

電車定位置自動停止装置

Automatic Train Braking Controller

伊藤俊彦* 和田俊介**
Toshihiko Ito Shunsuke Wada
飛永勝年** 湯浅政男**
Katsutoshi Tobinaga Masao Yuasa

内 容 梗 概

昭和35年3月試作完成した電車定位置停止装置につきのべる。設計上の理論および回路の詳細は他日にゆずり、本装置の目的と効果、機能と性能、回路方式と各部の概略につきのべた。

1. 緒 言

近年電車自動運転の研究がなされているが、本装置はその第一段階として、現用電車の大半を占める空気ブレーキを使用した電車を、駅ホームの定位置に自動停止せしめるための計算制御装置で、本装置単独の経済効果は少ないが、その目的は

- (1) 乗務員の熟練度軽減
- (2) 停止制動不良によるやり直し防止
- (3) 電車自動運転装置の一部開発

である。電車の定位置停止方式は種々考えられるが、本装置は鉄道技研で考案された制御方式⁽¹⁾に基き、次の機能と特長をもつ装置として設計試作したものである。

- (1) 外部条件を設定すれば、電車を駅ホーム定位置に自動停止せしめる。
- (2) 操作簡便
- (3) 特に寿命の長い部品で構成

回路設計上の詳細は別途報告することとし、本文では製品の概略につきのべる。

2. 構成 と 機 能

2.1 構 成

本装置の構成は次のとおりである。

- | | |
|--------------|-----|
| (1) 本 体 | 1 台 |
| (2) 地上位置検出器 | 1 台 |
| (3) 圧力検出器 | 1 台 |
| (4) 電 源 | 1 台 |
| (5) ケーブル その他 | 1 式 |

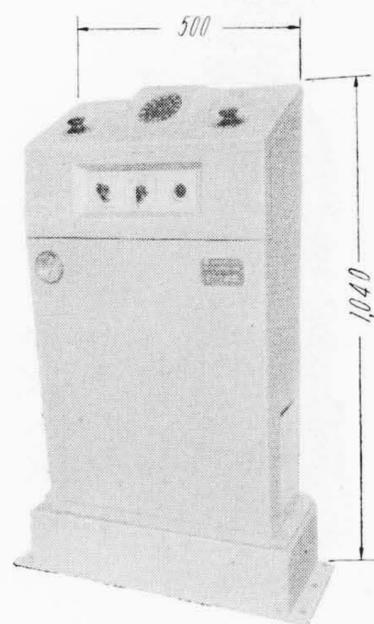
2.2 機 能

本装置は全制動と3段ゆるめ制動を行う4段制御方式で、空気ブレーキ装置の制御能力を減らすことなく制動をかけ、乗心地を害することなく駅ホームに電車を自動停止せしめる。この場合の性能は

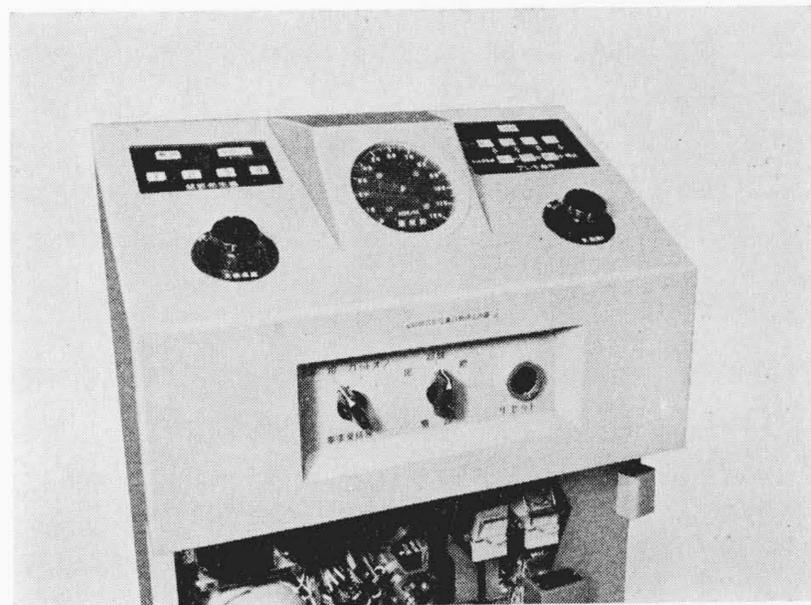
- (1) ARE 空気ブレーキ電車10両編成の場合の停止誤差目標は±1.5m以下
- (2) 速度範囲<80 km/h
- (3) 入力として車軸回転、地上位置検出信号、つり合空気溜圧力測定電圧、DC 100 V 電源を必要とするほか、
- (4) 手動設定により、天候係数(0.42~0.29) 車重(35~50 t) リセット信号を必要とする。
- (5) 出力としてつり合空気溜圧力を所定値に自動設定するための電磁弁操作信号を送出し、つり合空気溜の圧力を自動制御する。

* 鉄道技術研究所

** 日立製作所戸塚工場



第1図 電車定位置自動停止装置本体



第2図 本体前面操作パネル

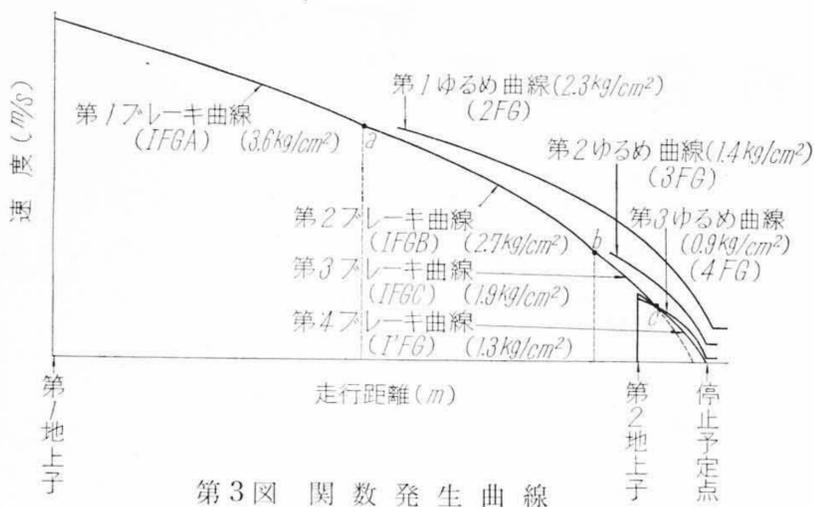
- (6) 電車停止状態で等価試験できる。

乗務員は発車に当り、リセット押ボタンを押して車重目盛を合わせ、天候が変化したときに天候係数目盛を合わせればよい。

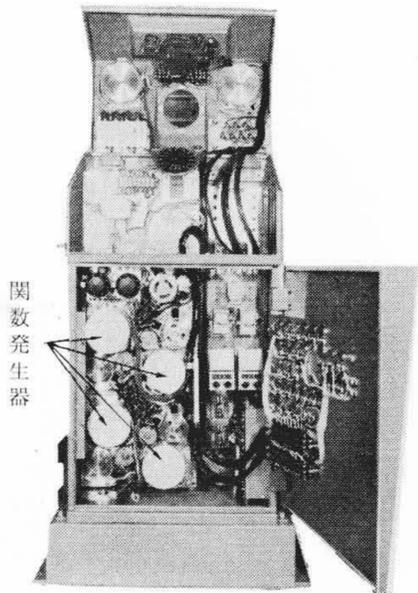
第1図は本体外観図、第2図は本体前面パネルで、上部中央は速度指示計、左側ダイヤルは天候係数、右側ダイヤルは車重を設定するためのものである。下部右側押ボタンは電車が出発するときに空気ブレーキをリセットするためのもので、その左は電源スイッチと本装置試験用を兼ねている。さらにその左は本装置を地上試験するときに等価地上位置検出信号を出すためのスイッチである。上部左右のランプ表示盤は試験者が本装置の動作を確認するためのものである。

なお本装置の使用条件は

- (1) 周囲の空気：温湿度-10~35°C, 40~90%, (車外の部品は



第3図 関数発生曲線



第4図 本体内部

直射日光と雨にさらされる) SO₂ のような電気接点面をおかすガスなし。じんあいは多し。風速 < ±25m

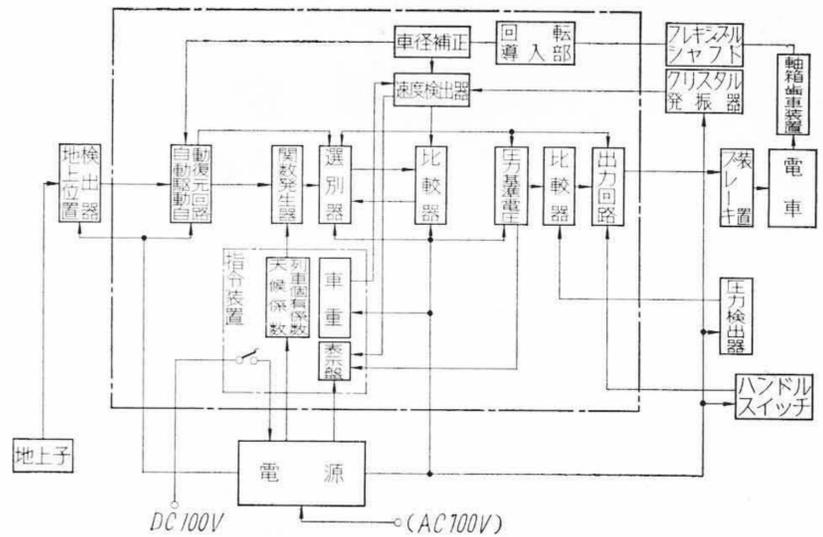
- (2) 振動: 車軸は30g以下, 電車床上は0.3g以下
- (3) 電源: DC100V $\pm 5\%$
-15%
- (4) 車輪径と車重: 840~910mm, 35~50t
- (5) 雑音: 本文に明記しうるような定量的データを入手していないが、雑音が多い。

3. 各部の回路と機能

本装置設計に用いた制動計算式および各部回路の詳細は別の機会にのべることにし、次の各部分の概略につき説明する。

3.1 関数の発生と駆動機構

第3図に示すように、ブレーキ初制動点を定めるための4個のブレーキ曲線の中で、第1~3ブレーキ曲線を1個の関数発生器で発生し、第4ブレーキ曲線と3個のゆるめ曲線をそれぞれ1個の関数発生器より直流電圧で発生する構造になっている。これらの関数発生器は直径100φの精密巻線形ポテンシオメータで、回転角と抵抗値の関係をあらかじめ計算して決めた制動曲線になるように作ったものである。全抵抗値は1kΩ、関数に対する誤差 < ±0.5%のものである。負荷は後述比較器であるが、その入力抵抗は10kΩ以上にしてあるから、負荷の影響は無視できる。第4図は本体の内部を示す写真で、関数発生器が矢印指示のように配置してある。ポテンシオの抜取寿命試験結果では、100万回の回転後仕様を満足しているものを使用したので、5分ごとに1回転すると仮定して10年以上の使用に十分耐える。第5図は本装置のブロックダイアグラム、後述地上位置検出器により、第1ブレーキ曲線の発生開始地点を検知して、自動駆動復元回路の入力端子を10msec以上の短時間短絡すると、マグネットクラッチが励磁されて第3図の第1ブレーキ曲線を発生し始める。同図の諸関数は電車進行にしたがって、第5図の自動駆



第5図 ブロックダイアグラム

動回路により順次自動的に所定位置より発生し、第4ブレーキ曲線のみ第2地上子検知信号により発生する。いずれも円形ポテンシオメータゆえ、元の位置まで回転すると、自動復元回路によりそれぞれの駆動機構内のマグネットクラッチが自動的に切れて停止し、元の状態にリセットされる。

関数発生器と速度検知器の正確な駆動をするために、現在国鉄で使用しているフレキシブルシャフトを用いて、車軸回転を本体入口まで伝達し、ギヤ機構を介して上述両者を回転する。フレキシブルシャフトを用いた回転伝達機構の誤差は、回転速度絶対値の約0.3%以下である。

ギヤ機構の中には、ボールディスク式インテグレータをギヤ比微調用に入れ、車径目盛をつけて1%の精度で車径変化を調節できる。約30g以下の振動をする車軸よりその回転を本体に伝達する方法は、電気的手段もあるが、信頼度と価格の点より機械的方法を用いた。フレキシブルシャフトの長さには制限があるから、さらによりよい方法を研究したいと考えている。

3.2 速度検知器

ボールディスク式インテグレータを使用した電気機械式のもので、その特長は、

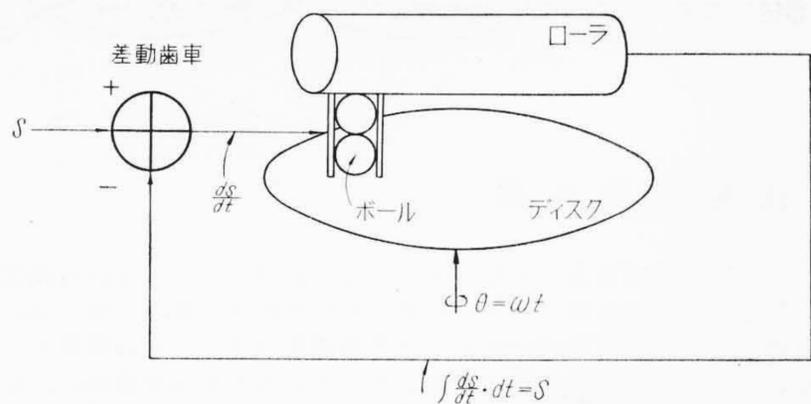
- (1) 速度がそれに比例する回転角で得られ、正確な等間隔目盛がきざめる。
- (2) その回転をポテンシオメータに連絡し、直流電圧としても指示できる。
- (3) 関数発生器の出力と同一電源であるゆえ、相互間に電圧変動による誤差を生じない。
- (4) 0.25%の高精度が得られる。
- (5) 温度変化による影響が無視できる。
- (6) 30,000時間以上の使用に耐える。

ボールディスク式インテグレータを第6図のような閉ループ中に入れれば、そのループ中に微分値が存在する。差動歯車的一端に走行距離 s を入れ、インテグレータのディスクを $\theta = \omega t$ (t は時間) で回転させれば、ボールキャリッジの動きが s を t で微分した形となる。試作品は第7図のような差動歯車を1個追加して $\frac{ds}{dt}$ の零点をシフトして使用している。なおこの速度検知器は次のようになっている。

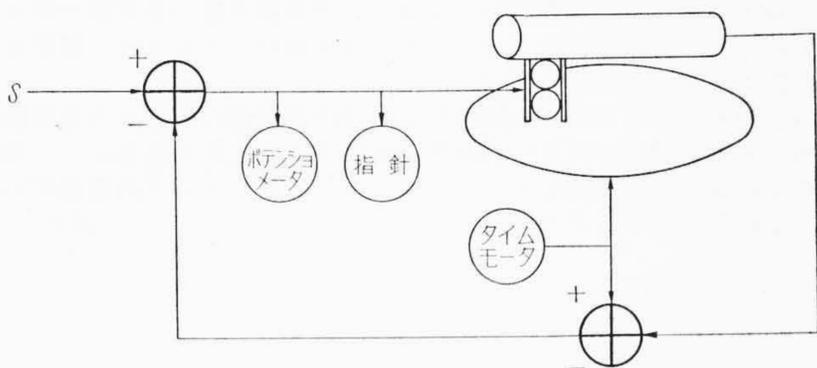
- (1) 出力: 速度電圧出力は時速 1 km/h に対し 0.15 V, 速度指示用指針の回転 $\theta = 0.37090^\circ/\text{rpm}$ で最大出力は 120 km/h
- (2) 誤差: 速度電圧誤差 < ±0.25%, 回転角誤差 < ±0.2%, ただし速度検知器電源と関数発生器電源を共通にし、速度と関数を比較する方式ゆえ、電源変動の影響は無視してある。
- (3) 電源入力: 60 c/s ± 0.01% 36 V, D. C. 18 V

3.3 速度電圧の比較と制動順序

第3図の各関数は前述のとおり直流電圧で順次発生され、第4図の選別器により、これらのうちの所要の1個が比較器にはいり速度



第6図 ボールディスク式インテグレータを用いた微分回路



第7図 ボールディスク式インテグレータを用いた速度検知器の原理図

器出力電圧と比較される。比較器はトランジスタ3個よりなる簡単なものであるが、速度電圧比較誤差は、前述使用条件のもとで最大速度電圧の0.05%程度で、ほかの誤差に比べ無視してよい値である。第8図はその外観写真で、プラグイン式構造になっている。

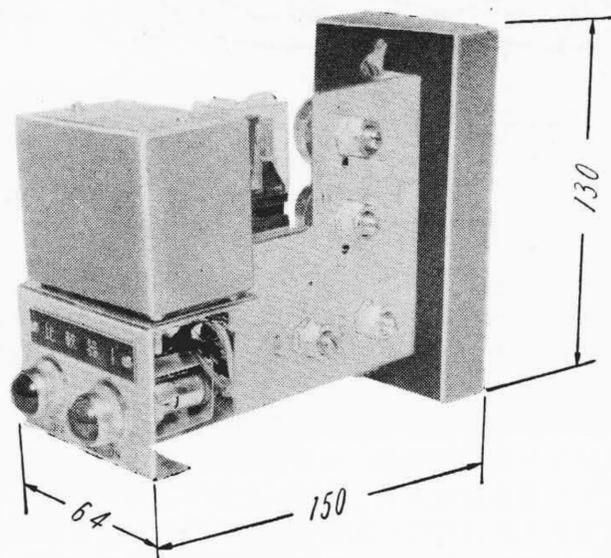
第3図において、最初はブレーキ曲線のみが比較器にはいり、電車速度電圧と一致すれば、比較器内の接点が落下して選別器を介してブレーキ装置の電磁弁を駆動し、後述の方法によりブレーキ曲線個々の圧力に自動設定する。同時に選別器により比較器にはいる速度電圧はゆるめ曲線になり、ゆるめの制動点を決めるための比較が始まる。この諸動作の順序は電車の初速度により異なり、a点より高速では1FGA→2FG→3FG→4FG→停止、a点とb点間の速度では1FGB→3FG→4FG→停止、bc間の速度では1FGC→4FG→停止、C点間の速度では1'FG→停止となる。ただしC'点近くでは図より推察されるように以上の順序が異なる場合がある。

3.4 圧力自動設定

前述のとおり順序で制動が行われる場合、ブレーキシリンダ圧力を第3図記入の所定値に自動設定する回路につきのべる。つり合空気溜の空気圧を抵抗線ひずみ計により電圧に変換し、これをトランジスタ増幅器で増幅して5kg/cm²のときにD.C. 5V±0.5%の電圧が得られる。

一方圧力基準電圧は精密抵抗による電圧分割により所定の圧力相当電圧を作り、前述比較器と同一構造の圧力比較器により±0.1%以下の誤差で比較する。

一方ブレーキ装置に空気「こめ電磁弁」と「ゆるめ電磁弁」を取りつけ、これらを励磁することによりつり合空気溜の圧力を変化できるように改造しておく。いま選別器を介して出力回路のリレーを動作せしめ、つり合空気溜の圧力が変化すると、上記圧力比較器により比較をして所定圧力に達すると出力回路のリレー動作を復帰せしめることにより圧力変化を停止せしめる。以上の動作によりつり合空気溜の圧力は大体圧力検出誤差に近い値±0.5%程度以下で自動的に設定されるが、空気ブレーキ装置の誤差のためにブレーキシリンダ圧力の誤差ΔPは低圧ほど大きく、実測例では±5~8%程度以下のばらつきがある。ただし1列車のブレーキ装置がn個ある場合には、 $\Delta P/\sqrt{n}$ となり実用上困らない程度のばらつきになる。圧力基準電圧の選択はもちろん選別器により関数の選択といっしょに



第8図 比較器外観

行われる。

3.5 地上位置検出器と電源その他

地上位置検出器は最近鉄道信号に使用されはじめた車内警報C形とほぼ同一原理のもので、周知のとおりレール間に設置された約400%角130kcの共振回路上にくると、車上トランジスタ発振器の常時発振周波数107kcが130kcに偏周することにより、常時励磁リレーが落下する。この接点落下により自動駆動回路を動作せしめる方式で、接点落下時間は速度に反比例するが時速100km/hの時に10msec以上で現用電車用には十分である。本装置には電圧変動±0.1%程度を必要とする箇所があるので、周知のトランジスタ式定電圧電源を用いた。試作品であったために、D.C. 100Vでも動作するようにインバータを内蔵している。手動と自動の切替えが容易に行えるようにするため、電車のブレーキハンドルを抜き取位置においた場合のみ本装置の出力回路を切るようにし、手動制動を即時行えるようにした。

4. 試験結果

本装置は昭和35年3月に完成したが、5月末予定の実車試験が脱稿以後に延期されたので、残念ながら停止位置誤差を確認できなかったが、鉄研研究室内の空気ブレーキ装置に接続して動作試験を行った結果、所要の動作をし圧力設定誤差は本装置設計に当って想定した程度になった。したがって予想通りの停止誤差で自動停止することを期待している。また各部の特性はデジタル電圧計のほか精密測定器により検査した結果、設計仕様を満足している。

5. 結 言

本装置は試作品であったので、実験観測の便を考えて実用機に不要のものがついている。特に本体以外のところは、試験用架を作ったので架が大きい。これは床下に分散とりつけられるものと考えている。今回の試作品は停止位置誤差を少なくすることと、信頼度を高めることに重点をおいたが、今後さらに安全の絶対確保と価格低減のために改良しなければならないと考えている。設計製作中に考えた改良したい点が少なくないので、引き続きこの種の試作を行いさらに自動運転装置を加えて実用化したいと希望している。

脱稿に当り鉄研自動制御研究室河野前室長、尾城技師、芥田技師にご指導ご援助を賜わり、鉄研野村技師よりブレーキ装置に関する知識を与えられ、国鉄臨時設計事務所内海技師にブレーキ装置改造そのほかご援助を賜わったことに対して厚くお礼を申しあげる。

参 考 文 献

- (1) 伊藤：電車の定位置自動停止装置(自動制御 1960 Vol.7, No.3)
- (2) 野村：電車用空気ブレーキ 電気車研究会(昭28-10)



特許第252235号

竹村伸一

内燃電気車両の自動負荷調整装置

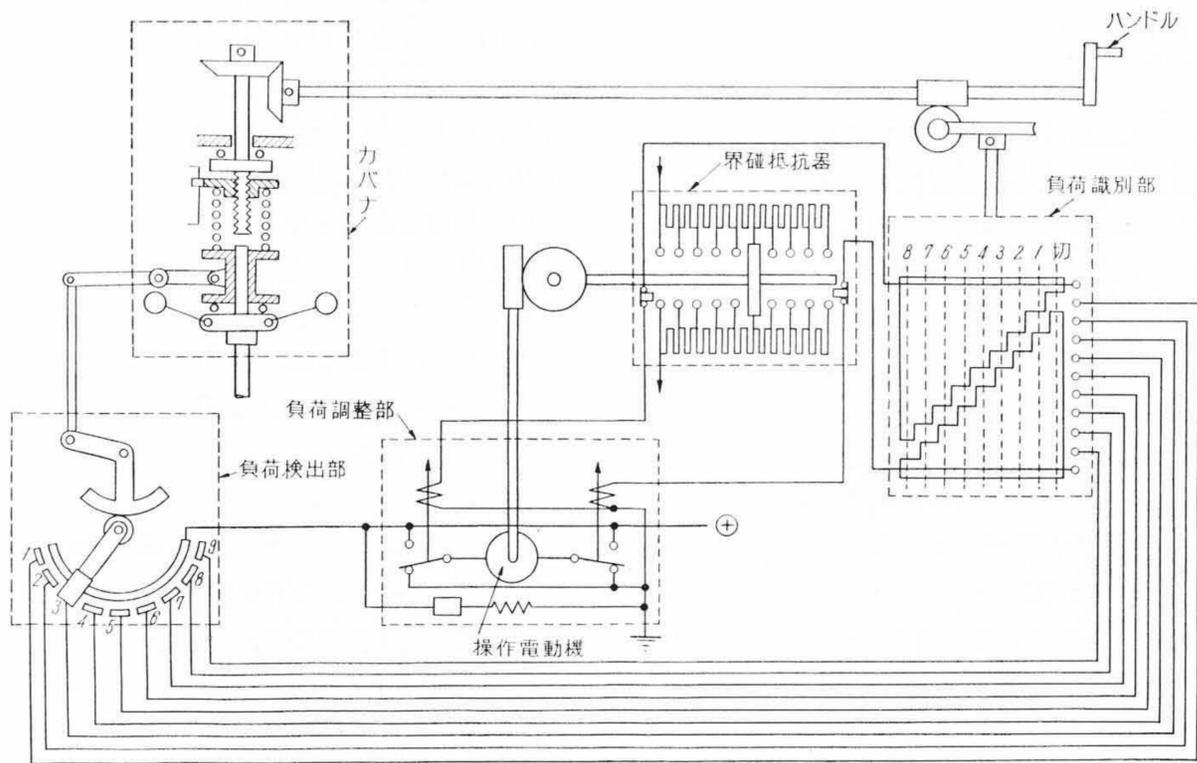
この発明は内燃電気車両において、内燃機関とこれに直結された主発電機との各出力を常に均合するよう作用する自動負荷調整装置にかかり、図に示すように負荷検出部と負荷識別部との負荷調整部との三部分より成立っている。

まず負荷検出部によりそのときの機関の燃料噴射量を電氣的に検出し、この結果を負荷識別部につたえる。負荷識別部の制御円筒は機関のガバナの調整軸を介して連動しており、ハンドルによりガバナの整定を変更すれば同時に負荷識別部も回転し、常に回転数に相当したノッチ位置をとるようにしてあり、噴射量はそのときの機関の回転数に対し適当な値であるか否かをノッチ位置により識別するものである。

内燃機関の出力は機関の回転数のみを変えることによっても、また燃料噴射量のみを変えることによっても変更しうるものであるが、この二つの方法はいずれも内燃機関にとって好ましい方法では

ない。内燃機関の寿命、運転の安全および経済の面からすれば機関の回転数と燃料噴射量とをともに適当に組合わせて変化させ、出力を調整することが理想的である。負荷識別部はそのときの機関の回転数に対し燃料噴射量が理想的値となっているか否かを識別し、もし予定値より噴射量が多い場合は機関はそのときの出力に対し過負荷になっていることがわかる。この場合は制御円筒上の接触片を介して負荷調整部の操作電動機を制御し、励磁機界磁の抵抗器の抵抗を大きくし、励磁機の出力を下げ、主発電機の出力を下げ、機関を過負荷より解放する。

以上説明したようにこの発明によれば内燃機関の出力と主発電機の出力とを常に均合状態に自動的に保持することができるから、効率のよい経済的な運転を行うことができ、これによって内燃機関の寿命を延長することができる。(滑川)



昭和36年4月発行予定

車両特集号第2集

日立評論別冊第40号

目次

- ◎わが国における最近の鉄道車両
- ◎ED-71形交流電気機関車の性能について
- ◎インド国鉄納直流1,500V3,020kW(4,050HP)回生ブレーキ付電気機関車
- ◎台湾鉄路局納1,560PSディーゼル電気機関車
- ◎1,100PS液体式ディーゼル機関車
- ◎最近の産業用電気機関車について
- ◎交流および交直両用電車用電気品について

- ◎車両用主変圧器および高圧タップ切換器
- ◎電車用主電動機の進歩
- ◎最近の高速電車用制御装置
- ◎最近の車両用電動発電装置
- ◎列車自動制御装置
- ◎車両用冷房装置
- ◎車両用速度記録計

発行所 日立評論社
取次店 株式会社オーム社書店

東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地
東京都千代田区神田錦町3丁目1番地

振替口座東京71824番
振替口座東京20018番