

ビルマ国鉄納

日立 HGA-40 BB 形 550 PS 液体式ディーゼル機関車

Hitachi Model HGA-40 BB 550 PS Diesel Hydraulic Locomotive Delivered to the Union of Burma Railways

竹田俊彦* 岡本隆雄*
Toshihiko Takeda Takao Okamoto

要 旨

ビルマ国鉄では機関車のディーゼル化を推進しており、このたび日立製作所では支線および入換兼用として550 PSの液体式ディーゼル機関車を納入した。この機関車は日立-M・A・N形ディーゼル機関と西ドイツVOITH社の液体変速機各1台を搭載した運整40 tの中形機関車であるが、各部の構造、仕様は大出力幹線用に匹敵する高性能機関車で今後ビルマ国鉄の標準形式として活躍することが期待されている。本稿では構造と性能の概要を述べる。

1. 緒 言

ビルマ国鉄ではここ数年来ディーゼル化をすすめており、幹線用大形ディーゼル機関車の購入につづいて支線の客貨車けん引ならびに入換用兼用の中形ディーゼル機関車を発注し、日立製作所では軸配置BBの550 PS液体式ディーゼル機関車5両を受注した。現在はビルマ国鉄での受取試験を完了し支線で客貨車けん引およびマンダレーで入換に使用されている。

この機関車は550 PSの日立-M・A・N L6V18/21 mA形ディーゼル機関およびVOITH L24U形液体変速機を各1台搭載した中形機関車であるが、高温多湿でゴミの多い使用条件に耐えるように保守、点検性にすぐれかつ堅ろうな構造とすることに重点をおいて設計、製作された。同時に高速ディーゼル機関、充排油式液体変速機、静油圧式冷却ファン駆動方式、真空、空気ブレーキ、各種保護装置などの高性能の仕様を有している。

2. 一般仕様および特長

本機関車の概観を図1に、一般仕様を表1に示す。また図2に速度—引張力特性を示す。入換用として水平、直線路で1,100 tの引出、客貨車けん引用として25 m.p.hで350 tのけん引が要求条件である。

性能および構造上の特長を要約すると

- (1) ディーゼル機関に国産の日立-M・A・Nが採用された。この機関は西ドイツM・A・N社との技術提携により製作されたもので、すでに東南アジア各国、日本国内において数多くの実績を有している。
- (2) 液体変速機は、西ドイツVOITH社のL24U形をビルマ国鉄の指定により採用した。この液体変速機は2連充排油式で逆転機を内蔵せず取付用のフランジを有している。
- (3) 冷却ファンの駆動は静油圧駆動方式で、機関冷却水の温度は油量調整弁で自動的に一定に保たれる。
- (4) 運転室は車体前端近くに配置したため液体変速機、逆転機の取りはずし点検が容易で、運転室内からの前方の見通しも良好である。
- (5) 車体台わくは、軽量でかつ車端衝撃、ねじりに対して堅ろうな構造を有し、箱形溶接はりを主メンバに使用している。

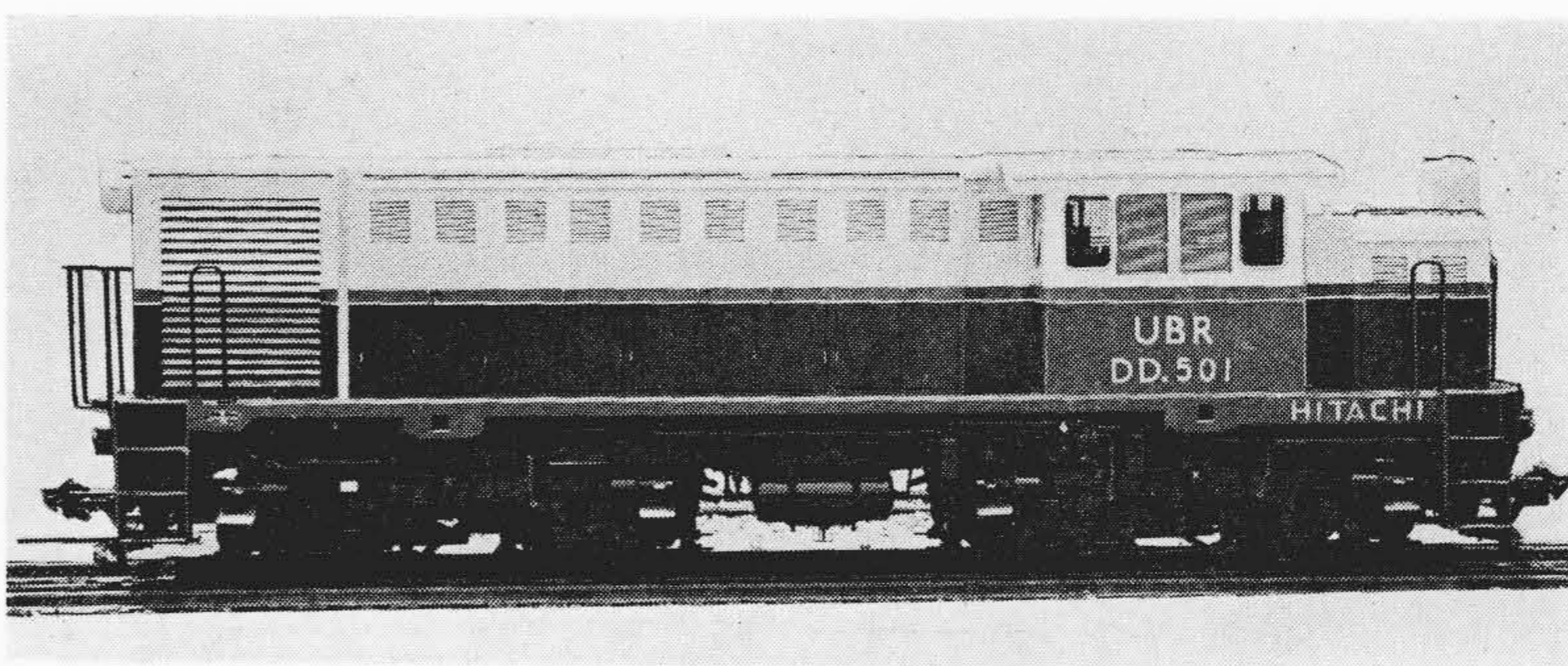


図1 機 関 車

表1 機 関 車 一 般 仕 様

機 関 車 形 式	日立 HGA-40 BB
機 関 車 重 量 (運 転 整 備)	約 40 t
機 関 車 重 量 (空 車)	約 38 t
軸 配 置	B-B
車 両 限 界	ビルマ国鉄限界
主 要 寸 法	軌 間 1,000 mm 全 長 (端 梁 間) × 全 幅 × 全 高 10,200 × 2,570 × 3,425 mm 台 車 中 心 間 距 5,530 mm 動 輪 径 990.6 mm 連 結 器 高 584 mm
性 能	最 大 引 張 力 ($\mu=1/3$) 12,000 kg 最 高 速 度 52.9 km/h
補 給 品	燃 料 油 1,000 l 潤 滑 油 300 l ターボトランスミッション油 180 l オ イ ル モ ー タ 油 100 l 冷 却 水 300 l 砂 85 l
デ ィ ー ゼ ル 機 関 車 連 続 定 格	日立-M・A・N L6V18/21 mA 形 550 PS/1,500 rpm
ターボトランスミッション	VOITH L24U 形
形 式	完全自動2連トルクコンバータ式
空 気 圧 縮 器	C-600 形
真 空 ポ ン プ	C-6000 V 形
蓄 電 池	8DG 形
動 力 伝 達 方 式	液体式 全推進軸駆動
制 御 装 置	機械、電磁および電磁空気式非重連
ブ レ ー キ 装 置	真空、空気併用式ブレーキおよび手ブレーキ
連 結 器 引 張 装 置	MCA形カプラー・ゴム緩衝器付
台 車 様 式	2軸ボギー箱形溶接構造、固定揺枕式

3. 機関車の構造

機関車の構造、機器配置を図3に示す。運転室配置はエンドキャブタイプで運転室前方に燃料タンク室を配置し燃料タンクとバッテ

* 日立製作所笠戸工場

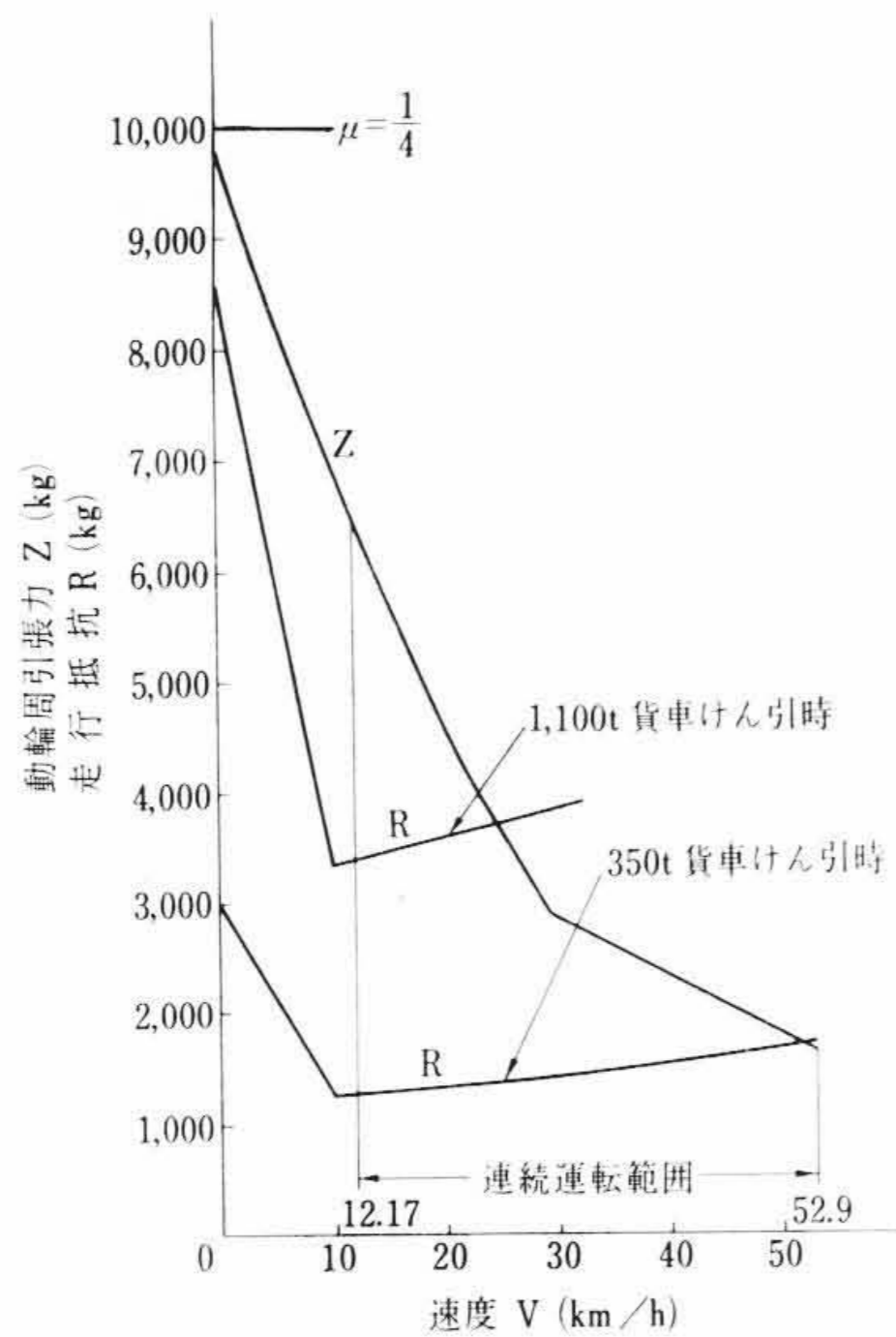


図2 速度-引張力特性

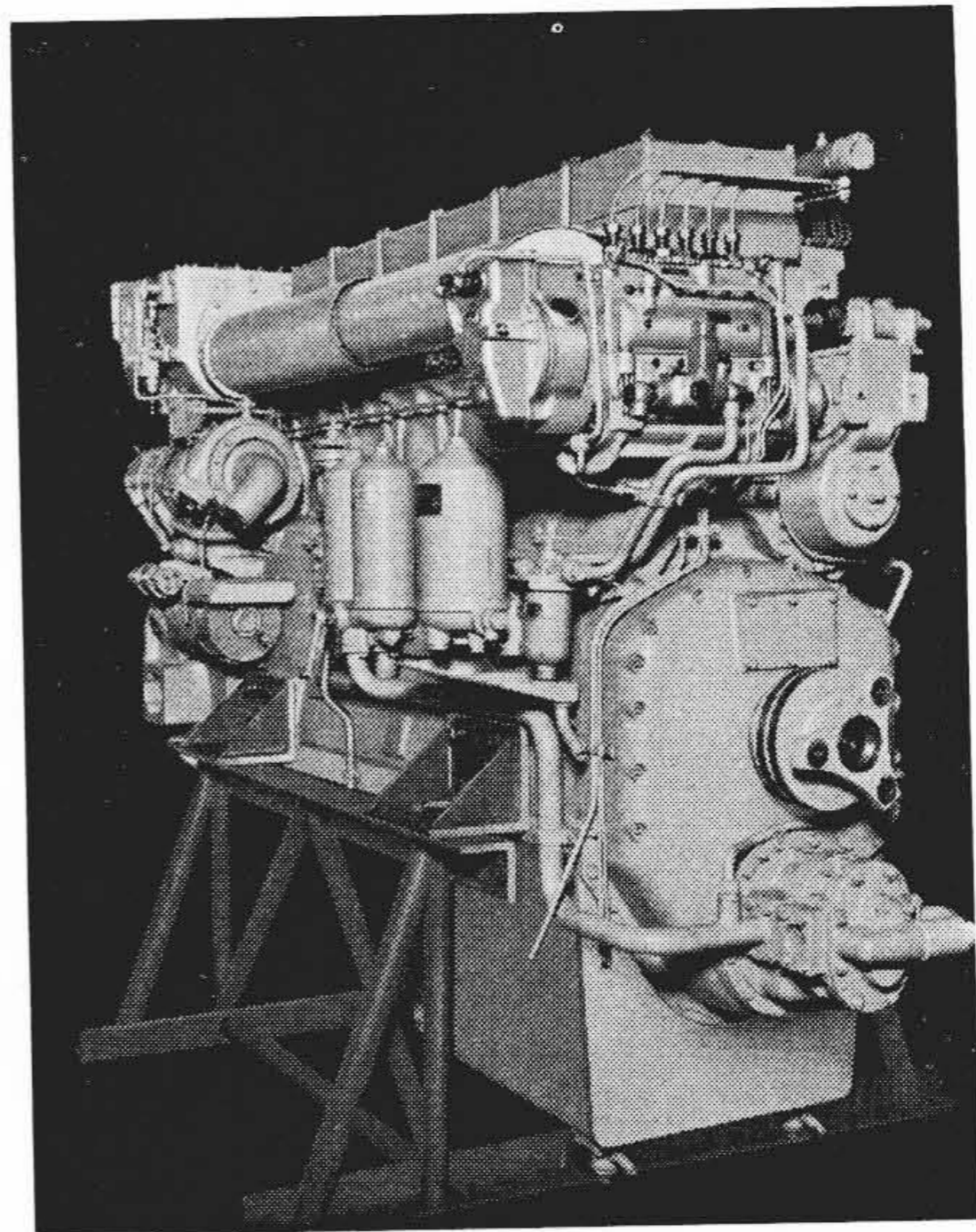


図4 デーゼル機関

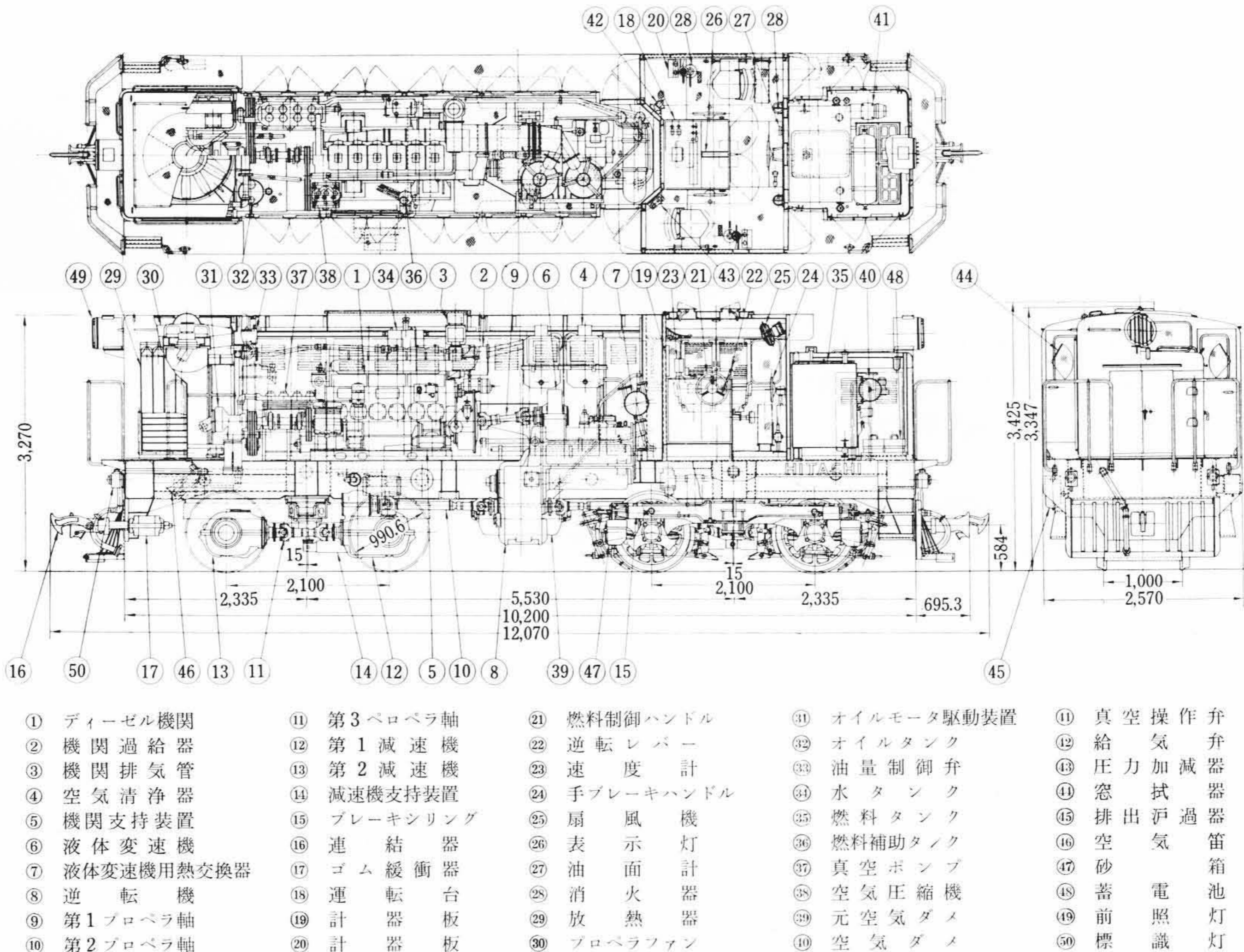


図3 外形ならびに機器配置

- ① デーゼル機関
- ② 機関過給器
- ③ 機関排気管
- ④ 空気清浄器
- ⑤ 機関支持装置
- ⑥ 液体変速機
- ⑦ 液体変速機用熱交換器
- ⑧ 逆転機
- ⑨ 第1プロペラ軸
- ⑩ 第2プロペラ軸
- ⑪ 第3プロペラ軸
- ⑫ 第1減速機
- ⑬ 第2減速機
- ⑭ 減速機支持装置
- ⑮ ブレーキシリング
- ⑯ 連結器
- ⑰ ゴム緩衝器
- ⑱ 運転台
- ⑲ 計器板
- ⑳ 計器板
- ㉑ 燃料制御ハンドル
- ㉒ 逆転レバー
- ㉓ 速度計
- ㉔ 手ブレーキハンドル
- ㉕ 扇風機
- ㉖ 表示灯
- ㉗ 油面計
- ㉘ 消火器
- ㉙ 放熱器
- ㉚ プロペラファン
- ㉛ オイルモータ駆動装置
- ㉜ オイルタンク
- ㉝ 油量制御弁
- ㉞ 水タンク
- ㉟ 燃料タンク
- ㊱ 燃料補助タンク
- ㊲ 真空ポンプ
- ㊳ 空気圧縮機
- ㊴ 元空気ダメ
- ㊵ 空気ダメ
- ㊶ 真空操作弁
- ㊷ 給気弁
- ㊸ 圧力加減器
- ㊹ 窓拭器
- ㊺ 排出ろ過器
- ㊻ 空気笛
- ㊼ 砂箱
- ㊽ 蓄電池
- ㊾ 前照灯
- ㊿ 標識灯

リを収納している。後方は機関室でディーゼル機関、液体変速機、空気圧縮機、真空ポンプなどを収納している。機関車後端は冷却装置室である。

機関の発生出力はプロペラ軸を介して液体変速機に伝達され、トルクを変換した後、逆転機を経て前後の台車の減速装置に伝えられ全軸をプロペラ軸で結んで駆動する。台車は固定ボルスタ2軸台車である。

4. 各部の構造

(1) デーゼル機関

日立-M・A・N L6V 18/21 mA 形機関を搭載している。その外観を図4に、その主要目を表2に示す。出力は現地条件を考慮して500 PS/1,500 rpm にセットしてある。冷却水は機関本体および液体変速機油の熱交換器冷却に使用される。給気フィルタには

表2 デーゼル機関の主要目

名称	日立-M・A・N L6V 18/21 mA
形式	単動4サイクル予燃焼室式水冷直列過給機付
シリンダ数-直径×行程	6-180×210 mm
全シリンダ容量	32 l
標準出力: 連続定格/速度	550PS/1,500 rpm
圧縮比	17
燃料消費率	172 gr/h・PS
潤滑油消費率	3.5 gr/h・PS
冷却方式	遠心ポンプによる循環式
潤滑方式	歯車ポンプによる圧送式
燃料噴射方式	噴射ポンプ: ボッシュ式 最高最低ガバナー付
電気装置	噴射弁: ボッシュ形 始動電動機 24V 11 kW 充電発電機 24V 1 kW
回転方向	出力側より見て反時計方向
過給方式	排気ガス駆動によるターボ過給機
機関寸法	全長約 2,585×全幅約 1,250×全高約 1,735 mm
機関重量(乾燥状態で)	約 3,100 kg

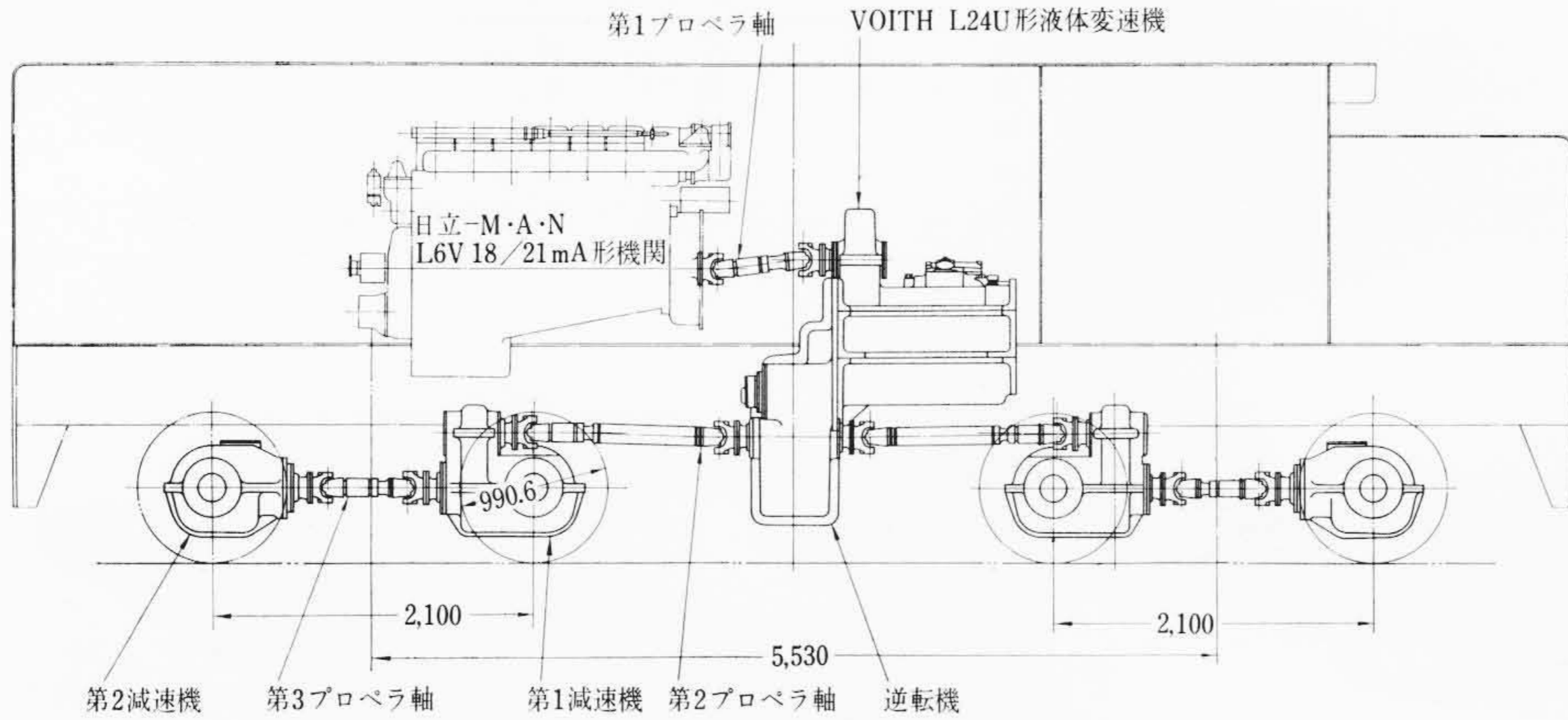


図5 動力伝達系統

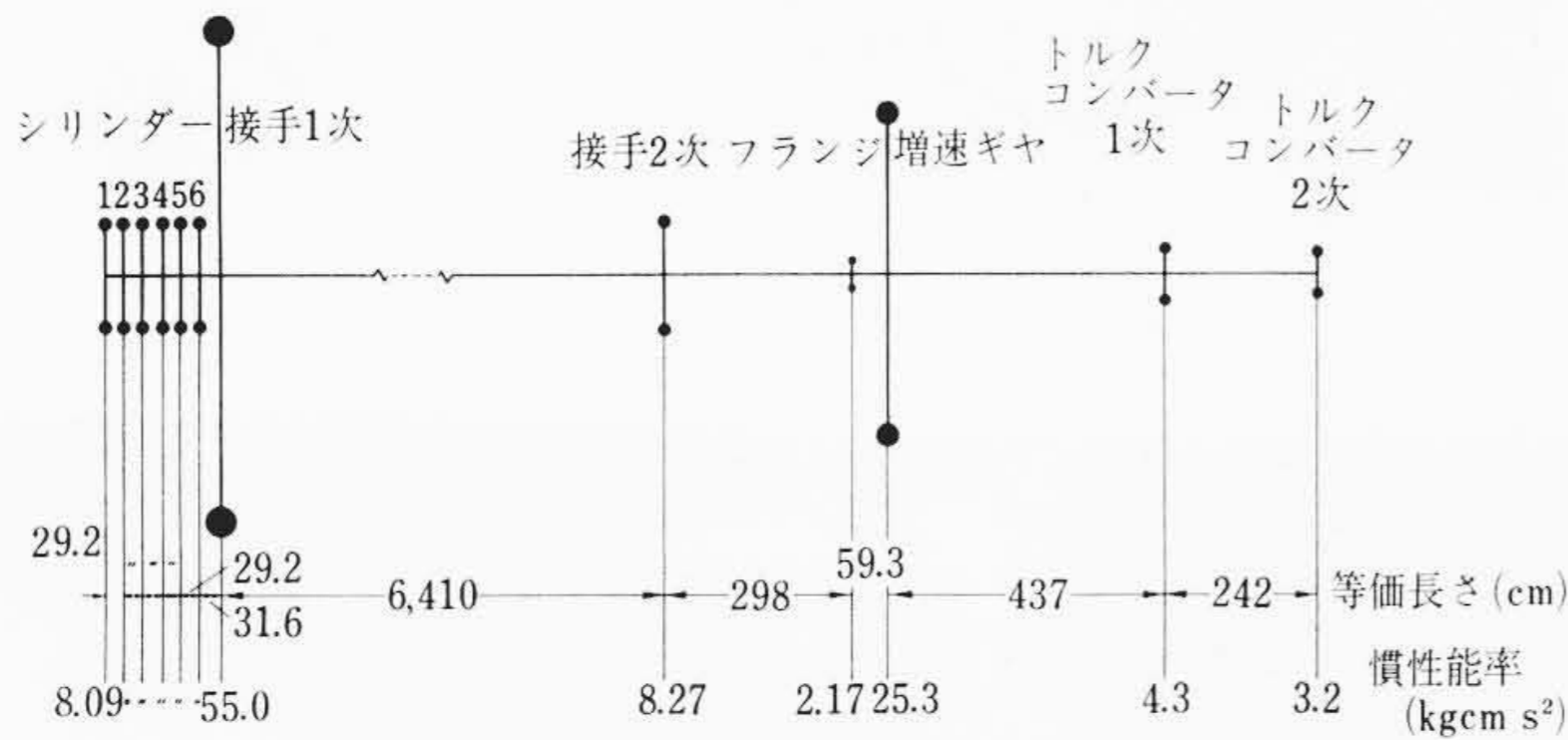


図6 機関-液体変速機ねじり振動系

オイルバス式を使用し、吸入空気は機関室扉のルーバより外気を吸入する。また排気は機関室屋根より直接上部に排出する。なお機関は防振ゴムを介して台わくに取り付けられている。

(2) 動力伝達装置

図5に動力伝達装置の構成を示す。機関の出力はプロペラ軸を介して液体変速機、それと一体に結合されている逆転機さらにプロペラ軸により前後の台車の第1減速機に伝えられ、さらに第2減速機と各軸を駆動する。

機関、液体変速機を結ぶプロペラ軸はねじり振動の共振を避けるため、ゴムカップリングを介して機関に取り付けられる。工場内テストにより、ねじり振動振幅を測定し異常のないこと、ゴムカップリングのゴムの温度が正常であることが確認された。図6に液体変速機1次側のねじり振動系を示す。

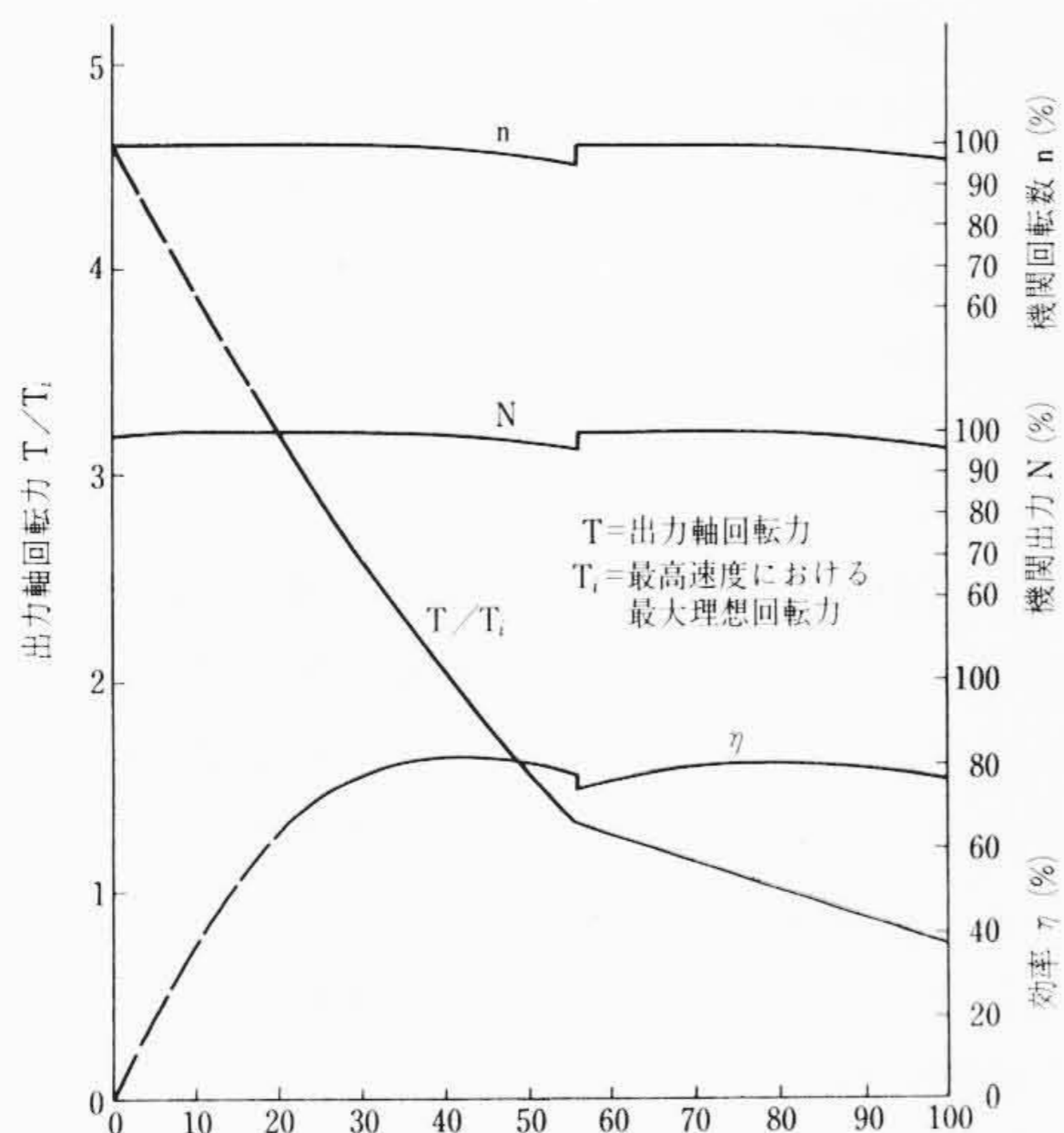


図7 L24U 液体変速機特性曲線

動力伝達装置の特性は図2速度-引張力特性で示すように速度12.7km/hより最高速度52.9km/hが連続運転範囲である。

(i) 液体変速機

液体変速機は西ドイツ VOITH 社の L24V 形を使用した。本機は充排油式コンバータ2個を有し入出力軸の回転をおののメタリングポンプで検出し設定された速度で自動的にコンバータを切り換えて常に良好な動力の伝達を行なうことが特長である。切換は完全に流体的で衝撃や摩擦がない。また一方

のコンバータの充油と他方の排油が重なるので動力の中断がない。運転結果、切換時の機関(ガバナは最高最低式)の回転変動は1~2%であった。

図7に液体変速機の特性を示す。

(ii) 逆転機

歯車箱は左右2分割で、液体変速機出力部フランジにはボルトで締付けられて一体となって球面軸受3点で台わくに支持される。歯車はすべてヘリカルギヤで常時噛み合式である。逆転切換は電磁空気式で前後進いずれかに切り換えられ、中立位置はない。別に手動切り換えも可能で、このときは回送のため中立位置をとることができる。また、逆転切換が出力軸の停止しているときにのみ行なわれるように出力軸側の潤滑油流を検出する油流継電器を設けている。

図8に液体変速機と逆転機の外観を示す。

(iii) 減速機

第1減速機はヘリカルギヤ、スパイラルベベルギヤの2段減速、第2減速機はスパイラルベベルギヤ1段減速である。潤滑は油浴式である。いずれも減速機支持腕によって台車わくに防振ゴムを介して支持される。

液体変速機2次側以降の駆動部は車輪空転から再粘着に至るまでにその質量のために、標準の数倍に達する応力を発生することがありうる。支持腕つりリンクにて空転時の測定結果、応力は許容範囲にあることが確認された。図9にオシログラムの

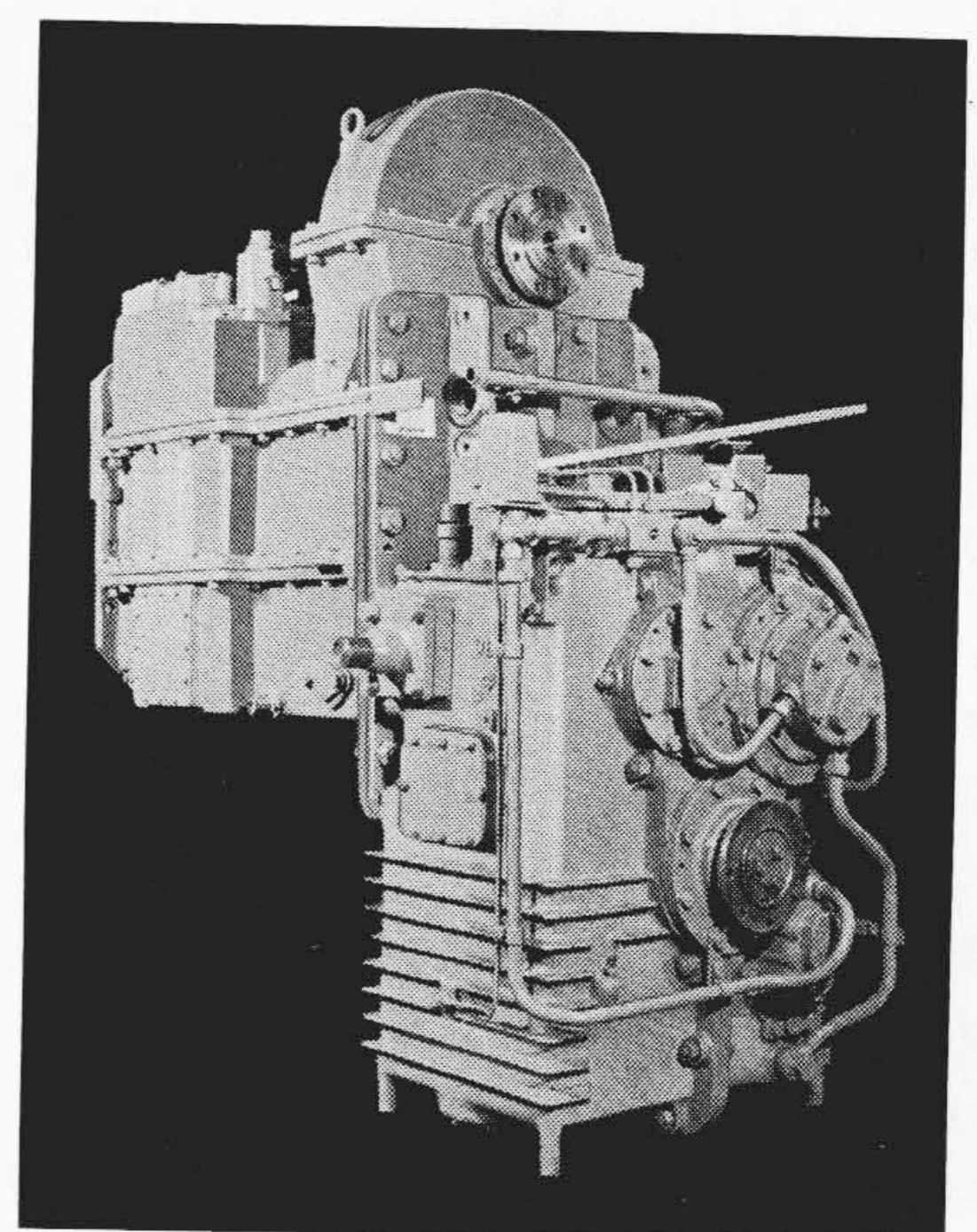


図8 液体変速機、逆転機

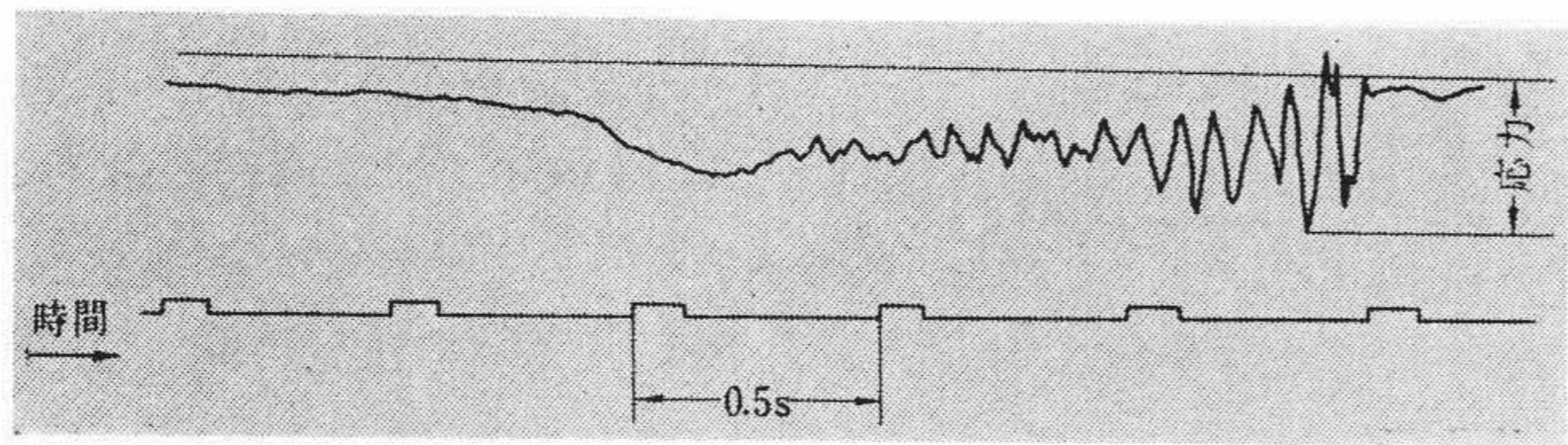


図9 減速機支持腕吊りリンクの空転時の応力

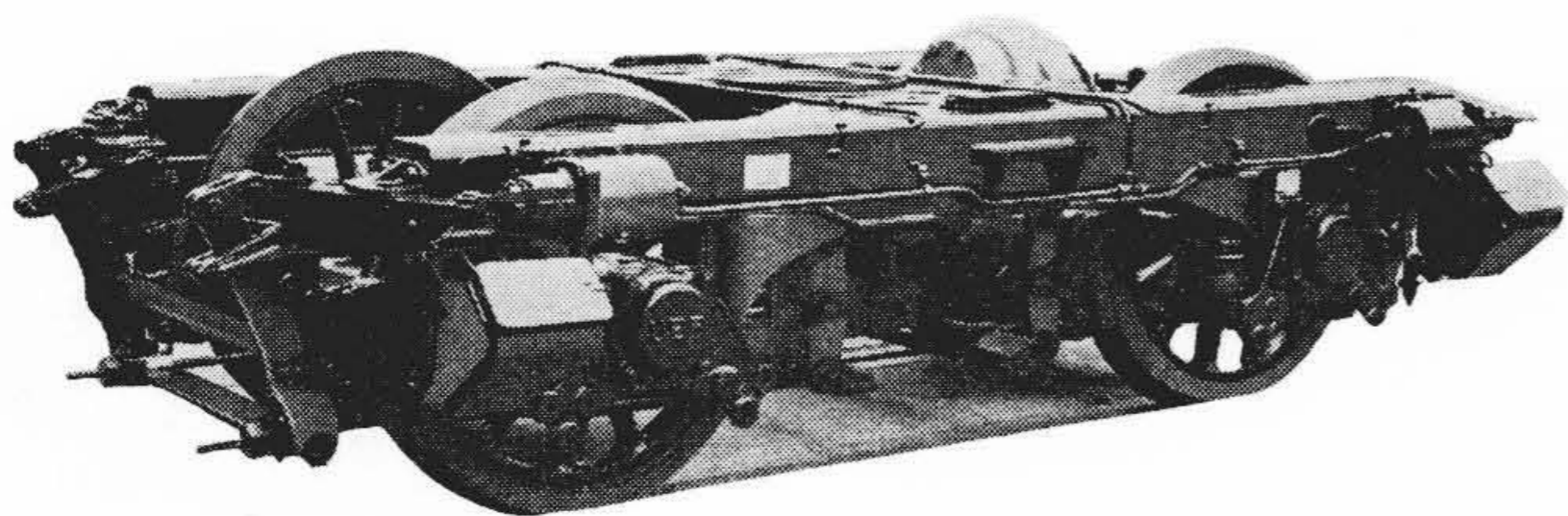


図10 台車

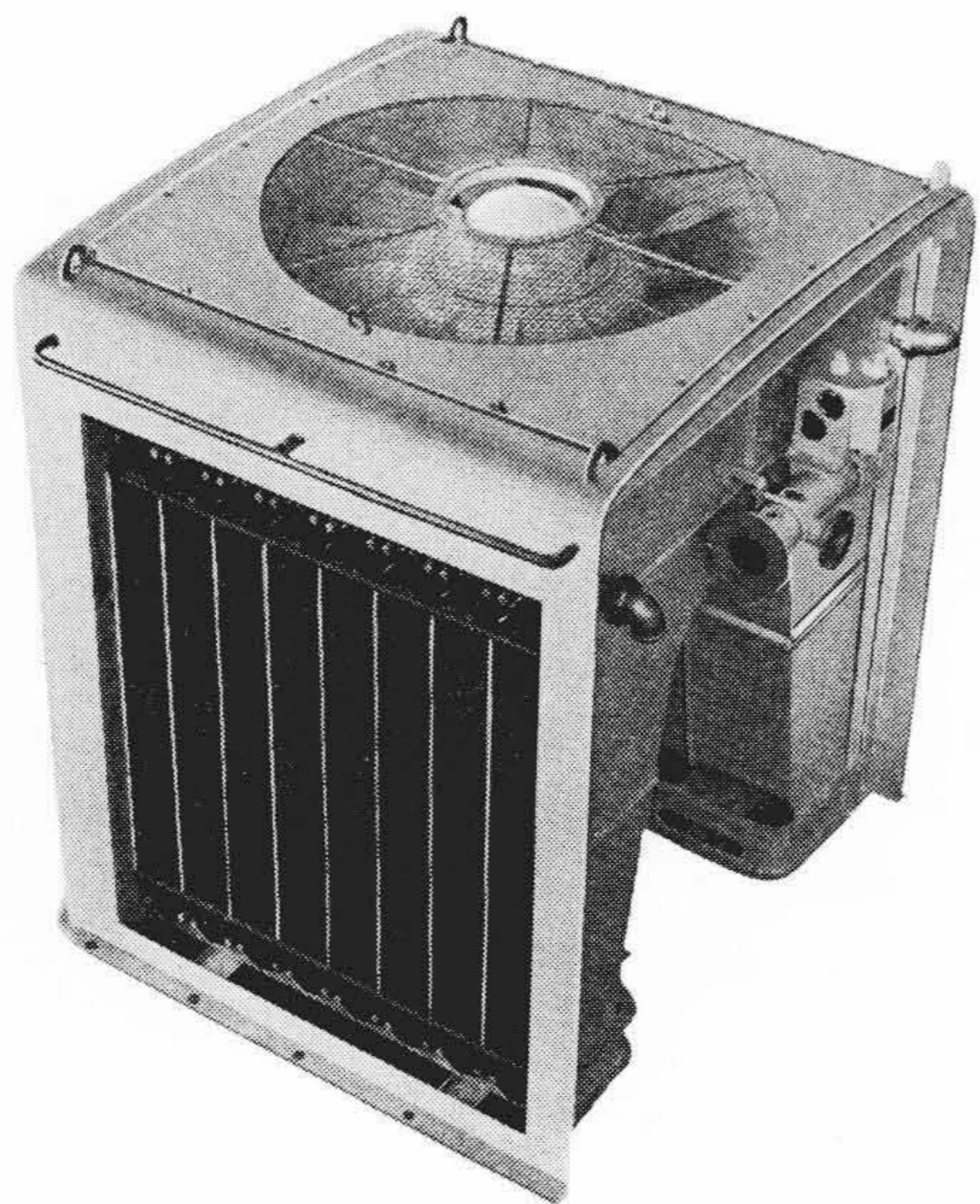


図11 放熱装置

表3 台車主要目

車軸	輪配	径	990.6 mm
		置	B-B
		距	2,100 mm
台車	わ	く	鋼板溶接製
軸		受	つば付110φ円筒ころ軸受
ブレーキ		キ	両抱式
		ネ	コイルバネ

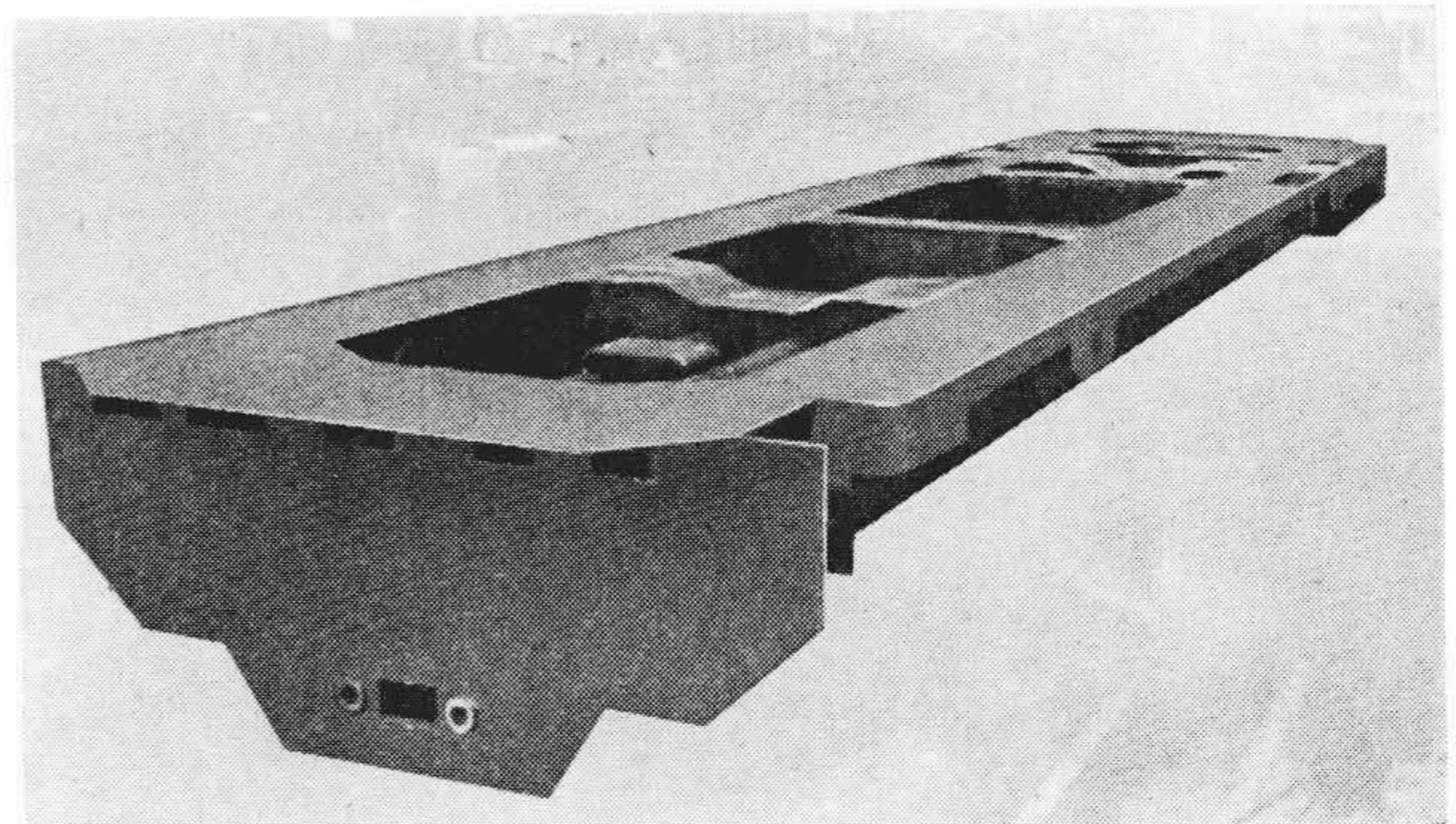


図12 台枠

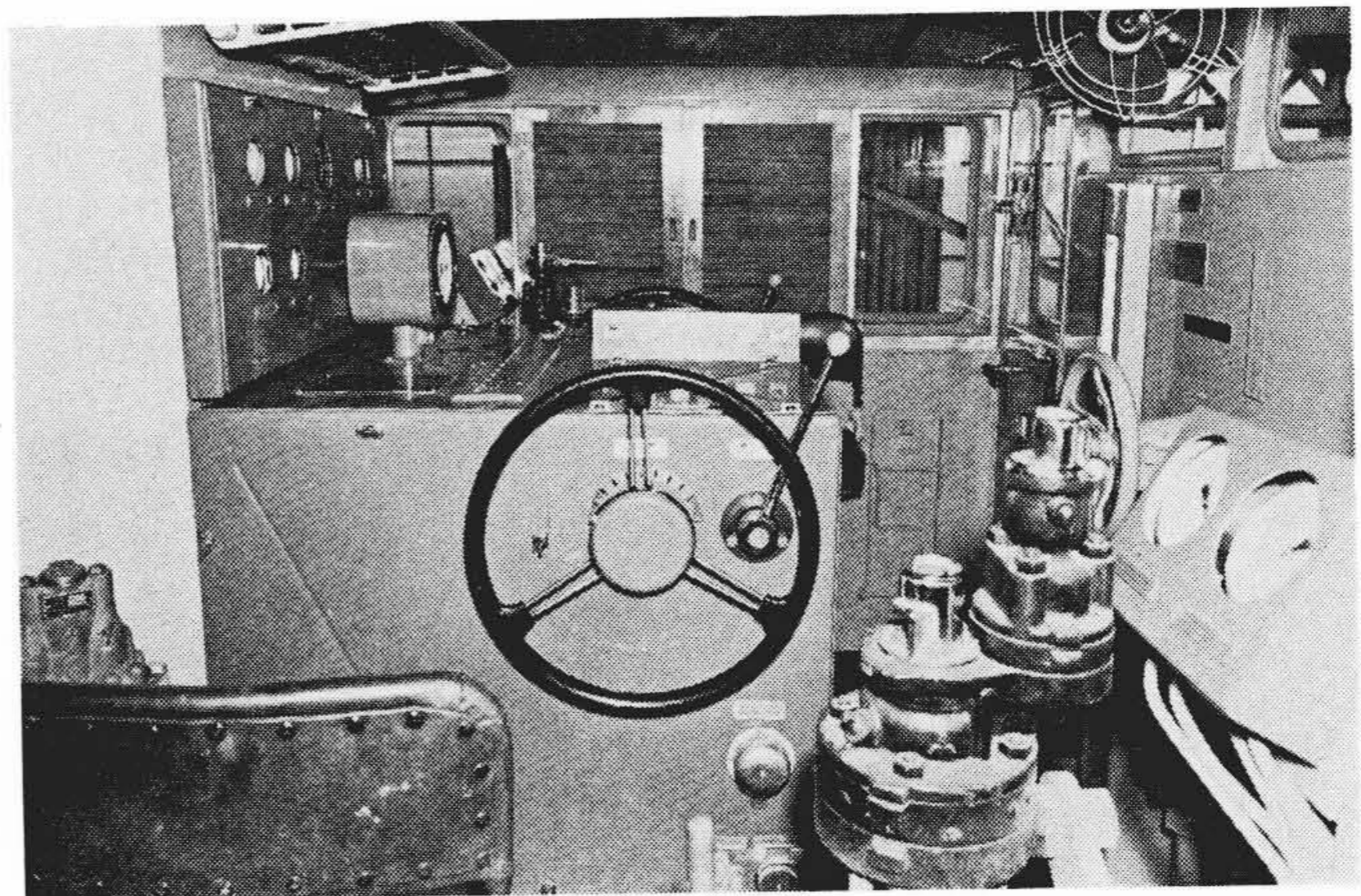


図13 運転室内機器

一例を示した。

(3) 台車

台車は図10に示すように2軸固定ボルスタ式で、台車わくは箱形溶接構造でH形のわくを形成している。このため減速機、プロペラ軸の点検が容易である。心皿は車体重量をうけもつとともにけん引力の伝達も行なう。固定軸距(2,100mm)の小さいこととあいまって小曲線の通過性にすぐれている。

軸受は110φの円筒コロ軸受を使用し軸箱と軸箱守のしゅう動部には高マンガン鋼のライナを使用したので無給油でよい。

バネ装置はウイングバネ式で2重コイルバネの下に防振ゴムを入れて振動特性を向上させている。

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車輪にブレーキをかける。制輪子は鋳鉄製で両抱きである。

表3に主要目を示した。

(4) 放熱装置

放熱装置は機関車後端の冷却装置室と一体で、ファン、静油圧ファン駆動装置、ラジエータコアが取り付けユニットとなっている。機関室との連結には特殊H形ゴムを使用し冷却装置室の取付、取りはずしを容易にしている。ファンの駆動は静油圧式で油回路には油量制御弁をそう入し、冷却水の温度に応じてファンの回転数を自動的に制御して水温を一定に保つ。これによりファン駆動消費馬力も節約される。静油圧駆動方式はディーゼル車両

に広く用いられるようになってきている⁽⁴⁾。図11は放熱装置の外観写真である。

(5) 車体、台わく

支線での長距離運転と入換兼用に使用されるため、運転室を機関車前端の近くにおきその前方に小さな燃料タンク室を配置した。運転室と機関室は台わくに溶接取付け、燃料タンク室冷却装置室はボルト付である。車体、台わくの主要点を以下に述べる。

(i) 台わくの左右2本の主メンバは9mmと12mmの鋼板を箱形に溶接したもので、低い連結器位置にもかかわらず120tの車端衝撃に十分耐えうる。溶接には組立治具を用いてひずみの発生を防止した。溶接組立を完了した台わくの外観を図12に示す。

(ii) 機関室屋根は取りはずし式で、機関は防振ゴムを取り付けたまま、また液体変速機は作動油の熱交換器をつけたままでおのおの抜き出すことができる。機関直上部の屋根にはさらに小さな揚げぶたがありヘッドの分解抜き取りができるようになっている。液体変速機の抜き出しのスペースを広くとるため、図3に示すように運転室後部の壁は運転室内に突き出ている。

(iii) 機関室側面はすべてドアとなっており、後部の放熱室のドアとあいまって、すべての機器の点検を支障なく容易に行なうことのできるようになっている。

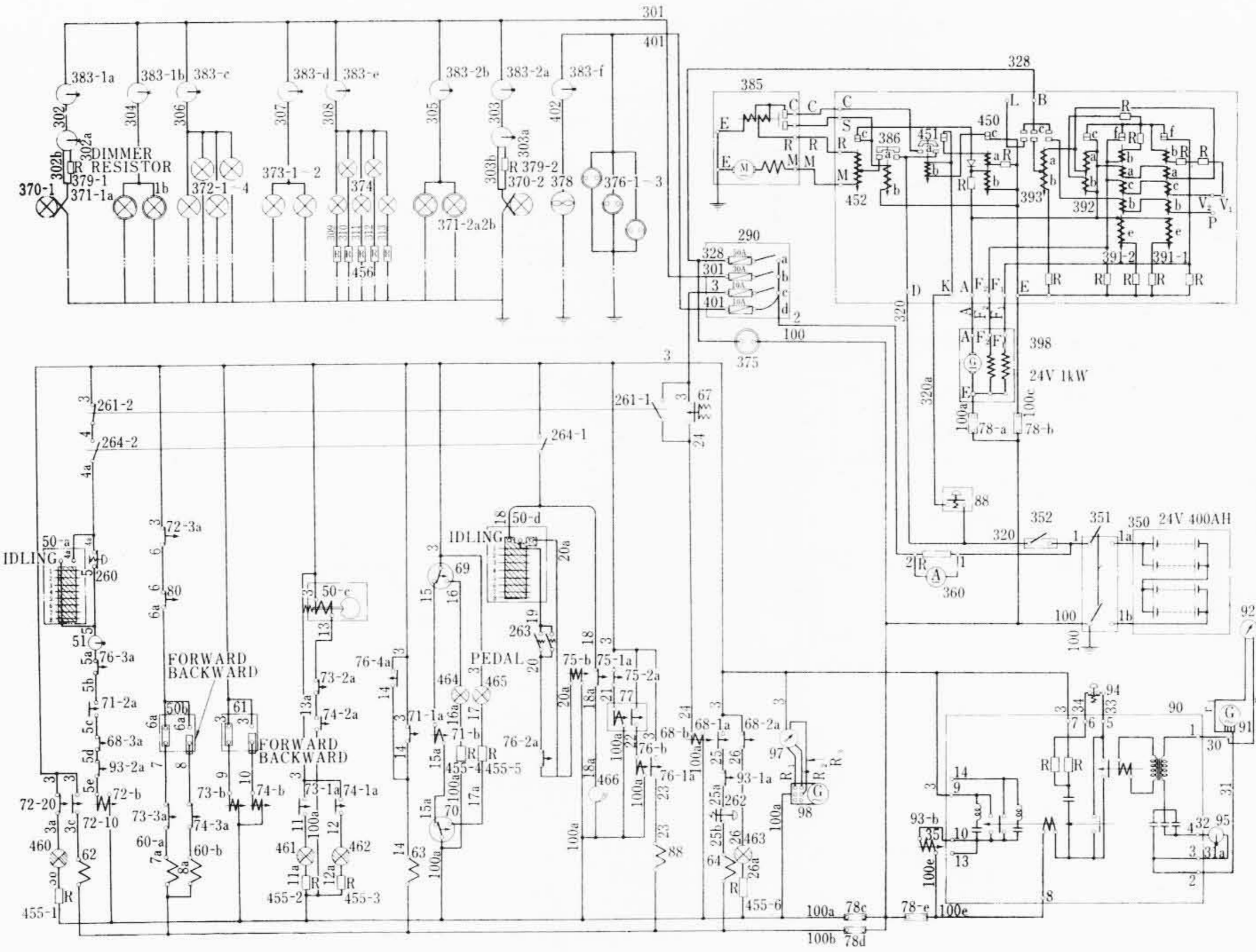


図14 電気回路ツナギ

表4 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
50	主幹制御器	77	タイムリレー	350	蓄電池	385	始動電動機
a	変速機制御スイッチ	78	端子台	351	メインスイッチ	386	同期スイッチ
b	逆転スイッチ	80	油流継電器	352	始動スイッチ	388	始動スイッチ
c	インターロックスイッチ	88	非常ブレーキ用電磁弁				
d	デッドマンリセットスイッチ			360	電流計	391	電圧リレー
		90	過回転検出器	370	前照灯	392	電流リレー
51	変速機開放スイッチ	91	発電器	371	標識灯	393	充電リレー
		92	回転器	372	機関室灯	398	充電発電機
60	逆転機用電磁弁	93	回転検出器用補助リレー	373	室内灯	399	整流器
a	前進用電磁弁	94	リセットスイッチ	374	計器灯		
b	後進用電磁弁	95	1/2回転数テスト用スイッチ	375	充電用栓受	450	電圧リレー
61	逆転機連動スイッチ	97	カウンタ付速度計	376	点検灯栓受	451	始動リレー
62	変速機充填ソレノイド	98	トランスミッター	377	点検灯	452	電流リレー
63	機関アイドル用電磁弁			378	扇風機		
64	機関停止用電磁弁	260	変速機充填スイッチ	379	減光抵抗器	455	表示灯用抵抗器
67	機関潤滑油圧スイッチ	261	補助始動スイッチ	383	タンブラスイッチ	456	計器灯用抵抗器
68	油圧スイッチ用補助リレー	262	機関停止用スイッチ	a	前照灯		
69	冷却水用温度スイッチ	263	デッドマンペダル	b	標識灯	460	変速機中立表示灯
70	変速機用温度スイッチ	264	デッドマンスイッチ	c	機関室灯	461	前進表示灯
71	温度スイッチ用補助リレー	290	低圧配電盤	d	室内灯	462	後進表示灯
72	変速機充填用補助リレー	a	充電	e	計器灯	463	機関潤滑油圧警報灯
73	前進用補助リレー	b	灯	f	扇風機	464	冷却水温警報灯
74	後進用補助リレー	c	制御			465	変速機油温警報灯
75	デッドマン用リレー	d	補助			466	デッドマン警報ブザー
76	デッドマン装置用補助リレー						

(iv) 運転室の天井と壁は2重構造で、内部にグラスウールを入れた断熱防音構造である。出入口ドアは前後に4箇所あり見通しを良好にしかつ機関室への通路を広くするために、機関室と燃料タンク室の運転室との接合部の幅をせまくしドアを大きくしてある。

(v) 運転台は運転室後部中央に1個設けられ、その左右両側に前進用後進用の運転席がある。運転は右側運転である。入換用として使用するときには中向きで運転することもできる。運転室内の機器配置を図13に示す。

(vi) 燃料タンク室には燃料タンクの他にバッテリー、ブレーキ用制御弁を収納し前部および側面に点検用のドアがある。

(6) 制御および保護装置

本機関車の制御は非重連で、機関燃料制御は機械式、液体変速機に対しては電磁式、逆転機には電磁空気式を採用し、運転操作

が簡単でかつ運転が安全確実にこなされるように各種の保護装置を設けている。電気回路のツナギは図14に示すように単純になっており現地での保守は支障なく行なわれるものと考えられる。以下にその概要を述べる。

(i) 機関の燃料制御は機械的なリンク機構で行なわれ、運転台のハンドルを操作することにより無段階に出力を制御することができる。アイドル位置では液体変速機は中立すなわち排油される。

(ii) 逆転機は逆転レバーを操作することにより前後進に切り換えられる。前後進位置にかみあった後にクラッチはその位置に鎖錠され切換電磁弁は励磁を解かれる。したがって走行中にクラッチのはずれることはない。切り換えは燃料制御ハンドルがアイドル位置においてのみ行なわれ、また燃料制御ハンドルは切り換えが完了しないかぎり操作できないように鎖錠さ

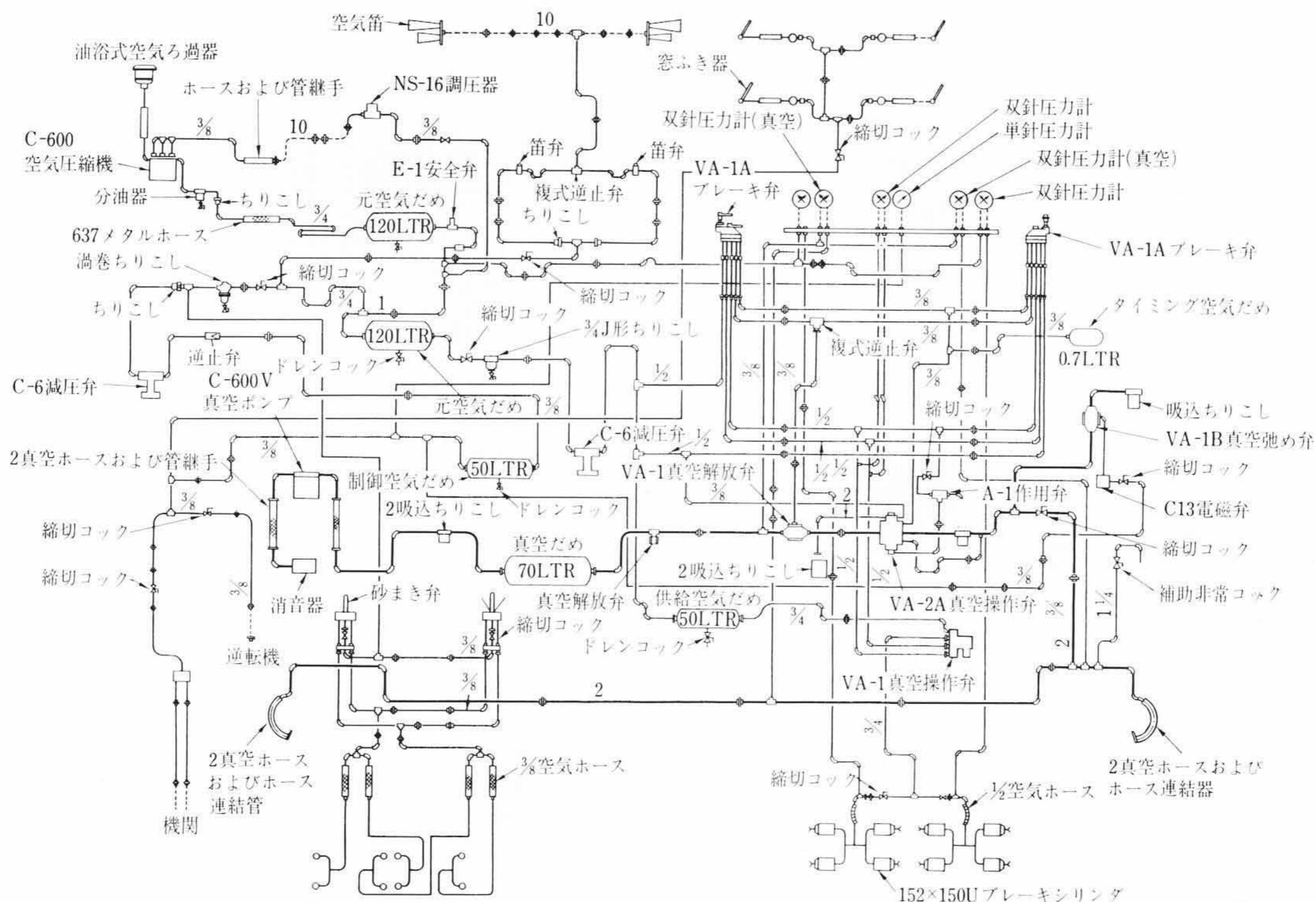


図15 ブレーキ系統図

表5 保護装置の作動内容

項目	機 関		液体変速機 解 放	警報ベル	ブレーキ	表示灯
	アイドル 回 転	停 止				
機関潤滑油圧低下		○	○			○
機関過回転		○	○			○
機関冷却水温上昇	○		○			○
液体変速機油上昇	○		○			○
デッドマン装置	○		○	○	○	

表6 C-6000V形真空機諸元表

シリンダ配列	立形4気筒
シリンダ径×ピストン行程×数	140φ×120φ×4
真 空 度	20 in Hg/800 rpm
給油装置 { 方 式	強制給油
油 量 (l)	20
冷却方 式	空 冷
所 要 動 力 (PS)	12~16
ピストン押のけ容量 (l/min/rpm)	5,900/800
重 量 (kg)	450

れている。クラッチのかみ合わせをたすけるために液体変速機の一時充てん用スイッチがある。

(iii) 液体変速機の第1トルクコンバータへの充油は変速機充てん電磁弁を励磁することで行なわれる。これは機関制御ハンドルが1ノッチ以上で作動する。第2コンバータへの切り換えは入出力軸の回転に応じて自動的に行なわれる。したがって運転操作はきわめて簡単である。

(iv) ブレーキ用の圧力計以外の常時運転には使用しない計器類は一括して運転室後部の壁に纏め運転台には速度計、表示

灯、各種スイッチをとりつけている。機関、液体変速機には保護、警報装置を設けて、運転士が運転に専任できるように考慮されている。このほかデッドマン装置が設けてあり、運転中運転士がデッドマン状態になり足踏ペダルから足をはなせば7秒後に警報ベルが鳴り非常ブレーキがかかる。保護・警報装置の一覧表を表5に示した。

(7) 真空および空気ブレーキ装置

ブレーキ装置には三菱SME-Vブレーキ装置を使用した。ブレーキ系統は図15に示してある。機関車は圧縮空気ではブレーキがかけられ単独でも連結されているときでもよい。自弁および単弁を有し機関車のブレーキシリンダ圧を常に一定に保ちうること、機関車のシリンダ圧に応じた真空ブレーキが列車にかけられること、自動ブレーキをかけたままで機関車のブレーキをゆるめることができるなどの特長をもっている。空気圧縮機はC600形1台(ピストン押のけ容積630 l/min)真空ポンプはC6000V形1台である。真空ポンプの諸元を表6に示す。

4. 結 言

本機関車は工場内での振動・騒音・冷却性能などの各種試験で実用上十分な性能を有することが確認され、ビルマ国鉄での受取検査も短期間に終了し順調に稼動している。わが国の液体式ディーゼル機関車は諸外国において技術的な信頼をえているがこの機関車もまた好成績をあげさらに評価をたかめることを期待している。

参 考 文 献

- (1) 渡辺, 平川, 笠井: 日立評論 44, 342 (昭37-2)