

# DC 3,000 V 3,600 HP 電気機関車

## DC 3,000 V 3,600 HP Electric Locomotive

水越正義\* 立川昭三\*\* 山崎佐喜之\*

Masayoshi Mizukoshi Shozo Tatekawa Sakishi Yamazaki

### 内容梗概

1924年わが国最初の本線用電気機関車を製作し、以来今日まで長い経験を基としてたゆまぬ研究を続け、数多くの機関車を送り出してきた日立製作所が、このほど戦後わが国電気機関車輸出の嚆矢としてインド国鉄より直流 3,000V 110t 電気機関車をイングリッシュ・エレクトリック社に伍して3輛受注に成功、このほど全輛数現地に発送を完了した。これには従来の経験と近代的設計とを採り入れ、現地の高湿多湿の特殊条件をも十分に考慮して製作した。本機関車は客貨両用で、以下その構造、仕様および特性について説明する。

### 1. 緒言

戦後フランスにおける交流電化の実績にかんがみ、各国鉄道もこれに大いに刺激を受け交流に移行する向きも少なくなく、その発達にはめざましいものがある。しかしなお鉄道電化の大多数は直流電化でありその長い経験と最近の技術的進歩は、高速、高性能、大出力のものへと設計が向上しつつある。

今回インド国鉄へ納入した本機関車は東部鉄道カルカッタ地区に使用されるもので、その電化区間は第1図に示すとおりであるが、そのうち第一期工事としてハウラー駅からブルドワン駅間に運転されることが予定されている。第二期電化区間としてはブルドワン駅からモガルサライ駅までであるので、本機関車はハウラ駅からモガルサライ駅まで使用される予定のもとに設計されている。

本機関車は日立製作所が朝鮮鉄道など多年の経験を生かし、これに近代的設計を加味し、現地の平均最高日陰温度 117°F (47°C)、最高湿度 100% というような特殊条件に十分に耐え得るように設計製作されたものである。インド国鉄の事情によつてブレーキ装置は英国ウエスチングハウス社製のものを採用し、点燈装置は英国ストーン社、車軸受は英国テムケン社のものを用いたほかはすべて国産品を使用している。

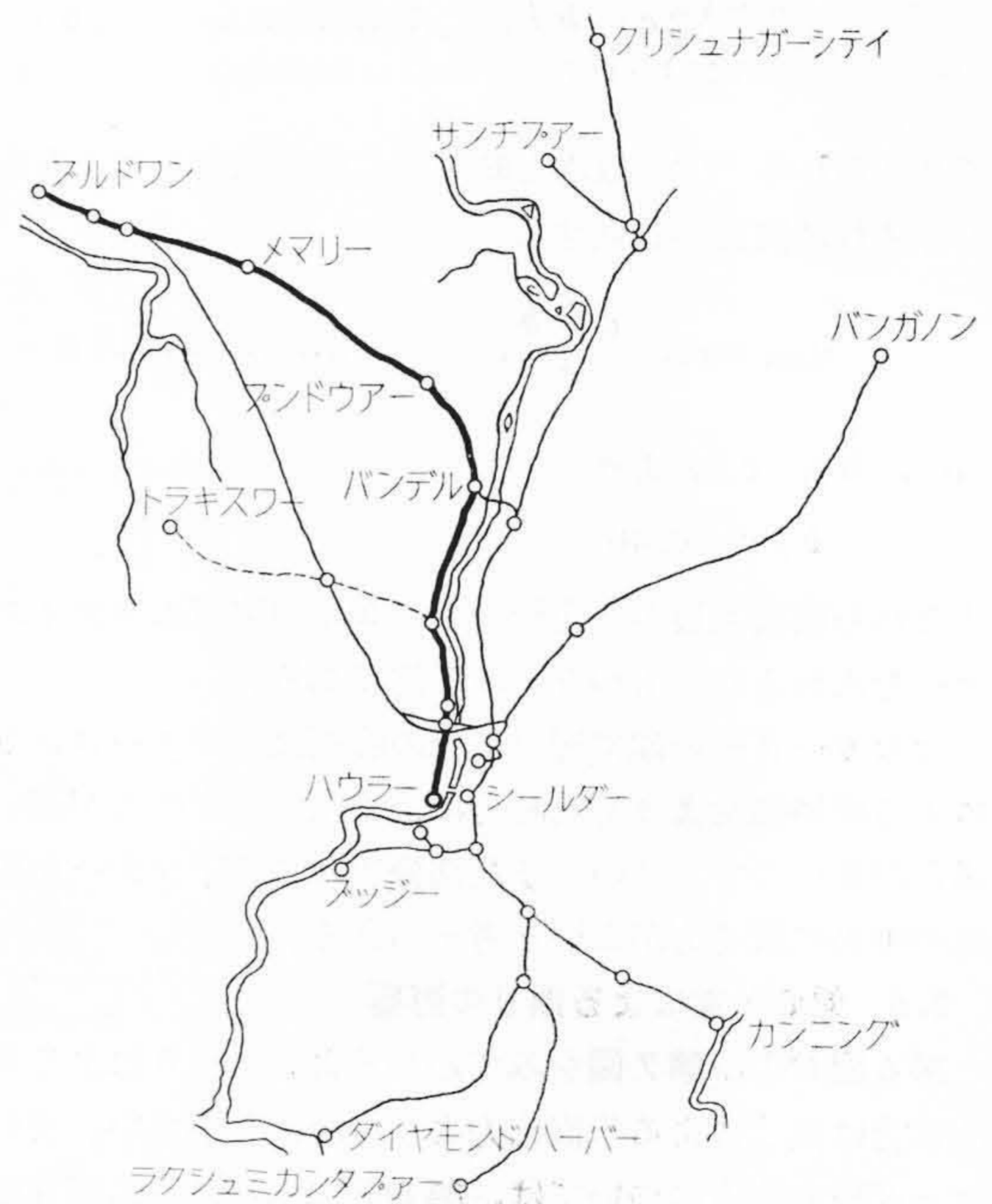
機関車各部の構造、設計は日立独自のものにして、十分に性能を発揮できるよう製作されている。特に主電動機絶縁は B S 規格の B 種に準拠し、かつインド国鉄仕様書に示された周囲温度 45°C の条件においても所定の運転条件を満足しうるよう設計され、対熱特性に特に考慮が払われている。

保護装置も一般電氣的保護装置のほか、乗務員の安全に対しても十分なるものが施されている。

なお主要材料はインド鉄道規格 (I. R. S) により、ほか

\* 日立製作所水戸工場

\*\* 日立製作所日立工場



第1図 インド国鉄カルカッタ地区線区

は英国規格 (B. S. S) および日本工業規格 (J. I. S) によつて

### 2. 一般仕様

機関車の一般仕様を第1表に示す。第2図は機関車外観を示す。

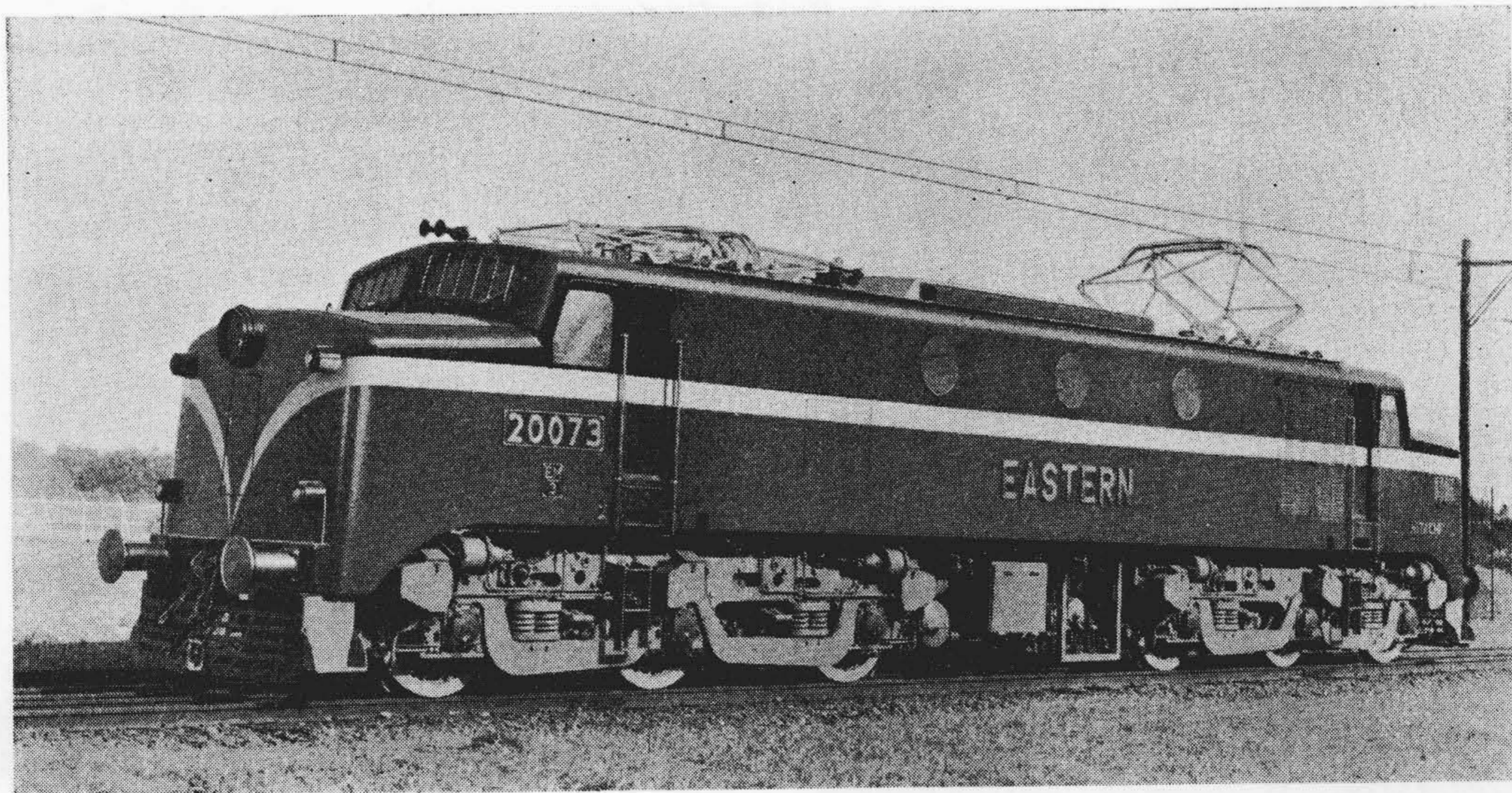
### 3. 機関車構造

#### 3.1 機器配置

機関車の機器配置を第3図に示す。すなわち高圧室、

第1表 機 関 車 一 般 仕 様

用途	客貨両用	補機	
機関車重量	113 1.tn	電動発電送風機	2台
運転整備時	18.83 1.tn	電動機入力	36kW, 2,900V, 12.4A, 1,400 rpm
最大軸重	18.83 1.tn	発電機出力	14.5 kW, 110 V, 132 A, 1,400 rpm
車輪配置	C <sub>0</sub> -C <sub>0</sub>	送風機	13,250ft <sup>3</sup> /min 3 1/8 in 水柱
機関車主要寸法		空気圧縮機	2台(電動機駆動)
軌間	5 ft 6 in (1,676mm)	容 量	44 ft <sup>3</sup> /min 85~100 lbs/in <sup>2</sup>
全長(緩衝器間)	64ft 3in(19,600mm)	真空排気機	2台(電動機駆動)
高さ(レール面上)	12ft 8in (3,860mm)	容 量	200 ft <sup>3</sup> /min, 21 in 水銀柱
幅	10ft 0in (3,050mm)	蓄電池	80セル, アルカリ型 100 Ah/10h 率
ボギー心皿間距	34ft 7in(10,540 mm)	制御装置	非自動, 非重連, 間接制御, 電磁空気 単位スイッチ式
固定軸距	16ft 3in (4,955 mm)	制御回路電圧	直 流 110V
車輪径	4 ft 0 in (1,220 mm)	ノッチ数	直 列 18 直並列 10 並 列 8
電気方式		制 動 装 置	弱め界磁(各組合せに対し) 3 真空制御, 直通空気ブレーキ装置および手ブレーキ
公称電圧	直流 3,000V	台 車 形 式	3軸ボギー, 一体鋳鋼台枠, 釣合梁付 揺枕式台車
定格電圧	直流 2,900V	車 体 形 式	両運転台式, ノーズピース付 流線形 全幅車体
機関車性能(BS規格による)			
1時間定格出力	3,600 HP		
1時間定格速度	35.8 mile/h (57.3km/h)		
1時間定格牽引力	37,260 bsl(16,900kg)		
最高安全速度	75mile/h(120km/h)		
最大牽引力(粘着係数 25%)	61,700 lbs(28,000kg)		
動力伝達装置	平歯車1段減速釣掛式		
歯車比	51: 16		
主電動機			
台数および定格	6台-600 HP, 1,450V, 330A, 800rpm		



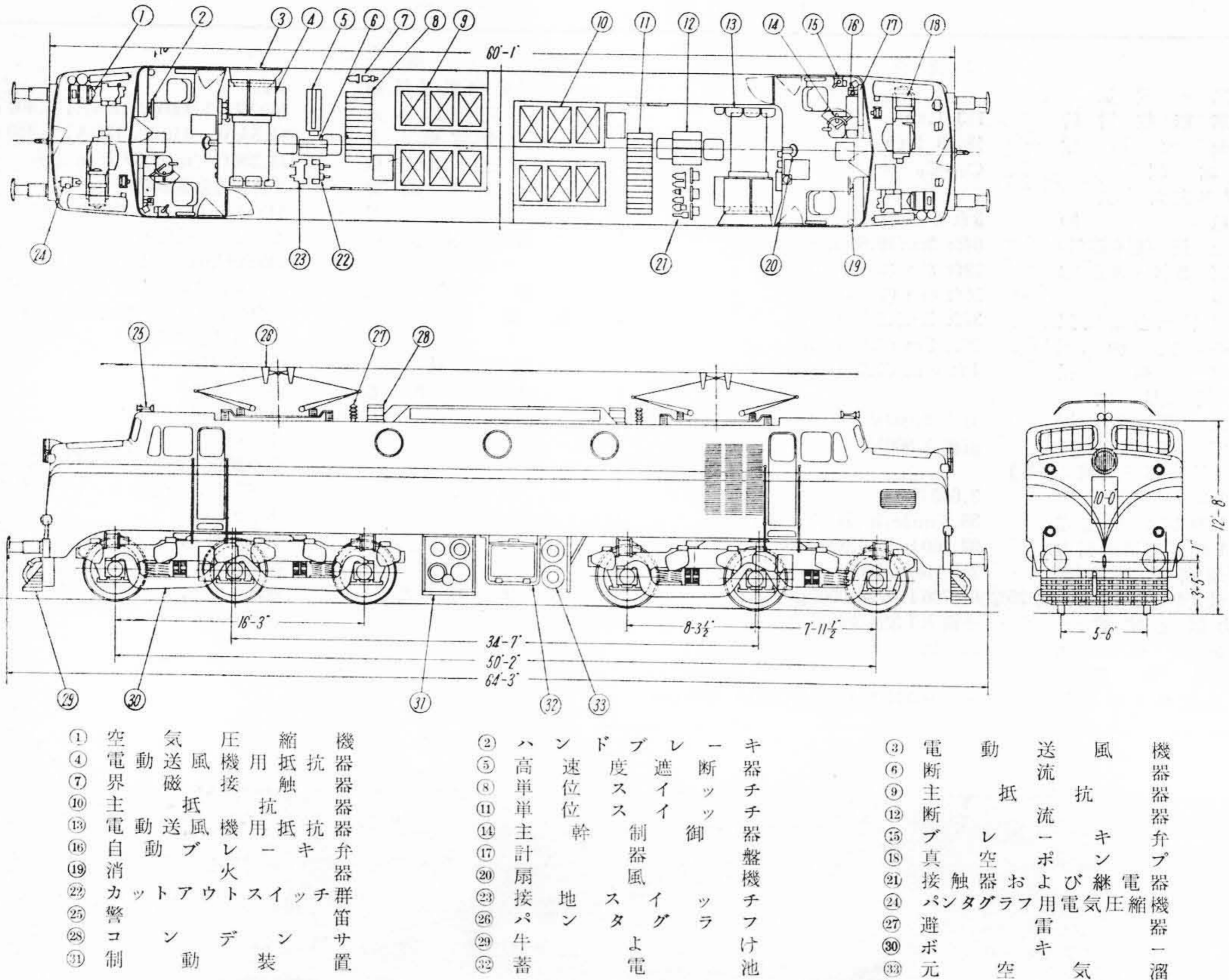
第2図 機 関 車 外 観

補機室, 運転室に大別され両運転室間は「」字通路により結ばれている。直流 3,000V の電圧の印加される高圧機器はすべて二つの高圧室内に配置され, 各室にはそれぞれ1個の引戸があつて出入口となつている。またそれぞれの高圧室は主として主電動機3台分の機器が配置され, その隣り中央よりにそれぞれ完全に密閉された主抵抗器室が続き, これは強制冷却方式が採られている。送風機付電動発電機もそれぞれの高圧室に配置され吸込口は直接外板部に設けられた空気ろ過器と風道で直接接

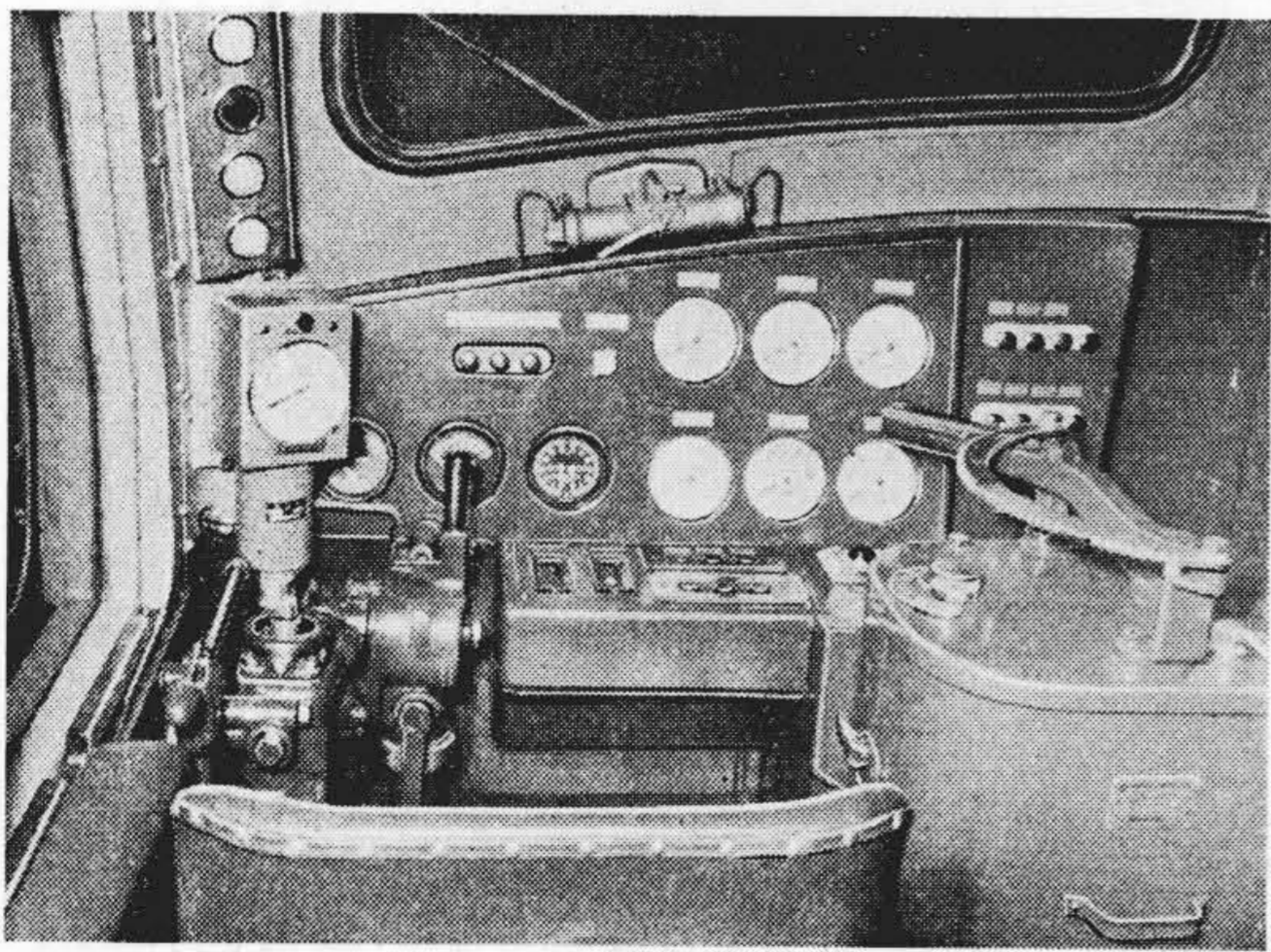
続されて, 室内より空気を吸込まない構造になつている。それぞれ送風機で風道により3個の主電動機, 主抵抗器の1群および高圧室内への塵埃の侵入を防ぐため室内の空気圧を高めるために用いられる。

補機室は両車端にそれぞれ設けられ, 低圧機器すなわち空気圧縮機, 真空排気機, 調圧器および低圧スイッチ盤などが配置されている。

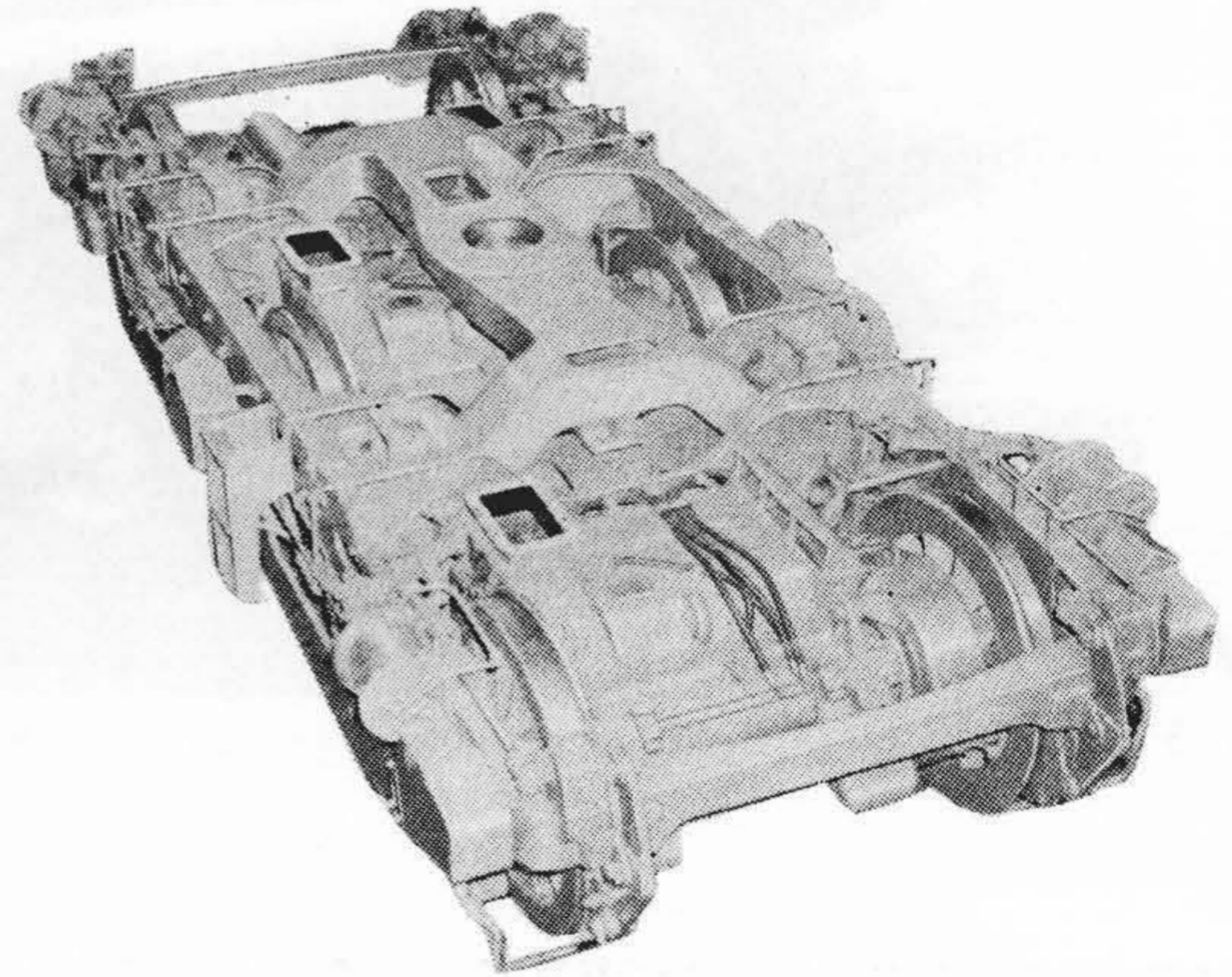
運転室は左運転台式にしてそれぞれの前面には計器盤, スイッチ類, 主幹制御器およびブレーキ弁などを配



第3図 機器配置



第4図 運転室配置



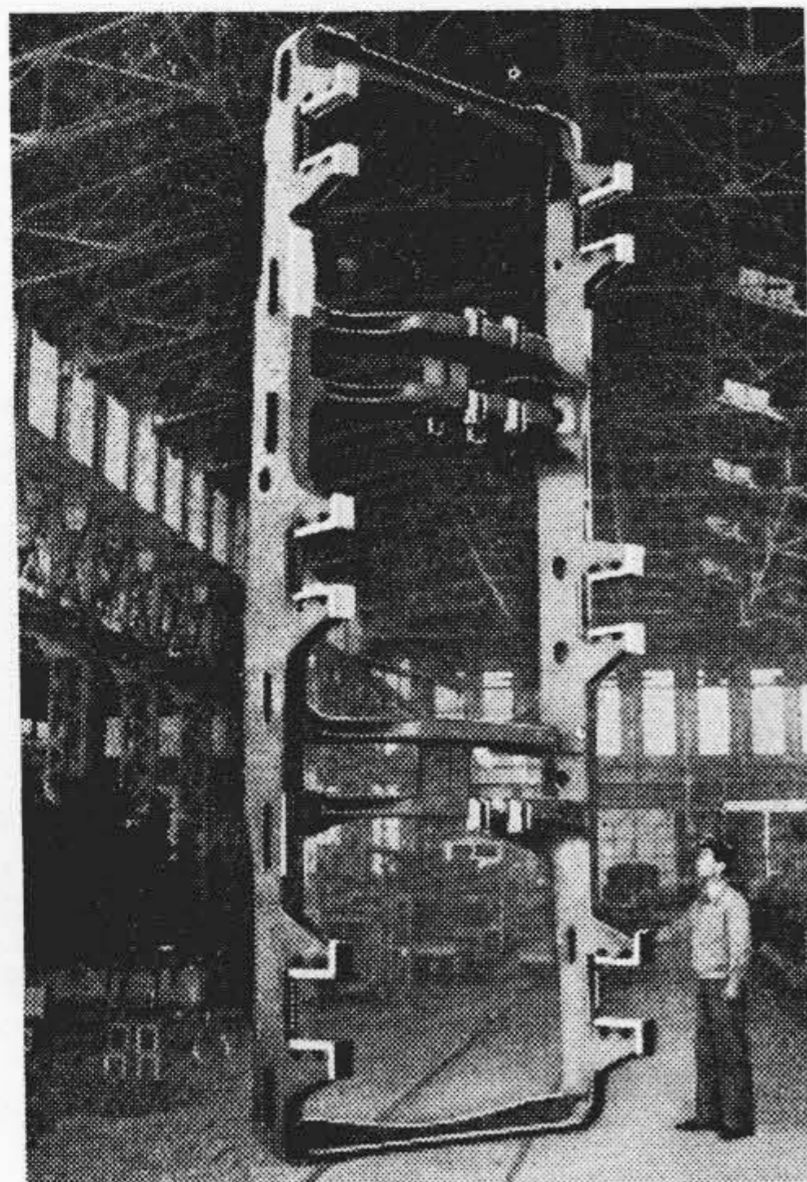
第5図 台車組立

置し、パンタグラフ操作弁、各機器用スイッチおよびロッカーなどは仕切壁に設けられ、天井には扇風機が設けられている。

床下にはブレーキ部品を収納したキャビネットと蓄電池箱を2台車の間に吊り下げてある。運転室配置を第4図に示す。

### 3.2 台車

3軸ボギー、一体鋳鋼台枠、釣合梁付揺枕式台車にして、特に良好なる走行特性を有し、インド国鉄の半径573ft(175m)のノースラックの曲線を安全に通過しうるもので、保守、点検にも特別の考慮が払われている。第5図に台車外観を示す。



第6図 台車台枠

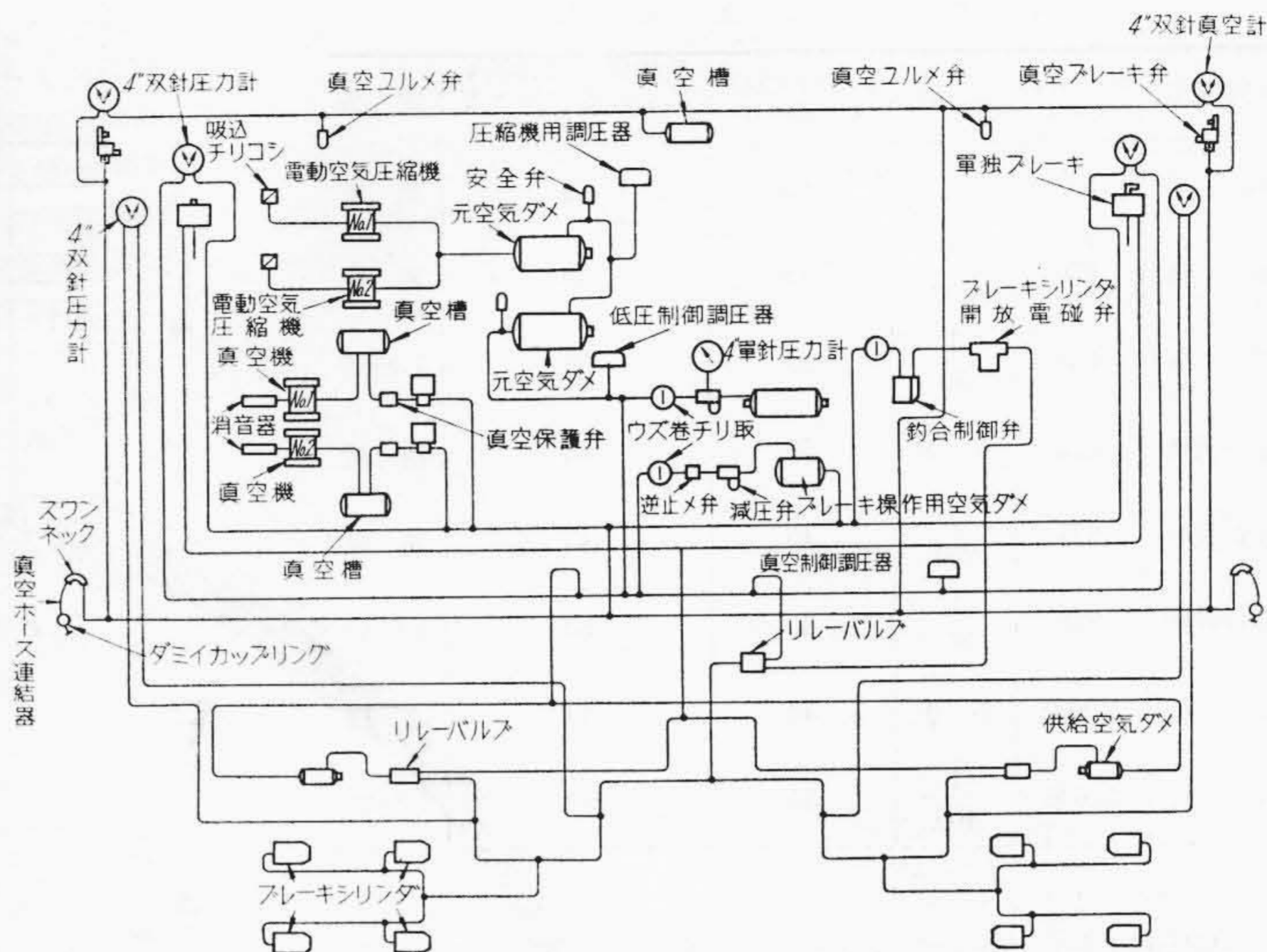
台車枠は前述のように一体鋳鋼製であるが、その大きさは 6,500mm×2,500mm 肉厚 18mm と今までにない大物である(第6図)。鋳造後の内部応力の除去には特に意を用い焼鈍をよくして、さらにγ線透視による内部検査を厳重に行っている。軸受は英国テムケンのローラベアリングを用い、鋳鋼製軸箱と台車枠との摺動面にはそれぞれマンガン鋼の当板をつけて無給油状態でも耐摩耗性をもたせてある。レールへの横圧軽減のため第2,5位を除く主電動機には横支え装置がそれぞれ設けられている。各軸箱間には鉄板製の釣合梁を有し、釣合バネにはコイルバネ、枕バネには重ね板バネを使用している。釣合梁の軸箱へ接する部分にもマンガン鋼が用いられている。

基礎ブレーキ装置は1台車にブレーキシリンダ4個を有し、制輪子は抱合せ式にしておのおのには制輪子加減装置を有する。手ブレーキは鎖およびリンク式にして各台車の片側のみにかかる構造である。

### 3.3 車 体

両運転台式ノーズピース付流線形車体にして、車体台枠は強固に補強されたI形鋼2本を中央に設け両側は溝形鋼を配し、横梁にて結び前後端には箱形端梁を有する全溶接構造で、車端衝撃および塔載機器の重量に対して十分なる強度と剛性を有するものである。

柱構は山形鋼を主体として一部鋼板プレス材を用いている。高圧室および補機室天井は機器の出し入れに十分な広さを有する取りはずし屋根になっている。側廊下外板部には機器取出用固定扉が設けられている。運転室天井および仕切壁には防熱、防音のため外板と内張の間にモルトプレーンを貼りつけてある。



第7図 空気ブレーキ装置系統図

入口扉は運転室側面にそれぞれ2箇所車端面にそれぞれ1箇所の内開き扉を有しそれぞれの扉は内側に忍錠が設けてある。正面固定窓は熱線の侵入を防ぐため必要最小限の大きさになっており、安全ガラスを用い、側面は硬質1枚ガラスを用いた落とし窓で内側には鉄製のシャッタが設けられている。機械室は固定式丸窓が片側3個ずつ設けられている。

送風機用空気ろ過器は厚さ 50mm の金網を組合せたもので取りはずし自在になっており、この外側に打抜形の鉄製窓が外板を形成している。

車体支持方式は心皿方式であり底面には耐摩材を用いている。

### 3.4 連結器

車体端梁に取り付けられ、両側緩衝器と中央リンク式引張装置を有するインド国鉄標準品を使用している。緩衝器内にはコイルバネ、リンク式引張装置には筒バネを用いている。

### 3.5 ドアインターロック装置

高圧室入口扉には安全装置として機械式インターロック装置が施されている。すなわち主幹制御器を中立位置にして、パンタグラフを下降し、さらに主接地スイッチを接地せねば高圧室扉が開閉できぬようになっている。なお屋上へ上る階段も高圧室扉が開閉できる状態になっていなければ使用できない構造になっている。

### 3.6 空気ブレーキ

英国ウェスチングハウス方式を採用、真空制御直通空気ブレーキ装置にして、その系統図を第7図に示す。

すなわち機関車は空気ブレーキ、客貨車は真空ブレーキ装置が用いられている。なお空気圧および真空度があ

第2表 運転性能表

列車種別	牽引重量 (t)	勾配	正規最大速度 (mile/h)	架線電圧 2,900V における均衡速度 (mile/h)	定 格
旅 客	630	平 坦	65	70	連 続
旅 客	630	1/200	55	55	連 続
旅 客	630	1/80	30	35	1 時間
小口貨物	825	平 坦	50	50	連 続
小口貨物	825	1/200	40	45	連 続
小口貨物	825	1/80	30	30	1 時間
貨 物	2,600	平 坦	40	45	連 続
貨 物	2,600	1/400	30	30	1 時間

る一定値以上になつていなければ機関車は運転できないよう電氣的インターロックが施されている。

3.7 議 装

配線はすべて英国規格 B. S. S. No. 7 により日立製作所で製作した合成ゴムシース電線を使用し、電線トイ、電線管を用いて配線されている。トイ内はすべてワニス処理されたガラスクロスで十分に保護されている。端子は A. M. P 製ソルダーレスターミナルを用いている。

4. 主 電 動 機

4.1 主電動機の仕様

本機関車はハウラーアサンソール間の主幹線においては急行および普通旅客列車または貨物列車用に、アサンソールモガールサライ間では急行、普通旅客列車用、さらにガヤモガールサライ間で貨物列車用に使用されるが現地の運転条件に基づいて下記のような運転性能が要求された。

(1) 架線電圧 2,900V における運転性能は第2表に示すとおりであること。

第2表中の連続および一時間定格の温度上昇は次の値をこえてはならない。

電機子巻線： 85°C(抵抗法)

固定子巻線： 95°C(抵抗法)

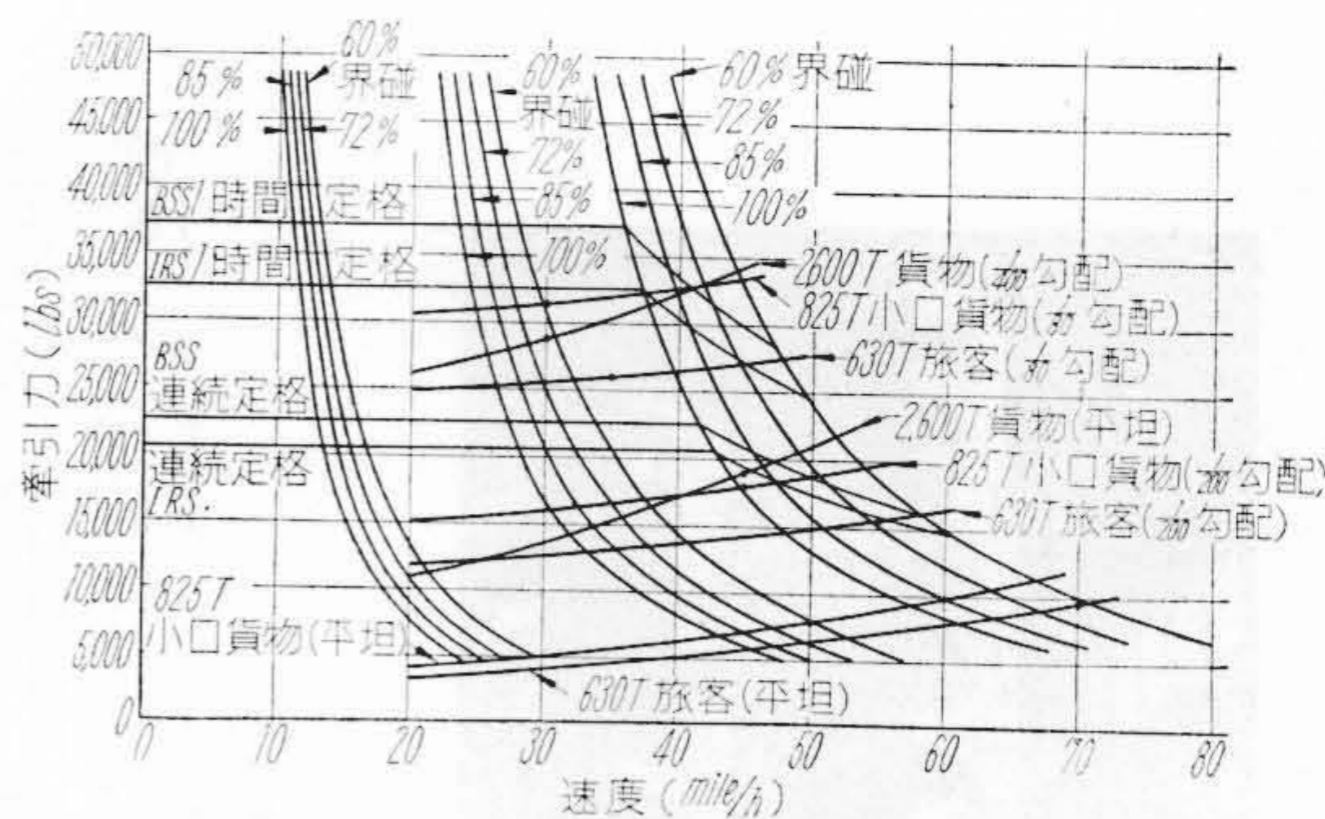
整 流 子： 90°C(温度計法)

(周囲温度は日陰にて 45°C になることがある)

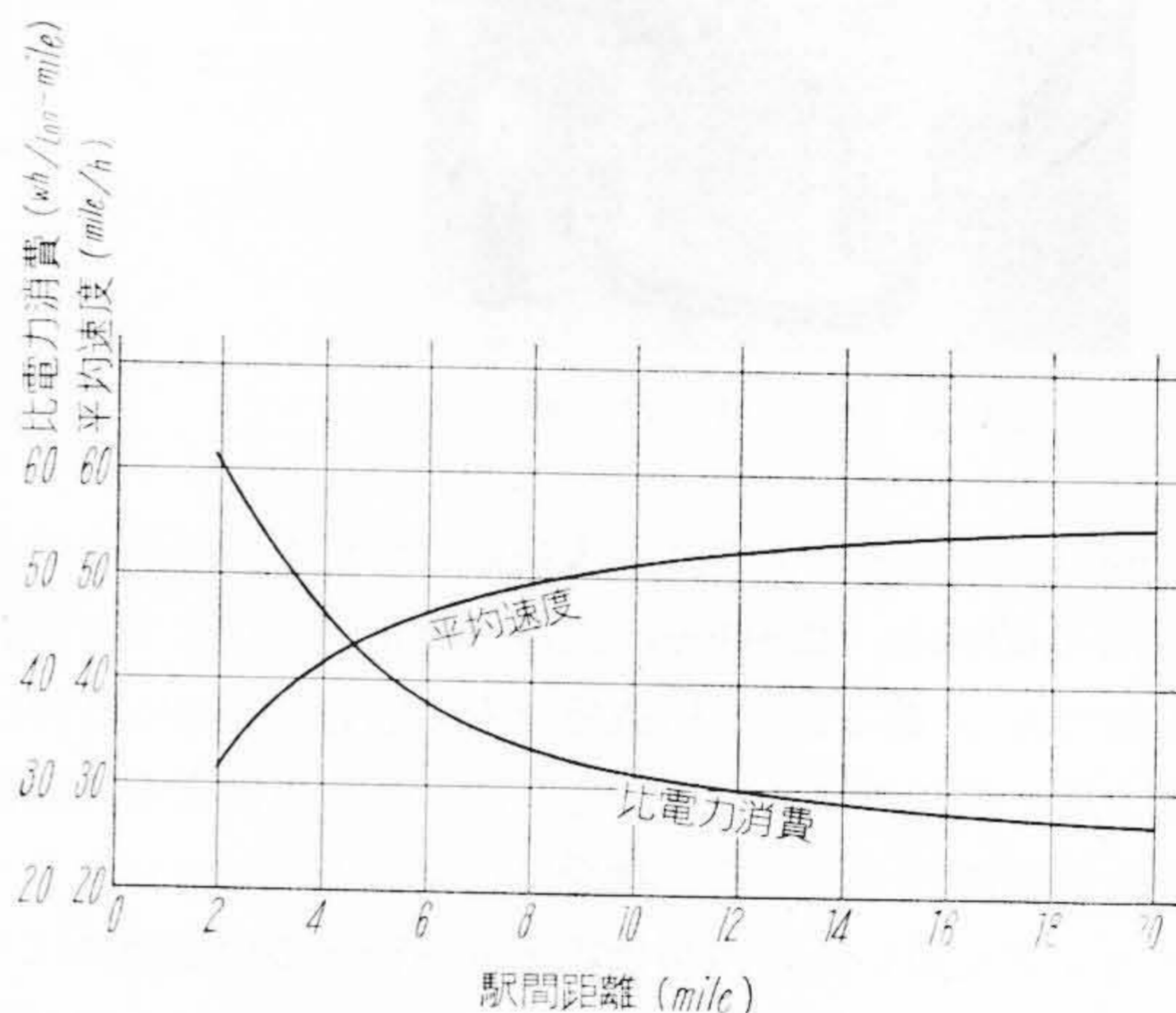
第8図に本機関車の速度—牽引力特性を示したが、上記の諸条件をよくみたしていることがわかる。

(2) 最高運転速度は 70 mile/h とし、試運転の際の最高安全速度は 75 mile/h とする。各機器は最高安全速度において電氣的および機械的に保証されること。

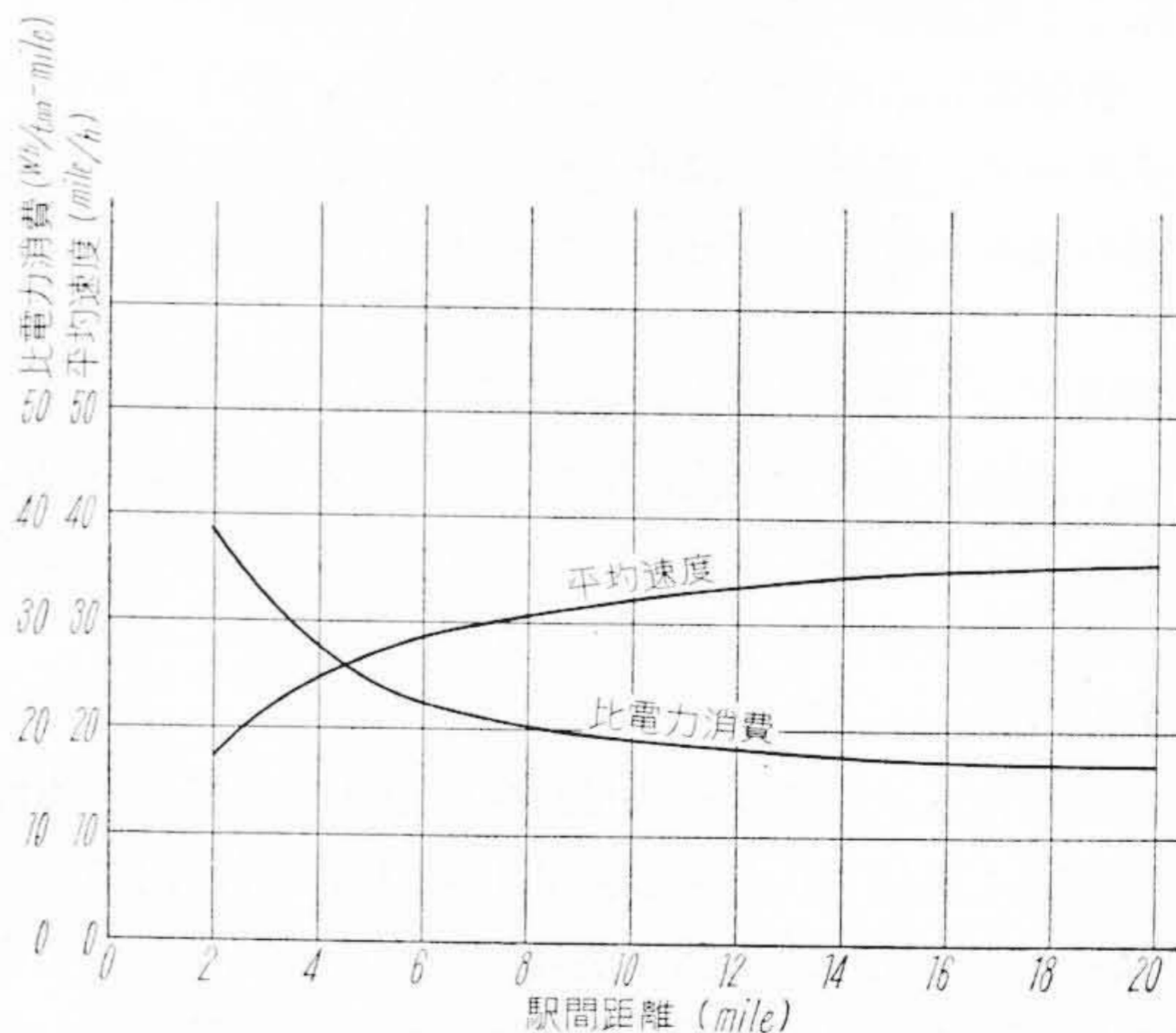
(3) 630 t の旅客列車を索引してハウラー—モガールサライを普通運転するとき、その全走行時間は10時



第8図 速度—牽引力特性曲線

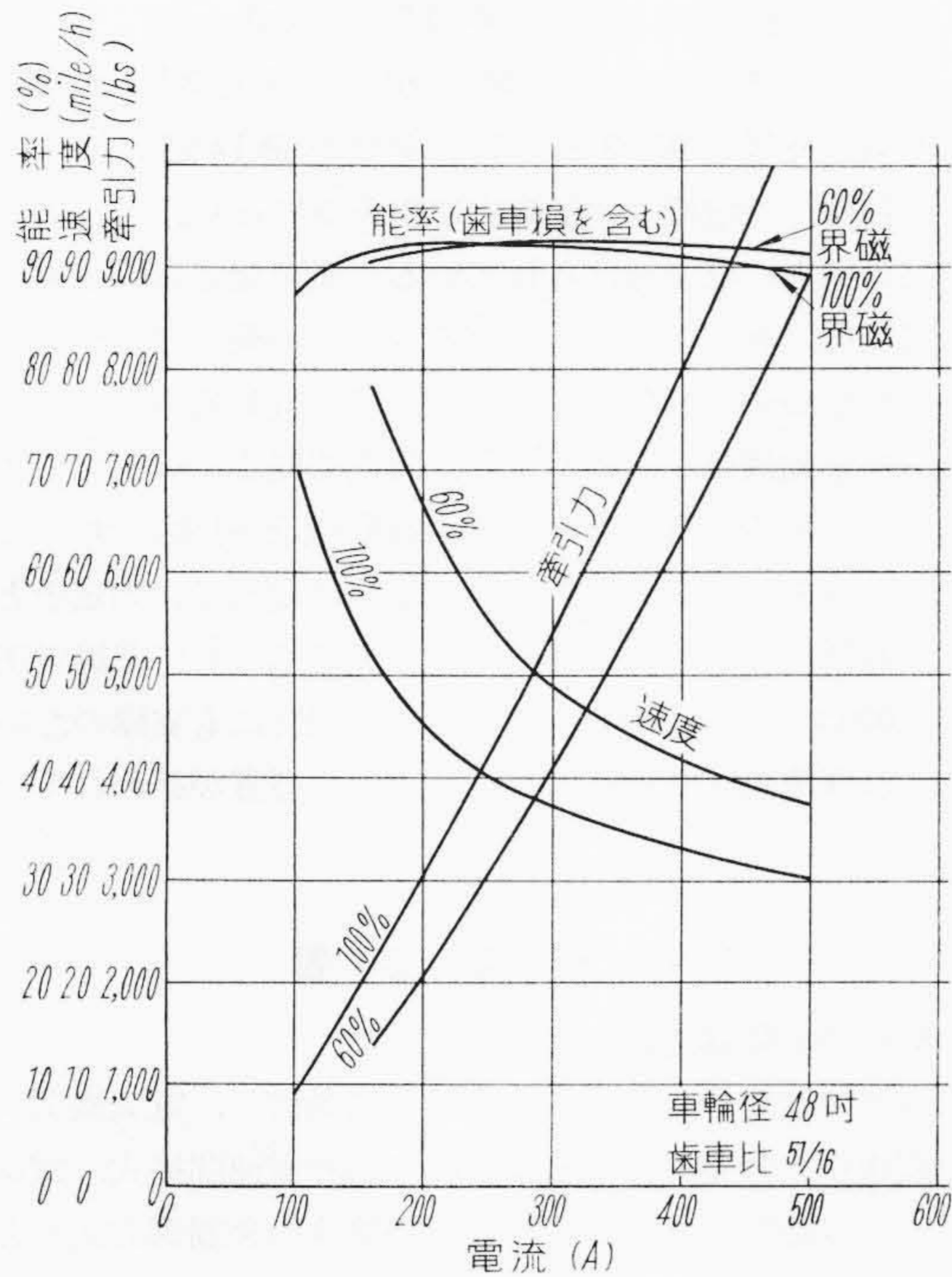


第9図 旅客列車走行特性曲線



第10図 貨物列車走行特性曲線

間以内でなければならない。さらにこの運転ではブルドワン、アサンソール、ダンパッド、ゴモーにて10分停車、ガヤにて7分停車、そのほかの各駅にて2分停車するが、この運転中および運転直後において主電動機の温度上昇は(2)項の限度以内でなければならない。



第 11 図 主 電 動 機 特 性 曲 線 図

(4) 630t の旅客列車を牽引して、最高速度 65mile/h、平均速度 55.5 mile/h、制動減速度 1mile/(hs) で 20mile の区間を往復するとき機関車の電力消費量は 838.5 kWh 以下でなければならない。

(5) 2,600 t の貨物列車を牽引して、最高速度 43 mile/h、平均速度 36 mile/h、制動減速度 0.5mile/(hs) で 20mile の区間を往復するとき機関車の電力消費量は 2,010 kWh 以下でなければならない。

第 9, 10 図に本機関車の走行特性曲線を示す。

以上の諸条件について慎重な検討を行つた結果主電動機は下記の仕様が選定された。

主電動機仕様(適用規格: BS No. 173—1941)

型番号: HS—373—Ar

型 式: EFCO—H<sub>60</sub> (閉鎖強制通風型, 直巻界磁, 補極付)

1 時間定格 600HP, 1,450V, 330A, 800rpm (100% 界磁)

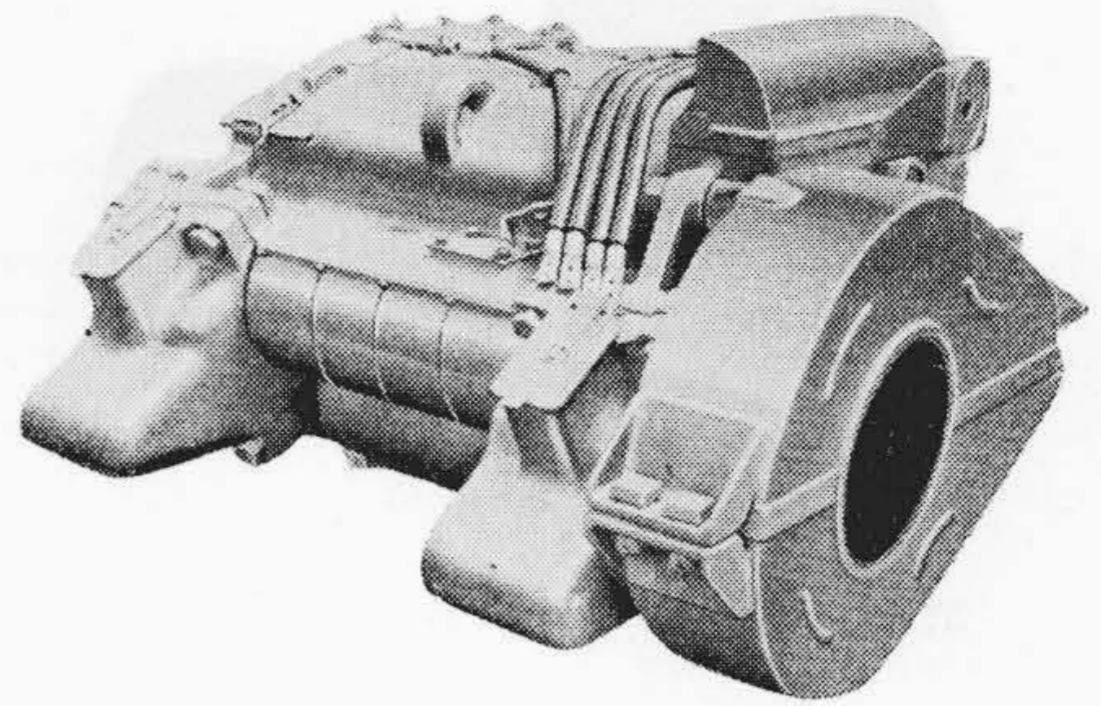
連続定格 420HP, 1,450V, 231A, 927rpm (100% 界磁)

本機の特性曲線を第 11 図に示す。

#### 4.2 主電動機の構造

第 12 図に本機の外観を示す。

本機は 3,000V 電気機関車用としてはわが国にて製作された最大容量の主電動機であり、耐圧試験電圧 7,000V、架線電圧 3,500V 相当の整流試験など高圧大容量直流機としてのきびしい条件と、現地の周囲温度が高いために



第 12 図 主 電 動 機

すでに述べたとおり運転中の温度上昇限度が低く制約されている点に設計上最大の考慮が払われた。また本機は材料はすべて BS 規格によるものを使用し、各部の寸法はすべて英国度量衡によつて設計、製作された。電機子、固定子巻線の絶縁は BS 規格 B 種としガラス、マイカ、アスベストを使用し熱硬化性ワニスで処理して十分な耐熱性を与えるとともに、送風機による強制通風をおこなつて十分な熱容量を有するようにしてある。すなわち冷却空気は送風機より通風渠を経て整流子側に導き、排気は反整流子側の磁気枠上面のみより排出される。本機は定格端子電圧 1,450V (最高 1,600V) であるため良好な整流条件を確保するために特に慎重な設計がなされた。すなわち電機子巻線は重ね巻として整流子片間電圧を適当な値に保ち、主極、補極形状および空隙寸法にも十分な吟味を行い、整流子片は銀入り硬銅を使用してその抗張力を高め、刷子は頭部を丸形構造として刷子の摩耗にかかわらず常に良好な加圧状態が保たれるようにしてあり、さらに三分割刷子を採用して整流特性の向上を期している。また本機の点検蓋、歯車箱の接合部などはすべて耐水構造にしてある。

本機は完成後 BS 規格およびインド国鉄仕様書によつて厳格な性能試験が行われたがきわめて良好な成果をおさめた。

#### 5. 送風機付電動発電機

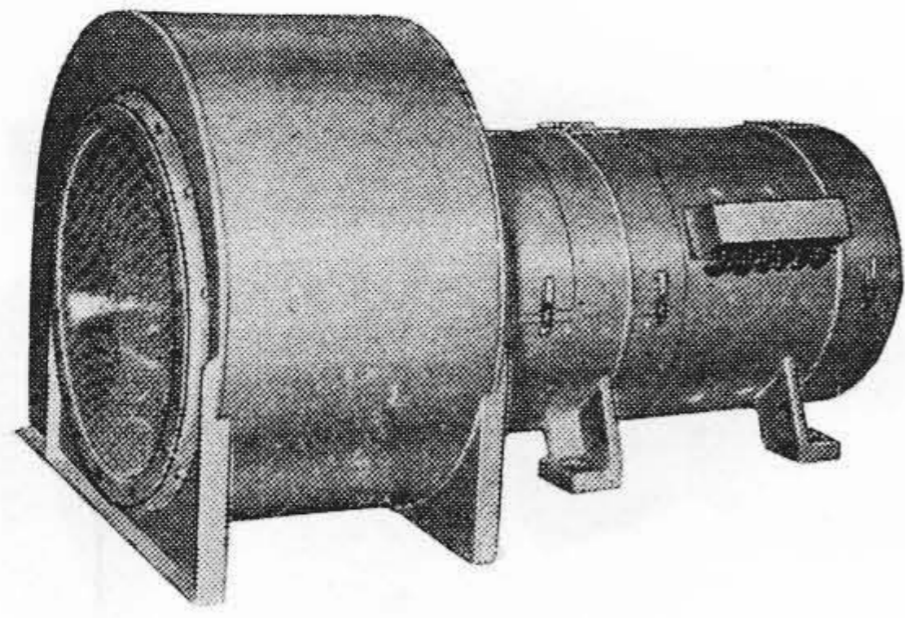
本機関車には 2 台の送風機付電動発電機が設けられ、機関車の低圧電源として真空排気機(2 台)、空気圧縮機(2 台)、蓄電池の充電用、電灯回路および制御回路の電源として使用される。また送風機は主電動機および主抵抗器の通風用に使用される。

仕 様 (適用規格 BS No. 173—1941)

型番号 HG—434—Br

型 式 EFCO—K (閉鎖自己通風型, 複巻界磁, 補極付)

直流電動機 入力 36 kW, 2,900V, 12.4A, 1,400rpm



第13図 電動発電機

直流発電機 出力 14.5 kW, 110V, 132A

送風機 風量 13,250ft<sup>3</sup>/min, 静風圧 3 1/8 in 水柱  
本機の外観を第13図に特性曲線を第14図に示す。

電動機, 発電機は共通枠内に組み立てられ, 各電機子は共通軸上に取り付けられている。また発電機側軸端には送風機の翼が吊架されているが, この翼には主機のほかにも発電機側に補助翼を取り付けて, 電動発電機の冷却空気を電動機側から取り入れ, 発電機側より排出するようにしてある。各部の材料は主電動機と同様にすべてBS規格によつて製作された。絶縁は電機子, 固定子ともにB種絶縁とし, 電動機は複整流子型として架線電圧が2,000Vより3,500Vに急変する場合にも支障のないように直流高圧回転機としての十分な考慮が払われている。

### 6. 制御装置

#### 6.1 制御装置

高温多湿な外気条件で安全確実に動作し, 電気機関車の機能を十分発揮できるよう非自動非重連間接式, 電磁および電磁空気式で次のごとき特筆すべき制御方式をとっている。

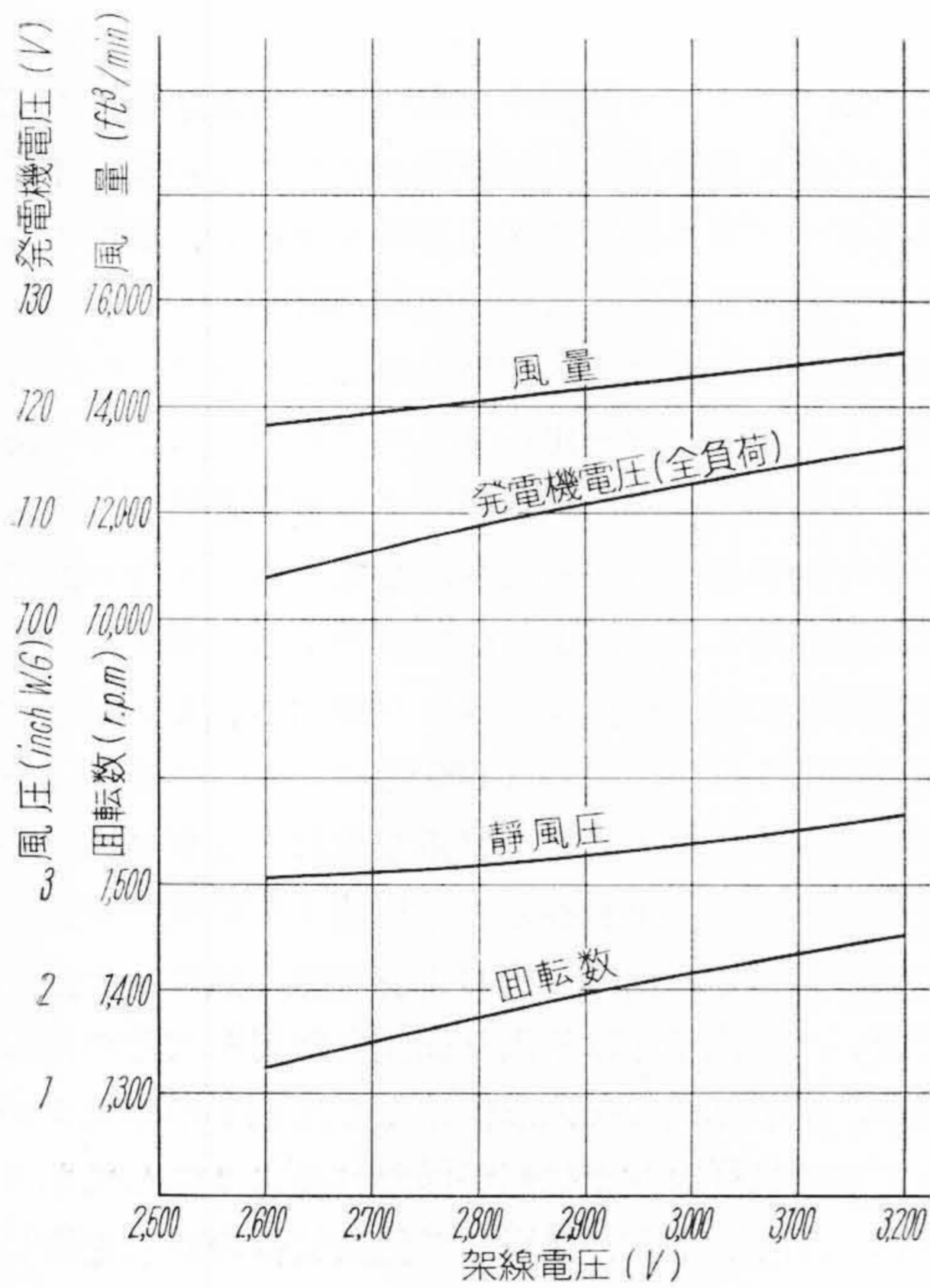
(1) 速度制御は直列18ノッチ, 直並列10ノッチ, 並列8ノッチの計36ノッチで, 直列, 直並列および並列の各最終段で誘導分路ならびに無誘導抵抗による弱界磁三段を自由に使用できる。したがつて本機の連続ノッチは12ノッチの多数を有している。

(2) 第15図の主回路つなぎに示すように, M<sub>1</sub> M<sub>2</sub> M<sub>3</sub> グループと M<sub>4</sub> M<sub>5</sub> M<sub>6</sub> グループの二群に連る主回路全電気機器はおのおの独立して片方のグループだけで運転できるようグループ開放器を設けている。したがつて高速度遮断器以外のいかなる主回路電気機器の故障においても半分の出力で電気機関車の運転が可能である。

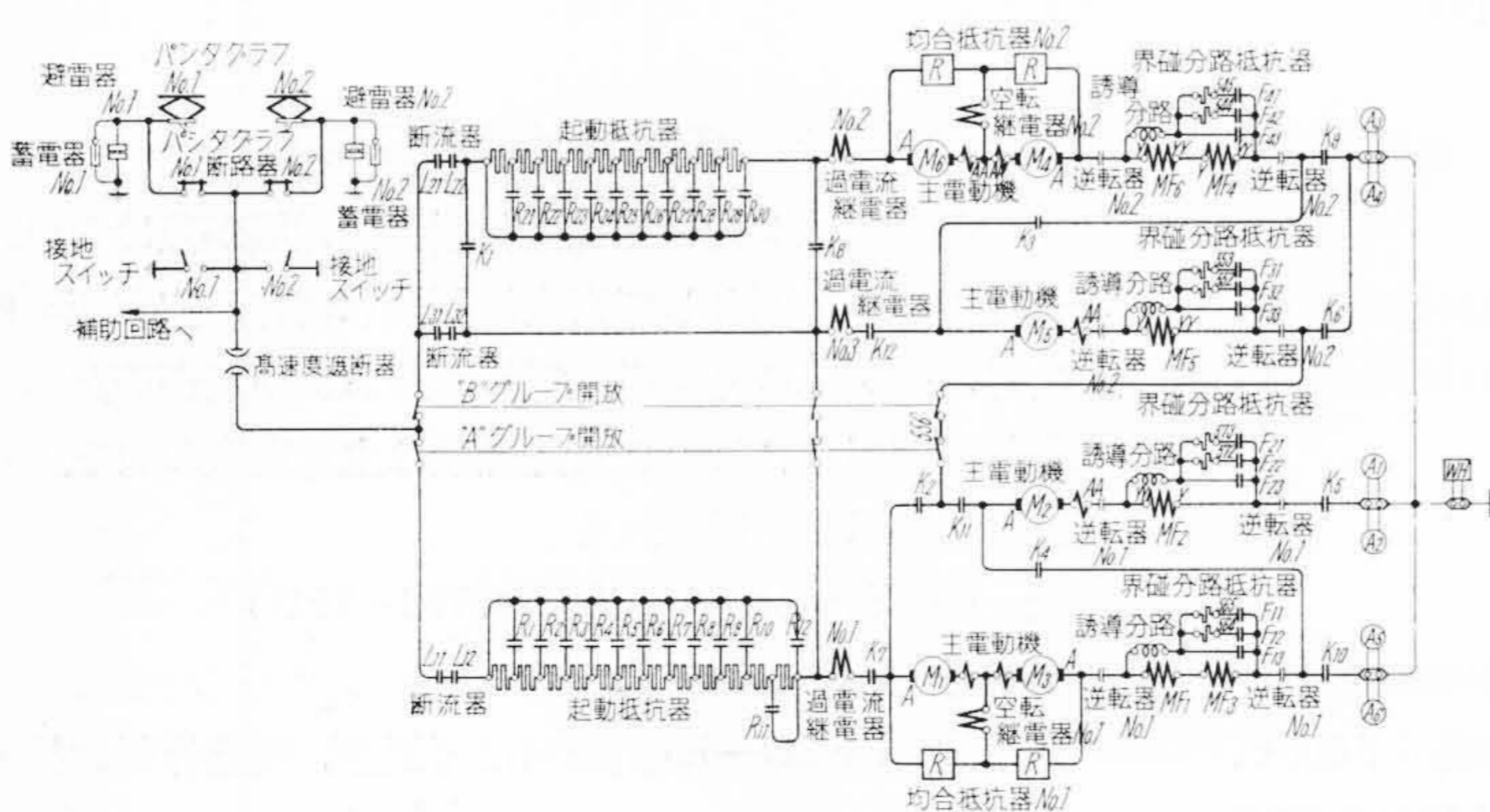
また電動発電機, 真空排気機および空気圧縮機の補機は各2台装備しいずれが事故を起しても1台での運転が可能である。第16図にDC 3,000V 電気機関車主回路説明つなぎに平常運転および開放運転の場合の回路を示してある。

(3) DC 3,000V の高圧機器はすべて高圧室に納められ, 高圧回路のすべてが接地電位にある時のみ点検ができるよう高圧室開閉扉と鎖錠された接地スイッチ2個を設けている。

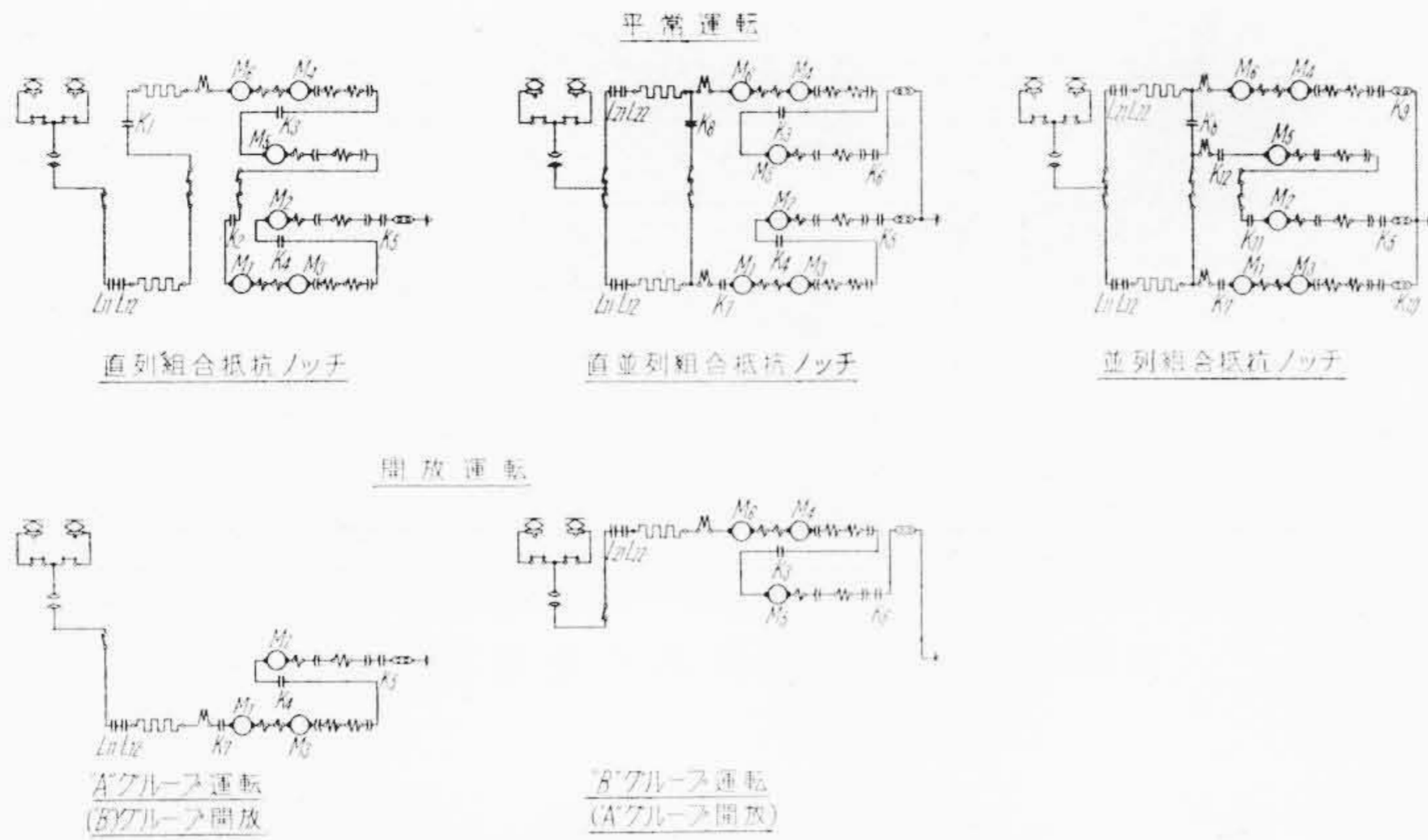
(4) 3,000V 高圧主回路には高速度遮断器を設け, 過電流継電器の指示



第14図 電動発電機特性曲線図



第15図 DC 3,000V 電気機関車主回路つなぎ



第16図 DC 3,000V 電気機関車主回路説明つなぎ

あるいは高速度遮断器自体の引外しコイルによつていかなる事故でも高速度に遮断する。なお常時主回路開閉は断流器による。断流器は2個を直列にして遮断容量を十分大なるものとしている。

(5) 第15図にて明らかなるように平常あるいは開放運転のいかなる場合にも各回路の電機子電流1回路分を読みとれるよう主回路電流計3組を有する。

主電動機6個は2個ずつ3グループよりなり、各回路には各2個宛の断流器と各1個の過電流継電器を有して

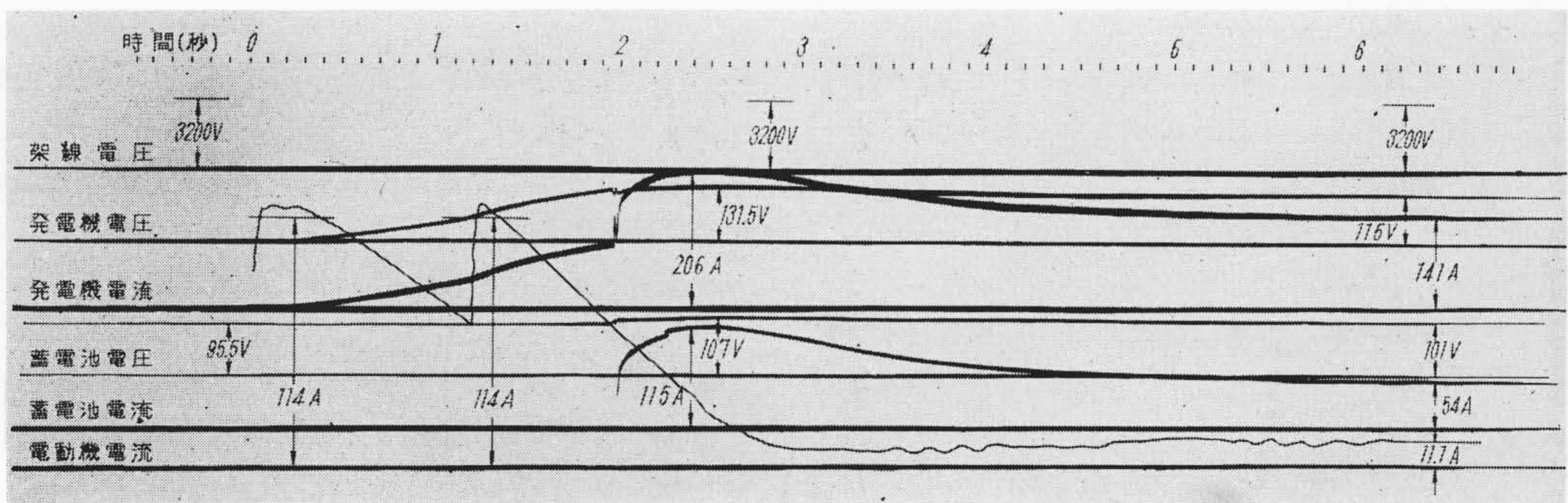
おり、また主抵抗器は2グループからなり主幹制御器で組合せ単位スイッチにより主電動機の直列、直並列、並列制御と主抵抗器の直列ならびに並列制御を行い、連続ノッチを表示灯により知ることができて運転に便ならしめている。M<sub>1</sub> M<sub>3</sub> と M<sub>4</sub> M<sub>6</sub> 主電動機には空転警報継電器でその空転を検出し砂撒きと表示灯による表示を行う。主回路の過電流あるいは接地そのほか事故の際は、過電流継電器あるいは高速度遮断器の引外しコイルにより検出し、さらに架線電圧が2,000V以下の運転不能に近い電圧に下つた時は低電圧継電器で検出し、高速度

遮断器により力行回路を遮断すると同時に表示灯で表示する。

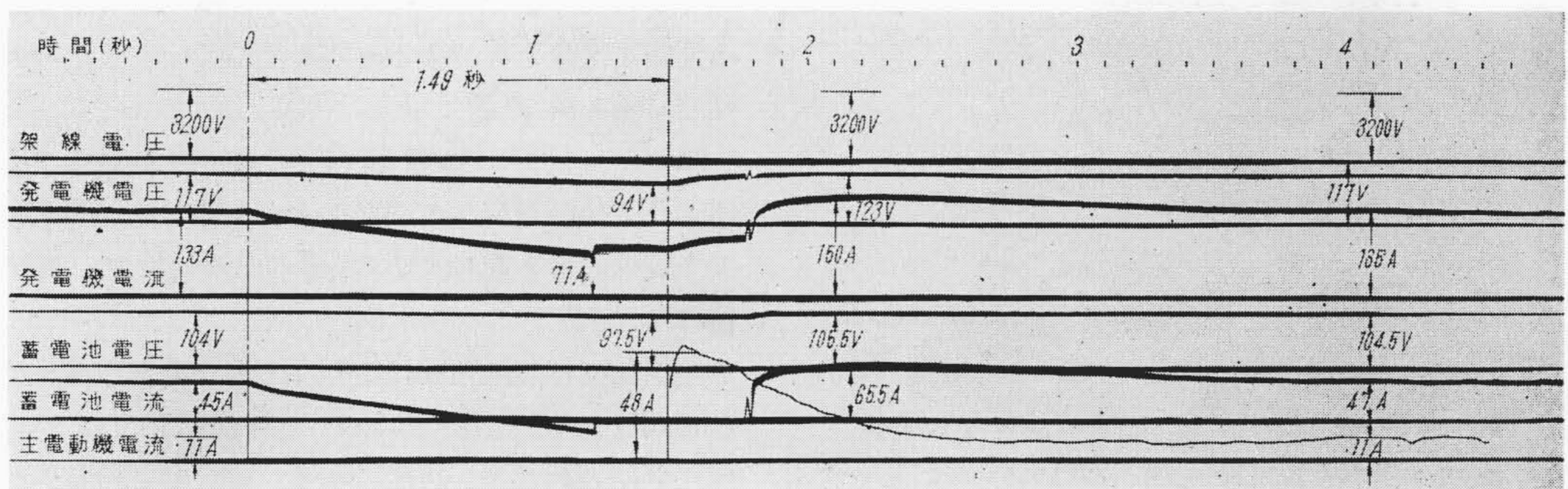
各パンタグラフにはそれぞれ断路器を設け、いずれの運転室からも各1個ずつ上げ、下げには2個同時に遠隔操作できるようになつている。圧縮空気のない時は蓄電池によりパンタグラフ用空気圧縮機を駆動して操作する。蓄電池は非常の場合の電源として備えている。

蓄電器付避雷器2組を付属し、蓄電器は18kVのサージ電圧に耐えるものとなつている。

電動発動機は3,000Vの電磁接触器により起動し、過



第17図 14.5kW 電動発電機送風機の起動特性



第18図 14.5kW 電動発電機送風機の入力電圧中断特性



電流事故のときは電動発電機用過電流継電器によりその電磁接触器で遮断の目的をも達する。なお起動抵抗、起動電磁接触器と起動継電器により主電動機の起動を円滑ならしめる。

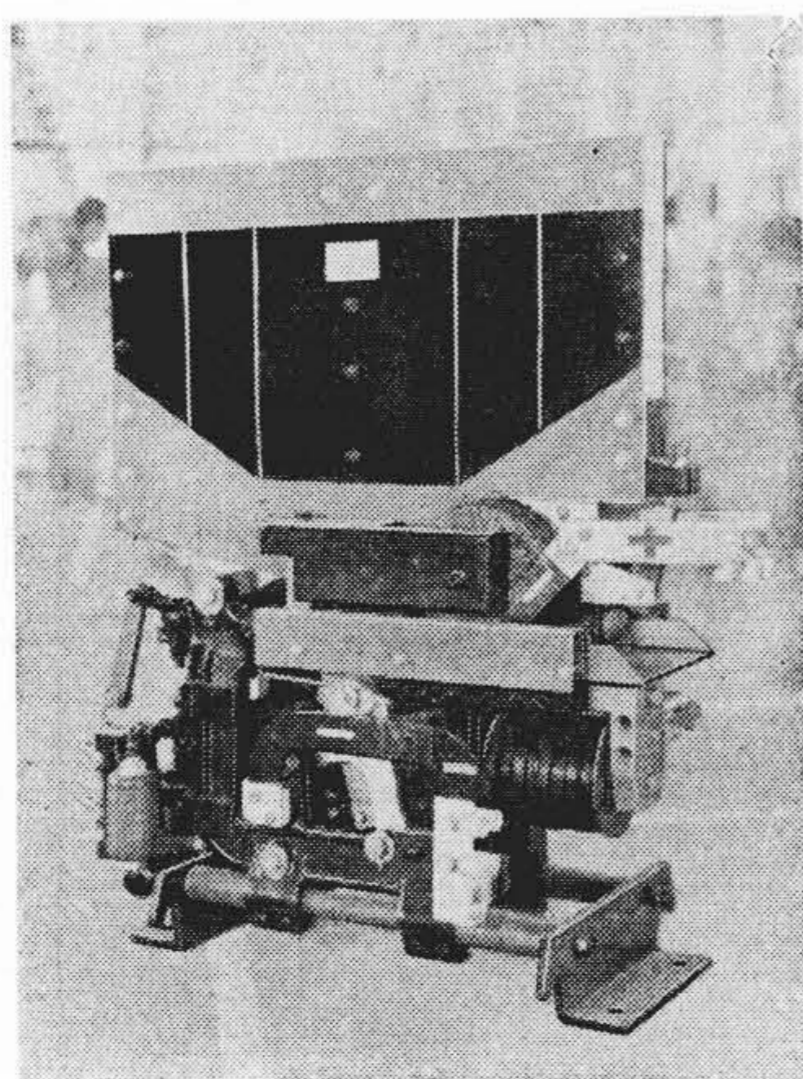
電動機発電機の起動特性ならびに入力電圧を中断したときの特性を第17図と第18図に示す。

電気機関車単機あるいは列車全体のブレーキには圧縮空気ブレーキと真空ブレーキとを単独あるいは両方使用し、真空排気機、選択スイッチ、真空ブレーキ弁、排気機トリガースイッチの操作により2個の真空排気機の単独あるいは並列運転制御、真空排気機の世界制御および電気機関車と列車の切放し運転時のブレーキ制御を行うことができる。

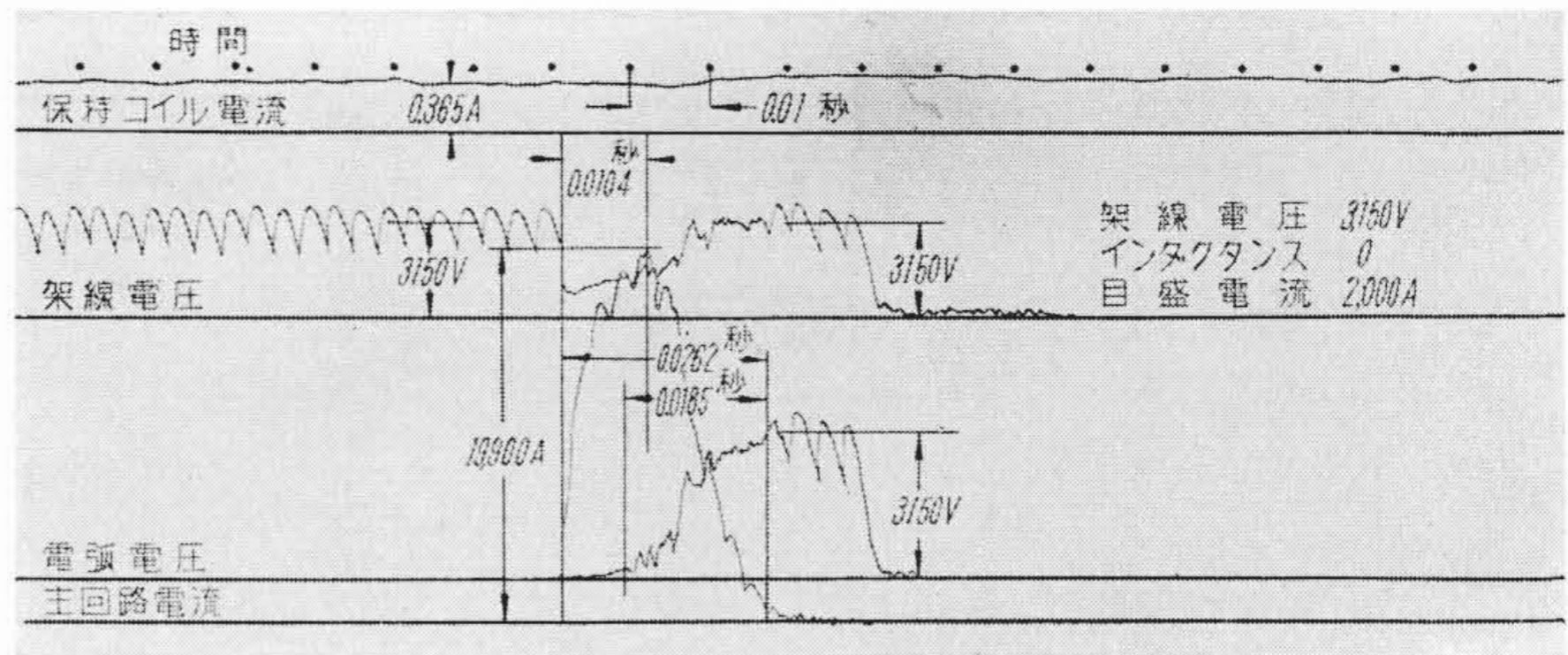
高圧用電圧計と低電圧継電器回路には3,000Vの筒形ヒューズを、また低圧回路にはダイオン遮断器と低圧ヒューズによつてその保護を完全なものとしている。運転室は3段階の世界制御が可能な電気天井扇風機を有す。

## 6.2 制御機器

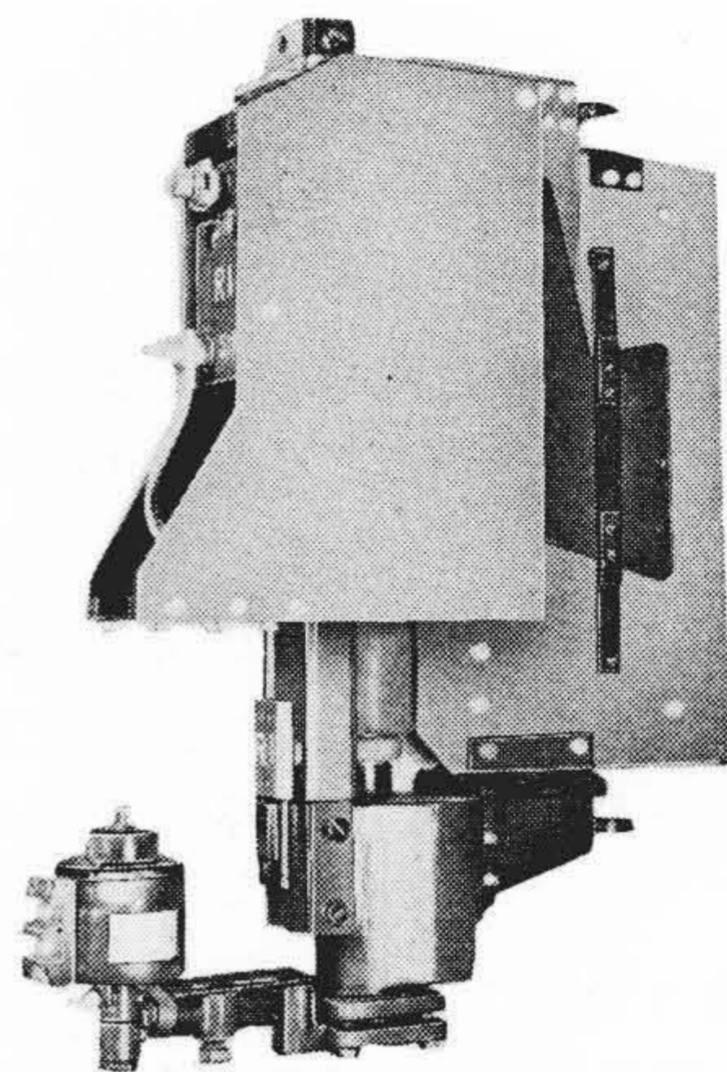
日照温度 155°F (68.5°C), 日陰温度 117°F (47°C) 湿度 100% の高温多湿の中にあつて DC 3,000V の制御機能を十分発揮できるように 1,500V 電気機関車はもちろん、従来製作せる 3,000V の制御機器を基として性能の点において飛躍的に進歩したものとなつている。すなわち機器はすべて BS 規格または IRS 規格により製作され、単位スイッチや逆転器の空気シリンダーに使用せるパッキングおよびグリースは特殊気象条件を考慮してネオプレーンパッキングならびにシエルアルバーニアグリースとした。また導電部の絶縁距離は機器の寸法を極端に大き



第19図 高速度遮断器



第20図 高速度遮断器の遮断特性の一例



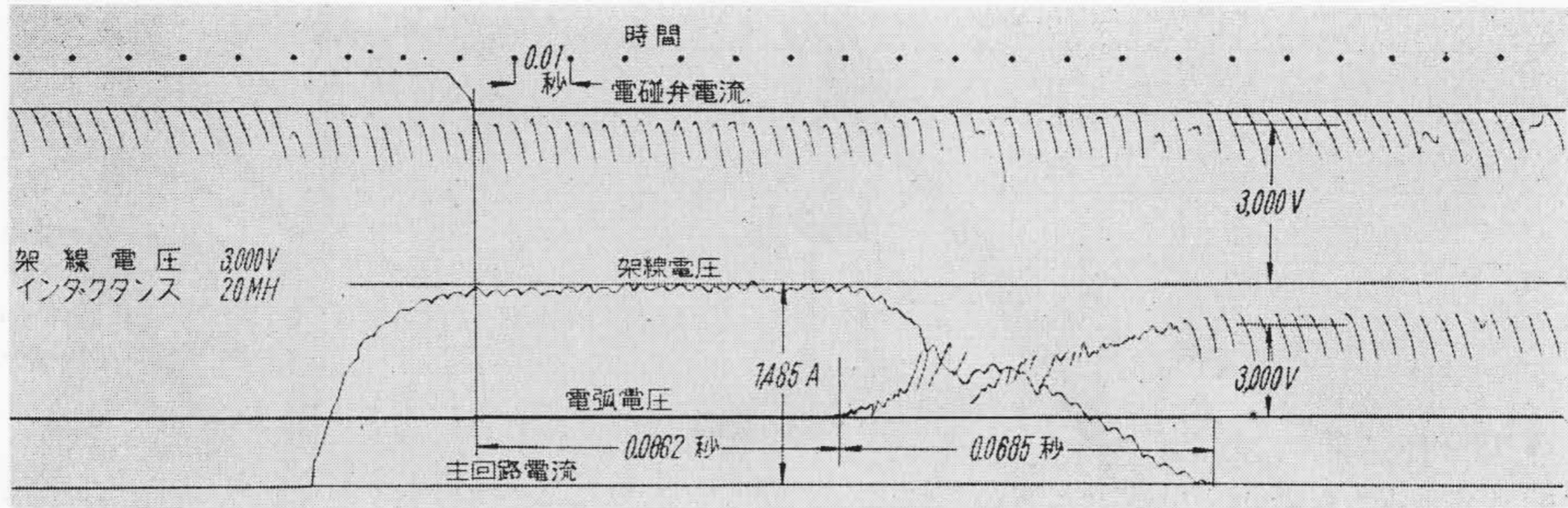
第21図 単位スイッチ

くしないで十分なものとするためにたとえば特殊絶縁つばを使用するなどいろいろと細心の注意が払われている。電磁コイルの絶縁は特殊処理とし、通電部分はもちろんすべての絶縁物ならびに各部品の発錆に対する塗りおよびメッキに関しても長期間の使用に耐えるものとなつている。

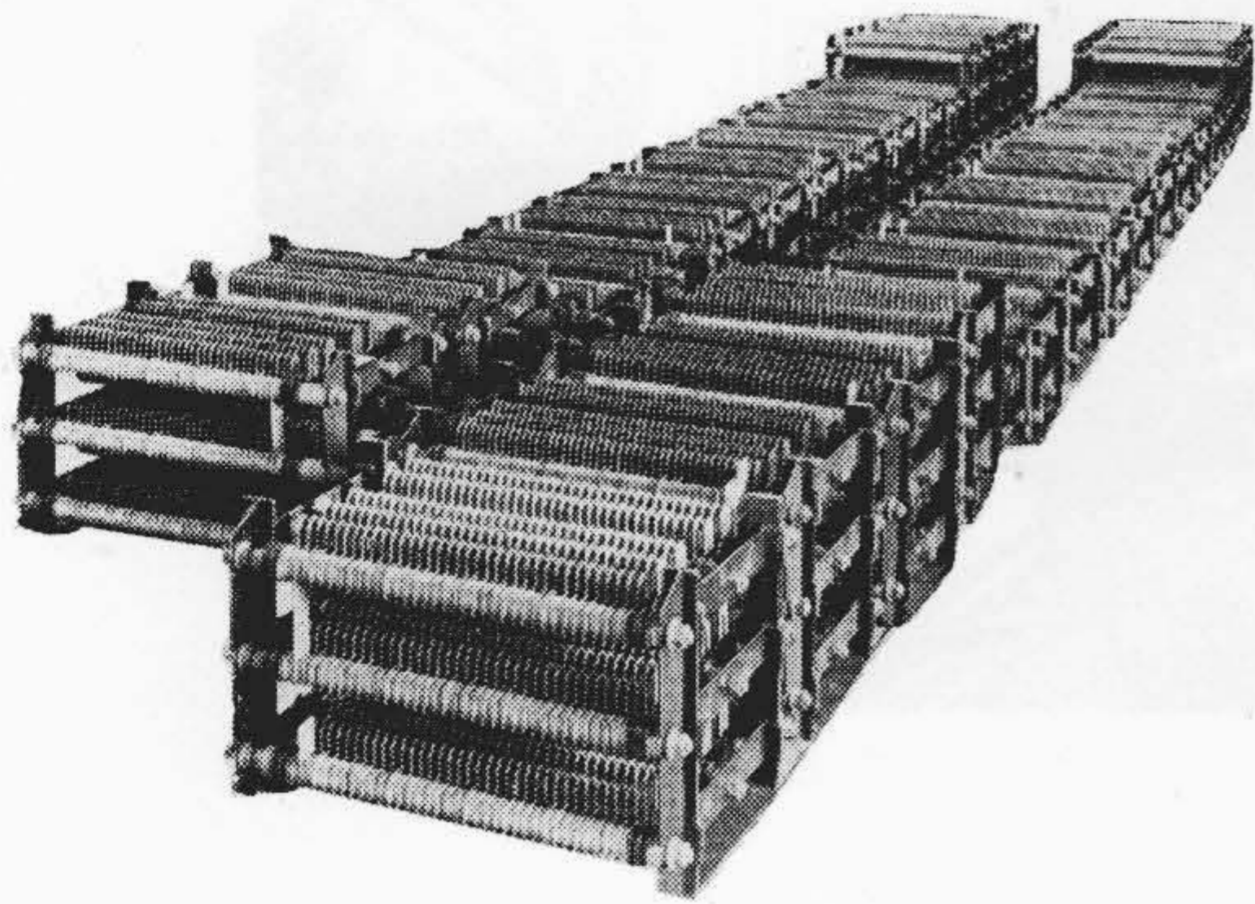
第19図にその外観を示すように高速度遮断器の投入は電磁空気操作で、保持コイルにより主回路の閉路を保持し事故電流は引外しコイルによつて引外し、戻しバネにより高速に開路遮断される。アークシュートの吹消容量と導電部の絶縁は DC 3,000V 回路の遮断器としてその性能を十分発揮できるものとなつている。その遮断特性の一例を第20図に示す。

単位スイッチは第21図に示すように絶縁接手と主回路リード線の保護、アークシュートなどは 3,000V 用として特殊設計となつている。その遮断特性の一例を第22図に示す。

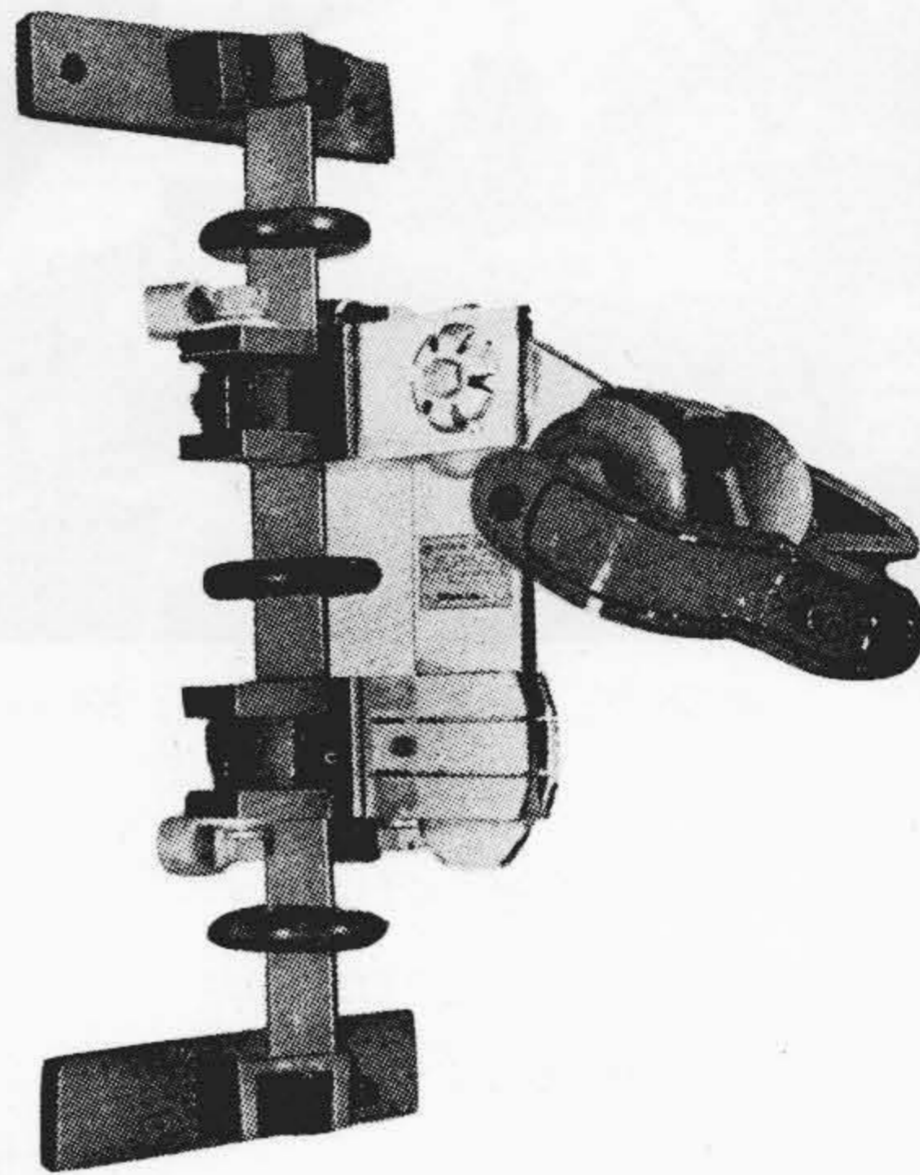
主抵抗器は普通運転はもちろん、「最初の6ノッチ連続使用できること」「2,600tを牽引して $1/400$ の上り勾配を3回連続起動が可能であること」などの特殊条件を満足するため大容量のものとなつているが、3点支持ス



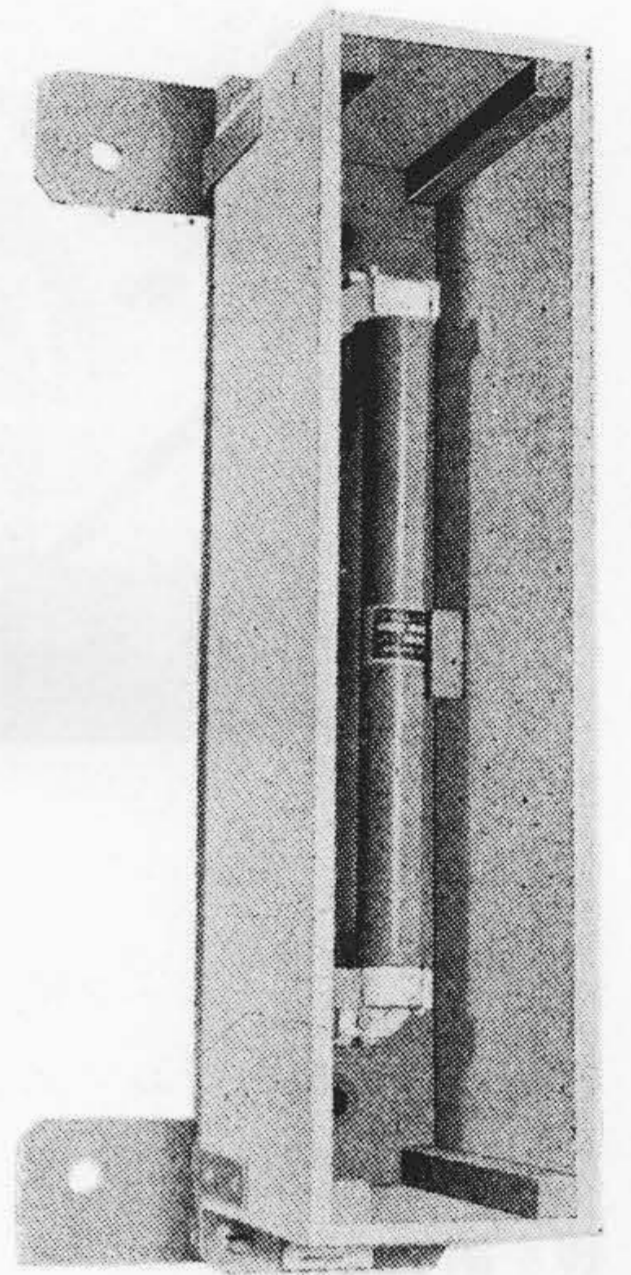
第22図 単位スイッチの遮断特性の一例



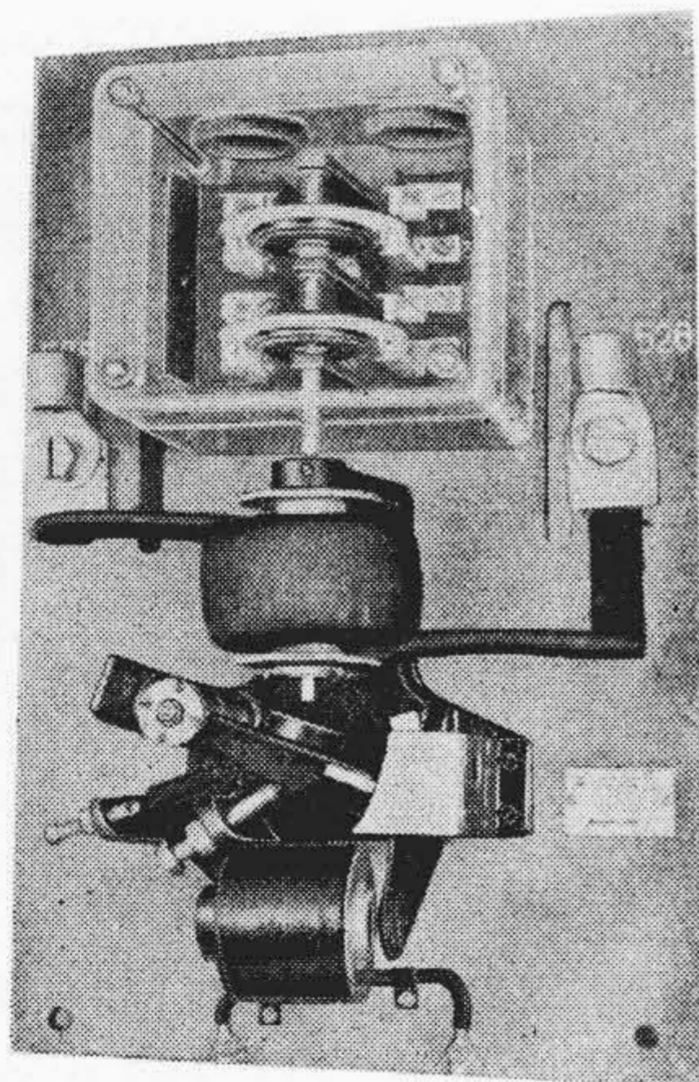
第23図 主 抵 抗 器 群



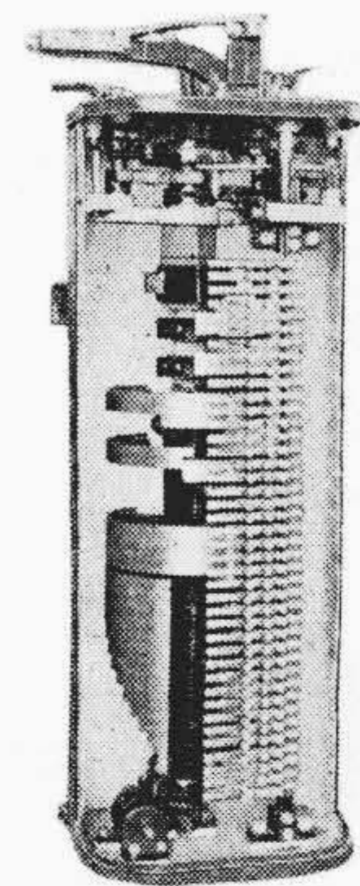
第25図 接 地 ス イ ッ チ



第26図 高 圧 ヒ ュ ー ズ



第24図 主回路用過電流継電器



第27図 主幹制御器

ティールグリッド抵抗器を強制通風して極度に軽量化している。

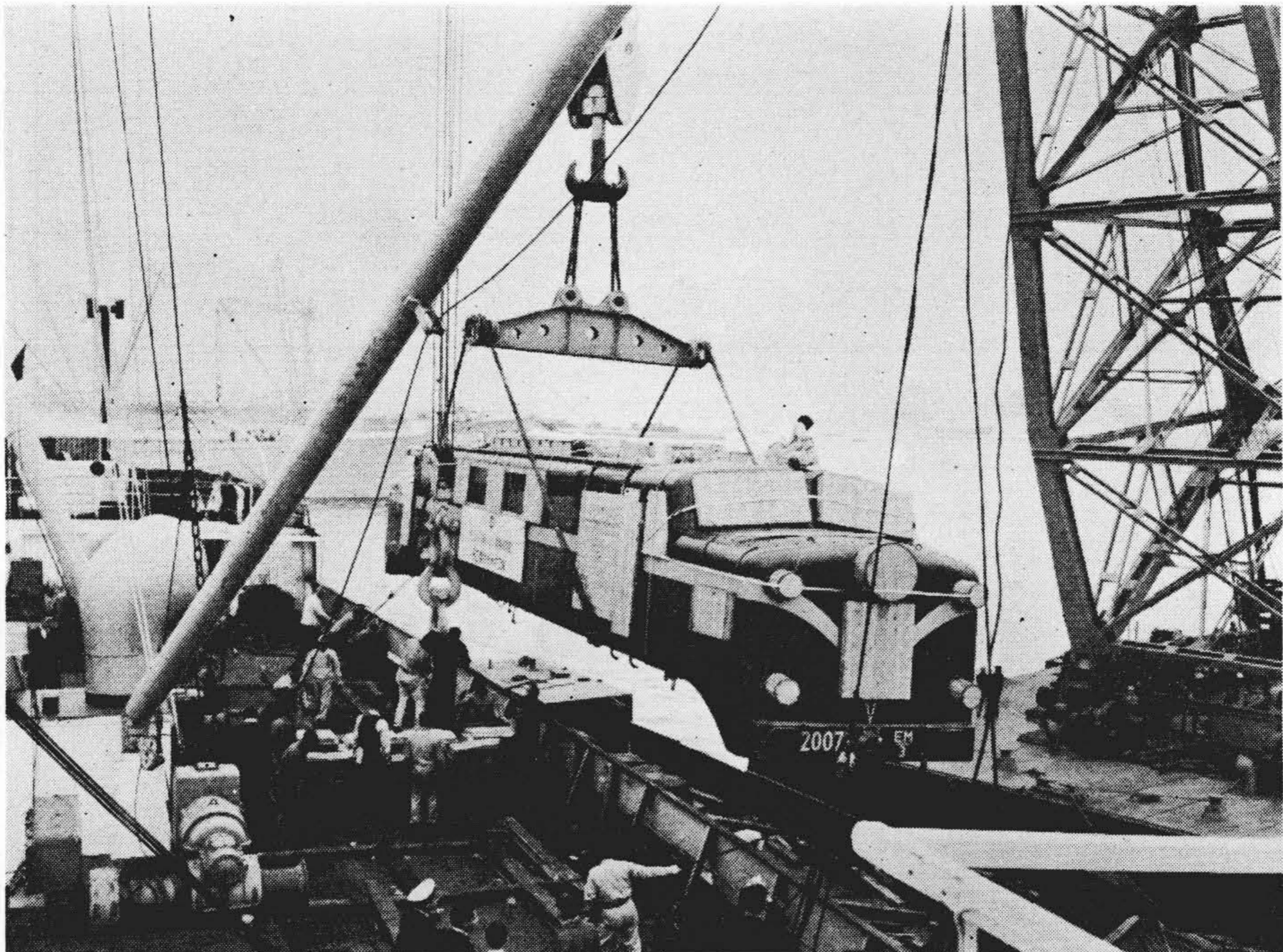
第23図に主抵抗器を示す。また補助抵抗器はニクロム線を磚子に巻いた巻線型抵抗器のほか電動発電機用直列抵抗器ならびに起動抵抗器はリボン抵抗器とし各用途に合致した抵抗器を採用しておのおのその機能を十分に達せしめるものとした。

継電器類はその機能に応じた形のものを採用し、特に高

圧の絶縁と動作の確実、長寿命のものとしている。

主回路過電流継電器は第24図に示すように高圧と低圧ならびに接地間の絶縁は3,000Vに十分耐え、補助回路に防塵保護用プラスチックカバーを採用している。

スイッチ類、特に主回路用のパンタグラフ断路器、接



第28図 横浜港で船積中の電気機関車

地スイッチ、グループ開放器などは特殊絶縁つばを有するモールド取付フレームに取り付けられ、外形寸法を最小限度にとどめ小型のものとし得た。接地スイッチの外観を第25図に示す。

高圧3,000Vヒューズは第26図に示すように特殊消弧剤を封入せるスパイラルヒューズで良好なる遮断特性を有する。

主幹制御器は主シリンダ、逆転シリンダおよび弱界磁シリンダを有し、これら相互間に次のような機械的鎖錠を設けている。

- (1) 主ハンドルは逆転ハンドルが前進または後進位置のみで操作しうる。
- (2) 逆転ハンドルは主ハンドルが「切」位置のみで動かすうる。
- (3) 弱界磁ハンドルは主ハンドルが直列、直並列および並列おのおのの最終ノッチにある時のみ弱め界磁ができる。
- (4) 主ハンドルの進めは弱界磁ハンドルが「切」(全界磁)位置にある時のみ操作できる。

(5) 主ハンドルの戻しは弱ハンドルがいかなる位置でも操作可能である。

以上のように複雑な機械的鎖錠を有するが、簡単確実な構造としているので渡りノッチを入れて計42段を円滑軽快に操作することができる。第27図にその概観を示す。

以上制御機器の概要と主要機器について説明したが従来の経験をもととしてすべての点において改良を加えたものであるので苛酷な気象条件と運転にも絶対信頼できる制御器となつている。第28図に船積情況の写真を示す。

## 7. 結 言

戦後輸出電気機関車第1陣として国内用機関車と異なる種々な困難な条件を克服し得た本機の完成を機に本機関車の構造、性能の概要を述べ参考に供した。

なお製作に当つてはインド国鉄の代理として終始検査の任に当られた日本国有鉄道東京鉄道機器製作監督事務所の関係各位に厚く御礼申上げる次第である。