

電車用集中式冷房および電源装置について

The Central System's Air Conditioning and Electric Source of Electric Cars

出水 芳郎* 立川 昭三** 山崎 佐喜之***
 Yoshirō Demizu Shōzō Tatekawa Sakishi Yamazaki

内 容 梗 概

近畿日本鉄道株式会社の名阪特急電車ビスターカーの冷房装置は、客室内の一部を仕切った機械室に全冷房装置を納めた集中式冷房装置で、従来の電車冷房装置とは相当趣をことにしている。またその電源は 70 kVA の画期的な大容量電動発電機から供給される。

本文はこの新方式の冷房装置と電源装置の概要を紹介し、さらに現車試験および恒温恒湿室試験の結果について述べたものである。

1. 緒 言

車両空気調和装置として夏季の冷房装置は優等電車においては近来必須の条件となり、冷房技術の進歩とともに種々の方式について検討されている。このたび製作された近畿日本鉄道株式会社の大阪、名古屋間の特別急行電車には、車両の客室内の一部を仕切って機械室とし、その内部に冷房装置を納めた新しい方式が採用された。すなわち第1図に示すようにこの電車は6両の基本編成であるが、冷房装置としてはその半分MTM車の3両1編成となり、中央T車の両端に冷房機械室を設け、一つの機械室には圧縮機2台からなる冷房能力 40,000 kcal/h の冷房装置を納め、そこから調和された空気はダクトを通過して自車であるT車の2階および1階と隣接しているM車の客室内に送られている。

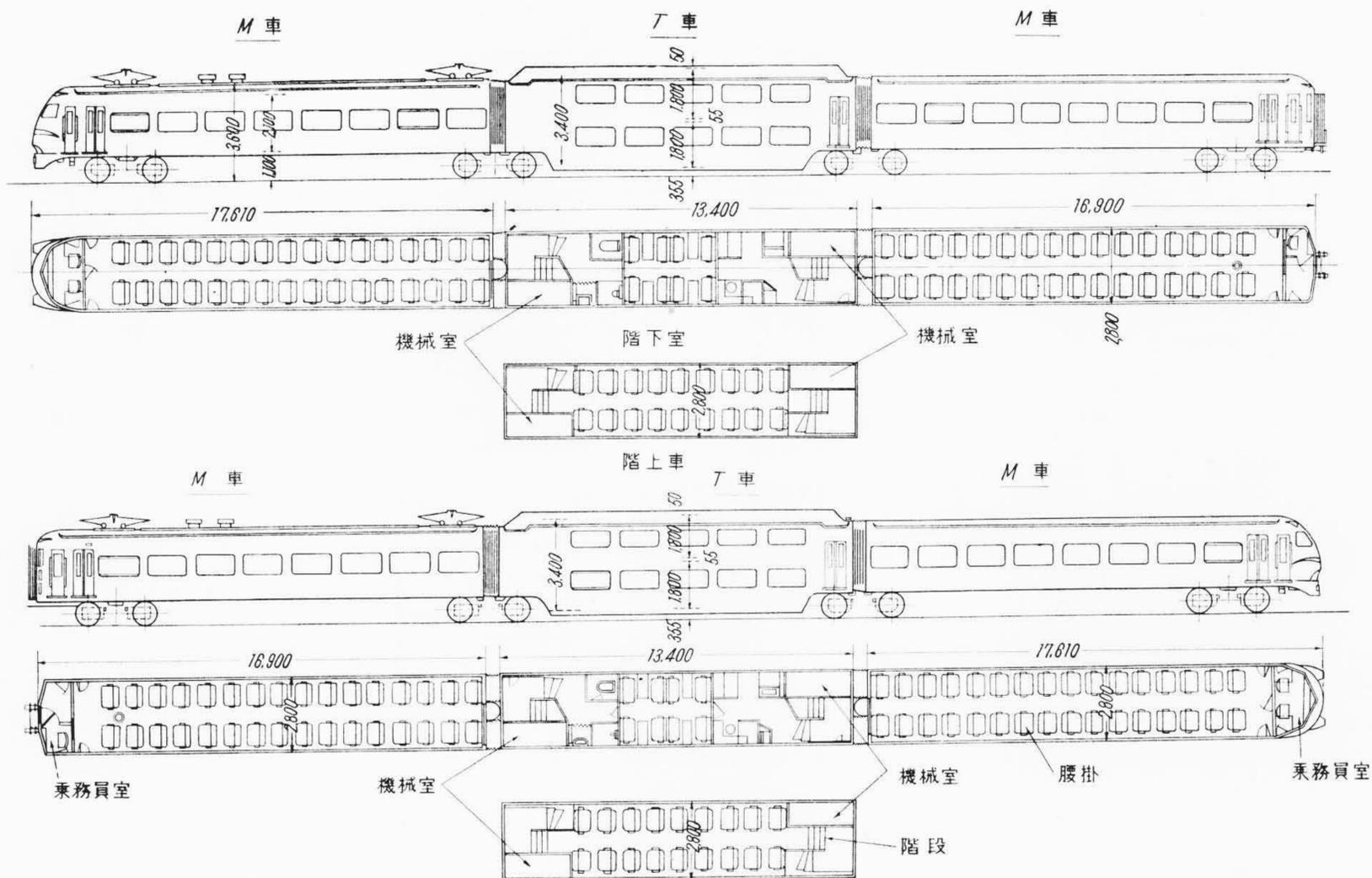
一方電源装置としては入力 DC 1,500 V 出力 AC 200 V 60~70 kVA の電動発電機とその制御装置を先頭M車床下に設置し、約 60 kVA を冷房装置に、残りの 10 kVA を照明、制御、排気扇、ウォータークーラ、電話ラジオ装置などに供給する。

2. 冷 房 装 置

2.1 冷 房 負 荷

客室内を快適に保つ冷房状態の標準は、室温26°C、相対湿度55%気流 0.2~0.3 m/s 換気量1人当り 17 m³/h 程度といわれている⁽¹⁾。客室内を快適を保つことは、温湿度を調整し臭気じんあいを除くのみでなく、室内温度分布、気流の分布についても密接な関係がある。

冷房負荷は車体の壁(天井,床,窓,側)から侵入する熱量、乗客発生熱量、換気による損失熱量などより決定されるが、走行中の時刻、



第1図 特別急行電車編成

* 日立製作所笠戸工場
 ** 日立製作所日立工場
 *** 日立製作所水戸工場

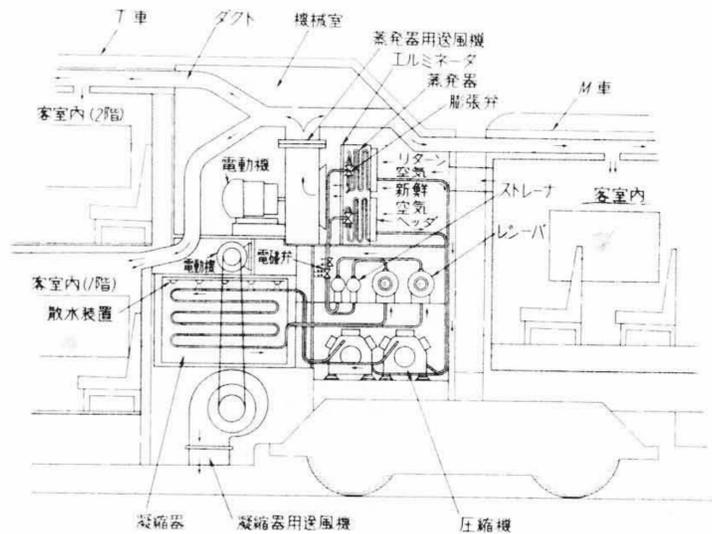
第 1 表 冷 房 装 置 仕 様

電 冷 房 容 量	源 量	三相交流 200V 60 c/s 1 機械室に付 20,000 kcal/h × 2 = 40,000 kcal/h (凝縮温度 50°C, 蒸発温度 7°C)
圧 縮 機	形 式 シ リ ン グ 冷 滑 方 式 油 滑 方 式 電 動 機	FSVW 6 6 気筒 52 mm φ × 42 mm ディクロロ・ディフロロメタン CCl ₂ F ₂ 内接ギヤポンプによる強制潤滑 三相交流誘導電動機 7.5 kW 4 極
凝 縮 器	形 式 バ イ ン フ イ ン 送 風 機	プレートフィン式 強制空冷 5/8 CuT 0.3 mm CuP 片吸込形多翼式 220 m ³ /min × 47 mm Aq 三相交流誘導電動機 5.5 kW 4 極
蒸 発 器	形 式 バ イ ン フ イ ン 送 風 機	プレート フィン式 強制通風 5/8 CuT 0.3 mm AIP 片吸込形多翼式 150 m ³ /min × 51 mm Aq 三相交流誘導電動機 3.7 kW 6 極
膨 張 弁	形 容	外部イコライザ温度式 8.5 冷凍 t
制 御 装 置	取 容 機 器	配線用遮断器, 電磁接触器, 切換開閉器, 押ボタン, 電圧計, 表示灯, 表示灯用トランス, 補助接触器, ヒューズ, サイクルタイマー, 端子台
	温 度 調 節 器	形式 L6018D 2 段制御式
保 安 装 置	高 低 圧 圧 力 開 閉 器	形式 DPS 104 MK 調整圧力 高压側 15.0 kg/cm ² (g) 低压側 0.5 kg/cm ² (g)
	注 水 用 圧 力 開 閉 器	形 式 LPS 118 調整圧力 接 14.0 kg/cm ² 断 12.0 kg/cm ²
	そ の 他	注水用電磁弁, 冷媒用電磁弁, 各電動機用過負荷継電器, 可溶栓

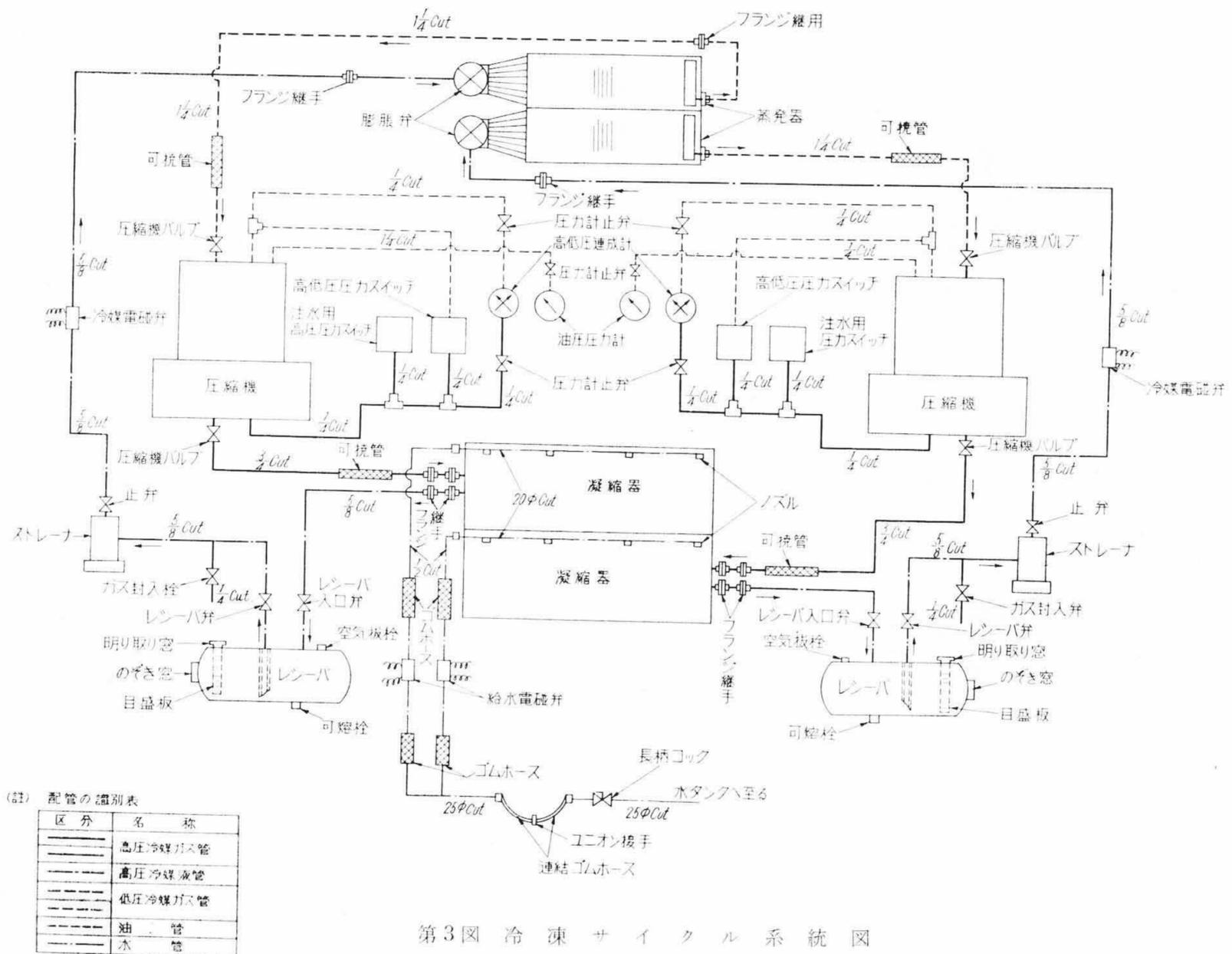
天候, 場所, 方位などにより冷房負荷も時々刻々変化するものであるが, つぎに示すようなことを条件として, この電車の冷房負荷を算定してみる。

- (1) 車体各部の断熱材は十分その効果を發揮している
- (2) 窓ガラスははめ込み固定形の熱線吸収ガラスを使用した二重式のいわゆるペアガラスである
- (3) 太陽輻射熱量は夏期大阪地方における平均量を採用する
- (4) 扉その他の隙間から外気の侵入はないものとする
- (5) 外気状態 温度 32°C 相対湿度 72%
- (6) 室内状態 温度 26°C 相対湿度 55°C
- (7) 換気量 1 人当り 20 m³/h

これより冷房負荷 (kcal/h) は



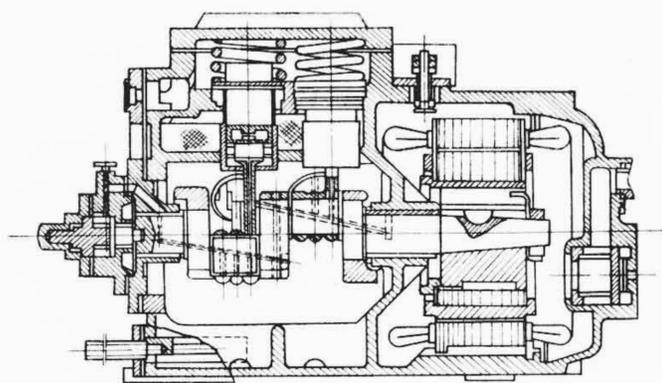
第 2 図 冷 房 装 置 機 器 配 置



(註) 配管の識別表

区 分	名 称
———	高压冷媒ガス管
———	高压冷媒液管
———	低压冷媒ガス管
———	油 管
———	水 管

第 3 図 冷 凍 サ イ ク ル 系 統 図



第4図 密閉型圧縮機断面図

	M車	T車
外部より侵入する熱量	6,830	6,970
新鮮外気による損失熱量	8,000	6,500
乗客人員発生熱量	6,400	5,200
その他損失熱量	1,200	2,200
総冷房負荷	22,430	20,870

よって1編成MTM車の総冷房負荷は
 $22,430 \times 2 + 20,870 = 65,730 \text{ kcal/h}$ となる。

これは標準状態であり外気温度が上昇したり、太陽輻射熱が大になったりする過負荷状態を考慮し、設計値としては $80,000 \text{ kcal/h}$ とした。

2.2 冷房装置の仕様

本冷房装置の仕様は第1表に示してある。

2.3 冷房装置の構造

2.3.1 概要

本冷房装置は編成中間にあるT車客室の両端の一部を仕切って機械室とし、その内部に電源および配電盤以外の全冷房装置を納めた集中式機械室装備方式によるもので、その機械室内の構造は第2図に示してある。すなわち各機器は車両の振動を考慮し強固に製作取付けられている。圧縮機は特に振動源となるので台わくに防振ゴムで支持され、さらに圧縮機の吐出、吸入管の一部にたわみ管を使用して耐振構造としている。機械室周囲の内張りおよび外板には適宜点検扉を設けて各部機器の点検操作が容易にできるようにしてある。

2.3.2 冷凍サイクル

冷房装置の冷媒にはディクロロ・ディフロロメタン(CCl_2F_2)を使用し、各機器は厳重な耐圧気密試験がしてある。

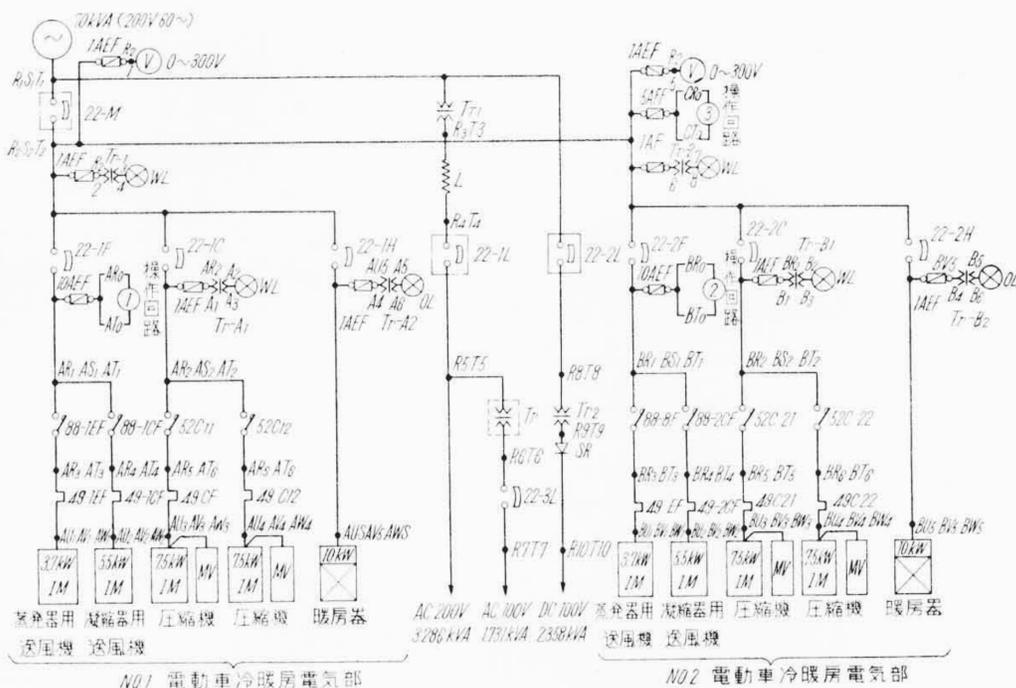
第3図に冷凍サイクル系統図を示す。すなわち圧縮機で圧縮された高温過熱冷媒ガスはたわみ管を通じて凝縮器にはいり、凝縮器内で送風機によって吸い込まれた空気によって冷却されて凝縮し、レシーバ、ストレーナを通過して膨脹弁に達し、ここで絞られて膨脹する。膨脹弁を出た低圧低温の液状冷媒は蒸発器に入り、客室よりの帰還空気とフィルタを通して吸い込まれる新鮮空気との混合した空気と熱交換してその空気を冷却除湿するが、一方蒸発器内で蒸発した冷媒は、低圧飽和ガスまたは若干の過熱ガスとなり、圧縮機に吸入されてサイクルを形成する。本装置では圧縮機2台分の凝縮器、蒸発器をそれぞれ1台としているが、凝縮器蒸発器内の冷媒の通路は各圧縮機系統によって独立回路になっている。第4図は圧縮機の構造を示す。

2.3.3 電気系統

編成先頭M車に装備された70kVA(暖房、一般用も含む)の電動発電機によって、三相交流200V 60c/sの電源を各車両に供給している。その電気結線図を第5図に示す。

(1) 配電盤

この配電盤はT車階段下に1機械室ごとに1台ずつ置かれ、冷房運転が兼用できるようにしてある。冷房運転する場合は第5



記号	器具名称	記号	器具名称
2	タイマ	⊗L	表示灯
22	遮断器	X, Y, Z	補助接触器
34	制御器	a	線輪付熱により接点閉路
49	過負荷継電器	b	線輪付熱により接点閉路
52	交流接触器	BS a	押釦スイッチ(押すと接点閉)
88	補機用接触器	BS b	押釦スイッチ(押すと接点閉)
IM	誘導電動機	MV	電磁バルブ
Tr	変圧器	L	リアクタ
EF	筒形ヒューズ	23	温度調節器
SR	セレン整流器	63	圧力開閉器
⓪	電圧計	20	注水用電磁弁

第5図 冷暖房接続図(一)

図の配線用遮断器 22-M, 22-1F, 22-1C, 22-2F, 22-2Cを入れ、第6図に示す結線図で押ボタンBS11を押すと、88-1EFの電磁接触器が閉じてNo.1の蒸発器用送風機電動機が起動する。続いて押ボタンBS12を押すと、88-1CFおよび52-C11の電磁接触器が閉じてNo.1の凝縮器用送風機電動機、圧縮機用電動機が起動して、No.1の冷房系統は運転状態となる。ただし蒸発器用送風機電動機が運転しなければ凝縮器用送風機電動機および圧縮機用電動機は起動できないようになっている。No.2の系統についてもまったく同様である。さらに両側にある機械室の圧縮機の同時起動を避けるためタイマーを設けて、各機械室のNo.1およびNo.2同志が同時に起動しないようにしてある。

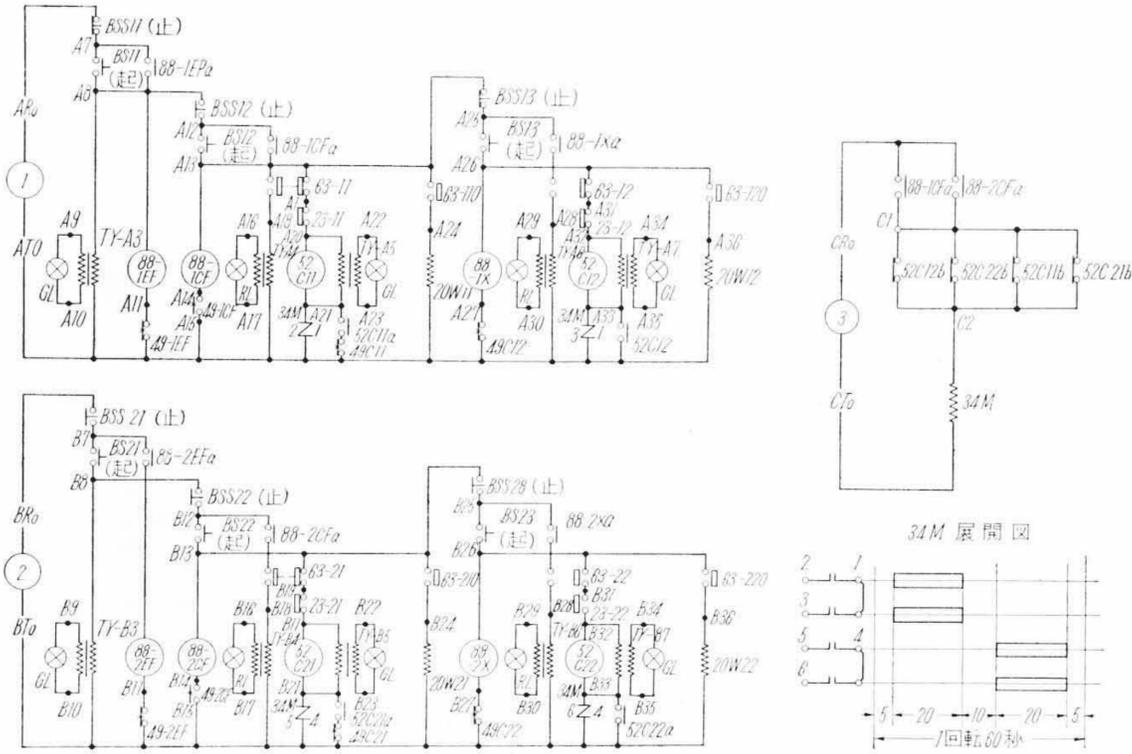
(2) 温度調節器

温度調節器は機械室の帰還空気吸込口に置かれ、室内温度によって2台の圧縮機を自動的に制御し、常に室内が適温になるよう作用している。すなわちNo.1, No.2の圧縮機が運転状態にあるとき、室内温度が規定温度(73°F)に下ると第6図の結線図で23-12が切れてNo.2の圧縮機は停止し、さらに4F下ると23-11も切れてNo.1の圧縮機は停止し冷房停止状態となる。つぎに室内温度が上昇して71°Fになると23-11, 75°Fになると23-12がはいり、常に室内温度を一定に保つようになっている。

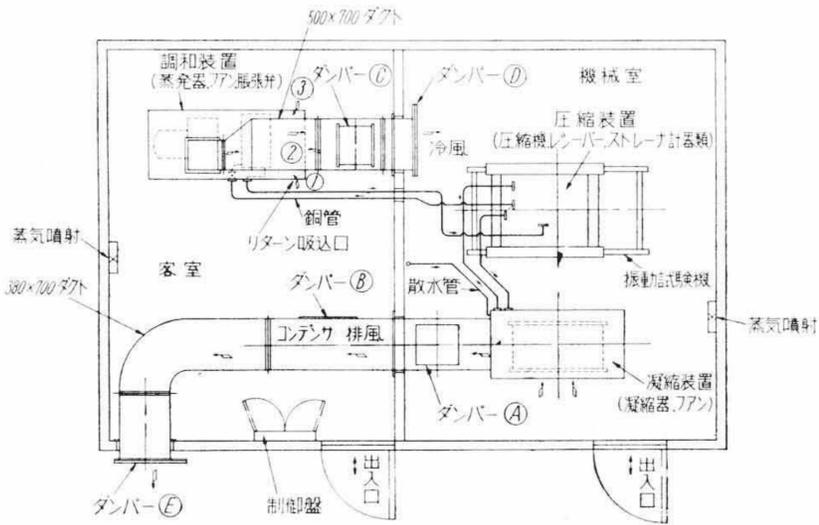
(3) 圧力開閉器

圧力開閉器は高低圧圧力開閉器63-11, 63-12と注水用圧力開閉器63-110, 63-120がある。高低圧圧力開閉器は冷凍サイクル高圧側の圧力が異常に高く(15 kg/cm²g)なった場合および低圧側圧力が異常に低く(0.5 kg/cm²g)なった場合に作動して圧縮機を停止する。低圧側は1.5 kg/cm²g以上になると自動復帰するが、高圧側は手動復帰になっている。

注水用圧力開閉器は凝縮圧力が高く(14 kg/cm²(g))なると接点を閉じて注水電磁弁を作動して凝縮器に注水して凝縮圧力を下げ、圧力が下がると(12 kg/cm²g)自動的に注水を停止する。



第6図 冷暖房接続図 (二)



第7図 恒温恒湿室

(4) 送風ダクト方式

冷房装置によって調質された空気は送風機によって客室内へダクトを通して送られる。すなわち第2図にその一部を示すように送風機より吐出された風量は、T車2階、T車1階、M車と3つにその必要冷房容量に応じて分配され、T車2階とM車は車両全体にわたって通してあるダクトの吹出口より吐出される。T車1階は客室がせまい関係から直接室内へ吐出されている。

一方帰還空気はM車ではT車寄り妻の両側に開口部を設けフレキシブルダクトで片方は直接機械室内に他方はT車内に導かれ、T車の帰還空気といっしょにしてT車通路側の機械室に設けた吸込口より機械室へ導入する。さらに新鮮空気は機械室外板側に吸込口を設け季節、負荷状態などに応じて適量吸入できるようダンパを付けている。各帰還空気入口にはいずれもフィルタを装備して、じんあいを除去している。

2.4 試験装置

本冷房装置の試験を夏季と同じ状態で行うため恒温恒湿室を製作した。その構造配置を第7図に示す。試験室を機械室と客室に分け冷房装置も大きさの関係より、圧縮装置と凝縮装置は機械室に、調和装置は客室に分離した。圧縮装置には圧縮機械以外に配管、計器類その他のものがあるが、これらは車両の振動の影響を受けやすいので振動試験機によりその性能を確認している。機械室は外気と同じ状態に保つよう考慮している。すなわち凝縮器よりの高温吐出風をダンパ(A)で、蒸発器よりの低温吐出風をダンパ(D)で適宜制御して

温度を保持し、湿度は蒸気噴射量により加減している。一方客室は車両室内と同じ状態を保つため凝縮器よりの高温吐出風をダンパ(B)で、蒸発器よりの低温吐出風はダンパ(C)で適量調節混合して温度を保ち、湿度は蒸気噴射量で調節している。さらに余分の凝縮器排出風はダクトを通して試験室外へ排出する。

2.5 試験結果とその検討

2.5.1 測定記録

冷房装置を恒温恒湿室内で正常運転してから約2時間後の定常状態に達したときの測定結果の一例を第2表に示す。

2.5.2 冷却能力、凝縮器能力

第2表の測定値より冷却能力、凝縮器の能力を算出してみる。

冷却能力を Q_e kcal/h とすると

$$Q_e = \frac{V_e'}{v_e'} (i_e' - i_e'') \dots\dots\dots (1)$$

V_e' : 蒸発器入口風量 m^3/h

v_e' : 蒸発器入口空気比容積 m^3/kg

i_e' : 蒸発器入口空気エンタルピー kcal/kg

i_e'' : 蒸発器出口空気エンタルピー kcal/kg

凝縮熱量を Q_c kcal/h とすると

$$Q_c = \frac{V_c'}{v_c'} (i_c'' - i_c') \dots\dots\dots (2)$$

V_c' : 凝縮器入口風量 m^3/h

v_c' : 凝縮器入口空気比容積 m^3/kg

i_c' : 凝縮器入口空気エンタルピー kcal/kg

i_c'' : 凝縮器出口空気エンタルピー kcal/kg

(1)(2)に測定値を代入して得た値が第2表の末尾に記されている。ただしこの冷却容量は実際の冷凍サイクル冷却容量より蒸発器用送風機電動機の発生熱量を差引いたものであり、また凝縮熱量は実際の凝縮熱量に凝縮器用送風機電動機の発生熱量を加えたものである。

2.5.3 現車試験

冷房装置を車両に装備して正常運転開始後の客室内の温度変化を第3表に、平衡状態に達したときの各部の風量およびその温度を測定した結果を第4表に示す。ただしここで得た冷房負荷はダクトよりの損失熱量、冷却室内の蒸発器用送風機電動機の発生熱量は含まれていないから、実際の車両の総冷房負荷はこれよりいくらか多くなっていると考えられる。

2.5.4 検討

(1) 冷房容量、凝縮熱量について

恒温恒湿室の実験における第2表の値をモリエル線図で示したものが第8図である。

P_d : 圧縮機吐出圧力 kg/cm^2g

P_s : 圧縮機吸入圧力 kg/cm^2g

v_s : 圧縮機気筒入口冷媒ガス比容積 m^3/kg

t_1 : 膨脹弁入口冷媒液温度 $^{\circ}C$

t_2 : 蒸発器出口冷媒ガス温度 $^{\circ}C$

t_3 : 圧縮機気筒入口冷媒ガス温度 $^{\circ}C$

t_d : 圧縮機吐出冷媒ガス温度 $^{\circ}C$

V : 圧縮機押除け量 m^3/h

η_v : 容積効率 %

η_c : 圧縮機総括効率 %

これより冷房容量、凝縮熱量、圧縮機用電動機出力を求めると

第5表 恒温恒湿室試験結果

	No.1	No.2
P_d	12.8 kg/cm ² g	12.9 kg/cm ² g
P_s	2.8 kg/cm ² g	2.7 kg/cm ² g
v_s	0.052 m ³ /kg	0.053 m ³ /kg
t_1	43°C	41°C
t_2	16°C	16°C
t_3	24°C	22°C
t_d	79°C	79°C
V	55.6 m ³ /h	55.6 m ³ /h
v_v	71%	71%
v_c	69%	69%
G	757 kg/h	742 kg/h
Q_e	22,100 kcal/h	22,000 kcal/h
Q_c	27,400 kcal/h	27,100 kcal/h
W	7.36 kW	7.38 kW

平均太陽輻射量よりはるかに多かった影響と思われる。

3. 電源装置

電車の機能を左右する冷暖房，照明，制御などのほかMTM，1編成分の一切の低圧電源となる電動発電機本体および制御装置も電車の運用を左右するものであるから良好な特性とともに高度の信頼性が要求される。

3.1 電動発電機本体

仕様

形番号 HG-584-Ar

電動機 閉鎖自己通風形，他励界磁，補極付

入力75 kW，1,500V，50A，1,800 rpm

発電機 閉鎖自己通風形，自励界磁，回転界磁式

出力70kVA，200V，3φ，60～，力率80%

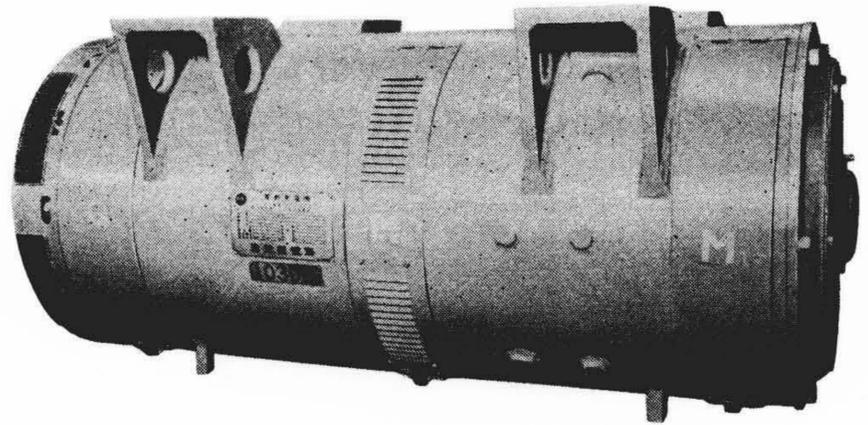
本機はまた電車の床下に装備される電動発電機として画期的な大容量機であるが限られた床下寸法に収めるために設計上種々のくふうがなされている。すなわち電動機は複整流子形として外径寸法の制約にもかかわらず整流子片間電圧を適正值に収め，日立独特の除じん溝付3分割刷子の良好な整流性能とあいまって架線電圧の急激な変動などのきびしい過渡条件においても安定な整流状態を確保するようにしている。

第9図は本機の外観，第10図は回転子を示す。本機は大容量機であるため発電機は回転界磁形とし，電動機の電機子と同軸上に組み立てられ，軸端にはステンレス鋼製のスリップリングが設けられている。電動機，発電機の電機子巻線はB種絶縁，発電機の界磁巻線はF種絶縁を採用しており，温度上昇に対しても信頼度がきわめて高い。また軸長がかなり長いので通風方式にも特に考慮を払い，吸じん器を経て電動機側端面より冷却空気を入れるほか，中央部の点検蓋からも一部の空気を取り入れて発電機の冷却効果の向上を計っている。排気は発電機側軸端に設けた冷却扇によって機外に排出される。このほか，大容量機を床下につり下げるため，設計上振動には特に留意し，入念な工作がなされており，また電動機側軸受装置はいわゆるカートリッジ構造として分解組立の際に軸受を分解することなく，軸受箱全体を着脱できる構造にして保守を容易にするなど種々の考慮が払われている。

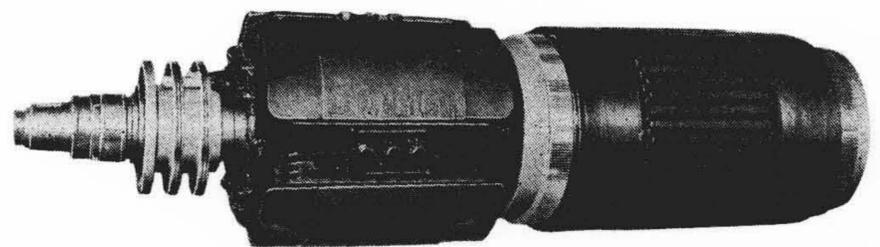
3.2 制御装置

3.2.1 制御方式

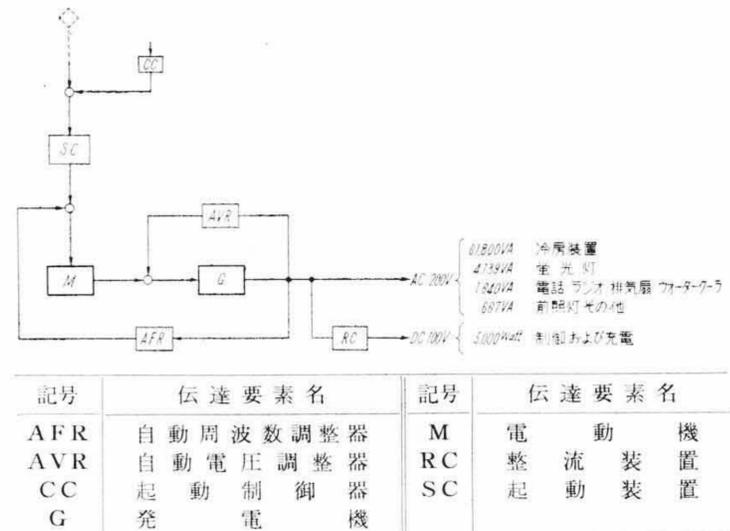
電気回路の概略は第11図のブロック線図でわかるようにCCの起動用押ボタンスイッチを操作すれば，起動器SCにより円滑な2段起動を自動的に完了する。運転中は自動周波数調整器AFR，自動電圧調整器AVRによって電動機あるいは発電機にフィードバックし，架線電圧あるいは負荷の変動に対しても発電機はほぼ一定周波数，一定電圧に自動制御される。停止させる場合



第9図 70 kVA 電動発電機



第10図 70 kVA 電動発電機の回転子



第11図 ブロック線図

も押ボタンスイッチによって行われる。

(1) 電動発電機の起動

第12図電動発電機つなぎに示すように電動発電機の起動停止については次のような特長をもっている。

- 押ボタンスイッチを瞬時操作することによって円滑な自動起動および停止ができる。
- 過電流継電器 OCR がリセットされていることと，起動接触器 ctt が開放し起動のときのみ使用する起動抵抗器がそう入されている状態でなければ起動できない。
- 電動機の方巻界磁回路が異常ないことを低電流継電器 LCR で確認する。
- 発電機の電圧確立を容易にするために起動時は短時間予備励磁を行いその後自動的に開放する。

また起動時の発電機の負荷としては蛍光灯や制御電源の一部で約10 kVA以下の軽負荷から無負荷までを考えればよいが，大容量機の起動はそれでも困難である。しかし後述のように定格運転時の電動機の励磁は分巻界磁によって100%を受けもつような制御方式を採用しているために，70 kVAの大容量機にもかかわらず起動を比較的容易にしていることは最も大きな特長といえる。

(2) 発電機の自動周波数制御

発電機の周波数を一定に制御するためには電動機を一定

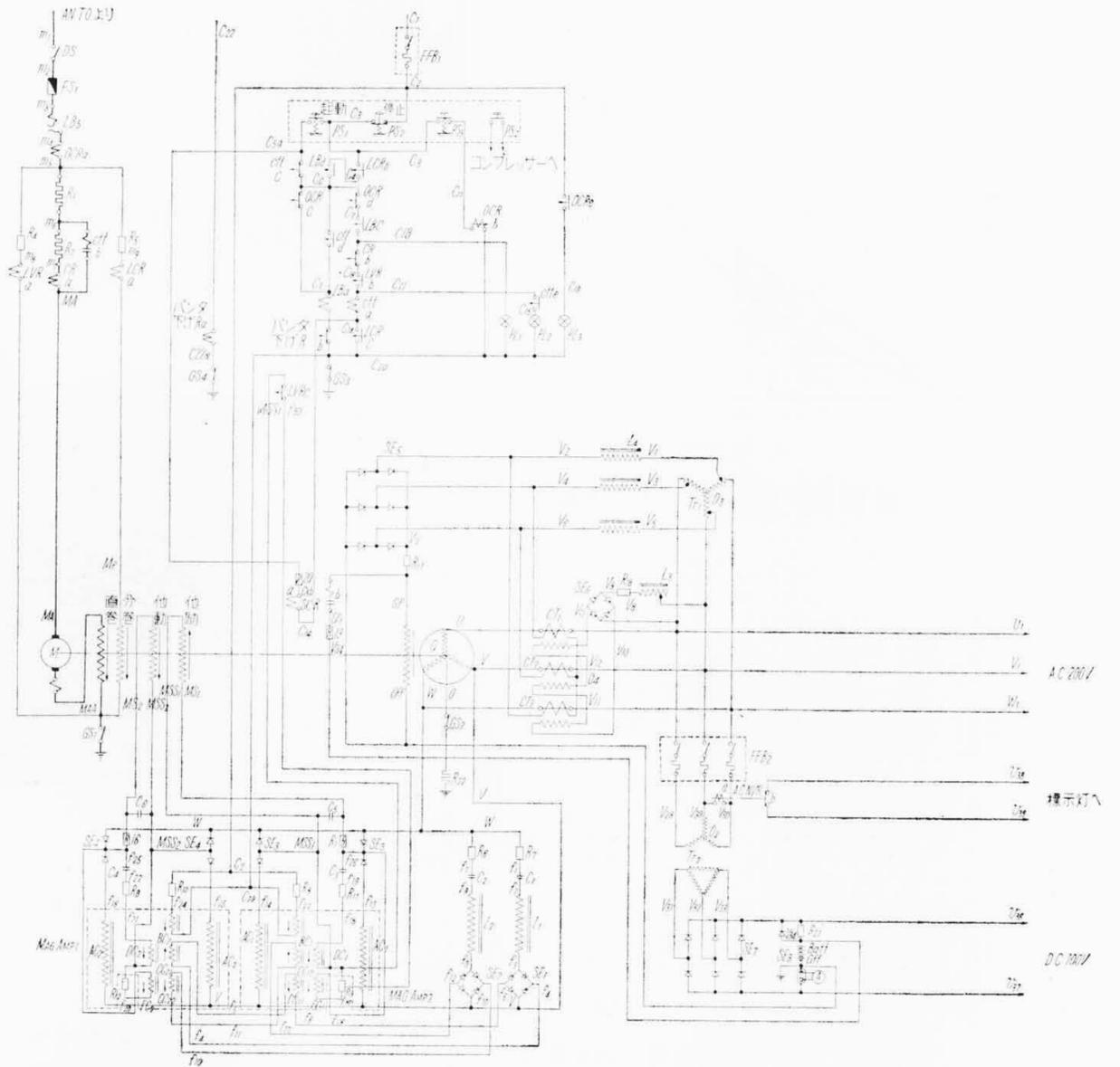
にすればよいが、そのために電車線電圧の変動に対して第13図の(B)曲線のような励磁ATを与える必要がある。電動機の方巻界磁による励磁を(A)直線のように定格電車線電圧 V_{L0} で分巻界磁のみによって100%受けもつように設定すれば、架線電圧が定格 V_{L0} から V_{L1} あるいは V_{L2} に変動したときには分巻界磁に対し差動他励 AT_1 あるいは和動他励 AT_2 を与えればよい。第12図に示すように発電機の周波数を二つのL-C-R直列共振回路により選択検出し、プッシュプル磁気増幅器MAG AMP₁₋₂の出力が上述の AT_{1-2} に相当した値になるようにしてほぼ一定周波数に自動制御する。

プッシュプル磁気増幅器制御の採用によって前述したように起動を容易にすることのほかに次のような特長を有している。すなわち容量が増大すれば電動発電機のGD²が大となって、電車線電圧の急変に対する尖絡の危険性が増大する。しかし第14図に示すように和動および差動の他励界磁コイルを有するために電車線電圧の急上昇あるいは急下降のいずれに対しても、電機子突入電流あるいは放出電流を拘束する回路を構成するために尖絡の危険性を極度に緩和する大きな特長を有する。

(3) 発電機の自動電圧制御

電圧制御は日立独特の自励式で一相についての等価回路は第15図のようになる。発電機が無負荷のときはリアクタ X_{L4} を通して発電機を励磁する。負荷が増すと電機子抵抗、リアクタンスおよび電機子反作用により電圧降下を生ずるので発電機の励磁電流を増加せねばならない。したがって発電機に負荷がかかったときは負荷電流に比例した励磁電流をCTの二次側から取出し、無負荷時の励磁電流との和により発電機を励磁して発電機電圧をほぼ一定とする。また一定負荷のときでも電動発電機の変動による電圧の変動は可飽和リアクタ X_{CT} によって検出しCTの二次側リアクタンスを変化させて発電機の励磁電流を調整し定電圧に制御する。

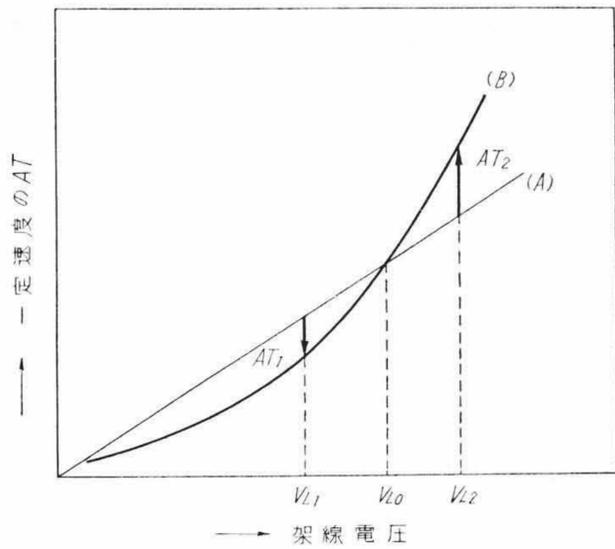
発電機の出力70kVA中約60kVAは冷房装置の送風機や圧縮



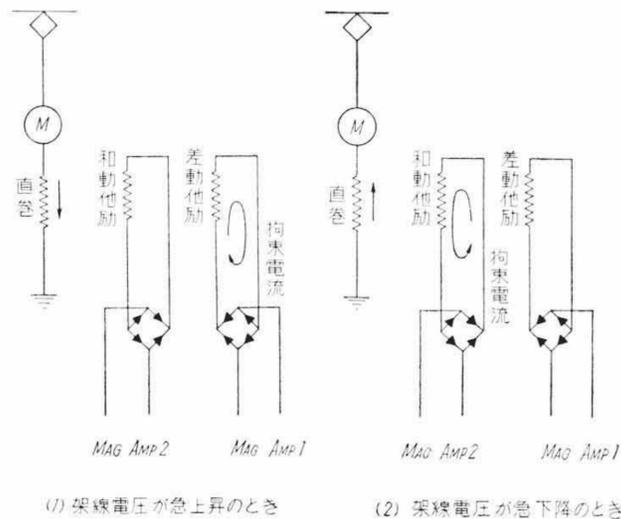
機器記号一覧表

記号	品名	記号	品名
FS ₁	ヒューズ	SE _{1,2}	磁気増幅器制御回路整流器
DS	断路器	SE _{3,4}	磁気増幅器出力回路整流器
LB	断流器	R ₆₋₁₆	磁気増幅器補助抵抗器
a	断流器用作用コイル	L _{1,2}	共振回路リアクタ
b	断流器用主接触部	CC _{11,12}	磁気増幅器制御コイル
c d	断流器用補助接触部	DC ₁	磁気増幅器乱調防止コイル
OCR	過電流継電器	BC ₁	磁気増幅器偏倚コイル
a	過電流継電器用作用コイル	AC ₁	磁気増幅器交流コイル
c	過電流継電器用又入コイル	FC ₁	磁気増幅器き還コイル
c d e	過電流継電器用補助接触部	CC _{21,22}	磁気増幅器制御コイル
R ₁	直列抵抗器	DC ₂	磁気増幅器乱調防止コイル
R ₂	起動抵抗器	BC ₂	磁気増幅器偏倚コイル
CR	電流継電器	AC ₂	磁気増幅器交流コイル
a	電流継電器用作用コイル	FC ₂	磁気増幅器き還コイル
b	電流継電器用補助接触部	C _{1,2}	共振回路コンデンサ
ctt	起動接触器	C ₃₋₆	磁気増幅器用コンデンサ
a	起動接触器用作用コイル	MAG, AMP1	磁気増幅器(1)
b	起動接触器用主接触部	MAG, AMP2	磁気増幅器(2)
c d e	起動接触器用補助接触部	FFB ₂	ヒューズフリーブレーカ
LVR	低電圧継電器	Tr _{1,2}	変圧器
a	低電圧継電器用作用コイル	SE ₅₋₈	整流器
b	低電圧継電器用補助接触部	R ₁₇₋₂₀	補助抵抗器
R ₄	低電圧継電器用直列抵抗器	R ₂₁	充電抵抗器
R ₅	分巻界磁直列抵抗器	CT ₁₋₃	可飽和変流器
GS	接地開閉器	L _{3,4}	リアクタ
LCR	低電流継電器	A.C NVR	交流無電圧継電器
a	低電流継電器用作用コイル	a	交流無電圧継電器用作用コイル
b c d	低電流継電器用補助接触部	b	交流無電圧継電器用補助接触部
FFB ₁	ヒューズフリーブレーカ	Batt	蓄電池
PL ₁	運転標示灯	SCR	短絡継電器
PL ₂	起動接触器投入標示灯	a	短絡継電器用作用コイル
PL ₃	過電流標示灯	b	短絡継電器用接触部
PS ₁	起動押ボタンスイッチ	R ₂₂	接地抵抗器
PS ₂	停止押ボタンスイッチ		
PS ₃	又入押ボタンスイッチ		
PS ₄	コンプレッサ用押ボタンスイッチ		

第12図 電動発電機つなぎ



第 13 図 架線電圧—AT 曲線



第 14 図 架線電圧急変時の過度電流

機用汎用誘導電動機であるため、これらの起動電流は定格電流の約 500% にも達し、その突入電流の力率は約 0.5 おくれとなるので発電機の瞬時電圧降下は著しいものとなる。したがって第 5 図および第 6 図冷暖房接続図に示すように冷房用誘導電動機は制御器により自動的に順次起動させ突入電流をおさえるようにしている。しかしそれでもなお発電機の負荷は定格電流の 150% 以上にも達するので電圧降下が照明電源として支障をきたさない値にとどめるよう発電機のリアクタンスを選定する。同時に電圧回復特性のすぐれた方式とする必要がある。上述の CT はこれを満足する最も簡単なすぐれた方式といえよう。

(4) 電動発電機の保護

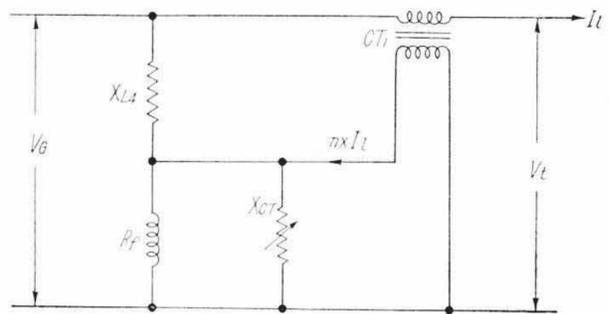
架線電圧は常時 900~1,650 V の急激な変動をするからそれを考慮しなければならない。架線電圧の急変による突入電流あるいは放電電流は、その変動差電圧を電動機の電機子回路の全抵抗で除した値に近いものとなる。したがってこの突入あるいは放電電流に電動機は耐えるとともに過負荷継電器の目盛はこの値以上に整定しなければならない。送電線の末端になればさらに架線電圧の変動は大きく 900 V 以下に降下することがあるので、このときは低電圧継電器 LVR により起動用抵抗器 R_2 をそう入して架線電圧の急上昇に備えるようにした。

運転不能な架線電圧になったときや電動機界磁回路の断線事故に対しては低電流継電器 LCR で断流器 LB を開放することにした。

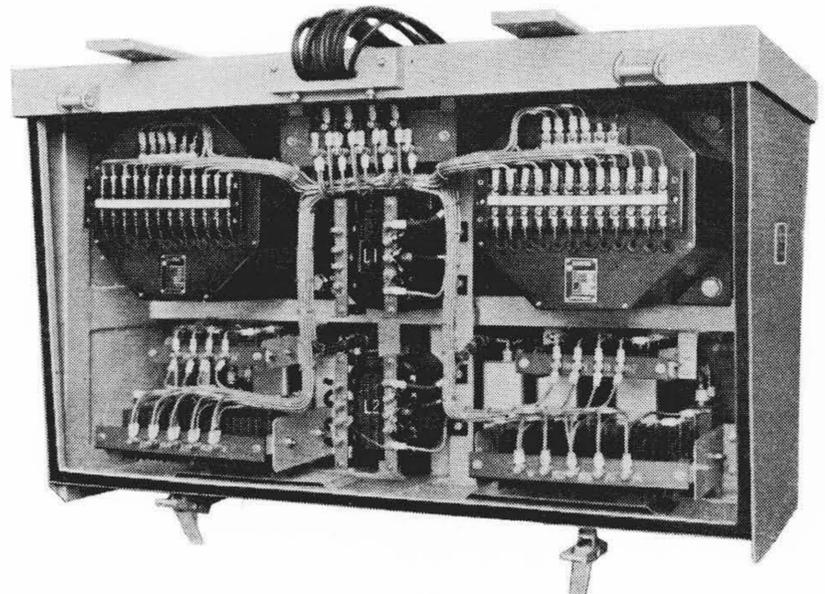
接地事故に対しては自圧形ヒューズで保護し、電動機の過負荷のときは R_2 を用いて限流遮断し、断流器の遮断容量を増加してヒューズと保護協調するようにした。

3.2.2 制御器具

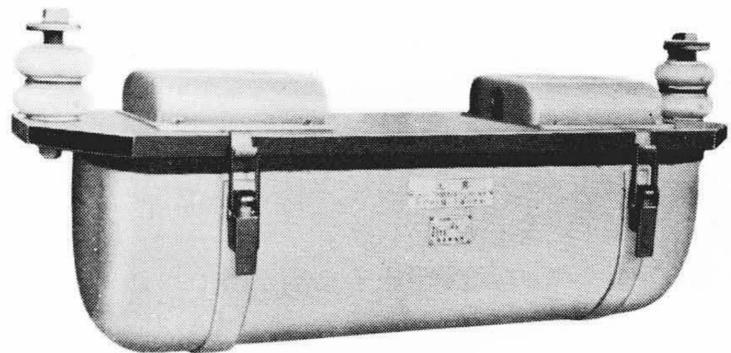
おもな制御器具は電動発電機の起動および保護のための機器を



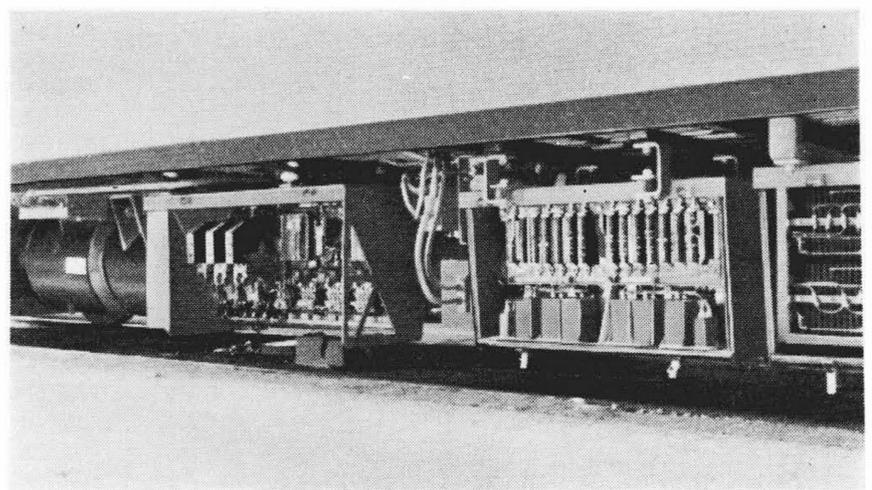
第 15 図 自動式電圧調整器の等価回路



第 16 図 自動周波数調整器の外観



第 17 図 自圧形ヒューズの外観

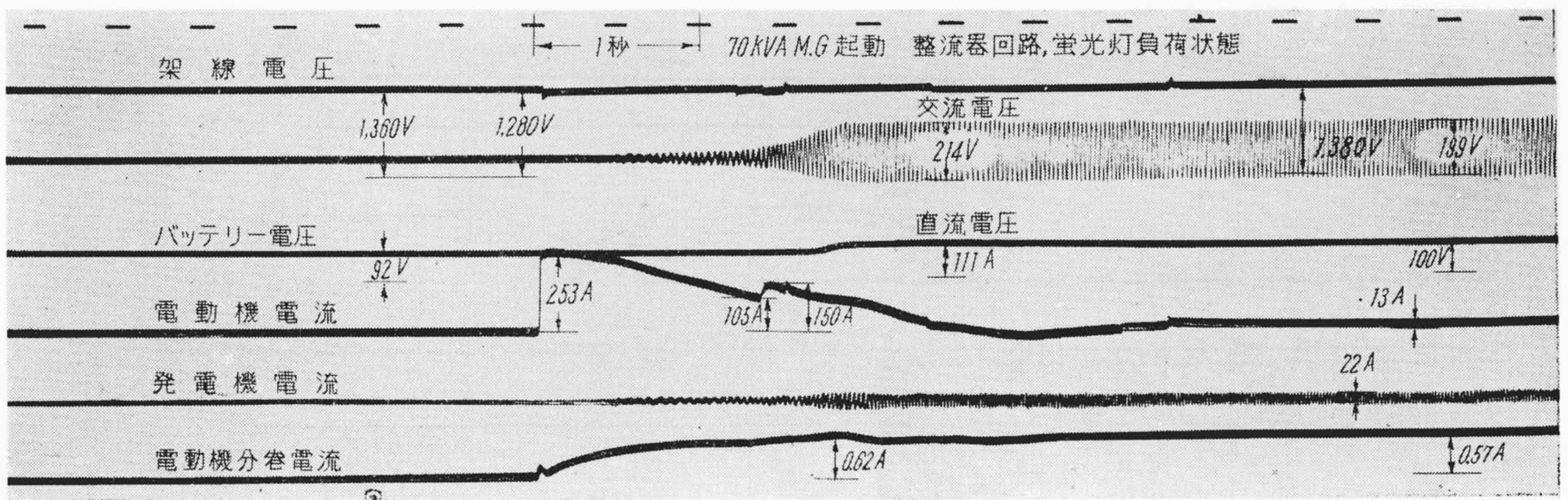


第 18 図 電源装置の装備状態

収納する起動器箱、電動機直列および起動抵抗器、自動周波数調整器箱、自動電圧調整器箱、5 kW DC 100 V の出力を有する整流装置箱、自圧形ヒューズなどからなり、高圧機器はヒューズ、起動器箱および直列抵抗器に集約し、そのほかはすべて低圧機器箱で起動器箱以外はすべて静止機器となっている。

特筆されるべきものは自圧形ヒューズで遮断時の遮断音はなく遮断アークも全然見えないため乗客に不安をいだかせない特長を有している。

第 16 図と第 17 図に自動周波数調整器箱と自圧形ヒューズの外



第19図 電動発電機起動時のオシログラム

観を、また第18図に電車床下の装備状態を示す。

3.2.3 試験結果

発電機負荷として蛍光灯およびバッテリーをつないだ状態で起動したときのオシログラムを第19図に示す。起動時間は約5秒で定格電圧に安定しており、10kVA以下の比較的小形電動発電機の起動時間にほぼ匹敵する特性を得ている。

運転中の総合特性は第20図に示すとおりで発電機の周波数、電圧ともに架線電圧が900~1,605V、負荷が無負荷~全負荷の範囲で+3.5%~-10%以内の変動率にあり、冷房、照明、制御その他の負荷に対して十分なる特性と考えられる。冷房装置の順次起動のときのオシログラムを第21図に示す。

ctt と LB との組み合わせによる 20 mH 600 A の限流遮断オシログラムの第22図、また自圧形ヒューズの 10 mH 2,000 A の遮断オシログラム第23図からわかるようにいずれも十分の遮断性能を有することが確認できた。

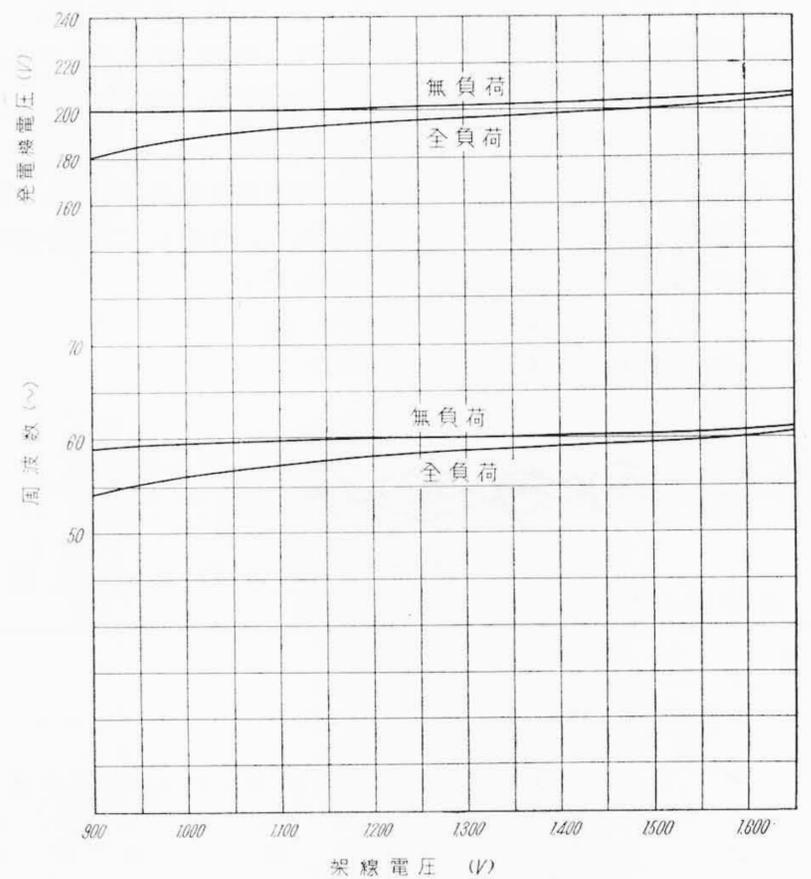
4. 結 言

(1) 車両走行振動による冷媒ガスもれは従来の冷房装置においては最も問題になる点であったが、本冷房装置では密閉式圧縮機を使用したので軸封部がないことおよびあらかじめ振動試験機で十分確認していたので、その懸念のなくなったことは大きな進歩である。

(2) 車両内部に機械室を設け冷房装置全体を納めているので、コンパクトで保守点検も容易となり、床下機器が多く、屋根上車両限界に制限のある電車には好適な冷房方式である。

(3) 本冷房装置は単独試験、現車試験の結果より主要要目である冷房容量、各電動機容量を十分満足している。

(4) 温度調節器は現在機械室帰還空気取入口に設置して自動運転を行っているが、第3表現車試験室内温度よりわかるように、帰還空気温度と室内で感じる温度とは場所によって2~3℃異

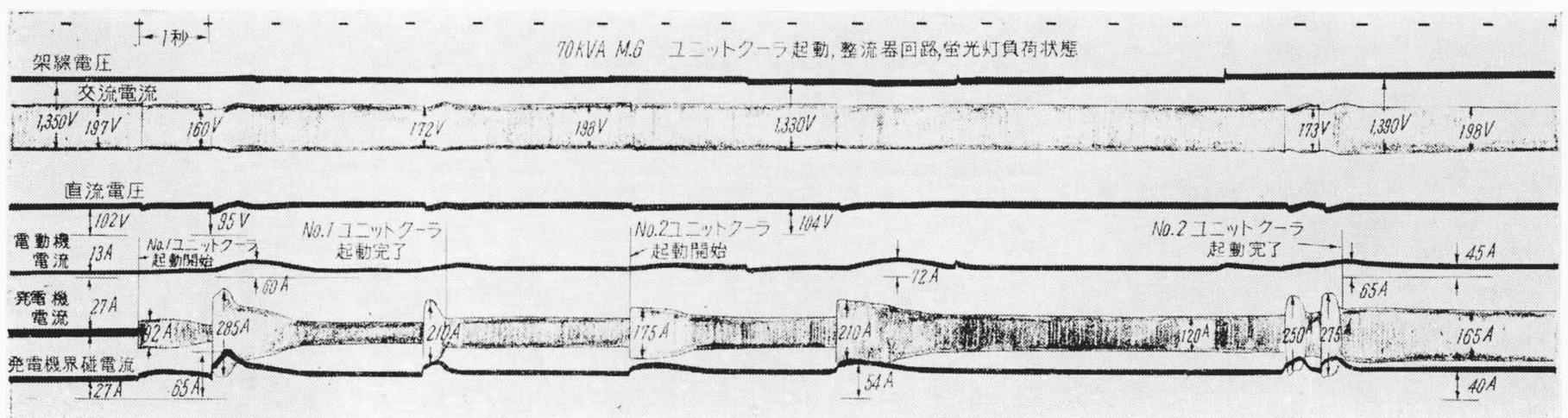


第20図 電動発電機特性曲線図

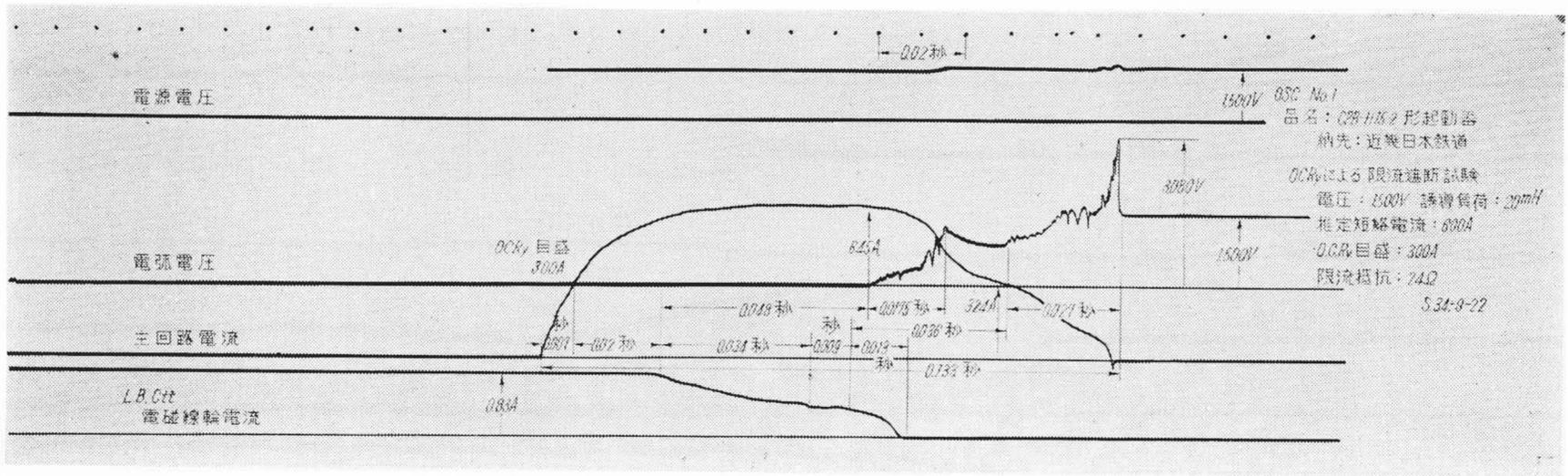
なるようである。したがって温度調節器の調整点に考慮を加えるか、または温度調節器の位置を適当に選ぶべきである。

(5) 本冷房装置のように一つの送風機より送られる空気でも車、T車2階、T車1階と多くの室内を冷房する場合は、各室内負荷に応じ、また季節によって簡単に適宜風量調節できるようにすべきである。

(6) 電源装置は冷暖房、照明、制御、放送、ラジオ、通信、排気扇、ウォータークーラなどの電車用集中電源として要求される種々の性能を十分満足することが工場試験および現地試験におい



第21図 冷房回路起動時のオシログラム



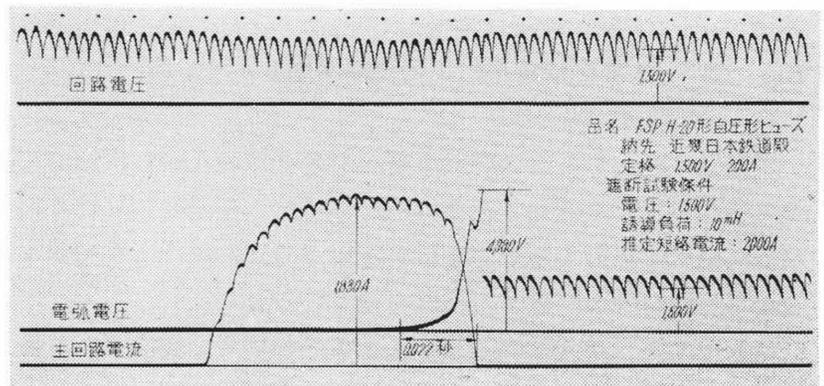
第22図 限流遮断オシログラム

て証明された。特に現地試験では架線電圧が780Vに数秒間にわたり降下するような過酷な状態もあったが好調に稼動中であり、集中電源としたことによる保守上の手数も格段に少なくて済み、総体的に軽量安価となったことは多編成電気車に装備される電動発電機選定の一指針となりうるものと信ずる。

終りにのぞみ本冷房装置およびその電源装置の設計に当って種々ご指導いただいた近畿日本鉄道株式会社の各位および日立製作所栃木工場南部誠一氏に深甚なる謝意を表す。

参考文献

- (1) A. S. H. V. E: Guide 1956 p. 126



第23図 自圧形ヒューズの遮断オシログラム

特許と新案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その6)

(第48頁より続く)

種別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	507109	ディーゼルエンジンのノズルホルダ取付装置	亀有工場	岡田元雄	35. 2. 26
"	507110	エンジンのねじれ振動防止用粘性ダンパ	亀有工場	岡田元雄	"
"	507096	冷凍機用油分離装置	川崎工場	関川元務	"
"	507100	冷凍機用油分離装置	川崎工場	関川元務	"
"	507101	ヒュージブルプラグ	川崎工場	芹野英雄	"
"	507055	遠心分離筒	多賀工場	二川渡崎光彦	"
"	507061	逆流防止装置	多賀工場	益川三光	"
"	507075	遠心分離機回転筒	多賀工場	川崎光彦	"
"	507076	遠心分離機回転筒	多賀工場	川崎光彦	"
"	507077	遠心分離機回転筒	多賀工場	川崎光彦	"
"	507078	遠心分離機回転筒	多賀工場	川崎光彦	"
"	507079	洗濯機軸受筒	多賀工場	田沢卓章	"
"	507093	磁石発電機回転子	多賀工場	河井木藤夫	"
"	507094	調節計チェーン伝達緊張装置	多賀工場	河井木藤夫	"
"	507095	調節計チェーン伝達ストッパ	多賀工場	河井木藤夫	"
"	507108	扇風機スタンプ	多賀工場	四倉輝正	"
"	507083	放射線治療装置	亀戸工場	井上国清	"
"	507084	触媒を使用する酸化性ガス検出装置	亀戸工場	井上国清	"
"	507103	電弧溶接用ホルダ	亀戸工場	鬼頭清	"
"	507092	冷媒制御装置	栃木工場	須藤林清	"
"	507097	冷蔵庫の容器付ポケット	栃木工場	須藤権緒	"
"	507098	冷蔵庫の引出式可変棚網の棚受	栃木工場	須藤権緒	"
"	507099	冷蔵庫引出式棚網の緩衝ゴム取付装置	栃木工場	須藤権緒	"
"	507102	飲用冷水器の熱交換器	栃木工場	須藤権緒	"
実用新案	507063	空中線素子取付装置	戸塚工場	古田勝一	35. 2. 26