

コンゴ B. C. K. 鉄道 納
1,600 kW 交流電気機関車
 1,600 kW AC Electric Locomotive for B. C. K. Congo

三 木 雅 雄* 田 所 富 男*
 Masao Miki Tomio Tadokoro
 山 崎 泰 広** 長 谷 川 清**
 Yasuhiro Yamazaki Kiyoshi Hasegawa

要 旨

アフリカのコンゴ共和国(旧ベルギー領)の B. C. K. 鉄道 (COMPAGNIE DU CHEMIN DE FER DU BAS-CONGO AU KATANGA) 向けとして 5 両の交流電気機関車を納入した。

仕様の面で温度上昇限度 IEC 規格値 -10°C 、ダイナミックブレーキ付き、軸重 15.5 t など軽量高出力を要求されているが、日立製作所の 200 両以上の交流電気機関車の製作実績と最新の技術をもとに製作された電気機関車で、保守の合理化に対しても特に留意されている。

なお日本からアフリカへの交流電気機関車の輸出はこれが初めてである。

1. 緒 言

アフリカ大陸のほぼ中央、赤道直下に位置するコンゴ(キンシャサ)政府より昭和 42 年 8 月、ディーゼル機関車、客貨車を含む大量の車両が発注され、その一環としてこのほど 5 両の交流機関車を納入した。このたび交流機関車が納入された約 600 km の区間には、すでに 1955 年からベルギー製交流機関車が投入されており、現在 33 両が使用されている。したがって運転取扱いの面でこれらと合致させる要求が若干あったが、おおむね製作者側の申し出は快く受け入れられた。この鉄道では 29 kg/m レールが多いので軸重の制限がもっとも厳重な指定事項であった。本機関車は日本国有鉄道で最大の実績を誇る ED 75 を基本とし、ダイナミックブレーキ装備など要求仕様に合致させて約 5 t の軽量化を図るとともに各部にわたって機能本位の合理的な設計を行なった。以下にこの機関車の概要をまとめて報告する。

2. 特長および仕様

2.1 特 長

主回路方式は国内標準形交流機関車で実績のある方式を基本として設計されているが、それとともに顧客の要求を満足し、さらに運転保守の便を重視した次のような種々の配慮がおりこまれている。

- (1) 電気機器の温度上昇限度は IEC 規格値 -10°C で設計されている。
- (2) ダイナミックブレーキを備え 425 t の列車を 12.5‰ 下りこう配で 30 km/h に抑速することができる。
- (3) 車端圧縮荷重 200 t に耐えるため大容量の自連とゴム緩衝器を備え、車体台わく剛性が大きくとられている。
- (4) 機関車空気ブレーキと列車真空ブレーキが併用できる。
- (5) ブレーキシューすきま自動調整機構が装備されている。
- (6) パーニア制御器による自動多段制御方式が採用されている。
- (7) デッドマン装置のほかに逆ノッチ防止装置、原因別事故表示灯を備えている。

これら重量増加要素を吸収するとともに、保守面の合理化を図る目的でさらに次のように特長が盛られている。

- (8) シリコン整流器は耐圧 2,500 V の素子が採用されている。

* 日立製作所水戸工場

** 日立製作所日立工場

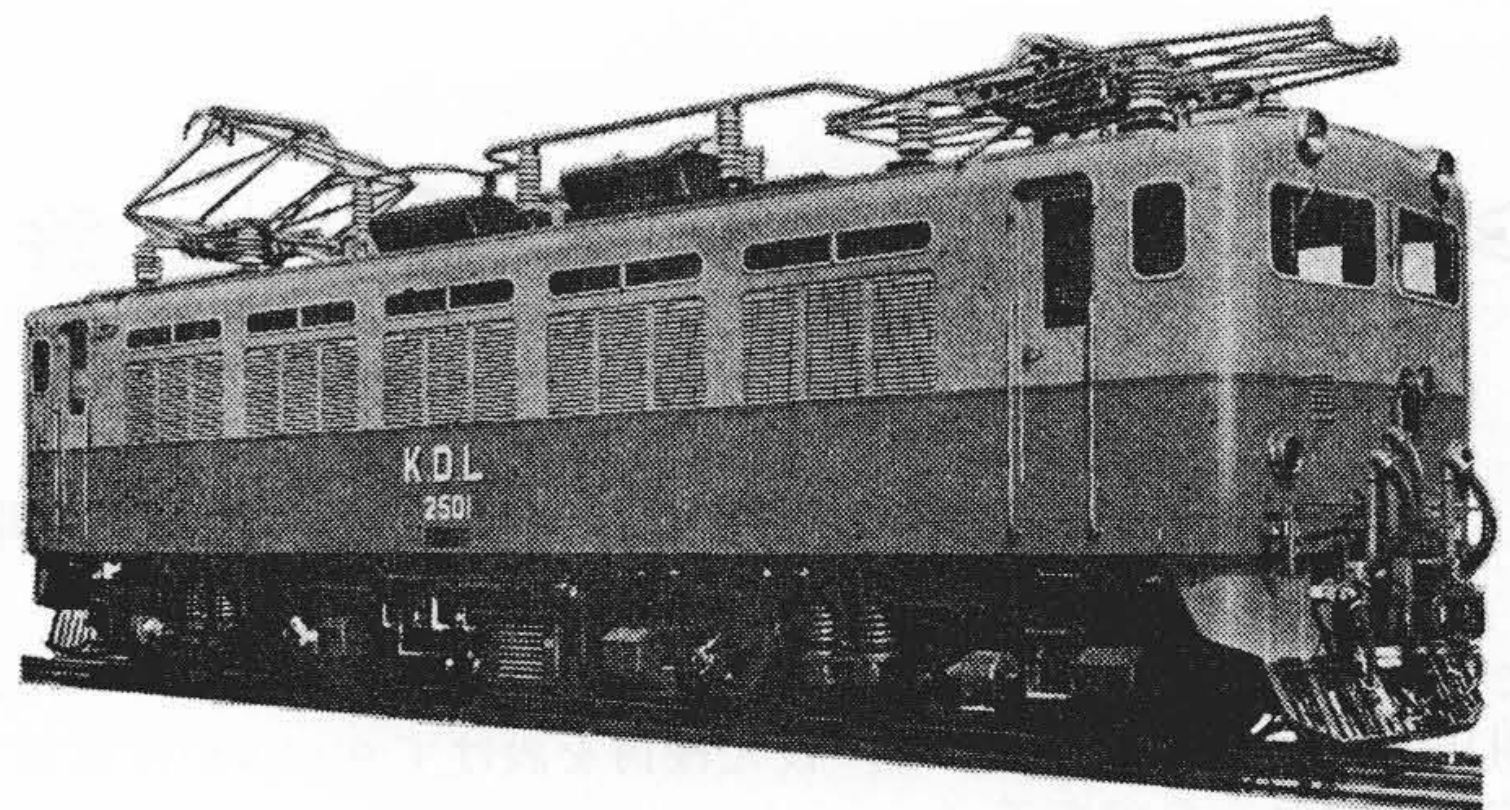


図 1 1,600 kW 交流電気機関車

- (9) 主平滑リアクトルは主電動機 2 台に 1 台の割合とする回路構成となっている。
- (10) 台車は揺れまくら、引張力伝達リンクなどの摩耗部分を排し、粘着特性向上を図るため低心皿方式をとっている。また車体と分離せずに主電動機の着脱ができる。
- (11) 配線、配管ならびに車体部分には配置、構造の合理化が徹底されている。

2.2 一 般 仕 様

図 1 は機関車外観、表 1 は一般仕様である。仕様決定条件は次のとおりである。

- (1) 架線定格電圧 22 kV (変動 16~26.7 kV) のもとで、12.5‰ 上りこう配にて 850 t けん引引出し可能、平たん線にて 850 t をけん引し 70 km/h まで加速可能
- (2) ダイナミックブレーキの条件は同じく 12.5‰ 下りこう配にて 425 t をけん引し 30 km/h に抑速可能
- (3) 2 両まで重連総括運転可能
- (4) けん引抵抗値の計算は Davis の式によること

以上の条件から 1 時間定格出力を 1,600 kW とする機関車特性が設定された。図 2 は特性曲線を示したものである。

3. 機 関 車 構 造

3.1 機器配置およびぎ装

本機関車の機器配置は図 3 に示すとおりで、各機器わくに取り付けられた機器の点検には側通路、横断通路あるいは中央通路などじゅうぶんのスペースが与えられている。一方通電中に高圧機器に触れることがないようタップ切換器前面、主回路機器わく前面、中央通

表1 機関車一般仕様

項目	仕様
用途	客貨両用
電気方式	単相交流 50 Hz 公称 25 kV (26.7~16 kV ; 定格 22 kV)
軌間	1,067 mm
運転整備重量	62 t
軸配置	B ₀ -B ₀
主要寸法	
連結面間長さ×幅×高さ	13,960×2,800×3,500 mm
パンタ折たたみ高さ	4,240 mm
台車中心間距離	7,200 mm
固定轴距	2,700 mm
車輪径	1,016 mm
機関車性能(1時間定格)	(温度上昇限度: IEC 規格値 -10℃)
出力, 速度, 引張力	1,600 kW, 37.3 km/h, 15,320 kg
最高運転速度	52 km/h
最高安全速度	70 km/h
最大引張力	22,800 kg ($\mu=0.37$)
台車形式	フローティング式2自由度系台車
動力伝達方式	釣掛式ゴム入平歯車1段減速, 歯車比 4.94 (モジュール 11)
主変圧器	1 台
形式	外鉄形, 呼吸形送油風冷式
連続定格容量	一次 2,030 kVA, 二次 1,900 kVA, 三次 130 ³ kVA
電圧	一次 22 kV, 二次 1,235 V, 三次 380 V
主整流器	1 組
形式	強制通風形 (帰還シリコン整流器付)
連続定格	1,584 kW, 900 V, 1,760 A
主電動機	4 台
形式	閉鎖他力通風形, 脈流直巻, 補極付き
1時間定格	400 kW, 900 V, 480 A, 1,000 rpm, 4 極
絶縁種別	F 種 (エポキシ樹脂絶縁)
主平滑リアクトル	1 組
形式	乾式風冷, 内鉄形
連続定格	900 V, 880 A, 6 mH
制御方式	磁気増幅器式無電弧タップ切換, 電磁空気単位スイッチ式, 重連総括制御, 自動ノッチ進め
制御回路電圧	三相交流 100 V ただし保護回路直流 110 V
灯回路電圧	直流 110 V, ただし表示灯直流 24 V
補機回路電圧	三相交流 380 V
補助回転機	1—交流発電機付き相変換機: 100 kVA 3 ϕ 380 V / 6 kVA 2 ϕ 100 V 1—主電動機用電動送風機: 15 kW, 140 m ³ /min × 2, 175 mmAq 1—制動抵抗器用電動送風機: 6.5 kW, 300 m ³ /min 40 mmAq 2—主変圧器用電動送風機: 1.5 kW, 70 m ³ /min, 58 mmAq 1—主変圧器用電動油ポンプ: 1.5 kW, 700 l/min, 揚程 7 m 2—主整流器用電動送風機: 0.75 kW, 45 m ³ /min, 25 mmAq 1—主平滑リアクトル用電動送風機: 0.75 kW, 45 m ³ /min, 25 mmAq 1—電動圧縮~真空機: 22/14 kW, 4/8 極, 1,000/500 rpm, 8 kg/cm ² , 1,606/803 l/min, 540 mmHg, 6,387/3,194 l/min 1—補助電動空気圧縮機: 450 W, DC86 V, 7 kg/cm ² , 95.2 l/min
ブレーキ方式	機関車: 発電ブレーキ, 空気ブレーキ, 手ブレーキ 列車: 真空ブレーキ

路入口にそれぞれ鎖錠ドアが設けられている。このドアをあけるかぎはパンタグラフ上昇用の空気回路がしゃ断されてはじめて使用できるようになっている。ぎ装上留意したことは、電気回路ツナギにしたがってグループ化した配置とし取り扱いと配線配管の便に重点をおいたこと、したがって運転台、各機器わくの溶接固定化と相まって簡潔にまとめられていることである。電線樋(とい)は必要最小限とし、屈曲部や高低圧共存部分のみを重点的に保護するなど製造、修繕面の合理化を図った。また制御機器を主として機械室内補助機器わくに一括収納した。運転席は右配置で運転士は随時椅子を持ち込み左足をデッドマンスペダルにかけて、すわり運転ができる。

架線電圧 22kV 1 ϕ 50Hz 歯車比 74:15 (モジュール 11)
主電動機 400kW×4 (1時間定格) 機関車重量 62t
動輪径 1,016mm (計算976mm)

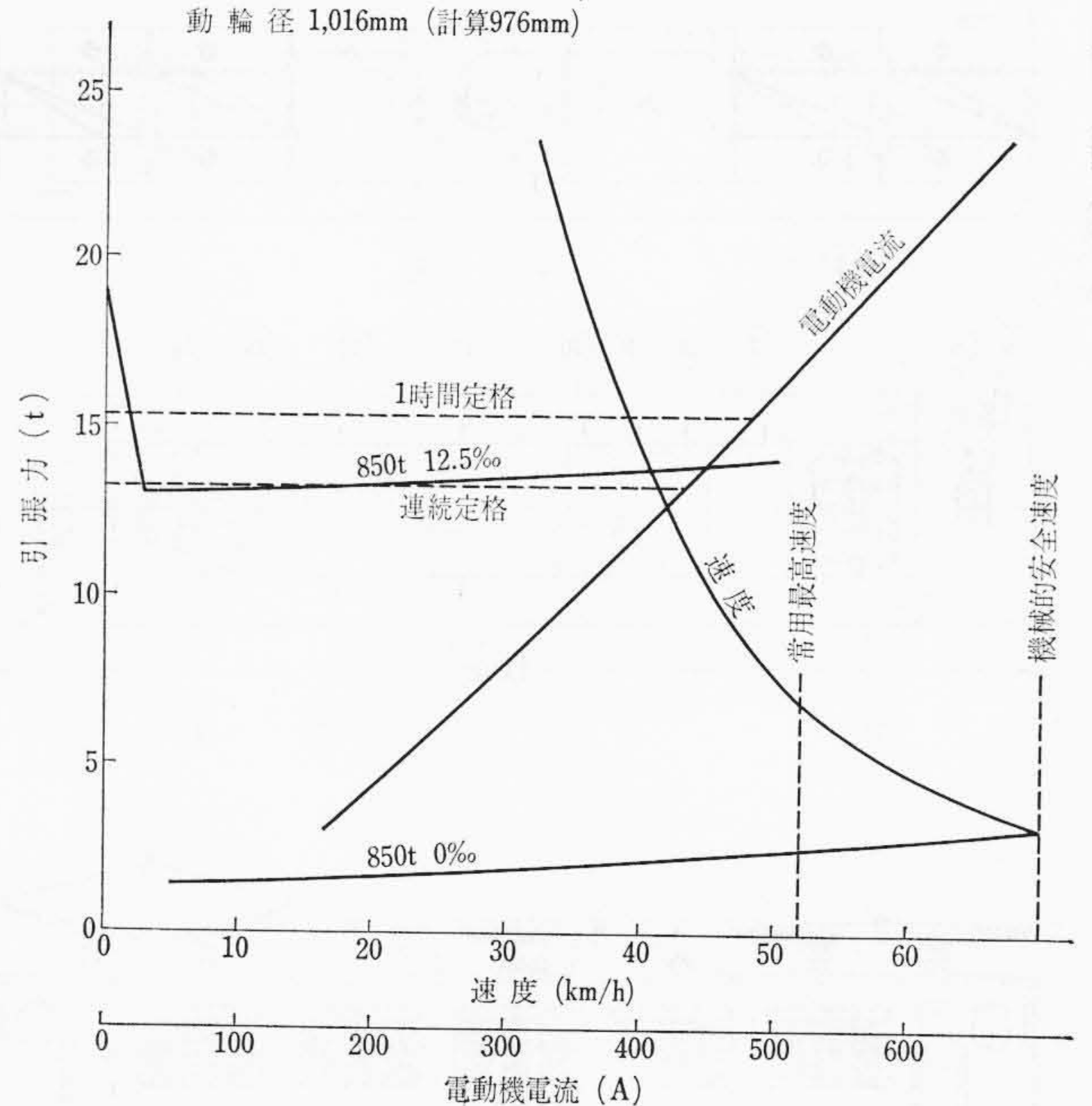


図2 機関車特性

正面、側面は熱線吸収安全ガラスの窓で囲まれ側入口ドアに落とし窓が設けられている。

3.2 車体

車体は従来から標準とされている両運転室式箱形車体で、側構を強度部材とした構造である。2両まで重連総括運転できるが正面貫通ドアはない。200 t の車端圧縮荷重に対しじゅうぶんの強度をもたせるため中はり、まくらはりは強化されているが一方全体重量軽減の必要から副次機能部分には構造簡単化、アルミ材の採用など特別の配慮が払われている。

たてコッタ式アライアンス・スタンダード形(10Aコンター)自動連結器が MI 228-8 形ゴム緩衝器と組み合わせられ、ともに 200 t の圧縮荷重にじゅうぶん耐えられる。

自連、ゴム緩衝器のほかエアフィルタ、ガラス、開戸錠など小物部品についても同時受注のディーゼル電気機関車と共通または類似の部品を使用するよう配慮されている。図4は機器取付台、機器わくを溶接固定した構体の俯瞰(ふかん)図である。

3.3 ブレーキ装置

ブレーキ装置は列車真空式、機関車圧縮空気式で、機関車2両までの重連総括運転ができる自動直通方式(SME-V)である。3CD-CU 形圧縮~真空機1台を誘導電動機で駆動し、両側2気筒を真空機に、中央1気筒を圧縮機に用いる。運転台のボタン操作で電動機の極数変換を行ない真空機を高速回転させて真空ブレーキのゆるめを早くすることができる。自弁操作により機関車の空気ブレーキとともに、圧縮空気をパイロットとして列車の真空ブレーキを作用させる。このブレーキ装置はダイナミックブレーキ、過速度ブレーキおよびデッドマン装置と連動して非常ブレーキを作用させる保安機能を備えている。

3.4 台車

台車は全鋼板溶接構造台わくの低心皿方式であり、構造簡単化と保守の便を主眼として設計されている。図5はその外観でおもな特長は次のとおりである。

- (1) 最高運転速度はさほど高くないが 29 kg/m の軌条が多く使われていることを考慮して2自由度系とし心皿、大歯車にも緩衝用のゴムを用いている。

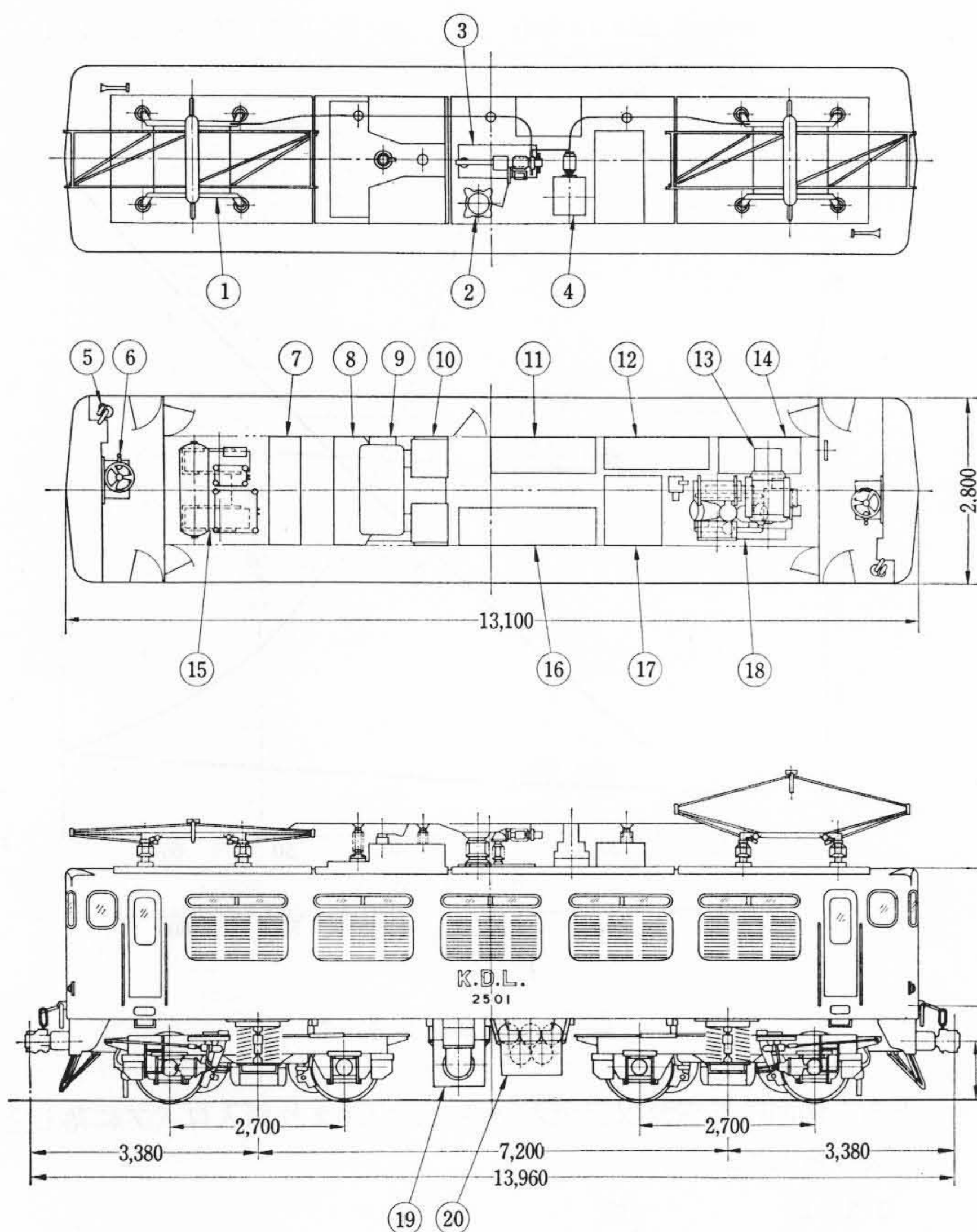


図3 機関車外形ならびに配置図

- (2) 車体台わくまぐらには取り付けた心皿を台車まぐらには直接はめ込みレール面上 330 mm の位置で引張力を伝達せしめ軸重移動の軽減を図っている。
- (3) 揺れまぐらを廃し防振ゴムと組み合わせたまぐらばねで直接車体を支持し良好な振動特性をもたせている。
- (4) すきま自動調整器を有効に使用するため、基礎ブレーキ機構は片側 2 輪を単位とし一つのブレーキシリンダで 2 輪をそれぞれ両だきする方式である。なおすきま自動調整器は顧客指定でスウェーデンの SAB 社製のもの (DA2-250) を用いている。
- (5) 船積や脱線復旧の便を考え車体とは連結棒で結ばれており、通常走行中は遊間をもたせてある。
- (6) 動力伝達は釣掛式平歯車 1 段減速方式で、歯車はモジュール 11、歯車比 15:74 である。いずれも表面硬化を施した歯車で大歯車には防振ゴムを用いている。
- (7) 主電動機は在姿のままで取付ボルトをはずせばレール上に落下させることができ、万一の回転不能事故に対して機関車を立往生させることはない。

4. 電気機器

主回路(図6)は低圧無電弧タップ切換およびバーニア制御が採用されており、主電動機の4台は永久並列接続で、限流継電器による自動ノッチ進め方式である。力行および発電ブレーキの制御の容易性や機関車起動時の再粘着特性改善が図られている。

電気機器に対する絶縁階級としては IEC 規格が採用され、温度上昇限度はコンゴの気象条件から IEC 規格値 -10°C の規定で設計されている。

図7は本機の力行時ノッチ曲線を、図8はブレーキ時ノッチ曲線を示している。以下各機器の特性および制御方式について述べる。

- ① パンタグラフ
- ② 避雷器
- ③ 空気シャ断器
- ④ 計器用変圧器
- ⑤ ブレーキ弁
- ⑥ 主幹制御器
- ⑦ 制御機器わく
- ⑧ 低圧タップ切換器
- ⑨ 主変圧器
- ⑩ 磁気増幅器
- ⑪ シリコン整流器
- ⑫ 補助機器わく
- ⑬ 相変換機
- ⑭ 空制機器わく
- ⑮ 主電動機用送風機
- ⑯ 主回路機器わく
- ⑰ ブレーキ抵抗器
- ⑱ 空気圧縮機真空機
- ⑲ 主平滑リアクトル
- ⑳ 蓄電池ばこ

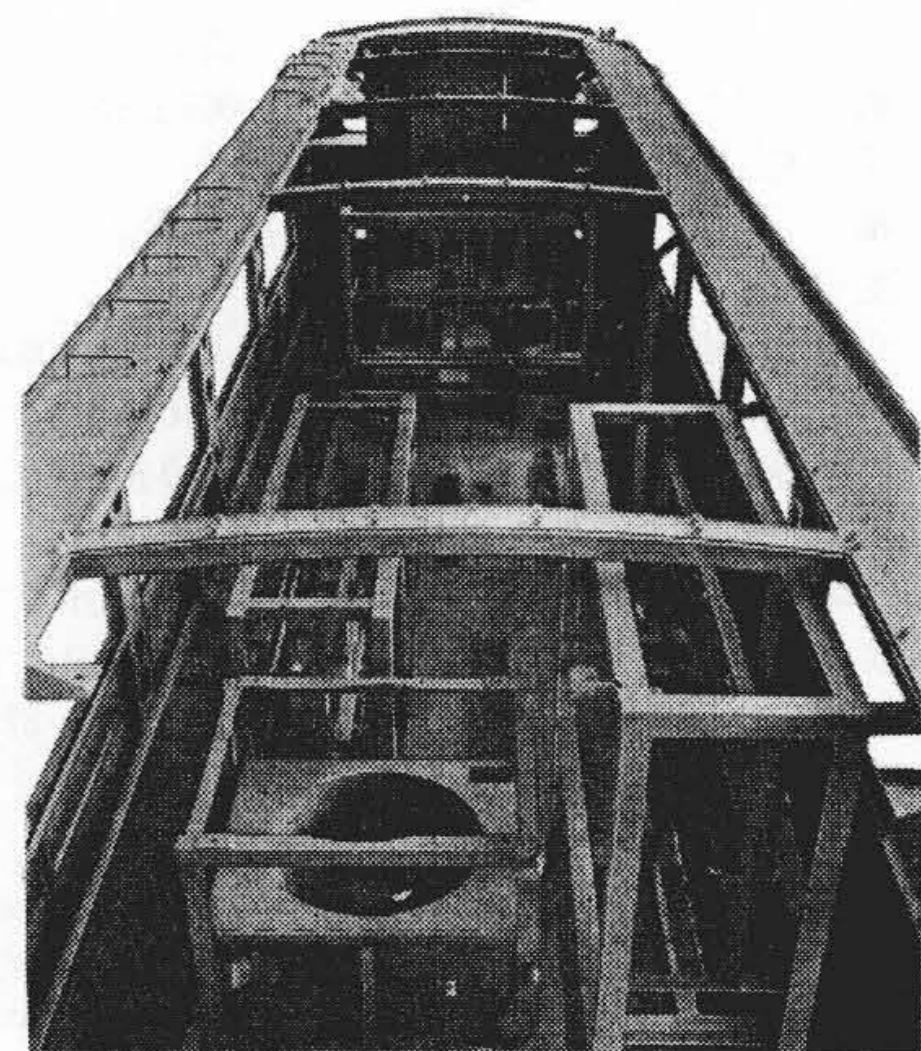


図4 車体

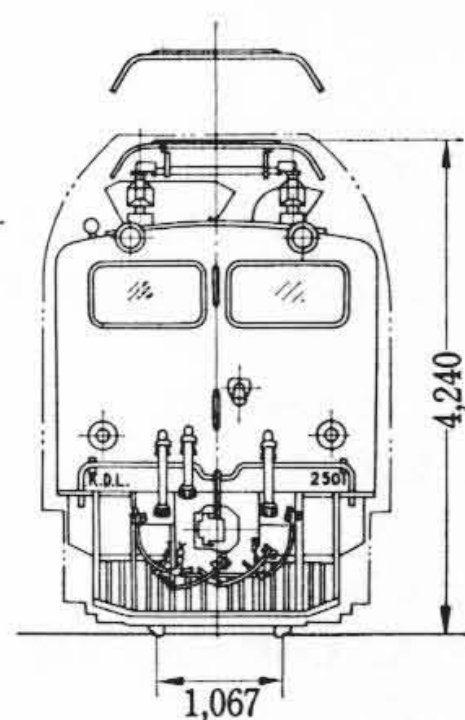
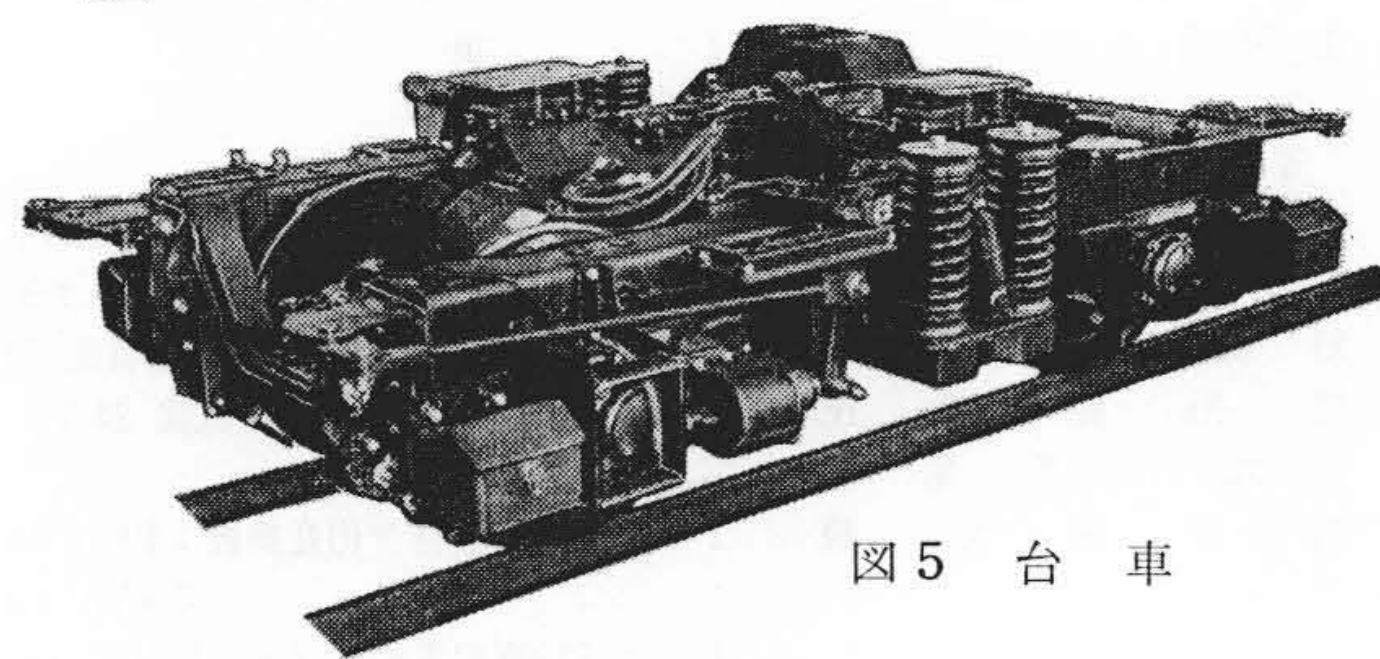


図5 台車



4.1 主変圧器および主磁気増幅器

主変圧器本体は外鉄形送油風冷式で、冷却器、電動油ポンプ、電動送風機、変流器および放圧弁の排油だめなどが付属されており、さらに主磁気増幅器とタップ切換器が取り付けられる構造となっている。

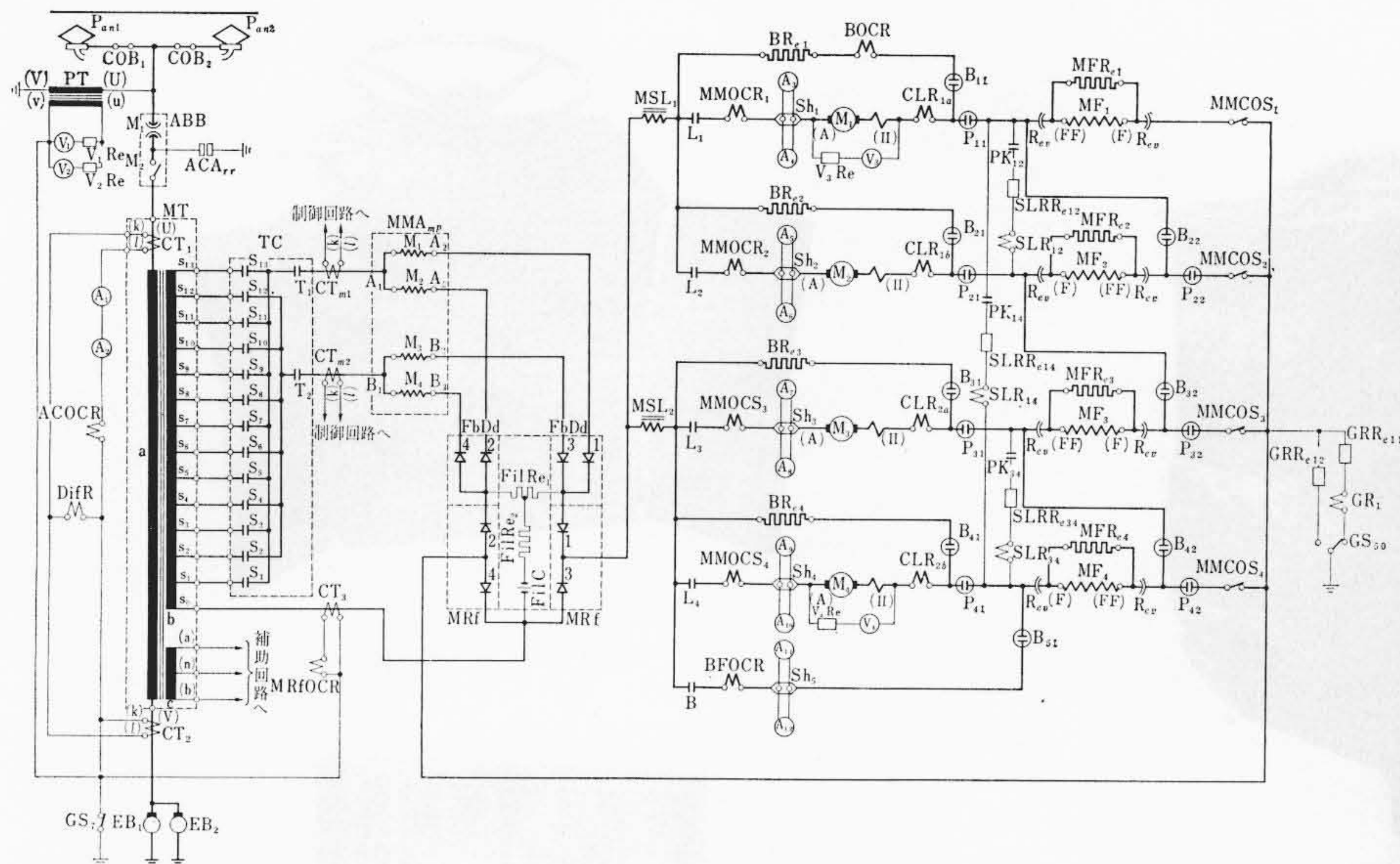
低圧タップ切換方式の採用により単巻変圧器が不要となったため内部構造は簡単となり、重量も軽くなっている。設計上留意した点は二次側電圧変動率を小さくして機関車の粘着性能を向上させたことおよび三次側補機電圧の変動を少なくしたことなどである。

主磁気増幅器は主変圧器の二次側と主シリコン整流器の間にタップ切換器を介して接続され、主幹制御器の指令により制御巻線電流を変えて、タップ切換器の無電弧タップ切換および主電動機端子電圧を連続的に微細に変化させるもので $167\text{ kVA} \times 2$, 950 V , $1,760\text{ A}$ の容量をもっている。この自己帰還形主磁気増幅器は H 種絶縁乾式風冷方式で、電動送風機は主変圧器用のものと共用して重量軽減と寸法縮少が図られている。

4.2 シリコン整流器

シリコン整流器の主な仕様は表2に示すとおりである。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された。並列数は 12.5% 、850 t けん引こう配起動を想定し決定された。以下本装置の概要につき述べる。

- (1) 主整流器(MRf)には PIV 2,500 V 高耐圧シリコン整流素子を採用し各アームの直列数を減少した。帰還整流器(FbDd)用としては PIV 1,000 V 素子を使用した。



- Pan 1, 2:** パンタグラフ
COB 1, 2: パンタグラフ開放パー
ABB: 空気しゃ断器
ACA_{rr}: 交流避雷器
MT: 主変圧器
TC: タップ切換器
EB_{1, 2}: アースブラシ
PT: 計器用変圧器
CT₁₋₃: 変流器
CT_{m1, 2}: 無電流検出変流器
ACOCR: 交流過電流継電器
DifR: 差電流継電器
MRFOCR: シリコン過電流継電器
MMA_{mp}: 主磁気増幅器
MRf₁₋₄: 主シリコン整流器
FbDd₁₋₄: 帰還用シリコン整流器
FilRe_{1, 2}: 交流フィルタ抵抗器
FilC: 交流フィルタコンデンサ
MSL_{1, 2}: 主平滑リアクトル
L₁₋₄: 力行用しゃ断器
B: ブレーキ用しゃ断器
M₁₋₄: 主電動機電機子
MF₁₋₄: 主電動機界磁器
Re_v: 逆転器
MFR₁₋₄: 界磁分路抵抗器
MMCOS₁₋₄: 主電動機開放器
BR₁₋₄: ブレーキ抵抗器
P₁₁₋₄₂: 力行制動転換器
CLR_{1, 2}: 限流継電器
MMOCR₁₋₄: 主電動機過電流継電器
BOCR: ブレーキ回路過電流継電器
BFOCR: ブレーキ界磁回路過電流継電器
SLR_{12, 14, 34}: 空転検出継電器
PK_{12, 14, 34}: 空転検出継電器用接触器
GR₁: 主回路接地継電器

図 6 主回路ツナギ

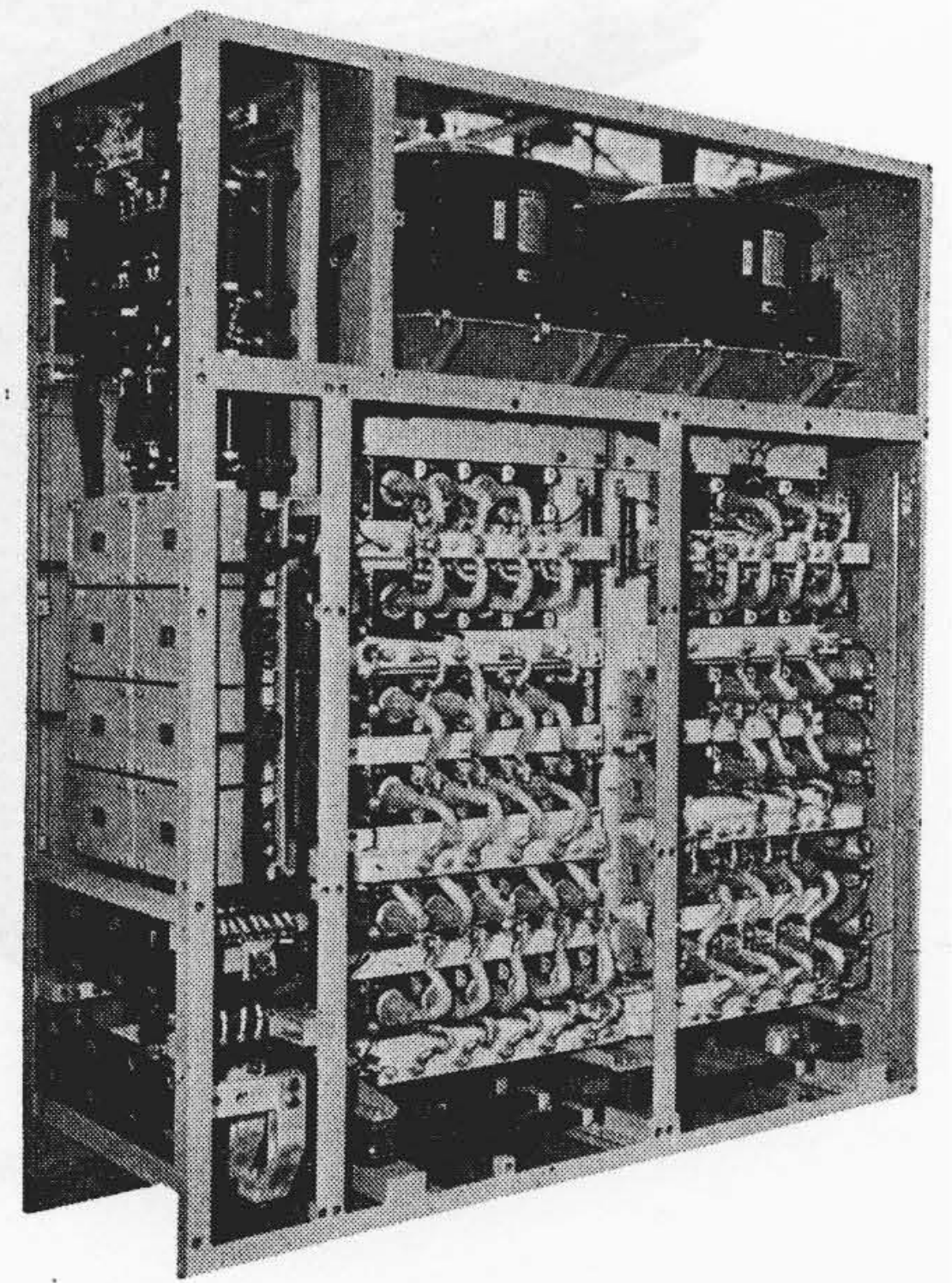


図 9 シリコン整流器

線電圧 22kV, 50Hz
 主電動機 400kW, 900V, 480A, 4台
 齒車比 74:15=4.93:1
 動輪径 1,016mm (計算用 976mm)

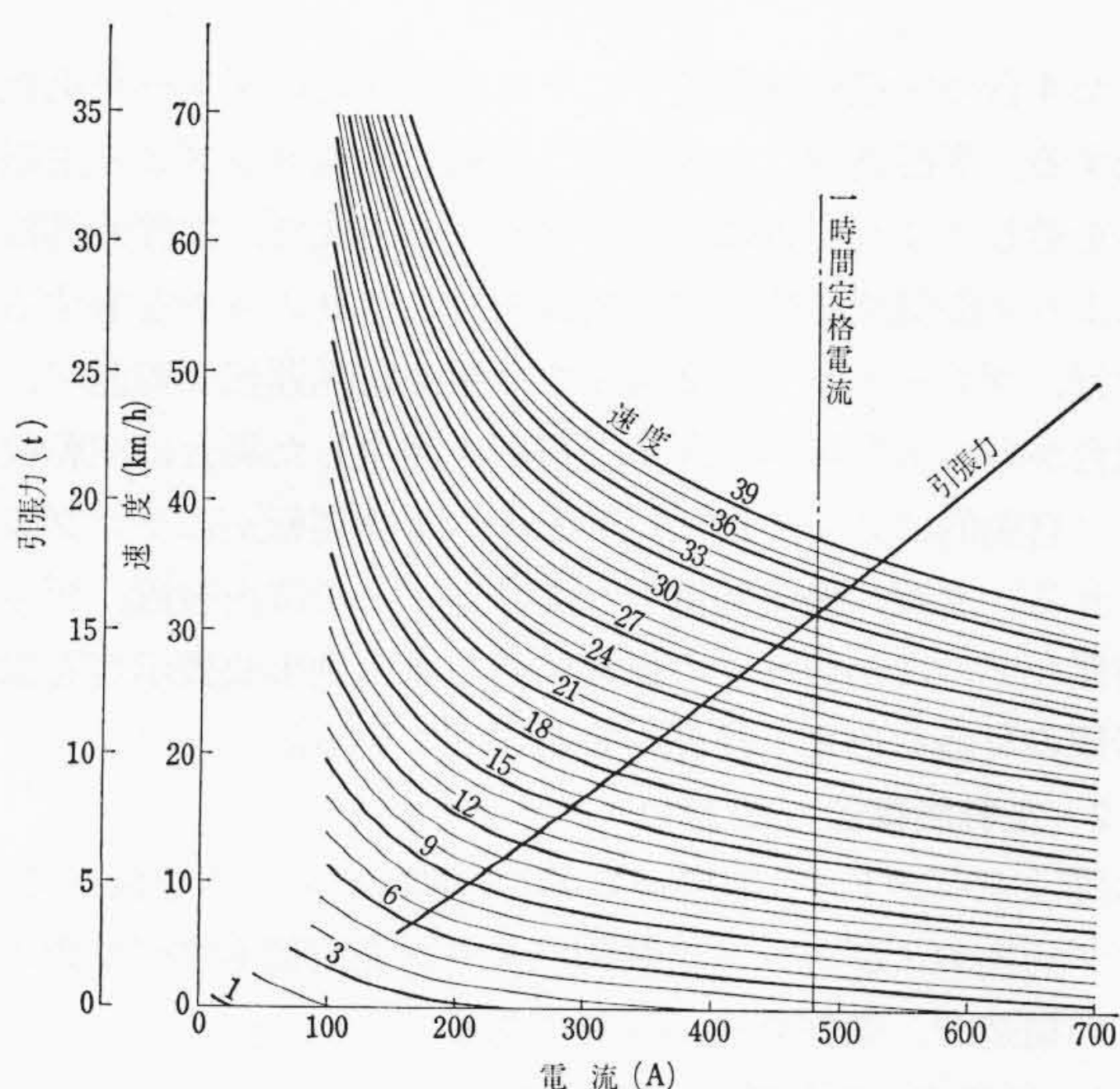


図 7 力行時ノッチ曲線

線電圧 22kV, 50Hz
 主電動機 400kW, 900V, 480A, 4台
 齒車比 74:15=4.93:1
 動輪径 1,016mm (計算用 976mm)

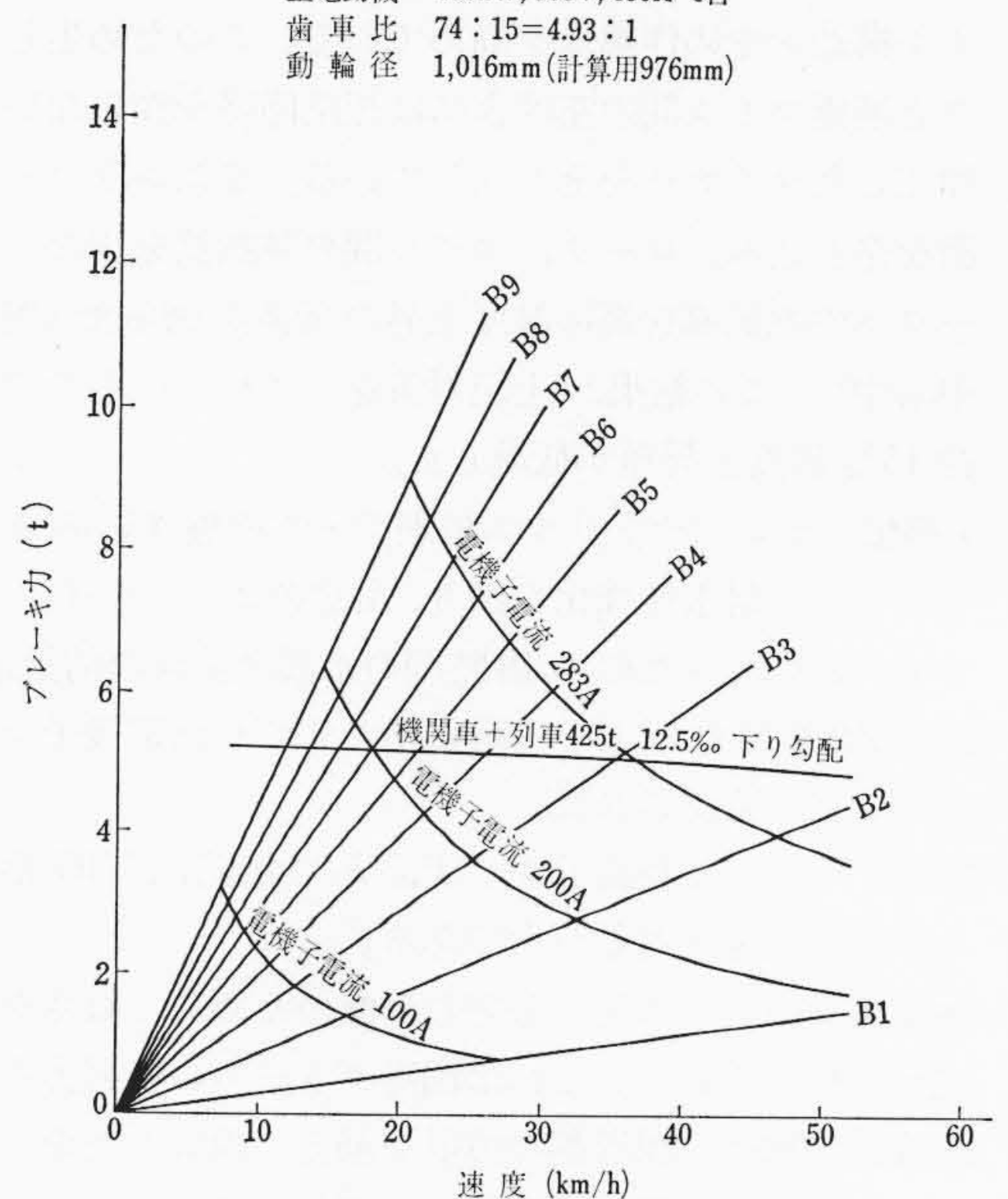


図 8 ブレーキ時ノッチ曲線

(2) 保護装置については MRf 用としてはすでに実績のある 1 アーム内での中点電位検出方式とした。FbDd 用としては各アームの直列数を 1s にしたので素子劣化検出方式を新たに開発した。

FbDd 1 アームの 1 素子が劣化するときには流れるタップ間短絡電流は主磁気増幅器を通して流れるため溶断ヒューズによる保護協調が困難である。したがって劣化時に流れる逆流を検出し保護を行なう逆電流検出方式とした。

(3) キュービクルとしては、冷却ファン、故障検出、表示装置および素子分圧器などの付属品とともに全整流器を 1 箱に収納した。図 9 は本装置の概観を示したものである。

表 2 シリコン整流器仕様

形 式	FEV-4B
定 格 出 力	1,584 kW, 900 V, 1,760 A
負 荷 条 件	100% 連続, 150% 10 分
整 流 素 子 形 式	主整流器用 H03CF 帰還整流器用 DJ16L
素 子 仕 様	300 A PIV 2,500 V 300 A PIV 1,000 V
素 子 構 成	2s×(7pまたは9p)×2A 1s×7p×4A
結 線	单相ブリッジ結線
主 変 圧 器 二 次 電 圧	1,235 V
冷 却 方 式	強 制 通 風

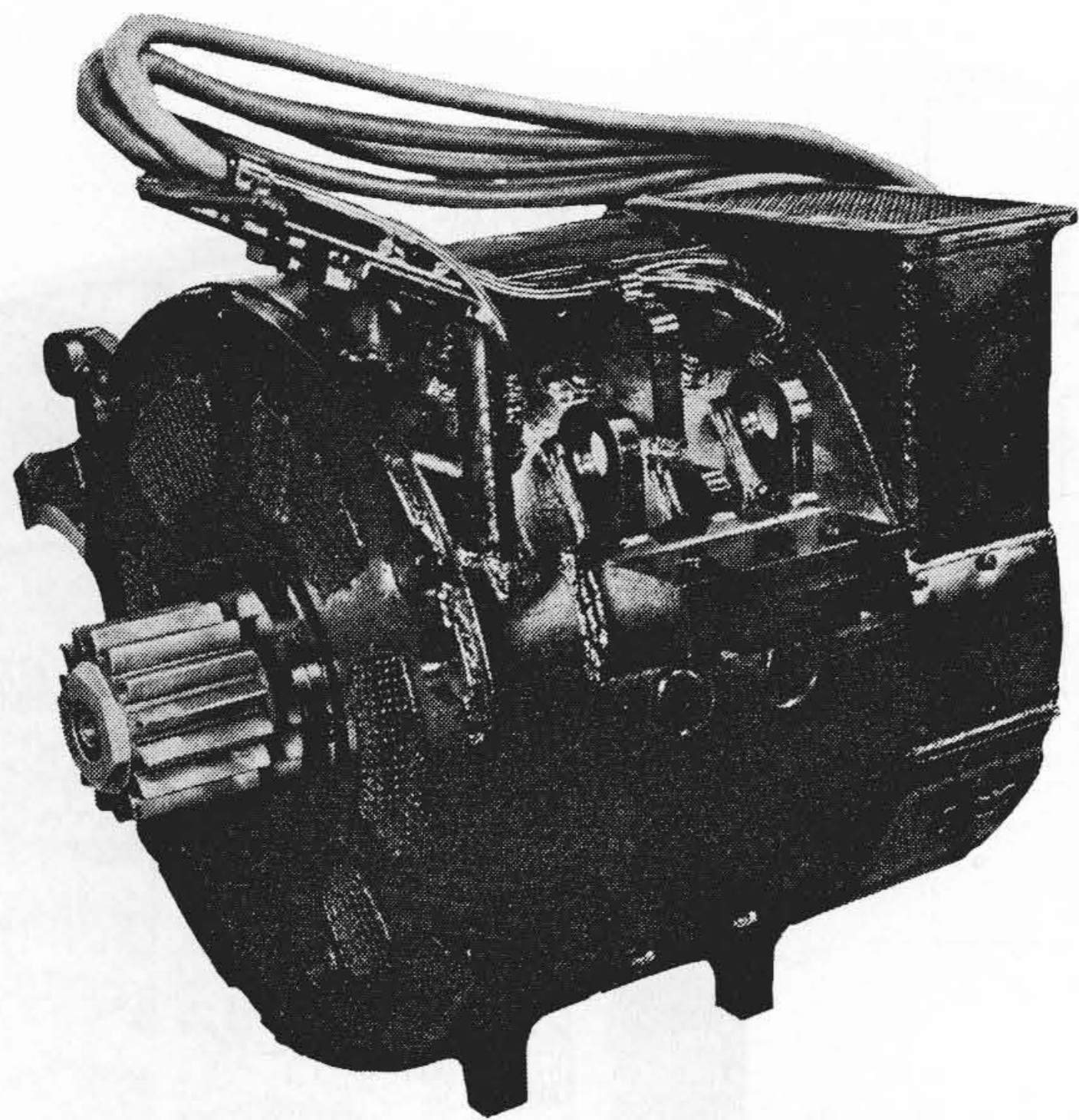


図10 主電動機

4.3 主電動機

本主電動機は、35℃の周囲温度で使用され、普通使用する電動機の周囲温度より10℃高いため温度上昇限度をIEC-48に定められたものより10℃低く設計してある。図10は本機の外観を示したものである。以下本機の主要特長を述べる。

- (1) 電機子、固定子コイルともF種無溶剤エポキシ樹脂絶縁であるから、耐熱性、耐水性が大である。
- (2) 固定子コイルはフラットワイズ巻きで、特に補極の曲げコイル構造をやめ作業性を高めている。このため生じたヨークと補極コイル間の空けきには短絡回路を作らないように加工したライナーをそう入している。またシリコン系樹脂を塗り込み、ヨーク、コイル間の熱抵抗を少なくし、ヨークへの熱伝導を高め温度上昇の低減を図った（実用新案申請中）。この結果、上記対策をしていないものに比較し約15%温度上昇値が低減した。
- (3) 4弗化エチレンナトリウム処理テープの巻き込みなど電機子コイルの耐水性強化を図り、所定のヒートサイクルを10サイクル行なったのち48時間の水漬け試験の結果、絶縁抵抗が2,000 MΩ以上で、耐水性のすぐれた電機子コイルであることが確認された。
- (4) 電機子コイルと整流子ライザ部との接続はTIG溶接であるから、過電流量が大である。
- (5) 軸受潤滑の長寿命化と保守の軽減のために、軸受をバック式軸受装置とした。これは潤滑グリースの密封方式に斬新な改良を加え、潤滑剤の汚損や漏えい損失を完全に防止するとともに、無用な劣化作用を抑制することになり、中間のグリース補給なしに軸受部の分解期間を2倍(3年)以上に延長した。

4.4 制御方式および制御機器

4.4.1 制御方式

力行はタップ切換器とバーニア制御器の組合せにより39ノッチを有し、限流継電器により自動ノッチ進めが行なわれる。ノッチ進め時はタップ切換器のタップ切換ごとにバーニア制御器が進段し、交互に動作するが、連続ノッチ戻し時はタップ切換器のみが連続して短時間にノッチ戻しを行なう。

発電ブレーキは抑速ブレーキに用いられるもので、主回路は独

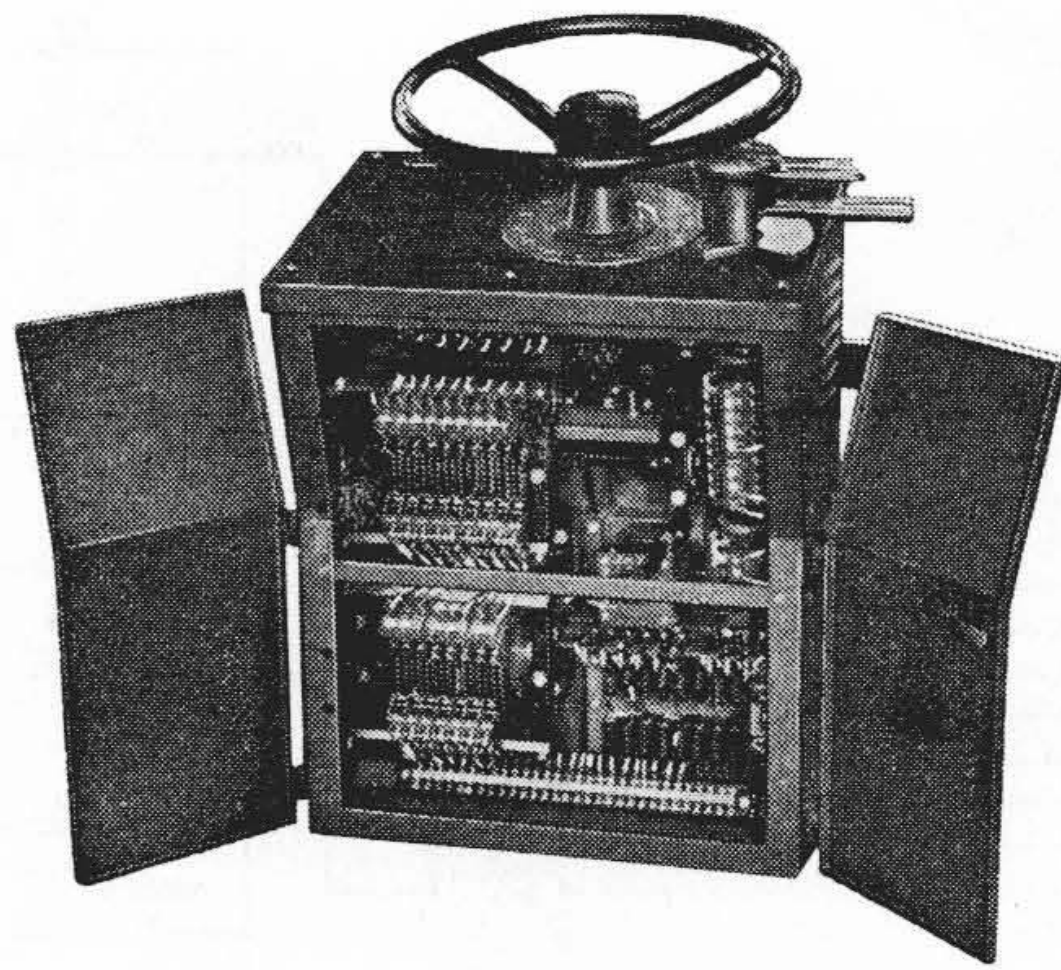


図11 主幹制御器

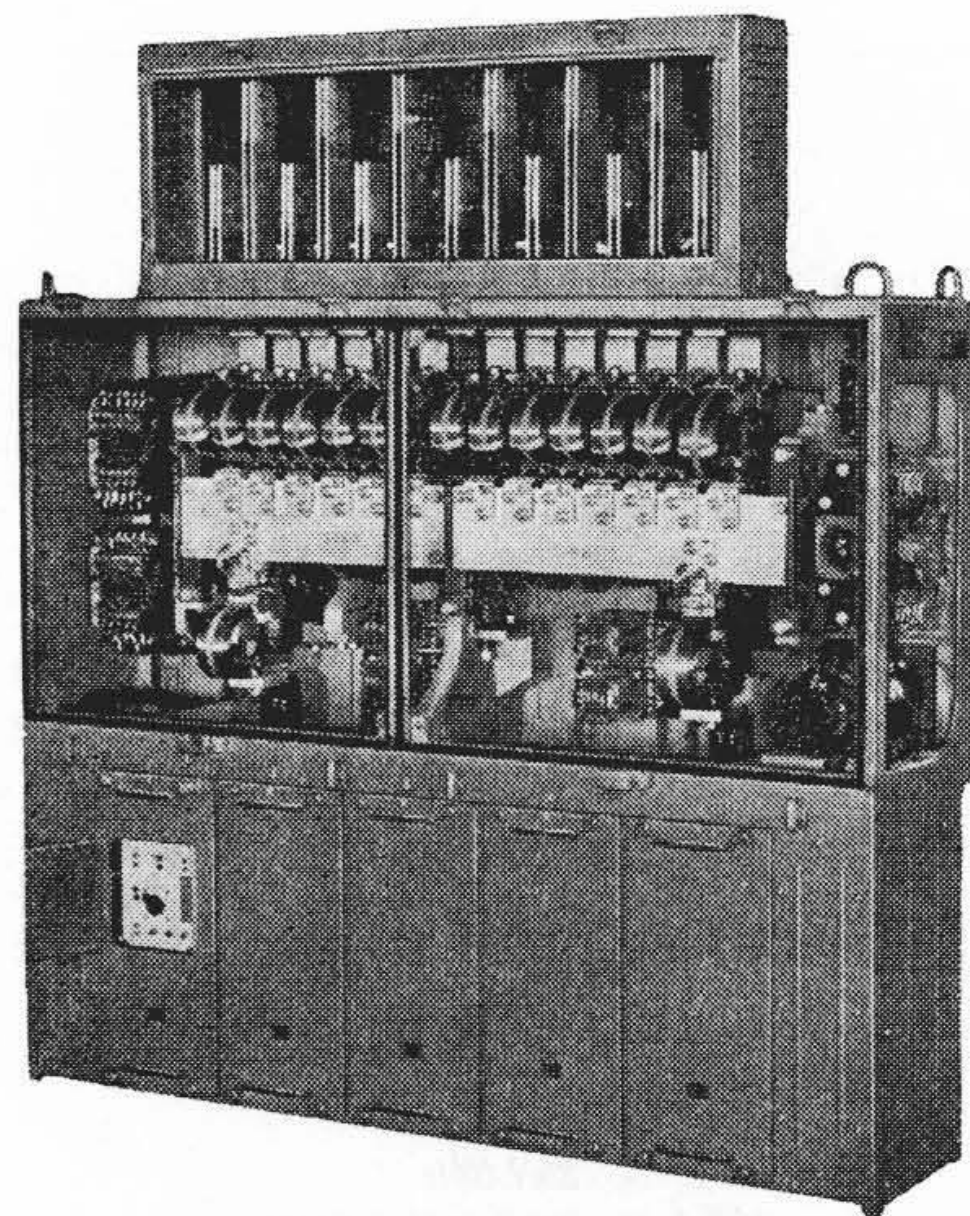


図12 低圧タップ切換器

立した4台の主電動機電機子にそれぞれ固定のブレーキ抵抗器を接続する。界磁巻線は主変圧器二次側の最低タップより主磁気増幅器を通して4台直列に接続し他励する方式で、主幹制御器の指令により主磁気増幅器の位相制御を行なう9ノッチを有する。

力行、ブレーキともに2両までの重連総括運転が可能で、どの運転台からでも制御ができる。空転が発生した場合は空転検出器により自動的にノッチ止め、砂まきおよび運転室にランプ表示がなされる。また、保安装置としては逆ノッチ防止装置、デッドマン装置などのほか数多くの保護装置と原因別事故表示灯を設け、計器類の目盛を色別し運転を容易にしている。

4.4.2 主幹制御器(図11)

本器は主ハンドル、補機ハンドル、逆転ハンドルを備えており、タップ切換およびバーニア制御パターン発生部もすべてカム接触器式の構造で、保守点検が容易である。

4.4.3 低圧タップ切換器(図12)

本器は主変圧器二次側の13タップを主磁気増幅器と組合せて、無電弧で切換える電動カム軸接触器で、上部には切換接触器、選択接触器、制御カム接触器、制御継電器および電動操作機構が設けられ、下部には5箱の無接点制御装置が収納されている。接触器は連続通電容量1,760 Aの大容量のものであるが、無電流検出器によりほとんど無電流状態で切換が行なわれるため、接触器の荒損がなく保守点検が著しく軽減される。タップ切換器わく全体は密閉構造で、底から静圧を加え、ほこりによる接触器の過熱および制御部の接触不良を防止してある。

4.4.4 バーニア制御器

本器は主幹制御器の指示に従い主磁気増幅器の制御巻線に与え

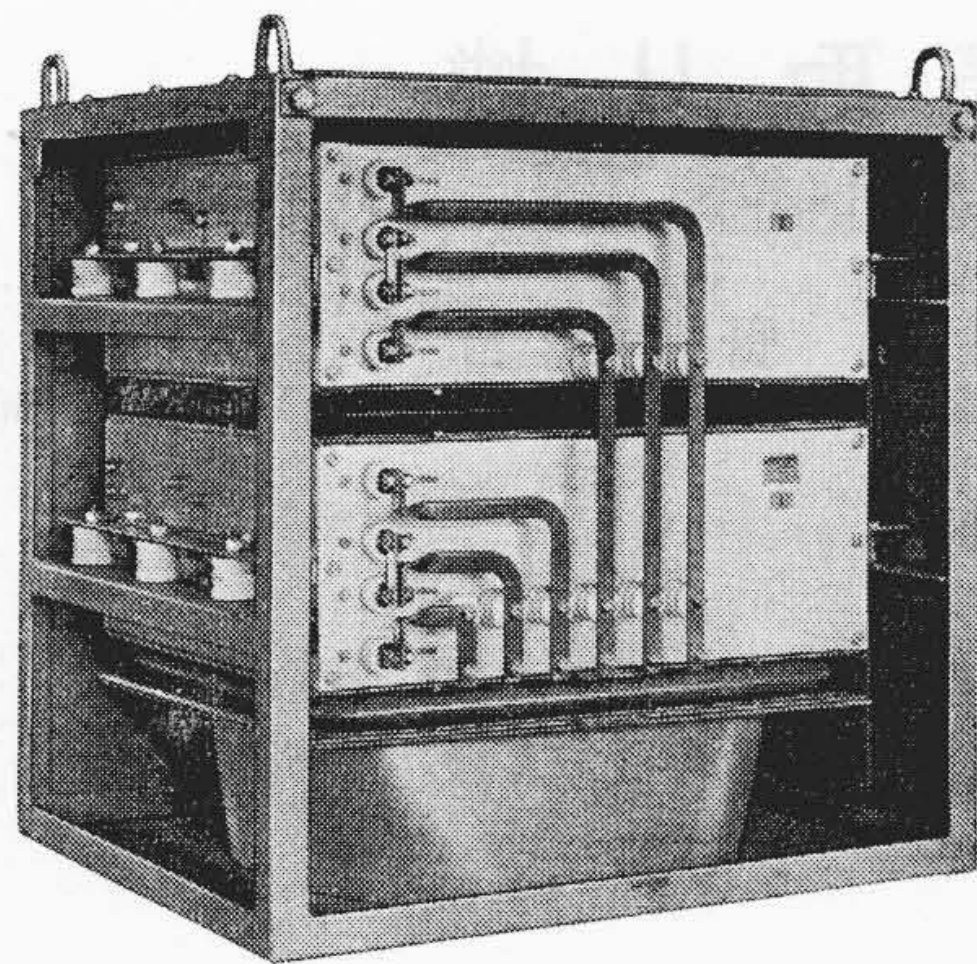


図 13 ブレーキ抵抗器

るパターン電圧を変えて、主磁気増幅器による位相電圧制御を行なう電動カム軸制御器で、制御カム接触器、電動操作機構、ノッチ追従装置、制御継電器および無接点制御装置が収納されている。

4.4.5 ブレーキ抵抗器 (図 13)

本抵抗器は発電ブレーキ時 4 台の主電動機の電機子に接続される特殊合金のベーン形抵抗体を 1 箱に収納した強制冷却方式の小形軽量化されたもので 425 t の列車を 12.5‰ の下りこう配で 30 km/h に抑速する容量をもっている。

5. 結 言

今回納入の交流電気機関車は、日立製作所が設計製作した交流電気機関車 200 両以上の実績をベースに、顧客要求仕様を満足するよう製作されたもので、性能的に安定した機関車の完成を意図したものである。

従来、ヨーロッパ勢の地盤であったコンゴに交流機関車を納入したことは、わが国の交流車両技術水準の高いことが認識されたものであり、現地での好成績が日本の電気車両のアフリカへの進出のもとになると考える次第である。

本車両の製造に当たり日本国有鉄道のご指導に感謝するとともに、日本連合として協力いただいた三菱電機株式会社および東京芝浦電気株式会社の両社に御礼申し上げる次第である。



登録実用新案 第 830041 号

新 案 の 紹 介



吉 岡 芳 夫

磁 気 し ゃ 断 器 の 消 弧 装 置

一般に磁気しゃ断器の消弧装置は、中心位置より左右いずれかに偏在した電弧誘導溝を有する多数の同一形状の消弧隔板を適当な間隔を保って電弧誘導溝が左右ジグザグとなるように積層したものを消弧筒内に装着して構成されている。

本考案は各誘導溝奥部の中心からの距離、および誘導溝入口斜面の高さの異なる電弧誘導溝を有する消弧隔板を適当な間隔を保ち、かつ電弧誘導溝が左右ジグザグとなるよう交互に、または数枚おきに混入積層し、これを消弧筒内に装着したもので、図 1 に示すように中心より距離 a を隔てた電弧誘導溝 2 の入口斜面 3 に高さ b をもたせた消弧隔板 1 と、図 2 に示す中心より距離 a' を隔てた電弧誘導溝 12 の入口斜面 13 に高さ b' をもたせた消弧隔板 11 とを、たとえば、図 3 に示すように交互に、または数枚おきに積層として構成したものである。

以上のように消弧隔板 1 および 11 を構成すれば、アークは消弧筒内でジグザグに屈曲しつつ伸張する通路において消弧隔板 1 および 11 との接触がより多くなり、消弧隔板 1 および 11 による冷却効果および左右のみならず上下方向の屈曲効果と相まって消弧をいっそう促進し、消弧性能を著しく改善することができる。(高橋 健)

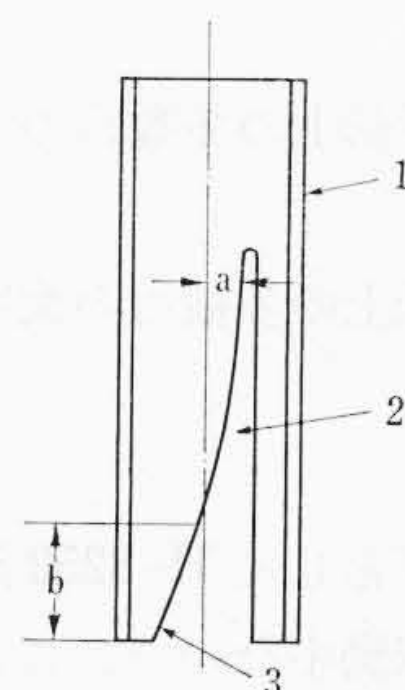


図 1

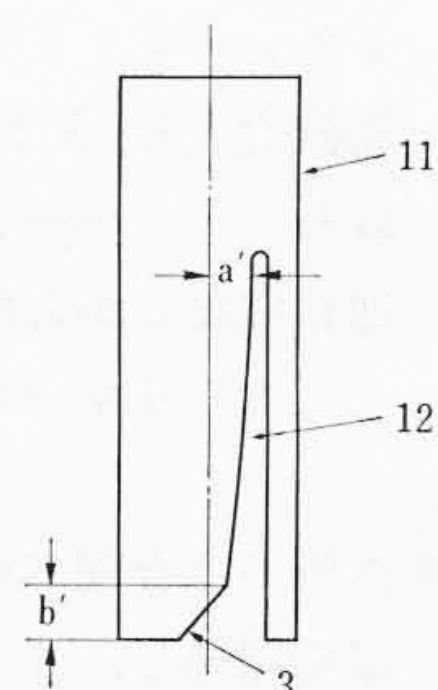


図 2

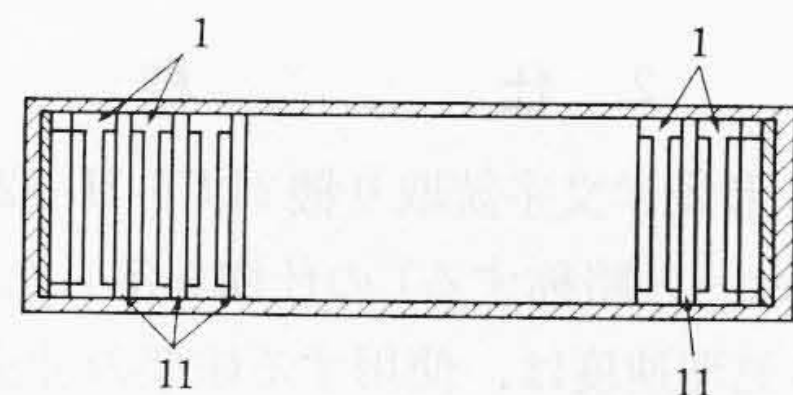


図 3

Vol. 30

日 立 造 船 技 報

No. 3

目 次

- ・故 渡 辺 恵 弘 先 生 を 偲 ん で
- 論 文
- ・大形タンカーの横けたウェブの座屈強度(その 1)
- ・ディーゼル機関の燃焼特性に関する実験研究
- ・片面自動溶接における終端割れの実験的考察
- ・高圧用メカニカルシールの研究(第 4 報)
- しゅう動面の表面性状が密封特性に及ぼす影響—

- ・鉄鋼材料の溶液法によるけい光 X 線分析
- ・NaOH-Na₂S-Na₂CO₃-H₂O 系の環境中におけるオーステナイト系ステンレス鋼の応力腐食割れ
- ・すぐ歯平歯車の疲れ試験(その 4)
- 一曲げによる歯元の切損状況について—
- ・軟鋼の衝撃値に及ぼす低応力疲れき裂の影響

………本誌に関する照会は下記に願います………

日立造船株式会社技術研究所
大阪市此花区桜島北之町 60 郵便番号 554