

常磐線用 ED75 形交流電気機関車

Type ED75 A.C. Electric Locomotive for Joban Line, J. N. R.

佐々木 昭夫*
Akio Sasaki

武井 謙二*
Kenji Takei

川上 直衛**
Naoe Kawakami

内 容 梗 概

このほど完成した ED75 形交流電気機関車は、客貨両用のシリコン整流器式機関車であり、わが国で初めての無電弧タップ切換方式を採用した画期的なものである。昭和 30 年の交流電化開始以来今日に至るまで設計製作された各種交流機関車の技術が集大成されたものが本機関車であって今後予定されている標準形交流電気機関車の母胎となるものである。本試作機の製作および使用実績、各種試験結果をもとにして設計変更を加えた量産車は現在製作中である。本文はその概要について紹介する。

1. 緒 言

戦後国鉄において、電化費が少なく車両性能のすぐれた商用周波交流電化が動力近代化の一環として取り上げられ、昭和 30 年に直接式の ED90 形、整流器式の ED91 形が仙山線に登場した。その後粘着特性、振動特性の改善、車体軽量化、タップ切換器の性能向上とその制御回路の無接点化、整流器の半導体化など研究が進められ現在まで各種の交流機関車が製作された。電化の進展にともない線区によるけん引条件、列車暖房方式、軸重制限、周波数などの諸条件により多形式にわたったため、昭和 37 年以降主電動機をはじめ主要電気品、および台車駆動装置の標準化が進められてきた。今回製作された ED751 号車は標準化されたシリコン整流器式機関車で、高粘着特性を得るため新制御方式を取り入れてあり、今後の標準形機関車の母胎となるものである。

2. 一般仕様および特長

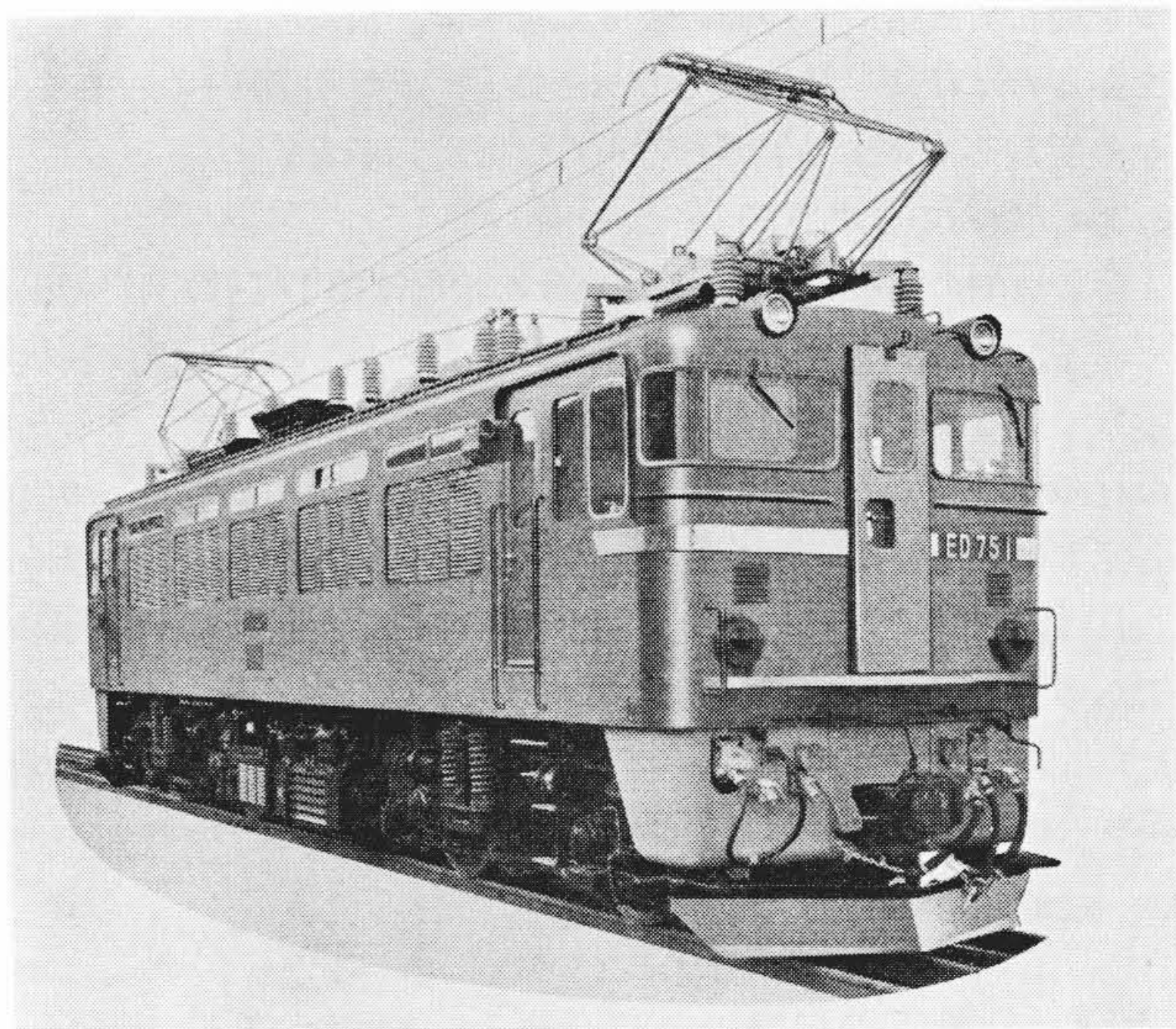
第 1 図に機関車外観、第 1 表に一般仕様を示す。

本機関車は常磐線水戸以北の客貨両用交流電気機関車として、定数 1,200 t (計画 1,300 t) の貨物列車をけん引して 10‰ のこう配で起動可能であり、また定数 550 t (計画 600 t) の旅客列車をけん引して 95 km/h の最高速度を出しうる条件のもとに設計された。第 2 図に速度—引張力特性を、また第 3 図にノッチ曲線を示す。本機関車の特長とするおもな点をあげると次のとおりである。

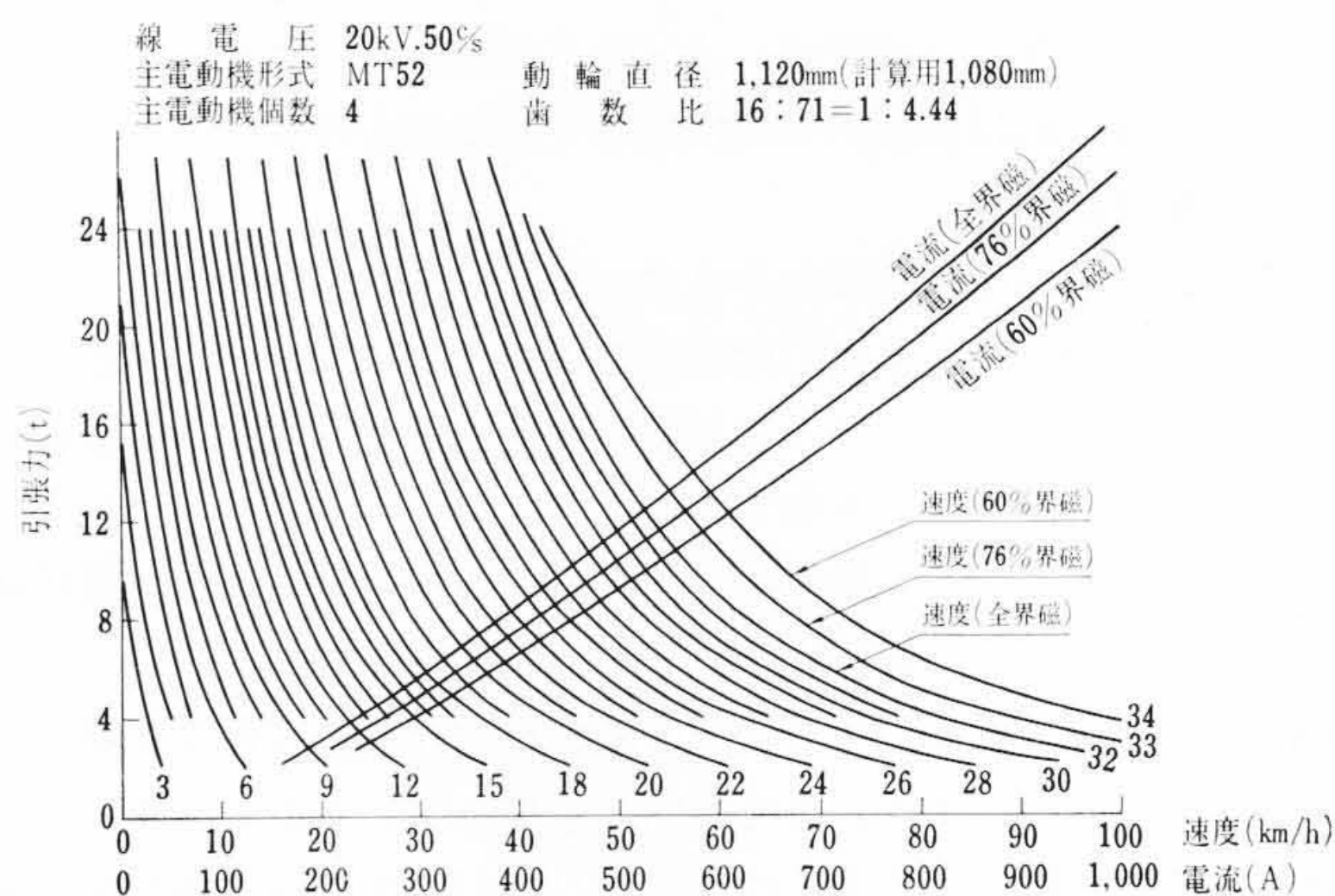
- (1) 磁気増幅器制御による低圧無電弧タップ切換方式を採用し、連続電圧制御による粘着特性の向上とタップ切換器の軽量化、保守の簡易化に成功した。
- (2) 主電動機は各軸駆動つりかけ式の標準形として設計された MT52 形を使用しているが、本電動機はエポキシ樹脂絶縁を採用して小形軽量化されたものである。
- (3) 主整流器には日立標準素子を用いたシリコン整流器を採用した。
- (4) 制御回路には無接点制御方式を採用し、機器の小形軽量化、寿命および信頼性の向上、保守の簡易化を図っている。
- (5) 車体構造は軽量化および部材配置の合理化を目的とした側構え強度計算方式を採用した新構造となっている。
- (6) 台車は心ざらのない連結棒式とし機械的軸重補償を行ない、台車内の軸重移動を防止し粘着性能の向上を図っている。
- (7) 主電動機、主平滑リアクトル、補助回転機など電気品には極力標準品を使用した。

* 日立製作所水戸工場

** 日立製作所日立工場



第 1 図 ED75 形交流電気機関車



第 2 図 速度—引張力特性

- (8) 電気品は 50 サイクル、60 サイクル共用化が進められ、送風機の羽根の交換などの変更により簡単に 60 サイクル区間にも使用可能となっている。

3. 機関車構造

3.1 機器配置およびギ装

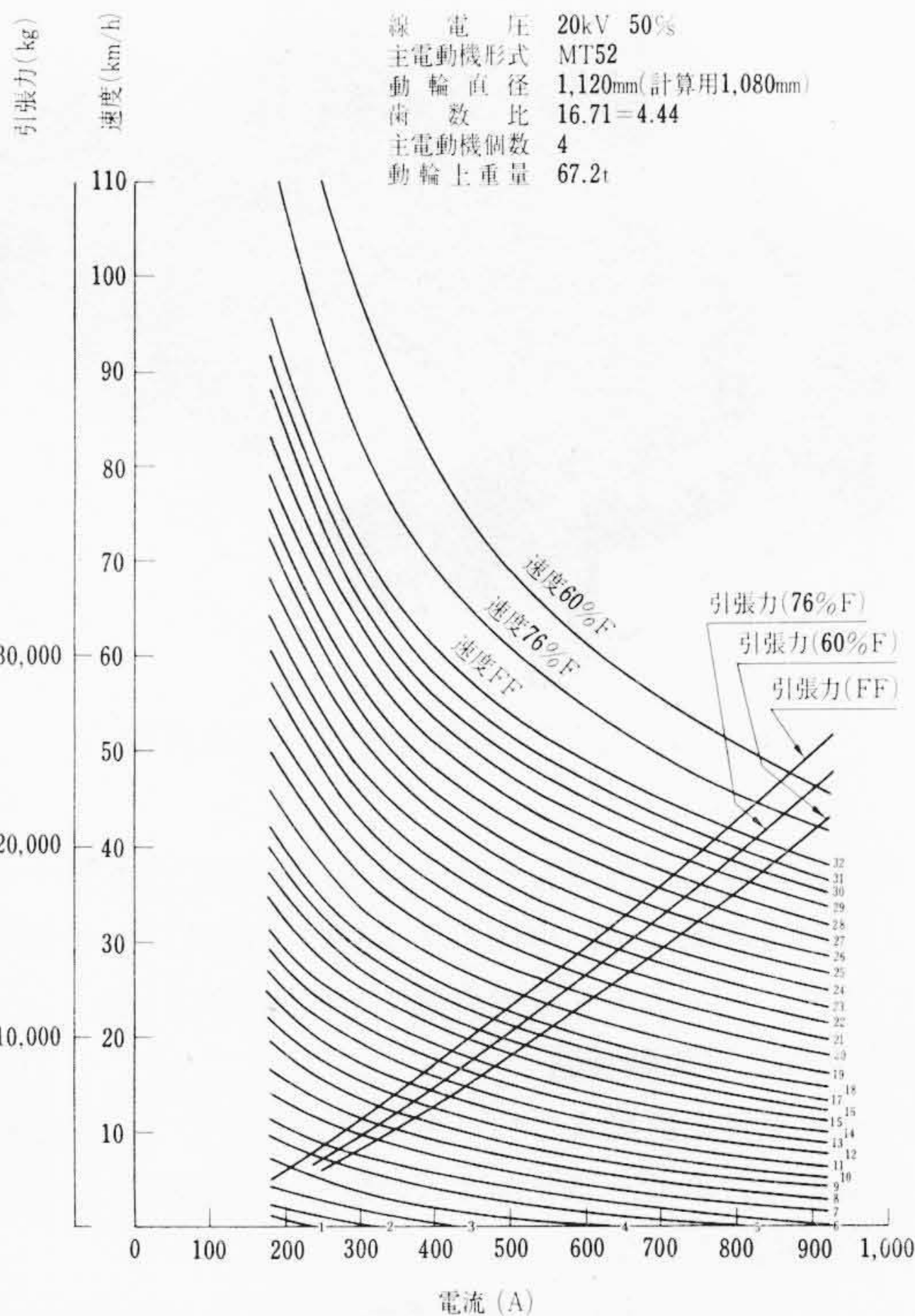
本機関車の機器配置を第 4 図に示す。

運転室は最近の標準形式となっている、すみ柱を廃し曲面ガラスを用いた視野の広い構造であり、前面には重連用開戸を設けている。運転台は修繕および製作の便を図った取りはずし可能なブロック式

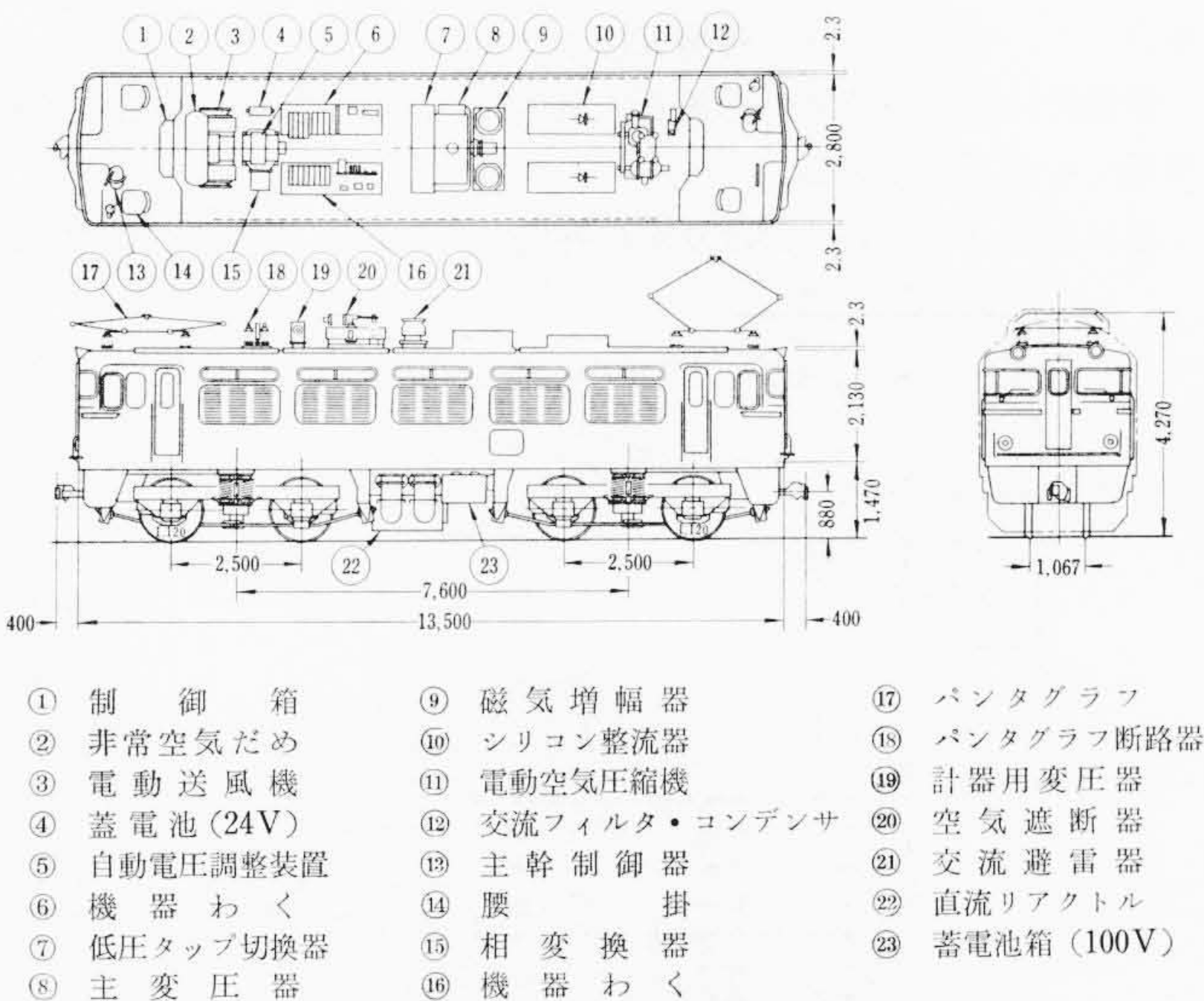
第 1 表 (ED 75 形交流電気機関車)一般仕様

項 目	仕 様
用 電 方 式	客貨両用 単相交流 50～20 kV
運 転 整 備 重 量	67.2 t
車 軸 配 置	B ₀ -B ₀
機 関 車 形 式	箱形両運転台
機 関 車 主 要 寸 法	
連 結 面 間 長 さ	14,300 mm
車 体 長 さ	13,500 mm
台 車 中 心 間 距 離	7,600 mm
車 体 高 さ	3,600 mm
車 体 幅 度	2,800 mm
台 車	DT 2 軸ボギー式
固 定 軸 距 離	2,500 mm
動 輪 径	1,120 mm
動 力 伝 達 方 式	平衡車一段減速釣掛式
歯 車 比	71 : 16=4.44 : 1
機 関 車 性 能	
1 時 間 定 格 出 力	1,900 kW
1 時 間 定 格 引 張 力	13,800 kg
1 時 間 定 格 速 度	49.1 km/h
最 高 運 転 速 度	95 km/h
最 大 引 張 力	27,000 kg
性 能 係 数	1,310 t・km/h
主 変 圧 器	1 台 TM11 外鉄形送油風冷
連 続 容 量 (冬 期)	2,710/2,200/130/380 kVA
連 続 容 量 (夏 期)	2,330/2,200/130 kVA
電 圧	20 kV/1,248 V/384 V/1,470 V
シ リ コ ン 整 流 器	主回路用 (1 組) 磁気増幅器帰還用 (1 組)
連 続 定 格	1,836 kW, 900 V, 2,040 A, 196 kW, 96 V, 2,040 A
結 線 方 式	単相ブリッジ結線
素 子, 個 数	200 (5S×10P×4A) 80 (2S×10P×4A)
主 電 動 機	4 台 MT52
1 時 間 定 格	475 kW, 900 V, 570 A, 1,070 rpm 98 % F
連 続 定 格	425 kW, 900 V, 510 A, 1,110 rpm 98 %
	4 極, 最弱界磁 60%, F 種絶縁
磁 気 増 幅 器	1 組 (2 台) MA1 乾式, 外鉄形, 風冷
連 続 容 量	196×2 kVA, 1,250 V, 2,040 A, 50/60 ~
主 平 滑 リ ア ク ト ル	1 組 IC23, 内鉄形, 乾式, 風冷
	10 mH, 1,150 V (540A において), 540 A, H 種
誘 導 分 流 器	1 組 (2 台) IC24, 乾式, 自冷
	4 mH×2, 228 A, 脈流率 25%, 周波数 50×2 c/s
制 御 方 式	無線弧低タップ切換, 弱界磁, 磁気増幅器, 位相制御, 重連総括制御
ノ ッ チ 数	34 (タップ 32+弱界磁 2)
制 御 装 置	電磁空気単位スイッチ式および無電弧低圧タップ切換器式
制 御 回 路 電 圧	直流 100V, (交流 100V)
灯 回 路 電 圧	100V, 24 V
補 機 回 路 電 圧	三相交流 50～400 V
補 助 回 転 機 組	
相 数 変 換 機	相数変換機(DM67C)...100 kVA, 400/440 V 1— 50/60 ~ 交流発電機(DM71)...6 kVA, 100 V 30 A 電動機(MH 3,036A)...19 kW, 400/440 V, 50/60 ~ 送風機(FK 68)...1,460/1,750 rpm 風量 140 m ³ /min×2, 風圧 175 mmAq
主 電 動 機 用 電 動 送 風 機	電動機(MH3,034)...0.75 kW, 400/440 V, 50/60 ~ 送風機(FK69)...1,415/1,760 rpm, 風量 40 m ³ /min, 風圧 30 mmAq
主 平 滑 リ ア ク ト ル 用 電 動 送 風 機	電動機(MH3,045)...1.5 kW, 400/440 V, 50/60 ~ 送風機(FK70)...1,430/1,720 rpm, 風量 70 m ³ /min, 風圧 60 mmAq
整 流 器 用 電 動 送 風 機	電動機(MH3,044)...3.7 kW, 400/440 V, 50/60 ~ 油ポンプ(OP6)...1,450/1,700 rpm, 吐出油量 1.3 m ³ /min, 揚程 11 m
主 変 圧 器 用 電 動 送 風 機	電動機(MH3,009C)...15 kW, 400/440 V, 50/60 ~ 空気圧縮機(C3,000)...800 rpm, 吐出量 2,950 l/min, 圧力 8 kg
主 変 圧 器 用 電 動 油 ポンプ	
電 動 空 気 圧 縮 機	
ブ レ ー キ 装 置	EL14AS 空気ブレーキおよびネジ手ブレーキ

が採用された。機関士側運転台には、中央に計器類、表示灯を設け、車体中央寄りにスイッチ類を、また左隅には速度計を取り付けてい



第 3 図 ノ ッ チ 曲 線



第 4 図 E D 75 形交流電気機関車機器配置

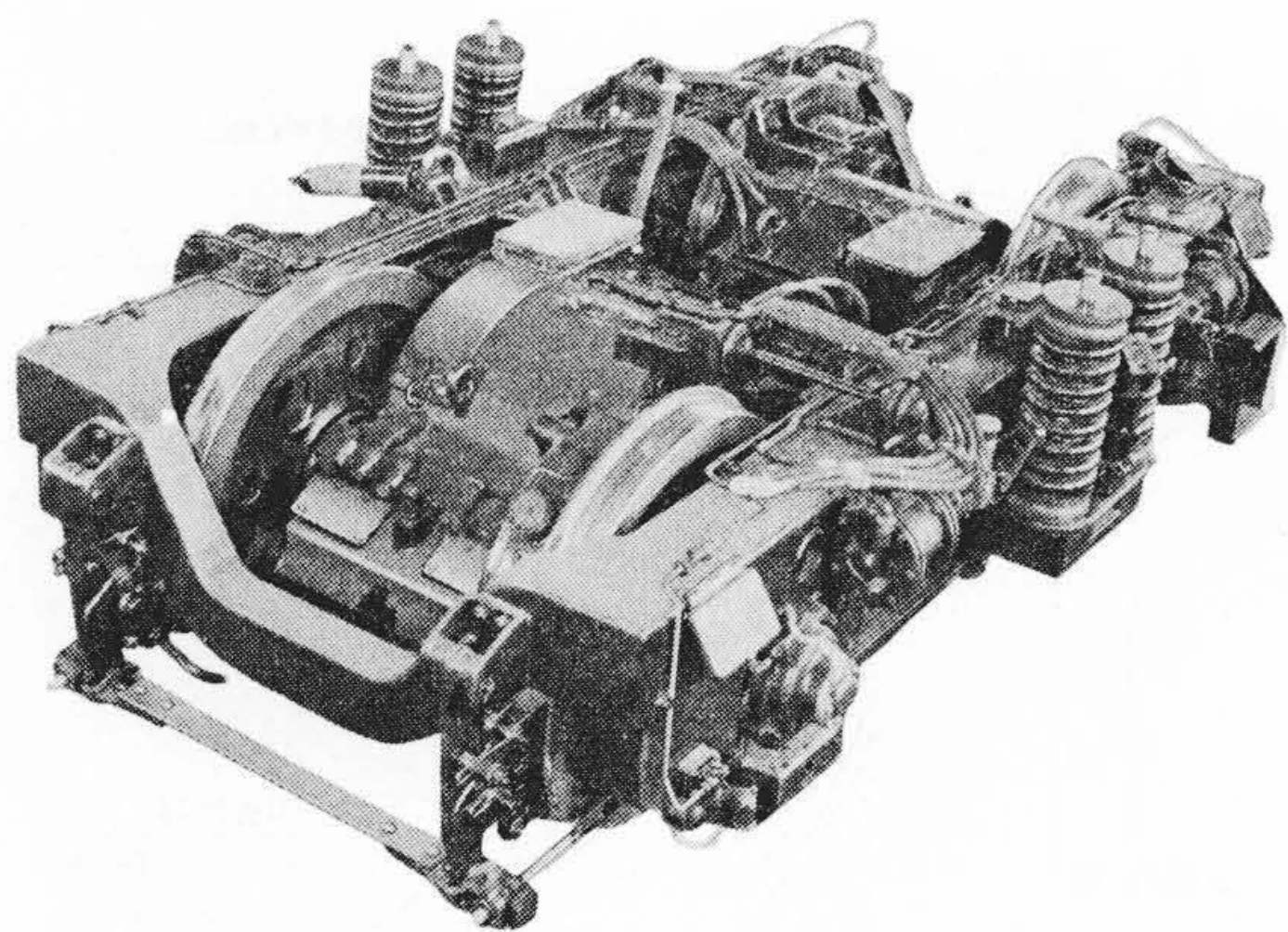
る。機関士前面窓の上部には車内警報装置の表示器、警報器などが配置されている。助手側運転台には、手ブレーキハンドルのほか、助手が操作するスイッチ類を、右隅には吐出弁をそれぞれ設けている。また運転台内部には、パンタグラフ電磁弁、調圧器、補助空気圧縮機を配置している。運転室後部仕切壁には制御箱を設け、第 1 端はスイッチ類、第 2 端には継電器類が主として配置されている。

補機室には、主電動機用送風機、交流発電機付相数変換器が第 1 端寄りに、また電動空気圧縮機が第 2 端寄りにそれぞれ配置してある。

主変圧器には、無接点制御装置が付属している低圧タップ切換器が取り付けられており、主変圧器冷却器の冷却風には磁気増幅器を経た室内の空気が使用されている。

シリコン整流器は 2 ブロックに分けられ、整流器下部より室内空気をとって屋根上の通風器を経て車外に排気している。

床下には空気だめ類および冷し管を配置し、台車間には主平滑リ



第 5 図 E D75 形交流電気機関車台車

アクトル、蓄電池、抵抗器をそれぞれ箱に納めてつり下げている。リアクトルの冷却風は室内車側下部に設けた通風口より室内の空気を取り、リアクトル箱より直接車側に吐出されている。

3.2 台車および駆動装置

台車は車体重量を直接まくらバネ系の上にのせている完全側受支持の 2 軸ボギー台車で、つりかけ式の駆動方式を採用している。第 5 図は台車の外観である。

台車わくは端ばり、側ばりに厚さ 6 mm の自動車用鋼板を使用し、これと 9 mm の SS41 を使用した横ばりを組み合わせた溶接構造である。主電動機的一端は車軸にのせられ、他端のノーズは防振ゴムを介して、台車横ばりに防振支持されている。

車軸には高周波焼入れを施して疲労限の向上を図り、輪心には箱形輪心を使用している。

揺れ装置は台車わく側ばりから外側にでているバネ座の上にゴム

座を介してまくらバネが載り、これにゴム座を介して車体が載っているいわゆるフローティング方式を構成しており、台車と車体間の左右と回転による変位はすべてこのまくらバネの横たわみとゴム座のたわみによって受けている。マクラバネには上下動ダンパが併用され、また蛇行動防止を兼ねて左右動ダンパも取り付けられている。

引張装置は起動時の軸重移動の機械的補償を行なうため、引張着力点低下方式が使用されており、従来の心ざら式の代わりにリンク式の引張装置が採用され、引張着力点を軌条面にもってきたいわゆるジャックマン式台車である。なお引張装置に使用されているピンの摩耗防止のために台わく側ばり下部にオートグリスタが取り付けられ、グリスを給油することができるようになっている。

駆動方式は平歯車 1 段減速のつりかけ式であり、大歯車の緩衝用として防振ゴムが使用されている。

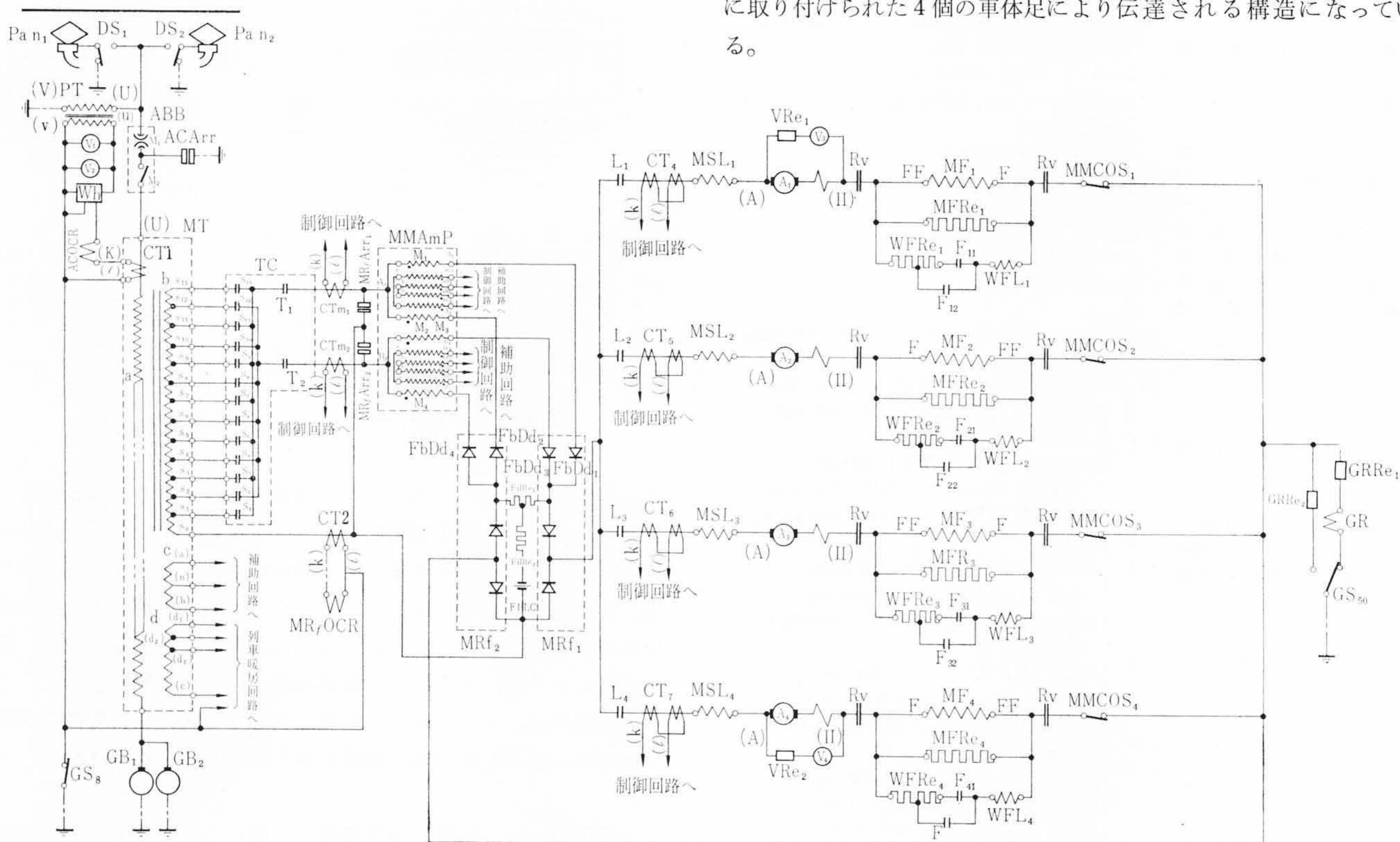
3.3 車 体

車体は全長 13,500 mm、幅 2,800 mm、まくらはり間 7,600 mm の引張装置付箱形車体である。

車体の設計にあたっては、従来の車体台わくのみを強度部材として各部の強度を定めた方式に代わり、車体の軽量化と部材配置の合理化を目的として側構え全体を強度部材とする側構え構造が採用されている⁽¹⁾。すなわち柱部材の曲げ剛性を上げて車体強度を高め、台わく中はりは連結器取付け用としてまくらはり前部のみとし、(まくらはり間はこれを廃止して) 車端衝撃はまくらはりを経て側構えに伝達する構造としてある。

車体台わくは普通鋼板および形鋼の溶接構造で、側ばりにはミゾ形鋼 150×75×65 を使用し横ばりおよび鋼板組立構造のまくらはりにて強固に結んである。車体重量はまくらはりの左右に設けたバネ座よりまくらバネを介して台車に伝達される構造になっている。

引張装置はリンク式で心ざらはなく、引張力は車体台わくの下部に取り付けられた 4 個の車体足により伝達される構造になっている。



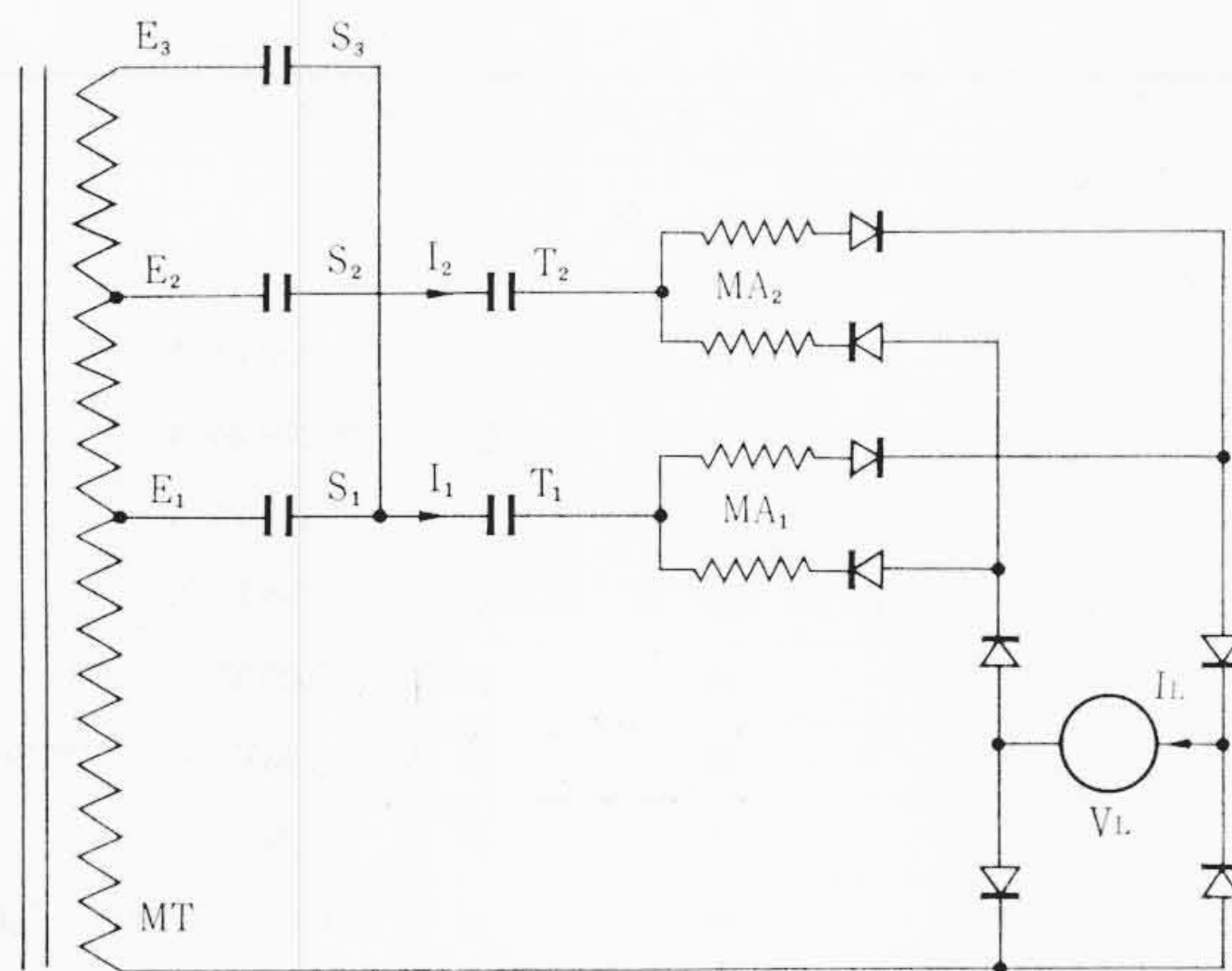
Pan_{1,2}: パンタグラフ
DS_{1,2}: パンタ断路器
ABB: 空気遮断器
PT: 計器用変成器
ACArr: 交流避雷器
MT: 主変圧器

TC: タップ切替器
GB: アースブラン
MMAMP: 主磁気増幅器
MRf: 主シリコン整流器
FbDd: 帰還用シリコン整流器
L₁₋₄: 断流器

ACOCR: 交流過電流継電器
MSIOCR: シリコン過電流継電器
CTm_{1,2}: 無電流検流変流器
CT₄₋₇: 直流変流器
MSL₁₋₄: 直流リアクトル
A₁₋₄: 主電動機電機子

MF₁₋₄: 主電動機界磁
Rv: 逆転器
MFR₁₋₄: 永久分路抵抗器
WFR₁₋₄: 弱界磁用抵抗器
WFL₁₋₄: 誘導分路
F_{11-41, 12-42}: 弱界磁スイッチ

第 6 図 主 回 路 ツ ナ ギ



第7図 主回路説明ツナギ

車体は鋼体完成後、垂直荷重ならびに車体圧縮荷重(80 t)試験が行われその強度が確認されるとともに今後の車体設計への有益な資料が得られた。

運転室前頭部には 150 W シールドビーム前灯 2 個が取り付けられ、また正面および側面には鋼板製開戸が設けられている。

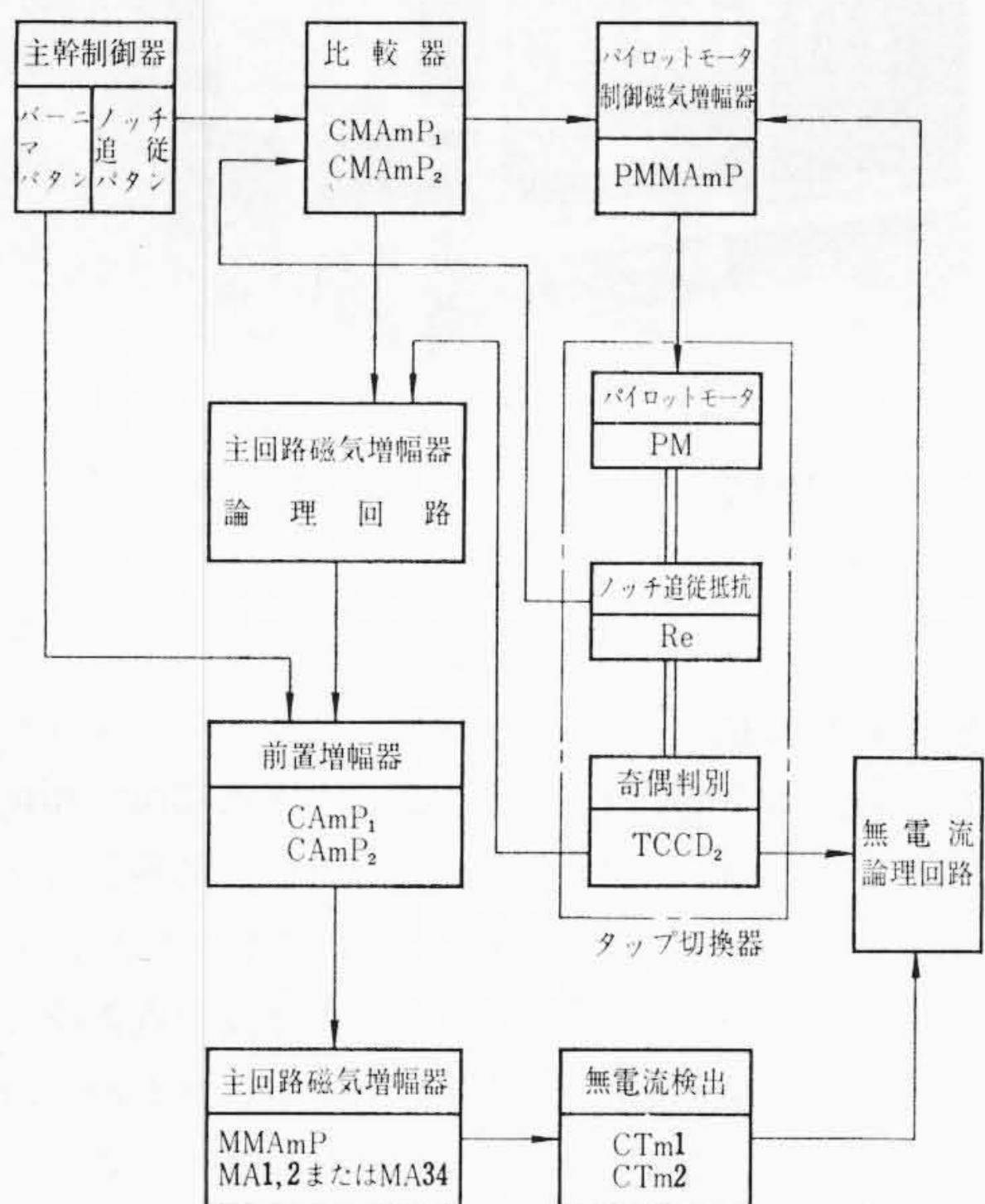
機械室には側面上部に片側 5 組の固定窓とエアフィルタ用ヨロイ窓が設けられている。エアフィルタは 3 個 1 組となってヨロイ窓にはめ込まれており、清掃のため室内から取りはずしが可能である。

機械室屋根はブロック式の機器わく、補機、主変圧器、シリコン整流器などが取り出せるよう 4 分割された取りはずし屋根になっている。

4. 主回路および制御方式

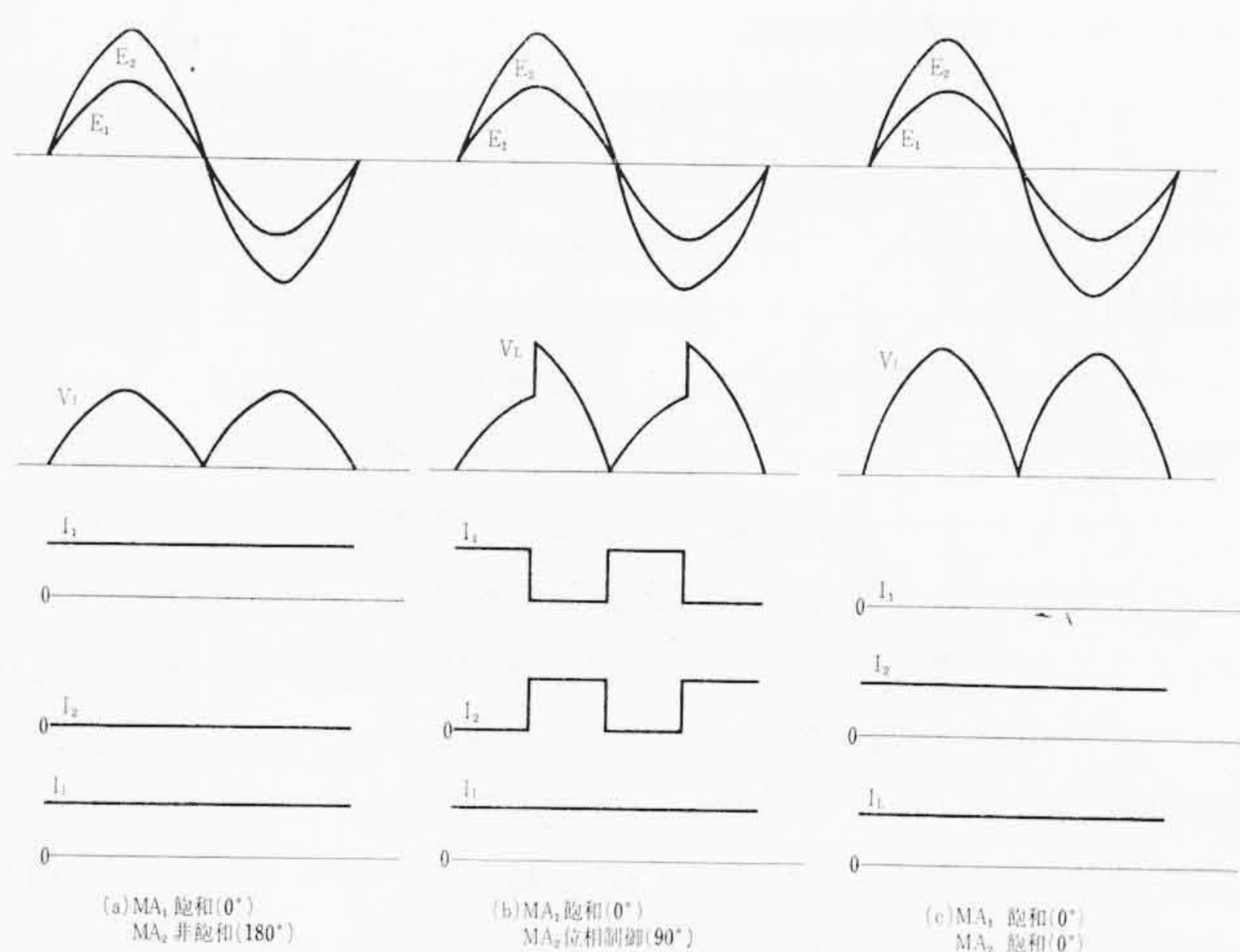
4.1 主回路方式

主回路(第6図)は交流低圧側を除いては、従来の交流機関車のものとほぼ同じ標準回路になっているが、変更されたおもな点は(1)高圧アレスタを ABB の遮断部と断路部に入れたこと(2)PT を設けこれにより電圧計を振れさせ架線検知器を止めたこと(3)主電動機回路の過電流検出器および電流計用に直流変流器を用いたこと(4)軸重補償装置として弱め界磁接触器を用い分流率を増してトルクを補償したことなどである。



()内の数字はツナギ図の線番号を示す。

第9図 タップ切換制御ブロックダイアグラム



第8図 電圧・電流波形原理図

本機関車主回路で最も大きな特長は低圧無電弧タップ切換およびバーニア制御を行なっていることで、交流低圧側は従来のものに比べて大幅に変更されている。

低圧タップ切換方式を採用したのは機関車起動時、回路の電圧変動率を少なくし再粘着特性を向上させるのが目的で、これは従来の高圧タップ切換方式では二次巻線のほかに単巻変圧器コイルがあったため電圧変動率が悪くなっていたのを改めたものである。

低圧巻線からは 13 個のタップ選択スイッチ S_{1-13} 、それに 2 個の切換スイッチ T_1, T_2 を通して 2 組の自己飽和形主回路磁気増幅器 M_{1-4} 、さらに 4 組の帰還整流器を通し主整流器を経て主電動機負荷につながれている。 S スwitch は常時隣りあった 2 個のスイッチが投入され、 T スwitch は 2 個とも投入された状態にある。この 2 組のタップ電圧の中間電圧を磁気増幅器の位相制御により連続的に得てバーニアノッチ制御を行なうものである。無電弧切換はこの 2 組の磁気増幅器の飽和、非飽和の組合せ制御により行なうもので、バーニア位相制御により高電位側の磁気増幅器を飽和させ、全負荷電流を高電位側に移した後、無電流になった低電位側の磁気増幅器を非飽和にも、これを無電流検出用 CT_m で無電流を確認してから、タップ切換器の T スwitch を無電弧で開く方式である。

4.2 バーニアノッチ制御

バーニアノッチ制御は起動電流を押えて高粘着特性を得るために設けられたもので、第7図の簡易主回路ツナギで原理を説明する。第7図において $S_1 S_2 T_1 T_2$ がすべて閉じている、この状態で磁気増幅器 MA_1 は完全飽和、 MA_2 を完全に非飽和にしておくと電動機には S_1 タップ電圧 E_1 が加かることになる。次に MA_1 は飽和状態のままにしておき順次 MA_2 を位相制御していくと第8図の電圧電流波形原理図に示すように E_1 と E_2 の中間の電圧が出力電圧として得られるので、主幹制御器の操作により磁気増幅器が位相制御されこのバーニアノッチ制御運転が得られるのである。

4.3 無電弧タップ切換

第8図(a)の状態では S_1 タップからのみ負荷電流が供給され、 $S_2 T_2$ 回路は電流が流れていない。位相制御を行なっている第8図(b)の状態では $S_1 S_2$ とともに負荷電流を供給しており、第8図(c)の状態では負荷電流はすべて S_2 より供給されていて、 S_1 側は電流が流れていない。無電弧切換はこの第8図(c)の状態からさらに磁気増幅器 MA_1 が非飽和となり、無電流であることが無電流検出用 CT_{m1} で確認されてから、 T_1 ついで S_1 が開き次に S_3 が閉じ、 T_1 が閉じて完了するので、いずれも無電流状態で開閉しタップ切換ができるのである。タップを下げる場合にはこれと逆の過程で行なわれる。

4.4 タップ切換制御回路

バーニアノッチ制御および無電弧タップ切換制御を第9図ブロックダイアグラムにより説明する。主幹制御器を操作するとまずバーニア制御指令が出る。これが前置増幅器を通り主回路磁気増幅器の位相制御を行ない、バーニア制御運転を行なう。次に主幹制御器をノッチ切換え位置まで操作するとノッチ追従指令が出る。これが比較器にはいりここでノッチを進めるか、ノッチ戻しをするかを判定し、パイロットモータ制御磁気増幅器に信号はいり待機する。またこの比較器を出た信号は主回路磁気増幅器論理回路にはいり、これによりノッチ進めの場合には上側磁気増幅器を飽和に保ち、切換えるべき下側磁気増幅器と非飽和にし電流を絞る。次に下側磁気増幅器回路が無電流になったことを無電流検出器により検出し、ついで無電流論理回路により無電流切換を確認しパイロットモータ制御磁気増幅器にタップ切換指令を与える。この信号とさきに待機していたノッチ進め信号とによりこの磁気増幅器は出力を出し、タップ切換器用パイロットモータを動作させてタップ切換えを行なうのである。

5. 主 要 機 器

5.1 主 変 圧 器

本機関車では低圧タップ切換方式を採用しているため、主変圧器二次巻線から直接タップを出せばよいので単巻変圧器部が不要となるため内部構造が簡単になり、重量、寸法が従来のものに比べて大幅に軽減されている。またこの単巻変圧器コイルが無くなったので低インピーダンス変圧器とすることができる。第2表は主変圧器の仕様である。

主変圧器は外鉄形で、冷却方式には送油風冷方式を採用し、軽量化のためアルミ冷却器を用いている。またこの主変圧器には冷却器、電動送油ポンプ、電動送風機などが付属している。このほかに主磁気増幅器、低圧タップ切換器が取り付けられる構造になっている。

5.2 主 磁 気 増 幅 器

本磁気増幅器の仕様は第3表に示すとおりである。
この磁気増幅器は自己帰還形で、主幹制御器からの指令により制御巻線電流を変え、主回路電圧を位相制御することによりバーニアノッチ制御を行なうこと、および無電弧でタップ切換えを行なうことは前に述べたとおりである。

主磁気増幅器はH種絶縁乾式風冷方式で、主変圧器と電動送風機を共用している。主磁気増幅器の中身は M₁、M₂、M₃、M₄ の計4個のリアクトルから成り立っており、鉄心には理想角形ヒステリシス特性を持つ冷間圧延ケイ素鋼帯を用いている。

5.3 シリコン整流器

主整流器は 1,836 kW/900 V/2,040 A 連続、3,810 A (187%) 150 秒の定格を有している。素子はさきに EF 80 形機関車 50 両に使用されたものと同じ DJ 15 形 200 A 素子であるが、耐圧は一段と向上し PID 1,300 V、インパルス耐圧 1,600 V となっている。素子直列数は主変圧器二次に接続されたアレスタの放電開始電圧および制限電圧から決定し、1 s 劣化時にも運転可能なるよう 1 s 余裕をみて 5 s としてある。また並列数は 10%, 1,300 t けん引こう配起動を想定し、粘着係数最大時を考慮して 10 P としてある。帰還用整流器は無電弧タップ切換用マグアンプとして使用されるものである。タップ間電圧は 96 V と低いが異常電圧を考慮して PIV 1,000 V 素子(DJ15L 形)を使用し、2 s 10 P である。

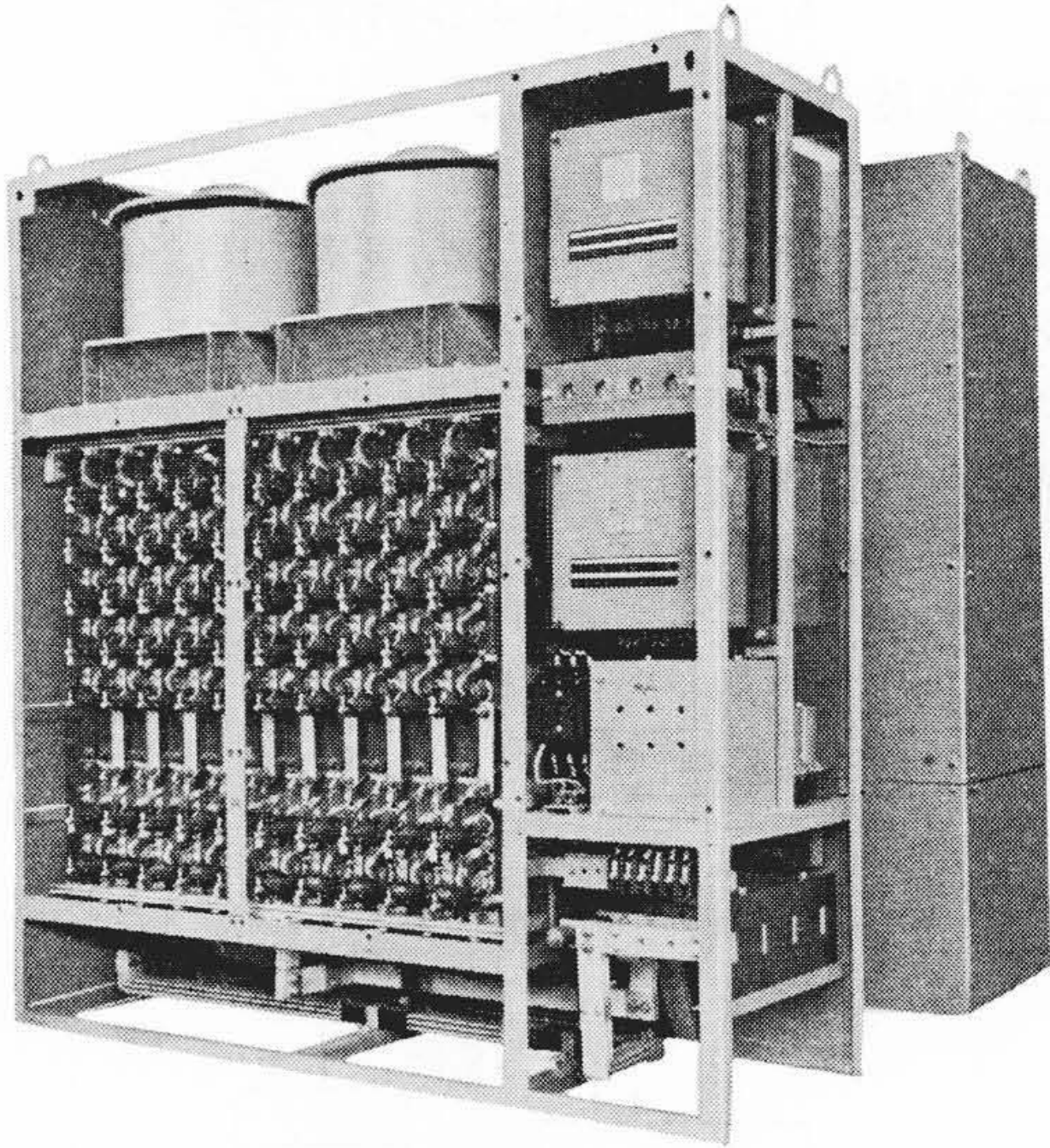
シリコン整流器は(+)箱と(-)箱の二箱からなり、それぞれ主整流器および帰還用整流器各 2 アームとその付属品を収納している(第10図参照)。

第2表 主 変 圧 器 仕 様

形 式	外 鉄 形 送 油 風 冷 式	
相 数	単 相	
周 波 数	50 c/s	
容 量	一 次 側 (交 流 巻 線)	2,330 kVA
	二 次 側 (直 流 巻 線)	2,200 kVA
	三 次 側 (補 機 巻 線)	130 kVA
	四 次 側 (暖 房 巻 線)	380 kVA
電 圧	一 次 側	20,000 V
	二 次 側	1,248 V (タップ間電圧96 V)
	三 次 側	384 V
	四 次 側	1,470 V, 1,280 V, 1,056 V
循 環 油 量	1,100 l /min	
冷 却 風 量	70 m ³ /min×2	

第3表 主 磁 気 増 幅 器 仕 様

形 式	H 種 絶 縁, 乾 式, 風 冷 式	
定 格	連 続	
タ ッ プ 間 電 圧	96 V (架線電圧 20,000 V のとき)	
電 流	出 力 巻 線	2,040 A
	制 御 巻 線	10 A 以下
	バ イ ア ス 巻 線	5 A 以下
絶 縁 耐 力	出 力 巻 線	AC 4,800 V 1 分間
	制 御 巻 線	AC 1,200 V 1 分間
	バ イ ア ス 巻 線	AC 1,200 V 1 分間
風 量	70 m ³ /min×2	

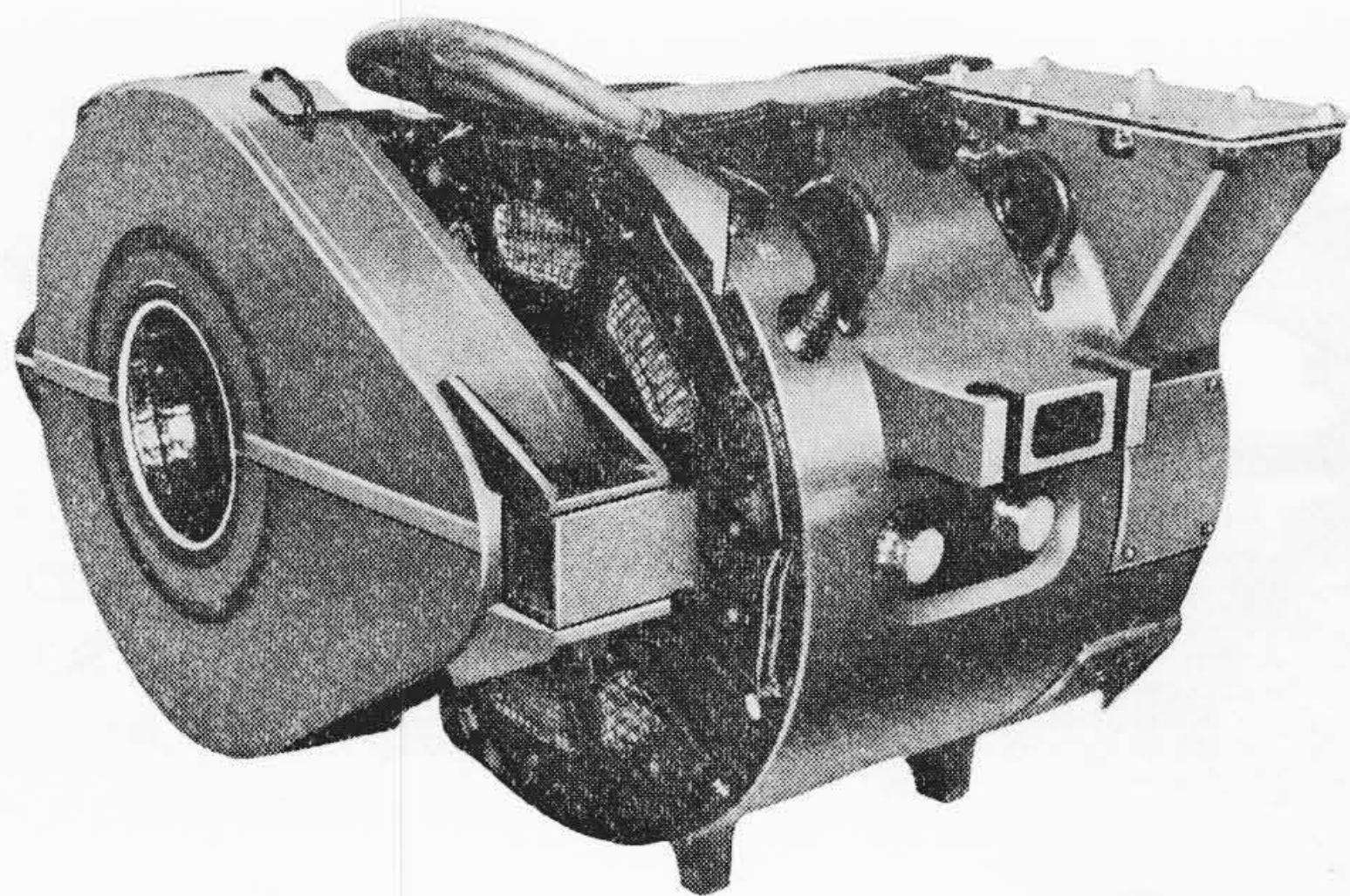


第10図 シ リ コ ン 整 流 器

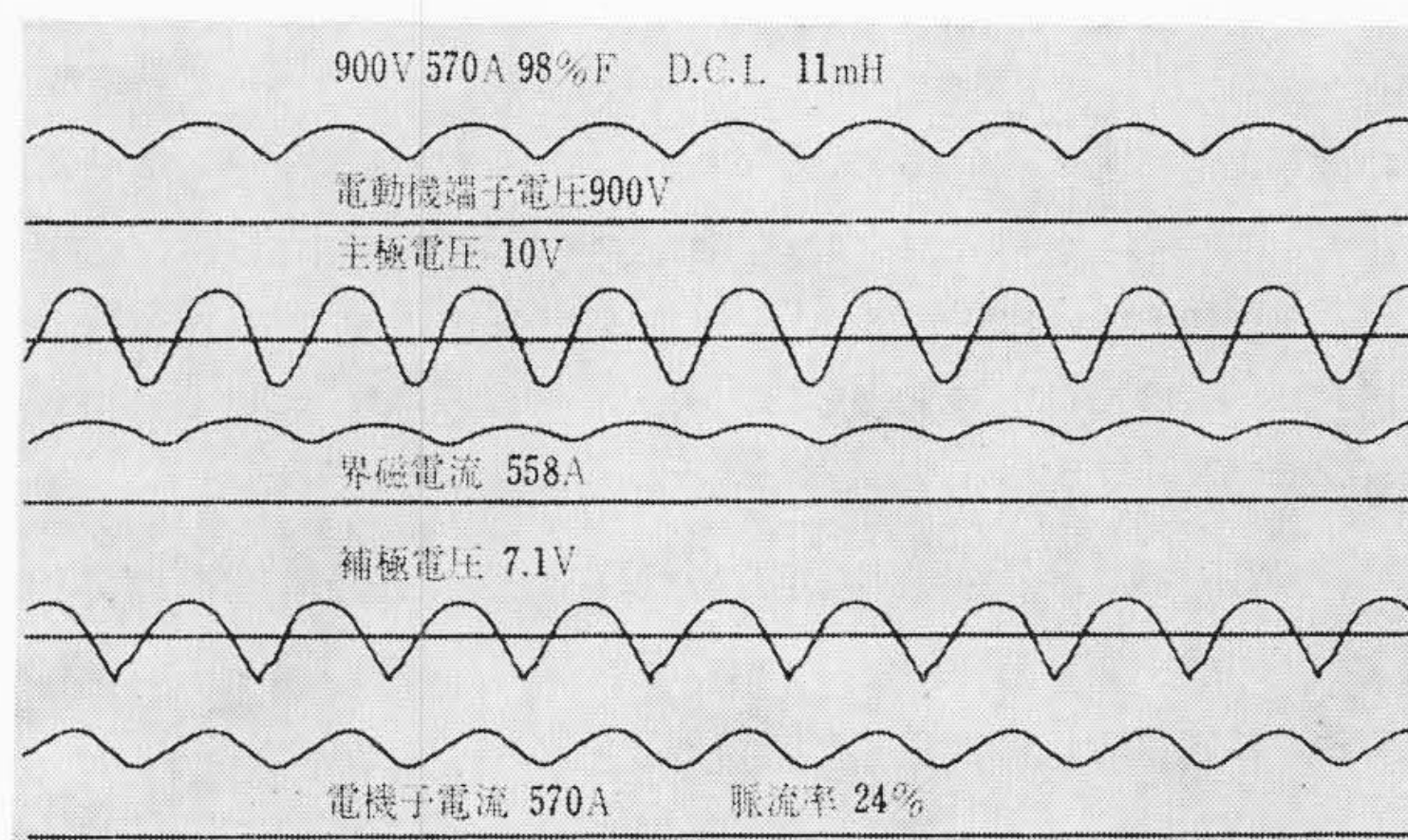
整流素子は5個単位でフィン、分圧器とともにスタックにまとめられ、点検に便利な構造となっている。冷却ファンは吸込方式で整流器の風出口側に取り付けられている。仕様は40m³/min、30mmaqで員数は各キュービクルに2個計4個である。保護装置としては素子短絡検出装置が各アームに1個ずつ設けられていて、万一素子が短絡したときは表示ランプが点灯する。原理は中点電位の不平衡を検出するもので、さきに EF 70 用として使用したものとほぼ同様であるが、特性は一段と信頼性の高いものとなっている。

5.4 主 電 動 機

MT52 形主電動機は交流および直流のつりかけ式標準主電動機で、すでに EF70 形、ED72、73、74 の各形式、EF62、63 の各形式



第 11 図 MT52 形 主 電 動 機



第 13 図 主電動機の電圧電流波形

に数多く使用されている。第 11 図は主電動機外観を、第 12 図は特性曲線を示したものである。

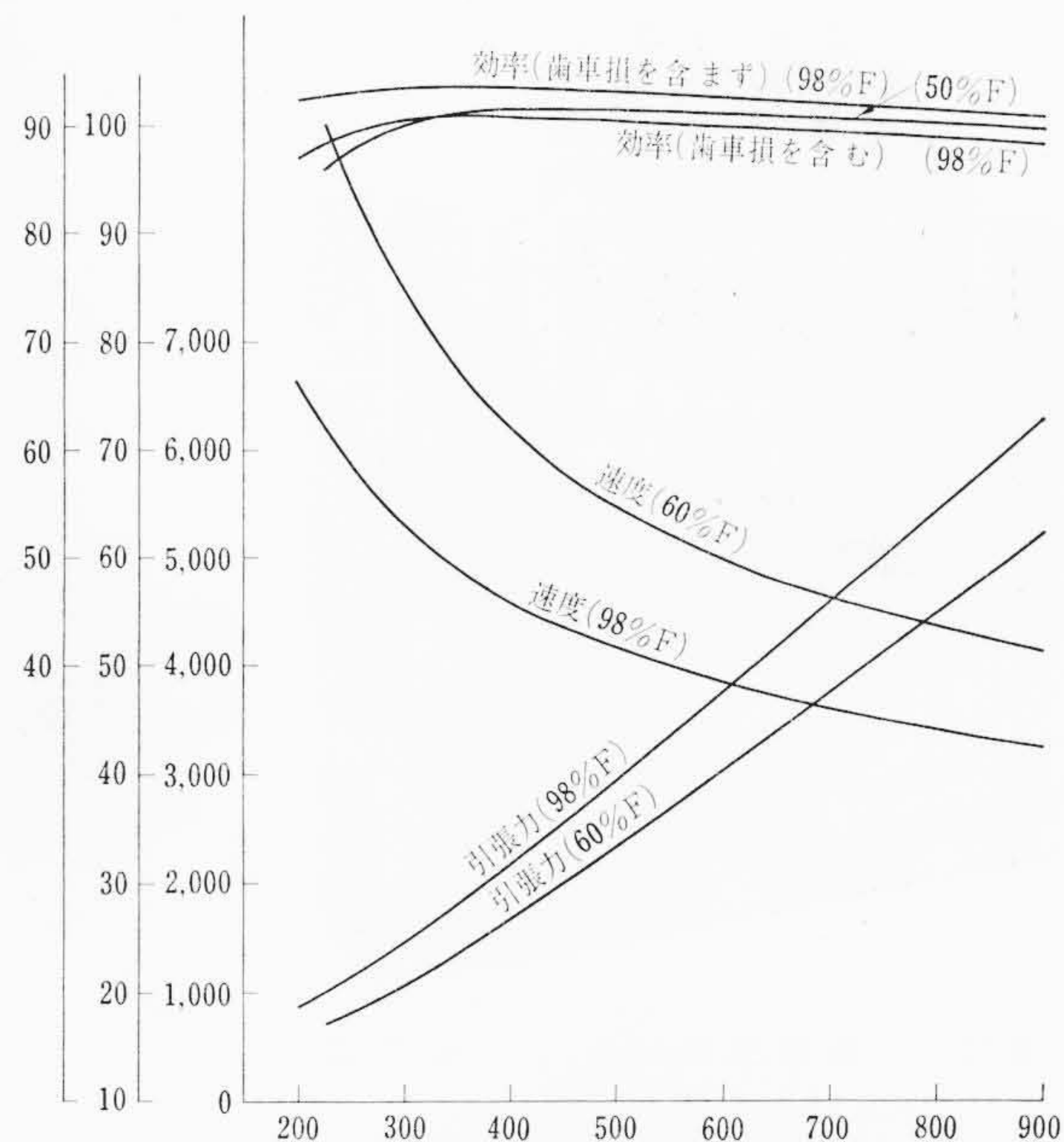
おもな特長は次のとおりである。

- (1) 固定子コイルはエポキシ樹脂で一体絶縁とした熱放散の良い絶縁方式の採用により、小形軽量化するとともに保守の簡易化がはかられている。
- (2) 歯車比は $71:16=4.44:1$ で、客車 550 t けん引で 95 km/h の最高速度を確保するため最弱界磁を 60% とした。
- (3) 脈流で使用するため ED71 の場合と同様⁽²⁾の脈流対策を施し界磁分流率を 2% とした。また電流脈動率は IC23 形主平滑リアクトルにより定格で 24% におさえた。

試 験 結 果

(1) 整 流

上記脈流対策により全運転範囲にわたり良好な整流が得られた。第 13 図に電流脈動率 24% における脈動波形のオシログラムの一例を示す。なお界磁分流を行なった場合は電動機のインピー



1 時間定格 475 kW, 900 V, 570 A 連続定格 425 kW, 900 V, 510 A
動 輪 径 1,120 mm (計算 1,080 mm) 歯車比 71:16

第 12 図 MT52 形主電動機特性曲線

ダンスが減少するので過渡時の整流が問題となるが、本電動機では電圧 900 V, 1,330 rpm, 58% 界磁で運転中電源を遮断し、約 1 秒後全電圧を印加するという過酷な試験条件に対しても悪性の火花を発生しないことが確認された。第 14 図は電力中断試験のオシロ測定結果を示す。

(2) 温 度 上 昇

脈流電源で運転すると銅損が増し、また補極および主極電流の脈動による渦流損により温度上昇が高くなる。脈流運転の場合の温度上昇を直流運転の場合に比較すると、各巻線とも 10℃ 程度高く、直流運転に比べ 8% の上昇となっているが、十分国鉄規格限度電機子 130℃, 界磁 155℃ 以下にあることが確認された。

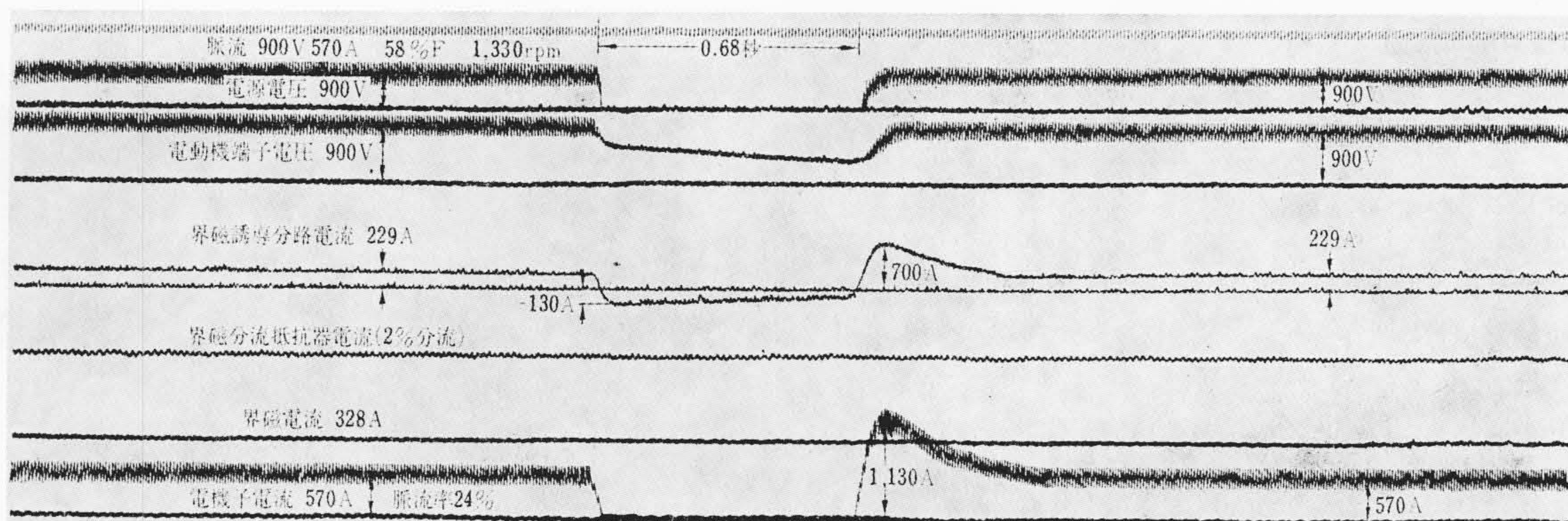
補 助 回 転 機

本機関車の補機方式は ED71 形同様、主変圧器の三次巻線より得られる单相 50 サイクル 400 V を 100 kVA 相数変換機により三相に変換し、じょうぶで保守の容易な三相かご形誘導電動機を使用している。

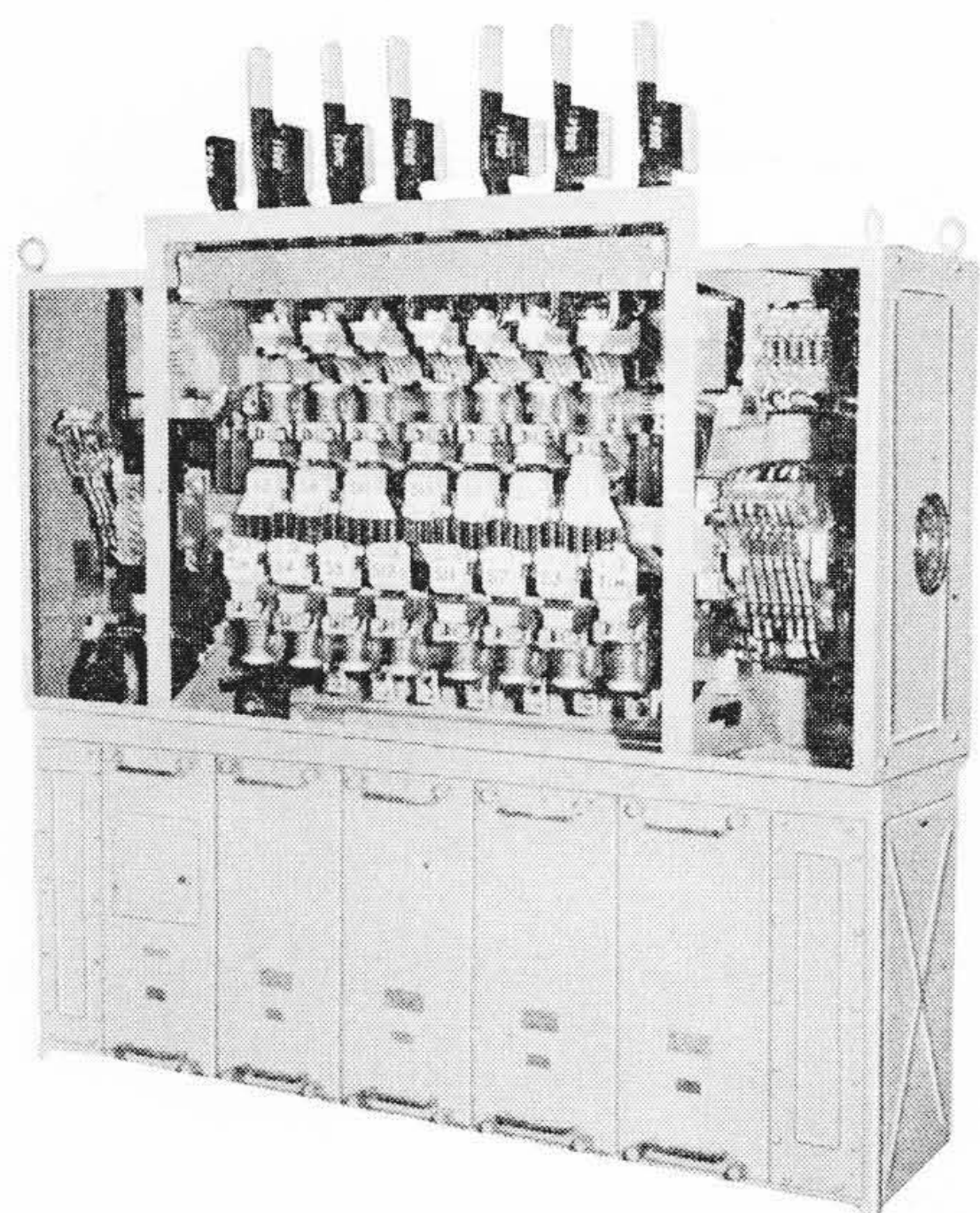
補機の形式を最小限度にとどめ、かつ 50 サイクル、60 サイクル共用が可能としてある。

5.5 低圧タップ切換器

無電弧低圧タップ切換方式を採用したタップ切換器で主回路磁気増幅器によりタップ間橋絡時の電圧を磁気増幅器で吸収するのでは



第 14 図 900 V, 570 A, 1,330 rpm における 0.68 秒の電力中断試験オシログラム



第15図 無電弧低圧タップ切換器

第4表 低圧タップ切換器仕様

形 式		LTC2形
方 式		電 動 カ ム 軸 式
回 路 電 圧		AC 1,250 V
定 格 電 流 (連 続)	TS	AC 2,040 A
	TA	AC 10 A
周 波 数		50/60 c/s
ノ ッ チ 数		13
1 ノ ッ チ 進 段 時 間 (平 均)		0.7~0.9 秒
制 御 電 圧		DC 100 V AC 100 V
接 触 子 接 触 圧 力	TS	20±3 kg
	TA	2.5±0.5 kg

とんど無電流に近い状態で開閉する画期的なタップ切換器である。したがって大電流を遮断する接触器が不要となり、保守点検が著しく軽減される。

本低圧タップ切換器の外観および仕様を第15図および第4表に示す。タップ切換器の構造は電動カム軸接触器式で、タップ切換器箱上部に2個の切換開閉器、13個の選択開閉器、電動操作機構が設けられ、下部には5箱の無接点制御論理装置が収納されている。

接触器(第16図)は連続通電電流2,040A、起動時4,000A以上の電流を通電する大電流接触器で、銀接点のフルフローティング方式が使用されている。

タップ切換器箱、わくには交流大電流による渦電流損による過熱をさけるため各部に非磁性体を用いるとともにほこりによる接触器の過熱を防止するため密閉構造としてある。

5.6 無接点制御装置

無接点制御装置は低圧タップ切換器下部に5箱に分け収納されている。この箱は引出構造になっており前方へ引出して点検できる構造になっている。

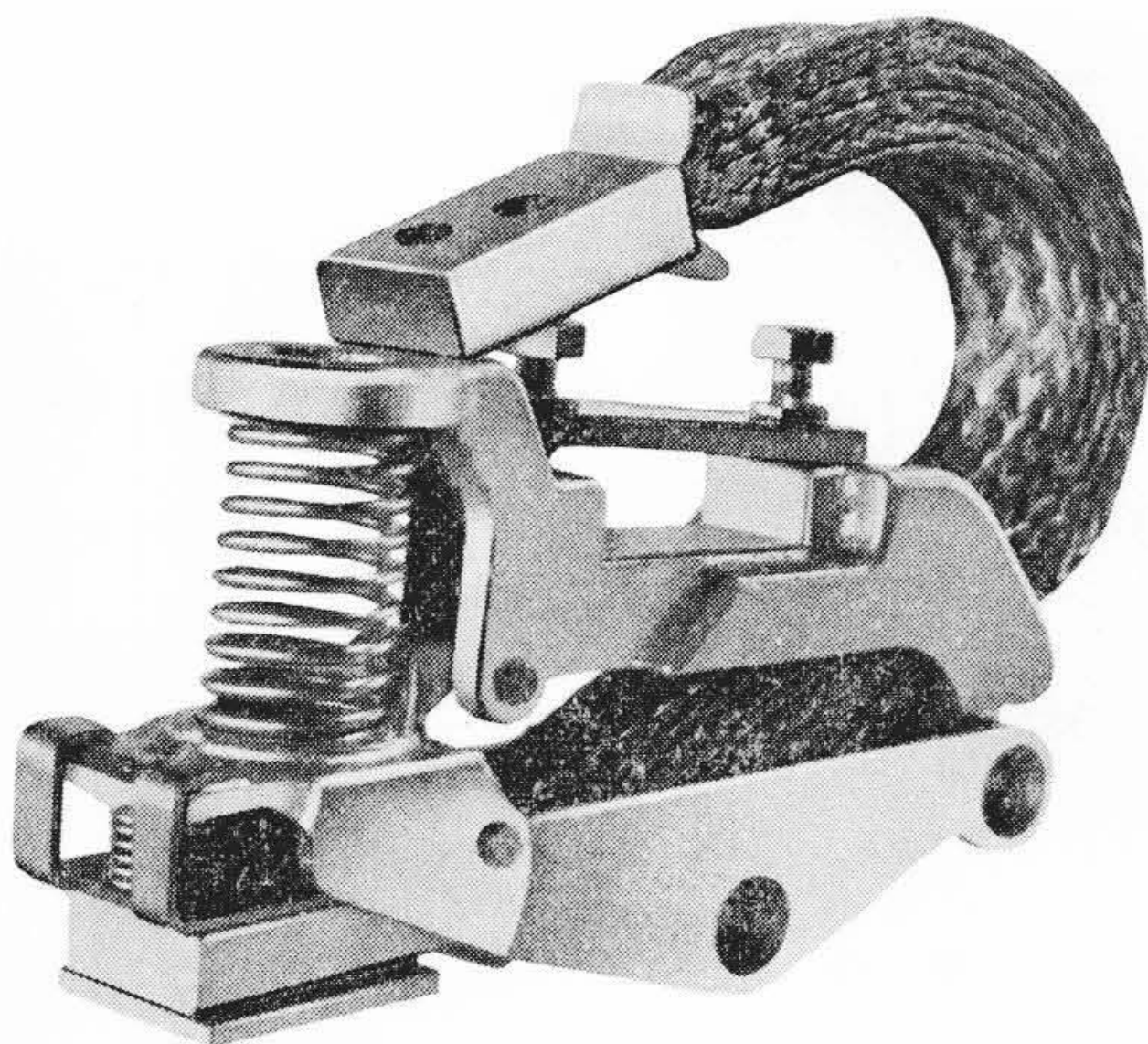
(1) 電 源 部 1箱

ここには無接点制御装置の電源部が収められているほか、前面に無接点制御装置の動作をチェックするためのチェック端子が設けられている。

(2) 比較回路および操作電動機無接点回路部 1箱

ここにはタップ切換器のノッチ追従装置と磁気増幅器式操作電動機制御装置が収納されている。

(3) 無電流検出回路および論理回路部 1箱



第16図 カ ム 接 触 器

ここにはタップ切換器を無電流で切り換えるための無電流検出装置とその論理回路が収められているが、無接点論理回路素子には、速応性レミール形磁気増幅器が用いられている。

(4) 前置増幅器部 2箱

これは主回路磁気増幅器の制御巻線に出力を与えるSCR式前置増幅器で主幹制御器の指令により位相制御を行なうものである。

5.7 主 幹 制 御 器

この主幹制御器には主ハンドル、補機ハンドル、逆転ハンドルのほかにバーニアハンドルを備えている。このバーニアハンドルと主ハンドルは機械的に直結されており、起動時バーニアハンドル操作が可能である。内部にはノッチ追従用パターン発生装置とバーニアパターン発生装置が設けられており、このノッチ追従指令によりタップ切換器が動作し、このバーニアパターンにより前置増幅器が動作し主回路磁気増幅器の位相制御を行なうものである。

5.8 界磁弱めおよび分流抵抗器

本抵抗器(第17図)は主電動機界磁コイルに並列に接続され、整流電流の交流分をバイパスさせるための界磁分流抵抗器と、界磁弱め抵抗器をそれぞれ主電動機4台分を1箱にまとめて組込んだもので、自然通風、床下ぎ装形構造である。

界磁分流抵抗器の抵抗値は直流分で2%、界磁弱め抵抗器は界磁率を76%、60%となるよう選んである。

抵抗体は特殊クロム鋼製抵抗帯でこれを波形に曲げ、耐熱がよい絶縁、組み立てたものである。

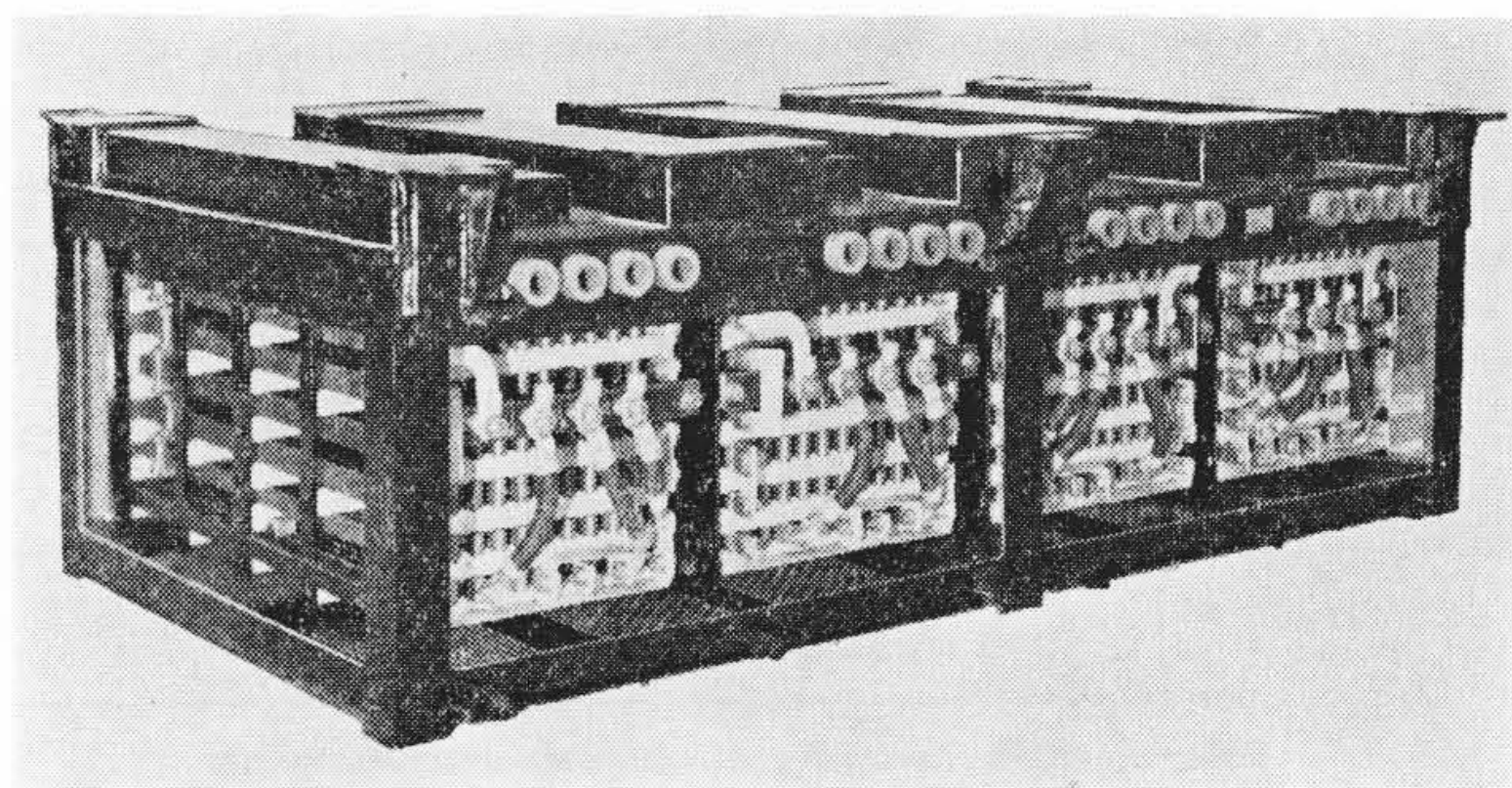
6. 結 言

本機関車は今後の標準形交流電気機関車の母胎として、現在まで製作された各種機関車の設計、製作および使用実績をもとに標準化され、さらに多くの画期的新技術を加えて製作された試作機である。すでに常磐線において各種性能試験が終了し好調裏に営業運転にはいっているが、今後もすぐれた運転成績を示すものと期待される。

終わりに本機関車の設計、製作ならびに各種試験にあたり終始ご指導を賜った日本国有鉄道の各位に深く謝意を表わす。

参 考 文 献

- (1) 小沢, 長谷川: 日立評論 45, 2057 (昭 38-12)
- (2) 伊沢ほか: 日立評論別冊 40, 4 (昭 36-4)



第17図 界磁弱めおよび分流抵抗器