

コ ン ゴ B. C. K. 鉄 道 納

1,500 PS デ ィ ー ゼ ル 電 気 機 関 車

1,500 PS Diesel Electric Locomotive for Nouvelle Compagnie du
Chemin de Fer du Bas-Congo au Katanga (B. C. K.)

渡 辺 淳 吉*

Junkichi Watanabe

各 務 真 卿*

Shinkei Kakami

桑 原 清 輝*

Kiyoteru Kuwabara

小 松 辰 作**

Tatsusaku Komatsu

要 旨

B. C. K. 鉄道はコンゴ (キンシャサ) のカタンガ州の中心都市、Lubumbashi に本社をおくコンゴの代表的な鉄道である。本稿は B. C. K. に日本連合から納入した各種車両のうち、ディーゼル電気機関車について、おもな特長と、車体・台車・回転機・制御器などの概要を紹介するもので、機関車は熱帯地方の標準形式で、これに現地条件に適合するよう多くの配慮が加えられている。

1. 緒 言

コンゴの Nouvelle Compagnie du Chemin de Fer du Bas-Congo au Katanga (以下 B. C. K. と略す) は、図 1 に示すとおり、Lubumbashi を中心として延びており、Lubumbashi の北方約 400 km は交流電化されている。そのほかの区間は現在蒸気機関車によって運行されており、大部分の地域は標高約 1,300 m、平均最高気温 28~30℃ で赤道に近いにもかかわらず、高度が高いため比較的涼しい。季節は雨季と乾季に分かれ、雨季には豪雨が降るが乾季には雨はほとんど降らない。しかし沿線は草原であるため、塵埃 (じんあい) は比較的少ない。鉄道は丘陵地帯を通過しているが、トンネルがないため線路は登山道のように丘陵を迂 (う) 回して敷設されており、カーブの連続となっている。

日立製作所を幹事会社として車両メーカー各社で結成した日本連合は、B. C. K. よりディーゼル電気機関車、交流電気機関車をはじめとして液体式ディーゼル機関車、客貨車などを一括して受注し、各社で製作を分担して納入した。ディーゼル電気機関車は、三菱重工業株式会社との連合により、合計 12 両を納入した (日立製作所より 7 両)。機関車の設計にあたっては、日本連合より納入する各車両にできるだけ共通の部品を使用するように配慮し、保守の容易化を図った。ディーゼル電気機関車は Lubumbashi の南方ザンビアとの国境にある Sakania まで約 240 km の非電化区間に使用される。

本機関車の設計にあたっては現地事情をじゅうぶん調査し、上記のような現地条件によく適合するような性能・構造とするほか、過酷な使用に耐えるよう、堅ろうな構造とするよう配慮した。車体形式はフード形で、客貨車けん引のほか、入換作業も容易に行なえる汎用形式である。

2. 一般仕様および特長

本機関車は熱帯地方の標準形機関車として設計されたもので、貨車 750 t をけん引して 15% 上りこう配上で 20 km/h 以上の速度で走行する能

力を有する。車体形式はフード形で、軸配置は AIA-AIA とした一般用機関車である。図 2 は機関車の外観、表 1 は一般仕様を示したものである。構造上の特長を要約すれば次のとおりである。

- (1) 台車は 3 軸台車であるが、固定軸距は 3,000 mm と短く、横圧軽減装置も備えて曲線通過を容易にすると同時に、引張着力点を低下し軸重移動を最小限にとどめる構造としてある。
- (2) 車体は単運転室フード形であるが、運転台は運転室の前後に 2 箇所あり、両方向への運転が容易である。
- (3) ブレーキ装置は真空・空気併用ブレーキで、抑速用のダイナミックブレーキも備えている。

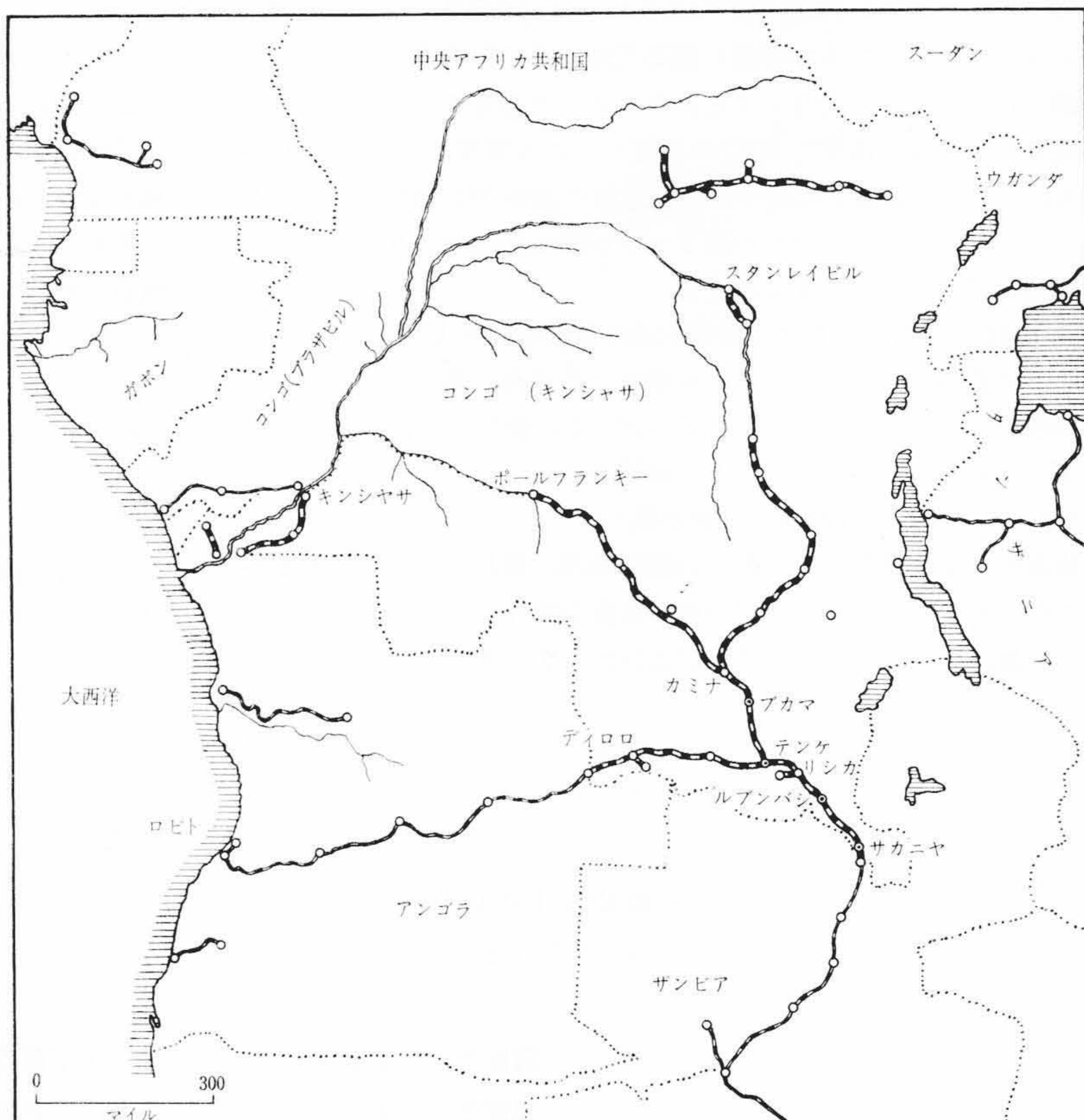


図 1 コ ン ゴ (キ ン シ ャ サ)

* 日立製作所水戸工場

** 日立製作所日立工場



図2 1,500 PS ディーゼル電気機関車

- (4) 機関冷却水系統は、高度1,400mでの気圧、最高温度40℃での使用に耐える容量を有し、かつ加圧冷却を行なっている。

3. 機関車の構造

3.1 機器配置

機器配置を図3に示す。本機関車はフード形セミセンターキャブ形式であり、運転室の1端側にはショートフード、2端側にはロングフードがある。ロングフードは機関室フードと冷却室フードに2分割されており別個に取りはずすことができる。

運転室には1端側の右側に主運転台があり副運転台はこれと対角線上の2端側の左側に2端側に向けて設けてある。運転台には左側に主幹制御器、右側にVA-1Aブレーキ弁を設け、運転手足台にはデッドマン装置のペダルを設けている。運転室背後の機械室仕切壁の制御箱には、主電動機送風機の風を一部分分流してプレッシャーベンチレーションを行なっている。

機関室には共通台板上に組み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あり、補助発電機と励磁機および主電動機送風機は主発電機のシャフトの延長軸よりベルトを經由してディーゼル機関から機械的に駆動されている。主発電機上部には機関の過給機があり、この1端側のフード天井にオイルバス吸気フィルタが設けてある。機関室側面には開戸があり機関側面からの点検の便

表1 機関車一般仕様

用軸	途配置	旅客および貨物列車けん引用 AIA—AIA
重 量	運転整備重量	80 t
	空車重量	76 t
	動軸軸重	15 t
	従軸軸重	10 t
	軌間	1,067 mm
	全長×全幅×全高	15,660 mm×2,950 mm×3,980 mm
	固定軸距	3,000 mm
	動輪径	1,016 mm
	従輪径	879 mm
	連結器高	870 mm
	連続定格けん引力	13,400 kg
	連続定格速度	21.85 km/h
	最大けん引力	18,000 kg
	最高速度	60 km/h
燃 料 油		3,000 l
	ディーゼル機関	M. A. N タイプ V6V22/30 ATL 1台
	標準出力	1,870 PS/925 rpm
	現地出力	1,500 PS/925 rpm
	主発電機	1 台
	連続定格	920 kW
	主電動機	4 台
	連続定格	205 kW
	歯車比	76 : 15
	補助発電機	1 台
	連続定格	5 kW
	主電動機用送風機	2 台
	容 量	145 m ³ /min
	発電ブレーキ用送風機	1 台
	電動機連続定数	8 kW
	空気圧縮機	C-1, 200 1 台
	容 量	1,240 l/min
	真空ポンプ	3CDV 1 台
	容 量	10,000 l/min
	蓄 電 池	アルカリ、72 セル
	容 量	190 AH/5時間率
制 御 方 式		電磁、電磁空気式制御、自動弱界磁切換、 制御回路電圧 110 V
ブ レ ー キ 装 置		SME-V 真空、空気併用ブレーキ、ダイ ナミックブレーキ、ネジ式手ブレーキ
台 車 様 式		AIA 軸配置 3軸ボギー、溶接台わく側受 支持方式
車 体 様 式		フード形単運転室

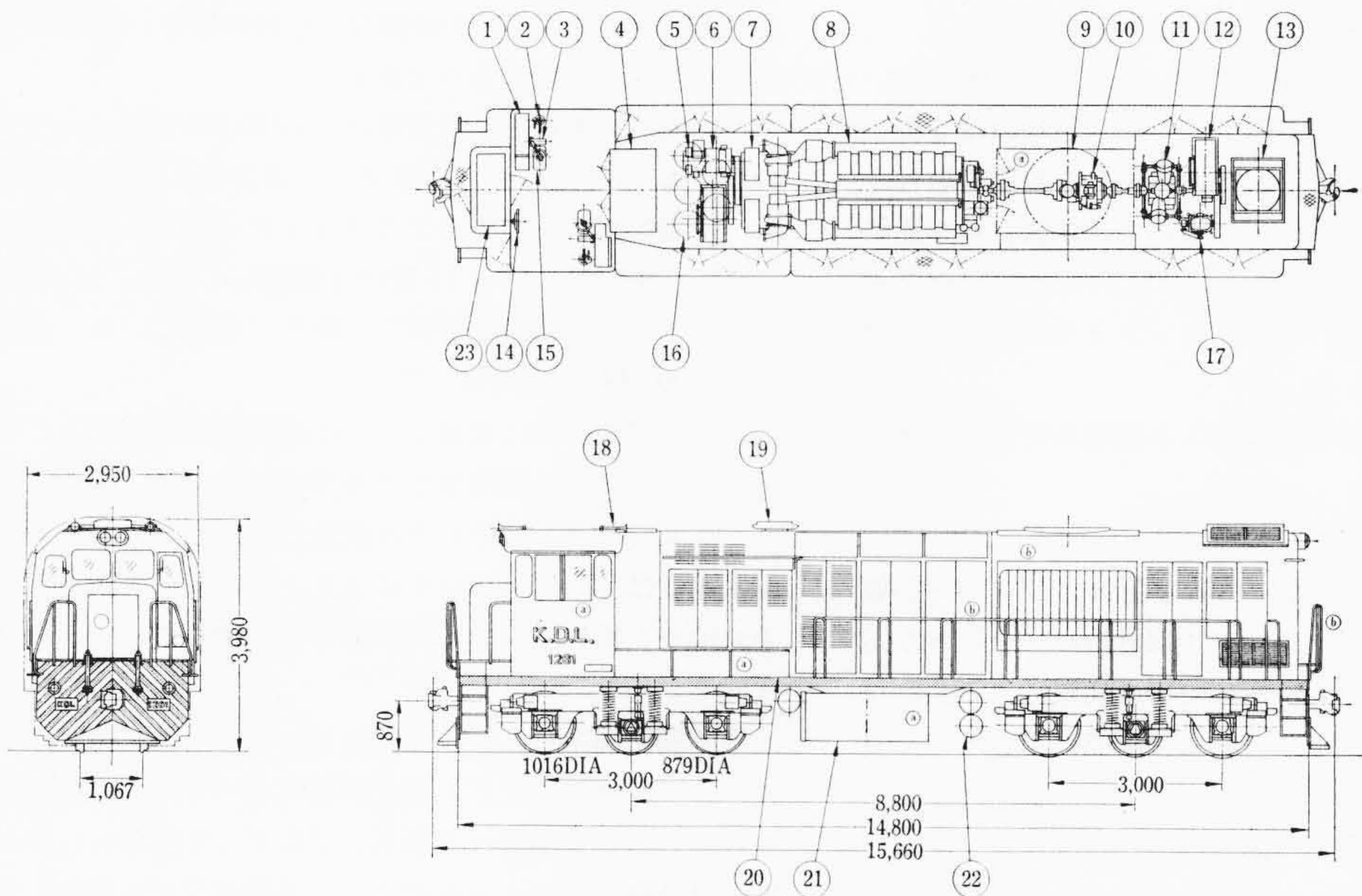


図3 外観および機器配置

- ① 計 器 板
- ② ブ レ ー キ 弁
- ③ デッドマンスイッチ
- ④ 制 御 箱
- ⑤ 励 磁 機
- ⑥ 補 助 発 電 機
- ⑦ 主 発 電 機
- ⑧ デ ィ ー ゼ ル 機 関
- ⑨ ラジエータおよび冷却ファン
- ⑩ 流 体 継 手
- ⑪ 真 空 機
- ⑫ 主 電 動 機 送 風 機
- ⑬ ダイナミックブレーキ用抵抗器
- ⑭ 手 ブ レ ー キ
- ⑮ 主 幹 制 御 器
- ⑯ オイルバスエアフィルタ
- ⑰ 空 気 圧 縮 機
- ⑱ 笛
- ⑲ 煙 突
- ⑳ 蓄 電 池
- ㉑ 燃 料 タ ン ク
- ㉒ 元 空 気 溜 (だめ)
- ㉓ ブレーキユニット

を図るとともに機関室の天井には機関シリンダヘッド点検のための点検蓋(ふた)が設けてある。ランニングボードが運転室とつながる部分は一段高くなっており、その下にアルカリ蓄電池の箱を収容している。

冷却室には主として冷却装置を配置し、機関クランク軸の延長軸よりプロペラ軸を介して流体継手に動力を伝達し流体継手内蔵のベベルギヤから垂直軸でラジエータファンを駆動している。流体継手の1端側入力軸はそのまま2端側に貫通しており、この2端側出軸からプロペラ軸を介して真空機が駆動されている。真空機のクランク軸も2端側に突出しており、この延長軸からVベルトを介して圧縮機と主電動機送風機を駆動している。冷却室の2端側の最終端にはダイナミックブレーキの抵抗器とその電動送風機が設けてある。真空機の上およびダイナミックブレーキの上には機器つり上げのための取りはずし屋根を設けて保守の便を図っている。

運転室の1端側のショートフードには真空空気併用ブレーキの弁類が集中的に収容してあり機器配置のユニット化を図っている。ノーズには前面と背面運転室側および左側側面に開戸を設け弁類の点検を便利にしている。

3.2 台車

軸配置はAIA-AIAで、動輪直径は1,016 mm、従輪直径は879 mmである。動輪はB.C.K. 納交流電気機関車と共通のタイヤ付鋳鋼輪心の車輪を使用し、従輪には客貨車と共通の一体圧延車輪を使用している。車軸軸受は動軸には日本国有鉄道標準の130 mm 円筒コロ軸受を使用し、従軸軸受には客貨車と共通のRCT ベアリングを使用している。

台車台わくは全鋼板溶接製で、荷重試験により各部の応力を測定し、強度を確認している。

バネ装置は側受支持方式で、車体重量は、台車わく中央軸箱守部分から張り出したバネ受上の枕バネでささえられている。枕バネ上下には特殊の形状の防振ゴムをそう入し、枕バネおよびゴムを組み合わせた横剛性により、左右動および回転が無理なくできるようにしてある。枕バネには上下動および左右動に対してオイルダンパを併用している。

引張装置は中心ピン方式で、引張着力点の位置をできるだけ低くして軸重移動を少なくするよう考慮している。中心ピンの両側には、車体下面からつるした台車つりリンクが枕ばりを貫通しており、車体とともに、台車もつることができる。

基礎ブレーキは動輪に作用する抱き合せ制輪子式である。

B.C.K. の線路は200 mのカーブが多く、しかも比較的細いレールを使用しているので、横圧を軽減するため固定軸距は3軸台車としては異例に短い3,000 mmとし、なお横圧軽減装置を取付けている。横圧軽減装置は図4に示すような構造で、前後台車を連結し、先頭軸の横圧を軽減する作用をするが、ディーゼル電気機関車において、車体中央下部につり下げた燃料タンクと車体台わくの間を通すのに適した構造となっている。

機関車完成後、レールが不整の場合に起こる脱線の安全性も確認した。図5は台車の外観である。

3.3 車体

車体台わくは車端衝撃荷重が200 tであることおよびフードが取はずし式であることを考慮してセンターシル部材の高さをじゅうぶん高くして軽量化を図りながら台わく単体で車端衝撃による曲げモーメントに耐えるよう設計してある。台わくの構成はディーゼル機関を低く設置するためにはしご形であるが、センターシルおよびクロスビームはすべて閉じた箱形断面であり曲げねじりに対して高い剛性を有している。特に車端衝撃に対しては各種の機器取付部分および台車を係合する心皿取付部分も含めてじゅうぶんの強度をもた

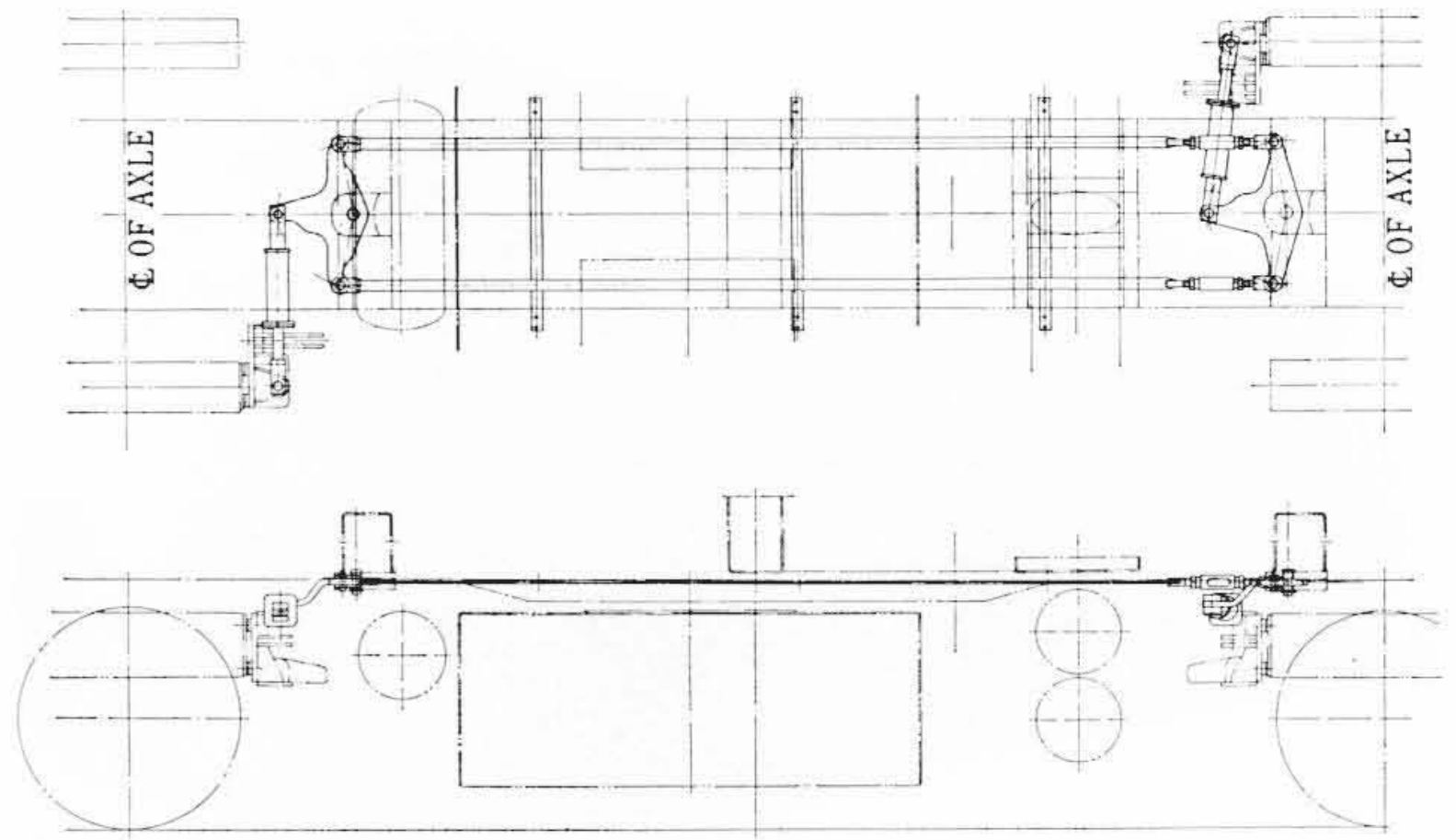


図4 横圧軽減装置

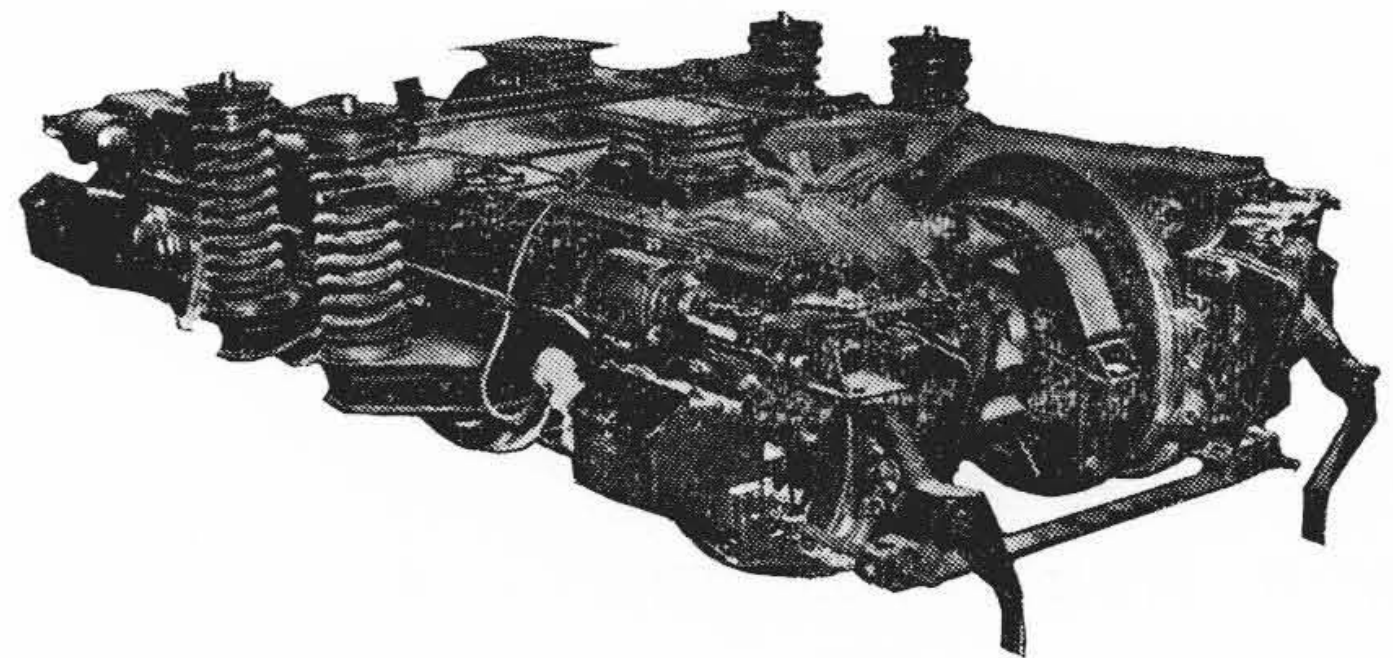


図5 台車

せてある。

台わく構成がはしご形であることおよびセンターシル部材高さが大きいことを利用し、次のようにすっきりした配管ぎ装を行なっている。

- (1) 主電動機用風道および横圧軽減装置用前後台車結合リンクをセンターシル内側面にそって配置し、電線ダクトとブレーキ配管はセンターシル外側面でそれぞれランニングボードの上と下に配置してある。
- (2) 台わく中央部分の底板を漏斗形としてドレンだめとした。連結装置には日立 MI-228-8 ゴム緩衝器付きアライアンススタンダード上作用自動連結器を使用している。

4. ディーゼル機関

ディーゼル機関は、ボリビヤ国鉄納ディーゼル電気機関車⁽¹⁾にも使用され、安定した実績を示している HITACHI-M・A・N V6V22/30 ATL 形である。表2は機関の一般仕様を、図6は主発電機と組合せた外観を示したものである。

この機関の車両用標準定格は、1,870 PS/925 rpm であるが、現地の高度および温度条件を考慮し、出力を1,500 PS/925 rpm に設定して使用している。ガバナはウッドワード PG-EV 形電磁油圧式ガバナで、機関の出力を14段階に制御している。ガバナの側には、圧縮空気で作動する燃料非常シャ断弁がついている。過給機は BBC-VTR 200 形を2台装備している。

機関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おり、両系統に対してそれぞれ独立の冷却水ポンプを備えている。冷却水温度は、温度スイッチにより、ラジエータファン駆動用流体継手の油を充排し、ファンの駆動を制御することにより自動的に調節される。

機関潤滑油系統は、圧力計など一部の部品を除き、オイルフィルタ、オイルクーラなど主要な機器はすべて共通台板まわりに取付けられている。予潤滑は手動ポンプによって行なわれるが、配管中に取り付けた圧力スイッチにより、手動ポンプを操作しなければ機関始動ができない回路としてある。

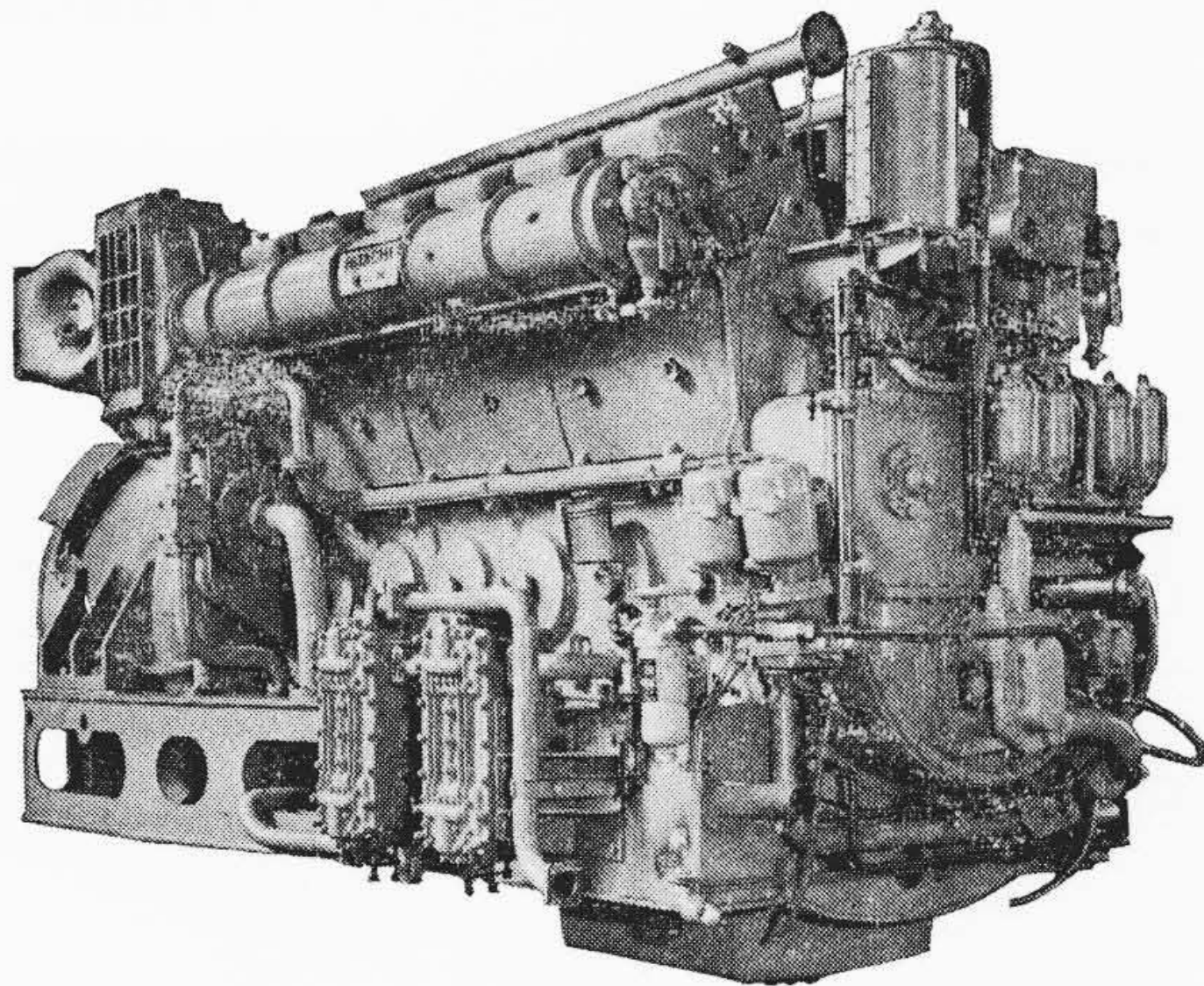


図 6 HITACHI-M・A・N V6V 22/30 ATL 機関
と主発電機組立

燃料系統は、床下の燃料タンクから機関に取り付けた燃料補助タンクに、機関付属の燃料搬送ポンプにより燃料を汲(く)み上げ、補助タンクで加圧して圧送する方式である。

5. 回 転 機

5.1 定 格 の 選 定

機関出力 1,500 PS のときの機関車特性曲線を示したのが図 7 である。機関車特性は顧客要求により、最大こう配 15‰ 区間を貨車 750 t をけん引して走行するのに必要なけん引力を機関車に与えるもので、1 時間定格である。

コンゴは基準周囲温度が 35℃ と高いため回転機の温度上昇限度は「IEC-10 deg」(主発電機はさらに機関室の温度上昇を考慮して「IEC-20 deg」)である。

以下に主発電機と主電動機について概要を述べる。

これら回転機の電機子、固定子とも F 種無溶剤エポキシ樹脂絶縁とし、電機子コイルと整流子ライザ部の接続には TIG 溶接を採用し、さらに、エポキシガラスバンド、エポキシブラシ保持器絶縁棒などを採用し、信頼度向上と保守の簡易化を図っている。

5.2 920 kW 主発電機

主発電機仕様

形 番 号	HI-506-Er
形 式	開放自己通風形、他励界磁、起動直巻、補極、補償巻線付
連 続 定 格	920 kW, 600 V, 1,534 A, 925 rpm
1 時 間 定 格	920 kW, 561 V, 1,640 A, 925 rpm
最 高 電 圧	900 V, 最大電流 2,000 A

図 8 は主発電機の外観を示したものである。本機の補償コイルは全コイルを補極に平行とし、完全に絶縁を完了した 1 極分を取り付け取りはずしできるようにした簡単、がんじょうな構造で*1、保守もきわめて容易である。

5.3 205 kW 主電動機

主電動機仕様

形 番 号	HS-274-Br
形 式	開放他力通風形、直巻界磁、補極付
連 続 定 格	205 kW, 300 V, 767 A, 600 rpm(全界磁)
1 時 間 定 格	219 kW, 300 V, 820 A, 585 rpm(全界磁)
最 弱 界 磁	50% F, 風 量 70 m ³ /min

図 9 は本機の外観を示したものである。本機のように釣掛式主電動機の場合には運転中に回転子各部より発生するファン作用によっ

*1 実用新案 No. 479866

表 2 ディーゼル 機関 仕様

名 称	HITACHI-M.A.N V6V 22/30 ATL
形 式	水冷, 4 サイクル 排気ターボ過給機および過給空気中間冷却器付 直接 噴 射 式
燃 焼 方 式	2×6 45° V 形
シ リ ン ダ 配 列	12
シ リ ン ダ 数	220
シ リ ン ダ 径 (mm)	300
ピ ス ト ン ス ト ロ ー ク (mm)	137
シ リ ン ダ 容 積 (ltr)	1,870 PS/925 rpm
標 準 定 格 出 力	1,500 PS/925 rpm
現 地 定 格 出 力	13.3
平均有効圧力(標準定格) (kg/cm ²)	10.7
平均有効圧力(現地定格) (kg/cm ²)	9.25 m/s
ピ ス ト ン 速 度 (925 rpm)	Woodward PG-EV 形電磁油圧式
ガ バ ナ	主発電機を直流始動電動機として使用
起 動 方 式	

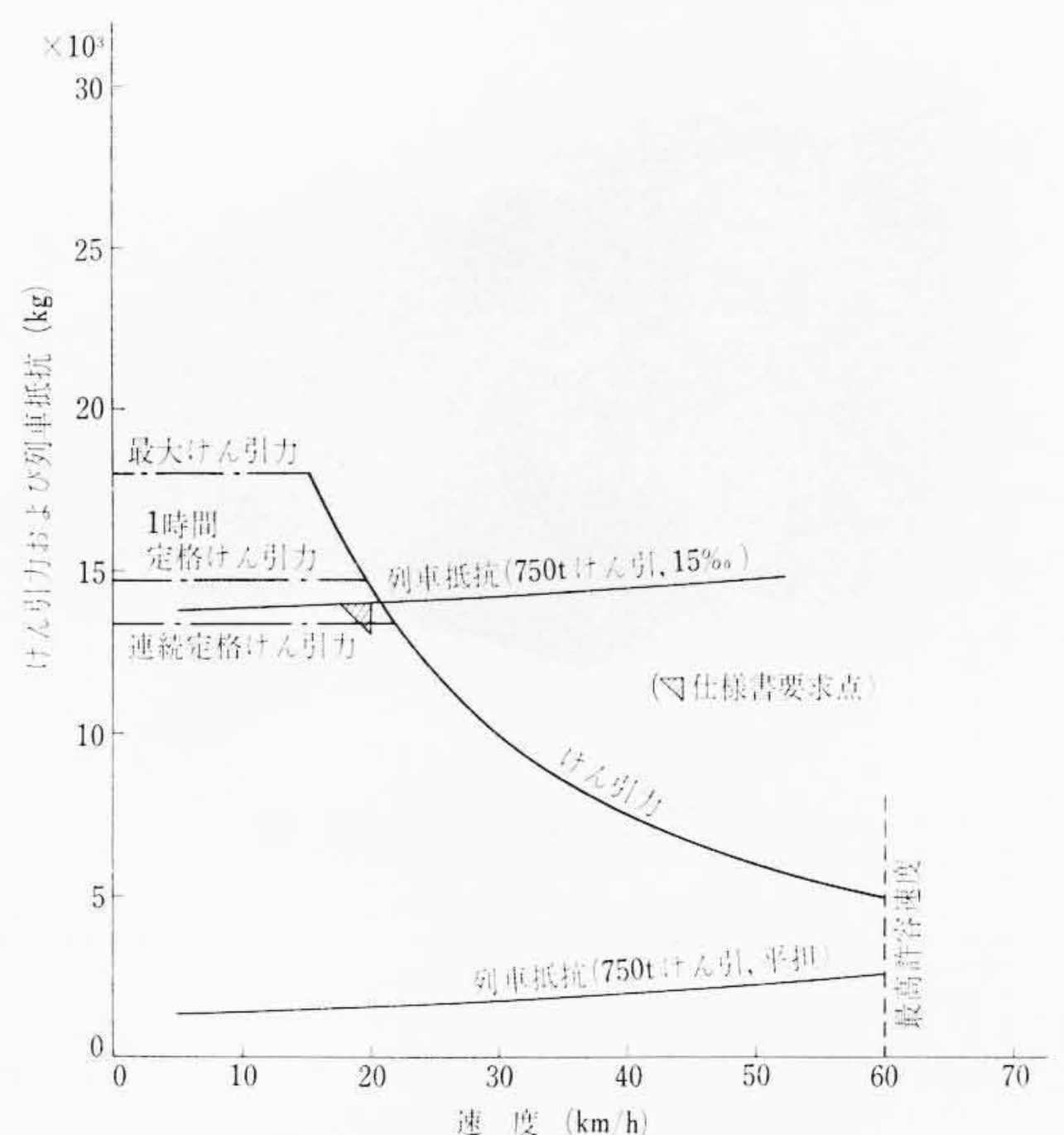


図 7 機関車特性曲線

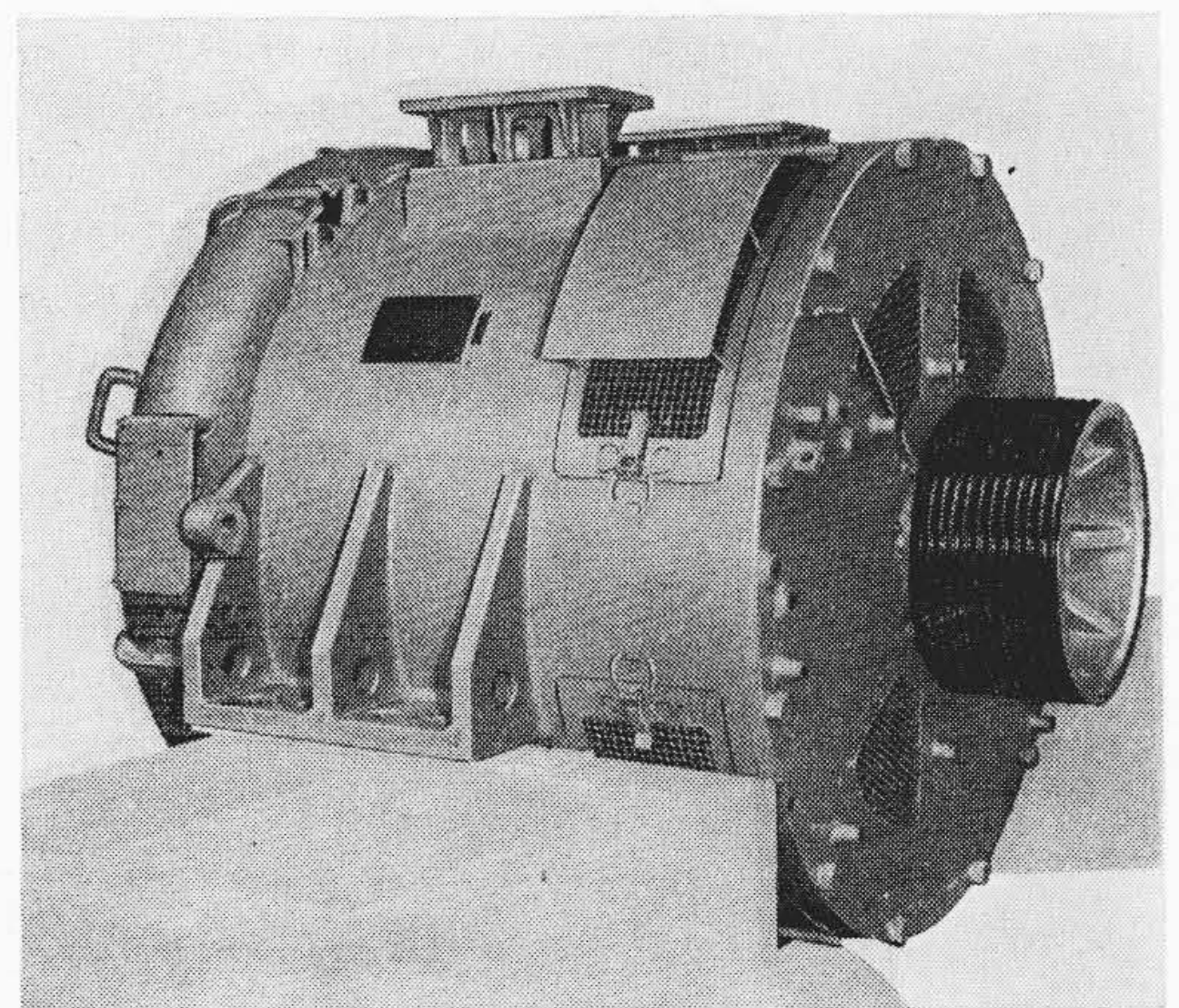


図 8 920 kW 主発電機

て負荷側軸受部内が負圧になるとギヤケース内のギヤコンパウンドが軸受内に侵入しやすい。このため本機は図 10 に示すように負荷側軸受の④部を主電動機の冷却風の一部を使用して加圧し、ギヤコンパウンドの侵入を防ぐとともに、排気の一部を導いて③部を加圧し、軸受の両側の圧力差を低減しポケット内グリースの漏えいをなくす構造としてある*2、図 11 は④部および③部の圧力と主電動機回転数の関係を示したものである。軸受部の圧力は回転数の影響はわずかでほぼ一定の正圧であり、④部と③部の圧力差も少なく、きわめて良好な結果が得られた。またパック式軸受構造*3とすること

*2 実用新案申請中

*3 特許・実用新案申請中

により3年間無給油、無分解で運転可能である。

6. 制御保護装置

制御器具および装置としては、輸出車両に使用しすでに実績のあるものが数多く採用されている。

図12には主発電機の制御特性を、図13は発電ブレーキの制御特性を、また図14は主回路ツナギを示したものである。

主発電機の出力は、2個直列、2群永久並列接続された4個の主電動機に供給される。

主電動機は、機関車速度に応じ、全界磁運転と50%界磁運転の切換が自動的に行なわれる。

発電ブレーキの場合、2群の主電動機電機子の負側は、それぞれ

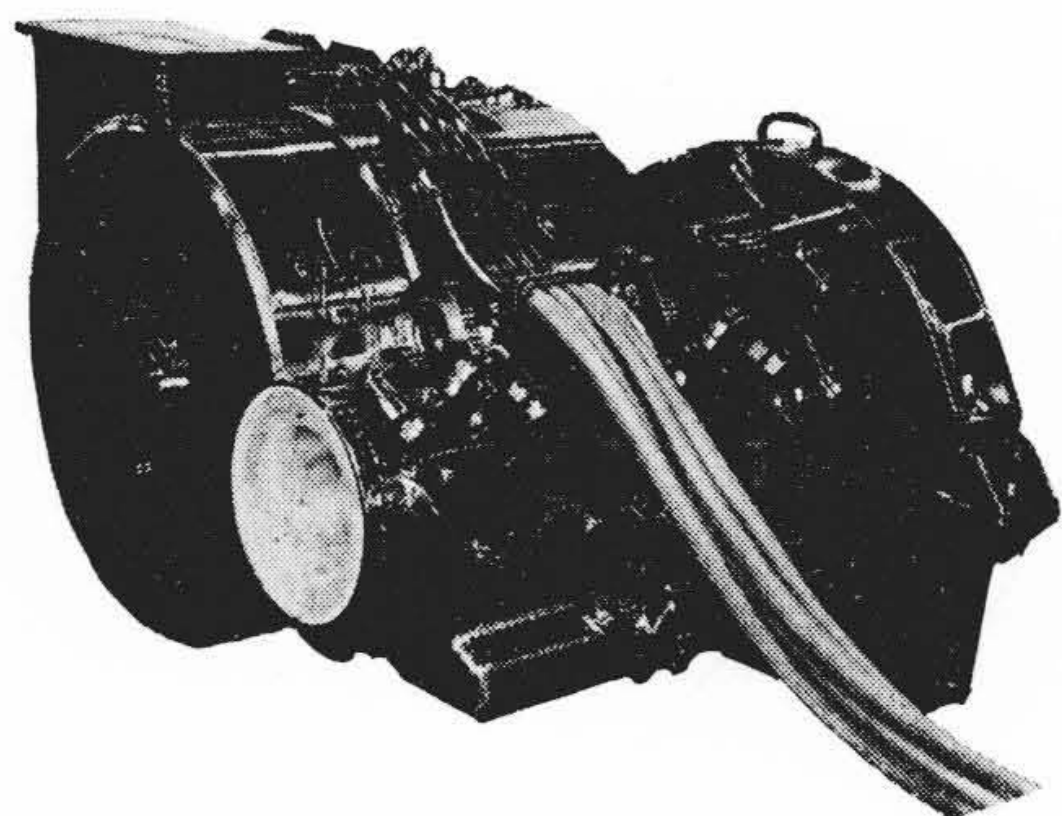


図9 205kW主電動機

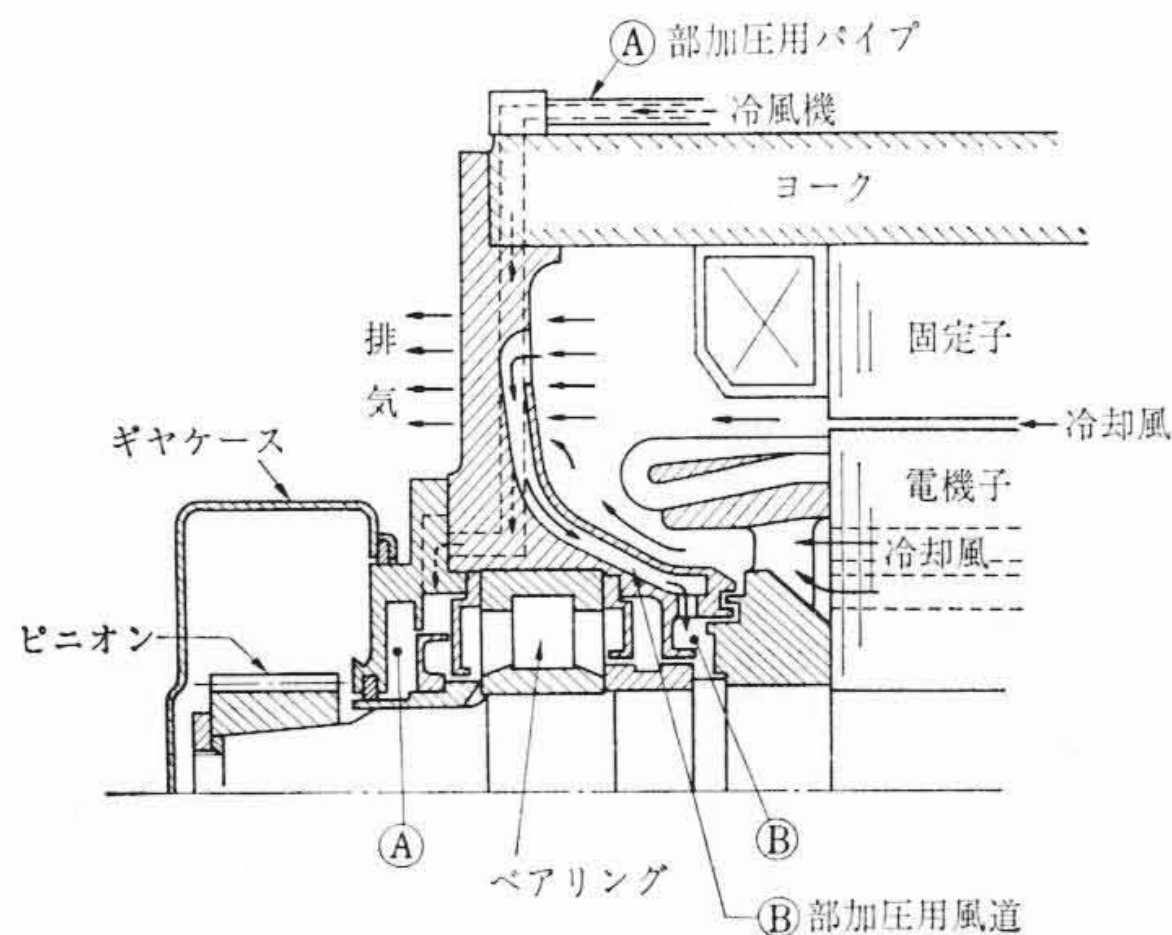


図10 負荷側軸受部加圧法説明図

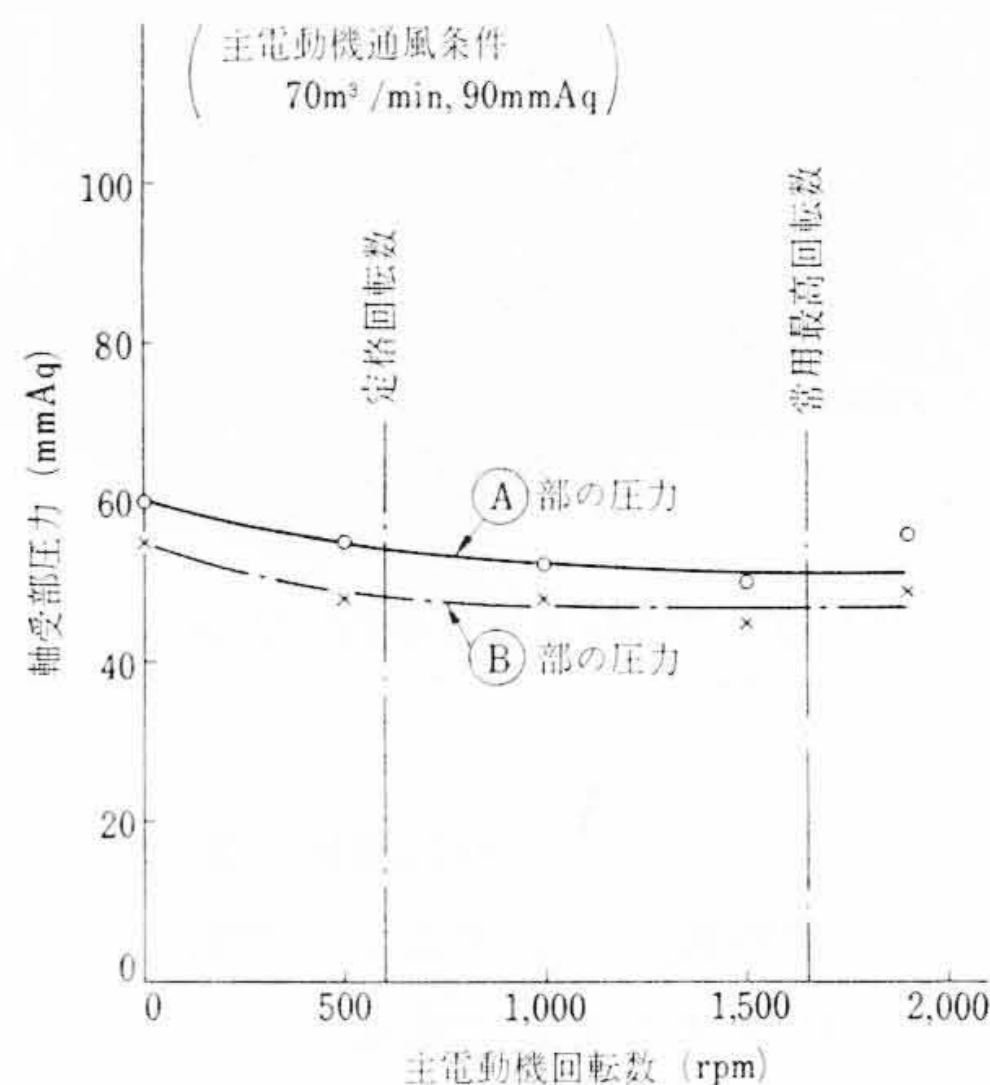


図11 負荷側軸受内部の圧力測定結果

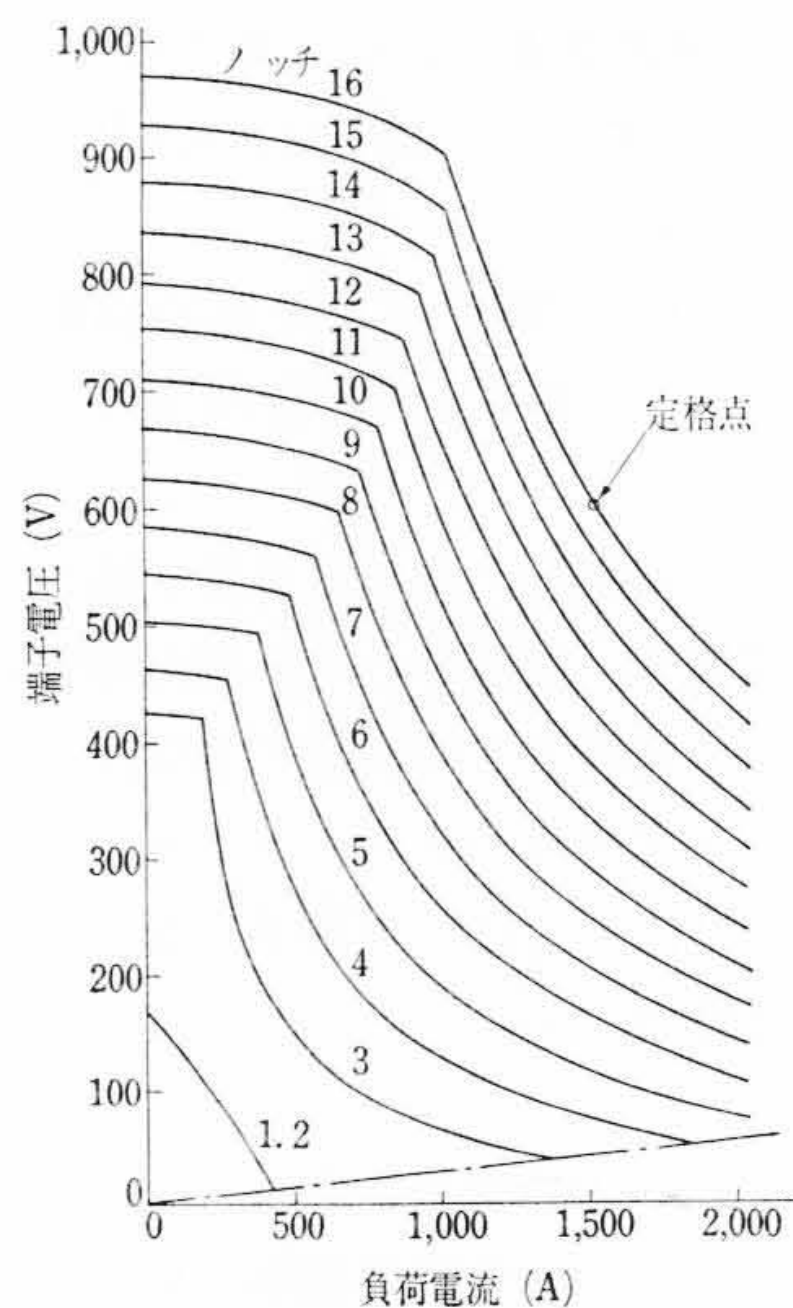


図12 主発電機出力特性曲線

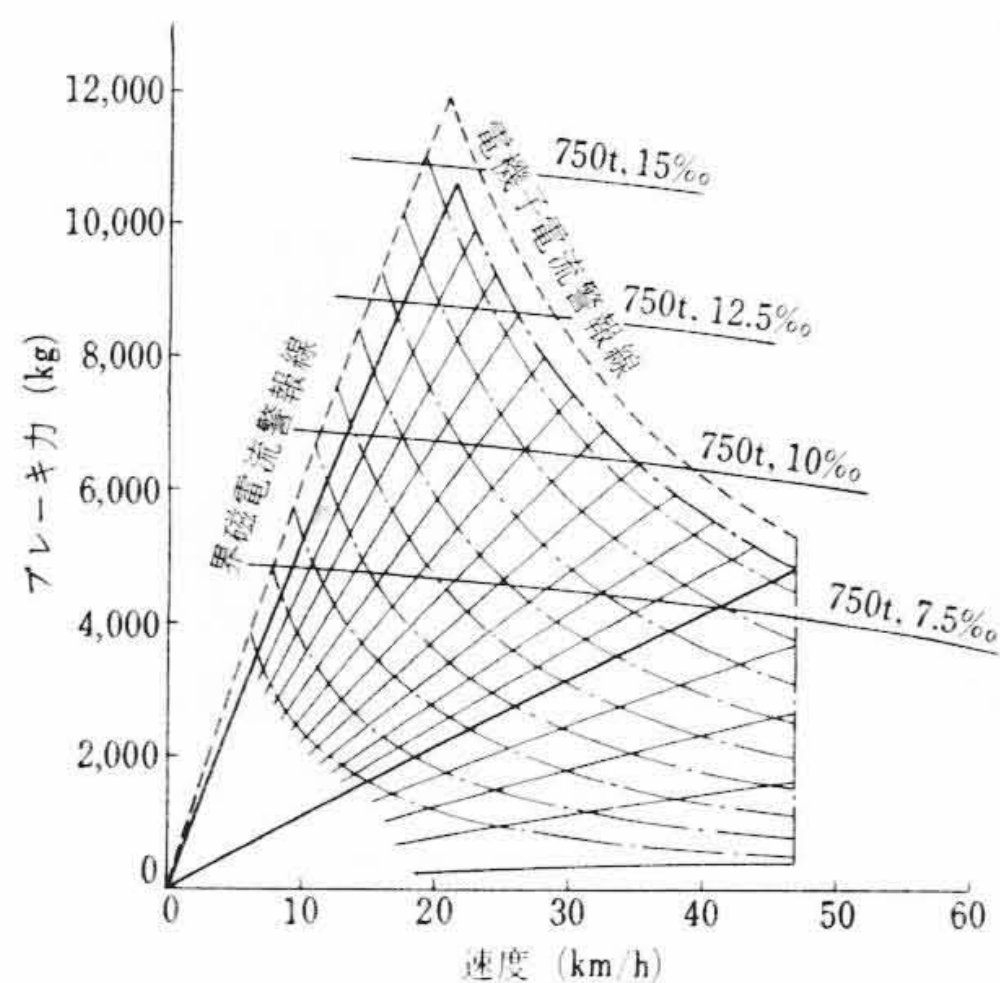


図13 ブレーキ力対速度特性曲線

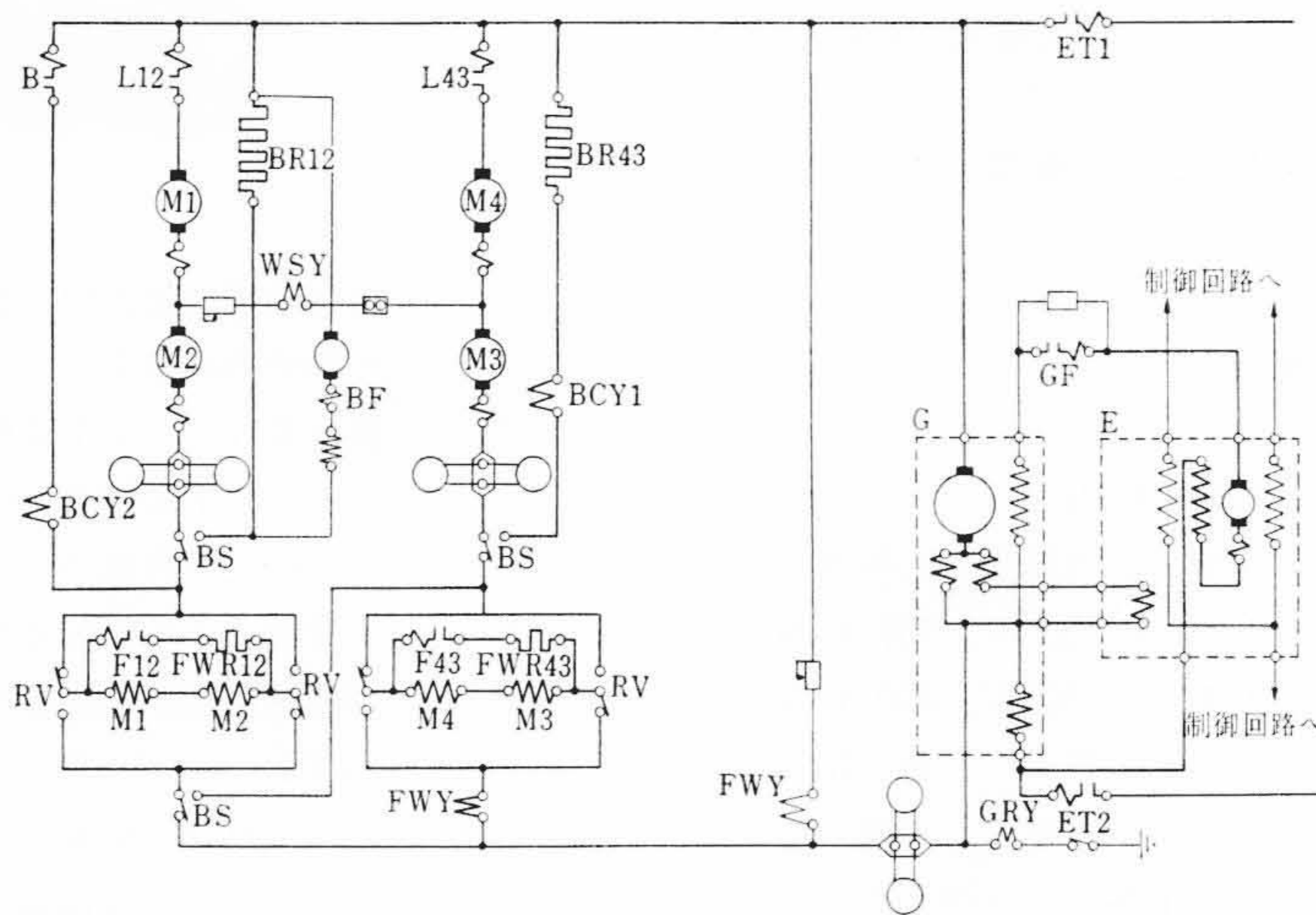


図14 主回路ツナギ

- B 発電ブレーキ用接触器
- BCY ブレーキ電流継電器
- BF ブレーキファン電動機
- BR ブレーキ放熱抵抗器
- BS 制動転換器
- E 主発励磁機
- ET 機関始動接触器
- F 主電動機界磁接触器
- FWR 主電動機界磁抵抗器
- FWY 主電動機界磁継電器
- G 発電機
- GF 主発電機界磁接触器
- GRY 接地継電器
- L 主電動機回路接触器
- M 電動機
- RV 主逆転器
- WSY 空転継電器

表 3 保 護 と 警 報 シ ス テ ム

自動的保護 および 警 報	エンジン 停止	エンジン 空回転	動力伝達 しや断	出力 減少	非常 ブレーキ	砂 撒(ま) き	警 報	個別 表示 点灯	総合 表示 点灯	補 発 励 磁 中 止
事故 あるいは 欠陥										
デッドマン		○	○		○		ベル ○		○	
機関車過速度		○	○		○			○	○	
非常ブレーキ		○	○		○				○	
空 転				○		○		○		
火 災								○		
潤滑油圧不足	○		○		△			○	○	
エンジン過速	○		○		△				○	
エンジン停止	○		○		△				○	
冷却水過熱		○	○		△			○	○	
主回路接地		○	○		△			○	○	
ブレーキ過電流		○	○		△		ブザー ○	○	○	
補発過電圧								○	○	○

“△”印は発電ブレーキ中のときのみ、非常ブレーキが動作することを示す。

この機関車の保護と警報システムを表 3 に示す。

7. 結 言

本機関車は、特にラジエータの吸込空気温度を現地の最高気温まで上げて冷却装置の容量を確認するなど、慎重な社内試験を行なった後、FESCO (FAR East Super-Intendance Co., Ltd.) の立会検査に合格し、44 年 4 月現地に向け船積みされたものである。

本機関車の図面承認は B.C.K. のコンサルタントである Ancienne Compagnie du Chemin de Fer du Bas-Congo au Katanga により行なわれ、関係のかたがたの親切なご指導を仰いだ。また現地調査の際は B.C.K. の Lubumbashi および Lihasi 各地区の幹部のかたがたの行届いたご配慮によって短期間の間に多くの調査をすることができた。ここに記して厚く御礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) 渡辺ほか：日立評論 51, 124 (昭 44-2)



特 許 の 紹 介



特許 第 416174 号 (特公昭 38-14478 号)

梶 原 利 幸

圧 延 機 用 圧 下 装 置

この発明は油圧シリンダによってロールの圧下量を調整する圧延機用圧下装置に関するもので、復元機構を設けてロールの位置設定を容易にしたものである。

図は四重圧延機の場合について例示しているが、図において、1, 2 は作業ロール、3, 4 は補助ロール、5, 6 は補強ロールチョーク、7 は油圧バランス用カム、8 は圧下用ラム、9 はシリンダであって、このシリンダによって圧下用ラムを移行し、ロール 2, 4 を上下する。10 はロールスタンド、11 はパイロット弁 14 とシリンダ 9 との油圧径路の途中に設けられたピストン体であって、そのロッド 12 には一端がパイロットピストン 15、他端がスクリュウ 20 によって上下動作するナット 21 に連結するレバー 13 が支持点 33 で可回轉的に支持されている。16 は発条、17 は油圧の送入パイプ、18 は搬出パイプ、19 はパイロット弁 14 とピストン体 11 を連結するパイプ、22, 24 はマグネットクラッチ 23 によって連結されているモータ、25 はアキュムレータ、26 はドレンタンク、27 は送入油の圧力を測定する圧力計、28 はピストン体 11 とシリンダ 9 を連結するパイプ、29, 31 はバルブ、30, 32 はパイプであって、これらバルブおよびパイプはロールに大きいストロークを必要とする場合、たとえばロール組替えの

際に使用される。

さて、ロールを平行に圧下する場合はモータ 22, 24 を回轉し、(このとき両者はマグネットクラッチ 23 にて機械的に連結されている) スクリュー 20 を回轉してナットを下方に移動せしめる。そしてレバー 13 を支点 33 を中心として回轉し、パイロットピストン 15 を突き上げてバルブを開き、パイプ 17, 19 を通してピストン体 11 へ油圧を送る。それによってロッド 12 が動きレバー 13 を押し下げバルブを閉じる。このとき、ロッド 12 をナット 21 の移動に比例した量だけ動くので、ピストン体 11 からシリンダ 9 へ送り込まれる油量(圧下量)は結局モータ 22, 24 の回轉数によって決定される。これと同じ機構がモータ 24 で動かされるので、モータ 22, 24 を同一回轉数で回轉すれば左右の圧下量は同じで、結局ロールは平行に移動するとともに同じ位置に設定することができる。

次にロールを下げるときはモータを逆轉すれば、ナット 21 は上方に移動しピストン 15 を下げパイプ 19 と 18 を連結するので、ロールは自重により降下する。また片方のみ動作させたいときはマグネットクラッチ 23 を切って必要なほうのモータのみを回轉すればよい。(山元)

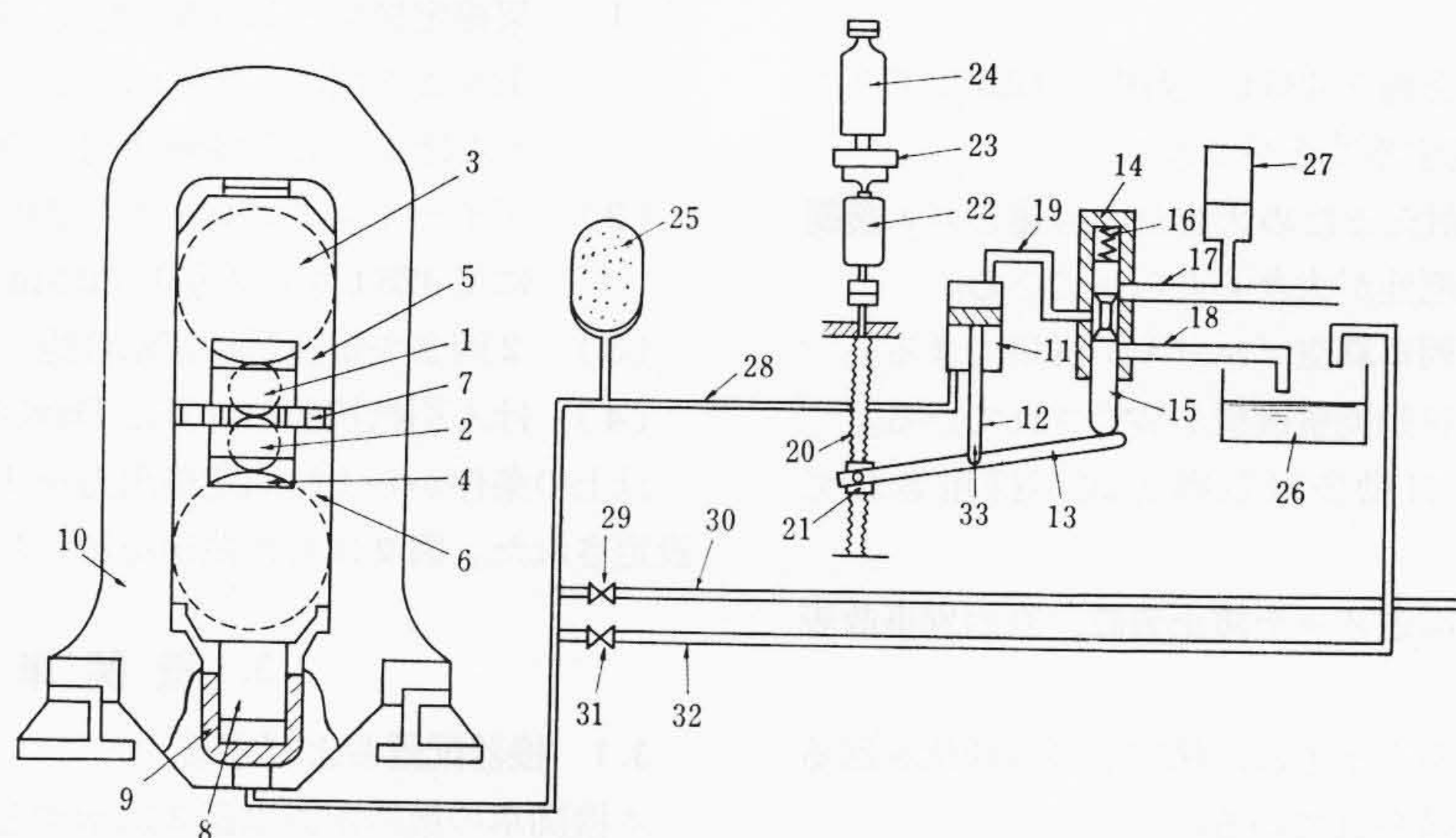


図 1