所間	6.21	2.39
變電所發電所間	1.10	1.10
需要家發電所間	6.83	2.63

斯くの如く從量料金制に據るときは不等率大にして發電所及變電所等の設備は需用家に供給すべき電力の總計に對するものの二分の一以下にて足る.是に由て發電所の出力を定むるには其料金制度に從ひ不等率を想定して過大なる設備を爲さざる樣

注意すべきものとす。然れども僅々數千燈の需要を有する小規模の電氣供給事業に於ては總收入と總支出とより打算して需要の全部を從量料金制度に依る能はざるべし通例は從量料金制度に依る需要者一戸の最小需要燈數を五燈乃至十燈とし其以下燈數の需要者は定額料金制度に依るものとし是にて毎月一定の基本收入を得て安全に經營費を支辨し設備費に對する相當の利益配當を得る機に爲すを現時に於ける通常の方法とす。

第二　發電機の故障及修理

發電機の構造は一般に各機械中簡單にして摩擦する部分は僅かに軸受整流子及刷子のみなれば注意して是を使用するときは故障なく永く使用に耐ゆるも種々の原因より障害起りて其微細なるものは是を發見すること困難なる場合あり。總じて故障の起りたる時は能く其狀態を檢査し直に其原因を探究し運轉中修理し得らるるものならば早急に修理し然らざるときは運轉を中止し豫備の發電機を運轉するか或は他に適當の方法を採り電力の供給を中止せずして發電機の修理を爲すべきなり。故障の種類は甚だ多く悉く是を計上すること能はざれども普通起り易きものを揭ぐれば左の數種なりとす。

(一)　整流子に火花の發生すること。
(二)　整流子及刷子の發熱すること
(三)　發電子の發熱すること
(四)　界磁の發熱すること
(五)　軸受の發熱すること
(六)　發電機より發音すること
(七)　發電機の運轉速度が早過ぎること又は遲過ぎること
(八)　發電機より發電せざること

整流子に火花の發生すること——發電機運轉中整流子又は整流器と刷子との接續面に於て火花の發生するは普通起る現象なれども是れが爲に整流子及刷子を損傷せしむるか或は發熱せしむることあり。火花には青色の者と赤色のものとあり青色の火花は弧狀を爲し導體の蒸發より發生するものにして赤色火花に比し整流子及刷子を損傷すること少し。火花を發生せしむる原因は凡そ次の數種なりとす。

(a)　發電子に過大の電流流通の爲め

過負荷回路に於ける短路漏電又は接地の爲に

此現象起る時としては過大の電壓を發生せしめたる場合又は電壓計電流計の目盛の正しからざる爲に發電子に過大の電流を通せしむることあり。此等の原因を發見したる時は過負荷なれば負荷を減せしめ短絡漏電又は接地なれば回路に就き試驗し故障を除去すべし。而して後整流子面は細目の鑢紙にて卷きたる木片にて良く磨き油を少しく浸して表面を滑澤ならしむべし。

(b) 刷子が整流子面に於ける磁力線の中性線に在らざる爲め

此場合には刷子進退器にて刷子を徐々に左右に動かし火花の發生せざる位置迄移動せしむべし。各刷子間の角度は磁極數にて 360 度を除したるものならざるべからず是を確むるには整流子片の數を讀みて計算すべし。刷子の位置を矯正したる上は整流子の表面を(a)に於けると同樣の方法にて清掃すべし。

(c) 整流子の表面粗雜にして整流子片の高さが一樣ならず且つ整流子の切斷面が眞圓ならざる爲め。

此場合には整流子を發電子と共に取外し旋盤に懸け整流子片中高き部分を削り取り眞圓となし細目の鑢又は鑢紙に少量の油を浸し表面を良く磨くべし此際鑢の屑片が整流子の表面に殘留せざる樣能く拭ふべし。一般に整流子表面の摩損を一樣ならしむる爲に運轉中發電子が左右に$\frac{1}{16}$吋乃至$\frac{1}{8}$吋自由に橫動することを得る樣製作せらるるを通常とす整流子の表面の工合良く使用せらるる場合には暗鳶色若くは靑銅色を呈す。

(d) 刷子との接觸不充分なる爲め。

刷子の全部が整流子に充分接觸せざるか或は刷子支持器の不具合の爲に一部分のみ接觸するときは其間隙に火花發生すべし此場合には刷子の整流子に接觸すべき表面を鑢にて磨き整流子に密着せしむる樣修理し表面を清掃すべし。刷子か銅製なるときは第 706 圖に示す器具に挿入して整流子に接觸すべ

第七百六圖
刷子形器

き先端を揃へ鑢にて磨くときは容易に平滑ならしむるを得べし此器具を**刷子形器**(Brush Jig)と云ふ。

(*e*) 發電子線輪中に短絡又は斷線したる個所あるか若しくは鐵心に反對に挿入せられたる線輪ある爲め。

發電子線輪の短絡するときは發電子を運轉するに割合に大なる勢力を要し且つ捲線に發熱すること甚し此場合に短絡又は切斷の箇所を外觀より發見するを得れば是を修理すること容易なれども然らざるときは線輪全部を捲き替へざる可らず。

(*f*) 界磁の磁力弱き爲め。

界磁回路中に螺旋の弛み居るか短絡又は斷線の箇所あるか若しくは界磁線輪を反對に磁極に挿入したる場合には磁力減ずる爲に磁力の中性線移動し刷子に火花發生するを免かれず殊に複捲發電機に於ては往々誤て直列線輪を回路に反對に接續することあれば最も注意すべきものとす。此等の故障中螺旋の弛み及外部に於ける短絡及斷線に容易に發見して修理

することを得れども內部に起りたるもの及反對に挿入したるものは線輪の抵抗を測るか若くは其磁力を磁針にて試驗して發見するを得るにあれば此場合には線輪全部を捲替へざるべからず。

整流子及刷子の發熱——發電機運轉中は故障なくとも發電子線輪に電力の消費せらるると各部の摩擦とに由て各部の發熱するを免かれず若し發熱の程度高きときは軸受及絕緣物を損傷若くは焦燒することあれば運轉中は已に記載したる如く時々各部に手を觸れて發熱の程度を驗せざるべからず。數秒間手の甲を觸れ居ること能はざる發熱なれば最早安全の度を過ぎ其儘運轉を續行するときは絕緣物は焦燒し異臭を發ち發煙するに至り危險なるを以て直に發電機の運轉を停止すべし決して水又は氷にて局部を冷やし運轉を續行すべからず。尤も發熱箇所が軸受にして是を水にて冷やすも他の部分を濕潤せしむることなき場合には少時間水又は氷にて冷やすも差支へなし然る後發熱の原因を調査し修理の上完全なりと認むる迄は再び運轉すべからず。精密に發熱の程度を驗するには寒暖計

を機械各部に觸れしめ上昇温度を測るべし其運轉に差支なき最大限度は全負荷運轉に於て周圍空氣の温度より高きこと攝氏 40 度なりとす。發熱したる場合に各部が同時に發熱したる如く感ずることあるも實際或る一局部の發熱の爲に他部分が其傳導を受けて發熱することあれば發熱個所を檢するには發電機を運轉前充分冷風にて冷やしたる後全負荷にて運轉し四五分間の後直に停止し各部を檢査するときは熱の傳播する時間なきを以て實際發熱したる局部を知ることを得べし。發熱の原因としては次の數種あり。

(a) 他部分の發熱したる爲め。

發電子界磁又は軸受の發熱したる場合に其傳播を受けて刷子及整流子の發熱することあり。

(b) 火花發生の爲め。

是を修理する方法は整流子に火花發生の場合に於けること同じ。

(c) 整流子の表面に短絡を生じたる爲め。

銅刷子より摩損する銅屑が整流子片間に入るときは是を短絡せしめ火花を發生し發熱せしむることあり其場合には整流子の表面を能く

拭ひ清掃すべし。

(d) 整流子の表面粗雜なる爲め。

整流子の表面粗雜なるときは刷子との接觸惡しく其間隙に塵芥集積し是が爲に抵抗增加して發熱することあり殊に炭素刷子を使用するときは炭の分子粉末となりて整流子の表面に附着して益々發熱を大ならしむることあり。

此修理法は「花火發生の場合」に於けること同じ。

(e) 炭素刷子の發熱。

炭素刷子は銅刷子に比して抵抗大なればたとへ其大なるものを用ふるも整流子との摩擦加はる爲に銅刷子に比し熱すること早し。

發電子の發熱——發電子の發熱する原因は次の數種なりとす。

(a) 過大の電流通の爲め

整流子に花火發生する原因中(a)の場合と同じ。

(b) 線輪に短絡斷線ある爲め又は反對に鐵心に挿入せられたる爲め

短絡及斷線に就ては整流子に火花發生する原因中(c)の場合と同じ線輪が反對に挿入せられたるやを試驗するには電流及檢電器に電線を

接續し其電線の兩端を整流子の相隣れる整流子片に順次接觸せしめ檢電器の指針の傾斜を視て何れの線輪が逆に挿入せられたるやを發見するを得べし。反對に挿入せられたる線輪は直に取外し正當の位置に挿入すべし。

(c) 線輪に濕氣を帶びたる爲め。

此場合に外部よりは暖爐にて數時間溫め全く濕氣の去る迄乾燥し內部よりは他の電源より捲線に全負荷の凡そ $\frac{3}{4}$ に相當する電流を通じ電力消費に因る發熱に由て乾燥し絕緣抵抗が各部十「メグオーム」以上に達する迄行ふべし。

界磁の發熱——界磁の發熱する原因は次の數種なりとす。

(a) 過大の電流流通の爲め。

(b) 線輪に短絡斷線ある爲め又は反對に鐵心に挿入せられたる爲め。

「發電子の發熱中(a)(b)の場合と同じ。

(c) 線輪に濕氣を帶びたる爲め。

「發電子の發熱中」(c)の場合と同じ。

軸受の發熱——軸受の發熱甚しきときは直に運轉を止むることなく其廻轉を遲くし少しく冷へたる後運轉を停止すべし。然らざるときは熱の爲に軸が軸受に密着する虞あり。軸受發熱の原因は次の數種なりとす。

(a) 給油の不充分なる爲め。

油壺內の油の欠乏するか或は油管內の閉塞し又は自働給油裝置に於て環の自由に廻轉せざるときは軸受は發熱すべし。此場合には油壺に油を充たし油管內及自働給油裝置內を檢査し塵芥あれば是を除去し其働作を正確ならしむべし。

(b) 軸受內に塵芥の入りたる爲め。

此場合には軸及軸受を清掃すべし。

(c) 軸が軸受に密着する虞ある爲め。

此場合には軸を旋盤に懸け少しく削り去るべし。

(d) 軸が曲りたる爲め。

此場合には軸を新しき眞直なるものと取替へるべし。

(e) 磁極間の空隙が一樣ならざる爲め。

此場合には軸受內の一部を削り去り軸との接觸を變じて空隙を一樣ならしむべし。

(f) 過負荷の加はりたる爲め或は調帶を張り過ぎたる爲め。此場合には調帶の懸りたる軸受は他の軸受よりも多く發熱す.是を修理するには負荷を減ずるか.又は調帶を弛むべし。

發電機より發音すること——發電機より發音する原因は左の數種なりとす。

(a) 發電子及車輪が均衡せざる爲め。

發電子の兩端を或る尖點に載せ如何なる位置に廻轉するも其位置に於て靜止するなれば.發電子の重量が其中心線に對して均衡すると云ふ.若し何れかに重き部分あれば發電子は必ず其部分を下にして靜止するなり.此場合には均衡せざる部分を解き均衡する迄適當に修理すべし。

(b) 發電子が界磁極に接觸する爲め。

發電子を徐々に廻轉し何れの部分に於て磁極に接觸するやを檢査すべし.此場合にはバンド線を解き磁極に觸れる部分を修理するか.又は磁極の觸れる部分を削り去るべし。軸受の一部分が磨滅したる場合にも此故障の起ることあり.此場合には軸受を修理すべし。

(c) 整流子の表面の粗雜なる爲め。

整流子に火花の發生する原因中(c)の場合と同じ。

(d) 調帶の張力が適當ならざる爲め。

調帶の張力が強きに過ぎるときは滑り.弱きに過ぎるときは波を打ちて發音す.此場合には調帶の張力を調整すべし.若し負荷が過大なるときは調帶は滑りて鋭き音を發することあり.此場合には負荷を減ずべし。

發電機の廻轉が速過ぎること又は遲過ぎること——發電機の廻轉が規定より遲きに過ぎる原因は次の數種なりとす。

(a) 過負荷の爲め。

(b) 發電子線輪に短絡の箇所ある爲め。

(c) 發電子が磁極に觸れる爲め。

之に反し廻轉が規定より速きに過ぎるは界磁の磁力弱き爲めなり。

是等の故障は前記の方法に倣ひ相當の修理を加ふべし。

發電機より發電せざること——發電機を運轉するも發電せざることあり.其原因は次の數種なりとす。

(a) 殘餘磁氣の存せざる爲め。

發電機を運搬する途中に於て他物に衝突して界磁の磁氣を失ふことあり此場合には他の發電機又は電池より界磁へ電流を通じて勵磁せしむれば直に回復すべし。

(b) 界磁線輪と發電子線輪との接續又は各磁極線輪との接續が反對する爲め。

各磁極の線輪が發電子線輪に反對に接續せらるるときは界磁は正當に勵磁せられず。此故障は電線を接續したる後是に電流を通じ磁針にて其極を檢査すれば發見するを得べし此場には接續を變更すべし。殊に分捲直流發電機及合成捲交流發電機に於て直列捲線の接續を反對になすときは負荷の加はるに從ひ電壓は不變ならずして反て減ずるを以て此接續を爲すには最も注意を要するなり。

(c) 發電子線輪又は界磁線輪に短絡又は斷線の個所ある爲め

「整流子に火花發生する原因」中(c)に同じ。

(d) 界磁回路に抵抗多き爲め。

界磁回路中螺旋の弛みて電線が是より離るるか又は塵芥の是に推積して抵抗を增すか若くは加減抵抗器の接續惡しきときは界磁は勵磁せられざるを以て發電せず此場合には回路の各部を檢査し螺旋の弛みたものあれば是を緊付け各部を清掃すべし。

(e) 各回路中に切斷の箇所ある爲め。

發電機を運轉するに當り取扱者の不注意より往々界磁回路の開閉器を閉ぢず又は刷子の接觸惡しきに氣付かず若しくは可鎔遮斷器の可鎔片の鎔解せるを取替へずして其儘運轉することあれば取扱者は最も此點に就き注意すべきものとす。

(f) 刷子の位置正しからざる爲め。

刷子の位置は磁力の中性線にあるべきなれば若し此線以外に刷子を置くときは電流は正當に整流せられず從て外部に流通することなし此場合には刷子移動器に依て刷子を適當の位置に移すべし。

第五項 發電機の試驗

試驗項目——發電機は製造者に於て其注文者に向

て送り出す前に其性狀に就き試驗を行ひ全部完全に良好なるを認めたる後使用上總ての點に於て保證するを通則とすれども注文者に於ては是を受取り据付けたる上は試運轉の際次に記する各種の試驗を行ふべきものとす。

(一) 發　熱。
(二) 絕緣抵抗。
(三) 絕緣耐力。
(四) 電壓變動率。
(五) 過負荷の程度。
(六) 能率及損失。

發熱の試驗——發電機を運轉するに當り各部が電流の爲に發熱するは止むを得ざるも發熱の溫度甚しきときは異臭を發ち絕緣物を燒損せしむるに至ることあれば試運轉の際全負荷運轉中上昇する溫度を測定し規定の極限溫度より昇ることなきやを確むること必要なり此測定は運轉開始後發熱が各部に於て同一になりたる時に於て行ふべし。是に要する時間は發電機の出力及び構造に依て異れども大略50キロワット以下のものは五時間是より大なるものは六時間乃至拾八時間にて上昇溫度一定すべし。若し急に是を一樣ならしめんとすれば過負荷にて二三時間運轉したる後全負荷に減せしむれば比較的短時間にて溫度一定すべし。溫度を測定する方法に寒暖計を以て直接に測る方法及電線の抵抗を運轉前後に測り其差に依て溫度を算定する方法の二種あり。第一法に於ては寒暖計を測るべき部分の表面に接觸せしめ水銀の存在する球部を木綿にて覆ひ熱の發散を防ぎ溫度を測定するにあり若し球部を挿入することを得る場所あるときは(例へば發電子に於ける鐵心間の間隙)是に挿入して溫度を測定するものとす。第二法に於ては運轉前に發電子及界磁の各線輪の抵抗を測り全負荷にて上昇溫度一樣になりたる時運轉を止め直に各線輪の抵抗を測るなり。是より第五章に於ける第98式に依り線輪の溫度上昇を算定することを得るなり。發電機中發電子及界磁の上昇溫度は以上二種の方法にて測定し其他の部分は第一法にて測定するを通則とす。發電機の使用上及壽命上差支なき上昇溫度の限度に就ては已に第三章に記載せしが猶次に米國電氣學會に於て制定したものを記す。

空氣の動搖なき室內に於て空氣の溫度攝氏25度なるとき發電機各部の上昇溫度の最大限度は左の通

りとす。

界磁及發電子に於ては攝氏50度(第二法測定に據る)

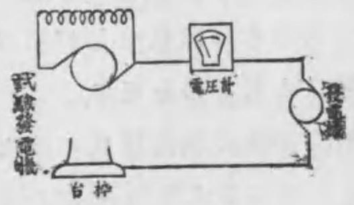
整流子聚電子及刷子に於ては攝氏55度(第一法測定に據る)

軸受及其他の部分に於ては攝氏40度(第一法測定に據る)

周圍空氣の溫度が25度より高低あるときは、溫度一度毎に上昇溫度の限度を½%增減す。例へば35度なるときは上昇溫度の限度を 5% 減じ15度なるきは上昇溫度の限度を 5% 增す。室內の溫度を測るに用ふる寒暖計は發電機の發熱の爲に發散する熱の傳導を受けざる場所に置かざる可らず。又發電機の爲に空氣の動搖を起す虞あるときは運轉前に室內二三ケ所に於て溫度を測り置くを可とす。

絕緣抵抗の試驗——發電機の絕緣抵抗を測定するには之れと相等しき電壓を發生する發電機を使用し、第 707 圖に示す如く受驗發電機の回路及臺枠に電壓計と共に接續し、是を運轉して指定電壓を發生せしむるときは、電壓は回路及臺枠に加はり電壓計の指針は動きて或る目盛を示すべし。是を e とし、電壓計の抵抗を R、發電機の電壓を E とすれば、受驗發電機の絕緣抵抗 R_1 は次の式に據て算定するを得るなり。

第七百七圖
絕緣抵抗の試驗



$$R_1 = R\left(\frac{E}{e} - 1\right)$$

然るに絕緣抵抗の最小限度は已に記載したく如く十「メグオーム」なれは R_1=10,000,000「オーム」ならしむべき電壓計の讀みの最大値は次の如くなるを要す

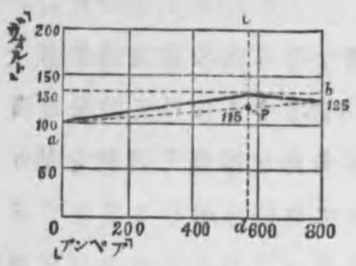
$$e = \frac{R \times E}{10{,}000{,}000 + R}$$

卽ち絕緣抵抗が十「メグオーム」以上なるには、電壓計の讀みは此値より小ならざる可らず。若し試驗用發電機の設備なきときは 500「ヴオルト」のメツガーを用ひ絕緣抵抗を測定すべし。

絕緣耐力の試驗——發電機は電氣工作物規程第四條に於て其最大使用電壓の一倍半の電壓を以て其發電子線輪と大地との間の絕緣耐力を試驗し十分間以上之に耐ふることを要すと規定せらる。此規定に從ひ第五章第六項に記載せる變壓器の絕緣耐力試驗法に倣ひ發電機の絕緣耐力を試驗するものとす。

電壓變動率の試驗——發電機の電壓變動率を測定するには受驗發電機に電壓計.電流計及無誘導の負荷(燈球又は水抵抗)を接續して運轉を始め規定電壓を發生せしむ.最初は負荷を少くし漸次是を增して全負荷に至らしむ。數時間運轉の後各部の發熱が一樣になりたる時原動機のヴアルヴの開き.汽壓又は水壓.加減抵抗器等を變更せしめずして漸次負荷を減じ.種々の負荷に對し發電機の速度(帶結式なれば原動機速度をも)電流(多相交流機に於ては各相に於ける)電壓(多相交流機に於ては各相間の電壓)を測定し無負荷に至らしむ。此測定は全負荷より無負荷に至る間に少くとも十回行ひ.無負荷に爲したる時より再び漸次負荷を增し全負荷に至らしめ.猶進んで25%の過負荷を加へ此等の測定を行ふ。此測定に依り得たる電壓及電流の値にて曲線を畫き是より電動變動率を算定す.例へば120「ヴオルト」800「アムペア」複捲直流發電機に於て.第708圖に示す如き曲線を得たりとすれば.無負荷に於ける電壓點 a と.全負荷に於ける電壓點 b とを連結する直線 ab が電壓の最高値線 ed と交叉する點Pに於て示さるゝ電壓115「ヴオルト」と最高電壓130「ヴオルト」との

第七百八圖
電壓動率曲線



差を最高電壓130「ヴオルト」にて除したる

$$\frac{130-115}{115}=0.13$$

比卽ち13%が此發電機の電壓變動率なり。若し是が分捲發電機なるときは單に全負荷運轉に於て發生する電壓と無負荷に於て發生する電壓との差を前者に除し.是を%にて表はしたるもの電壓變動率なり。速度の調整も電壓の調整と同樣に算定するを得べし。

過負荷の試驗——此試驗は發熱試驗と同時に行ふを通常とす.卽ち受驗發電機に電壓計.電流計及無誘導負荷を接續し運轉を始め規定の電壓を發生せしむ.漸次負荷を增し電流計の指針を注視して所要の過負荷に至らしめ.是に對する規定の時間を經過したる後發電機の各部に異狀なきやを檢査し.已に記載したる方法にて各部の溫度を測定すべし.此際各部の上昇溫度が攝氏60度以下なるときは規定の過負荷に耐へ得るものと認むるなり。通常二時

間 25% の過負荷に於て運轉し温度上昇攝氏 55 度以下なるを要す.

能率及損失電力の試驗—發電機の商業的能率 $\left(\frac{\text{發生電力}}{\text{發電機に加はる機械的勢力}}\right)$ を測定するには受驗發電機に電壓計.電力計及無誘導負荷を接續し運轉を始め規定電壓を發生せしむ.漸次負荷を增し全負荷に至らしめ各負荷に於て發生する電力を電力計にて測り.原動機より發電機に加はる勢力は其車軸に於てダイナモメートルを用ひて測る.此馬力を電力に換算し電力計に表はれたる電力數を除し「%」にて表はしたるもの其負荷に於ける商業的能率なりとす.

電氣的能率 $\left(\frac{\text{發生電力}}{\text{發生電力}+\text{損失電力}}\right)$ を測定するには發電子及界磁線輪に於ける銅損及各鐵心に於ける鐵損を測定せざる可からず. 此等の損失電力を精密に測るには電動機を用ひ發電機に帶結し規定速度にして是を運轉し規定電壓を發生せしめ.發電機の全負荷運轉及無負荷運轉に於ける電動機の運轉に要する電力及其內部に起る損失電力を測るを要し甚だ複雜にして測定容易ならず. 稍精密を欠くも簡單なる方法あり.卽ち試驗發電機に電壓計.電流計.電力計を接續し.其原動機にて負荷なしに規定速度にて運轉し規定電壓を發生せしむれば.發電子には其鐵心を磁化せしむる電流のみ通じて電流計及電力計に現はるべし.是れ鐵心に於ける損失電流及電力なり. 之を測り是に全負荷に於ける電流.發電子の抵抗及界磁の抵抗にて銅損卽ち I^2R の損失電力を算定したものを加へたる者が全損失電力に相當するなれば.是に發電機の出力を加へたるものにて.出力を除し.%にて表はしたるもの全負荷に於ける電氣的能率なり. 種々の負荷に於ける電氣的能率は.負荷を增減して電流及電力を測り.是より銅損の I^2R を算定し.其他の損失電力は大概ね負荷の多少に關係なきに由り.全負荷に於ける能率を算定すると同樣の方法にて.容易に是を算定するを得べし. 以上諸種の試驗に於て負荷には通常第四項に記載せらるると同樣に水抵抗を用ふるものとす.

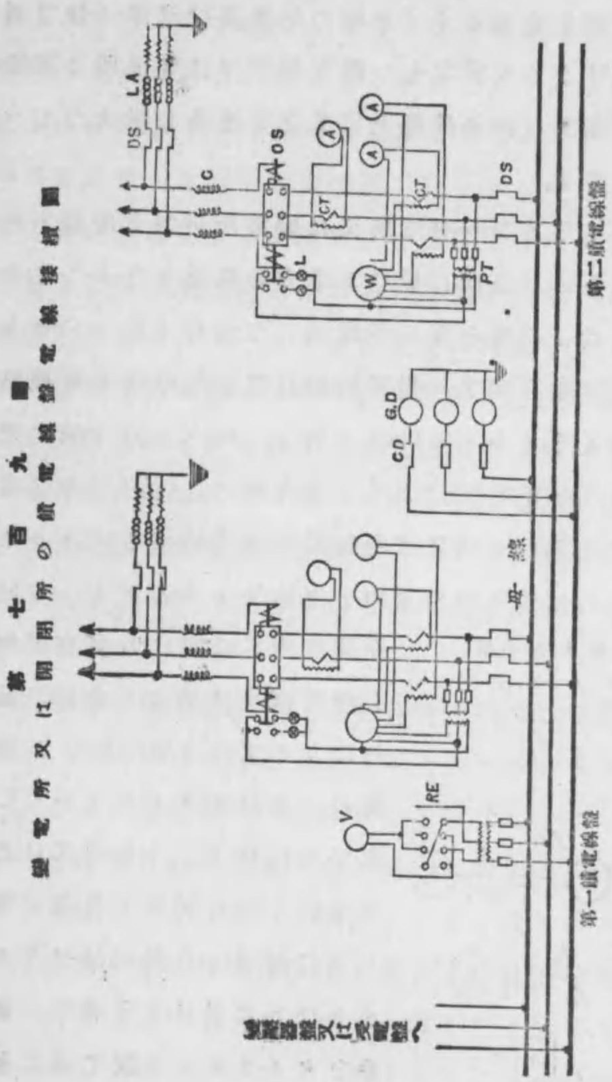
第六項 變電所及開閉所

變電所—變電所は發電所より送電せられたる特別高壓電氣を配電に適する方式に變ずる場所なれば.是に設置するものは遞降變壓器及配電盤並に避

電器等にして.其排列方法は發電所變壓室に於けると大差なきも.其規模大なるときは家屋は二階建又は三階建とし床上に變壓器を階上に配電盤其他の諸器具を設置するものとす。變壓器に水冷油入型を用ふる場合には容易に冷却用水を得らるる場所を撰定せざるべからず.冷却水を變壓器内に循環せしむるには.渦卷喞筒を用ひ.電動機にて是を運轉せしむ。配電盤は受電盤及饋電線盤の一組又は數組より成り.變壓器が二群以上なるときは各群毎に變壓器を司る變壓器盤を設け饋電線盤に接續す。受電盤に備ふる器具は發電所に於ける送電盤に於けるものと同じ。然れども電働開閉器の引外し線輪は働作せしむるに用ふる電流は.規模大なる變電所に於ては特に蓄電池を置きて直流を以てするも.規模小なる場合には.自電働繼電器を用ひ交流にて引外し線輪を働作せしむ.尙開閉器も電働型を用ひず手働型を用ふることあり.耐量小なる開閉器は概ね手働型とす。

第 709 圖は饋電線盤の電線接續の一例を示す.其接續に於ては手働開閉器を用ひ其引外し線輪には繼電器を用ひざるも.耐量大なるものには繼電器を使

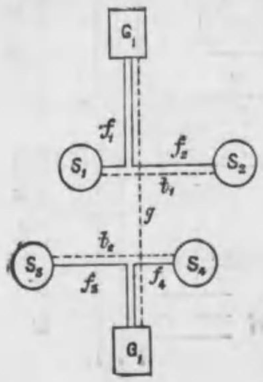
第 710 圖　變電所又は開閉所の饋電線接續圖



用するを普通とす。母線の配置及接續等は發電所に於けるとと大差なし。變電所家屋は發電所と同樣に煉瓦又は鐵筋混凝土にて之を築造し耐火たるべきを要す。

タイライン——發電所又は變電所が二ケ所以上在る場合には,其間に於ける電力の融通を行ふことを得る爲に是等を互に電線路にて連結す.斯くの如き發電所相互間又は變電所相互間を連結する電線路を**タイライン** (Tie Line) と云ふ。例へば第710圖に於てG_1,G_2を發電所S_1,S_2,S_3,S_4を變電所としf_1,f_2,f_3,f_4を送電線とすれば.gは發電所相互間を連結するタイライン.T_1,T_2は變電所相互間を連結するタイラインなり。

第七百十圖
タイライン



今變電所S_1に於ける負荷が增し變電所S_2に於ける負荷が減じたりとすれば,S_1に於ける負荷の一部分をタイラインt_1に依てS_2に移すことを得.又は之と反對にS_2に於ける負荷が增しS_1に於ける負荷が減じたるときは,S_2に於ける負荷の一部分をタイラインに依てS_1に移すことを得るなり.從てt_1に於ける電流の方向は變電所の負荷の狀態に應じ.或る時はS_1よりS_2に向ひ或る時はS_2よりS_1に向ふべし.故に若しタイライン中に故障起り多大の電流流通したるとき之に接續する自働遮斷裝置を動作せしむるには.通常の過負荷繼電器又は逆流繼電器は其用を爲さず.之には差働繼電器を用ひタイラインの兩端に接續する自働遮斷裝置付開閉器の引外線輪に接續せしむるなり。此差働繼電器は瞬間働型とし.電線路中に故障起りたる場合に送電線に接續する過負荷繼電器が働作する前に.先づ差働繼電器働作してタイラインを遮斷し故障より起る災害を送電線に及ばざらしむるものとす。

開閉所——**開閉所**(Switch Station)に次の如く二種あり。

(一) 送電線に故障起りたるとき.其箇所を發見する爲に送電線の一部分宛を遮斷することを得る樣.送電線路中數ケ所に電柱に氣中開閉器を裝置す。送電線が二回路より成るときは一方の送電線に故障起りたる場合に.其負荷を此開閉器に依て他方の送電線に移すことを得て送電上非常に便利なり。此くの如く氣中開閉器

を設置したる箇所を戸外開閉所と謂ふ。

(二) 發電所又は變電所より直接需要者へ配電すること便利ならざる場合に需要の中心に近き一家屋内に受電盤及饋電線盤を設置し發電所又は變電所より送電したる電力を受電盤にて受け電氣方式を變せずして饋電線盤に依て需要者に配電することあり。此くの如く配電盤のみを設置する箇所をも開閉所と謂ふ。

各開閉所には其使用電壓に適應する避雷器を戸内又は戸外に設置す。

發電所變電所及開閉所に於ける點燈——發電所に於ける點燈の電源は勵磁機母線に依らしめ變電所及開閉所に於ては饋電線に特に接續したる變壓器に依らしむ。然れども此等の電源に故障起りたる場合には所内暗黒となる虞あれば豫備として相當の蓄電池を備へ置き電源に故障起りたる場合には自働的に蓄電池より點燈し得る樣設備するを要す。蓄電池を備へるときは平時之に充電する電動發電機又は水銀整流機を設備すること必要なり從て蓄所内の裝置複雜となるを免かれず大規模の發電所又は變電所に非れば通常之れを備へざるなり。若し附近に他の發電所又は變電所存在する場合には是等より送電し得る樣設備し置き自己の電源よりも亦他の發電所又は變電所よりも點燈し得るものとなせば特に蓄電池を設備するに及ばざるなり。

戸外變電所——變電所全工事費を輕減する爲め近來は逓降變壓器斷路器避雷器塞流線輪等を戸外に設置し配電盤のみを屋内に設置することあり之を**戸外變電所**(Outdoor-Substation)と謂ふ。

戸外變電所の構造は使用電壓に由て異なれども一般に變壓器及開閉器は地表面に混凝土臺上に設置しアルミニウム避雷器を用ふる場合には是亦混凝土臺上に設置し塞流線輪斷路器包裝可鎔片其他の器具は鐵枠を組立て適當の高さに是等を取付け出力100「キロヴオルトアムペア」以下の規模小なる場合には鐵塔に棚を設け之に變壓器其他總ての器具を取付け裝置を簡單ならしむ。配電用の器具及計器類は配電盤に取付け別に建設したる配電室に設置す。此方法に於ては戸外に設置する器具は常に雨露に曝さるるを以て絶縁は殊に良好ならざるべからず特に變壓器の口笔の絶縁耐力は規定以上に完全ならざるべからず從て屋内に設置するものに比

し高價なれども大家屋を要せざるに由り總工事費は全部を屋内に設置するものに比し大略70％—80％にて足るのみならず次に記する如き利あり。

(一) 大なる家屋を建設せざるに由り工事期間を短縮す。

(二) 總ての器具が展開せらるゝ爲め監視容易にして些少の異狀をも速かに發見するを得て故障災害を未然に除却することを得るなり。

(三) 油入變壓器又は油入開閉器の失火に際し屋内變電所の場合には其災害が隣室に及ぶことあるも戸外變電所に於ては隣接せる距離の比較的大なる展開せる空中に在るを以て熱の放散速かにして隣接器具に引火せしむることなし。

之に反し戸外變電所には次に示す如き不利とする事項あり。

(一) 各相線間最短間隔は次の如くなるを要す.

電壓(ヴオルト)	22,000	35,000	45,000	70,000	90.000
各相間の間隔(呎)	4	5	6	8	9

從て戸外變電所に要する敷地は屋内變電所に要する敷地より多大なるべし。

(二) 變壓器及開閉器の口管の絶縁耐力が大雨の場合に低下すること甚しく大地に放電する虞なしとせず.從て使用前に嚴重なる注雨絶縁試驗(使用電壓の一倍半に十分間安全に耐ふる)を行ふこと必要なり.

(三) 變壓器其他の器具が直接に氣候の變化を受け雨.雪.寒風.熱き日光に曝露せらるゝ爲め.加熱及冷却共に屋内に設置するものに比し甚大なり.殊に寒國に於ては油の氷結することありて開閉器の動作を不能ならしむることあるべし。炎暑の候に於ては變壓器の油は非常に熱する爲め其耐量を減少せしむることあるべし。此等の影響を少からしむる爲め變壓器及開閉器の外部を白色に塗り熱を反射せしむるものとす。其他各器具共特に戸外用として製作されたるものを使用せざるべからず。

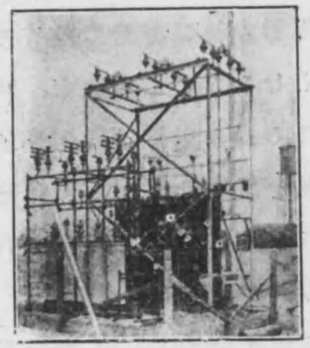
戸外變電所として經濟的に施設せらるべき使用電壓及耐量の最小限度は次に示す如し。

使用電壓(ヴオルト)	戸外變電所の耐量 三相式「キロヴオルトアムペア」
6,600	3
11,000	10

22,000	25
33,000	25
44,000	50
66,000	100
88,000	250
110,000	400

發電所に於ても遞昇變壓器避雷器及其開閉裝置を戸外に設置する方法行はる。

第七百十一圖
戸外變壓所設備の一例



第711圖は戸外變電所の一例を示す變壓器は一次電壓33,000「ヴオルト」二次電壓2,300「ヴオルト」一個の耐量500「キロヴオルトアムペア」なり變壓器以外に設備せらるゝ器具はアルミニウム避雷器斷路器塞流線輪及包裝可鎔遮斷器等なり。

——(完)——

藤田電燈學下卷索引

(イ)

	頁
隱蔽工事	
イー.イー.エフ.クレイトン	Concealed Work 1253
インヂケートル.ダイアグラム	E. E. F. Creighton 1227
インヂエクトル	Indicator Diagram 1454
	Injector 1572

(ロ)

露出工事	Open Work 1253
漏洩電流	Leakage current 1239
爐格	Fire Grate 1399
爐格面積	Grate Area .....
灰落シ用爐格	Discharge Grate 1433
漏斗	Hopper 1433
ロルフ	Rolph 929

(ハ)

配電盤	Switchboard 1292
列盤式配電盤	Panel Type Switchboard 1292
支配盤式配電盤	Benchboard Type Switchboard 1292
車臺式配電盤	Track Type Switchboard 1292
發電機盤	Generator Panel 1296
勵磁機盤	Exciter Panel 1296
送電線盤	Outgoing Panel 1297
變壓器盤	Transformer Panel 1297
全量盤	Total Panel 1298
直接制御配電盤	Direct Control Switchboard 1299
離隔制御配電盤	Remote Control Switchboard 1299
配電盤に於ける器具の位置及接續法	 1364
配電盤に於ける器具の電線接續の例	 1377

		頁
配光曲線	Distribution Curve of Light Intensity	845
反射笠使用に由る配光曲線の變化		907
反射（光の）	Reflection	
正規反射	Regular Reflection	861
帶擴光正規反射	Diffusive Regular Reflection	861
擴光反射	Diffused Reflection	862
反射係數	Coefficient of Reflection	863
反射笠	Shade or Reflector	901
擴照型反射笠	Extensive Reflector	902
强照型反射笠	Intensive Reflector	902
集光型反射笠	Focusing Reflector	902
角度笠	Angled Reflector	910
アイヴアンホー	Ivanhoe Metal Reflector	963
反射と其入射角との關係		867
反射係數と光色との關係		868
配電法(直流)	Electrictric Distribution System	1010
三線式配電法	Three Wire Distribution System	1013
配電線の算定法		1018
並列二線式配電線の算定法		1018
並列三線式配電線の算定法		1023
配電法(交流)		1032
配電電壓及電壓降下		1010,1035
排水管	Draft Tube	1604
排汽管の排列		1659
發電所	Power Station	1645
中央發電所	Central Power Station	1646
自家用發電所	Isolated Plant	1646
發電所の構造		1648
發電所日誌		1698
發電所の位置		1646
發電機の運轉		1677

		頁
直流發電機の並列運轉		1682
交流發電機の並列運轉		1685
發電機の故障及修理		1702
發電機の試驗		1715
發熱の試驗		1716
絕緣耐力の試驗		1719
電壓變動率の試驗		1720
過負荷の試驗		1721
能率及損失電力の試驗		1722
羽口	Tuyeres	1433
馬力	Horse Power	
表示馬力	Indicated Horse Power	1461
實馬力	Brake Horse Power	1462
ハーゼン	Hazen	1590
バウダー	Bauder	868
バーガー	Birgir	1506
バケット	Bucket	1601
パフ	Puff	1488
パッキング	Packing	
カーボン.パッキング	Carbon Packing	1511
水パッキング	Water Packing	1511

(ニ)

入射角	Angle of Incidence	861
二線式	Two Wire System	1008
直流並列二線式	Direct Current Two Wire Parallel System	1008
直流直列二線式	Direct current Two Wire Series System	1008

(ホ)

星形電壓	Star Voltage	1058

		頁
芒狀放電	Brush Discharge	1064
破裂放電	Disruptive Discharge	1065
硼酸アムモニア	Ammonium Borate	1228
保安裝置及接地方法		1126
母線	Bus Bar	1297
勵磁機母線	Exciter Bus	1374
直流母線	D. C. Bus	1374
同期母線	Sychronizing Bus	1374
接地母線	Ground Bus	1374
母線と送電線との接續		1369
喞筒	Pump	
給水喞筒	Feed Pump	1519
複式喞筒	Duplex Pump	1520
ウオーシングトン喞筒	Worthington Pump	1520
排氣喞筒	Air Pump	1529
循環喞筒	Circulating Pump	1529
乾燥排氣喞筒	Dry Air Pump	1530
凝汽喞筒	Condensate Pump	1531
濕潤排氣喞筒	Wet Air Pump	1530
ロータリーポンプ	Rotary Pump	1630
放水路	Tail Race	1597
ホールヂングダウンボルト	Holdingdown Bolt	1675
ホロフェン	Holophane	902
ホプキンソン	Hopkinson	1013
ポーラーダイアグラム	Polar Diagram	845

(ヘ)

閉線輪	Closing Coil	1309
變電所	Substation	1645,1723
戶外變電所	Outdoor Substation	1729
ヘッダー	Header	1394
ヘッドレース	Head Race	1583

		頁
(ト)		
等價燭光	Equivalent Candle Power	836
透明體	Transparent Body	879
透過(光の)	Transmission	
整透過	Regular Transmission	876
不整透過	Irregular Trausmission	876
撒光透過	Diffused Transmission	876
透過と吸收		869
瞳孔	Pupil	885
等照曲線	Equi-luminous Curve	928
投光照明	Flood Lighting	991
投光器	Projector	991
投光器の構造及種類		992
投光器の用途		1000
燈球裝置器具		1275
燈用腕管	Lamp Bracket	1283
燈臺	Lamp Stand	1283
特種工事		1285
同期檢定器	Synchroscope	1360
同期檢定燈	Synchronizing Lamp	1360
取入口	Intake	1583
導水管	Penstock	1590
特有速度	Specific Speed	1620
同期力	Synchronizing Power	1688
ドクトル.アイヴス	Dr. Ives	875
ドクトル.シヤープ	Dr. Sharp	889
ドラム	Drum	1394
マッドドラム	Mud Drum	1395
ドラフトドアー	Draft Door	1399
ドレイン.コック	Drain Cock	1439
ド.ラヴアル	De Laval	1471

		頁
ドレイン.パイプ	Drain Pipe	1656

（チ）

地線	Earth Wire, Ground Wire	1100
架空地線	Overhead Ground Wire	1215
張線器	Draw Vice	1118
釉薬	Glaze	1156
地中函	Manhole	1245
地中電線路の方式		1239
鉛装ケーブル埋設式		1239
埋管式に於けるケーブル敷設工事		1248
暗渠式		1251
地中電線路の絶縁		1251
吊管	Pipe Pendant	1280
調速機	Governor	1451
貯水池	Reservor	1598
直結式	Direct Coupling	1640
チー	Tee	1669

（リ）

力率計	Powerfactor Meter	1297,1317
リスト.プレート	Wrist Plate	1448
リード	Lead	1450

（ル）

ルドウイヒ.モンド	Ludwich Mond	1537

（オ）

屋内電線	House Wire	1254
屋内線路に於ける器具		1263
温水罐	Feed Water Heater	1524

		頁
一次温水罐	Primary Heater	1526
補助温水罐	Auxiliary Heater	1526
横流	Cross Current	1686
オイル.ピュリファイアー	Oil Purifier	1663

（カ）

廻折（光の）	Diffraction	877
角稜	Prism	833
角稜屈折	Prismatic Refraction	884
角稜反射	Prismatic Reflection	834
眼瞼	Eyelid	885
角膜	Cornea	885
硝子球	Globe	501
幹線	Main Line	
市街幹線	Street Main	1011
二次幹線	Secondary Main	1032
加壓用變壓器	Booster Transformer	1091
碍子	Insulator	1113
単碍子	Sing'e Cup Insulator	1113
二重碍子	Double Cup Insulator	1114
三重碍子	Triple Cup Insulator	1114
茶釜碍子	Shackle Insulator	1114
ピン型碍子	Pin Type Insulator	1159
懸垂碍子	Suspension Type Insulator	1159
ポスト型碍子	Post Type Insulator	1171
耐張碍子	Strain Insul tor	1174
ノップ碍子	Knob Insulator	1256
碍子の試験及改頁		1166
架線	Wiring	1118,1173
可鎔線.可鎔片	Wire	1121
包装可鎔片	Enclosed Fuse	1266
退斥可鎔片	Expulsion Fuse	1333

		頁
可鎔遮斷器	Fuse Box, Cut-out	11 3.1263
主幹可鎔遮斷器	Main Cutout	1271
エヂソン式栓型遮斷器	Edison Plug Cut-out	1266
可撓紐線	Flexible Cord	1255
開閉器	Switch	1263
洋刀型兩極開閉器	Double Pole Knife Switch	1267
撥動開閉器	Snap Switch	1268
押釦開閉器	Push Switch	1269
吊下開閉器	Pendent Switch	1269
主幹開閉器	Main Switch	1271
兩極開閉器	Double Pole Switch	1302
單極開閉器	Single Pole Switch	1302
洋刀型開閉器	Knife Switch	1301
三極開閉器	Triple Pole Switch	1303
双投開閉器	Double Throw Switch	1303
單投開閉器	Single Throw Switch	1303
轉換開閉器	Change over Switch	1303
速動開閉器	Quick Break Switch	1303
栓開閉器	Plug Switch	1304
油入開閉器	Oil Switch	1305
氣中開閉器	Air-Break Switch	1305
電力働開閉器	Motor Operated Switch	1308
電磁働開閉器	Solenoid Operated Switch	1308
電働開閉器	Electrically Operated Switch	1308
手働開閉器	Hand Operated Switch	1308
制御開閉器	Control Switch	1306
笠留	Shade Holder	1279
隔壁	Cubicle	1300
開線輪	Opening coil	1309
可搖腕金	Swinging Bracket	1314
瓦斯機關·瓦斯發動機	Gas Engine	1386,1387,1536
瓦斯發動機の速度調整方法		1564

		頁
瓦斯機關及石油機關と蒸汽機關との比較		1568
瓦斯發機の點火裝置		151
瓦斯發動機の表示馬力及能率		1559
瓦斯發動機働作の原理		1550
瓦斯發動機汽筒内の温度の變化		1558
瓦斯發生器·瓦斯發生裝置	Gas Producer	138, 1537
吸入瓦斯發生裝置	Suction Gas Producer	1537
モンド瓦斯發生裝置	Mond Gas Producer	1543
ケルチンゲ瓦斯發生裝置	Koerting Gas Producer	1538
火爐	Furnace	1389
過熱器	Superheater	1396
感熱	Sensible Heat	1412
廻轉輪	Runner	1600
可撓連結	Flexible Coupling	1641
角差	Angular Difference	1695
開閉所	Switch Station	1727
カットオツフ	Cutoff	1452
ガヴアーナー	Governor	1455
ボール·ガヴアーナー	Ball Governor	1455
シヤフト·ガヴアーナー	Shaft Governor	1456

(タ)

		頁
耐張力	Tension	1168
端片	Tip	1265
斷路器	Disconnecting Switch	1312
帶結式	Belt Connection	1640
タービン	Turbine	1600
反動タービン	Reaction Turbine	1610
衝動タービン	Impulse Turbine	1610, 1617
放射流タービン	Radial Flow Turbine	1602
軸流タービン	Axial Flow Turbine	1602
アウトワードフロー·タービン	Outward Flow Turbine	1602

		頁
インワードフロー・タービン	Inward Flow Turbine	1603
フランシス型タービン	Francis Type Turbine	1603
オープン・フリューム型	Open Flume Type	1606
フロンタル型	Frontal Type	1606
スパイラル型	Spiral Type	1606
トウイン・タービン	Twin Turbine	1606
ダブル・トウイン・タービン	Double Twin Turbine	1607
トリプル・トウイン・タービン	Triple Twin Turbine	1607
クロッス型	Cross Type	1608
反動タービン各型の優劣		1613
タービンの能率		1616
タイライン	Tie Line	1726
ダンパー	Damper	1429

(レ)

懸線曲線	Catenary Curve	1186
冷水塔	Cooling Tower	1534
鏈帶	Link Belt	1641
勵磁機の運轉		1684
レトルト	Retort	1433
レリース	Release	1452

(リ)

送電線	Transmission Line	1036
送電方式及送電距離		1036
送電距離		1037
送電及發電方法		1040
送電線の算定		1043
單相交流送電線の算定		1043
多相交流送電線の算定		1055
計算以外に電線の太さを定むる條件		1063
測定器用變壓器及變流器接線法		1321

		頁
ソルダリング.ペースト	Soldering Paste	1120
ソーダスト.スクラッバー	Sawdust Scrubber	1540

(ツ)

通風	Draft	1424
自然通風	Natural Draft	1424
强壓通風	Forced Draft	1428
吸込通風	Induced Draft	1428
通風方	Draft Power	1424

(ネ)

熱機關	Heat Engine	1386
燃料及發熱量		1409
燃料の蒸發力及汽罐の能率		1414

(ナ)

內燃機關	Internal Combustion Engine	1386

(ラ)

雷	Lightning	1202
亂調	Hunting	1458 1692
落差	Head	1572
有效落差	Effective Head	1579
ラムバート	Lambert	839
ランシング	Lansing	929
ラップ	Lap	1450
アウトサイド.ラップ	Outside Lap	1450
インサイド.ラップ	Inside Lap	1450

(ム)

無色體.白體	White Body	862

		頁
無熔金屬	Non-arcing Metal	1220

(ウ)

腕木・腕金	Cross Arm	1105, 1144
ヴェルリア	Verulia	906
ウルツ	Wurts	1220
ヴァルヴ		1406
ストップ・ヴァルヴ	Stop Valve	1406
レリーフ・ヴァルヴ	Relief Valve	1440
スライド・ヴァルヴ	Slide Valve	1443
ピストン・ヴァルヴ	Piston Valve	1444
コーリツス・ヴァルヴ	Corliss Valve	1445
アドミツション・ヴァルヴ	Admission Valve	1446
エキゾースト・ヴァルヴ	Exhaust Valve	1446
グリドアイロン・ヴァルヴ	Gridiron Valve	1446
スロツトル・ヴァルヴ	Throttl: Valve	1455
ポツペット・ヴァルヴ	Poppet Valve	1468
フート・ヴァルヴ	Foot Valve	1522
グローブ・ヴァルヴ	Globe Valve	1655
アングル・ヴァルヴ	Angle Valve	1655
ゲート・ヴァルヴ	Gate Valve	1655
チエツキ・ヴァルヴ	Check Valve	1665
ヴァルヴ・チエスト	Valve Chest	1443
ヴァルヴ・シート	Valve Seat	1443
ヴァルヴ・ロツド	Valve Rod	1443
ヴァルヴ・ギアー	Valve Gear	1446
ヴァルヴ・トラベル	Valve Travel	1448
ヴェーン	Vane	1472
ヴオーター・ジヤツケツト	Waterjacket	1553
ウイリアムス	Williams	1590

		頁

(ノ)

ノツズル	Nozzle	1279

(ク)

屈折(光の)	Refraction	880
屈折角	Angle of Refraction	881
屈折率	Refraction Index	882
空氣室	Air Chamber	1520
抗打工事	Piling	1671
クロスビー・フヒールド	Crosby Field	233
クリート	Cleat	1250
クリツプ	Clip	1263
グループ式	Group System	1272
グランド	Gland	1438
クリアランス	Clearance	1439
クロツス・ヘツド	Cross-Head	1440
クランク	Crank	1440
クランク・シヤフト	Crankshaft	1440
クランク・ピン	Crank Pin	1440
クランク・杆	Crank Rod	1440
クランク・デスク	Crank Disk	1440
クランクピン・サークル	Crank Pin Circle	1442
クツター	Kutter	1587

(マ)

マンウン	Mangin	993
マンホール	Man Hole	1400
マツドホール	Mud Hole	1400

(ケ)

眩光作用	Glare	844, 887

		頁
検出器	Ground Detector	1324
検圧器	Voltage Detector	1331
繼電器	Relay	1339
過負荷繼電器	Overload Relay	1339
逆流繼電器	Reverse Current Relay	1339
差動繼電器	Differencial Relay	1339
過電圧繼電器	Overvoltage Relay	1339
低電圧繼電器	Lowvoltage Relay	1340
瞬間動繼電器	Instantaneous Relay	1340
反時限繼電器	Inverse Timelimit Relay	1340
定時限繼電器	Definite Timelimit Relay	1340
他電動繼電器	Shunt Trip Relay	1342
自電動繼電器	Series Trip Relay	1342
限力リアクタンス	Current Limiting Reactance	1373
原動機	Prime Mover	1385
原動力	Primary Motive Force	1385
ゲーヴゲラス	Gauge Glass	1402
ケント	Kent	1427

(フ)

分岐函	Branch Box	1241
噴射管	Nozzle	1476
負荷線圖	Load Diagram	1697
不等率	Diversity Factor	1699
フェヒネル	Fechner	891
ブレース	Brace	1106
ブリタニアン接機	Britanian joint	1119, 1142
フレ	Deflection	1186
プラグ.クラスター	Plug Cluster	1284
ファイアー.ボックス	Fire Box	1392
ファイアー.ドアー	Fire Door	1399
ファイアー.バー	Fire Bar	1399

		頁
ファイアー.ブリッヂ	Fire Bridge	1399
ブロー.オフ.コック	Blow- ff Cock	1401
プライミング	Priming	1407
ブレード	Blade	
可動ブレード	Movable Blade	1484
可動ブレド輪	Movable Blade Wheel	1484
導ブレード	Guide Blade	1483
導ブレード輪	Guide Blade Wheel	1483
フレドリック.リユングストレーム	Fredrick Ljung Stroem	1506
プラニメートル	Planimeter	1560

(コ)

光度	Light Intensity	835
光束	Light Flux	835
光束密度	Flux Density of Light	838
光束の計算		847
固有輻射	Specific Luminous Radiation	838
固有光輝	Brightness	839
正規固有光輝	Normal Brightness	839
黒體	Black Body	862
虹彩	Iris	885
交流回路に於ける電壓の調整		1090
抗壓力	Compression	1168
固有イムピーダンス	Natural Impedance	1209
固有振動の周期及周波数		1207
固定連結	Rigid Coupling	1640
コロナ	Corona	1065
コロナ發現の極限電壓	Critical voltage o Corona	1066
破烈極限電壓	Disruptive Critical Voltage	1067
コンネクチング.ロッド	Connecting Rod	1450
コムプレッション	Compression	1453
コーク.スクラッバー	Coke Scrubber	1540

(エ)

		頁
煙管	Fluetube	1388
煙突	Chimney	1424
煙突の構造		1429
煙道	Fluepassage	1424
堰流測法	Weir Measurement	1578
エフ.ダブリユー.ピーク	F. W. Peek	1227
エヌ.エー.ルージー	N. A. Lougee	1233
エキゾースト.ポルト	Exhaust Port	1438
エキセントリック	Eccentric	1447
エキセントリック.シーヴ	Eccentric Sheave	1447
エキセントリック.ストラップ	Eccentric Strap	1447
エキセントリック.ロッド	Eccentric Rod	1447
エー.エム.ラトー	A. M. Rateau	1497
エキゾースト.メイン	Exhaust Main	1659
エキゾースト.ヘッド	Exhaust Head	1660
エルボー	Elbow	1669

(テ)

		頁
點光源	Point Source of Light	835
電壓の降下	Voltage Drop	1010
電壓線	Pressure Wire	1012
電氣容量の影響		1078
電線路	Electric Line	1094
屋外電線路	Outdoor Electric Line	1094
屋内電線路	Indoor Electric Line	1094
送電線路	Electric Transmission Line	1094
配電線路	Electric Distribution Line	1094
架空電線路	Overhead Line	1094
地中電線路	Underground Line	1094
低壓電線路	Low Tension Line	1104
高壓電線路	High Tension Line	1095
特別高壓電線路	Extra High Tension Line	1095
電柱	Pole	1097, 1139
電柱昇降器	Hole Climber	1101
電柱建設		1107
鐵塔	Steel Tower	1147
鐵筋混凝土柱	Reinforced Concrete Pole	1154
電線の交叉	Transposition	1179
電話の施設		1192
電話線に於ける誘導作用		1193
電話線に於ける誘導作用防止方法		1197
電壓計.電流計及電力計		1311
電氣動搖	Surging	1204
電撃	Lightning Stroke	1206
轉子	Roller	1240
滴散冷水池	Spray Cooling Pond	1534
滴散噴射管	Spray Nozzle	1535
テールレース	Tail Race	1583
テムプレート	Templete	1675

(ア)

		頁
暗體	Opaque Body	869
壓力	Pressure	1387
壓力計	Pressure Gauge	1387
壓力計壓力	Gauge Pressure	1388
絶對壓力	Absolute Pressure	1388
安全辨	Safety Valve	1403
デッドウエート.セーフチー.ヴアルヴ	Dead Weight Safety Valve	1405
リヴアー.セーフチー.ヴアルヴ	Lever Safety Valve	1405
スプリング.セーフチー.ヴアルヴ	Spring Safety Valve	1405
油入開閉器	Oil Switch	1335
自働油入開閉器	Automatic Oil Switch	1335

		頁
非自動油入開閉器	Non-automatic Oil Switch	1335

(サ)

散光	Diffused Light	843
三線式	Three Wire System	1008
陽極線	Positive Wire	1009
陰極線	Negative Wire	1009
中性線	Neutral Wire	1009
外線	Outer Wire	1009
並列三線式に於ける特別裝置		1014
刷子形器	Brush Jig	1706
サッドル	Saddle	1263
サイトフヒード.リユーブリケートル	Sightfeed Lubricator	1459
サイクル	Cycle	1550
オツトー.サイクル	Otto Cycle	1550
四サイクル式	Four Cycle System	1554
二サイクル式	Two Cycle System	1554
サージ.タンク	Surge Tank	1638

(キ)

饋電點	Feeding Point	1011
饋電線	Feeder	1011
均壓器.均壓線	Equalizer	1012, 1379
一次饋電線	Primary Feeder	1032
汽罐	Boiler	1387
罐胴式汽罐	Cylindrical Boiler	1388
コルニツシユ式汽罐	Cornish Boiler	1391
ランカシアー式汽罐	Lancashire Boiler	1391
煙管式汽罐	Fire Tubular Boiler	1391
レターン.チユーブ式汽罐	Return Tubular Boiler	1391
機關車式汽罐	Locomotive Boiler	1392
舶用式汽罐	Marine Type Boiler	1393

		頁
水管式汽罐	Water Tube Boiler	1394
バブコツク.ウヰルコツクス式汽罐	Babcock; Wilcox Boiler	1394
スターリング.汽罐	Stirling Boiler	1397
ハイネ汽罐	Heine Boiler	1397
ルーツ式	Roots Type	1397
ニクロース式	Nichrose Type	1397
各種汽罐の比較		1407
汽罐の力	Boiler Power	1418
汽壓	Steam Pressure	1387
平均實効汽壓	Mean Effective Pressure	1461
背汽壓	Back Pressure	1462
最初の汽壓	Initial Pressure	1461
汽壓計	Pressure Gauge	1403
汽機	Steam Engine	1387
單筒汽機	Simple Engine	1436
二聯成汽機	Compound Engine	1436
三聯成汽機	Triple Expansion Engine	1437
直立汽機	Vertical Engine	1437
橫置汽機	Horizontal Engine	1437
不凝縮汽機	Noncondensing Engine	1437
凝縮汽機	Condensing Engine	1437
高速汽機	High Speed Engine	1437
低速汽機	Slow Speed Engine	1437
タンデム.コムパウンド	Tandem Compound	1465
クロッス.コムパウンド	Cross Compound	1465
單流汽機	Uniflow Engine	1467
汽機の構造		1437
汽機の撰定		1465
汽罐及汽機の配置		1651
汽筒	Steam Cylinder	1435
給炭機	Mechanical Stoker	1432
下方給炭機	Underfeed Stoker	1433
凝汽機	Condenser	1437, 1528

		頁
噴射凝汽機	Jet Condenser	1528
表面凝汽機	Surface Condenser	1529
氣化室	Vaporizer	1565
汽管		1654
主幹汽管	Steam Main	1654
補助主幹汽管	Auxiliary Steam Main	1655
汽管及水管の排列		1653
給水管の排列		1662
基礎	Foundation	1670
混凝土基礎	Concrete Foundation	1672
煉瓦基礎	Brick Foundation	1673
基礎と地質との關係		1670
基礎ボルト	Foundation Bolt	1675
キヤパシチー.サスセプタンス	Capacity Susceptance	1081
キンク	Kink	1118
ギルピン	Gilpin	868

(ユ)

有色體	Colored Body	862
誘導電壓調整機	Induction Potential Regulator	1091

(メ)

減色レンズ	Achromatic Lense	885
眼の構造		885
眼の調節作用		886
眼の感度	Sensibility	891
眼の生理的保護方法		898

(シ)

照明	Illumination	839
照明能率	Efficiency of Illumination	841,928,930

		頁
照明の均一度	Uniformity of Illumination	842
全照明	Total Illumination	914
直角照明	Normal Illuminaiion	914
垂直照明	Vertical Illumination	914
局部照明	Local Illumination	936
直接照明	Direct Illumination	936
間接照明	Indirect Illumination	936
半間接照明	Semi-indirect Illumination	936
點光源の照明計算		913
多數發光體の照明計算		918
壁及天井よりの反射に由る照明の影響		924
室内照明計算の基礎公式		934
照明の方式		935
標準照明		944
照明の設計		947
室内照明設計上の注意事項		955
塵埃に因る照明の減少		974
戸外照明		977
照明工學	Illuminating Engineering	833
照明工學上の諸定量		834
照明計	Illuminometer	1001
シヤープ・ミラー照明計	Sharp Millar Illuminometor	1002
ウエーベル照明計	Weber Illuminometer	1004
焦點距離	Focal Distance	995
充電電流	Charging Current	1081
鐵線	Barbed Wire	1100
昇降用足掛釘	Pole Step	1101
支線	Stay	1108
弓張支線	Martingale	1111
支柱	Strut	1110
弛度	Sag, Dip	1180, 1118
遮斷子	Catch Holder	1121

		頁
刺透電壓	Puncture Voltage	1168
樹枝式	Tree System	1272
自在吊	Cord Adjuster	1279
刃	Blade	1301
周波數計	Frequency Meter	1319
自働遮斷器	Automatic Circuit Breake	1333
電磁自働遮斷器	Electromagnetic Circuit Breaker	1333
低電壓自働遮斷器	Low Voltage Circuit Breaker	1335
蒸汽機關	Steam Engine	1386
受熱面積	Heating Surface	1389, 1420
蒸汽	Steam	1412
飽和蒸汽	Saturated Steam	1412
過熱蒸汽	Superheated Steam	1412
蒸汽の全熱量	Total Heat of Evaporation	1413
蒸發力	Evaporative Power	1414
蒸發係數	Factor of Evaporation	1418
死點	Dead Point	1442
蒸汽タービン	Steam Turbine	1470
反動タービン	Reaction Turbine	1474
衝動タービン	Impulse Turbine	1474
アキシアル.タービン	Axial Turbine	1474
ラヂアル.タービン	Radial Turbine	1474
アウトワードフロー.タービン	Outwardflow Turbine	1474
インワードフロー.タービン	Inwardflow Turbine	1474
高壓タービン	High Pressure Turbine	1474
低壓タービン	Low Pressure Turbine	1510
混壓タービン	Mixed Pressure Turbine	1510
ド.ラヴアル.タービン	De Laval Turbine	1475
多段式タービン	Multistage Turbine	1480
ウエスチングハウス.パーソンスタービン	Westinghouse Parsons Turbine	1481
カーチス.タービン	Curtis Turbine	1490
複式衝動型タービン	Compound Impulse Turbine	1496

		頁
合成衝動型タービン	Combined Impulse Turbine	1496
ラトー.タービン	Ratean Turbine	1501
テリー.タービン	Terry Turbine	1504
スタール.タービン	Stahl Turbine	1505
蒸汽タービン働作原理		1471
蒸汽タービンの性狀		1512
蒸汽タービンと汽機との比較		1514
眞空計	Vacuum Gauge	1530
沼氣	Marsh Gas	1537
ヴェー.エル.アール.ヘイデン	J. L. R. Haydon	1227
シーリング.ブロック	Ceiling Block	1275
シーリング.ロセット	Ceiling Rosette	1275
シャンデリア	Chandelier	1282
シー.エー.パーソン	C. A. Parson	1471
シー.チー.カーチス	B. T. Curtis	1490

(ヒ)

光の色	Color of Light	872
固有色	Actual Color	872
皮相色	Appparent Color	873
冷光	Cold Light	897
温光	Warm Light	897
光の可視範圍		884
引込線	Service Wire	1011
避雷器	Lightning Arrester	1213
射水避雷器	Waterjet Arrester	1214
角形避雷器	Horntype Lightning Arrester	1216
多隙避雷器	Multigap Lightning Arrester	1219
グレーデッド.シャント避雷器	Graded Shunt Lightning Arrester	1220
アルミニウム液槽避雷器	Aluminium Cell Lightning Arrester	1227

		頁
電解避雷器	Electrolytic Lightning Arrester..	1227
電磁吹消型避雷器	Magnetic Blowout type Lightning Arrester	1 57
酸化膜避雷器	Oxide Film Lightning Arrester	12 4
引込函	Service Box	1250
紐線ペンダント	Cord Pendant	1 80
表示燈	Pilot Lamp 1297,	1311
引外線輪	Tripping Coil	1311
ヒーロー	Hero	1470
ピストン	Piston	1436
ピストンロッド	Piston Rod	1436
ピストンリング	Piston Ring	1438
平衡ピストン	Balancing Piston	1485

(モ)

網膜	Retina	885
モルター	Mortar	1673

(セ)

線損	Line Loss	1010
接地	Ground Connection	1117
線路遮断器	Line Switch	1125
剪断力	Shearing Force	1168
靜電放電器	Static Discharger	1214
絶縁隔子	Insulating Spacer	1228
接續函	Joint Box	1241
線樋工事	Moulding Work	1259
線樋	Conduit	1261
接續栓	Attaching Plug	1283
栓受	Receptacle 1284,	1304
制御回路	Controlling Circuit	1311

		頁
石油機關.石油發動機	Oil Engine 1386,	1565
ディーセル.石油發動機	Diesel Oil Engine	1566
石油發動機の點火裝置.速度調整方法及能率		1568
潛熱	Latent Heat	1412
節炭機	Fuel Economizer	1525
尖頭負荷	Peak Load	1697

(ス)

水力機關	Hydraulic Engine	1386
水壓	Water Pressure	1387
水壓計	Water Pressure Gauge	1401
水力の利用		1571
水力の測定		1573
水力の計算		1579
水路工事一般		1580
水路		1581
水槽	Forebay	1588
水車	Water Wheel	1599
アンダーショット水車	Undershot Water Wheel	1599
オヴァーショット水車	Overshot Water Wheel	1599
ブレスト水車	Breast Water Wheel	1 99
ペルトン水車	Pelton Wate Wheel	1603
水槌作用	Water Hammer Effect	1636
水量計	Water Gauge	1654
水力機の速度調整		1624
ステープル	Staple	1100
ストラップ	Strap	1114
スリーヴ	Sleeve	1174
スキンア	Swing	1126
スモーク.ボックス	Smoke Box	1392
スケール	Scale	1490
スタッフィンア.ボックス	Stuffing Box	1438

明治三十七年一月一日　第一版發行
明治三十八年一月十六日　增訂第一版發行
明治三十二年十一月十三日　增訂第二版發行
明治四十年十二月十八日　增訂第三版發行
明治四十三年十月二十日　增訂第四版發行
大正二年二月二十五日　再訂第一版發行
大正十一年十一月一日　再訂第一一版印刷

著作者　藤田經
發行者　東京市京橋區南金六町六番地　合資會社電氣之友社代表者　加藤木重教
印刷者　東京市京橋區弓町十二番地　中村信爾
印刷所　東京市京橋區弓町十二番地　千代田印刷株式會社

東京市京橋區南金六町六番地（新橋際）　合資會社　電氣之友社　電話銀座二四八五番　振替貯金東京二二〇三番
大阪市北區堂島中二丁目三番地　大阪出張所　電話北一九〇六番　振替貯金大阪三三五四八番

再訂第一版藤田電燈學下卷

定價金六圓

	頁
スチーム.ポルト	
スチーム.ヴャッケツト	
ステップ.ベアリング	
ストレーナー	
スクレーパー	
ストローク	
サクション.ストローク	
コムプレッション.ストローク	
エッフェクチーヴ.ストローク	
エキゾースト.ストローク	
スライヂング.スリーヴ	
スタンドパイプ	
スチーム.セパレートル	
Steam Port	1438
Steam Jacket	1439
Step Bearing	1495
Strainer	1522
Scraper	1527
Stroke	1553
Suction Stroke	1553
Compression Stroke	1553
Effective Stroke	1554
Exhaus Stroke	1554
Sliding Sleeve	1631
Stand Pipe	1638
Steam Separator	1657

工學士 藤田經定君著

藤田電燈學

上卷 定價金參圓　中卷 定價金貳圓

目次

◎電氣學の大意 ○電位差及起動力 ○電流 ○電池 ○電氣抵抗 ○單位 ○導體及絕緣體 ○コンダクタンス導電率 ○オーム法則 ○並列接續法、直列接續法、合成抵抗 ○分岐電流 ○キルヒホツフの法則 ○電池接續法 ○電流の作用 ○磁氣作用 ○筒線輪及電磁石 ○電流に由て生ずる磁氣の强さ ○鐵の導磁率 ○ヒステリシス渦流 ○磁氣回路 ○誘發起電力 ○磁界内の電線に働く力 ○誘導作用 ○蓄電器 ○電力 ○電流の發熱作用

◎電線 △電線の種類及性狀 ○電線の性質 ○線番號 ○電流の性狀 ○抵抗線 ○燃線 △被覆電線 ○木線被覆線 ○護謨被覆線及ケーブル △電線に於ける溫度上昇及安全電流 ○導體に於ける電流の發熱作用 ○電線に於ける溫度上昇 ○安全電流 ○地中ケーブルの安全電流

◎直流發電機 △發電機の原理 ○發電の理 △直流發電機の性狀 ○發電機の種類 ○發電機の起電力 ○發電機の端子電壓 ○發電機の出力 ○發電機の發熱及耐量 ○發電機ノ端子電壓と廻轉速度 ○發電子の反作用 ○補極發電機 ○發電機の損失及能率 ○特性曲線 △直流發電機の構造 ○界磁 ○發電子の構造 ○發電子線輪の捲法 ○整流子 ○刷子 ○臺板及軌條 ○自働給油裝置 ○直流發電機の實例

◎交流發電機 △交流 ○交流の波形曲線 ○交流の性質 ○交流の表皮作用 ○交流の誘導作用 ○ヴエクトル圖 ○交流の容量作用 ○合成イムピーダンス ○交流回路に於ける電力 ○多相交流回路に於ける結線法並に其電壓及電流 ○多相交流回路に於ける電力 △交流發電機の性狀 ○交流發電機 ○交流發電機の種類 ○交流發電機の起電力 ○交流發電機の端子電壓 ○交流發電機の電壓調整法 ○チリル自働電壓調器 ○勵磁機 ○發電子の反作用 ○交流發電機の出力及耐量 ○交流發電機の端子電壓及周波數 △交流發電機の構造 ○交流發電機の發電子線輪の捲法 ○交流發電機の構造

◎變壓器 ○變壓器の原理 △變壓器の構造 ○變壓器の線輪 ○變壓器の鐵心 ○絕緣 △特種の變壓器 ○特別の變壓器 ○不變電流變壓器 ○單捲變壓器 ○續電線電壓調整器 ○變流器 △變壓器の性狀 ○完全なる變壓器の性狀 ○變壓器の電壓及電流の關係 ○變壓器の出力耐量及力率 ○變壓器に於ける損失 ○變壓器の能率 ○變壓器の冷却法 ○變壓器の乾燥法 ○電壓變動率 ○變壓器性狀の標準 △變壓器の接續法 ○單相式接續法 ○二相式接續法 ○三相式接續法 ○二相式を三相式に變相する接續法 ○三相變壓器 △特別高壓變壓器端子の絕緣 ○特別高壓變壓器端子の絕緣 ○蓄電器型口管 ○コロナ現象 △變壓器の取扱法及試驗 ○變壓器の取扱法 ○絕緣耐力の試驗 ○負荷試驗及發熱試驗 ○電力變動率の測定 ○鐵損及勵磁電流の測定 ○銅損の測定 ○能率の測定 ○極性の試驗 ○絕緣油の絕緣耐力試驗 ○絕緣油の乾燥法

◎變流機及整流機 變流機の分類 ○整流機の分類 ○廻轉變流機 ○廻轉變流機の原理及分類 ○廻轉變壓機の電壓及電流の關係 ○廻轉變流機發電子の反作用 ○廻轉變流機の電壓調整 ○廻轉變流機發電子に通ずる電流及發熱 ○廻轉變流機の供給交流回路への接續 ○廻轉變流機の能率及力率 ○廻轉變流機の構造 ○廻轉變流機の起動法 ○逆變流機 △縱續變流機 ○縱續變流機の構造及作用 ○縱續變流機の廻轉速度 ○縱續變流機と他の變流機との比較 ○縱續變流機の起動法 △水銀蒸氣整流 ○水銀蒸氣整流器の原理 ○水銀蒸氣整流器の構造及働作 ○水銀蒸氣整流器の能率 ○水銀蒸氣整流器の耐量 ○水銀蒸蒸氣整流器の用途 ○不變電流水銀蒸氣整流器(於上上卷)

◎測定器 △測定器の分類 ○測定器の分類 △電流計及電壓計 ○電流計及電壓計の一般 ○電磁型電流計及電壓計 ○電力型電流計及電壓計 ○電熱型電壓計 ○靜電型電壓計 ○電氣化學型電流計 ○測定器附屬器具 ○電力計 ○指示電力計 ○直流積算電力計 ○交流積算電力計 ○三相交流電力測定方法 ○積算電力計の回路接續法 ○積算電力計目盛の試驗 ○逓信省承認積算電力計 ○最大負荷表示器 ○電壓計又は電流計を用ひ交流電力を測定する方法 ○自記測定器 ○構造 ○ブリストル自記測定器 ○セネラル電氣會社自記測定器 ○ウエスチングハウス自記測定器 ○抵抗測定器 ○抵抗測定器の分類 ○ホイートストンブリッヂ ○メッガー ○シルヴアーメソン、テスチングセット ○ブリッヂメッガー ○特種の抵抗測定方法 ○オッシログラフ ○オッシロブラフ ○ダッデル、オッシログラフ

◎蓄電池 ○蓄電池の構造及種類 ○蓄電池の起源 ○蓄電池の構造及種類 ○鉛蓄電池 ○極板の比較 ○鉛蓄電池の性狀 ○イオン說 ○鉛蓄電池に於ける化學作用 ○鉛蓄電池の起電力 ○鉛蓄電池の内部抵抗 ○成極作用 ○鉛蓄電池の充電及放電 ○自然放電及電壓回復 ○充電及放電電流の密度 ○蓄電池の容量 ○鉛蓄電池に起る障害 ○鉛蓄電池極板の壽命 ○硫酸の選定 ○鉛蓄電池の取扱及据付 ○原充電 ○稀硫酸の製法 ○電池室 ○鉛蓄電池使用取扱上の心得 ○鉛蓄電池の用途 ○鉛蓄電池の用途 ○發電機の補助としての蓄電池 ○緩衝用蓄電池 ○鉛蓄電池の電壓調整方法 ○抵抗に由る蓄電池電壓調整方法 ○端電池に依る蓄電池電壓調整方法 ○加減壓機に依る蓄電池電壓調整方法 ○鉛蓄電池容量の決定及鉛蓄電池の得失 ○エヂソン蓄電池 ○エヂソン蓄電池の構造及種類 ○エヂソン蓄電池内の化學作用 ○エヂソン蓄電池の性狀

◎白熱燈 ○電燈一般 ○燈火の發達 ○電氣勢力に由る光の輻射 ○輻射の法則及發光能率 ○電燈の種別 ○光の色及波長 ○光度の單位及標準燈 ○英國標準蠟燭 ○獨國標準蠟燭 ○光束及照明 ○光度計 ○發光體の格定 ○積算光度計 ○炭素纖條白熱燈 ○白熱燈の沿革及炭素纖條白熱燈 ○炭素纖條白熱燈球の製造 ○炭素纖條 ○炭素纖條の製造 ○炭化法 ○纖條封入前の準備 ○纖條封入及燈球の完成 ○承口 ○炭素纖條白熱燈の性狀 ○光の分配 ○電球の種類 ○發光能率 ○白熱燈の能率及壽命 ○白熱燈の燭時及燈球使用上の注意 ○電壓の調整 ○金屬化纖條白熱燈 ○金屬化纖條白熱燈 ○金屬化纖條白熱燈の性狀 ○ヘリオン白熱燈 ○ネルンスト燈 ○ネルンスト燈 ○ネルンスト燈の構造 ○ネルンスト燈の性狀 ○オスミウム白熱燈 ○オスミウム白熱燈 ○オスミウム白熱燈の性狀、○タンタラム白熱燈 ○タンタラム白熱燈 ○タンタラム白熱燈の性狀 ○タングステン白熱燈 ○タングステン及タングステン白熱燈 ○タングステン鏃 ○タングステンの製法 ○タングステンの性質 ○タングステン纖條の製造方法 ○タングステンの白熱燈球 ○タングステン白熱燈の性狀 ○タングステン纖條の變化 ○タングステン白熱燈の光の分配 ○タングステン白熱燈の能率及壽命 ○各種白熱燈の比較 ○能率及壽命 ○燭光及消費電力 ○纖條の熔解溫度 ○格定電壓及燭光 ○纖條の强さ ○原料 ○窒素電燈 ○窒素電燈の沿革 ○窒素電燈の性狀 ○窒素電燈の種類及用途 ○白熱電燈の發達及將來

◎光弧燈 ○弧光及弧光燈 ○弧光 ○交流弧光 ○弧光燈の種類 ○弧光燈の調整裝置 ○炭素弧光燈 ○炭素弧光燈の種類及構造 ○炭素弧光燈の種類 ○直流開放弧光燈 ○交流開放弧光燈 ○並列直流閉鎖弧光燈 ○並列交流閉鎖弧光燈 ○直列閉鎖弧光燈 ○弧光燈の設置 ○探照燈 ○炭素棒 ○炭素弧光燈の性狀 ○弧光の長さと電壓及電流との關係 ○弧光の安定 ○炭素弧光燈の光の分配 ○炭素弧光燈の能率 ○發熖弧光燈 ○發熖弧光燈 ○發熖弧光燈の構造 ○炭素棒及光の色 ○發熖弧光燈の性狀 ○閉鎖發熖弧光燈 ○發光弧光燈 ○發光弧光燈 ○磁鐵弧光燈の性狀 ○チタニウム、カーバイド弧光燈 ○水銀蒸氣電燈 ○水銀蒸氣電燈の起源 ○水銀蒸氣電燈の構造 ○水銀蒸氣電燈の性狀 ○石英管水銀蒸氣電燈 ○ムーア管電燈 ○ムーア管電燈の構造 ○ムーア管電燈の性狀 ○ネオン管電燈(以上中卷)

合資會社 電氣之友社發行電氣書

工學士 藤田經定君著

大增訂 藤田電燈學

內容一新大增訂發賣

菊判洋裝上・中・下三冊

上卷 紙數四百六十八頁 挿圖百三十種 定價三圓 郵稅二十七錢

中卷 紙數四百五十頁 挿圖百六十種 定價金三圓 送料二十七錢

下卷 紙數千頁 挿圖百數十種 定價金六圓 送料卅六錢

本書は藤田工學士が苦心研鑽一大心血を濺ぎし著述にして初版發行以來版を重ぬること八各版毎に增訂を加へ內容を一新したれば電燈電力については殆んど完璧の書たりとの好評湧くが如く洛陽の紙價を高からしめし觀ありたり然るに著者は電氣界の進展に伴ひ更に大改訂を爲すの必要ありとし渾身の熱血を傾注して之れが改訂に從事すること數年今回漸く全部の大改訂增補を完成す、內容の豐富、挿圖の多數、紙數の增加等面目全く一新し殆んど全部稿を新にせり電氣修學者の眞師、技術者電氣關係會社社員諸氏の好伴侶たるは勿論電燈電力について知らんと欲するの諸士は必ず本書を座右に備へざる可からず

上卷目次（第一章 電氣學の大意 第二章 電線 第三章 直流發電機 第四章 交流發電機・第五章 變壓器 第六章 變流機及整流機

中卷目次（第七章 測定器 第八章 蓄電池 第九章 白熱燈 第十章 弧光灯

下卷目次（第十一章 照明 第十二章 電力分配法 第十三章 電線路 第十四章 配電盤 第十五章 原動機 第十六章 發電所及變電所

廣島高等工業學校教授 久保進君著

發電所及原動機

（下卷（水力）近刊）

菊判洋裝 全二冊

紙數五百八十頁 挿圖三百十種 定價二圓 送料二十七錢

著者曩に發電所設計を公にするや大に好評を博し初版再版忽ちにして賣盡せり其後久しく賣切の爲之れが發行を促さるゝ事數次然れども著者は全部稿を改め之れを公にせんと欲し多年研究せる全力を傾注し熱心之れに當ること約二箇年にして本書の稿成り上梓するに至る發電所及原動機について講述極めて親切丁寧如何なる初學者と雖も一讀して之を了解し易からしむ故に本書は發電所に關する最新の學術及實際上の知識を得んと欲するには極めて眞師友たり

東京帝國大學教授 工學博士 鯨井恒太郎君著

電力輸送配電法

賣切改訂中

スタインメッツ博士原著 東京電燈株式會社技師 工學士 野村孝君譯

簡易 高壓送電理論講義

賣切重版近刊

合資會社 電氣之友社發行電氣書

矢作水力電氣株式會社技師長工學士 小山柳一君著

小山 水力電氣

菊判洋裝 全三冊

上卷 中卷 改訂中

下卷 紙數五百頁 挿圖七十種 定價四圓 送料貳拾七錢

著者が多年專心努力に成れる本書は―水力電氣の最良なる―企業案內、修學の眞師、經營の伴侶、工事の手引にして眞に水力電氣に關する一大寶典たり主要目次左の如し

―水力工事總論―水力―概說―力の性狀―仕事―馬力―勢力―水力に依る馬力―水力工事一般の說明―概說―各說―企業の順序＝概說―出願の手續―出願の準備―水の性狀及作用―性狀―天然水―地質に及ぼす水の作用―靜水學―動水學―流量＝概說―流量の狀況―水位―流速―水量の測定―概說―流量と使用水量との關係―他に引用する水量―水路にて失はるゝ水量―貯水―貯水池―貯水源涵養―使用水量と水源との關係―造林―落差・概說―落差の利用―落差の測定―工事用材料―概說―石材―モルタル―混凝土―鐵筋混凝土―木材（以上上卷）

堰堤―魚道―堰堤の種類―積石堰堤―瓦疊堰堤―混凝土堰堤―土堰堤―入堰堤―鐵堰堤―岩屑堰堤―鐵筋混凝土堰堤―可動堰堤―弧狀堰堤―附屬設備―取入口―取入口の種類―貯水池取入口―河川に於ける取入口―水路＝概說―水路一般―開渠―隧道―暗渠―水路橋―水路管―概說―水槽―水槽設備―導水管―概說―導水管の大きさ―鐵製導水管―導水管留管及受臺―空氣管―原動機及び附屬裝置―水車一般―水車―水車の構造―吸水管―自動調整裝置―水車の配置（以上中卷）

電氣工事―總論―出願―發電所―送電線路―變電所―電線路―保備―火力發電所―總論―貯水池と火力發電所との比較―火力原動機―工事仕樣及契約書―總論―水路―水管―發電所機械―電線路―維持營業―電力の應用―料金制度―事務及工務記帳樣式―積立金―技術家と事務家―官公私營論（以上下卷）

遞信省水力課長 工學博士 中山秀三郎先生序

遞信技師 眞隅隆介君著

發電水量

菊判假裝 全二冊

上篇 定價金貳圓五拾錢 送料金拾參錢

下篇 定價金貳圓五拾錢 送料金拾三錢

我國諸般の工業は世界大戰の影響を受けて益々發達し來れると同時に最も低廉にして最も豐富なる電力の供給を望むこと愈切なるに至れり而して發電水力の開發利用は此の要求を滿足せしむる最良の方法たり、而も之が爲には利用水量の決定を最も慎重になさゞる可らず然るにこれが指針とすべき參考書の公刊せられたるもの無く當事者の常に遺憾とせし所なり此の時に當り多年職を遞信省に奉じ專ら本邦發電水力調査事業に當れる著者は其學識と經驗とを傾注し執筆以來數年にして漸く本書を公にす本書は流水に關する概念より河川流量測定の方法其他貯水池に關する事等を詳述し一々實例を擧げ實地の應用に重きを置く、說明平易的確容易に諒解するを得實に近來稀れに見るの好著たるは遞信省より數百部御買上を蒙れるに依りても之れを知るべし

照明學會編纂

第一回 照明講演集

菊判洋裝 挿圖二百個 紙數五百餘頁
全一冊 定價貳圓七拾七錢 送料貳拾七錢

目次

開會の辭 工學博士 山川健次郎君
光の發生 工學博士 鯨井恒太郎君
光學單位及光力標準卷 工學士 清水與七郎君
照明單位及術語 內坂素夫君
電燈 工學士 密田眞太郎君
電燈配線 工學士 野村孝君
光力測定及測定器 工學士 高津清君

照明學會編纂

第二回 照明講演集

開會の辭 工學博士 中原岩三郎君
光學單位及光力測定 工學士 高津清君
光學器具一般 理學博士 中村清二君
建築と照明 工學博士 松井清定君
光の醫學的作用 醫學博士 藤浪剛一君
光の發生 工學士 井嚴也君
照明と電燈營業 理學士 荻原參吉君
屋外照明 工學士 太田二郎君
室內照明 工學士 石川安太君
色の配合 文學士 菅原敎造君
電燈及電燈器具 工學博士 青柳榮司君
開會の辭 工學博士 中原岩三郎君
照明と物理心理、生理、建築等、との關係 內坂素夫君
光束配光及照明の計算 久保鴻君
電燈器具 吉岡美勝君
屋外照明 工學士 太田二郎君
室內照明 工學士 石川安太君
開會の辭 工學博士 中原岩三郎君

理學士 山本勇君講述

電氣の應用と其本體

四六判假製 定價金五拾五錢
全一冊 郵稅金四錢

工學士 福田豐君著

再訂第一版 電燈及照明

上卷 菊判洋裝 挿圖二百八十種 紙數六百頁 定價金貳拾七錢 送料金壹錢

晩近電氣學術の進歩著しく從つて之が應用事業は刻々に改善せられ殊に電燈及照明に關する學術の發達と之れが應用は眞に驚嘆に値するものあり故に斯業に關係せらるゝ士は最新の學術と之れが應用とに努力せざれば遂に時勢に遲るるに至るべきか疑はず福田工學士は茲に顧る鹿あり研鑽數年本書を完成し之れを弊社より發行す然るに好評頻くが如く重版又重版忽ちにして數萬部を賣盡すの盛況を呈せり著者は更に滿腔の熱血を濺ぎ全部稿を新に爲し今回漸く發行せり殊に著者が海外視察より齎らせる新研究は本書の大に誇とする所なり。

工學士 福田豐君著

大增訂 電燈及照明

下卷 紙數四百五拾頁 挿圖參百貳拾七錢 定價金貳拾七錢 送料金壹錢

工學士 福田豐君講述

簡易電燈及照明

菊判假裝 紙數三百餘頁 挿圖百七十種 定價金壹圓八拾錢 送料金拾參錢
全一冊

著者曩に電燈及照明上下二卷を公にするや斯學唯一の眞師友として好評噴々忽ちにして數版を重ぬるに至れり而して版を重ぬるに從つて益々愈々深く新學說を評流し之が增補をなせしを以て紙數一千二百頁以上の尨大なる書となれり茲に於てか斯學研究の階梯として簡易なる書を公にせよとの要求讀者より頻々として來れり著者はこの要求に應ぜんがため電燈照明について最も平易に且簡明に記述し愈々本書を公にせらるる最新電燈照明の階梯としての眞著たり今回更に補遺を加へ重版を發賣せり御本書が各電氣學校の敎科書又は參考書として續々採用を蒙るに至れるに依りても如何に本書の講述が親切叮嚀なるかを知るべきなり。

電友社長　加藤木重敎著　（電氣之友第廿五回誕辰記念出版！）

日本 電氣事業發達史

四六判洋裝前編　後編　二千二百頁
全二冊　改訂中編　定價拾六圓　送料三十錢

過去は將來を知るの鑰なりといふ、蓋し至言なり、凡事業の改善を圖らんとするには過去に於ける其の成績と先輩の苦衷とを殷鑑として以て將來の得失を判せざる可らざる也。本邦に於ける電氣關係事業創始以來既に半世紀を經過し今や模倣の時代を去て歐米の壘を摩するの域に進せんとするに至りしと雖も未だ斯業沿革史の刊行を見るに至らず。著者之を慨する事久し矣「電氣之友」第二十五回誕辰記念」として日本電氣事業發達史を出版し之を江湖に頒つに決し筆を起して月二回電氣之友編輯に從ふの傍ら寸陰を惜みて之を編述着手以來約十ヶ年にして漸く上梓するに至る。本書編を分ちて電信・電話・電燈電力供給事業・電氣鐵道・電氣化學・電氣機械器具製造・電鍍敎育及團體・電氣應用の進歩とし更に章節を別ち三千餘頁に亘りて斯業の沿革を詳叙せる而已ならず、卷末に索引を附して各部門の發達及電氣家の事蹟を知るに便せる等工業史としては編纂上多く其例を見ざるの大著なり

電氣之友社編輯部編纂

大正十年 電氣年鑑

四六判假製　紙數五百頁
全一冊　定價貳圓五拾錢
送料金八錢

每年大好評を博し初版再版忽ちにして賣切れの盛況を見るの本書は更に內容を豐富にし材料の正確に努め愈發行せり昨年に比し增加の項目多く爲に約百頁の紙數を增加せり、本書は本年三月末現在なれば方今最近の電氣事業の狀況を知悉するに於て他に類なし眞に重寶なる冊子なり目次○卅年間に於ける日本電氣應用の發達○大正九年に於ける電氣事業概勢及電信電話の進步○官廳電氣家及電氣學校○全國電燈電力電鐵會社○全國電氣化學工業○自家用電氣並官廳用電氣○電氣商工家等の一覽

電氣寶典

袖珍　全一冊　電氣事業所在地圖　其他寫眞七葉
紙數二百餘頁　定價金壹圓七拾錢
送料拾參錢

遞信協會編纂、遞信省電氣局の嚴密なる校訂を經たる本書は發行以來世の甚大なる歡迎を受けたり其內容は○電氣とは何か○重なる用語○電氣の用途○電氣の產業に及ぼす效果○電氣事業とは何ぞ○電氣事業發達の筋みち○電氣事業の狀況○電氣事業の將來○電氣事業の經營○電氣の法則○電氣の技術○發電水力調查附錄、電氣事業、同準用事業及自家用電氣に關する書類一覽表○電氣事業許可申請書例等

工學博士　大竹太郎君著

改訂三版 技術者用高等數學

菊判洋裝　紙數四百餘頁　挿圖數十種
全一冊　定價金參圓貳拾錢
送料金貳拾七錢

本書は中等程度の工業敎育を受けたる技術者が進むで斯學の研究を爲すに當り最も困難とせる高等數學の解釋と應用とを說きたるものにして現に斯業に從事せらるゝに又目下斯學の研鑽中にある學生諸君に取りても必要缺くべからざる者なり、著者は我國電氣界新進の碩學大竹博士にして而かも渾身の努力により研究の結果筆を採られしもの惟ふに本邦高等數學に關する著作勘きにあらず、されど其の多くは數學專攻者の編せるもの內容に過ぎざるを以て眞に工學研究者の自修應用し得らるゝもの絕無なり、本書ありて始めて此の缺陷を補ひ得べし、本書の內容は解析幾何、微分、積分等は勿論、代數、三角、幾何の槪々高等程度のものに至るまで悉く之を網羅し平易懇切に說明して些の遺漏なし、殊に本書第三編微分方程式解說の如きは本邦未だ曾て此種の著作を見ず、且改訂三版に於ては更に補遺數十頁を加ふ以て世にありふれたる數學書と趣きを異にせるを知るべし

工學博士　難波正君序
工學士　寶來勇四郎君著

交番電流とヴエクトルの應用

菊判洋裝　紙數五百頁　挿圖四百種頁
全一冊　定價金參圓八拾錢
送料金拾錢

本書は著者が多年の研究努力に成れる熱血の塊ともいふべく一般電氣工學の解說を平易簡明初學者にも一讀釋然たらしむべく誰彼數十度漸くにして完成せるものなり、且つ全然シムボリックメソッドを用ひずしてヴエクトルの根本的意義を說明し尙之れを交番電流に巧みに應用して毫も遺憾なからしむ眞に電氣技術家及修學者諸氏の好伴侶たり於茲乎本書は自然的歡迎を受け忽ちにして版を重ぬること五、今回增訂を加へ六版を發行せり。

廣島高等工業學校敎授　久保進君著

高眞空並其作成裝置

菊判假製　紙數百六十頁　挿圖五十七種
全一冊　定價金壹圓八拾錢
送料金拾錢

高度の眞空作製並に作製法に關する晩近の發達は實に顯著たるは既に世の認識する所たり而して其應用が主として電氣的方面に多く早晩「眞空電氣工學」なる一科の電氣工學界に主要なる位置を占むるに至るべきを信ず、然るに高眞空作成裝置について本邦一の著書なく、著者は大に之れを遺憾とし茲に多年研究の結果本書を公にせらるゝ。蓋し眞空作製法に關する專門書として工業界最初の試みたり。

合資會社 電氣之友社發行電氣書

工學博士 五十嵐秀助先生校閲
高原傳三郎君 中山一郎君 石川弘三君合著

訂正增補第八版 最新電話學

本書は明治三十一年第一版發行以來好評嘖々として都鄙に喧し、由來著者三君は斯學に堪能の士電話に關する學理と實際とを說きて餘蘊なく懇切平易にして痒きに手の屆くが如し、版を重ぬる每に內容體裁に大改訂を施し電話書として殆んど何等の遺憾あるなく斯學研究上恐らく本書の右に出づる良書なかるべし、特に前版發刊の後著者の內高原氏は歐米に見學をし石川氏は歐米各國の電話技術を研究し中山氏は歐米の電話機製造につき親しく視察し歸朝せしより本書の增訂は從つて其見地によるもの多し蓋し本書は最新電話技術の凡てを說示せし親切なる好伴侶と云ふべし

菊判 二上下卷

上卷 紙數二百五十頁 挿圖百四十二種 定價金壹圓五拾錢 送料拾三錢

下卷 紙數二百十二頁 挿圖百十五種 定價金壹圓五拾錢 送料拾三錢

工學士 若目田利助君
工學士 志田文雄君 共編

交換機動作及障碍修理法

電話機械及び之れが回線は甚だ複雜にして、常に其働作を會得するに困難なるのみならず、之れが修得に必要なる回線圖を集成したるものすら得るに難き場合屢々あり、著者は深く之れを遺憾とし電話諸機械の働作、障害の原因並に其修理法に就きて必要なる解釋を與へ本書を著し之を公にせり、若目田、志田兩工學士の電話についての學殖技倆は世の既に認識する所本書が如何に正確にして電話に携はる人士の良師友たるかは一本を繙て之を知られんこと殊に附圖電話機械接續圖、裝置圖數十種は大に好評を博せり

菊判 附圖共 全二册 紙數百八十頁 挿圖八十七種 附圖電話機接續裝置圖數十種 定價金壹圓貳拾錢 郵稅金拾三錢

工學博士 淺野應輔先生序 根岸薰君著 再版

高等電信

我が國に於ける電信事業は明治三年開始以來茲に四十有餘年其進步發達の著るしきこと實に驚くべきものあり然れども之を歐米列國の現狀に鑑みれば尙未だ及ばざること遠く益々進んで之れが最新方式を研鑽し其改良に努め斯道の發展に盡す所なかるべからず然るに之れが研究に資すべき邦文の著書に乏しく又之を歐米の著書に見るに何れも或方式に就てのみ記述し全般を網羅せるもの一も之れあらず著者深く之を遺憾とし、多年研究せられし蘊蓄を傾けて本書に從事し約三年にして漸く稿を了す、本書載する所は世界に於けるアラユル電信の最新方式を收め及電信に關する學說を詳叙す著者嘗て遞信省電氣試驗所に奉じて專ら電信の研究に從事する事十有餘年其名聲は普く世の知る所なり、故に本書の內容の頗る堅實にして豐富なる記述の正確にして繁閑宜しきを得たる方今電信の書として內外共に稀に見るの書たるや言を俟たず

菊判洋裝 全一册 紙數三百七十頁 挿圖百六十三種 再版定價金貳圓五拾錢 送料二拾七錢

合資會社 電氣之友社發行電氣書

東京高等工業學校教授 理學士（海外留學中） 山本勇君著

直流電氣機械實驗法

山本理學士が東京高等工業學校教授として在職すること多年。其の學識深奧なるは夙に電友諸君の知らるゝ所なり、今や其蘊蓄を傾注して本書を究成す蓋し其眞價や贅言を俟たずして明かならん今本書の特色を擧ぐれば

本書の特色

● 本書は直流電氣機械の諸性質を初學者に理解する樣記述したれば全く電氣機械に關する理論を修得せざるも實驗に着手し得べし
● 本書は直流電氣機械に關する**實驗方法を記述せる**も交流機の實驗を始めんとする場合に便せんがため交流機械に關する二三の實驗をも附加せり
● 本書は附錄として直流電氣機械の理論を平易且簡單に說明し何人にも理論の一斑を知り易からしむ
● 本書は東京高等工業學校を始め其他の電氣學校の參考書として最適當なりとの好評を蒙り旣に採用せられし處數多あり

菊判洋裝 全一册 紙數二百十頁 挿圖百四十個 定價壹圓五拾錢 送料拾五錢

早稻田大學理工學部電氣科長 工學博士山本忠興先生序
帝國電燈株式會社專務取締役 工學士樺島禮吉先生序
橫尾清君編

電氣技術者必携

電燈電力ポケットブック

本書の特色

一 從來の「ポケットブック」の如きものにあらず著者が數年實際十數ヶ所の電氣事業を設計畫策するに當り痛切に不便を感じたる每に調査せし實際的のものなり
二 電燈電力に必要なるものは總てを網羅し殊に各種の仕樣書、價格算出法の如きは本書の外到底見る能はざるべし
三 本書は工作物規程を一々引用して其說明を加へたり
四 電氣技術者の寶典たるのみならず會社の經營者、事務家、購買係の座右不可缺良伴侶なり

袖珍 全一册 定價金 送料金

工學士 山下行雄君著

電氣ローマンス

四六判 洋裝全一册 紙數二百十四頁 挿圖數十種 定價一圓五十錢 送料十三錢

通俗にして何人にも解り易き電氣書

再訂 でんき

九州帝國大學教授 工學博士 荒川文六先生序　工學士 岡田 豐君著

全一冊　四六判洋裝　紙數二百三十頁　挿圖數種　定價金壹圓參拾錢　送料金八錢

今國各地津々浦々にまで電氣の使用せらるゝ今日尚且つ一般人士の電氣に關する知識は極めて幼稚なり殊に電氣が吾人の寨所にまで應用されつゝある今日これを使用する人に相當の知識なくせば其効果も從つて尠少なるべし本書の著者は極めて通俗平易に此電氣に關する事を說明し如何なる人にも知得せしめんとせるものこれ本書なり、電氣とはどんなもの、電壓とは何ぞ、アンペアとは何ぞ、ボルトとは何ぞ、キロワットとは何ぞ、馬力とは何ぞ、其他電氣化學等に至るまで一度本書ハ繙かば電氣のことは悉く瞭然たるべし蓋し本書の如き通俗に電氣を說明し一般社會に電氣の何たるかを知らしむるものは未だ曾つて之あらず實に本書は方今一般人士の要求を充すべき好著なり。

無線電信電話のはなし

遞信技師 工學士 橫山英太郎君著

全一冊　四六判假裝　紙數二百五拾頁　挿圖數六十一個　定價金七拾錢　送料金八拾錢

著者明治四十一年以來職を遞信省に奉じ無線電信電話の研究に腐心し斯學に造詣する所深く其名聲は夙く世の識る所なり今回工學士が本邦の學界に於ける最大の名譽賞たる學士院賞を授與されたるに依るも如何に其功績の偉大なるかを知るべし本書は無線電信電話の如何なるか、世界の大勢如何又其應用は何れの方面にあるや等を何人にも一讀して解し得る樣親切に記述正確無線電信電話の如何なるものなるかを知るに於て本書の右に出づるものなし。

最新電信

遞信技師 伊東敬一君著

全一冊　四六判假裝　紙數二百五十頁　挿圖數十種　定價金壹圓拾參錢　送料金壹圓

本書は電信學階梯、實用電信學に依つて其學理と技能とを知られたる著者が更に電信について最も簡易に最も通俗に如何なる初學の人にも解し易き樣親切に講述するものにして今回漸く之れを公にするに至れり電信に携はる人士は技術家事務家を問はず必讀すべく又一般人士の電信とは如何なるものかを知らんと欲せば是非共本書を繙かざるべからず。

電氣之友社編輯部編纂　合資會社 電氣之友社發行 電氣書

改訂十九版 電氣法令全書

全二冊　上下定價金壹圓　送料各六錢

本書は第一版發賣以來已に三萬餘部を賣盡し、内容整然、記事正確、校訂嚴密、製本堅牢、電氣に關する實用の法典として大に好評を博せり、改訂十九版は現行電氣法令を全部悉く網羅す電氣法令を知らんと欲するの士の不可缺の寶典なり

電氣工作物規程

附電氣工事規程改正要旨（面原遞信技師）

軸珍全一冊　定價貳拾五錢　送料貳錢

本書は大正八年十月十三日遞信省令第八十五號を以て公布されたる電氣工作物規定と今回改正せられし電氣工事規程の改正要旨とを編纂し携帶至便なる一小冊子として發賣せしに初版再版二萬部忽ち賣切れしを以て全部の誤植を正し今回三版を發行せり

工學士 植木耐太郎　工學士 野村孝君共著

電燈内外線工事一班

遞信省電氣局編纂　遞信協會發行

改訂中

第十二回 電氣事業要覽

定價拾七圓　送料參拾六錢

明治二十四年創刊（毎月一日十五日 二回發行）

電氣之友

一冊定價四拾錢（送料貳錢）・六冊前金（三ヶ月分）貳圓四拾錢（送料共）
十二冊前金（六ヶ月分）四圓五拾錢（送料共）・二十四冊前金（一ヶ年分）
八圓六拾錢（送料共）・外國二十四冊（一ヶ年分）拾壹圓（送料共）

吾が**電氣之友**は發行以來茲に三十餘年、年と共に實質愈充實し聲望海の內外に及ぼし世界的權威として世に認識せらるゝに至れり、於是乎**電氣之友**は世の大勢に鑑み其進歩發達に資せんが爲め各記事の精選，內容の充實，紙質の改良、其他に改善を加へ電友諸君の眷顧に酬ひんことを期す、現に**電氣之友**が如何なる改善をなし、如何なる飛躍を試みつゝあるかは本誌を繙き之れを知られんことを。

社說は穩健にして斯界の木鐸たるべく**學說と事業及工事**は熱心なる內外大家の寄稿に係り有益にして趣味津々たり**海外近況**は專ら歐米諸國最新の電氣界を紹介し坐ながら海外電氣學術界及電氣事業界の現狀を知悉する便あり**經營及實務**は實地の問題につき或は各會社の重役、技術家の經驗談、或は研究談等を載せて斯業家の好指針たり**隨話**は親切にして實用に適し問答は電氣の技術に關しあらゆる方面の質問に對し最も正確なる答案を與ふ**英文**・**支那文**欄は專門大家分擔執筆す時代の精粹として大に讀者の歡迎を受く**重要時報**は**本社及大阪並九州出張所員**は勿論**各地通信員**の迅速正確なる報道に依り一電氣界に起れる內外の事項は細大漏すことなし一其他**史傳**、寄書等を掲載し又鮮明なる寫眞銅版を挿入して讀者をして卷を措く能はざらしむ

東京京橋區新橋際 合資會社 電氣之友社 電話銀座長二四・八五七 振替東京二二〇三

大阪市北區堂島中二丁目三 同大阪出張所 電話北一九〇六 振替大阪三三五四八

64-106へ
1200600237185
64
106へ

終