

帝都高速度交通営団納
電力回生ブレーキ付パルス制御装置
および主要電気品

Pulse Control Equipment with Regenerative Brake and other Main
 Equipment for Teito Rapid Transit Authority

刈谷 志津郎* 木村 貴 一*
 Shizuo Kariya Kiichi Kimura
 坪井 孝** 赤井橋 研 一***
 Takashi Tsuboi Ken'ichi Akaihashi

要 旨

帝都高速度交通営団では、将来の新線における採用を目的として、このたび、各種の新技术を導入した試作電車、6000系3両1編成を製作した。本試作車は、速度制御方式として、サイリスタチョップを用いるパルス制御方式を採用することになり、日立製作所では、1,500V回路用の電力回生ブレーキ付パルス制御装置一式と、主電動機などを製作納入した。本試作車完成後、各種の試験が実施されたが、いずれも良好な結果を示している。

1. 緒 言

帝都高速度交通営団では、新路線が開通するごとに新構想の車両を採用してきたが、今回さらに現在建設中の新線での採用を目的として、各種の新技术を取り入れた試作車、6000系電車、3両1編成を製作した。本試作車は耐用年数40年以上を目標とし、20年経っても陳腐化せず、乗心地よく、保守が簡易な車両であること、などを構想の基本として製作された画期的なものである。本試作車の速度制御方式としては、これらの方針に最も適するものとして、サイリスタチョップを用いるパルス制御方式が採用されることになり、日立製作所では、主電動機、補助電源用静止形インバータなどとともに制御装置一式を製作納入した。

パルス制御方式は、直流車両の主回路無接点化の手段として、現在最も有力なものであるが、特に電力回生ブレーキの採用が容易であるから、電力消費量の節減が図られるとともに、トンネル内における車両からの発生熱量を大幅に抑制することができる。この意味で本方式は地下鉄道用車両にきわめて適した特性を有するものである。日立製作所ではかねてからこの優位性に着目し、周到的工場試験を繰り返して技術の確立をはかるとともに、昭和41年5月、帝都高速度交通営団日比谷線において、1,500V路線の実車試験を行ない、成功をおさめた⁽¹⁾。今回納入された電力回生ブレーキ付パルス制御装置はこれらの実績をもとに製作されたもので、わが国で初めての實用機である。

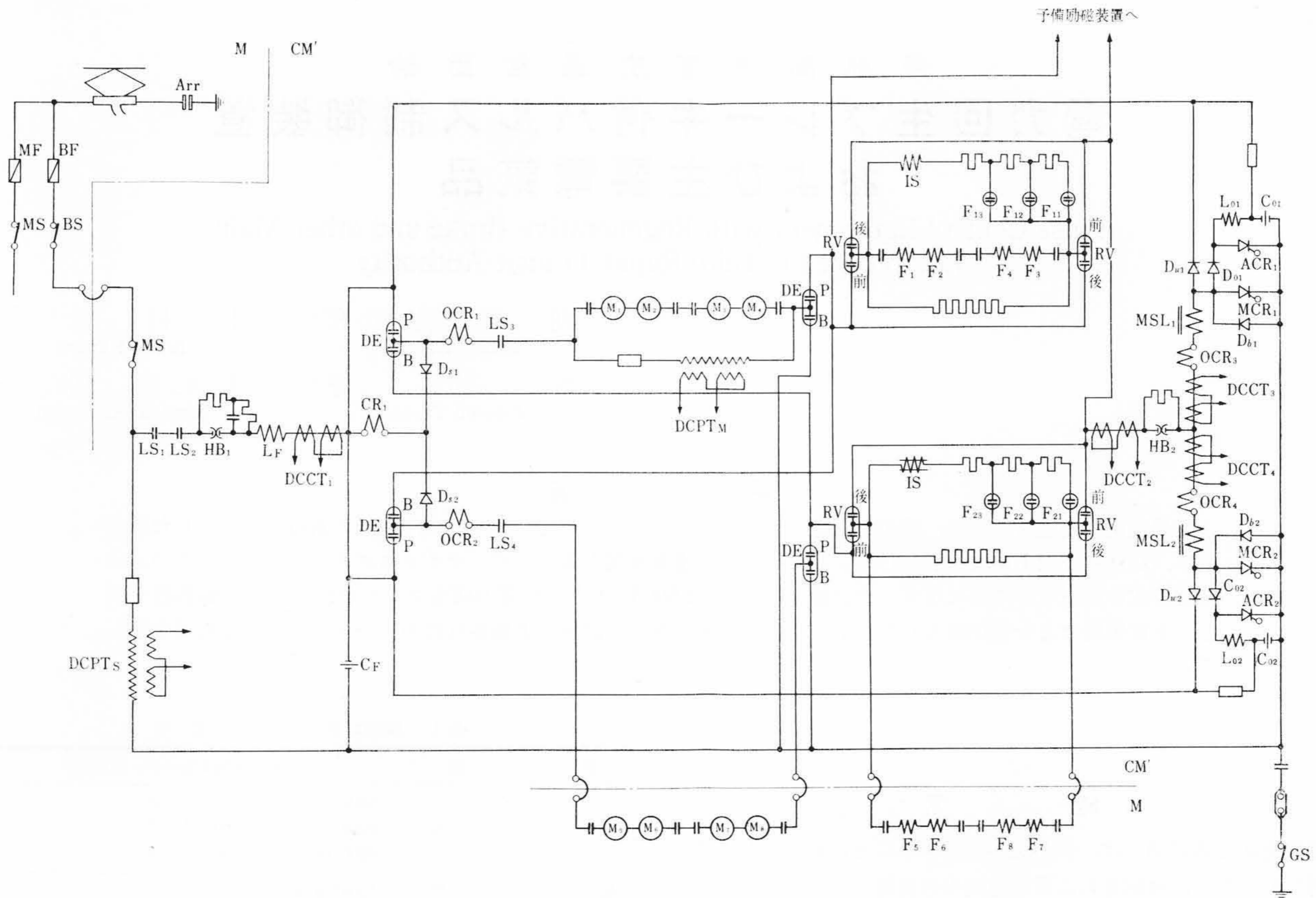
2. 6000系試作車の概要

表1は6000系車両の主要項目を示したもので、本試作車は3両とも電動車である。これはパルス制御方式2方式と、従来形のカム軸制御による抵抗制御方式の3方式を比較試験するために、6003号車に日立製の、6001号車に他社製のパルス制御方式の、6002号車に抵抗制御方式の、それぞれ主電動機8台制御用の機器をとう載した。そのいずれの方式を試験する際にも、3両中1両は、付随車として動作するようになっている。

表1 6000系車両主要項目

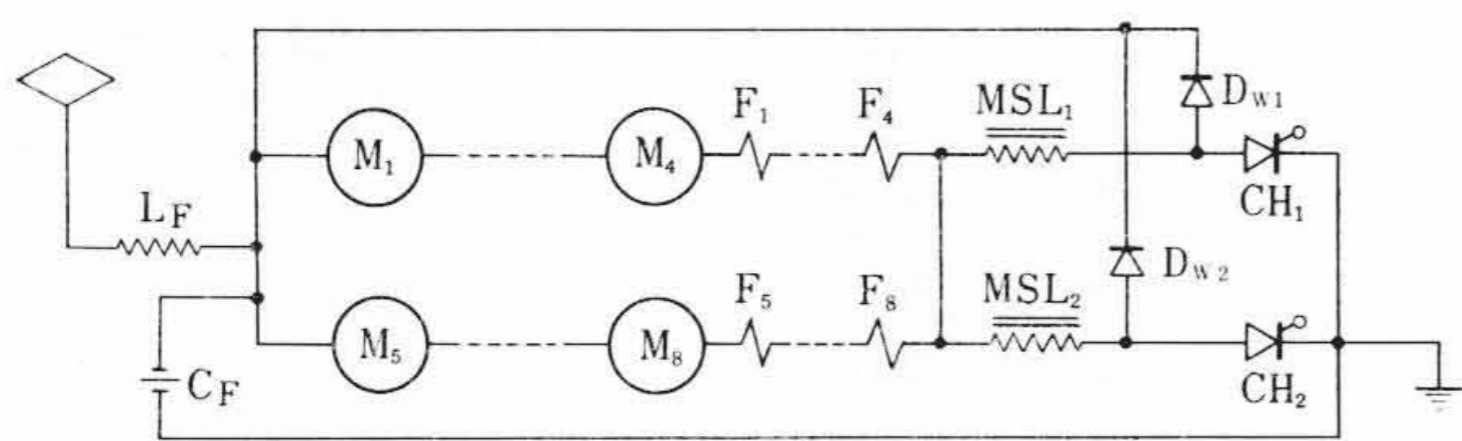
車 種	全軽合金製2軸ボギー電動客車		
形 式	6000形(CM) 6001号車 6000形(M) 6002号車 6000形(CM') 6003号車		
軌 間	1,067 mm		
電 気 方 式	直 流 1,500 V 架 空 線 式		
編 成	CM+M+CM'		
定 員	CM, CM'	136 人	M 144 人
自 重	CM, CM'	35 t	M 34 t
加 速 度	2.7 km/h/s (8M2Tの場合 3.5 km/h/s)		
減 速 度	4.0 km/h/s 非常の場合 5.0 km/h/s		
最 高 運 転 速 度	100 km/h		
最 大 寸 法	20,000 (長さ)×2,800 (幅)×3,625 (高さ)mm パンタグラフ折たみ高さ 4,145 mm		
ボ ギ ー 中 心 距 離	13,800 mm		
台 車	S形ミンデン式 (空気バネ使用)		
連 結 装 置	密着連結装置 (ゴム緩衝器付)		
主 電 動 機	直流直巻補極分路弱界磁制御、丸形ワク半密閉 自己通風式 1時間定格 95 kW 375 V 285 A 1,500 rpm 80% 連続定格 87 kW 375 V 262 A 1,560 rpm 80%		
駆 動 装 置	平行軸歯形接手式 (WN式)		
歯 車 比	6.19 (99/16)		
制 御 装 置	チョップによるパルス制御、応荷重加減速度 パターン制御方式、電力回生ブレーキ付		
ブ レ ー キ 装 置	ATC連動電気指令式電空併用ブレーキ		
A T C 装 置	高周波連続誘導式		
集 電 装 置	パンタグラフ		
静 止 形 イ ン バ ー タ	単相サイリスタブリッジインバータ、AC 200 V 60 Hz, 22 kVA		
蓄 電 池	DC 100 V	40 AH	アルカリ蓄電池
	DC 24 V	40 AH	アルカリ蓄電池
戸 閉 装 置	差圧動作式戸閉機、ベルト連動両開き機構		
速 度 計 装 置	誘導子形周波数方式		
放 送 装 置	トランジスタ分散増幅方式		
非 常 電 話 装 置	誘導無線式 (非常発報装置付)		

* 日立製作所水戸工場
 ** 日立製作所日立研究所
 *** 日立製作所日立工場



- | | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------|
| Arr: 避雷器 | B: 電力回生ブレーキ | CR: 電流リレー |
| MF: 主フューズ | OCR: 過電流リレー | GS: 接地スイッチ |
| BF: 母線フューズ | M: 主電動機電機子 | MCR: 主サイリスタ |
| MS: 主断路器 | F: 主電動機主界磁 | ACR: 補助サイリスタ |
| BS: 母線断路器 | RV: 逆転装置 | DB: 側路ダイオード |
| LS: 断流器 | IS: 誘導分流器 | D ₀ : 転流補助ダイオード |
| HB: 高速度遮断器 | F: 界磁接触器 | D _w : フリーホイールダイオード |
| L _F : 主フィルリアクトル | MSL: 主平滑リアクトル | D _s : 回生時クランプダイオード |
| C _F : 主フィルタコンデンサ | DCPT: 直流変圧器 | L ₀ : 転流リアクトル |
| DE: 制動転換器 | DCCT: 直流変流器 | C ₀ : 転流コンデンサ |
| P: 力 | | |

図1 主回路ツナギ図



CH: チョップ装置

図2 力行時の主回路簡略ツナギ

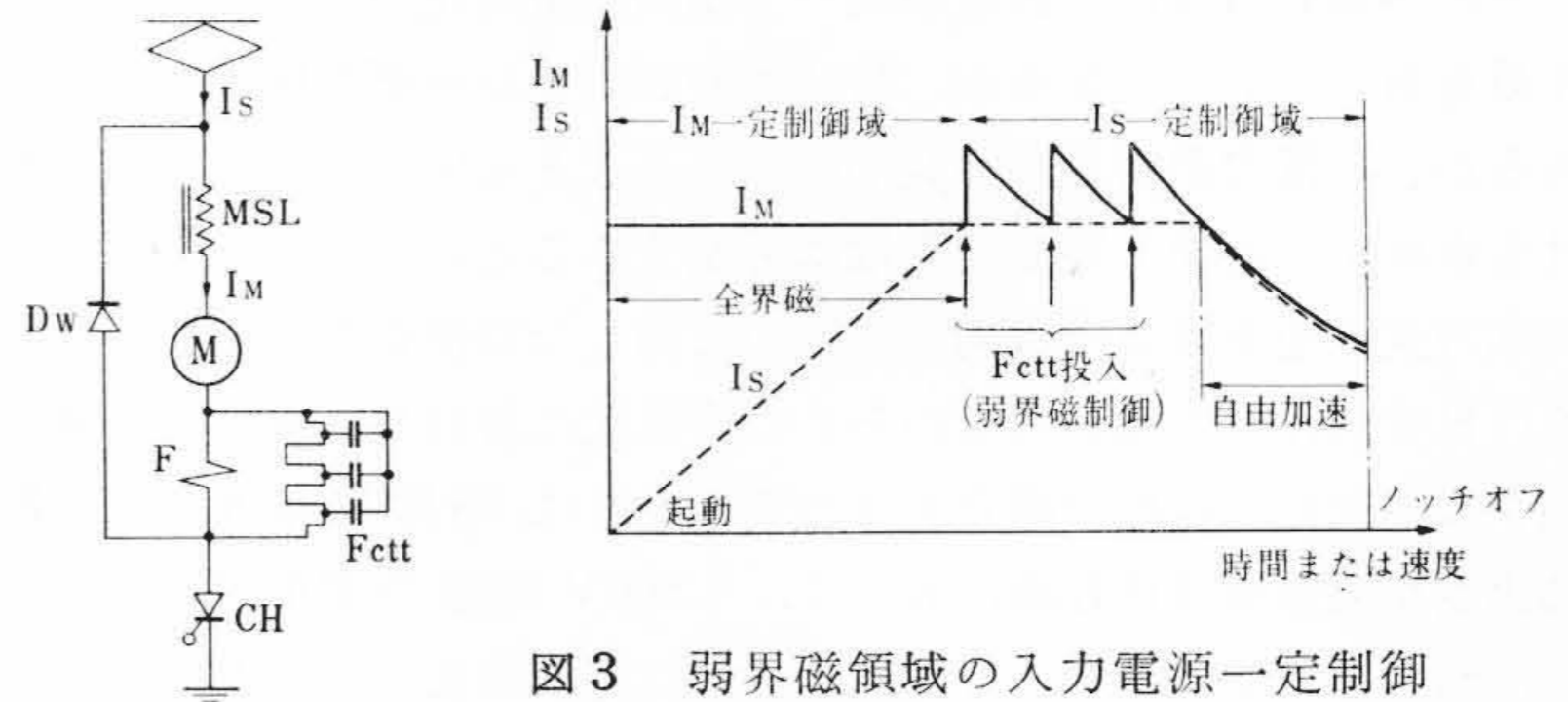


図3 弱界磁領域の入力電源一定制御

3. 主回路の構成と制御方式

図1はパルス制御実施時の主回路ツナギである。以下本図によって、各条件時の主回路構成と制御方式を説明する。

3.1 力行時の主回路構成と制御

図2は力行時の主回路構成を簡略化して示したものである。主電動機は直巻電動機で4個直列に接続され、その2群が並列に接続されている。抵抗制御方式と異なり、主抵抗器の容量を考慮する必要がないから、主電動機群の直並列接続切り換えを行なう必要はなく構成が簡単である。

チョップ装置は図示のように2組設けてある。各チョップは一定周波数で動作し、その1Hz内のチョップ通流時間を制御する、平均値制御方式によって電流制御を行なっているが、2組のチョップは、その動作位相がお互に180度ずれるように運転される。この方式は相差運転方式と呼ばれているもので、電車線電流、主電動機電流の脈流分低減に有効な方式である。

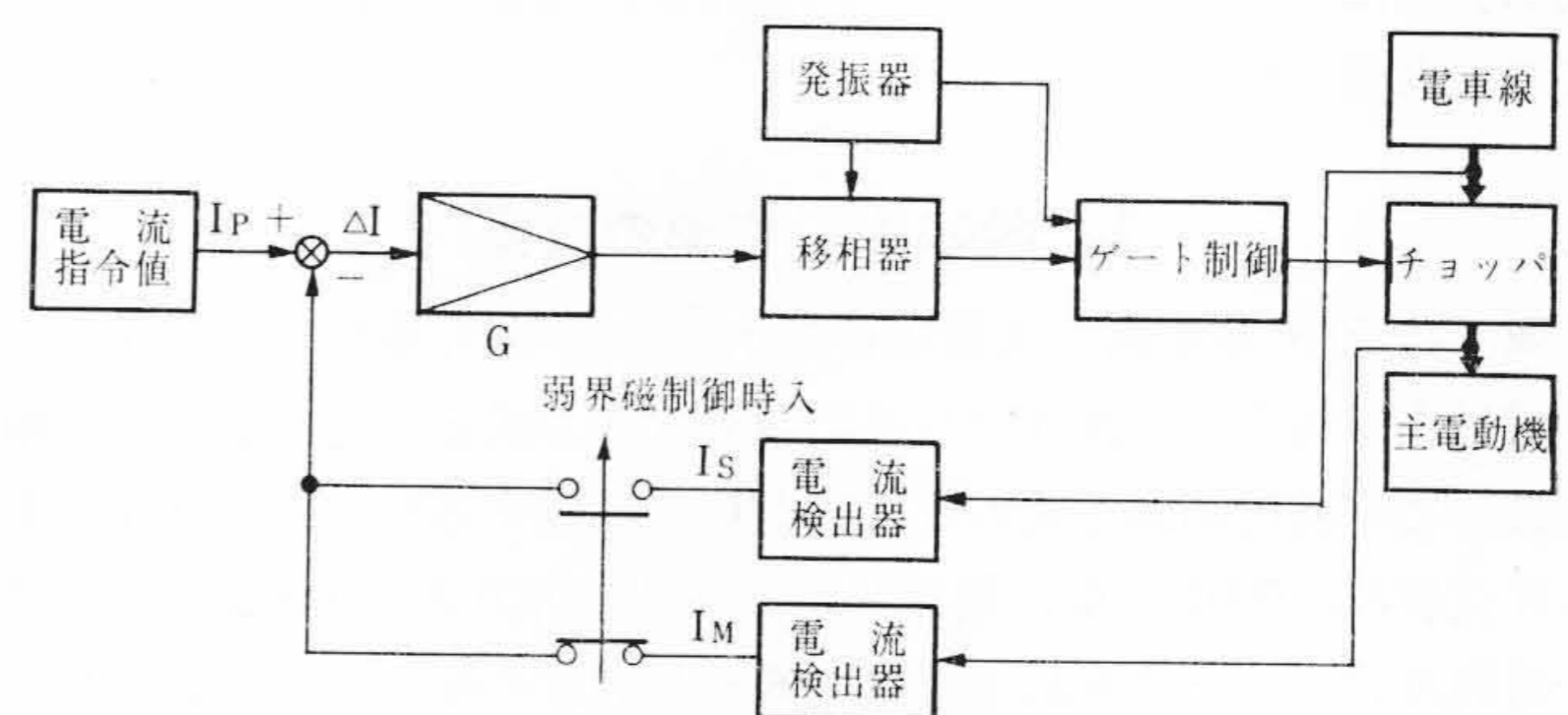


図4 電流制御系の構成

また高速時には主電動機の弱界磁制御を行なうが、全界磁域において主電動機の電機子電流一定制御を行なうのに対応して、弱界磁域では入力電流一定制御方式を採用した(特許申請中)。この方式の制御原理は図3に示すようなもので、この機能を含めた電流制御系

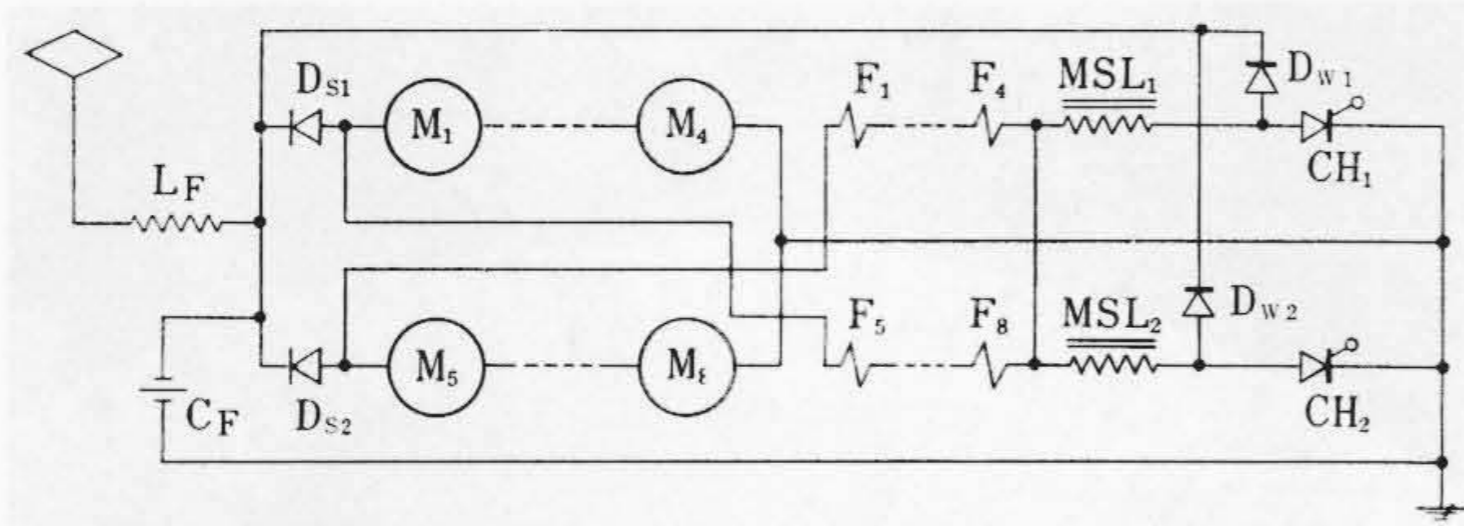


図5 回生ブレーキ時主回路簡略ツナギ

の構成は図4に示すようなものとなる。本方式を採用すれば、制御系の応答がじゅうぶん速いとき、弱界磁接触器の投入前後で列車に対して電車線から供給される電力に変化はないから、弱界磁進段に伴うショックを減らすことができ、従来方式に比べ弱界磁段数を減らすことができる。

3.2 電力回生ブレーキ時の主回路構成と制御

図5はブレーキ時の主回路簡略ツナギである。パルス制御方式の回生ブレーキは、主電動機端子電圧が電車線電圧より低い場合に安定に動作し、低速まで有効に動作するのが大きな特長であるが、一方、主電動機電圧が電源電圧より高くなると制御不能となり、回生電流は発散する。これに対する対策としてどのような手段を構ずるかがチョップによる回生ブレーキ実施上の技術的課題である。今回採用した安定化のための方式は次のようなものである。

(1) 電力回生ブレーキ時にも界磁制御を行ない、高速時には界磁を弱めて主電動機発生電圧を押え、ブレーキの適用速度範囲を広げる。

(2) 主電動機発生電圧が電源電圧に近くなった場合、主電動機電流を制限して発生電圧の上昇をあらかじめ防止する電圧制御系を備える(特許申請中)。

(3) 主電動機電機子と電源とを直接接続する電圧上昇制限用ダイオードDsを設け、万一不安定領域にはいった時、分巻電動機のような形にして電圧上昇を防止するとともに、このダイオードに電流が流れたことを検出してチョップを非動作とし、界磁を急速に弱めて安定領域に引き戻すような保護回路を採用する(特許申請中)。

いずれにしても高速ではブレーキ力が不足する領域がでてくる。この場合、その不足分を空気ブレーキによって自動的に補足することができるブレーキ制御方式が採用されている。

3.3 誘導障害対策

従来パルス制御方式実用上の難点とされていた誘導障害対策として考慮した主要項目は次のようなものである。

(1) 車載誘波器による誘導障害の軽減

図2および図5に示すように、車両にL、Cによる低域誘波器を設け、電車線に送り出される脈流分を抑制するようにした。

(2) 相差運転方式の採用

本試作車では2組のチョップによる相差運転方式を採用した。本方式の採用により電車線電流の脈流分はさらに抑制されている。

(3) チョップ動作周波数の選択

チョップ動作周波数を、誘導障害を与えにくい領域において選択し、しかも力行起動時の短時間を除いてその周波数に固定する定周波制御を実施した。

以上のような対策を実施した結果は、後述、試験結果に示すように、今回の試作車については問題ないことが明らかとなり、チョップ車の実用化に明るい見通しを得ることができた。

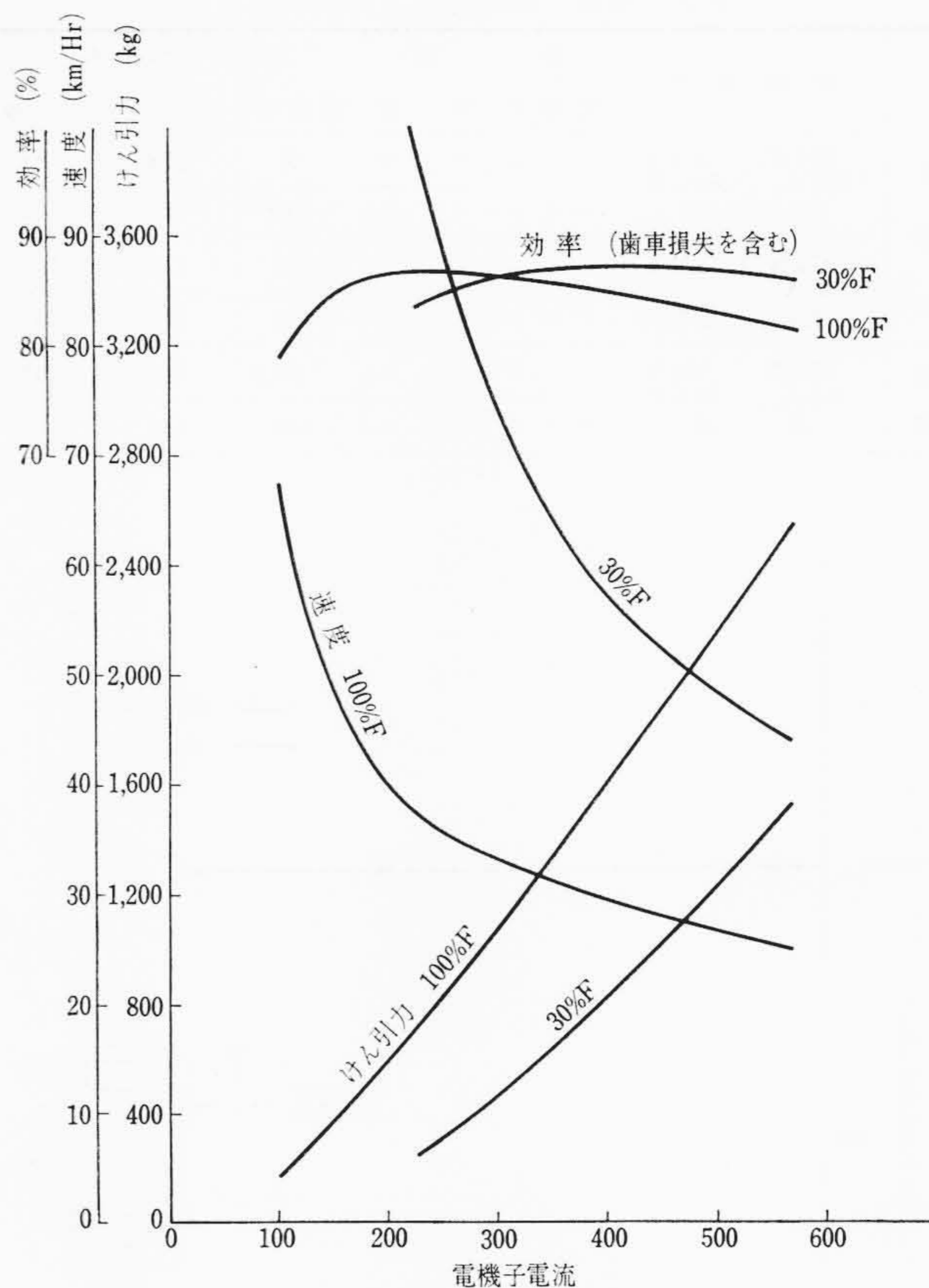


図6 95 kW 主電動機特性曲線

4. 主要電気品

4.1 主電動機

表1は主電動機の概略仕様であるが、その詳細を示せば次のとおりである。また図6は特性曲線である。

形 番 号	HS-1035-Dr 6
形 式	EFO-H ₆₀ (直巻, 補極付)
1 時 間 定 格	95 kW, 375 V, 285 A 1,500 rpm, (80% F)
連 続 定 格	87 kW, 375 V, 262 A 1,560 rpm, (80% F)
最 弱 界 磁	30% F
絶 縁	F種エポキシ樹脂絶縁 (製作台数8台中4台の電機子には耐熱フィルム絶縁採用)
最高許容回転数	4,800 rpm (320%)
最高運転速度	100 km/h (4,210 rpm)
歯 車 比	99:16=6, 19:1
駆 動 方 式	歯車接手, 平行カルダン
装 架 方 式	台車装架方式
定 格 速 度	37.4 km/h
定 格 け ん 引 力	906 kg
重 量	700 kg

本主電動機のおもな特長をあげれば次のようになる。

(1) 絶縁方式に関して日立製作所ではF種エポキシ樹脂絶縁、H種エポキシ樹脂絶縁方式を順次開発実用化してきたが⁽²⁾、さらに今後の標準絶縁となると考えられる耐熱フィルム絶縁法についても実用化に成功し、今回主電動機4台の電機子巻線に、ポリイミド樹脂(商品名: カプトン)のフィルム絶縁を採用し、従来ものと実績を比較することになった。ポリイミドフィルムは、H種以上

表2 直流、脈流温度上昇試験結果

	試験条件	絶 縁		温度上昇 (deg)		
		電機子	界 磁	電機子	主 極	補 極
4 時 間	95 kW, 375 V 285 A, 80% F 〔直 流〕	フィルム	マイカ	91	108	95
		マイカ	マイカ	107	109	94
	95 kW, 375 V 285 A, 80% F 〔脈流率 31.5%〕	フィルム	マイカ	98	115	106
		マイカ	フィルム	109	115	103
連 続	87 kW, 375 V 262 A, 80% F 〔直 流〕	フィルム	マイカ	93.5	131	103
		マイカ	マイカ	110	132	104

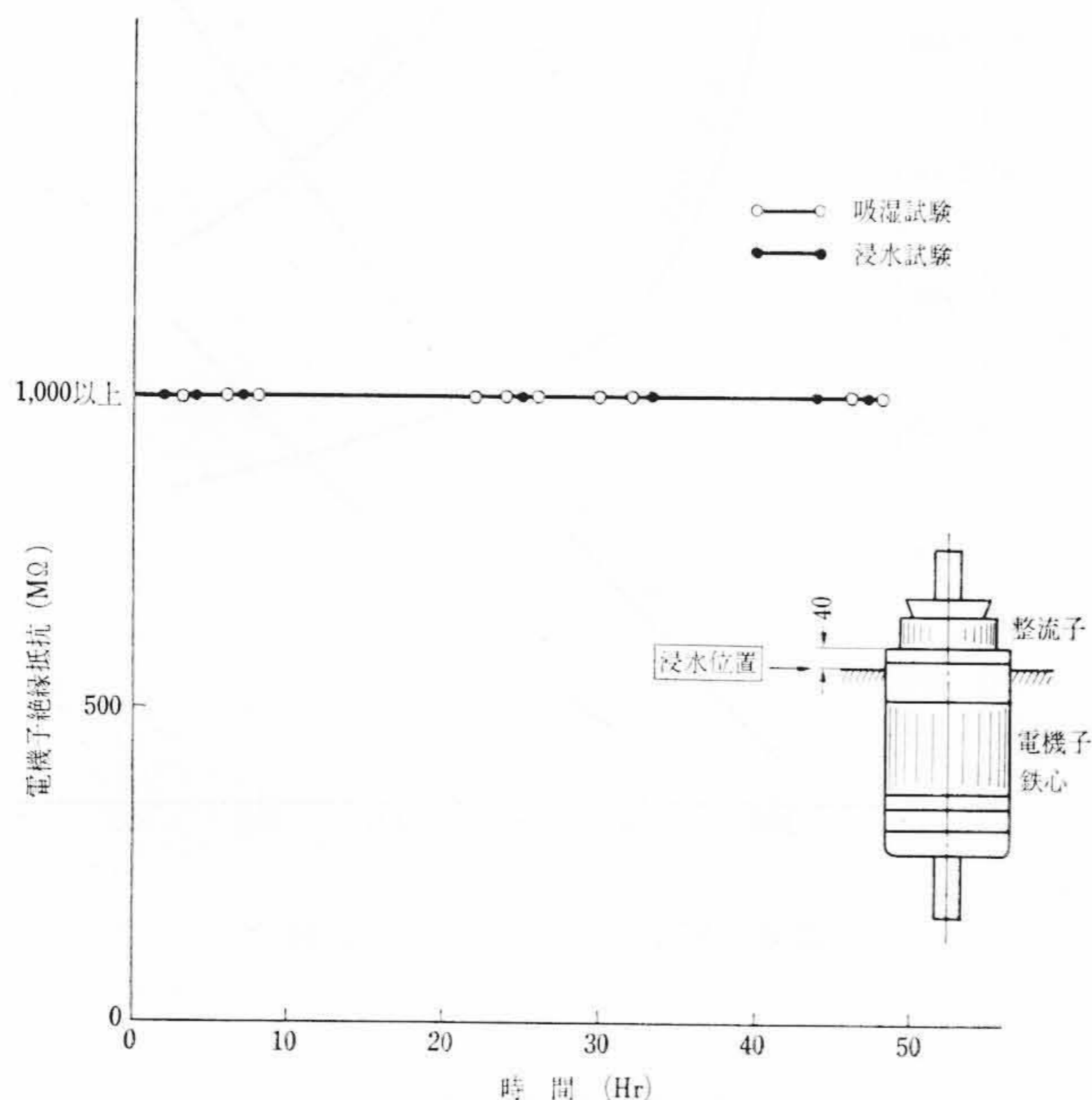


図7 吸湿試験および浸水試験結果

の耐熱性を有し、耐電圧性がきわめてすぐれ、コイル絶縁層の厚さをきわめて薄くすることができるので、電機子スロット部の導体占積率を著しく向上することができる。表2は直流温度上昇試験結果と、脈流率約30%の脈流温度上昇試験結果であるが、耐熱フィルム絶縁主電動機は、従来のマイカ絶縁よりも約13%程度、温度上昇が低いことがわかる。また吸湿、浸水に対する絶縁抵抗もすぐれた特性を有している。図7に吸湿試験および浸水試験結果を示した。この結果より、信頼度の向上と、保守の簡易化、絶縁事故の絶滅が期待される。

(2) 軸受潤滑の抜本的長寿命化と無保守化を目的としてパック式軸受装置(実用新案申請中)を採用した。これはグリースの汚損、ならびに離油した油分の漏れを完全に防止することによって、途中給油を不要にするとともに、グリースの交換期間を従来の2倍(3年)以上に延長するものとした。

(3) 整流子ライザと電機子コイルの接合には、TIG溶接を採用した。これは不活性ガスふん囲気中で、タングステン棒とライザの間にアークを発生させ、電機子コイルと整流子ライザを溶接する方法で、熱的信頼度を格段に向上した。図8は溶接部外観である。

(4) 磁気わくの一部と補極鉄心の積層化、補極ライナの積層化などの脈流対策を実施した。すなわち、うず電流による整流磁束変化の遅れを少なくして過度時の整流改善を図るとともに、界磁の安定度を高くし、電機子反作用に基づく磁束のひずみを押えて回生ブレーキ時の過電圧運転状態での最大片間電圧を押えた。この結果、非常に良好な電流性能を有することが現車試験で確認された。

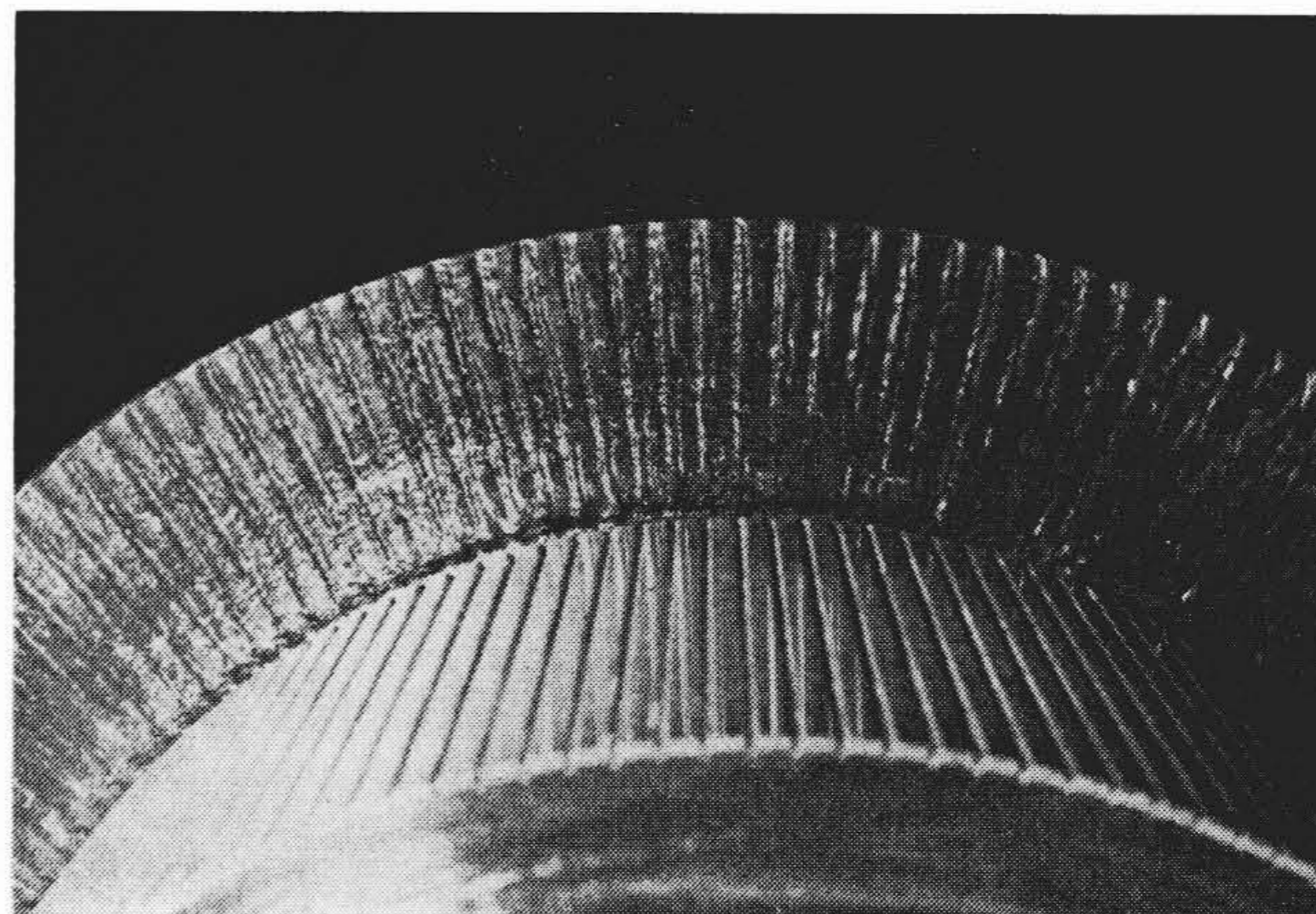


図8 TIG溶接

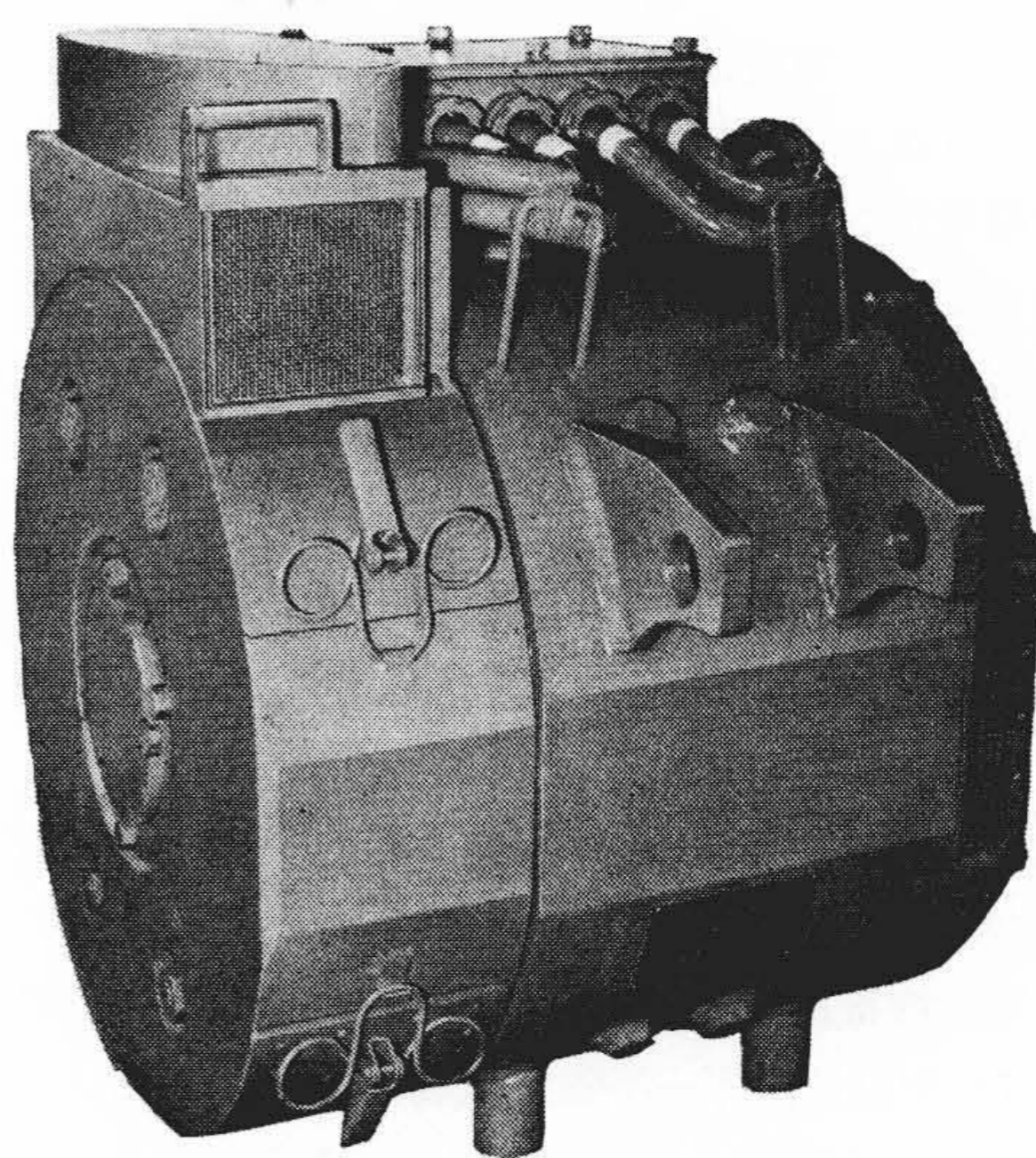
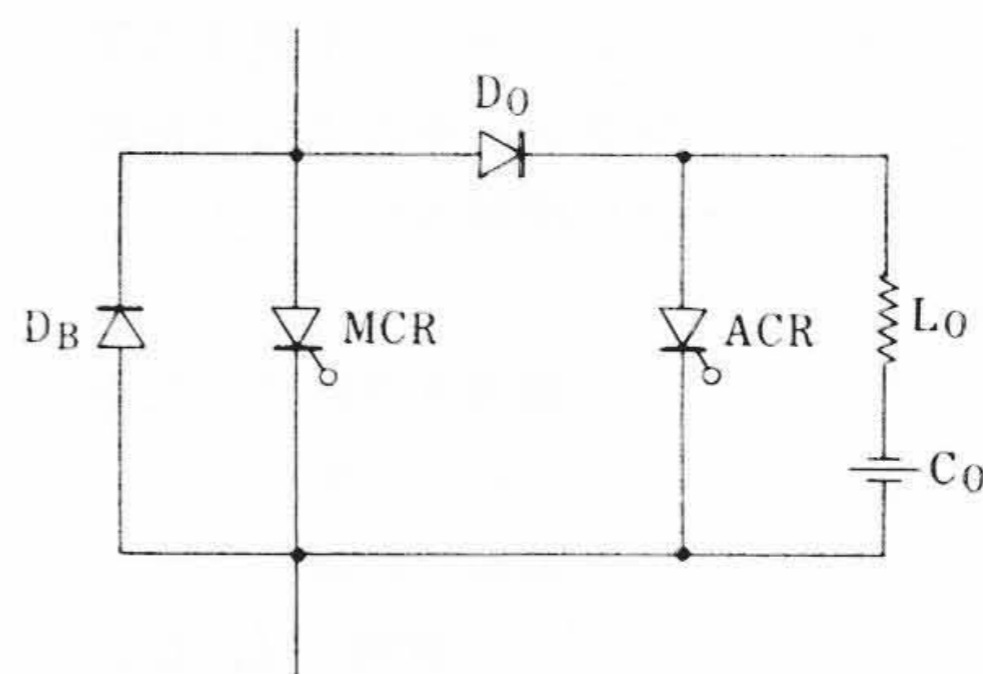


図9 主電動機



MCR:主サイリスタ
ACR:補助サイリスタ
DB:側路ダイオード
D0:転流補助ダイオード
Lo:転流リアクトル
Co:転流コンデンサ

図10 反発パルス式チョップ回路

そのほか、低騒音ファン、エポキシ樹脂絶縁ロッドを用いた刷子保持器などの新技術を採用した。図9は主電動機外観を示したものである。

4.2 チョップ装置

チョップ回路としては各種の回路方式が提案されているが、高圧大電力制御用としての日立製作所の標準形式となっている反発パルス方式を採用した。本方式は図10に示すような回路形式で、次のよ

表3 サイリスタ要目表

形	式	CH03VX
定格せん頭逆耐電圧	(V) peak	1,200
定格せん頭過渡逆耐電圧	(V) peak	1,300
定格せん頭順阻止電圧	(V) peak	1,200
定格平均順電流	(A) ave	400 (単相半波 180° 通流)
定格瞬時過電流	(A) peak	5,000 (10 ms 通流, 正弦半波1サイクル)
最大順電圧降下	(V) peak	20 (単相半波せん頭値780A 通流角180°)
定格せん頭ゲート電流	(A) peak	2
最小ゲートトリガ電圧	(V) DC	3.5 (at $T_j=25^\circ\text{C}$, 6 V DC)
最大ゲート非トリガ電圧	(V) DC	0.15 (at $T_j=25^\circ\text{C}$, 6 V DC)
最小ゲートトリガ電流	(mA) DC	300 (at $T_j=25^\circ\text{C}$, 6 V DC)
最大ゲート非トリガ電流	(mA) DC	1.5 (at $T_j=25^\circ\text{C}$, 6 V DC)
動作接合温度	(°C)	-40~+115
保管温度	(°C)	-40~+115
接合冷却体間熱抵抗	(°C/W)	0.05
ターンオンタイム	(μs)	標 準
最大順電圧上昇率	(V/ μs)	30
最大順電流上昇率	(A/ μs)	100
ターンオフタイム	(μs)	50
最大加圧荷重	(kg)	1,000
重量	(g)	230

表4 ダイオード要目表

形	式	F01CE
定格せん頭逆耐電圧	(V) peak	2,500
定格過渡せん頭逆耐電圧	(V) peak	2,800
定格平均順電流	(A) ave	500 (単相半波 180° 通流)
定格瞬時過電流	(A) peak	10,000 (10 ms 通流, 正弦半波1サイクル)
12 t 限界値	(A ² s)	50,000 (時間 2~10 ms)
最大順電圧降下	(V) peak	165 (単相半波せん頭値1,500A 通流角180°)
動作接合温度	(°C)	-40~+150
保管温度	(°C)	-40~+150
接合冷却体間熱抵抗	(°C/W)	0.05
加圧荷重	(kg)	1,000
重量	(g)	200

表5 主要制御機器一覧

機 器 名	内 蔵 品
チョップ装置	チョップ回路, 同ゲート回路 主平滑リアクトル, 電動送風機
チョップ制御器	制動転換器, 逆転器 弱界磁接触器, 予備励磁装置 電流電圧制御装置, 直流変流器 制御用リレー箱
断流器箱	断流器, 高速度遮断器 直流変圧器
主フィルタリアクトル箱	主フィルタリアクトル, 転流リアクトル
主フィルタコンデンサ箱	主フィルタコンデンサ
転流コンデンサ箱	転流コンデンサ

うな特長を有している。

- (1) 転流コンデンサへの充電電流が主サイリスタ (MCR_f) に主電流と重畳して流れることがないので, 主サイリスタの電流責務が軽減される。
- (2) 転流回路のインダクタンスとコンデンサが常に直列に接続された形で動作するので, 補助サイリスタ (ACR_f) の電流立上がり抑制され, 補助サイリスタの責務が軽減される。
- (3) 側路ダイオード (D_B) が付加されているので, 転流エネルギーの利用率が良く, また, 転流時に主サイリスタにかかる逆電圧が制限されて, サイリスタの直列接続を行なう際, 特に逆電圧バランスを考慮する必要がない。
- (4) 回生ブレーキ初期などに問題となる, 外部回路からの充電が容易な回路構成である。

このチョップを構成するにあたって, サイリスタには, 大容量高速素子 CH 03 VX 形を, ダイオードには高耐圧素子 F01CF 形を用

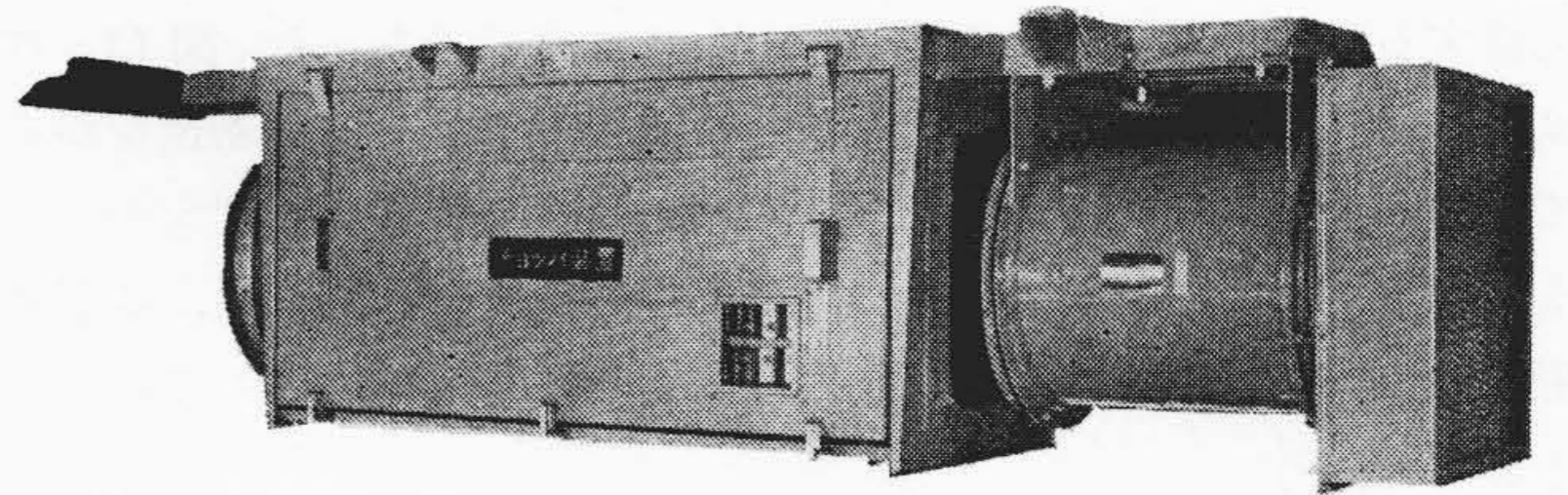


図11 チョップ装置

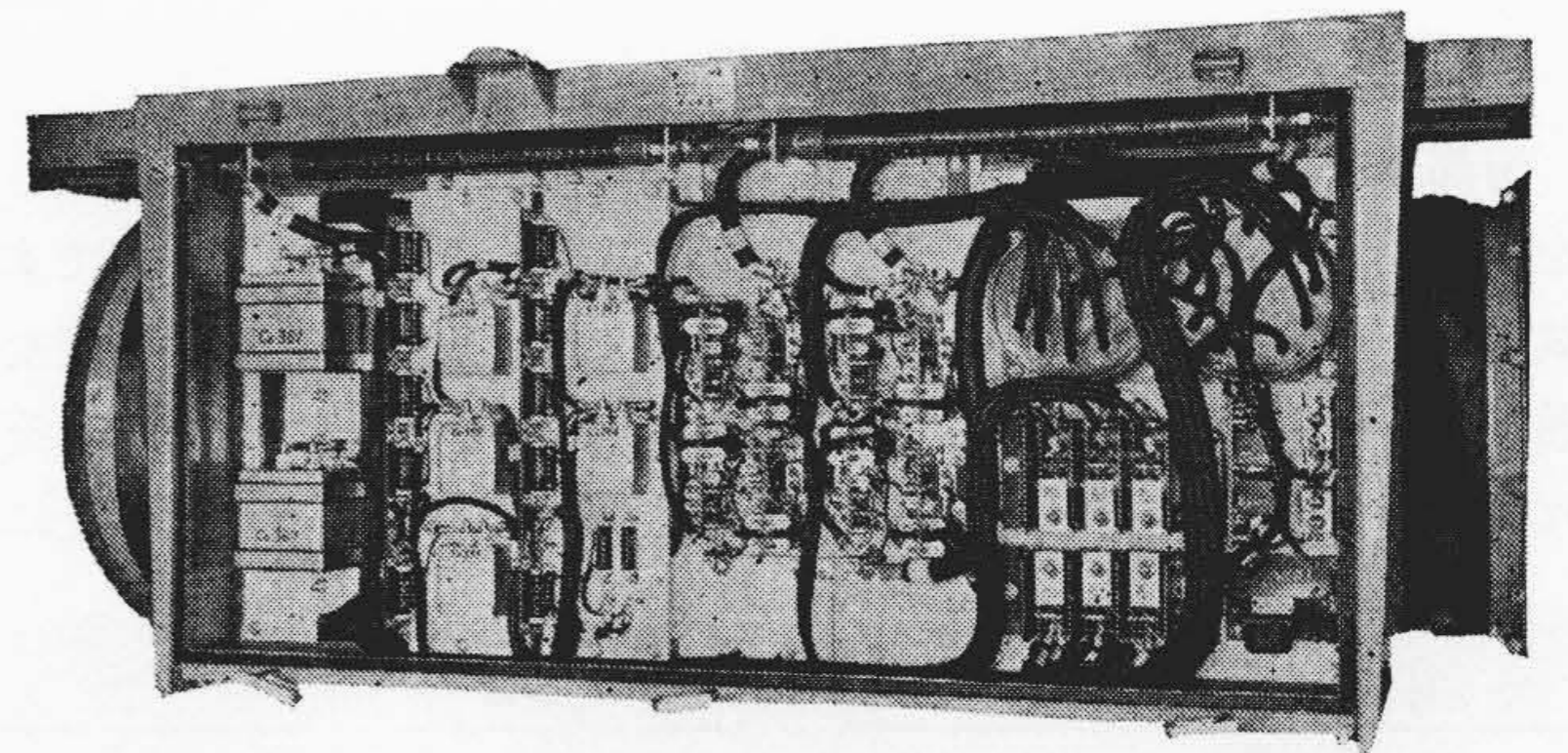


図12 チョップ装置内部

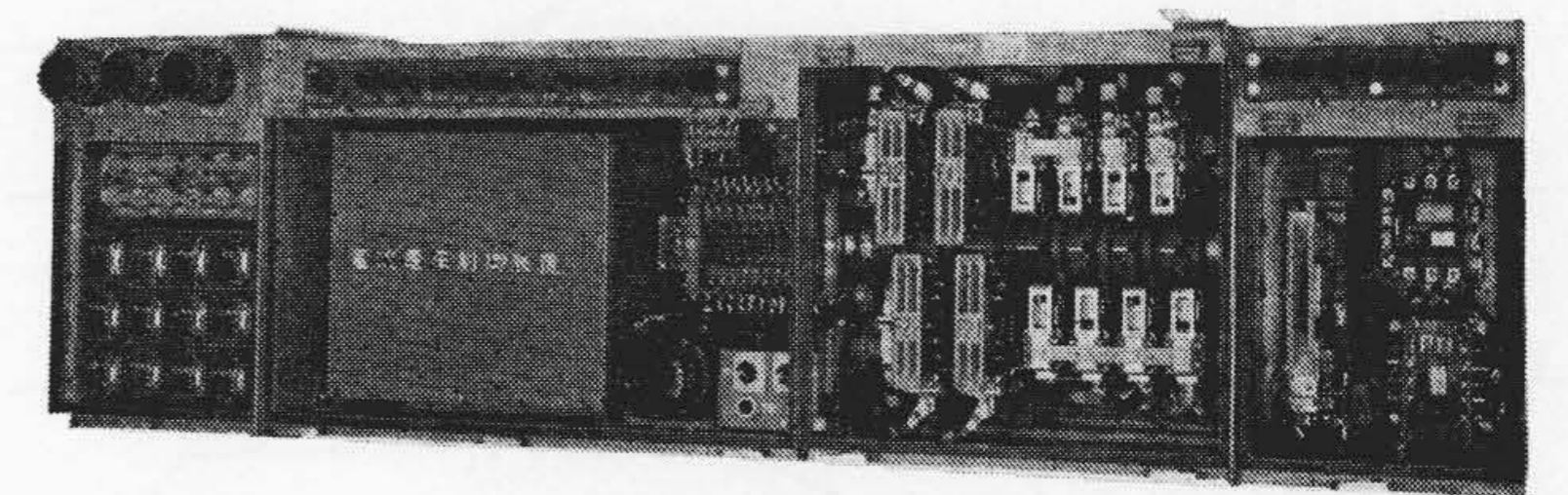


図13 チョップ制御器

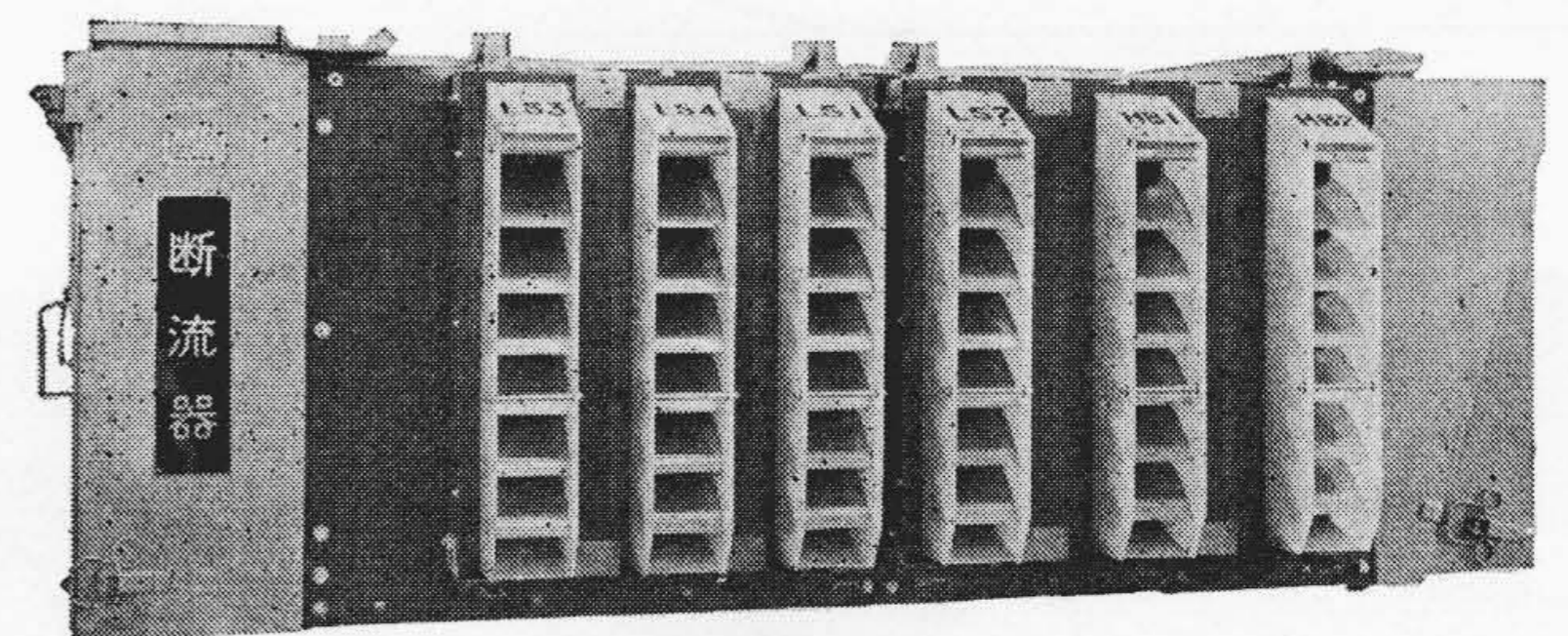


図14 断流器箱

いた。これらはいずれも両面放熱構造のユニットセル形で, 冷却方式には強制風冷方式が採用されている。表3はサイリスタの, 表4はダイオードの要目一覧である。

図11は本チョップ装置の外観を, 図12は主要部の内部構造を示すものである。

4.3 そのほかの主要機器

本試作車の制御用電気品は, チョップ装置のほか, 主として表5に示すようなものからなっている。図13はチョップ制御器, 図14は断流器箱を示している。

5. 試験結果

5.1 車両性能試験

本試作車は43年3月より試運転走行が開始され, 帝都高速度交通営団, 東西線において各種の試験が実施された。本試作車は, 初めて実用的なチョップにより運行される車両であるから, 将来を想定してきわめて綿密な試験を実施し, 各種データを採取した。

車両性能試験は, 制御の基本性能が満足されているか否かを見る

もので、各種運転条件、取り扱い条件で、制御装置の応答を調査、調整する試験である。その結果はきわめて良好であった。図15~17は力行時の各種ノッチ扱いを行なった場合と、ブレーキ初速をかえて電力回生ブレーキをかけた場合の主回路の応答を示すものである。回生ブレーキ時、主電流に階段的現象が見られるのは、各弱界磁段においてブレーキ力が一定になるように主電流の値を変えているからである。

本試験で特筆すべきは、きわめて良好な乗ごち特性が得られたことである。無接点連続制御方式の利点の一つが実証されたと言えよう。

5.2 誘導障害試験結果

帝都高速度交通営団ではかねてより誘導障害に関する調査委員会を設け、この問題について研究を進めて来たが、その一環として本試作車を用いて詳細な実車試験を実施した。本試験は帝都高速度交通営団のほか、日本国有鉄道技術研究所、関係メーカー数社がそれぞれ測定を担当した大規模なもので、日立製作所もちろん、車上に

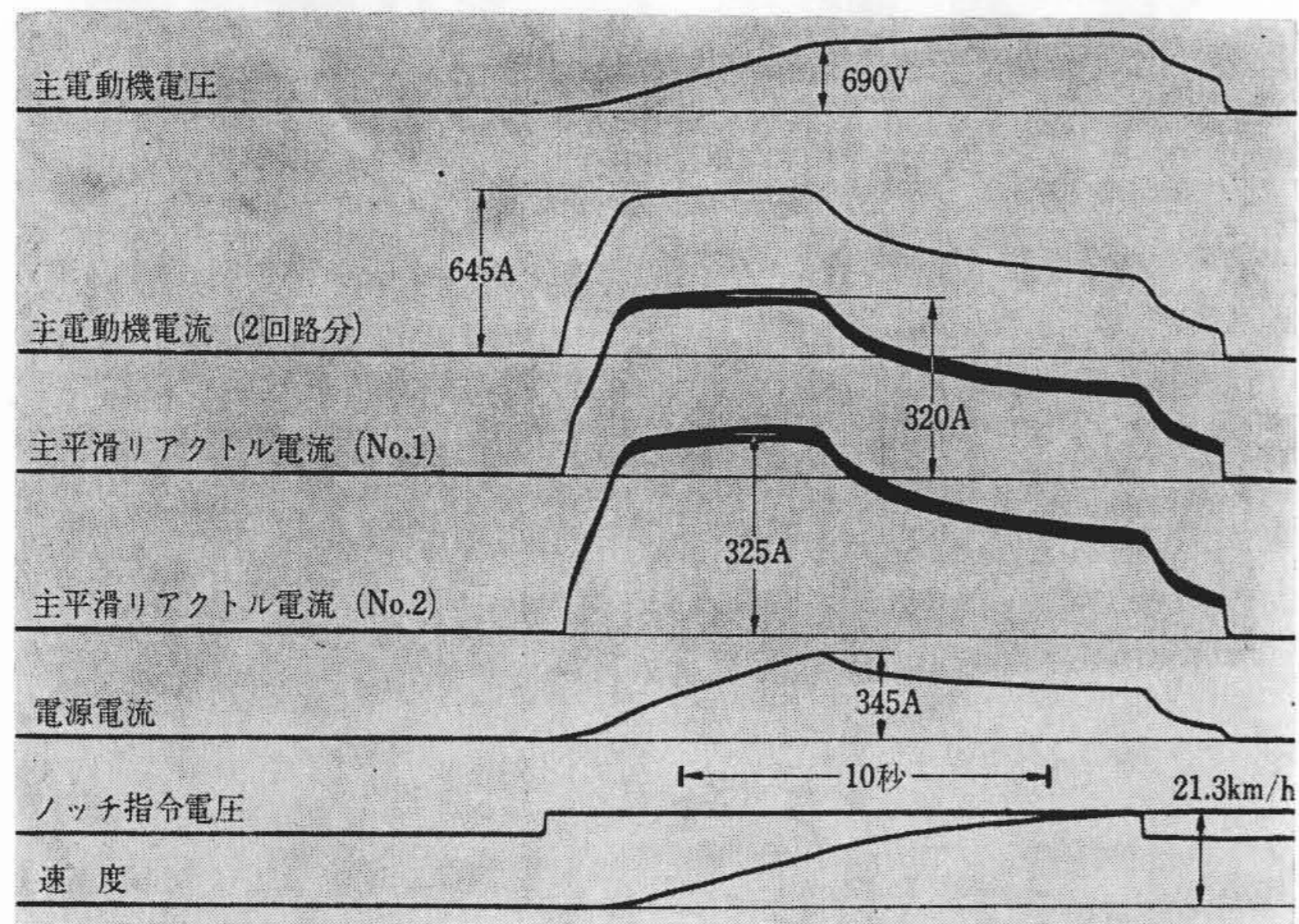


図15 力行制御試験結果(力行2ノッチ)

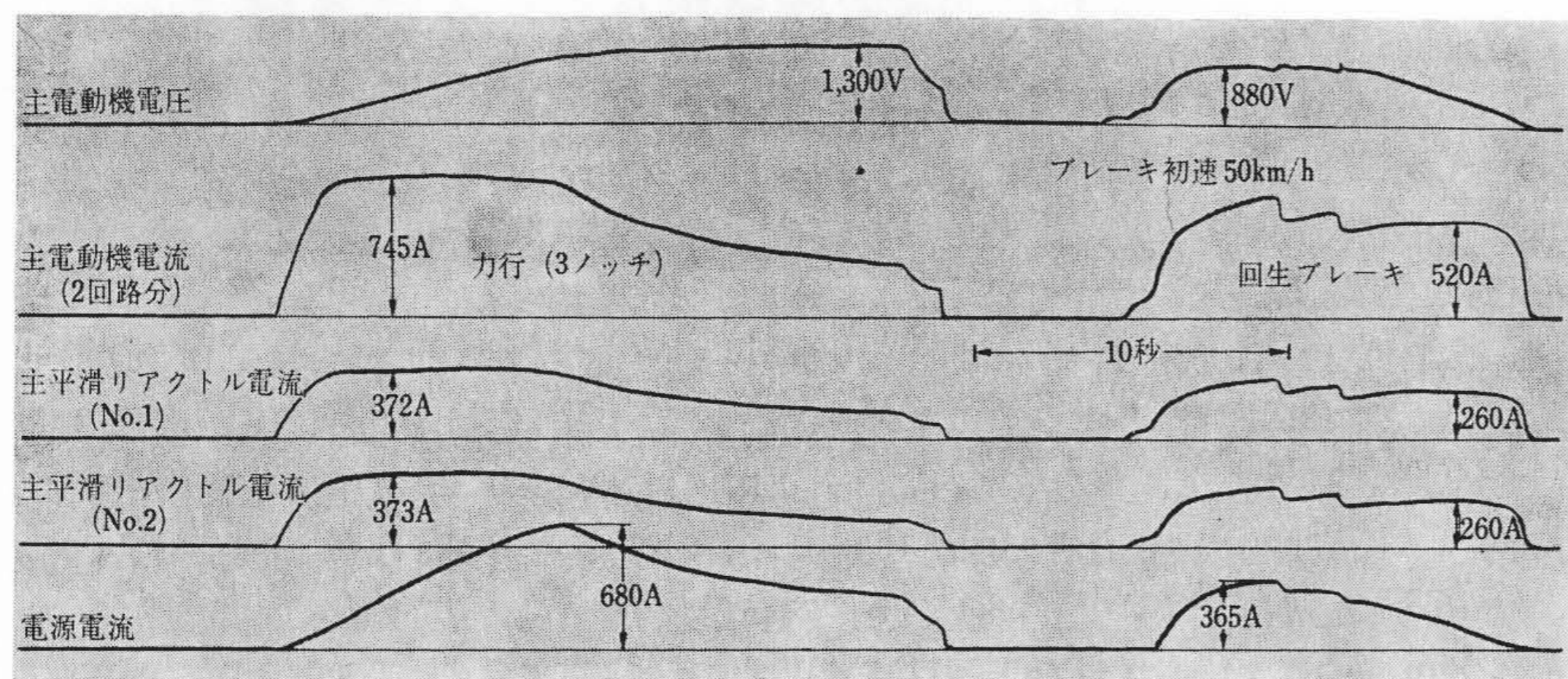


図16 力行-回生ブレーキ制御試験結果

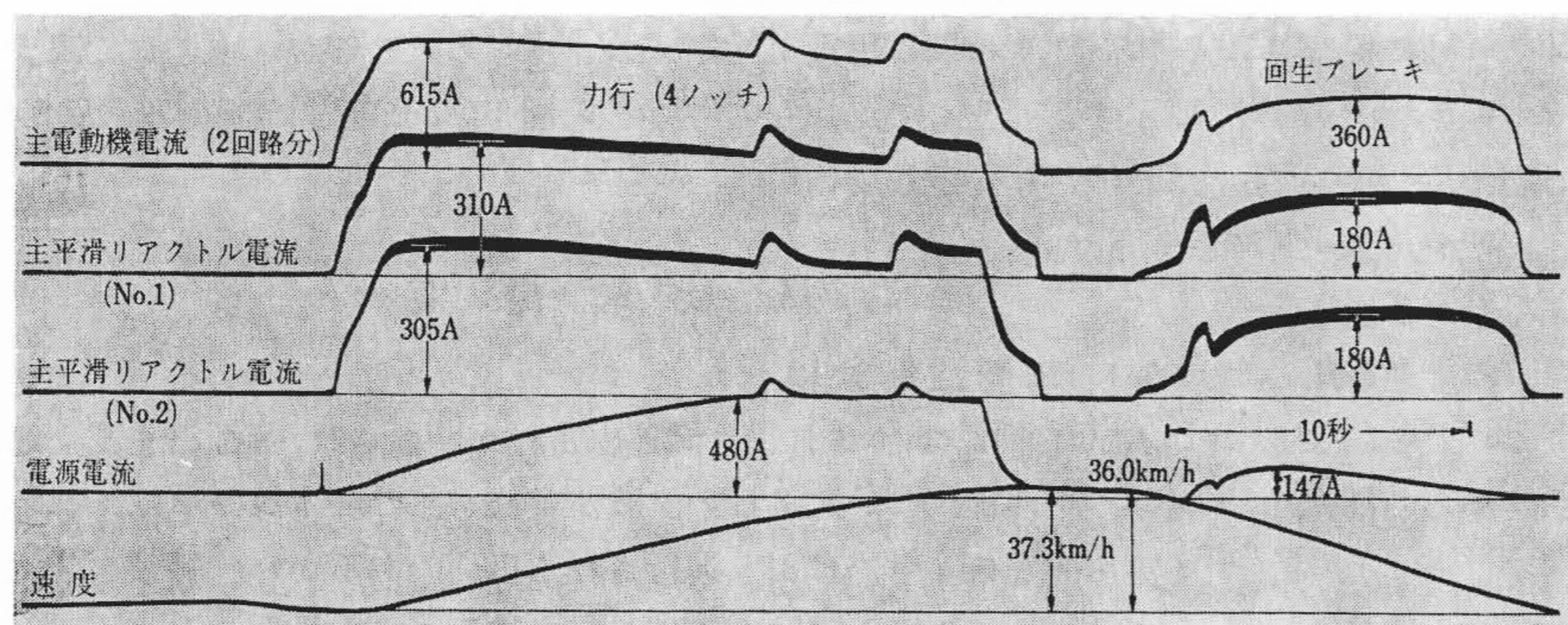


図17 力行-回生ブレーキ制御試験結果

において測定可能な項目、変電所設備に係るものなどの測定を行なった。

本試験で実施された項目を列記すると表6のようになる。また本試験において測定上の変数として扱ったものは表7に示すようなものである。

以上に示したような総合的な試験を実施した結果、適切な周波数と定数を選択すれば、ほとんど問題ないことがわかったほか、実に貴重なデータを各種入手することができた。

もちろん今回の試験では、1ユニットのデータしか得られなかったが、多数の編成列車が走行した場合の様相については現在検討を進めており、検討結果については別報により報告の予定である。

図18は本試験において得られた、一定周波数、一定通流率で定速運転中の電車線電流の調波分析結果の一例である。これらの結果において注目すべきは、試験路線の変電所では、3相整流リップルに対する誘波器が設置されていないので、整流リップルに対応する、たとえば300Hz成分がチョッパ車の発生する高調波に比べてきわめて大であることで、等価妨害電流の実測値もほとんどこの整流リップルにより決定されていた。

5.3 再粘着方式試験

パルス制御方式を採用した直流車両は、従来の抵抗制御方式の車両と異なり、ノッチ渡りのとき過渡的に主電流が大きくなるといったことがないので本来空転しにくいといった特長を持っているが、電流制御系の良好な応答特性を利用すれば、空転したとき加速電流を急速にしぼって再粘着させる方式を簡単に適用することができる。このような特性をじゅうぶんに活用することができるならば、車両加速時の利用粘着係数を高くとることができ、加速度をあげて列車性能を向上するとか、編成中の電動車の数を減らし経済的な列車を実現することが可能となる。従来、東西線車両は8M2T編成であり、今回の試作車も量産時8M2T編成で運用されることを前提として計画されたが、上述の再粘着性能を付加することにより、6M4Tで運用する可能性をたしかめるため、実車試験を行なった。

表6 誘導障害度調査試験項目

測定項目	測定場所
電車線電流調波分析	車 上
電車線電流等価妨害電流測定	車 上
電車線電流50Hz成分測定	車 上
架線電圧脈動分測定	車 上
50Hz軌道回路の軌道リレーの動作	地上軌道回路
ATC軌道回路受信器の動作	地上軌道回路
ATC車上受信器の動作	車 上
添線式ATC受信機の動作	地上軌道回路
変電所出力電流の調波分析	変電所
変電所出力電圧の調波分析	変電所
変電所交流測電流の調波分析	変電所
△I装置の電流波形	変電所
通信線への誘導電圧	地 上
誘導無線機器への誘導障害	地 上

表7 誘導障害度調査試験時の試験条件

項目	内容
制御状態	力行および電力回生ブレーキ
力行条件	(1) 通常運転 (2) 通流率固定定速運転
固定通流率	(1) 1/4 (2) 1/2
回生ブレーキ条件	(1) ブレーキ力変化時 } ブレーキ (2) 一定ブレーキ力 } 初速変化
誘波器定数	フィルタコンデンサを変化
総合動作周波数	170~300 Hz まで試験

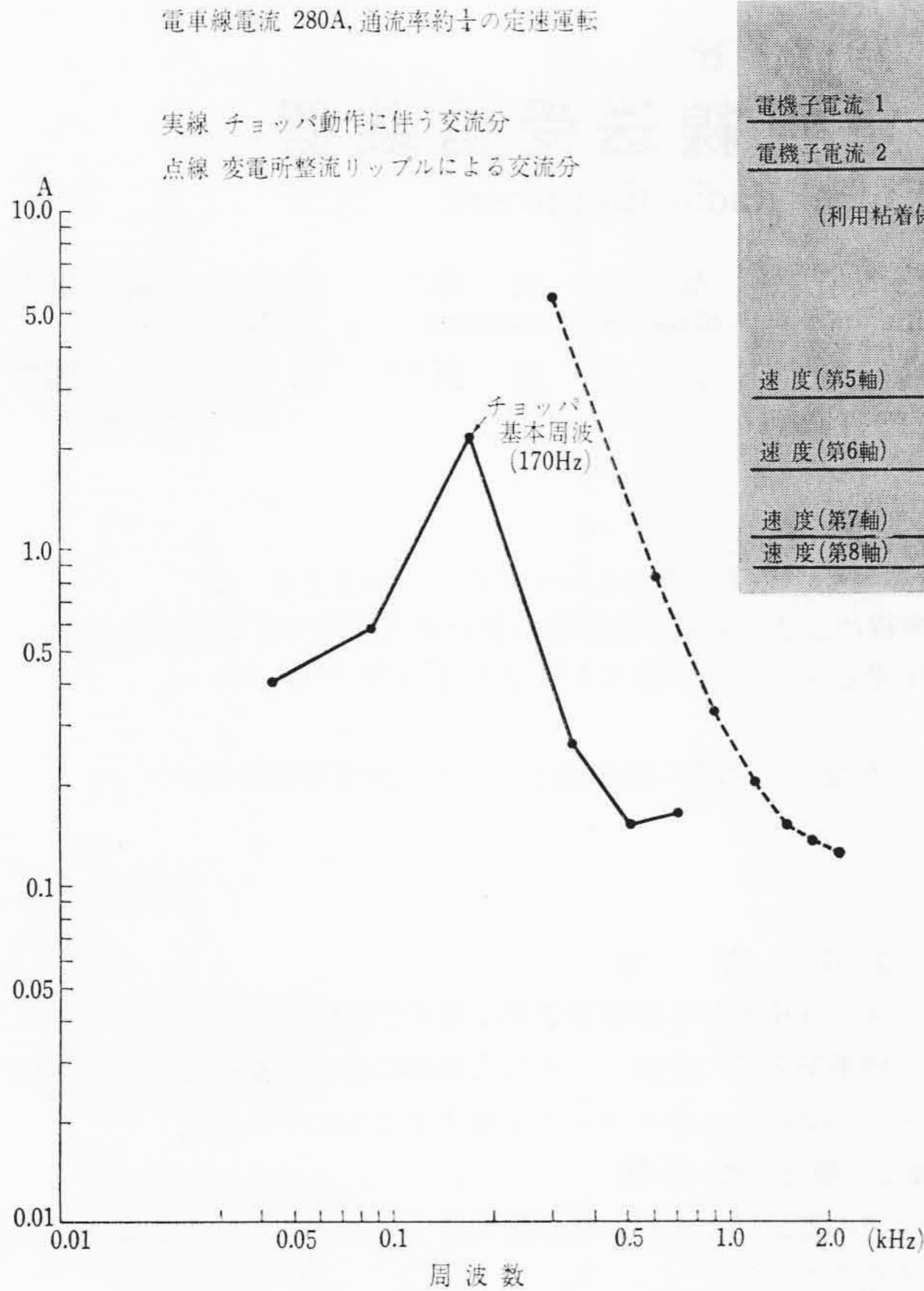


図 18 力行定速運転時の電車線電流調波分析

本試験はレール面に散水し、粘着係数が上がるように加速電流を増し、必要に応じて付随車に空気ブレーキをかけて加速度を調整しつつ実施した。図 19 は本試験結果の一部を示すものである。本図に示された試験は目標とする 6M4T よりさらに条件が過酷な 5M5T 編成で運用した場合に相当する粘着係数で運転した場合のもので、空転が微少な範囲におさまっていることがよくわかる。

以上の試験結果から、量産車は 6M4T の編成で計画することに決定されたが、通常線区で、空転時の再粘着装置を付加したチョップ車は、粘着利用の面からのみ考えれば、同一の加速性能でさらに電動車数を減らす可能性もじゅうぶんある。しかしながら電動車数の減少は主電動機、チョップなどの単機容量の増加が必要になるので、ぎ装上の限界もありこれらの機器の寸法重量と合わせて検討する必要がある。

6. 結 言

サイリスタ素子の大容量化およびその制御技術の発展は、もとも

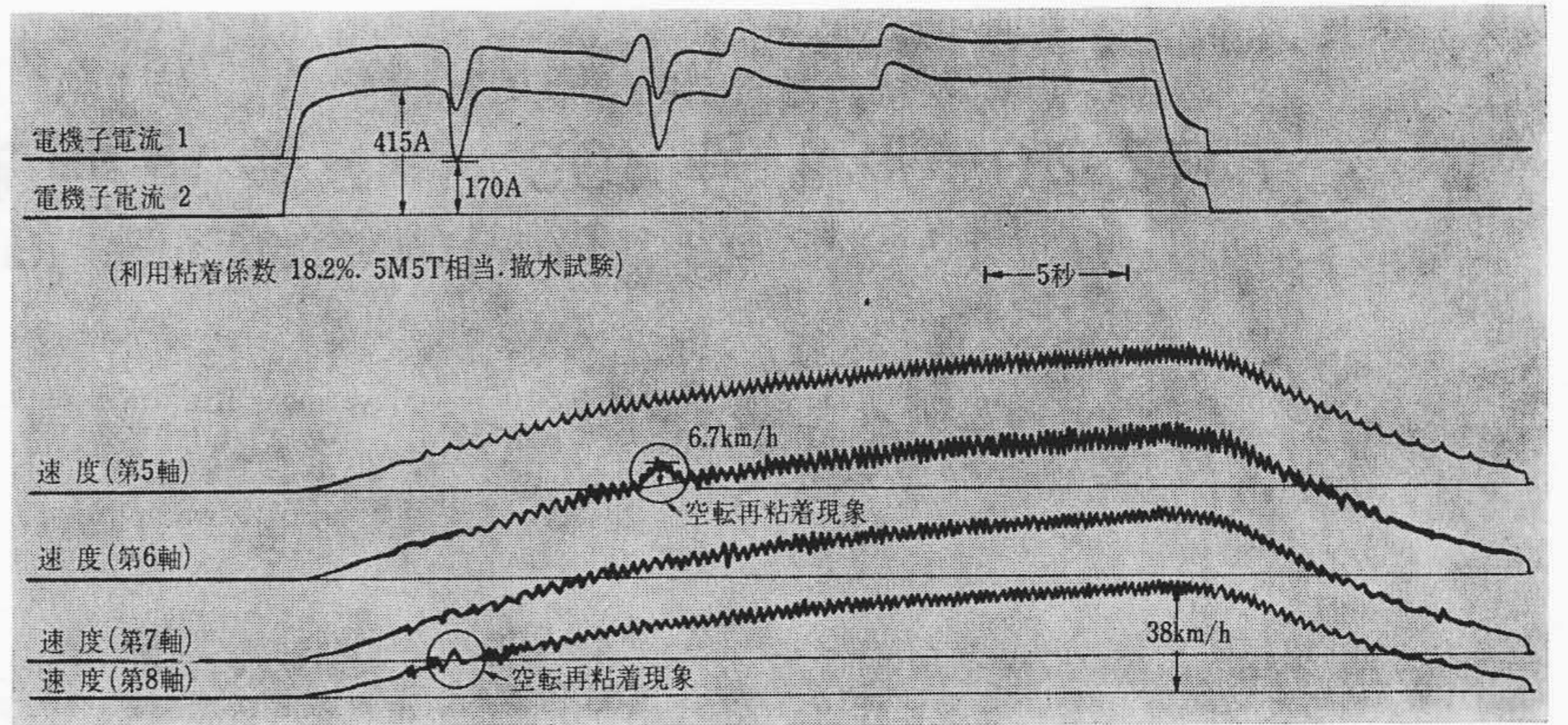


図 19 空転再粘着試験結果

とそれに対する強い要請があつてなされたものであろうが、これら半導体技術の進歩が、電力制御技術を変革しつつあるのは明らかである。電気車両の制御方式もこの例にもれず、交流車両においてはサイリスタを用いた位相制御方式が一般化し、最近の新設計車両はほとんどこの方式を採用している。直流車両は、いわゆる強制転流技術の確立が必要であつたためやや遅れていたが、日立製作所は多くの試験を繰り返してサイリスタ制御の適用に経験をつみ、今回帝都高速度交通営団 6000 系試作電車にチョップを用いたパルス制御装置一式を製作納入した。

本装置は現車試験によって、車両性能に関するものはもちろん、誘導障害度調査、粘着性能などの総合的な試験を実施し、ほぼ所期の性能を確認することができた。これらの各種試験を通じて得られた試験データは、その一つ一つが初めてのものであり、まことに貴重なものである。帝都高速度交通営団ではこの 6000 系車両の実績をもとに、さらに実用面からの改善を加味して試作編成を製作することになり、現在日立製作所においてパルス制御装置を製作中である。この新しい装置については別途報告の予定であるが、本編成の完成により、真の意味での実用車両が出現するわけで、その成果には大いに期待すべきものがある。

終わりに、本装置の製作にあたっては製作前の各種試験および本装置の現車試験を通じ、終始明確な方針のもとにご指導を賜つた帝都高速度交通営団関係各位に心からの謝意を表するとともに、今後のご指導をさらにお願ひする次第である。

参 考 文 献

- (1) 刈谷, 市川ほか: 日立評論 48, 1229 (昭 41-10)
- (2) 河井, 立川: 日立評論 48, 526 (昭 41-4)
- (3) 立花, 坪井ほか: 日立評論 50, 876 (昭 43-10)