

エジプト鉄道納 郊外用通勤ディーゼル列車

Suburban Diesel Trains for Egyptian Railways

出水芳郎* 六反弘道*
Yoshirō Demizu Hiromichi Rokutan

内 容 梗 概

エジプト鉄道納郊外用通勤ディーゼル列車は、ききに納入したディーゼル動車350両に引き続く大量受注で、その設計、製作にあたっては慎重な考慮が払われ、完成品についてはきびしい条件の下で種々の試験が行なわれた。

本文はこのディーゼル動車の設計構造について説明し、諸試験研究の結果および諸性能をとりまとめたものである。

1. 緒 言

日立製作所は、ききに納入した350両のディーゼル動車に引き続き、郊外用通勤ディーゼル列車100両をエジプト鉄道から受注した。

この車両は通勤客を輸送することを目的とする郊外用ディーゼル列車で基本編成は、動力車1両、付随車2両からなり、応用編成として3両の動力車で5両までの付随車を牽引重連可能な設計となっている。動力車はエンジン2基を床下に有し、放熱装置が屋根上に設けてある。

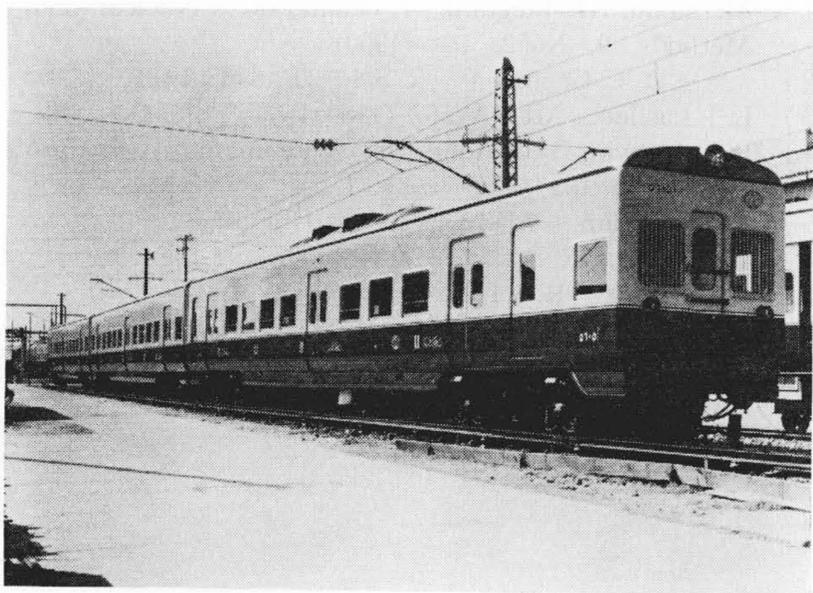
車体は満載荷重に対して十分な強度を有するもので、ききに納入

した350両口の経験を生かし、さらにいろいろな現地条件を加味し、改良した設計となっている。

これら動力装置、床下機器の性能については、試作品について試験し十分な検討を遂げている。

2. 仕様および特長

このディーゼル列車は、第1図および第2図に示すように両側運転室付2等動力車と、2等付随車と片側運転室付1等付随車の3両の基本編成からなり、最大、2等動力車3両と付随車5両の合計8両からなる応用編成が可能な電気制御方式としてある。動力車の床下には335 PSのエンジン2基、発電機、空気圧縮機などを装備し



第1図 ディーゼル列車外観写真(基本編成)

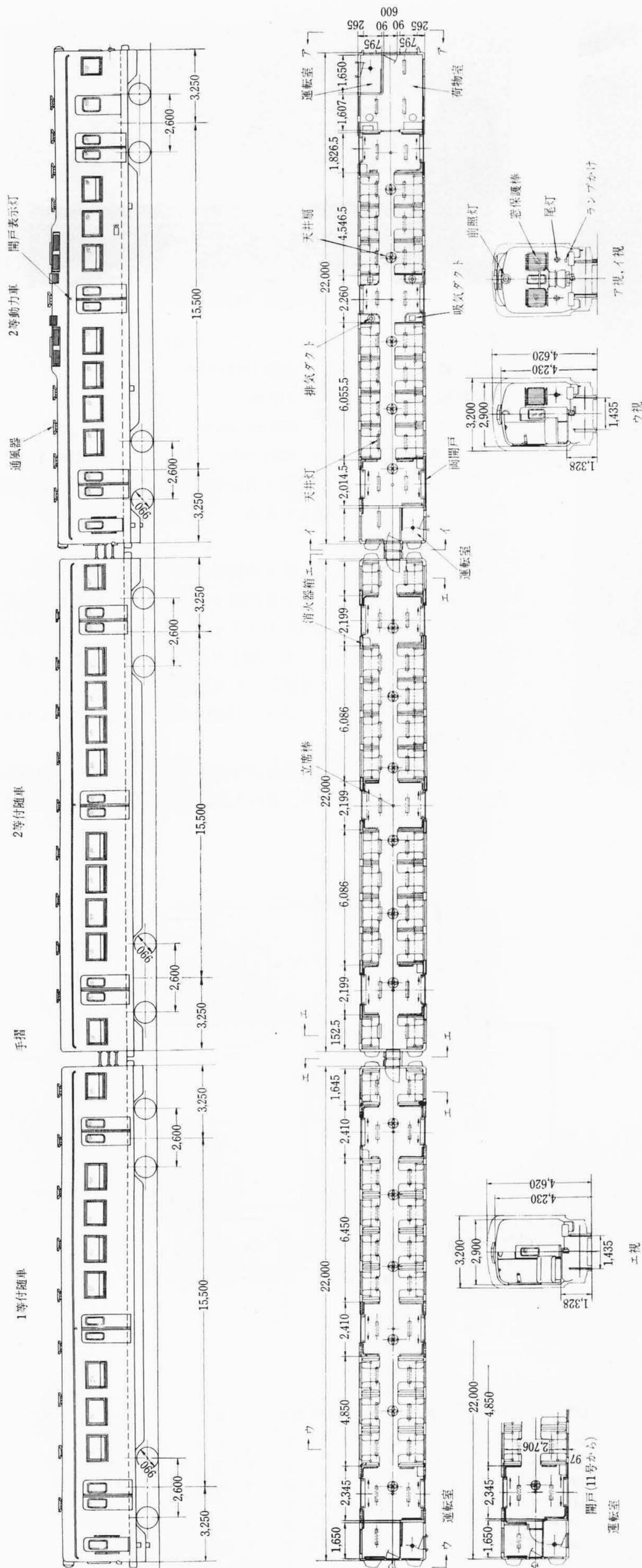
第1表 ディーゼル列車主要諸元

軌 間	4'-8½"(1,435mm)	
最 高 速 度	90 km/h	
主 要 寸 法	長 さ (連結面間)	22,000mm
	最 大 高 さ (レール面上)	4,390mm
	最 大 幅 床 面 高 さ	4,470mm(2等動力車)
		2,970mm
座 席 定 員	2等動力車	70人
	2等中間車	98人
	1等付随車	79人
空 車 重 量	2等動力車	約56 t
	2等中間車	約40 t
	1等付随車	約40 t
台 車 間 距 離	15,500mm	
固 定 軸 距	2,600mm	
車 輪 径	990mm	
連 結 器 高 さ	1,105mm	

* 日立製作所笠戸工場

第2表 ディーゼル列車概略仕様

(1) 車 体		
台 枠	鋼 体	鋼製全溶接構造
熱 絶 縁		鋼体内面 スプレイドアスベスト吹きつけ
内 部 仕 上 げ		内張裏面 モルトブレン張り
腰 掛		内張天井 アルミヒッターライト
		1等車 クッション付フトン、ビニールクロス張
窓		2等車 木短冊張
		上昇式ガラス窓、アルミ形材わく、安全ガラス
戸 荷 物 棚		上昇式ヨロイ戸チーク羽根
		鋼板タイコ張
床 構 造		客室座席部全長、金属ネット張
		1等車 キーストン+マプラス+3mm ロンリューム
		2等車 キーストン+マプラス
		下面にスプレイドアスベスト
通 風 装 置		屋根上ガーランド形
連 結 緩 衝 装 置		日立ゴム緩衝器付ナショナルAPタイプ自動連結器
制 動 装 置		ウェスチングハウス空気ブレーキおよび補助ブレーキ
戸 閉 め 装 置		日立TK-4F形、荷物室から一斉操作
荷 物 室 (2等動力車のみ)		折畳式テーブル、郵便分類棚
(2) 動 力 装 置 (2等動力車のみ)		
エ ン ジ ン		GM 62806 RDA×2台
コ ン バ ー タ		GM Allison (逆転機付)
ラ ジ エ ー タ		オイルモータ駆動によるファン強制空冷式
吸 排 気 装 置		屋根上装備
補 機 駆 動 装 置		屋根上から吸気オイバフィルター使用、サイレンサを通じ屋根上排気
		発電機、空気圧縮機、オイルポンプを歯車箱を介しエンジンから駆動
(3) 電 気 装 置		
方 式		DC 24V, 360AHバッテリー×2台
		AC 100V (インバータ使用)
制 電 機 御		全電気式総括制御、変直自動切換え
発 電 機		DC 24V 120 Amp 電圧調整器付(GEZ)
照 明		客室は蛍光灯、その他は白熱灯
扇 風 機		16" 首振り形



第2図 基本編成形式図

第3表 鋼体強度試験結果

中央部たわみ (30 t)	3.70mm
相当曲げ剛性	$2.19 \times 10^{14} \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$
曲げ固有振動数 (鋼体)	10.8 cps
ねじれ角 (1.5 t-m)	$0.506 \times 10^{-3} \text{ rad}$
相当ねじり剛性	$48.7 \times 10^{12} \text{ kg} \cdot \text{mm}^2$

ている。

第1表はそのおもな要目を、第2表はその概略仕様を示したものである。

この車両の構造上、性能上の特長を列挙すると、

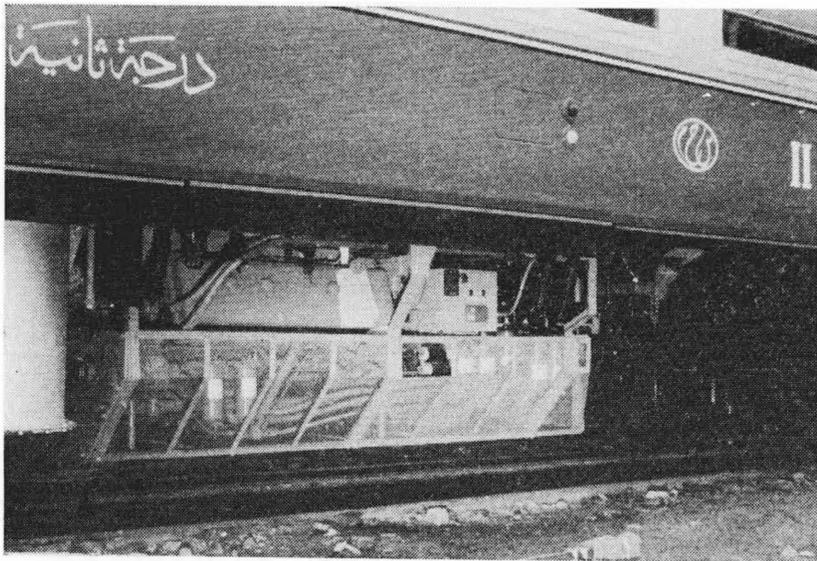
- (1) 鋼体は最大30 tの乗客荷重にも、また車端衝撃100 tにも耐える強度をもっている。第3表は強度試験の結果を示したものである。
- (2) 防熱、防音の見地から、外板、屋根板の内面また床下面にアスベスト吹き付けを行ない、内張の裏面にモルトプレンをはり付けてある。
- (3) 内張はアルミヒッター、荷物棚は金属網およびアルミダイキャストのクロムメッキとし、はばきはステンレス鋼製とし、室内機装はすべて無塗装構造となっている。
- (4) 車体幅は最大限に広くし、各出入口には、ふみ段を設け、引戸レールに足をつまづかさないう構造としてある。
- (5) 防じんについては特に床下機器関係に留意し、エンジンの吸気は屋根上、空気圧縮機の吸気は客室からとり、いずれもオイルバス形のフィルタ付となっている。

空気ブレーキ部品、プロペラ軸などの動力伝達機構も防じん構造とし、また台車などの各しゅう動部には極力耐摩レジンを使用してダストの付着するのをさける構造としてある。

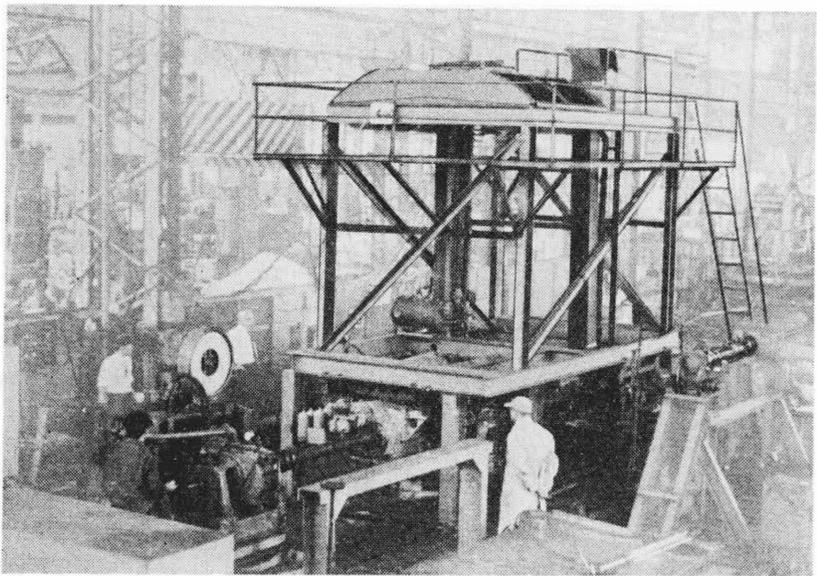
- (6) エンジン、放熱装置、補機そのほかの床下機器は、できるだけブロック化して床下に取り付ける設計とし、取り付け取りはずしを容易にして保守の簡易化を図ってある。
- (7) 運転制御は全電磁式の簡単で確実な方式とし、主幹制御器各種表示灯などの連動によって、誤操作を防ぎ、また各種自動保安装置を設けて運転上の安全を確保している。
- (8) 電源はDC 24Vで、エンジン駆動の発電機、電圧調整器により蓄電池を充電する方法とし、2組の発電機はお互いに過負荷にならぬ構造としてある。また1組のいずれかが故障したときは、ほかの1組から充電または放電できる設計となっている。

室内照明はインバータ使用によるAC 100V蛍光灯となっている。

- (9) 台車は乗心地のよいコイルバネとオイルダンパの組み合わせからなるウイングバネ形であり、台車わくはプレス鋼製全溶接構造で、運転中作用するあらゆる動荷重に耐えるよう堅固な設計となっている。
- (10) できるだけ部品は、互換性をもたせるようにしてある。



第 3 図 エンジン 取付 図



第 4 図 動力装置 試験 装置

3. 動力装置

3.1 ディーゼルエンジンおよびコンバータ

エンジンおよびコンバータは、GM 製の標準形 62806 RDA で、既納 350 両用エンジンと同形式であるが、さらに改良が加えられている。特に冷却水系統では、エンジンにバイパス用サーモスタットが設けられている。

エンジンおよびコンバータの馬力あたりの重量は、約 6 kg/PS でこの種のものでは最も軽量の部に属するものである。

車体への支持は、三個のブラケットでつり下げられるようにしてあり、エンジンおよびコンバータを設置する台を必要とせず、前位では、圧縮形防振ゴム、後位では 2 組のせん断形防振ゴムにより支持されている。車体につられた状態を第 3 図に示す。

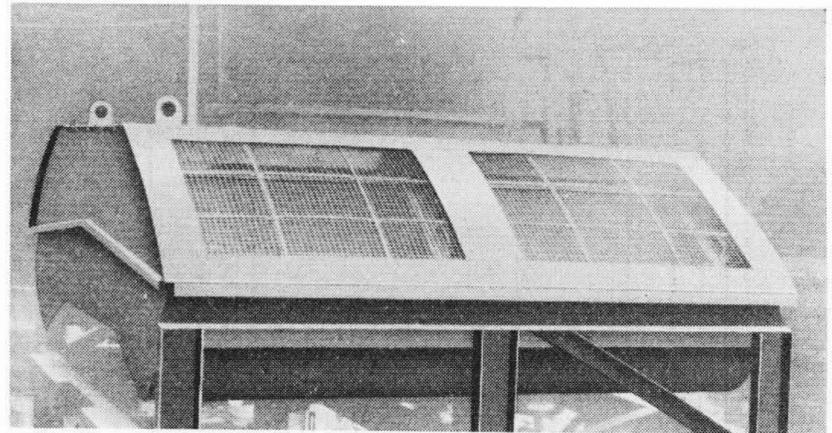
振動試験の結果、つりゴムの固有振動数は上下 7.2c/s、左右 6.2 c/s、前後 5.1 c/s で、車体、台車そのほかの関係振動に影響しないようにしてある。第 4 図は動力装置試験装置を示す。

3.2 冷却装置

(1) 放熱装置

ラジエータコアとファンを一体に組み立てたものを屋根上に装備する方式で一体形ラジエータコアを 4 個組み合わせ、1 個のファンにより正面から電気を吸い込み、上に排出する構造で、第 5 図に示すようなコンパクトなユニット設計となっている。

冷却能力は現地気候の最悪条件を考慮して外気温度 46°C として計算され、エンジンおよびコンバータの放熱



第 5 図 放熱装置 (Radiator Unit)

量は十分余裕をみて設計されている。すなわち、

必要放熱量 200,000 kcal/h

放熱器コア放熱面積 112 m²

ファン風量 600 m³/min } エンジン回転数

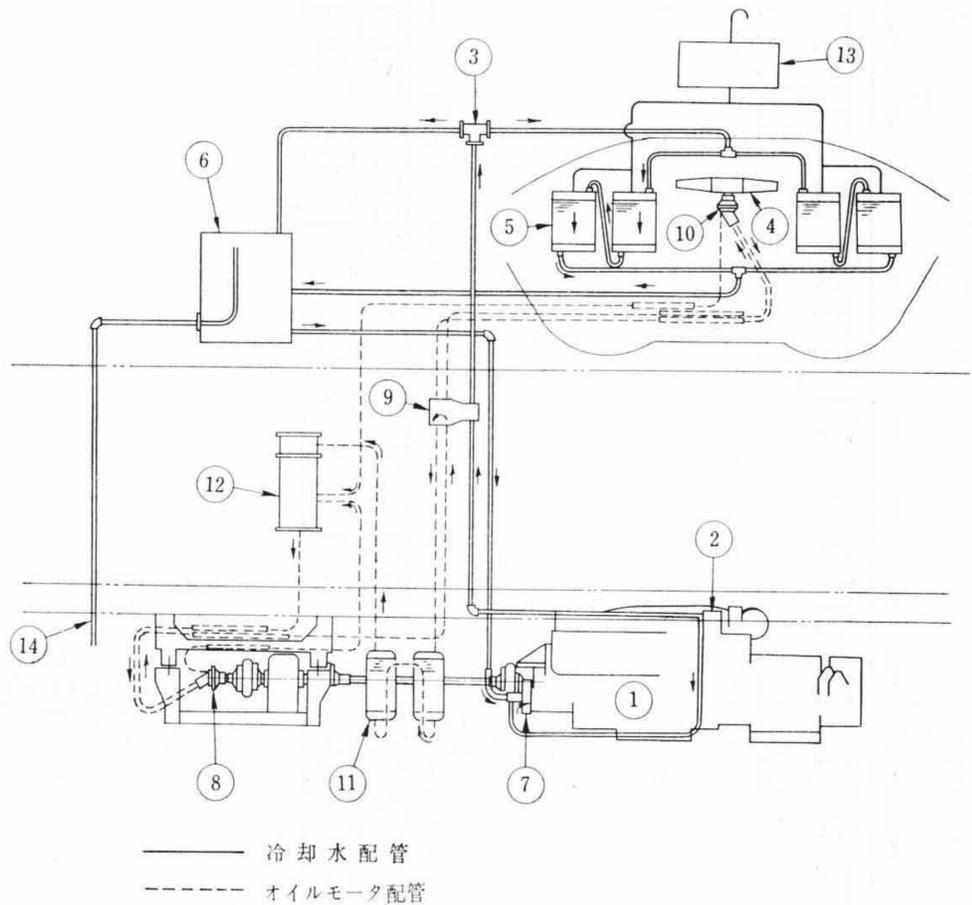
冷却水循環流量 460 l/min } 2,000 rpm

現車と同じエンジンとの組み合わせで試験されており、放熱量は十分であることを確認してある。

(2) ファン駆動装置

ファンを駆動するため、数々の特許を有する日立静油圧ファン駆動装置を採用し、エンジン補機軸で油圧ポンプを駆動して油圧モータへ高圧油を送り込み圧力エネルギーを機械エネルギーに変換してファンを駆動している。油圧ポンプと油圧モータとを結ぶ回路中にサーモスタットを使用した油量制御弁を置き、エンジン出口の冷却水温度に応じてファン回転数を無段制御して、冷却水温度を適温に保っている。

この日立静油圧ファン駆動装置を採用することにより、放熱装置がコンパクトにまとまり、屋根上放熱装置装備も可能となって



項番	名 称	No./SET	項番	名 称	No./SET
①	エンジンおよびコンバータ	1	⑧	オイルポンプ	1
②	エンジンサーモスタット	1	⑨	油量制御弁	1
③	車体サーモスタット	1	⑩	オイルモータ	1
④	ラジエータファン	1	⑪	オイルクーラ	2
⑤	ラジエータコア	4	⑫	オイルタンク	1
⑥	補助水タンク	1	⑬	空気抜きタンク	1
⑦	エンジン水ポンプ	1	⑭	給 水 口	2

第 6 図 冷却水およびオイルモータ配管系統図

いる。これは電気式にくらべ、軽量でコンパクトな利点である。

(3) 温度制御

冷却水温度の制御は、エンジン装備のバイパス用サーモスタットと車体に取り付けられたサーモスタットおよびファン制御用油量制御弁の3種のものによって行なわれる。第6図に冷却水系統図およびオイルモータ配管系統図を示す。第7図は試験結果を示したものである。いかなる負荷変動に対しても、エンジンに適合する制御温度71.1~85°Cの範囲内におさまり、またエンジン出口

温度は全負荷としアイドル運転の負荷変動においても、その温度差は、最小に保持されるようになっている。

3.3 補機駆動装置

発電機、空気圧縮機、ラジエータファン駆動用オイルポンプの駆動は、主機エンジンの補機軸から歯車箱を通じて行なわれる。

第8図に示すように、No.1エンジン用とNo.2エンジン用とはそれぞれ独立しており、2組のものが対称に一つの補機わくにおかれ、防振ゴムを介して車体につられている構造となっている。

補機駆動関係のねじり振動および防振ゴムなどの性能は、完成車両と同じ条件で試験し確認されている。

3.4 エンジン吸排気装置

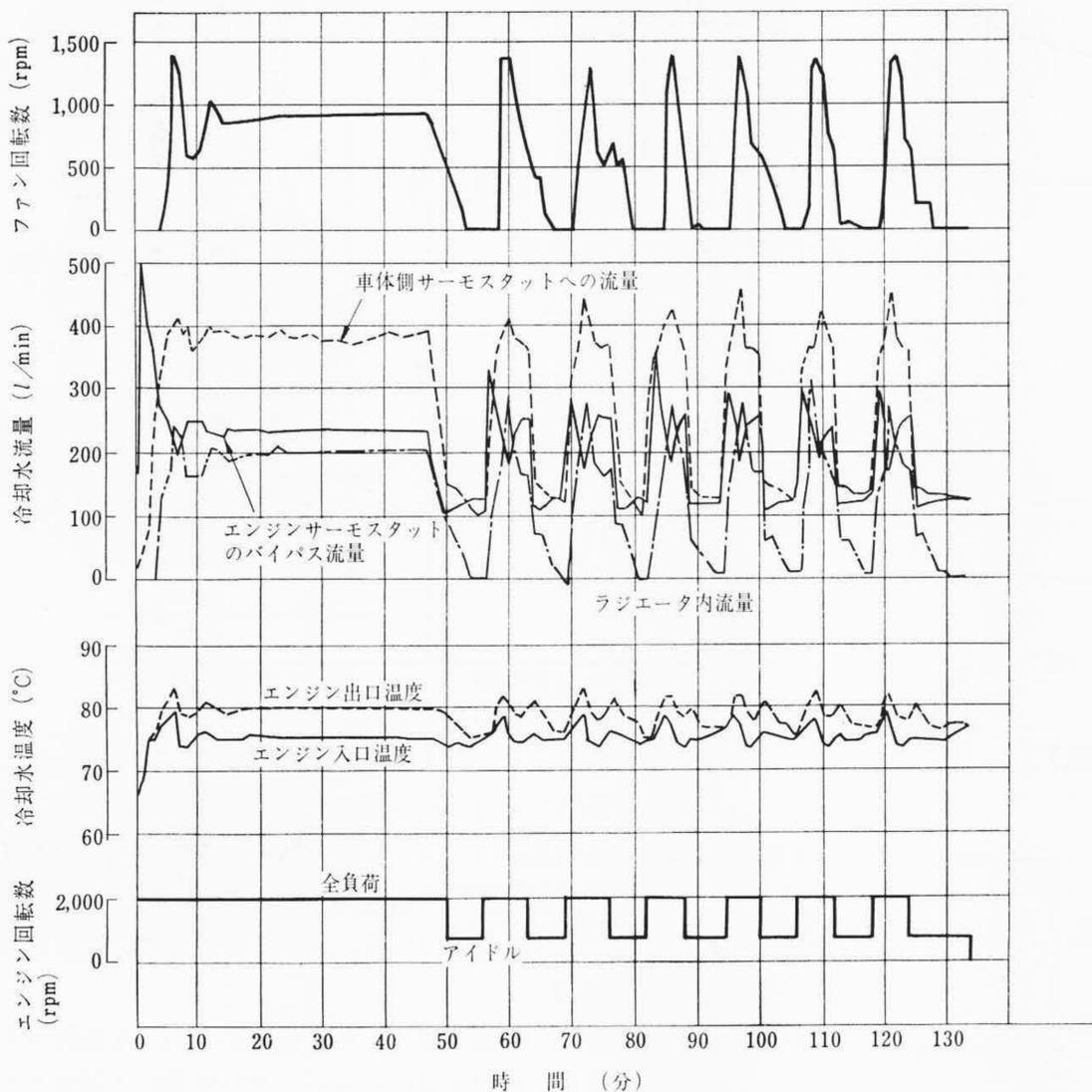
エンジン用吸気は、防じんを考慮して屋根上から取り入れ室内仕切りダクトで床下に導かれ、オイルバス形のフィルタを通じて、エンジンへ導かれる。

排気ガスはたわみ管継手をへて、消音器に導かれ、屋根上に吐出される。排気管は車体への熱影響のないよう十分断熱してある。また吸気、排気の圧力損失は、それぞれエンジン回転数2,000rpmにおいて440mmAq, 46mmHgである。なお2基エンジンのため、屋根上における吸気排気が走行中において、お互いに影響されないよう、吸気は側から吸い込み、排気は中央部上方へ吐出する構造となっている。その状態を第9図に示す。

3.5 車両のけん引力特性

このディーゼル列車の基本編成の特性曲線を第10図に示す。

変速、直結の切換えは、自動的に行なわれ、直結への切換えは車速約56km/h、コンバータ範囲への切換えは車速約53km/hで行なわれる。



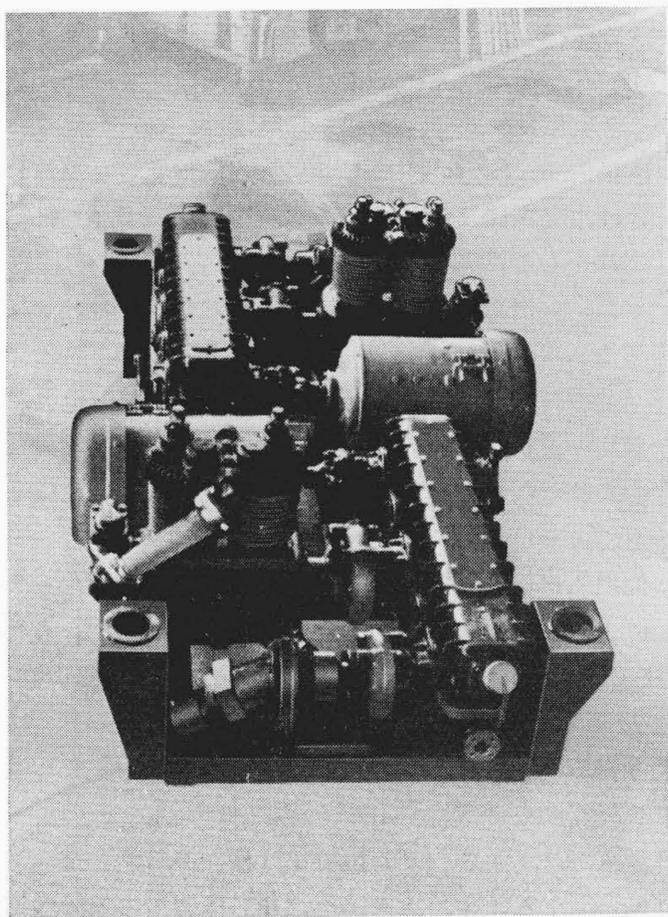
第7図 冷却水温度制御動特性曲線

4. 制御装置および電気装置

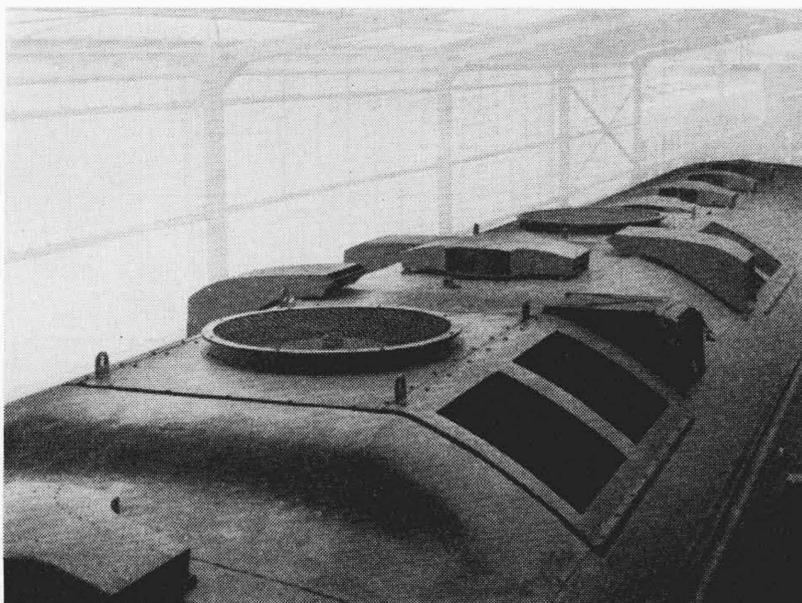
4.1 制御方式および電気方式

本制御方式および電気方式のおもなる特長を列举すると、

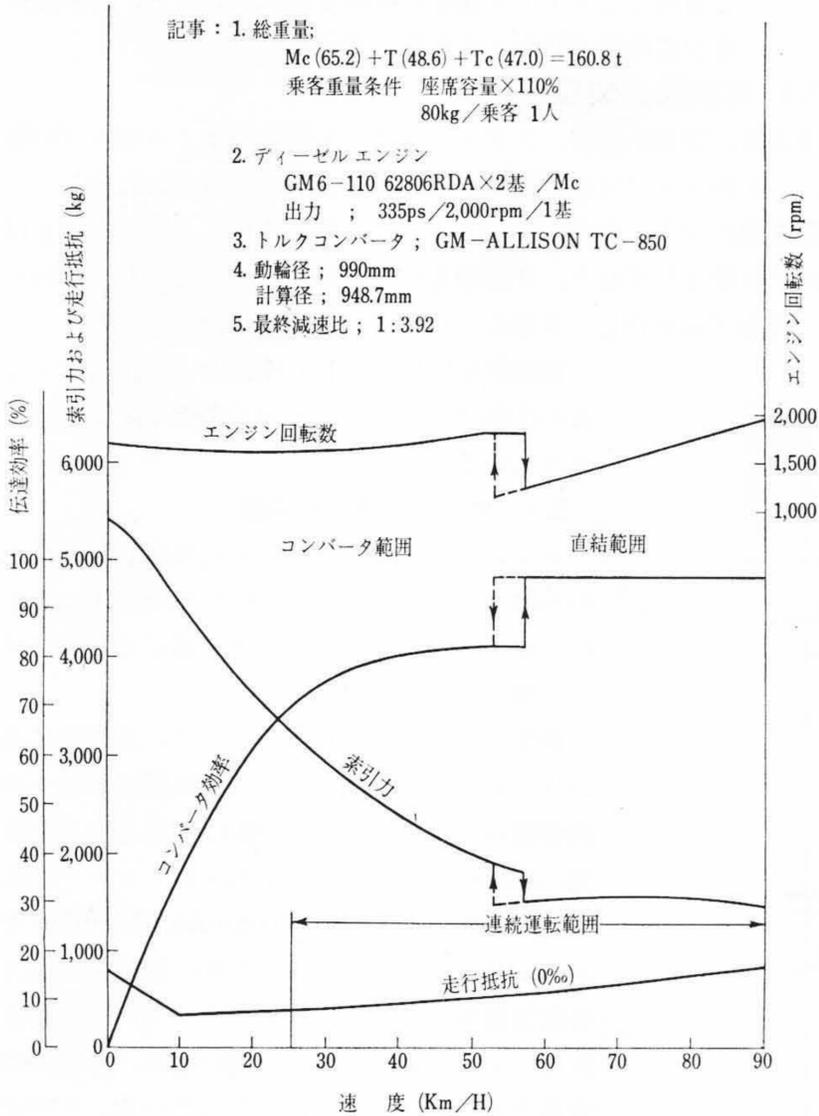
- (1) 制御方式は、電磁方式で3両の動力車と5両の付随車からなる8両編成までの列車のどの運転室からでも、間接制御運転ができる。
- (2) 各動力車は、2組の動力装置と電力設備をもち、各付随車



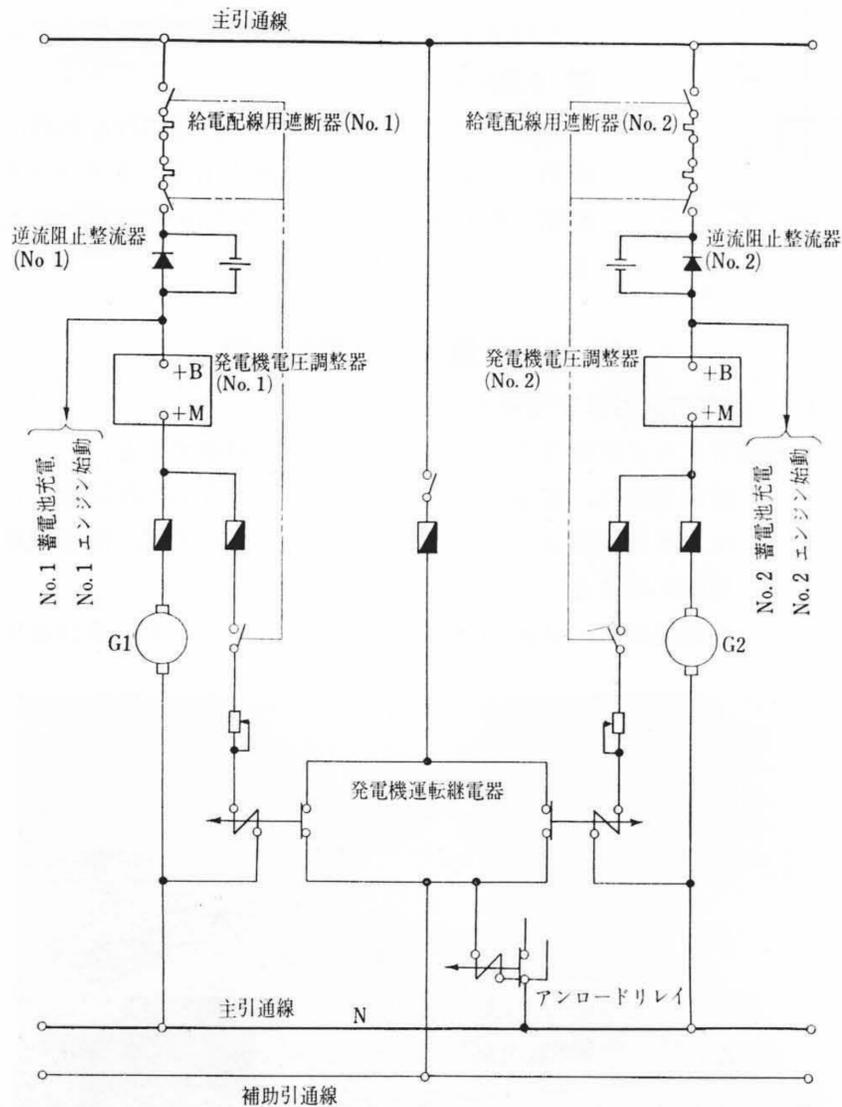
第8図 補機駆動装置



第9図 吸排気屋根上配置

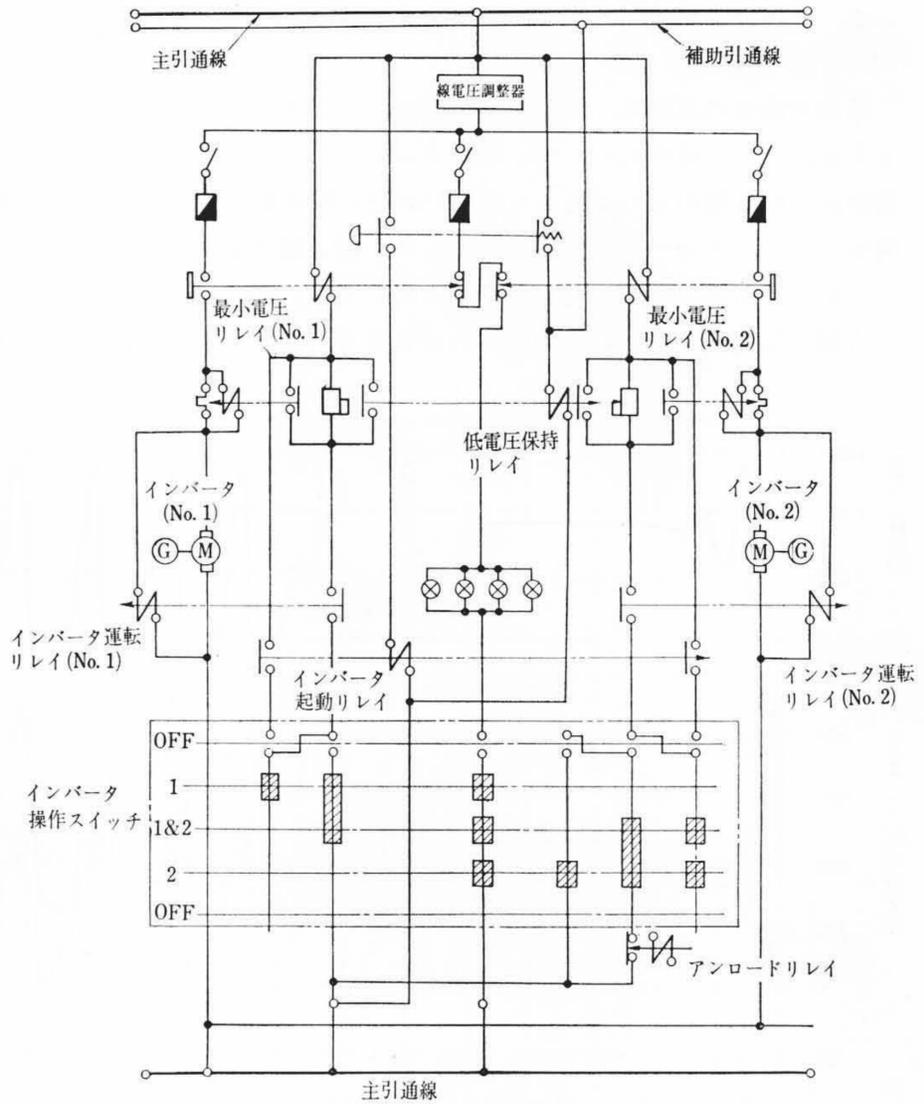


第 10 図 速度—牽引力特性曲線 (基本編成)



第 11 図 発電停止，給電停止検出回路ツナギ

は電力設備をもたず，その電力は動力車から供給されるので，すべての車に主引通し線が設けてある。また 2 組の電力設備は，並列運転されるので，横流を阻止するため逆流



第 12 図 インバータ回路ツナギ

- 防止用整流器でお互いに分離されている。
- (3) 列車の全部の負荷は，エンジン駆動の発電機が正規の電圧を発生し，全部の給電用遮断器が投入されていないと，運転できないようになっている。回路ツナギの第 11 図を参照(特許申請中)。
 - (4) (3)項の特別な電気回路により発電機が 1 台でも故障すれば，各車の 2 台中の 1 台のインバータは自動的に開放され蛍光灯は半減となり，蓄電池による運転時間を延長する。
 - (5) 各車に設けてある 2 台のインバータを同時に始動すると大きな電流が流れ，それによって電源電圧が低下するので，1 台ずつ始動するためインバータ操作スイッチが設けてある。回路ツナギ第 12 図を参照。
 - (6) 駅構内または車庫内などで長時間，蛍光灯を点灯したいときは，発電機または蓄電池を使用しないで，外部電源からこれをとることができる。
 - (7) エンジン出力は，2 個のソレノイドの組み合わせにより，アイドル， $\frac{1}{2}$ ， $\frac{2}{3}$ ，全出力の 4 段階に制御される。トルクコンバータおよび逆転クラッチは，エンジンに直結されており，逆転クラッチの動作は，運転室の主幹制御器の操作により行なわれるが，トルクコンバータの切り換えは，車速により自動的に行なわれる。
 - (8) 側出入口戸は，動力車の荷物車掌室の車掌スイッチの操作によって一括，電磁空気で操作される。

4.2 主要機器

(1) 主幹制御器

主幹制御器は主ハンドルと逆転ハンドルの 2 個を有し，これは絶対に誤操作のない機構のものでなければならないので，主ハンドルは逆転ハンドルが，OFF 位置では操作不可能となっており，また逆転ハンドルは主ハンドルが，OFF 位置でのみ操作可能な機械的インターロックが施されている。

主ハンドルは、OFF、0、1、2、3の5ノッチを有し、逆転ハンドルには、O、N、F、Rの4位置がある。逆転クラッチは、逆転ハンドルを、FまたはRに入れたのち、主ハンドルを、OFFから0位置に移したとき、はじめて動作するようになっている。

(2) 制御器箱

No. 1, 2 制御器箱があり電力設備の並列運転の逆流防止のため整流器や、充電、始動切換えスイッチなど、制御に必要な部品が収納してあり、各部品は振動に影響されない設計となっており、できるだけコンパクトにまとめている。

(3) 発電機、調整器、蓄電池

GEZ製 D 151 tov 24/32 V、0~120 A (熱帯地向) 発電機、ZR 50 S 形調整器および湯浅製 TRYA-10 形 360 AH/10 時間率、鉛蓄電池を2個、動力車に装備し並列運転している。

(4) インバータ

日本国鉄標準の 400 VA のものを熱帯地向に絶縁強化して蛍光灯の電源としている。

(5) 蛍光灯

グローススタート式プラスチックカバー付天井直付形で熱帯地向に通風に十分留意した構造となっている。

4.3 保護装置

エンジンの保護装置として、つぎのものが設けられている。

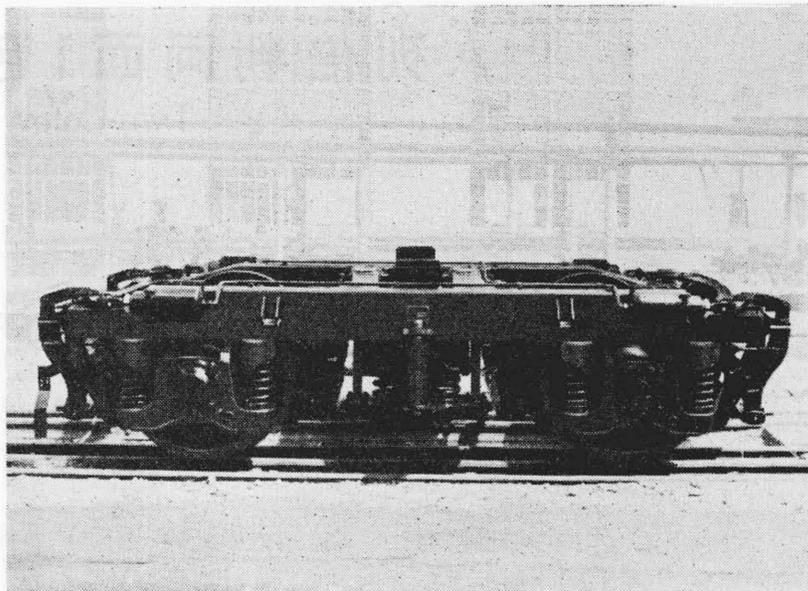
エンジン潤滑油圧低下	エンジン停止
エンジン冷却水温度上昇	エンジン停止
エンジン冷却水の減少	エンジン停止
トルクコンバータ油の温度上昇	エンジン停止
制御管の空気圧低下	エンジンアイドル

運転手は車の走行中、運転室に設けられた表示灯により、エンジン保護装置の動作を認知し、動力車の車側に設けられた表示灯により故障エンジンを早期発見できるよう考慮されている。

5. 台車

溶接組立構造のウイングバネ式2軸ボギーで乗心地よく安全運転と保守の容易さを考慮して設計されている。

軸バネはコイルバネと防振ゴムの併用、まくらバネもコイルバネ



第13図 駆動台車

で、オイルダンパを使用している。さらに必要部分には防振ゴムを使用して、走行時の振動、衝撃の緩和を行なうような構造で、ブレーキはおのおの車輪を両側より制輪子で抱き締める方式を採用している。

減速装置は1組のスパイラルベベルギヤにより構成された一段減速である。

なお、現地はレール条件が非常に悪いところがあるので、じょうぶな設計とするほか、さらに強度試験を行なってその強度を確認している。第13図は駆動台車を示す。

6. 結 言

以上このディーゼル列車についてその仕様構造と機能を中心に、試験を含めてその概要と特長を述べたが、在来のディーゼル動車の概念を大きく越えた新しい設計を各所に取り入れるとともに、設計製作にあたっては既納350両の経験を生かし、日立製作所の総合技術を発揮して性能の向上に努めている。

このディーゼル列車の完成は、エジプト国鉄の輸送の合理化に貢献するところ大なるものがあり、性能の点においても必ず好評を博すものと信じている。