

(イ) 機械式色灯信號機

機械信號機の信號灯に特に光力の強大のものを用ひ、腕木を取外し、晝間と雖も灯に依つて信號を現示するものである。信號灯には反射鏡を用ひ、信號現示色には機械信號の眼鏡を其の儘使用し、普通の機械信號機と同様に鐵索で之を操縱する。

(3) 灯列式信號機

灯列式信號機は灯光の配列に依つて信號を現示するもので、腕木式信號機の腕の位置に準據して信號を現示するもので、入換信號機又は誘導信號機に用ひられる。之等信號機は何れも特に遠距離からの見透しを必要としないので其の構造は簡單である。

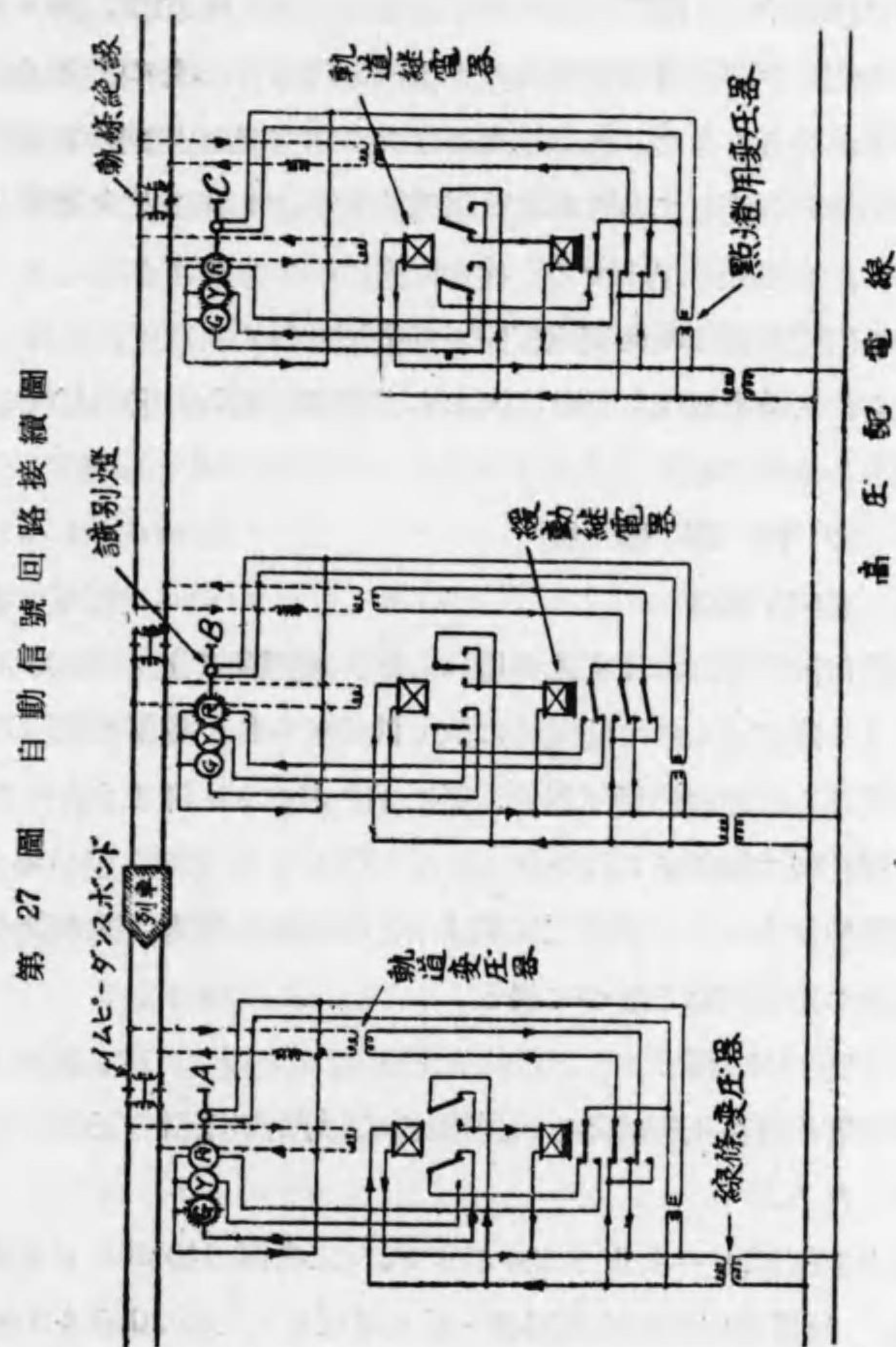
11. 自動信號機

列車運轉が輻輳し停車場間に一箇列車以上を運轉し度い場合に自動信號機が用ひられる。即ち停車場間を所要閉塞區間に分ち、各區間入口に自動信號機が建植されるのである。

自動信號機は軌道回路を流れる電流に依り制御され、其の閉塞區間の列車の有無に依り信號現示が支配される。

(1) 動作

列車が信號機 A B 間を進行中の場合には、信號機 B は停止信號を、信號機 C は注意信號を現示する。之等の動作を行はしむる爲に軌道回路には三位に働く軌道繼電器を用ひ、本繼電器と緩動繼電器の接點を通じ軌道變圧器を経て軌道回路へ送電



第 27 圖 自動信號回路接續圖

高圧配電線

する。此の場合緩動繼電器の接點に依り軌道回路へ送る電流の方向を轉極する。閉塞區間に列車がある時は、軌道繼電器には電流が流れず、後部信號機は停止信號を現示し、次の閉塞區間に列車が居るときは、軌道繼電器は次の閉塞區間の緩動繼電器の下部接點を通して送られる軌道電流を受けて其の左方接點を閉ぢ、注意信號を現示する。次の閉塞區間にも列車が居らぬときは軌道繼電器は次の閉塞區間の緩動繼電器の上部接點を通して送られる軌道電流を受け、其の右方接點を閉ぢ、進行信號を現示するのである。

(2) 附 屬 器 機

(ア) 高圧配電線

自動信號用電源には交流が用ひられ、變電所に於て3,300ボルトに降圧せられて配電線に依り供給せられ、各信號機附近に設けられた線條變圧器で、更に110ボルトに降圧されて各信號装置に供給せられる。

配電線は主として單相二回線式で、一回線は停電、其の場合の豫備回線となつて居る。

(イ) 變 圧 器

變圧器には柱上變圧器と軌道變圧器と灯用變圧器の三種が用ひられる。

柱上變圧器は一次側3,300ボルト、二次側110ボルトである。軌道變圧器は軌道回路へ送る電圧を4乃至20ボルトに遞降する。灯用變圧器は110ボルトの電圧を30ボルトに落して信號灯に供給するものである。

(ウ) 繼 電 器

軌道繼電器及緩動繼電器を有す。軌道繼電器は三位式で軌道回路の電流が一方に流れた時進行接點を、他方に流れたとき注意接點を、無電流のときは何れの接點にも着かない。

緩動繼電器は軌道繼電器の注意又は進行接點に依り勵磁せられ、注意又は進行信號回路を作り、無電流の時は停止信號回路を作る。而して軌道繼電器が注意から進行に接點が變るとき、此の緩動繼電器は其の操作に約0.3秒を要する爲、其の間接點を其の儘に保ち、途中で赤色の點火するのを防止する。

(エ) インピーダンス・ボンド

電氣車輛を運轉する場合の閉塞區間の終始端に設けられる。元來インピーダンスは交流電氣に對して抵抗となるも、直流に對しては抵抗とならないので、此の點を利用して電車運轉用直流電流のみを通過せしめ、信號用交流の次閉塞區間に入るのを防止するのである。

(オ) 軌條絶縁装置

閉塞區間を電氣的に絶縁する装置で、軌條の繼目間にファイバーを挿入する外、繼目板間及ボルト間等にも之を入れて絶縁を施したものである。

第六編 電車操縦法

第一章 起 動

1. 電車特性

主電動機に流れる電流に対する車輪底の引張力及電車の速度を書き、尙齒車を含む電動機の効率を記入したものを電車特性曲線と云ふ。弱界磁装置付のものでは此の場合の引張力、速度曲線も追加記入される。

電車特性曲線は同一主電動機を装置して居つても、電車線電圧、車輪直徑、齒車比が變化すると異なるもので、省線電車に於けるものは電圧を電車線電圧 1,500 ボルトの一分割降下 1,350 ボルトに、動輪直徑を 870 耗 (新車 910 耗) に採つて書く場合が多い。

(1) 電車線電圧と特性曲線

電車の速度は主電動機の逆起電力に比例する。従つて電車線電圧が降下すれば電車の速度は低下する。

電車線電圧 E が E' になつた場合、速度 V は V' となり

I.....主電動機電流

R.....主電動機内部抵抗と直列抵抗の和

とせば

$$V' = V \left(\frac{E' - IR}{E - IR} \right)$$

(2) 車輪直徑と特性曲線

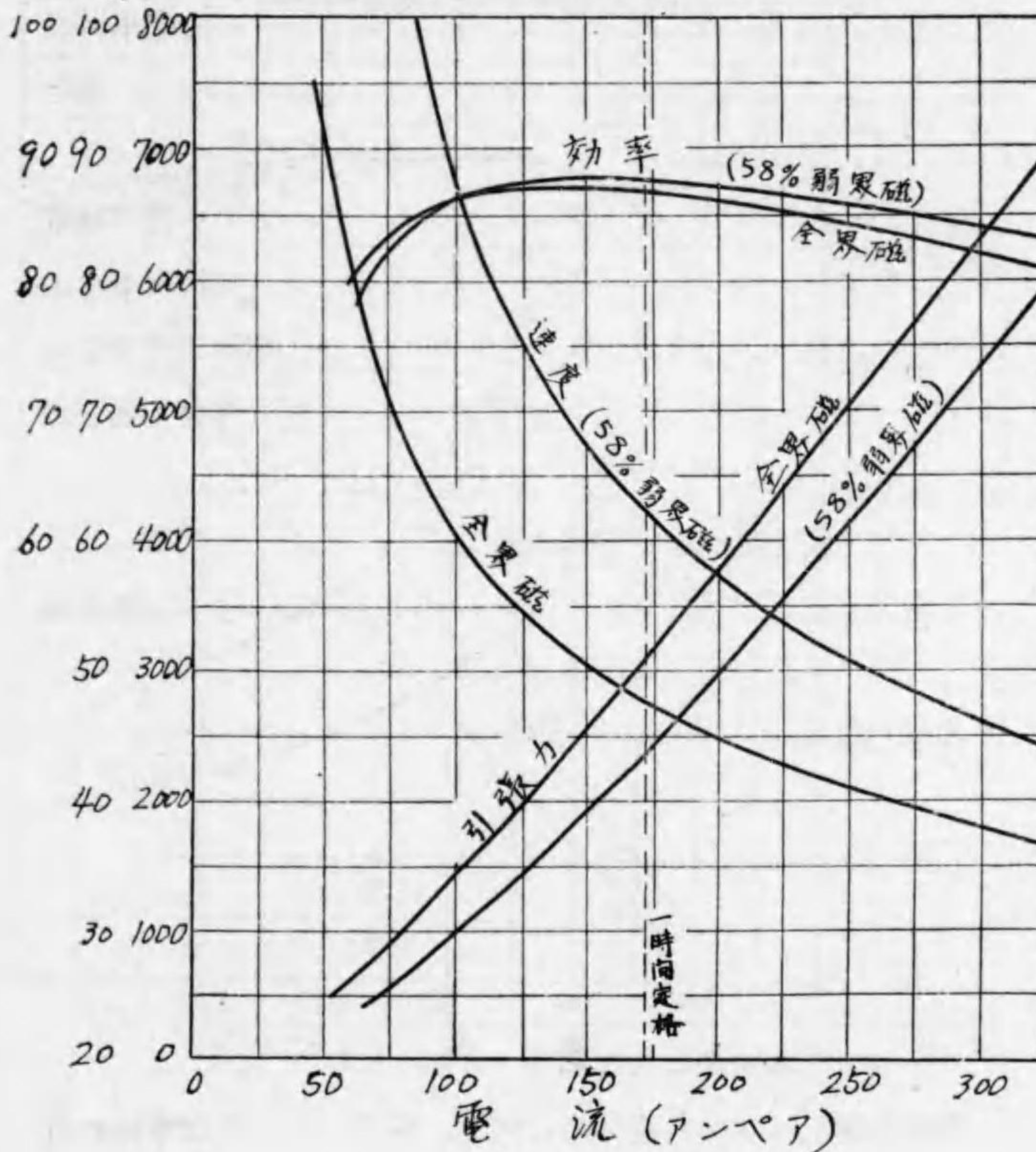
電車の速度は車輪の直徑に比例し、電車の引張力は車輪の直

第 28 圖 電車特性曲線 (横須賀及東海道、山陽線緩行用)

電動機形式 MT 15D
 動輪直徑 870 耗 (計算用)
 齒 數 比 2761 = 1:2.26

効 率
 速 度
 引 張 力
 電 流

定 格	線電圧 ボルト	出力 和ワット	引張力 キログラム	速度 秒時	記 事
一時間	1,350	400	2400	62	
連続	1,350	330	1750	70	

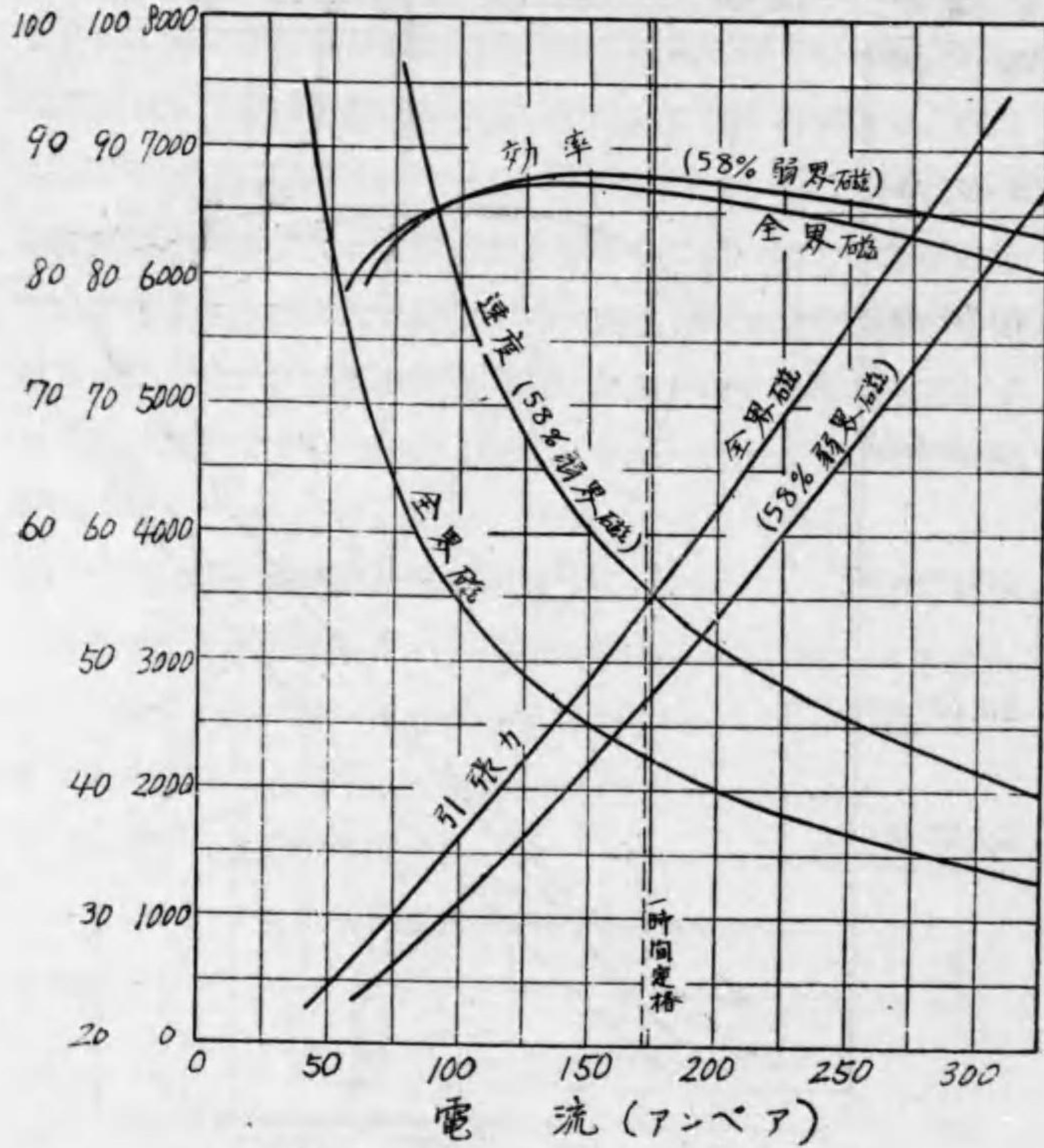


第 29 圖 電車特性曲線 (一般省電用)

電動機形式 MT15D
 動輪直徑 870 耗 (計算用)
 齒數比 25:63 = 1:2.52

定格	線電圧 ボルト	出力 キロワット	引張力 キログラム	速度 米/時	全界磁 弱界磁	通風	記事
一時間	1,350	400	2700	55.5	自己		
定格	1,350	330	1950	62.5	"		

効 速 引
 率 度 張
 % 度 力
 % 時 耗

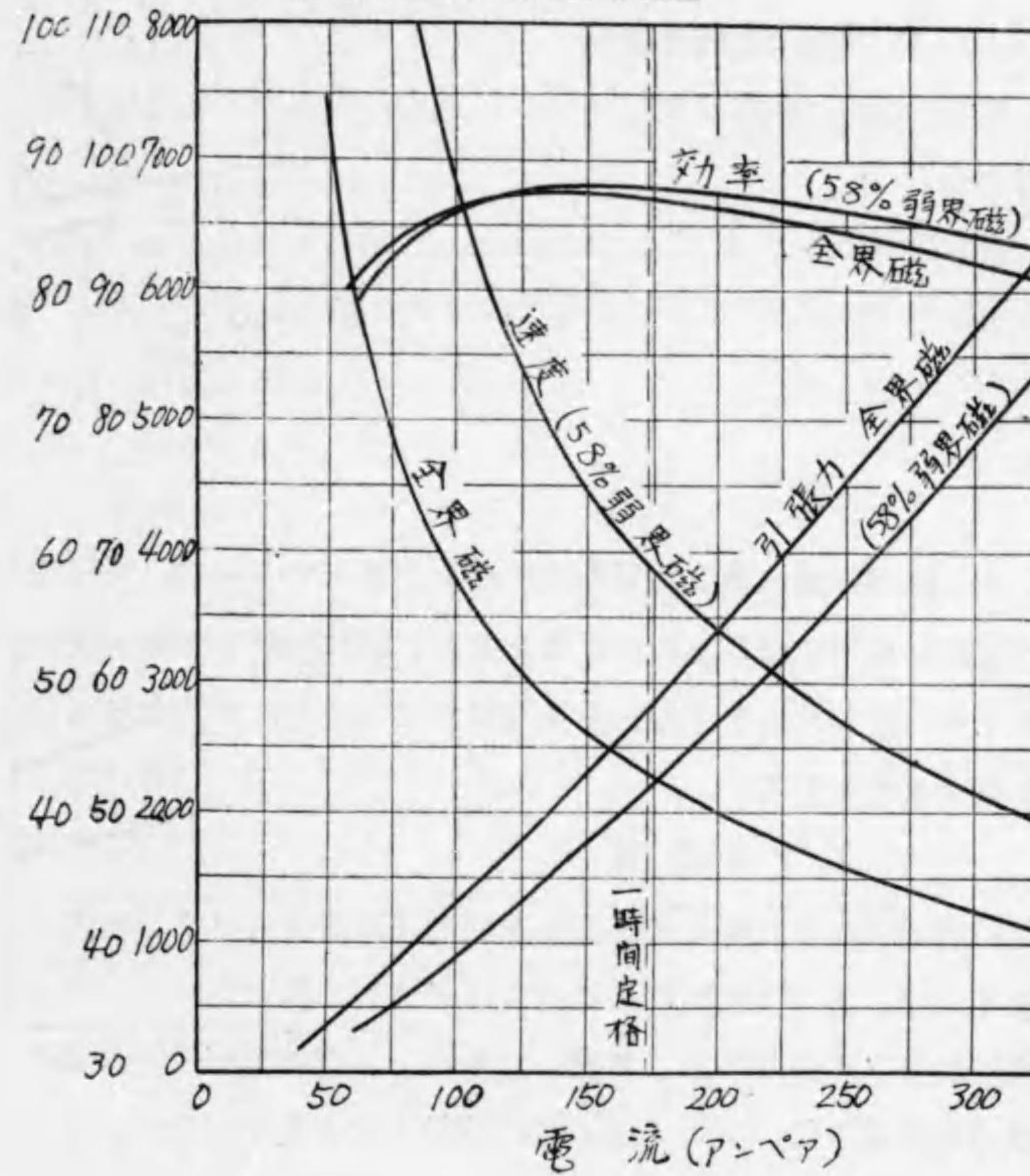


第 30 圖 電車特性曲線 (東海道線山陽線急行用)

電動機形式 MT16
 動輪直徑 870 耗 (計算用)
 齒數比 29:59 = 1:2.04

定格	線電圧 ボルト	出力 キロワット	引張力 キログラム	速度 米/時
一時間	1,350	400	2,150	69
連続	1,350	330	1,550	78

効 速 引
 率 度 張
 % 度 力
 % 時 耗



徑に逆比例する。

車輪直徑がDよりD'になつた場合、速度がVよりV'となり、引張力がFよりF'になつたとすれば次の関係を有する。

$$V' = V \frac{D}{D'}$$

$$F' = F \frac{D}{D'}$$

(3) 齒車比と特性曲線

電車の速度は齒車比に逆比例し、電車の引張力は齒車比に比例する。

齒車比がRからR'となつた場合、速度がVからV'となり、引張力がFからF'になつたとすれば次の関係を有する。

$$V' = V \frac{R}{R'}$$

$$F' = F \frac{R'}{R}$$

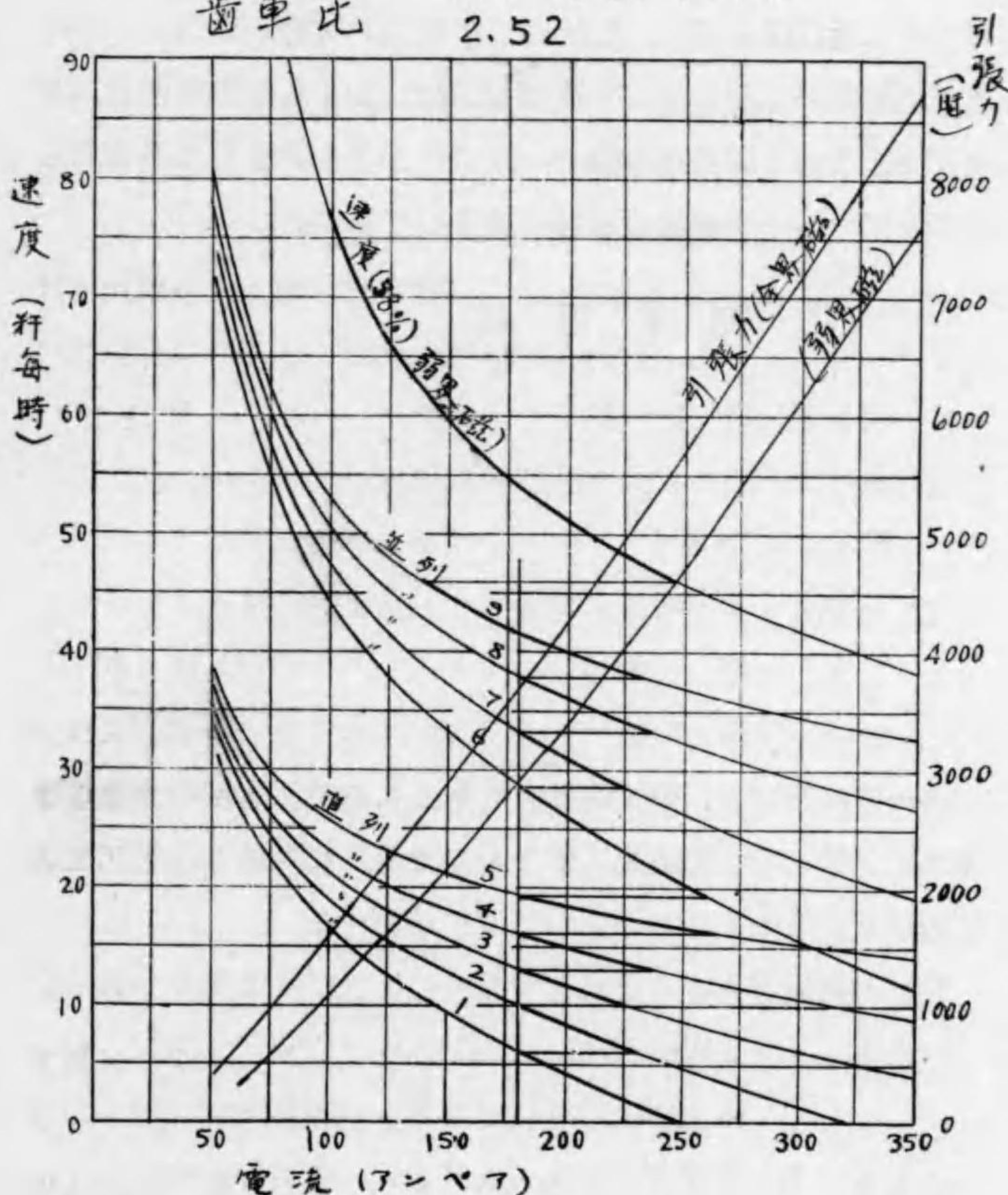
故に驛間距離が比較的長く高速度を必要とするもの、又は急行電車に於ては齒車比の小なるを要し、驛間距離小で高速度よりも寧ろ高加速度を必要とする線に於ては齒車比の大なることを要するのである。

(4) ノツチ曲線

一般電車特性曲線に示される速度曲線は最後のノツチに対するもので、各ノツチに対する速度は示されて居らない。ノツチ曲線は各ノツチ段に對して畫いたもので、省線電車一般のものは直列階段5段、並列4段、弱界磁段1段となつて居る。此の曲線に依り起動時の電流引張力状態が明瞭になるもので、同時

第31圖 ノツチ曲線

電動機 MT 15D, MT 16
齒車比 2.52



投入を行つた場合には先づ起動電流が250アンペア流れる。ノッチ中繼が180アンペアに調整してあるならば、速度上昇と共に逆起電力の發生に伴ひ電流は減じ、電流値180アンペアに至つて第二段曲線に移り、電流は再び増加して約240アンペアになり、速度の上昇と共に又減ずる。斯の如き動作を繰返し、並列最後段となり弱界磁中繼が140アンペアに調整してあるならば140アンペアで弱界磁制御に移るのである。

2. 列車抵抗

(1) 走行抵抗

走行抵抗は一般に次式を以て示される。

$$R = a + bV + cV^2$$

R……走行抵抗

V……速度

a, b, c……係数

第一項は摩擦等、機械的抵抗に依るもので、速度の變化に關係なく、第二項は衝激等に依るもので速度に比例し、第三項は空氣抵抗に依るもので速度の二乗に比例する。

最近の鐵道省大臣官房研究所發表の算式は次の通りである。

$$\text{冬季 } R = \sum W_m (2.914 + 0.00752 V) + \sum W_t (1.418 + 0.00412 V) + (0.02805 + 0.000949 L) V^2$$

$$\text{夏季 } R = \sum W_m (1.712 + 0.00752 V) + \sum W_t (0.760 + 0.00412 V) + (0.02805 + 0.000949 L) V^2$$

茲に R……列車抵抗 (瓩)

W_m ……電動車重量 (瓩)

W_t ……附隨車重量 (瓩)

V……電車速度 (浬/時)

L……電車の長さ (米)

尙上記實驗式は50瓩12米軌條上の試験に依るものである。電車前頭並に吸込抵抗 (R_f 瓩) は次式に依つて求められる。

$$R_f = 0.0365 V^2$$

(2) 勾配抵抗

勾配抵抗に對しては次式が用ひられる。

$$R_g = N$$

R_g ……勾配抵抗 (瓩/瓩)

N……勾配 (%)

依つて勾配抵抗は勾配1ミルに就き列車重量1瓩當り1瓩と云ふ事になる。

(3) 曲線抵抗

曲線抵抗に對しては次の式が採用される。

$$R_c = \frac{800}{r}$$

R_c ……曲線抵抗 (瓩/瓩)

r……曲線半徑 (米)

3. 引張力

(1) 加速力

電車の速度を段々高める力を云ふ。引張力の内列車抵抗に使用された残りが之に相當する。

$$P = F - R_r \pm R_g - R_c$$

P……加速力

F……引張力

R_r ……走行抵抗

R_g ……勾配抵抗

R_c ……曲線抵抗

(2) 加 速 度

加速力が既知であるならば次式に依り加速度を知る事が出来る。

$$a = \frac{F}{28.35 KW}$$

a……加速度 (秒/時/秒)

F……全加速力 (珐)

K……慣性係数 (1.05~1.1)

W……電車重量 (珐)

加速力は車輪、電動子、其の他回轉部分を加速するためにも必要なので、Kなる慣性係数が用ひられるのである。Kの値は電動車に於て約1.1、附隨車に於て約1.05の値が採用される。

(3) 粘 着 係 數

加速度を増加せしめ其の加速力が粘着力以上に達すると車輛は空轉を始める。粘着力とは車輪底と軌條間の摩擦力の謂ひで次式を以て表はされる。

$$F_a = \mu W$$

F_a ……粘着力 (珐)

μ ……粘着係数 (小数值)

W……車輛重量 (珐)

軌條の状態と粘着係数

軌條の状態	平 常	撒 砂
乾燥せる軌條	0.25~0.30	0.35~0.40
濕りたる軌條	0.18~0.20	0.22~0.25
霰にて覆はれたる軌條	0.15	0.20
雪に覆れたる軌條 油氣を帯びたる軌條	0.10	0.15

4. 電動機制御法

(1) 抵抗制御法

主電動機と直並に抵抗を接続して、最初電動機に加はる電圧を低下せしめ、徐々に抵抗値を減じて、電車の速度を増加せしむる方法である。

直列抵抗を用ふる法、並列抵抗を用ふる法、兩者を混用する法等がある。省線電車に於ては最後の方法を採用して居る。

(2) 直列並列制御法

起動に際しては全電動機を直列に接続して居き、相當速度が上つた時、並列に接続替えして電動機に加はる電圧を約倍とし以て電車の速度を昂上せしむる方法である。一般に高圧用高速度電車に於ては4箇電動機中2箇宛を永久直列に接続して置き此の二組を直列、並列に接続して居る。此の方法は勿論抵抗制

界磁短絡は約50%を行ふも整流状態は差して心配する程度ではない。短絡に移る電流値は尖頭電流を少なからしむる爲一般ノッチ中繼調整値よりも小とするのが普通である。

第二章 制 動

1. 制 動 機 構

(1) 機 構

制動筒に圧力空気が供給されることに依り、ピストンは移動して各機構は矢印の方向に移動して、制輪子を車輪に圧せしめ制動効果を生ずるのである。

(2) 制 動 倍 率

機構圖に示す通り、制動力は挺子の理に依つて制輪子に傳へられる。制動力は挺子比に従つて増加せられるもので、此の増加割合を制動倍率と云ふ。

(ア) 電 動 車

全制動力Pは

$$P = 16 \left(P \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times \frac{L_3 + L_4}{L_4} \right) \\ = 4 \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{L_3 + L_4}{L_4} \times P$$

L_n ……機構腕の長さ

P……制動筒ピストンを押す力

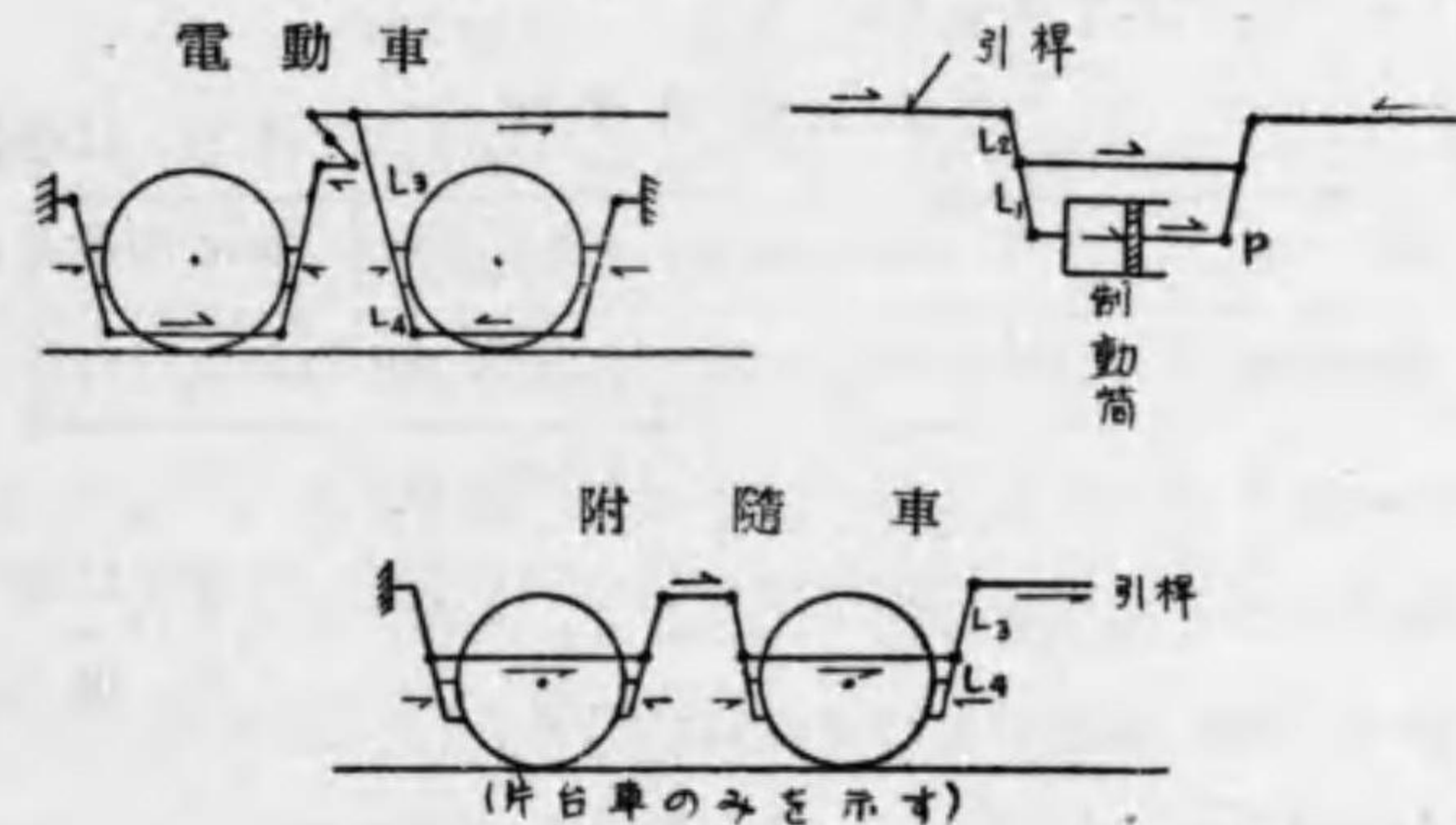
$4 \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{L_3 + L_4}{L_4}$ が制動倍率で凡そ11.75前後の値である。

(イ) 附 隨 車

$$P = 16 \left(P \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{1}{2} \times \frac{L_3}{L_4} \right) \\ = 8 \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{L_3}{L_4} \times P$$

$8 \times \frac{L_1}{L_2} \times \frac{L_3}{L_4}$ が制動倍率で凡そ9.2前後の値である。

第33圖 制動挺子装置



(3) 制 動 効 率

制動筒ピストンを圧する力は、機構を通じて其の儘制輪子圧力とはならず、一部の力は途中ピン廻、其の他の摩擦損失となつて失なはれる。而して制輪子に導かれる力は、状態良好なる場合80%前後、不良状態に於ては50%に及ばぬ事がある。此の割合を制動効率と云ふ。

2. 摩 擦 係 數

制輪子に加はる全力が列車停止の力となるものでなく、此の

中の何割かが之に當るのである。此の割合を摩擦係数と云ふ。

$$f = C \times \frac{1 + 0.01 V}{1 + 0.05 V}$$

f ……摩擦係数 (小数)

V ……速度 (呎/時)

C ……係数 (普通 0.32)

摩擦係数は速度の減少するに従つて増大するもので、上式を表示すると次の通りとなる。

速度と摩擦係数

速度	0	10	20	30	40	50	60
摩擦係数	0.32	0.235	0.192	0.166	0.149	0.128	0.115

制動に際して1回の減圧で放置すると減速に従つて摩擦係数が増加するので減速度は愈々大となり、乗客に不快を與ふるものである。故に制動に當つては階段弛めを行ひ減速に従つて制動圧力を減じて、制動力を一定に保たしめるのである。

3. 制 動 力

制輪子が車輪の回轉を停止せしむる力を制動力と云ふ。制動力は制動筒ピストンを押す力、即ち制動元力に制動倍率を乗じ更に制動効率と摩擦係数を乗じたものである。

$$\text{制動力(疋)} = \text{制動元力(疋)}$$

$$\times \text{制動倍率} \times \text{制動効率} \times \text{摩擦係数}$$

(1) 制 動 元 力

制動の元力は制動筒圧力に制動筒斷面積を乗じたものである。

$$\begin{aligned} \text{制動元力(疋)} &= \text{制動筒圧力(疋/糎}^2) \\ &\quad \times \text{制動筒斷面積(平方糎)} \end{aligned}$$

制動筒鈞合圧力は全制動で3.5疋、非常制動で4.5疋である。制動筒直徑には305糎、356糎、406糎等がある。305糎のものは附隨車、356糎のものは17米電動車、406糎のものは20米電動車に主として用ひられて居る。

(2) 制動筒圧力と減圧量

P_0 ……制動筒圧力 (絶対) (疋/糎²)

P ……制動管圧力 (絶対) (疋/糎²)

r ……制動管減圧 (疋/糎²)

A ……補助空氣溜容積 (立)

C ……制動筒容積 (立)

C_0 ……制動筒死容積 (立) (弛めの状態に於て既に有する容積)

とすれば

$$P_0 = \left(\frac{A}{C \times C_0} \right)^{1.1} \left\{ P^{\frac{1}{1.1}} - (P - r)^{\frac{1}{1.1}} \right\}^{1.1}$$

(東鐵電車課發表算式)

補助空氣溜圧力と制動管圧力とが鈞合ふ状態に制動を行つた場合を全制動と言ふ。大體1.4疋毎平方糎の制動管減圧に於て両者は鈞合ふ。

(3) 制 動 率

制輪子圧力と車輛重量との百分率を制動率と云ふ、一車輛に就き考へた場合を全車制動率と云ひ、軸上の重量に對して考へた場合を軸制動率と云ふ。電車に於ては各車輪に制輪子を有し両者は同一値である。

$$\text{制動率(\%)} = \frac{\text{全制輪子圧力(瓩)}}{\text{車輛重量(瓩)}} \times 100 = \frac{P}{W} \times 100$$

制動率は大體電動車 95%、附隨車 90% に設計せられて居る。

(4) 粘着力

制動力が粘着力を超過すると電車は滑走の現象を生ずるので、制動力は常に粘着力以下でなければならない。

$$\text{制動力} = fP$$

f ……摩擦係數 (小數)

P ……制輪子圧力 (瓩)

$$\text{粘着力} = \mu W$$

μ ……粘着係數 (小數)

W ……車輛重量 (瓩)

とせば

$$fP < \mu W$$

$$\frac{P}{W} < \frac{\mu}{f}$$

なる事を必要とする。即ち制動率は μ/f より小でなければならない。茲に μ/f は 1 より稍大なる場合が多い。

4. 制動減速度

制動効果が現れてから停車に至る迄の速度低下の割合を制動減速度と云ふ。高速度電車に於ては全制動 2.5 軒毎時毎秒乃至 3.5 軒毎時毎秒、非常制動に於て 4.2 軒毎時毎秒位である。

減速度算式は次に依る。

$$\beta = \frac{P + R_r + R_g + R_c}{28.35 KW}$$

β ……減速度 (軒/時/秒)

P ……制動力 (瓩)

R_r ……走行抵抗 (瓩)

R_g ……勾配抵抗 (瓩)

R_c ……曲線抵抗 (瓩)

K ……慣性係數 (1.05~1.1)

W ……車輛重量 (瓩)

5. 制動距離

(1) 空走距離

制動効果は制動操作を行つて直ちに表れるものでなく、或る時間を経過して制動効果を生ずるもので、此の時間を空走時間と云ふ。空走時間は電磁制動使用のもので約 0.7 秒前後である。空走時間中に走行する距離を空走距離と云ふ。

空走距離は次の式に依つて算出する。

$$S_0 = \frac{Vt_0}{3.6}$$

S_0 ……空走距離 (米)

V ……制動初速 (軒/時)

t_0 ……空走時間 (秒)

(2) 實制動距離

制動効果が現れてから停車する迄一定減速度であるものとしての算式は次の如くである。

$$S_1 = 0.139 \frac{V^2}{\beta}$$

S_1 ……實制動距離 (米)

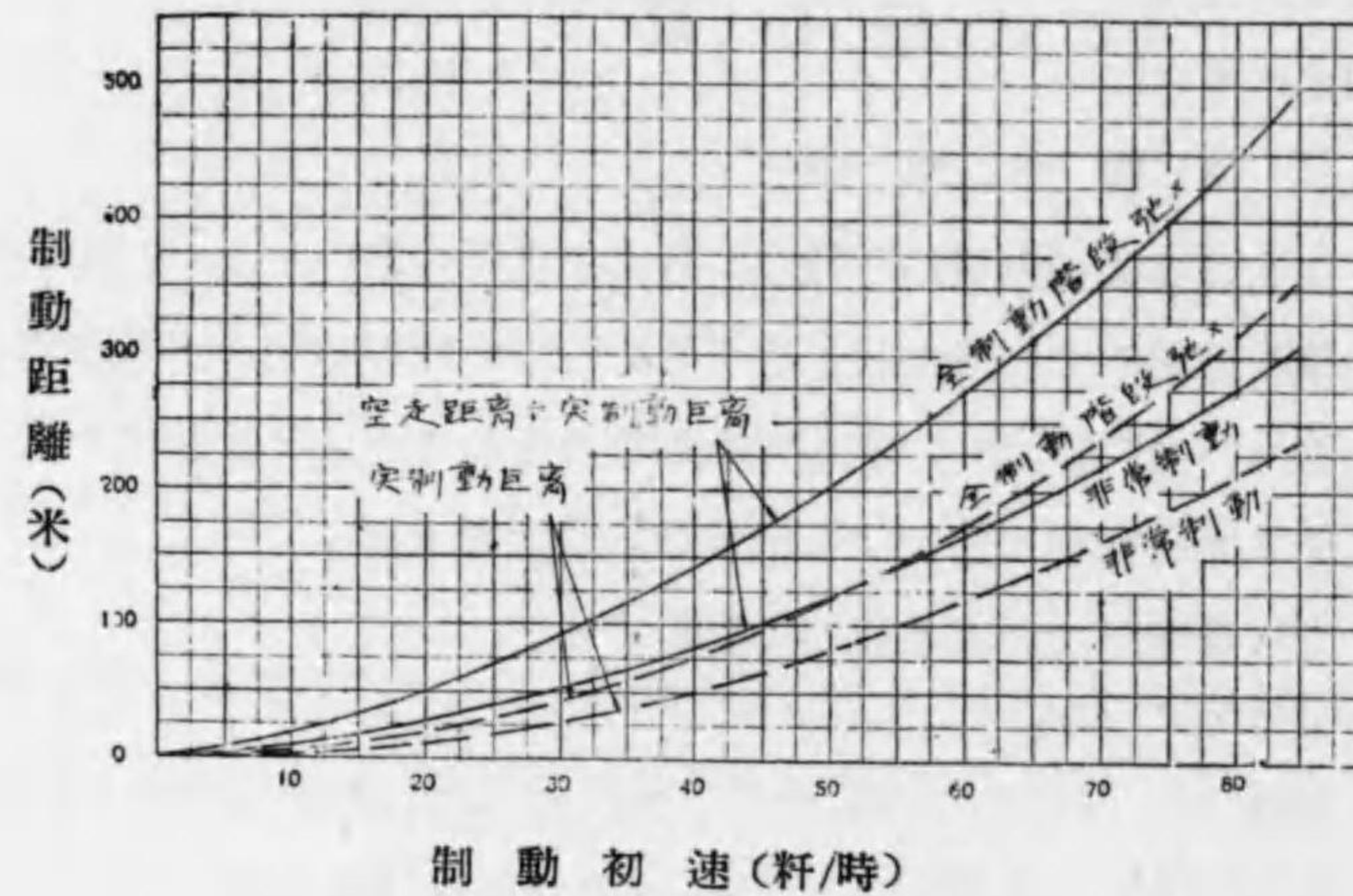
V ……制動初速 (米/時)

β ……制動減速度 (米/時/秒)

前項の空走距離と此の實制動距離の和が制動距離となる。

$$S = S_0 + S_1 = \frac{t_0 V}{3.6} + 0.139 \frac{V^2}{\beta}$$

第 34 圖 制動距離曲線 (減速度 2.82 米/時/秒)



(3) 制動時間

空走時間と實制動時間の和で、次式に依つて求められる。

$$t = t_0 + t_1 = t_0 + \frac{V}{\beta}$$

t ……制動時間 (秒)

t_0 ……空走時間 (秒)

t_1 ……實制動時間 (秒)

V ……制動初速 (米/時)

β ……制動減速度 (米/時/秒)

第三章 運轉曲線

1. 運轉曲線

運轉曲線とは速度、距離、時間の関係を書いたものを言ひ、尙之に電力曲線をも記入する事がある。運轉曲線は時間を基線として書く場合と距離を基線として書く場合とがある。

(1) 速度時曲線

時間を基線として書いた運轉曲線は、電車の運轉特性を研究するには最も便利なものである。

速度曲線は力行時と惰行時と制動時と更に停車時から成る。

(ア) 力行時

力行時は更に分けて直線加速時と自由走行時になる。直線加速時とはノッチ使用時、換言すると制御器の操作中であつて速度時曲線に於ては此の部分は略直線となる。従つて直線部の終りはノッチ段の終了時を示す。而して此の直線の傾斜は加速度を示す。

自由走行時は電車が電動機の特성에従つて順次加速度を減する時期で、従つて速度増加の割合は段々減少し、遂に電車の牽引力と走行抵抗が等しくなつて一定速度に達するのである。

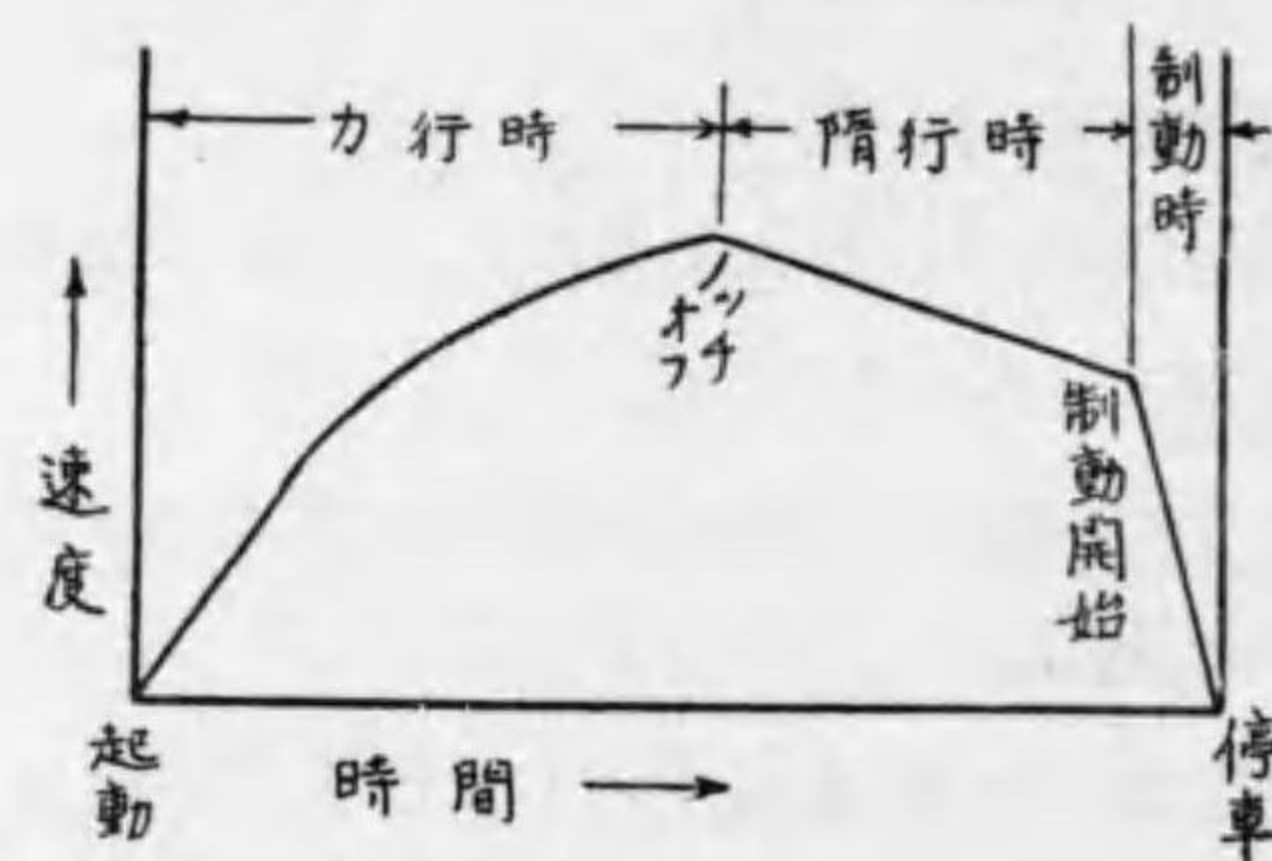
(イ) 惰行時

ノッチ・オフと同時に電車の速度は減少し始める事は明らかである。減速の割合は大體直線的で、其の値は直線平坦路に於て0.2 軒/時/秒以下である。

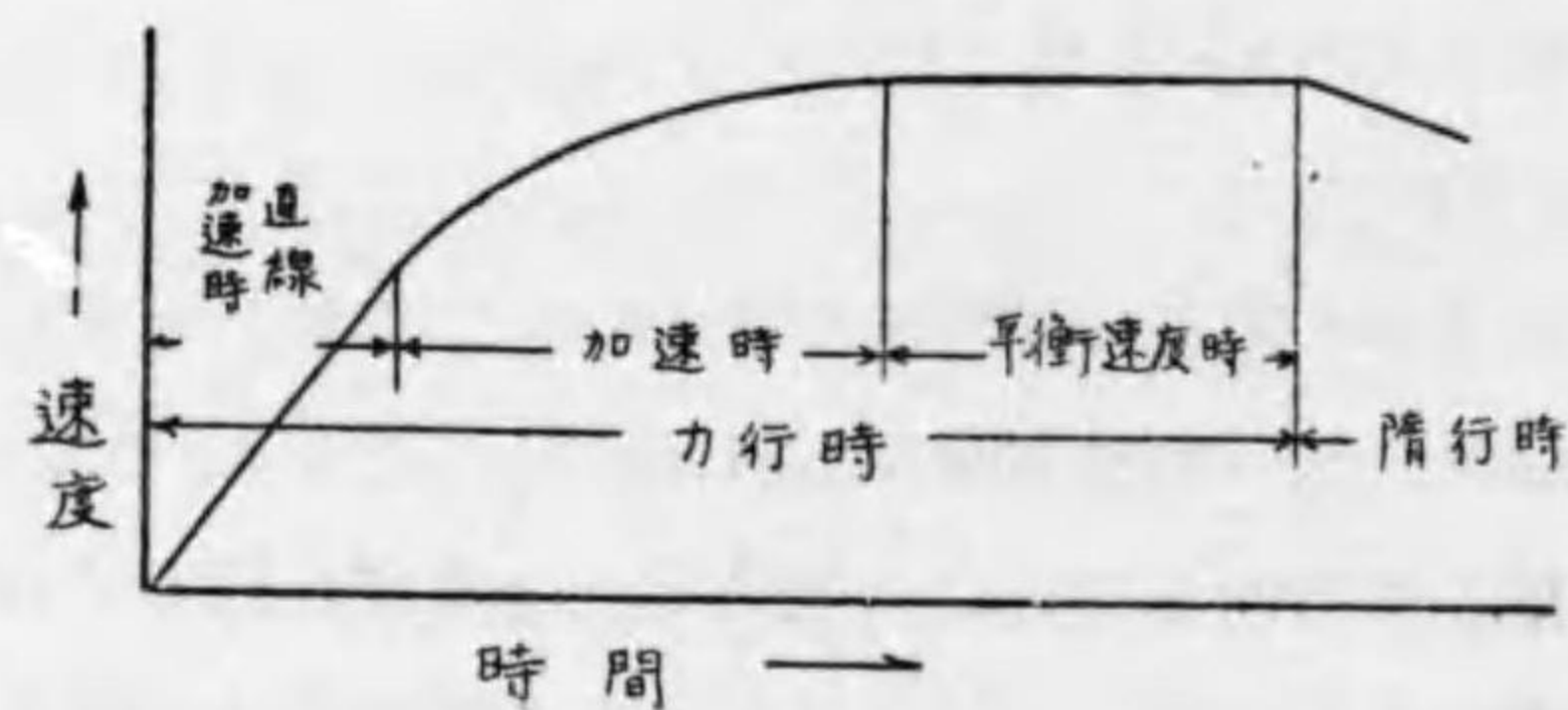
(ウ) 制動時

空走時は惰行曲線として現れ、實制動時に至り始めて制動曲線として現れて来るものである。時間を基線とする場合、大體直線となる。

第 35 圖 速度時曲線



第 36 圖 力行時説明圖



(エ) 速度曲線と電車運轉

電動機容量が一定である場合、加速度を大とすると平衡速度は小となり、平衡速度を大とすると起動加速度は小となる。前者は瞬間距離の小なる區間に適し、後者は瞬間距離の大なる區間に適する。

(2) 速度距離曲線

實際運轉の電車線路は常に直線平坦線路のみではなく、多くの勾配線が連続するものである。尙實用としては時間に對する速度よりも各地點に對する速度を知り度い場合の方が多いので距離を基とする運轉曲線が一般に利用されて居る。

2. 運轉曲線の書き方

運轉曲線の書き方には種々の方法があるが、茲には一般に廣く採用せられて居るストラール氏の書法を紹介する。勿論距離を基線として畫かれたものである。

(1) 加速力曲線

ストラール氏法に依る運轉曲線を書くには、先づ横軸に速度、縦軸に加速力を現す加速力曲線を作らねばならない。

(ア) 牽引力曲線

加速力曲線を書く前提として牽引力曲線を求める。ノッチ階段終了迄は平均加速電流に對する牽引力を記入する。此の直線加速時の終了時は電車特性曲線に於て平均加速電流値の速度曲線と出會ふ點で、此の速度以上の速度に對しては各速度毎の牽引力を同様に特性曲線から拾つて牽引力曲線を作製す

る。

(イ) 加速力曲線

牽引力は一部が走行抵抗に失はれ、残りが電車加速用に使用せられる。故に加速力は牽引力から走行抵抗を減じたものである。依つて畫かんとする電車の走行抵抗を走行抵抗算式から求め、各速度に對して牽引力から此の値を減じ加速力曲線を書くのである。

(2) 目盛の取方

ストラール氏畫法は加速力曲線を基として別紙に運轉曲線を作圖する關係上兩曲線の目盛には相互一定の關係があるので次の式を満足する様な目盛とする必要がある。

加速力曲線目盛

a ……速度 1 秆/時の目盛 (耗)

γ ……牽引力 (又は勾配) 1 珎の目盛 (耗)

OP ……(時間曲線の起點となる點) (耗)

運轉曲線目盛

ε ……速度 1 秆/時の目盛 (耗)

β ……距離 1 秆の目盛 (耗)

μ ……時間 1 分の目盛 (耗)

とせる場合

$$\frac{\gamma \beta}{a \varepsilon} = \frac{127}{1+x} \dots\dots\dots (1)$$

$$\frac{a \mu}{OP \beta} = \frac{1}{60} \dots\dots\dots (2)$$

但し x ……廻轉部分の影響 (小數)

以上二式を満足する様に $a\gamma$ を $\beta\mu OP$ の値を決定すれば良い。各目盛が決定したら、先に求めた加速力曲線を此の目盛の元に記入する。而して外に基線の (-) 側に走行抵抗曲線を記入し尙 O 點から同様 (-) 側 OP の距離に P 點を記入して置く。

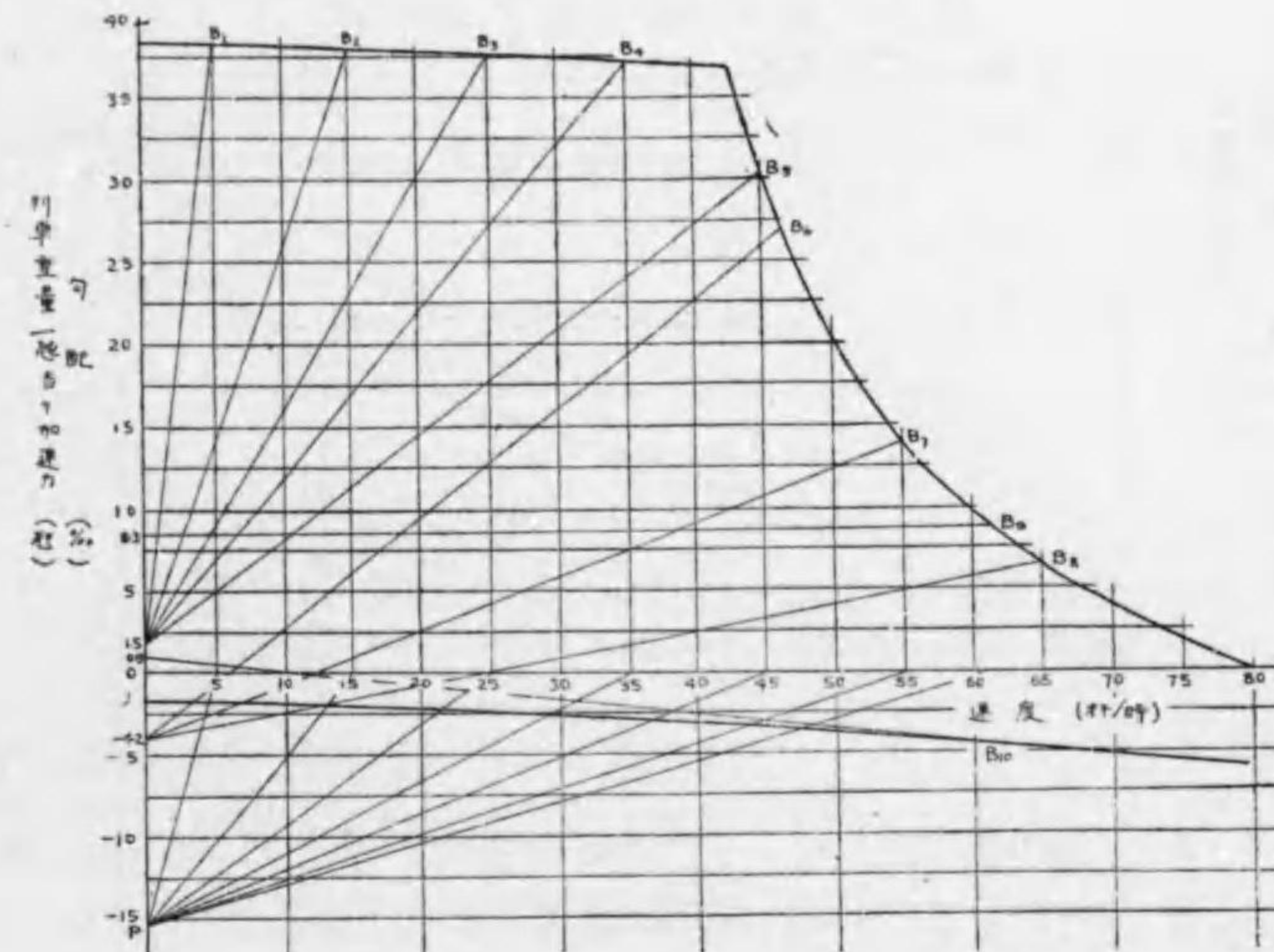
(3) 速度曲線の書き方

圖示の如き勾配線運轉の曲線を書くものとする。

(ア) 力行曲線の書き方

先づ起動から 10 秆毎時迄の速度曲線を書くに 0 秆毎時と 10 秆毎時の平均速度は 5 秆毎時であるから、加速力曲線の 5 秆毎時の點 B_1 と、1.5 ミリの上り勾配上から起動するのであるか

第 37 圖 加速力曲線

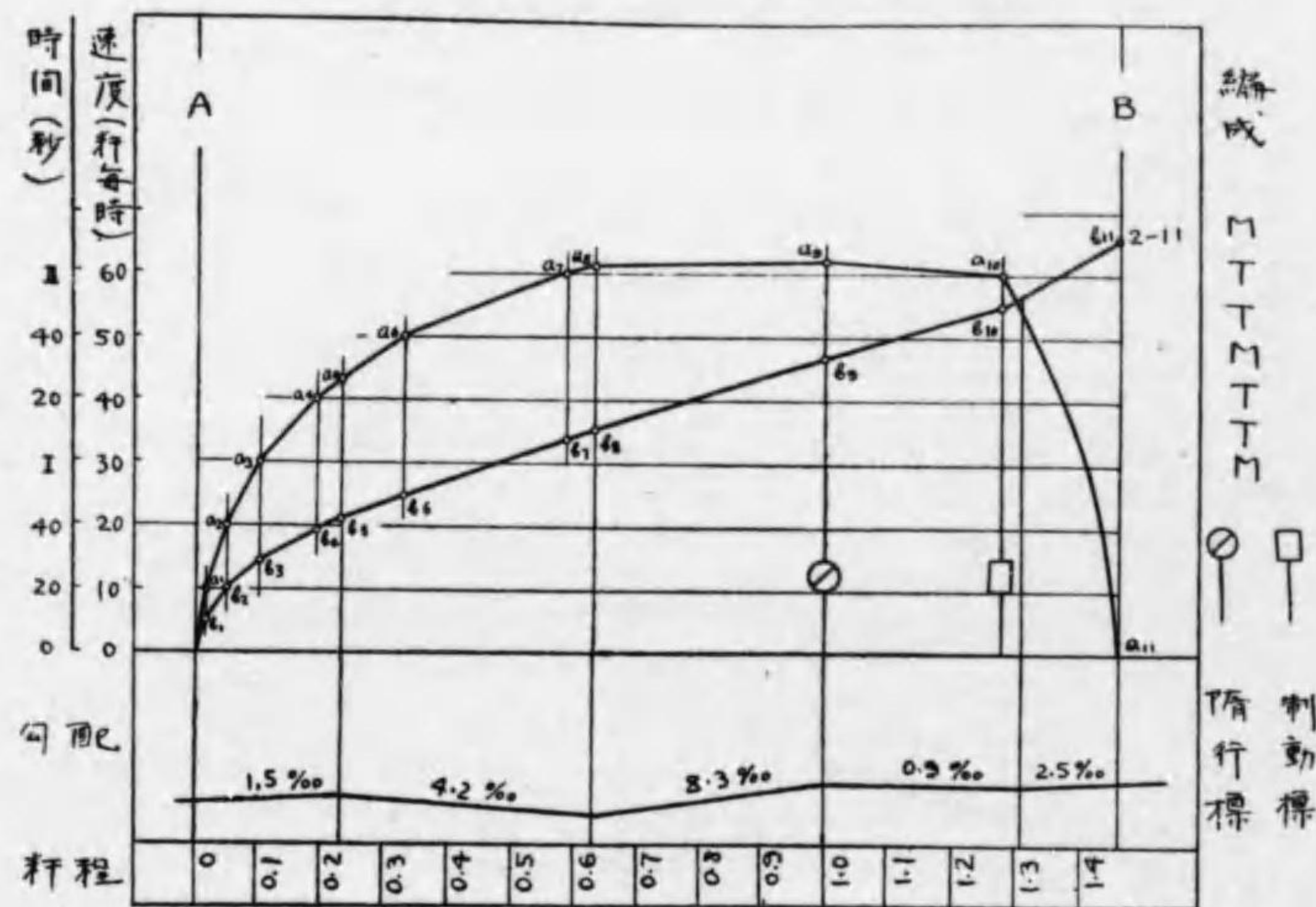


ら、加速力1.5の點を結び之に並行して運轉曲線用紙に0 a₁ 線を引く。次に速度20 軒迄の曲線を書くのであるが、10 軒毎時と20 軒毎時との平均速度は15 軒毎時であるから、此の速度に相當する加速力 B₂ と尙1.5 ミル勾配上にあるので1.5 とを結ぶ。此の線に平行に a₁, a₂ の速度線を書く。同様の方法を繰返して a₅ 點迄來ると列車は4.2 ミルの下り勾配に入るので、a₄, a₅ を其の儘延長出來ない。43 軒毎時と50 軒毎時の平均速度は46.5 軒毎時であるから、加速力曲線の B₆ 4.2 を結び之に平行に運轉曲線 a₅, a₆ を引く。同様の方法を繰返し惰行開始點 a₉ 迄書く事が出来る。

(イ) 惰行曲線の書き方

惰行は列車抵抗にのみ關係するものであるから、加速力曲線

第 38 圖 運 轉 曲 線



の下部に書かれてある走行抵抗曲線を利用する。62 軒毎時から60 軒毎時迄の惰行運轉に於て其の平均速度は61 軒毎時である。尙0.9 ミルの上り勾配にあるので、加速曲線の走行抵抗上 B₁₀ と0.9 を結び、之に平行に運轉曲線 a₉, a₁₀ を求めるのである。

(ウ) 制動曲線の書き方

制動曲線は其の列車に對する制動減速を先づ選定し、之に對する距離速度曲線を停車驛を原點として書き、惰行曲線と交叉した點が制動効果の生じた地點となるのである。

制動時に於ける速度距離曲線は204 頁記載の算式に依り、各速度に對する制動距離を求め、之を記入する事に依つて書き得る。圖は制動減速度2.7 軒毎時毎秒の場合である。

$$S = 0.139 \frac{V^2}{\beta} = 0.139 \frac{V^2}{2.7} = 0.0515 V^2$$

此の場合の速度と距離の關係は

速度 (軒/時)	距離 (米)
10	5.2
20	20.6
30	46.3
40	82.5
50	128.8
60	185.5
70	252.5

(4) 時間曲線の書き方

時間関係は加速力曲線の P 点を利用し、速度 10 軒毎時増加づゝに對し書いて行く。先づ起動から 10 軒毎時迄に對しては平均速度 5 軒毎時と P 点を結ぶ線に平行に運轉曲線上に $0b_1$ を引き a_1 点からの重直線 a_1b_1 線との交点 b_1 迄 $0b_1$ 線を書けば此の $0b_1$ 線が $0a_1$ の速度に對する時間曲線となる。同様にして次には加速力曲線 15 軒毎時と P を結ぶ 15. P 線に平行に b_1b_2 線を運轉曲線に書き、 a_2 からの垂線と b_2 に交はらしむれば b_1b_2 線が a_1a_2 速度に對する時間となる。同様の方法を繰返し制動効果發生點 b_{10} 迄を書き得る。

實制動時間に對しては 204 頁記載の式

$$t_1 = \frac{V}{\beta}$$

t_1 ……實制動時間 (秒)

V ……制動初速 (軒/時)

β ……制動減速度 (軒/時/秒)

を用ひて時間を算出し、 b_{10} , b_{11} を得、茲に時間曲線を完結するのである。本例の場合は實制動時間は

$$t_1 = \frac{60}{2.7} = 22 \text{ 秒}$$

全運轉時間 2 分 11 秒を要して居る。

第四章 電力量

1. 電車使用電力量

(1) 變電所出力

電車に使用される電力の主要なるものは、主電動機を回轉せしむる運轉用電力であるが、此の外に制御装置用、電灯用、冬季の暖房用にも電力を必要とするもので、之等の總合計が實際電車に要する電力であるが、變電所に於て出す電力は更に饋電線に於ける電力損失量をも供給するものである。

制御器、電灯等に要する電力量は全電力量に對して僅かに 1 乃至 2% に過ぎない。冬季の暖房用は約 10% 前後、饋電線に於ける損失は約 10% 位である。

昭和十一年度省線電車電力使用量

鐵道局別	使用電力量 (キロワット時)	金額 (圓)
東京鐵道局	178,725,000	2,821,740
大阪鐵道局	39,496,769	1,065,585
廣島鐵道局	297,079	10,823
計	218,518,848	3,898,148

(2) 換算車輛 100 軒當電力量

電車重量 10 噸を 1 輛に換算した數を換算車輛と云ふ。之は客貨車換算法に定められて居つて電車形式に依り新製の都度制定せられる。此の換算車輛 1 輛が 100 軒走行するに要する電力量を換算車輛 100 軒當電力量と稱す。換算車輛 100 軒當電力量は

電車運轉線路が決定すると略一定値を採るものであるから、電力量の豫算、算出等事務用には専ら此の値が用ひられる。

換算車輛秆當電力量とは電車使用電力量を換算車輛秆で除した値である。

換算車輛 100 秆當電力量 (昭和十年度)

線 名	換算車輛 100 秆當電力量
京 濱 東 北 線	42.64 KWH
中 央 線	52.11
横 須 賀 線	28.23
阪 神 線	41.19
城 東 線	50.75

(3) 吨秆當電力量

電車重量吨秆當電力量は又固有電力量とも言はれるもので、前項換算車輛の代りに電車重量を用いたものである。換算車輛は四捨五入により 10 吨單位とされて居るのに對し、實際重量が使用せられるので、理論的問題を研究する場合に精確度が大であるので之が用ひられる。

2. 電車運轉用電力量

(1) 電力量の計算

$$\text{電力量} = \text{電流} \times \text{電圧} \times \text{時間}$$

變電所出力を以て電力量を求める場合、時間と共に變化するものは電流で、電圧は略一定値 1,500 ボルトである。

直線加速時には 1 箇電動機當電流値は略一定値と考へ得られるが、電車當り電流は直列並列接續法が行はれる場合には並列

接續電流値は直列接續の時の倍である。自由走行時に於ける電流値は特性曲線に従つて順次速度の昂上と共に減少する。尙弱界磁を使用する場合は同じ速度に對して電流は大である。

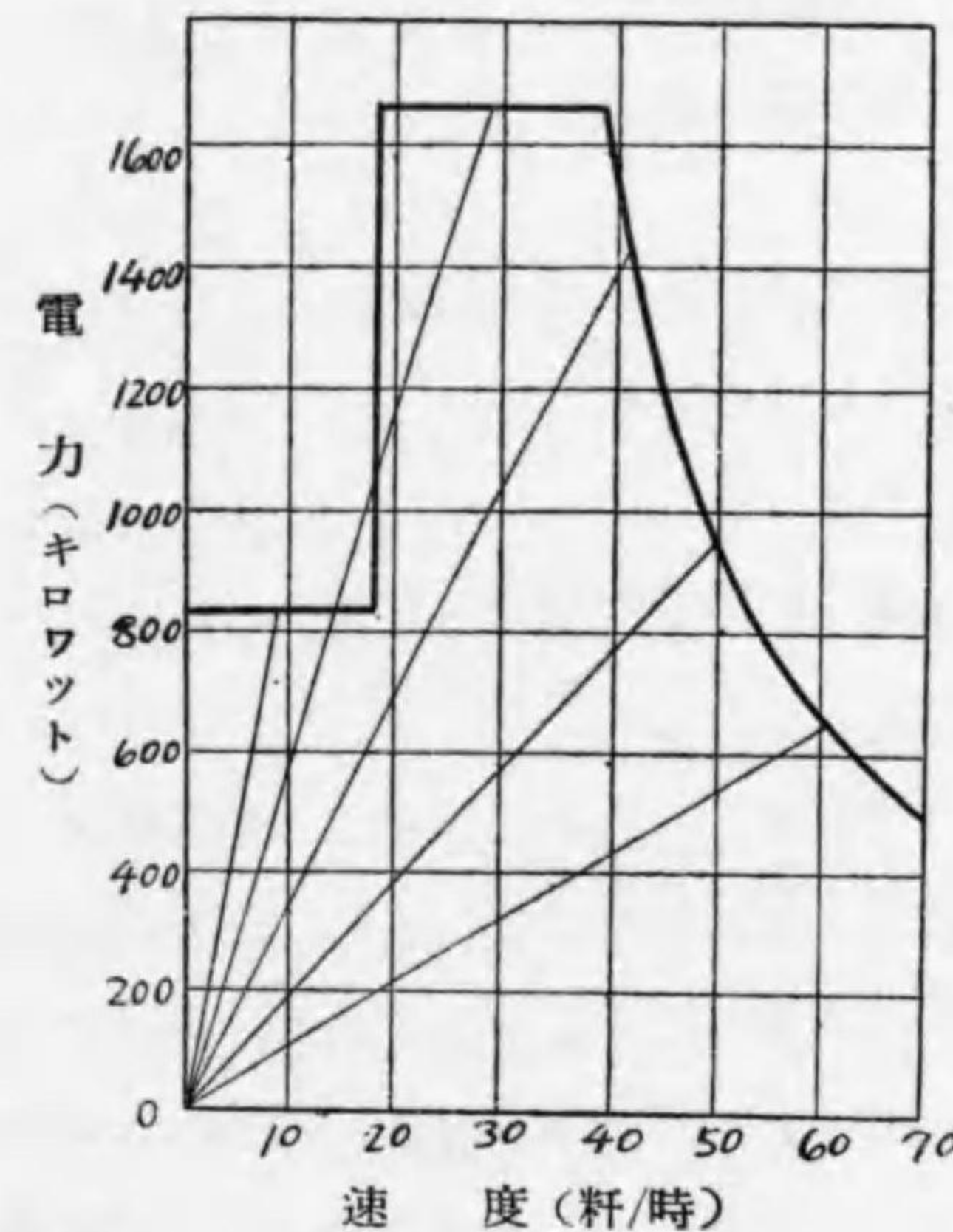
此の電流値を各經過時間毎に畫いたものを電流時曲線と云ふ。電流時曲線の面積はアンペア時となり、之に電圧を掛けると電力量が得られる。

(2) 電力量の圖式の求め方

(ア) 電力曲線

運轉曲線の畫法に依るもので、先づ速度軸に對して電力を畫

第 39 圖 電力曲線



く。電力は直列運転時は1箇電動機當りの電流（特性曲線の値）に饋電々圧を掛けた値を、並列運転時には之の倍値を採り自由走行時には各速度に對する特性曲線上の電流値の2倍に饋電々圧を掛けた値をとり書く。

直列接続から並列接続に移る速度はノッチ曲線から得られるが、ノッチ曲線が無い時は次式に依る。

$$V_s = \frac{1}{2} V_p \frac{E - 2Ir}{E - Ir}$$

V_s ……直列接続最終速度（籽/時）

V_p ……並列接続最終速度（籽/時）

E ……饋電々圧（ボルト）

I ……1個電動機電流（アンペア）

r ……電動機内部抵抗（オーム）

(イ) 目盛の取り方

電力曲線と電力量曲線の用紙の目盛の取方は次式を満足せしむるものでなければならぬ。

電力曲線の目盛

a ……速度1籽毎時の目盛（籽）

b ……電力1キロワットの目盛（籽）

電力量曲線の目盛

β ……距離1籽の目盛（籽）

φ ……電力量1キロワット時の目盛（籽）

とせる場合

$$\frac{\delta \beta}{a \varphi} = 1$$

(ウ) 電力量曲線の書き方

電力曲線の直列接続速度時の $\frac{1}{2}$ の點と0を結び、之に平行に運転曲線の直列最終速度迄書き、次に電力曲線並列接続速度時の中點と0を結び、之に平行に並列最終時迄線を續け以後は10籽毎時宛の速度増に對する平均速度、例は45籽毎時55籽毎時毎の電力曲線上の點と0點を結ぶ線に平行に順次線を接続してノッチ・オフの位置迄進めて電力量曲線を完結するのである。此の最終點の電力量の讀みが此の區間運転に要した電力量となる。

3. 電力量に及ぼす影響

(1) 加速度と電力量

加速度を大ならしむる事は起動電流を増加せしむる事に依つて得られる。従つて直線加速時に於ける電力量は増加するも、加速度高き爲ノッチ・オフの時期を早め得るを以て、此處に於ける電力量を節約し得る。然して瞬間距離が餘り大ならざる場合には後者の節約量は前者を償つて餘りある事が普通であるので、瞬間距離小なる場合には高加速度とする事は經濟的となる。

(2) 制動減速度と使用電力量

制動減速度を高くすると制動時間を減少せしめ得る。従つて惰行時間を増加せしめ得る。換言すると惰行開始時間を早め得る事になるので、起動加速度の場合と同様に制動減速度を大とする事は使用電力量の消費を減少せしめ得る事になる。

(3) 電車線電圧と使用電力量

供給電圧を異にすれば、従つて之に適する表定速度を異にする。瞬間距離の小なる間は大なる影響なきも、瞬間距離の大なるに従つて各々適當とする表定速度を異にする事が大となる。即ち瞬間距離が大となる程高電車線電圧の場合の方が高表定速度を保つ爲に小なる電力使用量で足る事になる。故に瞬間距離の大なる市間鐵道に於ては高電車線電圧が適する。

(4) 電車出力と使用電力量

一編成の電車の出力、換言すれば電動車と附隨車の組入割合は使用電力量に影響を與へるものである。列車の適當出力が大なる程、加速度を大ならしめ得ると同時に、高速度を得られる爲電力使用量は小で足りる事になる。

(5) 齒車比と使用電力量

齒車比を大に取れば起動加速度大となり平衡速度小となる。齒車比を小とすれば之に反す。故に瞬間距離小なる場合には齒車比を大として加速度を上げ、惰行開始を早める事が得策である。瞬間距離増加せる場合は運轉時間縮小の関係上齒車比を小とする必要を生ずるのである。

(6) 界磁制御と電力使用量

弱界磁使用は恰も起動時に大齒車を用ひ、自由走行時に小齒車を置き代へたるに類似するもので、使用電力量を適當に減少せしめ得るものである。弱界磁使用は如何なる場合に於ても一般に利益であると考へられて居る。

電車運轉技術便覽「終」

昭和十三年十二月一日 印刷

昭和十三年十二月五日 發行



電車運轉技術便覽 奥附

【定價金 1 圓 30 錢】

書留郵送料 内地 15 錢、海外 35 錢

著者 電車工學會

名古屋市東區鍋屋町二丁目

印刷兼發行者 山田慶太郎

印刷所 株式會社 交友社印刷部

發行所

郵便私書函名古屋局第三十七號

名古屋市東區鍋屋町二丁目

鐵道專門圖書 出版 株式會社 交友社
各種教科書

振替名古屋 13963 番 電話東 285 番, 2594 番, 7555 番

終