

23. 鉄 道 車 輜

LOCOMOTIVES AND ROLLING-STOCK

国鉄の交流電化、ディーゼル化は着々進みつつある。交流電化区間と直流区間との接続点およびその接続方式もこのほど決定され、それぞれの方式に合致した機関車、電車などが試作されている。

その第一陣として現われた交直両用電車の試験は、日本の電化の特殊事情を裏付けるものとして注目されたが結果は上々で、その実用化に明るい見通しを得た。

日立-M. A. N. ディーゼル機関を搭載して出現した新 DF 50 形ディーゼル電気機関車は、在来のを上回る出力で好評を得ている。

一方昨年度末輸出されたインド向直流 3,000 V 電気機関車およびタイ国向 950 PS ディーゼル電気機関車は、いずれも好調に運転されており、追加発注が予想されている。

電車は郊外、地下鉄、路面とも乗心地改善、スピードアップなどの競争がますますはげしくなっていて、これらを考慮しない電車はおそらく今後出現することはないであろう。

客車においても新“あさかぜ”編成車が、新時代の代表的サービス列車として注目を浴びている。

産業方面は不況打開のための合理化に沿った設備用の車輛の発注が目だってふえた。

輸出の特筆すべきものとしては、フィリピンマニラ鉄道向客車、台湾向貨車、マレー向ディーゼル機関車および鉱石運搬車などで、いささか延び悩みといったところ

であるが、これは全般的の傾向で、今年度の発展を期待している。

23.1 電 気 機 関 車

日本国有鉄道は、仙山線と北陸線での交流電化の経験に基いて、東北線ならびに常磐線の電化を促進しつつあり、本格的に主要幹線の交流による電化への一歩を印したといえよう。東北線用交流電気機関車には、日立製作所が他社にさがかけて製作し、現在好成績をもって仙山線で稼働中の ED 4521 にみられる高圧タップ切替方式が全面的に採用されることになった。今春その全貌を現わす予定である。

一方直流電気機関車も交流電気機関車に匹敵するものとして、軸重補償、空転検出再粘着装置、回生ブレーキ付とした ED61 形が完成した。直流区間の従来の EF 形にとって代るものとして、引き続いて生産されている。

23.1.1 ED 61 形直流電気機関車

国鉄で使用する在来の ED 形直流電気機関車は、形式が雑多ですでに大半が老朽化している。

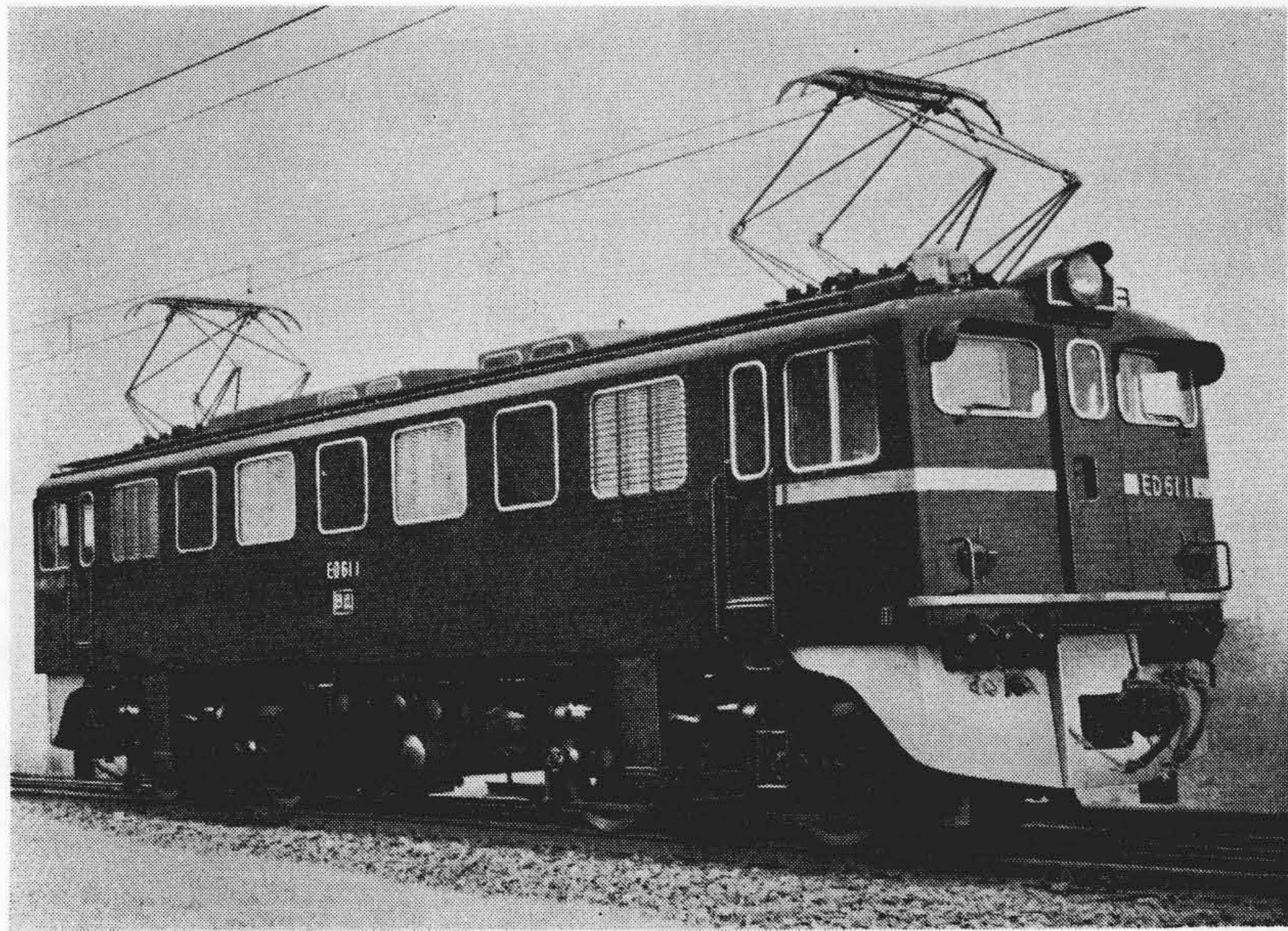
近年、台車、駆動装置、主電動機、制御方式などの著しい進歩に刺激され、従来の ED 形はもちろん EF 形にもとって代る性能の機関車として計画誕生したのが第 1 図のごとき ED 61 形で、主な特長は次のとおりである。

(1) 完全側受支持台車を採用し、クイル式駆動装置を使用、軸箱モリ部には防振ゴム支持方式の採用により摺動部分をなくした。

また室内電気品は完全キャビネット方式として保守点検の簡易化を計るとともに、配線接続にはキャノンプラグなどの使用により、キャビネットの車外搬出を容易にしている。

(2) 主電動機の界磁を各軸ごとにあらかじめ予期される値だけ弱めて、機関車の起動時の真の軸重に比例した引張力を得られるようにし、軸重を 100% 利用するようにした。

(3) わが国初めてのバーニヤ制御方式を採用することにより、機関車起動時のノッチ刻み電流値の変化を



第 1 図 ED 61 形 電 気 機 関 車

小さくし、したがって平均起動電流を大きくでき、空転の機会を少なくして牽引重量の増大を計った。この方式による性能の向上は、電気車全般に適用される気運を作ったものとして今後の成績が期待されている。

(4) 動輪が空転したときは、それを検出し空転動輪のみの主電動機電機子を抵抗分路することにより、再粘着させる方法をとっている。

(5) 励磁機による回生ブレーキが可能で、重連運転の場合のブレーキ特性の差異を手動調整して、常にブレーキ負荷を平衡させようようにするため、励磁機界磁調整器を備えている。

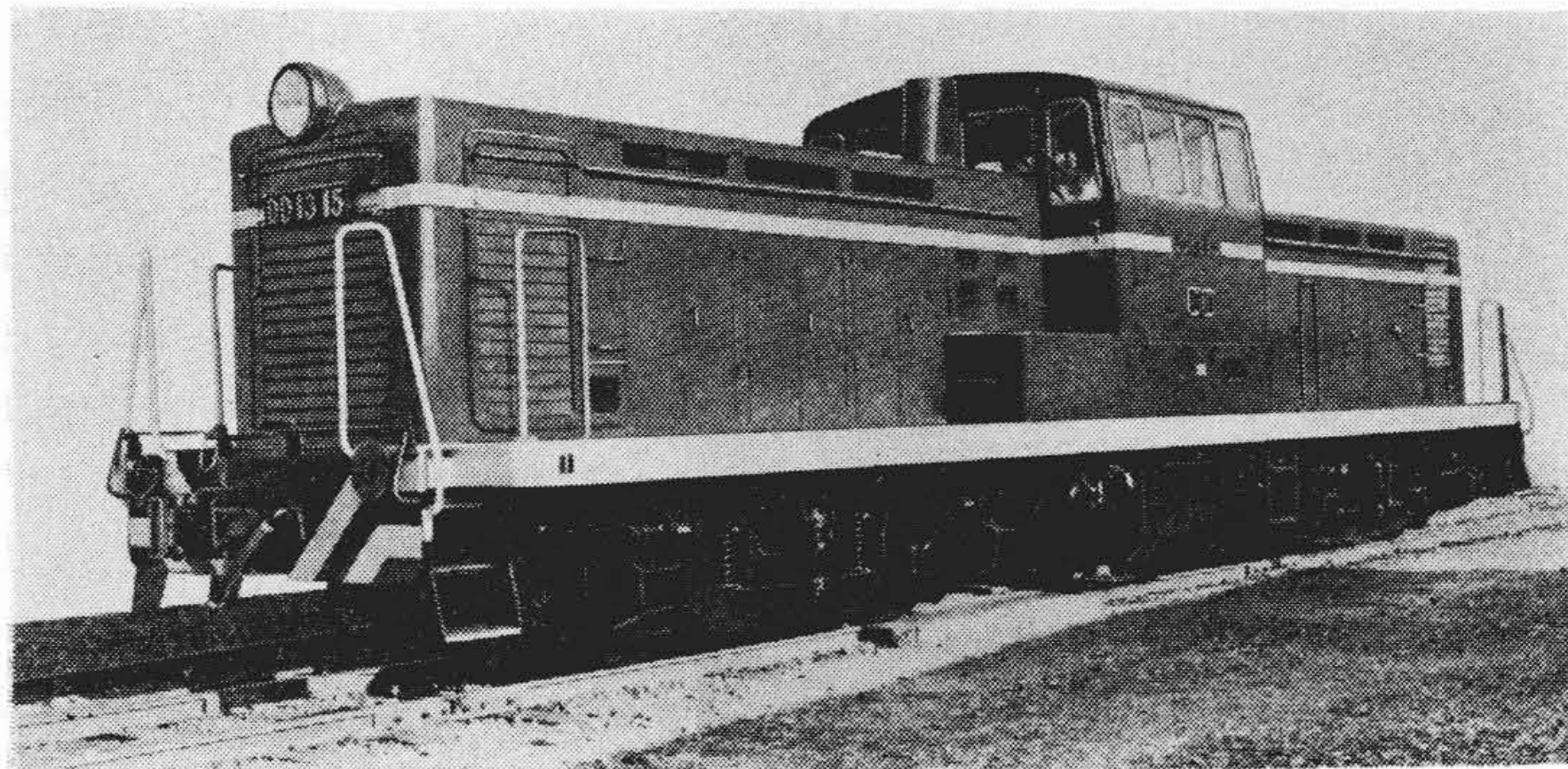
23.2 ディーゼル機関車

近年、輸送力増強の傾向に伴ってディーゼル機関車も軽量大出力化する必要にせまれ、高速軽量機関の採用と新しい駆動方式などが取り上げられてきた。

すなわち限られた出力で広汎な用途に使用するため、低速で強大な引張力を有し、高速運転も可能な機関車が要求されるようになった。



第2図 タイ国鉄納 950 HP ディーゼル電気機関車



第3図 国鉄納 DD13 形 740 HP 液圧式ディーゼル機関車

わが国の大形ディーゼル電気機関車の本格的な製作ならびに使用実績はまだ5年を出ない。しかし国鉄の動力近代化計画が具体化されるに伴ってその要望に答え、いち早く量産態勢を確立した日立製作所は、独得の励磁方式、機関テレコントローラおよびオートロードコントローラを採用し、補機の駆動方式にも新機軸を採り入れて、国内のみならず輸出にも進出した。

一方液圧式ディーゼル機関車は軽量安価、運転取扱容易などの利点を有するため次第に大形化が要望され、重連可能な機関車、機関と液体変速機間の変速切り替えの自動化などが取り上げられてきた。

液圧式ディーゼル機関車製作実績のトップをいく日立製作所は、戦後の製作総数 100 輦をこえ、さらに33年度も私鉄、各種産業工場などに多数を納入した。

23.2.1 ディーゼル電気機関車の生産状況

国鉄へ納入した DF 90 形 1,900 HP ディーゼル電気機関車は、昨秋実施された旅客列車 500 t 牽引、貨物列車 1,200 t 牽引の運転試験において、従来使用の蒸気機関車 C 62 形および D 51 形に比し上回る性能を有することを実証した。

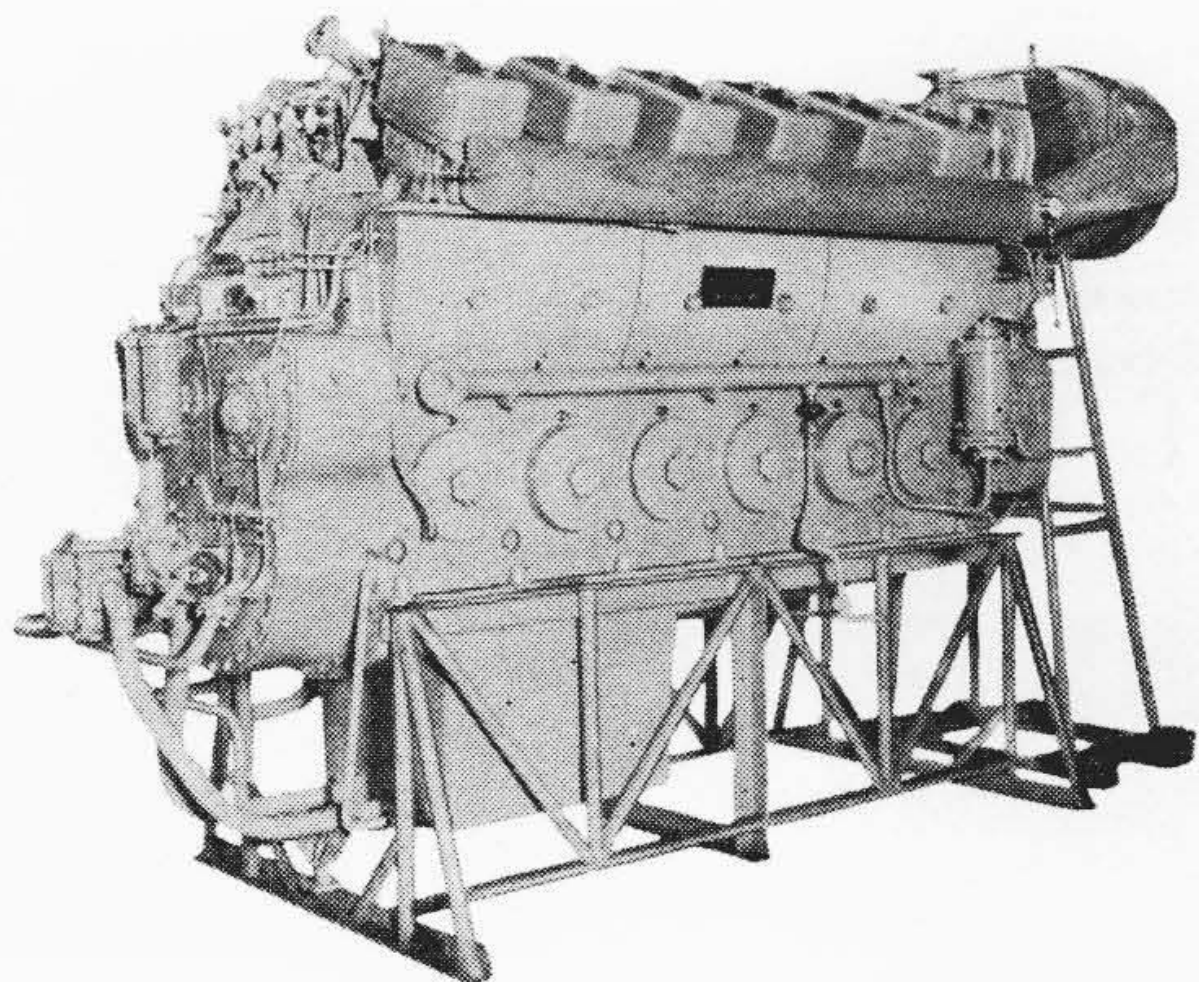
引き続き現在は上野、仙台間 1 日 1 往復、730km を急行列車牽引に従事しており、わが国最大の本線用機関車として、その実績は注目をあびている。

タイ国鉄納 950 HP ディーゼル電気機関車の第一次契約分 5 輦は、昨年 3 月より逐次納入を完了した。現在は片路 1,160km におよぶ南部本線の急行列車運転に、あるいは 25% の連続勾配を含む北部本線の貨物列車運転に、全線にわたって広汎な用途に活躍している。第 2 図はその勇姿である。本機はタイ国鉄の現有機関車中最強力のもので、電動機の直並列切替により広汎な速度制御が行われ、また運転操作が容易なのできわめて好評を博しており、引き続き第二次契約分 25 輦の発注が予定されている。

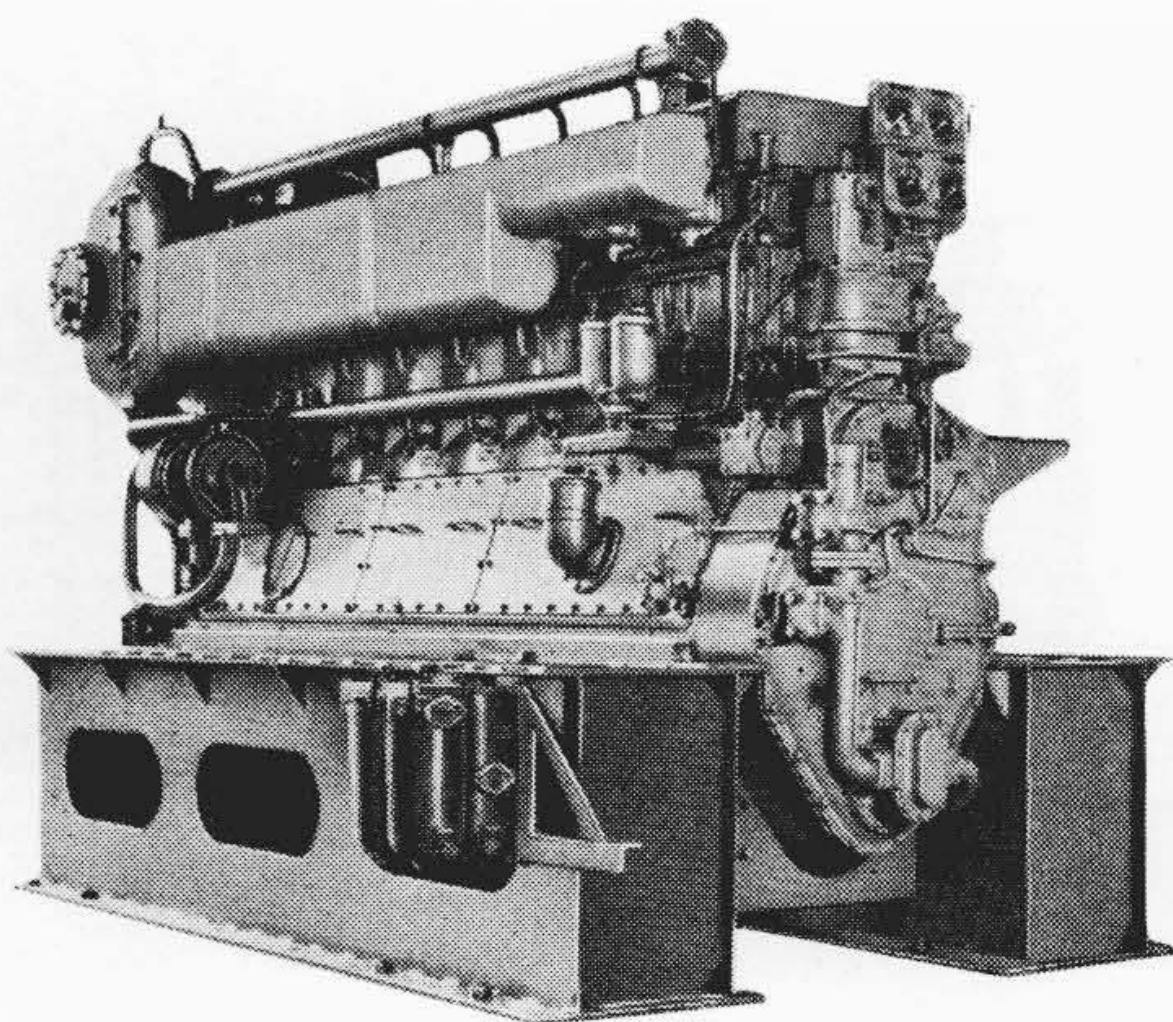
国鉄へ納入された DF 50 形ディーゼル電気機関車は日立-M. A. N. V 6 V 22/30 mA 形 1,400 HP ディーゼル機関を装備し、在来の DF 50 形より強力なもので、北陸線および土讃線で好評のうちに活躍している。

23.2.2 液圧式ディーゼル機関車の生産状況

国鉄へ納入した DD13 形液圧式ディーゼル機関車は第 3 図のごとき、国鉄標準の入換用機関車で、370 HP 機関を 2 基装



第4図 V6V22/30形ディーゼル機関



第5図 W8V22/30A形ディーゼル機関

備し最高時速 70 km という強力なものである。

また倉敷市交通局へ納入した機関車も 45 t, 480 HP で常用牽引荷重約 550 t, 客貨車牽引および入換兼用のもので、特に小曲線通過を容易に考慮されている。

マラヤ・ケランタン州タマンガン鉱山向に輸出された 20 t 機関車は、タマンガン駅と鉱山間の通勤列車および鉱石運搬列車の牽引に従事しており、高温多湿の現地条件に合わせ各部に特別の考慮が払われたものである。

このほか、日本炭坑、関西電力、富士製鉄、昭和電工などに 30～35 t 級を 8 輜、東京都港湾局、日本鋼管などに 25 t 級を 6 輜、磐城セメント、日通網走などに 20 t 級を 6 輜が納入されたほか、5～10 t 級の小形も数多く製作された。

23.2.3 車輜用ディーゼル機関

昭和32年1月、車輜用ディーゼル機関のメーカーとして豊富な技術と経験を有するドイツの M・A・N 社との技術提携により各種の形式の日立 M・A・N ディーゼル機関が完成されている。中でも V6V22/30mA 形機関は国鉄、亜幹線用標準形の DF50 形ディーゼル電気機関車用として量産を進め、すでに北陸線そのほかで活躍中である。

(1) VV22/30 形機関

主なものは V6V22/30 形および V8V22/30 形で、(第4,5図)前者は上述の DF50 形用に量産され、後者は常磐線で活躍中の DF90 形 1,900 PS ディーゼル電気機関車に搭載されているものである。中速機関としては最も軽量の部類にはいるもので燃料消費量も少なく V 形構造の特長を発揮している。

(2) WV22/30A 形機関

主なものは W8V22/30A 形でタイ国納 950 PS ディーゼル電気機関車に搭載している。直列形の構造をいかした製作保守の容易な機関である。また燃料消費量もきわめて少ない。

(3) L12V18/21 形機関

本機関は過給機付で 1,600 rpm で 1,200 PS を出し、馬力当りの重量は 3 kg という小形、軽量である。V 形構造の長所をいかし、電気式ならびに液圧式いずれのディーゼル機関車用としても適当である。

そのほか W8V17.5/22A 形機関 (460 PS) は 45 t 級の入換用ディーゼル機関車用に使用されている。

23.3 客 電 車

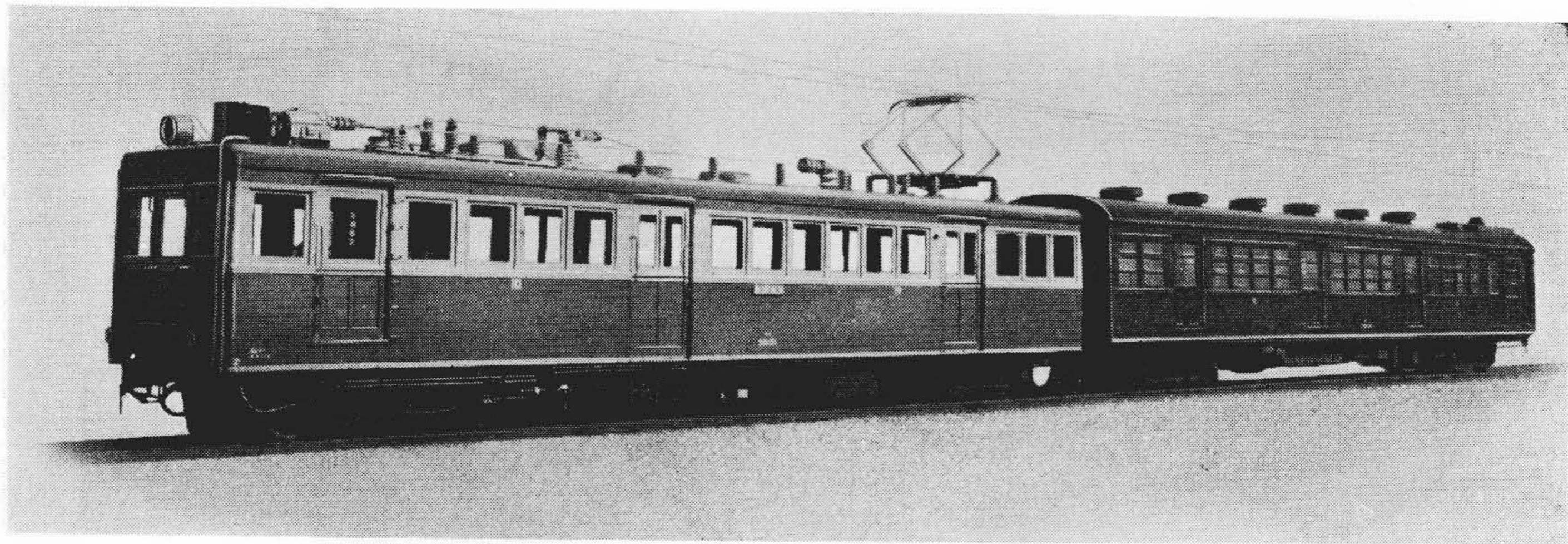
客電車は今後ますます軽量・高速化と、乗心地の改善を目指した無騒音、空気調和方式によるサービス向上にその主力がそそがれることは明らかである。

大都市の地下鉄は、郊外線都心乗入れや貫通の必要性から、大幅な新線の拡張と発展が目論まれており、車輜の走行性能も、地下区間の高加速度・高減速度と同時に、郊外における高速が要求され、広領域電動機の出現と、バーニア制御、電空併用可変荷重ブレーキなどの採用により逐次これらの点も満足されつつある。

軽量化については、なお一段と研究が進み、車体は筋違柱やステンレス薄鋼板の利用、防音防熱を兼ねたプラスチック製品の大幅な活用により、ますますその軽量化の度を加えてきた。台車においても、溶接構造の研究と中空軸および空気バネの採用、超高速電動機ならびに駆動装置の研究と相まっていっそう軽量化の実をあげている。

乗心地については、空気バネ台車が大幅な進出をとげ特急あさかぜ号などの国鉄幹線用高速台車に全面的に採用されるにいたった。また客車用ダクト式ユニット冷房装置や電車用開放式ユニットクーラの完成により、埃と煤より解放された全密閉空気調和式の客電車が続々として登場するにいたり、旅行はますます快適なものとなってきた。

一方国鉄の交流電化が進められるにつれ、エキサイト



第6図 エクサイترون整流器式交直両用電車

ロン式交流電車の試作車が完成され、さらに整流子電動機式およびトルクコンバータ付誘導電動機式交流電車などの試作が行われている。また東京—大阪間の新幹線超特急列車の計画が発表されるや、国鉄部内では新幹線臨時設計事務所が設けられ、各メーカーも一体となって高度の技術的研究や試作に全面的に協力する態勢を整えて、世界的にもその例をみない高速列車の完成に向って力強いスタートを切ったことは一大痛快事で、その成果は期して待つべきものがある。

23.3.1 エクサイترون整流器式交直両用電車

商用周波数による幹線電化の進むにつれ、新設される交流20kV電化区間と、既設の直流1,500V電化区間との接続方式が重要な問題として取り上げられるにいたった。

この問題を解決する一方法として試作されたのが、風冷エクサイترون整流器式交直両用電車であり、国鉄に納入後仙山線で試験し好成績を得た。

第6図はその全体を示す。図の左はクハ5901号車を改装した電源車、右がモハ73034号車の回転機に脈流対策を行った電動車である。その主要性能は、出力568kW、牽引力4,080kg/3,230kg（全界磁/60%弱界磁）、速度49.7km/時/62.8km/時（全界磁/60%弱界磁）、最高速度90km/時である。

この電車の制御方式の問題点は、交流区間と直流区間における主回路および制御回路の切換えであり、その方式の大略を記すと、

(1) 直流区間と交流区間の接続は、駅の構外に設けられた、一定距離の無電圧区間をはさんで行われ、電車が異電圧区間に進行するに当たり、まず無電圧区間の手前にある標識を見て、運転士が切換スイッチにより切換操作を行う。このようにすることにより屋上の交直切換器および床下の交直転換器が、いっせいに切り換えられる。

(2) 運転士が切換え操作を行わなくても、標識と無

電圧区間の間に設けた誘導式警報装置の信号により自動的に空気遮断器を開き、以後運転士が新電圧側に切換スイッチを切り換えてはじめて空気遮断器を投入することができる。

さらに誘導式警報装置が動作しないときは、パンタグラフで主電流を切ることになるが、無電圧区間に入り、自動的に空気遮断器を開く。

(3) 異電圧区間に冒進したときは、保護装置が働き、主回路を開く。

23.3.2 シリコン整流器式交直両用電車

この電車は前に記したエクサイترون整流器式交直両用電車のエクサイترون整流器を、シリコン整流器で置換したもので、シリコン整流器は出力575kW、1,350V、426A連続定格のものを使用している。

また主変圧器の二次側巻線は2分割されているが、これはシリコン整流器のエレメントが万一破壊した場合、電車を完全に停止させずに、車庫まで半電圧で運行を可能にするため、そのほかに二次短絡電流を小さくすることなどの利点を有する。

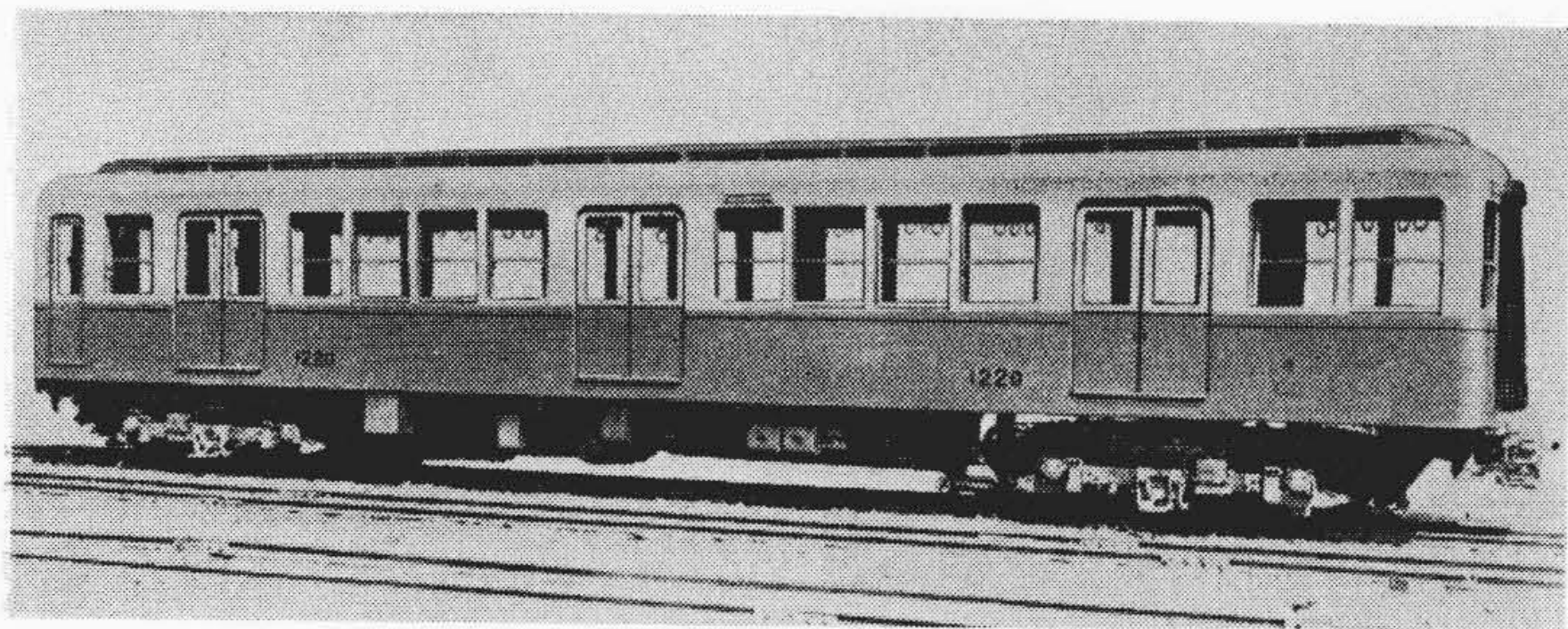
そのほかに主回路および制御保護回路の一部をシリコン整流器に応じて変更したほかは、交直切換方式をはじめ、すべてエクサイترون整流器式交直両用電車と同じである。

23.3.3 直流電車およびケーブルカー

大阪地下鉄においては長編成運転を計画して新車が投入された。乗降に便なるよう在来の1枚引戸が両開引戸に改められ、また不燃化構造に努力が払われたほか、外部色が従来のブルー系からオレンジ系に変わって一段と明るい姿になった(第7図)。

名古屋地下鉄は一昨年11月に開通し、日立製作所製の高性能車が活躍しているが、路線の延長は着々と進められ、33年度さらに4輛を受注した。これも多重連する場合に備えて、車端貫通路に幌が設けられた。

帝都高速度交通営団の丸の内線も、営業線の延長によ



第7図 大阪地下鉄電動客車

り運転経路も拡大し、新車増備が行われて、日立製作所も5輛受注納入した。この車も運転効率の向上を図って在来の両運転台が片運転台に変更されたほか、合成樹脂製品の活用に努力が払われている。

郊外電車としては、関東一円に大きな線路網をもつ東武鉄道に、オール日立製の新車が登場した。MT2輛を基本編成とする20m車で、多重連して使用される通勤用標準車である。出入口は片側に4箇所設けられている。相模鉄道のボディーマウント式5000形電車は、昨年引き続いて発注され、今回は空気バネ台車が装着されて、乗心地が一段と向上した。

路面電車はようやく形にはまりつつあるように感ぜられるが、札幌市電に納入された新車は一枚の曲面ガラスを使った正面窓と、曲線を生かした車体の形状とが、よく調和して、ユニークな形態を示している。この正面窓は固定であるため、腰板部に開閉調節のできる通風孔を設けて乗務員の便を図っている。また寒冷地向として各機器の作用に支障をきたさないよう十分な保温装置が設けられ、配管はもちろんだアの作用部などにも雪害に対する考慮が払われている。

これに対し鹿児島市電に納入した電車は、最も標準化された電車の代表とでもいえるべきもので、左前端と中央後寄りに戸閉機操作の出入口を有し、正面窓は突出式の3枚窓、腰掛はビニルクロス張りのロングシート、照明は蛍光灯と白熱灯を併用している。

ケーブルカーとしては新構想のもとに設計された六甲ケーブルカーがある。わが国でも珍しい2輛連結車で山下車は展望車となっている。在来車と交換するものであるため現在の設備で最大の輸送量を確保すべく軽量化には特に意が注がれ、車体に空気圧式ブレーキ装置を直接設備した新しい方式が採用され、ケーブルカーの将来に大きな転換をもたらしたものとして注目されている。展望車はプラスチック製の腰掛、腰張りなどを使用し納涼感を満喫できるよう、各種の設備が考慮されている。また連結運転を行っているので、非常ブレーキは上下車連動して同時に作用するような構造とし、安全に対して

も十分な考慮が払われている。

23.3.4 客 車

国鉄向客車のうち最も特筆すべきものは特急あさかぜ編成列車の完成である。本車は日立製作所と日本車輜においてのおの1編成ずつ製作されたが、設計の一部を工業デザイナーに依頼して新しい感覚を取り入れ、また装置機器に関しても、画期的な新機構を採用して、わが国の代表的幹線列車として申し分のない性能を具備している。この車の詳細は本誌

40巻12号を参照されたい。

あさかぜに引き続きナハネ11形寝台車20輛が製作された。本車は在来のものとほとんど同じ構造であるが、新しく油圧緩衝器が採用され、また内張りのビニルがポリエステルハードボードに改められた。

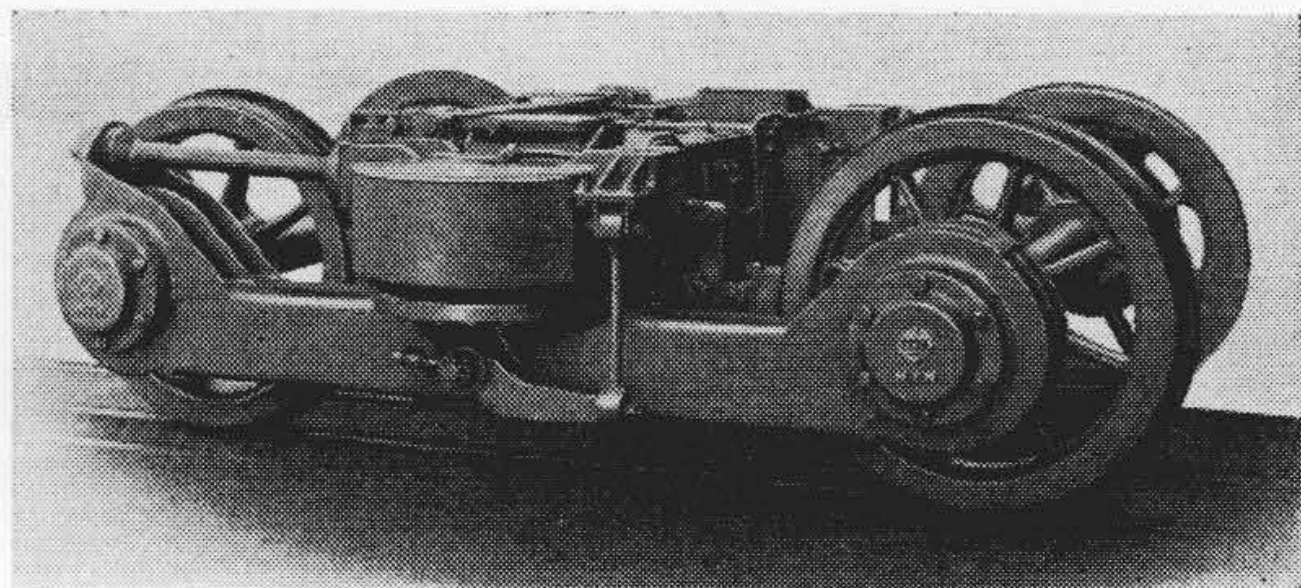
輸出客車としては、フィリピン・マニラ鉄道の三等車20輛を製作した。本車は既納車と同形式であるが、国鉄ナハネ形三等車の近代的構造を導入して鋼体、内張りの軽量化を計った結果、前回の33tものが28.5tと大幅に自重が軽減された。台車も既納車はバネ剛性が大きく、枕バネも板バネを使用していたので、これを柔らかくしました枕バネもコイルバネとオイルダンパの組合せとした結果、振動特性は著しく改善され、現地の公式試運転においてもほかの車種に比して最高の性能を発揮し、顧客から多大の好評を博している。

23.3.5 台 車

本年度台車の傾向として特筆すべきことは、空気バネ台車の進出であろう。

国鉄においても、新製の特急あさかぜ編成車に採用され、ビジネス特急電車こだま号とともにその乗心地の良さを誇っている。あさかぜに装着されたTR55形空気バネ台車は、軸バネにコイルバネ、枕バネに空気バネを有する2自由度系空気バネ台車で、台車枠はプレス溶接、車軸は中空車軸、車輪は800mm径の一体圧延構造となつて極力重量の軽減を図っている。

相模鉄道の第3次新車もやはり上記と同様な2自由度系の空気バネ台車を装着した。



第8図 相模鉄道納KH-15形台車

日立製作所独自の研究に基く軸バネのない1自由度系空気バネ台車は、昨年路面用 KL-10 形台車に引き続き、郊外用として第8図に示す KH-15 形台車を相模鉄道の制御車用に、KH-21 形を名古屋鉄道の試験台車として、それぞれ製作した。

また在来台車の性能改善という面で、西武鉄道納の DT-13 形改造空気バネ台車は、今後の一つの進み方を示すものと思われる。これは軸バネがコイルバネ、枕バネが板バネの在来台車の枕バネを撤去して、代りに長方形の鉄研式 B 形空気ベローを装着し、付加タンクを別に追加取り付けただけのもので、簡単な改造ではあるが振動は約60%に減少し、改善効果はみるべきものがあつた。

一般台車としては、熔接構造の京都市電台車15輛とフィリピン・マニラ鉄道客車の台車があるが、前者においては、側受の高さ調整機構に新しい構想を採り入れて保守の面で顧客側の希望を満足させることができた。また後者に対しては既述のように、バネ系に改善を加えた結果、公式試運転において顧客側の非常な好評を博することができた。

23.4 鉄道貨車および産業用車輛

33年度に特筆すべきは、輸出用鉄道貨車および産業用運搬車に多量の C-1 台車が装備されたことであろう。

産業方面では、鉱石秤量車や消火車牽引機関車の需要増加、礫石運搬列車のいっせいだンプ操作方式採用、鉱石ディストリビュータの活躍など、合理化が各方面で軌道にのりつつあることが感じられる。

23.4.1 鉄道貨車

33年度に国鉄へ納入した多数の貨車のうちワム 70000 形有蓋車 115 輛は新設計のもので、妻および扉にプレス品を用い、垂木もプレス品の外垂木とし、内部の幕板および天井にはハードボードを張り、扉を2枚引戸とした。

台湾に輸出したワキ形有蓋車 100 輛、トキ形無蓋車 46 輛、セキ形石炭車 40 輛、テム形有蓋車 5 輛のうちボギー台車には、いずれも C-1 台車を使用したことは特筆すべ

きで、この使用実績はさらにトキ形 27 輛、トム形 30 輛の追加受注となって現われている。

鋼管工業株式会社からの発注で、20 t 液圧式ディーゼル機関車とともにマライのタマンガン鉱山に輸出された 30 t 積鉱石運搬車35輛にもこの C-1 台車に取り付けられている。

私有貨車として日立工場に納入した変圧器輸送用の大物車シキ 300 形は 210 t 積のわが国最大のもので(第9図)、詳細は本誌 40 巻 12 号を参照されたい。

タンク車およびセメントカーも数多く受注したが、その主なるものは、電源開発株式会社に 30 t 積セメントカー40輛、日本鉱業株式会社に 30 t 積濃硫酸タンク車35輛など、特殊なものは電気化学工業株式会社にステンレス製の 20 t 積醋酸ビニルタンク車 3 輛、日本水素株式会社にアルミ製の 15 t 積ホルマリンタンク車などである。

23.4.2 産業用運搬車および特殊車輛

運搬車で特筆すべきは、大阪窯業土佐石灰株式会社に納入した 30 t 積礫石運搬車 1 編成 7 輛で、先年大分鉱業株式会社に納入したものと同様編成の最後尾の礫石車に車掌室を設けて、圧縮空気によるいっせい開放あるいは選択開放を行いうる底開き式運搬車である。これには C-1 台車を装備した。

製鉄所用の鉱石秤量車の需要も増大したが、川崎製鉄千葉製鉄所の 25 t 積(第10図)、日本鋼管株式会社の 26 t 積などが新構想を採り入れたものとして特筆されるだろう。

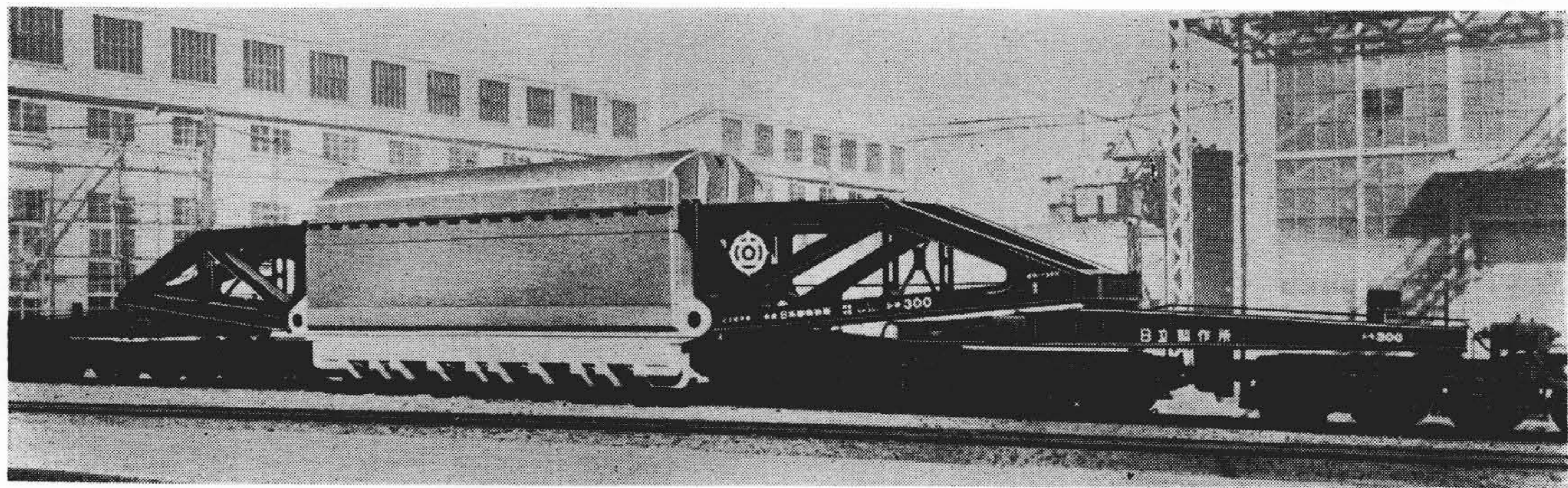
また川鉄千葉製鉄所へ納入した鉱石ディストリビュータは船から陸揚げされた鉱石をさばく特殊な車輛として今後の広い需要が期待される。

そのほか鉱滓鍋車、熔鉄鍋車、骸炭消火車の多数が製鉄所、ガス会社などに納入されている。

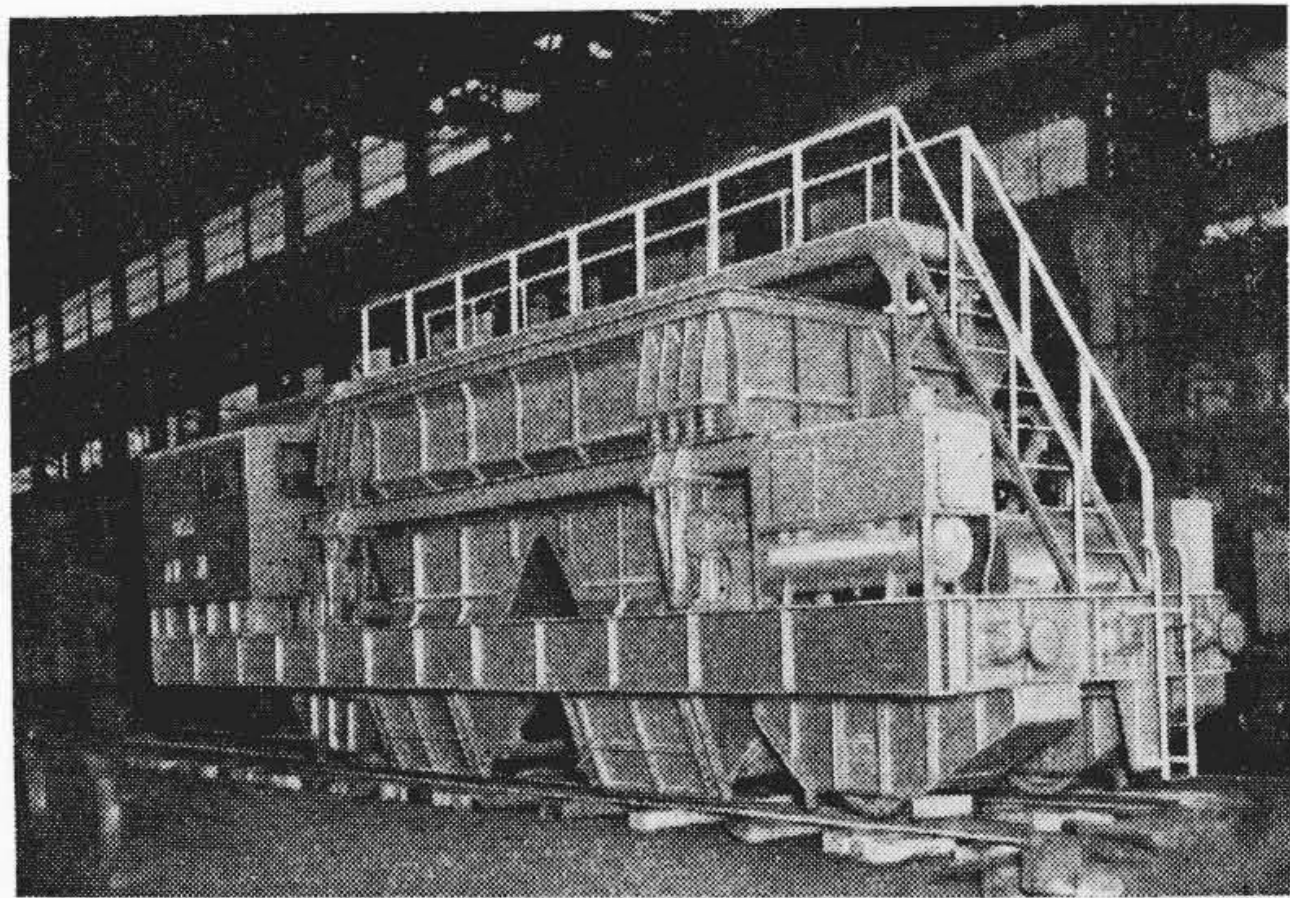
23.4.3 産業用機関車

関西電力黒部鉄道納 15 t 電気機関車 3 輛は、黒部川発電所建設用として前年度納入した 1 輛の使用実績によりさらに出力の増大を計った点が注目に値する。

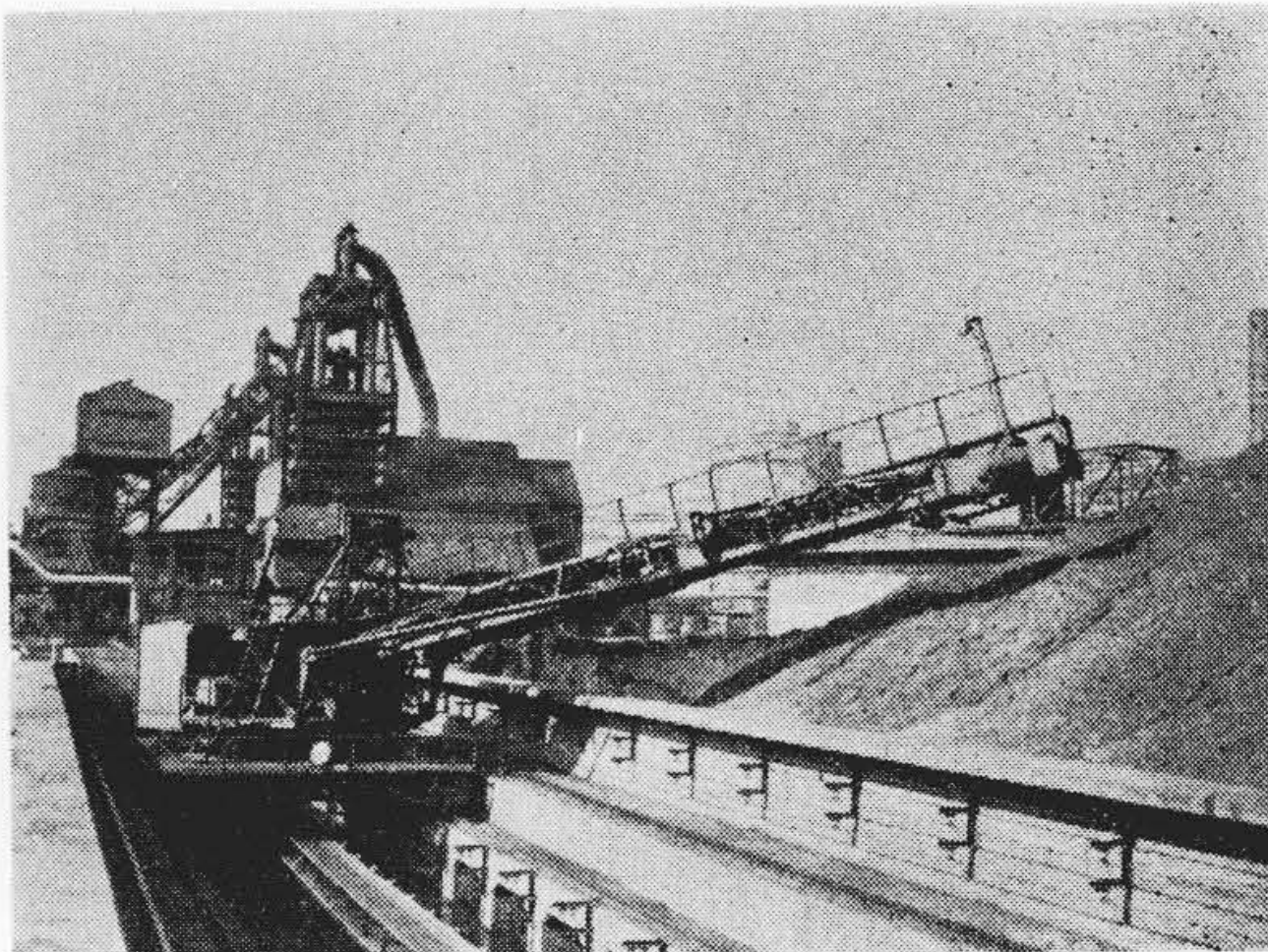
すなわち車体、台車を極力軽量化して 42 kW の主電動



第9図 日立工場納 210 t 積シキ 300 形大物車



第10図 川鉄千葉製鉄所納25t積鉱石秤量車



第11図 川鉄千葉製鉄所納鉱石ディストリビュータ

機4台を装備し、18.3 km/h の速度で3,272 kg の牽引力を出しうることは、この級の機関車としては記録的のものであろう。

東邦ガス株式会社納交流式14t 骸炭消火車用電気機関車は第12図のごとく、外観上は従来のものと大差はないが、制御装置に新方式を採用入れた。すなわち在来の直接制御方式をやめて、電磁接触器による間接式とし、電流継電器による自動加速ならびに非自動を併用し、48 kW 三相誘導電動機を制御している。

宇部興産株式会社納12t 電気機関車は電動機出力120 kW、人車牽引の場合は単機、鉱車牽引の場合は重連運転で使用される。このためこの級の機関車としてはまれな間接式制御装置を採用し、手、空気、電気ブレーキのほかに非常用としてトラックブレーキも設備され、坑内勾配区間の高速運転にも安全を期したものである。

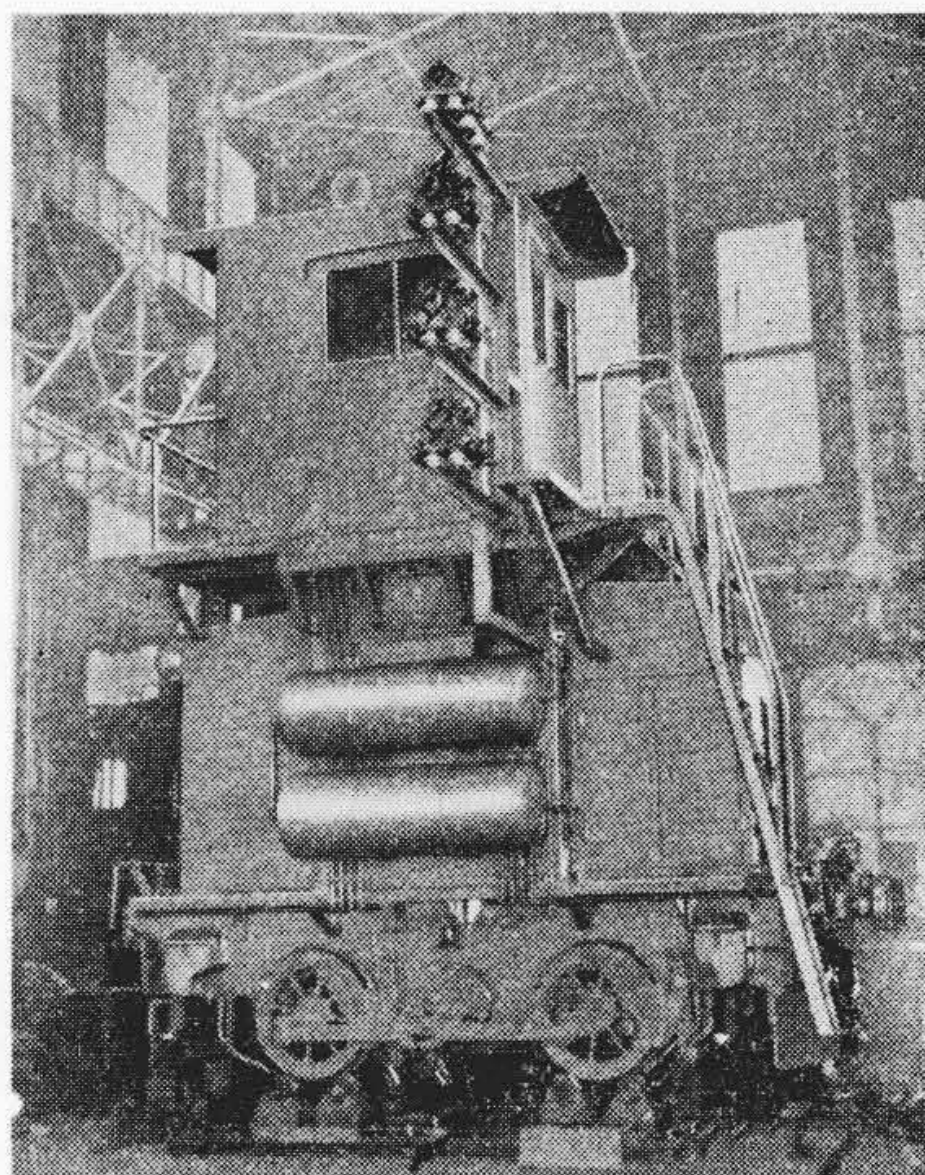
国鉄納10t 蓄電池機関車は北陸線木の芽トンネル工事用として特に設計されたもので、軌間は914mm であるが、将来1,067 mm、762 mm の軌間にも最小限の部品交換で換軌できるよう考慮されている。直角駆動方式の採用、電気計器、圧力計などのほかに電気式速度計、路程計が取り付けられた点、トンネル内の安全のため蛍光塗装が施されているなどが在来の機関車と異なった設計である。

23.5 車輛用電気品

33年度に開発された電気品の中で特に目ざましいものをあげると次のごときものがある。またさらに電気品の開発ならびに制御方式の研究のための車輛実験室の完成によって、新製品の開拓が期待される。

23.5.1 電気機関車用大容量主電動機の発達

車輛用主電動機は限られた軌間内に、限られた軸重におさまるような重量制限内におさめねばならないので、わが国のような狭軌では、主電動機の出力は従来1時間定格で300~400 kW、単位出力(kW)あたりの駆動装置を

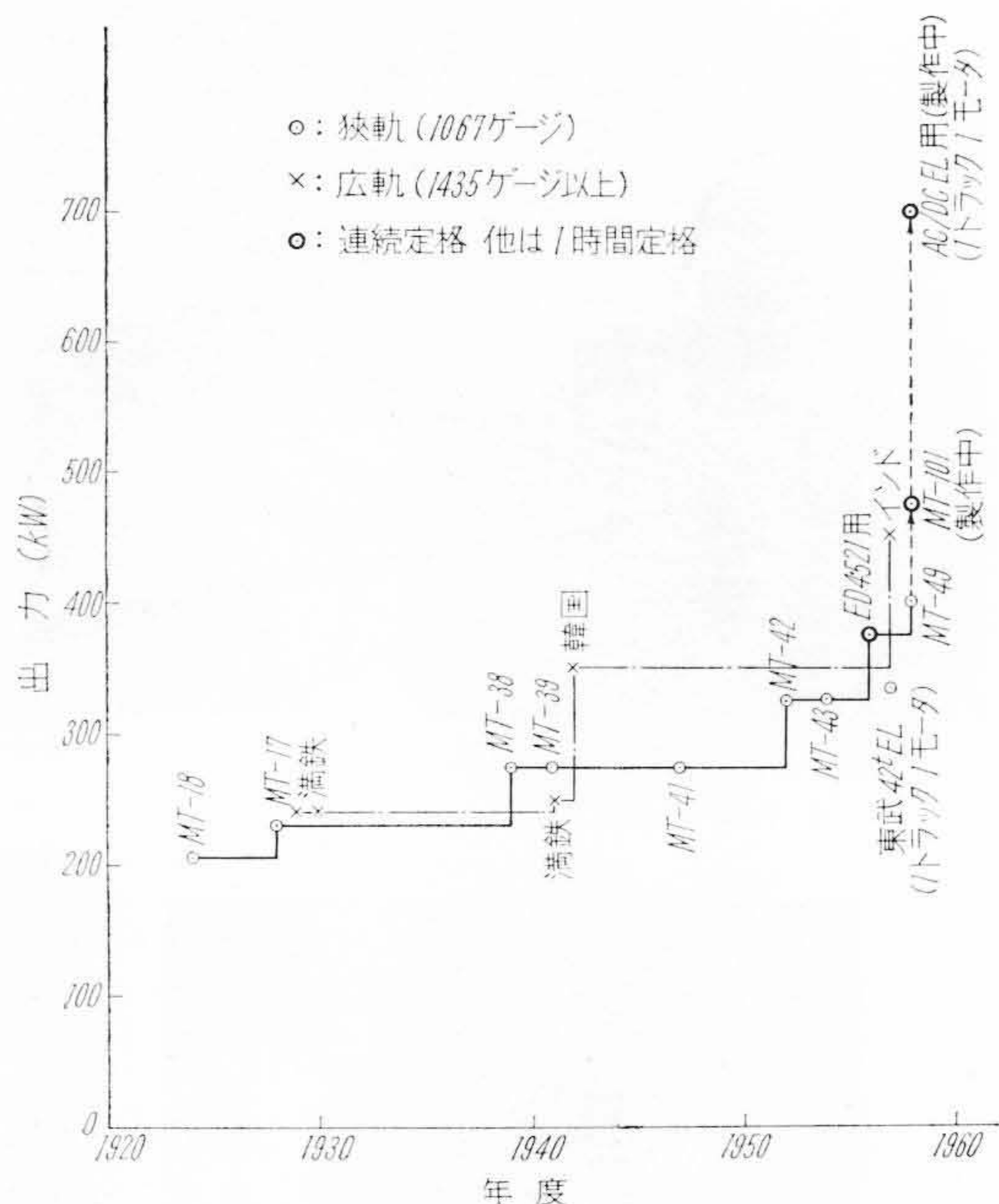


第12図 東邦ガス株式会社納交流式14t 骸炭消火車用電気機関車

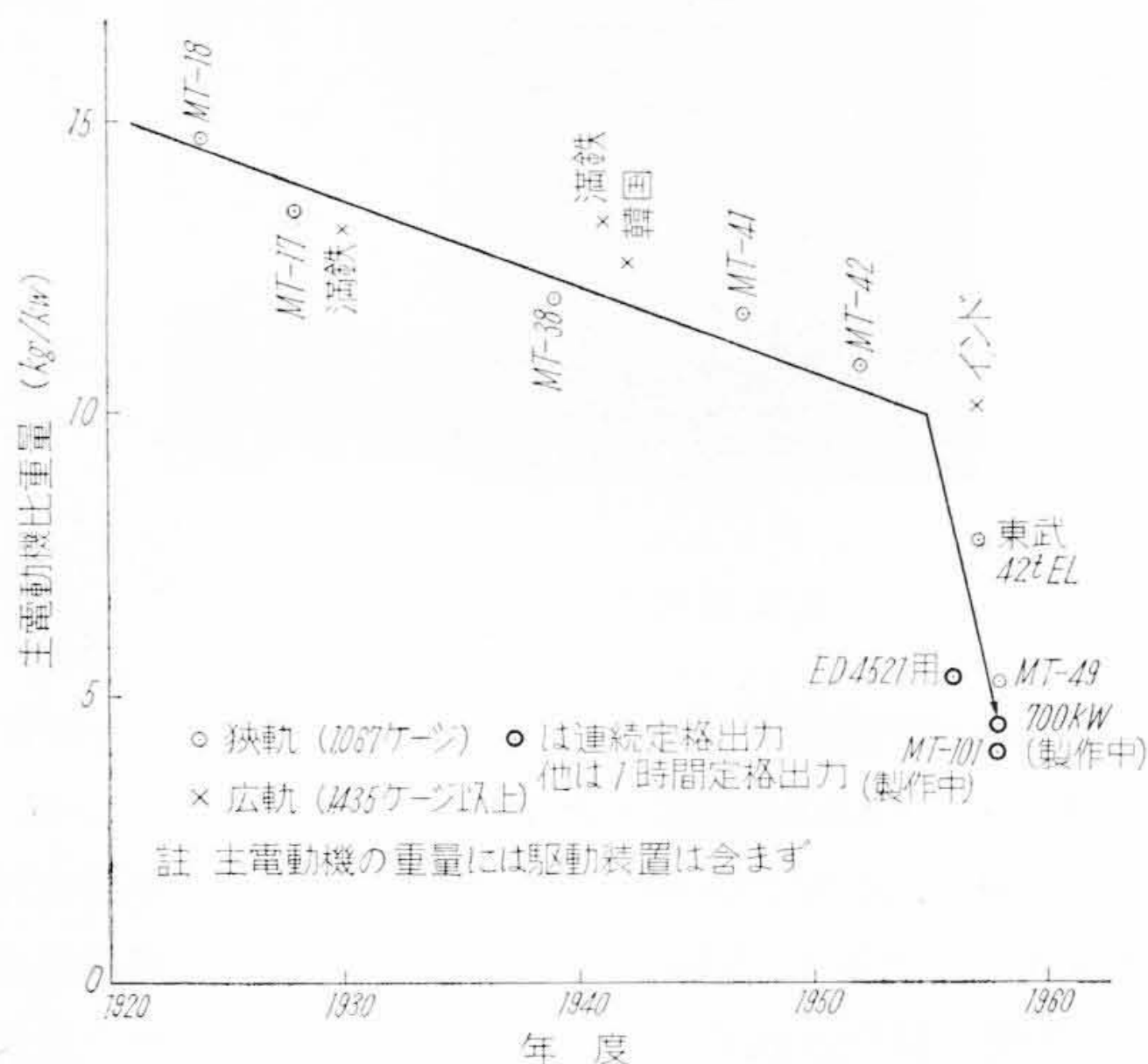
含まない主電動機本体の重量—主電動機比重量(kg/kW)—は従来10 kg/kW 程度と考えられていたが、ここ2、3年に第13図および第14図に示すように、連続定格700 kW、比重量4~5 kg/kW に達し飛躍的な大容量軽量主電動機が製作されるようになった。また速度比(最高運転速度と定格速度の比)は従来1.75 程度が普通であったが、最近では2.0~2.5 におよび大幅な弱界磁の利用とともに広い速度範囲の運転が可能となった。これらの主な理由としては次のようなものがあげられる。

- (1) 主電動機的设计技術の進歩。
- (2) 絶縁材料の進歩と冷却方式の改善。
- (3) 整流子の製作技術、構造、材料などの進歩により高速運転に耐える電動機の製作が可能となった。
- (4) 装荷方式、駆動装置の発達により歯数比を大きくとり、主電動機の回転数をあげて小形軽量化されてきた。

これらの新しい電気機関車用主電動機として、日立製



第13図 主電動機出力の変遷



第14図 主電動機比重量の変遷

作所では、整流器式交流電気機関車 ED 4521 用 375 kW (連続定格), 650 V, 1,070 rpm 6 極, 速度比 2.5 台車装架式, 東武鉄道納 42t 完全粘着機関車用 330 kW, 1,500 V, 980 rpm 4 極, 速度比 1.75 1 トラック 1 モータ台車装架式主電動機を完成したが, 33 年度では, ED 61 形電気機関車用 400 kW, 750V, 1,200 rpm, 4 極, 速度比 2.05 台車装架式主電動機 (MT-49 形) を完成し, さらに整流器式交流電気機関車 ED 71 用 475 kW (連続定格) 660 V, 1,140 rpm 6 極, 速度比 2.5, 台車装架式 (MT-101 形), 整流器式交直両用電気機関車用 700 kW (連続定格),

1,500 V, 1,140 rpm, 4 極, 速度比 1.87 主電動機を製作中である。

23.5.2 電車用主電動機の傾向

電車用主電動機は, 台車装架式の高速回転機が採用され, 著しく小形軽量化されてきたが, さらに最近では次のような新しい考え方が採用されるようになった。

- (1) 抑速あるいは停止に回生制動を用いて電力節約, 発生熱量の軽減をはかる
- (2) 低速度から高速度に至る広領域運転
- (3) コロ軸受の油潤滑

回生制動を有効に働かせるためには, 主電動機の定格速度をできるだけ低く設計する必要がある。しかも高速度運転ができるように, 界磁を十分弱められるよう設計される。日立製作所では 100kW, 375V, 300A, 1,400rpm (70% F) 最弱界磁 20% F 主電動機を試作中である。本機の 100% F における速度は 1,180 rpm, 32.6 km/h である。

広領域主電動機は, 界磁制御を 100~20% F 程度に大幅に行うことにより低速度のけん引力を大きくするとともに, 最高速度も十分高くでき, 速度比を 3.5 程度に高めうるため, 歯車比を変更することなく, 普通, 急行, 特急の各用途に使用することができる。界磁制御を大幅に行えば, 急行, 特急車用としては従来よりも小容量の主電動機で走行性能を満足でき, また起動電流を大幅に低減できるので, 変電所の過負荷容量不足の問題を解決する有力な手段となるほか, 回生制動にも使用できる特長がある。日立製作所では, 75kW, 375V, 230A, 1,700rpm (70% F) 最弱界磁 20% F 主電動機を試作中である。

主電動機の使用回転数が高くなると, 従来用いられているグリース潤滑では, グリースの劣化が早く, グリースの取り替えをしばしば行う必要がある。これに反し油浴潤滑はグリース潤滑に比し, はるかにすぐれているので, 日立製作所では他社にさきがけて, 京王帝都電鉄納 100 kW, 375 V, 2,000 rpm 台車装架式主電動機に初めて油浴潤滑を採用した。油浴潤滑では油もれ防止の構造に特殊の工夫が必要であるが, 現地試験および工場試験研究によって, 十分自信のあるものが製作できるようになった。

23.5.3 交流電車用単相交流整流子電動機

日立製作所では昭和30年に ED 441 交流電気機関車用 50~交流整流子電動機を開発して国鉄交流電化の推進に大きい役割を果たしたが, 昭和33年に交流電車用 150 kW, 210/215 V, 1 φ, 50/60~, 980A, 2,000 rpm, 8 極, 単相交流整流子電動機 4 台を完成した。これは世界最初の 60~主電動機であって現在試作中の北九州向交流電車に貴重な資料を与えたほか, 各種試験の結果, 直接式交直両用電車を製作できる見通しが得られた。本機は 50~,

60～両区間で単相交流整流子電動機として使用される上、制動時には直流発電機として発電制動を常用しうるよう設計されている。また釣掛方式にアクスローラベアリングと防振ゴムを組み合わせた新構想を採用して小形軽量化に成功した（特許出願中）。

23.5.4 交直両用電車用水銀整流器

国鉄交流電化の一環として試作された交直両用電車用として、第15図に示す620 kW/1,500V水銀整流器一式を納入した。整流器は封じ切り風冷エキサイトロンで、昭和33年3月仙山線において行われた各種試験にも良好な成績を示した。電車用水銀整流器は床下に取り付けられることが特長で、高さの制限を受け外気の影響を受けやすい。また主回路結線は単相全波整流方式を採用したため逆電圧が高くなり、整流器の高さを所要の値におさえるには設計上苦心を要したが、単相全波整流方式はタンク数を $\frac{1}{2}$ に減らすことができるので経済的である。風取入口は車外に設けられ、フィルタを通して整流器を冷却するが、入口通路は雪によって一部塞がれてもよいように特別の考慮が払われた。整流器を通った風はキュービクル外側にある金網を通して放出される。また整流器は交流区間においてはもちろん、直流区間においても良好な温度制御が要求される。このため冷却扇の電源が問題となるが本機の場合は冷却扇を直流電動機駆動として冷却扇用の特別な電源を省いた。

23.5.5 電車用シリコン整流器

電力用整流器としてシリコン整流器が登場するに伴い、耐電圧が高いこと、高温に耐えること、運転保守がきわめて簡便であることなどすぐれた特長により、車輛塔載用としても注目を浴びるに至った。

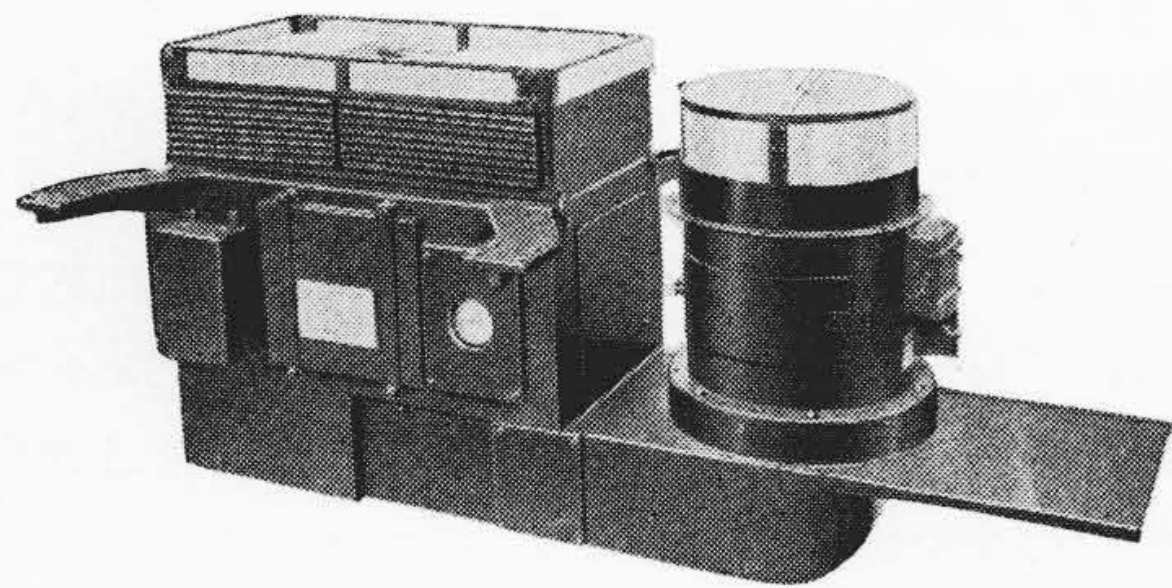
今回試作したシリコン整流器は第16図で下記の仕様であるが、特にエレメントの過負荷耐量と保護装置の協調、サージ電圧に対する絶縁協調および適切な冷却方法など十分な考慮と基礎研究のもとに製作された。

容 量	575 kW
電 圧	1,350 V
電 流	426 A 連続, 650 A 30 秒
整流方式	単相ブリッジ×2組直列
冷却方式	強制通風方式

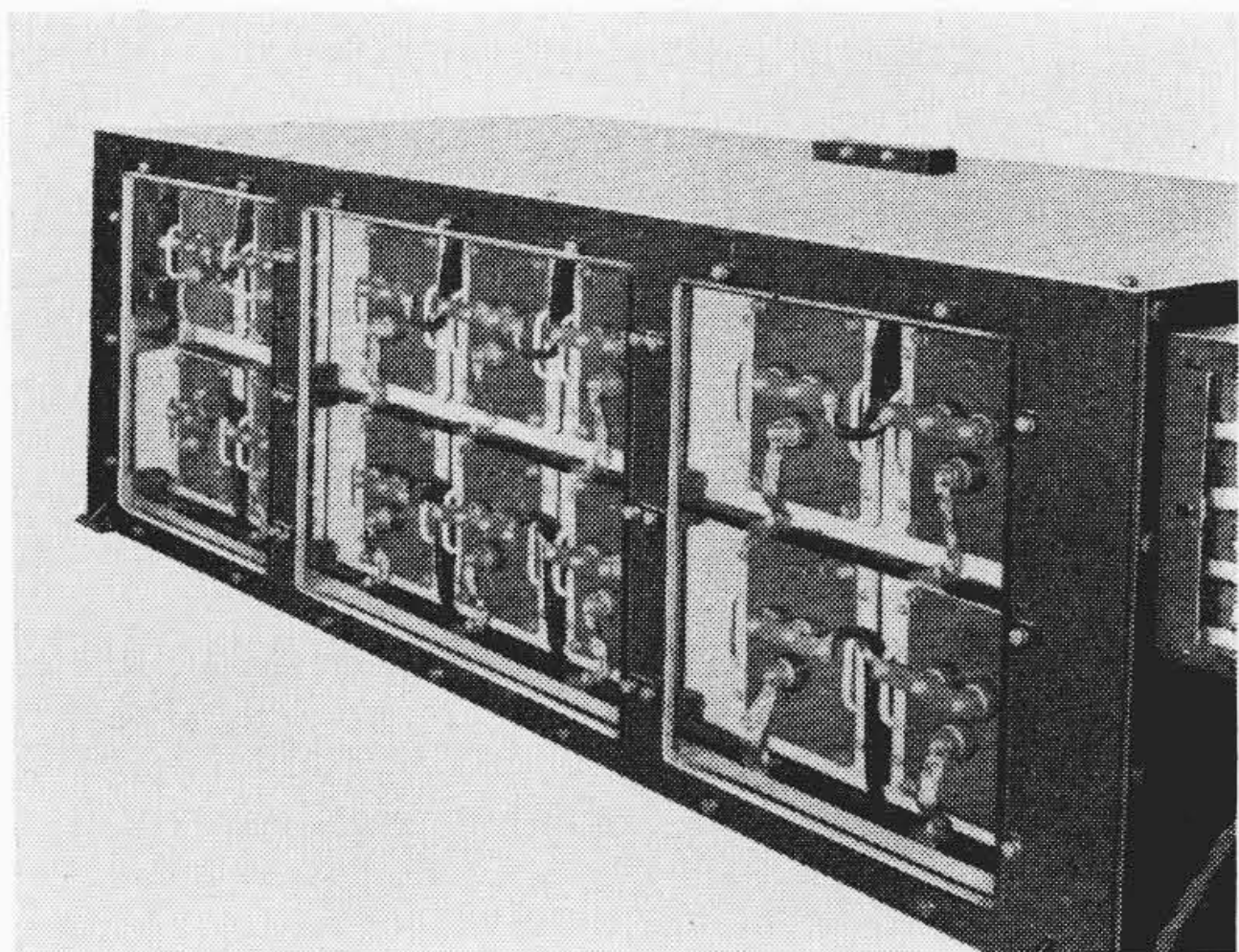
工場試験においては各種の詳細な調査とともに苛酷な条件のもとに、長期間にわたって振動試験も行われ、その後仙山線においては交直両用電車に塔載されて運転試験が行われた。

23.5.6 電動発電機の発達

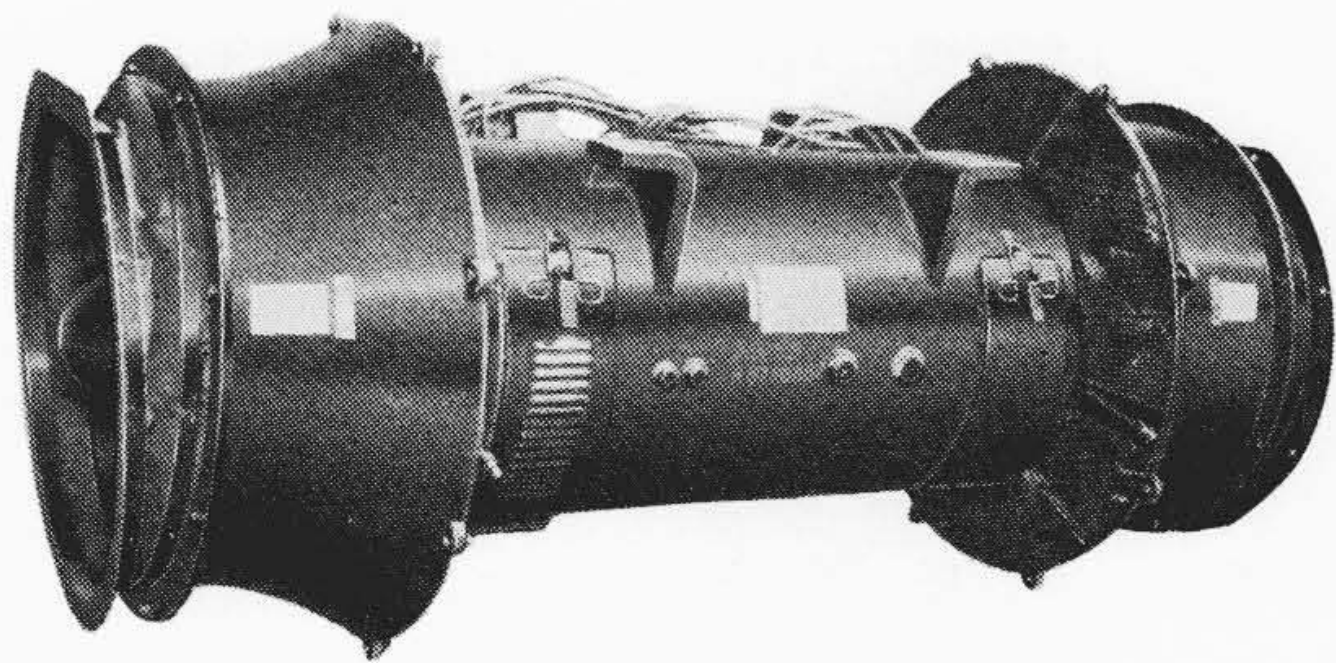
架線電圧の大幅の変動に対しても、発電機電圧をなるべく一定に保つために、各種の方式があるが、現在では
(1) 自動電圧調整器や励磁機を設けず、分巻界磁回路に非直線抵抗体を入れる複巻電動機、複巻発電機と



第15図 電車用エキサイトロン水銀整流器



第16図 電車用 575 kW 1,350 V シリコン整流器



第17図 送風機付 5 kVA 電動発電機

する方式

(2) 励磁機を設けず、磁気増幅器、L-C 共振回路、カーボンパイルなどで周波数、発電機電圧を制御する方式

の2群に大別できる。架線電圧の60～110%の変動に対して発電機電圧は(1)では90～105%に、(2)では95～105%程度以下の変動におさめることができる。

昭和33年度に完成した国鉄納5kVA、60～、1,800rpm送風機付、名古屋地下鉄納1.7kVA、1kW、120～、3,600rpm、相模鉄道納3kVA、1kW、120～、3,600rpm、東武鉄道納2.5kVA、1.5kW、120～、2,400rpm電動発電機などは(2)の形式に属するものである。第17図に日本国有鉄道納5kVA送風機付電動発電機を示す。

23.5.7 誘導子形交流発電機

空気ブレーキの作用に際し高速度においてはブレーキシリンダの空気圧力を高め、低速度においては弱くしてほぼ均一なブレーキ力をうるために、電車速度に応じて自動的にブレーキシリンダの圧力を制御するための電源が本機である。本機は固定子鉄心を四脚にした日立製作所独得の特殊の誘導子形交流発電機で永久磁石を通る磁束 ϕ が、回転子の位置にかかわらずほぼ一定にすることができるので、減磁アンペアターンが小さくてすみ、また鉄損も軽減できる（特許出願中）。第18図に本機の構造を示す。本機は京王帝都電鉄に10台納入し、現地試験の結果、所期の目的を達成することができた。

23.5.8 整流子電動機式交流専用電車電気品

これらの電気品1式は、主電動機に交流整流子電動機を使用する、いわゆる直接式交流専用電車の電気品として完成されたものである。種々の都合により、電車として完成をみるにいたらなかったが、昭和33年5月、東京において行われた東南アジア鉄道主脳者招聘鉄道展覧会にその主要部を出品し、注目をあびた。

電気品を設計する際の、電車としての計画の概略は、次のとおりである。

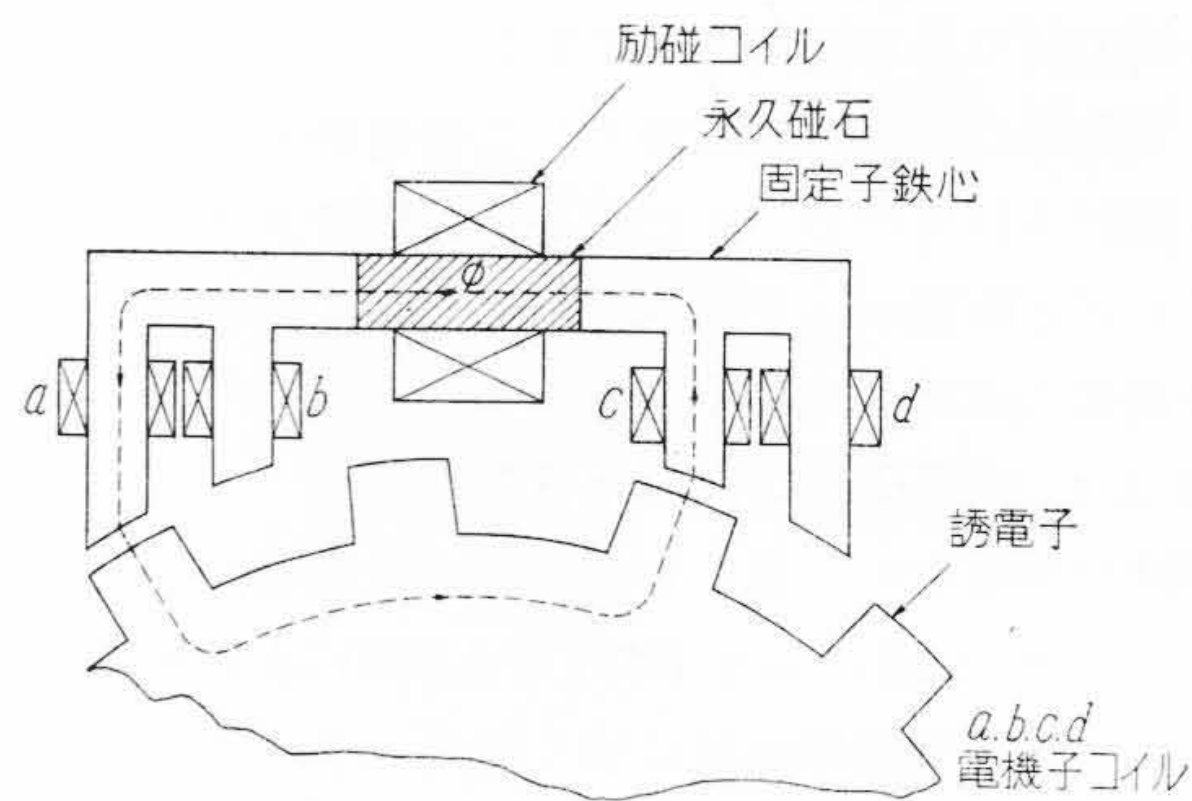
- (1) 電動車1輛と制御車1輛の固定編成を単位とする。
- (2) 交流電車線は50 $\sim$ 20 kV とする。
- (3) 主電動機は4台とし、釣掛式、強制通風方式をとる。
- (4) 電圧制御は主変圧器の低圧側におけるタップ切換方式をとる。
- (5) ブレーキは金属整流器による他励発電制動方式を採用する。
- (6) 主要性能 単位編成あたり下記とする。

連続定格出力	560 kW
1時間定格出力	600 kW
1時間定格速度	60 km/h
1時間定格牽引力	3,560 kg
最高運転速度	90 km/h

第19図は鉄道展覧会に出品した際の写真である。

23.5.9 直流電気車用電気品

国鉄納 ED60 および ED61 形電気機関車には幾多の新方式が採用されているが、バーニア制御方式はその最も特長ある新方式の一つである。バーニア制御方式とは、起動の際通常の起動用主抵抗器のうち、短絡せんとする抵抗区分に、適当な値の副抵抗器を並列に接続し、この副抵抗器の抵抗値を順次短絡して副ノッチを得、主抵抗器の進段に従って次位の主抵抗区分に接続を替えてこれを反復することにより、超多段の抵抗制御段数をうる方式である。したがって本方式を採用することにより、微細



第18図 誘導子形交流発電機の概略構造図



第19図 東南アジア鉄道主脳者招聘鉄道展覧会に出品せる整流子電動機式電車用電気品

な抵抗制御を行うことができるため、起動時の加速電流の変化、すなわち牽引力の変動が少なく、粘着限界一杯の牽引力を出しうるから軽量で大重量の牽引を行うことができ、上り勾配起動における引出特性が大幅に改善されるとともに起動時の衝撃が少なくきわめて円滑な加速を行うことができる。

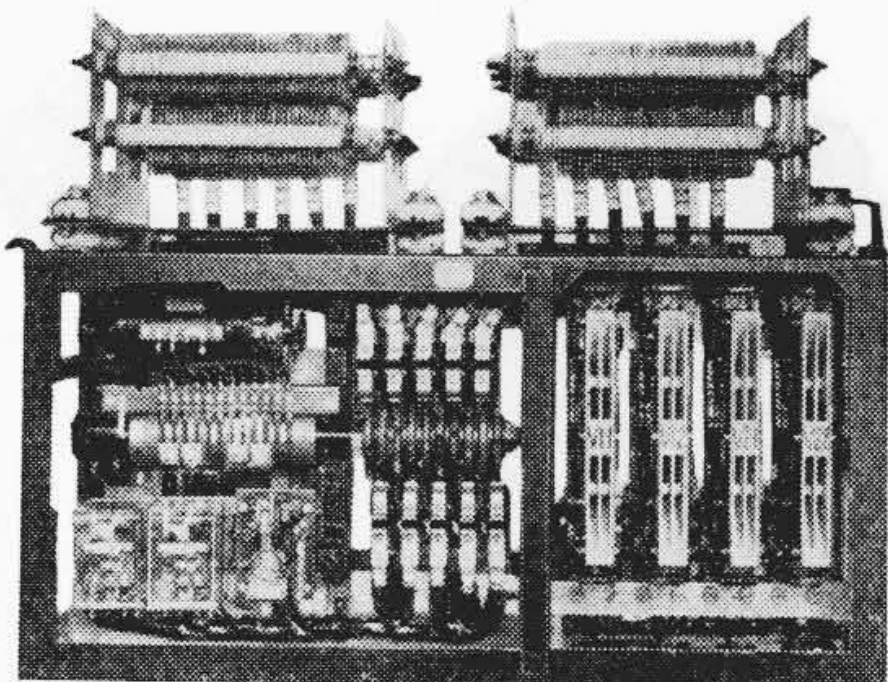
第20図は ED60 および ED61 形電気機関車用バーニア制御器の外観を示す。本器に収納されている主要機器は次のとおりである。

(1) バーニア抵抗器

本抵抗器は主抵抗器に対する副抵抗器で、主抵抗器の1区分に対し5個のバーニアステップをうるため5個の抵抗区分に分けられており、カム接触器により順次短絡される。抵抗器の抵抗片には日立スチールグリッドを使用してあるため冷却効率よく衝撃による折損のおそれなく抵抗値の経年変化も少ない。

(2) バーニアスイッチ

本スイッチには電磁空気式単位スイッチを用いてあり、バーニア抵抗器を所要主抵抗区分に組み合わせ、または接続替えるために使用される。本スイッチ用電磁弁は、制御回路の簡易化および電磁コイル断線の



第20図 バーニア制御器

場合でも通常の主抵抗器で起動制御ができるようにOFF電磁弁を使用してある。

(3) カム接触器

バーニア抵抗器の短絡用として使用され、いわゆるノルマルクローズ形で、接触部はカムにより強制的に開くので接触子の熔着などによる開路不能などの事故はまったくなく安全確実である。

(4) カム軸

フェノールレジンで成型したカムを角棒に挿入して両端をナットで締め付けてある。カム電動機により減速歯車を介して駆動され上記カム接触器の開閉を行う。バーニアステップはこのカム軸の任意の半回転で終了するので、ステップの進段は加速度に対して追従性が向上され機器は簡易化されている。

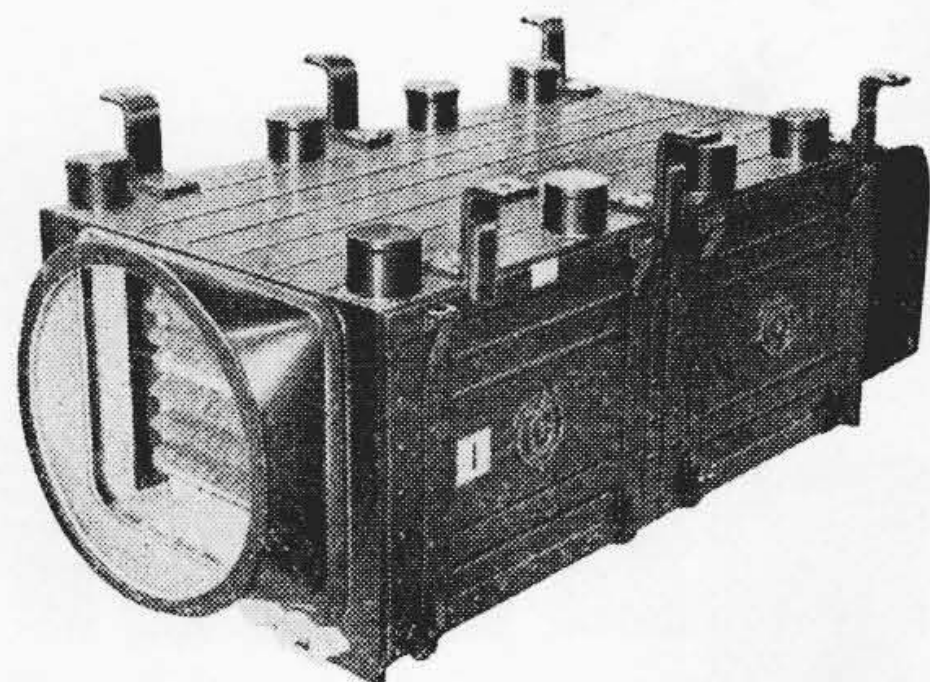
以上のほか、カム電動機、短絡継電器、限流継電器、アドバンス継電器などが収納されているがいずれも多年の実績のあるものを使用している。

変電所容量の増大に伴い車輜内の事故大電流は、車輜内で処理することが必要になってきた。国鉄納ED61形電気機関車用として、新形高速度遮断器が完成した。遮断容量は1,500V回路の0.5mHで70,000Aを、32mHで7,000Aを確実に遮断できる。

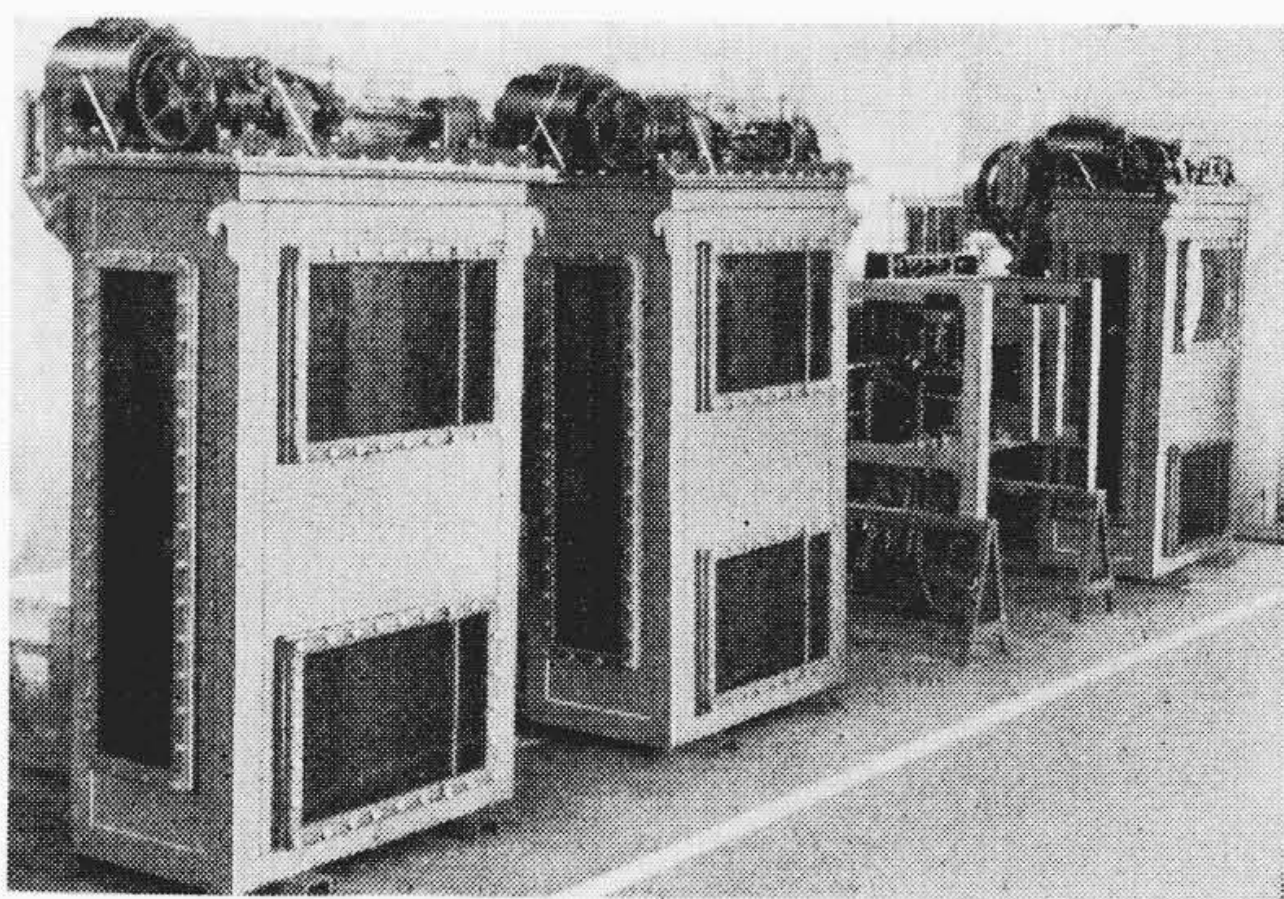
33年度に製作した主な電車用制御装置は名古屋地下鉄納MMC LBM 4制御装置、近鉄名古屋線納MMC H 20 B制御装置、東武鉄道納MMC H 10 E制御装置、および国鉄納CS 12 A形主制御器で、いずれも高性能通勤車あるいは特急車用のものであった。

電車の軽量化の線に沿って、従来の主抵抗器の重量ならびに床面積を小ならしめることは切実な問題点であった。特殊鋼板製抵抗体を強制通風し、重量ならびに面積とも小にして、しかも電車2輜分以上の主抵抗器を集中収納することは、その効果を倍加するものである。国鉄中央線にデビューしたモハ90形には、日立スティールグリッド強制通風形抵抗器が採用されて、すでに多数稼働中である。第21図に外観写真を示す。

大形産業車輜用直接制御器としてDR制御器も各種製



第21図 モハ90形電車用強制通風主抵抗器



第22図 試験用高圧タップ切換器

作されているが関西電力納42kW 4台制御用として電気ブレーキ常用に使用するDR B-646形を製作した。

さらに一般用直接制御器として電源開発納500V 10HPモータの直列抵抗短絡用として500V 20A定格のものも製作されている。

23.5.10 高圧タップ切換器

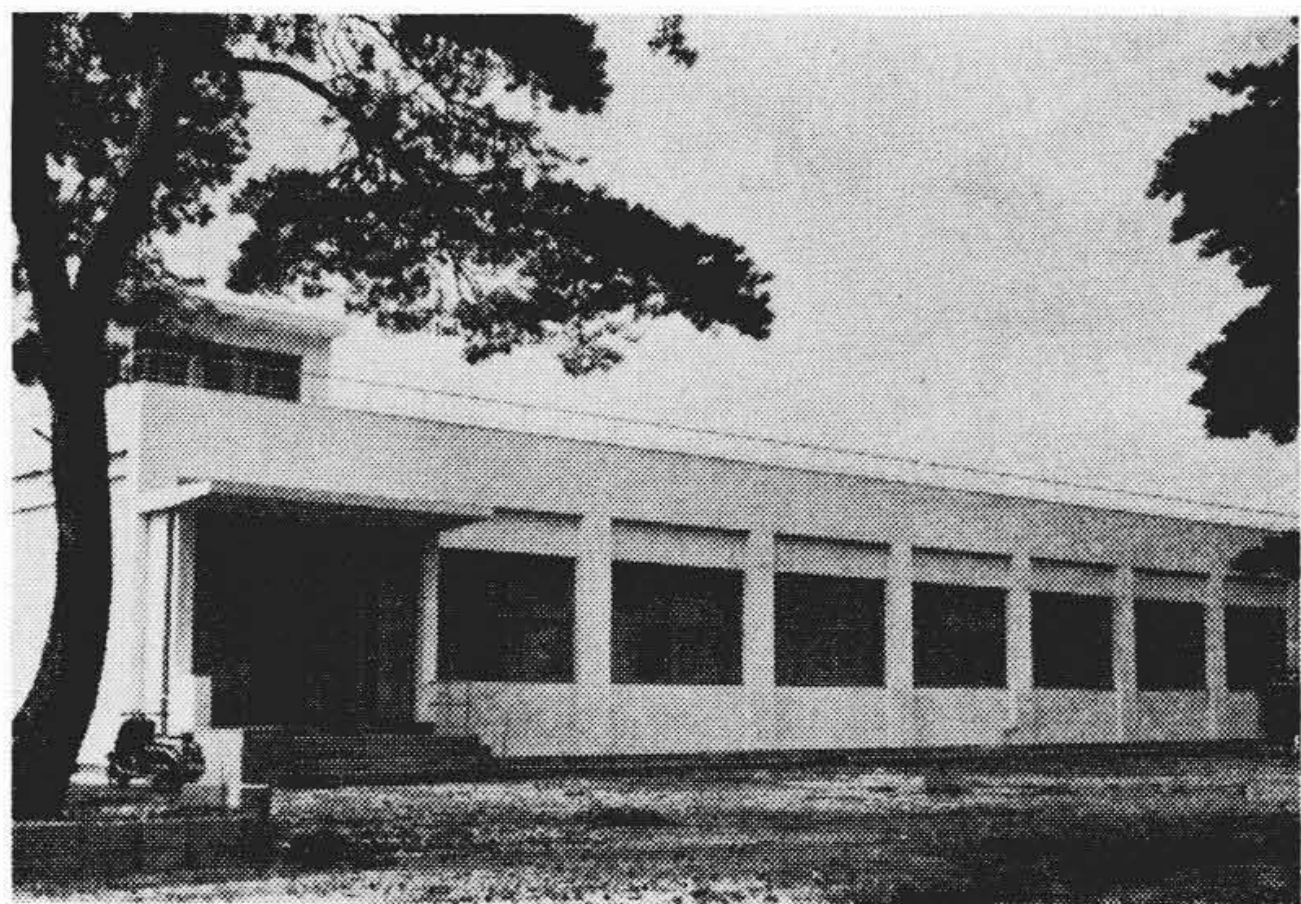
交流電気車の電圧制御方式には、大別して主変圧器の高圧側においてタップ切換を行う方式と、低圧側において行う方式の2種類があるが、日立では昭和32年、国鉄仙山線に納入したED4521号車において、わが国最初の高圧タップ切換器を製作納入し、現在営業運転に活躍中である。

その後、この高圧タップ切換方式の利点が認められ、現在国鉄で計画中の東北線向交流機関車には、高圧タップ切換方式が採用された。

日立においては、この機運に際し、さらに詳細な高圧タップ切換器設計の資料をうるため、3種類の高圧タップ切換器を試作した。すなわち集電部の方式の相異により、ブラッシ形、クリップ形およびローラ形と名づけられた3種類である。

第22図は左より順に試験中の、ブラッシ形、クリップ形およびローラ形の3台を示す。

図よりわかるように、各タンクの正面および側面には油中の状況を観察に便利のように大きなアクリルの透明



第23図 車輛実験室

窓が設けてある。

この試験においては実際の場合と同じく交流を通電しながら、約5箇年分の動作に相当する寿命試験を行い、機械的ならびに電氣的設計に対する重要なデータを得ることができた。

23.5.11 車輛実験室

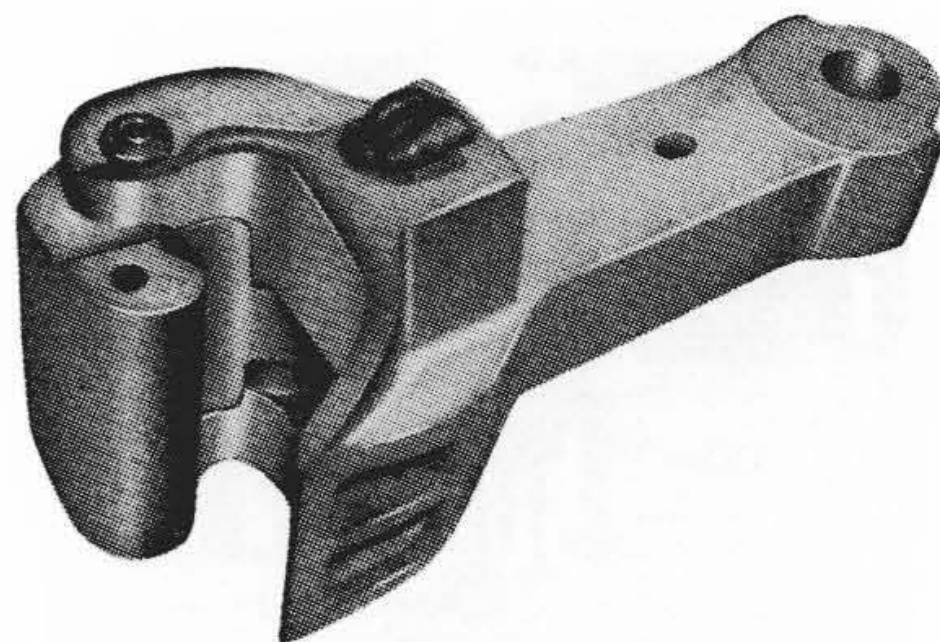
電気車輛に関する新製品の開発および製品の改良研究を目的として、日立製作所水戸工場内に車輛実験室を完成した。第一期工事としての主たる設備は、高速電車等価試験装置で、重量40t、主電動機容量100kW×4台装備の高速電車に等価的なフライホイール装置、駆動装置およびブレーキ装置よりなり、定置状態において高速電車の起動および電空併用ブレーキ特性を簡便かつ迅速に実験研究し、高性能制御方式の開発を行わんとするものである。なおこのほか寿命試験装置、振動試験装置および高温高湿ならびに低温試験装置なども設備してある。第23図に車輛実験室の外観を示す。

23.6 車輛用部品

産業車輛に対する、ウイリソンプラーの需要は、ゴム緩衝装置の併用とともにますます伸びてきており、小形産業車輛の自動連結装置として各方面に重宝されている。

ゴム緩衝装置には、小形(S-タイプ)、中形(M-タイプ)、大形(L-タイプ)の三種類があって、それぞれ車輛の大きさ使用条件などによって区分され、小さな衝撃に対してはクッション効果がよく、大きな衝撃に対しては緩衝容量を大きくして、取付け、点検の容易なことを特長としている。すでに大形は国鉄のシキ300形大物車および特急あさかぜ新編成列車に取り付けられ、中形は名古屋地下鉄、京王帝都電鉄、相模鉄道、東武鉄道などの電車に広く利用されている。

車輛用自動連結器としては柴田式自動連結器が古くから広く使用されているが、日立製作所は米国ナショナル・



第24図 シャロン10-A自動連結器

マリアブル・アンド・スチール・キャスティング会社との技術提携により、AAR基準のシャロン10-A形自動連結器の試作を行いこれを完成した。第24図は同連結器を示す。

この自動連結器は強度の点で柴田式自動連結器よりすぐれ、連結時および運転時のガタが少なく、摩耗部品の点数も少なくするなど柴田式の欠点を補っているほか、柴田式との連結開放も自由にできる長所があって、これにゴム緩衝装置を組み合わせることにより、今後広く各方面で利用されるものと期待できる製品である。

23.6.1 車輛用歯車

ここ数年来、鉄道車輛の駆動装置は、古くから使われてきた吊懸け式から、台車装架方式に移りつつある。それに伴って、駆動用歯車は次のような急速な進歩をとげ、狭いスペースで大動力を伝えうるようになった。

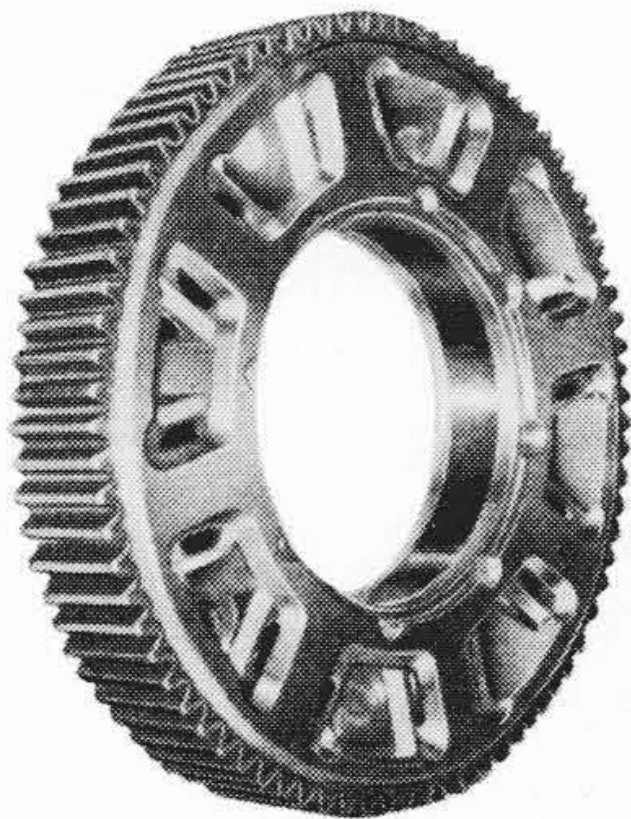
(1) 材料および熱処理

ズブ焼入鋼→高周波焼入または浸炭鋼

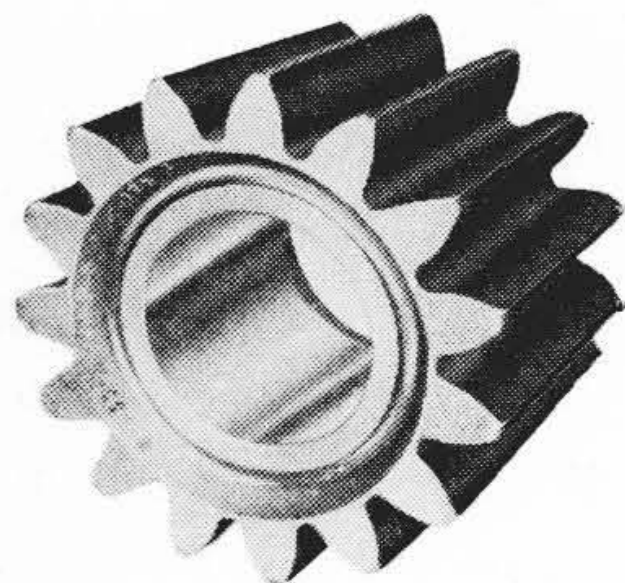
(2) 歯面の最終仕上法

切削→研磨

第25、26図は日立製作所で製作したこの種の歯車の代表例(ED71形電気機関車用歯車)である。小歯車は浸炭鋼、大歯車は高周波焼入鋼で、いずれもマージ研磨されている。



第25図 ED71形電気機関車用大歯車



第26図 ED71形電気機関車用小歯車