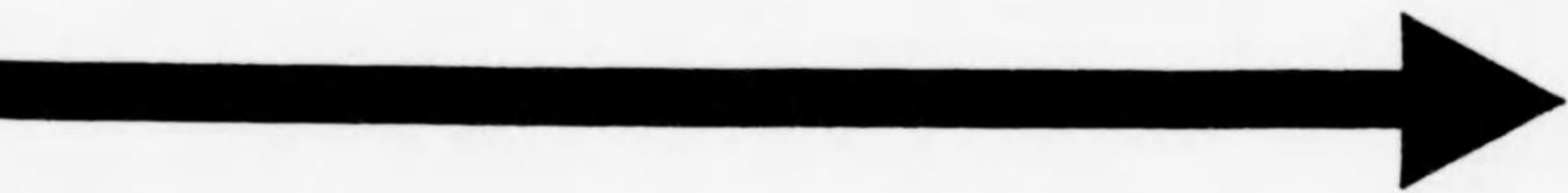


始

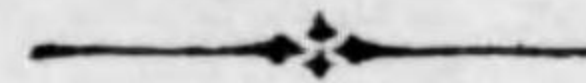


科 目 別

遞試標準解答

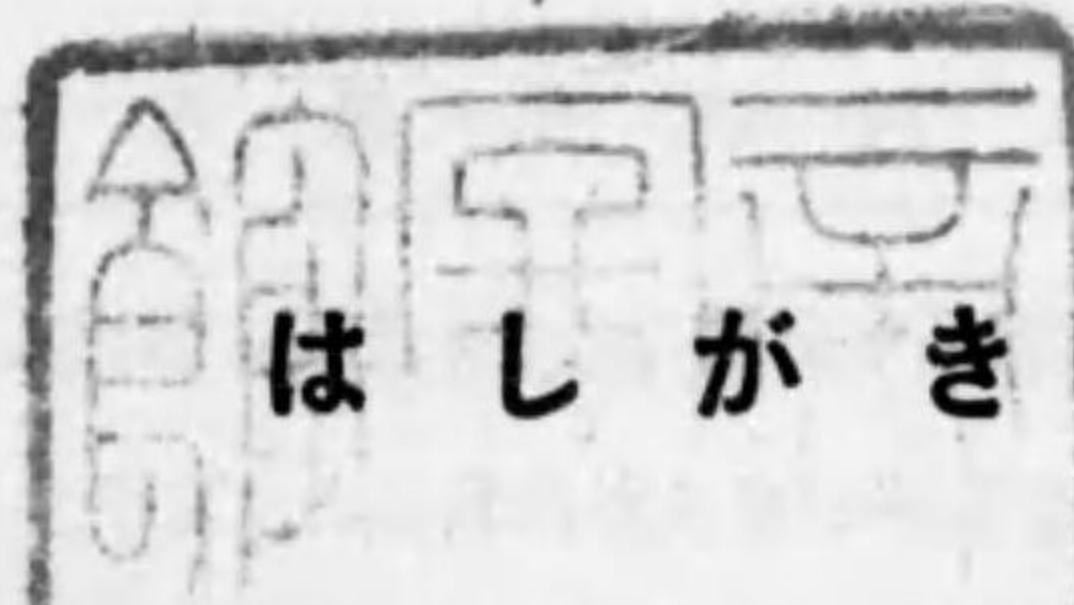
v

電 鐵 之 部



昭和六年五月

電 機 學 校 編



楽器の演奏を練習する人は、二年でも三年でも所謂指馴らしに精進する。初めから自己流で楽譜を奏せようとする人に大成したためしは少い。囲碁将棋を嗜む人が本気に上達を望むならば、吾が應でも定跡を研究せねばならない。對局一點張りで行く者は所詮道楽の範圍を出でない。

學を修める人々に取つて、學校の課程や内外の成書は即ち指馴らしであり、定跡である。秩序と漸進とをモットーとする基礎であり、策源地である。歩一步履み固めて行く底の眞摯な勉學は、どうしても是等に由らねばならない。然るに我が國の電氣工學に志す青年が實力の充分でないうちから好んで奏せようとする曲目、好んで勝敗を争はうとする對局がある。俗に所謂“遞試”，正しい名で電氣事業主任技術者資格檢定試験が即ちそれである。何さまこれは青年電氣技術家の登龍門。之を目掛けて突進する人々の多いのも無理はない。

本校の出身者にも此の試験に應じた人々が非常に多い。“此の問題はどう答へるのが正しいでせう”と云ふ様な質問も屢々受けて來た。それ等が動機となつて、所謂遞試の度毎に、本校から其の解答集を出版し、今や既に十六冊の多きに達し



た。1400頁の六號活字を繙くとき、流石に思出も深いが、扱前述、指馴らしや定跡の事に思ひ到ると、もう少し秩序を正し、系統を重んじた纏め方がありさうなものだと考へざるを得ない。試験も度重ると、適当な問題は出し盡されて了ふから、其の配列を工風すれば前後の脈絡も明になり、略一部の成書に近い効果を齎すであらう。同じ受験準備にしても、智識の整理を兼ねる事が出来る筈だと考へて來たのである。其の産物が此處に讀者の目前に現はれて居る次第。をこの沙汰ではあるが少々手前味噌を並べて見よう。

先づ第一に科目別にした。科目はやはり選試に準じて分けた。即ち

- I 測 定.....電氣理論及電氣磁氣測定
- II 機 械.....電氣機械及變壓器並附屬器具
- III 配 電.....電力輸送配電並蓄電池
- IV 電 燈.....電燈並照明
- V 電 鐵.....電氣鐵道
- VI 發 電.....發電所設計附原動機

の六科目である。さうして各科目とも(電鐵を除く)初等(A)高等(B)の二階梯に分類した。初等とは現制の三種、舊制の五級、四級全部及び現制の二種、舊制の三級、二級のうち比

較的簡易な部分である。其の他を一括して高等と名づけた。然し將來此の解答集の高等の部に屬する問題又は其の變形が三種に出ないとも限らず、反對に初等のものが一種に出るかも知れない。蓋し問題は同じでも、受験者の實力によつて答へ方の變り得る場合が多いからである。

次に各科目とも問題の内容に従つて、數章乃至十數章に分け、同種類の問題、又は連絡のある問題は、年代や級別を無視して、相並べる方針を取つた。愈々實行して見ると意相外に此の點に力を要した。又電氣工學一般に關する問題、口述試験の問題及び他科目に屬して居た問題迄も捕へて來て、夫々の章に編入した。章の分け方には幾分精粗の差を生じたものもある。これには各章の問題數を略揃へたいといふ體裁上の顧慮も手傳つて居る。

又從來の年度別解答集は一日も早く世に公にすることを主眼として、本校職員が其の都度分擔執筆したものである。内容の協議や検査は苟くもしなかつたが、説明の繁閑や記述の筆癖迄統一することは到底出来なかつた。同じ人が書いても八年、十年の歲月を隔てると、彼是、可なり感じの違つたものが出来上る。そこで今回の科目別を實行するに當つては、先づ各科目に二三人づゝの分擔者を定めた。其の分擔者は夫

＊従來の解答の内容を精讀した。協議の上、内容を變改した
ものもある。説明の程度や方式を整理し、用語を統一する爲
め、随分思切つて原稿に筆を加へた。全然舊體を止めない解
答も稀ではない。又目次の外、卷末には級別年度順の便利な
索引を加へた。

之を要するに、吾々は一貫した主義と編輯方針とを以て事
に臨んだ。徒らに糊と鉄とを以て、従來の年度別を今回の科
目別に變へたものではない。敢て標準解答の名を冒すのも聊
か恃む所があるからである。

重ねて言ふ。指馴らしと定跡とでミツシリと仕上げるに越
した事は無い。然し選試は少壯電氣技術家の研學熱と向上心
とを正しく指導する官擧の美制である。人情、早く此の樂譜
を奏で、此の對局に勝を制したいと祈念するのも無理でない
以上、同じ受験準備でも、なるべく學校の課程や一部の成書
に依るのと類似の効果を、此の解答集から收めるやう、切に
讀者の奮勵を促して止まない。

昭和二年六月

電機學校 編輯掛しるす

選 試 標 準 解 答

電 鐵 之 部 目 次

第一章 電車線 (16 問).....	1
第二章 軌道 (14 問).....	12
第三章 歸線 (14 問).....	19
第四章 車輛 (14 問).....	30
第五章 聚電 (14 問).....	38
第六章 電動機 (14 問).....	43
第七章 速度制御法 (12 問).....	53
第八章 制動法 (23 問).....	64
第九章 運轉抵抗 (10 問).....	82
第十章 加速に關する計算(8 問).....	92
第十一章 減速に關する計算(6 問).....	100
第十二章 電動機計算(7 問).....	107
第十三章 車輛運轉法(8 問).....	115
第十四章 運轉計畫 (14 問).....	127
第十五章 發變電所 (12 問).....	142
第十六章 保安信號及び雜題 (12 問).....	154

附 言

古い年代の問題は呎封度式で與へられたのであるが、本
書では時世に鑑み、似た數値のメートル式に改めて置いた。
最近は總てメートル式で與へられてゐるから、其の方が學
習者に取つて便利であらう。

受 験 拾 則

1. 自分の力に餘裕があると思ふ種を受け、一度受けた種は合格する迄變更せぬ事。
2. 既往の試験問題を一讀すること。
3. 参考書はあわてた三讀よりも落付いた一讀を期すること。
4. 電氣雑誌は常に續み、参考となると思ふ所は抜書きし置き、試験前は主として抜書で勉強する事。
5. 試験前三日は適度の運動と浩然の氣を養ふに勉め特に衛生に注意すること。
6. 受験地へは前日位に到着し、当日は定刻 30 分前に受験場に出頭すること。
7. 時間中は出来るだけ落付いて全部の時間を使用する様心掛け、完全無缺を期すること。
8. 試験問題は反覆熟讀すること。
9. 答案は出来るだけ整理し、要をつまみ、讀み易き様奇麗に書くこと。
10. 出来が不充分だと思つても最後まで必ず受験すること。

(遞試問題集受験案内抜萃)

科 目 別 遞 試 標 準 解 答

電 鐵 之 部

(高 等)

電 機 學 校 編

第一章 電 車 線

(1) 下記のものにつき其の概數を記載せよ。

(大正 12 年 II 種 3 のイ及ロ)

(イ) 普通使用する架空電車線の太さ。

{ 最小
最大

(ロ) 直流式電車線に普通使用する種々の電壓。

[解] (イ)

{ 最小 低壓 8 耗, 高壓 10 耗
最大 12 耗又は 110 平方耗

(ロ) 550, 600, 1200, 1500, 2400, 3000 (ヴォルト)

(2) 市街電氣鐵道に於て下記のものに就き其の概数を記せ。

電車線の扯断力。 (大正 14 年 11 種 3 のハ)

[解] 電車線の一平方耗に付き 35 疋位なり。

(3) 電車線吊架材料 (line material) を列記せよ。

(大正 2 年 III 級 3 のロ)

[解] i. 張線若しくはブラケット

ii. アイボルト若しくはボール・クラムプ

iii. 締金物

iv. 耐張碍子

v. 吊子

a. 直線吊子

b. 兩腕曲線吊子

c. 片腕曲線吊子

vi. 電車線イーヤ

a. 直線イーヤ

b. 曲線イーヤ

c. ダブル・ストレーン・イーヤ

d. シングル・ストレーン・イーヤ

e. 饋電イーヤ

f. 接續イーヤ

vii. 接續管

viii. 電車線フロッグ

ix. 電車線交叉子

x. 區分碍子

xi. 區分開閉器

xii. 電車線遮断子

xiii. 引留クラムプ

以下鍵線吊架式用

xiv. 支持用碍子

xv. 吊架用撻線

xvi. 垂吊子

xvii. ステージャー・ブレース

(4) 下記のものにつき其の用途及び作用を説明せよ。

(大正 1 年 III 級 3 のイロハ)

(イ) 曲線碍子 (pull off)

(ロ) 接續イーヤ (spricing ear)

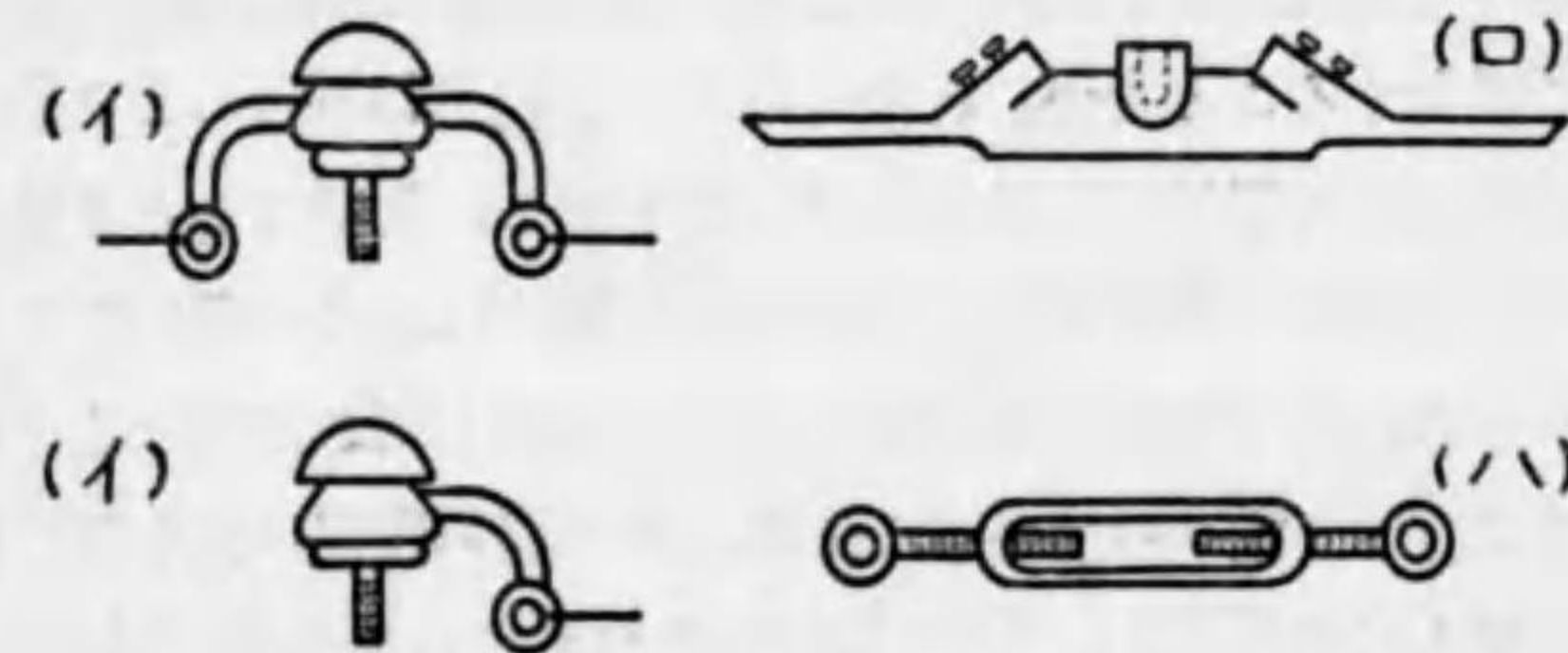
(ハ) 締金物 (turn buckle)

[解] (イ) 電車線を一方或は兩方に引張る必要ある部分即ち電車線が曲線をなす部分に用ふる電車線吊下用の碍子にして、電車線を一方に引張るものを單曲線碍子 (或は片腕曲線吊子)、電車線を兩側に引張るものを雙曲線碍子 (或は兩腕曲線吊子) と稱す。而して前者は急曲部に又後者は緩曲部に使用さる。(第 1 圖イ)

(ロ) 接續イーヤとは電車線を吊子に取付くと同時に電車線を此處に於て接續すべき装置なり。(第 1 圖ロ)

(ハ) 締金物は張線の弛みを調整する爲めに用ひらるゝものにして右螺旋と左螺旋とを切れる二本のアイ・ボルトを一個の鐵棒に通せるものにして、之れを張線中に入れ置く時には鐵棒を右又は左に廻す事によつて兩アイボルト間の距離を變じ以て張線の弛みを調整

第 1 圖



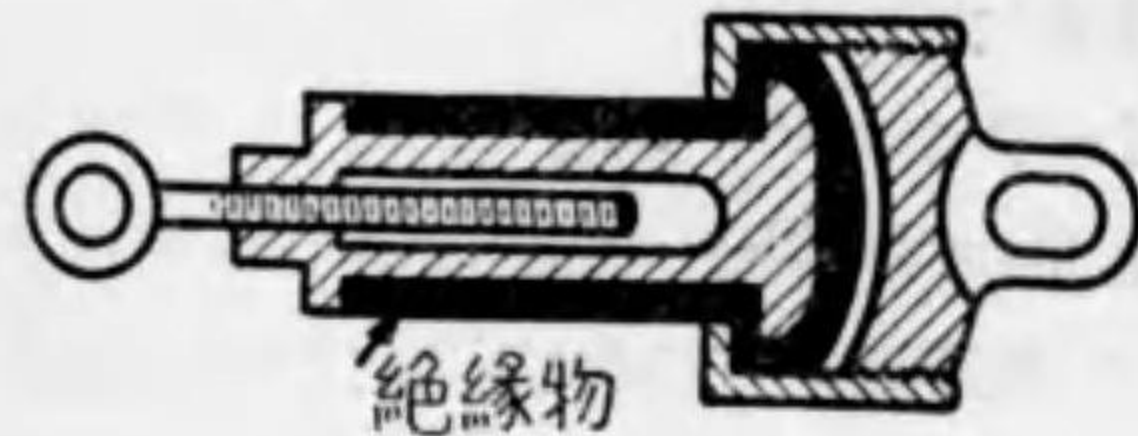
し得るものなり。(第 1 圖ハ)

(5) 下記のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

Brooklyn strain insulator (大正 13 年 II 種 3 のホ)

〔解〕 Brooklyn strain insulator は耐張碍子と締金物とを組み合せたるものにして第 2 圖に示すが如き構造を有す。

第 2 圖



(6) 下記のものに付き其の用途及び作用を略述せよ。

steady strain or steady brace. (大正 8 年 III 級 3 のハ)

〔解〕 steady brace は一種の絶縁棒にして、一端は電車線に、他端は電柱に固定し、以て鏈線吊架式に於ける電車線の横振れする事を防止する用をなし、又曲線部に於て電車線の位置に適當の偏りを與ふるに使用さる。

(7) 電車線の吊架法の種類を挙げ其の相互の得失を記せよ。

(大正 5 年 III 級 2)

〔解〕 普通の架空式に於ける電車線吊架法は腕金式及張線式の二つに區別することを得。腕金式に於ては軌道單線なるとき他の架線諸材料と共に電柱一本及び腕金一箇を要し、複線なるとき普通電柱一本及び腕金二本を要す。又張線式に於ては軌道の單線なると複線なるとに係らず電柱二本を要す。故に經濟上何れが利なるやは其の土地に於ける電柱の價格等に依り、又線路の狀況に依り其の他の得失も異なるべけれども、一般に單線軌道に於ては腕金式、複線軌道に

於ては張線式を利とす。但し張線式に於ては張線中何れの部分に電車線を懸吊するも可なれども、腕金式に於ては此の便利なく、曲線部分にありて柱間距離を張線式よりも短縮するか又は長さの著しく大なる腕金を使用するかの必要ありて、腕金式を一般に使用する場合と雖曲線部分のみは張線式に依るを利且つ便とす。

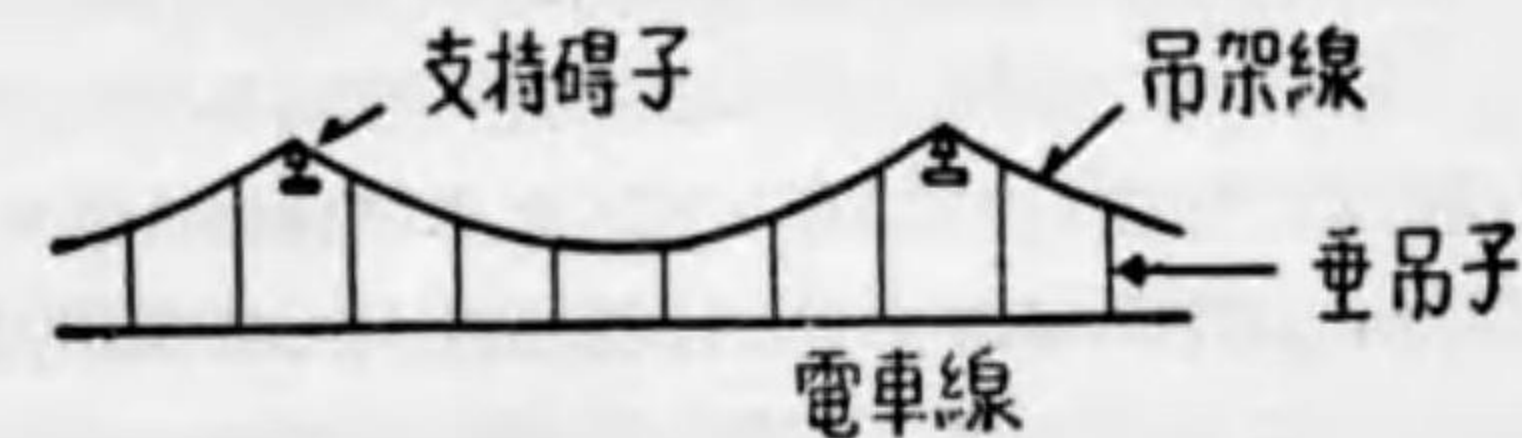
普通の架空式と異なる鏈線吊架式は、電車線路の構造複雑にして従て費用を多く要すれども、電車線の絶縁を良好にし、又電車線の高さを成るべく一様ならしめて、トロリーの電車線より外るゝの處を減ずる爲に、電車線電壓の高き場合及び高速度電車を運轉する場合に使用せらるものなり。此の場合には腕金式及び張線式の外ブリッジ式あり。普通には腕金式は張線式よりも吊架線の支持法容易にして、又ブリッジ式よりも費用少なきを以て、此の式を使用するを可とするも、軌道の全幅極めて大なる時は張線式又はブリッジ式を使用せざるべからず。而して此の場合、張線式とブリッジ式とを比較すれば、張線式は其の構造堅牢ならざるも建設の費用少なく殊に曲線部分に於て便利なり。但しブリッジ式は電車線と同時に多くの饋電線及び高壓送電線をも支持する場合に適す。

(8) 電車線の各種の鏈線吊架式 (catenary suspension) の構造を圖を以て説明し其の得失を比較せよ。 (大正 1 年 I 級 2)

〔解〕 鏈線吊架式を構造より分類すれば單鏈線、二重鏈線、複鏈線の三種に分たる。

單鏈線式の構造は第 3 圖に示す如くにして、電車線は垂吊子に依

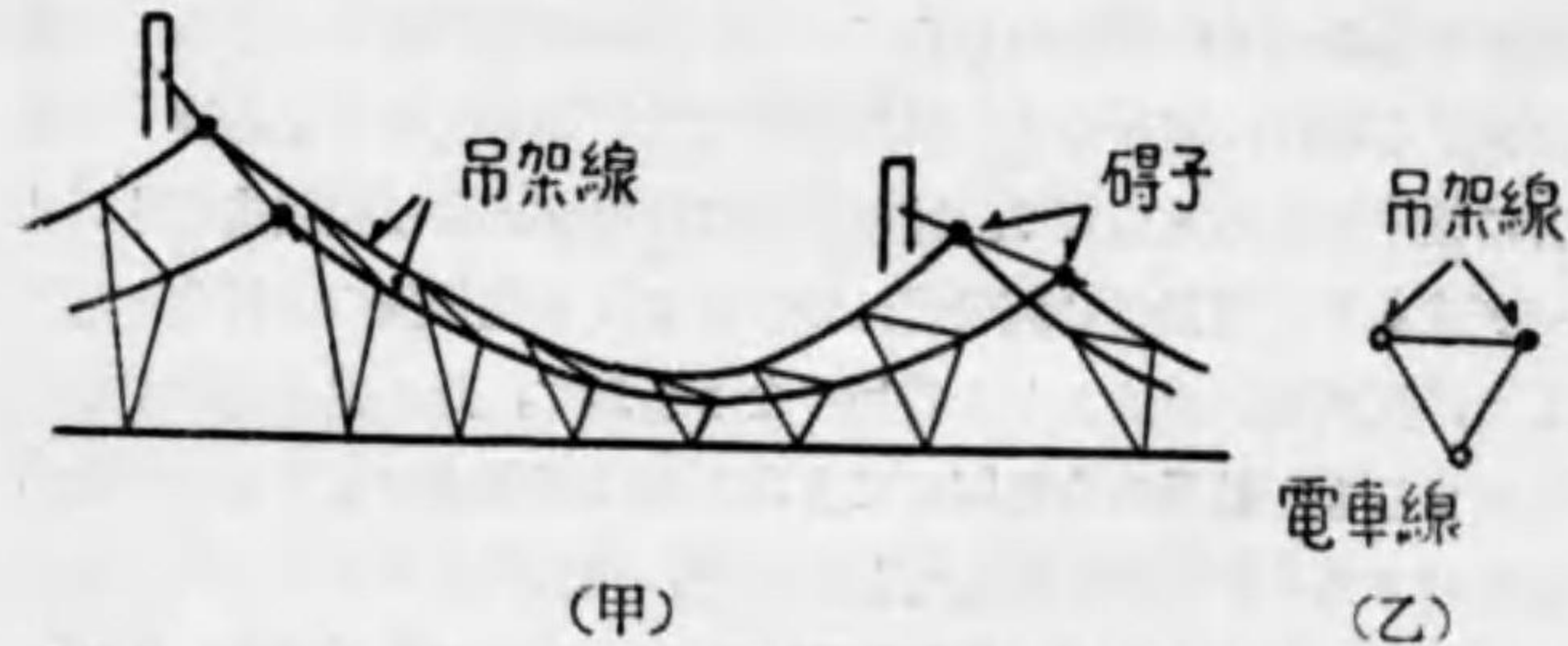
第 3 圖



りて一本の吊架線に懸吊せらるゝものにして、吊架線は張線ブラケット或はブリッジに碍子に依つて支へらる。

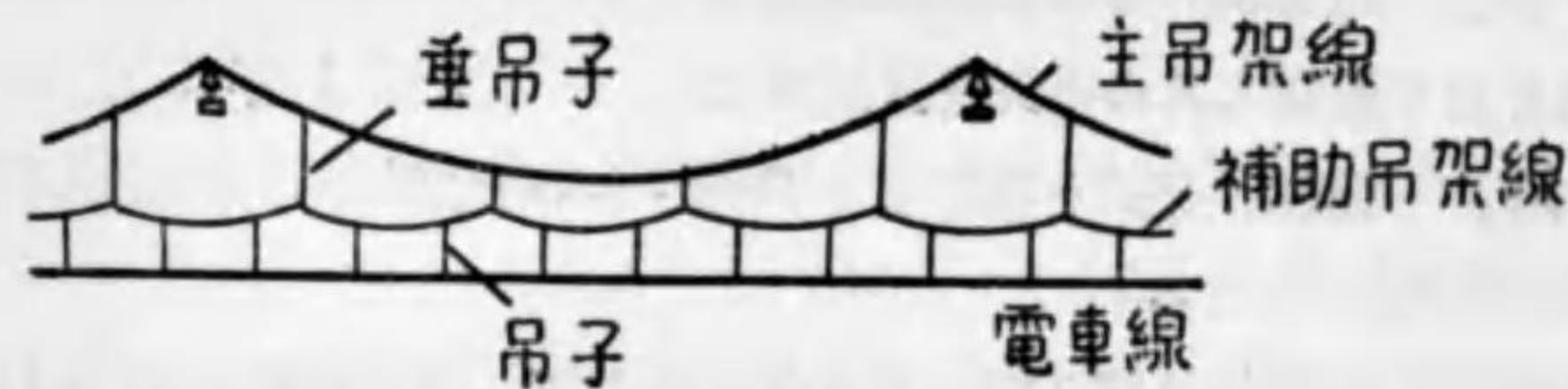
二重鏈線式は第4圖に示すか如き構造を有し、電車線は其の上方に於て水平に相並べる二本の吊架線に懸吊さるゝものにして、二本の吊架線と電車線とは第4圖乙に示す如く三角形に排列されて、此の三角形は支持點間の中央に至るに従ひ漸次小となる。

第 4 圖



複鏈線式は第5圖に示す如く一條の吊架線より垂吊子にて補助線を懸垂し、此の補助吊架線より吊子によりて電車線を懸垂するものなり。

第 5 圖



今以上の三種の支持法に就て其の得失を比較すれば次の如し。單鏈線式は他式に比し其の構造法最も簡單にして手數少く建設費小なるの利あれども、柱間距離長くなれば電車線が横振をなすの欠點あり。二重鏈線式は他式に比し横振なきを以つて高速度のものに用ひて利あれども、建設費大なると餘りに堅固なる爲め電車線を損する虞れは他の式よりも大なるの不利あり。複鏈線式は他の式に比し一

層電車線を水平ならしむるを得るの利あれども、横振れを生じ易き點と構造複雑となり建設費を要する事を不利とす。

(9) catenary suspension の特徴並に架線上注意すべき諸點を述べよ。(大正8年II級2)

〔解〕 鏈線吊架式は多數の點に於て電車線を支持し、電車線をして殆んど水平の位置を保たしめ得ると、其の支持法可撓性に富めるとの爲に高速度電車に對して極めて適當す。又此の方式に於ては吊架線を機械的強度並に電氣的絶縁良好なる送電線型碍子に取り付け得べく、又柱間距離を増大して絶縁を施すべき箇所を減じ得るが故に、電車線電壓の高き場合にも適當なり。

鏈線吊架式に於て架線上注意すべき點は次の如し。

(a) 電車線の高さは一定温度に於てのみ一樣にして、其の他の温度にては電車線は基準の高さよりも幾分高く或は低かるべし。此の場合に於て垂吊子にして少しの可撓性をも有せざるときは、聚電子の通過に際し電車線の波動を生ずるとき、電車線の各支持點に於て錠打作用を惹起することあるべきを以て、電車線は成るべく可撓性大なる様架設することを要す。之に對しては勿論可撓垂吊子等適當なる材料を選定することも亦必要なり。

(b) 上述の如く鏈線吊架式に於て電車線は特殊温度に於てのみ水平なるべきを以て、架設の際の温度が平均温度よりも高きときは電車線の弛度を正值とし、平均温度よりも低きときは弛度を負値として適當に定め、平均温度に於て正しく水平となる様架設することを要す。

(c) 軌道の曲線部分に於ては一般に軌道に高度を附するが故に、電車線の位置は軌道中心線上よりも全體として一方に偏らしめ、而して聚電子がトロリーなるときは曲線部分の支持點の數を適宜に定め、各角點に於ける角度を適當にしてトロリーの電車線より外るゝ患を少くし、又聚電子がペンタグラフなるときは支持體の爲に生ず

る想定電車線位置よりの實際電車線の偏倚を一定極限内に保ちて、パンタグラフの電車線より外るゝことなからしむるを要す。

(d) パンタグラフの如き聚電子を用ふる場合には、聚電子の一部のみが甚しく磨耗するを防止する爲め、軌道の直線部分に於ても電車線を正しく一直線に架設せず、交互に左右に偏らして千鳥形に架設することあり。但し電車の rolling, 電車線の横振れ等に基因するパンタグラフ接觸面左右の動搖は意外に大なるを常とすれば、實際上は故意に千鳥形架線を施す必要を見ざること多し。

(10) 高速度電氣鐵道に於て電車の各種聚電子 (current collector) に應ずる架空電車線の曲線部に於ける架線に關し注意すべき事項を記述せよ。 (大正 5 年 II 級 3)

〔解〕 線路の曲線部分に於て電車線の形狀を軌道曲線の形狀と全く同一ならしむることは不可能なるを以て、此の部分に於ては電車線は多角形を爲さしむるが如く之を吊架するものなるが、聚電子にトロリー棒を使用する場合に多角形の屈折の角度大なれば、トロリーは是等の屈折點に於て電車線より外るゝ處甚しくして、高速度電車の場合に於て殊に然りとす。然れば曲線部分に於て電車線を吊架する場合には、軌道の高度、電車線の高さ、電車の高さ、トロリー棒の取付位置、トロリー棒の長さ等に應じて其の位置を適當ならしむると共に、柱間距離を相當に短縮し又は曲線碍子を用ひて多くの點に於て電車線を一方に引付け、多角形の屈折角度を適當の範圍に制限することを要す。

聚電子にパンタグラフの如き種類のものを用ふるときは多角形の角度には別に制限なきも、パンタグラフの電車線より外れざる様軌道の高度、電車線の高さ、パンタグラフ取付位置、パンタグラフ接觸片の幅等に應じ、柱間距離を相當に短縮し、ステヂー・ブレースを使用し若くは back bone 線及び bridle pull off 線を用ひて電車線を一方に引付くると共に、電車線が軌道中心線上よりの偏倚を適當に

制限することを要す。

(11) 電車の聚電子 (current collector) としてパンタグラフ (pantagraph) を使用せる場合架線上特に注意すべき要點を列記せよ。 (大正 10 年 II 種 3)

〔解〕 パンタグラフを使用するは多く、高速度の長距離電車(従つて高壓)の場合なるべし。高速度なるが故に、電車線の高低一定ならざるに基因するパンタグラフの接觸面不斷の上下動は架空線に有害なる衝撃を與ふ。又高壓なるが故に柱間距離大なるを良とし、柱間距離大なれば、普通の架線法にては弛度を大にし、パンタグラフの衝撃を誘致す。故に此の場合に於ける架空線の構造としては鏈線吊架式を用ひ、軌道面と電車線とを成るべく平行に保持するを良とす。又適當なる steady brace を用ひ、パンタグラフの彈力に依る、架空線の動搖を避くべし。

トロリー棒を使用する場合には、軌道の中心線と電車線とが同一鉛直面に在るを要するも、パンタグラフに對しては此の要求幾分緩和せらる。pan (又は roller) に相當大なる左右の幅あるを以てなり。但し pan の磨滅を其の幅員全體に一様に分布する目的を以て、電車線を千鳥形に架設する場合には、其の軌道中心よりの偏倚の大小を決定する上に細心の注意を要す。電車の rolling, 軌道曲線部の cant, 電車線の横振れ、各部構造上の缺陷等に基因する接觸面左右の動搖は意外に大なるを常とすればなり。實際上多くは故意に千鳥形架線を施す必要を見ず。

(12) 架空電車線の切斷する原因を列記せよ。

(大正 11 年 II 種 1)

(13) 電車線の斷線を生ずる主因及び其の豫防法を記述せよ。

(大正 3 年 II 級 2)

〔解〕 (イ) 電車線の弛みが接續管又は區分碍子等まで聚電子に押され來つて切斷する場合。

(ロ) 電車線の弛み甚しき箇所を電車が高速度にて走行する場合

(ハ) 電車線の磨滅せる爲め。

(ニ) 電車線の張力強過ぎるとき。

(ホ) 聚電子の壓力不同の場合。

(ヘ) トロリーが電車線より脱離してトロリー棒が電車線を打撃するか、若くは接觸不完全の爲めに烈しき電弧を生じて焼き切れるか、又は脱離するに至らずとも、不完全接觸の爲め電車線がトロリーより不同の力を受けて走行する場合。

以上を電車線斷線の主因とす。依つて其の豫防方法としては聚電子が電車線を壓する壓力を其の場合に應じ適當に調整する事緊要なり。其の他トロリーの材料形狀等を適當に選定する事、電線の弛度を適當にして電線に加ふる張力を一定の値に限定すると共に、電車線高低の差をして甚しからざらしめざる事、電車線の急激なる曲角なからしむる事、架線の際キックなからしむること等なるべし。

(14) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

automatic sectionalising switch. (大正9年II級3のロ)

〔解〕 automatic sectionalising switch は電車線の各 section の端に於て隣接せる two sections を互に電氣的に接續する爲めに設備さるゝ自働開閉器にして、開閉器の側の section のみが電壓を有する場合には、開閉器は閉ぢず、兩側の section が共に電壓を有するに至れば自働的に閉ぢ、又或る section に短絡等が生じ heavy current が隣接せる section より switch を通じて流るゝ時には、直ちに之れが trip されて其の故障 section を自働的に sectionalise する如き作用をなす様装置されあるものなり。

(15) 電車線を注文する時如何なる事項を記すべきか。

(大正3年III級口述2)

(16) 電車線購入仕様書に記載すべき重要な事項を列記せよ。

(大正9年III級2)

〔解〕 太さ(圓形ならば直徑、溝形ならば切斷面積)

所要數量

扯斷力

抵抗

一條の長さ

其の他納入場所、納期等

尙電氣工藝委員會の標準仕様に準據すべき事を附記すべし。

第二章 軌 道

(1) 下記のものにつき其の概数を記載せよ。

電車用軌道に於て普通使用する軌條の重量の範圍。

〔解〕 30 乃至 60 疋 (大正 12 年 II 種 3 のハ)

(2) 下記のものにつき其概数を記入せよ。

一疋に付 P 封度軌條の切斷面積。(大正 6 年 III 級 2 のニ, 大正 11 年 II 種 4 のイ及び大正 12 年再 II 種 3 のイ)

〔解〕 $\frac{P}{10}$ 平方吋

〔註〕 一米に就き P 疋の軌條の切斷面積を A 平方吋とすれば

$$\frac{100A \times (\text{鋼の比重})}{1000} = P$$

$$\therefore A = \frac{10P}{(\text{鋼の比重})} = \frac{10P}{8}$$

(3) 下記の概数を記入せよ。

鐵道の標準軌間(standard gauge) (大正 6 年 III 級一般應用 3 のハ)

〔解〕 4 呎 $8\frac{1}{2}$ 吋(143.5 種)

(4) 下記のものにつき其の概数を記載せよ。

sleeper の壽命。(大正 6 年 I 級 3 のロ及び大正 11 年 II 種 4 のハ)

〔解〕 不注入材を使用するとして 5 乃至 10 年

(5) 半徑小なる曲線の軌道を敷設する場合に當り注意すべき要點を擧げ之を説明せよ。(大正 4 年 II 級 1)

〔解〕 半徑小なる曲線軌條を敷設するとき、注意すべき事項を

擧ぐれば次の如し。

(イ) 高度(cant)を附すること。電車が曲線軌道を通過するときは、遠心力の爲め外側軌條を乗越え脱線せむとする傾向あり。之を防ぐ爲め軌間、曲線の半徑及び曲線を通過する場合の速度に應じ、適當なる程度に外側軌條を内側軌條よりも高くすることを要す。之を高度と稱す。

(ロ) 緩和曲線を用ふること。電車が曲線を出入するとき、其の方向並に軌條の高さ急に變ずれば、電車各部の關係位置の瞬時的變化の爲、電車に激動を與ふるものなり。之を防ぐ爲め渦狀的線路を用ひ初め半徑大なる曲線より、次第に半徑を小にして、遂に所要半徑の曲線に達せしむ。此の渦狀曲線を緩和曲線と稱す。(次問参照)

(ハ) 護輪軌條(guard rail)を用ふること。公道上に敷設する軌道にありて、地勢上曲線の箇所にて高度を附すること能はざるときは、溝型軌條にありては内側軌條に軌條唇の軌條頭よりも高さものを用ひ、又 T 型軌條にありては内側軌條の外側に相當の間隔を置きて別の軌條を敷設し、以つて脱線を防ぐ。是等の特殊溝型軌條及び別に加ふる T 型軌條を何れも護輪軌條と稱す。

(ニ) 曲線に於ける軌間。曲線に於ける軌間は軌道の所定軌間、車輪軌間、車輪の形狀及び寸法、輪軸距、曲線半徑等の關係に依り直線軌道の軌間と同様となすべきか、又は多少の擴度を有せしむべきか等を決定すべきなり。

(ホ) 特殊成分の軌條を用ふること。曲線の箇所は軌條の磨損甚しきを以て、市街地の如く軌條取替容易ならざる場所に在りては、成るべく其の壽命を長くする爲め、特に堅硬なる特殊成分の軌條を用ふるを可とす。例へばマンガニース鋼軌條、ニッケル鋼軌條等を用ふるが如し。

(ヘ) 複線軌道の場合には兩軌道間の遊隙を適當にすること。曲線の箇所に於ては車體の一部は多少軌條外部に突出するを以て、往復の電車が互に支障なく通過し得る爲めに、車の種類に應じ適當に

此の部分の軌道中心間距離を大にするを要す。

(6) 軌道曲線に用ゆる easement curve (又は transition curve) とは如何なるものなりや且つ之れを用ふる理由如何。

(大正 2 年 III 級 3 のイ)

〔解〕 曲線軌條に於ては其の曲線半徑に應じて適當なる高度を軌道に附與せざるべからず。然るに軌道の高さは之れを急激に變ずる事は不可能なれば、もし直線軌條より直に一定半徑の曲線に移る場合には曲線軌道の兩端に於ける高度は其の曲線半徑に適應せざるものとなる事は避くる能はず。従つて電車が直線軌道より曲線軌道に移る際に甚だしく衝動を受く。此の害を除く爲めには曲線半徑が徐々に減少する如き曲線を軌道の直線部と曲線部との中間に挿入して兩者間の連絡を取り、且つ其の曲線半徑に應じて徐々に外部軌條を高くす。此の場合の中間に於ける連絡曲線を easement curve (緩和曲線) と稱す。

(7) 下記のものにつき其の用途及び作用を説明せよ。

(イ) ジム・クロー (jim crow)

(ロ) プロテクトッド・レイル・ボンド (protected rail bond)

(大正 1 年 III 級 3 のニ及びホ)

〔解〕 (イ) 曲線半徑の小なる所即ち曲線の急なる所に使用する軌條は、之れを敷設する前に適當なる形に曲ぐる事必要なり。ジム・クローは此の目的に使用するものにして、之れは軌條を其の兩端にて固定し、中央部に屈曲機械を置きて軌條を適當の形に曲ぐるものなり。

(ロ) 軌條を歸線に使用する時には各軌條を電氣的に接続する事を必要とすべく、此の目的にレイル・ボンドを使用す。此の場合にボンドの盜難或は外物の爲めに破損さるゝ事を防ぐ爲めにフィッシュ・プレートの内部にボンドを置く事多し。斯くの如きボンドをプロテ

クトッド・レイル・ボンドと稱す。

(8) 現今最も廣く實用せらるゝ各種軌條ボンドの種類を列記し、且つ其の得失を比較せよ。 (大正 2 年 III 級 2)

〔解〕 現今多く用ひらるゝ軌條ボンドは次の四種なりとす。

(イ) expanded-terminal bonds.

(ロ) soldered, brazed or welded bonds.

(ハ) amalgam bonds.

(イ) は普通銅製の端子二個ありて之れを連結するに薄銅板或は撚鋼線を以つてす。此のボンドはフィッシュ・プレート下部或は軌條のフレンチ下部に使用するものにして、軌條に穿てる穴に端子を挿入し、其の端子の内部にピンを打ち込むか、或は壓搾器に依つて端子を擴開し、以つて之れを軌條に堅く結合するものなり。少しく高價なれどもフィッシュ・プレート下部に入れたるものは盜難の憂なく且つ脱落の虞れも少し。現今最も廣く使用せらる。

(ロ) は薄銅板を多く集め其の兩端に於て堅く附着せるものを軌條に鐵着或は融接するものなり。此のボンドは軌條頭の側面又は軌條フレンチに於て取り付けらるゝ故、點檢及び取換には便利にして價も廉なれども、盜難及び振動によつて脱落するの虞れは(イ)よりも多し。

(ハ) 柔かきアマルガムを含有する直徑約 1 吋の螺旋バネを有するボンドにして清潔にせるフィッシュ・プレートと軌條との間に入れボルトに依りて締め付くるのみにて足る。依つて取り付け簡單にして盜難の憂もなし。唯高價にして抵抗稍大なるの缺點あり。

(9) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

(イ) テルミット接續 (thermit joint)

(大正 3 年 II 級 3 のイ)

(10) ボンド (bond) を使用せずして単線式電気鐵道の軌條を接合する主なる方法三を列挙せよ。

(大正 7 年 III 級一般應用 2)

〔解〕 ボンドを使用せずして軌條を接合する主なる方法三を列挙すれば次の如し。

(イ) 電気熔接法 (electric welding)。特種の繼目板を以つて軌條身を壓迫し、又軌條端と軌條端との間に空隙ある場合には其の間に鋼鐵片を充填し、然る後強電流を其の接合部に通じて軌條身の兩側に繼目板を熔接する方法なり。

(ロ) 鑄接法 (cast welding)。接合せんとする軌條端を相對せしめ、其の間に空隙あるときには軌條を切斷せるものを以つて其の空隙を充填し、軌條の兩側及び底部を十分に砥礪し、然る後此の部に鑄型を締め付く。而して別の熔鐵爐内にて良質の銑鐵を多量に熔融し置き、之れを前記の如き鑄型内に順次に注入し、斯くて軌條を鑄接せるものなり。

(ハ) テルミット融接法 (thermit welding)。此の方法は(ロ)と同じく鑄接法なるが、融鐵を得るに熔鐵爐を用ひず化學的作用を應用するものにして、テルミットと稱せらるゝ酸化鐵とアルミニウムとの混合物を特種の坩堝内に入れ、其の上に少量の過酸化バリウムとアルミニウムとの混合物を置き、之れに燐寸にて點火する時は過酸化バリウムの酸素とアルミニウムとが化合し、此の際に多量の熱を發生して約 3000°C の高温に達す。此の高温度の爲め酸化鐵の酸素とアルミニウムとが化合し多量の熱を發生し、化學作用は直に坩堝全體に行き互り、酸化鐵は還元せられて純鐵となり熔けて底部に集り、酸化アルミニウムは滓となりて浮ぶ。茲に於て豫め坩堝の下部に設けたる蓋を開きて熔鐵を鑄型内に注入するものなり。

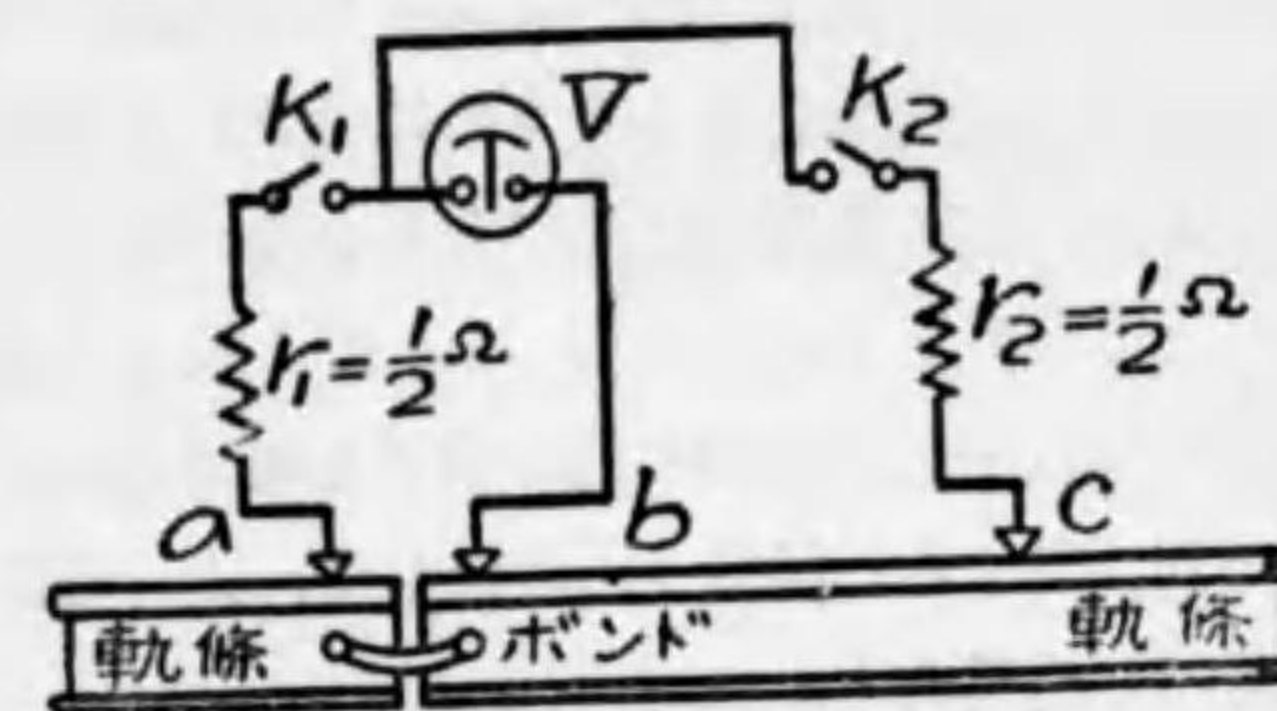
(11) 軌條ボンドの抵抗試験法を説明せよ。

(大正 2 年 II 級 2)

〔解〕 ボンドの抵抗を測定するには通常軌條に流れ居る電流を利用す。然るに此の電流は常に其の値を變じつゝあるものなれば、其の測定には零位法によらざるべからず。通常ボンド抵抗はオームにて表示せずして、敷設せる軌條の長さにて表示す。而して軌條の單位長に對する抵抗は既知のものなるを以つて、之れに依りボンドの抵抗は計算によりて見出し得べし。

圖はミリヴォルト計を用ひてボンドの抵抗を測定する装置にして、 V はミリヴォルト計、 r_1 、 r_2 は相等しき抵抗 ($\frac{1}{2}$ オーム位を可とす)、 a 、 b 及び c は接觸子とす。ミリヴォルト計は目盛の中央に

第 6 圖



零を有するものにして、之れに加へらるゝ電壓の方向により指針は右或は左に傾斜する如きものを使用す。 a 及び b の接觸子は丁度ボンド取付點上に常に一定に保たる。

今圖の如き接觸にて接觸子 c を移動し k_1 、 k_2 を閉ぢたる場合にミリヴォルト計の指針をして零を指示せしむる如き位置を求むれば、ホークストーン・ブリッジの理により ab 間即ちボンドの抵抗は bc 間の軌條抵抗に等しからざるべからず。

(12) 下記のものにつき其の概数を記載せよ。

軌條の相當長さにて表せる軌條ボンド (rail bond) の抵抗。

(大正 10 年 II 種 4 のニ及び大正 11 年 II 種 4 のロ)

〔解〕 軌條 0.5-2.0 米。

(13) 市街電氣鐵道に於て下記のものに就き其の概数を記せ。
軌條と鋼との電氣抵抗の比。 (大正 14 年 2 種 3 のホ)

〔解〕 11:1 但しボンドを込めて考へる時は鋼の 12 乃至 13 倍位と見るべし。

(14) 第三軌條式電氣鐵道の走行軌條 (track rail) と導體軌條 (third rail) とは同一のものにて可なるや。若し差異ありとすれば其の點を述べよ。 (大正 5 年 II 級口述 2)

〔解〕 走行軌條は車輛の大重量を支ふるものなれば、強度の大なるものを要す。且つ其の形狀は一定の重量に對して最も強度の大なる如きものとせざるべからず (例へば工字形或は之に近き形)。之れに反し導體軌條は車輛重量を支ふるものに非ざれば強度は比較的小にしても可なるが、其の導電率は良好ならざるべからず、尙其の形も絶縁に都合よき形狀とする事を得べし。然し餘り導電率大なるものは餘りに弱く聚電子との摩擦の爲に損ずる事甚だし。一般に導體軌條の抵抗は鋼に對する比抵抗 8 内外にして、走行軌條の抵抗は鋼に對し比抵抗 11 内外なり。

第三章 歸 線

(1) 單線式電氣鐵道の軌道の附近に於て地中埋設金屬體あるとき歸線の極を時々轉換するか又は發電機の陰極を之れに接続するを可とするは如何なる理由に基くや。 (明治 44 年 III 級 2)

〔解〕 發電機又は直流電源の陰極を軌道に接続する時には漏洩電流は電車の附近に於て地中管に漏洩し、直流電源の接地點附近に於て地中管より接地點に向つて流出するものにして、地中管は此の電流が流出する部に於て腐蝕さるゝものなり。故に陰極を軌道に接続する場合には、地中管の腐蝕さるゝ部分を電源接地點附近の比較的小區域に限定し得るの利あり。但し此の場合には此の部分に於ける腐蝕が特に大となるを免れず。

歸線の極を時々轉換する場合は、歸線の極が負なる時は發電所附近が腐蝕され、又歸線の極が正なる時は反對に他の部分に於て腐蝕作用が生じ、管路各部分の腐蝕は極を轉換する毎に交互に起るを以つて、地中管平均の壽命を長くするの利あり。但し此の場合には腐蝕さるゝ部分は管路全體に分布するを免れず。

依つて常に陽極を歸線に接続する場合に比すれば時々極を轉換するか又は陰極を歸線に接続する方が若干の利益あるものとす。

(2) 軌道を歸線として用ひたる場合に於て之れに起る所の電壓降下を低くする方法を列記し、其の原理を説明せよ。

(明治 44 年 II 級 4)

〔解〕 (イ) 軌條接続を完全にして軌條接続部分の抵抗を少くする事。

(ロ) 軌條の他に補助歸線を埋設し、之れと軌條とを所々に於て接続する事。

- (ハ) 絶縁陰極饋電線を架設し、之れを軌條に接続する事。
 (ニ) 陰極饋電線内に減壓機 (negative booster) を接続する事。
 (ホ) 直流三線式を採用し軌條を中性線とする事。
 (ロ) (ハ) の方法に於ては軌條と並列に導體を設け、之れに一部の電流を分流せしむるものなるを以つて、軌條に於ける電壓降下を減ずるを得べき事明かなり。

軌道の延長大なるか又は電流大なる時には、補助歸線又は陰極饋電線に極めて太き電線を用ひざるべからず。(ニ) の方法は此の缺點を除く爲めに行はるゝものにして減壓機を以つて饋電線内の電壓降下を補償せしめ、比較的細き饋電線を使用するにも拘らず大部分の電流をよく之れに分流せしめ、以つて軌條に於ける電壓降下を減ずるものなり。

(ホ) の直流三線式電氣鐵道に於ては、複線軌道の場合には一方の軌道に屬する電車線を (+) 線に、他の軌道に屬する電車線を (-) 線とす。又單線軌道に於ては電車線を適當の距離毎に絶縁區分し、各區劃交互に (+) 線及び (-) 線とし、軌道は中性線として使用するものなり。此の法に於ては軌條に通ずる電流は (+) 線の電流と (-) 線の電流との差に相當するものなるを以つて、兩外線の電流が大差なき時には軌道に通ずる電流は平均して僅小となり、従つて其の電壓降下も小とする事を得るものなり。

(3) 單線式電氣鐵道の漏洩電流に依る被害を軽減する爲め地中管路に drainage system を採用する場合に注意すべき事項を説明せよ。
 (大正 12 年 I 種 3)

〔解〕 此の方法は危険區域に於ける地中金屬體を軌條或は發電所或は變電所の陰極母線と電氣的に接続して、漏洩電流が地中金屬體より大地に流出するを阻止するものにして、現今用ひらるゝ方式に三種あり。

(a) 軌條と管とを所々に於て直接電氣的に接続する法。

(b) 地中に補助歸線を埋設し、之れと管路とを所々に於て電氣的に接続する法。

(c) 金屬管と陰極との間に絶縁歸線を使用するものにして、之れに昇壓機を用ふる場合と用ひざる場合との二種あり。

drainage system を採用したる場合に軌條のボンドに局部的缺點あらば、管路に大部分の電流を通ぜしむるに至り、過熱することあり。殊に地中電線の鉛被に在つては其の被害著し。

又管路に高抵抗接続あらば、管路の途中に於て一度大地に逃れ後復歸する漏洩電流大となり、管路の腐蝕を甚しからしむ。故に金屬體が均一なるもの、例へば水道鉛管又は電線鉛被の如きには採用し得るも、一般に普通の鐵管路には適用し難し。

尙他の管路が特別の施設なくして接近せる場合、例へば本法を不完全に施せる水道管と全く施さざる瓦斯管と平行せる時、附近の需要家に於いて兩管路を接觸せしむるが如きことあらば、弧光を發して瓦斯を漏洩せしめ、甚しきは火災を惹起する等、不慮の災害を醸す虞れあり。

依つて drainage system を地中管路に施す場合に於ては、地中管路の電氣抵抗に注意して特に高抵抗の箇所を生ぜしめず、且つ他の地中管路が之れと接近する場合には相當の絶縁方法を講ずべきものとす。

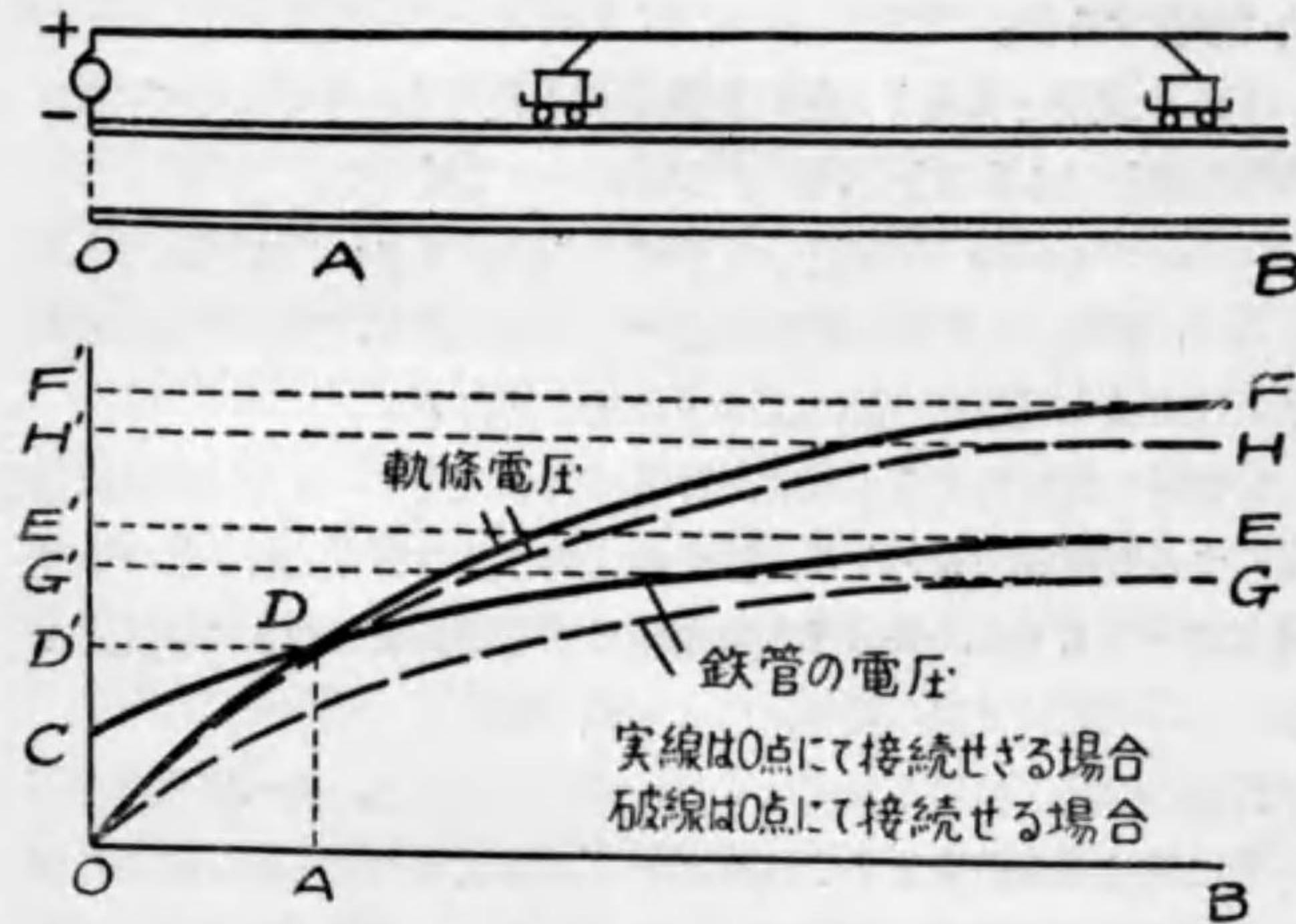
尙此の施設を用ふには地中管路の所有者の承諾を受くべきは言ふを要せざるも逓信大臣の認可を要し且つ三月毎に一回以上其の接続點を試験し其の成績を記録する事を必要とす。(工規 126 條)

(4) 單線式電氣鐵道に於て歸線を接地點附近の地中埋設鐵管に接続するの利害を述べよ。
 (大正 5 年 III 級一般應用 2)

〔解〕 單線架空式電氣鐵道の游流が地中埋設管路を流るゝ場合の軌道及び管路の電壓分布の狀は第 7 圖の如し。

先づ O 點に於て軌道と鐵管とを接続せざる場合を考ふるに OA

第 7 圖



なる部分は電流が鉄管より軌道に向つて流出する部分にして、鉄管を電気分解作用によりて腐蝕す。而して此の部分に於ける腐蝕作用は游流の多少に比例す。又鉄管 AB 間の電壓降下 $E'D'$ は游流の多少に比例す。故に OA 部分に於ける腐蝕作用は $E'D'$ に比例すべし。

AB なる部分に於ては游流は軌道より鉄管に向ふて流入するが故に、一見電気分解作用なきが如しと雖も必ずしも然らず。何んとなれば埋設鉄管の接続點は概して高抵抗を有する事、地中埋設管の軌道と並行せざる事、管路の形状複雑なる事等の諸原因により電流の全部或は一部が鉄管外に流出する部分有るべし。従つて此の AB なる部分に於ても鉄管の腐蝕さるゝ事明かなり。只此の部分に於ける腐蝕は OA の部分に比し其の程度微弱なり。而して此の部分に於ける腐蝕作用の多少も亦 BA 間の電壓降下 $D'E'$ に比例す。

次に O 點に於て鉄管と軌道とを接続する時には軌道及び鉄管路の電壓分布の状は圖中破線の如くに變ずべく、游流が管路より軌道に向つて流るゝ部分即ち腐蝕作用の最大なる部分は消失するも他の

部分に於ける腐蝕作用の大なるは電壓降下 OG' の $D'E'$ に比し大なるより直に知る事を得べし。

以上の理由により O 點にて軌道と鉄管とを接続するは僅小なる部分の腐蝕作用を減ずるも管路全體に亘る鉄管の腐蝕を大にするの害あるが故に接続なき場合よりも寧ろ有害なる結果を生ずべし。但し電線被鉛の如き管路に高抵抗の部分全くなき場合又は鉛管接続にボンドを設ける場合等には有効なる事勿論なりとす。

(5) 單線式直流電氣鐵道に於て軌道の漏洩電流に起因する被害を減少する爲め地中金屬體に施すべき方法四種を列記せよ。

(大正6年II級一般應用2)

(6) 單線式電氣鐵道に於て地中漏洩電流を減少せしむるために用ひらるゝ方法を列舉せよ。

(大正3年III級3)

(7) 單線式電氣鐵道の漏洩電流に因る地中埋設金屬體の被害を軽減する各種の方法を列舉せよ。

(大正9年III級一般4)

(8) 直流單線式電氣鐵道の歸線として軌道を用ゆる場合附近に埋設せる地中鐵管の腐蝕を防止するに必要な方法を記載せよ。

(明治44年I級4)

〔解〕 次の各條に就て施設する事に依つて漏洩電流の地中管路に及ぼす悪影響を軽減する事を得。

(イ) 軌條接続を出來得る限り完全に施し電氣的接続を良好ならしむる事。

(ロ) S 耗銅線又は之と同等以上の導電力を有する補助歸線を敷設し、軌條の接続點二個以下毎に同様の導體を以て軌條と補助線とを接続する法。

(ハ) 絶縁歸線を設け、これを所々に於て軌條又は補助歸線に接

續し、尚軌道の先端に接続せる歸線には減壓機を挿入する事。此の法は最も有効なる方法なりと認めらる。

(ニ) 埋設管の接続部を絶縁する事。此の方法は場合によつては大に有効なれども、時としては接続部附近を腐蝕せしめ或は他の管路への漏洩電流を増加する虞れあり。

(ホ) 地中埋設物の表面をイオナイズせざる物質を以つて塗布する事、管の表面を treated paper 又は textile の如き物にて蔽ふ法。此の方法は常に濕氣に合ふ場所にあつては餘り有効なるものに非ず。

(へ) 歸線の極を隔日に轉換するか、歸線を發電機の陰極に接続する法。

(ト) 歸線の不絶縁部分を地中埋設金屬體より 2 米以上離隔するか、アスファルト及砂より成る厚さ 6 厘以上の絶縁體をコンクリートにて保護し龜裂を生ぜざる様施設せる隔壁を深さ 2 米以上に設くる法。

(チ) drainage system 即ち地中埋設金屬體と軌條とを直接連結する法、或は負極饋電線を金屬體に接続する法。此の方法は發電所附近に於ける危険區域を保護する目的なり。然れども之が爲めに管路には大なる電流を通ずるの缺點あり。

(リ) 軌條及び之に接続する導體を大地間と厚さ 30 厘以上の砂利及び枕木等を以て離隔し、軌條接続點五個以下毎に一回の割合にて兩軌條を 8 耗の銅線又は之と同等以上の導體にて接続する法。或は公道に於ては軌道を混凝土床上に設け、其の周圍道路を適當に補裝する法。

此の他直流三線式を採用し軌條を中性線とする事等の諸法あるも、未だ完全に電解作用を豫防する方法發見されず。

(9) 地中金屬體を埋没しある地域に敷設する單線式電氣鐵道の歸線に關し電氣工作物規程に定むる事項を列記せよ。

(大正 11 年 II 種一般 3)

〔解〕 (I) 直流單線式電氣鐵道の軌道と金屬製地中管路と 1 軒以内の距離に接近するときは障害を防止する爲め次の各項に依り施設することを要す。

1. 歸線の不絶縁部分と地中管路との距離は 2 米以上なることを要す。但し工事に已むを得ざる場合に於ては歸線の不絶縁部分と地中管路との間に不導體の離隔物を設け電流をして地中 2 米以上を通過するに非ざれば兩者間を流通する能はざらしむる設備に依り逓信大臣の認可を得て其の距離を短縮することを得。

2. 歸線は隔日に其の極を轉換するか又は發電機の陰極に接続すること。

3. 軌道は完全なる電氣的接続をなすこと。

4. 軌道には軌條の外 8 耗の銅線又は之と同等以上の導電力を有する補助線を敷設すること。但し特殊の方法に依り接続したる軌條を使用する場合には逓信大臣の認可を得て此の制限に依らざることを得。

5. 補助線は軌條の接続點二箇以下毎に 8 耗の銅線又は之と同等以上の導電力を有するものを以つて軌條と接続すること。

6. 歸線の不絶縁部分に其の一年間の平均電流を通ずるとき電位の差は 2 ヴォルトを超過せしめざることを要す。

7. 歸線の不絶縁部分に生ずる最大電位差を常に自働的に記録する装置を施すこと。軌條接続部分の抵抗は 6 ヶ月毎に一回之れを試験し其の成績を記録することを要す。地中管路の種類に依り逓信大臣の認可を得たるとき、又は地中管路所有者の承諾を得たるときは第一項の施設を省略することを得。

第 2 項乃至第 7 項に依る施設は金屬製地中管路が電氣鐵道敷設後に接近する場合と雖も電氣鐵道事業者に於て之を爲すを要す。

(II) 前記の場合に於て、電氣鐵道が専用敷地内に敷設したるものにして軌條及び之れに接続する電氣導體と大地との間を砂利(厚さ 30 厘以上)枕木等を以つて充分に離隔し且つ逓信大臣の認可を

得たる特殊の方法に依り接続したる軌條を使用する時又は工事に已むを得ざる場合を除くの外軌條の接続點五箇以下毎に一回の割合を以て兩軌條を8耗の銅線又は之れと同等以上の導電力を有するものを以て接続するときは前記第4,5,6項の施設を省略するを得。

前項に依り施設するも猶他に障害を及ぼす虞れあるときは更に適當なる豫防方法を施すこと。

(III) 地中管路所有者の承諾ありたる時は、選信大臣の認可を得て、歸線と地中管路との電氣的接続を爲すことを得。

前項に依り電氣的接続を爲したるときは、三ヶ月毎に一回以上其の接続點を試験し、其の成績を記録することを要す。

(10) 地中埋設金屬管に接近して布設せる架空單線式電氣鐵道の軌道保守に於て該金屬管腐蝕豫防上軌道に改修を施すの要ありや否やを如何にして知るべきや。但し該工事は新設當時に於て總て完全にして運轉車輛數其の他は開業當時と異ならざるものとす。

(大正4年 III 級口述 1)

(11) 一市街内に直流架空單線式電氣鐵道あり、其の軌道附近の埋設鐵管に對する工事は總て適法にして漏洩電流を認めざりしに數年後に於て道軌並に鐵管狀態に何等の變更を施さず、運轉電車の臺數も當初と同一なるに拘らず、漏洩電流の爲め接地點附近の鐵管腐蝕したることを發見せり。此の場合に於て其の電氣的原因として第一に着目すべき點及び電氣工作物改修上執るべき處置如何。

(大正2年 III 級一般 2 のイ)

(12) (イ) 市街地に布設せる架空單線式電氣鐵道の軌道保守上に於て、埋設地中金屬體の腐蝕豫防上軌道を改修するの必要ありや否やを知るには如何にするや。

(ロ) 埋設金屬體が或る場所に於て常に腐蝕する場合、之を豫防

する方法如何。(大正9年 II 級口述 4)

〔解〕 (イ) 軌條ボンドの抵抗は六ヶ月に一回以上測定の上記録する規程なれば、前回の測定値を調査し、或は新たに軌條ボンドの抵抗測定を施行して、其の値が新設當時と相違ありや否やを知るべし。抵抗大なるものは改修を要す。

若しも軌道に近く新たに地中管路が埋設せられし場合には一ケ年の平均電流に依り歸線の不絶緣部分に於ける電壓降下が2ヴォルト以下なりや否やを調査すべし。2ヴォルト以上の時は改修を要す。

(ロ) 1. 其の附近の埋設金屬體を軌條又は陰極饋電線と接続すること。

2. 漏洩電流を全體として減少すべき各種の方法を講ずる事(前各問参照)

(13) 一直線なる直流架空單線式電氣鐵道ありて軌道の中央部に發電所を有し此の附近に一個所の接地點を設け軌道附近に埋設せる鐵管に對し軌道の電位の差を工作物規程の許し得る最大限度に略等しき様施設をなして營業し居たり。今運轉車輛數を二倍に増加せんとする場合に如何なる施設をなすべきや。

(大正2年 II 級一般 2 のイ)

〔解〕 負荷電流の分布二倍に増加すると同時に歸線の不絶緣部分中の最大電位の點と最小電位の點との間の距離を $\frac{1}{2}$ に減ずれば軌道内の電壓降下は従前と同様なり。絶緣歸線を以て軌道の兩端より全線の $\frac{1}{4}$ の距離にある二點を發電機陰極に接続すれば、軌道内の最大電壓降下を従前と同様に保つ事を得べし。

(14) 下記條件に依り運轉する直流單線式市内電氣鐵道の附近に地中埋設金屬管あり、今之れに對し電氣鐵道の漏洩電流に因る電氣的腐蝕を防止する爲め該鐵道の不絶緣歸線の電壓降下を一年間の平均電流に對し2ヴォルト以下に保持する様絶緣歸線を施設せんと

す。此の場合に於て絶縁歸線の軌道に於ける接続點の距離を算出せよ。
(大正7年I級3)

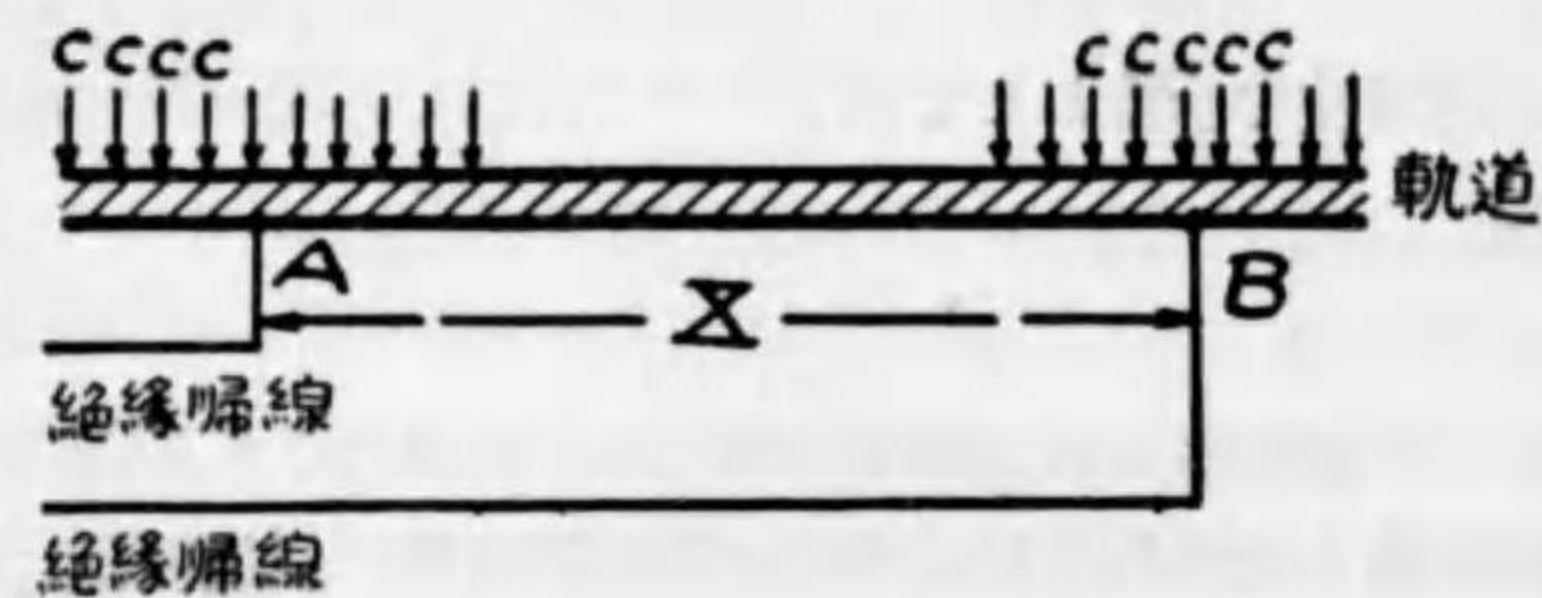
軌道は複線軌道、電車の重さ10 噸、電車線の電壓500 ヴォルト、電車は單軌道一杆に付6 臺の割合を以つて均一距離を隔て、運轉するものとす。

電車の表定速度 (schedule speed) は毎時 10 杆 (10 km/hr)

運轉時間一日平均 20 時間

1 條の電氣抵抗は一條一米に付 33 マイクロオーム

第 8 圖



C 電 車

A.B 隣接絶縁歸線の軌道に於ける接続點

注意 一杆杆に要する電力量及び軌條の電氣接続に對する電氣抵抗等は實際に適當なるものを選定すべし。

[解] 今此の電車の起點に要する電力量を平均 60 ワット時と假定し、所求の架空絶縁歸線の軌道に於ける接続點間の距離を X 杆とすれば、其の中點と接続點間を此の電車が走行するに要する電力量は次の如し。

$$60 \times 10 \times \frac{X}{2} = 300 X \text{ ワット時}$$

$$\text{一日中の通過車臺往復共} \quad 6 \times 10 \times 20 \times 2 = 2400 \text{ 臺}$$

$$\text{一日中の此の部分の總電力量} \quad = 300 X \times 2400 \text{ ワット時}$$

$$\text{一日中の平均電流} \quad = \frac{300 X \times 2400}{24 \times 500} = 60 X \text{ アムペア}$$

此の $\frac{X}{2}$ の歸線の抵抗はボンドの爲め 1 割弱の増加と見て 36 マイクロオームとして、1 杆には 0.036 オームなり。

$$0.036 \times \frac{X}{2} \times \frac{1}{4} = 0.0045 X$$

分布負荷なるに依り $\frac{X}{2}$ の間の電壓降下 e は

$$e = \frac{1}{2} \times 60 X \times 0.0045 X = 0.135 X^2 \text{ ヴォルト}$$

工作物規程に依れば一年間の平均電流に依る電壓降下が 2.0 ヴォルト以下なる事を要す。一年間の平均電流も一日間の平均電流も同一と見做し得るに依り、

$$0.135 X^2 < 2.0$$

$$\therefore X < \sqrt{\frac{2}{0.135}} = 3.84 \text{ 杆}$$

第 四 章 車 輛

(1) 下記電車に付き其の特徴を記述せよ。

(大正7年III級3)

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| (イ) open car | (ロ) closed car |
| (ハ) pay-as-you-enter car | (ニ) convertible car |
| (ホ) composite car | (ヘ) trailer car |

〔解〕 (イ) 両側に羽目板を用ひず、全く開放したる車體を有する車輛。

(ロ) 両側を羽目板及び窓にて閉鎖したる車體を有する車輛。

(ハ) 車輛の出口と入口とを區別し、乗客は入口より乗車して車體内に入る際料金箱に自ら料金を投入する仕組となり居る車輛。

(ニ) 時に應じて open car 或は closed car に任意に變じ得る構造の車體を有する車輛。

(ホ) 車體の一部は乗客用、他の一部は手荷物車或は食堂車等として使用する如き車輛。

(ヘ) 自ら運轉し得る設備を有せず、電動車或は機關車によつて牽引さるゝ車輛。

(2) 電動機1個を有する直流複線式電氣鐵道の電車に取り付くべき機械器具を挙げ、且つ其の相互間の電線接続法を圖示すべし。

(大正1年III級1)

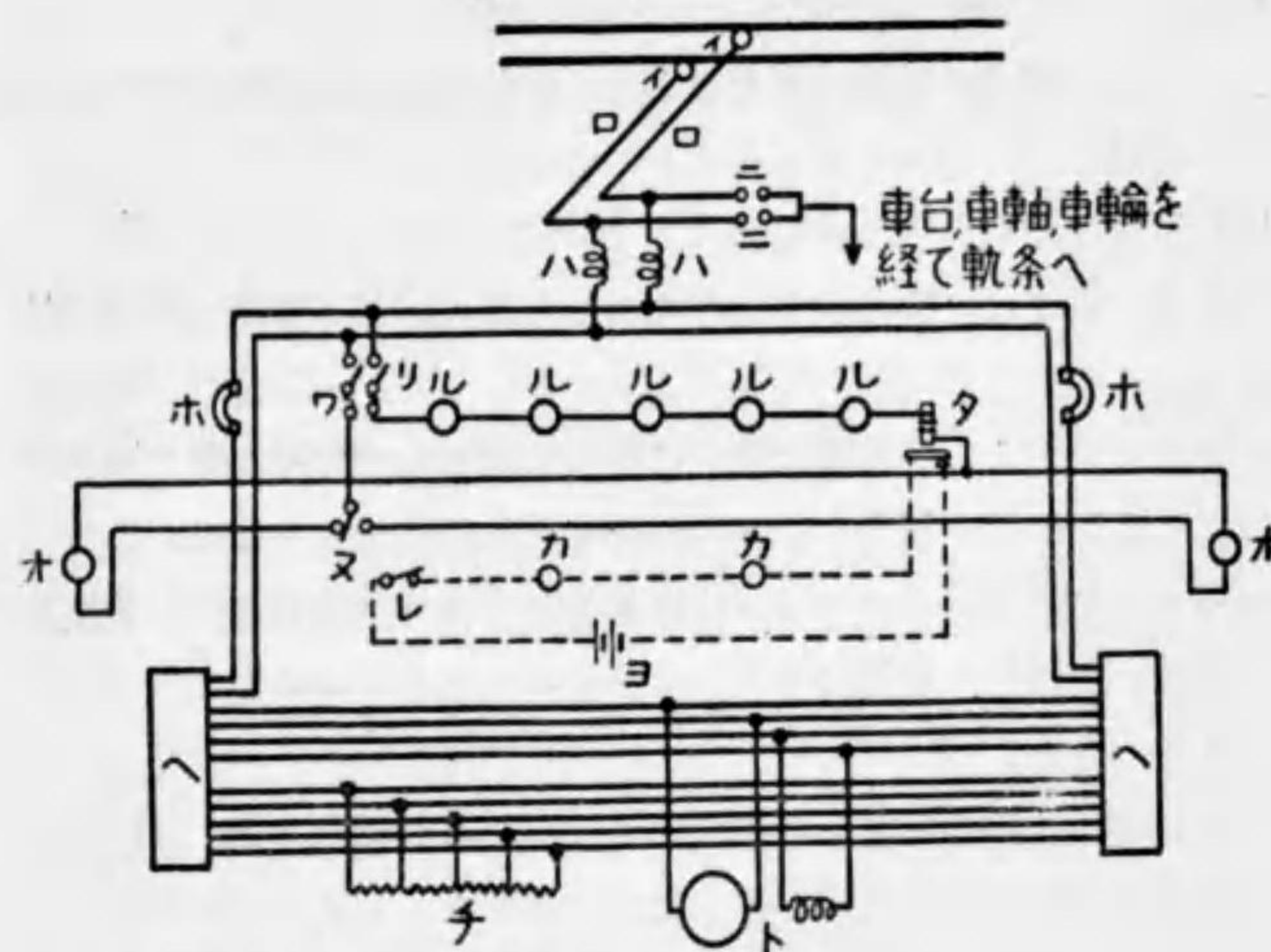
〔解〕 電動機1個を有する直流複線式電氣鐵道の電車に取り付くべき電氣的機械器具は次の如し。

- | | |
|-------------|--------------|
| (イ) トローリー2個 | (ロ) トローリー棒2組 |
| (ハ) 塞流線輪2個 | (ニ) 避雷器2個 |
| (ホ) 自動遮断器2個 | (ヘ) 制御器2個 |

- | | |
|-----------------|---------------|
| (ト) 電動機1個 | (チ) 制御抵抗1組 |
| (リ) 電燈回路用開閉器1個 | (ヌ) 前燈切換開閉器1個 |
| (ル) 車内用白熱電燈數個 | (ヲ) 前燈2個 |
| (ワ) 可熔安全器1個 | (カ) 豫備燈數個 |
| (ヨ) 豫備燈用電池1組 | (タ) 豫備燈用繼電器1個 |
| (レ) 豫備燈回路用開閉器1個 | |

以上の器具機械相互間の接続は次の如し。

第 9 圖



(3) 次のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

(大正1年II級3のイ)

ラジアル・アキシル・トラック (radial-axle truck)

〔解〕 ラジアル・アキシル・トラックは單車臺の一種なるも、rigid single truck と異り、車軸は相互に平行の位置に固定されず、一定の範圍内に於て自由に其の方向を變じ得る構造を有す。従つて軌道の曲線部分に於ては、兩車軸は曲線半径の方向を取るを以つて、

固定單車臺の場合より長き輪軸距を用ふるも、圓滑に曲線を通し得るものなり。依つて此の車臺は長さ 9 m 以上の電車、又は鋭き曲線を有する軌道上を運轉する電車に用ふるに適す。

(4) 現今普通使用せらるゝ電車の車臺 (truck) の種類及び其の適當なる用途を挙げよ。 (大正 4 年 III 級 1)

〔解〕 普通に使用せらるゝ電車の車臺には、單車臺 (single truck)、ラヂヤル・アクスル車臺及びボギー車臺あり。單車臺は四輪二軸にして、二軸は常に平行なる位置に固定せらる。ラヂヤル・アクスル車臺は同じく四輪二軸なれども、二軸は曲線の箇所に於ては、其の曲線半径の方向を取り得るを以て、輪軸距を長くすることを得。即ち單車臺の場合其の輪軸距 2 m 内外なるに比しラヂヤル・アクスル車臺に於ては、3 m 内外となすことを得。ボギー車臺は普通四輪二軸のものを一車に對し二臺用ふるものにして、一車臺の二軸は固定せらるれども、各車臺は獨立に運動し得るものなり。此の場合には、全輪軸距は一層大ならしめ得べし。其の他ボギー車一種としてマキシマム・トラクション車臺あり。之は一車臺の車輪が前後其の直徑を異にし、車輛の重量の大部分を大なる方の車輪に負擔せしむるものなり。

單車臺は運輸少なき郊外鐵道、又は小なる車輛を多數に運轉するを要する市街鐵道等に用ひ都合宜し。ラヂヤル・アクスル車臺は郊外鐵道等に於て、普通の四輪車よりも多少大なる電車を用ふるを便とする場合に適す。ボギー車は市間鐵道に於けるが如く一層大なる車輛を要し、速度も亦大なる場合に使用す。又市街鐵道等に於ても運轉車輛數極めて大にして、前後電車間の間隔少なく、他の交通を妨害するが如き場合には、ボギー車を用ふるを便とす。マキシマム・トラクション車臺は市街其の他にボギー車に電動機二個を設備するとき、其の出し得る最大牽引力及び電氣制動を加ふる場合の最大制動力を大にする爲め使用せらる。

(5) 下記のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

bolster (大正 8 年 III 級 3 のニ及び大正 13 年 II 種 3 のロ)

〔解〕 truck bolster は bogie 車臺の側框より spring 或は spring と swing link とに依つて支持されたる (時に truck に固定されたるものあれど電動車には用ひず) 橫梁にして、其の中央に車體と車臺とを結合する爲めに centre plate 及び king bolt を設け、其の兩端には車體の重量を支ふる side bearing を設く。

body bolster は車體の臺框の下部に取附けたる橫梁にして梁の中央に centre plate を設け之れに依つて車體を車臺に連結し又梁の兩端には truck bolster 上の side bearing 上を滑動する rubbing plate を取附く。

(6) 下記のものにつき其の概数を記載せよ。

(大正 12 年 II 種 3 のニ)

ボギー電車の重量。

〔解〕 長さ 10 m 位、定員 60 人位、重量約 12 噸
長さ 15 m 位、定員 80 人位、重量約 23 噸
高速度のもの 36 噸又は夫れ以上。

(7) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

(大正 10 年 I 種 4 の内)

(イ) automatic coupler

(ロ) dynamotor

(ハ) jack shaft

(ニ) articulated truck

〔解〕 (イ) 車輛の聯結及び解放を容易にする目的に用ひらるる自動的聯結装置にして、其の構造種々あれども、要するに聯結せんとする車輛を接觸せしむれば、直ちに自ら聯結を了し、且つ聯結を解かんとする場合には、容易に之を行ひ得る特種の構造を有する

ものなり。尙此の自動聯結に際し諸電路並に制動用氣管をも併せて自動的に連結し得る如くしたるものあり。最近 multiple-unit control には多く之を用ふ。

(ロ) 普通の直流發電機の發電子に絶縁せられたる二種の捲線を有し、夫々兩側にある整流子に接續せられたるものにして、一方を電動機、他方を發電機として使用す、即ち電動發電機の界磁、磁棒、發電子鐵心を共通にしたるものと見做し得。高壓直流電氣鐵道に於て列車内の制御又は點燈、暖房用に低壓電氣を得る爲めに電車線の高壓電氣を低壓に變壓するに使用さる。

(ハ) 電氣機關車に於て crank-and-side-rod suspension of motor を採用するとき、電動機の crank shaft と driving wheel とを直接 connecting rod にて連結することは稀にして、多くは車臺に取附けたる intermediate crank shaft と motor crank shaft とを連結し、更に intermediate crank shaft と driving wheel とを side rod に依つて連結す。此の場合の intermediate crank shaft を jack shaft と稱す。

(ニ) articulated truck は、主として電氣機關車用車臺として用ひらるゝものにして、二個の對稱的なる rigid truck を互に連結して一車臺を形成せるものなり。

(8) 電車の車輪として使用する chilled-cast iron wheel と steel-tired wheel との得失を比較せよ。(大正4年I級1)

[解] chilled-cast iron wheel と steel-tired wheel とは各其の特長を有し、線路又は車輛の種類並に運轉の狀況等に依り多少關係を異にするを以て、其の得失を比較せんには、乗客に對する安全と車輪經濟とを併せ考へざるべからず。

電動車の重量及び速度の増加は現今電氣鐵道界一般の傾向なるが、之に伴ひ chilled-cast iron wheel に於ては、輪縁の破碎を生ずる割合次第に増加し脱線の原因となる事屢なるが如し。是等の破碎は多く電車が特殊軌條上を通過する時等に發生し、然も其の結果は高

速度に達したる後顯はるゝを以て最も危険なりとす。然れば電車の速度を増加せんとせば、安全を確保するが爲に輪縁の深さ及び厚さを増大せざる可らず。而して是は市間鐵道等に於ては別に差支なしと雖、市街鐵道に於ては困難を生ずる場合多し。又軌條の摩損甚しく電車が輪縁にて軌條上に乗りたる時は、之が爲に輪縁の一部を破碎する事屢なり。斯く chilled-cast iron wheel は重量及び速度大なる電車に對しては種々の不都合あるものなるが、steel-tired wheel を用ふれば破碎の虞なきを以て、總て如上の不利益を免るゝ事を得。

次に chilled-cast iron wheel の價格は steel-tired wheel に對し遙かに低廉なれども、steel の方は相當期間毎に旋盤 (lathe) に掛け、又タイヤ消耗したるとき之を取外し新しきものと取替ふれば充分にして、其の中心部分は長く利用し得るを以て、結局 chilled-cast iron wheel よりも一定走行哩に對する費額は少き場合多し。唯規模小なる電氣鐵道會社にして、旋盤の設備なく、他工場に之を依頼するか若くは他にも之を行ふの便利を得ざるが如き場合には、chilled-cast iron wheel を利とするのみ。(實際斯の如き場合には電車の重量及び速度も小なるべければ、安全の上よりも差支を生ずる事少からむ)。猶 chilled-cast iron wheel に於ては、chill の深さに制限ある爲め、25 耗の直徑の減少を許容し得る事稀なるが、steel-tired wheel に於ては約 75 耗の減少を許し得べし。又 steel-tired wheel は車輪の迂りの爲めに扁平の箇所を生ずる事稀にして、又假令之を生ずるとも暫時にして再び平滑となるものなるが、chilled-cast iron wheel には斯の如き利益なし。如上の諸理由に依り chilled-cast iron wheel の場合には車輪の取替又は研磨の爲め、電車の使用を休止する度數多し。而して此の爲に失はるゝ時間の損失は一年間には著しき額に達するを以て、steel-tired wheel の經濟上間接の利益大なりとす。

(9) 下記のものに使用する材料の種類を記入せよ。

輪帶 (tire)

(大正6年II級2の内)

〔解〕 鋼

(10) 市街電氣鐵道に於て下記のものに就き其の概数を記せ。

輪鐵 (steel tire) の壽命

(大正9年 III 級 3 の二及び大正 14 年 II 種 3 の二)

(11) 下記のものゝ壽命 (life) の概数を記せ。

市内電車の steel tire (大正6年 II 級の 3 ハ及びニ)

市外電車の steel tire

〔解〕 市内電車 50 000—150 000 軒

市外電車 75 000—300 000 軒

(12) 軌條及び rolling stock の減損補償率を決定する年限は
大約何程なりや。 (大正5年 I 級口述 3 f 及び g)

〔解〕 軌條 13 年, rolling stock 15 年

(13) 各軸に電動機を有する電車の車輪の直径を揃て同一に削
正して使用する理由如何。 (大正10年 II 種口述 3)

(14) 二個の電動機を装置せる四輪電車の前後車輪の直径に差
異を生じたる場合の結果如何。 (大正5年 III 級 3)

〔解〕 電動機直列運轉の場合 各電動機の電流同一なるを以て此の場合各電動機の廻轉力は同一なり。然るに牽引力と車輪の半徑との積は即ち廻轉力なるを以て車輪の徑の小なるものが大なる牽引力を與ふることゝなる。

又各電動機の出力は、電流同一なるを以て逆起電力の大なる方大なり。依つて此の場合小なる車輪に聯結さるゝ電動機の出力大なり。

電動機並列運轉の場合 各電動機は單獨に電路を有するを以て廻轉數小なる即ち車輪の徑大なるものに聯結さるゝものゝ方が電流

大なり。然るに廻轉力は電流の自乗に略比例するを以て、牽引力も亦車輪の大なるものゝ方大なり。

此の結果各電動機の負荷の分配不平衡となり全體としての能率は低下す。電動機の溫度上昇も一樣ならざる結果長き運轉に耐へざるに到るべし。

第五章 聚 電

(1) 架空單線式電氣鐵道に用ふる聚電子 (current collector) の種類を擧げ其の得失を比較せよ。 (大正4年 III 級3)

〔解〕 單線架空式の場合普通に使用する聚電子にはトロリー (trolley), 弓狀聚電子 (bow collector) 及びパンタグラフの三種あり。トロリーは最も廣く用ひらるゝものにして其構造簡單なるのみならず、可なり大なる電流を採取することを得れども、速度大なれば電車線より外るゝ處多し。弓狀聚電子は電車線より外るゝことなく曲線に於ける電車線路の構造法を簡單ならしめ、又電車運轉、方向轉換の場合自動的に其の方向をも轉じ得るの利あり。但し電車線と接觸する部分が限定せらるゝときは、軟かなる接觸片の摩損極めて速かなるを以て其の壽命を大ならしむる爲め、電車線を雁木形に架するを可とす。パンタグラフは弓狀聚電子の有すると同様の利益を有するものなるが、弓狀聚電子よりも多くの電流を採取するに適す、且つパンタグラフは其の構造上電車線を壓する壓力が電車速度により影響さるゝこと無きを以て速度と重量と共に大なる電車には主として之を使用す。但しパンタグラフは構造稍複雑にして、之が上げ下ろしにも壓搾空氣を使用する等の必要あり。

(2) 次のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。 (大正1年 II 級3のハ)

〔解〕 パンタグラフ・トロリー (pantagraph trolley)
普通のトロリーは之れを高速度電車に用ふれば電車線より外れ易くして不便なるのみならず、電車速度に依つてトロリーの壓力に變化を來す。パンタグラフ聚電子は此の缺點を除く爲めに考案されたるものにして菱形の枠の組立の頂部に 60 櫃位の接觸子を附した

るものにして、接觸子は單に上下運動を行ひ得る如き構造となれるものなり。依つて之れを架空高速度電車に用ふるも其の速度によつて電車線を壓する壓力に變化を及ぼす事なく、且つ之れが電車線より外るゝ處れもなきものなり。

(3) 下記のものに使用する材料の種類を記入せよ。

トロリー・ホキール (trolley wheel) (大正6年 II 級2の内)

〔解〕 砲金

(4) 市内電氣鐵道に於て下記のものに付其の概數を記載せよ。 (大正9年 III 級3のホ)

トロリー・ホキール (trolley wheel) の壽命

(5) 下記のものゝ壽命 (life) の概數を記せ。

trolley (大正6年 I 級3のイ)

〔解〕 3000~10000 軒

(6) トローリー棒 (trolley pole) の電車線より離脱する諸原因を列記せよ。 (大正12年再 II 種2)

(7) 電車運轉中、設備不完全の爲めトロリー棒 (trolley pole) 電車線の (trolley wire) より離脱する諸原因を三大別して之を説明せよ。 (大正14年 II 種2)

(8) 電車の運轉中トロリー棒 (trolley pole) の電車線より離脱する總ての原因を列記せよ。 (大正8年 III 級2)

〔解〕 運轉中トロリーの電車線より離脱する原因を列擧すれば次の如し。

電車線の構造に關するもの

電車線の高低甚しく一様を缺く事。
 支持點に於ける構造餘り強固に過ぎ flexibility を缺く事。
 電車線と軌道との關係位置が正しからざる事。
 曲線部に於ける pull off の數少く、電車線が餘り急なる角を
 なし居る事。
 crossing, 及び frog の取付位置正しからざる事。
 crossing, frog, ear の不良及び frog の角度が不適當なる事。

トロリーに關して

トロリー周邊の溝の角度及び深さ適當ならざる事。
 トロリー臺の摩擦壓力の調整正しからざる事。
 トロリー臺の各部軸承の不良。

運轉に關して

餘り急に電車速度を増加する事。
 曲線, frog, crossing 等の部分を高速度にて通過する事。

(9) 下記のものにつき其の概數を記載せよ。

(大正 10 年 II 種 4 のハ)

トロリー棒 (trolley pole) の電車線に對する壓力

(10) 市内電氣鐵道に於て下記のものに付其の概要を記載せよ。
 (大正 9 年 III 級 3 のイ及び大正 14 年 II 種 3 のイ)

トロリー棒 (trolley pole) の電車線に對する壓力

(11) 市内電氣鐵道及び郊外電氣鐵道に於て, trolley wheel の電車線に對する壓力略々幾何に定むるか。

(大正 5 年 3 級口述 2 のロ)

[解] 市内電氣鐵道にては 7-12 阡
 郊外電氣鐵道にては速度大なるを以て 12-16 阡

(12) 電車線とトロリーとの間の壓力を定むる爲めに考慮すべき要點並に其の壓力の不同となる主要原因如何。

(大正 9 年 III 級口述 4)

[解] トロリーの電車線との接觸不良とならざる限度に於て壓力の少き様に定むべし。即ち下述の壓力不同となる原因を考へて、其の壓力最小となる場合にも脱線することなく、壓力最大の場合にも電車線支持點を害することなき様定むべきものとす。

壓力の不同を生ずる重要の原因は

- (イ) 電車線と軌條との距離の變化すること
- (ロ) 電車が急激に加速或は減速する爲め
- (ハ) トロリー臺にある彈條の不良
- (ニ) 曲線箇所にて電車線の張り方不良の爲め

なりとす。

(13) 直流電氣機關車に於て 600 ヴォルトを採用すると 1200 ヴォルトを採用するとの得失を比較せよ。(大正 6 年 II 級口述 4)

[解] 1 200 V の利點。

- (イ) 電壓降下の百分率を同じにすれば殆ど四分の一の電線量にて可なる事。
- (ロ) 電流小なるに依り車内の電線, 接觸器等の小型にて可なる事。
600 V の利點。
- (イ) 電動機の直並列制御に利便多き事。整流並に孤光連結の顧慮より直接 1 200 V を加へ得る電動機の製作及び維持は困難なるが故に, 1 200 V にて直並列式制御を行はむとすれば電動機を 4 個使用せざるべからず。
- (ロ) 電線路各部の絶縁容易なる事。
- (ハ) 制御装置の構造簡單なる事。

(14) 電氣鐵道に於て電動車を採用すると電氣機關車を採用するとは如何なる見地より決定すべきか。(大正 13 年 I 種口述 2)

〔解〕 (イ) 發車回数 運輸狀況が發車回数の頻繁なる事を望む場合には電動車を可とす。

(ロ) 電源設備 同一運輸狀況にして電氣機關車は大なる電源、太き配電線路を必要とす。電源設備之れに堪えざれば電車運轉を利とす。

(ハ) 附隨車の有無 蒸汽鐵道を電化する場合の如きは不取敢電氣機關車運轉とし、次第に電車運轉を増加する方經濟的ならん。

第六章 電 動 機

(1) 直流式電氣鐵道用として最も適當なる電動機を記載し、其の理由を説明せよ。(明治 44 年 II 級 1)

〔解〕 直流式電氣鐵道用として最も適當なる電動機は通常直捲電動機なりとす。一般に電氣鐵道用電動機として必要なる條件は起動廻轉力の大なる事、速度調整の自由且つ經濟的なる事、電壓降下及び負荷變化の悪影響少き事等其の主なるものなり。

直捲電動機にては、負荷増加によりて電流増加すれば之れと同時に磁界の強さを増加す。従つて直接電動機の廻轉力の増加は電流増加の割合に比し甚だしく大となり、其の速度は負荷の増加に伴ひて減少す。然るに分捲電動機にあつては、之れを定電壓回路に用ふる場合には負荷の大小に關らず其の界磁の強さは略一定なるを以つて、廻轉力は電流の強さに正比例し其の速度も一定なり。

此の理由により、直捲電動機は分捲電動機に比較し一層大なる起動廻轉力を得べく、又廻轉力を要する事大なる場合には速度自ら減少するを以つて、其の消費電力は廻轉力増加の割合程には増加せざるの利あり。

又直捲電動機に於ては其の廻轉力は直接其の供給電壓に關係せず電流の値に關係するものなるを以つて、同一電流に對して供給電壓の如何に關せず同一の廻轉力を發生し得、唯其の速度に従つて其の電力が供給電壓に大略比例す。従つて其の速度調整に於ても經濟的なる直並列制御法を行ひ得るの利あり。

之れ直流式に於て一般に直捲電動機を使用するの所以なりとす。

(2) 最近數年間に於て直流電氣鐵道用電動機の改良せられたる點を擧げ之を説明せよ。(大正 5 年 I 級 3)

〔解〕 (イ) 補極の廣く用ひらるゝに至りし事

當初兎角の議論ありし電車用電動機の補極は較近殆ど必要缺くべからざるものとなれり。蓋し屢々其の廻轉方向を變ずるの必要上、常に刷子を中性點に置き、尙且つ整流を良好ならしめむが爲めに補極を可とするなり。又補極を用ふる時は、電動子の溝數を減ずるも整流に支障なく、製作上甚だ有利なり。最近 3000 V 若くはそれ以上の直流電氣鐵道を見るに至れるは、主として補極付電動機が從來不可能視せられたる高電壓に於て整流に成功したる責なり。補極が弧光連結の誘因をなすとの説は不當なり。

(ロ) 盛に under-cut mica の行はるゝ事

under-cut mica の効用は近時益々廣く認めらるゝに至れり。high mica を防ぎ刷子及び整流子の磨滅を極度に減少するを得ればなり。補極付電動機に於ては特に整流子の磨滅を半減し得べしと云ふ。

(ハ) 通風の道を講ずるに至りし事

通風は從來電車用電動機に於て閉却されしが、近時軸に並行なる風道及び電動子に取付けられたる扇風装置等に依り通風を盛にするの法行はるゝに至れり。其の結果定格出力を著しく増大し弧光連結を防止するの利益を生ぜり。

(ニ) 鋼板製繼鐵を生じたる事

從來鑄鋼を粹即ち繼鐵 (yoke) としたりしが、最近鋼板より壓出して之を製作する方法案出せられ、重量を輕減し氣泡 (blow hole) の跡を斷ち得るに至れり。

(ホ) 重量が輕減されたる事。

最近設計並に工作の著しい進歩に従ひ數年前のものに比し其の廻轉數 30 乃至 40% 増大し得られたるに依り、其の重量も亦相當に輕減され來れり。最近の例にては小容量のものなるも廻轉數 1800 乃至 2000 廻轉のものが製作され、二段減速裝置に依りて其の動力を車輪に傳達して居るものさへあり。

(ヘ) 其の他の雜件

界磁捲線に銅帶を用ひ、石棉を絶緣物とする事、刷子の壓力を増大して動搖の際火花を生ぜしめざる如くしたる事等枚舉に遑あらず

(3) 電氣鐵道用電動機の box-frame type と split-frame type との得失を述べよ。 (大正 8 年 II 級 3)

〔解〕 split-frame type の電動機は電動機を車臺に取附けたる儘にて、其の電動子及び軸承の検査及び取換を爲し得るを以て、市街鐵道電車用等小型の場合に適當す。然るに市間鐵道幹線鐵道等の電車又は電氣機關車用等大形の電動機に於ては、split-frame type の電動機に於けるが如き取扱法を之に應用すること困難なり。此の場合には split frame よりも比較的輕く且つ丈夫にして、oil tight と爲すに便なる box frame を使用するを可とす。唯だ車軸上に直接電動子を取付くる gearless motor に於ては大形の場合と雖 split frame を使用することを要す。

(4) 電氣鐵道に ventilated-type motor を用ふる得失。

(大正 8 年 II 級口述 4)

其の利益は泥水塵埃を防ぐ爲めの密閉型を採用し得る上形狀が小になり、電車床下に設くるに都合良く、價格も亦幾分低下せんも、其の不利とする所は通風翼を要する爲めと形狀を小となす爲めに依り多少損失を増加する傾向あり。又風道を適當に設計する爲め苦心を必要とす。

(5) 電氣鐵道電動機の整流子に起る事故の諸原因を述べよ。

(大正 8 年 III 級口述 2)

〔解〕 整流子に起る尤も主なる事故は火花及び閃絡 (flash over) なり。其の原因は

(イ) 刷子の壓力過低又は過高なること

(ロ) 軌道の構造柔弱なること

- (ハ) 急激なる電氣制動を行ふこと
- (ニ) 炭素刷子の品質劣悪なること
- (ホ) 整流子表面の汚れたること
- (ヘ) 負荷の特異なる急激變化

尙此の外の故障の原因は次の如し。

high mica は整流子片及び絶縁雲母の材料不良のため。

發熱は刷子壓力強きに過ぐるか電流容量小なるため。

斷線は捲線端との接續不良となりたるため。

(6) 電氣鐵道用として直流式、三相交流式、單相交流式電動機の得失の一般を論ぜよ。 (明治 44 年 I 級 1)

[解] 現今直流式には直捲電動機、三相式にあつては誘導電動機、單相式にあつては整流子電動機を使用するを以つて之等に就て其の得失を比較せん。

(a) 速度調整及び電源に対する影響

直流式にあつては二個以上の電動機あれば直並列制御を行ひ得べく、三相式にあつては極數の變更と二個の電動機の縦續 (cascade connection) とによつて經濟的速度を多様にし得る事兩者同様なれども、三相式にありては起動に際して抵抗を使用すべき時間永く發電所に尖頭負荷を生ずる事直流の場合よりも大なり。又勾配線を上る場合には誘導電動機は其の速度不變の爲め電力消費は大となり、直流式又は單相式の如く電動機速度が牽引力の變化に反して變化するものに比し電源に尖頭負荷を與ふ事大なり。單相式にあつては變壓器を使用して電動機の供給電壓を調整する事に依て起動及び速度の調整を行ひ得るを以つて起動及び速度調整の爲に電力の損失さるゝ事なく又電源に尖頭負荷を與ふる事少き事は最も有利なる點なり。

(b) 電壓降下の影響及び力率

直流式にあつては牽引力を電流に依り變化するものにして、電壓降下に対しては其の影響を餘り受けず、唯速度に變化を及ぼすのみ

なり。然し三相式にあつては牽引力は電壓の二乗に比例して變化するものなり、依つて電壓降下は他の二式に比例し僅少なることを必要とするの不便あり。單相式は直流式と同様電壓降下に對して餘り影響を受けざるものなり。力率に關しては直流式にあつては勿論 100% なり。三相式にあつては半速度附近にあつては單相式より遙かに力率高く、單相式の 0.3 に對して 0.8 を得るの利益あり、然れども全速度に於ては單相式の方良好なり。

(c) 負荷分配及び電動機の重量

二個以上の電動機を使用する場合に直流式に於ては直列とするも並列とするも能く負荷を分配する事を得る利益あり。三相式にあつては磁界の強さ又は廻轉數に僅少の差あるも直に一方を過負荷せしむる不便あり、之れに耐ゆる爲めには大なる容量のものを使用せざるべからざるの不便あり。之に反し單相式にあつては直流式と同様の利益あり。同一の仕事をなす場合に直流式及び三相式は殆ど同一の重量なれども、單相式にあつては補償線輪及び整流子の重量大なる外變壓器が是非共必要なる故重量を増大する缺點あり。

(d) 以上の外直流式は空隙を大に取り得るの利益あり、三相式は最も小なるを要し、單相式は之等の中間に位するものなり。電車線の構造上直流式及び單相式は高速度運轉に適するも三相式にあつては不適當なり。然れども三相式にあつては容易に回生制動を行ひ得るも、他式に於ては之れを行ふこと容易ならず。

以上の結果電動機のみを考ふれば直流式最も適當なるが如し。三相式に於ては送電線の事、廻轉部分に高壓の來らざる事、變壓器を用ひて高壓を使用し得る事等の利あれども、不便困難の點多きが故に一般には電氣鐵道用電動機としては不適當なり。唯長き勾配線に於て回生制動を以つて電力の節約を得んとする場合にのみ使用せらる。單相式にあつては直流式と同様の利益を得る點多く、單に運轉特性が幾分之れより劣るのみなるに、尙高壓を使用し得るの利あるを以て近來廣く使用せらるゝに至れり。

(7) 直流式電車に設備する直流電動機を一個にすると二個にするとの得失を論ぜよ。(大正1年 II 級1)

[解] 一個とする方二個とするに勝る點は

(イ) 電動機容量大となるを以て能率良好なり。

(ロ) 同一容量に對し一個の電動機は半分の容量の電動機二個よりも廉なり。

(ハ) 車内配線及び制御器の構造簡單となる。

(ニ) 二個より一個の方故障の起る部分を少くし電動機の手入を輕減す。

二個にする方が一個にするに勝る點は

(イ) 電動機二個の方一個の場合よりも働輪 (driving wheel) 多きが故、

(1) 電動機に發生し得る牽引力を充分利用する事を得。従つて起動加速度を大とし、最大速度も大とする事を得べく、表定速度を大とする事を得。

(2) 起動速にして最大速度も大なる故同一表定速度に對しては惰走を長くし、電力消費量を減少し得。

(ロ) 電動機二個を使用する場合には、直並列制御法によりて速度調整をなし得るを以て、電動機一個にて抵抗制御法を行ふよりも、

(1) 經濟速度を二様にするの利あり。

(2) 制御能率良好なり。即ち電動機一個の場合には發車に際する制御能率 50% なれども、電動機二個の時には 66.6% に達す。

(ハ) 電動機二個の場合には、電動機は車體の中心に對し對稱的に車臺に取り付けられ、重量の平均を得べく、従つて車輛の動揺を少くする事を得。

(ニ) 運轉中電動機の一つに故障あるも他の一つにて運轉を繼續せしめ得。

以上述べたる處より知る如く全體として電動機二個の方一個に勝

るを以て普通極小なる電車を除きては二個を使用す。

(8) 電氣鐵道用電動機の容量 (capacity) に関し一般に用ひらるゝ仕様書 (specification) の要項を記述せよ。

(大正6年 III 級3)

[解] 電氣鐵道用電動機の容量の仕様書には下記三種の負荷耐量を規定するを一般とす。

(イ) 一時間定格に於ける負荷耐量 電動機に定格電壓を加へて一定負荷を以て運轉し一時間連續運轉し得る負荷耐量。

(ロ) 連續定格に於ける負荷耐量 電動機に定格電壓を加へて一定負荷を以て連續運轉し得る負荷耐量。

(ハ) 最大負荷耐量 整流、弧光連結、機械的強度、溫度上昇等に関し危険を及ぼさざる程度に於て一定の時間 (1 分間乃至 5 分間) 電動機に許し得る最大負荷。

(9) 電車の電動機保存上平素特に注意すべき事項を列記せよ。(大正7年 III 級2及び大正10年 II 種2)

(10) 電車内電動機並に制御装置の保守上常に注意すべき事項を列記せよ。(大正12年 II 種2)

[解] 先づ電鐵用電動機に就いて注意すべき事項を挙げれば、

(イ) 刷子の壓力 軌條の接續部、轉轍部等に於て電車は特に峻烈なる動揺を蒙るを以て、刷子の壓力は少しく強目になるやう (280 ~ 420 瓦每平方厘) 平素點檢を怠るべからず。然らざれば動揺の際火花を發し弧光連結の誘因となる。尙整流子面上刷子の位置等を動揺に依り移動なきやう注意することを要す。

(ロ) 刷子及び整流子を清潔に保持する事 電動機は比較的高電壓を受け激變性負荷の下に働作するを以て、整流容易ならず。殊に砂塵に晒さるゝが故に整流子面及び刷子支持器等の掃除には平素

特に注意を要す。炭素刷子と接觸する金屬面に疵線を生ずるは電流の作用に非ずして砂塵の作用なりと論ずるものあり。而も此の疵線は刷子の保存上有害なるを以て、刷子を清潔に保つこと一層必要なり。undercut mica の整流子に在つては整流子片間の掃除を怠るべからず。

(ハ) 電動子 絶縁力の試験は特に頻繁に之れを行ふを要す。比較的高電壓のみならず、使用状態嚴峻にして而も電動子線輪の燒損に會へば、他車の力を借るの外に電車運轉の途なき場合多ければなり。

(ニ) 雜 軸承の注油、磨滅等に對する注意、諸螺釘の緩みなきやうに檢するも亦固より必要なり。

(制御装置に就ては第七章 10 問 59 頁参照)

(11) 下記のものに使用する材料の種類を記入せよ。

ピニオン (pinion) (大正 6 年 II 級 2 の内)

ギア (gear)

〔解〕 ピニオン 鍛鋼又は鍛鐵

ギア 鑄鋼

(12) 電氣機關車に於て電動機の廻轉力を働輪に傳達する各種方式を列挙し技術上最も優秀なりと信ずるものに就き其の理由を詳述せよ。(大正 14 年 I 種 3)

(13) 電氣機關車に於て電動機の設置法中 gearless-type armature on axle と connecting rod-type とを比較せよ。

(大正 4 年 I 級口述 4)

(14) 電氣鐵道に於て電動機の同轉力 (torque) を車軸 (car axle) に傳達する機械的装置の種類及び用途を列挙し各々の得失を

略述せよ。(大正 7 年 II 級 3)

〔解〕 電氣鐵道に於て電動機の廻轉力を車軸に傳達する機械的装置には大體次の四種類あり。今各種の用途及び其の得失を述べん。

(1) 齒車傳動 電動機の廻轉力を齒車を以て減速し車軸に傳ふる方法にして、電動車及び電氣機關車に共に應用せられ、特に電動車に於ては總て此の方法を用ふ。元來電動機は其の廻轉速度大なる方重量も少く價格も低廉なるを以て、此の方法に依れば電動機を経済的に設計することを得。

但し電氣機關車の場合にありては、(イ) 機關車の重心をして比較的低からしめ、軌道に劇しき側方衝擊を與ふるを以て、軌道保守費を大ならしめ高速度の場合には最も不適當なること、(ロ) 機關車働輪上に於ける附着重量を相當大ならしむる爲には、電動機の箇數を比較的多くするを要するを以て、各箇の容量小となり其の全體の價格及び重量を大ならしめ能率を不良ならしむること、(ハ) 電動機は多くは密閉型とするを要するを以て其の大きさを増すこと、(ニ) 電動機の點檢及び取外し一般に困難なること、(ホ) 齒車の爲に傳動の損失ある事等の不利あり。

(2 の a) 直接傳動 電動機を直接車軸上に取付くる方法にして、電氣機關車に使用することあり。電動機の電氣的並に機械的構造簡單にして且つ傳動の損失なく又保守費少きの利益あれども、(イ) 電動機軸と車軸とは廻轉數同様なるを以て比較的高速度の場合にあらざれば適當せざること、(ロ) 機關車重心低くして軌道に悪影響を與ふること、(ハ) 電動機の箇數を比較的多からしむること、(ニ) 電動機を必ず密閉型とするを要すること、(ホ) 電動機の點檢及び取外し困難なること、(ヘ) 彈機により支持せられざる死重大なるを以て軌道の軌條接手、轉轍器、轍叉等の箇所に於て激突を與ふること等の不利あり。貨物列車用機關車としては最も不適當なる設計なり。

(2 の b) クイルを用ふる直接傳動 車軸を圍繞する内空車軸即ちクイル上に電動機電動子を取付け彈機を経て傳動する方法にして

2 の a と同様電気機関車に使用することあり、其の特質も亦大略之れと同様なるが、彈機を経て傳動するが故に軌道に對する影響大に緩和せらるれども、同時に之れに比し重量及び價格を増加するの不利あり。

(3) **クランク及びサイド・ロッド傳動** 電動子軸にクランクを取付け、コネクティング・ロッドにより廻轉力を働軸に直接又はジャック軸を経て傳ふる方法にして、電気機関車に限り使用し得るものなり。其の利益とする所は、(イ)廻轉力を車軸に傳ふるに、多數働輪を聯結し共通に行ふことを得るが故に、電動機の箇數を比較的少からしめ又一電動機に故障あるも他電動機より附着力を供給し得ること、(ロ)重心高きこと、(ハ)電動機各部を總て彈機上に支持し得ること、(ニ)取付場所の制限全く無きが故に電動機の設計を完全ならしめ得ること、(ホ)電動機を塵埃泥土等に無關係ならしめ得るが故に、必しも密閉型とするを要せざること、(ヘ)電動機の點檢及び取外し容易なること等なり。之に反して(イ)大なるサイドロッド、カウンター・シャフト及びクランク等を要し複雑を來し、且つ諸部分の摩擦及び歪を増大すること、(ロ)大なる低速度電動機を要するを以て其の重量及び價格を増加すること等は其の缺點なり。

(4) **齒車とサイド・ロッドを併用せる傳動法** 電動機廻轉力を齒車を以て減速してジャック軸に傳へ、更に之れよりコネクティング・ロッドにより廻轉力を働軸に傳ふるものにして(3)の方法の有する利點を有するのみならず其の重量能率は(3)の方法より反つて良好なり。

第七章 速度制御法

(1) **直流式市街電車の速度調整法を記載し之れを説明せよ。**

(明治 44 年 III 級 1)

〔解〕 直流電車の速度制御法には抵抗制御と直並列制御との二種あり。抵抗制御法は電動機に直列抵抗を加へて電動機端子電壓を減じて其の速度を制御するものなり。直並列制御法に於ては必ず二個の電動機を要するものにして、起動に際しては兩電動機及び制御抵抗を電路に直列に接続し、電車速度の増加するに従ひ順次に其の抵抗を減じ、遂には電動機のみを直列に電路に接続す。更に電車速度を増加せんとするには兩電動機の接続を並列に變じ、之れに直列に制御抵抗を接続す。而して電車の速度が増加するに従ひ順次に抵抗を減じ、最後には兩電動機のみを電路に並列に接続し運轉を行ふものなり。

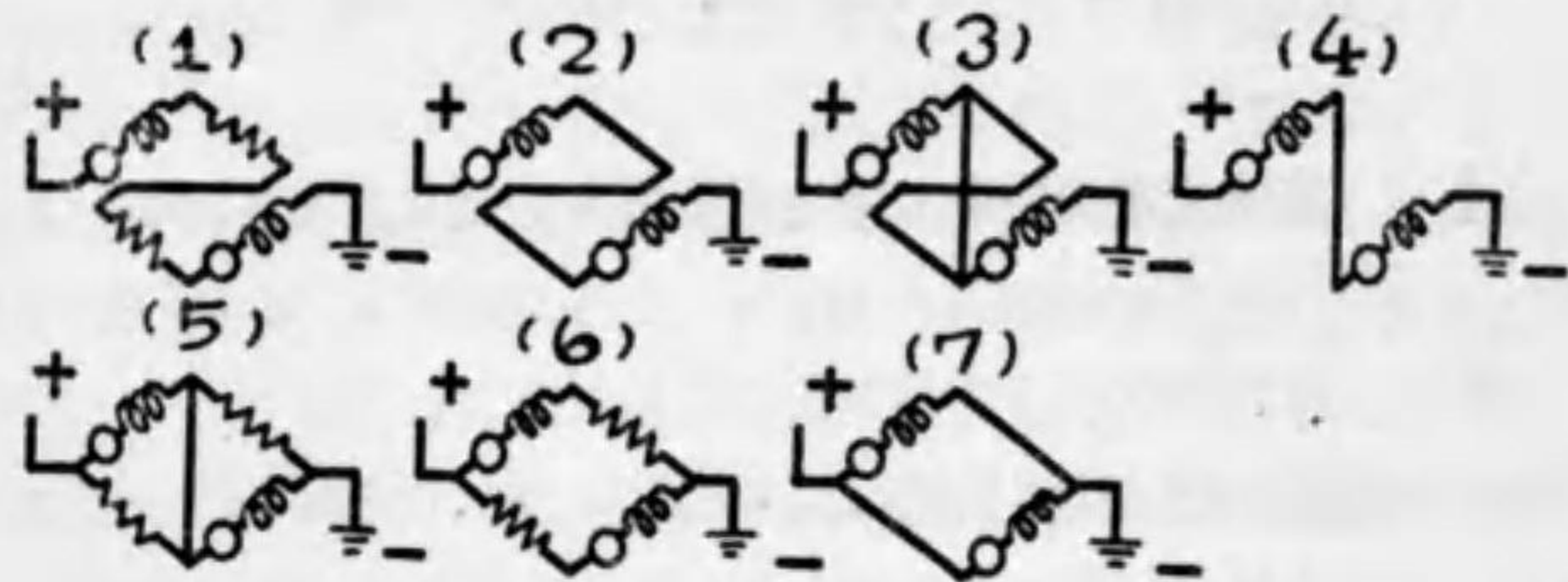
直並列制御に於ては起動能率は 75% にして抵抗制御に於ける 50% に比して甚だ良好なると、又直列及び並列の二様の經濟的運轉速度を得らるゝの利あり。

直並列制御を行ふには必ず二個の電動機を要するは一見甚だ不利益なるが如きも、電車のピッチングを防ぎ、有効牽引力を大にする等の目的より二個の電動機を要するものなる事を考ふれば、此の點に於ても何等の不利益を伴はず。之れ等の理由によつて電動車に於ては其の速度制御には直並列が採用さるゝものなり。

(2) **二個の直流直捲電動機を取附けたる電車を直並列式制御法 (series-parallel control) に依り制御する場合に於ける抵抗及び電動機の接続の變化を圖示せよ。但し直列より並列に移る場合には橋絡法 (bridge method) に依るものとす。** (大正 11 年 II 種 2)

〔解〕

第 10 圖



(3) 次のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

(大正1年II級3のホ)

マルチプル・ユニット・コントロール (multiple-unit control)

(4) 總括制御 (multiple-unit control) の原理を説明せよ。

(大正6年II級3)

〔解〕 電動機の容量が極めて大なる場合或は電動車を聯結運轉する場合に、各電動機を普通の圓筒形制御器によつて直接に制御せんとすれば、全電流を支配するに適する厩大なる制御器を要するのみならず、且つ各電動機及び抵抗器を列車の兩端に於ける制御器に接続するために全電流を通ずるに足る大なる電纜多數を車輛或は列車の全長に亘りて布設するを要するの不利あり。

總括制御は此の不利を除く爲めに案出されたるものにして、各組の電動機及び之れに屬する抵抗器回路の開閉を司る接觸器 (contactor) と稱する一種の remote control switch を備へ、是等の接觸器の制御回路を主幹制御器と稱する一種の小形手働制御器或は之れに依つて作用する自動装置を以つて制御し、従つて各組電動機を間接に且つ同時に制御するものなり。

(5) 直流式電車の制御法の種類並に其の相互の得失を説明せ

よ。

(大正5年II級2)

〔解〕 直流電車速度制御法は電動機の接続より

抵抗制御法 直並列制御法

の二に分類さる。抵抗制御法は起動時の損失大にして運轉速度一通りなるが故に小電車の場合にのみ採用さる。直並列制御法は起動時の損失少く且つ二様の運轉速度を得るの利あり。現今一般に用ひらる。

次に制御器の種類により分類すれば

單式制御法 總括制御法 自働總括制御法

の三に分類さる。

(A) 單式制御法 手働圓筒型制御器にて各電動機を制御するものにして、單車運轉の場合に一般に用ひらる。此の法の一種に圓筒型制御器により電磁的に開閉さるゝ補助接觸器を備へ、電路の開閉は此の補助接觸器を以てするものあり。圓筒型制御器は直接電路の開閉を行はざるを以て故障少し。

(B) 總括制御法 各電動機の回路の接続を司る接觸器を電動機の附近に備へ、之等の接觸器の働作を手働主幹制御器により電磁作用により支配す。

電動機容量甚だ大なる場合、又は電動車の聯結運轉を行ひ多數電動機を制御する場合に單式制御法によれば、全電流を支配する極めて大型の制御器を要し、且つ全電流を通ずる大なる電纜を車輛或は列車の全長に亘りて布設する必要あり。然るに總括制御法にては此等の不利なし。

(C) 自働總括制御法 主幹制御器、接觸器の他に電流制限装置を備へ、加速時の電流を一定の値以下に制限するにあり。此の制御法を更に次の二種に區分する事を得。

(イ) 接觸器の開閉は主幹制御器の位置によりて支配し、電流制限装置により電流一定の値以下に達せざる間は、主幹制御器の運動を閉塞す。此の法に於ては起動電流を一定の値以下に保持さるゝも

主幹制御器の働作は手働によるものなれば、起動牽引力を一様に保つ事困難なり。尙各電動機が同一の特性を有せざる場合には採用すべからず。

(ロ) 自動加速を行ふもの。主幹制御器は直列及び並列の二階梯を有するのみにて、接觸器は主幹制御器の位置に應じ順次自動的に働作し直列抵抗を取り去る。而して此の間各電動機電流によりて作用する電流制限器によりて各電動機電流の値を一定の範囲内に保持せしむ。此の法にては加速牽引力を略一様にするを得るのみならず異種の電動機を有する電動車の聯結運轉にも差支へなく使用さる。

(6) 總括自動制御 (automatic multiple-unit control) の原理を説明せよ。 (大正 13 年 I 種 1)

〔解〕 automatic multiple-unit controlling system には二方式あり。

第一方式に於ては master controller の drum の位置に應じて適當なる main contactors が閉ぢらるゝものなること non-automatic の場合と同様なるも、controller handle は drum に固定され居らず、両者は spring を以て連結され又 drum には magnetic clutch を設け之れを motor circuit に挿入せる current-limit relay に依つて其の運轉を支配せしむる點に於て non-automatic の場合と相違せり。

master controller の handle を或る位置に持ち來るときには、drum は spring に作用されて handle と同じ notch まで廻轉せんとするも、magnetic clutch 及び current-limit relay の作用に依り電動機の起動電流が定められたる最小値に減少する毎に one notch 宛廻轉し、斯の如くして電動機は自動的に所謂一定加速度を以つて起動す。

此の方式は次に述ぶる第二の方式より controlling circuit は簡單なれども、總括制御を受くる各車の電動機は總て master controller の drum の位置に依り同一の接觸換をなさるゝものなれば、各電動

機の特性に相違あるときには完全なる制御を行ふこと能はざるの缺點を有す。

第二の方式は電氣的に control するものにして、此の法の master controller には單に前進方向に直列及び並列各 two notches 又後進の方向に直列 two notches を有するのみにして、直列或は並列に於ける各 two notches の内、一は電動機を running condition まで起動を完了せしめんとするもの、他は起動中の任意の step に於ける状態を持続せしめんとするの用をなすものなり。

master controller の handle を直列或は並列の running notch に持ち來るときには、main contactors は定められたる順序に順次に働作して motor circuit の接觸は直列或は並列の running の状態まで自動的に變ぜらるゝも、此の間 main contactors の operating coils を actuate すべき controlling circuit (actuating circuit) は電動機回路に挿入されたる current-limit relay に依つて支配さるゝを以て、main contactors の閉鎖は電動機電流が定められたる最小値迄減少する毎に one step 宛進行して constant acceleration を行ふ。

起動が或る step まで進行せるとき controller handle を他の notch に移すときは、controlling circuit の内 retaining circuit (已に閉ぢられたる contactors の operating coils は current-limit relay の支配を受けざる circuit に自動的に切り換へらるゝものにして、此の circuit を retaining circuit と稱す) は close され居るも、actuating circuit は drum に於て開かるゝを以て次の働作は閉止され、其の時の状態を以て運轉を持続することを得るものなり。master controller の off position に於ては actuating circuit も retaining circuit も共に drum に於て開かるゝを以て、此の位置に於ては contactors は全部開き運轉を中止するは勿論なり。

此の方式に於ては各電動機或は電動機組毎に current-limit relay を設備し、各車の actuating circuit を夫々其の電動車の current-limit relay を以て支配せしむるものにして、master controller は最後の

接続を決定するに過ぎざるものなれば、従つて各車の電動機が其の特性を異にする場合にもそれぞれ各電動機に最も有利なる状態に於て起動を行はしめ得べく、第一の方式よりも優秀なる制御法なり。

(7) 下記のものに付き其の用途及び作用を略述せよ。

(大正8年III級3のイロ)

(イ) dead-man's knob

(ロ) automotoneer.

[解] (イ) dead-man's knob は電車の制御器把手に設けらるる装置にして、把手に設けられたる knob を押し下げ置かざれば把手を各制御點に留め置くことを得ず、knob を緩むる時には把手は自動的に off の位置に來り電路を斷つ自動的装置なり。運轉手が病氣其の他の事故にて制御器より手を離す場合直に電車を停止せしむるを其の目的とす。

(ロ) automotoneer は制御器把手に取附くべき装置にして、之れを設備する時には把手を動かす時、各制御點に於て把手を少し後に戻さざれば次の制御點に進め能はざらしむるものなり。依つて之れを用ふる時には、制御點の進め方が早きに失し電動機の電流過大となり、加速度大に失する事を自ら防止することを得。

(8) 下記のものにつきて其の用途及び作用を略述せよ。

(大正9年II級3のイ)

automatic accelerating device

[解] automatic accelerating device とは電車電動機の總括制御に於て起動期の電流を一定の範囲内に保ち、略一定の加速度を以て電車を起動せしむる自動装置なり。電動機回路と直列に接続せる電流制限繼電器に依つて電動機電流が定められたる最小限度になるまでは、magnetic clutch に依つて主幹制御器圓筒の運動を lock し、電流が最小極限に達するに及んで圓筒を一制御點宛進ましむ。或は

各電動車に於ける電動機回路の接觸子の operating magnet 或は接觸子の開閉を支配する壓搾空氣の magnetic valve への電流の供給を電流制限繼電器に依つて支配せしめて、電流が定められたる最小値に達するを待ちて適當なる接觸子を順次に働かせしむ。

(9) 下記のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

(大正13年II種3のイハ)

(イ) Throttle relay or current-limit relay

(ロ) Accelerating wire or actuating circuit

[解] (イ) automatic multiple-unit controlling system に於て、加速時の電動機電流が定められたる値以上の時には actuating circuit を open し、電動機電流が一定値まで減少するときには actuating circuit を close して、次の階梯に於ける main contactor の operating coil を勵磁し、斯の如くにして constant acceleration を得せしめんが爲めに用ふる relay を current-limit relay, throttle relay 或は notching relay と謂ふ。

(ロ) automatic multiple-unit controlling system に於ける controlling circuit には actuating circuit と retaining circuit とあり。actuating circuit の方は定められたる順序に main contactor の operating coils に順次電流を送るべき使命を有する circuit なり。

(10) 電車内電動機並に制御装置の保守上常に注意すべき事項を列記せよ。

(大正12年II種2)

[解] 制御装置に就いて平素注意すべき事項は次の如し。

圓筒形制御器に於ては、可動接觸片 (segment) と固定接觸片 (finger) との接觸の良否を常に點檢すべきものとす。其の接觸不良なるときは磨減連なれば接觸面は清淨に保たれ、適當の壓力の加へらるゝことを要す。

總括制御法を採用せらるゝものに在つては、主幹制御器に就いて

前項の注意を要するは勿論、電動機用制御器たる接觸器 (contactor) に於いても全く同様なり。

此の接觸器を動作せしむるに壓縮空気を使用する場合は空気の気密を試験すべきものとす。然らざれば気密不良に陥れる際動作不確實となる虞れあり。

その他、一般に制御回線の絶縁抵抗の測定によつて絶縁の良否を検査せざるべからざるは勿論、各接觸部の車輛動揺によつて弛緩することなきやう注意すべきものとす。(電動機に就ては第六章 10 問 49 頁参照)

(11) 電車に單相交流電動機又は三相交流電動機を用ふる場合其の速度調整法を記載すべし。(明治 44 年 I 級 3)

(12) 單相及び三相交流式電氣鐵道電車の速度制御法を各別に記述せよ。(大正 3 年 I 級 3)

〔解〕 (イ) 單相式電氣鐵道電車の速度制御法

單相式電氣鐵道電車の速度制御法は一般に抵抗を用ひず電動機に加はる電圧を加減するものにして補償器制御法及び誘導調整器制御法の二あり。

(a) 補償器制御法。此の方法は變壓器二次線より出る多數のタップの接續を順次に變更して行ふものなり。然るに一タップより次のタップに移るとき若し一開閉器を次の開閉器が閉ぢらるゝ前に開くときは全電流を動作電圧にて切斷することゝなり、又一開閉器を次の閉ぢらるゝ迄開かざれば二タップ間にある變壓器二次線は開閉器に依て短絡せられ第一開閉器の開かるゝとき大なる電流が遮斷せらるゝことゝなる。之を防ぐには短絡の際其の電路内に防遏抵抗又はリアクタンスを挿入するにあり。第 11 圖甲に於て S は 1, 2 等各點にタップを有する變壓器の二次線 X 及び Y は電動機に至るリード線、R は防遏抵抗又は防遏リアクタンスなり。此の種の方法は單

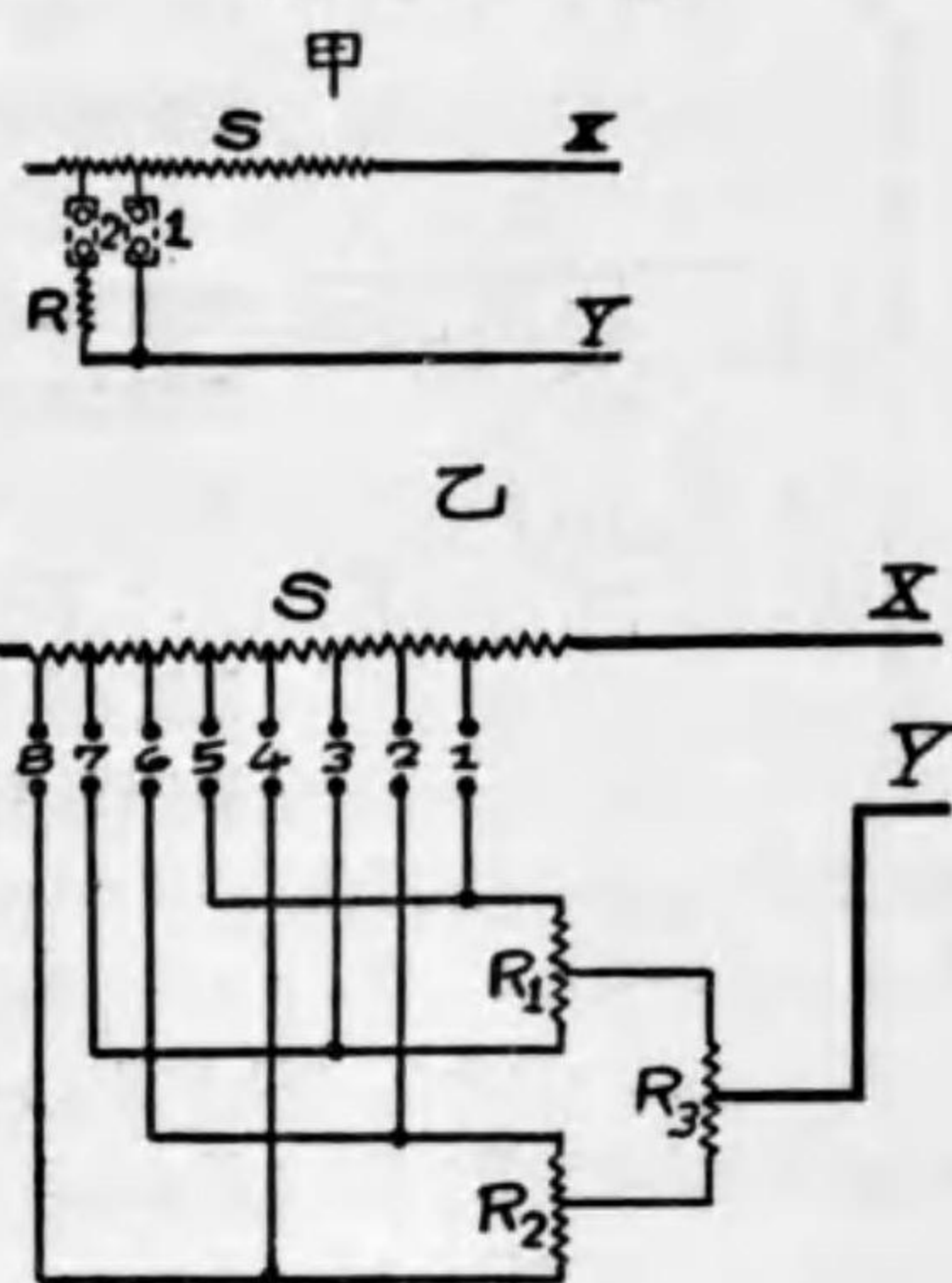
一開閉器法と稱するものにして變移期を除き電流を通ずるに開閉器一個のみを使用するものなるが、複開閉器法と稱するものは二個以上の開閉器を同時に使用するものにして、第 11 圖乙は三個の防遏線を用ふる複開閉器法にして開閉器四個を同時に閉づるものなり。

最初開閉器 1, 2, 3, 4 を閉づ。此の場合に於ては電動機に加はる電圧は 1 と 4 との中間點の電圧に相當す。次に開閉器 1 を開き 5 を閉づ、

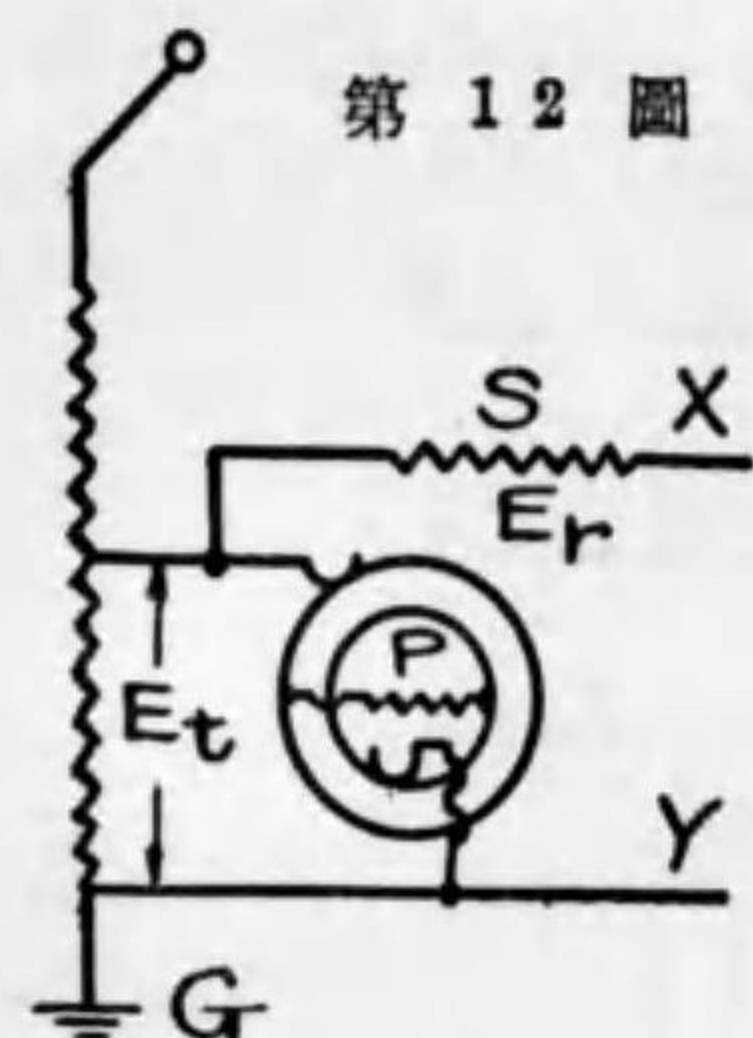
次に 2 を開き 6 を閉づ、以下同様にして遂に開閉器 5, 6, 7, 8 が閉ぢ規定電圧を加ふるに至る。此の方法に依れば一位置より次の位置に移る中捲線の何れの部分も短絡せらるゝことなくして全電流を保持することを得べく各開閉器には全電流の一部通ずるのみなり。

(b) 誘導調整器制御法。此の方法は誘導調整器を用ふるものにして其の一次線輪は單捲變壓器の適當なるタップに接續せられ、二次線輪は電動機電路に直列に接續せらる。今調整器兩線輪の關係的位置を變ずるときは調整器の二次捲線に誘導せらるゝ起電力は零より一定の最大値に至る迄調整せられ得べく、此の起電力は變壓器の電圧に或は加はり或は之より減ぜらる (第 12 圖)。今 E_c を電動機電路に接續せらるゝ變壓器のタップ間の電圧とし E_r を調整器の二次線に誘導せらるゝ最大起電力とすときは電圧を $E_c - E_r$ より $E_c + E_r$ までの間に於て任意の値となすことを得。

第 11 圖



(ロ) 三相交流式電気鉄道電車の速度制御法



第 12 圖

三相交流式電気鉄道電車の速度制御法には抵抗制御法、磁極数変更制御法、縦横制御法の三種あり。

(a) 抵抗制御法 誘導電動機の抵抗制御法は廻轉子電路中に滑動環を経て各相に抵抗を挿入して制御するものなり。

(b) 磁極数変更制御法 電動機の磁極数を変ずるときは其の速度を変ずる事を得。第 12 圖は 8 又は 4 極三相誘

導電動機の一相の固定子巻線の配列を示すものなり。巻線 1-3 は 1-2 及び 2-3 なる二部分より成り各部分は其の両端に接続点を有す(端子 1 及び 3 は他の二相と接続せらるゝものとす)。此の電動機

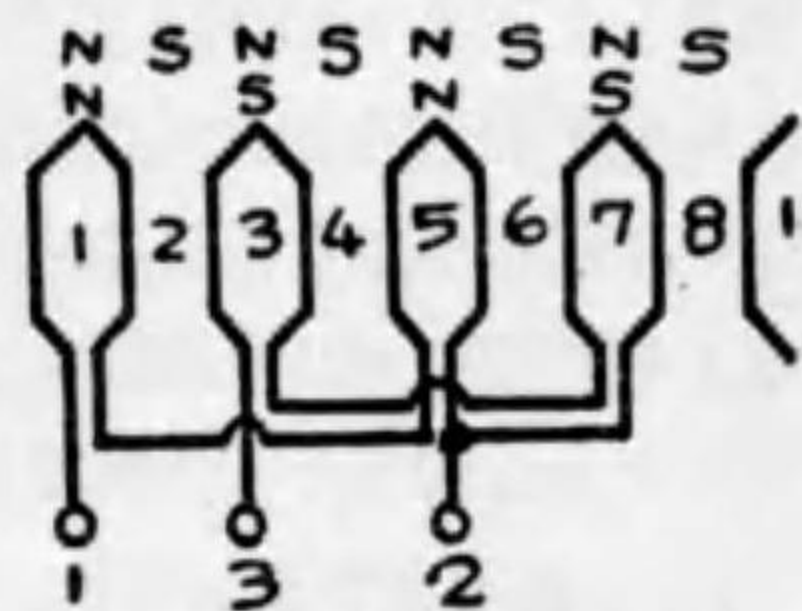
の普通の誘導電動機と異なる所は磁極巻線が一つ置きにある点にあり。

8 磁極を生ぜしむるには接続点 2 を外線の一に、1 及び 3 を中性点に接続し、依て巻線 2-1 及び 2-3 を並列にするにあり。然るときは線輪は總べて同性極を生じ其の中間に反

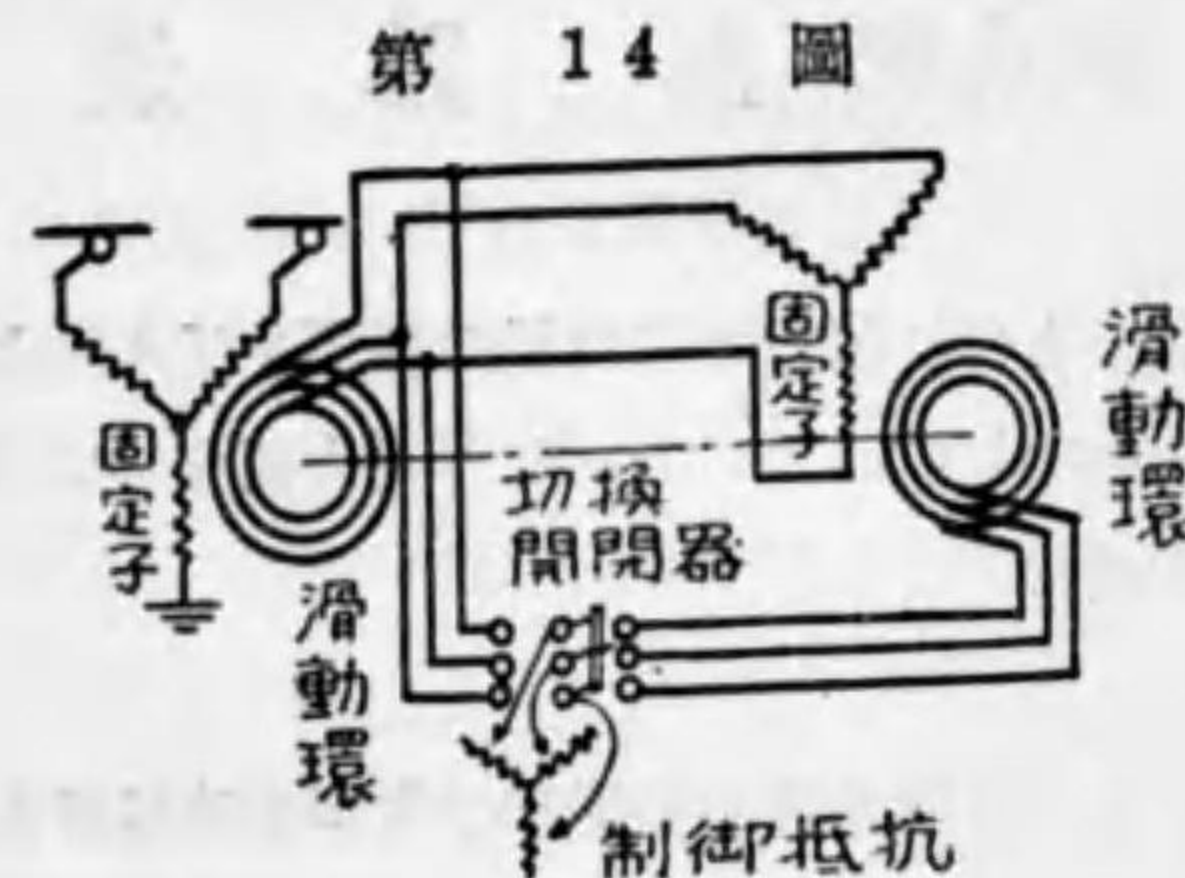
對磁極を生じ 8 磁極となるべし。次に端子 1 及び 3 を供給電路の三線中の二線に接続し、巻線 1-2 及び 2-3 を直列にすれば、巻線の一方には他と反対方向の電流通ずるを以て相反せる磁極となり、中間磁極は消滅して 4 磁極となるべし。

(c) 縦横制御法 二個の電動機の廻轉子を齒車、連結桿等を以て機械的に接続し主要電動機の廻轉子を補助電動機の固定子に、補助電動機の廻轉子を適當なる起動抵抗を以て短絡し、所謂縦横接続法を用ふるものなり。縦横接続法に於ける同期速度は兩電動機の磁

第 13 圖



極数の和に等しき磁極数を有する電動機の同期速度と同様なれば、



第 14 圖

此の方法を用ひて起動を行ひ又は速度制御を行ふことを得べし。即ち最初起動の際は補助電動機を主要電動機と縦横に接続し、補助電動機の廻轉子電路に於ける制御抵抗を順次除きたる後、縦横接続を廢し、制御抵抗を以て主要電動機の廻轉子を短絡し、主要電動機のみを使用し、制御抵抗を又順次に除くものなり。

第八章 制 動 法

(1) 下記のものに使用する材料の種類を記入せよ。

制動靴 (brake shoe) (大正6年II級2の内)

〔解〕 軟鑄鐵

(2) 次のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

(大正1年II級3のロ)

スリッパ・ブレーキ (slipper brake)

〔解〕 スリッパ・ブレーキは制動杵を軌條面に壓して制動作用を営ましむる制動装置なり。従つて此の制動装置によれば制動力を如何に大とするも車輪が車體と一體となつて軌條上を滑る事なし。従つて急勾配を有する軌道上を運轉する電車の如く大なる制動力を要する場合に用ふるに甚だ適當なり。但し機械的のものは車體全體を浮かせて脱線の原因となる處あるも、電磁力に依つて制動杵を軌條面に吸引せしむるものによりては此の虞れなし。

(3) brake の摩擦係數に變動を與ふる諸原因を挙げ、且つ如何に變動するや其の要點を摘記せよ。(大正6年I級1)

〔解〕 brake の摩擦係數に變動を與ふる諸原因及び其の變動の状態は次の如し。

(a) 電車の速度——電車の速度の減少に伴ひ、摩擦係數は増加す。

(b) brake shoe に於ける溫度従つて brake が加へられてより電車が進行せる距離——brake が加へられてより電車が進行せる距離の増加に伴ひ、摩擦係數は減少す。

(c) brake に加へらるゝ壓力——壓力の増加に伴ひ摩擦係

數は減少す。

(4) 下記のものに付き其の概數を記入せよ。

(大正6年III級2のイ及び大正10年II種4の1)

(イ) 制動靴 (brake shoe) と車輪 (car wheel) との間の摩擦係數 (coefficient of friction)。

〔解〕 (イ) 0.12—0.22, 0.15 を標準とする事多し。

(5) 下記のものにつき其の概數を記載せよ。

(大正10年II種4のロ及び大正11年II種4の内)

手動制動機に加へらるべき手力 (hand power)

〔解〕 15 疋。

(6) 下記のものにつき其の概數を記載せよ。

空氣制動機に普通用ひらるゝ氣壓。(大正11年II種4ホ)

(7) 下記のものに就き其の概數を記せ。

空氣制動機に普通用ゆる reservoir (レザーバー) 内の氣壓。
(大正12年再II種3のハ)

〔解〕 4~7 疋每平方寸。

(8) 下記のものに付き其の用途及び作用を略述せよ。

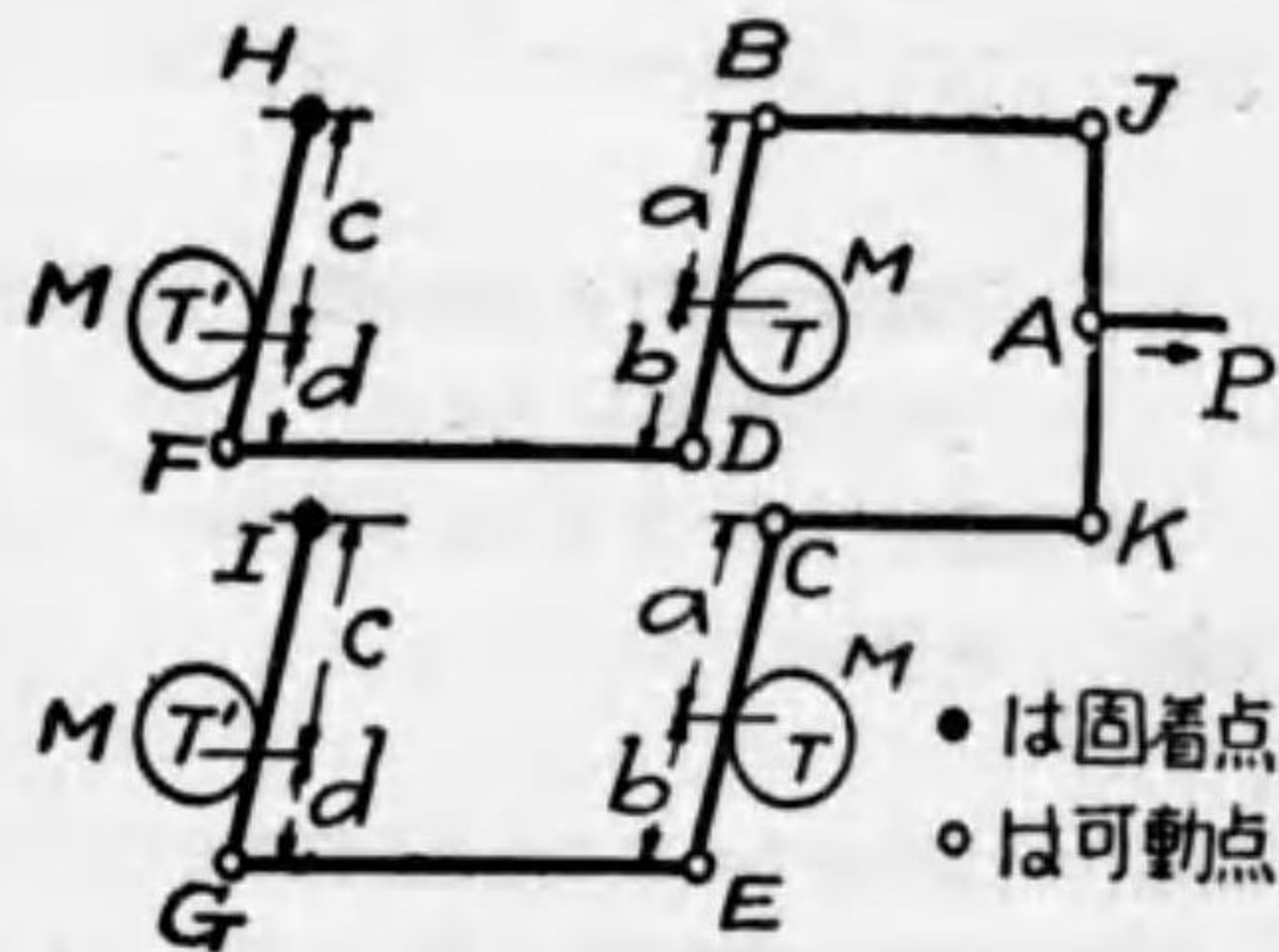
air-compressor governor (大正8年III級3のホ)

〔解〕 air-compressor governor は壓搾空氣制動機に使用する壓搾空氣貯藏器の壓力が一定値以上となる時には、其の壓力の爲めに自動的に壓搾機用電動機の回路を遮斷し、貯藏器の壓力が一定値に下降する時には、直ちに電動機回路を閉じて之れを起動せしむる作用を営む自動調整器なり。

(9) 第 15 圖に示す如き制動装置 (brake) あり。M は車輪 B, C, D, E, F, G, J, K 點は可動點, H, I は固着點なりとし a, b, c, d は此の記せられたる部分の長さを示すものとす。今桿 JK の中點 A を P なる力にて引きたりとせば依つて起る制動靴 (brake shoe) の壓力 T, T' の値を計算せよ。 (大正 3 年 1 級 1)

〔解〕 桿 BJ

又は CK に於ける張力は $\frac{P}{2}$ なり。今 D を横杆 BD の支點と假定し桿 BJ に於ける張力と壓力 T とを横杆の各部の長さに反比例するものとし T を見出せば



$$T = \frac{P}{2} \times \frac{a+b}{b}$$

次に桿 FD 又は GE に於ける張力は、壓力 T の加はる點を横杆の支點と假定し、

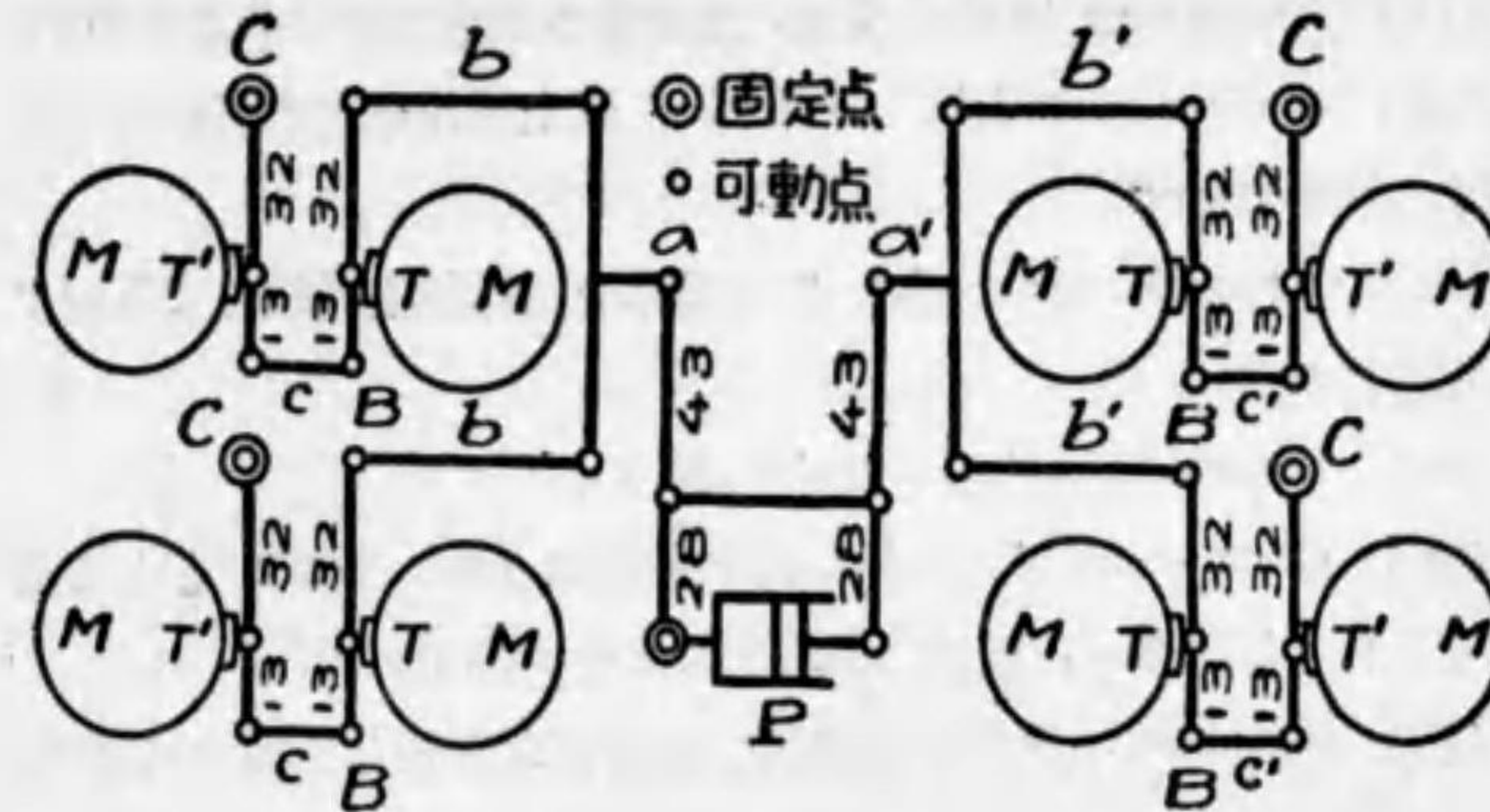
$$\frac{P}{2} \times \frac{a}{b}$$

依て前と同様に T' を見出し得べし。

$$T' = \frac{P}{2} \times \frac{a}{b} \times \frac{c+d}{c}$$

(10) 第 16 圖に示す如き制動装置 (brake rigging) あり、M は車輪 (wheel), P は制動氣筒 (brake cylinder) なり、今制動氣筒の直徑を 25 釐、氣壓を 5 厩毎平方釐とすれば此の制動装置にて車輪上加へ得べき制動靴 (brake shoe) の壓力 T 及 T' の値を算出せよ。 (大正 12 年 I 種 2)

第 16 圖



〔解〕 氣筒内の全壓力 = $\frac{\pi \times 25^2}{4} \times 5 = 2460$ 厩

beam a a' に於ける張力; $2460 \times \frac{28}{43} = 1600$ 厩

beam b b'; に於ける張力 $\frac{1600}{2} = 800$ 厩

B を支點と考へて T を算出す可し。

$$T = 800 \times \frac{32+13}{13} = 2770 \text{ 厩}$$

T の働く點を支點と考へて beam c, d' に於ける張力は

$$800 \times \frac{32}{13} = 1970 \text{ 厩}$$

$$\therefore T' = 1970 \times \frac{32+13}{32} = 278 \text{ 厩}$$

(11) 現今最も汎く直流式電車に實用せらるゝ各種の制動装置 (brake) の種類を列記し且つ其の各の最も適する用途を列記せよ。

(大正 2 年 II 級 3)

〔解〕 (イ) hand brake 小形、低速度の電車及び他の制動装置を使用する場合に於ける豫備として使用する。

- (ロ) electric brake 多くの電車で豫備又は應急用として使用する。
 (ハ) straight air brake 大形、高速度の單車運轉の電車に適す。
 (ニ) emergency straight air brake 同上電車を二車聯結して運轉する場合に適す。
 (ホ) automatic air brake 同上電車を三車以上聯結して運轉する場合に適す。
 (ヘ) electro-magnetic air brake 同上。
 (ト) electro-magnetic brake 此の装置は track brake として働かせしむる場合多く、軌道に急坂ある場合に適す。
 (チ) regenerative brake 軌道の大部分が勾配線なる場合に適す。

(12) 下記の電氣鐵道に付き適當なる制動機 (brake) の種類を記入せよ。 (大正6年 III 級一般應用 2)

市街電車

高速度電車 (單車の場合)

同 (連結車の場合)

山地に於ける電車

[解] 市街電車

手働制動機

電氣制動機

直通空氣制動機 (straight air brake)

高速度電車 (單車の場合)

直通空氣制動機

高速度電車 (連結運轉の場合)

應急直通空氣制動機 (emergency straight air brake)

自動空氣制動機 (automatic air brake)

電磁空氣制動機 (electro-magnetic air brake)

山地に於ける電車

電磁軌道制動機 (magnetic track brake)

同生制動法 (regenerative brake)

以上總ての場合に於て手働制動機又は他種の制動機を豫備として具備するを必要とす。

(13) 空氣制動機 (air brake) の種類を挙げ其の得失を比較せよ。 (大正5年 I 級 2)

[解] 現今使用さるゝ air brake の種類は次の如し。

イ straight air brake.

ロ emergency straight air brake.

ハ automatic air brake.

ニ combined straight and automatic air brake.

ホ electro-pneumatic air brake.

(イ) straight air brake 各種 air brake 中其の構造最も簡單なるものなり。此の制動機にありては train line が切斷すれば制動機緊締行はれず。故に之を二種以上聯結の列車運轉の場合に用ふること能はず。單車運轉の場合にのみ使用せらるゝものなり。

(ロ) emergency straight air brake 此の制動機は前者に比し構造稍複雑なれども直結運轉に適す。此の式に於ては train line が切斷せる場合には、reservoir line は外氣に開放され、emergency valve が作用して、制動機は直に緊締さるゝが故に、此の brake は列車運轉の場合にも使用することを得。然し brake の緊締は壓搾空氣が長き通路を経て始めて行はるゝものなれば、車輛數多き時には各部分の抵抗の爲めに後部車輛の制輪子緊締には甚だしき time lag あるを免れず、従つて各車輛の制動同時に行はれず、全體として制動甚だ有効ならず、故に此の brake は普通二車聯結運轉の場合に使用さる。殊に運轉閑散の時には單車運轉を行ひ輻輳時間にのみ附隨車を聯結運轉する場合に最も適當なりと認めらる。

(ハ) automatic air brake 此の brake に於ては train line の壓力を減ずる時に triple valve の作用により brake cylinder の緊締行

はる。故に此の brake は列車運轉の場合に適する事明かなり。

且つ此の brake に有りては其の緊縮は單に train line の壓力を減ずることに依りて行はるゝが故に、多數車輛聯結運轉の場合と雖も後部車輛の制輪子緊縮の time lag 少く、車輛數多き場合に最も適當なり。普通三車或は三車以上の列車に使用さる。

(二) combined straight and automatic air brake 機關車運轉の場合に用ひらるゝものにして全列車の automatic braking を行ひ或は機關車のみ straight air braking を行ひ附隨車の brake は之を弛め同時に補助空氣溜に空氣を蓄積することを得るものなり。

(ホ) electro-pneumatic air brake 此の方式は大體に於て automatic air brake に等し。只 train line 開口用 valve を各車に備へ、電磁作用に依り其の開閉を行ふものとす。automatic air brake よりも制動發適用の time lag 一層少く車輛多數の場合に甚だ有利なりと稱せらる。

(14) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

automatic air brake (大正9年II級3のニ)

(15) 自働空氣制動機 (automatic air brake) の働作及び其の利點を記述せよ。(大正13年II種2)

〔解〕 自働空氣制動機は多數の車輛を聯結運轉する場合に用ひらるゝものにして、各車に壓搾空氣の補助 reservoir を設備し、之れより各車の brake cylinder にそれぞれ壓搾空氣を供給する如き装置となれり。

各車の補助 reservoir は triple valve を經て全車輛を聯結せる氣管 train line に接續し、train line の先端は motorman's valve を經て main reservoir に接續さる。

此の brake の働作の順序を述べんに、brake を加へんとするときには motorman's valve を操作し、train line を main reservoir より

斷ち、此れを外氣に開放し train line 内の氣壓を減ず。然るときは各車の triple valve は補助 reservoir 内の氣壓に作用されて働作して補助 reservoir と brake cylinder とを聯絡して brake piston を壓し、brake を働作せしむ。

brake を緩めんとするときには、motorman's valve により train line を main reservoir に聯絡し train line 内の壓力を回復せしむ。然るときには triple valve は此の壓力に作用されて働作し、brake cylinder を外氣に開放して brake を緩むると同時に補助 reservoir を train line に聯絡し之れに壓搾空氣を送り、次回の働作の準備を完了するものなり。

此の brake system の利點とする點は、第一に brake application は train line の壓力を減少することに依りて行はるゝものにして、他の brake system の如く main reservoir より長き train line を經て各車の brake cylinder に壓搾空氣を送るものに非ざる故、車輛數が多き場合と雖も各車輛の brake は殆ど同時に働作し、後車程 brake application に time lag が生ずるが如き事殆どなきこと 第二には列車の聯結機が切斷する如き場合に直ちに train line も切斷され、其の壓力減ずるを以つて直ちに各車の brake 働作して直ちに停車せしむることの二點を其の主要なるものとす。

(16) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

triple valve (大正10年I種4ハ及大正13年II種3ニ)

(17) 空氣制動機に使用する器具及び計器の名稱を挙げ且つ其の働作を記述せよ。(大正15年II種3)

〔解〕 空氣制動機に於て使用する壓搾空氣を reservoir に蓄藏するには、(a) 電車出發前に之を蓄藏し置くもの、(b) 車軸の廻轉に伴ひ働作する唧筒により供給するもの等もあれど、普通には (c) pressure に依り働作する自働開閉器に依りて制御せらるゝ motor-

driven air compressor に依る方法最も多し。

straight air brake に於て使用する計器及び器具は次の如し。

(A) 計器

pressure gauge. reservoir 内の氣壓を指針に依りて示す。

combined gauge ならば, brake cylinder の氣壓をも同時に指示す。

(B) 器具

(a) motor-driven air compressor. 小電動機軸の pinion に装置せる crank and connecting rod により唧筒内の piston を往復運動せしめて空気を壓搾す。

(b) reservoir. air compressor によりて壓搾されたる空気を pipe を經て此處に貯藏す。

(c) pump governor. reservoir 内の氣壓減ずる時は, governor 内の piston が或る位置まで移動する事により, compressor motor 回路の開閉器閉ぢられ, compressor を働かせしめ, 壓力所定の最大値に達すれば piston は原位置に復して motor への回路は開かれ, compressor の働作は止む。

(d) safety valve. reservoir 内の氣壓所定以上となれば大氣へ放出せしめ所定の壓力を保たしむ。

(e) motorman's valve. 制動に際し, 運轉手は此の valve の把手を操作して, brake cylinder 内へ壓搾空気を送り, 又は緩解する爲め之を外部へ放出せしむ。

(f) brake cylinder. motorman's valve を操作して reservoir と train pipe と連絡される時は壓搾空気が cylinder に送られて聯桿装置に運動を傳へ, brake shoe を車輪周へ壓せしめる。motorman's valve を release の位置に復して train pipe を外氣へ開放する時は cylinder 内の壓搾空気が大氣へ放出され brake は緩解さる。

emergency straight air brake (附隨車を連結する如き場合に使用す) に就ては前記の外更に reservoir line と emergency valve とを

備へ, 附隨車には補助 reservoir 及び conductor's valve を備ふ。

(g) emergency valve. reservoir line 内の氣壓が reservoir 内の氣壓と平均せる時は, train pipe と brake cylinder とは此の valve 内にて連絡され居る故, straight air brake 同様 brake を行ひ得。若し列車の聯結切斷されるか, 或は motorman's valve を操作して reservoir line 内の氣壓を減ずるときは train pipe と brake cylinder の聯絡を斷ち main reservoir と brake cylinder とを直接連絡せしめて制動機は緊締せらる。motorman's valve に依り reservoir line 内の氣壓を元に復する時は, 再び train pipe と brake cylinder との通路を作るを以て, 次に train pipe を外部へ開放すれば brake は緩解さる。

automatic air brake (3 輛以上の聯結に使用す) に於ては brake 緊締の時には train pipe 内の氣壓を減じ, 緩解の際には之を増す事必要にして, emergency valve の代りに brake cylinder に接して補助 reservoir と triple valve とを要す。

(h) triple valve. motorman's valve を操作し, train pipe を外氣に開放する時は, triple valve 内の piston は補助 reservoir 内の氣壓に作用されて移動し補助 reservoir と brake cylinder とを連絡せしめ brake を働かせしむ。motorman's valve を release の位置に復して train pipe を main reservoir valve に連絡し, 其の壓力高まる時は valve piston は再び中央の位置に復し, brake cylinder を外氣に開放して brake を緩解すると同時に, triple valve 内の check valve を通じて補助 reservoir に壓搾空気を送入して次回の動作に備ふ。

此の外 whistle も附屬すれども之は制動には與らず。

(18) 直流式電車の電氣制動機を記載し且つ其の原理を説明すべし。 (明治 44 年 III 級 4)

〔解〕 直流直捲電動機は其の運轉中に之れを電路より遮斷し,

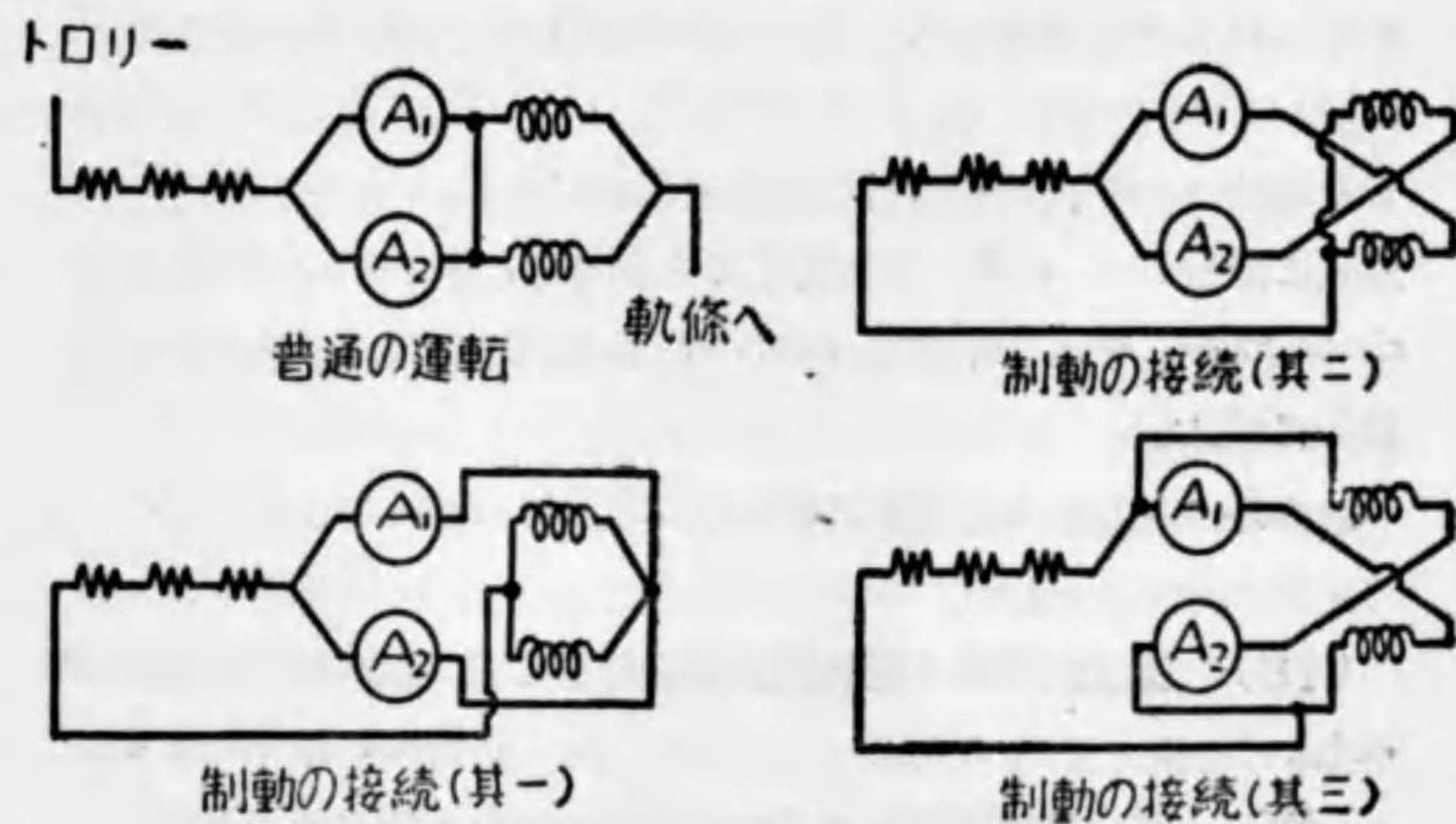
界磁線輪と發電子線輪との間の極性を今迄とは反對にし、然る後電動機端子間に適當なる抵抗を接続すれば、機は發電機として作用し抵抗内に電流を供給すべし。直流電氣鐵道に於ける電氣制動は此理を應用せるものにして、要するに電車の有する運動のエネルギーを短絡抵抗内に於て熱として消費し、以つて電車の制動を得るものなり。而して此の制動法に於ける電動機の接続変更は制御器によるものにして、之れに適する制御器は其の把手を遮斷の位置より逆に進む時に制動に對する接続を得、此の方向にノッチを進むるに従つて漸次短絡抵抗を減ずる如き構造を有するものなり。

(19) 直流直捲電動機二個を使用する電車の電氣制動 (electric brake) を電車線より電力の供給を受けずして行ふ方法中現今最も實用せらるゝものゝ一につき電線接続圖を以て略説せよ。

(大正 3 年 II 級 1)

〔解〕 直流直捲電動機二個を使用する電車に於て、電氣制動を行ふには先づ電車線より電動機に至る電流を遮斷し、電動子と界磁

第 17 圖



との間の接続を変更し第 17 圖其一の如く兩電動機を並列に接続して制御用抵抗又は其の一部を以て之を短絡するにあり。此の時電動機は電車の惰性に依り廻轉する自己勵磁直捲發電機となる。依て速度減少すると共に次第に抵抗を減じ電流を約一定に保つとき一定の制動度を與へ得べし。此の際兩電動機の界磁の強さに異同あるときは、抵抗を通ぜずして兩電動機間のみを循環する電流を生ずるため、均壓線を使用す。又均壓線を用ふる代りに兩電動機の界磁を相互に交換し平均を得しむる方法あり、同圖其二其三の如し。

(20) 下記のものにつき其の用途及び作用を略説せよ。

回生制動法 (regenerative brake method)

(大正 3 年 II 級 3 のロ)

(21) 直流電動機並に三相交流電動機が電氣制動をなす場合の原理を説明せよ。

(明治 44 年 II 級 3)

〔解〕 電氣制動は電動機を發電機として作用せしめ、運動體の有する運動の勢力を電力として消費するものなり。而して其の電力消費の方法により抵抗制御 (rheostatic brake) 及び回生制動 (regenerative brake) の二種に區別さる。單に電氣制動と言ふ時は前者のみを意味する事多し。

抵抗制動は直流式電車に於て最も普通に行はるゝ制動法にして、電動機を電路より遮斷し、界磁線輪の接続を轉換し、其の端子を適當なる抵抗を以て短絡し、之れに電流を供給し抵抗内に熱として電力を消費するものなり。

回生制動は線路中に長き勾配を有する場合に行はるゝ法にして、下り勾配に於て電動機を發電機として働かせしめ、其の電力を電路に送還するものにして、制動車及び輪帶 (tire) の摩擦、發熱其の他の故障を除くを得ると同時に、上り勾配に於て勾配の爲めに消費せる電力の半以上を下り勾配に於て回復し得るの利あり。

三相誘導電動機の場合の電気制動は回生制動に属するものにして誘導電動機を其の同期速度以上に廻轉すれば發電機として作用するの理を應用するものなり。

直流電動機に於ても回生制動を行ひ得るものなるも、直捲發電機は其の制御困難なるを以つて回生制動を行ふ場合には分捲界磁を加へ複捲發電機として作用せしむる事を要す。

(22) 各種方式の電気鐵道に於ける回生制動法 (regenerative braking method) を説明し且つ此の方法の利益とする諸點を擧げ之を詳述せよ。

(大正15年I種2, 大正7年II級2及び大正9年II級2)

〔解〕 如何なる方式に於ても、回生制動法は電力回生に依つてエネルギー消費を小ならしめ、且つ機械的制動機の使用を減少する故に車輪タイヤ、制動靴、軌條等の壽命を長からしむることを其の利點とす。只其の装置に對する價格及び重量の増加操作の難易が考ふべき問題なり。電気回生制動法に就ては、回路遮斷さるゝ如き場合に備ふる爲め充分なる機械的制動機を装置し置くを要する事勿論なり。各種電気方式中回生制動に最も適するは三相方式なりとす。

(1) 三相方式 回生制動に對しては一般に捲線型三相誘導電動機と水抵抗とを使用す。三相誘導電動機は同期速度以上に於ては發電機として作用する事を利用するものにして、縦續制御を採用すれば縦續同期速度に達するまでは回生制動に依つて減速せしめ得。制動中の制動度は最後の電動機の廻轉子に直列抵抗を挿入して制御す。従つて水平軌道上に於ける回生制動は此の抵抗に依る損失を含む。尤も極數轉換を加へて四速度とすれば、此の損失は幾分減少す。何れにせよ回生制動の爲めの特別装置を要せず且つ制御の甚だ簡易なるは大なる利益なり。又降り勾配に於ては廻轉子に直列抵抗を挿入するを要せず、電車速度は其の時の電動機の同期速度よりも稍高き速度に固着して過度の高速度となる事を阻止す。齒輪の直徑を異

にする二輛以上の機關車を連結して勾配を降る如き場合は自働液體加減抵抗を使用す。即ち車輪の直徑最大なる機關車に於ては廻轉子を短絡し、他の機關車に於ける加減抵抗は主幹制御器に於て制御し、各車に於ける負荷を平均せしむ。

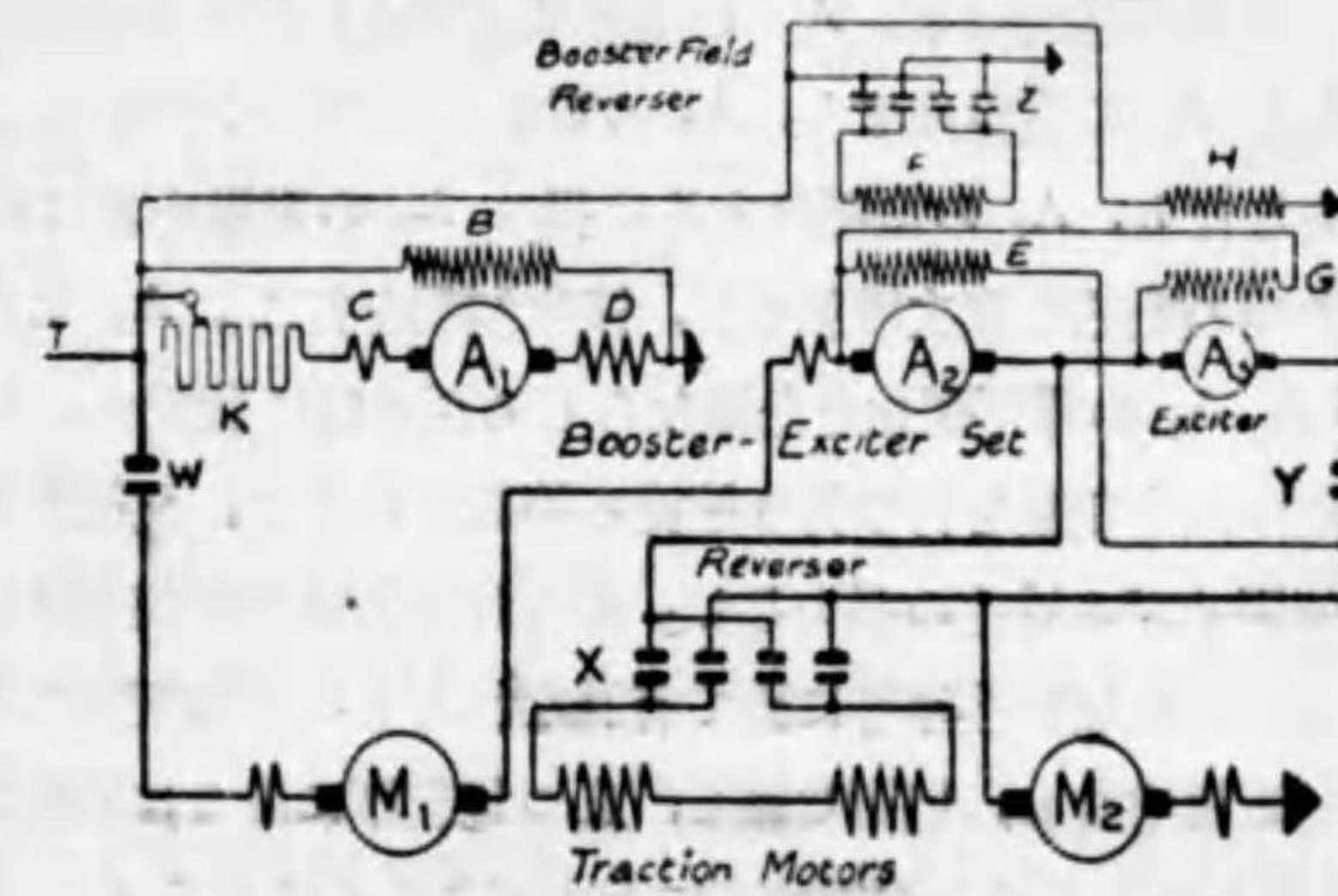
高速度に下る場合に於ては返送電力が必要以上に昇る事あるべし。之に對しては一般に水抵抗を使用し過剩電力を吸収せしむ。

(2) 直流方式 直流分捲電動機を使用すれば比較的容易に回生制動を行ひ得れども、分捲電動機は元來鐵道用電動機として不適當にして、且つ回生制動を行ひ得る速度の範圍小なり。

直流直捲電動機は電気鐵道用電動機として最も優秀なれども、回生制動を行ふには特別の装置を要す。即ち回生制動を行ふため發電機として作用せしむる場合には界磁を他勵磁する装置とし、電動機として作用する場合よりも過勵磁し得る様設計し、且つ他勵磁界磁に電流を供給するため別に勵磁機を装置し、此の電流を界磁抵抗器により加減し發生電壓をして供給電壓に一致せしむ。或は加減壓勵磁装置を使用すれば損失電力小なり。

後の場合に就きて、次の接續圖により述べん。

第 18 圖



加減壓勵磁装置 (booster exciter set) を装置し回生制動を可能な

らしめると同時に、之に依つて起動及び速度制御を行ひ、起動抵抗を使用せず、経済的に速度を制御し得。其の装置の電動機 (A_1) と加減壓機 (A_2) とは磁棒を共同として補極を有し、此等の電機子及び勵磁機發電子 (A_3) は同軸上に置かる。

牽引用電動機 $M_1 M_2$ を起動せしむるには、先づ開閉器 K を閉ちて A_1 を起動せしめ、reverser X を閉ち A_2 に於ける起電力が給與電壓と反方向に生ずる様 A_2 の界磁 F を reverser Z を閉ちて勵磁し W を閉づ。界磁 F の勵磁電流漸次減少することに依つて列車の速度を一定に保持し A_2 の電壓零なる時 $M_1 M_2$ は各々供給電壓の $\frac{1}{2}$ を受け普通の直並列制御法に依る直列、無抵抗の場合に相當す。此の期間中 A_2 は電動機として、 A_1 は發電機として動作す。其の後は $A_1 A_2$ は反對に動作し、 F は反對方向に勵磁され A_2 の電壓も供給電壓と同一方向となり、 F 内の電流漸次増し A_2 の電壓は高まり、終に $M_1 M_2$ をして各々常規電壓を受けしむ。

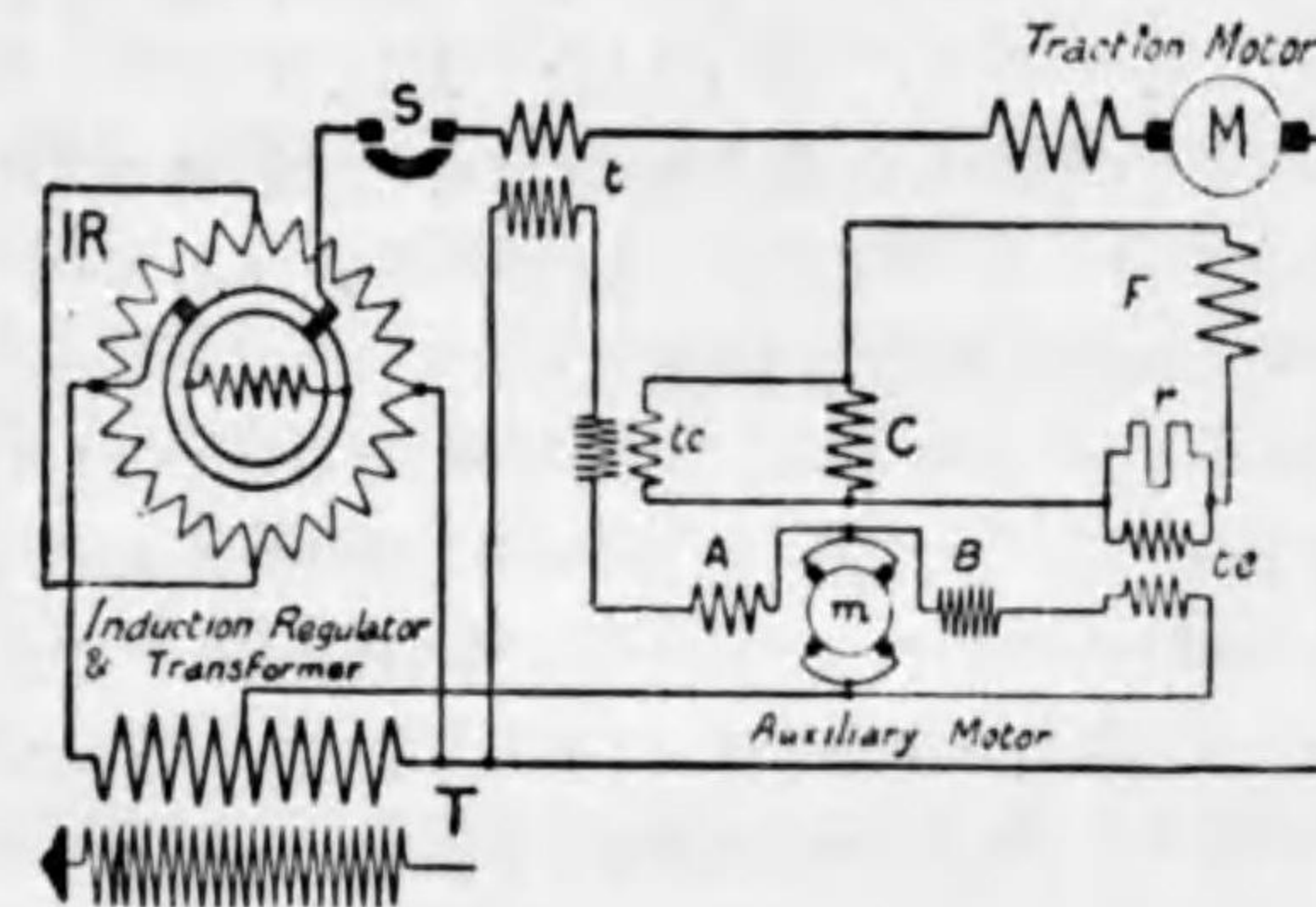
次に回生制動は接觸器 r を閉ち加減壓機界磁の勵磁を加速の場合と反對にして行ひ得。勵磁機 A_3 の界磁 H 及び G は A_2 の起電力の方向により或は差働かに或は和働的に作用す。回生制動の初めには加減壓機電壓最大にして G と H とは反對し、勵磁機電壓は最小なり。回生制動行はれ、 A_2 の電壓減少するに従ひ勵磁機界磁の勵磁増加し A_2 の電壓高まり、 A_2 の電壓が反對に生ずる時は GH は同方向となり、 A_2 の電壓高まるに従ひ A_3 の電壓を更に高め、牽引電動機の勵磁は漸次増加され、回生制動を行ふ。 A_2 に於ける界磁 E は A_2 の電壓變化を急激ならしめざる爲に装置す。此の方式の利點は回生制動を行ひ得る速度の範圍大にして、又速度制御に抵抗を使用せざる故此の損失なし。即ち此の方式は平坦線路に於て比較的優れ、電氣機關車等に於て有利なれども、附加装置に對する價格及び重量増加し、制御複雑し、且つ電動車に於ては回生さるべき energy も小なる故勿論電動車に適すべきものにあらず。

(3) 單相方式 單相直捲電動機にての回生制動法は直流直捲發

電機の場合と略ぼ同様の方法にて行ひ得れども、此の場合には力率に就いて考慮を要す。良好の力率にて回生制動を行はしむる事至難なり。回生制電に於ては界磁は他勵磁し、勵磁電流と發電子電流との位相關係を不變に保つ事を要す。

次の接續圖は此の方法の一例を示す。誘導電壓調整機 IR により電壓を調整し開閉器 S を閉ちて回生制動を行ふ。 A 及び C は何れも

第 19 圖



補助電動機 m の界磁捲線にして 90° の位相差を有し、牽引電動機 M の界磁 F は C により勵磁す。電動機 m の力率は補償變壓器 te 及び抵抗 r に依り常に 1 に維持され、 F に於ける勵磁電流の位相は補償變壓器 tc と變流器 t に依り電動子電流と共に變化し位相關係は不變に保たる。

此の方式に於ては、三相方式に於ける如く充分なる energy の回生は望まれず又方法簡易ならず。回生制動に對しては最も劣れり。

(23) 登山電氣鐵道用電車に使用するものとして各種制動装置の優劣を述べよ。(大正 13 年 I 種 2)

[解] 登山電車に用ふる制動装置としては (I) mechanical

brake, (II) electric brake 又は electro-magnetic brake 共に使用せらる、即ち次の如し。

(I) mechanical brake

1. wheel brake 此の制動装置は登山電気鐵道のみならず、一般鐵道用車輛に最も應用さるゝものにして、brake shoeを wheel rim に壓して制動を行ふものなり。

2. band brake 此の制動装置は車輪軸に brake drum を固定し、之れを band を以つて締付くるものにして、制動力の加へらるゝ面積大なれば比較的小なる力を加へて大なる効果を發生し得る點に於て wheel brake に優れるも、電動車にては場所の關係より之れを設置し難き場合あり。碓氷峠に於ける電気機關車の rack wheel に対する brake の如き場合には最も好適なり。

3. mechanical track brake 此の brake は車臺に取付けたる slipper を軌條に壓下して制動を行ふものなる故 wheel skidding の虞れなく、制動力を増大せしめ得るを以て其の効果大なり。然れども brake を加ふる際に多少車體を浮かす傾向あるは避くべからず、爲に制動力を餘り大とするときには脱線を惹起するの懸念あり。track brake と wheel brake とを組合せたるものあり、wheel brake のみの場合に比し有效なり、但し此の場合兩者の制動力の割合を適當にせざれば、wheel に掛る重量軽く車輪の skidding を生じ、wheel brake の効果を失はしむることあり、注意を要す。

以上の各種の mechanical brake を動作せしむるには普通 pneumatic operation 或は hand operation となす。hand operation は比較的效果薄弱にして且つ急激の制動不可能なれば、急勾配の登山電気鐵道用電車には他の制動装置の豫備として之れを設置するに過ぎず。pneumatic brake は hand brake よりも強力にして且つ急激に制動を行ひ得るを以て登山電車の主要制動装置としては多く之れを使用す。

(II) electric brake 及び electro-magnetic brake

1. electro-dynamic brake 電車が降り勾配を走行するとき此の brake を應用するときには brake shoe, wheel 或は track を braking の爲めに磨滅せしむることなくして、電車の速度を適度に調節し得るの效ある有用なる brake 装置なり。また此の brake は run back preventer として有効なり。然れども此の brake のみを以てしては勾配線に於て電車を全く停車の状態に保持すること不可能なれば、登山電車の主要制動装置として用ふることなし。

2. electro-magnetic brake 電車に用ふる magnetic brake は track brake とするを一般とす。車臺に取付けたる slipper を電気磁石とし、制動を行はんとするときには電車の電動機を發電機として作用せしめ、之れに依つて brake magnet を勵磁し slipper を track に吸着せしむるものなり。従つて此の brake は一部は dynamic brake として又他の一部は track brake として作用するものなり。尙 slipper の運動を lever に依つて wheel brake の shoe に傳へ、同時に之を働かせしむるものあり。

此の制動装置は mechanical brake の如く電車を浮かす傾向を生ずる缺點なく、又電車速度が甚だ小ならざる限り其の効果極めて大なれば、非常用制動装置として甚だ有效なれども勾配線に於て電車を停車の状態に保持する効なきこと dynamic brake と同様なり。

3. regenerative electric brake 直流式或は單相式に於ては其の制御装置複雑すれども、登山電車の如き長き勾配線上に之れを應用すれば最も經濟なり。但し停電、トロリー棒離脱等の場合自働的に dynamic brake に切り換ふるの装置を具備せざれば危険なり。

要するに登山電気鐵道用電車には、主要制動装置として pneumatically operated mechanical brake (wheel brake, track brake 或は band brake) を設備し、降り勾配に於ける速度調節用又は非常用として electro-dynamic brake, regenerative electric brake 又は magnetic track brake の補助装置を設備し、豫備として hand operated mechanical brake を設備するを可とす。

第九章 運 轉 抵 抗

(1) 軌道上を走る電車の受くる抵抗 (train resistance) を種別し其の各につきて説明すべし。 (大正1年 II 級2)

(2) 水平直線軌道上に於ける train resistance の要素を類別して之れを説明せよ。 (大正11年 I 種3)

[解] 平坦軌道上に於て列車抵抗の要素を類別すれば次の如し。

(イ) 空気抵抗 (air resistance)	{	前面の風壓に依る抵抗 (head resistance)
		後方の吸込に依る抵抗 (rear resistance)
		側面の摩擦に依る抵抗 (side resistance)
(ロ) 機械的抵抗 (mechanical resistance)	{	軸筐に於ける摩擦 (journal friction)
		フレンヂ摩擦 (flange friction)
		ローリング摩擦 (rolling friction)
		軌條の彎曲及び繼目に依る摩擦 (friction due to rail bending and joint)

(イ) 側面摩擦に依る抵抗は他の抵抗に比して比較的小なるを以て、全體の空気抵抗は列車斷面積と速度の二乗との積に比例するものと考へらる。即ち

A = 車體の斷面積 (平方米)

V = 電車の風に對する關係速度 (軒 / 時)

とせば、空気抵抗は次式にて表はさる。

$$R_a = k_1 AV^2 \text{ 瓩} \dots\dots\dots(1)$$

式中 k_1 は列車の兩端の形狀に依りて定まる係數にして、前端がパラボラ狀に突出せる場合には 0.003, 扁平なる場合には 0.008 にして、其の他の形狀の場合は k_1 は此の中間の値を取るものなり。

以上は單車運轉の場合なるが、列車運轉の場合は各車中間の間に於ても多少の前面抵抗及び後方抵抗を生ずべく、又側面抵抗は車

輛數に比例して増加す。普通此の場合の抵抗は一車を連結する毎に單車運轉の場合の空気抵抗の一割を増すものと見做す。即ち n を列車の車輛數とするとときには空気抵抗は

$$R_a = k_1 AV^2 \left(1 + \frac{n-1}{10}\right) \text{ 瓩} \dots\dots\dots(1')$$

と取り得るものなり。

(ロ) 軸筐摩擦は主として軸筐の構造、軸筐油の種類、電車の重量に關し又電車の速度にも多少關係す。

フレンヂ摩擦は主としてフレンヂ及び軌條の種類に關係し、又速度にも關係す。

ローリング摩擦は車體の動揺するとき重心の位置に變化を來し各所に掛る重量を異にする爲めに生ずるものにして、之れは電車の重量に關係す。

軌條の彎曲に依る抵抗及び軌條の接續點に於て受くる抵抗は主として重量に關係す。

以上述べたる如く機械的抵抗は一部は電車の重量のみに關係し、他は速度にも關係するものなり。依つて機械的抵抗は

$$F_m = k_2 W + k_3 WV \text{ 瓩} \dots\dots\dots(2)$$

なる式を以て表はさる。

アームストロングに依れば平均 $k_2 = \frac{24}{\sqrt{W}}$ に等しと云ふ。

又 k_3 の値は軌道の狀況及び設備によつて異なるものにして T 型軌條の場合に k_3 は 0.008 乃至 0.016 なり。

以上は直線軌道に於ける機械的抵抗なるが、曲線部分に於てはフレンヂ抵抗等が増加すべきは勿論にして普通曲線 1 度につきて 0.7 乃至 0.8 瓩毎瓩を増すものと認めらる。即ち θ 度の曲線に於ける附加抵抗は

$$F_c = k_4 \theta W \text{ 瓩, 但し } k_4 = 0.7 \text{ 乃至 } 0.8$$

従つて全列車抵抗は

$$F = \left[\frac{k_1 AV^2}{W} \left(1 + \frac{n-1}{10}\right) + k_2 + k_3 V + k_4 \theta \right] W \text{ 瓩}$$

となる。之れに尤も普通の係数数値を代入すれば

$$F = \left[\frac{0.0038 AV^2}{W} \left(1 + \frac{n-1}{10} \right) + \frac{24}{\sqrt{W}} + 0.0093V + 0.75\theta \right] W \text{ ㍻}$$

(3) 下記のものにつき其の概数を記載せよ。

一廻一度に対する曲線抵抗 (大正10年II種4のホ)

[解] 0.75 ㍻

(4) 發車より停車迄の各瞬時に於て電車が受くる抵抗と與へるゝ力の種類を擧げ其の各變化に就き詳細に説明せよ。

(大正5年II級1)

[解] 電車に與へらるゝ力は

- (イ) 電動機による牽引力
(ロ) 勾配線にて地球重力の爲に受くる牽引力

又電車の受くる抵抗は

- (ハ) 列車抵抗
(ニ) 制輪子の抵抗即ち制動力

に大別さる。

(イ) 電動機の牽引力 電車の速度に關係するものにして、一般に速度の大なる程小となる。起動の際に於ては電動機の起動電流を略一定に保持するものなるが故に、起動時に於ける牽引力は約一定なり。而して電動機牽引力は電動機が動輪周に發生する力を以て表はす。

(ロ) 重力による牽引力

T_G = 重力による牽引力

q = 勾配の百分率 (下り勾配を正, 上り勾配を負と取る)

W = 列車の重量 (㍻)

とすれば

$$T_G = \frac{q}{100} \times 1000 W = 10q W \text{ ㍻}$$

なる式を以て表はさる。

(ハ) 列車抵抗 (前問参照)

(ニ) 制動力

P = 制輪子の壓力, a = 制輪子と車輪との間の摩擦係数とすれば、制動力は車輪周に於て

$$F_B = aP$$

次に電車の速度と牽引力及び抵抗との關係は、牽引力と其の速度に於ける抵抗とが平衡する場合に速度一定となるものにして、若し兩者に差異ある時には兩者の平衡が保たるゝ迄列車の速度は増加或は減少す。而して加速度と牽引力及び抵抗との關係は次の如し。

T_m 及び T_G = 電動機及び重力による牽引力 (㍻)

F_R 及び F_B = 列車抵抗及び制動力 (㍻)

W = 電車の重量 (㍻)

A = 加速度 (㍻/時/秒)

とすれば

$$(T_m + T_G) - (F_R + F_B) = \frac{1000 W}{9.8} \times \frac{1000 A}{3600} = 28 WA$$

尙迴轉部分の angular acceleration の爲に要する力を前記 linear acceleration に要するものゝ約 10% と見積れば

$$(T_m + T_G) - (F_R + F_B) = 31 WA$$

或は $A = \frac{(T_m + T_G) - (F_R + F_B)}{31 W}$

而して此の式より明かなる如く $(T_m + T_G) \geq (F_R + F_B)$ に従つて $A \geq 0$ 即ち列車の速度は増加或は減少す。

列車の起動時に於ては電動機は大なる牽引力を發生し、且つ列車抵抗小なるを以て列車は大なる加速度を以て起動す。電動機の直列抵抗が除かるゝ時には電動機の牽引力は速度の増加に反して減少す。之に反して列車抵抗は速度の増加に伴ひ増加するを以て、加速の度追々減じ其の儘運轉を繼續する時には、遂に牽引力と列車抵抗

とが平衡して一定の速度を以て運轉するに至るべし。電動機を遮断して coasting を行ふ時は、牽引力消失するを以て列車抵抗の爲に速度の減少を來す。次で制動を行ふ時には列車の受くる抵抗著しく増加するを以て、列車の速度は急に減少して停車するに至る。而して此の間軌道に勾配及び曲線存在する時は、列車が此の部を通過するに當り牽引力及び抵抗の値に變化ある事已に述べたる如し。従つて列車は之に應ずる加速及び減速を行ふ事勿論なり。

(5) 電車の滑り(skidding)は如何なる場合に起るや、且つ之を防ぐ方法を説明せよ。(大正3年 III 級2)

〔解〕 電車の滑りは働輪周に與へられたる牽引力が、働輪の軌條に及ぼす直壓力と車輪と軌條間の粘着係數との積を超過する場合或は制動力が制輪子を有する車輪の及ぼす直壓力と粘着係數との積を超過する場合に起るべきものなり。故に滑りを防ぐ爲めには働輪上に掛かる重量を増加する事と、軌條上に砂を撒布して粘着係數を増加する事によつて防ぐ事を得べし。

(6) 電氣列車あり、電氣機關車の重量 150 噸、附隨車の重量 550 噸、機關車働輪 (driving wheels) 上の重量 100 噸なり。滑りを起さざる程度に於て均一の速度にて雨天の際登り得る最大勾配を算出せよ。但し列車抵抗は之を無視す。(大正6年 II 級1)

〔解〕 W_d = 働輪上の重量
 W_t = 列車全體の重量
 α = 角度にて表はせる勾配
 q = 分數にて表はせる勾配
 C_A = 附着係數 (= 0.18 for wet rail)

とすれば、勾配の爲めに要する牽引力は

$$F_g = W_t \sin \alpha$$

然るに列車が登り得る如き勾配にては α は極めて小なるを以つて

$$\sin \alpha \doteq \tan \alpha = q$$

$$\therefore T_g = q W_t$$

故に列車抵抗を閉却すれば、勾配を一定速度を以つて登るに要する牽引力は

$$F = q W_t$$

然るに滑りを起さざる程度に於ける最大牽引力は

$$F_{\max} = C_A W_d$$

従つて滑りを起さざる程度に於て一定速度を以て登り得る最大勾配を q_{\max} とすれば、 q_{\max} は

$$C_A W_d = q_{\max} W_t$$

なる關係を満足するものなる事を要す。

$$\therefore q_{\max} = C_A \frac{W_d}{W_t} = 0.18 \times \frac{100}{150 + 550} = \frac{18}{700}$$

$$\doteq \frac{1}{39}$$

即ち此の場合に登り得る最大勾配は $\frac{1}{39}$ なり。

(7) 電氣機關車の重量 160 噸、附隨車の總重量 600 噸の電氣列車あり、機關車働輪 (driving wheel) 上の重量 110 噸なり、滑りを起さざる程度に於て均一の速度にて雨天の際半徑 573 米の曲線軌道を登り得る最大勾配を算出せよ、但し列車抵抗 (train resistance) は一噸に付 5 噸と假定す。(大正12年 II 種1)

〔解〕 列車全體の重量 = $W = 160 + 600 = 760$ 噸

百分率にて示せる勾配 = $q\%$

$$\text{角度にて表せる曲率} = x = \frac{1146}{573} = 2^\circ$$

附着係數 = $c = 0.18$ for wet rail

列車が $q\%$ の勾配を登る場合、勾配の爲めの牽引力

$$F_g = \frac{q}{100} \times 1000 W = 10 q W = 10 \times q \times 760 = 7600 q \text{ 噸}$$

曲線による抵抗 0.75 疋毎疋毎度とせば

$$F_c = 0.75 \times 760 \times 2 = 1140 \text{ 疋}$$

列車抵抗に対する牽引力

$$F_R = 5W = 3800 \text{ 疋}$$

滑りを起さざる程度にて最大牽引力

$$F_{\max} = 110 \times 1000 \times 0.18 = 19800 \text{ 疋}$$

均一速度にて登るためには最大勾配を q_{\max} とせば

$$19800 = 7600 q_{\max} + 1140 + 3800$$

$$\therefore q_{\max} = \frac{14860}{7600} = 1.95\%$$

(8) 電氣列車あり、電氣機關車の重量 100 疋、機關車後輪上の重量 65 疋なり。勾配 $\frac{1}{100}$ 曲線半径 440 米の軌道上を降雪の際滑りを起さざる程度に均一なる速度にて登るには此の機關車が牽引し得る附隨車の最大重量は幾何なるか。但し平坦軌道上の列車抵抗 1 疋につき 5 疋とす。其の他計算に必要な量は適當と認めたるものを任意選定すべし。 (大正 8 年 II 級 1)

〔解〕 列車が $\frac{1}{100}$ の勾配を登る場合、勾配の爲めに要する牽引力は

$$1000 \times \frac{1}{100} = 10 \text{ 疋毎疋}$$

又曲線に依る列車抵抗は普通 0.75 疋毎疋毎度にして、此の場合の曲線の度数は

$$\frac{1146}{440} = 2.6 \text{ 度}$$

依つて此の場合の曲線に依る列車抵抗は

$$0.75 \times 2.6 = 2 \text{ 疋毎疋}$$

故に此の場合の勾配を一定速度を以つて登るためには

$$5 + 10 + 2 = 17 \text{ 疋毎疋}$$

の牽引力を要す。今附隨車の重量を W 疋とすれば列車全體に對し

$$17 \times (100 + W) \text{ 疋}$$

の牽引力を必要とす。然るに降雪の際の軌條の coefficient of adhesion は普通 0.15 なる故、滑りを起さざるためには後輪の牽引力は

$$65 \times 1000 \times 0.15 = 9750 \text{ 疋}$$

を超過すべからず。依つて求むる附隨車の最大重量を W_{\max} とすれば

$$17(100 + W_{\max}) = 9750$$

$$W_{\max} = \frac{9750}{17} - 100 = 474 \text{ 疋}$$

(9) 電氣機關車あり、自重 160 疋にして後輪上の重量 110 疋なりしと云ふ。此の電氣機關車が 2 パーセントの勾配を有する半径 573 米の曲線軌道上を滑り (slip) を起さざる程度に於て均一の速度にて雨天の際牽引して登り得る附隨車の最大重量を算出せよ、但し計算に必要な量は適當と認めたるものを任意選定すべし。

(大正 14 年 I 種 1)

〔解〕 2% の勾配を登るに要する牽引力は

$$f_G = 1000 \times \frac{2}{100} = 20 \text{ 疋毎疋}$$

半径 573 米の曲線軌道に對しては、其の抵抗を 0.75 疋毎疋毎度とせば

$$f_C = 0.75 \times \frac{1146}{573} = 1.5 \text{ 疋毎疋}$$

列車抵抗 $f_R = 5$ 疋毎疋とし、附隨車の重量を W 疋とせば、此の列車が均一速度にて進行する爲めには

$$F = (f_G + f_C + f_R)(160 + W) = 26.5 \times (160 + W) \text{ 疋}$$

の牽引力を要す。

次に雨天の際軌條車輪間の附着係数を 0.18 とすれば、最大牽引力は

$$F_m = 0.18 \times 110 \text{ 疋}$$

にして、即ち求むる附隨車の最大重量を W_{\max} 吨とすれば

$$0.18 \times 110 \times 1000 = 26.5 (160 + W_{\max})$$

$$\therefore W_{\max} = \frac{19800}{26.5} - 160 = 586 \text{ 吨}$$

(10) 架空單線式電氣鐵道に於て變電所より4杆の距離に於て全重量 25 吨の電車が勾配 $\frac{1}{100}$ 、曲線半徑 573 米の軌道上を1時間 40 杆の速度を以つて上方に運轉しつゝあり、此の場合電車に於ける電壓幾何なるか。但し (大正8年I級1)

變電所電壓 直流 600 ヴォルト

電車線 110 平方耗の鋼線

軌條の重さ 30 斤

鋼線の抵抗 1 米/平方耗につき $\frac{1}{55}$ オーム

其他必要なる數量は適當と認めたるものを任意選定すべし。

[解] 直線且つ平坦なる軌道上を運轉する場合の列車抵抗を每吨 6.5、曲線に依る抵抗を一度につき每吨 0.75 斤とすれば、本電車の働輪周に於ける牽引力は

$$F = 25 \times \left(6.5 + \frac{1000}{100} + 0.75 \times \frac{1146}{573} \right) = 450 \text{ 斤}$$

依つて此の場合の出力は

$$\begin{aligned} P &= F \times \frac{S \times 10^3}{60 \times 60} \text{ 斤米毎秒} \\ &= 450 \times \frac{40 \times 10^3}{60 \times 60} = 5 \times 10^5 \text{ 斤米毎秒} \end{aligned}$$

然るに 1 斤米毎秒 = 9.8 ワットなるに依り

$$P = \frac{5 \times 10^5}{9.8 \times 10^3} \text{ キロワット}$$

故に電動機能率及び齒車の合成能率を 82% と假定すれば、電動機の入力

$$P' = \frac{5 \times 10^5}{9.8 \times 10^3} + 0.82 = 62.2 \text{ キロワット}$$

故に電車に於ける電壓を V ヴォルトとすれば、電車電流は $62.2 \times 1000 \div V$ アムペアなり。

電車線の抵抗は

$$R = \frac{1}{55} \times \frac{4 \times 1000}{110} = 0.66 \text{ オーム}$$

又軌道は單線とし、軌條の固有抵抗を鋼線の 11 倍とし、ボンドの爲めの軌條抵抗の増加を 5% とすれば、 P 斤の軌條の切斷面積は $\frac{1000P}{8}$ 平方耗なるに依り

$$\begin{aligned} R_r &= \frac{1}{55} \times \frac{4 \times 1000}{\frac{1000 \times 30}{8}} \times 10 \times 1.05 \times \frac{1}{2} \\ &= 0.102 \text{ オーム} \end{aligned}$$

故に

$$600 - (0.66 + 0.10) \times \frac{62200}{V} = V$$

$$V^2 - 600V + 47300 = 0$$

$$V = 300 \pm \sqrt{90000 - 47300}$$

$$= 300 \pm 206 = 506 \text{ ヴォルト}$$

(94 V は捨つ)

第十章 加速に関する計算

(1) 四輪車にして二個の電動機を有する電車あり、其の全重量 10 吨、齒車齒數比 (gear ratio) 15:65、車輪の徑 80 釐とす。今これに電動機を有せざる全重量 6 吨の附隨車を連結して水平軌道上を走行せんとするに軌條と電車の車輪間の附着係數 (coefficient of adhesion) を 15%、列車抵抗 (train resistance) を 1 吨に付 9 吨とせば、此の電車に與へ得べき最高加速度は毎秒 1 時間何軒なりや。又此の場合に於ける電動機の與ふる全トルクを計算せよ。

(大正 2 年 II 級 1)

[解] 電車の廻轉部分に angular acceleration を與ふる爲めに要する力を、電車全體に linear acceleration を與ふるに要する力の 10% と見積れば、電車に α 軒毎時毎秒の加速度を與ふる爲めに要する牽引力 F_A は

$$F_A = \frac{(10+6) \times 1000}{9.80} \times \frac{1000 \alpha}{3600} \times 1.1 = 31 \alpha \times 16 \\ \div 500 \alpha \text{ 吨}$$

又運轉抵抗に打ち勝つ爲めに要する牽引力 F_R は

$$F_R = (10+6) \times 9 = 144 \text{ 吨}$$

故に全牽引力は

$$F = F_R + F_A = 144 + 500 \alpha \text{ 吨}$$

然るに車輪と軌條間の附着係數は 15% にて働輪軸上の重量は 10 吨なるを以つて、此の牽引力の最大極限は

$$F_{\max} = 10 \times 1000 \times 0.15 = 1500 \text{ 吨}$$

従つて此場合に許し得べき最大加速度を α_{\max} 軒毎時毎秒とすれば

$$F_{\max} = 500 \alpha_{\max} + 144 = 1500$$

$$\alpha_{\max} = \frac{1500 - 144}{500} = 2.71 \text{ 軒毎時毎秒}$$

又此の場合に於ける電動機の與ふる全トルクは齒車の能率を 95% と假定して

$$\tau = 1500 \times \frac{80}{2 \times 100} \times \frac{15}{65} \times \frac{1}{0.95} = 146 \text{ 米珎}$$

電動機一臺に付ては 73 米珎なり。

(2) 二個の電動機を有する全重量 30 吨の電車あり、其の齒車齒數比 (gear ratio) 64:18、車輪の徑 80 釐とす、之れに 2 吨の附隨車を連結し勾配 2 パーセントの軌道を登らむとす。附着係數 (coefficient of adhesion) を 15 パーセント、列車抵抗 (train resistance) を一吨に付 7 吨とせば此の電車に與へ得べき最高加速度は毎秒一時間何軒なりや、又此の場合に於ける電動機の與ふるトルク幾何なりや。 (大正 7 年 II 級 1)

[解] 全重量 W 吨の列車が q パーセントの勾配を登る時に地球の重力に打ち勝つ爲めの牽引力は

$$F_G = 1000 W \times \frac{q}{100} = 10 q W \text{ 吨}$$

なり。又 W 吨の列車に α kilometer per hour per second の加速度を與ふる爲めに要する牽引力は

$$F'_A = \frac{1000 W}{9.80} \times \frac{1000 \alpha}{3600} = 28 \alpha W \text{ 吨}$$

之れに廻轉部分の角速度を與ふる爲めの牽引力を此の約 10% と見て加速度を生ぜしむる爲めに要する牽引力は

$$F''_A = 31 \alpha W \text{ 吨}$$

又列車抵抗を毎吨 f_R 吨とすれば列車抵抗の爲めに

$$F_R = f_R W \text{ 吨}$$

の牽引力を要す。故に q % の登り勾配に於て W 吨の列車に α kilometer per hour per second の加速度を與ふる爲めに要する全牽引力は

$$F = f_R W + 10 q W + 31 \alpha W$$

$$a = \frac{\frac{F}{W} - f_R - 10q}{31} \text{ 軒毎時毎秒}$$

本題に於ける電動機は全重量 30 噸なる點よりしてボギー車なる事勿論なり。而して電動機は二個なる故齒輪上の重量は電動車の重量の $\frac{1}{2}$ 即ち $15 \times 1000 = 15000$ 軒なり。従つて此の場合に電動機の與へ得べき最大牽引力は

$$F_{\max} = 15000 \times 0.15 = 2250 \text{ 軒}$$

故に求むる最高加速度は

$$a_{\max} = \frac{\frac{2250}{20+30} - 7 - 2 \times 10}{31} = 0.58 \text{ 軒毎時毎秒}$$

又此の場合に於ける電動機的全廻轉力(二臺にて)は齒車の能率を 95% と假定すれば

$$\tau = 2250 \times \frac{80}{2 \times 100} \times \frac{18}{64} \times \frac{1}{0.95} = 266 \text{ 米軒}$$

〔註〕本問には電動車の種類は明記してない、然し全重量 30 噸の電動車は其の全長 13 米以上に及びボギー車たるべき事勿論である。依つて茲にはボギー車として解答した。然し本解の通りボギー車とすれば 2% 即ち $\frac{1}{50}$ 勾配上の最大許容加速度が僅に 0.58 軒/時/秒で、若し此の勾配上にて起動するとすれば 25 軒/時の速度に達するに是非約 43 秒を必要とする點と、又水平軌道上にて起動する場合の最大許容速度も僅に $\frac{45-7}{31} = 1.22$ 軒/時/秒で 25 軒の速度に達するのに約 20 秒も必要とする點及び起動の終りに於ける速度を假りに 25 軒/時として電動機の運轉中に於ける最大の出力を求めると

$$\frac{2250 \times 25}{350} = 160 \text{ kW}$$

で一臺の最大出力僅に 80 kW (一時間定格に於ける出力は恐らく 50 kW) で意想外に小なる點等とが實際の場合に適合せぬ。然るに電動車の全重量が全部牽引力に有效なりとすれば最大許容牽引力が

二倍の 4500 軒で従つて又 2% 勾配上に於ける最大加速度も

$$\frac{\frac{4500}{20+30} - 7 - 20}{31} = 2.0 \text{ 軒/時/秒}$$

となり又前と同じ假定の下に於ける起動時の終りの電動機の最大出力も合計 320 馬力となり稍實際の場合に適合する。此の點から推すと本題の電動機二臺とあるのは四臺の誤りではなかつたか又は試験官の意は或は四輪車として計算さすつもりでなかつたかとも思はれる。

(3) 重量 35 噸の電動車三輛及び重量 25 噸の附隨車二輛より成る電氣列車あり、勾配 $\frac{1}{50}$ 、半徑 573 米の曲線軌道上を 2.0 軒毎時毎秒の加速度を以つて登るときに各電動機のトルクは幾何なるか。但し列車抵抗を一題に付 6 軒、齒輪 (driving wheel) の直徑を 80 寸、齒數比を 3.09 とし、各電動車は四箇の電動機を有するものとす。(大正 13 年 II 種 1)

〔解〕 此の場合に要する牽引力は列車の重量 1 題に付き

列車抵抗に對し	6 軒
勾配に對し	$\frac{1000}{50} = 20$ 軒
曲線抵抗に對し	$0.75 \times \frac{1146}{573} = 1.5$ 軒
加速に對し	$31 \times 2 = 62$ 軒
合計	89.5 軒

故に列車全體に對する牽引力

$$89.5 \times (35 \times 3 + 25 \times 2) = 13873 \text{ 軒}$$

電動機一臺に對しては

$$\frac{13873}{4 \times 3} = 1156 \text{ 軒}$$

従つて齒輪軸の廻轉力は

$$1156 \times \frac{80}{2 \times 100} = 462 \text{ 米軒}$$

依つて電動機の所要廻轉力は gear efficiency を 95% と假定し
 $462 \div 3.09 \div 0.95 = 157$ 米珎

(4) 四個の電動機を有するボギー電車あり、其の全重量 20 珎、齒車齒數比 (gear ratio) 65:15、車輪の直徑 80 珎とす。今之れに全重量 10 珎の附隨車を連結して百分の一の上り勾配を有する軌道上を走行せんとす、此の電車に與へ得べき最高加速度は毎秒一時間何軒なりや、又此の場合に於ける電動機の與ふる全トルクを算出せよ。(大正 10 年 II 種 I)

但し附着係數 (coefficient of adhesion) を 15 パーセント
 電車運轉抵抗 (train resistance) を一珎につき 7 珎とす。

[解] 全重量 W 珎の列車が q パーセントの勾配を登る時に地球の重力に打ち勝つ爲めの牽引力は、

$$F_g = 1000 W \times \frac{q}{100} = 10 q W \text{ 珎}$$

なり。又 W 珎の列車に a km per hour per second の加速度を與ふる爲めに要する牽引力は

$$F_A = \frac{1000}{9.80 W} \times \frac{1000 a}{3600} \times 1.1 = 31 a W \text{ 珎}$$

又運轉抵抗を毎珎 f_R 珎とすれば、運轉抵抗の爲めに

$$F_R = f_R W \text{ 珎}$$

の牽引力を要す。故に $q\%$ の上り勾配にて a km per hour per second の加速度を與ふる爲めに要する全牽引力は

$$F = (f_R + 10 q + 31 a) W$$

$$\therefore a = \frac{F + W - f_R - 10 q}{31}$$

然るに本間の列車に於て電動機の與へ得る最大許容牽引力は

$$F_{\max} = 20 \times 1000 \times 0.15 = 3000 \text{ 珎}$$

従つて求むる最高許容加速度は

$$a_{\max} = \frac{3000 + (20 + 10) - 7 - 10 \times 1}{31} \\ = 2.68 \text{ kilometer per hour per second}$$

又此の場合に於ける電動機 (四個) の與ふる全トルクは、齒車の能率を 95% と假定し

$$\tau = \frac{3000 \times \frac{80}{2 \times 100}}{0.95} \times \frac{15}{65} = 292 \text{ 米珎}$$

(5) 各軸に電動機を有する電車あり、其の全重量 25 珎なりとす、之に 20 珎の附隨車を連結して勾配 2 パーセント、半徑 573 米の軌道上を登らんとす。附着係數 (coefficient of adhesion) を 17 パーセント、列車抵抗 (train resistance) を一珎に付 7 珎とせば、上記の軌道上に於て發車する際、此の電車に與へ得べき最高加速度は毎秒一時間何軒なるや。(大正 12 年再 II 種 I)

[解] 此の場合に要する牽引力は列車の重量 1 珎に付

列車抵抗に對し	7 珎
曲線抵抗に對し	$0.75 \times \frac{1146}{573} = 1.5$ 珎
勾配に對し	$1000 \times \frac{2}{100} = 20$ 珎
加速に對し	$31 \times a$ 珎
合計	$28.5 + 31 a$ 珎

依つて列車全體に對し必要なる牽引力は

$$(28.5 + 31 a) \times (25 + 20) \text{ 珎}$$

にして、之れが電動機の與へ得る最大許容牽引力

$$F_{\max} = 25 \times 1000 \times 0.17 = 4250 \text{ 珎}$$

を超過すべからず。故に求むる最大加速度は

$$a_{\max} = \frac{4250 + (25 + 20) - 28.5}{31} = 2.13 \text{ 軒毎時毎秒}$$

(6) 四個の電動機を有する電車あり、其の全重量 30 噸、齒車齒數比 (gear ratio) 3.37:1, 車輪の直徑 80 釐とす。今之れに電動機を有せざる重量 20 噸の附隨車を連結して勾配 1 パーセント、曲線半徑 573 米の軌道上を上方に走行せんとす、此の電車に與へ得べき最高加速度は毎秒 1 時間何軒なるか。但し計算に必要な數量は適當と認めたるものを任意選定すべし。(大正 9 年 II 級 1)

〔解〕 前解と同一に就き單に答のみ示す。

列車抵抗 7 噸毎噸, 附着係數 0.15

$$F_{\max} = 30 \times 1000 \times 0.15 = 4500 \text{ 噸}$$

$$a_{\max} = \frac{4500 + (30 + 20) - 7 - 0.75 \times \frac{1146}{573} - 10 \times 1}{31}$$

$$= 2.31 \text{ 軒毎時毎秒}$$

(7) 二個の電動機を有する四輪車あり、其の重量 10 噸齒車齒數比 (gear ratio) 15:65, 車輪の直徑 75 釐とす。今之れに重量 6 噸の附隨車を連結して勾配 2%, 半徑 573 米の軌道上を上方に走行せんとす。軌條と車輪間の附着係數 (coefficient of adhesion) 15%, 列車抵抗 (train resistance) を一噸につき 7 噸とせば、此の電車に與へ得べき最高加速度は毎秒毎時何軒なりや。又此の場合に於ける電動機の與ふる全トルクを計算せよ。(大正 15 年 II 種 1)

〔解〕 單に答のみ示す。

$$F_{\max} = C_A W = 0.15 \times 10 \times 1000 = 1500 \text{ 噸}$$

$$a_{\max} = \frac{F_{\max} + W_0 - f_R - 0.75 \theta - 10 q}{31}$$

$$= \frac{1500 + (10 + 6) - 7 - 0.75 \times \frac{1146}{573} - 10 \times 2}{31}$$

$$= 2.10 \text{ 軒毎時毎秒}$$

$$\begin{aligned} \text{全廻轉力} &= \frac{nq}{ng} \times \frac{D}{200} \times \frac{F}{\eta} \\ &= \frac{15}{65} \times \frac{75}{200} \times \frac{1500}{0.95} \\ &= 137 \text{ 米噸} \end{aligned}$$

(8) 重量 10 噸、齒車齒數比 (gear ratio) 15:65, 車輪の直徑 75 釐の電車あり、今電動機のトルクの合計 120 米噸にて一定なりと假定し、水平軌道上に於て發車より速度 1 時間 16 軒に達せしむる時間を計算せよ。但し列車抵抗 (train resistance) を 1 噸につき 9 噸とす。(大正 2 年 III 級 1)

〔解〕 1 噸の物體に a 軒毎時毎秒の加速度を與ふる爲めに要する力は

$$\frac{1000}{9.8} \times \frac{1000 a}{3600} \times 1.1 = 31 a$$

なり。但し廻轉部分の角加速度の爲めに要する牽引力を linear acceleration に要するもの $\times 10\%$ と見積つて計算せり。

而して此の場合に於ける齒車能率を 95% と假定すれば、電動機の發生する牽引力 F は

$$F = \frac{120 \times \frac{65}{15} \times 0.95}{\frac{75}{2 \times 100}} = 1320 \text{ 噸}$$

従つて加速度を生ずる爲めに利用し得る牽引力は 1 噸につき

$$\frac{1320}{10} - 9 = 123 \text{ 噸}$$

故に此の場合に於ける電車の加速度は

$$a = \frac{123}{31} = 4.0 \text{ 軒毎時毎秒}$$

従つて 1 時間 16 軒の速度に達する迄の時間は $\frac{16}{4} = 4$ 秒を要す。

第十一章 減速に関する計算

(1) 一定の速度を以て運轉しつつあるマキシマム・トラクション・トラック (maximum-traction truck) を使用せる電車を電氣制動を以て停止せんとする場合に於て、制動を始めたる位置より全く停止する位置に至る距離の最小限度を計算によりて見出す方法を説明せよ。 (大正1年I級3)

〔解〕

W = 電車の總重量 (噸)

W' = 働輪上の總重量 (噸)

V = 制動を始めたる時に於ける電車速度 (軒/時)

L = 制動を始めてより停車する迄に進行せる距離 (米)

T = 制動力 (疋) —— 列車抵抗をも加算せるものにして且つ一定に保持するものと假定す。

C_A = 車輪と軌條間の附着係數 (coefficient of adhesion)

とす。然らば制動を始めたる瞬時に於て電車が有せる kinetic energy は

$$\frac{1}{2} \times \frac{1000 W}{9.8} \times \left(\frac{1000 V}{3600} \right)^2 = 3.94 W V^2 \text{ 疋米}$$

廻轉部分の廻轉運動に依る kinetic energy を此の 10% と見積りて全 energy

$$1.1 \times 3.94 W V^2 = 4.33 W V^2$$

は全部制動力に抗して運動する爲めの work done LT 疋米として消費さるべきものなるを以て

$$4.33 W V^2 = L T$$

然るに skidding を生ぜざる爲めには

$$T \leq 1000 C_A W'$$

にして、C_A は雨天の際撒砂を行ふとして 0.22~0.25 又 W' は maximum-traction truck を使用し電動機二臺を有する電車に於て約 0.75 W 位迄になし得るものなるを以て、假りに

$$C_A = 0.25, W' = 0.75 W \quad \text{とすれば}$$

$$T \leq 1000 \times 0.25 \times 0.75 W = 187 W$$

∴ L の最小限度は

$$L_{\min} = \frac{4.33 W V^2}{187 W} = 0.023 V^2 \text{ 米}$$

(2) 60 分の 1 勾配を有する直線軌道を 1 時間 16 軒の速度にて登る電車 (各軸に電動機を有する) あり。附着係數 (coefficient of adhesion) 6 分の 1 なる時 wheel brake を用ひて滑りを起さざる程度に於て之を停車するに要する最小時間及び距離を算出せよ。但し列車抵抗 (train resistance) は之れを無視するものとす。

(大正6年III級1)

〔解〕 W = 電車の重量, 噸

V = 電車の速度, 時軒

a = 最大減速度, 秒時軒

A = 最大減速度, 秒秒米

F = 最大制動力, 疋

C_A = 附着係數

q = %にて表はせる勾配

とす。今列車抵抗を無視すれば

$$F + 10q W = 1000 C_A W$$

$$\therefore F = (1000 C_A - 10q) W \dots\dots\dots(1)$$

又一方より

$$F = \frac{1000 W A}{g}$$

但し之れは廻轉部分の減速に要する力を見込まざる場合なるが、今之れを 10% と見積れば

$$F = \frac{1100W}{g} A \dots\dots\dots(2)$$

(1) 及 (2) より

$$\frac{1100A}{g} = 1000 C_A - 10q$$

$$\therefore A = \frac{g(1000C_A - 10q)}{1100}$$

$$= \frac{9.8 \left(1000 \times \frac{1}{6} - 10 \times \frac{100}{60} \right)}{1100} = \frac{9.8 \times 9}{66} = 1.34 \text{ 秒秒米}$$

又 $a = \frac{3600}{1000} A = 3.6 \times 1.34 = 4.82 \text{ 軒毎時毎秒}$

故に停車する迄に要する最小時間は

$$t = \frac{V}{a} = \frac{16}{4.82} = 3.32 \text{ 秒}$$

又停車する迄に動く最小距離は

$$d = \frac{1}{2} A t^2 = \frac{1}{2} \times 1.34 \times (3.32)^2 = 7.4 \text{ 米}$$

(3) 1 時間 16 軒の速度を以て運轉しつつある四輪電車あり。今滑りを起さざる程度に於て之れを制動靴 (brake shoe) に依つて停止せしめんとす。此の場合に於て制動を始めた位置より全く停止する位置に至る最小距離及び制動靴に與ふべき壓力如何。

(大正 1 年 III 級 2)

電車重量	.....	8 噸
軌條と車輪間の附着係數 (coefficient of adhesion)	.....	$\frac{1}{9}$
車 臺	.....	四輪車
軌 道	.....	直線にして平坦
車輪と制動靴間の平均摩擦係數	.....	0.15

[解] 前問と同一に就き數式のみ示す。

$$F_B = \frac{1}{9} \times 8 \times 1000 = 889 \text{ 斤}$$

$$F = 889 + 9 \times 8 = 961 \text{ 斤}$$

$$961 = 1.1 \times \frac{8 \times 1000}{9.8} a$$

$$a = \frac{961 \times 9.8}{1.1 \times 8000} = 1.07 \text{ 米/秒/秒}$$

$$\text{速度 } v = 16 \text{ 軒/時} = \frac{16 \times 1000}{60 \times 60} = 4.44 \text{ 米/秒}$$

$$\text{距離 } S = \frac{4.44^2}{2 \times 1.07} = 9.2 \text{ 米}$$

次に 889 斤の制動力を發揮するには

$$P = \frac{889}{0.15} = 5927 \text{ 斤}$$

一車輪の制動靴に對しては其の $\frac{1}{4}$ 即ち 1482 斤なり。

(4) 各車輪に電動機を有する電車が 2% の勾配及び 382 米の曲線半径の軌道上を毎時 24 軒の速度を以て上方に運轉しつつあり附着係數 (coefficient of adhesion) 20% なるとき手働制動機を用ひて滑りを起さざる程度に於て停車するに要する最小時間及び距離を算出せよ。但し平均の列車抵抗を 1 噸に付 5 斤と假定す。

(大正 11 年 II 種 3)

$$[解] F_B = \frac{20}{100} \times 1000 W = 200 W$$

$$31 AW = 200 W + \left(5 + 0.75 \times \frac{1146}{382} + 10 \times 2 \right) W$$

$$A = \frac{200 + 27.25}{31} = 7.33 \text{ 軒/時/秒}$$

$$= 2.04 \text{ 米/秒/秒}$$

$$t = \frac{24}{7.33} = 3.28 \text{ 秒}$$

$$l = \frac{1}{2} A t^2 = \frac{1}{2} \times 2.04 \times 3.28^2 = 10.9 \text{ 米}$$

(5) 各車軸に電動機を有する自重 25 噸の電車が 1 パーセントの勾配を有する半径 573 米の曲線軌道上を一時間 24 軒の速度にて上方に運轉しつゝあり、今制動機 (wheel brake) を用ひて滑り (slip) を起さざる程度に於て此の電車を停車するに要する最小時間及び距離を算出せよ、但し附着係数を $\frac{1}{6}$ 、列車抵抗を 1 噸につき 6 軒、曲線抵抗を一度につき 0.75 軒と假定す。

(大正 14 年 II 種 1)

[解] 最大制動力 $F_B = \frac{1}{6} \times 25 \times 1000 = 167 \times 25$ 軒

$$31A \times 25 = 167 \times 25 + \left(6 + 0.75 \times \frac{1146}{573} + 10 \times 1\right) \times 25$$

$$A = \frac{167 + 17.5}{31} = 5.95 \text{ 軒/時/秒} = 1.65 \text{ 米/秒/秒}$$

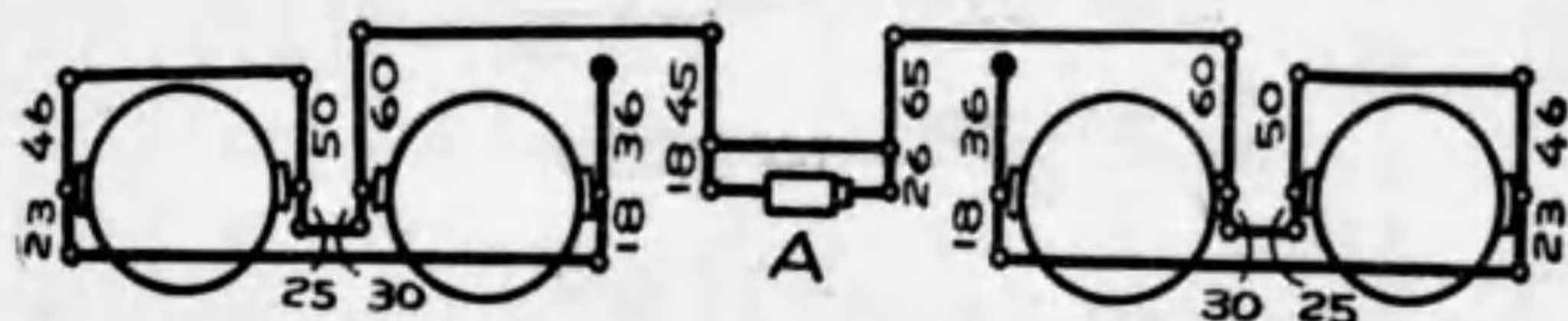
$$t = 24 \div 5.95 = 4.03 \text{ 秒}$$

$$l = \frac{1}{2} \times 1.65 \times 4.03^2 = 13.4 \text{ 米}$$

(6) 1 時間 48 軒の速度を以て平坦直線軌道上を運轉しつゝある重量 35 噸のボギー電車あり、今之に第 20 圖甲の如き装置を有する空氣制動機を使用せば停車し得る最短距離何米なるか。但し計算に必要な數量は適當と認めたるものを任意選定すべし。

(大正 9 年 I 級 3)

第 20 圖 甲



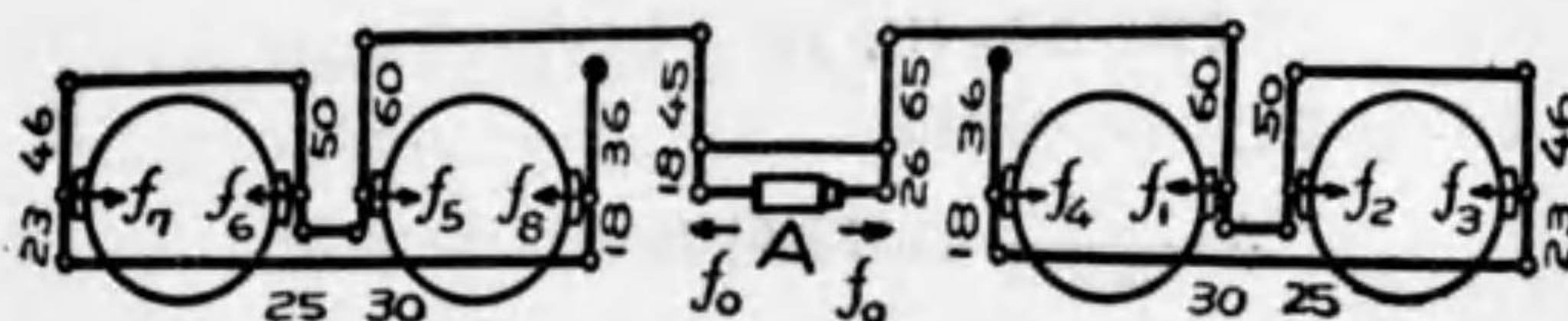
A----- 制動氣筒 { 直徑 36 吋
氣圧 4 軒/平方吋
●----- 固定点
○----- 可動点

[解] brake rigging の各部分に作用する力を第 20 圖乙中記入の記號を以て表はす。然らば

$$f_1 = \frac{30+60}{30} \times \frac{26}{65} f_0 = 1.2 f_0$$

$$f_2 = \frac{25+50}{50} \times \frac{60}{30+60} f_1 = f_1 = 1.2 f_0$$

第 20 圖 乙



$$f_3 = \frac{23+46}{46} \times \frac{50}{25+50} f_2 = f_2 = 1.2 f_0$$

$$f_4 = \frac{18+36}{36} \times \frac{46}{23+46} f_3 = f_3 = 1.2 f_0$$

$$f_5 = \frac{30+60}{30} \times \frac{18}{45} f_4 = 1.2 f_0$$

$$f_6 = \frac{25+50}{50} \times \frac{60}{30+60} f_5 = f_5 = 1.2 f_0$$

$$f_7 = \frac{23+46}{46} \times \frac{50}{25+50} f_6 = f_6 = 1.2 f_0$$

$$f_8 = \frac{18+36}{36} \times \frac{46}{23+46} f_7 = f_7 = 1.2 f_0$$

故に制動靴の全壓力は

$$F = \sum f = 8 \times 1.2 f_0 = 9.6 f_0$$

然るに

$$f_0 = \frac{\pi}{4} \times 36^2 \times 4 = 4070 \text{ 軒}$$

$$\therefore F = 9.6 \times 4070 = 39100 \text{ 軒}$$

制動靴の摩擦係数は tire 及び brake shoe の材料如何及び其の時

の速度及び time of application に依つても異なるものなれども、今假りに之れを平均 0.15 と取れば

$$\text{制動力} = 0.15 \times 39\,100 = 5\,870 \text{ 疋}$$

次に制動時に於ける平均の列車抵抗を 7 疋/噸 とすれば、列車抵抗に依る retarding force は

$$7 \times 35 = 245 \text{ 疋}$$

従つて此の場合に於ける全 retarding force は

$$5\,870 + 245 = 6\,115 \text{ 疋}$$

故に此の場合の平均の減速度

$$A = \frac{6\,115}{31 \times 35} = 5.64 \text{ 疋/時/秒}$$

brake を apply せる瞬時より停車するまでの時間は

$$t = \frac{48}{5.64} = 8.5 \text{ 秒}$$

従つて此の間に進行する距離は

$$\frac{1}{2} \times \frac{48 \times 1000}{3600} \times 8.5 = 56.7 \text{ 米}$$

第十二章 電動機計算

(1) 電車に設備する電動機の出力を定むるに必要な条件を擧げて之れを説明すべし。 (大正1年I級1)

〔解〕 電車に設備すべき電動機の容量を決定するに當りては

(イ) 軌道の平面圖及び勾配圖

(ロ) 表定速度、許容最大速度、初期起動加速度、制動度及び各停留場に於ける停車時間の決定

(ハ) 電車の重量

(ニ) 其の場合の軌條及び電車の種類に適する電車速度と列車抵抗との關係

(ホ) 諸所の製造會社に於ける多數の標準型電動機の特性曲線を必要とするものなり。

元來電動機の發熱は電車運轉中に於ける電動機の出力の變化、運轉時間數及び停車時間數に依つて定まるべきものにして、電動機の出力は發生牽引力と電車速度との積に比例し、又電車の加速度、電車の發生牽引力、列車抵抗、勾配に依つて消費さるべき牽引力との間には一定の關係あり。又列車抵抗は電車の種類、軌道の構造、電車速度に依つて定まるべきものなれば、結局機械各部の溫度上昇に依つて制限さるべき電動機の負荷耐量を決定する爲めには、前記諸条件を知る事を必要とす。

而して之れ等の諸条件より適當なる電動機を選定するには、先づ適當なりと認めらるゝ數個の電動機に就て前記諸条件より速度時曲線電力時曲線等の運轉曲線を調製し、之れより各電動機が所定の起動加速度、最大速度、溫度上昇等の範圍内に於て所定の表定速度を充分に出し得るものなるや否や、又何れの電動機を使用する場合に最も經濟的なるやを檢し、其の結果及び電動機價格を比較研究して

其の場合に最も適當するものを選定すべきものなり。

(2) 下記の場合に於ける電車内電動機の所要の出力を計算せよ。
(明治 44 年 II 級 2)

(イ) 電車が $\frac{1}{a}$ の勾配軌道を等速度にて上る時。

(ロ) $\frac{1}{a}$ の勾配軌道上にある電車が發車して上らんとする時。
但し必要なる數量は適當に記號を以て表示すべし。

[解] (イ) θ = 角度にて表はしたる勾配

$$\frac{1}{a} = \text{分數にて表はしたる勾配}$$

W = 電車の總重量 (噸)

とすれば、勾配に要する牽引力は

$$G = 1000 W \sin \theta \text{ 瓩}$$

然るに普通の軌道勾配に於ては θ は極めて小なるを以て

$$\sin \theta \doteq \tan \theta$$

$$\therefore G = 1000 W \tan \theta$$

$$= \frac{1000W}{a} \text{ 瓩}$$

此の他に列車抵抗に打ち勝つ爲めの牽引力を要するものにして、今其の時の電車の速度に對する列車抵抗を 1 瓩に付き f_R 瓩とすれば、列車抵抗の爲めに要する牽引力は $f_R W$ 瓩。

故に所要全牽引力は

$$F = \left(f_R + \frac{1000}{a} \right) W \text{ 瓩}$$

故に電車の速度を S 秊毎時、齒車能率を $\eta\%$ とすれば 1 kW は 102 瓩米毎秒なるに依り電動機の所要 kW 數は

$$P = \frac{F \times \frac{1000 S}{60 \times 60}}{102} \times \frac{100}{\eta}$$

$$= \frac{\left(f_R + \frac{1000}{a} \right) SW}{3.67 \eta} \text{ kW}$$

(ロ) 起動時に於ては加速度の爲めに牽引力を要す。今起動時に於ける加速度を α 秊毎時毎秒とすれば、加速度の爲めに要する牽引力は廻轉部分の角加速の爲めに要する牽引力を此の 10% と見積る時には、

$$31 \alpha W \text{ 瓩}$$

起動時に於ても勾配及び列車抵抗の爲めにも牽引力を要す。而して起動時に於ける最大牽引力、従つて最大電力を要するは起動の終り即ち抵抗を丁度除去し終れる時なり。依つて所要出力は上式の F の代りに次の F_{\max} を代入し計算せば可なり。

$$F_{\max} = \left(31 \alpha + f_R + \frac{1000}{a} \right) W$$

(3) 直徑 80 瓩の車輪を有する電車が一時間 40 秊の速度にて運轉しつゝあり、此の際に於ける電動機のトルク (torque) は電動子軸に於て 75 米瓩なりとす。今齒車齒數比を 26:60、齒車の能率を 97 パーセントとせば車輪上の牽引力 (tractive effort)、電動機の kW 數及び其の同轉數幾何なるや。(大正 7 年 III 級 1)

[解] 先づ車輪上の牽引力を求むれば

$$F = 75 \times \frac{60}{26} \times 0.97 + \frac{80}{2 \times 100} = 420 \text{ 瓩}$$

次に電動機の廻轉數を求むれば

$$\text{r.p.m.} = \frac{40 \times 1000}{60} + \left(\pi \times 0.80 \right) \times \frac{60}{26} = 612$$

従つて電動機の kW 數は

$$P = \frac{420 \times 40}{367 \times 0.97} = 47.1 \text{ kW}$$

又は $P = 1.026 n \tau \times 10^{-3} \text{ kW}$

$$= 1.026 \times 612 \times 75 \times 10^{-3}$$

$$= 47.1 \text{ kW}$$

(4) 勾配 3% の軌道上に重量 20 噸の電車が 1 時間 25 軒の速度を以て上方に運轉しつゝあり。此の場合に於て

(イ) 電動機の總トルク

(ロ) 電動機 1 分時の廻轉數

(ハ) 電動機の總出力

を計算せよ。但し車輪徑 80 糎、齒車齒數比 $\frac{15}{65}$ 、電車運轉抵抗 1 噸につき 7 疋、軸受及び齒車能率を 95% とす。

(大正 3 年 III 級 1 及び大正 9 年 III 級 1)

[解] (イ) 1 噸の電車を 3% の勾配に於て引き上げるには

$$1000 \times \frac{3}{100} = 30 \text{ 疋}$$

の牽引力を要す。之れに運轉抵抗 7 疋を加へ、總疋を乗ずれば車輪周に於ける所要總牽引力を得べし。即ち

$$\text{所要總牽引力} = (30 + 7) \times 20 = 740 \text{ 疋}$$

然るに車輪の直徑は 80 糎即ち其の半徑は 0.40 米なれば

$$\text{車輪軸に於ける總トルク} = 0.40 \times 740 = 296 \text{ 米疋}$$

依つて

$$\text{電動機の總トルク} = \frac{15}{65} \times 296 \div 0.95 = 72 \text{ 米疋}$$

(ロ) 電車の速度 25 軒毎時を米毎分に換算すれば

$$\frac{25 \times 1000}{60} = 417 \text{ 米毎分}$$

故に

$$\text{車輪の廻轉數} = \frac{417}{\pi \times 0.80} = 166 \text{ r.p.m.}$$

従つて

$$\text{電動機廻轉數} = 166 \times \frac{65}{15} = 721 \text{ r.p.m.}$$

(ハ) 電動機の總出力は以上の結果より

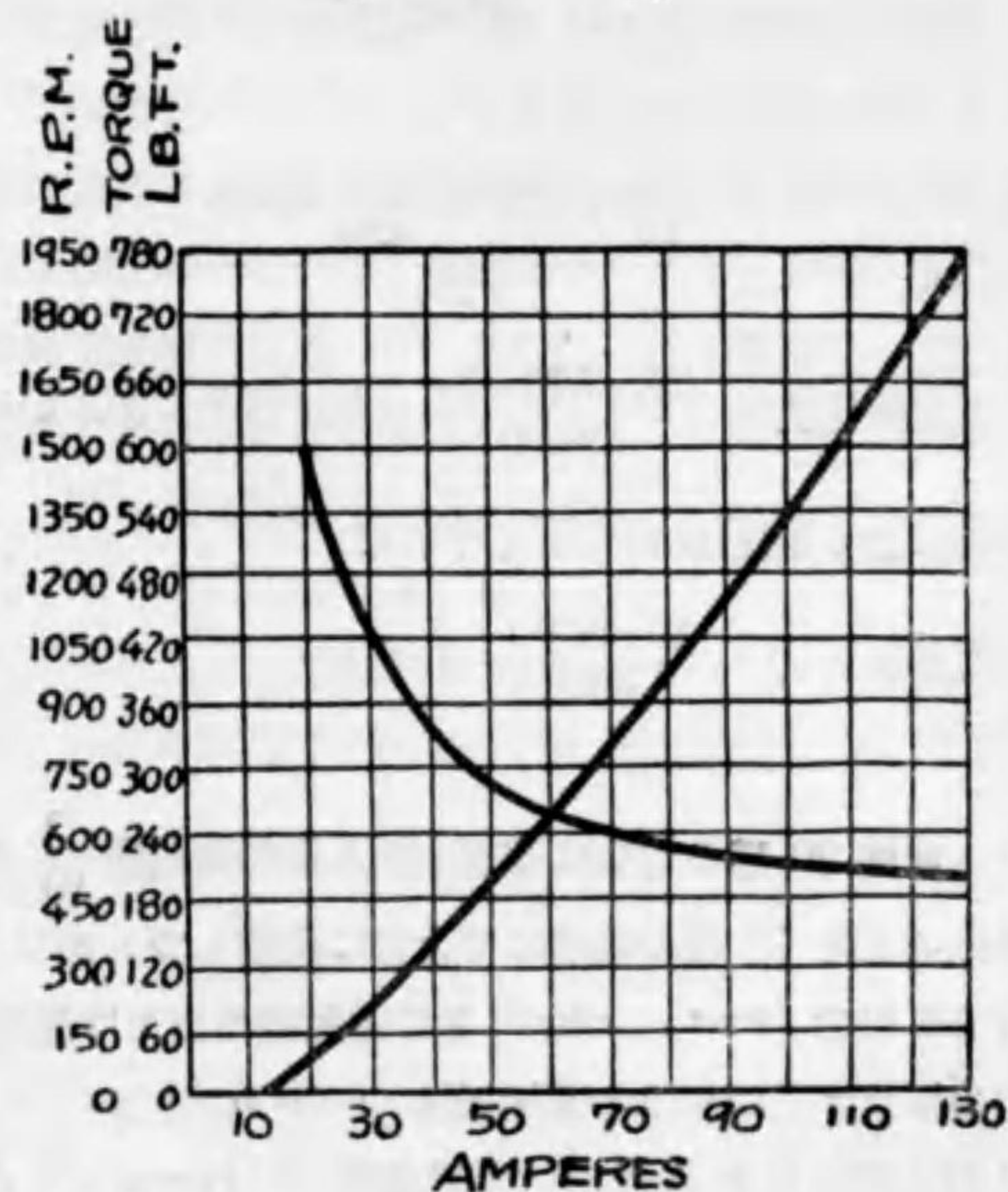
$$\text{電動機出力} = \frac{740 \times 25}{367 \times 0.95} = 53 \text{ kW.}$$

(5) 5 パーセントの勾配を有する直線軌道を平等速度を以て上りつゝある電車あり。 (大正 5 年 III 級 1)

重量 20 米噸 (一米噸は 2000 封度)

電動機の數 2 (此の各電動機の特性は圖示せるが如し)

第 21 圖



齒車の齒數比 1/4.06 車輪の直徑 33 吋

列車抵抗 (train resistance) - 米噸につき 20 封度

とす。下記の値を算出せよ。

- (イ) 電車の速度
 (ロ) 電動機出力
 (ハ) 電動機入力

〔解〕 所要牽引力は電動機一臺に付

$$F = \left[\frac{5}{100} \times (2000 \times 20) + 20 \times 20 \right] + 2 = 1200 \text{ lbs.}$$

gear efficiency を 95% と假定すれば、電動機の所要廻轉力は

$$\tau = 1200 \times \frac{33}{2 \times 12} \times \frac{1}{4.06} \times \frac{100}{95} = 428 \text{ lb-ft.}$$

特性曲線より廻轉力 428 lb-ft. に對する電動機の電流及び廻轉数は

$$\text{電流} = 85 \text{ amp.} \quad \text{廻轉數} = 570 \text{ r.p.m.}$$

なることを知る。故に

$$(イ) \text{ 電車の速度} = \frac{\frac{33\pi}{12} \times 570 \times \frac{1}{4.06} \times 60}{5280} = 13.8 \text{ mile/hour}$$

$$(ロ) \text{ 電動機出力} = \frac{428 \times 570 \times 2\pi}{33000} = 46.4 \text{ H.P.} = 34.7 \text{ kW}$$

次に電動機に加る電壓を 500 V とすれば

$$(ハ) \text{ 電動機入力} = \frac{85 \times 500}{1000} = 42.5 \text{ kW.}$$

(6) 自重 20 噸の電車に乗客 100 人を載せ勾配 $\frac{2}{100}$ 半徑 573 米の曲線軌道上を 33 軒の速度にて上方に運轉しつゝあり。此の場合に於ける牽引力 (tractive effort) 並に電動機出力は幾何なるか。但し平坦直線軌道上に於ける運轉抵抗 (train resistance) 5.5 噸、曲線抵抗 1 噸 1 度につき 0.75 噸、齒車能率 95 パーセントとす。

(大正 8 年 III 級 1)

〔解〕 此の場合に於ける 1 噸當りの所要牽引力は

$$1000 \times \frac{2}{100} + 5.5 + 0.75 \times \frac{1146}{573} = 27 \text{ 噸}$$

乗客 1 人の平均重量を 55 噸と取れば、電車全體の重量は

$$20 + \frac{55 \times 100}{1000} = 25.5 \text{ 噸}$$

故に此の場合に於ける牽引力は

$$F = 27 \times 25.5 = 689 \text{ 噸}$$

又電動機出力は

$$P = \frac{689 \times 33 \times 9.8}{3600 \times 0.95} = 650 \text{ kW}$$

(7) 各軸に電動機を取付けたる電氣機關車あり。1% の勾配 573 米の曲線半徑を有する軌道上を總重量 600 噸の貨車を牽引して一時間 33 軒の速度を以て上方に運轉し得る爲めには、電氣機關車の楕輪上に於ける所要最小重量幾何なるか。又此の場合に於て各電動機が定格出力の 90% にて運轉しつゝあるとせば、此の機關車の電動機の總定格出力は幾 kW なるか。但し計算に必要な數量は適當と認めたるものを任意選定すべし。(大正 11 年 I 種 1)

〔解〕 W = 電氣機關車の重量, 噸

W' = 貨車の總重量, 噸

q = % にて表はせる勾配

f_R = 列車抵抗, 噸/噸……4 噸と想定す

f_C = 曲線抵抗, 噸/噸…… $0.75 \times \frac{1146}{573} = 1.5$ 噸

C_A = 附着係數……20% と想定す。

然るとき

$$\begin{aligned} \text{所要牽引力 } F &= (W + W')(f_R + f_C + 10q) \\ &= (W + 600)(4 + 1.5 + 10 \times 1) \\ &= (W + 600) \times 15.5 \text{ 噸} \dots\dots\dots (1) \end{aligned}$$

重量に依る附着力 = 0.2W × 1000 噸

$$= 200 \text{ W 疋} \dots \dots \dots (2)$$

電氣機關車働輪上に於ける最小重量は前記(1)式と(2)式とを相等しと置きたる時の W の値なり。即ち

$$(W + 600) \times 15.5 = 200 \text{ W}$$

$$\therefore W = \frac{600 \times 15.5}{200 - 15.5} = 50.5 \text{ 疋}$$

次に此の場合に於ける電氣機關車の電動機の總定格出力を計算せん。

(1) 式に $W = 50.5$ を代入して

$$F = 650 \times 15.5 \text{ 疋}$$

然して速度 $S = 33$ 疋/時なるを以て

$$\text{總定格出力} = \frac{FS}{367 \times .9 \times .95} = \frac{650 \times 15.5 \times 33}{367 \times .9 \times .95} = 1060 \text{ kW}$$

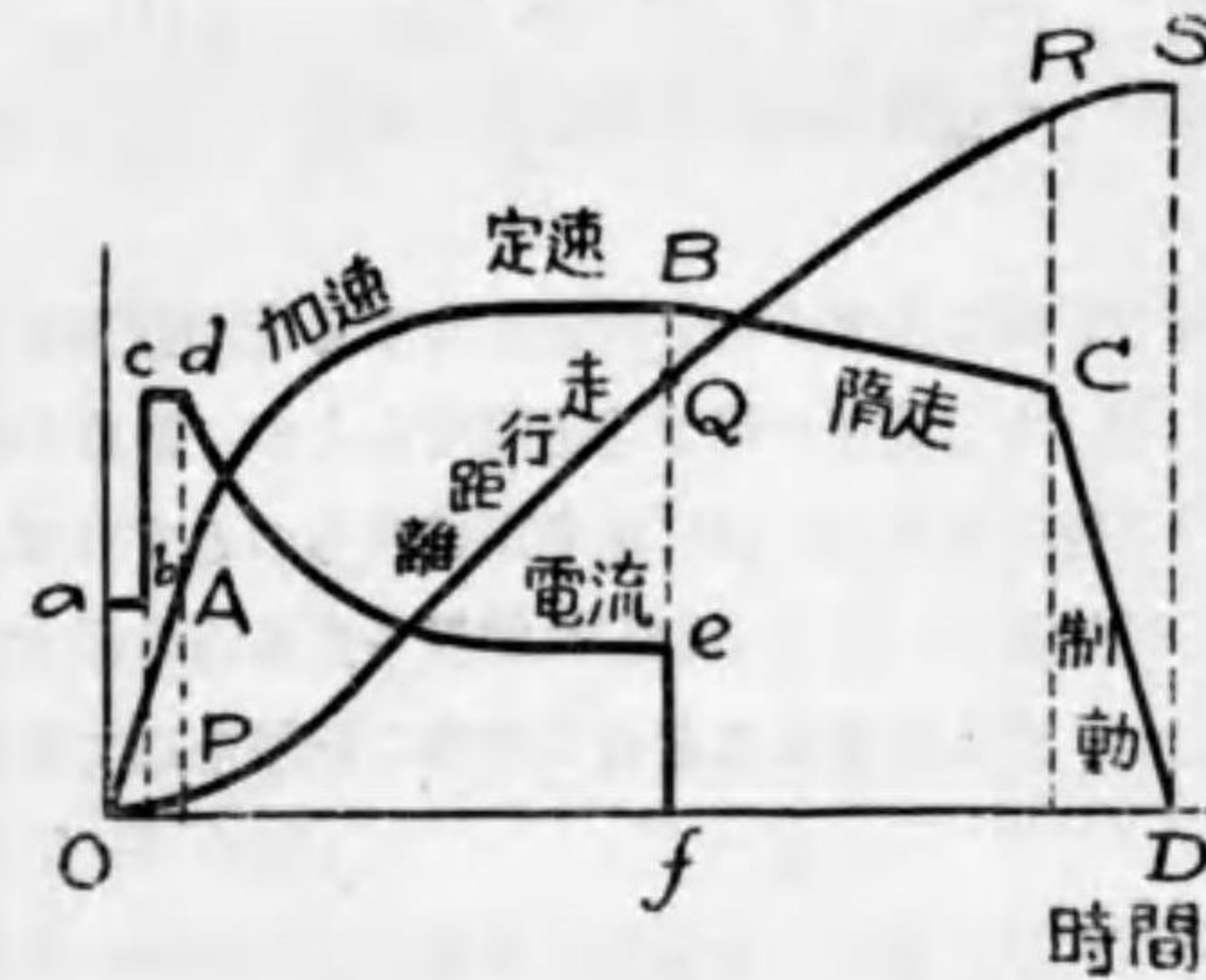
第十三章 車輛運轉法

(1) 二個の電動機を装置せる電車の發車より停止に至る迄の速度、電流、及び走行距離と時間との關係を圖形を以て略述せよ。

(大正4年 III 級 2)

〔解〕 二個の電動機を設備せる電車を起動するときは、普通電動機を直列に接続して之に直列に抵抗を挿入し置き、電車が運轉を始めたるとき順次に抵抗の幾分宛を短絡して全く其の抵抗を除く。然る後、電動機を並列に接続して、之に直列に抵抗を挿入し、次に前と同様に抵抗を順次に短絡する方法を行ふ。此の場合に於ける電車の加速度は計算の便宜上、一定せるものと見るを常とす。然るときは此の起動の際に於ける電車の速度と時刻との關係は、第 22

第 22 圖



圖に於て OA の如く表はすことを得。之より後は速度増加の爲め電流減少し、牽引力の減少と列車抵抗の増加とに依り、加速度は次第に減じ遂に一定速度に達す。此の間の速度曲線は AB の如く表はすことを得。次に電流を遮断したる後、暫らく惰力にて走行する

を電力經濟上可とす。此の部分に於ては列車抵抗の爲め、速度は次第に減少すること BC にて表はすが如し。次に制動機を緊締して一層速に電車の速度を減少せしめ、遂に停車せしむ。計算を行ふ際には此の制動度も亦一定せるものとして、曲線を CD の如く一直線にて表はすを便とす。

起動の際に於ける加速度を一定せるものとすれば、各電動機に通ずる電流も亦一定せるものと見做すことを得。而して並列の時比直列の場合の約 2 倍の全電流通ずるを以て、一定加速度の間に於ける電流曲線を abcd の如く表はすを得。此の後は速度増加の爲め電流は次第に減じ速度一定とすれば電流も亦一定となり、電流遮断の場合には 0 となるを以て、其間の電流曲線は def の如くなるべし。

電車の走行せる距離は速度と時間との積の累計なるが故に、起動の際加速度大なるときは其の増加の割合大にして距離曲線は OP の如くなるべし。其の後は加速度次第に減少するを以て距離の増加の割合も比較的減少す。従つて PQ の如く表はさる。更に其の後は速度次第に減じ、曲線は QR 及び RS の如くなるべし。SD は停留場間の距離にして速度曲線にて圍まれし面積に相當すべきなり。

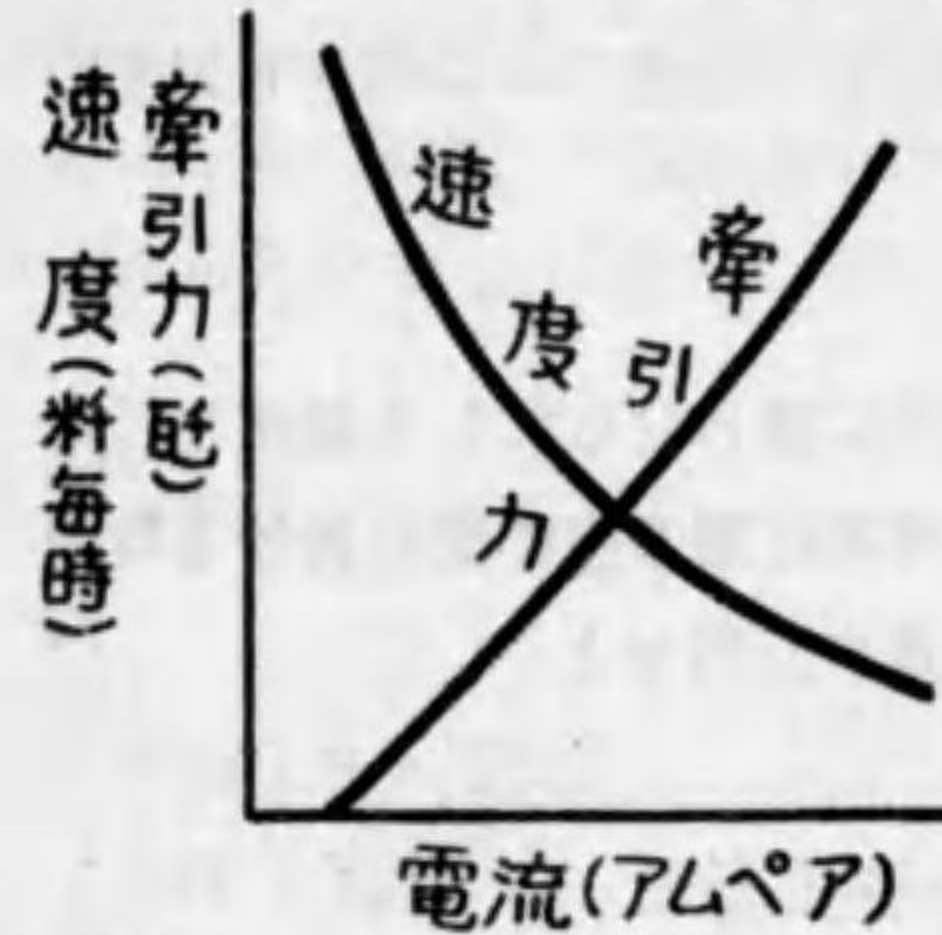
(2) 第 23 圖に示すが如き特性を有する電動機あり。今此の機を以て W (噸) なる重量の電車を運轉せんとす。電車の軌道を走る場合に於ける抵抗を第 24 圖に示すが如きものとすれば、此の電車の平坦なる軌道及び $\frac{1}{a}$ なる勾配の軌道を走る時の最大速度を見出す方法を記せ。但し必要なる數量は適當に記號を以て表示せよ。

(明治 44 年 I 級 2)

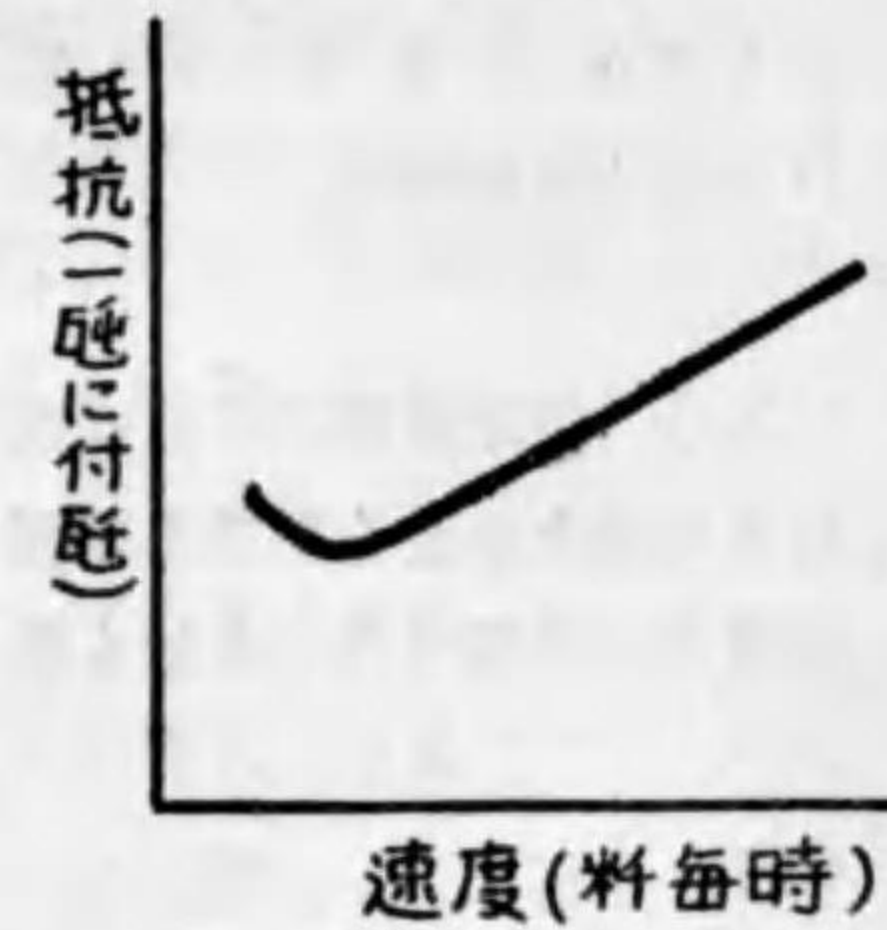
[解] 電車が或る軌道上を運轉する場合の速度は、其の速度に對する電動機の牽引力と列車抵抗及び勾配の爲めに要する牽引力とが等しき如き値に迄達するものなり。斯の如き速度を發見するには曲線上にて之を求むるを最も便利なりとす。

第 23 圖より同一電流に對する速度及び牽引力の値を取り第 25

第 23 圖



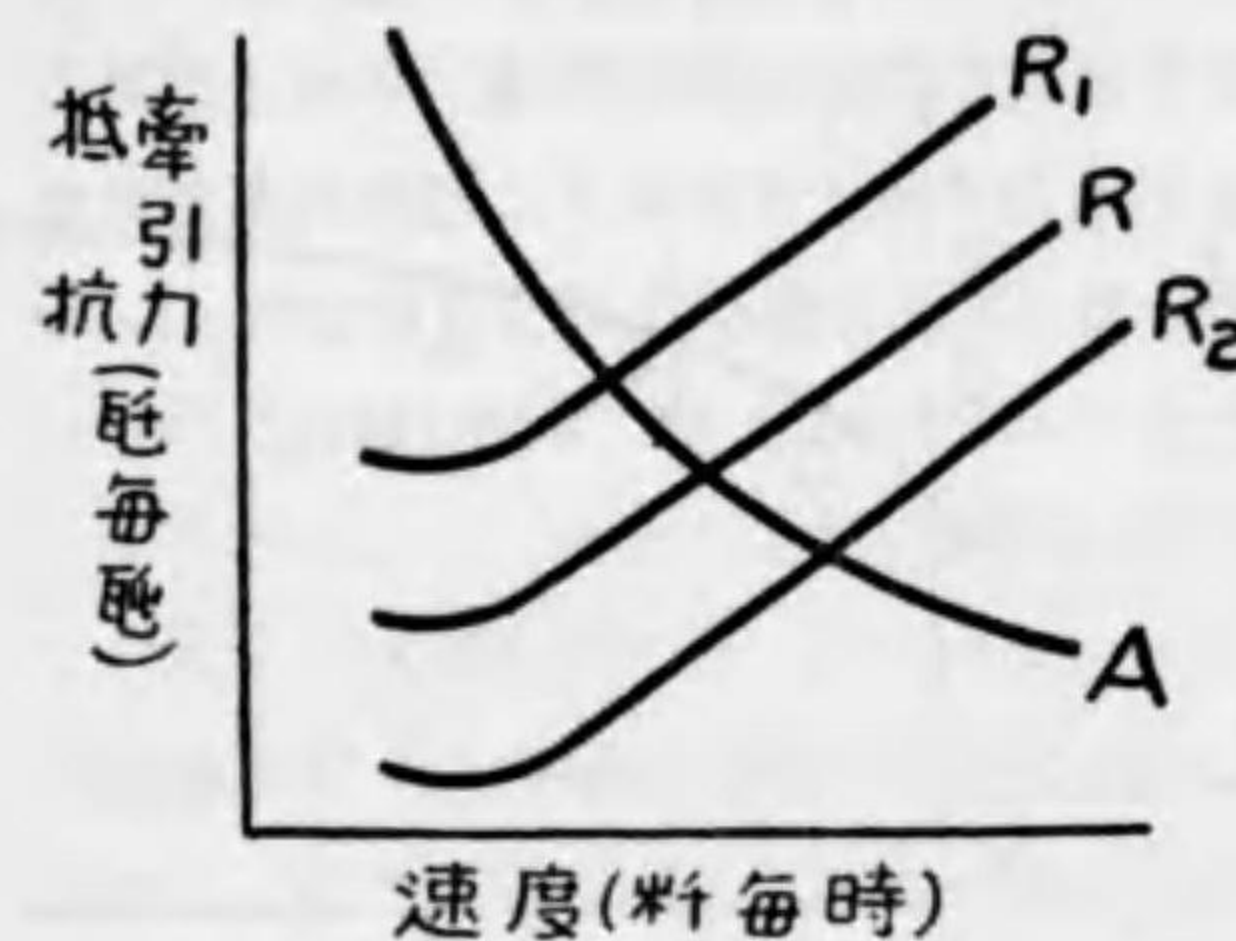
第 24 圖



圖の A 曲線の如く改造す。但し此の場合電車の全重量 W 噸、電動機數を n 個とすれば、第 23 圖より得たる牽引力の値を $\frac{W}{n}$ にて除し毎噸に對する噸數を見出し、此の値と速度との關係を第 25 圖の A 曲線にて表示するものとす。此の曲線と同一紙面上に第 24 圖の曲線 R を描く時には、兩曲線の交點に相當する速度が平坦線上を走行する場合の最大速度なり。

次に $\frac{1}{a}$ なる勾配線上を走行する時の最大速度を求めん。上り勾

第 25 圖



配線に於ては地球重力に打勝つ爲めに勾配 1% に對し毎噸 10 噸の牽引力を要し、下り勾配に於ては -10 噸の牽引力を要すべく $\frac{1}{a}$ 即ち $\frac{100}{a}$ % の勾配に對しては毎噸 $\pm \frac{1000}{a}$ 噸の牽引力を要す。依

つて R なる曲線に $\frac{1000}{a}$ 噸を加へたる曲線 R₁ 及び $\frac{1000}{a}$ 噸を減じたる曲線 R₂ は $\frac{1}{a}$ の曲線を上下する場合の所要牽引力を示す。

従つて R_1 と A との交點に相當する速度が $\frac{1}{a}$ の上り勾配に於ける最大速度 R_2 と A との交點に相當する速度が $\frac{1}{a}$ の下り勾配に於ける最大速度なり。

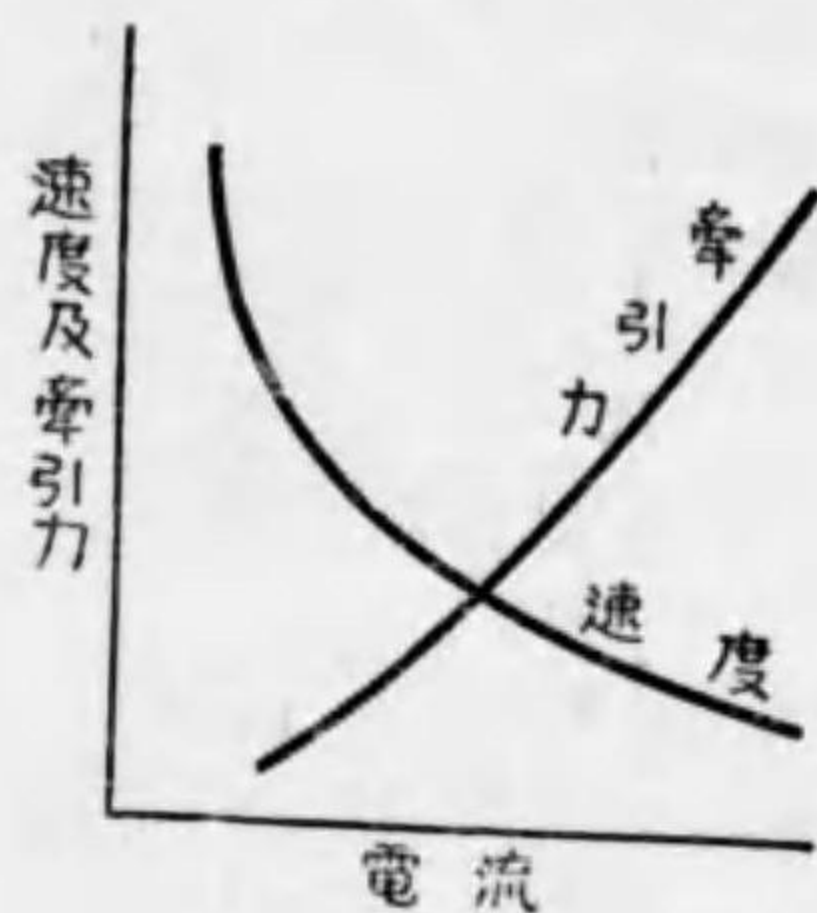
(3) 電車發車の際電動機に直列に挿入せられたる抵抗を短絡したる時刻より全く電流を遮断する時刻に至る迄の間に於ける時間と速度との關係を示す曲線を書く方法を記載せよ。

(大正4年I級2)

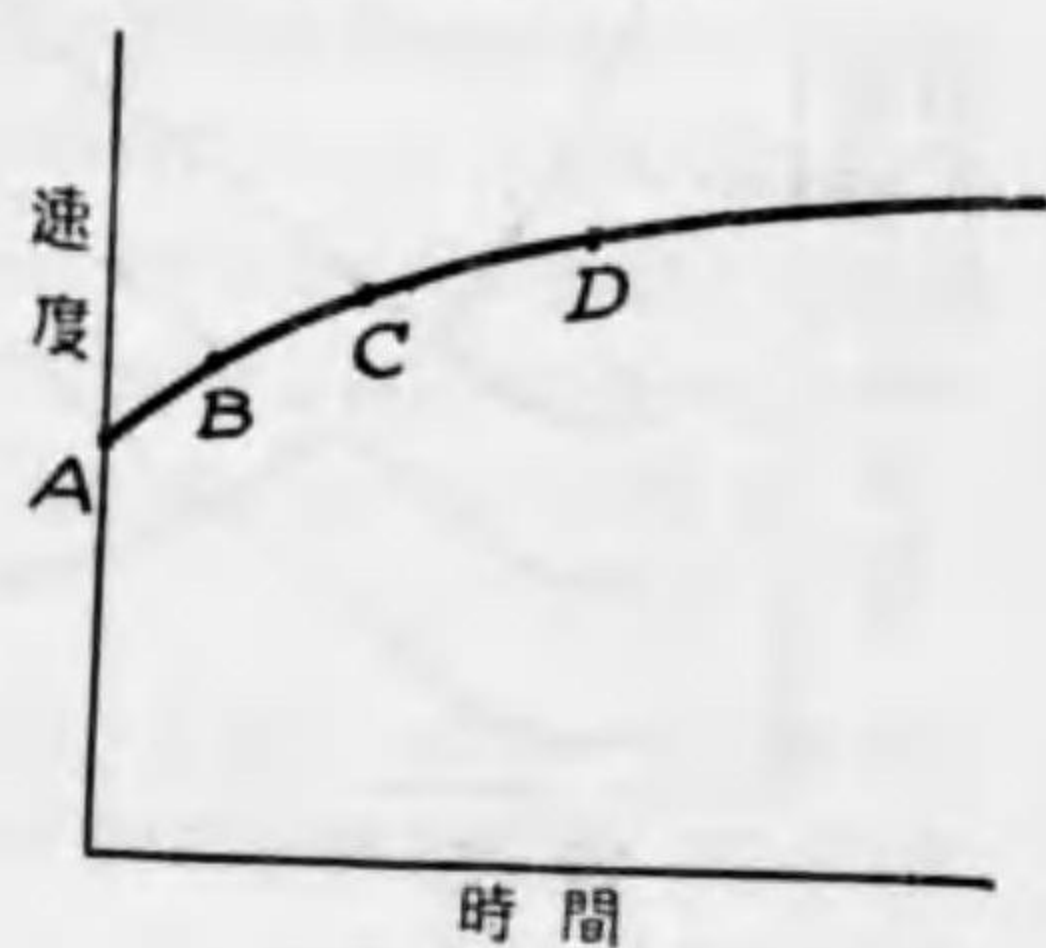
〔解〕 電車が一定電壓を以て電流を供給せらるゝ場合、時間と速度との關係を示す曲線は電動機の数(一時間の軒數)及び tractive effort (車輪周に於ける力を庇にて表はせるもの)と電流との關係を示す特性曲線(第26圖)に依り畫くことを得。

電動機に直列に挿入せられたる抵抗を順次に短絡して電車を起動せしむる場合の加速度は、便利上不變のものと假定すること常なるが、此の場合全部抵抗を短絡したる時刻に於ける電車の速度は一定加速度に要する起動の tractive effort に相當する速度として特性曲線より見出すことを得。是を第27圖に於て A 點とす。此の時刻

第 26 圖



第 27 圖



以後は、電車の速度の増加に伴ひ之に相當する tractive effort 減少し、train resistance 増加する爲め、加速度は次第に小となるものな

り。速度曲線の次の點を求めんには、前の速度より稍大なる速度を假定し、此の速度に相當する tractive effort を特性曲線より見出し、之より其の速度に相當する train resistance を差引き(勾配又は曲線あるときは之に要する力をも差引くを要す)、加速度を生ぜしむる正味の tractive effort を得。然るときは加速度は

$$A = \frac{F}{31 W}$$

但し A は加速度を軒毎時毎秒にて表はせるもの、F は正味の tractive effort 庇、W は電動機數に割當てたる電車の重量を庇にて表はせるものなり。而して始めの速度より假定せられたる速度に達する迄の加速度は、前の一定加速度と假定速度に對し算出せられたる加速度との平均と見做して差支なし。然るとき上の速度の變化を生ぜしむる所要時間(秒數)は、速度の増加を平均加速度にて除したるものなるを以て、速度曲線の第二の點 B を求むることを得べし。

以下同様にして電流を遮断する時刻に至るまで CD 等次々の點を見出し曲線を書くことを得。

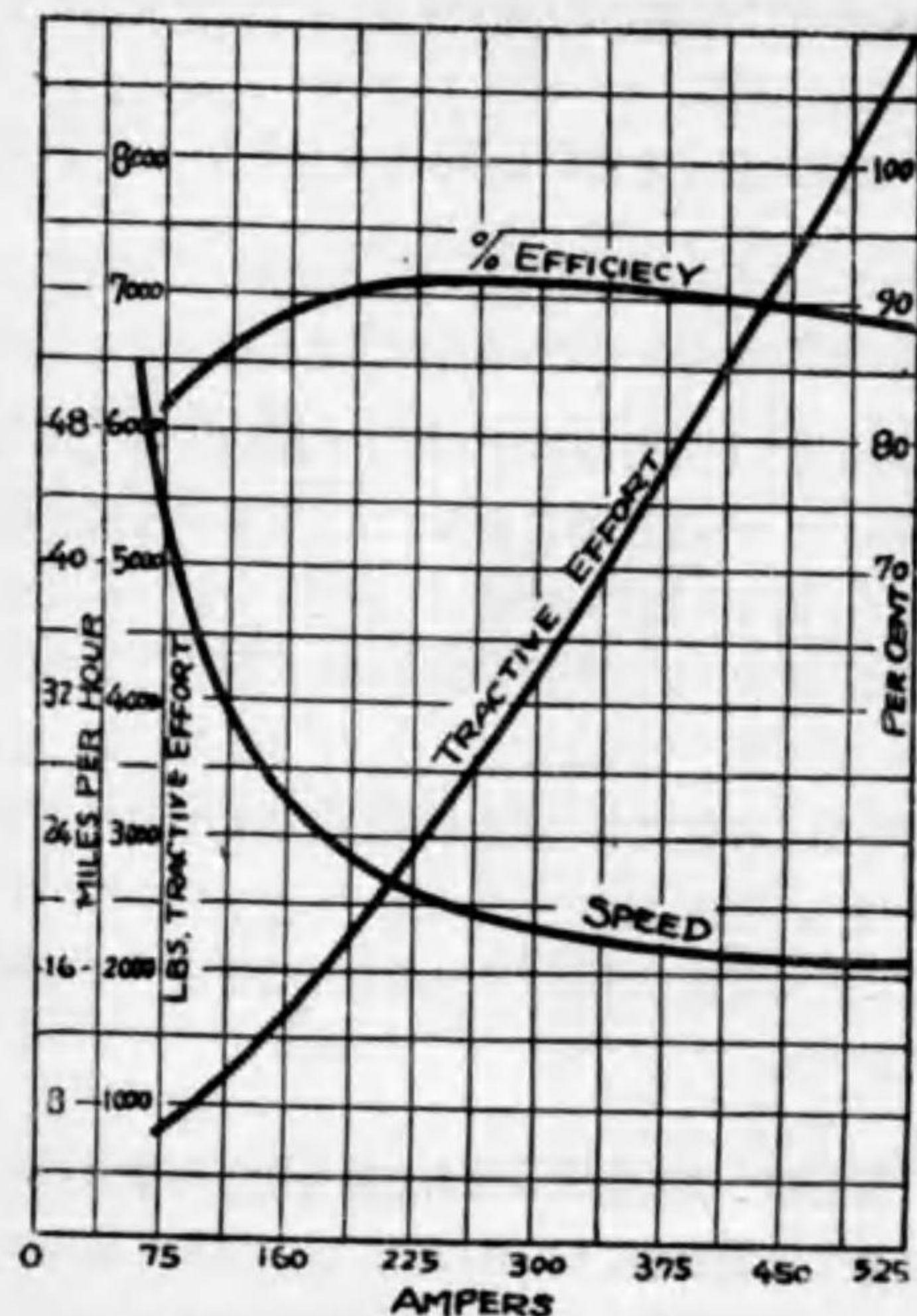
(4) 電動車5輛附隨車3輛より成る電氣列車あり、其の總重量320噸にして各電動車には200馬力500ヴォルト直捲電動機二個を裝置しあり。同電動機之特性曲線が下圖に示すものなるとき、平坦なる直線軌道上を運轉せる場合に於ける速度時曲線(speed-time curve)の加速度の部分を示せよ。但し始動加速度(initial acceleration)は毎秒毎時2哩(2 m/hr/sec.)とす。

(大正7年I級1及び大正10年1種1)

〔解〕 本問に於ては speed-time curve を求むるに最も重要な關係を有する train resistance を算出するに必要な data を總て缺けり。依つて精確なる speed-time curve は描く能はず。然れども今假りに列車抵抗は

$$R = \frac{50}{\sqrt{W}} + \frac{V}{25} + \frac{SV^2}{400 W} \left(1 + \frac{n-1}{10}\right) \text{ lbs/ton}$$

第 28 圖



但し

W = 列車の總重量, 米噸

V = 列車の速度, m/hr

n = 車輛數

S = 列車の斷面積, 平方呎

なる式より算出し得るものとして本間に答へん。今 $S=100$ と假定して電動機 1 個當りの重量即ち 32 噸 (米噸と假定す) に対する train resistance を求むれば

$$R = \frac{50 \times 32}{\sqrt{320}} + \frac{32 V}{25} + \frac{100 \times 32 V^2}{400 \times 320} \times \left(1 + \frac{7}{10}\right)$$

$$= 89.4 + 1.28 V + 0.0425 V^2 \text{ 封度}$$

にして V の種々の値に対する R の値を求むれば

V	R	V	R	V	R
15	101	25	120	35	147
17	104	27	125	37	154
19	108	29	130	39	161
21	113	31	135	43	175
23	116	33	141		

次に斯くして求められたる列車抵抗と與へられたる電動機の特性格線とより speed-time curve に於ける加速度を求めん。

(a) starting:

2 m/hr/sec. の initial acceleration に要する tractive effort は電動機 1 臺に付き

$$T_a = 100 \times 32 \times 2 = 6400 \text{ lbs}$$

是れに train resistance に要する牽引力 100 lbs (起動時は約一定なりと見做す) を加へて全牽引力は約 6500 lbs にして此の時に相當する電動機の色度は次の曲線より 17 m/hr なる事を知る。而して此の speed に達する迄に要する時間は

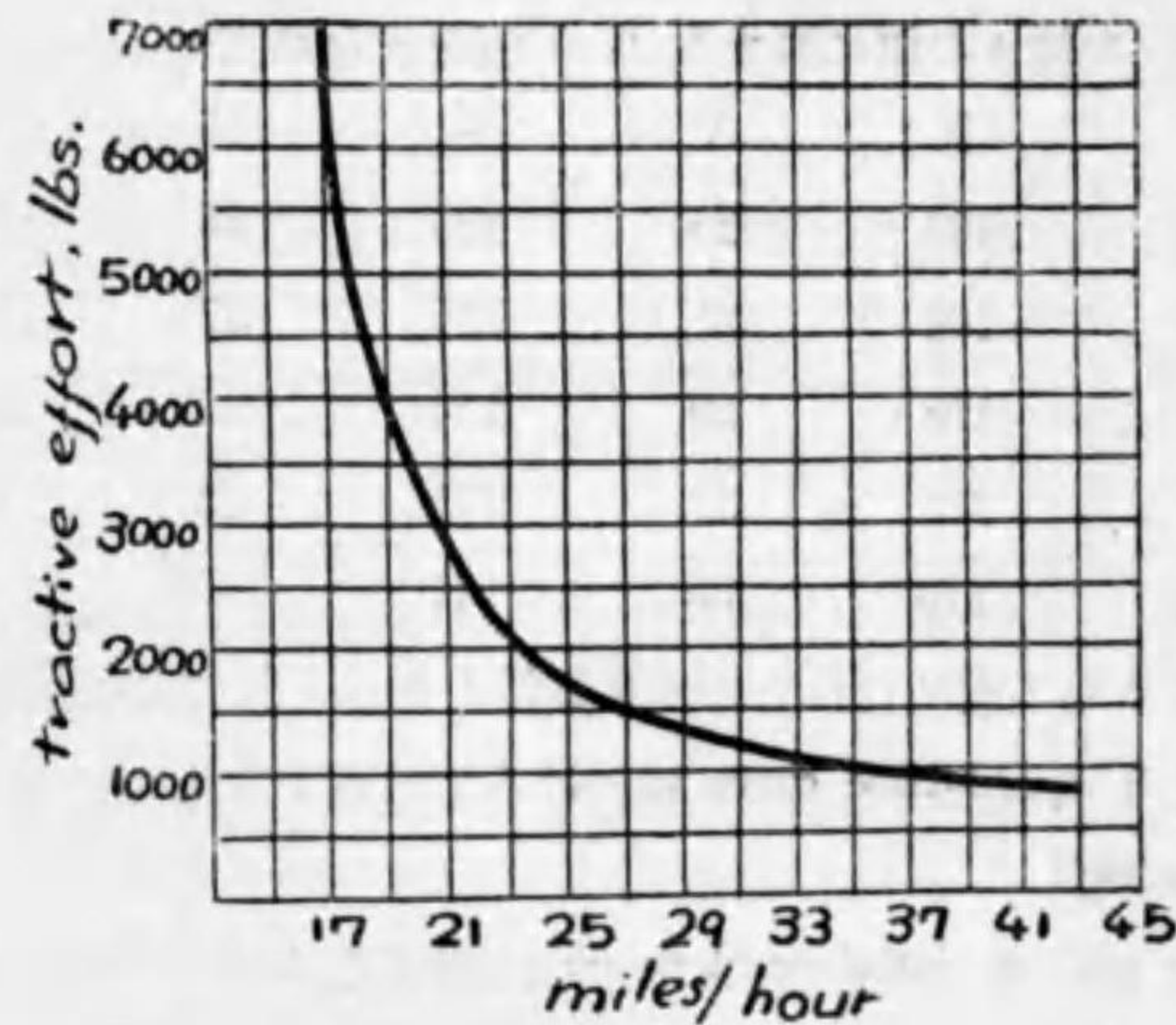
$$\frac{17}{2} = 8.5 \text{ sec.}$$

(b) motor の特性格線に依る acceleration curve

此の部分の加速度曲線を求むるには 17 m/hr より稍高き速度を假定し此の間に於ける加速度を生ずるに有效なる平均牽引力を求め、之れより其の間に於ける平均加速度及び其の間に要する時間を計算し、又更に高き速度を假定して、同様の手数を繰り返して順次に speed-time curve 上の點を見出すものとす。

例へば 17 m/hr より稍高き 19 m/hr なる速度を假定し、第 29 圖 (與へられたる電動機の特性格線より求めたる電動機の色度と牽引力との關係を示す曲線) より此の速度に対する牽引力を求むれば

第 29 圖



V = 17 m/hr の時 $T_m = 6520$; V = 19 m/hr の時 $T_m = 4000$

にして列車抵抗は

V = 17 m/hr の時 $R = 104$; V = 19 m/hr の時 $R = 108$

従つて此の間の平均の加速度は

$$a = \frac{(6520 - 104) - (4000 - 108)}{2 \times 100 \times 32} = 1.61 \text{ m/hr/sec}$$

又此の間に要する時間は $(19 - 17) \div 1.61 = 1.24 \text{ sec.}$

斯の如き手段を繰り返したる結果を表示すれば、

speed m/hr	T_m	R	$T_m - R$	average of time ($T_m - R$)	acceleration m/hr/sec.	time sec
17	6520	104	6416	5154	1.61	1.24
19	4000	108	3892			
21	2800	113	2687	2285	.714	2.8
23	2100	116	1984			
25	1700	120	1580	1477	.462	4.33
27	1500	125	1375			

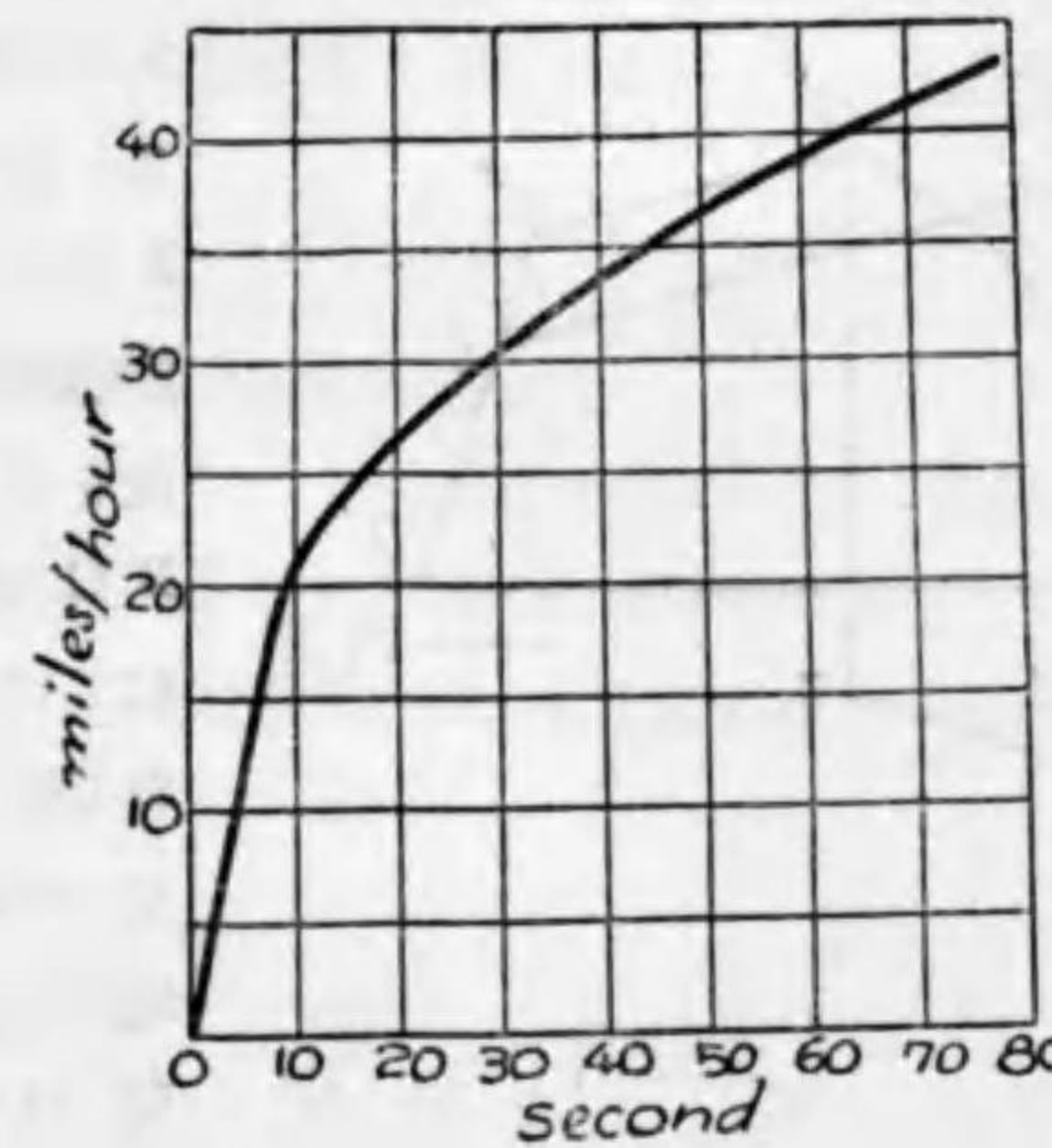
29	1350	130	1220	1297	.406	4.93
31	1250	135	1115			
33	1140	141	999	1057	.332	6.06
35	1050	147	903			
37	970	157	813	951	.297	6.73
39	900	161	739			
43	800	175	625	858	.268	7.5
				776	.212	8.27
				682	.213	18.8

上の結果より起動後の總時間と其の時の speed とを表示すれば

time (sec)	speed (m/hr)	time	speed	time	speed
0	0	17.08	25	44.61	35
7.5	17	21.41	27	52.11	37
8.74	19	26.34	29	60.38	39
10.69	21	31.82	31	79.18	43
13.49	23	37.88	33		

此の結果より速度時曲線を描けば第 30 圖の如し。

第 30 圖



(5) 下に記載する名稱の意義を略説せよ。

(大正5年 III 級一般應用3のイ)

(イ) 表定速度 (schedule speed)

〔解〕 表定速度 (schedule speed) とは列車の始發點より終着點までの距離を總時間數 (即ち停車時間をも含む) にて除したるものなり。

(6) 表定速度を一定とし電車を運轉するに當り其の電力消費量を小ならしむるには如何なる運轉方法を採用すべきか。

(大正11年 II 種口述4)

〔解〕 一般に惰走時間長き程電力消費少し。依つて停留場間の距離を大とする外

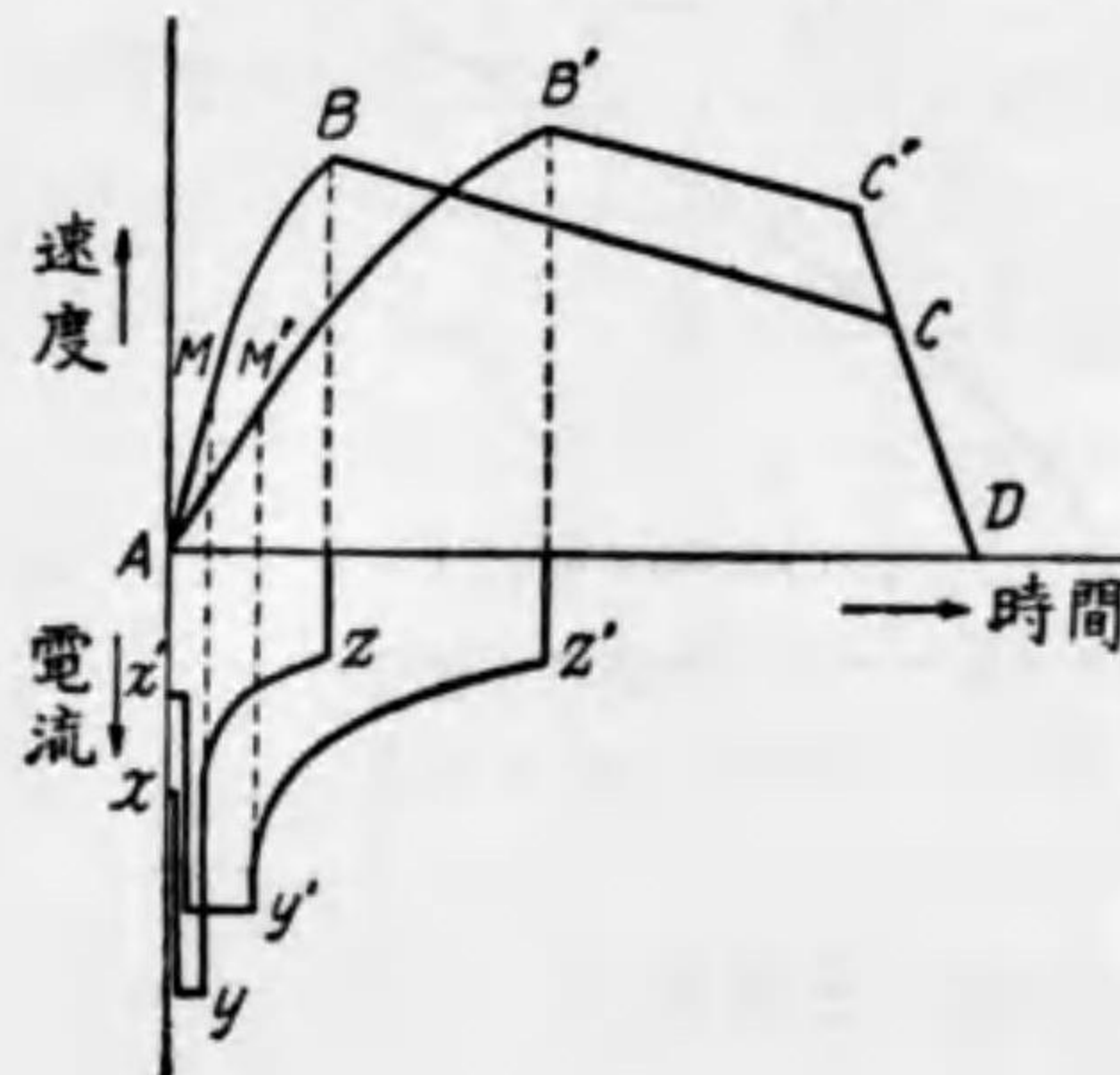
(イ) 加速度を成可く大とする事

(ロ) 制動度を成可く大とする事

が良し。今之れを説明すれば次の如し。

(イ) 加速度の大小 第31圖は加速度を除く他の凡てが同一なる場合、加速度の大小に依る消費電力量の多少を比較せるものなり。

第 31 圖

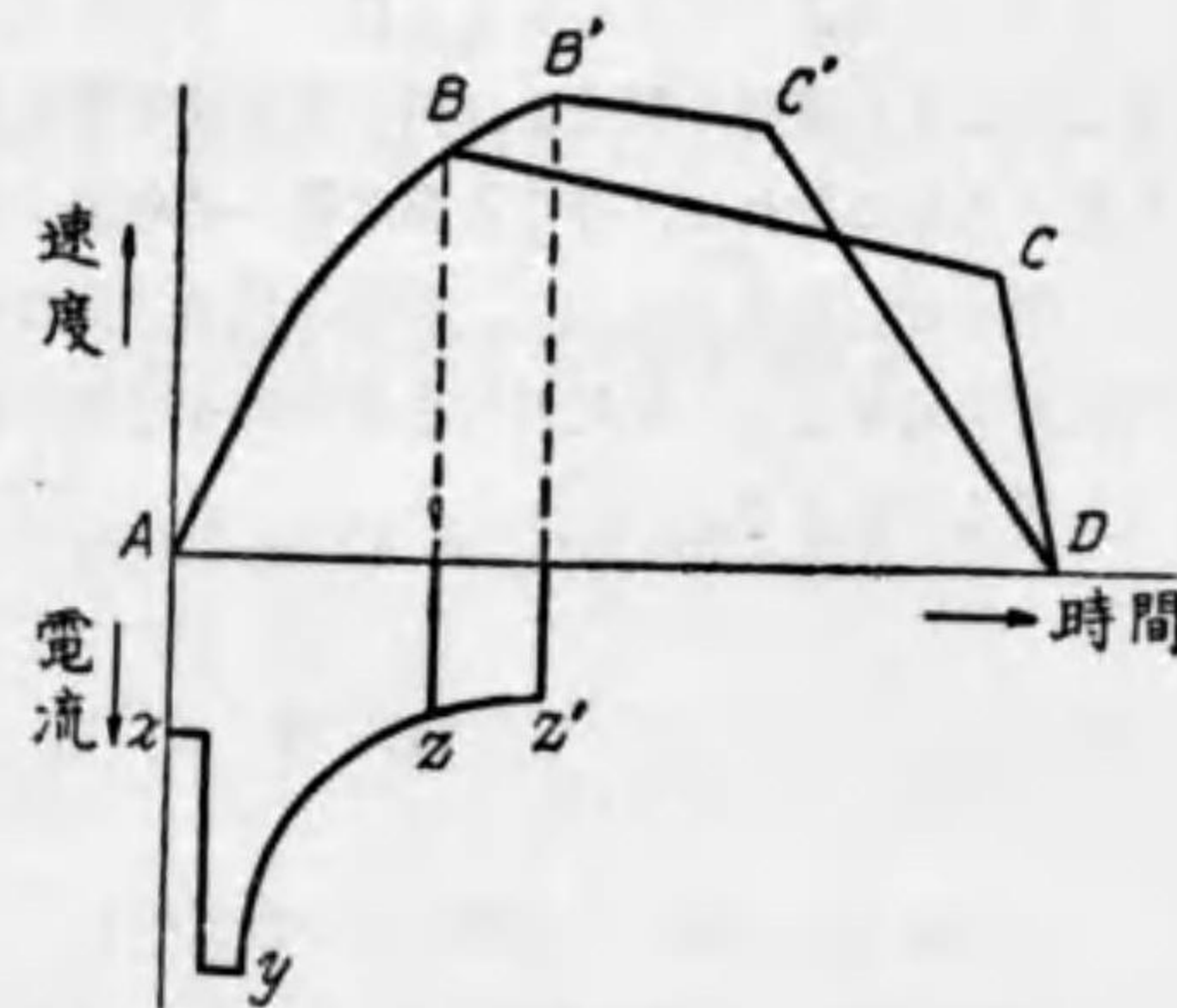


圖に於て AM 及び A M' 間が抵抗に依る一定加速度とし M B 及び M' B' 間は電動機特性に依る加速度を示す。BC 及び B' C' 間は coasting にして、CD 及び C' D 間は制動を示す。又 A D 間は兩停留場間の所要時間、面積 ABCD 或は AB'

C'D は兩停留場間の距離なり。尙 AD 線より下方の (Axyz) 及び Ax'y'z' の面積は消費電力量の比較を示す。圖より明なる如く加速度即ち AB の傾斜角大にして、coasting 大なるもの消費電力量小にして經濟的なるを知るべし。

(ロ) 制動度の大小 第32圖は制動度を除く他の凡てが同一なる

第 32 圖



場合、制動度の大小に依る、消費電力量の多少を比較せるものにして CD 曲線の如く制動度大即ち傾斜角大なるものが、消費電力小なるを見るべし。

(7) 下記の概數を記入せよ。

(大正6年 III 級一般應用の3のイ)

(イ) 1 噸の重量を有する物體に一軒毎時毎秒 (1 kilometer per hour per second) の加速度を與ふるに要する力 (貳にて)

〔解〕 (イ) 約 28 貳

〔註〕 $f = m a$

$$= \frac{1000}{9.80} \times \frac{1000}{60 \times 60} = 28.35 \text{ 貳}$$

(8) 専用軌道の電氣鐵道に於て其の軌道の起伏多き場合停車場の位置を可成高所に設くるを可とする理由如何。

(大正4年II級口述3)

〔解〕 水平軌道上に於て電車を停止せんとするには、電車の有する運動の勢力を制動機によつて消費せざるべからず。然るに停車場の位置を其の附近の軌道の最高點に設くる時には、電車の有する運動の勢力の大部分を軌道の位置が高まる爲めに増加すべき位置の勢力に變化せしめて其の運動を停止し、再び發車する際には降り勾配に向つて起動するものなれば、停車の際に得たる位置の勢力を再び運動の勢力に變化せしめ得るを以て、制動の爲めに失はるゝ損失を減じて運轉能率を良好とし、又比較的小電動機を設備して尙起動加速度を大とし得るの利あり。

第十四章 運 轉 計 畫

(1) 市街電氣鐵道に於て下記のものに就き其の概數を記せ。

電車の一廻杆を運轉する電力

(大正8年III級一般3のイ、大正12年II種一般3のホ、大正9年III級3のロ、大正14年II種3のロ)

(2) 下記のものに就き其の概數を記せ。

(大正12年再II種3のロ)

一廻杆を運轉するに要するワット時

市 内 電 車
市 外 電 車

(3) 下記事項に就き適當なる概數を記載せよ。

市間 (interurban) 電氣鐵道に於ける電動車の1廻杆當り
電力消費量 (大正15年II種一般4のハ)

(4) 市内電氣鐵道及び郊外電氣鐵道に於て

(大正5年III級口述2のイ)

(イ) 1廻杆に要するワット時大約幾何なるか。

〔解〕 市内電氣鐵道にては溝形軌條或は階段軌條が用ひらるゝを以て、速度の遅きにも關らず列車抵抗が大なり。又停留場間の距離短く、加速度も小なれば運轉能率良好ならず。従つて電力消費割合に大にて廻杆に付大約60ワット時を要す。

郊外又は市間電氣鐵道の場合には工字形軌條を用ふるを以て、速度大なる割合に列車抵抗小なり。又停車場間の距離大にて加速度も大なれば能率良好なる運轉を行ひ得べし。従つて市内電氣鐵道の場

合よりも消費電力少く、燃料 30-50 ワット時を要するを普通とす。

(5) 下記のものにつき適當なる概数を記載せよ。

(大正8年 III 級一般3のロ, 大正12年 II 種一般3のニ)

市街電車に於て普通用ひらるゝ加速度

(6) 下記のものにつき其の概数を記入せよ。

(大正6年 III 級2のロ及びハ)

普通用ひらるゝ加速度 普通用ひられる減速度

(7) 市内電氣鐵道に於て下記のものにつき其の概数を計算せよ。

加速度 及び 減速度 (大正9年 III 級3のハ)

[解] 加速度 2-3 秒毎時毎秒

減速度 3-4 秒毎時毎秒

(8) 市内電氣鐵道に於て 25 馬力電動機 2 臺を附せる重量約 8 噸の電車を平坦なる軌道上に運轉するに當り下記の臺數に要する發電所の容量凡そ何 kW なるや。

(大正6年 III 級口述4, 大正3年 III 級一般2のイ及びロ)

(イ) 5 臺 (ロ) 50 臺

[解] 本題の電車は略々 car-kilometer に 0.6 kWh を要し、其の表定速度は 10 秒/時なるものと見て可なり。故に電車一臺一時間に對して、平均

$$0.6 \times 10 = 6 \text{ kWh}$$

の電氣的エネルギーを要す。故に電車一臺に對し、平均 6 kW の電力を要す。5 車運轉の場合の負荷率を 30% (充分安全なり) とすれば

$$5 \times 6 \times \frac{1}{0.3} = 100 \text{ kW}$$

の發電機を要す。五十車運轉の場合の負荷率を 60% とすれば

$$50 \times 6 \times \frac{1}{0.60} = 500 \text{ kW}$$

の發電所容量ならざるべからず。

(9) 市間電氣鐵道 (interurban electric railway) あり。

軌道の互長 10 軒 (複軌道)

電車の重量 24 噸

一車の全線往復運轉時間 48 分

運轉車輛數 12 臺

一日運轉時間 19 時間

とす最大電力、平均電力、一日使用電力量を概算せよ。(勾配及び曲線は考慮せざるものとす) (大正4年 I 級3)

[解] 題意に依れば、一車の全線往復運轉時間 48 分なるを以て表定速度は

$$2 \times 10 \times \frac{60}{48} = 25 \text{ 秒毎時}$$

此の速度に對する所要平均電力量を發電所又は變電所にて 1 噸軒に付 50 ワット時とし、電車の全重量は乗客約 80 人を 4 噸と見積り

$$24 + 4 = 28 \text{ 噸}$$

なれば、一時間に要する電力量即ち平均電力は次の如し。

$$\text{平均電力} = \frac{\text{電力量}}{\text{時間}} = \frac{50 \times 25 \times 28}{1000} \times 12 + 1 = 420 \text{ kW}$$

次に發電所又は變電所の負荷率を 40 パーセントとすれば最大電力は

$$420 \div 0.4 = 1050 \text{ キロワット}$$

次に一日使用電力量は平均電力に一日運轉時間を乗じて見出すことを得。

$$420 \times 19 = 7980 \text{ キロワット時}$$

(10) 電氣鐵道あり。

軌道の互長	5 杆 (單軌道)
電車の重量	8 噸
表定速度 (schedule speed)	10 杆
一日運轉時間	17 時間
各端よりの發車回数	1 時間 6 回

とす。最大電力、一日使用電力量を概算せよ。(勾配及び曲線は考慮せざるものとす) (大正 4 年 II 級 3)

〔解〕 軌道の互長 5 杆、電車の表定速度 10 杆毎時なるを以て起點より終點に至る運轉時間は

$$60 \times \frac{5}{10} = 30 \text{ 分}$$

なり。然るに各端よりの發車回数 1 時間に 6 回即ち平均 10 分毎に發車するを以て、一方向に於ける運轉車輛数は

$$\frac{30}{10} = 3 \text{ 輛}$$

又兩方向に於けるものは此の二倍即ち六輛なり。

今表定速度 10 杆に對する所要平均電力を、發電所又は變電所に於て 1 噸杆につき 50 ワット時と假定し、乗客約 40 人の重量 2 噸とせば、電車の全重量は $8 + 2 = 10$ 噸なれば、電車 6 輛に對する平均電力は

$$\frac{50 \times 10 \times 10}{1000} \times 6 = 30 \text{ kW}$$

發電所又は變電所の負荷率即ち平均負荷と最大負荷との比を 30 パーセントとすれば、最大電力は

$$30 \div 0.3 = 100 \text{ キロワット}$$

一日使用電力量は平均電力に一日運轉時間を乗じ

$$30 \times 17 = 510 \text{ キロワット時}$$

となる。

(11) 電氣軌道あり。

互長	15 杆	最急勾配	$\frac{1}{25}$
軌道	複線	發車數	毎 30 分
電車の重量 (無荷)	8 噸	表定速度 (schedule)	15 杆毎時
停留場間距離	約 0.4 杆		

各電車に附する電動機の馬力數、個數、電車數(豫備を見込みて)並に發電所出力を選定せよ。(明治 44 年 III 級 3)

〔解〕 軌道が勾配を有せざる場合には、電車の出力は起動時の終り(起動抵抗を全部除きたる瞬時に於て最大なるべきものなり。上り勾配に於ては勾配の爲めにも牽引力を要する事明かなり。依つて本間の電車に設備すべき電動機容量決定には、最大勾配に於て所要加速度を以て起動するに要する馬力數を本とするを最も安全なりとす。

今 W = 電車の全量 (噸)
 A = 起動時に於ける加速度 (杆/時/秒)
 S = 起動の終りに於ける電車の速度 (杆/時)
 f_R = 速度 S に於ける列車抵抗 (噸/噸)
 q = 勾配の百分率

とすれば、

$$\text{所要牽引力} = (f_R + 10q + 31A)W \text{ 噸}$$

故に加速度の終りに於ける所要動力は

$$P = \frac{(f_R + 10q + 31A)W \times S}{367 \eta} \text{ kW}$$

但し η は齒車能率にして 0.95 とするを普通とす。

本間の電車重量は自重 8 噸にて、之れ位の大きさの電車は定員 40 人、從業員 2 人の單車なり。従つて 1 人の重量を平均 50 噸と見積れば

$$W = 8 + \frac{50 \times 42}{1000} = 10.1 \text{ 噸}$$

勾配は題意により

$$q = \frac{1}{25} \times 100 = 4 \text{ パーセント}$$

起動の終りに於ける速度は本問の如き電車にては表定速度と大差なし。依つて

$$S = 15 \text{ 軒/時}$$

と假定する事を得。又斯の如き運轉状態に於ては

$$A = 2 \text{ 軒/時/秒}$$

を普通とす。本問の電気軌道は無論郊外電車にして軌條は工字型を使用せる事明らかかなれば、15 軒/時の速度に於ける列車抵抗は

$$f_R = 7 \text{ 斤/噸}$$

と假定すれば十分なり。

$$P = \frac{(7 + 10 \times 4 + 31 \times 2) \times 10.1 \times 15}{367 \times 0.95} = 47.4 \text{ kW}$$

此の kW 数は最大負荷に相當するものなるを以つて、一時間定格にて表はされたる電動機 kW 数は之よりは遙に小にして足る。然れども延着時間の回復等に要する餘裕を見込みて、一時間定格 20 kW のもの二臺を設備するを可とす。

次に電車の個数を求めんに、兩端に於て各電車が 15 分づゝ停車するものとすれば、一電車が起點を發し、終端より歸着して再び起點を發する迄には丁度 2.5 時間を要す。此の時間数を發車間隔 0.5 時間にて除せば $\frac{2.0}{0.5} = 4$ 、故に同時に運轉するを要する車臺数は丁度 5 臺となる。従つて豫備 2 臺を見込みて全體にては 7 臺を設備すれば可なり。

次に發電所の出力を計算せんに、斯の如き運轉状態に於ける電車の消費電力量は噸軒に付き 60 ワット時と見積れば先づ十分なり。依つて運轉車輛 4 臺の平均消費電力即ち發電所の平均出力は

$$\frac{60 \times 10.1 \times 15}{1000} \times 4 = 36 \text{ kW}$$

負荷率を 30% と假定すれば發電所出力は 120 kW、尙臨時増設の

場合を見込て 150 kW と定むるを可とす。

(12) 一市街あり、之れに電気鐵道を施設せんとす。

軌道の互長 (複線軌道)	12 軒
運轉車輛數	70 臺
電車の重量 (20 kW 電動機 2 個を裝置す)	8 噸
軌道の勾配	概して平坦
表定速度 (schedule speed)	10 軒

今之れに 65 米の落差を有する一の水力發電所より電力を供給するものとし、發電所より市の一隅に存在せる變電所に至る距離 16 軒なる時、次ぎの諸點を概算せよ。

- (イ) 變電所内に設置する機械の種類、電壓、出力、周波數、個數
- (ロ) 發電機の種類、電壓、出力、周波數、個數
- (ハ) 水車の種類、使用水量、個數、及び kW 數
- (ニ) 送電線の電壓、條數及び太さ

但し與へられざる數量中計算に必要なものは實際に當り適當と認められたるものを任意假定すべし。(大正 1 年 III 級一般 2)

[解] 斯くの如き運轉状態に於ける市内電気鐵道の電力消費は變電所直流側に於て走行 1 噸軒に付き約 60 ワット時と假定する事を得。依つて 1 車 1 時間にては $60 \times 8 \times 10 + 1000 = 4.8 \text{ kWh}$ 、従つて 1 車に要する平均電力は 4.8 kW、70 臺にては 336 kW なり。變電所に於ける負荷率は、斯の如き多數の電車を運轉する場合には、少くとも 50% 位と假定するを以て、變電所の所要容量は $\frac{336}{0.5} = 670 \text{ kW}$ となる。

之れに對し

變電所入力 770 kW.....變電所損失を 15% と假定す。

發電所出力 850 kW.....送電線損失を約 10% と假定す。

(イ) 變電所に設備する機械 三相廻轉變流機 3 臺 (内 1 臺豫備)

電 壓	直流側	550	ヴォルト
	交流側	337	ヴォルト
出 力		350	キロワット
周波数		50	サイクル

三相変圧器 3 個 (内 1 個豫備)

電 壓	一次 10 000, 二次 337	ヴォルト
容 量	400	kVA

(ロ) 發電機 三相交流發電機 3 臺 (内 1 臺豫備)

電 壓	11 000	ヴォルト
出 力	400	キロワット (500 kVA)
周波数	50	サイクル

(ハ) 水車の種類 フランス型リアクション・タービン 3 臺

常用出力	500	kW
最大出力	600	kW
使用水量	水車發電機合成能率 75% として常用	
	1.8 立方米毎秒 (2 臺に對し)	

$$\therefore Q = \frac{850}{9.8 \times 65 \times 0.75} = 1.78$$

(ニ) 送電線 三相三線式送電線二回線

送電電壓	10 000	ヴォルト (受電端に於て)
使用線條の太さ	22	平方耗又は 5 耗

略算 送電線二回線を並列に使用すれば、一線の電流は (力率 0.90)

$$I = \frac{770\,000 \div 0.9}{2 \times \sqrt{3} \times 10\,000} = 24.7 \text{ アムペア}$$

今送電線一條の抵抗を R オームとすれば、送電線の損失は

$$P = 6 I^2 R = 6 \times 25^2 R$$

之れを 85 kW (損失率約 10%) とすれば

$$R = \frac{85\,000}{6 \times 25^2} = 22.6 \text{ オーム}$$

従つて使用電線の切斷面積 A 平方耗とすれば

$$\frac{1}{55} \times \frac{16\,000}{A} = 22.6 \quad A = \frac{16\,000}{55 \times 22.6} = 13 \text{ 平方耗}$$

工作物規程に依り特別高壓には 5 耗以下の電線を使用する能はざるを以て 5 耗の電線を採用す。

(13) 一市街あり、之れに電燈並に電氣鐵道を施設せんとす。

電氣鐵道:

軌條の互長	12 軒	運轉車輛數	70 臺
電車の重量	8 噸 (20 kW 電動機 2 個を裝置す)		
軌道の勾配	概して平坦	表定速度 (schedule speed)	10 軒

電 燈:

タングステン	10 ワット電球	26 000 燈
同	上 20 ワット電球	2 000 燈
	(電燈は凡て定額料金と假定す)	

今之れに 65 米の有効落差を有する一の水力發電所より電力を供給するものとし、發電所より市の一隅に存在する變電所に至る距離 16 軒なるとき次の諸點を概算せよ。

- (イ) 變電所内に設置する機械の種類、電壓、出力、周波数、個數
- (ロ) 發電機の種類、電壓、出力、周波数、個數
- (ハ) 水車の種類、使用水量、個數及び馬力數
- (ニ) 送電線の電壓、條數及び太さ

但し與へられざる數量中計算に必要なものは實際に當り適當と認めたるものを任意假定すべし。 (大正 1 年 II 級一般 2)

〔解〕 斯の如き市内電車に於ては變電所直流側に於ける電力消費量は 1 噸軒に付き 60 Wh なり。故に電車一臺一時間に要する電力量は 4.8 kWh 即ち其の平均電力は 4.8 kW なり、従つて全體の電車 70 臺にては 336 kW なり。

變電所に於ける負荷率は少くとも 50% 位と假定さるゝを以て電鐵用變電所の所要容量は $\frac{336}{0.5} = 670 \text{ kW}$ となる。機械の能率を 90

%と見て、これに対する入力 750 kW 力率を 95% 位として其の kVA は 800 なり。

又電燈に要する電力を計算すれば

$$\frac{10 \times 26\,000 + 20 \times 2\,000}{1000} = 300\text{ kW}$$

配電能率を 85% とすれば變電所に於ける出力 350 kW 、力率を 95% と見て其の kVA は 370 なり。依つて

(イ) 變電所設備

350 kW 三相廻轉變流機 3 臺 (内 1 臺豫備)

電壓 直流側 550 V 、交流側 337 V

周波數 50 サイクル

廻轉變流機用變壓器 (400 kVA , 三相) 3 個 (内 1 個豫備)

電壓 一次 $10\,000\text{ V}$ 、二次 337 V

周波數 50 サイクル

電燈用變壓器 (125 kVA , 单相) 4 個 (内 1 個豫備)

電壓 一次 $10\,000\text{ V}$ 、二次 3300 V

周波數 50 サイクル

(ロ) 發電機 變電所入力は $750 + 350 \div 0.95 = 1100\text{ kW}$ 送電損失を約 10% として發電所出力 1200 kW

750 kVA (600 kW) 三相發電機 3 臺 (内 1 臺豫備)

電壓 $11\,000\text{ V}$

周波數 50 サイクル

(ハ) 水車

フランス型反動水車 3 臺 (内 1 臺豫備)

出力 常用 750 kW 、最大 900 kW

使用水量 水車發電機の合成能率 75% として常用 2.5 立方メートル毎秒 (2 臺に對し)

$$\therefore Q = \frac{1200}{9.8 \times 65 \times 0.75} = 2.5$$

(ニ) 送電線

三相三線式二回線 (6 條)

送電線一條の電流 (二回線並列に使用するとして)

$$I = \frac{550\,000 \div 0.9}{\sqrt{3} \times 10\,000} = 32.1\text{ アンペア}$$

送電線一條の抵抗を R オームとすれば

$$\text{送電線損失} = 6I^2 R = 6 \times 32^2 \times R\text{ ワット}$$

これを 110 kW (送電線能率大約 90%) とすれば

$$R = \frac{110\,000}{6 \times 32^2} = 19\text{ オーム}$$

電線の切斷面積を A 平方耗とすれば

$$\frac{1}{55} \frac{16\,000}{A} = 19\text{ オーム}$$

$$A = \frac{16\,000}{55 \times 19} = 15.3$$

即ち此の場合の使用電線は直径 5 mm 又は 22 平方耗 の銅線を適當とす。

(14) 一市街あり、之れに電燈並に電氣鐵道を施設せんとす。

電氣鐵道:

軌道の互長 12 軒 運轉車輛數 70 臺

電車の重量 8 噸 (20 kW 電動機 2 個を裝置す)

軌道の勾配 概して平坦 表定速度 10 軒

電燈:

タンダステン線球 (10 ワット) $35\,000\text{ 燈}$

" " (20 ワット) $2\,000\text{ 燈}$

電燈は凡て定額料金に依るものと假定す、而して

午後 6 時 より午後 10 時 迄全部點燈

午後 10 時 より午後 12 時 迄 $\frac{3}{4}$ 點燈

午後 12 時 より午前 6 時 迄 $\frac{1}{2}$ 點燈

又電氣鐵道は午前零時より五時迄停止するものとす。

今水量 1 秒間 2 立方米, 有効落差 65 米を有する一つの水力発電所より市の一隅に存在する變電所に至る距離 16 軒なるとき,

(A) 水量の不足を補足する方法

(B) 若し貯水池を選ばらば其の容量

を記し且つ次の諸點を概算せよ。

(a) 變電所内に設置する機械の種類, 電壓, 出力, 周波數, 個數

(b) 發電機の種類, 電壓, 出力, 周波數及び個數

(c) 水車の種類, 使用水量, 個數及び馬力數

(d) 送電線の電壓, 條數及び太さ

但し與へられざる數量中, 計算に必要なものは實際に當り適當と認めたるものを任意假定すべし。 (大正 1 年 I 級一般 2)

〔解〕 次の如く推定す

電鐵用平均電力	336 kW
" 最大電力	670 kW
" 變電所入力	750 kW
" 變電所皮相入力	800 kVA

電燈負荷

$$\frac{10 \times 35,000 + 20 \times 2,000}{1,000} = 390 \text{ kW}$$

配電能率 85% とすれば變電所に於ける出力 460 kW, 之れに變電所内電燈電力に要する電力を 10 kW として 470 kW なり。依つて變電所設備の交流側出力は電鐵及び電燈と合して 1140 kW となる。全負荷に於ける送電線及び變壓器の損失を 15% と見て發電機の所要最大出力は 1310 kW, 之れに發電所内電燈電力に要する電力を見込みて發電機の出力は 1350 kW となる。

次に各時間の平均負荷を求めんに, 全負荷に於ける電燈用配電線損失は $460 - 390 = 70 \text{ kW}$ 即ち 70 kW にして $1, \frac{3}{4}$ 及び $\frac{1}{2}$ 電燈負荷に於ける損失は變電所用 10 kW を加へて 80 kW , 50 kW 及び

28 kW となる。

従つて各時間に於ける變電所變壓器の平均負荷は

	電鐵	電燈	合計約
午前 0 時より 午前 5 時	0	223	223
午前 5 時より 午前 6 時	336	223	559
午前 6 時より 午後 6 時	336	0	339
午後 6 時より 午後 10 時	336	470	806
午後 10 時より 午後 12 時	336	440	776

全負荷即ち變電所負荷 1140 kW の際に於ける變壓器及び送電線内損失は $1310 - 1140 = 170 \text{ kW}$ にして, 他の時刻の平均損失は平均負荷に比例するとし, 發電所内消費電力なる 40 kW は負荷に無関係とすれば各時間に於ける發電機の平均負荷は次表の如し。

	變電所負荷	不變損失	可變損失	發電機出力
午前 0 時より 午前 5 時	223	40	33	296
午前 5 時より 午前 6 時	559	40	84	683
午前 6 時より 午後 6 時	336	40	50	426
午後 6 時より 午後 10 時	806	40	120	966
午後 10 時より 午後 12 時	776	40	116	932

發電機の各負荷に相當する發電機及び水車の合成能率を次表の如くに假定して, 各時間の所要水量を求めれば

	發電機出力	能率 %	水力理論 kW	所要水量 (kW) / (立方米毎秒 $\frac{1}{9.8H}$)
午前 0 時より 午前 5 時	296	60	495	0.78
午前 5 時より 午前 6 時	683	67	1020	1.60
午前 6 時より 午後 6 時	426	65	655	1.03
午後 6 時より 午後 10 時	966	70	1380	2.17
午後 10 時より 午後 12 時	932	69	1350	2.12

故に所要平均水量毎秒立方米は

$$\frac{0.78 \times 5 + 1.60 \times 1 + 1.03 \times 12 + 2.17 \times 4 + 2.12 \times 2}{24} = 1.28$$

にして、水力地点の水量 2 立方メートル毎秒よりも少きを以て、調整池を設くる事に依つて尖頭負荷時に於ける不足水量を補ひ得べし。而して午後 6 時より同 12 時までの間に於ける不足水量の総額は

$$(2.17 - 2.0) \times 3600 \times 4 + (2.12 - 2.0) \times 3600 \times 2 = 3312 \text{ 立方メートル}$$

但し此の不足水量は電機負荷は各時間とも 336 kW なりとして求めたるものなるが、午後 6 時乃至 7 時の間は恐らく負荷最大にして 336 kW を超過する事甚だ大なるべきも、午後 10 時以後の如きは甚だ軽負荷となるべきを以て、午後 6 時以後の平均電力は一日中の平均電力 336 kW と大なる差なしと認むる事を得るを以て前記計算法にても大なる誤りなきものと信ぜらる。然れども多少の餘裕を見込みて不足水量は 3500 立方メートルと見積るを安全なりとす。

以上の計算の結果より本問に対する解答は次の如し。

(A) 貯水によつて此の尖頭負荷に於ける不足水量を補ふ。

(B) 調整池の貯水量は 3500 立方メートル

(a) 變電所設備

350 kW 三相廻轉變流機 3 臺 (内 1 臺豫備)

電壓 直流側 550 ヴォルト, 交流側 337 ヴォルト

周波數 50 サイクル

廻轉變流機用變壓器 (450 kVA; 三相) 3 個 (内 1 個豫備)

電壓 一次 10000 ヴォルト, 二次 337 ヴォルト

電燈用變壓器 (150 kVA, 单相) 4 個 (内 1 個豫備)

電壓 一次 10000 ヴォルト, 二次 3300 ヴォルト

(b) 發電機

800 kVA (700 kW) 三相發電機 3 臺 (内 1 臺豫備)

電壓 11000 ヴォルト

周波數 50 サイクル

(c) 水車

フランス型反動水車 3 臺 (内 1 臺豫備)

出力 定格負荷 800 kW 最大 1000 kW

使用水量 水車能率を 80% とし定格負荷に對し

2.75 立方メートル毎秒 (水車 2 臺に對し)

$$\frac{700 \times 2}{9.8 \times 65 \times 0.80} = 2.46$$

(d) 送電線

三相三線式二回線 (6 條)

送電線一條の電流 (二回線並列に使用, 變電能率 97.5%)

$$I = \frac{1140000}{2 \times \sqrt{3} \times 10000 \times 0.975 \times 0.9} = 37.6 \text{ アムペア}$$

送電線一條の抵抗を R オームとすれば

$$\text{送電線損失} = 6I^2R = 6 \times 37.6^2 \times R$$

之れを送電線及び變壓器損失合計 1350 - 1140 = 170 kW 15% の内送電線損失を 150 kW とすれば

$$R = \frac{150000}{6 \times 37.6 \times 37.6} \doteq 18 \text{ オーム}$$

電線の太さを q mm² とすれば

$$\frac{1}{55} \times \frac{16000}{q} = 18$$

$$q = \frac{16000}{55 \times 18} = 16 \text{ mm}^2$$

故に此の場合は 5 耗又は 22 平方耗の銅線を使用するを適當とす。

第十五章 發 變 電 所

(1) 電氣鐵道用 rotary converter を使用するに當り、特に注意すべき二點を挙げよ。 (大正6年III級口述2)

[解] (第一) 電氣鐵道用廻轉變流機は整流子機としては比較的高電壓なるのみならず、負荷の激變に遭遇するを以て整流子に火花を發し易し。使用の際特に此の點に注意し、刷子の位置を適當にし常に整流子面を清淨に保つことを忘るべからず。

(第二) 此の種の變流機に於ては屢々大過負荷、短絡等を生じ、電路遮斷器の動作する事あり。而して遮斷器動作と同時に若しくは其の直後に於て變流機整流子に於ける弧光連結を見、又時として極性の反對となることあり、使用に際し此の點に注意し、相當の防備法を講ずべし。

(2) 電氣鐵道用變電所内廻轉變流機に於て閃光短絡 (flash over) を起す原因並に之れが豫防方法を述べよ。

(大正8年I級2)

[解] 廻轉變流機其他直流機の閃光短絡は整流子刷子に於る過度の火花に起因するものなり。電氣鐵道に於ては電車線が短絡さるゝ機會多く、斯の如き場合には變電所の變流機には極めて大なる過負荷が急に加へられ、其の結果は整流子刷子に於て甚だ大なる弧光を生ずるに至り、其の弧光蒸氣が整流子片間、遂には兩極刷子間或は機械枠に向つて低抵抗の電流通路を與へ、以て機は弧光に依つて短絡さるゝに至る。

閃光短絡の豫防法としては次の諸法を採用するを可とす。

(イ) 短絡電流の制限 饋電線の tapping は變電所の附近に於てせず、必ず變電所より相當の距離に於て tapping し、饋電線の抵抗

に依つて變電所の極く附近に於て電車線が短絡せる場合の短絡電流を制限するを可とす。

(ロ) 閃光短絡の原因たる短絡を極めて急速に除去し閃絡を發生するに到らざらしむるため、高速度電路遮斷器 (high-speed circuit breaker) を使用すること。

(ハ) 刷子に於ける火花が閃光短絡を誘起し難からしむる爲めに整流子に barrier を使用すること。

(3) 最近の高壓直流式電氣鐵道用變電所に使用せらるる高速度自動遮斷器の効用を説明せよ。 (大正15年II種口述4)

[解] 1. 變電所附近にて短絡を生ずるも變流機に閃絡を生ぜしめざる事。

2. 他の凡ての遮斷器に先立つて動作する事 (再送電が最も迅速なる爲め)

(4) 周波數 50 又は 60 サイクル電壓 20 000 ヴォルト以上の交流電壓を有する直流高壓電氣鐵道用變電所に於て交流電氣に變換するため使用さるゝ變電設備を記載し其の優劣を比較せよ。

(大正11年I種2)

(5) 直流式電氣鐵道に於て一般に交流電氣を直流電氣に變換する爲め使用さるゝ設備を列舉し且つ其の優劣を比較せよ。

(大正7年I級2)

(6) 電氣鐵道用高壓直流式變電設備の各種類を列舉し且つ其の各の優劣を比較せよ。 (大正14年I種2)

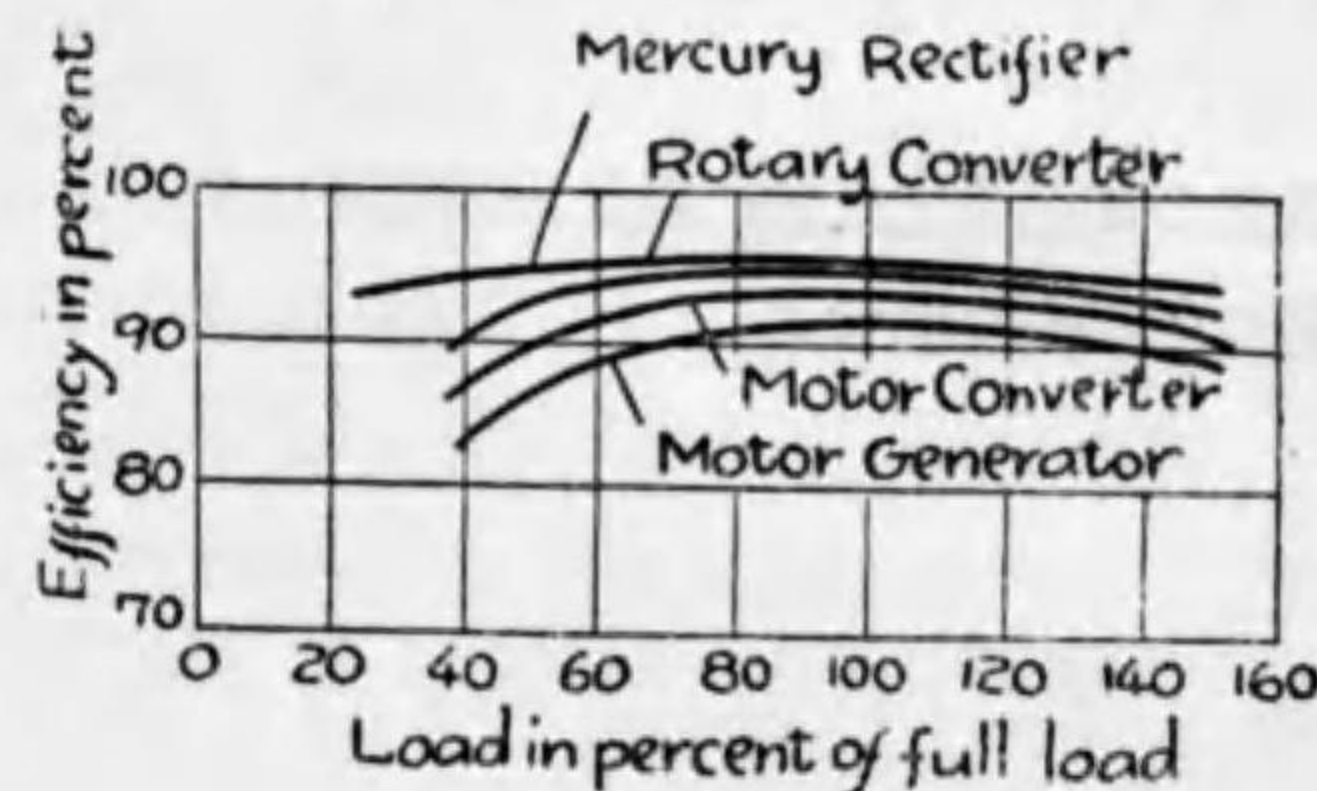
[解] 變電設備の種類を其の發達の順序に従つて列舉すれば次の四方式あり。

(1) Motor generator

- (2) Motor converter (cascade converter)
 (3) Rotary converter (synchronous converter)
 (4) Mercury-arc rectifier (mercury-vapour rectifier)

此の内(1)には(イ) induction motor generator 及び(ロ) synchronous motor generator の二種あり。

第 31 圖



これ等方式の優劣を次の諸點より論ぜん。

- (a) 能率 (1)(2)(3)(4)の順に段々良好なり。殊に(4)は圖に見る如く、輕負荷に於て他の何れよりも良好なり。此の事は普通負荷率が30-50%なる電鐵に最もよく適當するものなり。
- (b) 力率 (ロ)(2)(3)は何れも良好なれ共(イ)(4)は不良なり。
- (c) 過負荷容量 (3)が最大にして瞬時的には300%にも耐へ得。(2)は之れに亞ぐ。(4)は最も過負荷容量小なり。
- (d) 起動 (イ)及び(4)は最も簡單なれ共(3)及び(ロ)は多少面倒なりしが各種自働裝置の發達は自働的になし得る事となれり。
- (e) 直流電壓調整 (1)にて普通の方法にては直流電壓を上下することをを得る故都合なり。(2)にても10%位は上下なし得。(3)及び(4)にては他の裝置に依らざるべからず。
- (f) 電壓比 直流側と交流側との電壓比は(1)にては一定せず、

任意の交流電壓の電動機と任意の直流電壓の發電機とを直結することを得。(2)(3)(4)にては一定せり。

(g) 變壓器 (1)(2)にては送電電壓が一萬ヴォルト以下位なれば直に此等機械に接続することを得、變壓器の必要を認めざれども(3)(4)に於ては是非變相及び變壓のために變壓器を必要とす。

(h) 運轉 (3)にては hunting 及び閃絡の如き厄介なる現象あれ共、其の他の機械にては斯かることなし。運轉中の監督は(4)が最も簡單なり、尙ほ(4)以外のものは凡て廻轉機なる故、振動噪音等好ましからざる事あれども、(4)は全く靜止的なる故、斯くの如き事全くなし。

(i) 基礎 (4)は重量小なるため特別の基礎を要せざれ共、其の他のものは凡て廻轉機なる上に重量大なるため適當なる基礎を必要とす。

(j) 價格 (4)は多少高價なり。其の他の機械は大同小異なり。以上の如く各一利一失ありて其の時の條件によつて何れが最良なりと容易に決定することを得ざれ共、今日にては(3)と(4)とを併用する方式先づ最も可なるべしと思考せらる。將來は(4)のみの方式盛となるならん。

(7) 電氣鐵道用水銀整流器 (mercury rectifier) の構造を略記し其の得失を記述せよ。 (大正15年I種3)

[解] 1000V 200kW 位までのものは glass bulb とすれども高電壓の大容量にては鐵圓筒製なり。交流側は一般に六相式とす。従つて鐵圓筒の上部 plate には6個の main anodes を同一圓周上に等距離に裝置し、cathode は下部 plate に設く。top plate の中央上部には水銀蒸氣の condensing chamber として小なる steel cylinder あり。又 arc starting device としては電磁 coil に依つて動作する movable iron anode を備ふ。此の電磁 coil の電源には小なる電動發電機又は蓄電池を用ふ。負荷が甚だしく fluctuate する時 main arc

の消滅を防ぐため二個の補助 anodes を設け、主要回路に關係なく常に働かしめ、cathode spotの温度を維持せしむ。此の補助 anodes は小なる単相變壓器に接続され、變壓器の中點は choking coil 及び抵抗を通して cathode に接続され、單相整流器を形成す。casing, cathode 及び anode plates, anodes を冷却するための水循環ポンプを備ふ。anodes と anode plate とは絶縁し、各 anode を掩ひ arc guide として鋼鐵管を設け、anodes 間の flash over を防ぎ、且つ水銀の anodes に集まるを防ぐ。鐵圓筒内は高度の真空(水銀柱の 0.005 乃至 0.001 m.m.) を保持せしむる事重要なる故、anodes や anode plate 等の接合部は、mercury seal に依り完全に gas-tight とす。又真空を得る爲の vacuum pump を備ふ。

次に其の得失に就きては、現今電氣鐵道變電所に於ける變流装置として最も優秀なるは本器(以下 M を以て記號す)と廻轉變流機(以下 R を以て記號す)なるを以て、主として此の兩者を比較し本問の答とす。

(a) 能率 M は輕負荷能率良好なるを最大特長とし、又高壓式に於て他に優る。M の重なる損失は constant arc drop (20 volt 内外) に基因す。従つて電壓大なるに従ひ能率良好なり。容量に對しては能率餘り變化せず。故に一般に他機よりも良好にして、高壓に於て特に然り。600 volt, 1 000 kW 位のもは全負荷能率 R に大差なし。然れども M は輕負荷能率良好にして電氣鐵道の如き負荷には最も適合するものとす。

(b) 過負荷耐量 R は豊富なる過負荷耐量を有すに反し、M は殆んど過負荷耐量を有せず。従つて比較的大容量のものを使用せざるべからず。

(c) 力率 R には力率の調整容易なれども、M には然らず。

(d) 電壓變動率 M には 2% 乃至 12%, R には 2.8% 乃至 3.4% にして M 劣る。

(e) 變壓器 他の廻轉變機は變壓器の必要を認めざれども、R 及

び M は一般に變相及び變壓のために變壓器を必要とす。

(f) 信頼度 R に hunting 及び flash over あり。M に back firing あり。何れも運轉上重大問題なり。之を防ぐには R の方面倒にして、M に於ては relay と高速度遮斷器とを用ゐて之を防ぎ得。尤も一旦事故を生ずる時は M の方復舊に長き日數を要し、其の優劣は定め難し。

(g) 基礎及び床面積 M は比較的大なる床面積を要すれども、は重量小なる故廻轉變機に於ける如く、特別なる基礎を要せず。

(h) 取扱に就いて

(1) 起動 M は起動法甚だ簡單なり。起動に要する時間は、R の優秀なるものにおいて M と殆んど同じく 15 秒乃至 40 秒なり。

(2) 震動、音響 M は廻轉變部分無きを以て全然震動無く、又無聲無音なり。

(3) R は點檢に便利にして、故障を未前に防ぎ得るの便宜あれども、M は高度の真空を要する故密閉され、事故を生ずるまでは之を豫知し得ず。

(4) M は R に於ける如き刷子の取替、掃除等の保守に關する費用を要せず。

(5) 壽命 M は日尙淺く未だ詳ならず。

(6) 電話線に及ぼす影響 M より出づる直流は脈動性なる故、電話線に及ぼす障害は比較的大なり。

(i) 價格 M は R に比し現今にては高價也。

要するに、選擇するに當りては、或る場合には能率が重大問題となり、或る場合には力率が重大問題となり、自働變電所にては取扱が重大問題となる。従つて其の場合に應じ全般に亘りて考慮すべきものとす。

(8) 次のものに就き其の用途及び作用を略述せよ。

フローティング・バッテリー (floating battery)

(大正1年II級3のニ)

〔解〕 発電所より隔れる電圧降下の大なるべき所に於て蓄電池を電路に接続し置く時には、負荷の輕重に依り線路電壓の増減するに従ひ、電池は自ら充電或は放電し、饋電線の電流變化を少くし、以て負荷點の電壓變化を緩和す。斯の如き目的に用ふる蓄電池をフローティング・バッテリーと稱す。

(9) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

Automatic reversible booster (大正9年II級3のハ)

〔解〕 automatic reversible booster は buffer battery と併用する booster にして、負荷電流或は發電機又は變流機の電流が豫め定められたる値以上に増加すれば、booster の極性が自動的に電池の極性と一致して、電池回路の起電力を高めて電池を放電し、又負荷減少して定められたる値以下となれば、booster の極性が自動的に reverse して電池回路の起電力を減少し、以て電池を充電する如き作用をなすものなり。

(10) 下記のものにつき其の用途及び作用を略述せよ。

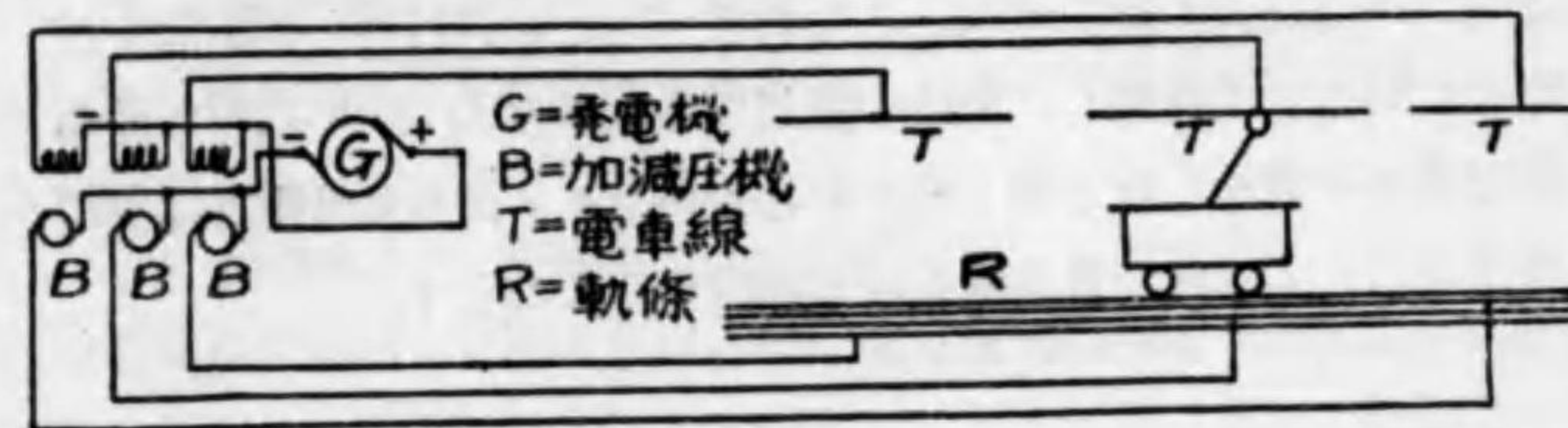
(イ) 負性加減壓機 (negative booster)

(ロ) 可反轉加減壓機 (reversible booster)

(大正3年II級3のハ及びニ)

〔解〕 (イ) 負性加減壓機 單線式電氣鐵道の歸線よりの漏電は歸線内に於ける電壓降下の大小に依ること明なり。此の電壓降下を少からしむる爲めに負性加減壓機を用ふることあり。負性加減壓機の電機子は發電機軌條間の電路中に直列に接続せられ、其の界磁は各相當せる區間に至る饋電線に直列に接続せらる(第32圖)。依て電機子には其の區間の負荷の變化に應じ適當なる起電力を生じ、歸線内の電壓降下を補償するを以て負荷の變化甚しき場合と

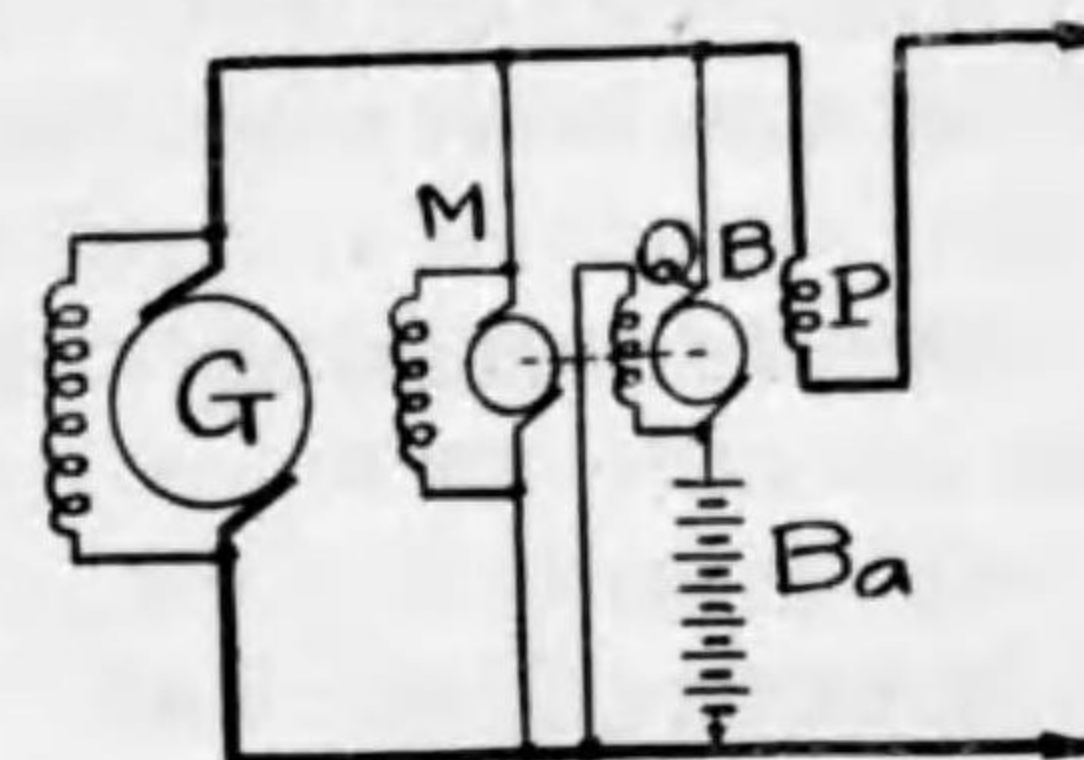
第32圖



雖、各饋電點に於ける電位を負極母線の電位と約同様に保持し得るものなり。

(ロ) 可反轉加減壓機 直流式電氣鐵道に於て發電機と並列に緩衝電池を接続し、外部負荷が平均負荷より小なるときは蓄電池を充電せしめ、又外部負荷が平均負荷より大なるときは蓄電池を放電せしむれば、發電機は平均負荷に對する容量のものを用ふれば可なるのみならず、發電機をして常に全負荷に近く働かせしめ得べし。但し蓄電池は充電の際には電壓次第に大となり、放電の際には電壓次第に小となるを以て、蓄電池をして外部負荷の變化に應じ適當に充放電を行はしむるには、蓄電池の電壓を常に適當に調整するを要す。可反轉加減壓機は此の作用を自動的に行ふものにして、其の一例は第33圖に示す如し。

第33圖



圖に於て P, Q は反對に捲きたる加減壓機の兩界磁にして、P には負荷の全電流を其の勵磁に依り加減壓機の電機子に蓄電池をして放電せしむる傾向を有する方向に電壓を發生せしめ、Q は蓄電池兩端の約一定せる電壓に依り勵磁せられ充電せしむる傾向を有する向に電壓を發生せしむ。而して外部負荷

が平均負荷に相當するときは兩界磁中和して充電放電の何れをも行はず、外部負荷が此の値以上となれば P は Q に打ち勝ち蓄電池を放電せしむる如く作用し、又此の値以下となれば Q は P に打ち勝ち蓄電池を充電せしむる如く作用するものなり。此の加減壓器は別に設けある一定速度の電動機を以て運轉するものとす。

(11) Automatic substation の動作及び其の作用を詳述せよ。

(大正 9 年 I 級 1)

〔解〕 電氣鐵道に於ける自動變電所にては、其の變電所に於ける電車線電壓が或る定められたる値に降下せる場合には、直ちに變電所内の機械を自動的に起動して之れを電車線に接続し、負荷減少して變流機の電流が或る定められたる値以下に減少する場合には、直ちに機械の運轉を自動的に停止せしむるものなり。次に其の動作の順序及び保安裝置に就て述べん。

1. 起動 變電所附近に於ける負荷増加して、變電所に於ける電車線電壓が或る定められたる値に降下すれば、直接電車線に接続せる contact-making voltmeter が動作して繼電器を勵磁し、之れに依つて制御器運轉用交流電動機を交流 incoming feeder に接続し、制御器を運轉せしめ、次の順序に依つて變流機を起動す。

1. 變壓器一次側油入開閉器を閉ぢて變壓器を勵磁す。
2. 變流機起動用接觸子を閉ぢて、變流機の滑動環を變壓器タップに接続し、低減電壓を加へて交流側より變流機を起動す。
3. 變流機速度が同期速度に達するを待つて、制御器用電動機に直結せる補助勵磁機（電壓 250 volt）より變流機界磁を勵磁し、之れに一定の極性を附與す。
4. 變流機界磁を自己勵磁に切換ふ。
5. 起動用接觸子を切斷し、運轉用接觸子を閉ぢ變流機に交流全電壓を加ふ。
6. 主刷子を整流子上に置く。

7. 變流機直流側を負荷制限抵抗と直列に直流母線に接続す。
8. 負荷制限抵抗を順次に短絡す。
9. 制御器用電動機回路を遮斷し、制御器を其の運轉の位置に保持せしむ。

II. 運轉停止 變電所附近の負荷減少して變流機の負荷が或る定められたる値以下に達すれば、變流機直流側に挿入せる低負荷繼電器が動作し、制御器電動機を起動して、次の順序に變流機の運轉を停止す。

1. 變流機直流側主幹開閉器を開く。
2. 變流機を變壓器より遮斷し、界磁を放電す。
3. 變壓器一次側開閉器を遮斷す。
4. 變流機の刷子を整流子より上ぐ。但し補極なき場合には刷子を上ぐるの要なし。
5. 制御器電動機の回路を遮斷す。

III. 保安裝置 此の方式に於ける保安裝置は下の如し。

1. 直流過負荷 負荷制限抵抗の短絡を開きて、之れを變流機と直列に接続し、其の出力を制限す。負荷減少すれば制限抵抗を短絡す。
2. 交流過負荷 廻轉變流機或は交流機故障の爲め交流側に於て過負荷する場合には、交流一次側の逆時限過負荷繼電器動作して、交流一次側、直流側、交流二次側の順序にて回路を遮斷して、運轉を停止す。而して此の場合には交流一次側油入開閉器に附屬せる hand reset switch を開き、監視者が再び之れを閉づるまでは起動裝置を全く動作せしめず。
3. 交流饋電電壓の降下 此の場合變流機は逆廻轉變流機として作用することあり。之れを防止する爲めには一次側に挿入せる低電壓繼電器の作用に依つて機械の運轉を停止し、且つ電壓の回復するまで起動裝置を閉塞す。
4. 過速度 遠心開閉器の作用に依り機械の運轉を一時停止す。

5. 捲線の過熱 機械の捲線及び負荷制限抵抗の温度上昇一定以上に達する場合には、各部分に装置せる温度繼電器の作用に依り機械の運轉を停止し、且つ温度が次第に低下して一定以下に達するまで起動装置を閉塞す。

6. 軸承の過熱 軸承過熱すれば機械の運轉を停止し、且つ此の場合には起動装置の電気回路を全く遮斷して、監視者の手働に依つて之れを閉づるに非ざれば再び起動すること能はず。

7. 交流電壓の不平衡 變壓器二次側に二個の relay を装置し之れに依つて起動装置を閉塞す。

8. 逆流 逆流繼電器を直流側に挿入して此の作用に依り機械の運轉を一時停止す。

9. 起動中の停電 直ちに起動装置を停止の位置に復せしむ。

10. 勵磁回路 分捲界磁と直列に不足負荷繼電器を挿入し、勵磁電流が通ぜざれば直ちに直流側遮斷器を開き、變流機に負荷せしめざらしむ。

11. 弧光連結 閃絡隔壁を用ひ、又高速度遮斷器を併用し、尙饋電線の電車線との接續を適當とすれば、之れを防止する事を得。

以上説明せるところは廻轉變流機を設備せる自働變電所の働作及び保安設備にして、電動發電機を設備せる變電所に於ては之れと相違すること勿論なれども、其の根本の原理に於ては同様なり。

IV 利點 次に自働變電所の利點とするものを擧ぐれば下の如し。

1. 最も經濟的なる運轉を行はしめ得る事。電気鐵道殊に幹線鐵道又は市間鐵道の如く負荷の變化激しき場合には非自働變電所にては常に最も經濟的狀態の下に機械を運轉せしむることは絶対に不可能なり。然るに自働變電所に於ては contact making voltmeter 及び不足負荷繼電器を適當に調整し置く時には、service condition に對して最も經濟的なる時に於てのみ機械を運轉せしめ、他の時期に於ては全く之れを休止せしめ得るを以て plant の能率を大いに高むるこ

とを得。

2. 變電所従業員を極めて少數ならしめ得るを以て運轉費を極めて少額ならしむることを得。

3. 各變電所の運轉費を極めて少額にならしめ得る結果は、比較的小容量の變電所を多數に配置し得るを以て、従つて饋電線に要する費用を減じ且つ電壓變動率を減少せしめ得。

以上の三點を自働變電所の利點の最なるものとす。

(12) 電気鐵道用變電所の交流側に依て、電壓に著しき變動ある場合、廻轉變流機並に電車の運轉上に如何なる影響を與ふるか。

(大正 14 年 I 種口述 3)

〔解〕 變流機交流側の電壓變動は直ちに直流側の電壓變動となりて表はれ、負荷の激變を招來す。惹いて變流機の亂調を誘致し、又整流子に於ける閃絡 (flash over) を發生する虞あり、負荷電流の激増に依りて直流側遮斷器の働作を見、急遽無負荷となることあるべし。又電車電動機は其の端子電壓著しく變動して速度の調整に多大の困難を感ずべく、整流子に於ては激甚なる火花を發生し又は閃絡を見る。然らざるも車内遮斷器屢働作して運轉著しく不安となるを免れず。

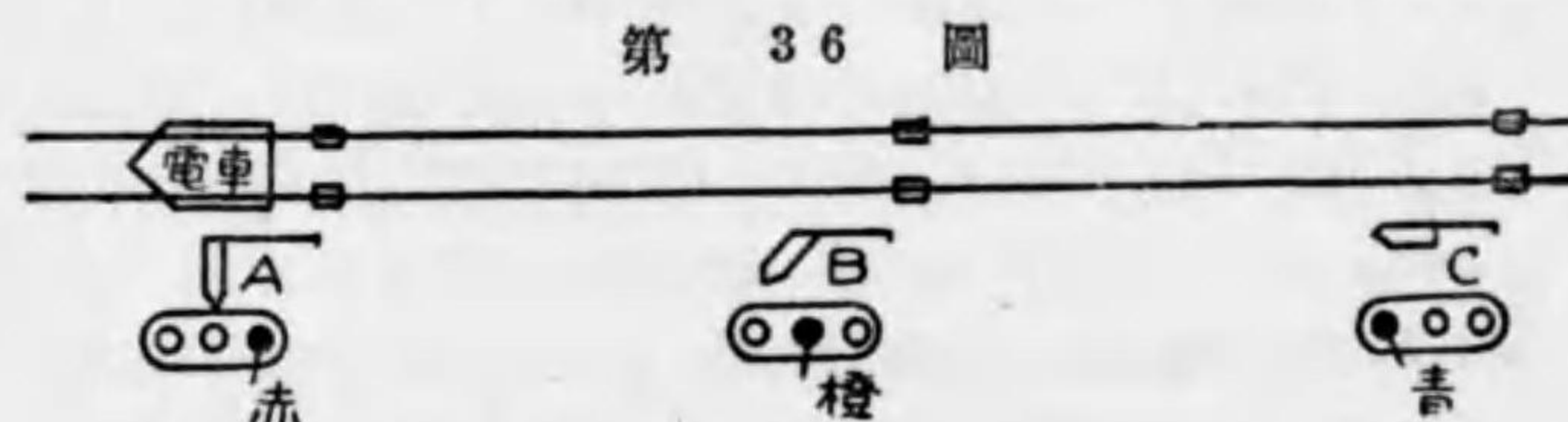
第十六章 保安信號及び雜題

(1) 直流架空單線式電氣鐵道に於て現今廣く用ゐらるゝ自動信號裝置 (automatic block signal) の一種につき其の原理を略述せよ。
(大正 5 年 I 級 1)

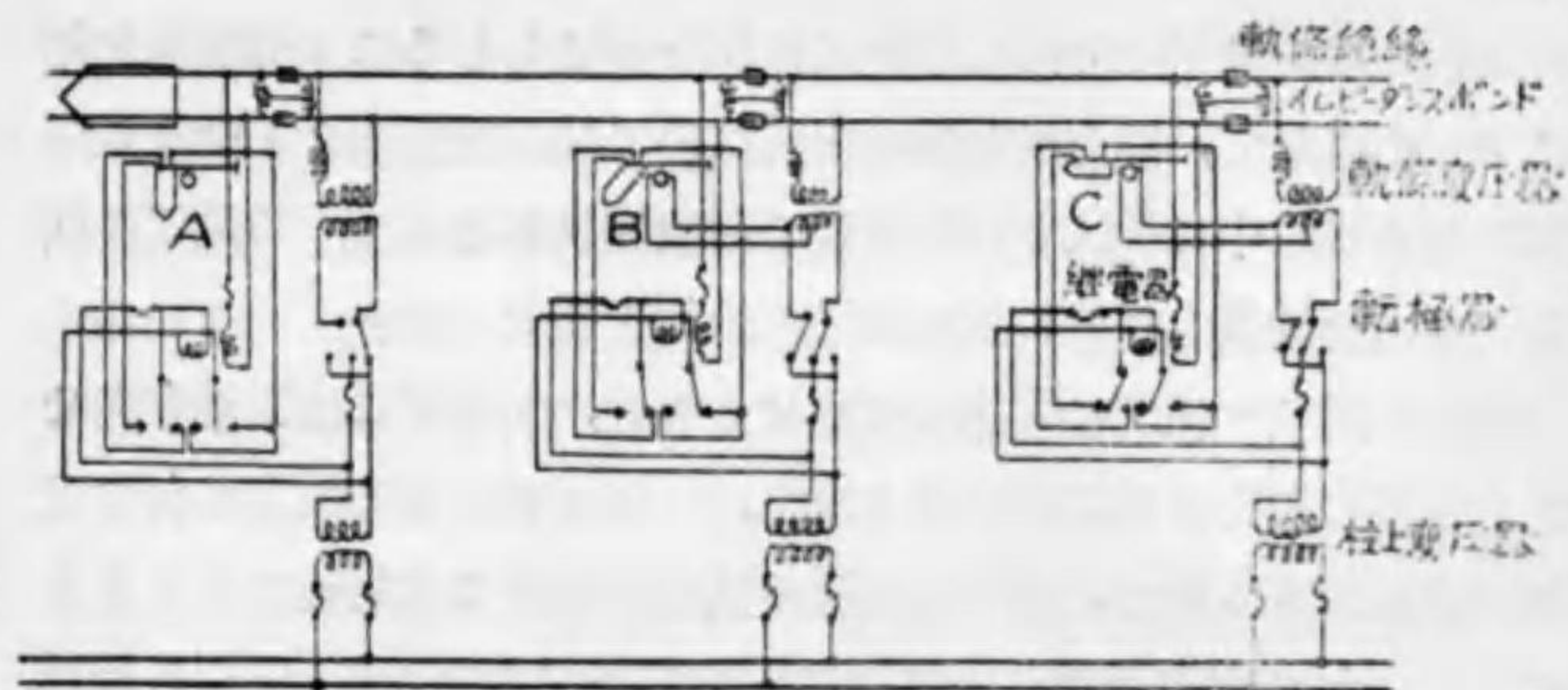
(2) 直流架空單線式電氣鐵道に於て最近廣く用ひらるゝ自動信號裝置の一種につき其の原理及び作用を略述せよ。
(大正 10 年 I 種 3)

〔解〕 自動信號裝置として最も完全なる方式は、軌道を信號回路として利用するものなり。然るに直流架空單線式電氣鐵道に於ては、軌道を歸線として使用するが故に、此の場合には信號回路としては軌道を各信號區間の境界にて區分絶縁する必要あり。一方、歸線としては連続せる一條の回路たらしむるを要するを以て、信號用電流には電車用電流と異なる交流を用ひ、軌條を各信號區域毎に絶縁したる點に於て、インピーダンス・ボンドを以て前後及び左右の軌條を接続するものとす。然るときは直流電流は容易に之を通じ得るに反し、交流電氣は阻止せらるゝものなり。

今最近廣く用ひらるゝ所謂三位式に就て信號裝置の一例を挙げんに、第 36 圖に於て各信號閉塞區間には一列車に限り進入するを許さるゝものとし、一區間に電車あるときは其の區間の入口に於ける信



號機腕は、A の如く水平の位置にありて「危害」を現示し、其の區間には電車なきも其の次の前方區間に電車あるときは、信號機腕は B の如く上向四十五度の位置にありて「注意」を現示し、其の區間にも其の前方區間にも電車なきときは信號機腕は C の如く垂直の位置にありて「無難」を現示す。而して信號機が「危害」を現示せるときは電車は進行を停止し、「注意」を現示せるときは注意して隨時停車し得べき速度にて進行し、「無難」を現示せるときは全速度を以て進行し得べきことを表はすものなり。又夜間に於ては信號機腕の位置に應じ「危害」の場合には赤色燈を、「注意」の場合には橙色燈を「無難」の場合には青色燈を現示す。尙腕信號を廢し晝間にも電燈を使用するもの少なからず。



第 37 圖

上述の信號現示を電車の運轉に依り自動的に行はしむる爲め、線路に沿ひて周波數比較的大なる交流高壓電氣を配電線にて送り、各信號機の箇所に於て小變壓器に依り適當なる電壓に遞下し、二次線の電氣を諸種用途に使用するものなるが、三位式の場合に於ける信號回路接続の一例は第 37 圖に示すが如し。

圖に於て軌道繼電器は交流に依つて動作するものにして、二種の捲線を有し、一方の捲線は其の箇所に於ける變壓器の二次線より常

に電壓を受け、他方の捲線は區間の他端に於ける軌道變壓器より軌條を経て來る電流を受く。而して繼電器にはアルミニウム板附屬し、軌條より通ずる電流の位相に依り上下何れかに移動せんとす。即ち電流の全く通ぜざる場合、各異なる位相の電流通ずる場合、都合三種の位置を有す。即ち電流通ぜざる時は板は中性位置に在りて接續を爲さざるが故に、信號機腕を動作せしむべき局部回路を作らず腕は重力の爲め水平危害の位置に在り。次に繼電器に一位相の電流通ずるが爲め板が一方の位置に移動するときは、一方の局部回路は完結せられて信號機腕を上向 45° の位置に至らしむ。更に繼電器に他位相の電流通ずるが爲め板が他方の位置に移動するときは、他方の局部回路は完結せられて信號機腕を垂直の位置に至らしむるものなり。

上記の場合他端より來る電流の位相を變ぜしむるには轉極器を用ふるものにして、前方信號機の箇所に於て柱上變壓器より軌條變壓器に至る回路中に挿入し同信號機の信號機腕が上向 45° の位置に至るとき之を轉換し軌條に送る電流の位相を變ぜしむ。

第 37 圖は一區間に電車の存在せる場合、一區間には電車存在せざるも其の前方區間に存在する場合、一區間及び前方區間に共に電車の存在せざる場合、總べて三種の状態に対する回路圖を示すものにして、A の信號機腕は一區間に電車存在するを以て、區間の他端より軌條を経て供給せらるゝ電流は、車輪及び車軸により短絡せられ、軌條繼電器の捲線には電流通ぜず、繼電器の接點は圖に於て左右何れにも接觸せず、局部回路完結せざるが故に信號機腕は水平の位置となる。次に B の信號機腕は其の區間に電車存在せざるを以て軌條繼電器の二箇の捲線に共に電流通ず。此の場合他端の轉極器接點は危害位置に於ける信號機腕に應じ右側に接觸す。然るときは信號機腕は上向 45° 度の位置に至る。更にこの信號機腕は又其の區間に電車存在せざるを以て、軌條繼電器の二箇の捲線に共に電流通ずることは B の場合と同様なるも、他端に於ける轉極器接點は注

意位置に於ける B 信號機腕の位置に應じ繼電器 接點は左側に接觸す。然るときは信號機腕は垂直の位置に至るものなり。

(3) 高壓直流架空單線式電氣鐵道發達の理由並に單相交流式電氣鐵道と比較し其の得失を述べよ。(大正 3 年 I 級 2)

〔解〕 歐米諸國にありても市街鐵道にて電車が馬車ケーブルカー等に代はるに至りたるは僅かに二三十年前の事なり。爾來電力の發生輸送並に電車内電動機其他の諸設備等微細の點に亘り著しき改良進歩ありたるに係らず、現今の市街電氣鐵道は其の一般の特性に於ても又直流を用ふる點に於ても當初のものと同様なりと云ひ得べし。而して此の期間内に於て電車線電壓は 500 ヴォルトより徐々に 600 ヴォルト迄増加せられたるが、最近數年前迄は更に高き電壓の使用に關しては餘り注意せられざりき。是れ電壓を高くする爲に電車内諸設備に餘分の費用を要し、市街鐵道に於けるが如く速度に制限ある場合には、經濟上無補極電動機の設計は 600 ヴォルトを以て極限と爲したればなり。實際斯種市街鐵道に於ては運轉車輛數極めて多きを以て、電車の價格は最も重要なる關係を有するものなり。

然るに其の後電氣鐵道の發達に従ひ其の應用郊外鐵道に及び、更に進んで市間鐵道に及ぶに至ては狀況前と少しく異なり、車輛の費用よりも饋電線電車線等導線の費用が更に重要なる關係を有するを以て一層高き電壓を使用するに至れり。一方電氣鐵道用電動機に於ては整流の點に關し著しき改良あり、補極の如きを用ひて經濟的に高壓機械を設計し得るに至りし爲め、市間鐵道の如きにありて高壓直流式を應用するもの漸く多きを加へたり。

市間鐵道に於て高壓直流式を用ふる時は最初は 1200 ヴォルトを以て標準としたり。是れ同一設備を以て 600 ヴォルト及び 1200 ヴォルト兩電壓に於て同一速度の運轉を行ひ得るが故なり。即ち 600 ヴォルト電動機を必要に應じ直列又は並列に接續するにあり。但し市間鐵道にありても線路の狀況に依り銅の節約が充分なる利益を齎ら

すに於ては、更に高き電壓例へば 1500 又は 3000 ヴォルトを使用し得べし。

蒸汽鐵道の電化其の他類似の長距離鐵道の電氣運轉に於ては、各列車は著しく大なる電力を要し且つ運轉の回數少なくして不規則なるを常とす。此の場合に於ては饋電線又は電車線等は更に重要な關係を有するものなれば電壓は一層高きを要す。而して是等の場合に單相交流式を用ふべきか 3000 ヴォルト直流式を用ふべきかは、其の特殊の場合に於て判定を加へざるべからず。(以下次問参照)

(4) 電氣鐵道に於て高壓直流式と單相交流式との得失を論ぜよ。
(大正 10 年 I 種 2)

〔解〕 電動機 本題の得失を比較するに當り、第一に考慮すべきは電動機の問題なり。單相交流電動機にして、實際上電氣鐵道の用に供し得べき者、先づ指を補償直捲電動機(火花防止用抵抗附)に屈せざるべからず。此の電動機は、25~以下の低周波を以てすれば能く峻烈なる用途に堪へ、現に歐米各地に行はる。然れども大規模の牽引に對しては、電動子の損傷少からず、其の修繕度數直流電動機より頻繁なるが如し。加ふるに力率劣惡、能率も亦直流機に及ばず(界磁鐵損あればなり)。變壓器を車内に置き電動機に加ふる電壓を低下し得るの利あるも、電動機並に制御用諸裝置の價格は直流式より高價となる。且つ又直流電動機は多年の洗練に依り、構造堅牢、特性優秀の域に達し、歐米の各製造會社更に使用電壓の上昇を企圖し、其の試験に餘念なきものあり。即ち使用電動機の點に於て高壓直流式に大なる利點ありと謂ふべし。

周波數 今日發電方式としては、50 又は 60~ 三相式が世界を風靡せんとする概あり。従つて單相交流式電氣牽引は一種の窮境に陥りたるが如し。蓋し phase converter の發明に依り、三相電源より何等不平衡を惹起することなく單相電流を使用し得るの利ありと雖 50~ 以上の單相大電動機が近き將來に於て出現の見込なき以上、新

規の計畫に對しても、世界の大勢を無視して 25~ を採用するに非れば、此の利益を享有すること能はず。而かも敢て 25~ を採用すれば、負荷率の向上、電力の融通、石炭の經濟等、他事業との協同に依り始めて生ずべき利益を得るに障害を感ずること多し。又發電方式を三相 50 又は 60~ となし、電動發電機に依り相數と周波數とを併せ變ずるは策の得たる者に非ず。單相交流機は其の性能甚だ不良なればなり。但し直流式に於ては發電方式として 50 又は 60~ を使用するも何等苦痛を感ぜず。

電話障害 單相式は電話並に電信に對して大なる障害を與ふるを以て之れが防止の方法を講ぜざるべからず。直流式に在りては實際上殆んど其の憂なし。

回生制動 山地電氣鐵道に於ては、降り勾配に際し回生制動を行ふこと頗る有利なりとす。今日尙ほ單相直捲電動機を以て回生制動を行ひたるを聞かず。此の點に於て直流式を有利とす。

電解問題 電解作用に依る地中管路の腐蝕に對しては、明かに交流式を有利とす。

結論 直流、單相兩牽引方式の優劣に關し、議論の上下せられたること既に久し。而して直流説の永く振はざりし所以他なし、高壓採用の困難が之を不利の地位に導きたるのみ。一時高壓直流式發達に依り直流式が勝を占めたるが如きも、交流整流子電動機も亦著しく發達し來り、目下の所尙優劣を定め難し。

(5) 直流式、交流式電氣鐵道の各種に付き最近發達の現況を記述せよ。
(大正 8 年 I 級 3)

〔解〕 直流式 直流式電氣鐵道最近の發達に於て最も顯著なる事實は、電車用電動機に廣く補極を使用する等幾多の改良を施したる結果、整流狀態も大に改善せられ、之に依て著しく使用電壓を高め得たるの點にあり。即ち從來約 600 ヴォルトに限定せられし電動機電壓は 750, 1000, 1200 及び 1500 ヴォルトと次第に高められ、

電車線電壓も亦之に伴ひ 1200, 2400, 3000 及び 5000 ヴォルト等の高壓を使用するものあるに至れり。例へば 1200 ヴォルト式に於ては 1200 ヴォルト電動機又は直列に接続したる 2 箇の 600 ヴォルト電動機を, 2400 ヴォルト式に於ては直列に接続したる 2 箇の 1200 ヴォルト電動機を, 3000 ヴォルト式に於ては直列に接続したる 3 箇の 1000 ヴォルト電動機を, 5000 ヴォルト式に於ては電動子を二重にしたる 2400 ヴォルト電動機を直列に接続したる 2 箇を使用するが如し。斯の如く電車線電壓を高め得たるの結果, 電線路建設の費用等も大に減ぜられ, 市間鐵道等に於ては勿論, 線路長距離に亘り發車回數少き幹線鐵道にも之を應用して經濟上交流式を凌駕するに至り, 従つて所謂高壓直流式の應用範圍は益々擴大せられ殆んど單相交流式電氣鐵道を驅逐せんとするの觀あり。

直流式電氣鐵道に關して其の他注意すべき最近の事項は, 直捲電動機に對する電力回生制動の應用にあり。元來直捲電動機は發電機として作用せしむるとき充分の電壓を發生すること困難なれば, 普通は電力回生を行はしむることを得ざれども, 別に勵磁機を使用するか又は加減壓機を併用すれば, 適當に其の電壓を加減し得るを以て従て電力回生制動を施行することを得べく, 之に依て電力の節約を爲し得るの望あり。

直流電氣鐵道に於ける進歩の更に他の一例は, 變電所に於ける水銀整流器の應用なり。水銀整流器の容量は次第に高められつゝあるを以て, 水銀整流器が遂に廻轉變流機若しくは電動發電機に代るの日なしと云ふべからず。

交流式 交流式電氣鐵道に於ては最近進歩發達の特筆すべきものなし。現時單相式に在りては電車線により 6000 乃至 15000 ヴォルト, 15 乃至 25 サイクルの單相交流を送り, 之を車内變壓器を以て 200 乃至 800 ヴォルトに遞降し單相整流子電動機に加へ, 三相式に在りては電車線により 3000 乃至 6000 ヴォルト, 15 乃至 25 サイクルの三相交流を送り, 之を多くは變壓器を以て 400 乃至 600

ヴォルトに遞降して誘導電動機に加ふるものとす。

交流式に於て最近最も著しき事實は所謂 split phase 式の出現なりとす。此の方式は單相式電車線路により單相交流を送電し, 之を車内に於ける phase converter に依り三相交流に變じて誘導電動機に加ふるものにして, 之に依つて電車線路には簡單なる單相式を應用し, 車内電動機には整流子電動機よりも優秀なる誘導電動機を應用し得るを以て, 普通の單相式の缺點を補ひ得べし。交流式としては最近は主として此の方式を採用せんとするの傾向あり, 而して此の場合に於ては普通の三相式に於けるが如く容易に電動機を發電機として作用せしめ電力回生制動を施行し得るの利益あり。

猶ほ split-phase 式と同様の目的に對し, 車内に整流器を設備して單相式電車線路により送りたる單相交流を直流に變じ, 之を直流直捲電動機に加ふる方式も實際に應用せられたるが, 水銀整流器の改良に伴ひ此の方式も次第に廣く應用せらるゝ望あり。

(6) 市街地に敷設せる架空單線式電氣鐵道の保守上平素特に注意すべき事項を記述せよ。 (大正 15 年 2 種 2)

〔解〕 平常線路を巡視し arreser 其の他架線器具を監査し, 殊に strain ear の個所, strain insulator の絶縁 (絶縁部分の絶縁抵抗は毎日一回以上送電前最大使用電壓を以て試験し其の成績を記録するものとす) 等に注意すべきは勿論にして, 又單線架空式なる故軌條接續點の抵抗, 歸線と大地との電位差, negative feeder の接續點の抵抗等に注意すべし。即ち一年間の平均電流に對し軌條の電壓降下を一般には 2 volt 以下に保つの外, 自働記録電壓計を以て最大電位差を記録せしめ, 又軌條接續點の抵抗も六ヶ月毎に記録す。

通信機關に對し障害を生ぜざる様保守に注意し, 又踏切等に於て軌條の最大電壓降下により人畜に危險を生ぜざる様設備を保持するを要す。英國にては此の最大電位差を 7 volt に制限せり。又一般に歸線は平素電源の陰極に接続し置くべきものとす。

(7) 複線架空式電氣鐵道を單線架空式に変更する場合工作物に對し最も注意すべき事項を擧げよ。

(大正 12 年 II 種口述 1)

(8) 従來架空複線式に依り運轉せる大都市に於ける電氣鐵道を架空單線式に変更せんとするに際し特に技術上考慮すべき事項に就き記述せよ。

(大正 15 年 I 種 1)

〔解〕 (イ) 架空線に就きて

(a) 電車線と弱電流電線(單線式電話線路を除く)と並行する場合には、誘導作用に依る通信障害を及ぼさしめざる様、其の距離を充分ならしむることを要す。又弱電流電線の地板と電鐵歸線との間の距離の増加を要することある可し。

(b) 電車線と張線との絶縁物に就きて一層良好ならしむる事を要す。

(c) 單線架空式とすれば bow collector の如きを使用し得る故、曲線部に於ける電車線の構造も簡單となり又トロリーの離脱する虞れもなき故、之を採用するの如何に就きても考ふべき也。尤も此の場合には電車線の弛みを少くするを要す。

(ロ) 歸線に就きて

歸線中不絶縁部分及び之れと大地との間に生ずる最大電位差をして、通行する人畜に危険を及ぼさしめざる値以下に保持する事を要し、又軌道附近に埋設せる地中管路の腐蝕を防止する爲め、歸線の不絶縁部分より地中管路への電流の通路を 2 米以上とする外、歸線中不絶縁部分に於ける一年間の平均電流に對する電壓降下は 2 volt を超過せしめざる事を要す。故に歸線に於ける電壓降下を少なからしむるため

(a) 軌條を電氣的に完全に接続する事 此の場合には市街地にして敷石を設けるため、温度變化が軌條に及ぼす影響小なるべきを以て bond を設くる箇所を減じ接続點の大部分は之を熔接する方良し。

又温度の變化は grooved rail よりも T-rail の方小にして且つ後者の方價も安く丈夫なる故、軌條を weld する場合には敷石施設方は面倒なれども軌條取替への際 T-rail とする方良からむ。

(b) 充分なる導電力を有する補助歸線を軌道と並行に布設し所々に於て軌條と接続し、又 cross bond を適當に設ける事。且つ軌道を混泥土その他にて包圍し軌條に接続を有する軌道の部分をアスファルト・ペイントを施す等漏洩電流を減少する方法を講ずべし。

(c) 尙不充分なる場合には補助歸線の代りに insulated negative feeder を布設す、此の時は negative feeder の太さ及び數、之と歸線との接続點に就きて考慮を要す。尙ほ negative feeder の太さが大となる場合には negative booster を挿入する方利益なる事もあるべし。

尙此の外地中管路の腐蝕防止としては、地中管路と軌道との位置關係により歸線の極を隔日に轉換して各箇所の電解作用を減少せしむるか、又は歸線を常に發電機の陰極に接続して腐蝕部を變電所附近に制限す。single-phase system を採用すれば腐蝕防止としては適當なれども、此のため全體に亘りて變更するは不利なり。

(ハ) Substation

複線架空式の場合と電壓降下の状態を變ずる故、其の配置を異にし或は數を變ずる必要起るべし、又各變電所をして別々に送電せしむる方可なる事もあり。

(9) 市街若くは郊外鐵道には一般に蒸汽鐵道に比し電氣鐵道の優れる理由を記せよ。

(大正 4 年 II 級 2)

〔解〕 市街又は郊外鐵道に於て、電氣鐵道の蒸汽鐵道に優れる點を擧ぐれば次の如し。

(イ) 市街又は郊外鐵道に於けるが如く停留所間の距離小なる場合には、電氣鐵道は蒸汽鐵道に比し著しく其の加速度並に減速度を大ならしめ得るを以て、従つて表定速度をも大ならしめ得べく、線路の利用率を増し多數の乗客を運搬し得べし。

(ロ) 蒸気鐵道に於ては小單位の列車を多數に運轉することは極めて不經濟なり。然るに電氣鐵道に於ては成るべく多數の單位に分ち、頻繁に發車する方發電所變電所の負荷率を大ならしめ電力費を減少す。従て乗客の利便をして大ならしめ得べし。

(ハ) 電氣鐵道にては一般に動力の發生を一個所に纏め行ふことを得るを以て動力發生費を減少せしめ、又水力を利用して燃料の保藏に効あり。又蒸気鐵道に於けるが如く、發車前及び停車後の動力の損失なく制御器把手を轉ずれば立所に動力が得らるゝの利あり。

(ニ) 蒸気機關車より發する煤煙は乗客に對し不愉快を與へ、非衛生的なるのみならず、市街地に於ては附近の民家公衆に對し同様の不利益を與ふ。又煙突より出る火氣の爲め火災を生ずる虞あり。電氣鐵道に於ては是等の缺點なし。

(ホ) 電車は發車又は停車容易なるを以て安全なり。又起點、終點に於ける車輛の取扱簡單にして、蒸気機關車の如く石炭、水等を積載するの必要もなければ、車輛の走行料を大ならしめ得るの利あり。

(10) 列車を運轉するに當り電氣機關車又は電車聯結に依る場合の得失を論ぜよ。 (大正6年I級2及び大正12年I種1)

〔解〕 電氣機關車に依る利益は下記の如し。

(イ) 蒸気鐵道を電化する際は、從來の客車及び貨車を總て其の儘に利用し得ること。

(ロ) 一部區間の電化には、前後の蒸気運輸區間との連絡を容易に取り得ること。

(ハ) 電動車と附隨車との聯結運輸とは異なり、列車中の電動車の輛數及び其の配置に就いて顧慮するが如き必要なきこと。

(ニ) 機關車に設備する各電動機の容量が比較的大にして、其の全體の箇數少く、又配線法、並列制御法も簡單なれば、全設備費及び維持費を少額ならしめ得ること。

(ホ) 電氣設備に故障を生じたる場合に、關係部分が電氣機關車のみなれば、故障箇所の點檢容易なること。

次ぎに電動車運轉の利益は下の如し。

(イ) 電動車は單車運轉の場合にも、又は之を聯結して總括的に複式制御法を以て運轉する場合にも、働輪上に於ける重量の合計をして電氣機關車に於けるよりも遙に大ならしめ得る故、電動機の牽引力を大ならしめ列車の加速度を大として、其の表定速度をも大ならしめ得ること。

(ロ) 車輛の聯結、解放、入換等を短時間に行ひ得る故、終端驛に於ける停留時間を短縮し、従つて線路の利用率を増し得ること。

(ハ) 聯結運轉の場合にも、總括制御法を用ふれば電動車は各自ら牽引し得る能力あれば、各電動機に分擔する負荷は車輛數の多少に關せず一定にして、従つて電氣機關車に於けるが如き負荷の過不足を生ずることなく、運輸の繁閑に應じて聯結車輛數を自由に加減し得ること。

如上の得失あれば電氣鐵道が郊外又は市間なりや、又は幹線鐵道なりや、或は旅客運輸を主とするや、將た又貨物運輸を目的とするや、尙運輸數量、各列車の大き及び發車回數、停車箇所の平均距離等の如何によつて、兩者の得失は相反するものなり。即ち概言すれば、旅客鐵道及び郊外又は市間鐵道等に於けるが如く、列車運轉頻繁にして停車箇所間隔の短少なる場合は電動車聯結運轉を利とし、之に反して停車場間の距離大なる幹線鐵道等に於いて、大なる發車間隔を以つて多くの旅客及び貨物を輸送するが如き場合には、電氣機關車運轉を利とす。

(11) 蒸気鐵道を電化するに際して考慮すべき事項に付記述せよ。 (大正9年I級2)

〔解〕 蒸気鐵道を電化するには、先づ電氣運轉が蒸気運轉に比し、主として次の何れかの點に於て利益有る事を認めざるべからず。

(1) 電化の結果が経済的に有利なる事即ち電氣運轉に對する電化設備費の利子償却及び運轉費の合計が蒸氣運轉に對する運轉費よりも少きこと。

(2) 蒸氣運轉に於けるよりも更に大なる速度にて或は多數の客貨車を牽引して運轉を行ひ、若しくは列車回數を増加して線路の利用率を増加し得ること。

(3) 設備の改良に依り乗客を誘致して収入を増加し得ること。併せて電化を決定したる上は次の諸點に就き利害を考へ採用すべき方法を決定することを要す。

(1) **電氣鐵道の方式** 電氣鐵道の方式としては直流式、單相交流式、三相交流式の申何れか其の場合に適應せるものを選定すべし。一般に電路の互長小にして運輸の密度大なる時は直流低壓式を可として、線路稍長きに互れば直流高壓式を可とす。線路極めて長く運輸密度稀少なる幹線鐵道の如きに於ては、直流高壓式及び單相交流式の何れかを採擇し又特殊の線路(回生制動に依り大なる利益を得る如き)に在りては三相交流式を用ひて利ありや否やを考慮すべし。尙何れの方式に於ても運輸の狀況に應じ、建設費及び運輸費の點を考へ標準電壓の孰れかに決定すべし。

(2) **電車線路の方式** 電車線路の方式としては、架空單線式、鏈線吊式及び第三軌條式の何れを使用するかを決定せざるべからず。低壓直流式にて電車の速度も比較的小なる場合には普通の架空電車線式に依り且つ電車にはトロリー棒の如き集電子を使用し得べきも電車線電壓高く、電車の速度大なる場合には鏈線吊式に依り集電子にはパントグラフの如きを使用せざるべからず。又電氣機關車運轉の場合に於て他の點より電車線電壓低きを利とし、從つて電流極めて大なるが如き特殊の鐵道に於ては、第三軌條式を用ふるを利とする事有るべし。

(3) **車輛の種類及び其の運轉法** 次に電動車を用ふべきか又は電氣機關車に依るべきかを決定せざるべからず。電氣機關車を用ふ

る時は從來使用したる客車を其の儘使用し、單に電氣機關車を以て蒸氣機關車に代用すれば可なるを以つて設備の費用も少かるべく、又蒸氣鐵道の一部を電化する場合に於て其の前後區間との連絡を容易ならしむるに便なるも、此の方法が一般に必ずしも優れりとは云ふべからず。概言すれば旅客輸送に對しては主として電動車運轉法を用ひ、貨物輸送に對しては其の何れをも用ふ。從つて從來旅客貨物兩種列車を運轉せる如きものにありては、或は旅客列車には電動車を用ひ貨物車には機關車を用ふるの要有る事有るべし。又電動車を運轉する場合に在りても、或は電動車を一輛宛單獨に運轉する事有り、或は之れに附隨車を連結運轉する事有るべし。其の何れの方法を採用するか及び車輛の大きさ如何に選定するか等は運輸の狀況に依り大に異なるべきなり。

(4) **電力** 電氣運轉に使用する電氣に對しては、火力發電所を經營するか、安價なる水力電氣を他より購入するか、又は水力發電所を自營するかは全く土地の狀況、經濟界の現在及將來の狀況、水力電氣の過剩又は不足の程度、石炭の價格及び其の變化等を研究の上決定すべきものとす。

(12) **我國の水力及び石炭の分布上より主要蒸汽幹線鐵道の電化に付き論ぜよ。** (大正13年I級3)

〔解〕 (イ) 緒論 我國本州の河川は概ね其の水源を脊柱山脈に發するが故に、其の勾配急峻にして且つ相當水量を利用し得べき部分は脊柱山脈を去る事遠からざる地域に在り。從つて水力發電地點を連ぬる一線は大體鐵道幹線に接近して之に並行するを見るべし。即ち我國の鐵道電化は、水力電氣を最も有効に利用し得べき特長を有す。一方、石炭の産地は北九州を最とし、北海道之に亞ぎ、常磐地方に少量の劣等炭を産するのみ。其の分布は決して鐵道沿線に普遍せりと謂ふべからず。蒸汽機關車を運轉する場合には、沿線各所に貯炭場を設け産炭地より之に石炭を輸送し、更に各機關車に運搬し

て之を機關車に搭載するの煩有り。鐵道用石炭の運搬に依り鐵道の有效輸送力を減殺するは勿論、各機關車の給水及び蒸汽騰昇に要する時間の空費、炭水車の費累等其の不利擧げて數ふべからず。我國石炭の埋藏量は六十億乃至八十億噸と稱せられ、一年の採掘量二千八百萬噸の内、鐵道の用途に供せらるるもの實に三百萬噸の多きに居るの現状なり。石炭の將來を想はゞ懼然たるもの有り。國家百年の大計より決して之を忽諸に附すべからず。乃ち知る、鐵道幹線を電化し、而かも主として之を水力電氣に依り運轉するは我國の地勢上、最上の國策たらずんばあらず。問題は結局、補助として使用すべき火力發電所の配備如何に歸すべし。

(ロ) 水力の分布 發電所の分布、從つて鐵道電化に利用し得べき水力の分布は、中部地方以北に密にして山陰山陽に疎なり。中部以北に在りても、仙臺以北に乏しく仙臺以南に饒かなり。即ち鐵道電化用としては仙臺以北に十和田湖の五萬 kW、北上支流の三萬 kW を算するに過ぎざれども、仙臺東京間には阿武隈川の八萬 kW、猪苗代湖の十萬 kW、信濃川系の十五萬 kW 等有り。進んで東京箱根間は遠く信濃川、利根川系の電力を利用し得べく、箱根名古屋間には富士川、大井川、天龍川の如き大水力有り、三者を合して優に六十萬 kW を鐵道電化に提供し得べし。名古屋京都間は木曾川の三十萬 kW 及び飛騨川系の一部にて足らん。又京阪地方には宇治川の剩餘電力僅少なれども、飛騨、富山方面の未開發水力を之に利用し得べし。唯獨り近畿より岡山、廣島を経て下の關に至る區間には大川極めて少く、鐵道沿線に於て、之れが電化に利用し得べき水力皆無に近し。

(ハ) 石炭の分布 石炭の分布は北九州と北海道とに最も厚きこと前述の如し。其の年産額、北九州一圓にて約一千八百萬噸、北海全道にて四百五十萬噸なり。本州に於ては青森より南下すること約三百哩に及び、初めて常盤の炭田有り。年産約二百五十萬噸を算す。東海道、中國を通じて炭田皆無。山口附近に及びて宇部及び大

嶺の炭山あり。其の年産額約百萬噸なり。

(ニ) 結論 以上に依り結論を下すこと次の如し。

青森神戸間は全部水力を以て幹線を電化し得るも、神戸下の關間は瀬戸内海の沿岸、舟運至便の地に九州炭を利用する二三の火力發電所を設け、必要なる電力を供給すること、策の最も得たるものなり。此の外青森附近に北海道炭を用ひて汽力發電所を設け附近水力の不足を補ふも亦一法ならん。常盤炭を利用せんとすれば平附近に發電所を置くも亦妨げなし。唯、阪神地方に設置せらる火力發電所は専ら濁水に依る其の地方の電力の補充に充つべきものにして之を鐵道電化に使用する餘裕なしと認む。

之を要するに幹線鐵道の電化は超電力聯系の計畫を呼應し、有無相通じ長短相償ふの妙諦を逸せず、以て國家の大計を樹てざるべからず。以上、九州及び北海道の鐵道幹線を論外に置けり。蓋し是等の電化は第二次の喫緊事に屬すと認むればなり。

(終)

年 次 索 引

第 三 級

	問題 1..... 111
明治四十四年度	
問題 1..... 53	問題 2..... 4
" 2.....19	" 3.....36
" 3..... 131	大 正 六 年 度
" 4.....73	問題 1..... 101
大 正 元 年 度	" 2イ.....65
問題 1.....30	" 2ロハ..... 128
" 2..... 102	" 2ニ.....12
" 3イロハ..... 3	" 3.....49
" 3ニホ.....14	大 正 七 年 度
大 正 二 年 度	問題 1..... 109
問題 1.....99	" 2.....49
" 2.....15	" 3..... 30
" 3イ.....14	大 正 八 年 度
" 3ロ..... 2	問題 1..... 112
大 正 三 年 度	" 2.....39
問題 1..... 110	" 3イロ..... 58
" 2.....86	" 3ハ..... 4
" 3.....23	" 3ニ.....33
大 正 四 年 度	" 3ホ.....65
問題 1.....32	大 正 九 年 度
" 2..... 115	問題 1..... 110
" 3.....38	" 2.....11
大 正 五 年 度	" 3イ.....40

問題 3口.....	127	問題 3ニ.....	36
" 3ハ.....	128	" 3ホ.....	39

第 二 級

明治四十四年度		大正四年度	
問題 1.....	43	問題 1.....	12
" 2.....	108	" 2.....	163
" 3.....	75	" 3.....	130
" 4.....	19	大正五年度	
大正元年度		問題 1.....	84
問題 1.....	48	" 2.....	54
" 2.....	82	" 3.....	8
" 3イ.....	31	大正六年度	
" 3口.....	64	問題 1.....	86
" 3ハ.....	38	" 2イ口.....	50
" 3ニ.....	148	" 2ハ.....	35
" 3ホ.....	54	" 2ニ.....	64
大正二年度		" 2ホ.....	39
問題 1.....	92	" 3.....	54
" 2.....	16	大正七年度	
" 3.....	67	問題 1.....	93
大正三年度		" 2.....	76
問題 1.....	74	" 3.....	50
" 2.....	9	大正八年度	
" 3イ.....	15	問題 1.....	88
" 3口.....	75	" 2.....	7
" 3ハニ.....	148	" 3.....	45

大正九年度		問題 3口.....	10
問題 1.....	98	" 3ハ.....	148
" 2.....	76	" 3ニ.....	70
" 3イ.....	58		

第 二 種

大正十年度		問題 3イ口.....	1
問題 1.....	96	" 3ハ.....	12
" 2.....	49	" 3ニ.....	33
" 3.....	9	大正十二年度再	
" 4イ.....	65	問題 1.....	97
" 4口.....	65	" 2.....	39
" 4ハ.....	40	" 3イ.....	12
" 4ニ.....	17	" 3口.....	127
" 4ホ.....	84	" 3ハ.....	65
大正十一年度		大正十三年度	
問題 1.....	9	問題 1.....	95
" 2.....	53	" 2.....	70
" 3.....	103	" 3イハ.....	59
" 4イ.....	12	" 3口.....	33
" 4口.....	17	" 3ニ.....	71
" 4ハ.....	12	" 3ホ.....	4
" 4ニ.....	65	大正十四年度	
" 4ホ.....	65	問題 1.....	104
大正十二年度		" 2.....	39
問題 1.....	87	" 3イ.....	40
" 2.....	49及59	" 3口.....	127

問題 3ハ.....	2	大正十五年度
" 3ニ.....	36	問題 1.....
" 3ホ.....	18	" 2.....
		" 3.....

第 一 級

明治四十四年度	問題 3.....	44
問題 1.....	46	大正六年度
" 2.....	116	問題 1.....
" 3.....	60	" 2.....
大正元年度	" 3イ.....	39
問題 1.....	107	" 3ロ.....
" 2.....	5	" 3ハニ.....
" 3.....	100	大正七年度
大正二年度	問題 1.....	119
ナシ	" 2.....	143
大正三年度	" 3.....	27
問題 1.....	66	大正八年度
" 2.....	157	問題 1.....
" 3.....	60	" 2.....
大正四年度	" 3.....	159
問題 1.....	34	大正九年度
" 2.....	118	問題 1.....
" 3.....	129	" 2.....
大正五年度	" 3.....	104
問題 1.....	154	
" 2.....	69	

第 一 種

大正十年度	問題 3.....	20
問題 1.....	119	大正十三年度
" 2.....	158	問題 1.....
" 3.....	154	" 2.....
" 4イロニホ.....	33	" 3.....
" 4ハ.....	71	大正十四年度
大正十一年度	問題 1.....	89
問題 1.....	113	" 2.....
" 2.....	143	" 3.....
" 3.....	82	大正十五年度
大正十二年度	問題 1.....	162
問題 1.....	164	" 2.....
" 2.....	66	" 3.....

一般(一次試験)より採録せる分

第 三 級

大正元年度問題 2.....	133	大正六年度應用問題3イ...	125
大正二年度問題 2イ.....	26	" 3ハ...	12
大正三年度問題 2イロ...	128	大正七年度應用問題 2.....	16
大正五年度應用問題 2.....	21	大正八年度問題 3イ.....	127
" 3イ...	124	" 3ロ.....	128
大正年六度應用問題 2.....	68	大正九年度問題 4.....	23

第 二 級

大正元年度問題 2..... 135 大正六年度應用問題 2.....23
大正二年度問題 2.....27

第 二 種

大正十一年度問題 3.....24 大正十二年度問題 3ホ... 127
大正十二年度問題 3ニ... 128 大正十五年度問題 4ハ... 127

第 一 級

大正元年度問題 2.....138

口述より採録せる分

第 三 級

大正三年度問題 2.....11 大正六年度問題 2..... 142
大正四年度問題 1.....26 " 4..... 128
大正五年度問題 2イ..... 127 大正八年度問題 2.....45
" 2ロ.....40 大正九年度問題 4.....41

第 二 級

大正四年度問題 3..... 126 大正六年度問題 4.....41
大正五年度問題 2.....18 大正九年度問題 4.....26

第 二 種

大正十年度問題 3.....36 大正十二年度問題 1..... 161
大正十一年度問題 4..... 124 大正十五年度問題 4..... 143

第 一 級

大正四年度問題 4.....50 大正五年度問題 3fg36

第 一 種

大正十三年度問題 2.....42 大正十四年度問題 3..... 153

昭和六年四月廿五日 印刷

昭和六年五月一日 發行



科目別選試標準解答電鐵

正價 金六拾錢

送料 金六錢

編輯兼
發行者
代表者
印刷者
印刷所

電 機 學 校

加 藤 靜 夫
浪 岡 具 雄

株式會社 オーム社印刷部

東京市神田區錦町三丁目十八番地

發行所

電 機 學 校

東京市神田區錦町二丁目七番地

振替口座東京13184番

特約販賣所

六 合 館 東京市日本橋區吳服橋二丁目五

電氣之友社 東京市京橋區銀座八丁目一番地

電氣之友支社 大阪市北區堂島中二丁目

オーム社 東京市神田區錦町三丁目十八番地

オーム社出張所 大阪市北區堂島ビル四〇四

科目別 試験標準 解答

	初等の部	高等の部
I 測定	.50 円 .04	1.00 円 .06
II 機械	.50 円 .04	.60 円 .04
III 配電	.50 円 .04	近 刊
IV 電燈	.30 円 .02	近 刊
V 電鐵	ナ シ	.60 円 .04
VI 發電	.45 円 .04	.90 円 .04

附言 上記正價は昭和六年四月改正
の新正價であります。従來の正價
に比較して約二割値下げになつて
居ります。

特 235

297

終