

台灣鐵路局納 1,560 PS ディーゼル電気機関車

1,560 PS Diesel Electric Locomotive for Taiwan Railway Administration

小泉富士夫* 梅島重兵** 北野豊***
Fujio Koizumi Juhei Umejima Yutaka Kitano
山名順圭* 桑原清輝*
Junkei Yamana Kiyoteru Kuwabara

内 容 梗 概

台湾鉄路局は目下本線のディーゼル化を進めており、このたび日立製作所より 1,560 PS ディーゼル電気機関車10両が納入された。本機関車はディーゼル機関をはじめ主要機器はすべて日立製作所製のものを使用し、独特な電気式動力伝達方式やフローティングボルスタ構造の3軸ボギーなど多くの新技術がとりいれられており、車体はフード形で、補機はすべて機関駆動を行うなど、従来国内で製作使用されているものと異なる外観、構造を有している。これ等本機関車の性能および各部構造などについて紹介している。

1. 緒 言

日立製作所は先にタイ国鉄にわが国最初のディーゼル電気機関車の輸出を行い好成績を納め引続いて25両を受注し目下鋭意製作しているが、このたびさらに台湾鉄路局に対して 1,560 PS ディーゼル電気機関車10両を完成輸出した。

台湾鉄路局では従来の日本国鉄 C57, D51 級の蒸気機関車を主力機関車として使用しているが、このたび幹線をディーゼル化することになり、これら蒸気機関車を上回る性能を有するディーゼル電気機関車を必要とするに至った。

本機関車は台北-竹南-彰化-高雄間で運転され、竹南-彰化間は台中線と海岸線の両者を通過する。旅客列車では 6両210 t, 8両280 t, 13両455 t, 15両525 t などをけん引し、貨物列車では 1,000 t をけん引する。けん引トン数の大きい貨物列車はこう配の比較的少ない海岸線を経由する。台中線の途中にはこう配 25% の区間が約 5 km 続いている。なお本線区の最高高度は 402m であって、外気温は最高 37°C、最低 3°C と示されている。

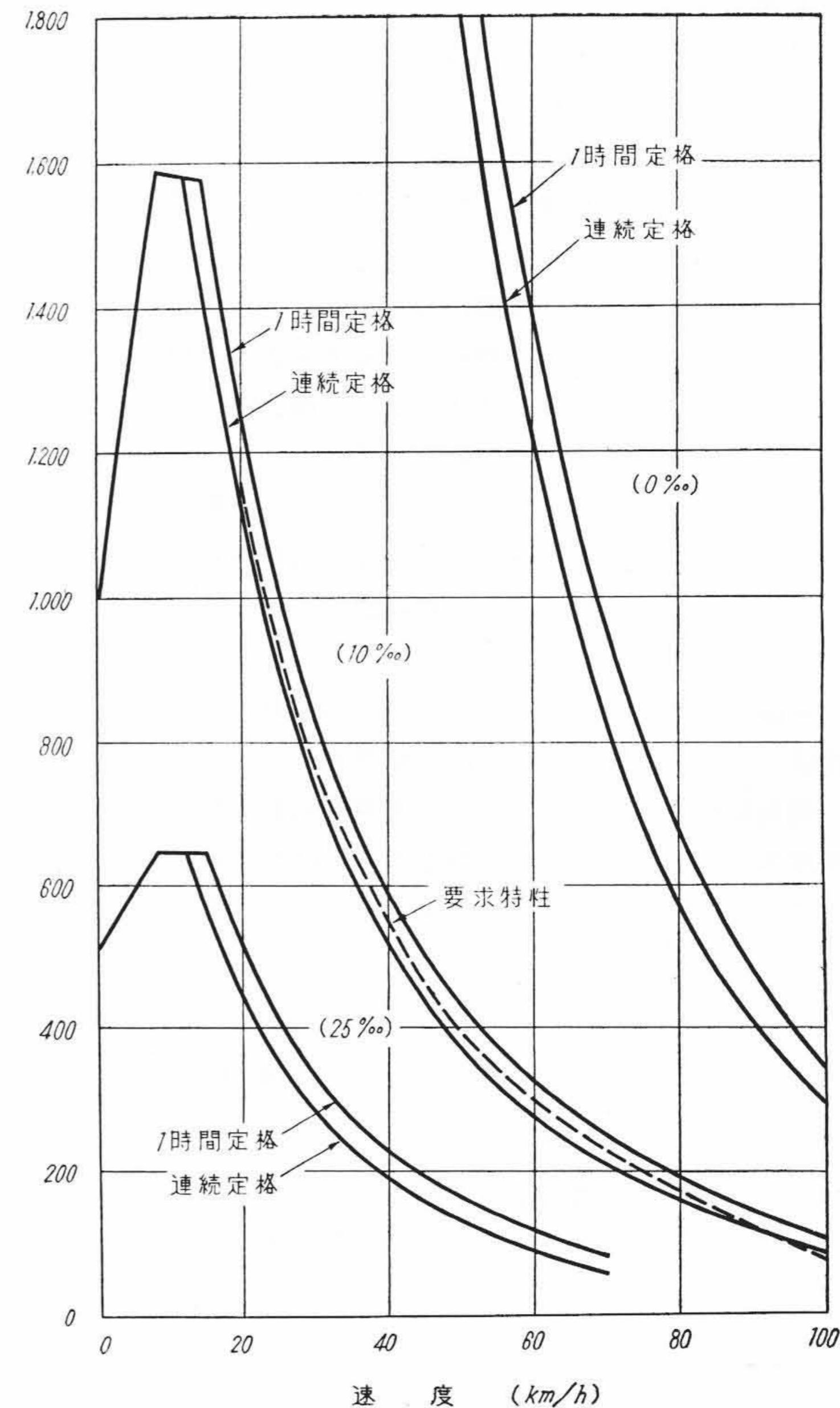
以上の運転条件に対して次のような性能が要求された。

- (1) 主発電機入力 連続定格 1,300~1,400 PS
- (2) 機関正味出力(U. I. C. 規格)連続定格 1,400~1,500 PS
- (3) 連続定格けん引力 約 14,500 kg
- (4) 最大けん引力 15,000 kg 以上
- (5) 最高速度 100 km/h
- (6) 各速度に対して第1図の点線のようなトン数がけん引できること

本機関車はこれらを満足すべく設計せられ、連続定格にて動輪周上 790 kW、速度 19.65 km/h、引張力 14,700 kg の性能を有するものである。

台北、高雄間は往復約 755 km であるが、本機関車は 1 日 1 往復の仕業が予定せられており、運用予備を考慮しても 1 日約 600 km という高い稼動率で計画されている。

なお台湾鉄路局は軌間 1,067mm の軌道を使用しており、車両限界は日本国鉄のものと類似し、軸重制限も 15 t となっているので機関車の設計条件は日本国鉄とほぼ同様と考えて良い。第2図に本機関車の外観を示す。



第1図 荷重-速度曲線

2. 仕様および特長

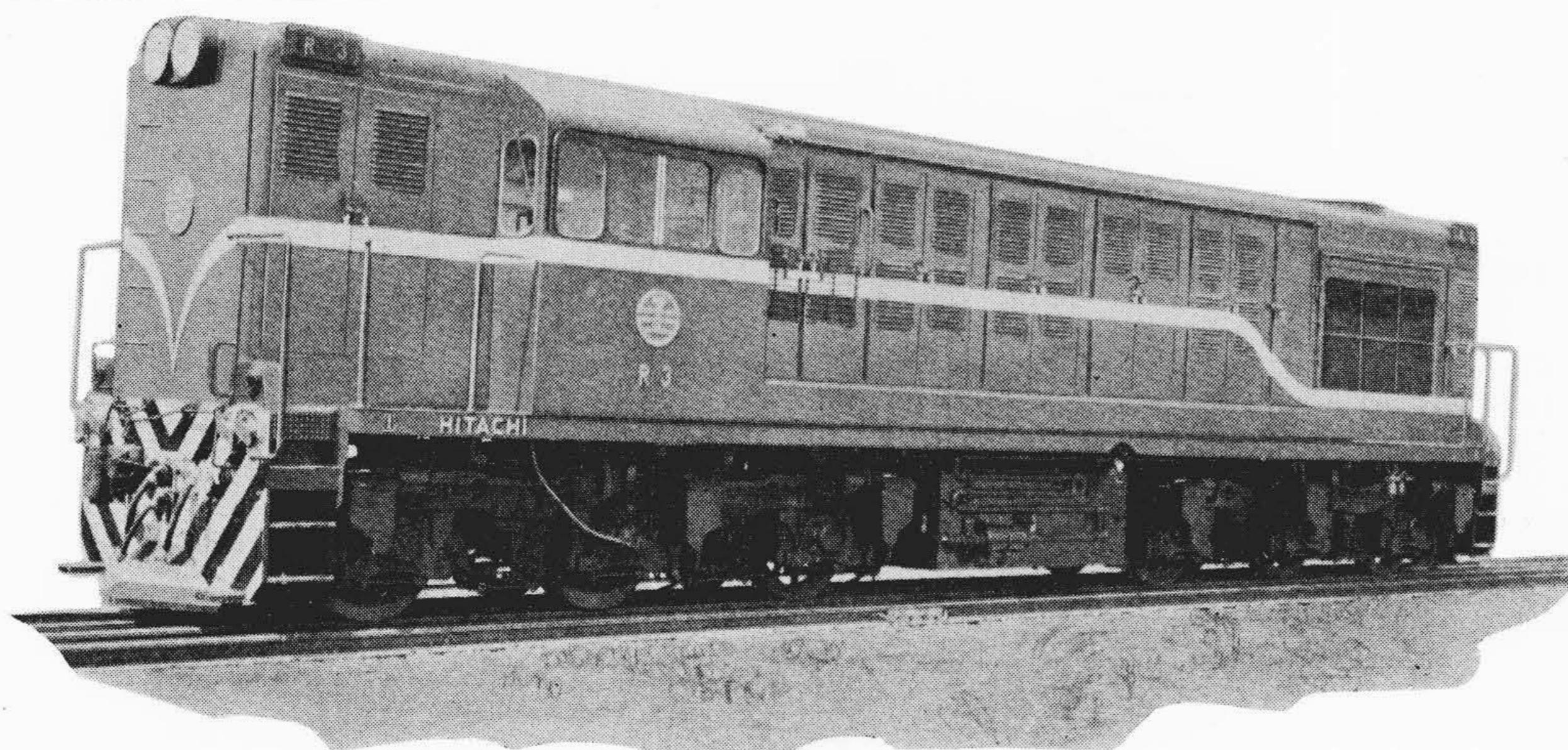
本機関車の一般仕様を第1表に示す。性能および構造上の特長を要約すると次のとおりである。

- (1) ディーゼル機関は過給機および過給空気冷却器付の軽量高性能なものを使用し、また特殊な予燃焼室の採用により燃料消費はきわめて少なく、かつ部分負荷特性も良好である。機関出力は

* 日立製作所水戸工場

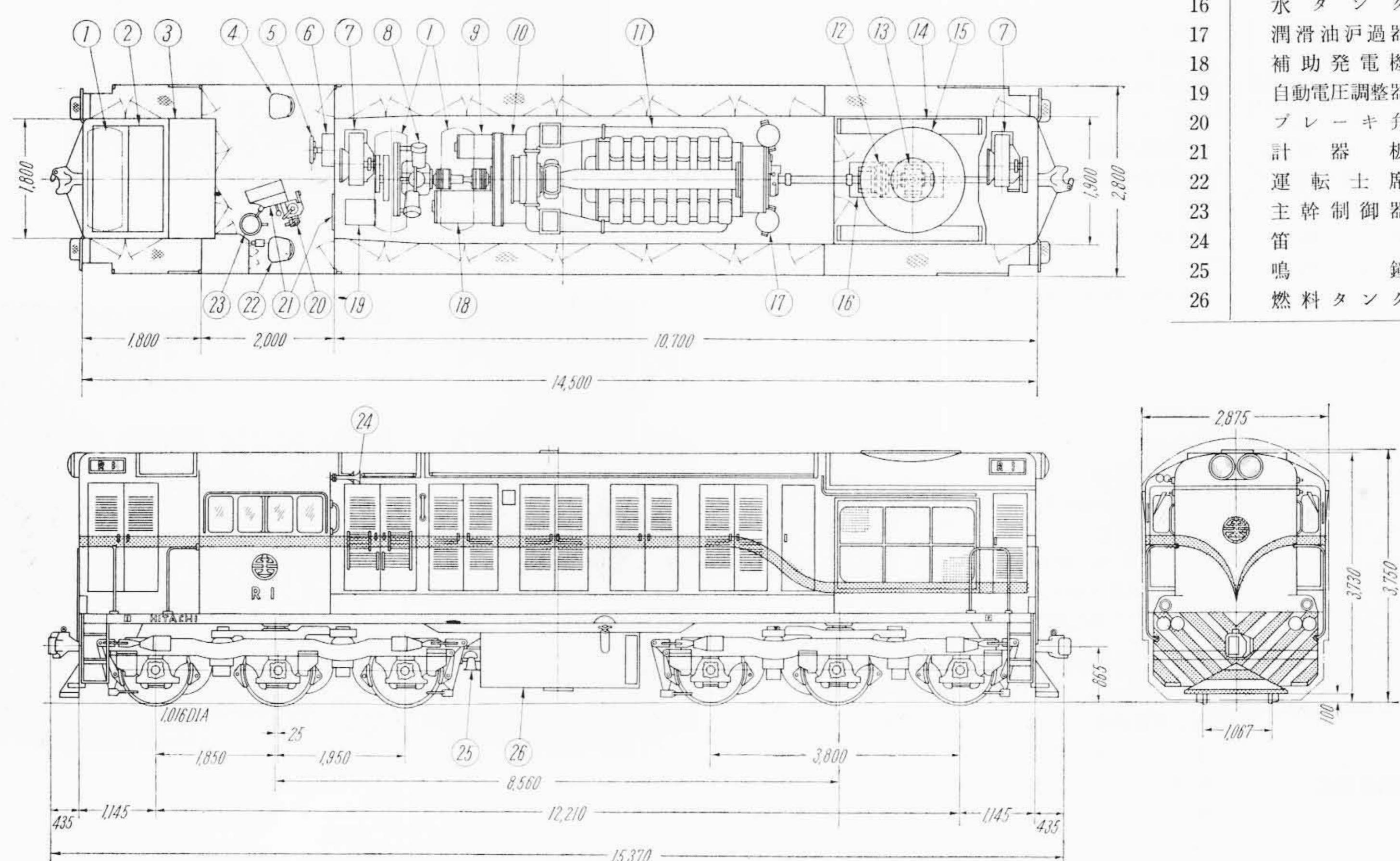
** 日立製作所笠戸工場

*** 日立製作所日立工場



第2図 1,560PS ディーゼル電気機関車

番号	品名
1	元空氣溜
2	蓄電池
3	制御箱
4	助士席
5	手ブレーキハンドル
6	戸棚
7	主電動機用送風機
8	空氣圧縮機
9	励磁機
10	主発電機
11	ディーゼル機関
12	流体継手
13	歯車箱
14	ラジエーター
15	ラジエータ冷却ファン
16	水タンク
17	潤滑油沪過器
18	補助発電機
19	自動電圧調整器
20	ブレーキ弁
21	計器板
22	運転士席
23	主幹制御器
24	笛
25	鳴鐘
26	燃料タンク



第3図 外形ならびに機器配置図

独特な電気式遠方制御装置により9段に制御されている。

(2) 主発電機は特殊励磁機を使用してディーゼル電気機関車用として適切な定出力特性を有しているが、さらに独特的な電気式自動負荷調整装置を設けて、機関出力をすべての運転速度範囲にわたり効率よくけん引動力として伝達されるよう考慮されている。

(3) 主電動機は連続定格回転速度が低く、最高回転速度の高い設計となっており、これらを2個直列に接続したものを3群並列に接続して使用する。さらに大幅の弱界磁制御により低速から高速まで広範囲なが運転できる。

(4) 機関車の制御では機関車の円滑起動、主電動機の弱界磁制御、空転時の再粘着特性、補助発電機用自動電圧調整方式およびデッドマン装置などに新しい工夫が払われている。

(5) 補機、すなわち空気圧縮機、ラジエータ冷却ファン、主電動機用送風機などはすべて機関より機械駆動しており、重量の軽減と保守の簡易化を計っている。

(6) 車体は欧米においては汎用機関車の形式として広く採用されているフード形であり、単運転室、単運転台を有する。主機を納めたロングフードは2端側にあるので、前部の見通しは良好で

ある。

(7) 台車は主電動機つり掛式による全輪駆動の3軸ボギー台車を用いている。一体鋳鋼製台枠を用い、揺枕装置は構造簡単なフローティングボルスタ方式を採用しており、走行特性はきわめて良好である。

(8) ブレーキ装置は特に入換作業の際に便利なセルフラップ式単独ブレーキ弁を有する 6-SL 形を使用している。また空気圧縮機は列車編成時、機関がアイドリング運転にても短時間に込め作用を行いうるよう大容量のものを設けた。

3. 機関車の構造

3.1 機器配置

機器配置を第3図に示す。本機関車は1端側機器室、運転室、および2端側機械室の三つの部分より構成されている。

1 端側機器室は床上に蓄電池を 2 段に配置し、天井には第 3 元空気溜がつられており、運転室仕切壁にはほとんどすべての制御機器を収容した制御箱が設けられている。この制御箱の運転室側には点検とびらがあり主要機器の点検が容易に行われる。第 4 図は制御箱

第1表 機関車一般仕様

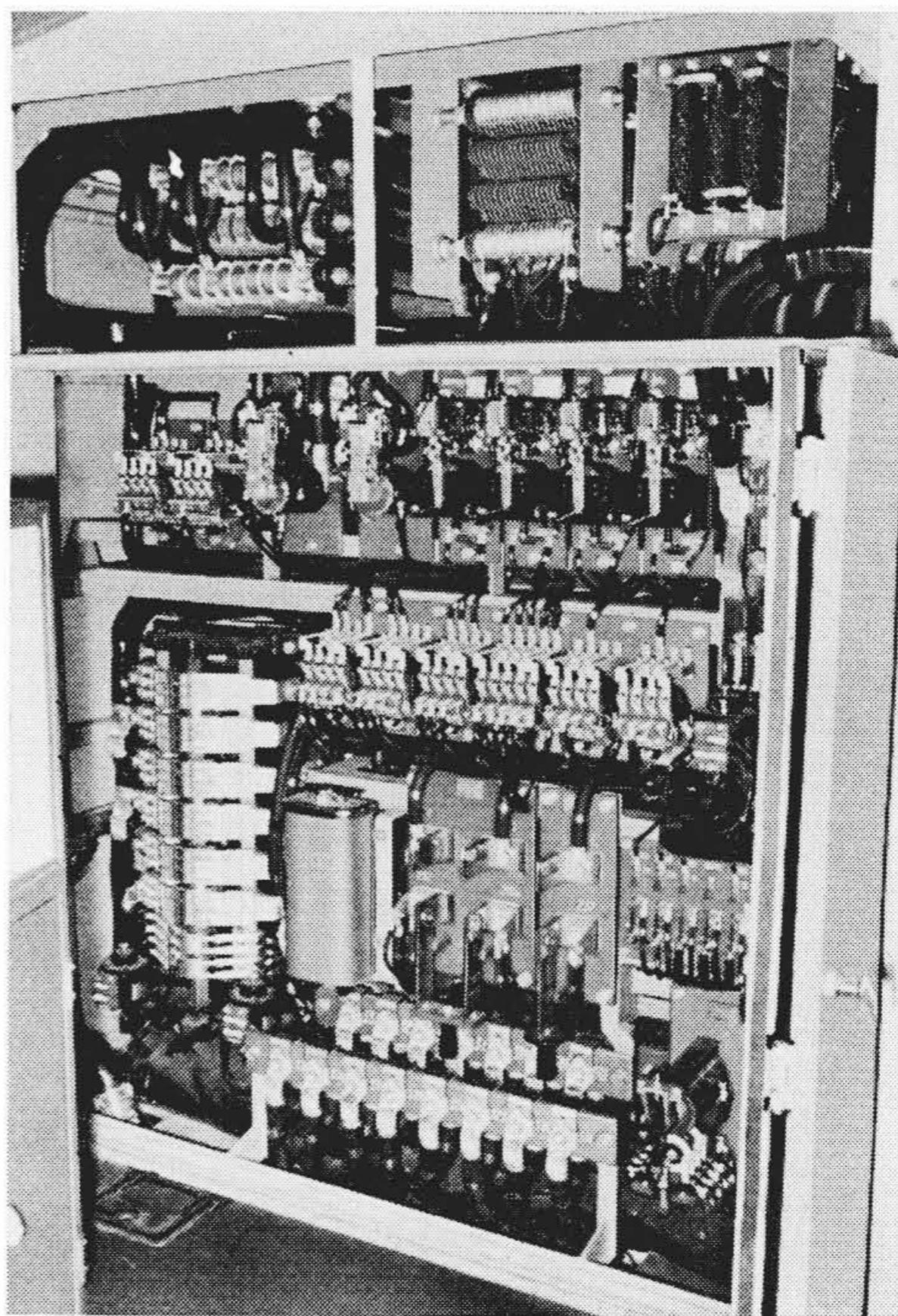
用途	旅客および貨物列車牽引用
機関車重量(運転整備)	84,500 kg
(空車)	79,200 kg
軸配位置	Co-Co
車両限界	台湾鉄路局車両限界
主要寸法	軌間 全長×全幅×全高 固定軸距×全軸距 心皿間距 動輪径 連結器高
性能	連続定格引張力×速度 最大引張力 最大速度 最小曲率半径
補給品	燃料油 潤滑油 冷却水 砂
機器	ディーゼル機関 連続定格 1時間定格 主発電機 連続定格 最大電流×最大電圧 主発電機用励磁機 連続定格 主電動機 連続定格 齒車比 補助発電機 連続定格 主電動機用送風機 容量 放熱器用冷却ファン 容量 空気圧縮機 容量 蓄電池 容量
動力伝達方式	電気式、特殊励磁機および自動負荷調整装置付重連総括制御、自動弱界磁切換電磁、電磁空気および電動機操作式自動および非自動、ノッチ数9段、制御回路電圧100V
ブレーキ装置台車様式	6SL空気ブレーキおよびネジ式手ブレーキ3軸ボギー、鋳鋼台枠、フローティングボルスタ式
車体様式	フード形、単運転室、単運転席

内部を示す。

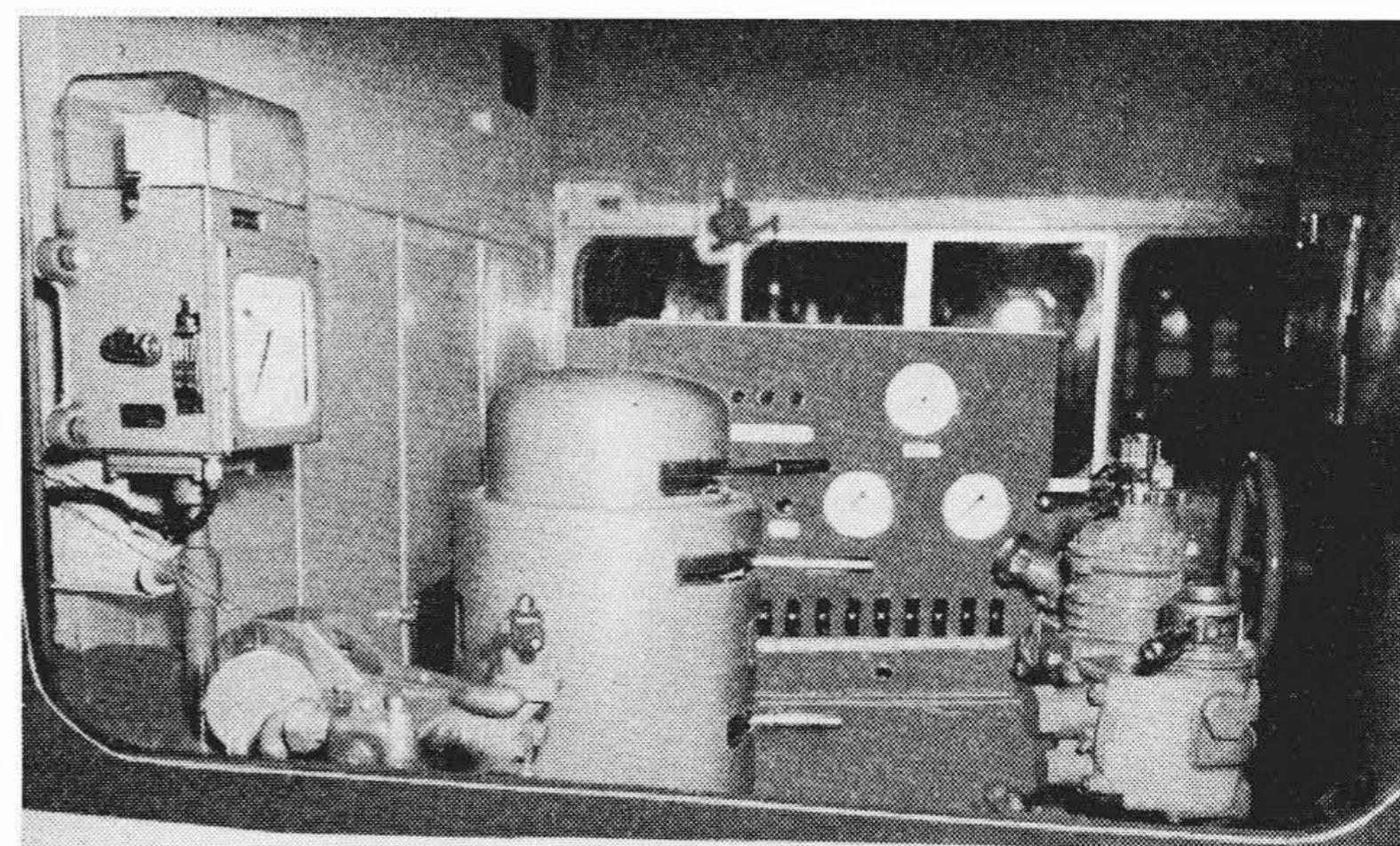
運転室は左側に運転士席、右側に助士席があるが、運転台には主幹制御器、制動弁、主計器板、油圧式記録計付速度計、砂まきスイッチ、デッドマンペダル、足踏および手動笛弁、および鳴鐘弁などが配置されている。2端側仕切壁には補助計器板およびスイッチ板があるほか手ブレーキハンドル、ロッカー等が設けられている。助士席には手動笛弁のみを有する。第5図は運転士席を示す。

2端側機械室は中央に共通台板上に組立てられたディーゼル機関およびこれと直結された主発電機が置かれている。主発電機歯車箱には励磁機および補助発電機が取付けられており、その1端よりに空気圧縮機および1端側主電動機用送風機がおかれており。これらの補機の上部には第1および第2元空気溜が天井より吊り下げられている。機関前部に隣接してラジエータ冷却装置を収容する冷却室が構成されているが、更にその先には2端側主電動機用送風機がある。機関前部には天井より補助タンクがつり下げられている。第6図は機械室右側のとびらを開いたところである。

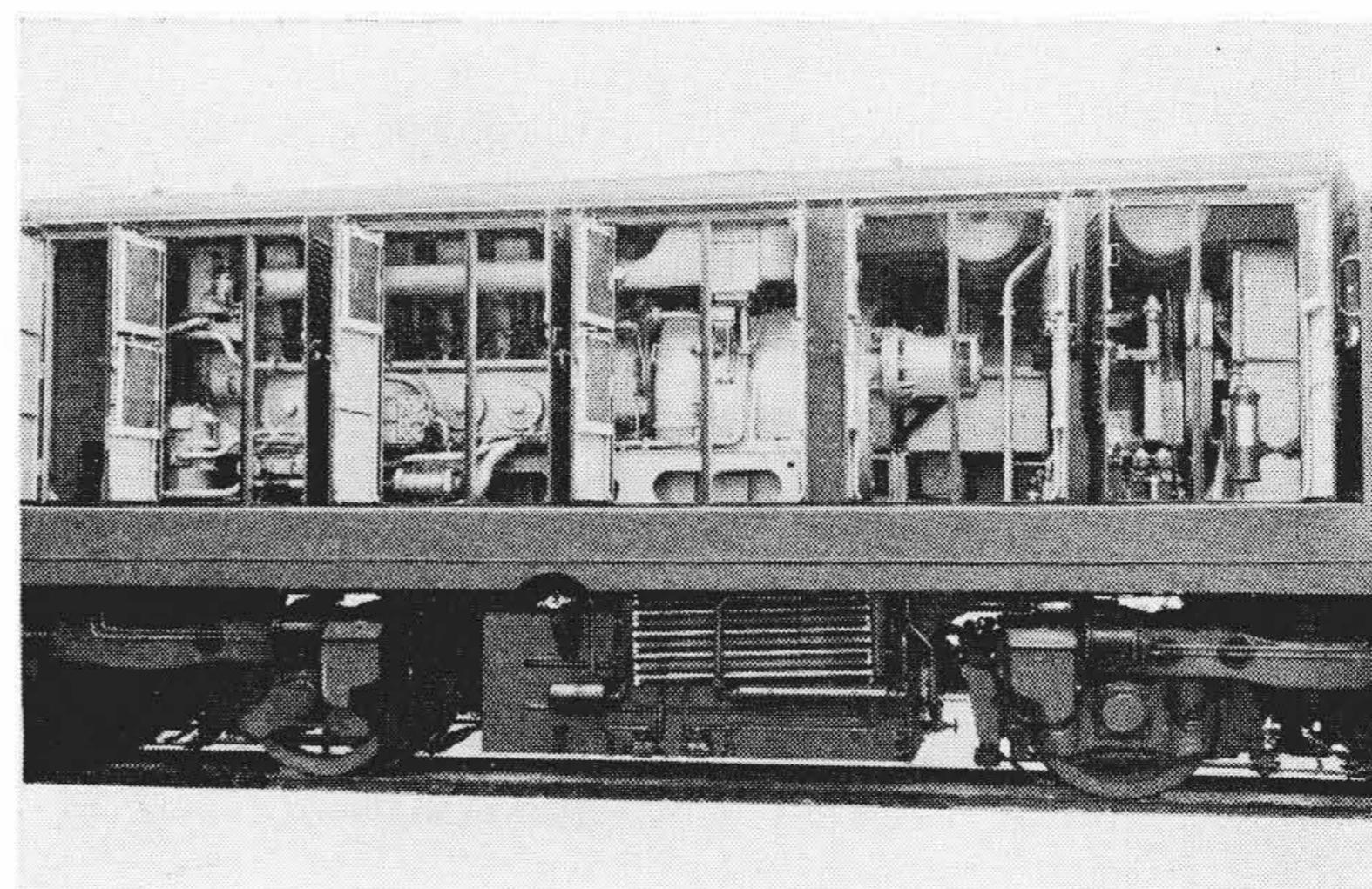
なお床下台車間には鳴鐘装置およびブレーキ装置用アフターカーラなどを取付けた4,000 lの容量を有するじょうぶな燃料タンクがつり下げられている。



第4図 制御箱内部



第5図 運転士席

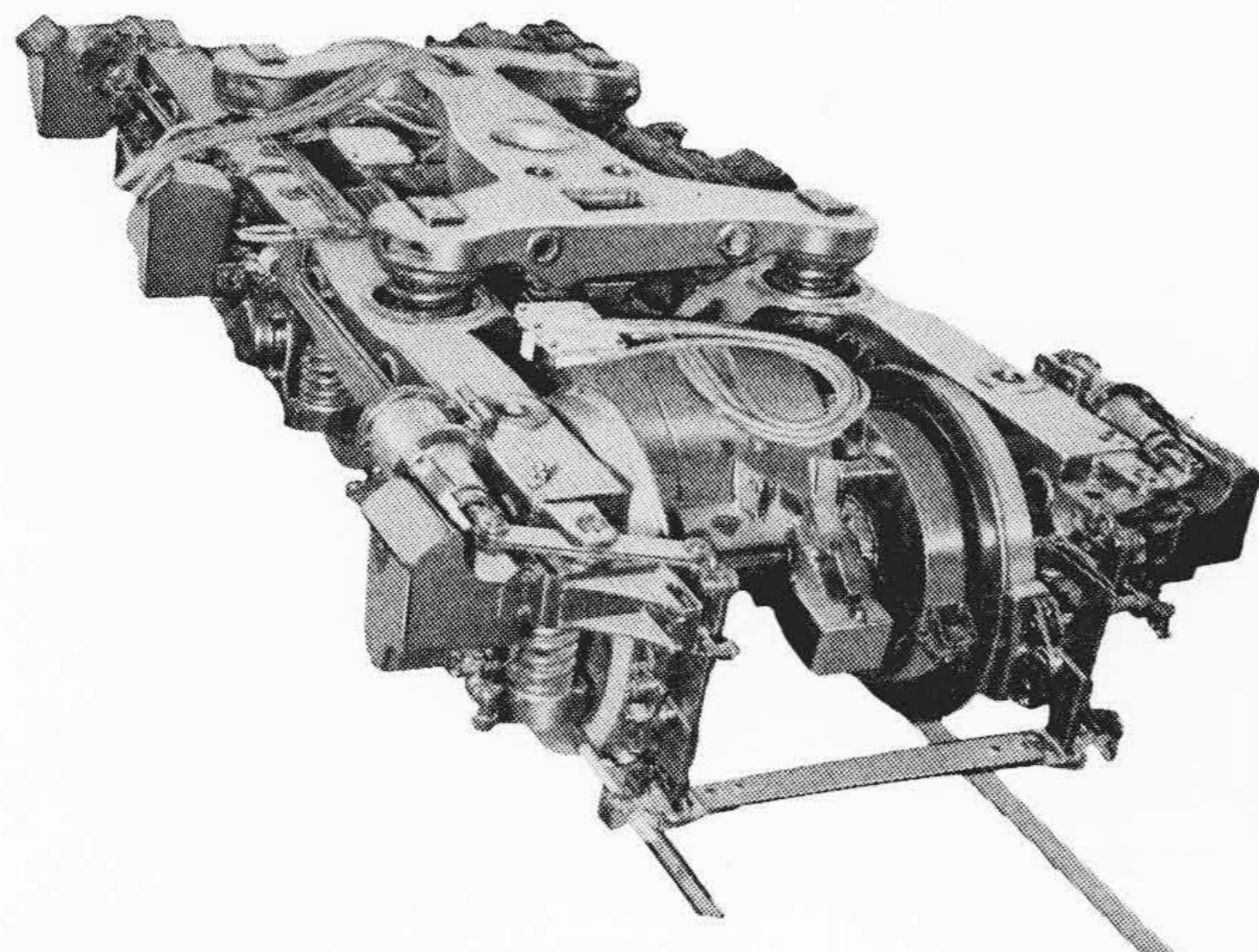


第6図 機械室側面

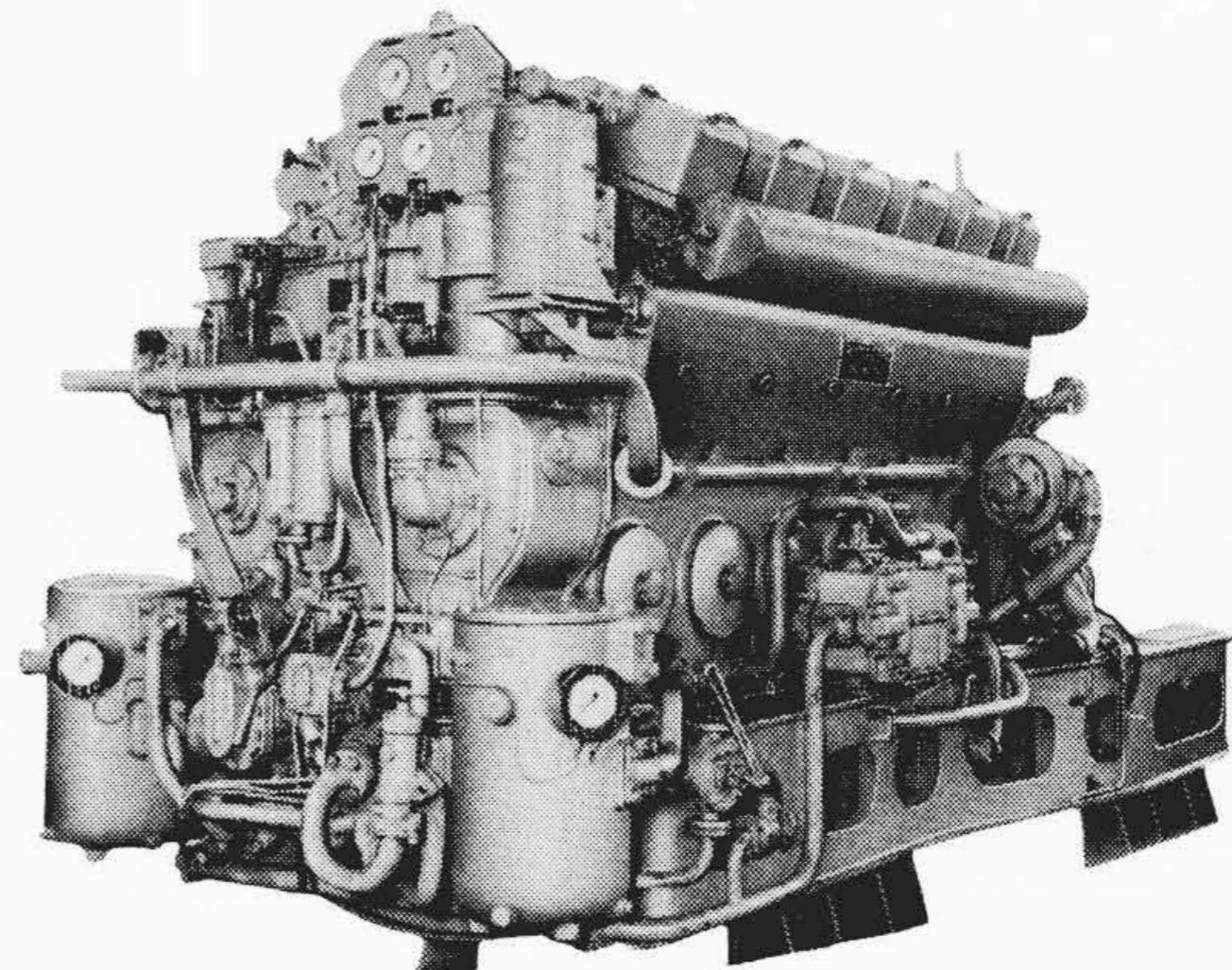
3.2 台車

台車は第7図に示すように一体鋳鋼製台枠を用い、揺枕装置にはフローティングボルスタ方式を採用した全輪駆動の3軸ボギーであって、次のような特長を有している。

- (1) 台枠は一体鋳鋼製で箱形断面を形成しており高い剛性を有する。なお端梁は設けていない。
- (2) 引張力は台枠車端側横梁に設けられた引張装置により揺枕



第7図 台車



第8図 ディーゼル機関

梁に伝えられ、それよりさらに心皿を経て車体に伝えられる。

(3) 車体重量は揺れ枕梁より台枠前後4箇所に設けられた枕ばねを経て台枠に加わる。また台枠はウイングばね式軸ばねを有する軸箱を経て車軸にささえられている。揺枕は4組のコイルばねの横倒れ剛性を利用して左右に横動ができるフローティングボルスター構造となっており、上下左右の振動特性を向上させていている。なお台枠と車体台枠の間には左右2個のオイルダンパーを使用し、上下動およびローリングに対して適切な減衰をあたえている。

(4) 主電動機の取付けはつり掛け方式であるが、防振ゴムによるつり装置は台枠横梁内に設けられて極力軸距を短縮するよう計画されている。

(5) 基礎ブレーキは1台車4個のブレーキシリンダにより各軸に制動作用を行うが、そのブレーキリギングは簡単化されている。

3.3 車体

車体様式は機関車購入仕様書によりフード形が要求されている。重量配分の都合上運転室の前後に機器を収容したフードを配しているが、見通しの点より1端側にショートフードを設けている。この様式の車体は本線客貨けん引用であって入換用も兼ね行う汎用機関車として欧米諸国においては広く用いられているが、わが国ではこのような大形機関車に採用することは初めてである。以下その主要点を述べる。

(1) 床構えは溝形鋼および厚鋼板を箱形に組合せ溶接により組立てており、内部には主電動機用風道も仕組まれている。型鋼製柱に外板をはった上部構造は床構えに溶接で一体に取付けられている。

(2) 制御箱、補機、主機、および冷却装置等の取出しのため4個の取外し屋根が設けられている。

(3) 機器の点検を容易にするため、フード側面には左右合計28枚の点検とびらが設けられているが、ロングフード側とびらにある空気取入用よろい窓の内側には金あみ製パネル形空気渦過器を取付けて機関吸入空気の清浄化が計画されている。

(4) 連結装置は上作用日立シャロン10-A形自動連結器および多層ゴムパッド式緩衝器が装備されている。

(5) 冷却室は両側にラジエータを取り付け上部に冷却ファンを設けて一室を形成しており、特に風道は設けず構造が簡素化されている。機関側仕切戸両側には出入とびらを有し、内部機器の点検が容易に行えるようになっている。

(6) 運転室は内部をモルトプレンおよび打抜鋼板にておおい、

防音、断熱を計っている。

3.4 補機駆動方式

空気圧縮機、ラジエータ冷却ファン、主電動機用送風機はいずれも機関より駆動軸を経て駆動されている。すなわち空気圧縮機は主発電機電機子延長軸に結合された駆動軸により駆動せられ、1端側主電動機用送風機はさらに空気圧縮機クラランクシャフト延長軸よりベルト駆動されている。ラジエータ冷却ファンは機関クラランクシャフト延長軸に結合された駆動軸により駆動されるが、その間にファンの慣性力から軸系などを保護するため流体継手を使用している、また垂直上方のファンを駆動するためスパイラルベルギヤを使用している。2端側主電動機用送風機はさらにベルト歯車箱からの延長軸より駆動軸を経てベルト駆動されている。駆動軸は保守取扱いを容易にするためCGゴム継手をその両端に使用しており、またベルト駆動はベルトの交換が容易に行われるよう留意されている。

3.5 空気ブレーキ装置

6-SL 空気ブレーキ装置が使用されているが、本装置はディーゼル電気機関車用として設計され、単運転室、単運転台用をその基本形式としている。従来の6-ET装置やEL-14装置の持つあらゆる特色に加えて、さらにセルフラップ形式の単独ブレーキ弁を設けたため機関車ブレーキの制御がきわめて容易に出来る。単独ブレーキ弁ハンドルを静かに進めることによりブレーキを所定圧力に調整することができ、ハンドルを移動するまでその圧力は保持されるようになっておるので、ハンドルを繰返し操作する必要はない。このことは単独ブレーキを用いる入換作業を行う場合に便利である。

3CDB空気圧縮機1台を使用しているが、本機は機関直結駆動の大容量機で大形ディーゼル機関車用として設計されており、最高回転数1,000rpmにおける最大ピストン変位容量は8,690l/minである、列車編成の際、機関アイドリングの状態においても短時間に空気込めを完了することができる。

4. ディーゼル機関

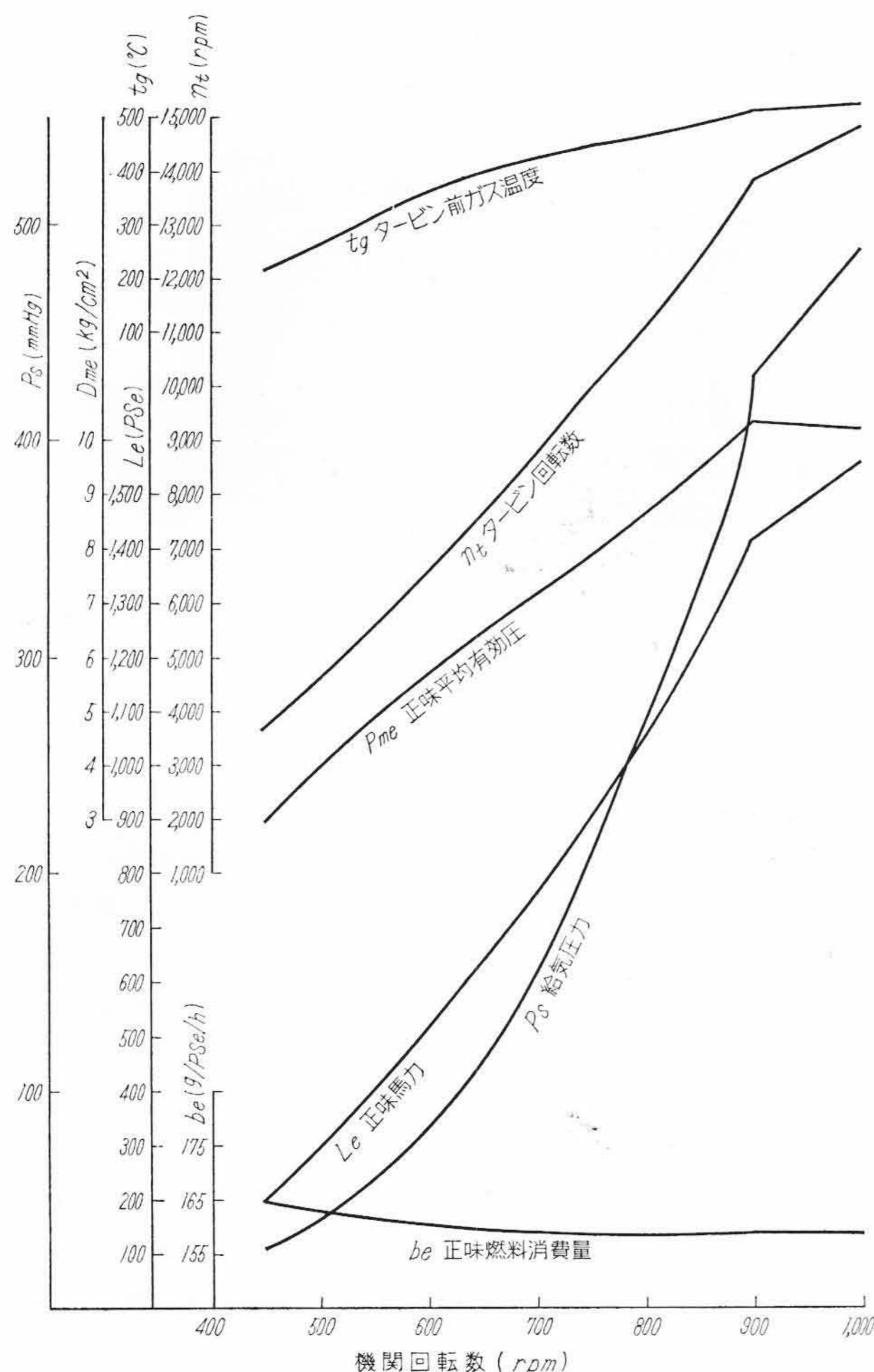
4.1 一般

本機関車の原動機として使用するディーゼル機関は、ドイツM.A.N.社との技術提携により製作されたもので、日立—M.A.N. V6V 22/30 m.A.u.L.形と呼ばれ、その要目を第2表に、外観および試験成績を第8、9図に示す。

4.2 機関構造ならびに特色

本機関は次のような特色を有する軽量、小形、高出力機関であり、特に寸法および重量に制約される機関車用機関として好適なものである。

(1) 過給機ならびに過給空気冷却器を備え、同一行程容積より



第9図 ディーゼル機関試験成績

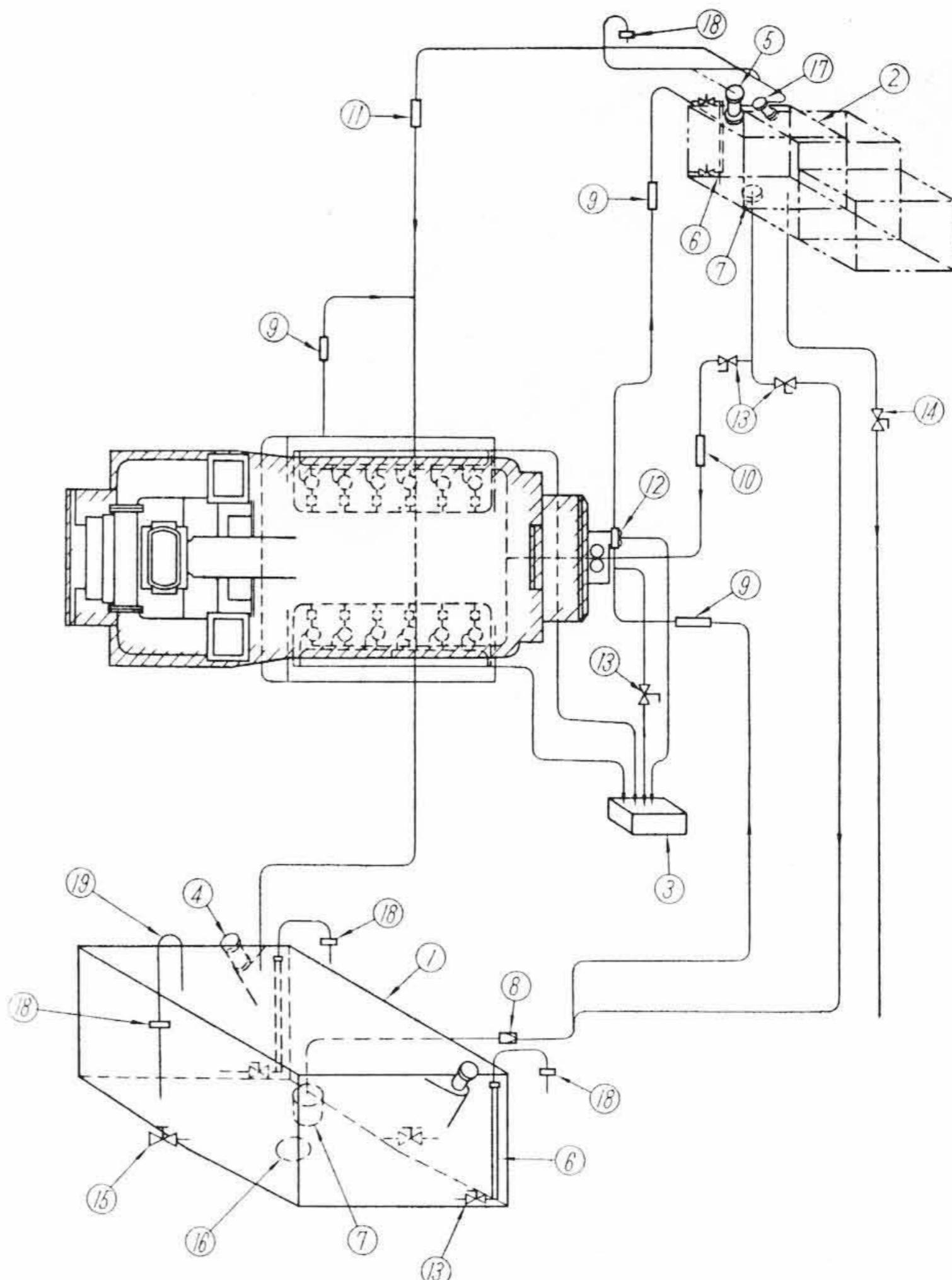
第2表 ディーゼル機関主要諸元

形 式	4サイクル、単動、水冷、V型、無噴射、予燃焼室付、排気タービン駆動過給機および過給空気冷却器付ディーゼル機関
名 称	日立-M.A.N.V6V 22/30 m.A.u.L.
シリンダ数×内径×行程	12-220×300 mm
総 行 程 容 積	137 l
連 続 定 格	1,420 PS/900 rpm
1 時 間 定 格	1,560 PS/1,000 rpm
平 均 有 効 壓 力	10.4 kg/cm² (連続定格)
ビ ス ト ン 速 度	9 m/s (900 rpm)
压 缩 比	15.7
回 転 方 向	主発電機側よりみて反時計方向
シ リ ン ダ 番 号	主発電機側よりみて右側列をA列、左側列をB列と呼びそれぞれ主発電機と反対側より第1, 2……6シリンダと数える
点 火 順 序	A1-B6-A2-B5-A4-B3-A6-B1-A5-B2-A3-B4
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 率	162 gr/PS/h (全力時)
潤 滑 油 消 費 率	3.0 gr/PS/h
機 関 重 量	8,880 kg (乾燥時)
機 関 尺 法	全長 3,115 mm × 全幅 1,560 mm

発生する出力を、これらを備えていない場合に比し、80パーセント増大させている。

(2) 45度V形構造を採用し、12シリンダ機関であるにもかかわらず、直列6シリンダ機関とあまり差のない寸法にまとまっている。

(3) 共通台板、オイルパン等は鋼板の熔接構造を採用し、クランク室は鋳鋼製の仕切板と鋼板の全熔接構造を採用して、軽量化を計っている。



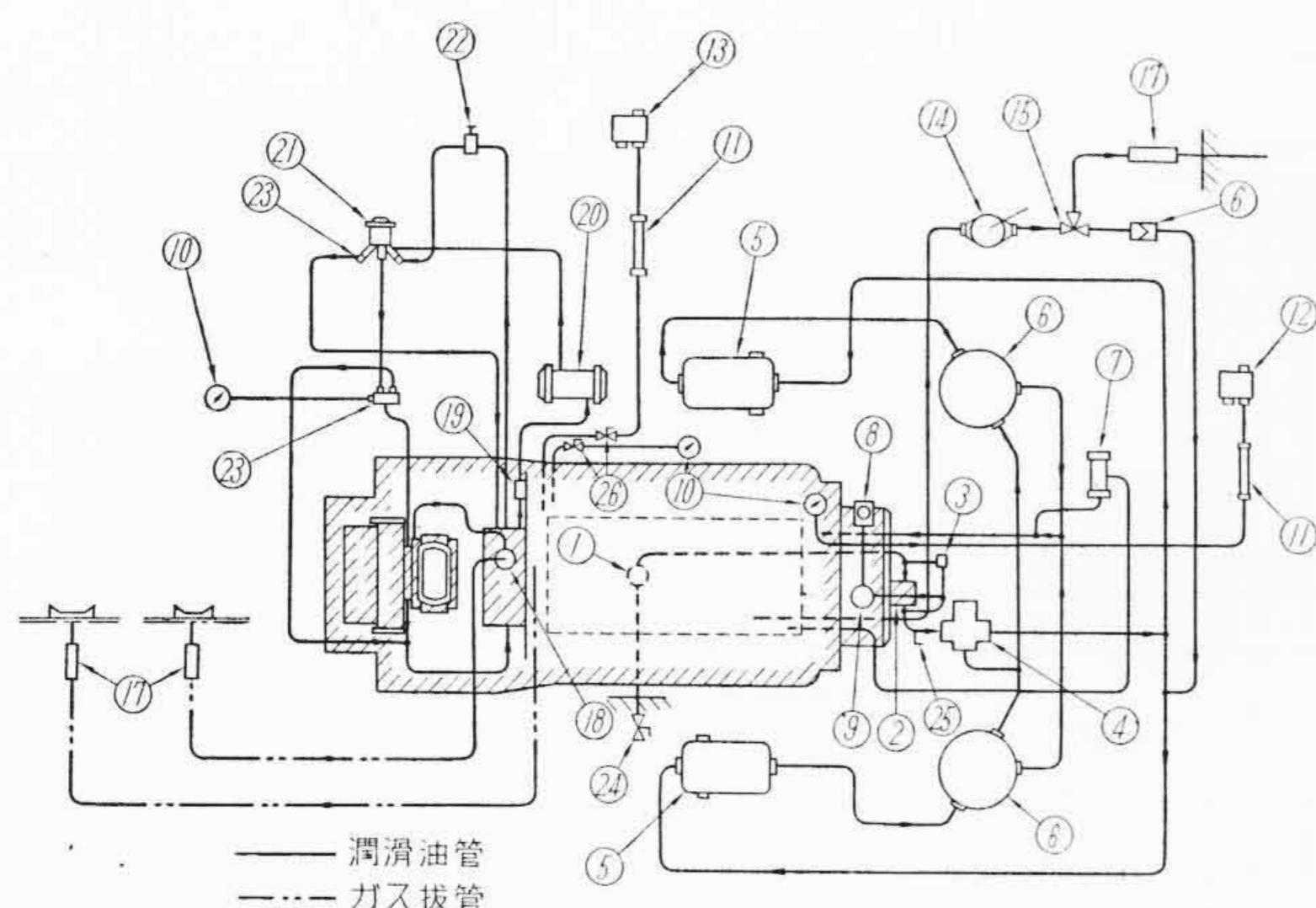
第10図 燃料系統図

(4) ピストンにはアルミ合金鋳物を、連接棒には精密形鍛造の特殊鋼を、軸受にはトリメタルを使用し、高速化を目指している。

(5) クランク軸末端には特殊な形式のねじり振動吸収器を備えて、危険なねじり振動を吸収するようにしてあるので、広範囲な回転速度にわたって使用することができる。

(6) 各種補機を、本機関の主発電機側出力軸ならびにその反対側の補機駆動用出力軸により、直接に、またギヤやVベルトを介して、すべて機械的に駆動する構造としている。

(7) シリンダヘッドは吸・排気弁をそれぞれ2個ずつ有し、バルブタイミングにオバーラップをもうけ、過給空気により排気を完全に一掃するとともに、ピストン頭部および燃焼室内を冷却することにより、出力を増大してもなお十分な吸排気弁孔面積を確保している。これら4個の弁の中央部分に予燃焼室が形づくられており、ボッシュ形ピントルノズルを用いて燃料を噴射する。そこで燃料の一部が燃焼して高温高圧を生じ、残りの燃料を高速で主燃焼室に噴出し、燃料を微細化するとともに主燃焼室の空気と完全に混合させ良好な燃焼をさせようとしている。そのためこの形式の機関は燃料の相違により出力が変化することが非常に少なく、かつ永年にわたって研究された予燃焼室形状を有するために燃料消費率はきわめて低く、かつ部分負荷特性も良好である。



番号	品名	番号	品名
1	逆止弁	14	手動ポンプ
2	油ポンプ	15	三方コック
3	安全弁	16	逆止弁
4	サーモスタット	17	ゴムホース
5	油冷却器	18	油気分離器
6	油汎過器	19	油ポンプ
7	調圧弁	20	油冷却器
8	調速機	21	油汎過器
9	油汎過器(調速機用)	22	手動ポンプ
10	圧力計	23	調圧弁
11	可挠管	24	排油コック
12	圧力スイッチ(始動回路用)	25	温度計
13	圧力スイッチ(警報用)	26	締切コック

第11図 潤滑油系統図

(8) 主発電機と反対側の機関前面にはサーボモータ付調速機があり、それに連結して取りつけられている遠方制御装置ならびに同一前面においてB列側の側面に取りつけられている自動負荷調整装置検出部とともに、遠方制御機構および自動負荷調整機器を形成している。

4.3 燃料系統

第10図にその系統図を示す燃料は、二つの台車間の床下につり下げられた主燃料タンクから、逆止弁を経て機関前面にある燃料搬送ポンプにより、天井につり下げられた補助タンクに送られる。そこより機関に取りつけた燃料汎過器を通った後、左右に分れ、A・B列に沿って装備された燃料噴射ポンプにはいり、噴射圧力まで圧縮されて各シリンダのノズルに送られ、予燃焼室内に噴射される。なお補助タンクには溢水弁を有し、 0.2 kg/cm^2 の圧力にて開くので、機関に供給される燃料はヘッドのほかにこの圧力が加えられる。

4.4 潤滑油系統

第11図に系統図を示す。潤滑油系統は機関本体関係と過給機関係の二系統からなる。

機関本体関係の系統は機関油溜より汲み上げられた油は左右にわかれ、それぞれ油冷却器、油汎過器を通り、冷却ならびに汎過されて機関本体にはいり、主軸受、カム軸受、各種ギヤ、動弁装置などを潤滑して油溜にもどる。なお一部は機関本体にはいる前にわかれ、調速機に至り、その内部を潤滑するとともにサーボモータを作動する。潤滑油ポンプ出口につらなるサーモスタットにより、油温が低い時は油は油冷却器を通らず、油汎過器から直接機関本体にはいるようになっている。

過給機の潤滑油系統は主発電機側の機関端面にあるギヤポンプにより油溜より汲み上げられ、油冷却器を通り第一・第二調圧弁にて調圧されて過給機にはいり、軸受を潤滑した後油溜にもどる構造となっている。

4.5 冷却水系統

第12図にその系統図を示す。冷却水系統は機関ならびに過給機を冷却するための主系統と過給空気ならびに潤滑油を冷却するための副系統とにわかれている。両系統に対しては、機関の主発電機側両側に設けた2個の水ポンプによりそれぞれ独立に冷却水の循環を行っている。すなわち主系統においてはラジエータにより冷却された水は、A列側水ポンプにより圧送されるが、主発電機と反対側で左右にわかれ、それぞれA・B列に沿った配管を流れて各シリンダにはいり、シリンダヘッドを抜けて機関中央上部の集合管に集められ、そこからラジエータにもどる。なおその一部はA列側配管の末端よりわかれ、過給機にはいり、軸受室の外周を冷却したのち前述の集合管にはいる。なおこの系統の水温が低い時は、集合管出口にあるサーモスタットにより、水はラジエータを通らず、直接水ポンプ入口へもどるようになっている。

副系統においては水はB列側水ポンプにより圧送され、過給機潤滑油冷却器、機関本体用潤滑油冷却器および過給空気冷却器を流れ、ラジエータにもどる。なお一部はわかれ、過給機と主発電機間に設けられている冷却水ジャケットを流れ、その間の熱絶縁を完全にしている。ラジエータは二端側機械室端の冷却室左右に設けられているが、そのおののおのはラジエータコア14本を前後2列に並べており外側は副系統用、内側は主系統用に使用されている。なお両系統ともそれぞれ膨脹タンクを有し、ポンプの吸込側につないでいる。また予備用として冷却水タンクを有している。

5. 電気回転機

5.1 900 kW 主発電機

主発電機軸の一端はディーゼル機関に直結され、他端はバネ入り歯車を介して、励磁機と補助発電機を駆動し、さらにその軸端を外部に引き出して、カップリングによりその他の補機を駆動する方式となっている(第13図参照)。仕様は次のとおりである。

形番号 HI-506 Ar

形式 EF C₁O-SpKK 閉鎖自己通風形、他励界磁、起動直巻、補償巻線、補極付

連続定格 900 kW 600 V 1,500 A 900 rpm

最高電圧 920 V 最大電流 2,250 A

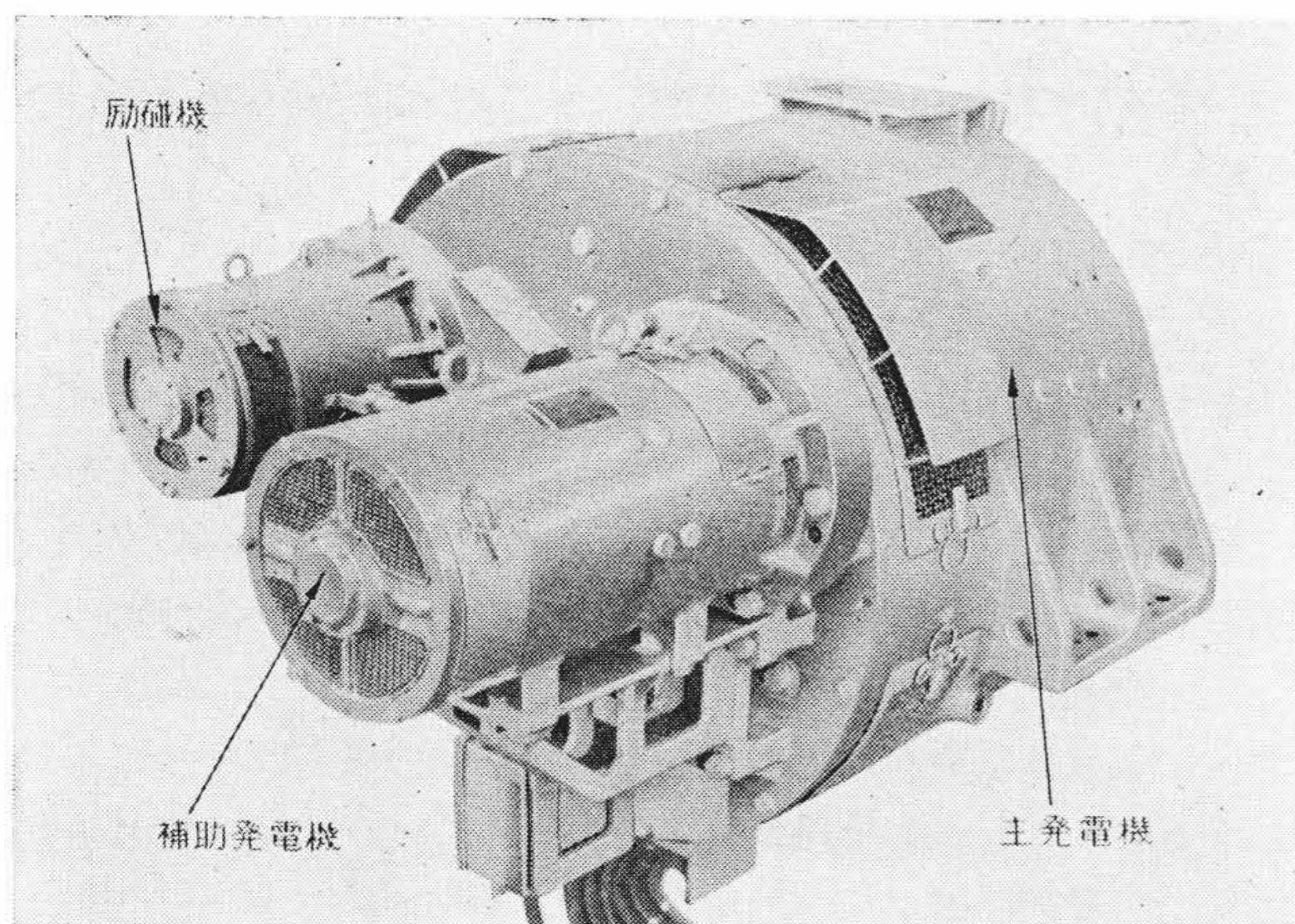
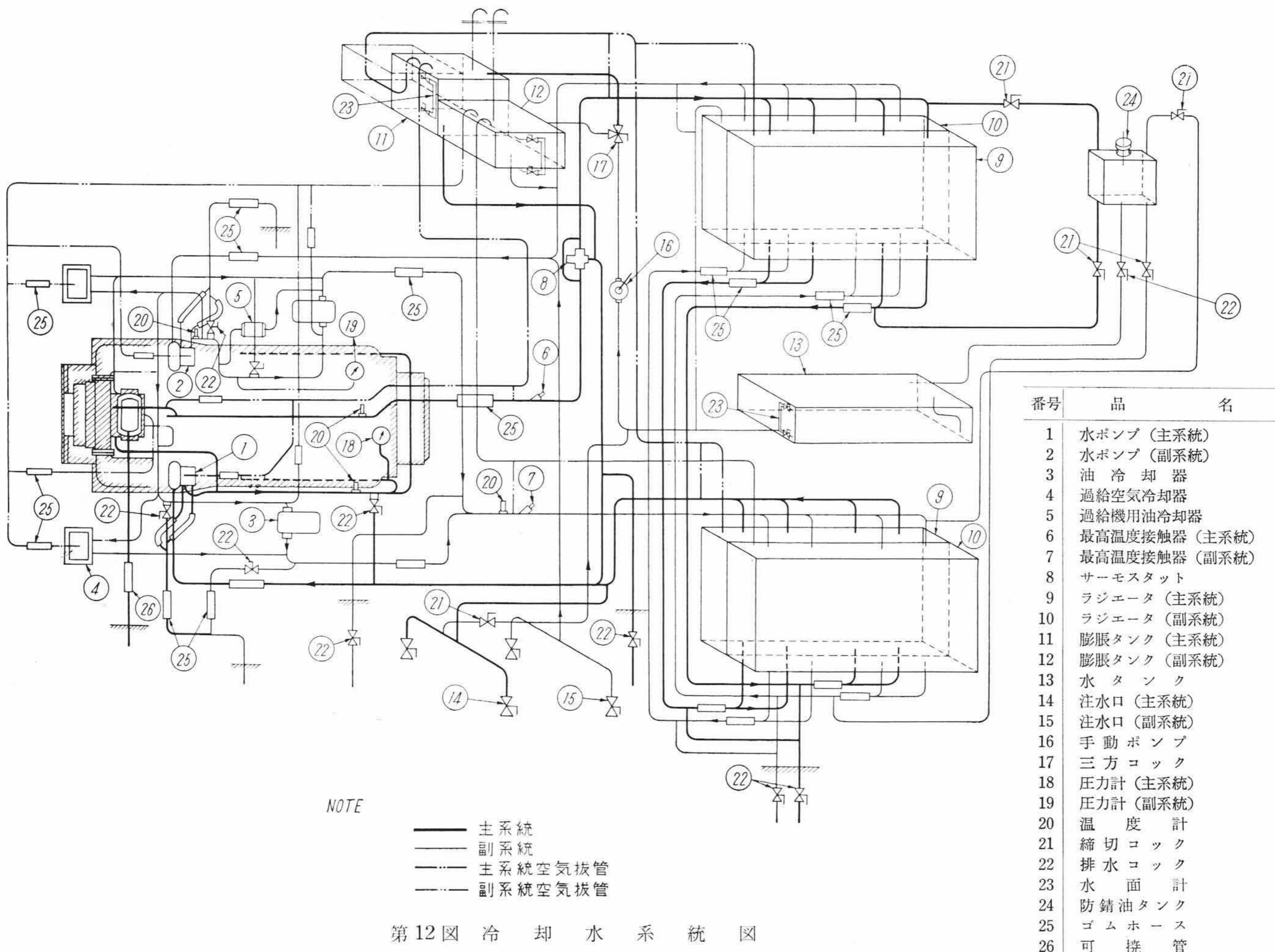
ディーゼル電気機関車の軽量化をはかるには、電気部分として容量の大きい主発電機の軽量化をはかることが効果的である。本機は自己通風形であるが、反整流子側に設けた強力な冷却扇により、整流子側の外方の磁気柱およびエンドブレケットに設けた金網より車内の空気をとり入れ、電機子および界磁を冷却して、冷却扇の外周に設けた通風抵抗のきわめて少ない特殊形状の風道により、車外に排出するようにし、著しく冷却効果を大きくして小形軽量化することができた。風道は軽量化のためにアルミニウム合金を用いた。

励磁機および補助発電機を駆動する歯車は、主発電機のエンドブレケットと共に用いている歯車箱におさめ、油潤滑を行っている。補機を駆動するため発電機軸端は歯車箱を貫通して外部に引き出している。歯車箱貫通部分は特殊構造の油きり装置により、油もれを完全に防いでいる。

電機子は特B種、界磁はH種絶縁を採用しているので、十分な耐熱性をそなえている。そのほか整流子片には銀入り硬銅を使用して強度を高め、ブラシには日立独特の三分割ブラシを用い、また電機子巻線はトレッペン巻線を採用して良好な整流を確保しているほか溝内で導体を交さして渦電流損を減少させている。

5.2 1.4 kW HI 励磁機

ディーゼル機関は各ノッチにおいてそれぞれ一定の速度一定の出力で運転することが最も望ましい。そのため機関車の速度に關係な



第13図 主発電機, 励磁機および補助発電機組立

く、主発電機の入力を一定に制御する必要がある。すなわち機関車の速度が増せば主電動機の電流、したがって主発電機の電流が減少するので、主発電機の電圧が高くなるようにする。逆に機関車の速度が低下すれば、主電動機の電流が増すので、主発電機の電圧が低くなるようにする。このような制御を自動的に行わせるために各種の励磁機が用いられているが、この機関車では日立製作所獨特の HI 励磁機を用いている⁽¹⁾。本機の仕様はつぎのとおりである。

形番号 HI-506-Arb

形式 EFCO-Sp 閉鎖自己通風形、特殊他励界磁、補極付
連続定格 1.4 kW, 24 V, 58 A, 2,000 rpm

この連続定格は主発電機の連続定格に応じる値であって、主発電

機が最高電圧 920 V を出すためには、励磁機の容量はほぼ 7 kW, 56 V, 125 A, 2,000 rpm 程度となる。励磁機はこのような広い運転範囲に対して良好な性能を発揮するよう考慮されている。

5.3 135 kW 主電動機

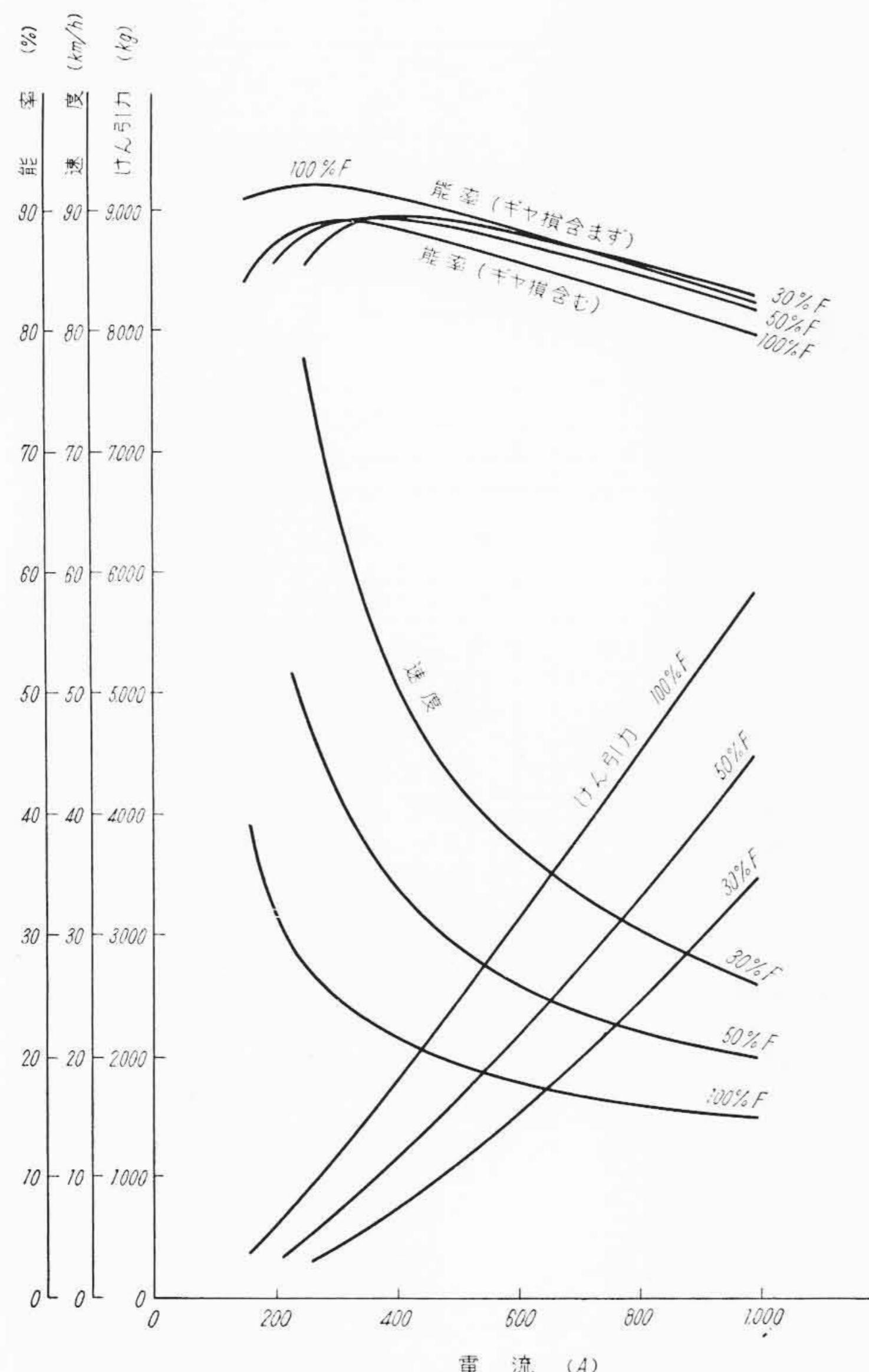
連続定格けん引力約 14,500 kg、最高運転速度 100 km/h という要求仕様を満足するように主電動機は次のように設計した。

形番号 HS-271-Br

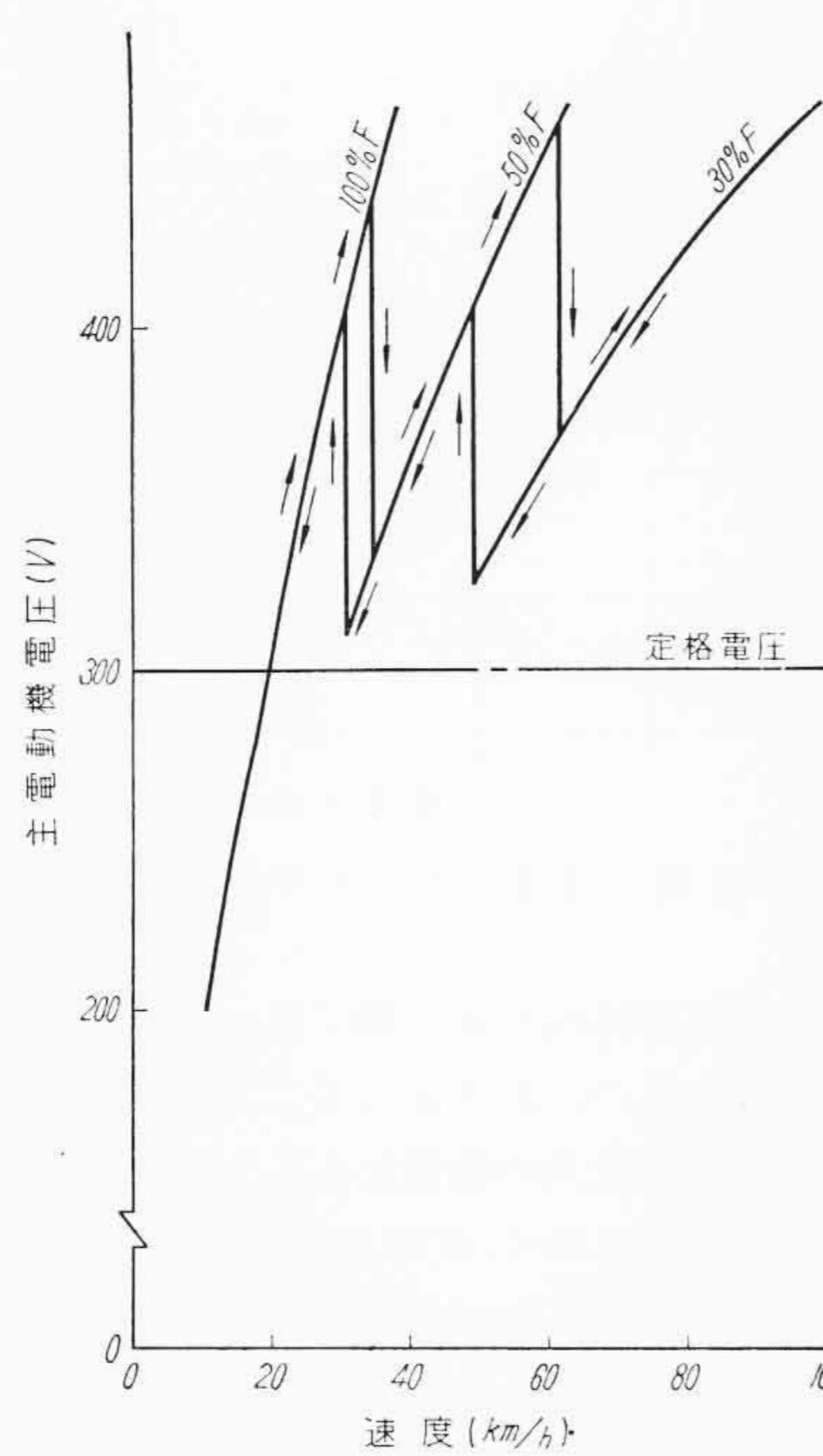
形式 EFCO-H 閉鎖他力通風形、直巻界磁補極付
連続定格 135 kW, 300 V, 500 A, 520 rpm(全界磁)
界磁 100%界磁, 50%界磁, 30%界磁
風量 50 m³/min

歯数比を 76 : 15 とし連続定格速度は 19.65 km/h、連続定格けん引力は 2,450 kg、1 両に 6 台装備するので、機関車の連続定格けん引力は 14,700 kg となり、要求仕様を満足している。第14図に主電動機特性曲線、第1図に荷重一速度曲線を示す。機関車の速度が増すにつれて、主電動機の界磁は 100%—50%—30% と二つの継電器によって自動的に切り換わるが、そのとき主電動機の電圧は第15図のように移りかわる。第14図は定格電圧一定の場合の特性を示したものである。第15図で明らかなように、定格速度以上の速度においては、主電動機の電圧は定格電圧より下ることはない。すなわち主電動機の電流は常に定格電流以下で運転される。したがって主電動機、主発電機とも過熱の心配がなく、安心して運転することができる。

絶縁は電機子、界磁ともに特B種を採用した。界磁巻線の冷却効果をあげるため、いわゆるオープンフェース式絶縁を採用し、界磁巻線の中央部は露出し、端部は絶縁距離を十分もたせた対地絶縁を

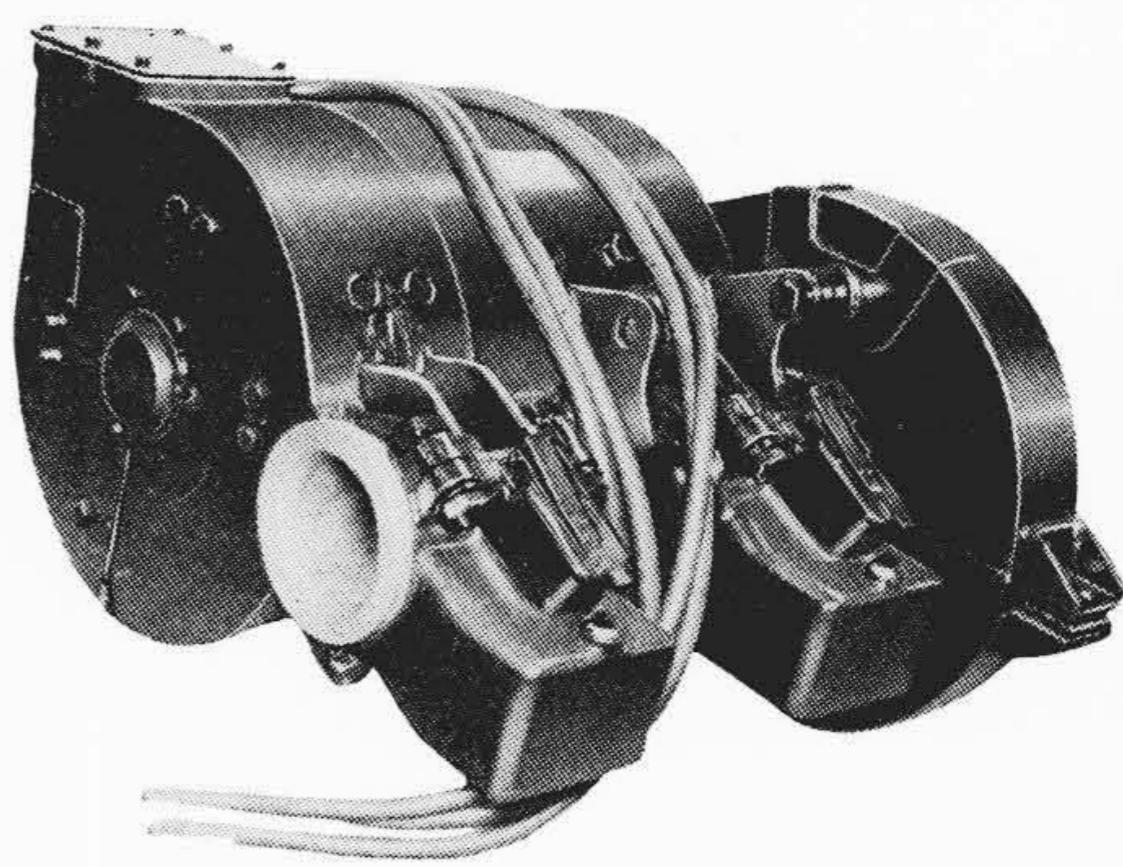


第14図 135 kW 主電動機特性曲線

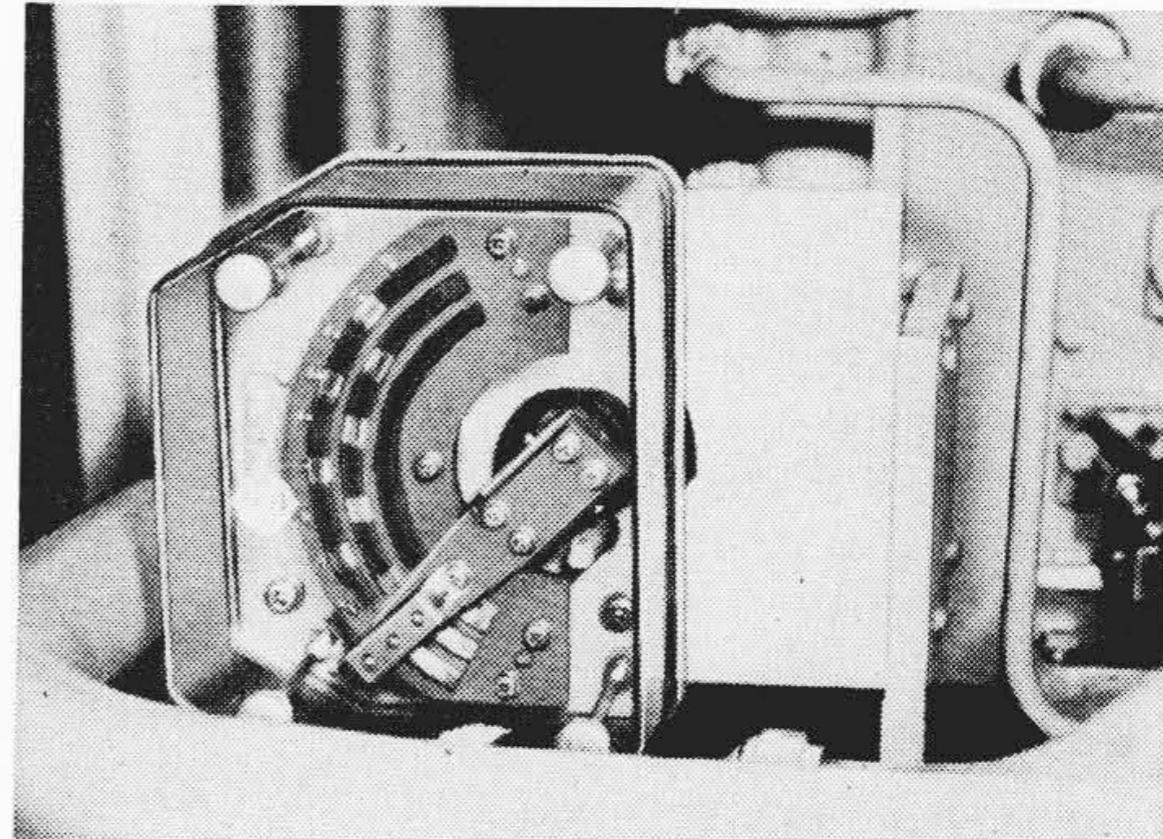


第15図 主電動機の電圧と機関車速度

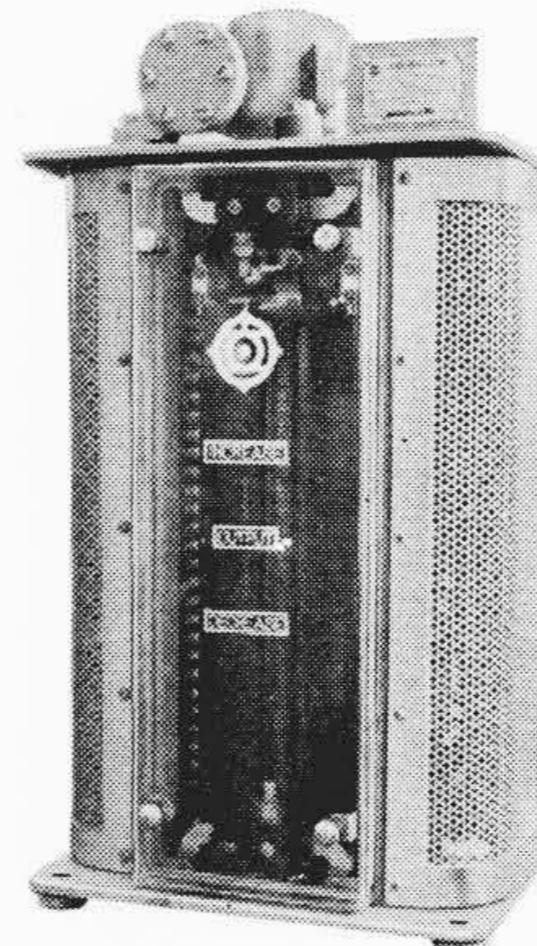
行っている。整流の最も過酷な条件は、電圧は定格値の約1.5倍、電流は定格値の約1/1.5倍、回転数は定格値の約5倍、界磁は30%（機関車速度100 km/hに相当）であるが、このときでも良好な整流をうるように、種々の考慮が払われている。第16図に本機の外観を示す。



第16図 135 kW 主電動機



第17図 自動負荷調整装置負荷検出部



第18図 自動負荷調整装置負荷調整部

5.4 5 kW 補助発電機

補助発電機はディーゼル機関によって駆動されるので、ディーゼル機関の回転数の全範囲450~1,000 rpmにわたって、補助発電機の電圧をほぼ一定に制御する必要がある。このため本機関車では第19図の主回路および補助回路結線図に示すように、別に励磁機を設け、励磁機の界磁巻線に直列に接続したカーボンパイル調整器によって補助発電機の電圧を制御するよう

にした。

補助発電機用励磁機は、補助発電機と共に軸上、共通枠内におさめて小形化している。

本機の仕様は次のとおりである。

連続定格 5 kW 110 V 45.5 A 2,400 rpm

回転数範囲 1,200~2,670 rpm

補助発電機用 30W 励磁機内蔵

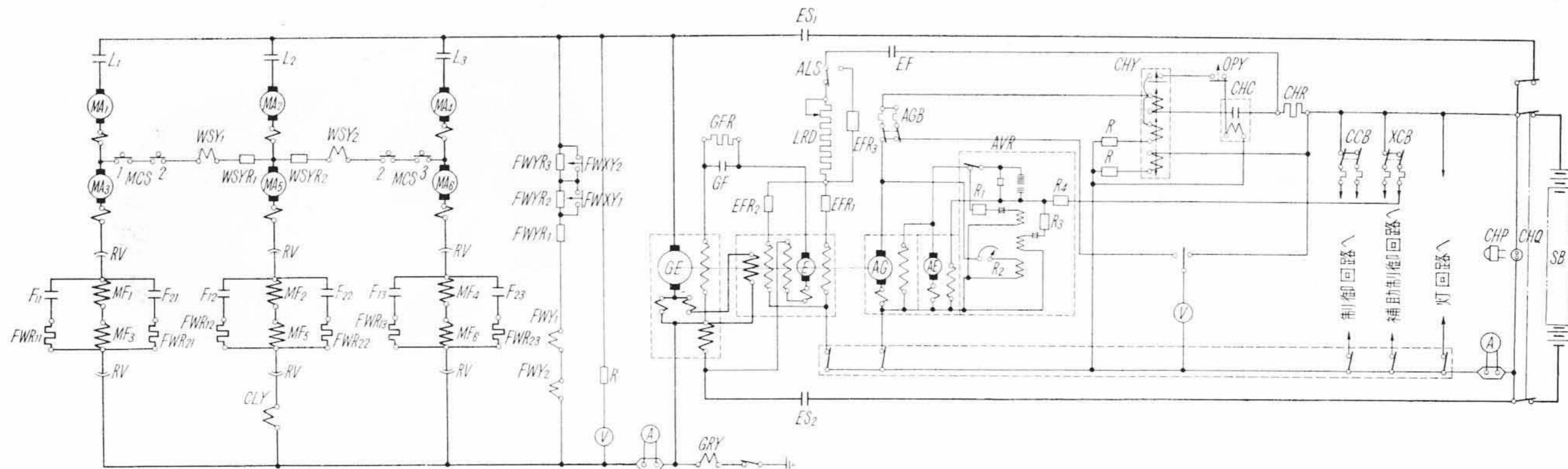
6. 制御保護装置

6.1 一般

このディーゼル電気機関車の制御保護装置は、DF 90形1,900 P Sディーゼル電気機関車⁽¹⁾を始め、タイ国鉄納め950 P Sディーゼル電気機関車⁽²⁾などの、制御保護装置の経験と実績に基き、さらに設計改善を加えて完成されたものである。

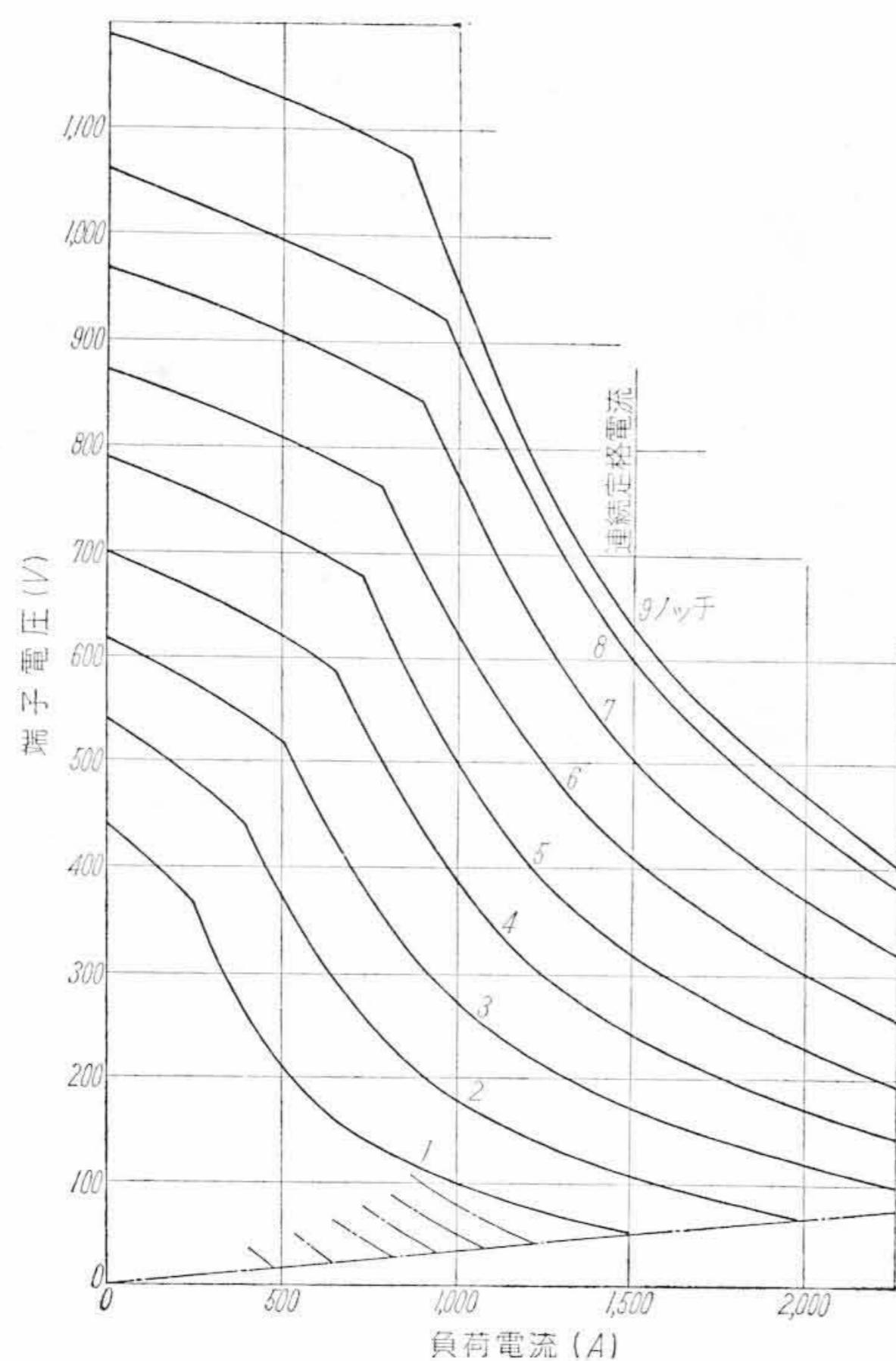
電磁、電磁空気式、日立独自の方式である電動機操作式機関遠方制御装置および自動負荷調整装置⁽¹⁾による間接制御方式を採用し、非自動および自動加速、多重連続括制御が可能となっている。第17図および第18図はそれぞれ今回新設計された自動負荷調整装置の負荷検出部、および負荷調整部を示す。

第19図は主回路および補助回路の結線図である。図示のように、

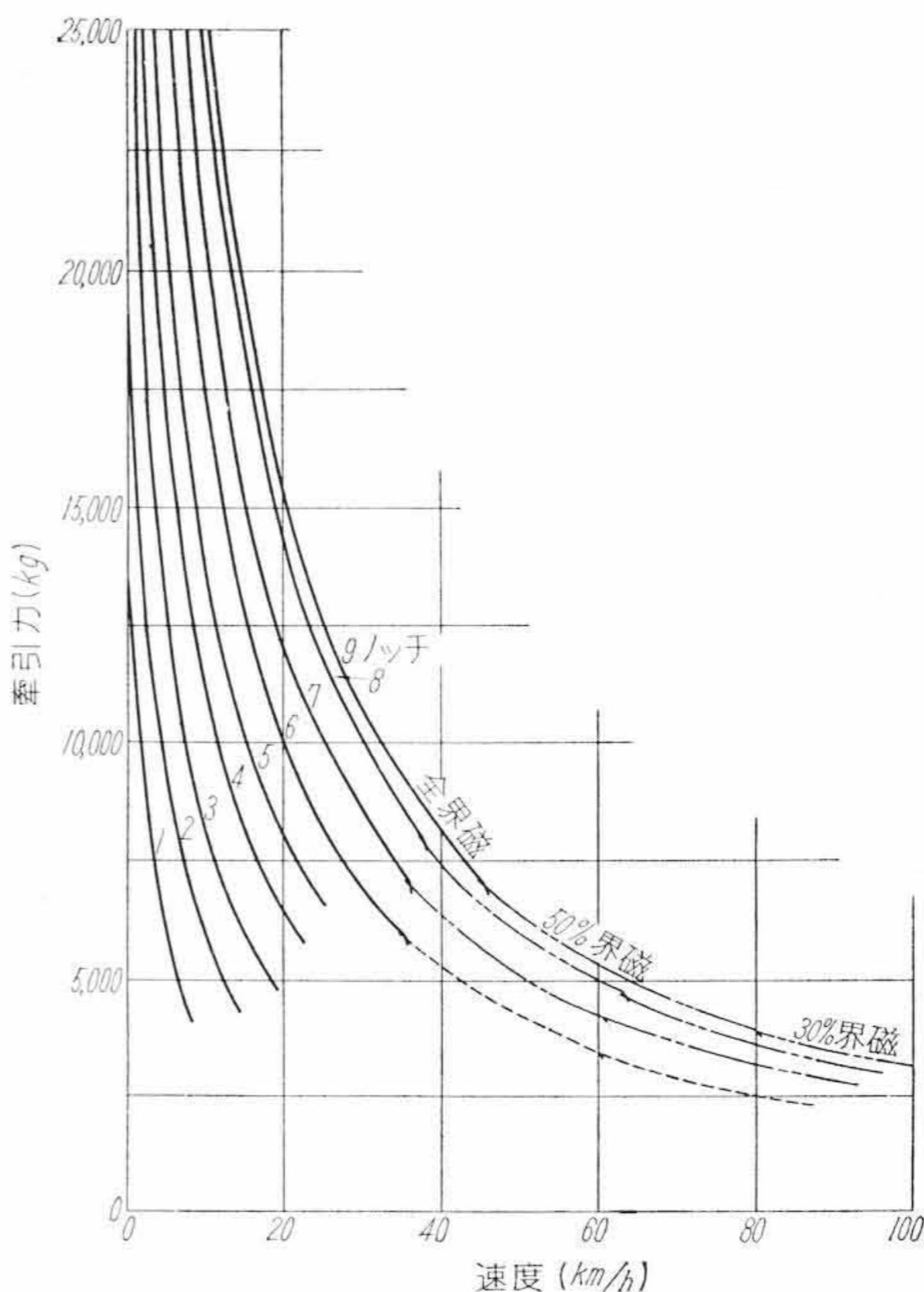


符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	名 称	符 号	名 称
AE	補助発電機用励磁機	CHR	充電抵抗器	FWY	弱界磁離電器	MA	主電動機電機子
AG	補助発電機	CHY	充電繼電器	FWYR	弱界磁離電器直列抵抗器	MF	主電動機界磁線輪
AGB	補助発電機用遮断器	CLY	限流繼電器	FWXY	弱界磁補助離電器	MCS	主電動機開放器
ALS	負荷調整装置開放スイッチ	E	主発電機用励磁機	GE	主発電機	OPY	油圧補助繼電器
AVR	自動電圧調整器	EF	励磁機界磁接触器	GF	主発電機界磁接触器	RV	逆転器
CCB	制御回路遮断器	EFR	励磁機界磁抵抗器	GFR	主発電機界磁抵抗器	SB	蓄電池
CHC	充電接触器	ES	機開始動接触器	GRY	接地繼電器	WSY	空転繼電器
CHP	充電栓	F	主電動機弱界磁接触器	L	断流器	WSYR	空転繼電器用抵抗器
CHQ	充電栓受	FWR	主電動機弱界磁抵抗器	LRD	負荷調整部	XCB	補助制御回路遮断器

第 19 図 主回路および補助回路結線図



第 20 図 主発電機負荷特性曲線



第 21 図 速度一けん引力特性曲線

本ディーゼル電気機関車においては、定格 135 kW の主電動機 6 個が 2 個直列で 3 群並列の主回路をなし、50% および 30% 弱界磁運転が可能で、機関車速度を広範囲に制御できるようになっている。定格 900 kW の主発電機は、HI 励磁機および自動負荷調整装置によって、常に機関の出力をフルに利用するように制御されている。

第 20 図に機関～主発電機組合せ負荷特性曲線を、第 21 図に本機関車の速度～けん引力特性曲線を示す。第 22 図は機関の出力～速度制御特性を示したものである。

以下本ディーゼル電気機関車に採用せる制御保護方式のうち、特長と思われる諸点について略述する。

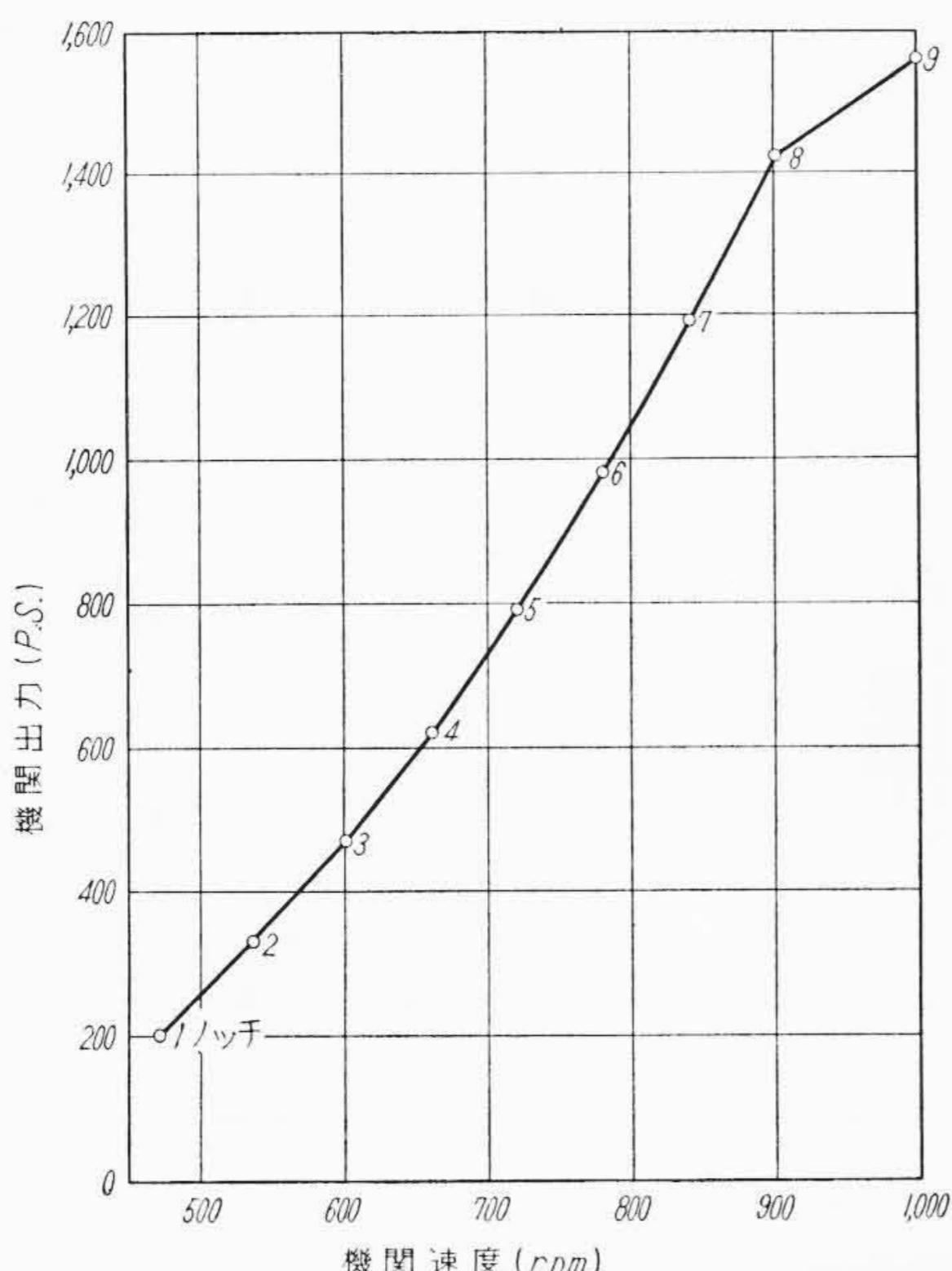
6.2 機関車起動特性

日立式自動負荷調整装置は、主幹制御器が “OFF” 位置のときは、

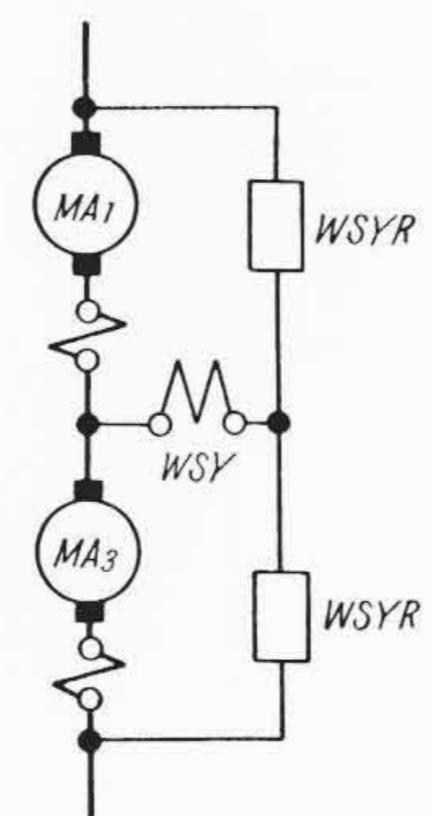
自動負荷調整部の抵抗短絡用しゅう動子は、主発電機用励磁機の界磁回路の可変直列抵抗値が、最大となるような位置にあるので、機関車起動の際には、抵抗最大の位置からじょじょに抵抗を短絡し、励磁機の出力電圧を高めるので、第 20 図の 1 ノッチ以下に鎖線で示したような特性をうることができる。したがって、主発電機は急激に大出力を要求されるようなことはなく、機関はじょじょに出力を増加することができるので、機関に有害な衝撃を与えることがなく、きわめて円滑な起動が可能である。第 23 図は機関車起動の場合のオシログラムである。

6.3 主電動機弱界磁方式

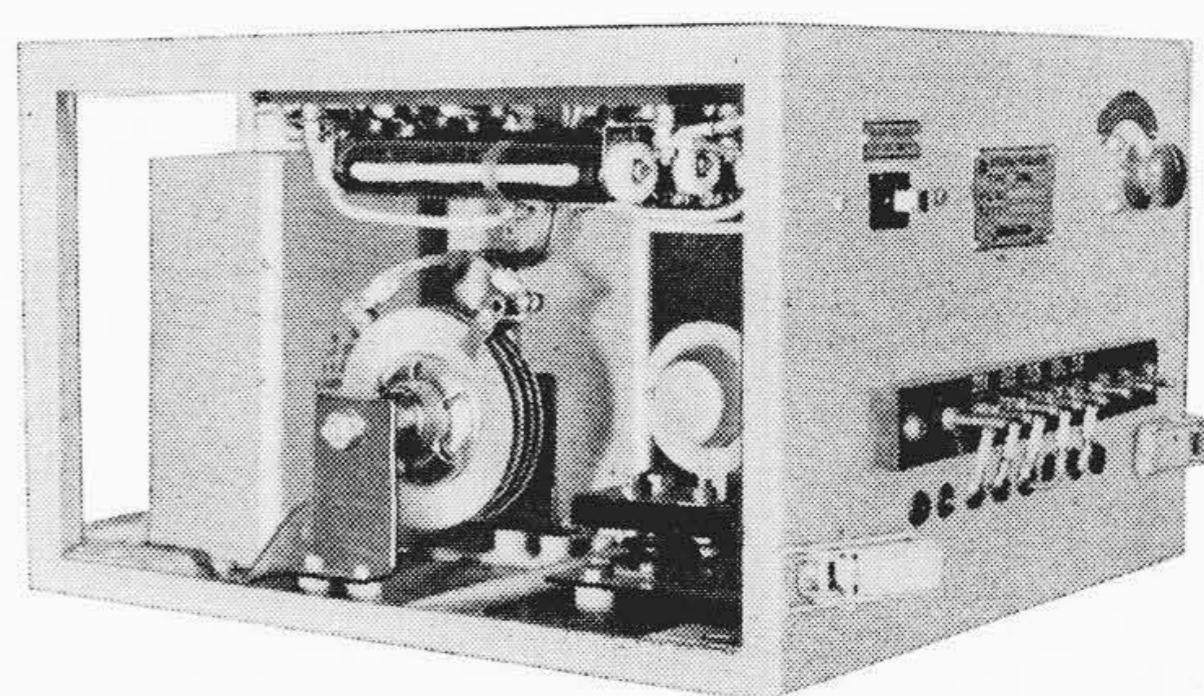
主電動機の弱界磁運転は第 20 図に示す主発電機特性の最適範囲を繰返し使用し、広範囲な機関車速度領域において、連続的に、十分に、機関の出力を發揮させるために使用され、前述のように 50% 界磁、30% 界磁の 2 段の弱め作用が行われるようになっている。弱



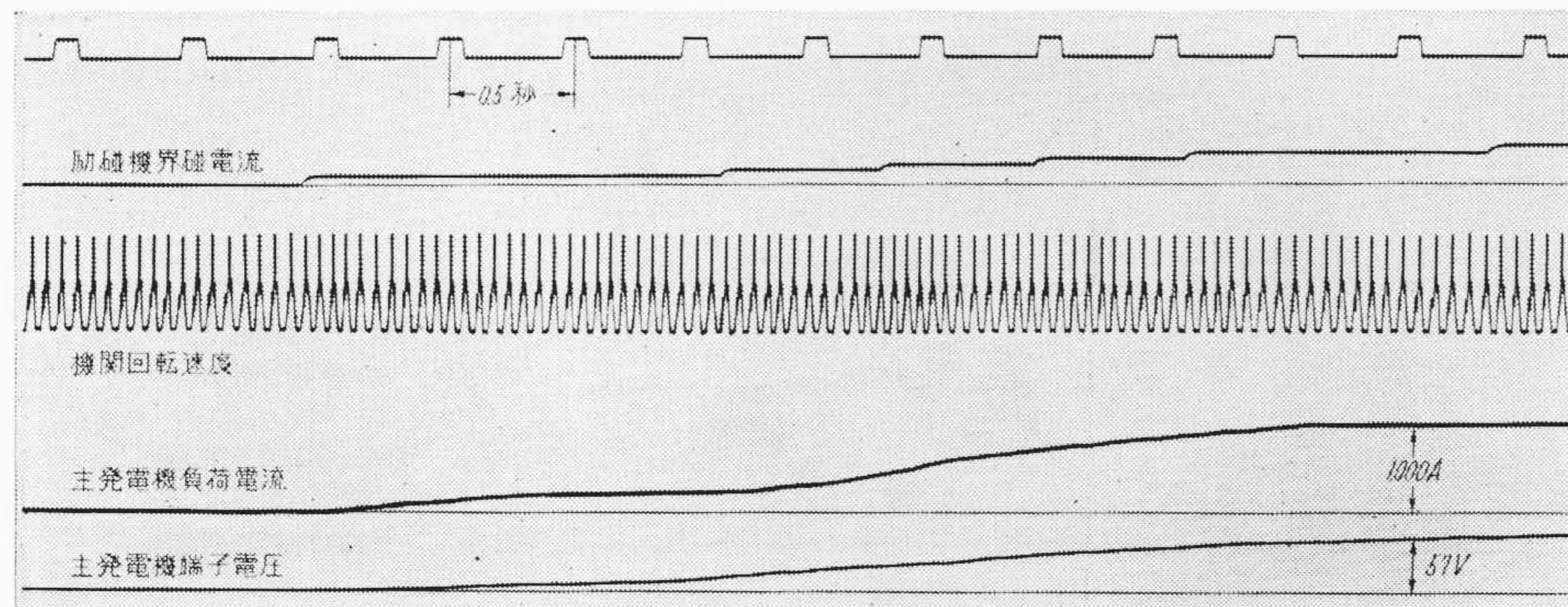
第22図 機関出力一速度制御特性



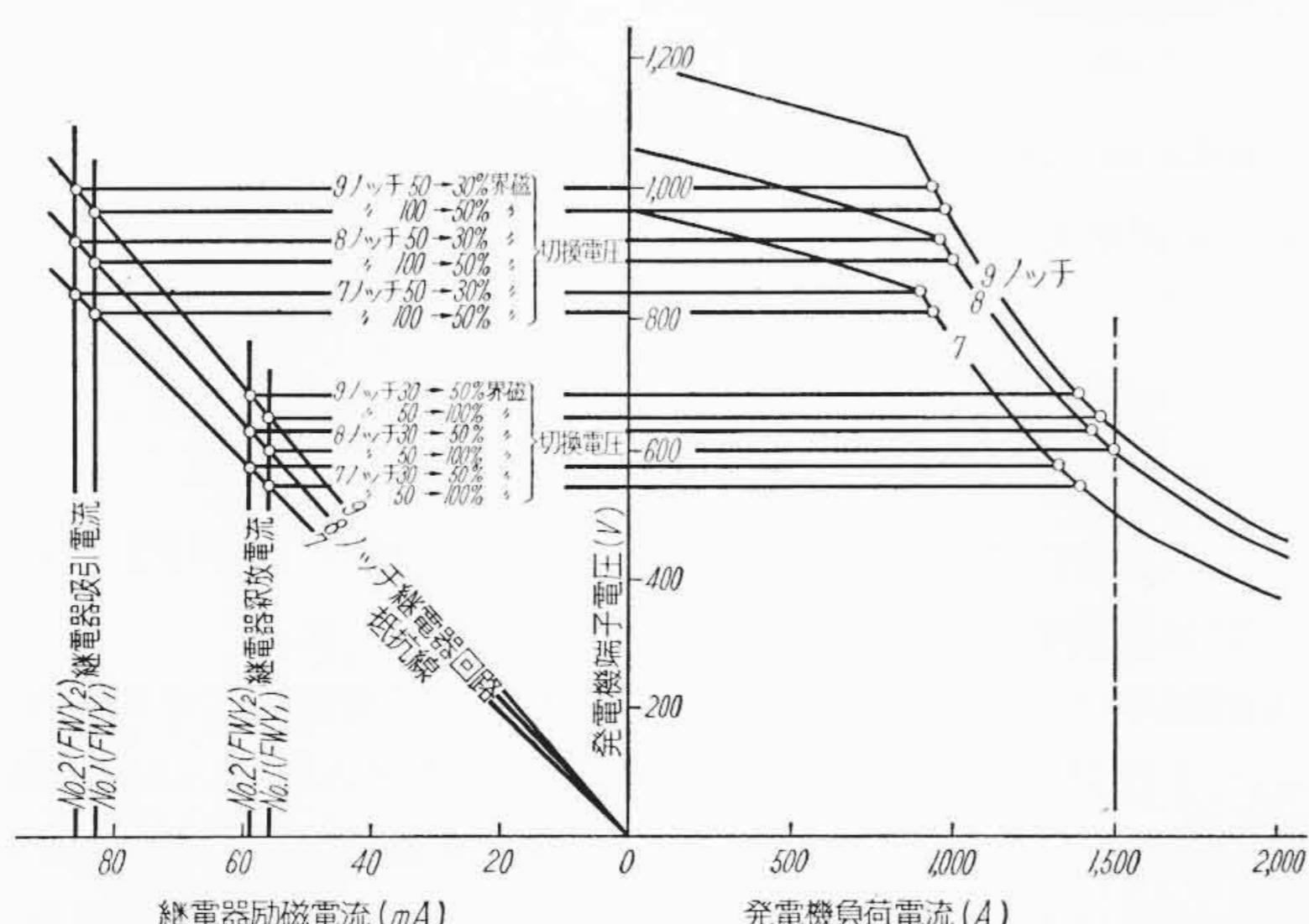
第25図 空転継電器の従来の配置例



第26図 カーボンパイル式自動電圧調整装置



第23図 機関車起動オシログラム



第24図 弱界磁制御特性説明図

界磁運転の要否を検出決定する弱界磁継電器の電圧線輪は、第19図に示されるとおり、調整抵抗 FWYR₁～FWYR₃と直列に主発電機に接続されている。FWYR₂およびFWYR₃は、8, 9ノッチにおいて、それぞれそのノッチにおいて動作する弱界磁用補助継電器 FWXY₁およびFWXY₂によって、短絡が解かれ回路にそう入される。よって、7, 8および9ノッチにおける弱界磁継電器の動作電圧を変化させることができる。

第2段弱界磁継電器 FWY₂は、第1段弱界磁継電器 FWY₁よりも動作電圧が高く整定されており、第1段、第2段弱界磁作用

が同時に起きることがないように計画されている。第24図は主発電機の電圧一電流特性曲線と弱界磁継電器の整定値との関係を示すものである。

この弱界磁方式は安定な特性をうることができると同時に、この方式の採用により回路を簡略化することができた。なお、従来、弱界磁用接触器として、断流器と同様の電磁空気式単位接触器を使用する例があるが、本機関車においては、遮断容量ならびに回路条件から、300A 定格の電磁接触器を採用した。

6.4 空転時の再粘着

動輪のいづれかに空転が発生すると、第19図に示されるように接続された空転継電器 (WSY₁, WSY₂) の端子間に、主電動機逆起電力の差に基く電位差が与えられ、継電器が動作して空転を検出する。この場合再粘着のために次のような処置がとられる。

(i) 自動ノッチ進めが行われている場合には、空転継電器の接点によって、機関遠方制御装置の操作電動機の回路が開かれ、自動ノッチ進めが停止する。

(ii) 主発電機界磁回路用接触器 (GF) が開路し、界磁抵抗がそう入され、主発電機の出力を低下せしめ、再粘着しやすいようにする。

(iii) 一方、主発電機界磁回路用接触器が開くと、その補助運動接点によって負荷調整装置の操作電動機は調整抵抗値を増大する方向に回転し、主発電機用励磁機の出力電圧を下げる。

(iv) 同時に自動砂まき作用が行われる。

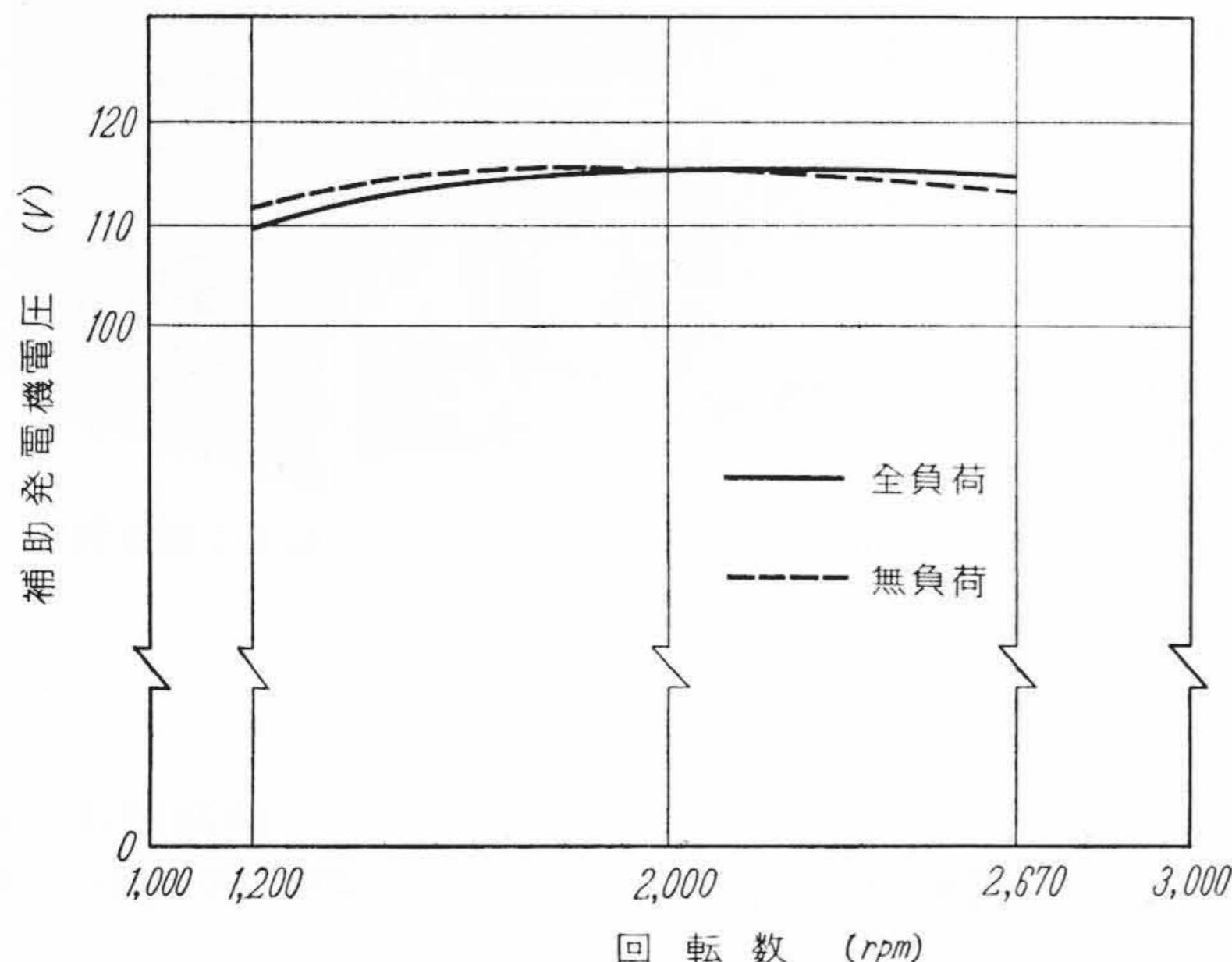
かくして必要以上にノッチをもどすことなく、再粘着ができるようになっている。

また第19図のように空転継電器を接続することによって、第25図のような方式を採用した場合に比して、空転継電器が2個ですむとともに、同継電器用補助抵抗器を著しく小さくすることができる。

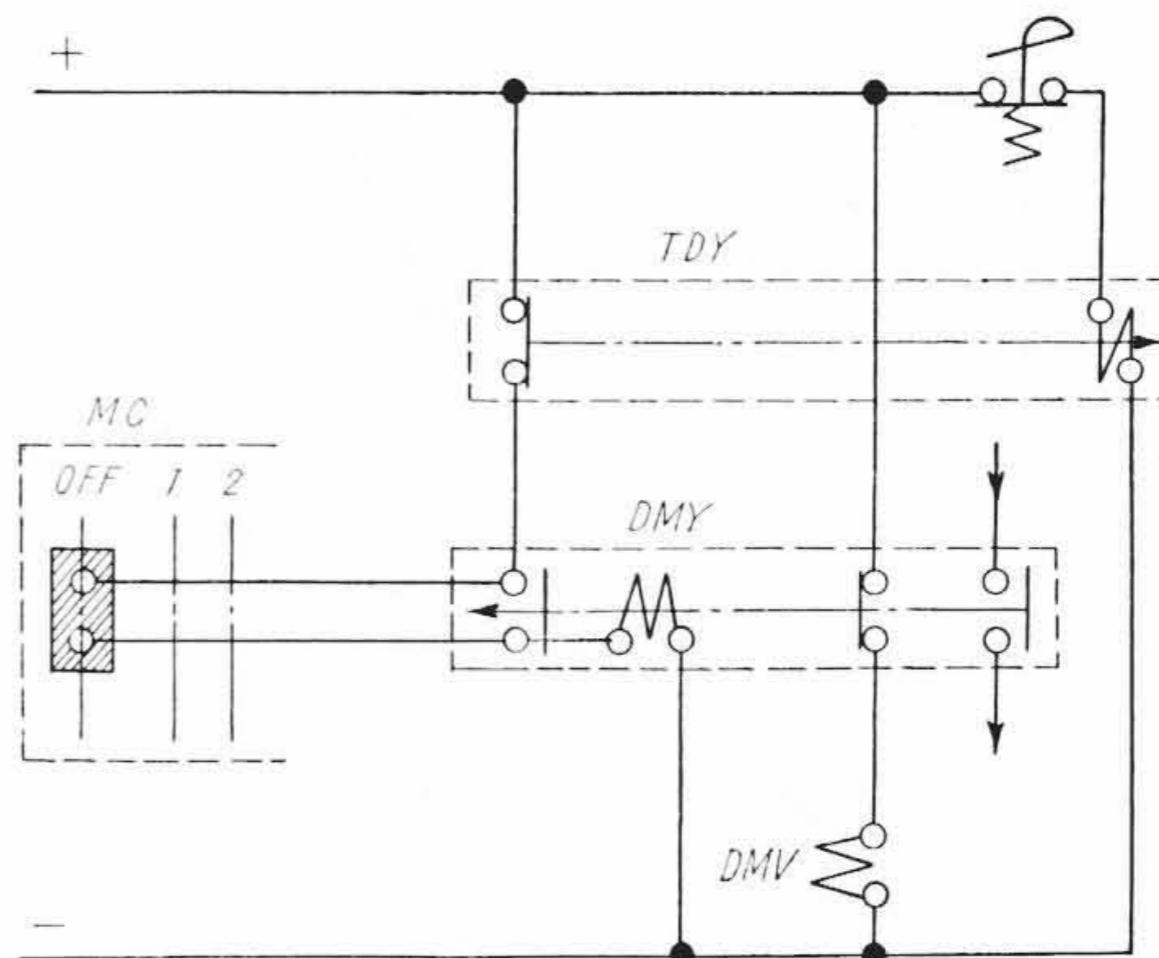
6.5 補助発電機用自動電圧調整方式

機関の回転数の変化および補助発電機の負荷の変動にかかわらず、補助発電機の端子電圧を一定の変動範囲内に保つために、励磁機とカーボンパイルの組み合わせによる自動電圧調整装置が採用された。第26図はカーボンパイル式自動電圧調整装置の外観を示す。第27図は、この調整装置と組み合わせられた補助発電機の特性曲線である。

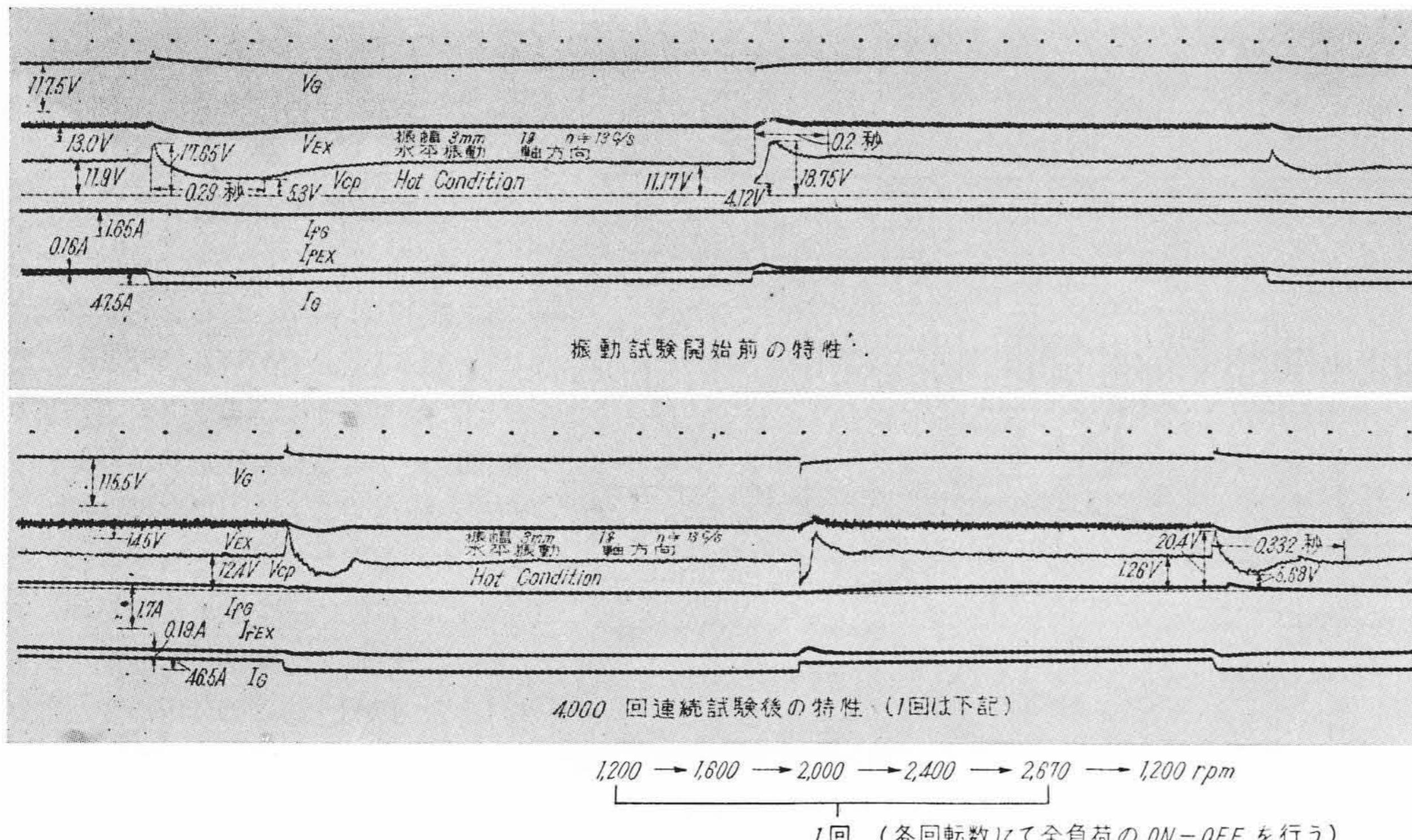
電圧調整器は、負荷および回転数の急変に対しても、乱調を生ずることなく、車両振動に耐え、長期間安定した動作をする必要である。このためパイルシートを収容する円筒部分は、特別設計



第 27 図 補助発電機特性曲線



第 29 図 デッドマン装置結線図



第 28 図 自動電圧調整器振動試験オシログラム

の防振ゴムによって支持されている。本器は振動試験器に取りつけ、全負荷の投入遮断の繰返し試験を行ったが、第 28 図はその結果を示すオシログラムである。これにより、約 4,000 回（1 回の内容については第 28 図に示す）の試験前後においても、特性の変化がなく、良好に作動していることがわかる。

6.6 デッドマン装置

第 29 図はデッドマン装置の結線を示す。機関車の運転に先立ち、足踏スイッチ DMS を踏み込むことにより限時繼電器 TDY は消磁されるので、デッドマン繼電器 DMY は励磁され自己保持する。もし機関車運転中に、運転者がデッドマン状態になり DMS から足が離れると、TDY が励磁され、5~10 秒後にその接点が開き、DMY の自己保持が解かれ、デッドマンバルブ DMV が励磁され、列車に非常ブレーキが作用する。また同時に DMY のほかの接点によって制御回路が開路されるため、主回路が遮断され、主発電機の電圧発生が停止し、機関はアイドル運転となる。

以上本ディーゼル電気機関車の制御保護装置一般について概説するとともに、従来のものに比し、変更した点若干について簡単に説明を行った。

7. 結 言

以上日立製作所が台湾鉄路局に輸出した 10 両の 1,560 PS ディーゼル電気機関車の性能および構造について紹介した。

本機関車は台湾での現用蒸気機関車をしのぐ性能を有するものであって 1 日 755km 走行という高い稼動率が予定されている。機関は信頼度の高い日立-M.A.N を使用し、電気式動力伝達方式ならびに制御方式は日立が戦後最初に製作した 35 t ディーゼル電気機関車⁽³⁾以来開発改良を重ねてきた日立独特の方式を採用してあるので、十分な成果を上げうるものと期待している。本機関車は納入に先立って日本国鉄のご好意により DF911 号として約 1 箇月間常磐線において準急列車けん引に従事させていただいた。その実地試験運転の結果もきわめて良好で現地での活躍を裏付けるに十分であった。

終りに終始ご指導を賜わった日本国鉄の各位に深く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 竹村, 小泉, 立川: 日立評論 39, 707 (昭 32-6)
- (2) 小泉, 立川, 杉本: 日立評論 40, 710 (昭 33-6)
- (3) 牧野田: 日立評論 35, 794 (昭 28-5)