

最近の高速電管用制御装置

The Latest Control Equipment for Rapid Transit Electric Trains

古山 義雄* 今泉 藤磨* 山田 行雄*
 Yoshio Koyama Fujimaro Imaizumi Yukio Yamada

内 容 梗 概

最近の日立高速電管用制御装置である一回転式MMC制御装置およびバーニアノッチ式VMC制御装置の内容および試験成績について報告する。

これらの制御装置を装備した電車はMTMあるいはMT編成で従来MM編成でなければ得られなかった、3 km/h/s をこえる加速度が得られることを現車試験により確認し車両費低減の一つの方策を開いた。

1. 緒 言

高速電車の高性能化とは全軸駆動のMM編成列車に電空併用ブレーキを常用し、多段式制御装置を装備して高加減速度を得、もって近代的輸送機関としての要望を満足するといった一応の定形化がみられる。

これらの高性能電車をそれ以前の電動制御専用の簡単な制御装置を備えたMT編成列車と比べた場合、性能向上をささえるために諸装置の複雑高級化を伴い、車両建造費の割高、保守費の増大という問題点が表裏一体となって存在している。

これを制御装置の立場からみれば、制御装置を構成する各機器の構造簡化およびトレーラを含んだ列車編成で3 km/h/s以上の加速度をうることのできる制御方式の開発が必要となる。

最近相ついで完成した一回転式MMC制御装置およびバーニアノッチ式VMC制御装置はかかる用途に適したものである。

前者は昭和14年日立製作所により開発され、戦後における日本の電管用制御器の主流を形成したカム軸一方向二回転式直並列制御法を採用した日立MMC制御器の性能向上と構造の簡化を図ったものである。すなわちカム軸の一回転で従来の二回転で得られた以上の制御段数を持ち、主電動機の直並列制御および弱界磁制御まで行えるように改良したもので、MTM編成にて3 km/h/s以上の加速性能が得られるものである。

これをさらに一歩進めて同一車長のMT編成列車にて3 km/h/sの加速度を得ようとするれば、従来の設計標準粘着係数を上回る粘着係数が有効に利用できなくてはならないという新しい問題にそう遇した。

交流電気機関車においては粘着係数の有効利用値を高める制御方式がすでに実現をみていたものであるが直流電車においても磁気増幅器式無接点ノッチ進め方式によるバーニアノッチ制御方式と再粘着装置を併用することにより従来ここまでは安全であると考えられていた値より大きな粘着係数が有効に利用できることが確かめられた。これがVMC制御装置である。以上のような趣旨からこれら二種類の制御装置は高性能経済車用制御装置と呼ぶことができるであろう。

2. MMC および VMC 制御装置の要目

MMC-LHTB 20 制御装置および VMC-HTB 10 制御装置の要目をあげると第1表のとおりである。

3. 制御および保護方式

トレーラを含んだ列車編成において従来のMM編成列車に匹敵する走行性能をもたせ、急行、各停両用の運行を行いうる高性能経済

* 日立製作所水戸工場

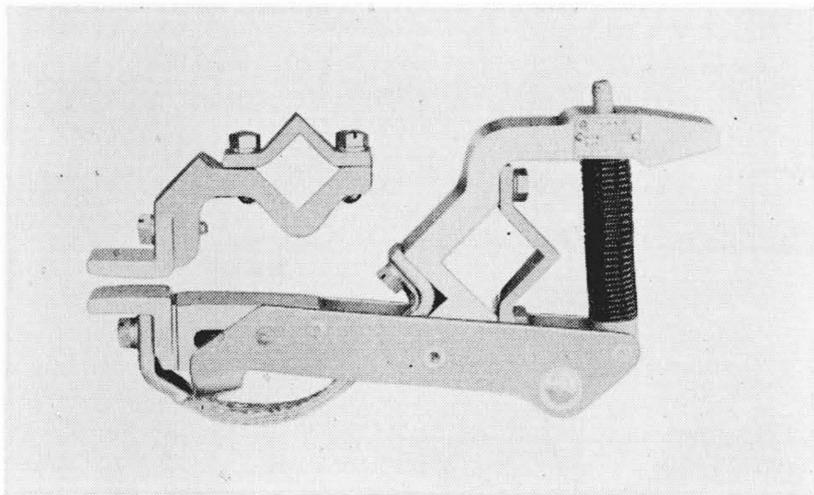
第1表 MMC-LHTB 20 制御装置および VMC-HTB 10 制御装置の要目

納入先		京王帝都電鉄株式会社	近畿日本鉄道株式会社
電 車 の 仕 様	形 式	2010形 2060形	1600形
	編 成	McTMc	McTc
	車 長	17 m	20 m
	自 重	Mc 33 t T 19 t, 20 t	Mc 34.5 t Tc 26.0 t
	定 員	Mc 100人 T 100人	Mc 170人 Tc 170人
	主電動機	1時間定格 110 kW(375 V 330 A)×8台	1時間定格 125 kW(340 V 410 A)×4台
制御装置形式		MMC-LHTB 20	VMC-HTB 10
制 御 方 式		総括制御自動加減速多段式 電動機操作カム軸式 電空併用ブレーキ式	総括制御自動加減速バーニアノッチ式、磁気増幅器制御電動機操作カム軸式、電空併用ブレーキ式
電車線電圧		DC 1,500 V/600 V	DC 1,500 V
制 御 容 量		110 kW(DC 375 V, 330 A)×8台	125 kW(DC 340 V, 410 A)×4台
制 御 段 数	電 動	限 流 起 動 1 直 列 10 渡 り 橋 絡 並 列 8 弱 界 磁(18%) 6 計 25	全 界 磁 35 弱 界 磁(40%) 4 計 39
	制 動	限 流 制 動 1 全 界 磁 17 計 18	全 界 磁 35 計 35
回 路 遮 断		常時遮断 限時限流遮断 3段 事故遮断 限 流 遮 断 1段	常時遮断 限流遮断 1段 事故遮断 HSCBによる 減流遮断 1段
制 御 電 源		DC 100 V	AC 100 V 3φ 60~ DC 100 V
制 御 空 気 圧		5 kg/cm ²	5 kg/cm ²
特 殊 装 置		可変荷重装置および空気ブレーキ 速度制御装置	特殊応荷重装置および再粘着装置

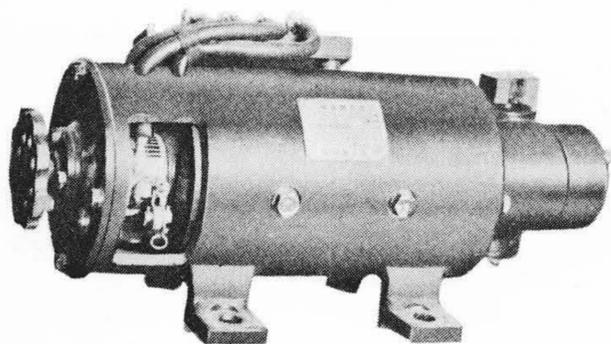
車の主電動機は定格けん引力が大で大幅の界磁制御を行えるように作られ、最近では40~18%まで弱めた弱界磁運転が可能である。

かかる主電動機を制御する制御装置は平均加減速電流を高めて起動けん引力を有効に利用し、乗り心地の良い円滑な高加減速をうるに必要な十分のノッチ数を持ち、かつ応動速度の速いものが望まれる。

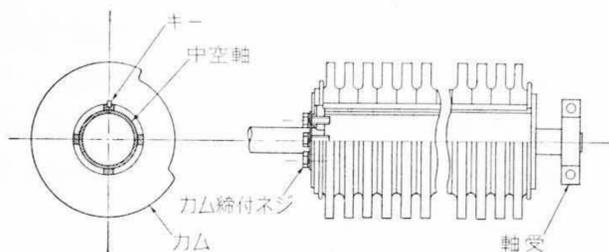
また高速から電気ブレーキを常用する際に発生する過大な誘起電圧に対しても安全であるように保護する必要がある、以下に述べる特色ある制御方式が適用されている。



第7図 新形カム接触器



第8図 小形カム電動機



第9図 高精度カム軸の断面構造

(第8図), カム角度が正確で剛性の高いカム軸構造(第9図)である。

3.3 ノッチ進め方式

3.3.1 一回転式 MMC 制御器のノッチ進め方式

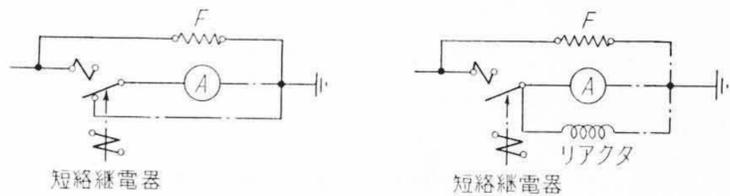
従来の電動機操作カム軸制御器では第10図(A)の短絡継電器による方法が広く用いられている。この方式では短絡継電器のb接点が荒損するためノッチ飛び越しを生じやすく、この接点の接触を良好に保つことが保守要点の一つである。日立リアクタ・ブレーキ法は第10図(B)のようにGD²の小さいカム電動機電機子と並列に適切な設計のリアクタを接続し、その電磁エネルギーをカム電動機の停止に利用するものでノッチ刻みは正確であり、問題の短絡継電器b接点が消去できるので保守が容易である。

また誘導分路法により界磁制御を行う場合、弱界磁ノッチを進めた場合の主電動機電流の立上りは抵抗ノッチに比べ緩慢でややもするとノッチ飛び越しを生じやすい。

この装置では弱界磁の各ノッチごとに限時継電器を動作させて主電動機電流が完全に立ち上るのを待ってノッチ進めを行う限時限流方式を採用しているためノッチ飛び越しを防止できる。

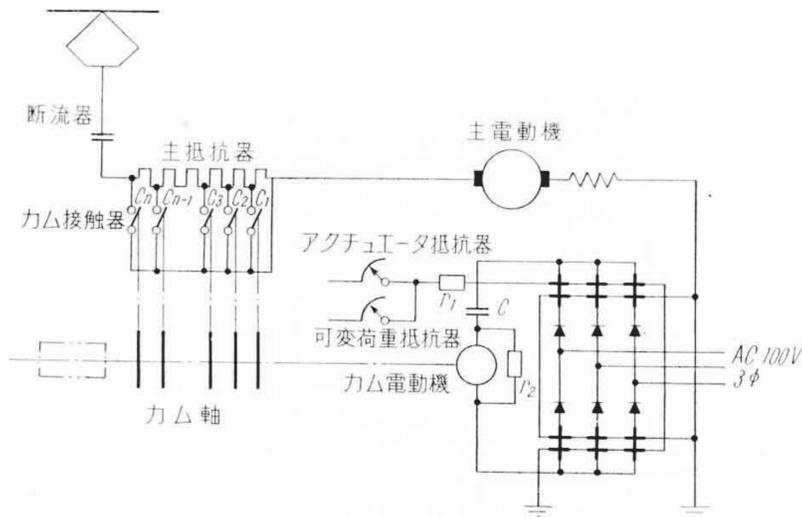
3.3.2 パーニアノッチ式 VMC 制御器のノッチ進め方式

平均起動あるいはブレーキ電流をなおいっそう高めるため超多段式制御を実用する場合、限流継電器と短絡継電器を用いてカム電動機の始動停止を制御して1段ずつノッチを刻む方式では各ノッチごとの無駄時間が累積されるため、応動速度の低下をきたすのはもちろんのこと、ノッチごとに動作する継電器の動作ひん度

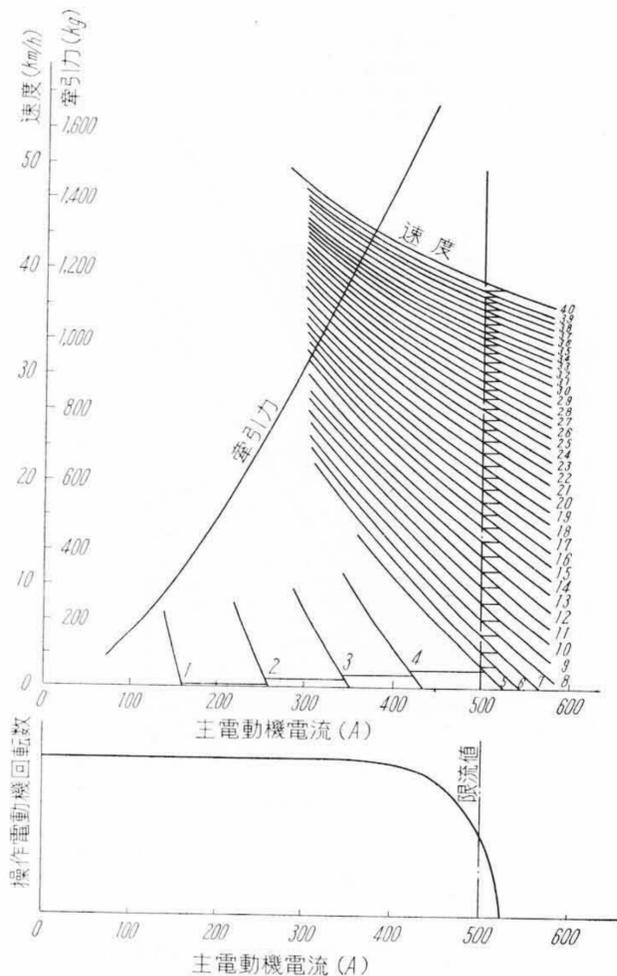


(A) 短絡継電器を用いたカム電動機の制御 (B) リアクタ、ブレーキ法によるカム電動機の制御

第10図 カム電動機の制御法



第11図 無接点ノッチ進め装置結線図



第12図 操作電動機速度制御を行った場合の制御作用説明図

があまりにも高いため実用に耐え得ない。

かかる場合は主電動機電流の大小に応じてカム軸を駆動する操作電動機の回転速度を加減することにより、主電動機電流をほぼ一定に保ちながら加減速するものが考えられる。第11図は日立パーニアノッチ式VMC制御装置に採用した磁気増幅器式無接点ノッチ進め方式の概要を示すもので磁気増幅器のバイアスコイルbの励磁電流の大きさが従来の限流継電器のバネに代って限流値を設定するものである。

バイアスコイルの電流を一定値に保持した場合「主電動機電流—操作電動機回転数」の関係は第12図のようになり、主電動機

電流が所定の値より減少すると操作電動機の回転数は増大してノッチ進め速度が速くなり電流値を増加する。

このような制御を行った場合電車の起動電流は第12図に記入したノッチ刻みのように制御され、平均電流を十分高め得てほぼ一定の高加速度をうるることができる。

加減速度の大小は磁気増幅器バイアスコイルの電流をアクチュエータおよび可変荷重装置により加減することによって制御する。

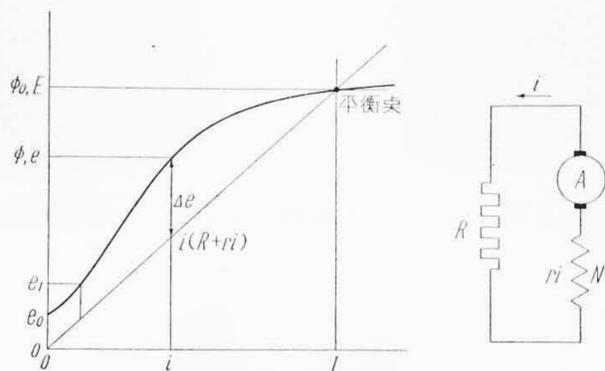
3.4 電気ブレーキ開始時の衝動防止

実用期にはいつから10年を経た現在、電気ブレーキは最高運転速度から10乃至15 km/hの低速まで有効に作用させることができ、制御特性のすぐれていること、ブレーキシューの消耗量を減少せしめ床下の電気機器を有害なシュードストから解放する保守上の利点、および高度の信頼性をもつことが実証され電車の主ブレーキとなった感がある。最近是非常ブレーキにも電空併用ブレーキを使用するものが現われてきた。

電気ブレーキを常用する場合制御電流の立ち上りを特に制御する手段を付加しない制御装置では、ノッチが進みすぎて急激にブレーキ電流が立ち上る現象を生じ、乗客に不快な衝動を与える。これを防ぐためにブレーキ電流が立ち上がり始める時期を電流継電器により検出してノッチごとに限時継電器を動作させ、適当な時間ずつノッチを保持する限時限流制御により衝動なく漸進的に所要減速度に達せしめることができる。

3.5 予備励磁の省略

電気ブレーキ回路を形成後のブレーキ電流立ち上がり時間はほとんど主電動機の設計定数、飽和曲線の形状および回転数によって決る。



第13図 発電制動時の飽和曲線と抵抗線

第13図に示す飽和曲線をもつ主電動機に外部抵抗Rを接続して電気ブレーキをかけた場合、主電動機の誘起電圧が立ち上るまでの時間tは磁気回路内の渦流の影響を考慮しないときには次の式で与えられる。

$$t = k \frac{a}{p} \frac{60}{n} \frac{N}{Z} \int_{e_0}^e \frac{1}{\Delta e} de \dots\dots\dots (1)$$

- k: 磁束のろうえい係数
- p: 磁極の対数
- a: 電機子の回路対数
- n: 回転数
- N: 界磁コイルの全巻数
- Z: 電機子導体数
- ri: 主電動機の内部抵抗

磁気回路の渦流によるおくれのために誘起電圧が立ち上るまでの実測時間は上記算式(1)にて求めた値の3~6倍である。最近の台車装架式高速電動機と在来のつり掛式低速電動機の各種に対して(1)式と前記補正係数を適用して電圧立ち上がり時間を計算すれば、広領域電動機の電圧立ち上がり時間tに対し高速電動機では1.5~2t

程度、つり掛式電動機では約5tとなる。この値を比較して広領域電動機および高速電動機では予備励磁を省略しても実用上十分な速さで発電ブレーキ電圧が立ち上ると考えてこれを実施し制御装置の簡単化を計った。その結果は後述の現車試験により良好であることを確認した。

3.6 電気ブレーキ時の過電圧保護

補償巻線を設けるなど主電動機の整流に関する問題が解決されて高率の弱界磁制御が行われる最近の高速電車においては、制動初速と定格速度の比が高く、制動時主電動機の誘起電圧が定格電圧の2~3倍にも及ぶ走行がしばしば行われる。

このような場合に発生する高電圧が主回路機器の絶縁を損傷しないように、電気ブレーキ時には直列に接続された1群の主電動機電機子の電位的中点において制動回路を接地して対地間に印加せられる電圧を2分割する。

この接地を接地継電器によって実施すればいっそう保安度を増すことができる。前掲の第1, 4図はこの中点接地法を採用した例である。

3.7 滑走空転の検出と再粘着装置

MT編成の直流電車で3 km/h/sの加速度を得ようとするにはこの程度までは安全であると考えられていた設計上の標準粘着係数を従来より引上げる必要に迫られる。かかる場合には敏感な滑走空転検出装置を設けて車輪の空転および滑走を検出し、ただちに空転車輪を再粘着させるための処置を施すべきである。

日立パーニアノッチ制御装置では最も空転しやすい最前輪と最後輪の主電動機間にブリッジした空転継電器により、空転滑走を検出するとただちにノッチ進めを停止し、同時に主回路に限流抵抗器を投入してけん引力あるいはブレーキ力を再粘着に必要な値まで低下させ、空転車輪を再粘着させる。再粘着したことを空転継電器の釈放により確認したのち約1秒後に限流抵抗器を再短絡して正常な運転にもどる。

4. 制 御 器 具

MMCおよびVMC制御装置を構成する各種機器についてその概要を述べる。

4.1 カム軸制御器

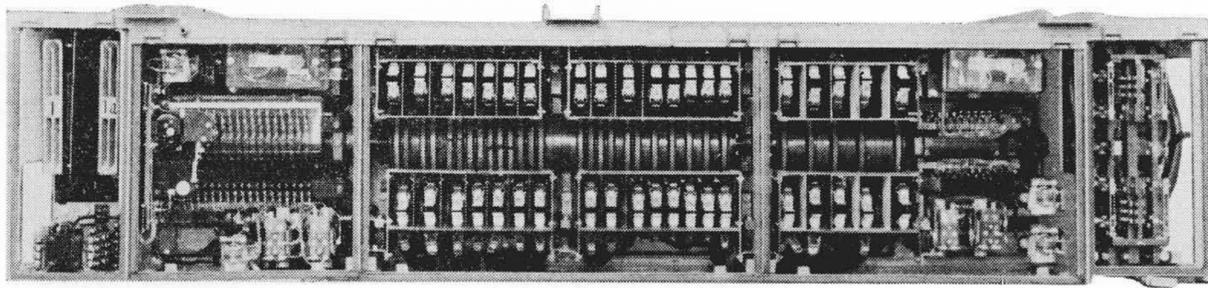
MMCおよびVMC制御装置の主体となるものはカム軸制御器である。日立スティールグリッド抵抗器は冷却効果が良く軽量であるのでこれを主抵抗器として用いる場合、普通的高速電車においては自然冷却抵抗器で必要な容量を床下にぎ装することができる、建設費の点からも保守上の便からも最も実用的なものとする。

このような形態の主抵抗器と組み合わせる場合にはセミ・パッケージ形が適しておりMMC, VMC制御器はいずれもこの形式に属するものである。界磁制御まで行う一本のカム軸、カム接触器を中心に制動転換器、逆転器、主電動機開放器、各種継電器、ノッチ進め装置を一箱に納め、ぎ装配線を容易にしている。

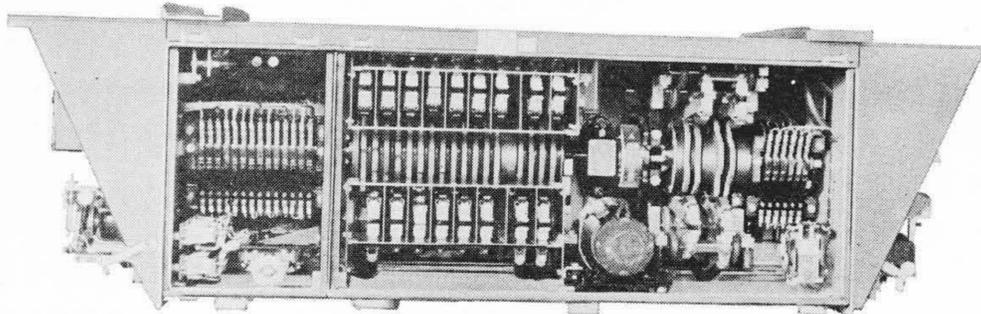
第14図はMMC-LHTB 20制御器、第15図はVMC-HTB 10制御装置の外観を示すものでこれらの制御器では制御回路用接触器にも第16図のノルマルクローズ形小形カム接触器を使用して寸法縮少を計っている。

4.2 断 流 器

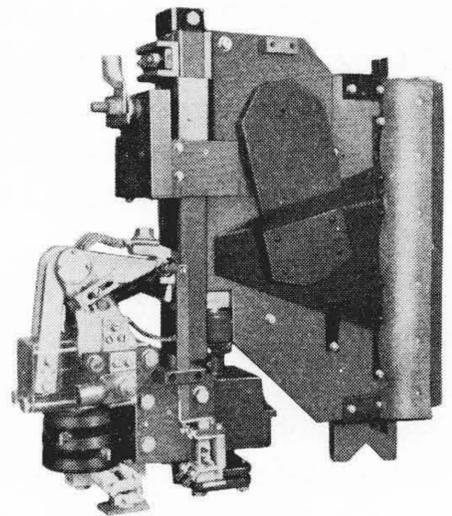
断流器は変電所容量に応じて電磁空気式単位スイッチを用いる場合と小形高速度遮断器を併用して高速度限流遮断を行う場合とがあり第17図は小形高速度遮断器を備えた断流器箱の一例、第18図は小形高速度遮断器である。この小形高速度遮断器により限流遮断を行う場合はDC 1,500 V 2 mH回路で約30,000 Aの推定短絡電流を遮断することができる。



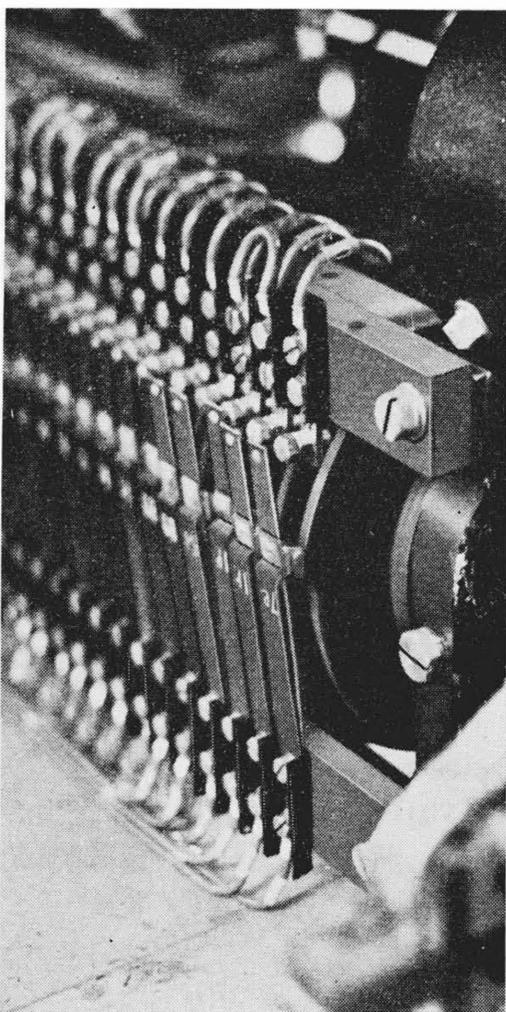
第14図 MMC-LHTB 20 主制御器



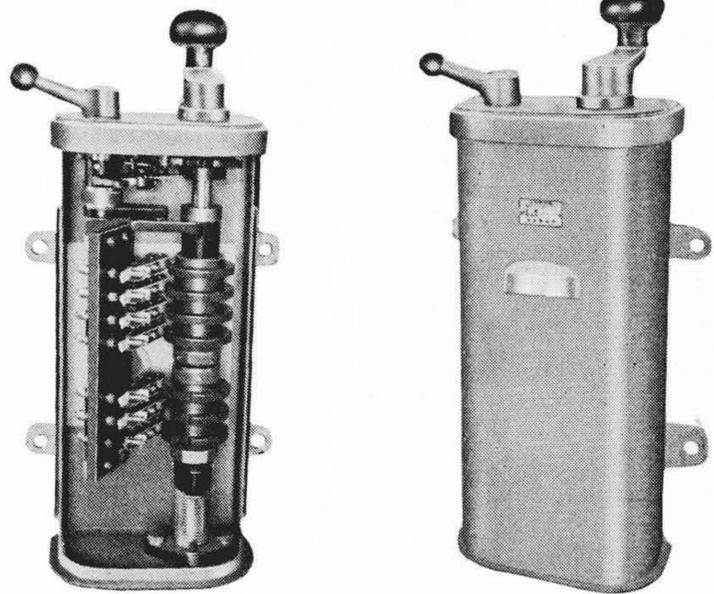
第15図 VMC-HTB 10 主制御器



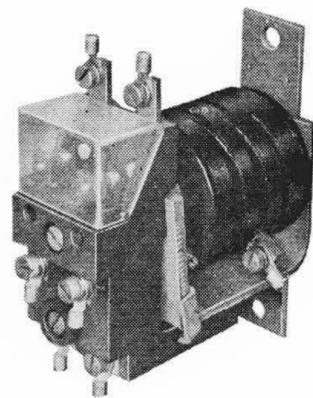
第18図 小形高速度遮断器



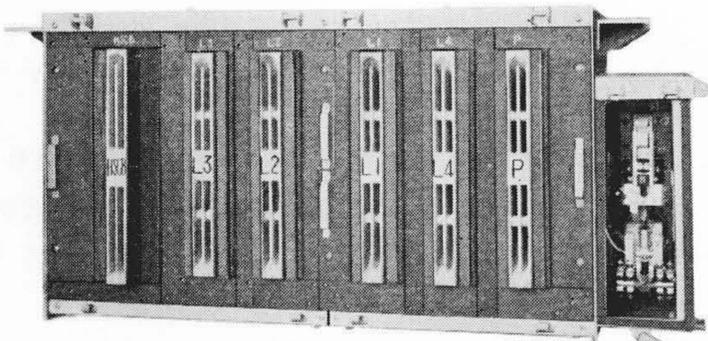
第16図 制御回路用カム接触器



第19図 小形カム接触器を使用した主幹制御器



第20図 小形補助継電器



第17図 小形高速度遮断器(左端)を備えた断流器

4.3 その他の器具

第19図は小形カム接触器を使用した主幹制御器、第20図は可撓リード線を使用しない接触子構造を採用し、取付用絶縁板を廃してフレームを直接取付ける小形補助継電器、第21図はモールドコイ

ルを用いた電磁弁である。

車両の低圧補助回路用ナイフスイッチ、ヒューズに替って、このほか第22図の熱動および電磁動作過負荷継電機構をもつ日立ヒューズフリー遮断器が使用せられるようになった。

4.4 器具の配線法

電車の運用効率を高めるためにはオーバーホールの考え方により補修に要する在庫期間を短縮する必要がある。これを可能とするため器具のつり替えを簡単にできる新しいリード線口出構造として、低圧口出線用には多芯防水形接栓を使用し、主回路口出線用には機器箱内に引込んだリード線を電線おさえとともに容易に取外すことができる第23図の構造を採用して配線の解結作業を容易にした。

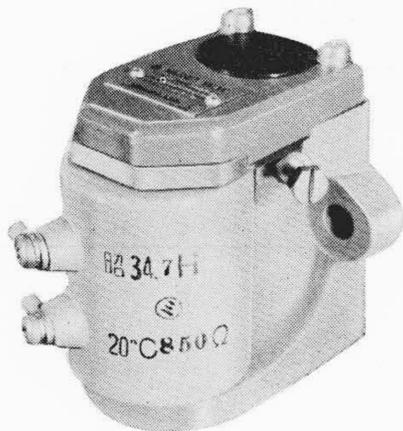
5. 試験結果

MMC, VMCを装備した電車の性能試験は第2表の条件に従って実施された。

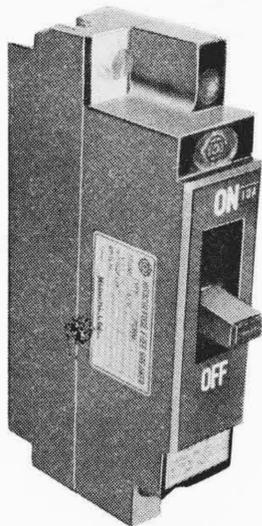
5.1 MMC-LHTB 20 制御装置の試験

5.1.1 起動試験

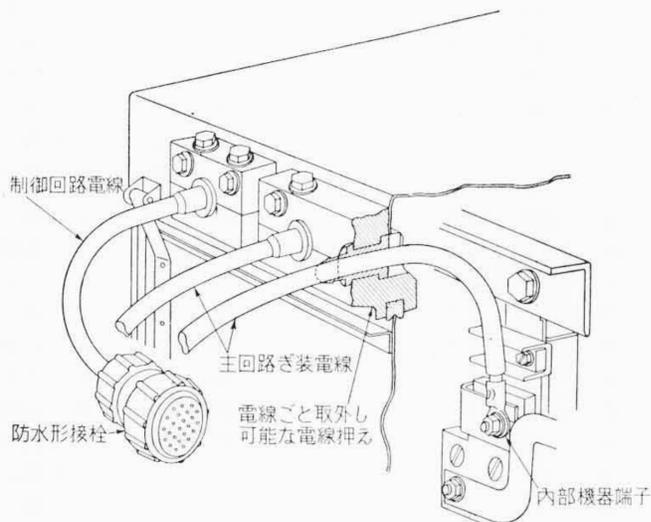
MTTM編成で行われた起動試験では、試験中を通じて電車線



第21図 モールドコイルを使用した密閉形小形電磁弁



第22図 ヒューズフリー遮断器



第23図 オーバーホールを考慮して解結線作業を容易にした断流器リード線口出構造の例

電圧は起動前610~670V, 加速中の最低値は473Vであり, 空車であるから基準調整値500Aの限流値が, 可変荷重装置により調整されて322Aでノッチ進めが行われている。

第24図は起動試験の一例でノッチ追従はじん速で起動後約1秒で所定の加速度に達しきわめて円滑な出足を示している。直列, 並列, 弱界磁を通じて限流継電器の作用は正確であり, また直列ノッチから並列ノッチに切替える渡り時間も非常に短かく, 起動加速度の低下もなく, 一回転式MMC制御方式の効果をよく表している。

ノッチオフ時には三段に限流遮断するのでノッチオフ時の衝動は軽微である。

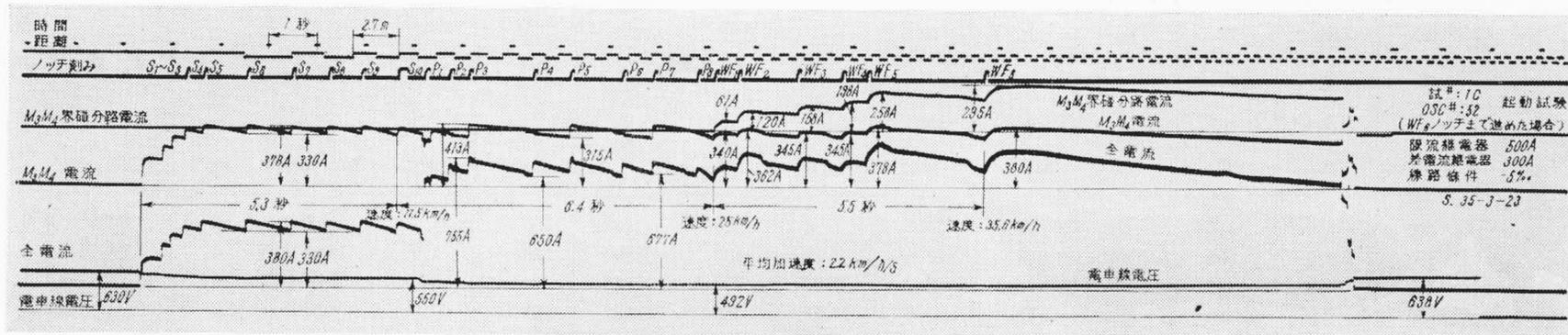
5.1.2 停車用電空併用ブレーキ試験

第25図は制動初速50km/hから, 第26図は71km/hからブレーキ管減圧1.4kg/cm²にて電空併用ブレーキをかけた場合のオシログラムで, 予備励磁を省略したにもかかわらずブレーキ電流は有害な衝動を発生することなく十分な速さをもって立ち上り, 以後規則正しい電流変化を示しながら減速して停車に至っている。

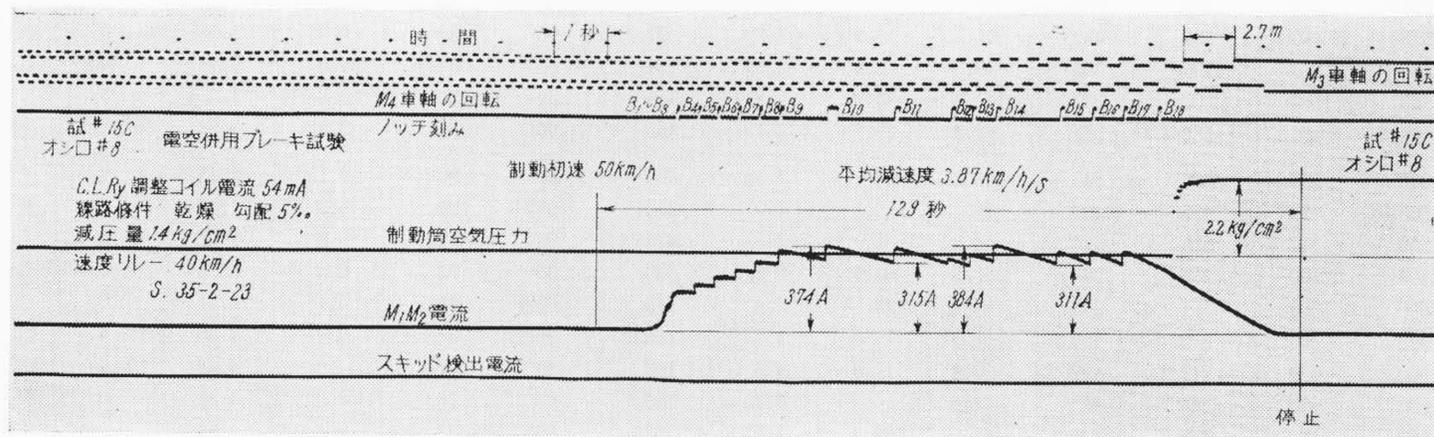
以上の試験から得られた平均減速度の実測値は, 5%上りこう配の乾燥レール上で50km/hから電空併用ブレーキをかけた場合

第2表 MMC-LHTB20 制御装置および VMC-HTB10 制御装置の現車試験の試験条件

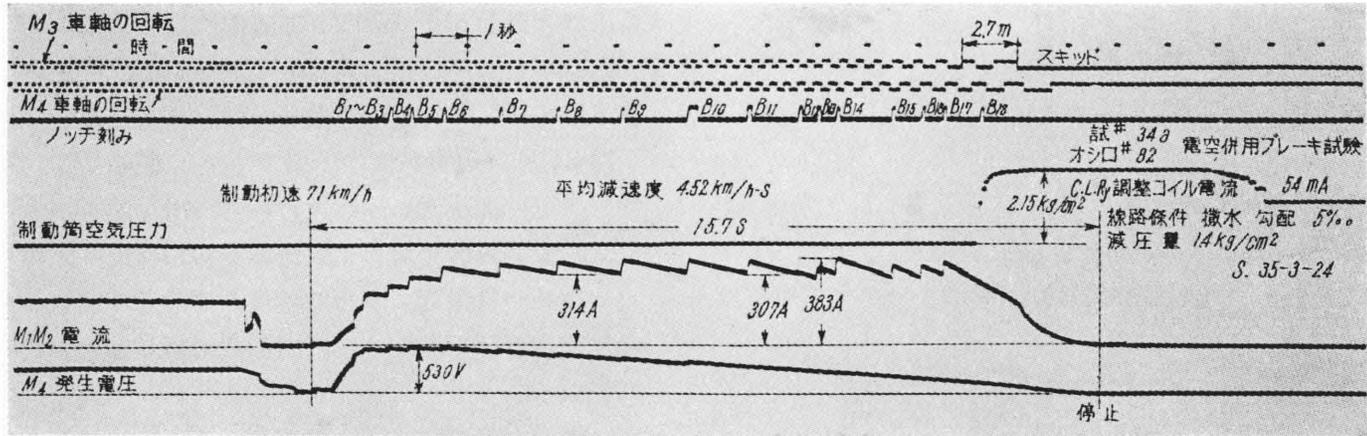
制御装置	形MMC式 LHTB20	形 VMC式 HTB10
条件	形MMC式 LHTB20	形 VMC式 HTB10
試験月日	昭和35年3月23日, 24日	昭和34年12月25日~27日
試験区間	京王帝都電鉄株式会社京王線 高幡不動—北野間	近畿日本鉄道株式会社名古屋線 白子—白塚間 中川—津新聞
線路状況	平坦およびこう配(±5%) レール: 乾燥レールおよび 撒水レール	平坦およびこう配(±33.3%) レール: 乾燥レールおよび 撒水レール
列車編成	Mc T T Mc (デハ2011)(サハ)(サハ)(デハ) (測定車)(2501)(2551)(2061)	Mc Tc または (1603)(1604) Mc Tc Mc Tc (1603)(1604)(1601)(1602) (測定車)(Tcとして使用)
試運転ダイヤ	昼間の営業ダイヤの一部を試験に転用	深夜, 午後9時から午前6時までの間



第24図 MMC-LHTB20 制御装置の起動特性



第25図 MMC-LHTB20 制御装置のブレーキ特性-1



第 26 図 MMC-LHTB 20 制御装置のブレーキ特性-2

第 3 表 VMC-HTB 10 制御装置の起動試験結果

編成……M.T

試験番号	荷重	磁気増幅器		電車線電圧			ノッチ「入」から P8 まで				ノッチ「入」から WF ₄ まで				ノッチ「入」から最初の限流値まで		直線加速 P8 まで		加速スイッチ	こ	試験場所
		調整値 (A)	限流値 (A)	起動前 (V)	加速中の最低 (V)	WF ₄ ノッチ後 (V)	時間 (sec)	速度 (km/h)	平均加速度 (km/h/s)	距離 (m)	時間 (sec)	速度 (km/h)	平均加速度 (km/h/s)	距離 (m)	時間 (sec)	速度 (km/h)	時間 (sec)	加速度 (km/h)			
1	定員 × 1.5	475	470	1,450	1,220	1,430	28.1	45.8	1.63	170	41.2	63	1.53	367	6.8	9.0	21.3	1.73	低	0	楠一長太浦
2		525	520	1,450	1,340	1,500	25.6	47.5	1.86	155	34.2	61.5	1.8	284	6.0	7.5	19.6	2.04	低	0	箕田一若松
3		575	560	1,490	1,370	1,400	21.8	44.9	2.06	117	28.5	56	1.96	210	6.6	9.7	15.2	2.31	低	0	白子一鼓ヶ浦
4		625	620	1,310	1,250	1,340	19.5	41.2	2.11	98	24.9	52.3	2.1	168	6.1	8.5	13.4	2.43	高	0	千里一豊津上野
5		650	640	1,510	1,260	1,325	17.95	37.9	2.11	78.5	23.2	48.6	2.09	140	7.1	9.7	10.85	2.60	高	0	白塚一豊津上野
6		675	660	1,480	1,160	1,200	15.9	34.8	2.19	61	20.7	44.0	2.13	112	6.6	9.7	9.3	2.7	高	0	磯山一鼓ヶ浦
7		600	590	1,590	1,200	1,210	17.2	33.4	1.94	67.5	22.9	42.9	1.87	129	6.8	8.7	10.4	2.38	高	0	白塚一豊津上野
8		600	590	1,480	1,060	1,170	17.1	35.6	2.08	67.5	22.6	44.7	1.98	128	6.7	9.7	10.4	2.49	低	0	磯山一鼓ヶ浦
9		650	640	1,390	675	800	22.0	21.2	0.965		28.6	28.2	0.985		6.8		15.2		高	33.3	雲出一桃園
10		675	660	1,480	710	775	18.1	19.6	1.15		23.6	28.3	1.2		7.2		10.9		高	0	雲出一桃園
11	空車	475	470	1,560	1,410	1,400	24.2	44.5	1.84	177	33.2	60.0	1.81	286	6.9	9.7	17.3	2.01	低	0	楠一長太浦
12		525	530	1,500	1,400	1,500	22.4	47.0	2.1	133.5	29.4	60.5	2.06	241	6.8	10.0	15.6	2.37	低	0	箕田一若松
13		575	560	1,410	1,340	1,380	18.6	43	2.31	97.5	24.9	57.3	2.3	184	8.0	13.6	10.6	2.77	低	0	白子一鼓ヶ浦
14		600	590	1,470	1,260	1,310	17.2	41	2.38	80	22.2	51.7	2.33	142	7.5	13.6	9.7	2.83	低	0	磯山一鼓ヶ浦
15		600	590	1,510	970	1,170	13.6	29.0	2.36	45	17.8	43	2.29	85	6.6	9.0	7.0	2.86	高	0	白塚一豊津上野
16		625	640	1,350	1,160	1,350	16.35	41.4	2.53	74	20.9	52.9	2.53	133	6.7	11.7	9.65	3.08	高	0	千里一豊津上野
17		650	635	1,510	954	1,060	12.3	28.2	2.29	35	15.7	38.7	2.47	66.5	7.8	14.6	4.5	3.02	高	0	白塚一豊津上野
18		675	650	1,530	895	1,090	11.4	23.7	2.2	29.8	14.55	33.4	2.34	55.6	7.5	12.7	3.9	2.82	高	0	磯山一鼓ヶ浦
19		525	520	1,540	1,020	1,020	27.15	30.3	1.14	109	39.0	46.0	1.18	237	7.5	6.0	19.65	1.24	低	33.3	雲出一桃園
20		650	660	1,580	1,240	1,365	23.6	36.3	1.64	106	30.2	46.7	1.54	187	7.5	6.0	16.1	1.88	高	0	雲出一桃園

第 4 表 VMC-HTB 10 制御装置の制動試験結果

編成……M.T

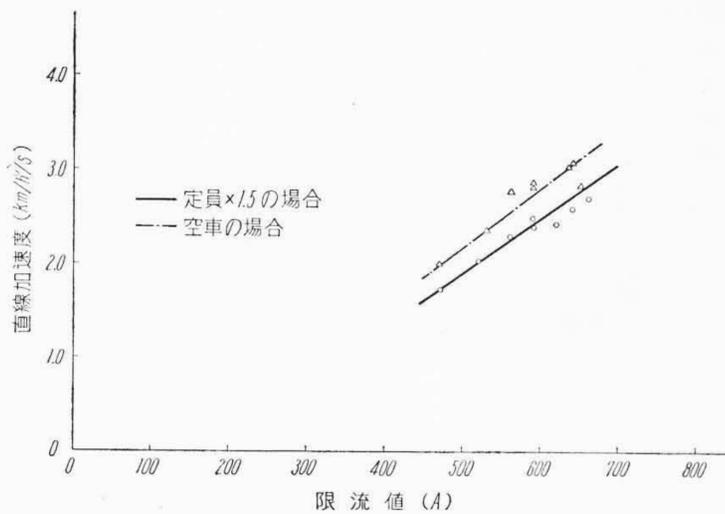
試験番号	荷重	磁気増幅器		4 モーター発生		制動弁制動位置より停車まで				制動弁ハンドル角度	バイアス電流 (mA)	の断流器が入るまでの時間 (sec)	の断流器「入」からの減速度 (km/h/s)	こ	試験場所
		調整値 (A)	限流値 (A)	電圧 (V)	電流 (A)	初速度 (km/h)	時間 (sec)	平均減速度 (km/h/s)	距離 (m)						
1	定員 × 1.5	500	330	478	376	98.8	35.5	2.78	520	60°	56	1.7	2.92	0	豊津上野一千里
2		500	485	595	557	103	27.4	3.77	435	90°	88	2.9	4.21	0	千里一磯山
3		500	490	442	560	75.2	20.7	3.64	256.5	90°	89	0	3.64	0	鼓ヶ浦一磯山
4		500	320	460	364	78.0	31.0	2.51	368	60°	55.6	0.3	2.54	0	千里一豊津上野
5		500	170	341	317	64	93.6	0.683	754	30°	23.3	0.7	0.69	0	千里一豊津上野
6		500	340	372	413	68	24.3	2.80	260.5	60°	57	0.23	2.84	0	千里一磯山
7		500	460	376	518	64.2	16.9	3.8	181	90°	82	0	3.8	0	鼓ヶ浦一白子
8		500	450	272	482	46.3	11.9	3.89	97.3	90°	80	0.2	3.96	0	白子一鼓ヶ浦
9		500	320	195	366	49.3	18.5	2.69	154	60°	52	4.0	3.44	0	鼓ヶ浦一磯山
10		500	160	203	247	41.4	33.0	1.25	215	30°	20	2.8	1.37	0	千里一豊津上野
11		500	480	580	575	92.8	29.7	3.13	465	90°	86	3.4	3.53	33.3(下り)	二重地一久居
12	空車	500	500	608	546	102	23.2	4.38	370	90°	90	0.25	4.45	0	千里一磯山
13		500	450	475	493	76	17.4	4.37	212	90°	90	0.2	4.42	0	鼓ヶ浦一磯山
14		500	340	525	374	88.5	31.0	2.85	416	60°	57	0.2	2.87	0	千里一豊津上野
15		500	160	288	294	57.5	67.9	0.846	530	30°	22	0.3	0.85	0	豊津上野一千里
16		500	300	371	348	66.4	23.75	2.8	243	60°	48	0.1	2.81	0	千里一磯山
17		500	460	390	504	67.3	15.3	4.4	166	90°	32	0.2	4.46	0	鼓ヶ浦一白子
18		500	430	212	472	52.0	11.3	4.6	100	90°	77	0.2	4.68	0	白子一鼓ヶ浦
19		500	430	284	473	54.6	17.3	3.16	146	60°	76	0.3	3.21	0	鼓ヶ浦一磯山
20		500	180	278	375	51.5	39.2	1.31	302	30°	23	0.4	1.33	0	千里一豊津上野

3.87 km/h/s, 5%上りこう配の撒水レール上で 71 km/h からブレーキをかけた場合は 4.52 km/h/s の減速度であった。

5.2 VMC-HTB 10 制御装置の試験

5.2.1 起動試験

MT 編成の起動試験結果は第 3 表限流値と直線加速度の関係は第 27 図に示す。第 28 図のオシログラムのごとく超多段であるか



第 27 図 起動試験における限流値と直線加速度特性

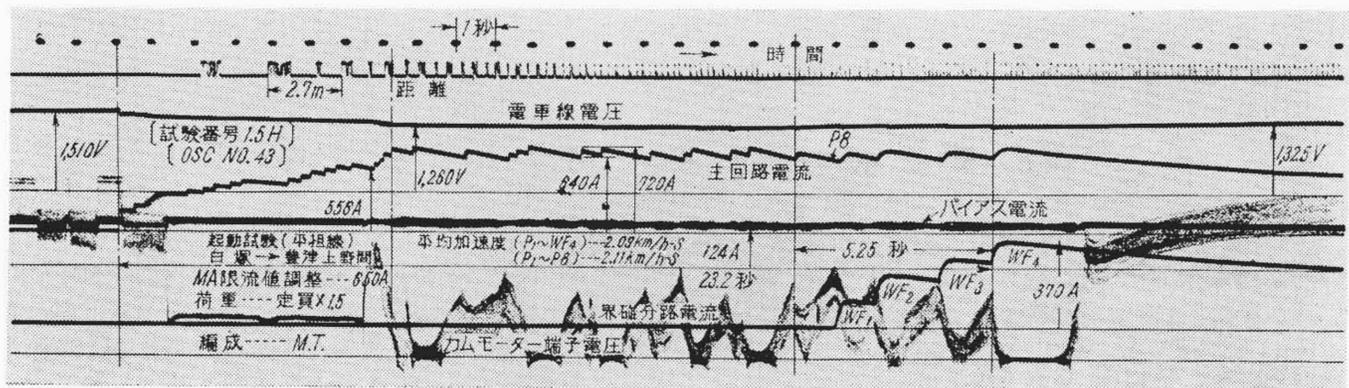
ら乗り心地に関しての問題は何もみられず、無接点ノッチ進め装置により自動加速している全界磁ノッチにおいては、等車長のトレーラをけん引したMT編成で 3 km/h/s をこえる直線加速度を記録した。この値は従来の高性能電車といわれたMM編成列車の加速度に匹敵する値である。

5.2.2 再粘着試験

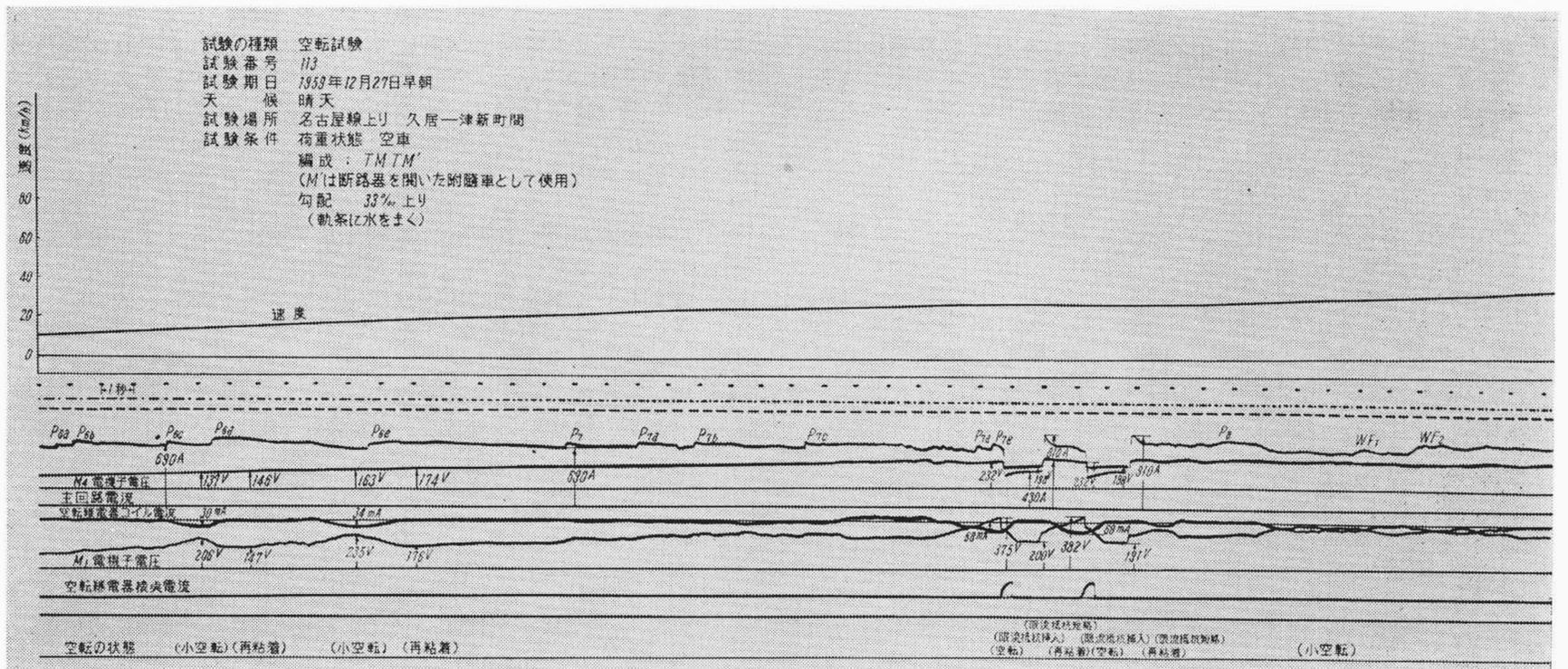
TMTT 4 両編成で 33.3%上りこう配撒水レール上における起動オシログラム第 29 図によれば小空転の場合は自然に再粘着し、進展して大空転に至らんとする場合には空転継電器が動作して限流抵抗を主回路に投入し確実に再粘着している。

5.2.3 電空併用ブレーキ試験

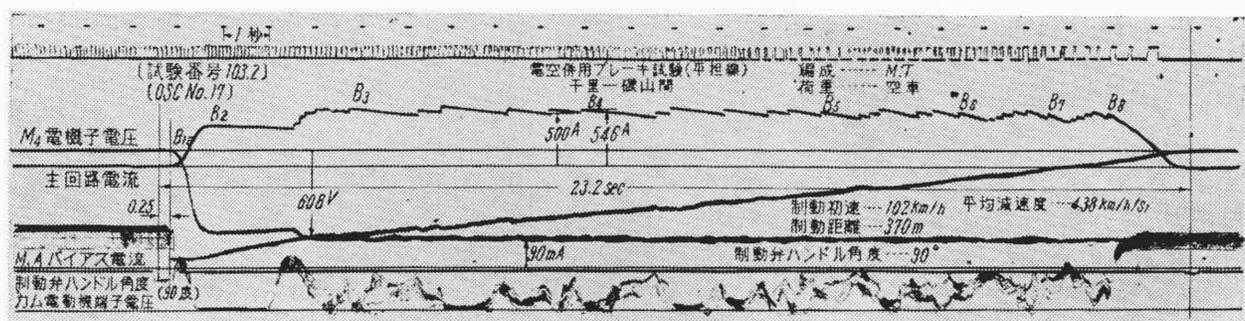
MT 編成の電空併用ブレーキ試験では制動弁をブレーキ位置にまわし制動回路の断流器が投入されてから有効なブレーキ電流が立ち上るまでの時間は、制動初速の高低により遅速はあるが 0.5~2.5 秒の範囲内にあり予備励磁の必要のないことを示している。これら試験結果をまとめた第 4 表によれば空走時間まで含めた平均減速度は定員×1.5 荷重で平坦線では制動初速 103 km/h のとき 3.77 km/h/s であり 33.3%下りこう配で制動初速 92.8 km/h のときは 3.13 km/h/s で、この場合の制動距離は 465 m である。第 30 図は平坦線上を空車で、制動初速 102 km/h からの電空併用



第 28 図 VMC-HTB 10 制御装置の起動特性



第 29 図 33.3% 上りこう配撒水レール上における VMC-HTB 制御装置の起動特性



第 30 図 VMC-HTB 10 制御装置のブレーキ特性

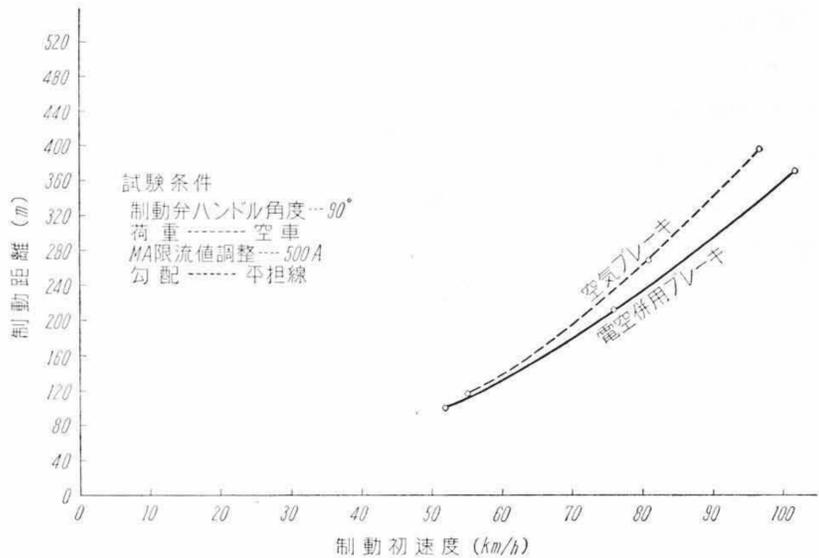
ブレーキ試験のオシログラム、第31図は制動初速—制動距離の関係を示す。

6. 結 言

最近の高速電管用制御装置としての日立MMCおよびVMC制御装置は、急行車用として使用するときに高性能を発揮するのみならず、各駅停車用として使用される場合においてもトレーラを含んだMTMまたはMT編成で従来のMM編成に匹敵する高加減速度が得られる。かかる車両を採用することにより車両建造費の低下、保守費の低減を図ることができ、経営上に与える効果も大なるものがあると信ずる。

経済的な陸上高速大量輸送機関として高速電車の分担する本来の使命を果たすためには、今後いっそうの技術的發展が必要であり、制御装置にもさらに次々と新しい要請が出されるであろう。

このような流れの一時点として最近の日立高速電管用制御装置の現状を報告するとともに、開発途上において常に絶えざるご指導とご鞭撻を賜った各位に深甚なる謝意を表するものである。



第31図 電空併用ブレーキと空気ブレーキの制動距離比較



新 案 の 紹 介



実用新案第470472号

岩 間 昇・高 村 正 夫

電 気 車 制 動 制 御 装 置

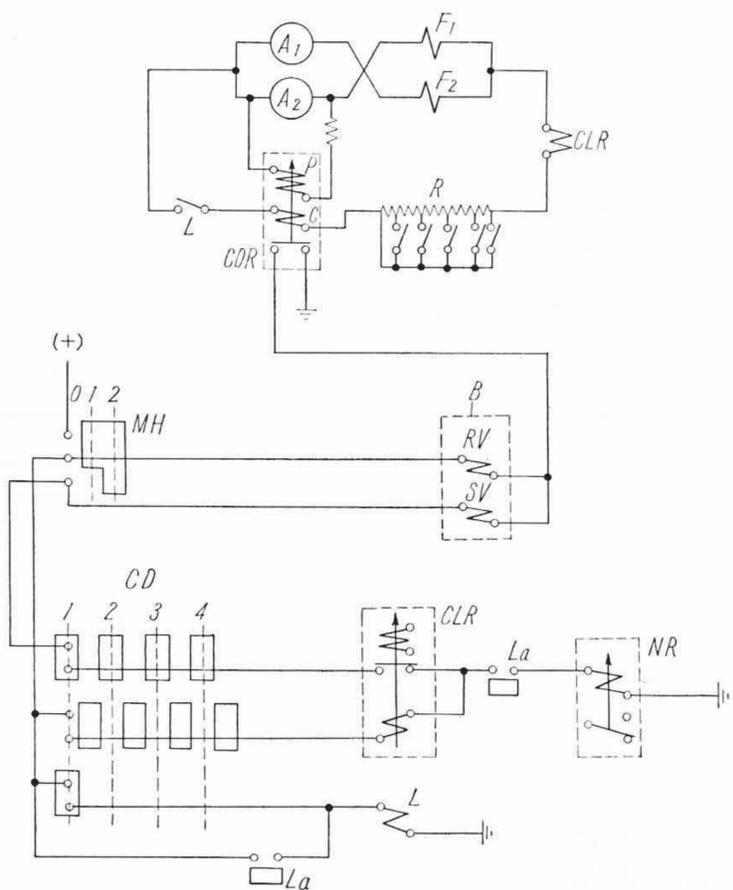
この考案は電気車の電気制動と空気制動併用の制動制御装置にかかり、第1図は制御回路つなぎ、第2図は制動電流および電圧曲線を示す。図において A_1, A_2 は主電動機電機子、 F_1, F_2 は界磁線輪、 R は制動抵抗、 CLR は限流継電器、 COR は切換継電器、 L は断流器、 B は電磁直通制動弁装置、 MH は制動弁内に設けられた電気制動用接点、 CD は制御円筒、 NR はノッチ進め継電器である。

電気制動と空気制動とを併用する制動自動制御装置において、電気制動に空気制動を付加する指令を従来は制動電流に依動する電流継電器により行っているが、制動電流は第2図曲線で示すように変化するので、制動初期において空気制動を電流値 I のときと定め、

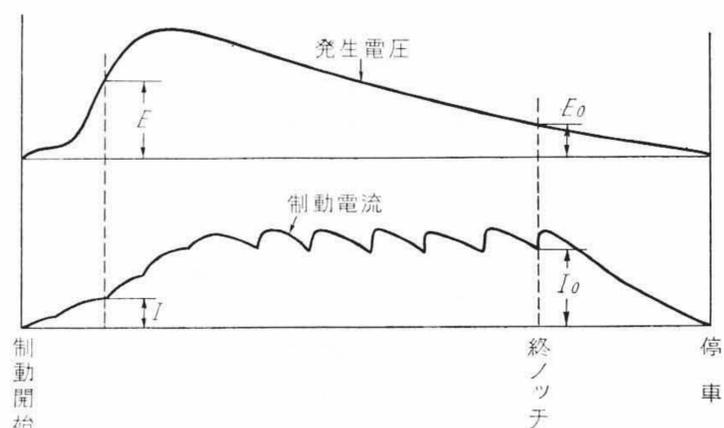
制動終ノッチでふたたび空気制動をかけ、空気制動により電気車を停止することが望ましい。しかるに制動終ノッチにおける制動電流 I_0 は I に比し大きい値であって、電流継電器の目盛を電流値 I で動作し、 I_0 で開放するように設計することは困難である

この考案は図に示すように電磁直通制動弁装置 B のゆるめ電磁弁 RV および作用電磁弁 SV の回路を、制動電流により励磁される電流線輪 C と主電動機の発生電圧により励磁される電圧線輪 P とを和動的に巻いた切換継電器 COR の接点により制御するようにしたから、第2図の制動電流 I 電圧 E のノッチで線輪 C, P の合成アンペアターンで切換継電器 COR の接点を引上げ制動初期の空気制動を止め、終ノッチにおいて制動電流 I_0 電圧 E_0 となり、線輪 C, P の合成アンペアターンが前記制動電流 I 電圧 E による線輪 C, P の合成アンペアターン以下となったとき切換継電器 COR の接点を閉じ、電磁直通制動弁装置 B の電磁弁 RV および SV を励磁し空気制動をかけ電気車を停止することができる。

このように電気制動回路の制動電流と電圧との合成アンペアターンにより切換継電器 COR の動作目盛を選定したので、両線輪 C, P の各巻数を適当に設計することにより、電気制動状態に即応して空気制動を適当に併用し制動を安全に行い、電気車の制動停止を確実にし、滑川) に行いうるの効果がある。



第1図



第2図