

之より $\frac{x}{a}$ 即ち $\frac{S}{2a}$ を知り得。従て a を求むるを得。

(h) 張力の變化に對する更正

電線にかかる張力は到る所異り、従つて張力の爲に生ずる伸びも所によりて異なる。W も a も張力によりて又變化すれども一定のものと假定し平均の張力を出して計算す。先づ氷雪のなき場合の一呎の重量を W。氷雪のありし時の重量を W とせば

$$T = W y$$

$$T_{\text{mean}} = \frac{1}{x} \int_0^x T dx = \frac{W}{x} \int_0^x y dx$$

$$= \frac{W}{x} \int_0^x a \cosh \frac{x}{a} dx = \frac{W}{x} \left[a^2 \sinh \frac{x}{a} \right]_0^x$$

$$= \frac{W}{x} a^2 \sinh \frac{x}{a} = W a f_{\lambda} \quad T_{Hf_{\lambda}}$$

$$\therefore a = \frac{T_H}{W}$$

$$\text{故に } \lambda = \lambda_0 \left\{ 1 + \alpha(t - t_0) + \frac{T_{\text{mean}} - T_{0\text{mean}}}{q E} \right\}$$

此式に於ける T_{mean} は λ にも關係を有する故に簡單に見出す事を得ず。已むなく t_0 C より t_0 C になりし時の長さを見出すには先づ

第一に張力の變化なきものとして計算す。即ち最低溫度に於て λ_0 を計算し

$$\lambda = \lambda_0 \{ 1 + \alpha(t - t_0) \} \text{ にて } \lambda \text{ を求め}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} S / \lambda \text{ の式より此の相當する } a \text{ を求め } T_{\text{mean}} \text{ の近似數}$$

を出すを得。

第二に

$$\lambda = \lambda_0 \left\{ 1 + \alpha(t - t_0) + \frac{T_{\text{mean}} - T_{0\text{mean}}}{q E} \right\} \text{ を求むるを得}$$

之れより再び之に相當する a を出せば凡てのものを計算するを得。

(i) 單位の長さに掛かる氷雪及び風の負荷に對する計算に於ける a を常數とせる事に就きて。

拋物線としての式は

$$T_{H_0} = w_0 \text{ の單位長さに對する } d_0 \text{ の弛度の時の水平張力。}$$

$$T_{H_1} = w_1 \text{ の單位長さに對する } d_1 \text{ の弛度の時の水平張力。}$$

とすれば

$$T_{H_0} = \frac{w_0 S^2}{8 d_0}, \quad T_{H_1} = \frac{w_1 S^2}{8 d_1}$$

$$\frac{T_{H_0}}{w_0} = a_0 = \frac{S^2}{8 d_0}, \quad \frac{T_{H_1}}{w_1} = a_1 = \frac{S^2}{8 d_1}$$

$$\therefore \frac{a_0}{a_1} = \frac{d_1}{d_0} \quad a_0 d_0 = a_1 d_1$$

$$a_0 d_0 = a_1 x f_{a_1} = a_1 \frac{S}{2} f_{a_1}; \quad (x = \frac{S}{2})$$

$$= x^2 \left(\frac{a_1}{x} f_{a_1} \right) = \frac{S^2}{4} \left(\frac{f_{a_1}}{K} \right)$$

即ち $\frac{f_{a_1}}{K}$ は constant にて 即ち $\frac{S}{2a}$ も constant となる。

拋物線として一定の柱間距離に於て計算せるものは a を常數とせるものなり。

次に垂曲線の式に於て

$$d_0 = x \left[\frac{\left(\frac{x}{a_0}\right)}{2!} + \frac{\left(\frac{x}{a_0}\right)^3}{4!} + \dots \right]$$

$$d_1 = x \left[\frac{\left(\frac{x}{a_1}\right)}{2!} + \frac{\left(\frac{x}{a_1}\right)^3}{4!} + \dots \right]$$

然るに 普通 $\frac{S}{2a} = 0.15$ 内外なるを以て之を採用すれば

$$d_1 = \frac{S}{2} \left[\frac{0.15}{2} + \frac{0.15^3}{2 \cdot 3 \cdot 4} + \dots \right]$$

$$= \frac{S}{2} \left[0.075 + \frac{0.003375}{12} + \dots \right]$$

$$= \frac{S}{2} \left[0.075 + 0.00027 + \dots \right]$$

第一項を省略せる時に生ずる誤差は

$$\frac{0.00027}{0.07527} \approx \frac{3.6}{1000} \text{ 即ち } 0.4\% \text{ 以内なり。}$$

故に初の計算に於て省略するものとせば

$$d_0 = \frac{S}{2} \left(\frac{\frac{S/2}{a_0}}{2!} \right), \quad d_1 = \left(\frac{\frac{S/2}{a_1}}{2!} \right)$$

$$\therefore \frac{d_0}{d_1} = \frac{a_1}{a_0} \text{ となる。}$$

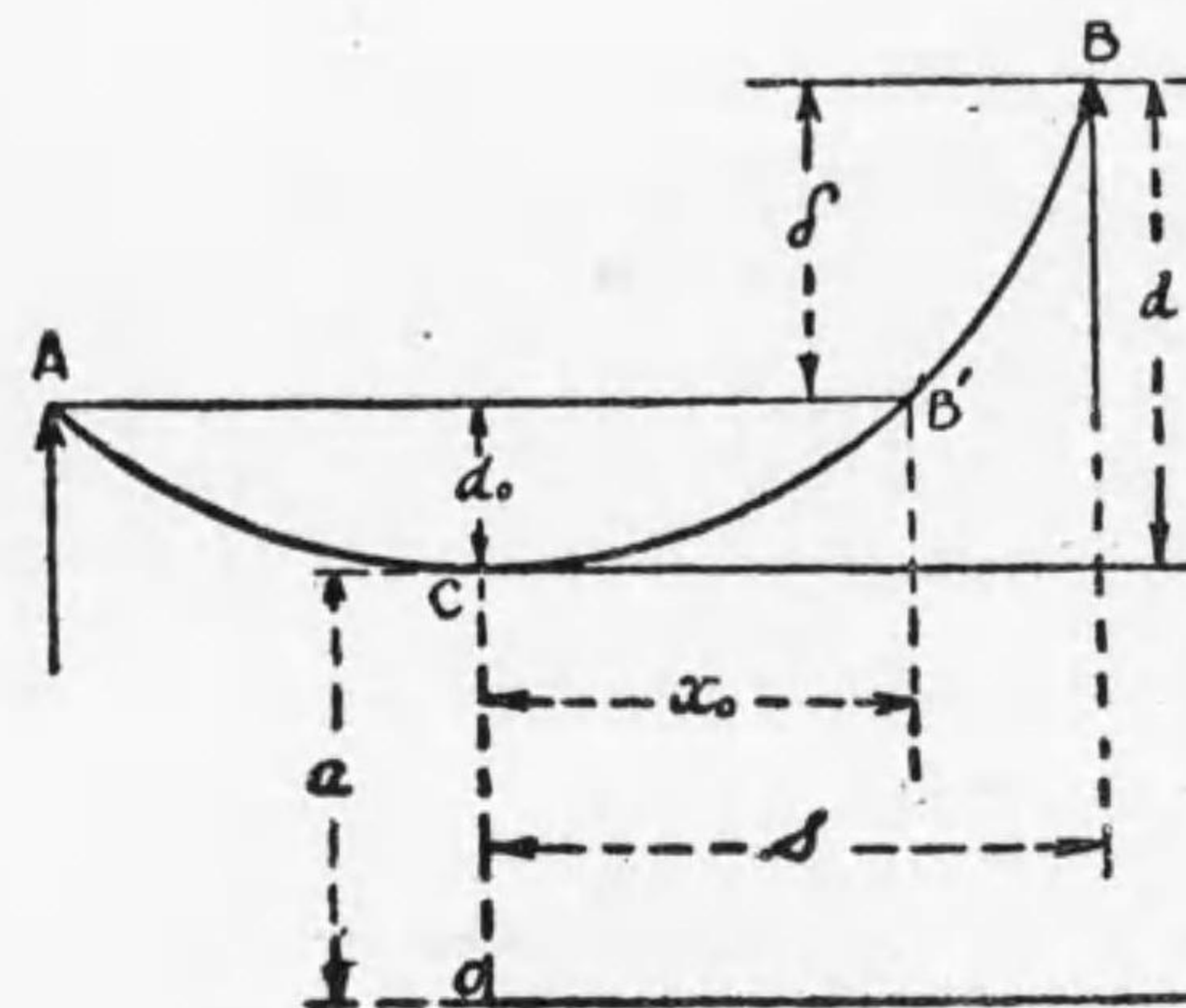
即ち前の假定と同一のものとなる。

故に (h) の所に於て a を constant のものとして T_{mean} を出す事は
大なる誤差を招く事なし。

又 a を常數とせば $\frac{T_H}{W} = \text{constant}$ となり従て重量を知る際には之
より張力を求むる事を得。

(j) 兩支點の高さの異なる場合。

垂曲線を用ひし式に於ては C より一方のみを取扱へり。故に A 及び
 B に於ける張力は x_0 及び x の距離に於ける張力を見出せば宜し。 x_0 を
見出すには $d - \delta = d_0$ を dip とせる式より x_0 を求め得べし。即ち d は
片側にて知り得、又高さの差 δ も既知なる故に $d_0 = d - \delta$ を求むる事
を得。



第 291 圖 兩支點の高さの異なる場合

$$\therefore d_0 = x f a = a \frac{x}{a} \times f a$$

$$= a \left(\cosh \frac{x}{a} - 1 \right)$$

$$\frac{d_0}{a} = \cosh \frac{x}{a} - 1$$

$$1 + \frac{d_0}{a} = \cosh \frac{x}{a} \text{ 之れより } x \text{ を求め得。}$$

第十章 地中線路

大都會に於て架空電線は年と共に其數を増し、都市の美觀は全く之れが爲に害はる。加之交通上保安上幾多の缺點を有するが故に空中線は都市に適せざる舊式工事方法として顧られず、漸次優れたる地中線工事に依らんとするに至れり。殊に先年の震火災に際し地中線の故障少なかりしは注目に値する事柄にして信頼度の大きなは空中線の遠く及ばざる所なり。

地中電線路は配電線路としてかく重要なのみならず、送電線路としても近時研究せられ架空線路の最高 220 000 ヴォルトの電壓に對し 66 000 ヴォルトの地下送電線の記録を作るに至れり。之れ甚だ面白き對照にして一はスパンを大とし特殊支持物の數を減ぜんとする系統の發達にして、一は到る所支持物を以て大地に接する系統の發達なり。地中送電線路については卷を改めて叙述す可し。

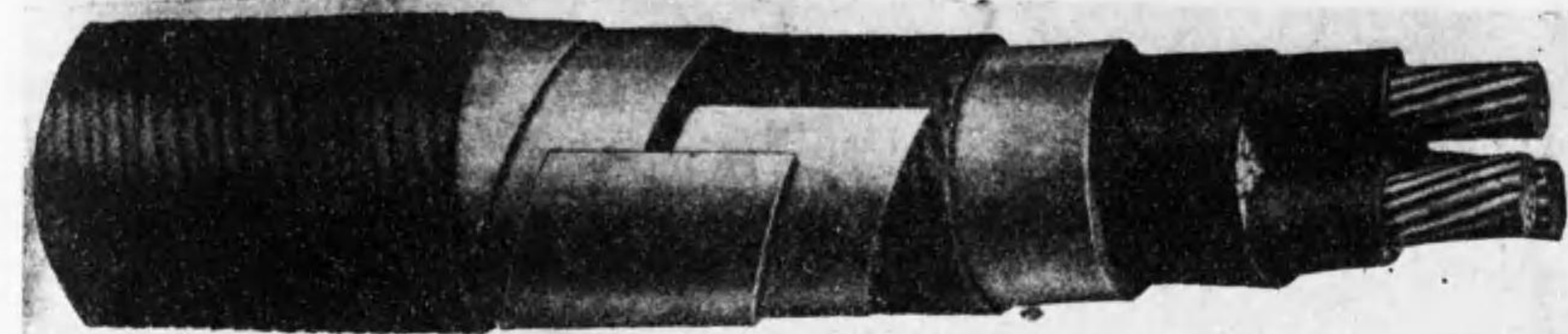
1. 地中電纜の種類

配電用ケーブルを分類せば

- 心線數によりて分類
- 單心電纜
 - 多心電纜 { 双心電纜
 - { 三心電纜
- (等)

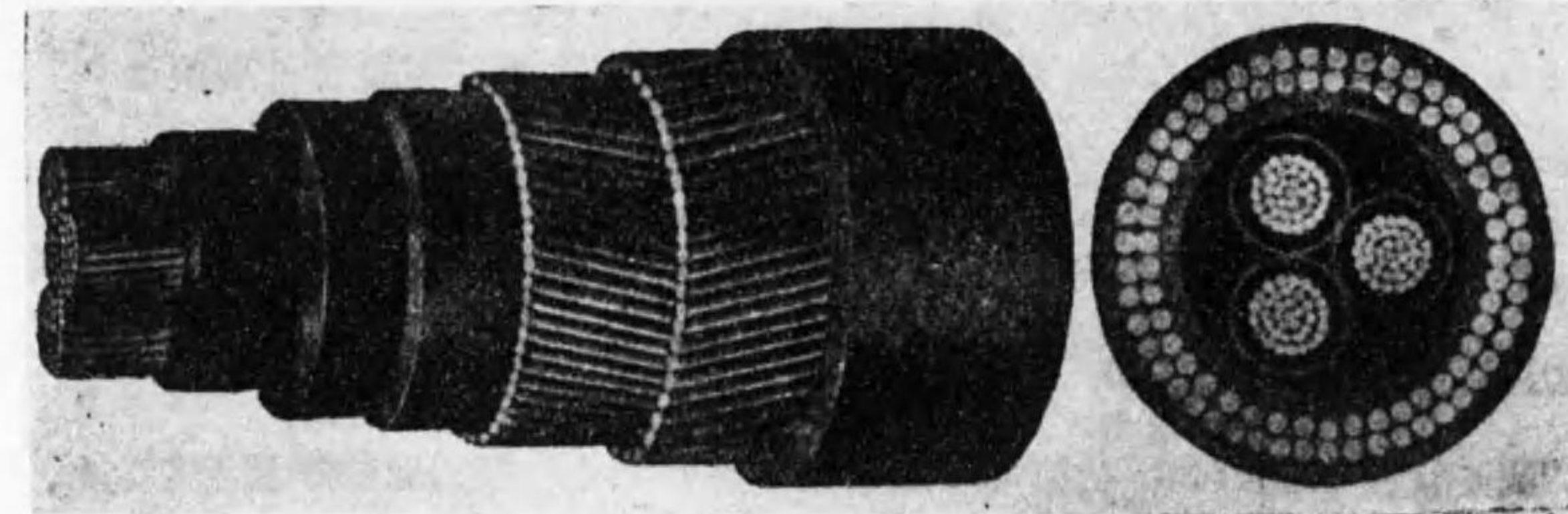
- 線配列法による分類
- 圓心電纜
 - 同心環心線電纜(蛇の目形心線電纜とも云ふ)
 - 扇形心線電纜
 - 半扇形心線電纜
 - 分割心線電纜

- 絶縁物による分類
- 浸劑布電纜
 - 紙絶縁電纜
 - ゴム絶縁電纜
 - グレーデツト電纜 (graded insulation cable)
- 保護外被による分類
- 鉛被電纜
 - 鍍装電纜 { 鋼鐵帶鍍装電纜 { 一重のもの
 - { 二重のもの(第292圖)
 - { 鋼鐵線鍍装電纜 { 一重のもの
 - { 二重のもの(第293圖)



Three-phase Hazard Parkway Power Cable Conductors 0000 B & S 2300 volt service

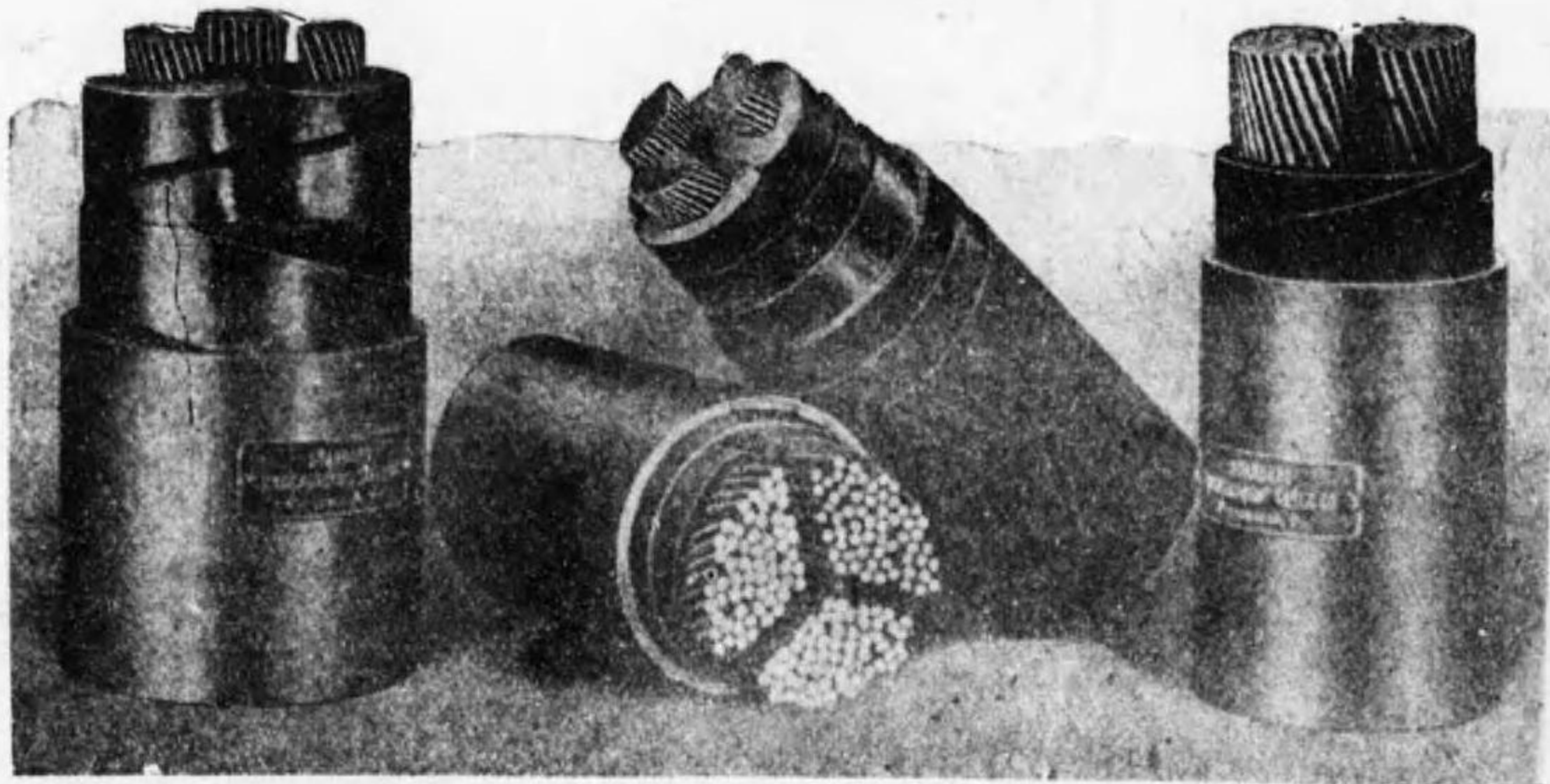
第 292 圖 鋼鐵帶鍍装電纜 (二重)



第 293 圖 鋼鐵線鍍装電纜 (二重)

單心電纜とは多くの心線を一群として其周圍を絶縁せる心線を有するものなり。多心電纜とは多くの群が各絶縁せられ此絶縁せられたるものが又一の絶縁物を以て掩かれたるものにして其中三心電纜は第294圖第295圖に示すものなり。

単心電纜は多く直流に用ひられ接続易ければ分岐点多き線に適す又絶縁多心電纜より完全に出来得る故に高圧線に利用せらる。之を交流に用る時



第 294 圖 三心電纜

は外被の金属中に渦流を生じて發熱し電力の損失となる。然れども電壓の高き時は心線を太くし銅損を減少し之にて償はゞ實用上何等支障なし。故に 66 000 V の如き電壓に使用せらる電線の價額は多心電纜より高價なり。

多心電纜は多く三心或は二心のものを夫々三相三線式單相二線式に用ひらる。電壓低き時は安價なる故に利あり。但し接続するに單心の場合より困難を感ず。

圓心電纜とは第 292 圖第 293 圖第 294 圖の如く一群の電線が圓形をなし絶縁せられ居るものにして一般に用ひらるゝ式なり。

同心環心線電纜とは第一の心線群は中央に圓形に配列せられ之れを絶縁物にて巻き更に其上に圓環狀に第二の心線群を配列する方法なり、此の方式は電位傾度の方より見れば好ましき方法なれども接続に困難なり。

扇形心線電纜とは第 295 圖の如く各群を分け互に絶縁する方法によるも



第 295 圖 三心電纜(扇形心線)

のなり。半扇形心線電纜とは上記扇形の角をとりし第 296 圖に示せるものなり。

分割心線電纜とは同群の心線を二組に分ち、各組の間に薄き絶縁を施せるものにして故障の起りし時電纜をリレーによりて切離す事を得るものなり。

浸劑布電纜とは錫鍍金せざる銅心線の上に特殊の操作を施されたる紙を巻きヴァニッシュの銅に對して化學作用を起すを防ぎ其上に絶縁ヴァニッシュを數回塗敷せる布テープを巻く。G.E. Co. にて作らるゝものは黑色のもの用ひられ一枚のヴァニッシュ布は 5 秒間

7000-12000 V の電壓に耐ふ。又ケーブルを切斷せる場合解けざる様、一はケーブルの曲げられし場合布は滑りて同心筒の形を保たしむる爲にテープとテープとの間に硬化せざるコンパウンドを塗布す此コンパウンドは又外部の濕氣が毛細管現象にて浸入するを防ぐ。地中線に用ふるものは電壓に相當なる厚さに此浸劑布



第 296 圖 半扇形心線電纜

を巻き其上に鉛を被す。此電纜の特徴はゴム絶縁電纜の如く心線の中心より移動する事なし又可撓性に富み其電纜の直径の六倍の半径に曲ぐる事を得水分を吸収する事も尠ければ屋内線として用ふる時は鉛被なく使用する事を得。熱に對し相當に強く従て接続する際に害せらるゝ事尠し。此絶縁は

第 49 表

diam. over lead or braid in inch	band steel armor		
	wt in lb per 1000 ft	size band steel in inch	Add. diam in inch
0.30	247	0.02by0.75	0.27
0.35	277	0.02py0.75	0.27
0.40	309	0.02by0.75	0.27
0.45	338	0.02by0.75	0.27
0.50	369	0.02by1.00	0.31
0.55	419	0.02by1.00	0.31
0.60	450	0.02by1.00	0.31
0.65	482	0.02by1.00	0.31
0.70	514	0.02by1.00	0.31
0.75	545	0.02by1.00	0.31
0.80	752	0.03by1.25	0.35
0.85	805	0.03by1.25	0.35
0.90	847	0.03by1.25	0.35
0.95	889	0.03by1.25	0.35
1.00	912	0.03by1.25	0.37
1.10	1043	0.03by1.25	0.37
1.20	1128	0.03by1.25	0.37
1.30	1212	0.03by1.25	0.37
1.40	1297	0.03by1.25	0.37
1.50	1757	0.04by1.5	0.48
1.60	1863	0.04by1.5	0.48
1.70	1970	0.04by1.5	0.48
1.80	2077	0.04by1.5	0.48
1.90	2183	0.04by1.5	0.48
2.00	2291	0.04by1.5	0.52
2.10	2850	0.05by2.0	0.52
2.20	2978	0.05by2.0	0.54
2.30	3143	0.05by2.0	0.54
2.40	3272	0.05by2.0	0.54
2.50	3399	0.05by2.0	0.54
2.60	3526	0.05by2.0	0.54
2.70	3652	0.05by2.0	0.54
2.80	3781	0.05by2.0	0.54
2.90	3910	0.05by2.0	0.54
3.00	4037	0.05by2.0	0.54
3.10	4164	0.05by2.0	0.54

トは鐵帶により鉛の損傷せらるゝを防ぐ爲と化學的侵蝕を防止する目的なり。外部のジュートは鐵帶の腐蝕せらるゝを防ぐ。而して外部のコンパウンドを施せるジュートには卷棒に卷かれたる場合密着するが爲其表面に適當の粉末を散布す。

鐵帶は殊に腐蝕の虞れある場合は鍍金する事あり。又振動甚だしき所に用ふるものにして鉛の結晶する虞れある所には鉛被を用ひざるものあり。第四拾九表はシーメンス會社製造に係る鉛被を有する鎧裝電纜の表なり。

鋼鐵線鎧裝電纜

此電纜にも鉛層を有するものと然らざるものあり、鉛層を有せざるものは絶縁物としてゴムを使用し濕氣の浸入を防ぐ。鐵線は鍍金せるものを用ひ鐵帶と同様に土瀝青を浸せたるジュー



第298圖(a) 細鋼線にて編組せる物

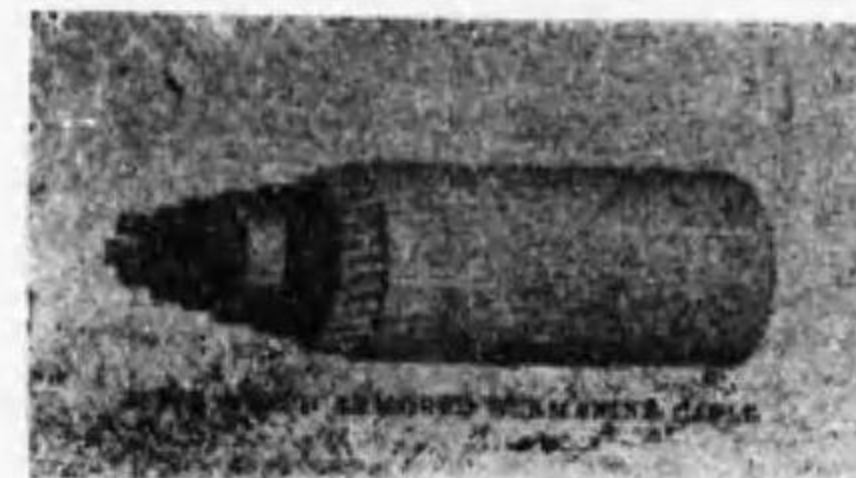
トの間に入る。此種の電纜は鐵帶を使用するものより可撓性大なる特徴あり。

其他電纜としては鉛層の上にジュートを巻けるもの第298圖(a)の如く細き鋼線を以て外部を編組せるもの、又は第298圖(b)の如く開放形に鐵帶を施せるもの等あり。



第298圖(b) 開放形に鐵帶を施せる物

鉛の上に土瀝青を施したるジュートを巻けるものは鑛山に使用せられ細き鋼線編組電纜は船内配線に、開放形に卷かれたるものは可撓性大なるを要する所に用ひらる。



第 298 圖(c) 海底電纜

の可撓性大なるを要する所に用ひらる。

地中電纜と同様なる構造のものに海底電纜あれども略す。

2. 電纜の絶縁及電位傾度

圓形心線の絶縁物中電位傾度の最大なる點は心線に接せる部分にして一様なる絶縁物を用ひられし時は、

$$g_{max} = \frac{e}{r_0 \log_n \frac{r}{r_0}} V/cm$$

の値を有す、中心より X の距離に於ては

$$g_x = \frac{e}{X \log_n \frac{r}{r_0}}$$

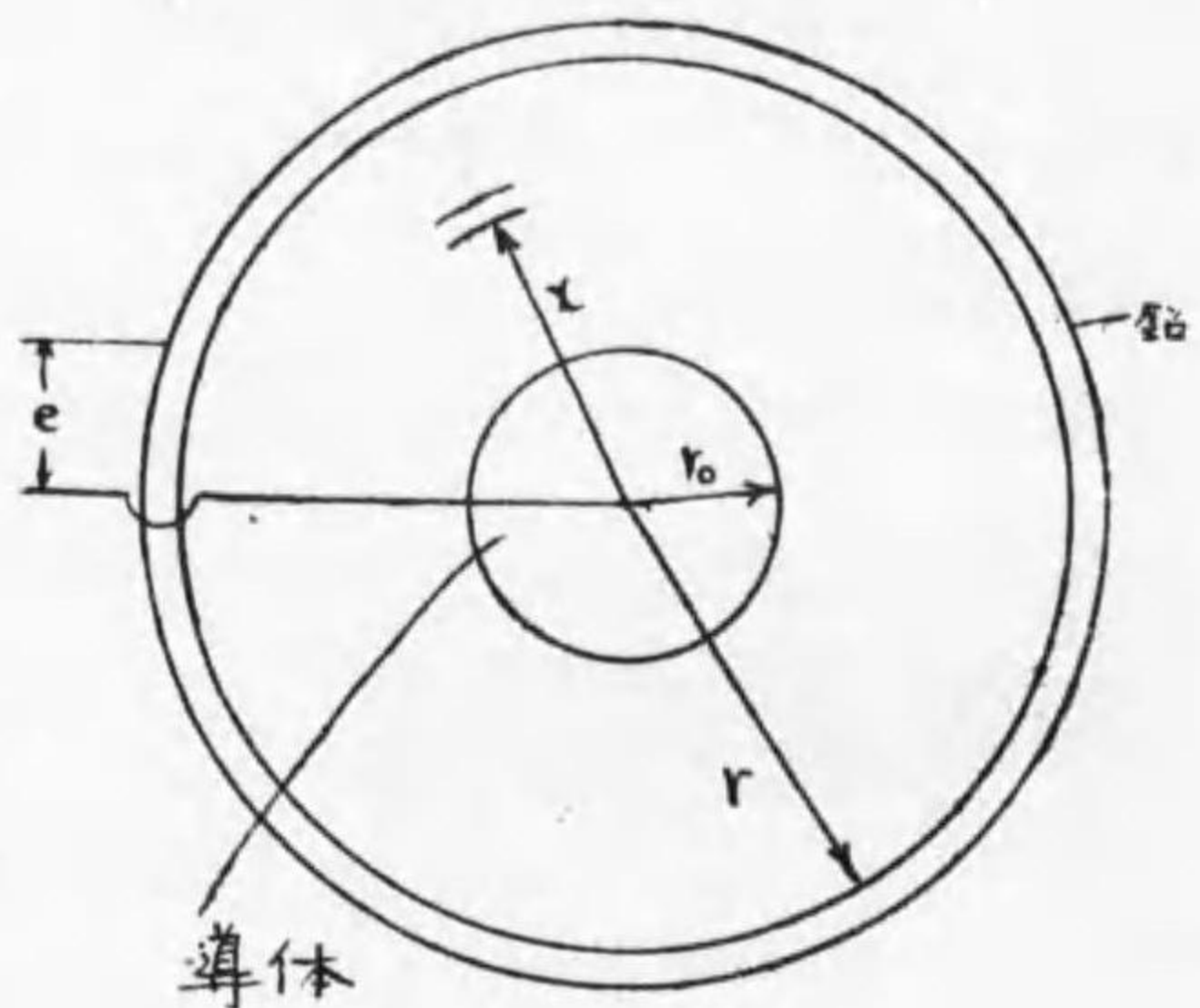
なれば外部に行くに従つて減少す可し。

而して初の式に於て r_0 の小なるに従つて一定の電壓に對し一定の厚さの絶縁物に對しては心線周囲の絶縁物は單位の厚さに對し大なる電氣力を受く可し。故に電壓の高き場合絶縁物のみ多く用ふるも其效少く、最も經濟的なる所は $\frac{r_0}{r} = 0.368$ なる點なり。*

* 絶縁物外徑を一定のものとし心線半徑を變して最小なる電位傾度 g_{max} を與ふ可き r_0 と r との比を求むれば

$$g_{max} = \frac{e}{r_0 \log_n \frac{r}{r_0}}$$

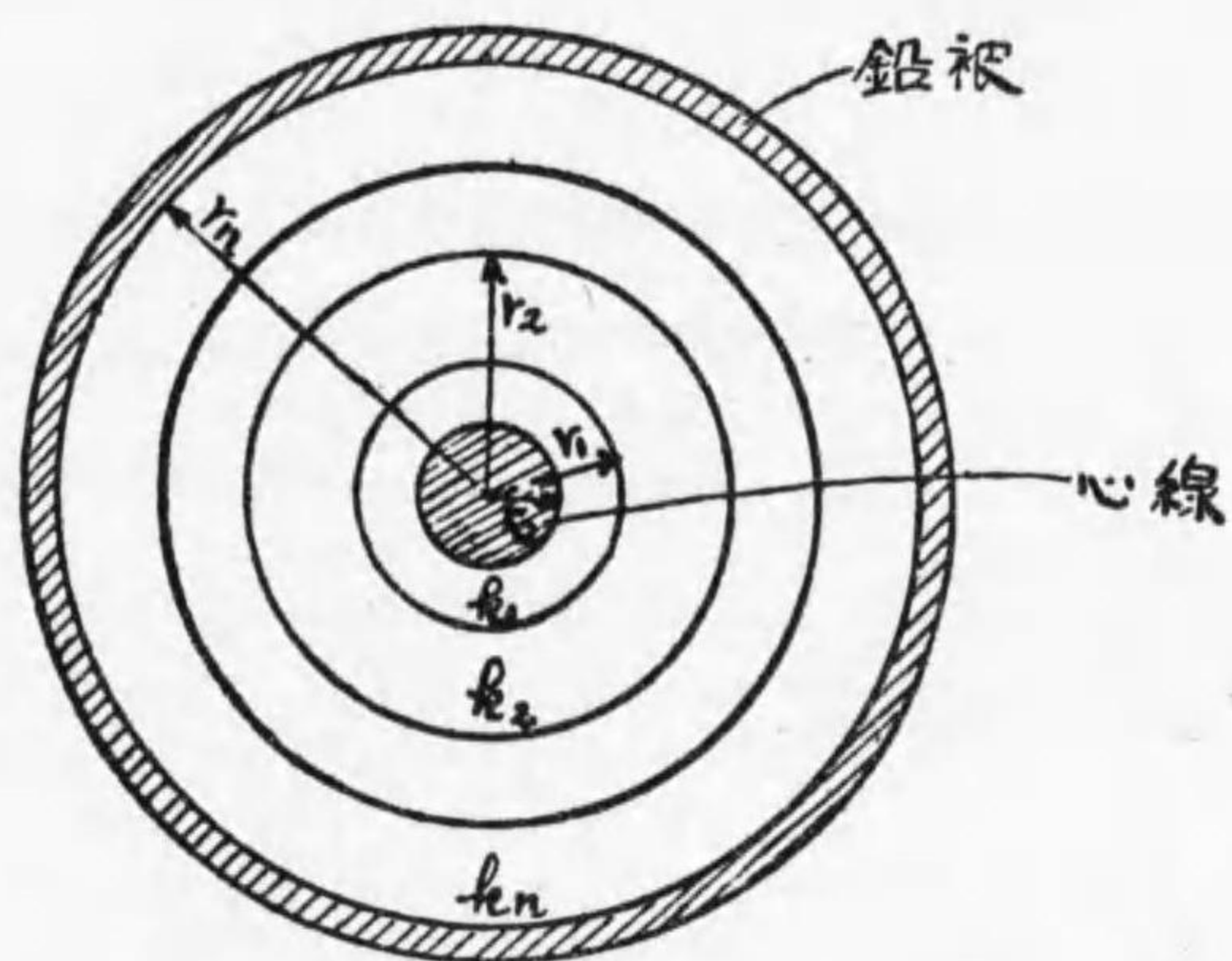
$$\frac{d(g_{max})}{dr} = 0 \text{ の條件を用ふれば } \frac{r}{r_0} = 2.72 \quad \frac{r_0}{r} = 0.368 \text{ となる。}$$



第 299 圖 電纜の絶縁物の電位傾度

かく一様なる絶縁物を用ふる時は之に加ふる電氣力の相違ある爲外周にある絶縁物は充分の働をなす事を得ず之に對し異なる permittivity を有する絶縁物を組合せ一様なる電位傾度を有せしむる考案あり。graded cable の如き之れなり。

今心線の半徑を r_0 とし第一の絶縁物の半徑を r_1 , 第二の夫を r_2 , n 番目の夫を r_n とし各層絶縁物のパーミツチイブイデー (permittivity) を



第 300 圖 電纜の絶縁がグレードされたる時の電位傾度

$K_1 K_2 \dots K_n$ とす。周囲鉛被と心線との静電容量を C とし各絶縁層の内外に於ける静電容量を K_1 に對するものを C_1 , K_2 に對するものを C_2 , K_n に對するものを C_n とせば

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

又鑛物油に作用せざれば油入開閉器、變壓器等に直接接続し得る便あり。

紙絶縁電纜は他の電纜に比し安價なれば一般地下電纜として使用せらる、紙には上等のマニラ紙を使用しテープの形として心線の上に巻く、此絶縁せる線を紙質の損ぜざる程度に温め真空内に於て空気を取ると同時に乾燥し之に非乾燥性の鑛物性コンパウンドを飽和せしむ、紙電纜は吸濕性大なる爲此操作後直に被鉛するを要す、此電纜は熱に對して割合強きが故に過負荷ある所に適す。

ゴム絶縁電纜

此電纜は高價なると同時にゴムの變質する恐れあり又機械的強度小なれば其上に丈夫なる糸を以て編組するか他の絶縁物を以て被ふ。此電纜は濕氣を吸収する事尠く外部よりの化學的作用を受くる事尠なき特徴を有す。

グレーデット電纜

電位傾度の所にて述ぶる理由により導體表面に於けるダイエレクトリツクス



第 297 圖 グレーデット電纜

クストレスは導體の直徑が小となる程大となる。此ダイエレクトリツクスストレスを出来る丈一様に

絶縁物に掛かる様に又電氣的強き材料に割合高き電壓を掛ける爲に電氣的性質の異なる物質を以て絶縁を施す事あり。G.E.Coにて製造せらるゝ此種の電線に次の如きものあり。

- 内部絶縁 硫化ゴム絶縁
- 中間絶縁 ヴァニッシュ塗布

外部絶縁 紙 (impregnated with special compound)

單心線ケーブルの仕様及び工場試験成績は次の如し。

第 48 表

solid wire size	thickness of insulation				thickness of lead	test voltage for 5min	diam. in inches	weight in lb per 1000 ft
	rubber	V.C	paper	total				
8	3/64	3/64	1/16	5/32	5/64	14 000	0.60	790
6	"	"	"	"	"	15 000	0.63	860
8	"	"	3/32	6/32	3/32	16 000	0.66	880
6	"	"	"	"	"	17 000	0.73	1140
8	1/16	1/16	"	7/32	"	19 000	0.76	982
6	"	"	"	"	"	20 000	0.79	1 235
8	"	"	4/32	8/32	"	22 000	0.82	1 325
6	"	"	"	"	"	23 000	0.85	1 448

鉛被電纜

鉛被は絶縁物の濕氣を吸収する事を防ぐ爲に用ひらる。直徑大なる線程機械的に外被の損する恐れ多きが故厚く鉛被す。純粹の鉛は柔きにすぎが故に少量の錫を加ふるを普通とす。然し錫の量多ければ結晶状となる恐れあれば 2% 内外を適當とす。

鎧裝電纜

鋼鐵帶鎧裝電纜は第 292 圖に示せる如きものにして鉛被の上に瀝青コンパウンドを浸したるジユート (jute) を巻き其上に軟鋼帶を通例二重に巻き内部と外部との鐵帶の巻き目は互に異らしめ曲げたる時巻き目の開くを防ぎ且可撓性を大ならしむ。此上に更に再びジユートを巻く内部のジユ-

第 49 表

diam. over lead or braid in inch	band steel armor		
	wt in lb per 1 000 ft	size band steel in inch	Add. diam in inch
0.30	247	0.02by0.75	0.27
0.35	277	0.02py0.75	0.27
0.40	309	0.02by0.75	0.27
0.45	338	0.02by0.75	0.27
0.50	369	0.02by1.00	0.31
0.55	419	0.02by1.00	0.31
0.60	450	0.02by1.00	0.31
0.65	482	0.02by1.00	0.31
0.70	514	0.02by1.00	0.31
0.75	545	0.02by1.00	0.31
0.80	752	0.03by1.25	0.35
0.85	805	0.03by1.25	0.35
0.90	847	0.03by1.25	0.35
0.95	889	0.03by1.25	0.35
1.00	912	0.03by1.25	0.37
1.10	1 043	0.03by1.25	0.37
1.20	1 128	0.03by1.25	0.37
1.30	1 212	0.03by1.25	0.37
1.40	1 297	0.03by1.25	0.37
1.50	1 757	0.04by1.5	0.48
1.60	1 863	0.04by1.5	0.48
1.70	1 970	0.04by1.5	0.48
1.80	2 077	0.04by1.5	0.48
1.90	2 183	0.04by1.5	0.48
2.00	2 291	0.04by1.5	0.52
2.10	2 850	0.05by2.0	0.52
2.20	2 978	0.05by2.0	0.54
2.30	3 143	0.05by2.0	0.54
2.40	3 272	0.05by2.0	0.54
2.50	3 399	0.05by2.0	0.54
2.60	3 526	0.05by2.0	0.54
2.70	3 652	0.05by2.0	0.54
2.80	3 781	0.05by2.0	0.54
2.90	3 910	0.05by2.0	0.54
3.00	4 037	0.05by2.0	0.54
3.10	4 164	0.05by2.0	0.54

トは鐵帶により鉛の損傷せらるゝを防ぐ爲と化學的侵蝕を防止する目的なり。外部のジュートは鐵帶の腐蝕せらるゝを防ぐ。而して外部のコンパウンドを施せるジュートには卷棒に卷かれたる場合密着するが爲其表面に適當の粉末を散布す。

鐵帶は殊に腐蝕の虞れある場合は鍍金する事あり。又振動甚だしき所に用ふるものにして鉛の結晶する虞れある所には鉛被を用ひざるものあり。第四拾九表はシーメンス會社製造に係る鉛被を有する鎧裝電纜の表なり。

鋼鐵線鎧裝電纜

此電纜にも鉛層を有するものと然らざるものあり、鉛層を有せざるもの



第298圖(a) 細鋼線にて編組せる物

用するものより可撓性大なる特徴あり。

其他電纜としては鉛層の上にジュートを卷けるもの第298圖(a)の如く細

き鋼線を以て外部を編組せるもの、又は第298圖(b)の如く開放形に鐵帶



第 298 圖 (c) 海底電纜

のは可撓性大なるを要する所に用ひらる。

は絶縁物としてゴムを使用し濕氣の浸入を防ぐ。鐵線は鍍金せるものを用ひ鐵帶と同様に土瀝青を浸せたるジュートの間に入る。此種の電纜は鐵帶を使



第298圖(b) 開放形に鐵帶を施せる物

を施せるもの等あり。

鉛の上に土瀝青を施したるジュートを卷けるものは鑛山に使用せられ細き鋼線編組電纜は船内配線に、開放形に卷かれたるも

地中電纜と同様なる構造のものに海底電纜あれども略す。

2. 電纜の絶縁及電位傾度

圓形心線の絶縁物中電位傾度の最大なる點は心線に接せる部分にして一様なる絶縁物を用ひられし時は、

$$g_{\max} = \frac{e}{r_0 \log_n \frac{r}{r_0}} V/cm$$

の値を有す、中心より X の距離に於ては

$$g_x = \frac{e}{X \log_n \frac{r}{r_0}}$$

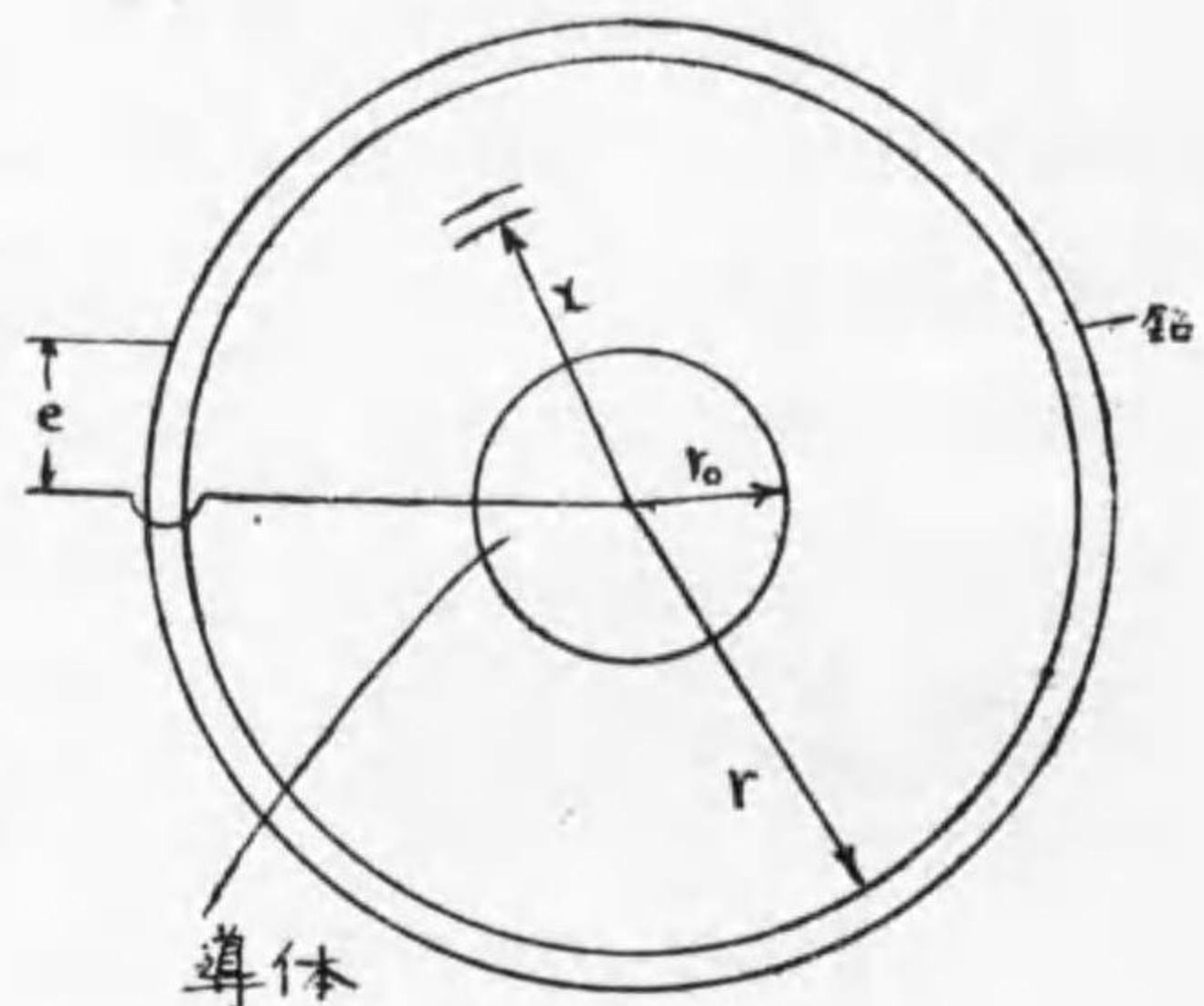
なれば外部に行くに従つて減少す可し。

而して初の式に於て r_0 の小なるに従つて一定の電壓に對し一定の厚さの絶縁物に對しては心線周囲の絶縁物は單位の厚さに對し大なる電氣力を受く可し。故に電壓の高き場合絶縁物のみ多く用ふるも其效少く、最も經濟的なる所は $\frac{r_0}{r} = 0.368$ なる點なり。*

* 絶縁物外徑を一定のものとし心線半徑を變して最小なる電位傾度 g_{\max} を與ふ可き r_0 と r との比を求むれば

$$g_{\max} = \frac{e}{r_0 \log_n \frac{r}{r_0}}$$

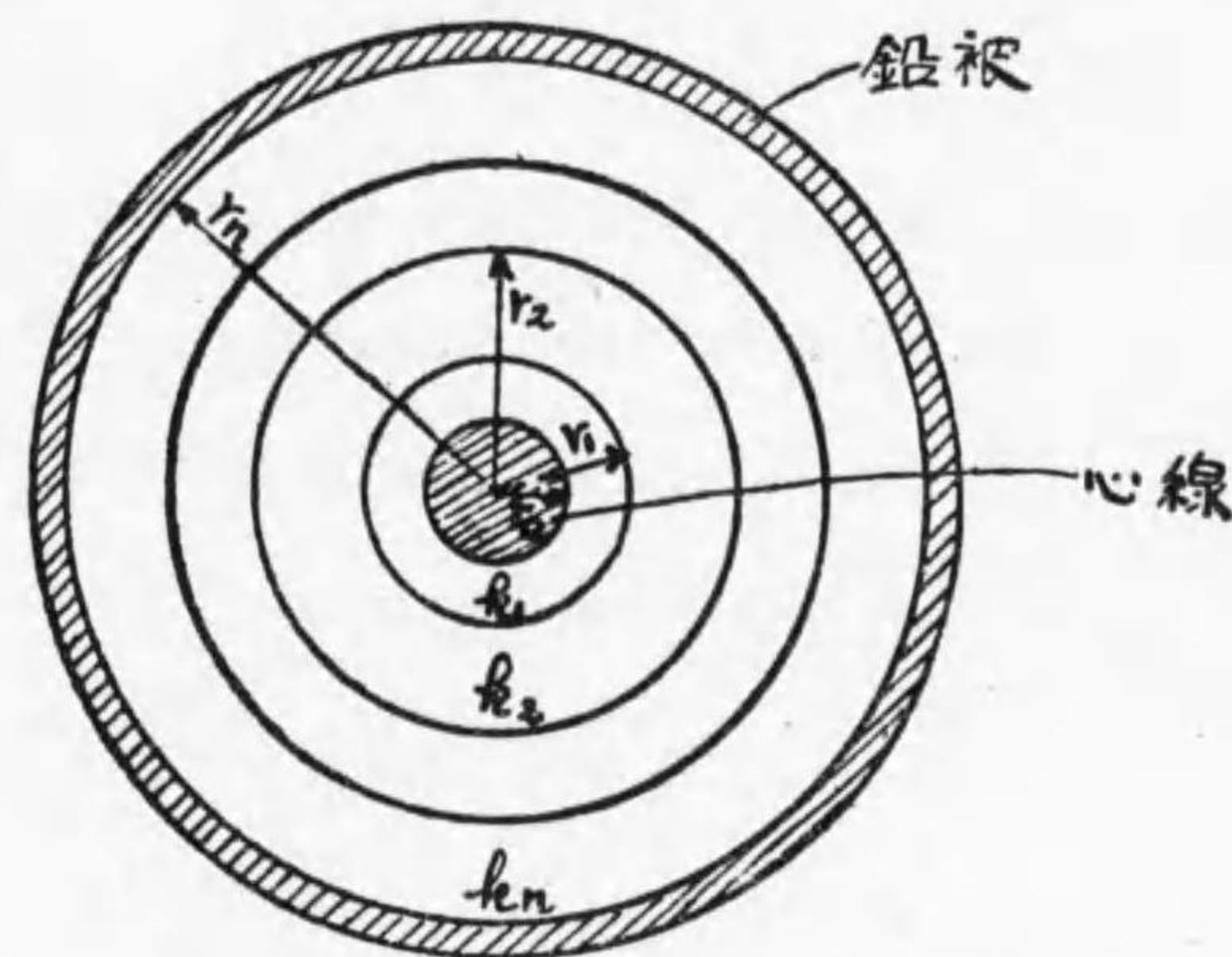
$$\frac{d(g_{\max})}{dr} = 0 \text{ の條件を用ふれば } \frac{r}{r_0} = 2.72 \quad \frac{r_0}{r} = 0.368 \text{ となる。}$$



第 299 圖 電纜の絶縁物の電位傾度

かく一様なる絶縁物を用ふる時は之に加る電氣力の相違ある爲外周にある絶縁物は充分の働をなす事を得ず之に對し異なる permittivity を有する絶縁物を組合せ一様なる電位傾度を有せしむる考案あり。graded cable の如き之れなり。

今心線の半徑を r_0 とし第一の絶縁物の半徑を r_1 、第二の夫を r_2 、 n 番目の夫を r_n とし各層絶縁物のパーミツチイザイター (permittivity) を



第 300 圖 電纜の絶縁がグレードされたる時の電位傾度

$K_1 K_2 \dots K_n$ とす。周囲鉛被と心線との静電容量を C とし各絶縁層の内外に於ける静電容量を K_1 に對するものを C_1 、 K_2 に對するものを C_2 、 K_n に對するものを C_n とせば

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

$$= \frac{1}{2\pi K} \left\{ \frac{\log_n \frac{r_1}{r_0}}{k_1} + \frac{\log_n \frac{r_2}{r_1}}{k_2} + \dots + \frac{\log_n \frac{r_x}{r_{x-1}}}{k_x} \right. \\ \left. + \dots + \frac{\log_n \frac{r_n}{r_{n-1}}}{k_n} \right\} \text{farad}$$

$$K = \frac{10^9}{4\pi \times (3 \times 10^{10})^2}$$

$$C = 2\pi K \times \frac{1}{\frac{\log_n \frac{r_1}{r_0}}{k_1} + \frac{\log_n \frac{r_2}{r_1}}{k_2} + \dots + \frac{\log_n \frac{r_x}{r_{x-1}}}{k_x} + \dots + \frac{\log_n \frac{r_n}{r_{n-1}}}{k_n}}$$

eなる電圧を心線と外部鉛被との間に加へりとし r_x と r_{x-1} との間にあ
る絶縁物の最大なる電位傾度を求むれば次の如し。

$$g_x = \frac{D_x}{k_x K} \quad D_x \dots \text{Dielectric flux density}$$

$$D_x = \frac{\Phi}{2\pi r_{x-1}} = \frac{Ce}{2\pi r_{x-1}}$$

$$g_x = \frac{1}{k_x r_{x-1}} \cdot \frac{e}{\frac{\log_n \frac{r_1}{r_0}}{k_1} + \dots + \frac{\log_n \frac{r_x}{r_{x-1}}}{k_x} + \dots + \frac{\log_n \frac{r_n}{r_{n-1}}}{k_n}}$$

$$= \frac{1}{r_{x-1}} \left\{ \frac{k_x \log_n \frac{r_1}{r_0}}{k_1} + \dots + \log_n \frac{r_x}{r_{x-1}} + \dots + \frac{k_x \log_n \frac{r_n}{r_{n-1}}}{k_n} \right\} \dots \dots \dots (43)$$

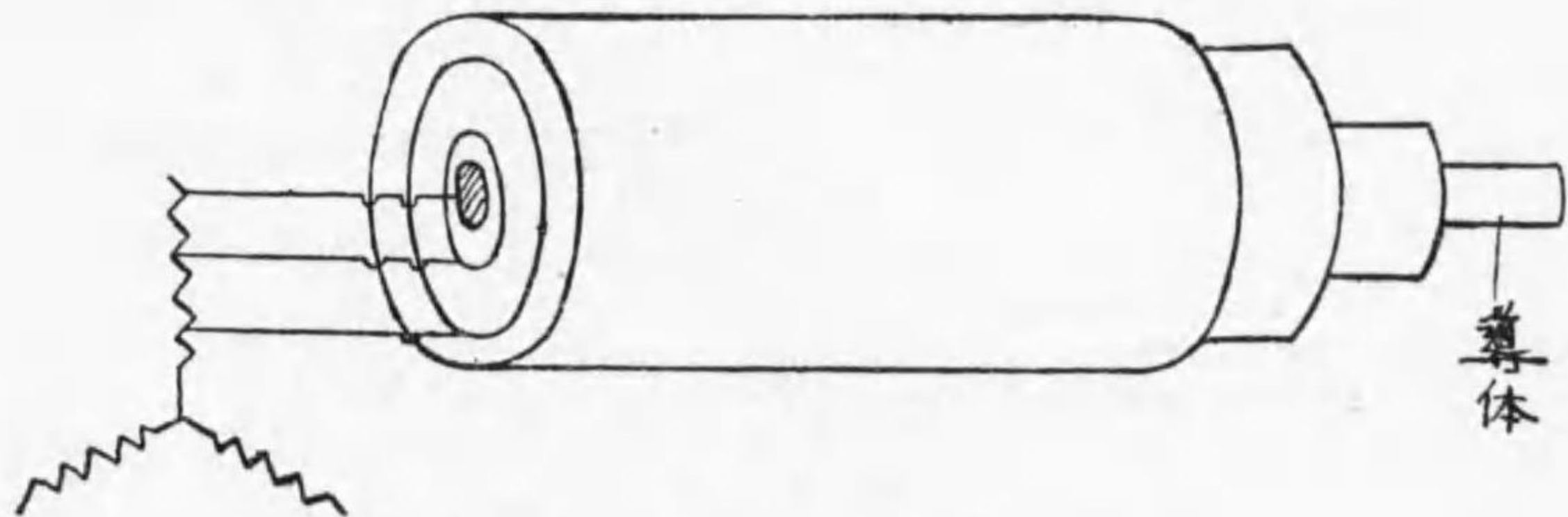
之れより見れば同じ位置に於ては k_x の大なる程 g_x は小となる事を知
る。

絶縁に用ひらるゝ材料は實用上次の三者に限らる。之等の permittivity

及び耐圧力を示せば次の如し。

	permittivity	max. working stress
rubber	4.6-6.0	15 KV/cm
varnished cambric	3.8-5.2	16 "
impregnated paper	2.8-4.0	19.5 "

G. E. Co. の graded cable は先に示せる如くゴムを最も中心に近く次に
varnished cambric を用ひ最も外に impregnated paper を用ふ。之れ上表
より考へ permittivity のみより見れば合理的なり。然し max. working
stress より見れば好ましからざるなり。多くの専門家は組合せの方法につ
き勘からず努力せられたれども、以上二性質の相反せる爲實際上効果の現
はれしものなし。中間シース (inter sheath)* を入れしものは電圧分布宜
しきと雖も次の缺點を有す。



第 301 圖 中間シース電纜

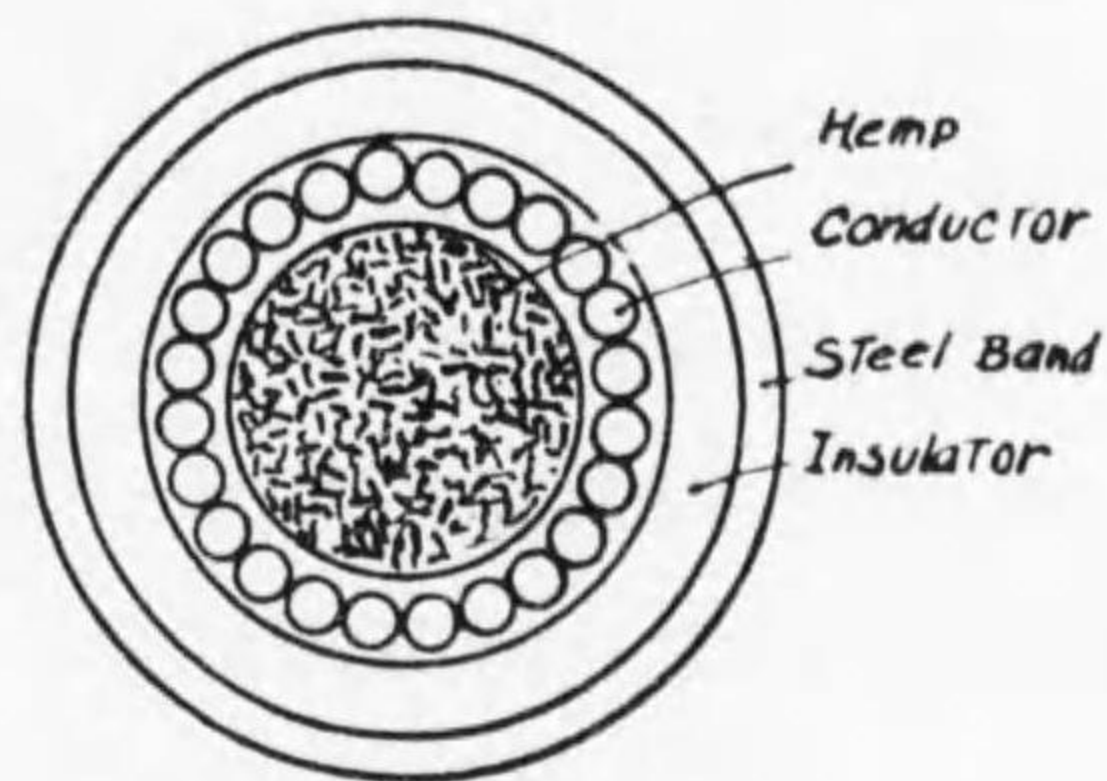
(i) 中間シースは運搬及敷設に際し破損の恐れあり、此の爲反て局部
的に高き電圧を生ずる事あり。

[* inter sheath cable とは各電纜絶縁層の間に薄き金属板を入れ此各に 第301
圖の如く適當の電圧を加へしものなり。]

(ii) 中間シースは大なる充電電流を速く送電するを得ざる爲長さの制限あり。

(iii) 全長に對して異なる電壓の層相接し居る爲故障の起り得る場所亦多し。

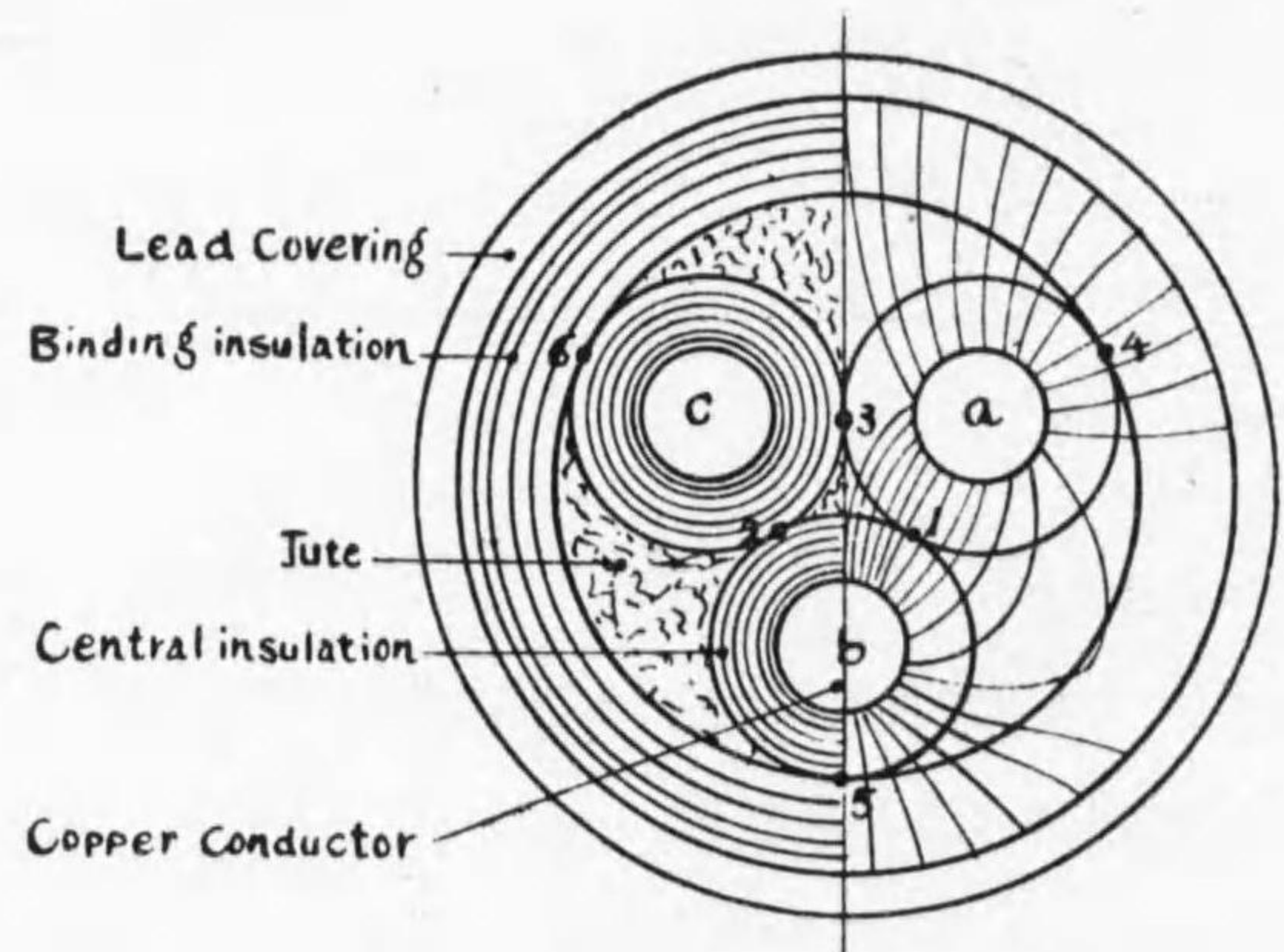
以上の外心線の直徑を大にし電位傾度を少くする爲中心にヘンプの心を有せしむる第 302 圖の如きあり。



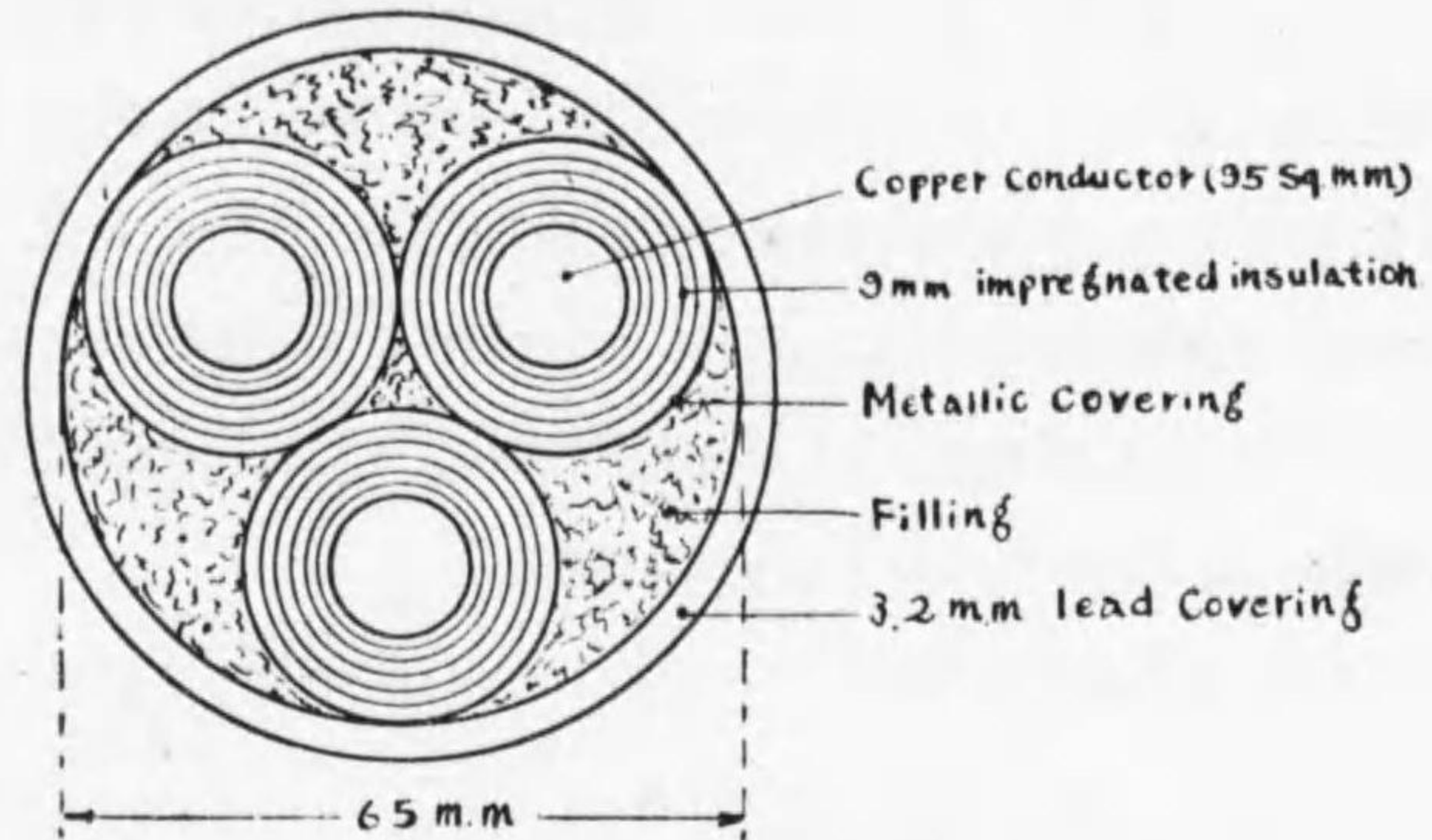
第 302 圖 中心にヘンプを入れたる電纜

三心電纜に於ては第 303 圖 1-2, 2-3, 3-1 との間に割合に大なる電位差あり。此間は絶縁物の巻ける方向なれば最も大なる弱點に相當し危険なり。

之れが爲第 304 圖の如きもの工夫せられたれども金属の被覆同志



第 303 圖 三心電纜



第 304 圖 内に金属被を有する鉛被電纜

密着する事は好ましからず。(渦電流の條参照)高壓電纜には蛇の目形の構造の方優れり。

扇形又は半扇形は共に同一太さの心線に對し全體の直徑小となり鉛被等も尠く熱の發散面積も大なれば安全電流も大なれども上記絶縁の點に於て劣るが故に低壓の外用ひられず。

△ 固形絶縁物の電氣的破壊に就て。

固形絶縁物の電氣的破壊の現象に就きては幾多研究せられしと雖も未だ明ならず以前はファラデー管の密度一定量以上となれば破壊せらるると信ぜられたれども、電纜の實驗の結果此説の不合理なる事認められ Karl-Wagner 氏の説の重ぜらるゝに至れり。之に従ば電氣的破壊せらるゝ以前に於て絶縁物は必ず他の部分より過熱せらる部分あり此點に於て電氣的破壊を生ず之れが説明として述べる所は次の如し。「絶縁體なるものは質一樣ならず或る纖維には漏洩電流の大なるものもある可し此一纖維に先漏洩電流を生じ之れが爲に熱せられ熱せらるゝに従ひ抵抗を減じ漏洩電流は益々大となり發熱之に伴て増大し互に相助け熱の發散と發生と平衡せる所に於て止る若し電壓大にして平衡點に達せず絶縁物の燒損する場合に電氣的破壊は生ず

るなり」と而して前者の説に従ば電圧の最大値に關係し後者に従ば實効値に關係す
 後者の説に對し反對する人は又絶縁物は Over voltage に對し極僅かなる時間も
 耐へる事を得ずかく小なる時間に十分に温度を上げ得るや否やを疑ふ、又 Wagner
 氏は破壊電圧は試験絶縁體の厚みに正比例し大きさに關係なきを説く然し如何に絶縁
 體は熱に對しても一般に絶縁體たりと雖も温度上昇によりて破るゝものならば大き
 にも多少關係し殊に電極の大きさにも由る如く思はる。

(以上 Wagner 氏の論文の詳細は A. I. E. E 1922, December P 1034-1044 に
 あり)

思ふに電氣的破壊は温度にも最大電壓にも關する或る電子的作用に基因するもの
 に非ざるか。

3. 渦 流

單相交流を單心被鉛電纜或は鎧裝電纜に通すれば外部の金屬に渦流を生
 じ熱せらる。或人は之を重大視して絶對交流には用ひず。又或人は實驗上
 支障なしとして使用す。J. I. E. E 1923 No. 317 page 477-485 に亘り
 W. Cramp 氏は渦流につき詳述せらる。氏の論文の一端を次に叙述す
 可し。

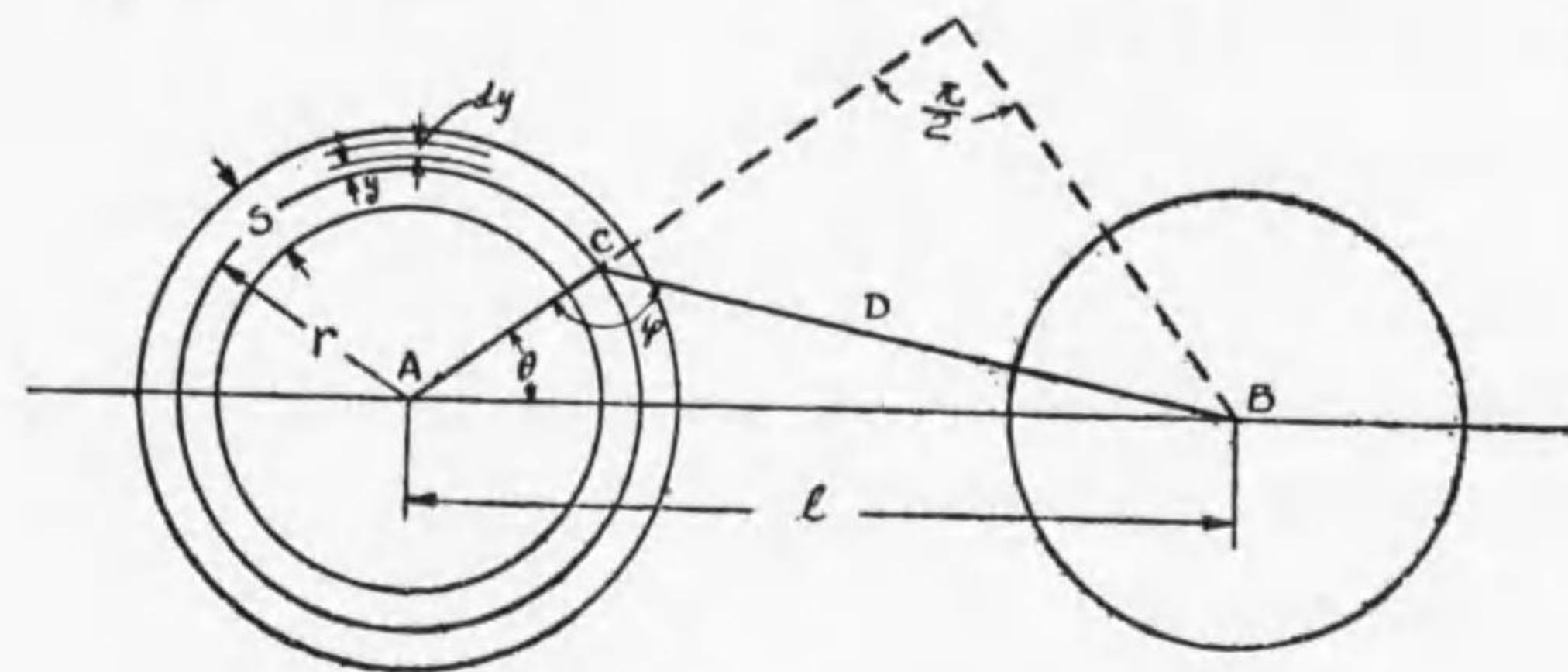
氏は渦流を二つに分け自己のシースのみに流るゝ電流を“sheath eddy”
 と名づけ隣接せる線のシースをも通るものを“sheath circuit eddy”と稱
 す。而して eddy を起す磁束をシースの圓筒に切線の方角のもの之と直
 角のものに分ち計算せり。圓周に沿ふ磁場の強さは往復二線の場合に於
 ては次の如し。

O 點に於ける磁場の強さは

$$B_b = \frac{0.2 I \sin \omega t}{\sqrt{r^2 + l^2 - 2rl \cos \theta}} \dots\dots\dots B \text{ の導體によるもの}$$

$$B_a = \frac{0.2 I \sin \omega t}{r} \dots\dots\dots A \text{ の導體によるもの}$$

此磁場の強さ B_b は BC に直角に B_a は AC に直角の方角を有す。



第 305 圖 鉛被内の渦流

故に

AC に直角なる磁場強度 (circumferential magnetic field intensity)

B_1 は

$$B_1 = \frac{0.2 I \sin \omega t}{r} \left(1 - \frac{r^2 - rl \cos \theta}{r^2 + l^2 - 2rl \cos \theta} \right)$$

$$\left(\because \cos \varphi = -\cos(180 - \varphi) = \frac{r - l \cos \theta}{D} \right)$$

$$\frac{r}{l} = k \text{ とせば}$$

$$B_1 = \frac{0.2 I \sin \omega t}{r} \left(\frac{1 - k \cos \theta}{1 + k^2 - 2k \cos \theta} \right)$$

之による $l \text{ cm}$ の長さ、 $y \text{ cm}$ の厚さの外被を有するものゝ中を通る磁
 束は

$$\Phi_1 = \frac{0.2 I \sin \omega t}{r} \left(\frac{I - k \cos \theta}{1 + k^2 - 2k \cos \theta} \right) Ly$$

此磁束の変化によりて起電力を生ず。之を dE とせば

$$dE = - \frac{d\Phi_1}{dt} = \frac{-0.4\pi f I \cos \omega t}{10^8 r} \left(\frac{1 - k \cos \theta}{1 + k^2 - 2k \cos \theta} \right) Ly \text{ volt}$$

之に由りて生ずる電流を di とせば

$$di = \frac{dE}{R} \text{ なり}$$

$$R = \frac{PL}{rd\theta dy}$$

故に 此部分にて失はるゝ損失は

$$dp = dE \times di$$

全體に失はるゝものは

$$P = \int_0^{2\pi} dp = \frac{4\pi^2 f^2 I^2 LS^3}{3 \times 10^{18} r \rho} \cdot \frac{\pi(2-k^2)}{1-k^2}$$

然るに $\frac{2-k^2}{1-k^2} = 1 + \frac{1}{1-k^2}$ なり。此値は k の小なる程小となる。

即ち $\frac{r}{l}$ の小なる事は損失電力を少からしむるものにして同一半徑の電纜に於ては其距離を大にせば小となる。

次に radial field に就て同一の方法を施せば

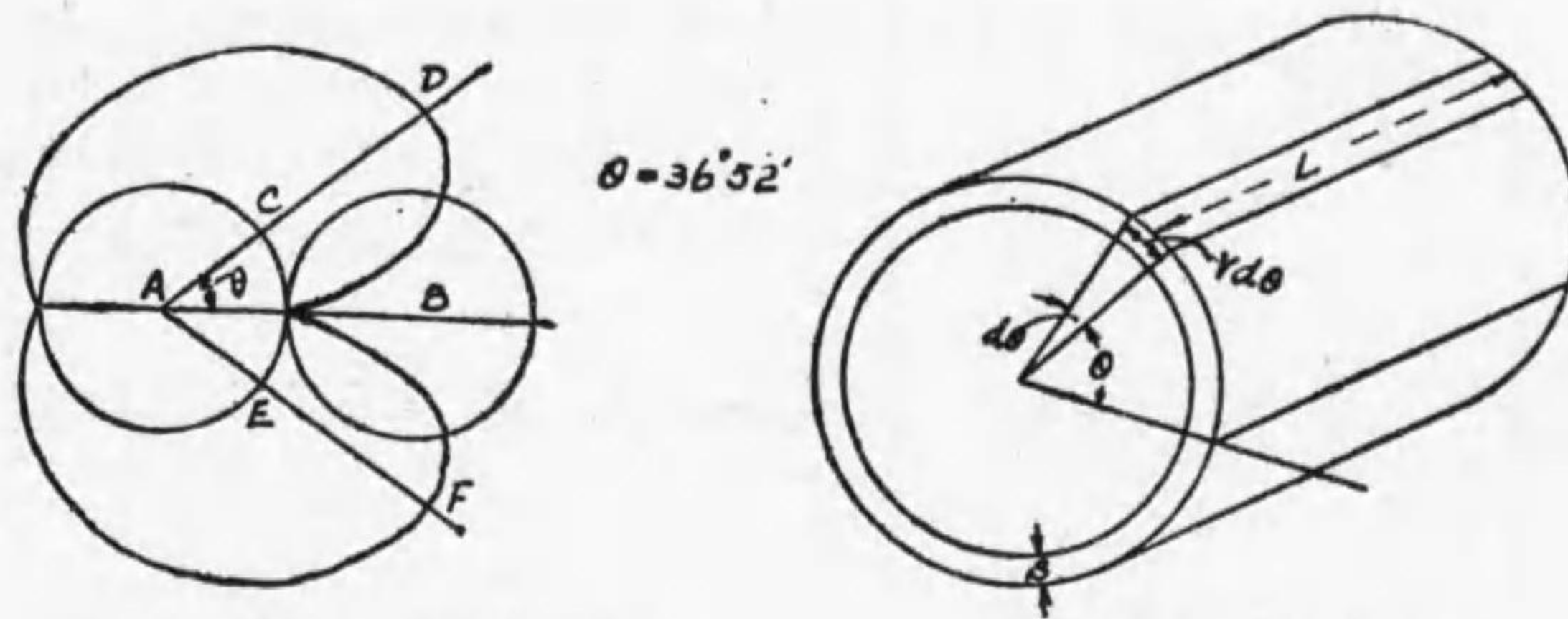
$$B_2 = \frac{0.2 I \sin \omega t l \sin \theta}{r^2 + l^2 - 2rl \cos \theta}$$

此の強さは

$k = \frac{1}{2}$ の場合は第306圖の如き形を爲し $\theta = 36^\circ 52'$ の時最大なり。 k の値大なる程 θ は大となり $k=0$ 即ち $l=\infty$ なる時に於て $\frac{\pi}{2}$ となる。

第306圖にて略渦流の様子は想像するを得べし

第307圖 $L \text{ cm} \times rd\theta$ の中を通る磁束は



第306圖 鉛被の渦流

第307圖 鉛被の渦流

$$d\Phi_2 = \frac{0.2 I \sin \omega t l k \sin \theta}{1 + k^2 - 2k \cos \theta} d\theta$$

θ と $\pi - \theta$ との位置にある鉛の部分の中を通過する磁束は $\Phi = \int_{\theta}^{\pi - \theta} d\Phi_2$ にして此の磁束の変化により起電力を生じ電流は流る。之れより $dE di$ を出し dp を求め得れども $P = \int dp$ は一般に解くを得ず数字を入れて計算せり。(第50表 Table 1, Table 2, に示す)

之等の表より次の結論をなす。

- (1) 凡ての単心鉛被電纜には渦流存在す。此が爲に生ずる損失はシースの互に接する時最大にして隣線との距離大なるに従て減少す。
- (2) 今日迄作られたる最大低壓電纜に於て渦流損失は銅心線の損失の4%を超へず、従て熱作用に對しては殆ど關係なし。
- (3) 一點に於てのみ接せらるるシースの場合はシース渦流の外流れず。
- (4) 溫度上昇の點より見れば各線平行に走れる場合は單心電纜を用ふ

第五拾表

TABLE 1.
sheath eddy-current losses in a pair of lead-sheathed-single-phase cables, sheaths in contact.
(ρ for copper = 1.78×10^{-6} per cm cube; ρ for lead = 20.8×10^{-6} per cm cube; frequency = 50.)

nominal core area sq.in	maximum permissible current(I.E.E) amps.	thickness of lead in.	mean radius of lead sheath in.	* copper loss watt/cm ²	loss due to circumferential field watt cm ²	loss due to radial field watt/cm ²	ratio sheath loss copper loss per cent
1.00	932	0.110	0.8345	0.018	7.8×10^{-6}	579.5×10^{-6}	3.3
0.75	738	0.100	0.7265	0.01729	4.8×10^{-6}	330.5×10^{-6}	1.97
0.60	624	0.100	0.6615	0.01696	4.2×10^{-6}	236.2×10^{-6}	1.44
0.50	540	0.090	0.6985	0.01658	2.7×10^{-6}	139.2×10^{-6}	0.99
0.40	464	0.090	0.5635	0.01651	2.3×10^{-6}	117.5×10^{-6}	0.74
0.30	385	0.080	0.4905	0.01743	1.5×10^{-6}	71.94×10^{-6}	0.43

* per cm² of mean sheath surface.

TABLE 2.
circuit eddy losses in a pair of standard single-phase lead-sheathed cables.
(ρ for copper = 1.78×10^{-6} per cm cube; ρ for lead = 20.8×10^{-6} per cm cube; $f = 50$.)

nominal area sq.in	$\frac{K}{r}$	eddy-current loss watt/cm ²	ratio sheath loss copper loss per cent	actual distance, centre to centre in.
1.0	0.01	0.0966	537	83.4
	0.1	0.022	123	8.34
	0.2	0.0088	49	4.17
	0.3	0.0028	16	2.78
	0.4	0.00075	4.2	2.08
0.75	0.01	0.055	318	72.6
	0.1	0.0126	73	7.26
	0.2	0.005	29	3.63
	0.3	0.0019	11	2.42
	0.4	0.00043	2.5	1.81
0.6	0.01	0.039	232	66.0
	0.1	0.009	53	6.6
	0.2	0.0036	21	3.3
	0.3	0.00133	7.8	2.2
	0.4	0.000306	1.8	1.65
0.5	0.01	0.0265	160	61.0
	0.1	0.006	36.6	6.1
	0.2	0.0024	14.6	3.05
	0.3	0.0009	5.4	2.03
	0.4	0.00021	1.2	1.52
0.4	0.01	0.0196	105	56.4
	0.1	0.0045	27	5.64
	0.2	0.0018	11	2.82
	0.3	0.00066	4	1.88
	0.4	0.00015	1	1.41
0.3	0.01	0.012	68.8	49.0
	0.1	0.0027	16	4.9
	0.2	0.0011	6.3	2.45
	0.3	0.0004	2.3	1.63
	0.4	0.00009	0.54	1.22

る爲に何等の利益なし。

(5) sheath circuit eddy loss は sheath eddy loss よりも重大なり。殊に三相三線式の一列に平行に並べる時は外部のもの最も大なり。

(6) 全體の渦流損失を銅損の 10% を超過せしめざる爲には第五十一表の制限を越ゆべからず。

第五拾壹表

nominal core area sq. inch	safe distance single phase	center to center three phase
1.0	2.2"	2.0 "
0.75	"	"
0.6	"	"
0.5	2.3	2.1 "
0.4	2.6	2.25"
0.3	3.1	2.6 "

之を要するに渦流損失は各電線の距離を適當に距て互に外部を金屬を以つて短絡する事なくば普通の場合銅損に比して大ならず、全體の損失を少からしめんとせば心線を僅か太くせば宜しき事を知り得べし。

4. 單心及三心電線の比較

(i) 三心電線は一心線に通る電流同一の場合外徑大となり製造に、運搬に又敷設に大なる不便を感じ其大さ 12000 kVA per cable 230amp/conductor 位に制限せらる (外徑 3.63")

單心電線に於ては此三倍の斷面積とし中性點に對し同一の電壓に耐へ得るものは全體の直徑 2.4" となる。

(ii) 三心電線は 30 kV. が最高限度なれど單心線に於ては 66 kV

のものも実際に使用せらる。

- (iii) 三心電纜は接続するに困難を感じるも単心電纜は易し。
- (iv) 単心電纜はマンホールに於て交叉せしむるを要せども三心線は此必要なし。
- (v) 単心電纜には布設するに別々の線渠を要せども三心電纜には一にて足る。
- (vi) 単心電纜には渦流損失あれども三心電纜になし。

第五十二表は A.I.E.E 1919 にあるものなり。

- (a) は三心三相電纜にして線間電圧 30 kV のもの
- (b) は(a)と同一断面積を有する単心電纜なり。中性點に對する電壓及び一呎に對する損失を同一とするもの
- (c) は線間電壓 55 kV とし kVA と一呎に對する損失とを同一のものとしたる心線の断面積と外徑を示す
(之の外徑の大なるは 1.16" の心が中央にある故なり)
- (d) は外徑を略同一とし銅心線の断面積を大にし損失の少なき事を示す。

5. 安全電流

電纜の安全電流とは其以内の電流によりては通過電流の爲に絶縁物は熱せらるれども其爲に電氣的破壊を生ぜざる電流なり。従て外氣の溫度、外周の物質、表面の發散度、負荷時間の長短、之に掛る電壓、絶縁物の熱に對する電氣的性質の變化、熱の傳導度の大小其他人工的又は自然的冷却方法等によりて異なる。發熱の事は導體の所にて既に述べたれば表のみを掲ぐ。

表 第 五 拾 貳

Comparison of 3-cond. and 1-cond. cable. (A)

Cable	Total cu-cross section c-mil	Core dia mil	Cond dia inch	Thick of insul inch	Lead sheath inch	Over all dia inch	3φV to neutral kV	Cur't per cable	k.V.A per cable	I ² R loss per ft cable	kV/cm = Gmax
(a)	3 × 300,000	—	0.631	$\left\{ \begin{array}{l} 12 \\ 32 \\ 6 \\ 32 \end{array} \right\}$	$\frac{9}{64}$	3.63"	$\frac{30}{\sqrt{3}}$	3 × 231	12,000	3 × 2.18	—
(b)	900,000	—	1.09	$\frac{17}{32}$	$\frac{1}{8}$	2.40"	$\frac{30}{\sqrt{3}}$	693	12,000	6.54	18.3
(c)	275,000	1.16"	1.30	$\frac{3}{32}$	$\frac{9}{64}$	3.73"	$\frac{55}{\sqrt{3}}$	378	12,000	6.33	19.5
(d)	550,000	1.00"	1.30	$\frac{3}{32}$	$\frac{9}{64}$	3.76"	$\frac{55}{\sqrt{3}}$	378	12,000	3.00	19.5

以下 single cond cable.

(A. I. E. E. 1919)
(P. 663-715)

6. 電纜布設法

地中線は其性質上二種に大別する事を得即

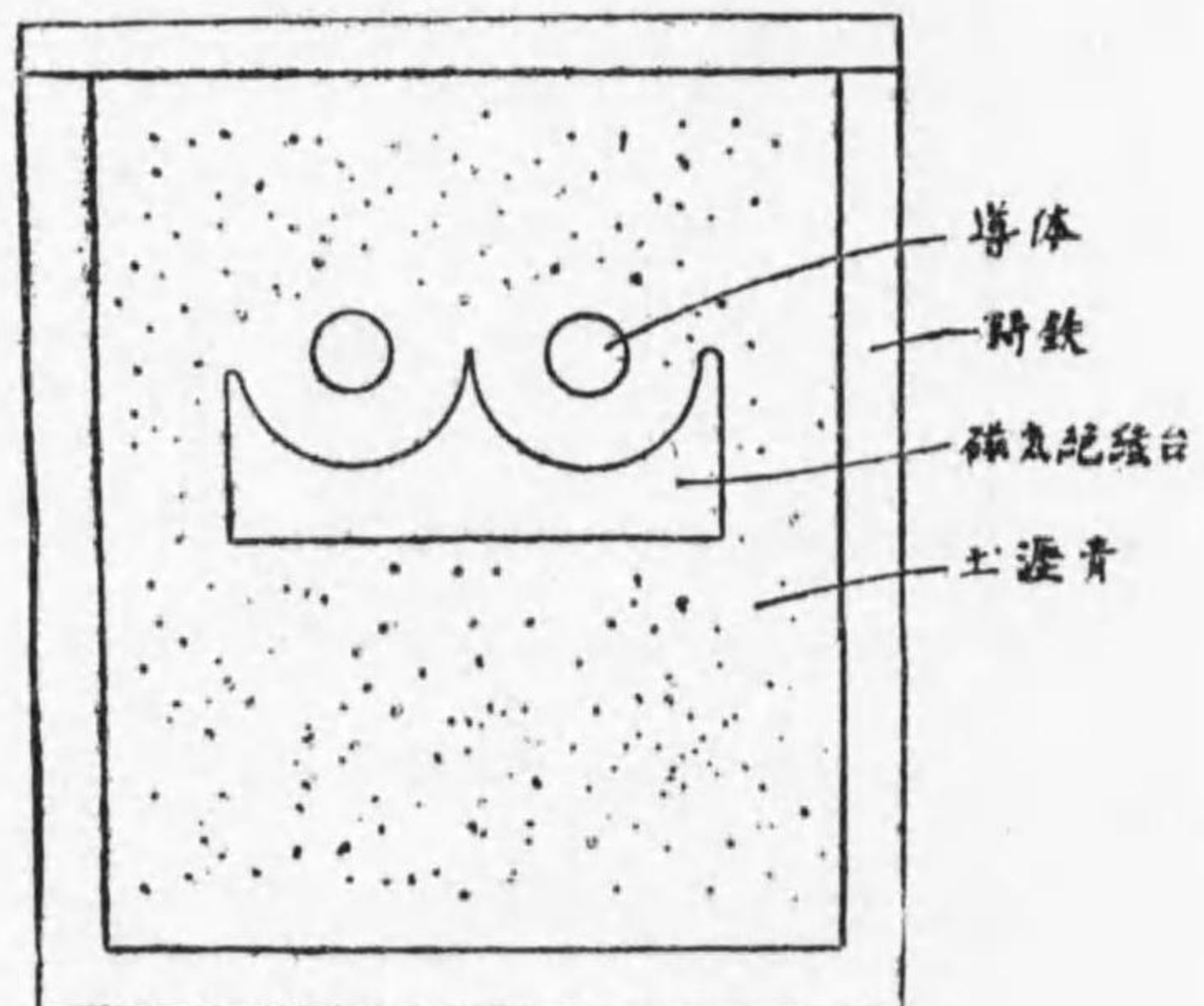
- (1) flexible system
- (2) inflexible system

flexible system とは都市の建造物等の時々變化するに對し地中線の敷設換可能なる方式にして inflexible system とは凡ての線路は建設後變更を許さざるものを云ふ。又工事方法にて分類せば

- (1) 直接埋設式或はトラフ式 (trough system)
- (2) 暗渠式 (conduit system) 或は引込式 (drawn in system)
- (3) 固定式 (solid system)

直接埋設式とは鎧裝電纜を用ひて直接地下に埋め或は土管に入れ川砂を以て被ふ。鎧裝電纜は凍る事なければ地下一尺位にて足ると雖も道路交叉點又は其上に馬車等の通過する時は3尺位の深さにするを要す此式は暗渠式より廉なる爲多く用ひらる。

暗渠式とは種々のコンヂットを地下に埋設し此中に鉛被電纜を引込む方式なり。或は暗渠の中に臺碍子を置き之に裸導線を架するものあり。



第 308 圖 固定式

固定式とは inflexible system にして裸線又は被覆線を第 308 圖の如く土瀝青の中に埋むる方式なり。

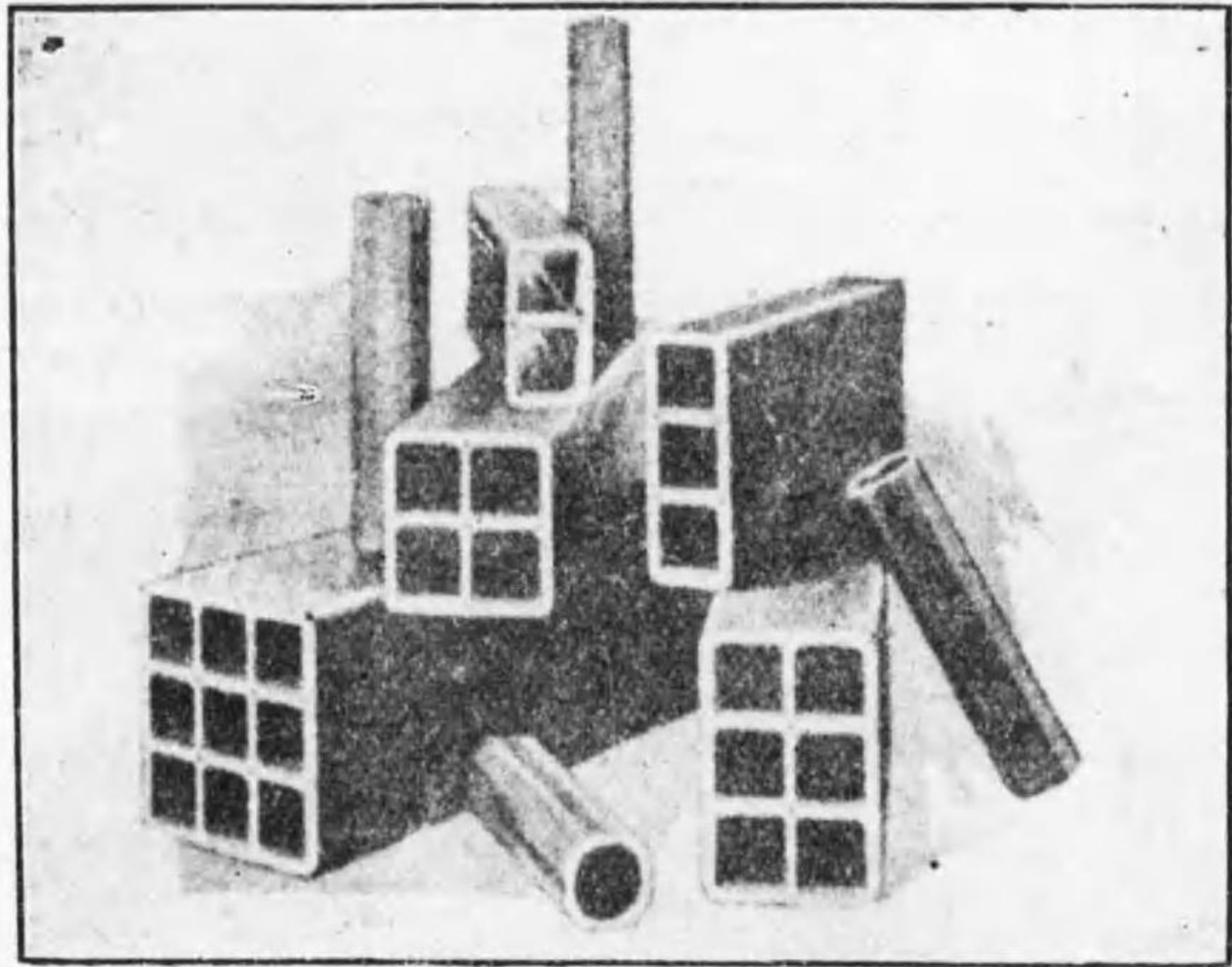
暗渠式に用ふるコンヂットは次の種類あり。

- (i) 金屬にて作れるもの (wrought iron pipe, cast iron pipe 等)
- (ii) 植物性物質にて作られたるもの (fiber duct, wood duct, paper duct 等) (第 309 圖)



第 309 圖 コンヂット(植物性物質)

- (iii) 珪酸質を以て作られたるもの (cement duct, clay duct 等)
(第 310 圖)



第 310 圖 コンヂット(珪酸質)

此中鐵管は高價なる爲使用個所を制限せらる。又絶縁物ならざるの不利あり fiber duct とは濕れるパルプを心棒に巻き壓縮し引出し、乾燥し土瀝青質コンパウンドを飽和せしめしものにして次の利點を有す。

- (i) 輕きが故に運賃の點に於て優る。
- (ii) 取扱に便なり。
- (iii) 鋸にて切るを得るが故に廢物となる部分少し。
- (iv) 長さを大とするを得るが故に接續個所を減少せしめるを得。

fiber duct はコンクリート中に埋設せらるゝ事あり。日本に於て之に類せるものに金剛煙突あり。物質は石綿とセメントなれば全く異れども同様に使用するを得べし。

wood duct は〔クレオソート〕を塗りたる木製管なり耐久力は 25 年位なれども安價なれば又使用せらる。

paper duct とは厚紙にて作りし筒にして單に土瀝青の型として用ひらるゝものなり。

以上植物性物質にて作りしものは柔軟なれば鉛被を損する恐れなき利點あれど耐火力小なる缺點あり。

cement duct, clay duct は各 cement 及び陶器を以つて作れるものにして日本にては此種のもの最も多く用ひらる。

之等の渠に線を引込むには三—四尺繼竿を用ひ一のマンホールより次のマンホール迄連絡を作る。次に綱を以て之に代へ此綱の先きに電纜の一端を結び引込む。悉しき工事方法は電氣協會出版の地中電線路建設要則を見られ度し。

7. 電纜の接續法

地中線に於て最も困難を感ずるは電纜の接續なり。接續方法の一例として電氣協會大正十一年十一月の地中電線路建設要則(案)の一部を掲げし故其の條を参照せられたし。次に現今地中線路の最高電壓のレコードなる 66 kV, Cleveland の電纜接續を示す。電纜は 500 000 c.m. 單心被鉛線なり。第 311 圖は $\frac{3''}{4}$ 程鉛と紙とを切取り特殊なる道具を用ひ内部に挿鉢型に切取る其角度は 15° とす次に導體に普通の接續器を用ひ其上に第 312 圖に示せる如き接續すべき兩電纜の挿鉢型に相當する中空の眞鍮製の外筒を用ひ其中に(ハンダ)を流入す。其以前此外筒と絶縁紙との間に空氣なき様充分に壓するを要す(第 313 圖)。次に被鉛を各 18'' 程兩線より剥ぎとる。次に

針孔其他不完全ノ點ナク且ツ酸化物ヲ絶對ニ含有セザルモノタルベシ。

前項ノ鉛管ハ被鉛電纜ニハ鉛 97 分ト錫 3 分トノ合金ヲ使用シ其他ノ電纜ニハ純鉛ヲ使用スベシ。

3. 鎧裝電纜及黃麻橫捲電纜ニハ鉛管ノ外面ニ品質善良ナル「アスファルト」混合物ヲ塗り其上ニ強靱ナル紙及黃麻各一層ヲ纏捲スベシ。

4. 鋼帶鎧裝電纜ハ第三項黃麻ノ上ニ二條ノ鋼帶ヲ同方向ニ二層捲トシ鎧裝スルモノトス鋼帶ノ幅ハ其厚サノ約 40 倍（電纜心徑 50 耗）以上ナルトキハ約 50 倍トシ同一層ニ於テ隣接セル鋼帶間ノ間隙ハ其ノ幅約 4 分ノ 1 以下ニシテ内層ノ間隙ハ外層ヲ以テ完全ニ覆フベキモノトス。

5. 鐵線鎧裝電纜ハ第三項黃麻ノ上ニ亞鉛鍍鐵線ノ一層或ヒハ二層ヲ以テ鎧裝シ其各層ノ鐵線ハ間隙ナク並列セシメ一層撚線及二層撚線ノ外層ノ撚合セ方向ハ右撚（レフトハンド式）ニシテ其間隔（ピッチ）ハ外徑ノ 18 倍以下トス二層撚線ニハ内外兩層ノ撚方向ハ反對ニシテ兩層間ニハ「アスファルト」混和物ヲ塗ルベシ。

6. 鎧裝電纜ハ鎧裝ノ上ニ更ニ黃麻一層ヲ纏捲スベシ。

7. 黃麻橫捲電纜及鎧裝電纜ノ外層黃麻ノ上ニ更ニ反對方向ニ黃麻數條ヲ捲キ附ケ外層黃麻ノ弛緩スルヲ防グベシ。

8. 外裝ニ使用スル紙黃麻等ハ總テ防腐性及耐水性ヲ有スル混和物ヲ充分浸潤シタルモノタルベシ。

第六 電氣的試驗

(イ) 絶緣耐力

1. 電纜ノ絶緣耐力試驗ハ左表ニ示ス如ク工場試験ト布設後試験トヲ行フモノトス工場試験ハ電纜ヲ 24 時間以上水中ニ浸潤シ置キ交流電壓ヲ導

體相互及導體ト被鉛トノ間ニ加ヘ之ニ耐フルモノタルベシ。

課電時間	工場試験	布設後試験
5 分間	常用電壓ノ 2.5 倍	常用電壓ノ倍
10 分間	同 2.25 倍	同 倍
30 分間	同 2 倍	同 倍
60 分間	同 1.5 倍	同 倍

多心電纜ノ中性點ヲ接地スルモノ、導體ト被鉛トノ間ノ工場試験ハ上表ノ 60 「パーセント」トス。但シ常用電壓以下ナルヲ得ズ「スプリット」導體ノ同一相ヲナス導體間ニハ常用電壓ヲ以テ試験シ 1 分間以上耐フベキモノトス。

2. 常用電壓 3300 「ヴォルト」以上ノ電纜ニハ次ノ曲撓試験ヲ行フコトアルベシ電纜ノ一端ヨリ長サ約 4 米ヲ取り被鉛ノ儘トナシ之ヲ被鉛外徑ノ 20 倍ノ直徑ヲ有スル圓棒ニ沿ヒテ前後ノ方向ニ各 3 回（合計 6 回）曲撓シ被鉛ニ罅裂ヲ生ズルコトナク尙導體相互間並ニ導體ト被鉛トノ間ニ使用電壓ノ 2.5 倍ノ電壓ヲ加ヘ 3 分間之ニ耐フルモノタルベシ。

(ロ) 絶緣抵抗

1. 同大ノ多心ヲ撚合セタル電纜ノ各導體ノ大地ニ對スル絶緣抵抗ハ其等ノ平均值ヨリ 10 「パーセント」以上ノ差違アル可カラズ。

2. 攝氏零度ヨリ 80 度迄ノ任意溫度ノ絶緣抵抗ト攝氏 15 度ノモノトノ關係左ノ式ニ適合スルモノタルベシ。

R_t 及 R_{15} ヲ夫々攝氏 t 度及 15 度ノ絶緣抵抗トセバ

$$R_t = R_{15}(1 + \alpha)^{t-15} \geq 0.2$$

第三項

第一

(ハ) 接續函充填用防水混和物、本品ハ接續函ノ防水混和物室ヲ充填スルニ適當ナルモノニシテ左ノ各頂ニ適當スルモノタルベシ。

1. 本品ハ電纜及接續函ニ使用セラレタル絶縁物及金屬ニ對シテ有害ナルモノヲ含有セザルモノタルベシ本品ノ水浸液ハ中性ニシテ可溶性鹽類ヲ含ムコトナク又攝氏 150 度ニ於テ溶融セル本品中ニ清淨ナル銅棒ヲ 1 時間挿入シタル後引出シ「ベンゼン」ニテ洗ヒ其表面ヲ檢スルニ異狀ヲ呈セザルモノタルベシ。
2. 本品ハ此レヲ攝氏 150 度ノ溫度ニテ 3 時間熱スルモ氣泡ヲ發スルコトナク且揮發減量 3「パーセント」以下ノモノタルベシ。
3. 本品ハ攝氏 150 度ニ於テ注入シ易キ液狀ノモノタルベシ内徑約 0.12 吋ノ玻璃管ヲ取り攝氏 150 度ノ本品中ニ垂直ニ挿入シ 1 分間ノ後取り出スニ本品ノ管内ニ上昇スル高サ 2.5 吋以上タルベシ。
4. 本品ハ之ヲ以テ約 2 吋立方ノ塊ヲ作り常溫ニ於テ蒸溜水 5「パーセント」食鹽水 0.3「パーセント」「アンモニア」水及 0.5「パーセント」硫酸溶液中ニ 120 時間以上浸漬シタル後液ヨリ取出シ吸墨紙ニテ表面ヲ拭ヒ秤量スル其重量ニ於テ各々 0.1「パーセント」以上ノ差ナキモノタルベシ。
5. 本品ハ電纜及接續函ニ使用セラル、諸金屬トヨク粘着スル性能ヲ有スルモノタルベシ清淨ニシテ平滑ナル鐵葉ニ攝氏約 150 度ノ本品ヲ約 0.08 吋ノ厚サニ流シ全體ヲ攝氏零度ニ 3 時間以上冷却シ鐵葉ヲ直徑 4 吋ノ圓錐表面ニ沿ヒテ其一端ヨリ除々ニ撓ムル時本品ガ罅裂ヲ生ゼズ且ツ鐵葉ヨリ離脱セザルモノタルベシ。
6. 本品ハ低溫ニ於テ衝擊ヲ加フルモ罅裂ヲ生ゼザルモノタルベシ本品

ヲ以テ直徑約 5 吋高サ約 4 吋ノ圓錐ヲ作り常溫ニ於テ 32 時間放置シタル後攝氏零度ニ 8 時間以上冷却シ 2.5 吋ノ鐵球ヲ 3 呎ノ高サヨリ落セシメ圓錐ノ中心ニ衝突セシムルコト 2 回ニ及ブモ罅裂ヲ生ゼザルモノタルベシ。

7. 本品ハ軟化點高キモノタルベシ内徑約 0.25 吋ノ玻璃管ノ下部ニ本品ヲ約 0.25 吋ノ高サニ入レ冷却シ其ノ上ニ水銀ヲ約 0.5 吋ノ高サニ入レ重湯煎浴上ニテ除々ニ熱スル場合水銀ノ降下スル時ノ溫度ハ攝氏 60 度以上ノモノタルベシ。
8. 本品ハ膨脹率少キモノタルベシ攝氏零度及 120 度ノ兩溫度ニ於ケル容積ノ増減ハ攝氏 60 度ヲ基點トシ各 4「パーセント」ヲ超過セザルモノタルベシ。

第四項

第一

(イ) 直線接續函

1. 本品ハ電纜接續ニ使用スルモノニシテ左ノ部分ヨリ成ルモノトス。
導體接續管、鑄鐵函又ハ砲金函、填材(パツキング)
2. 導體接續管ハ第 7 圖ノ如キ銅製ノ圓錐管ニシテ導體ト錫鑄着スルニ適スルタメ表面ニ完全ニ錫鍍スベシ本品ハ導體ノ太サニ依リ一方ニ縱ニ斷チ割リタルモノ又ハ螺子止裝置ヲ施セルモノヲ使用スベシ表面ハ平滑ニシテ縁ハ必ズ丸味ヲ保タシメ管ノ内徑ハ導體ヲ差シ込ミ得ル程度ノモノタルベシ。
3. 鑄鐵函又ハ砲金函ハ接續スベキ電纜ノ使用電壓種類太サニ依リテ大體第 8 圖ノ如キ形狀ノモノニシテ鑄疵、鑄張り反リ其他ノ缺點ナク上半部ト下半部及絶縁混和物注入口ト小蓋トハ良ク適合シ喰合部ノ溝ハ蓋ノ凸起

ニ對シ充分大ニシテ填材ハ凸起ノ頭部ト溝ノ底部トニテ完全ニ締メ付ケラルルモノトス。

絶縁混和物注入ノ小蓋ヲ取付クベキ埋込螺子ハ鍛鐵製ニシテ函ノ内面ニ突出セシムベカラズ。

鑄鐵函又ハ砲金函ト電纜ノ鉛被トヲ電氣的ニ接続スベキ壓止蝕子ハ眞鍮製ニシテ一ヶ所毎ニ銅製座金二枚ヲ附屬セシムベシ。

「ボルト」ハ鍛鐵製ノ充分強力ナルモノニシテ鑄鐵函又ハ砲金函ノ横ヨリ自由ニ抜キ差シ得ベク且ツ締附ノ際空轉セザル様適當ナル装置ヲナスベシ。

鑄鐵ハ鑄放シノ儘ニシテ塗料ヲ施スベカラズ銹止トシテ容易ニ取り去リ得ル油ヲ使用スルコトヲ得然レドモ此ノ油ハ拭ヒ去ラズシテ鑄物ノ生地ヲ見得ル者タルベシ。

砲金ハ銹止ノタメ金假漆ヲ塗ルモノトス。

4. 填材ハ大體第八圖ニ記載セル如キ鉛管ニシテ溝ヲ適度ニ充タシムベキ外徑ヲ有シ締付ケノ際凸起ニテ容易ニ壓縮サルル程度ノ厚サタルベシ但シ適當ナル太サヲ有スル絨斗ニ防腐塗料ヲ浸潤セシメタルモノヲ以テ鉛管ニ代用スルコトヲ得。

第五章

第一項 管路ノ工事方式

地下管路ノ工事方式ハ普通直接布設法及ビ引入式布設方法ノ二方式ニ大別シ得ルモノトス。

1. 直接布設ノ方式ニ於テハ先ツ道路ヲ掘鑿シテ溝ヲ作り溝ノ底ニ半土管(又ハ鐵平石花崗岩)ヲ敷キ之レニ電纜ヲ布設シ(鐵平石花崗石ヲ用ヒ

タルトキハ側石ヲ入レ)土管中ニ河砂ヲ填充シ蓋石ヲナシ土壤ヲ埋戻シ路面ヲ復舊スルモノトス。

2. 直接布設方法ハ「トラフ」式布設方法トモ謂ヒ比較的簡單ニシテ最も多ク採用セラルル方式ナレドモ他ノ工事者ヨリ障害ヲ受クル事尠カラズ又道路面ニ石「アスファルト」又ハ木鋪等ヲ施シタル場所ニアリテハ屢々其路面ヲ破壊掘鑿ノ必要ヲ生ズル不便アリ。

3. 引入式布設方法ハ前條ノ缺點ヲ補フモノニシテ道路ヲ掘鑿シ相當ノ深サニ鐵管若クハ土管ヲ布設シ必要ナル個所ニ「マンホール」ヲ設置シ電纜ヲ引キ入ルルモノトス。

第六章

第三項

第二 電纜接続ノ例解

次ニ數種ノ電纜接続方式ヲ記載ス其以外ハ唯寸法ノ異ナルノミニシテ其他ノ條項ハ類似ノモノナレバ之ヲ省略ス。

尙接続管ヲ油浸絶縁紙ヲ以テ絶縁スルハ絶縁紙ト接続管トノ間ニ空所ヲ生ズル虞アルニ付心線分離板ヲ使用スル時ハ絶縁紙ヲ纏捲セザルヲ可トスレドモ心線分離板ヲ使用セザルトキハ接続管上ニ絶縁紙ヲ纏捲スル者トス其ノ方法ハ鉛工接続條項中ニ記載ノ如クナスベシ。

(イ) 11000「ヴォルト」4 零番三心入鎧裝電纜ノ直線接続函ノ接続。

1. 鑄鐵函ノ位置ニ電纜ノ端ガ正シク重ナリ合フ様靜カニ電纜ヲ屈曲スベシ。

2. 電纜ノ端ガ 2.5 吋宛重ナル様ニ電纜ノ端ヲ木又ハ臺上ニ支持シ標識シタル上線切鋸ヲ以テ靜カニ切斷ス可シ。

3. 鑄鐵函ノ下半部ヲ宛ガイ鋼帶上ノ黃麻ハ防水混合物室ニ入ラザル様又鋼帶ハ同室ノ中央ニテ止マル様標識シタル後黃麻又鋼帶ヲ剝取ル可シ。(第 29 圖)(第 316 圖ノ 4)
4. 黃麻及鋼帶ヲ剝取ルニハ豫メ鐵線(BWG 16 番)ヲ以テ 3—4 回綁縛シ置キ先ヅ黃麻ヲ切り次ニ三角鑪ヲ以テ切目ヲ入レ終端ヨリ鋼帶ヲ解キ去リ前記切目ヨリ折リ取ル可シ。
5. 被鉛ノ上ノ黃麻ハ鋼帶ノ終端ヨリ全部ヲ切り取ル可シ。
6. 被鉛ノ上ノ紙ハ「ブローランプ」ニテ溫メタル上鋼帶ノ端ヨリ約 6 吋ダケ「ナイフ」ヲ以ツテ被鉛ヲ傷ケザル様剝取り鑪刷毛ヲ以ツテ被鉛ヲ研磨スベシ。
7. 電纜ノ鑄鐵函ニテ締付ケラル、部分ノ中外方ノ 1 ケ所ニハ綿「テープ」ヲ一重捲キ其ノ上ニハ「タール」ヲ浸セル黃麻布ヲ纏捲シ其ノ上ニ「テープ」ヲ一重捲キ内方ノ二個所ニハ「テープ」ヲ堅ク所要ノ厚サダケ纏捲スベシ。
8. 絶縁混和物室ノ壁ノ内側ヨリ 4 吋ノ個所ニ於テ被鉛ノ圓周ニ沿ヒ厚双「ナイフ」ヲ以テ被鉛ノ厚サノ約半分迄切目ヲ入ルベシ。(第 30 圖)
9. 前項ノ切目ヨリ電纜端ニ向ヒ四分ノ三吋ヲ隔テ圓周ニ沿ヒテ被鉛ノ厚サ全部ニ切目ヲ入ル可シ。
10. 被鉛端ヨリ前項ノ切目マデ縱ニ被鉛ノ厚サ全部ニ斜ニ切目ヲ入レ靜カニ被鉛ヲ剝ギ取ルベシ。
11. 電纜心ノ外捲絶縁紙ハ薄双「ナイフ」ヲ以テ端ヲ僅カニ毀テ手ヲ以テ捲キ解シ被鉛端ニテ導體ノ絶縁紙ヲ損傷セザル様注意シテ切り取り下層 2—3 枚ハ「ナイフ」ヲ用ヒズムシリ取り且ツ心線間ノ黃麻ヲ「ナイフ」ニ

テ切り取ル可シ。

12. 被鉛端ヨリ約 1 吋ダケ心線ノ上ヲ綿帶ヲ以テ六重ニ緊縛シ綿帶ノ端ヲ結ビタル上心線ヲ三叉狀ニ靜カニ擴ゲ綿帶ヲ以テ三叉分岐點ヨリ各心線ヲ各層二分ノ一重複ニテ一回纏捲シ心線端ヨリ 3 吋ノ個所ニ至テ止ム可シ(第 31 圖)
13. 心線ヲ型ニ合セテ靜カニ曲ゲ心線分離板ヲ挿入スベシ(第 32 圖)
14. 鑄鐵函ノ下半部ヲ精密ニ宛ガイ水平ヲ正シ其中心ニ於テ各心線ノ導體ガ密接スル様ニ線切鋸ヲ以テ心線ノ紙ト導體トヲ同時ニ切り取ル可シ此ノ際他ノ心線ニ切屑ノ附着セザル様綿布ヲ掛ケ置クベシ。(第 33 圖)(第 316 圖ノ 5)
15. 心線切り取りハ二人掛ニテナス可シ此ノ際ニハ各々片手ニ心線ヲ把握シ片手ニ線切鋸ヲ使用スベシ。
16. 切口ヨリ 2 吋隔テ心線ノ絶縁紙ヲ麻糸ヲ以テ 3 回以上綁縛シ切口ヨリ 1 吋 8 分ノ 7 ノ個所マデ絶縁紙ヲ切り取ルベシ。
17. 導體切口ニ不規則ナル突起ナキ様又切口ノ周邊ガ尖角ヲナサザル様鑪ヲ以テ仕上ゲ且ツ導體ノ表面ヲ綿布ニテ清拭シ置クベシ。
18. 導體ノ端ガ夫々精密ニ接觸スルヲ檢シタル上接續管ヲ導體ニ挿入シ鑄鐵函ノ下半部ヲ取り去リ接續管ノ端ヨリ約 2 吋ノ間綿帶ヲ以テ導體及絶縁紙ヲ三重ニ纏捲シ置クベシ。
接續管ノ割目ハ之ヲ下面ニ向ハシメ蛇口「ペンチ」ヲ以テヨク締付クベシ。
19. 錫鑼受皿ヲ敷キ他ノ二導體ヲ綿布ニテ包ミ少量ノ 40「パーセント」樹脂アルコール溶液ヲ塗り杓子ヲ以テ錫鑼ヲ注ギカケ充分錫鑼ノ廻リタル後錫鑼ノ突起ナキ様綿布ヲ以テ拭ヒ順次ニ各導體ヲ鑼着スベシ。但シ錫鑼

ハ錫5鉛5ノモノタルベシ絶縁紙ノ末端ヲ薄双「ナイフ」ヲ以テ傾斜シテ切り取ルベシ。

20. 接続函ハ損傷又ハ不備ノ點ナキヲ檢シタル上綿布ヲ以テ内部ヲ清拭シ又接地用壓止螺子ノ接觸面ハ鏽ヲ以テ充分ニ研磨シ置ク可シ。

21. 鑄鐵函ハ内外面共充分ニ「タール」又ハ絶縁混和物ノ塗布セラレヨルヤヲ檢シ殊ニ内面ニ剝脱セル個所アラバ「ブローランプ」ヲ以テ温メ塗布スベシ。

22. 鑄鐵函ノ下半部ヲ宛ガヒ兩端ノ電纜押シヲ取り付ケ「ボルト」ヲ堅ク締メ付クベシ。(第34圖)(第316圖ノ6)

23. 填材用鉛管二條ハ能クシゴキタル上各其ノ兩端ニBS 12番錫鍍銅線ヲ鑢着シ填材溝ニ挿入シ鉛管端ハ防水混和物室ニ1吋以上突出セシムベシ(填材トシテ黄麻ヲ使用スルトキハ其ノ大サニ注意シ溝ヲ充分良ク満たシ得ル太トナスベシ(第35圖)(第316圖ノ7))

前記銅線ノ一ヲ鋼帶ニ3回纏捲シ且ツ接地用壓止螺子ニテ締付ケタル終端ト他ノ一ヲ銅線ヲ被鉛ニ3回纏捲シタル終端トヲ同時ニ被鉛上ニ鑢着シ且ツ鋼帶ト銅線トヲ鑢着シ銅線ノ不用端ヲ切り取ルベシ前記鑢着ニ際シテハ鋼帶並ニ被鉛面ノ一部ニ融劑トシテ少量ノ「ペースト」ヲ塗り焼鑢ヲ以テ局部的ニ鑢着スベシ又銅線ノ弛緩セザル様其ノ端ヲ接続函ニ捲付ケ置クベシ。鋼帶鑢着個所ハ豫メ鏽ヲ以テ磨キ置クベシ。

24. 囊ニ捲キタル綿帶ヲ取り去リ被鉛ノ切目ノ間ノミ被鉛ヲ縦ニ厚双「ナイフ」ヲ以テ絶縁紙ヲ傷ケザル様注意シテ斜ニ切目ヲ入レタル後被鉛ヲ圓周ニ沿ヒテ外方ニ剥ギ取ルベシ。此際被鉛ハ囊キニ其ノ厚サノ半分ダケ切込マレアルヲ以テ被鉛ノ切り口ハ自然ニ鐘狀ニ擴大セラル可シ。

25. 「ブローランプ」ヲ以テ電纜及鑄鐵函ヲ能ク炙リタル上防水混和物ヲ防水混和物室ニ注入スベシ防水混和物ヲ絶縁混和物室ニ溢レ入ルコトナキ様注意シテ螺子、被鉛銅帶銅線等ニヨリ注ギ掛ケ素地ノマニ殘ル所ナカラシムベシ。

26. 絶縁混和物ハ寒暖計ヲ挿入シテ攝氏200度以下ニ保チ攝氏120度ニ降下スルヲ待チテ被鉛心線特ニ三又部分分離板接続管ニ洩レナク注ギ掛ケ鑄鐵函下半部ヲ充タス迄徐々ニ注入スベシ。(第36圖)(第316圖ノ8)

27. 鑄鐵函上半部分面ヲ「ブローランプ」ニテ炙リタル上之ヲ取り付ケ「スパンナー」ヲ以テ「ボルト」ヲ交互ニ平均ニ堅ク締付クベシ。(第37圖)(第316圖ノ9)

28. 防水混和物ヲ少量宛細巾ニテ防水混和物室ヲ充タス迄注入シ綿布ヲ以テ其ノ注入口ヲ蔽ヒ置ク可シ。

29. 氣孔ヲ開キタルマ、小蓋孔ヨリ絶縁物混和物ヲ除クニ少量宛絶縁混和物室ニ注入シ氣孔ノ下部ニ到達セザル程度ニ至リテ止メ氣孔及小蓋孔ヲ綿布ニテ蔽ヒ置クベシ。

30. 2時間乃至4時間放置シ第1回注入混和物ノ收縮スルヲ待チテ第2回注入ヲナス可シ絶縁ノ混和物ヲ絶縁混和物室ニ注加シ氣孔ヨリ混和物ノ流出スルニ至リテ止メ光明丹ヲ用ヒテ氣孔ヲ閉ヂ更ニ鑄鐵函ヲ充ス迄注入シ綿布ヲ以テ蔽ヒ置クベシ防水混和物ヲ防水混和物室ノ外部ニ溢ルル迄注加シ光明丹ヲ用ヒテ注入口ノ螺子ヲ締付クベシ。(第38圖)(第316圖ノ10)

31. 3時間ノ後絶縁混和物ノ第3回注入ヲナスベシ「ブローランプ」ニテ絶縁混和物ノ面ヲ炙リタル後更ニ混和物ヲ小蓋ノ孔ヨリ溢レ出ル程度ニ注入スベシ。

32. 鉛管ヲ小蓋ノ溝ニ挿入シ第3回注入後10分時間ノ後ニ小蓋ヲ取り付クベシ。

33. 小蓋ノ「ボルト」ヲ堅ク締付ケ其ノ接觸個所及螺子ノ周リニ防水混和物ヲ注ギ掛クベシ。(第39圖)(第316圖ノ11)

34. 接續函前後ノ電纜ニ電纜番號會社記號等ヲ刻印セル鉛板ヲ纏ヒ置クベシ。

接續材料

電纜接續材料ハ常時ヨリ整頓シ置キ接續函以外種々ノ材料ハ豫メ一接續ニ要スル量ダケ一函(木又ハ紙製)ニ入レ保管スベク散逸ヲ防ギ施工ヲ簡捷ニシ又非常出勤ノ際行動ヲ迅速ナラシムベシ。

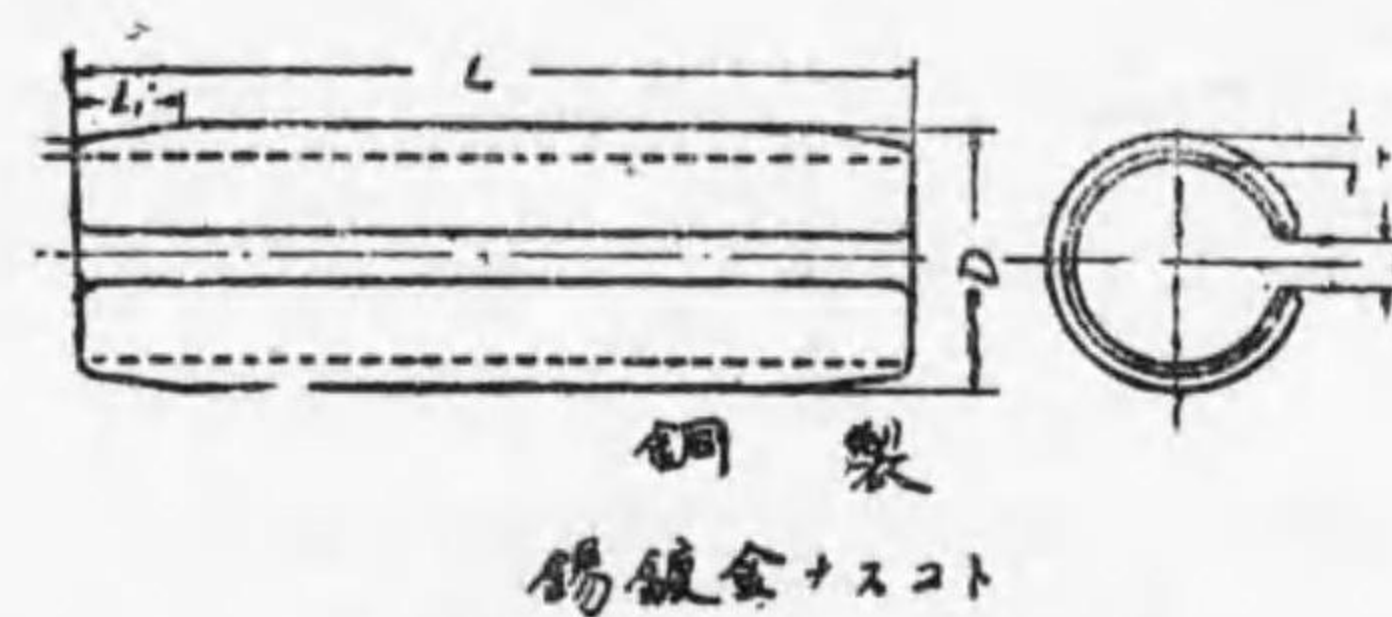
特別高壓電纜接續材料ノ一例

1100「ヴォルト」BS 4 零番三心入鉛裝電纜接續用材料

種別	單位	數量	記	事
接續函	—	—	一式	
絶緣混和物	封度	60	20 封度入3罐	
防水混和物	"	5	5 封度入1罐	
綿テープ	"	1.5	—	
タール浸黄麻布	枚	4	巾3吋長1呎	
綿帶	卷	2	一卷ノ長サ 20 吋巾 1 吋	
綿布	呎	10	—	
填材用鉛管(大)	本	2	各3呎	
填材用鉛管(小)	"	1	1.5呎	
錫鍍銅線	"	4	各2.5呎 BS. 12番	
棒錫鉛	"	1	1本ノ重量 250 匁但シ常時鍋中	
鐵線	呎	8	二三貫目以上備ヘオクコト	
糸錫鉛	本	2	BWG. 11 番亞鉛鍍鐵線 1 本 重量 20 匁	

麻	糸	呎	6	—
鉛	板	枚	2	—
樹	脂	—	少量	—
ソルダー	リングペースト	—	"	—
晒	縹	匁	200	—
光	明丹	—	少量	—
ア	ルコール	—	"	—

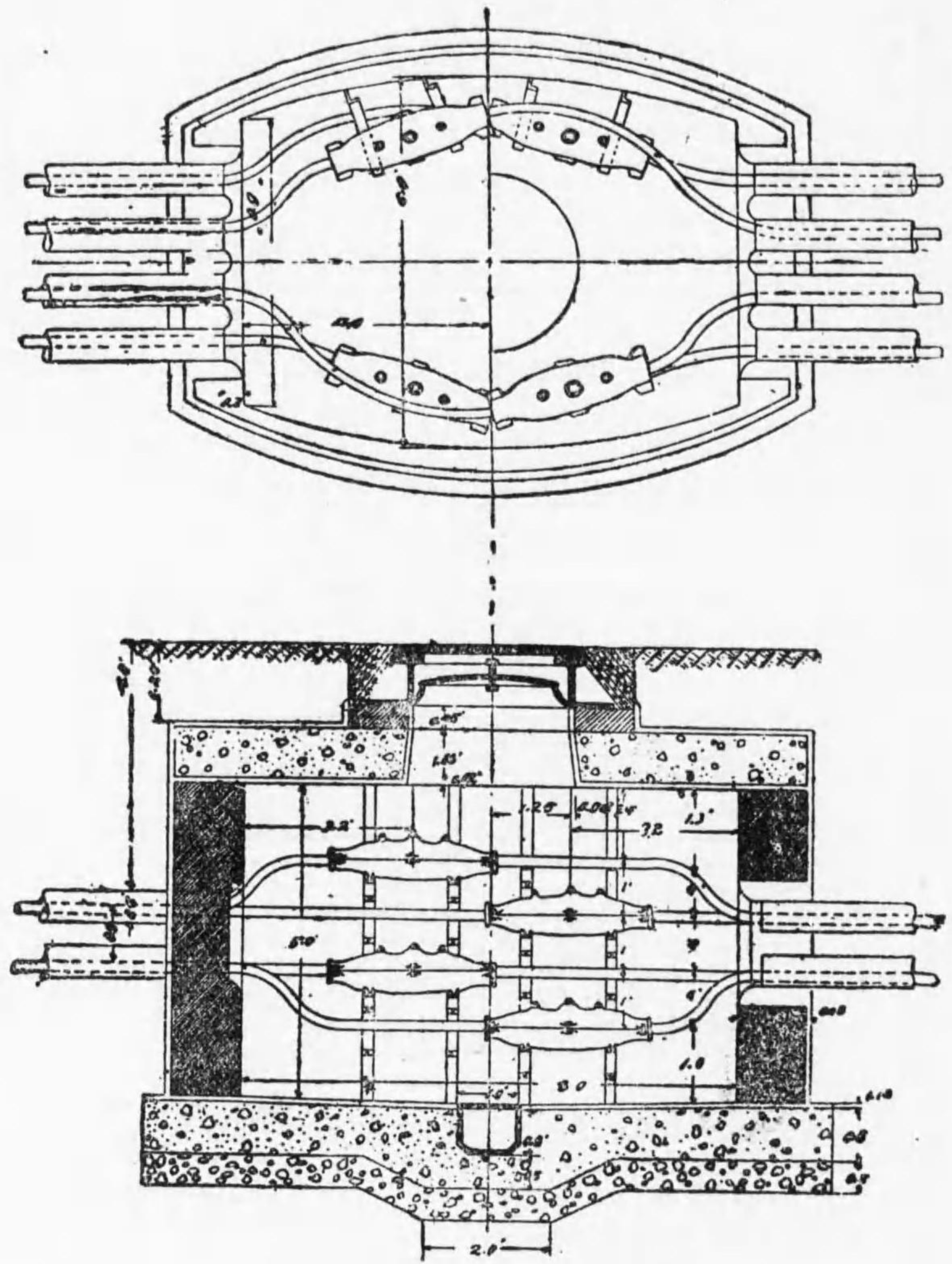
電氣協會地中電線路建設要則附圖ヨリ



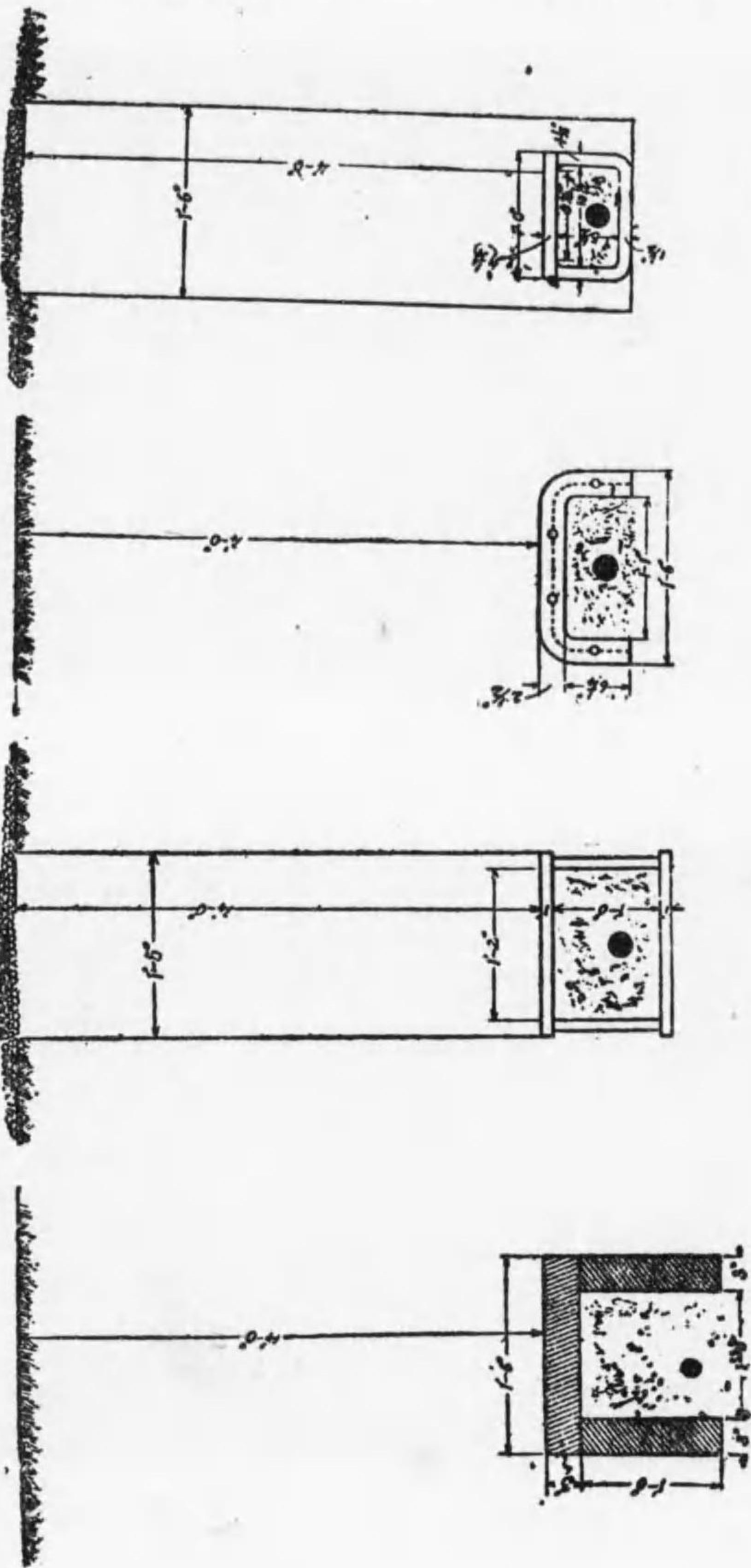
導體	L吋	D吋	T吋	S吋	L ₁ 吋	T ₁ 吋
BS 4 10	1/2	1/2	1/2	1/2	-	-
8	1/2	1/2	1/2	1/2	-	-
6	1/2	1/2	1/2	1/2	-	-
4	1/2	1/2	1/2	1/2	-	-
2	1/2	1/2	1/2	1/2	-	-
0	2	2	2	2	-	-
2/0	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	1/2	1/2
3/0	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	1/2	1/2
4/0	2 1/2	2 1/2	2 1/2	2 1/2	1/2	1/2
300,000 C.M.	3	3	3	3	1/2	1/2
500,000 C.M.	3 1/2	3 1/2	3 1/2	3 1/2	1/2	1/2

低壓及高壓電纜接續管(五五頁)
備考 BS 十番以下ニ對シテハ十番ト同ジ
但シ T₁ヲ 1/32 吋ヲ導體ニ從ヒ少ニス

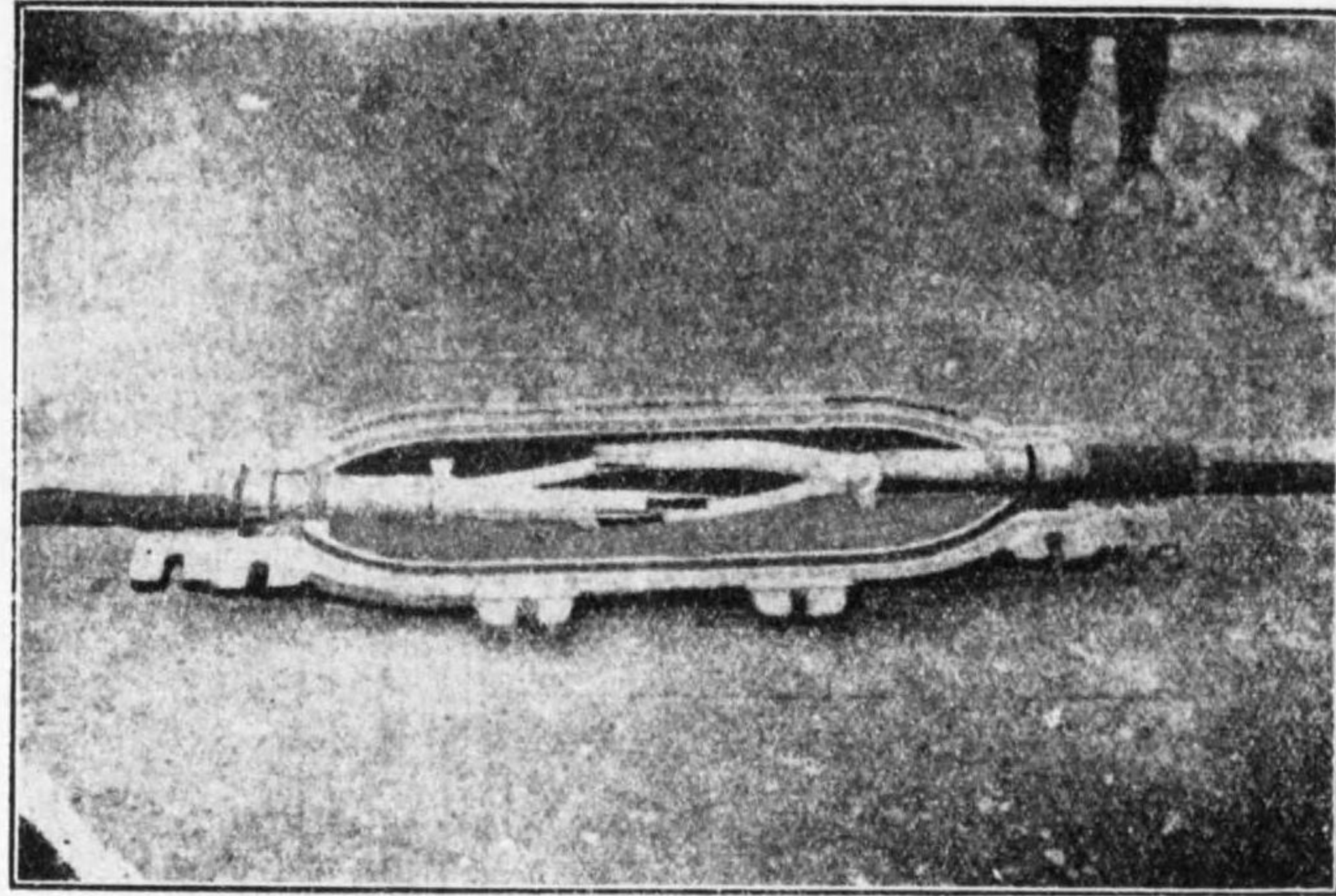
第 316 圖 の 1 要則附圖



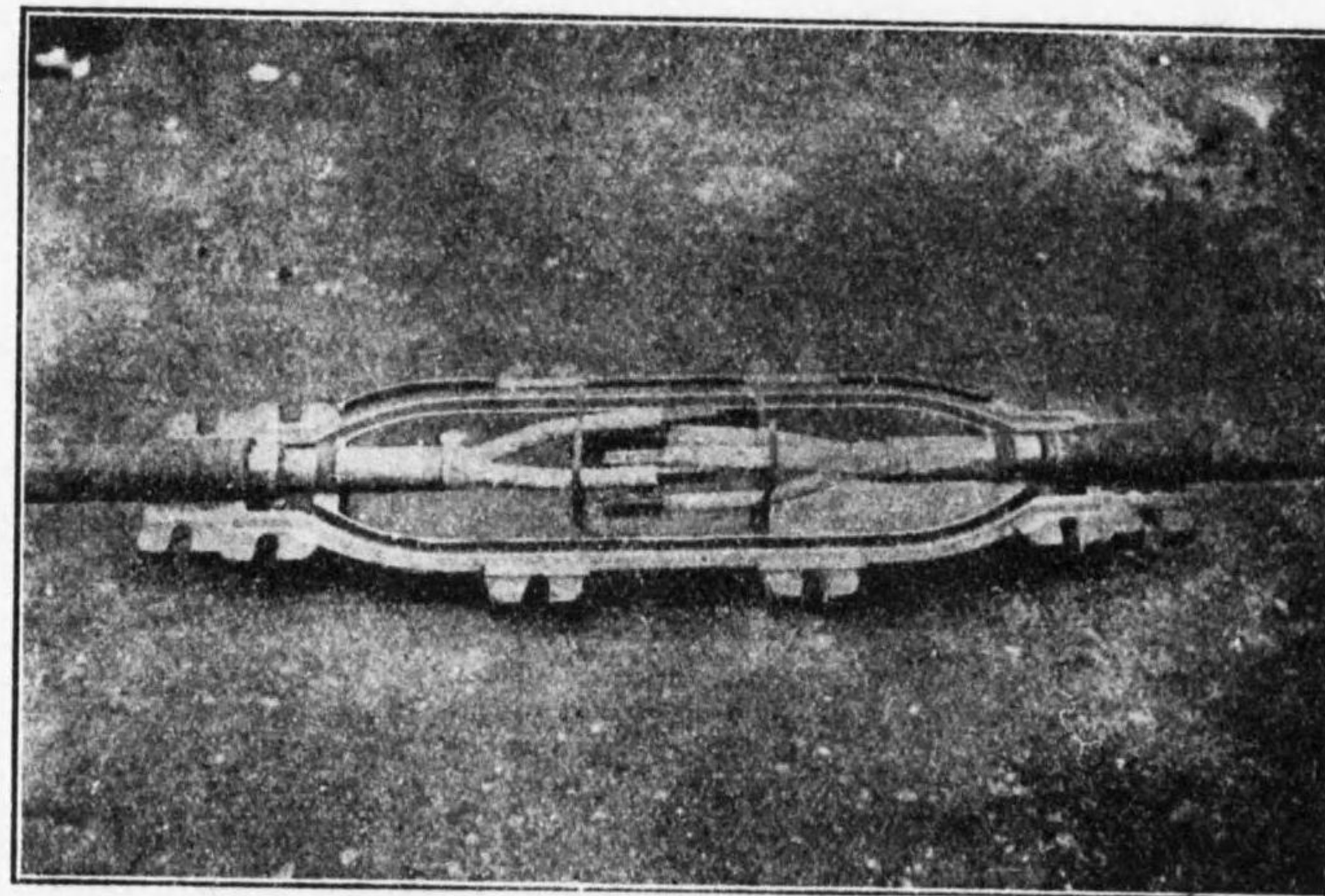
第 316 圖 の 2 要則附圖



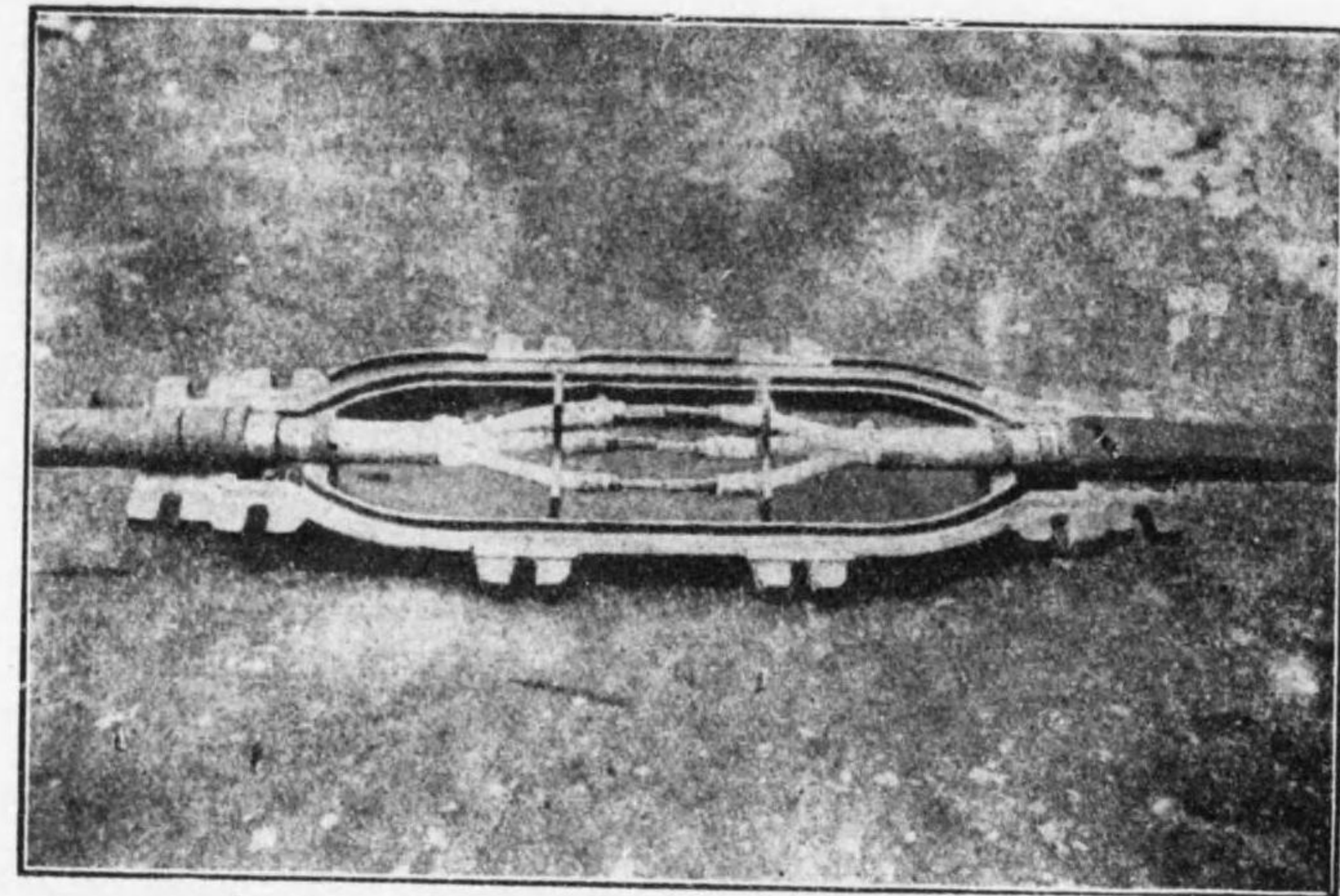
第 316 圖 の 3 要則附圖



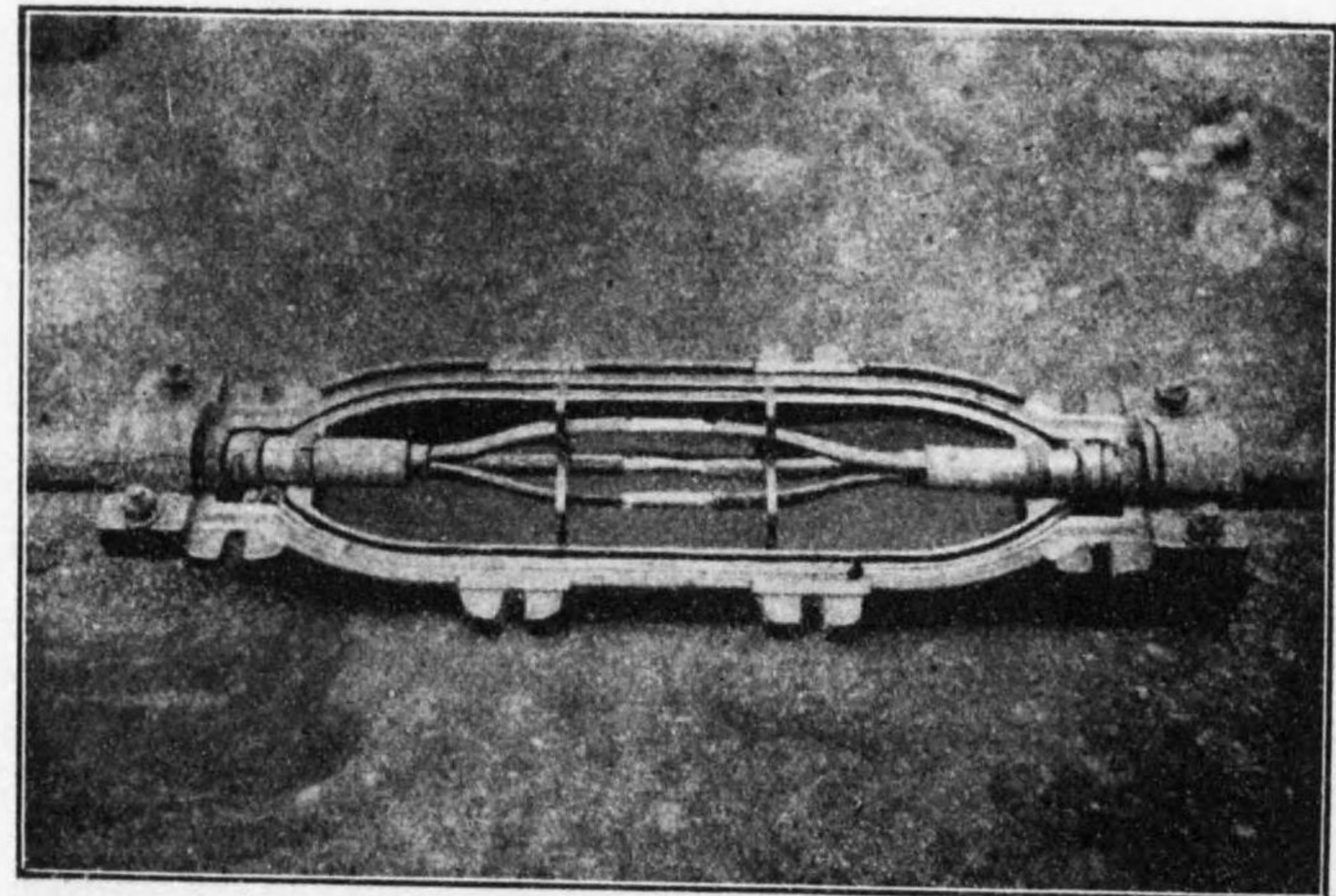
第 316 圖 の 4 要則附圖



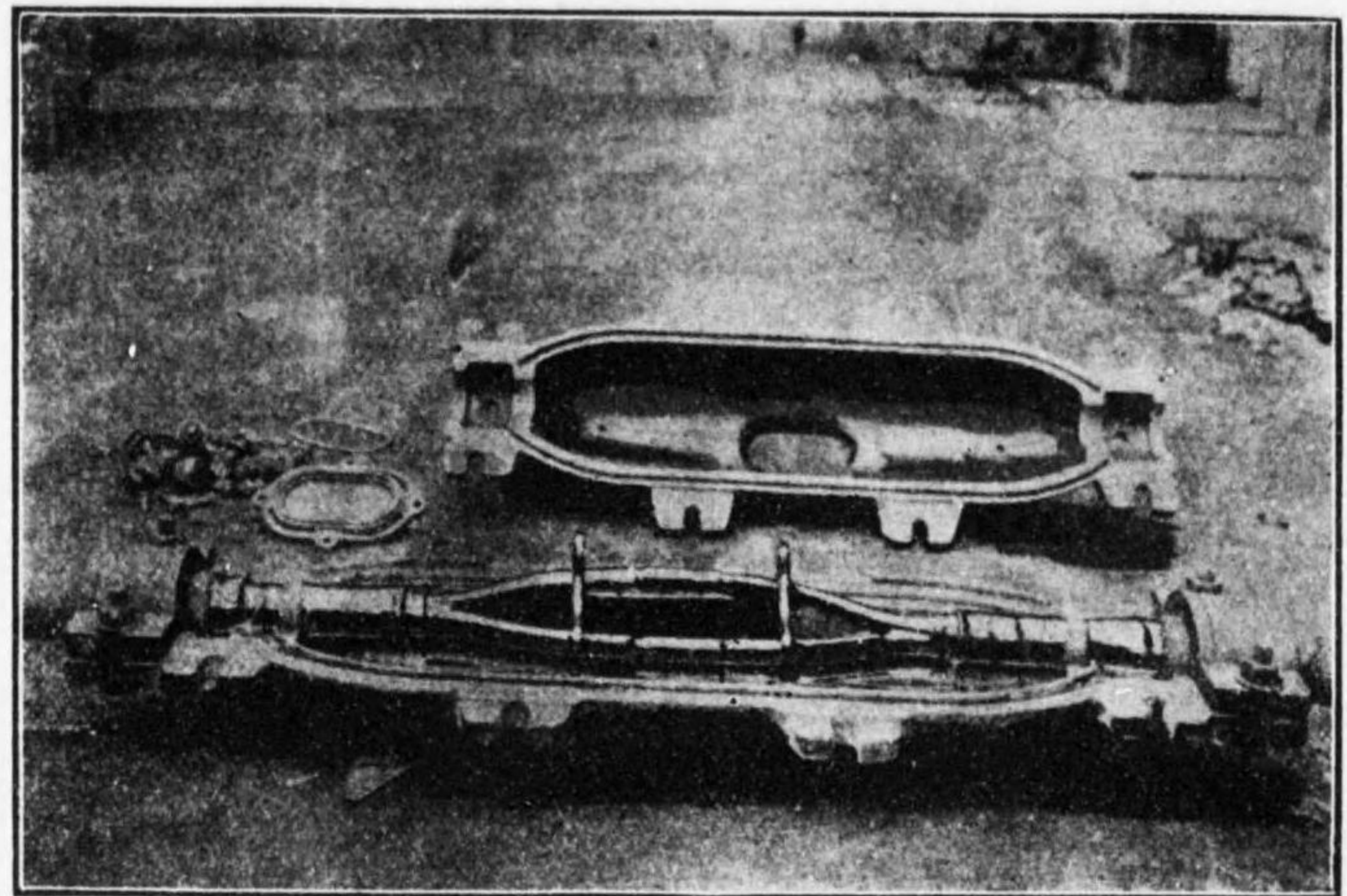
第 316 圖 の 5 要則附圖



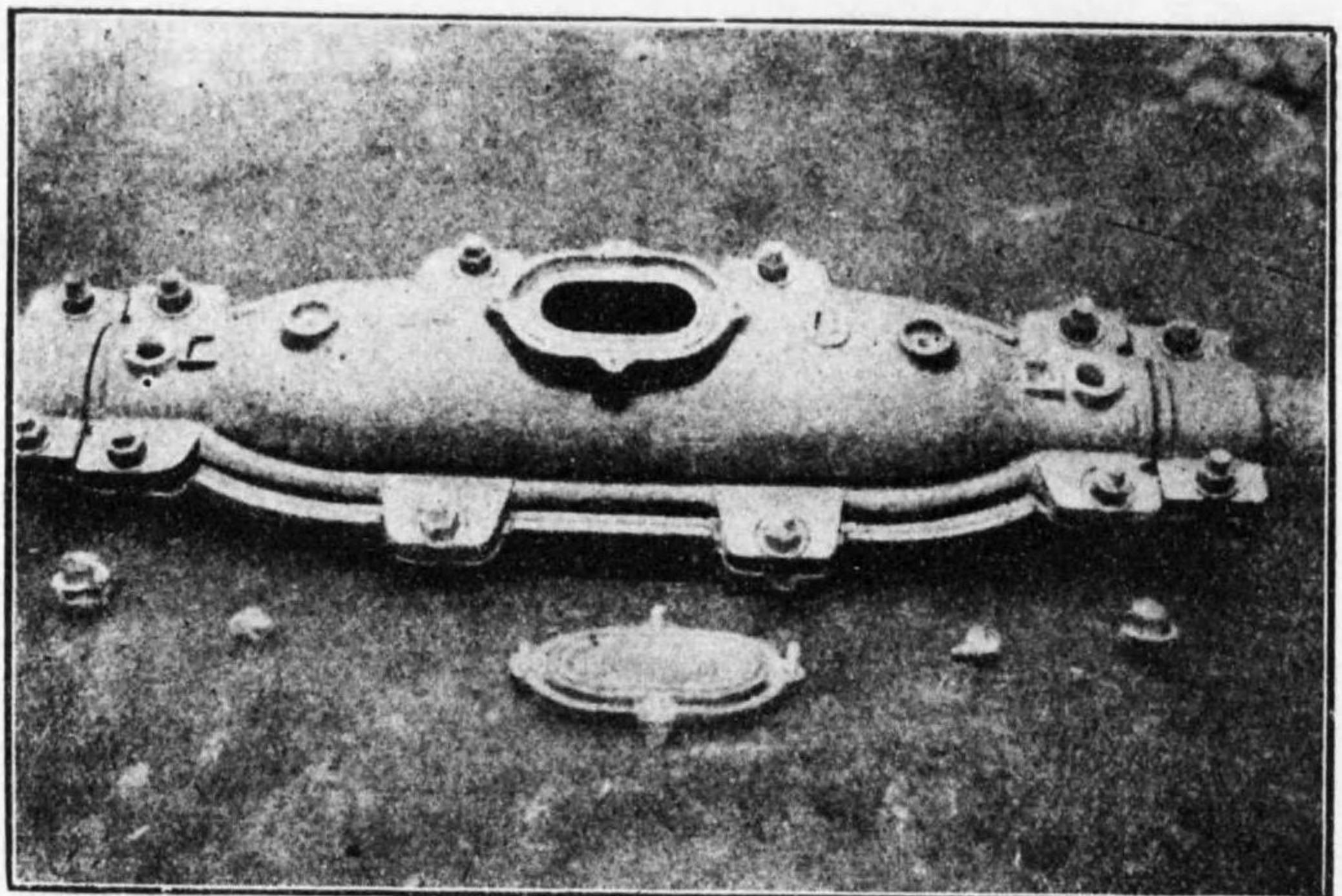
第 316 圖 の 6 要則附圖



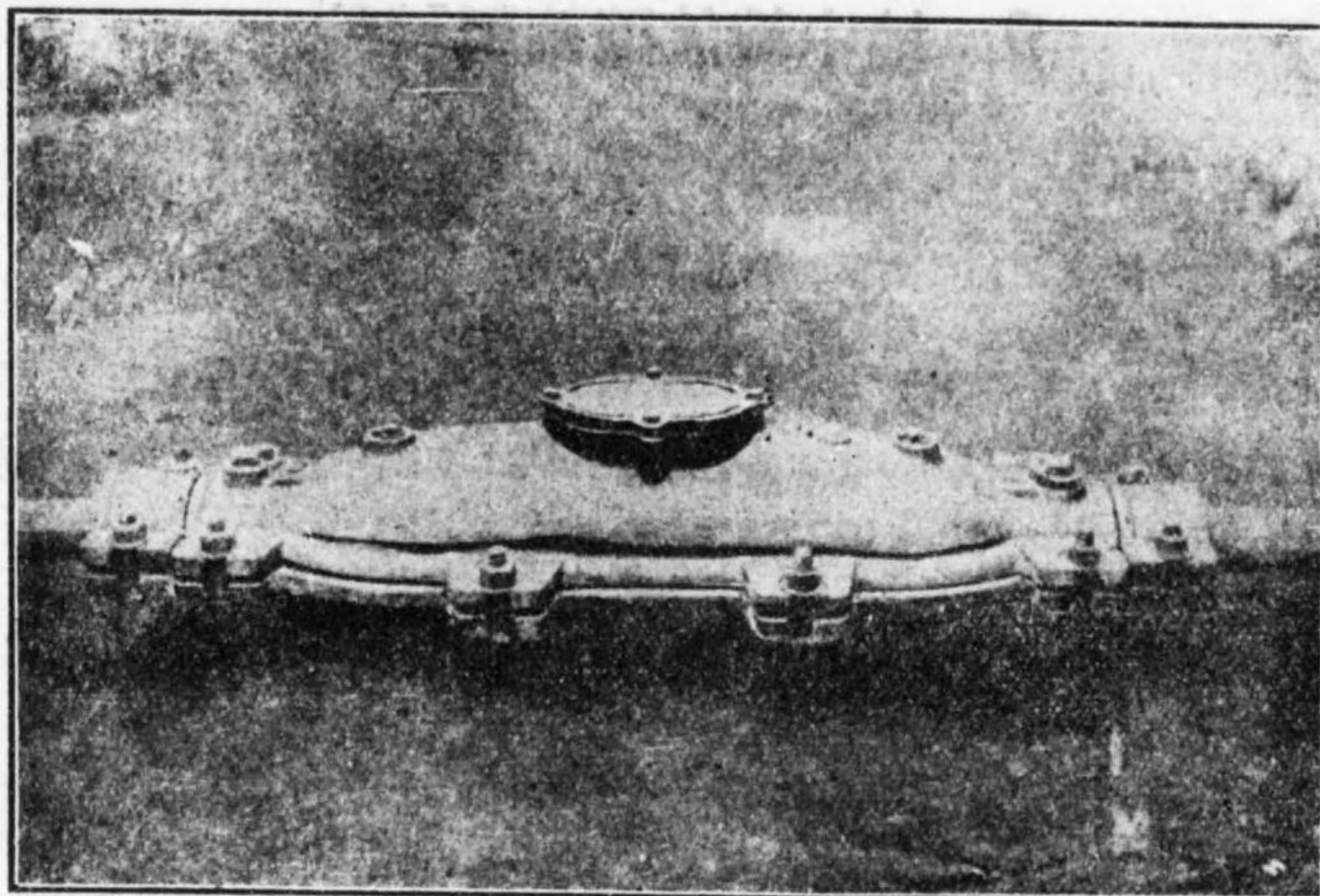
第 316 圖 の 7 要則附圖



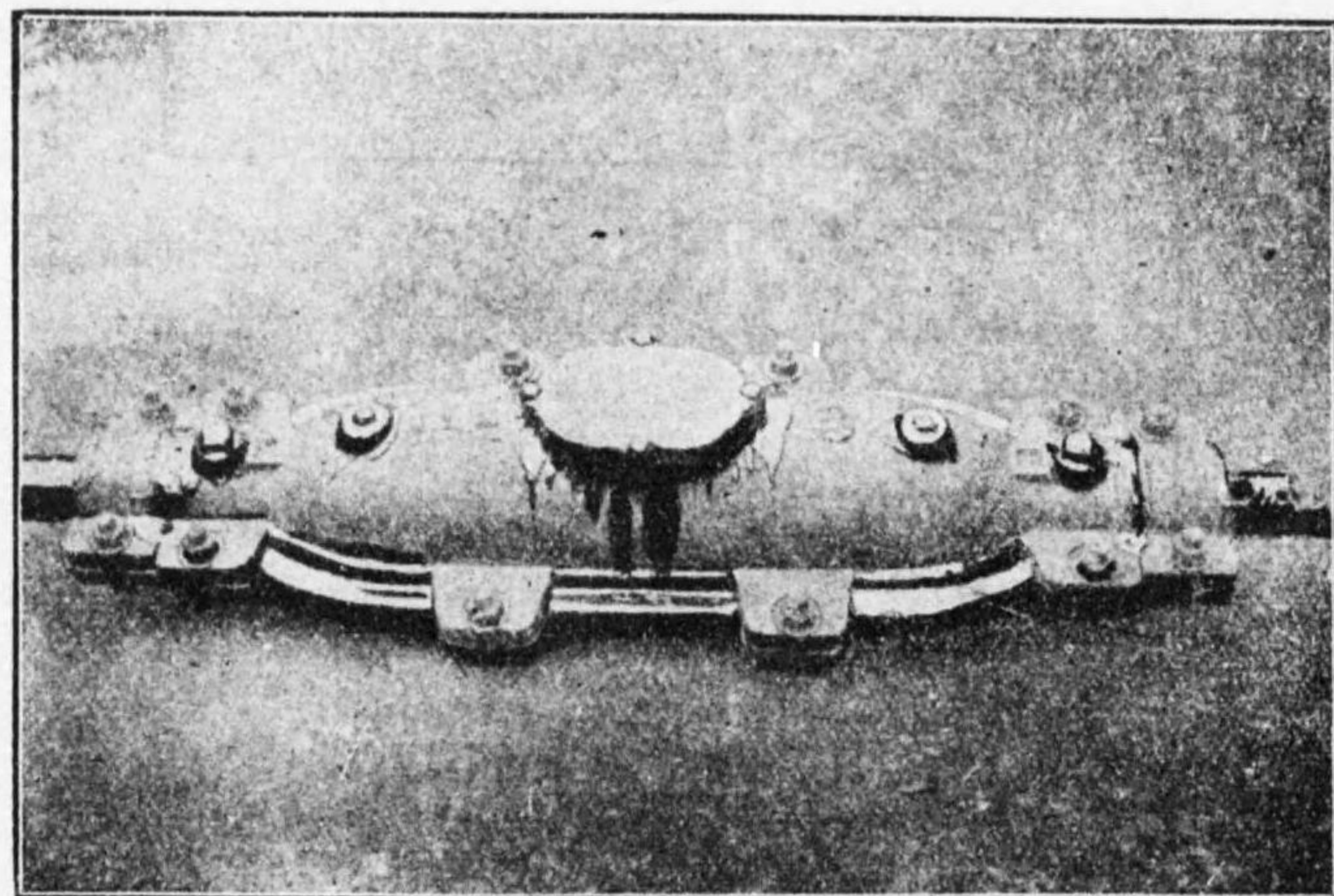
第 316 圖 の 8 要則附圖



第 316 圖 の 9 要則附圖



第 316 圖 の 10 要則附圖

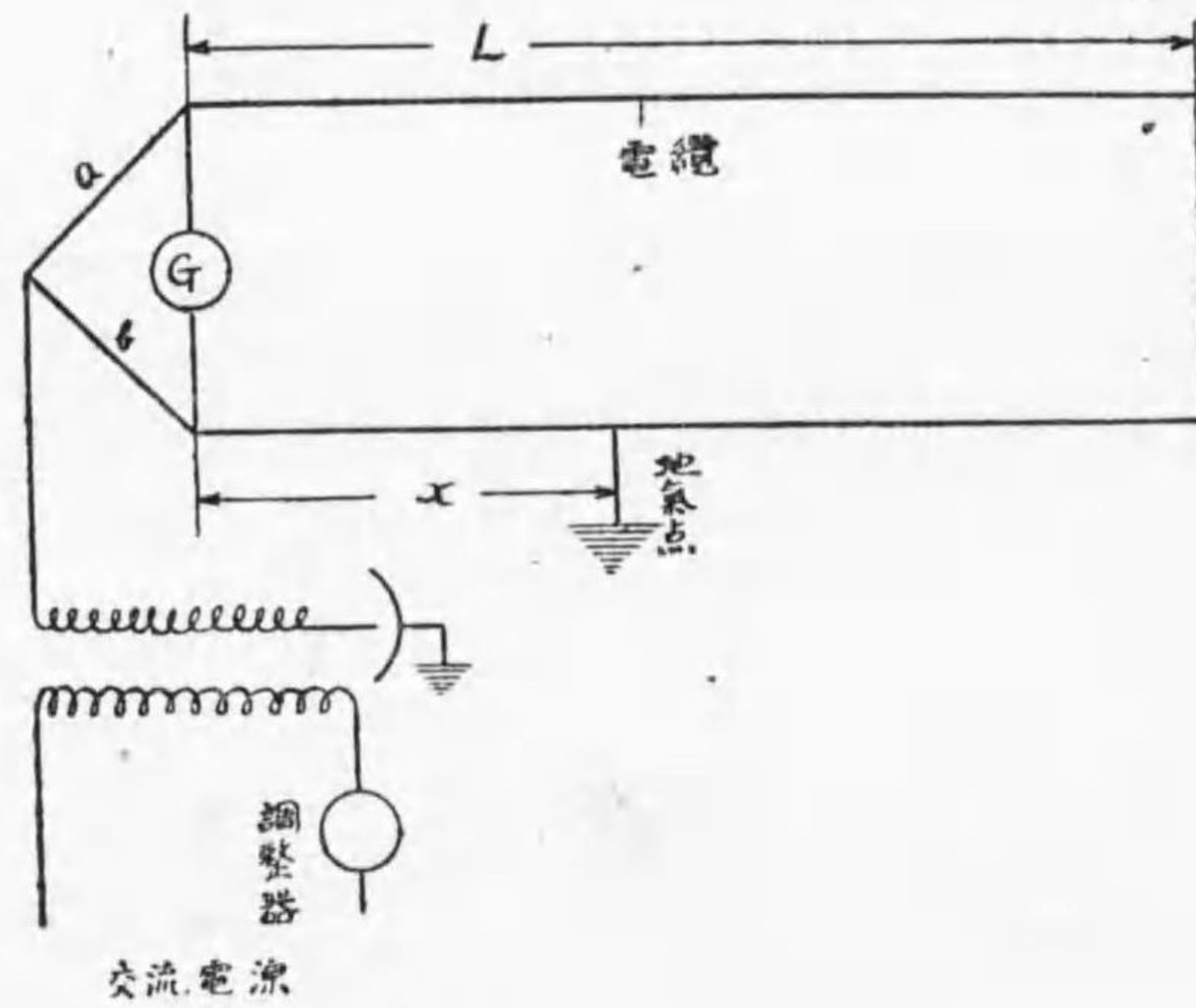


第 319 圖 の 11 要則附圖

9. 地中線故障箇所試験

地中線に地氣を生ぜし場合弱電流の時の如く低電壓を以て試験するを得ず之れ電線の性質として高壓の掛れる時にのみ故障出現するが故なり。此現象は架空線路に於ても碍子の一部分破壊せられし時にも起る。斯る場合に於てはケノトロン (kenotron) を用ひ交流より高壓直流を作り次の接續を以て故障箇所を發見するを得べし。ホイトストンブリツヂの原理により a, b を兩橋の抵抗とし L を一線の長さ, x を求むる距離とせば

$$x = \frac{2bL}{a+b}$$



第 317 圖 故障箇所試験

第 53 表

CURRENT-CARRYING CAPACITY FOR SINGLE CONDUCTOR PAPER INSULATED LEAD COVERED CABLE IN THE AIR
BASED ON 60 CYCLES A-C. AMBIENT TEMPERATURE 30° C. G. E. Co.

Size	Single Conductor N.E. Code Amperes	NOMINAL OPERATING VOLTAGE					
		1000	500	10000	15000	20000	25000
14 B.&S.	15	31					
12	20	41					
10	25	53					
8	35	70	67				
6	50	93	89				
4	70	126	120	111	104		
2	90	171	163	153	137	126	
1	100	200	186	172	158	146	134
1/0	125	234	215	200	183	170	154
2/0	150	271	249	232	210	195	178
3/0	175	315	293	268	245	226	206
4/0	225	370	339	312	283	261	233
Circular Inch							
.25	237	413	379	348	316	292	255
.30	275	474	430	387	354	328	297
.35	300	524	473	433	393	362	328
.40	325	572	520	473	430	394	356
.45	362	621	561	512	466	426	385
.50	400	657	591	540	486	448	408
.60	450	740	667	606	549	503	454
.70	500	819	735	671	605	553	498
.80	550	867	802	727	653	599	544
1.00	650	1006	929	837	756	686	617
1.25	750	1148	1053	952	857	779	685
1.50	850	1296	1161	1044	941	855	765
1.75	950	1380	1259	1137	1021	931	820
2.00	1050	1472	1344	1171	1090	996	890

第 5 4 表 (A)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
SINGLE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
RECOMMENDED FOR WORKING PRESSURES NOT EXCEEDING 600 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
SOLID						
14	3/64	3/64	0.27		181	29
12	3/64	3/64	0.28		203	39
10	3/64	3/64	0.30		232	53
8	3/64	3/64	0.33		272	75
6	1/16	3/64	0.39		359	121
4	1/16	3/64	0.44		442	174
STRANDED						
6	1/16	3/64	0.42		379	126
4	1/16	3/64	0.46		468	182
2	1/16	1/16	0.55		722	266
1	5/64	1/16	0.63		862	339
0	5/64	1/16	0.67		973	413
00	5/64	1/16	0.71		1110	507
000	5/64	1/16	0.76	Approximately same as leaded	1272	622
0000	5/64	5/64	0.85		1674	768
250 000	3/32	5/64	0.93		1911	919
300 000	3/32	5/64	0.99		2160	1099
350 000	3/32	5/64	1.04		2370	1253
400 000	3/32	5/64	1.09	2582	1412	
500 000	3/32	3/32	1.20		3301	1742
600 000	7/64	3/32	1.31		3815	2101
650 000	7/64	3/32	1.36		4027	2253
700 000	7/64	3/32	1.39		4241	2422
750 000	7/64	3/32	1.42		4457	2594
800 000	7/64	3/32	1.45		4654	2746
900 000	7/64	3/32	1.53		5089	3073
1 000 000	7/64	3/32	1.58		5495	3411
1 250 000	4/32	7/64	1.80		7053	4265
1 500 000	4/32	7/64	1.90		8003	5053
1 750 000	4/32	7/64	2.04		9113	5926
2 000 000	4/32	7/64	2.11		10011	6703

1250 VOLTS A-C.

SOLID						
14	1/16	3/64	0.30	Approximately same as leaded	208	33
12	1/16	3/64	0.31		231	45
10	1/16	3/64	0.33		260	59
8	1/16	3/64	0.36		311	96

The data for sizes larger than No. 8 for 1250 volts is the same as for 600 volts.

第 5 4 表 (B)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
SINGLE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
2000 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
SOLID						
14	3/32	3/64	0.36		267	53
12	3/32	3/64	0.38		290	64
10	3/32	3/64	0.40		321	80
8	3/32	3/64	0.42		362	104
6	3/32	3/64	0.46		423	140
4	3/32	3/64	0.50		506	195
STRANDED						
6	3/32	3/64	0.48	Approximately same as leaded	443	147
4	3/32	1/16	0.56		664	205
2	3/32	1/16	0.62		808	292
1	3/32	1/16	0.66		906	354
0	3/32	1/16	0.70		1019	429
00	3/32	1/16	0.75		1162	524
000	3/32	5/64	0.83		1516	640
0000	3/32	5/64	0.89		1731	787
250 000	7/64	5/64	0.97		1969	940
300 000	7/64	5/64	1.02		2219	1123
350 000	7/64	5/64	1.07	2435	1277	
400 000	7/64	5/64	1.12	3093	1437	
500 000	7/64	3/32	1.24	3372	1768	

The data for sizes larger than No. 0000 for 2000 volts is the same as for 600 volts.

3000 VOLTS A-C.

SOLID						
14	4/32	3/64	0.42	Approximately same as leaded	326	70
12	4/32	3/64	0.44		356	82
10	4/32	3/64	0.46		382	99
8	4/32	1/16	0.52		545	125
6	4/32	1/16	0.55		615	163
4	4/32	1/16	0.59		711	220
STRANDED						
6	4/32	1/16	0.57		642	170
4	4/32	1/16	0.62		748	231
2	4/32	1/16	0.68		893	322
1	4/32	1/16	0.72	994	385	
0	4/32	1/16	0.76	1108	462	
00	4/32	5/64	0.84	1447	560	
000	4/32	5/64	0.89	1627	678	
0000	4/32	5/64	0.95	1843	834	
250 000	4/32	5/64	1.00	2026	962	
300 000	4/32	5/64	1.05	2278	1146	
350 000	4/32	5/64	1.10	2489	1301	
400 000	4/32	3/32	1.18	2987	1462	
500 000	4/32	3/32	1.27	3442	1793	
600 000	4/32	3/32	1.35	3888	2132	
650 000	4/32	3/32	1.39	4100	2283	
700 000	4/32	3/32	1.42	4322	2459	
750 000	4/32	3/32	1.45	4531	2624	
800 000	4/32	3/32	1.48	4735	2784	
900 000	4/32	3/32	1.56	5166	3106	
1 000 000	4/32	7/64	1.64	5970	3447	

The data for sizes larger than 1,000,000 cm. is the same as for 600 volts.

第 5 4 表 (C)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
SINGLE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
5000 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
SOLID						
10	6/32	1/16	0.62		662	150
8	6/32	1/16	0.64		712	177
6	6/32	1/16	0.68		787	221
4	6/32	1/16	0.72		887	281
STRANDED						
6	6/32	1/16	0.70		817	229
4	6/32	1/16	0.75		927	295
2	6/32	5/64	0.84		1278	392
1	6/32	5/64	0.88		1392	459
0	6/32	5/64	0.92		1521	546
00	6/32	5/64	0.96		1676	648
000	6/32	5/64	1.02		1860	774
0000	6/32	5/64	1.07	Approximately same as leaded	2083	928
250 000	6/32	3/32	1.15		2548	1061
300 000	6/32	3/32	1.21		2822	1253
350 000	6/32	3/32	1.26		3048	1411
400 000	6/32	3/32	1.31		3278	1576
500 000	6/32	3/32	1.39		3743	1921
600 000	6/32	3/32	1.47		4197	2264
650 000	6/32	3/32	1.51		4414	2421
700 000	6/32	3/32	1.55		4632	2594
750 000	6/32	3/32	1.58		4853	2771
800 000	6/32	7/64	1.64		5444	2923
900 000	6/32	7/64	1.72		5925	3264
1 000 000	6/32	7/64	1.77		6412	3607
1 250 000	6/32	7/64	1.92		7429	4435
1 500 000	6/32	7/64	2.02		8388	5234
1 750 000	6/32	1/8	2.20		10056	6119
2 000 000	6/32	1/8	2.30	11070	6936	
7000 VOLTS A-C.						
SOLID						
8	7/32	1/16	0.70		802	208
6	7/32	1/16	0.74		878	252
4	7/32	5/64	0.81		1168	314
STRANDED						
6	7/32	1/16	0.76		904	259
4	7/32	5/64	0.84		1228	338
2	7/32	5/64	0.90		1389	429
1	7/32	5/64	0.94		1506	506
0	7/32	5/64	0.98		1637	589
00	7/32	5/64	1.03		1804	693
000	7/32	5/64	1.08		1981	820
0000	7/32	3/32	1.17	Approximately same as leaded	2488	979
250 000	7/32	3/32	1.22		2690	1115
300 000	7/32	3/32	1.27		2965	1307
350 000	7/32	3/32	1.32		3194	1469
400 000	7/32	3/32	1.37		3428	1638
500 000	7/32	3/32	1.45		3893	1981
600 000	7/32	3/32	1.53		4038	2016
650 000	7/32	3/32	1.58		4429	2347
700 000	7/32	7/64	1.64		5026	2505
750 000	7/32	7/64	1.67		5254	2680
800 000	7/32	7/64	1.70		5479	2852
900 000	7/32	7/64	1.78		5887	3132
1 000 000	7/32	7/64	1.83		6092	3253
1 250 000	7/32	7/64	1.99		6846	3750
1 500 000	7/32	7/64	2.09		7825	4565
1 750 000	7/32	1/8	2.29		9535	5421
2 000 000	7/32	1/8	2.36	10483	6288	

第 5 4 表 (D)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
SINGLE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
8500 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
SOLID						
8	8/32	1/16	0.77		904	253
6	8/32	5/64	0.82		1156	288
4	8/32	5/64	0.87		1282	352
STRANDED						
6	8/32	5/64	0.85		1210	304
4	8/32	5/64	0.90		1331	369
2	8/32	5/64	0.96		1504	478
1	8/32	5/64	1.00		1621	549
0	8/32	5/64	1.04		1754	634
00	8/32	5/64	1.09		1914	742
000	8/32	3/32	1.17	Approximately same as leaded	2386	872
0000	8/32	3/32	1.23		2629	1034
250 000	8/32	3/32	1.28		2834	1172
300 000	8/32	3/32	1.34		3112	1366
350 000	8/32	3/32	1.38		3343	1533
400 000	8/32	3/32	1.43		3578	1701
500 000	8/32	3/32	1.52		4050	2052
600 000	8/32	7/64	1.63		4902	2400
650 000	8/32	7/64	1.67		5138	2565
700 000	8/32	7/64	1.70		5367	2742
750 000	8/32	7/64	1.73		5596	2920
800 000	8/32	7/64	1.76		5811	3082
900 000	8/32	7/64	1.84		6280	3424
1 000 000	8/32	7/64	1.89		6705	3767
1 250 000	8/32	7/64	2.05		7817	4617
1 500 000	8/32	1/8	2.18		9298	5398
1 750 000	8/32	1/8	2.35	10575	6345	
2 000 000	8/32	1/8	2.43	11522	7152	
11,500 VOLTS A-C.						
SOLID						
4	10/32	5/64	1.00		1517	448
STRANDED						
4	10/32	5/64	1.03		1567	466
2	10/32	5/64	1.10		1745	574
1	10/32	3/32	1.16		2145	649
0	10/32	3/32	1.20		2295	741
00	10/32	3/32	1.25		2468	850
000	10/32	3/32	1.30		2672	981
0000	10/32	3/32	1.36	Approximately same as leaded	2925	1153
250 000	10/32	3/32	1.40		3134	1296
300 000	10/32	3/32	1.46		3418	1498
350 000	10/32	3/32	1.51		3657	1670
400 000	10/32	3/32	1.56		3897	1844
500 000	10/32	7/64	1.67		4778	2200
600 000	10/32	7/64	1.75		5268	2559
650 000	10/32	7/64	1.79		5504	2725
700 000	10/32	7/64	1.83		5742	2909
750 000	10/32	7/64	1.86		5968	3085
800 000	10/32	7/64	1.89		6172	3236
900 000	10/32	7/64	1.97		6663	3600
1 000 000	10/32	7/64	2.02		7098	3954
1 250 000	10/32	1/8	2.21		8774	4823
1 500 000	10/32	1/8	2.33		9808	5672
1 750 000	10/32	1/8	2.48		11005	6596
2 000 000	10/32	1/8	2.55	11936	7386	

第 5 4 表 (E)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
SINGLE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
13,500 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
STRANDED						
2	12/32	3/32	1.24		2294	670
1	12/32	3/32	1.28		2431	759
0	12/32	3/32	1.33		2582	853
00	12/32	3/32	1.37		2765	971
000	12/32	3/32	1.42		2970	1110
0000	12/32	3/32	1.48		3233	1286
250 000	12/32	3/32	1.53		3451	1427
300 000	12/32	3/32	1.59		3731	1635
350 000	12/32	3/32	1.63		3975	1811
400 000	12/32	7/64	1.71	Approximately same as leaded	4636	1994
500 000	12/32	7/64	1.80		5141	2358
600 000	12/32	7/64	1.88		5636	2722
650 000	12/32	7/64	1.92		5880	2895
700 000	12/32	7/64	1.95		6122	3084
750 000	12/32	7/64	1.98		6350	3262
800 000	12/32	7/64	2.01		6572	3429
900 000	12/32	7/64	2.09		7055	3788
1 000 000	12/32	1/8	2.17		8032	4146
1 250 000	12/32	1/8	2.36		9303	5057
1 500 000	12/32	1/8	2.46		10319	5886
1 750 000	12/32	1/8	2.60		11524	6818
2 000 000	12/32	1/8	2.68		12471	7624

17,000 VOLTS A-C.

STRANDED						
2	14/32	3/32	1.38		2639	833
+	14/32	3/32	1.41		2728	880
0	14/32	3/32	1.45		2885	978
00	14/32	3/32	1.50		3067	1099
000	14/32	3/32	1.55		3289	1248
0000	14/32	7/64	1.64		3940	1421
250 000	14/32	7/64	1.68		4171	1576
300 000	14/32	7/64	1.74		4479	1786
350 000	14/32	7/64	1.79		4740	1969
400 000	14/32	7/64	1.84	Approximately same as leaded	4998	2151
500 000	14/32	7/64	1.92		5509	2519
600 000	14/32	7/64	2.00		6019	2899
650 000	14/32	7/64	2.04		6267	3075
700 000	14/32	7/64	2.08		6507	3262
750 000	14/32	7/64	2.11		6742	3447
800 000	14/32	1/8	2.17		7496	3612
900 000	14/32	1/8	2.25		8012	3980
1 000 000	14/32	1/8	2.30		8559	4376
1 250 000	14/32	1/8	2.46		9762	5276
1 500 000	14/32	1/8	2.55		10744	6072
1 750 000	14/32	1/8	2.70		12006	7061
2 000 000	14/32	1/8	2.77		12961	7876

第 5 4 表 (F)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
THREE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
FOR WORKING PRESSURES NOT EXCEEDING 600 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
SOLID						
14	3/64	3/64	0.47		398	102
12	3/64	3/64	0.51		458	136
10	3/64	1/16	0.59		672	185
8	3/64	1/16	0.64		799	258
6	3/64-1/64	1/16	0.73		1004	368
STRANDED						
6	3/64-1/64	1/16	0.78		1068	406
4	3/64-1/64	5/64	0.91		1564	595
2	3/64-1/64	5/64	1.04		1993	874
1	1/16-1/64	3/32	1.23	Approximately same as leaded	2720	1128
0	1/16-1/64	3/32	1.32		3059	1345
00	1/16-1/64	3/32	1.41		3507	1652
000	1/16-1/64	3/32	1.53		4039	2027
0000	1/16-1/64	7/64	1.75		5272	2572
250 000	5/64-1/32	7/64	1.88		5951	3032
300 000	5/64-1/32	7/64	2.01		6751	3622
350 000	5/64-1/32	7/64	2.10		7448	4176
400 000	5/64-1/32	1/8	2.24		8660	4644
500 000	5/64-1/32	1/8	2.44		10130	5734
600 000	3/32-1/32	1/8	2.68		12221	7370
700 000	3/32-1/32	1/8	2.84		13163	8007
800 000	3/32-1/32	1/8	2.97		14465	9052

Sizes 14 to 8 inclusive solid are made up with a cotton tape over the three conductors, instead of a belt of varnished cambric.

3000 VOLTS A-C.

SOLID						
14	1/16-1/16	1/16	0.68		757	185
12	1/16-1/16	1/16	0.72		827	223
10	1/16-1/16	1/16	0.76		926	279
8	1/16-1/16	5/64	0.85		1292	391
6	1/16-1/16	5/64	0.92		1447	465
STRANDED						
6	1/16-1/16	5/64	0.97		1526	489
4	1/16-1/16	5/64	1.07		1839	683
2	1/16-1/16	3/32	1.24		2579	977
1	1/16-1/16	3/32	1.32	Approximately same as leaded	2941	1218
0	1/16-1/16	3/32	1.41		3288	1440
00	1/16-1/16	3/32	1.51		3741	1755
000	1/16-1/16	7/64	1.65		4675	2137
0000	1/16-1/16	7/64	1.84		5553	2699
250 000	5/64-1/16	7/64	1.94		6140	3120
300 000	5/64-1/16	7/64	2.07		6945	3714
350 000	5/64-1/16	7/64	2.17		7635	4284
400 000	5/64-1/16	1/8	2.32		8927	4747
500 000	5/64-1/16	1/8	2.50		10359	5846
600 000	3/32-1/16	1/8	2.74		12463	7495
700 000	3/32-1/16	1/8	2.90		13411	8137
800 000	3/32-1/16	9/64	3.07		15423	9190

第 5 4 表 (G)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
THREE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
5000 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
SOLID						
8	3/32-3/32	5/64	1.05		1627	500
6	3/32-3/32	3/32	1.15		2122	632
STRANDED						
6	3/32-3/32	3/32	1.20		2223	669
4	3/32-3/32	3/32	1.31		2582	879
2	3/32-3/32	3/32	1.43		3079	1196
1	3/32-3/32	3/32	1.52	Approximately same as leaded	3392	1388
0	3/32-3/32	7/64	1.64		4171	1650
00	3/32-3/32	7/64	1.74		4660	1975
000	3/32-3/32	7/64	1.85		5242	2376
0000	3/32-3/32	7/64	1.97		5947	2874
250 000	3/32-3/32	7/64	2.07		6544	3304
300 000	3/32-3/32	1/8	2.23		7912	3910
350 000	3/32-3/32	1/8	2.35		8691	4460
400 000	3/32-3/32	1/8	2.44		9380	4986
500 000	3/32-3/32	1/8	2.63		10860	6095
600 000	3/32-3/32	1/8	2.87	12539	7235	
700 000	3/32-3/32	9/64	3.06	14620	8398	

8500 VOLTS A-C.

SOLID						
6	4/32-4/32	3/32	1.35		2566	804
STRANDED						
6	4/32-4/32	3/32	1.40		2675	845
4	4/32-4/32	3/32	1.50		3050	1076
2	4/32-4/32	7/64	1.66		3934	1377
1	4/32-4/32	7/64	1.75	Approximately same as leaded	4307	1607
0	4/32-4/32	7/64	1.83		4719	1875
00	4/32-4/32	7/64	1.93		5229	2220
000	4/32-4/32	7/64	2.04		5827	2637
0000	4/32-4/32	1/8	2.20		7093	3156
250 000	4/32-4/32	1/8	2.31		7775	3617
300 000	4/32-4/32	1/8	2.44		8647	4247
350 000	4/32-4/32	1/8	2.54		9404	4829
400 000	4/32-4/32	1/8	2.64		10109	5325
500 000	4/32-4/32	1/8	2.83		11594	6454
600 000	4/32-4/32	1/8	3.00	13040	7582	
700 000	4/32-4/32	9/64	3.19	15193	8697	

11,500 VOLTS A-C.

STRANDED						
4	5/32-5/32	7/64	1.73	Approximately same as leaded	3948	1277
2	5/32-5/32	7/64	1.86		4509	1624
1	5/32-5/32	7/64	1.94		4895	1870
0	5/32-5/32	7/64	2.03		5324	2153
00	5/32-5/32	1/8	2.16		6381	2512
000	5/32-5/32	1/8	2.29		7072	2965
0000	5/32-5/32	1/8	2.41		7847	3501
250 000	5/32-5/32	1/8	2.51		8496	3959
300 000	5/32-5/32	1/8	2.64		9375	4596
350 000	5/32-5/32	1/8	2.74		10136	5186
400 000	5/32-5/32	1/8	2.84	10878	5717	
500 000	5/32-5/32	9/64	3.06	13077	6861	
600 000	5/32-5/32	9/64	3.23	15037	8463	

第 5 4 表 (H)

VARNISHED CAMBRIC CABLES
THREE-CONDUCTOR—LEADED OR BRAIDED
13,500 VOLTS A-C.

Size	THICKNESS IN IN.		DIAMETER		WT. IN LB. PER 1000 FT.	
	Insulation	Lead	Leaded	Braided	Leaded	Braided
STRANDED						
2	6/32-6/32	7/64	2.05		5121	1896
1	6/32-6/32	1/8	2.17		6036	2150
0	6/32-6/32	1/8	2.27		6549	2468
00	6/32-6/32	1/8	2.37	Approximately same as leaded	7304	2844
000	6/32-6/32	1/8	2.48		7765	3287
0000	6/32-6/32	1/8	2.61		8557	3841
250,000	6/32-6/32	1/8	2.71		9218	4310
300,000	6/32-6/32	1/8	2.84		10136	4986
350,000	6/32-6/32	1/8	2.94		10863	5614
400,000	6/32-6/32	9/64	3.07		12353	6118
500,000	6/32-6/32	9/64	3.25		13939	7310

17,000 VOLTS A-C.

STRANDED						
2	7/32-7/32	1/8	2.30	Approximately same as leaded	6335	2207
1	7/32-7/32	1/8	2.38		6773	2480
0	7/32-7/32	1/8	2.47		7249	2791
00	7/32-7/32	1/8	2.57		7807	3159
000	7/32-7/32	1/8	2.68		8499	3642
0000	7/32-7/32	1/8	2.81		9305	4214
250,000	7/32-7/32	1/8	2.91		9984	4700
300,000	7/32-7/32	9/64	3.06		11612	5388
350,000	7/32-7/32	9/64	3.17		12535	6100
400,000	7/32-7/32	9/64	3.27		13215	6558
500,000	7/32-7/32	9/64	3.45	14810	7758	

第 5 4 表 (I)

GRADED CABLE

Solid Wire Size	THICKNESS OF INSULATION				Thickness of Lead	Test Voltage for 5 Min. at Factory	Diam. in Inches	Weight in. Lb. per 1000 Ft.
	Rubber	V. C.	Paper	Total				
8	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	14,000	0.60	790
6	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	15,000	0.63	860
8	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	16,000	0.66	880
6	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	17,000	0.73	1140
8	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	19,000	0.76	982
6-	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	20,000	0.79	1235
8	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	22,000	0.82	1325
6	1/16	1/16	1/16	3/16	1/16	23,000	0.85	1448

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to 3,000 Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm.	Thickness of			Length of one diam m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	KBA							
115	3×1 s	3,0	1,3	2×0,8	1000	23	1 600	Round
116	3×1,5 s	"	1,4	"	"	24	1 700	"
117	3×2,5 s	"	1,4	"	"	"	1 850	"
118	3×4 s	"	"	"	"	25	2 000	"
119	3×6 s	"	"	"	"	27	2 200	"
120	3×10 s	"	1,5	"	"	29	2 600	"
121	3×16 s	"	1,6	"	800	31	3 100	"
122	3×16 m	"	1,7	2×1,0	700	34	3 600	"
123	3×25 m	"	1,8	"	575	37	4 400	"
124	3×35 m	"	1,9	"	475	41	5 200	"
125	3×50 m	"	2,0	"	400	44	6 300	"
126	3×70 m	"	2,1	"	325	49	7 600	"
127	3×95 m	"	2,2	"	260	53	9 100	"
128	3×120 m	"	2,3	"	225	56	10 600	"
129	3×150 m	"	2,4	"	195	61	12 200	"
130	3×185 m	"	2,7	"	165	65	14 500	"
131	3×240 m	"	2,7	"	135	70	17 000	"
132	3×300 m	"	2,9	"	110	76	20 300	"
133	3×400 m	"	3,1	"	90	84	25 100	"
134	3×25 s	3,0	1,7	2×1,0	625	34	4 000	Sector
135	3×35 s	"	1,8	"	550	37	4 650	"
136	3×50 s	"	"	"	450	40	5 450	"
137	3×70 s	"	1,9	"	380	43	6 650	"
138	3×95 s	"	2,0	"	325	48	7 950	"
139	3×120 s	"	2,1	"	260	51	9 200	"
140	3×150 s	"	2,2	"	220	53	10 550	"
141	3×185 s	"	2,3	"	190	57	12 260	"
142	3×240 s	"	2,6	"	150	62	14 950	"

表 (A)

Cored Lead Cable.

According to the Normals of

"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	SKBA							
401	3×1 s	2,3	1,0	2×0,5	1000	20	1 000	Round
402	3×1,5 s	"	"	"	"	21	1 100	"
403	3×2,5 s	"	"	2×0,8	"	"	1 400	"
404	3×4 s	"	1,1	"	"	23	1 600	"
405	3×6 s	"	"	"	"	24	1 700	"
406	3×10 s	"	"	"	"	25	2 000	"
407	3×16 s	"	1,2	"	"	28	2 500	"
408	3×16 m	"	1,3	"	"	30	2 700	"
409	3×25 m	"	1,4	2×1,0	700	34	3 600	"
410	3×35 m	"	1,5	"	600	36	4 400	"
411	3×50 m	"	1,6	"	475	41	5 400	"
412	3×70 m	"	1,7	"	375	45	6 700	"
413	3×95 m	"	1,8	"	300	50	8 100	"
414	3×120 m	"	1,9	"	275	53	9 500	"
415	3×150 m	"	2,1	"	225	58	11 200	"
416	3×185 m	2,5	2,2	"	180	63	13 200	"
417	3×240 m	"	2,3	"	150	68	15 800	"
418	3×300 m	2,8	2,5	"	125	76	19 600	"
419	3×400 m	"	2,7	"	220	83	23 900	"
420	3×16 s	2,3	1,1	2×0,8	1000	26	2 250	Sector
421	3×25 s	"	1,3	"	800	30	3 050	"
422	3×35 s	"	1,4	2×1,0	650	34	3 900	"
423	3×50 s	"	1,5	"	550	36	4 700	"
424	3×70 s	"	1,6	"	450	41	5 800	"
425	3×95 s	"	1,7	"	360	44	7 100	"
426	3×120 s	"	1,8	"	310	48	8 350	"
427	3×150 s	"	"	"	275	50	9 500	"
428	3×185 s	2,5	2,0	"	225	54	11 400	"
429	3×240 s	"	2,1	"	185	59	13 700	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to 5,000 Volts

"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
KBA								
143	3×4 s	4.4	1.6	2×0.8	900	31	2 800	Round
144	3×6 s	"	"	"	800	32	3 000	"
145	3×10 s	4.2	1.7	2×1.0	700	34	3 600	"
146	3×16 s	"	"	"	600	36	4 050	"
147	3×16 m	"	1.8	"	550	38	4 400	"
148	3×25 m	"	1.9	"	450	42	5 200	"
149	3×35 m	3.8	"	"	400	43	5 700	"
150	3×50 m	"	2.0	"	350	48	6 900	"
151	3×70 m	"	2.2	"	275	52	8 300	"
152	3×95 m	"	2.3	"	225	55	9 800	"
153	3×120 m	3.6	2.4	"	200	59	11 200	"
154	3×150 m	"	2.6	"	175	63	13 100	"
155	3×185 m	"	2.7	"	150	67	15 000	"
156	3×240 m	"	2.9	"	125	72	18 000	"
157	3×300 m	"	"	"	110	78	20 800	"
Sector								
158	3×25 s	4.2	1.8	2×1.0	525	39	4 700	Sector
159	3×35 s	3.8	"	"	500	40	5 050	"
160	3×50 s	"	1.9	"	400	43	6 000	"
161	3×70 s	"	2.0	"	350	47	7 250	"
162	3×95 s	"	2.1	"	275	50	8 600	"
163	3×120 s	3.6	2.2	"	240	53	9 750	"
164	3×150 s	"	2.3	"	200	55	11 150	"
165	3×185 s	"	2.4	"	175	59	12 850	"

表 (B)

Cored Lead Cable.

According to the Normals of

"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
SKBA								
430	3×4 s	3.0	1.1	2×0.8	1000	25	1 800	Round
431	3×6 s	"	"	"	"	26	2 000	"
432	3×10 s	"	1.2	"	"	28	2 350	"
433	3×16 s	"	1.3	"	900	31	2 850	"
434	3×16 m	"	1.4	"	700	32	3 100	"
435	3×25 m	"	1.5	2×1.0	570	36	4 050	"
436	3×35 m	"	1.6	"	475	40	4 850	"
437	3×50 m	"	1.7	"	440	43	5 900	"
438	3×70 m	"	1.8	"	325	48	7 250	"
439	3×95 m	"	1.9	"	240	52	8 650	"
440	3×120 m	"	2.0	"	225	56	10 100	"
441	3×150 m	"	2.1	"	200	60	11 650	"
442	3×185 m	"	2.2	"	190	61	13 200	"
443	3×240 m	"	2.3	"	130	69	16 150	"
Sector								
444	3×25 s	3.3	1.4	2×1.0	625	35	3 800	Sector
445	3×35 s	"	1.5	"	525	37	4 400	"
446	3×50 s	"	1.6	"	450	41	5 400	"
447	3×70 s	"	1.7	"	400	44	6 500	"
448	3×95 s	"	1.8	"	325	48	7 800	"
449	3×120 s	"	1.9	"	250	51	9 100	"
450	3×150 s	"	"	"	225	53	10 300	"
451	3×185 s	"	2.1	"	200	57	12 100	"
452	3×240 s	"	2.2	"	175	62	14 400	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to **6,000** Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	KBA							
166	3×10 s	4,6	1,7	2×1,0	650	35	3 800	Round
167	3×16 s	"	1,8	"	550	38	4 400	"
168	3×16 m	"	"	"	"	40	4 600	"
169	3×25 m	"	1,9	"	450	43	5 450	"
170	3×35 m	4,2	2,0	"	400	44	6 100	"
171	3×50 m	"	2,1	"	350	49	7 250	"
172	3×70 m	"	2,2	"	275	53	8 600	"
173	3×95 m	"	2,3	"	230	57	10 150	"
174	3×120 m	4,0	2,4	"	200	60	11 500	"
175	3×150 m	"	2,6	"	175	64	13 350	"
176	3×185 m	"	2,7	"	150	68	15 300	"
177	3×240 m	"	2,9	"	125	74	18 350	"
178	3×25 s	4,6	1,9	2×1,0	500	41	5 100	Sector
179	3×35 s	4,2	"	"	450	41	5 450	"
180	3×50 s	"	2,0	"	400	44	6 400	"
181	3×70 s	"	2,1	"	325	48	7 650	"
182	3×95 s	"	2,2	"	250	52	9 000	"
183	3×120 s	4,0	"	"	225	54	10 000	"
184	3×150 s	"	2,3	"	210	56	11 400	"
185	3×185 s	"	2,4	"	190	60	13 100	"
186	3×240 s	"	2,7	"	150	65	15 900	"

表 (C)

Cored Lead Cable.

According to the Normals of
"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	SKBA							
453	3×10 s	3,5	1,3	2×0,8	1000	30	2 650	Round
454	3×16 s	"	1,4	"	800	33	3 150	"
455	3×16 m	"	1,4	2×1,0	625	35	3 600	"
456	3×25 m	"	1,5	"	500	38	4 300	"
457	3×35 m	"	1,6	"	450	41	5 100	"
458	3×50 m	"	1,7	"	350	45	6 250	"
459	3×70 m	"	1,8	"	325	50	7 550	"
460	3×95 m	"	2,0	"	225	54	9 150	"
461	3×120 m	3,3	2,1	"	225	57	10 500	"
462	3×150 m	"	2,2	"	200	61	12 100	"
463	3×185 m	"	2,3	"	150	65	13 950	"
464	3×240 m	"	"	"	140	70	16 350	"
465	3×25 s	3,8	1,5	2×1,0	570	36	4 150	Sector
466	3×35 s	"	"	"	500	39	4 700	"
467	3×50 s	"	1,6	"	450	42	5 650	"
468	3×70 s	"	1,7	"	350	45	6 800	"
469	3×95 s	"	1,8	"	320	50	8 150	"
470	3×120 s	3,6	1,9	"	250	52	9 300	"
471	3×150 s	"	2,0	"	225	53	10 600	"
472	3×185 s	"	2,1	"	200	58	12 300	"
473	3×240 s	"	2,2	"	170	63	14 650	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to **7,000 Volts**
 "Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	KBA							
187	3×10 s	5,2	1,8	2×1,0	600	37	4 200	Round
188	3×16 s	"	1,9	"	500	41	4 800	"
189	3×16 m	"	"	"	"	42	5 050	"
190	3×25 m	"	2,0	"	425	45	5 950	"
191	3×35 m	4,7	"	"	400	47	6 490	"
192	3×50 m	"	2,1	"	300	51	7 600	"
193	3×70 m	"	2,3	"	275	55	9 100	"
194	3×95 m	"	2,4	"	225	59	10 650	"
195	3×120 m	4,4	2,6	"	200	62	12 150	"
196	3×150 m	"	2,7	"	175	66	13 850	"
197	3×185 m	"	"	"	150	70	15 650	"
198	3×240 m	"	2,9	"	125	75	18 650	"
199	3×25 s	5,2	1,9	2×1,0	475	43	5 400	Sector
200	3×35 s	4,7	"	"	430	"	5 800	"
201	3×50 s	"	2,0	"	375	47	6 800	"
202	3×70 s	"	2,1	"	300	50	8 000	"
203	3×95 s	"	2,2	"	260	53	9 350	"
204	3×120 s	4,4	2,3	"	230	55	10 450	"
205	3×150 s	"	2,4	"	200	58	11 850	"
206	3×185 s	"	2,6	"	175	62	13 750	"

表 (D)

Cored Lead Cable.

According the Normals of
 "Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	SKBA							
474	3×10 s	4,0	1,4	2×0,8	700	32	2 950	Round
475	3×16 s	"	"	2×1,0	"	35	3 600	"
476	3×16 m	"	1,5	"	570	36	3 900	"
477	3×25 m	"	1,6	"	475	40	4 750	"
478	3×35 m	3,8	"	"	450	42	5 300	"
479	3×50 m	"	1,7	"	350	47	6 450	"
480	3×70 m	"	1,9	"	250	51	7 900	"
481	3×95 m	"	2,0	"	225	55	9 300	"
482	3×120 m	3,6	2,1	"	200	53	10 650	"
483	3×150 m	"	2,2	"	180	62	12 300	"
484	3×185 m	"	2,3	"	160	66	14 150	"
485	3×240 m	"	2,5	"	140	72	17 050	"
486	3×25 s	4,4	1,5	2×1,0	500	39	4 450	Sector
487	3×35 s	4,2	1,6	"	450	44	5 050	"
488	3×50 s	"	1,7	"	400	44	6 000	"
489	3×70 s	"	1,8	"	325	48	7 200	"
490	3×95 s	"	1,9	"	250	51	8 500	"
491	3×120 s	4,0	"	"	250	53	9 550	"
492	3×150 s	"	2,0	"	225	56	10 900	"
493	3×185 s	"	2,1	"	200	60	12 550	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to 8,500 Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	KBA							
207	3×10 s	6,0	1,9	2×1,0	550	41	4 750	Round
208	3×16 s	"	"	"	450	43	5 300	"
209	3×16 m	"	2,0	"	450	45	5 700	"
210	3×25 m	"	2,1	"	390	49	6 600	"
211	3×35 m	5,4	2,1	"	360	49	7 000	"
212	3×50 m	"	2,2	"	300	53	8 150	"
213	3×70 m	"	2,3	"	250	57	9 600	"
214	3×95 m	"	2,6	"	210	62	11 500	"
215	3×120 m	5,0	2,6	"	185	64	12 650	"
216	3×150 m	"	2,7	"	170	67	14 350	"
217	3×185 m	"	2,7	"	145	71	16 150	"
218	3×240 m	"	2,9	"	125	77	19 200	"
219	3×25 s	6,0	2,0	2×1,0	420	45	6 100	Sector
220	3×35 s	5,4	"	"	400	45	6 300	"
221	3×50 s	"	2,1	"	350	49	7 300	"
222	3×70 s	"	2,2	"	280	52	8 550	"
223	3×95 s	"	2,3	"	240	56	9 850	"
224	3×120 s	5,0	2,4	"	225	58	10 900	"
225	3×150 s	"	2,5	"	190	60	12 300	"
226	3×180 s	"	2,6	"	160	64	14 250	"

表 (E)

Cored Lead Cable.

According to the Normals of
"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	SKBA							
494	3×10 s	4,6	1,4	2×1,0	625	35	3 450	Round
495	3×16 s	"	1,5	"	625	37	4 050	"
496	3×16 m	"	"	"	500	39	4 250	"
497	3×25 m	"	1,6	"	450	42	5 050	"
498	3×35 m	4,2	1,7	"	400	44	5 700	"
499	3×50 m	"	1,8	"	325	48	6 800	"
500	3×70 m	"	1,9	"	250	52	8 150	"
501	3×95 m	"	2,0	"	225	56	9 600	"
502	3×120 m	4,0	2,1	"	200	60	10 950	"
503	3×150 m	"	2,2	"	180	63	12 600	"
504	3×185 m	"	2,3	"	160	67	14 450	"
505	3×240 m	"	2,5	"	140	73	17 400	"
506	3×25 s		1,6	2×1,0	450	41	4 950	Sector
507	3×35 s	5,0	"	"	430	43	5 400	"
508	3×50 s	4,7	1,7	"	350	45	6 350	"
509	3×70 s	"	1,8	"	320	50	7 550	"
510	3×95 s	"	1,9	"	250	53	8 850	"
511	3×120 s	"	2,0	"	220	55	10 100	"
512	3×150 s	4,6	2,1	"	200	58	11 500	"
513	3×185 s	"	2,2	"	180	62	13 200	"

第 5 5

Armoured Three
For voltage up to 10,000 Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
KBA								
227	3×10 s	7.0	2.0	2×1.0	450	44	5 550	Round
228	3×16 s	"	"	"	400	48	6 100	"
229	3×16 m	"	2.1	"	375	49	6 500	"
230	3×25 m	6.5	2.2	"	325	50	6 950	"
231	3×35 m	6.0	2.2	"	320	51	7 500	"
232	3×50 m	"	2.3	"	275	55	8 750	"
233	3×70 m	"	2.4	"	225	59	10 200	"
234	3×95 m	"	2.6	"	200	63	11 950	"
235	3×120 m	5.5	2.7	"	180	65	13 150	"
236	3×150 m	"	2.7	"	160	69	14 750	"
237	3×185 m	"	2.9	"	135	73	17 000	"
238	3×240 m	"	2.9	"	115	78	19 550	"
Sector								
239	3×25 s	6.5	2.1	2×1.0	375	48	6 550	Sector
240	3×35 s	6.0	"	"	"	49	6 850	"
241	3×50 s	"	2.2	"	300	51	7 850	"
242	3×70 s	"	2.3	"	250	55	9 100	"
243	3×95 s	"	2.4	"	225	58	10 550	"
244	3×120 s	5.5	"	"	210	59	11 450	"
245	3×150 s	"	2.6	"	180	62	13 050	"
246	3×185 s	"	2.7	"	160	66	14 800	"

表 (F)

Cored Lead Cable.
According to the Normals of
"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
SKBA								
514	3×10 s	5.5	1.5	2×1.0	500	39	4 000	Round
515	3×16 s	5.0	1.5	"	550	39	4 250	"
516	3×16 m	"	1.6	"	450	41	4 550	"
517	3×25 m	"	1.7	"	400	44	5 450	"
518	3×35 m	"	1.8	"	350	47	6 300	"
519	3×50 m	"	1.9	"	250	51	7 500	"
520	3×70 m	"	2.0	"	225	55	8 800	"
521	3×95 m	"	2.1	"	200	59	10 350	"
522	3×120 m	4.5	2.2	"	180	63	11 750	"
523	3×150 m	"	2.3	"	130	66	13 200	"
524	3×185 m	"	"	"	130	69	14 950	"
525	3×240 m	"	2.5	"	130	75	17 900	"
Sector								
526	3×2 s	5.0	1.6	2×1.0	450	42	5 050	Sector
527	3×35 s	"	1.7	"	400	44	5 750	"
528	3×50 s	"	1.8	"	325	48	6 750	"
529	3×70 s	"	1.9	"	250	51	7 950	"
530	3×95 s	"	2.0	"	225	54	9 300	"
531	3×125 s	"	2.0	"	225	57	10 350	"
532	3×150 s	"	2.1	"	200	60	11 800	"
533	3×185 s	"	2.2	"	180	63	13 450	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to **12,000** Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	KBA							
247	3×16 s	8,0	2,1	2×1,0	350	51	6 900	Round
248	3×16 m	"	2,2	"	325	52	7 300	"
249	3×25 m	"	2,3	"	300	55	8 250	"
250	3×35 m	7,2	"	"	280	55	8 500	"
251	3×50 m	"	2,4	"	240	59	9 750	"
252	3×70 m	"	2,6	"	215	64	11 450	"
253	3×95 m	"	2,7	"	185	67	13 100	"
254	3×120 m	6,7	"	"	170	69	14 150	"
255	3×150 m	"	2,9	"	145	73	16 150	"
256	3×185 m	"	"	"	130	77	18 000	"
257	3×240 m	"	3,1	"	110	83	21 200	"
258	3×35 s	7,2	2,2	2×1,0	310	53	7 8 0	Sector
259	3×50 s	"	2,3	"	270	55	8 850	"
260	3×70 s	"	2,4	"	230	59	10 150	"
261	3×95 s	"	2,6	"	200	62	11 800	"
262	3×120 s	6,7	"	"	190	64	12 650	"
263	3×150 s	"	2,7	"	170	66	14 200	"
264	3×185 s	"	"	"	150	69	15 750	"

表 (G)

Cored Lead Cable.

According the Normals of
"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	SKBA							
534	3×16 s	6,0	1,6	2×1,0	500	43	4 910	Round
535	3×16 m	"	1,7	"	400	44	5 300	"
536	3×25 m	"	1,8	"	325	48	6 200	"
537	3×35 m	"	1,9	"	250	51	7 050	"
538	3×50 m	"	2,0	"	225	54	8 250	"
539	3×70 m	"	2,1	"	200	59	9 700	"
540	3×95 m	"	2,2	"	180	63	11 200	"
541	3×120 m	5,5	2,3	"	150	65	12 350	"
542	3×150 m	"	"	"	130	68	13 850	"
543	3×185 m	"	2,5	"	140	73	16 050	"
544	3×240 m	"	"	"	130	78	18 550	"
545	3×35 s	6,5	1,8	2×1,0	325	50	6 750	Sector
546	3×50 s	"	1,9	"	250	52	7 750	"
547	3×70 s	"	2,0	"	225	56	8 950	"
548	3×95 s	"	2,1	"	200	59	10 400	"
549	3×120 s	6,0	2,2	"	200	61	11 400	"
550	3×150 s	"	"	"	180	63	12 650	"
551	3×185 s	"	2,3	"	130	66	14 350	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to 15,000 Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. mm	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
KBA								
265	3×25 m	9,0	2,4	2×1,0	250	59	9 050	Round
266	3×35 m	8,5	"	"	250	60	9 600	"
267	3×50 m	"	2,6	"	215	64	11 100	"
268	3×70 m	"	2,7	"	185	68	12 650	"
269	3×95 m	"	2,9	"	155	72	14 650	"
270	3×120 m	8,0	"	"	145	74	15 700	"
271	3×150 m	"	"	"	130	78	17 300	"
272	3×185 m	"	3,1	"	115	82	19 750	"
Sector								
273	3×50 s	8,5	2,4	2×1,0	240	60	9 950	Sector
274	3×70 s	"	2,6	"	210	63	11 450	"
275	3×95 s	"	2,7	"	180	67	13 000	"
276	3×120 s	8,0	"	"	170	68	13 850	"
277	3×150 s	"	"	"	150	70	15 200	"
278	3×185 s	"	2,9	"	130	74	17 300	"

表 (H)

Cored Lead Cable.

According to the Normals of
"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
SKBA								
552	3×25 m	7,2	1,9	2×1,0	250	52	7 050	Round
553	3×35 m	"	2,0	"	225	55	7 950	"
554	3×50 m	"	2,1	"	200	59	9 200	"
555	3×70 m	"	2,2	"	180	63	10 700	"
556	3×95 m	"	2,3	"	130	67	12 250	"
557	3×120 m	6,7	"	"	130	69	13 300	"
558	3×150 m	"	2,5	"	140	73	15 250	"
559	3×185 m	"	"	"	130	76	17 050	"
Sector								
560	3×50 s	7,7	2,0	2×1,0	225	56	8 700	Sector
561	3×70 s	"	2,1	"	200	60	9 950	"
562	3×95 s	"	2,2	"	180	63	11 450	"
563	3×120 s	7,2	2,3	"	150	65	12 450	"
564	3×150 s	"	"	"	130	67	13 700	"

第 5 5

Armoured Three

For voltage up to 20,000 Volts
"Verband deutscher Electrotechniker" and

Type of Verband deutscher Electrotechniker								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	KBA							
279	3×25 m	11,5	2,7	2×1,0	200	67	11 550	Round
280	3×35 m	10,5	"	"	"	67	11 600	"
281	3×50 m	"	"	"	180	70	12 800	"
282	3×70 m	"	2,9	"	155	75	14 700	"
283	3×95 m	"	"	"	140	78	16 250	"
234	3×120 m	9,5	"	"	135	79	16 900	"
235	3×150 m	"	3,1	"	120	83	19 100	"
286	3×185 m	"	"	"	100	87	21 050	"
287	3×35 m	12,5	2,9	2×1,0	170	74	13 650	Sector
288	3×50 m	"	"	"	150	77	15 000	"
289	3×70 m	12,0	"	"	135	81	16 050	"
290	3×95 m	11,5	3,1	"	125	82	17 650	"
291	3×120 m	"	"	"	120	85	19 250	"
292	3×150 m	"	"	"	110	89	20 950	"
293	3×185 m	"	3,3	"	100	94	23 600	"

表 (1)

Cored Lead Cable.

According the Normals of

"Siemens Special Type" with Special Compound.

Siemens Special Type								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m	Outside diameter ca. mm	Net weight per 1000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
	SKBA							
565	3×25 m	9,5	2,1	2×1,0	200	60	8 950	Round
566	3×35 m	8,5	"	"	200	60	9 050	"
567	3×50 m	"	2,2	"	180	63	10 350	"
568	3×70 m	"	2,3	"	150	67	11 800	"
569	3×95 m	"	2,5	"	140	71	13 700	"
570	3×120 m	8,0	"	"	140	73	14 750	"
571	3×150 m	"	"	"	130	77	16 350	"
572	3×185 m	"	2,7	"	130	81	18 700	"
573	3×35 m	11,5	2,3	2×1,0	140	70	11 550	
574	3×50 m	"	2,5	"	140	73	13 150	Sector
575	3×70 m	10,5	"	"	130	74	13 750	"
576	3×95 m	"	"	"	130	77	15 250	"
577	3×120 m	"	2,7	"	130	81	17 250	"
578	3×150 m	9,5	"	"	130	82	18 050	"
579	3×185 m	"	"	"	120	86	19 900	"

第 5 5 表 (K)

Armoured Three Cored Lead Cable.

For Voltages of 22,000 and 33,000 Volts According the Normals of "Siemens Special Type" With Special Compound.

Siemens Special Type.								
Number	Type and Section sq. mm	Thickness of			Length of one drum m.	Outside diameter ca. mm	Net Weight per 1,000m ca. kg	Shape of Cores
		Insulation ca. mm	Lead ca. mm	Iron ca. mm				
Cable for 22,000. volts.								
The number will follow later.	SKBA							
	3 × 25 m	11.5	2.3	1	200	68	10 800	Round
	3 × 35 "	10.5	"	1	210	69	10 900	"
	3 × 50 "	"	"	1	190	71	12 000	"
	3 × 70 "	"	2.5	1	165	75	13 900	"
	3 × 95 "	"	"	1	150	78	15 400	"
	3 × 120 "	9.5	"	1	125	79	16 000	"
	3 × 150 "	"	2.7	1	100	83	18 100	"
3 × 185 "	"	"	1	100	87	20 100	"	
Cable for 33,000 volts.								
The number will follow later.	SKBA							
	3 × 50 m	14.	2.7	1	140	83	15 900	Round
	3 × 70 "	13.5	"	1	135	85	16 900	"
	3 × 95 "	13.	"	1	100	87	18 100	"
	3 × 120 "	12.3	2.9	1	105	89	19 700	"
	3 × 150 "	"	"	1	90	94	21 400	"
	3 × 185 "	"	"	1	85	98	23 400	"

第十一章 誘導係数及び静電容量

1. 自己誘導係数及び相互誘導係数

一般に半径 r 種, 長さ l 種, 透磁率 μ なる一本の導体の空氣中に於ける自己誘導係数 L は次式を以て表はさる。

$$L = 2l \left(\log \frac{2l}{r} - 1 + \frac{\mu}{4} \right) \text{ C.G.S.E.M.U.}$$

式中自然對數を常用對數に直し且長さを料にて, 自己誘導係数をヘンリーにて表はし分數 l/r の l 及び r は任意の同一單位を以て表はせば

$$L = \frac{l}{10^4} \left(4.6 \log_{10} \frac{2l}{r} - 2 + \frac{\mu}{2} \right) H/Km \dots\dots\dots (44)$$

若し $\mu = 1$ ならば

$$L = \frac{l}{10^4} \left(4.6 \log_{10} \frac{2l}{r} - \frac{3}{2} \right) H/Km \dots\dots\dots (44')$$

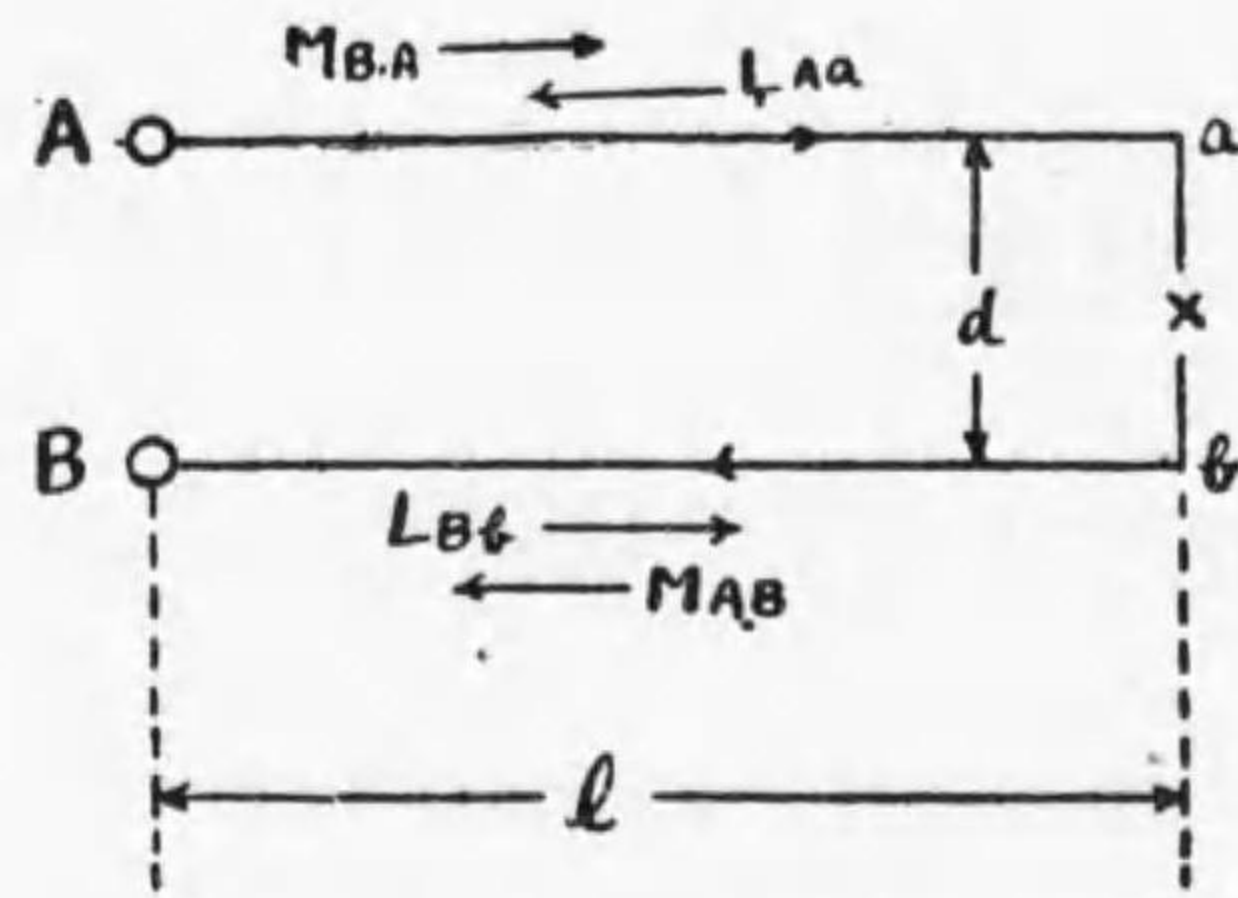
第 318 圖にて AB 間の中心距離 d , 長さ l にして, $\frac{d}{l}$ の非常に小なる時 AB 間の相互誘導係数 $M_{B.A}$ は

$$M_{B.A} = 2l \left(\log \frac{2l}{d} - 1 \right) \text{ C.G.S.E.M.U.}$$

式中自然對數を常用對數に直し, 長さを料に誘導係数をヘンリーにて表はせば

$$M_{B.A} = \frac{l}{10^4} \left(4.6 \log_{10} \frac{2l}{d} - 2 \right) H/Km \dots\dots\dots (45)$$

となる



第 318 圖
往復線の自己及相互誘導係數

之より往復二線の場合の兩線の自己誘導係數を求めれば次の如し。

先づ Aa なる一線を考ふ。 Aa の方向に流るゝ電流に對し自己誘導によりて生ずる誘導起電力と bB の方向に流るゝ電流によりて生ずる相互誘導

によりて Aa 線上に生ずる起電力とは全く反對の方向を有す。即ち磁束に就て考ふれば Aa 線と鏈貫する磁束は

$$\Phi = I_a L_{AA} - I_b M_{BA}$$

$$I_a = I_b = I \text{ とせば}$$

$$\Phi = I(L_{AA} - M_{BA})$$

故に Aa 線の Bb 線よりの相互誘導をも考へたる所謂自己誘導係數は一線に對して

$$\begin{aligned} L &= L_{AA} - M_{BA} \\ &= \frac{l}{10^4} (4.6 \log_{10} \frac{2l}{r} - 2 + \frac{\mu}{2} - 4.6 \log_{10} \frac{2l}{d} + 2) \\ &= \frac{l}{10^4} \left\{ 4.6 \log_{10} \frac{d}{r} + \frac{\mu}{2} \right\} H/Km \dots\dots\dots(46) \end{aligned}$$

となる。

此の如き方法を用ひて種々の架線形式に對して各一本の自己誘導係數を見出すを得べし。然れども鳳秀太郎博士の與へられし式の方簡單にして實際に便利なれば此方法を説明せん。鳳氏は初めより線は無限大に長きもの

とし、各線に通る電流の總和は零とせり。鳳博士により與へらるゝ式は次の如し。

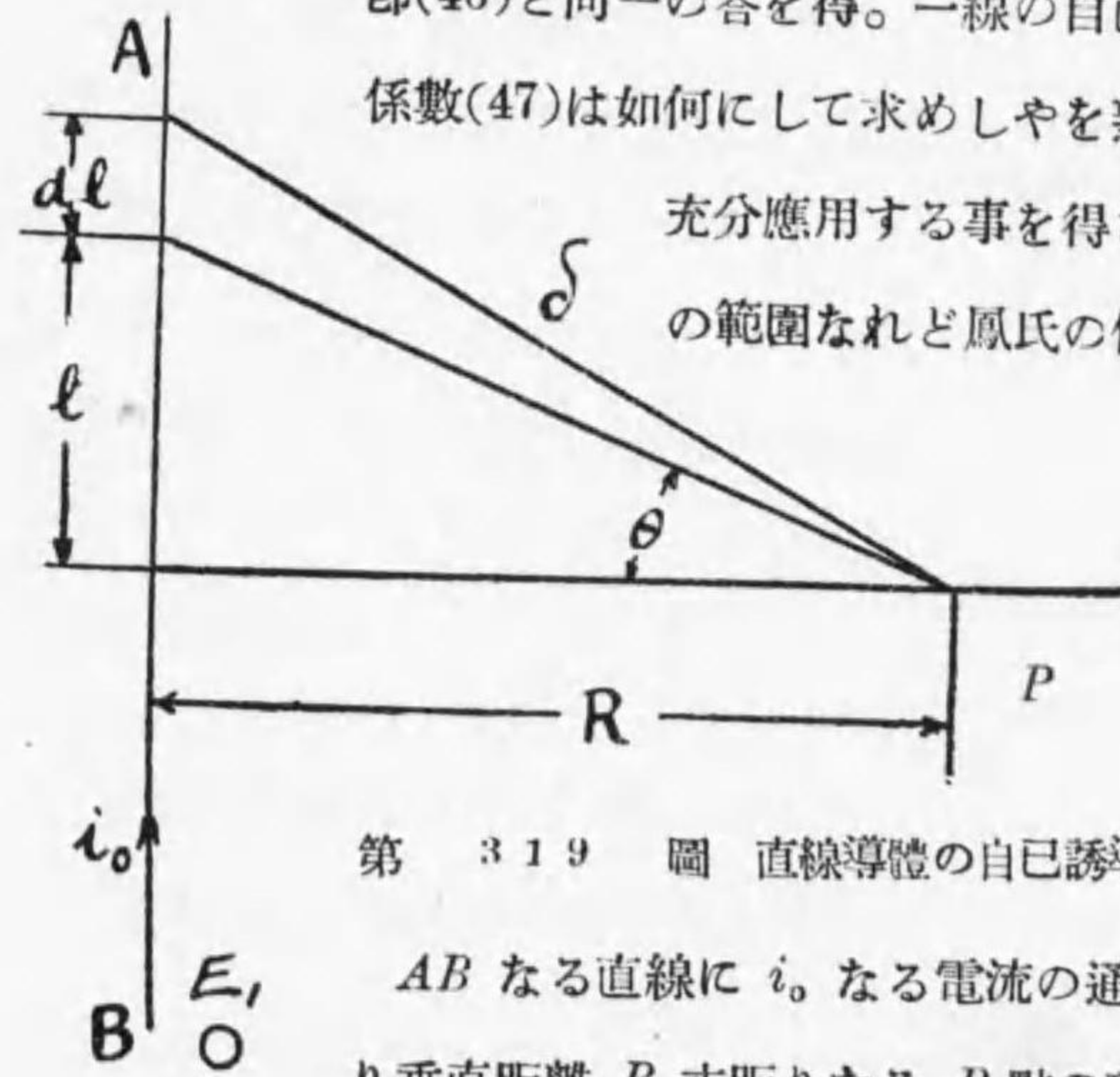
$$\left. \begin{aligned} L_{AA} &= 2 \log \frac{1}{r} + \frac{\mu}{2} \text{ per unit length} \\ M_{BA} &= 2 \log \frac{1}{d} \text{ C.G.S.E.M.U.} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(47)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{或は } L_{AA} &= \frac{2l}{10^4} (2.3 \log_{10} \frac{1}{r} + \frac{\mu}{4}) H/Km \\ M_{BA} &= \frac{2 \times 2.3}{10^4} l \log_{10} \frac{1}{d} H/Km \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(47')$$

此式を用ひて單相二線式の場合の一線 l Km の長さの自己誘導係數を求めれば

$$L = L_{AA} - M_{BA} = \frac{l}{10^4} (4.6 \log_{10} \frac{d}{r} + \frac{\mu}{2}) H/Km \dots(48)$$

即(46)と同一の答を得。一線の自己誘導係數及び相互誘導係數(47)は如何にして求めしやを熟知せざれば之等の式を



充分應用する事を得ざる可し。故に交流理論の範圍なれど鳳氏の假定に基き此式を證明し

併せて二三其應用を述ぶ。

磁場の強さを知る爲第 319 圖を考

第 319 圖 直線導體の自己誘導

ふ。 AB なる直線に i_0 なる電流の通過し居る時は此直線より垂直距離 R 丈距りたる P 點の磁場強度は dl なる小部

分の P に與へる磁場の強さ dF を求め之を積分せば求め得可し。

$$dF = \frac{i_0 dl}{\delta^2} \cos\theta$$

無限大の長さの線より受くる磁場の強さを F とす。

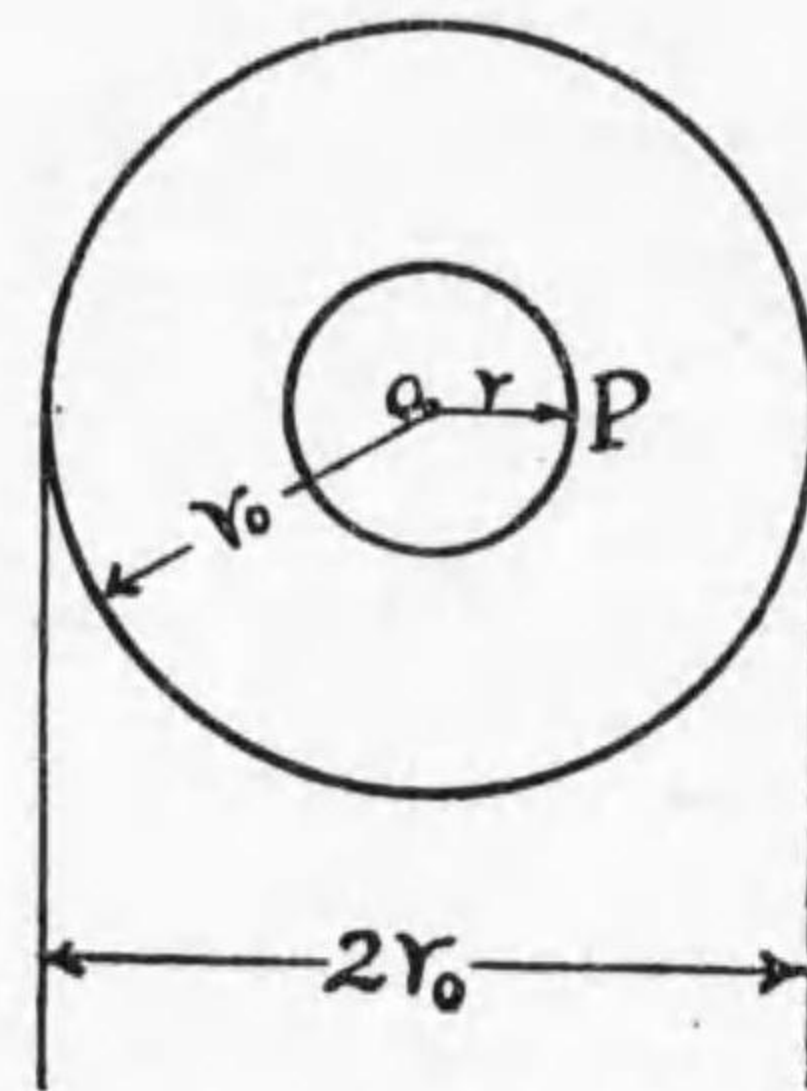
$$F = 2 \int_0^\infty \frac{i_0 dl}{\delta^2} \cos\theta$$

然るに $\delta = \sqrt{l^2 + R^2}$, $\cos\theta = \frac{R}{\sqrt{l^2 + R^2}}$

$$F = 2 \int_0^\infty \frac{i_0 R dl}{(\sqrt{l^2 + R^2})^3}$$

$$= 2i_0 R \left[\frac{1}{R^2 \sqrt{1 + \frac{R^2}{l^2}}} \right]_0^\infty$$

$$= \frac{2i_0}{R}$$



第 320 圖
導体内の磁束

$$F_{in} = \frac{2i_{in}}{r} = \frac{2i_0}{r} \times \frac{r^2}{r_0^2} = \frac{2i_0 r}{r_0^2}$$

次に P 點が導體の内部にありとし、第 320 圖の如く半径 r_0 なる導體の中を i_0 は一様な電流密度を以て通過するものとす。然る時は r なる半径を有する導體の中を通る電流 i_{in} は i_0 と次の關係を有す。

$$\frac{i_{in}}{i_0} = \frac{r^2}{r_0^2}$$

P より内部即ち r なる半径中の電流の P 點に與ふる磁場の強さは前式により

r より外部にある電流の P 點に及ぼす影響は互に消し合ふ故に零となる。導體内部に於ける磁場の強さは r に比例す。而して $r = r_0$ なる時最大なり、導體表面より外部にある磁場の強さは $\frac{2i_0}{R}$ ならば D の大となるに従て小となる。往復兩線による兩線間の磁場の強さは此の二者の重疊せるものにして第 321 圖に示せるものなり。

かく磁場の強さは所によりて異れども極小なる距離 dr の間に於ては一定のものとして取扱ふ事を得るを以て第 322 圖に於て dr 中の磁束數は單位長につき

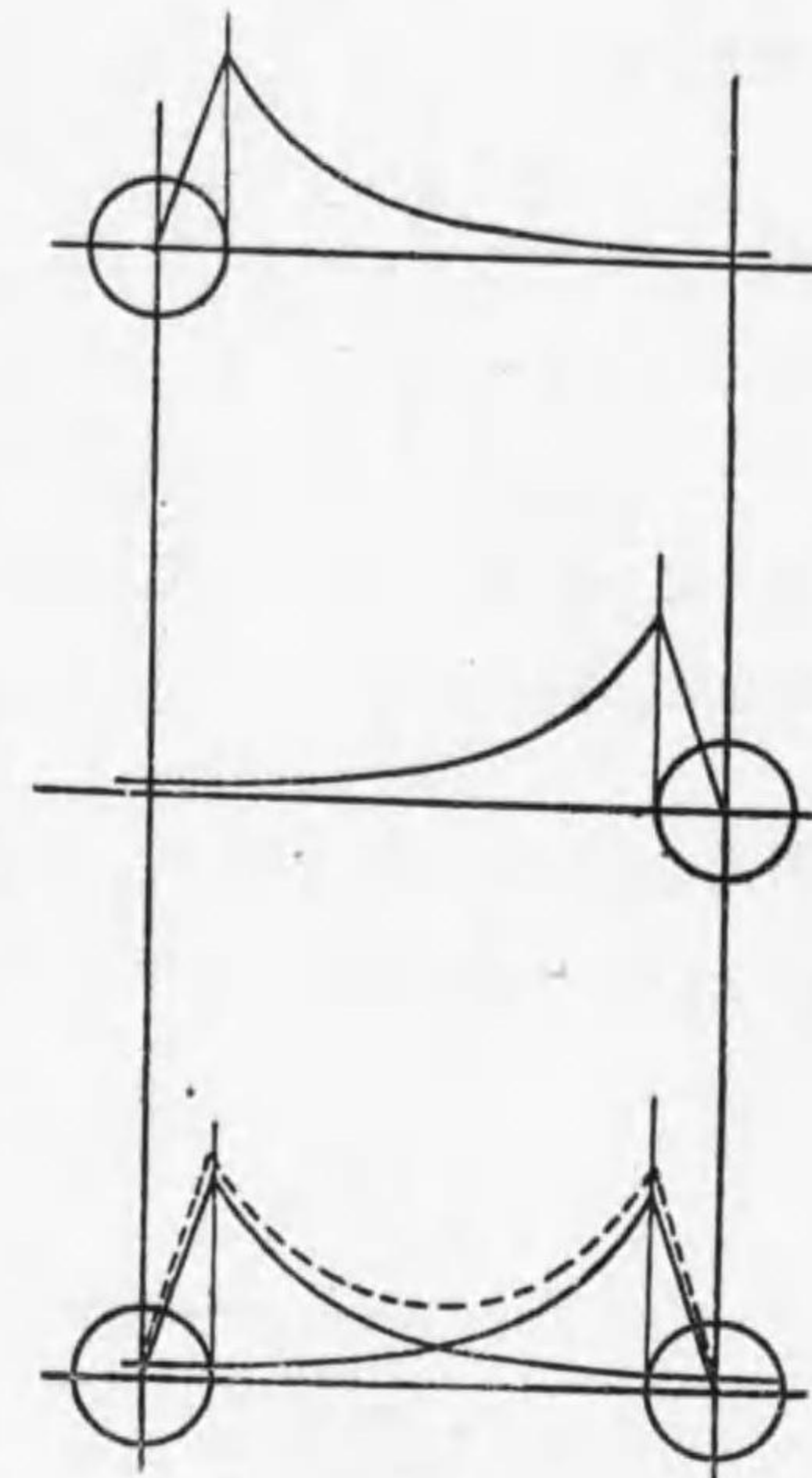
$$\frac{2i_0 r}{r_0^2} dr \times 1$$

此磁束と半径 r の中にある電流 i との鏈貫數（電流と之をめぐる磁束數の相乘積）は

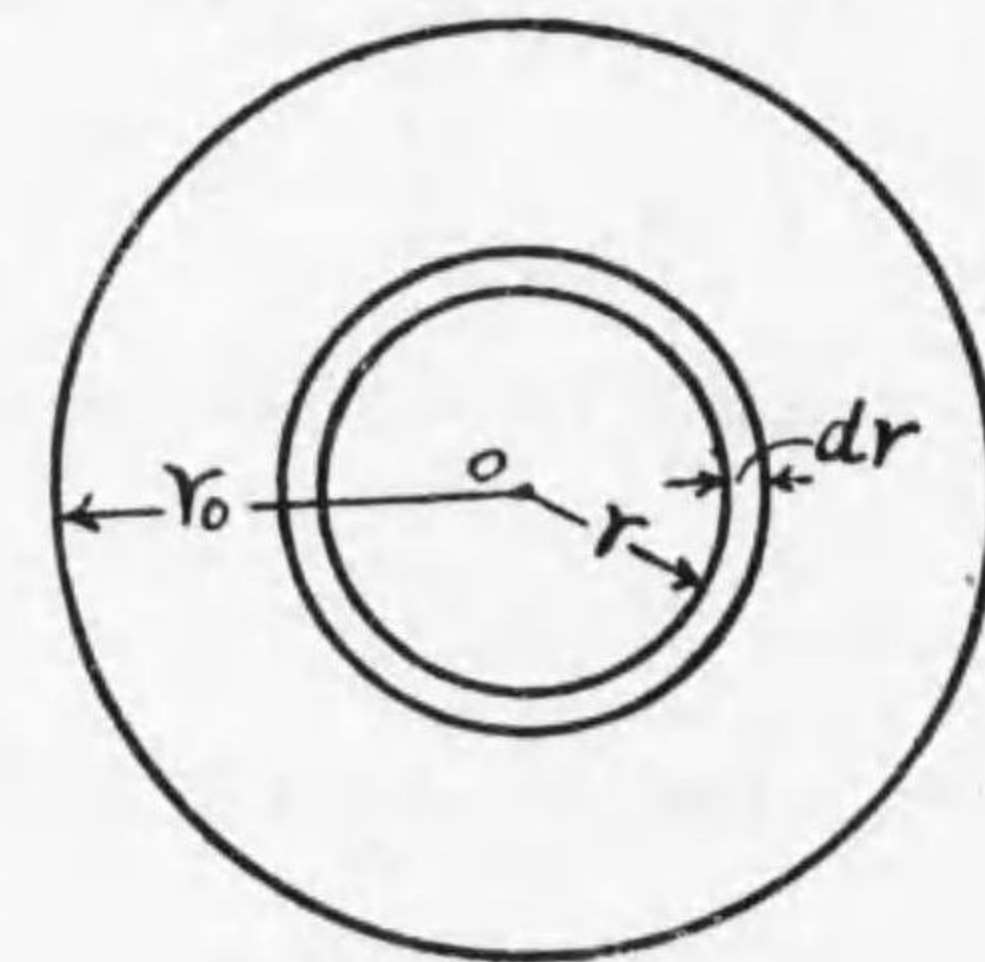
$$i_0 \frac{r^2}{r_0^2} \times \frac{2i_0 r}{r_0^2} dr$$

$$= 2i_0^2 \frac{r^3}{r_0^4} dr$$

r_0 迄の總鏈貫數は之を 0 より r_0



第 321 圖
導體を圍む磁束分布



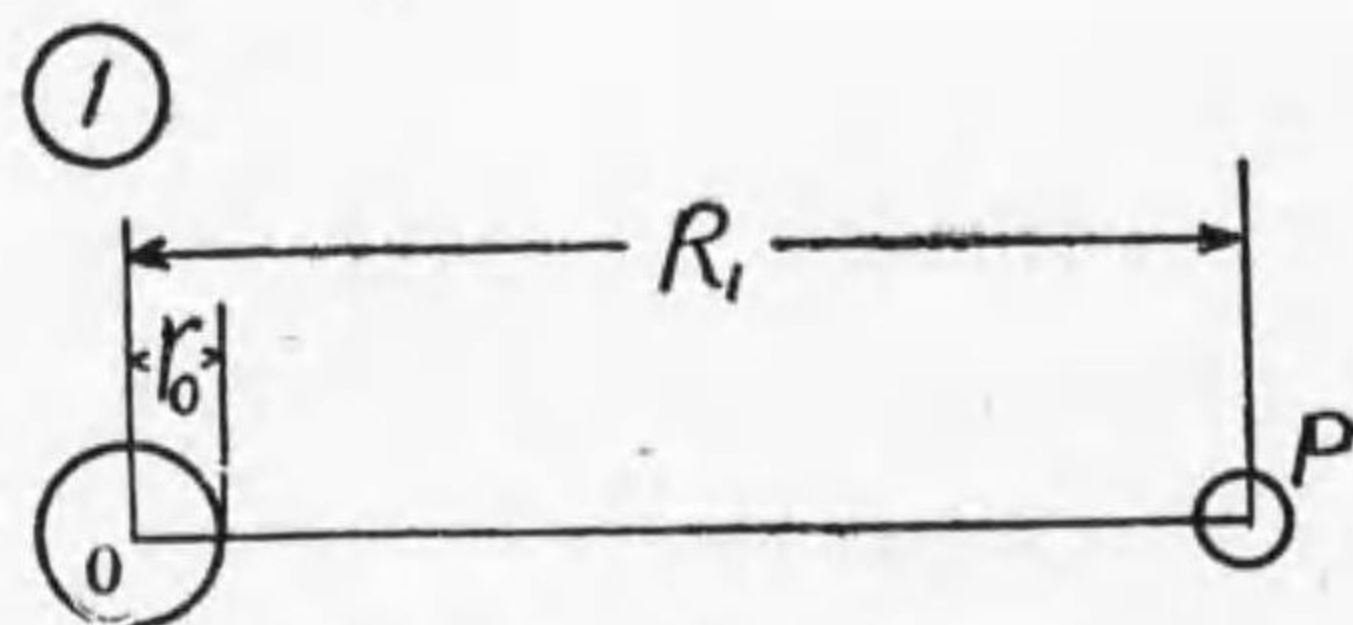
第 322 圖
導體内の磁束

まで積分して

$$\begin{aligned} & \frac{2i_0^2}{r_0^4} \int_0^{r_0} r^3 dr \\ &= \frac{2i_0^2}{r_0^4} \left[\frac{r^4}{4} \right]_0^{r_0} = \frac{i_0^2}{2} \end{aligned}$$

従つて全電流 i_0 と之を周る磁束の相乗積をこの $\frac{i_0^2}{2}$ に等價のものとする時はこの磁束は $\frac{i_0^2}{2} \div i_0 = \frac{i_0}{2}$ となる

外部の磁束は全體の電流 i_0 と鏈貫するが故に或る點 P (第 323 圖)迄の磁束と i_0 との鏈貫數は



第 323 圖 導體の磁束鏈貫

$$i_0 \int_{r_0}^{R_1} \frac{2i_0}{r} dr = 2i_0^2 \log \frac{R_1}{r_0}$$

故に i_0 と鏈貫する磁束數は

$$2 \log \frac{R_1}{r_0}$$

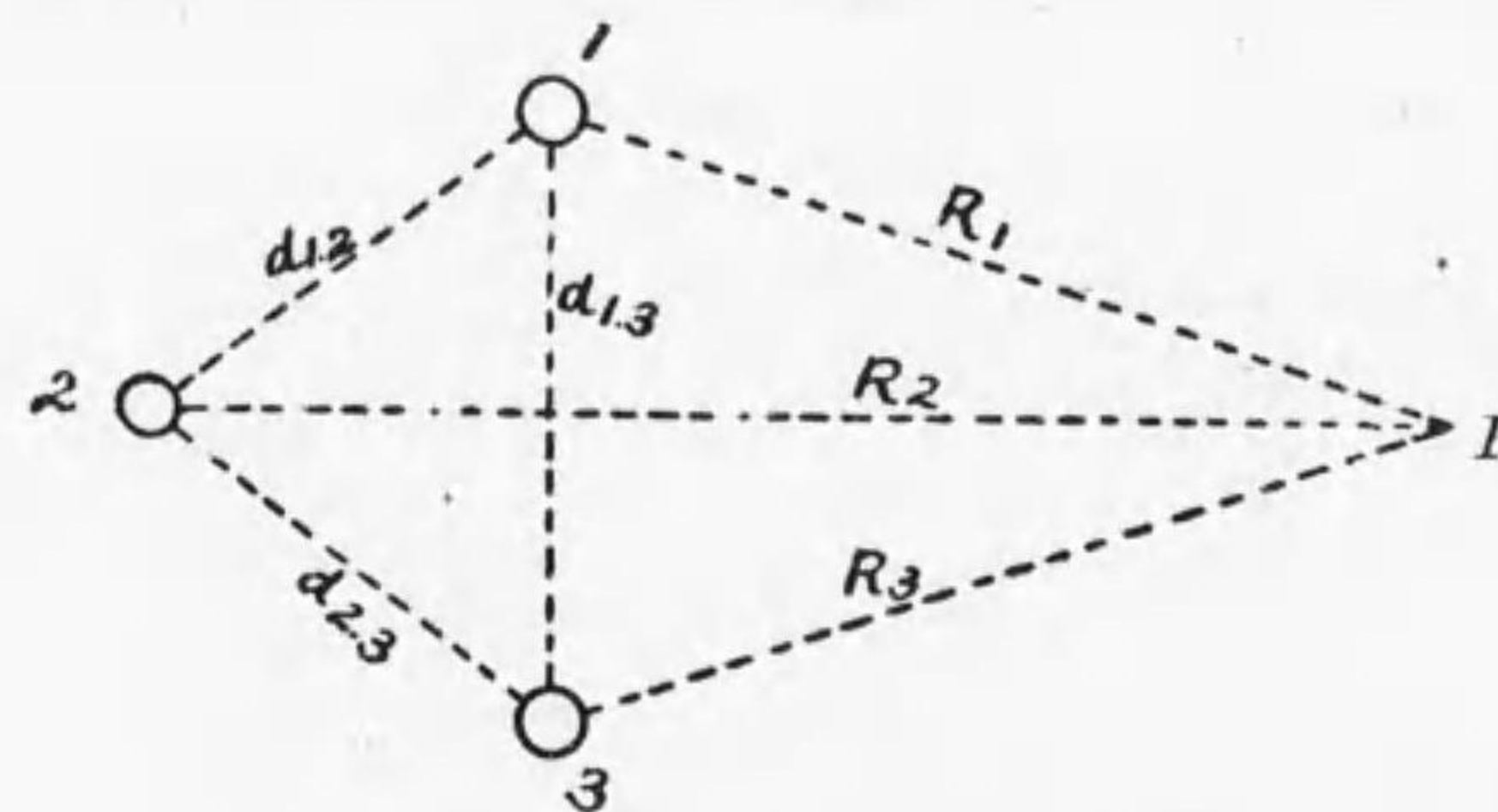
従つて此の線①の中心 0 より R_1 迄の間に i_0 と鏈貫する磁束數は

$$i_0 \left\{ 2 \log \frac{R_1}{r_0} + \frac{1}{2} \right\}$$

此磁束によりて①の導體の單位長に生ずる起電力は

$$-\frac{d\Phi}{dt} = - \left\{ 2 \log \frac{R_1}{r_0} + \frac{1}{2} \right\} \frac{di_0}{dt}$$

次に他の線②(第 324 圖)によりて受くる相互誘導に就て考ふるに②の導體に流るゝ電流を $i_{0.2}$ とすれば $i_{0.2}$ によりて生じ P 點までに①の導體と鏈貫する磁束は (以下 i_0 を他の電流と區別する爲 $i_{0.1}$ と置く)



第 324 圖 相互誘導

$$\int_{d_{2.1}}^{R_2} \frac{2i_{0.2}}{r} dr = 2i_{0.2} \int_{d_{2.1}}^{R_2} \frac{dr}{r}$$

$$= 2i_{0.2} \log \frac{R_2}{d_{2.1}} \quad (\text{單位長につき})$$

之によりて①の導體に誘起する起電力は

$$- 2 \log \frac{R_2}{d_{2.1}} \frac{di_{0.2}}{dt}$$

同様に③の導體によりて 1 に生ずる起電力は

$$- 2 \log \frac{R_3}{d_{1.3}} \frac{di_{0.3}}{dt}$$

従て①の導體單位長毎に誘起せらるゝ全起電力は

$$e = -\left(2 \log \frac{R_1}{r_0} + \frac{1}{2}\right) \frac{di_{0.1}}{dt} - 2 \log \frac{R_2}{d_{2.1}} \frac{di_{0.2}}{dt} - 2 \log \frac{R_3}{d_{1.3}} \frac{di_{0.3}}{dt}$$

今 $R_2 = mR_1, R_3 = nR_1$ とせば

$$e = -\frac{1}{2} \frac{di_{0.1}}{dt} - 2 \log \frac{1}{r_0} \frac{di_{0.1}}{dt} - 2 \log \frac{1}{d_{1.2}} \frac{di_{0.2}}{dt} - 2 \log \frac{1}{d_{1.3}} \frac{di_{0.3}}{dt} - 2 \log R_1 \left\{ \frac{di_{0.1}}{dt} + \frac{di_{0.2}}{dt} + \frac{di_{0.3}}{dt} \right\} - 2 \log m \frac{di_{0.2}}{dt} - 2 \log n \frac{di_{0.3}}{dt}$$

今 $i_{0.1} + i_{0.2} + i_{0.3} = 0$ なる条件の下にあるとせば

$$\frac{di_{0.1}}{dt} + \frac{di_{0.2}}{dt} + \frac{di_{0.3}}{dt} = 0$$

又 P 点は無限に遠き所にありとせば m 及び n は 1 に接近し

$$\log m = \log n \cong 0$$

従て誘導起電力は

$$e = -\left(\frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r_0}\right) \frac{di_{0.1}}{dt} - 2 \log \frac{1}{d_{1.2}} \frac{di_{0.2}}{dt} - 2 \log \frac{1}{d_{1.3}} \frac{di_{0.3}}{dt}$$

之より見れば下の如く見做す事を得

$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r_0} = \text{自己誘導係数}$$

$$M_{1.2} = 2 \log \frac{1}{d_{1.2}} = \text{②と①との間の相互誘導係数}$$

$$M_{1.3} = 2 \log \frac{1}{d_{1.3}} = \text{③と①との間の相互誘導係数}$$

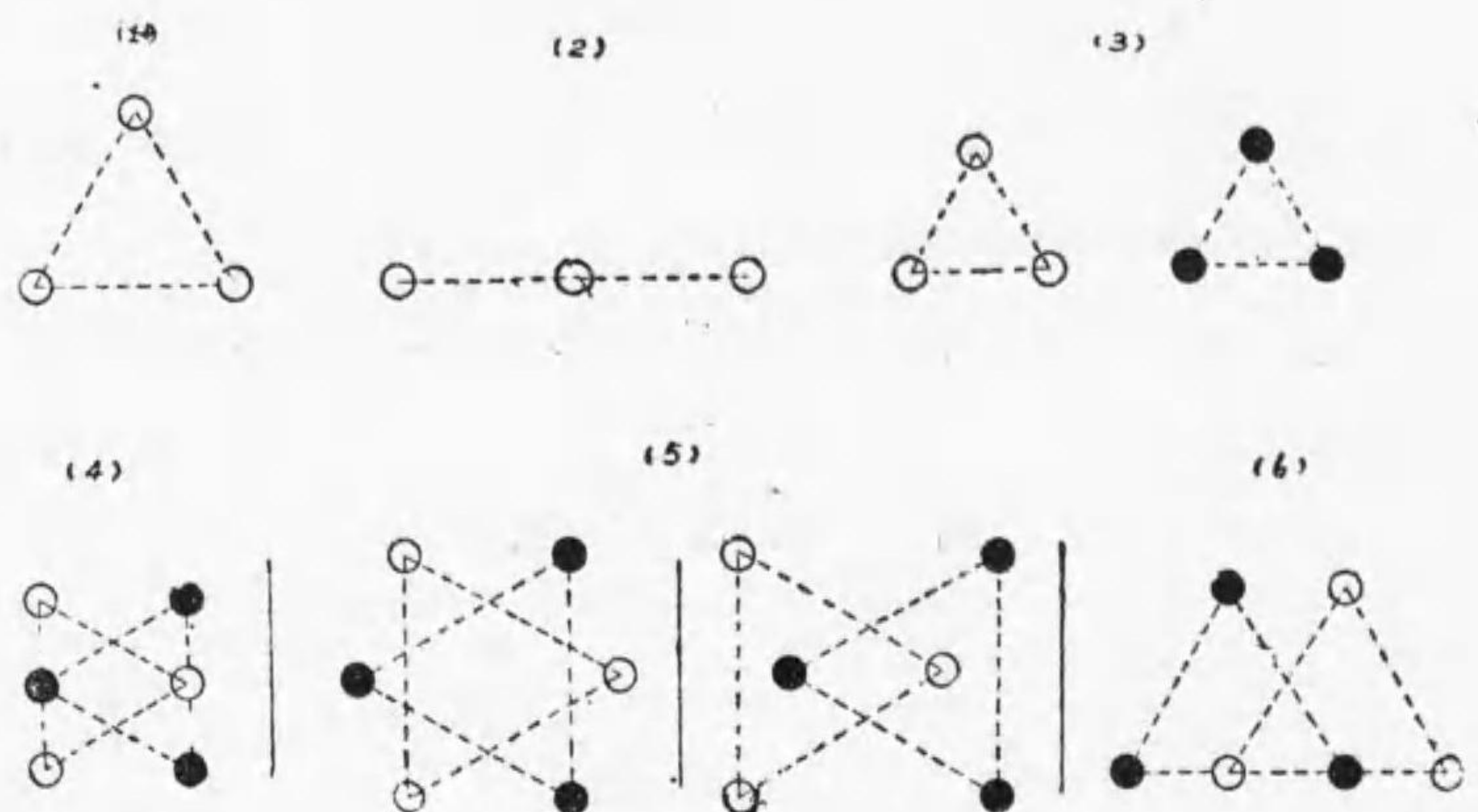
以上は三相三線式につき式(47)を説明したるものなれど線及相の数に制限なく只凡ての電流の総和の零なる条件の下に成立するものなり。

之等の関係を用ひて単相一線の相互誘導をも考慮したる自己誘導係数を出せば第 56 表の如し

第 56 表

No.	Diagram	Formula
1		$L = \frac{1}{10} (4.6 \log \frac{r_0}{r_0} + 0.5) \mu H/m$
2		$L = \frac{1}{10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2}{r_0 d_1} + 0.5)$
3		$L = \frac{1}{10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2}{r_0 d_2} + 0.5)$
4		$L = \frac{1}{10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2}{r_0 d_3} + 0.5)$
5		$L = \frac{1}{10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2}{r_0 d_4} + 0.5)$
6		$L = \frac{1}{10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2}{r_0 d_5} + 0.5)$
7		$L = \frac{2}{10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2}{r_0} + 0.5)$
8		$L = \frac{2}{3.10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2 a_3}{r_0 d_1} + 0.5)$
9		$L = \frac{2}{3.10} (4.6 \log \frac{a_1 a_2 a_3}{r_0 d_2} + 0.5)$

三相三線式の場合電線の配置は次の如きものなり



第 325 圖 三相三線式電線配置法

次に(1)(2)及び(5)の配列につき自己誘導係数を出す可し

配列(1)の場合

導体①を總貫する磁束を Φ とせば

$$\Phi = L_1 i_1 + M_{2,1} i_2 + M_{3,1} i_3$$

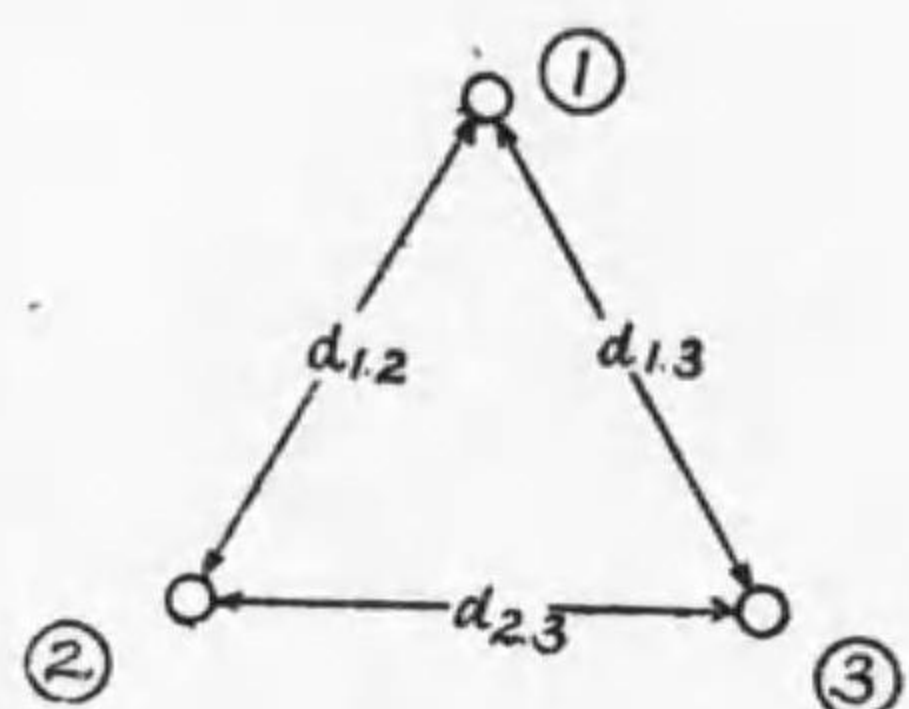
なり。

i_1, i_2 及び i_3 の實効値を夫々 I_1, I_2

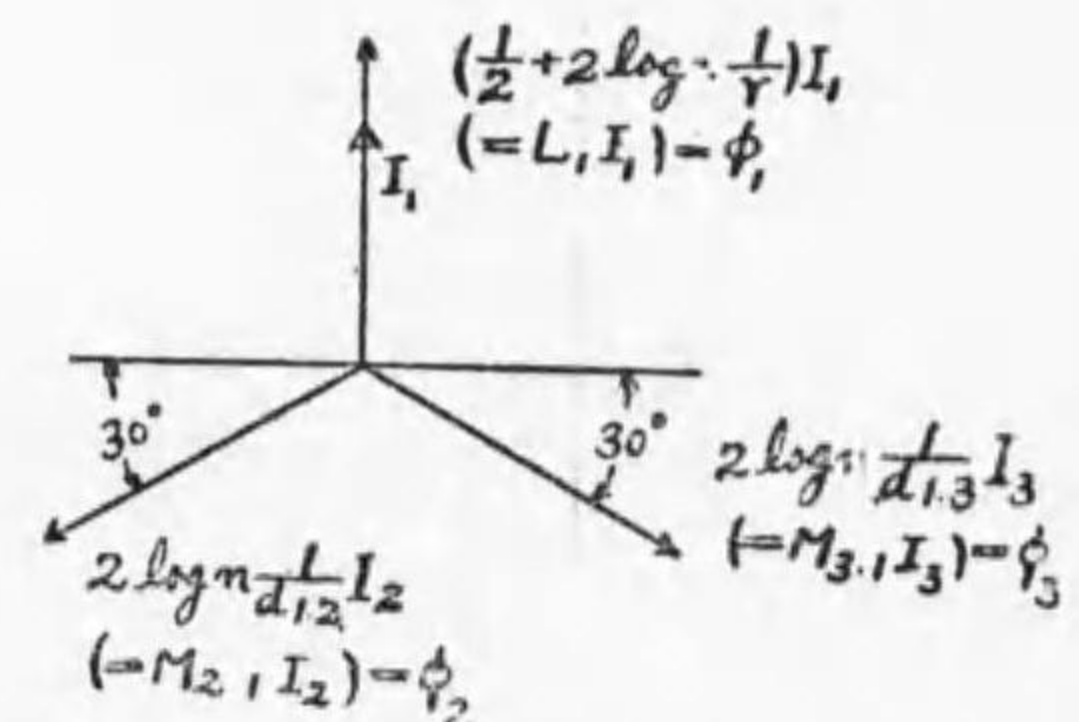
及 I_3 とし、

$$L_1 i_1 = \phi_1; M_{2,1} i_2 = \phi_2; M_{3,1} i_3 = \phi_3$$

とし、此の磁束をベクトルを以て示せば第327圖の如し。同圖に於て之等の磁束を I_1 に垂直なるものと平行なるものとに分てば



第 326 圖 例(1)の電線配置



第 327 圖 例(1)の磁束のベクトル

垂直分力 Φ_V : -

$$I_1 \text{ によるもの } \phi_1 = (2 \log \frac{1}{r} + \frac{1}{2}) I_1$$

$$I_2 \text{ " } -\phi_2 \sin 30^\circ = -2 \log \frac{1}{d_{1,2}} I_2 \sin 30^\circ$$

$$I_3 \text{ " } -\phi_3 \sin 30^\circ = -2 \log \frac{1}{d_{1,3}} I_3 \sin 30^\circ$$

水平分力 Φ_H : -

$$I_1 \text{ によるもの } 0$$

$$I_2 \text{ " } \phi_2 \cos 30^\circ = 2 \log \frac{1}{d_{1,2}} I_2 \cos 30^\circ$$

$$I_3 \text{ " } -\phi_3 \cos 30^\circ = -2 \log \frac{1}{d_{1,3}} I_3 \cos 30^\circ$$

故に

$$\Phi_V = \phi_1 - (\phi_2 + \phi_3) \sin 30^\circ$$

$$\Phi_H = (\phi_2 - \phi_3) \cos 30^\circ$$

此の磁束により導体中に誘起せらるゝ起電力は

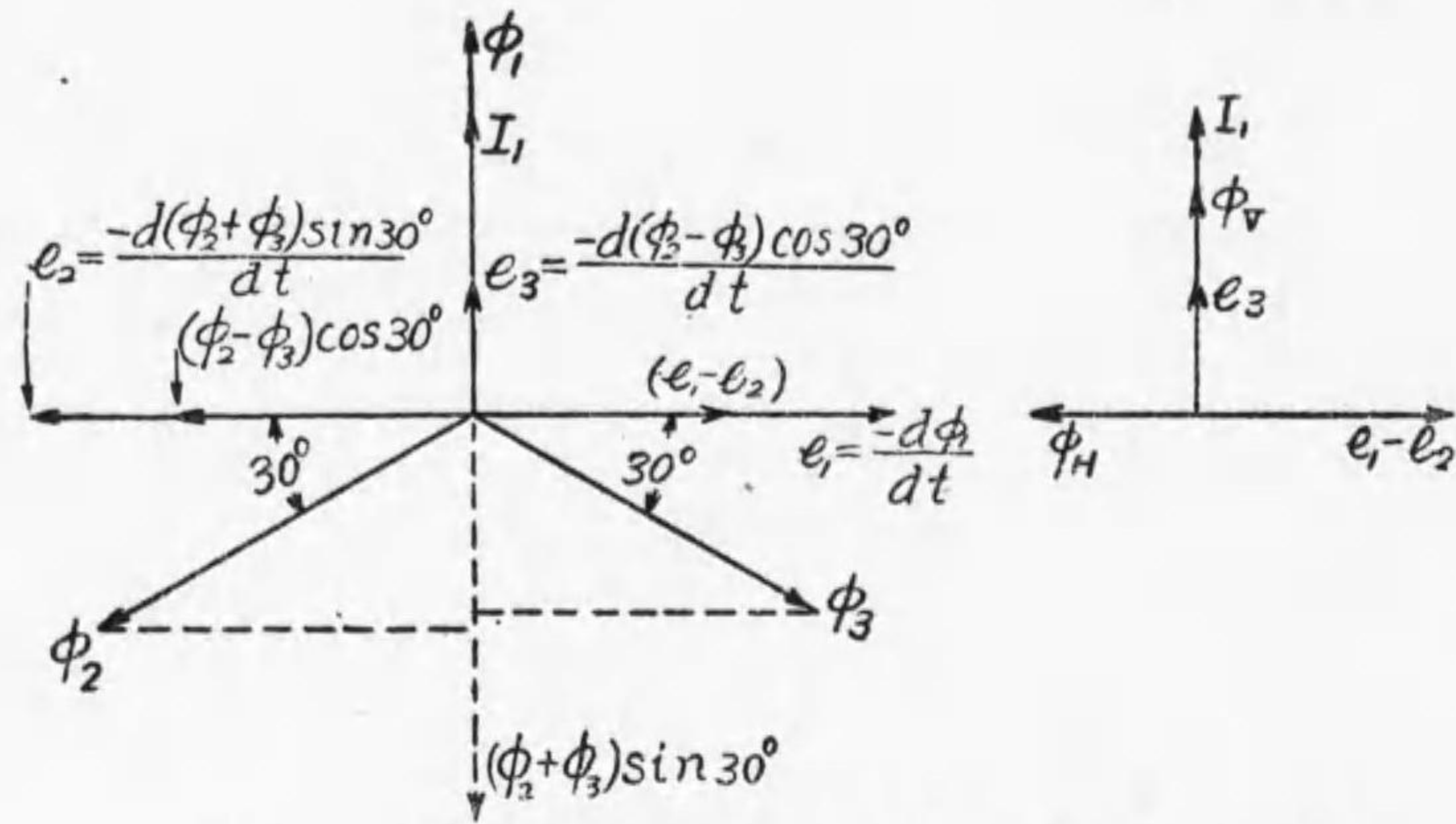
$$-\frac{d\Phi_V}{dt} = -\frac{d\phi_1}{dt} + \left(\frac{d\phi_2}{dt} + \frac{d\phi_3}{dt} \right) \sin 30^\circ = e_1 - e_2$$

$$-\frac{d\Phi_H}{dt} = -\left(\frac{d\phi_2}{dt} - \frac{d\phi_3}{dt} \right) \cos 30^\circ = e_3$$

導体①に誘起せらるゝ起電力は第328圖の如し。

$(e_1 - e_2)$ は I_1 より 90° 後れて生ずる起電力にして、 (e_3) は I_1 と同相に起るものなり。

I_1 の自己誘導に依りて生ずる起電力は I_1 より 90° 後れざる可からず。



第 328 圖 例(1)の導體①に誘導せらるゝ起電力

故に $(e_1 - e_2)$ は自己誘導によりて起る起電力と見做し得。

然るに $(e_1 - e_2)$ なる起電力を起す磁束 Φ_H は $I_1 = I_2 = I_3$ とせば

$$\Phi_H = \left\{ \left(\frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r} \right) - 2 \sin 30^\circ \left(\log \frac{1}{d_{1.2}} + \log \frac{1}{d_{1.3}} \right) \right\} I_1$$

故に自己誘導係数としては

$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r} - \log \frac{1}{d_{1.2}} - \log \frac{1}{d_{1.3}}$$

$$= \frac{1}{2} + \log \frac{d_{1.2} d_{1.3}}{r^2} \dots \dots \dots (49)$$

$d_{1.2} = d_{1.3}$ ならば

$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{d_{1.2}}{r} \text{ C.G.S.E.M.U.} \dots \dots \dots (49')$$

之を實用單位に直せば

$$L = \frac{1}{10^4} \left(\frac{1}{2} + 4.6 \log_{10} \frac{d_{1.2}}{r} \right) \text{ H/Km} \dots \dots \dots (49'')$$

e_3 は I_1 と同相にあれば負抵抗の如き形となるものにして之を生ずる磁束は $I_1 = I_2 = I_3$ なるとき

$$\Phi_H = \left(2 \log \frac{1}{d_{1.2}} - 2 \log \frac{1}{d_{1.3}} \right) I_1 \cos 30^\circ = 2 \times 0.866 \log \frac{d_{1.3}}{d_{1.2}} I_1$$

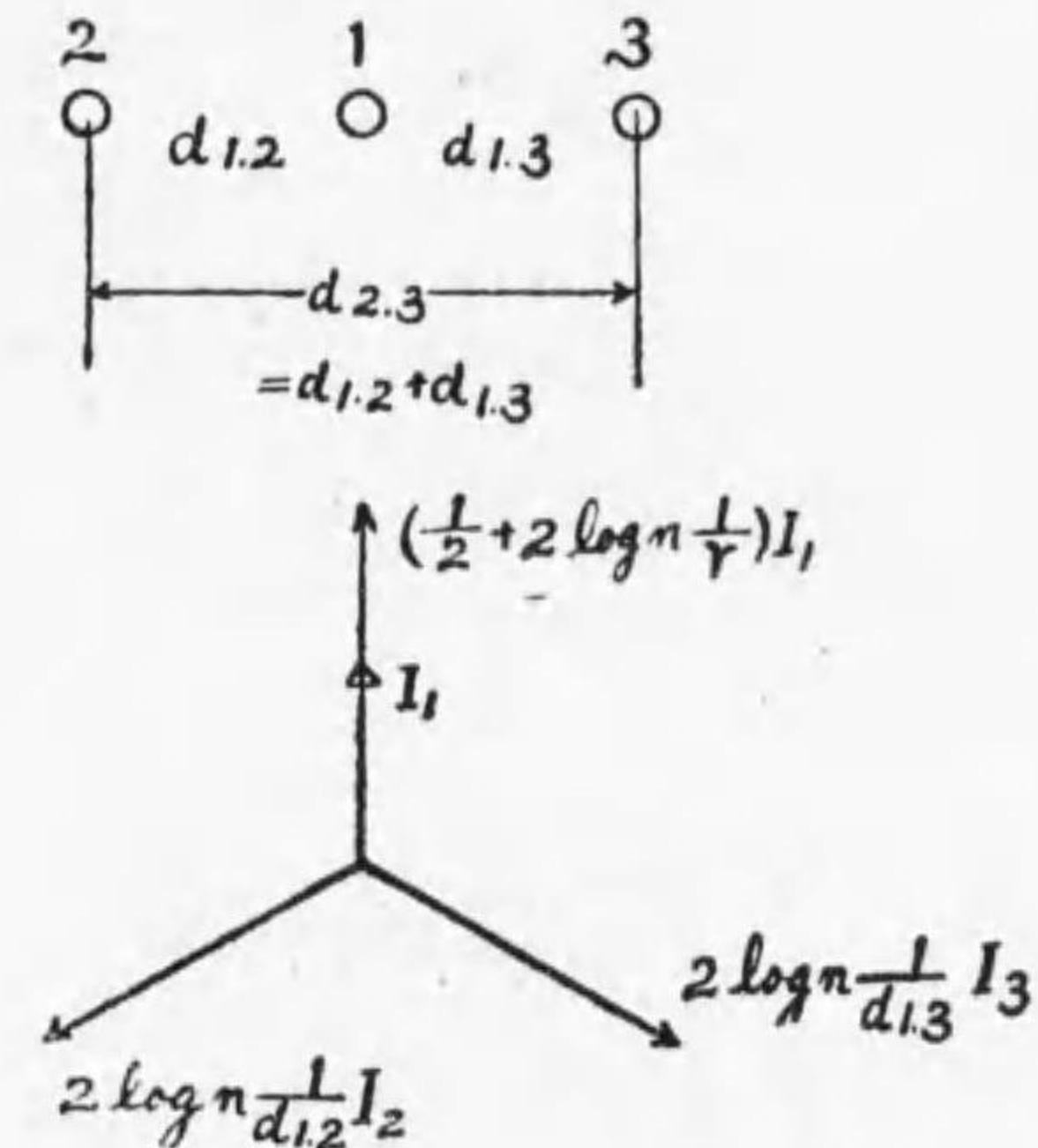
故に負抵抗として $R = 2 \times 0.866 \log \frac{d_{1.3}}{d_{1.2}} \omega$

R は正ならば負抵抗の形となり負ならば抵抗の形となる。

配列(2) の場合

①の導體に就きてベクトル圖を畫けば第 329 圖の如し

$I_1 = I_2 = I_3 = I$ とす。



第 329 圖 送電線の自己及相互誘導

$$\frac{\text{磁束の垂直分力}}{I} = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r} - \log \frac{1}{d_{1.2}} - \log \frac{1}{d_{1.3}}$$

$$= \frac{1}{2} + \log \frac{d_{1.2} d_{1.3}}{r^2}$$

$$\begin{aligned} \frac{\text{磁束の水平分力}}{I} &= 0.866 \times 2 \left(\log \frac{1}{d_{1.2}} - \log \frac{1}{d_{1.3}} \right) \\ &= 0.866 \times 2 \log \frac{d_{1.3}}{d_{1.2}} \end{aligned}$$

故に ① の導体一線の単位長の自己誘導係数は

$$L = \frac{1}{2} + \log \frac{d_{1.2} d_{1.3}}{r^2} \dots \dots \dots (50)$$

もし $d_{1.2} = d_{1.3}$ ならば

$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{d_{1.2}}{r} \dots \dots \dots (50')$$

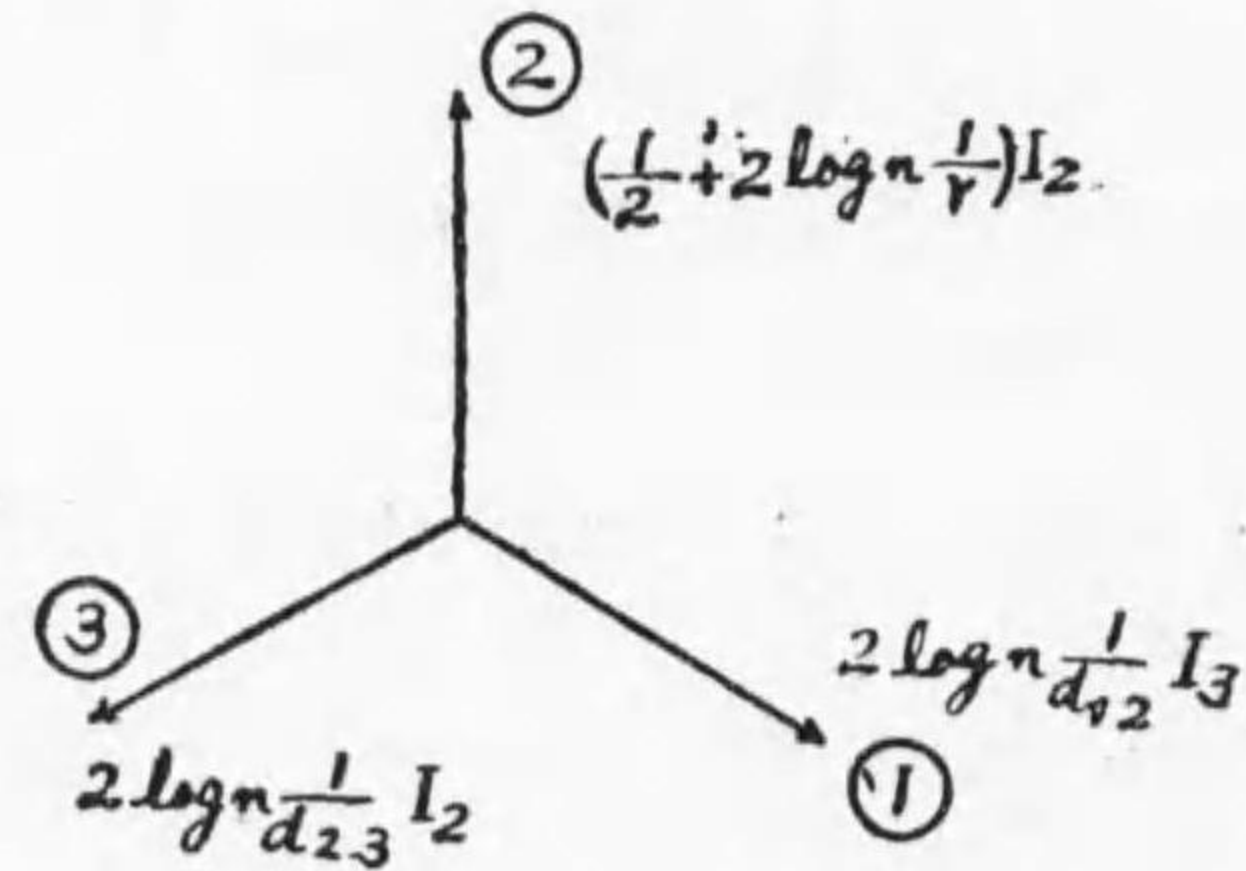
之を實用單位に直せば

$$L = \frac{1}{10^4} \left(4.6 \log_{10} \frac{d_{1.2}}{r} + \frac{1}{2} \right) H/Km \dots \dots \dots (50'')$$

②の導体に就て

$$\begin{aligned} \frac{\text{磁束の垂直分力}}{I} &= \frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r} - \log \frac{1}{d_{2.3}} - \log \frac{1}{d_{1.2}} \\ &= \frac{1}{2} + \log \frac{d_{2.3} d_{1.2}}{r^2} \end{aligned}$$

$$d_{2.3} = d_{1.2} + d_{1.3}$$



第 330 圖 一線と縫貫する三磁束

$$d_{1.2} = d_{1.3} \text{ ならば}$$

$$d_{2.3} = 2d_{1.2}$$

$$\therefore \frac{\text{磁束の垂直分力}}{I} = \frac{1}{2} + \log \frac{2d_{1.2}^2}{r^2}$$

故に自己誘導係数は

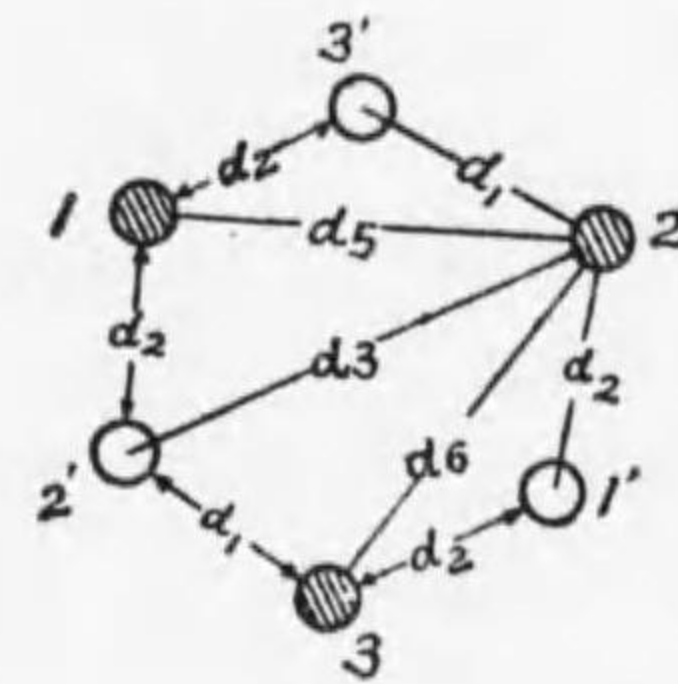
$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{\sqrt{2} d_{1.2}}{r} \dots \dots \dots (51)$$

負抵抗は

$$\text{負抵抗} = 2 \times 0.866 \omega \log \frac{d_{1.2}}{d_{2.3}} \dots \dots \dots (52)$$

配列(5) の場合

③に就てベクトル圖を書けば第 331 圖の如し。



$$\begin{aligned} \frac{\text{垂直分力}}{I} &= \frac{1}{2} + 2 \log \frac{1}{r} + 2 \log \frac{1}{d_3} \\ &\quad - \log \frac{1}{d_1} - \log \frac{1}{d_6} \\ &\quad - \log \frac{1}{d_2} - \log \frac{1}{d_5} \\ &= \frac{1}{2} + \log \frac{d_1 d_2 d_5 d_6}{r^2 d_3^2} \end{aligned}$$

若し

$$d_1 = d_2$$

$$d_5 = d_6$$

ならば

第 331 圖
一線の誘導

$$\frac{\text{垂直分力}}{I} = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{d_1 d_2}{rd_s}$$

故に自己誘導係数は

$$L = \frac{2}{10^4} (2.3 \log_{10} \frac{d_1 d_2}{rd_s} + \frac{1}{4}) H/Km \dots \dots \dots (53)$$

二回線並列にあるが故に同相のもの二本を一本と考ふる時は

$$L = \frac{1}{10^4} (2.3 \log_{10} \frac{d_1 d_2}{rd_s} + \frac{1}{4}) K/Km \dots \dots \dots (54)$$

とするを得。

抵抗に相当するものも易く求め得。

(2) の場合に於ける如く又(5)の場合の $d_1 d_2$ の場合の如き時は各線の単位長の自己誘導係数及抵抗は各異なるが故によく撚架して平均せしむ。而して三相三線式の如き場合に平均をとり

$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{\sqrt[3]{d_{1.2} d_{2.3} d_{1.3}}}{r}$$

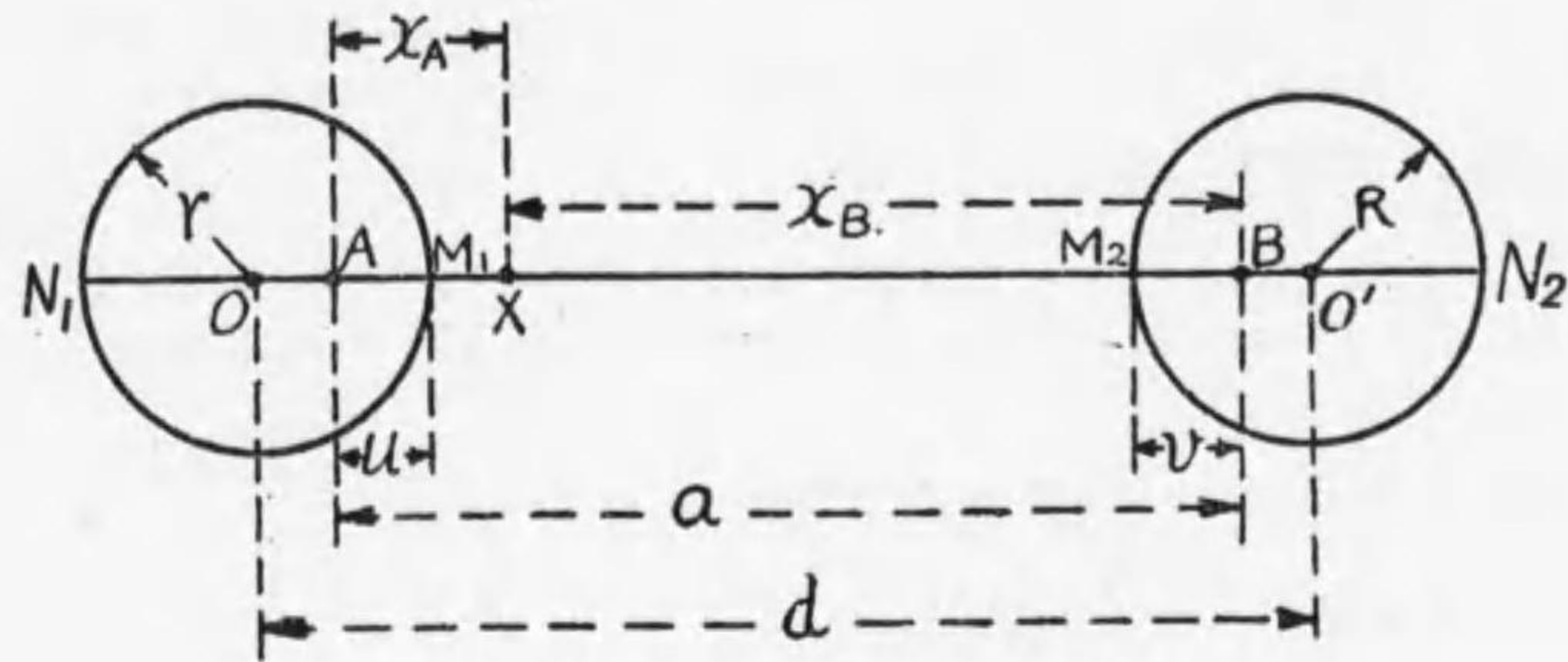
$$d = \sqrt[3]{d_{1.2} d_{2.3} d_{1.3}} \quad \text{とせば}$$

$$L = \frac{1}{2} + 2 \log \frac{d}{r} \quad \text{となりて単相の場合と同形となる。}$$

2. 静電容量

(A) 往復兩線間の静電容量

二本の導体あり。O 及び O' を各導体の中心線とし A 及び B は各導体にある電荷の中心なりとす。然るとき $OO' = d$ は兩導体の幾何學的な中心距離にして、 $AB = a$ は其電氣的な中心距離なり。各導体の単位長さ毎に $+\delta$ 及び $-\delta$ の電荷を與へたりとし、兩線の長さは無限と假定す。



第 332 圖 往復線間の静電容量

X 點の電場の強さは

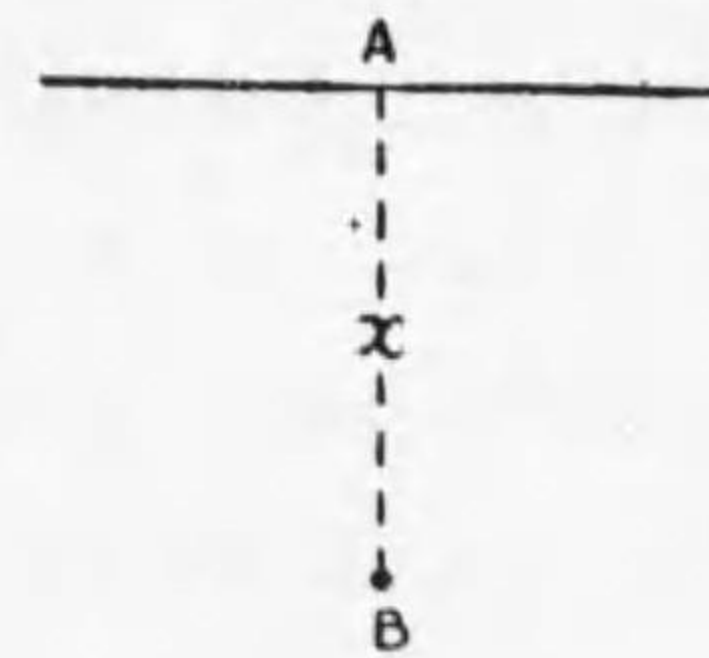
(i) A より受くるもの

$$* F_A = \frac{2\sigma}{\epsilon x_A} \dots \dots \dots (i)$$

(ii) B より受くるもの

註* A なる無限に長き導体あり之に単位長さ毎に $+\sigma$ の電荷を與へたる時、之より x の距離にある點に生ずる電場の強さは $\frac{2\sigma}{x}$ なり。何となれば、A 點を中心として dl なる極小なる長さを考ふる時此の中にある電荷は σdl なり。從て之より出づる力線は $4\pi\sigma dl$ なり。A を中心とし $AB = x$ を半徑としたる圓筒形を考へ、 dl の兩端にて軸に垂直なる平面にて此圓筒形を切る。この部分は無限に長き圓筒形の一部なれば、圓筒形の斷面積を通過する力線なし。故に全部の力線は圓筒形の周圍より出づ。其面積は $2\pi x dl \sigma$ なり。故に力線密度即電場の強さは

$$F = \frac{4\pi\sigma dl}{2\pi x dl} = \frac{2\sigma}{x} \quad \text{なり}$$



第 333 圖

$$F_B = \frac{2\sigma}{\epsilon x_B} \dots\dots\dots (ii)$$

此和は点 X の電場の強さなり。即

$$F_X = \frac{2\sigma}{\epsilon} \left(\frac{1}{x_A} + \frac{1}{x_B} \right) \dots\dots\dots (iii)$$

X 点の電位は $V = -\int F dx$ なるを以て

(i) A より與へらるゝもの

$$V_A = -\frac{2\sigma}{\epsilon} \log x_A + \text{constant} \dots\dots\dots (i)'$$

(ii) B より與へらるゝもの

$$V_B = +\frac{2\sigma}{\epsilon} \log x_B + \text{constant} \dots\dots\dots (ii)'$$

此和は X 点の電位にして

$$V_X = V_A + V_B = \frac{2\sigma}{\epsilon} \log \frac{x_B}{x_A} \dots\dots\dots (iii)'$$

(i)' (ii)' にある積分常数は各零なり。何となれば $\sigma = 0$ なる時 V_A 及び V_B は夫々零なればなり。

(iii)' の式より考ふれば $\frac{x_B}{x_A}$ の比の一定なる点の電位は同一なることを示す。即此比の一定なる面は一つの同電位面を現す。而して導體は凡て同一電位にある可き筈なれば此の条件を用ひて $M_1 M_2$ (第 332 圖) の性質を研究し、之より静電容量を求めんとす。

A の導體の表面に二点 M_1 及び N_1 を考ふれば、之が同一電圧なる爲には x_B/x_A が一定ならざるべからず。即

$$\frac{u}{a-u} = \frac{2r-u}{a+2r-u}$$

B に於ても同様にして点 M_2, N_2 に於て

$$\frac{v}{a-v} = \frac{2R-v}{a+2R-v} \quad \text{ならざるべからず。}$$

以上の二式の外次の一式を用ふれば、未知数 u 及び v を求め得べし。

$$\overline{M_1 M_2} = a - (u+v) = d - (R+r)$$

之を解けば

$$a = \frac{1}{d} \sqrt{m} \quad m = (R^2 + r^2 - d^2)^2 - 4r^2 R^2$$

$$u = \frac{2rd - (r^2 - R^2) - d^2 + \sqrt{m}}{2d}$$

$$v = \frac{2Rd + (r^2 - R^2) - d^2 + \sqrt{m}}{2d}$$

今 X が r なる半径の圆周上にありたりとせば其点の電位は

$$V_r = \frac{2\sigma}{\epsilon} \log \frac{a-u}{u} \dots\dots\dots (iv)$$

R なる圆周上にありとせば

$$V_R = \frac{2\sigma}{\epsilon} \log \frac{v}{a-v} \dots\dots\dots (iv)'$$

之れ兩電體の電位なり。

兩點の電位差は此差にして

$$V = V_r - V_R = \frac{2\sigma}{\epsilon} \log \frac{(a-u)(a-v)}{uv}$$

故に静電容量は

$$C = \frac{\epsilon}{2 \log \frac{(a-u)(a-v)}{uv}}$$

若し $R=r$ なる時は從て $u=v$ にして

$$\begin{aligned} \sqrt{m} &= \sqrt{(2r^2 - d^2)^2 - 4r^4} \\ &= \sqrt{d^4 - 4r^2 d^2} = d \sqrt{d^2 - 4r^2} \end{aligned}$$

$$a = \frac{1}{d} \sqrt{m} = \sqrt{d^2 - 4r^2}$$

$$C = \frac{\epsilon}{2 \log \left(\frac{a-u}{u} \right)^2} = \frac{\epsilon}{4 \log \frac{a-u}{u}}$$

然るに

$$u = \frac{2rd - d^2 + \sqrt{m}}{2d}$$

$$= \frac{2r-d + \sqrt{d^2 - 4r^2}}{2}$$

$$a-u = \frac{2\sqrt{d^2 - 4r^2} - 2r + d - \sqrt{d^2 - 4r^2}}{2}$$

$$= \frac{\sqrt{d^2 - 4r^2} - 2r + d}{2}$$

$$\frac{a-u}{u} = \frac{\sqrt{d^2 - 4r^2} - 2r + d}{2r - d + \sqrt{d^2 - 4r^2}}$$

$$\frac{d}{2r} = \delta \quad \text{とせば}$$

$$\frac{a-u}{u} = \frac{\sqrt{\delta^2 - 1} + \delta - 1}{\sqrt{\delta^2 - 1} - \delta + 1}$$

$$= \frac{\sqrt{\delta - 1} \sqrt{\delta + 1} + (\sqrt{\delta - 1})^2}{\sqrt{\delta - 1} \sqrt{\delta + 1} - (\sqrt{\delta - 1})^2} = \frac{\sqrt{\delta + 1} + \sqrt{\delta - 1}}{\sqrt{\delta + 1} - \sqrt{\delta - 1}}$$

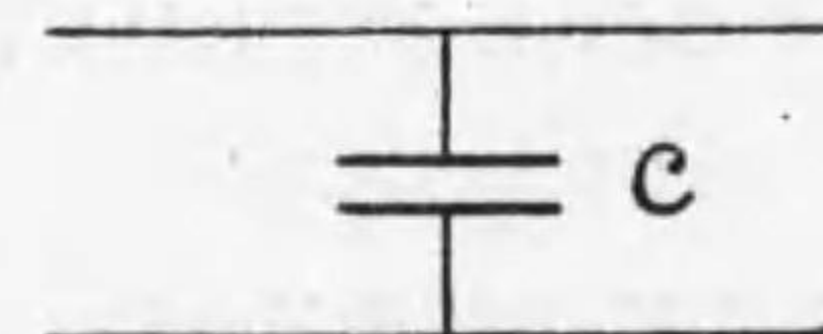
$$= \frac{\delta + 1 + \delta - 1 + 2\sqrt{\delta^2 - 1}}{\delta + 1 - \delta + 1} = \frac{2\{\delta + \sqrt{\delta^2 - 1}\}}{2}$$

$$= \delta + \sqrt{\delta^2 - 1}$$

$$\therefore C = \frac{\epsilon}{4 \log(\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})}$$

$$C = \frac{\epsilon}{4 \log(\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})}$$

之は兩線間の静電容量なり。故に片線の容量として取扱ふ時は此倍のものが直列に接続せられ居ると見る故に片線 1 cm の容量は

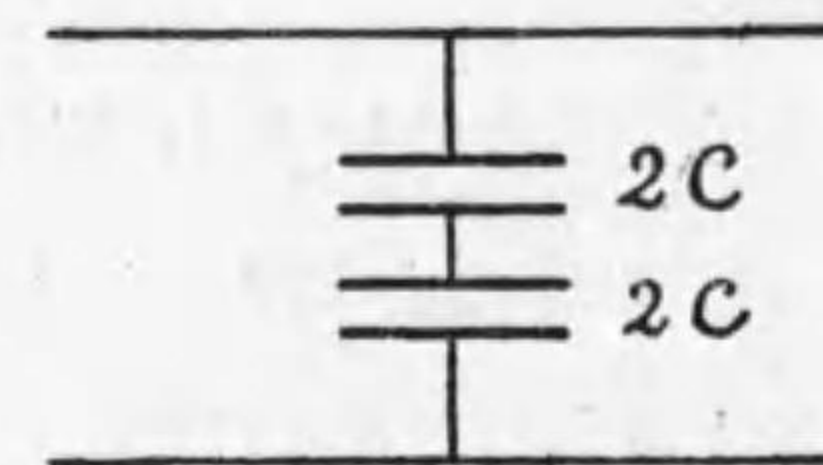


$$C_s = \frac{\epsilon}{2 \log(\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})} \dots \dots (v)$$

或は $\log(\delta + \sqrt{\delta^2 - 1}) = \cosh^{-1} \delta$ (附録

式(47)参照) ならば

$$C_s = \frac{\epsilon}{2 \cosh^{-1} \delta}$$



第 334 圖

兩線間と片線の静電容量

或は δ 即 $\frac{d}{2r}$ が 1 に比して非常に大なる時、即ち d が $2r$ に比して非常に大なる時は $\delta^2 - 1 \approx \delta^2$ と看做し得。然る時は空中に於て

$$C_s \approx \frac{1}{2 \log 2\delta} \dots \dots (v')$$

或は

$$C_s \approx \frac{1}{2 \log \frac{d}{r}} \text{ C.G.S.E.S.U.} \dots \dots (v'')$$

式中 d は兩線間の距離、 r は線半径にして、 d 及 r は同一の單位を以て表す。

以上は大地の影響を全く度外視せる事に注意せざるべからず。

(B) 大地に平行せる一線導體の容量

大地に平行せる一導線の幾何學的中心の大地よりの高さを h 、電荷の中

心の高さを $\frac{a}{2}$ とす。地表は同一電位にあるものと見做し得。従て力線は之と凡て直角に交る故に地表下 $\frac{a}{2}$ の所に B 点を考へ、此點が I の導體と反對の符號の電位を持つものと考へて差支なし。

かくして求めし I, II 間の静電容量は (I) の導體と大地, 大地と (II) の影像との直列容量なれば

$$\frac{1}{C_{I-E}} + \frac{1}{C_{II-E}} = \frac{1}{C_{I-II}}$$

但 C_{I-E} C_{II-E} 及び C_{I-II} は (I) と大地, (II) と大地, 及び (I) と (II) との間の静電容量を示す。

$$C_{I-E} = C_{II-E}$$

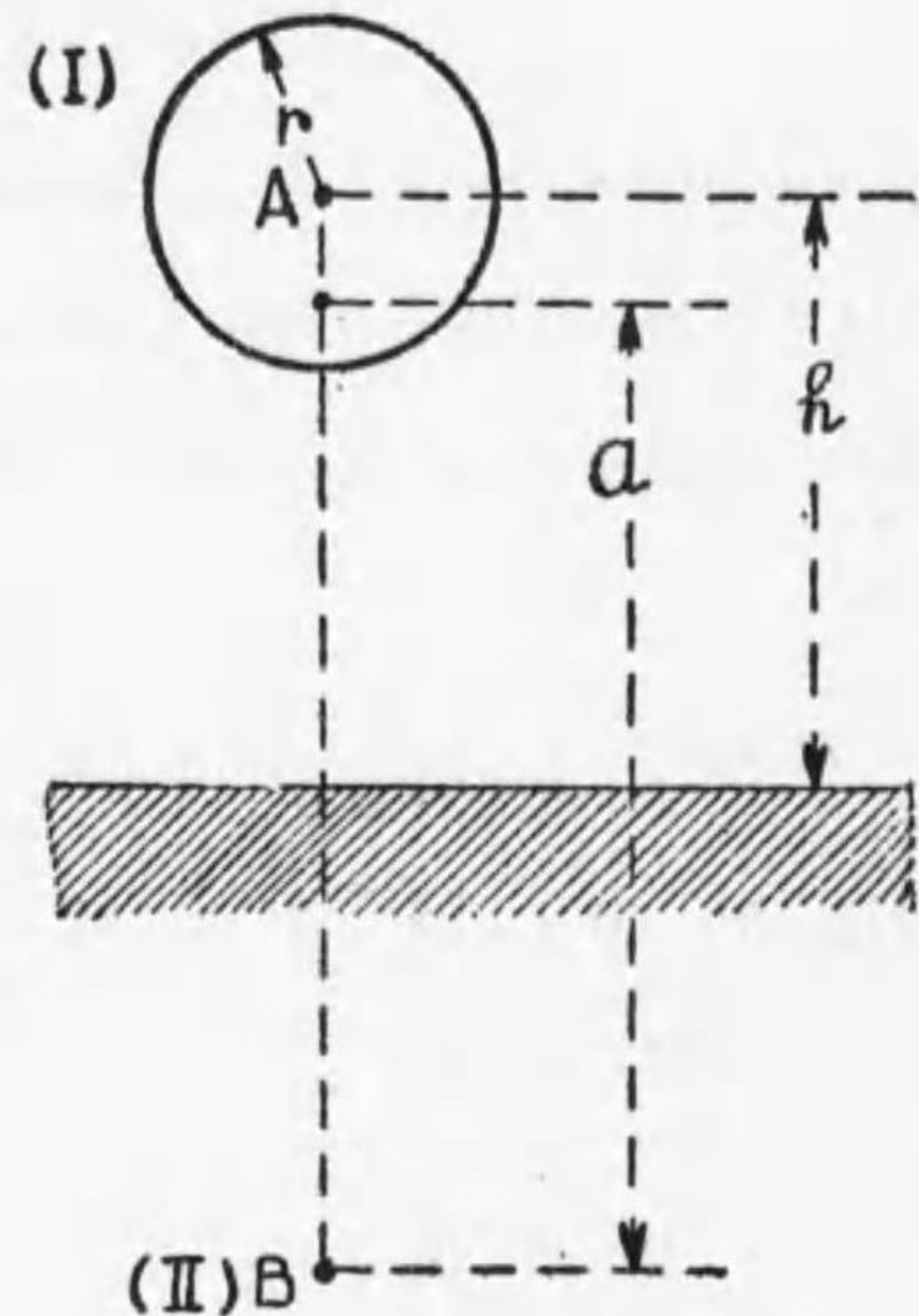
$$\therefore C_{I-E} = 2C_{I-II} = \frac{1}{2 \log(\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})} \dots \dots \dots (VI)$$

$$\approx \frac{1}{2 \log 2\delta} = \frac{1}{2 \log \frac{2h}{r}} \dots \dots \dots (VI')$$

(C) 大地に平行せる二線の静電容量

(A) の場合に用ひし u 及び v の値は r が d に比して非常に小なる時は

$$u = \frac{2rd - d^2 + \sqrt{m}}{2d} \quad (r=R)$$



第 335 圖 一線と大地間の静電容量

$$m = d\sqrt{d^2 - 4r^2}$$

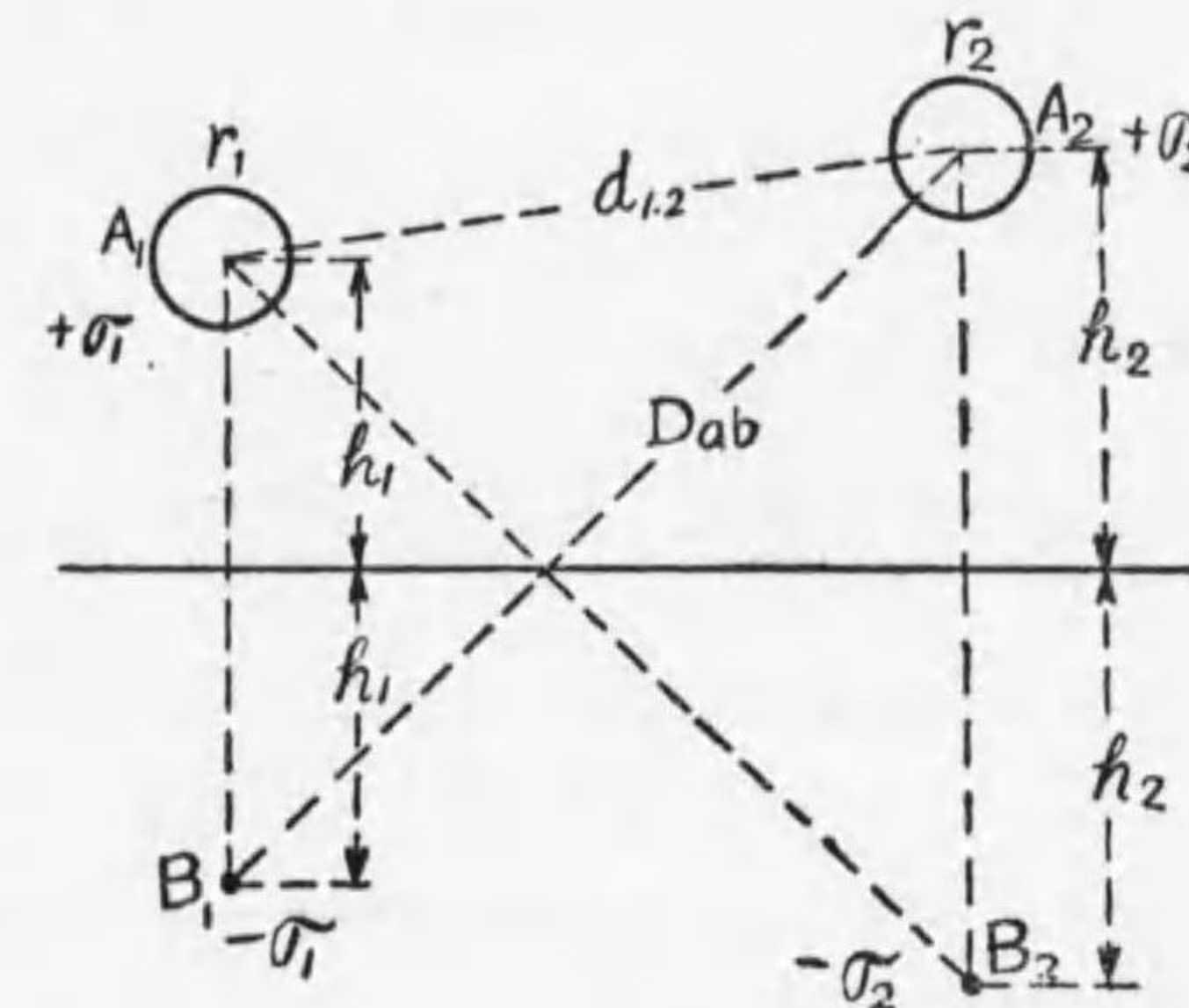
$$u = \frac{2r - d + \sqrt{d^2 - 4r^2}}{2} = \frac{2r - d + d\sqrt{1 - (\frac{2r}{d})^2}}{2}$$

然るに $\sqrt{1 - (\frac{2r}{d})^2} = 1 - \frac{1}{2}(\frac{2r}{d})^2 - \frac{1}{4}(\frac{2r}{d})^4 \dots \dots \dots$

$$\therefore u = \frac{2r - \frac{1}{2}d(\frac{2r}{d})^2 - \frac{d}{4}(\frac{2r}{d})^4 \dots \dots \dots}{2}$$

$$\approx r$$

即普通の場合は幾何學的中心と電荷の中心と一致するものとして取扱ふ従て $a=d$ となる。



第 336 圖 往復線と大地との間の静電容量

A 點の電位は (1)' の式によりて

- (i) A の導體の電荷 $+\sigma_1$ によるもの $= -2\sigma_1 \log_e r_1$
- (ii) B_1 なる影像の電荷 $-\sigma_1$ によるもの $= +2\sigma_1 \log_e 2h_1$
- (iii) A_2 の導體の電荷 $+\sigma_2$ によるもの $= -2\sigma_2 \log_e d_{12}$

(iv) B_2 なる影像の電荷 $-\sigma_2$ によるもの $= +2\sigma_2 \log_e D_{ab}$
 故に I の電位 V_1 は

$$V_1 = 2\sigma_1 \log \frac{2h_1}{r_1} + 2\sigma_2 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}} \dots \dots \dots (VII)$$

A' 點の電位は同様に

- (i) A_2 の導體の電荷 $+\sigma_2$ によるもの $= -2\sigma_2 \log_e r_2$
- (ii) B_2 なる影像の電荷 $-\sigma_2$ によるもの $= +2\sigma_2 \log_e 2h$
- (iii) A の導體の電荷 $+\sigma_1$ によるもの $= -2\sigma_1 \log_e d_{1.2}$
- (iv) B_1 なる影像の電荷 $-\sigma_1$ によるもの $= +2\sigma_1 \log_e D_{ab}$

$$V_2 = 2\sigma_2 \log \frac{2h_2}{r_2} + 2\sigma_1 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}} \dots \dots \dots (VII')$$

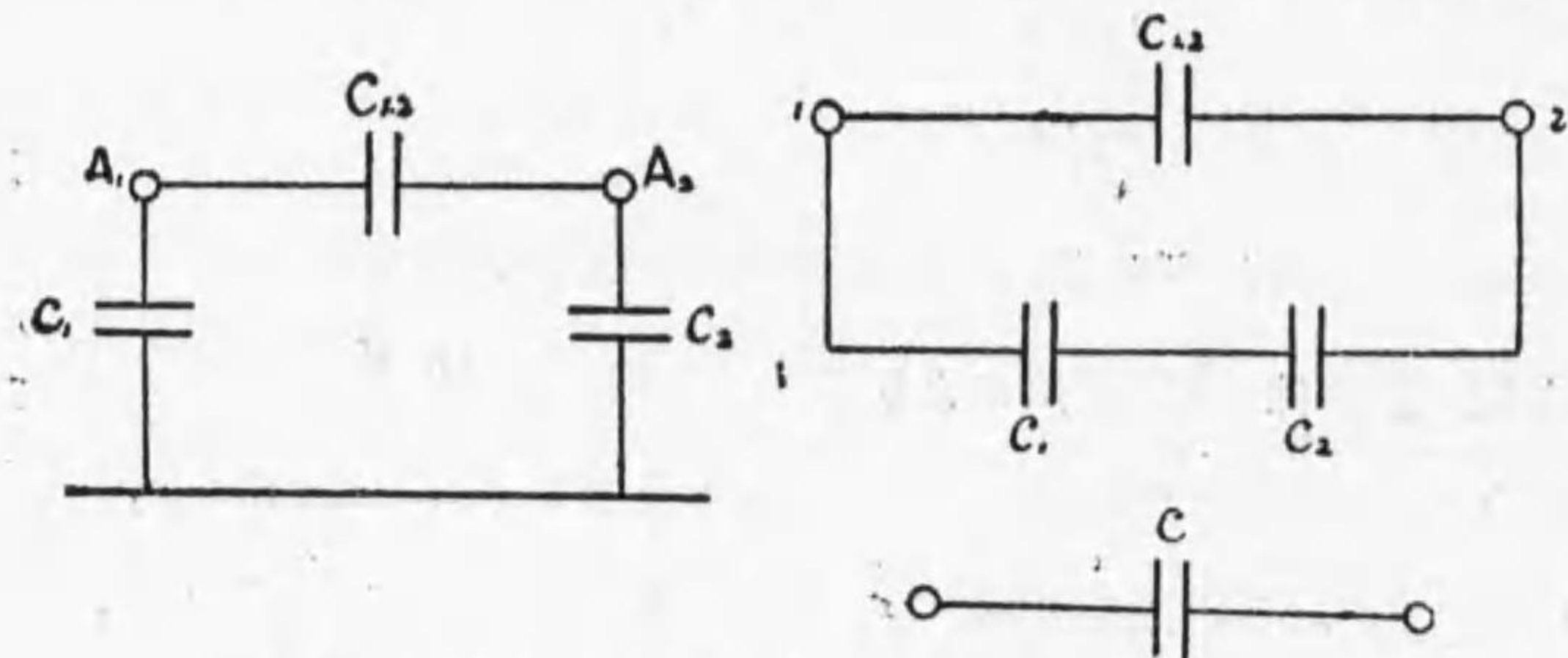
若し $\sigma_1 = -\sigma_2$ $r_1 = r_2 = r$ $h_1 = h_2 = h$ ならば

$$V_1 = 2\sigma_1 \log \frac{2h}{r} - \frac{d_{1.2}}{D_{ab}}$$

$$V_2 = 2\sigma_1 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}} - \frac{r}{2h}$$

$$V_1 - V_2 = 2\sigma_1 \log \frac{(2h)^2 d_{1.2}^2}{(D_{abr})^2} = 4\sigma_1 \log \frac{2h d_{1.2}}{D_{ab} r}$$

大地は V_1 と V_2 との間にある零電位の平面にて、次の如き静電容量を



第 337 圖 合成静電容量

有す。之を (1) と (2) との間の容量に直せば第 337 圖の如くする事を得、

$$C = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} + C_{1.2}$$

$$\therefore C = \frac{\sigma_1}{V_1 - V_2}$$

$$= \frac{1}{4 \log \frac{2hd_{1.2}}{Dabr}} \dots \dots \dots (VIII)$$

片線に就ての静電容量は

$$C_s = \frac{1}{2 \log \frac{2hd_{1.2}}{Dabr}} \dots \dots \dots (VIII')$$

(V)'' と比較する時は (VIII)' の C_s の方大となる。

送電線に起る種々の故障等を豫知するには $C_{1.2}$ C_1 C_2 等の價を知るを要す。故に前に歸り一般的に $\sigma_2 \neq \sigma_1$ とし $C_{1.2}$ の價を見出さんとす。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= k_{1.1} V_1 + k_{1.2} V_2 \\ \sigma_2 &= k_{2.1} V_1 + k_{2.2} V_2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (IX)$$

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= p_{1.1} \sigma_1 + p_{1.2} \sigma_2 \\ V_2 &= p_{2.1} \sigma_1 + p_{2.2} \sigma_2 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (IX')$$

k 及び p は容量係數及び電位係數とす。

(IX) と (VII) 及び (VII)' と對照せば (前に求めし Potential の式)

$$p_{1.1} = 2 \log \frac{2h_1}{r_1} \quad p_{1.2} = 2 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}}$$

$$p_{2.2} = 2 \log \frac{2h_2}{r_2} \quad p_{2.1} = 2 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}}$$

故に (IX) 式の σ_1 及び σ_2 なる電荷を各静電容量にある電荷に分割すれば

$$\sigma_1 = (k_{1.1} + k_{1.2})V_1 - k_{1.2}(V_1 - V_2)$$

$$\sigma_2 = (k_{2.2} + k_{1.2})V_2 - k_{1.2}(V_2 - V_1)$$

故に $-k_{1.2}(V_1 - V_2)$ は $C_{1.2}$ にある電荷にして $(k_{1.1} + k_{1.2})V_1$ は (A_1) と大地, $(k_{2.2} + k_{1.2})V_2$ は (A_2) と大地との間の電荷なり。

$$\therefore C_{1.2} = -k_{1.2}$$

$$C_1 = k_{1.1} + k_{1.2}$$

$$C_2 = k_{2.2} + k_{1.2}$$

p は知れて居る故に k を p の項にて表はせば各静電容量を得べし。

$$V_1 = p_{1.1}\sigma_1 + p_{1.2}\sigma_2$$

$$V_2 = p_{2.1}\sigma_1 + p_{2.2}\sigma_2$$

$$V_1 p_{2.1} - V_2 p_{1.1} = (p_{1.2} p_{2.1} - p_{2.2} p_{1.1}) \sigma_2$$

$$V_1 p_{2.2} - V_2 p_{1.2} = (p_{1.1} p_{2.2} - p_{2.1} p_{1.2}) \sigma_1$$

$$\therefore \sigma_1 = \frac{p_{2.2}}{p_{1.1} p_{2.2} - p_{2.1} p_{1.2}} V_1 - \frac{p_{1.2}}{p_{1.1} p_{2.2} - p_{2.1} p_{1.2}} V_2$$

$$\sigma_2 = \frac{p_{2.1}}{p_{1.2} p_{2.1} - p_{2.2} p_{1.2}} V_1 - \frac{p_{1.1}}{p_{1.2} p_{2.1} - p_{2.2} p_{1.1}} V_2$$

(IX) と比較して

$$k_{1.2} = \frac{-p_{1.2}}{p_{1.1} p_{2.2} - p_{2.1} p_{1.2}}$$

$$k_{1.1} = \frac{p_{2.2}}{p_{1.1} p_{2.2} - p_{2.1} p_{1.2}}$$

$$k_{2.2} = \frac{-p_{1.1}}{p_{1.2} p_{2.1} - p_{2.2} p_{1.1}}$$

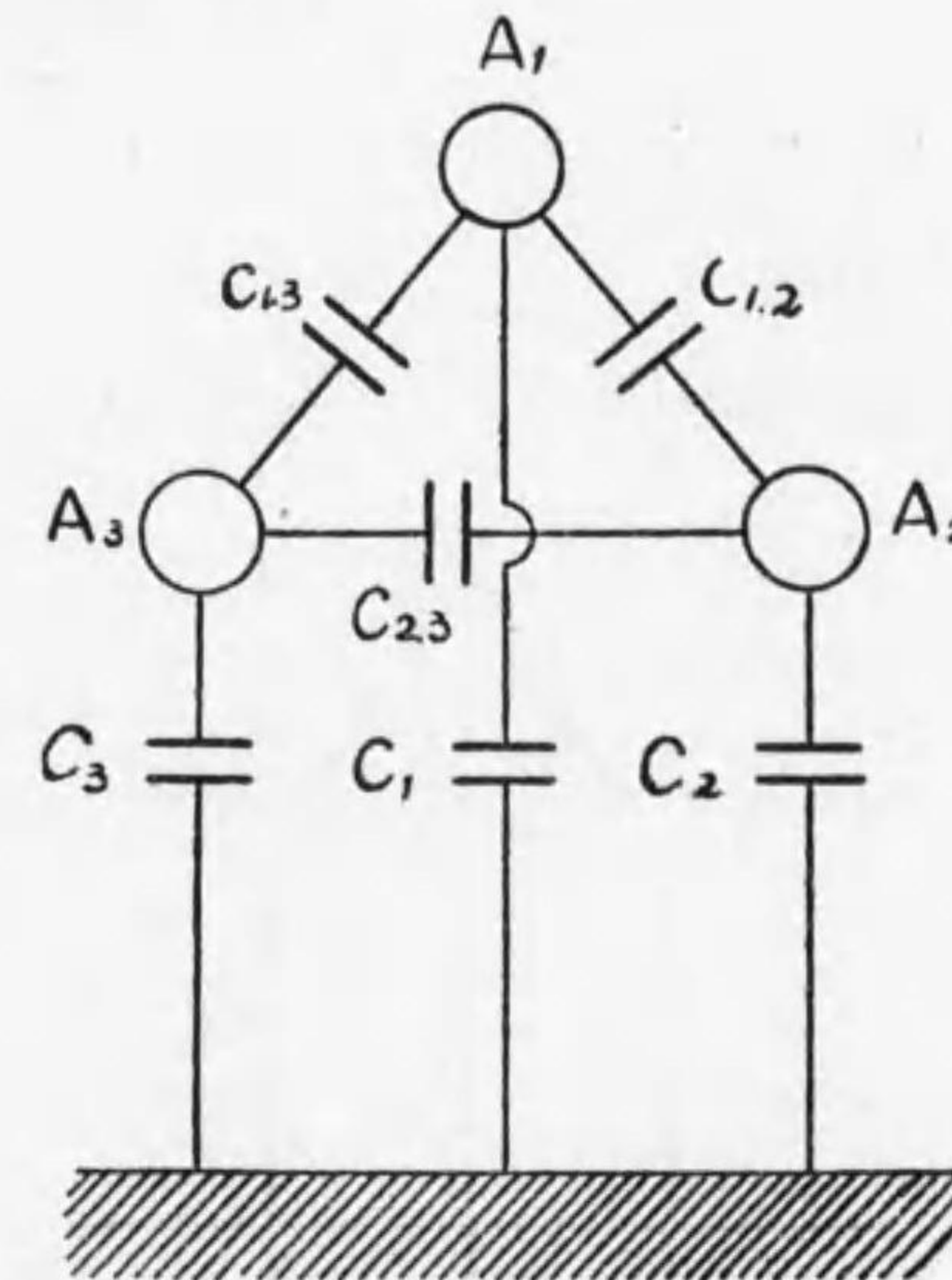
之れより $C_{1.2}$ を求むれば

$$C_{1.2} = -k_{1.2} = \frac{p_{1.2}}{p_{1.1} p_{2.2} - p_{2.1} p_{1.2}}$$

$$\therefore C_{1.2} = \frac{-2 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}}}{2 \log \frac{2h_1}{r_1} \times 2 \log \frac{2h_2}{r_2} - \left(2 \log \frac{D_{ab}}{d_{1.2}} \right)^2}$$

同様に C_1, C_2 も求むる事を得べし。

(D) 三相三線式の静電容量



第 338 圖 三相三線式の静電容量

三相三線の場合各線間及び各線と大地間の静電容量を見出すには前と同様に三線 A_1, A_2, A_3 の単位長毎に夫々 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ なる電荷を與へ A_1, A_2, A_3 の電位を各線及び其影像より求め之より静電容量を算出する事を得べし。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_1 &= k_{1.1} V_1 + k_{1.2} V_2 + k_{1.3} V_3 \\ \sigma_2 &= k_{2.1} V_1 + k_{2.2} V_2 + k_{2.3} V_3 \\ \sigma_3 &= k_{3.1} V_1 + k_{3.2} V_2 + k_{3.3} V_3 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (XI)$$

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= p_{1.1}\sigma_1 + p_{1.2}\sigma_2 + p_{1.3}\sigma_3 \\ V_2 &= p_{2.1}\sigma_1 + p_{2.2}\sigma_2 + p_{2.3}\sigma_3 \\ V_3 &= p_{3.1}\sigma_1 + p_{3.2}\sigma_2 + p_{3.3}\sigma_3 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (XI)'$$

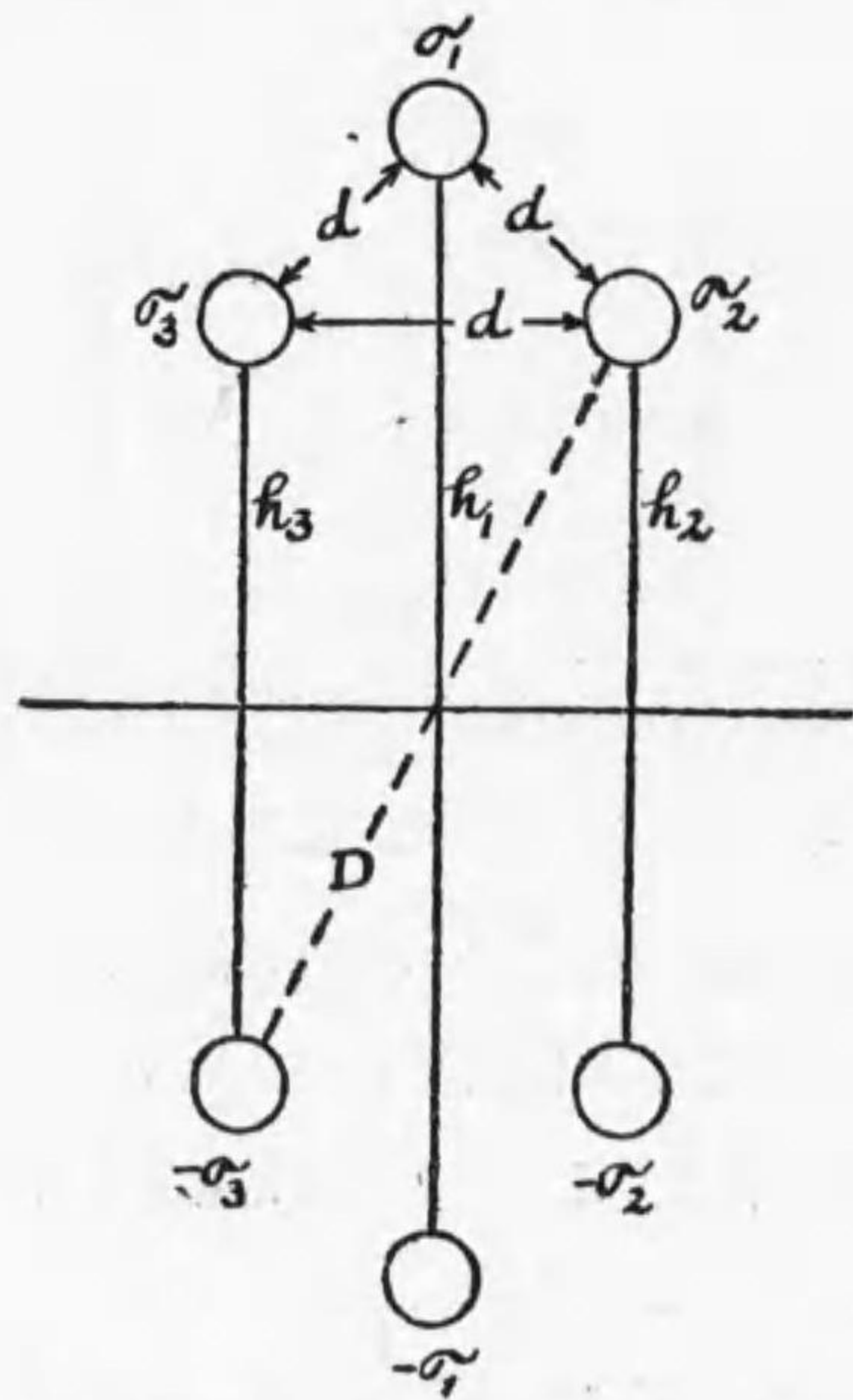
A_1 にある電荷は $C_{1.3}(V_1 - V_3) + C_{1.2}(V_1 - V_2) + C_{1.1}V_1$ の形に分つ事を得。

即 (XI) の式は

$$\sigma_1 = (k_{1.1} + k_{1.2} + k_{1.3})V_1 - k_{1.2}(V_1 - V_2) - k_{1.3}(V_1 - V_3)$$

A_2, A_3 に就ても同様に

$$\sigma_2 = (k_{2.1} + k_{2.2} + k_{2.3})V_2 - k_{2.1}(V_2 - V_1) - k_{2.3}(V_2 - V_3)$$



第 339 圖 三線と其の影像配置圖

$$\sigma_3 = (k_{3.1} + k_{3.2} + k_{3.3})V_3 - k_{3.1}(V_3 - V_1) - k_{3.2}(V_3 - V_2)$$

之より $C_{11} = k_{1.1} + k_{1.2} + k_{1.3}$ $C_{22} = k_{2.1} + k_{2.2} + k_{2.3}$ $C_{33} = k_{3.1} + k_{3.2} + k_{3.3}$

$$C_{1.2} = -k_{1.2} \qquad C_{2.3} = -k_{2.3}$$

$$C_{1.3} = -k_{1.3}$$

次に V_1, V_2 及び V_3 を求む、

$$V_1 \text{ の } +\sigma_1 \text{ によるもの} = -2\sigma_1 \log_e r_1$$

$$-\sigma_1 = +2\sigma_1 \log_e 2h_1$$

$$\sigma_2 = -2\sigma_2 \log_e d_{1.2}$$

$$-\sigma_2 = +2\sigma_2 \log_e D_{1.2}$$

$$\sigma_3 = -2\sigma_3 \log_e d_{1.3}$$

$$-\sigma_3 = +2\sigma_3 \log_e D_{3.1}$$

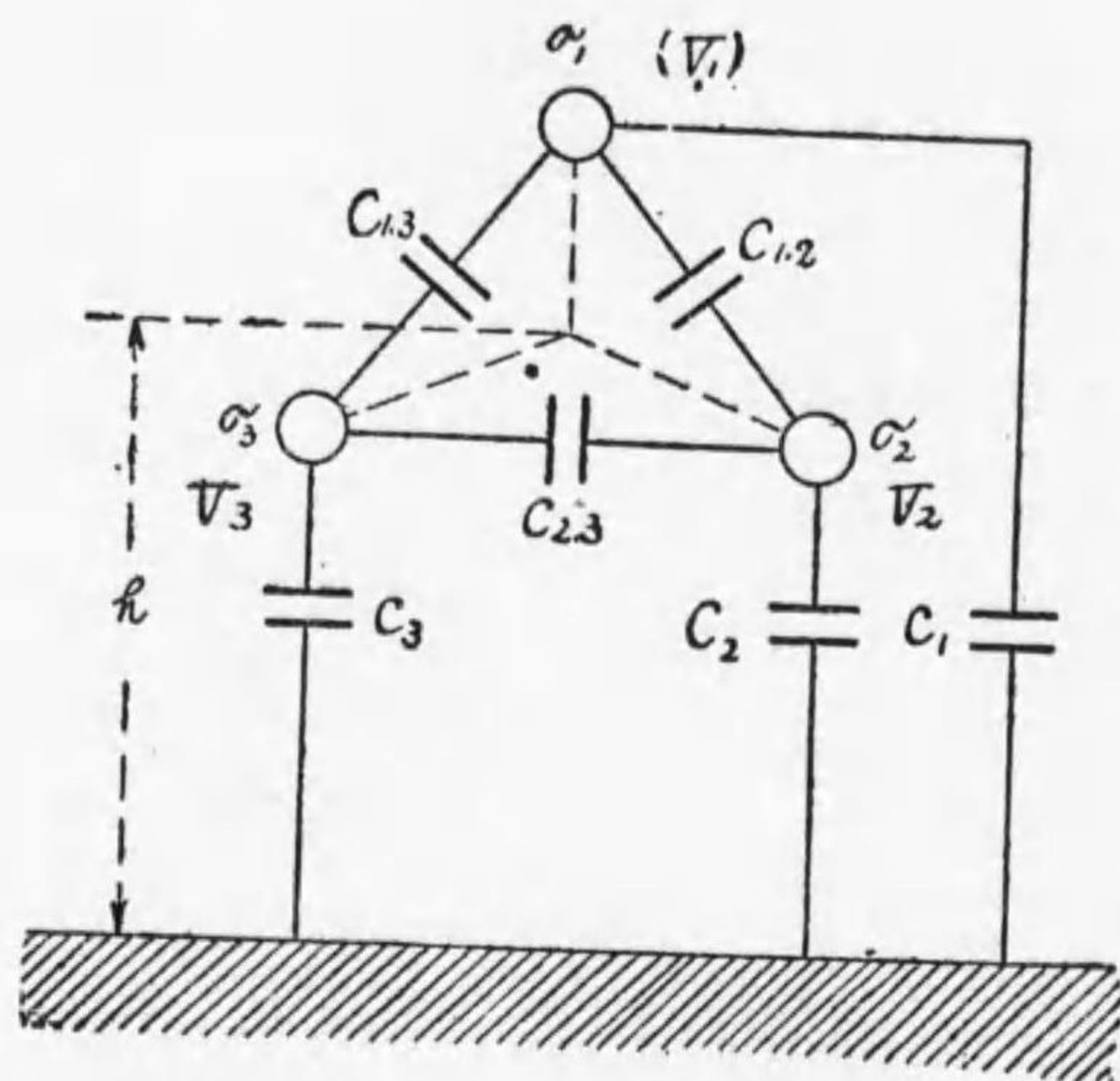
$$\left. \begin{aligned} \therefore V_1 &= 2\sigma_1 \log \frac{2h_1}{r_1} + 2\sigma_2 \log \frac{D_{1.2}}{d_{1.2}} + 2\sigma_3 \log \frac{D_{3.1}}{d_{1.3}} \\ V_2 &= 2\sigma_1 \log \frac{D_{1.2}}{d_{1.2}} + 2\sigma_2 \log \frac{2h_2}{r_2} + 2\sigma_3 \log \frac{D_{2.3}}{d_{2.3}} \\ V_3 &= 2\sigma_1 \log \frac{D_{1.3}}{d_{1.3}} + 2\sigma_2 \log \frac{D_{3.2}}{d_{3.2}} + 2\sigma_3 \log \frac{2h_3}{r_3} \end{aligned} \right\} \dots (XI'')$$

次に (XI') の式より $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ の式を出し (XI) の式と対照して k の値を知れば、各静電容量を求むる事を得。然れども常に複雑なる式となり、實際の使用に便ならず。故に實際に支障なき程度の假定を用ひ簡單なる式を得んとす。

$$2 \log \frac{2h_1}{r_1} = 2 \log \frac{2h_2}{r_2} = 2 \log \frac{2h_3}{r_3} = 2 \log \frac{2h}{r} = \alpha$$

$$2 \log \frac{D_{1.2}}{d_{1.2}} = 2 \log \frac{D_{2.3}}{d_{2.3}} = 2 \log \frac{D_{1.3}}{d_{1.3}} = 2 \log \frac{D}{d} = \beta$$

$$D = \sqrt[3]{D_{1.2} D_{2.3} D_{3.1}} \qquad d = \sqrt[3]{d_{1.2} d_{2.3} d_{3.1}}$$



第 340 圖 三相三線式の静電容量

$$r = \sqrt[3]{r_1 r_2 r_3} \quad h = \sqrt[3]{h_1 h_2 h_3}$$

とすれば

$$V_1 = \alpha\sigma_1 + \beta\sigma_2 + \beta\sigma_3$$

$$V_2 = \beta\sigma_1 + \alpha\sigma_2 + \beta\sigma_3$$

$$V_3 = \beta\sigma_1 + \beta\sigma_2 + \alpha\sigma_3$$

之より σ_1 を出せば

$$\sigma_1 = \frac{V_1(\alpha + \beta) - \beta V_2 - \beta V_3}{(\alpha - \beta)(\alpha + 2\beta)}$$

$$= \frac{(\alpha - \beta)V_1 + \beta(V_1 - V_2) + \beta(V_1 - V_3)}{(\alpha - \beta)(\alpha + 2\beta)}$$

大地に対する容量は

$$C_1 = \frac{\alpha - \beta}{(\alpha - \beta)(\alpha + 2\beta)} = \frac{1}{\alpha + 2\beta}$$

V_2 の電位の導体との間にある静電容量は

$$C_{1,2} = \frac{\beta}{(\alpha - \beta)(\alpha + 2\beta)} = \frac{C_1 \times \beta}{\alpha - \beta}$$

$$C_{1,3} = C_{1,2}$$

然るに

$$\alpha - \beta = 2 \log \frac{2h}{r} \times \frac{d}{D} \sim 2 \log \frac{d}{r}$$

$$\frac{\beta}{\alpha - \beta} \sim \frac{2 \log \frac{D}{d}}{2 \log \frac{d}{r}}$$

通常此の比は 1 より小なるを以て線間の容量より大地に対する容量の方大となるを知る。

$C_{1,2}$ C_2 及び C_3 等は高さ及び距離を凡て等しと假定せる故に、 A_1 の場合の夫等と等し。

C_1 及 $C_{1,2}$ に α 及 β の値を代入すれば

$$C_1 = \frac{1}{2 \log \frac{2h}{r} + 2 \times 2 \log \frac{D}{d}} = \frac{1}{2 \log \frac{2h}{r} \times \frac{D^2}{d^2}}$$

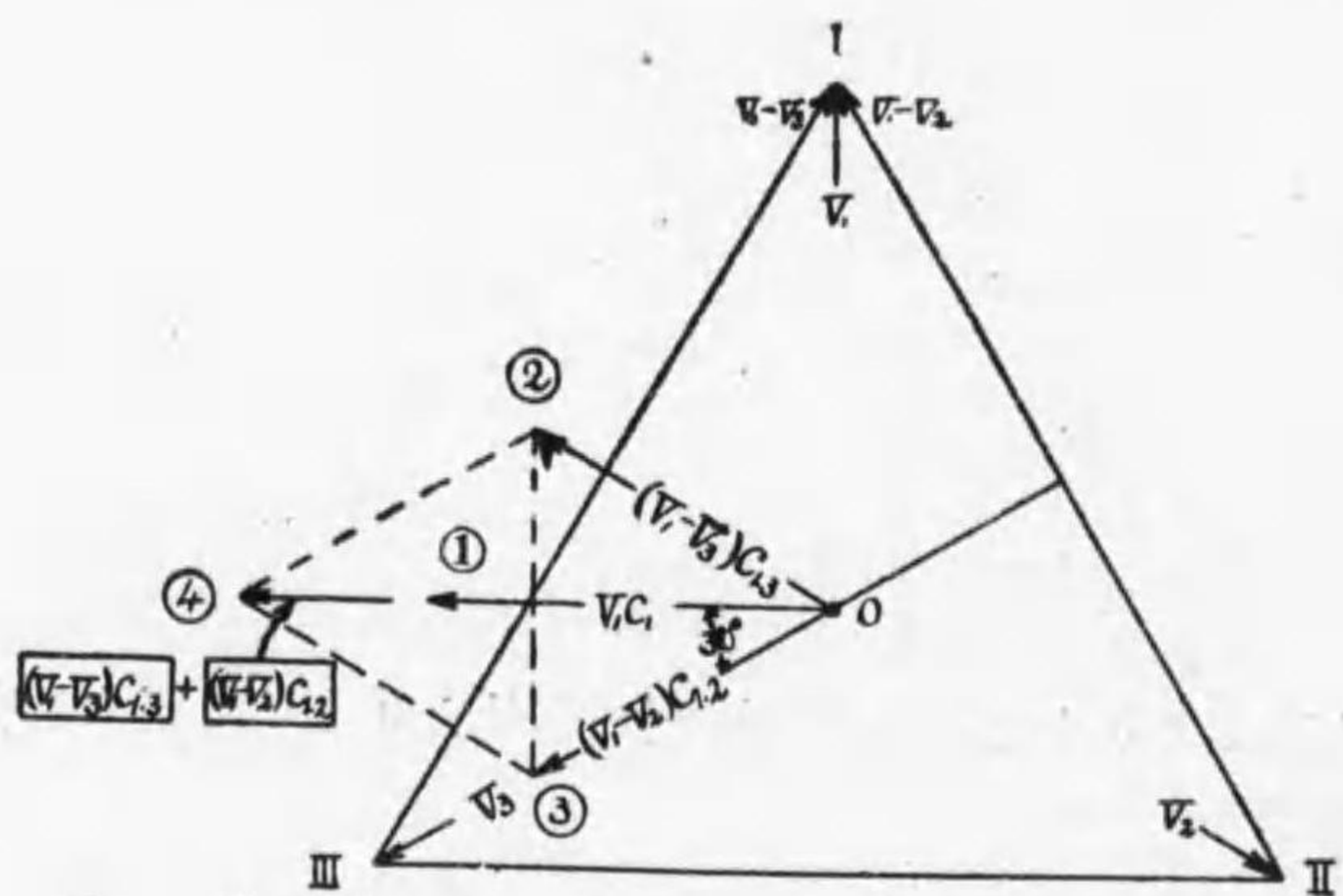
$$C_{1,2} = \frac{\log \frac{D}{d}}{2 \log \frac{2h}{r} \times \frac{d}{D} \times \log \frac{2h}{r} \times \frac{D^2}{d^2}}$$

充電電流は静電容量に加へるらるゝ電圧より 90° 進むが故に次の如くなる。先づ A より出る電流を考へる。

A_1 の導体に流るゝ充電電流は

- (i) $(V_1 - V_2)$ より 90° 進めるもの $(V_1 - V_2)C_{1,2} = O \textcircled{3}$
- (ii) $(V_1 - V_3)$ より 90° 進めるもの $(V_1 - V_3)C_{1,3} = O \textcircled{2}$
- (iii) $(V_1 - 0)$ 即大地に對す電壓より 90° 進めるもの $V_1 C_1 = O \textcircled{1}$

此の和 = $O \textcircled{1} + O \textcircled{2} + O \textcircled{3}$ 又 $V_1 = \frac{1}{\sqrt{3}}(V_1 - V_2)$



第 341 圖 線間電壓と充電電流

$$\begin{aligned} \therefore \text{充電電流} &= (V_1 - V_2) \left(2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} C_{1,2} + \frac{1}{\sqrt{3}} C_1 \right) \\ &= \frac{1}{\sqrt{3}} (V_1 - V_2) (3C_{1,2} + C_1) \\ &= V_1 (3C_{1,2} + C_1) \end{aligned}$$

即 V_1 電壓に對して $3C_{1,2} + C_1$ なる静電容量あるものとして計算する事を得。

$$I_{\text{charge}} = 2\pi f E_{0.1} (C_1 + 3C_{1,2}) l \times 10^{-6} \text{ amp}$$

C = capacity in mf/km

l = length in km

$$\begin{aligned} C &= 3C_{1,2} + C_1 = \frac{\log \frac{D^3}{d^3} + \log \frac{2h}{r} \cdot \frac{d}{D}}{2 \log \frac{2h}{r} \cdot \frac{d}{D} \times \log \frac{2hD^2}{rd^2}} \\ &= \frac{1}{2 \log \frac{2hd}{rD}} \end{aligned}$$

若し $2h \cong D$ とせば

$$C = \frac{1}{2 \log \frac{d}{r}}$$

普通よく燃架して居るものとして一線の容量を

$$\left. \begin{aligned} C_s &= \frac{1}{2 \log \frac{d}{r}} \\ d &= \sqrt[3]{d_{1,2} d_{2,3} d_{3,1}} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (XII)$$

として計算す。特別に正密なる價の必要なる時は上記の方法によりて計算すべし。

故に單相に於ても三相に於ても同形となり、單位長さに對し次の容量を有するものとす。

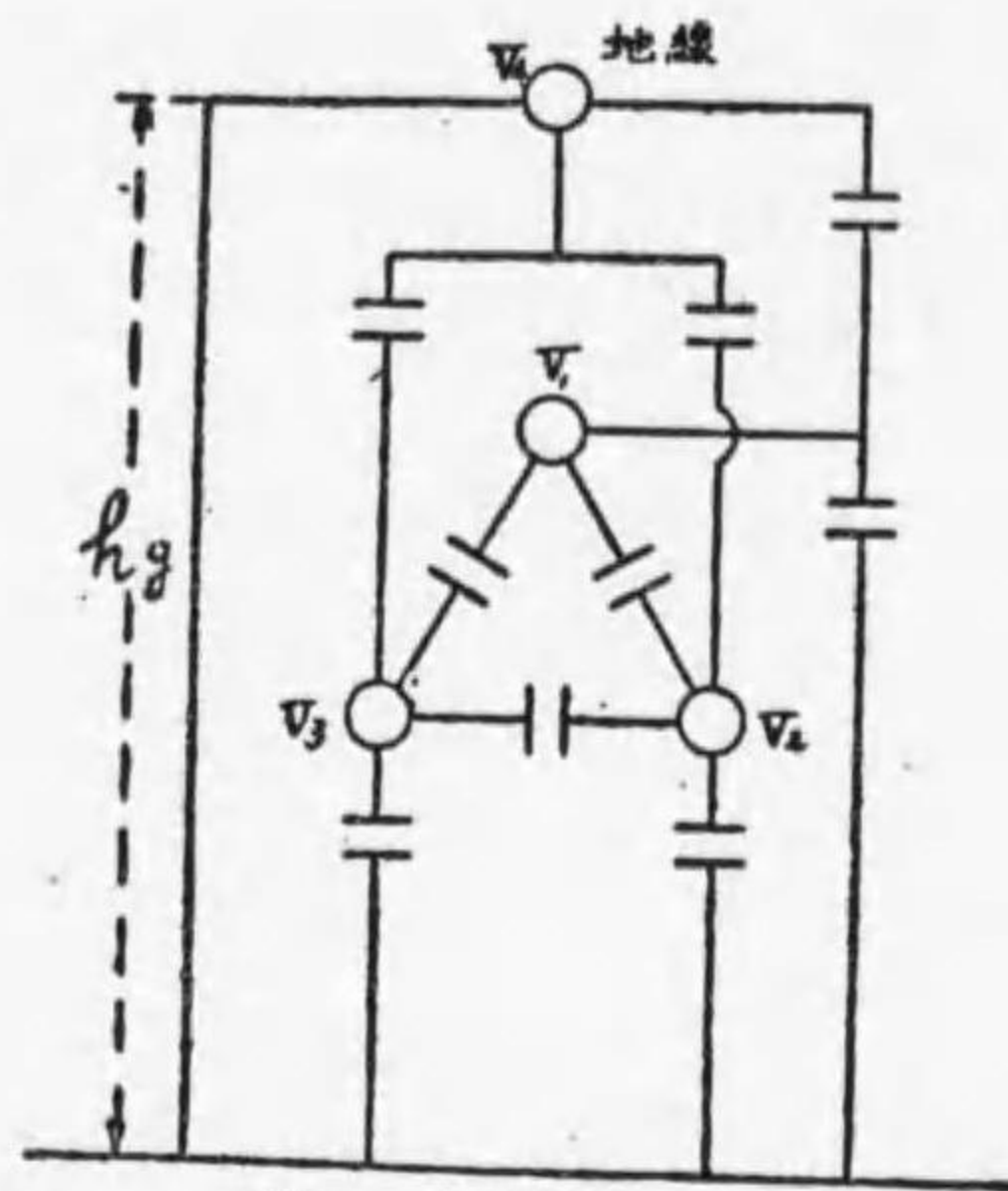
$$C_s \cong \frac{1}{2 \log \frac{d}{r}} \text{ C.G.S. E.S.U.} \dots \dots \dots (XII')$$

之を實用單位に直せば

$$C_s = \frac{0.0483}{2 \log_{10} \frac{d}{r}} \text{ mf/km.} \dots \dots \dots (XII'')$$

次に特別なる場合の二三を示す。

地線のある場合は次の如し。地線の地上よりの高さを h_g とす。



第 342 圖
地線を有する送電線の静電容量

$$V_1 = 2\sigma_1 \log_e \frac{2h_1}{r_1} + 2\sigma_2 \log_e \frac{2h_2}{d_{1,2}} + 2\sigma_3 \log_e \frac{2h_3}{d_{1,3}} + 2\sigma_4 \log_e \frac{2h_g}{d_{1,g}}$$

$$V_2 = 2\sigma_1 \log_e \frac{2h_1}{d_{1,2}} + 2\sigma_2 \log_e \frac{2h_2}{r_2} + 2\sigma_3 \log_e \frac{2h_3}{d_{2,3}} + 2\sigma_4 \log_e \frac{2h_g}{d_{2,g}}$$

$$V_3 = 2\sigma_1 \log_e \frac{2h_1}{d_{3,1}} + 2\sigma_2 \log_e \frac{2h_2}{d_{3,2}} + 2\sigma_3 \log_e \frac{2h_3}{r_3} + 2\sigma_4 \log_e \frac{2h_g}{d_{3,g}}$$

$$V_4 = 2\sigma_1 \log_e \frac{2h_1}{d_g} + 2\sigma_2 \log_e \frac{2h_2}{d_{2,g}} + 2\sigma_3 \log_e \frac{2h_3}{d_{3,g}} + 2\sigma_4 \log_e \frac{2h_g}{r_g} = 0$$

前と同様の假定を用ひ、 $\alpha\beta$ は前に示せるものと同一のものを示す。

又
$$\frac{2 \log_e \frac{2h}{d_g} \times \log_e \frac{2h_g}{d_g}}{\log_e \frac{2h_g}{r_g}} = \gamma \text{ とす。}$$

然らば

$$2\sigma_4 = \frac{\gamma}{\log_e \frac{2h_g}{d_g}} \sigma_1 - \frac{\gamma}{\log_e \frac{2h_g}{d_g}} \sigma_2 - \frac{\gamma}{\log_e \frac{2h_g}{d_g}} \sigma_3$$

$$V_1 = (\alpha - \gamma)\sigma_1 + (\beta - \gamma)\sigma_2 + (\beta - \gamma)\sigma_3$$

$$V_2 = (\beta - \gamma)\sigma_1 + (\alpha - \gamma)\sigma_2 + (\beta - \gamma)\sigma_3$$

$$V_3 = (\beta - \gamma)\sigma_1 + (\beta - \gamma)\sigma_2 + (\alpha - \gamma)\sigma_3$$

$$\alpha - \gamma = A$$

$\beta - \gamma = B$ とせば

$$V_1 = A\sigma_1 + B\sigma_2 + B\sigma_3$$

$$V_2 = B\sigma_1 + A\sigma_2 + B\sigma_3$$

$$V_3 = B\sigma_1 + B\sigma_2 + A\sigma_3 \text{ となり}$$

地線のなき時の式と同一の形となる。

$$\therefore \sigma_1 = \frac{(A-B)V_1 + B(V_1 - V_2) + B(V_1 - V_3)}{(A-B)(A+2B)}$$

$$C_1 = \frac{1}{A+2B}$$

$$C_{1,2} = C_1 \times \frac{B}{A-B}$$

或は
$$C_{1,2} = \frac{B}{(A+2B)(A-B)} = \frac{\beta - \gamma}{(\alpha + 2\beta - 3\gamma)(\alpha - \beta)}$$

$$= \frac{\beta - \gamma}{(\alpha + 2\beta)(\alpha - \beta) - 3\gamma(\alpha - \beta)}$$

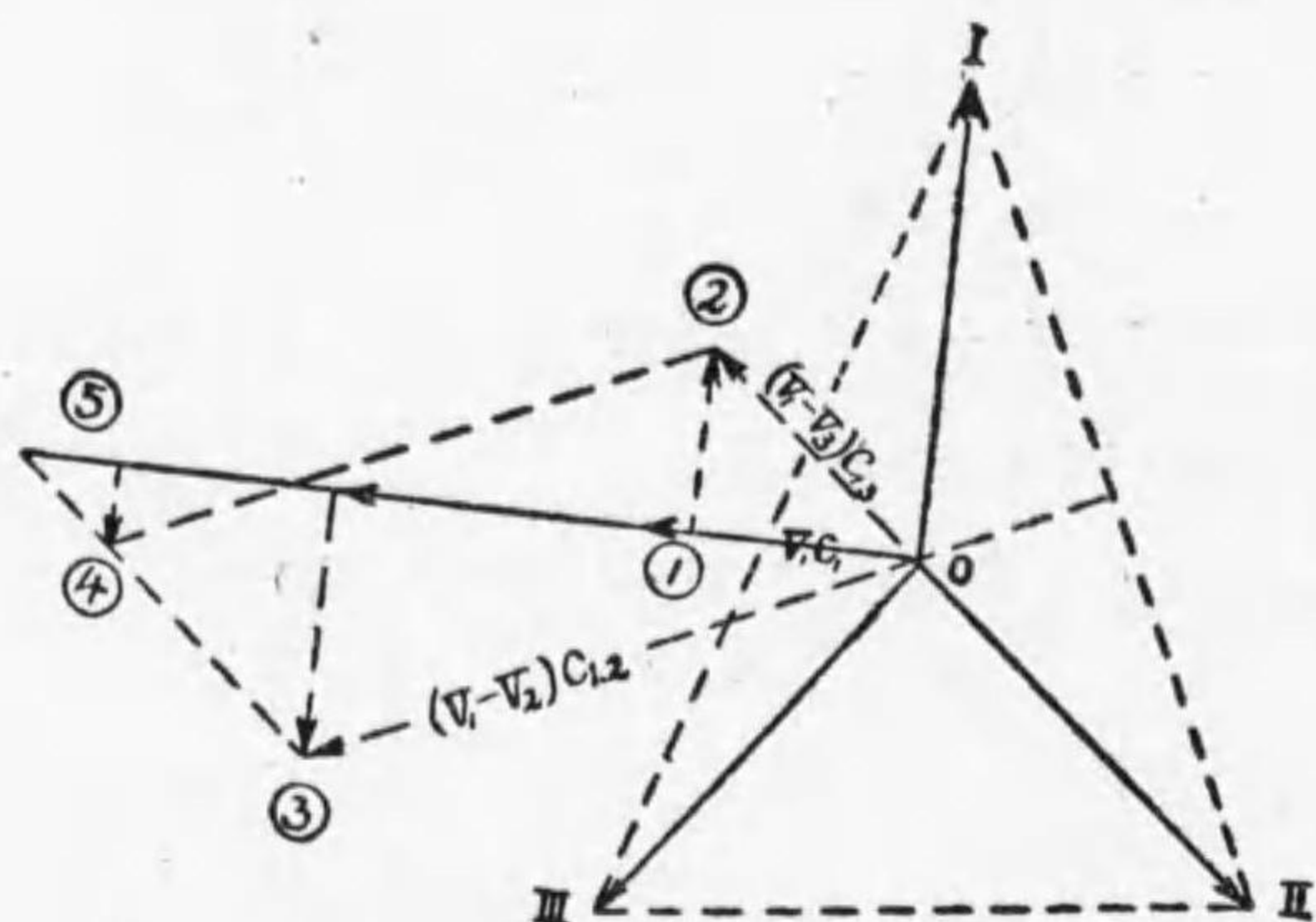
故に一線の容量は

$$C = (3C_{1,2} + C_1) = \frac{1}{A-B} = \frac{1}{\alpha - \beta} \dots\dots\dots \text{(XIII)}$$

地線の爲に大地に対する電気容量は非常に増加すれども、線間の容量の減少する爲一線の電気容量としては大差なき事を知る。

静電容量は各電圧及び線間容量の平衡せざる場合に於ては次の圖の如く抵抗の如くなる。或は逆起電力の如く働く事あり。

④⑤は充電電流のワット分力となる。之れ①②の方向に線に流るゝ電流に逆に流るゝものにして同一電圧に對して同相の電流が變化す。即抵抗の如く働くものなり。



第 343 圖 線間静電容量不平衡の場合のベクトル圖

之の電流は正なる事も負なる事も有り得るなり。

(3) 以上の概要

一線の自己誘導係数

$$L_1 = \frac{2}{10^4} \left(2.3 \log_{10} \frac{1}{r_1} + \frac{\mu_1}{4} \right) H/kM \dots\dots\dots(55)$$

一線の相互誘導係数

$$M_{1,2} = \frac{2 \times 2.3}{10^4} \log_{10} \frac{1}{d_{2,1}} H/kM \dots\dots\dots(56)$$

単相二線式の一線に就て

$$L = \frac{2}{10^4} \left(2.3 \log_{10} \frac{d_{2,1}}{r_1} + \frac{\mu_1}{4} \right) H/kM \dots\dots\dots(57)$$

三相三線式の一線に就て

$$L = \frac{2}{10^4} \left(2.3 \log_{10} \frac{d}{r} + \frac{\mu_1}{4} \right) H/kM \dots\dots\dots(58)$$

$$d = \sqrt[3]{d_{1,2} d_{1,3} d_{2,3}}$$

単相二線式の大地を度外視せる時の単線単位長さに対する容量

$$C_s = \frac{\epsilon}{2 \log_e (\delta + \sqrt{\delta^2 - 1})} \text{ C.G.S.E.S.U.} \dots\dots\dots(59)$$

$$= \frac{\epsilon}{2 \cosh^{-1} \delta} \quad \delta = \frac{d}{2r}$$

$$\approx \frac{1}{2 \log_e 2\delta} \dots\dots\dots(60)$$

空気中に於ける単相二線式の一線単位長さの静電容量

$$C_s \approx \frac{1}{2 \log_e \frac{d}{r}}$$

$$= \frac{0.0483}{2 \log_{10} \frac{d}{r}} \text{ mf/km} \dots\dots\dots(61)$$

空気中に於て大地を考へに入れし単相二線式の一線の容量

$$C_s = \frac{0.0483}{2 \log_{10} \frac{2hd}{D_{ab} r}} \text{ mf/km} \dots\dots\dots(62)$$

空気中に於て三相三線式の一線の容量

$$C_s = \frac{0.0483}{2 \log_{10} \frac{2hd}{rD}} \text{ mf/km} \dots\dots\dots(63)$$

空気中にある三相三線式の一線の容量

$$C_s = \frac{0.0483}{2 \log_{10} \frac{d}{r}} \text{ mf/km} \dots\dots\dots(64)$$

$$d = \sqrt[3]{d_{1,2} d_{2,3} d_{3,1}}$$

三相三線式の一線の大地に対する静電容量

$$C_1 = \frac{1}{2 \log_e \frac{2h}{r} \cdot \frac{D^2}{d^2}} \text{C.G.S. E.S.U.} \dots \dots \dots (65)$$

三相三線式線間の容量

$$C_{1,2} = \frac{\log_e \frac{D}{d}}{2 \log_e \frac{2h}{r} \cdot \frac{d}{D} \times \log_e \frac{2h}{r} \cdot \frac{D^2}{d^2}} \dots \dots \dots (66)$$

C.G.S. E.S.U. を mf/km に直すには 9 にて除せば宜し。

第十二章 附 録

問 題

- (1) 懸垂碍子の効率 (string efficiency) とは如何。又之を改善する方法を説明せよ。(大正八年 第二級 第二次)

解 効率の定義は其條参照。

改善する方法。各碍子に掛る電壓を相等しからしむるを要す。此れが爲にはアーキングリング (arcing ring) 或はアーキングホーン (arcing horn) 等を用ひ或は静電容量の異なる碍子を用ふれば宜し。然し静電容量の異なるものを用ふるは實際上不便なれば前二者を用ふ。(詳しき説明略)

- (2) 常用 20 000 ヴオルトの懸垂碍子 3 個を直列に連結したるものを 60 000 ヴオルト用に供するの可否及其理由を説明せよ。

(大正元年 第一級)

解 否, 碍子電壓分布の條参照

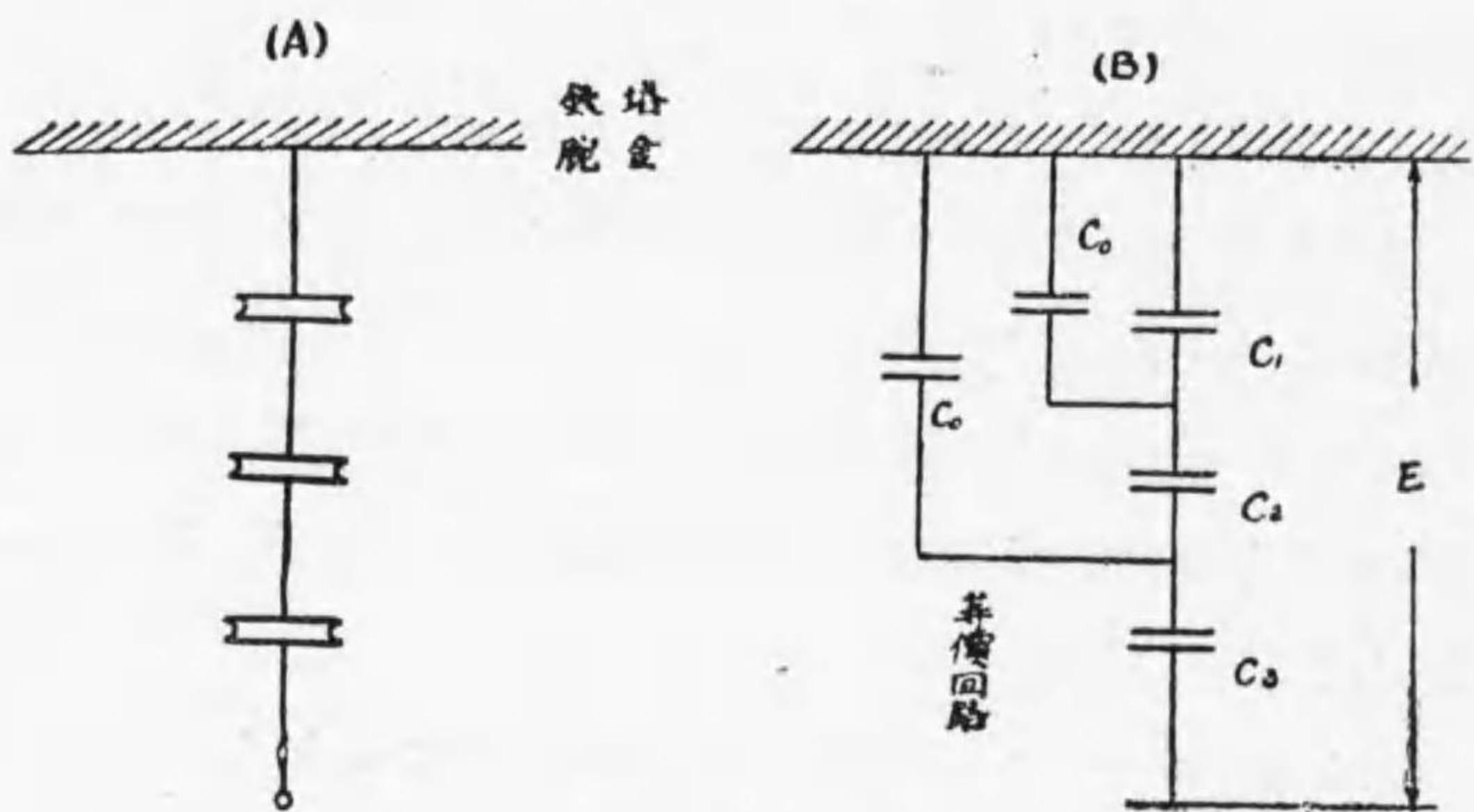
- (3) 特別高壓用碍子の dry flash-over voltage, wet flash-over voltage 及 puncture voltage とは何ぞや。普通の碍子に於て之等電壓は碍子の使用電壓に對し凡そ如何なる割合にあるか。(大正九年第三級 第二次)

解 其條本文参照

- (4) 特別高壓碍子を購入するに當り其の試験方法に關する仕様要項を列擧し簡単に説明せよ。(大正十一年 第二種 第二次)

解 碍子試験の條参照

(5) 碍子片3個より成る懸垂碍子あり。碍子片の兩端面間の静電容量は夫々 C_1, C_2, C_3 其大地に対する静電容量は各 C_0 なりとし (B) 圖の如く分布せるものとす。今兩端に E なる電圧を加へたるとき、各碍子片の受くる電圧相等しとせば C_1, C_2, C_3 間相互の關係如何。但し碍子の絶縁は完全なりとす。(大正十一年 第二種 第二次)

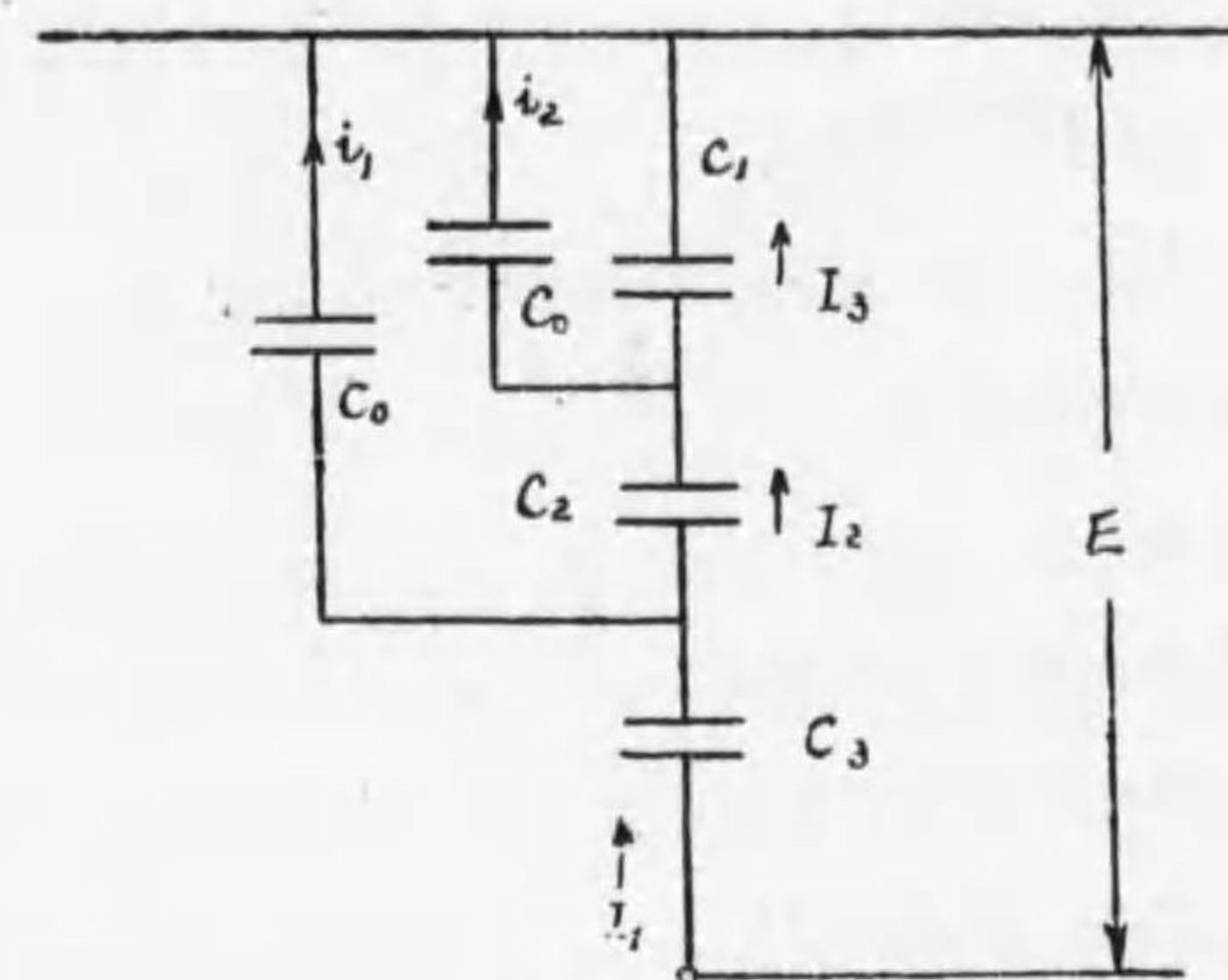


第 334 圖

解 今等價回路に於ける蓄電器に常に一定電流を通ずる様常に増大しつゝある直流電圧を加へたりとす (本文碍子の條参照)。一の蓄電器に掛れる電圧を $\frac{E}{3}$ とし一秒時後の状態を考ふれば充電電流は $i = C \frac{E}{3}$ なり。故に

$$\frac{I_1}{C_3} = \frac{I_1 - i_1}{C_2} = \frac{I_1 - i_1 - i_2}{C_1} = \frac{E}{3} \text{ なり}$$

又 $\frac{i_1}{C_0} = \frac{2E}{3}, \frac{i_2}{C_0} = \frac{E}{3}$ なり



第 335 圖

故に $\frac{I_1}{C_3} = \frac{I_1 - \frac{2E}{3}C_0}{C_2} = \frac{I_1 - \frac{2E}{3}C_0 - \frac{E}{3}C_0}{C_1} = \frac{E}{3}$

$\therefore \frac{\frac{E}{3}C_3 - \frac{2E}{3}C_0}{C_2} = \frac{E}{3}, \frac{\frac{E}{3}C_3 - EC_0}{C_1} = \frac{E}{3}$

$\therefore \frac{C_3 - 2C_0}{C_2} = 1, \frac{C_3 - 3C_0}{C_1} = 1$

$\left. \begin{aligned} C_2 &= C_3 - 2C_0 \\ C_1 &= C_3 - 3C_0 \end{aligned} \right\} \text{之れ求むる關係なり。}$

(6) 温度上昇を同一とせる場合に於て電線に通過し得可き電流は電線直徑の約 $\frac{3}{2}$ 乗に比例する事を證明せよ。(大正二年 第三級)

解 電線温度上昇の條参照

(7) 一定の太さを有する絶縁電線の安全電流 (safe carrying current) を決定する主なる事項を列挙せよ。(大正八年 第三級 第一次)

解 心線に関するもの

- (i) 心線の太さ
- (ii) 心線材料の電導度
- (iii) 心線表面より絶縁物に熱を傳へる度合
- (iv) 心線の數及形

絶縁物に関するもの

- (i) 絶縁物の熱の傳導度
- (ii) 絶縁物の表面より熱の發散する量の大小
- (iii) 絶縁物の層の厚さ
- (iv) 絶縁物の耐熱度

周圍に関するもの

- (i) 大氣の溫度
- (ii) 附近に他の電氣の通過せる導體の有無
- (iii) 通風の模様
- (iv) 附近にある水道管、蒸氣管其他

鎧裝電纜ならば之等のものゝ性質にも關す。

- (8) 電力 20 キロワットを直流二線式にて 300 尺の地點に配電せんとす。受電點に於ける電壓を 200 ヴォルト、配電線内の電壓降下を受電點の電壓の 5 パーセントとせば電線の價格幾何なるか。

但し 銅一封度の價格 50 錢 銅一立方吋の抵抗 0.63×10^{-6} オーム
銅一立方吋の重量 0.32 封度 (大正九年 第五級 第二次)

解 電流は $\frac{20000}{200} = 100$ アムペア

電壓降下は $\frac{200 \times 5}{100} = 10$ ヴォルト

故に斷面積は

$$q = \frac{100 \times 2 \times 300 \times 12}{K \times 10} \text{ 平方吋}$$

$$= \frac{100 \times 2 \times 300 \times 12 \times 0.63 \times 10^{-6}}{10} = 0.0453 \text{ 平方吋}$$

故に電線の價格は $= 2 \times 300 \times 12 \times 0.0453 \times 0.32 \times 50 \text{ 錢} = 52 \text{ 圓} 25 \text{ 錢}$

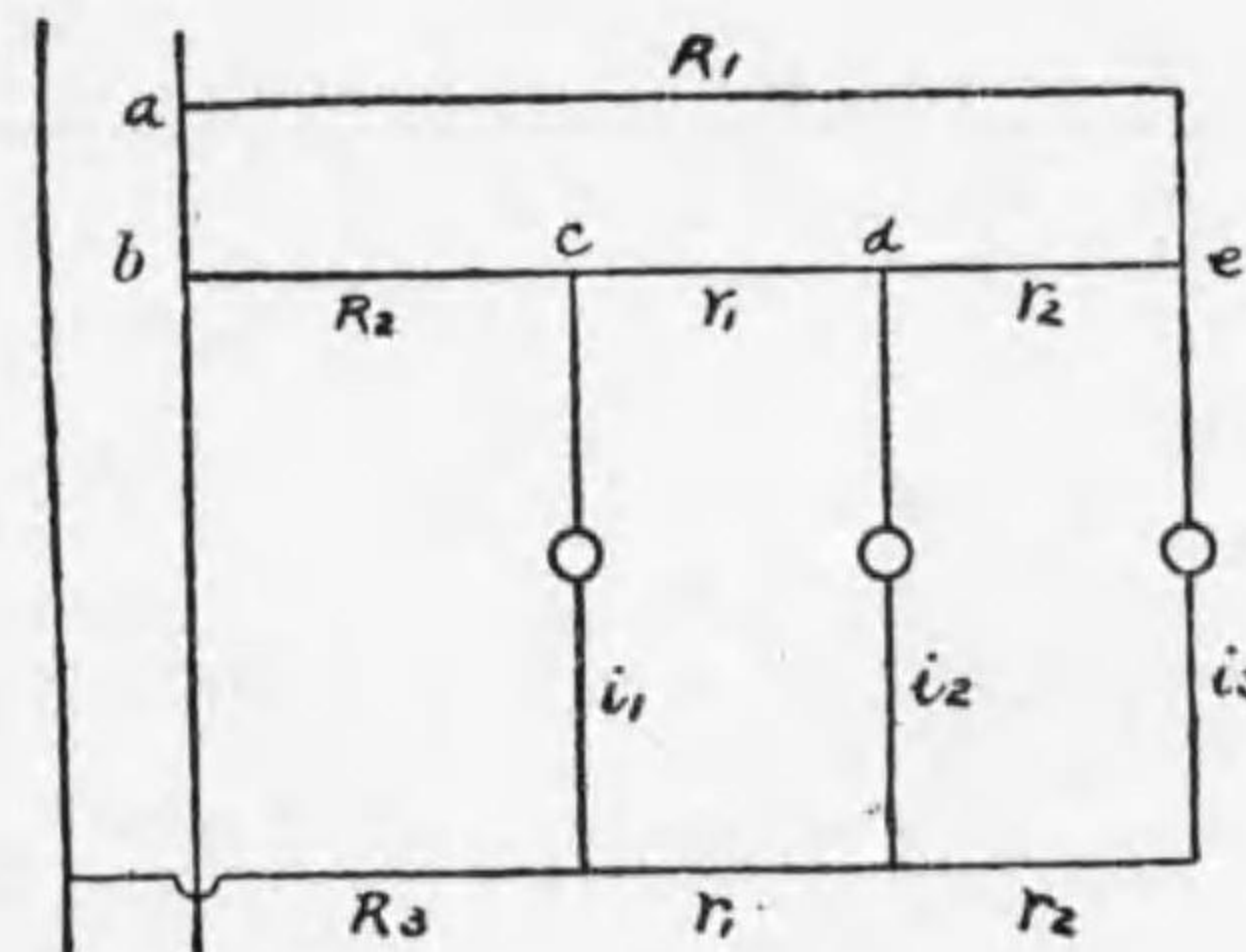
- (9) 交流三相式 220 ヴォルトにて一工場に電力を供給する配電線あり。今此の工場を擴張し電力を約 20 倍となさんが爲め、已設の電線を使用し配電線の電壓を 2200 ヴォルトに増し變壓器を該工場に設置せんとす。此場合に於て電壓降下のパーセントは大略如何に變化するや。

(大正二年 第四級)

答 電壓降下二倍となりパーセントにせば $\frac{1}{5}$ となる。

- (10) 圖の如き直流配電線路に於て R_1, R_2 を流るゝ電壓を求あよ。

(大正二年 第二級)



第 336 圖

解 此問題は一線は兩端より饋せられ一線は一方よりのみ饋電せらるるものなれば本文の公式を直ちに適用する事を得ず。今 a より饋電す

る電流を I_1 , b より饋電する電流を I_2 とせば $a b c d e$ の回路に於て次の式は成立す。

$$I_1 R_1 + (I_1 - i_3)r_2 + (I_1 - i_2 - i_3)r_1 + (I_1 - i_1 - i_2 - i_3)R_2 = Eab$$

但 Eab は ab 間の電位差なりとす。

今 $Eab=0$ なりとせば

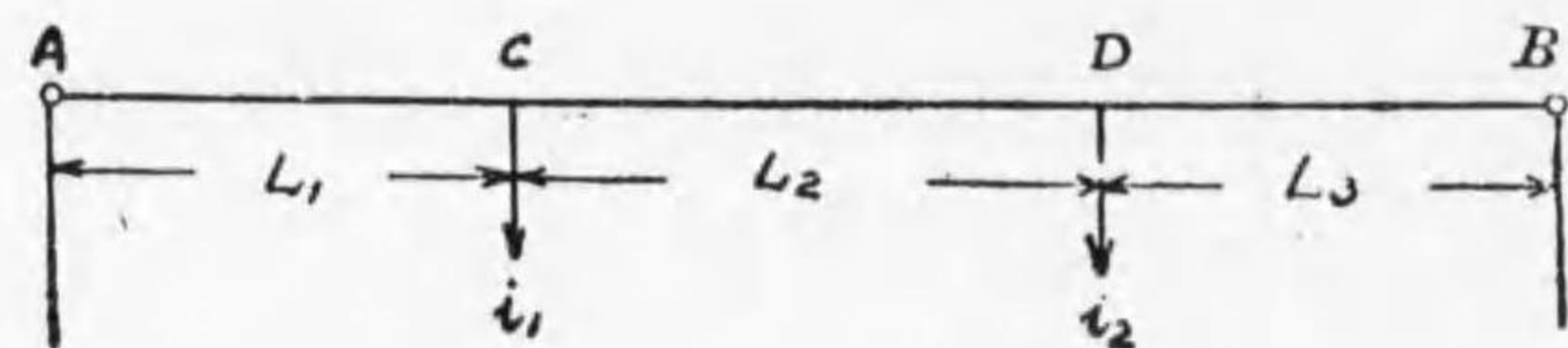
$$I_1 = \frac{i_3 r_2 + (i_2 + i_3)r_1 + (i_1 + i_2 + i_3)R_2}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2}$$

同様にして

$$I_2 = \frac{i_1 r_1 + (i_1 + i_2)r_2 + (i_1 + i_2 + i_3)R_1}{R_1 + R_2 + r_1 + r_2}$$

(11) 圖の如き直流二線式配電線路に於て A 及び B を同一電壓を有する兩饋電點とす。今 C, D 兩點の電位を均等とすべき電流 i_1 及 i_2 の相互の關係を求む。但 L_1, L_2, L_3 は夫々 $ACBD$ 間の距離とす

(大正七年 第五級 第二次)



第 337 圖

解 C 及び D 點の電壓は同一なれば, CD 間には電流なし。従つて i_1 は A より i_2 は B より供給せらる。各電壓降下を ϵ とせば

$$\frac{\epsilon}{2} = i_1 \frac{L_1}{Kq} \quad \frac{\epsilon}{2} = i_2 \frac{L_3}{Kq}$$

q = 斷面積 K = 電導率

$$\therefore i_1 L_1 = i_2 L_3 \quad \text{或は} \quad \frac{i_1}{i_2} = \frac{L_3}{L_1}$$

(12) 配電幹線を網狀に接続する得失を論ぜよ。

(大正八年 第二級 第一次)

解 信 頼 度, 他の式即樹狀式の如きものより大なり。

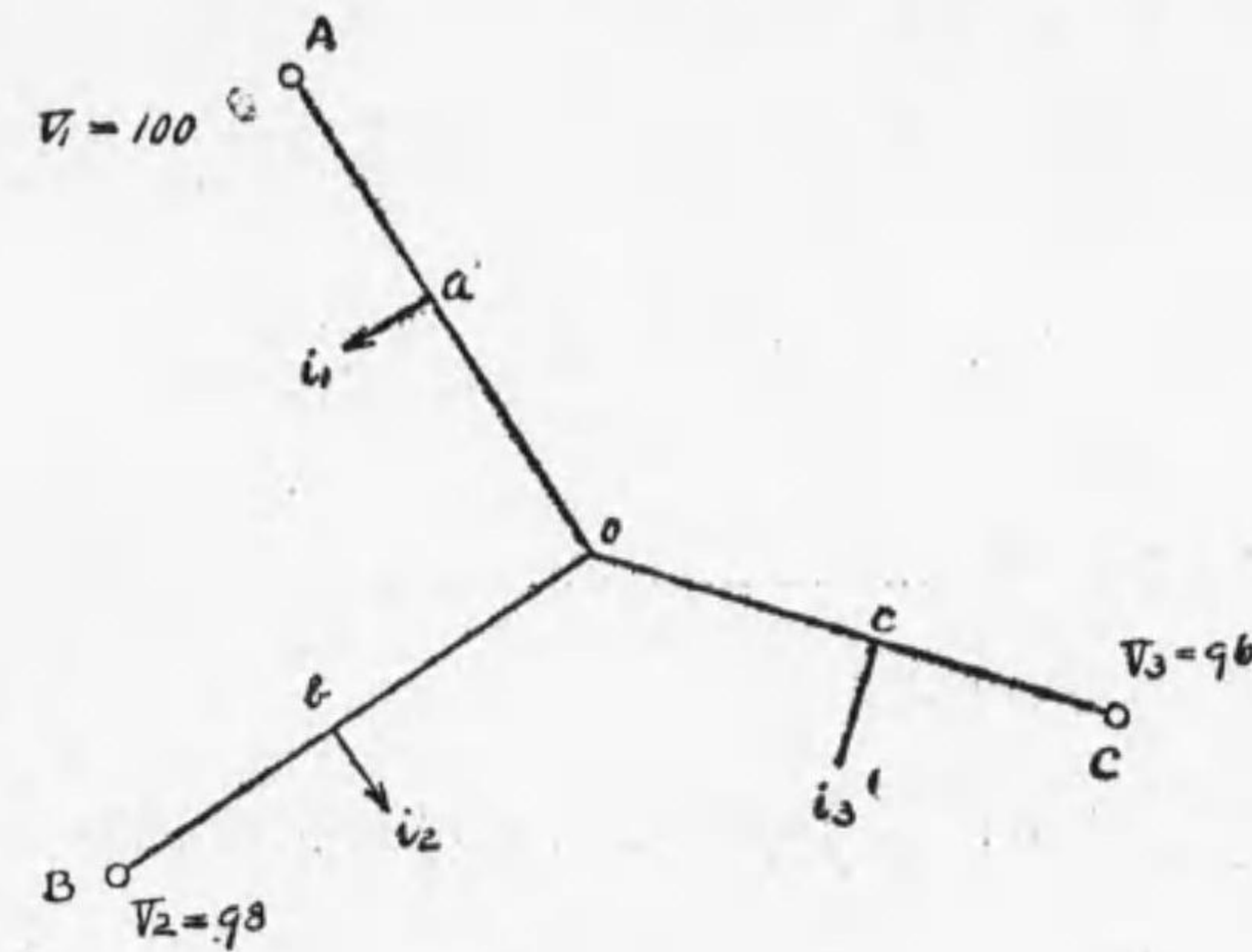
電 壓 變 動 率, 他の式より優り equalizer の役をせしむるを得。

故 障 發 見 の 難 易, 難し。

設 計 計 算, 難し。

導 線 の 量, 負荷の狀況によりて他の式のものより細きものを使用するを得。

(13) 下圖の如く O に於て合する直流二線式の三幹線 AO, BO 及 CO ありて三個の負荷 i_1, i_2, i_3 は AO, BO, CO の中央に在りといふ。各饋電點 A, B, C の線間電壓及負荷電流下記の如しとせば, 回路内の最大電壓降下及び A, B, C 各點より流入する電流各何程なるか。



第 338 圖

AO の抵抗 $r_1 = \frac{4}{90}$ オーム (往復二線につき)

BO の抵抗 $r_2 = 0.20$ オーム(同上)

CO の抵抗 $r_3 = \frac{4}{30}$ オーム(同上)

A 點の電壓 $V_1 = 100$ ヴォルト

B 點の電壓 $V_2 = 98$ ヴォルト

C 點の電壓 $V_3 = 63$ ヴォルト

$i_1 = 10$ アムペア, $i_2 = 20$ アムペア, $i_3 = 30$ アムペア

(大正八年 第二級 第二次)

解 O 點の電壓を E_0 とし A, B 及び C より O に向つて流入する電流を I_a, I_b, I_c とす。

$$I_a = \frac{V_1 - E_0}{r_1} + \frac{\frac{1}{2} r_1 i_1}{r_1} = \frac{100 - E_0}{\frac{4}{90}} + \frac{\frac{2 \times 10}{90}}{\frac{4}{90}} = \frac{90}{4} (100 - E_0) + 5 \dots \dots \dots (1)$$

$$I_b = \frac{98 - E_0}{0.2} + \frac{0.1 \times 20}{0.2} = 98 \times 5 - 5E_0 + 10 \dots \dots \dots (2)$$

$$I_c = \frac{96 - E_0}{\frac{4}{30}} + \frac{\frac{2}{30} \times 30}{\frac{4}{30}} = \frac{30}{4} (96 - E_0) + 15 \dots \dots \dots (3)$$

$$I_a + I_b + I_c = 60 \dots \dots \dots (4)$$

(1), (2), (3) 及び (4) より

$$E_0 \left(\frac{90}{4} + 5 + \frac{30}{4} \right) = 2250 + 5 + 490 + 10 + 720 + 15 - 60 = 3430$$

$$E_0 = \frac{4}{140} \times 3430$$

$$E_0 = 98 \text{ ヴォルト}$$

$$I_a = \frac{90}{4} (100 - 98) + 5 = \frac{90}{4} \times 2 + 5 = 50 \text{ A}$$

$$I_b = 98 \times 5 - 5 \times 98 + 10 = 10 \text{ A}$$

$$I_c = \frac{30}{4} (96 - 98) + 15 = 15 - \frac{30 \times 2}{4} = 0 \text{ A}$$

回路の中最大電壓降下の點を見出す爲に、各負荷のある點 ab 及び c の電壓を見るに

B よりは 10 アムペアの電流が流入し i_2 は 10 アムペアなれば b 點の電壓は O 點の電壓と等しく

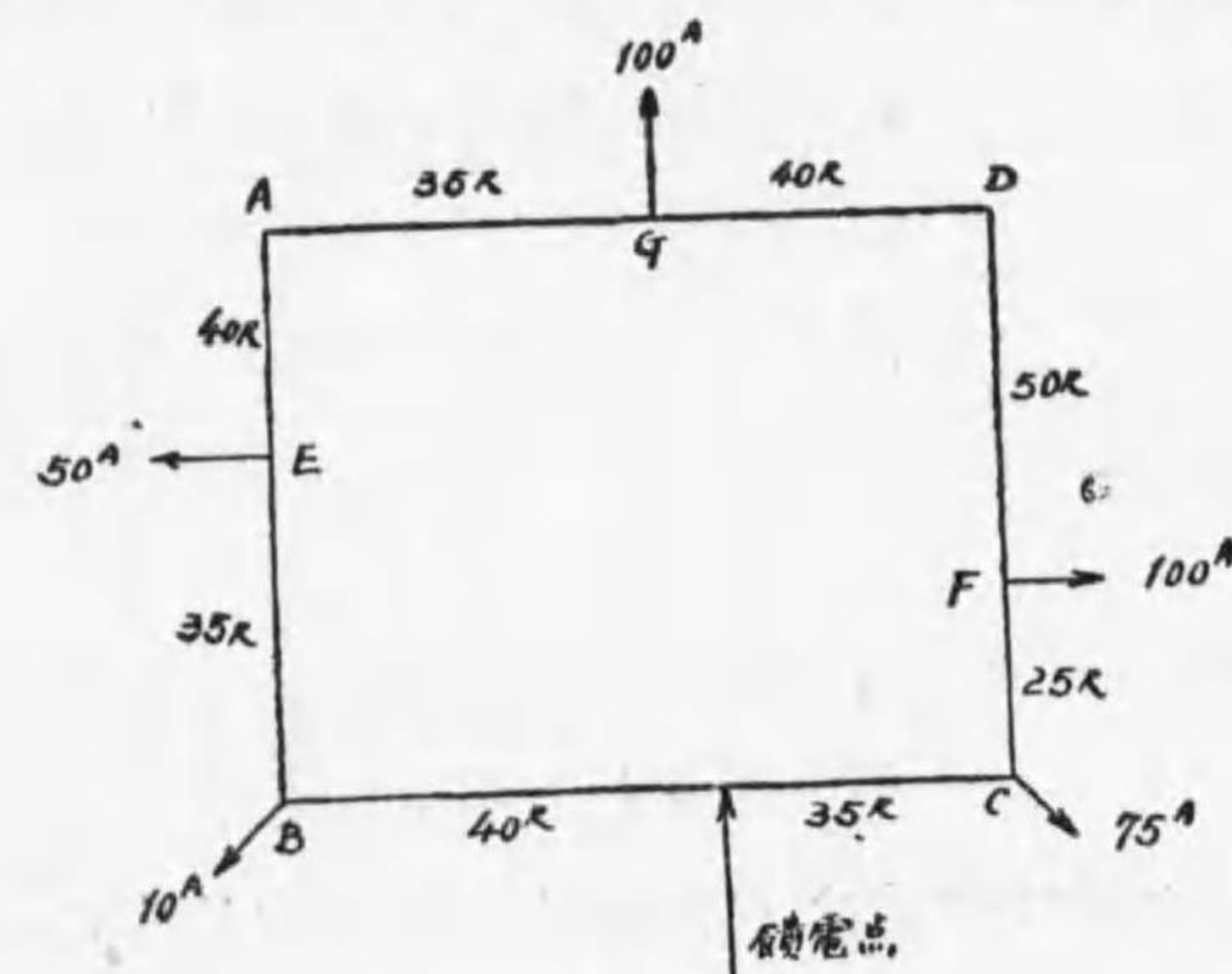
$$V_b = 97 \text{ ヴォルト}$$

c 點の電壓は c-C 間電流零なれば $V_c = 96$ ヴォルト

a 點の電壓は $V_a = 100 - \frac{2}{90} \times 50 = 98.9$ ヴォルトなり。

故に c 點の電壓最も小にして 96 ヴォルトなり。

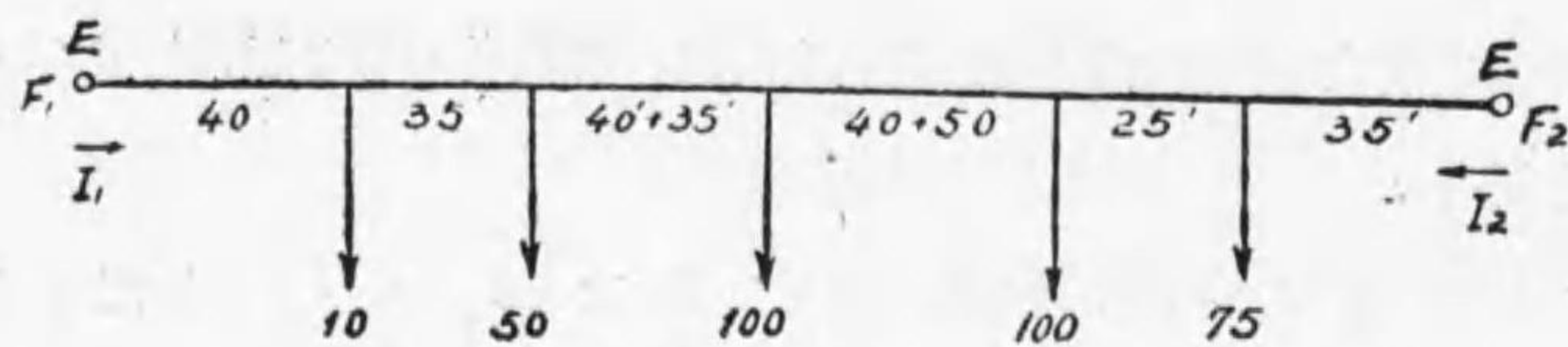
(14) 圖に於て ABCDA は直流二線式配電幹線とす。圖に示すが如き負荷配置なる時最大電壓を有せる負荷點と最小電壓を有せる負荷點との電



第 339 圖

壓の差を4ヴォルト以下に保つ爲めには配電線の太さを如何にすべきか。但し ABCDA は同一の太さとす。(大正元年 第一級)

解 饋電點一ヶ所の環状配電線なれば同一電壓にて兩端より饋電せる次圖と同一なり



第 340 圖

公式 $I_1 = \frac{\sum i \lambda}{\lambda}$ より

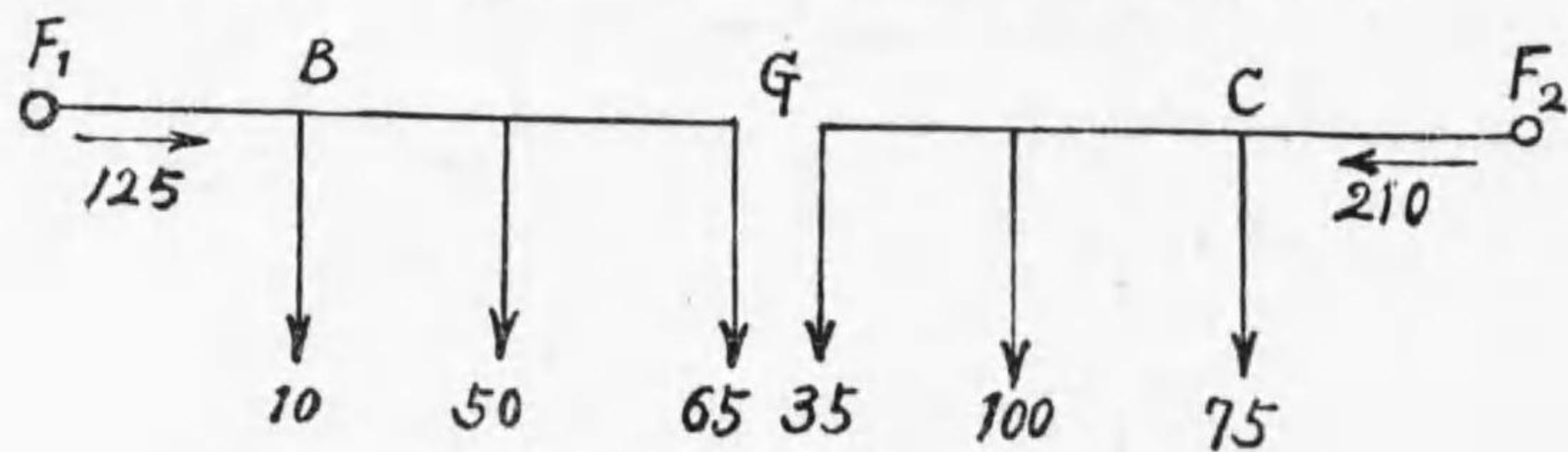
$$I_1 = \frac{35 \times 75 + 60 \times 100 + 150 \times 100 + 225 \times 50 + 260 \times 10}{300}$$

$$= \frac{37475}{300} \approx 125 \text{ amp}$$

$$I_2 = 10 + 50 + 100 + 75 - 125$$

$$= 210 \text{ amp}$$

故に下圖の如き分布となり G 點は電壓降下最大なる點なり。



第 341 圖

電壓降下最小なる點は B 或は C なれば、此二つを比較す。一呎の抵抗を r オームとせば

B 點の電壓降下は $125 \times 40 \times r = 5000r$

C 點の " $210 \times 35 \times r = 7350r$

となり B 點は電壓降下最小なり。

題意により BG の間の電位差を4ヴォルトならしめば次の式を得。

$$\frac{4}{2} = \left\{ 40 \times 125 + 35 \times (125 - 10) + 75 + 65 - 125 \times 40 \right\} r$$

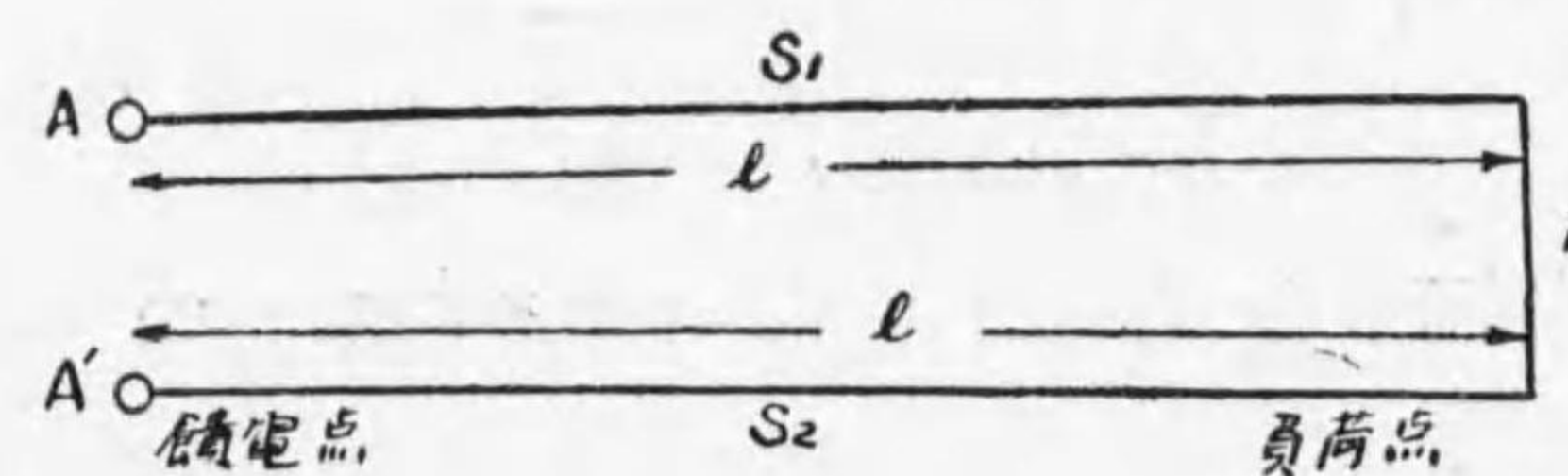
$$\therefore 2 = (35 \times 115 + 75 \times 65)r$$

$$r = \frac{2}{8900} \text{ オーム}$$

此問題には材料を明示しあらざれば1呎の抵抗が $\frac{1}{4450}$ オームなる線を求むる答とす。

(15) 圖に示すが如き直流回路に於て A A' は饋電點 B は負荷にして饋電點と負荷點との距離を l とし一方の電線の切斷面積を S1, 他方の電線の切斷面積を S2 とす。今電流及び全電壓降下を一定のものとすれば電線の全重量を最小ならしむる S1 及 S2 の關係如何。

(大正二年 第三級 豫備試験)



第 342 圖

解 全電壓降下を ε とせば

$$\epsilon = I \frac{l}{K} \left(\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} \right) \quad \text{但し } K = \text{電導率} \quad I = \text{電流。}$$

I 及び ε を一定のものとせば

$$\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} = C \dots\dots\dots(a)$$

$$\frac{lS_1 + lS_2}{S_1 S_2} = lC_1 \quad C_1 = \text{常數}$$

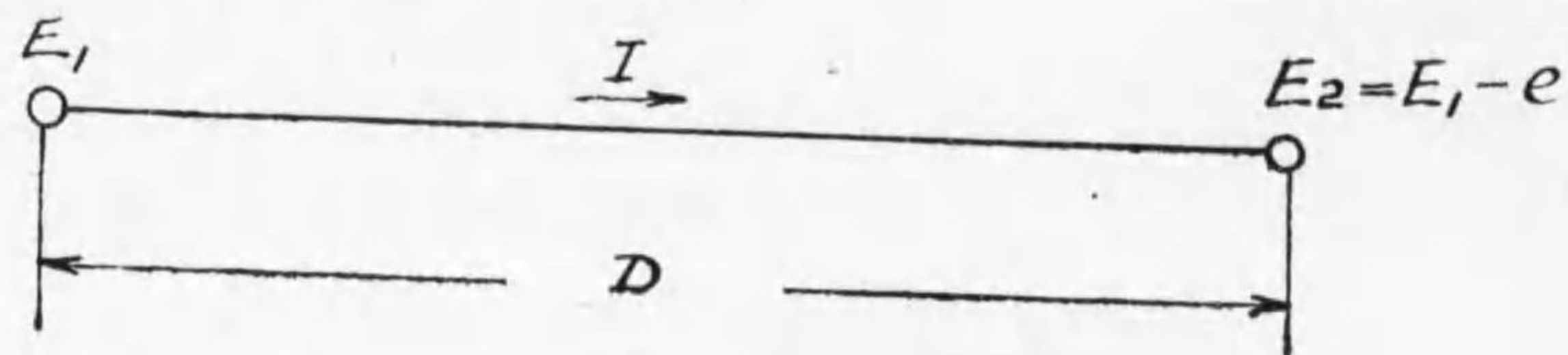
$$\therefore \frac{V}{S_1 S_2} = C_2 \quad V = \text{容積}, C_2 = \text{常數}$$

$$V = C_2 S_1 S_2 \dots\dots\dots(b)$$

此容積を最小ならしむるを要す。即 $\frac{1}{S_1} \times \frac{1}{S_2}$ を最大ならしむる事となる。(a)式に於て其和は一定なれば $S_1 = S_2$ の時全重量最小となる。

(16) 下圖の如き送電距離 D なる直流二線式電路に於て發電端の線間電壓 E_1 並に發電端に於ける電壓 P_1 を常數とし電力の損失並に導線の價格を考慮して最も經濟的なる電壓降下 e を求む。

但し下記の記號を用ふべし。



第 343 圖

- E_1 = 發電端電壓(volt)
- E_2 = 受電端電壓 (volt)
- P_1 = 發電端電力(kilowatt)
- R = 導體一立方吋の抵抗(ohm)
- I = 電流 (amp)
- F = 1年間に於ける1キロワット (1 k.W. year) の所得(圓)
- D = 送電距離(foot)
- C = 導體1立方吋の價格(錢)
- e = 電壓降下 (volt)
- p = 固定資本に比せる一年間の利子, 償却等の百分率

(大正六年 第二級 第二次)

解 壹ケ年間に此送電線に要する全經費を K 圓とせば

$$K = K_p + K_i$$

K_p = 損失電力の一年の費用(圓)

K_i = 此の間に投げる固定資本の一年間の金利償却等の經費(圓)

此の最小なる可き電壓降下を求むれば宜し。

然るに

$$K_p = \frac{eI}{1000} \times F \quad \text{圓}$$

$$K_i = q(D \times 12 \times 2) \frac{C}{100} \times \frac{p}{100} \quad \text{圓}$$

q = 導體斷面積(平方吋)

一方に於て

$$e = 2Ir \quad r = \text{導體 } D \text{ 呎の抵抗(オーム)}$$

$$r = \frac{D \times 12 \times R}{q}$$

$$\therefore e = 2I \frac{D \times 12 \times R}{q}, \quad q = \frac{24 IDR}{e}$$

$$\therefore K_i = \frac{24 IDR}{e} \times 24 D \frac{Cp}{10000} \quad \text{圓}$$

$$= \frac{576}{e} \frac{D^2 ICRp}{10000} \quad \text{圓}$$

$$\therefore K = \frac{eIF}{1000} + \frac{576}{e} \cdot \frac{D^2 ICRp}{10000}$$

$$\text{即} = Ae + \frac{B}{e} \quad \text{の形となる}$$

$$A = \frac{IF}{1000}, B = \frac{576D^2 ICRp}{10000}$$

$$\frac{\partial K}{\partial e} = A - \frac{B}{e^2} = 0 \text{ として}$$

$$Ae = \frac{B}{e} \text{ の関係を得}$$

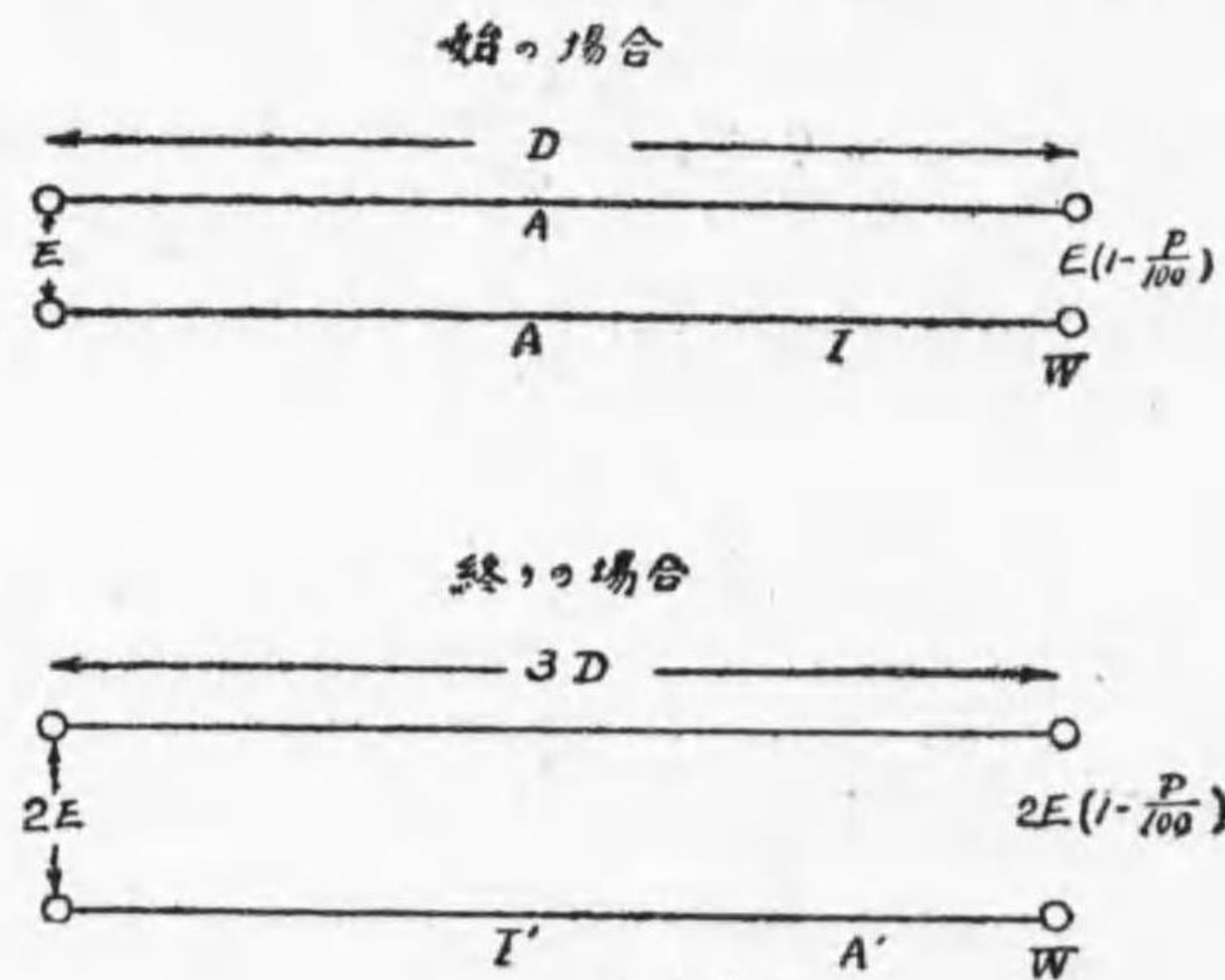
即兩者相等しき時最も經濟的にして、其時の電壓降下を出せば

$$e^2 = \frac{B}{A} = \frac{576D^2 ICRp}{10000} \times \frac{1000}{IF}$$

$$= \frac{57.6}{F} D^2 CRp$$

$$e = 24D \sqrt{\frac{CRp}{10F}} \text{ ヴォルト}$$

(17) 直流二線式による電力 W を使用電壓 E 及び電壓降下率 p を以て D の距離に送電する爲には使用電線切斷面積は A なりと云ふ。使用電壓を二倍し同一電力を $3D$ の距離に同一電壓降下率を以て送電する場合の電線の切斷面積を求む。(大正七年 第五級 第一次)



第 344 圖

初の場合に於て

$$\frac{Ep}{100 \times 2} = I \frac{D}{KA} \quad K \dots \dots \text{電導率}$$

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

$$\therefore \frac{Ep}{200} = \frac{W}{E} \times \frac{D}{KA} \dots \dots \dots (1)$$

終りの場合に於て

$$\frac{2Ep}{100 \times 2} = I' \frac{3D}{KA'}, I' = \frac{W}{2E}$$

$$\therefore \frac{2Ep}{200} = \frac{W}{2E} \cdot \frac{3D}{KA'} \dots \dots \dots (2)$$

(1) 及 (2) より

$$2 = \frac{3A}{2A'} \quad \therefore A' = \frac{3}{4}A \text{ となる}$$

(18) (イ) 交流饋電線が負荷の増減に依り電壓の變動する場合之を防ぐには變電所に於て如何なる設備をなすか。

(ロ) 鉛蓄電池の充電又は放電は蓄電池一個の電壓約幾ヴォルトに達する迄繼續するを適當とするか。(大正十年 第三種 第二次)

解 (イ) 電壓調整の條参照

(ロ) 充電最後電壓 2.7-2.8

放電最後電壓 1.8

(19) 下記條件に於てブースター附直流發電機と並列に接続する蓄電池あり。其エンドセルの數を計算せよ。

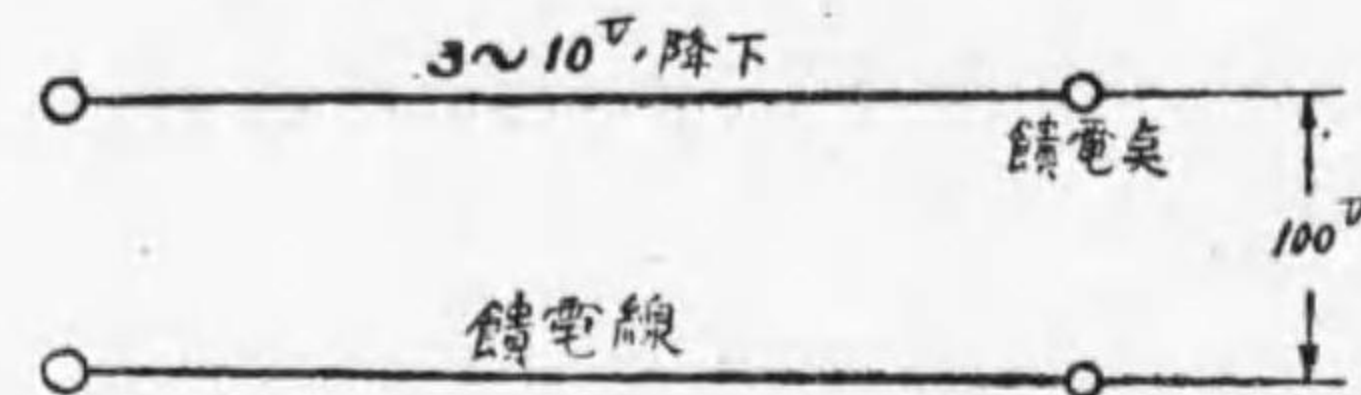
充電の終りの蓄電池一個の電壓 2.75 ヴォルト

放電の初めの同上の電壓 2.13 ヴォルト

放電の終りの同上の電圧	1.83 ヴォルト
饋電線の最大電圧降下	10 ヴォルト
饋電線の最小電圧降下	3 ヴォルト
饋電点の電圧	100 ヴォルト

(大正三年 第四級)

解 プスターを有するを以て single end cell として計算す。



第 345 圖

發電機端に於ける電圧は 100+10 及び 100+3 ヴォルトの間にあり。

放電後に於ては 1.83 ヴォルトなれば此時に要する電池の数は

$$\frac{110}{1.83} \approx 60 \text{ 個}$$

電池の充電せられ而かも負荷の最小の場合に於て必要なる電池の数は

$$\frac{103}{2.75} \approx 37 \text{ 個}$$

此差は end cell の数にして 即

$$60 - 27 = 23 \text{ 個 なり}$$

(20) 力率 90% なる 50 kVA の単相誘導負荷あり、之に並列に静電容量を接続して合成力率を 100% となさんとす。所要静電容量は幾何なるか、但し電圧は 10 000 V, 周波数は 50 cycle とす。

(大正八年 第四級 第一次)

解 全電流 = $\frac{50\,000}{10\,000} = 5$ アムペア

遅れ電流 = $5 \times 0.6 = 3$ アムペア

∴ 静電容量は

$$10\,000 \times 3 = 30\,000$$

$$= 30 \text{ kVA}$$

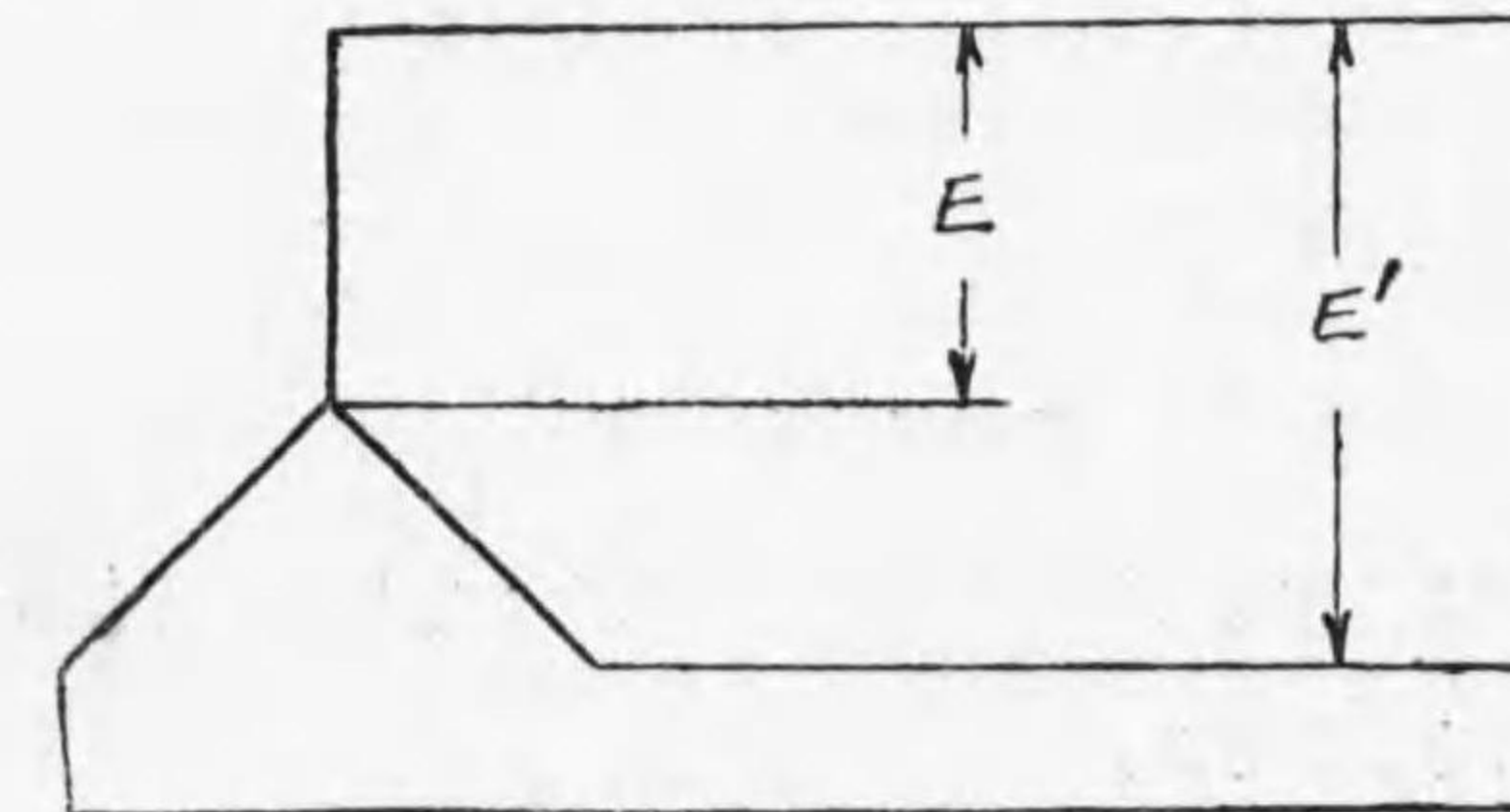
或は $3 = 10\,000 \times C \times 2\pi \times 50 \times 10^{-6}$

$$C = 0.955 \text{ マイクロファラッド}$$

(21) 各種電氣方式に就き電線路に於ける銅の重量の多少を比較するに當り送電線路と配電線路との區別により其着眼點に如何なる差異ありや。

(大正三年 第二級)

解 電力の送電には特別高壓を用ふるを普通とす従つて線路建設の場合殊に絶縁に注意を要す。又碍子の値等も線間電壓によりて異なる故に各方式の比較に際しては線間最高電壓を一定のものとするを至當とす。直流と交流を比較する場合は交流の最大値を直流電壓に等しくするものとす。配電線路に於ては電圧低く従つて絶縁も大なる問題とならず従つて負荷線間電壓の實効値を一定のものとして比較せば足る。例ば三相四線式の場合送電線の比較の時は E' をとり配電線の場合は



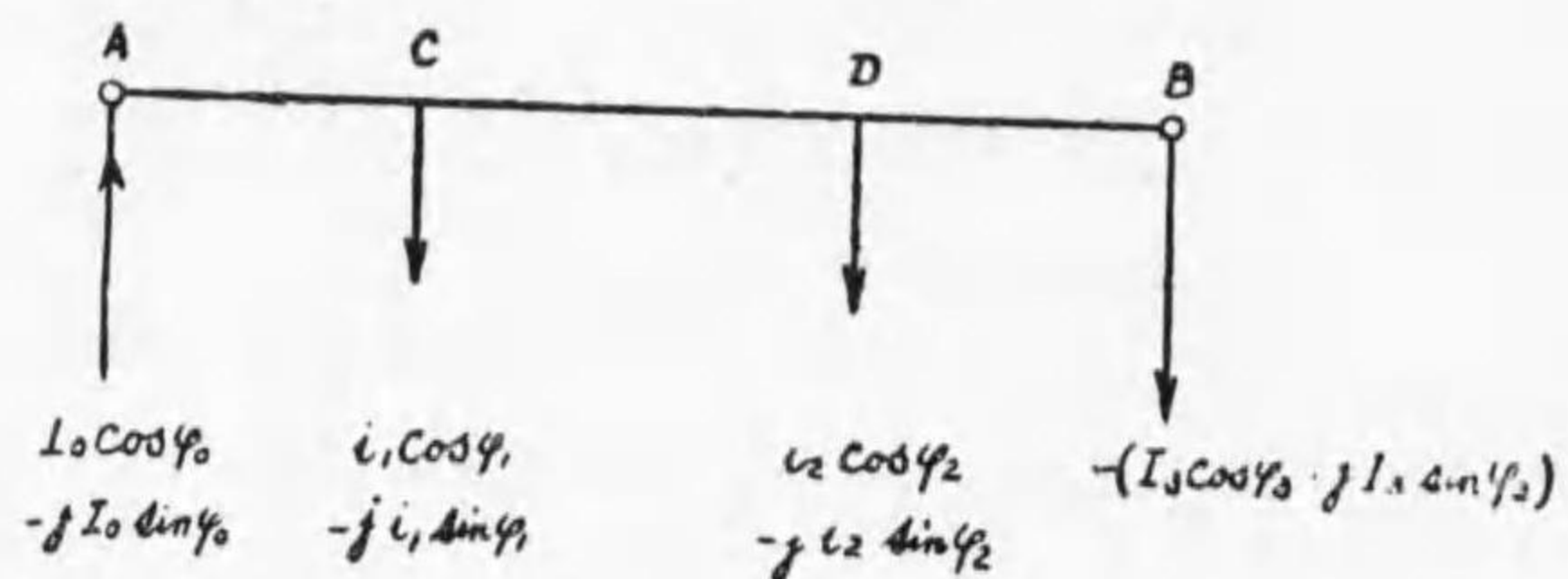
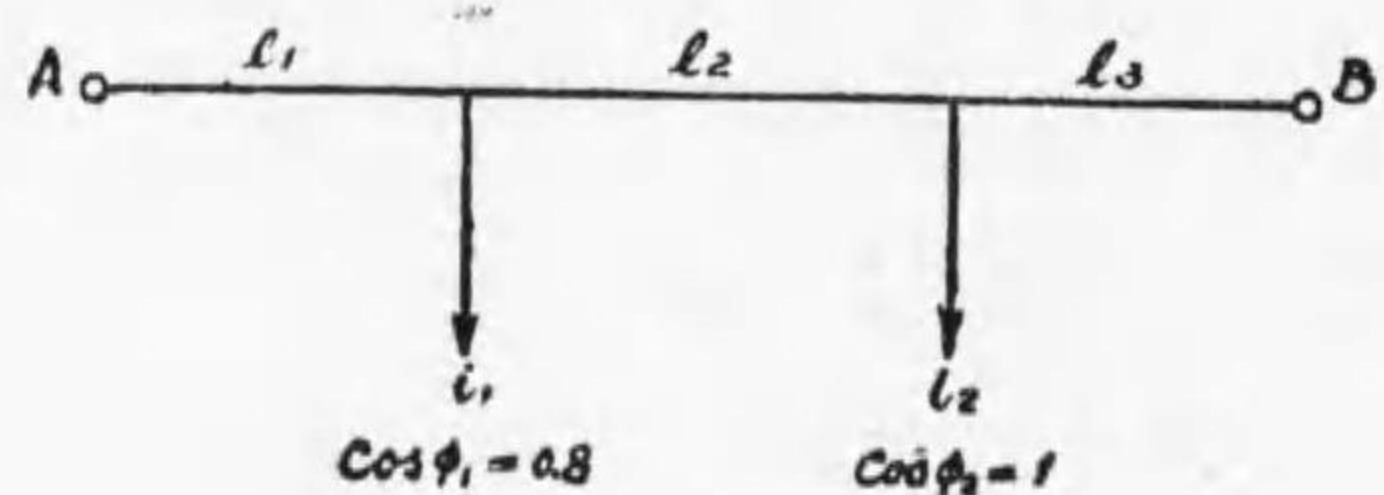
第 346 圖

E をとる。

(22) 下圖の如き単相二線式配電線路に於て A 及び B より饋電する電流を求む。但し A 及び B の電圧は同一にして AB 間の電線の太さは一様なり。又配電線のリアクタンスは總て考に入れざるものとす。 $\cos\phi$ は力率を示し圖中の各單線は往復線を示すものとす。

(大正三年 第一級)

解 A 及 B に於ける電流を A より $I_0 \cos\phi_0 - j I_0 \sin\phi_0$ 流入し B より $-(I_3 \cos\phi_3 - j I_3 \sin\phi_3)$ 流出するものとす。 A と B との電圧の大きさ及相全く相等しきものとせば電圧の関係は次の圖の如し。



第 347 圖

CD の電圧の位相は AB の夫れと異れども其差僅なるものとし同一位相にあるものと考ふ。

∴ 圖より

$$\begin{aligned} I_3 \cos\phi_3 r_3 &= I_0 \cos\phi_0 r_1 + (I_0 \cos\phi_0 - i_2 \cos\phi_1) r_2 \\ &= I_0 \cos\phi_0 (r_1 + r_2) - i_2 \cos\phi_1 r_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_3 \sin\phi_3 r_3 &= I_0 \sin\phi_0 r_1 + (I_0 \sin\phi_0 - i_1 \sin\phi_1) r_2 \\ &= I_0 \sin\phi_0 (r_1 + r_2) - i_1 \sin\phi_1 r_2 \end{aligned}$$

$$I_0 \cos\phi_0 + I_3 \cos\phi_3 = i_1 \cos\phi_1 + i_2 \cos\phi_2$$

$$I_0 \sin\phi_0 + I_3 \sin\phi_3 = i_1 \sin\phi_1 + i_2 \sin\phi_2$$

$$\therefore I_3 \cos\phi_3 r_3 = (i_1 \cos\phi_1 + i_2 \cos\phi_2 - I_3 \cos\phi_3)(r_1 + r_2) - i_1 \cos\phi_1 r_2$$

$$I_3 \cos\phi_3 (r_1 + r_2 + r_3) = (i_1 \cos\phi_1 + i_2 \cos\phi_2)(r_1 + r_2) - i_1 \cos\phi_1 r_2$$

$$I_3 \cos\phi_3 = \frac{i_1 \cos\phi_1 r_1 + i_2 \cos\phi_2 (r_1 + r_2)}{r_1 + r_2 + r_3}$$

$$= \frac{i_1 l_1 \cos\phi_1 + i_2 (l_1 + l_2) \cos\phi_2}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$= \frac{0.8 i_1 l_1 + i_2 (l_1 + l_2)}{l_1 + l_2 + l_3}$$

同様に

$$I_0 \cos\phi_0 = \frac{i_2 l_2 \cos\phi_2 + i_1 (l_2 + l_3) \cos\phi_1}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$= \frac{i_2 l_2 + 0.8 i_1 (l_1 + l_3)}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$\begin{aligned} \text{又 } I_3 \sin\phi_3 r_3 &= (i_1 \sin\phi_1 + i_2 \sin\phi_2 - I_3 \sin\phi_3)(r_1 + r_2) \\ &\quad - i_1 \sin\phi_1 r_2 \end{aligned}$$

$$I_3 \sin\phi_3 (r_1 + r_2 + r_3) = i_1 r_1 \sin\phi_1 + i_2 \sin\phi_2 (r_1 + r_2)$$

$$I_3 \sin\phi_3 = \frac{i_1 l_1 \sin\phi_1 + i_2 (l_1 + l_2) \sin\phi_2}{l_1 + l_2 + l_3}$$

$$= \frac{0.6 i_2 (l_1 + l_2)}{l_1 + l_2 + l_3}$$

同様に

$$I_0 \sin \varphi_0 = \frac{0.6 i_1 (l_1 + l_3)}{l_1 + l_2 + l_3}$$

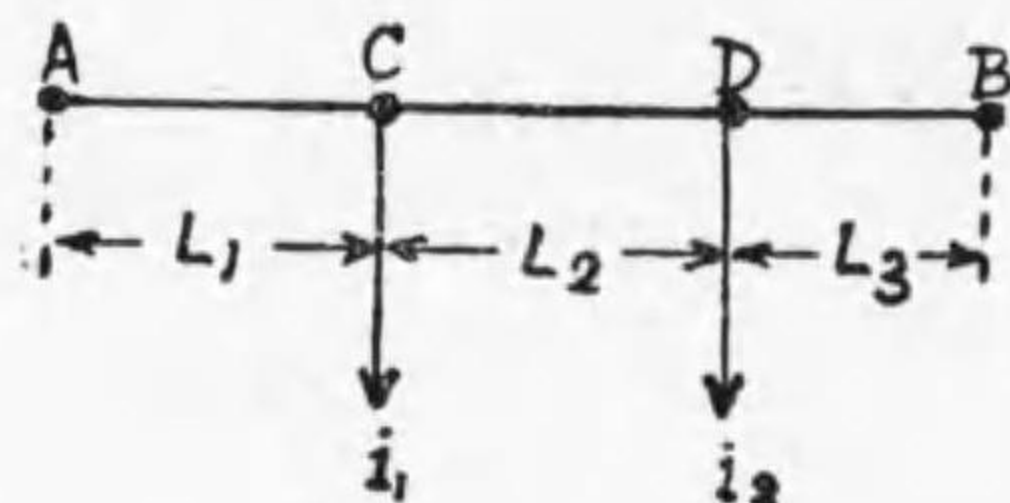
$$\therefore \left. \begin{aligned} I_0 \cos \varphi_0 &= \frac{i_2 l_2 + 0.8 i_1 (l_1 + l_3)}{l_1 + l_2 + l_3} \\ I_0 \sin \varphi_0 &= \frac{0.6 i_1 (l_1 + l_3)}{l_1 + l_2 + l_3} \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} I_3 \cos \varphi_3 &= \frac{0.8 i_1 l_1 + i_2 (l_1 + l_2)}{l_1 + l_2 + l_3} \\ I_3 \sin \varphi_3 &= \frac{0.6 i_2 (l_1 + l_2)}{l_1 + l_2 + l_3} \end{aligned} \right\}$$

之より各電流の大きさ及び位相関係を求め易し。
 (23) 圖の如き交流単相二線式配電線あり。其線路中 CD 間を流るゝ電流の位相を表はす可き圖式を示し之を説明せよ。

(大正七年 第一級 第二次)

A, B = 饋電點
 但し同位相 同電壓と假定す
 C, D = 負荷點
 i_1 = 無勢力遅電流
 (wattless lagging current)
 i_2 = 勢力電流 (watt current)
 L_1, L_2, L_3 = AC, CD, DB 間の距離。



第 348 圖

解 同一の架線状態にして同一の太さを凡て用ひたりとせば公式を用ふる事を得て

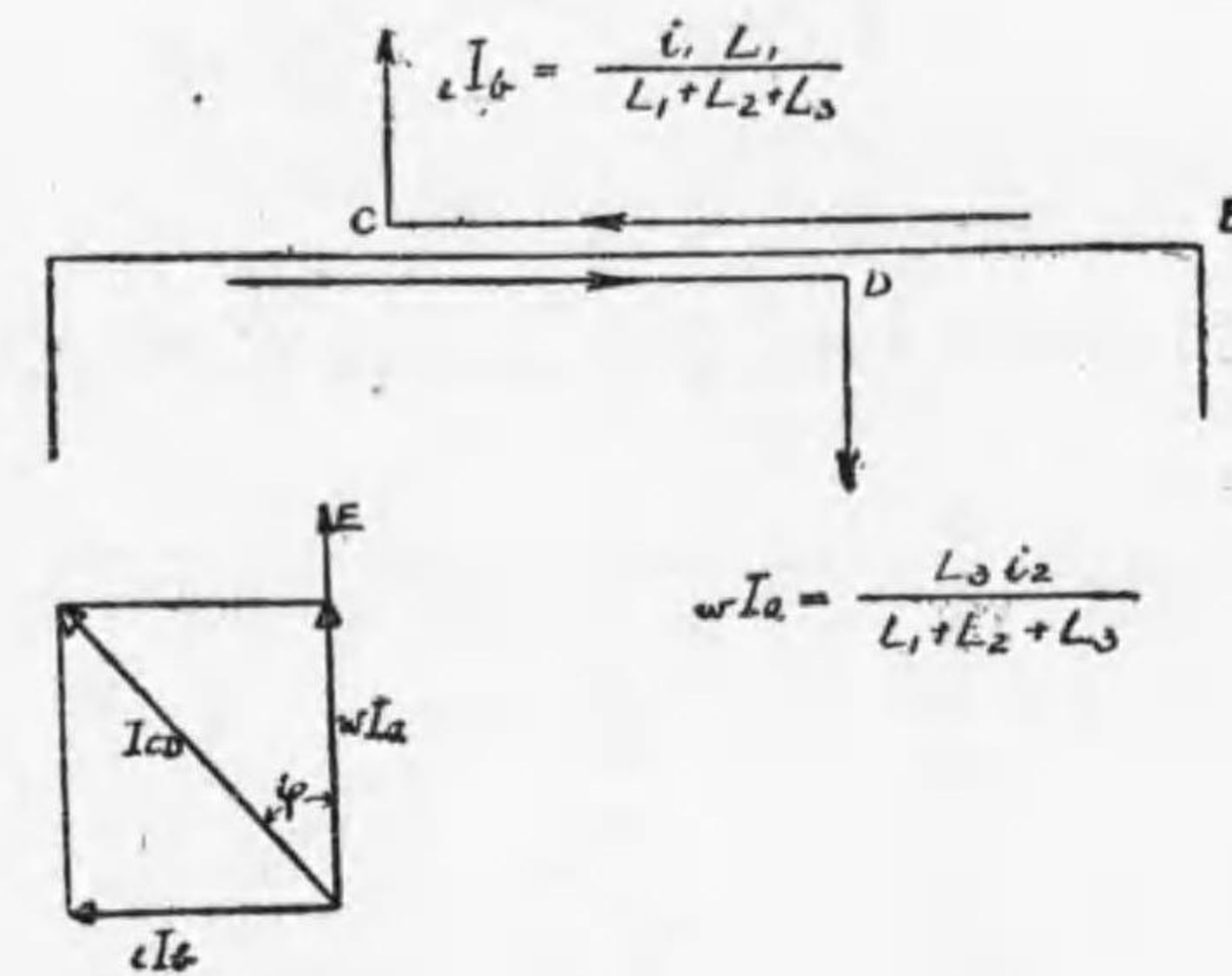
$${}_w I_a = \frac{L_3 i_2}{L_1 + L_2 + L_3}$$

$$i I_b = \frac{i_1 L_2}{L_1 + L_2 + L_3}$$

故に CD 間を流るゝ電流の位相は次の如し。

$$I_{CD} = \frac{1}{L_1 + L_2 + L_3} \sqrt{(L_3 i_2)^2 + (L_1 i_1)^2}$$

$$\tan \varphi = \frac{L_1 i_1}{L_3 i_2}$$

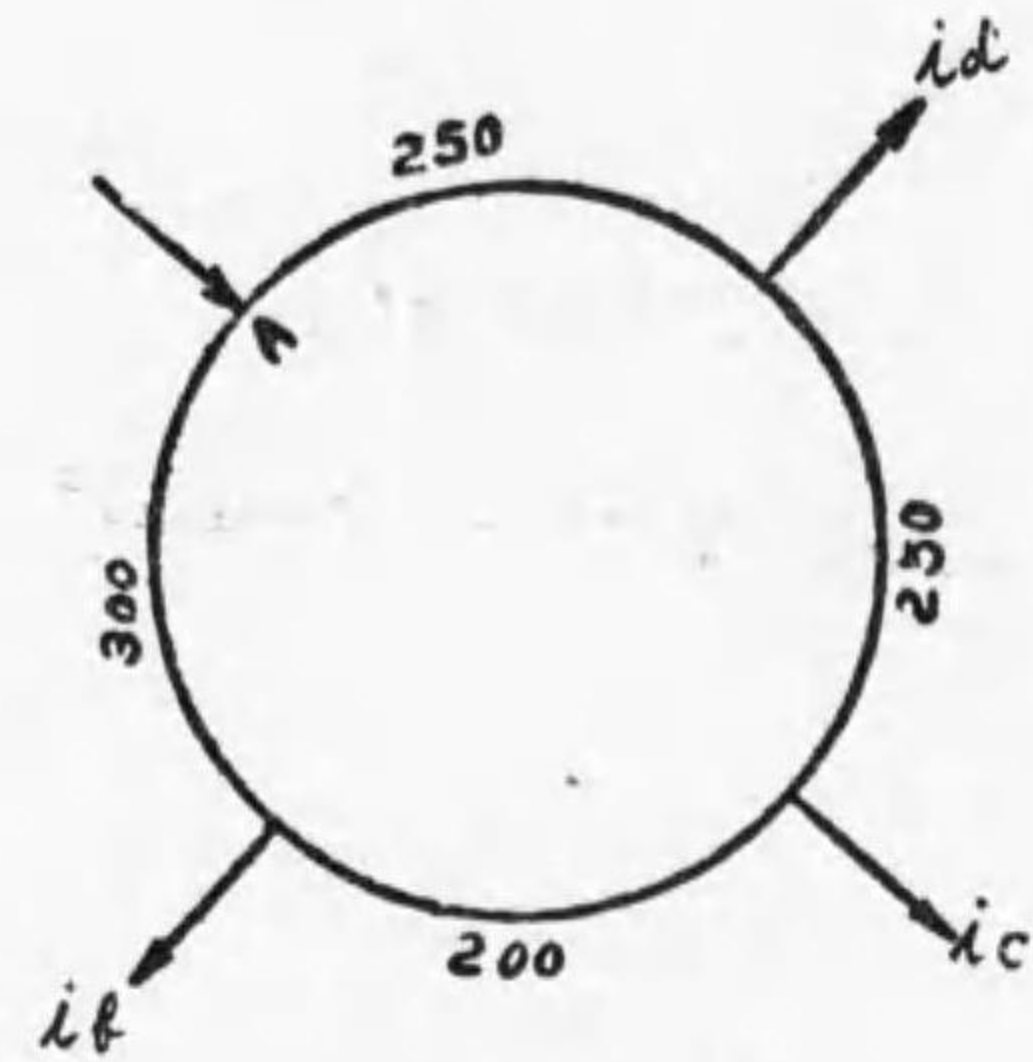


第 349 圖

(24) 圖の如き單相二線式環狀配電幹線 $ABCD A$ に於て A を饋電點 B CD を負荷點とし各電流力率を

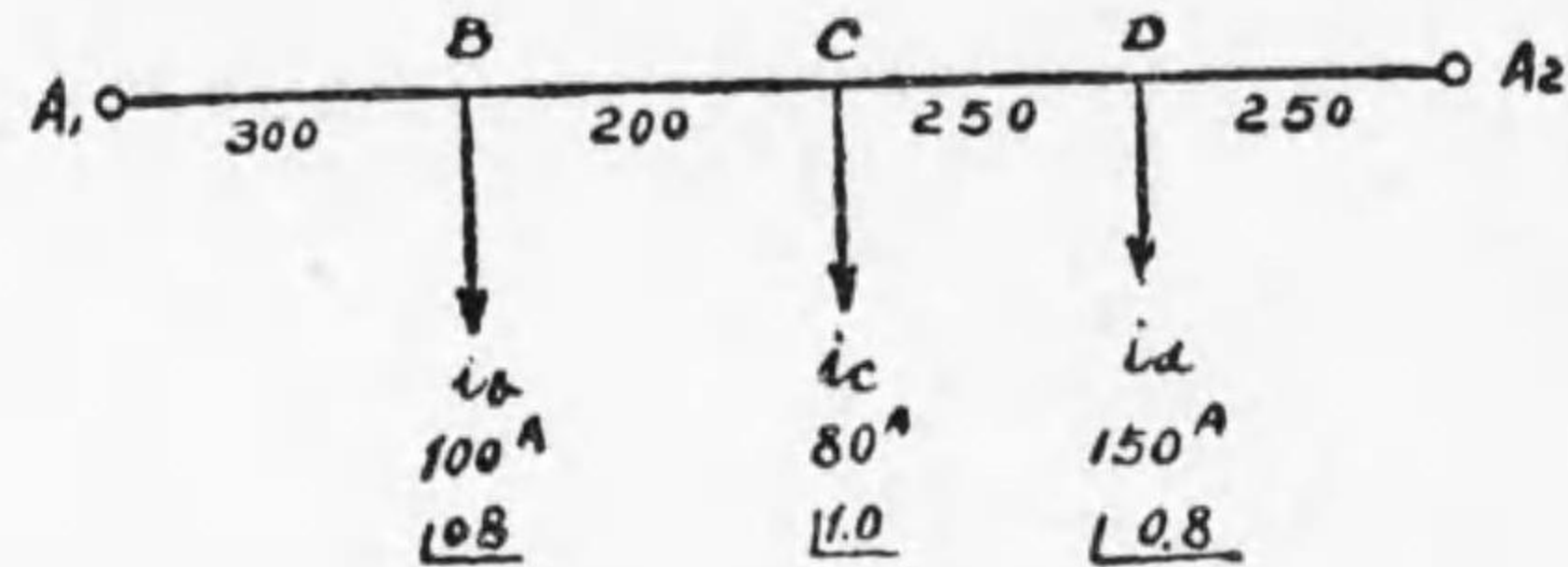
- B 點にて $i_b = 100$ amp. $\cos \varphi_b = 0.8$ (lag)
- C 點にて $i_c = 80$ amp. $\cos \varphi_c = 1.0$
- D 點にて $i_d = 150$ amp. $\cos \varphi_d = 0.8$ (lag)

とすれば幹線に起る最大電壓降下は何程なるか。但し幹線一條の抵抗は長さ 1000 呎につき 0.05 オームとし其リアクタンスは之を無視するものとす。(大正九年 第一級 第二次)



第 350 圖

解 此の回路を両端より饋電せられたる回路とし次の圖の如くす。



第 351 圖

各電流を分くれれば

有効電流

$${}_w i_b = 80^A$$

$${}_w i_c = 80^A$$

$${}_w i_d = 120^A$$

無効電流

$$i_b = 60^A$$

$$i_c = 0$$

$$i_d = 90^A \quad \text{となる。}$$

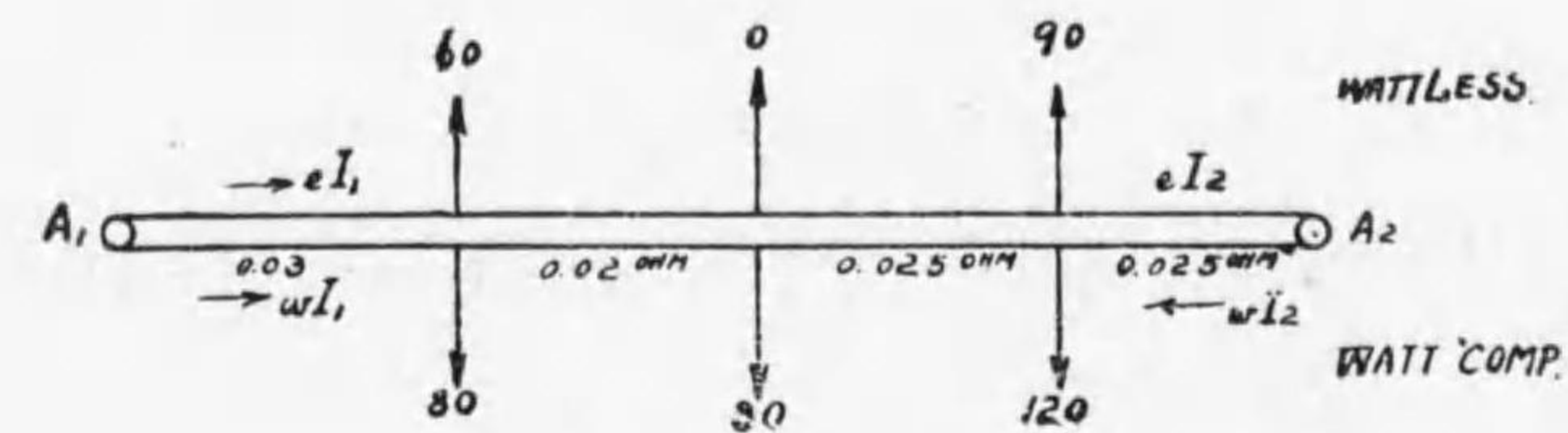
各部分往復線の抵抗は

$$A_1 B \dots \dots \frac{0.05}{1000} \times 300 \times 2 = 0.03 \text{ OHM}$$

$$BC \dots \dots \frac{0.05}{1000} \times 200 \times 2 = 0.02 \text{ OHM}$$

$$CD \dots \dots \frac{0.05}{1000} \times 250 \times 2 = 0.025 \text{ OHM}$$

$$DA_2 \dots \dots \frac{0.05}{1000} \times 250 \times 2 = 0.025 \text{ OHM}$$



第 352 圖

$A_1 A_2$ に於ける電圧は同相にして同大なれば次の關係を有す。

$$({}_w I_1 - 80 - 80 - 120) \times 0.025 + ({}_w I_1 - 80 - 80) \times 0.025 + ({}_w I_1 - 80) \times 0.02 + {}_w I_1 \times 0.03 = 0$$

$${}_w I_1 - 80 - 80 - 120 = -{}_w I_2$$

$$({}_i I_1 - 60 - 90) \times 0.025 + ({}_i I_1 - 60) \times 0.025 + ({}_i I_1 - 60) \times 0.02 + {}_i I_1 \times 0.03 = 0$$

$${}_i I_1 - 60 - 90 = -{}_i I_2$$

之等の式より

$${}_w I_1 (0.025 + 0.025 + 0.02 + 0.03) = 0.025(280 + 160) + 1.6$$

$$\therefore {}_w I_1 = 126 \text{ Amp}$$

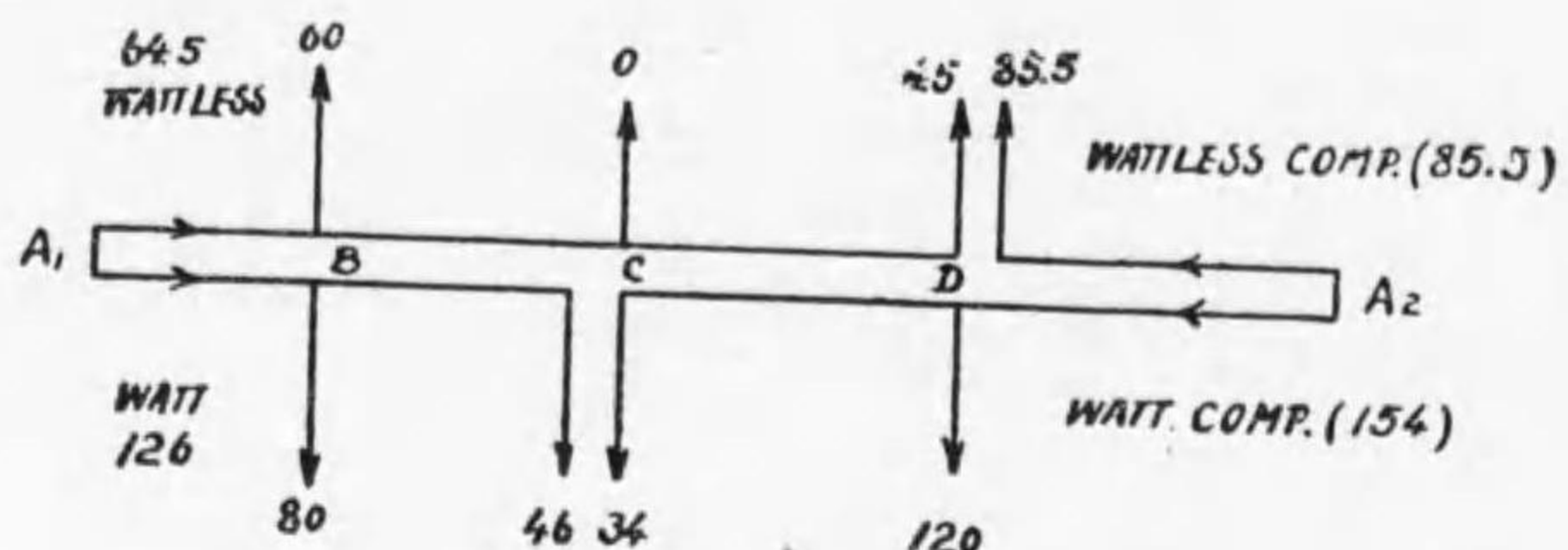
$${}_w I_2 = 120 + 80 + 80 - 126 = 154 \text{ Amp}$$

$${}_i I_1 (0.025 + 0.025 + 0.02 + 0.03) = 0.025(150 + 60) + 60 \times 0.02$$

$$\therefore {}_i I_1 = 64.5 \text{ Amp}$$

$${}_i I_2 = 150 - 64.5 = 85.5 \text{ Amp}$$

∴ 電流分布は



第 353 圖

之より最大電壓降下の點は C 或は D なる事を知る。然るに線路にリアクタンスなき故無効電流による降下は有効電流の降下に比して省略し得る程度に小なり。故に C 點は電壓の最低の點なり。而して無誘導抵抗による降下のみと見做せば電壓降下は

$$E = 0.03 \times 126 + 0.02 \times 46 = 4.7V \text{ なり。}$$

(25) 單相變壓器二個を用ひて三相三線式 3000 ヴォルトより三相三線式 3300 ヴォルトに昇壓せんとす。此場合に於ける接続方法如何。並に一次側の各線電流 100 アムペアなる場合の變壓器の容量 (單相變壓器として使用する場合の) を計算せよ。(大正八年 第四級 第二次)

解 27.3 k.V.A

接続は變壓器接続の條参照。

(26) (イ) 變壓器を並列に接続して使用する場合に於て必要なる條件を列記せよ。

(ロ) 變壓器を並列に接続して使用したる場合に於て負荷の不平均を來したる時は如何なる手段を以て之を防ぐべきか。

(大正三年 第二級)

解 (イ) 變壓器の並列運轉には端子電壓は大き等しく同相にあるを要す即相等しき容量の變壓器に於ては同一の一次電壓なる時は

- (i) 無負荷時にて全く相等しき變壓比を有する事
- (ii) 全く相等しき一次及び二次のリアクタンス及抵抗を有する事

を要す

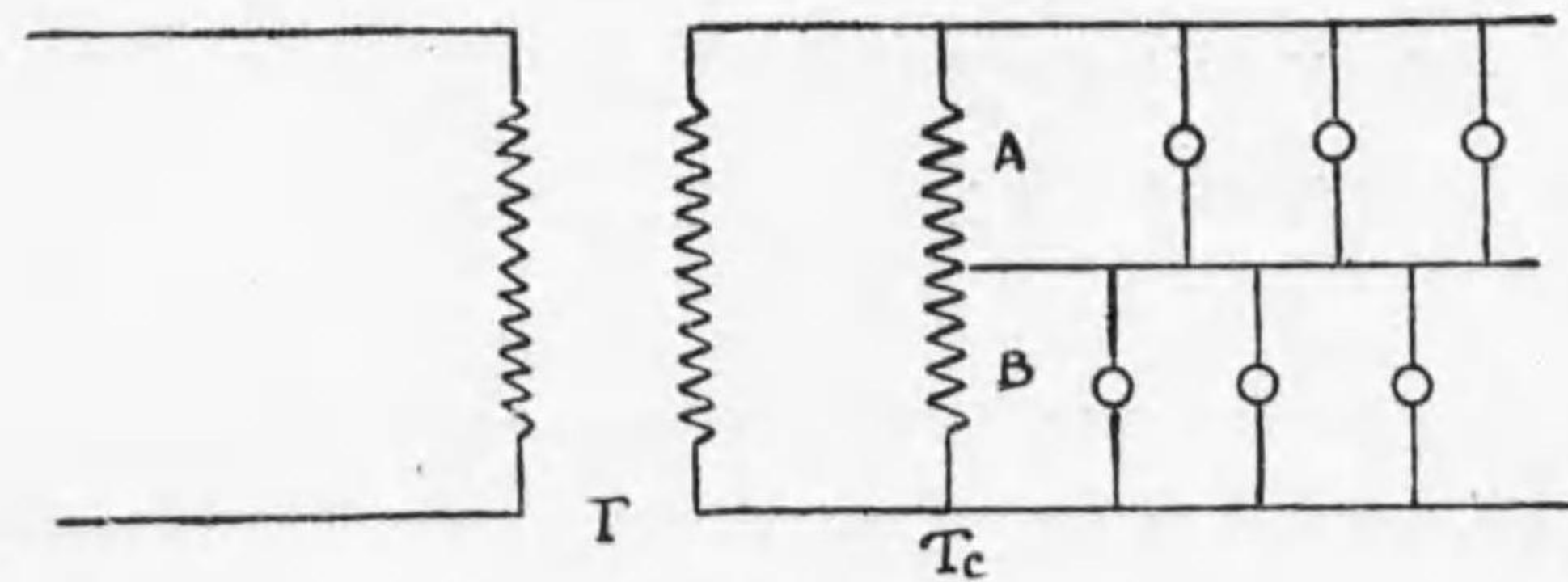
容量異なる變壓器の同一一次電壓に掛る時は

- (i) 無負荷にて全く相等しき變壓比を有する事
- (ii) 一次又は二次に換算せるリアクタンス及抵抗が其容量に反比例する事

を要す

(ロ) 不平均負荷の原因明ならされば不明なれども、上記條件に適せざるものなるべし。故に抵抗又はリアクタンスを何れかに加へ上記條件に適合せしむるを要す

(27) 圖に示せる如く單相三線式にて電燈を點火する場合に compensating transformer T_c を使用し AB 何れか一方の電燈を全部消すも差支へなからしむる爲めには、 T_c の容量は T 變壓器の容量の幾分に定む可きか。(大正元年 第二級)

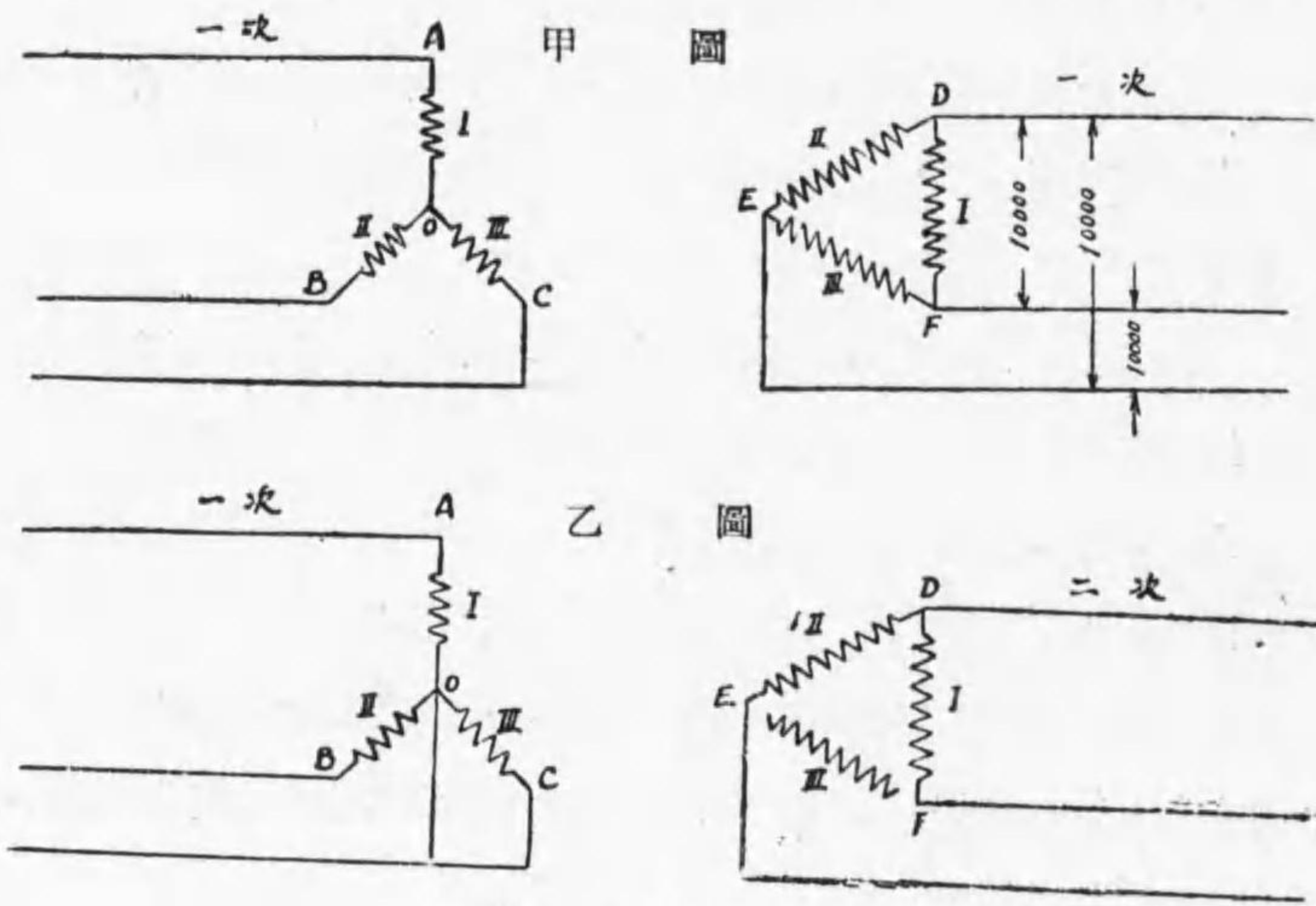


第 354 圖

答 $\frac{1}{2}$

(28) 三個の單相變壓器を甲圖の如く三相回路に Y-Δ に接続して二次電壓 10 000 ヴォルトを發生しつゝある場合に一個の變壓器燒損せる爲め誤りて第 2 圖の如く結線したりとせば二次各線間電壓は幾ヴォルトなるか。但し勵磁電流は之を考慮せざるものとす。

(大正八年 第四級 第一次)



第 355 圖

解 一次に於ける變壓器端子電壓..... E_1

二次に於ける 同上 E_2

$$\frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{m} \quad \text{とせば}$$

$$E_1 = mE_2$$

一次線間電壓は $\sqrt{3}mE_2$ なり。然るに乙圖の接続に於ては I 及 II の

變壓器は $\sqrt{3}mE_2$ の一次電壓を受く。即前の場合の $\sqrt{3}$ 倍の電壓を受くるものなれば變壓器の二次側に於ても $\sqrt{3}$ 倍の $\sqrt{3}E_2$ の電壓を生ず。而して OB OA は 120° の位相の相違ある故に一次に於ても同様に ED と FD の間に 120° の差あるべし。

$$\therefore ED = FD = \sqrt{3}E_2$$

$$EF = (\sqrt{3}E_2) \times \sqrt{3} = 3E_2$$

$$\text{即 } ED = FD = 17\,300\text{V}$$

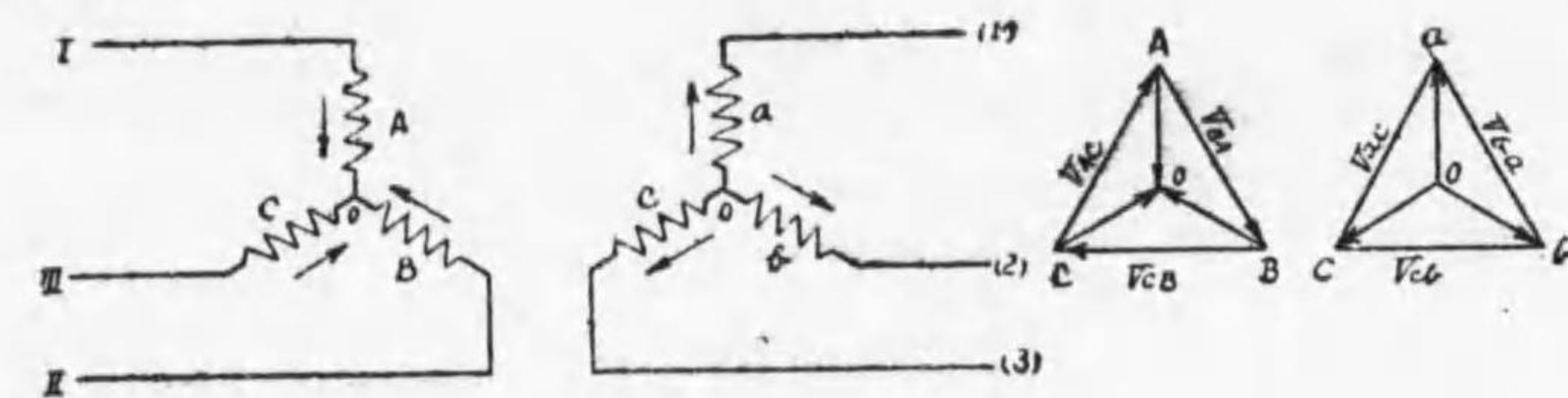
$$EF = 30\,000\text{V}$$

(29) 單相變壓器二個及三個を使用し、之れを三相電源に接続して得べき各種電氣方式及其電壓の關係をベクトル圖にて示せ。

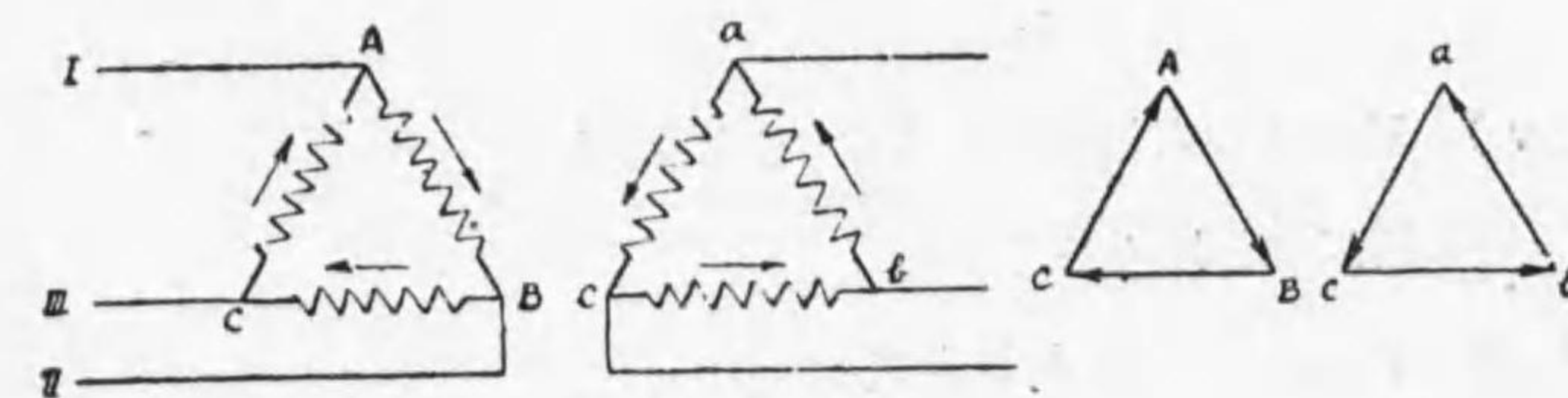
(大正三年 第三級)

解 1 單相變壓器三個を使用する場合

(1) Y-Y

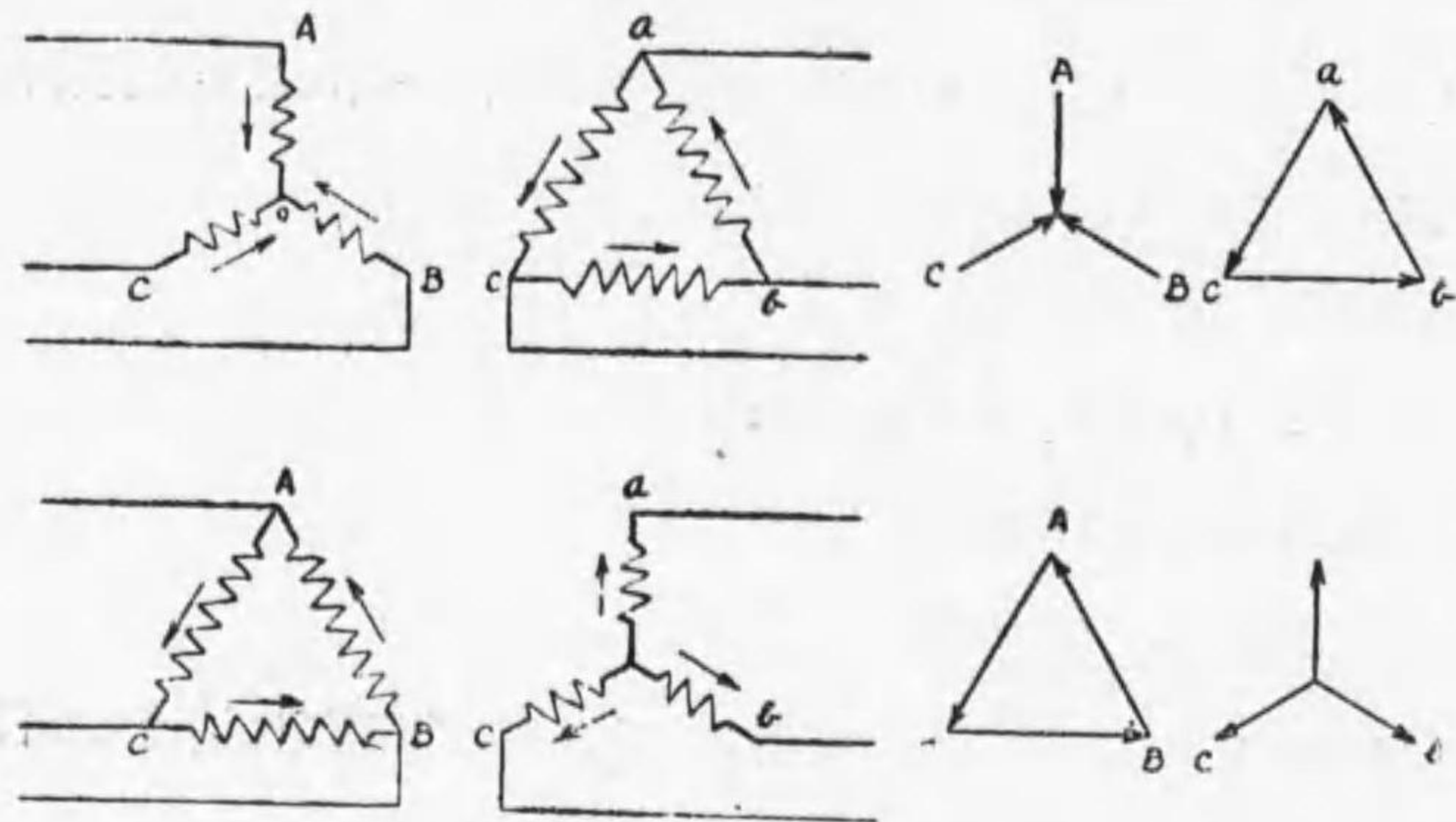


(2) Δ-Δ



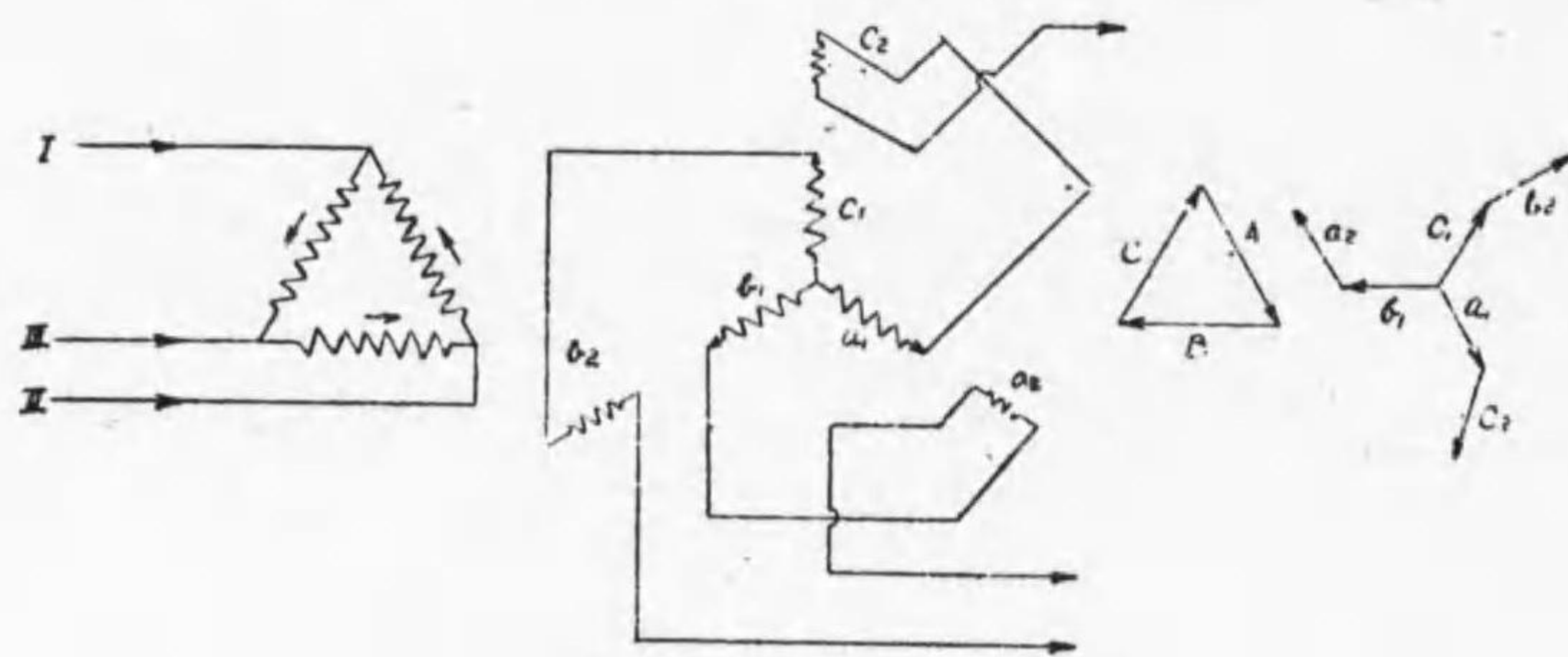
第 356 圖 の 1

(3) $\Delta-\Delta$



第 356 圖の 2

(iv) 二次捲線の二組の場合



第 357 圖

(v) 三相より六相を得るもの(本文参照)

II 變壓器二個を用ふるもの

(i) V-V 本文其條参照

(ii) T-connection 特殊の變壓器を要するものなれば略す

(30) 各柱間距離の相等しき直線なる送電線路に於て、一電柱の碍子の綁縛線解け電線垂下したる場合、其弛度は普通の場合に比して幾何を増加するか。但し電線支持點地表上の高さは同一にして、且つ他の電線は支持點に於て固着し、又張力の差に依りて電線の長さに變動を生ぜざるものと假定す。(大正八年 第三級 第二次)

解 張力の差に依り電線の長さに變化なきものと假定する故落下後の電線の二點間の長さは以前の二倍となる。而して二電柱間の距離を S 其時の弛度を d_1 とせば其間の線の長さは

$$l = S + \frac{8d_1^2}{3S}$$

落下後の弛度を d_2 とせば

$$2l = 2S + \frac{8d_2^2}{3 \times 2S}$$

之より $d_2 = 2d_1$ なる關係を得。

(31) 切斷面積 A 、彈性率 (Modulus of elasticity) M を有する導線より成る架空電線路に於て電線の弛度張力等の關係が下式を以て表はさるゝものとせよ。

$$L = S \left[1 + \frac{8}{3} \left(\frac{D}{S} \right)^2 \right] \quad T = \frac{1}{8} SF \left(\frac{S}{D} \right)$$

D = 弛度(dip) T = 張力(tension)

L = 電線の長さ F = 電線單位長毎に受くる荷重

S = 徑間(span)

今 F が ΔF 丈増加したるとき弛度の變化の ΔD の概數幾何なりや。

解 $\frac{dL}{dD} = S \left[\frac{8}{3} \cdot 2 \cdot \frac{D}{S} \cdot \frac{1}{S} \right]$
 $= \frac{16}{3} \frac{D}{S} \dots \dots \dots (1)$

$\frac{dT}{dD} = \left(\frac{1}{8} \frac{dF}{DdD} - \frac{1}{8} F \frac{1}{D^2} \right) S^2$
 $= \frac{S^2}{8} \left(\frac{DdF - FdD}{D^2 dD} \right) \dots \dots \dots (2)$

長さの延びるに拘らず断面積は不変のものと假定し全く張力なき時の長さを L_0 とせば

$M = \frac{T}{\frac{A}{L - L_0}}$

$L_0 = \frac{MA}{T + MA} L$

$\therefore \frac{dT}{dL} = \frac{MA}{L_0} = \frac{T + MA}{L}$

(1) 及 (2) の式より

$\frac{dT}{dL} = \frac{S^2}{8} \left(\frac{DdF - FdD}{D^2 dD} \right) \times \frac{3}{16} \cdot \frac{S}{D}$

$\therefore = \frac{T + MA}{L}$

之より

$\frac{3}{128} \cdot \frac{S^3}{D^3} \cdot \frac{DdF - FdD}{dD} = \frac{T + MA}{L}$

$\frac{DdF - FdD}{dD} = \frac{128(T + MA)}{3L} \cdot \left(\frac{D}{S} \right)^3$

$dD \left[\frac{128}{3} \cdot \frac{(T + MA)}{L} \left(\frac{D}{S} \right)^3 + F \right] = DdF$

$\therefore dD = \frac{DdF}{\frac{128}{3} \cdot \frac{T + MA}{L} \cdot \left(\frac{D}{S} \right)^3 + F}$
 $= \frac{3}{128} \cdot \frac{DLdF}{(T + MA) \left(\frac{D}{S} \right)^3 + 3LF}$

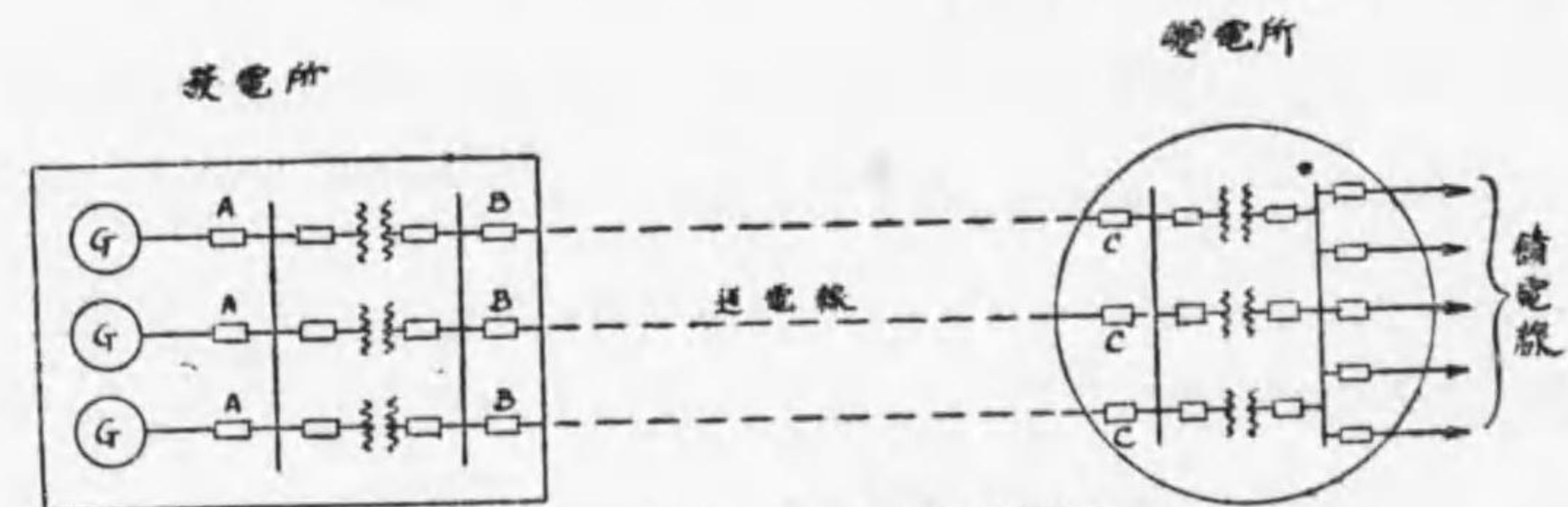
之れ dD の dF の變化に對する式なり

(32) インヴァース、タイムリミット繼電器の一種につま其構造並原理を略述し、且接続に就て其作用を説明せよ。(大正二年 第二級)

解 本文其條参照

(33) 下圖に示すが如き送電系統に於て使用する油入自働遮斷器中 A.B.C に設備すべき繼電器の種類(時限、瞬時等の區別をも)を記入せよ。

(大正八年 第三級 第一次)



□……油入自働遮斷器

第 358 圖

解 Aには inverse time limit over load relay 及び definite time limit reverse power relay

Bには inverse time limit over load relay 或は differentially connected definite time limit reverse power relay.

Cには definite time limit reverse power relay.

(34) 特別高壓交流にて送電する電氣事業の發電所及變電所に於て下記のものに就き其の最も適切なる使用場所を明確に記載せよ。

- (イ) 逆電力繼電器 (reverse power relay)
- (ロ) 逆流差働繼電器 (reverse current differential relay)
- (ハ) 瞬時過負荷繼電器 (instantaneous over load relay)
- (ニ) 定時限過負荷繼電器 (definite time limit over load relay)

(大正三年 第二級)

- 解 (イ) 發電機, 變壓器の保護用, 平行饋電線の保護
 (ロ) 平行饋電線の保護
 (ハ) 先端に近き負荷の前に付く
 (ニ) 放射狀饋電線の保護, 發電機端等に用ふ。

(35) 直流並に交流饋電線の饋電點に於ける電壓を送電所にて負荷の如何に拘はらず測定する方法, 並に饋電點電壓を一定に保つ方法を列記せよ。

(明治四十五年 三月 第四級)

解 本文其條参照

(36) 下圖の如き送電系統の發電所あり。各發電機一臺の容量は 7000 kVA 電壓 11000 V. 變壓器一バンクの容量は 14000 kVA とす。此發電機の全負荷電流に對するリアクタンス, ドロツプを發電機電壓のパーセントにて示さば下記の如くなりとす。

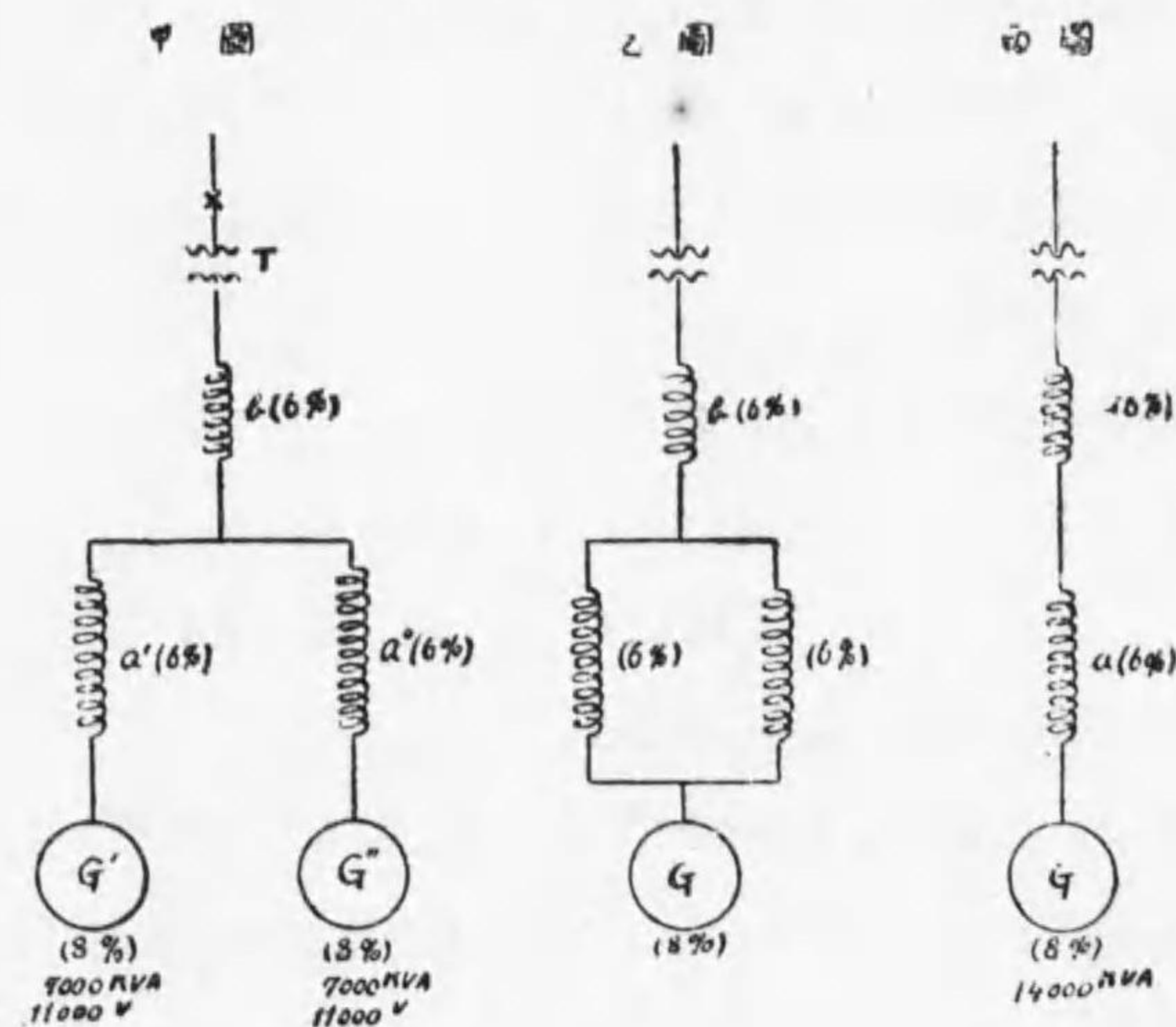
發電機一臺	8 %
變壓器一バンク	4 %
リアクタンスコイル	
a', a'', b 各個に付	6 %

今上圖中×印の所にて短絡を生じたる時發電機を通過する短絡電流は其全負荷電流に比し何程なりや下記兩方の場合のリアクタンスコイル挿入方法に對し夫々其値を算出せよ

- (イ) 發電端 (a' 及び a'') のみに置きたる場合
- (ロ) 變壓器端 (b) のみに置きたる場合

(大正六年 第二級 第二次)

解 發電機は各 7000 kVA ならば 14000 kVA の發電機一臺と見做し各リアクタンスは並列にある故に甲圖より乙圖に乙圖より丙圖に置き換へる事を得。故に (b) にリアクタンスコイルを入れても $a' a''$ にリアクタンスコイルを入れても同一なり。



第 359 圖

短絡電流を dI とす。I は丙圖の (b) 又は (a) のみのリアクタンス

コイルある時の平常電流とす。平常電流の通過せる場合中性點に對する發電機發生電壓は $11\,000 \times 1.08$ ヴォルト

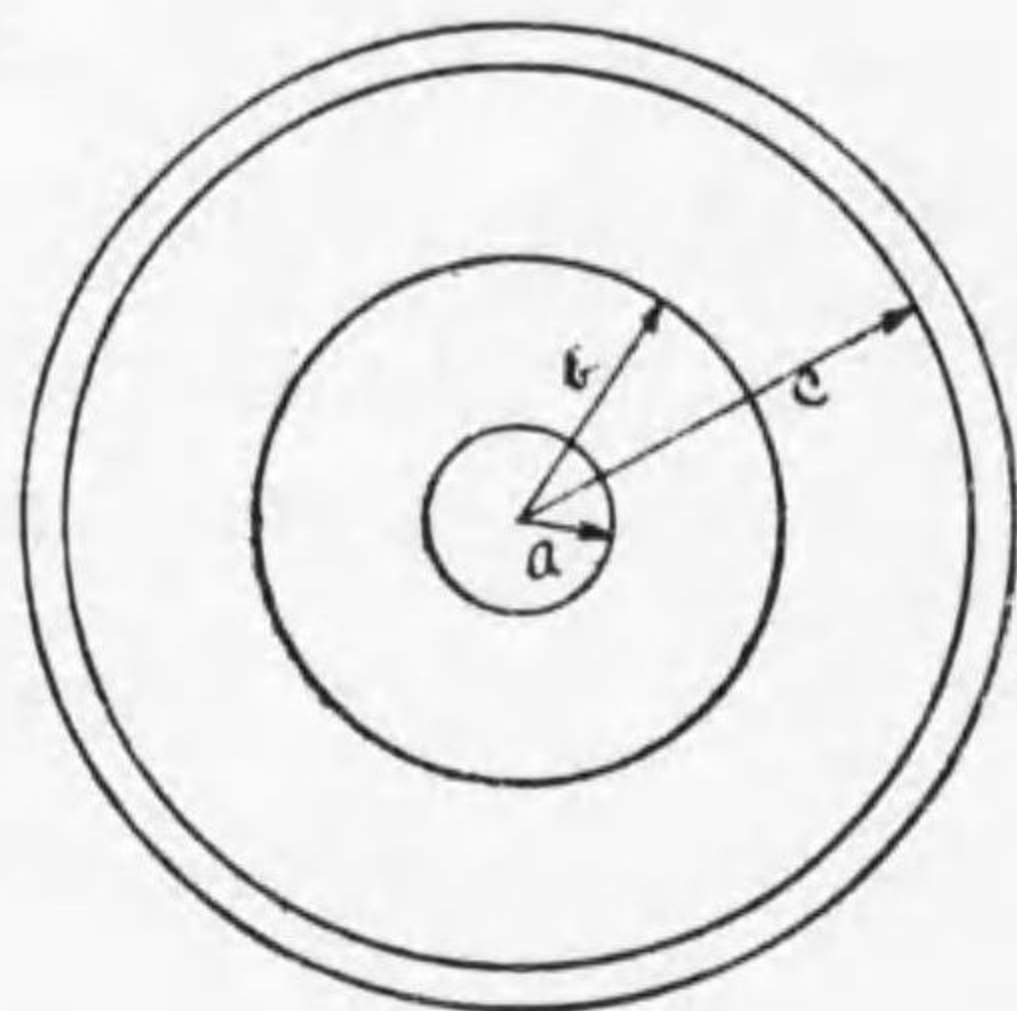
此電壓が短絡せらるゝものなれば次の關係あり。

$$11\,000 \times 1.08 = 11\,000 \left(\frac{8p}{100} + \frac{6p}{100} + \frac{4p}{100} \right)$$

$$\therefore p = \frac{108}{18} = 6$$

即 6 倍となる。

(37) 圖に示すが如き單心鉛被電纜あり、二種の絶縁物を有し其の誘電率は夫々 K_1 及 K_2 にして、且つ其絶縁耐力相等しきときは二種の絶縁物の内何れを内側に用ひたる場合が電纜の絶縁耐力をして大ならしむべきや。



第 360 圖

但し心線の半径 = a センチメートル

$$b = 2a \quad c = 3a \quad K_1 = 2K_2$$

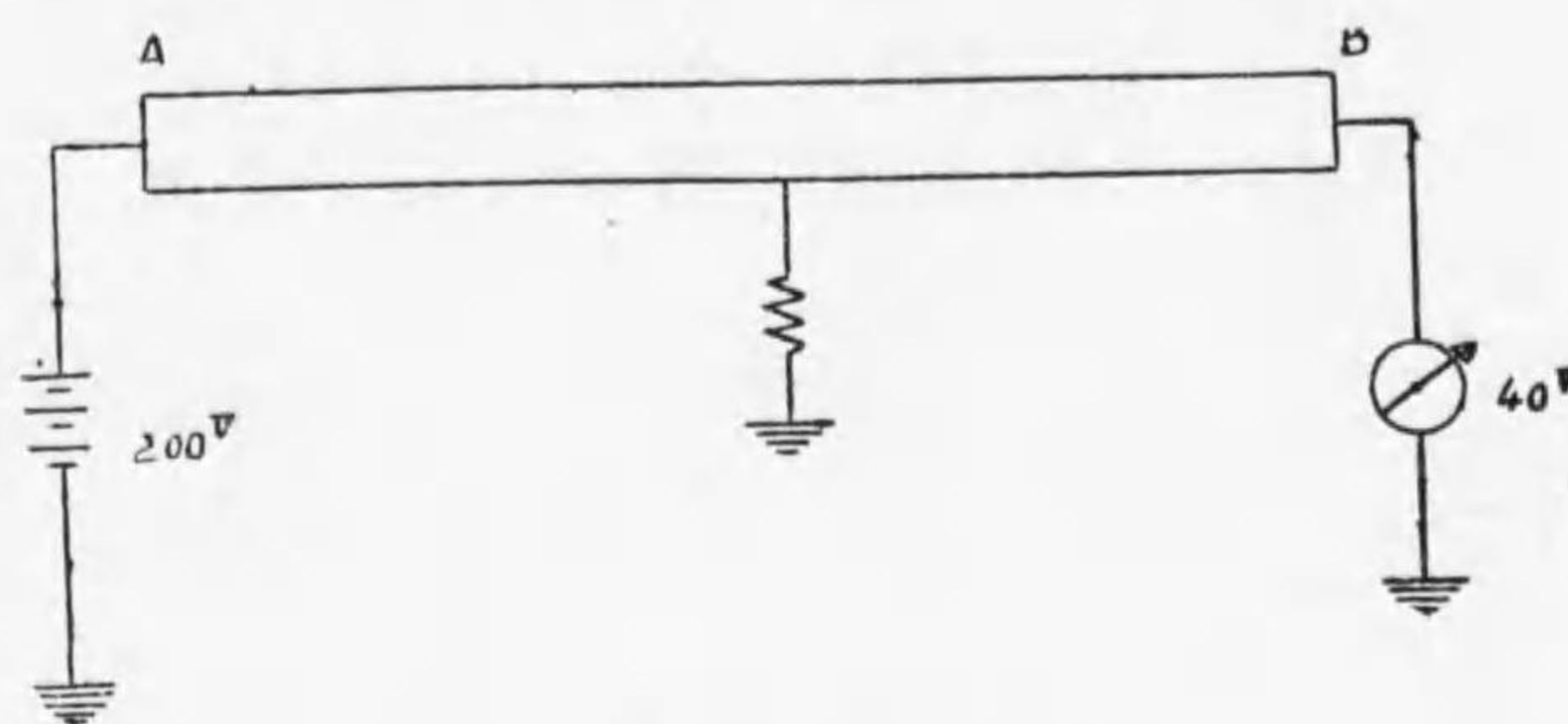
(大正十年 第一種 第二次)

解 地中電線路電位傾度の條参照

誘電率 K_1 を有するものを内側とし K_2 のものを外部とす。

(38) 長さ 5 哩の單心電纜の一個所に半地氣を生ぜり。地氣の位置を算定する爲電纜の一端 A と大地間に 200 ヴォルトの直流電壓を加ふる時は他端 B と大地間の電壓 40 ヴォルトなり。次に B 端と大地間に 300 ヴォルトを加へたるに A 端と大地間に同じく 40 ヴォルトの電壓を指示せり。

と云ふ。地氣の位置を求む。(大正七年 第四級 第一次)



第 361 圖

解 A より地氣の位置迄の抵抗を r_a , B より抵抗を r_b とし半地氣の抵抗を R とす。

始の場合に流るゝ電流を次の場合に流れし電流を i_b とせば

$$i_a R = i_b R = 40V$$

$$i_a r_a + i_a R = 200V$$

$$i_b r_b + i_b R = 300V$$

故に $i_a r_a = 160V$

$$r_b i_b = 260V$$

$$i_a = i_b \text{ ならば}$$

$$\frac{r_a}{r_b} = \frac{160}{260} = \frac{8}{13}$$

$$\frac{r_a}{r_a + r_b} = \frac{8}{13 + 8} = \frac{8}{21}$$

故に $5 \times \frac{8}{21} = 1.91$ 哩.....A 點より地氣の位置迄の距離。

LIST OF IMPORTANT TRIGONOMETRICAL FORMULAS WITH
CIRCULAR AND HYPERBOLIC EQUIVALENTS

528

CIRCULAR

$$\sin \beta = \frac{\epsilon^{j\beta} - \epsilon^{-j\beta}}{j^2} = \beta - \frac{\beta^3}{3!} + \frac{\beta^5}{5!} - \frac{\beta^7}{7!} + \dots$$

$$\cos \beta = \frac{\epsilon^{j\beta} + \epsilon^{-j\beta}}{2} = 1 - \frac{\beta^2}{2!} + \frac{\beta^4}{4!} - \frac{\beta^6}{6!} + \dots$$

$$\tan \beta = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} = \beta + \frac{\beta^3}{3} + \frac{2\beta^5}{15} + \frac{17\beta^7}{315} + \dots$$

$$\sec \beta = 1/\cos \beta = 1 + \frac{\beta^2}{2} + \frac{5\beta^4}{24} + \frac{61\beta^6}{720} + \dots$$

$$\operatorname{cosec} \beta = 1/\sin \beta = \sqrt{\cot^2 \beta + 1}$$

$$\cot \beta = 1/\tan \beta = j \frac{\epsilon^{j\beta} + \epsilon^{-j\beta}}{\epsilon^{j\beta} - \epsilon^{-j\beta}} = j \frac{\epsilon^{2j\beta} + 1}{\epsilon^{2j\beta} - 1}$$

$$\epsilon^{\pm j\beta} = \cos \beta \mp j \sin \beta = 1 \pm j\beta - \frac{\beta^2}{2!} \mp j \frac{\beta^3}{3!} + \frac{\beta^4}{4!}$$

±.....

$$\sin j\beta = -j \sin \beta = \tanh(gd^{-1}\beta) = -\sin(-\beta)$$

$$\cos j\beta = \cosh j\beta = \operatorname{sech}(gd^{-1}\beta) = \operatorname{csc}(-\beta)$$

HYPERBOLIC

$$\sinh \theta = \frac{\epsilon^{\theta} - \epsilon^{-\theta}}{2} = \theta + \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^5}{5!} + \frac{\theta^7}{7!} + \dots (1)$$

$$\cosh \theta = \frac{\epsilon^{\theta} + \epsilon^{-\theta}}{2} = 1 + \frac{\theta^2}{2!} + \frac{\theta^4}{4!} + \frac{\theta^6}{6!} + \dots (2)$$

$$\tanh \theta = \frac{\sinh \theta}{\cosh \theta} = \theta - \frac{\theta^3}{3} + \frac{2\theta^5}{15} - \frac{17\theta^7}{315} + \dots (3)$$

$$\operatorname{sech} \theta = 1/\cosh \theta = \theta - \frac{\theta^2}{2} + \frac{5\theta^4}{24} - \frac{61\theta^6}{720} + \dots (4)$$

$$\operatorname{cosech} \theta = 1/\sinh \theta = \sqrt{\coth^2 \theta - 1} (5)$$

$$\coth \theta = 1/\tanh \theta = \frac{\epsilon^{\theta} + \epsilon^{-\theta}}{\epsilon^{\theta} - \epsilon^{-\theta}} = \frac{\epsilon^{2\theta} + 1}{\epsilon^{2\theta} - 1} (6)$$

$$\epsilon^{\pm \theta} = \cosh \theta \pm \sinh \theta = 1 \pm \theta + \frac{\theta^2}{2!} \pm \frac{\theta^3}{3!} + \frac{\theta^4}{4!}$$

±.....

$$\sinh \theta = -j \sin j\theta = \tan(gd\theta) = -\sinh(-\theta) (7)$$

$$\cosh \theta = \cos j\theta = \sec(gd\theta) = \cosh(-\theta) (8)$$

$$\sinh 2\theta = -\tanh j\theta = \sin(gd\theta) = -\tanh(-\theta) (10)$$

$$\sinh \theta = 2 \sinh \theta \cosh \theta = \frac{2 \tanh \theta}{1 - \tanh^2 \theta} (11)$$

$$\cosh 2\theta = \cosh^2 \theta + \sinh^2 \theta = 2 \cosh^2 \theta - 1 (12)$$

$$\tanh 2\theta = \frac{2 \tanh \theta}{1 + \tanh^2 \theta} = \frac{2 \coth \theta}{\coth^2 \theta + 1}$$

$$= \frac{2}{\coth \theta + \tanh \theta} (13)$$

$$\tanh 2\theta = \frac{\coth^2 \theta + 1}{2 \coth \theta} = \frac{1 + \tanh^2 \theta}{2 \tanh \theta} = \frac{\coth \theta + \tanh \theta}{2} (14)$$

$$\sinh 2\theta = \frac{\sin \theta}{2 \cosh \frac{\theta}{2}} = \sqrt{\frac{\cosh \theta - 1}{2}} (15)$$

$$\cosh \frac{\theta}{2} = \frac{\sinh \theta}{2 \sin \frac{\theta}{2}} = \sqrt{\frac{\cosh \theta + 1}{2}} (16)$$

$$\tanh \frac{\theta}{2} = \frac{\sinh \theta}{1 + \cosh \theta} = \frac{\cosh \theta - 1}{\sinh \theta} = \sqrt{\frac{\cosh \theta - 1}{\cosh \theta + 1}} (17)$$

$$\cosh^2 \theta - \sinh^2 \theta = 1 (18)$$

$$\tan \beta = -j \tanh j\beta = \sinh(gd^{-1}\beta) = -\tan(-\beta)$$

$$\sin 2\beta = 2 \sin \beta \cos \beta = \frac{2 \tan \beta}{1 + \tan^2 \beta}$$

$$\cos 2\beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \beta = 2 \cos^2 \beta - 1$$

$$\tan 2\beta = \frac{2 \tan \beta}{1 - \tan^2 \beta} = \frac{2 \cot \beta}{\cot^2 \beta - 1} = \frac{2}{\cos \beta \cdot \tan \beta}$$

$$\cot 2\beta = \frac{\cot^2 \beta - 1}{2 \cot \beta} = \frac{1 - \tan^2 \beta}{2 \tan \beta} = \frac{\cot \beta - \tan \beta}{2}$$

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

$$\cos \frac{\beta}{2} = \frac{\sin \beta}{2 \sin \frac{\beta}{2}} = \sqrt{\frac{1 + \cos \beta}{2}}$$

$$\tan \frac{\beta}{2} = \frac{\sin \beta}{1 + \cos \beta} = \frac{1 - \cos \beta}{\sin \beta} = \sqrt{\frac{1 - \cos \beta}{1 + \cos \beta}}$$

$$\cos^2 \beta + \sin^2 \beta = 1$$

$$\begin{aligned} \operatorname{cosec}^2 \beta - \cot^2 \beta &= 1 \\ \sec^2 \beta - \tan^2 \beta &= 1 \\ \sin(\beta_1 \pm \beta_2) &= \sin \beta_1 \cos \beta_2 \pm \cos \beta_1 \sin \beta_2 \\ \cos(\beta_1 \pm \beta_2) &= \cos \beta_1 \cos \beta_2 \mp \sin \beta_1 \sin \beta_2 \\ \tan(\beta_1 \pm \beta_2) &= \frac{\tan \beta_1 \pm \tan \beta_2}{1 \mp \tan \beta_1 \tan \beta_2} \\ \sin(\beta \pm 2n\pi) &= 2 \sin \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} \cos \frac{\beta_1 - \beta_2}{2} \\ \sin(\beta \pm 2n\pi) &= \sin \beta \\ \cos(\beta \pm 2n\pi) &= \cos \beta \\ \tan(\beta \pm n\pi) &= \tan \beta \\ \sin\left(\beta \pm \frac{\pi}{2}\right) &= \pm \cos \beta \\ \cos\left(\beta \pm \frac{\pi}{2}\right) &= \mp \sin \beta \\ \tan\left(\beta \pm \frac{\pi}{2}\right) &= \mp \cot \beta \\ \cot\left(\beta \pm \frac{\pi}{2}\right) &= \mp \tan \beta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \operatorname{cot} h^2 \theta - \operatorname{cosec} h^2 \theta &= 1 \quad (19) \\ \operatorname{sech}^2 \theta + \tanh^2 \theta &= 1 \quad (20) \\ \sinh(\theta_1 \pm \theta_2) &= \sinh \theta_1 \cosh \theta_2 \pm \cosh \theta_1 \sinh \theta_2 \quad (21) \\ \cosh(\theta_1 \pm \theta_2) &= \cosh \theta_1 \cosh \theta_2 \pm \sinh \theta_1 \sinh \theta_2 \quad (22) \\ \tanh(\theta_1 + \theta_2) &= \frac{\tanh \theta_1 \pm \tanh \theta_2}{1 \pm \tanh \theta_1 \tanh \theta_2} \quad (23) \\ \sinh \theta_1 + \sinh \theta_2 &= 2 \sinh \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} \cdot \cos \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \quad (24) \\ \sinh(\theta_1 \pm 2jn\pi) &= \sinh \theta \quad (25) \\ \cosh(\theta_1 \pm 2jn\pi) &= \cosh \theta \quad (26) \\ \tanh(\theta \pm jn\pi) &= \tanh \theta \quad (27) \\ \sinh\left(\theta \pm j\frac{\pi}{2}\right) &= \pm j \cosh \theta \quad (28) \\ \cosh\left(\theta \pm j\frac{\pi}{2}\right) &= \pm j \sinh \theta \quad (29) \\ \tanh\left(\theta \pm j\frac{\pi}{2}\right) &= \cot h \theta \quad (30) \\ \operatorname{cot} h\left(\theta \pm j\frac{\pi}{2}\right) &= \tan h \theta \quad (31) \end{aligned}$$

$$a \cos \beta \pm b \sin \beta = \sqrt{a^2 + b^2} \cos\left(\beta \mp \tan^{-1} \frac{b}{a}\right)$$

$$\begin{aligned} a e^{j\beta} \pm b e^{-j\beta} &= (a \pm b) \cos \beta + j(a \mp b) \sin \beta \\ \sin(\beta_1 + \beta_2) + \sin(\beta_1 - \beta_2) &= 2 \sin \beta_1 \cos \beta_2 \\ \cos(\beta_1 + \beta_2) + \cos(\beta_1 - \beta_2) &= 2 \cos \beta_1 \cos \beta_2 \end{aligned}$$

$$\sin(\beta_1 \pm j\beta_2) = \sin \beta_1 \cosh \beta_2 \pm j \cos \beta_1 \sinh \beta_2$$

$$\cos(\beta_1 \pm j\beta_2) = \cos \beta_1 \cosh \beta_2 \pm j \sin \beta_1 \sinh \beta_2$$

$$a \cosh \theta \pm b \sinh \theta$$

$$= \sqrt{a^2 - b^2} \cosh\left(\theta \pm \tanh^{-1} \frac{b}{a}\right) \quad a > b$$

$$= \sqrt{b^2 - a^2} \sinh\left(\theta \pm \tanh^{-1} \frac{a}{b}\right) \quad a < b$$

(32)

(33)

(34)

(35)

(36)

(37)

(38)

(39)

(40)

(41)

$$\begin{aligned} \tan(\beta_1 \pm j\beta_2) &= \frac{\sin\beta_1 \cosh\beta_2 \pm j \cos\beta_1 \sinh\beta_2}{\cos\beta_1 \cosh\beta_2 \mp j \sin\beta_1 \sinh\beta_2} \\ \sin^{-1}(u \pm jv) &= \sin^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(1+u)^2 + v^2} - \sqrt{(1-u)^2 + v^2}}{2} \right\} \\ \pm j \cos^{-1} &\left\{ \frac{\sqrt{(1+u)^2 + v^2} + \sqrt{(1-u)^2 + v^2}}{2} \right\} \\ \cos^{-1}(u \pm jv) &= \cos^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(1+u)^2 + v^2} + \sqrt{(1-u)^2 + v^2}}{2} \right\} \\ \mp j \cosh^{-1} &\left\{ \frac{\sqrt{(1+u)^2 + v^2} + \sqrt{(1-u)^2 + v^2}}{2} \right\} \\ \tan^{-1}(u \pm jv) &= \left\{ \frac{\pi - \tan^{-1} \left(\frac{u}{\pm u - 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{u}{\pm v + 1} \right)}{2} \right\} \\ &= \pm j \frac{1}{2} \log_h \sqrt{\frac{(1 \pm v)^2 + u^2}{(1 \pm v)^2 + u^2}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tan(\theta_1 \pm j\theta_2) &= \frac{\sinh 2\theta_1 \pm j \sin 2\theta_2}{\cosh 2\theta_1 + \cos 2\theta_2} \quad (42) \\ \sinh^{-1}(u \pm jv) &= \cosh^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(1+v)^2 + u^2} + \sqrt{(1-v)^2 + u^2}}{2} \right\} \\ \pm j \sin^{-1} &\left\{ \frac{\sqrt{(1+v)^2 + u^2} - \sqrt{(1-v)^2 + u^2}}{2} \right\} \quad (43) \\ \cosh^{-1}(u \pm jv) &= \cosh^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(1+u)^2 + v^2} + \sqrt{(1-u)^2 + v^2}}{2} \right\} \\ \pm j \cos^{-1} &\left\{ \frac{\sqrt{(1+u)^2 + v^2} + \sqrt{(1-u)^2 + v^2}}{2} \right\} \quad (44) \\ \tanh^{-1}(u \pm jv) &= \frac{1}{2} \log_h \sqrt{\frac{(1+u)^2 + v^2}{(1-u)^2 + v^2}} \\ &+ j \left\{ \frac{\pi - \tan^{-1} \left(\frac{u+1}{\pm v} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{u-1}{\pm v} \right)}{2} \right\} \quad (45) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin^{-1} u &= -j \sinh^{-1} ju = -j \log_h(j + \sqrt{1-u^2}) \\ \cos^{-1} u &= -j \cosh^{-1} j = -j \log_h(u + j\sqrt{1-u^2}) \\ \tan^{-1} u &= -j \tanh^{-1} ju = -\frac{j}{2} \log_h \frac{1+ju}{1-ju} \\ \frac{d \sin \beta}{d \beta} &= \cos \beta \\ \frac{d \cos \beta}{d \beta} &= -\sin \beta \\ \frac{d \tan \beta}{d \beta} &= \sec^2 \beta \\ \int \sin \beta d \beta &= -\cos \beta \\ \int \cos \beta d \beta &= \sin \beta \\ \int \tan \beta d \beta &= -\log_h \cos \beta \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sinh^{-1} u &= -j \sin^{-1} ju = \log_h(u + \sqrt{1+u^2}) \quad (46) \\ \cosh^{-1} u &= j \cos^{-1} u = \log_h(u + \sqrt{u^2-1}) \quad (47) \\ \tanh^{-1} u &= -j \tan^{-1} ju = \frac{1}{2} \log_h \frac{u+1}{u-1} \quad (48) \\ \frac{d \sinh \theta}{d \theta} &= \cosh \theta \quad (48) \\ \frac{d \cosh \theta}{d \theta} &= \sinh \theta \quad (49) \\ \frac{d \tanh \theta}{d \theta} &= \operatorname{sech}^2 \theta \quad (51) \\ \int \sinh \theta d \theta &= \cosh \theta \quad (52) \\ \int \cosh \theta d \theta &= \sinh \theta \quad (53) \\ \int \tanh \theta d \theta &= \log_h \cosh \theta \quad (54) \end{aligned}$$

最新電力輸送及配電
配電篇

不許
複製

定價金 五 圓

大正十五年八月廿五日 印刷
大正十五年九月一日 發行

著 者 荒 井 源 三 郎

發 行 兼 浪 岡 具 雄
印 刷 人 東京神田錦町三ノ一八

印 刷 所 株式
會社 オーム社印刷部
東京神田錦町三ノ一八

發行所 株式
會社 オーム社

東京神田錦町三ノ一八 振替東京20018
大阪北區堂ビル六一六 振替大阪69205

才叢書 第一卷

工學博士 西健先生序 明電舎技師 工學士 石山龍雄氏著

回轉變流機の理論と應用

菊判洋装全三百頁 金文字入箱附 色刷寫真版口繪入り

挿圖百十數 圖表二百餘 (送料十八錢)

第一章 回轉變流機の歴史及電壓調整法
 第二章 回轉變流機の一般理論
 第三章 回轉變流機の並列運轉
 第四章 回轉變流機と閃絡現象
 第五章 回轉變流機との調動方法
 第六章 回轉變流機の使用
 第七章 回轉變流機の試験法
 第八章 回轉變流機と閃絡現象
 第九章 回轉變流機との調動方法
 第十章 回轉變流機の使用
 第十一章 回轉變流機の試験法
 第十二章 回轉變流機との調動方法
 第十三章 回轉變流機の使用
 第十四章 回轉變流機の試験法
 第十五章 回轉變流機との調動方法
 第十六章 回轉變流機の使用
 第十七章 回轉變流機の試験法
 第十八章 回轉變流機との調動方法
 第十九章 回轉變流機の使用
 第二十章 回轉變流機の試験法
 第二十一章 回轉變流機との調動方法
 第二十二章 回轉變流機の使用
 第二十三章 回轉變流機の試験法
 第二十四章 回轉變流機との調動方法
 第二十五章 回轉變流機の使用
 第二十六章 回轉變流機の試験法
 第二十七章 回轉變流機との調動方法
 第二十八章 回轉變流機の使用
 第二十九章 回轉變流機の試験法
 第三十章 回轉變流機との調動方法

オーム社編輯部編

遞試問題集

三五版 總クローズ 本文四四四頁 挿圖二三四圖 定價金貳圓 送料十八錢

明治四十四年、電氣事業主任技術者資格檢定制開始以來、本年度に至る十數年間施行せられたる試験問題を、科目別に排列し、更に之を種別したるものであつて、殊に製本に意を用ひ、三五版瀟洒なる美本に裝幀し、之に爪掛をも附して、讀者の利便に供した。尙ほ附録として遞試受験案内を附し、試験規則、受験者心得等を載せたもので、遞試受験者の絶好なる參考書である。

電機學校校長 工學士 加藤靜夫氏序 前函館工業
電機學校教務部長 工學士 國分武胤氏閱 學校講師 持木勇次郎氏著

初等配電法

菊版洋裝 總クローズ函入 本文二〇八頁 挿圖一五〇個

定價金壹圓八拾錢 送料二十錢

第一章 總説、第二章 配電方式、第三章 配電用變壓器、第四章 電壓降下と配電電
壓の調整、第五章 配電論理、第六章 配電線路の保安裝置、第七章 架空配電線路
の設計、第八章 架空電線路の建設及検査
著者は多年函館の工業學校に教鞭を執り、配電法の方面に造詣淺からぬのみならず、
遞試二種の資格を贏ち得た人で、——蛇の道はへびが知る——の譬に洩れず、遞試受
験者の爲めには殊に痒い所へ手が届く様な懇到な書きぶりである。遞試に應ぜらるゝ
士は勿論、現在實務に當らるゝ各位に於ても是非一本を備へらるべき良著である。

工學博士 箕原勉先生序 工學士 深井宗吉氏 共著
工學博士 谷村豊太郎先生序 池谷増太氏
工學博士 西健先生序

才叢第一
社書卷四

交流理論及其の計算法

菊判洋裝全五百八十頁 定價五圓 送料二十七錢
挿圖數百餘

第一章 ベクトル及交番電壓電流 第二章 複素數と交流計算法 第三章
多相交流 第四章 亂波形起電力 第五章 鐵心を有するコイルの誘導係
數 第六章 變壓器の理論及方程式 第七章 電氣用數學公式解説 附表
本書は深遠なる交流理論を解くに當りて、一々適切なる例題を拉し來り懇切丁寧なる
計算法を明示せるものにして、其の第七章に至りては電氣用數學諸公式を如何なる初
學者にも理解する様に徹底的の解説を試みて、ひとり交流理論の計算のみならず電氣
問題の凡ゆる計算法を概括したものである。

逓信省工務局長 稲田三之助氏序
電氣學會會長 工學士中上 豊吉氏 共著
工學士小野 孝氏

無線電信電話

菊判洋装 本文五九七頁 挿圖五〇〇圖餘

定價五圓五拾錢 送料二十八錢

第一章緒論 第二章振動電流 第三章結合電路及共振 第四章送信装置 第五章受信装置 第六章真空管 第七章電波の輻射と傳播 第八章空中線及接地 第九章無線電話 第十章測定器及測定法 第十一章無線装置の特種なる應用方面

東京朝日新聞は本書を評して曰く『所謂通俗と銘打つたもの良否取りませぬ。本書は多過ぎるが、少し高級の無線學を研究せんとする人は良参考書は極めて少ない。本書は多過ぎるが、少し高級の無線學を研究せんとする人は良参考書は極めて少ない。本書は多過ぎるが、少し高級の無線學を研究せんとする人は良参考書は極めて少ない。』

逓信省工務局長 工學士 稲田三之助氏序
電氣學會會長 工學士中上 豊吉氏 共著
工學士小野 孝氏

短波長無線電信電話

菊版洋装 總クローズ 本文二四九頁 挿圖一六五個

定價金參圓 送料二十二錢

最近真空管を以てする極めて短い波長の發生が可能となり、實驗の結果、長距離通信上極めて効果の卓越することが發見され、ラヂオ界に一新利用を開拓するに至つた。著者兩氏は直接其實験研究の任に當り、潛心研鑽の效空しからずして、遂に短波長通信上極めて有益なる成績を得、殊に短波長無線電話に關しては世界的レコードを造られたのである。本書は此盛名ある著者が其の研究の結果を傾けて集積したるもので、其名著なることは今亦多言を要せぬであらふ。

才ム社編
百故障失策

四六判洋裝
寫真版口繪入り
各九十餘頁
第一輯 六十五錢
第二輯 八十錢
定價 各四錢
送料

容 內

第一輯 發電機及勵磁機 十五節、電動機 十四節、變壓器及變流器 九節、汽罐 四節、蒸氣機關 四節、唧筒 一節、瓦斯發生器 一節、瓦斯機關 一節、水車 三節、水路 一節、配電盤 七節、測定器 二節、蓄電池 二節、送電線 八節、配電線 八節、內線 八節、雜 十二節、附錄

第二輯 發電機及勵磁機 十七節、電動機 十三節、變壓器及變流器 十二節、汽罐汽機 四節、唧筒 三節、瓦斯發生器及瓦斯機關 二節、水車 五節、配電盤 七節、測定器 七節、蓄電池 四節、送電線 六節、配電線 五節、屋內線 六節、電氣鐵道 四節、雜 五節、附錄

563

3

終