

三菱電機

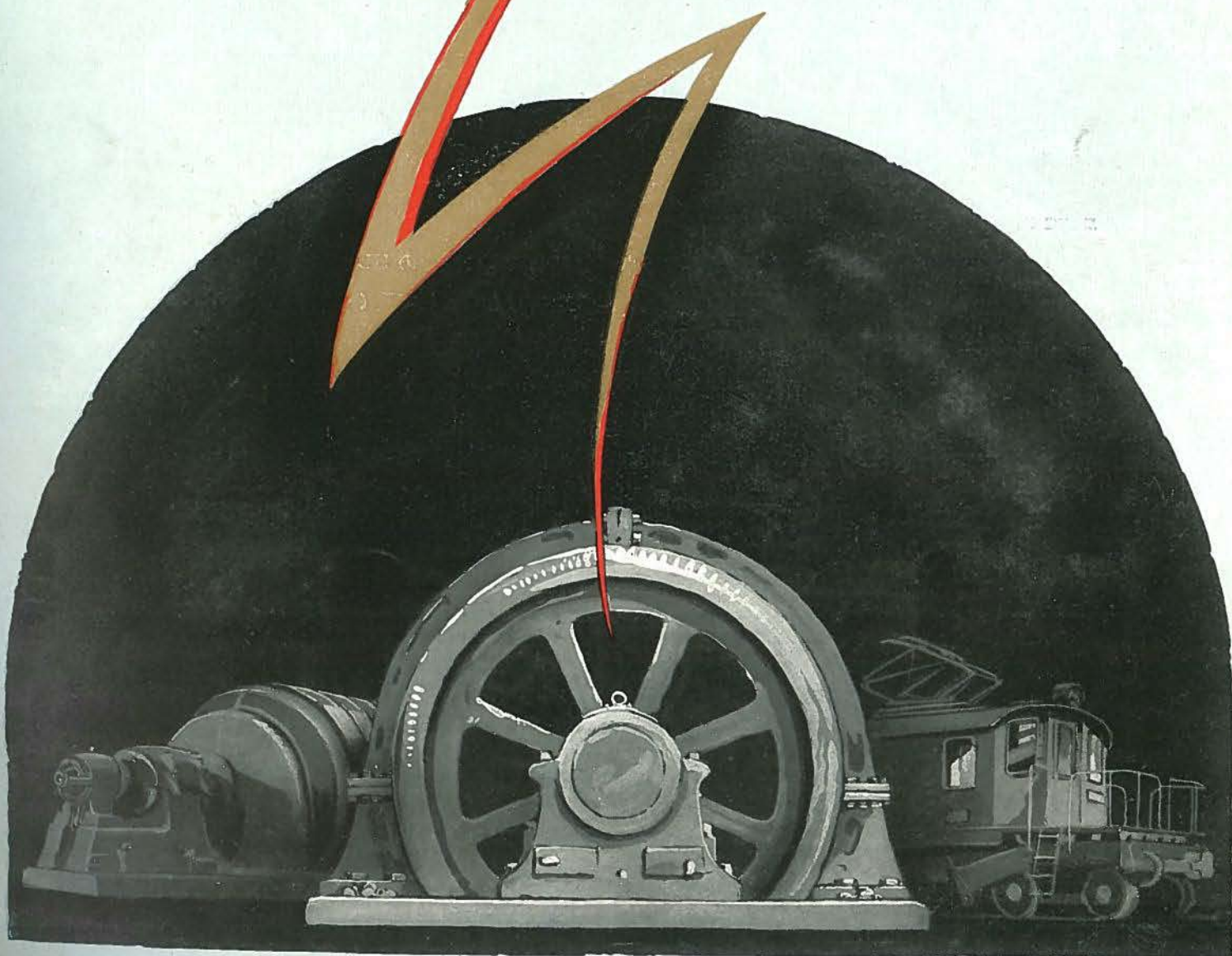
第五卷

昭和四年二月

第二號

神戸有馬電鐵號

	頁
神戸有馬電鐵の工事設計概況	15—20
急勾配電車の制御装置	21—23
變電設備	24—26



三菱電機

第五卷

昭和四年二月

第二號



神戸有馬電気鐵道株式會社社長

山 脇 延 吉 氏

本鐵道開通に當り

神戸有馬間に鐵道を敷設せんとする計畫は遠く四拾有餘年前に於て初めて企圖せられたるものにして其後幾多の機會に於て種々の方策を以て考究せられたる所なり。

然るに神戸市の背後には峻險なる六甲山脈ありて全く交通の途を斷ち從來幾多の撰定せられたる線路あるも悉く其實行不可能のものとして斷定せられたるものなり。

當會社は此等の不成功の歴史を顧みて茲に新しき計畫を樹て二十分の一の急勾配線路を設け之に特種の施設を有する電動車を運用して此難關を征服せんことを此目的の下に線路選定の調査講究に着手したり。

然るに路線の決定は比較的容易に其方針を確立するに至りしが此急勾配線に於て所期の急速度を以て所期重量の車輛を事なく運用するに足る車輛設備と電気設備とを求むる事は極めて慎重なる研究を要するものなる事を慮り茲に當社は斯界の重鎮たる三菱電機株式會社に此計畫に對する電気機械一切に關する設計と製作を依頼することとせり。

幸にして諸般の準備を整へ短日月に完成し去る十一月廿八日を以て神戸有馬間十二月十八日を以て唐櫃三田間の營業を開始したり。

當社本線に對する計畫は大に效を奏し此急勾配に對する登攀下降極めて圓滑に運轉することを得其成績の甚だ優秀なる一方策たりし事を實際に立證することを得たり。

即當社は急勾配の交通機關に對し其速度に於て又其重量に於て強大なる輸送力を附與し得る事を證明し將に本邦に於ける急勾配線に對する難問題を實際に解決せしものと自負すると共に當社は本計畫に對する三菱電機會社に於て擔當せられたる各種電気設備に對し其設計製作の宜しきを得たる事も本事業の達成に一大要素たりし事を確信し茲に謝意を表するものなり。

神戸有馬電気鐵道株式會社
専務取締役

本 間 英 麿



神戸有馬電鐵湊川驛は神戸市電と湊川公園で連絡して居る。停車場の上は湊川公園であつて、地下線で約六丁程を西走して地上に出る

神戸有馬電気鐵道の工事設計概況

電氣鐵道課 星 恒 雄

昭和二年十一月廿八日から神戸有馬電気鐵道は華々しく神戸有馬間を開通した。超えて十二月十八日には此の有馬本線の中から分岐して山陰福知山本線三田驛に通ずる三田支線を開通し、茲に多年我々が望んでやまなかつた山陽、山陰兩線を連絡するこゝなつた。

抑々有馬の地は遠く神代の昔、大己貴、少彦名の二神の見出された處に傳へられ、我國三大温泉の一として古くから多數人士の愛で來つた所であるが、その交通は比較的不便で、大阪から神崎驛を経て山陰線三田驛に至り、此處で有馬線に乗換へて有馬に到る一線、阪急電鐵によつて寶塚に出で、此處から乗合自動車によつて到る一線、神戸市電平野終點から乗合自動車

によつて六甲山の背後を廻つて到る一線、都合三線より外無く、何れも多くの間多額の經費を要し、且つ省線には隧道が多いため煤煙による不愉快をしのばなければならなかつた。

尙山陰方面に神戸の鐵道による客の連絡運送を實現するこゝが出来れば之によつて生ずる利益は蓋し計り知る可からざるものがあることは多くの人士によつて夙に唱導されて居つたのである。

神戸—有馬—三田、

此の三點を結ぶ鐵道は以上の理由から随分古くから計畫されて居つたのであるが、何を云ふにも有馬の地が海拔1,200 尺の高地にあり、其上周圍が峻峰に取巻かれて居る爲め之が建設に躊躇し、有馬は依然として日歸へりには急がしい遊覽の地として今日に至つたのである。



神戸有馬電鐵第一の長隧道有馬トンネルを出る終點有馬温泉驛である

然るに大正十五年三月神戸有馬電気鐵道會社は創立せられ、其後幾多の難關を切り抜け、多大の日子に巨額の費用を費やして遂に我國に於ける最急勾配の高速電鐵を作り上げた事は眞に偉大なる成功と云はねばならないのである。

尙本電鐵の完成について見逃す可からざることは土木工事以外の電気關係工事、即ち電線路、變電所、電車、鐵柱、軌條、保安信號裝置等凡て三菱で一括引受け、之が材料及び機械の供給並に工事の監督、更に官廳の検査申請からその受檢に到る迄一々面倒を見た事で、本鐵道の急勾配と共に特に注目に値する點であらう。

線 路 概 況

本鐵道は地方鐵道法による軌間3呎6吋の電鐵であつて、旅客貨物の輸送を目的として居る。神戸市湊川を起點として、小部、唐櫃を経て有馬温泉に到る14哩弱を、途中唐櫃から分岐して三田驛に到る7哩4分の支線から成り、湊川、小部間を複線とする外は全部單線である。而して本線の約4割強は $\frac{1}{20}$ と云ふ恐らく路面高速電車では日本一の急勾配で、其他も殆んど



鴨越、中山、角山、烏原等の隧道をくゞつて神戸驛から約10分で此の妙號岩附近に出る

$\frac{1}{25}$ 乃至 $\frac{1}{40}$ と云ふ急勾配のみで、水平線路は全体の約1割3分に過ぎないのである。

扱て本鐵道の起點湊川公園下からは約六丁程の地下線で長田の奥へ西走し、次第に勾配を登つて行くに西神戸一帯が一望の下に見下ろされる。電車は鴨越のトンネルを抜けて北進し、烏原水源地の奥に出で、中山、角山、烏原等の隧道を過ぎ、本線第一の難工事

たる烏原溪流に沿ふて更に登り、湊川から約15分で海拔1,000尺の小部に着く、起點から4哩6分で殆んど全部が $\frac{1}{20}$ と云ふ急勾配である。

線路は其儘北上し、六甲山脈小部峠を登りつめるに、又徐々に $\frac{1}{20}$ の勾配を下り、箕谷、谷上を経て更に登り大池、唐櫃驛を過ぎて有馬街道と交叉しつゝ、再び登り勾配を辿り本線第一の長隧道有馬隧道をくゞつて終點有馬温泉驛に着く。此間を走行するのに目下58分を要して居るが、近く線路地盤の安定に相俟つて45分で達する豫定である。

三田支線は本線の途中、唐櫃驛から分岐して大体下り勾配を辿り、武庫川の上流幾多の支流を横切り、途中小邑を縫つて二郎驛附近から省線有馬線と大体平行して進み、三田背面の峠を越えて一路三田驛に到る7哩4分であつて唐櫃、三田間約23分を要する。線路は概して平坦線路で勾配も $\frac{1}{30}$ が最大であり、隧道も短いのが一個所ある



神戸湊川驛から約15分で小部驛に着く。此處から有馬、三田方面へは單線運轉を行つて居る

丈けである。

電 路

(A) 送 電 線 路

神戸有馬電鐵は變電所を小部及唐櫃の二ヶ所に有し、其の所要電力は山田電燈株式會社から購入し、(山田電燈は宇治川電氣會社から之を受ける) 11,000 ヴォルト、60 サイクル、3 相 3 線式交流 2 回線で、之を小部變電所で受電し、其の一部は 1 回線で其儘鐵道線路に沿ひ、別に専用の電柱を立てず、電車線用電柱に架線して唐櫃變電所へ送つて居る。此の唐櫃送電線の互長は 12 軒であつて 2.3 耗 7 本撚の裸硬銅線を用ひ途中 2 ヶ所で Transposition を行ひ全線で一回撚架してある。各變電所では之を直流

1,500 ヴォルトに變じて電車線に供給して居る。

(B) 配 電 線 路

電燈、電力、保安信號用及び複線部自働信號用として小部變電所で特高 11,000 ヴォルト、3 相交流を 3,300 ヴォルト高壓に遞下し、前者に對しては 3 相 3 線式として全線路に 1 回線を以て架線せられ、各驛に於て柱上變壓器を用ひて適當の電壓に遞下し、電燈を點じ、又は色燈信號機及び聯動保安裝置に配電して居る。後者に對しては單相 2 線式として小部、神戸間の複線部に架線せられ、各驛及び其中間に於ける自働信號機及び保安聯動裝置に柱上變壓器を経て配電して居る。此の特高電線は二三の隧道に於てケーブルを使

用して居るのを除き總て 5 耗 (BS # 4 相當) 第二種硬銅線を用ひて電車線用電柱に添架してある。

(C) 饋 電 線 路

饋電線路は 1,500 ヴォルト直流單線式で電線には 181 ミル 37 本撚 (636,000 サーキュラーミル) の硬引全アルミニウム線が 1 本、全線に沿つて電柱に張架せられて居る。隧道内は第三種絶緣線で其他は全部裸線を使つて居る。

此のアルミニウム饋電線は導電率か



沿線勝景の一つ、大池附近の景色である

ら云へば銅線の丁度 40 萬サーキュラーミルに相當し、太さに於ては銅より 6 割方太いが、目方が銅の約半分で済み輕いため、本線のように曲線とか急勾配の多い所では架線するのに非常に樂であるのみならず、電柱に無理が行かないし、値段は安く、且つ現場で盜難等にかゝる心配が殆んどない。然しアルミニウム線を用ふるに當つて、銅との接觸する部分、例へばセクション、饋電點、變電所引入口等の如き場所の電解作用に對して相當懸念されるが、之等は特種の Dead-end-clamp とか Parallel-clamp とかを用ひて万全を期して居る。

饋電線は大體一哩半乃至三哩位の間隔で區分してあるのみならず、其饋電

點に就ても留意し、最初の饋電點の如きも變電所から適當の距離だけ離し、廻轉變流機の閃絡に對して充分考慮を拂つて居る。尙唐櫃變電所と小部變電所とは將來必要に應じ饋電線を通じて並行運轉をする事が出来る様になつて居る。

(D) 電 車 線 路

本鐵道の電氣鐵道方式は直流架空單線式であつて使用電線は BS # 0000 溝付硬引銅線を用ひて居る。其の吊架

方法はシングル・カタナリー式であつて吊架線として は BWG # 8 七本撚の亜鉛鍍鋼線を用ひ、一般にピン型碍子でビーム上に支へられ、標準スパンにハンガーで 4.5 米毎に吊つてある。隧道内、地下線内は其の天

井部に 3 吋の角鐵を渡し、之にピン型碍子を取付けて之に吊架線を支へて居るが、驛構内の特別の個所では吊架線と同じ鋼線を使用しスパン・ワイヤー式にしてある所もある。

標準柱間距離は直線部で 45 米、曲線部で 36 米、及び 27 米であるが隧道内、地下線内、又は驛構内の様な特殊の處ではそれ以下のスパンを用ひて居る。

(E) 通 信 線 路

電話線は全線 2 回線で、別に小部變電所及唐櫃變電所間は前述の通り特高線があり重要區間であるから更に専用線を 1 回線架線して居る。使用電線は隧道内にケーブルを使用して居る以外は凡て 2.6 耗の裸硬銅線を用ひ、電柱

5 本目毎に Transposition を行つて居る。而して小部に於ける有馬電鐵事務所には磁石式交換臺を2臺設け、各驛、變電所、車庫、事務所間の交換を行ふと同時に事務所と外部一般加入者との間の交換を行つて居る。

神戸小部間を除く單線區間は保安信號装置としてタブレットを採用して居るから各驛間にタブレット線が1回線(複線式)架空されて居る。而して其の使用電線は隧道内にケーブルを用ひて居る外全部 2.3 耗裸硬銅線を使用して居り電話線同様電柱

5 本目毎に Transposition を行つて居る。

其の外各驛に於ける保安信號線としては架空に BS # 12 第一種若しくは第二種絶縁線を用ひ、木樋内には BS # 8、# 12 又は # 14 第四種絶縁線を用ひて居るが、特に神戸、小部間の急勾配區間には接近表示器を置くとか、各驛に於ける電車折

返し(常時之を用ひる事なし)に危険のない様神戸湊川驛と、長田驛間が特種電氣聯動鎖錠式になつて居る關係等で BS # 12 第二種、又は BS # 10 第四種絶縁線及びケーブルを以て各驛相互間に架空式によつて連絡して居る。

尙神戸終端と之から約 2,190 米距つた地點(長田驛先)との間の軌條電位差を測る目的を以て小部變電所内から此の二點迄プレッシャー・ワイヤーとして BS # 12 第二種絶縁線が張られて居る。

(F) 電 柱

本電鐵は原則として凡て鐵柱を使用し、神戸小部間の複線區間は2吋角鐵の四角柱に、2 吋若しくは3吋の角鐵を2 本抱き合せたものを「通しビーム」として渡し、之に饋電線、電車線等を載せてあるが、小部より先の單線區間及び三田支線は 45 封度古レールを二本抱き合せてリベットした所謂レール柱を側柱とし、之に2吋角鐵抱き合せのブラケットを出し電車線、饋電線等を載せて居る。



有馬温泉驛 有名な有馬温泉町は右手の山かげにある

此外特種柱とも云ふ可きものが多少あるが夫は複線區間には僅かであつてレール柱を用ひて居る單線區間の方に多い。例へば橋梁の上とか、特高添架部分に於ける驛構内、道路接近、他の架空線横斷等の場所に四角型アングル柱を用ひて居り、特にガントリー・タワー式にしてある所もある。

木柱は驛構内特殊の場所、車庫構内の一部、側線等の比較的重要でない場所に用ひてある外、單線區間曲線部に於て外側から曲線引をする爲めに木柱

を建て、之にブラケットを渡し、門型としてあるが、此の型式は曲線の多い關係から相當數に上つて居る。又本線は山脈横斷の鐵道として切取盛土の個所が到る所にあるが數十尺もあるバンクや土質の悪いバンクに直ちに永久的鐵柱を建てた場合、鐵柱基礎の沈下、傾斜、流出等があることを慮り斯様な危険箇所には地盤の安定する迄當分木柱を鐵柱に代用せしめて居る。尙特に危険の虞ある所は複線區間、單線區間を間はず門型とし、其の土表面下に當

る基礎部を2吋角鐵2 本、若しくは8 番鐵線數本で左右嚴重に結びつけて居る。此外木柱は各變電所の引込及び引出口に用ひてあるが之は木柱としての特殊柱である。

此の様に木柱は相當用ひてあるが曲線部門型柱を除き、近き將來には何れも鐵柱に改修せられることになつて居る。

支線は曲線部は勿論、直線部も必要の箇所は全部8 番鐵線數條から成る支線を線路と直角の方向に設け、又バック・ボーンの兩端部に當る電柱には線路方向の支線が同様にみつてあることは勿論であるが、特に特高送電線添架柱には電柱 10 本目毎に8 番鐵線8 本以上から成る支線を線路と平行方向に設け萬全を期して居る。

(G) 軌 道

軌道は前に述べた様に神戸小部間 4 哩 6 分は複線、他は全部單線であつ



70 人乗手荷物室付電動客車、車体全長 50 呎、幅 8 呎半、高さ 12 呎、外部は小豆色に塗られて居る。自重 35 吨、半鋼製

て、軌間は 3 呎 6 吋の狭軌を採用して居る。最大勾配 $\frac{1}{20}$ 最小曲線半径 10 鎖、軌條は製鐵所製 T 型、75 封度、レール 1 本毎に枕木 15 本を配し、接續は新型スプライス・バーを使用し、徑 $\frac{3}{4}$ 吋のボルト 4 本又は 6 本で締付けて居る。

レール・ボンドは U 字型 25 萬サーキュラー・ミル燃銅線を使用し、軌條頭部外側に瓦斯で溶接してある。又自動閉塞信號區間以外ではレール 10 本目毎に 25 萬サーキュラー・ミル裸燃銅線のコムプレス型クロス・ボンドを軌條のウェブに壓着せしめ別に歸線を用ひて居ない。

其外人畜の往來が頻繁な踏切にはウェバー・ジョイントを用ひ軌條を絶縁して危険のない様にして居る。

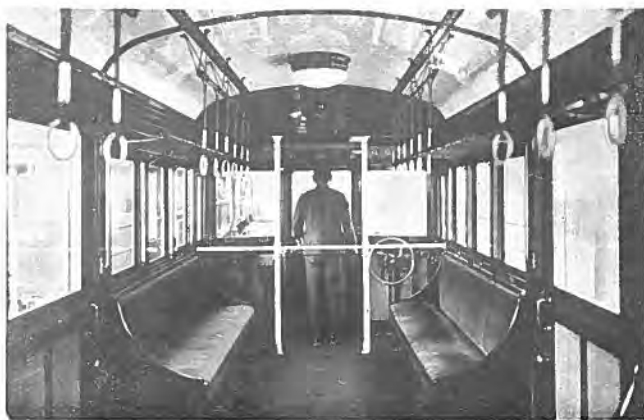
車 輛

車輛は凡て電動車のみで、電氣機關車を

か附隨車とではない。現在 100 人乗電動客車 10 輛、70 人乗手荷物室付電動客車 4 輛、15 噸積電動貨車 1 輛、合計 15 輛を有して居るが車輛不足を感じて目下更に電動客車 10 輛を製造中であるから今春花見時には 2 輛連結運轉も出来る譯である。

電動客車は凡て半鋼製 4 輪ボギーで、車体全長 50 呎、幅 8 呎半、高さ 12 呎、外部は小豆色に塗られ、内部も廣々として氣持よく乗心地のよい電車である。自重は普通客車 35.3 吨、手荷物室附のものは 35 吨ある。

電氣設備は凡て三菱電機標準品で、電動機は MB-146-A 型 125 馬力 4 臺



電車内部、運轉手臺を示したものである

を備へ、制御装置は HL 型總括式制御装置であり、制動装置としては手働は勿論、容量毎分 25 立方呎の空氣壓縮機を有して居る SME 型三菱ウェスチングハウス式空氣制動機を備へ、別に急勾配鐵道に對する用意として電氣制動機をも併用して居る。聚電装置はパンタグラフ・トロリーであつて S-514-A 型を用ひ、電車々内には $\frac{3}{4}$ キロ電熱器 8 個を備へて完璧を期して居る。

トラックは日本車輛製 B-16 型特殊車臺を用ひ、(目下設計製作中の 10 輛は多少形式を異にして居る) 其の堅牢さに於ては比類のないのみでなく、將來カーボランダム・ブレーキを裝置し得る構造になつて居り、撒砂裝置もか自働スラック・アダプスター等を備へ、制動と云ふ事に對して充分考慮されて居る。

電動貨車は無蓋車であつて、電氣設備、制動設備、車臺共客車と殆んど同じである。一般貨物、砂利等の運搬に用ひられる外レール運搬も出来る様充分の全長を有して居る。

本鐵道の線路は前述の通り $\frac{1}{20}$ と云ふ急勾配の連續であるが爲めに其の使用車輛に就いては特別の注意が拂はれ、完備した保安裝置が施されて居る。即ち制御装置として電氣制動裝置を備へた總括式制御装置を採用する外此の電氣制動を使用して急勾配を下る際停電等のため制御回路の電源が絶たれ、忽ち電氣制動が利かなくなる場合の爲め特別設計の保安裝置があり、繼電器の作用によつて自働的にその電源を別に設けられた 40 ヴォルト蓄電池から採る様な設計に成つて居る。(詳細は後掲記事参照)

其他撒砂裝置が取付けてあつて、非

常の場合空気制動エマージェンシーを使用するに自動的にレール上に撒砂して制動を有効ならしめるほか、速度計を装置し運転手をして常に下り勾配に於ける速度を注意せしめるほか、車体前後にアンチ・クライマーを施してあるほか凡てに亘つて其の設計に特別の注意が拂はれて居る。

車庫は小部驛内に設けられ、建物としては電車6輛を容れ得る程の餘り大きいものではないが、別に附屬工場があつて、旋盤2臺、ボール盤、シーパー、ドリル、グラインダー等を備へ車輛の修理等に遺憾なからしめて居る。

保安信號装置

保安信號装置は車輛と共に本鐵道の最も意を用ひた所であつて、神戸小部間の複線區間には三位式自動閉塞信號を用ひ、其他の單線區間はタブレット式を採用して居る。

各停車場には色燈式による場内信號機（場所の關係によつて更に遠方信號機）を設け、之と驛構内ポイントとの聯動は完全な電氣的インターロック式になつて居る許りでなく、勾配區間にある各停車場には更に突込線を設け、此のポイントと信號機との聯動は同じく完全に電氣的にインター・ロックされて居るから、萬一急勾配を下りつ、ある車輛に故障等があつて、信號を無視して入場しても其儘本線に進出する様な危険はなく、必ず突込線に避けてしまう様になつて居る。又神戸湊川驛は $\frac{1}{20}$ 下り勾配連續の最終端に當り、危険率の最も多い場所だけに、湊川驛と次の長田驛との間の信號保安装置は完備されたものであつて、長田神戸間の配車關係は凡て神戸湊川驛の配車表示板に現はれるのみならず、神戸湊川

驛に向つて來る電車は長田驛で湊川驛の支配を受け、湊川驛のリリース・ロックを引き、長田驛に電流を送つて其の出發ポイント電氣鎖錠器のレバー・



小部驛にある電車車庫、電車6輛を容れ得るもので別に附屬工場があり、旋盤、ボール盤、シーパー、ドリル、グラインダー等を備へ車輛の修理を行ふ様になつて居る

ロック・マグネットを働かし、レバー・ラッチを外さなければポイントの本線に開く事が出来ない様になつて居る。従て出發信號も出せない譯である。

尙長田驛を出發した電車は神戸湊川驛の場内信號機の前で一旦停止し構内ポイントを完全にした後でなければホームに進入出来ない様になつて居る。若し萬一信號を無視して進入した場合には突込線に之を導く様になつて居るから追突、正面衝突等の事故を避ける事が出来る。

變電所

變電所は小部、唐櫃の二ヶ所にある。其の詳細に就ては後掲大中技師の

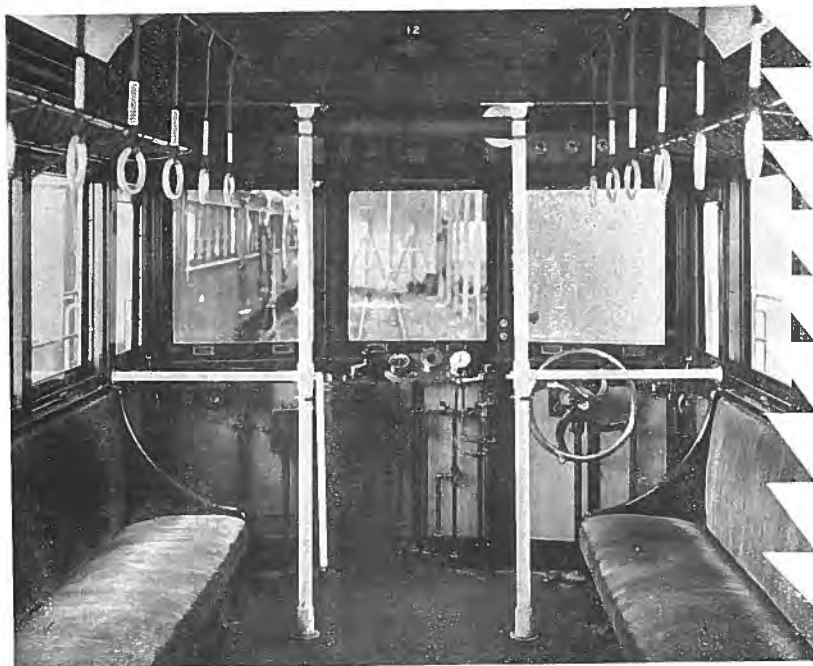
記事によつて御承知願ひ度い。

結 論

本電鐵の開通が齎す交通上の利點は唯に山陽、山陰兩地方を結合せしめた

に止まらず、急勾配高速度電鐵を上述の如き完全な保安設備を施した車輛と、周到な設計による保安信號設備とによつて完成した點にある。

我國は大體に山國で平地が少く、而も平地の電氣鐵道は近年急激に發達し残つた所は急勾配線路を含むものが非常に多い。然し神戸有馬電鐵が採用した此の方式の成功を見るにつけ、今後は從來手を付け得なかつた線路が開發されて行くことを信じて疑はないのである。



急勾配電車の制御方式

急勾配十二ヶ所、其の延長約 5 哩に亘る急勾配を有して居る神戸有馬電鐵の電車を確實、且つ安全に制御するため弊社は電氣制動による制御方式を採用し、更に補助電源としての蓄電池を装備せしめた

管制器設計係 異 猛

神戸有馬鐵道は大部分山間の勾配線を運行するもので、其制御装置は郊外又は都間電鐵の如く平坦線を運轉するものと多少趣を異にして居る。即ち次頁に示す様な勾配の状態であつて、本線延長約 14 哩の内平坦線は停車場區域のみで、他は全部勾配線である。最大勾配は二十分の一であつて、十二ヶ所、其延長約 5 哩に亘つて居る。

一体勾配線の電車運轉に於ては、其制御装置の良否如何が直ちに運轉の安全に重大な結果を及ぼすものであつて、特に下り勾配の制御に關しては深甚の考慮を拂ふ可きものである。

本制御装置は電氣制動 (Rheostatic

Braking) によつて下り勾配の速度を制御する方式である。他に再生制動式

等があるが全ての装置及維持が複雑なるから經濟的見地から見て得策と考へられない。

制御装置一般

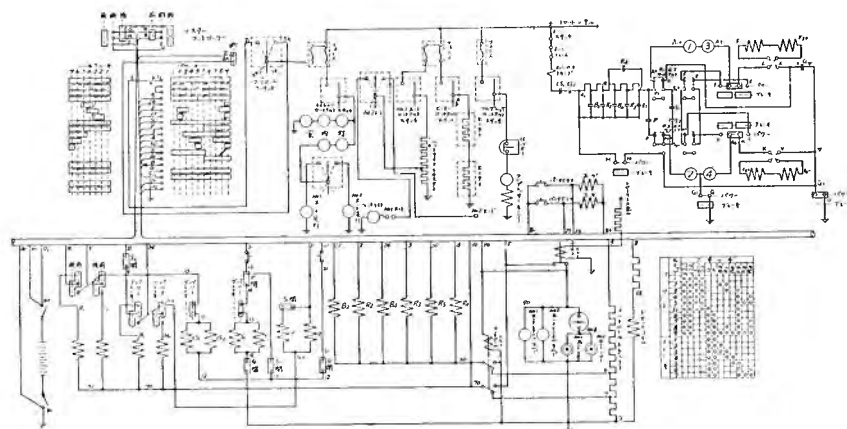
本制御装置は標準 HL 型制御装置と同様に總括式で “Electro-Pneumatic Unit Switch System” と稱せられるものであるが、前述の如く勾配を降下する場合には電氣制動によつて速度を安全な範圍に制限し、且つ自由に加減し得る様に計畫せられてある。

第 1 圖は制御装置の略接續圖である。4 臺の電動機は 2 個宛常に直列に接續せられて居り、電動運轉の場合は之等 2 組が直列又は並列の運轉をする。

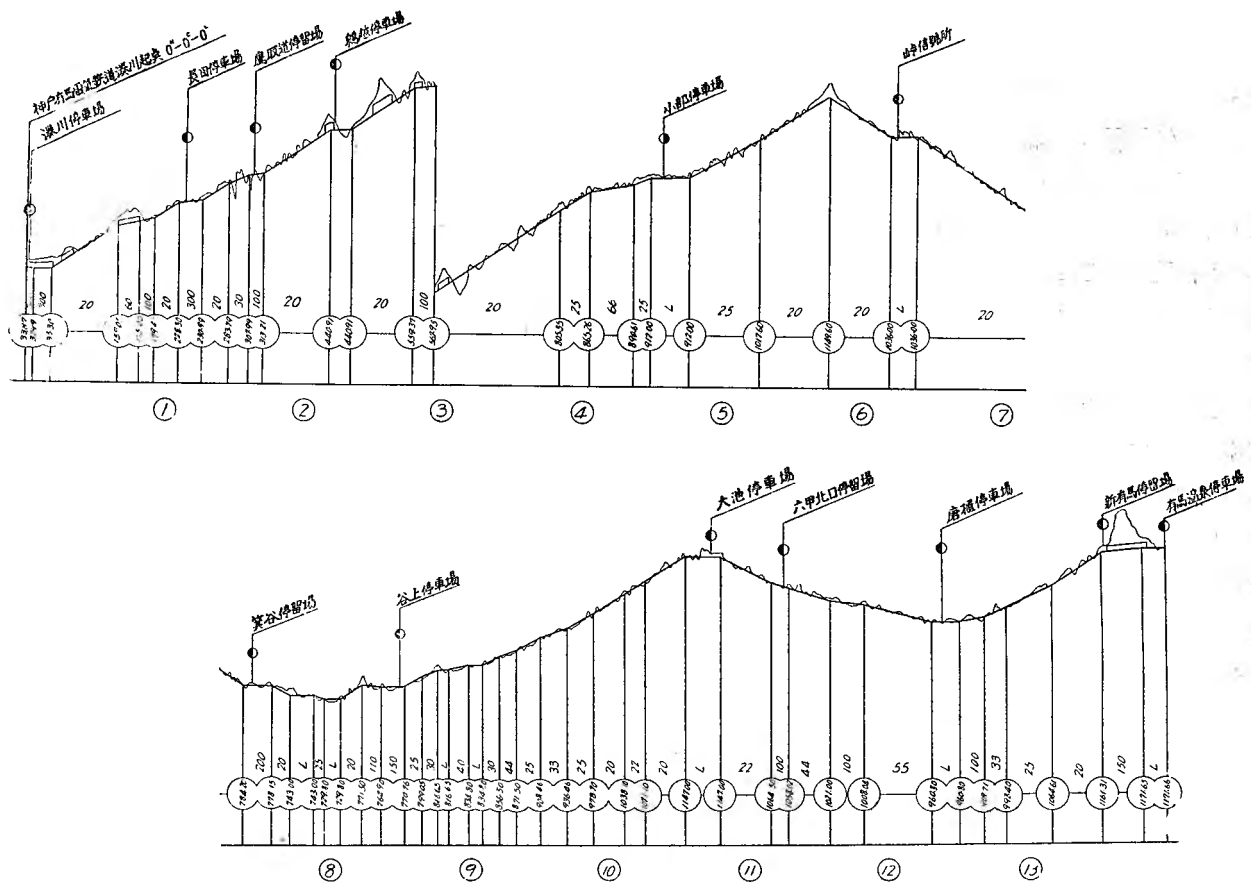
電氣制動を行ふにはマスター・コントローラー把手を制御側に廻轉すればよい。然る時は

1. ライン・スイッチは遮斷せられて供給電源を斷つ。
2. リバーサーが逆轉して電動機の界磁方向を逆にすると同時に、
3. チェンジ・オーバー・スイッチが制動側に廻轉せられ、

二群の電動機の界磁線輪の接續が互ひに交換せられて電動機特性の不平衡



第 1 圖
制動裝置の略接續圖



第 2 圖 瀬川起点—有馬温泉停車場間の断面圖で上圖右から下圖左へ続く

から起る危険を防ぐ。

電動機は直捲發電機となり抵抗を通じて電氣制動回路を形成する。

第二及び第四電動子の中間を接地し、電氣制動回路の各部分の大地に對する電位を低めるから、發電機となりて假令端電壓が少々高くなるも其の爲め絶縁が破損して接地、短絡を起す恐れが無い。

上述の様に制動回路は完全に作られ、ノッチを進めるに抵抗の値は減ぜられ、従つて平衡速度は小なるのである。

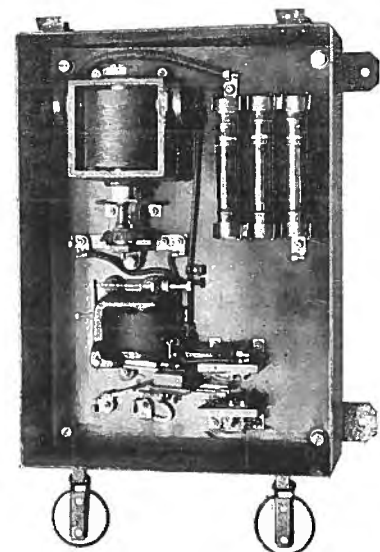
若し 1 個の電動機に故障を生じた時は此の一組は取除かれ、残りの 2 臺で完全に電動及制動運転をすることが出来る。

制御電源及び安全装置

制御回路の電源は装置の簡單を旨とする爲め電車線から取り、之をコントロール・レヂスターによつて約 100 ヴォルトに落して供給せられて居る。然し之だけでは電氣制動運転の場合に、若し停電するとか、又は低電壓のためにユニット・スイッチが働かなくなるに制動回路が開かれる。此の場合運転手が氣付かなければ危険を伴ふ恐れが無いとは云へない。故に別に補助電源として蓄電池を備へ、第 3 圖に示す低電壓繼電器の作用によつて制御回路を電池電源に切換へ、之を保持するから絶対に安全である。

尙之と同時に運転手室にある赤色信號燈が點ぜられ、且つブザーが鳴つて

目と耳とから運転手に注意を與へるから、運転手は空氣壓力計を調べ、停車



第 3 圖 LC-1 型 低電壓切換繼電器

場の位置等を考へて續行するなり、一時停車するなり、悠々適宜の處置を採ることが出来るのである。

低電壓切換繼電器

第3圖上部にあるのがブランヂャー型低電壓繼電器であつて其の線輪は三本の抵抗線を通じてパンタグラフに接続せられて居る。ブランヂャーの下部には接觸片があつてブランヂャーが落下するに接觸を作る。下方にあるのは切換接觸器であつて、其線輪は繼電器の接觸部を経て補助電源電池に接続せられる。可動鐵片には切換用接觸子が絶縁して取付けられて居り上下の切換をする。

今線電壓が550ヴォルト以下に降下するに、繼電器のブランヂャーは落ちて切換接觸器は勵磁せられ、接觸は上部に切換へられて制御回路は電池から供給せられる。電壓が600ヴォルト以上に復舊するにブランヂャーは吸上げられ、電源は元の通り線電壓から供給せられる。

運 轉 成 績

勾配を上るときは別に大した問題はないが、電氣制動で勾配を下る時は其

第一表 制 御 装 置 器 具

名 稱	型	所要數	名 稱	型	所要數
主 回 路 用			制 御 回 路		
パンタグラフ	S-514-A	1	マスター・コントローラー	KL-71	2
避 雷 器	K-3	1	制御リセット開閉器	499-A	2
主 開 閉 器	496-C	2	制御回路安全熔解器	231-A	1
主安全熔解器	227-B	2	制御回路用抵抗	RW-31	1
ライン・スワッチ	272-H-5A	1	接 続 函	TW-24	3
スワッチ・グループ	MU-10-211	1	低電壓切換繼電器	LC-1	1
リバーサー	284-C-4	1	蓄 電 池 (24AH)	CS-2	4
チェンヂ・オーバー・スワッチ	DE-1	1	トレンライン・リセブタクル	LT-19-221	2
主 抵 抗 器	RB-25	1組	〃	LT-5-221	2
接地開閉器	GA-12	1	トレンライン・ヂャンパー	LP-19-21	1
ブスライン・リセブタクル	440-E	2	〃	LP-5-21	1
ブスライン・ヂャンパー	441-D	1	パンタグラフ用電磁瓣	PM-2-2	1
			同 上 押釦	350-C	2
			絶縁部分品		1式
			空氣働部分品		1式

平衡の速度 (Balancing Speed)、發生電壓、電流等に就ては充分考慮して置く必要がある。

下り勾配の速度は最大勾配二十分の一に於て定員電車を運轉した場合制動第一ノッチに約 25 哩毎時、それからノッチ毎に約 5 哩毎時の間隔で速度を制御する事が出来る計畫である。

第二表は参考として試運轉の成績の二三を示したものである。尤も之は數回の試験の平均であるが準備の都合上開通に逼つて行つたので充分なデータをさる餘裕が無かつたことは遺憾で

あるが先づ大体の結果を窺ひ知ることが出来るであらう。

此の表に見る如く發生電壓は電動機の格定電壓よりも遙かに低く、且つ電流も二十分の一勾配の最も大きな場合でも、電動機一時間定格の約半分に過ぎないから、電動機の負荷の状態は心配することはないのである。

營業運轉に當つて下り勾配では空氣制動を使用せず、電氣制動の第一から第三ノッチ位で運轉して規定の表定速度 21 哩毎時が得られ、空氣制動は唯停留場に停車する場合のみに使用せられるから、運轉は非常に容易、且つ安全であつて運轉手の能率は頗るよいのである。且つ一方制動踏及車輻の消耗も極めて僅少であつて經濟的な運輸が行はれて居るのである。

本線の如き急勾配の多い線路に大型電車の總括式制御をなすものは内地に於て其の例少く、外國製品で運轉して居るもの一二を除いて、國産品としては曩に同じく弊社製品を納入して良好な成績を示して居る信州上田温泉電氣軌道株式會社と本電鐵位のものであつて、共に満足な運轉の行はれて居ることは誠に喜ばしいことである。

第二表 試 運 轉 成 績 表

電 動 機 4 臺 の 場 合				
勾 配	制 ノ ッ チ	速 度 哩 毎 時	電 動 機 端 子 電 壓	電 動 機 電 流
1/20	1	25.5	—	72
1/20	2	20.0	480	70
1/20	3	14.5	400	73
1/20	4	10.0	270	72
電 動 機 2 臺 の 場 合				
1/20	1	16.0	480	55
1/20	2	13.5	400	55
1/20	3	10.5	330	55

備 考

電 動 機 MB-146-A型(750ヴォルト125馬力)
車輻重量 30噸
積載重量 5噸
外に乗車人員 10名

變 電 設 備

變電設備としては小部、唐櫃の兩變電所がある。兩變電所の他の變電所と異なつて居る點は廻轉變流機の床板が從來の様にアース・ワイヤーによつて接地されることなく、コンクリートの基礎の上に固定されて居ることである。

廻轉變流機設計係 大 中 臣 輔

變電所は二個所にある。全線 14 哩の間で、神戸から約 4 哩半の地點に小部變電所があり、有馬から約 1 哩半の所に唐櫃變電所がある。電力は宇治川電氣會社から 3 相、60 サイクル、11,000 ヴォルトで小部で受電し、其の一部分を小部變電所で直流 1,500 ヴォルトに變換し、一部分を交流 11,000 ヴォルトの儘で唐櫃變電所に送電し、同變電所で同様 1,500 ヴォルト直流に變換する。上記直流側饋電はシングル・トロリー式である。小部變電所の直流出力は 2,000 キロワット、唐櫃變電所の直流出力は 1,000 キロワットである。

兩變電所共建物は平家建で、鐵筋混凝土の耐震耐火的構造である。兩變電所の特徴とする所は廻轉變流機の床板が從來の様にアース・ワイヤーによつて接地される事なく、床板はコンクリートの基礎の上に固定されただけである。従てレールによつてアースされて居る負極との間には基礎の抵抗が入る事になるから、萬一廻轉變流機が閃絡

を起して陽極から床板等に閃絡した場合に、其の短絡電流を制限し障害を減少せしめる効果がある。但し斯うするに、床板とアースとの間に多少の電位差を生じるため危険であるから、變流機の周圍に絶縁板を圍らして取扱者の保安を確保して居る。

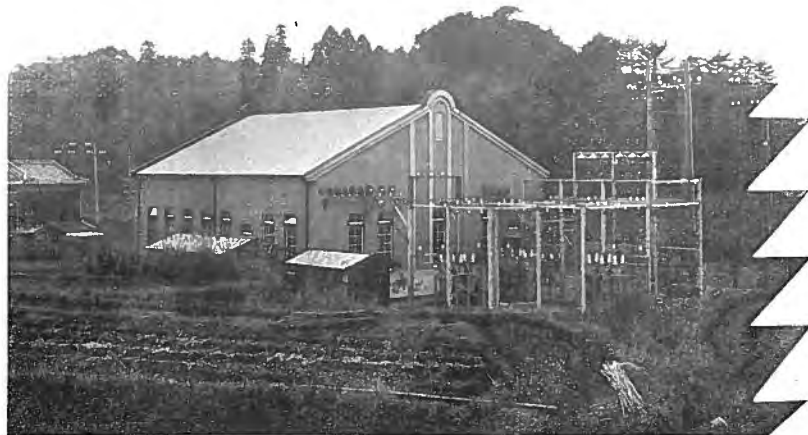
變 電 設 備

兩變電所に設備されて居る機械器具の大要は次に掲げる通りである。

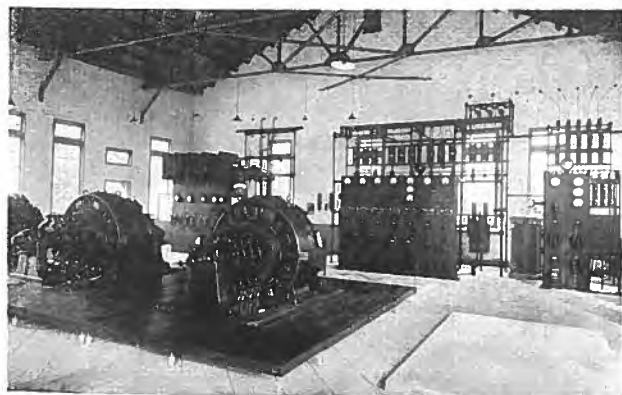
(A) 小部變電所

廻轉變流機用變壓器 …… 3 臺
1,065 キロヴォルト ・ アムペア、3 相、60 サイクル、一次電壓 11,000—10,500—10,000 ヴォルト、二次電壓 555 ヴォルト、一次 3 相星形結線、二次 6 相ダイアメトリカル結線、屋内用油入自冷式

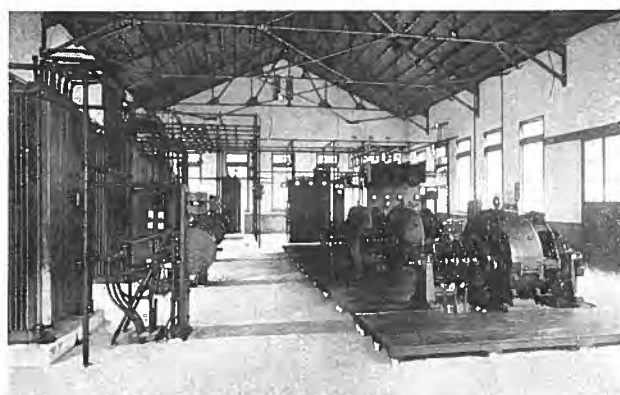
廻轉變流機 …… 3 臺
1,000 キロワット、750 ヴォルト、60 サイクル、6 相、8 極、600 廻轉 (毎分)、開放型、分捲式、閃絡防止バ



小部變電所の外景



小部變電所の内部 1,000 キロワット廻轉變流機 3 臺、1,065 キロヴォルト・アムペア變壓器 3 臺、配電盤一式を備ふ。



唐櫃變電所内部 500 キロワット廻轉變流機 3 臺、525 キロヴォルト・アムペア變壓器 3 臺、
440 キロヴォルト・アムペア受電用變壓器 4 臺、配電盤一式を備ふ

リアー及び過速度制限装置附、交流自
己起動式。

3 臺の内 2 臺は直列に接続して 2,000
キロワット、1,500 ヴォルトとして運
轉し、1 臺は豫備。

配 電 盤…………… 1 組

(a) 受電盤 1 面、(b) 主線盤 1 面、(受
電母線に當變電所一次側母線間の接続
の管制をなすもの) (c) 送電盤 1 面
(唐櫃變電所への送電線の管制をなす
もの) (d) 變流機用變壓器一次盤 3 面
(e) 變流機交流側起動盤 3 面、(f) 變流
機直流側管制盤 1 面、(g) 直流側切換
盤 1 面、(變流機を直列に又は豫備機
との切換接続をなすもの) (h) 直流饋
電盤 3 面、(i) 高速度遮斷器 1 組。

上記の主要機器及配電盤の外に電
燈、電力及び信號用としての 100 キロ
ヴォルト・アムペア變壓器を備へ、そ
の管制用としての配電盤 3 面を有して
居る。

(B) 唐櫃變電所

受電用電壓遞降變壓器…………… 4 臺

440 キロヴォルト・アムペア、單
相、60 サイクル、一次電壓 3,300—
3,150—3,000 ヴォルト、二次電壓 555
ヴォルト、一次三角結線、二次ダイア
メトリカル結線、屋内用油入自冷式。

廻轉變流機用變壓器…………… 3 臺

525 キロヴォルト・アムペア、3
相、60 サイクル、一次電壓 3,300—
3,150—3,000 ヴォルト、二次電壓 555
ヴォルト、一次三角結線、二次ダイア
メトリカル結線、屋内用油入自冷式。

廻轉變流機…………… 3 臺

500 キロワット、750 ヴォルト、60 サ
イクル、6 相、6 極、1,200 廻轉(毎分)、
開放型、分捲式、閃絡防止バリアー及
過速度制限装置付交流自己起動式。

3 臺の中 2 臺は直列に接続して、
1,000 キロワット、1,500 ヴォルトとし
て運轉し、1 臺は豫備とする。

配 電 盤…………… 1 組

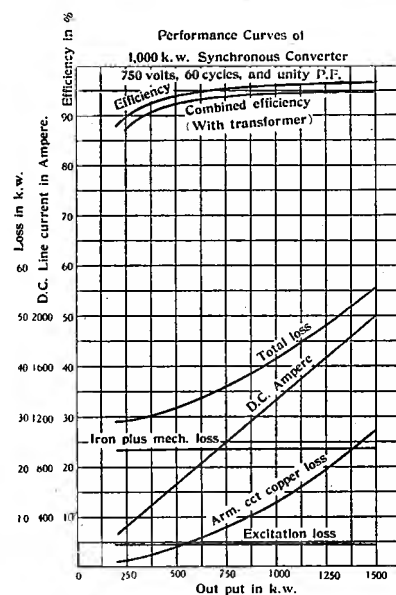
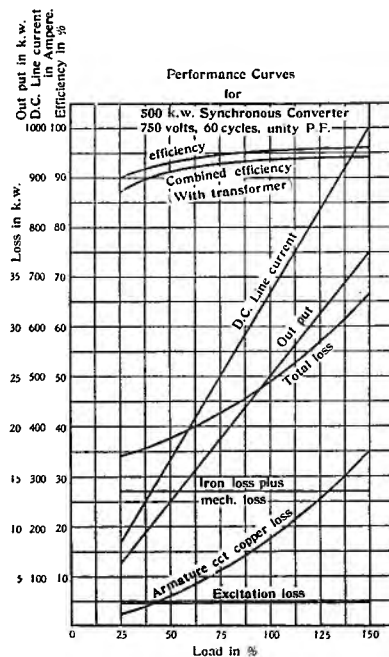
(a) 受電盤、(b) 變壓器一次盤、(c)
廻轉變流機起動盤、(d) 直流側管制盤、
(e) 直流側切換盤、(f) 直流饋電盤、
(g) 高速度遮斷器。

之等の各配電盤は大体小部變電所の
ものと同様であるが只だ其の容量が小
部のものゝ 2,000 キロワットであるの
に對し 1,000 キロワットであるため従
てその取付器具に多少の相違はある。

試 験 成 績

工場に於ける試験成績

工場に於て各種の商用試験施行の結
果は何れも頗る良好であつて急勾配電



工場に於ける 1,000 キロワット 及び 500 キロワット 廻轉變流機特性曲線

車用として變化の甚だしい負荷の電源として充分信頼度のあることを確めることが出来た。その主要な點のみを摘録するに別表の如くなる。

尚過負荷耐量及び整流は100%で完全に無火花なるは勿論、50% 過負荷でも100% 過負荷でも殆んど火花を生じない。

本機は分捲式であるが兎角分捲式は電壓變動率が非常に悪い様に考へられて居るが、實驗の結果は1,000 キロワットに對しては變壓器を合せて定格電壓の2.8%に過ぎないのである。

實際運轉成績

上記兩變電所は去る昭和3年11月28日に運轉を開始し、爾來引續き運轉して居るが其の成績は頗る良好で未だ閃絡等の事故を起した事はない。

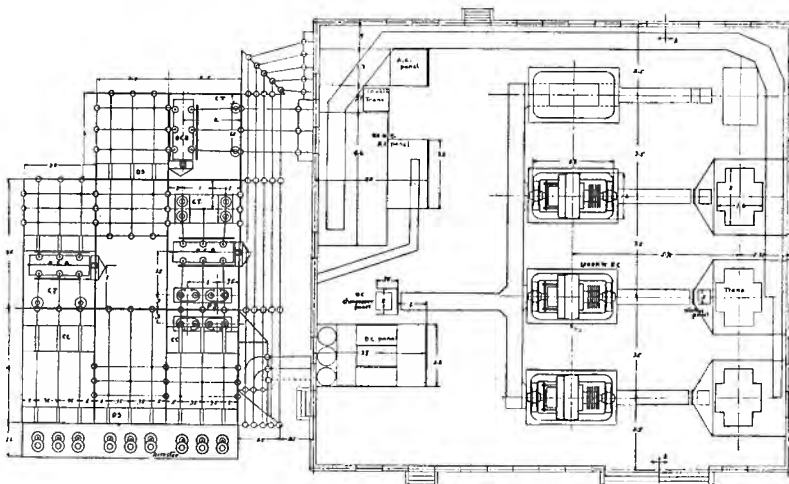
變 壓 器		1,065 キロヴォルト・アムペア 11,000 ヴォルト/555 ヴォルト 3相	540 キロヴォルト・アムペア 3,300 ヴォルト/553 ヴォルト 3相
無負荷電流率 (全負荷)		6.5 %	7.3 %
鐵損		98.46 %	98.33 %
銅損		6.48 キロワット	4.04 キロワット
インピーダンス・ヴォルト		10.24 キロワット	5.07 キロワット
溫度上昇		6.68 %	2.74 %
(全負荷連續定溫度になる迄負荷後 15% 負荷 2時間)			
高壓側捲線		48°C	57°C
低壓側捲線		45°C	58.5°C
鐵心		41.5°C	50°C
油		42.5°C	51.5°C
(但捲線の溫度は抵抗法で測定)			

廻 轉 變 流 機		1,000 キロワット 750 ヴォルト 60 サイクル	500 キロワット 750 ヴォルト 60 サイクル
起動電流 (變壓器一次側)		34 アムペア	86.8 アムペア
起動に要する時間		25 秒	16 秒
能率 全負荷		96.0 %	95.5 %
二分之一負荷		94.0 %	93.0 %
溫度上昇			
(全負荷連續にて定溫度に達したる後 150% 負荷 2時間)			
電流		49°C	19°C
整流		43°C	35°C
極捲線		49°C	34°C
分捲線		34°C	16°C

工場に於ける各種の商用試験成績表

茲に特記すべき事は、我社は豫てか

ら優秀な廻轉變流機では1,500 ヴォルト用でも、高速度遮斷器を用ひなくとも閃絡等の事故を起さないことを信じて居つた。然るに本變電所の設計に際しては極度の安全を期するため、特に高速度遮斷器を設置することにした。處が偶然にも同器の製作が遅れた爲め高速度遮斷器無しの運轉を行ふこととなつたのである。然るに結果は吾等の期待した通り、一回も閃絡事故を起さぬ事實を見るにつけ、高速度遮斷器の後れた恨みに増して言ひ知れぬ喜びを感じるのである。



小部變電所機械器具設置圖

昭和四年 一月廿七日印 刷
昭和四年 一月卅一日内務省納本
昭和四年 二月五日發行

本誌	壹部=付金貳拾錢
代價	郵税不要

編輯兼
發行者

印刷者

印刷所

發行所

神戸市西須磨字中池ノ下八番地
鈴 木 貢 一
大阪市東區内久寶寺町三丁目 工文社
長 谷 川 泰 三
大阪市東區内久寶寺町三丁目
工 文 社
神戸市和田崎町三丁目三菱電機株式會社
神 戸 製 作 所