

# 高級客車用エンジン駆動発電機セット

## Engine Generator Set for High-Class Passenger Coaches

東 条 準 之 助\* 桑 原 清 輝\*\*  
Iunosuke Tōjō Kiyoteru Kuwahara

### 内 容 梗 概

近年、鉄道車両のサービス設備が向上の一途をたどり、新規に製作される高級客車には空気調和装置を設置することが世界的な傾向となりつつある。

本稿は、今回日立製作所がアルゼンチン国鉄に納入した、各車ごとに電源を有する、空気調和装置付高級客車の装置駆動、その他のサービス電源用として開発された車両用ディーゼル発電装置の計画、設計にあたり特に留意した事項、その主要目、特長、構造および試験結果について紹介する。

### 1. 結 言

高級な客車サービスが一般化し、冷暖房設備を完備する客車では従来の車軸発電機に代わってサービス用電源としてエンジン発電機を設けるほうが便利となった。その用途には2種類の方式が実用化されており、一つは列車単位で電源をもつ、いわゆる集中式であり、エンジン駆動の300~600kVA程度の交流発電機を装備した専用の電源車を有し、列車引通し線により各車に電力を供給するものである。ほかの一つは各客車単位で電源をもつ分散式で、20~35kVA程度のエンジン駆動交流発電機電源を各車に備えたものである。集中式は電源がまとまっている関係上、保守が軽減され取り扱いやすい点で有利であり、分散式は電源が分散しているため、客車単位で配車の自由が得られるから、一般列車に1,2両連結することができる利点をもっている。

今回日立製作所がアルゼンチン国鉄に納入した200両の客車は顧客の希望により後者の分散式を採用したもので、バス用ディーゼルエンジンを使用して35kVA交流発電機を駆動し、冷暖房設備をはじめ室内蛍光灯、バッテリー充電などいっさいの所要電力を供給するものである。

国内では日本国有鉄道で寝台車および食堂車に数十台の実用例があるだけで、外国においても比較的新しい機種とあってよく、鉄道の旅客輸送が再認識されてサービスの向上を図る機運にあるおきから、今後計画される新しい需要家の参考のために製作の内容を紹介する。

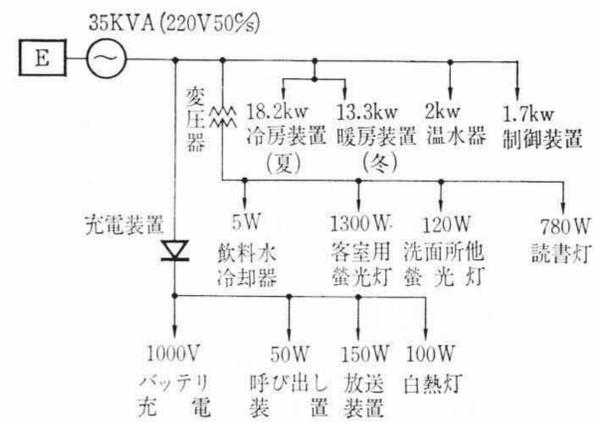
### 2. 客車負荷の種類と現地条件

客車の所要電力は一般機関車に比べて、はるかに小さいものであるが、クーラに内蔵する電動機、蛍光灯など負荷の種類はかえって多種類にわたっている。負荷内容と容量をまとめたのが第1図である。

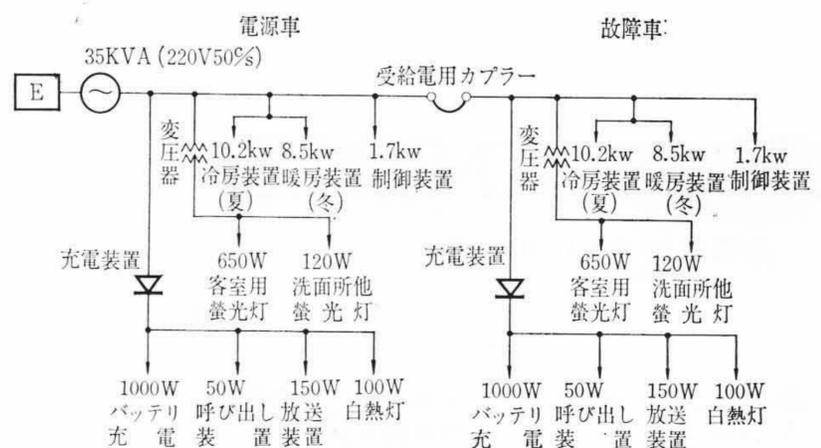
最大負荷である冷房装置は定員乗車で夏期室内を適温に保つため12,500 kcal/hの冷房容量をもつユニットクーラ2台よりなっており、1台のユニットクーラは5.5kWコンプレッサ電動機1台、1.5kWコンデンサ用およびエバポレータ用ファン電動機各1台ずつをもっている。ファンは常時運転し換気を併用するが、コンプレッサ電動機は室内温度感知装置により自動的に動作するもので2セットのコンプレッサ電動機はインターロックにより同時起動をさけている。冬期には冷房装置に代わって室内暖房用電気ヒータが負荷となる。

そのほかの一般客車用負荷として室内照明用蛍光灯、洗面所用温水器、飲料水冷却器、読書灯があり、さらに充電装置を介してバッ

客車の平常時負荷



故障時の2両分負荷



第1図 客車の負荷種類と容量

テリーを浮動充電しながら放送設備、呼び出し装置に直流を給電している。

アルゼンチン国鉄において使用される現地条件および床下にぎ装して室内より運転操作する客車用としての特異性より故障の場合の切り換えを考えに入れて次の諸点を考慮した。

#### (1) 使用条件

現地使用条件として

高 度	0~1,000 m
温 度	-5~50°C
連続運転使用時間	約40時間

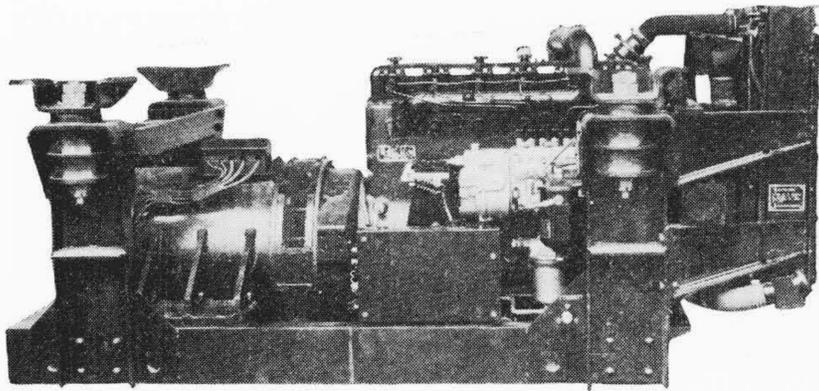
を基準に計画し、往復2,000kmを途中で補給することなく、走行できるように燃料タンクおよび潤滑油タンク容量を大きくした。したがって既設のディーゼル機関車用補給設備を流用して運用できる。

#### (2) 遠隔操作

室内に設けた操作盤によりエンジン起動および停止の操作をエンジンサイドと同様に実施できる。

\* 日立製作所日立工場

\*\* 日立製作所水戸工場



第2図 35 kVA エンジン駆動発電機セット

## (3) 電圧変動の制限

コンプレッサ電動機起動時の突入電流により生ずる電圧変動は室内照明用の蛍光灯光力を減じ、旅客に不快感をもたらす原因となるため蛍光灯のフリッカーリングが実用上さしつかえない範囲に電圧変動率を押えるようにした。

## 3. エンジン発電機仕様と特長

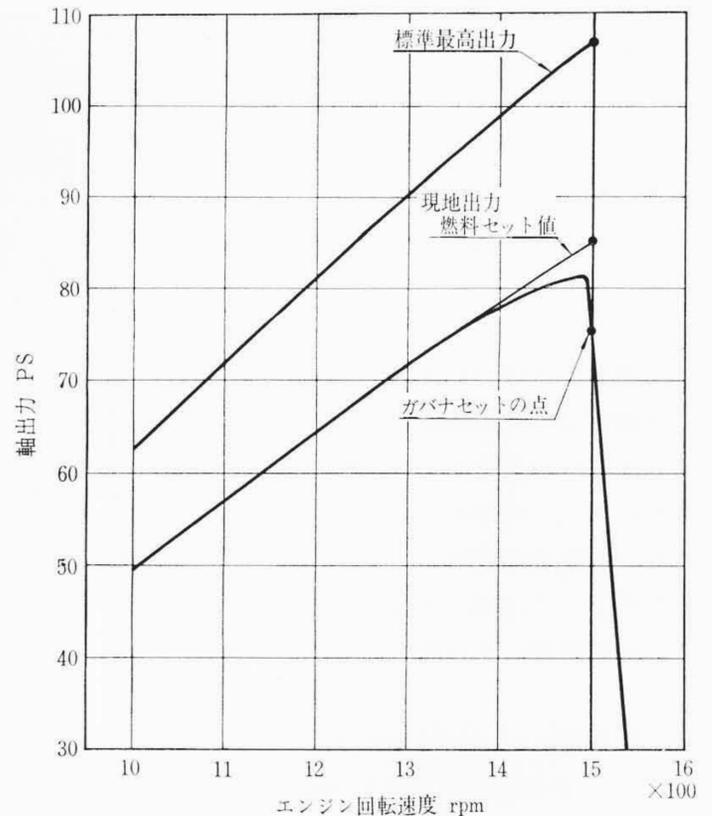
第2図はエンジンと組み合わせた発電機セットの外観を示したもので、仕様は次のとおりである。

## 交流発電機

形番号	HI-645-A <sub>b</sub>
形式	EFC <sub>1</sub> O-R 半閉鎖自己通風形, 回転界磁式
定格出力	35 kVA
定格	連続
電圧	220 V
電流	92 A
相数	3
力率	80%
極数	4
回転数	1,500 rpm
周波数	50 c/s
絶縁	F種

## エンジン

形番号	DA 640 T
形式	水冷4サイクル直列予燃焼室式, ターボ過給機付
シリンダ数×径×行程	6×102×130 mm
総排気量	6,373 cc
圧縮比	22
定格出力	75 HP/1,500 rpm
エアクリーナ	サイクロン式および油浴式併用
噴射順序	1-4-2-6-3-5
噴射ポンプ	ボッシュ式
調速機	機械式
起動	起動電動機式
特性曲線	第3図のとおり
最大トルク	40.5 kg-m/1,500 rpm
燃料消費率	210~250 g/PS-h
潤滑油容量	最大 17 l, 最小 9 l
潤滑油消費量	0.1~0.2 l/h (現地使用时)
潤滑油補給時間	40時間ごと (現地使用时)
冷却水容量	28 l
冷却水補給時間	100時間ごと点検し, 充滿させる
速度変動率	整定 5%以内 (75 HP 負荷に対し) 瞬時 12%以内 (75 HP 負荷に対し)



第3図 DA 640 T形エンジン出力曲線

## 特長

- (1) 交流発電機の外わくは鋼板を溶接して製作しており、巻線の絶縁にF種を採用して過負荷耐量と温度上昇に対する信頼性を増し、あわせて軽量化を図った。
- (2) 発電機の冷却は自己通風形とし、反エンジン側よりフィルタを介して吸気し、エンジン直結側に設けた自己ファンにより外周に排気する。自己ファンはエンジンクランク軸に直結するカップリング兼用になっており、振動には特に留意し、入念な工作を行なった。また軸受部はカートリッジ式で、軸受細部を分解することなく軸方向のしゅう動を兼ねたベアリングハウジングより一体で交換できる構造を持っているので、分解、組立はきわめて容易である。
- (3) エンジンカップリング部のフライホイールと交流発電機回転子のGD<sup>2</sup>を十分大きくして瞬時ピーク負荷に対する周波数変動率を小さく押えた。同時に内部インピーダンスを小さくするよう設計上留意して過渡電圧特性の向上を図った。
- (4) 発電機の主要部である電機子巻線は一相間の各スロットコイルを連続巻きとしてスロットとスロット間の接続をはぶくことにより巻線強度を高めた。回転子はばち形くさびで軸に固定して十分な強度をもたせた。またスリップリングはステンレス鋼製として荒損を防止し、運転の信頼度を増した。
- (5) エンジンは大形乗合自動車用に設計されたもので、すでに数年にわたる実績をもっている。小形軽量で、据付面積が小さくエンジン高さが低く、運転時の振動が小さい。
- (6) ターボ過給機を備え、エンジン出力の余裕は大きく、燃料消費率が良好である。

## 4. 構造

発電機の回転子は、エンジンクランクシャフトに円板状たわみ板を介して直結固定しており、反エンジン側がボールベアリングで発電機エンドブラケットに支持されている。固定子は発電機わくにいんろうにより強固にオーバハンクして発電機とエンジンの直結剛性を増しており、発電機外わくの左右に設けた取付足とエンジン前面取付足の三点でベースに支持されている。

ベースは形鋼を溶接したもので、取付足の平面度を合わせ、重心

位置より4隅の釣り足に均等に荷重がかかるよう考慮してある。

エンジン軸方向は車両の進行方向と直角で、車体中央にあるブレーキロッドとの関連で車両振動による変位量とその裕度を残して車両限界いっぱい機器が配置されている。すなわちラジエータはエンジン前面にベースわくに設けた腕で限界いっぱいにはさえられており、車側面より冷却風を取り入れるようにして車両の進行による放熱効果の影響をのぞき、同時に冷却水の補給と検水および潤滑油補給を便利にしている。燃料タンクは別に車体にぎ装され、たわみ燃料管により燃料が供給される。

エンジン発電機をのせたベースは防振ゴムを介して車体に取り付けられている。車体振動は上下左右前後が0.3~0.6g程度のものと考え、これに余裕をとって防振ゴム面圧とたわみ率を適正值に設定し、固有振動数が車体の固有振動数と共振しないよう考慮した。いずれも天然ゴムで表面にネオプレーンコーティングをほどこしてある。

またエンジンの消耗部品を容易に交換できるように車体と関係なくジャッキにより容易に取り付け、取りはずしができる構造とした。

エンジン吸気は客車妻面の上部よりとり入れ、風洞で導いてサイクロン式と油浴式フィルタを2重に通して、じんあいの弊害をのぞくとともに、ねじり振動をさけた設計として安全を図った。

そのほか走行中にはね上がる石による損傷を防ぐため、下部を保護網で覆ったほか、配線配管のクランプを増して振動による損傷を防いでいる。またラジエータ前面が枯草や紙片の付着で過熱するのを防ぐため網を2重にほどこしている。

### 5. 制御保護装置

この発電装置は客車ごとに設けられ、この客車が任意の列車中に点在して編成運用される特質をもっているから、専任の運転保守要員にたよらずに、車掌が容易に運転できるものとする必要がある。このため、制御保護装置としては運転の自動化および保護の完備に特に意を用いてある。

第4図はディーゼル機関制御電気回路を示す。

#### (1) 機関始動

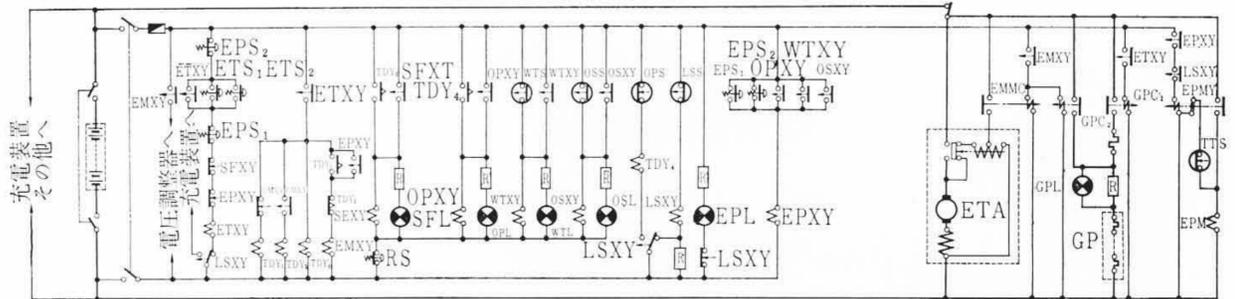
始動は、車内の一隅に設けられた制御盤の押ボタンを一回操作することにより、自動的に約30秒間の機関予熱が行なわれ、次

いでクランキングが行なわれる。機関が着火し、550 rpm に達すれば、クランキングは自動的に停止する。

もし約20秒間クランキングしても着火しない場合には、予熱と始動のサイクルを引き続き2回繰り返す、それでも着火しないときは自動的に始動作用を停止し、始動不能の表示灯が盤面に点灯する。また予熱およびクランキング中は赤ランプが押ボタンに点灯して始動作用中なることを示す。第5図は制御盤を示す。

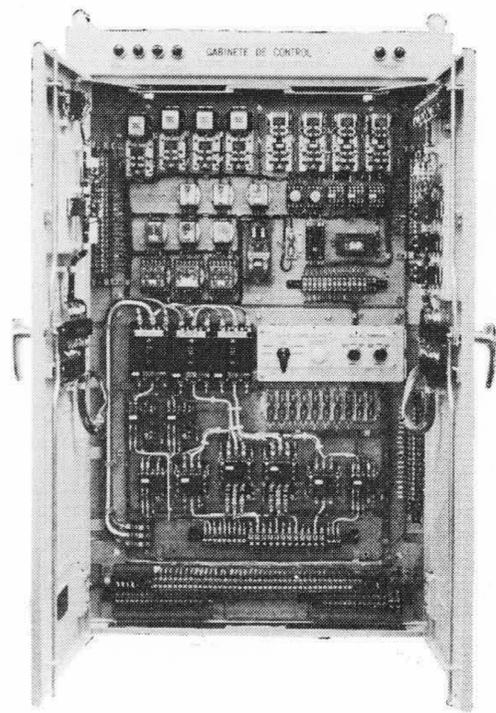
#### (2) 機関停止

機関の停止は、制御盤に設けられた押ボタンスイッチによるほ

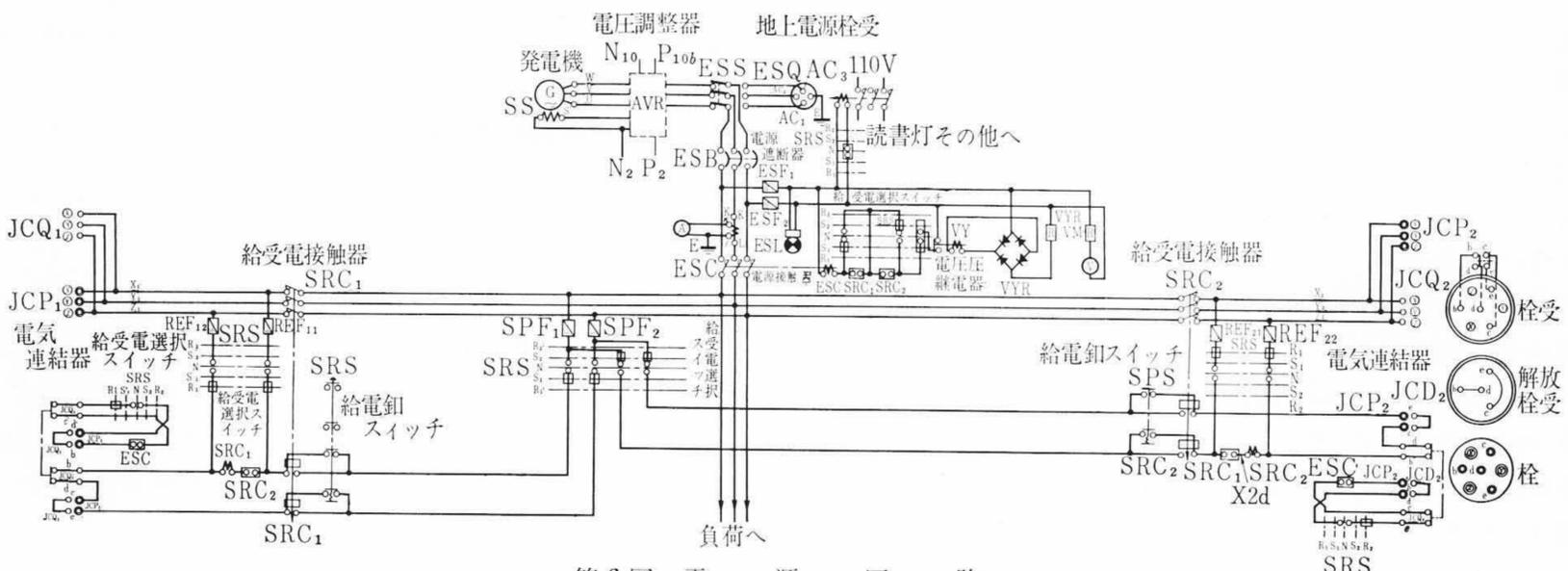


- EMMC; 始動接触器
- EMXY; 始動制御継電器
- EPL; 機関停止表示器
- EPM; 機関停止ソレノイド
- EPMY; 機関停止保持継電器
- EPS; 機関停止スイッチ
- EPXY; 機関停止補助継電器
- ETA; 機関スタータ
- ETS; 機関始動スイッチ
- ETXY; 機関始動補助継電器
- GP; 予熱プラグ
- GPC; 予熱接触器
- GPL; 始動表示灯
- LSS; 低速度スイッチ
- LSXY; 低速度スイッチ補助継電器
- OPL; 潤滑油圧低下表示灯
- OPS; 潤滑油圧スイッチ補助継電器
- OSL; 過速度表示灯
- OSS; 過速度スイッチ
- OSXY; 過速度スイッチ補助継電器
- PS; リセットスイッチ
- SFL; 始動不能表示灯
- SFXY; 始動不能補助継電器
- TDY; 限時継電器
- TTS; 熱動限時スイッチ
- WTL; 冷却水過熱表示灯
- WTS; 冷却水温スイッチ
- WTXY; 冷却水温スイッチ補助継電器

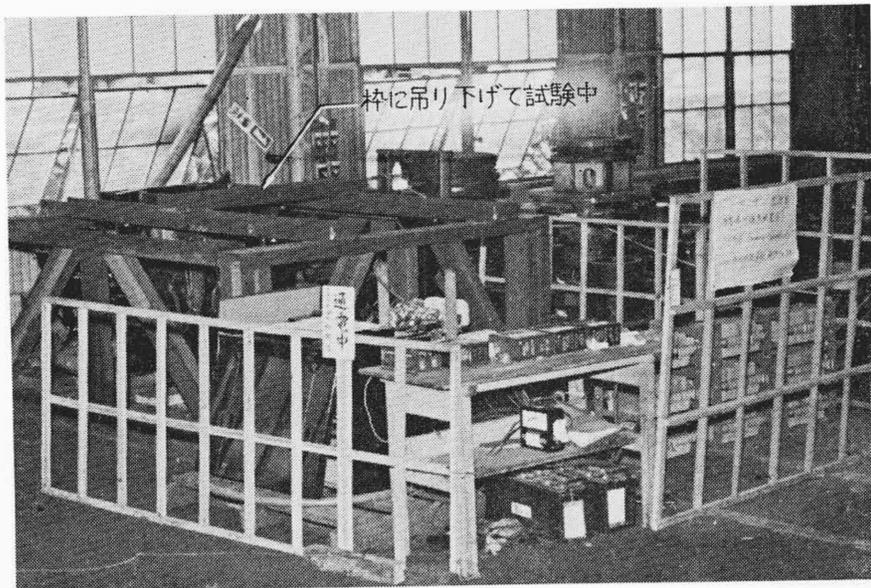
第4図 ディーゼル機関制御電気回路



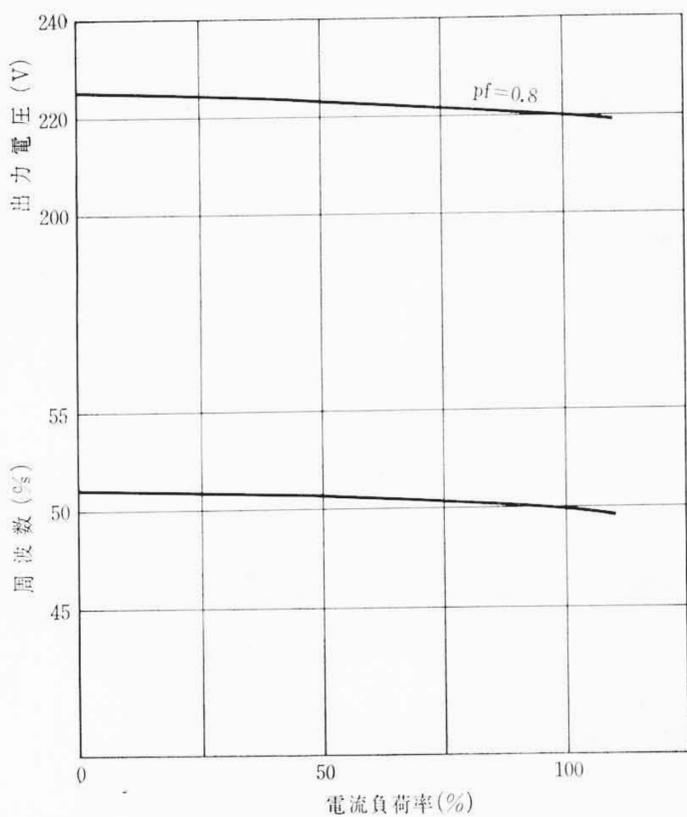
第5図 制御盤



第6図 電源回路



第7図 1,000時間耐久試験中のセット



第8図 特性曲線

か、次の事故の場合自動的に行なわれ、それぞれの表示灯が点灯して停止の原因を表示する。

- (a) 潤滑油圧が規定値より低下したとき。
- (b) 冷却水温が規定値より上昇したとき。
- (c) 回転速度が規定値より過大となったとき。

第6図は電源回路を示す。

(3) 発電および配電

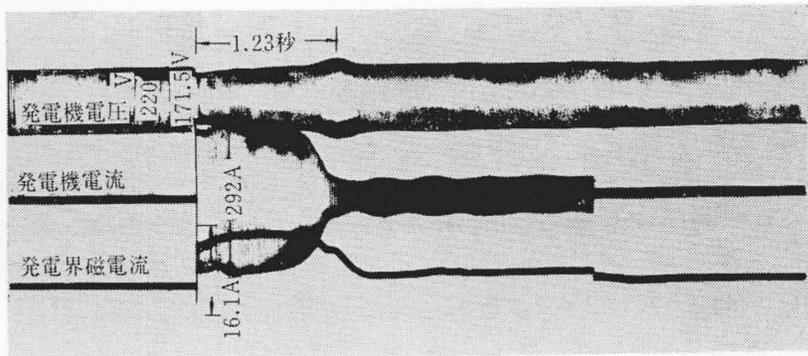
(a) 電圧調整器はリアクトル、変成器、整流器などを用いた静止形で、可動部が皆無で、ほとんど保守の必要がないものを採用している。

(b) 発電機出力回路および各負荷回路には配線用遮断器を設け、過負荷や短絡事故の保護に万全を期している。

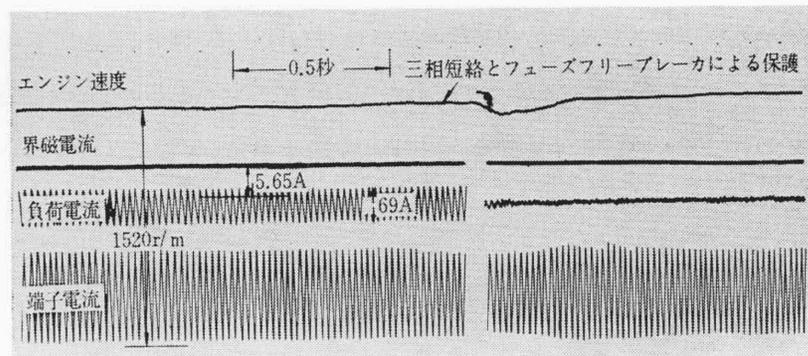
(c) アルゼンチンの一般配電網の電力で、客室の予熱、予冷、保守ができるよう、鉄道標準の地上電源栓受(せんうけ)が床下に設けてある。

(d) 機関始動後その速度および発生電圧が定常状態に達してから、エンジン発電機に負荷が接続されるよう考慮してある。

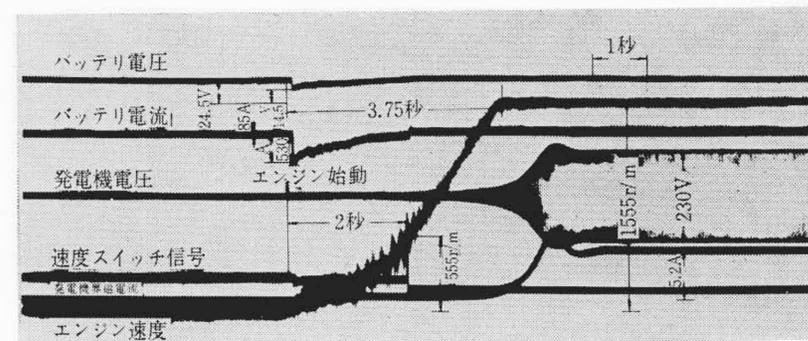
(e) 隣接する2両の客車のうち、いずれか一方の電源装置が故障した場合、健全な客車の負荷を半減し、これによって浮いた電力を故障車に供給する給受電装置が設けてある。



第9図 20 kW 誘導電動機起動特別試験結果



第10図 交流発電機負荷の3相短絡保護特性



第11図 エンジン起動特性(エンジン Cold)

給受電装置には電氣的に十分なインターロックがあり、選択スイッチと押しボタンスイッチを操作すれば簡単に電力の授受が行なわれる。

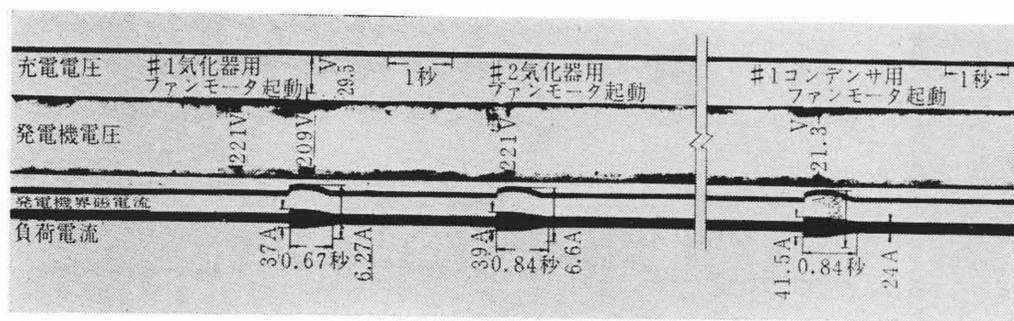
6. 試 験

客車サービスの用途より、高い信頼性が要求されるため納入にあたって特に試験は慎重に実施した。すなわち、1,000時間運転耐久試験を行ない(第7図)、エンジンの回転しゅう動部の状態、シリンダ内カーボンの付着状況、各部油もれを検査するとともに、交流発電機のスリップリングの状態、刷子消耗量、軸受状況を調べ、いずれも予期どおりの良好な成績であることを確認した。

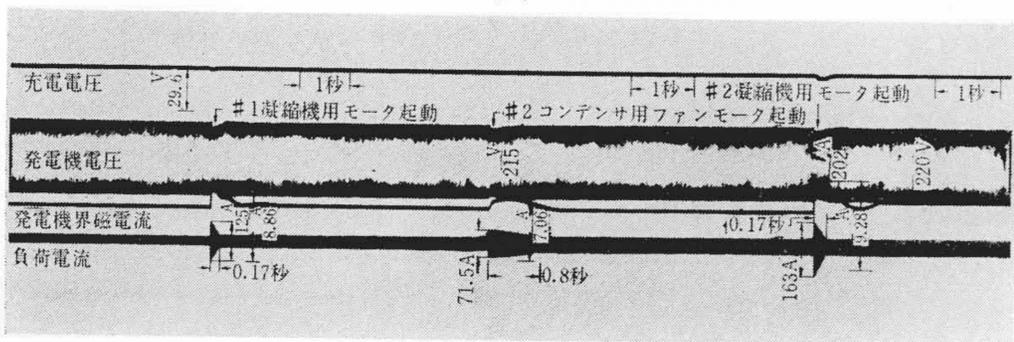
次いで各種の形式試験を実施した。第8図の特性曲線が示すとおり電圧変動率は整定時2.5%に、瞬時電圧変動率は6~7%に収まることを確認した。一方、実負荷の数倍の容量をもつ20 kW 誘導電動機を起動させる特別試験を実施し、第9図のオシログラフのとおり、この場合においても電圧変動率は-22~+13%に収まるすぐれた過渡特性を有すること確認した。次いで保安上の重要性にかんがみ行なった3相同時短絡試験においては3サイクルで保護用ヒューズフリーブレーカが動作することを確認した。この試験により記録したオシログラフの一例を第10図に示す。

一方、車体と組み合わせた防振効果確認試験ならびに客車負荷を組み合わせた際の諸特性の測定を行なった結果は第11~12図に示すように、良好なエンジン起動特性を、またコンプレッサ電動機起動時においても蛍光灯に悪影響を与えないことを確認した。

これらの試験結果を総合して良好な運転特性と保護回路の安全性を確認した。



(a)



(b)

第 12 図 ユニットクーラ用電動機起動時の電圧特性

7. 結 言

(1) 客車サービス用としての使命を果たすため、当初より慎重に計画しモデルおよび製品について各種の性能試験を実施して製

作を進めたので信頼性の高い電源装置を得ることができた。

(2) 冷房用コンプレッサ駆動電動機と客室用蛍光灯を並列に負荷するために生ずる電動機起動時の電圧変動を蛍光灯に許容できる程度に押え、旅客サービスの面と機器を合理化する面との協調を図ることができた。

(3) エンジンの発生する振動と車両走行により生ずる車体振動の両者を防振ゴムの効果により吸収するとともに、共振点をずらして乗心地をよくし乗客への不快感をなくすことができた。

(4) 客車床下の高さ制限と第 3 軌道区間を走行するためのきつい車両限界に対して比較的大容量の発電機一式を納めることができ、今後の各線区への適用拡大が期待できるようになった。

終わりに今回 200 両分の製作にあたり、いすゞ自動車株式会社はじめ各方面のかたがたのご協力とご助言を

賜わったことに対し厚く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 出水, 立川, 山崎: 日立評論 42, 49 (昭 35-6)
- (2) 斉藤, 新井: 日立評論 43, 29 (昭 36-5)



新 案 の 紹 介



登録新案第 709191 号

千 葉 淳

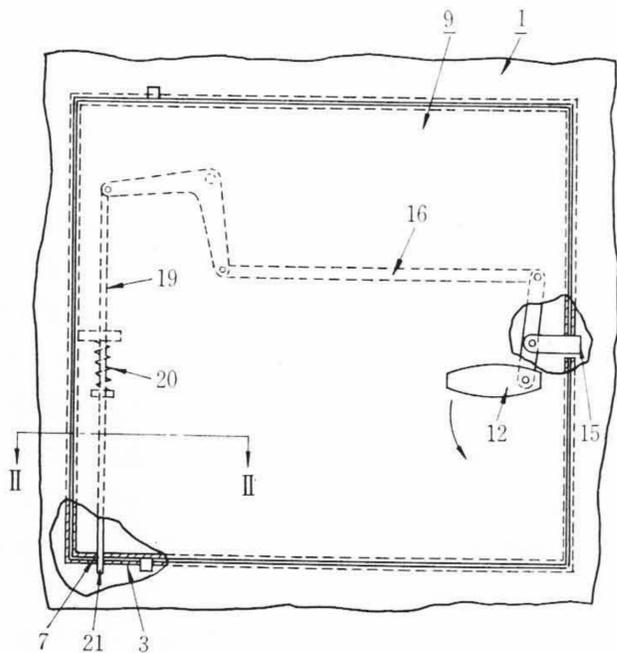
回 転 電 機 用 扉 鎖 錠 装 置

本考案は回転電機、例えば直流機の集電装置を覆うカバー 1 に設けられた閉扉 9 を開扉位置および閉扉位置に鎖錠する扉鎖錠装置に関するものである。

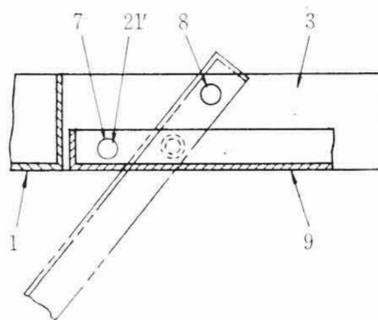
従来の扉 9 は一般に扉 9 を閉扉位置に鎖錠する第一錠杆 15 のみを備えた構造であって、扉を開扉位置に鎖錠する装置を備えていないため、開扉した扉が不安定であって風圧その他振動により自然に回転し、意に反して閉扉することがしばしば経験された。

本考案は把手 12 の回転操作にリンク 16 を介して連動する第二錠杆 19 を設け、この第二錠杆の先端 21 を閉扉および開扉位置においてバネ 20 によって下窓枠 3 に穿設した錠孔 7 および 8 にそれぞれ嵌合するようにしたものである。したがって本案によれば扉 9 が風圧や振動により意に反して閉扉する現象を一掃することができる。

(岩 田)



第 1 図



第 2 図