

# 列車自動制御装置

## Automatic Train Control Equipment

竹村伸一\* 刈谷志津郎\*  
 Shin'ichi Takemura Shizuo Kariya  
 和田俊介\*\* 飛永勝年\*\*\*  
 Shunsuke Wada Katsutoshi Tobinaga

### 内容梗概

近年世界の鉄道界においては、列車の自動制御を緊急課題の一つとしてとりあげ、競って研究を進める傾向にある。その方式は、地上と車上との関連においては、点制御方式、連続制御方式、および両者の併用方式の三者に分れ、さらに列車に対する制御形式としては、信号による速度制限方式とプログラムによる速度制御方式の二者に分れる。本稿は、このそれぞれについて、歴史的背景と各国の現況に触れ、さらにその実施例を説明した。

### 1. 緒言

世界の鉄道は、その宿命的課題である輸送能率向上のために、まず動力の近代化を取りあげたが、その航空機、自動車などの進歩に刺激されて、さらに列車速度の向上と列車間隔の短縮とが要求され、また一方、輸送の安全性についてもいままでも以上の保安度が要望されるに至り、いまや競って列車自動制御の研究と採用にむかひの努力を傾けつつある。

もっとも一口に列車自動制御といっても、赤信号区間への冒進を阻止するだけの簡単なものから、複雑な計算制御を併用する完全な列車の自動運転装置まで、その種類は多種多様であり、またその方式に至っては、まさに千差万別であるが、その目的とするところを要約すれば次のとおりいいうるであろう。

- (1) 安全度の向上
- (2) 運転士に要求される熟練度の軽減
- (3) 列車間隔の短縮
- (4) 正確な運転時分の保持
- (5) 電力または燃料消費量の軽減

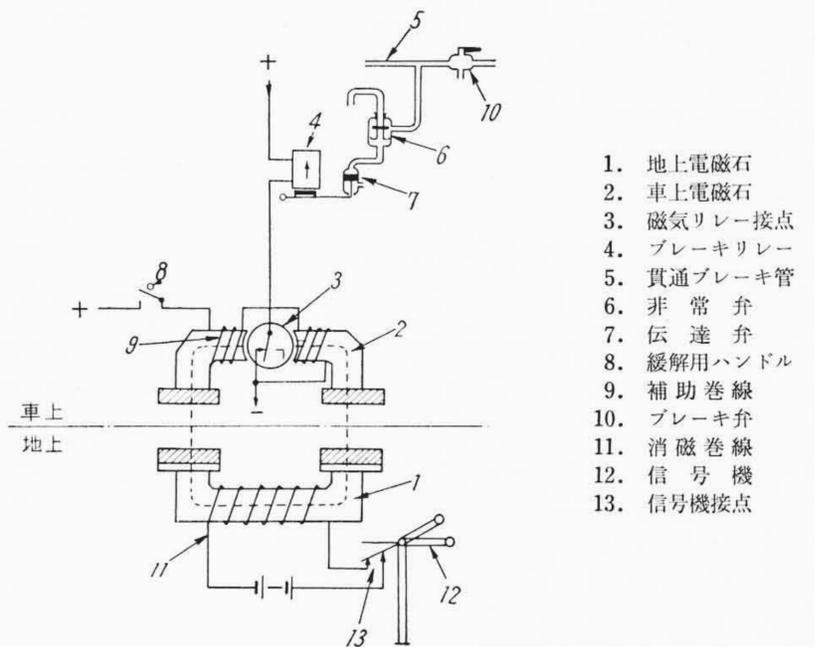
しかしながらこの列車自動制御装置も、ほかの技術的製品と同様に、需要者側の経済的理由または採算性からの制約のために、上記の全目的を満足する複雑高級なものが一足飛びに要求されるはずもないが、一方たえ間なく高まりつつある輸送能率向上と経済的運転方法への要求は、列車の運転をいつまでも運転士の感と熟練とにまかせておいて満足されうるものとも考えられない。また人命尊重を含む安全運転の確保も、旧来の信号機を介しての運転士の五感と手動操作とに依存して達成しうべきものでもない。ここに列車自動制御装置出現の必然性があるとみるべきであろう。

以下本稿においては、列車自動制御装置の推移とその現状について述べる。

### 2. 列車自動制御装置の分類と現状

以上述べたように、現在列車自動制御装置は華々しく技術の第一線に立っており、各種各様のものが研究されているが、その発達の根源は、地上信号機に連動する機械式の列車自動停止装置にさかのぼることができる。いわゆる打子式といわれる列車自動停止装置は、その歴史が非常に古く、すでに1914年に原形とみられるものが使用されており、現在でも、一部の地下鉄道に使用されている。

\* 日立製作所水戸工場  
 \*\* 日立製作所本社  
 \*\*\* 日立製作所戸塚工場



第1図 永久磁石式原理図（ドイツ）

しかしながらこの方式は損耗がはやく、保守費が高く、また速度が高くなってくると、機械力で制御することは不可能になってくるので、当然のことながら電気的方式が研究されてきた。この電気的方法は、信号の車上現示装置および車内警報装置の進歩と相まって発達してきたので、その方法は当然これらキャブシグナルの方式と関連があり、次の三つに大別できる。

- (1) 点制御方式
- (2) 連続制御方式
- (3) 両者の併用方式

また列車自動制御をその機能より大別すれば

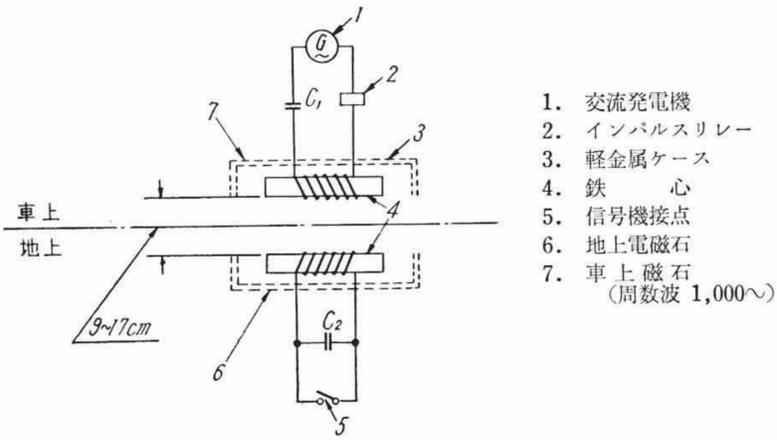
- (1) 信号による速度制限のみを行う列車自動制御
- (2) プログラムにより力行、惰行および制動の全部を制御する列車自動制御

の二つが考えられる。(2)の場合(1)の機能も併有していることはもちろんである。まず地上の情報を車上に伝達する方法について述べる。

#### 2.1 点制御方式

点制御方式は、トレッドルを基礎として発達したもので、主としてドイツで開発され、今日の磁気誘導式および電磁誘導式に発展したものである。

ドイツにおいては、すでに1930年に、永久磁石式のもので実用に供された。第1図に地上子および車上子の簡単な動作説明図を示す。地上電磁石(1)が軌条間に置かれ、内蔵した永久磁石により、通過列車の車上電磁石(2)に磁束を与え、継電器(3)を制御する。信号



第2図 電磁誘導式動作原理図 (ドイツ)

機が進行現示の場合は、消磁巻線(11)に電流が流れて、車上になんらの影響も与えない。戦後も本装置の開発研究が進行され、特に新磁気材料によって本質的な改良が加えられており、現在ハンブルグ高架鉄道の電車450両がこの装置を装備しており、またライン株式会社の120t 鋳山機関車およびトルコ郊外鉄道もこの方式を採用している。

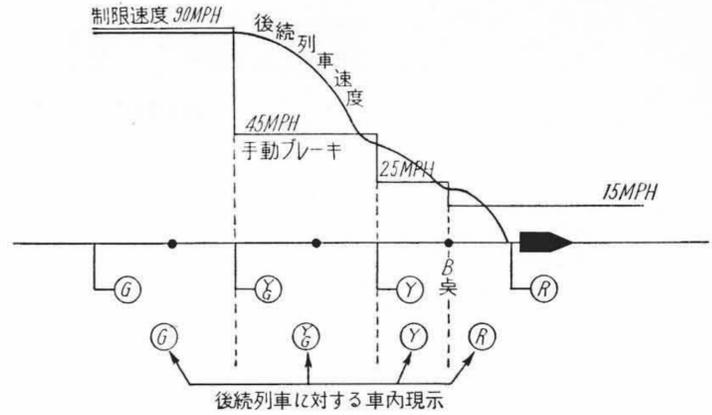
点制御方式のほかの一つの方法である電磁誘導式もやはりドイツにおいて発達した。1939年にドイツ国鉄はこの方式を自動停止装置として採用し、以後幾多の改善を経て現在高速度運転線区に用いられ、その設備区間の延長は3,600kmにおよび、1,000両以上の車両が本装置を装備している。この方式の動作原理図を第2図に示す。ブレーキを与える場合、相対面する二つのコイルが共振し、車上路の電磁的エネルギーを一時地上側に吸収し、車上のインパルス継電器を復旧させてブレーキ命令を発生する。信号が進行現示の場合は、蓄電器が短絡されているからなんら感応動作を起さない。

以上のごとく点制御方式は地上子上の上を車両が通過する際に特定の地点で一瞬間だけ地上の情報を車上に伝達する方式であるため、誤動作、不動作の恐れがあり、また地上の情報、たとえば信号現示が変化しても車両が次の地上子上にくるまではその新しい情報が車上に伝達されないという欠点はあるが、情報の種類が少なくても良い場合は装置が簡単であること、および価格が安くて済むという理由で比較的広く使用されてきた。

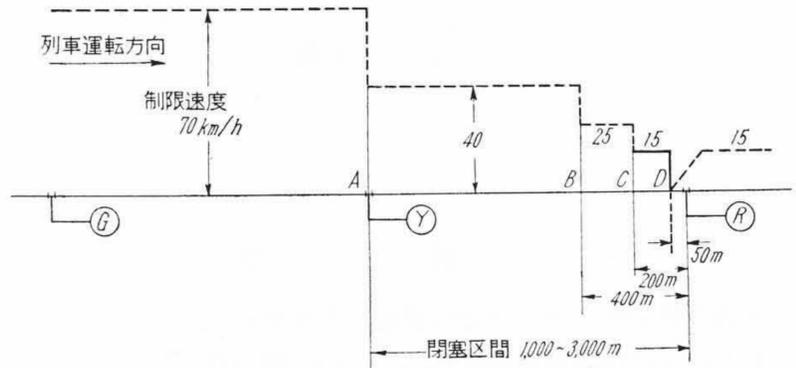
2.2 連続制御方式

連続制御方式は軌道回路を基礎としたもので、主としてアメリカにおいてコード軌道回路とともに発展した。この方式は地上の信号情報の変化をただちに車上において検知するという、点制御方式ではなしえない長所を有している。しかも地上子を用いる方式ではその地点で検出動作を誤った場合、それを補償する機会が全然ない訳であるが、連続制御方式においては、その性質上自動的に誤動作の危険を補償しているものといえる。このように誤動作なく、かつ地上の軌道状態の変化がただちに車上に伝達されうるといふ長所は、前方信号機の現示に対応したいくつもの速度段階を与えることにより多段階速度制御を行うことも可能であるという点と相まって、本方式をして点制御方式よりも優位ならしめる点で、自動列車制御の将来はこれを基本として発展するものと考えられる。

近年に至り、B点制御方式、すなわち停止信号現示の信号機にブレーキ距離だけ接近すると車内信号が停止現示となりブレーキがかかる制御方式が実用化され、連続制御方式は一大進歩をとげた。このB点制御方式は日本国有鉄道が研究し実用化したもので昭和25年から実際に使用している。アメリカにおける連続制御方式による速度制御例は第3図に示す。信号現示が進行(緑)、接近注意(黄緑)、接近(黄)と変化するに従って90、45、25 mile/hの3速度段階を与えて列車速度を制御するが、列車がB点を通過すると、車内信号現示が赤に変化し、速度制限は15 mile/hになり、確認扱いを行わな



第3図 連続制御方式による制御例 (アメリカ)



第4図 点、連続、併用制御方式 (ソ連)

いと非常ブレーキがかかってしまう。現在アメリカでは自動列車停止装置が15,084マイル、速度制御を併用する自動列車制御が1,951マイル、自動ブレーキのない車内信号が8,600マイルの設備区間をもつと報告されている。わが国における本方式は現在キロサイクル軌道回路によって推進されていることはいうまでもない。

2.3 両者の併用方式

最近、ソ連の列車制御技術が注目されつつあるが、ソ連はアメリカおよびドイツの技術を吸収して、点制御、連続制御いずれも実施しており、さらに双方の長所を發揮させるような両者の併用方式を考案している。これは列車速度を前方信号機の現示に対応させるだけでなく、赤信号現示の信号機との距離によっていくつもの速度段階を与えるようにしたもので、残り距離は軌道インダクタによって車上に伝えられる。第4図はこの方式の速度制御の例でA点までは連続制御により最高速度で近づきうるが、停止信号機の前方の区間に進入するとA、B、C点で点制御により40、25、15 km/hの速度制限を受け、停止現示の信号機の前点Dで停止させられる。

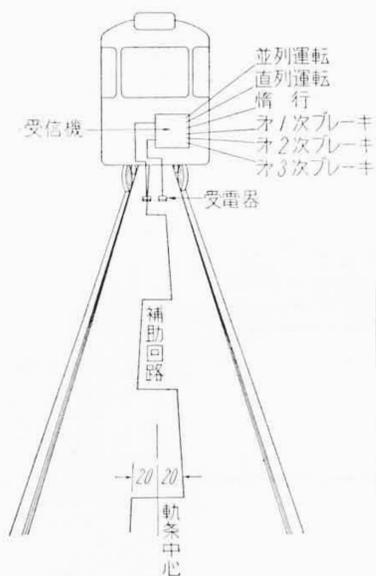
信号による速度制限のみを行う列車自動制御装置は大體以上の3方式のいずれかに分類できるが、プログラムにより力行、惰行、制動の全部を自動制御する場合にはプログラムのもち方に次の二種類がある。

- (1) 地上プログラム方式
- (2) 車上プログラム方式

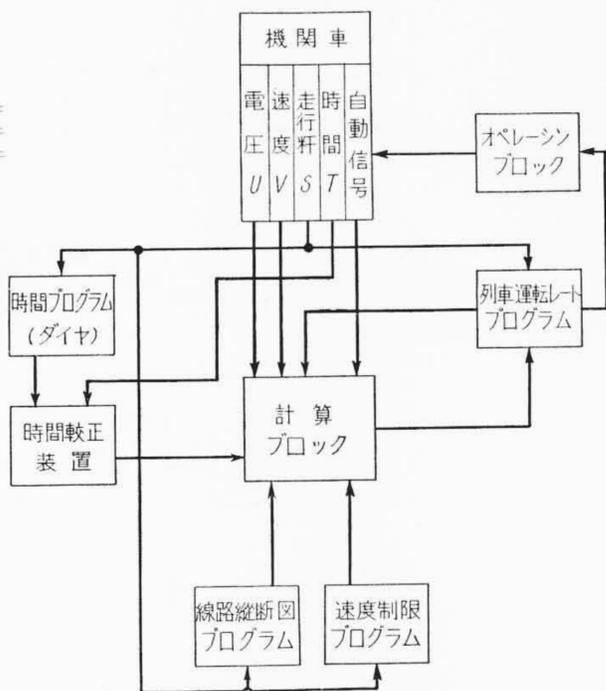
2.4 地上プログラム方式

列車をプログラムどおりに制御せんとする場合、外乱によって列車の実際走行は必ずプログラムからずれてしまう。この結果生じた遅延時間を回復せんとすると、常に多少の計算を行ってプログラムを修整しなければならないが、プログラムは元来地点(場所)と関係があるものであるから、最も簡単な方法はこの地上にプログラムを置く方式である。

パリの地下鉄では、騒音防止、加減速度の増大のためにゴムタイヤを使用した。その結果、軌道回路を構成できないという理由もあって、地上プログラムによる列車自動制御方式を採用した。これは第5図のように地上に矩形波状の補助回路を設け、車上でこれをパルスとして受信し、そのパルス間隔があらかじめ設定された基本間隔と一致するように列車を制御する方式である。



第5図 地上プログラム方式(フランス)



第6図 計算制御プログラム方式車上装置(ソ連)

### 2.5 車上プログラム方式

本方式としては近年ソ連において実験された例があり、その報告に示されたものは車上に列車運転レートプログラム、時間プログラム(ダイヤ)、速度制限プログラム、線路プロフィールをもち、電圧、速度、走行料、時間を測定し、計算機によって運転方程式を解いて列車を制御運転する方式である。第6図に示すような装置によって、電気エネルギーが5~7%節約され、また12~15%の輸送量増加が可能であろうといわれているように、列車の経済運転、走行時分の確保をも目的とした、列車自動制御装置として高度のものといえる。

さて以上列車自動制御装置につき大略を述べたが、ほかに関連技術として、C. T. C. (Centralized Traffic Control) といわれる中央運行制御方式、移動閉塞列車の遠隔制御、貨車仕分けの計算制御などがあり、将来これらはお互に密接な関係をもって発達してゆくものと思われる。次に諸種の列車自動制御装置の具体例につき、ややくわしく述べる。

### 3. 信号による速度制限方式

信号によって制限速度を与え、列車速度がそれをこえた時、自動的にブレーキをかける方式について二つの実施例をあげる。そのうち、一般列車用のものは、赤信号時にのみ自動ブレーキが適応されるべき方式であるが、赤信号の与える速度を零と考えれば両者同一分類に属するものといえる。

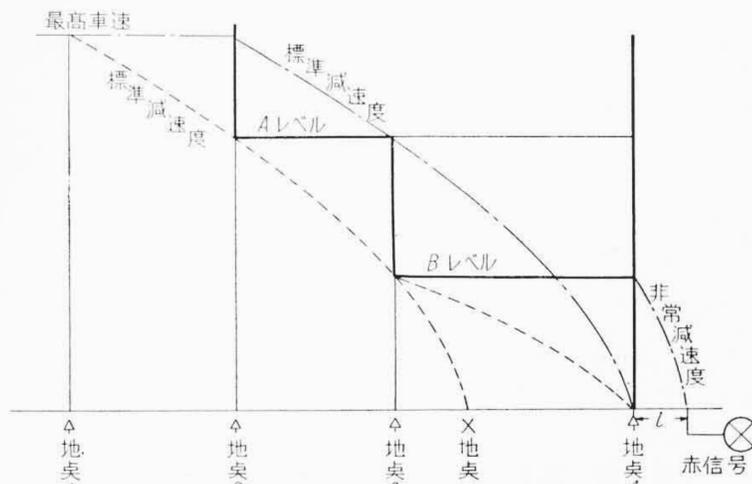
#### 3.1 列車自動停止装置(一般列車用)

本装置は赤信号現示の信号機の手前に自動的に列車を停止させるもので、運転士が適切な操作をすれば、この装置によらずに停車可能のようになっているものもある。また赤信号によって単にブレーキをかけるというだけでなく、運転密度を高め、運転時間をつめるため、赤信号のなるべく近くの一定点に停車するように設計されることが望ましい。実際設計に当っては車重およびこう配の影響を考慮してあらゆる場合に適応できるものでなければならない。以下この具体例として三種をあげる。

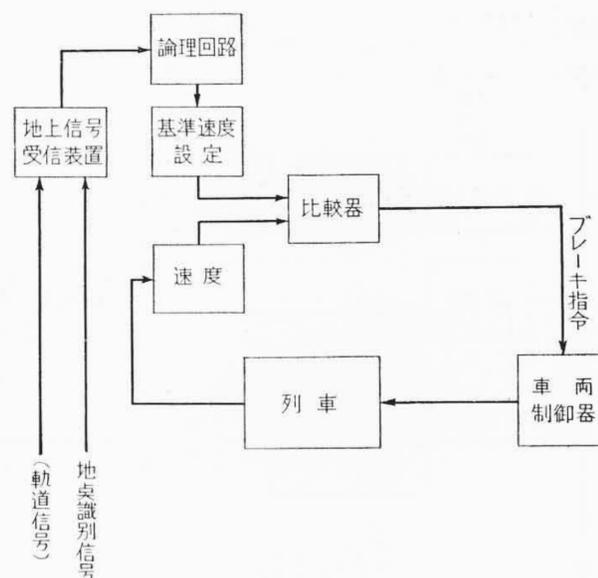
##### 3.1.1 複数地上子による方法\*

計算によると、初速 100 km/h よりブレーキをかけた場合、こう配によるブレーキ距離のばらつきが 100m をこえる場合がしばしばある。初速が変れば、ばらつきは当然さらに大きくなる。よって定点に向う減速操作は、原則として運転士にまかせ、地上に複数個の地点識別装置を設け、それによっていくつかの速度レベルを与えるとともに、その間隔をこう配によって伸縮させ、運転士

\* 特許出願中



第7図 複数地上子による方法



第8図 第7図の方式の車上装置

が標準操作を怠った時にのみブレーキをかけて保安の実をあげようとするものである。第7図において、信号機より1だけ手前の地点4を停止目標点とし、この点を停止確認なしにこえる時は非常ブレーキがかかるようにする。また予定点より標準減速曲線を引きそれと最高車速との交った点を地点2とする。そして非常ならびに標準減速曲線を参照してA、Bの速度レベルを定め、地点3を定める。列車が地点2、3を通過する時、車速がAまたはBレベルより上なら、自動的に常用ブレーキがかかり、ともにBなる制限速度以下になるとブレーキを緩解する。よってこの自動ブレーキにかからぬような標準減速曲線を引いて、地点1を定め、運転士は地点1を車上で知って常用ブレーキ操作を行う。このままではX点になってしまうが、適当な点でゆるめの操作を行って、信号機の手前の定点に減速する。

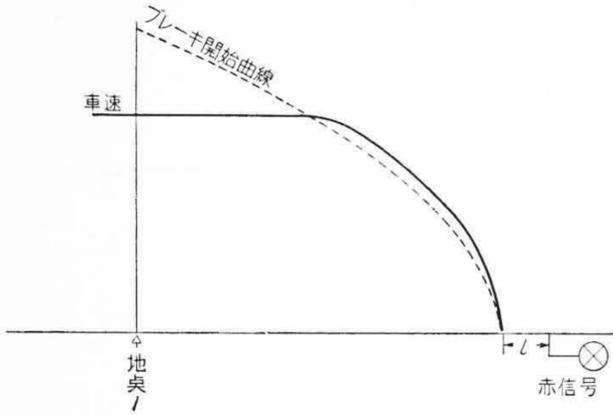
この方式の車上装置ブロック図を第8図に示す。

##### 3.1.2 関数発生器でブレーキ開始点を制御する方法\*

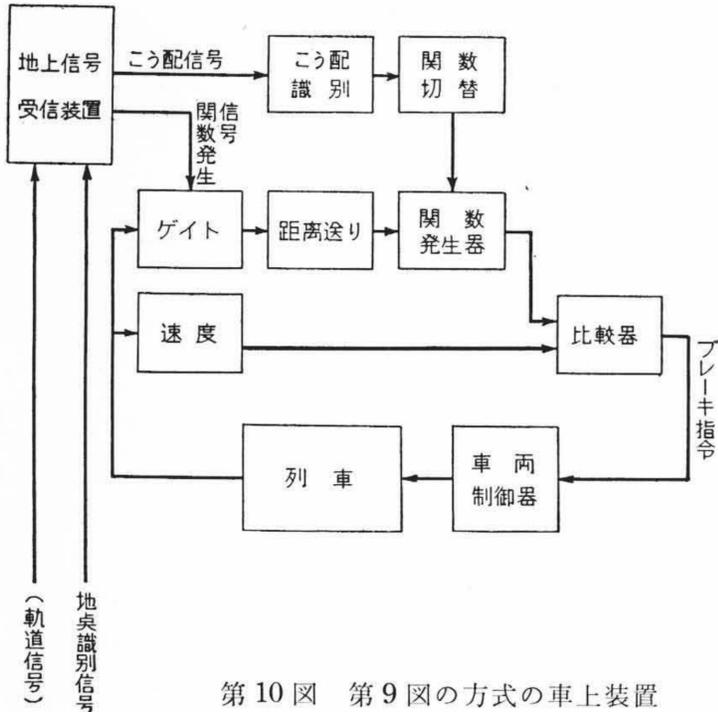
3.1.1項の方法で地点識別装置を無限数置いたものに相当する。第9図で、地点1を知ると、車上では第10図のような装置で標準ブレーキ曲線を発生し、以後車速と標準曲線を比較し、それが一致した時ブレーキをかけ、以後は一定ブレーキ力で減速する方式である。こう配に対する補償は地上よりこう配信号を車上に発し、車上ではこう配に従って適当な関数を選択することによって行う。この方法でこう配±20%間を5つに分けて曲線を5本とした時、こう配のみに起因するばらつきは±25m程度に減少できる。

##### 3.1.3 追従制御を行う方式\*

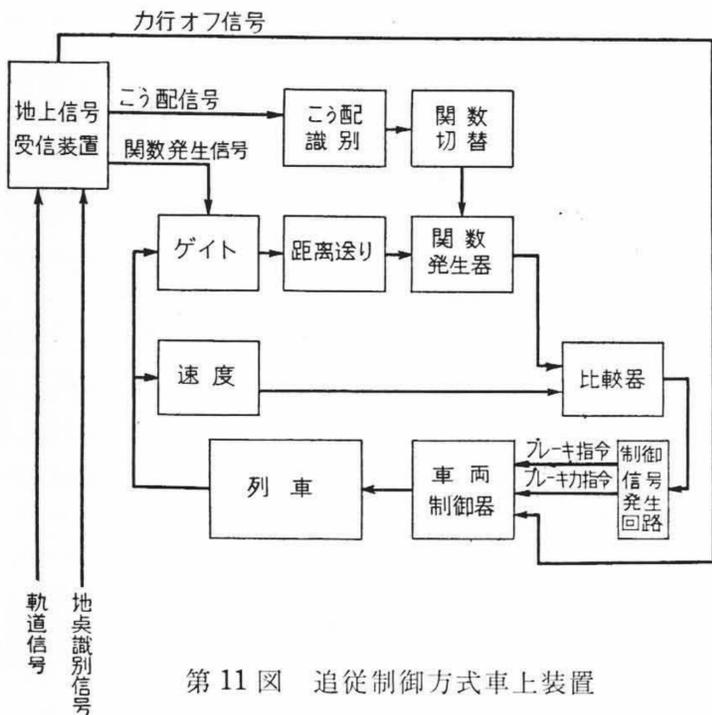
この方式は前方式のようにブレーキ開始点を制御するだけでなく、以後、車速を関数に追従するようにブレーキ力を制御して減速させる方式で、第11図はその車上装置を示すブロック図である。本方式においても平坦の場合を標準としてブレーキ曲線を設定し、それに追従せんとすると、場合によってはブレーキ力の制



第9図 関数発生器でブレーキ開始点を制御する方式



第10図 第9図の方式の車上装置



第11図 追従制御方式車上装置

御量が過大になり、主電動機および制御機器の設計が苦しくなるので、やはりこう配によって減速曲線を選択する方式が好ましい。

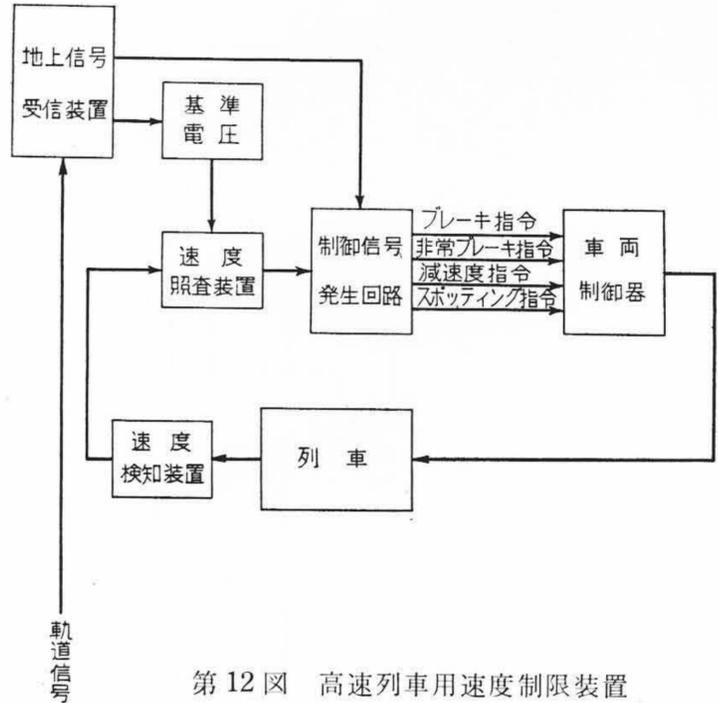
3.2 信号に連動した高速列車用速度制限装置\*

これは新幹線電車のような超高速列車の速度制限用として用いられるものであり、全信号に連動して与えられる多段階の速度制限に従う。

超高速であるので、以下のような設計条件を必要とする。

(1) 一様な減速度をとることができず、常用、非常のいずれの場合も速度段階ごとにブレーキ力を選択制御することが必要である。

\* 特許出願中



第12図 高速列車用速度制限装置

- (2) 信号と列車の結びつきが確実かつ即応性がなければならないので連続誘導式とする必要がある。
- (3) 列車のブレーキ立上り時間のばらつきが空走距離のばらつきとして現われるから、車両制御器と協同して、時間遅れを少なくする必要がある。
- (4) 高精度の速度照査装置を必要とする。

以上のような前提のもとに設計された装置のブロック図を第12図に示す。

4. プログラムによる列車制御方式

地上プログラムの例と車上プログラムに計算機を併用した例をあげる。

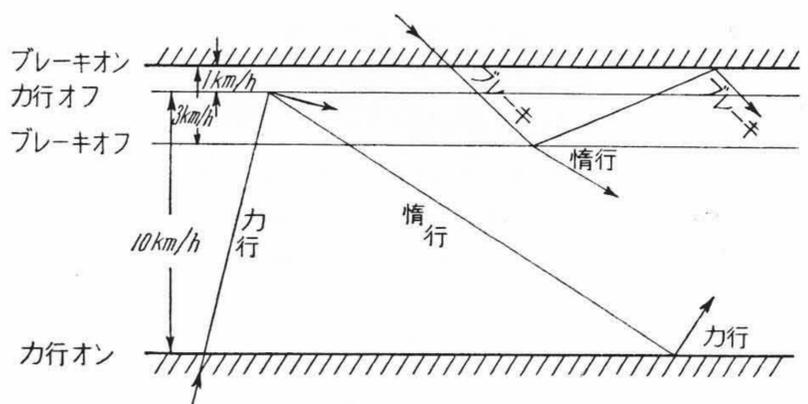
4.1 地上プログラム方式

4.1.1 自動運転用の命令とプログラム

現在使用されている直流電車は、手動で力行とブレーキをオン、オフすることにより速度制御をするように作られているので、自動運転をするためには、手動操作と同じことを自動的に行うことにより運転曲線に追従させればよいことになる。

このような力行とブレーキのオン、オフによる速度制御をするため、第13図のように、ブレーキと力行のオン、オフのための速度基準レベルが必要である。同図で、電車速度がブレーキオンレベル (V<sub>B-ON</sub>) より高いと、自動的にブレーキがかかって速度を低下させ、ブレーキオフレベル (V<sub>B-OFF</sub>) に達すると自動的に惰行に移る。電車速度が力行オンレベル (V<sub>P-ON</sub>) よりも低いと力行し、力行オフレベル (V<sub>P-OFF</sub>) に達すると惰行に移る。こういう操作を行うと、電車速度は V<sub>B-ON</sub> と V<sub>P-ON</sub> の間に保持されるから、この4速度レベルを1個の命令で表わすことにする\*。

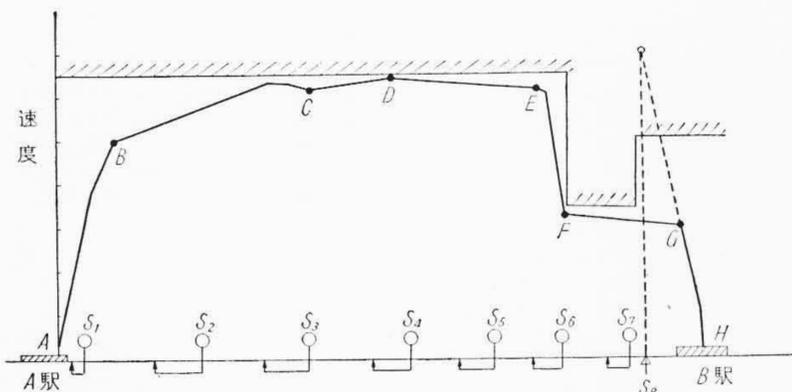
実際にはこういう命令を運転曲線を検討して何種類か用意せね



第13図 速度制御基準レベル

第1表 電車自動運転用命令の種類

No.	記号	適用		力行		ブレーキ		命令内容	
		プログラム制御	信号現示	オフ点 (km/h)	オン点 (km/h)	オン点 (km/h)	オフ点 (km/h)		
1	V65		G	62	54	64	62	① 力行オン点以下の速度ならば、すぐノッチを入れて力行し、力行オフ点に達すれば、ノッチを切れ ② ブレーキオン点以上の速度ならば（または速度上昇してこの速度に達すれば）ただちにブレーキをかけて減速し、ブレーキオフ点に達すれば、ブレーキをオフせよ	
2	V65'		G	62	60	64	62		
3	V65''		G YG	49	48	65	62		
4	V55		YG	54	44	55	52		
5	V40		Y	38	28	40	37		
6	V35		Y	35	30	37	34		
7	V30		Y	29	24	30	27		
8	V25		YY	24	14	22	25		
9	V15	—	RY	12	8	15	12		
10	Off		—	即時	—	—	—		力行オフせよ
11	S <sub>1</sub>		—	即時	—	—	—		標準ブレーキ曲線と速度が一致すればブレーキをかけて停止せよ
12	S <sub>2</sub>	—	R	即時	—	即時	—		ただちにブレーキをかけて停止せよ



第14図 地上プログラムによる自動運転曲線の例

ばならない。

第1表は日立製作所が名古屋市交通局地下鉄用として試作したものの事例である。この場合一つの信号現示に対し、その制限速度範囲内で何個かの命令を作っているから、プログラム自動運転用の命令と信号現示に伴う速度制限命令とを兼用している。

信号現示が最高位の場合に、電車が運転曲線に近似した速度で走行するように制御するためには、第1表の命令を第14図のごとく地上にプログラムしておき、これを車上で受信判別すればよい。すなわち地上をいくつかの区間に分割し、各区分ごとに1個の命令を電車で与えて速度制御をする。

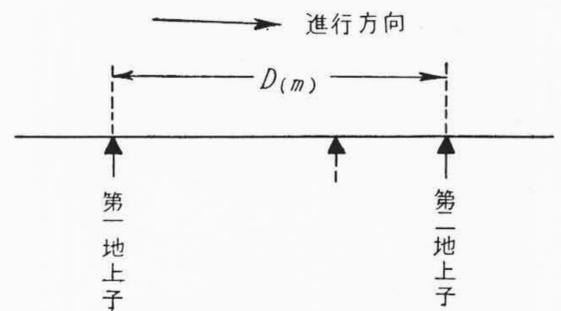
第14図において縦軸は電車速度、横軸は地上距離、S<sub>1</sub>～S<sub>7</sub>は地上信号機とこれに連動した地上子、S<sub>8</sub>は駅ホームの定位置に自動停止するための標準ブレーキ曲線発生開始点である。

A駅発車の際、S<sub>1</sub>とS<sub>2</sub>が緑信号であれば、S<sub>1</sub>により第1表のV-65''という命令を受信し、さらにS<sub>2</sub>により同様の命令を受けてB点(49 km/h)の速度に達すると、力行がオフされる。以後下りこう配のために制限速度近くまで加速されるが、次に上りこう配になって減速する。S<sub>3</sub>により第1表のV-65'を与えると、C点(60 km/h)で力行にはいる。S<sub>4</sub>とS<sub>5</sub>によりV-65を与えると、D点(62 km/h)で惰行に移り、S<sub>6</sub>によりV-35を与えられて、E点でブレーキがかかり、F点(34 km/h)で惰行に移る。さらにS<sub>7</sub>によりV-35を与えられて同一状態を続行し、S<sub>8</sub>で次駅ホーム定位置に停止するための標準ブレーキ曲線を発生し、この曲線と電車速度が一致した時点でブレーキをかけ、G～H曲線に追従しながら減速してH点に停止する。この定位置停車方式に関する原理は日本国有鉄道、鉄道技術研究所の研究成果によるもので、同所から昭和34年度に発注を受け試作した電車定位置自動停止装置

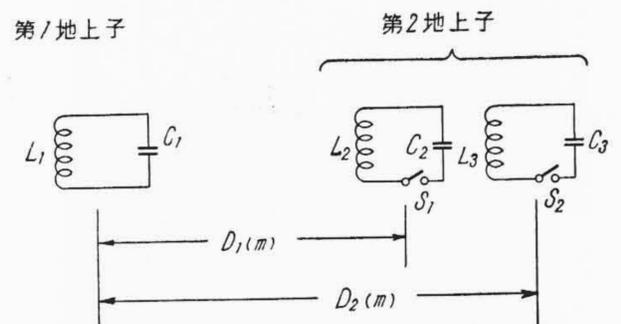
第2表 信号の種類と対地上子間の距離

No.	記号	対地上子間距離 (m)	最低速度 (力行ON) (km/h)	最高速度 (ブレーキON) (km/h)
1	V65	2±0.5	54	65
2	V65'	4±0.5	62	65
3	V65''	6±0.5	48	65
4	V55	8±0.5	44	55
5	V40	10±0.5	29	40
6	V35	12±0.5	24	35
7	V30	14±0.5	24	30
8	V25	16±0.5	14	25
9	V15	18±0.5	4	15
10	OFF	20±0.5	—	—
12	S <sub>2</sub>	21m以上	赤信号停止	故障停止
—	カウンタ入力故障	1m以下	赤信号停止	故障停止

注: No.11は受信チャンネルを異にし、距離に無関係



第15図 地上子の配列



第16図 地上子

の試験結果に負う所が多い。

以上のように各地上子に第1表の命令のいずれかを表示させ、この命令のとおり力行とブレーキを制御する。

#### 4.1.2 地上プログラムの方法\*

以上の命令を線路上に設置する方法は種々あるが、今回試作した方式を紹介する。第15図において、第1地上子と第2地上子との距離Dmが第1表の命令に対応するようにする。第2表はその事例で、地上の長さ2mを単位にとり、12種類の命令を2個の地上子間距離に対応させた。±0.5mは許容誤差である。もし何かの原因で、2個の地上子を正確に検知できず、1個または3個として検知した場合には、No.12の場合として判別され、また検知機構が故障してDを1m以下あるいは21m以上として検知した場合にも、停止命令として判別されて停止する。

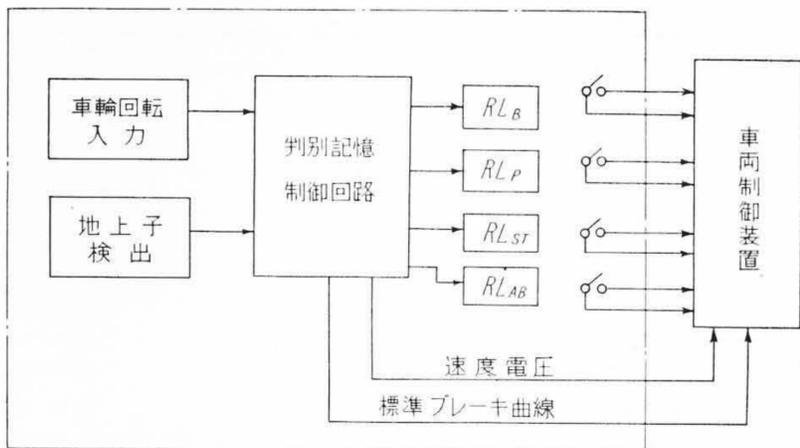
この方式の利点は、もし故障そのほかにより地上子間距離D(m)の検知を間違った時に、安全側に動作することと、地上子数を節約でき、さらにまた、地上子間距離の最小単位2mをもう少し小さくすれば地上子数を増加することなく、命令の種類を増加できることなどである。

#### 4.1.3 地上子

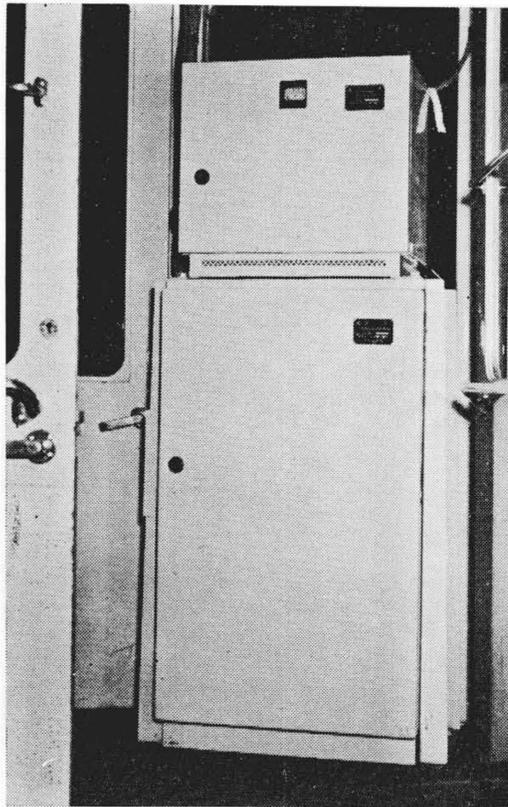
以上に述べた地上子と地上子から信号を受信する地上受信装置(第12図参照)は日本国有鉄道において実用化したC型車内警報装置に関する諸方式のうちの一つの原理を利用したもので、ここでは名古屋地下鉄用に設計した地上子の場合について述べる。

第16図に示すように、各地上子はLCの共振回路とし、第1

\* 特許出願中



第17図 電子制御装置



第18図 電子制御装置本体

地上子は固定，第2地上子は固定閉塞用地上信号機の接点に連動してスイッチ  $S_1$  または  $S_2$  を切入ることにより，共振回路有無の2状態を作る。赤信号の場合には  $S_1, S_2$  とともにオフされて第1地上子のみ共振回路を形成し，第1表の No. 12 を表示したことになる。緑信号の場合には， $S_1$  が閉じて第1表の No. 1~3 を表示し，黄信号の場合には同様に  $S_2$  を閉じて No. 5~7 のいずれかを表示する。

4.1.1 に述べたように地上子の表示する命令は信号現示を含んだものであるから，信号現示が最高位の場合にはプログラム運転され，低位現示の場合にはその速度制限に自動的に従う。

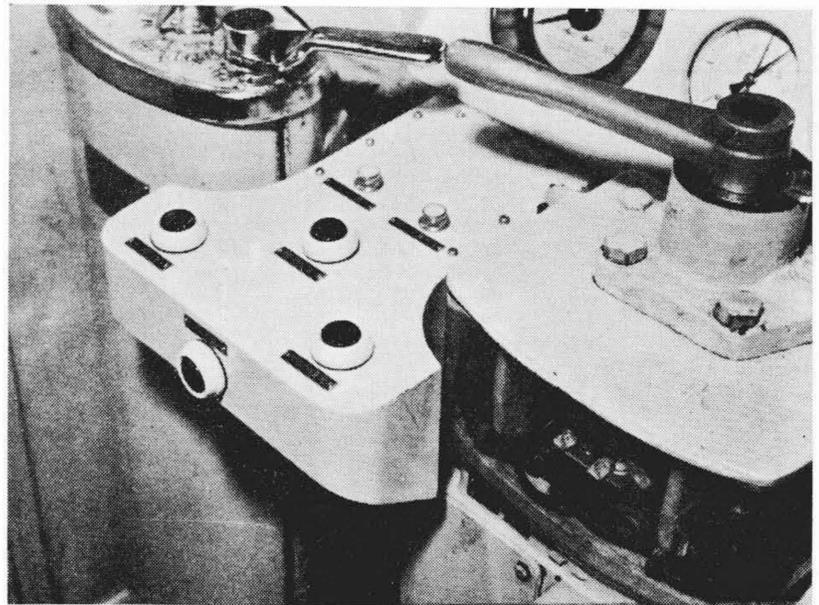
#### 4.1.4 電子制御装置

第17図において，地上子検出器により地上子を検出し，車輪回転入力により地上子間の距離を検知する。その結果どの命令であるかを判別し，次の命令を受信するまで記憶して，第13図のような4個の速度基準レベルを選択する。

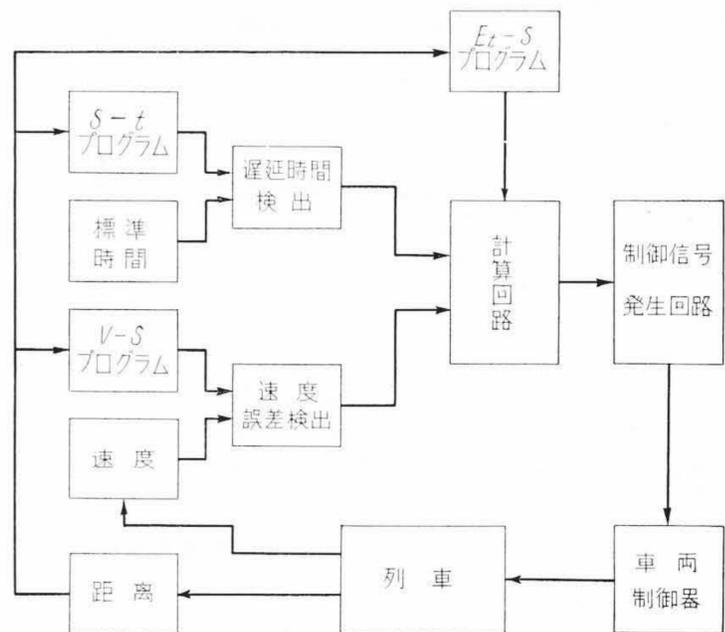
一方車輪回転入力により，電車速度を検出し，命令された速度基準レベルと比較して，ブレーキと力行を制御するためのリレーを切入する。

$RL_B$  はブレーキを制御するリレー， $RL_P$  は力行ノッチを制御するリレー， $RL_{ST}$  は駅ホーム定位置停止ブレーキを指令するリレー， $RL_{AB}$  は電空併用ブレーキの最終ブレーキである空気ブレーキのゆるめを指令するリレーである。

以上は，地上プログラムと，点制御方式による信号制限によって車両を制御する方式であるが，信号との関連を連続誘導式にし



第19図 自動操作盤



第20図 計算制御を含んだプログラム制御車上装置

た方式も同様に可能なことはいうまでもない。その際，地上プログラムを，軌道回路に設けた死区間長によって車上に伝えるようにすれば地上子をも全廃した方式をとりうる。

#### 4.1.5 試験結果

この地上プログラム方式によるわが国最初の自動運転実車試験は，昭和35年10月24日午前零時を期し，名古屋地下鉄の名古屋一栄町間(2.6 km)で行われた。第18図はその際の電子制御装置本体で，第19図は同じく運転室内の自動操作盤および速度指示部を示すものである。試験は24日~29日の5日間にわたり，空車，定員荷重について，延べ約50回に及んだ。その結果，G現示による運転曲線通りの走行試験については，力行，惰行，制動と好調に動作し，さらに Y. R. 現示に対しても予定どおりの好成績が得られた。

駅の定位置停車については制動初速を種々変えて試験したが，停止位置の誤差は $\pm 54$  cm以内に納まりきわめて良好な結果であった。

#### 4.2 車上プログラム方式

例として車上にプログラムを持ち，さらに計算機を車上に積載して超高速電車を制御する方式を示すが，超高速電車においては，プログラムに従って列車を制御しても，諸条件の変動により必ずプログラムからのずれを生じ，運行時間に誤差を生じる。このずれを車上で検知し，車両の現在条件を参照しつつプログラムを修正しながら進行するもので，第18図にはその実施例をきわめて概略的に示してある。

本例は，シリコン整流器式による列車を対象としたもので，車上

には距離-電動機端子電圧プログラム, および距離-時間と距離-速度のプログラムを持ち, 前者によって一般走行を行い, 後二者によって, 時間遅れと速度誤差を検出して距離-電圧プログラムの修正量を導き, 電圧プログラムと相加わって列車に対する制御量とする\*。

本装置が一般の自動制御系ときわだって異なる点は, その130秒程度にも及ぶ大きな時定数と, 電動機端子電圧がタップによって変化されることによる必然的な非連続性である。現在, 最高速度250 km/h, 駅間距離500 km 運行時間3時間程度の列車において, 到着時間誤差 ±7.5 秒を目標にとっている。

5. 結 言

以上, 列車自動制御装置についてその現状と発達の過程を述べたが, 近時のエレクトロニクス技術の進歩と自動制御理論の発達とは, この列車自動制御装置をにわかに技術の第一線に押し上げてきた。

単に安全度の向上だけを目的とした古い打子式のものから脱皮して, いまや本装置は時代の脚光を浴びつつあり, 本装置への要求も列車間隔の短縮, 運転時分の正確な保持から電力消費量の節減に至るまでつくるところを知らぬ有様である。この時において日立製作所

が名古屋市交通局に於て試験を行った地下鉄用列車自動制御装置は, 力行, 惰行およびブレーキに至るまでの運転全域を自動制御する, わが国最初のものとして各方面の注目を浴びつつあったが, 昭和35年10月24日より現地において実車試験を行い, 極めて良好な結果を得た。さらに各私鉄においても本装置の採用を真剣に検討しつつあり, 本技術の発達は各方面より期待されつつある。

擱筆するに当たり, 今後とも本技術の進歩につき関係各位のご指導とご鞭撻をお願いする次第である。

参 考 文 献

- (1) Siemens Zeitschrift p. 462~469 (Sept. 1957)
- (2) Siemens Zeitschrift Heft. 2, Heft. 6 (1956)
- (3) Les Transports Urbains par Marc Langevin (Sept. 1952)
- (4) ABTOMATNKA TEJMEMEXAHNK AN CBR 3 b (1957 8月10日)
- (5) Railway Gazette p. 188~190 (Feb. 14, 1958)
- (6) Electrical Engineering p. 311~317 (April 1951)
- (7) Railway Gazette (May 6, 1960)
- (8) Railway Gazette p. 506~507 (Oct. 24, 1958)
- (9) 外国鉄道技術研究会資料-A 自動列車制御装置特集号(昭34-3)



特 許 と 新 案



最近登録された日立製作所の特許

特許番号	名 称	氏 名	登録年月日	特許番号	名 称	氏 名	登録年月日
264348	加圧水形原子炉加圧器加熱部	荒井利治	35. 8. 20	264397	O リン グ 使 用 方 法	村田師男	35. 8. 20
264444	電 気 集 じ ん 器	橋本清隆	"	264405	車 両 用 吊 リ ン グ	小橋正男	"
264448	交流整流子電動機および直流機の補償巻線	越前谷定義	"	264416	電磁制動および気動制動を同一操作ハンドルにより同一制動圧力をもつて自動的に転換しうる自動転換制動装置	村田信幸	"
264356	交流電気機関車の異常時保護方式	河井真治	"	264433	台 車 回 転 装 置	田上八十次	"
264373	表 示 線 保 護 継 電 装 置	池田正一郎	"	264485	タ ン ク 蓋 締 付 装 置	村田師男	"
264375	接 地 保 護 継 電 装 置	渡中三夫	"	264352	試 料 投 入 装 置	佐坂裕福	"
264390	揚水発電所の電機運転制御方式	渡中三夫	"	264381	遠 心 調 速 機	古谷松八	"
264404	操作開閉器誤操作防止装置	斎藤武	"	264389	レ バ - 装 置	重野村茂	"
264412	交流電気車回路の直流遮断装置	金井好延	"	264401	コールカッターピックの脱落防止装置	田中成利	"
264436	電 車 用 密 閉 形 変 圧 器	宮崎徳太郎	"	264456	重 心 位 置 測 定 装 置	田小川春儀	"
264443	交直両用電気車運転保護装置	池田正一郎	"	264468	プ - リ	小川茂樹	"
264449	交直両用電気車運転保安装置	池田正一郎	"	264482	タンデム駆動のベルトコンベヤ	若森俊郎	"
264450	交直両用電気車運転保護装置	池田正一郎	"	264387	油圧操作圧力調整弁を使用した空気圧縮機起動負荷軽減装置	宮下啓一	"
264452	交流電気機関車回路の直流遮断装置	池田正一郎	"	264346	摺 動 摩 擦 用 炭 素 材	一木利信	"
264473	エスカレータ運転装置	藤森和夫	"	264363	洗 濯 機	花園文卓	"
264479	水 電 解 槽 短 絡 装 置	森山昌和	"	264419	質量分析計のコレクタースリット調整装置	田野池保武	"
264388	交流電気車用軸重移動補償装置	高橋協三	"	264420	質 量 分 析 計 イ オ ン 集 取 電 極 装 置	野田池保武	"
264435	車 両 の 空 気 制 動 制 御 装 置	油益河今泉	"	264421	洗 濯 機	小池三郎	"
264442	ボギーの揺れリンク装置	益井文貞	"	264430	振 幅 差 変 調 回 路	上野善右衛門	"
264349	車 両 の ロ ー リ ン グ 防 止 装 置	関野陽	"	264457	対 数 計 数 率 計	阿部健児	"
264350	車 両 用 ロ ー リ ン グ 防 止 装 置	村別師男	"	264466	複 動 弁 式 氣 化 器 第 2 次 絞 弁 動 作 装 置	鈴木彦	"
264357	空 気 ば ね 高 さ 制 御 装 置	別府正忠	"	264467	複 動 弁 式 氣 化 器	湯沢宏	"
		小村正男	"	264431	テ レ ビ ジ ョ ン 受 像 器	角野正夫	"
		田橋正人	"	264358	電 話 交 換 機 に お け る レ ピ ー タ の 監 視 方 式	野上邦茂	"
		小橋正人	"	264368	トランジスタ受信機における電流制御方式	大塚英次	"
			"			山崎誠司	"