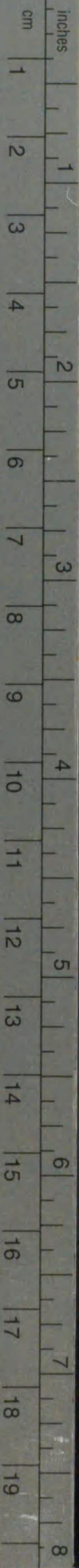


Kodak Gray Scale



© Kodak, 2007 TM: Kodak

- A 1 2 3 4 5 6 **M** 8 9 10 11 12 13 14 15 **B** 17 18 19



Kodak Color Control Patches

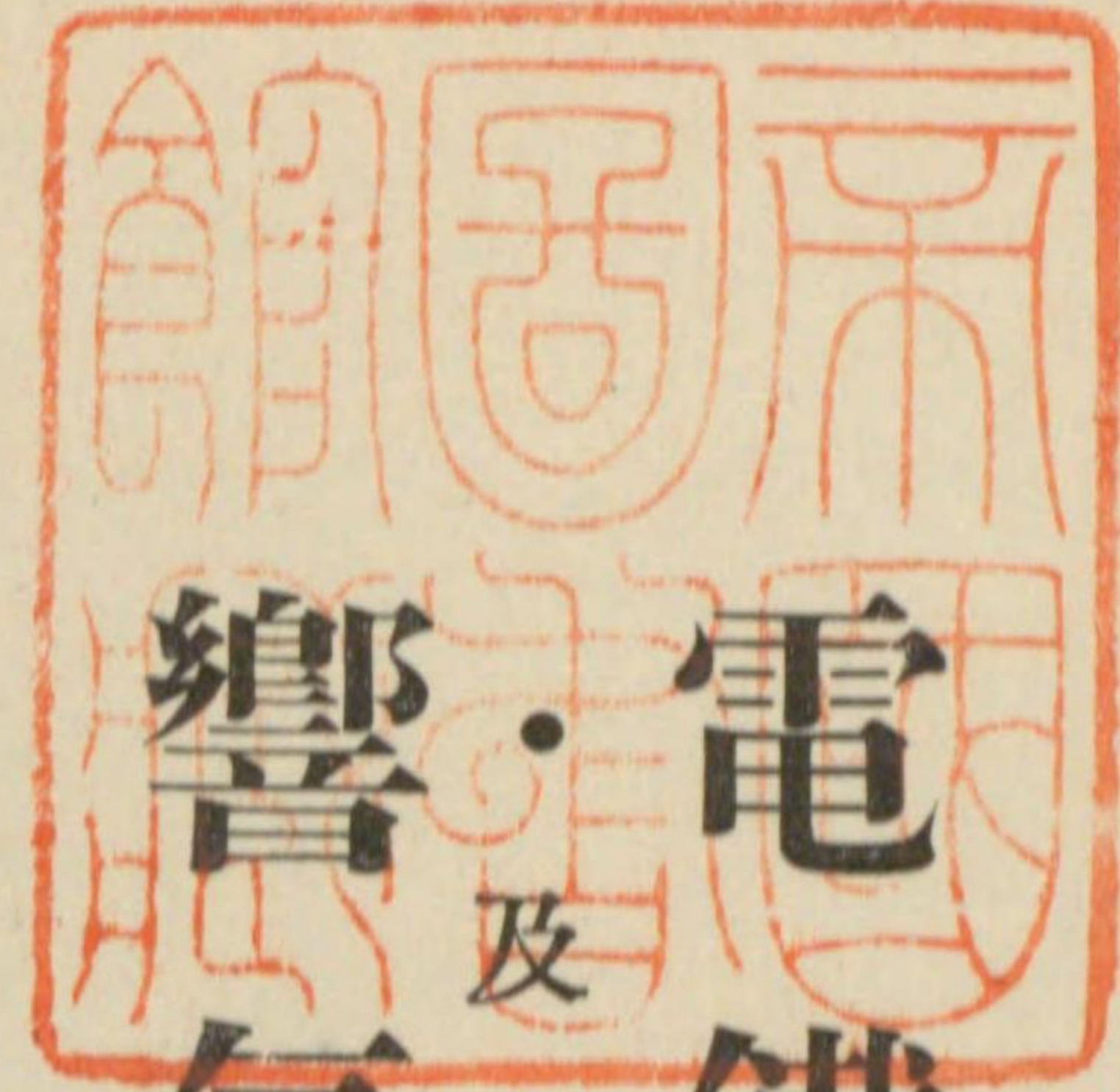
© Kodak, 2007 TM: Kodak

Blue	Cyan	Green	Yellow	Red	Magenta	White	3/Color	Black

563
236

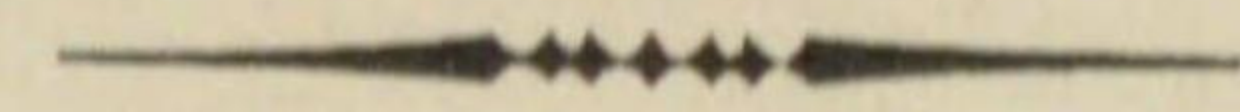
音電
響氣

編科學書



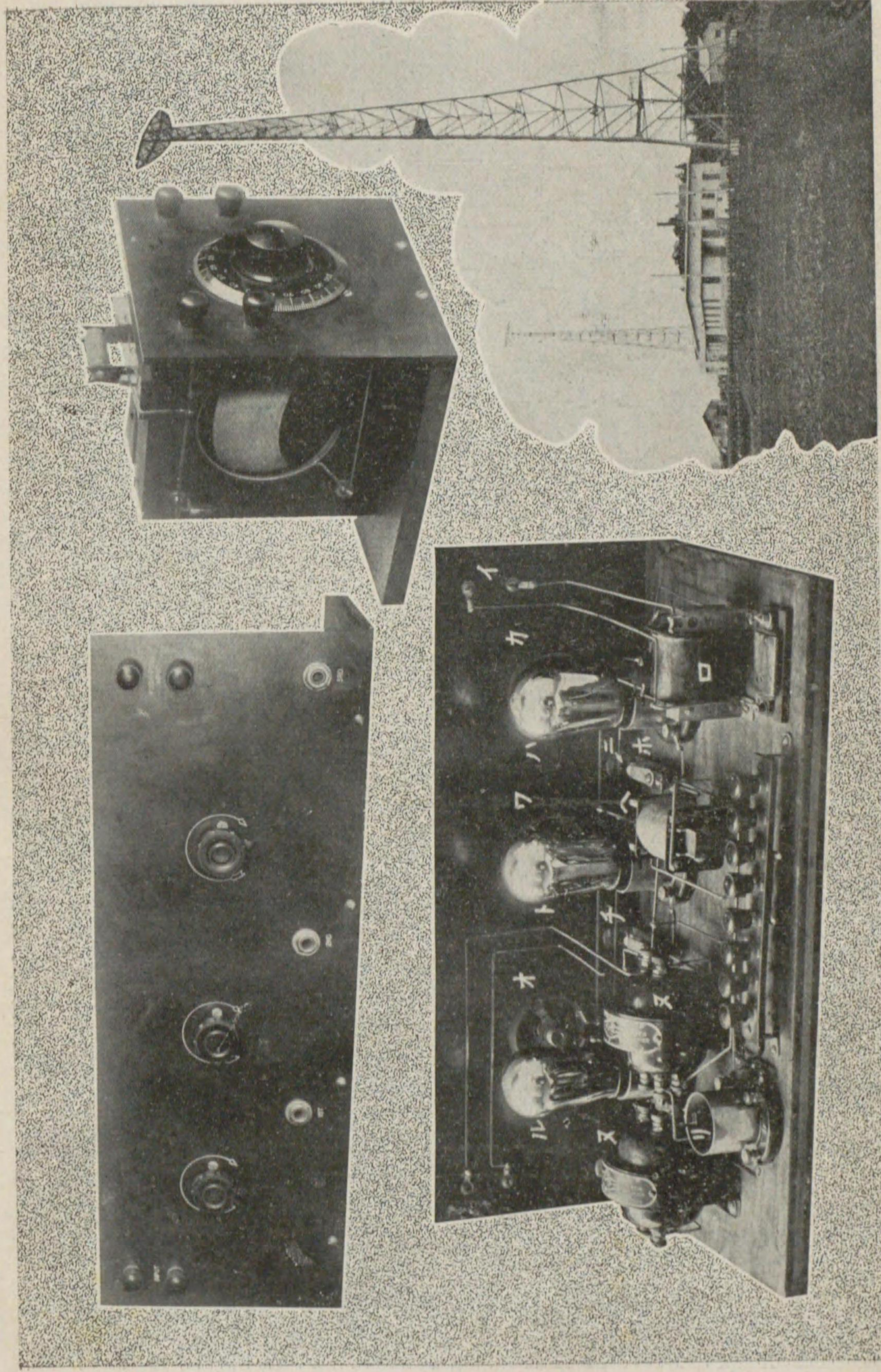
音電
響氣

編學校學機電



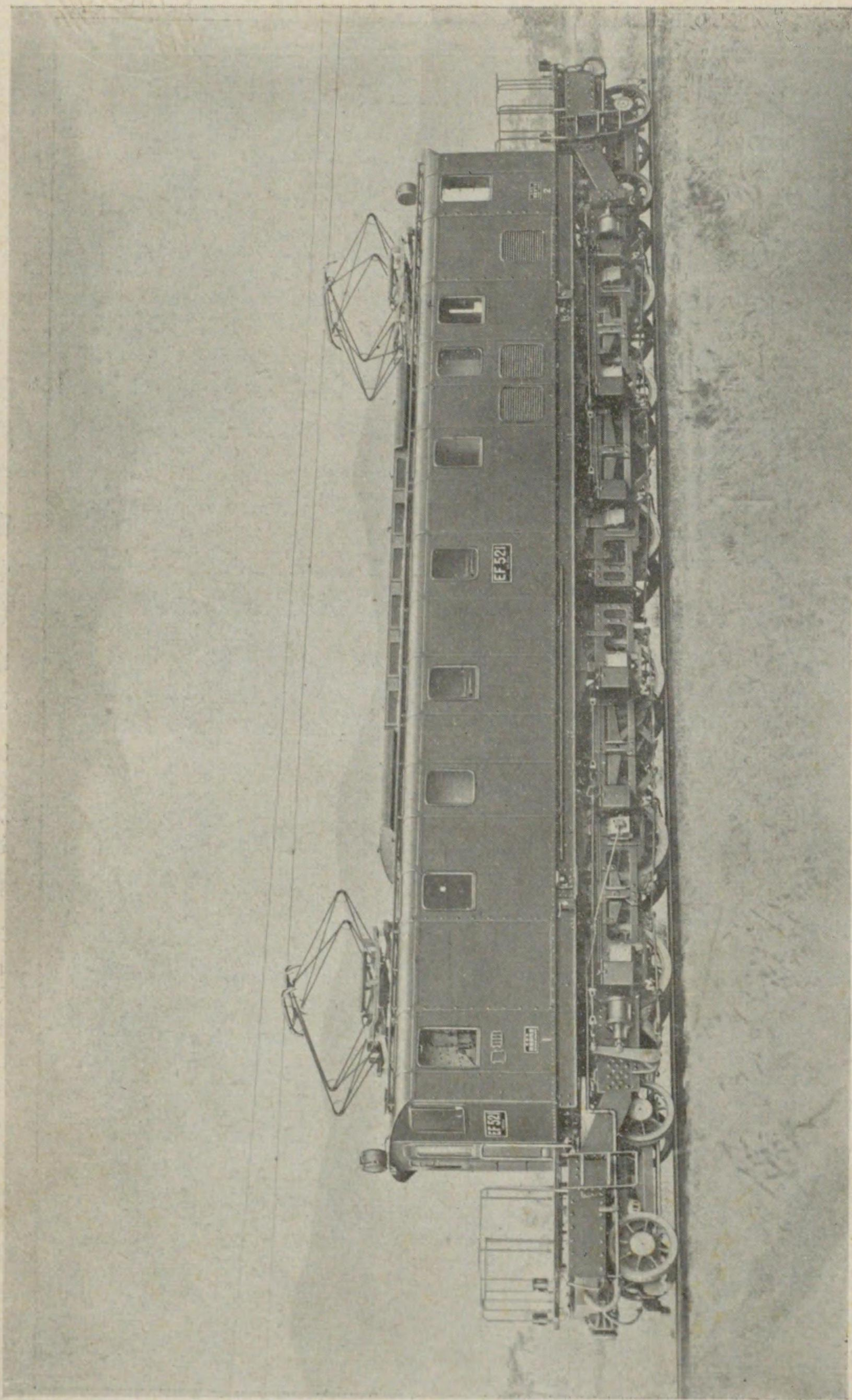
初等電氣工學叢書第七卷





新郷放送所遠景とラヂオ受信装置


(音響電話目次裏の口繪説明参照)



本邦製電氣機關車（電氣鐵道日次裏の口繪説明參照）

563-236

はしがき

 信機關としての電話や、交通機關としての電車は、吾々が社會に於て活動するに當り、耳となり、足となつて助けて呉れる重大なる使命を持つものである。

電話のお蔭で吾々は幾百里を離れた人と、居ながらに話を交へて充分に意志の疏通を計り、用事を使ずる事が出来る。電車のお蔭で吾々は勤務先から遠く離れた閑靜な所に住んで生活を樂む事も出来、日曜の一日を名勝の見物に暮す事も出来る。今や更らに蒸汽運轉の幹線鐵道さへも電化されようとして居る。

斯様に吾々の日常生活に密接の交渉を持ち、駁々として進歩發達をして居る電話や電車が、吾々の學びつゝある電氣の應用である以上は、之れに關する一通りの事柄は吾々の常識として修むべきものである。

本書は電氣工學叢書の第七卷として電話及び其の本源である音やラヂオ受信器の事等を説明し、尙電車の構造や、運轉に關する概念を與へる事を目的としたもので、通俗平易を旨とし、理論や細かな點は凡べて避けた。

更めて申す迄もなく、我國は澤山電氣を起す事の出
來る點に於て、世界有數の國である。其の電氣を充分
に利用すると否とは、一般の人の電氣に關する知識の
有無に依る。専門書はむづかしい。簡單で面白いと
云ふ本には、物足りない點が多い。電氣知識を得たい
欲望にかられ乍ら、希望に副ひ得る書の無いのを啣つ
人々の爲めに、初等電氣工學叢書は生れたのである。

本書を此の叢書の他の卷と併讀翫味されるならば、
電氣工學の基礎知識を完全にし得る事は、疑ひを容れ
ない。

昭和五年二月

編者しるす

音響・電話 目次

第一章 波 動	1—8頁
1 波— 2 横波— 3 波長と振幅— 4 周期と周波數— 5 波の速度— 練習問題 I	
第二章 音 波	9—18
6 音— 7 縦波— 8 波長と周波數— 9 音の區別— 10 音色— 11 音の速度— 練習問題 II	
第三章 共 鳴	19—33
12 光波— 13 絃と空氣柱— 14 唸り— 15 干涉— 16 反射— 17 共振、共鳴— 18 發音體— 19 蓄音器— 練習問題 III	
第四章 電話の原理	34—46
20 電話の發明— 21 電話機の大要— 22 電話の原理— 23 送話器— 24 受話器— 25 誘導線輪— 26 誘導線輪の效用— 練習問題 IV	
第五章 磁石式電話	47—59
27 呼出裝置— 28 電鈴— 29 切换裝置— 30 内部接續— 31 卓上電 話機— 32 電氣事業用電話— 33 携帶電話機— 34 保安器— 練習問題 V	
第六章 電話交換	60—67
35 共電式電話機— 36 電話交換— 37 自動交換— 38 公衆電話— 練 習問題 VI	
第七章 ラヂオ受信器	68—84
39 受信裝置の種類— 40 アンテナ— 41 受信器— 42 電波の共振— 43 檢波— 44 三極真空管— 45 擴大— 46 エリミネーター— 47 眞 空管檢波— 48 レフレックス式— 49 發信裝置— 練習問題 VII	

—(音響・電話 目次終)—

口 繪 の 説 明

右上圖 礦石檢波の受信器で、箱の上にあるのが固定礦石である。本受信器は電氣容量は使はず、單にインダクタンスを變化して同調する型であるから、可變インダクタンスのみが内部にあり、表面には其の可動線輪を動かすダイヤルがある。

左上圖 擴大装置専用器の表面圖

左下圖 上圖のものを外函より引出して後方より見た所で、イは受信器に接續される端子、ロは擴大用變壓器、ハが同用の真空管である。

カはハ用の抵抗器で、之れを廻すダイヤルは上圖の表面に見えて居る。ニ(之れも上圖の右下に見える穴)にラッパのプラグ(栓開閉器)を挿込むと一段擴大の音が聞える。栓が入らぬとホに依つて第二段の擴大装置につながる。

ヘ、ト、ワが第二段の擴大装置であつて、上圖中央の穴にラッパの栓を入れれば二段擴大の音が聞える。

オ、ル、ヌ、リは高級の擴大装置であるから本文にも説明がない。オは抵抗器、ルは同用真空管、又は二つ共變壓器、リは同用承口で、真空管を入れると後が良く見えないので取外した。

右下圖 日本放送協會關東支部新郷放送所の外景

電 氣 鐵 道 目 次

第一章 總 論	1—10 _頁
1 鐵道— 2 電氣鐵道— 3 電氣鐵道の種類— 4 電氣方式— 5 電氣鐵道に必要な諸設備— 6 電流を供給する方式— 練習問題 I	
第二章 軌 道	11—24
7 單線軌道と複線軌道— 8 軌條の形と大いさ— 9 軌道の構造— 10 軌間— 11 曲線及び勾配の軌道— 12 其他の特殊な軌道— 13 轉轍器及び轍叉— 練習問題 II	
第三章 車 輛	25—40
14 車輛— 15 車體— 16 臺框— 17 車臺— 18 車輪、車軸及び軸筈— 19 電氣機關車— 練習問題 III	
第四章 聚 電 装 置	41—45
20 聚電子— 21 トロリー棒— 22 バンタグラフ— 23 接觸靴— 練習問題 IV	
第五章 電 車 線 路	46—58
24 電車線路— 25 電車線— 26 張線式吊架法— 27 腕金式吊架法— 28 イーヤー— 29 フロッグと交叉子— 30 區分碍子— 31 鏈線式吊架法— 32 歸線及びボンド— 練習問題 V	
第六章 電 動 機	59—66
33 電车用電動機— 34 電车用としての要件— 35 直流直捲電動機— 36 電動機の構造— 37 齒車裝置— 38 電動機の取附け— 練習問題 VI	
第七章 速度の制御及び制動	67—77
39 制御と制動— 40 制御法— 41 制御器— 42 總括制御法— 43 制動裝置— 44 手動制動機— 45 空氣制動機— 46 電氣制動— 練習問題 VII	
第八章 電 車 の 運 轉	78—90
47 電車内の配線— 48 電車内の點燈— 49 信號及び警鈴— 50 救助網— 51 保安法— 52 信號機— 53 車庫— 54 變電所— 55 運轉上の注意— 56 列車抵抗— 57 電車の運動— 58 運轉に要する電力— 練習問題 VIII	

—(電氣鐵道 目次終)—

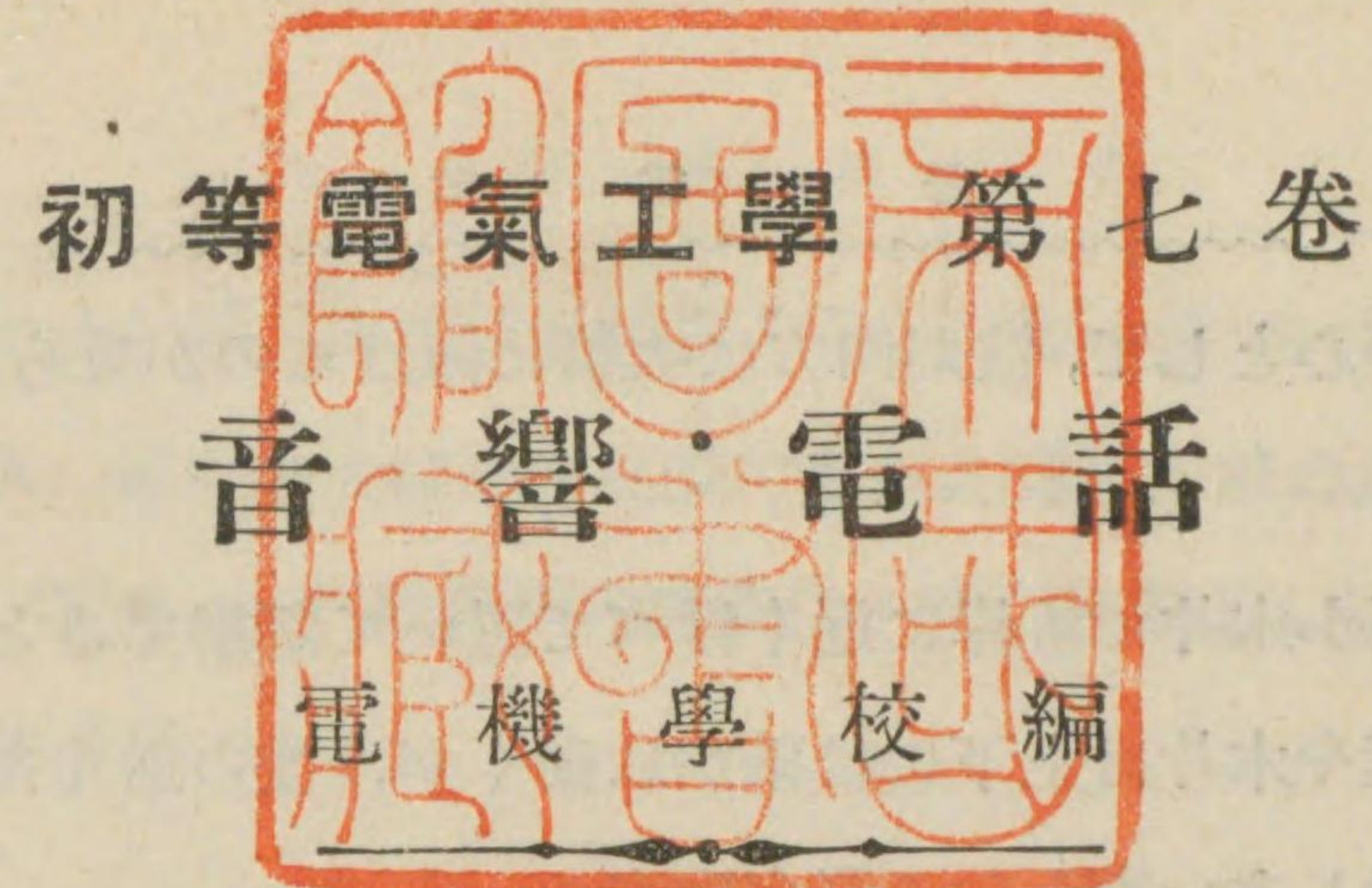
電氣鐵道口繪の説明

本書の口繪に掲げた寫眞は、我が純國産で、現今に於ける最大の電氣機關車たる、鐵道省 EF 52 型の雄姿である。

此の電氣機關車は、長さ 20 800 mm, 幅 2 810 mm, 高さ 3 615 mm, 重量 108 噸で、電動機は一時間定格 230 kW のもの 6 臺取付けられ、牽引力 9 500 疋, 最大運轉速度 95 km/h, 一時間定格に於ける速度 52 km/h, 働輪軸數 6, 誘輪軸數 4 で、日立製作所で製作されたものである。

本文の第 38 頁に記載してある芝浦製作所製の電氣機關車と云ふのも、之と全く同じ型である。

斯様な堂々たるものが、何一つ外國品を使用する事なく、我が國內で出来る様になつたのは、誠に喜ばしいことで、技術者の齊しく肩身廣く感ずるところである。



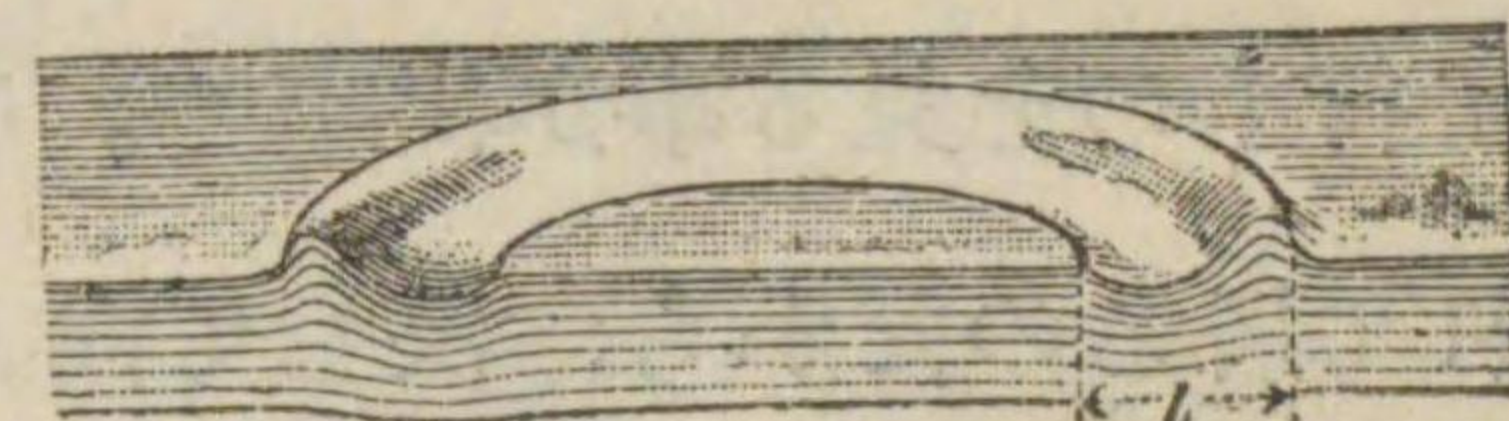
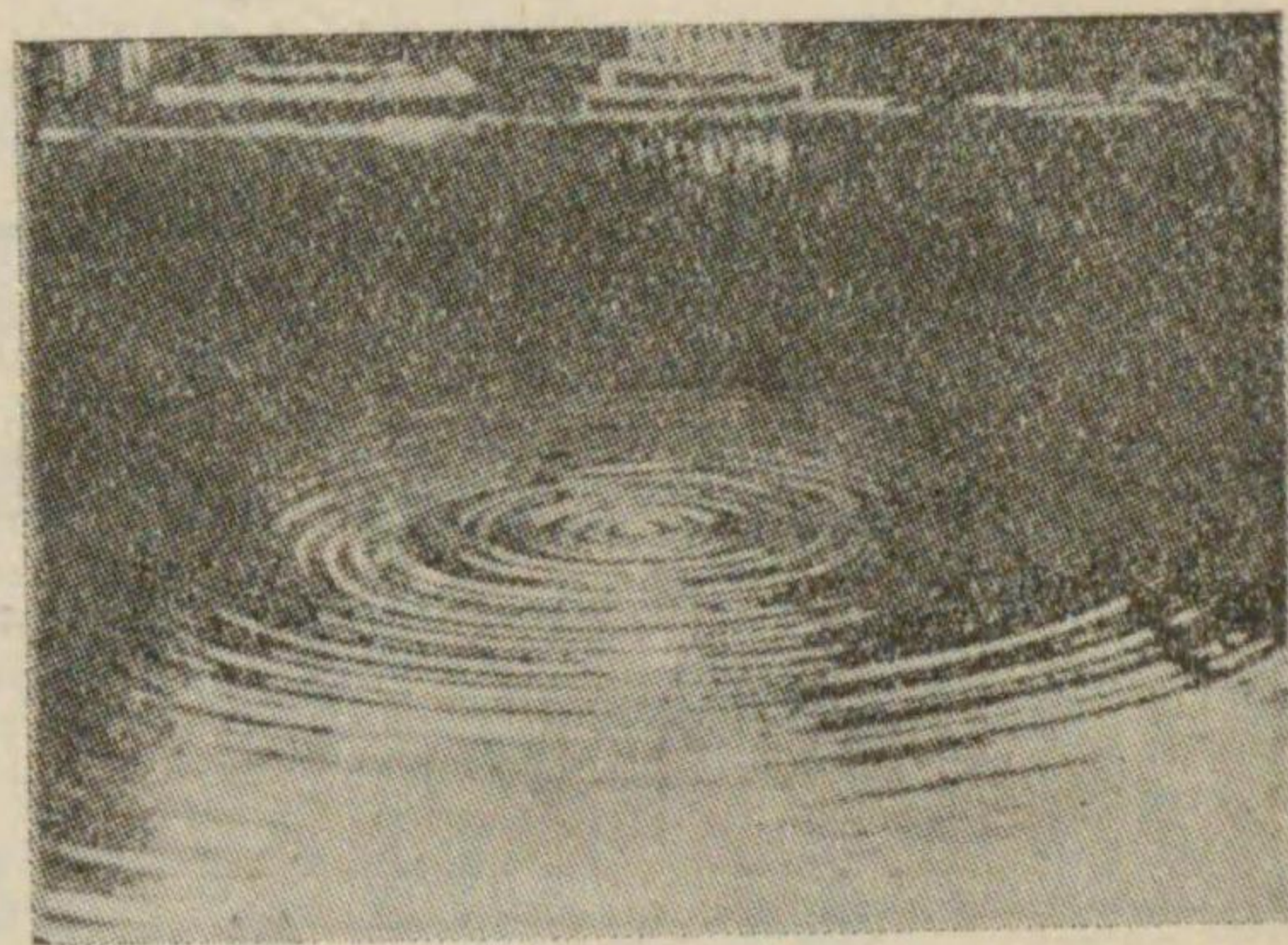
第一章 波動

1. 波 諸君は海を知つて居るであらう。海岸に立つて沖を眺めると、遙か向ふから大波小波が幾百幾千となく、寄せて來ては打上げる。成程上潮あげしほの時なら水嵩みづかさが増すのだから、これも當然だが、引潮ひきしほでもやっぱり波が押し寄せて來る。寄せて來ても寄せて來ても海水が段々ひいて行くとは一寸不思議ではないか。

これが別段不思議ではないのである。實は波打ち際で、波頭が崩れ、泡が砂に交つて渚なづさを這上つて來る所は別として、少し岸から離れると、海水は上下に動くだけで前進はしないのである。

水が移動しないで波だけが動く、何だか本當とは思はれない。それでは風のない日に近所の池か沼に出掛ける。そして小石を一つ水に投込んで見給へ。石が落込ん

第 1 圖



池水の波

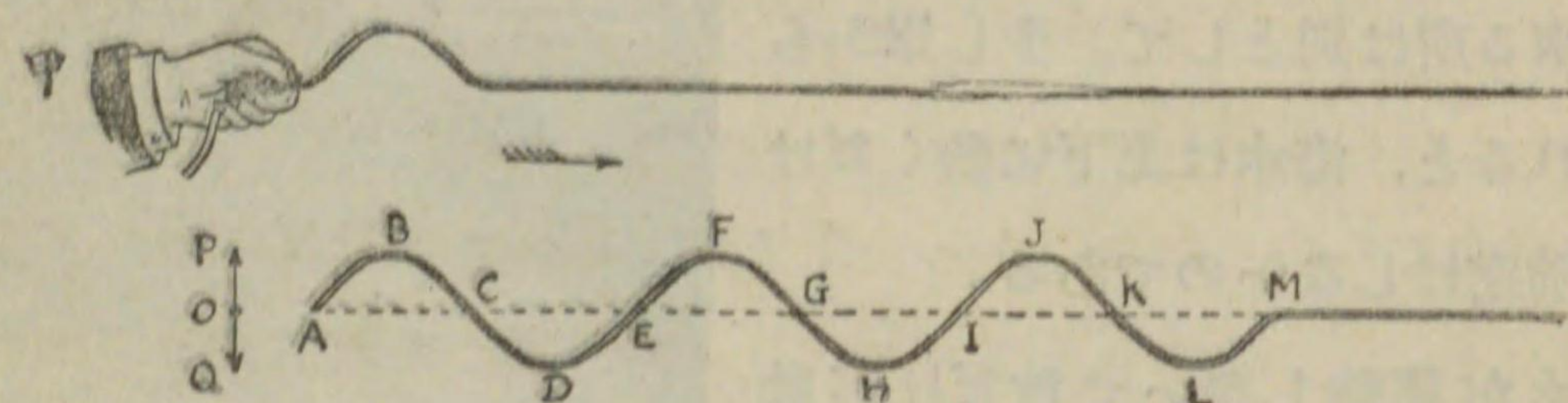
だ水面を中心として、波が四方に次第に傳はるのが見られる。(第1圖)

豫め木葉か木片でも岸に近く浮べて置いて観察すると、波が来た時は木葉や木片は上下には確かに動くが、波の進んだ方向には決して移動しない事を知る事が出来る。

波が水の運動で傳はる事は誰しも疑はない所だが、是等の實驗で見ると、水は上下には動くが、波の進む方向には動かないで、波だけが進んで行く様である。

2. 横波 もつと簡単に出来る實驗がある。稍太くて長い麻繩を床の上に一直線に延ばして置く。其の一端を手を持って一振り振ると、出来た山形がずーと向ふの端まで傳はる(第2圖甲)。繰返し數度旨く振ると第2圖乙に示す様な波が見事に傳つ

第 2 圖



繩の波

て行くのを見る事が出来る。これとても繩自身は手に一端を握られて居るのだから、決して向ふに動いて行くのではない。單に波だけが向ふの端に傳つて行くのである。

凡て波を傳へる物質を媒質と言ふ。海の波では海水、池の波では池水、繩の波では繩が媒質である。媒質が波の進行の方向に動かないでも、それに直角の方向に一定の規則正しい運動をすると、波になるのである。

3. 波長と振幅 一般に波動をするものがあると、其の次ぎ次ぎの高い所を山と言ひ、低い所を谷と言ふ。

第3圖は或る一樣な波動をする池の水の或る瞬時の切口又は繩の波を横から見た一瞬時の有様なのであるが、イからホ迄の波の形と、ホからリまでの波の形とは全く同じである。又ロからへ迄とへから又迄ともさうである。

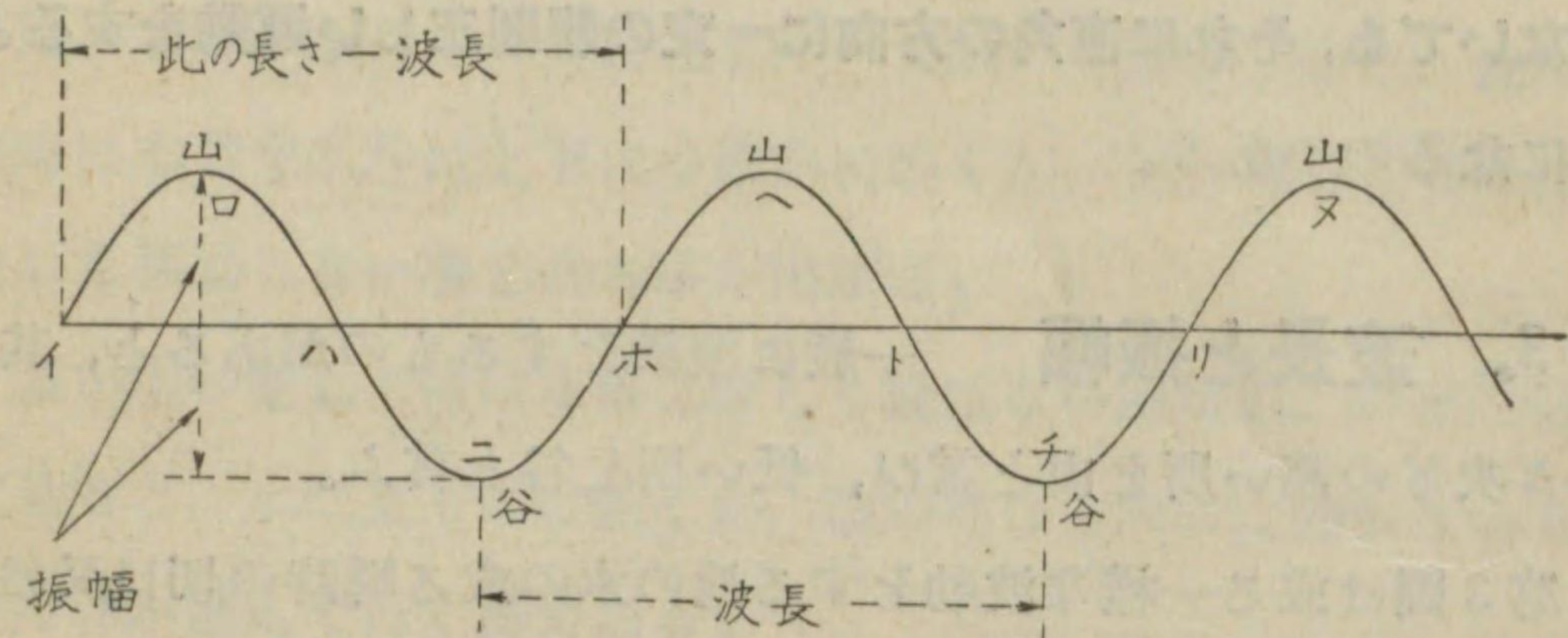
此の一ウネリの長さを其の波の波長と言ふ。

全く一樣な波動ならば、山の高さや谷の深さとは相等しい。即ち平均の位置から山の頂上までの高さや谷の底までの深さは相等しい。平均の位置から山の頂(又は谷の底)迄の距離を振幅と言ふ。これは媒質が波動を傳へる爲めに、波動の進んで行く方向とは直角に、静止の位置から上下に動く距離が振幅だと考へても差支へない。又波長とは丁度其の長さだけ隔つた媒質が全く同じ様子の運動をする様な長さだとも言つて宜しい。第1圖の下側に表はしたのは池の波の切口を示したものであつて、 l が一波長である。

例題 1 第3圖が $\frac{1}{200}$ の縮尺だとして、其の波動の波長と

振幅を物指で測つて計算せよ。

第 3 圖



波 長 と 振 幅

解 波長を測るのに山や谷は何處が山頂か谷底か明かでないから、平均線との切合イホ間又はハト間等で測るが良い。イホ間が 3.5 cm だから波長は

$$3.5 \times 200 = 700 \text{ cm 又は } 7.0 \text{ m}$$

振幅は 0.95 cm と測られるから

$$0.95 \times 200 = 190 \text{ cm 又は } 1.9 \text{ m}$$

4. 周期と周波數

媒質は其の位置で單に上下するだけで、波の方向にはちつとも動かないでも、波動は進行する事が合點されたであらう。所で波動が完全に一ウネリ進行するに要する時間を其の周期と言ひ、普通は秒が單位で表はされる。

波動が一波長進行するには、媒質は完全に上下運動を一回やるのだから、媒質が丁度一廻り完全に上下した時間が周期だと考へ

ても宜しい。

周期が極めて短く、一秒間の小數になる時には、一波長を進むのに要る時間の代りに、1 秒間に何程の波長を進むか、或は1秒間に媒質が幾回完全な往復運動を繰返すかの數を勘定して、之れを振動數又は周波數 (frequency) と言ふ。依つて周波數は周期の逆數、周期は周波數の逆數である。周波數は毎秒幾回と言ふ代りに幾サイクルと言はれる。

例題 2 第 3 圖の波がイからリまで動くのに 0.2 秒かゝつたとすると、其の波動の周波數如何。

解 イからホまでが一波長、ホからリまでが一波長、従つてイからリまでは二波長である。二波長に 0.2 秒かゝつたから、1 波長では 0.1 秒かゝる。此の波動の周期は 0.1 秒である。

$$\text{周波數は } 1 \div 0.1 = 10 \text{ サイクル 毎秒}$$

5. 波の速度

波長と周期とが解ると、其の波動の進行の速度を計算する事が出来る。今波長を λ 、周期を T とすると、一周期は波動が一波長進むのにかゝる時間で、波動が一周波する間に一波長だけ進むのだから、 T 時間中に長さ λ だけ進む。

速度は單位時間中に進む長さだから、波動進行の速度 V は次の様に現はされる。

$$V = \frac{\lambda}{T} \dots\dots\dots (\text{公式 1})$$

これは三つの量の関係式だから、それ等の単位がそれぞれ同一なら何でも良い。例へば λ が m, T が分を単位だと、 V は m 毎分とすれば良く、 λ が cm, V が cm 毎秒だと T が秒になる。

例題 3 或る波動の波長が 200 m で、其の周期が 10 分だと言ふ。其の速度如何。

解
$$V = \frac{\lambda}{T} = \frac{200}{10} = 20 \text{ m 毎分}$$

例題 4 或る波動の波長が 25 m で、其の周波数が 4000 サイクルだと、其の波動の速度如何。

解 周期は周波数の逆数だから

$$V = \frac{\lambda}{T} = \frac{25}{\frac{1}{4000}} = 25 \times 4000 = 100\,000 \text{ m 毎秒}$$

公式 1 は代數式だから、 T と V とが與へられれば λ が求められ、 λ と V とが解れば T が求められる。但し此の公式に數を入れる時には長さや時間の単位が同じになる様に換算して代入しなければいけない。そして周波数を f サイクル毎秒、 T を秒単位とすると $f = \frac{1}{T}$, $T = \frac{1}{f}$ であるから、

$$\lambda = VT \quad \text{又は} \quad \lambda = \frac{V}{f} \dots\dots\dots(1')$$

$$T = \frac{\lambda}{V} \quad \text{又は} \quad f = \frac{V}{\lambda} \dots\dots\dots(1'')$$

例題 5. 空氣中での音の速度は大凡 330 m 毎秒であるが、其の振動数が毎秒 2000 回だとすると、其の周期は何程か、波長は如何。

解
$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2000} = 0.0005 \text{ 秒}$$

$$\lambda = \frac{330}{2000} = 0.165 \text{ m 又は } 16.5 \text{ cm}$$

或は
$$\lambda = VT = 330 \times 0.0005 = 0.165 \text{ m}$$

例題 6. 電波の速度は大約毎分 300 000 km である。或る電波の波長が 400 m だと、其の毎秒の振動數如何。

解
$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{300\,000 \times 1000}{400} = 750\,000 \text{ サイクル (大凡)}$$

練習問題 I

1. 海岸の波で水が実際に沖から打寄せて来るか。池に石を投げて生ずる波では水が岸に押寄せて来るか。
2. 池に石を投げた時の波では水は上下に動くか、前後に動くか、左右に動くか。
3. 池の波、繩の波で媒質は何か。
4. 第 2 圖で B から何處までが一波長か。H からでは如何。此の波の波長は幾 cm か。
5. 第 3 圖の波で、I-H の長さが 20 m であつて、波動がそれを動くのに 5 秒かゝつたとすると、此の波動の波長、速度、周波數及び振幅並に媒質が振幅を動く時間を求めよ。
6. 水を傳はる音の速度が 1450 m 毎秒である。毎秒 3000 回の振動をする音が水を傳はる際の波長如何。

7. 光の波動の速度は電波の速度と同じく大約毎秒 300 000 km であるが、吾人の眼に最も良く見える光波の波長は $0.5 \mu\mu$ 即ち $0.000\ 0005\text{ mm}$ であると云ふ。其の周期及振動数を求める。

【解答並説明】

1. 沖から海水が押寄せて来ない。池の波も水は岸に押寄せぬ。
2. 上下にだけ動く、前後左右には動かない。
3. 池の波の媒質は水、繩の波の媒質は繩。
4. B から F まで。H から L 又は D まで。圖では握拳の長さが 8 mm であるが、實際は 12 cm 位ある。従つて此の圖は $1 \div (12.0 \div 0.8)$ の縮尺と考へられる。一波長の長さは 2.0 cm と圖上で測られる故實際の一波長の長さは $2.0 \times \frac{12.0}{0.8} = 30\text{ cm}$.
5. イハは半ウネリだから、一波長は其の2倍の 40 m 、速度は 20 m を 5 秒 だから、毎秒 $20 \div 5 = 4\text{ m}$ 、半波動くのに 5 秒 だから、周期は $5 \times 2 = 10\text{ 秒}$ である。周波数は $\frac{1}{T}$ だから $1 \div 10 = 0.1$ 回毎秒（尤も斯んなものは周波数と言ふ語を普通使はない）。振幅は圖上のイホ間が 35 mm あるし、圖上の振幅は 9.5 mm あるから比例式で振幅は $40 \times \frac{9.5}{35} = 10.8\text{ m}$ である。媒質が振幅を動く時間は一周期の $\frac{1}{4}$ だから（一波長だけ波が進む間に媒質は振幅を上下に二回往復即ち四回通る） $10 \div 4 = 2.5\text{ 秒}$ 。

$$6. \quad \lambda = V/f = 1450 \div 3000 = 0.483\text{ m}$$

$$7. \quad T = \lambda/V = 0.000\ 0005 \div (3 \times 10^{11}) = 1.67 \times 10^{-18}\text{ 秒}$$

$$f = V/\lambda = \frac{300\ 000 \times 1\ 000\ 000}{0.000\ 0005} = 6 \times 10^{17}\text{ サイクル}$$

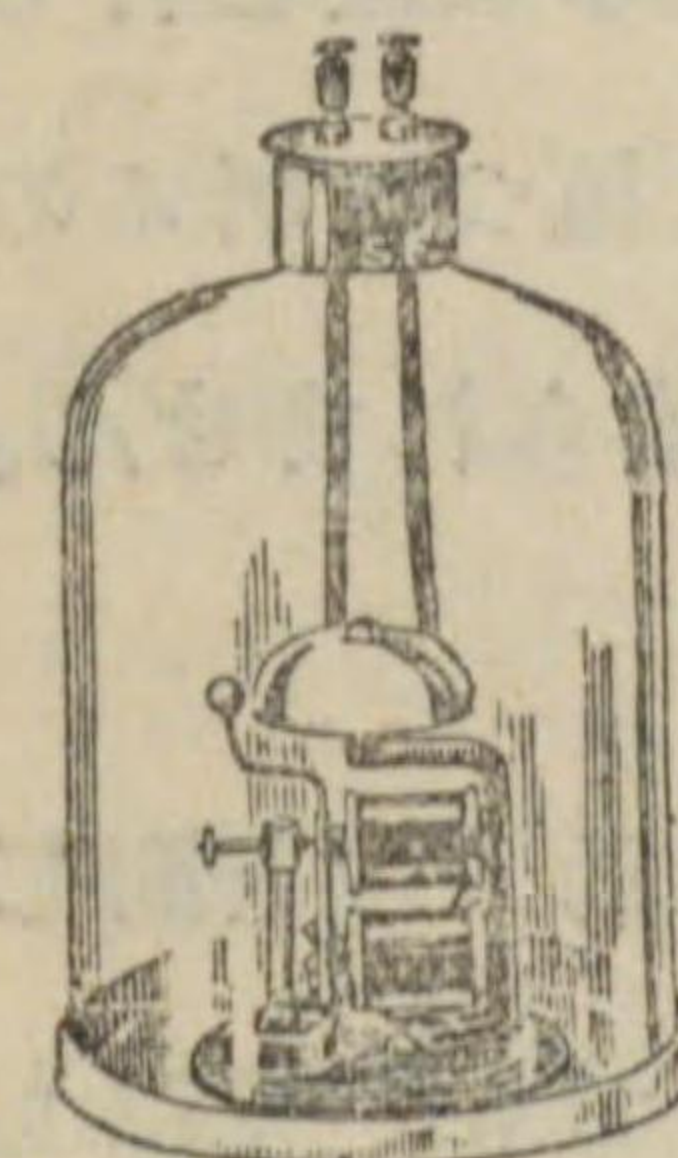
第二章 音 波

6. 音 耳で感ずる事が出来るものが音である。音にも色々ある、鳥の聲、蟲の音、鐘、太鼓、笛、マンドリンなどの音は孰れも愉快的な感じを與へるので、これ等を樂音と言ふ。車の走る音、戸を叩く音などの様に愉快的な感じを與へないものを、噪音と言ふが、然し兩者の間に明瞭な區別がある譯ではない。

音を發してゐる物體を發音體と言ふが、發音體は其の音を發して居る間は必ず振動して居る。其の事は鐘や太鼓などを鳴らして、軽く之れに手を觸れて見ると解る。樂音と噪音との區別は唯其の振動が前者では比較的規則正しく、噪音は甚だ不規則なのに基づくのである。此處では極く簡単な樂音に就てのみ述べる。

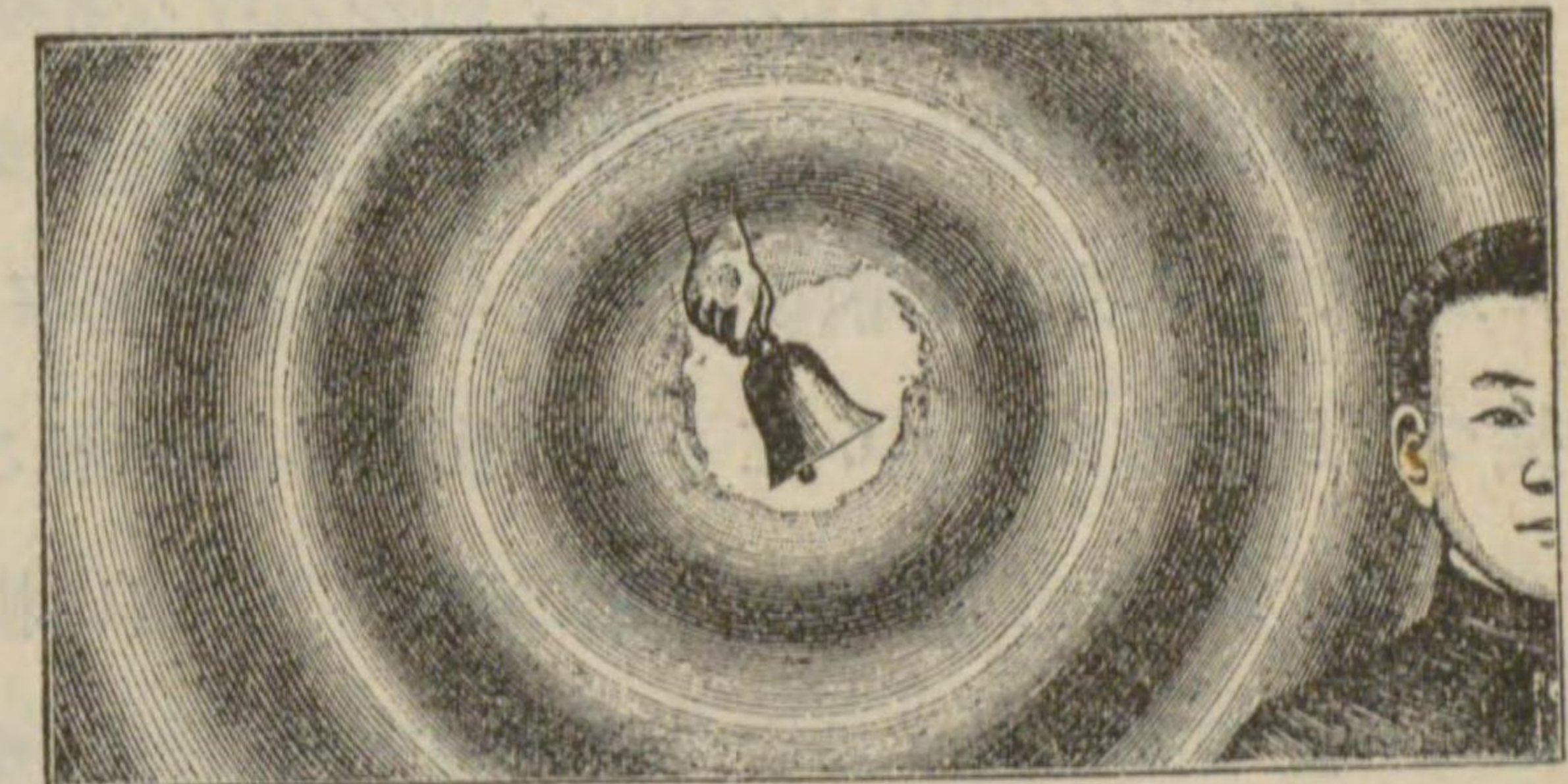
發音體の音としての振動をどうして耳が感知するか、それは主

第 4 圖



排氣鐘内の電鈴

第 5 圖



音 波

として空気が、音波と稱する波を生じて、それを耳の器官に傳へるからである。其の事は自働的に鳴る鐘か電鈴を排氣鐘に入れ、鐘や電鈴を鳴らしながら空気を排除する（第4圖）。鐘や電鈴が鳴つて居る筈なのが眼に見えても、耳には聽えない。空気を入ると直ぐ聽えて來るので、空気が音を傳へる事が解る。

第5圖は鐘を鳴らして音波が耳に傳達する場合の空気の波を想像して畫いたものである。

7. 縦波 所で音波は空気の振動で傳へるから、媒質は空気である。然し音を傳へる場合の空気の運動は池の波での水の運動とは大變に趣が違ふ。

今迄の波では媒質の運動が其の波の方向と直角であつた。之れを横波と云ふが、音波は之れと違つて媒質の振動の方向と波の進行の方向とが一致したものである。之れを縦波と言ふ。

豊かに實つた秋の田は吾々に取つて一番大切なものです。折しも風がさーっと吹いて來ると、頭の重げな稻穂は見事な波を打ちます。あれが縦波です。さうでせう、稻は根が田に植つて居るのだから、風の方に前後には揺られるが、上下には揺られません。従つて風の方に動いても波は出来る事が解る。

つまり媒質が前後即ち波動の進行の方向に横波で動いたと同じ様な一定の運動をすると、波動の方向には進まないでも、やはり波だけが進む。音波は實に此の縦波なのです。

發音體が空気中で振動すると、之れに接觸して居る空気は先づ壓縮されて密となり、次で振動體の逆運動で真空が出來てから引戻されて疎になり、發音體に接觸する空気は往復運動を強ひられる。之れが次ぎ次ぎに傳つて音波となるのです。従つて音波は縦波であるが、密の部と疎の部と交る交る進行する所から疎密の波とも言はれる。第5圖では疎の所は良く解らないが、密の所は時間が経つに従つて次第に四方に移つて居るのが解る。

8. 波長と周波數 縦波でも波長の周期及び周波數の意味は全く横波と同じである。媒質分子の運動の有様は全く同一であるが、唯其の運動の方向が波の進行方向と直角であるのと同一直線上であるのが違ふだけであつて、一周期とは媒質が完全の一往復運動を完了する時間で、其の間に波は一波長だけ進む。横波の山の頂や谷の底の代りに縦波の密の中心や疎の中心を考へると同じである。

周波數が周期の逆數である事及び、波長と周期と波の移動速度との公式1の關係は横波であると縦波であるとの區別は無く、全く同一に當嵌める事が出来る。従つて例題5でやつた事は正しい。

例題7. 第5圖の音波の波長如何、但し縮尺を $\frac{1}{10}$ とする。そして音波の速度を毎秒330mとしたら周波數はどのくらゐか。

解 第5圖では密の中心が解らないが疎の部は白い條で明か

に見えて居るから、耳の附近で測つて見ると 1.0 cm ある。従つて実際の波長は $1.0 \times 10 = 10$ cm である。

次に周波数を求めるのに公式 (1) に依るのだが、単位を合せる爲め $330 \text{ m} = 33\,000 \text{ cm}$ とする。

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{33\,000}{10} = 3\,300 \text{ サイクル 毎秒}$$

9. 音の區別

樂音内でもピアノとヴァイオリン、ラッパと笛、大太鼓と小太鼓は容易に區別が出来る。同じ音でも種々聞き分けられる。

音の區別をするのに次の三つの違つた事柄ことばに依るのが普通である、即ち

1. 音の強弱
2. 音の高低
3. 音色ねいろ

高い音と強い音とは同じではないかと思ふ人もあらうが、女の聲は甲高いソプラノかんだかに適し、男の聲がバスで甲高くない。然し女の聲が男の聲より強いとは思はないだらう。太鼓の音とヴァイオリンの音でも、前者は一般に低くて強く、後者が高くて弱い。

音波は空氣の波で表はされるのであるが、音の強弱や高低は波のどんな所で違つて來るのであらうか。

音の強弱は振幅の大小で定まる。強い音とは振幅が大きな音

で、弱い音とはそれが小さな音である。普通に音が大きいとか小さいとか言ふのは此の強弱の事を意味する。

音は物體の振動で發生し、空氣は其の振動を其の儘傳へる。其の振動数の多少で音の高低が定まる。勿論振動の多い程甲高く聴え、ドラ聲は振動数が少ない。

従つて振動数が多くても振幅が小であると甲高くて弱い女らしい、或はヴァイオリンの様な音になり、振動数が少くて振幅が極めて大であると大砲の様な、軍人の號令の様なドラ聲ではあるが遠くまで聴える音になる。

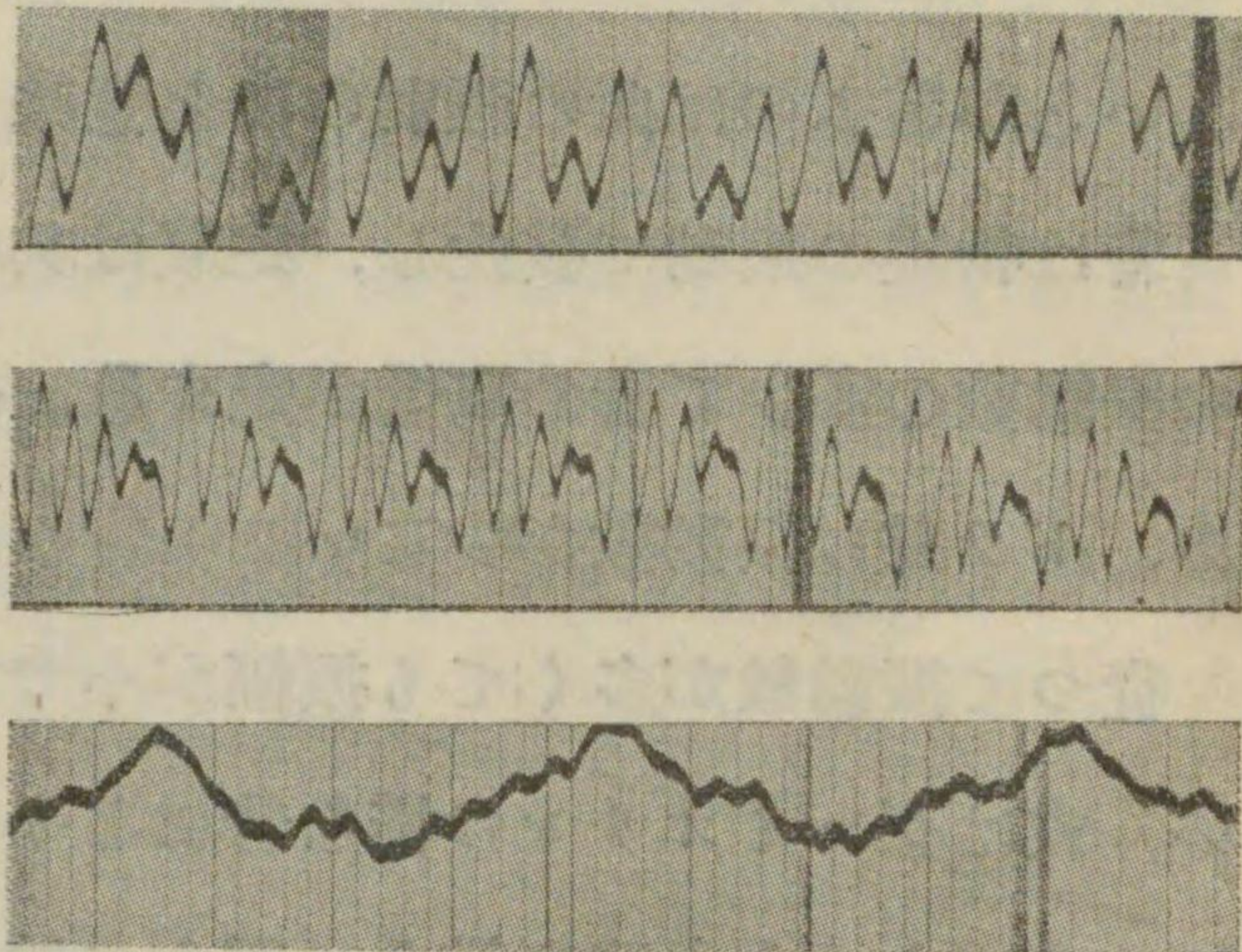
吾々に聴える音は振動数が毎秒 20 回以上 30 000 回以下の間で、20 回以下や 30 000 回以上になると音として耳には感じない。丁度エーテル振動が一定の範圍を超えると吾々は光としては眼に感じなくなるのと良く似て居る。其の内でも人の聲の内に入つて居るのは 40 回位から 1 000 回位までで、普通の談話の音の振動数は男子が毎秒 90 乃至 140 回、女子が 270 乃至 550 回のものだと言はれて居る。

10. 音色

甲の聲と乙の聲とは同じ語を言つても容易に聞き分けられる。従つて音の強弱、高低以外に各個人を區別する微妙なものがあるのに相違ない。

第 6 圖は電話の受話器即ち話しを送り込まれる器の振動板が簡単な音を受けた時の振動する有様を曲線で示したものである。

そしてアと言ふ音を出す
と誰れの聲でも受話器の
振動板は大體同圖最上に
示す様な變化をするが、
甲のアと乙のアでは其の
内の細かい所が少し違つ
て來るのを、耳が聞き分
けるのである。



電話受話器振動板の振動

11. 音の速度 音波の三要素の内、振幅は音の強弱を、振動数は音の高低を、音色は其の波形で表はされる。波長だけが何も表はすものがないのは不都合だが、これには譯がある。

各種實驗の結果音が遠方に傳はる際には、其の高低や音色は變らず、言換へると其の振動数や波形には變化がなく、單に其の振幅が小になつて即ち音が次第に弱くなつて行く事が解つた。

それから其の傳はる速度は媒質のみに關係して、音が高いから速い事もなく、如何に強くても速いとは限らない。そして空氣の場合には溫度や氣壓にも關係し、攝氏零度附近で 331 m 毎秒である。20° 附近だと 340 m 毎秒以上になる。風がある場合は夫れだけ加減される事勿論である。従つて空氣を傳はる音波の波長は振動数が解ると自然定まつて來る。

空氣以外の瓦斯體や液體は勿論、固體でも音を傳へる。一般に

其の物質の彈性率や密度等に依つて大いに其の値が違ふ。例へば水は空氣の 4 倍以上、金屬は 12 倍内外、硝子も其の位の速度で音を傳へる。然し音を傳へる量は少い、即ち音を傳へる際の振幅の減り方は空氣の場合に比べて著るしく大である。

例題 8. 花火を見てから 3 秒かゝつて花火の音を聞いた。花火の開いた所までの距離如何。

解 光の速度は毎秒 3×10^{10} cm であるから、此の場合之れに要した時間は勘定に入らない。すると 3 秒間に音が傳はつた距離だけ遠くて花火が開いた事になる。音の速度を 340 m 毎秒とすれば、

$$340 \times 3 = 1020 \text{ m}$$

念の爲め光が之れに要した時間を計算して見よう。

$$1020 \div (3 \times 10^8) = 0.00000340 \text{ 秒}$$

従つて 3 秒に比べて百萬分の一で勘定には入らない。

例題 9. 男の聲の波長の範圍如何。

解 聲の速度を 340 m として

$$\text{周波數 } 90 \quad 340 \div 90 = 3.78 \text{ m}$$

$$\text{" } 140 \quad 340 \div 140 = 2.43 \text{ m}$$

練習問題 II

1. 樂音は樂器の音の事か。
2. 縦波とはどう言ふ波か。

3. 縦波と横波とはどう違ふか。
4. 音は疎密の波であるか。池の波は如何。光は如何。
5. 疎密の波の振幅、波長及び周期とは何を言ふか。
6. 蚊の鳴音と大砲の音とは音波の上でどう違ふか。
7. 遠くまで聽えるのと聽えないのはどういふ所から來るか。
8. 甲高い聲は遠くに聽えるか。小蒸汽船のビーと言ふ汽笛と、商船のポーと言ふ汽笛で考へて見よ。
9. 女子の聲が空気を傳はる時の波長の限界如何。
10. 稲妻を見てから雷鳴を聞く迄に 4.8 秒かゝつた。雷の場所ほどの位離れて居るか。音の速度は毎秒 345 m とする。
11. 鐵道線路に添って居る電柱に耳を當てゝ聽くと、其の附近に列車が進行して居るかどうかを早く知る事が出来ると言ふ。何故であらうか。
12. 1000 m 離れた甲乙兩地に立つて、乙で打つたピストルの煙が見えてから音が聽える迄の時間を甲で測つた所 2.8 秒、又甲で打つたピストルの煙が見えてから音が聽える迄の時間を乙で測つた所 3.1 秒と言ふ結果を得た。どう言ふ譯であらうか。但し乙地から甲地に向つて風が吹いて居た。

【解答並説明】

1. 樂器の音に限らず一般に比較的規則正しい變化をするものを樂音と言ふ。
2. 媒質の運動が波動の進行方向と一致する波動である。

3. 横波では媒質の運動が波動進行方向と直角であるし、縦波では一致する。
4. 音は疎密の波である。池の波は疎密の波ではない。光はまだ述べてないが、やはり横波である。
5. 疎密の波の振幅は媒質の中心の位置から前後に動いた終點までの距離である。波長は疎の中心から次の疎の中心又は密の中心から次の密の中心までの距離である。周期は波動が一波長進行するのに要する時間である。
6. 蚊の音は高くて弱く、大砲の音は低くて強い。音色が變つて居る事は申す迄もない。
7. 振幅の大きなもの程即ち音の強い程遠くまで聽える。
8. 甲高い聲は必ずしも遠くまで聽えない、唯だ振動数が多いだけだから。振動数の多い小蒸汽船のビーが、その少ない商船のポーより遠くに聽えないのは容易に想像出来る。

9. 空気を傳はる速度を 340 m とすれば

$$\lambda = 340 \div 270 = 1.26 \text{ m}$$

$$\lambda = 340 \div 550 = 0.62 \text{ m}$$

10. 距離 = $345 \times 4.8 = 1556 \text{ m}$

11. 電線が空気よりも速かに音を傳へ、其の振動が電柱に傳はるからである。
12. 之れは風が音の傳はるのを或は助け或は反抗するからである。今音の速度を V_1 、風の速度を V_2 とすれば、時間の短い甲

の方には両方が加はり、乙へは差引される。

$$(V_1 + V_2) \times 2.8 = 1000$$

$$(V_1 - V_2) \times 3.1 = 1000$$

上式から

$$V_1 + V_2 = 357$$

$$V_1 - V_2 = 323$$

$$2V_1 = 357 + 323 = 680 \quad \therefore V_1 = 340 \text{ m}$$

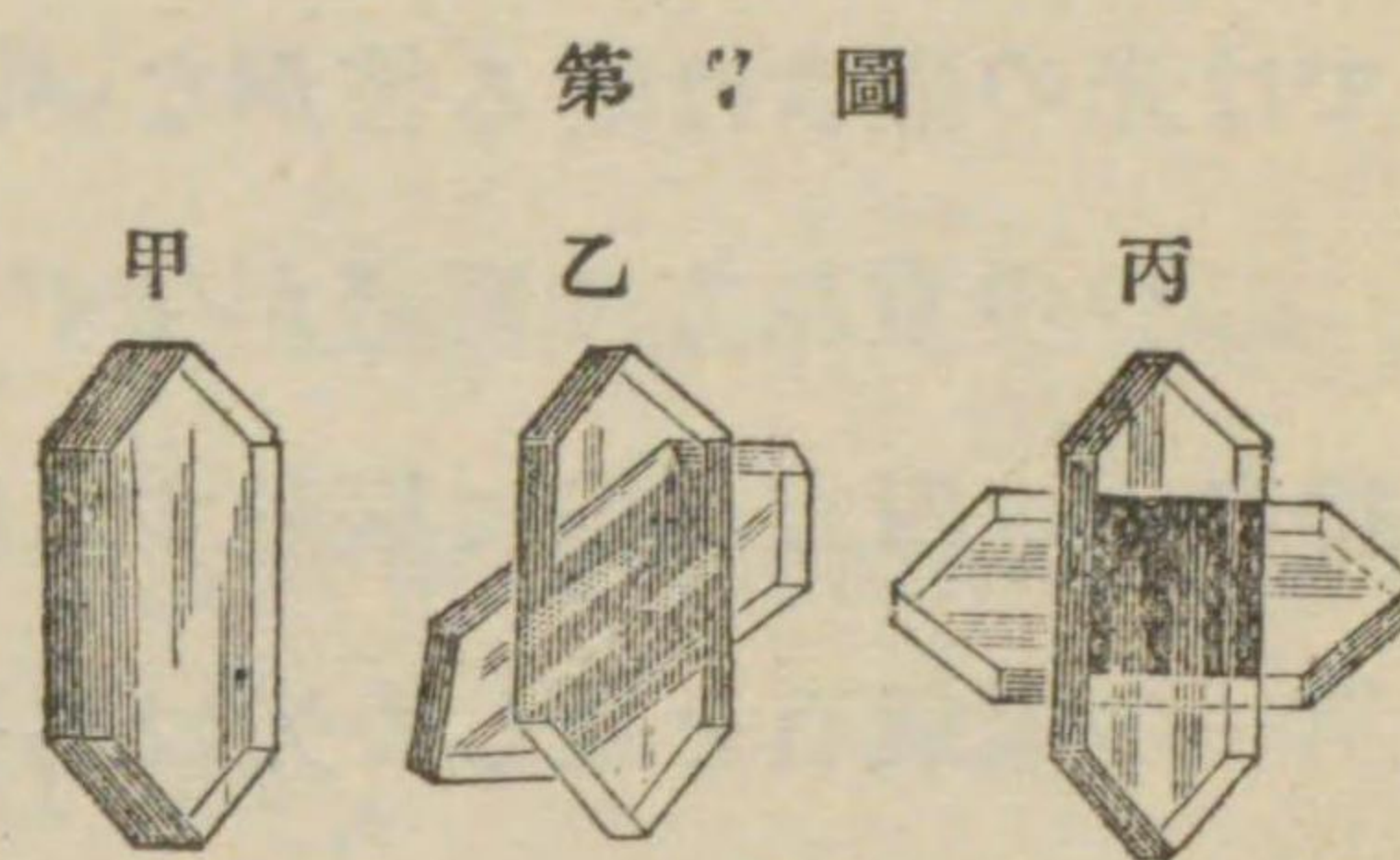
$$2V_2 = 357 - 323 = 34 \quad \therefore V_2 = 17 \text{ m}$$

第三章 共 鳴

12. 光 波 光がエーテルを媒質とした波動である事は既に述べた。其の波動が縦波ではなく横波である事は次の様な実験で證據立てられる。

電気石と言ふ礦石を薄い板にして、日光を透して見ると薄い青緑色をして居る。夫れを二つ取つ

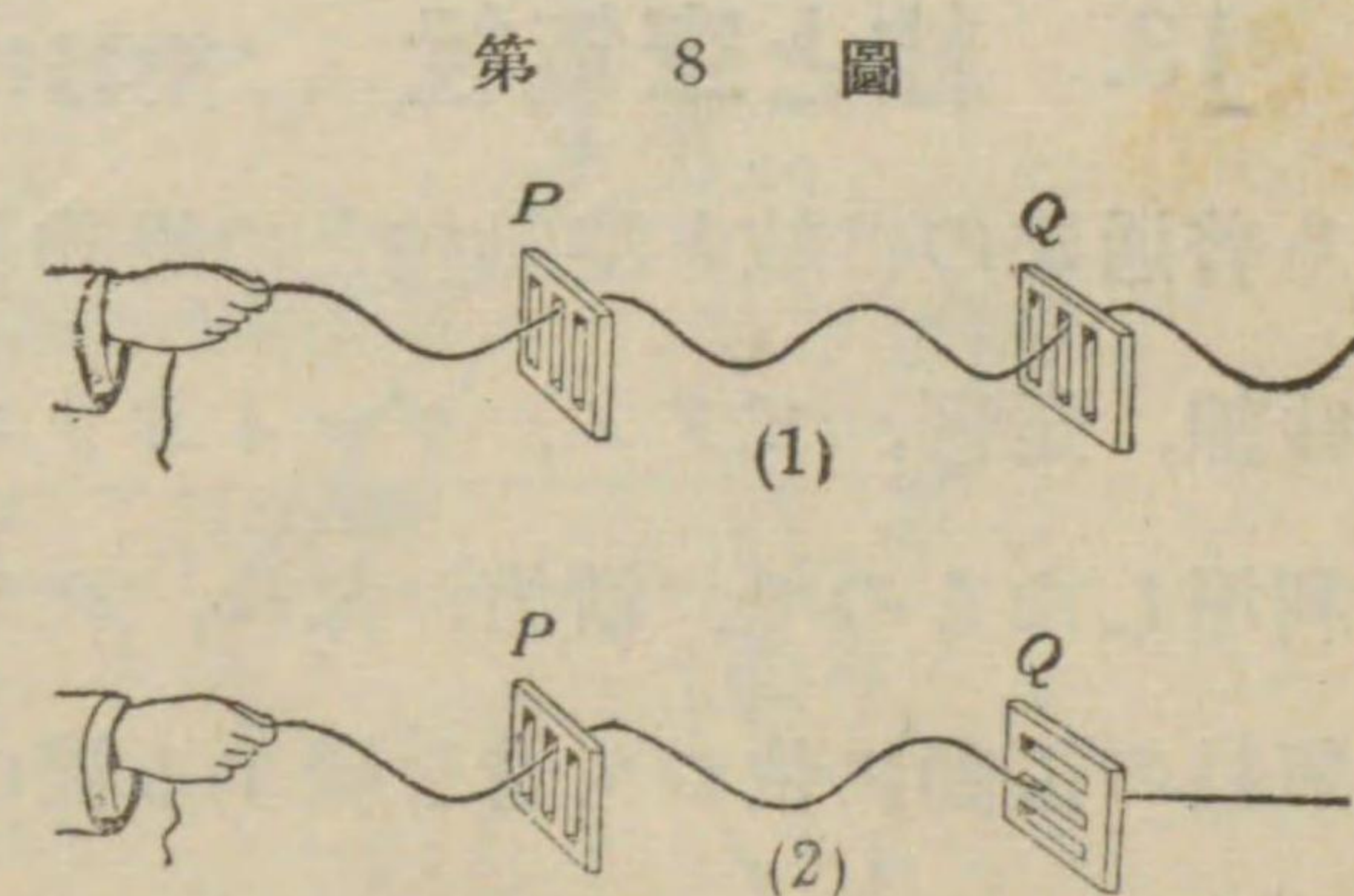
て重ねて見ると第 7 圖甲の様に同じ形の儘で合せたのでは別に大した變化は認められない。所が一方に傾けると重つた所は甲圖の場



電気石の偏光

合よりも著るしく暗くなり、同圖丙に示す様に直角に重ねると全く暗黒になる。重ねないで一つ一つでは、どう廻さうか明るさに其の様な變化はない。

此の事實は第 8 圖の實驗から推して考へると説明がつく。今簾か縦格子の様に上下には自由に通れて、之れと直角の左右の方向には通れない同圖 P, Q の様



簾の方向と波の方向

なものがある。之れに横波を通すと、(1)圖の様に簾又は格子の向

が同じであれば横波をして居る綱は今迄通りに振動出来るが、同圖の(2)に示す様に格子が互に直角に置かれると、第一の格子を通つた波は第二の格子は通れない。

電氣石は或る方向の光の振動は通すが、之れと直角の方向の振動は通せない性質を持つて居る。一つの電氣石では其の位置で光の強さに関係のない所から、光波は四方八方に振動して居る横波か縦波かであるが、若し縦波なら幾ら格子を通つても格子の位置では光の強さは變る筈がない。

二つの重ね方で明暗が生ずる所から見ると、光は縦波ではあり得ない。四方八方に振動する横波だとすると第8圖の考へか、第一の電氣石を通した光は格子の方向だけの振動だけが残され、他は邪魔されてしまふから、第二の格子は最早光が通れない。

依つて光はエーテルが進行方向と直角の面で四方八方に振動して生ずる横波的の波動だと言ふ結論になる。

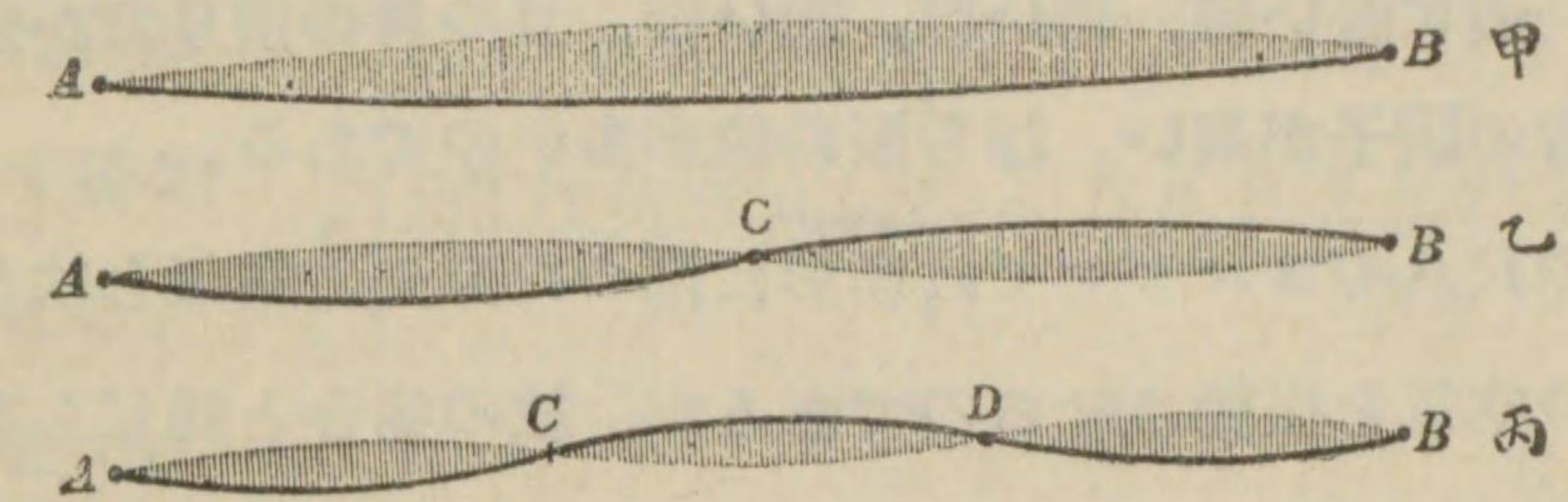
13. 絃と空氣柱

樂器にも其の種類が種々あるが、最も普通なのは絃と空氣柱との振動を利用したものである。琴、三味線、琵琶、ピアノ、ヴァイオリン、マンドリン等は絃の振動を利用したもので、横笛、尺八、クラジオネット等は其の管内の空氣柱の振動に依つて音を發する様に作られたものである。

琴糸其他の樂器の糸を絃と言ふが、絃の兩端を強く張つて、其の中央部を弾ざると、絃は全體として振動するが、中央部を軽く

押さへ、絃の端から全長の $\frac{1}{4}$ の所を弾ざると、中央部を直ぐに放しても第9圖乙の様に絃の兩半が別々に振動し、甲の場合の

第9圖

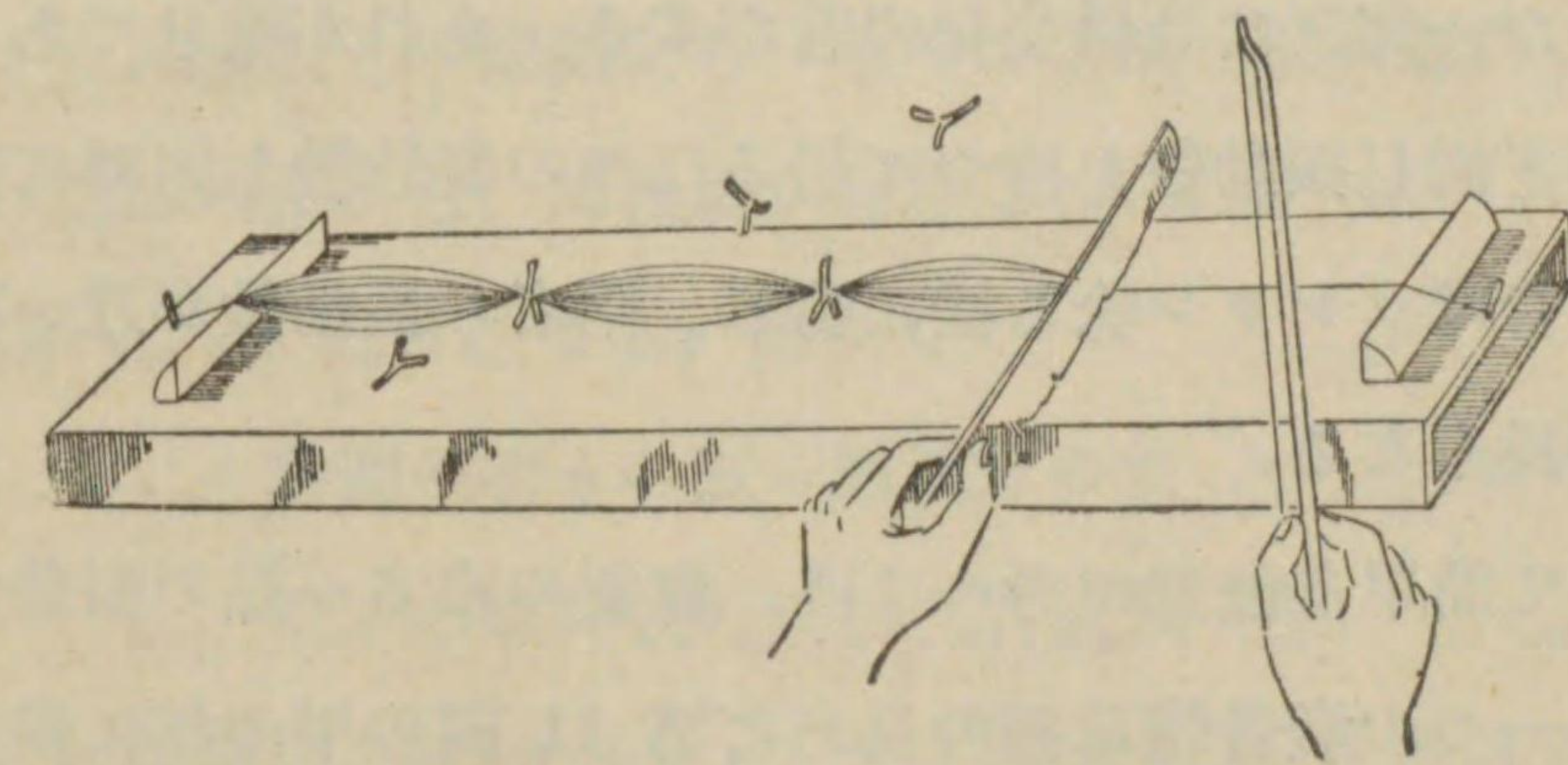


絃の振動

2倍の振動數を有する音を發する。 $\frac{1}{3}$ の所で押へ、 $\frac{1}{6}$ の所を弾ざると同圖丙の様に波長が $\frac{1}{3}$ の波が3倍の周波數で振動する。此の事は弾ざる強さには関係がない。

今第10圖の様に小さな紙片を絃に跨がせて置き、全長の $\frac{1}{4}$ の所を羽毛等でゴク軽く押へ、 $\frac{1}{8}$ の所を擦ると跨がつた紙片

第10圖



絃の振動

は飛んで絃の振動する事を示すが、丁度全長の $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ の所にある紙片は其の儘止つて、其處が振動しない事を示すので以上の事柄が尙ほ良く解る。

絃は一般に軽い程、細い程、短い程、且つ其の張り方が強い程發する音の調子が高い、即ち振動数が多いのである。

横笛や尺八やオルガンでは楔形に削つた双先に空氣を吹き掛けて管内の空氣を振動させるのであるが、絃の場合と同じく其の長さで振動数が違ふ。笛の穴は管の中の振動する空氣の長さを變へて其の音の振動数を加減するのに使はれる。

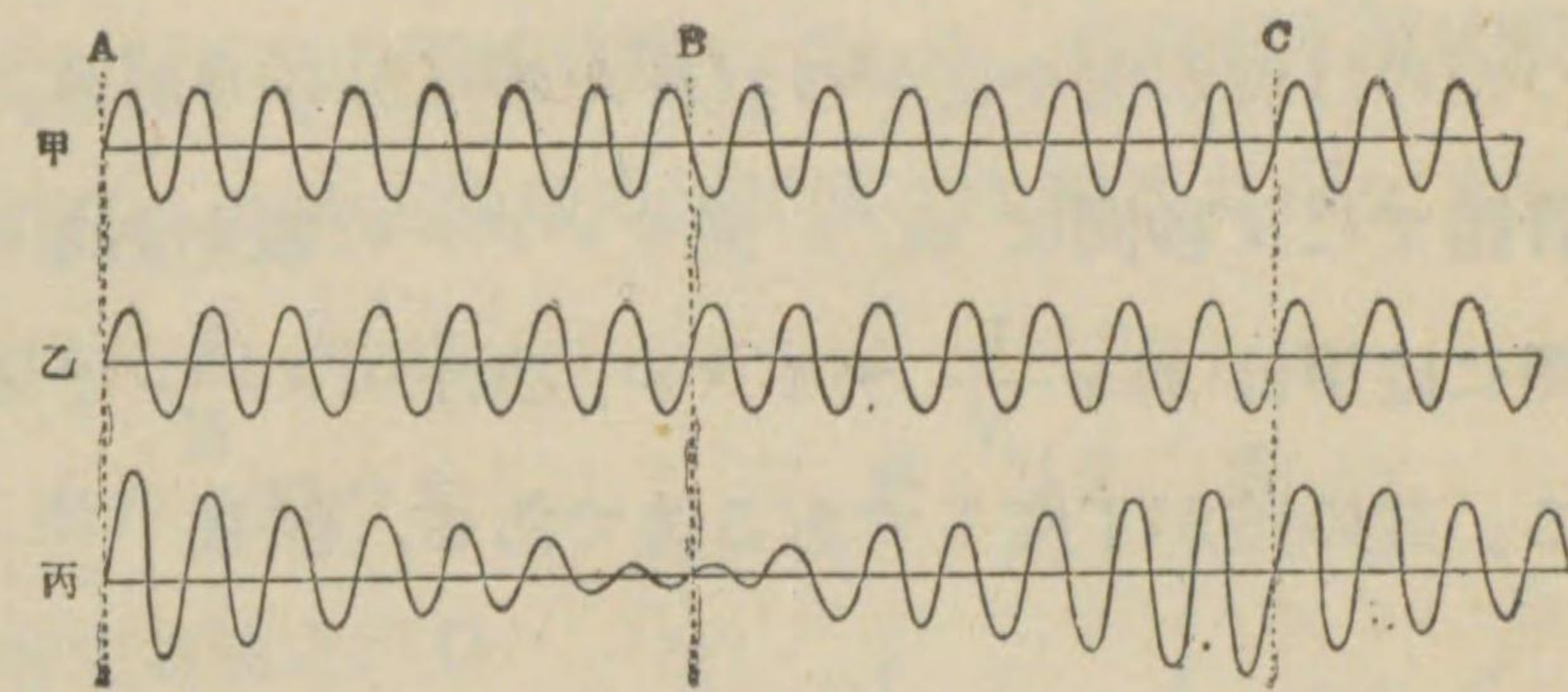
14. 唸り 池に石を投げると、其の投込まれた點を中心に波動は同心圓をなし四方に擴がる、(第 1 圖)。そこで今一つ石を投げ込むと、先きの波と後の波とが重つて複雑な波が出来る。

二つの音波が同時に存在すると、やはり重り合つて複雑な音波になる、其の一つに唸りと言ふのがある。遠寺の鐘はゴーン、ゴーンとたつた一突きに高低交互の音がする。あれが唸りである。

今殆んど同じ振動数を持つて居る二つの發音體を同時に鳴らすと、其の音はウンウン唸る様に鳴る。兩者の振動数が近い程唸りの間隔が長くなる。

今極めて簡単な波動で考へよう。媒質の或る一點の振動が時間に應じて一つの發音體單獨の爲めに第 11 圖の甲の様に振動するとし、他の發音體單獨の爲めには同圖乙の様に振動するとする。

同時に此の二つの振動をすると、其の點の振動は同圖丙に示す様なものになる。



第 11 圖

A 附近では兩振動が加はるから、音が強くなるが、B 附近では丁度打消して殆んど音は消え、C の所で再び高くなり、以下同様の事を繰返すから唸りとなるのである。

唸りの説明

甲の振動が速く(振動数が多く)乙の振動は少し遅い。A で一度唸つてから合成音は次第に弱くなり、丁度半波長遅れると正反對になつて打消され、それから遅れの度が増加するに従つて變化の差異が少くなり、丁度 A から一波長遅れると(C の時期)、再び高く聽える事になる。

今唸りと周波数との關係を考へるのに丁度一波長遅れる間に一唸りだけ唸るのだから、周波数が毎秒 2 だけ違へば 2 だけ唸り、n だけ違へば n だけ唸なる。依つて

$$\text{一秒間の唸りの數} = \text{周波數の差} \dots \dots \text{公式 2}$$

$$\text{又は} \quad \text{一唸りの時間(秒)} = 1 \div (\text{周波數の差})$$

今甲の周波数は m サイクル、乙の周波数が n サイクルだとする。そして一秒間の唸り數が N だけあるとすれば、兩方の音

波で $\frac{1}{N}$ 秒間に波長が 1 だけ完全に遅れなければならない。唸つたのは波が完全に一つ遅れたのだからである。依つて二つの發音體では 1 秒間に m, n 宛サイクルの數があるのだから、 $\frac{1}{N}$ 秒間には甲は $m \times \frac{1}{N}$ サイクル、乙は $n \times \frac{1}{N}$ サイクルの變化をする。其の差が丁度 1 である筈である、即ち

$$m \times \frac{1}{N} - n \times \frac{1}{N} = 1$$

$\therefore N$ (一秒の唸り數) = $m - n$ (周波數の差) .. 公式 2

例題 10. 周波數 200 サイクルの發音體と 204 サイクルの發音體とが同時に鳴る時其の唸り如何、又問ふ 54 サイクルの發音體と 50 サイクルの發音體とにては如何。

解 $N = 204 - 200 = 4$

$$N = 54 - 50 = 4$$

兩方共一秒間に 4 回である。

一つの發音體である鐘が唸るのは内面と外面とが別箇の發音體となるからだと考えられて居る。

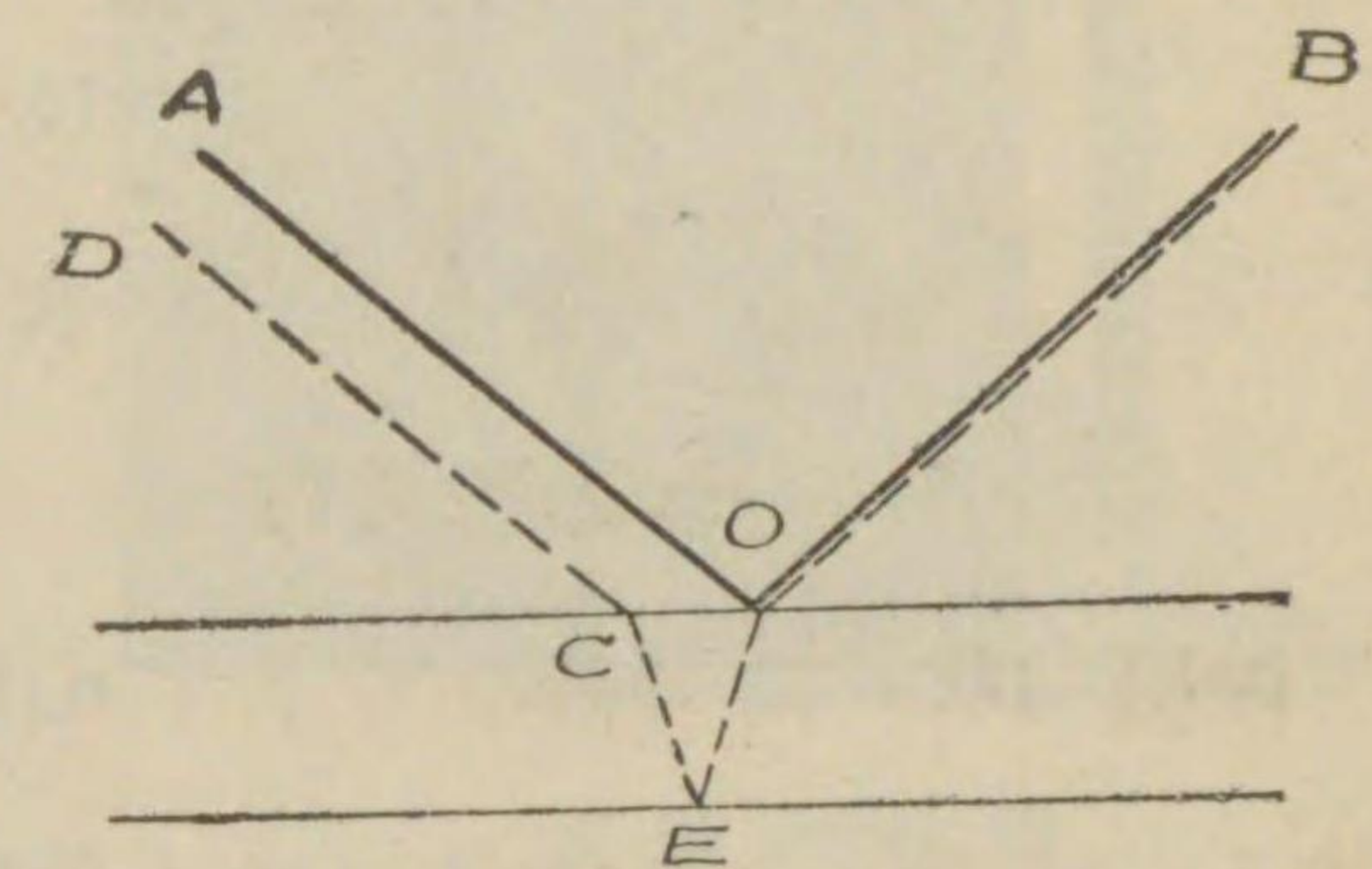
15. 干 渉 一般に二つ以上の音が重り合つて強く、或は消し合つて弱くなる事を干涉と言ふ。唸りは干涉の一つの有様である。

此の干涉は凡ての波にある事で、静かな池に石を二つ投げ込んで、出来る波動を観察すると大體其の様子を知る事が出来る。

石油が水面に擴がつた時や、しゃぼんだまが非常に綺麗な色を呈するのも、波動である光の干涉の爲めである。石油が水面に擴がる時の石油膜の厚さ及び石鹼球の薄膜厚さは極めて薄いもので、光の波長に似たものである。

すると A から來た光が O に當つて B に反射する波と、 D から C に當り屈折して膜の内部に侵入し、反對面の内側で全反射して、丁度 O から OB の方向に一致して出て行く波と重なるものが出来る。

第 12 圖



石鹼球の色

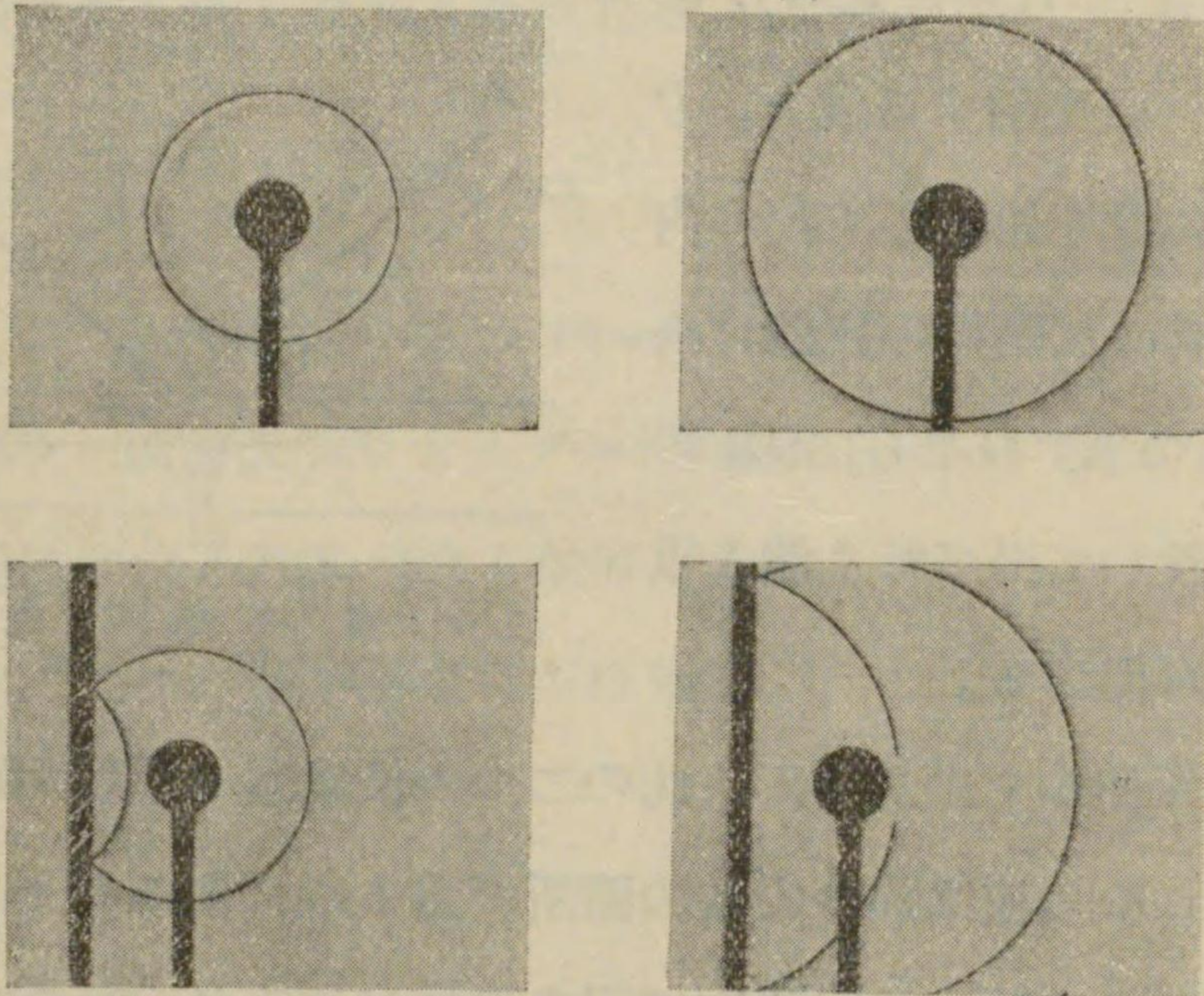
所が甚だ僅かではあるが、此の二つの波は動く距離が違つたから重つた二つの波は違つた波の箇所で重る事になる。そこで丁度一波長遅れると唸りの説明圖で明かな様に重り合つて強く其の色を表はすが、丁度半波長遅れたものは其の色が消えて其の餘色が表はれる。餘色と言ふのは二つの色を加へると丁度太陽光になる二つをそれぞれ一方に對して言ふのである。赤と青緑、橙と青などは其の例である。

16. 反 射 池の波動を注意して眺めると、波動が岩其他固定したものに衝突すると、其の波が反射するのを認めるであらう。光の反射に就いては容易に實驗出来る。

音波も適當の條件では反射をする。山彦と言つて、静かな朝か夕方、谷間で向ふ山に向つて簡単な語を力強く言ふと、暫時の後戻つて来る。洞窟では一層良く經驗出来る。

第 13 圖は音が障壁に衝突して反射する有様を撮つた寫眞であ

第 13 圖



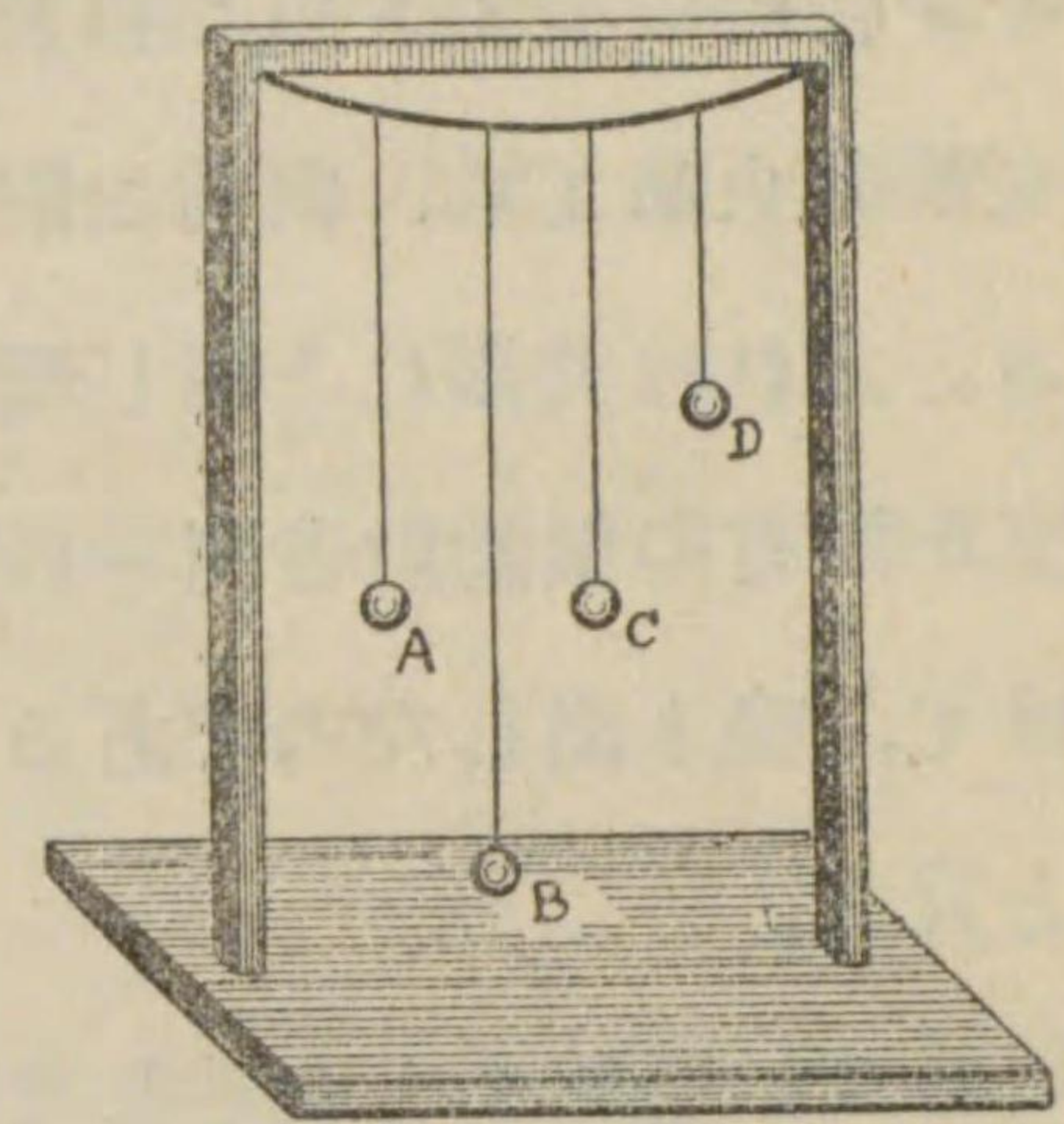
音の傳播と反射

る。電氣の火花を飛ばすと音が發生して四方に傳はる。其の部分は空氣が非常に濃いから、銳敏な寫眞に撮ると黒い線に見える。同圖で中央の丸いのが火花を發生した所で、上二圖は音が擴がつて行く有様を示してゐる。下圖で左側の縦の太い線が障壁で、圓形をして居るのが火花の音である。障壁に當つた所から反射して後戻りして居る有様が良く寫つて居る。

17. 共振, 共鳴 第 14 圖に示す様な一本の紐を張つ

て、色々な長さの絲を垂るし、其の先きに球を附けた振り子 A, B, C, D を同時に振らすと、其の長さで振動数が違ひ、長さの長いもの程其の周期が長く即ち振動数が少く、長さが等しいものは振動数も等しい事は力學で學ばれた。

第 14 圖



共振の説明

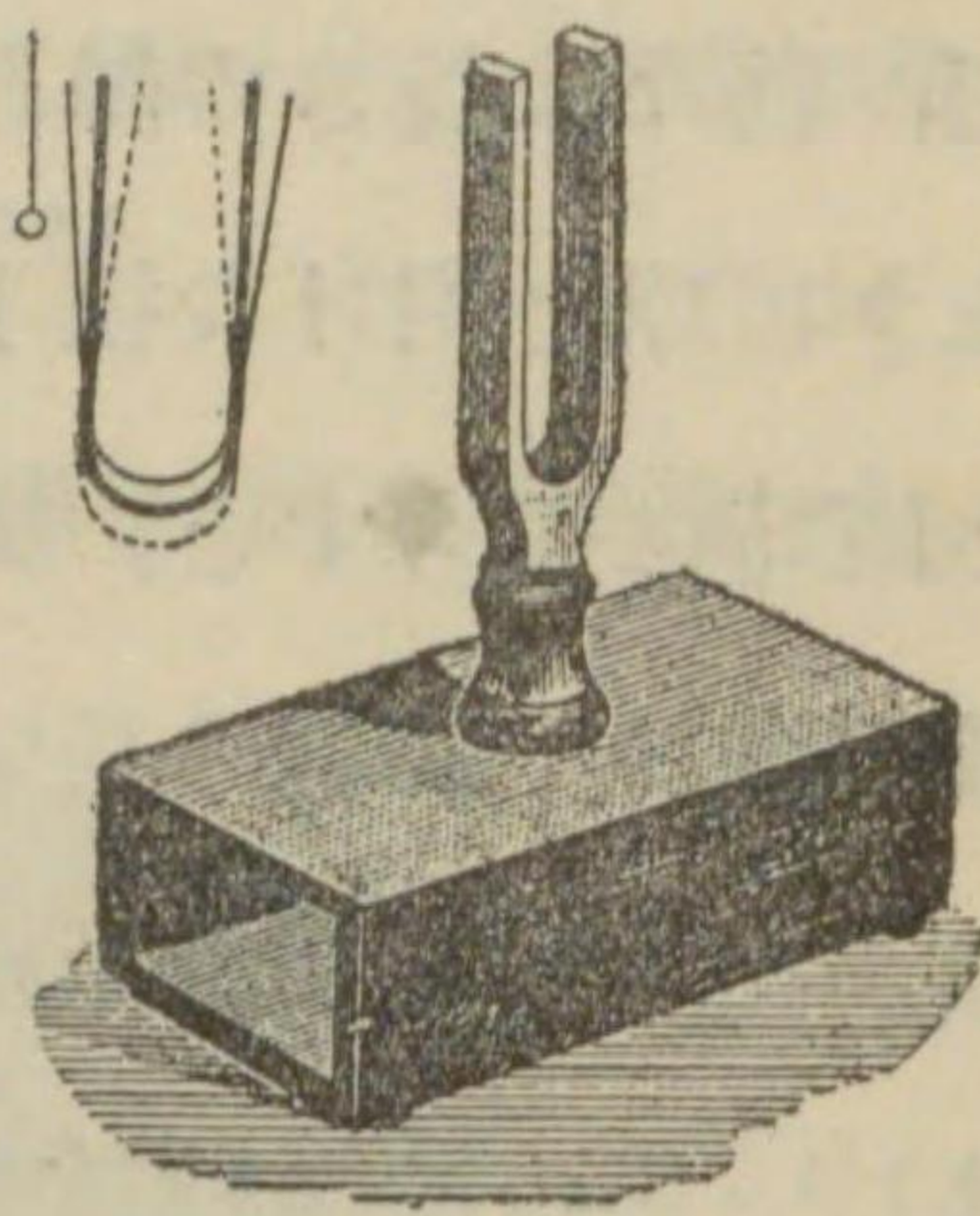
所で凡べての振り子を止めて置いて、其の内一つ A を振動させて見ると、長さ従つて振動数の違ふ B や D には別に何も起らないけれども、振動数が同じである C は次第に振れ出して益々其の振幅が大になり、同時に A の振幅は次第に小さくなり、止まつてしまふ。すると今度は A が又段々振れ出して、C が止まつてしまふ。斯うして A と C とが交互に盛んに振動する様になる。此振動数の同じものが御附合に動き出す現象を共振と名付ける。

各種の發音體はそれぞれ固有の振動数を持つて居る。第 9 圖の様に兩端を固定した處は其の固定された長さに關係のある振動をする事を述べた。他の發音體でも同様の事がある。

一番純粹な音を出すのは音叉である。鋼鐵の角棒を第 15 圖の様に曲げ、之れに柄を附けたもので、普通圖に見る様な箱に載せてある。此の音叉はそれぞれ固有の振動数を持つて居るのである。

今二つの相等しい音叉を少し離して置いて、一方の音叉を軽く打つと鳴り出す。暫時の後鳴り出した音叉を手で握つて音を止めても、尙前と同様な音が聴える。これは共振れと同じ理窟で、他の音叉が固有の振動数と同一の疎密の波を受けて、鳴り出したのである。これを共鳴と言ふ。

第 15 圖



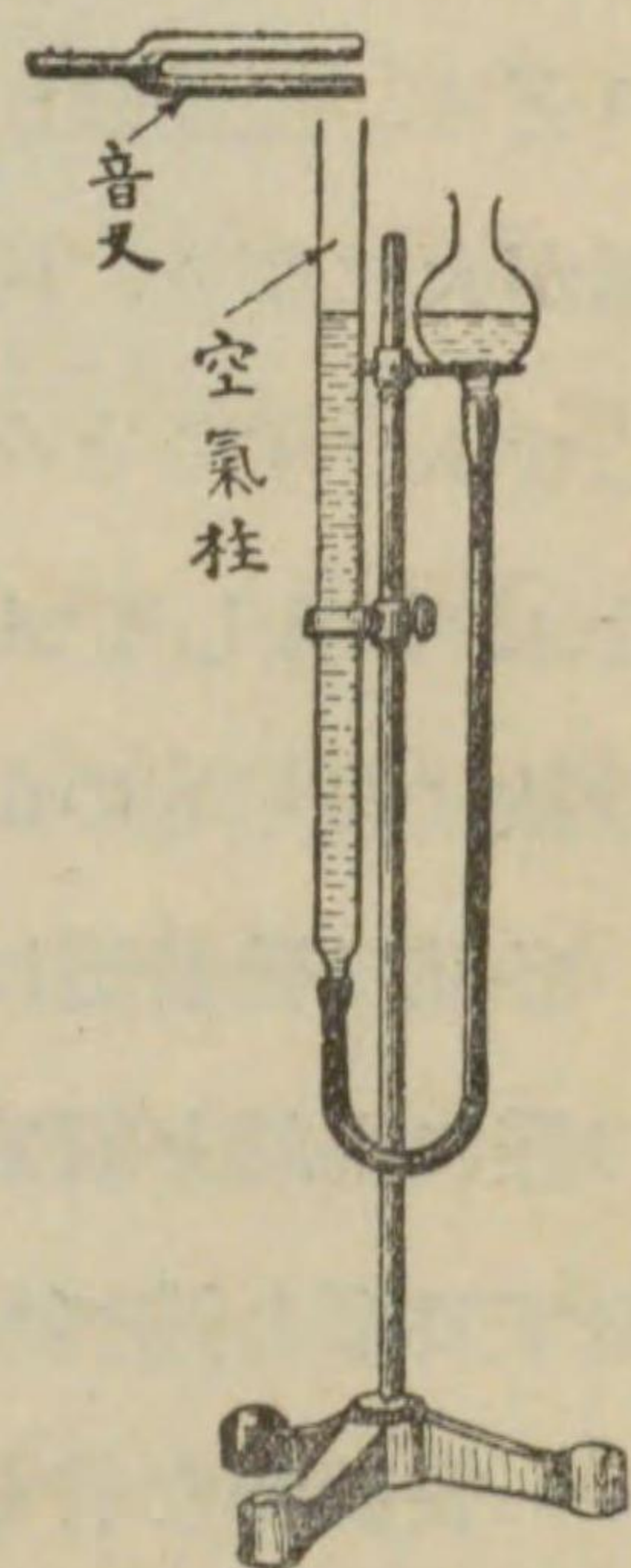
音 叉

音叉は臺箱から取外して軽く打つたのでは高い音が出ない。それを臺箱に置くと音が高くなる。これは臺箱内の空氣の固有振動数が音叉の夫れと一致する様に製作してあるから、共鳴するので音が高くなるのである。發音體と共鳴して音を強める目的の空氣の容器を一般に共鳴箱と言ふ。琴、三味線、マンドリン、太鼓などの胴と言ふ所は實は此の共鳴箱なのである。

此の理を應用して空氣柱の振動数を測定する事が出来る。第 16 圖で細長い管の下端にゴム管を繋ぎ、ゴム管の他端に口の開いた水瓶がある。その水瓶を上下すると、硝子管中の水位、従つて上部空氣柱の長さが加減出来る。

そこで圖に示す様に音叉を上部で鳴らし、水位を加減すると、

第 16 圖



空氣柱の振動数の測定

空氣柱の或る長さで著るしく音が高くなる。それが音叉と共鳴する、言換へると等しい固有振動数を有する空氣柱の長さである。

此の方法で音叉を取換へて試験すると空氣柱の生ずる音は管の短い程調子が高い事が解る。呼笛の調子の高いのは、管が短いからである。

此の共振又は共鳴の現象は交流の電路にもあつて、ラヂオなどは全く此の應用である。

18. 發音體 吾々の發する音聲は咽喉にある聲帯が振動

して生ずるのであるが、大體吐き出す息氣の強弱で音の強弱が出来、聲帯の張り加減で高低が出来、口の大小や形などの關係から音色が違つて来る。

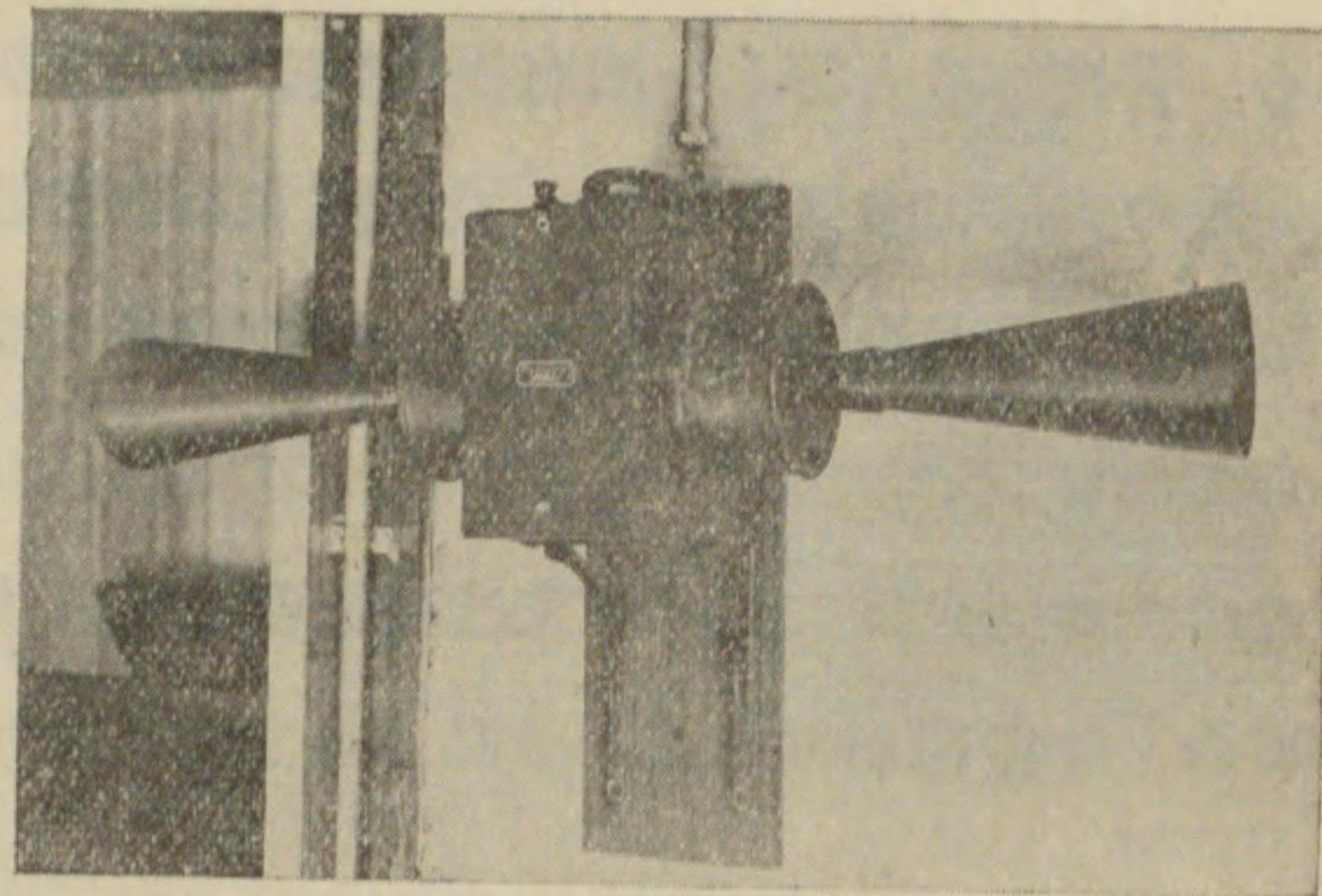
鳥獸の鳴聲も大體同一の原理である。蟲の内には羽根の振動で鳴く、松蟲や鈴蟲などはさうである。

工場などで始業や休憩時間を知らせたりなどするのに使ふ發音體には狭い所なら以前は手振鈴か鐘を使つたものであるが、目下多くは電鈴かブザーに取替へられた。

電鈴は此處には述べない。ブザーは自動車や自動自轉車で空氣ラッパの補助の警笛として多く使はれる。電機學校では授業の開始や終の知らせに之れを使つて居る。其の原理は大體電話の受話器やラヂオのラッパと同一で、電磁石で振動板を振動させて音を出すのである。第 17 圖は學校の廊下の壁に設けたブザーの圖で

ある。

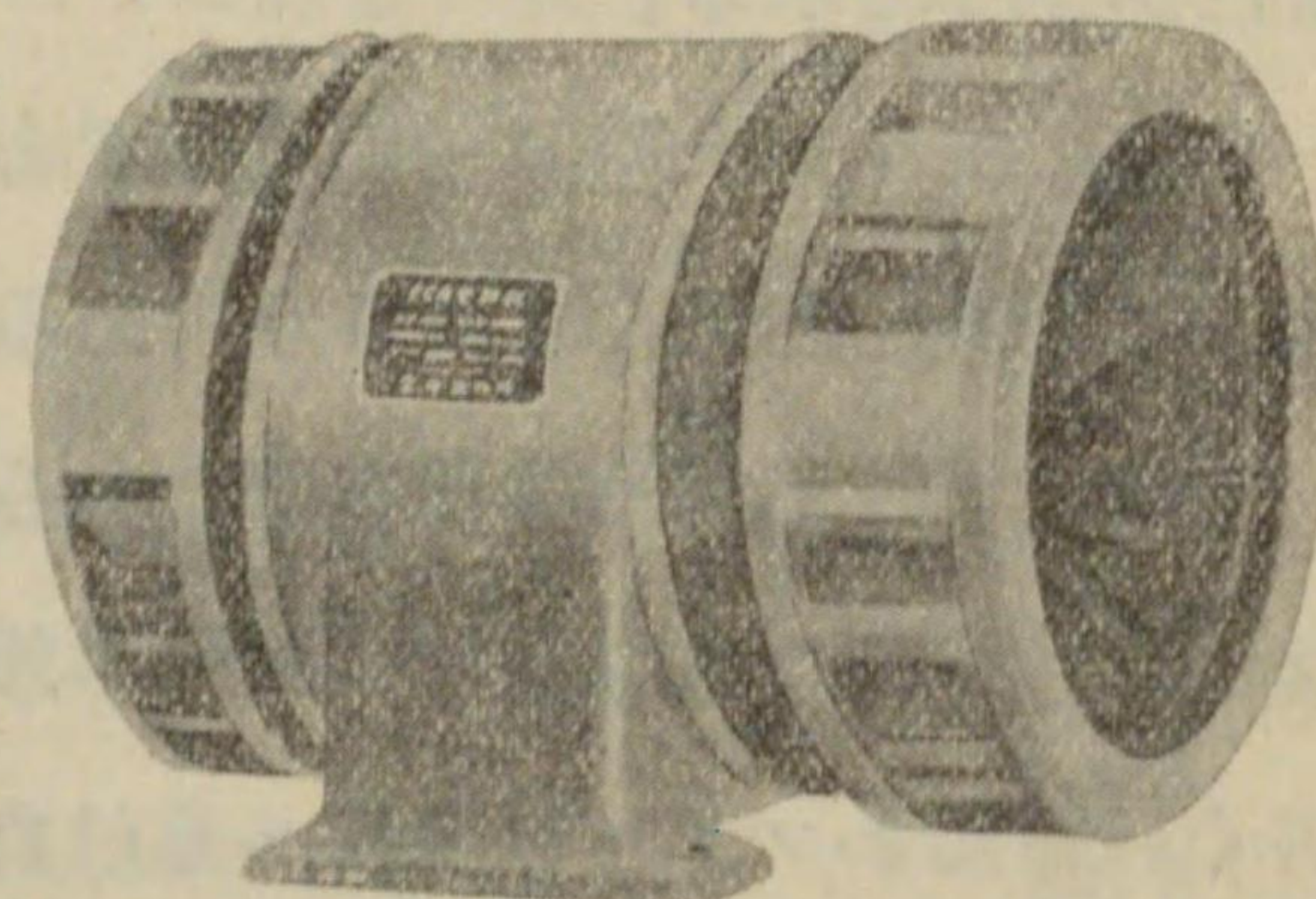
大工場では元は蒸気で働く氣笛を大部分使つた。氣笛は空氣柱を蒸汽の噴出す勢で振動させたものである。然し工場の電化に伴つて蒸汽機關が電動機になつて



電機學校始業報知用ブザー

蒸汽を使はなくなつた結果、多くはサイレンに取替へられた。

サイレンは外觀が第 18 圖の様で、電動機の片側又は兩側に輪型の二重の箱があつて、外部は固定し、周圍に等距離に隙間がある。内部のものは之れと密接して、やはり等距離に同数だけの隙間がある同様な羽根車であつて、別に扇風装置がある。車が廻轉すると扇



モーターサイレンの圖

風装置で空氣を非常な勢で外方に吹き出すのだが、内側の動く隙間と外側の動かぬ隙間とが一致すると、空氣は吹き出し、丁度反對となると吹出せない。従つて一秒間に隙間の數と廻轉數との積だけの疎密の波を空氣中に送り出すのである。

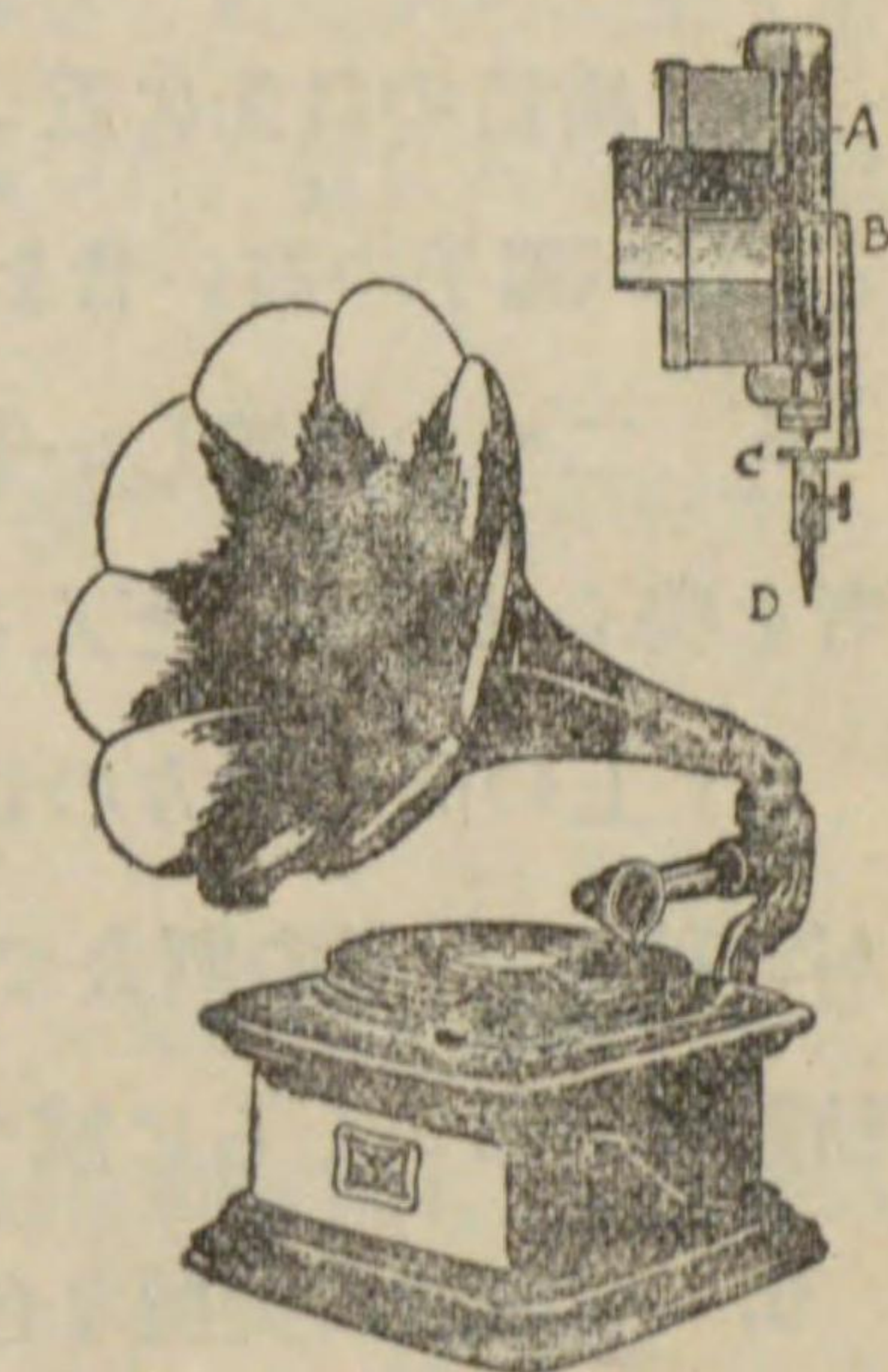
第 17 圖

第 18 圖

サイレンに要する動力は色々の條件で違ふが大略 $\frac{1}{10}$ 馬力のもので 200 m, $\frac{1}{2}$ 馬力のもので大約 1 km, 1 馬力のもので 1.6 km, 10 馬力のもので 8 km まで届くと言はれて居る。

19. 蓄音器 談話や音樂などは強弱、高低、音色の三要素が適當に配合して出來て居る。そこで是等の三要素に比例するものを記録して蓄へる方法と、逆に之れを再現する方法とが考へられると、一つの音を後になつて聞く事が出来る譯で、現今行はれる蓄音器は全くこの原理に依るのである。

蓄音器の音譜盤おんぶ(record)を造るには先づ其の原型を作るのであるが、夫れには喇叭口から記録せんとする音を送るか、或はラヂオの受信器の原理を其の儘使つて、雲母などで作つた薄板を振動させる。此の薄板に附けた針 B から (第 19 圖右上) C を經て針端 D を左右に振動させる。金屬圓盤の表面に薄く脂を塗つたものを D の下に置いて、圓盤を廻轉し、D が次第に内側に移轉する様にしてあるから、加へられた音に比例する振動が脂の表面に眼には唯一本に見える渦巻形の線となつて記録される。此の渦線は音の調子の高い時は振動が細かく、音の大きい時は大きく振れる様になつて居



蓄音器

第 19 圖

る。

そこで此の凹凸と丁度正反対の凹凸をする金属板を製作して原盤とし、温めたエボナイト様混和物を押しつけて、初めの振動と同一振動が刻まれたエボナイト盤を造る。これが音譜盤である。

従つて蓄音器に音譜盤を載せて廻轉させると、之れに觸れる針は元と同一の振動をし、之れを發音器の振動板に傳へるから、喇叭其の他の共鳴箱で擴大して再現されるのである。

練習問題 III

1. 光波は縦波であるか横波であるか。音波は如何。
2. 絃の中央を弾じた場合と中央を押へて $\frac{1}{4}$ の所を弾じた場合と孰れの音の調子が高いか。
3. 横笛の口先に近い穴を開けた場合と遠い穴を開けた場合とどちらが調子の高い音を出すか。
4. 二つの相等しい音叉の一方に小さな重りを附けて同時に兩者を鳴らせた時、どんな音が出るか。
5. 上の問で一方の音叉の振動数が毎秒 200 回であつて、唸りが 2 秒に 1 回の割合で聞かれたと言ふ。重りを附けた音叉の振動数は毎秒いくらに減つたか。
6. 石鹼液は美麗な色がなく、石鹼球に綺麗な色があるのは何故か。
7. 蓄音器の喇叭は何の爲めにあるか。

8. 二つのサイレンがある。甲の周囲の隙間は八つで毎分 1500 廻轉の電動機で廻され、乙は周囲の隙間が 13 で毎分 1000 廻轉される。どちらのサイレンの調子が高いか。

9. 蓄音器の音譜盤（レコード）はどうして音を再現するか。

【解答並説明】

1. 光波は横波である。音波は縦波である。
2. 中央を押へ $\frac{1}{4}$ の所を弾じた場合は短い絃が振動する場合に相當するから調子が高い。
3. 口先に近い穴を開けた方が、振動する空氣柱の長さが短いから調子が高い。
4. 唸りになる。振動数が僅か違つて來るから。
5. 2 秒に 1 回即ち 1 秒に 0.5 回の割合であるから、重りを附けた音叉の振動数は一秒間に 0.5 回減つた、故に其の振動数は毎秒 199.5 回である。
6. 石鹼球の色は石鹼の色でなく光の干涉で生じたものだからである。
7. 共鳴箱である。
8. 甲の發する音の振動数は $8 \times \frac{1500}{60} = 200$ 回毎秒だし、乙の發する音の振動数は $13 \times \frac{1000}{60} = 217$ 回毎秒だから、乙の音の調子が甲の音よりも高い。
9. 音譜盤に音の振動と同一の振動が記録されて居るからである。

第四章 電話の原理

20. 電話の發明 昔は直接に尋ねて音信を通じたが、手紙を使ひ持たせてやつた事から、郵便制度が發達した。汽車汽船の爲めに往復が迅速頻繁になるに従つて、もつと早く通信する必要が生じ、電信は今から百年ばかり以前に既に實用される域に達して居た。

然し電信では問ひ返すのに手間がかかる。直接話をしたいと思ふ事は公私共に時に起る希望である。當時既に發明せられて居た電池や、既に解りかけて來た電流の諸種の作用と結び付けて、遠距離の通話に電氣を利用したらと言ふ事は多くの人の考へて居た事であつたに相違ないが、現今の電話の發明の名譽を擔つた人はグラハム・ベルと言ふ英人で、實に明治九年（西曆 1876 年）の事であつた。氏は私立聾啞學校の先生で、資産もなく、専門の教育も殆んど受けなかつた人ださうであるから、永い永い研究中の苦心は仲々であつた事と思はれる。發明が完成された後も、單に玩具として面白いと思はれただけで、其の實用價值が一般に認められる迄には更に數年を要したのであつた。我が國には發明された翌年既に渡來して居り、次第に其の效用を認めて、公衆用の電話を明治 23 年末に開始する事になつたが、百方勸誘したに係らず東京市内で加入者が僅かに 179 人しか得られなかつたとの事

である。昭和三年には電話の加入者は全國で 60 萬人に及ぶ盛況から考へて見ると、今昔の感に堪へない次第である。

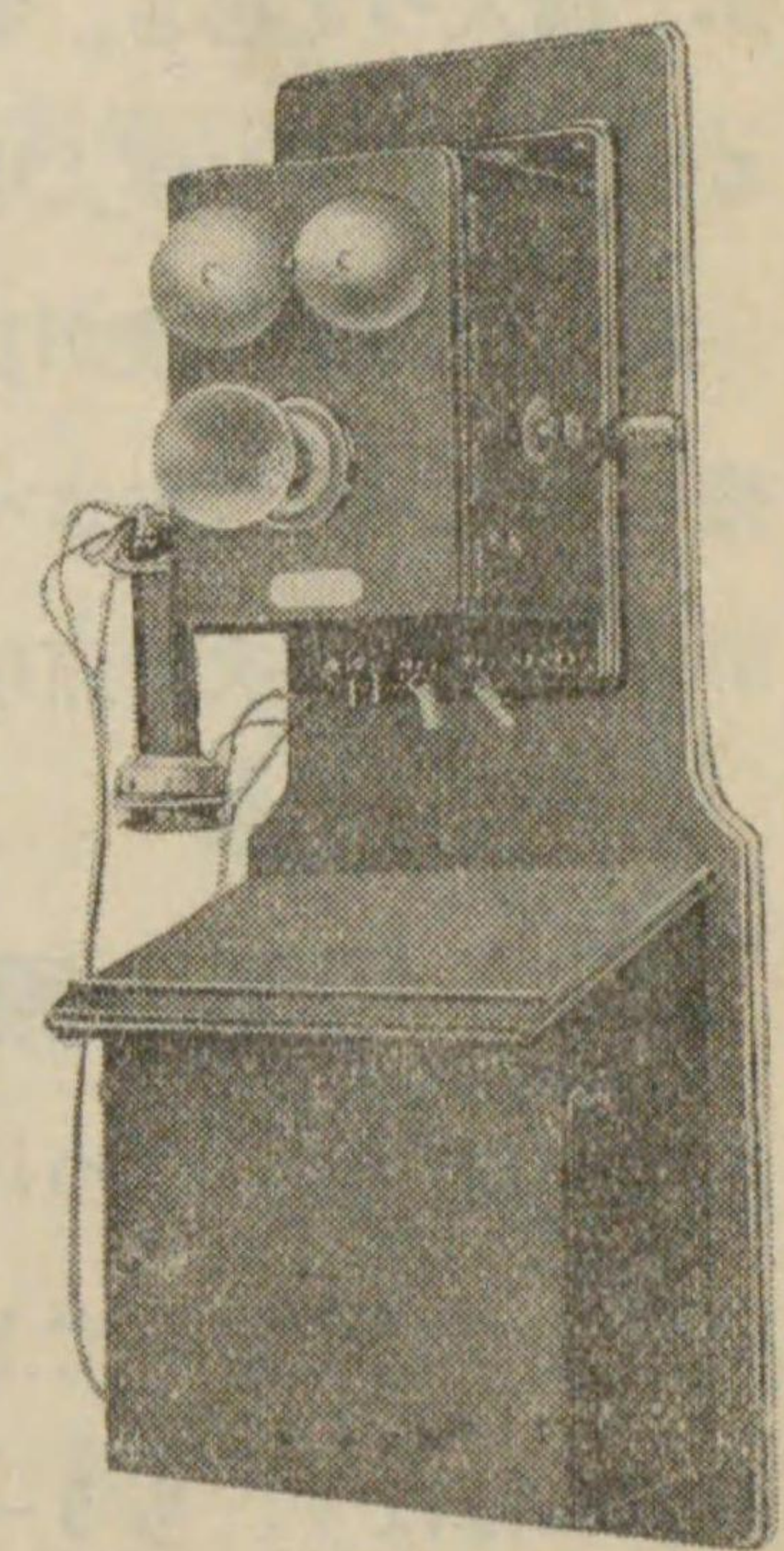
21. 電話機の大要 諸君の大部分は既に使用されて居られるであらうし、さうでなくとも實物を見て居よう。第 20 圖は舊式ではあるが、まだ相當に使はれて居る電話機で、壁に掛けて使ふものである。

正面の上部に二つ並んで丸く光つて居るのが電鈴 (bell) で、相手方が當方を呼び出した時に此の電鈴が鳴る。そこで呼出しが解つたと言ふ合圖に右側に見えて居る把手を二三回廻す。

圖の左側に引掛けられて居る筒形のものが受話器 (receiver) 即ち相手方の聲の聞えるもので、之を外して其の圖で下側になつて居る、太くなつた端を耳に當て、電鈴の下にある喇叭形の口即ち送話器の口に向つて少し離れた所で通常の音聲でモシモシと呼ぶと、相手方が用を話し出すから、通常の様にして話をするのである。

話をする時には必ず受話器を外してからでないと、話をしても相手方には通じない。又電鈴を鳴らすには必ず受話器を掛金にかけないといけない。受話器を外したまゝいくら把手を廻しても電

第 20 圖



磁石式壁掛電話器



鈴は鳴らない。従つて話の途中で用事の爲め電話機の傍から離れる際に、まだ其の電話が使用中である事を表はす爲め受話器を外した儘にして置く事があるが、別の急用でいくら相手方が呼出さうとしても、電鈴が鳴らないので當方で知らずに困る事がある。

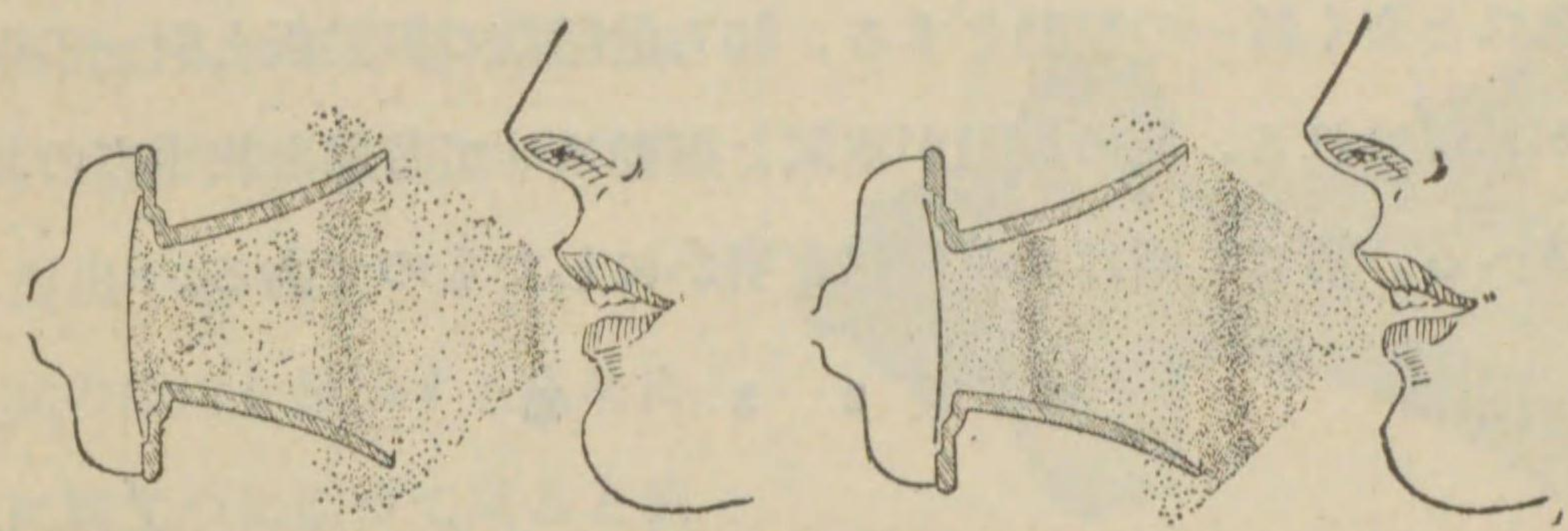
下部の箱は両側の止金を外すと（其の止金の一方は圖に見えて居る）上部及び正面の蓋が前方に開かれる。其の内には普通電池が二個入つて居る。電池にはレクランシェ電池が一番多く使はれるが、乾電池を使ふ事もある。

此の壁掛電話機が當方と相手方とに一個宛と、是等をつなぐ絶縁した電線が二本さへあれば、何時でも思ふ儘に相手と話をすることが出来る。次で原理の説明から、各部の解剖を試みよう。

22. 電話の原理 木片二つを用意して風のない日に小池に出掛ける。二つの木片を稍離して浮べて置き、一方の木片には柄をつけて置いて上下に動かして見る。すると池に波が生じて四方に傳はり、もう一方の木片を上下に動かすに相違ない。そして適當な間隔で一方を動かしたならば、他方も略其の間隔に動くに相違ない。従つて之れを何かの合圖に使へよう。

電話も之れと同様な理窟だと考へる事が出来る。吾々の音聲が空氣の疎密の波となつて送話器の振動板に達すると、振動板は振動する。即ち第 21 圖で疎密の波の密の部分^まが振動板に達すると同圖左側に示す様に押されて振動板は左側に膨む。次に疎の部分

第 2 1 圖

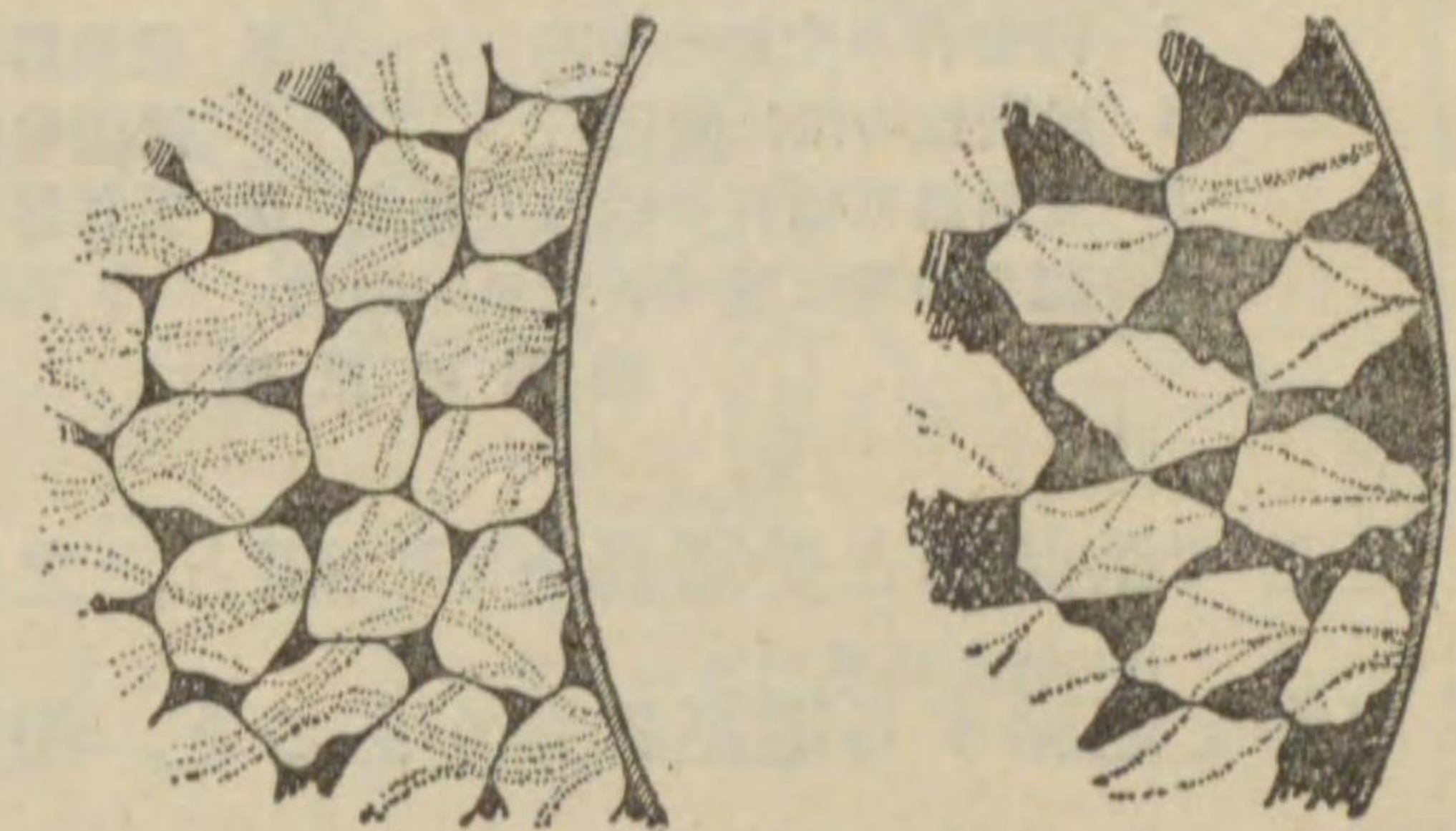


疎密の波に依る送話器振動板の振動

が振動板に達すると、同圖右側に示す様に反対側の大氣壓に押されて右側に膨む事になる。

所で炭素粒は押されると密着して良く電流を通じ、緩めると接觸が悪くなつて電流が通じ難くなる性質がある。即ち第 22 圖に示す様に振動板が左に膨

第 2 2 圖



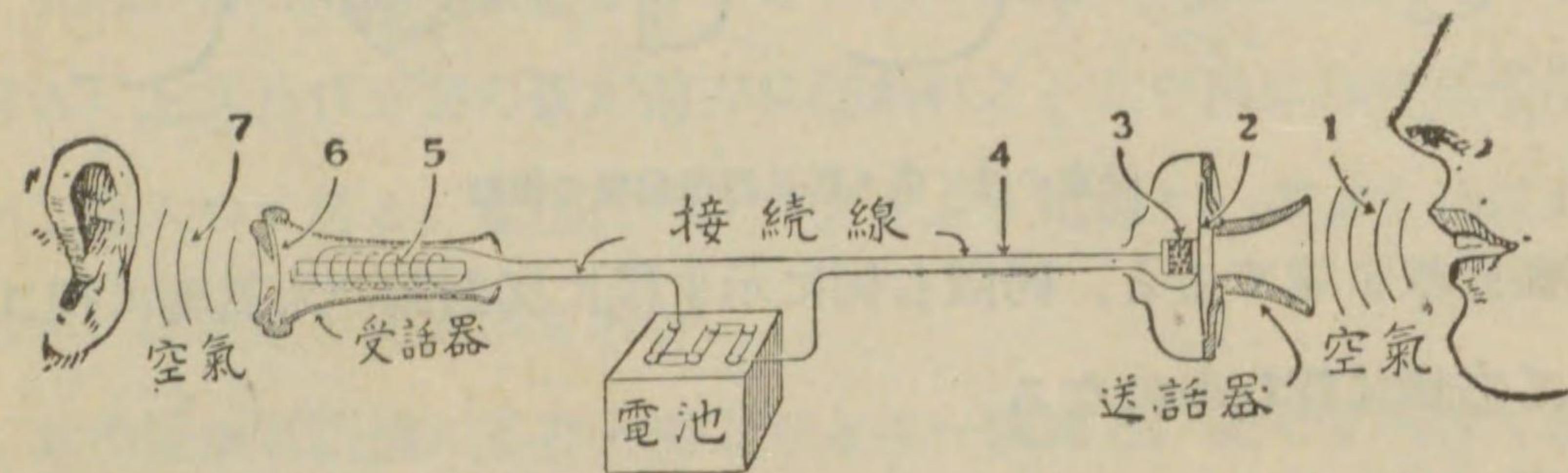
振動板の振動と炭素粒の抵抗

れた時は電流が通り易くなり、右に膨れた時は通り難くなる。従つて振動板の振動で、一つの電路の電流を變化させる事が可能である。第 6 圖の波形は實は此の電流の變化を示したものである。

此の電流の變化は音聲の變化と全く同様だから、之れが電話線路を経て相手方の受話器に通ると、其の中にある電磁石の強さが其の電流の變化通りに變化をする。そこで其の電磁石の前面に彈

性に富んだ振動板を装置して置けば、電流の變化に應じて振動板は之れと全く同一の振動をする。即ち送話器の振動板と同一の振動が再現される。此の振動が空気を振動させて音聲を相手方の耳に傳へる。第 23 圖は此の關係を明かにしたものである。

第 23 圖



- 1 發音者の空氣の振動
- 2 送話器振動板の振動
- 3 炭素粒の抵抗變化
- 4 接続線中の電流變化
- 5 受話器電磁石の磁力の變化
- 6 受話器振動板の振動
- 7 聽手の耳に達する空氣の振動

電話の原理

そこで送話器と受話器とが二組と、之れに電流を流す電池並にそれ等を連結する電話線路があると、相互に遠く離れた所でも通話が出来ると云ふ事になる。尤も實際には呼出装置の外に後述べるやうな附屬装置が必要である。

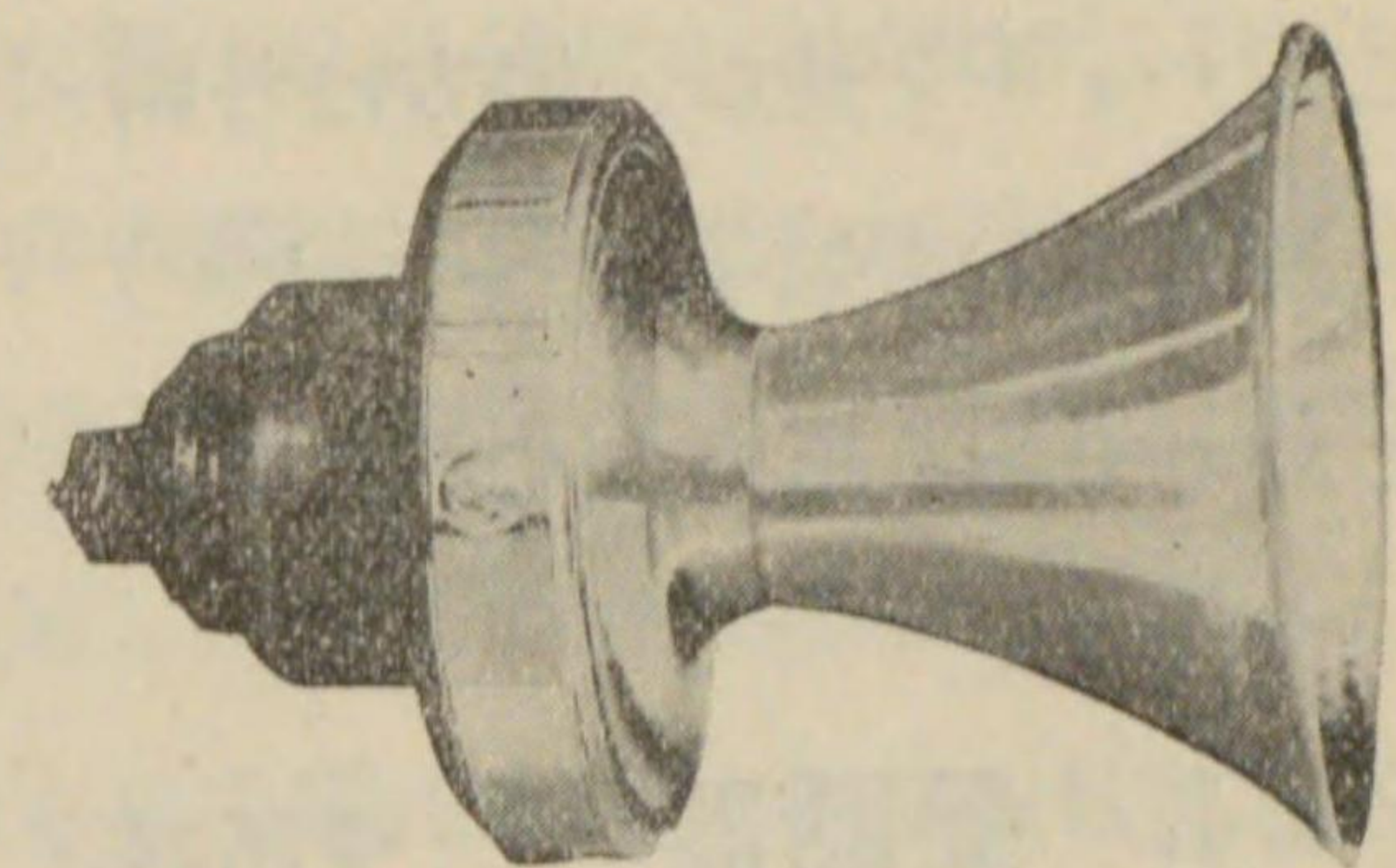
23. 送話器

音としての空氣の振動を電流の變化に變へるのが送話器の目的で、別に話を送り出す器具と言ふ譯ではない。

第 24 圖甲は最も普通に使はれるデルヴィル送話器の外観で、

中央の膨れた所から左側は箱の内部に入つて平常は見えない。右側の喇叭が箱から外方へ突出して居る。

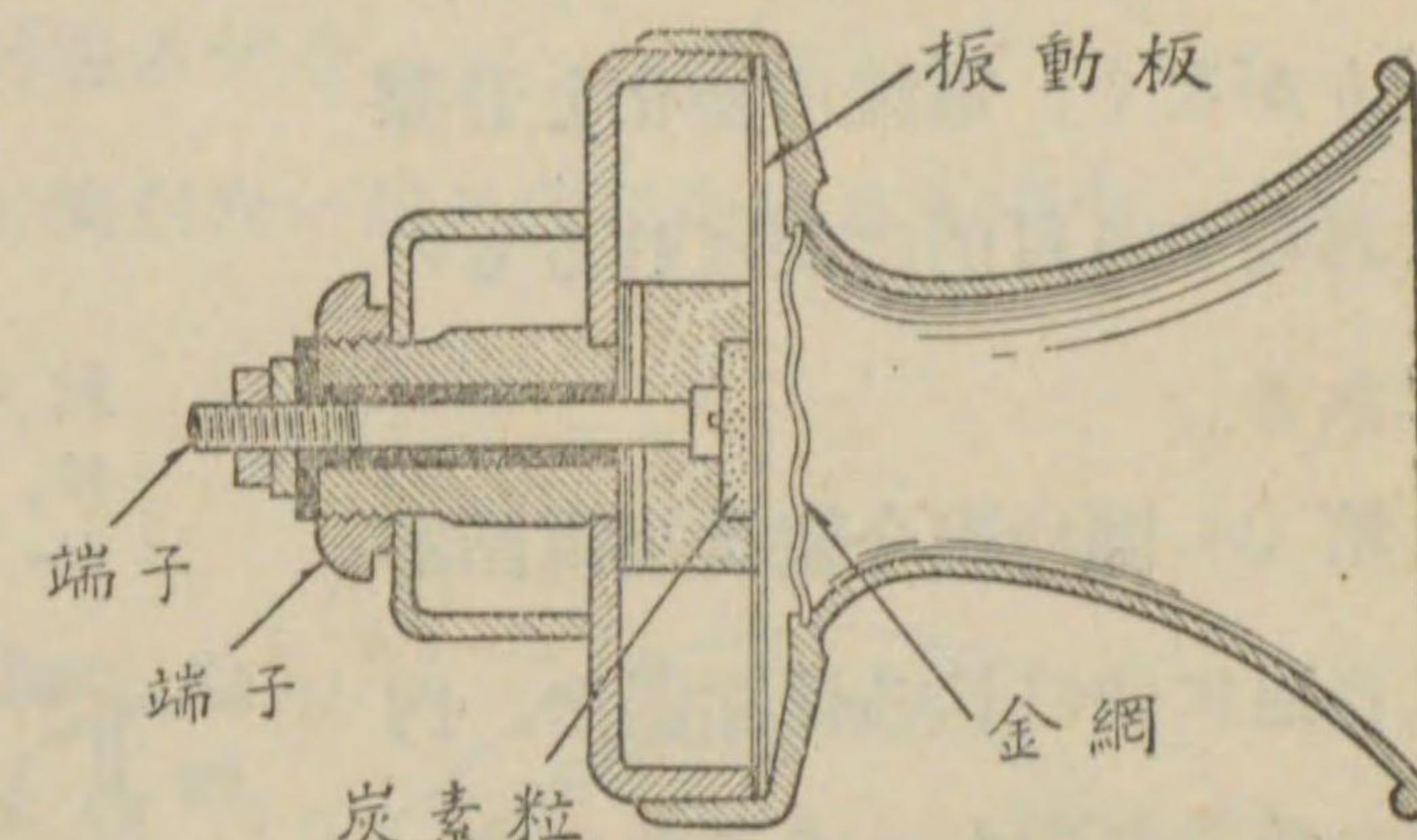
第 24 圖 甲



デルヴィル送話器外観

其の作用を説明する爲めに横に眞二つに切つて見ると第 24 圖乙のやうである。右側が喇叭の切口で、其の奥に金屬製の網があるが、ほこりが入り込まぬ様に内部を保護する爲めである。

第 24 圖 乙



デルヴィル送話器断面圖

其の次に炭素で出来た圓形の振動板があり、其の四周は外函に

固定されて居るが、中央は左右に動く事が出来る。其の奥に炭素匣があつて、中央の凹所に小さな炭素の粒が充滿して居る。其の粒の大きさは炭素板が振動しても粒が匣から、こぼれ落ちる事がない程度のものである。

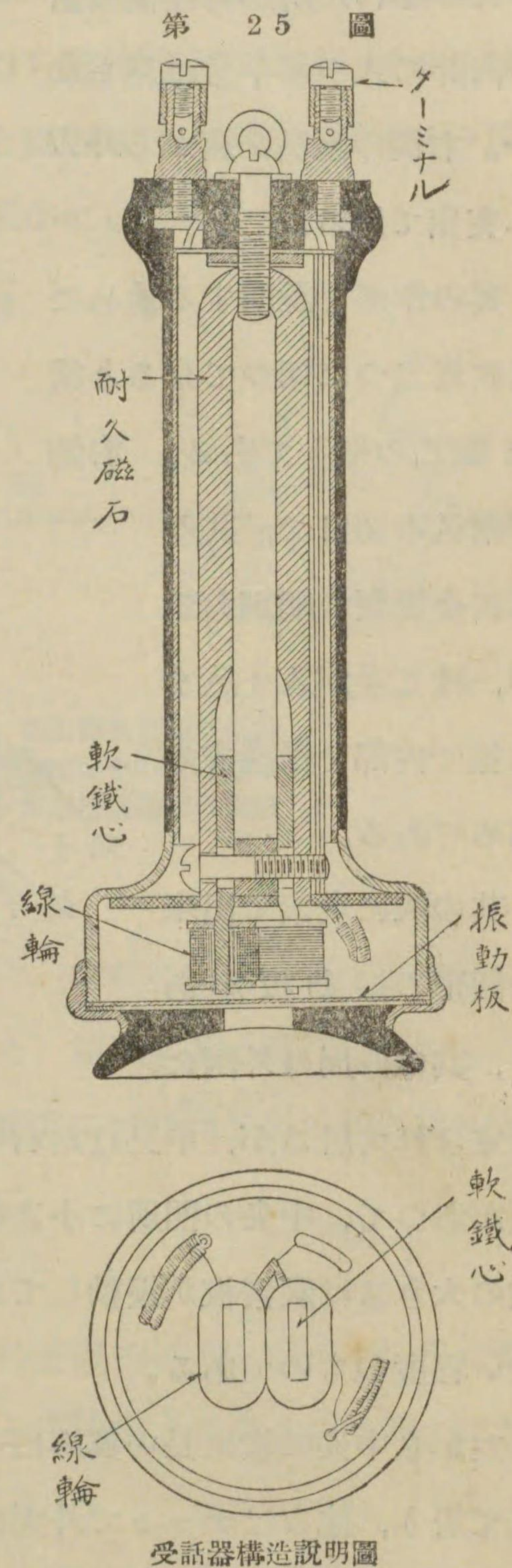
左から中央に横に長い眞棒は一方は炭素匣を貫いて炭素粒に觸れて居り、他方はナットで外函に締付けてあるが、炭素匣や眞棒は紙かマイカで外函とは充分に絶縁されて居る。

外線への接続は一方は真棒に二重ナットを使い、他方は外函が真鍮だから端子(ターミナル)と書いてある所につながる。

24. 受話器 受話器は又リシーヴァーと言はれ、ラヂオの夫れと原理に於て更らに變りがなく、電流の變化を音聲に再現する目的に使はれるものである。

第 25 圖は現今壁掛用電話器に普通に使はれる受話器を、内部の構造を明かにするために、真二つに切つた切口を見せた所で、中央が手に持つ部分、下端が耳に當てる部分である。下に丸く示してあるのは此の受話器の耳に當てる所と振動板とを取り除いて、其の内部の線輪の配置を示したものである。

上側の圖で上部に二つあるタ

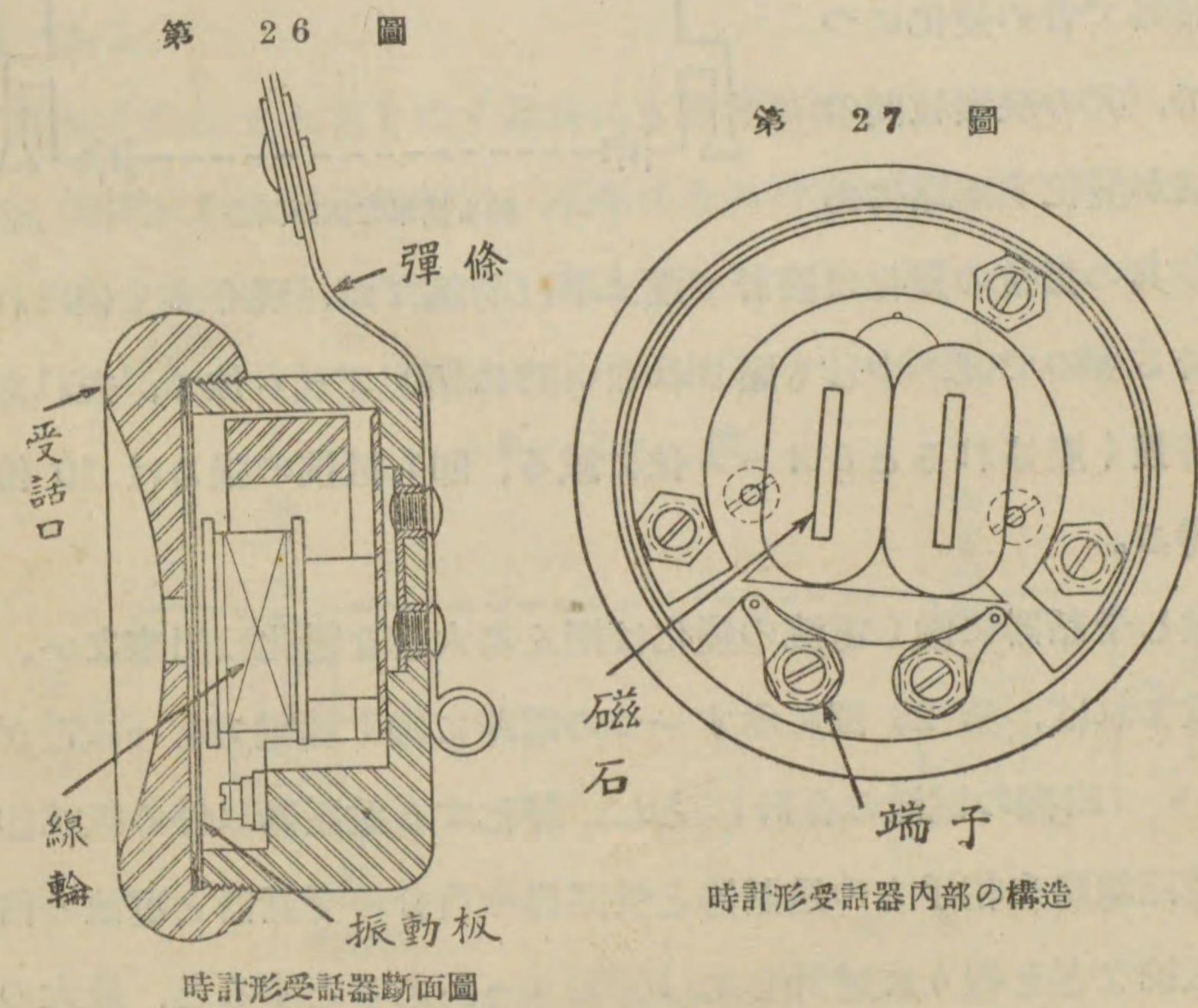


受話器構造説明圖

ーミナル即ち端子は外線が結ばれる所である。夫れが左右別々に筒形の内側を通つて下部の膨れた箱中に直列につながれた二つの線輪の両端につながつて居る。其の線輪には矩形の細長い軟鐵心があつて、一方は振動板の極く近くまで突出して居り、他方は筒形の部分にある馬蹄鐵形磁石を引延した耐久磁石に接觸して居る。

送話器で音聲の爲め變化させられた電流が端子から線輪に流れ込むと、電流の變化に應じて變化した磁力が軟鐵心に出て、軟鐵板から出來た振動板は變化した吸引され方をするから、板は振動させられて、音聲を再現させる。

電話の交換手が兩手を使ひたい爲め頭にかけるものや、ラヂオ

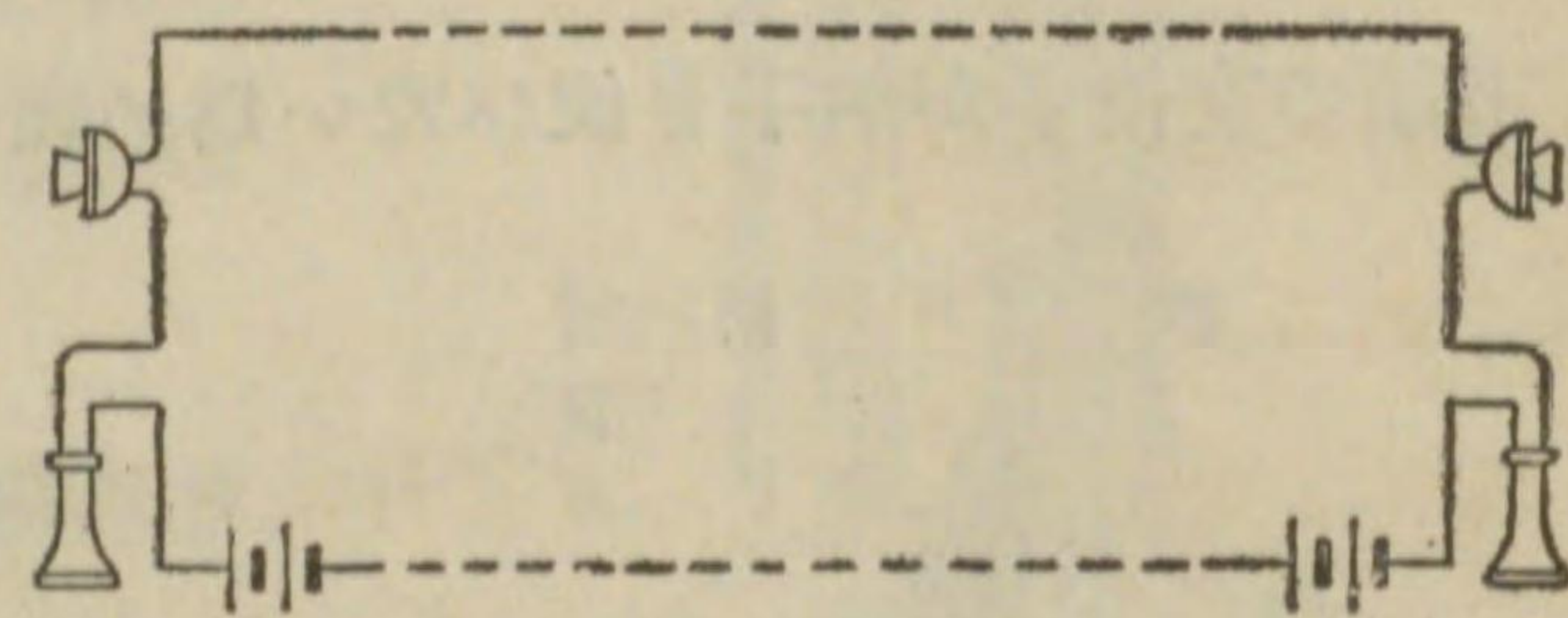


時計形受話器断面圖

のリシーヴァーには時計形とけいがたと言はれる型が使はれる。第 26 圖は其の切口を示した圖で磁石の形が短くなつて居るだけである。第 27 圖はリシーヴァーの耳とりはづに當てる所と振動板とを取外して内部を示した圖である。

25. 誘導線輪 以上の説明で、電話で音を傳へる主要なものは送話器、受話器並に電池の一組のものが兩側に一組宛と之れを結ぶのに電話線路が入用である。其の關係を圖示すると第 28 圖の様になる。

所で最も肝要かんようなのは送話器で音の變化につれて、其の炭素粒間の抵抗が變化する點にあ



最も簡単な電話回路

る。其の抵抗の變化は設計で違ふ事は勿論だが、現今多く使はれて居るものでは、少しも壓されない時に 50 オーム位で、夫れが一番強く壓されると 5 オーム位に減る、即ち抵抗の強さは 10 倍も變る。

然し受話器に働く電流の變化は斯んな大きな變化は出來ない。何故なれば、第 28 圖に示す一つの電路に働く起電力を $e=7$ ヴォルト（四個の電池の合計）とし、變化する送話器以外の抵抗即ち電話線路や相手方の送話器と受話器や自分の受話器と電池の内部抵抗などを假りに總計して 1000 オームあるとすると、最大の

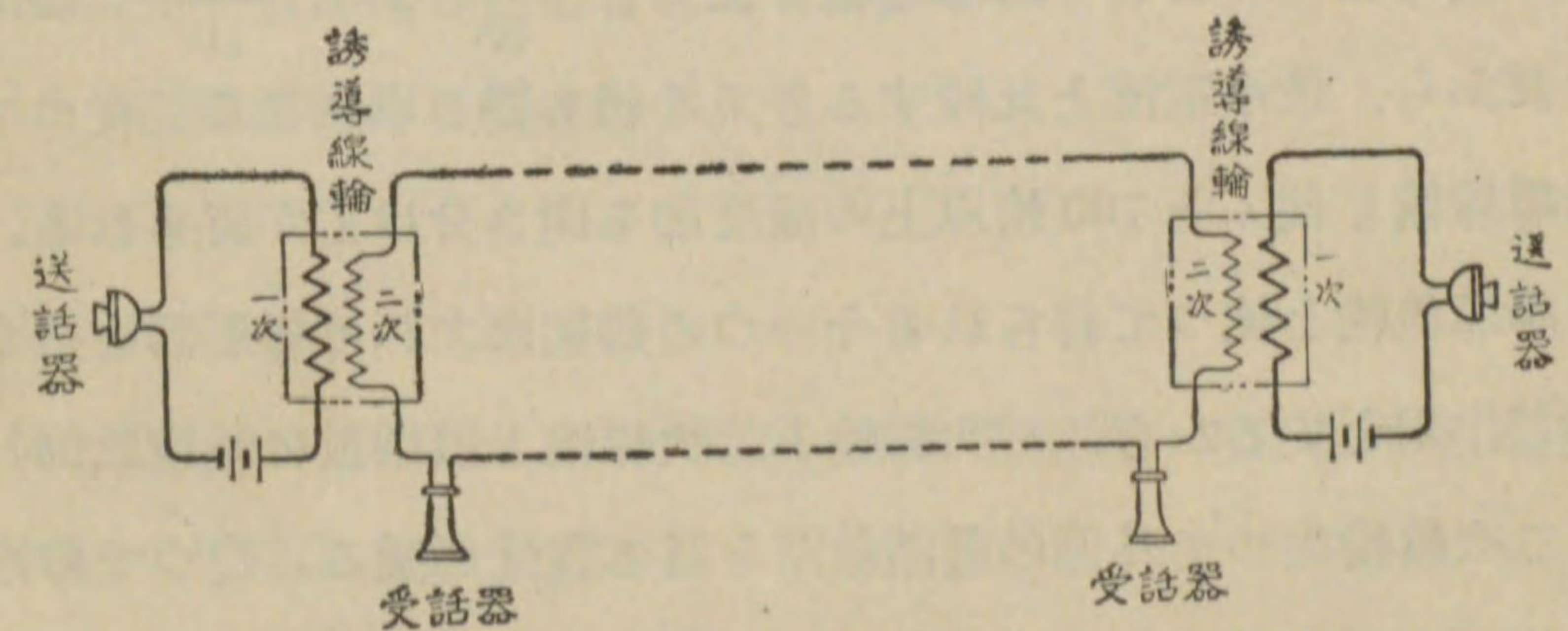
抵抗が 1050 オームで、最小の抵抗が 1005 オームになる。従つて電路を流れる最小の電流は $e \div 1050$ アムペアで、最大の電流は $e \div 1005$ アムペアであつて、其の變化たるや極めて僅かである。

受話器の振動板が働作するのは此の最大電流と最小電流との相違だけである。従つて斯んな僅かな相違では充分な音の變化を生ずる事は出來ない。さうかと言つて線路や諸機械の抵抗を小にする事は非常に費用を増加する事になる。

そこで餘り費用を大にしないで、電流の變化だけを擴大する方法を考へなければならぬ。其の目的に發明されたものが誘導線輪いどうせんりんである。

電池を使つて火花を起す器具にも誘導線輪と言ふものがある。然し此處に言ふ誘導線輪は、原理はあの誘導線輪と似た所があるが、形も使用法も丸で別で、寧ろ變壓器と言ふ電氣機械に似て居る、即ち鐵心の上に比較的太くて捲數の少い線輪と、細くて捲

第 29 圖



誘導線輪の利用

数の多い線輪とが捲いてある。前者を一次線輪、後者を二次線輪と名付ける。

誘導線輪を使つた電話の接続を圖示すると第 29 圖の様である。誘導線輪の一次線輪と電池と送話器とで、一つの電路が出来て居る。此の電路を局部電路きよくぶでんろと名付ける。

26. 誘導線輪の効用 斯う言ふ接続にすると、誘導線輪の一次線輪、電池の内部抵抗や電話器内の導線の抵抗の合計は 5 オーム位のものである。従つて局部電路の抵抗は送話器の炭素粒に壓力が働かない時 $50+5=55$ オームで、壓力が最大の時 $5+5=10$ オームである。即ち電流は $e \div 55$ から $e \div 10$ まで變る。此の e と第 28 圖の時の e とは違つても、役に立つのは電流の變化だけなのだから比較上には問題にならない。

言換へると誘導線輪を使はないと電流が $\frac{1}{1050}$ から $\frac{1}{1005}$ に變るだけで、最小電流に比べると大約ではあるが僅かに 0.045 倍しか變らない。若しも誘導線輪を使ふと $\frac{1}{55}$ から $\frac{1}{10}$ に變るのだから、最小電流と比較すると 5.5 倍も變る事になる。従つて誘導線輪を使ふと 100 倍以上の感度かんど即ち聞き分け方が得られる。

誘導線輪を使つて得られる今一つの効能は之れは變壓器と全く同じ作用をするから、一次線輪と二次線輪との捲數に略逆比例して二次線輪従つて外部の電話線路を通る電流が減る。従つて線路で落ちる電壓降下が少くてすむ。然かも相手方の受話器は其の捲

數を充分大として置けば、電流が少くなつた事の心配は更らにな
い。磁力はアムペア回數で働くからである。

練習問題 IV

1. 電話を發明した人は誰か。
2. 電話の主要な部分の名前三つを挙げよ。
3. 受話器をかけた儘話しても相手方に通ずるか。
4. 電話機の電鈴の用途を問ふ。
5. 受話器を外して、電鈴を鳴らす把手を廻して役に立つか。
6. 電話では音を何に變へて傳へるか。
7. 送話器とは何をする器具か。
8. 送話器に音が傳はると何が動くか。
9. 送話器で振動板が動くとは何が變化するか。
10. 送話器の炭素粒の抵抗が變化すると、何が變化するか。
11. 受話器の用途如何。
12. 受話器がどうして音を出すか。
13. 誘導線輪の目的は何か。

【解答並説明】

1. グラハム・ベル氏。
2. 送話器、受話器、呼出装置、或は電話機、電話線路と電池と答へても差支へない。
3. 受話器をかけた儘では相手方に通じない様が出来て居る。

4. 相手方を呼び出す爲めである。
5. 役に立たぬ様に出來て居る。
6. 電流の變化に變へて傳へる。
7. 電話で傳へるべき音を電流の變化に變へる器具である。
8. 振動板が動く。
9. 炭素粒が或は壓迫され或は弛緩されて、其の抵抗が變化する。
10. 電話線路を流れる電流が變化する。
11. 受話器は電流の變化を音に戻す器具である。
12. 電流が變化すると電磁石の磁力が變化して振動板を振動させ、次で空気を振動させる。
13. 電流の變化を擴大する爲めと電話線路の損失を減少する爲めである。

第五章 磁石式電話

27. 呼出装置 第 29 圖の装置では御互に話は出来るが、何時話かけられるかわからないから、絶えず受話器を耳に當てゝ居なければならぬ不便がある。そこで用事の時だけ電話を取扱ふには呼出装置よびだしさうちが必要である。

現今我が國で公衆用として使用されて居る電話には、磁石式じしゃくしきと共電式きようてんしきとの二種ある。前者は公衆用としては手數もかゝるし、不經濟でもあるので、舊式に屬して居る。然し發電所變電所相互間とか、本社と技術員駐在所間とか數個しか使はない電氣事業には、磁石式の方が好都合である。依つて磁石式を一通り説明しよう。

第 20 圖 (33 頁) に示したのは此の磁石式の電話機であるが、其の上側にある丸いもの二つが電鈴で、呼出され用には之れが使はれる。即ち相手が話したい時には、此の電鈴が鳴り出すのである。

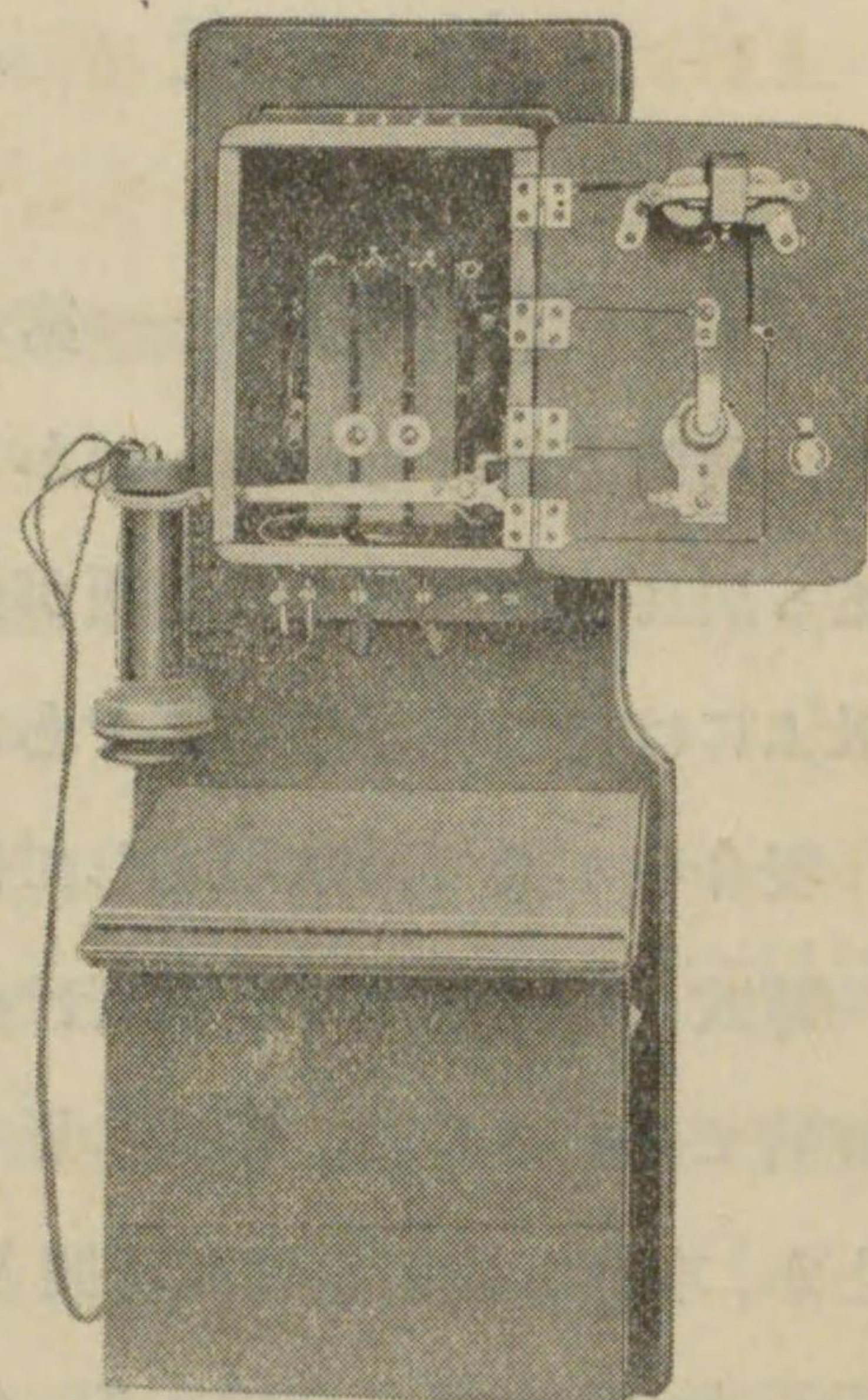
相手方を呼出すには、電話機の右側に突き出て居る把手を二三回靜かに廻せば良いのであるが、之れが電鈴を鳴らす電源である。同時に自分の電鈴も鳴るから、其の鳴り方で相手方の電鈴の鳴り工合を確められる。

第 20 圖の蓋ふたを開いて見ると第 30 圖の様である。中央に鐵を曲げて一部を赤く塗つたものが三つ大きく並んで居る。之れは馬

蹄型の耐久磁石で、電鈴用電源になる発電機の界磁の役を勤めて居る。發電子即ち鐵心に線輪を捲いたものが、其の内側で下部空隙内を廻轉出来る様に装置してある。

外部の把手を廻すと、箱の内部で右端に見える齒車で廻轉を早められて發電子が廻る。そこで發電子線輪は耐久磁石の磁束を切つて起電力を誘導し、電鈴を鳴らすのである。第 30 圖で蓋の裏側には上部に電鈴用電磁石と下部に送話器が見えて居る。

第 30 圖

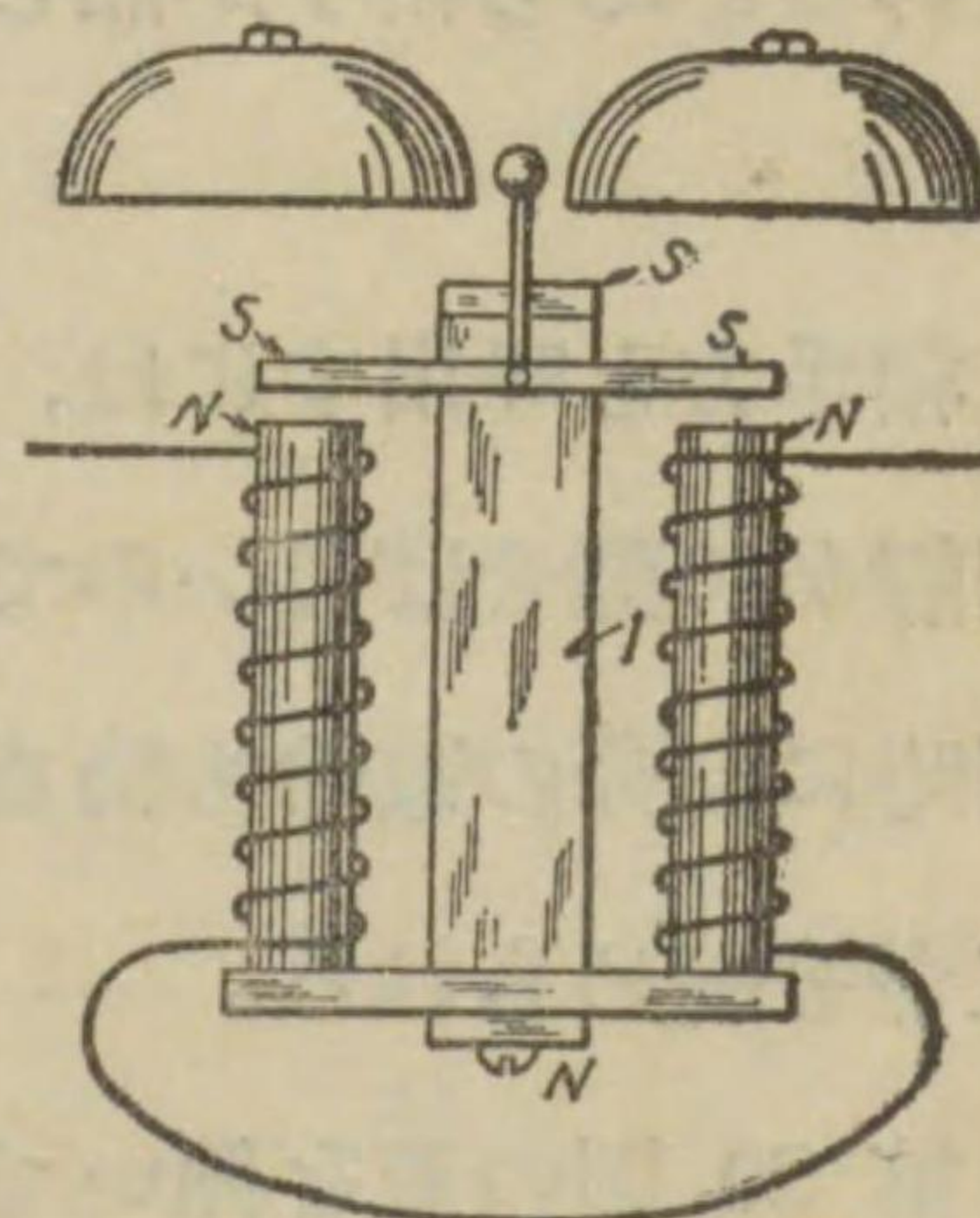


磁石式電話機の内部

28. 電鈴 此の發電子を調べて見ても整流子が見えない。従つて此の発電機は交流発電機である。普通に把手を廻すと 15 サイクル附近の交流を發生する。

そこで電鈴も直流で動作する斷續器を利用するものとは原理が違ふ。第 31 圖は此の交流式電鈴の原理を説明する

第 31 圖



呼出電鈴

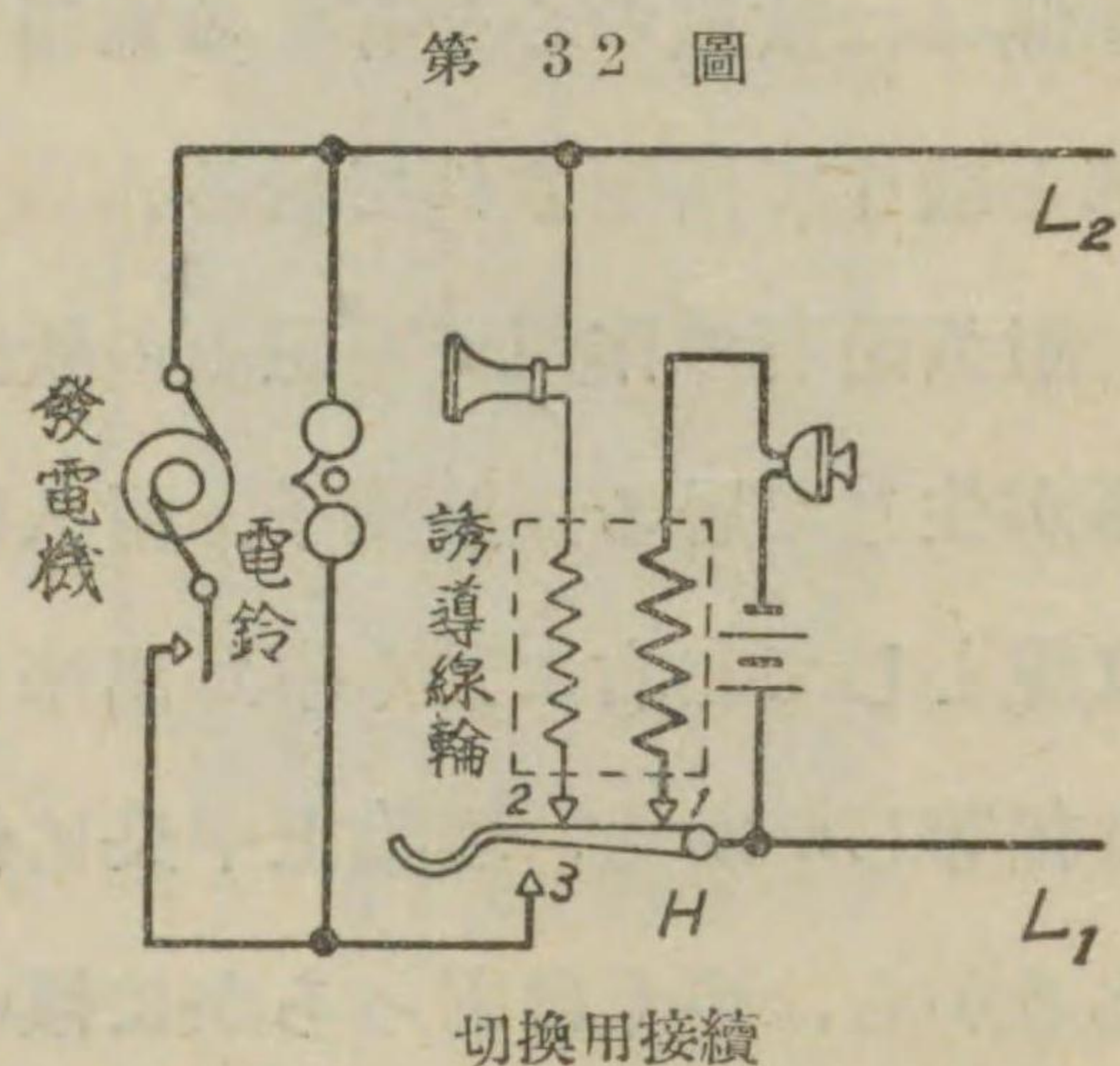
ものである。

上部に二つあるのが、第 20 圖で外部に見えて居る電鈴で、其の中央にある球が電鈴を鳴らす槌である。之れも第 20 圖で二電鈴の中央に箱から其の先端が突出して居る。槌のついて居る鐵板は耐久磁石で、圖で上部に S 極、下部に N 極が向ふ様に装置してある。其の上部に接極子即ち軟鐵片が固定してある。耐久磁石の兩側には軟鐵の心を有する電磁石があつて、下部は耐久磁石の下部と鐵片で接續されて居る。

耐久磁石の作用で電磁石の軟鐵心や接極子には圖に示す様な磁極が生じて居る。接極子、耐久磁石及び槌は一體となり、下部を支點として左右に動く事が出来るが、兩側電磁石の吸引力は平常は相等しいから、理論上中央に位置する筈だが、不安定の座りであるから、多くはどっちかに傾いて居る。

相手方でも自分のものでも発電機を廻すと、電磁石に交流が流れる。所が電磁石の線輪は左右が丁度正反對に捲いてあるから、電流に依つて電磁石の上側に生ずる極性は左右が反對である。従つて一方では耐久磁石の爲めに生じて居た極性を強くするが、他方では打消してしまふ。従つて接極子は磁極の強い側に引かれて電鈴を打つ。半サイクル後には電流の方向が變つて電磁石の反對側が強くなり、接極子は反對側に傾き反對側の電鈴を打つ。即ち交流の一サイクル毎に左右に一回宛電鈴が鳴る。

29. 切換装置
 そこで呼出装置を第 29 圖に示した接續に通話の邪魔をしない様に附加するのであるが、他にもう一つ工夫が要る。それは第 29 圖では電池が絶えず電路につながれて居るから、それだけ消耗が多い。そこで平常は電池の方は切つて置き、呼出装置だけを電路につないで置く。呼出しが終つて愈話を初める時に電池をつないで通話が出来る様にし、同時に呼出装置を邪魔せぬ様に片付ける事が望ましい。



其の望みをかなへた接續の一例が第 32 圖である。L₁ と L₂ とは外線につながれるので、H が受話器の掛金である。第 30 圖で箱内下側手前に見えて居る。

平常は受話器が掛金に掛けられて居るから、其の重量で掛金は下側に引張られ、3 と言ふ接點が掛金の媒介で L₁ とつながつてゐる。

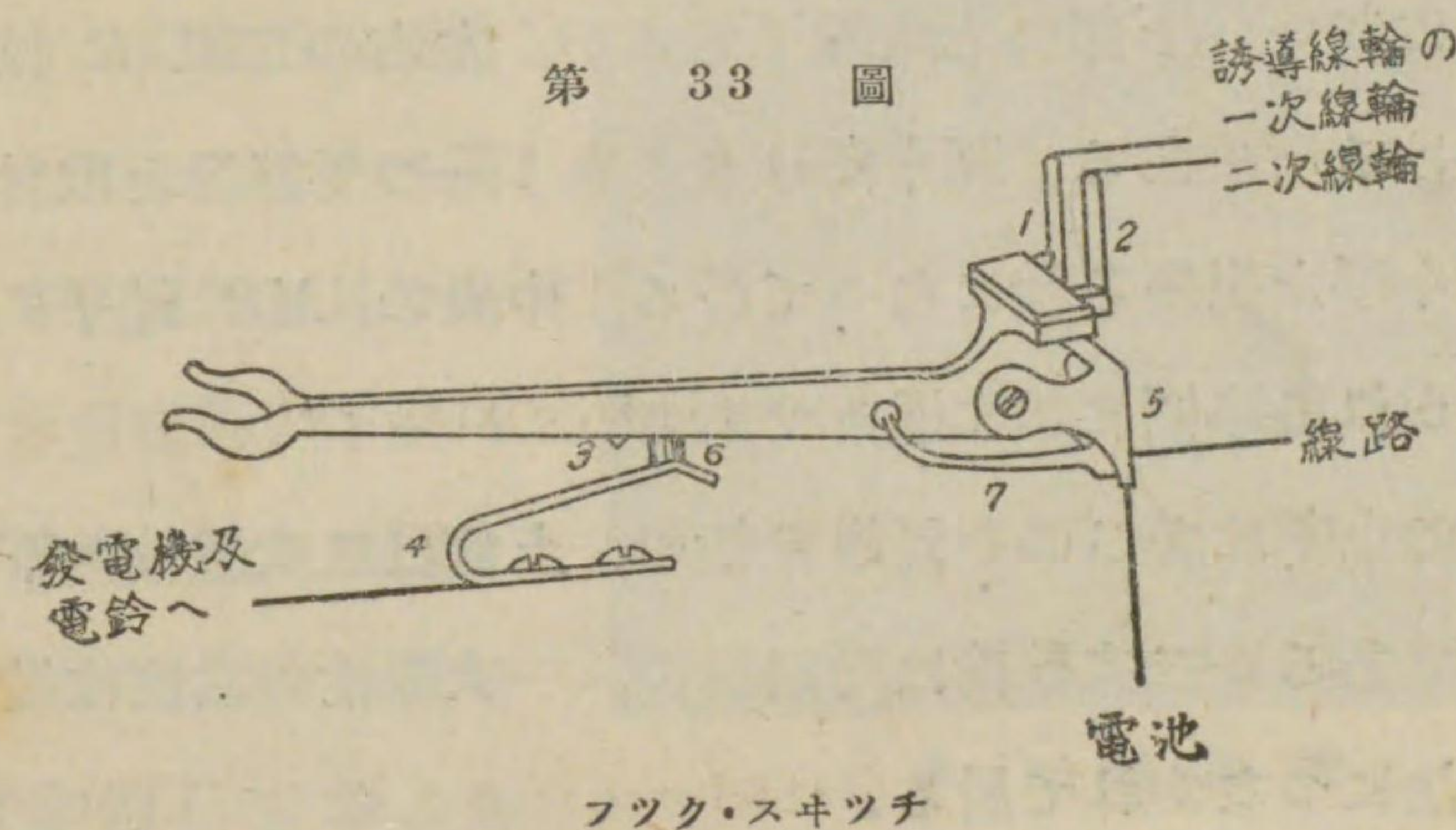
接點 3 は一度電鈴と磁石發電機との二道に分かれて再び一所になり、L₂ につながつて居る。磁石發電機は圖にも不明瞭ながら描いてある様に、平常は電路とつながつて居らず、全く邪魔にならない。但し發電機の把手を廻すと其の勢で電路につながる様な仕掛になつて居るのである。

平常の位置では接點 1 と 2 は開いて居る。従つて電池の電路は

接點 1 で行止りになつて居るから、消耗は全くない。接點 2 も離れて居るから、送話器もつながつて居ない。だから掛金が此の位置で、即ち受話器を掛けた儘か、受話器を外しても掛金を手其の他で下に押へて置いて、受話器に耳を當てゝも相手の話は聞えないし、當方でいくら話しかけても相手には通じない。

呼出しが終つて愈話を初めようと受話器を掛金から外すと、彈條の力で掛金は上に昇り、接點 3 は離れ、接點 1 と 2 とが掛金の媒介で電路につながつて圖の位置になり、同時に電池の局部電路が完結される。従つて送話器に向つて話をする時相手方に通ずる様になるし、受話器に耳を當てると相手方の話も解る。話が良く解らぬ時に掛金を上下すると良く解る様になる事があるのは、接點の 1 か 2 が充分接觸しなかつたのが、直つた爲めである。

第 33 圖は此の掛金でフック・スキッチと言はれるもので、受話器がはづれて居る所の圖である。依つて接點 1 と 2 とは掛金につながつて居るが、接點 3 は絶縁物 6 で、發電機や電鈴につながつ



て居る4とは離れて居る。(第30圖参照)

30. 内部接続

第32圖に示した接続を、今少し實物の配置に近づけて精しく書くと第34圖の様である。

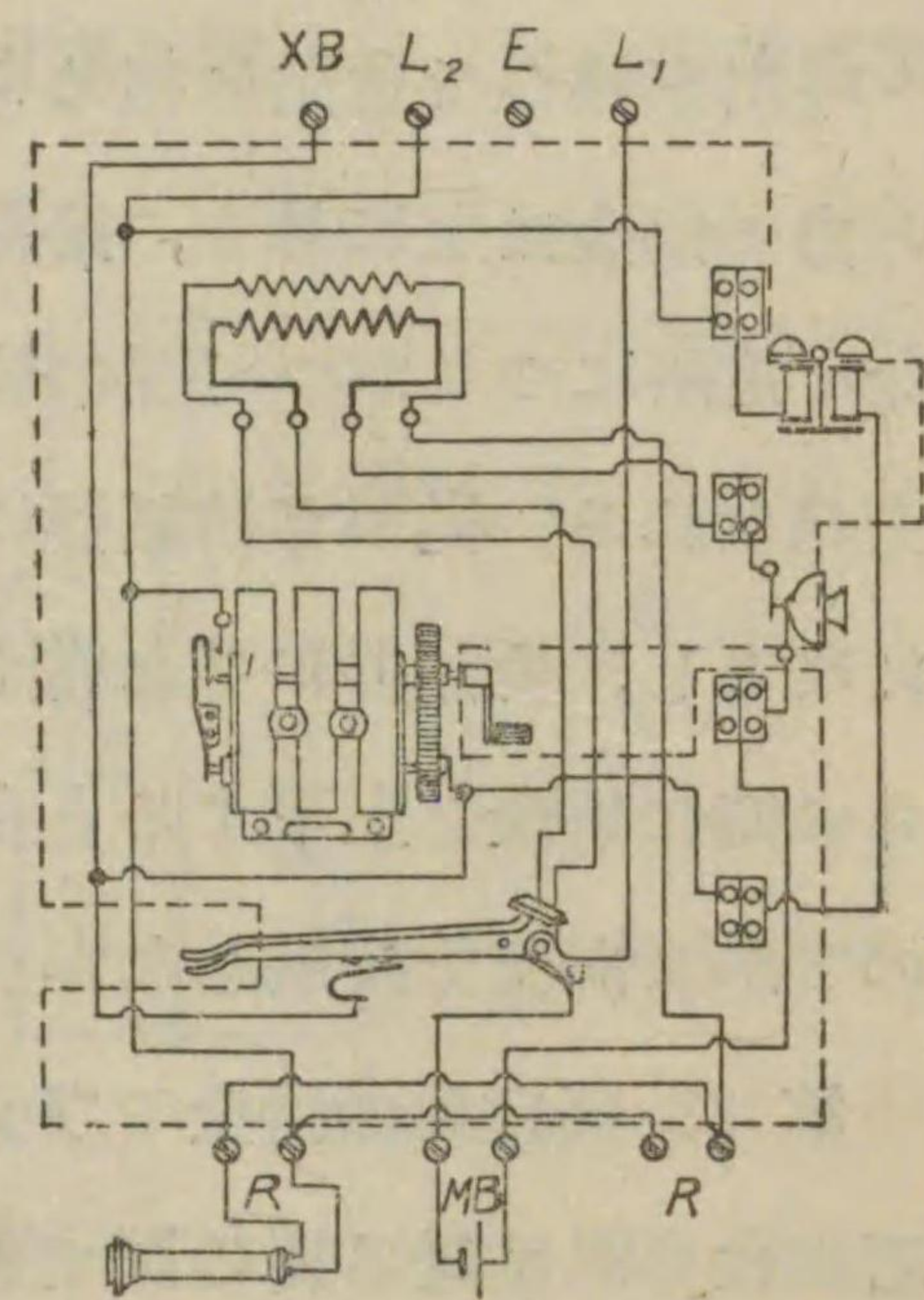
圖中點線で示したのが電話機の箱の内部と外部との境界の意味である。右側に四角が四つ縦に並んで居るのは電話機の蓋と箱との蝶番である。(第30圖参照)孰れも蓋に取付けられて居る電鈴と送話器とは蓋が開かれても通話に差支へない様に電線接続の役目をも兼ねて居る。

外線は上端外部の端子 L_1 と L_2 とに絡がれる。 XB と E なる端子は使はない。

下部にも六端子あるが、左右の二組 R は受話器を取付ける所である。聞くだけならもう一つ受話器を取付けて二人で聞く事が出来る様になつて居る。中央の MB 端子には電池がつながれる事圖に示す通りである。

箱内の上部にあるのが誘導線輪で、上側は二次線輪、下側が一次線輪である。二次線輪は受話器に、一次線輪の右側は送話器を経て電池につながれて居る。

第34圖



電話機の内部接続

中央のが發電機で發電子は上部の齒車と嚙合ふ下部の齒車の軸に取付けられて居る。圖の左上に見る様に發電子電路と線路と切れて居る。それは把手の軸の反對側に突出た端で彈條型の接觸子を押して居るからである。把手を廻すと或る機械的裝置で軸は右方に引かれ、此の接觸が出来て、發電子線輪は外線につながる。把手の廻轉が止むと軸は舊態に戻つて、再び發電子線輪と電路とは斷られる。

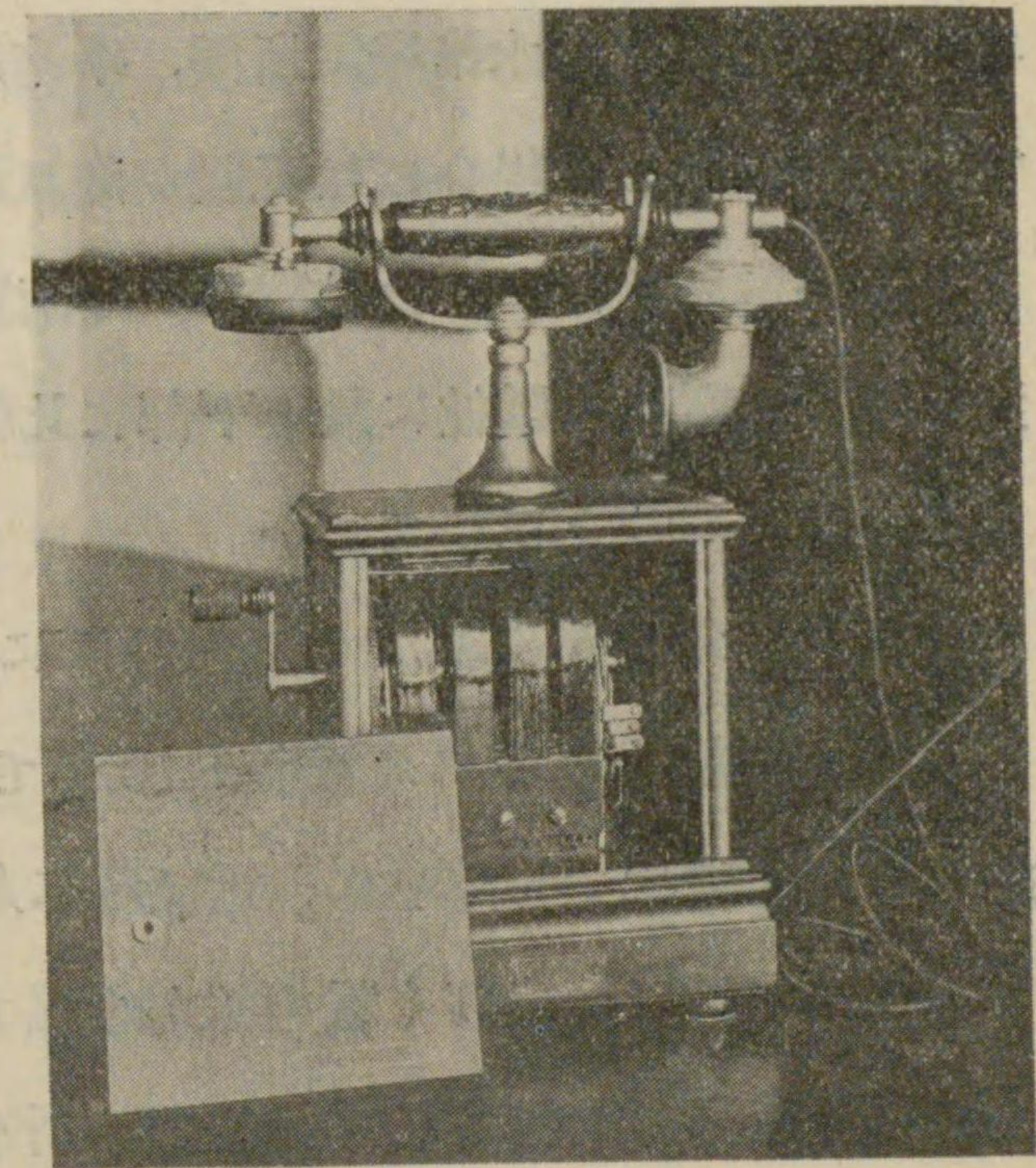
31. 卓上電話機

電話機には事務能率増進上、机に向つた儘でも電話がかけられる様に壁掛用の外に卓上電話機がある。第35圖は其の一例で、前側の蓋を外して内部を示してある。

上部の腕に掛けてあるのが送受器で、其の左側が受話器、右側が送話器である。中央の把手の所を握つて受話器を耳に當てると、送話器が丁度口の前方適當の所に來る。

送受器には相當に長いコードが附してあるか

第35圖



卓上電話機

ら、稍離れた所でも使用出来る。送受器を支へた腕が内部でフック・スイッチの働きをして居る。

箱の内部は発電機が大部分を占めて居る。第 30 圖とは左右反対で把手が左側に來て居る。

電鈴は箱の底部に納めてあるが、電池は多く箱と離れて机の下とか棚の上とかに置いてある。

32. 電氣事業用電話

我が國では電信電話は國が施設する事とし、一般には私設を許さないが、礦山業や鐵道業と共に電氣事業には特例を設けて許されて居る。

發電所と變電所との相互間には命令で必ず専用電話を設けなければならない。又水路發電所間、事務所や技術員駐在所間には保安上必要と認めた場合には私設が許される。

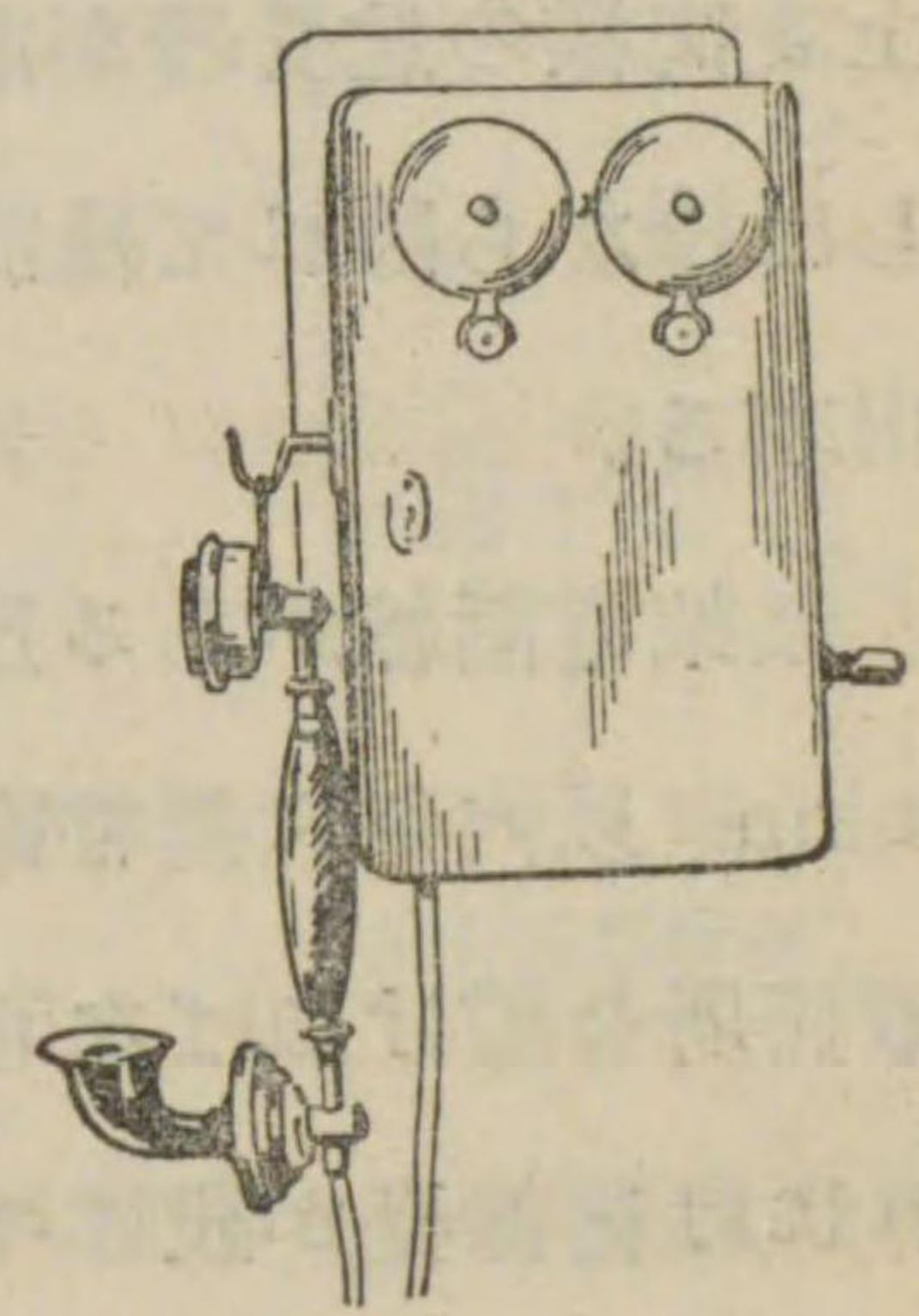
是等の電話線は多くは送電線又は配電線の電柱に添架される。送電線や配電線の電柱に最も下部に比較的細い裸線が二本あればそれは電話線だと思つて良い。

電話線を電線路に添架すると誘導に依つて雑音が電話に聞える。即ち電線路を流れる交流に依つて電線の周圍に生ずる磁力線が絶えず變化する爲めに、電話線に起電力を誘導するからである。従つて電話は成可く電力線から離す方が良く、尙兩側に生じた誘導を平衡させて打消す目的で、所々で電話線が左右交換してある。

電話機が二個以上になると、並列に電話線につながれる。従つて一方で發電機を廻すと、凡ての電話機の電鈴が鳴り出す。そこで、混雜を避ける爲め各箇所の呼出符號を定める。例へば甲變電所は一つ長く鳴らした時、乙事務所は長く二つ鳴らした時、丙出張所は一つ長く、次は短く交互に鳴らした時（之れを俗にズー、ションと言ふ）に呼出されると定めるのである。従つて自分の符號以外の鳴り方をしたのなら電話にかゝらぬ事にするのである。

尙送電線に添架した電話機には萬一電話線と電力線と混觸した場合に對して適當な保安裝置が必要である。テレフォン・トランスフォーマーを使つて、變壓器の原理で添架線路と電話機線路とを絶縁するとか、又は絶縁臺を造つて其の臺上に載つて電話を使ふ様にするのである。絶縁臺は之れに載つた人を大地と絶縁して、萬一高壓電氣が電話機に漏れる様な事があつても、身體を通じて高壓電氣が大地に漏れる事がない様に豫防する目的だから、絶縁臺に上つても、柱其の他大地につながつて居るものに寄りかゝつたり手で觸れたりしては何にもならない。送電線に使ふ電話機も原理に於ては以上に述べたものと何等異なる所はない。唯誘導を防ぐ爲め誘導線輪に手加減がしてあつたり、長距離に使ふ關係で磁石發電機が強力になつて居るのが違

第 36 圖



高壓用電話機

ふ位である。第 36 圖は其の外観、第 37 圖は其の接続の略圖である。

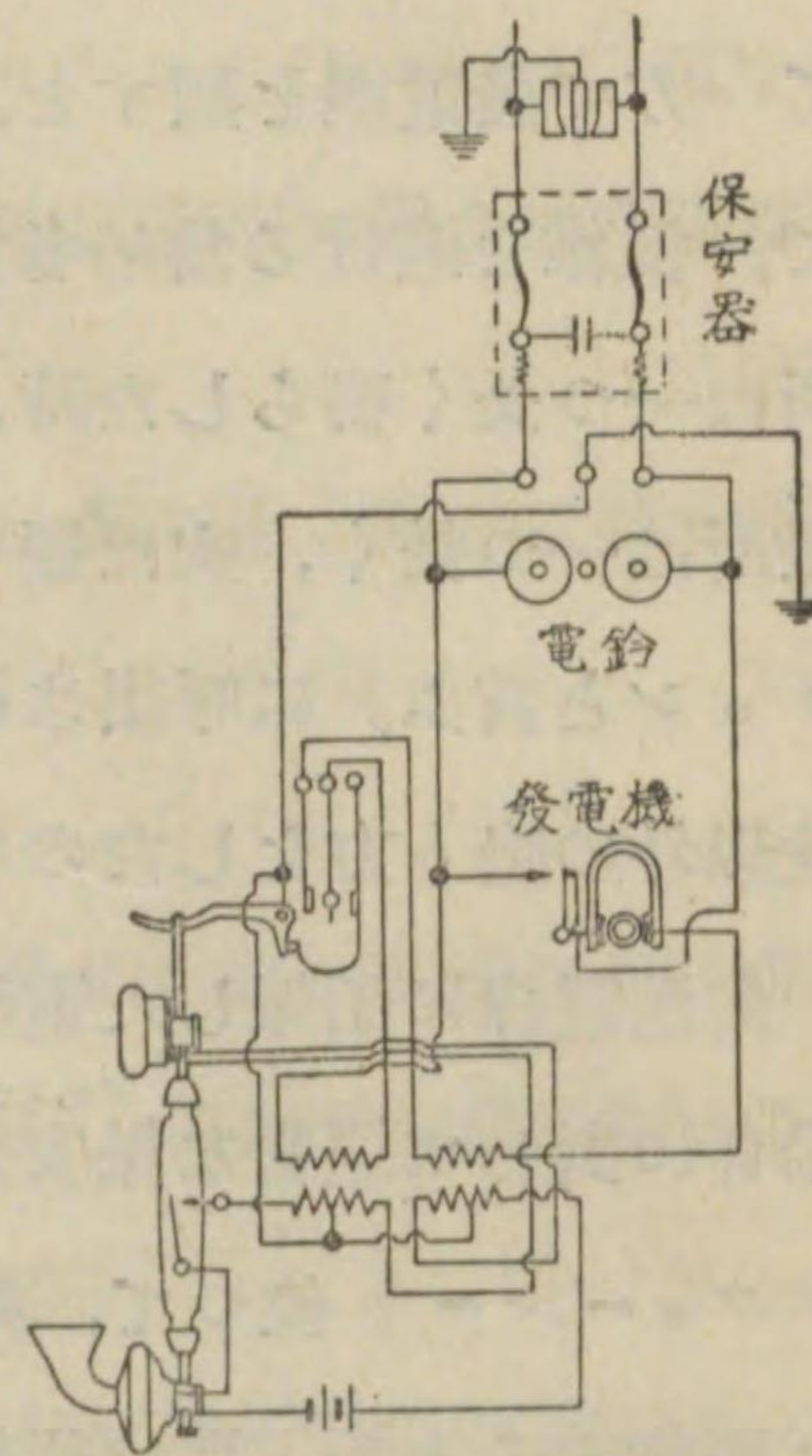
33. 携帯電話機

添架電話線の缺點は萬一其の電力線に故障を生ずると其の電話線も亦使用が不能に陥る事が多い事である。然し送電線は毎日之れを巡視する事になつて居るから、萬一故障を発見すると添架電話線が設けてあると、^{けいたい}携帯電話機で途中から電話がかけられるから、電線路の工事や修理には極めて便利である。

第 38 圖は携帯電話機的一種で^{かはん}鞆又は木箱に一式が納められ、^{かはひも}皮紐で肩に掛けて持搬べる。卓上と同様の送受器があつて、少しは機から離れて通話する事が出来る。

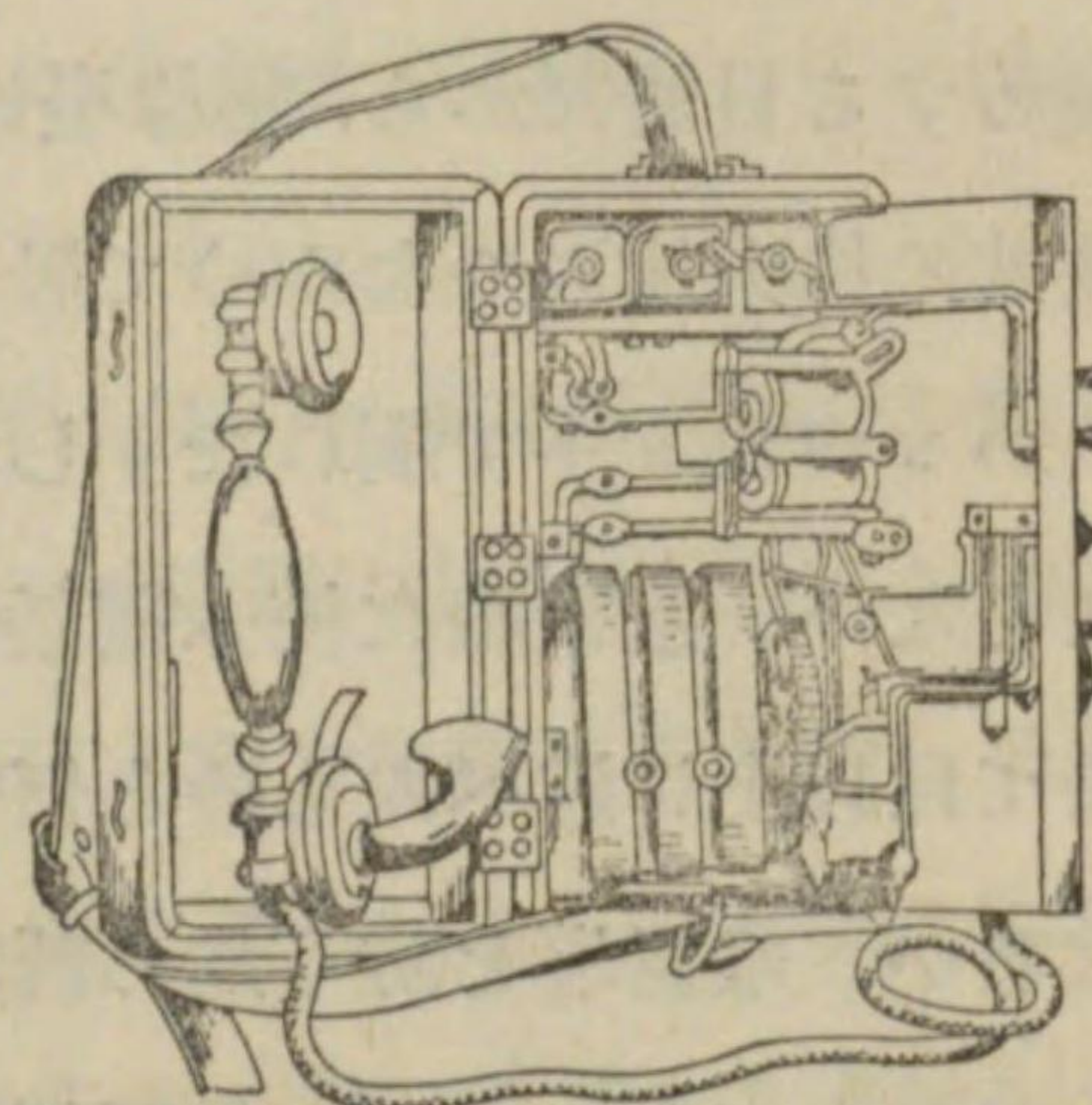
添架電話線がある送電線では 4 km 以内毎に携帯電話機の接続箇所を設けねばならない。之れには絶縁臺が設けてあるから安心して通話する事が出来る。

第 37 圖



第 36 圖の内部接続

第 38 圖



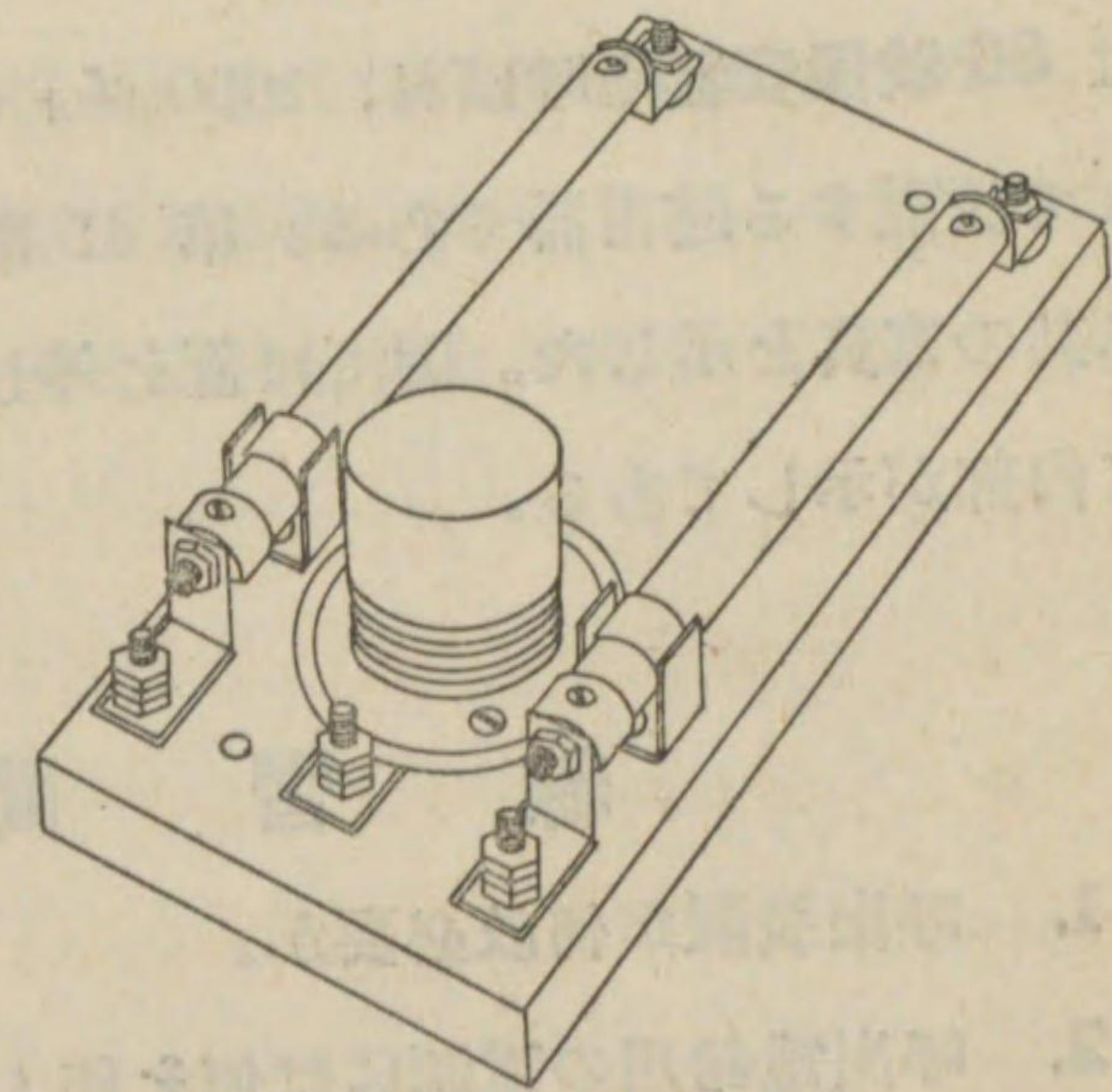
携帯電話機

34. 保安器 電話機を外線から屋内に引込んだ近所に必ず第 39 圖の様なものがある。之れが^{ぼあんき}保安器である。圖の右上が線路に、左下が電話機に接続される。

其の主要部分の接続を示すと、第 40 圖の様である。LL は外線に連なる側、TT は電話機につづく側である。F は 1 アムペアの^{かようへん}可熔片で、多くの電流が流れ込むと此處で^{しやだん}遮断する。A は^{たんそひらいき}炭素避雷器と稱するもので、第 39 圖の中央に金属圓筒を被つて居るものが夫れである。二枚の炭素板の間に薄いマイカ板^{はさ}を挟んだもので、内側の炭素板は E と言ふ端子を経て接地されて居る。従つて線路の大地に對する電位が相當に高くなるとこゝで大地に放電をする。

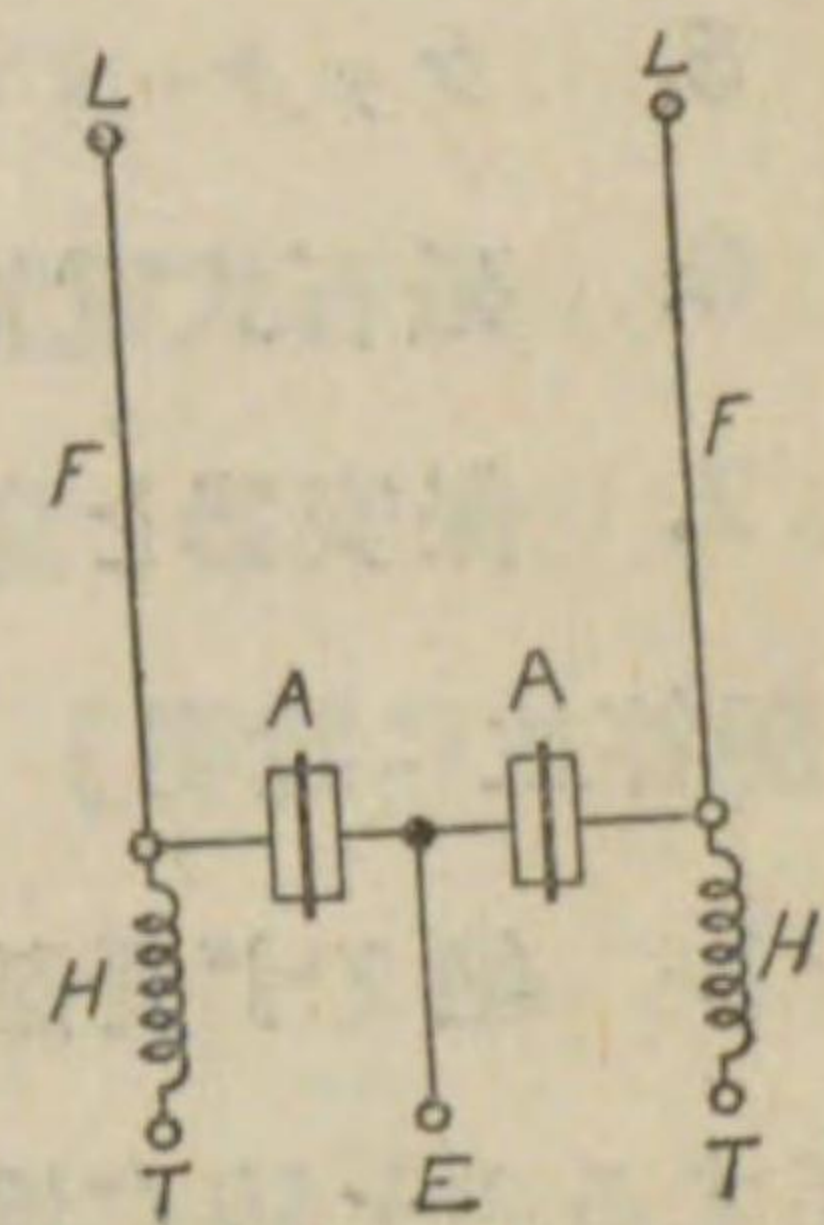
H は^{ねつせんりん}熱線輪と稱せられる小線輪で、可熔片と一所にファイバーの筒に入れられ、兩側に並べてある。之れは短時間流れたのでは別に差支へない程度の電流でも、數分間以上續くと電話機を害する事があるので、其の様な

第 39 圖



電話保安器

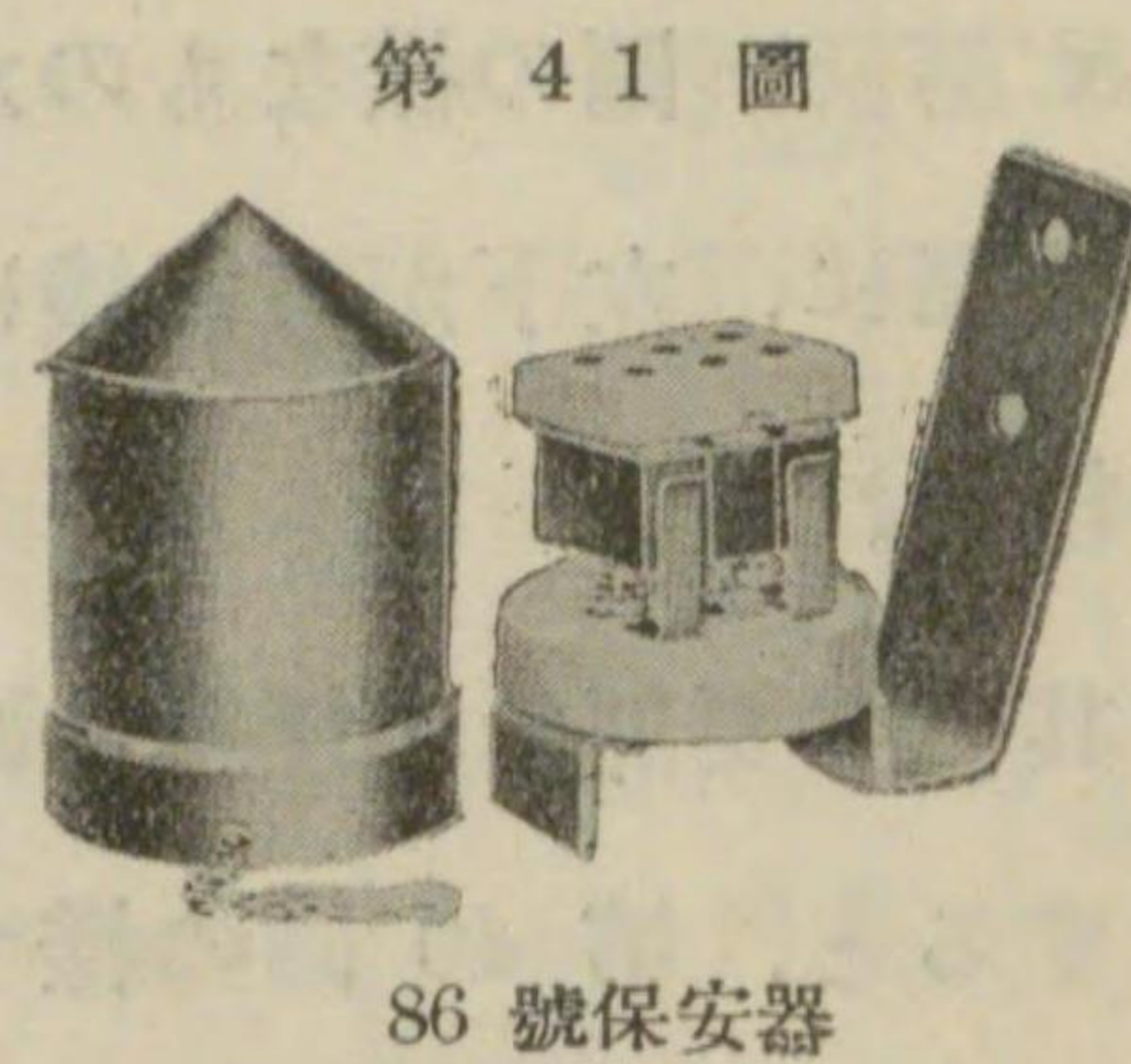
第 40 圖



保安器接続圖

電流が流れた時に電路を絶つ様に工夫されたものである。

第 37 圖の上部にある保安器は第 40 圖と同じであるが、其の上部にあるのは 86 號保安器と呼ばれ、1000 ヴォルトで放電する避雷器である。第 41 圖に其の寫眞を示した。圖では蓋を外して内部が示してある。



練習問題 V

1. 呼出装置が何故必要か。
2. 呼出電鈴用の電源には何を使ふか。
3. 磁石式電話用電鈴は交流用か直流用か。
4. フック・スイッチの目的を問ふ。
5. フック・スイッチは何で働作するか。
6. 磁石式電話機に三種ある。其の名稱如何。
7. 保安器を逆に使つても差支へないか。

【解答並に説明】

1. 絶えず受話器を耳に當て、待たずにすみ、電池の無駄に消耗するのを防ぐ爲め。
2. 各電話機内にある耐久磁石を使ふ手働發電機である。
3. 交流用である。直流を送つても鳴らない。
4. 平常は呼出装置のみを電路につなぎ、通話の時は通話装置

のみを電路につなく。

5. 壁掛用では受話器、卓上用では送受器の重量。
6. 壁掛式、卓上式、携帯式。
7. 逆に取付けると炭素避雷器が働く毎に熱線輪が切れるが、正しくつないであれば、炭素避雷器が働いても 1 アムペア内外なら可熔片は切れず、熱線輪は全く其の影響を受けない。従つて逆につないでならない。

第六章 電話交換

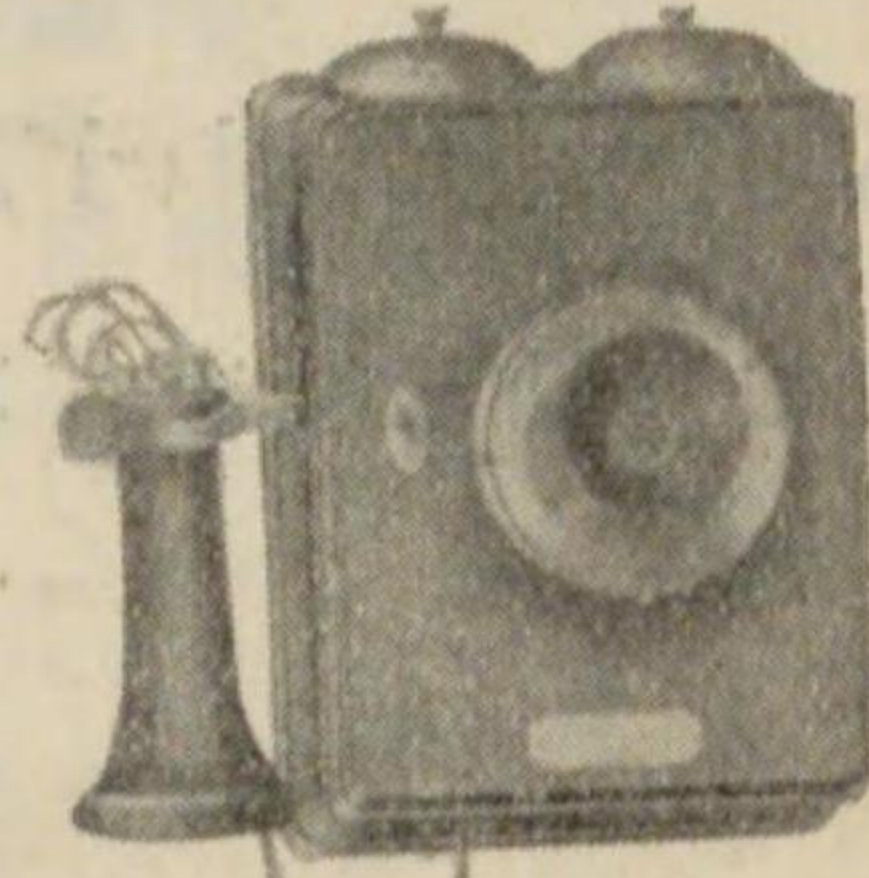
35. 共電式電話機

磁石式電話機では電話機各個毎に通話用の電池と呼出用発電機が設けてあるが、これは不経済でもあり、面倒でもあると言ふので、一際さいの電源を電話機から除き、電話局に大きな蓄電池を用意して之れに代へた方式を、共通きょうとんしきに電池を使用する方式と言ふ意味を詰めて共電式と呼ばれる。

共電式電話機で壁掛用の普通の形は第 42 圖の様で磁石式に比べるとずつと形が小さく且つ電池箱がない。前面の蓋を開くと、上部に電鈴を鳴らす装置、中央に誘導線輪、最下部に蓄電器を具へてゐる。蓄電器は電鈴を鳴らす爲めの直流を通話電路に入り込ませない爲めである。通話電流は高周波の交流だから蓄電器があつても流れるのに差支ない事は交流理論で學んだ事である。

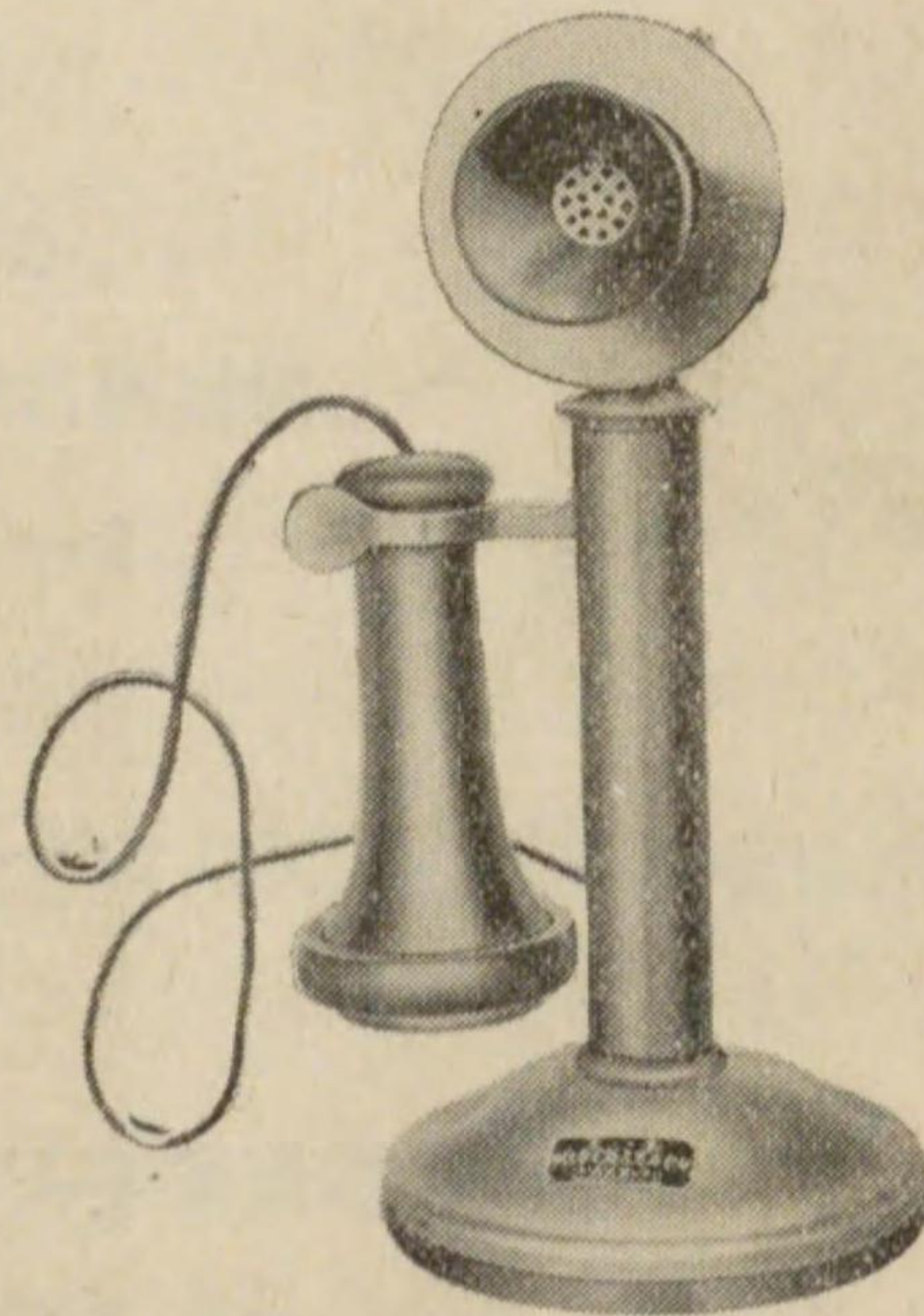
共電式の卓上機は第 43 圖の様な

第 42 圖



共電式壁掛電話機

第 43 圖



共電式卓上機

形である。普通電鈴は全然別に壁上とか邪魔にならぬ所に設けてある。

共電式で相手方を呼出すには單に受話器を掛金から外せば良い。すると電話局の交換手が出て来るから、相手方の番號を告げると、交換手が相手方の呼鈴を鳴らして呼出し、當方の線と接続して呉れるから話をする事が出来る。

通話が終了すれば單に掛金に受話器を掛け戻せば良い。従つて萬一通話の途中で受話器を掛金にかけたり、手で掛金を下したりすると、通話は途中でも切れてしまふ。

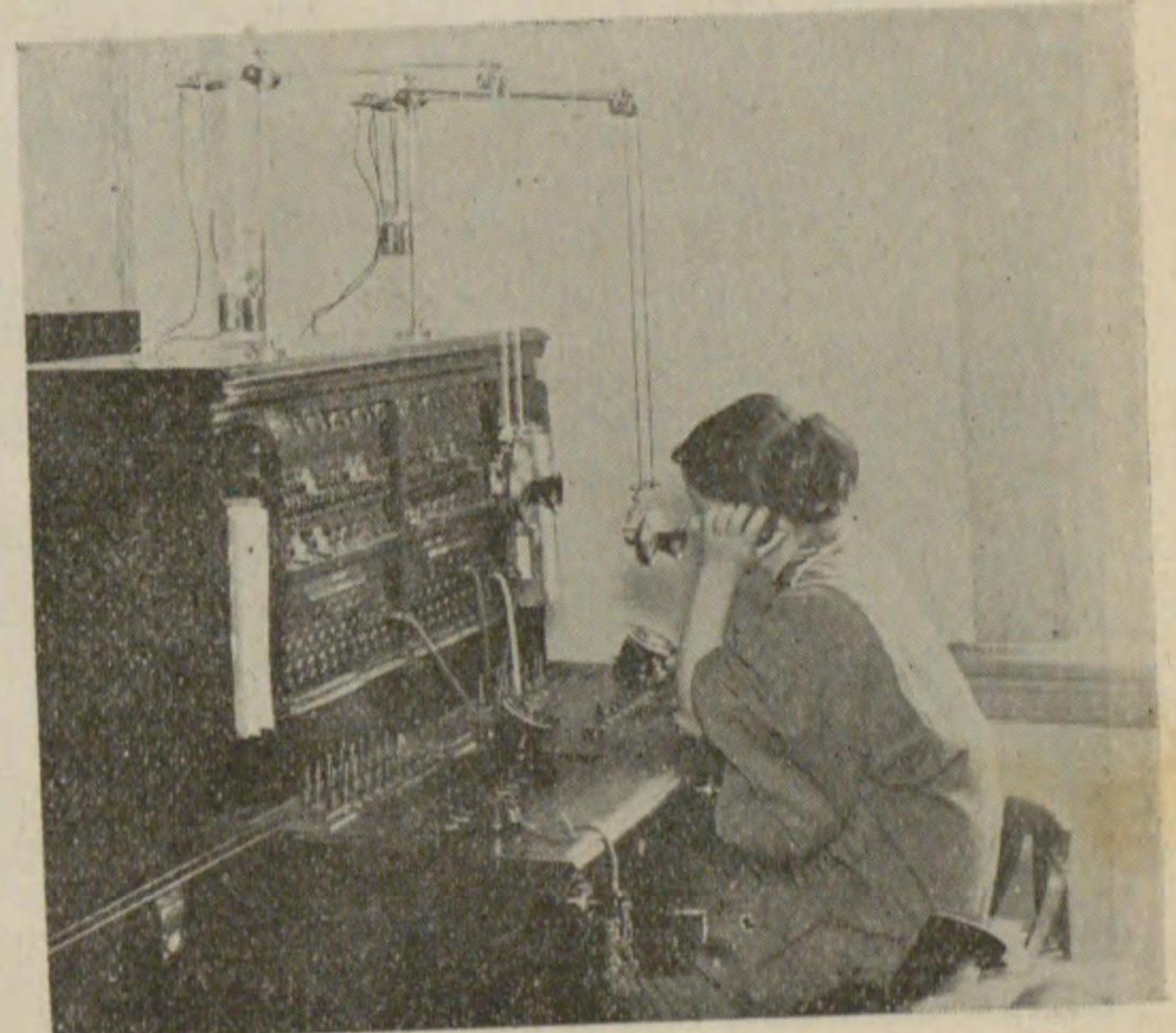
36. 電話交換

電話機の数が多い時は先きに述べた様に凡てを並列に入れて、信號で區別するのであるが、数が多くなると色々の不便が出来る。

そこで交換臺かうくわんだいを設けて凡ての電話機は交換臺に集中させ、そこで希望通りの所に接続させる。之れを電話交換と言ふ。

第 44 圖は單式交換機と言はれて、電

第 44 圖



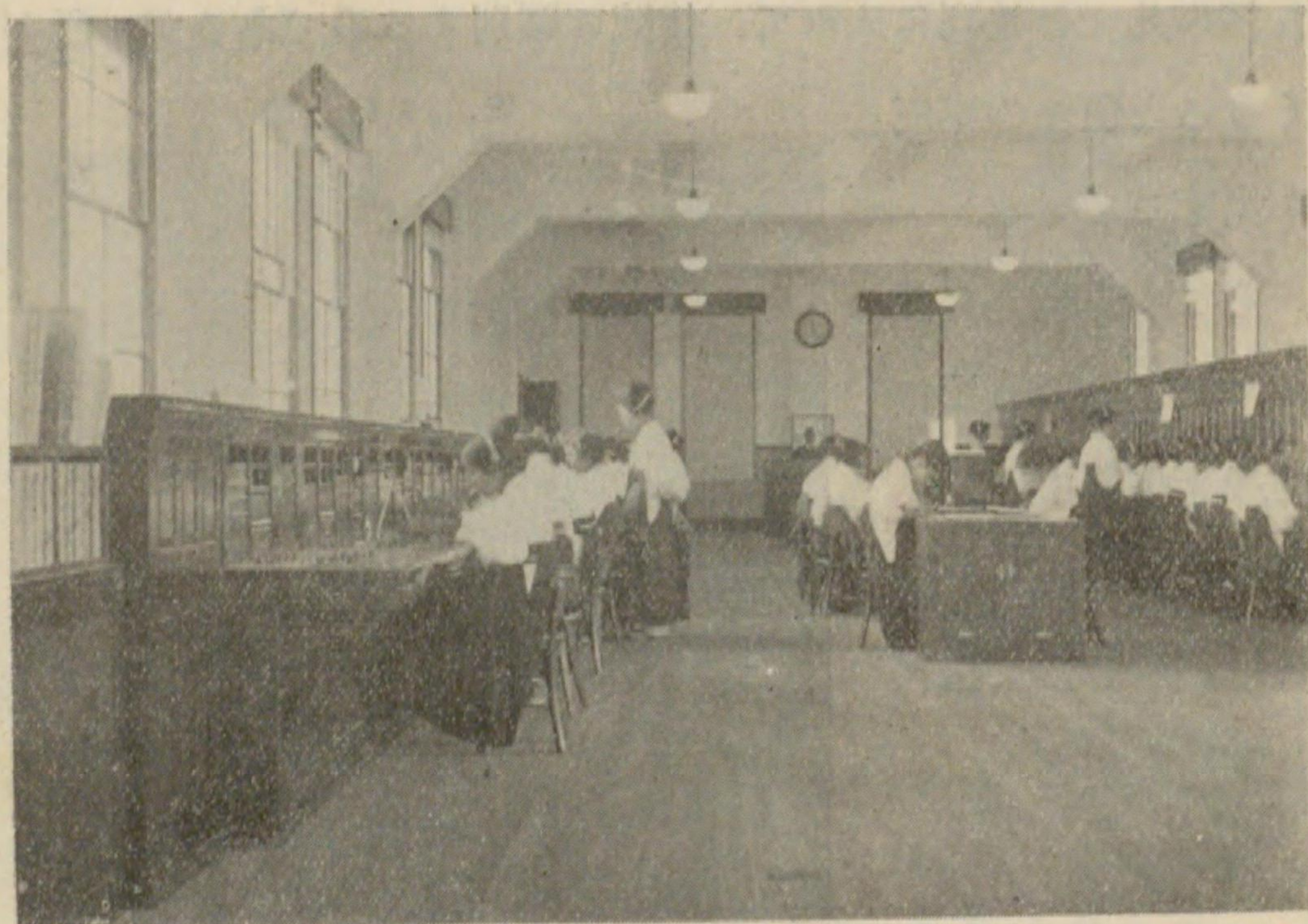
單式交換機

話機の数が多い場合に使はれるものである。交換機には電話機各個につき信号器と接続口とがあつて、電話機で信号すると、其の電話機の信号器が動作するから交換手が其の線を先づ自分の線とつなぎ、話し相手の番號を尋ねて、其の要求の所と接続するのである。

第 44 圖では此の單式交換機が二機一組になつて居る交換臺で、電機學校に設けられたものである。其の一方では交換手が交換中である。

田舎の電話局では此の方式を使つて居る所もあるが、多くはもつと複雑したものを使つて居る。第 45 圖は大きな交換局で多數

第 45 圖



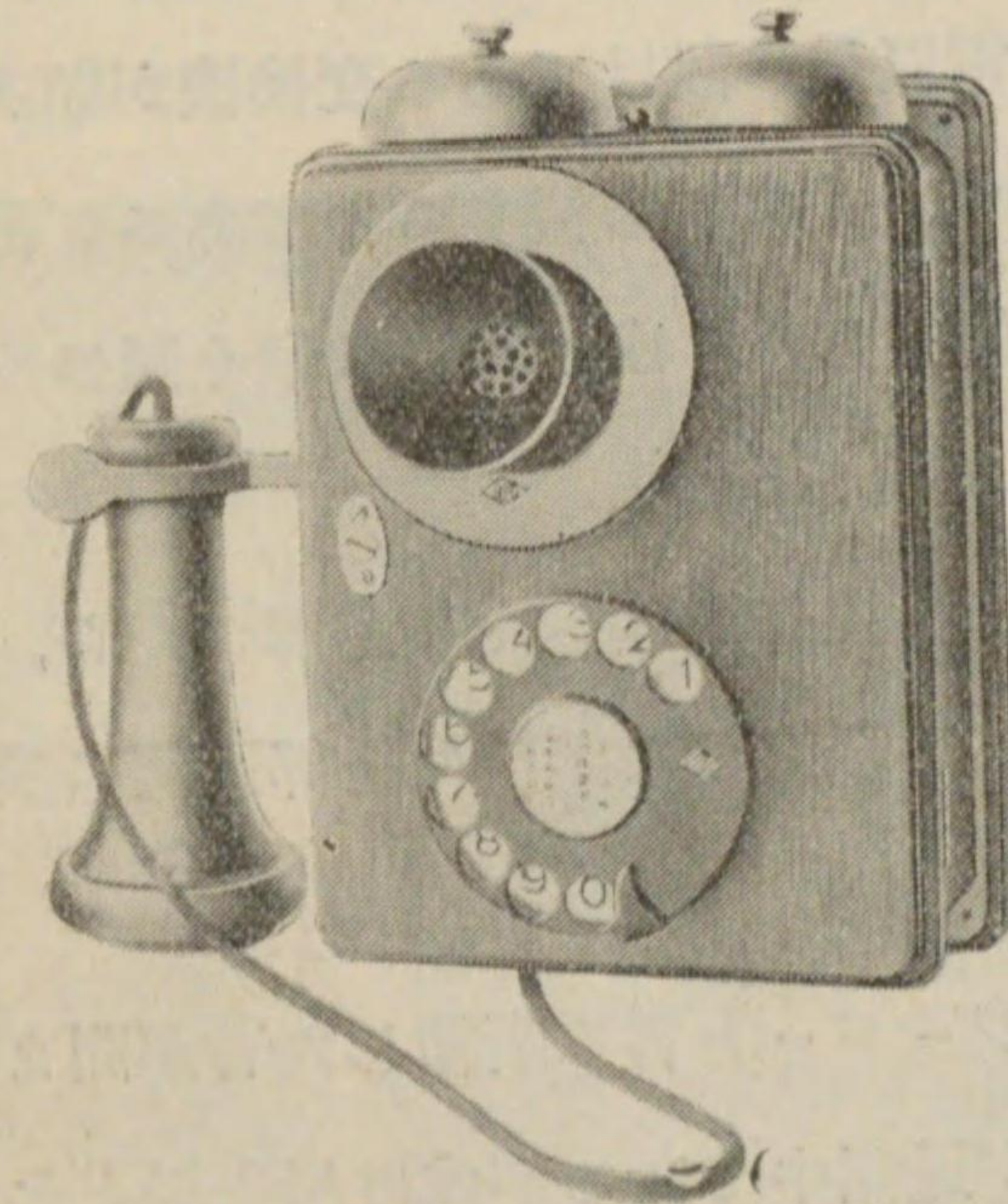
電話交換局内部

の交換手が仕事をして居る圖である。

37. 自動交換 呼出しても交換手が出ない時の腹立ち、交換手の間違ひに依る時間の空費や、交換手に關する費用をなくす目的で、此の電話交換を機械にやらさうと言ふのが自動交換である。

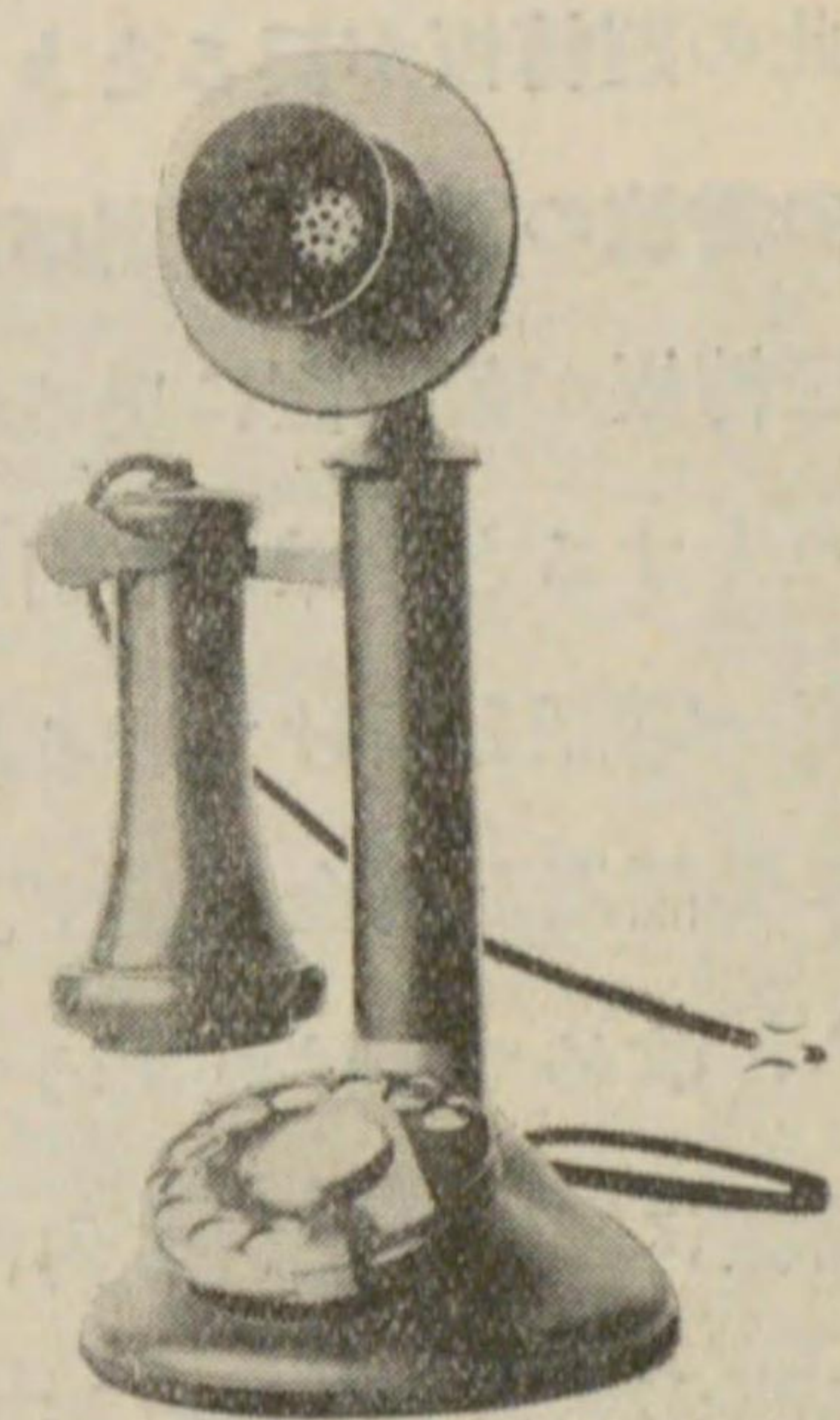
第 46 圖は自動交換式の壁掛電話機で、第 47 圖は卓上式のものである。外觀は共電式と良く似て居るが、唯數字盤が附いて居るのが違ふだけである。

第 46 圖



自動交換壁掛電話機

第 47 圖



自動交換卓上電話機

自動交換式の理窟^{りくつ}は凡て省略し、此處には其の使用の仕方について一通り説明しよう。

呼出したい時は先づ受話器を外し耳に当てると、^{はつしんおん}發信音と言はれる。小さい羽車はねぐるまが廻る時に發する様な、微かな連続音れんぞくおんが聞える。若し之れが聞えないと、局内の中繼線ちゆうけいせんと言ふ他の電話機と接續するのに使用する電線がふさがつて居る證據しょうこだから、暫く待つてまた試みるのである。

發信音が聞えて居たら、受話器を耳にあてた儘で、相手方の番號の最初の數字の穴に右手の指を入れ、數字盤の上部にある廻轉板を右の指止めの所まで早く確かりと廻してから指を抜く。すると廻轉板は左に廻つて舊位置に戻るから、番號の次の數字で同様の事をし、最後の數字まで續ける。0も一つの數字として取扱ふ。

此の廻轉板が戻るときに、電話局に設けてある交換機が順次に其の番號の電話機を選び出して、夫れに接續するのである。従つて廻轉板が舊位置に戻るのを妨害したり或は無理に早く廻さうとしたりすると故障の原因になる。

萬一電話を掛けて居る最中に番號を間違へた事が解つたら、すぐに受話器を掛金に戻す。すると今迄つながつた全部が舊に戻るから、改めてかけ直すのである。

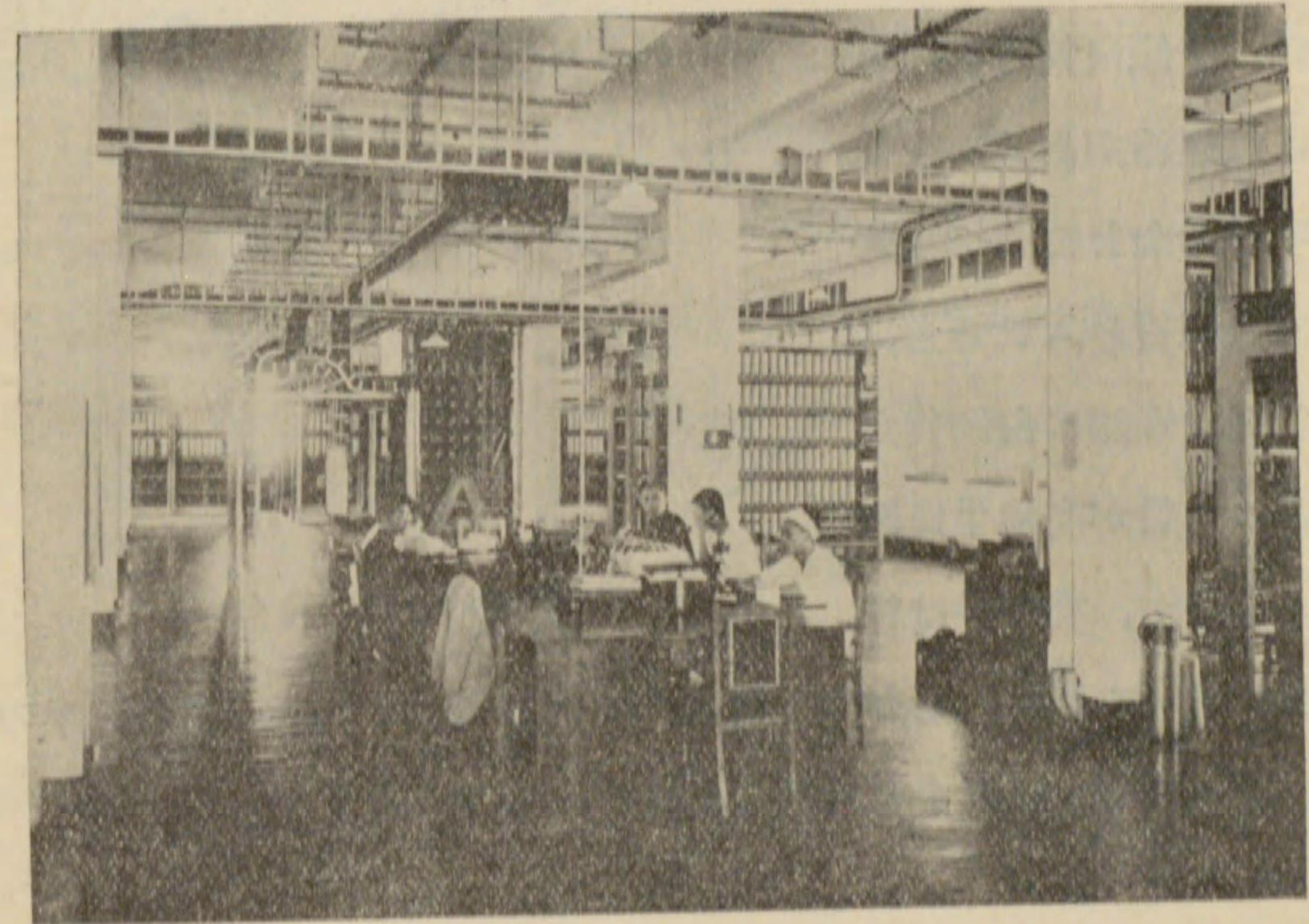
斯様に呼出して居る内に、ジージーと言ふ斷續した音が聞えて來る事がある。夫れは相手方が通話中であるか或は局と局とをつなく線よさが塞がつて居る信號で話中信號はなしちゆうしんがうと言はれる。一度之れが聞え出したら、相手方の電話機がすぐに空いても、もうつながらないのだから、直ぐに受話器を掛金にかけて、暫時の後又改めて呼

出すのである。

最後の番號を廻して、無事に相手方と接續が出来ると、ツーツーと言ふ斷續した音響が聞えて來る。之れが呼出信號よびだししんがうと言つて、相手方の電鈴が鳴つて居る證據である。相手方が出れば話が出来る。若し呼出音が聞えて、長くなるのに相手が出ないのは、相手方の電話機の近所に誰れも居ない爲めである。

通話がすんだら直ぐに受話器を掛金に戻す。すると全部の接續が斷たれる。然し萬一話中に誤つて掛金に觸れて之れが下がつても、やはり全部の接續がされるから、餘程注意して觸れぬ様にすべきである。第 48 圖は自働交換局の内部である。

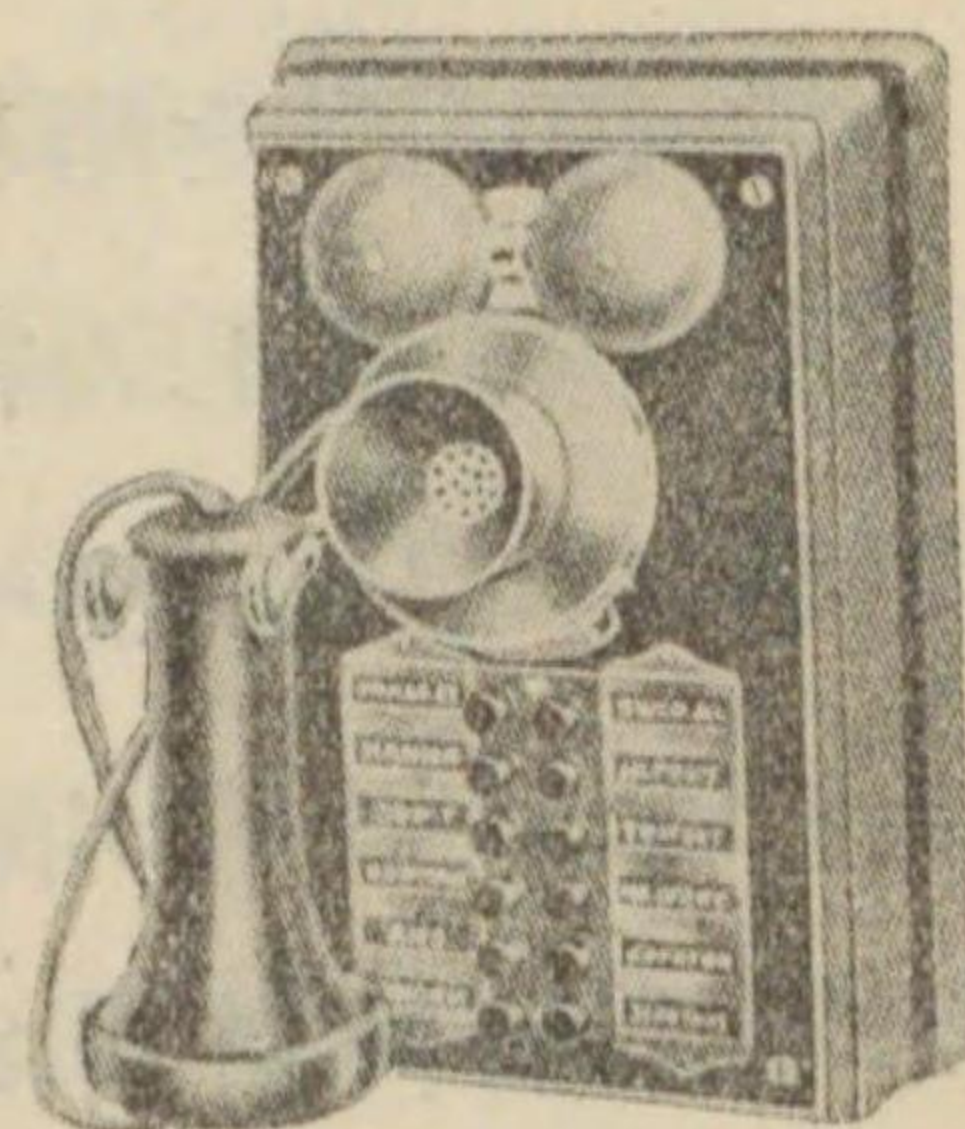
第 48 圖



自働交換局

此の自動交換は自家用にも應用する事が出来る。第 49 圖は電話機 12 個を有する場合の自動交換電話機で、前のボタンを押すと希望の所と話が出来る。但し公衆用自動交換の様な機械装置を使ふ譯ではない。

第 49 圖



自家用自動交換
壁掛電話機

38. 公衆電話

一般公衆用に特定

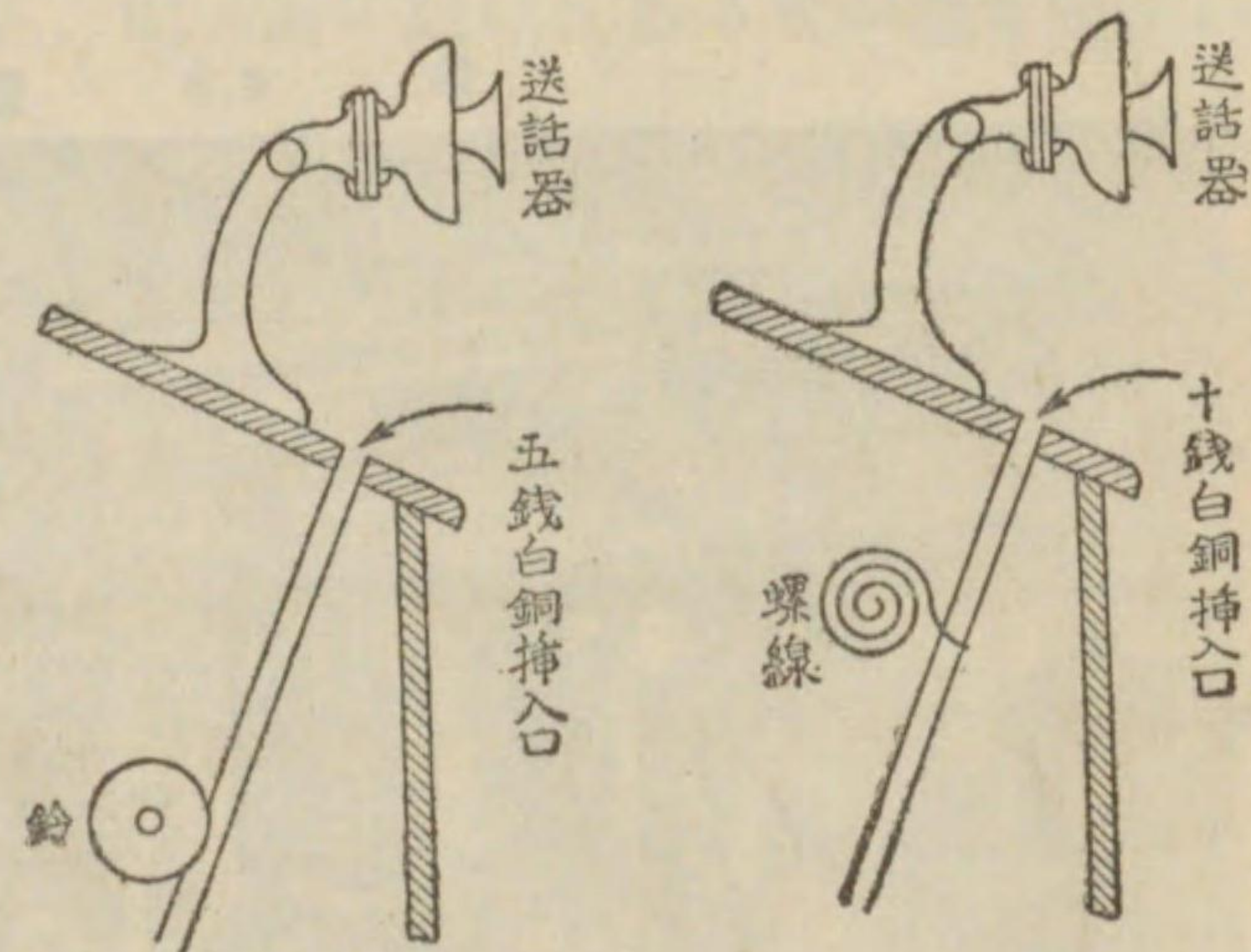
の場所に設けて、其の都度料金を投入して使用するもので、元は自動電話と言つたが、何等自動の所はない。

第 50 圖に示す様に

五錢白銅貨投入口には鈴、十錢白銅貨投入口には螺線がある。交換手の命令を待つて指定の白銅貨を入れると、鈴又は螺線に白銅貨が當つた音が交換手に聞えるので、交換手は料

金が納められたのを知つて通話させるのである。従つて交換手の命令を待たずに料金を入れたのでは無駄である。

第 50 圖



公衆電話の料金

練習問題 VI

1. 共電式壁掛電話機と磁石式電話機と一見したところ見分けられますか。
2. まだ話が終らぬ途中で用達に電話機を離れるとき、共電式電話機の受話器を掛金に掛けて良いか。磁石式なら如何。
3. 共電式の卓上電話機と自動式の卓上電話機と外見上どこが違ふか。
4. 公衆電話で料金は何時入れても差支へないか。

【解答並説明】

1. 共電式は形が小さい。其の上に電池箱のない事、磁石式發電機の柄が外部に突出して居ない事でも解る。
2. いけない。磁石式なら差支へない。
3. 数字盤のあるのが自動式、ないのが共電式。
4. 料金を入れた際の音で交換手が料金完納を知るのだから、交換手よりの合圖を待つて入れないと無効である。

第七章 ラヂオ受信器

39. 受信装置の種類 一口にラヂオと言へば放送無線電話の事である。我が國では日本放送協會が各所に支部を設けて放送をして居る。其の受信器を見ない人は恐らくあるまい。あんな器具で遠くで奏^{かな}でる音楽がはつきりと聞かれると言ふのは、いくら考へても不思議である。

ラヂオの受信装置にも色々あるが、最も普通に使はれるものは大略次の三つに分ける事が出来る。

リシーヴァー附礦石式	價格 10 圓内外
ラッパ附電燈線式	價格 40 圓内外
ラッパ附電池式	價格 40 圓以上

第一のものは放送所から近くで自分一人で楽しまうと言ふのに適する。近くとは放送所の電力や土地の状況で違ふが、小放送所で 20 km 以内、大放送所で 80 km 以内のことである。

第二のものは同一の位置でラッパを鳴らせて数人一緒に楽しまうと言ふのには便利であるが、電燈の點じ得る時でないとは聞えない。従つて晝夜間送電を受けて居る電燈需用家に限られる。

第三のものは放送所より遠くて、以上の装置では受信出来ない所か、電燈のない場所又は送電のない時間にラッパを働かせたい場所、或は近くでも音楽専門家が耳の肥えた人が音楽を聞きたい

場合に使はれる。それは弱い電波を擴大するのに電燈の電力では都合が悪いのと、電燈の電源ではどうしても交流に基づく雑音が混じて來て、本當の音楽は聞えないからである。

40. アンテナ 最も簡単な礦石式受信装置には次の用具が要る。

アンテナ	受信器	受話器
接地装置	接續線	

空中線即ち**アンテナ**とは空中高く張られた一本の裸銅線の事で、之れを支へるには棒でも立木でも差支へないが、支へるものとは礎子で絶縁し、尙木の枝や屋根等から相當離す方が良い。アンテナは少くも 5 m 以上の高さで、高い程、長い程有効であるが、夫々限度がある。尙電燈線等の上を越す事がない様に注意すべきである。

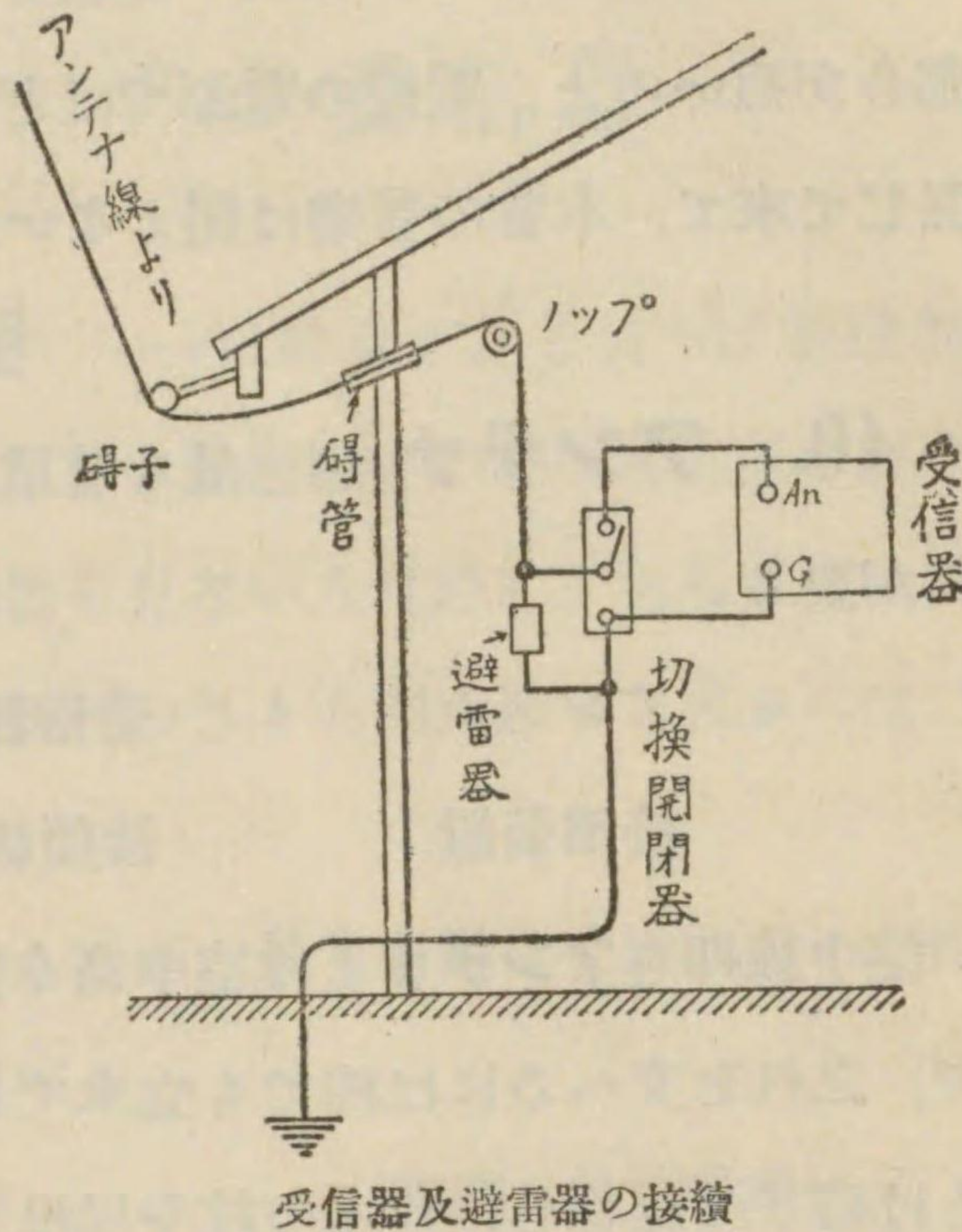
アンテナの一端又は適當の中途から線を引き下し、之れを受信器まで導き、そこにアンテナ、A 又は Ant と書いた端子につなぐ。其の接續線には第四種絶縁電線を使ひ、且つ建物と直接接觸しない様に適當に礎子で支へ、壁や羽目を抜く所には礎管の内を通す様にする。(第 51 圖)

受信器の近くに**避雷器**を設け、尙切換開閉器を設備して、受信しない時はアンテナを直接接地して置ける様にするると安心である。アンテナは高いから、萬一落雷しないものでもないからであ

第 51 圖

る。尙高いアンテナ線を使つたら、近くで雷鳴中は受信せぬに越した事はない。

別に 0.1 m² 位の銅板(薄くて差支へない)に電線をはんだ着けしたものを地下 1 m 位の所に埋めるか、1 m 位の小鐵管又は鐵棒の一端をとが尖らせ、他端に端子を附けたものを、地中に打込み、之れを受信器のアース、E



又は G と書いた端子につなぐ。地中板を埋込む所は成可く濕つた所が良いが、井戸の中は良くない。水道や瓦斯管につなげれば尙良いが、つなぎ方が面倒である。

そして受話器即ちリシーヴァーを受信器で R と書いてある二つの端子に結ぶか、或は栓受が設けてあるものならば挿込栓に受話器の両端を結んで栓受に挿込むと準備が終つたのである。

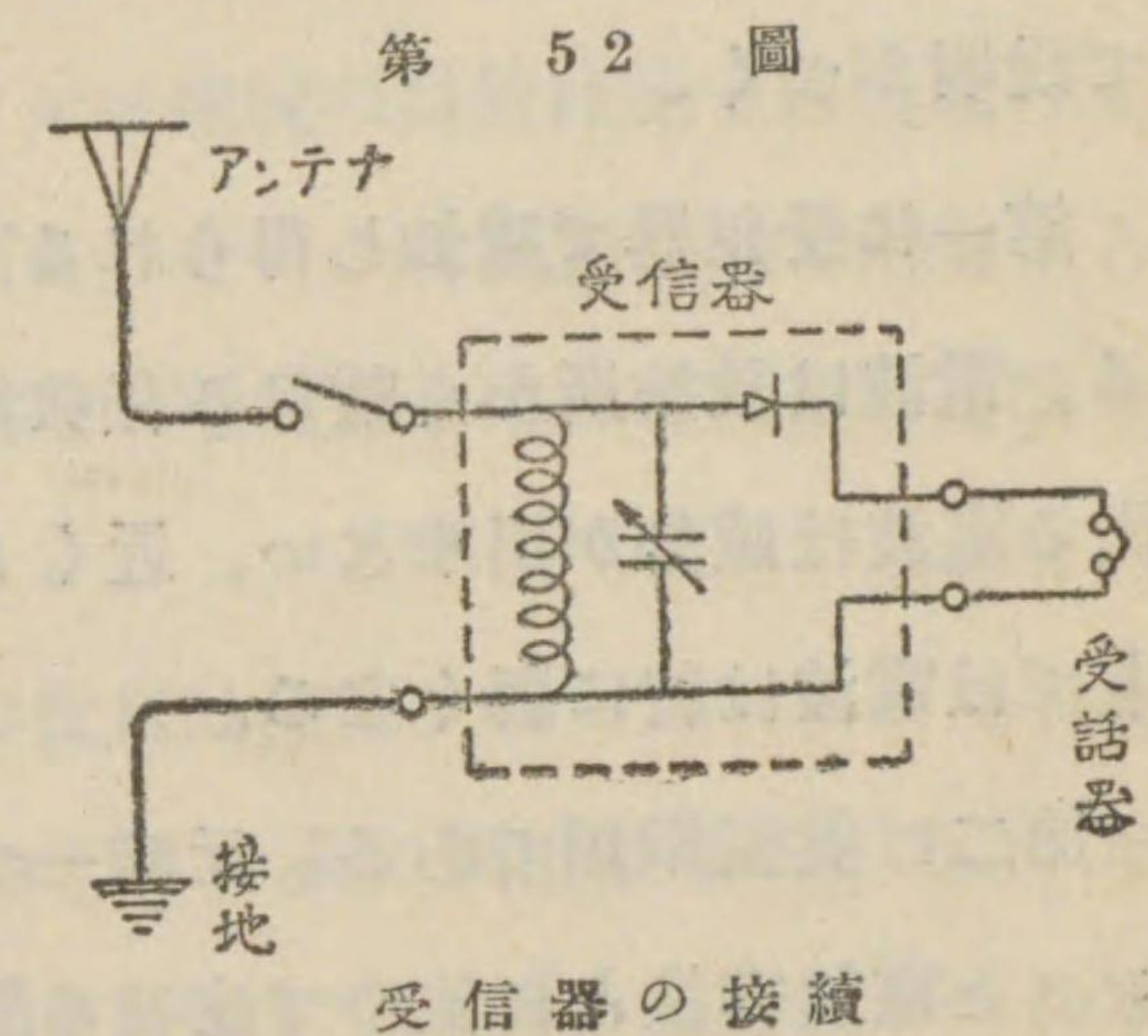
41. 受信器 受信するには切換開閉器が使つてあれば、先づそれを受信側に倒し、受話器を耳にあて、聞くのである。確かに放送中であるのに、何にも聞えないか、極く低く聞えれば、受信器の前面にある廻轉目盛即ちダイヤルの把手を静かに廻すので

ある。

すると段々音が聞えて來、高くなるが、其の内に再び低くなる。その最も音の高く聞える位置に目盛を固定する。其の後は故障のない限り單に受話器を耳にあてれば、放送して居る間はきつと同様に聞えるのである。

ラヂオにはまだ簡単な送信報知方法がない。止むなく各放送局共豫めプログラムを作つて發表して居るから、之れに従つて聞きたいものだけ聞くのである。

今最も簡単な受信器の部分品と其の接続を圖示すると第 52 圖の様である。アンテナや接地には普通に斯んな記號が使はれる。



器中で輪を並べたのがインダクタンス線輪であり、之れに並列に俗に言ふバリコン即ち加減蓄電器がある。斜に矢印があるのは一般に加減出来ると言ふ意味である。三角と棒と並んだのが檢波器である。複雑なものには限りがないが、之れだけあれば兎に角受信が出来るのである。

42. 電波の共振 放送所で放送すると電波は其のアンテナから四方八方に傳播する。其の速度は光や電流と同じく毎秒

300 000 km であるから、何處に行くにも時間はかゝらない。

電波が空中線に到着すると、空中線に振動電流が生ずる。丁度風が木の枝に當ると木の葉をさはがせたり、音波が吾々の耳に達すると、音と言ふ感じを起させたりするのと同様である。

電波は放送所以外にも諸所で絶えず發生して居る。それなのに何故近くの放送所の電波だけが感じるか。之れは次の二つの理由で説明がつく。

第一に受信器で感知し得られる電波の強さには一定の限度がある。電波は放送所から離れる程次第に弱くなるから、遠い所から出る電波は感知が出来ない。近くとも山の陰や、鐵骨の建物内などでは電波は特に弱くなる。

第二は共振作用である。元來一つの電氣回路は其のインダクタンスと電氣容量とに依つて定まる固有周波數を有して居る。此の事は凡ての物體が固有の振動數を持つて居ると良く似て居る。

受信器の回路の固有周波數が放送された電波の周波數と一致するとアンテナに強い振動電流が發生する。此の事は音叉が同一周波數のものだと鳴り出す共鳴や、同一長さの振子のみが振れ出す共振と同一の現象である。

各放送局の放送する電波の波長はそれぞれ定つて居る。關東支部（東京）の 345 m, 關西支部（大阪）の 400 m, 名古屋の 370 m の類である。そして波長が與へられると周波數は公式 1'' (6 頁) から容易に求められる。例へば關西支部では

$$f = \frac{V}{\lambda} = \frac{300\,000\,000}{400} = 750\,000 \text{ サイクル}$$

先きに受信器の目盛盤を廻したのはバリコンの柄を廻して其の電氣容量を變へ、其の固有周波數を放送された電波の周波數に近づけたのである。

43. 檢波 インダクタンス線輪の目的は空中線に成可く強い電氣振動を生ぜしめる爲めと、今一つ受話器は其の兩端子と並列につながるから、受話器兩端の電位差を高めて充分の電流を之れに流したい目的に使はれる。

受信器の内最後の檢波器の役目は如何。我が國のラヂオの波長は 345 m 乃至 400 m であるから、其の周波數は 90 乃至 75 萬回の近所である。斯んな急激な振動を受話器の振動板がやれない。よし振動しても吾々の耳には聞えない。吾々の耳には 3 萬回以上の振動は音として聞えないと述べてある。

そこで、どうかしてラヂオの振動を吾々の耳に感ずる振動數に減じなければいけない。元來ラヂオで音聲や音樂が解るからには、電波は自分の 75 萬回以上の振動の外に、其の音聲や音樂通りの振動をして居る筈である。言換へると毎秒 75 萬回以上も波は變化するが、其の波の振幅は傳へるべき音通りの變化をして居るのである。

第 53 圖で甲は唯の電波即ち音を傳へて居ない時の電波で、毎

秒 75 萬回以上の振動を正しくして居る。所が音を傳へる場合には其の電波は音通りに變調される事乙圖の様になる。

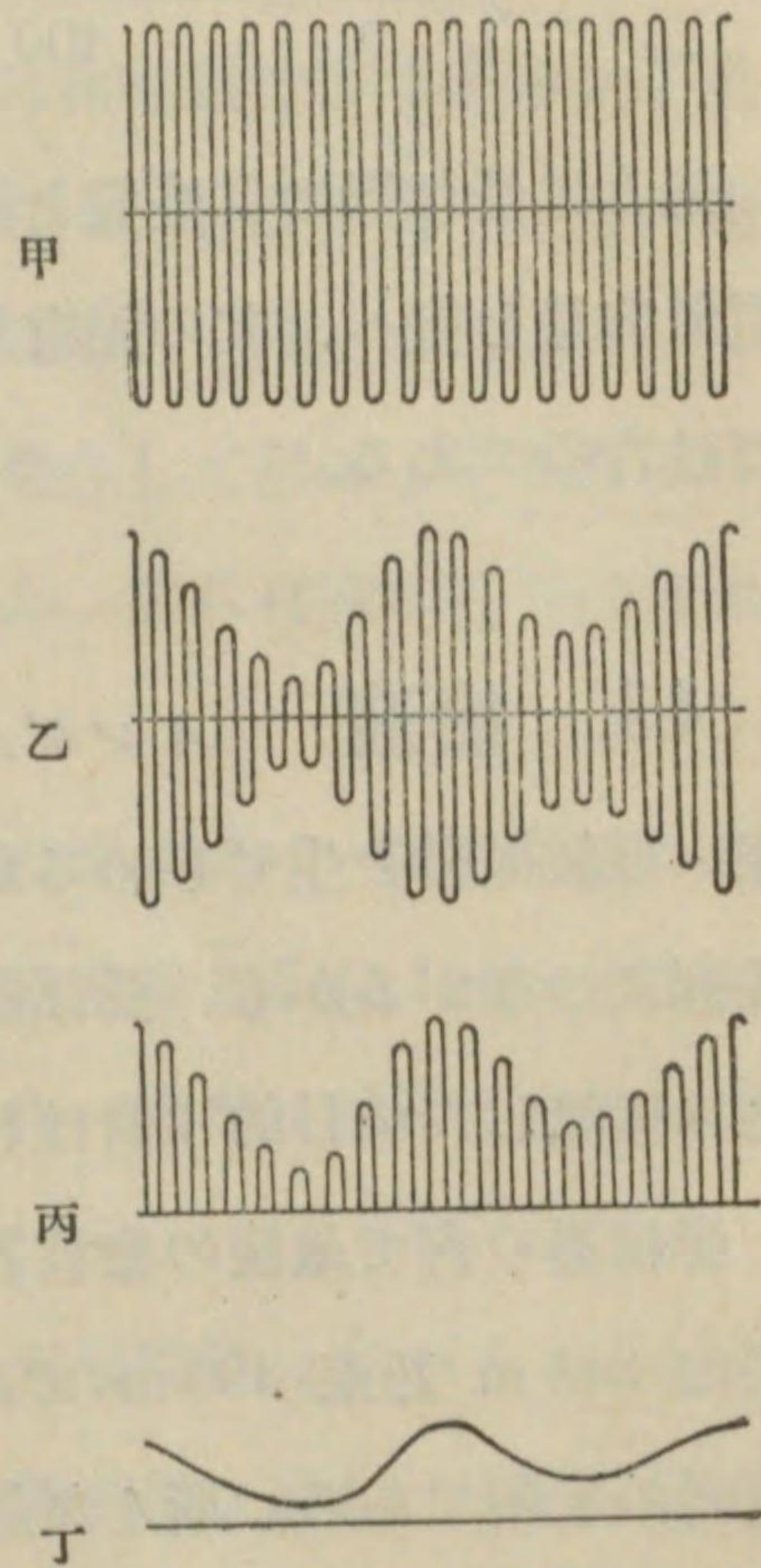
檢波器とは特殊の礦石主に方鉛鑛を他の金屬と接觸させたものであるが、此の組合せは電流を一方に通すが、他方には通さないと言ふ性質がある。理由は解らない。そこで乙の様な變化した電流がアンテナに發生して、それが受話器に流れようとしても檢波器の爲めに一方には通れず、同圖丙に示す様な電流になつて流れる事になる。

此の受話器を流れる電流の變化は極めて劇しいから、實際に受話器の振動板を引付けたり、ゆるめたりする作用は同圖の丁に示す様な電流に依るものと同一になる。之れは可聽周波數であるから、吾人の耳に音聲又は音樂等になつて聞えるのである。

檢波器は電波を検出するものでなく整流するものである。

以上の説明でラヂオの受話器は電話の受話器と全く同一原理で良い事が解る。唯ラヂオのは微少の電流で働くから、吸引力を電話のと同じにするにはアムペア回數が同一になる様に其の回數

第 53 圖



電波の變化と受話器電流

を甚だ多くしなければいけない。そして受話器の電流は極く僅かで、製作し得る最小の電線で良いのだから、受話器の良否は全く捲數に比例するとも云へる。之れが抵抗の多いものは一應は上等品とする理由である。

44. 三極真空管 一人だけで楽しむなら第一方式は安價であるが、大勢で聞くにはラッパを使用する必要がある。ラッパも受話器も原理に於ては少しも相違がない。唯ラッパは大受話器だから、之れを働かすにも大なる電力が要る。そんな電力はアンテナからは得る事が困難だから、別の電源で擴大しなければならない。それには三極真空管が廣く使はれる。

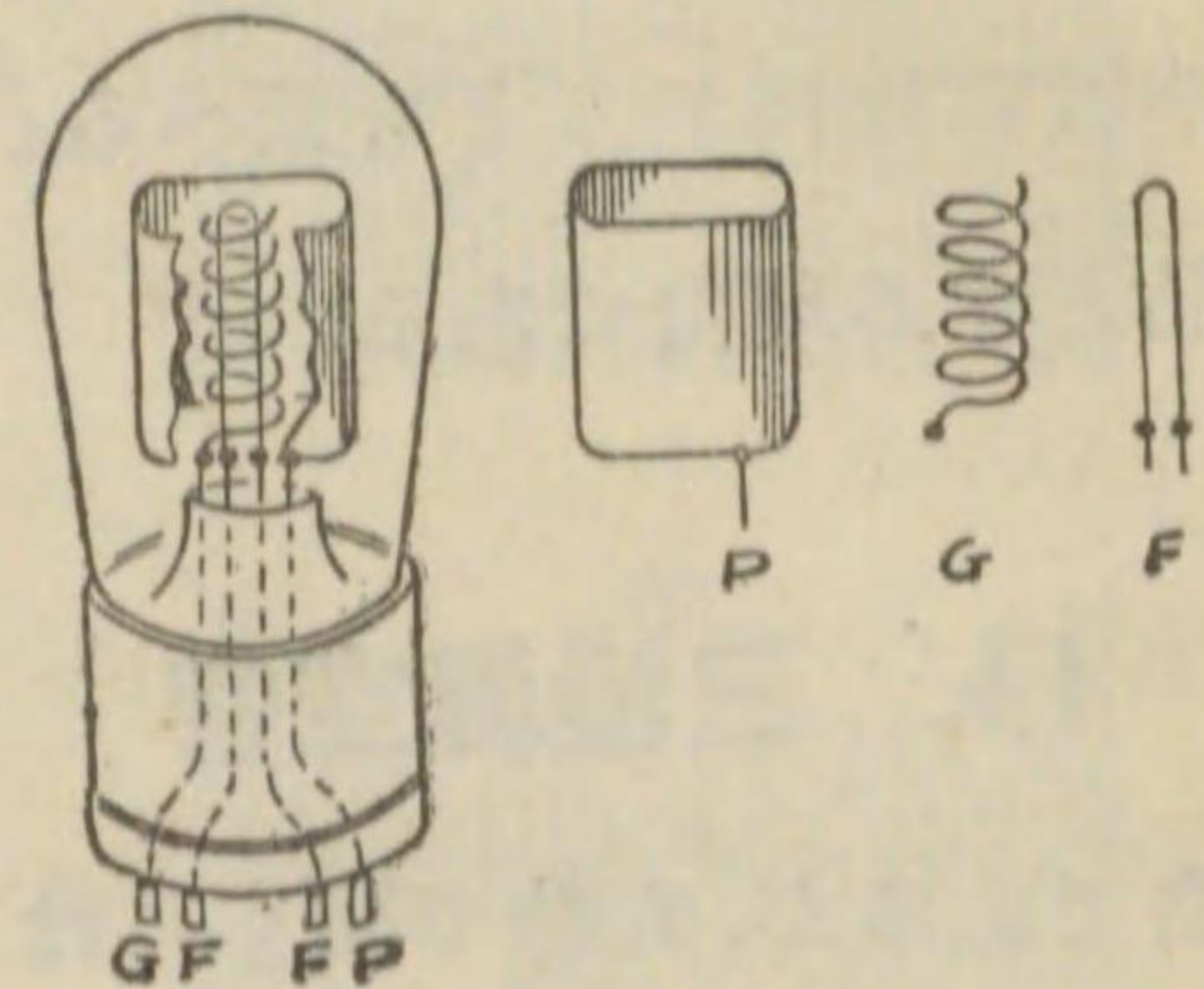
一般に高温度に上つた金屬は電子を放射すると言ふ性質がある。然し電子は陰電荷を帯びて居るのだから、相手方の電位が其の金屬よりも低ければ出られない。若し相手方の電位が高くなれば喜んで飛んで行く。然かも金屬の温度が高ければ高い程、又相手方の電位が高温度金屬に比べて高ければ高い程、一定時間に飛び出して行く電子の數は多いものである。

三極真空管と言ふのは四本の足がある硝子球で、普通にラヂオのヴァルヴと言はれるもので、中央にタングステンの纖條があつて、之れが適當の電源で點火されて居る。6 ヴォルトの電壓が標準になつて居る。

纖條の周圍に螺旋形か網目の導體が取巻き、之れが一つの端子

につながつて居る。之れをグリッドと言はれる。其の外部に圓筒形の極板がある。之れをプレートと

稱する。第 54 圖ではプレートの一部を切去つて内部が示してある。別にプレートやグリッドが傍に示してある。圖に明かな様に三極真空管では織條端子 F が二つ、プレート P とグリッド G の端子が一つ宛、合計



三極真空管

四端子が管の底から突出して居る。之れに使用する承口には真空管を正當の位置に嵌込んだ時接続される端子にそれぞれ F, P, G の符號が書いてある。

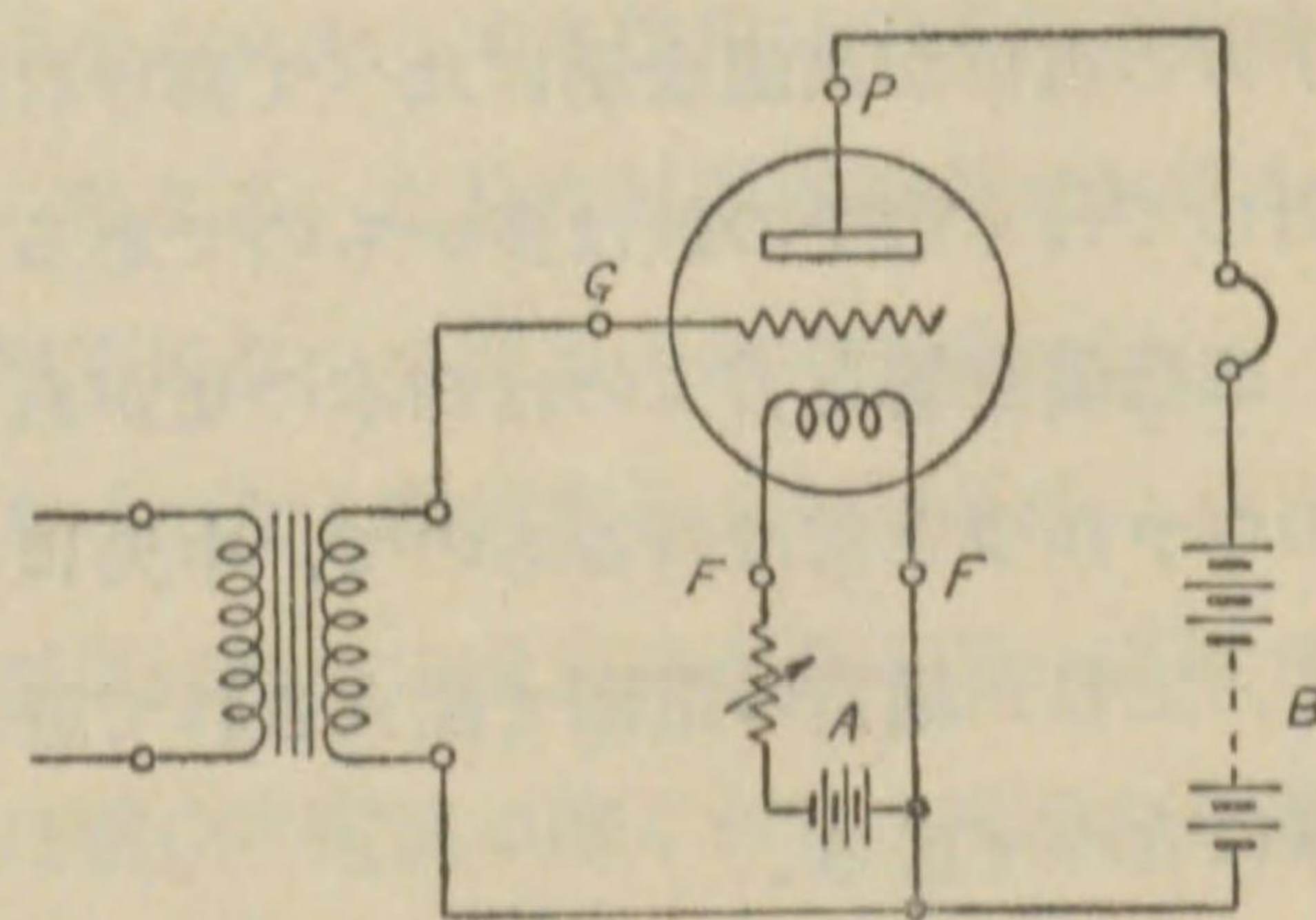
真空管は其の名の示す様に適度の真空に作られて居る。

45. 擴大 此の三極真空管の作用を説明する爲め、電

池を使用する場合の接続

を第 55 圖に示した。

先づ F の兩端子は多く 6 ヶボルトの蓄電池につなされる。之れを A 電池と稱する。乾電池で働く真空管もないではないが、一般に電流を餘計



三極真空管

とるので蓄電池が使はれるのである。4 ヶボルト位で働くので、抵抗で幾分電壓を降下して最も工合の良い所で働かせる様に此の電路には必ず抵抗器が設けてある。之れは織條を高熱にするだけの目的である。

次に F の一つと P との間に 90 ヶボルトの電源と受信器とが直列につなされる。此の電源には多く 45 ヶボルトの乾電池 2 個を直列に使用する。之れは電流が極く僅かだから、乾電池を使つても數ヶ月使用に堪へるからである。之れを B 電池と言はれる。

織條は高温度にあるし、プレートは織條より 90 ヶボルト近くの高電位にあるから、受信器には電流が流れる。然しラヂオの受信をしなければ、直流が流れるだけで、ラッパの振動板は吸付いた儘で振動しないから、ラッパは鳴らない。唯ラッパの回路を開閉する時、即ちラッパの挿込栓を抜き挿しすると音が聞える。逆に此の音が聞えればラッパの電路は完全な證據である。

扱第 52 圖の接続で受信器を置くべき兩端子に、 F と G とを接続する。そして受信器を働かせるとアンテナの振動電流に應じて G の電位は F の電位より或は高く或は低くなる。

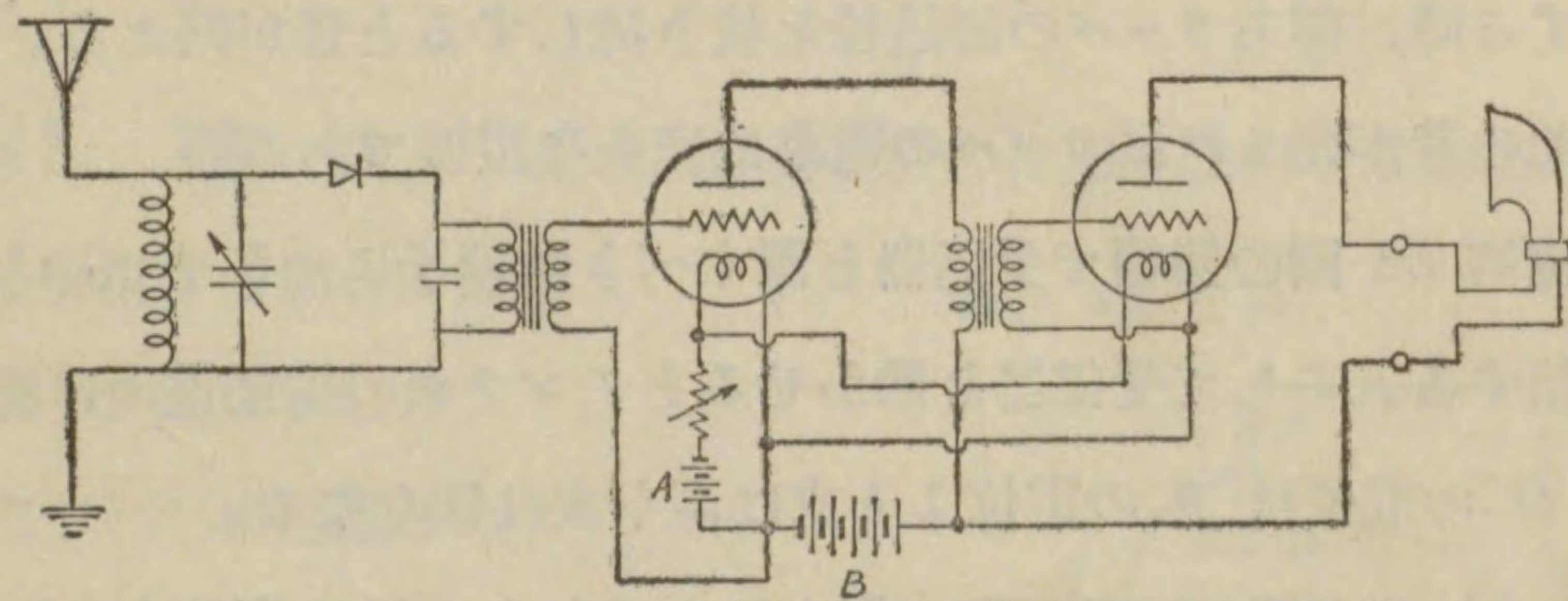
G は P に比べると F の近くにあるから、 G の影響が P の影響よりも遙かに多い。従つて G が F より負電位にある間は F から P に流れる電子は大いに阻止されてしまふ。之れに反して G が F より高電位にあれば多量の電子が P に向ふ事になる。そして其の程度は G と F との電位の正負と其の電位差の

大小とに關係する。従つて電波の變化に關係する。依つて適當に製作するならば、ラッパを通る電流は電波の平均の變化即ち第 52 圖の受話器を通る電流の變化と同一に出來、然かも其の電流の値は第 52 圖の場合の數倍に出來る。

尙此の G の作用は G と F との電位差にのみ關係するのだから、 G と F とを直接受話器の位置につながないで、其の間に變壓器を設けると、受話器に加はる電位差が擴大されて F と G との間に加はり、一層有效になる。此の變壓器は低周波變壓器と言はれ、鐵心を有して居る。

尙此の擴大は幾度でもやれる譯だが、幾分か變調される。即ち原音と違つて來る。従つて二段位に止めるのが普通である。二段

第 56 圖



電池使用二段擴大受信器接續圖

擴大の全體の接續を示すと第 56 圖の様である。

46. エリミネーター 第 56 圖の装置では織條を點

火する A 電池とラッパを働かす B 電池とが必要である。蓄電池は充電に費用もかゝれば面倒である。特に取扱に注意しないと直ぐに駄目になる。乾電池も悪いのを買込むと一箇月位で駄目になり、良いのでも五箇月位しか保たない。

所で A 電池は單に織條を白熱する事が目的だから之れの代りに交流を使つても何等差支へがない。交流だと電位が絶えず變化するが、其の變化は F と P との電位差に大した害を及ぼす程ではない。ラッパを働かす電源にしても正しい直流でなくとも、單二方向の起電力であれば差支へない。

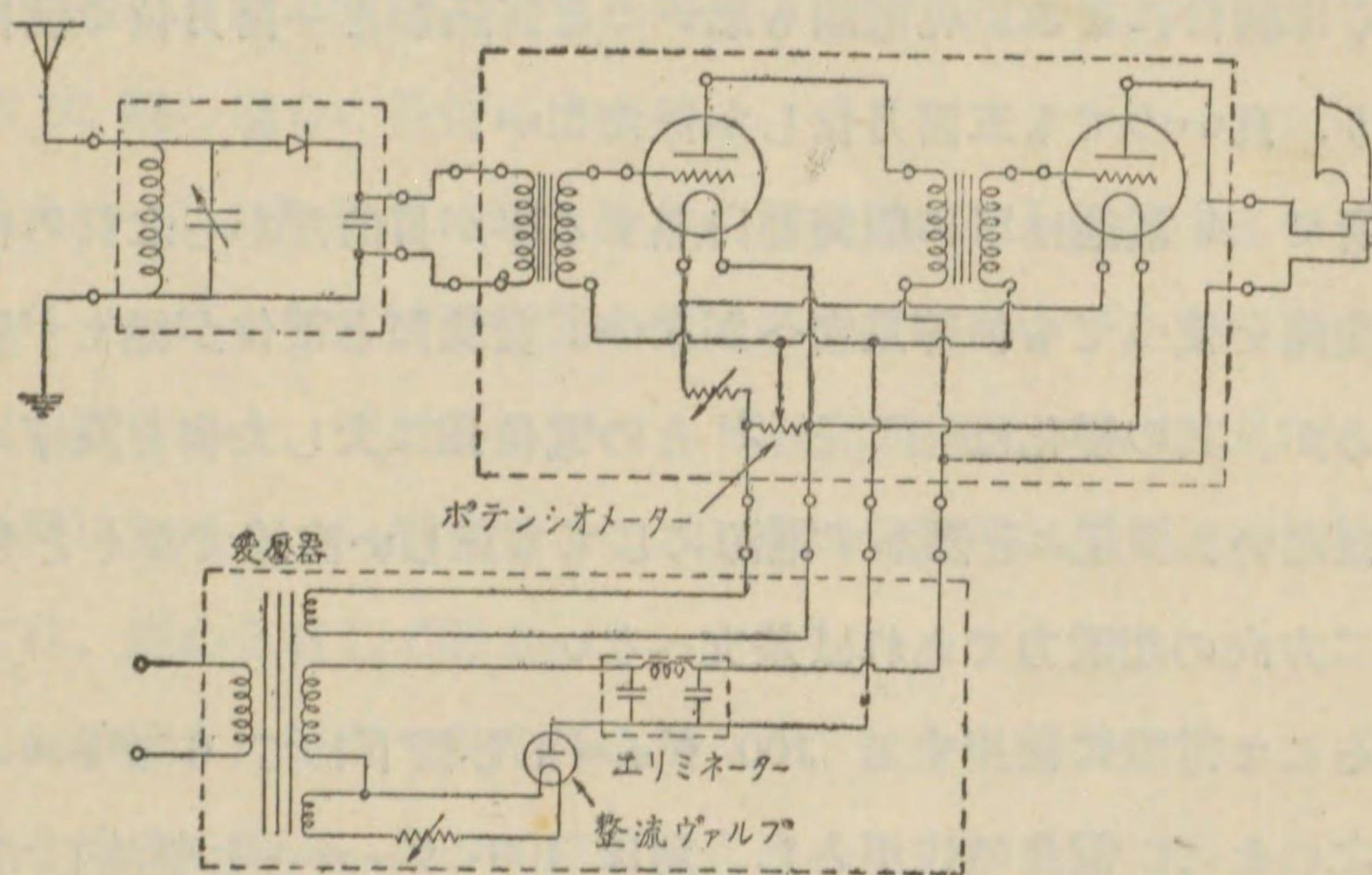
そこで電燈に使用する 100 ヴォルトを低下して 6 ヴォルトとし之れを A 電池の代用とし、別に 100 ヴォルトを整流して B 電池の代用とする。唯整流しただけではどうしても雑音が入るからエリミネーターと稱するものを途中に使つて此の雑音を除去するのである。

整流用には二極真空管を使用する。三極真空管の整流作用のみを利用したものでグリッドがない。此の整流ヴァルヴの織條加熱用にも 6 ヴォルトの電源が要るが、之れは先きのものを兼用する譯にはゆかない。獨立の捲線にする。第 55 圖の A, B 電池の代りに電燈回路に依る装置を使用した接續を示すと第 57 圖の様である。

ポテンシオメーターと言ふのは交流を使つて織條の電位の變動が F と G との電位の變動に及ぼす影響を少くする爲めに使用

するものである。

第 57 圖



エリミネーター使用二段擴大受信器接続圖

47. 真空管検波

放送所から遠く離れると、アンテナに発生した振動電流は受話器を作用させるのに不充分でなる。礦石検波器は單にラヂオ周波數を可聽周波數に變へる役目しかしないからである。依つてもつと有力な検波装置が入用である。

その目的に普通に使はれるのは三極真空管である。擴大の所で説明した様に電流は P から F へは通るが、織條からプレートへは流れない(電子の方向と電流の方向とは正反對である)。従つてこれを流れる電流は單一方向にある。

そして先きに説明した様にグリッドと織條との電位の變化をア

ンテナに生じた振動電流の變化と同一にするならば、プレート電路にはアンテナ電流の變化が整流されて表はれる。そしてそれに依ると礦石検波器よりは一般に微少の電波の整流が可能である。第 52 圖の礦石検波器の代りに真空管で検波する接続を示すと第 58 圖の様である。

此の織條電源には交流は使へない。従つて真空管検波には電燈線式は使へない。

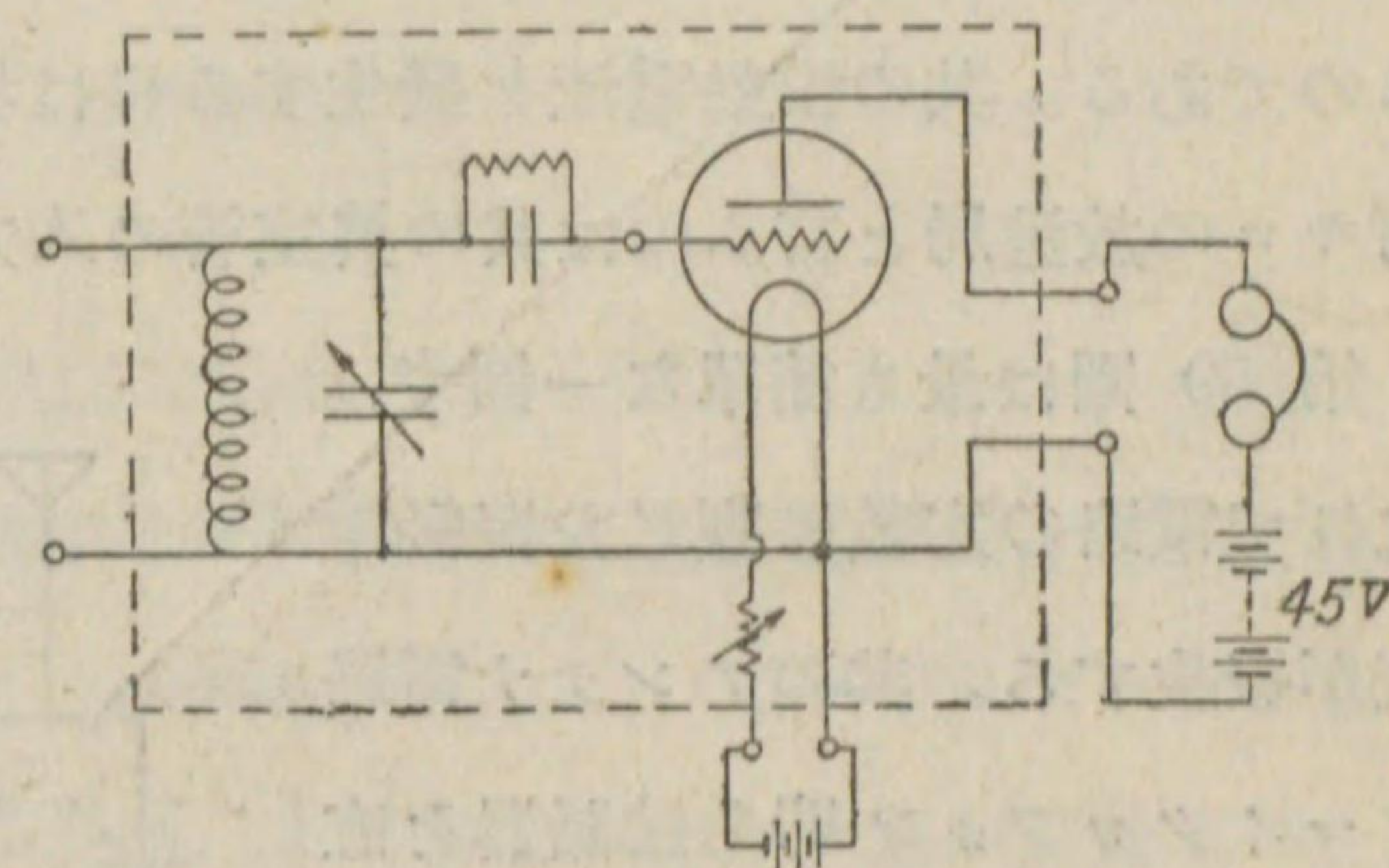
更に放送所から離れると、アンテナ電波を擴大しな

いと受信出来ない様になる。これには高周波増幅装置を使ふ。大略の原理は低周波擴大と同一であるが、周波數が高いので鐵心は使へない、所謂空心である。要するに二つの線輪が重なつただけで、二次側の捲數が多ければ良いのである。

48. レフレックス式

以上に述べたのは原理を説明する目的で最も幼稚な接続を示したのである。近頃では材料をもつと有利に利用する目的で色々の工夫がある。例へば再生式とか、レフレックス式とか、スーパーヘテロダイン式とか色々ある。そ

第 58 圖



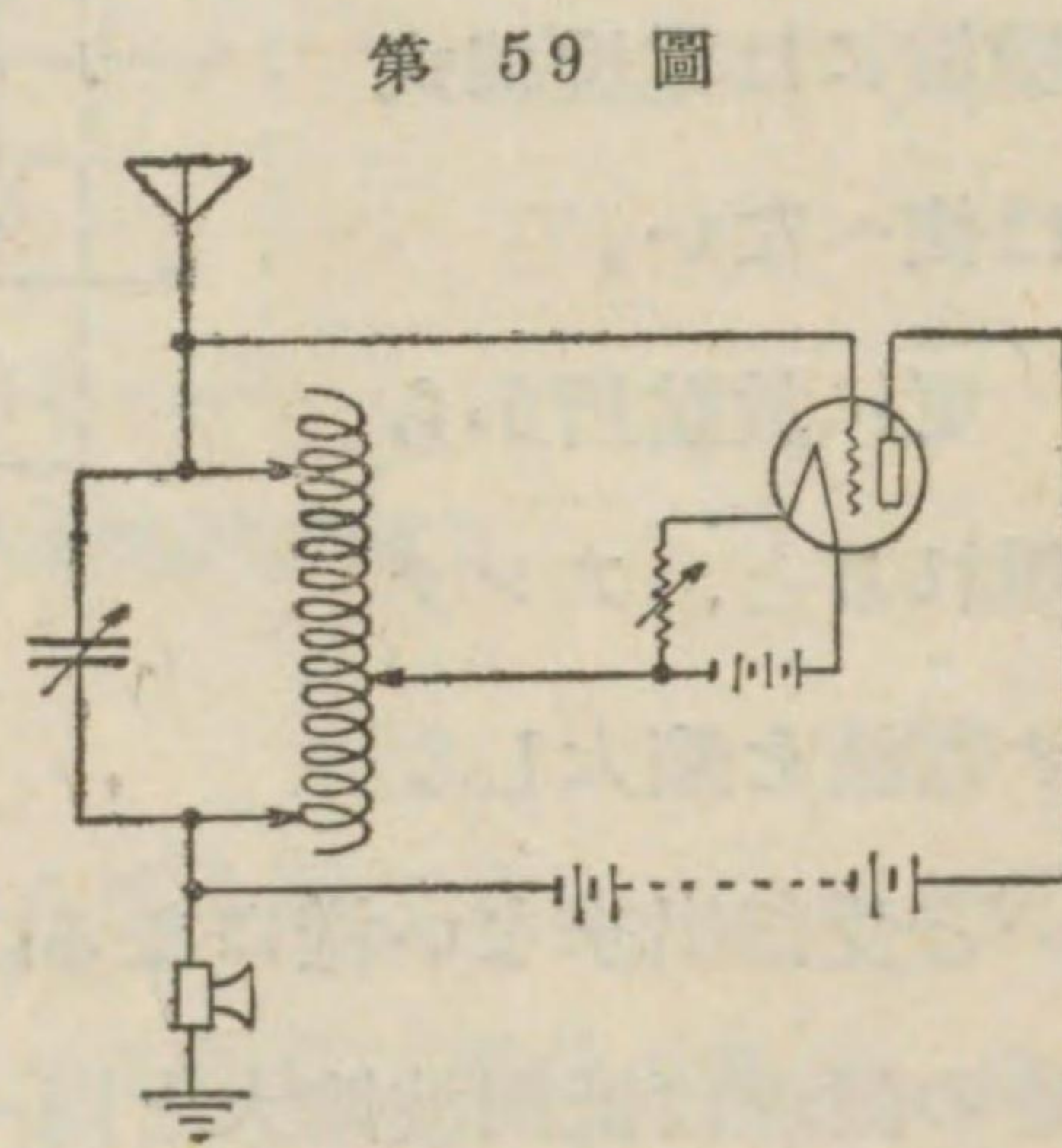
真空管検波

の外グリッドリークコンデンサーやC電池等説明すべき事は澤山あるが凡べて略して置く。

49. 發信裝置 最後に一言發信裝置の原理を簡単に述べて置かう。

先づアンテナに振動電流さへ通すと、自然と電波は四方に傳はるのである。其の振動電流を發生するには現在は真空管を使ふ。何キロの放送局と言ふのは其の真空管の入力を言ふのである。

第59圖は最も簡単な一例で、之れで電路の定數に應じた振動電流が發生する。其のアンテナ電路にマイクロフォン即ち送話器を直列にして置き、電波を發生しながら之れに向つて話すと、丁度電話で線路電流が變化したと同一變化を發生電波がするのである。



最も簡単な發信裝置

練習問題 VII

1. アンテナの支持柱に立木を使つて差支へないか。何故に電力線を越してはいけないか。
2. 電話の受話器とラヂオのリシーヴァーとはどう違ふか。
3. 近くの放送所のだけ聞えて遠くの放送所のは聞えないか。

4. 檢波器の用途を問ふ。
5. 三極真空管に足が四本あるのは何故か。
6. エリミネーターとは何か。
7. ポテンシオメーターとは何か。
8. 二極真空管とは如何、其の用途を問ふ。
9. 檢波用真空管と擴大用真空管とはどんな相違があるか。
10. マイクロフォンとは如何。

【解答並説明】

1. アンテナの支持柱には何を使つても差支へない。勿論アンテナ線とは碍子で絶縁する事が必要である。電力線を越してはいけないと言ふのはラヂオの関係ではない。工事中にアンテナ線と電力線と觸れると感電する。工事後もアンテナ線が斷線すると危険であるからである。

2. 原理及大體の構造は同一である。唯ラヂオ用のは電話用に比べて細い線が數多く捲いてあるだけである。

3. 礦石檢波器では弱い電波は感知出來ないから、遠くの放送所のは聞えない。然し良い礦石で深夜などは随分隔たつた放送所のが聞える事がある。

鋭敏な檢波裝置があつて且つ共振裝置が僅かの波長の相違を選択受信出來るものだと、近くの放送所の放送中に遠くの放送所の放送を聞く事が可能である。

4. 電波の生ずる振動電流を整流して可聽周波數の振動を受信

器に生じさせるものである。

5. プレート、グリッド及び織條と三極であるが、織條は高温にする必要があるので之れに電流を通す様に二本の足がある。グリッド及びプレートの一本宛と合せて四本ある。

6. 整流される交流の變化に依つて受話器に音を生じさせない目的である。

7. 織條加熱の交流の電位の變化がグリッドの作用に悪影響を及ぼさない爲めである。

8. プレートと織條との二極を有する真空管である。交流を整流するのに使ふ。俗に整流ヴァルヴと言ふ。

9. 殆んど違はぬ。現に兼用のものが澤山市場にある。専用のものは比較的其の作用が他の作用より有力であると言ふだけである。

10. ラヂオ用送話器である。

—(音・電話 終)—

電 氣 鐵 道

初等電氣工學 第七卷

電氣鐵道

電機學校編

第一章 總論

1. 鐵道 人畜は勿論、其の外いろいろな物を輸送するのに使用する車を、一般に車輛しやりやうと呼び、軌條きてう（レール）を敷いて造つた特殊の道きだうを軌道と云ふ。

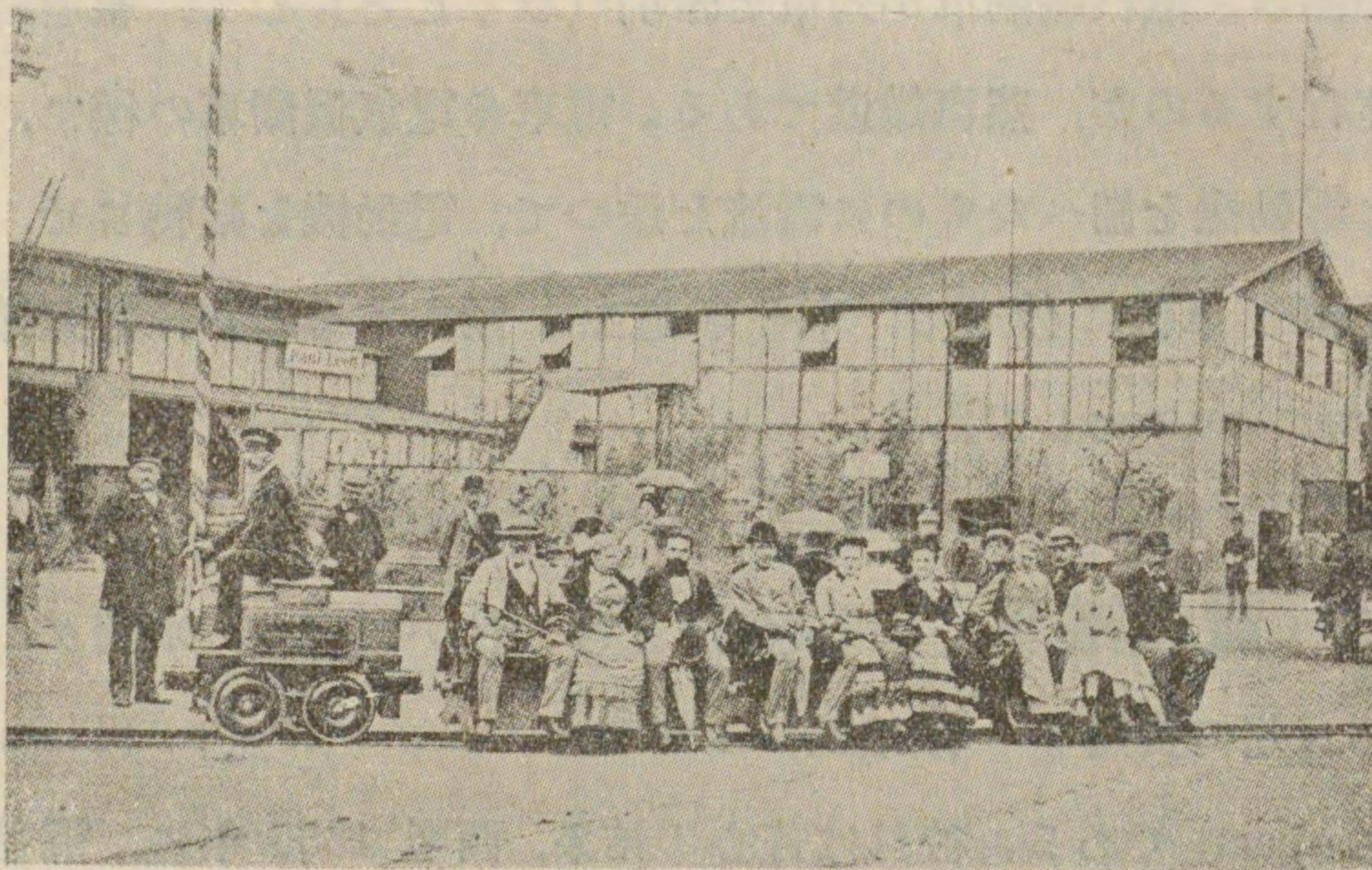
車輛を軌道上に走らせて、交通運輸の役つかさどを掌らせるものを、鐵道てつと稱して居る。馬が車輛ひつばを曳張つて軌道上を走るのが、馬車鐵道である。蒸汽機關車が列車けんいんを牽引（ひくこと）して、軌道の上を運行するのが、蒸汽鐵道である。電車や電氣機關車の様に、車輛に電動機を備へたものに電流を送つて、電動機を廻轉させ、其の廻轉を車軸に傳へて、車を軌道上に動かすものが、電氣鐵道エレクトリック レールウェイ (electric railway) である。

2. 電氣鐵道 電氣鐵道を考へ付いたのは、米國ヴェルモント州の貧困な一鍛冶工、トーマス・デブンポート (Thomas Davenport) である。彼れは苦心の結果、西曆 1835 年に、電動機に依つて動くところの、電車の模型を案出した。其の後各國で種

々の実験を行ひ、其の實用化に^{つと}努めたのであつたが、何れも玩具^{おもちゃ}の様な電動機を、電池を用ひて動かす、極めて幼稚なものに過ぎなかつた。

グラム発電機が完成されて九年目の西暦 1879 年に、^{ドイツ}獨逸のベルリンに開かれた工業博覽會には、シーメンス・ハルスケ (Siemen & Halske) が、小型の電気機關車を作り、これに三臺の車輛を牽引させ、約 20 人許りの人を乗せて、實際に運轉して見せた。此の時の軌條の長さは約 1000 呎^{フイート} (305 m) で、^{だるんけい}橢圓形に軌道を作り、一時間^{マイル} 4 哩乃至 7 哩 (6.4 乃至 11.2 km) の速度で走らせた。電動機は約 3 馬力、電壓は 160 ヴォルトであつたと云ふ。これが^{そもそ}抑も一般の人を乗せて運轉した電気鐵道の^{はじまり}嚆矢である。第 1 圖は此の世界最初の電車を示すものである。

第 1 圖



世界最初の電気鐵道

電気鐵道を公衆用として營業した最初のものは、西暦 1881 年にベルリンとリヒテルフェルト間に、約 1.5 哩 (2.4 km) の軌道を造り、36 人乗りの電車を運轉したもので、此の時の速度は毎時 30 哩 (48 km) であつた。

我國で初めて電車を運轉したのは、明治廿三年である。折ふし上野公園に開催された、第三回内國勸業博覽會を機として、東京電燈會社が、摺鉢山と兩大師間に、約 3 町 (327 m) ばかりの軌道を作り、實際運轉して世人の觀覽に供した。“馬の無いのに走る車”は如何に當時の人の眼を驚かしたであらうか、想像に^{かた}難くないのである。其の時の電車は米國製で、長さ 17 尺 (5.1 m)、22 人乗りで、15 馬力の電動機一臺を取附けたものであつた。次いで明治廿八年には、京都に電気鐵道が敷かれ、平安の都に轟々たる^{あつれき}軋轢の音を聞く様になり、明治卅六年には、東京市に於いても、新橋と品川との間に、或ひは日比谷と神田橋との間に、と云ふ風に前後して元氣のよい電車の疾走するのを見る様になつた。

斯様に電気鐵道は、先づ都會の市街交通機關として、其の第一歩を踏み出したのである。市街の交通機關としては、汽車は煤煙を容赦なく吐いたり、物凄いな音を出したりするので、甚だ面白くない。ロンドンなどでも、汽車が出来た時に、早速軌道なしで市内を走らして見たが、忽ち^{てんぷく}顛覆して了つたので、それ以來、市内に汽車を走らせる事は相成らぬと云ふ事になり、汽車や軌條に改良が加へられて、立派に軌道上を走る蒸汽鐵道が出来ても、尙市

内に之れを設けることは許されなかつた。然し日を逐うて發達する都市には、何等かの交通機關が要求されずに居ない。其處に現はれたのは馬車鐵道であつた。馬車鐵道が、電氣鐵道の出現するまで、市街地の交通機關として歡迎され、大いに幅を利かして居たのも、無理がないのである。此の馬車も今は、電燈に追はれて僻地へ僻地へと姿を消して行つた石油ランプと同じ様に、電氣の恩恵に浴し得ない地へ行かなければ、見る事が出来なくなつて了つた。

馬車鐵道の領分ばかりでは無い。今日では蒸汽の動力の代りに電氣の動力を用ひて車輛を運轉する、所謂蒸汽鐵道を電化すると云ふ時代になつたのである。

既に我國の蒸汽鐵道幹線かんせんの一部分に、電氣機關車が運轉せられて居るのや、隧道やみだう(トンネル)の多い所や、勾配の急な所などにも、電氣機關車を用ひて居ることは、諸君の知らるゝ通りである。

電氣鐵道では、發車や停車が迅速に行はれ、輸送力や速度を大きくする事も出来るし、煤煙を發しないから衛生上良く、且つ石炭の節約が出来る。石炭は他の工業にも重要なものであり、其の埋藏量には限りがある。出来る限りこれを節約しなければならぬ。一方我國は恵まれたる水力國である。此の意味から云つても、水力電氣によつて、鐵道を電化するのが、策の得たるものである事がうなづ領かれるのである。

3. 電氣鐵道の種類 電氣鐵道は以上述べた様に主として市街の路面電車ろめんてんしゃから發達したものである。之れを市街鐵道しがいてつだうと云ひ、一般市内の街路上に施設されるもので、比較的小さい電車を用ひ、停留個所が多く、速度の小さいのが普通である。

都會が發達するにつれて、目貫めぬきの場所は家賃も高くなり、都會の中央の空氣は濁つて來て、住居には適せぬ様になる。従つて市の内外を迅速に往來する交通機關が必要になつて來る。市内に高架鐵道かいてつだうとか或ひは地下鐵道ちかいてつだうの様な、高速度鐵道かうそくとつだうが生れたのは自然の理である。

又次第に郊外とか或ひは近隣の都市間と云ふ様に、蜘蛛の網くもを張る様に電氣鐵道が發達し、其の範圍が廣くなつて來た。市街から郊外へ連絡する鐵道、或ひは都市の外廓を廻る鐵道かうぐわいを、郊外鐵道てつだうと云ひ、之れは比較的停留個所も少く、速度はかなり大きいものである。都市と都市とを連絡するものは、市間鐵道しかんてつだうと云ひ、電車も重いものを使用し、速度も大きいのが常である。

4. 電氣方式 電車や電氣機關車に使用する電動機の種類に依つて、送電の方式にもいろいろの差異を生ずる。

- a. 直流低壓式 b. 直流高壓式
- c. 三相交流式 d. 單相交流式

之れ等が其の主なものである。直流低壓式は、電動機に加へる電車線の電壓を、普通 500 乃至 600 ヴォルトとし、直流直捲電動

機を使用するもので、市街電車は一般に此の方式である。

直流高圧式は、低圧式と同様に直流直捲電動機を使用するが、其の電車線電圧は 1 200 乃至 3 000 ヴォルトと云ふ様な高圧を採用するものである。市間鐵道の様に、列車の運轉回数が少く、電力供給區域の長いものには、電車線の電壓降下を少なくする爲めに、此の方式を用ふるものが多い。此の場合には電動機二臺を、直列に接続して、其の電壓に適應させる。

三相交流式は三相交流誘導電動機を使用する方式で、単相交流式は単相交流整流子電動機を用ひる方式である。これ等の方式では車内に變壓器を設備すれば、電車線の電壓を、電動機の電壓に關係なく高くする事が出来るから、^{かんせんてつたう}幹線鐵道の様な、線路の長い所には適當である。

現在我國の電氣鐵道は、全部直流方式ばかりであつて、低圧式は、電圧 500 乃至 600 ヴォルトのもの、高圧式は電圧 1 200 乃至 1 500 ヴォルトのものが、主として採用されて居る。

5. 電氣鐵道に必要な諸設備 電氣鐵道に必要な設備は、其の種類や、電流を供給する方法等に依つて、多少の差異がある。

普通に必要な設備は、次の様なものである。

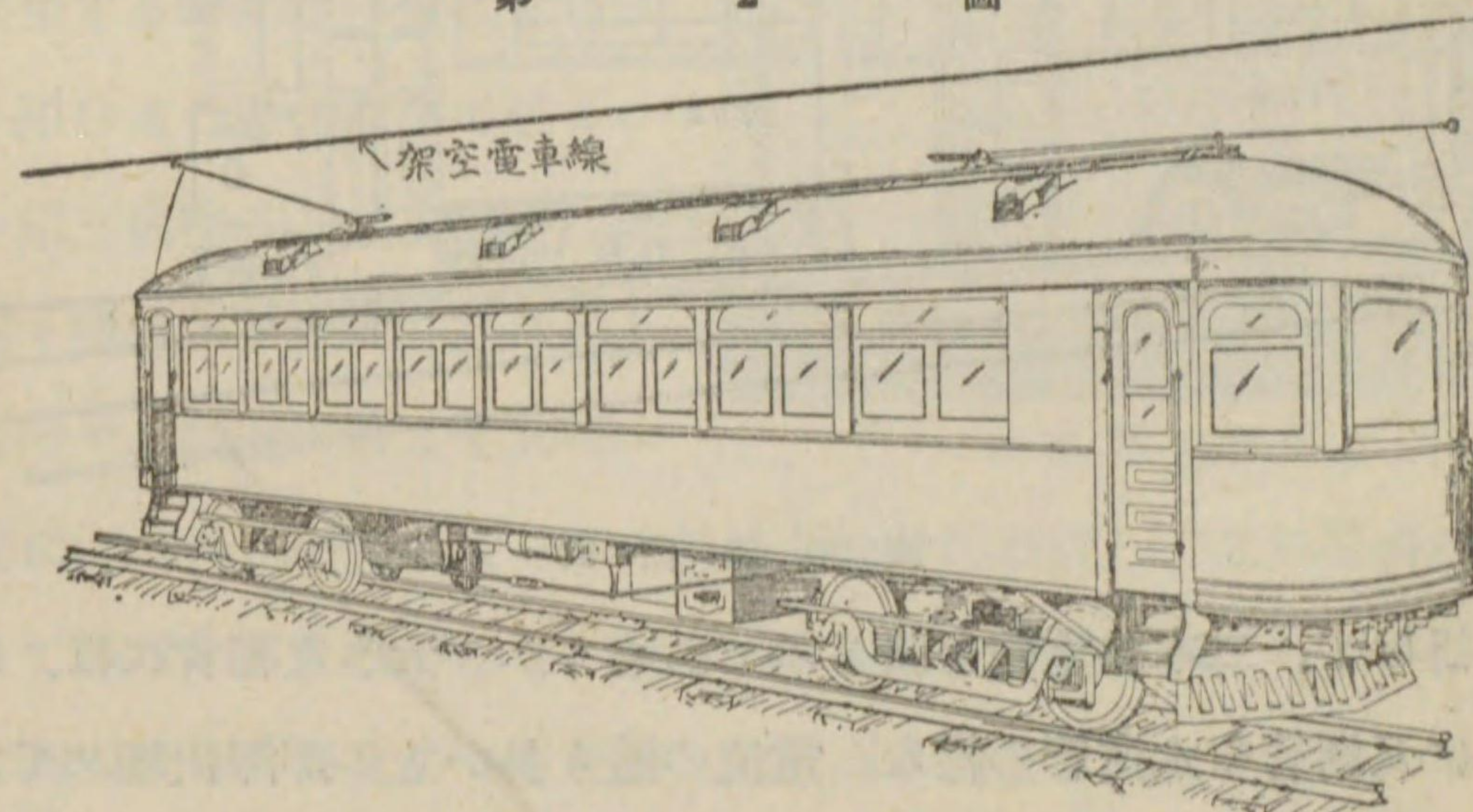
- a. 軌道 b. 車輛 c. 電線路 d. 發電所及び變電所
e. 停車場或ひは停留場 f. 車庫 g. 信號装置

6. 電流を供給する方式 電車や電氣機關車に設備された電動機に、電流を供給するには、一般に軌道と並行に導體を布設し、其の導體から連續して供給をする。導體の種類や、布設の方法等に依つて、いろいろの方式に區別されるが、我國で現今用ひられてゐるのは、次のものである。

- a. 架空式 b. 第三軌條式

架空式には 1. 單線架空式 2. 複線架空式 3. ^{かん}鍾線吊架式 (カタナリー式) 等の種類がある。これは何れも軌道の上部、軌條から 5 m 以上の高さの所に、直徑 8 mm 以上の裸銅線を架設して、其の電線から後に述べる様な方法で、電流を電動機に導くものである。此の電線を^{でんしゃせん}電車線 (トロリー線) と稱する。單線架空式は、第 2 圖及び第 4 圖等に示す様に、電車線が一條であつて、電流が電車線から電動機へ行つても歸る路が無い。そこ

第 2 圖

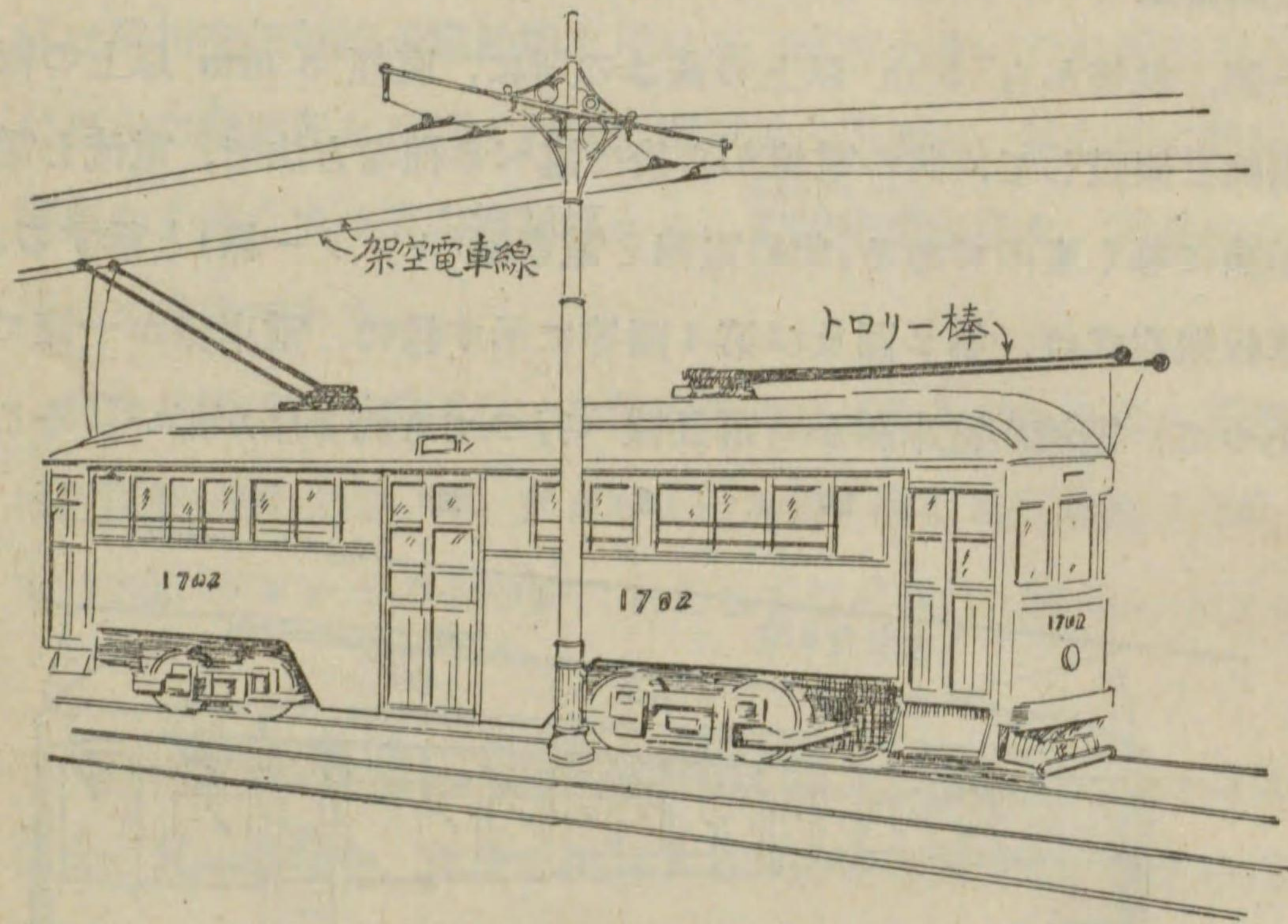


單線架空式

で歸り路は軌條を利用する様にしたものである。即ち此の場合には軌條が電流の歸線きせんになつて居るのである。市街鐵道其の他、直流低壓式の電氣鐵道には、此の方式が最も廣く採用されて居る。

複線架空式は第3圖及び第6圖の様に、電車線が並行して二本張られて居る。云ふまでもなく一本から電動機に電流を供給し、他の一本を通つて歸る様にしたものである。單線架空式の様に一本の電車線で間に合ふものがあるのに、何を好んで手數と費用と

第 3 圖



複 線 架 空 式

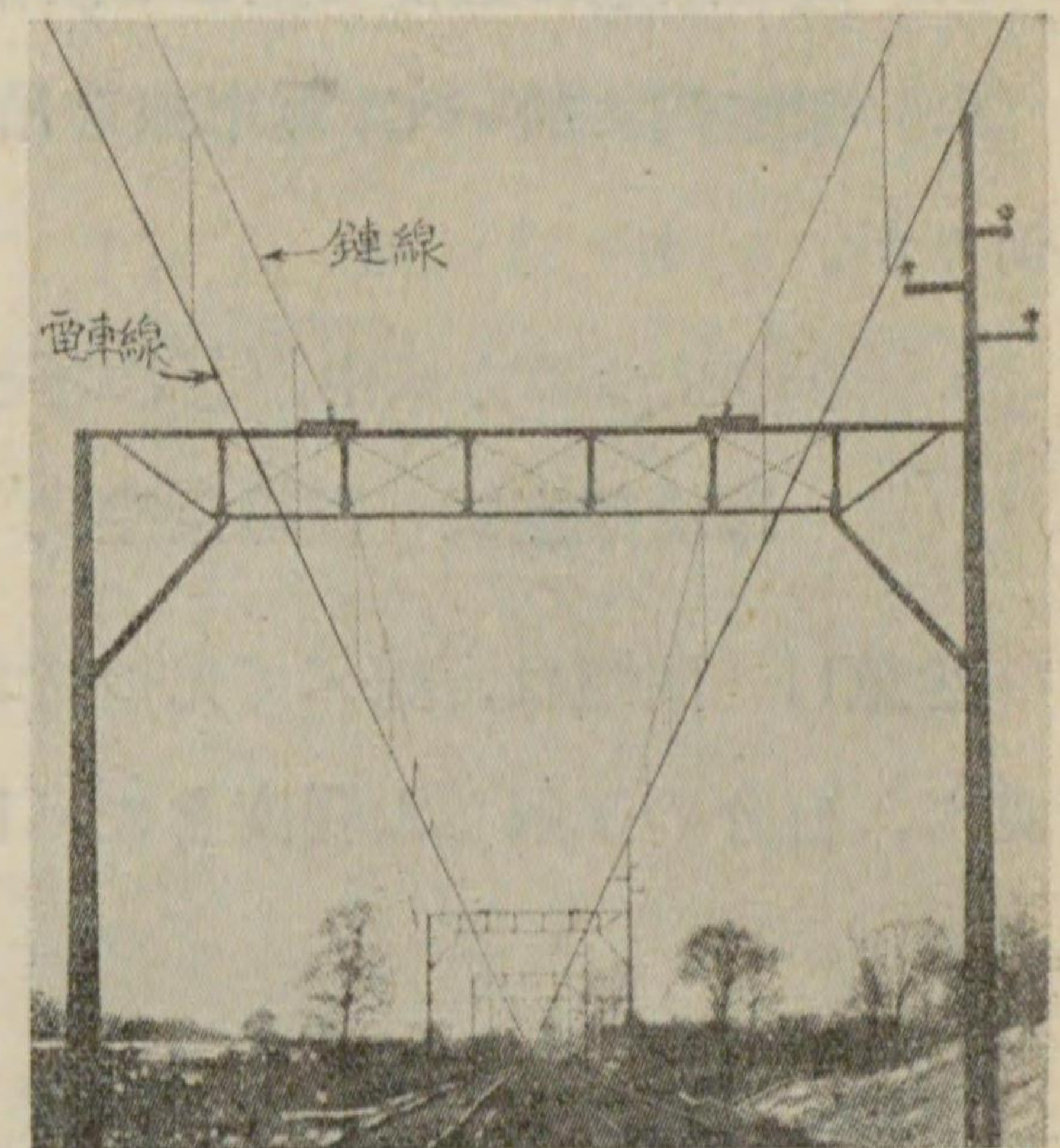
を掛けて、二本の電線を張るのであらうか。大きな都會には、地下に瓦斯管や水道管の様な、電流の通り易いものが澤山埋めてある。單線架空式だと軌條を電流が通るから、軌條から地面に傳は

り、更らに附近の金屬管を通過する。殊に雨でも降つて地中に水分が多いと、得たり賢しと軌條から管へ、或ひは管から軌條へと縱横に電流が通る。地中にはそれだけでなくも水分があり、之れに多くは酸を含んで居るから、丁度電氣分解をすると同じ様に、管を腐蝕おそさせる虞れがある。それだから軌條を歸線きせんに使用することの出來難い様な市街の鐵道には、此の複線架空式が採用されて居るのである。

鏈線吊架式は單線架空式と同じことで、第4圖の様に鏈線チェーン（カテナリー線）と稱する特別な

第 4 圖

電線を餘計に架設し、之れに電車線を吊り下げ、高さを一樣に保たせる様にしたものである。直流高壓式で、架空式を採用する時には一般に此の式を用ひることになつて居る。



鏈 線 吊 架 式

第三軌條式と云ふのも、矢張り特殊の單線式と見るべきもので、軌道に沿うて其の一

側に、大地と絶縁して一本の軌條を餘分に敷設し、之れを導體として専用するものである。電車から出た接觸靴せつしよくくつと稱する足が、常に其の軌條の面を滑つて走り、之れから電流を取り、普通のレールを通じて、電流を歸らせる様になつてゐる。碓氷峠の電氣機關

車や、東京の地下鐵道等に、此の方式が採用されて居る。高速度の場合や、電流の大きな場合、或ひは架空線を布設することの出来ない様な所に適當な方式である。

練 習 問 題 I

1. 電氣鐵道はどんな點が蒸汽鐵道よりも優つて居るか。
2. 我國の電氣鐵道で用ひて居る電氣方式は、直流式かそれとも交流式か。
3. 電氣鐵道に必要な主なる設備は何々か。
4. 架空式に於いて、電車線を吊架する方法が三つあると云ふ。何々か。
5. 下の三つの方式中、どれとどれとが電車線の数が一本か。

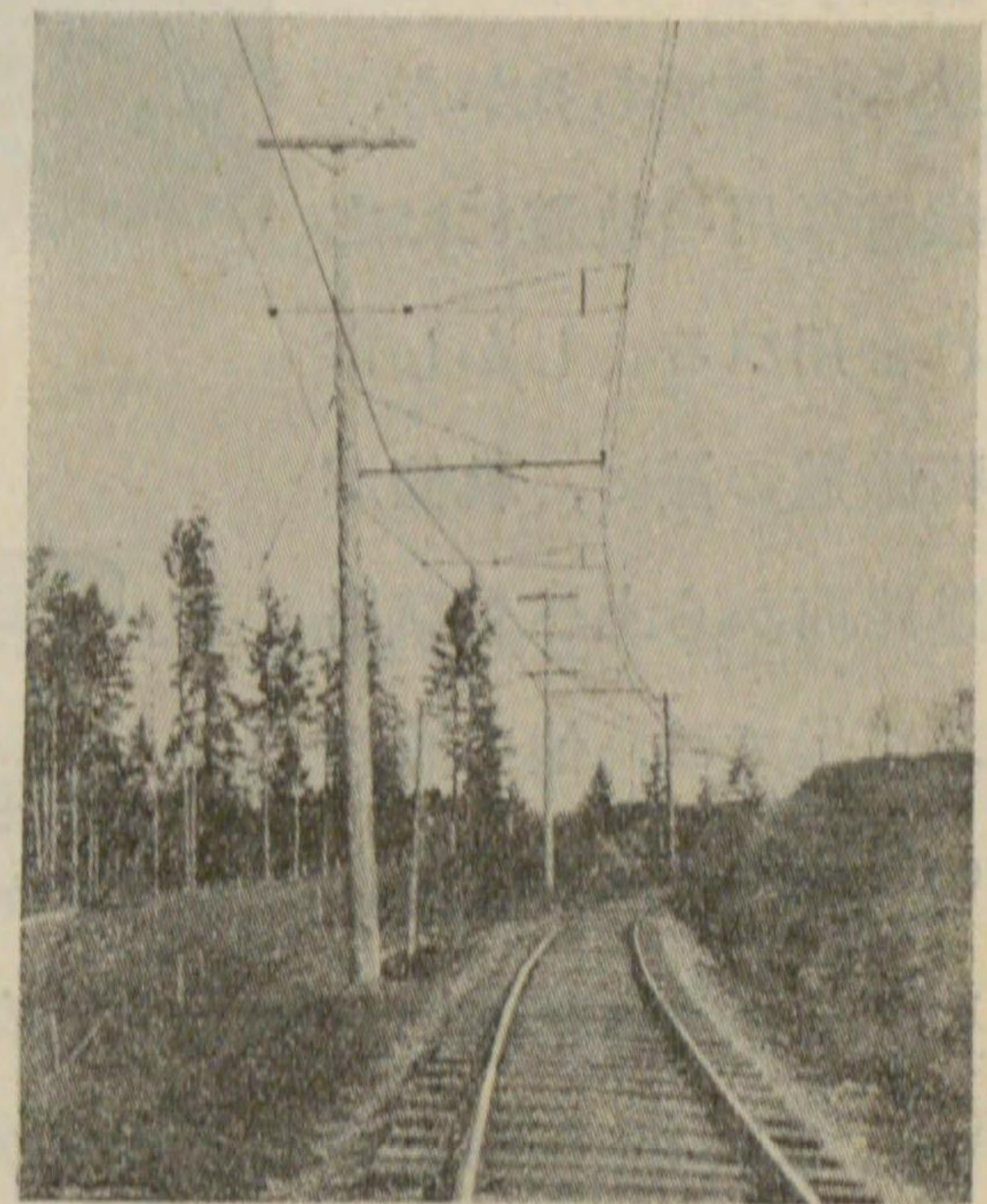
單線架空式 複線架空式 鏈線吊架式

注意!! 問題は、總べて先づ諸君が試みに答へて見てから本を見て、自分の了解した程度をためして見給へ。

第 二 章 軌 道

7. 單線軌道と複線軌道 一般に鐵道に於いては、車輪の受ける抵抗を少くして、運轉を圓滑にし、且つ一方車輛の通路を限定して、人馬や他の車の通行から受ける運輸の妨害を避け、安全に交通運輸機關としての目的を達する様にする爲めに、鋼鐵で作つた軌條即ちレールを敷いて、軌道を設けるのである。レールを一條だけ敷いたものや、軌條無しまんくわつの電車などと云ふものもあるけれ共、之れは例外であつて、一般には二條のレールを並行に敷いて一組とし、一組だけの軌條を有するものを單線軌道二組を有するものを複線軌道と稱する。

第 5 圖



單 線 軌 道

第5圖は鏈線吊架式の單線軌道、第6圖は複線架空式の複線軌道を示すものである。單線軌道では、往復ともに其の一組の軌條を使用し、複線軌道では一組を往路のみに、他の一組を復路のみに使用するもので、運轉の頻繁な鐵道に於いては、複線軌道を作つた方が良い事は云ふ迄

も無い。

8. 軌條の形と大いさ 電気鐵道に普通用ひられる軌

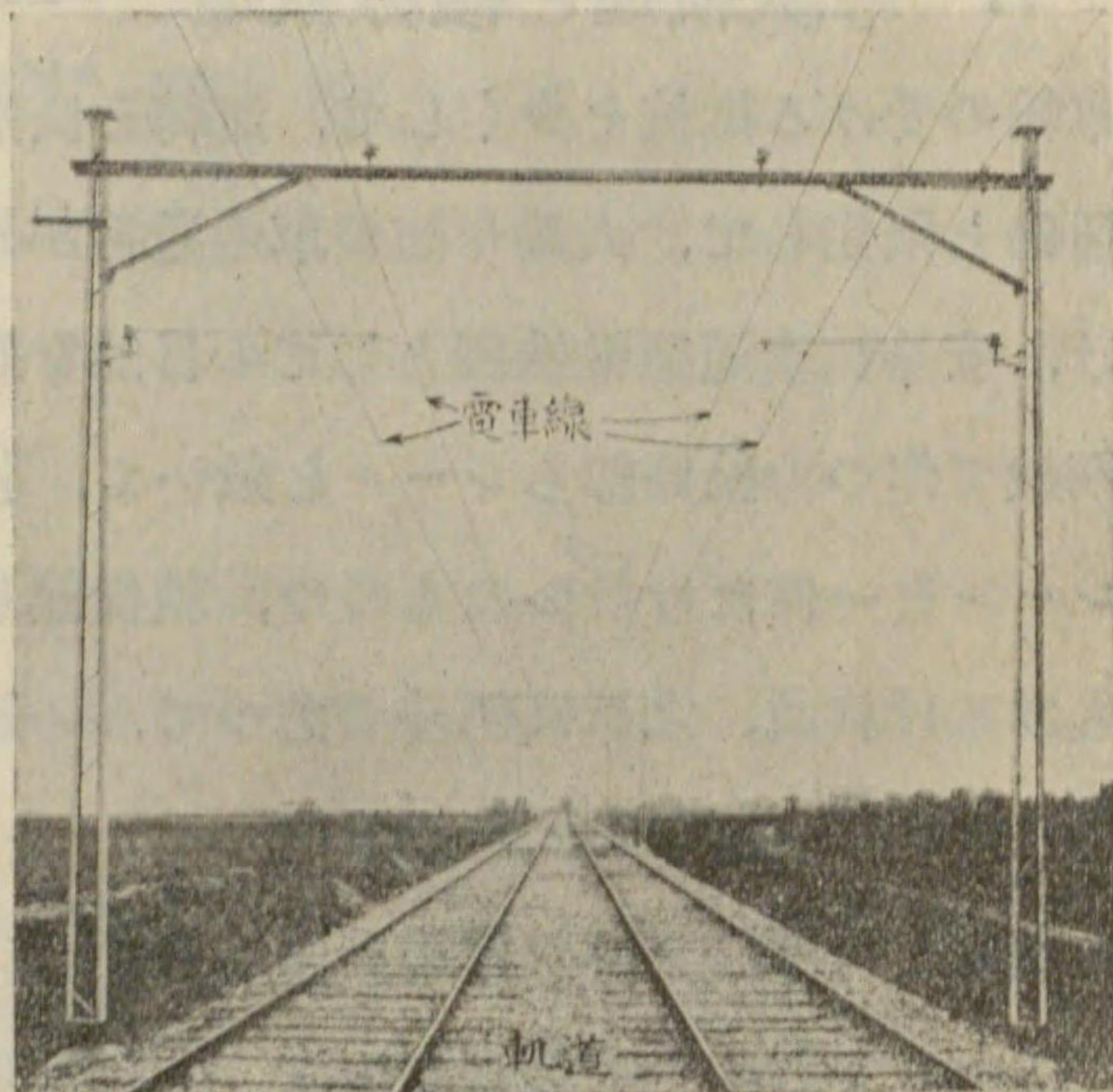
條の形は下記の三種で

ある。

- a. ^{テイがたきでう}丁形軌條
- b. ^{みぞがたきでう}溝形軌條
- c. ^{だんがたきでう}段形軌條

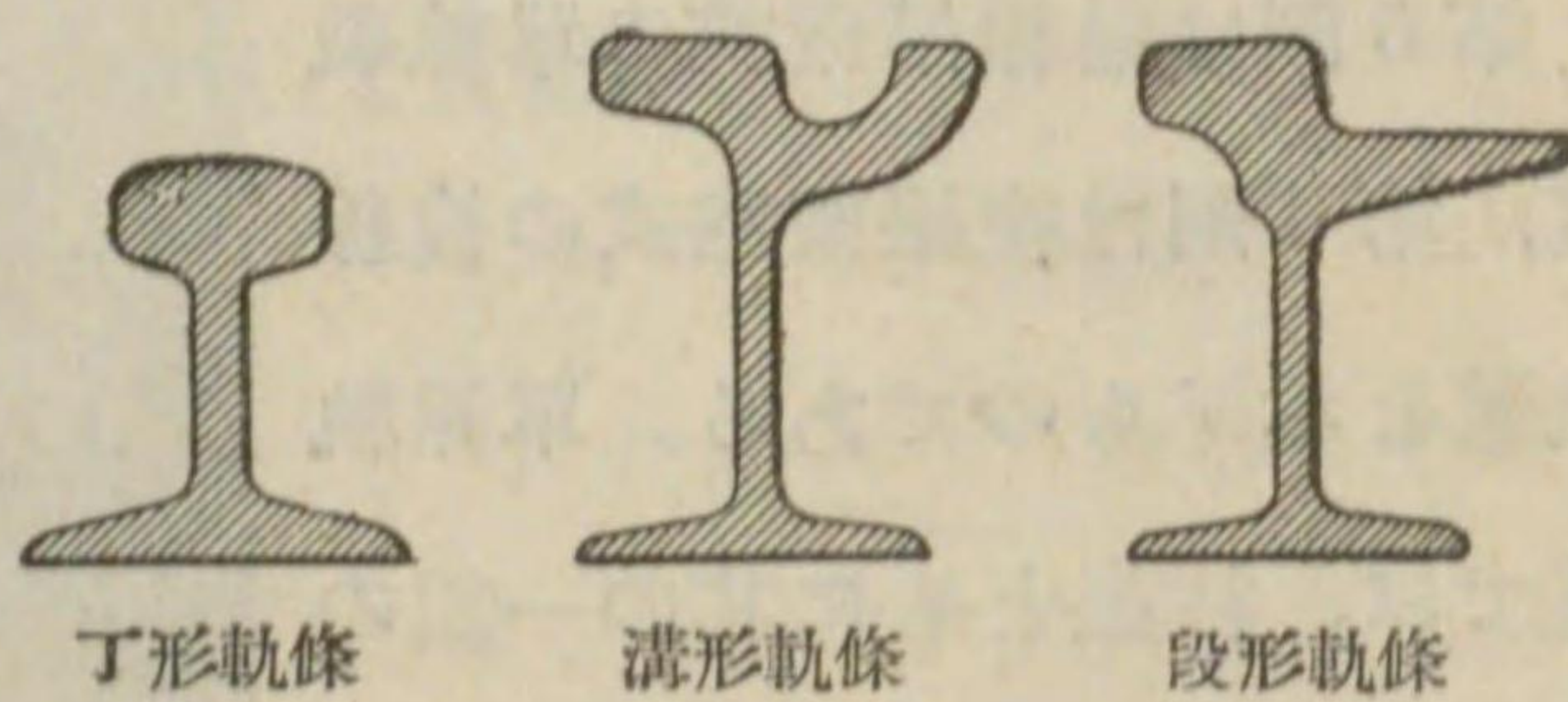
第7圖は、これ等の軌條の断面を示したものである。丁形軌條は最も丈夫であるから、鐵道専用の軌道には之れを用ひる。しかし市街鐵道の様に、軌條が道路面から上へ飛び出して居ては、他の通行の妨げとなつて、具合

が悪いと云ふ様な場合には、溝形又は段形の軌條を用ひた方がよい。尤も第8圖の様に、内側の^{しきいし}敷石の軌條と接する側を、上面の一部だけ削り去つて段を作るか、或ひは敷石とレールとの間を車輪の縁が入る丈け空けて、其處へ低い木材の様なものでも^う填め



複 線 軌 道

第 7 圖

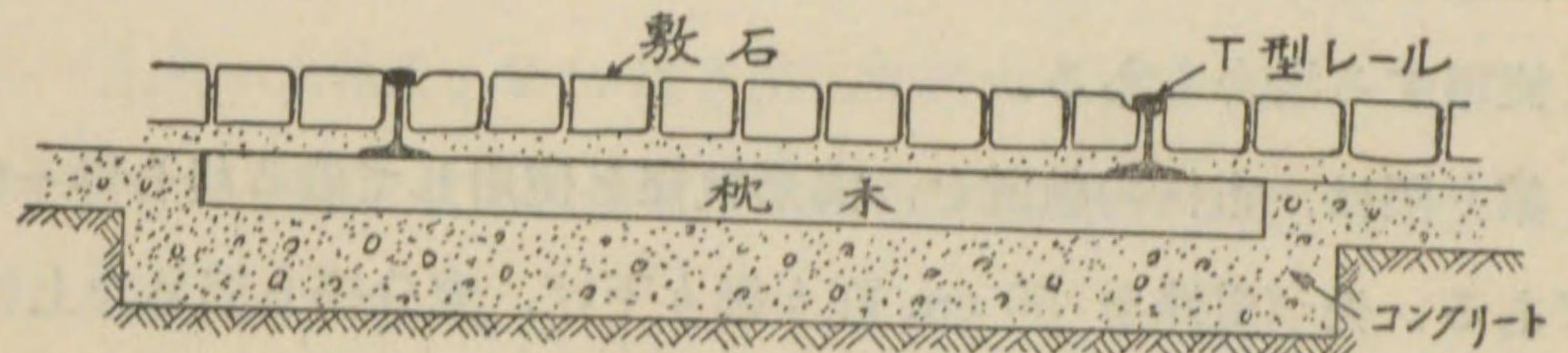


丁形軌條

溝形軌條

段形軌條

第 8 圖



市街の軌道に丁形軌條を用ひた一例

れば、丁形軌條を使用する事も出来る。

軌條の大いさを表はすには、1 m の長さの重量を kg で表はすか、或ひは^{ヤード}1 碼^{フィート}(3 呎一略 0.91 m) の長さの重量を^{ポンド}封度(略 0.45 kg) で表はした數を用ひる。即ち 35 kg の軌條、或ひは 70 封度の軌條などと稱へるのである。

軌條の大いさは、之れを通過する車輛の重量や速度、運轉回数^{はんかん}の繁閑に應じて、適當なものを^う用ひなければならぬ。普通 45 封度 (22 kg) 乃至 100 封度 (50 kg) のものが、最も多く使用されて居る。

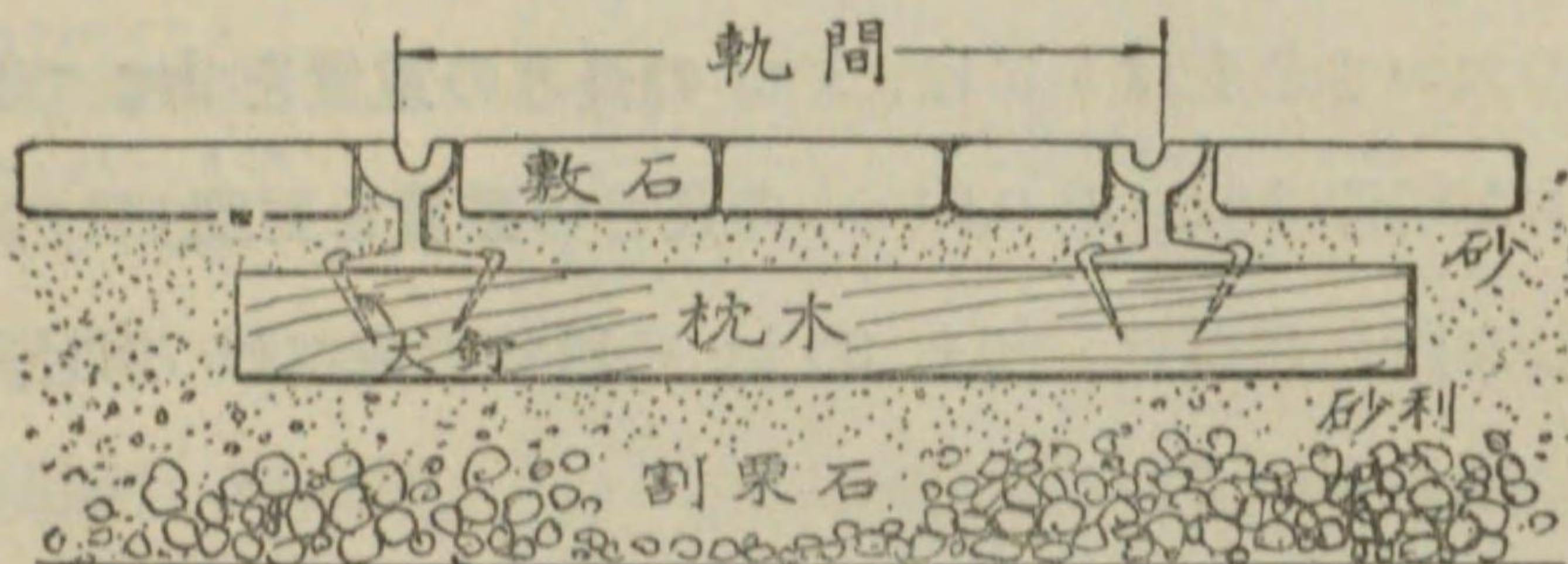
9. 軌道の構造 軌道は、重い車輛が勢よく其の上を

通過するのであるから、沈下したり、軌條が動いたりする事の無い様に造らねばならぬ。第8圖は丁形軌條を用ひた市街軌道の、構造を示す一例であつて、適當の深さに先づ道路を掘つて、よく^う搗き固め、其の上に^{コンクリート}混凝土を敷き、栗材等の^{まくらぎ}枕木或ひは古レールか鋼鐵材の様なものを置き、軌條を其の上に固定し、砂を散布して敷石を敷き、軌道面と道路面とを同じ高さとしたものである。

混凝土の上に アスファルト 等を敷くこともあり、敷石の代りに木を使用する場合もある。

第9圖は、市街の軌道を、溝形軌條を使用して造る場合の一例である。先づ道路を 50 cm 許り掘り下げ、充分搗き固めた上に、小石を入れて砂利を敷き、更らに固めた上に、枕木(高さ 15 cm,

第 9 圖

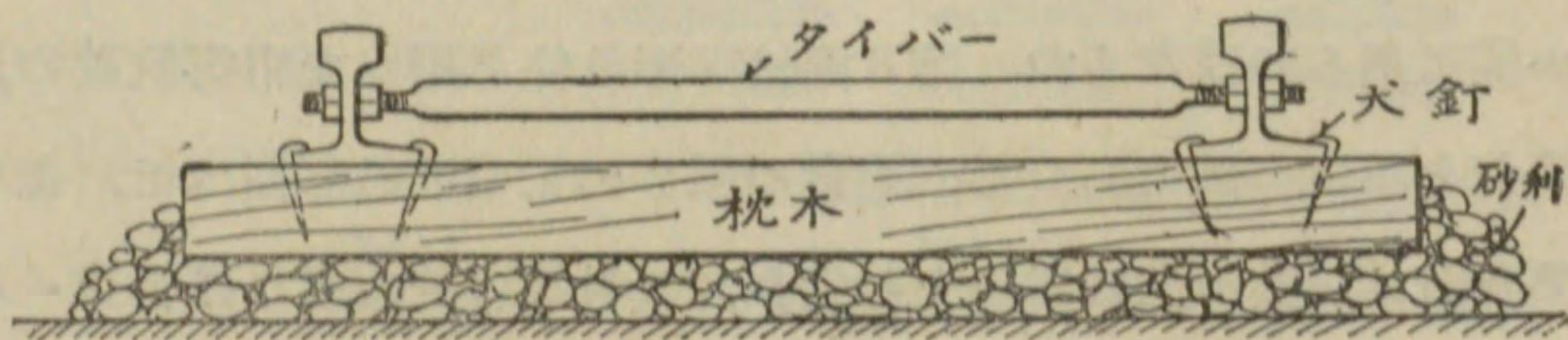


市街の道路に溝形軌條を敷設する場合の一例

幅 25 cm, 長さ 210 cm 位) を 60 乃至 80 cm おき位に配列し、其の上に一様な間隔を保たせて、二條のレールを載せ、それぞれ其の兩側から、**犬釘**(スパイク)と稱する釘で枕木に固定し、更らに圖の様に敷石を並べたものである。

鐵道専用の軌道を造るには、第 10 圖に示す様に、敷地を平ら

第 10 圖



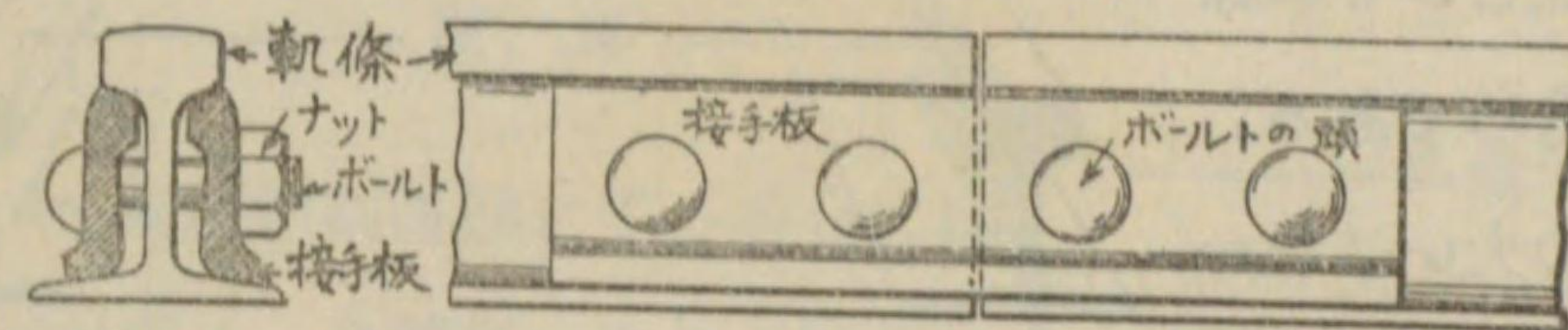
専用の道路に軌條を敷設する場合の一例

に搗き固めた上に砂利を敷き、枕木及び軌條を敷設し、軌條の間

隔の狂はない様に、**タイバー**と稱する兩端にネチが切つてあつてナットを備へた棒を、2 m 置き位に取附けて締め付け、犬釘によつて軌條の下部を枕木に固定する。枕木は複線軌道の場合でも、別々に造るのである。

軌條の長さは、普通 10 m が標準になつて居るから、軌道を造る際には、之れをつなぎ合はせなければならない。此の接續を行ふには、通例第 11 圖に示す様に、**接手板**と稱する鐵板二枚を、接續すべき部分の兩側に當て、**ボルト**を通してナットで締め付ける。ボルトは 4 本或ひは 6 本を一行に用ひるが、脊の高い軌條の場合には二列にして 8 本或ひは 12 本で締める。接續すべき

第 11 圖



軌條の接手

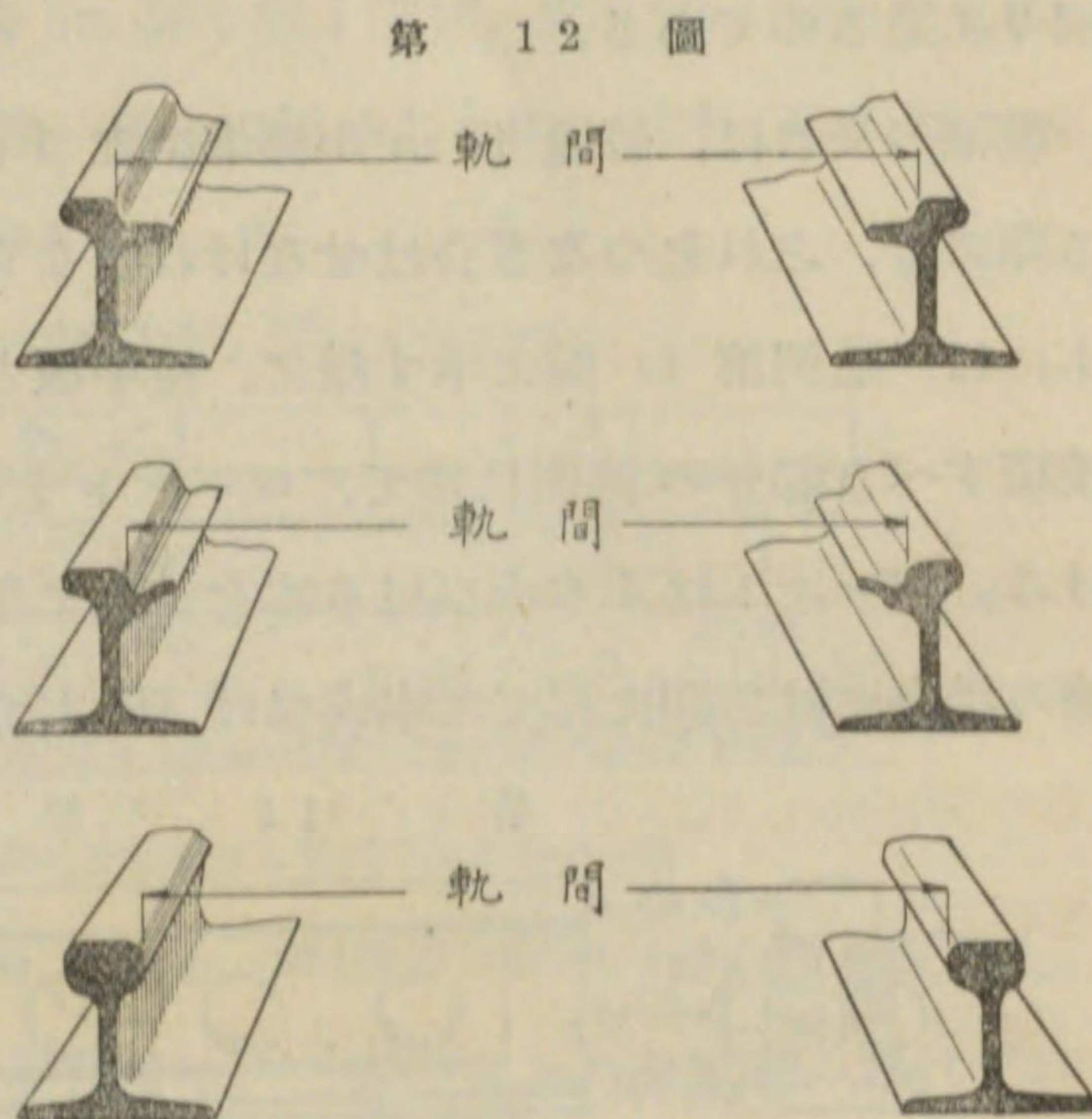
二つの軌條の向ひ合つた所は、密着させないで幾分か間隙を作らねばならぬ。これは大氣温度の變化に依つて、軌條は伸縮するものであるから、密着させて置くと、伸びた場合に曲る虞れがあるからである。此の爲めに接手板のボルト孔は、通常楕圓形に作られる。市街の軌道の様に、敷石其の他で圍まれて、大氣に接する部分が、其の上面のみの場合には、氣温の變化による伸縮の割合も、極めて僅少であるから、軌條の兩端を相對せしめて、**融接**する事もある。

10. 軌 間 一組の軌條に於いては、並行した二本の軌條がある譯である。此の二本の軌條の間隔を、軌間きかん（ゲージ）と稱する。之れは第 12 圖に示す様に、軌條の頭部の内側と内側との間隔である。軌間

は電車の車輪りんすんの輪縁（フランヂ）が嵌まる部分であるから、一様で狂はぬ様にせねばならぬ。タイバー等を使用するの、狂ひを生じさせぬ様に

する爲めである。軌間の大小はい

ろいろであるが、1.435 m (4 呎 8 $\frac{1}{2}$ 吋)フイート 1 インチのものを標準軌間とし、之れを廣軌くわうきと云ひ、それより小さいのを狭軌けんきと稱して居る。我國の蒸汽鐵道は殆んどみな 1.067 m (3 呎 6 吋) の軌間であるが、電氣鐵道に於いてはまちまちであつて、1.435 m, 1.372 m (4 呎 6 吋), 1.067 m 等が採用されてゐる。此の内 1.372 m の軌間は、東京市内電車が馬車鐵道の軌道を其の儘使用した爲め、他に類のない變な軌間が出来たのであつて、其の關係で東京附近には 1.372 m のものが多く、關西方面には 1.435 m の軌間を採用して居る所が多い。



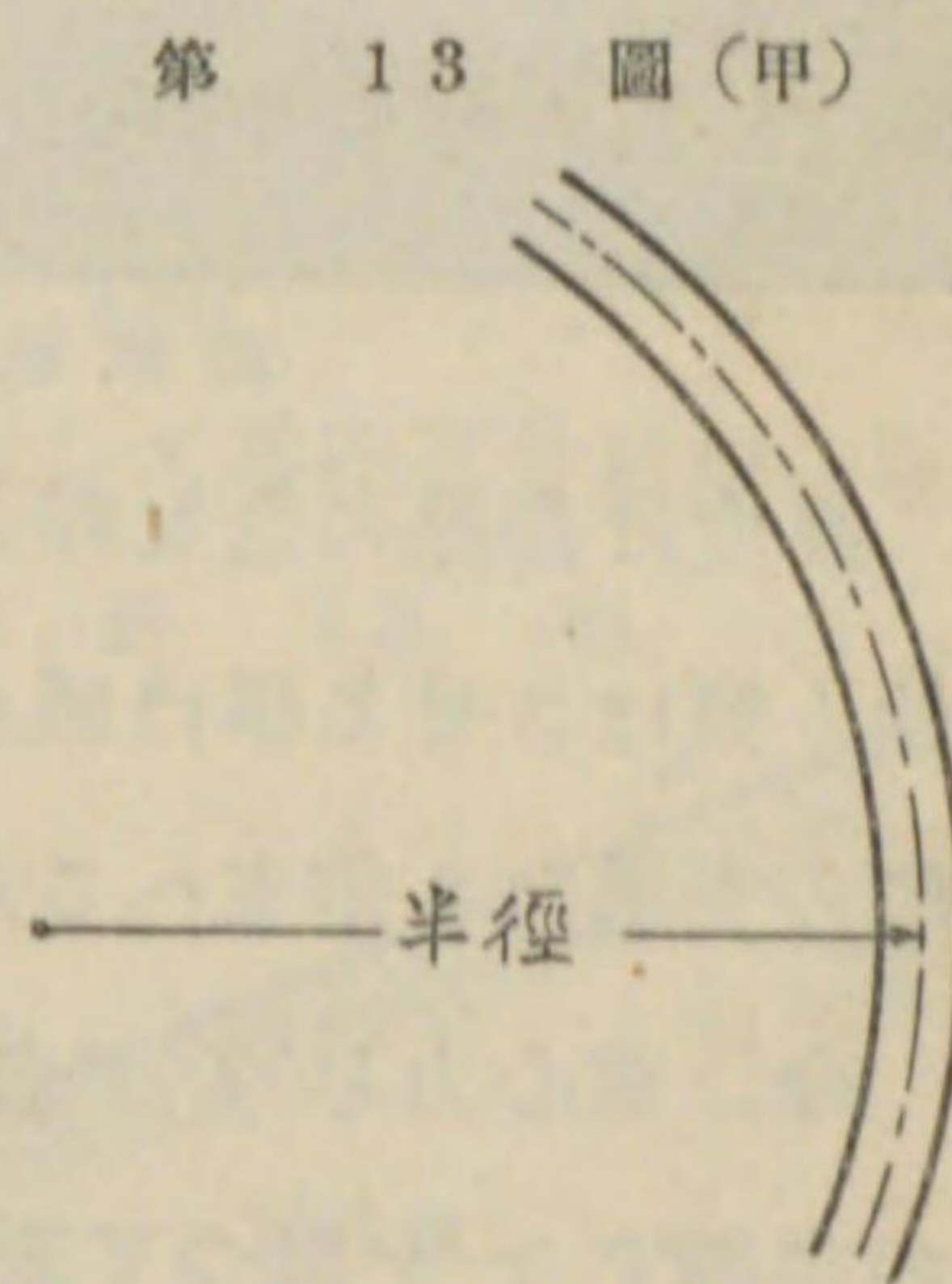
各種軌條の軌間

第 12 圖

東京でも近頃出来た地下鐵道の如きは、1.435 m の軌間である。

11. 曲線及び勾配の軌道 軌道は何處も真直ぐに造

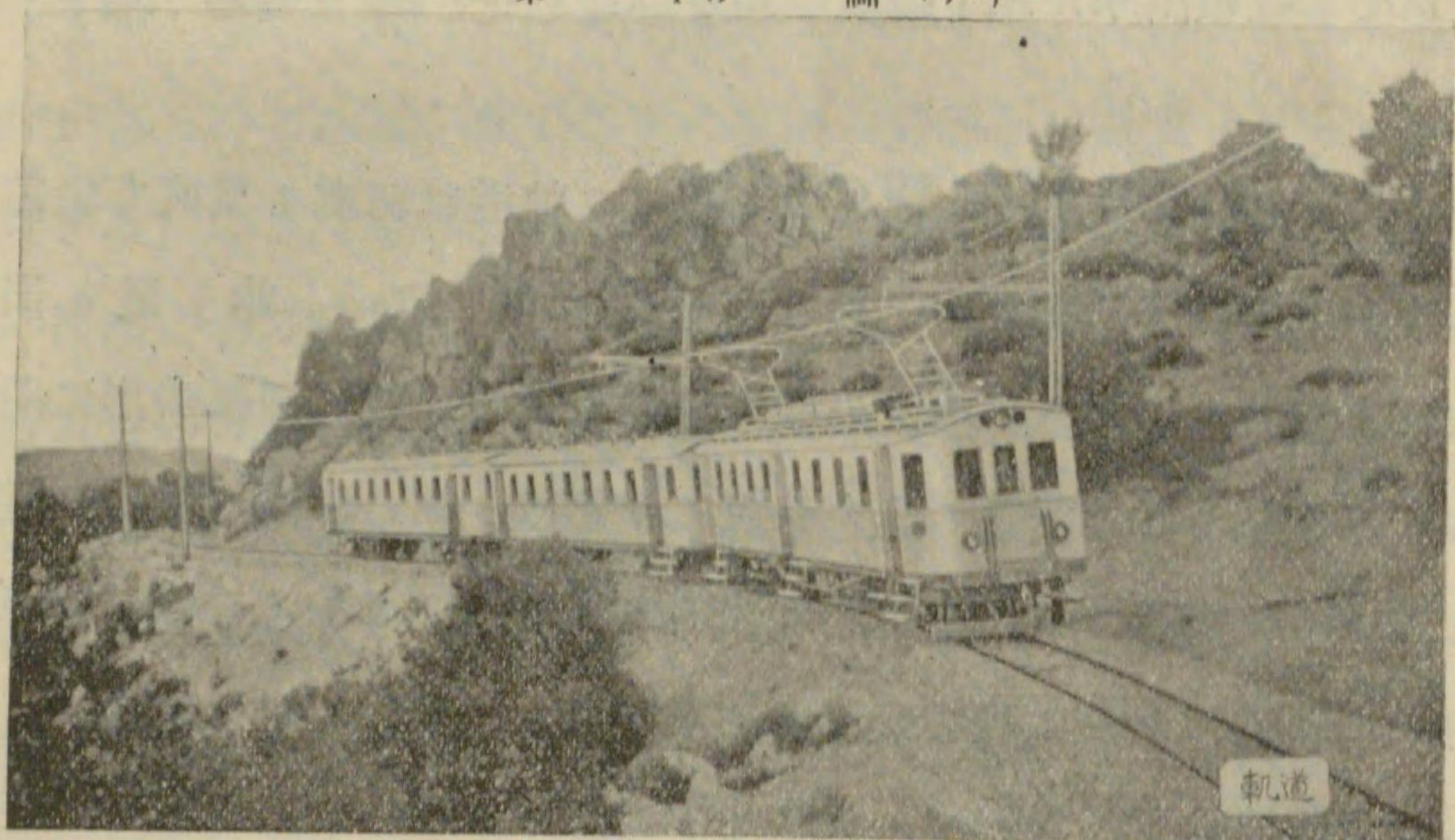
る事が出来れば結構だが、さうは問屋で卸さない。曲り道も出来れば坂道も出来る。曲り道即ち曲線軌道は、普通圓弧の形に造る。さうして其の緩急の具合を表はすには、第 13 圖 (甲) の様に二本の軌條間の中心線がなす圓の半徑を以つてする。即ち半徑メートル何米の軌道、と云ふ風に云ひ表はすのである。曲線軌道の半徑は、大きくするに越した事はないが、市街鐵道などでは地形の關係から 15 m 以下のものも少くない。



曲線軌道の緩急の表はし方

總べて物體が圓運動をする場合には、求心力が要る。自轉車に乗つて圓形に走る時に、内側へ身體を傾けなければならぬのも其の爲めである。電車が曲線軌道を通過する時にも、第 13 圖 (乙) に示す様に、車體を少し内側に傾けさせる必要がある。さうしないと、直線の部分を走つて來た電車は、直線運動を繼續しようとするから、曲線部分へ差し掛つた時、其の惰勢即ち慣性おそいのために脱線する様な事になる。そこで曲線部分の軌條は、車體を内側へ傾かしめる爲め、外側の軌條を内側の方よりも、少し高くするのである。此の兩側の軌條の高さの差を高度かうどと稱へる。

第 13 圖 (ア)



曲線軌道上を走つて居る電車

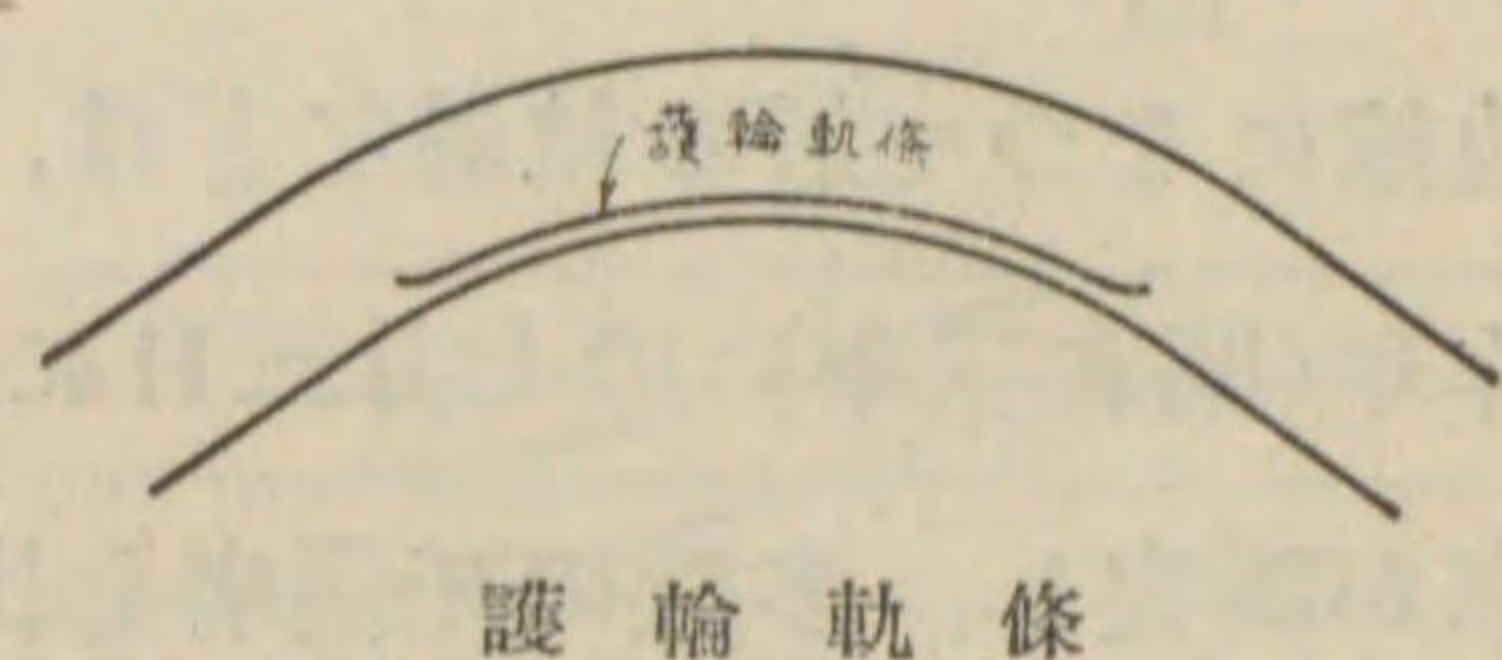
高度は曲線の急な程大きくしなければならぬ共、車體を餘り傾けさせる事は感心しない。又一方市街の鐵道などでは、一般の交通にも差支へるから、高度を適當に附ける事が出来難い。

今、求心力を f で表はし、物體の質量を m 、速度を V 、曲線の半徑を r を以つて表はせば、

$$f \propto \frac{mV^2}{r}$$

此の様な關係があるから、速度を遅くすれば求心力に對する影響が少くなる譯である。そこで上の様な場合には、内側の軌條の内側に沿うて、第 14 圖の様にこりんきでい護輪軌條と稱する特別な軌條を、別に一本敷設し、其の間隔を車輪の輪縁を容れるに充分なだけ隔て、置き、車輪の逸出するのを防ぎつゝ、一方速度を緩めて其の部分を通過する様にすれば良いのである。曲線部分には、溝形

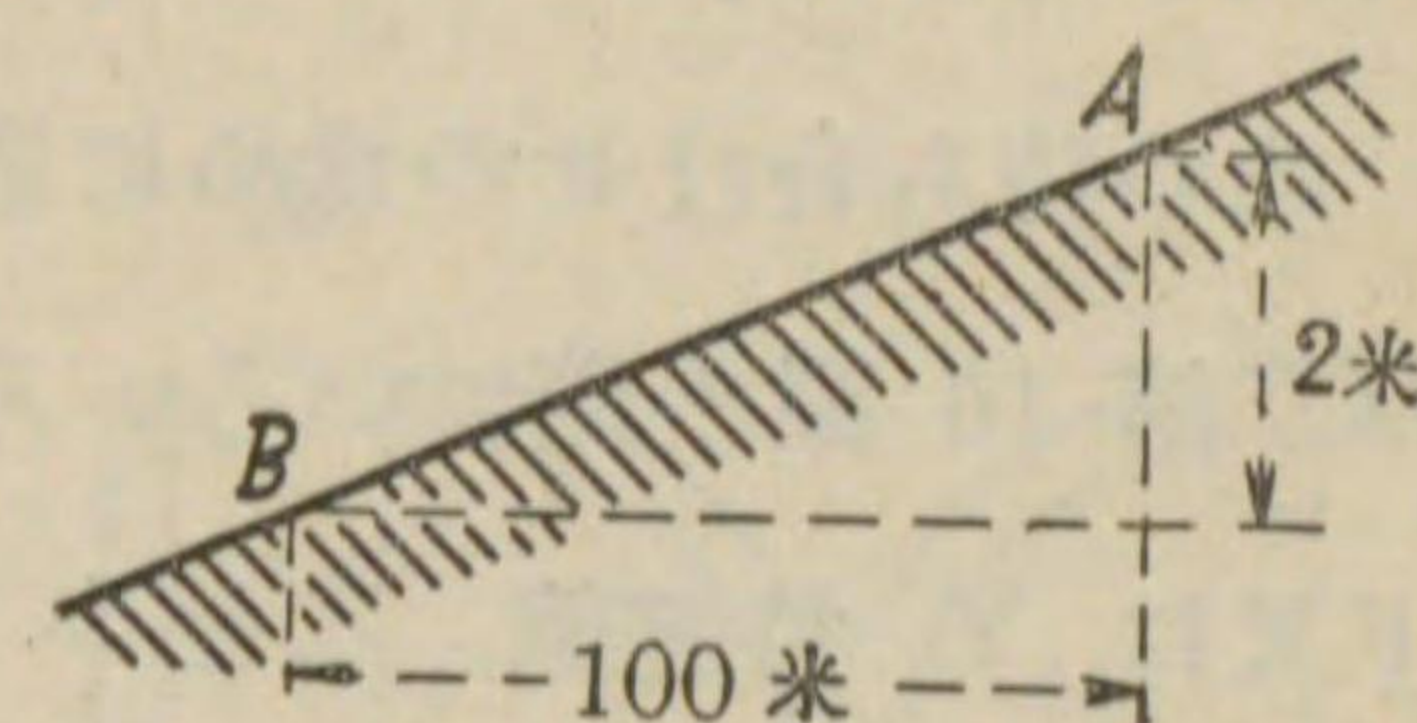
第 14 圖



軌條の、特に溝の縁を高くしたものを、使用することもある。

軌道が坂になつて居る部分をこう勾配と云ひのぼり坂はのぼり勾配、くだり坂はくだり勾配と云ふ。勾配の緩急は、勾配中の勝手な二つの點をとり、其の二點間の高さの差と、其の水平距離との比を用ひ、之れを分子が1となる様な分數、或ひは百分比、千分比、などで表はすのが普通である。第 15 圖に就いて云へば、 A 及び B は勾配中の二點で其の水平、垂直兩距離の比は $\frac{2}{100}$ であるから、分子が1となる様にすれば、 $\frac{1}{50}$ である。そして其の百分比は、2、千分比は 20 である。百分比は % (パーセント)、千分比は ‰ (パーミル) と云ふ記號を用ひて書き表はすのが通例である。

第 15 圖



今 1.25 % の勾配があるとする。

之れは幾 ‰ の勾配であり、又何分の一の勾配であるかと云へば、千分比は $1.25 \times 10 = 12.5 ‰$ で、分子を 1 とする分數で表はせば $\frac{1.25}{100} = \frac{1}{80}$ である。

又 $\frac{1}{25}$ の勾配を、百分比で表はせば幾らかと云へば、 $\frac{1}{25} \times 100 = 4 \%$ であつて、千分比で表はせば $40 ‰$ である。

汽車では $\frac{1}{25}$ の勾配が、最も急なものとして居るが、電車

では $\frac{1}{15}$ 位までの、急なものでも平氣である。勾配が急な上に、曲線になつて居る軌道などは、運轉に際して細心の注意が要る。昨年(昭和三年)の七月三日に東京市内の大曲停留場に於いて電車が衝突し、多数の死傷者を出した椿事なども、此の附近が急な勾配や曲線の軌道であつた事が、事故を惹起した原因となつたのである。

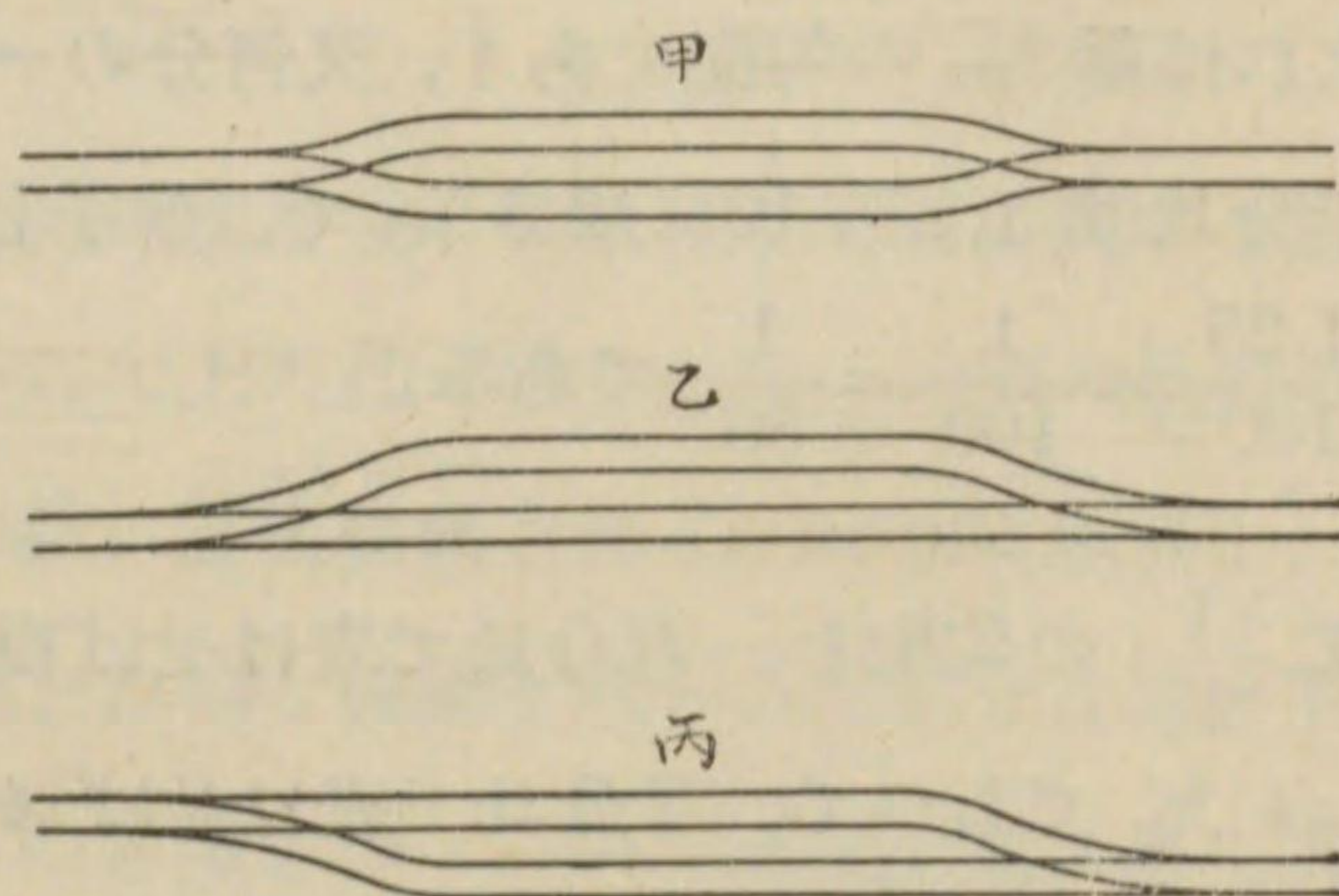
12. 其他の特殊な軌道

單線軌道で往復の電車を運轉するには、停留場其他適當な場所で、一方の電車が他方から來る電車を待ち合はせて、巧く入れ換はる様な工夫をしないと、衝突して丁ふ。

此の待ち合はせの爲めに造られた軌道を、^{たいひせん}待避線又は^{そくせん}側線と云ひ、第 16 圖の様にならぬものがある。甲をダイヤモンド又は Y 待避線、乙をスローン・オーヴァー待避線、丙をストレート待避線と云ふ。

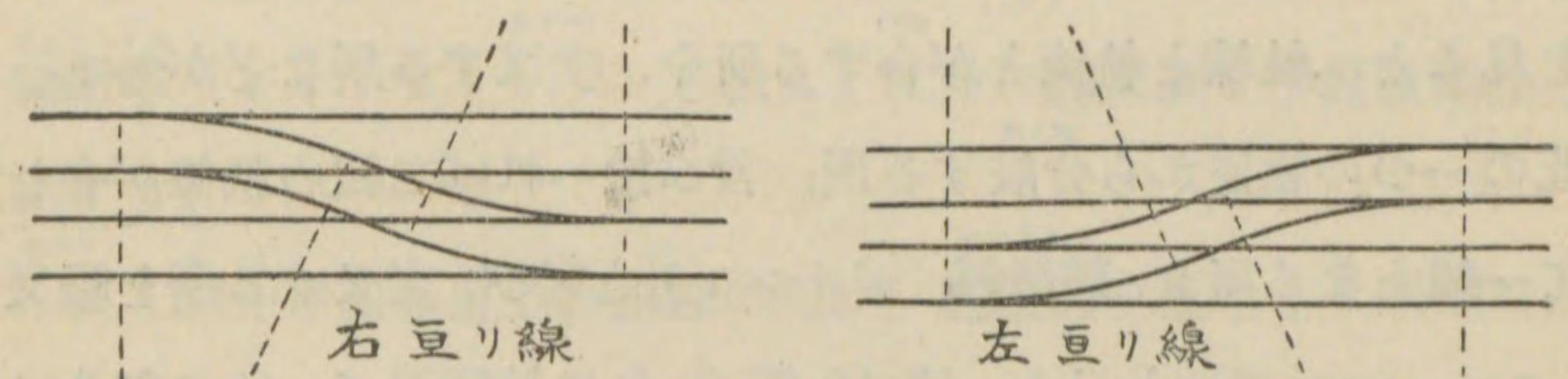
第 16 圖

又複線軌道の場合に、電車が途中から或ひは終端で、引返へす様な事がある。其の際には今まで通つて來た軌道から、隣りの軌道へ移らなければならぬ。此の爲めには、



待 避 線 (又 は 側 線)

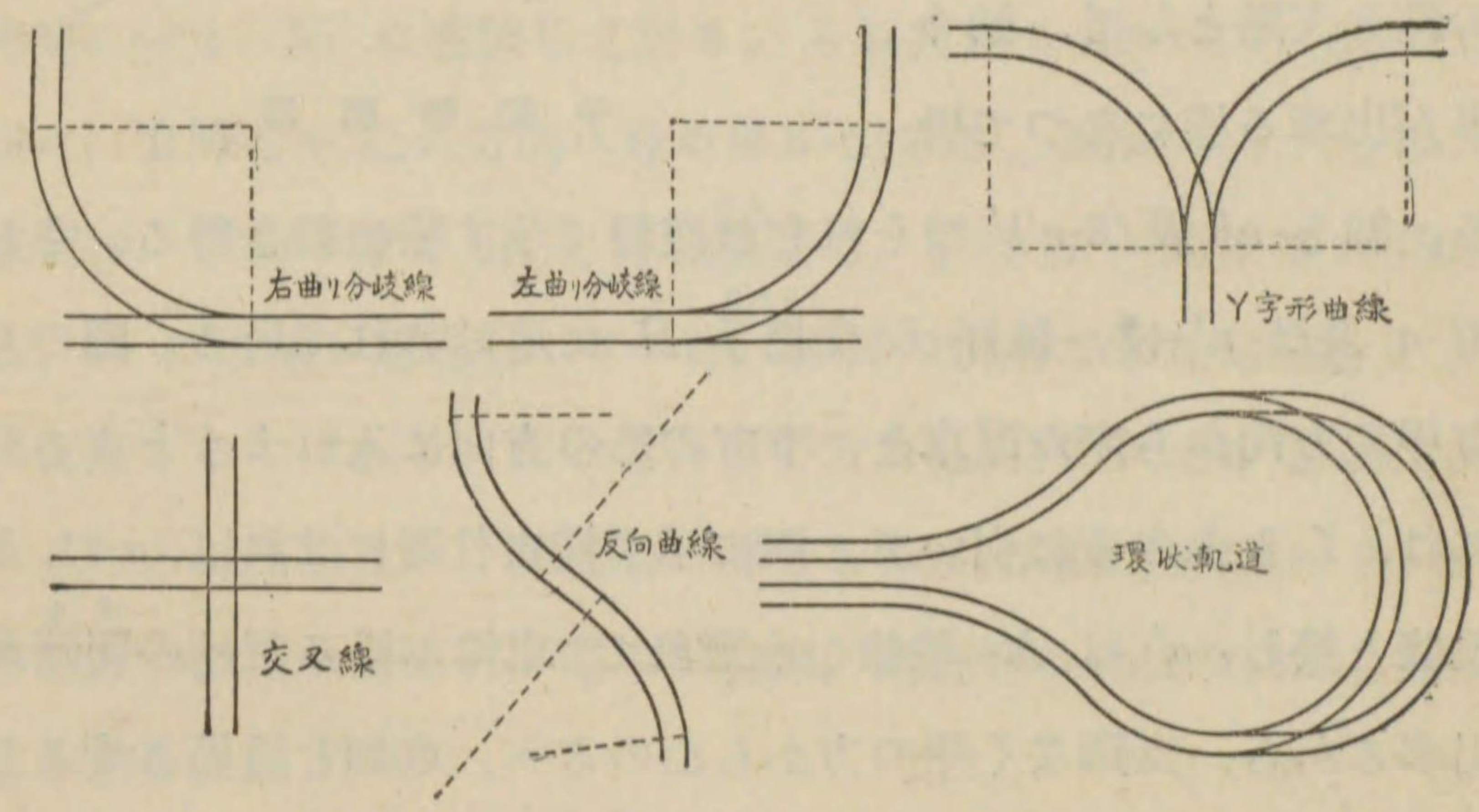
第 17 圖



亘 り 線

第 17 圖の様な^{わた}亘り線を設ける。亘り線に面して軌道上に立つた時、其の亘り線に沿うて向ふへ進めば、左側の軌道から右側の軌道へ移り得るか、或ひは右側の軌道から左側の軌道へ移り得るかに依つて、右亘り線或ひは左亘り線等の名がある。此の外第 18 圖に示す様に、種々の形の軌道がある。其の名前は圖に記載した通りである。

第 18 圖

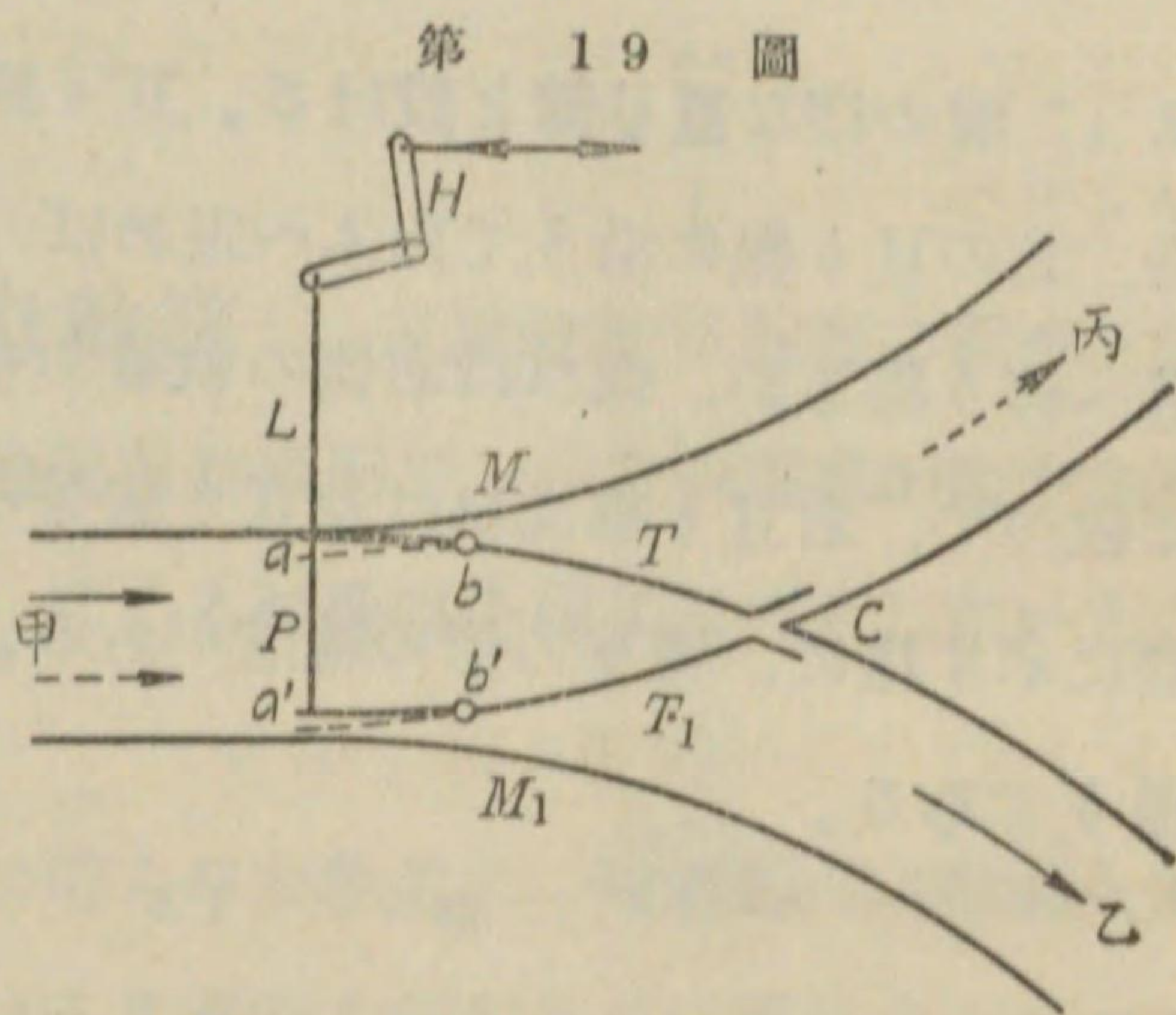


特 殊 の 軌 道

13. 轉轍器及び轍叉

前節に擧げた特殊な軌道の圖を見ると、軌條と軌條とが合する所や、交叉する所などがある。此の一つの軌道から分岐する所、言ひ換へれば二組の軌條が合して一組となる所を、轉轍器(ポイント)と呼び、交叉する所を轍叉(クロッシング)と云ふ。第 19 圖の P は轉轍器で、C の部分は

轍叉である。轉轍器は車輛を一方の軌道から、分岐した軌道の何れかに移してやる役目をするものである。第 19 圖に於いて、T 及び T₁ の一方の端は、何れも b 及び b' の點を支點として、動く事が出来る様になつて居



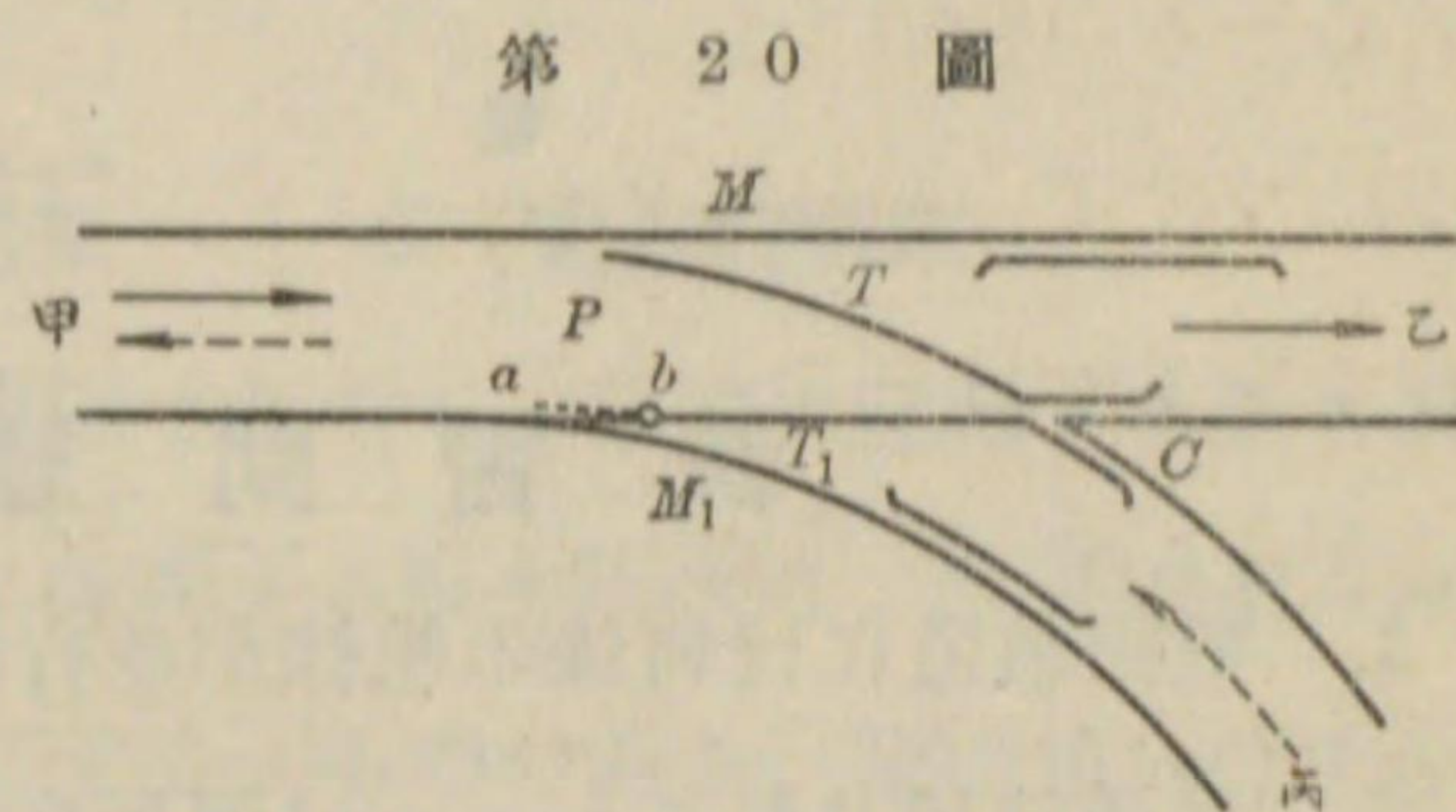
第 19 圖

手 働 轉 轍 器

る。即ち ab 及び a'b' はそれぞれ破線で示す様に動き得る。そして a 及び a' は、横杆 L や把手 H に連結されて居る。圖の左方甲の方向から來た電車を、下方の乙の方向に入れようとする時には、L を上の方に引いて、圖に示す様な位置にすれば、a は M 軌條と接し、a' は M₁ 軌條から離れて、車輪が通るだけの間隙が出来るから、支障なく甲の方から乙の方へ、車輛を通過させることが出来る。同様に甲の方から來た車輛を 丙の方へ入れる時には、L を下方へ戻せば良いのである。従つて斯様な轉轍器の近く

には、之れを動かす人が常に附いて居なければならない。これを轉轍手(ポイント・マン)と云ふ。又此の轉轍器を手働轉轍器と稱する。

亘り線や單線軌道の待避線の様に、轉轍器を通過する車輛の方向が一定して居る場合には、轉轍手の不要な自働轉轍器を使用すれば良い。第 20 圖は自働轉轍器を示すものである。此の装置は、



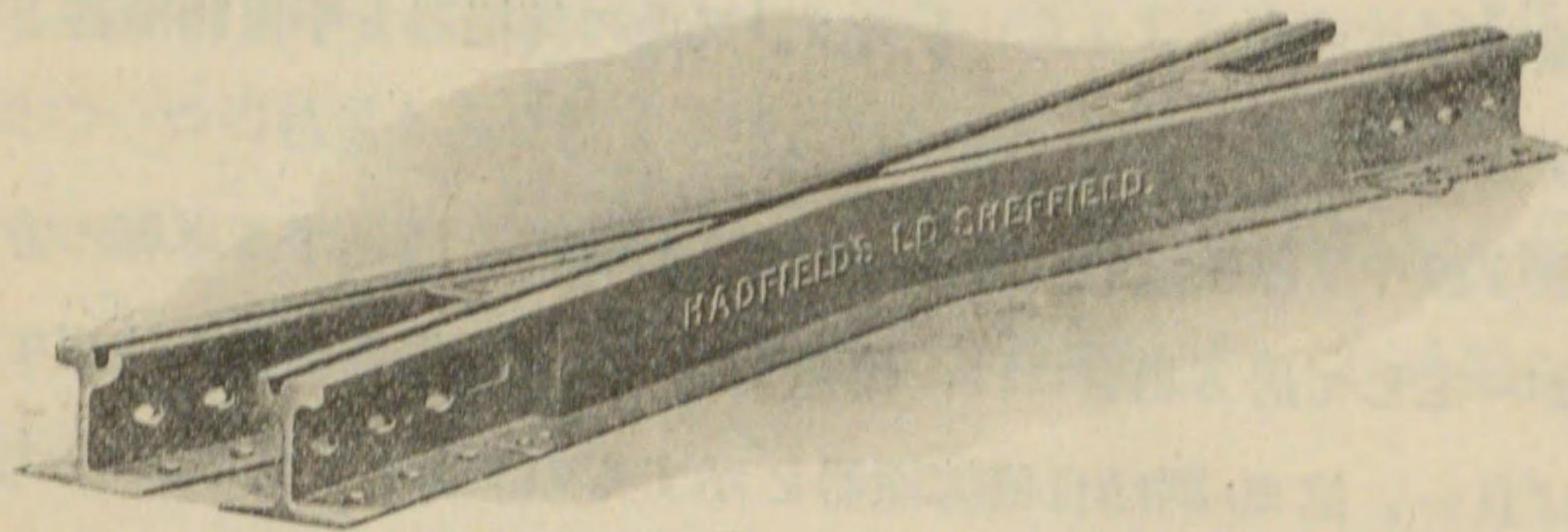
第 20 圖

自 働 轉 轍 器

T を固定させ、其の一端は M との間を、車輪が通過し得るだけの間隙を造つて置く。T₁ の一端 ab は動く事が出来る様になつて居るが、平常は

彈條に依り M₁ に密接して居る。それだから甲の方から來た車輛は、支障なく乙の方向へ通る事が出来る。又丙の方から來た車輛は、車輪の縁で ab を押し擴げて、甲の方へ進む事が出来る。ab は車輪が通過して丁へば、彈條の作用でまた元の通り M₁ に密接するのである。此の場合甲の方から丙の方へは、車輛を入れることが出来ない。轉轍器の部分も常に注意を拂はないと、此の部分の故障の爲めに、電車が脱線、顛覆等の思はぬ災禍を蒙る事がある。

第 21 圖は轍叉の圖で、第 19 圖及び第 20 圖の、C の部分に使用するものである。



軌 又

練習問題 II

1. 複線軌道には何條の軌條が並行に敷かれて居るか。
2. 普通使用されるレールは何封度、又幾 kg 位のものか。
3. 軌條を接續する時、幾分か間隙を作るのは何の爲めか。
4. 標準軌間は 1.435 m か、それとも 1.372 m か。
5. 我國の蒸汽鐵道の軌間は、狹軌か廣軌か。
6. $\frac{1}{40}$ の勾配がある。之れを百分比及び千分比で表はせ。

答 2.5 %, 25 ‰

7. 轉轍手はどんな役をするか。

第三章 車 輛

14. 車 輛 車輛は車體、臺櫃及び車臺の三つの主要な部分から成り立つもので、軌道の状態や運轉の種類などに依り、其の型式や大いさの異なる事は勿論であるが、大體次ぎの三種類に區別する事が出来る。

- a. 電動車 b. 附隨車 c. 電氣機關車

電動車は電動機を備へた車輛であつて、單獨に運轉する事も出来るし、二臺以上を聯結して運轉する事も出来る。普通電車と稱するのは、此の電動車を指して云ふものである。附隨車は乗客や貨物を載せる車輛で、電動機を備へて居ない。それだから之れは常に電動車や電氣機關車のお供で、これ等のものに牽引されて走るものである。

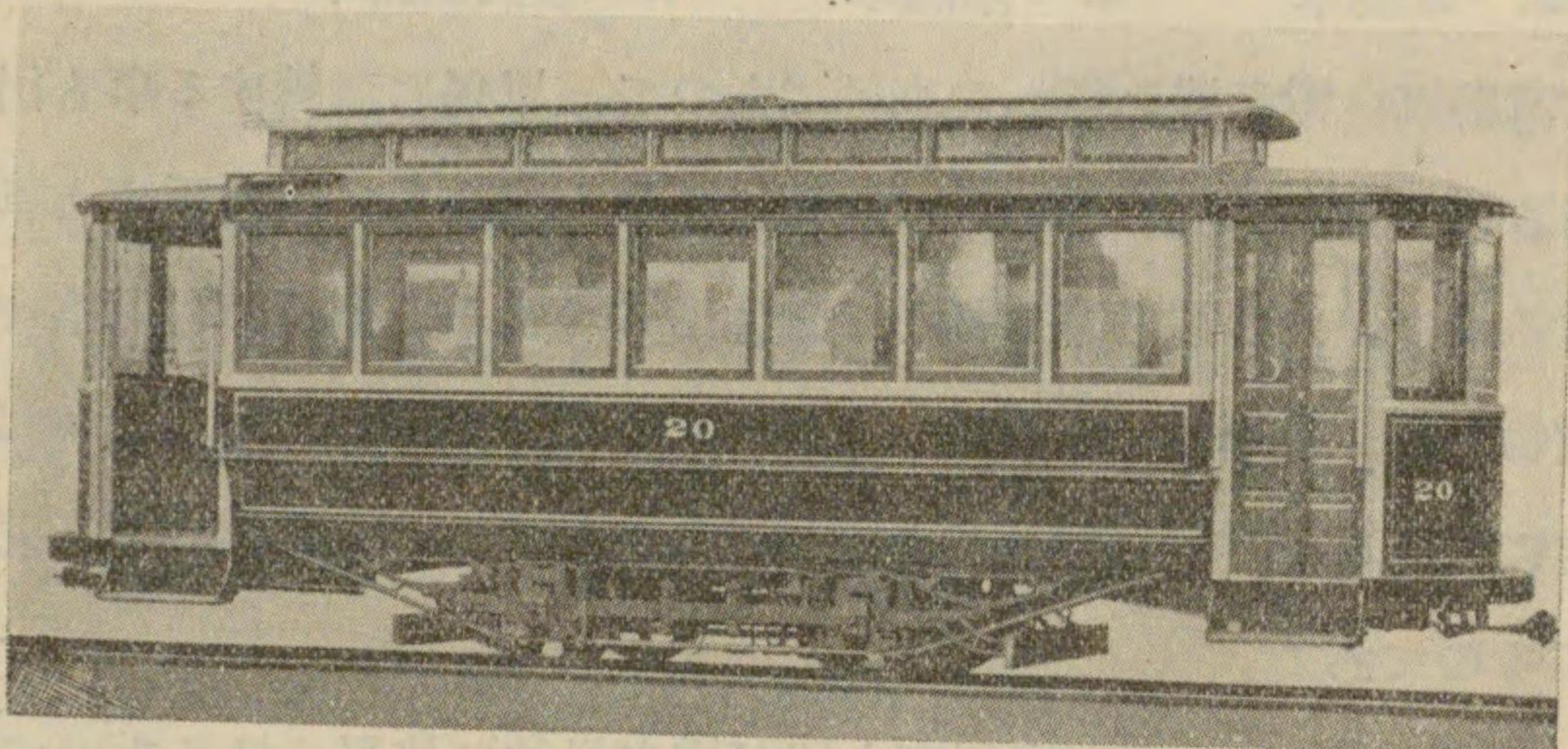
電氣機關車は、蒸汽機關車と同じ様な目的に使用されるもので、電動機を備へて居るが、乗客や貨物は載せない。ただこれを取扱ふ人ばかりが乗る様になつて居て、多數の附隨車を聯結した列車を引張る役目をする。従つて單獨に運轉した所で、一般に有難味が無いのである。

小さい電車は、四つの車輪を持つた車臺一つを備へて居るから、四輪車或ひは單車と稱し、長さ 7.5 m、定員 40 人、重量 7 噸 (7000 kg) 内外で、25 馬力位の電動機を二臺備へたものが多い。

大きな電車は車臺二つを用ひ、車輪は8個のものが普通で、これを**ボギー車**と稱する。長さ11m、定員60人、重量12^ト噸、電動機は35馬力又は40馬力位のもの二臺を備へて居るのが普通で、これ等の四輪車及びボギー車は、市街鐵道或は郊外鐵道に使用されて居る。第22圖は四輪車、第23圖はボギー車の一種を示すものである。

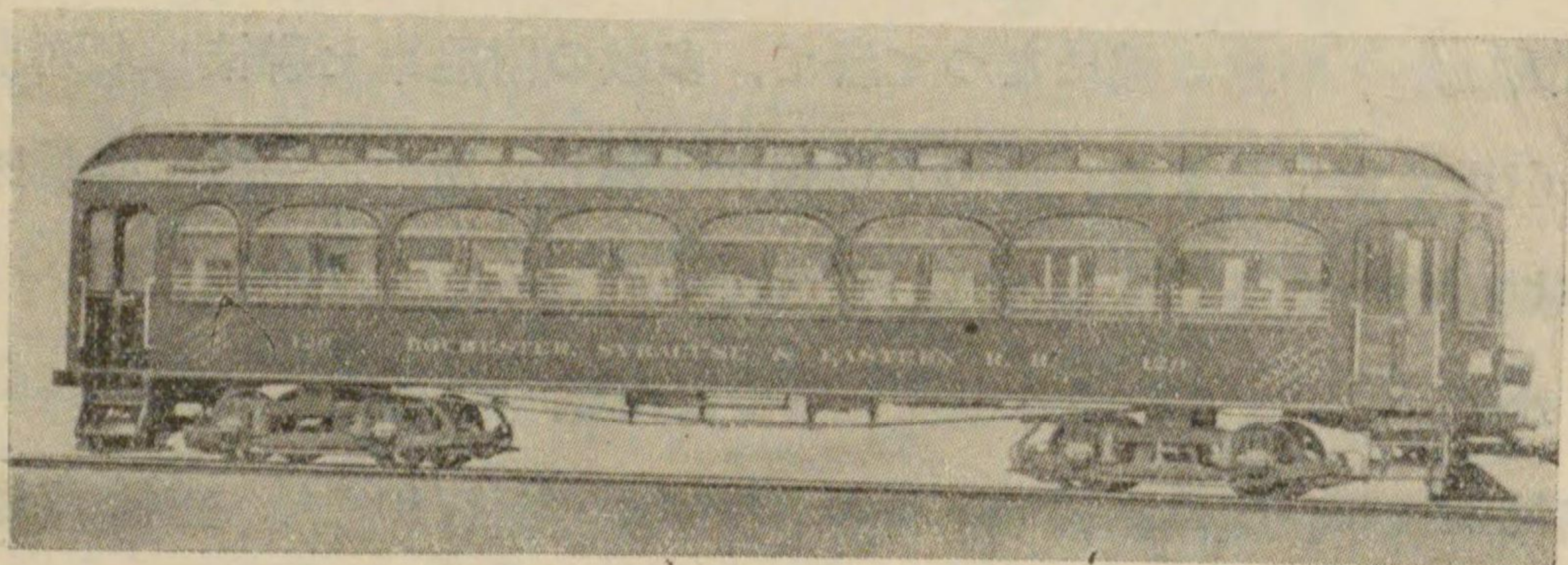
市内高速度鐵道及び市間鐵道の様な、高い速度で運轉する鐵道

第 22 圖



四輪車(單車とも云ふ)

第 23 圖

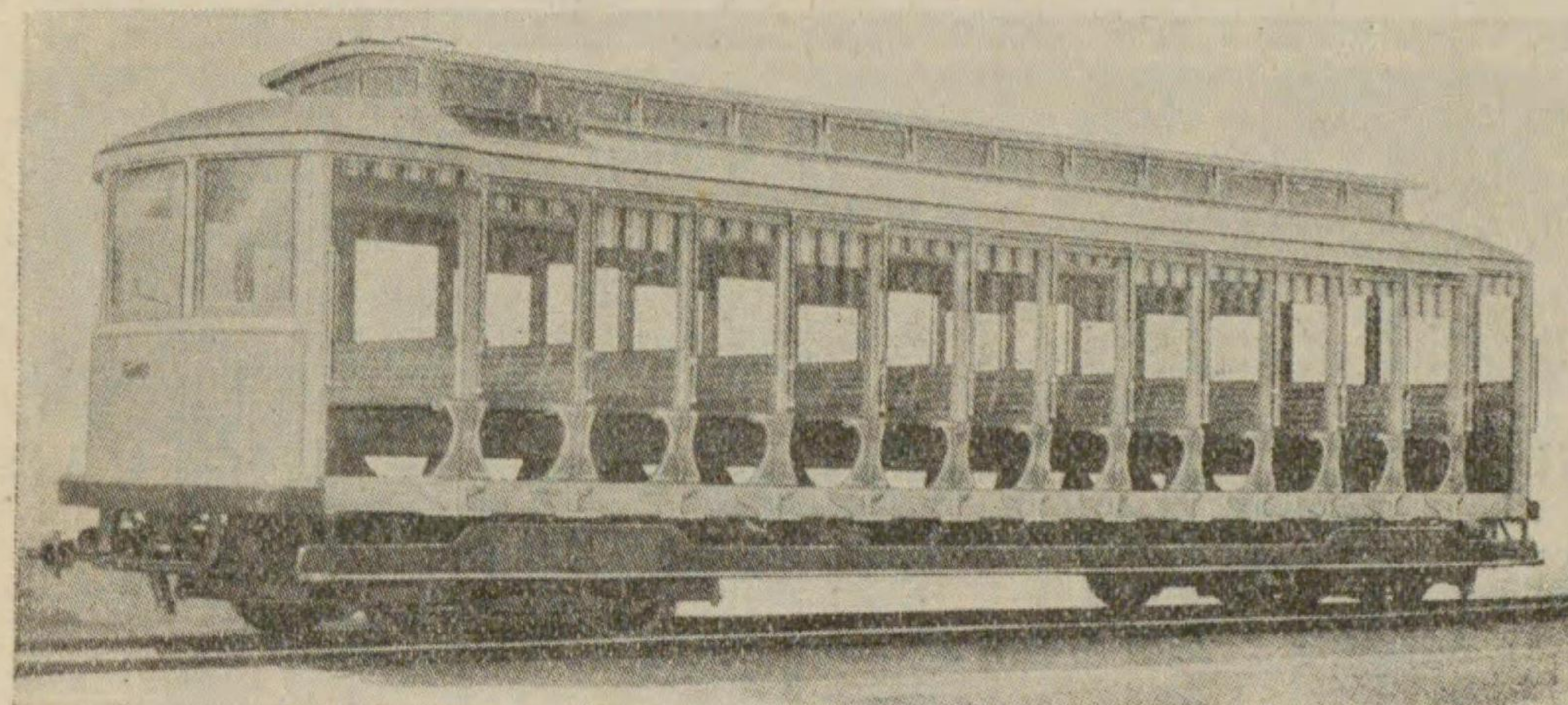


ボギー車

では、主としてボギー車を使用し、長さ15m、定員80人、重量25^ト噸位、電動機は50馬力位のもの4臺を備へたものが多い。特に速度の大きいものは、100馬力位の電動機4臺を備へ、重量も35^ト噸以上のものを使用する事がある。

車輛には其の構造に依つて、いろいろの名前のものがある。第22圖及び第23圖に示したものは、最も多く用ひられて居る形で之れを**密閉車**と稱し、戸や窓を備へて、密閉する事が出来る様になつて居るものである。第24圖は**開放車**と稱するもので、暖國の夏向きな電車である。第25圖は**二階附電車**で、座席を増す爲

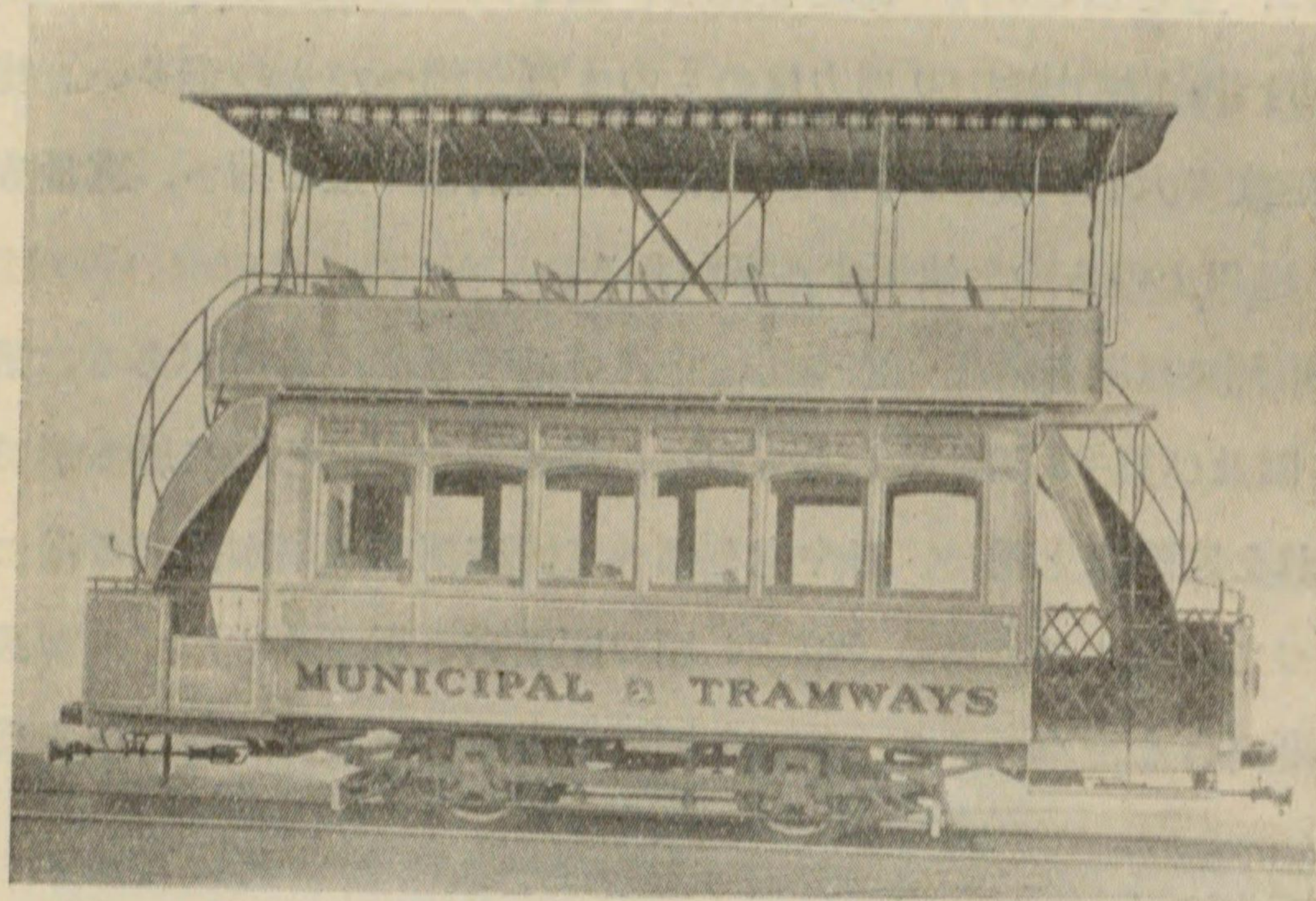
第 24 圖



開 放 車

めに二階を作つたものである。英國などでは各都市とも盛んに使用して居るが、我國の様に羽織袴に威儀を正したり、足駄を穿いて持ち切れない程荷物を持つたり、小供を一人背負つた外に、尙二三人引連れ、停留場を電車が出る頃、慌て、降りようとしたりする人などの多い所では、一寸今の所此の種の電車は向かないで

第 25 圖



二 階 附 電 車

あらう。

其の外電車の床を低くして、乗降口の踏段をなくしたものや、入口と出口とを區別し、入口で乗客が賃金箱へ乗車賃を自ら入れる様な式になつて居るものなど、いろいろ變つた電車がある。

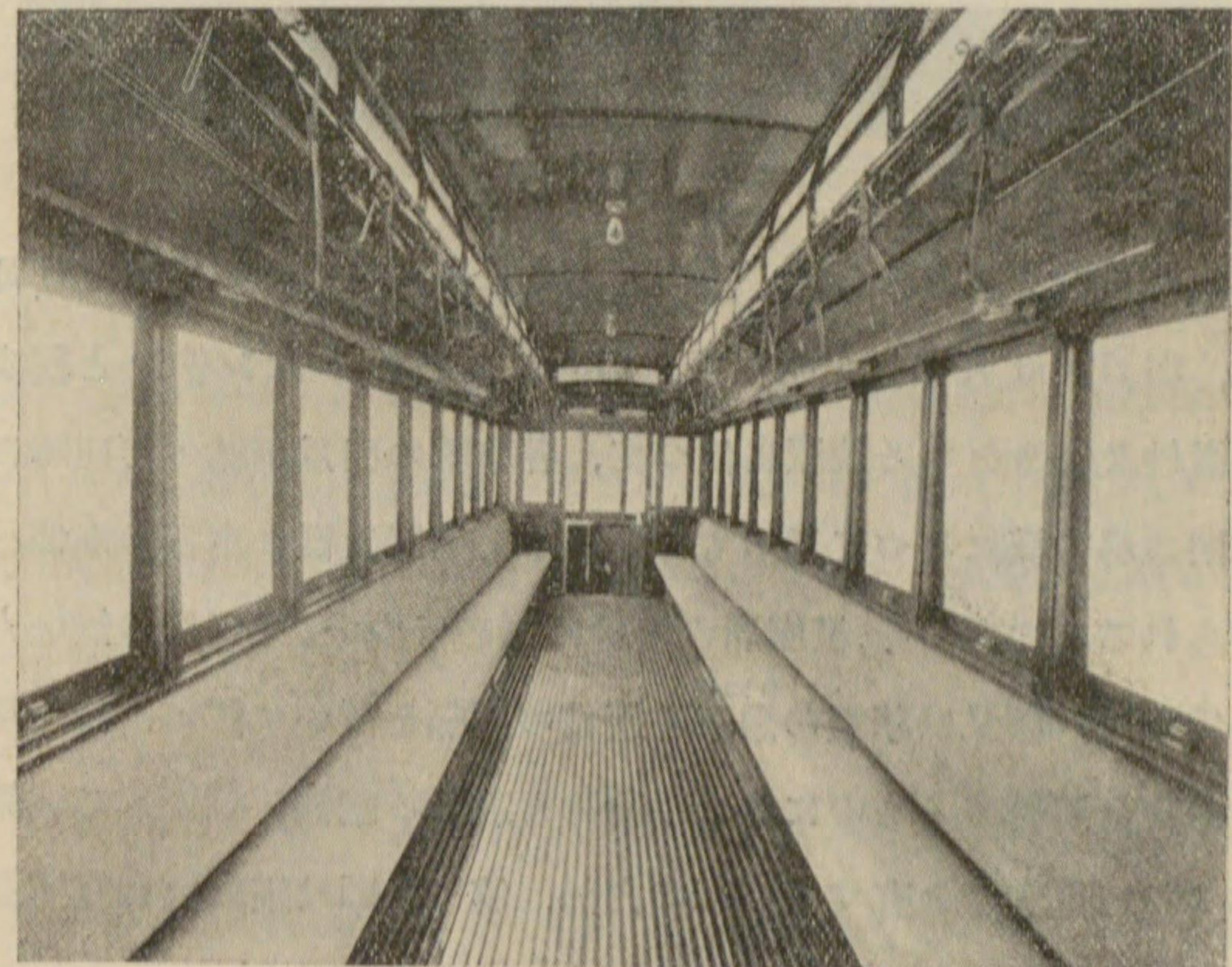
15. 車 體 車體は吾々の乗る車室を構成する部分である。構造は勿論堅牢で、乗り降りに便利な様にせねばならぬ。乗り降りの設備が拙いと手間を取るから、電車の運轉上に支障を生ずる。大きなボギー車の様に多くの乗客を收容するものでは、兩端以外に中央にも乗降口を設けて、乗り降りを敏速にする様にして居る。其の外座席の配置、照明の装置、換氣や保温の設備等

に對しても、充分考慮しなければならないのである。

車體は木製、半鋼製、鋼製の三種に區別される。木製のものの骨組は通例櫟^{けやき}の様な堅い木材を用ひる。先づ骨組を作り、床板を張り、腰掛を装置し、窓及び引戸を作り、天井板及び屋根板を張り、最後に細かい部分の仕上げを行ふのである。

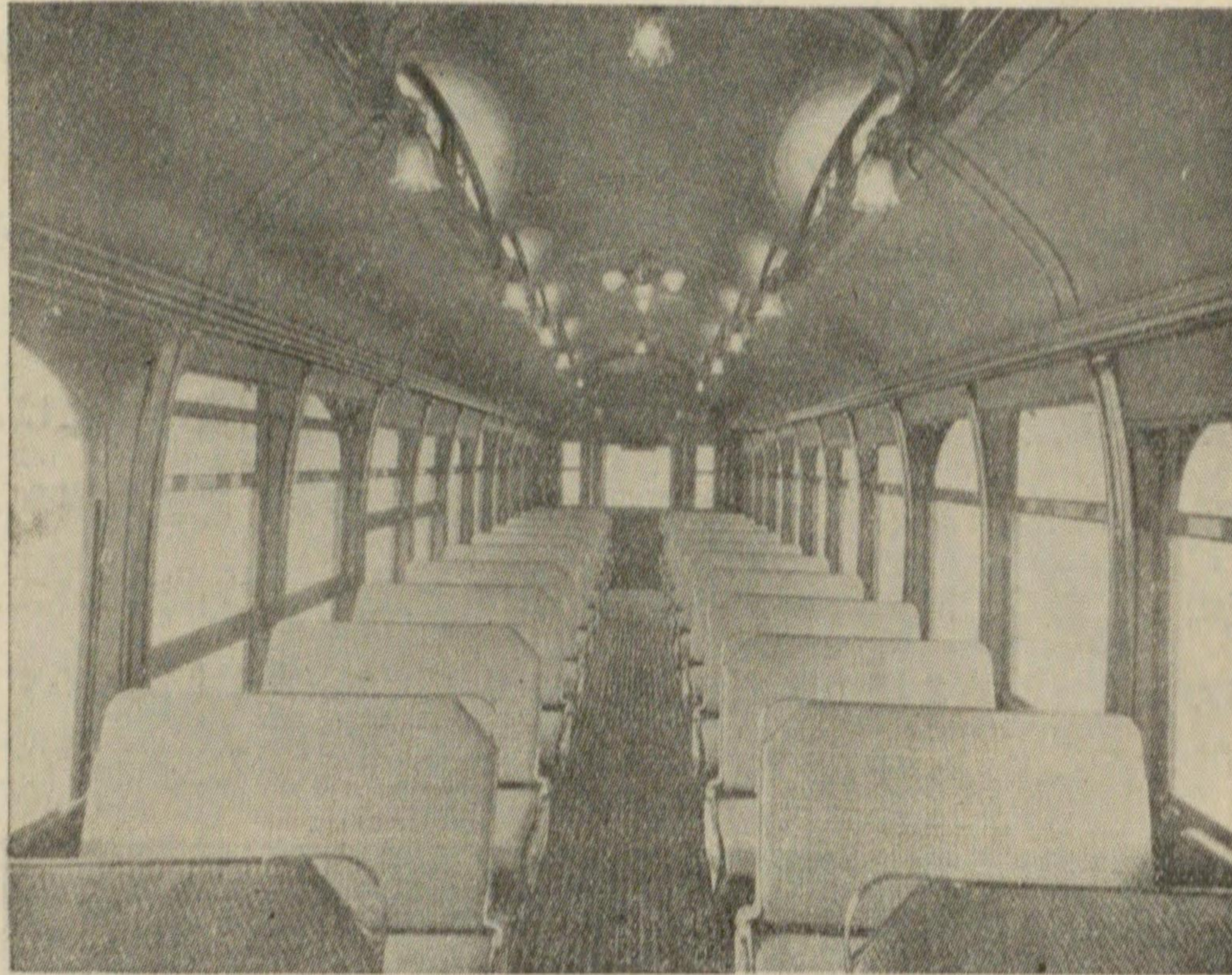
床板は縦張りにするものが多く、電動機の眞上に當る床には、蝶番^{おび}付きのトラップ・ドアと稱する揚戸^{あげど}を作り、點檢に便利な様にしてある。窓にはガラス戸及び錠戸^{よろひど}を設け、之を開いて下部の戸袋に納める様にする場合には、戸袋の底に振動を緩和する

第 26 圖



縦 座 席

第 27 圖

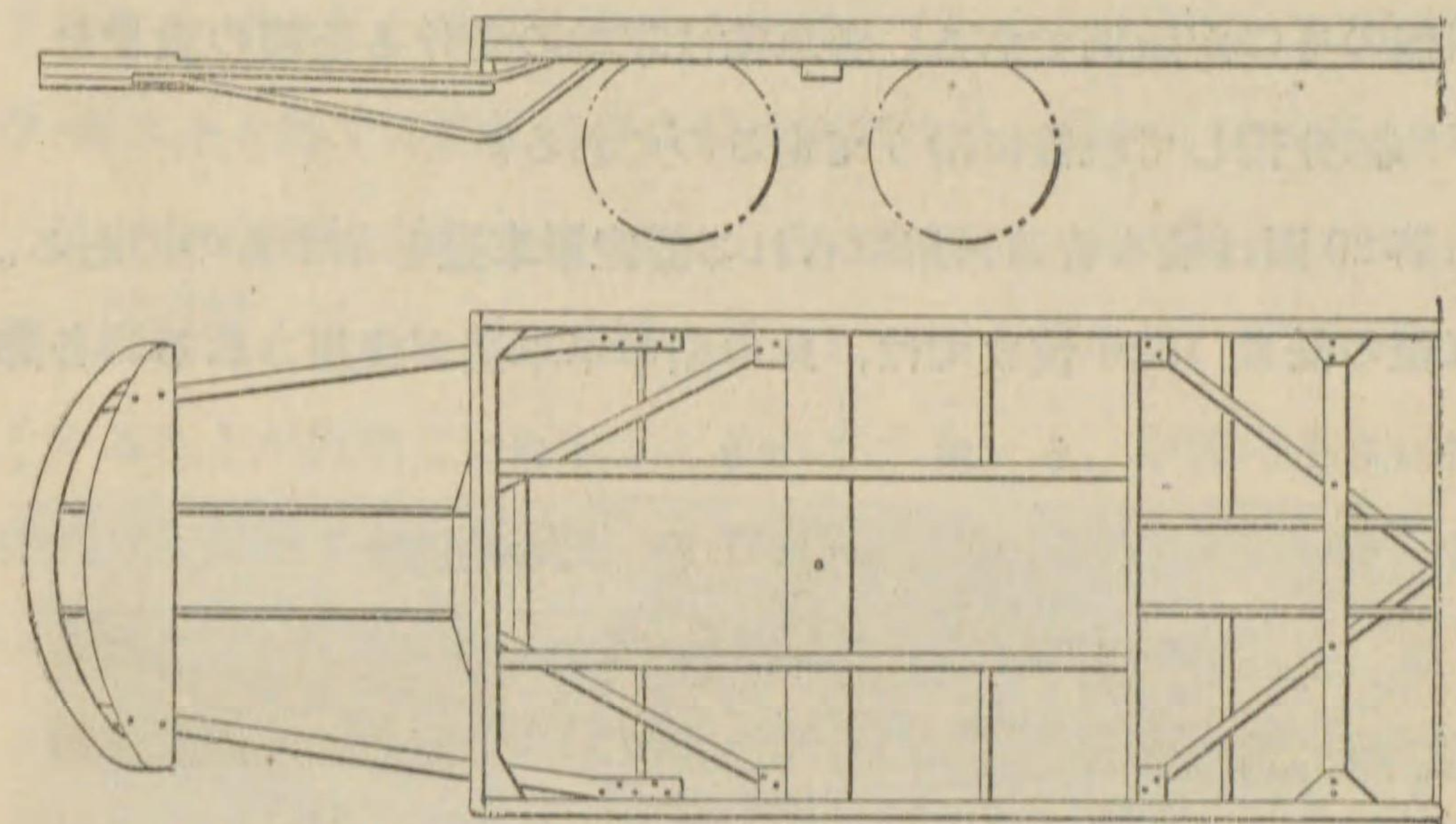


横 座 席

爲めに、適当な方法を講ずるのである。出入口には^{ひきど}引戸を設けるが、引戸には片引戸と兩引戸とがある。**ドア・エンチン**と稱する微妙な働きをする装置に依つて、各車輛の引戸が總べて同時に開閉される様になつて居るものもある。座席は縦に車室の兩側へ作られるものが多く、横座席のものは極めて少い。又座席の無い人の爲めに、^{たし}籐又は革製の^{つりかた}吊革を適當の間隔を置いて設け、長距離の區間を運轉するものには、手荷物を載せる^{あみだな}網棚を設備する。第 26 圖は縦座席を有する電車の内部、第 27 圖は横座席を有する電車の内部を示せるものである。

16. 臺 框 臺框は車臺を支持する基礎であつて、之れの上に車體をのせ、又下には車臺を入れるのである。木材で作ることもあるが、大きな電車では鋼鐵材を使ふ。第 28 圖はボギー

第 28 圖



臺 框

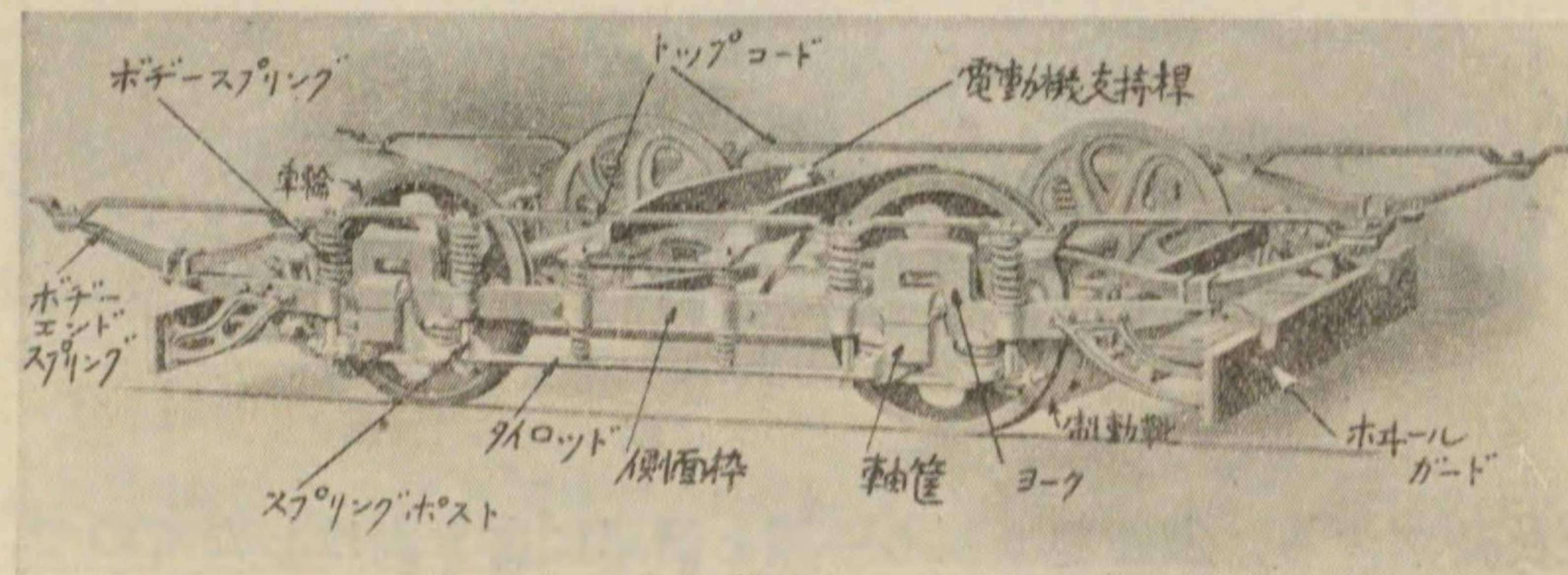
車に使用する、鋼鐵製臺框の一種を簡単に書き表はしたもので、全體の半分だけ示してある。市街鐵道の様に街路上から直接乗り降りする電車では、運轉臺の高さを客室の床の高さと同じにする事が困難だから、其の部分だけ特殊の形として、兩端に突出させるのである。

17. 車 臺 車臺は、車體及び臺框を支へ、且つこれ等のものと共に車軸の上に載せられて、電動機をも支持する役を爲すものである。車臺は堅固でなければならぬから、鋼鐵材を以つ

て造られる。種々の型のものがあるが、これを大別すれば、小型の電車に用ひられる單車臺と、大型の電車に用ひられるボギー車臺の二種となる。單車臺は四個の車輪を備へるから、四輪車臺とも稱せられる。ボギー車臺は六個の車輪を備へたものもあるが、四個のものが通例である。各車輪は車軸の受ける全體の重量を、平均に分擔して軌條に沿うて走るのである。

第29圖は最も普通に用ひられる固定單車臺を示すものである。車體の長さ 15 m 位までは、此の型の單車臺が使用される。各部

第 29 圖



單 車 臺

分の名前は圖に記入してある通りである。此の車臺の主要部は、車臺枠であつて、兩側面にある枠を側面枠、前後にあるのを端面枠と云ふ。側面枠は中央に見える二本の斜な桿によつて互に連結され、此の桿は車臺の中心點を通る様になつて居る。側面枠には圖の様に各二個のヨークと稱する凹字形の部分があつて、それぞれ軸筐（チャール・ボックス）の上に跨つて居る。車體は、側面枠の上にあるトップ・コードと稱する二つの扁平な鐵棒の上に、載

せられるのである。トップ・コードと側面枠との間には、各四個の螺旋彈條（らせんばね）と、各二個の弓形の彈條とがあつて、これ等の彈條は、車臺に對する車體の垂直な運動を、許容する様になつて居るが、然し其の範圍は、螺旋彈條の内部を通つて側面枠の孔を通り抜け、下のタイ・ロッドと稱する桿につながれてゐるところの、スプリング・ポストと稱する鋼鐵棒によつて制限される様になつて居る。

單車臺に前後二個づゝ取附けてある車輪の、軸と軸との間の距離（輪軸距と云ふ）は、車體の長さにも依るけれ共、無暗に小さくすることが出来ない。しかし之れが大きいと、半径の小さい曲線部分を通過する時に困る。それだから曲線部分の多い所や、長い車體を用ひる場合には、ボギー車臺を使用するのである。ボギー車臺は獨立した二個の輪軸距の小さい車臺を、適當な間隔を置いて取附けたもので、車臺が車體に固着されずに、或る範圍内は、自由に車體と違ふ方向に、

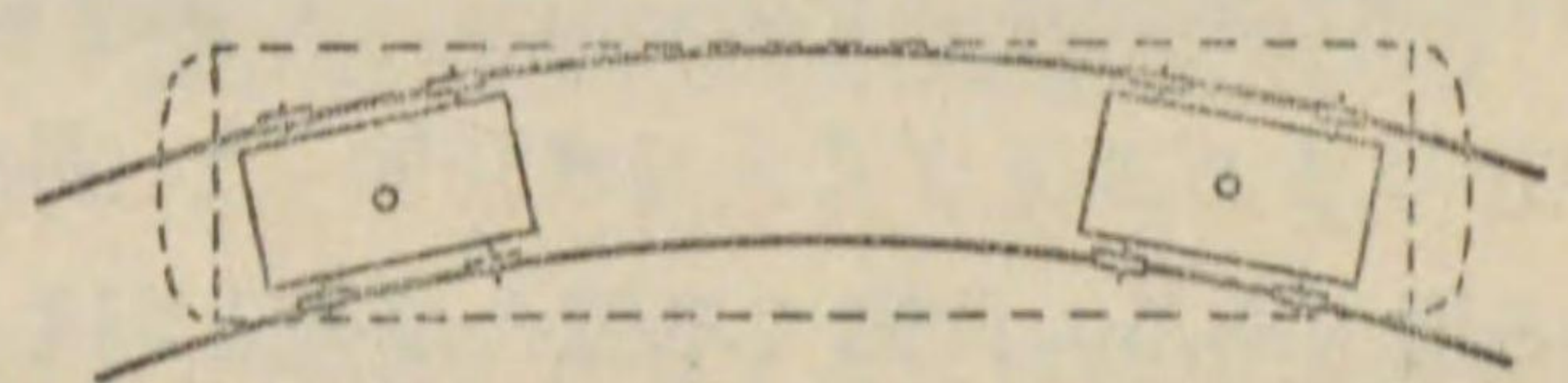
向く事が出来る様にしたも

のである。第30圖はボギー

車臺が、曲線軌道を通過

する有様を示したものである。

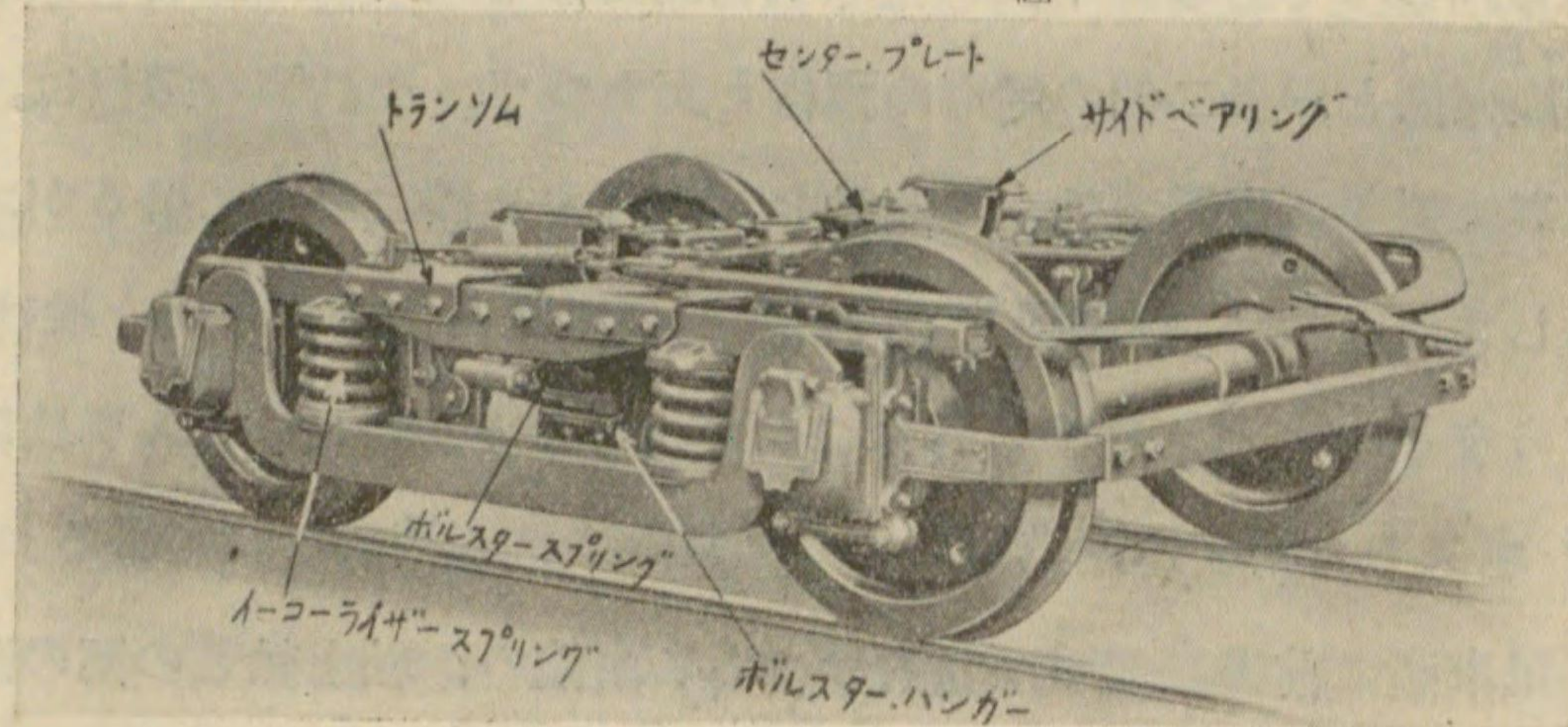
第 30 圖



ボギー車が曲線軌道を通過する有様

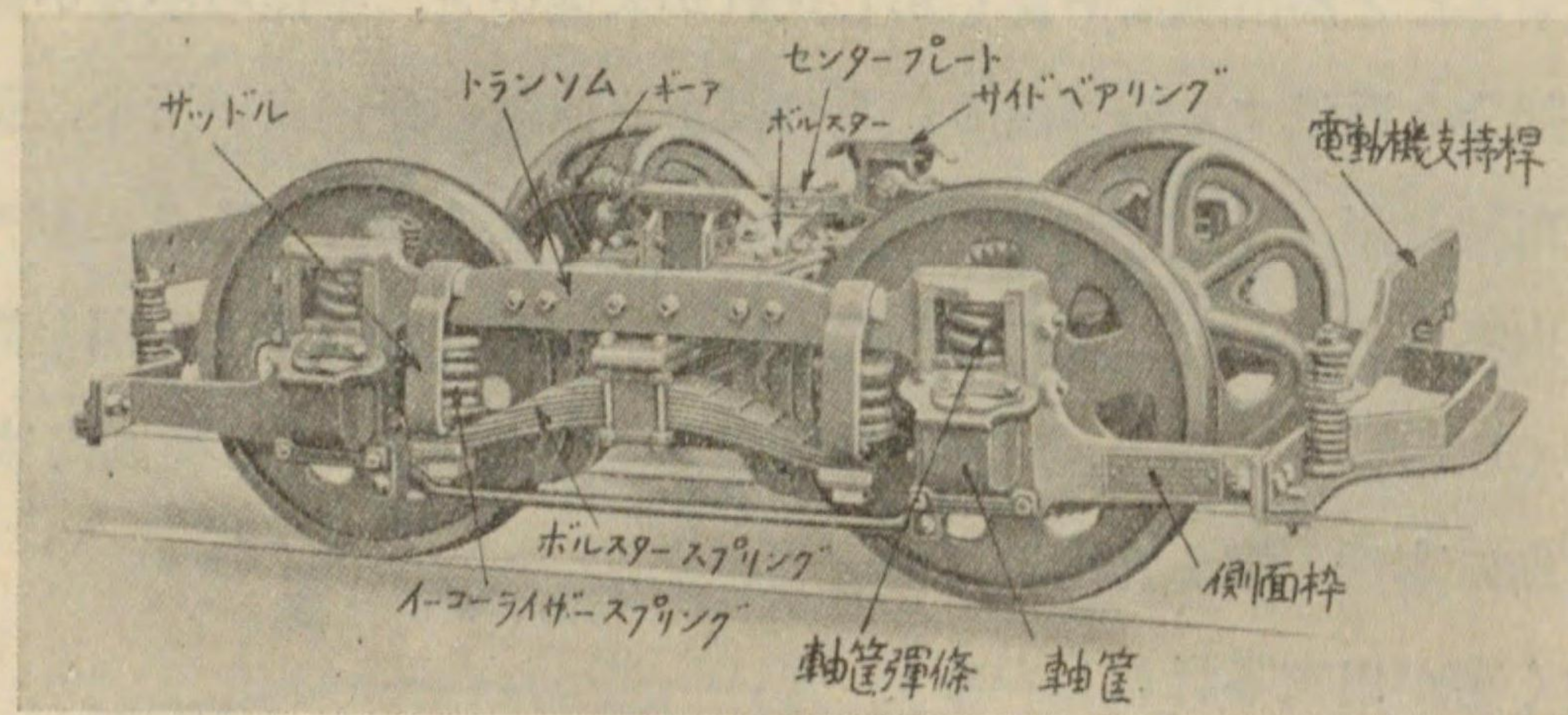
ボギー車臺は其の構造によつて、種々の型に區別されるが、第31圖及び第32圖は、最も廣く電動車に使用されて居る、揺動ボルスター型のボギー車臺である。各部分の名前は圖に示す通りで、センター・プレートと稱する所は、臺框のセンター・プレートが來

第 31 圖



ボギー車臺

第 32 圖



ボギー車臺

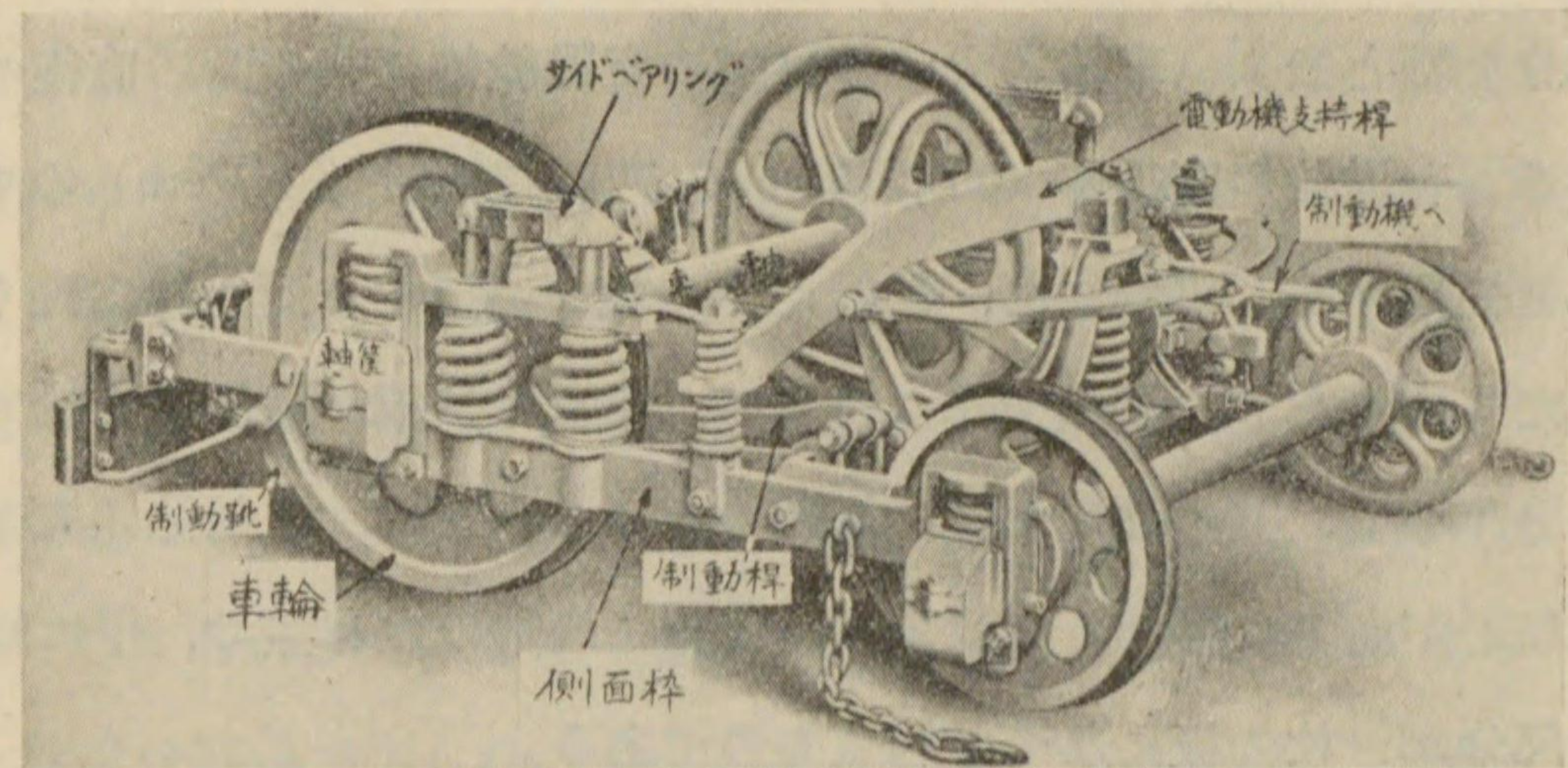
る所である。此處で車體と車臺とがキング・ボルトと云ふ太い心棒一本で互ひに結合され、之れを中心として、車臺は自由に廻はる事が出来る様になつて居る。

車體の重量は、其の兩側にある、サイド・ベアリングに依つて支へられる。

ボギー車臺の一種に、マキシマム・トラクション車臺と稱する

ものがある。之れは第 33 圖に示す様に、前後の車軸に取附けられて居る車輪の直径がそれぞれ違ふもので、サイド・ベアリング

第 33 圖



マキシマム・トラクション車臺

が側面枠の上に設けられ、且つ電動機を取附ける方の車軸に接近して居る。従つて電車の重量の大部分は、此の車軸に掛ることになる。それ故此の車軸に取附けてある車輪の直径を、電動機を取附けない方の車軸の車輪よりも大きくしてある。電動機で廻轉される軸に、加はる重量を増せば、牽引力を大きくすることが出来る。従つて急勾配の個所の多い軌道を運轉するには此の車臺が適する。しかし高速度になると、一方の車軸に加はる重量が小さい爲めに、脱線する様なことがある。

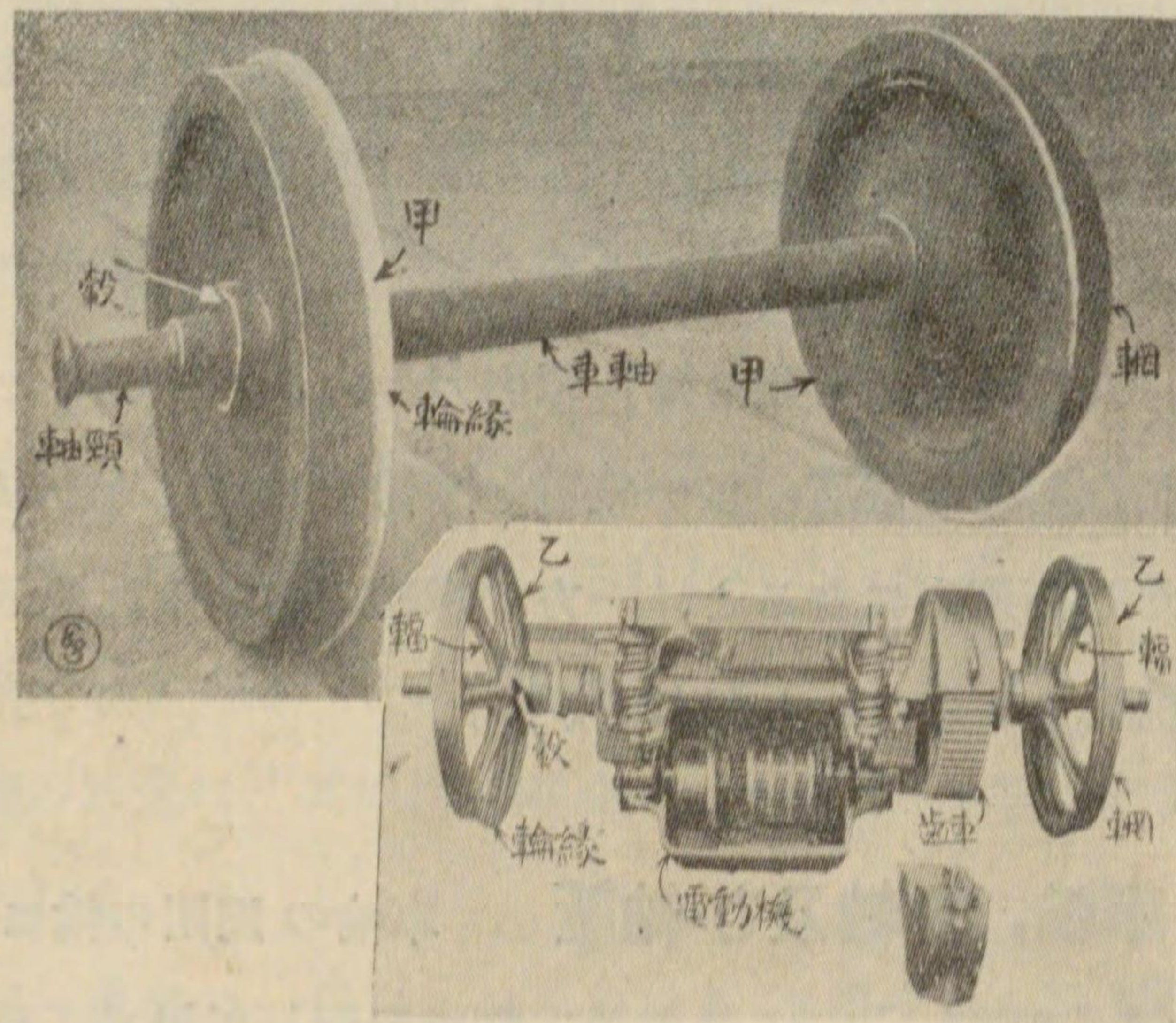
18. 車輪、車軸及び軸筐 車輪の周囲の輪になつて居る所を軋おびわ(リム)と云ふ。軋の側は突出して居て、車輪を軌

條の上に具合よく載せ、外れない様にして居る。此の突出した縁を輪縁と云ふのである。

車輪の中央の軸を嵌め込む所を轂こしきと稱し、轂と輞とを連絡する部分を輻あしと云ふ。車輪の大小は輞の實際軌條に載る面の直徑で測る。普通此の直徑が20吋(51cm)乃至36吋(91.5cm)のものを使用する。車輪には、鑄鐵で作り軌條に接する面を特に硬くしたのものもあり、鋼鐵で作つたもの、或ひは鑄鋼か鍛鋼で車輪の心を作つて、其の外周に硬い鋼鐵のタイヤ(輪)を鑄込んだものなどがある。第34圖は車輪を車軸に取附けた有様で、甲は輻の部分が一枚の板になつて居るものである。

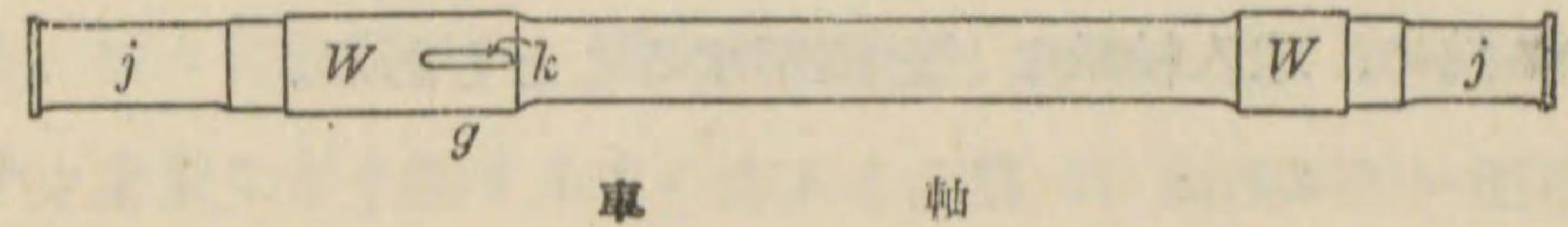
車軸は鋼鐵製の棒であつて、其の形は第35圖に示す様なもの

第 34 圖



車輪を車軸に取附けた所

第 35 圖



車 軸

である。両端のjの部分ちくけいを軸頸(チャール)と稱し、軸管の中で軸承を介して、車輛全體の重量を支へる所である。Wなる部分は車輪の轂に、水壓機に依つて強く押し込められる所で、gは第34圖の下方の圖の様に、齒車を装置する所である。此處にkなる溝があつて、此の溝に楔くさびを入れて齒車を固定させる。車輪は左右のWなる部分に軌間と一致する様に、正しく取附けねばならぬ。

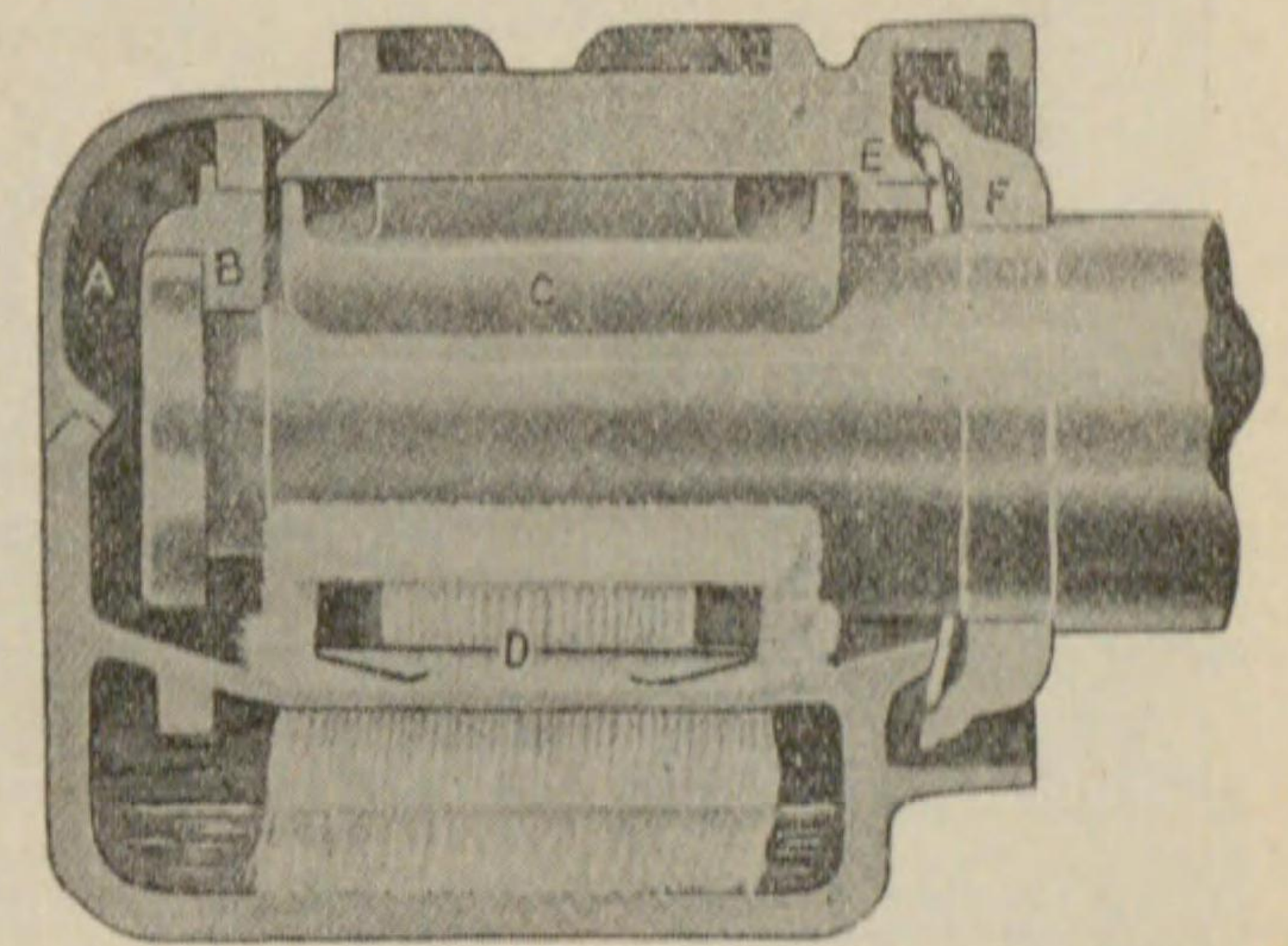
軸管は鑄鐵で作られ、中の軸承と相俟つて、車臺枠と車軸との關係位置を一定にし、軸頸に車輛の重量を傳達するものである。

はこ 管の下部は油溜とする。軸頸と軸承間には摩擦を減ずる爲めに、絶えず油を注がなければならぬから、毛屑、木綿糸屑等を管内に

入れて置いて、これに油を浸し、兼ねて動搖の爲め油が飛び出すのを防ぐ様にしてある。

第36圖は軸管の一種を示すもので、Aは外覆(カバー)、Bは押へ板、Cは軸承金物、Dは注油の装置、Eは座金、

第 36 圖

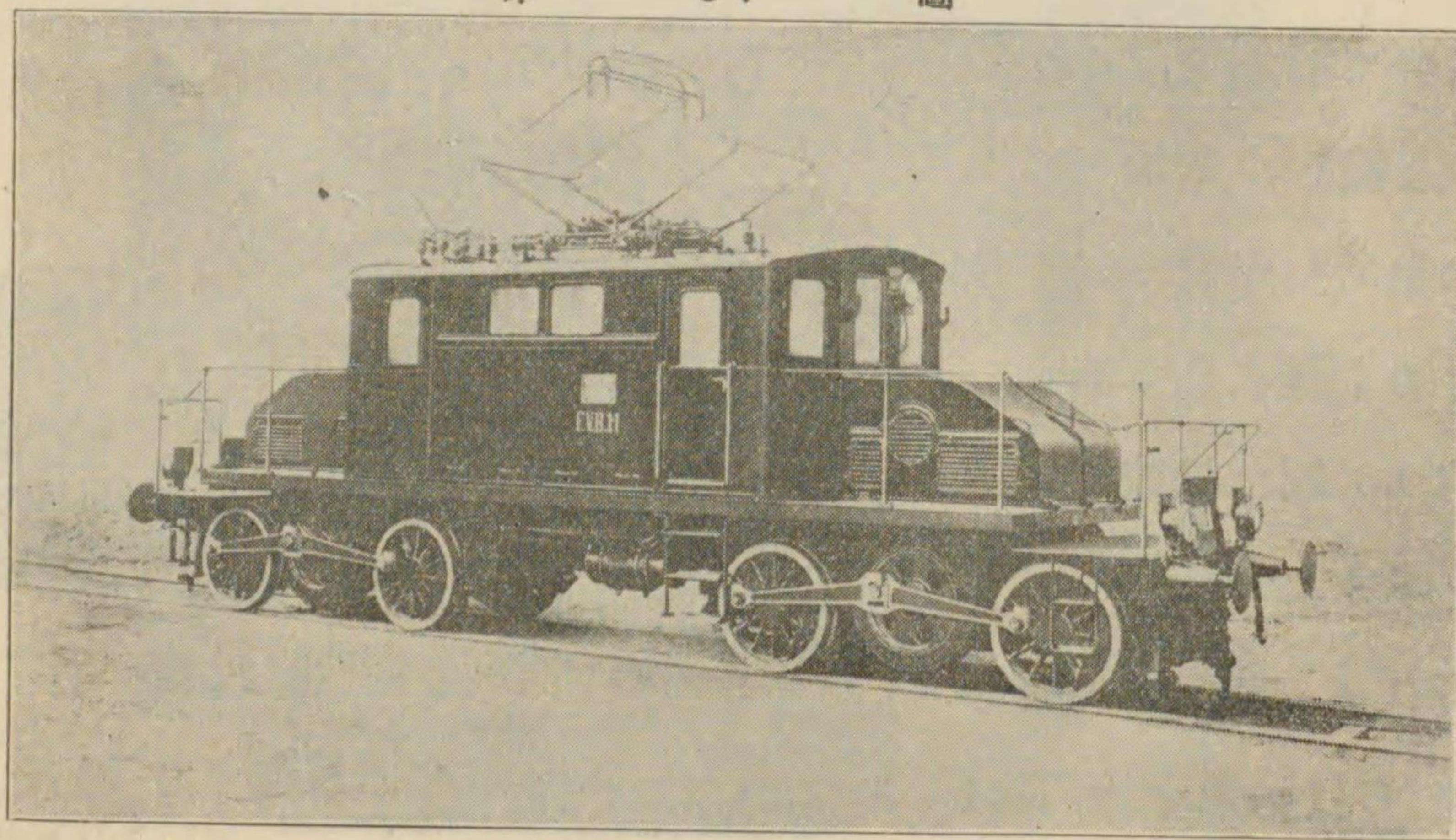


軸 管 の 一 種

F は防塵，防水の爲めの頸環（カラー）である。尚摩擦を一層少くする爲め，球入軸承などを使用することもある。

19. 電氣機關車 電氣機關車も普通の電動車と同じ様な設備を有するものであるが，一層大きい牽引力で，多数の列車を牽引するものである。従つて充分堅固でなければならないから，一般に鋼鐵車を使用し，重量も相當に重く，100 噸以上のものも我國で使用されて居る。我が純國産の電氣機關車として，鐵道省が二三の大工場に注文したもののうち，昨年（昭和三年）の六月，眞先きに出來上つた芝浦製作所製のものは，全重量 100 噸で，500 噸の急行列車を，一時間に最大 95 km の速さで，牽引し得る力を有するものである。電氣機關車の形状や様式は，電氣

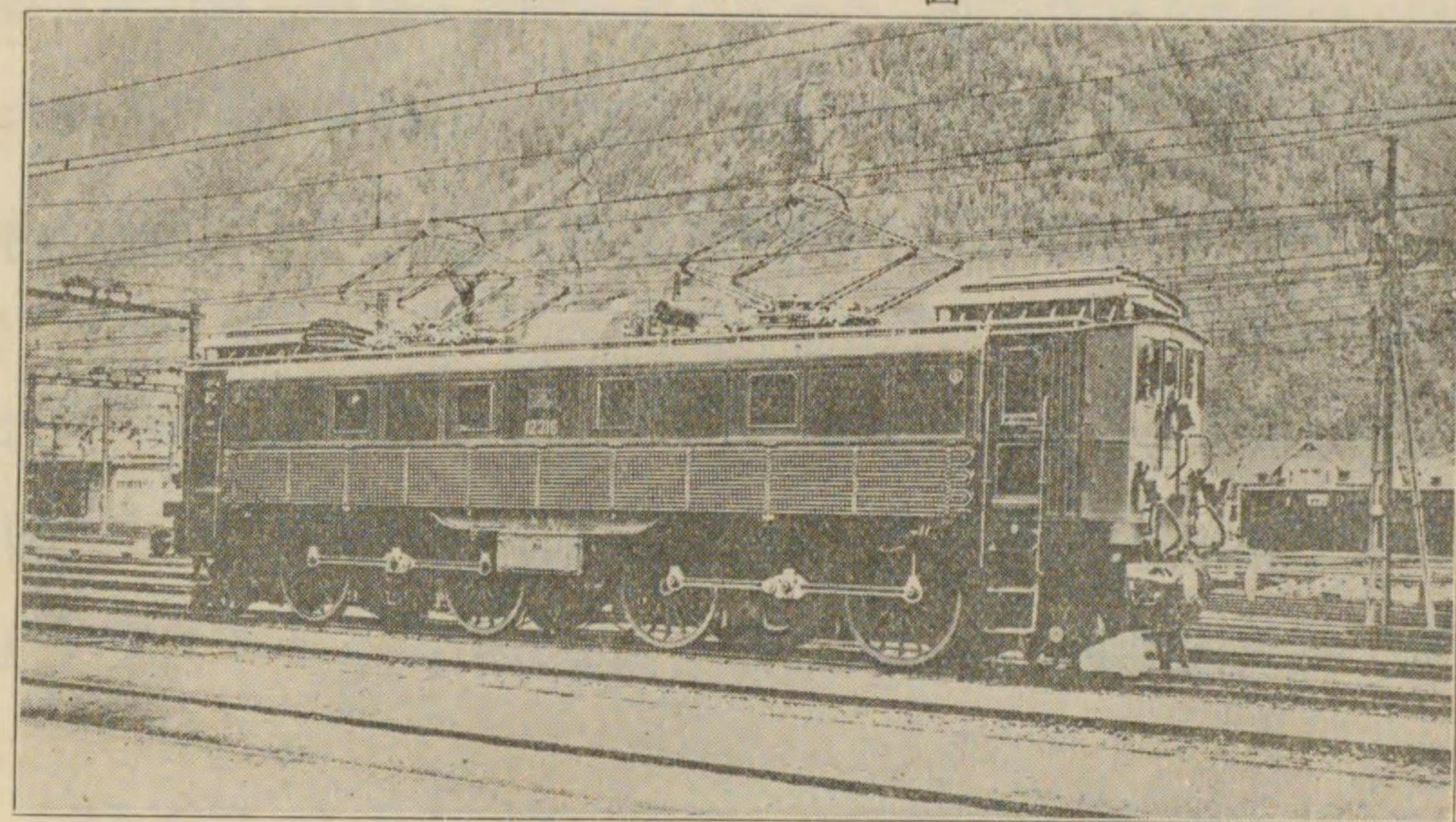
第 37 圖



ボギー型電氣機關車

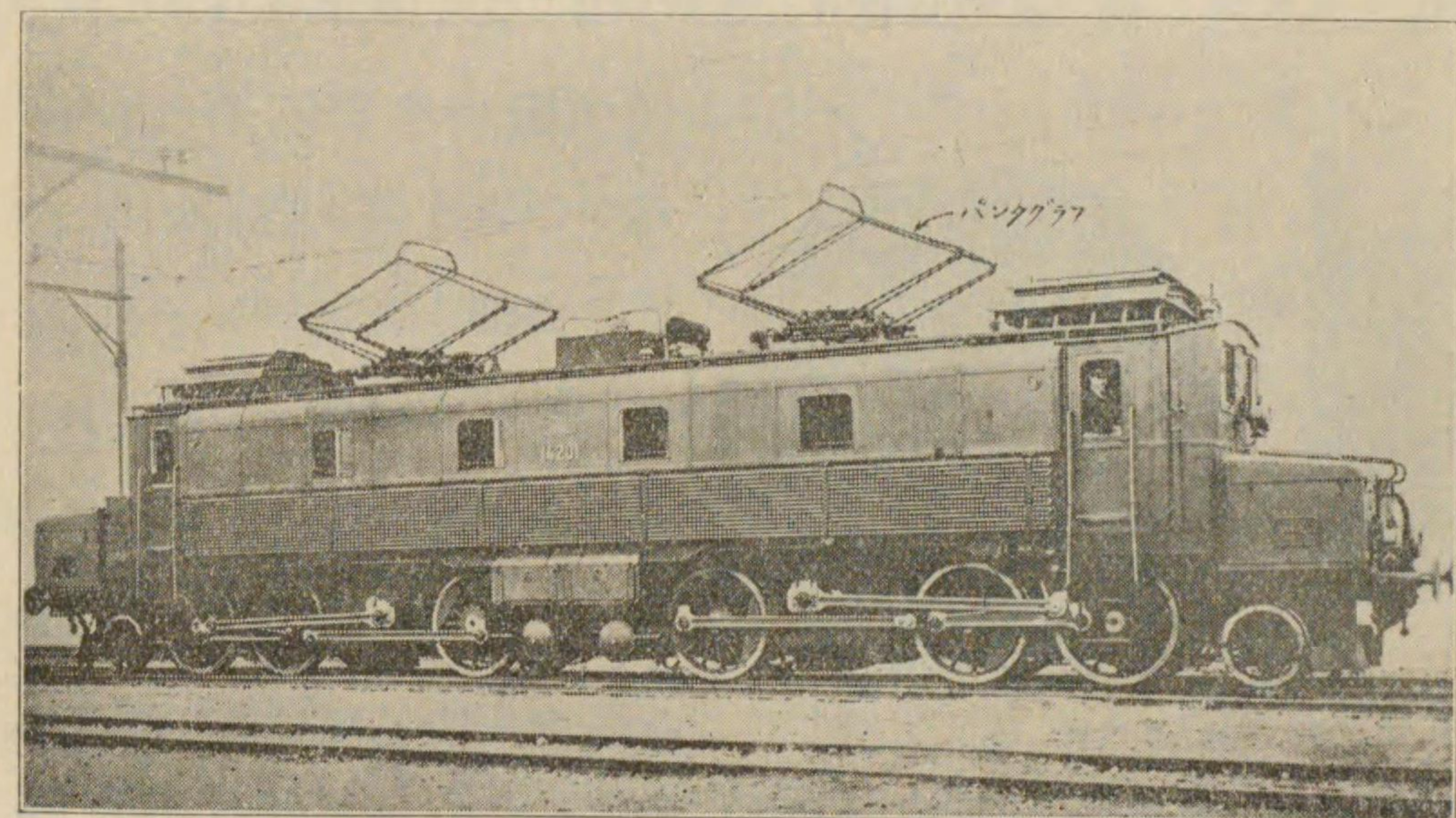
鐵道の方式や用途，其の他に依つて異り，且つ車臺の種類によつても，種々に分類され，固定輪軸距型，ボギー型，アーチキュレーテッド型などと稱するものがある。第 37 圖はボギー型の一種を示すものである。

第 38 圖



旅客列車用電氣機關車

第 39 圖



貨物列車用電氣機關車

用途によつて分類すれば、旅客列車用、貨物列車用、入換用等があり、旅客列車用には、普通列車用、急行列車用などがある。第 38 圖は旅客列車用、第 39 圖は貨物列車用の電気機關車で、何れも瑞西聯邦鐵道で使用して居るものの寫眞である。

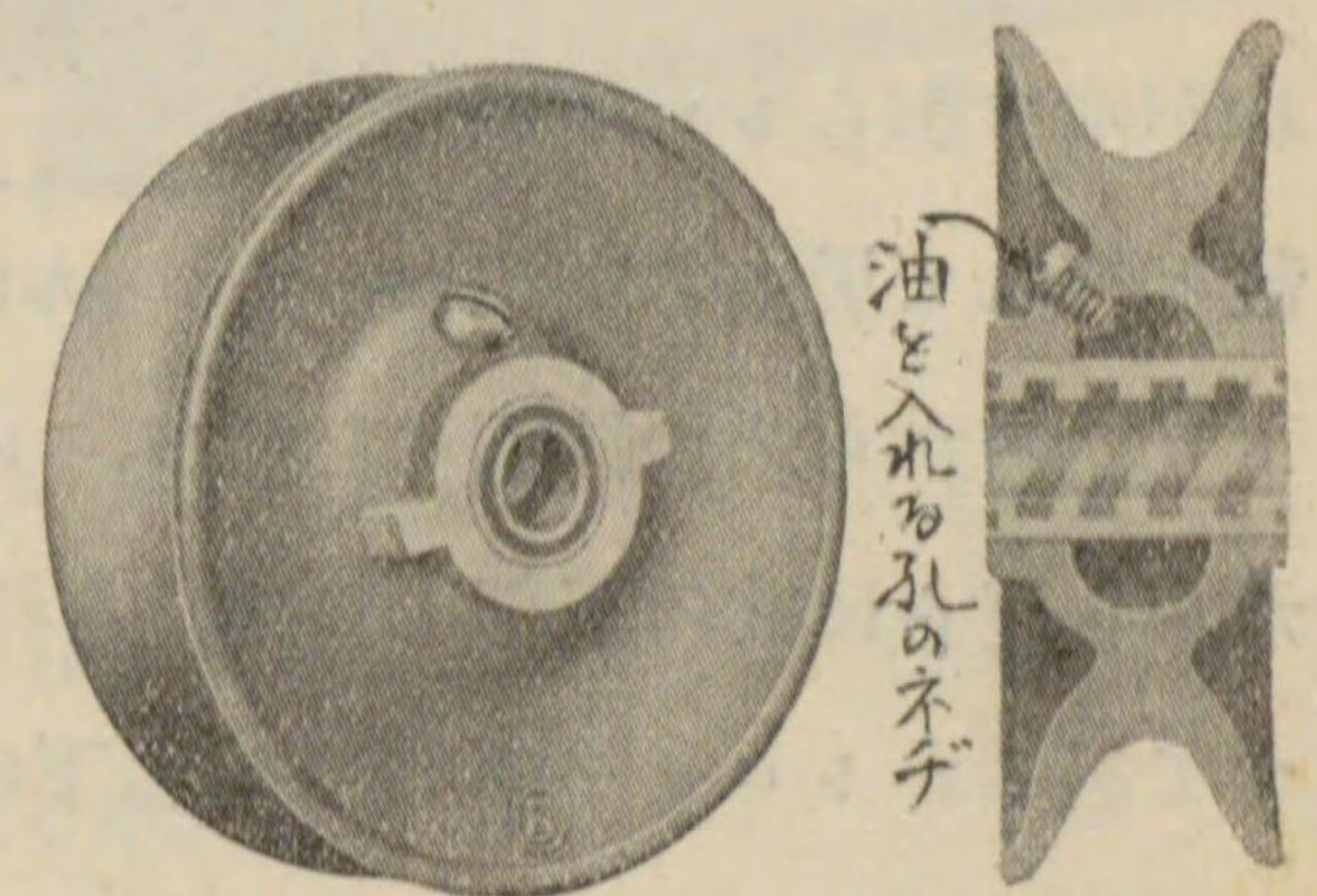
練 習 問 題 III

1. 唯一輛、軌道上を走つて行く電車がある。之れは電動車か附隨車か。
2. ボギー車には普通車臺がいくつあるか。
3. 車軸に直接取付けられるものの名稱を擧げよ。
4. 電気機關車には一般の旅客を乗せるか。

第四章 聚 電 裝 置

20. 聚電子 架空式では電車線と稱する電線を、第三軌條式では第三軌條と名付けるレールを、軌道に沿うて設け、之れに發電所又は變電所から電流を供給する。電車は之れ等の導體から、走りつゝ電流を取つて、電動機に導かなければならない。此の導體から電流を聚める爲めに使用されるものを、^{あつ}聚電子と云ふ。聚電子には、電気方式や、電車の速度、車輛の大きさ等に依つて、種々のものがあるが、普通用ひられる主なるものは、トロリー棒、パンタグラフ、接觸靴などである。

21. トロリー棒 トロリー棒は架空式に於いて最も廣く用ひられる聚電子で、^{うけ}トロリー、^{うけ}トロリー承、棒（ボール）及びトロリー臺の四つの部分から、出來上つて居るものである。トロリーは多く砲金で作られ、第 40 圖に示す様に、周囲の中央に溝のある小さい車輪である。此の溝の所が電車線の下に接觸し乍ら廻轉する。其の直徑は 6 cm 乃至 15 cm 位で、重さは 1 kg 乃至 2 kg の

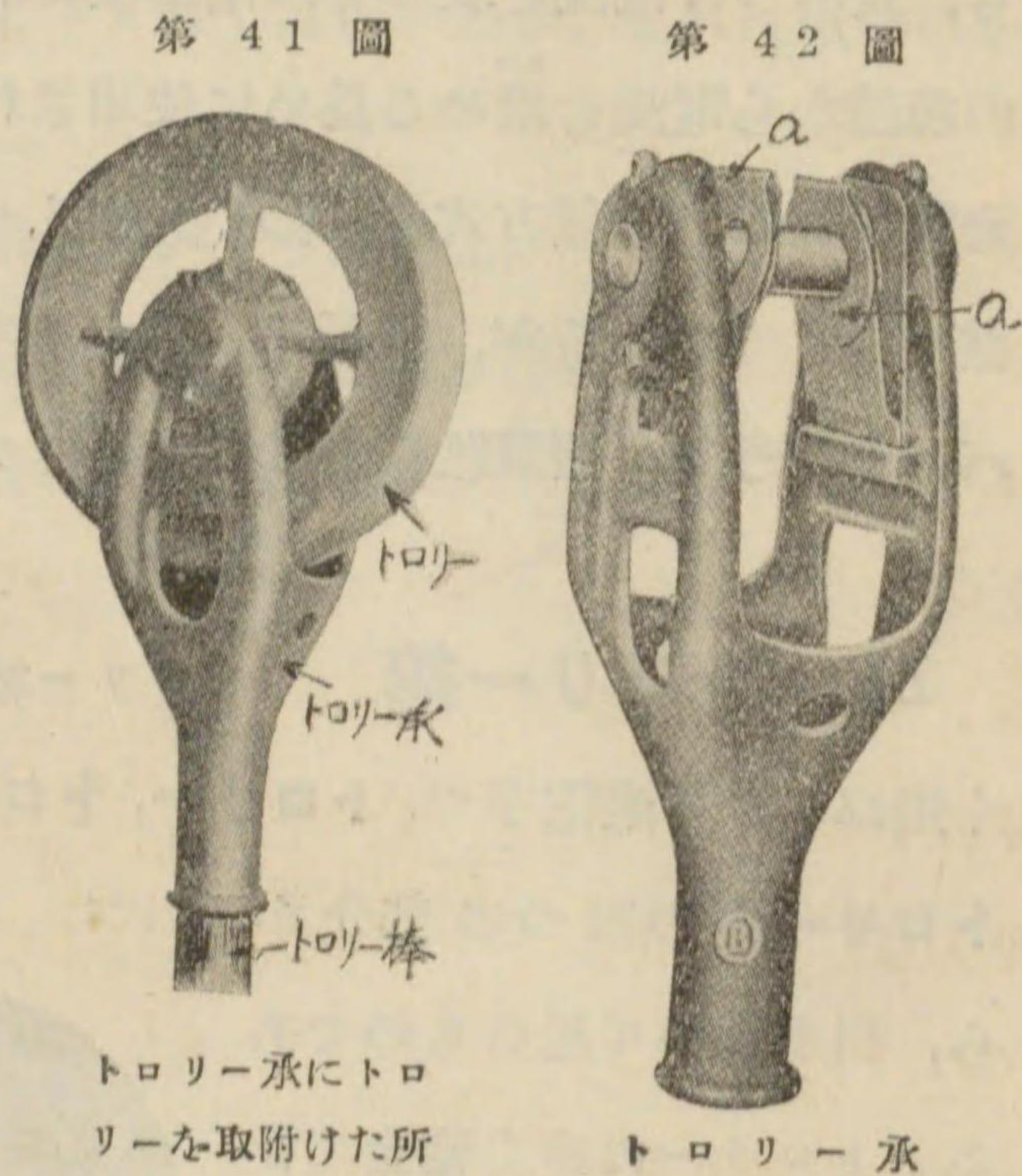


ものが多い。^{こしき} 轂の内部には^{からあな}空洞があつて、グリース、グラファイト、礦油などの滑劑が貯へられ、軸と擦れ合ふ所に、自動的に供給される様になつて居る。トロリーは摩損するから、常に注意して悪いのは取換へなければならぬ。寿命は種々の關係があるから一概に云へないが、普通市街鐵道で約3000乃至10000km位である。トロリー承は、第41圖に示す様に、トロリーの軸の兩端を支持するもので、第

42圖の様に一端が二股に割れた鐵棒である。此の割れ目にトロリーを挟み轂を通して軸を挿入し之れを支持する。トロリー承の内部には、第42圖のaに示す様な、弾性のある接觸片があつて、これが兩方からトロリーの轂を押して居る。電流は

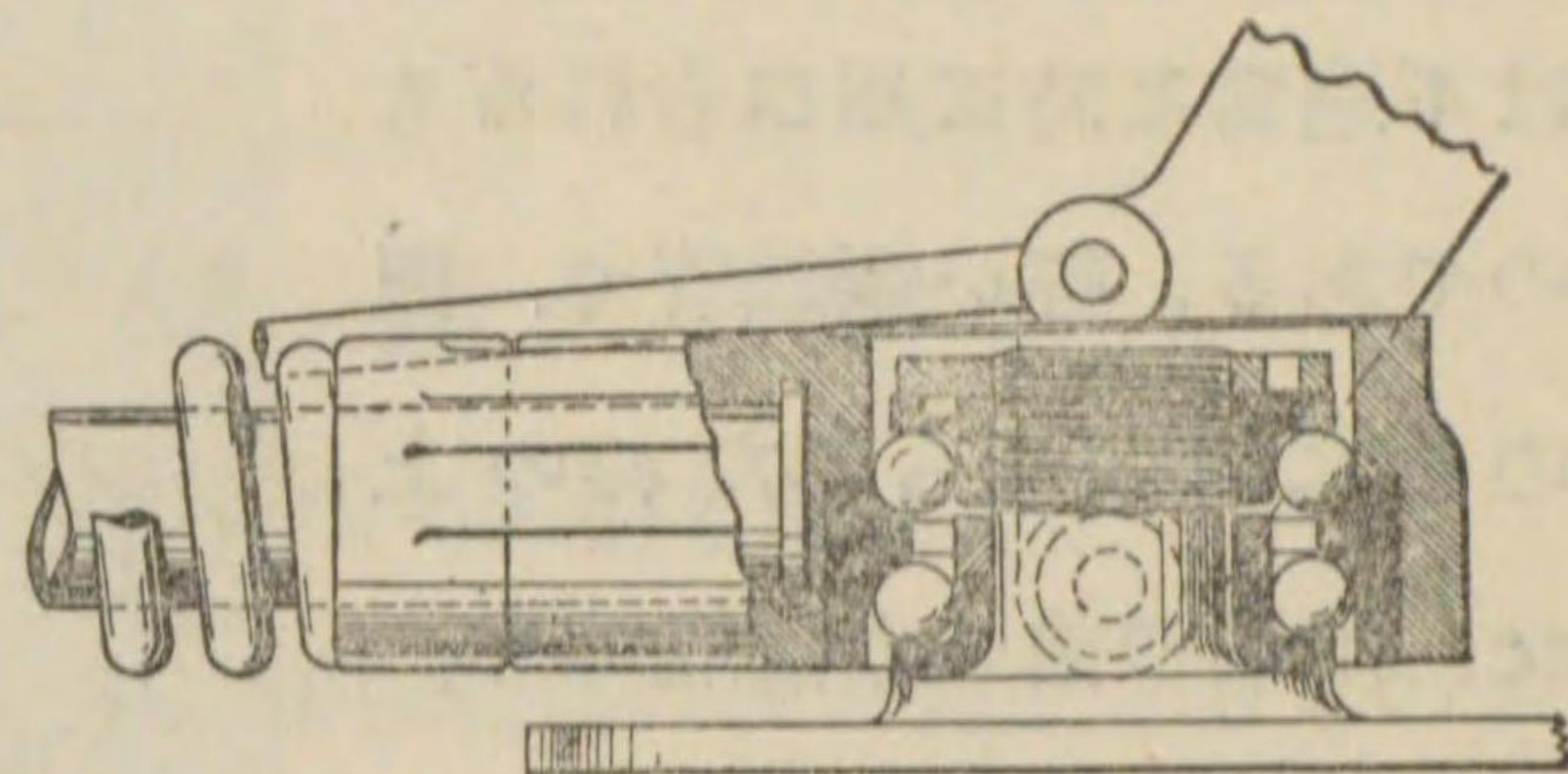
トロリーから此の接觸片を経て、トロリー承に傳はり、トロリー承から更らに其の下部に取付けられたトロリー棒へ傳はる様になつて居る。トロリー棒は次第に下の方の太くなつた鋼鐵製の棒で、其の根元の方はトロリー臺に取付けられる。

トロリー臺は、トロリー棒を支持するもので、電車の屋根の上



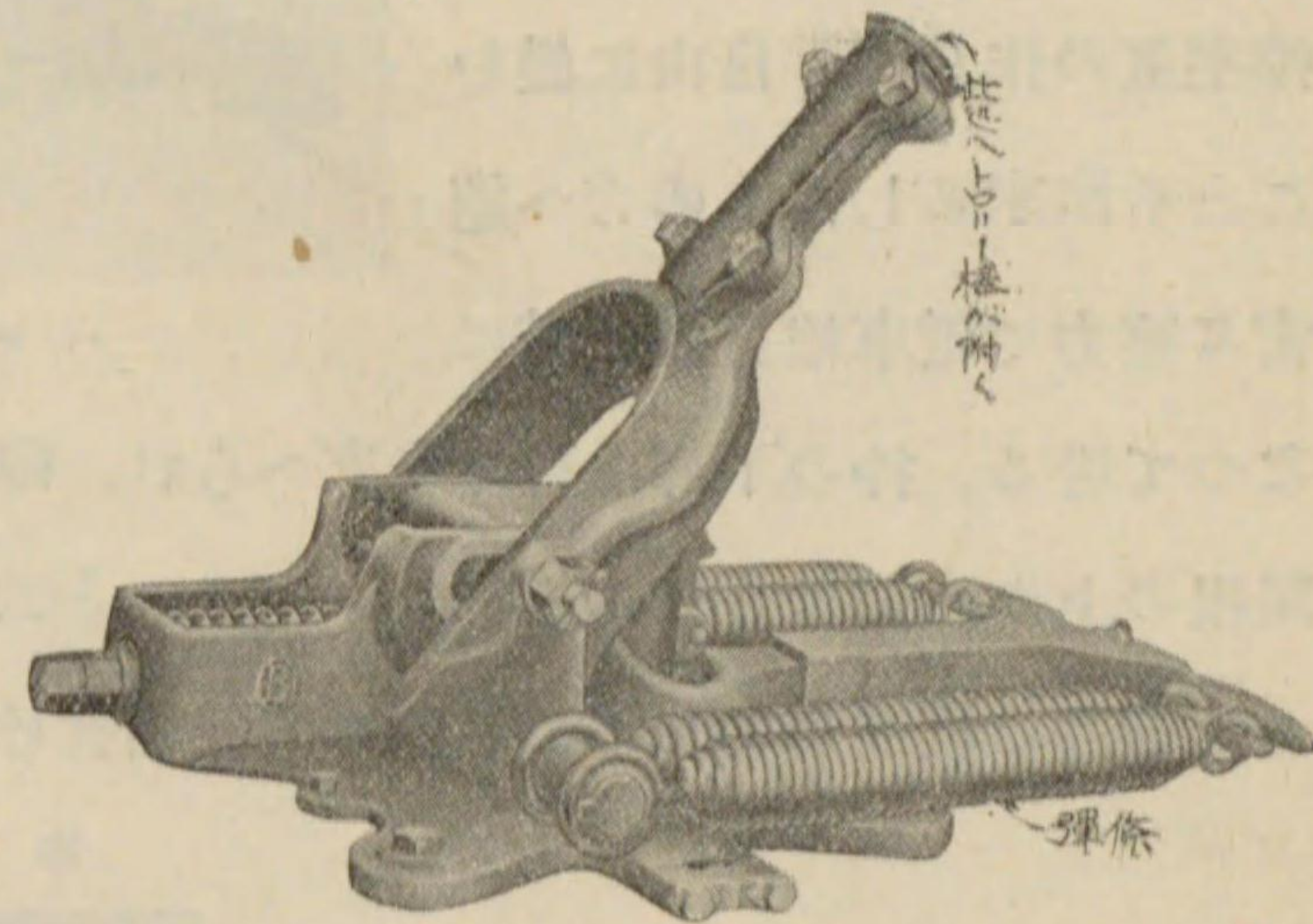
に裝置される。トロリー棒は前後左右、何れの方向にも自由に動き得る様にする必要があるから、トロリー臺は夫れに應ずる様に作らなければならぬ。又トロリーは適當の力で電車線に押し付けなければならぬから、其の爲めには彈條を備へて居る。

第43圖は球入軸承を應用したトロリー臺、第44圖は彈條附のトロリー臺を示したものである。トロリーの電車線を押し上げる壓力は、市街電車では7kg乃至11kg位、市間電車では15kg位のものである。此の力が小さいとトロリーが外れ易く、又接觸の具合が悪くなるから火花を生じ易い。さうかと云つて強過ぎると、電車線路を傷める虞れがある。



第 43 圖

球入軸承附トロリー臺



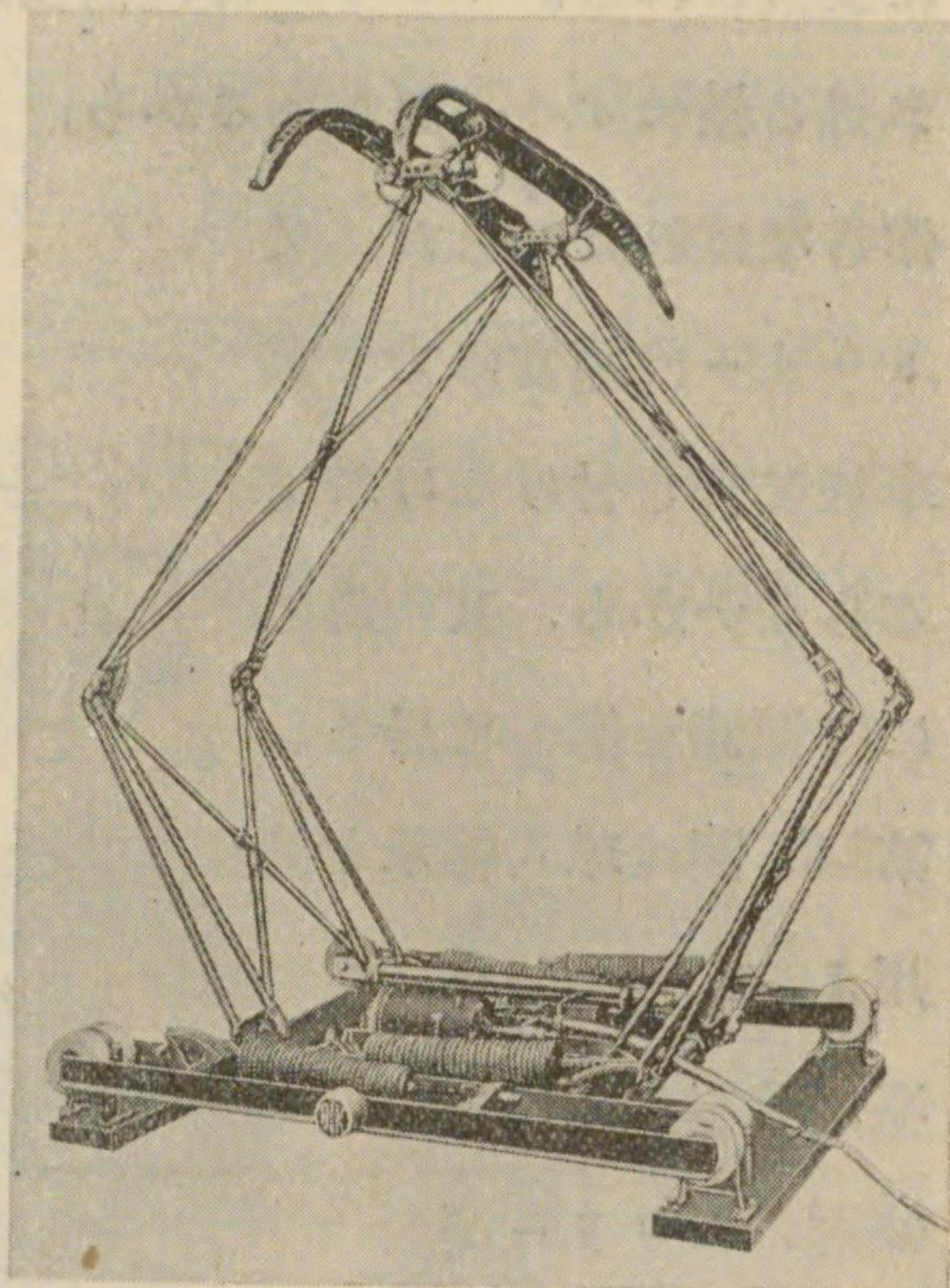
第 44 圖

彈條附トロリー臺

22. パンタグラフ

パンタグラフは第45圖に示す様

な形のものである。單線架空式で、電車の速度が大きく、電圧も高く、トロリー棒では不適當な時に用ひられるものである。軽い鋼鐵管で、圖の様に組立てられた枠の上に、兩端の曲つた接觸棒を、二個或ひは一個取附けたものである。此の枠は撥條及び壓搾空氣の作用で、自由に疊むことも出来るし、上の方へ適當な壓力で電車線を押す様になつて居る。枠の下部は臺枠に支へられ、碍子で絶縁して堅固に屋根の上に取り付けられる。パンタグラフと云ふのは、圖畫に用ひ



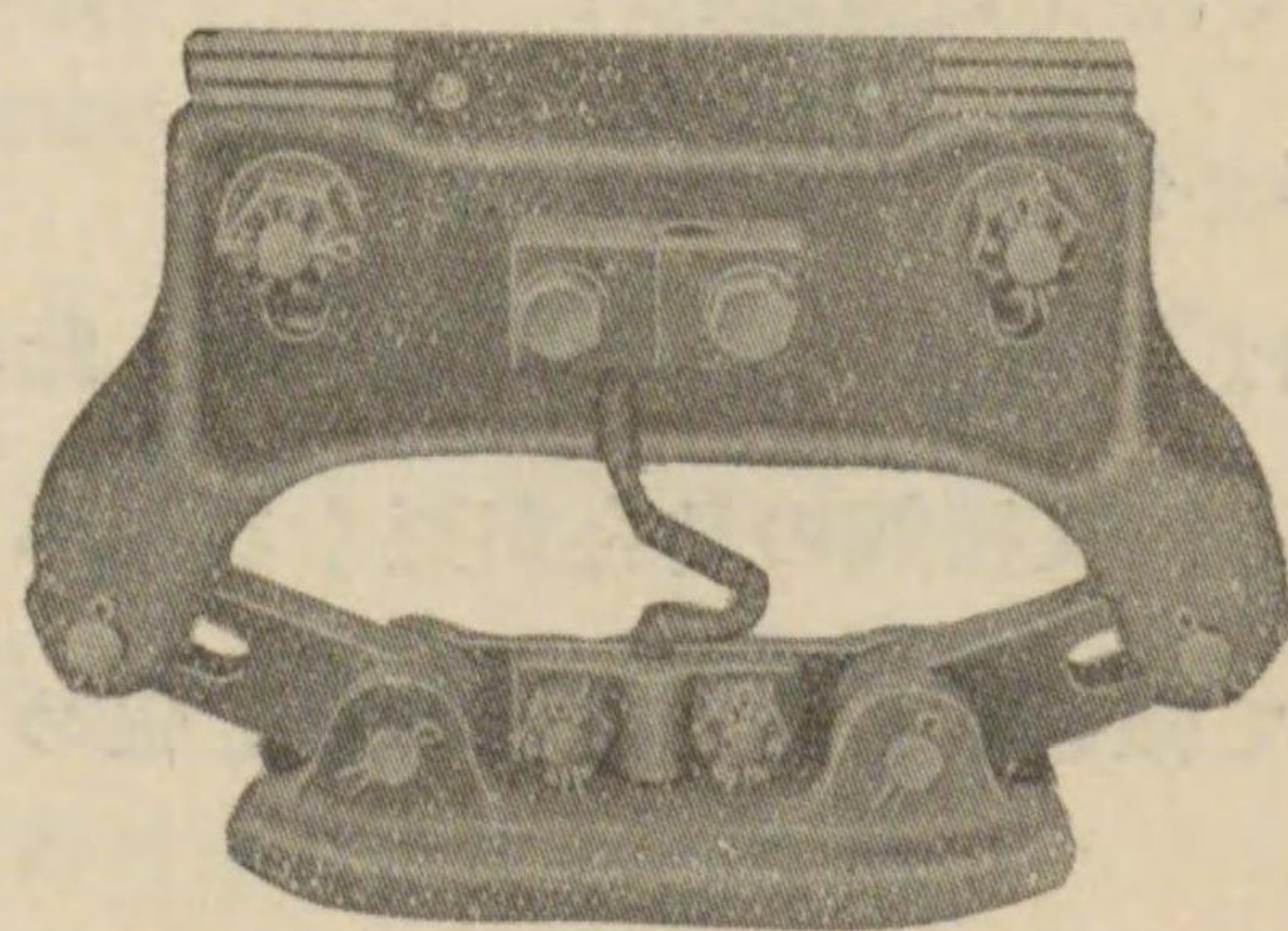
パンタグラフ

る伸縮器の様な形をしてゐる所から、名付けたものであらう。

第 46 圖

23. 接觸靴

接觸靴は、第三軌條式の場合に用ひる聚電子であつて、レールに接觸する部分と、之れを支持する枠とから出来上つてゐる。第46圖は其の一例を示すものである。



上面接觸式聚電靴

接觸部は鑄鐵で作り、彈條の作用でレールを押し付ける様にしてある。軌條に接する具合に依つて、上面接觸式、側面接觸式、下面接觸式等の種類がある。接觸靴は聚電靴とも呼ぶ事がある。

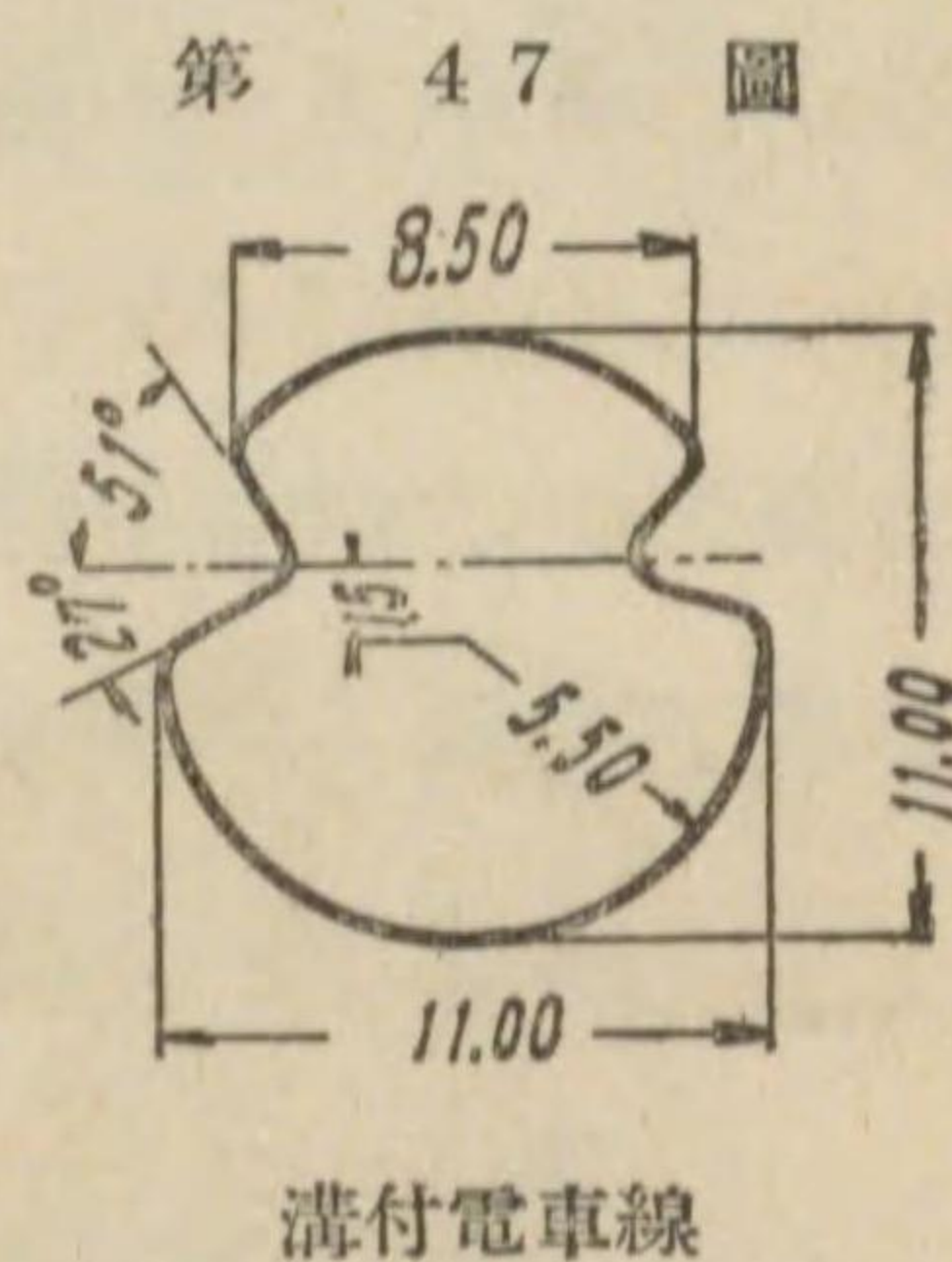
練習問題 IV

1. 普通使用せらるゝ聚電子三種の名稱を挙げよ。
2. トロリー棒、パンタグラフ、接觸靴等は夫々何をするものか。
3. トロリー棒を備へた電車がある。之れはそのまゝで第三軌條式の電氣鐵道に於いて運轉する事が出来るか。否か。

第五章 電車線路

24. 電車線路 發電所や變電所から、電車に電流を供給する導體に至るまでの電線路を、饋電線路きでんせんろと云ひ、其の電線を饋電線と稱する。架空式では、饋電線から電車線に電流をとるのである。電車線及び電車線を支持し保藏する爲めの、一切を總稱して之れを電車線路と呼ぶ。

25. 電車線 電車線としては、裸はだかの硬銅線を使用する。高壓では直径 10 mm 以上の太さのもの、低壓では 8 mm 以上の直径のものを用ひる事になつて居る。断面の形が圓形のもの或は溝付みぞつきのものが普通である。第47圖は直径 11 mm の溝付電車線の断面を示したものである。電車線の太さを定めるには、之れを通る電流の大きさを考へる事は勿論、其の外機械的の強さ、摩損の程度等をも顧慮しなければならない。

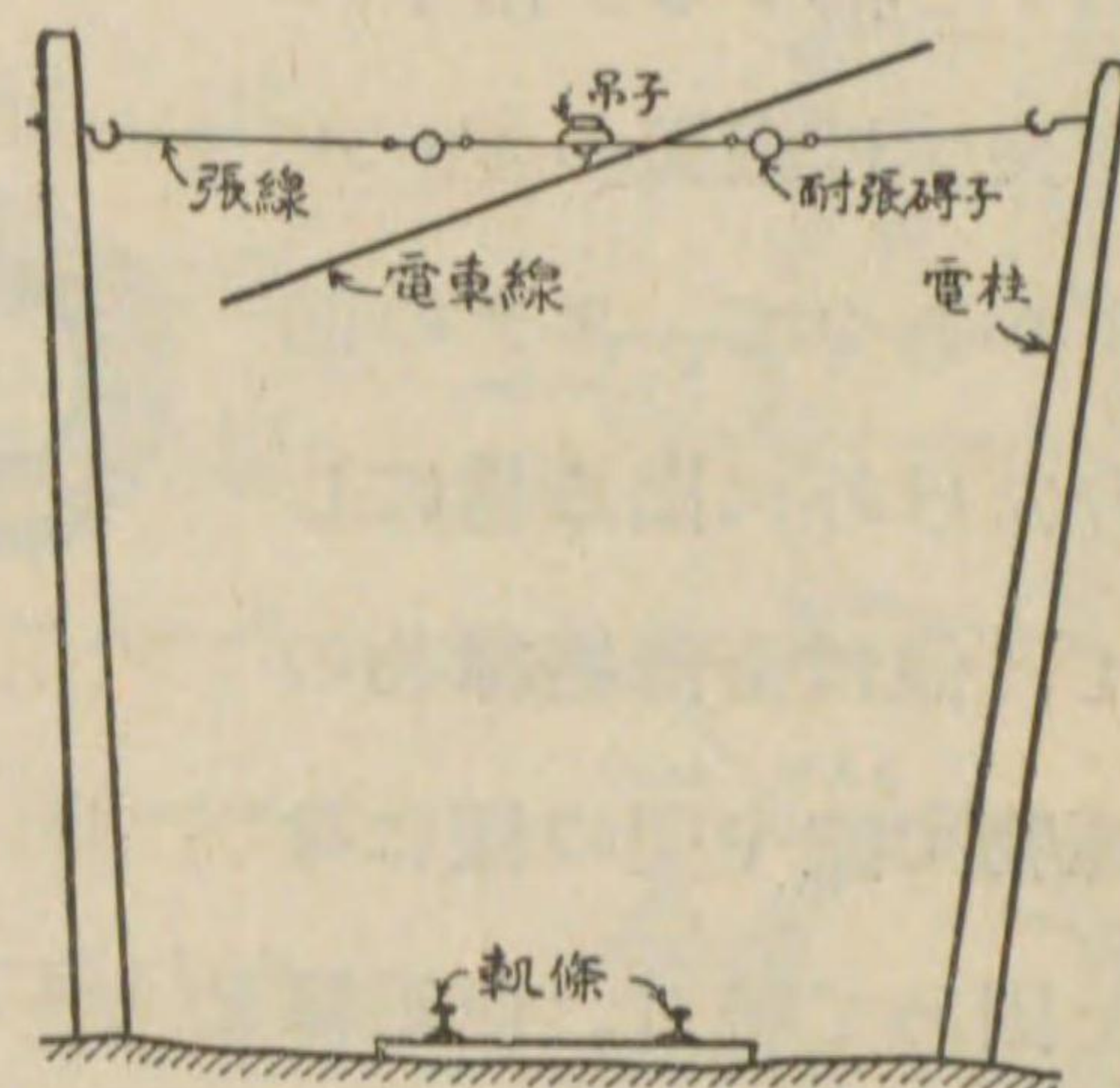


電車線を吊り下げるには三つの方法がある。張線式、腕金式及び鏈線式がそれである。何れにしても、聚電子が其の下を滑り乍ら進行するのに、さしつかへの無い様に、支持せられる事を必要とする。

26. 張線式吊架法

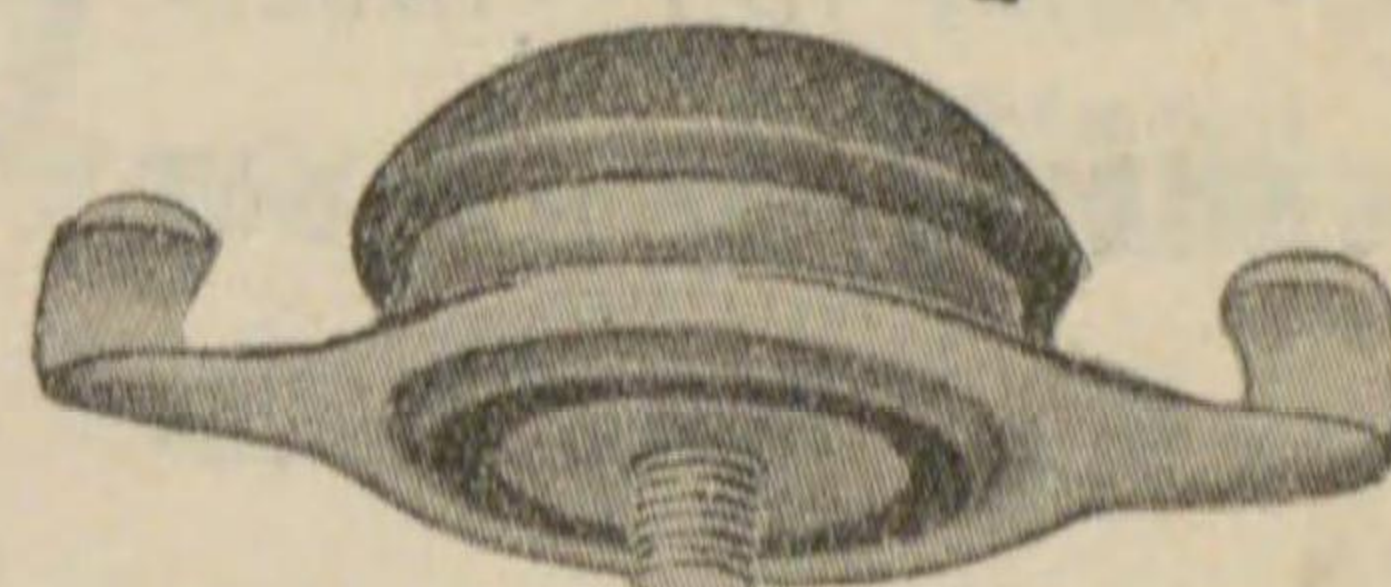
第 48 圖

線式吊架法と云ふのは、第 48 圖に示す様に、軌道の兩側に木柱又は鐵柱を建て、其の間にスパン・ワイヤーと名付くる張線を張り、之れに吊子つりこ（ハンガー）と稱する碍子を取付けて、電車線を支持させる方式のものである。圖は單線

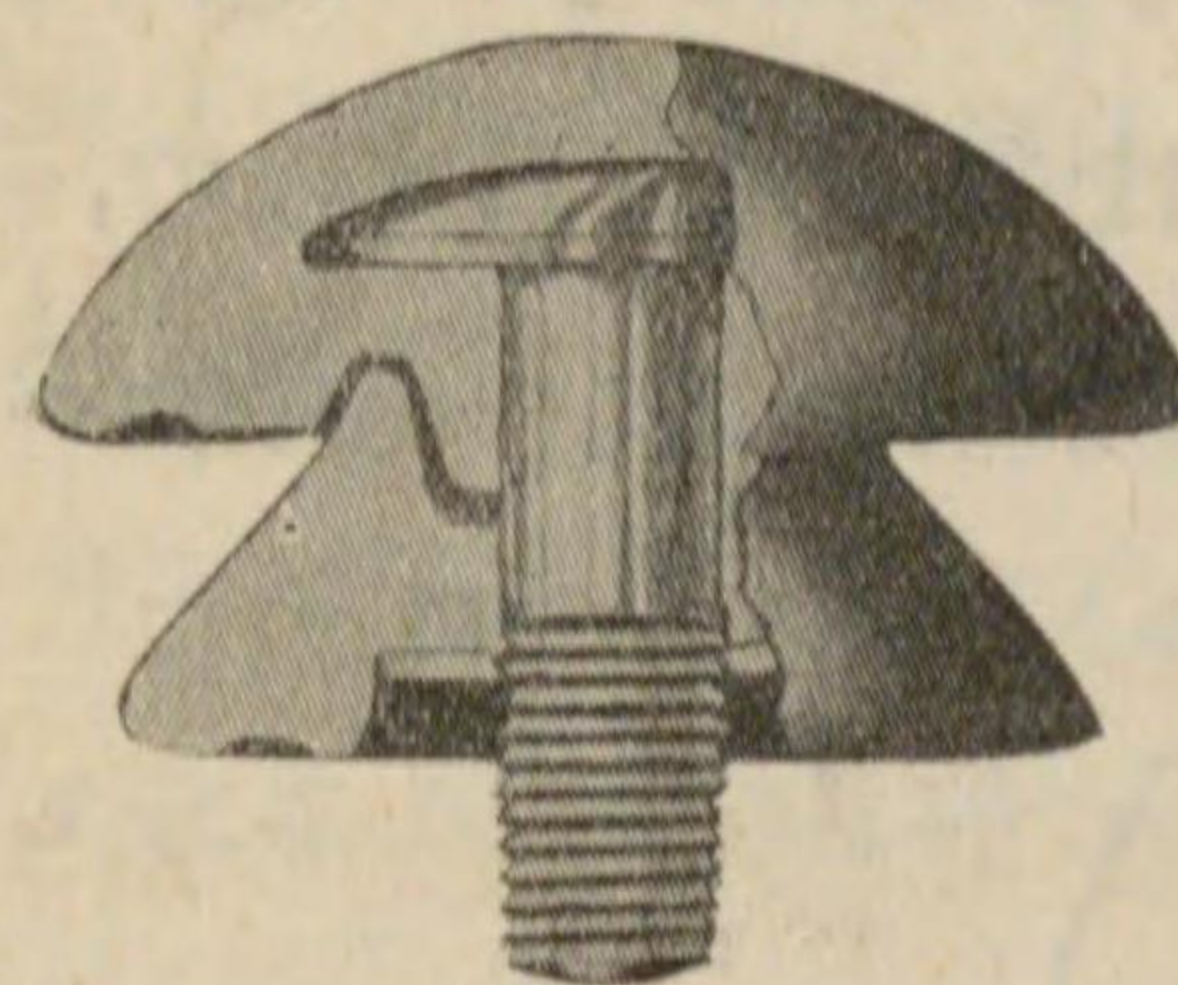


架空式單線軌道の場合を示したものである。吊子にはいろいろな形のものがある。第 49 圖は直線の所に使用する直線吊子で、第 50 圖は其の内

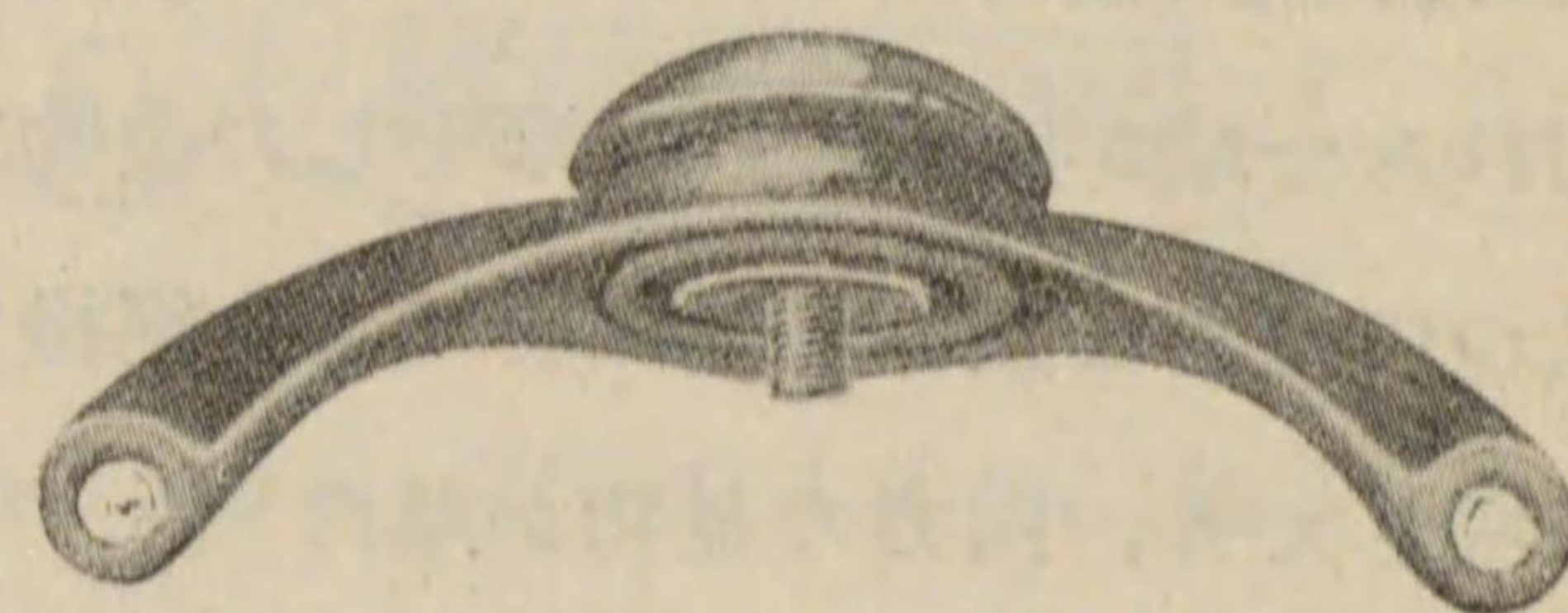
第 49 圖



第 50 圖

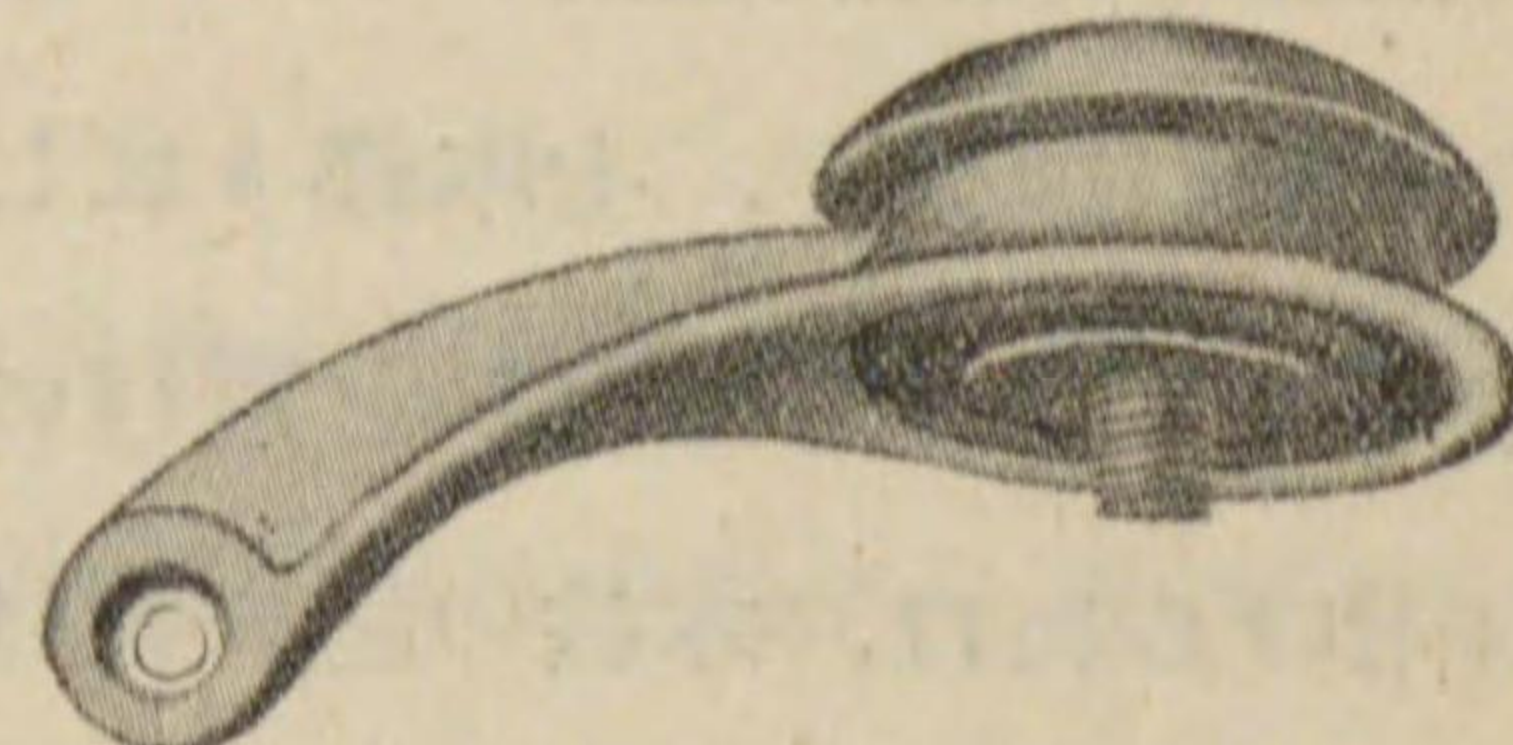


第 51 圖

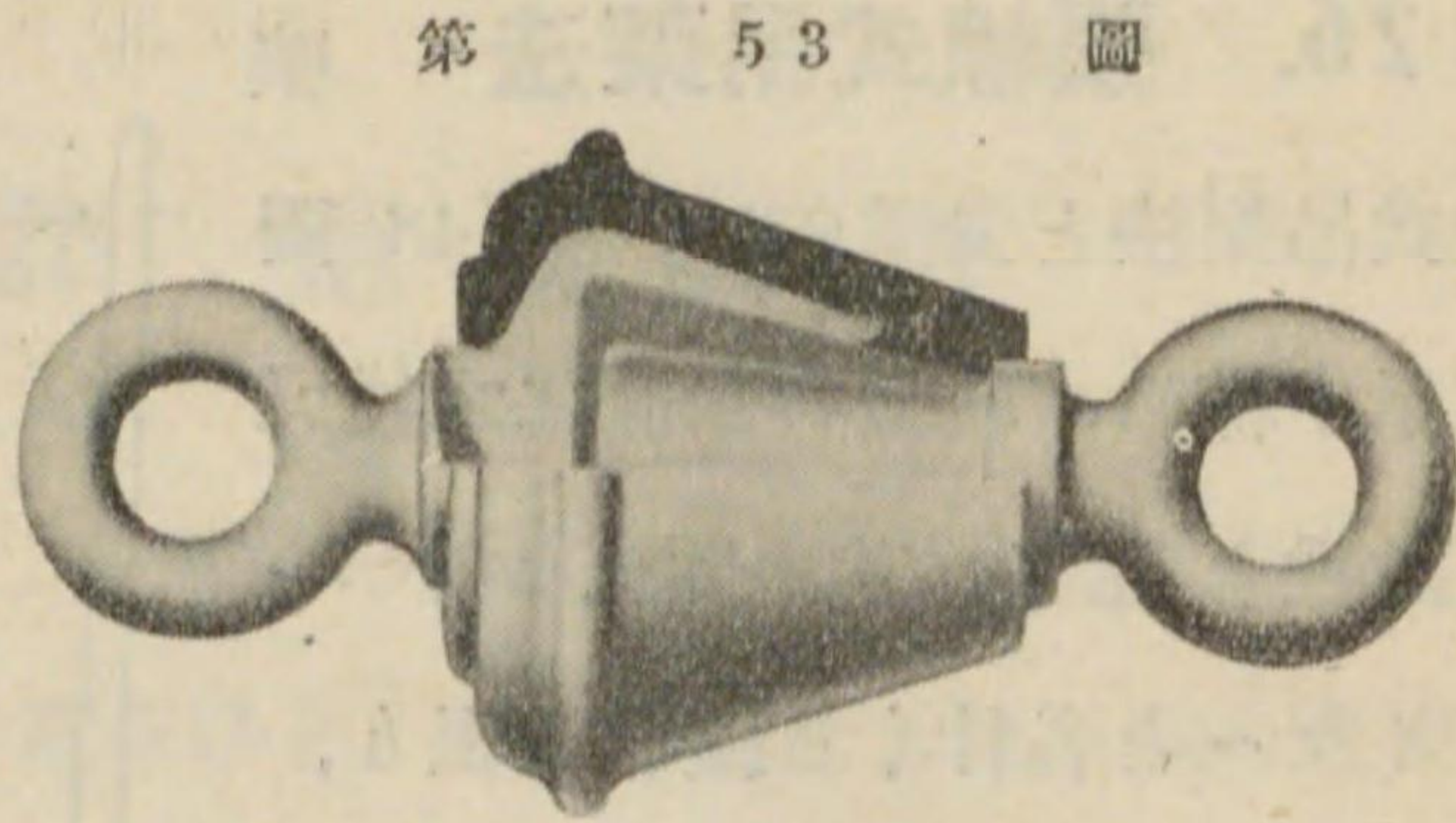


第 52 圖

部の構造を示すものである。第 51 圖及び第 52 圖は何れも曲線の所に使用する吊子で、前者を兩腕曲線吊子、後者を片腕曲線



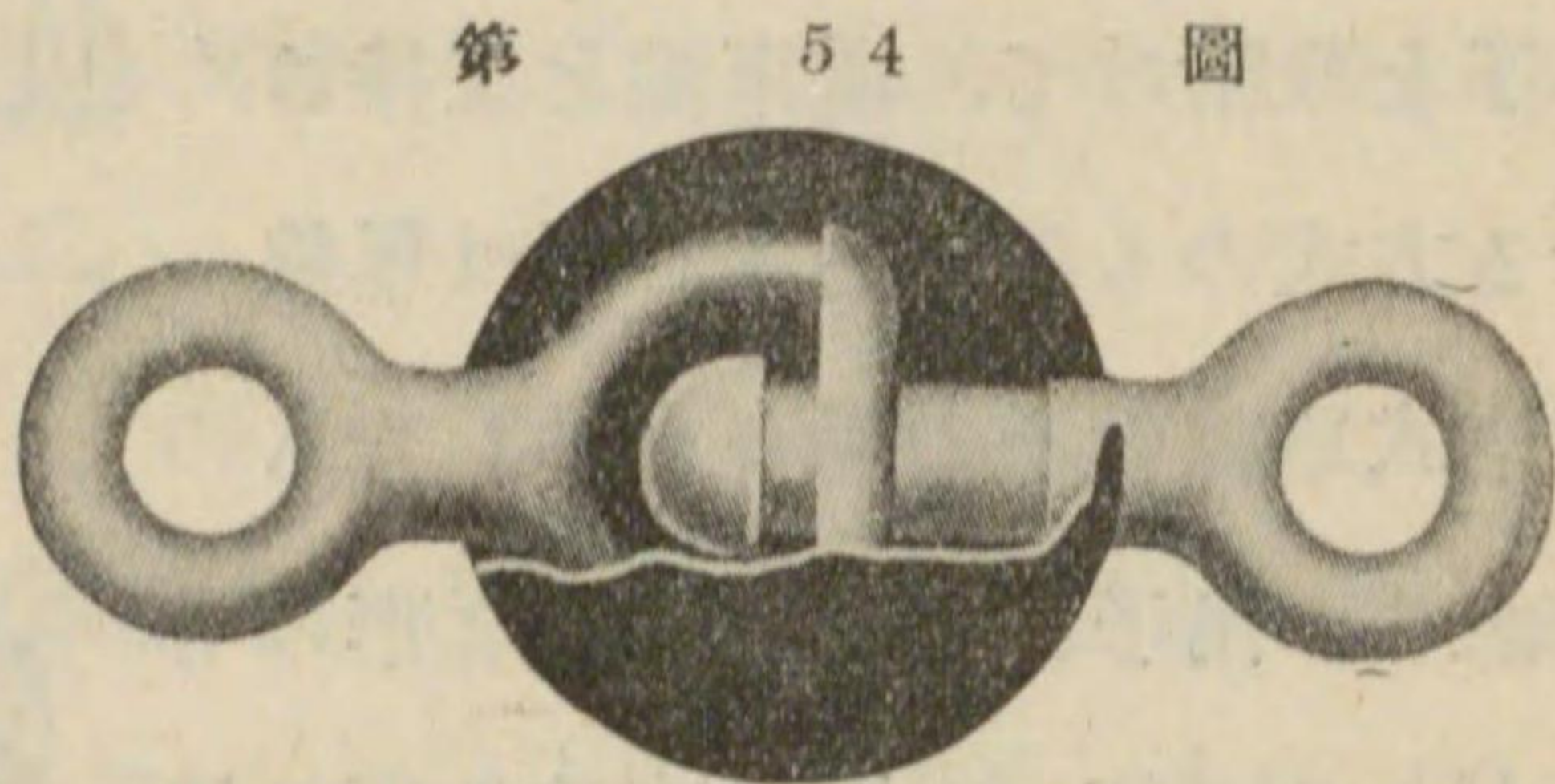
吊子と稱する。吊子の中央には鐵製のボールトがあつて、ネヂの部分だけ外に出る様にして、他は全部絶縁物の練物で鎧や兜の様に身を固めて居る。尙絶縁を完全にする爲めに、第 48 圖の様に、吊子の両側にも耐張碍子と名付ける碍子を使ふ。第 53 圖及び



第 53 圖

圓錐狀耐張碍子

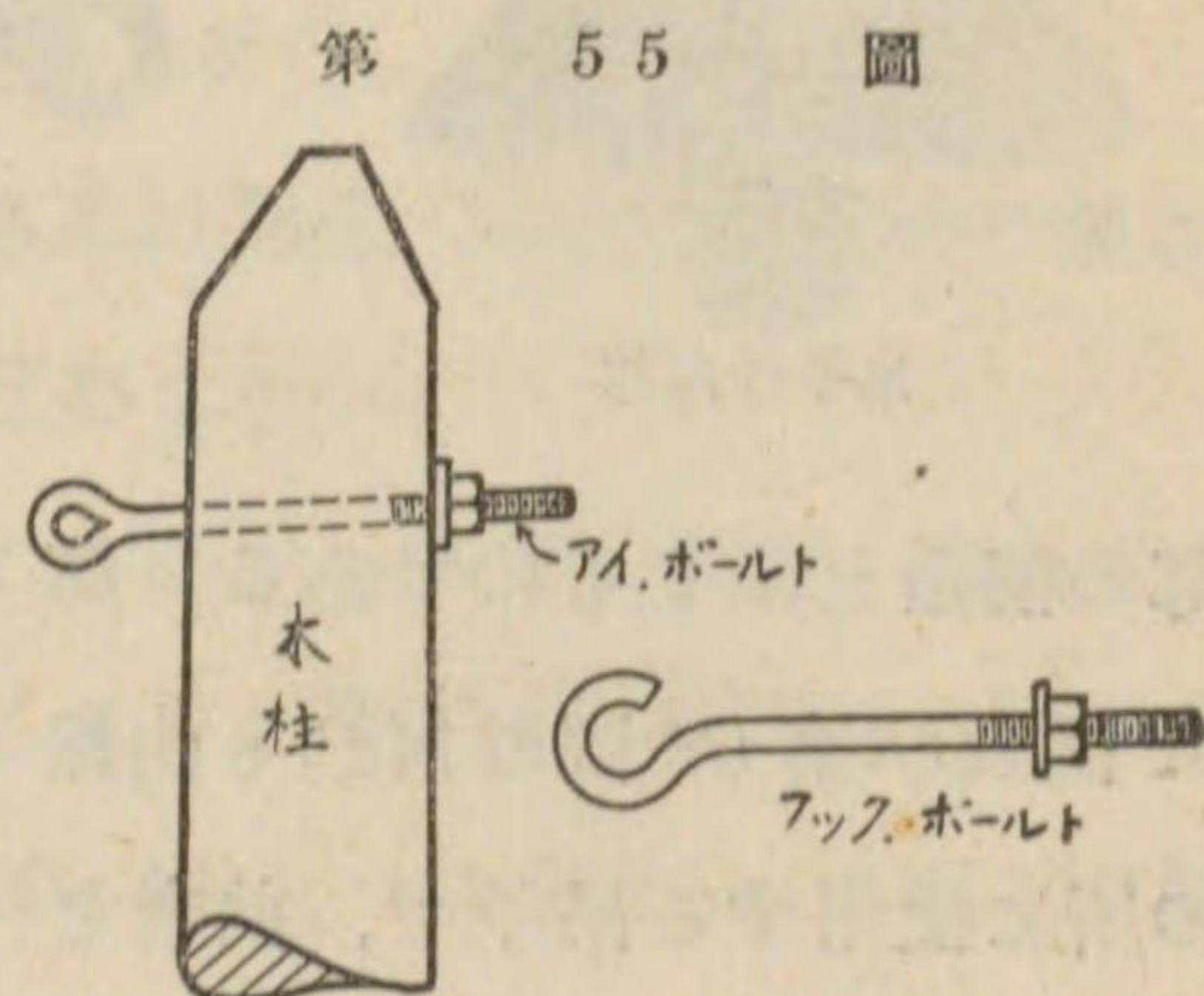
第 54 圖は、耐張碍子を示すもので、前者を圓錐狀耐張碍子、後者を球狀耐張碍子と云ふ。球狀のものが最も多く用ひられて居る。何れも一端が眼玉の様な形をした金物二個を組合はせたもので、二つの金物は互ひに絶縁物で充分絶縁されて居る。萬一絶縁物が破壊しても、兩方の金物が離れない様に造られて居る。



第 54 圖

球狀耐張碍子

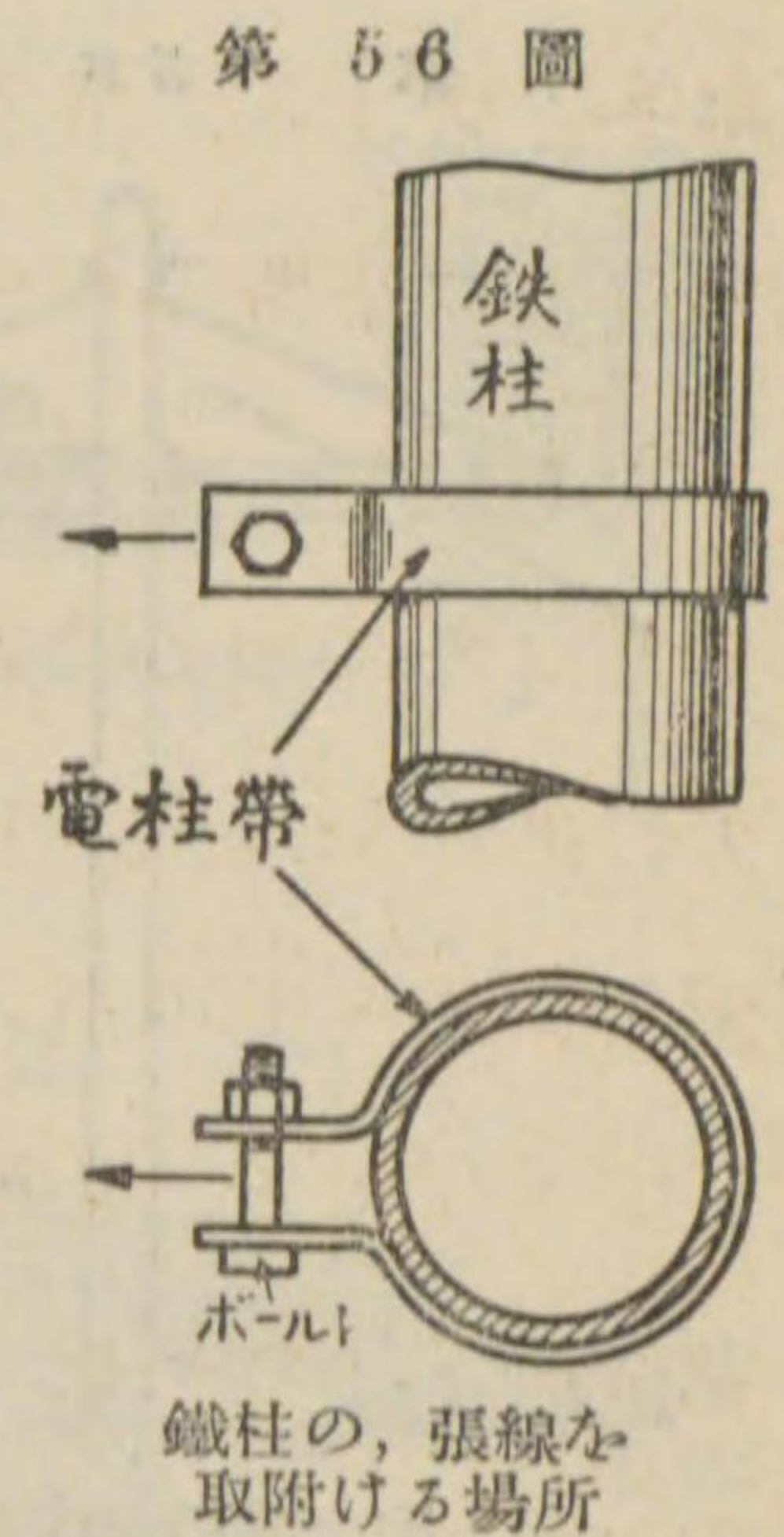
張線には通例直徑 2.5 mm 位の亞鉛引鋼線を、七本撚りにして用ひる。そして之れを電柱に取附けるには、木柱の場合には第 55 圖の様にアイ・ボールト又



第 55 圖

木柱の、張線を取附ける場所

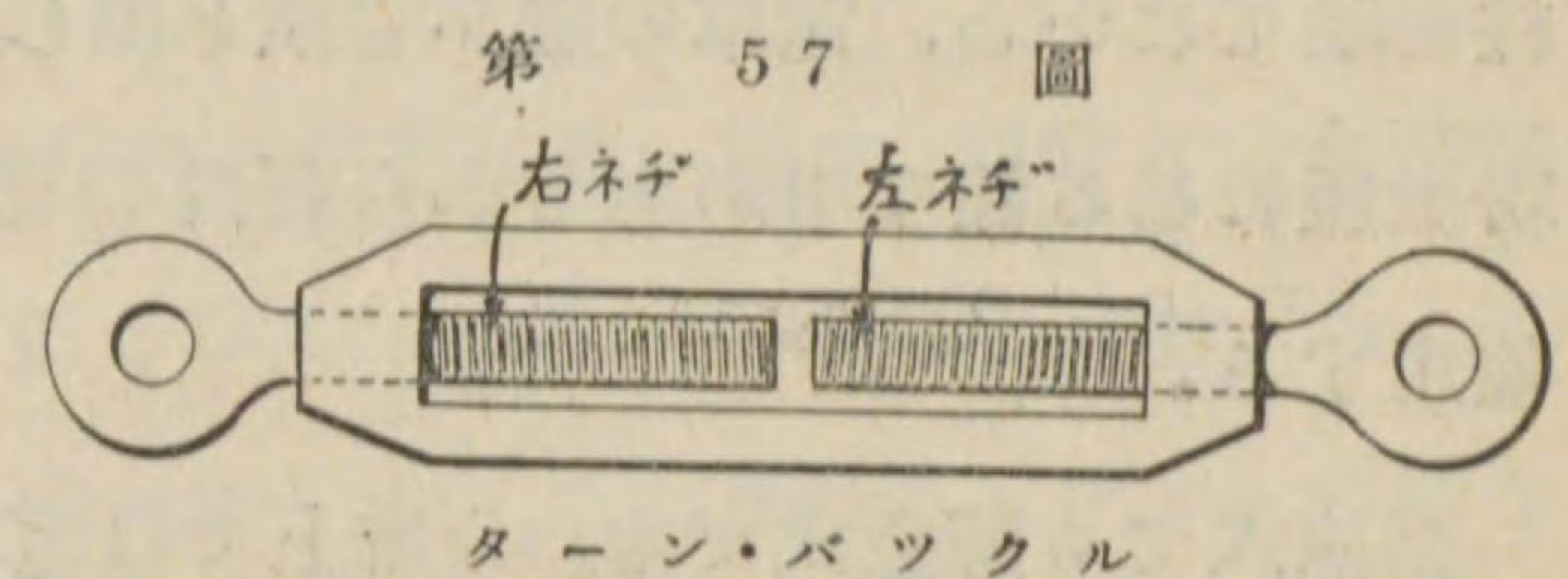
はフックボールトと稱する、一端に眼玉或ひは鈎のあるボールトを木柱に貫通し、其の孔又は鈎に張線を結び付けて、適當に之れを緊めて兩側に張るのである。鐵柱の場合には第 56 圖の様に、電柱帶(ボールバンド)と稱する鐵の輪で柱を捲き、ボールトで締め付け其のボールトに張線を結び付ける。



第 56 圖

鐵柱の、張線を取附ける場所

張線は種々の原因に依つて、弛むことがある。之れを容易に調整する爲めに、ターン・バックル(締め金物)と稱する第 57 圖に示す様なものを、張線の中間に装置する事がある。之れは長方形な鐵棒の兩端に、二つのアイ・ボールトを挿入したものであつて、兩方のネヂ山は反對にしてある。即ち一方が右ネヂなら、他方は左ネヂになつて居る。従つて鐵棒を廻せば、兩方のボールトが同時に進退するから、容易に張線の長さを加減する事が出来るのである。

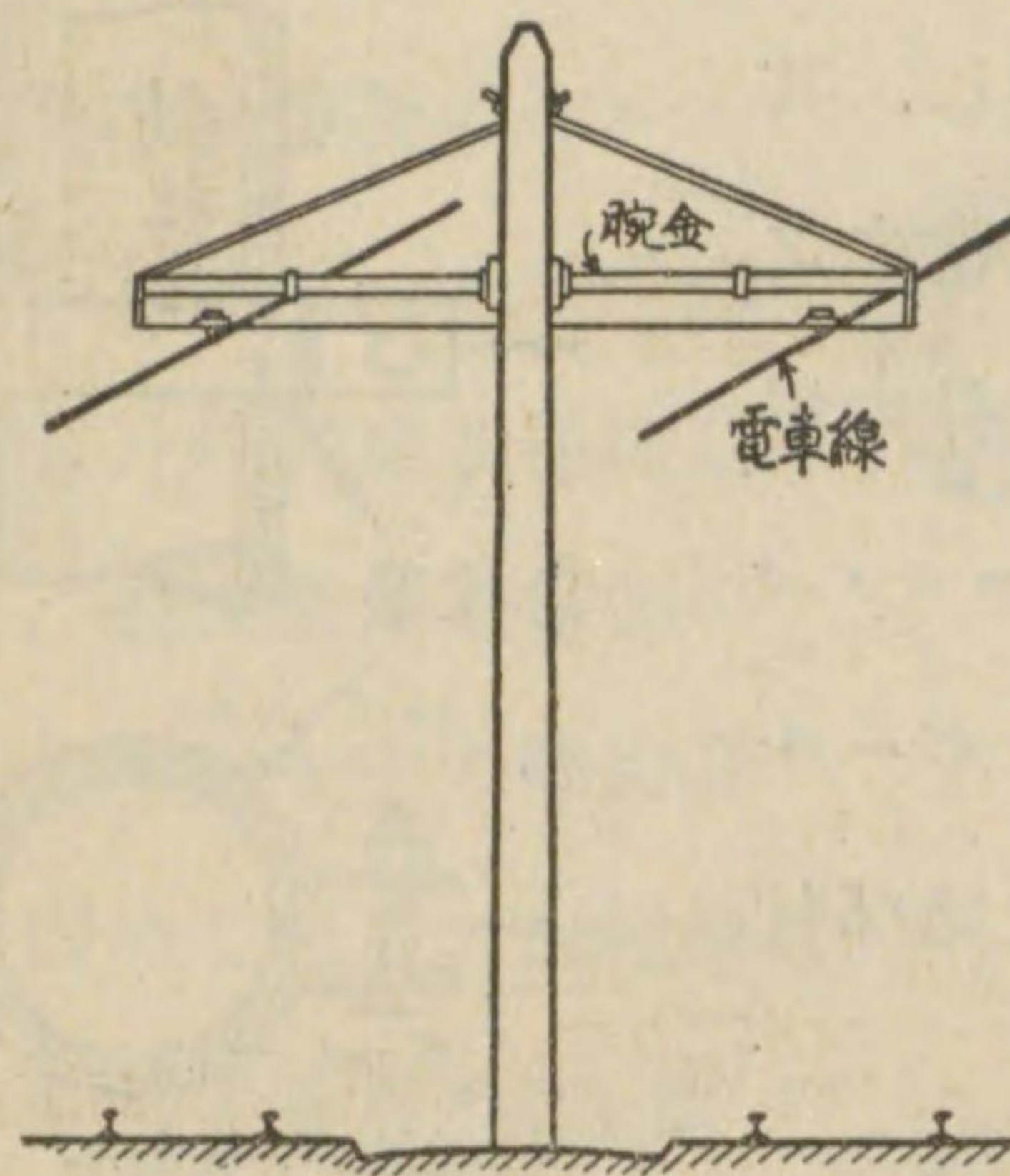


第 57 圖

ターン・バックル

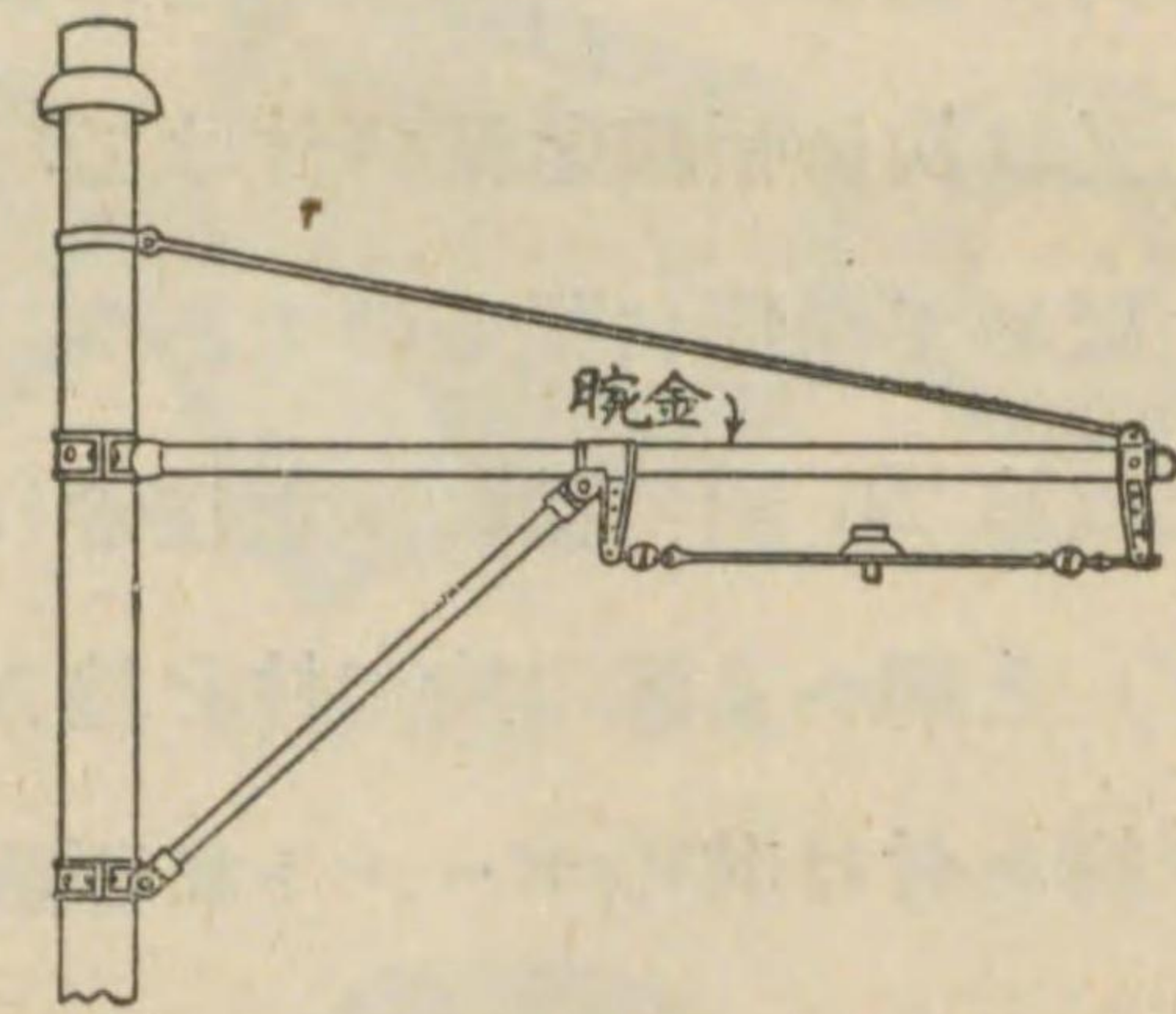
27. 腕金式吊架法 土地の状況に依つて、兩側に電柱を建てる事の出来ない場合には、片側或ひは中央に一本の電柱を建て、これから第 58 圖又は第 59 圖の様に腕金を出して、其の

第 58 圖



腕金式吊架法 (兩腕)

第 59 圖



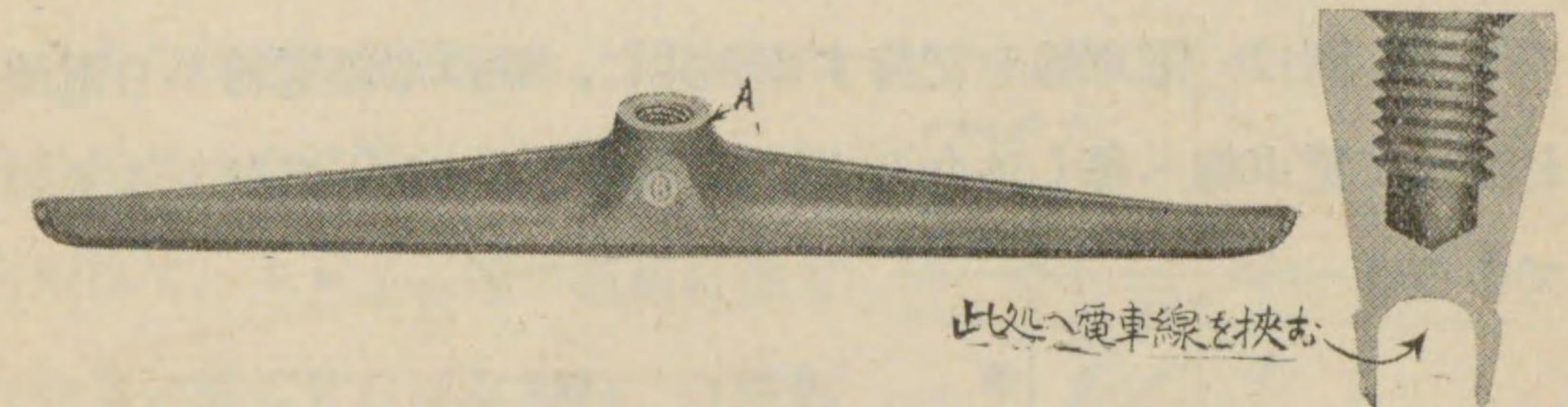
腕金式吊架法 (片腕)

腕金に電車線を吊架する。之れを腕金式吊架法と云ふ。市街地等では他の交通の妨害になるし、又軌道からの距離を巧く考へて電柱を建てないと、電車の窓から顔を出した人が、頭をブツ付けてこなみじん粉微塵になる様な事があるから面白くない。腕金には通例鐵管を使用する。

張線式でも腕金式でも、公道上では電柱と電柱との距離は30m内外にする。尤も曲線の部分では、曲線半径の大小に應じて適當に短縮する。曲線の部分では殊に腕金式にはいろいろな不便があるから、腕金式でも曲線部分だけは、張線式とする事が多い。

28. イーヤ 電車線を吊子で支持するには、其の間にイーヤと云ふものを使ふ。イーヤは普通砲金或ひは青銅で作られる。イーヤの形は第60圖(甲)に示す様に、中央の高い所がふくら

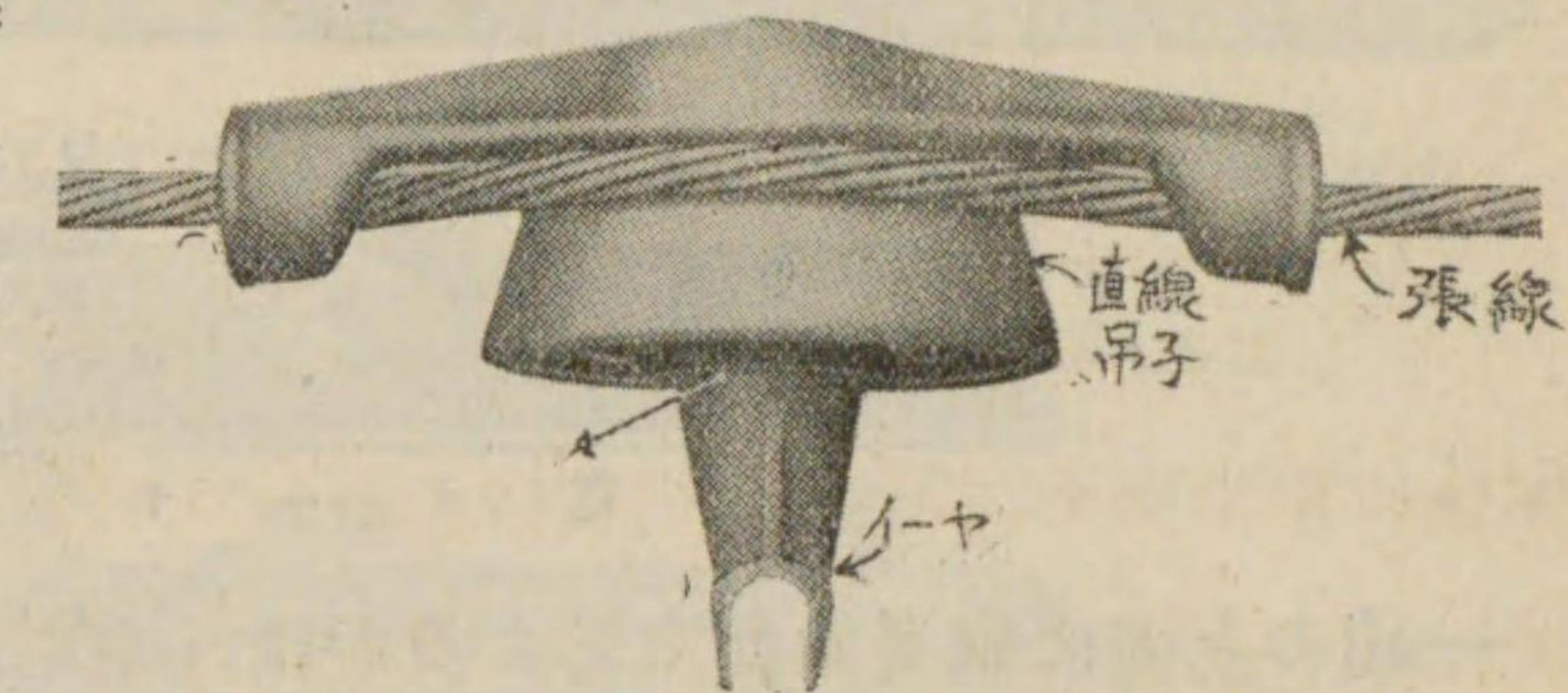
第 60 圖 (甲)



ク リ ン チ ・ イ ー ヤ

第 60 圖 (乙)

んで居て、其處に雌ネチが切つてあつて、第60圖(乙)の様に吊子のボルトを捻込むのである。



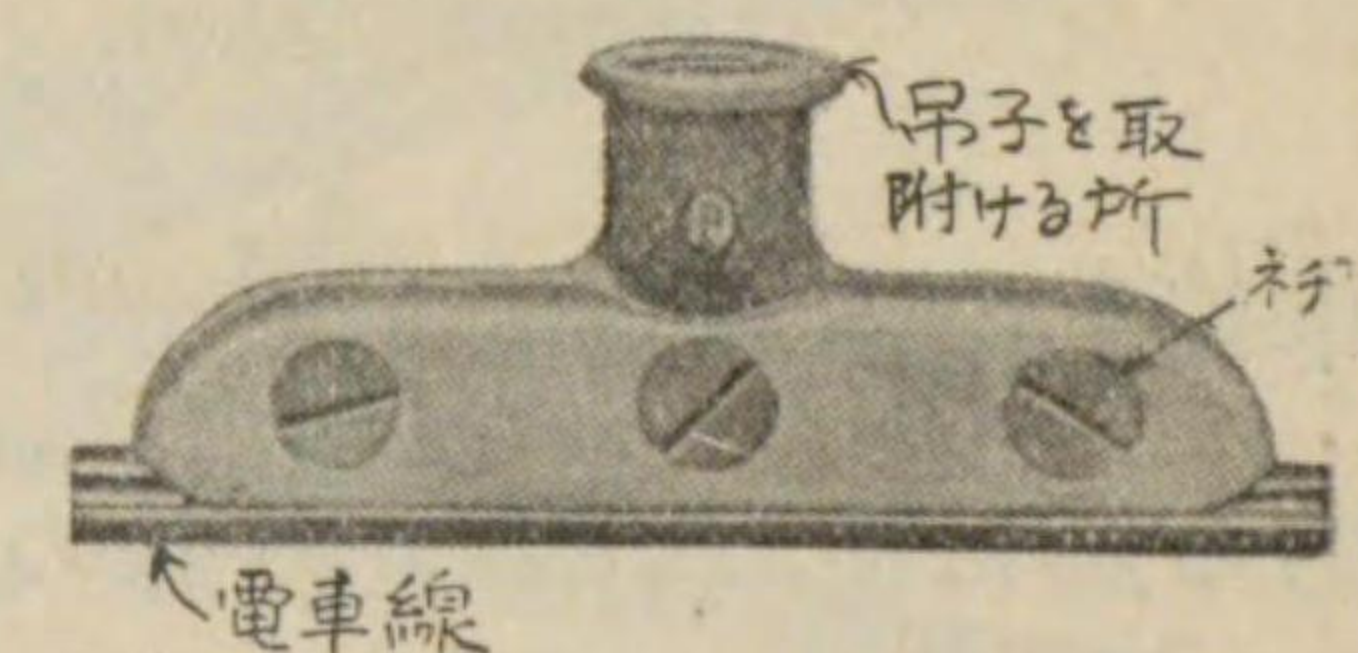
下の方は長く延びて

吊子にイーヤを取附けた所

居て、電車線を両側から挟むのに都合の良い様に、適當な方法が講じてある。その方法如何によつて、いろいろの種類を生ずる。第60圖(甲)はクリンチ・イーヤと云つて、下部にトンネルの様な溝があり、其處へ電車線を挟み、両側から溝の縁を叩き曲げて、

第 61 圖

つかまさせる様な式のものである。其の外下部の半圓形の溝に電車線をらふつ鐵着けする様になつて居るものもある。



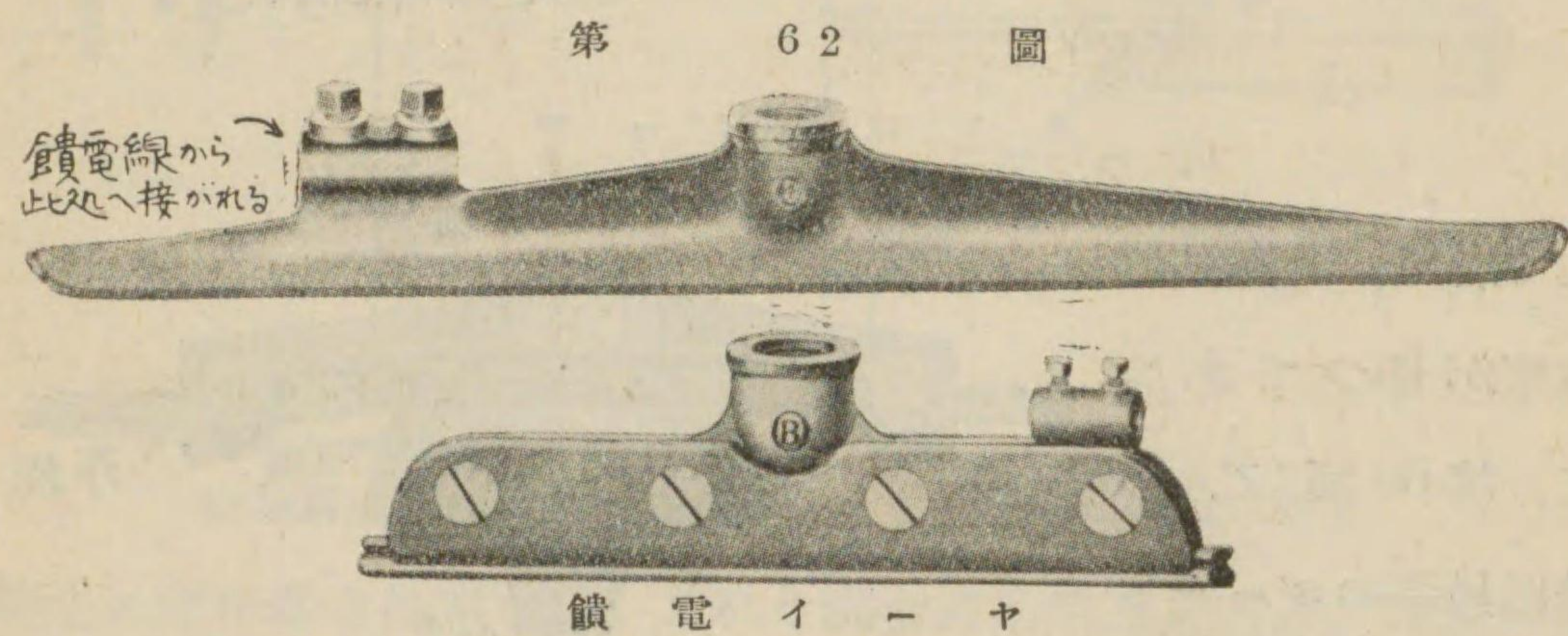
捻止イーヤ

これ等は圓形の電車線を把持させる

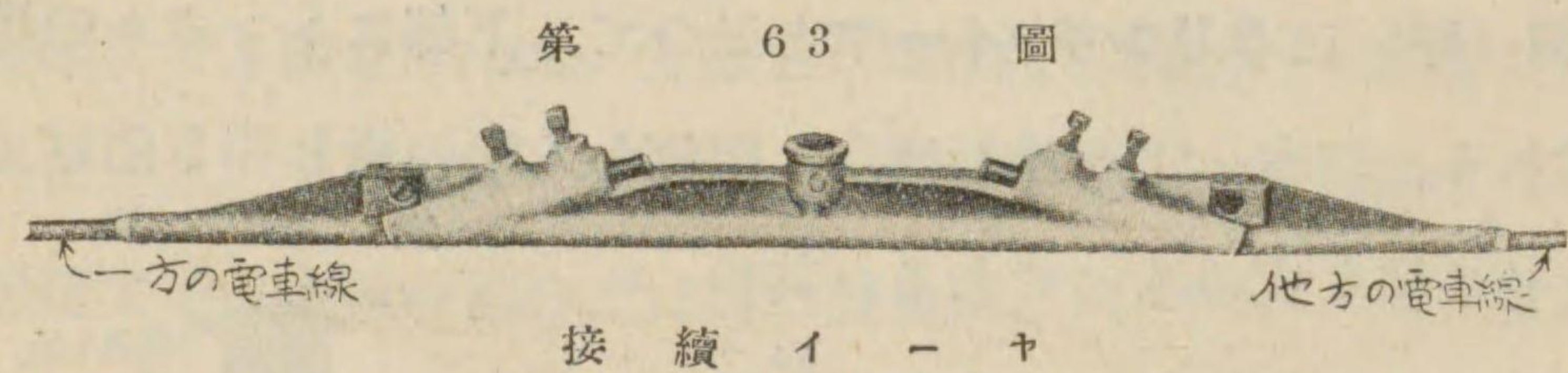
のに使ふ。溝付電車線には、第61圖に示す様に、イーヤの下部が二つに分れて居て、其の端で溝をくわへ、二つの部分を捻子で

止める様な式のものを使ふ。之れを^{ねぢどめ}捻止イーヤと云ふ。

第 62 圖は、電車線を把持すると共に、兼ねて饋電線から電流を受けて電車線へ導く^{なかだち}仲介をもする、饋電イーヤと名付くるものである。



一端の上方に砲臺の如く見えるのは、饋電線を接続する所であつて、それぞれ二つの捻子で、饋電線から來た電線を、此處につなぐのである。第 63 圖は電車線の接続個所に用ひられるもので、之れを接続イーヤと云ふ。其の他曲線部分に使用するものや、電

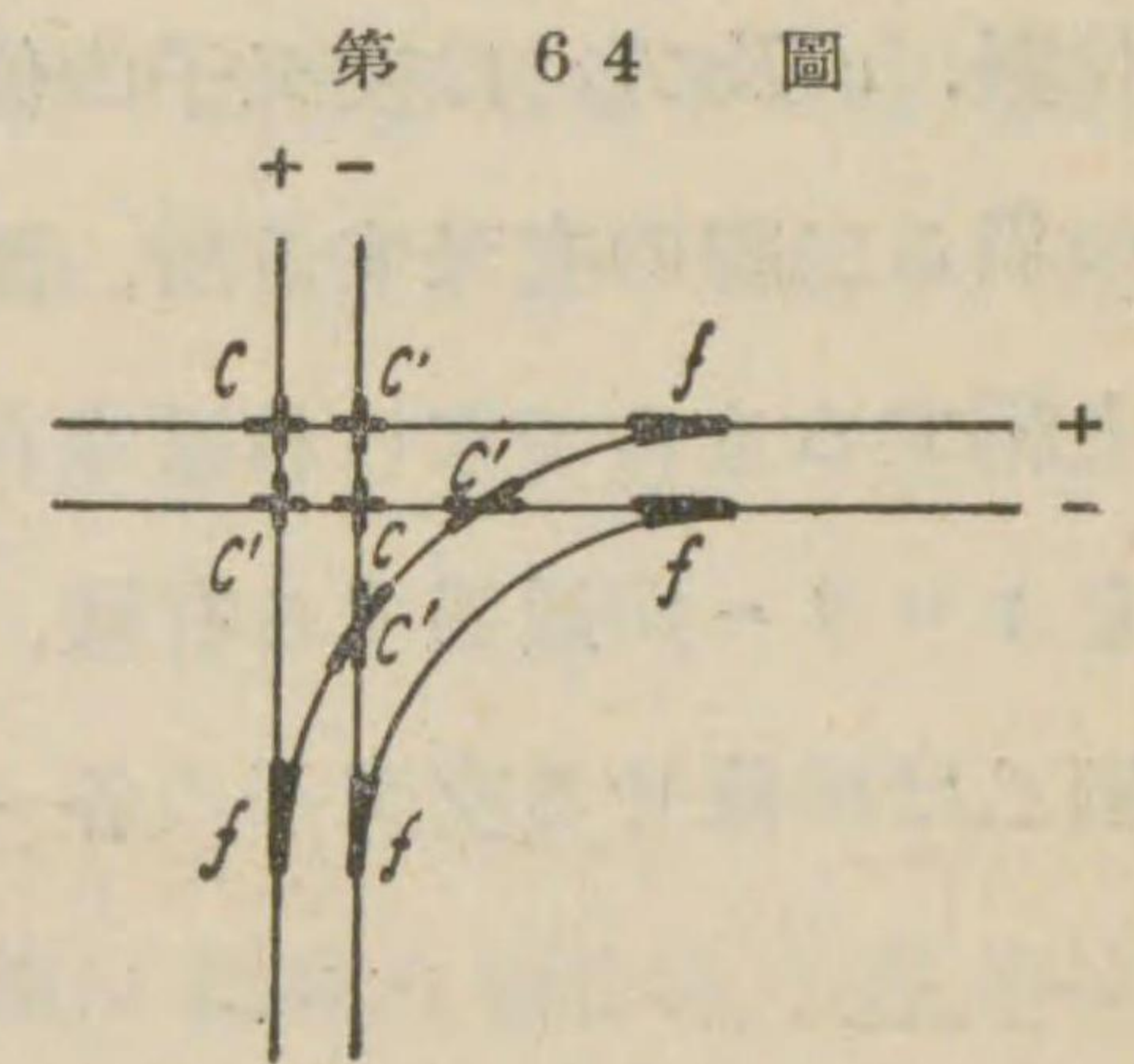


車線を吊下げるばかりでなく、前後何れかの方向へ引張る必要のある所に使はれる、特殊のイーヤもある。

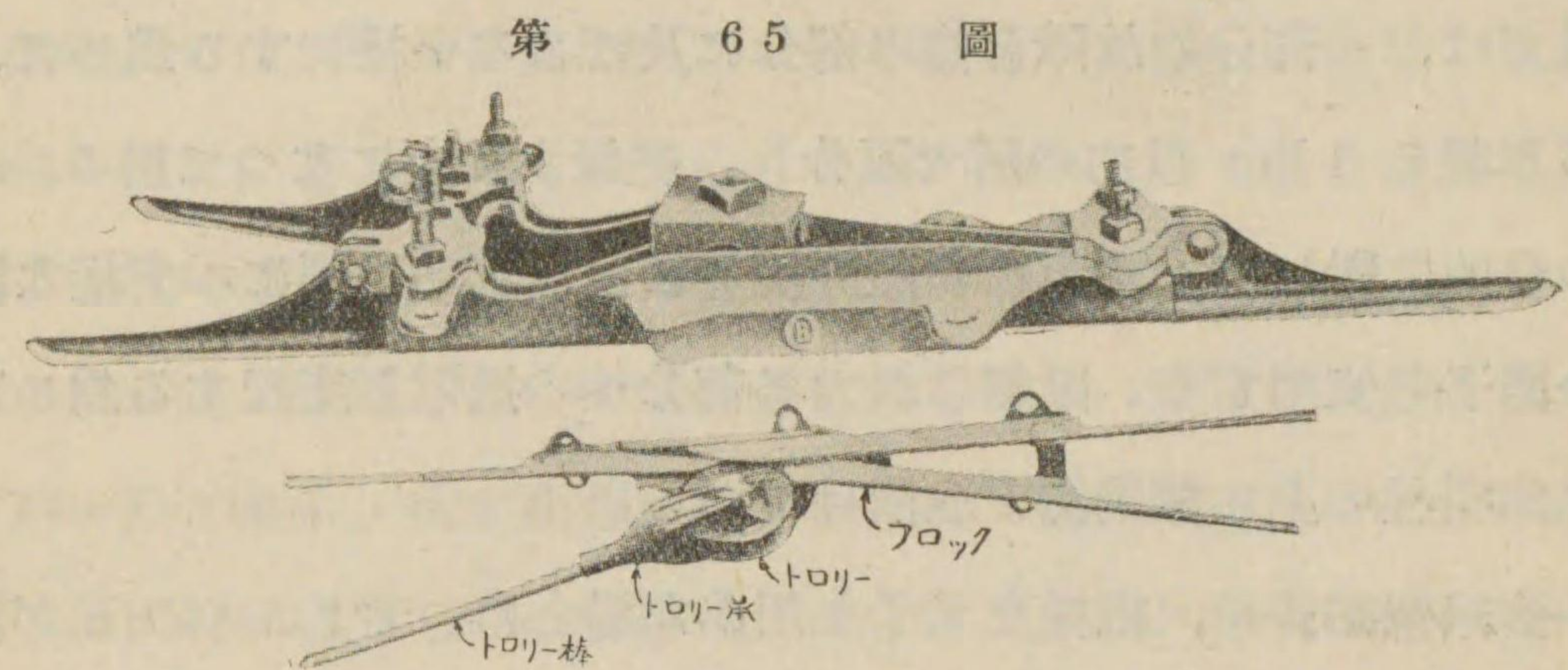
29. フロッグと交叉子 軌道の分岐又は交叉する

所には、轉轍器や轍叉の様な、特殊な軌條を使ふのと同じ様に、

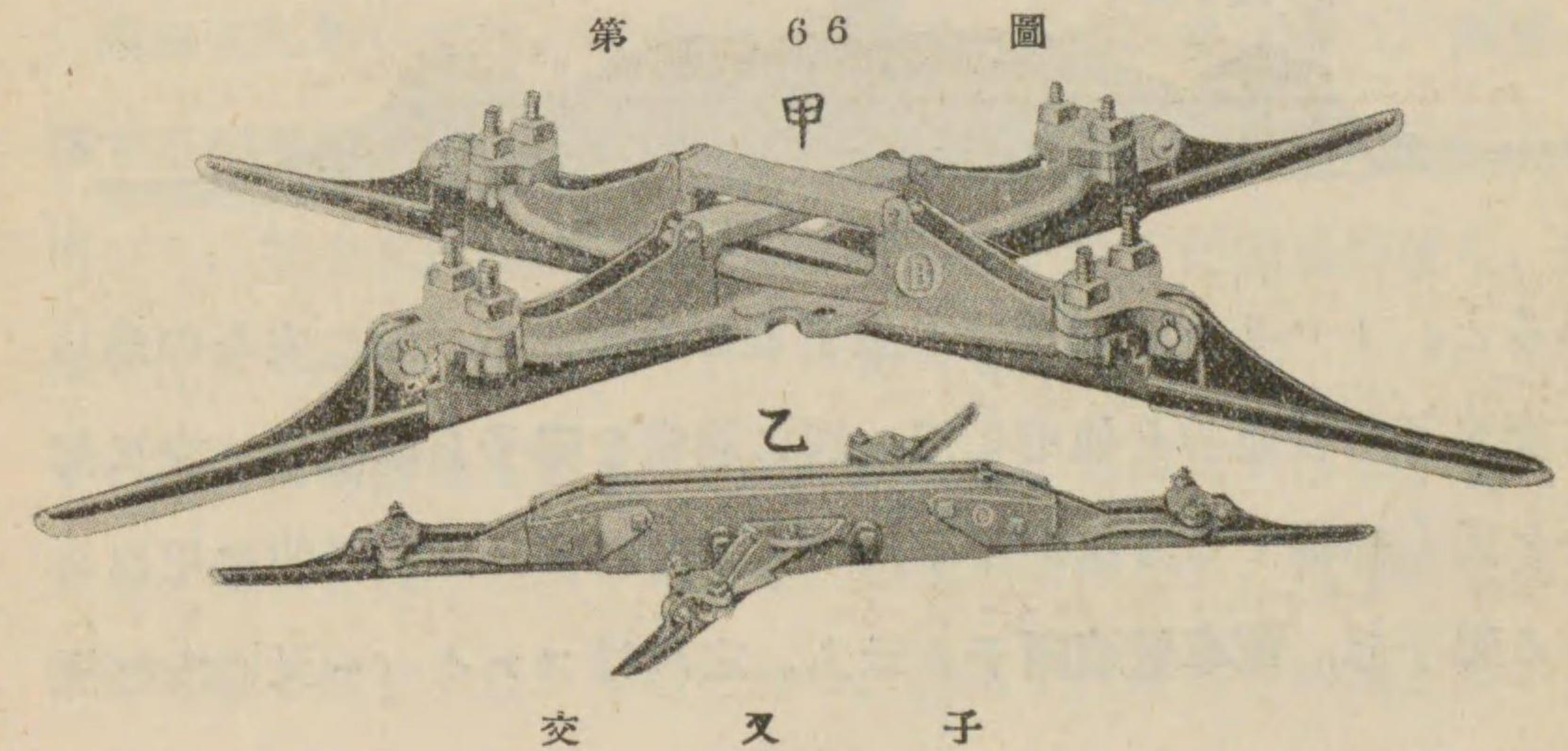
これ等の場所に架設する、電車線の分岐點又は交叉點にも、特別な装置を用ひて、トロリー等の通過に差支へのない様にせねばならぬ。分岐點に用ふるものをフロッグ、交叉點に用ふるものを交叉子と云ふ。これ等は黄銅又は砲金で造られる。第 64



フロッグと交叉子との使用場所



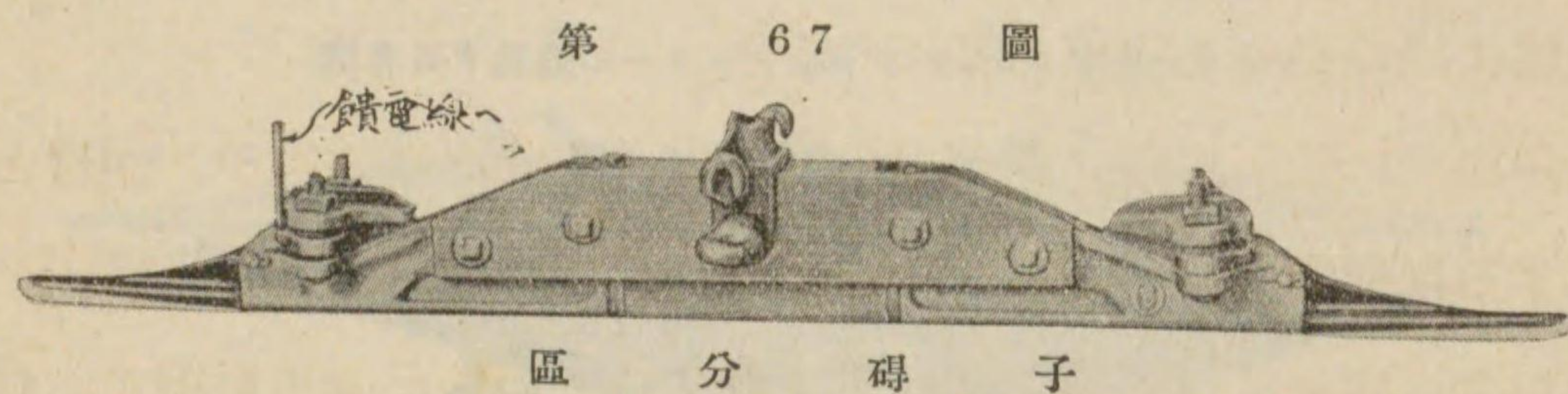
フロッグ及びフロッグの下をトロリーの通過する有様



圖は此の二つのものの使用位置を示したもので、 f はフロッグの位置、 c 及び c' は交叉子の位置である。圖の様に複線式で、極性の異なる二線の交叉する所、即ち c' に使ふ交叉子は、絶縁交叉子と稱するものでなければならぬ。第 65 圖はフロッグ、及び其の下をトロリーが通過する有様、第 66 圖甲は絶縁せざる交叉子、同圖乙は絶縁せる交叉子の各一例を示すものである。

30. 区分碍子 市街地や公道の上に設けられた電気鐵道では、一部分の故障を他の部分に及ぼさない様にする爲めに、電車線を 1 km 以内の所で区分し、絶縁する事になつて居る。此の目的に對して、電車線の区分境界には、第 67 圖に示す様な**区分碍子**を使用する。區劃された各部分への送電を支配する爲めには、電柱の上に**開閉器**を取付けてある。

複線架空式で、絶縁交叉子を用ひた場合に、若しトロリーが外



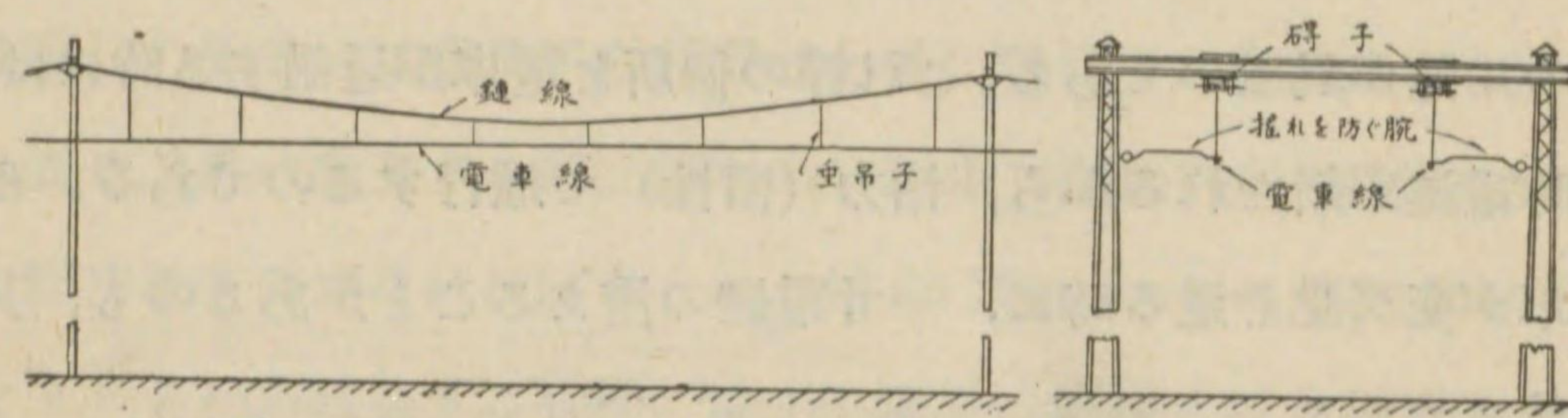
れると、トロリー棒で短絡を生ずることがある。故に安全の爲めに交叉子は普通のを使用して、別に適當な碍子を取付け、交叉部分を悉く絶縁する方法が多く用ひられてゐる。此の目的に用ひられる碍子を、**電車線遮斷子**と云ふ。之れはファイバー又は木材板

の両端に電車線を結び付けたもので、一種の区分碍子であるが、其の用途が異なるのである。これ等の個所を電車が通過する時には、一時電流が斷たれるから、惰力（慣性）で進行するのである。夜電車が交叉點を通る時に、一寸電燈の消えることがあるのも、其の爲めである。

31. 鏈線式吊架法 電車線は軌條の面から一定の高さの處に、軌道の中央に位置する様取附くべきである。以上述べた吊架法では、中々一様な高さに張る事が六ヶ敷い。電柱と電柱との中間に、どうしても多少のたるみが出るのである。電車速度が低い場合には、それでも別段差支へが無いが、速度が高いと之れが爲め聚電子との間に火花を生じたり、聚電子が外れたりし易いのである。故に高速度の場合には、電車線の高さを一様に張る事が特に望ましい。鏈線式（カタナリー式）吊架法は、此の希望に副ひ得るものである。

鏈線式に於いては、電車線のほかに一本或ひは二本の、鏈線と稱する吊架用撚線を、第 68 圖の様に設け、之れを支持用碍子を用ひて、腕金又は張線によつて支持する。此の吊架用撚線に、**垂吊子**（ドロッパー又はハンガー）と稱する吊金物を吊り下げ、垂吊子の下部に取付けてあるイーヤに依つて、電車線を吊架するのである。第 69 圖は垂吊子に依り、吊架用撚線から、電車線を吊り下げて居る所を示したものである。垂吊子は適當の間隔を置いて

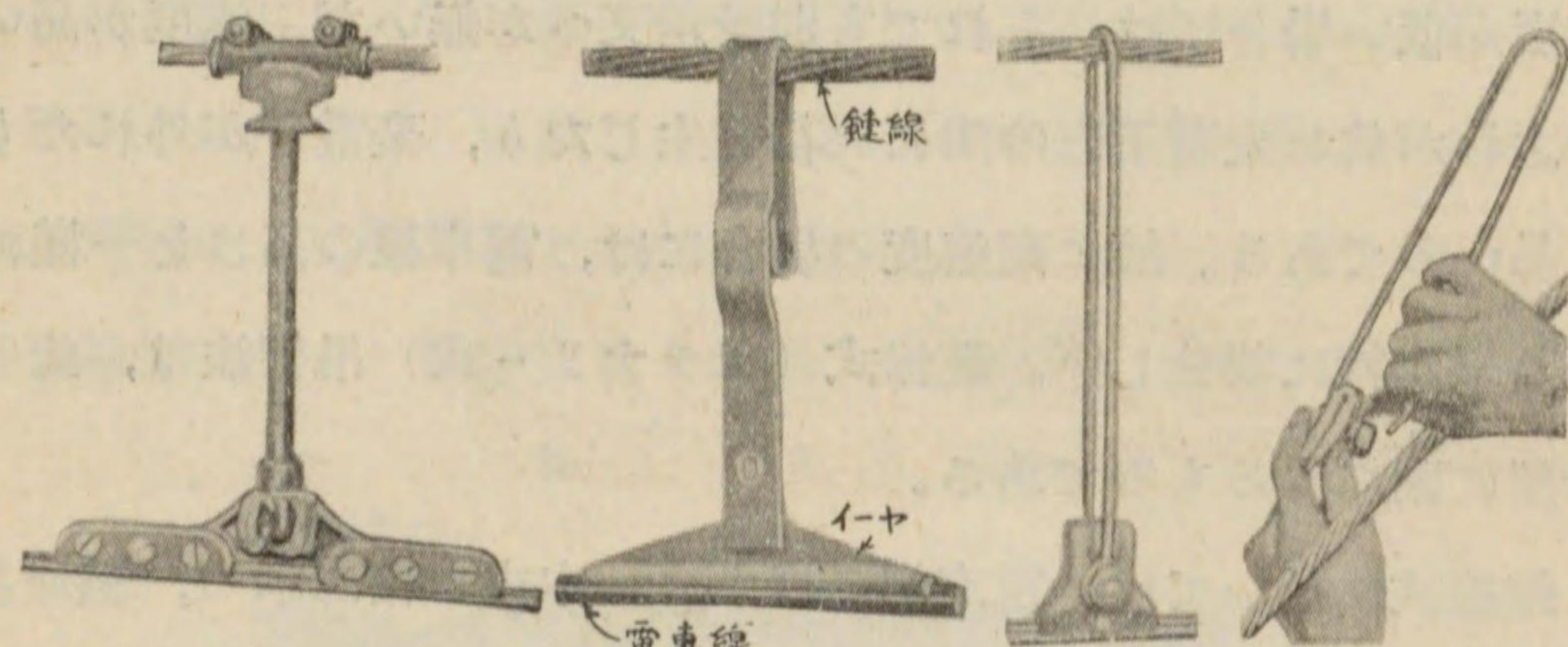
第 68 圖



鏈線式吊架法

取付けられるが、支持點から遠ざかるに従つて、短いものを使用する。それが爲めに、電車線の高さを一様に保たせる事が出来るのである。垂吊子にもいろいろの種類がある。第 69 圖は其の二三を挙げたものである。

第 69 圖



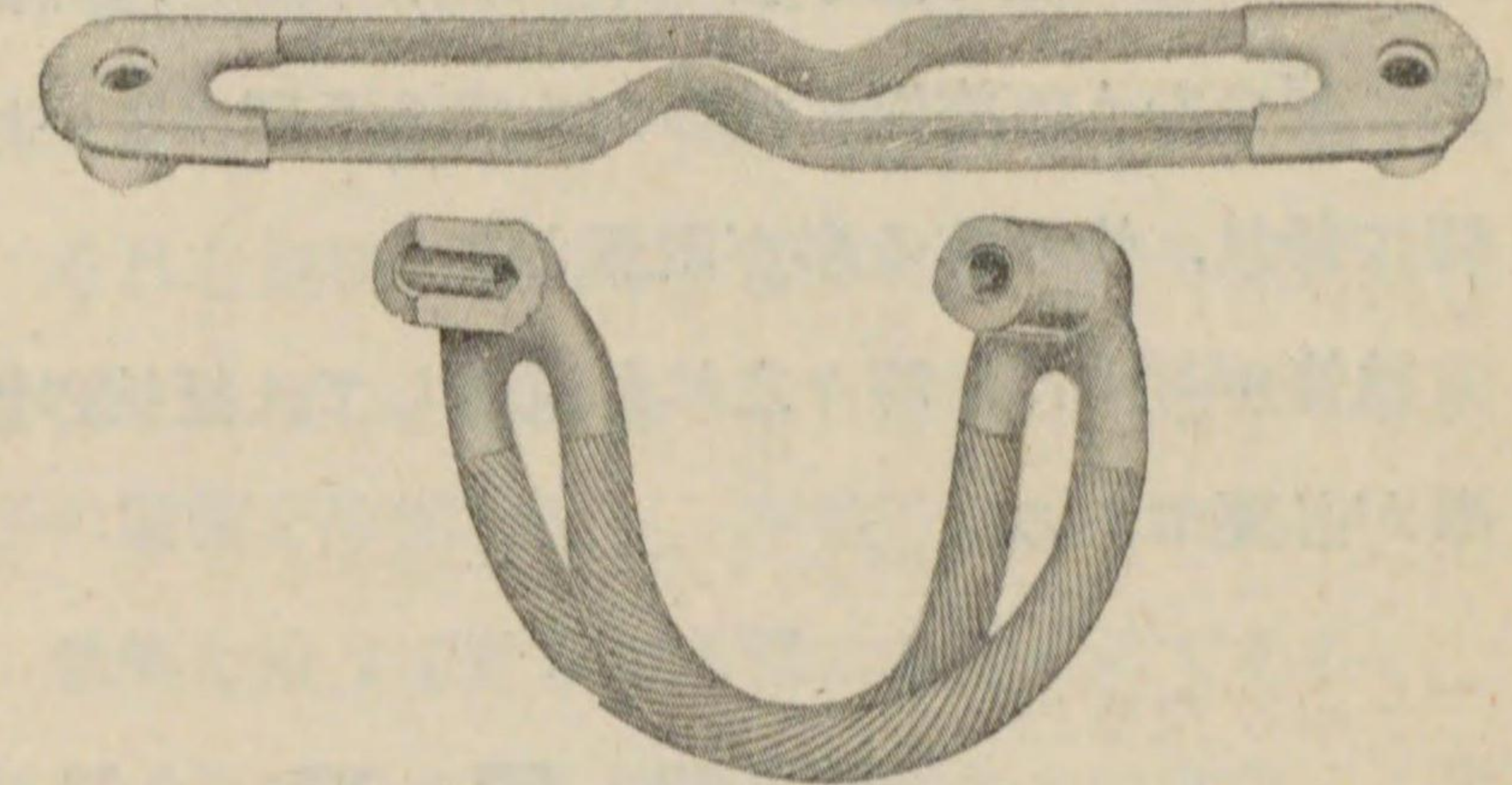
垂 吊 子

32. 歸線及びボンド 單線架空式や第三軌條式では、軌條を歸線として使用する事は前に述べた。之れは至極經濟的であるから、萬止むを得ない場合の外は、複線架空式は用ひない。歸線は陰極に接続し、其の抵抗は出来るだけ小さくせねばならぬ。軌條を融接してあれば兎も角、接手板で軌條をつないだだけ

では、機械的には大丈夫であらうが、電氣的接続としては不充分である。故に先づレールの接ぎ目を電氣的に完全にしなければならない。此の目的の爲めに用ひられる導體を、軌條ボンドと云ふ。

ボンドには銅の單線、撚線或いは板状をしたものを使ふ。第70圖は撚線を用いたボンドを示したものである。

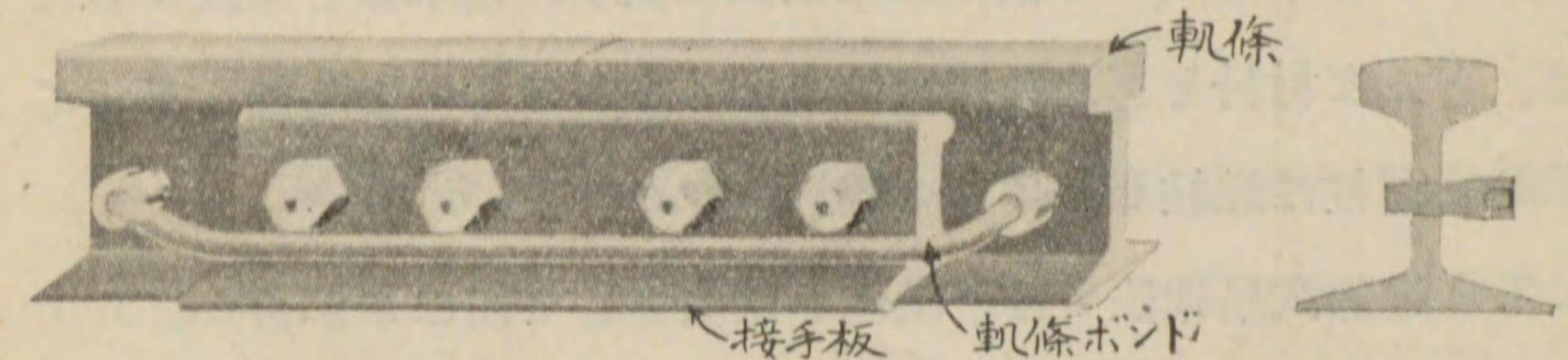
第 70 圖



軌 條 ボ ン ド

ボンドの兩端は、接ぎ合はされた軌條と軌條とに、それぞれ密着

第 71 圖

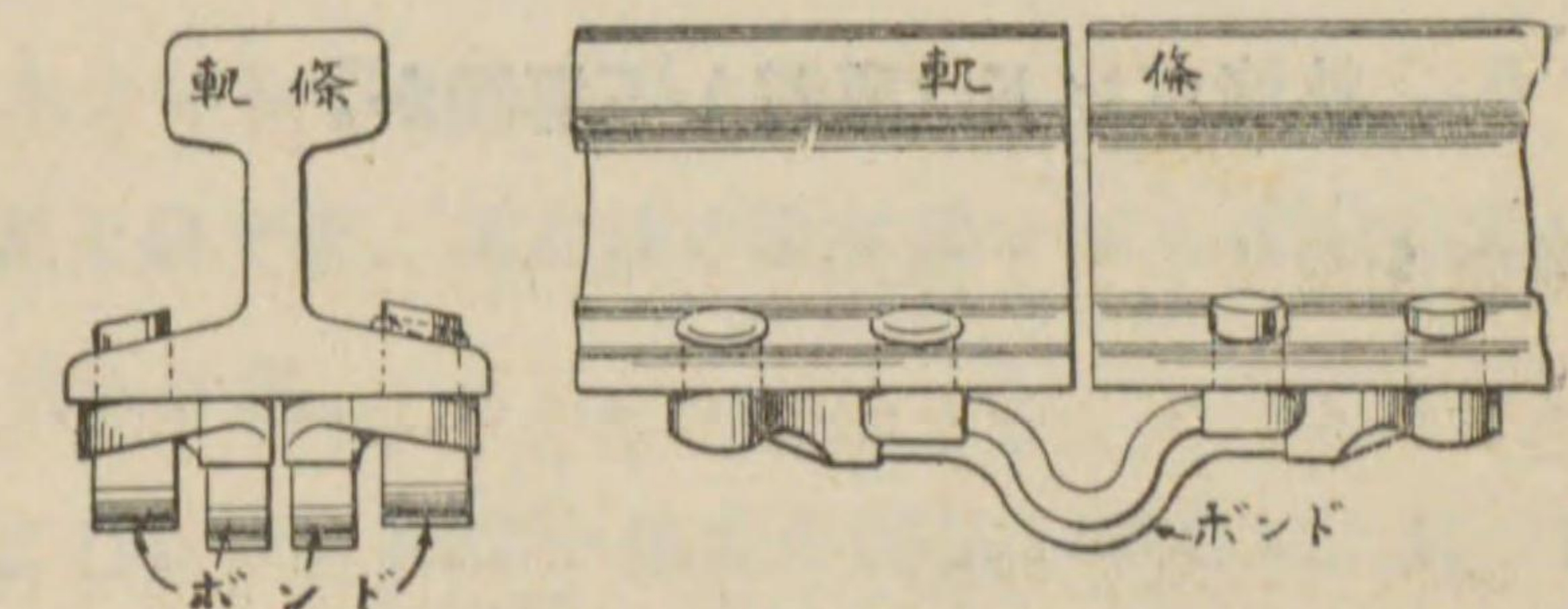


ボンドを軌條の横に取附けた所

する事を要する。

第 72 圖

第 71 圖はボンドを軌條の横に取附けた所、第 72 圖は軌條の底に取附けた所を示すもの



ボンドを軌條の底に取附けた所

である。ボンドを取付けるには其の両端を、機械的に壓力を加へて軌條の孔に押込むものや、鑢着けするもの、電熱を利用して融接するものなどがある。ボンドを接手板の内部に取付けることもあるが、軌條の底や接手板の中へ取付けると、外部から機械的の損傷を蒙つたり、盜難に遭つたりする心配はないけれども、故障の時に發見、修理する事が困難となる。

軌條ボンドは、時々之れを試験して、抵抗の値を測定して見る事が必要である。

練 習 問 題 V

1. 電車線には被覆線を使ふか、それとも裸線を使ふか。
2. 單線架空式で、張線式吊架法に依り、電車線を架設するには、どんな材料をどんな所に使ふか。主なるものを略圖を畫いて示せ。電柱は鐵柱を使用する場合とする。

3. 鏈線式吊架法では、軌條を歸線として用ひるか否か。

4. 次ぎのものの役目は何か。

張線、イーヤ、垂吊子、軌條ボンド。

5. 軌條ボンドは導體か不導體か。

第 六 章 電 動 機

33. 電 車 用 電 動 機 電動機は之れに電力を供給すれば、電動子を廻轉させる事が出来る。従つて電動機の軸に他の機械を聯結すれば、それを廻轉させ得る。電車は此の理を應用して車軸の近くに電動機を設備し、電動機の軸と車軸とを適當な装置で聯結し、電動子の廻轉を車軸に傳へ、車軸の兩端に取付けてある車輪を廻はし、軌條に沿うて走らせる様にしたものである。

電動機は、電氣方式に應じて、それぞれ適當なものを用ふる事は、既に第一章に述べた通りである。我國の電氣鐵道は現今總べて直流式で、電動機は直流直捲電動機のみが使用されて居る。

34. 電 車 用 と し て の 要 件 一體電車の電動機としては、どんなものが適當するかと云へば、次ぎの様な條件に適するものが良いのである。

a. 重い電車を所定の加速度で發車させるのであるから、起動の場合の廻轉力が大きいものである事。

b. 整流子に火花を發せず、其の他の點に於いても充分信賴の出来る構造のものである事。

c. 起動が簡單に行はれ、操作や速度の調整も容易で、且つ經濟的なものである事。

d. 大きな廻轉力を要する場合でも、電力の消費は著しく増加しないものである事。

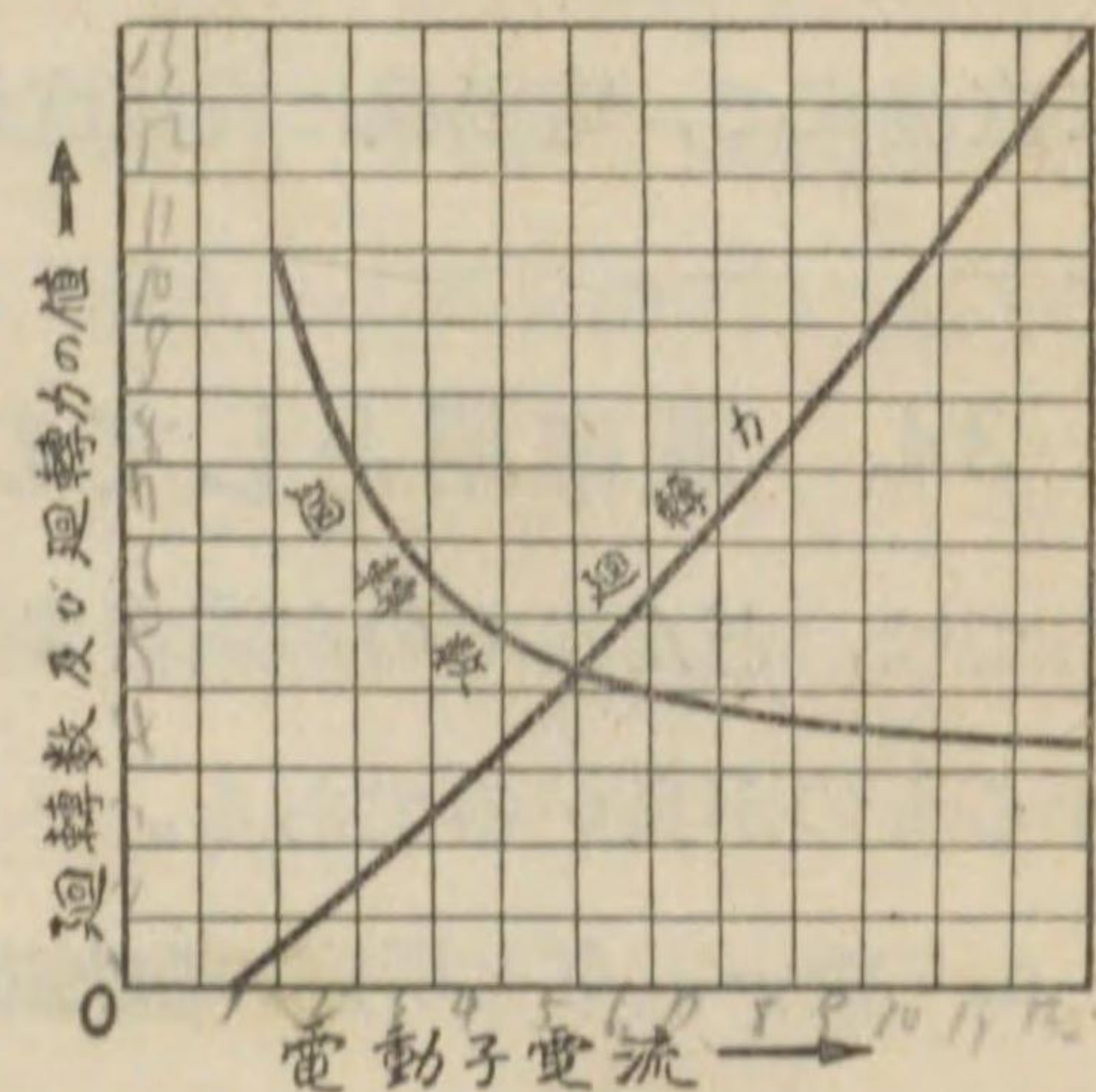
e. 一つの電車に多くの電動機を備へる場合には、どの電動機にも、負荷が平均にかゝる様なものであること。

これ等の条件をよく満足させるものは、直流直捲電動機を措いて他に無い。電車用電動機として、之れが獨り舞臺なもの其の爲めである。

35. 直流直捲電動機

直流直捲電動機は第 73 圖に特性の概要を示す通りで、其の廻轉力従つて牽引力は、磁氣回路の飽和と云ふ事を考へなければ略ぼ電流の自乗に比例し、廻轉數即ち車輛の速度は、略ぼ之れに反比例するものである。従つて電流の極く僅かの變化で、廻轉力の廣い範圍の變化に應ずる事が出来る。言ひ換へると廻轉力の増減が甚だしくても、電流の變化は小さいのである。それだから車輛運轉の際の様な、廻轉力の變動が激しい場合でも、之れに伴ふ電力の變動を、良く自然的に緩和する事が出来る。又比較的小容量で、大きな牽引に耐へる事が出来る。これも亦電氣鐵道用として直捲電動機の卓越せる特

第 73 圖



直流直捲電動機の特性を示す曲線

徴と云ふべきである。

次に直捲電動機は、負荷の僅かの變化に依つて、速度に大きな變化を生ずる。今 n を電動機の廻轉數、 E_t を電動機に加はる端子電壓、 I_a を電動子電流、 r_a を電動子の抵抗、 ϕ を界磁の磁束とすれば、

$$n = \frac{E_t - I_a r_a}{N_c' \phi} \text{ 廻轉每分} \quad (N_c' \text{ は電動機に依つて定まつて居る常數})$$

此の様な關係がある。

直捲電動機では、電動子の捲線と界磁の捲線とは直列に接続せられるから、どちらにも同じ電流が通る。一定電壓の下に於いて負荷が増すと電動子を通る電流が増し、且つ磁束が増加する。其の結果先きに擧げた式の分子は減つて、分母が増すから、廻轉數は小さくなる。

反對に電流が減ると、廻轉數は大きくなる。即ち負荷の僅かの變化が、廻轉數に大きな變化を及ぼすのである。

斯様に電流が小さくなれば、廻轉力も小さくなるが速度は大きくなる。又電流が増せば、廻轉力も大きくなるが、速度は小さくなる。電動機の出力は廻轉力と廻轉數との乗積に比例するから、此の場合には何れにしても、出力に大した變化を及ぼさないと云ふ事になる。

急勾配を登る時の様な、特に大きい廻轉力を要する場合でも、速度を低くして之れに應ずれば、其の割合に電力消費は増加しない。直捲電動機は、此の様に電源側に對して、負荷の變動も亦緩

和させ得ると云ふ特徴を持つて居る。

之れを要するに、直捲電動機は牛の如きものである。牛は重い物を引張る時でも、軽いものを引張る時でも、ノソリ、ノソリと平気で歩き始め、馬ならへこたれる位の坂道でも弱らない。近來次第に、馬の代りに牛を使つて荷を運ばせる様になつたのも、宜なる哉である。多少の不便を忍んでも、電氣鐵道に直流を採用して居るのは、此の牛の如き直捲電動機を使用して、負荷の輕重常なき、運輸の掌に當らしめようと云ふ一念に外ならぬのである。

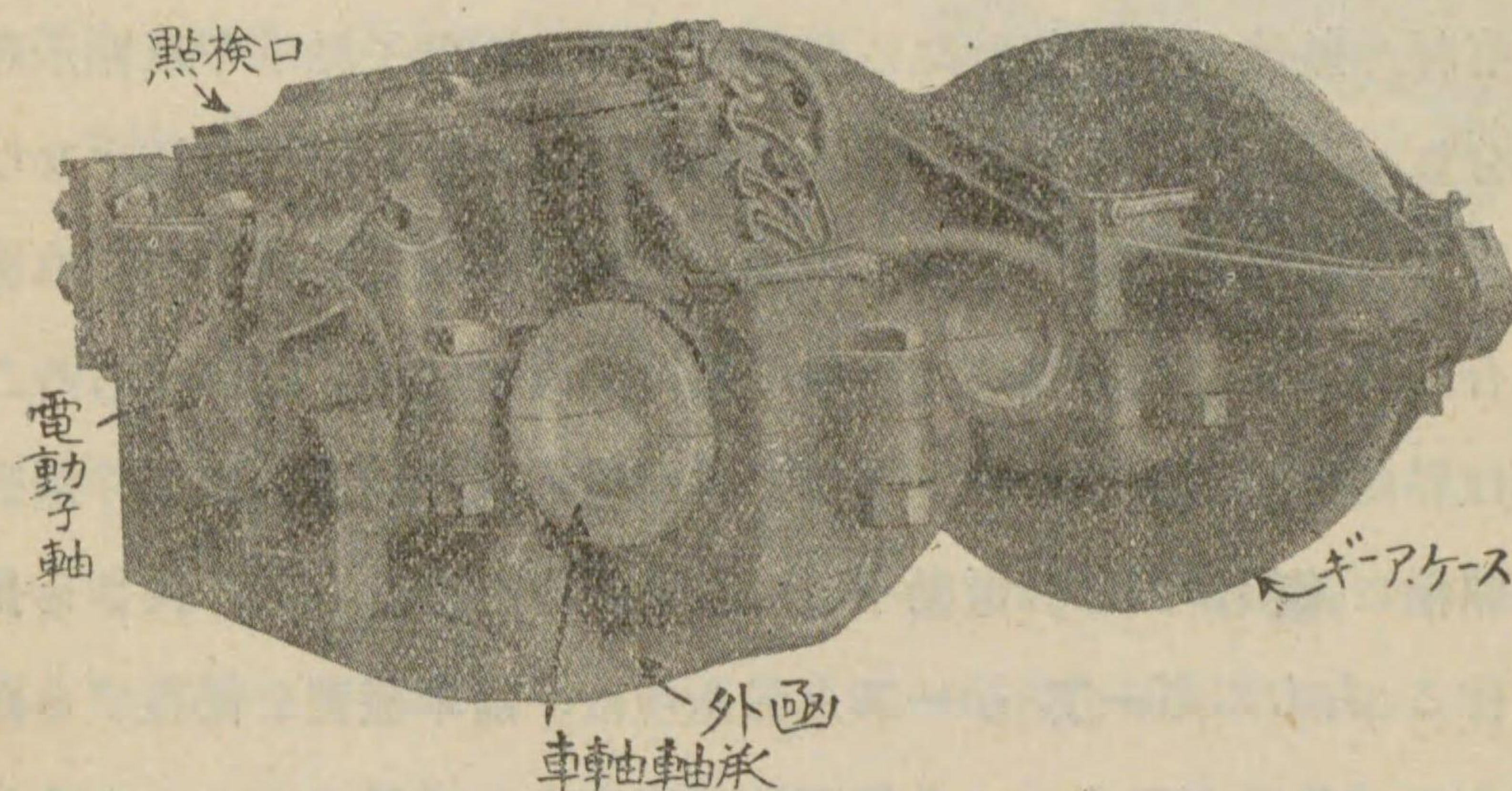
36. 電動機の構造 電車用電動機は、他の用途に使用されるものに比較すれば、其の使用場所が著しく異なるから、構造上にも特別に注意を要する點が多い。其の主なる點を擧げると次ぎの通りである。

- a. 雨水、濕氣及び塵埃等が侵入しない様、充分に防護すべきこと。
- b. 容積も重量も成るべく小さくすること。
- c. 刷子の位置を變へる必要のない様にする事。
- d. 廻轉方向を容易に變へる事の出来る様にする事。
- e. 特に堅牢なものなること。
- f. 點檢及び修理の容易なること。

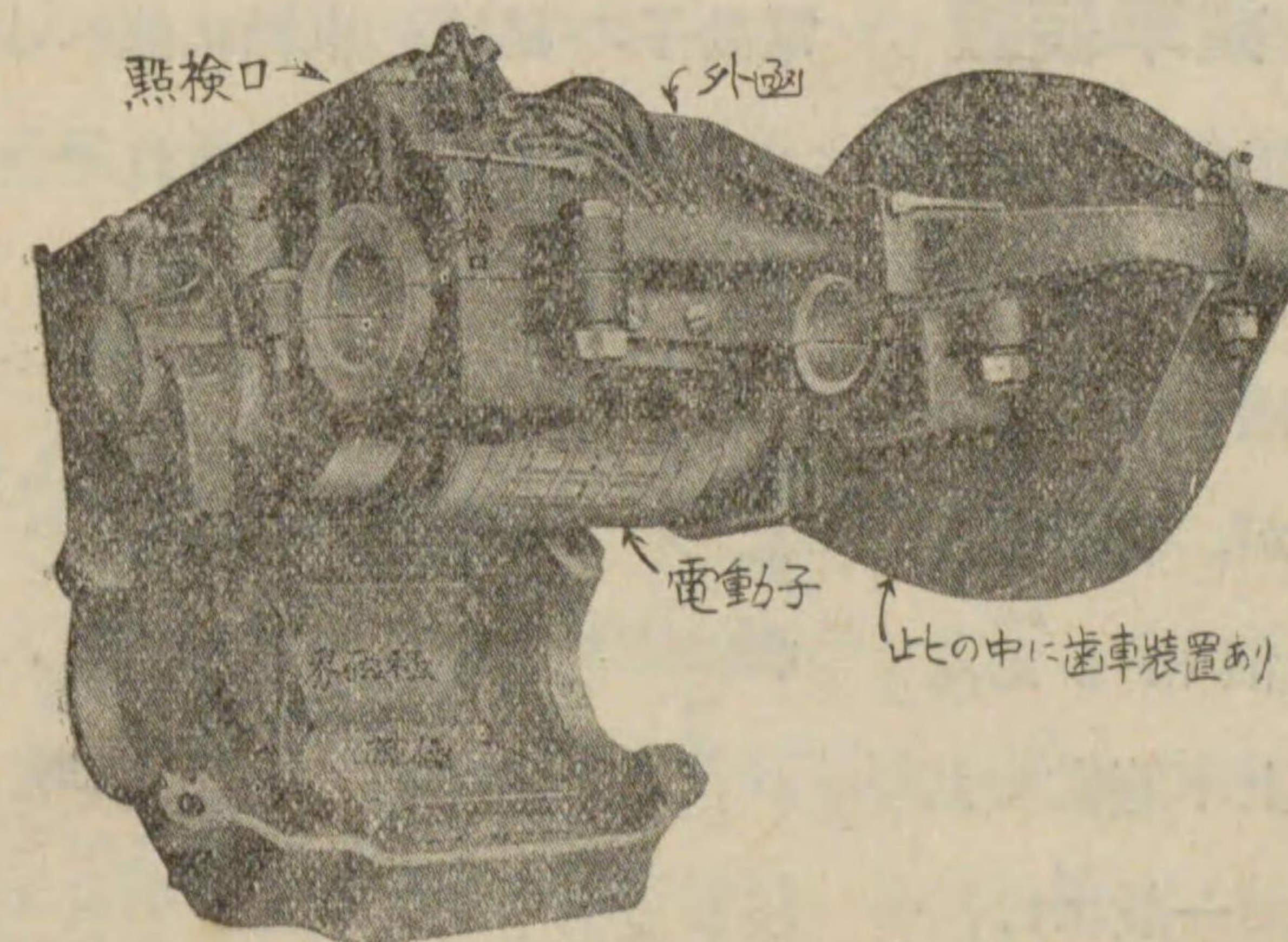
電氣機關車の様に、電動機を床の上に取り付ける場合は別として、一般の電動車には、其の車臺に取り付けるのであるから、密閉する

事が必要である。従つて通風換氣の方法を、巧みに講じなければならぬ。又整流に有害な電動子反作用を輕減する爲めには、補極を有する電動機を使用する。

第 74 圖



前圖の外函を下半分だけ開いた所



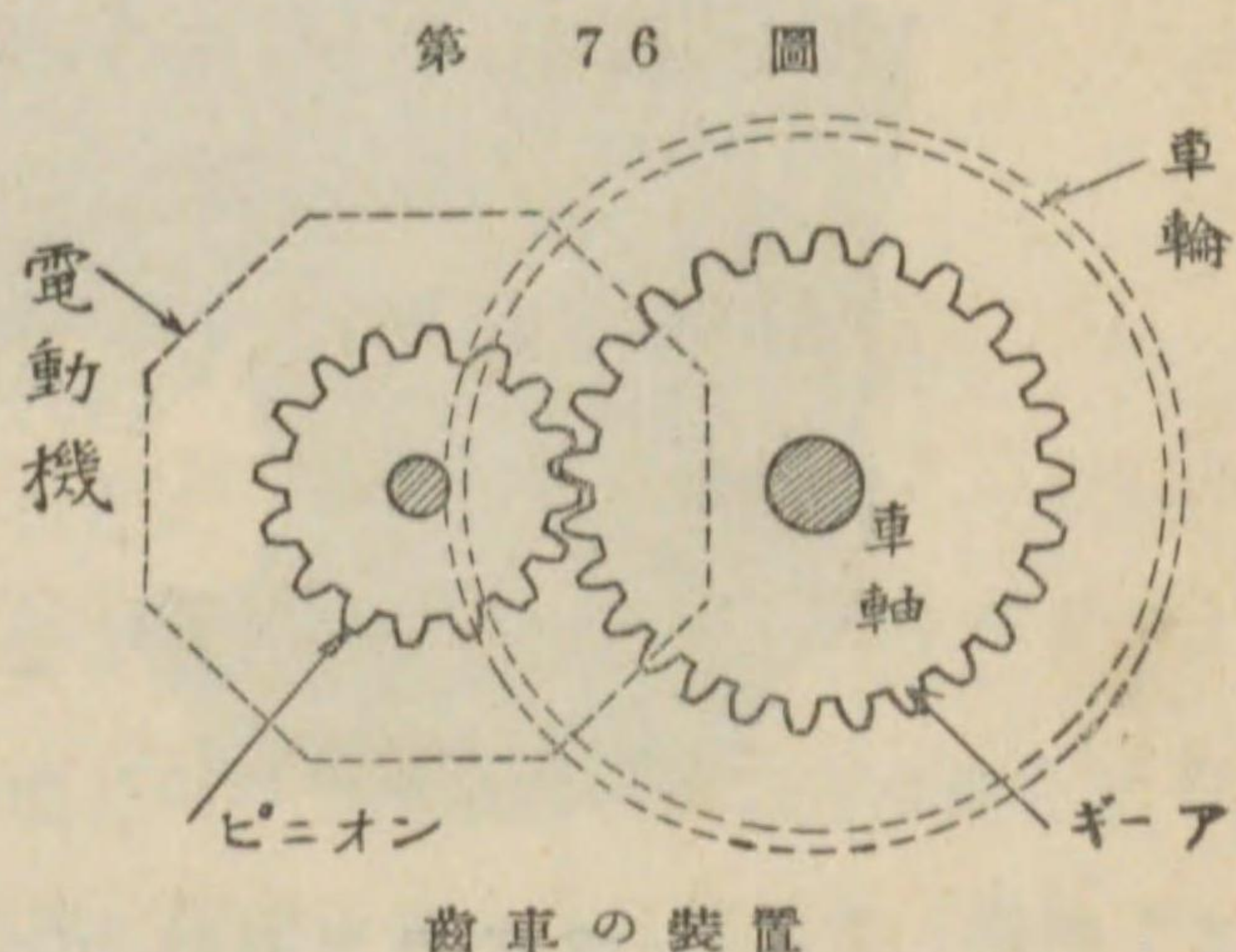
電車用電動機の外観

第 75 圖

第 74 圖は、電車用直流直捲電動機の一種の外観を示し、第 75 圖は其の外函を半分だけ開いた所を示したものである。

圖で判る通り主要部分は鑄鋼製の外函で密閉されて、唯左方の上部に點檢口があるのみである。此の點檢口は比較的廣く、刷子の有様や整流子の状態を見る事が出来る。電動子軸承や車軸承の部分にも點檢口があつて、注油の状況を見る事が出来る様になつて居る。外函は二つに分れ、蝶番ひとボルトとに依つて互ひに結合される。外函を貫いて四本の電線が出て居る。其のうちの二本は界磁線輪に接續され、他の二本は補極及び刷子を経て、電動子線輪に接續される。電動子は一般に直径を小さくし、長さを長く作る。右方の**ギア・ケース**と云ふのは、齒車装置を保護する函である。外函が全く一つの箱形枠で出来上つて居るものもある。

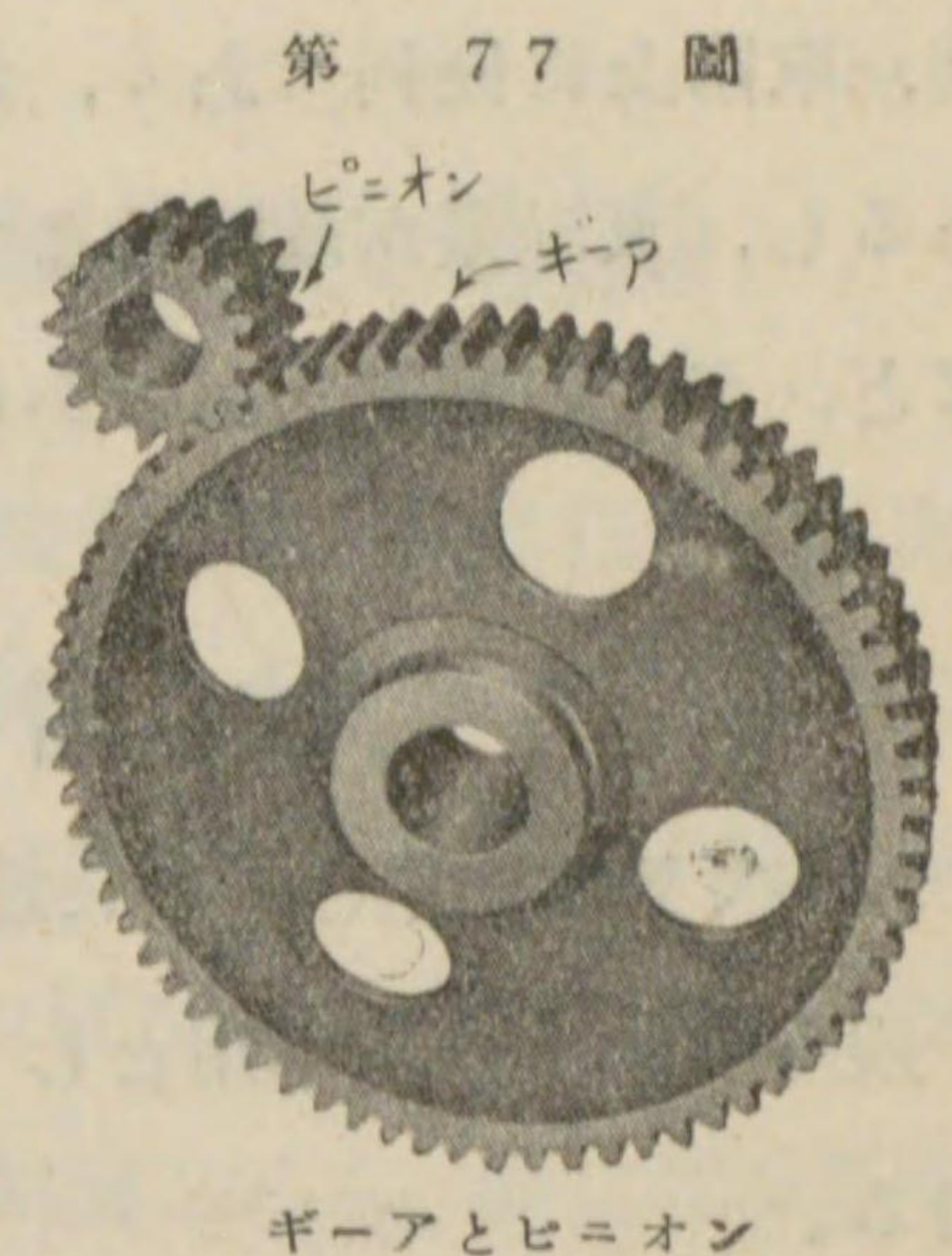
37. 齒車装置 電動子の廻轉を車軸に傳へるには、直接車軸に電動子を取付けてもよい譯であるが、それでは餘りに廻轉が早過ぎる。低い廻轉の電動機を作れない事もないが、容積も大きくなり價格も嵩んで、實用上不適當である。そこで一般には、第 76 圖に示す様に、



第 76 圖

齒車の裝置

兩方の軸に齒車を取付け、それを噛み合はせて、廻轉を傳へる様にして居る。之れは勿論車軸の廻轉數を、電動子軸の廻轉數よりも少くする爲めであるから、車軸には大きな齒車を、電動子軸には小さい齒車を使用する。此の大きな齒車を**ギア**又は**スパー・ホキール**と云ひ、小さい方



第 77 圖

ギアとピニオン

の齒車を**ピニオン**と稱する。第 77 圖は此の二つを示すものである。ギアは多く鑄鋼で造られ、ピニオンは特殊の鋼鐵で造られる。これ等の齒車の噛み合ふ部分には、摩擦を防ぐ爲めに、油又はグリース等を塗布する事が必要である。此の滑劑を入れたり、兼ねて塵埃を防ぐ爲めに、齒車装置の周圍は、鐵板で作つた**ギア・ケース**で蔽ひをして置くのである。ギアの齒の數と、ピニオンの齒の數とを適當に定める事に依つて、或る廻轉數の電動機を用ひて、車軸の廻轉數をどんな具合にでも變へる事が出来る。

38. 電動機を取付け 電車に電動機を取付ける方法にはいろいろあるが、普通は電動機的一方を、車軸承で車軸の上に支持させ、他の一方を、車臺の側面枠に彈條で取付けた電動機支持棒で支持させる。電動機の数、小さい電車では二臺、大きい電車では四臺とするのが通例である。之れは價格は増すけれ

共、取附上に便利であり、速度を制御する上にも具合の良い事があるし、又一臺が故障となつても、立往生をする様な事の無い點など、多くの利點があるからその様にするのである。

練習問題 VI

1. 次の文中○の所に適當する文字を入れよ。

現今我國では電車用として、専ら○流○捲電動機が用ひられて居る。

2. ギア及びピニオンは何の爲めに用ひるものか。

3. 直捲電動機が電車用として適當なる理由を述べよ。

第七章 速度の制御及び制動

39. 制御と制動 電車を發車させ、又走行中に速度の加減を行ひ、停留場へ來たら之れを^と停める、などと云ふ様な仕事は、運轉手が掌るのであるが、電車の速度は、斯様に必要に應じて隨意に加減することが出来なければならぬ。電動機を起動させ、速度を種々に變へる事を、^{そくどせいぎよ}速度制御と云ふ。然し電車を停車させるには、電動機へ電流を送るのを止めただけでは急に停まらない。又下り坂などでは、ひとりで速度を加へて走り出すものである。斯の様に惰力で走つて居る時、或ひはひとりでに加速する虞れのある時には、電車の運動に反抗する力を加へて、減速させる必要がある。之れを^{あいま}制動と稱する。制御と制動とは兩者相俟つて電車の運動を支配するのである。速度の制御をする装置を^{せいぎよ}制御器(コントローラー)、制動の装置を^{せいどうき}制動器(ブレーキ)と云ふ。

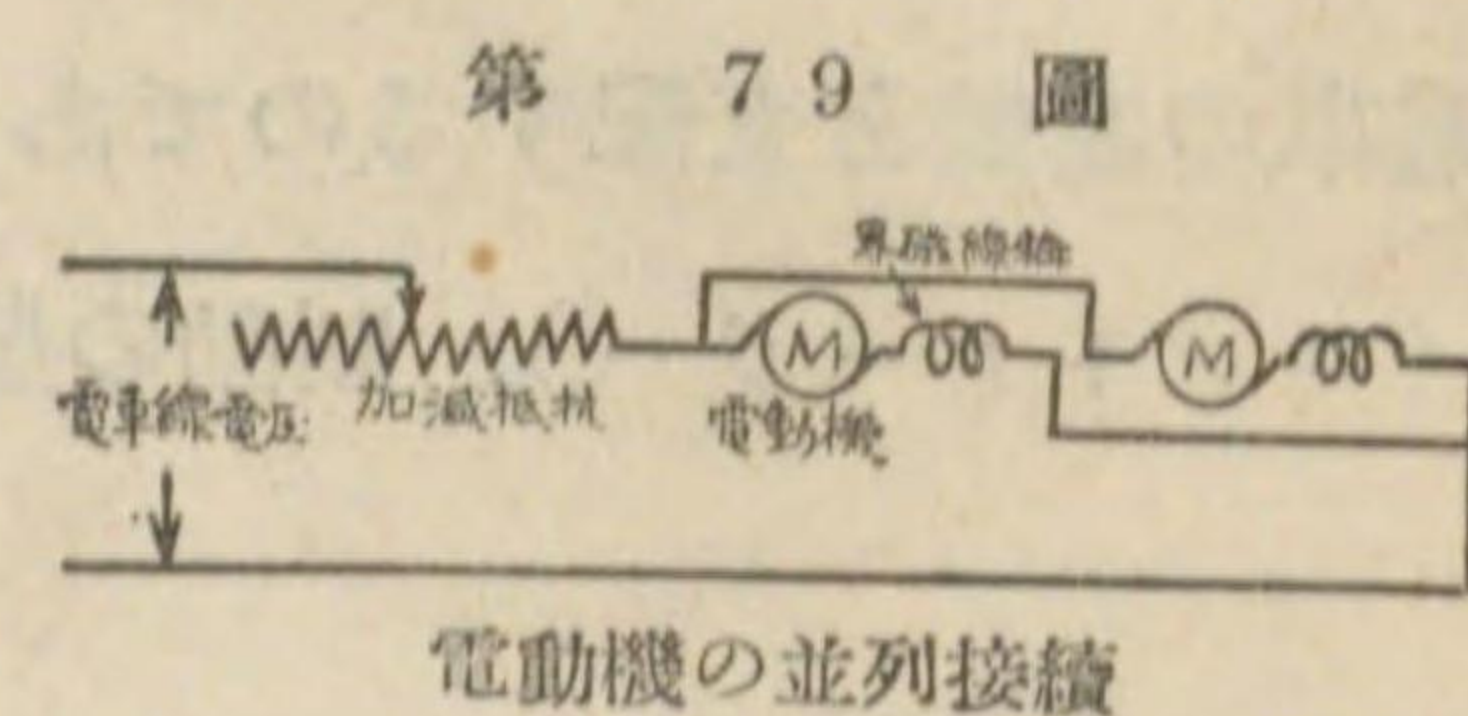
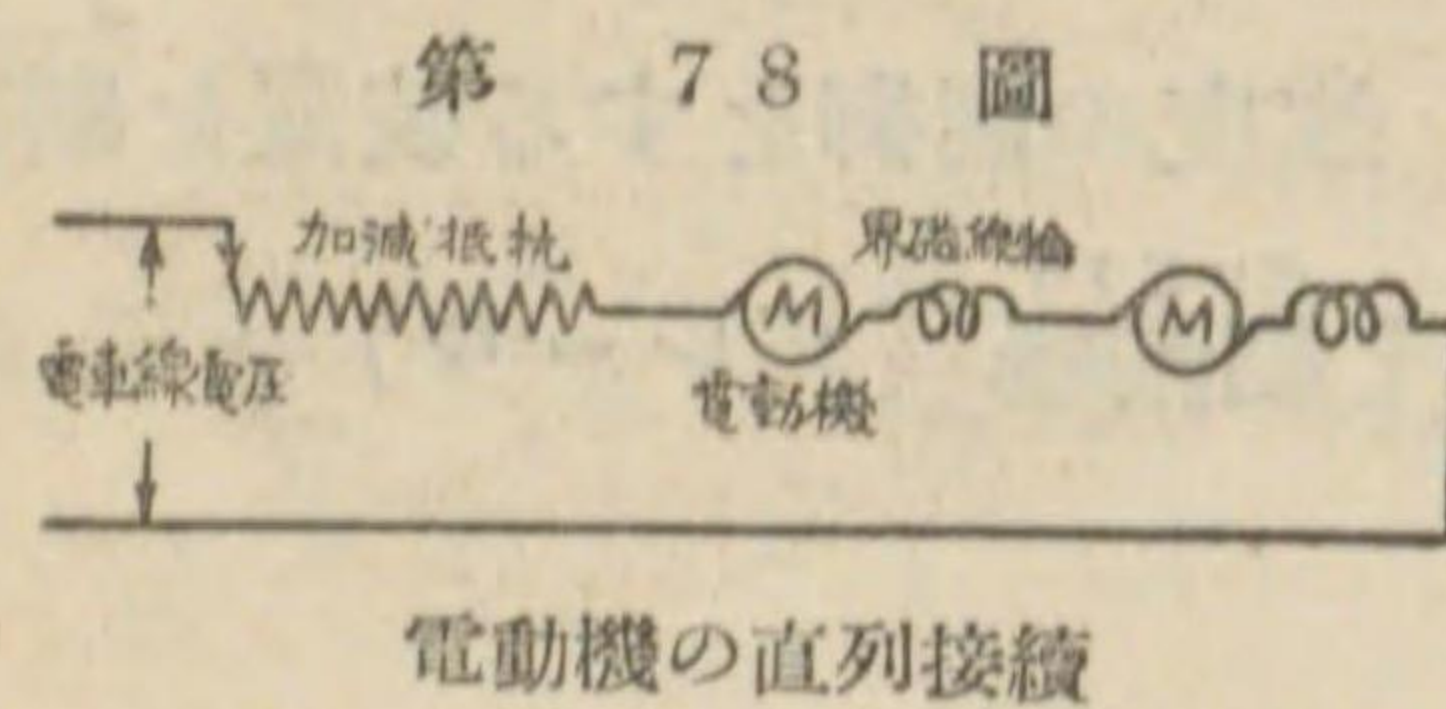
40. 制御法 電車の速度は、一に電動機の廻轉數に關係する。速度の制御は、電動機に加へられる電壓又は界磁の電流を加減して、其の廻轉數を變へる事に依り、其の目的を達するのである。

電壓の加減による制御法には、抵抗制御法と直並制御法と云ふのがあり、界磁電流を加減する制御法には、界磁に分路を設ける

制御法がある。

抵抗制御法と云ふのは、値を變へる事の出来る抵抗を、電動機の回路と直列に接続して、電動機に加へられる電壓を種々に變更し、廻轉數を加減するものである。一般に電車を規定の速度よりも低い一定の速度で走らせる場合には、制御用の抵抗を回路の一部に入れて置く必要があるから、多少の電力損失は免れないけれども、直並制御法と組合はせて、廣く使用されて居る。

直並制御法と云ふのは、二臺以上の電動機を、隨時直列又は並列につなぎ換へて、速度を變へる方法である。電動機二臺の場合に就いて云へば、初め起動の際には、第78圖の様に、互ひに直列に接続して抵抗制御法に依り、次第に抵抗を減じて、電動機がそれぞれ約半分の速度に達した時に、第79圖に示す様に、其の接続を並列に變へ、且つ之れに再び抵抗を直列に入れて置き、更に漸次抵

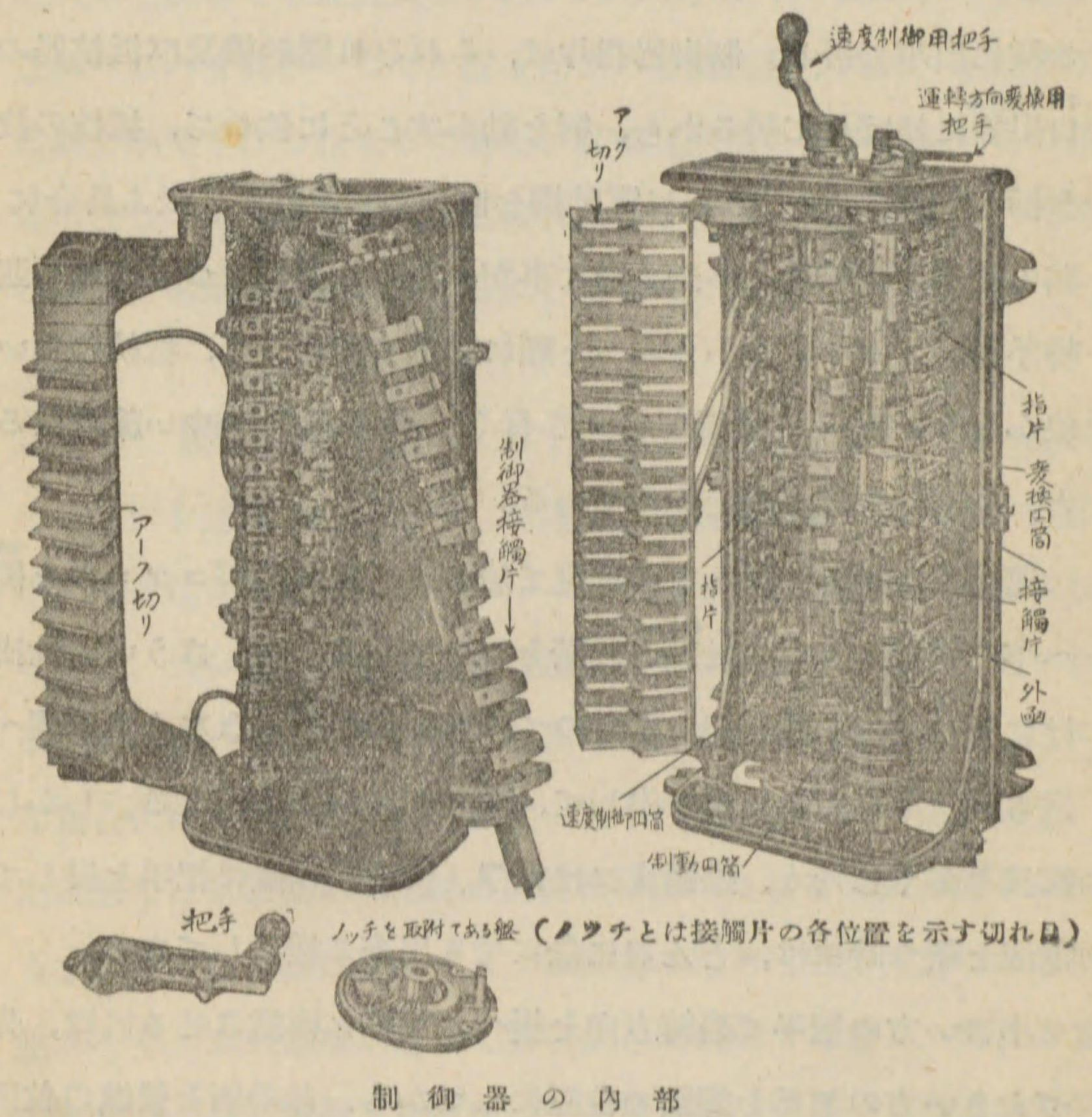


抗を取り去るのである。電動機四臺を有する場合ならば、二個を常に並列に接続して一組とし、其の二組を直並制御法に依つて制御することもあるし、直流高壓式などでは、二臺を常に直列に接続して一組とし、其の二組を直並列に接続して制御する事もある。

41. 制御器 前に述べた様に、電動機を起動し、其の制

御用の抵抗を加減したり、或ひは電動機相互の接続を變更したり、廻轉の方向を變へたりする事の爲めに、電車には運轉手の操作する制御器が必要である。第80圖は制御器の一種で、其の外函

第 80 圖



の蓋を取り去つて、内部を示したものである。此の制御器には大小二つの柄(把手)がある。其の大きい方は速度制御用で、小さい方は方向變換用である。どちらの方にも柄に依つて動かされる軸

(制御圓筒)があつて、圓筒の周圍に**制御器接觸片**と名付くる弧狀の金物が附けてある。又此の接觸片と接觸する**制御器指片**と稱する金屬板がある。何れも硬銅で作られる。接觸片は位置や形がまちまちであつて、圓筒の廻轉により、指片と或る關係で接觸する様に出來て居る。制御器指片は、それぞれ電動機及び抵抗器の口出線くちだしせんに結ばれて居るから、柄を動かすことに依つて、抵抗の抜き挿しを行ふとか、或ひは電動機を直列から並列にと云ふ具合に其の接續を變へるとか云ふ様な事が、出来る様になつて居る。運轉手がハンドルを左から右へと順に動かすに従つて、抵抗の多い線から少い線へと接續が變つて行く。最も抵抗の少い線になると、電車が全速力で走るのである。

運轉手が把手を動かすのを見て居ると、其の軸がコツコツとツカ間へ乍ら廻はる。これは態たいと段階をつけてあるので、さういふ仕掛けにせぬと、一時に澤山廻はつて、強い電流がいきなり電動機へ送られ、電車が急に動き出して、乗客が將棋倒しになる。しかし抵抗を多くしたり、遮斷或ひは**オフ** (off) の位置に把手を戻して電流を斷つ時には、どんなに急にでも出来る様にしてある。

小さい方の把手で廻轉方向を變へ、電車を後進させるには、先づ大きい方の把手を遮斷の位置にしてから、此の柄を後進の位置に廻はし、界磁線輪に對して、電動子線輪の接續を今までと反對にして、電動子電流の方向を逆にすれば良い。此の把手は、運轉手が運轉臺を離れる時に、必らず銘々持つて行く。これは乗客な

どが戯れに動かして見る様な事があるといけないからである。

接觸片と指片とが接觸して居たのを、軸を廻はして離すと、瞬間に大きな電流が切られる爲め、其處に電弧でんこ(アーク)を生ずる。之れを消滅させる装置にもいろいろある。第 80 圖の**アーク切り**と稱へるのも其の一つで、隣り同士の接觸部分の間に、不燃焼性の物で隔壁を作つたものである。又磁氣吹消と云ふのも、その装置の一つであつて、之れは電磁石を設けて強い磁界を作り、磁束の作用で電弧を消滅させる様にしたものである。

42. 總括制御法 多くの電車を聯結して、一人の運轉手が之れを運轉する場合や、高電壓、大電流を要する大型の電動車、又は電氣機關車などでは、一々電動子、界磁線輪、制御抵抗などを、太い電線で制御器に接續する事は面倒でもあり、且つ高い電壓に耐へる大型の制御器を使はねばならぬ不便がある。こんな場合には、電動機や制御抵抗の近くに開閉器を設けて置いて、制御器では單に其の開閉器の開閉だけをやる様な方法を採用。斯うすれば、電車線は高壓でも、制御器の電路は低壓で済むから危険がなく、太い電線が短くて済むから經濟的でもあり、特に多數の電動車を聯結運轉する際には、各車の電動機を一つの制御器を使用して、同時に制御出来る等の便利がある。此の様な方法をそうかつせいぎよほふ**總括制御法**と云ふ。

43. 制動装置

制動装置は、電車を運轉するに當り、最も必要なものであつて、停車の際ばかりでなく、勾配の軌道を下る場合、或ひは運轉中不慮の事故が突發した場合等に於いても、完全な制動が要求されるのである。第二章の第十一節に記載した、昨年七月の東京市に於ける電車衝突の事故も、大曲附近の軌道が、危険を招き易い曲線や勾配になつて居る事が、大きな原因であらうが、制動の装置が完全であつたなら、あれ程の悲惨事にはならなかつたであらう。

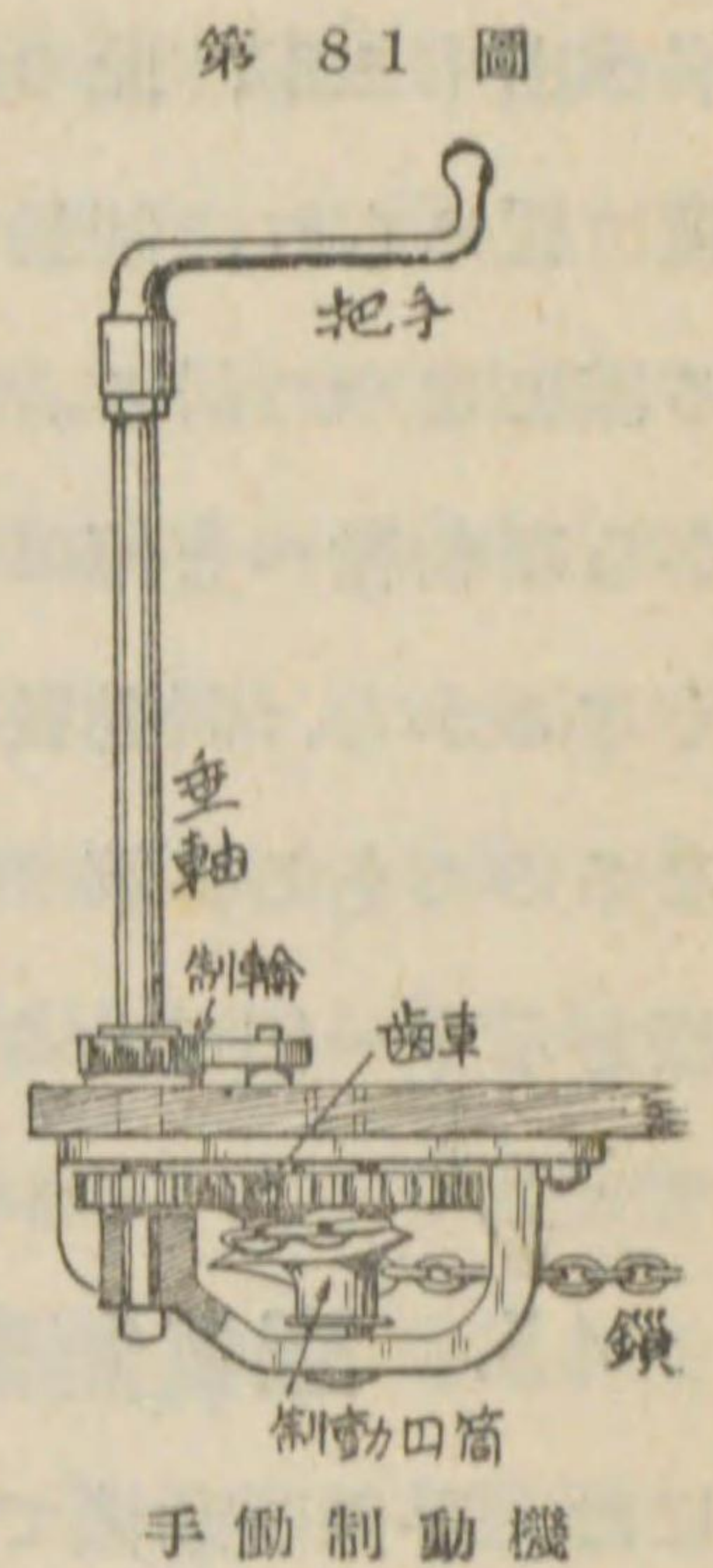
制動を行ふには、電車の正面から、進行の方向に逆らつて、進行に反對する力を加へればよい譯であるが、實際にはそんな事は出来ないから、別な方法で、之れと同じ様な効果のある力を加へて、電車を停める様にしてある。現今最も多く使用されて居る制動法は、次ぎの三種である。何れにしても制動を行ふには、制御器の把手をオフの位置に持つて來て、先づ電流の通路を斷たねばならぬ事は勿論である。

- a. 手働制動
- b. 空氣制動
- c. 電氣制動

44. 手働制動機

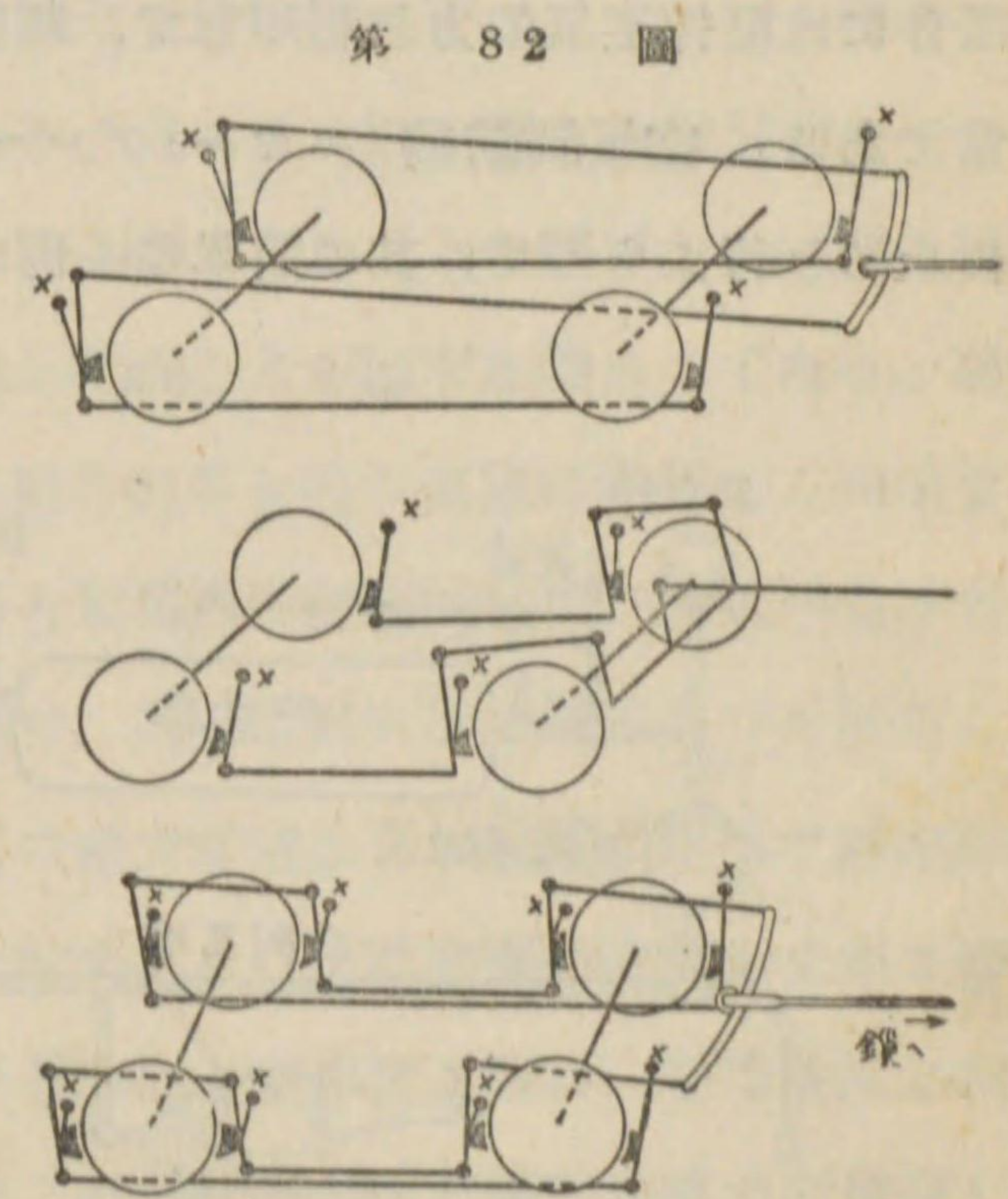
手働による制動は、最も簡單に行はれ、且つ働作も確實であるから、小型の電車や速度の小さいものには、主として之れを使用し、速度の大きな大型の電車でも、他の制動装置を用ひた外に、此の装置を豫備として必ず備へて居る程である。手働制動を行ふ手働制動機（ハンド・ブレーキ）は、

運轉臺に垂直な軸があつて、其の軸に第81圖の様な把手或ひは手車（ハンド・ホイール）が附いて居る。電車を停めようとする時に、運轉手が盛んに廻はして居るのは、此の把手である。即ち此の把手を廻はすと、齒車装置に依つて、鎖の端をつないである螺旋狀の制動圓筒が廻はるから、鎖がそれに巻き附いて、鎖の一方について居る金屬棒を引き寄せる。さうすると棒に連接して居る制動靴と稱する弧狀の齒止めが、車



第 81 圖

輪に押し付けられ、どの車輪も一時に制動靴で押さへ付けられ、其の摩擦に依つて車輪の廻轉が止まる様になつて居る。制動靴は第29圖の車輪の所に見える様なものである。把手を締める時には、鈎の様なものに引掛つて、逆に戻らぬ様に締める



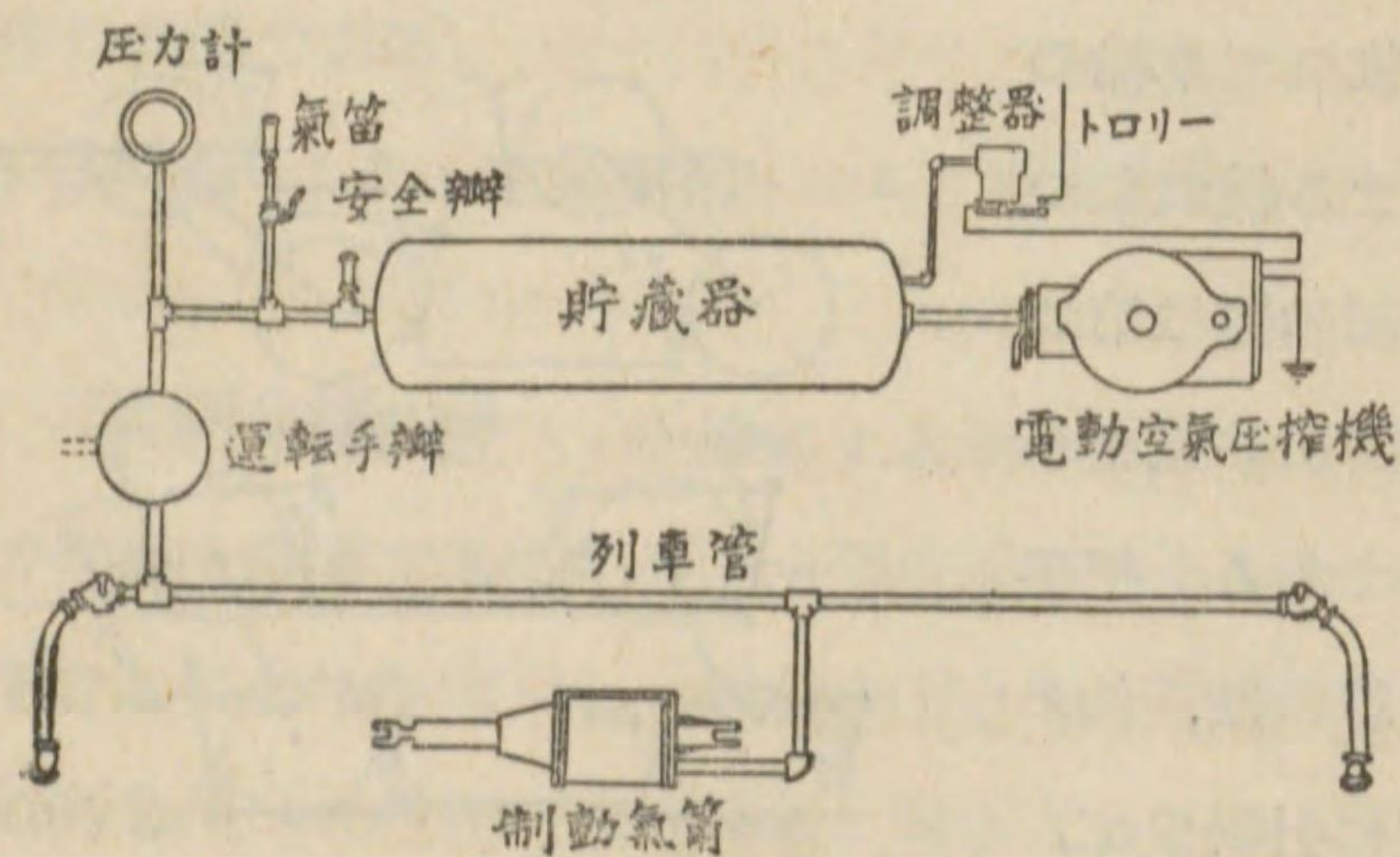
第 82 圖

制動靴を働かせる聯桿装置

事が出来るが、此の鉤をはづせば撥條の仕掛けで軸は元へ戻り、鎖は緩められ、制動靴は車輪の縁を離れて、車輪は自由な身となる様になつて居る。運轉手の力は齒車から鎖へ、鎖から棒へ、棒から制動靴へと傳はる間に、槓桿の理に依つて其の力が益々大きくなるから、制動靴は非常に大きな力で、車輪を押し付ける事になるのである。第 82 圖は、制動靴が各車輪の周を押し付ける有様を示す一例である。制動靴は特殊の鑄鐵で作られる事が多い。

45. 空氣制動機 大きな電車又は列車を運轉する場合には、手働制動機では其の作用が充分と云へないから、此の様な場合には壓搾空氣の力を利用して、制動機を働作させる方法が適當である。空氣制動機(エヤー・ブレーキ)は、壓搾空氣を用ひて齒止めを行ふもので、其の簡単な一例は、第 83 圖に示す通りで

第 83 圖



空氣制動機の關係を示す圖

ある。貯藏器と云ふのは、電車の床下に取り付けられる堅固な鐵の箱で、此の中に空氣をポンプで強く押し込んで貯藏して置く。運轉手が弁の把手を適當な位置に動かすと、壓搾された空氣が此の箱から出て來て、弁を通り列車管から制動氣筒の中へ入つて行く。さうして氣筒内のピストンを強く壓す。さうするとピストンに附いて居る桿が動き、桿につながれてある制動靴が、手働の場合と同じ様に、強く車輪の周を押し付けて、制動を行ふ様になつて居る。壓搾空氣を作るには、別に小さな電動機を備へた電動空氣壓搾機を用ひる。之れは電動機でポンプを廻はして、空氣の壓搾を行ふもので、此のポンプは電車が停まつて居る時でも運轉して居ることがある。吾々の乗つて居る床の下で、ゴトゴト音がする事のあるのが其の音である。尤も此の制動機に故障が起つて、電車を停める事が出来ない様な事でもありと大變だから、別に手働に依つても、制動靴を働かせることが出来る様にしてある。制動をやめる時には、運轉手弁の把手を他の位置に變じて、列車管を外氣へつなぐ。さうすると氣筒内の壓搾空氣は、大氣へ逃げ去り、ピストンは撥條の作用で、元の位置に戻る様になつて居る。

調整器は貯藏器内の空氣の壓力が減ると、撥條の作用で壓搾機の電動機を運轉し、一定の壓力になれば電動機の運轉を止める様な役をする。氣筒は發車其の他の合圖をする時に、壓搾空氣を利用して鳴らす仕組みのもの、壓力計は常に運轉手が壓力の状態を見る事が出来る様にする爲めに備へるものである。以上は電車の

單獨運轉に使用される、最も簡単な装置に就いて述べたもので、列車運轉の場合には、一層複雑な装置が必要である。

46. 電氣制動 直流電動機は、之れを其のまゝ發電機として、使用する事も出来るから、電車の電動機を發電機として働かせ、抵抗で短絡して、運動の勢力を電氣の形に變へて之れを奪ひ、それに依つて制動しようと云ふのが、電氣制動（電氣ブレーキ）の方法である。之れを行ふには、單に制御器の把手を、電動機に電流の通じない位置、即ち**オフ**の位置から、逆に進めればよいのである。

電氣制動の或る種類のものでは、前に述べた抵抗を用ふる代りに電磁石を用ひて、電氣制動を行ふと同時に、電磁石の作用によつて、軌條に吸ひ付き、同時に制動靴をも働作させる様にしたものもある。又長い勾配を下る場合などには、電氣制動を行ひ速度を抑制すると同時に、電動機が發電機となつて働いた爲めに生じた電氣勢力を、電車線に向つて逆に送り返へす様にする場合もある。之れを**回生制御法**と稱する。

電氣制動は作用が敏活であるから、非常用として適當である。

練 習 問 題 VII

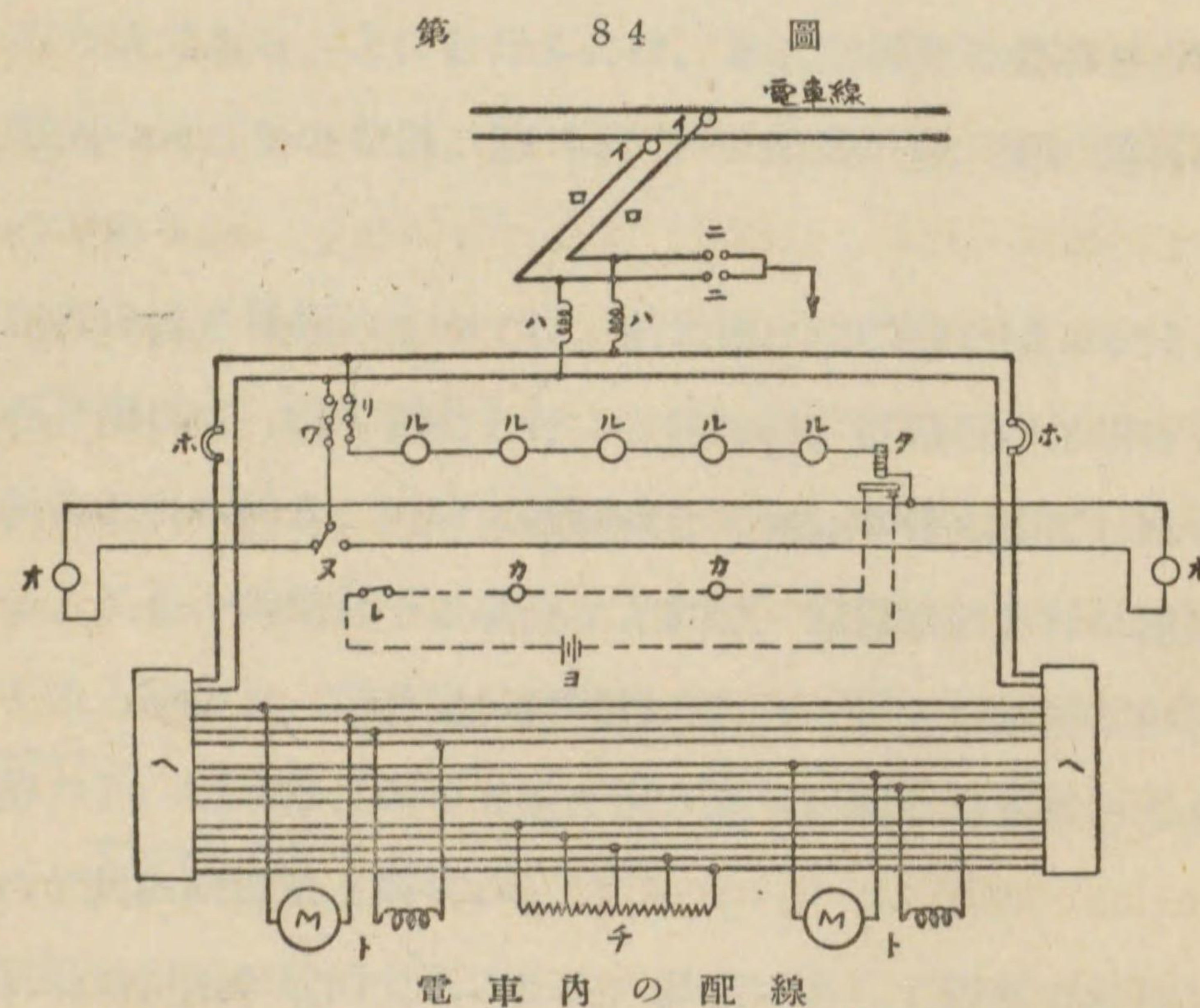
1. 電車が惰方で走つて居る時、之れを止めるには、制御器に依るか制動機に依るか。

2. 電動機を二臺、直列に接続した場合と、並列に接続した場合とを圖示せよ。電動機の記號はマルの中に *M* と書き、界磁捲線や抵抗などは書き添へるに及ばぬ。

3. 手働制動機や空氣制動機は、何處に力を加へて電車を停めるものか。

第八章 電車の運転

47. 電車内の配線 複線架空式の電気鐵道に於いて運轉される、二臺の電動機を備へた電車に、普通設備されて居る電氣的機械器具の接続關係を示せば、其の最も簡単な例は第 84 圖の様なもので、各部の名稱は下記の通りである。



- (イ) トロリー、(ロ) トロリー棒、(ハ) 塞流線輪、
 (ニ) 避雷器、(ホ) 自働遮断器、(ヘ) 制御器、
 (ト) 電動機、(チ) 制御用抵抗、(リ) 電燈回路用開閉器、
 (ヌ) 前燈切換用開閉器、(ル) 車内用白熱電燈、(オ) 前燈、

- (ワ) 可鎔安全器、(カ) 豫備燈、(コ) 豫備燈用蓄電池、
 (ク) 豫備燈用繼電器、(ケ) 豫備燈回路用開閉器。

單線架空式ならば、(イ)(ロ)(ハ)(ニ)が各一個宛なのが違ふだけで、他は全く同じである。ただ電路の他端は車輪に接続される。

聚電子から入つて來た電流は、^{そくりうせんりん}塞流線輪 (チョーキング・コイル) と稱する、銅の棒をグルグル巻いた雷避けの線輪を通り、電磁自働遮断器 (サーキット・ブレーカー) と云ふ過大の電流が通ると電路を断つて、電動機や車内の設備を保護する役をする装置を経て制御器へ行く。制御器は前後の運轉臺に一個づゝ備へ付けられ、一方を使用する時には、他方の制御器は悉く接続を断つて置くのである。二つの制御器の間には、太い電線が布設してあつて、それに電動機の電動子や界磁線輪、及び抵抗器等が適當につながれて居る。制御器の操作によつて、其の内部でこれ等の電線が巧みに接続され、電流は電動機や抵抗を通つて、他の一本の線から歸る様になつて居る。

電磁自働遮断器は、通例運轉臺の傍らの、運轉手や車掌の手が届く様な所に取付けられる。聚電子から入つて、塞流線輪へ行く間に、分岐路を設けて、之れに避雷器が装置される。塞流線輪と避雷器とは、兩者相俟つて、雷による災害を防ぎ、若し雷がやつて來たなら之れを大地へ導いて、其の任務を果たすのである。

48. 電車内の點燈 電車内の電燈は、白熱電燈を使用し、之れを第 84 圖のル及びオの様に接続し、電車線の電壓で點燈する。電車線の電壓は一般に高いから、例へば 600 ヴォルト位であるならば、100 ヴォルト用の電球を六個直列に接続して點燈するとか、或ひは六個直列にしたもの二組を並列に接続して、十二個を點燈するとか云ふ様な具合にする。そして適當の場所に、可鎔片と開閉器とを備へる。

電車の電燈は車内を照らすものばかりでなく、進行する方向を照らすものも無ければならない。此の前方を照らすものを前燈（ヘッド・ライト）と稱する。之れは電車の前後兩方にあるから、孰れか一方、進行する方向のもののみを點燈する事が出来る様に、切換開閉器が備へてある。

斯様に電車線から電流をとつて點燈すると、停電の時や、電車が交叉子の下を通過する時などには、眞暗になつて了ふ事になる。此の不便に備へる爲めに、常用燈の外に豫備燈を設けて置いて、電路が斷たれると、^{かんはつ}間髪を入れず^{けいでんき}繼電器（リレー）と云ふものの作用で、豫備燈と蓄電池との回路が閉ぢられる様になつて居る。それだから常用燈が消えるや否や豫備燈が點火し、常用燈が點火すると忽ち豫備燈は消える。繼電器は電磁石の作用を應用したもので、常用燈と直列につなぐれ、常用燈の點火して居る間は、豫備燈回路の軟鐵片を吸引して居るが、電燈回路の電流が斷たれると、軟鐵片は自分の重量で直ぐに落ちて、豫備燈回路を閉ぢる

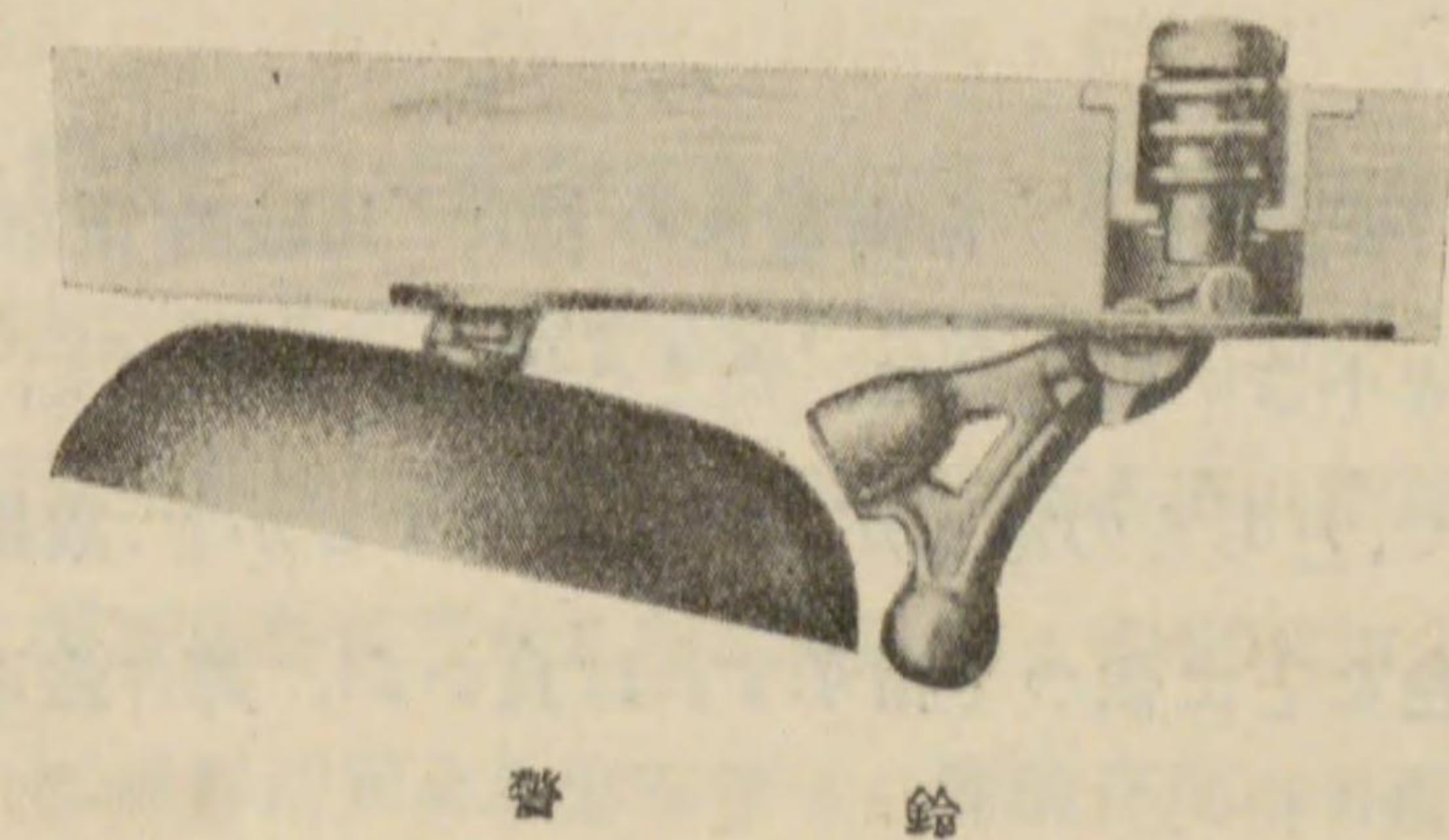
様になつて居るのである。

電車内に暖房の設備をする場合にも、電燈と同じ様に、何個かの電熱器を直列に電氣回路に入れて、使用するのが普通である。

49. 信號鈴及び警鈴 運轉手と車掌とが、お互ひに前後の運轉臺に居て、發車や停車の合圖をするとか、或ひは車掌が車内から運轉手へ信號するには、鈴を備へて置いて之れを用ひる。車の前後に通じて居る紐を引張つて、此の鈴を鳴らす方法もあり、又電鈴を使用して、押釦を押し、電池からの電流に依つて鳴らす方法もある。これ等のものを總稱して信號鈴と云ふ。聯結運轉では必ず電鈴に依る事が必要である。

公道上を運轉する電車では、公衆の注意を促がす爲め、^{うな}壓搾空氣を用ひて氣笛を鳴らす事もあるが、運轉手臺の床下へ第 85 圖の様な鈴を取付け、運轉手が足で之れを踏鳴らす様にする事もある。此の鈴を警鈴と稱する。

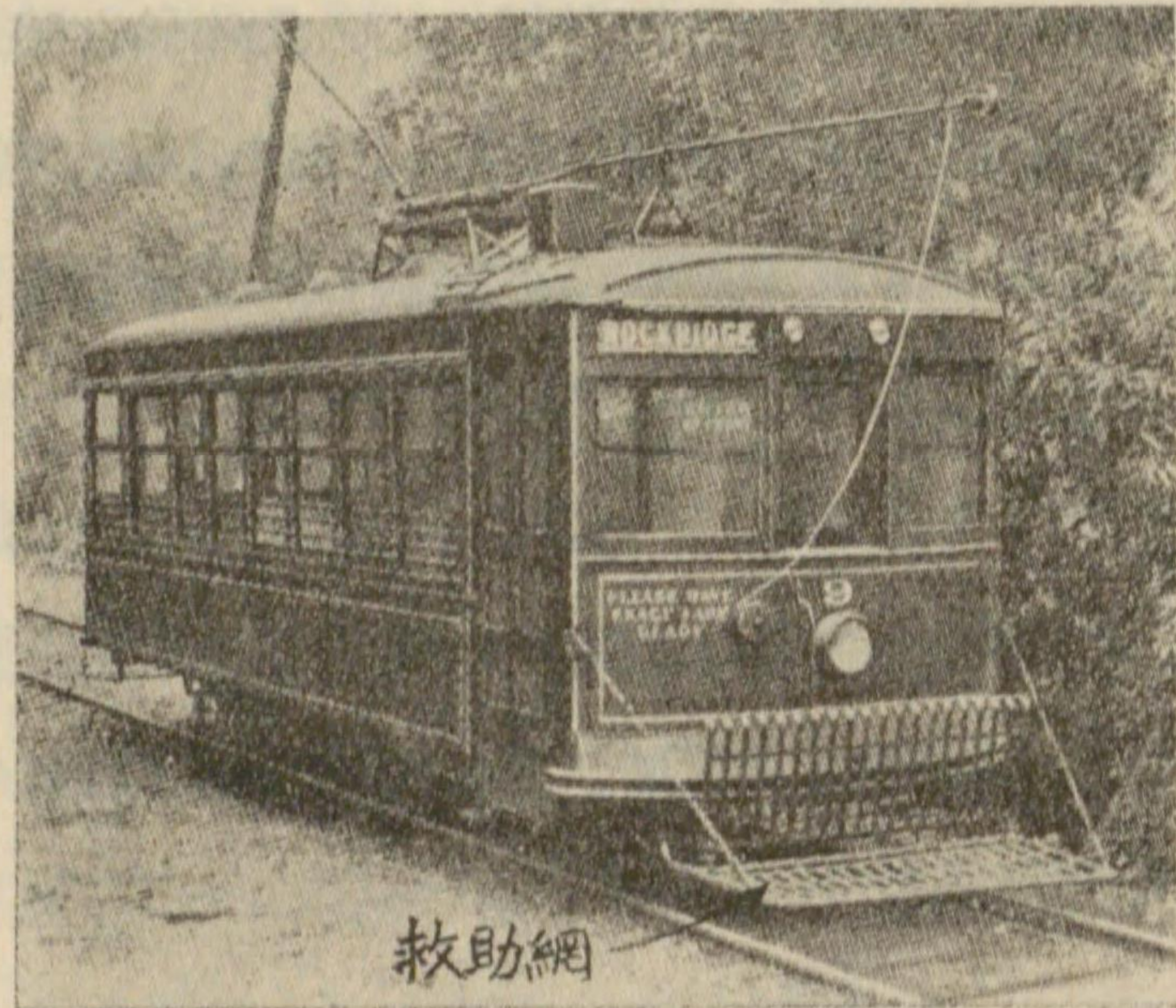
第 85 圖



警 鈴

50. 救助網 救助網は、第 86 圖の様に、電車の前部に装置されるものである。之れは軌道内の人畜其の他の障害物を、掬ひ上げる目的で設備する。其の構造は種々様々である。高速度のものには之れを備へても効力が少いし、低速度のものでも敏活な制動を行ふ事が出来れば、無くても差支へがないから、用ひない事もある。

第 86 圖



救助網

救助網を備へた電車

51. 保安法 市街電車の様に、比較的電車の重量も軽く、速度も小さい場合には、たとへ運轉が頻繁でも、交叉點或ひは分岐點で、どちらの電車が先きに進行するかを、旗振りか或ひは電燈の光色などに依つて指示すれば良いが、郊外鐵道其の他の様

に、電車の重量も多く、速度も大きい場合には、危険を認めて即座に制動を始めても、オイソレと直ちに停まるものではない。ピタリと停まる迄には相當の距離を走るものである。従つて危険の機會も多いから、確實な保安法を講じなければ、安全を期する事が出来ない。特に單線軌道に於いて、其の必要を痛切に感ずるのである。

簡単なのは豫め時刻表を作つて、適當な所に待避線を設ける事であるが、餘程運轉の呑氣な鐵道でないとは不便である。又蒸汽鐵道の單線の部分で採用して居る様な、タブレットと稱する通票を區間に依つて定めて置いて、之れが無ければ其の區間を通過出来ない様にする場合もある。一つの區間を電車が走行中である事を其の區間の前後兩端に電燈を設けて、それによつて表示する方法もある。此の電燈の點滅は手働でも又自動でも行ふ事が出来る。

單線軌道は勿論、複線軌道でも、停留場の入口などには、電車の出入を支配する爲めに、信號機（シグナル）を設けるのが普通である。

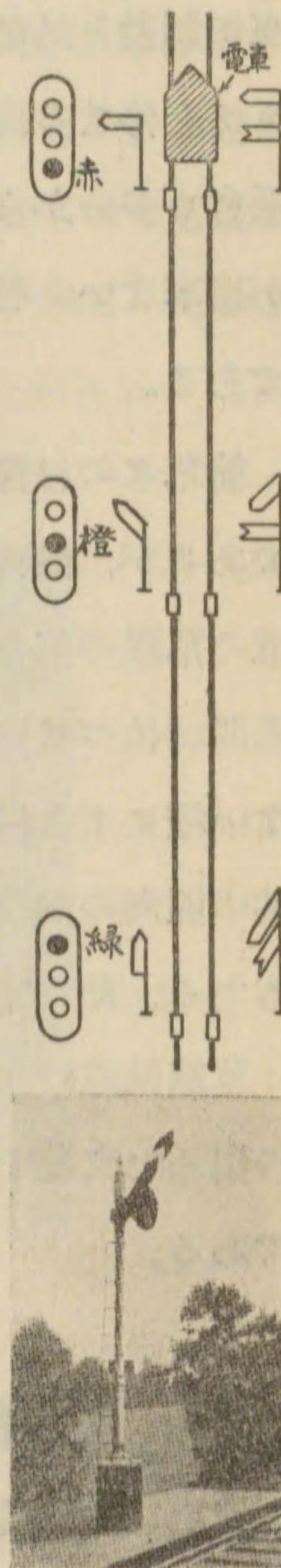
52. 信號機 信號機の表示には、晝間は木製の信號腕を使用し、夜間は電燈の光色で區別して居るのが多い。近頃は次第に晝夜共電燈の標色に依らうとする傾向がある。信號腕を用ひる場合には、腕が水平になつて居れば危険、45度又は60度だけ下の方へ傾いて居れば安全を意味する。電燈を用ひる時には、赤

色が危険、即ち通行禁止を意味し、緑色が無難、即ち其の区間に進行しても良い、と云ふ事を意味するものである。

運轉回数の多い場合には、一つ置いて先きの区間の分まで表示する方法を用ひる事がある。之れは安全と注意と危険との三種に分け、其の区間に電車が居れば危険を、其の次ぎの隣の区間に居れば注意を、どちらにも居ない場合には安全を示す様にしたもので、危険は赤色、安全は緑色、注意は橙色と云ふ様に區別して居る。腕を用ひる場合ならば、水平が危険、45度上向きが注意、垂直が安全と云ふ具合にするか、或ひは腕二本を用ひて、二本共水平なら危険、上の一本が下向きに傾けば注意、二本共下向きに傾けば安全である事を示す様にする。之れを閉塞信號（ブロック・シグナル）と云ふ。第87圖は此の電燈の光色、信號腕一本及び二本を用ひる場合の、三種の方法を示すものである。

これ等の表示を行ふには、人爲的にする事もあるが、運轉回数が多くなると煩に堪へず、又間違ひも起り易いから、電車の運轉の様子に依つて、自動的に信號機を働作させる、自動閉塞信號と云ふ方式が使用されて居る。此

第 87 圖



閉塞 信號法

の電源としては、周波数の多い交流を使ふ。これは電車が或る区間に入ると、兩方の軌道間を車輪と車軸とで短絡し信號腕を用ひる場合ならば、腕を下方へ引き下げて居た力を失ひ、水平になつて危険を示す様になる。電車が其の区間を離れて了ふと、軌條間の短絡が無くなるから、繼電器の作用で腕を安全の位置に保持する、と云ふ様な装置のものである。

實際の信號機は種々の状態に對して、常に安全である様にする爲めに、複雑した装置が必要なものである。

53. 車 庫

車輛を入れて置く建物を車庫と稱する。車庫には車輛や車臺の検査をしたり、一寸した修繕位は出来るだけの設備をする事が必要である。車庫内には検査や修繕を容易にする爲めに、ピットと云ふものを設ける。之れは軌條の下から1.5 m 位掘り下げ、電車を下の方から點検が出来る様にしたもので、混凝土で下床や其の周圍を固めてある。車庫は種々の點に都合の良い場所を選んで作る必要がある。

54. 變電所

電車線に電流を供給するには、發電所から直接饋電線に送電する事もあるが、多くは發電所で發生した高壓又は特別高壓の交流を變電所に送り、變電所で低壓又は高壓の直流に變へて電車線に送るのである。變電所の數や位置は、電車線の電壓降下を一定の範圍内に制限が出来る様にすると共に、一

方建設費や線路費、運轉の状況等をも考慮して定めなければならぬ。電気鐵道の變電所に於いては、多くの場合電動發電機或ひは同期變流機、水銀整流器等のうち何れかを用ひて、交流を電車線に適當する電壓の直流に變へる。又變電所に蓄電池を備へて置いて、負荷の不平均を之れで補ひ、これ等の機械を援助させる様にする事もある。

55. 運轉上の注意

電車を運轉するに當り、注意しなければならない事は澤山あるが、主なる點を挙げると次ぎの通りである。

- a. 起動に際して、餘り早く制御器を動かさぬこと。それは乗客に激動を與へる許りでなく、電動機を損傷し、變電所の出力を大きくする不利益があるからである。
- b. 制動を行ふ時には、必らず制御器の把手を遮斷の位置として置くこと。
- c. 常に信號に注意すること。
- d. 常に制動機の把手から手を離さず、前方に注意を拂ふ事。
- e. 規定の速度で運轉し、不必要な場合に全速力を出さぬこと。斯様なことをすると電力の消費量が増す。
- f. 各部に注意を拂ひ、殊に軸承等の點檢を怠らず、注油をなすべき部分には、油の絶えぬ様にすること。
- g. 各部の機構、殊に制動機の各部は調整を完全にする事。

h. 聚電装置は消耗したり、また働作の鈍ることがあるから、常に點檢して、不良なものは取換へること。

i. 電動機の刷子、電動子と界磁との空隙等は常に點檢し、機械は大事に取扱はねばならぬ。

j. 清潔を旨とし、殊に電氣的機構には塵埃は禁物であるから、充分よく掃除をせねばならぬ。

56. 列車抵抗

電車が運動するに際し、いろいろな力が之れを妨害しようとする。例へば進行する前面に空氣の抵抗を受けるとか、車輪と軌條との間や車軸と軸承との間などに、摩擦による抵抗を受けると云ふ様な類である。これ等のものを列車抵抗と總稱する。

57. 電車の運動

電車の運動は、運轉中に色々變へる。今平坦な直線軌道を運轉する電車に就いて考へて見れば、第一に電車が靜止の位置から、出發して次第に速度を増加する。第二に速度が充分高くなれば、最早や速度を増すことなく、其の速度を保ち乍ら走行する。第三に適當の時に電動機への電流通路を斷ち、惰力を以つて運動を續ける。惰力は列車抵抗の爲めに刻々減らされて、速度は次第に低くなる。第四に制動が行はれ、急に速度が減じて、所定の場所に停車する。此の四つの段階をそれぞれ加速、等速（一定速度の事）、惰走及び制動の時期とする。そ

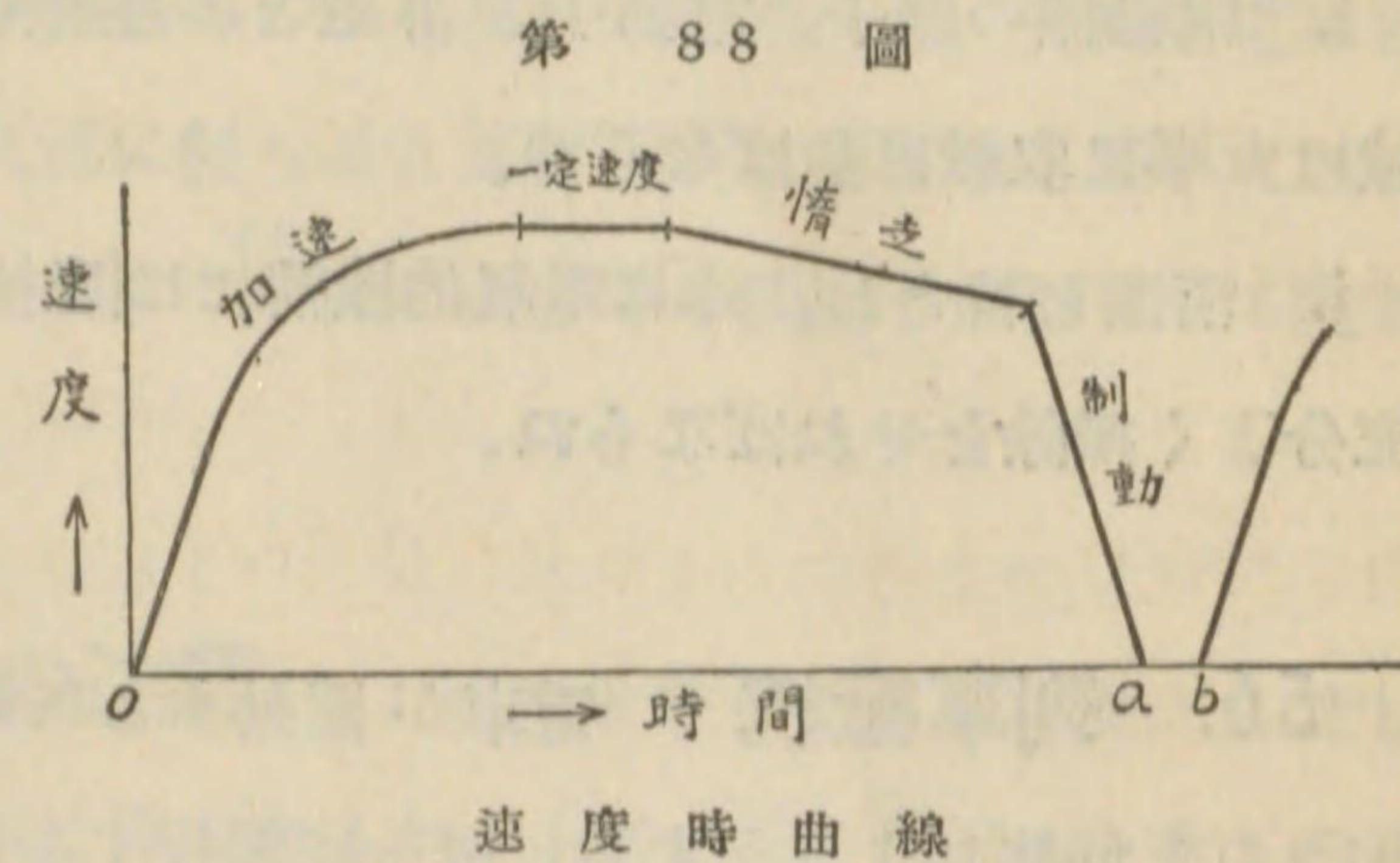
して此の有様を簡単に圖示すれば第 88 圖の様になる。最初速度は一定の割合で増加するが、次第に其の増加の割合が減つて來て等速度となり、

次に惰走と制動とが行はれる。 a と b との間は停車時間を表はすものである。此の様な

曲線は、電車の運轉状態を示すものであつて、これを速度時曲線と名付ける。

加速の時期には、電車は最も大きな牽引力を要するもので、電車に供給される電気勢力の一部は列車抵抗の爲めに消費され、残りは速度を増す爲めに費やされる。等速の時期には、牽引力を要することは比較的少く、新らしく電車に供給される勢力は列車抵抗の爲めに消費される。停留場の間が短かければ、等速の時期なしに、加速から直ちに惰走に移ることが多い。實際に於いては、軌道の状態や運轉の有様が複雑であるから、速度時曲線も斯様に單純には參らぬ。

58. 運轉に要する電力 運轉中の電車に要する電力は、電動機の出方に、電動機内の損失、車内の點燈其の他に要す



る電力、及び制御用の抵抗其の他導線中の電力損失などを加へたものである。變電所では更に配電の損失が加はる。運轉の状況其の他の影響により、同じ電車でも差異のある事は勿論であるが、普通は電車を 1 km 運轉するのに要する變電所に於ける電力量の平均を、ワット時を單位として表はすのである。又此の電力量を電車の重量 (噸) で除したものを、ワット時で表はし、これを噸^{トン}キロメートル^{キロメートル}に付幾ワット時と云ふ風に言ひ表はす。此の値は無論種々のものに左右されて違つて來るが、其の概數を擧げると、次ぎの様なものである。

市内電車	噸 ^{トン} キロメートル ^{キロメートル} に付	50 乃至 60 ワット時
市外電車	噸 ^{トン} キロメートル ^{キロメートル} に付	35 乃至 40 ワット時

電車の運轉に要する電力量は、電車の表定速度 (停留時間其の他を加へた實際に要せる走行時間と、走行距離とから求めたもの)、停留場間の距離、停車時間等に依つて異なるばかりでなく、起動の加速度、制動の減速度、齒車の齒數の比、電車線の電壓等に依つても異なるものであるから、電車を經濟的に運轉するには、これ等の點を充分に考究する事が必要なのである。

練習問題 VIII

1. 電磁自働遮斷器は何處に取附けられ、何をするものか。
2. 豫備燈の電源は何か。
3. 蓄電池に依り豫備燈を點ずるには、何の作用を應用して其

の回路を開閉するか。

4. 電燈の光色に依つて信號の區別をする場合、赤は危険を、
緑は安全を示すと云ふ。橙色は何を示すか。

5. 電車が發車して次ぎの停留場で停車するまでに、時間につ
れて其の速度がどんな具合に變るかを、曲線を畫いて頗る簡単に
述べよ。

~~~~~  
〔電氣鐵道 終〕

昭和五年三月十三日第一版印刷  
昭和五年三月十五日第一版發行



初等電氣工學第七卷奥附  
正價 金壹圓六拾錢  
送料 金十六錢

編輯兼發行者 電機學校  
代表者 加藤 靜 夫  
印刷者 前田 宗 松  
印刷所 文 成 社  
東京市神田區表神保町十番地

發行所 電機學校  
東京市神田區錦町二丁目二番地  
電話 神田(25) 1121-1124番  
振替口座 東京 13184番

特約販賣所

大 合 館 東京日本橋區根橋二丁目五  
電氣之友社 東京京橋南金六町六 電氣之友支社 大阪北區堂島中二丁目  
オーム社 東京神田錦町三の一八 オーム社出張所 大阪北區堂島ビル内



# 初等電氣工學叢書正價表

|     |        |                                 |
|-----|--------|---------------------------------|
| 第一卷 | 電氣磁氣測定 | 本文 366 頁 口繪付<br>正價 參圓 送料 廿二錢    |
| 第二卷 | 電氣機械   | 本文 240 頁 口繪付<br>正價 二圓二十錢 送料 十八錢 |
| 第三卷 | 水力發電   | 本文 217 頁 口繪付<br>正價 一圓九十錢 送料 十八錢 |
| 第四卷 | 熱力發電   | 本文 234 頁 口繪付<br>正價 二圓 送料 十八錢    |
| 第五卷 | 送電配電設備 | 本文 248 頁 口繪付<br>正價 二圓二十錢 送料 十八錢 |
| 第六卷 | 光電燈照明  | 本文 228 頁 口繪付<br>正價 二圓 送料 十八錢    |
| 第七卷 | 音電氣鐵道  | 本文 174 頁 口繪付<br>正價 一圓六十錢 送料 十六錢 |
| 第八卷 | 力機械學   | 本文 219 頁 口繪付<br>正價 一圓九十錢 送料 十八錢 |

出版圖書目錄進呈

財團法人 電機學校 東京神田錦町二丁目  
電話 神田 1121-4  
振替口座東京 13184

## 特約販賣所

六合館 東京日本橋區吳服橋二丁目五番地

オーム社 東京神田錦町三の一八 オーム社出張所 大阪北區堂島ビル  
電氣之友社 東京京橋南金六町六 電氣之友支社 大阪北區堂島中二丁目

## 初等電氣工學 第一卷 電氣磁氣・測定 内容要目

**磁氣** 磁石——同極反撥，異極牽引——指南の理——磁性體——磁氣誘導——磁界——磁力線——磁線は環狀——磁線の性質——磁線の吸收——磁氣分子説——磁氣誘導の説明——磁氣飽和——残留磁氣——磁石の製法——磁氣保存法——〔其他〕

**電氣** 導體と不導體——二種の電氣——電氣量——顯電器——靜電誘導——遊離電荷と牽束電荷——〔中略〕——電氣分布——尖端漏洩——雷——避雷針——電流と水流の類推——電流の方向——電位——電壓——靜電容量——蓄電器

**電流及電池** 電流の作用——電池と起電力——成極及局部作用——各種電池——標準電池——電路——連續電流の環狀電路——電流單位のアムペア

**抵抗及絶縁** 物質，長さ，切口との關係——溫度の影響——抵抗標準器——絶縁抵抗

**オーム法則** 電流，電壓より抵抗の計算——抵抗，電流より電壓の計算——〔其他〕

**直列及並列** 直列，並列，直並列の合成抵抗——分路——短絡——〔中略〕——電流計及電壓計の接続——電池の接続——直列，並列，直並列の電池の外部電流

**キルヒホッフ法則** 電流，電壓降下及起電力の正負——キルヒホッフ法則と應用例——ホキートストン・ブリツヂの原理——抵抗箱及抵抗器

**電力量及電力** 仕事の能力——エネルギー不滅——ジュール法則——電熱器，白熱燈，可熔片——弧光——電氣爐及融接——電力量——電力——〔其他〕

**電流の磁氣作用** 電流による磁線——右螺子規則——線輪に應用——磁線電流の相互作用——フレミング左手三指規則——二電流の相互作用——アムペア回數——電磁石——電信機——電鈴——導磁率——BH曲線——ヒステリシス

**電磁誘導** 磁線を切る導體の起電力——フレミング右手三指規則——レンツ法則——相互，自己誘導——交番電壓，交流——發電機——誘導線輪——變壓器——渦流

**電氣化學** 電解——ファラデー法則——ヴォルタメーター——電解應用——蓄電池

**熱電氣** 熱電流——熱電堆——熱電高溫計——熱檢流計及熱電流計

**真空放電** 陰極線——電子——X線——原子説及電子説——電子現象の例

**交流の概要** 交番起電力の發生——交流波——周波數——實效値——平均值

**交流電路** 抵抗，自己インダクタンス又は容量のみある電路——抵抗と自己インダクタンス及容量と直列又は並列にある電路——交流の電力

**三相式電路** 三相起電力——三相結線——三角，星形結線の電壓，電流——三相電力

**檢流計** 測定法及測定器——檢流計と振れ——携帶用計器——分流器——〔其他〕

**抵抗測定** ホキートストン法——電壓降下法——絶縁試驗——メツガー——〔其他〕

**電壓計及電流計** 構造と動作——分類——可動線輪型——電流計型——變成器

**電力測定** 電壓計及電流計法——指示電力計——單相及三相電力測定——力率測定

**雜測定器** 周波計——力率計——同期檢定器——檢漏器——自記計器

〔正弦波交流，交流のベクトル表現法，電位差計，電力量測定の四章内容省略〕



初等電氣工學 第二卷 電氣機械 内容要目

直流發電機總說 發電裝置—各部名稱—誘導起電力—右手三指法則—起電力變化—交流發電機—整流子原理—負荷—高温度の害—耐量—銘板

直流發電機構造 界磁—發電子—鐵心—絶緣—整流子—刷子

直流發電機理論 自勵發電機—直捲發電機—分捲發電機—界磁抵抗器—複捲發電機—誘導起電力と端子電壓—發電子反作用—反作用防止法と補極

直流發電機特性 殘留磁氣—磁化曲線—直捲、分捲、複捲機の變動率—〔其他〕

直流發電機運轉法 運轉前及運轉中の注意—故障—分捲機の並列運轉

直流電動機總說 發電機と電動機—負荷—左手三指法則—直捲、分捲、複捲機

直流電動機理論 起電力と電流—廻轉力—廻轉速度—反作用—方向轉換

直流電動機特性 速度變動率—直捲、分捲機の特性—能率

直流電動機使用法 据付—起動電流制限—解放器—速度制御—取扱〔其他〕

交流發電機原理及構造 要素—種類—勵磁機—極數と廻轉數—界磁及發電子構造—タービン交流機

交流發電機理論 誘導起電力—星形と三角形の結線—三相機の電壓と電流—耐量—發電子反作用—自己誘導—力率—端子電壓—電壓調整法

交流發電機特性 磁化曲線と短絡特性—變動率曲線—能率

交流發電機運轉法 單獨と並行運轉—單相と三相の同期檢定—並行運轉順序

變壓器總說 變壓器の概略—變壓器の價値

變壓器構造 分類—内鐵型と外鐵型の構造—油入式と油入水冷式

變壓器理論 勵磁電流、一次と二次の起電力—二次と一次の負荷電流—誘導起電力—端子電壓—捲數比—變動率—力率—損失と能率—全日能率

變壓器結線 結線法の意味—單相結線—中間口出—三相結線— $\Delta\Delta$ —Y— $\Delta Y$ — $Y\Delta$ —V結線—並列結線—極性

特殊變壓器 三相器—單捲器—變流器—試驗用變壓器—電鈴用變壓器

變壓器使用法 据附—乾燥

三相誘導電動機原理及構造 廻轉磁界—同期速度—固定子及廻轉子

誘導電動機理論及特性 廻轉數と滑り—無負荷及勵磁電流—起電力と負荷電流—力率と能率—出力と電流—廻轉力と滑り

誘導電動機起動及速度制御 起動裝置—星形三角形開閉器—起動補償器—起動抵抗器—速度制御法

誘導電動機使用法 据附—運轉—方向轉換—檢查と手入

誘導發電機其他 誘導發電機—單相誘導機—交流整流子機—電壓調整器

同期電動機 原理—V曲線—起動法—同期變流機—其他

初等電氣工學 第三卷 水力學、水力發電 内容要目

緒論 水力と火力—水力發電所—水力電氣の研究

液體壓力 物の状態—壓力—器壁に働く壓力方向—パスカル原理—水壓機—液内壓力—重さによる水壓—比重—比重Sの液壓—容器底の壓力

氣體壓力 ボイルの定律—大氣壓—トリチェリーの實驗—標準氣壓—眞空—眞空度—氣壓計(晴雨計)—土地高低と大氣壓の強さ—液體及金屬壓力計—ゲージ壓力と絶對壓力—サイフォン—吸揚及押上ポンプ—ヒストン型及ゲーデー廻轉型空氣ポンプ—水銀ポンプ

液體の浮力 浮力—比重測定

水平作用 連通管—毛管現象—水平器—水平器狂ひの正し方

水の流動 流量—流速—水流の連續性—噴水速度—流速と水壓—霧吹

水力パワー 落下水の仕事—落差—水力パワーの計算—能率

衝動水車 衝動水車の働き—噴管と針狀瓣—バケット—外被—バケット内の水の運動—水量調整—能率—水車型式—用途—運轉注意

互動水車 導水瓣、ランナー、ケーシングの材料—導水瓣の開き—能率—ランナーの種類—吸出管—渦巻水車—堅軸單車—据附注意—フロベラー水車

速度及水壓調整 廻轉速度の一定—調速機の構造と動作—速度變動率—調速機の閉鎖時間と注意—水壓上昇—水壓調整器—波動水塔

水車附屬設備 水車の主要瓣—側路瓣—水車と發電機との連結

水壓管 種類—鋸接管—銲接管と其長所—管内水速—管の支持—鐵管接續—膨脹継手—ポンプ継手とマップ継手—水壓管附屬設備—フラップ瓣—空氣管—ドレーン、ヴァルヴ—水壓管に働く力—水壓管の注意

水路一般 區分—盛土と切取—水路勾配—水路内流速—開渠側壁勾配—隧道形狀—混泥土工事—導坑—機械掘と手掘—隧道工用電氣工作物

堰堤、取入口、其他 落差の作り方—堰堤目的—材料による分類—土造、木造、石造、鐵筋混泥土造—取入口と水門—取入口位置—力の働きによる堰堤分類—輾動堰—沈砂池—角落—魚道と流木路—灌溉用水—取入口注意

水槽附屬設備、貯水池と調整池 水槽と水門—廢除スクリーン—餘水吐と餘水路—土砂吐—サイフォンダム—餘水の注意—水槽位置—貯水池と調整池

發電所一般 位置選定—水壓管と機械の配置—電氣工事設計—機械購入

機械据付と試運轉準備 機械運搬—据附準備と實施—土木工事落成—水路通水—水管水車に通水準備

試運轉と竣工検査 水管、水車に通水—水車の空轉—豫備試驗—水抵抗器—發電機乾燥—落成検査準備—通信省検査—調速機試驗—絶緣試驗〔其他〕



初等電氣工學 第四卷 熱學、火力發電 內容要目

溫度及熱 溫度の標準—寒暖計—最高寒暖計及最低寒暖計  
熱の移動 傳導—對流—輻射  
物體の膨脹 長さ、體積の膨脹—液體、氣體の膨脹—氣體容積と壓力、溫度  
熱量 單位—熱容量—比熱—氣體の比熱—熱量計算と比熱測定  
状態の變化 融解—合金の融點—凝固—寒劑—氣化と蒸氣—沸騰—飽和蒸氣—氣化熱—水蒸氣の性質—液化—臨界溫度—濕度〔其他〕  
火力 熱量と仕事量及動力—燃料—火力發電所の概念、諸設備、熱能率  
蒸汽機關 用途と構造—ピストンとパッキング—偏心輪—滑瓣の運動—汽筒内の壓力線圖—機關馬力—インヂケートル線圖—蓄勢輪と調速機〔其他〕  
蒸汽タービン 起源—蒸汽作用上の區別—衝動タービン—ノズル—單式—多段式—ラトー型とカーチス型—反動タービン—パーソンズ型—衝動反動併用タービン—パッキング—押し軸承—非常用調速機〔其他〕  
凝汽裝置 凝汽裝置の利益—噴射凝汽器—表面凝汽器—凝汽用冷却水—蒸汽と水の循環—凝汽設備の配置—噴射型と表面型との優劣  
給油裝置 給油の必要—滑油—良好滑油の要件—給油法—給油量  
汽罐 一般構造—分類—圓筒形汽罐—多管式—水管式—マブコック・エンド・ウキルコックス汽罐—タクマ式汽罐—過熱器—水管式と他式との優劣—火床面積と加熱面積—汽罐能率—汽罐容量—汽罐取付品—閉塞瓣—壓力計—水準計—安全瓣—給水逆止瓣—吹出瓣又はコック  
石炭の取扱及燃焼 給炭法—手焚用火爐—自動給炭機—給炭機の種類—運炭及除灰裝置—粉末炭燃焼裝置  
通風裝置 通風の必要—自然及人爲通風—煙突と煙道—不良通風の影響  
罐水及温水裝置 罐水—垢殻—汽罐腐蝕—給水の處理—温水裝置—節炭器—排汽温水器—温水裝置選擇—汽罐掃除—汽罐破裂  
補助機 種類—唧筒—動力  
諸管設備 管の敷設—螺子接續管—フランヂ接手管及接續面—管の種類—汽水分離器—スチーム・トラップ—管支持及膨脹接手—管被覆  
内燃機關 原理—燃料—燃料と空氣の混合及壓縮—四サイクル機關—二サイクル機關—瓦斯機關—一般構造—點火裝置—電氣點火—氣筒冷却—起動裝置—消音器—石油機關—デイゼル機關と燃料注入法—〔其他〕  
瓦斯發生裝置 原理—壓力瓦斯—吸入瓦斯  
火力原動機選定 各種原動機の優劣—本邦發電所の變遷—發電所位置選定—熱損失分布—實例

初等電氣工學 第五卷  
送電配電、電氣設備

內容目次

總論 練習問題 I  
屋內配線其一 緒論—電線—電線接續法—碍子類—線通—テープ—自動遮斷器—開閉器類—計器類—電燈器具の種類—電燈器具各部の名稱—練習問題 II  
屋內配線其二 配電方式—電線の太さの計算—工事設計法—工事の種類—配線の施工—練習問題 III  
配電總論 緒論—架空式と地中式—高壓配電と低壓配電—電氣方式—電線—碍子—練習問題 IV  
直流配電 電氣方式—電壓降下—二線式單一負荷—二線式分布負荷—三線式の場合—電線の太さの計算—練習問題 V  
交流配電 電氣方式—電壓降下—柱上變壓器—昇壓器—練習問題 VI  
配電線路の保安裝置 緒論—避雷裝置—高壓と低壓との混觸豫防—過負荷の豫防—區分開閉器—練習問題 VII  
送電總論 緒論—送電系統—送電電壓—電線—練習問題 VIII  
電氣的性質 線路定數—降下率、損失率、能率—電線の太さの計算—練習問題 IX  
機械的性質 碍子—木柱—鐵筋コンクリート柱—鐵柱—鐵塔—支線及支柱—電線の弛度—架空地線—練習問題 X  
地中電線路 緒論—電纜—電纜の布設—電纜の接續—安全電流—電纜の故障—電纜故障の檢出—雜說—練習問題 XI  
電氣設備 緒言—可鎔遮斷器—開閉器—遮斷器—計器用變成器—引外線輪—繼電器—避雷器—各種の線輪—母線—配電盤—變電所—發電所—電氣界の將來—練習問題 XII



初等電氣工學 第六卷  
光學及電燈照明

内容目次

光 發光體—光の直進—像—影—練習問題 I  
反射 整反射—反射の方向—反射角—平面鏡—凹面鏡—練習問題 II  
屈折 屈折方向—屈折率—逐次屈折—全反射—プリズム—練習問題 III  
レンズ 焦點距離—凸レンズ像—像の作圖法—像の位置—像の大きさ—  
蟲眼鏡—凹レンズの像—練習問題 IV  
光學機械 幻燈器—活動寫眞機—顯微鏡—双眼鏡—練習問題 V  
輻射線 太陽光の色—虹—不透明體の色—透明體の色—三色版—二色實  
體寫眞—赤外線—紫外線—輻射線—電磁波—練習問題 VI  
燈火 電燈—燈火の變遷—燈火の要件—點滅の難易—漏電—感電—人  
工光源の色—明るさの加減—明るさの安定—移動—練習問題 VII  
白熱電燈 電燈の種類—硝子球—白熱電燈の原理—電球各部の名稱—電球  
製作順序—空氣抜き—導入線—織條の要件—蒸發—洗濯物が乾く理由—  
昇華—織條の形—練習問題 VIII  
タングステン電球 電球の目印—電球の大きさ—燭光カワツトカ—配光曲線  
—配光曲線の読み方—平均水平燭光—平均球面燭光—電球の黒化—燭光  
の減少—壽命—電壓の變化—電壓と燭力—練習問題 IX  
瓦斯入電球 比消費量—電壓と比消費量—電壓と壽命—經濟的な電球—瓦  
斯入電球—螺旋織條—長頸電球—螺旋織條の垂直配光曲線—球面換算率—  
光束—ルーメン—能率—練習問題 X  
特殊の電燈 弧光燈—ルミネセンス—水銀蒸氣燈—太陽燈—ネオン燈—  
練習問題 XI  
電燈料金 取付申込—引込工費—料金制度—定額制—從量制—綜合制—  
計器使用料—其の他の料金—練習問題 XII  
メートル計算 メートル—メートルの読み方—電力量—電力量の計算—從  
量か定額か—練習問題 XIII  
照明學 輝度—照度—逆二乗の法則—實際の反射—擴散透過—光度計—  
光度計の平衡—傾きの影響—水平照度—携帯照度計—練習問題 XIV  
照明方法 反射笠—和室の電球—擴散照明—半間接照明—工場照明—街  
路照明—飾窓—廣告看板—練習問題 XV

初等電氣工學 第八卷  
力學及機械學

内容目次

總論 力の意義—重力—力の表はし方—仕事—パワー—量の測定—練  
習問題 I  
彈性 彈性—彈性的應用—壓力及び張力—彈性的極限—フックの定律—  
自動秤—練習問題 II  
力の釣合 力の釣合—三力の釣合—力の合成—力の分解—ベクトル—  
力のモーメント—偶力—平行力—重心—物體の釣合—練習問題 III  
摩擦 摩擦力—極限摩擦力—極限摩擦係數—動摩擦力—軸に於ける摩擦—  
轉動摩擦力—摩擦の利益—練習問題 IV  
單機械其一 單機械—挺子—曲挺子—挺子安全瓣—輪軸—カプスタン—  
滑車—組立滑車—ウェストン働差滑車—練習問題 V  
單機械其二 斜面—摩擦ある斜面—楔—ねぢ—ねぢの利用—微動ねぢ—  
マイクロメータ—スクルー—ゲージ—練習問題 VI  
物體の運動 運動—運動の合成及び分解—速度—不變速度運動—速度の單  
位—變速度運動—距離時曲線—不變加速度直線運動—練習問題 VII  
運動の力との關係 運動の第一定律—質量—運動の第二定律—力の絕對單位  
—質量と重さ—力の絕對單位と重力單位との關係—運動量—運動の第三定  
律—衝擊力—練習問題 VIII  
圓運動及び振動 遠心力—軌條の高度—振子型調速機—振子—彈性體の振  
動—時計—練習問題 IX  
迴轉運動 迴轉體—角運動—迴轉力—迴轉力のなす仕事—迴轉に要するパ  
ワー—迴轉體の慣性—練習問題 X  
仕事及び勢力 仕事の單位—仕事の圖示法—パワーの單位—勢力—仕事と  
勢力—靜勢力—動勢力—蓄勢輪—勢力の應—勢力の不滅—機械と勢力  
—練習問題 XI  
動力の傳達 摩擦輪—齒車—齒車の組合せ—齒車の種類—ラック—ウォ  
ーム—調帶—調帶傳達動力—練習問題 XII