

1,900 馬力ディーゼル電気機関車

1,900 PS Diesel Electric Locomotive

竹村 伸一*
Shin'ichi Takemura

小泉 富士夫*
Fujio Koizumi

立川 昭三*
Shyozo Tatekawa

内 容 梗 概

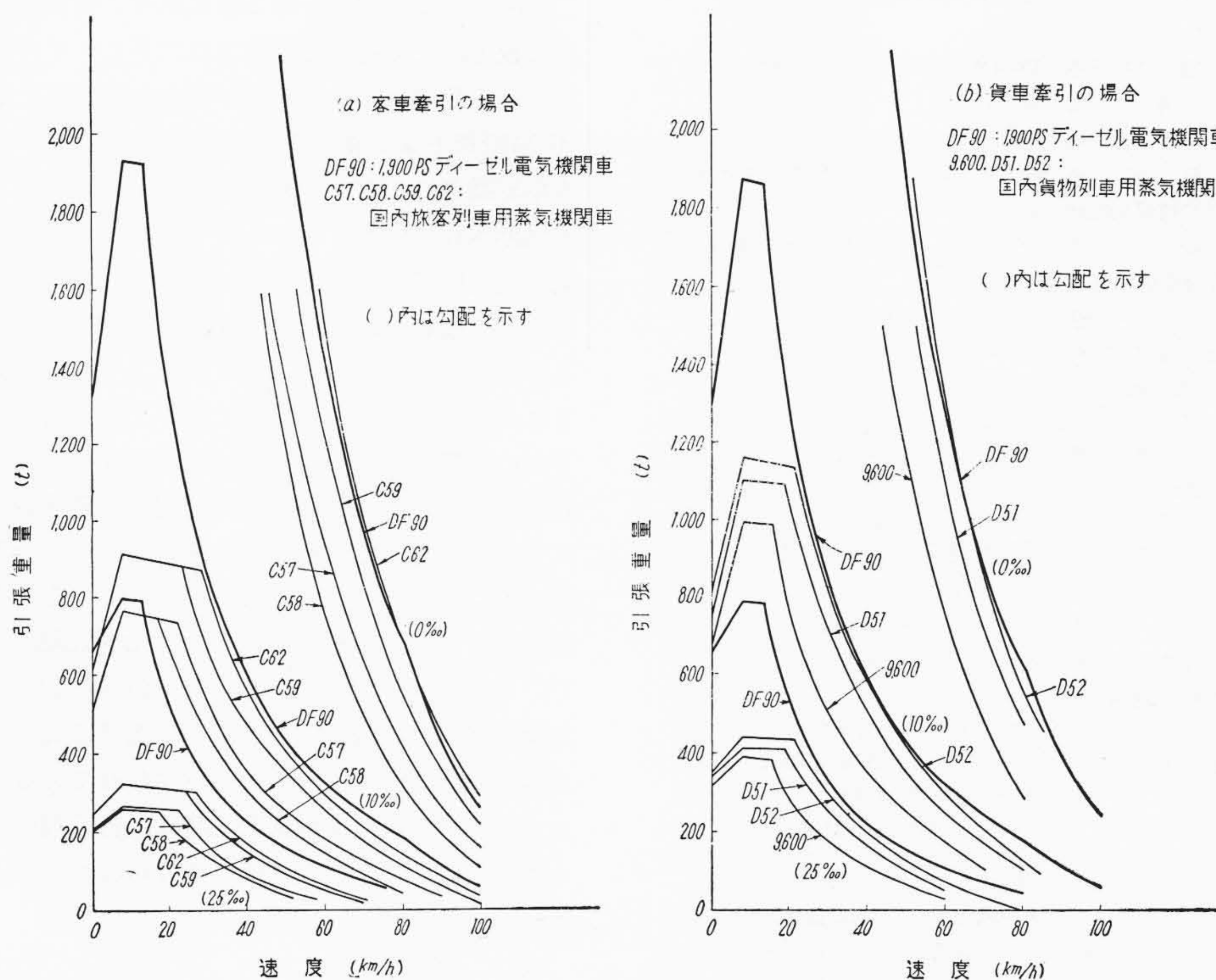
目下世界の鉄道は輸送の近代化と経営の合理化に真摯の努力を続けているが、ディーゼル化はその手段の一つとして大きくとりあげられようとしている。優秀なるディーゼル機関車の出現はディーゼル機関の発達と動力伝達方式の進歩に負うところが大きい。日立製作所はこの程MAN製の機関を用い、独特の電気式動力伝達方式および制御方式によりわが国最大容量のディーゼル電気機関車を完成した。本機関車は国内現用蒸気機関車のいずれをも上回る性能を有しておる。

〔I〕 緒 言

ディーゼル機関および電気式動力伝達装置の進歩発達にともない近年ディーゼル電気機関車の普及は目覚ましいものがある。日本国有鉄道の近代化計画によれば幹線の交流電化と併行して亜幹線および支線のディーゼル化が計画されておる。また一方南米、東南アジア諸地域の鉄道開発もそのほとんどがディーゼル化によつておるので、ディーゼル電気機関車は輸出への期待も大きいものがある。

日立製作所においてもかねてよりこれらの要請に答えるべく努力していたが、このたびわが国最大容量のディーゼル電気機関車を完成した。本機関車は本線の旅客および貨物列車の牽引を目的とし、国内現用の各種蒸気機関車を上回る性能を有しており、これらに代つて使用しうるように計画されている。

ディーゼル機関はMAN社製の中速機関を使用しているが、その軽量小型にしてすぐれた性能は狭軌機関車用として最適であるといえよう。動力伝達装置は機関の出力を車輛特性にあわせて有効に動輪周上に伝えるもので



第 1 図 引 張 特 性 曲 線

* 日立製作所日立工場

第1表 機 関 車 一 般 仕 様

機 関 車 形 式	DF 90 形	
	旅客および貨物列車牽引	
機 関 車 重 量 (運 転 整 備)	94,500 t	
	(空 車)	
軸 配 置	C-C	
	国鉄第1縮少	
主 要 寸 法	軌 間	1,067 mm
	全 長×全 巾×全 高	16,330×2,945×4,000 mm
	固 定 軸 距×全 軸 距	3,850×12,430 mm
	心 皿 間 距	8,300 mm
	動 輪 径	1,000 mm
	連 結 器 高	880 mm
性 能	連続定格引張力×速度	11,820 kg×29.9 km/h
	最 大 引 張 力	28,350 kg
	最 大 速 度	100 km/h
補 給 品	燃 料 油	2,800 l
	潤 滑 油	500 l
	冷 却 水	1,150 l
	砂	240 l
機 器	デ ィ ー ゼ ル 機 関	MAN V8V 22/30 A.m.A. 1 台
	連 続 定 格	1,680 PS/900 rpm
	1 時 間 定 格	1,900 PS/950 rpm
	主 発 電 機	1 台
	連 続 定 格	1,100 kW-500 V-2,200 A-900 rpm
	主 発 電 機 用 励 磁 機	1 台
	連 続 定 格	1.5 kW-24 V-62.5 A-1,600 rpm
	主 電 動 機	6 台
	連 続 定 格	165 kW-500 V-367 A-740 rpm-68% F
	歯 車 比	17 : 76
	補 助 発 電 機	1 台
	連 続 定 格	60 kW-110 V-546 A-800~1,690 rpm
	補 助 発 電 機 用 励 磁 機	1 台
	連 続 定 格	45 W-14 V-3.2 A-1,200~2,530 rpm
	発 電 機 用 電 動 送 風 機	1 台
	容 量	150 m ³ /min-80 mmAq
	電 動 機 連 続 定 格	7 kW-110 V-80 A-2,050 rpm
	主 電 動 機 用 電 動 送 風 機	2 台
	容 量	120 m ³ /min-50 mmAq
	電 動 機 連 続 定 格	5 kW-110 V-56 A-1,580 rpm
	放 熱 用 電 動 冷 却 フ ァ ン	2 台
	容 量	20/22 m ³ /s-30/40 mmAq
	電 動 機 連 続 /1 時 間 定 格	11/16.5 kW-110 V-122/182 A-880/1,000 rpm
	電 動 空 気 圧 縮 機	MC-2 D 型 2 台
	容 量	1,590 l/min-8 kg/cm ²
	電 動 機 30 分 定 格	9.5 kW-95 V-120 A-860 rpm
	電 動 燃 料 搬 送 ポ ンプ	1 台
	容 量	25 l/min-0.7 kg/cm ²
	電 動 機 連 続 定 格	0.3 kW-95 V-4.9 A-1,500 rpm
	蓄 電 池	TRCH-10 型×48 槽
	容 量	96 V-220 AH (5 時間率)
動 力 伝 達 方 式	電気式	
制 御 装 置	特殊励磁機および自動負荷調整装置付	
ブ レ ー キ 装 置	電磁、電磁空気および電動機操作式	
台 車 様 式	間接制御、非重連、自動および非自動	
車 体 様 式	EL-14AS 空気ブレーキおよび手ブレーキ	
	3 軸ボギー、鋳鋼台枠、固定枕梁式	
	箱型両運転室	

なければならないが、本機関車にはさきの35 t ディーゼル電気機関車⁽¹⁾に用いて優秀な成績を収めているものと同様な特殊励磁機 (HI 励磁機) を使用し、さらに日立独特の自動負荷調整装置を設けている。機関車各部の構造、各種補機、制御保護装置などすべての分野においても本線用機関車として十分な性能を有するよう留意されている。

以下本機関車についてその概要を紹介する。

〔II〕 一 般 仕 様

本機関車は上記の計画に基いて運転整備時重量は 94.5 t で 1 時間定格 1,900 PS のディーゼル機関 1 台を塔載し、連続定格にて引張力 11,820 kg、速度 29.9km/h の性能を有している。その引張力特性を第 1 図 (a) (b) にそれぞれ客車および貨車牽引の場合について示す。本機関車の重量当り機関出力は 20.1PS/t であり、狭軌用としては 1,900 PS の機関の塔載は諸外国のディーゼル機関車の中でも最強力級のものといえることができる。

本機関車の仕様を第 1 表に外観を第 2 図に示す。

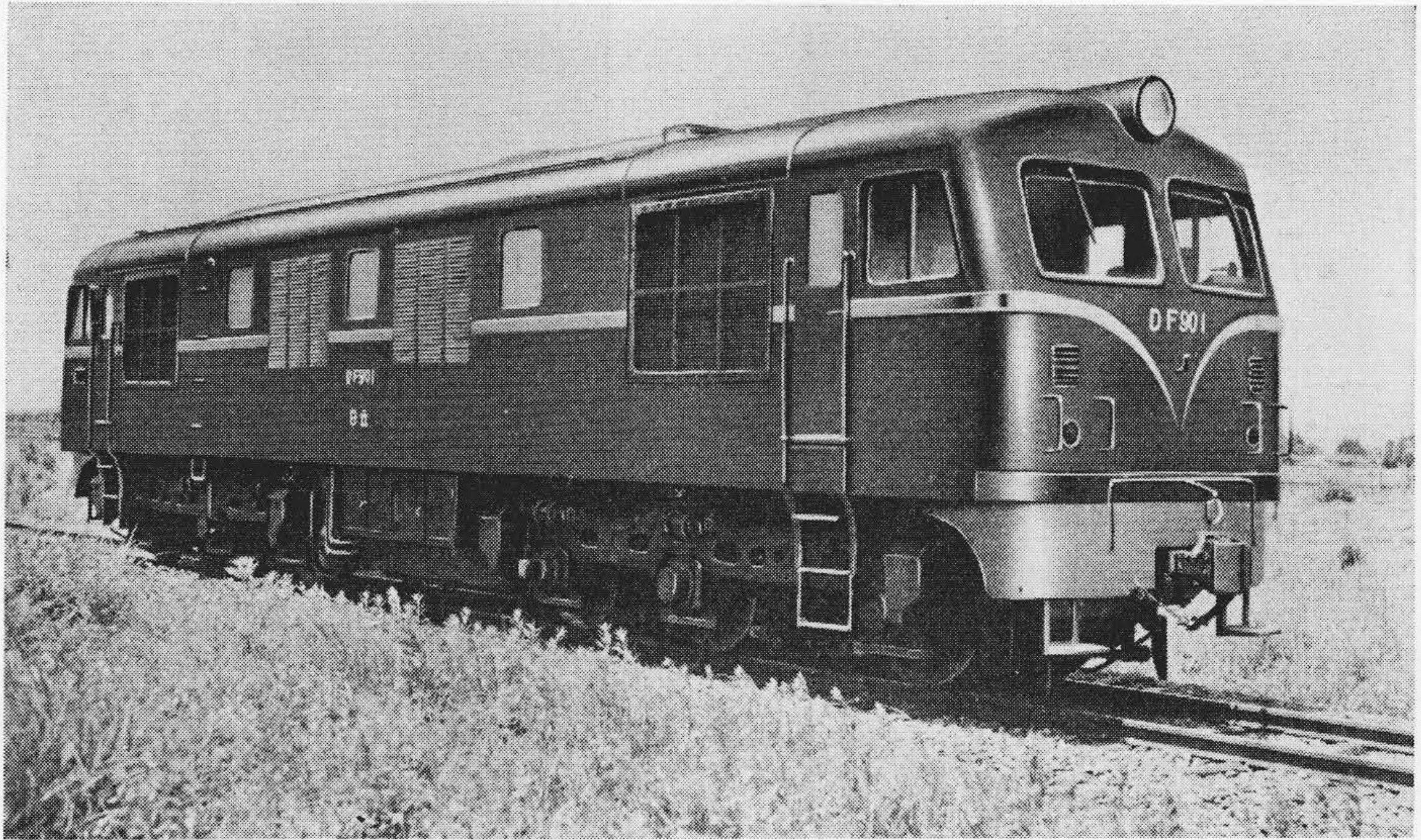
〔III〕 機 関 車 の 構 造

(1) 機 器 配 置

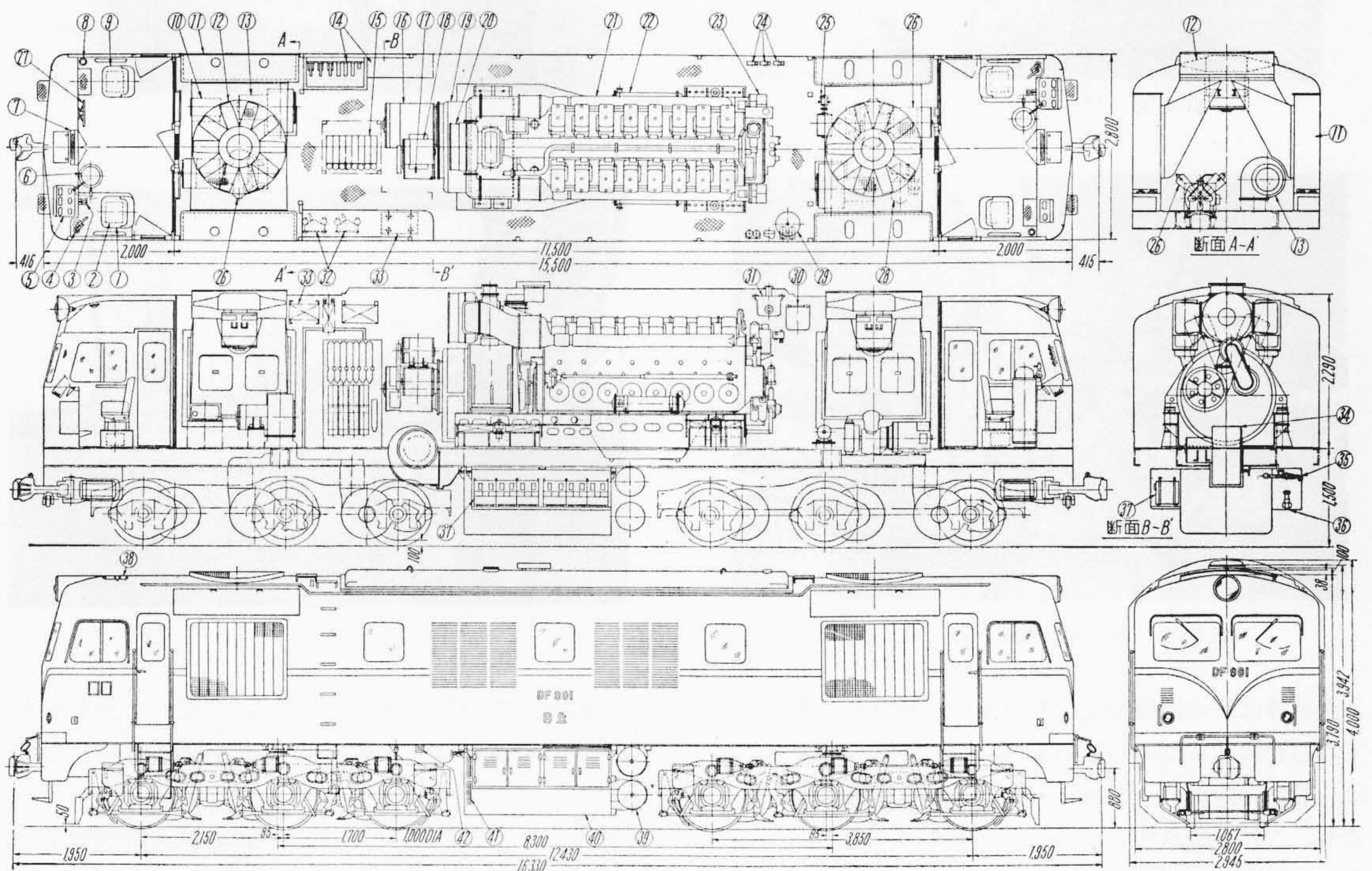
機関車の機器配置を第 3 図に示す。機械室中央には共通台板上に主発電機と直結されたディーゼル機関が設けられ、主発電機上に過給機が置かれている。主発電機用 HI 励磁機および補助発電機は主発電機端に取付けられ歯車駆動されており、補助発電機用励磁機はさらにベルト駆動されている。それらの下部には主および補助発電機用送風機が置かれている。第 4 図に機械室廊下部分を示す。放熱装置は前後の運転室に隣接して設けられているが中央上部にある冷却ファンにより車体両側より吸込まれた風はラジエータを経て天井より排出される。その下部には第 5 図に示すごとく主電動機用送風機、空気圧縮機などが置かれている。制御装置は発電装置に隣接して 3 箇所にとまとめられており第 6 図にその一部を示す。各種抵抗器はその上部に取付けられている。床下には蓄電池箱と一体の燃料タンクおよび元空気溜が吊下げられている。運転室は前面テーブルを有し運転士席に制動弁、主幹制御器、計器板などがあり、隅柱に表示灯、また助手席との中間にスイッチ類が設けられている。なお手ブレーキハンドルは 1 端側助手席に、各種補機用ノンフェーズ遮断器が 2 端側仕切壁に設けられている。第 7 図に運転士席を示す。

(2) 台 車

重量軽減および床下の有効な使用を考えて固定枕梁とし極力軸距を短縮した全輪駆動の 3 軸ボギーである。第 8 図に外観を示す。

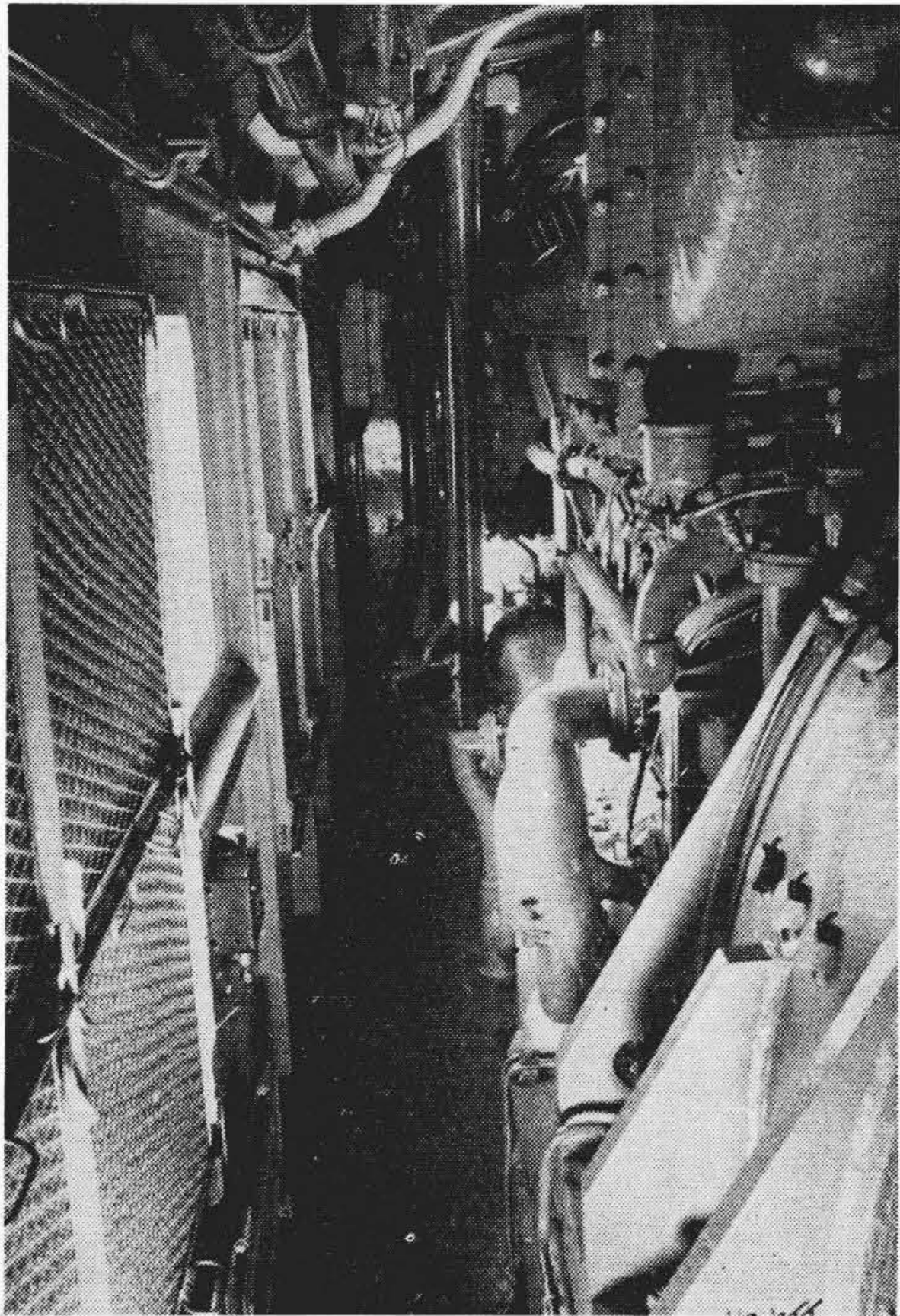


第2図 1,900馬力ディーゼル電気機関車

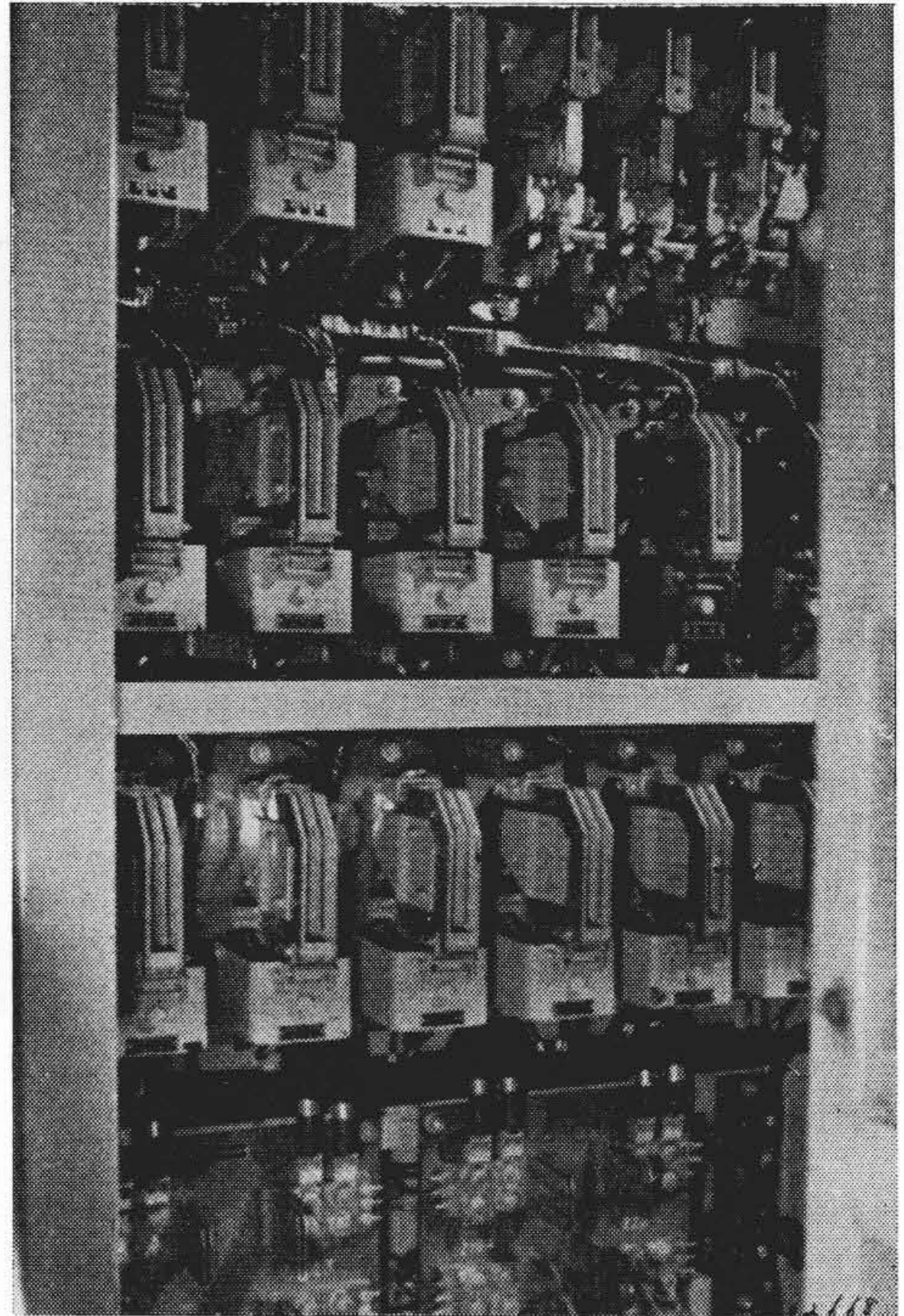


- | | | | |
|---------------|---------------------|------------------|--------------------|
| ① 運 転 士 席 | ⑫ ラジエータ冷却ファンおよび電動機 | ⑳ 潤 滑 油 濾 過 器 | ㉔ 発 電 機 用 送 風 機 |
| ② 運 転 室 暖 房 器 | ⑬ 主 電 動 機 用 送 風 機 | ㉕ 冷 却 水 温 度 スイッチ | ㉕ 燃 料 油 吞 口 |
| ③ 砂 ま き スイッチ | ⑭ 主 制 御 | ㉖ 燃 料 搬 送 ポンプ | ㉖ 蓄 電 池 充 電 栓 |
| ④ 空 気 ブレーキ弁 | ⑮ 単 位 スイッチ | ㉗ 空 気 圧 縮 機 | ㉗ 蓄 電 池 |
| ⑤ 計 器 板 | ⑯ 補 助 発 電 機 | ㉘ 手 ブレーキ弁 | ㉘ 警 告 空 気 溜 |
| ⑥ 主 幹 制 御 器 | ⑰ 主 発 電 機 用 励 磁 機 | ㉙ 分 配 空 気 溜 | ㉙ 燃 料 タンク |
| ⑦ 押 ボタン スイッチ | ⑱ 補 助 発 電 機 用 励 磁 機 | ㉚ 制 御 空 気 溜 | ㉚ 燃 料 油 面 計 |
| ⑧ 消 火 器 | ⑲ 主 発 電 機 | ㉛ 燃 料 補 助 タンク | ㉛ 機 関 非 常 停 止 スイッチ |
| ⑨ 助 士 席 | ⑳ 過 給 電 | ㉜ 膨 脹 タンク | |
| ⑩ 自動負荷調整装置制御部 | ㉑ デ ィ ー ゼ ル 機 関 車 | ㉝ 逆 転 器 | |
| ⑪ ラ ジ エ ー タ | ㉒ 潤 滑 油 冷 却 器 | ㉞ 抵 抗 器 | |

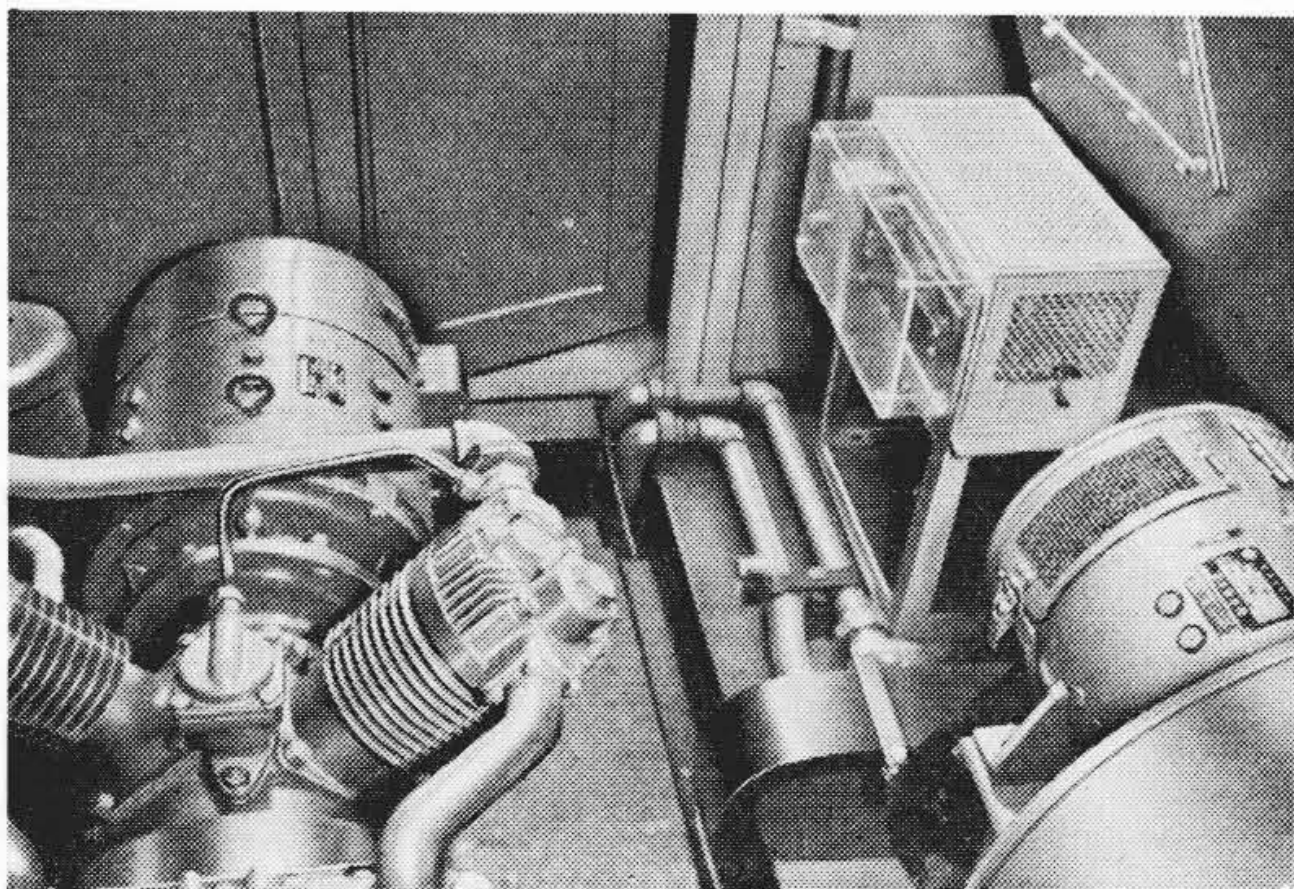
第3図 外形ならびに機器配置図



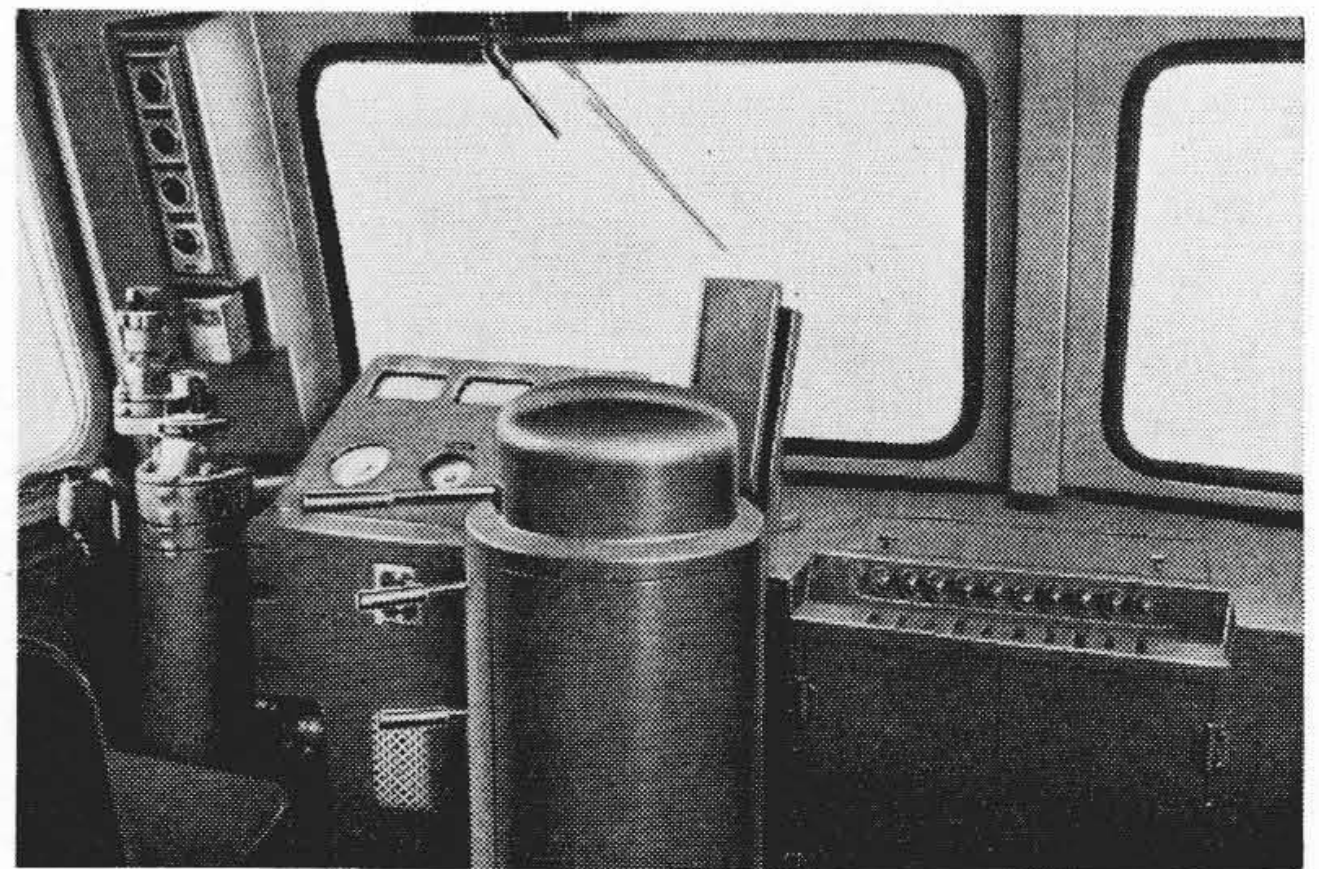
第 4 図 機 械 室 内 部



第 6 図 制 御 機 器 取 付 状 況



第 5 図 補 機 取 付 状 況



第 7 図 運 転 士 席

台車枠は一体鋳鋼製で主電動機取付を容易にするため下心皿を鋳込んだ中心梁のみ別にしてゐる。3軸ボギーは一般に軸距が長くなりレールに加わる横圧が大きくなるが、これを軽減するため軸箱は第9図に示すように円筒コロ軸受を使用し弾性フェルトを用いた推力受装置を設けたものとしてゐる。社内線の半径 600m 曲線区間に於てレールに抵抗線歪計を貼付し横圧測定を行つた結果を第10図に示す。測定は内外軌に晴天の場合は6箇所、雨天の場合は4箇所について行い、ここには同時に測定した EF 58 形電気機関車との横圧歪全平均の比にて示している。これより蒸気機関車に比べ横圧は少いことが予想される。

バネ装置は各軸箱上台車枠側梁内に板バネを設け、相

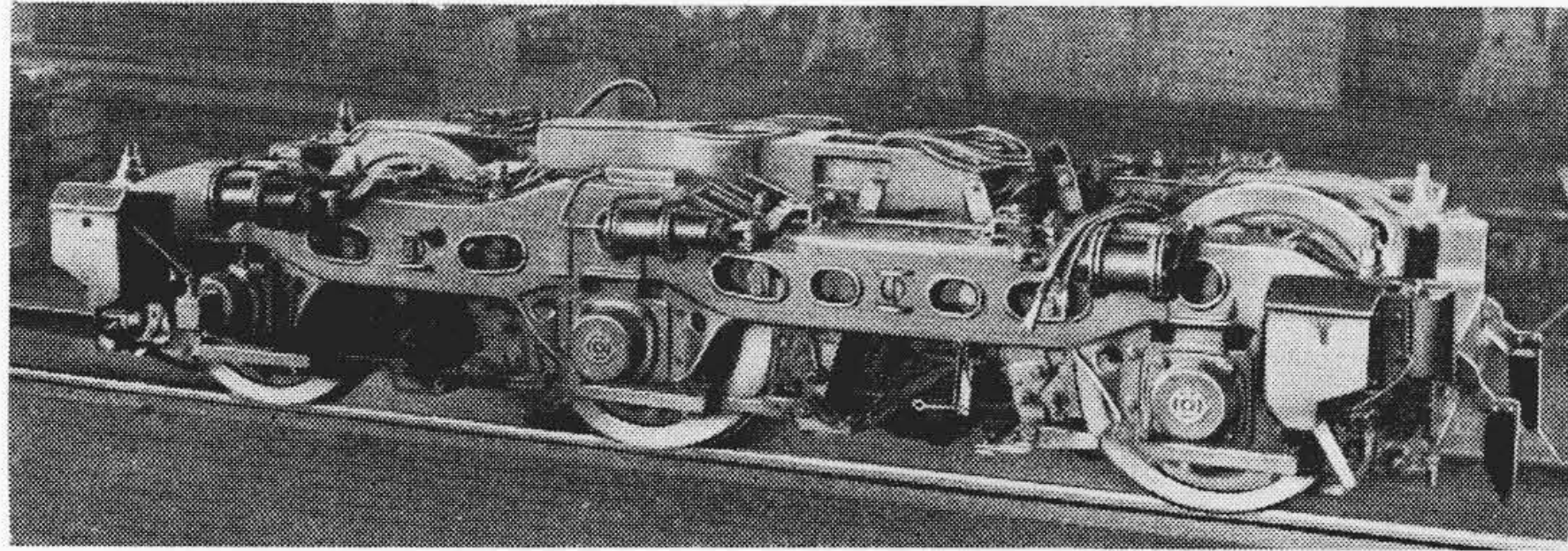
互は釣合梁でつなぎ補助バネを両端に配して台車全体は左右2点で支持せられ軸重の移動を少なからしめている。

簡単なバネ装置であるが社内線における振動測定結果は第11図に示すとおり良好な性能を示している。基礎ブレーキは各車輪ごとにブレーキシリンダを設け抱合せ制輪子式とし、手ブレーキは1端側台車の2軸に作用する。

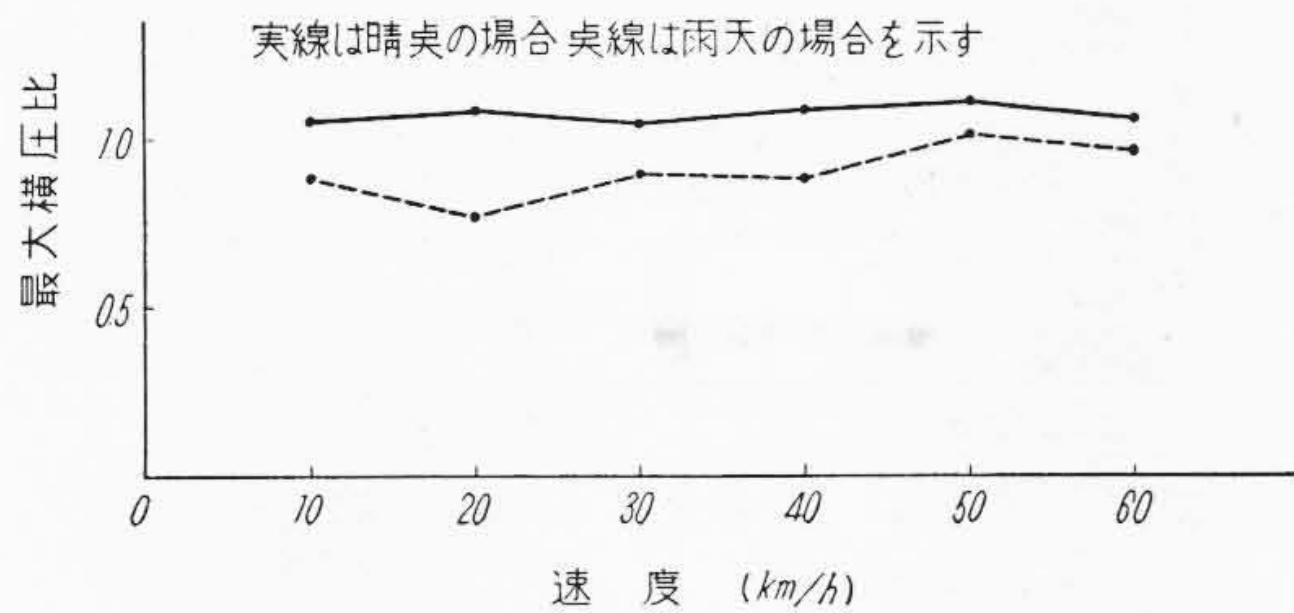
(3) 車 体

車体は箱形両運転室で前後に対称な外観を有する。

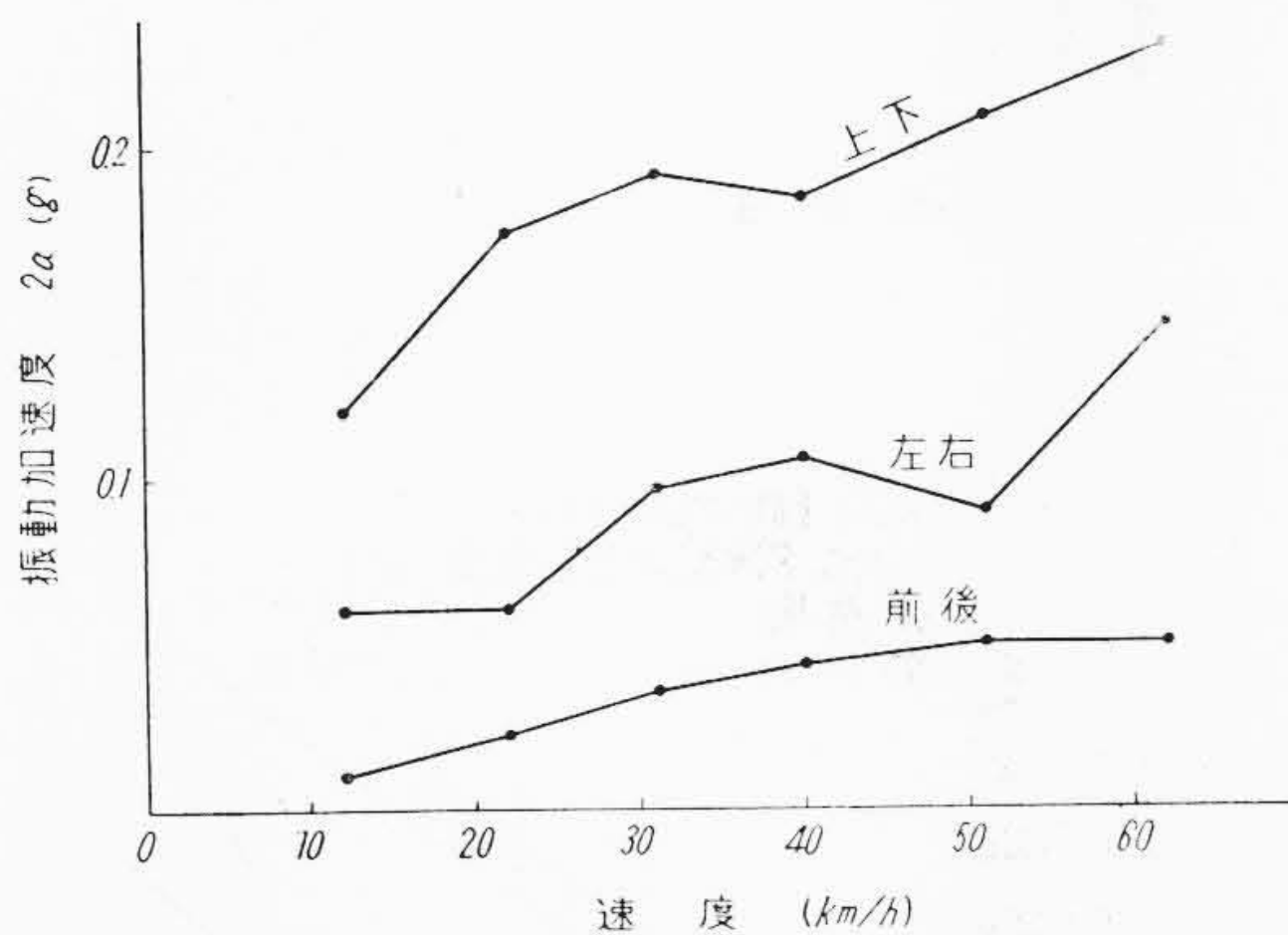
車体台枠は4本の溝型鋼を通し上下に鋼板を配して箱形に全溶接しており、車端衝撃および重量機器による大きな垂直荷重に対して十分な剛性と強度が支えられてい



第 8 図 台 車

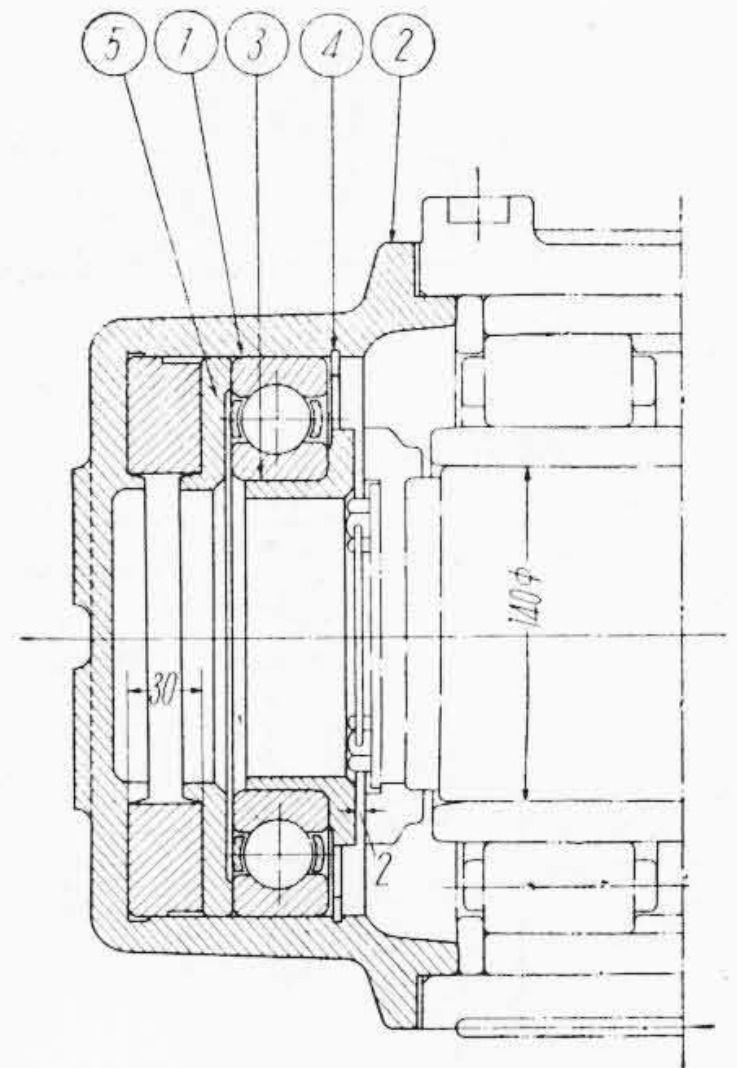


第 10 図 EF58104 号 電気機関車との横圧比較



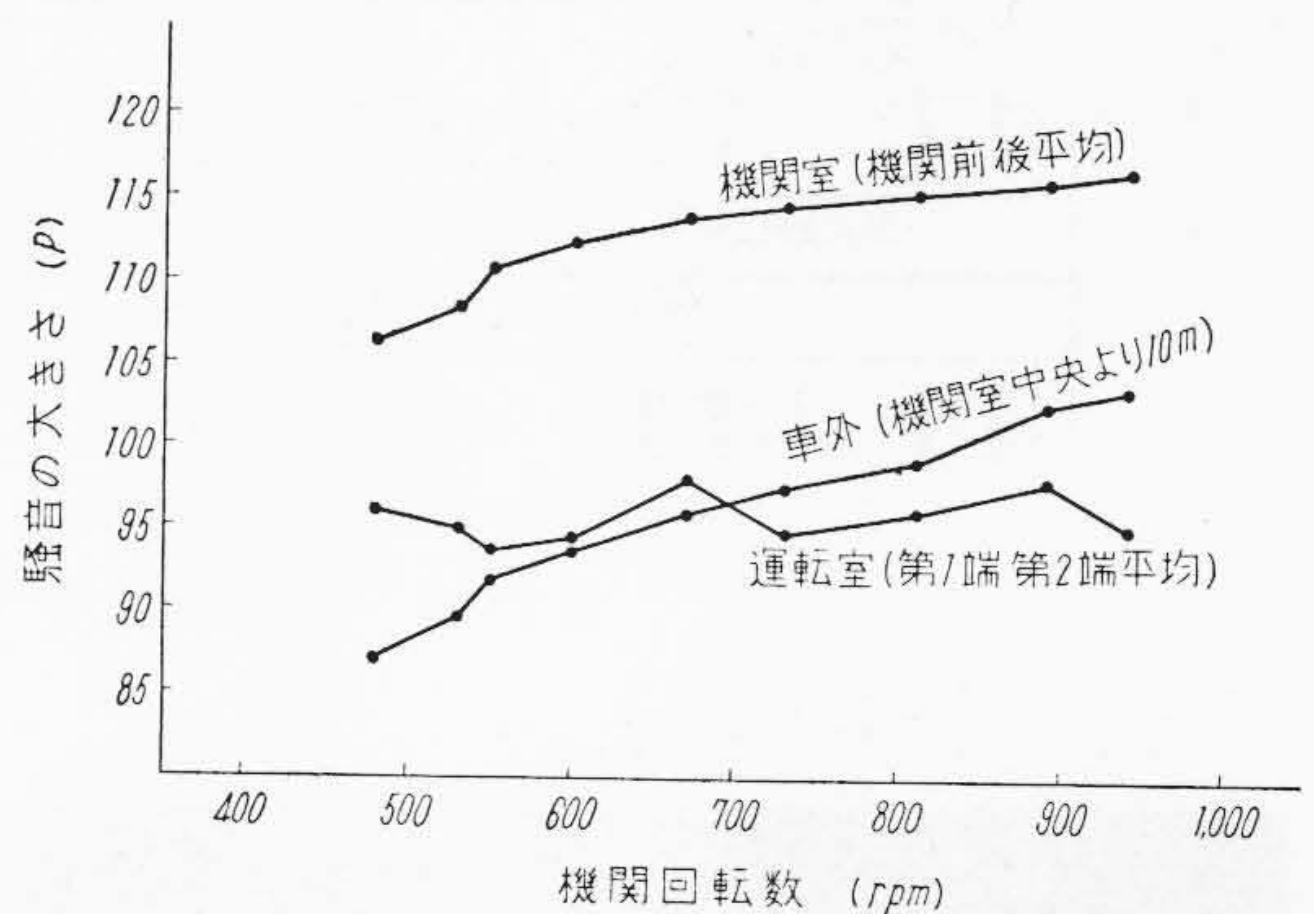
第 11 図 走行振動測定結果

る。柱構は鋼板プレス材を用い軽量化を計っている。機械室上部は機関および発電装置が組立てられたまま搬出できる大きな取外屋根がある。機械室への通風はすべて側面 4 箇所、の窓より行われるが、そこには AAF 製の板形空気濾過器が内面に取付けられており吸塵率高く抵抗はきわめて少い(第 4 図参照)。放熱器は分割コアを枠組に組立てたまま取外蓋を外して容易に取付けられるが、車体への取付は防振ゴムを介しており振動に対してコアを保護している。なお風道下部の機器はラジエーターおよび風道の一部を外すことにより出し入れできる。ディーゼル機関車では防音について十分の考慮が払われねばならぬが、機関および発電機を取付けた共通台板は計算により理想的な位置に前後 4 箇所防振ゴムを設けて弾性支持を行っており、運転室仕切壁は入念な防音構造とし二重ガラスを有する防音扉を設けるなどの対策を行



- ① 主 軸 受
- ② 前 軸 受
- ③ ブ ッ シ ャ
- ④ 止 め 輪
- ⑤ フ ェ ル ト

第 9 図 軸 箱 推 力 受 装 置



第 12 図 騒 音 測 定 結 果

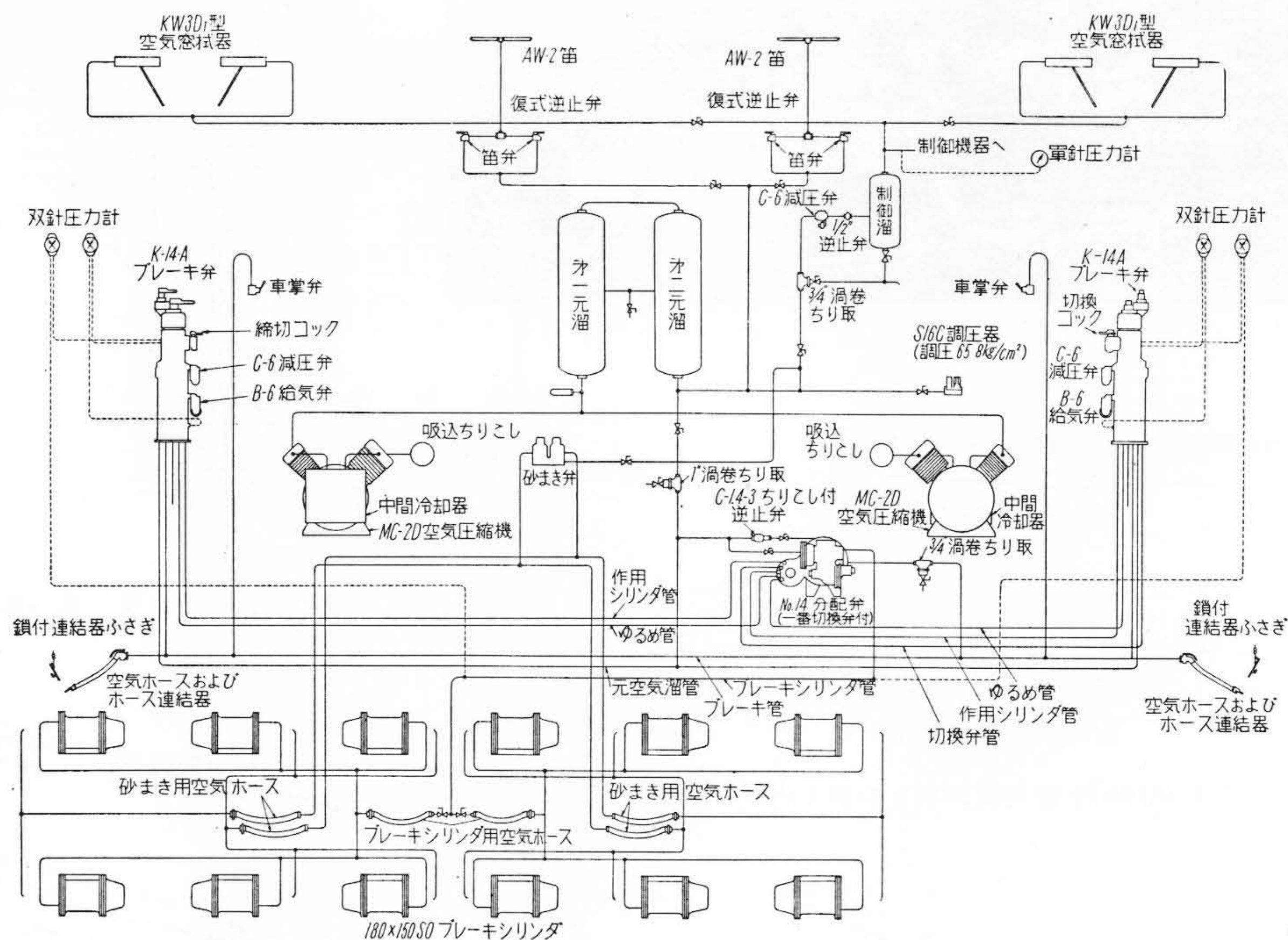
第 2 表 デ ィ ー ゼ ル 機 関 主 要 諸 元

型 式	MAN V8V 22/30 A.m.A.
樣 式	単動サイクル、無気噴射、予燃焼室式 水冷、45° V型シリンダ、過給機付
シリンダ数-内径×行程	16-220×300 mm
総 行 程 容 積	182.4 l
連 続 定 格	1,680 PS/900 rpm
1 時 間 定 格	1,900 PS/950 rpm
平 均 有 効 圧 力	9.2 kg/cm ² (連続定格)
平 均 ピ ス ト ン 速 度	9 m/s (連続定格)
圧 縮 比	15.7
着 火 順 序	1-16-2-15-4-13-6-11-8-9-7 -10-5-12-3-14-1
回 転 方 向	発電機側より見て時計方向
起 動 方 式	電気式
使 用 燃 料	軽油 (低発熱量 10,000 kcal/kg 以上)
燃 料 消 費 量	157 g/PS/h (+10% -0%)
滑 油 消 費 量	1.3~1.5 g/PS/h
機 関 重 量 (乾 燥 時)	9,500 kg

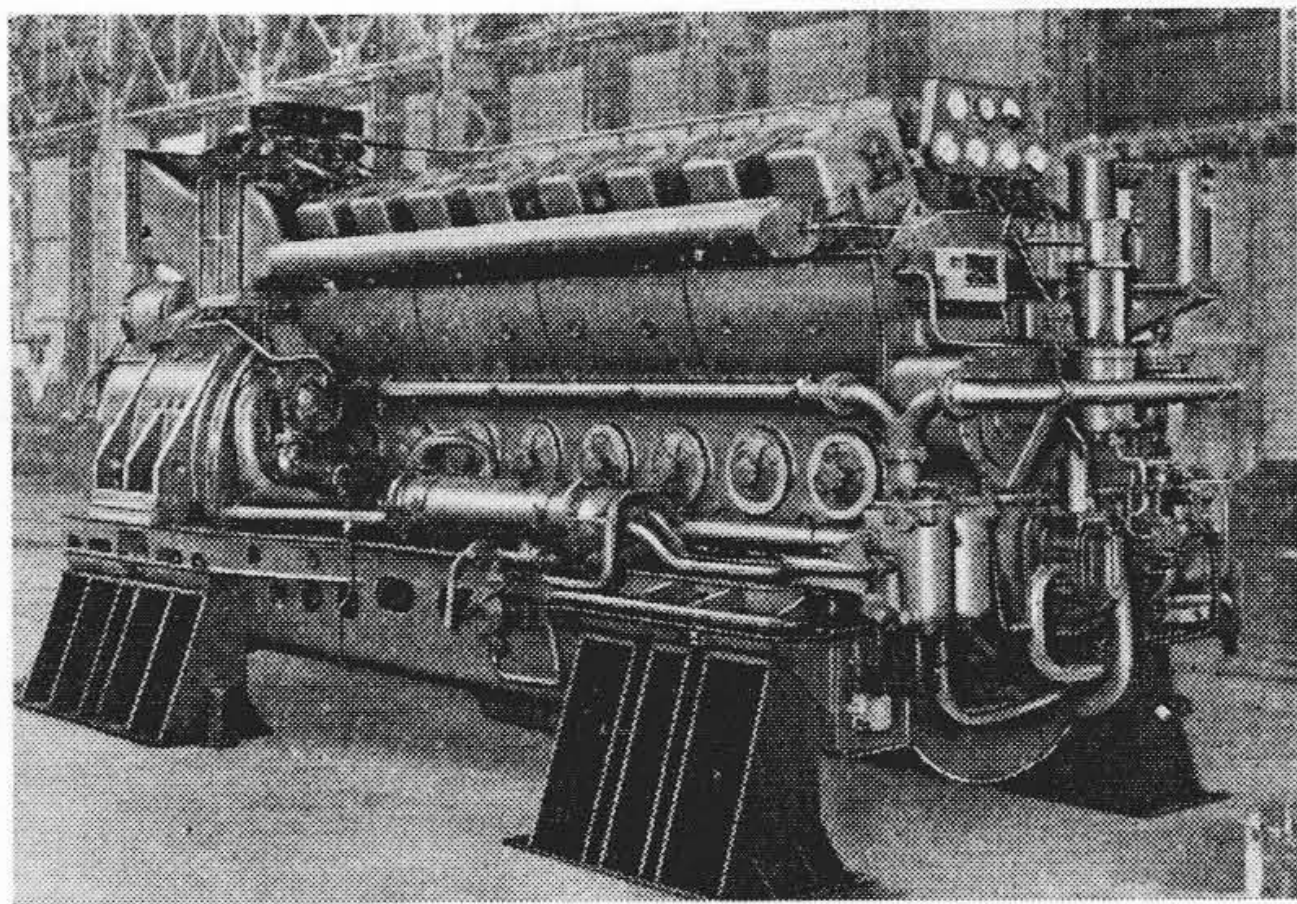
っている。その結果機器よりの振動はほとんど避けることができ、騒音測定の結果は第 12 図に示すごとく良好な成績を収めている。

(4) 空気ブレーキ

EL-14 AS 空気ブレーキ装置を使用している。第 13 図にその系統図を示す。



第 13 図 EL-14 AS 空 気 ブ レ ー キ 装 置 系 統 図



第 14 図 主機組立 (ディーゼル機関側)

(5) 装 装

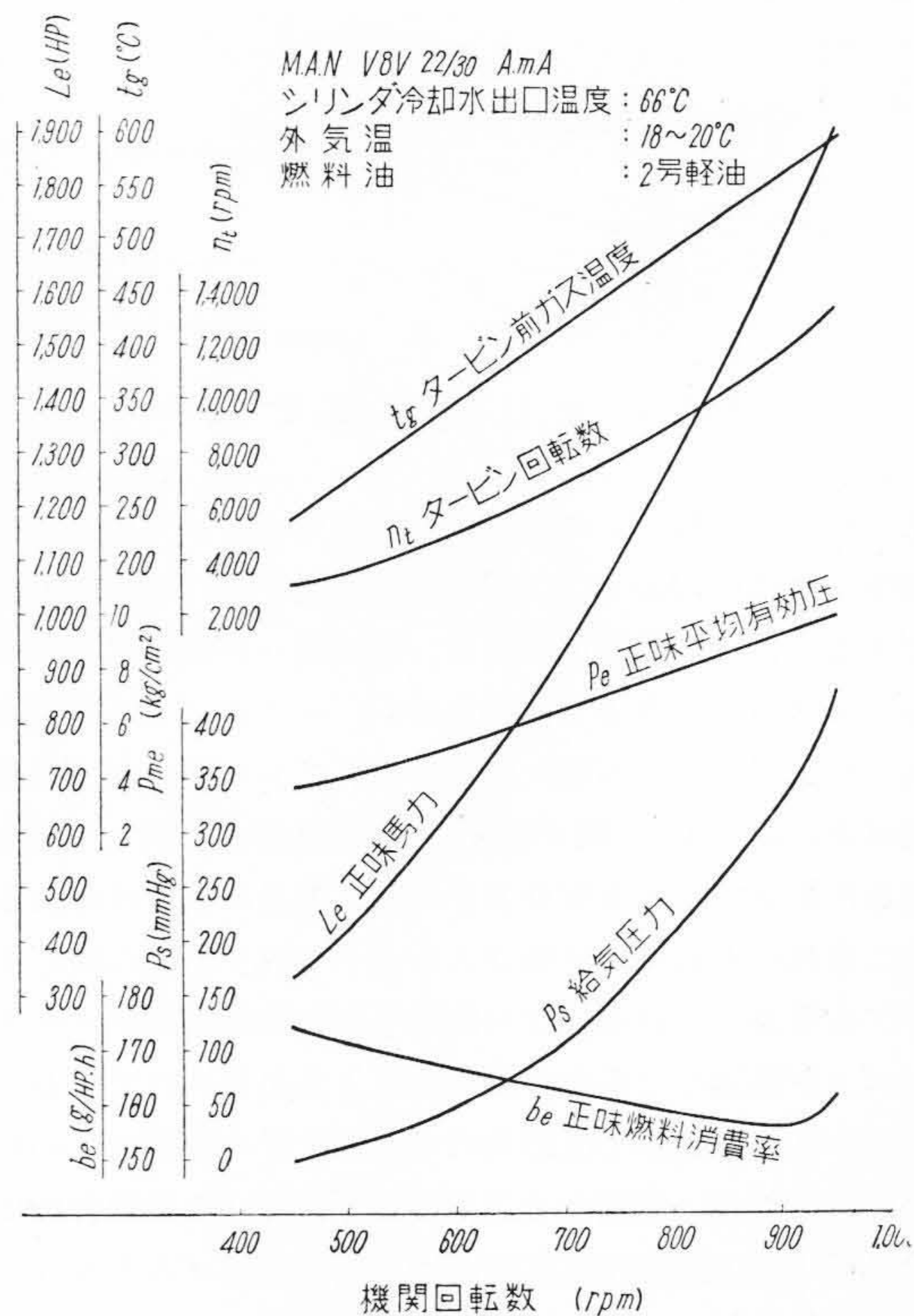
ネオプレーン電線を使用し、AMP 製ソルダレスターミナルを用いている。

〔IV〕 ディーゼル機関

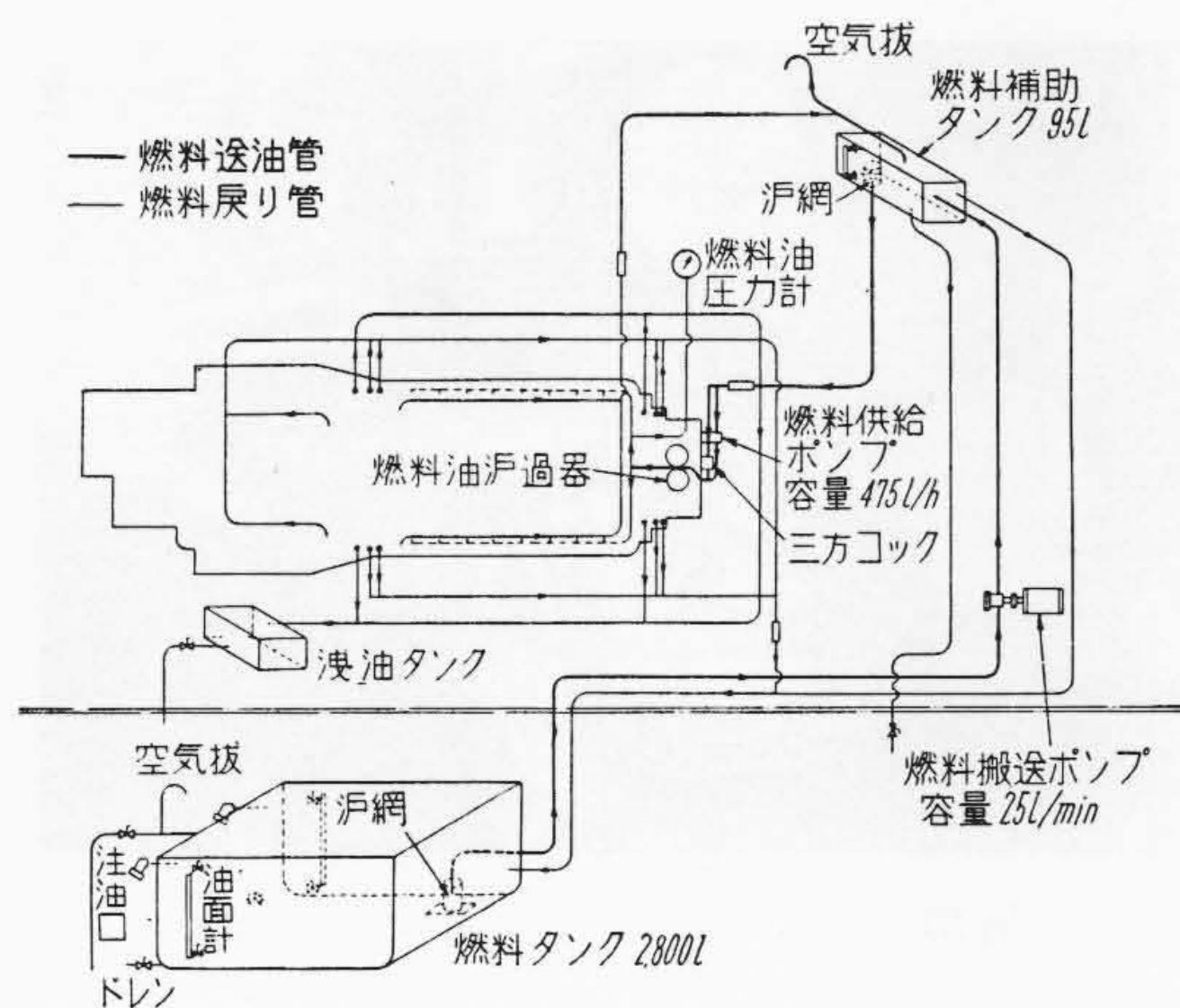
(1) ディーゼル機関

MAN 社より輸入したものであるが諸元を第 2 表に、外観および当方にて実施した試験成績を第 14, 15 図に示す。

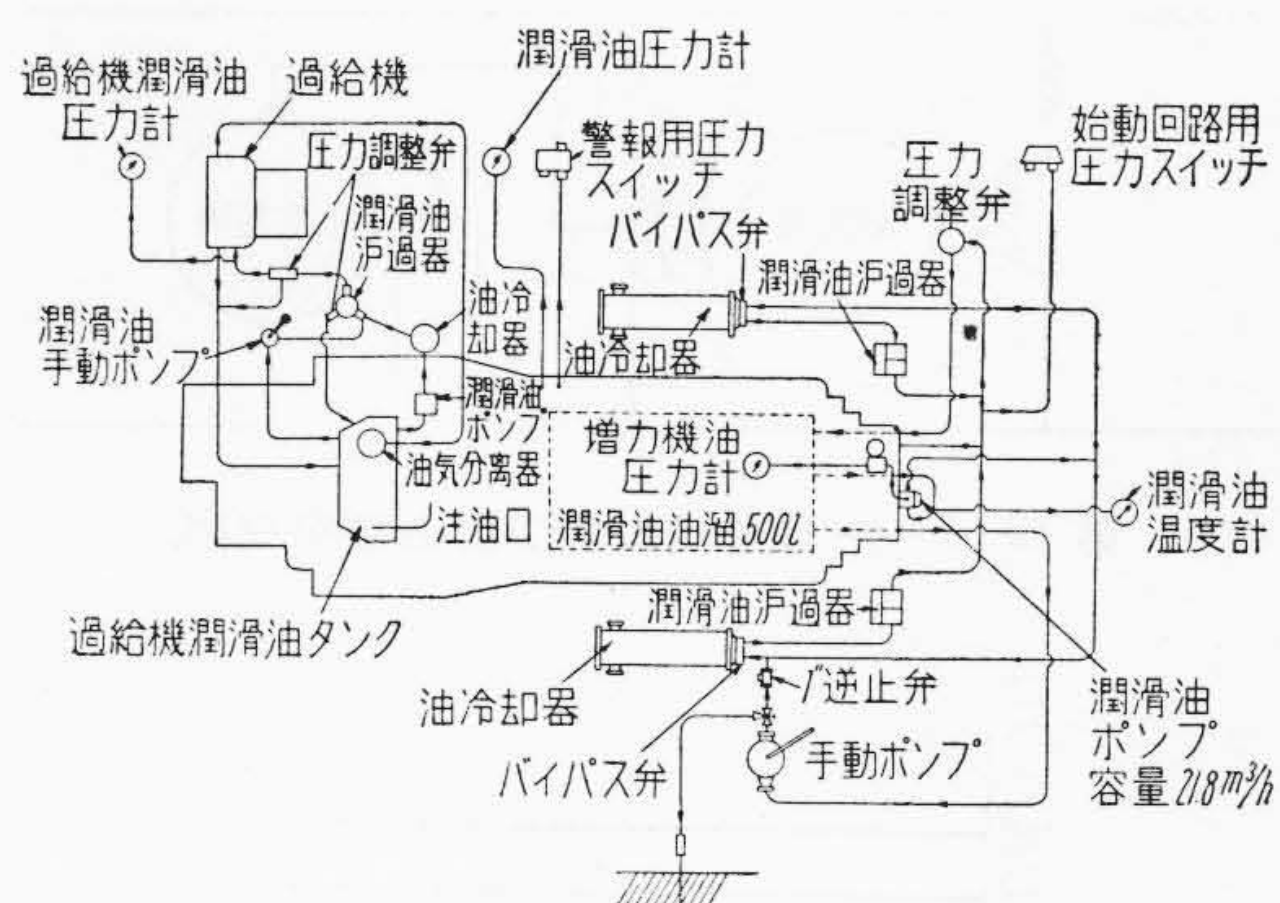
過給機も MAN 社製のものを装備しているがそれにより無過給時の出力を 62% 増加せしめている。われわれは



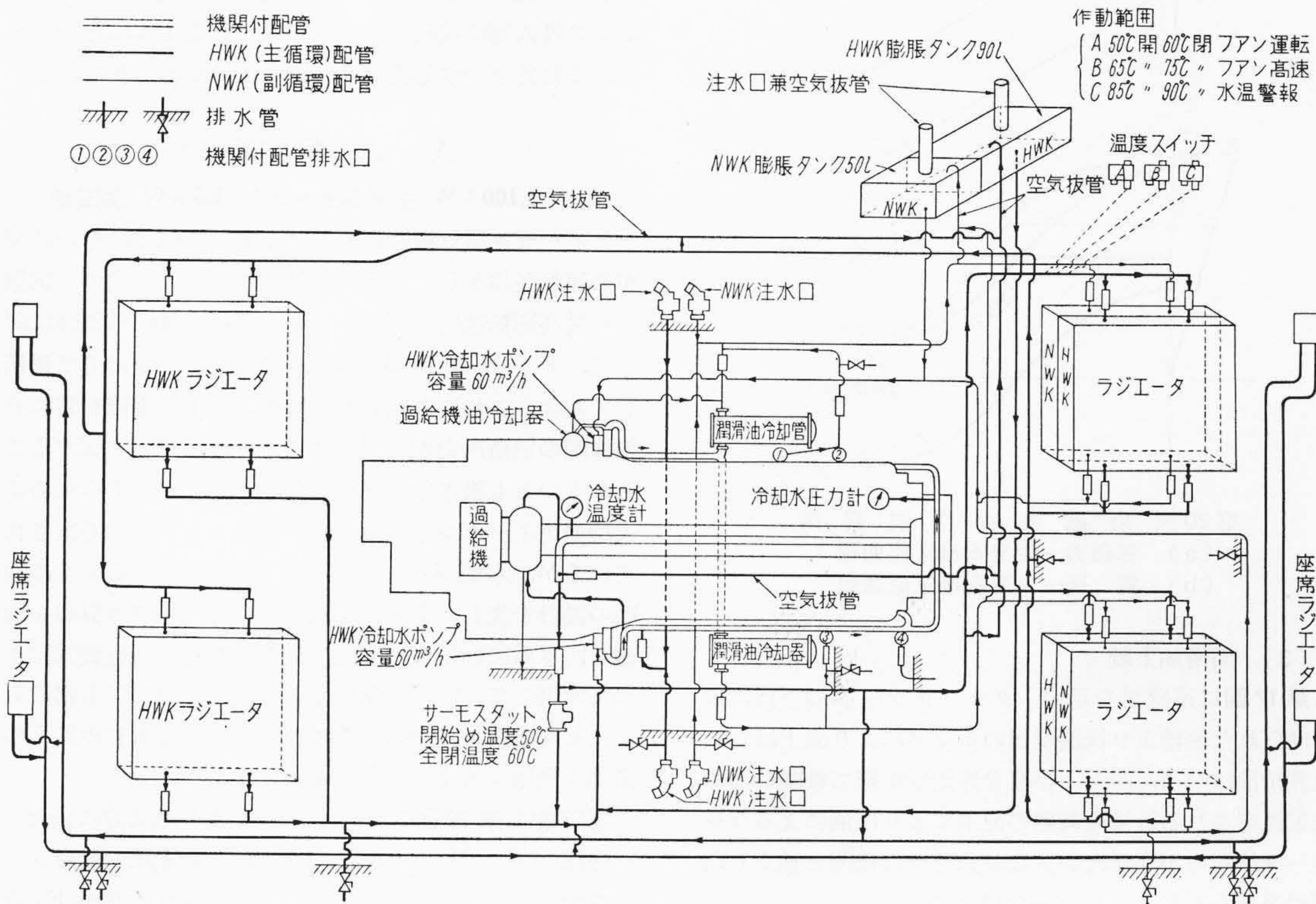
第 15 図 ディーゼル機関試験成績



第16図 燃料系統図



第17図 潤滑油系統図



第18図 冷却水系統図

本機関のつぎの特長に着目し採用した。

(a) 燃料消費率がきわめて少く特に分負荷時においても増加の割合が少ないので経済的である。

(b) 一般の車輛用中速機関に比して軽量小型であり、軸重制限が低く車体内が窮屈な狭軌機関車用として好適である。

(c) 中速過給機付機関であつて車輛用としての比較的苛酷な長期間使用にも余裕を有し、かつ4サイクル多筒機関であり騒音振動が少い。

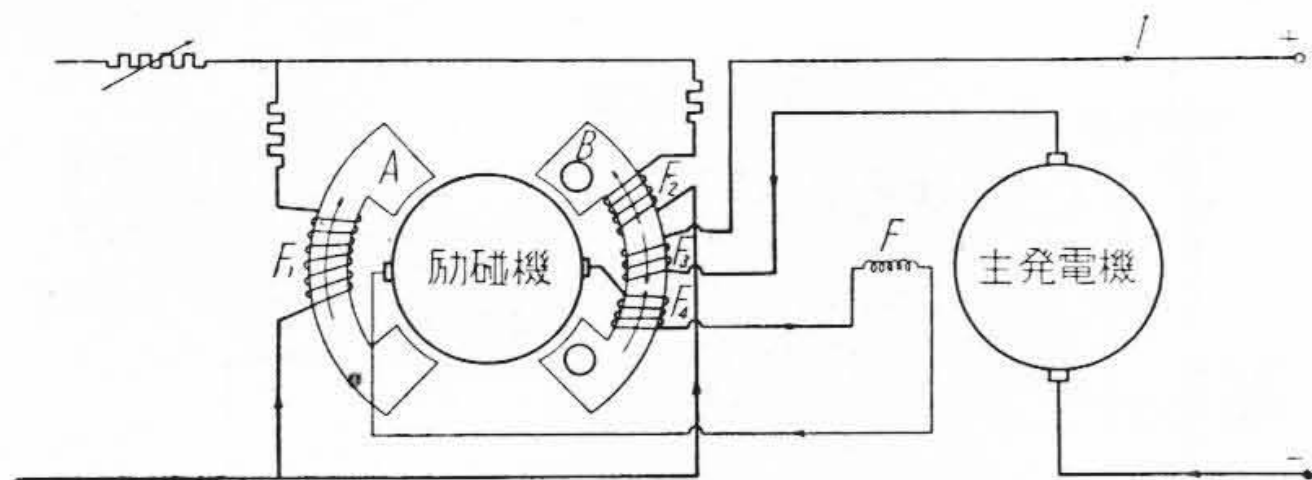
(d) 各部の保守点検が容易に行われ、可動部はすべ

て覆われているので狭い車体内で扱いやすい。

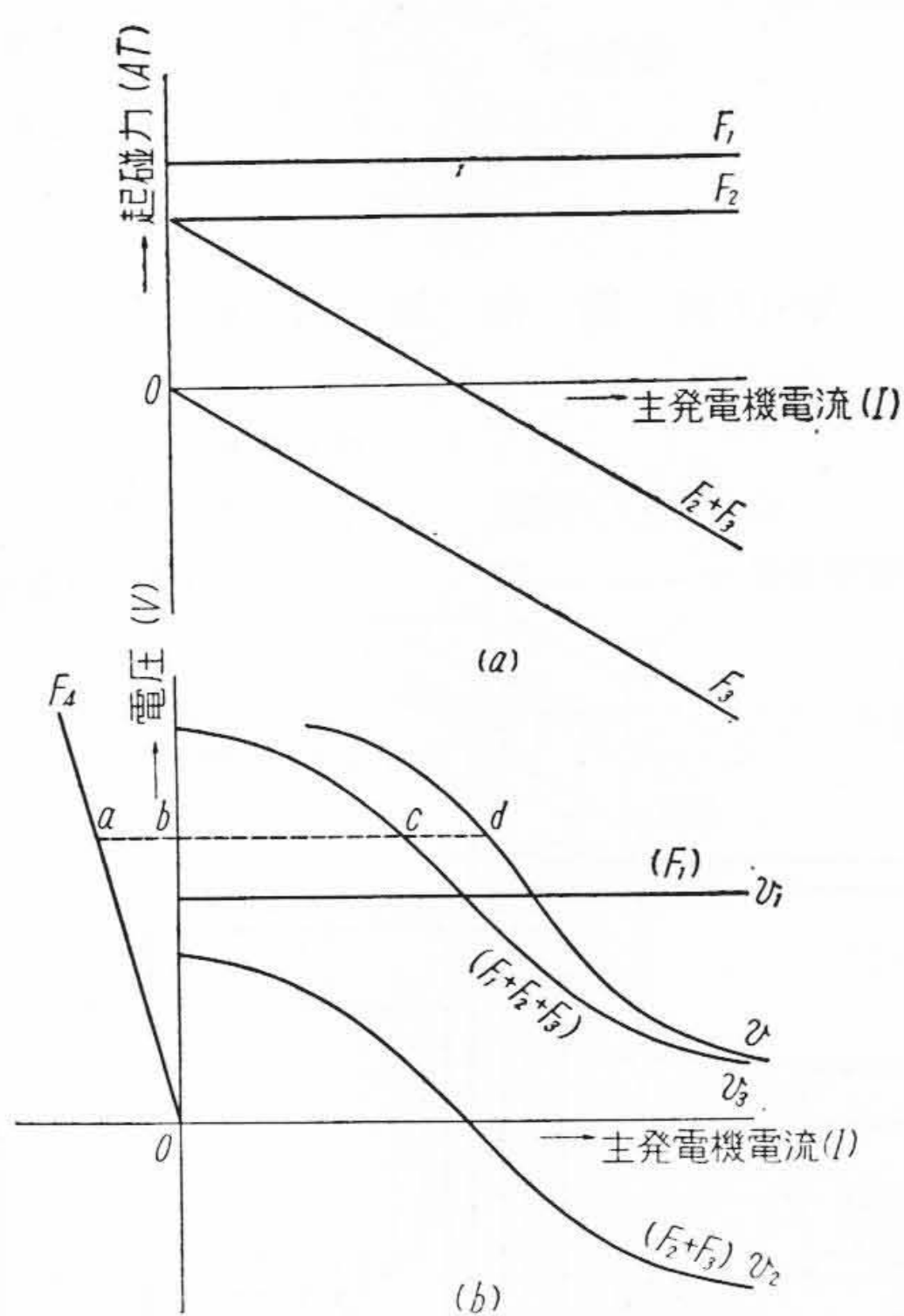
なお本機関の系列はMAN社との技術提携により日立製作所にて製造を開始しておるので予備品補充に対する不便不安はない。

(2) 燃料系統

第16図に系統図を示す。燃料タンクは、2,800 l の容量を有し、燃料は電動搬送ポンプを用いて補助タンクに汲上げ機関附属の供給ポンプに送っているので運転準備が容易で作用が確実である。複式濾過器を用い、機関各シリンダごとにボッシュ型噴射ポンプを有する。



第 19 図 主発電機および励磁機接続図



第 20 図 励磁機特性説明図

(a) 起磁力—主発電機電流曲線

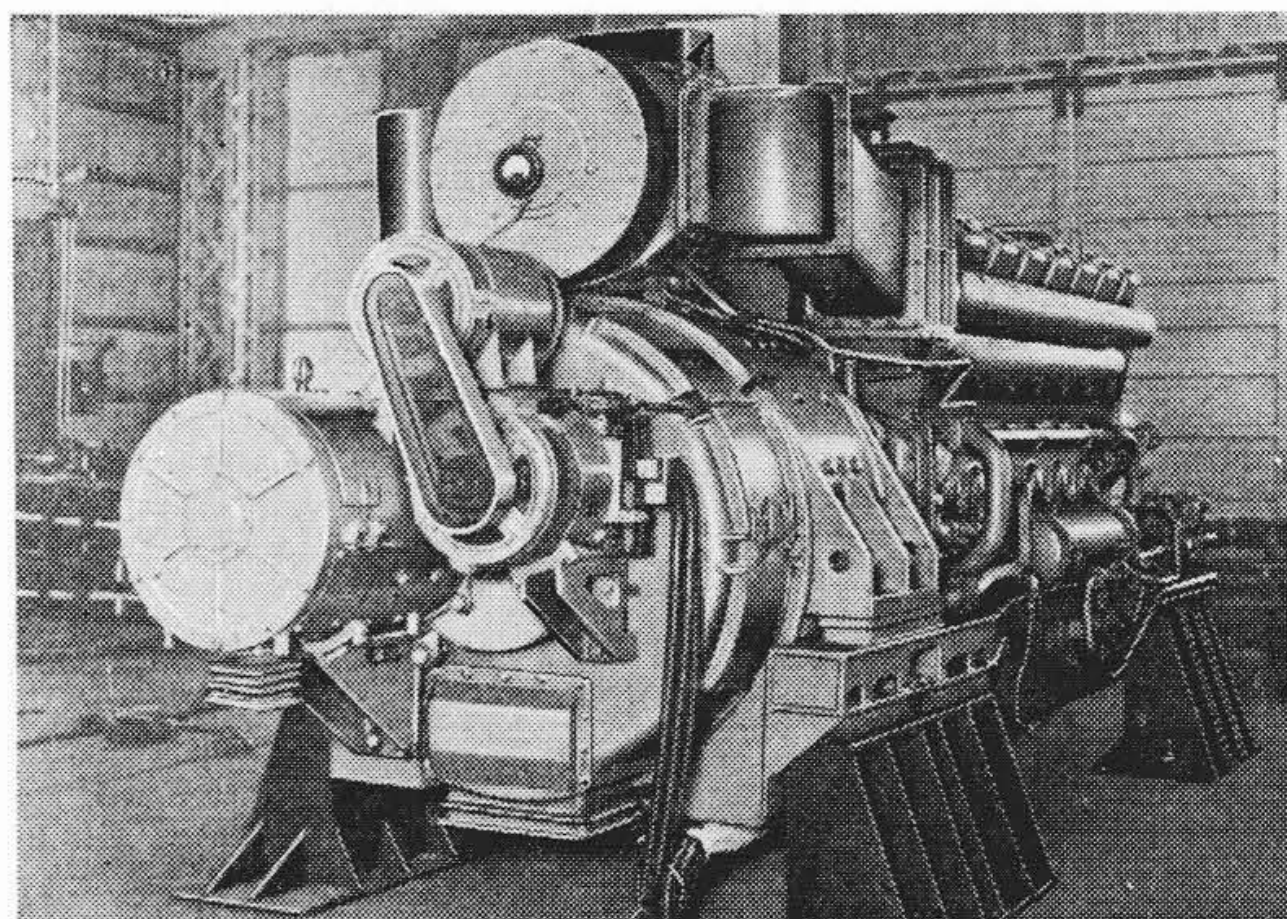
(b) 電圧—主発電機電流曲線

(3) 潤滑油系統

第 17 図に系統図を示す。クランクケースの下面に取付けられた油槽より機関附属のポンプにより汲上げられた潤滑油は油冷却器および複合濾過器を経て機関各部に強制循環される。油冷却器の使用により圧油によるラジエータ故障の不安はない。なお過給機は機関と独立した潤滑系統を有しタービン油を用いている。

(4) 冷却水系統

第 18 図に系統図を示す。冷却水は機関本体冷却と潤滑油冷却とに使用されるが別系統となっておりそれぞれ機関附属のポンプを有する。本体冷却では機関からの水は 1 端および 2 端側のラジエータを経てポンプに戻るが、低温時にはサーモスタットよりラジエータはバイパスされ、また 3 個の温度スイッチによりファンの回転開始、速度変更が自動的に行われ水温上昇に対して警報が発せられるので機関は常に安全かつ合理的な状態に保たれる。潤滑油冷却は機関油冷却器および過給機油冷却器を冷却後 2 端側ラジエータ（本体冷却用の前面に重ねて



第 21 図 主機組立（発電機側）

いる）を経てポンプに戻る。各系統は膨脹タンクを有しポンプ吸入側に接続して水位が保たれるようになっており、また各部の空気抜はすべてここに集められている。

〔V〕 回 転 電 機

(1) 1,100 kW 主発電機および 1.5 kW 励磁機

ディーゼル電気機関車における電気機械は、その機関車の運転条件から定められる低速時の最大牽引力の状態から最高運転速度に至るまでの広範囲な機関車特性に対して、ディーゼル機関は常に一定速度、一定出力で運転しておき、これに直結した発電機の電圧、電流を常にその機関の定格出力を利用しうるように設計し制御することがもつとも根本的な問題である⁽¹⁾。この目的のために大型のディーゼル電気機関車には色々な方式が考案されているが、本機関車においては下記に説明するように独特の設計を施した HI 励磁機により主発電機の界磁を励磁し、さらに励磁機の界磁電流を自動負荷調整装置によつて制御して、温度、気圧などの変化に対しても常にディーゼル機関を最適の条件で運転しもつとも有効にその出力を利用するようにしてある。

励磁機は第 19 図に示すように 2 個の磁氣的に独立した磁路（A, B）^{*1}を有し、A には一定電圧で励磁される巻線 F_1 を、B には一定電圧で励磁される巻線 F_2 のほかに発電機電流で励磁される巻線 F_3 および直巻 F_4 が設けてある^{*2*3}。これらの巻線の起磁力の方向は矢印に示す通りで F_2, F_4 は和働に、 F_3 は差働に巻いてある。さらに磁路 A の F_1 には磁路 B の F_2, F_4 による電機子の誘起電圧と和の電圧を誘起するような極性を与えてある。第 20 図(a) にこれら各巻線の主発電機電流に対する起磁力を示す。ただし F_4 の起磁力は励磁機電圧に比例し、かつ F_3 と反対の極性を有するからこれを発電機電流に換算して (b) 図 F_4 に示した。(b) 図にはこれら各巻

*1 実用新案 第 380772 号

*3 実用新案申請中

*2 実用新案 第 394726 号

線による誘起電圧の関係を示す。すなわち F_1 による電圧 v_1 は発電機電流に無関係に一定であるが、 (F_2+F_3) による電圧はB磁路の飽和度を適当に選定して v_2 のとき電圧を発生するようにしてある。したがって $(F_1+F_2+F_3)$ に対応する電圧は v_1, v_2 の代数和として v_3 のようになり、さらに F_4 の効果を考慮すれば励磁機の合成無負荷電圧は v_3 に対して $\overline{ab} = \overline{cd}$ の関係で水平に移行せしめた v として与えられる。したがってあらかじめ主発電機の入力が一定になるように損失を考慮に入れてその出力特性 (V-I 曲線) を決定し、その場合に必要な励磁電流とこの v 曲線を比例させればよい訳である。さらに F_1, F_2 回路には後述のごとく自動負荷調整装置によりディーゼル機関の負荷状態を検出しながら動作する可変抵抗が設けてあるから、これによつて v 曲線すなわち発電機の励磁電流を制御し、常に機関の出力を最適条件でもつとも有効に利用することができる。第26図は機関と発電機を組合せ試験した場合の実測値で、上記の特性がよく実証せられている。

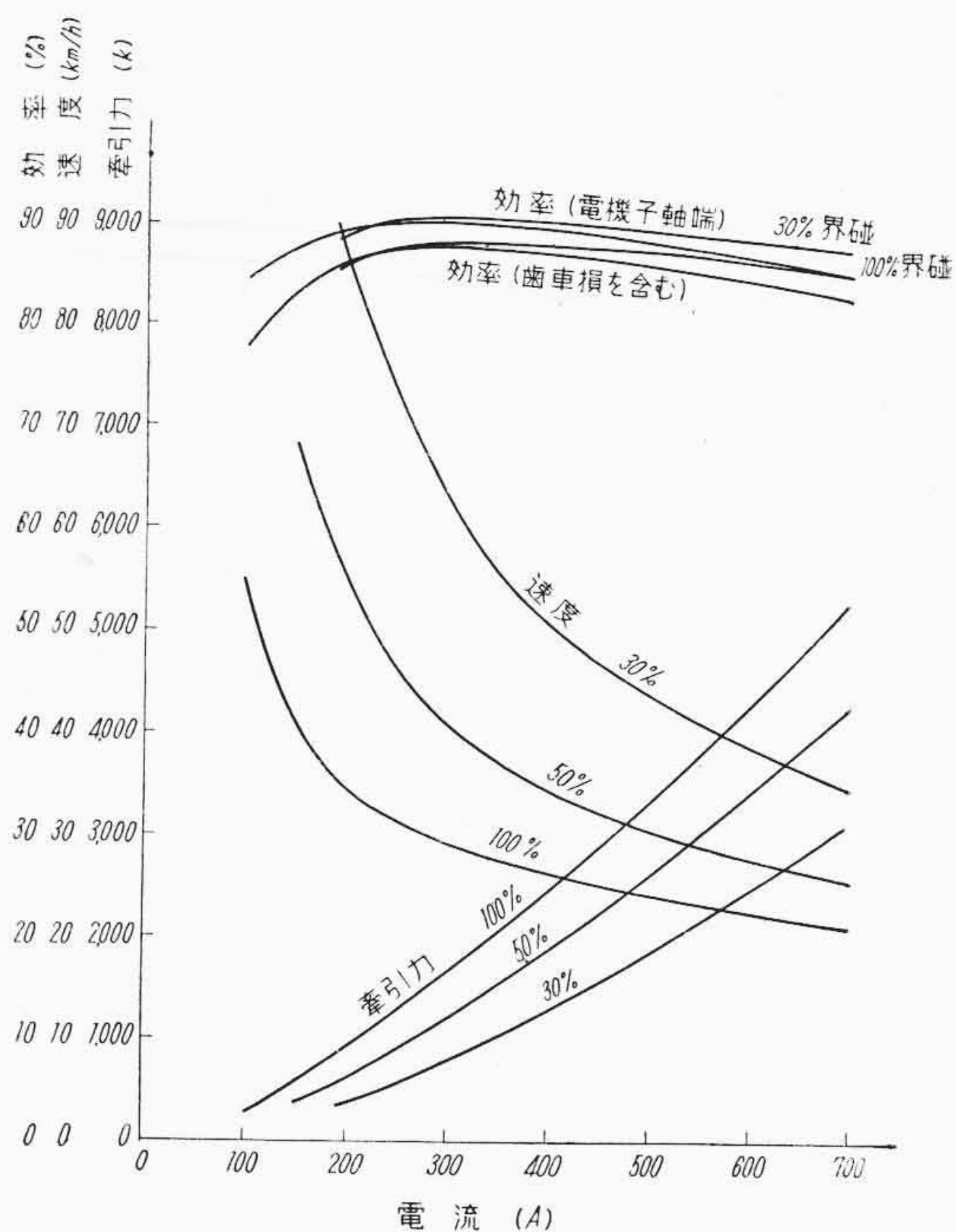
励磁機の構造は第19図においては説明の便宜上2極巻の場合を示したが実際にはA磁路に2極、B磁路に2極を設け電機子は4極の波巻として小型軽量に設計してある。またその定格出力は1.5 kW であるが、機関車の最高速度に相当する最大出力 5.5 kW の場合にも連続に耐えうるようにしてある。さらに磁気枠を二つ割にして真鍮板によつてA、B両磁路を磁氣的に絶縁するなど十分慎重な考慮が払われている。

発電機は公称定格 1,100 kW, 500 V であるが最高連続電圧は 605 V であるから実質的には 1,330 kW に相当する容量を有している。この大容量機をできるだけ小型軽量に設計するため設計上最大の努力が払われた。すなわち絶縁はF級として耐熱性を強化し、さらに送風機を使用し半密閉強制通風型として熱容量の増加を計り、一方電機子巻線はトレッペン巻とし、補償巻線を設け、刷子には三分割刷子を使用して整流条件に万全を期してある。主発電機は機関始動の際は蓄電池により始動電動機として動作するため始動用直巻を有しているが、本機においては直巻を始動時だけでなく常時他励巻線の一部として使用して空間率を向上せしめている*。第21図に示すように発電機の軸端からは歯車結合により補助発電機、HI 励磁機が駆動され、補助発電機用の HL 励磁機はベルトにより HI 励磁機の軸端から駆動される方式を採用した。各機は機関による苛酷な振動条件を考慮して刷子保持器の構造、各機の支持方法について特に慎重な設計がなされている。

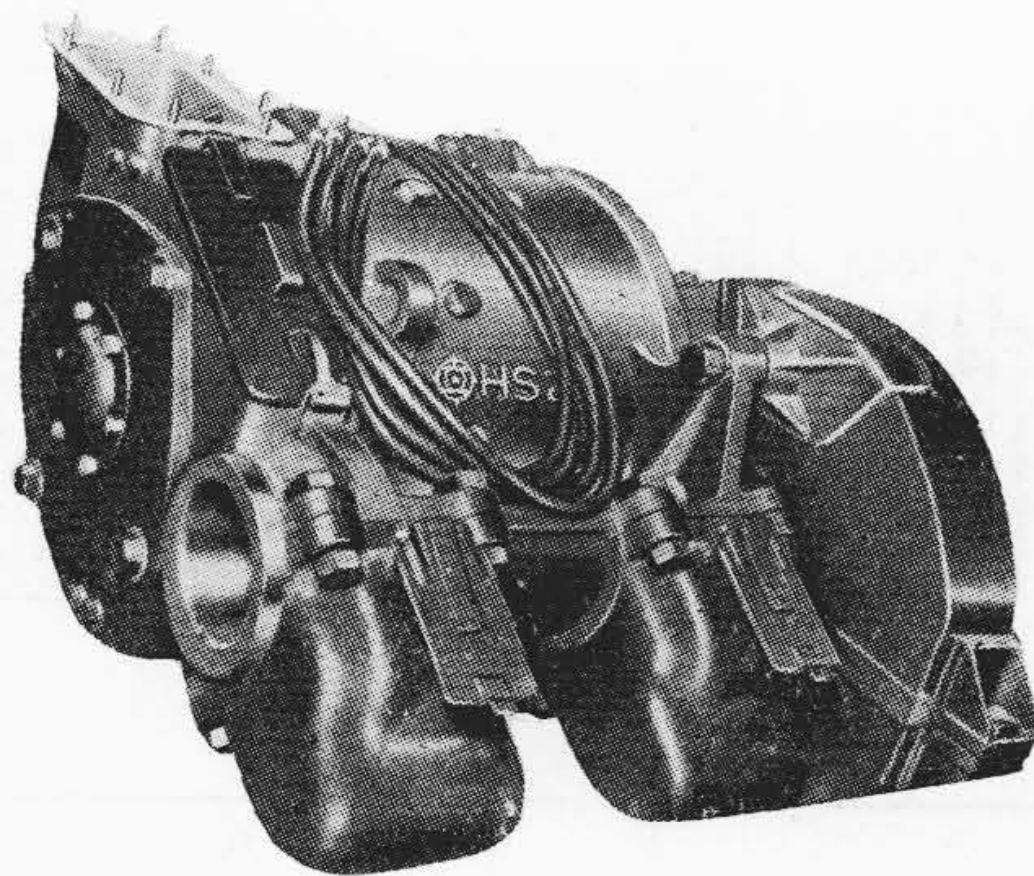
(2) 165 kW 主電動機

本機関車における主電動機は常に6台が 1,100 kW 発

* 特許 No. 199595



第22図 主電動機特性曲線

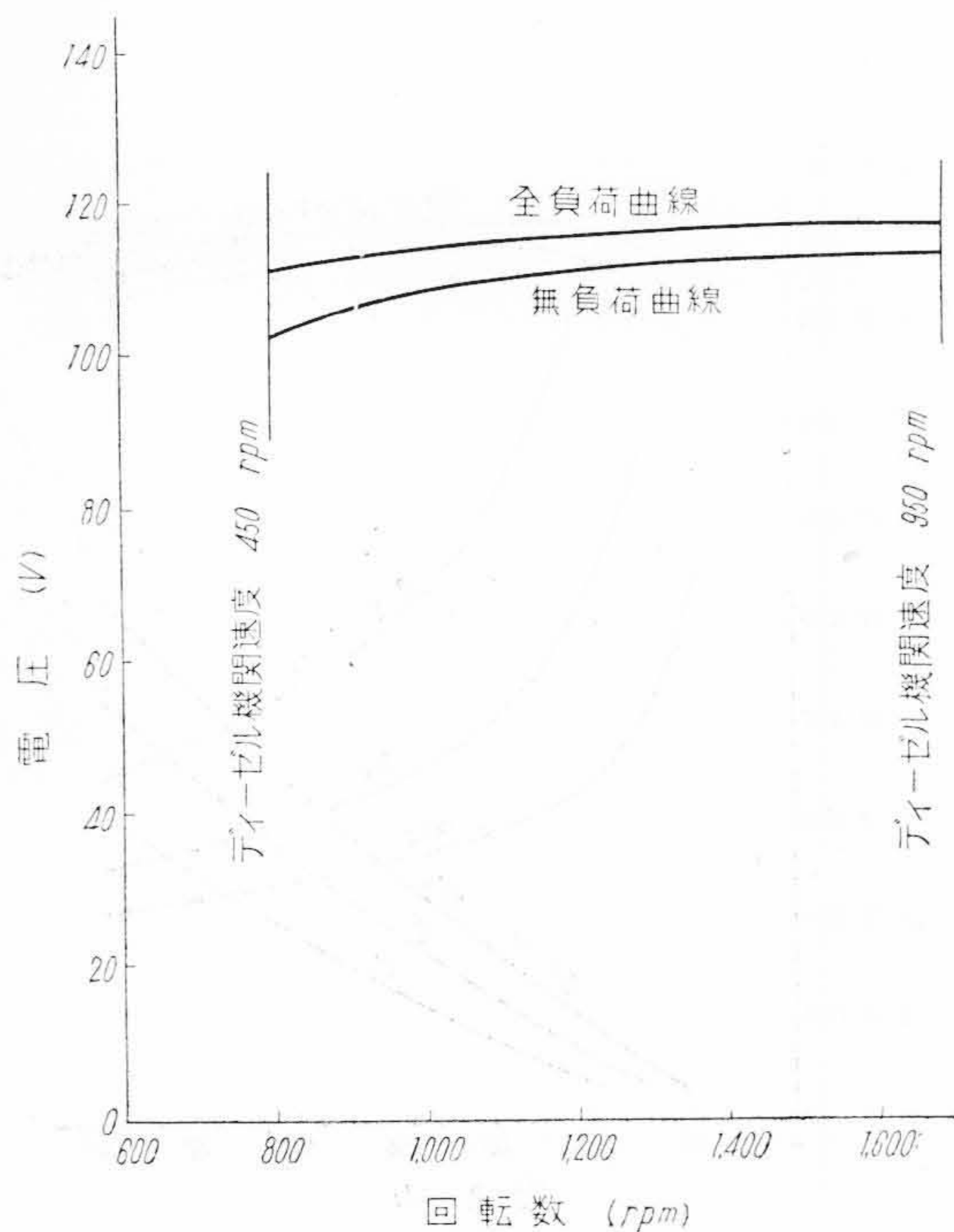


第23図 165 kW 主電動機

電機に並列に接続されて使用されるが、この場合発電機の特性和組合せて最高運転速度に至るまでの広範囲な機関車特性を満足せしめることが必要である。このため本電動機には補償巻線を設け、三分割刷子を使用するなど特に整流条件に慎重な設計を行い、30%界磁までの大幅な界磁制御を行つて十分この要求を満たすよう考慮した。第22図に主電動機の実測特性を示す。電動機の絶縁はH種とし、主発電機と同様半密閉強制通風型として十分な熱容量を有するごとく設計した。第23図に外観を示したが、できるだけ鉄板の熔接構造として軽量でかつ機械的、磁氣的に信頼度の高いものとした。

(3) 60 kW 補助発電機

補助発電機はディーゼル機関のいかなる速度において



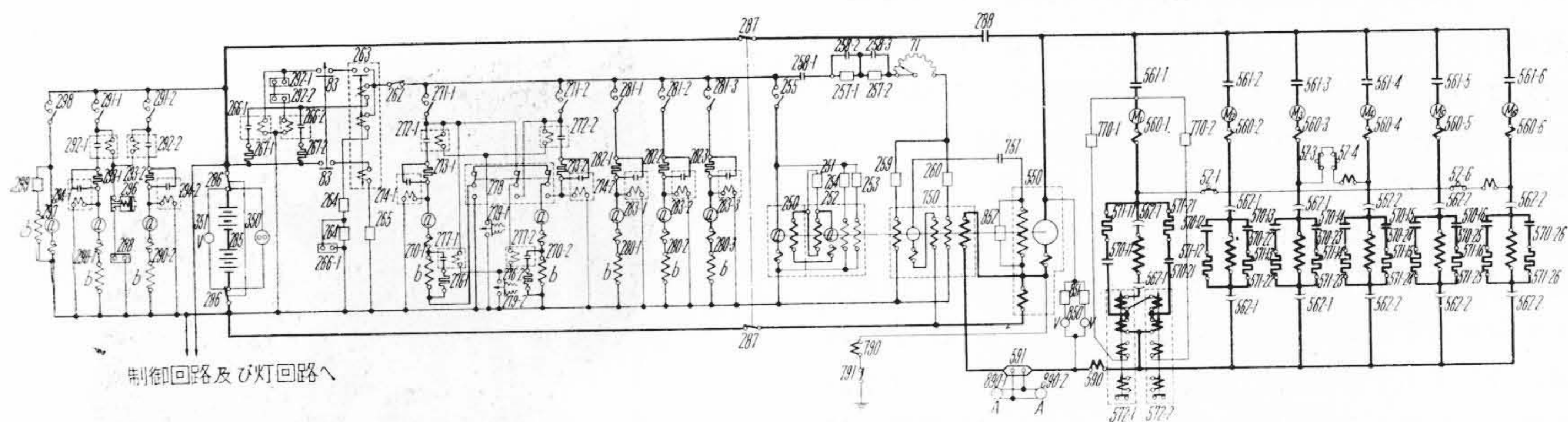
第 24 図 補助発電機特性曲線

も（本機関の場合は 450 rpm より 950 rpm まで）ほぼ一定電圧を発生することが必要であるが、本機は H L 発電機⁽¹⁾⁽²⁾と同一原理による設計を行つて第 24 図の試験結果に示すように十分満足な特性を得ることができた。

〔VI〕 制御保護装置

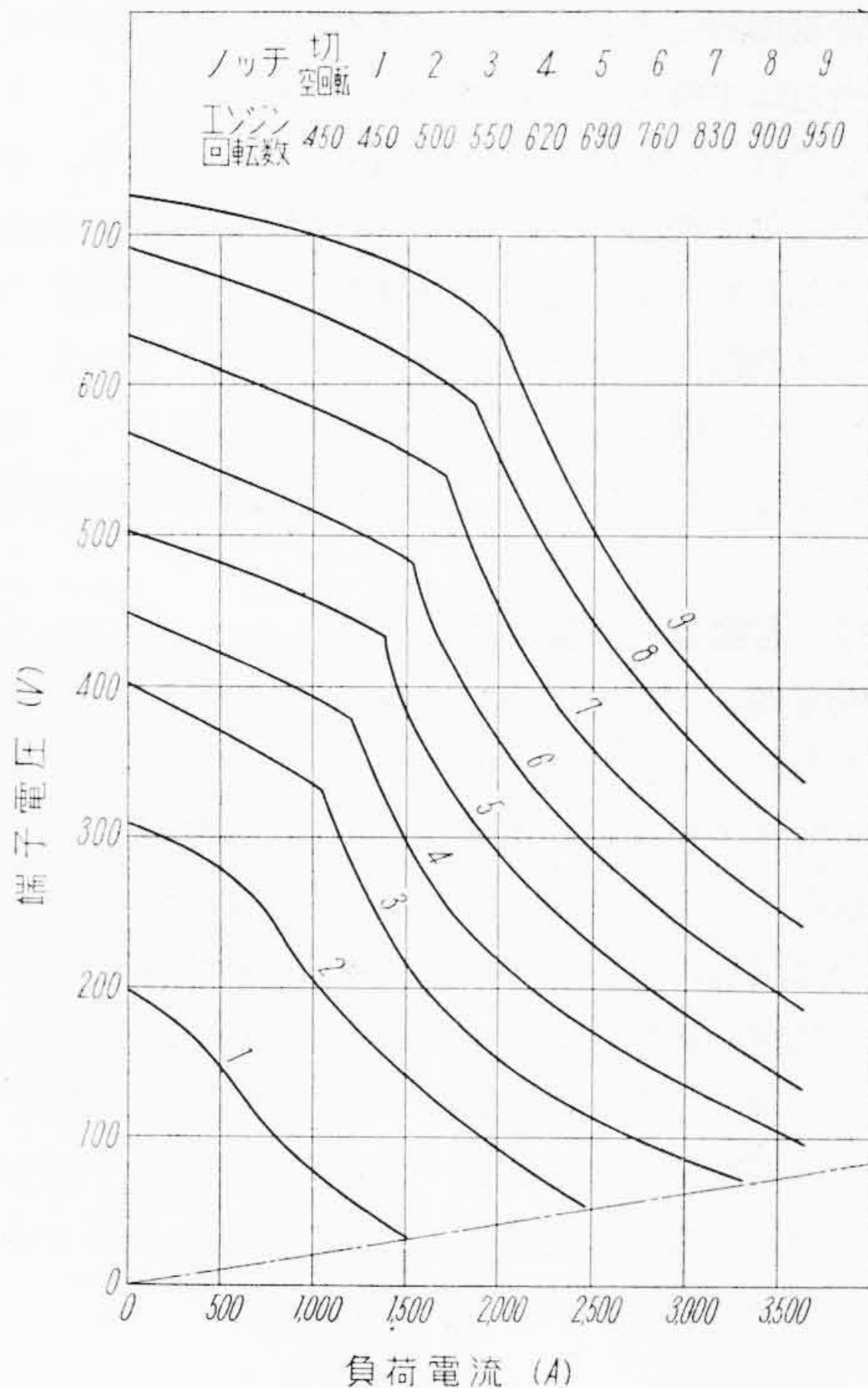
（1） 制御保護装置一般

本ディーゼル電気機関車は電磁空気式および電動機操作式の間接制御装置により非自動および自動加速が可能となっている。ディーゼル機関の回転数すなわち機関車の出力は主幹制御器により 9 段に制御されるが、ノッチ進めは電動機操作の機関遠方制御装置により 1 ノッチづつ非自動加速を行うこともできるし、また主幹制御器を一度に希望ノッチまで進めておけば機関車の加速に応じ自動的に機関の出力を増してゆくいわゆる自動加速もできる。主発電機は励磁機との組合せ特性により機関車の広い速度範囲にわたつて常にディーゼル機関の出力を一定に利用するようになつているが、しかし機関の出力は気温気圧などの変化により相当大幅に変動するものであるので、自動負荷調整装置により常に自動的に主発電機の入力を機関の出力に合わすようになつている。し

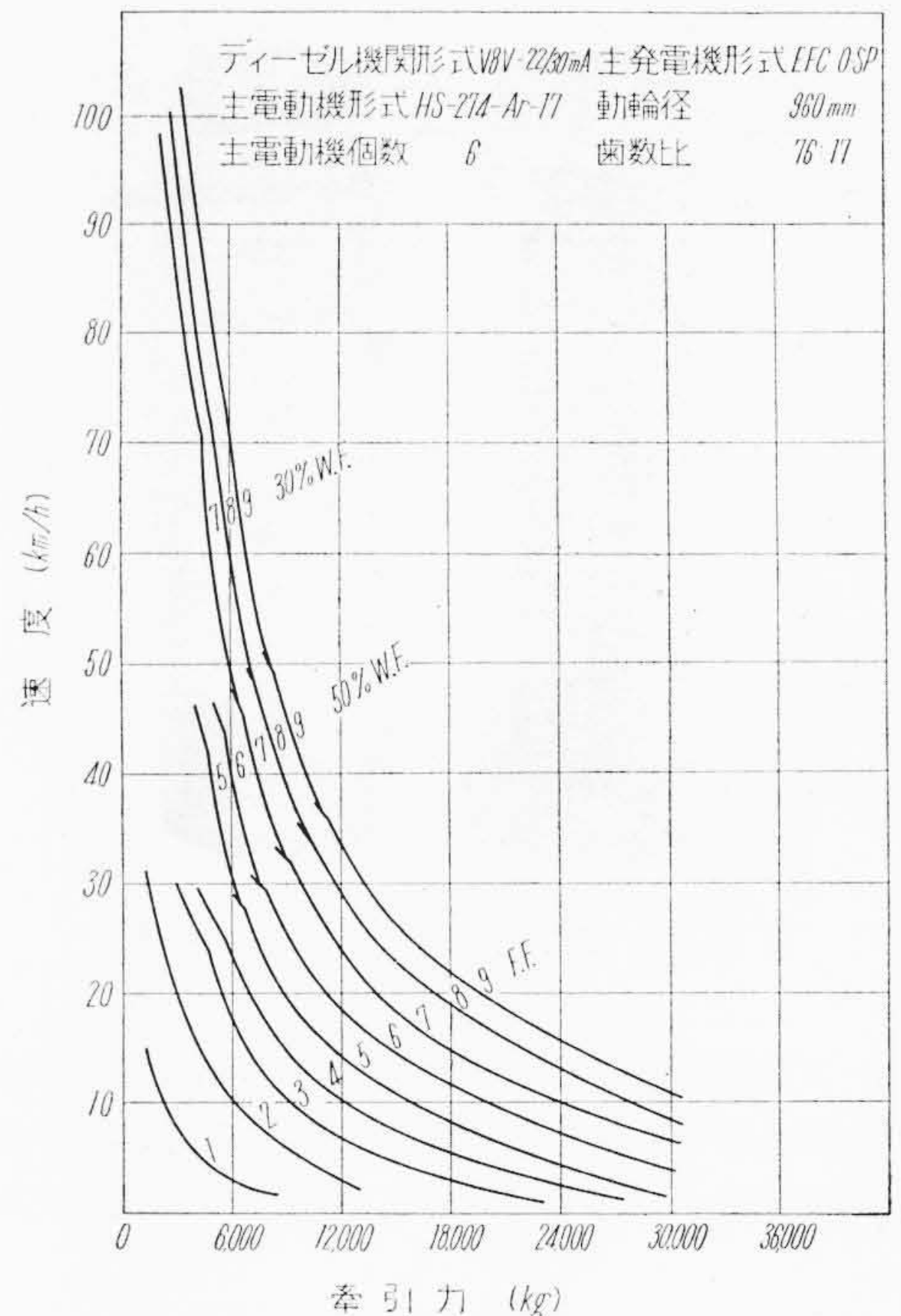


番号	名 称	番号	名 称	番号	名 称	番号	名 称
主 回 路		補 助 回 路		補 助 回 路		補 助 回 路	
550	主発電機	252	補助発電機励磁機	277	ファン電動機界磁弱め接触器	350	蓄電池外部充電栓および栓
560	主電動機	253	補助発電機励磁機界磁抵抗器	278	ファン電動機直並列切換スイッチ	351	蓄電池電圧計
561	主電動機回路接触器	254	補助発電機励磁機界磁抵抗器	279	機関冷却水温調整温度スイッチ	750	励磁機
562	送転器	255	補助発電機ヒューズフリー遮断器	280	送風電動機	751	主発電機界磁接触器
570	主電動機界磁弱め接触器	257	励磁機他励界磁抵抗器	281	送風電動機ヒューズフリー遮断器	770	界磁弱め継電器電圧コイル直抵抗器
571	主電動機界磁弱め抵抗器	258	励磁機他励界磁接触器	282	送風電動機起動抵抗器	790	接地継電器
572	主電動機界磁弱め継電器	259	励磁機他励界磁抵抗器	283	送風電動機起動接触器	791	接地スイッチ
590	限流継電器	260	励磁機他励界磁抵抗器	285	蓄電池		
591	全回路電流計分流器	262	充電回路開放器	286	蓄電池開放器		
850	主発電機電圧計	263	充電継電器	287	始動回路開放器		
851	主発電機電圧計倍率器	264	充電継電器充電タ圧コイル直列抵抗器	288	機関始動接触器		
852	主発電機他励分巻界磁放電抵抗器	265	充電継電器蓄電池電圧コイル直列抵抗器	290	空気圧縮電動機		
860	空転継電器	266	充電接触器	291	空気圧縮電動機ヒューズフリー遮断器		
890	全回路電流計	267	充電抵抗器	292	空気圧縮電動機同期接触器		
補 助 回 路		270	放熱器ファン電動機	293	空気圧縮電動機起動抵抗器		
52	主電動機開放器	271	ファン電動機ヒューズフリー遮断器	294	空気圧縮電動機起動接触器		
71	自動負荷調整装置制御部	272	ファン電動機接触器	296	圧縮空気圧調整圧力スイッチ		
83	油滑油圧力スイッチ補助継電器	273	ファン電動機起動抵抗器	297	燃料油移送ポンプ電動機		
250	補助発電機	274	ファン電動機起動接触器	298	ポンプ電動機ヒューズフリー遮断器		
251	補助発電機励分巻界磁抵抗器	276	ファン電動機界磁弱め抵抗器	299	ポンプ電動機分巻界磁抵抗器		

第 25 図 1,900 馬力ディーゼル電気機関車主回路および補助回路結線図



第 26 図 主 発 電 機 負 荷 特 性 曲 線



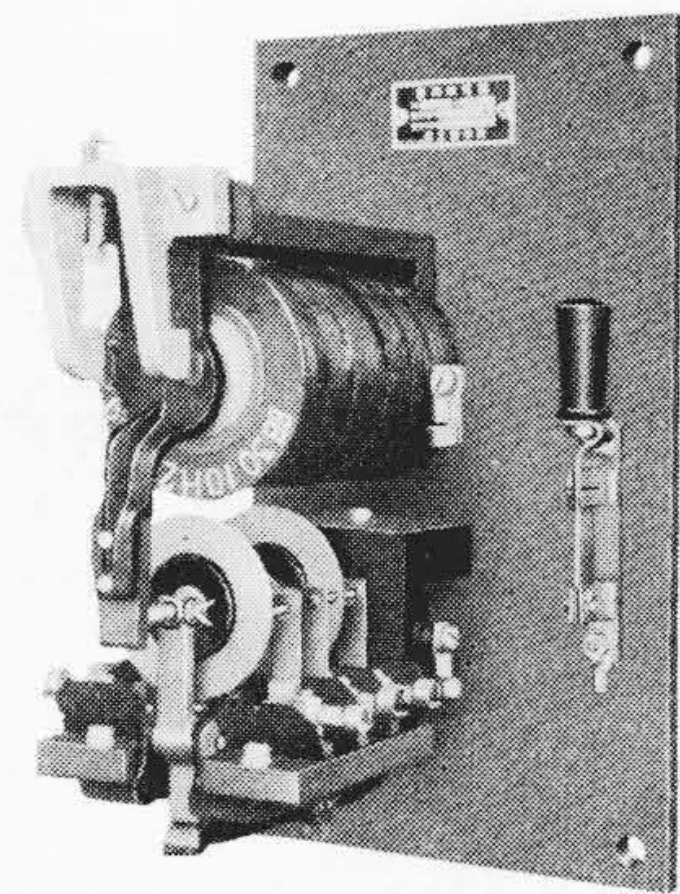
第 27 図 機 関 車 特 性 曲 線 (速 度 - 牽 引 力)

たがつてディーゼル機関は過負荷にも軽負荷にもなることなく常に最良の状態で運転が行われる。

6 個の主電動機は全並列に接続されており、2 段の界磁制御は機関車速度の上昇につれて自動的に行われるようになっていている。第 25 図は本ディーゼル電気機関車の主回路結線図、および機器番号と名称を示している。また第 26 図は主発電機の負荷特性を、第 27 図は本機関車の速度および牽引力曲線を示してあるが、この特性曲線によりあきらかなように広い速度範囲にわたって機関出力を有効に利用しうる。

蓄電池は 96V 48セルで機関の始動、空気圧縮機電動機、燃料搬送ポンプ電動機および制御、灯回路の電源となっている。蓄電池は機関駆動の補助発電機により機関運転中は常に浮動充電されている。なお本機関車には各種の保護装置を有して事故の拡大を防止している。すなわち潤滑油圧が低下すると機関を停止せしめ運転士にブザーおよび表示灯により警報する。冷却水温過熱時にはブザーおよび表示灯にて警報する。また主回路接地では第 28 図に示す接地継電器が動作し、励磁機の界磁回路を開いて主発電機出力を零とし、一方ブザーおよび表示灯にて警報する。動輪の空転が起ると空転警報継電器が動作して撒砂電磁弁を励磁して撒砂を行い同時にブザーおよび表示灯にて警報する。

以上は制御方式の概略であるが、本制御装置中には自



第 28 図 接 地 継 電 器 (形 式 R G - 3)

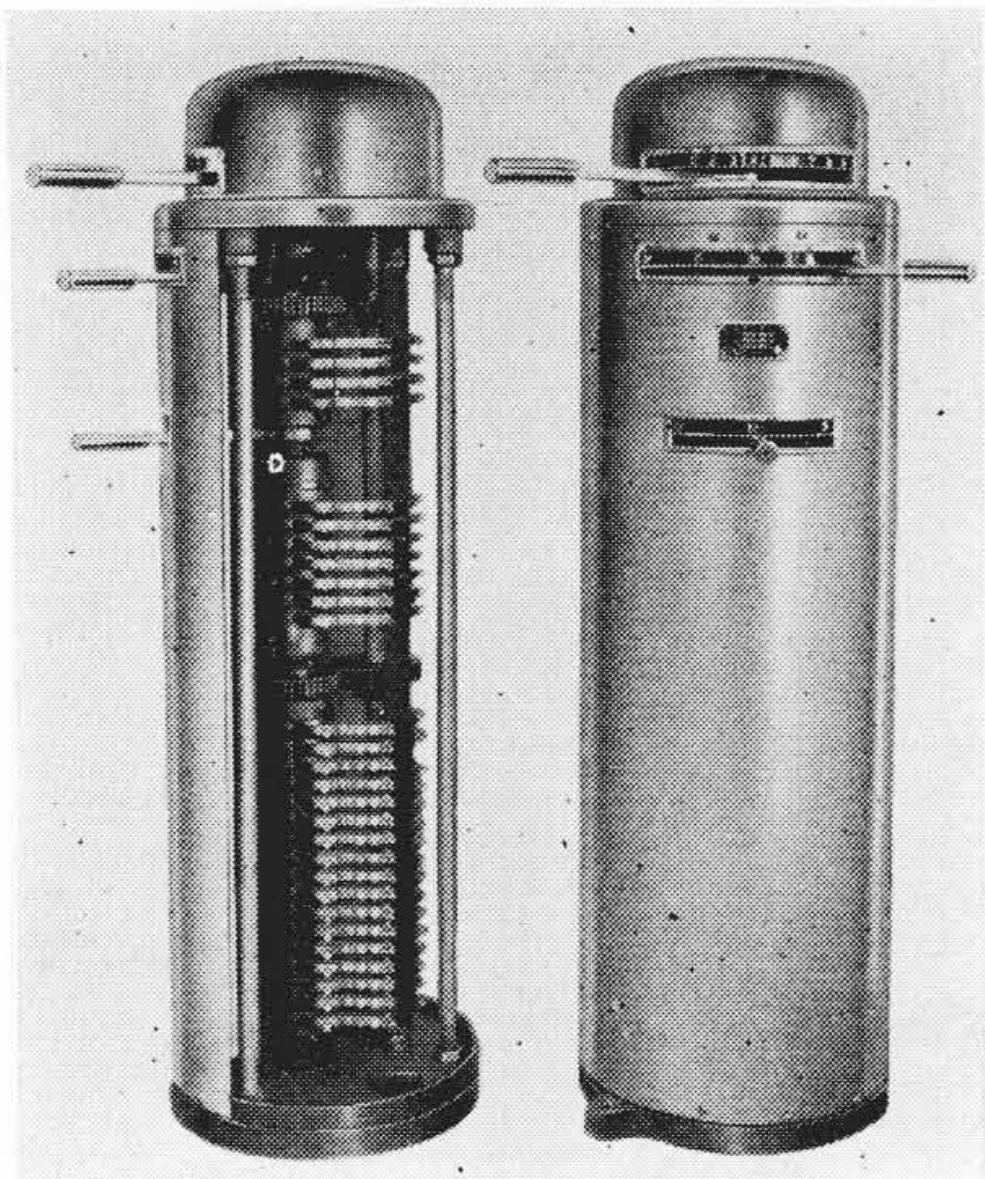
動負荷調整装置や機関遠方制御装置など日立独特の制御方式が含まれており、ディーゼル電気機関車の制御装置としては最新のものといえることができる。

以下その主なる点について述べることにする。

(2) 機関遠方制御装置*

本装置は主幹制御器とその指令によつて動く操作電動機および二、三の継電器からなっている。第 29 図は本機関車の主幹制御器を、第 30 図は機関遠方制御装置を示す。主幹制御器の指令は第 31 図に示すように操作電動機に伝達され制御円筒を所定の位置まで回転する。

* 特許申請中



第 29 図 主幹制御器 (形式 MNG-9)

また一方歯車機構を通して制御円筒の位置変位に相当するだけ调速機のバネ圧を変化させリンク機構により燃料噴射量を加減して所要ノッチに相当する機関出力を得る。

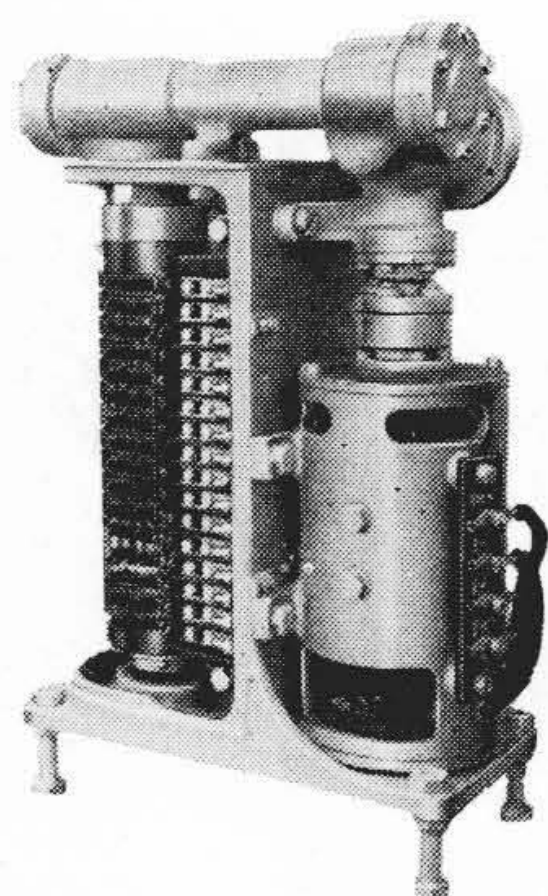
主幹制御器を1ノッチずつ進める場合は上述のように機関出力は主幹制御器の指示にしたがつて1ノッチずつ増加して行くいわゆる非自動加速が行われるが、主幹制御器を一気に希望ノッチまで進めた場合は機関車速度の上昇すなわち主電動機電流の減少を限流継電器にて確認しつつ自動的にノッチが進められる*。すなわちこの場合ディーゼル機関の出力は車の速度上昇に伴って自動的に増して行くわけである。第32図はその限流継電器を示す。

(3) 自動負荷調整装置**

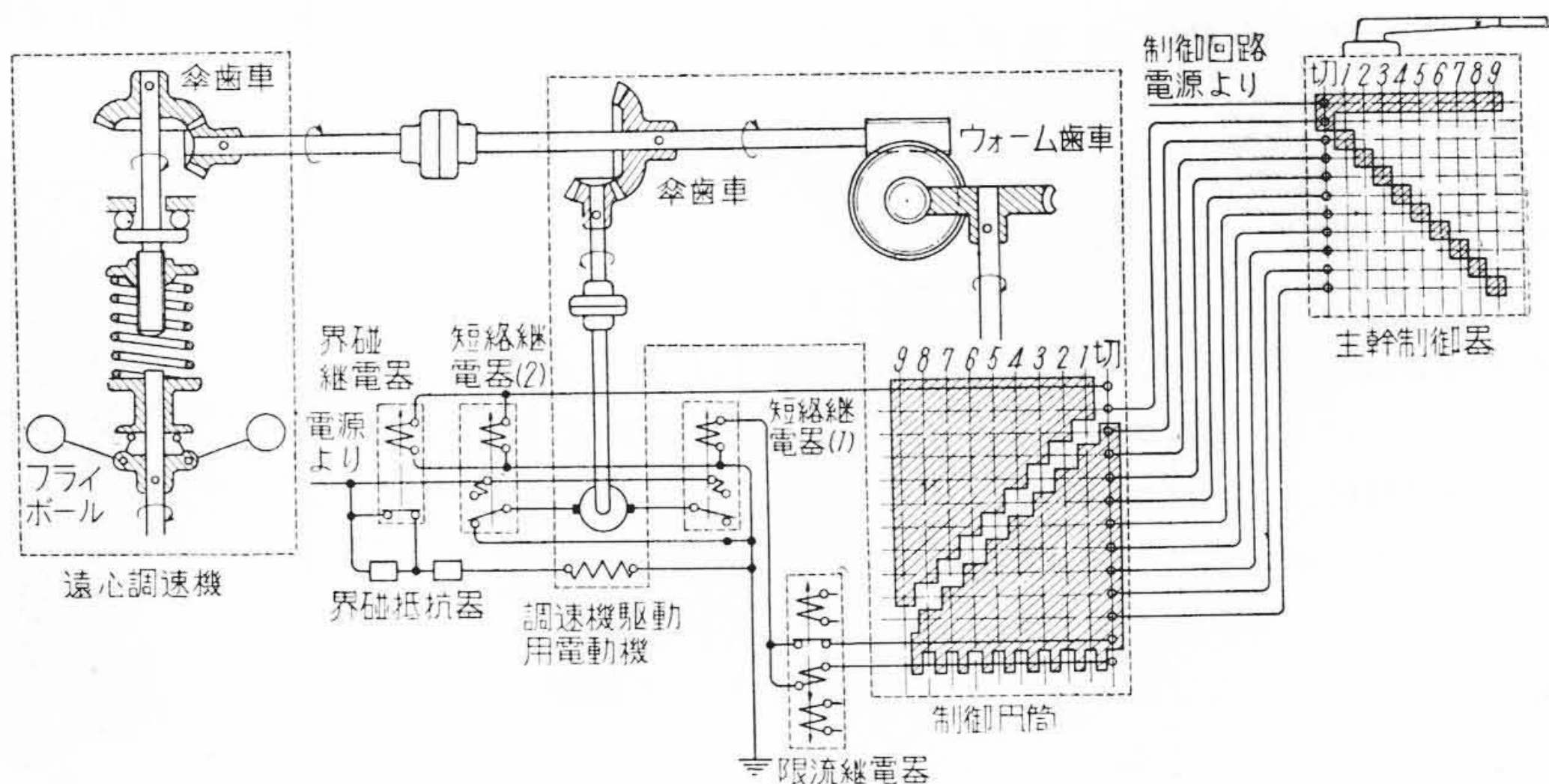
主発電機は HI 励磁機との組合せ特性により常に発電機の入力が一定となるようになっているので主電動機の速度が変り主発電機の電流が変化しても機関の出力を一杯に利用するようになっている。しかしディーゼル機関の出力は気温、気圧などにより相当大幅に変わるものでありまた燃料の種類、ピストンの磨耗などにも左右されるもので一定ではあり得ない。一方主発電機においてもその出力は温度上昇により低下するものである。さらにまた両者の回転数—出力特性はこれを完全に一致させるこ

* 特許申請中

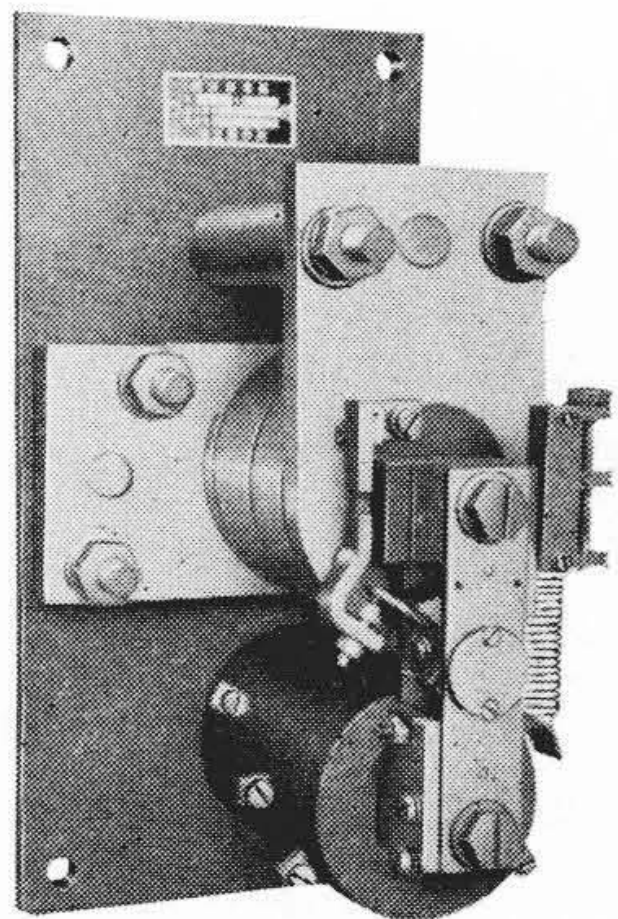
** 特許申請中



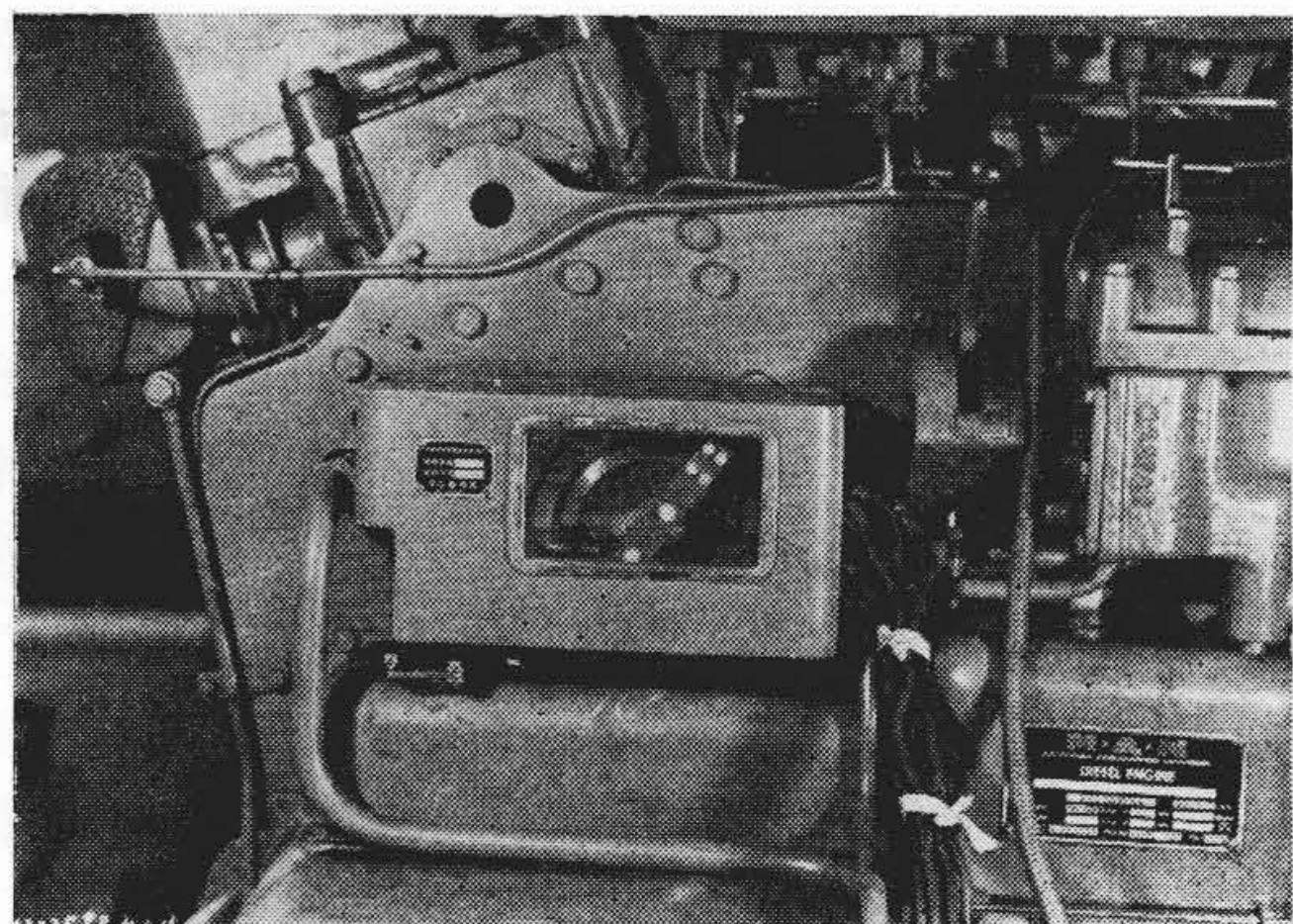
第 30 図 機関遠方制御装置



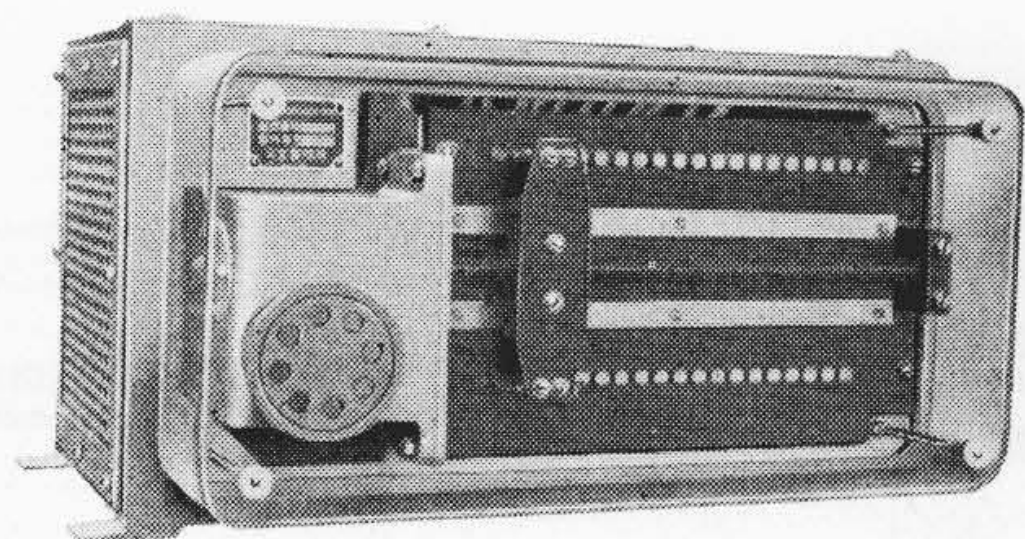
第 31 図 機関遠方制御装置説明図



第 32 図 限流継電器 (形式 RC-BB-1F)



第 33 図 自動負荷調整装置負荷検出部

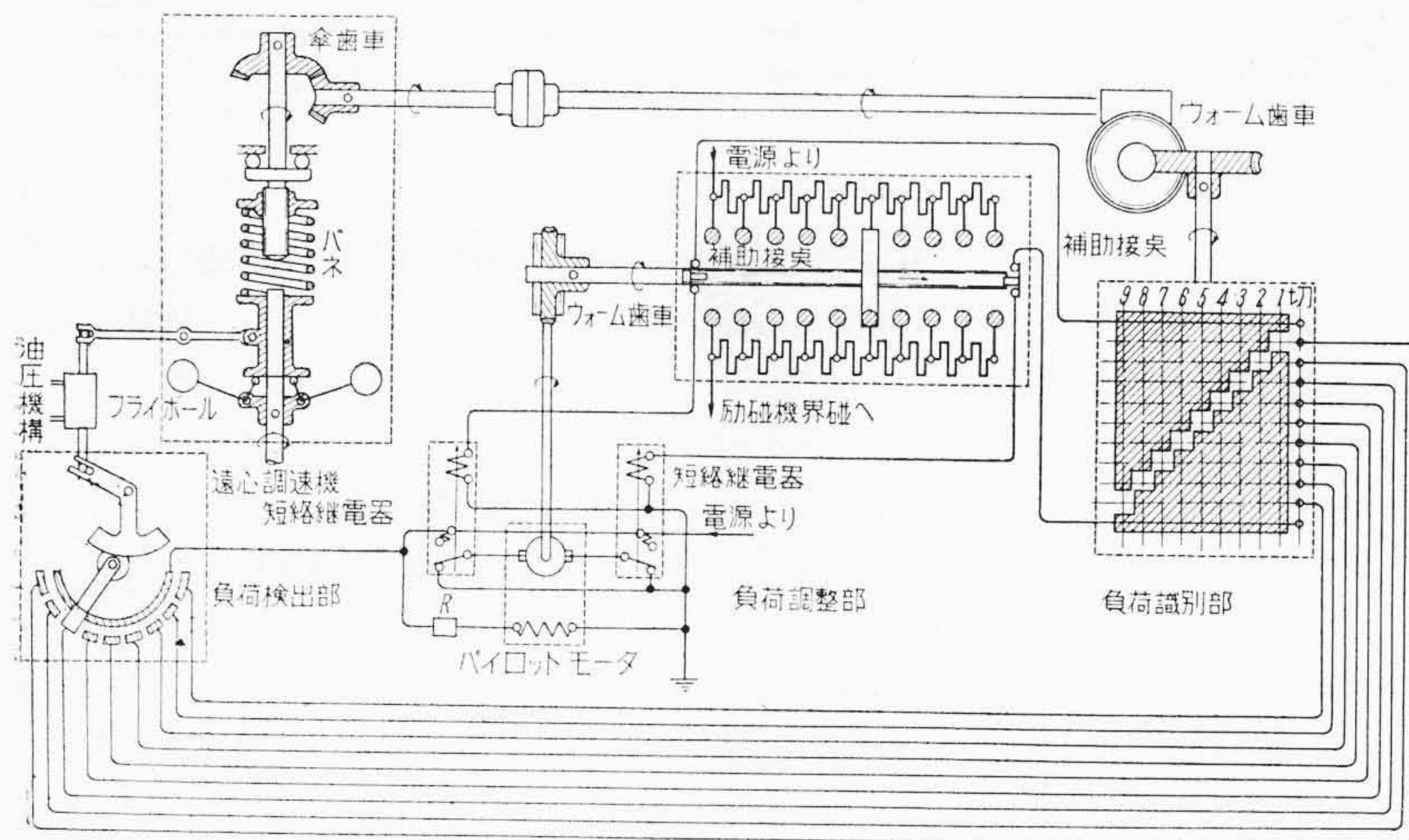


第 34 図 負 荷 調 整 装 置

とは不可能に近い。自動負荷調整装置はこの両者の相違を調整するためのもので励磁機の界磁抵抗を自動的に調整することにより主発電機の出力を増減してディーゼル機関の燃料噴射量を各回転数に対し最適の状態に保つ作用をするものである。

自動負荷調整装置は負荷検出部と負荷識別部および負荷調整部の 3 部分からなりたっている。第 33 図は機関に装置された検出部を、第 34 図は負荷調整部を示してあり、また負荷識別部は前章に掲げた第 30 図機関遠方制御装置内に設けられている。

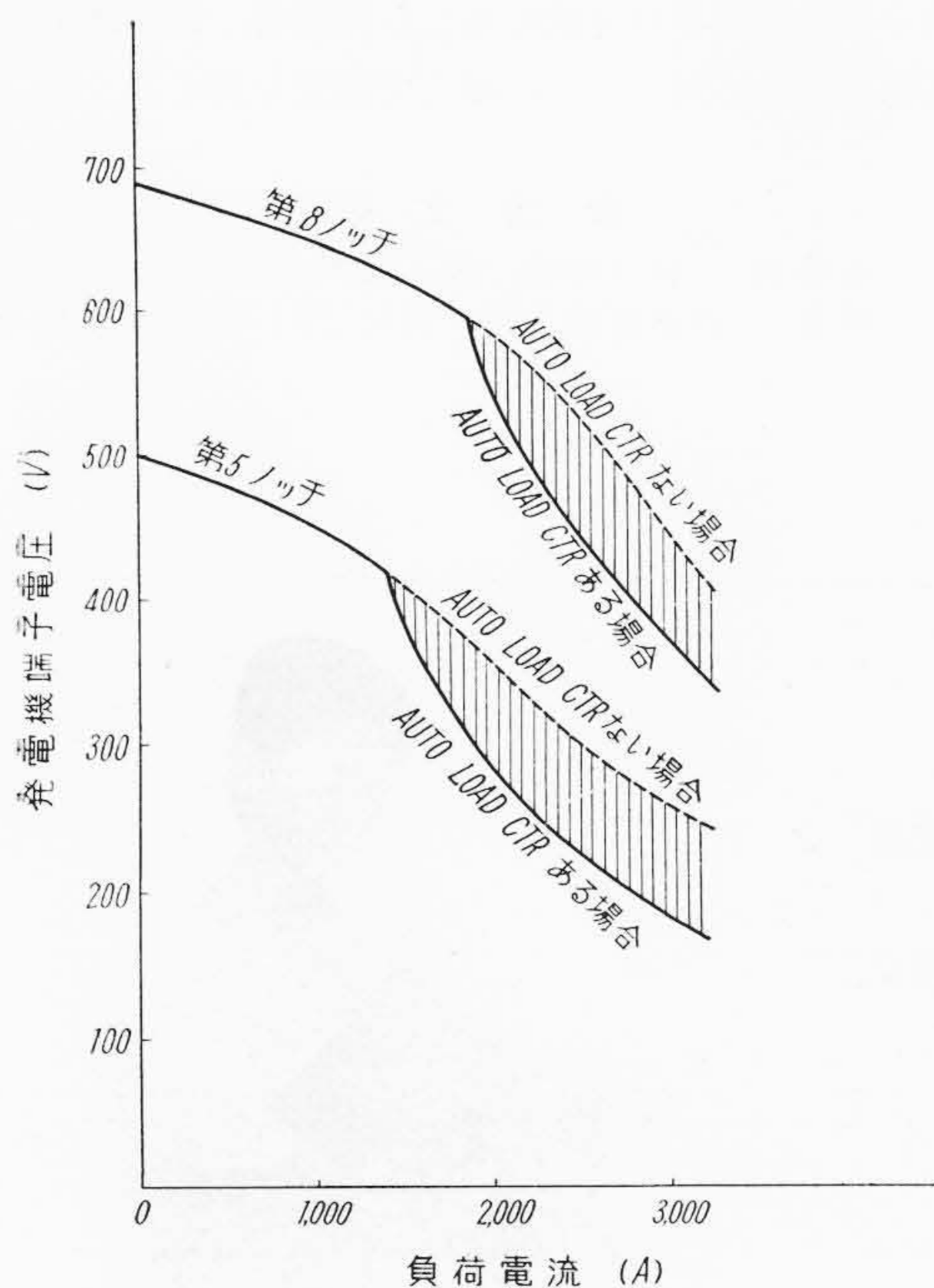
第 35 図はこの装置の説明図で、まず検出部でそのときの機関の燃料噴射量を電氣的に検出し、つぎにその結果を機関遠方制御装置の制御円筒に導入する。ここがすなわち負荷識別部で、その時の燃料噴射量がその時の回転数に対して予定された量であるか否かを識別する。その結果は調整部に伝えられる。調整部は操作電動機およびこの電動機により加減される可変抵抗器とからなり識別部よりの指示にしたがつて



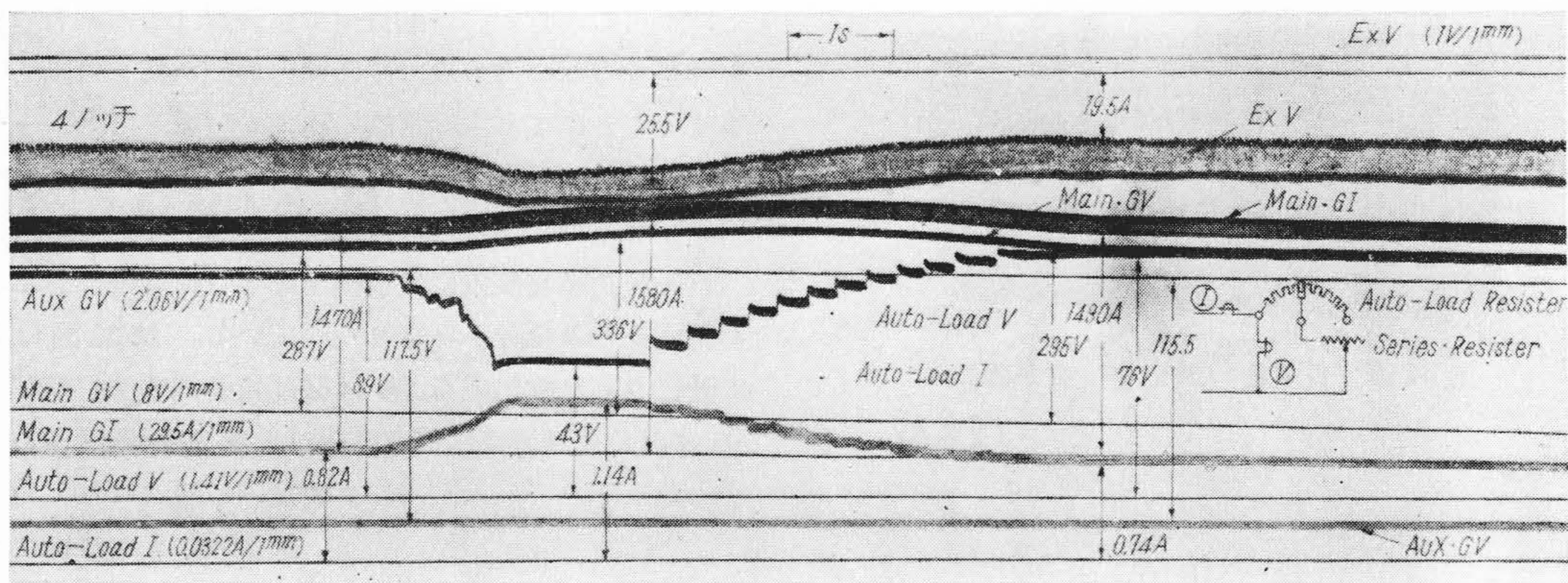
第 35 図 自 動 負 荷 調 整 装 置 説 明 図

励磁機の界磁に直列に挿入されている可変抵抗器の抵抗値を増減して主発電機の出力を調整する。このようにしてディーゼル機関の負荷を変えることにより、機関の燃料噴射量がその時の回転数に対し予定された最適の状態となれば操作電動機は回転を止め可変抵抗器の抵抗値はその時の値を維持する。このようにして主発電機の入力は機関の出力に釣合つた状態となる。第 36 図は本機関車における主発電機特性の実測値で点線は可変抵抗値を最小に固定した場合の特性を、実線は本装置の機能をいかした時の特性でその作用効果は一目瞭然であろう。また第 37 図は本制御系の応答速度ならびに安定度の試験記録で前述の可変抵抗器にさらに直列に適当な抵抗を挿入し、第 4 ノッチで定常運転を行つている状態から急速にこの抵抗を短絡した時の本装置の動作を捉えたオシログラムである。本図においてあきらかなごとく短絡後ほぼ 4～5 秒間にしてこの系の制御量は短絡前の状態に恢復されることがわかる。またハンティング現象も見られずきわめて良好な制御が行われていることがわかる。

さらに日立式自動負荷調整装置の特長は中間出力を利用する時機関にもつとも理想的な方法をとつていことである。元来中間出力は機関回転数を加減するか、ある



第 36 図 主 発 電 機 特 性 曲 線 (実 測 値)



第37図 自動負荷調整装置動作試験

いは噴射量を増減することによつて得られるが、機関の保守または寿命の点からは両者を適当な割合を保ちながら増減することがのぞましい。本機関車の自動負荷調整装置は中間の回転数に対してあらかじめ予定されたその回転数に最適の噴射量となるよう発電機の出力を制御するようになっている。

(4) 主電動機の界磁制御

さきにふれたように6個の主電動機は機関車速度の増加につれて界磁継電器により自動的に界磁制御が行われるようになっているので主発電機と組合せた総合特性が機関車の広い速度範囲にわたつて機関出力を有効に利用しうるものである。弱界磁は50%および30%の2段でそれぞれの目的を有する2個の弱界磁継電器が使用されている。本継電器は主電動機の主界磁回路電流コイル、界磁分路電流コイル、主回路電圧コイルおよび調整用バイアスコイルからなっている。第27図に示すごとく弱界磁に入る電流はノッチごとに自動的に補正されるようになっている。

〔VII〕 結 言

このたびわが国最大容量のディーゼル電気機関車が完

成されたが、それには日立独特のHI励磁機および自動負荷調整装置からなる電気式動力伝達装置、電気式機関遠方操作装置を含む制御装置が用いられており、各部の構造も本線用大形機関車として十分な性能が与えられるよう製作されており、工場内試運転においても満足な成績を収めることができた。機関はMAN社のものを用いたが今後すでにMAN社との技術提携も完了し本年から日立MANディーゼル機関車が製作されるのでここに日立ディーゼル電気機関車の基礎が確立されたということができよう。

本機関車は近々国鉄御当局の本線における使用が予定されており良好な成績を収めるものと信ずる次第である。

終りに本機関車の完成にあたり御指導、御援助を賜つた関係者各位に対しここに謹んで謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) 牧野田：日立評論 35, 793 (昭28-5)
- (2) 稲木：日立評論 19, 611, 781 (昭11-10, 12)

「日立評論」綴込みカバー

(送料共) 特価1組 ￥50

「日立評論」の綴込み用として美しい綴込みカバーを発売致しております。

御希望の方には実費でお頒ち致しますから下記に御申込み下さい。

日 立 評 論 社

東京都千代田区丸の内1の4 (新丸ビル7階)
振替口座 東京 71824

