

1,100 PS 液体式ディーゼル機関車

1,100 PS Diesel Hydraulic Locomotive

渡辺 信一* 石田 周二* 井上 龍太郎*
 Shin'ichi Watanabe Shūji Ishida Ryōtarō Inoue
 関 英彦** 山名 順圭***
 Hidehiko Seki Junkei Yamana

内 容 梗 概

鉄道動力近代化計画の一環として要望されているけん引力が強く、価格が低れんで、保守運転の容易な大馬力液体式ディーゼル機関車の開発に応ずるため、かねてからこの分野での研究試作を進めてきた日立製作所において、このたび日立-M・A・N L12V 18/21 m. A. ディーゼル機関と日立 LAZ10R 液体変速機各1基を搭載した、わが国最大の全推進軸駆動 1,100 PS, C-C 形液体式ディーゼル機関車が完成した。本機関車の出現は軽量高速ディーゼル機関ならびに高性能大容量の液体変速機の開発に負うところきわめて大で、わが国における液体式ディーゼル機関車の大型化への発展を示す製品であり、各部構造においても種々の特長をもっている。

1. 緒 言

日本国有鉄道において、1950年以来主要幹線の電化と並行して行われた亜幹線および支線のディーゼル化も高速軽量の大馬力ディーゼル機関および高性能大容量の液体変速機の開発がおくれているため、そのほとんどが中速ディーゼル機関を用いた電気式ディーゼル機関車によるもので、これまで1952年DD50形(63.4 t, B-B形, 1,000 PS/850 rpm), 1956年DF40形(75 t, C-C形, 1,250 PS/925 rpm), 1957年DF90形(94.5 t, C-C形, 1,900 PS/950 rpm)およびDF50形(82 t, B-B-B形, 1,200 PS/850 rpm または 1,400 PS/1,000 rpm)など多くの大型電気式ディーゼル機関車の出現をみた。

この間液体式ディーゼル機関車に関しては、1951年車両用高速160PSディーゼル機関および Lysholm-Smith 方式による液体変速機が国鉄制式として開発せられるにおよんで、この種機関-液体変速機を1両に1組または2組装備した中形液体式ディーゼル機関車の発達は目ざましいものがあり、機関-液体変速機の出力も漸次増大されてきた。しかしこれらは機関-液体変速機を各2基搭載して800~900PS級までの液体式ディーゼル機関車で、ディーゼル化計画推進のため要望されていた動輪周 1,000~1,200 PS, さらに将来は 1,400~1,680PSの出力を有するものとしては、1基当り 1,000 PS級の機関-液体変速機の開発を待たねばならなかった。

一方西ドイツにおいて1948年以来推進された液体式ディーゼル車

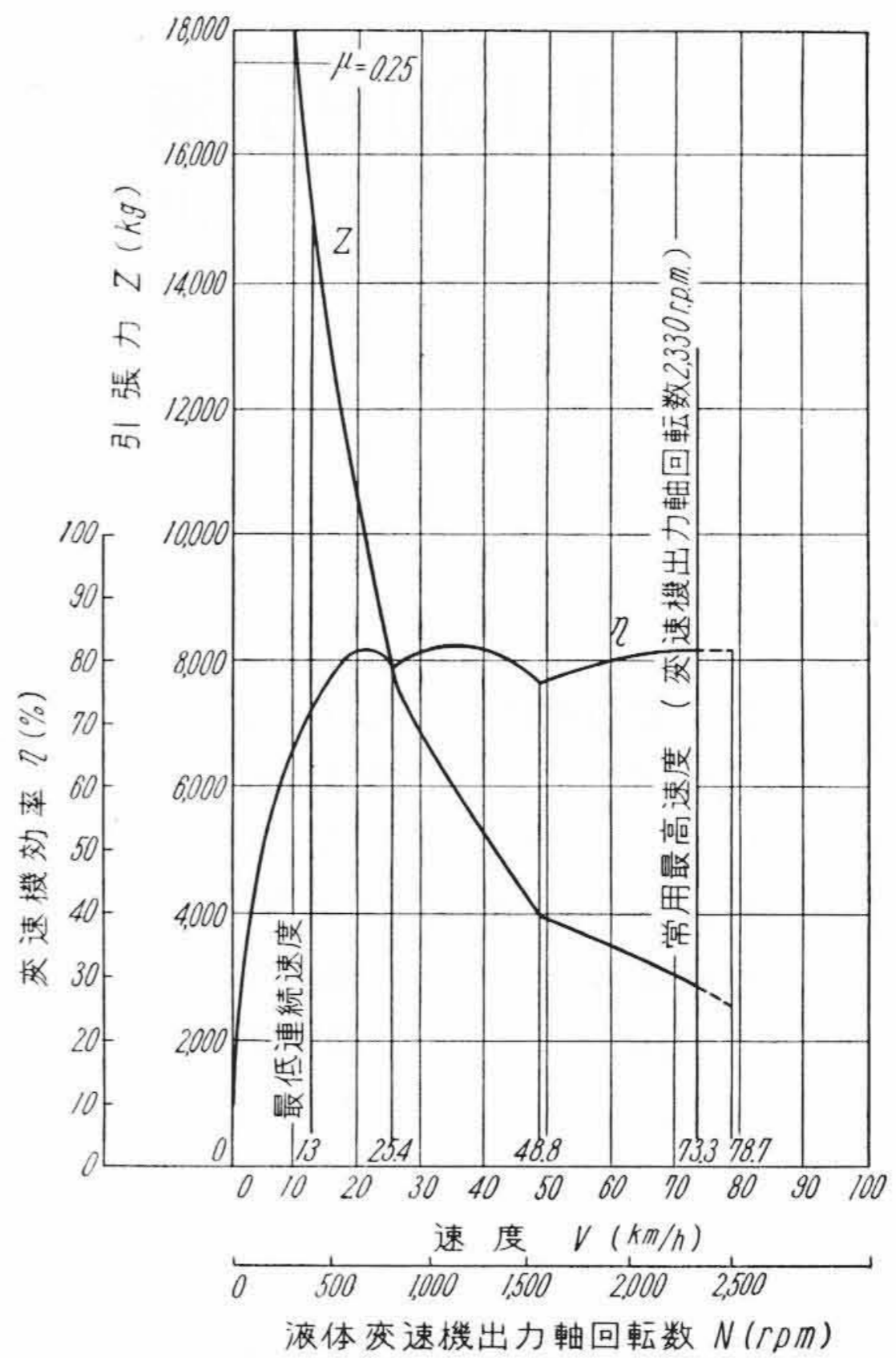


第1図 1,100 PS 液体式ディーゼル機関車

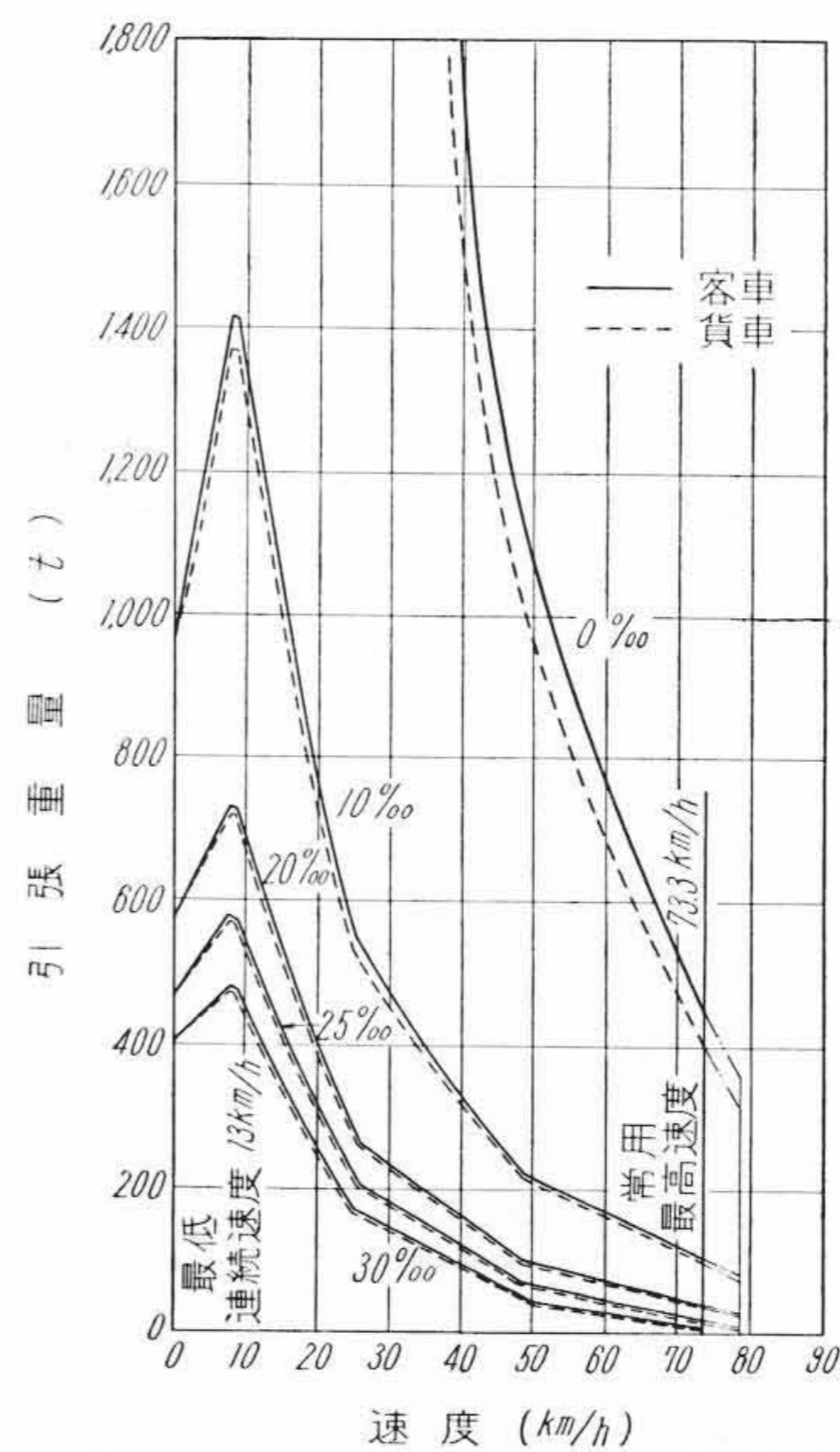
* 日立製作所笠戸工場
 ** 日立製作所亀有工場
 *** 日立製作所水戸工場

第1表 機関車一般仕様

機関車形式 用途	日立HG-70CC 支線区旅客および貨物列車けん引
機関車重量 (運転整備)	約70 t
機関車重量 (空車)	約68 t
軸配置	C-C
車両限界	国鉄第1, 2縮小限界
主要寸法	軌間 1,067mm 全長×全幅×全高 15,500×2,795×3,816mm 固定軸距×全軸距 3,500×10,500mm 台車中心間距 7,000mm 動輪径 910mm 連結器高 880mm
性能	最大引張力 ($\mu=1/4$) 17.5 t 連続定格引張力×速度 14.6 t × 13.0km/h 常用最高速度 (半摩耗时) 73.3km/h 常用最高速度 (新製時) 76.7km/h
補給品	燃料油 1,500 l 潤滑油 90 l 液体変速機油 200 l オイルモータ油 50 l 冷却水 350 l 砂 320 l
機器	ディーゼル機関 日立-M・A・N L12V 18/21m. A. 1台 連続定格 1,100PS/1,500rpm 始動電動機 日立S215形 2台 定格 24V, 11kW (15PS) 充電発電機 日立G260形 1台 定格 24V, 1.5kW/1,300rpm 電動予潤滑ギヤポンプ 1台 容量 30 l/min-5kg/cm ² -1,000rpm 電動機定格 24V, 0.75kW (1PS) 液体変速機 日立LAZ10R形 1台 形式 逆転装置付3連トルクコンバータ式 最大入出力回転数 1,500rpm/2,330rpm 放熱用油圧駆動冷却ファン 2台 容量 750m ³ /min×2-70mmAq (全風圧)
オイルモータ	定格 26PS×2-150kg/cm ² -1,450rpm
オイルポンプ	定格 52PS×1-150kg/cm ² -1,450rpm
空気圧縮機	C-1200形 2台
容量	1,432 l/min-8kg/cm ² -600rpm
駆動馬力	9.9PS
燃料搬送ギヤポンプ	1台
容量	10 l/min-1kg/cm ² -1,500rpm
駆動馬力	1/2PS
機関予熱器	ウエバスト 180WK-2形 1台
有効発熱量	18,000kcal/h
燃料消費量	2.56 l/h
電力消費量	120W
水ポンプ容量	3,000 l/h
蓄電	8DG形-36槽
容量	24V-600AH (20時間率)
動力伝達方式	液体式 全推進軸駆動
制御装置	空気, 電磁および電磁空気式, 非重連
ブレーキ装置	DL-14A 空気ブレーキおよび手ブレーキ
連結器引張装置	日立標準ゴム緩衝器
台車様式	3軸ボギー箱形溶接構造, 完全側受揺枕式
車体様式	箱形両運転室



第2図 引張特性曲線



第3図 引張重量曲線

両分野での異常なる進歩発展によって、近代的な大馬力軽量高速ディーゼル機関および液体式動力伝達装置と、推進軸駆動方式による液体式ディーゼル動車または機関車の原形が完成されるに及んで、世界各国の鉄道の近代化、経営の合理化のすう勢はけん引力が強く、価格が低れんで、保守運転の容易な軽量高出力の大型液体式ディーゼル機関車の採用に向ってきた。

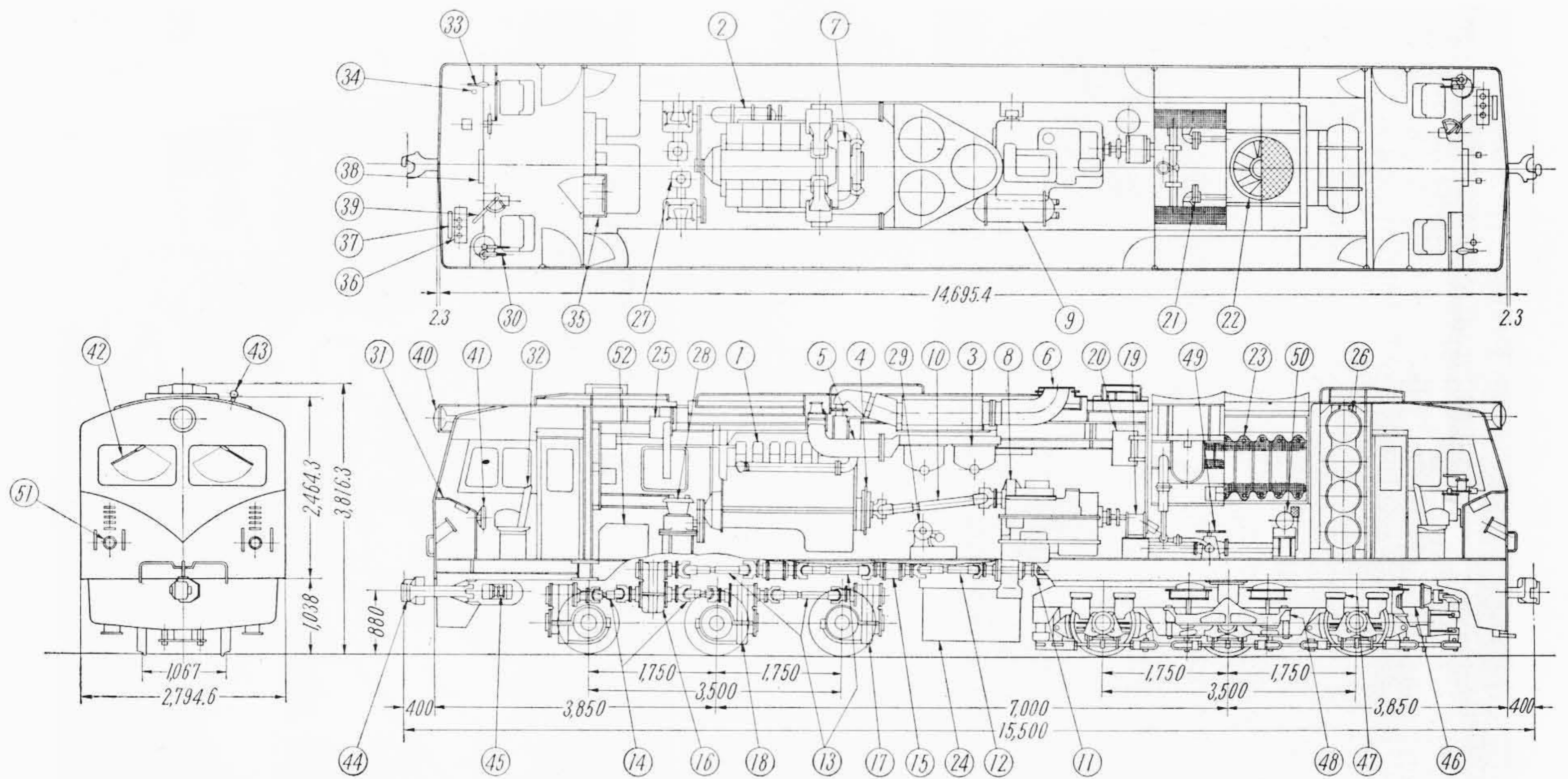
日立製作所においてもこれに即応した生産技術態勢を早急に確立し、国鉄のディーゼル化計画ならびに南アメリカ、東南アジア、中近東諸地域のディーゼル化による鉄道開発の要望に答えるため研究試作を重ねてきたが、このたび西ドイツ社M・A・Nとの技術提携によって製作された日立-M・A・N L12V 18/21m. A. ディーゼル機関と自社研究開発によって完成された日立LAZ10R液体変速機を各1基搭載したわが国最大の全推進軸駆動1,100 PS, 70 t, C-

C形液体式ディーゼル機関車が完成した。本機関車は支線区の旅客および貨物けん引を目的として設計されている。したがって軸重はC-C軸配置とすることによって12 t以下とし、また線路状態の悪い区間の軌道に与える影響をできるだけ軽減することに留意した3軸台車が採用されている。このほか全推進軸による動力伝達機構、3軸台車の仮想中心機構、機関潤滑油および液体変速機油の熱交換による間接冷却方式、自動制御式静油圧ファン駆動装置、空気式無段燃料制御装置を採用し、機関車の各部構造、各種補機および制御保護警報装置などすべての分野において今後大馬力液体式ディーゼル機関車発展のための基礎確立が図られている。

以下本機関車についてその概要を紹介する。

2. 一般仕様および機器配置

上記の計画に基づいて製作された本機関車の一般仕様を第1表に、外観を第1図に示す。



照号	名 称	照号	名 称	照号	名 称	照号	名 称	照号	名 称
1	ディーゼル機関	12	第3プロペラ軸	23	放熱器	34	窓拭き操作弁	45	ゴム緩衝器
2	機関潤滑油用熱交換器	13	第4プロペラ軸	24	燃料タンク	35	スイッチ箱	46	ブレーキシリンダ
3	空気清浄器	14	第5プロペラ軸	25	燃料補助タンク	36	計器板	47	砂箱
4	弾性継手	15	プロペラ軸支持装置	26	元空気ダメ	37	表示灯	48	オイルダンパ
5	機関吸気管	16	第1減速機	27	吸込チリコン	38	押ボタン	49	切換弁
6	機関排気管	17	第2減速機	28	空気圧縮機	39	主幹制御器	50	機関予熱器
7	過給器	18	第3減速機	29	分配弁	40	前照灯	51	標識灯
8	液体変速機	19	オイルモータ駆動装置	30	ブレーキ弁	41	手ブレーキハンドル	52	蓄電池箱
9	液体変速機用熱交換器	20	オイルタンク	31	運転台	42	窓拭器		
10	第1プロペラ軸	21	制御弁	32	腰掛	43	空気笛		
11	第2プロペラ軸	22	ファン	33	笛弁	44	自動連結器		

第4図 外形ならびに機器配置

機関車の速度引張り特性は第2図に示したが、これは動輪直径870mm（タイヤ半摩耗時）の機関連続定格におけるもので、補機駆動に要する馬力75PSを差引き、液体変速機出力フランジから動輪に至るまでの機械損失として8.8%を見込んで計算した特性である。なお第3図は同様に客車および貨車の引張重量特性を示したものである。

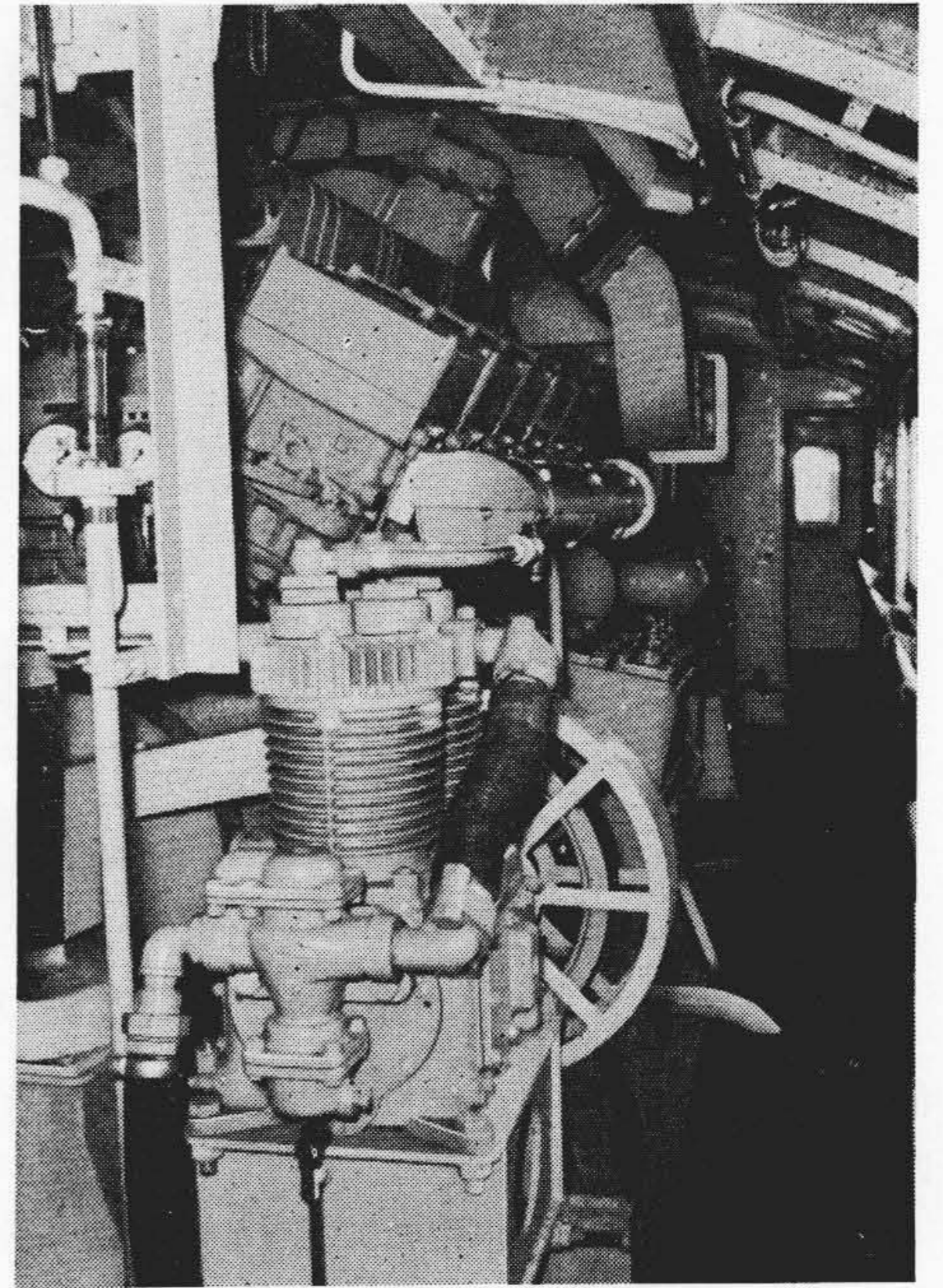
機関車の機器配置を第4図に示す。両端に運転室を設け、中央が機械室になっている。

運転室は左側に運転士席、右側に助手席があり正面にテーブルが設けてある。運転士席は第5図に示すように空気ブレーキ弁、主幹制御器があり、床に砂撒スイッチ、足踏笛弁が設けられ、テーブルには運転に必要な計器、表示灯、押スイッチ、窓拭き操作弁などがある。隅柱には時刻表さしおよび時刻表灯があり、その下に積算計付速度計（2端側は積算計なし）がある。助手席テーブルには手動笛弁、窓拭き操作弁があり、隅柱には車掌弁、腰板には消火器が設けられている。また運転士席と助手席の中間テーブルには灯回路および暖房器用押スイッチが設けられ、手ブレーキハンドルは1端側助手席に設置されている。

機械室中央にはディーゼル機関および液体変速機がおかれ、両者はプロペラ軸で連結されている。機関の前端両側には2台の空気圧縮機があり、機関前部のVプーリーによって駆動される。第6図お

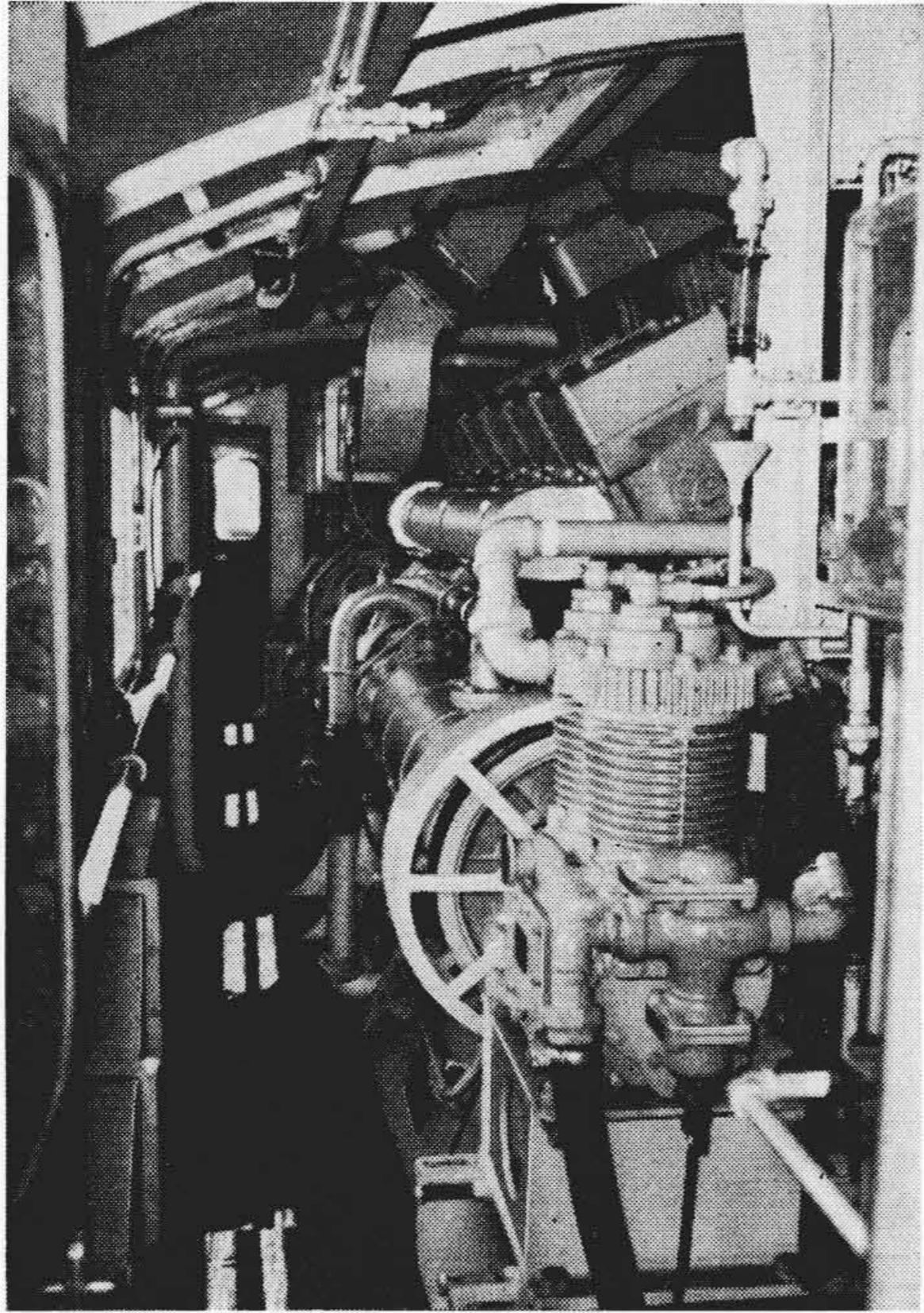


第5図 運 転 士 席

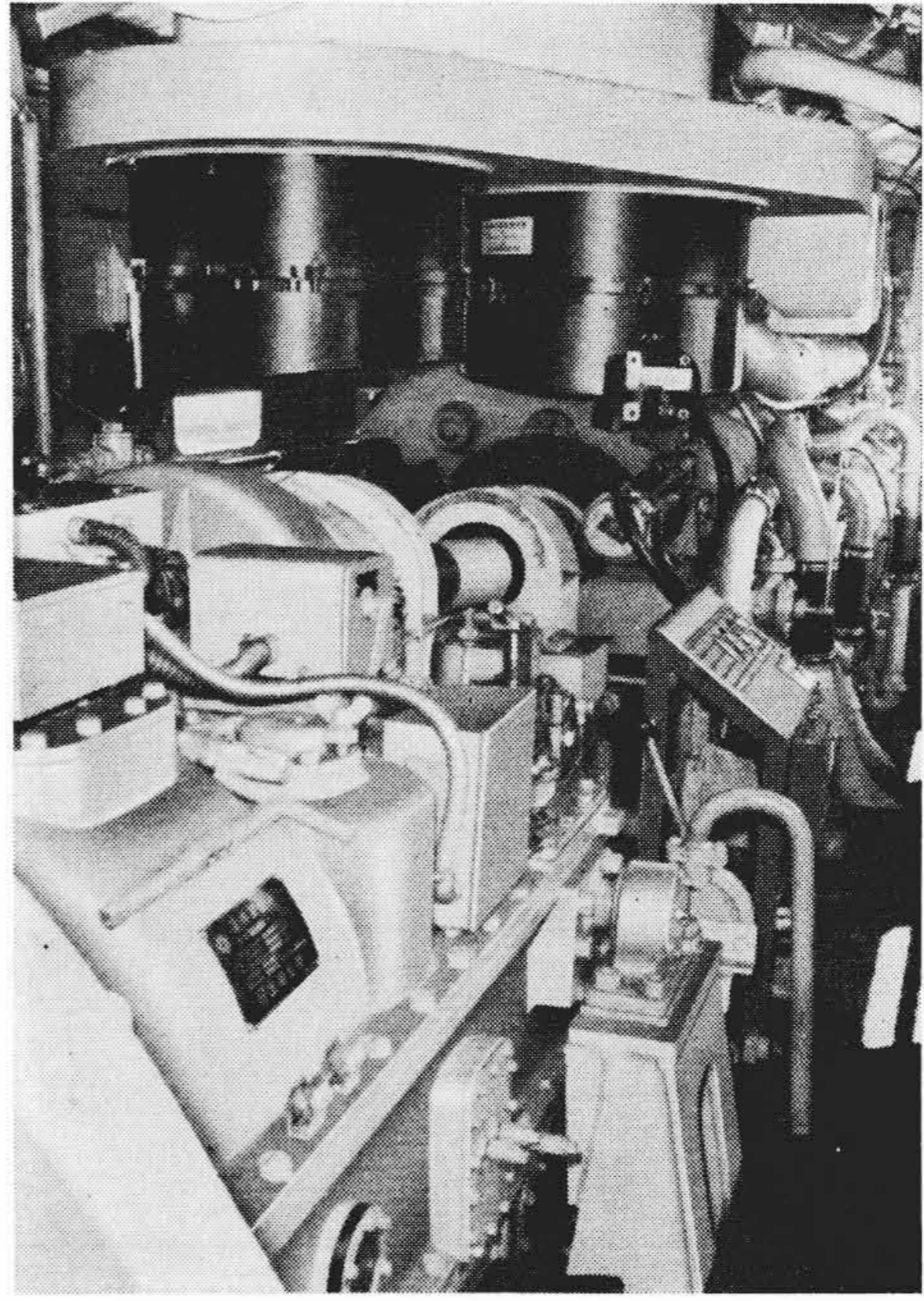


第6図 機 械 室 左 側 廊 下

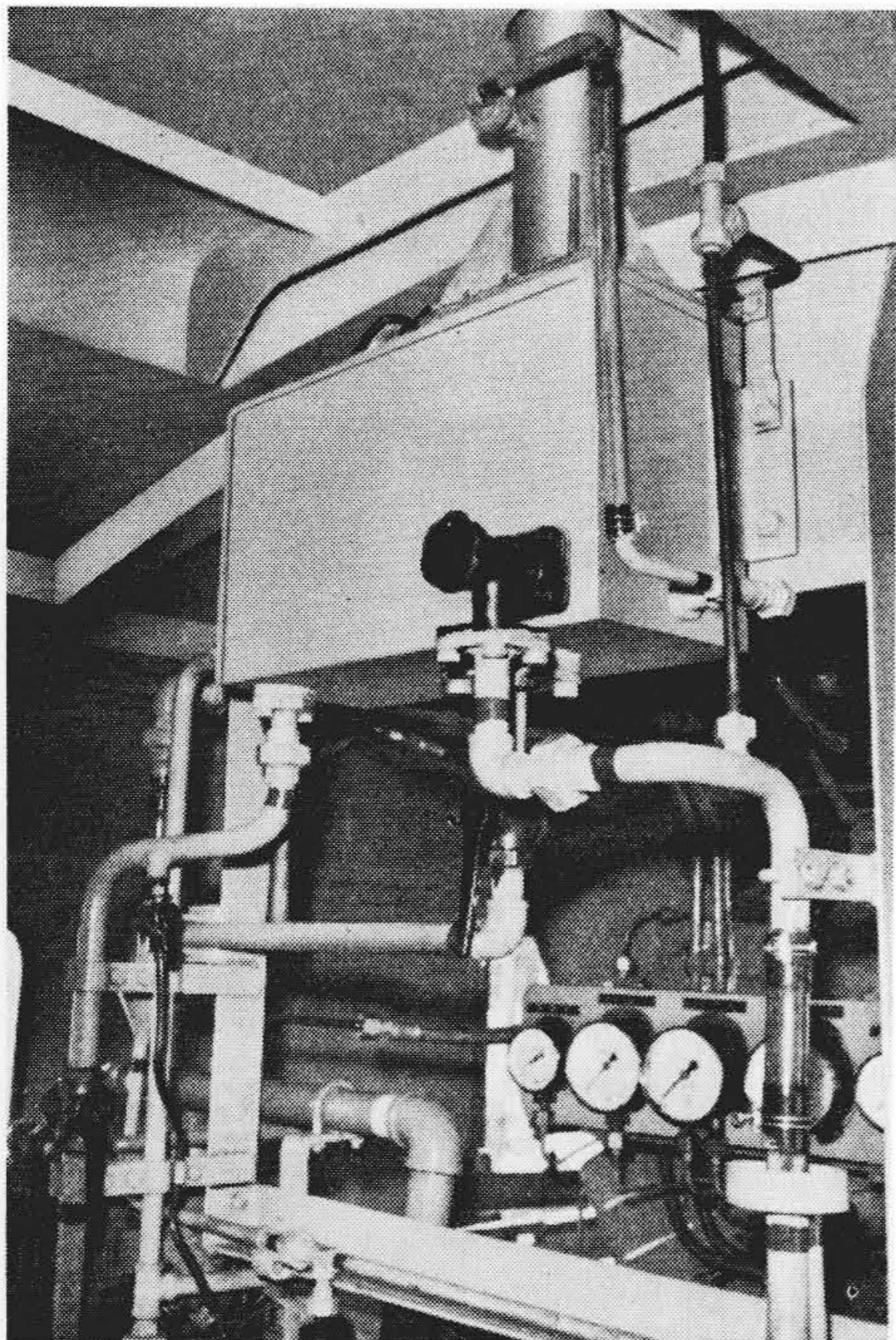
よび第7図は機関の前面および側面付近を示す。第8図は機関の前面上部天井に設置されている燃料補助タンクを示し、車体中央床下にある燃料主タンクからの燃料供給は機関前部のVプーリーによって駆動される搬送ギヤポンプによって行われる。機械室中央部天井には機関給気用のオイルバス形空気ろ過器が3個取付けられており取外し屋根に設けられた格子より吸入せられた空気は風洞によって機関に導かれる。第9図は液体変速機側より機関側をみたもので、機関と液体変速機の間には簡単な機械室計器台が設置されており、機関予潤滑、始動および停止用押スイッチ、機関水温計、潤滑



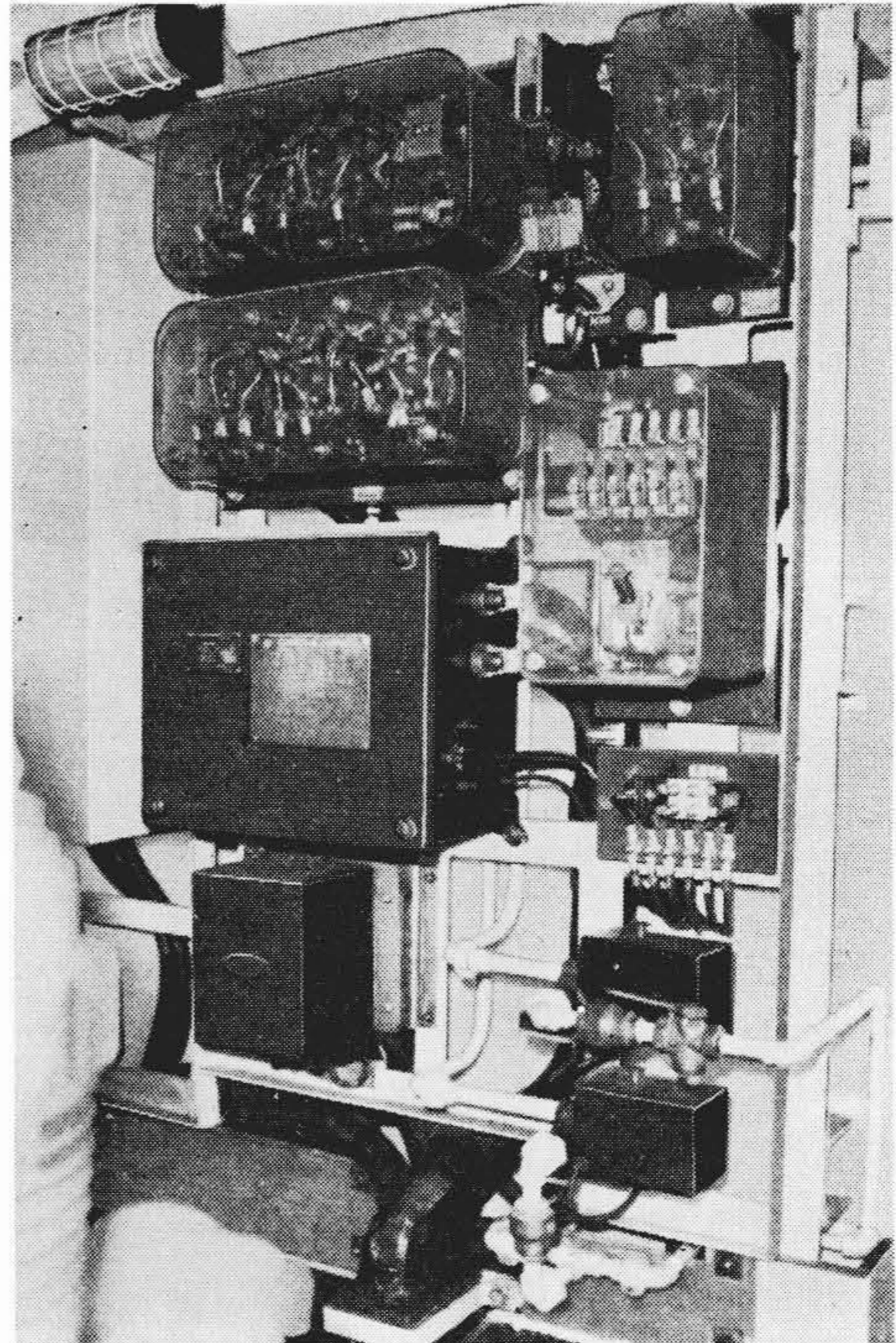
第7図 機械室右側廊下



第9図 空気濾過器および機械室計器台取付状況



第8図 燃料補助タンク取付状況



第10図 電気機器取付状況

油温計、過給機回転計、機関回転計、事故確認表示灯および機関過回転監視装置などが設けられている。

液体変速機の後部で車体の2端寄りには機械室とは隔壁によって仕切られた静油圧駆動式放熱装置が車体に防振ゴムを介して懸吊され、これと隣接して元空気溜がまとめられている。ユニット式放熱装置の下部にはウエバスト機関予熱器および保温、予熱、暖房用三方切換えコック類が配置されている。1端側運転室仕切壁にはスイッチ箱および電気機器が取り付けられており、その下部には蓄電池箱が置かれている。第10図は電気機器の取付け状況を示す。

3. ディーゼル機関

3.1 ディーゼル機関

ディーゼル機関は西ドイツM・A・N社との技術提携により日立製作所において製作された狭軌用機関車に搭載するものとして最適の

軽量小形にして良好な性能を有して定評のあるもので、第2表に主要諸元を、第11図に外観を、また第12図にその試験成績を示す。

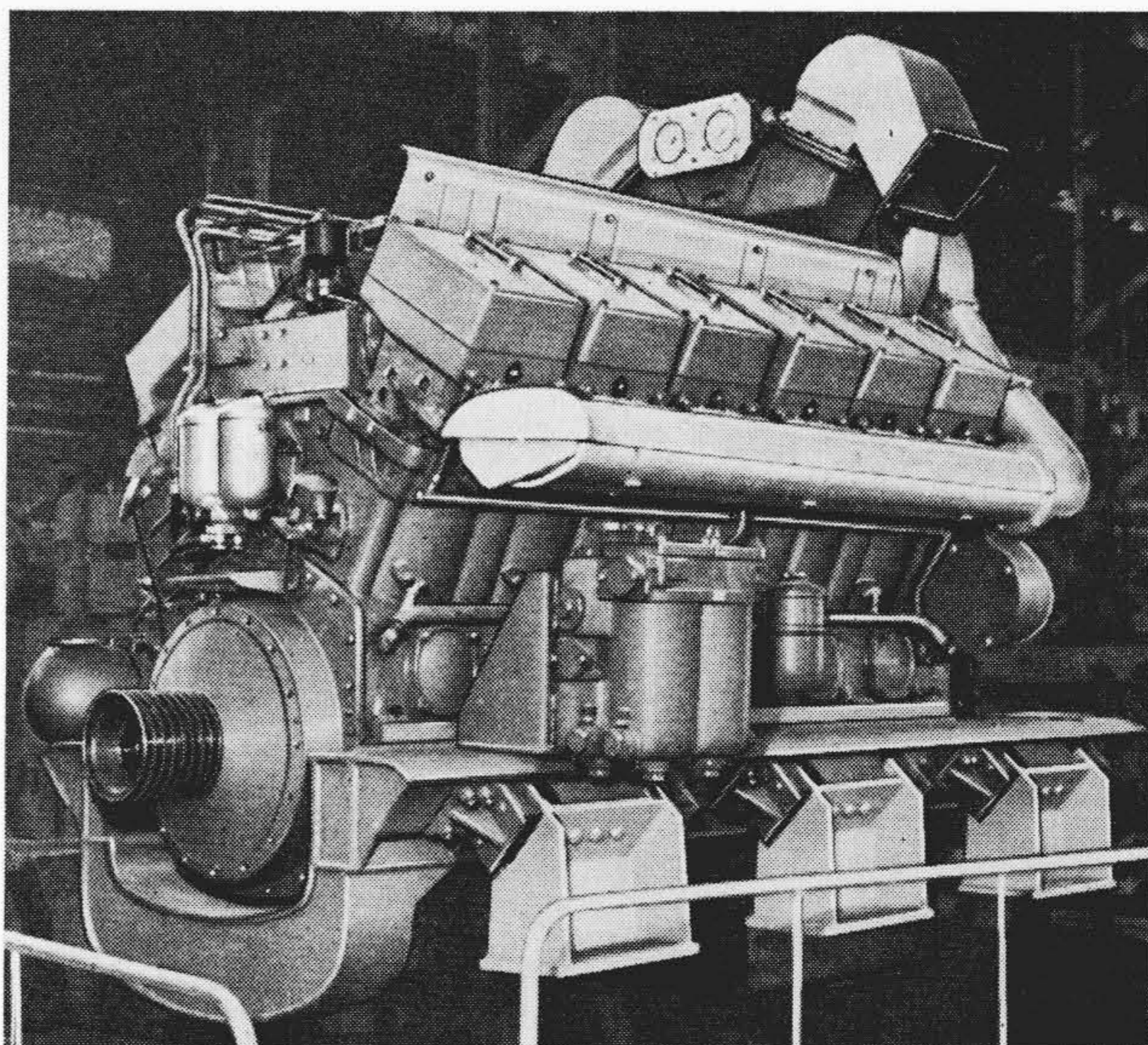
機関は軽量にして強固なる箱形溶接構造の補助台板に取り付けられており、補助台板は計算により理想的な位置に6箇所防振ゴムを設けて車体台枠上に弾性支持されている。第13図に本機関を車体に搭載して空回転した場合および連続定格回転速度で運転した場合の振動試験結果が示されているが、車体側の振動は著しく減少して防振ゴム装着の有効性が実証されている。また機関出力フランジには第14図に示すような弾性継手が取り付けられており、機関と液体変速機を含む動力伝達軸系はよじり振動による過大な応力が作用しないよう保護されている。

3.2 燃料系統

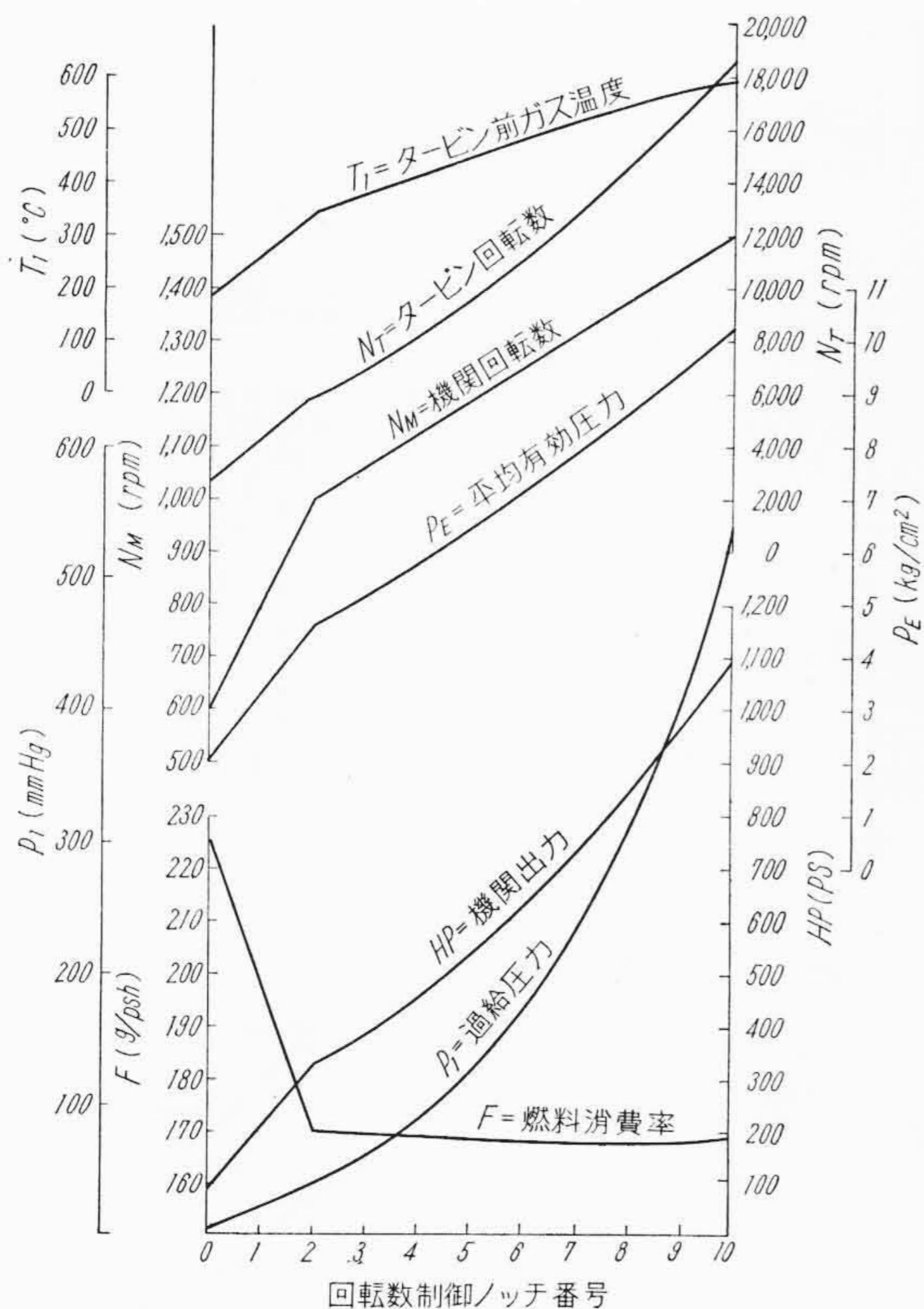
第15図に燃料油系統を示す。燃料油は車体中央床下にある主タンクより搬送ギヤポンプにより補助タンクに汲み上げられ、機関

第2表 ディーゼル機関の主要諸元

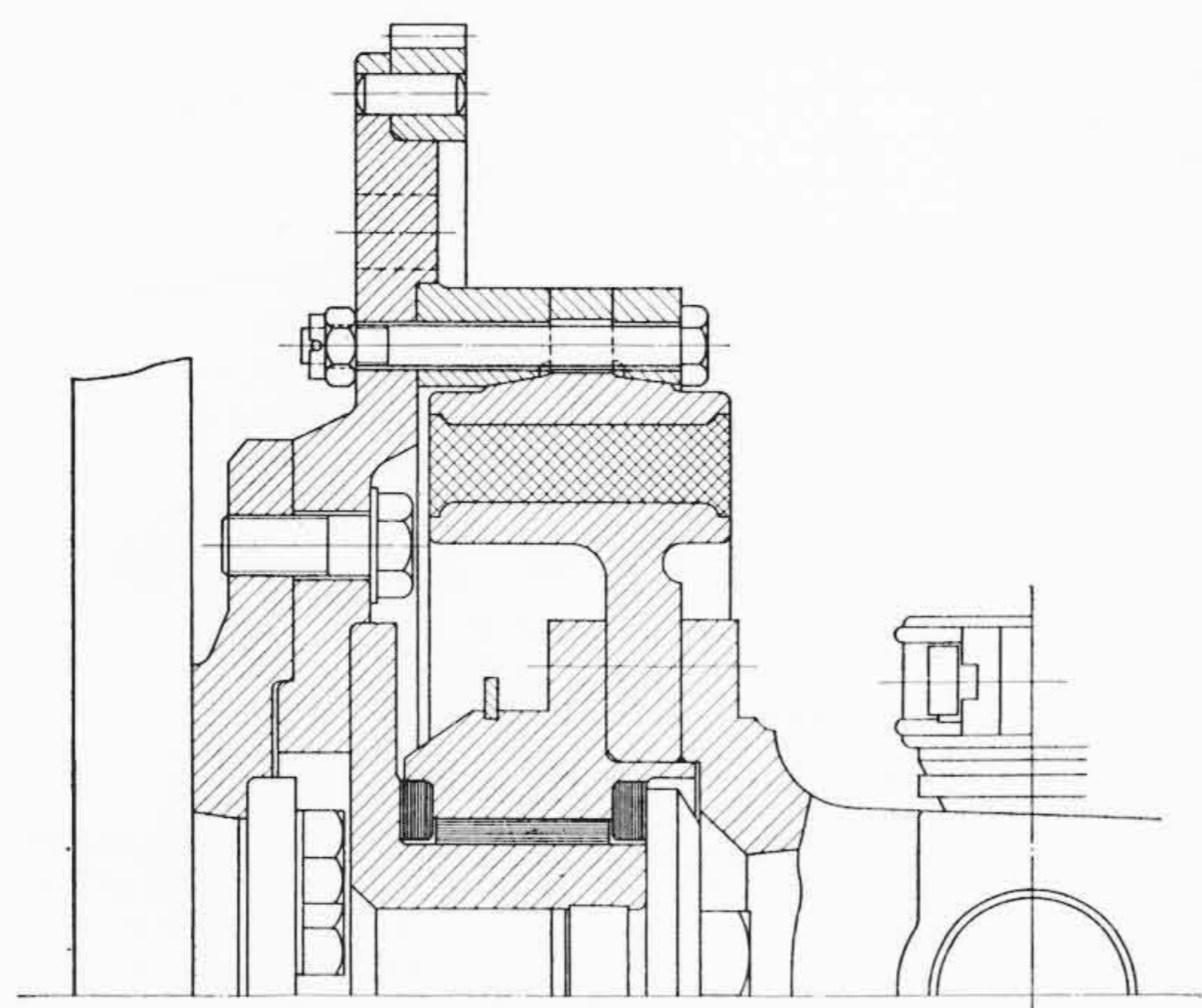
名 称	日立-M・A・N L12V 18/21m.A.
形 式	{ 単動4サイクル, 無気噴射予燃焼室式 水冷60°V形, 排気タービン過給機付
シリンダ内径×行程	180mm×210mm
総排気量	64.1 l
圧縮比	17.2
連続定格出力/回転数	1,100PS/1,500rpm
一時間定格出力/回転数	1,200PS/1,600rpm
平均有効圧力(連続定格)	10.3kg/cm ²
平均ピストン速度(連続定格)	10.5m/s
回転方向	出力軸側よりみて反時計方向
起動方式	電気式, 24V, 15PS×2台
燃料消費率	166g/PS/h (+10%)
潤滑油消費率	1.3~1.5g/PS/h (参考値)
機関寸法, 全長	約 2,200mm
全幅	約 1,370mm
全高	約 2,021mm
機関重量(乾燥状態で)	約 3,900kg (過給機を含む機関本体)
馬力当り重量(連続定格)	3.54kg/PS
単位行程容積当り馬力(連続定格)	17.2PS/l
過給機	{ 日立-M・A・N L12/629形 最高回転数 20,000rpm 最高過給圧力 約 0.7at
振動吸収器	{ M・A・N方式 さやパネ形 パネ中心円直径 300mm×6セット



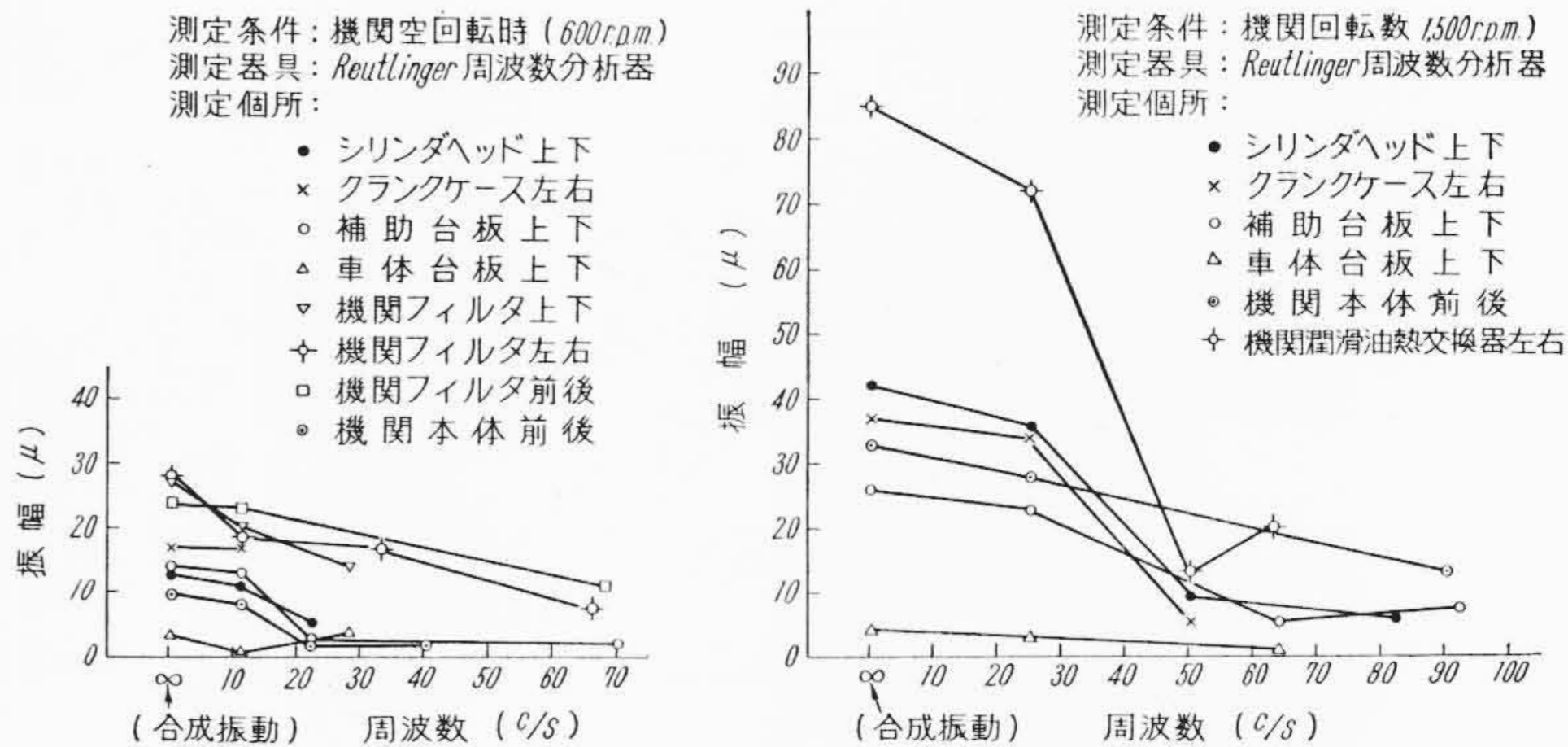
第11図 ディーゼル機関組立て



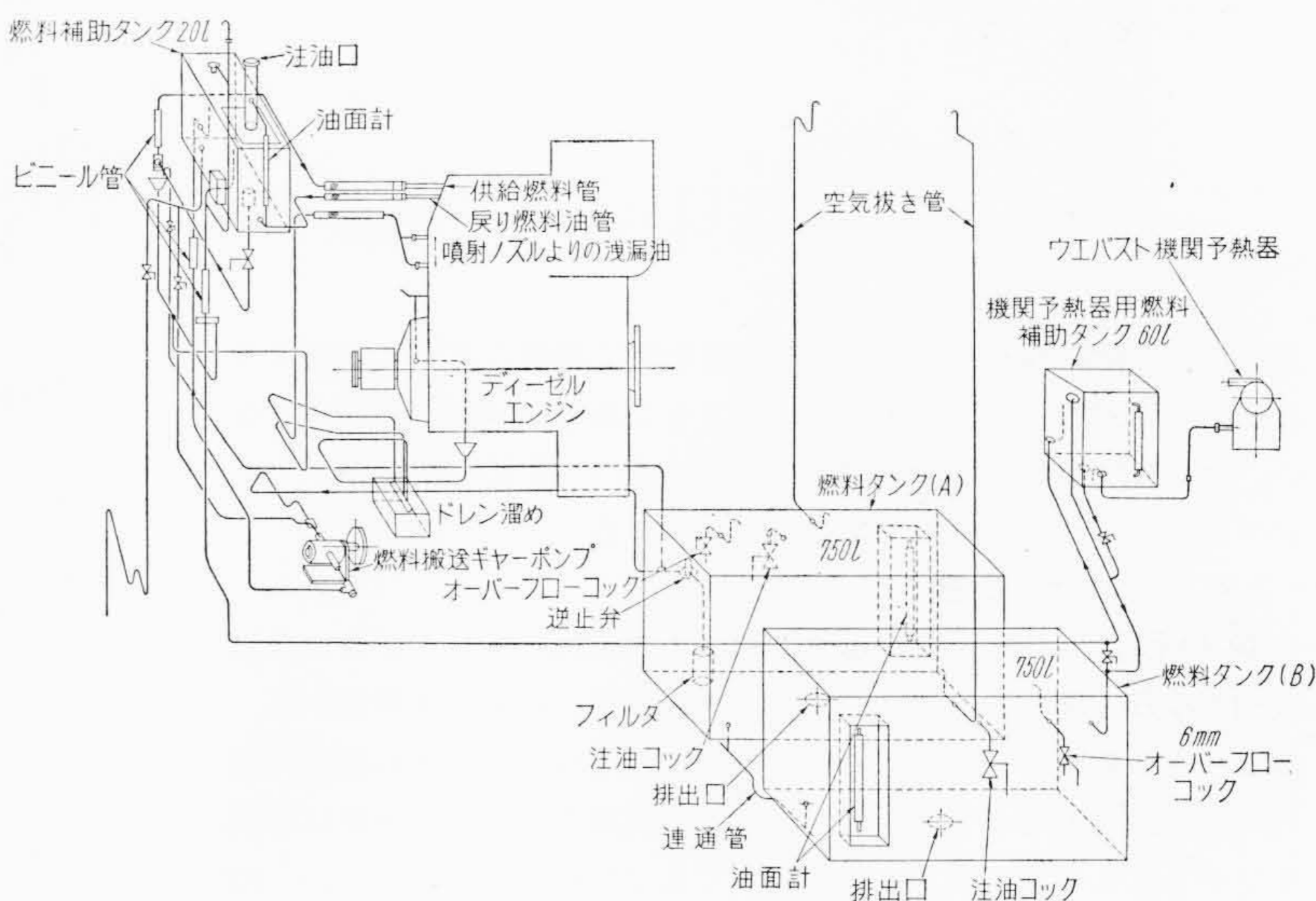
第12図 ディーゼル機関試験成績



第14図 機関弾性継手



第13図 機関振動測定結果

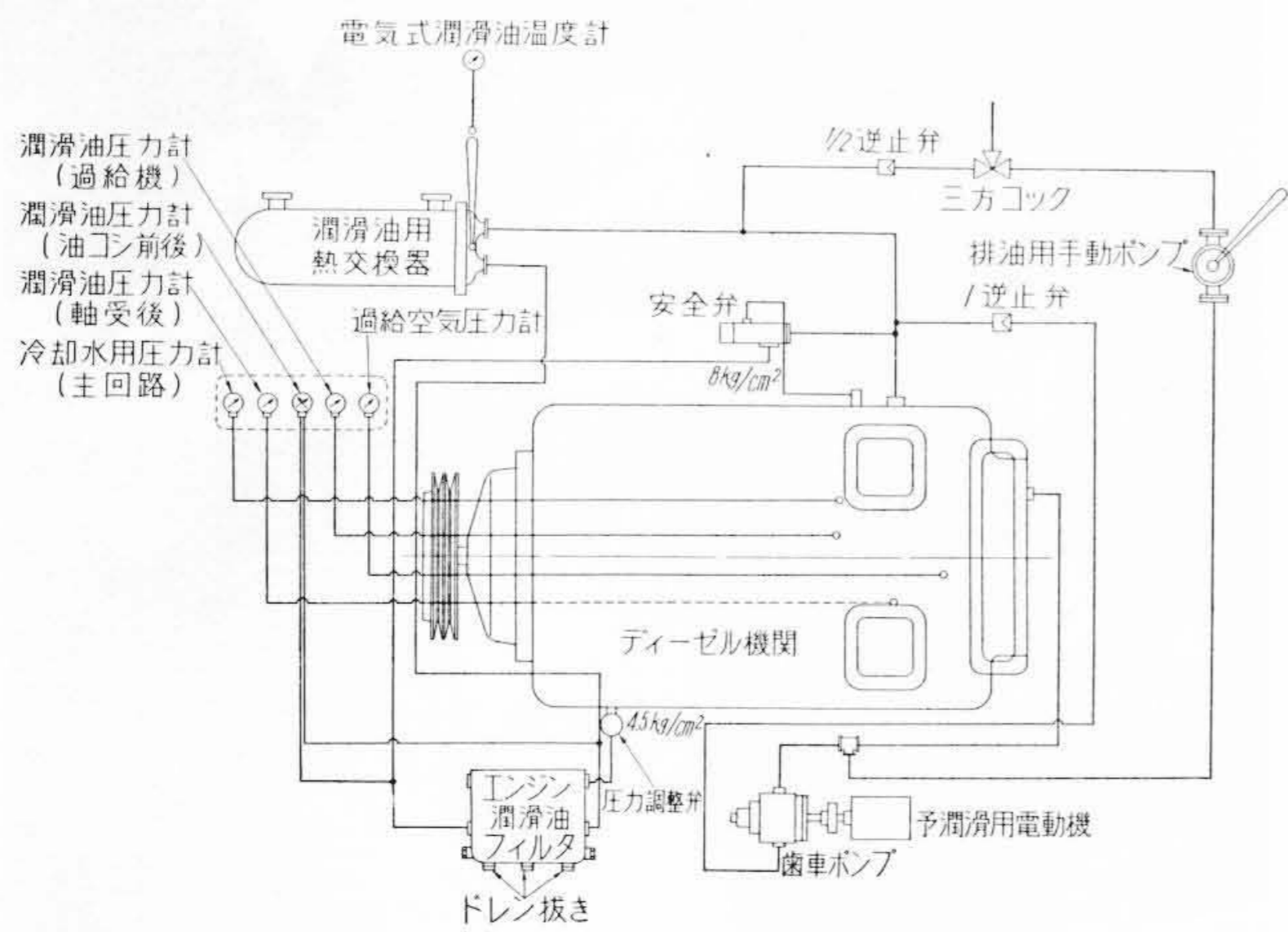


第15図 燃料油系統図

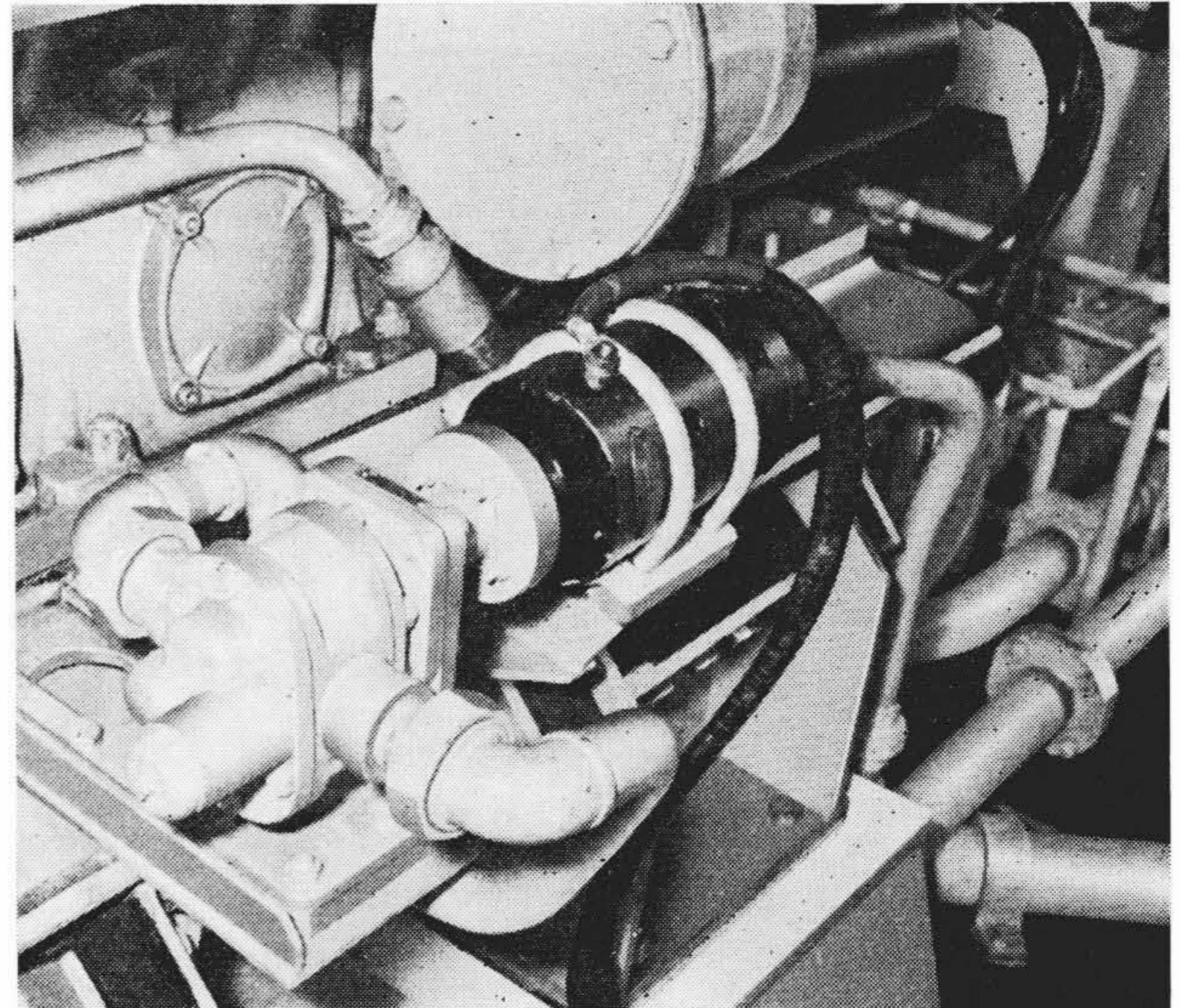
付属の供給ポンプに送られるので運転準備が容易で作用が確実である。また機関には複式ろ過器を用い、機関各シリンダごとにボッシュ形噴射ポンプを有する。

3.3 潤滑油系統

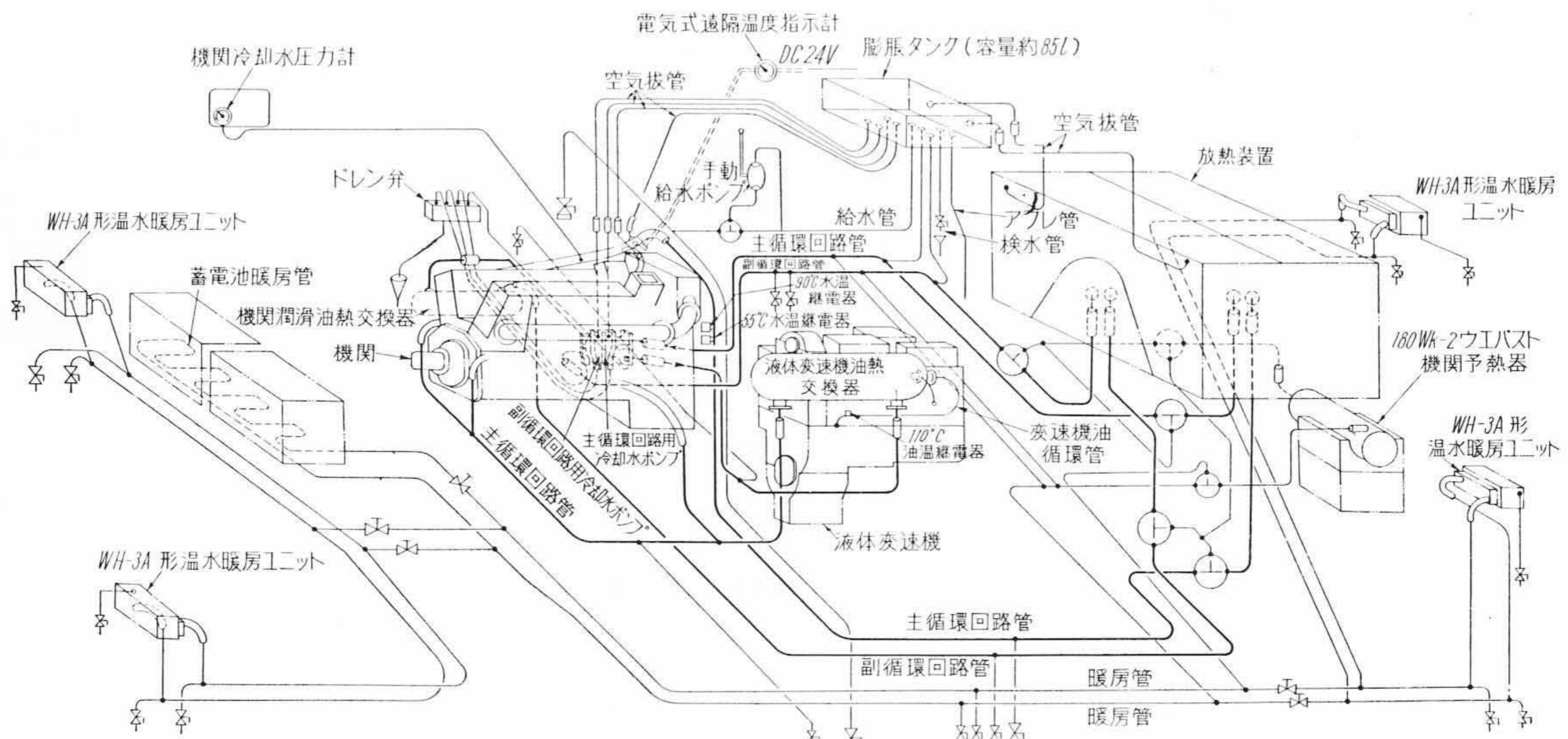
第16図に潤滑油系統を示す。クランクケースの下面に取付けられた油槽中の潤滑油は機関第一主軸受冠にボルト締めされてクランク軸により駆動されるギヤポンプによりストレナーを通して汲み



第16図 潤滑油系統図



第17図 予潤滑用電動ギヤーポンプ



第18図 冷却水系統図

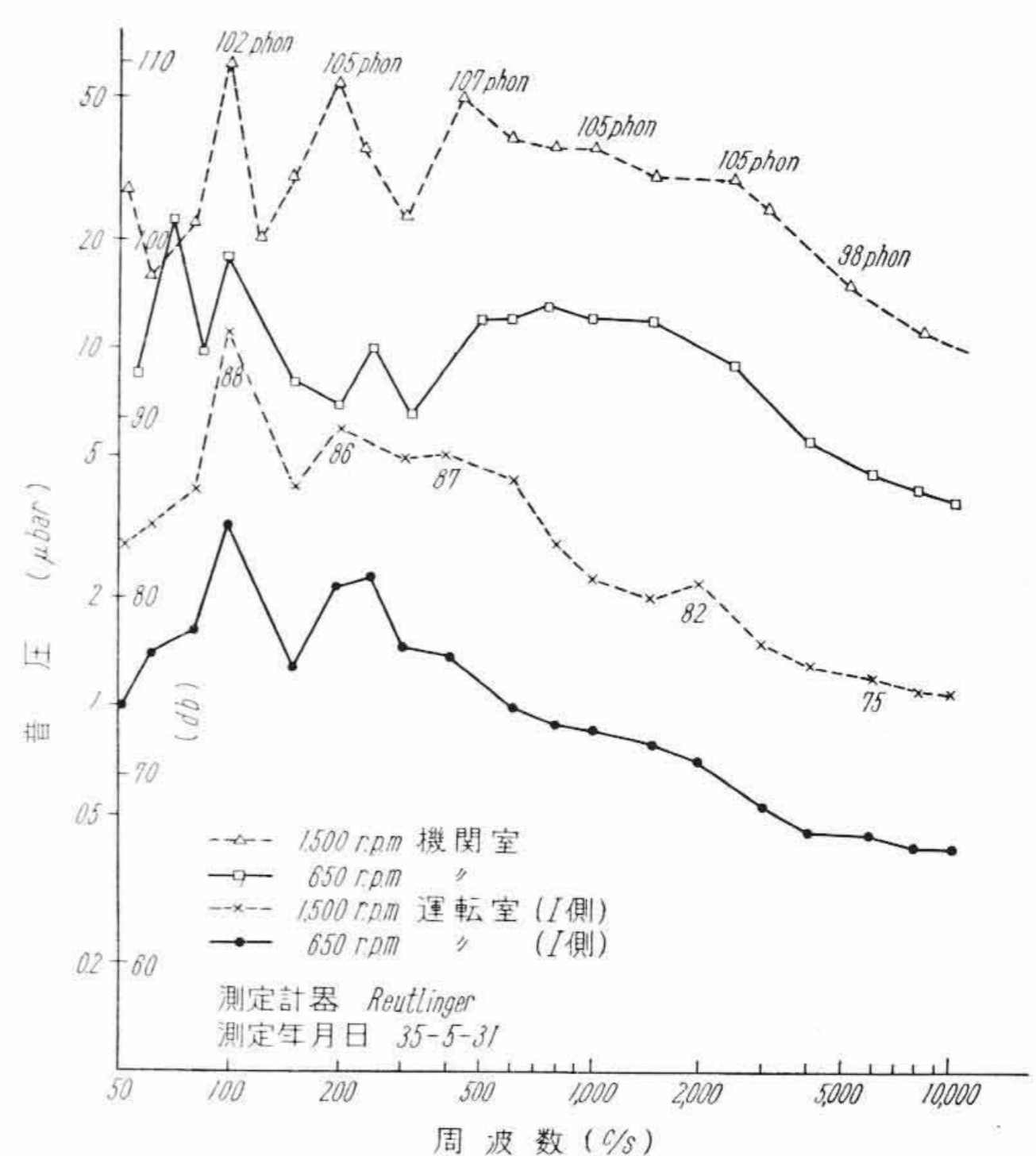
上げられ、油冷却器および複合ろ過器を経て機関各部に強制循環される。油冷却器の使用により圧油による放熱器素破損の不安はない。なお機関始動時の予備潤滑のための第17図に示す電動ギヤポンプが併置されているので始動が容易である。

3.4 冷却水系統

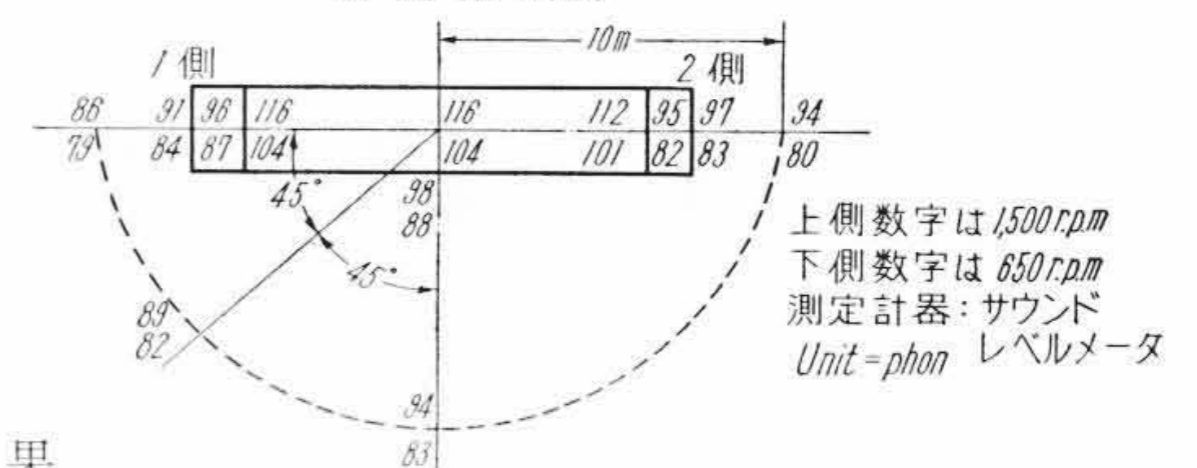
第18図に冷却水系統を示す。冷却水は機関本体および液体変速機油の冷却と潤滑油の冷却とに使用されるが、前者は主循環回路、後者は副循環回路を形成して別系統となっておりそれぞれ機関付属の串形構造の遠心ポンプにより冷却水は循環される。各系統は膨脹タンクを有しポンプ吸入側に接続して水位が保たれ負圧が加わらぬようになっており、また各部の空気抜きはすべて膨脹タンクに集められている。

3.5 騒音試験結果

運転室仕切壁および仕切りとびらはすべてモルトプレンをを用いた防音構造のものとし、仕切りとびら用窓は二重ガラスにして運転室の防音対策が行ってある。騒音測定の結果は第19図に示すとおり高速機関搭載の機関車としては割合に良好な成績を収めている。なお本測定後過給機吸入音の外部伝ばをしゃだんする方策の研究結果をさらに採り入れて騒音の減少が図られている。

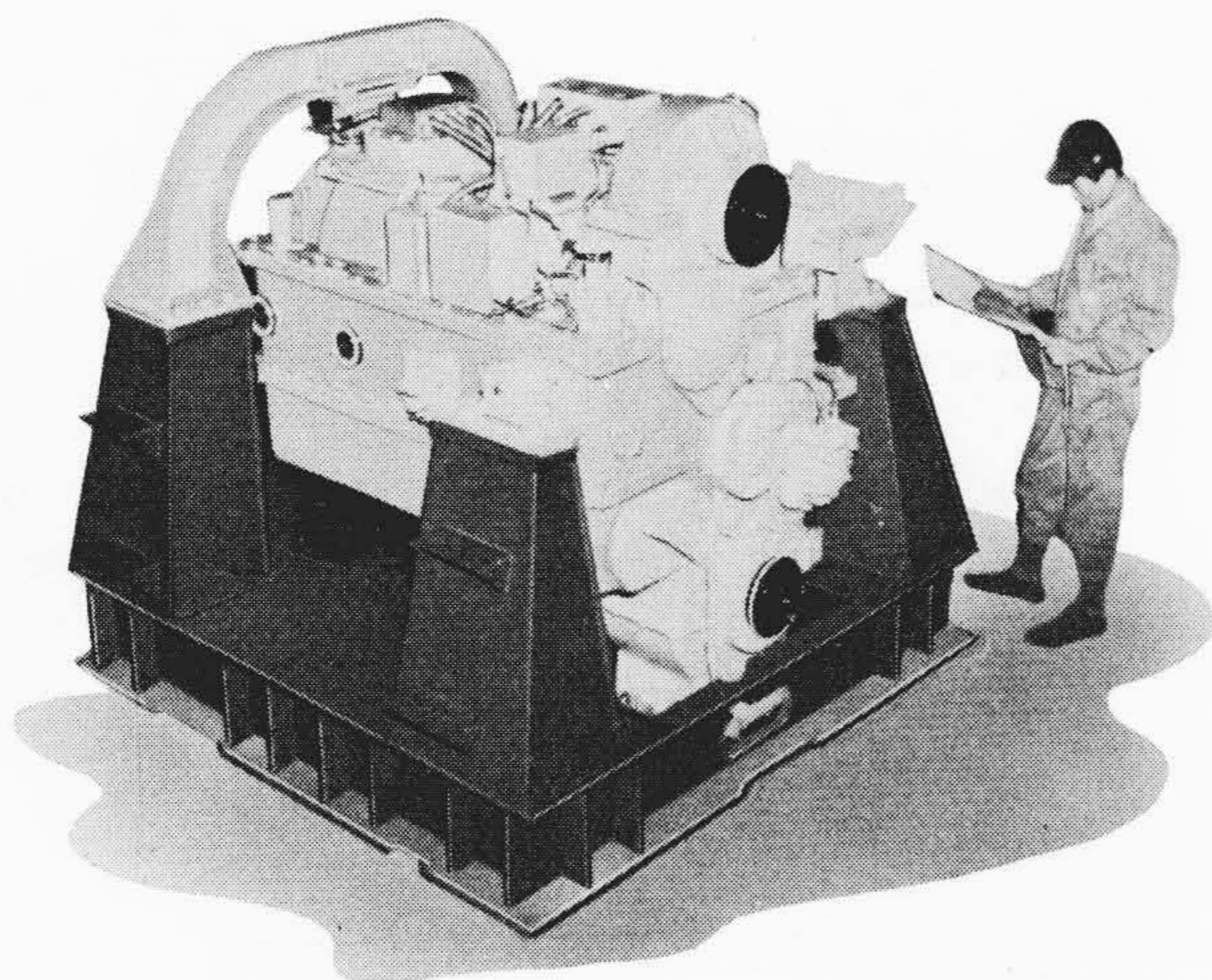


第19図 騒音測定結果



第3表 液体変速機の主要諸元

コンバータ形式	3要素 1段ラジアルステータ形
コンバータ数	3個 (低速形1個, 高速形2個)
ギヤ配列形式	ステップアップギヤ, 減速ギヤ, 正逆転ギヤ
逆転機形式	ギヤクラッチ, 空気作動式 (操作空気圧5kg/cm ²)
制御形式	全油圧自動制御式
最大入力回転数/最大出力回転数	1,500rpm/2,330rpm
使用油	(例) トルクフルードスーパL (改2)
回転方向	入力軸に向かって右回転
主要寸法	全長 1,681mm × 全幅 1,413mm × 全高 1,753mm
重量 (乾燥)	4,300kg (乾燥状態で)



第20図 液体変速機外観

4. 液体変速機

1,000馬力級液体式ディーゼル機関車用液体変速機は高性能なトルクコンバータと歯車の組み合わせよりなり、数段の自動変速が可能なものでなければならない。この種のもの西ドイツにおいては非常に発達しており、すでに機関車とともに世界各国にも多数輸出されて実用に供されているが、わが国においても大形液体式ディーゼル機関車実現のためにその開発が急務となってきた。日立製作所においては早くからその独力開発を決意し、1957年より高速軸受試験、新形式トルクコンバータの基礎研究および羽根車製作法の開発を含めた本格的な試作研究に着手した。

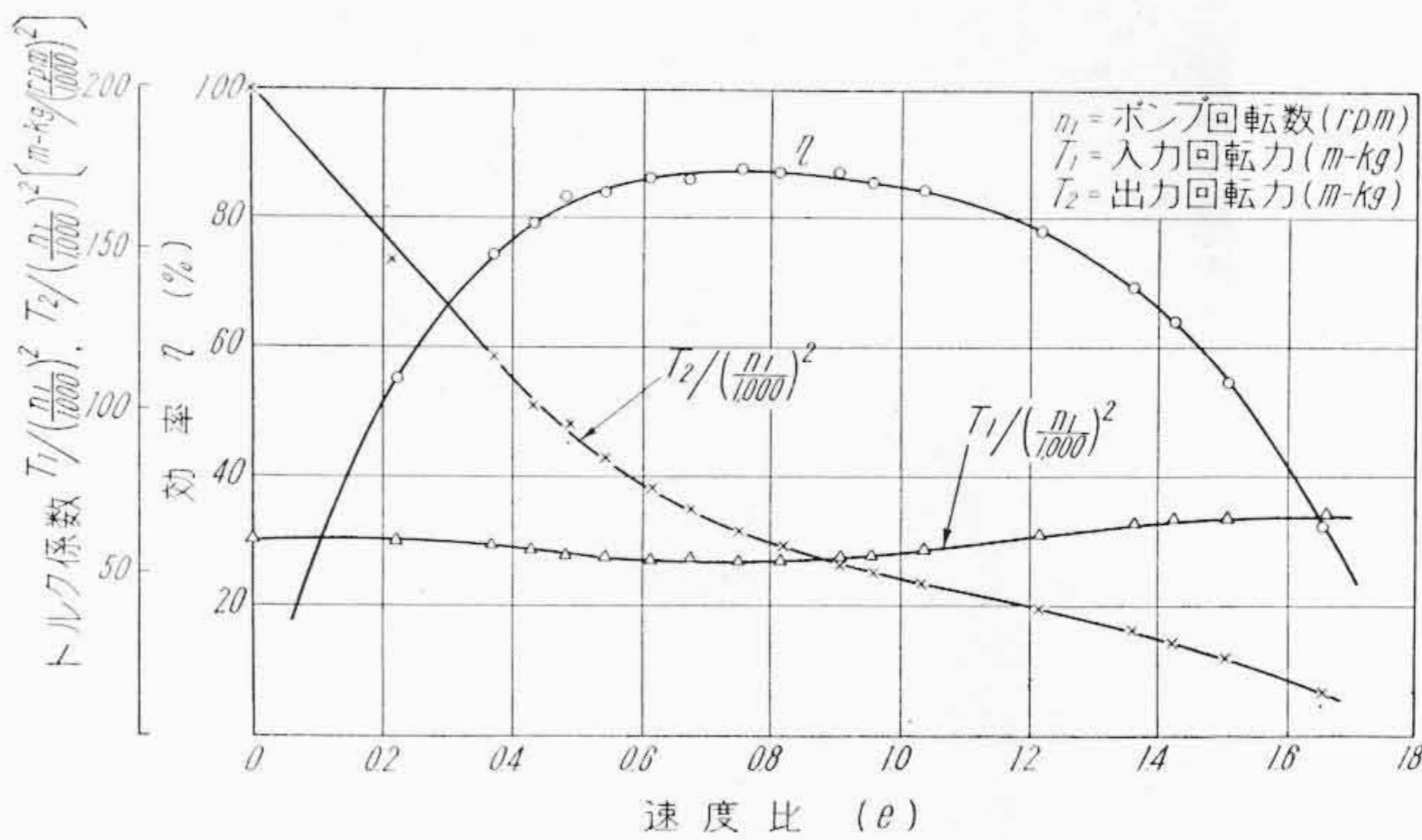
今日完成をみた本液体変速機はこれら基礎研究の累積の上に築かれたもので今後の活躍が期待されている。

4.1 仕様および構造

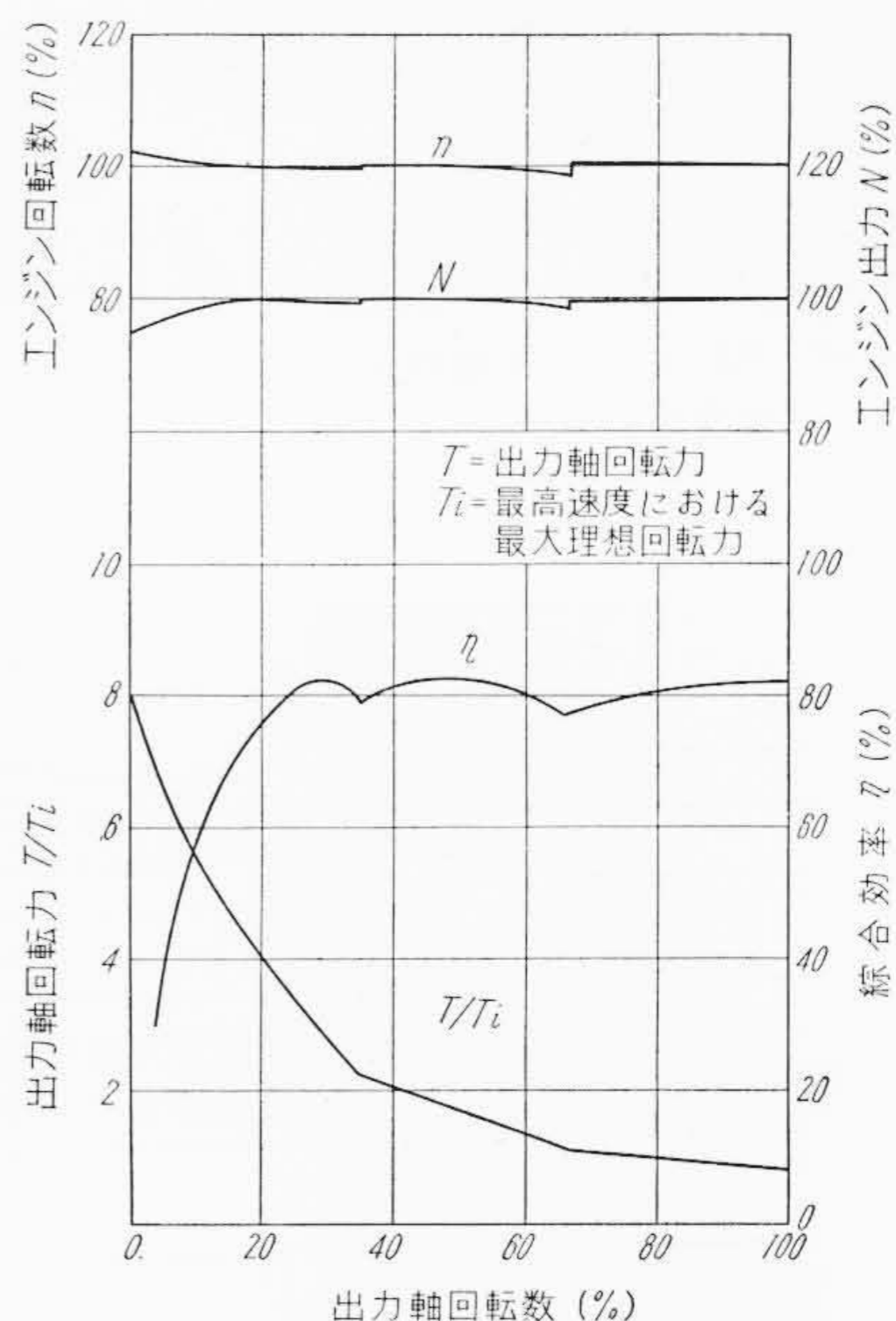
本液体変速機の主要諸元を第3表に示す。

本機はトルクコンバータ3個を備え、油の充てん排出により常時1個のトルクコンバータを選択使用し、減速比の異なる2組の減速歯車と組み合わせて3段の変速を行うものである。しかもコンバータの選択は機関および車速の変化に応じて常に最適の変速段が使用できるように調速機により自動的に行われる。増速歯車は機体の小形化を図るとともに、増速比を変えて仕様の異なる機関にも広く適用する目的で設けてある。歯車および軸受はすべて強制潤滑となっているから高速大馬力に対して安全である。第20図は本液体変速機の外観を示す。

また異常時に備え主切換弁および逆転シリンダの手动操作もでき



第21図 RS形トルクコンバータ特性の一例



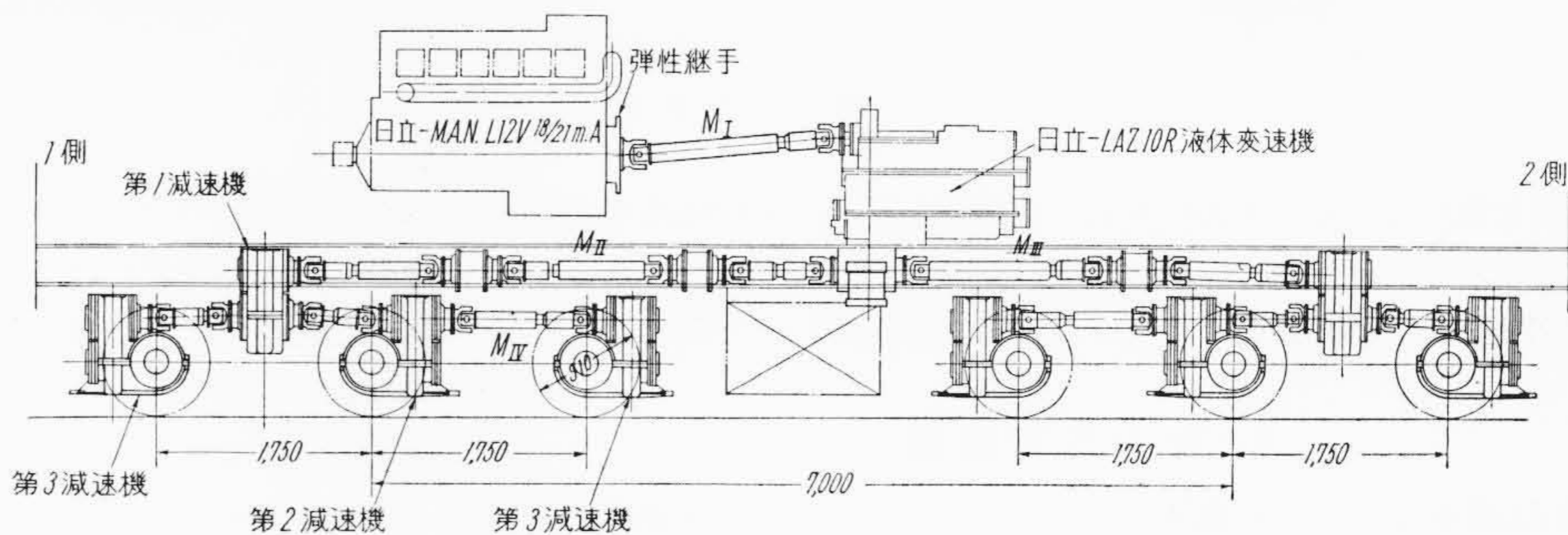
第22図 LAZ 10R 液体変速機特性曲線

るようになっている。

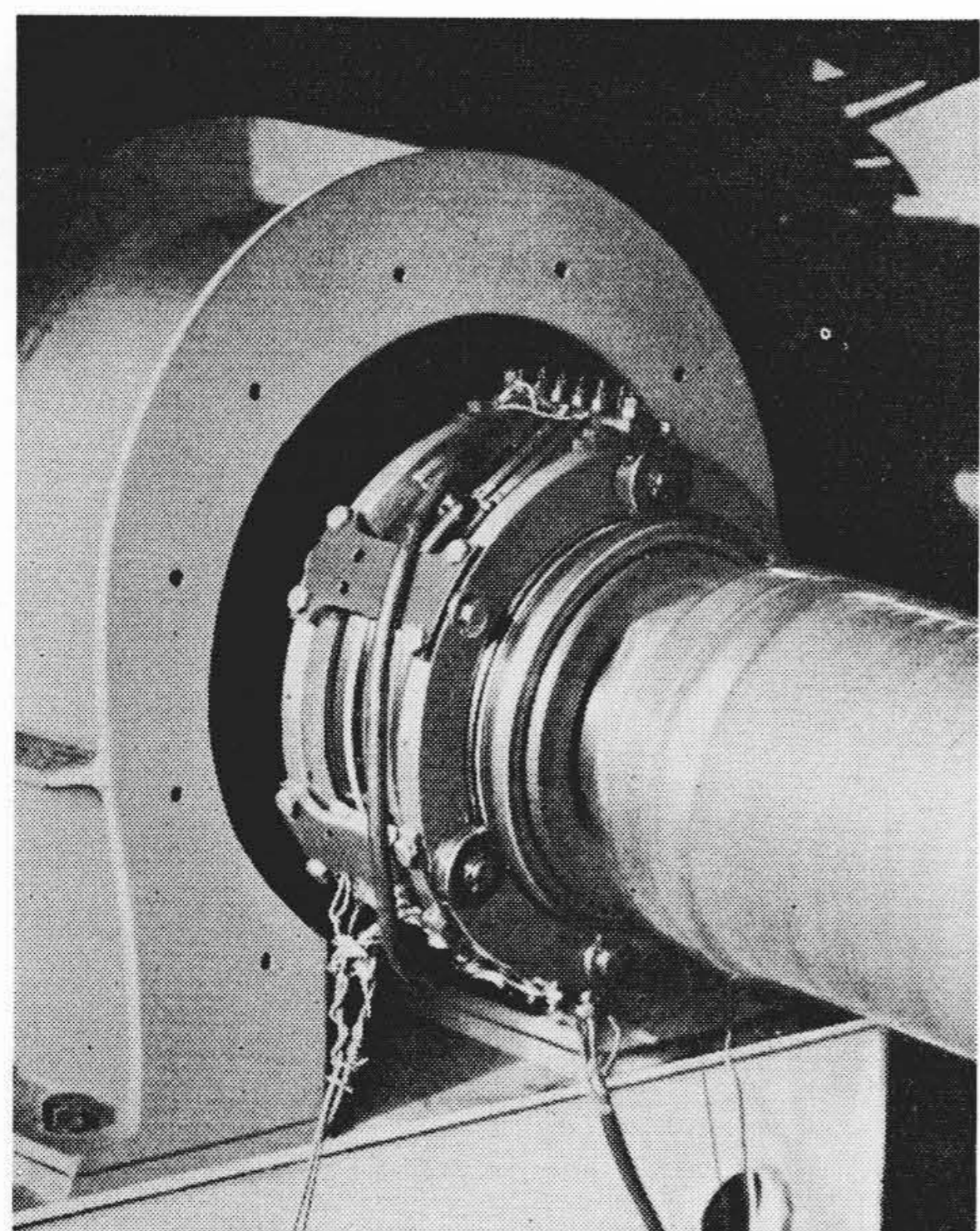
4.2 性能

従来大形液体式ディーゼル機関車は電気式ディーゼル機関車に比べて若干効率が劣るといわれていたが、これは高性能なトルクコンバータがなかなか得られなかったことに大きな原因があった。本液体変速機に組み込まれているRS形トルクコンバータは半径方向流路に二次元羽根を組み込んだ新形式の3要素1段形のコンバータで、車両用トルクコンバータとして最適の性能をもつものと考えられる。第21図はその性能の一例で最高効率90%弱、70%効率における利用率4という高性能をもつとともに、入力回転力がほぼ一定であるため、常に機関最大出力部分を利用できる利点を有している。

第22図は本液体変速機の総合特性の一例を示す。前述のとおり連続した3段階の変速切換えが可能であり、しかも切換時には一方のコンバータの排出と他方のコンバータの充てんを重畳させて動力



第23図 動力伝達軸系



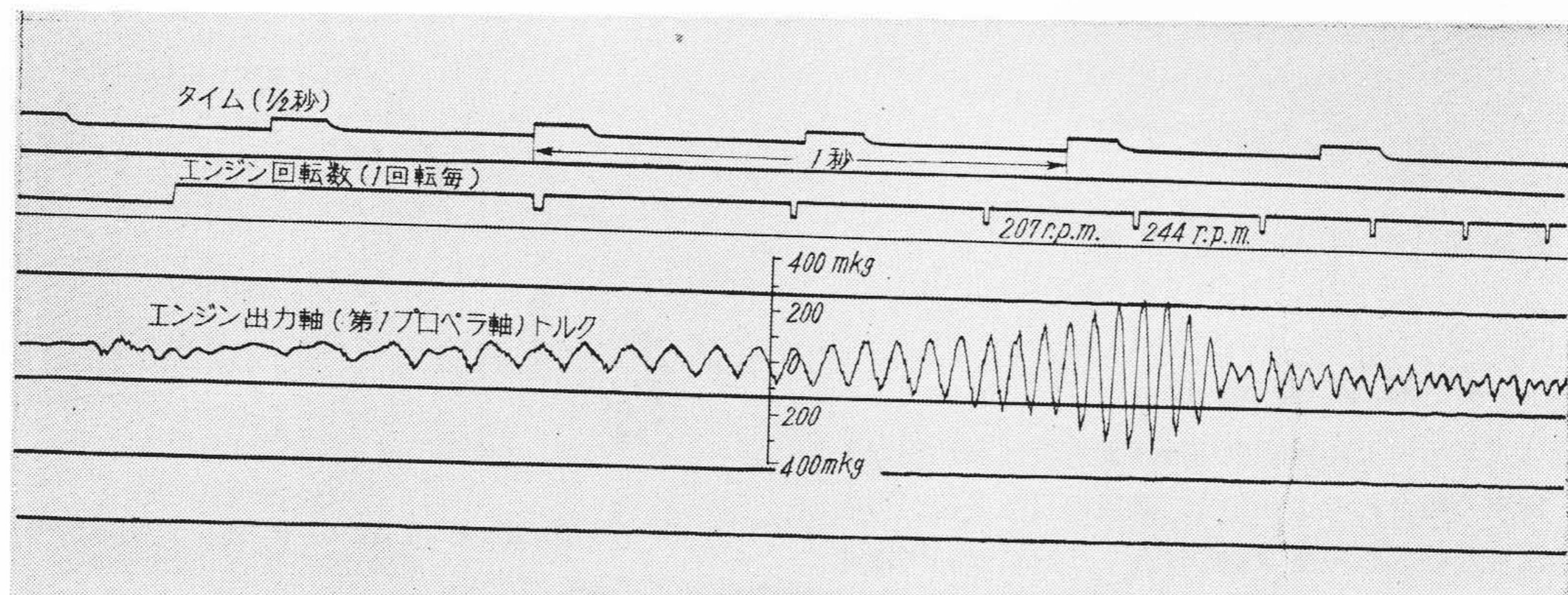
第24図 M_I プロペラ軸のトルク測定用スリップリング装置取付状況

第4表 プロペラ軸系静的最大発生トルクと傾斜角

プロペラ軸系	トルク測定装置 取付箇所	$\mu=1/3$ 粘着時 発生トルク	最大傾斜立体角
機 関-液体変速機	M _I	550 mkg	5°38'
液体変速機-第1減速機	M _{II} … 1 側 M _{III} … 2 側	1,016 mkg	1°50'
第1減速機-第2減速機	—	1,160 mkg	1°51'
第1減速機-第3減速機	—	580 mkg	1°51'
第2減速機-第3減速機	M _{IV}	580 mkg	1°06'

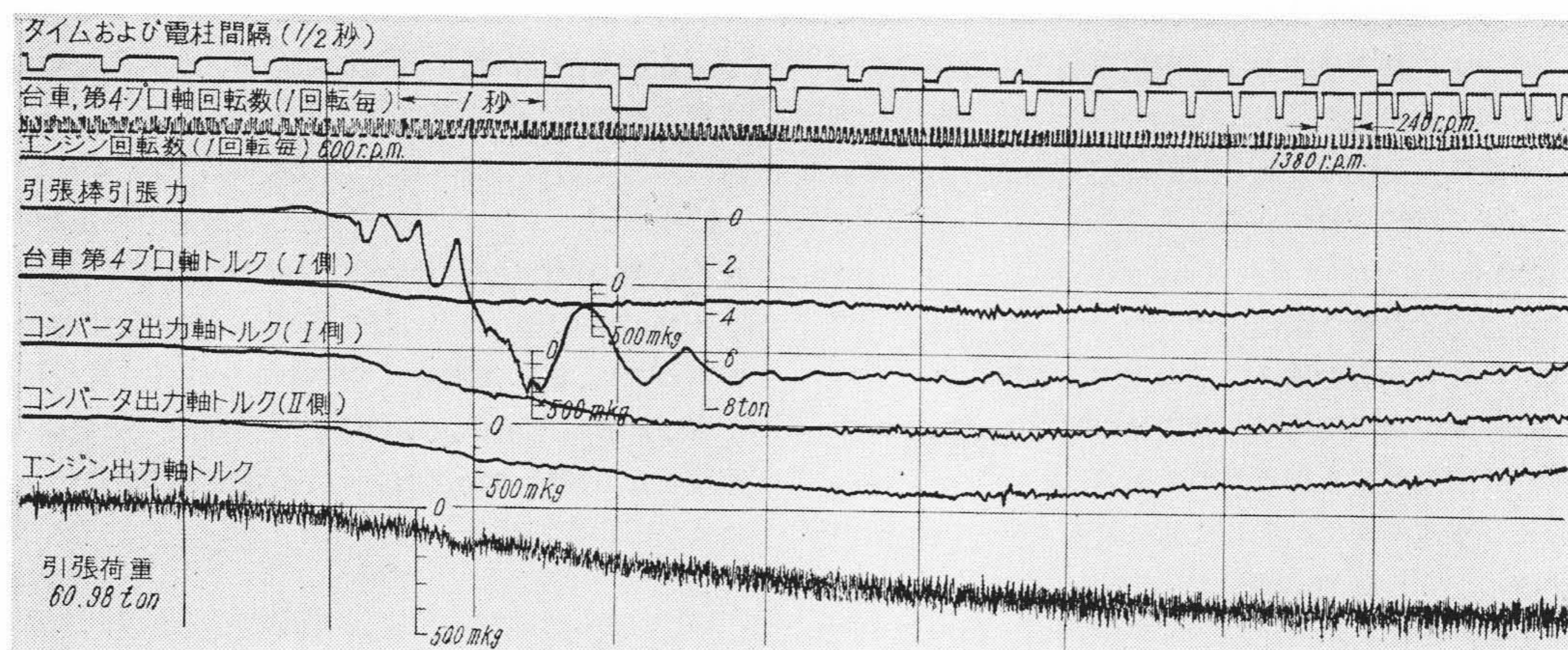
第5表 第1～3減速機歯車主要目

項 目	まがりば傘歯車		はずば歯車	
	小 歯 車	大 歯 車	小 歯 車	大 歯 車
歯 形	グリーンソン制式		並 歯	
圧 力 角	20°		20°	
歯直角モジュール	10		8	
歯 数	23	41	31	53
きざみ円直径	230	410	261	446
歯 幅	75		80	
ね じ れ 角	30°右	30°左	18°左	18°右
材 質	SNC21 滲炭焼入		SNC21 滲炭焼入	



(第1プロペラ軸の変動トルクの有様)

第25図 始動過程および共振域のオシログラム



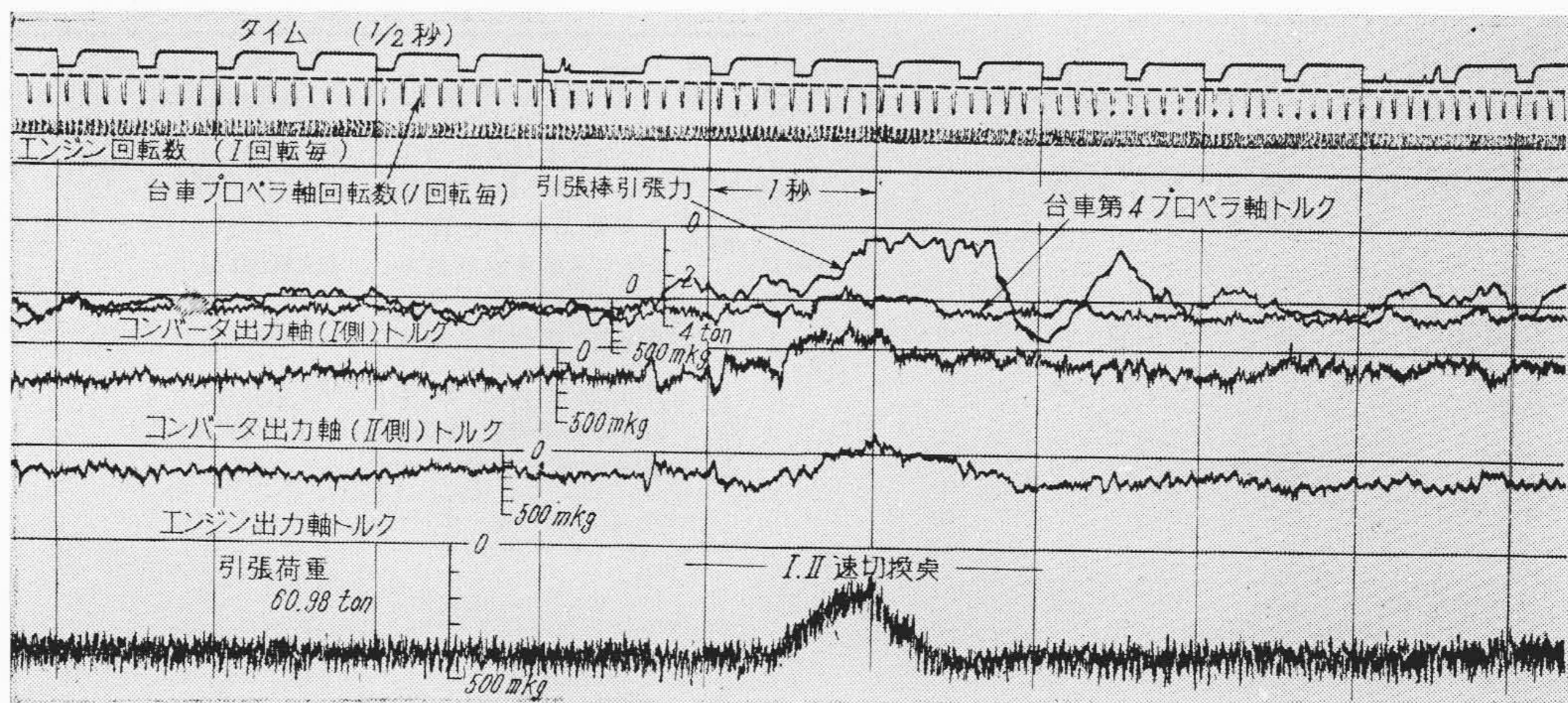
第26図 発車時のオシログラムの一例

の中断を除いている。実測においても切換えはほぼ1秒程度で完了しており、その間の動力中断もなく、安全かつ円滑に切換わることが第27図および第28図のオシログラムよりも明らかである。

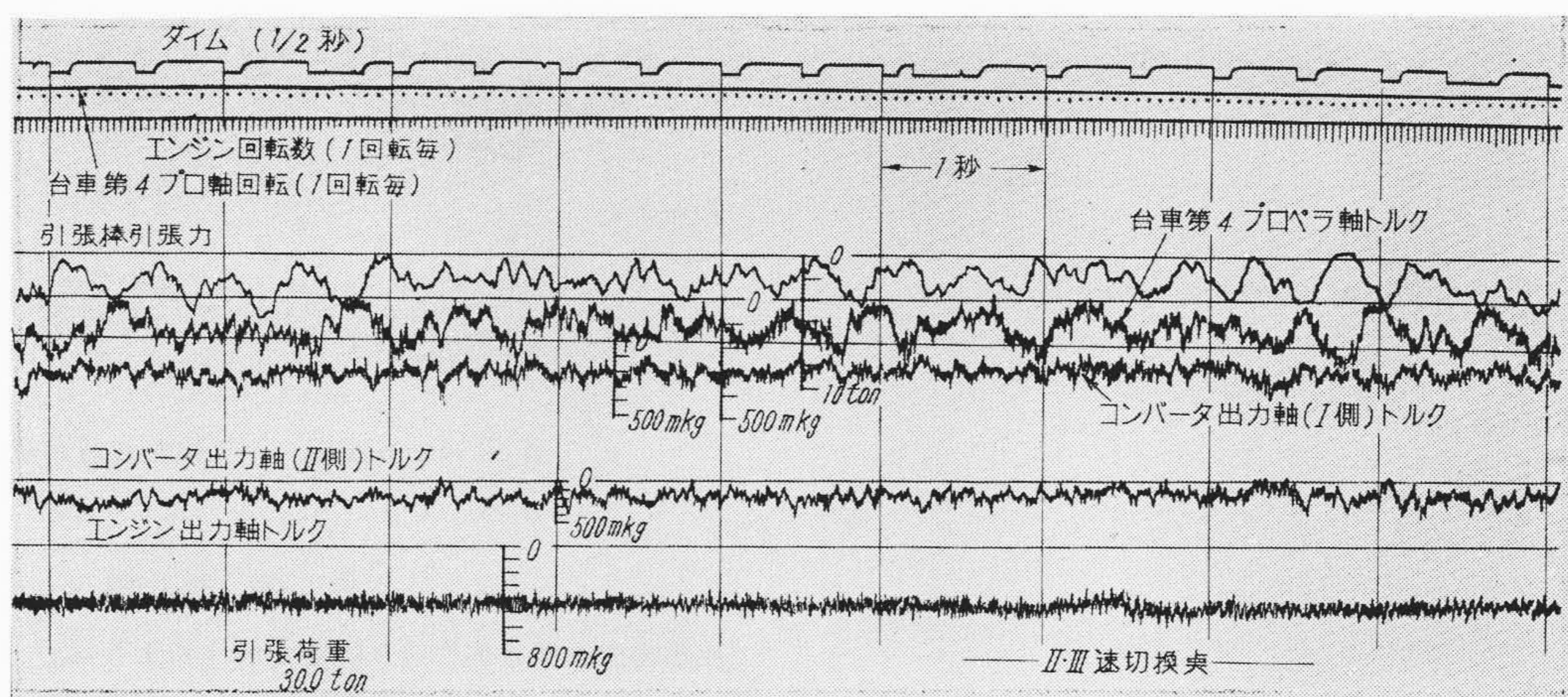
5. 動力伝達装置

第23図に示すように機関出力はプロペラ軸により液体変速機に導かれ、液体変速機の下部出力軸から前後方向にわかれたプロペラ

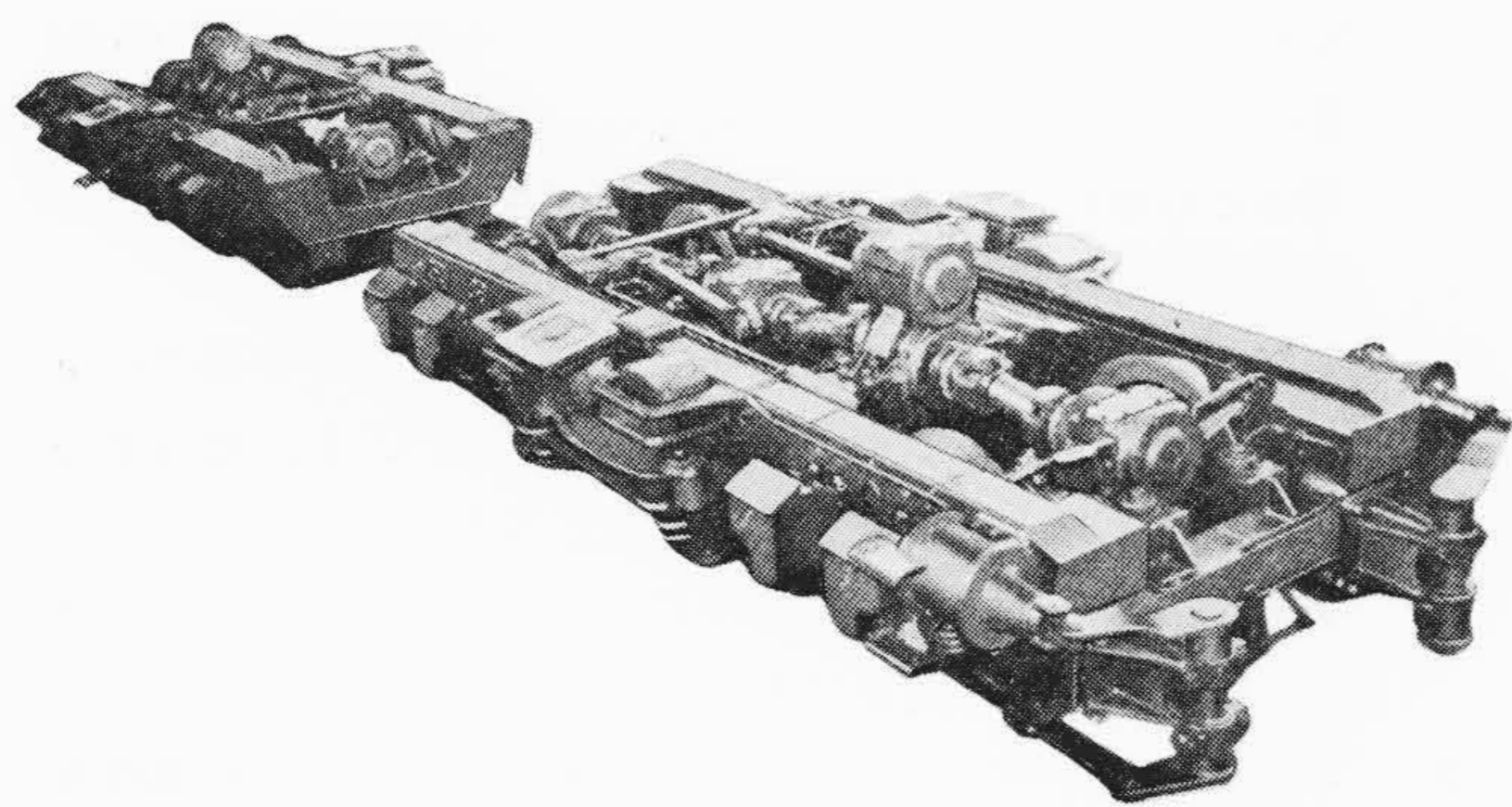
軸は車体床下の中央部を貫通して各台車に固定された第1減速機に至り、その間1端側は2箇所、2端側は1箇所、車体側に取付けられた軸受により支持されている。車体側と台車側を連結するプロペラ軸は曲線上における台車のいかなる回転角に対してもプロペラ軸の両端における屈折角が等しくなるようにZ配置で構成され、カルダンエラーとしてのよじり振動を軽減するように考慮されている。



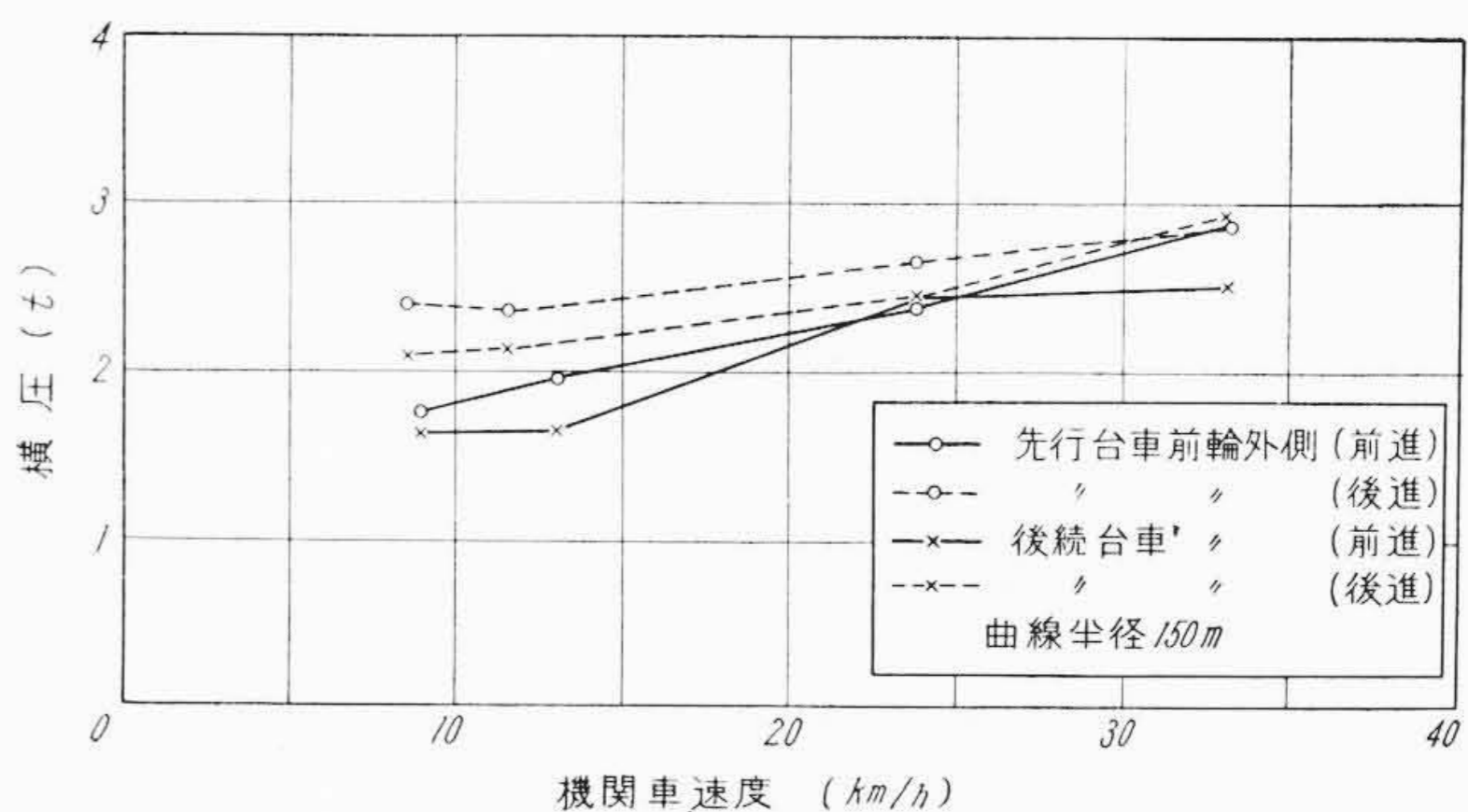
第 27 図 I 速→II 速切換時のオシログラムの一例



第 28 図 II 速→III 速切換時のオシログラムの一例



第 29 図 3 軸 ボ ギ ー 台 車



第 30 図 横 圧 測 定 結 果

第 4 表に各プロペラ軸系の粘着時発生最大トルクと最大傾斜立休角の値が示されているが、走行時に生じるトルク変動をも考慮して十分余裕のある容量のプロペラ軸が使用されている。また第 4 表に記載の M_I、M_{II}、M_{III}、M_{IV} の各プロペラ軸系にはひずみゲージをはりつけ第 24 図に示すスリップリング装置によりオシログラフに入れて記録を行い、始動時およびいろいろな走行条件で発生するトルク変動の解析はあくを行い、動力伝達軸系の安全性の確認を行った。第 25、26、27 図および第 28 図は工場外試験線にて引張棒引張力試験を行った際に測定したプロペラ軸発生トルクのオシログラムの一例を示したものである。

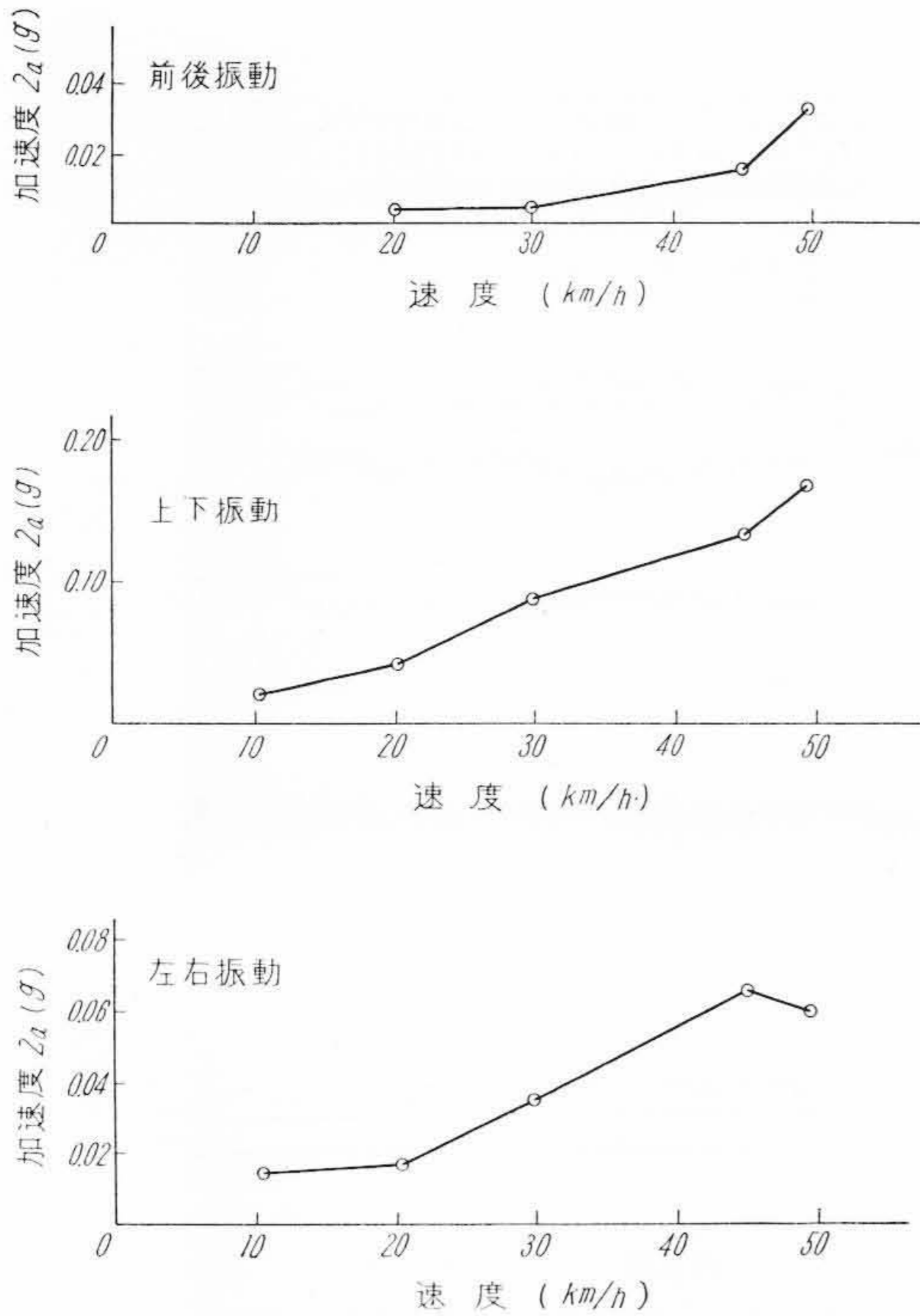
なお第 5 表に第 1、第 2 および第 3 減速機の歯車の主要目が示されているが、第 1 減速機と第 2～3 減速機に使用されているハスバ歯車は互換性をもつように考慮されており、第 2 減速機と第 3 減速

機の最終段歯車としてはグリーンソン創成機で歯切されたマガリバ傘歯車が使用されている。

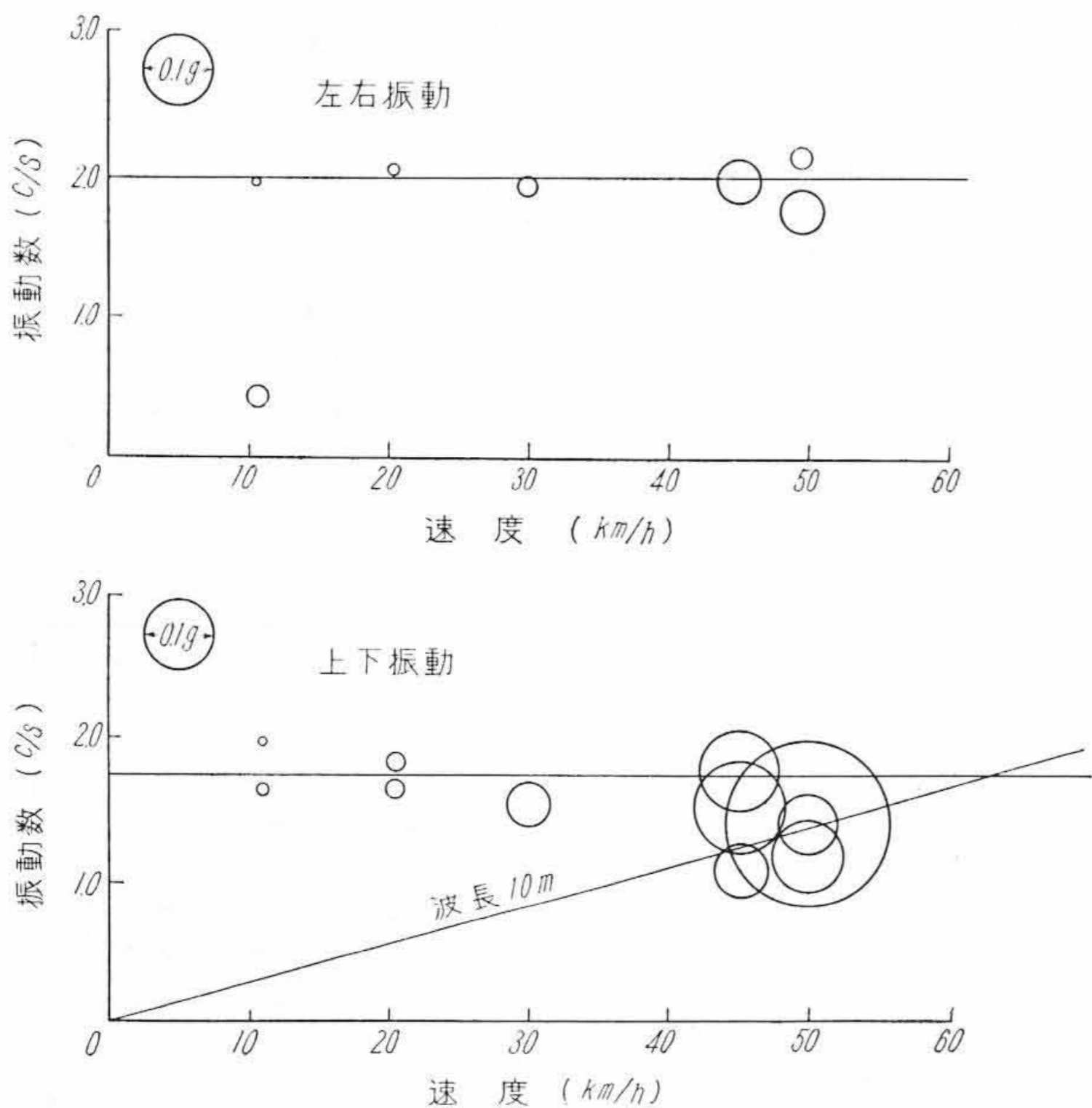
6. 台 車

台車は全輪軸駆動、鋼板箱形溶接構造の 3 軸ボギーで、第 29 図に外観を示す。台車の中央部をプロペラ軸が占めているため心皿が設けられないので、車体重量は台車両側の揺れ枕装置に直接支持され、つりリンクによって台車側梁につられている。台車横梁にはけん引力伝達を兼ねた仮想中心リンク装置が取り付けられている。

機関車の走行性をよくするため枕バネおよび軸バネは従来の機関車に比べて非常にやわらかくしてあり、つりリンク支点にはナイフエッジを直角に 2 段に組合わせたものが使用され、またリンクの上下支点は防振ゴムでささえて曲線通過の際の円滑な方向転換動作と



第31図 振動加速度測定結果



第32図 振動数解析結果

横圧の軽減が期待できるよう考慮されている。機関車重量当りのバネ常数は 2.49 mm/t で、枕バネ部には 1 台車当りの減衰係数 360 kg/cm/s を有する 4 個のオイルダンパを取付けて、上下振動に対して減衰を与えている。

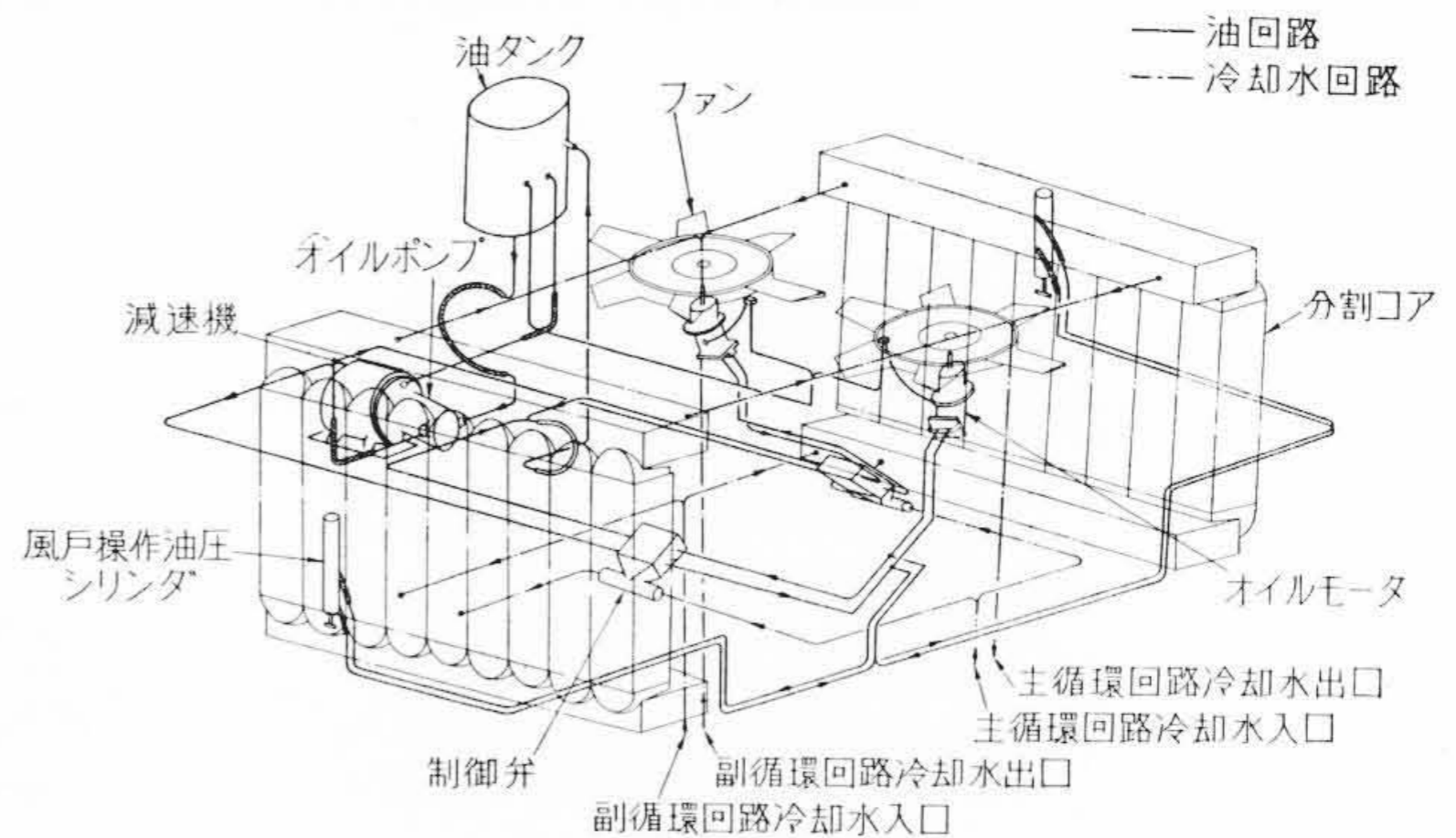
工場内試験線の半径 150m 曲線区間で直圧および横圧測定タイププレートにより横圧測定を行った結果を第 30 図に示す。これによれば約 33km/h の速度において横圧は 3 t 以下に納っており、丙線の最小曲線半径 200m においても横圧は少ないことが予想される。

なお車輪タイヤはフランジ摩耗を防止するためフランジ部に火焰焼入を施すとともに、機関車両端の先頭車輪に対してはフランジ塗油装置が取付けられており、また 3 軸のうち中間軸のフランジは最小通過曲線半径 100m を考慮して 6 mm けずり込んでいる。

つぎに工場外試験線における前後、左右、上下の各振動加速度およびその振動数測定結果は第 31 図および第 32 図に示すとおり良好な性能を示している。

第6表 放熱装置冷却性能表

機関出力	1,100PS	冷却ファン仕様： 寸法：900φ 台数：2 風量：750m ³ /min 全圧：70mmAq ファン回転数： 最大 1,450rpm ファン馬力：22PS×2
機関最大回転数	1,500rpm	
主回路	機関冷却水最大放熱量	450,000kcal/h
	主冷却水回路最大循環量	45m ³ /h
	冷却水最高許容温度	85°C
	液体変速機最大放熱量	150,000kcal/h
副回路	液体変速機油最大流量	18m ³ /h
	液体変速機油最高温度	110°C
	潤滑油最大放熱量	60,000kcal/h
副回路	副冷却水回路最大循環量	23m ³ /h
	潤滑油最高許容温度	75°C
大気温度(最高)	35°C	



第33図 静油圧ファン駆動装置系統図

7. 放熱装置

放熱装置は第 6 表の冷却性能を有するように設計されており、ファン駆動装置としては自動制御式静油圧駆動方式が採用されている。

この放熱装置の特長は下記のとおりである。

- (1) 装置をユニットとして組立て車両への取付け取はずしを容易にし、点検および修理に便ならしめてある。
- (2) 車体との取付けには弾性支持が考慮されている。
- (3) 装置の取付けは機関の位置に無関係である。
- (4) 機関の負荷や外気温に無関係にサーモスタットの働きによりファンの回転を制御(制御範囲75°C~81°C)し、冷却水温の変動をきわめて狭い範囲に保持しうる。
- (5) ファン駆動に必要な入力は所要の冷却条件によって決まり、動力の節約が可能である。
- (6) シャッターは油圧を使って自動開閉され、冷却水の過冷却を防止する。

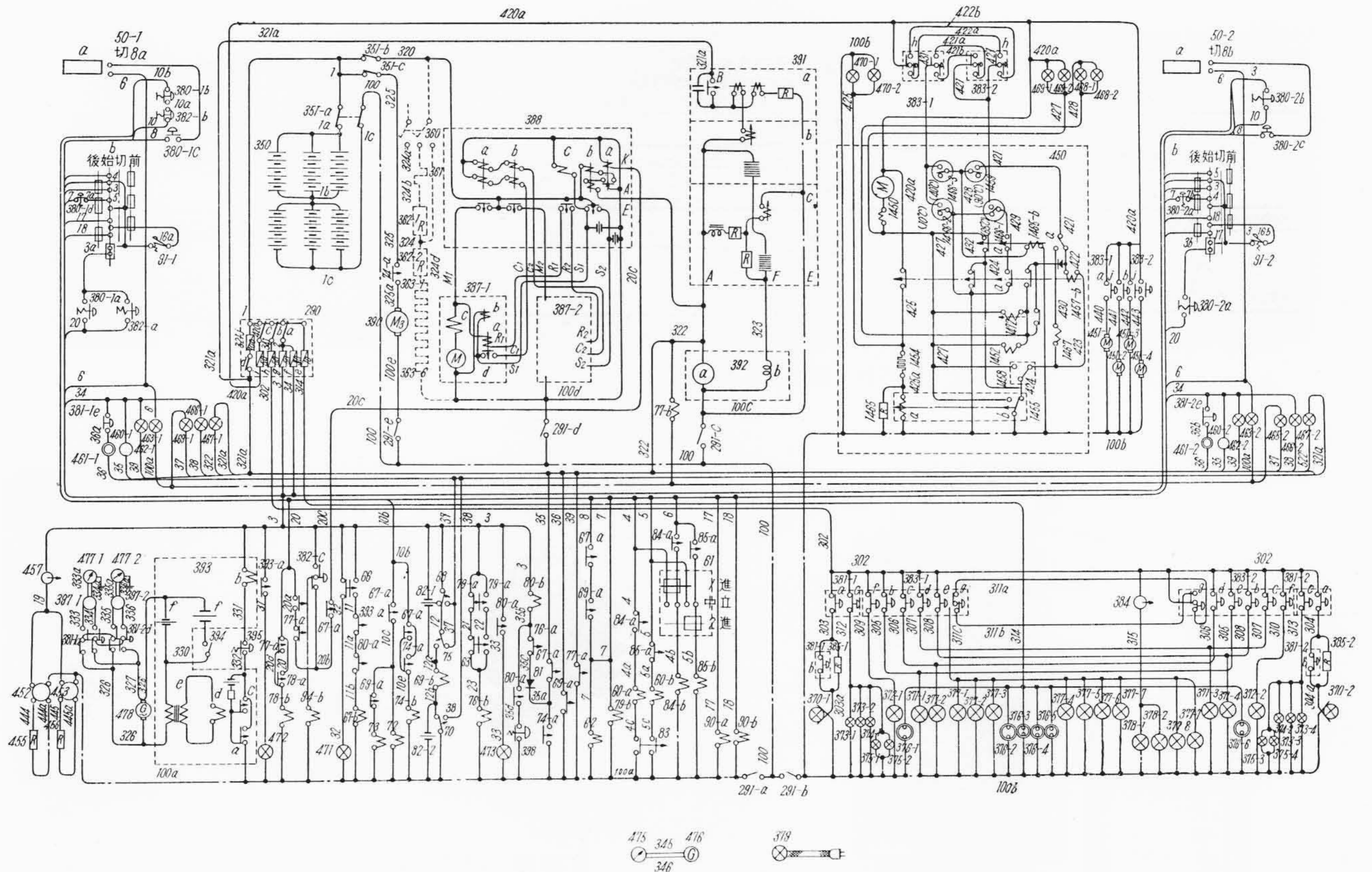
第 33 図に静油圧ファン駆動装置の系統が示されている。

8. 制御および保護装置

箱形両運転室、非重連式の本機関車の制御方式として機関燃料制御は空気式を、そのほかは蓄電池を電源とする電磁あるいは電磁空気式を採用して運転操作の簡易化を計るとともに十分なる保護装置を設け、運転の安全を期すように計画されている。制御方式の概要を示す電気回路つなぎを第 34 図に、その機器番号と名称表を第 7 表に示す。

8.1 機関の始動および制御装置

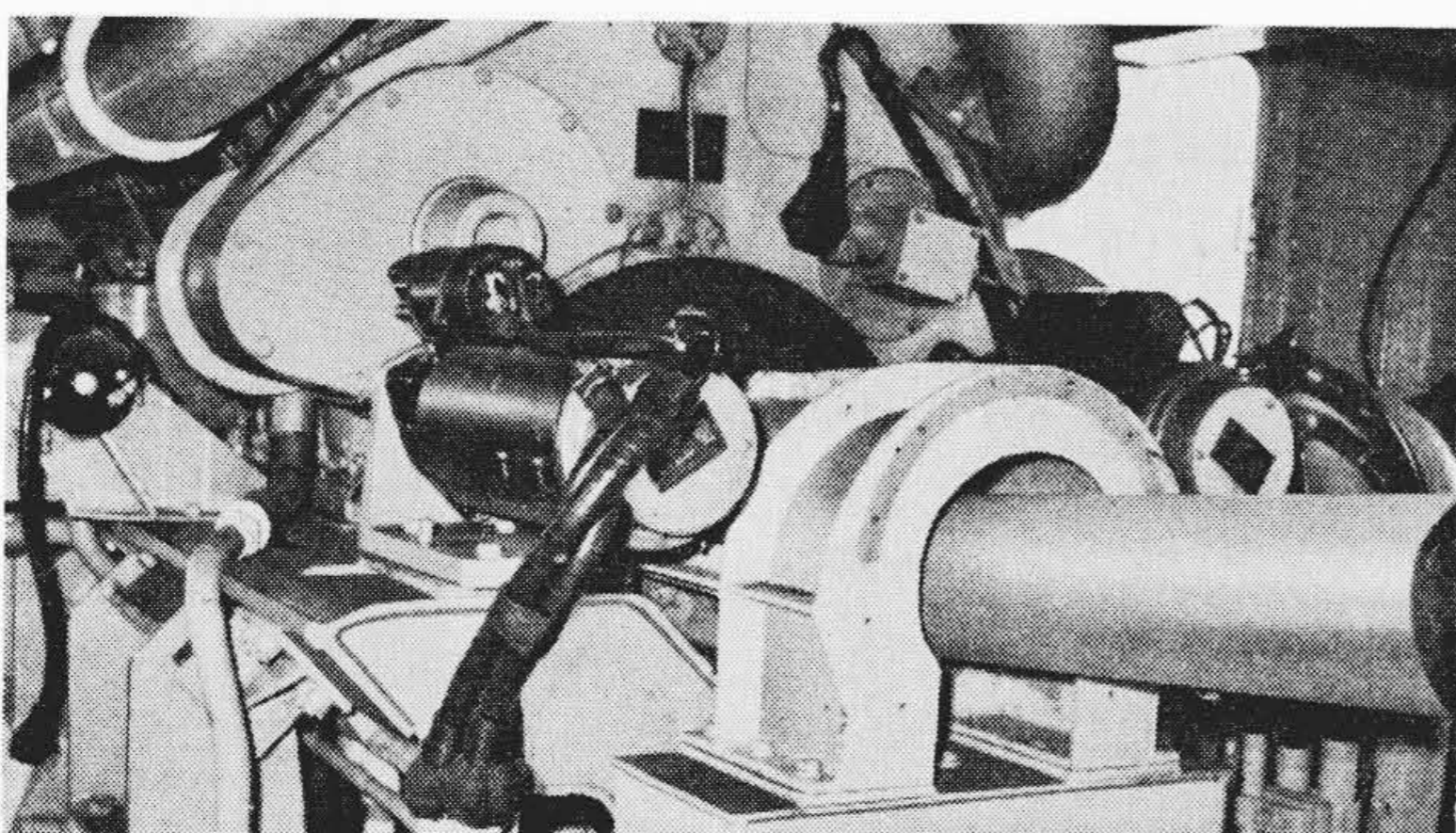
機関が大形になると始動に先だつて予潤滑を行うことが必要になり、また機関は潤滑油圧の低下時に燃料供給を遮断する鎖錠装置を内蔵しているため、始動時にあらかじめ潤滑油圧を 1.1 kg/cm²以上に高める必要がある。このためハンドポンプのほかに、第 17 図



第34図 電 気 回 路 つ な ぎ

第7表 機 器 番 号 と 名 称 表

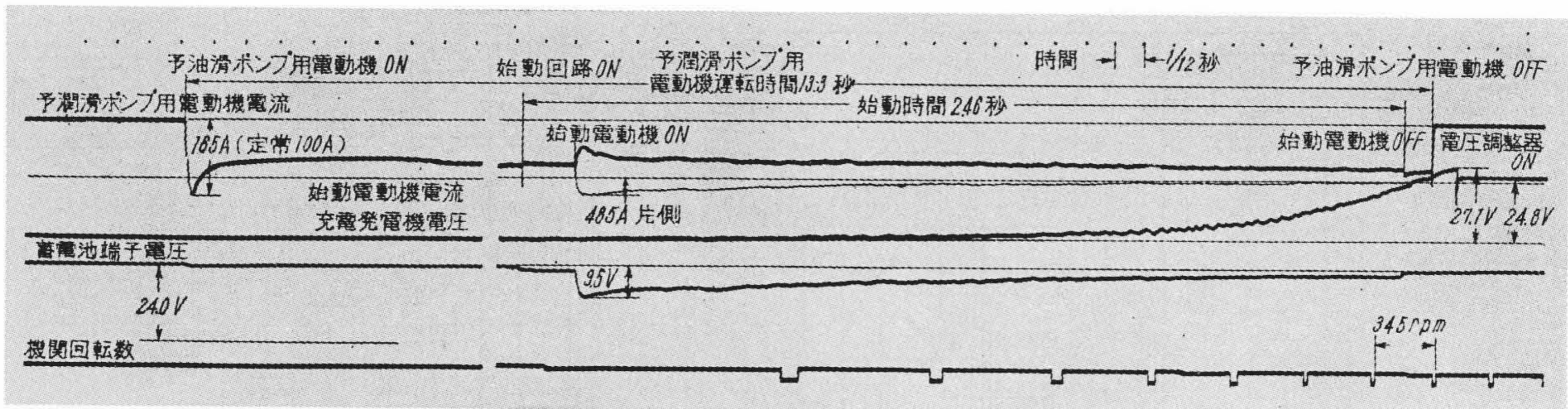
機器番号	名 称	機器番号	名 称	機器番号	名 称	機器番号	名 称	機器番号	名 称
50	主幹制御器	84	1進補助継電器	376	点検灯栓受	j	カーヒータ(暖房助)	453	機関潤滑油温度計感熱部
a	主 円 筒	85	2進補助継電器	377	機関室灯	384	放熱器室灯スイッチ	455	機関冷却水温度計感熱部
b	逆転円筒	90	砂まき電磁弁	378	放熱器室灯	385	減光抵抗器	456	機関潤滑油温度計感熱部
60	逆転機電磁弁	a	1進用	379	点 検 灯	387	始動電動機	457	温度計用スイッチ
a	1進電磁弁	b	2進用	380	押スイッチ	388	同期スイッチ	460	ベ ル
b	2進電磁弁	91	砂まきスイッチ	a	機関始動	390	補助電動機	461	ブ ザ
61	逆転機連動	b	機関停止	b	機関停止	391	電圧調整器	462	機関停止表示灯
62	変速機充電電磁弁	94	補助電動機用電磁接触器	c	充電開放	a	充電自動スイッチ	463	逆転表示灯
63	変速機連動(油圧継電器)	290	低圧配電盤	d	充電	b	電流制限器	465	水温警報表示灯
66	油圧継電器	291	帰路スイッチ	381	押スイッチ	c	電圧調整器	466	油温警報表示灯
67	油圧補助継電器	350	蓄 電 池	a	前 灯	392	充電発電機	467	充電表示灯
68	水温継電器(機関冷却水-高)	351	スイッチ盤	b	前灯減光	a	電 機 子	468	暖房(運転)表示灯
69	温度補助継電器	a	蓄電池開放スイッチ	c	計器灯	b	界磁コイル	469	暖房(保温)表示灯
70	油温継電器(変速機)	b	始動回路開放スイッチ	d	ドイタ回転計切換え	393	ドイタ過回転監視装置	470	暖房(予熱)表示灯
72	機関停止電磁弁	c	補助電動機用開放スイッチ	e	ブザ開放	a	パワー継電器接点	471	油圧表示灯
73	機関空回転電磁弁	360	予熱始動スイッチ	382	押スイッチ(機関室)	b	パワー継電器コイル	472	異常確認表示灯(機関過速)
74	油圧警報用補助継電器	361	予熱表示灯	a	機関始動	c	パイロット継電器接点	473	異常確認表示灯(変速機作動)
75	水温継電器(機関冷却水-付)	362	予熱直列抵抗器	b	機関停止	d	パイロットコイル	475	過給機回転指示計
76	充電監視限時継電器	363	予 熱 栓	c	潤滑油ポンプ	e	マッチングトランス	476	過給機回転計用発電機
77	電圧継電器	370	前 灯	383	押スイッチ(灯暖房)	f	共振回路用蓄電器	477	ドイタ機関回転指示計
78	機関始動保安継電器	371	標 識 灯	a	カーヒータ(暖房運)	394	ドイタ試験スイッチ	478	ドイタ機関回転計用発電機
79	充電補助継電器	372	標 識 灯	b	標 識 灯	395	ドイタ鎖錠開放スイッチ		
80	充電異常確認継電器	373	計 器 灯	c	標 識 灯	396	ドイタ回転計用連結栓		
81	セレン整流器	374	速 度 計 灯	d	標 識 灯	397	ドイタ調整箱(回転計補正用)		
82	蓄 電 器	375	時 刻 表 灯	e	標 識 灯	398	鎖錠開放スイッチ		
83	油圧検出器			f	室内灯	450	ウエバスト暖房器		
				g	機関室灯	451	カーヒータ		
				h	暖房運転	452	機関冷却水温指示計		
				i	暖房保温				



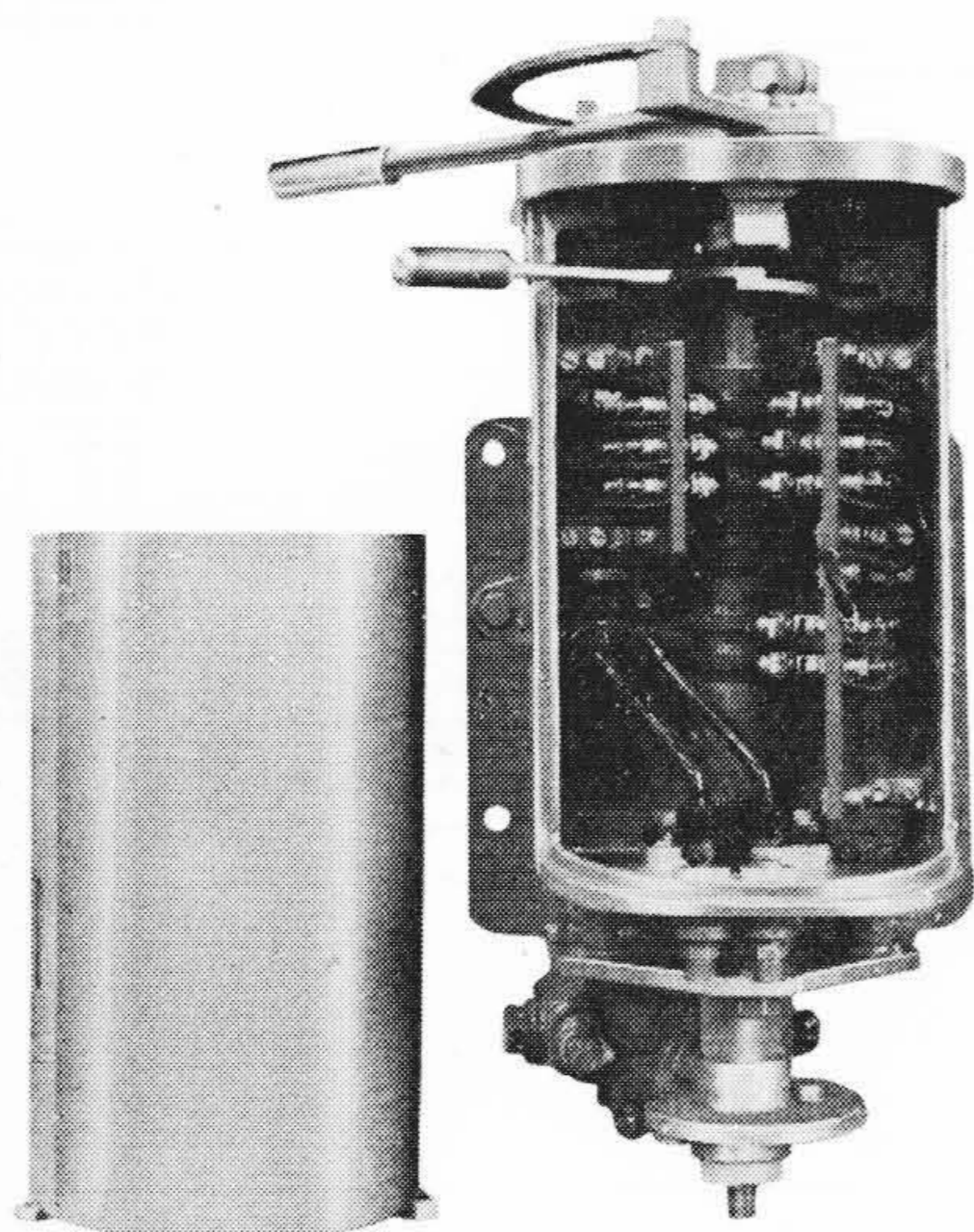
第35図 始動電動機の取付状況

に示した日立S-X24形24V、0.75kW(1P.S.)直流電動機を設け、予潤滑用のギヤポンプを駆動して予潤滑を行うが、これは単独使用できるほか、機関始動用スイッチに連動して始動過程の一部で使用することもできる。機関の始動は両運転室および機械室より可能で、日立S-215形24V、11kW(15P.S.)直流始動電動機2台により行われる。第35図に始動電動機の取付け状況を、第36図に機関始動特性の一例を示す。機関冷却水の予熱が必要な場合のために、ウエバスト機関予熱器が用意されている。

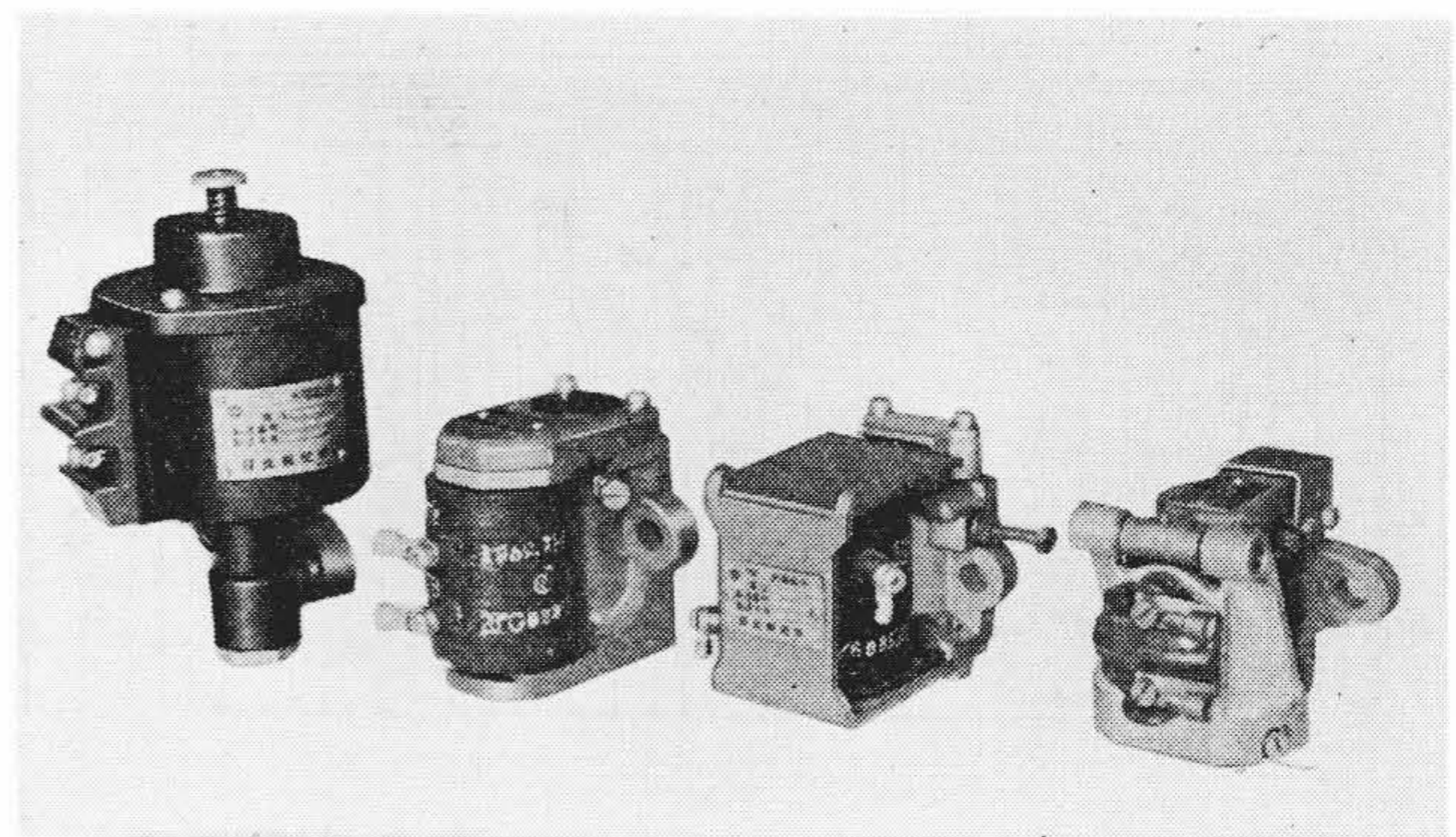
機関の燃料制御は第37図に示すMG24S形主幹制御器主ハンドルにより行われる。すなわち第38図機関制御線図に示されているとおり、主幹制御器の主軸に連動するカムにより空気圧力調整弁



第36図 機関始動特性オンプログラム



第37図 MC-24S形主幹制御器



第39図 VMN 24SS形(右端)と各種電磁弁の比較

び機械室から行うことができるが、ほかに非常停止用の手動鋼索も備えられている。

8.2 送転機制御装置

逆転クラッチは原則として中立位置をもたず、主幹制御器逆転ハンドルの1進、2進切換操作により電磁空気式に切換えられる。したがって1進または2進位置にかみ合い完了後、クラッチはその位置に鎖錠されるとともに、切換電磁弁は励磁を解かれるようになっている。また出力軸の回転により生ずる油圧を利用して、さらにこのクラッチの鎖錠を行うほか、この油圧回路にそう入された油圧検出器により逆転クラッチ制御回路を開放するため、走行中にクラッチがはずれたり、切換えが行われたりすることはありえない。回送などのためにクラッチの中立を得たい場合には、手動レバーにより切換えることが可能である。

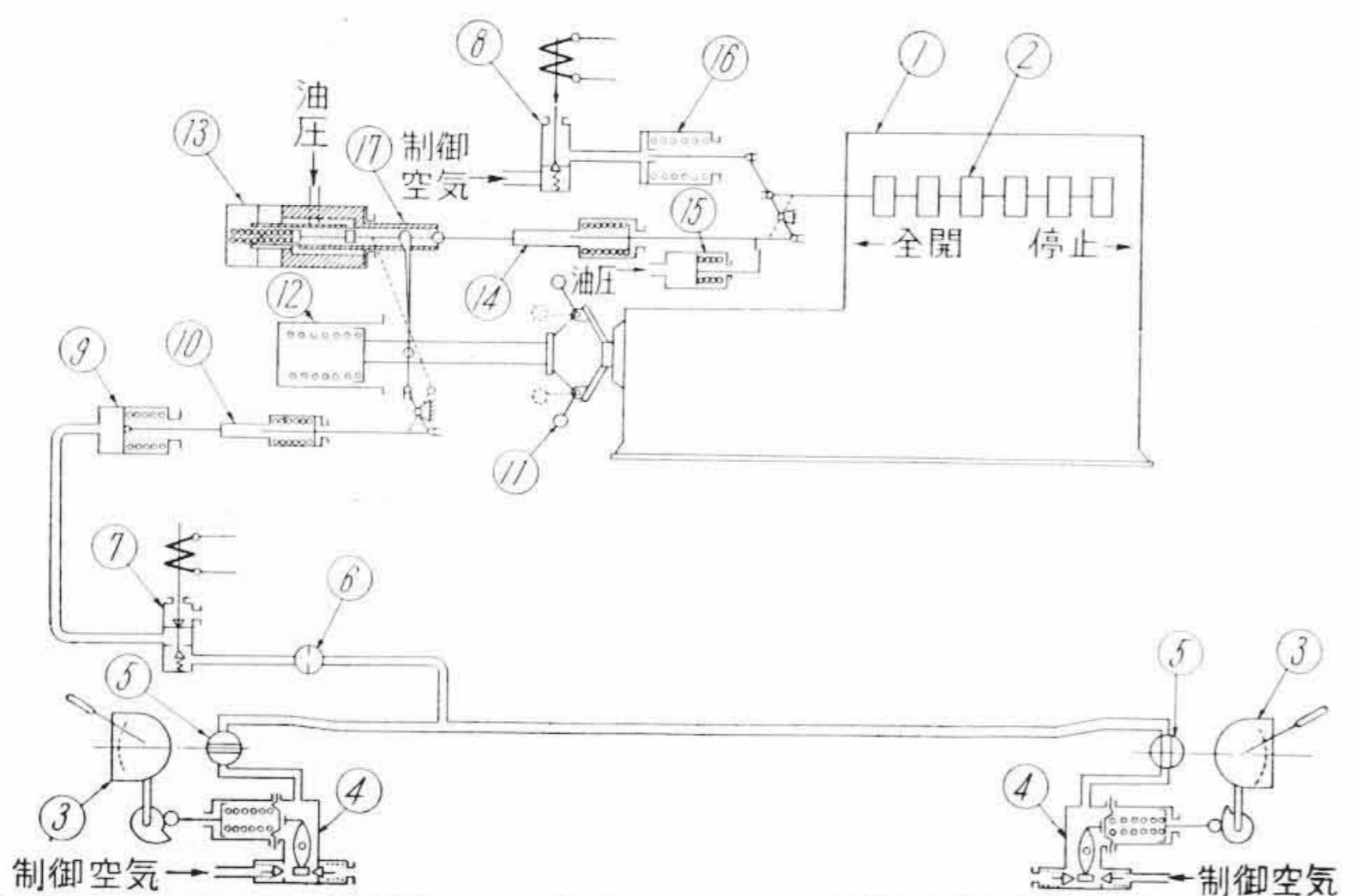
逆転ハンドルと逆転クラッチとは電気的鎖錠回路を組み、ハンドル切換位置にクラッチが正しくかみ合いを完了しない限り走行開始ができないよう鎖錠されている。逆転表示灯もこの回路により、ハンドル位置とクラッチ位置が合致したときのみこれを表示点灯する1灯式とした。

クラッチのかみ合わせ補助用として、液体変速機の一時的充てん(変速機油の給油)操作の押ボタンスイッチが設けられている。

主幹制御器逆転ハンドルはまた制御回路スイッチの作用を兼備していて、これを切位置で抜き取れば主ハンドルは切位置に機械的に鎖錠されるとともに、電磁空気式に制御されるほかの装置類も操作不能となる。したがってこの逆転ハンドルとブレーキ弁ハンドルを抜き取ることにより、その運転室からの制御は不能となり、操作運転室の交換に切換えスイッチを必要とせず、また機関を一時停止させることなくハンドルのもち回りにより操作運転室を変えることができる。

8.3 液体変速機制御装置

液体変速機は3段変速式で、第1変速への投入は変速機充てん電



照号	名称	照号	名称	照号	名称
1	ディーゼル機関	7	排気電磁弁	13	燃料調整サーボモータ
2	燃料噴射ポンプ	8	機関停止用電磁弁	14	緩衝器
3	主幹制御器	9	出力調整シリンダ	15	油圧シリンダ(停止用)
4	空気圧力調整器	10	緩衝バネ	16	機関停止シリンダ
5	ロータリバルブ	11	调速機振り子	17	調整レバー
6	チリコシ	12	调速機バネ		

第38図 機関制御線図

を操作し、ノッチにより設定される制御空気圧力に応じて機関回転速度を常にあらかじめ設定された一定値に保つよう调速機および燃料噴射量が加減され、その時の負荷に応じた出力が得られるように自動的に調整される。制御空気圧力の設定は無段階にすることができるが、操作の便宜上切ノッチを含む11ノッチを設け、切ノッチで0 kg/cm² (空回転速度 600 rpm)、10ノッチで 3.2 kg/cm² (最高回転速度 1,500 rpm) となるように調整されている。

機関の停止は停止用シリンダに送気することにより両運転室およ

磁弁を励磁することにより行われる。これは主幹制御器主ハンドルに連動し1ノッチ以降で作動される。以後各段の切換えは変速機入出力軸の回転比に応じて自動的に切換えられる。したがって機関および液体変速機の運転操作は、1ハンドルの簡易な操作により行うことができる。

本機関車に使用されている電磁弁は、VMN24SSおよびVMF24SS形日立ミニバルブ電磁弁で、第39図に各種電磁弁との比較を示す。この電磁弁を従来のものに比較すると、

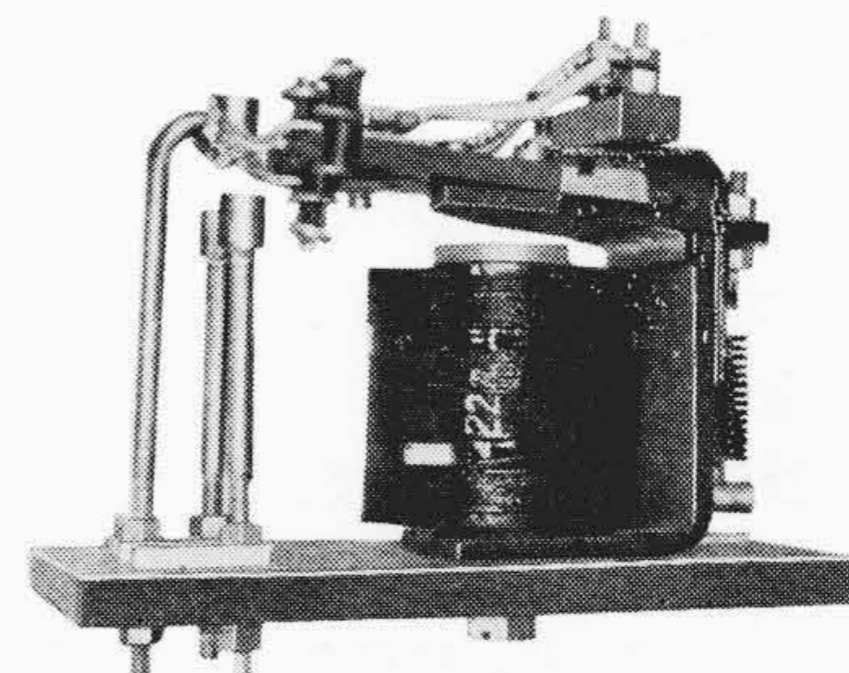
- (i) 弁部分と電磁コイルとが並列に配置されているので高さが低く、小形軽量で、取付け場所が小さくてすむ。
- (ii) 構造上ヨーク部分、弁部分、電磁コイルなどはそれぞれ別部分になっているため、気密を要する部分は弁部分のみとなり、保守、点検、組立作業が容易である。

などの特長を有している。

8.4 保護および表示警報装置

運転操作の簡易簡便を計るため運転士席周辺には、必要とする最

小の操作機器、計器類、すなわち主幹制御器、ブレーキ操作弁、各種操作スイッチ類、速度計、ブレーキ関係空気圧力計類、制御空気圧力計、機関回転計などの計器および表示警報灯類が適当に配置されている。そして運転に直接必要としないほかの計器類は機械室内に置くとともに、運転士が運転操作に専念できるように、機関および液体変速機には十分な保護装置が設けられている。第8表はこれらの保護装置の作動内容および表示警報に関してまとめたものであ

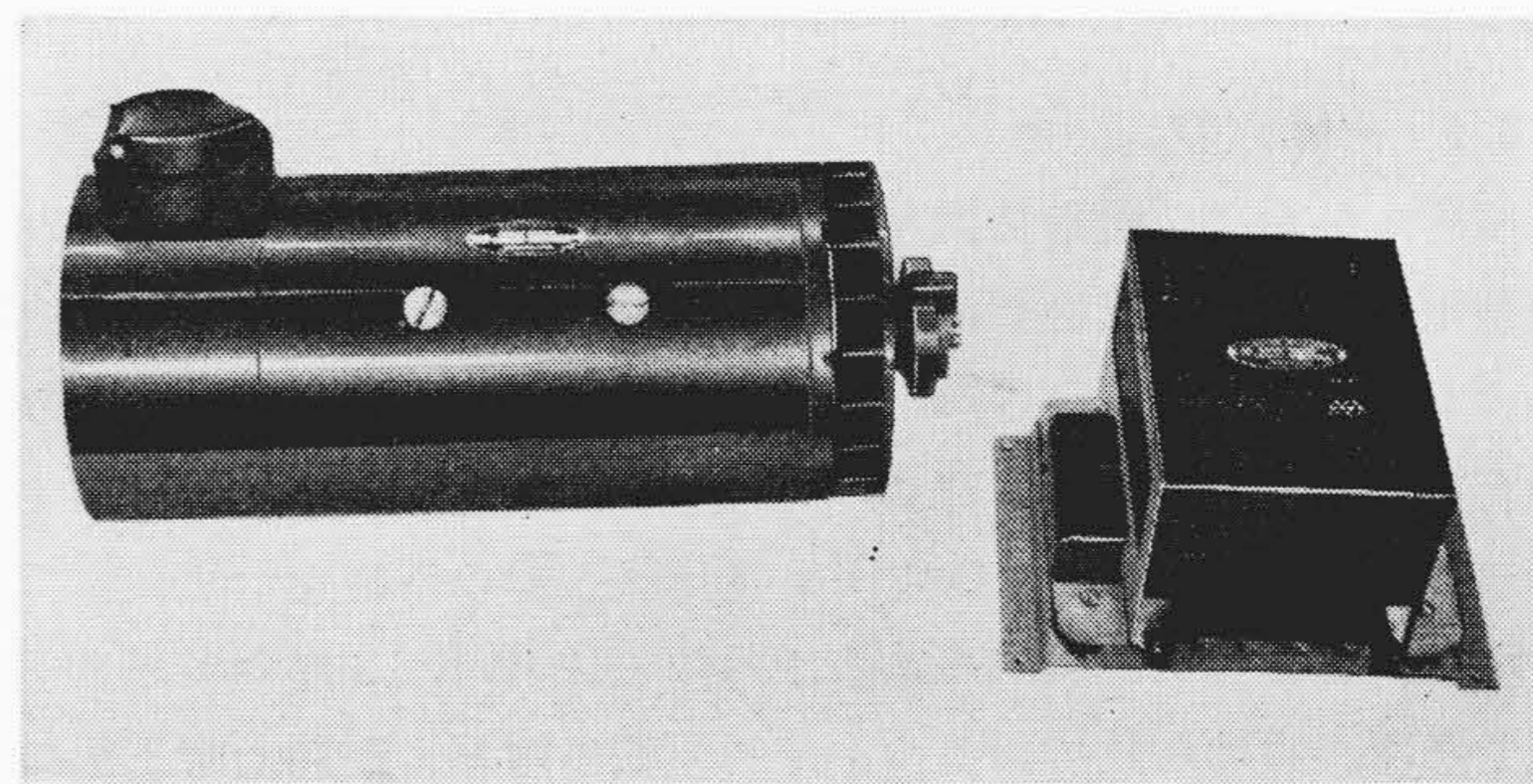


第40図 RAX-M3形補助継電器

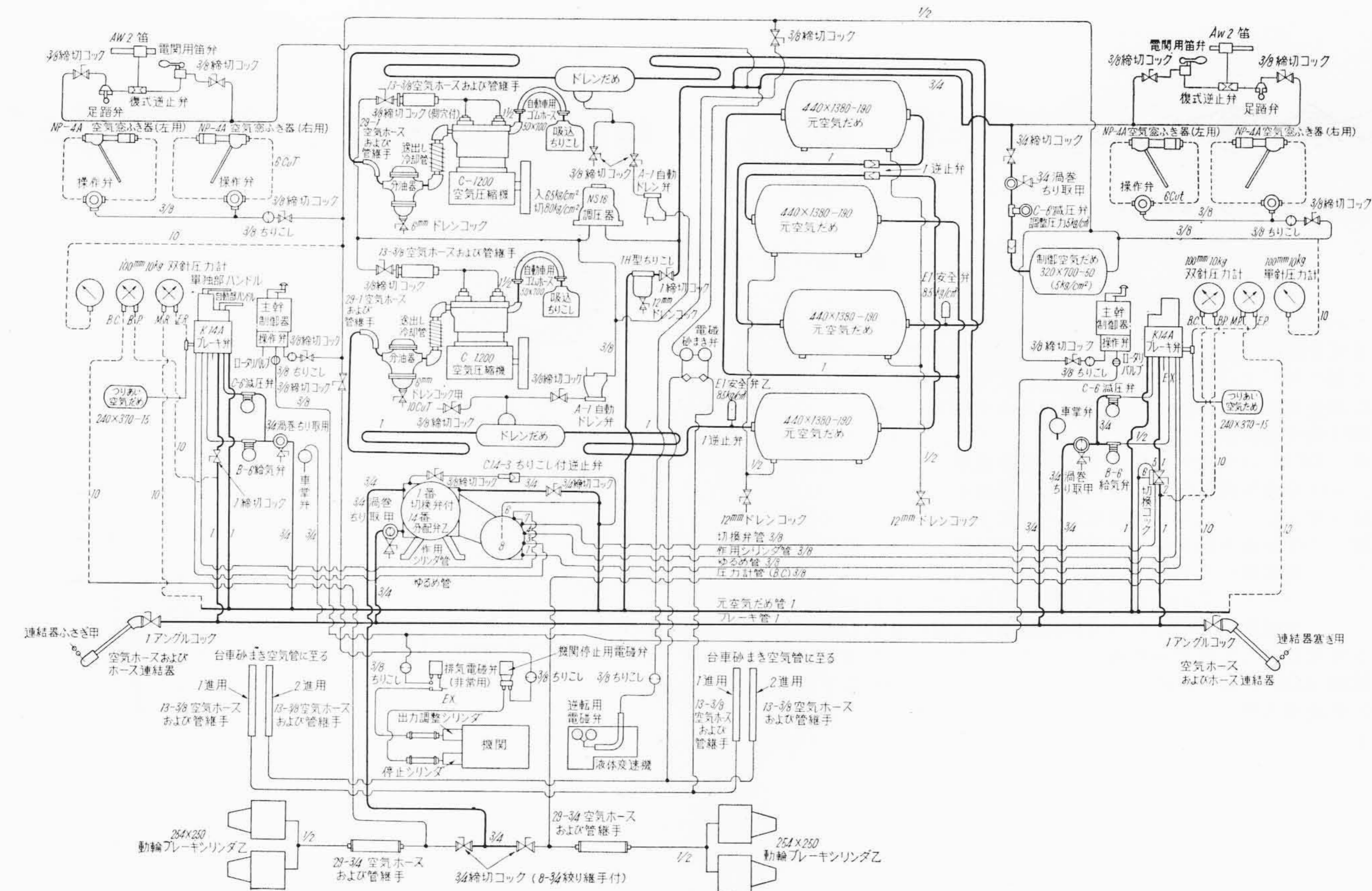
第8表 保護装置の作動内容および表示警報一覧表

項 目	機 関		液 体 変 速 機		運 転 室 警 報		運 転 室 標 示 灯			機 関 室 標 示 灯		
	停止	空回	回	放	ベル	ブザー	機関	機関	変速	潤滑	過回	変速
始 動 保 安					○		○					(○)
潤滑油圧 0.75kg/cm ² 以下	○				○		○					(○)*
冷却水温度(主回路)90°C以上		○					○					
冷却水温度(主回路)55°C以下		○					○					
液体変速機油温 110°C以上		○					○					
機関過回転 1,650 rpm 以上	○				○		○				(○)	○
液体変速機監視 (操作油圧)	○				○		○				(○)	○

注：* 潤滑油圧標示灯は油圧上昇時 1.1 kg/cm² 以上で消灯し、油圧下降時 0.75 kg/cm² 以下で点灯する。



第41図 1.5 kW 充電用発電機およびカーボンパイル式電圧調整器



第42図 空 気 管 線 図

る。ここで機関冷却水温度55°C以下の場合、機関を空回転させ液体変速機を開放するのは、始動直後の機関シリンダを急激に過熱して使用するのをさけるためである。また液体変速機の作動異常として扱われる場合は次のとおりである。

- (i) 液体変速機の運転中に変速機油圧が異常低下する場合。
- (ii) 液体変速機の運転を開放(変速機油の排油)したにもかかわらず、規定時間以内に変速機油が排油されない場合。
- (iii) 液体変速機の運転(変速機油の充てん)を指令したにもかかわらず、規定時間以内に変速機油が充てんされず、運転されない場合。

機関の過回転検出は、機関に取付けられた交流パイロット発電機と、直列共振効果により精度を高めた回転数検出装置との組み合わせによりきわめて正確に行われる。

保護装置により機関が停止される場合には、異常表示灯により原因の識別確認ができる。

これらの制御回路、保護回路に使用される補助継電器類は、いずれも従来ディーゼル車両に汎用されているアーマチュア形のもので、第40図はこれらRAX-M3形補助継電器の本体外観図を示したものである。

8.5 その他

制御、灯および暖房装置などの電源として、600AH、20H、24V鉛蓄電池が装備され必要に応じ機関冷却水により保温されまた機関により駆動される日立G260-01形24V1.5kW直流発電機により浮動充電される。第41図にこの発電機と、これと組合わせ使用するカーボンパイル式日立R260-01形電圧調整器の外観を示す。

暖房装置として、機関冷却水予熱用に180WK-2形ウエバスト機関予熱器が設けられているほか、各運転士席および助手席下部には

WH-3A形温水暖房ユニットが設置されていて、冬季の運転室の暖房に使用される。

8.6 空制装置

第42図に本機関車に使用されたDL-14A空気ブレーキ装置の系統図を示す。空気圧縮機はC-1200形2台を搭載し、故障の際単独分離使用も可能であり、元空気溜は190lのもの4個をユニットにまとめ取付け、取はずしを容易にするとともに、機械室と隔離してドレンの分離を確保するように考慮されている。

8. 結 言

このたび、わが国最大容量の液体式ディーゼル機関車が完成されたが、これには日立製作所の技術の粋を結集して製作された軽量高速ディーゼル機関と、多年の試作研究の結果開発された高性能液体変速機が用いられているほか、搭載機器ならびに各部構造も今後大馬力液体式ディーゼル機関車に採用されると予想される方式が採り入れられており、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。この機関車の完成によってこれに使用した機関および液体変速機を各2基搭載し、2,200PS(中間冷却器を装備した場合には2,500PS)の大馬力機関車に発展させることも容易になり、大形液体式ディーゼル機関車の生産技術の基礎確立とともに、わが国におけるこの分野の進歩、発展の将来に対しても明るい希望を与えるものということができよう。

終りに本機関車に搭載の液体変速機用高性能トルクコンバータの開発にあたって始終懇切なご指導、ご援助を賜った東京大学生産技術研究所石原助教授に深甚の謝意を表するとともに、完成後の試験測定にご尽力をいただいた日立製作所亀有工場検査課ならびに笠戸工場研究課、検査課の関係者各位に謹んで謝意を表する。



新案の紹介



実用新案第504124号

立川昭三・山川佐喜之

蛍光灯負荷用車載電動発電装置

この考案は車内蛍光灯用の電動発電装置に関するもので、電動機速度変動の補正は非直線性抵抗体のみによって行い、発電機負荷の変動に対しては電圧調整1本に集約しその達成をカーボンパイル電圧調整器の自動調整作用にて行うものである。

図に示す結線図でTは直流トロリーライン、1は突入電流制限用抵抗、DCMは直流電動機、2は分巻界磁抵抗、3は非直線性抵抗体、4は分巻界磁線輪、5は直巻界磁線輪を示す。またACGは蛍光灯電源としての三相交流発電機、6はその電圧確立用の他励界磁線輪、7は分巻界磁線輪で整流器8、カーボンパイル電圧調整器9を介して発電機出力電圧によって付勢される。

トロリーラインTからの直流電圧が変動すると抵抗体3の非直線性によって電動機DCMの分巻回路電流が大幅に変化し、このシャント効果によって電動発電機の定速性は自動的に保持される。また発電機ACGの分巻回路にはカーボンパイル電圧調整器9が設けられ、交流出力電圧はこれによって負荷の変動に耐えて一定値に保たれる。(矢崎)

