

新幹線軌道試験車第2号機の測定装置

Measuring Equipments of No. 2 Track Inspection Car for New Tokaido Line

中 村 一 郎* 尾 塔 博 之**
Ichirō Nakamura Hiroyuki Osako

山 田 康 雄** 酒 井 久 雄**
Yasuo Yamada Hisao Sakai

内 容 梗 概

日本国有鉄道東海道新幹線用の軌道試験車測定装置について、記録台、増幅装置などについて述べる。

1. 緒 言

本文に紹介する軌道試験車第2号機は、昭和36年度に完成した第1号機に引き続いて製造されたもので、測定方式は第1号機と同様であり、測定項目は次のとおりである。

- (イ) 通 り 左, 右
- (ロ) 高 低 左, 右
- (ハ) 軌 間
- (ニ) 平 面 性
- (ホ) 車体加速度上下, 左右

この合計8個の測定項目は、第1号機に比較して縮小されているが、これは、第2号機が、予備機として計画されたことによる。

さて、軌道試験車の測定方式、検出要素については、第1号機に関連して、本誌上に詳しく述べたので、本文では、増幅装置、記録台など未発表の部分を中心に述べる。

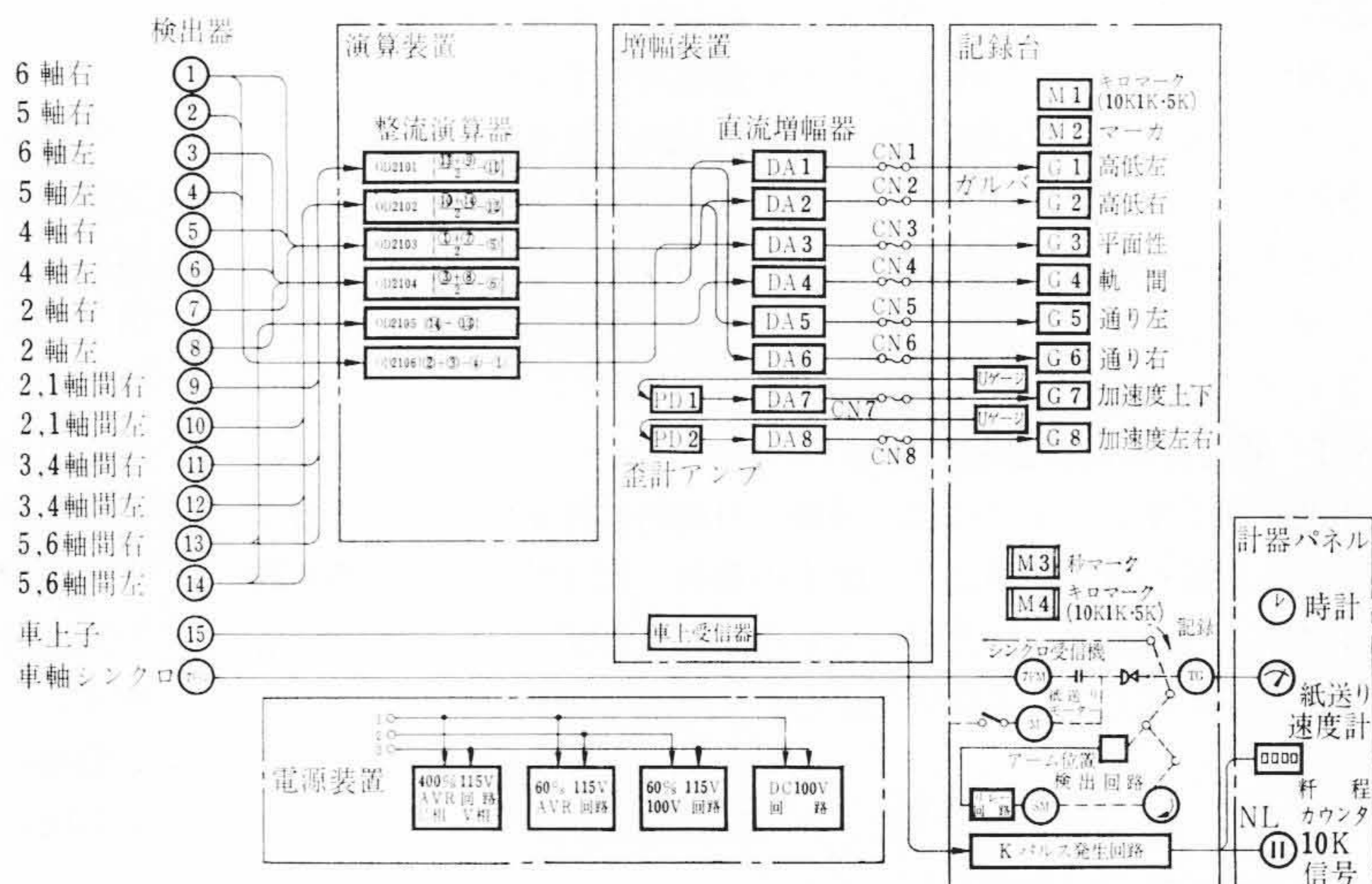
2. 測定系統図

軌道試験車第2号機の測定系統図を第1図に示す。検出器①～⑭は、シンクロ電機23C×4を機械角→電圧変換要素としたもので、変位20mmに対して角度4.6度、機械角1度に対して出力電圧8.2V (rms) という変換比を持つ。これらの出力は、演算装置の整流演算器0D2101～0D2106により、所望の軌道狂い量に対応するよう演算される。整流演算器の出力は、軌道狂い量20mmに対して2.3Vの直流電圧である。増幅装置および記録台は、これらをトレーシングペーパーに記録するための装置である。

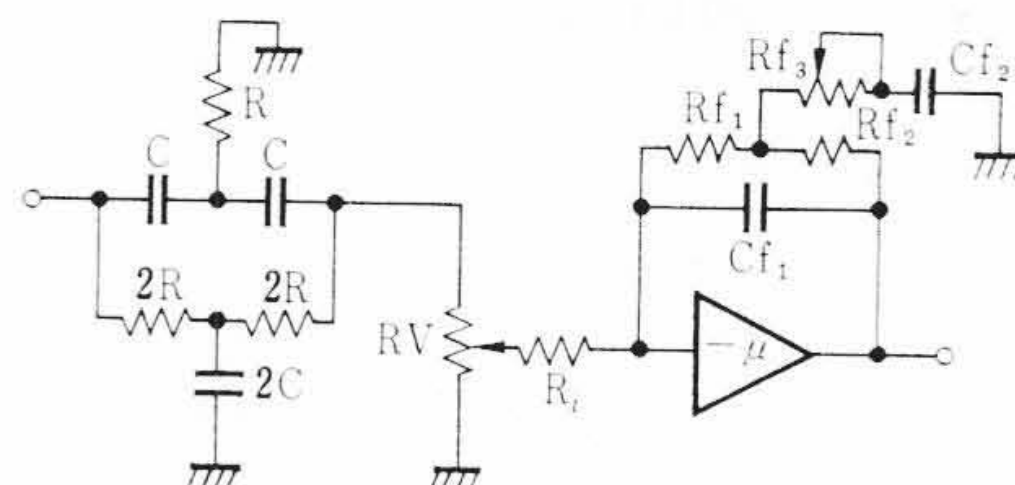
走行距離測定は、キロ程マーカと手動マーカによって行なわれる。キロ程マーカは、車軸回転をシンクロ電機を介して駆動する紙送り機構から機械的に1km、0.5kmに対応する信号を得て記録台のマーカペンにより記録するもので、アイデントラにより、10kmごとに発生する信号により自動的に誤差を修正し、測定誤差の累積がないような方式となっている。手動マーカは、検出時に、キロポストあるいは、特殊条件を目視により確認し、押ボタンにより記録するものである。これらによりほとんど問題なく走行距離測定の目的を達することができる。

3. 増 幅 装 置

増幅装置は、演算装置の出力を記録台に実装されているガルバノメータに電力増幅して伝えるものである。第2図に示すように、入力端に400c/sに共振点を有する泸波器をそう入しているが、これ



第1図 測定系統図



第2図 増幅装置の基本構成

は、ペンの共振点が400c/s付近にあるので、これをガルバノメータに伝えないためである。また、増幅器の帰還路のCR回路は、演算装置、ガルバノメータを含む系の周波数特性を補償するためのもので、各チャネルごとに最もフラットな特性となるよう R_{f3} を調定する。実測結果は、0～50c/s、0～100c/sの帯域において、それぞれ ± 1 dB、 ± 3 dB以内であった。この装置に用いた直流増幅器には、特にドリフト自動補償増幅器はつけていないが、ドリフトは、軌道狂いに換算して、0.1mm/8時間以下でまったく支障を生じなかった。

4. 記 録 台

記録台は軌道狂いの測定に要する諸測定値を、変換器から送られてくる電気信号を増幅装置によって増幅された直流電気信号として受けて、ガルバノメータで記録紙上に連続ペン書き記録を行なうものである。その機構を第3図に示す。以下これにしたがって、各機構部を説明する。

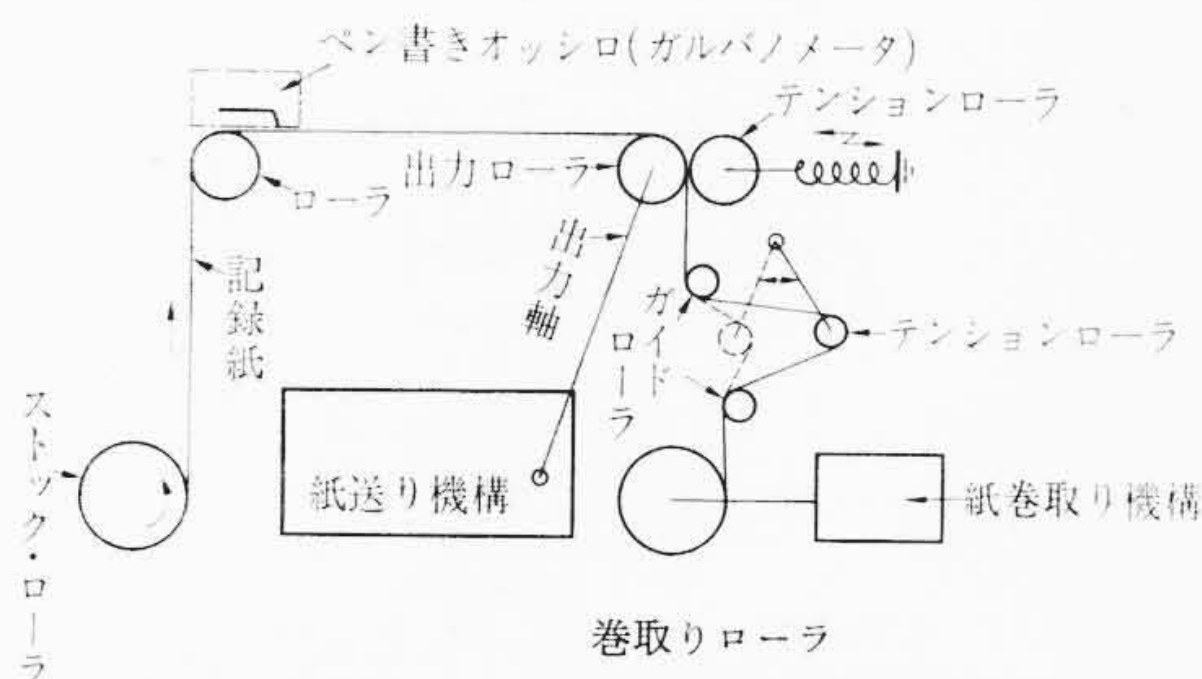
4.1 紙送り機構

系統図を第4図に示す。

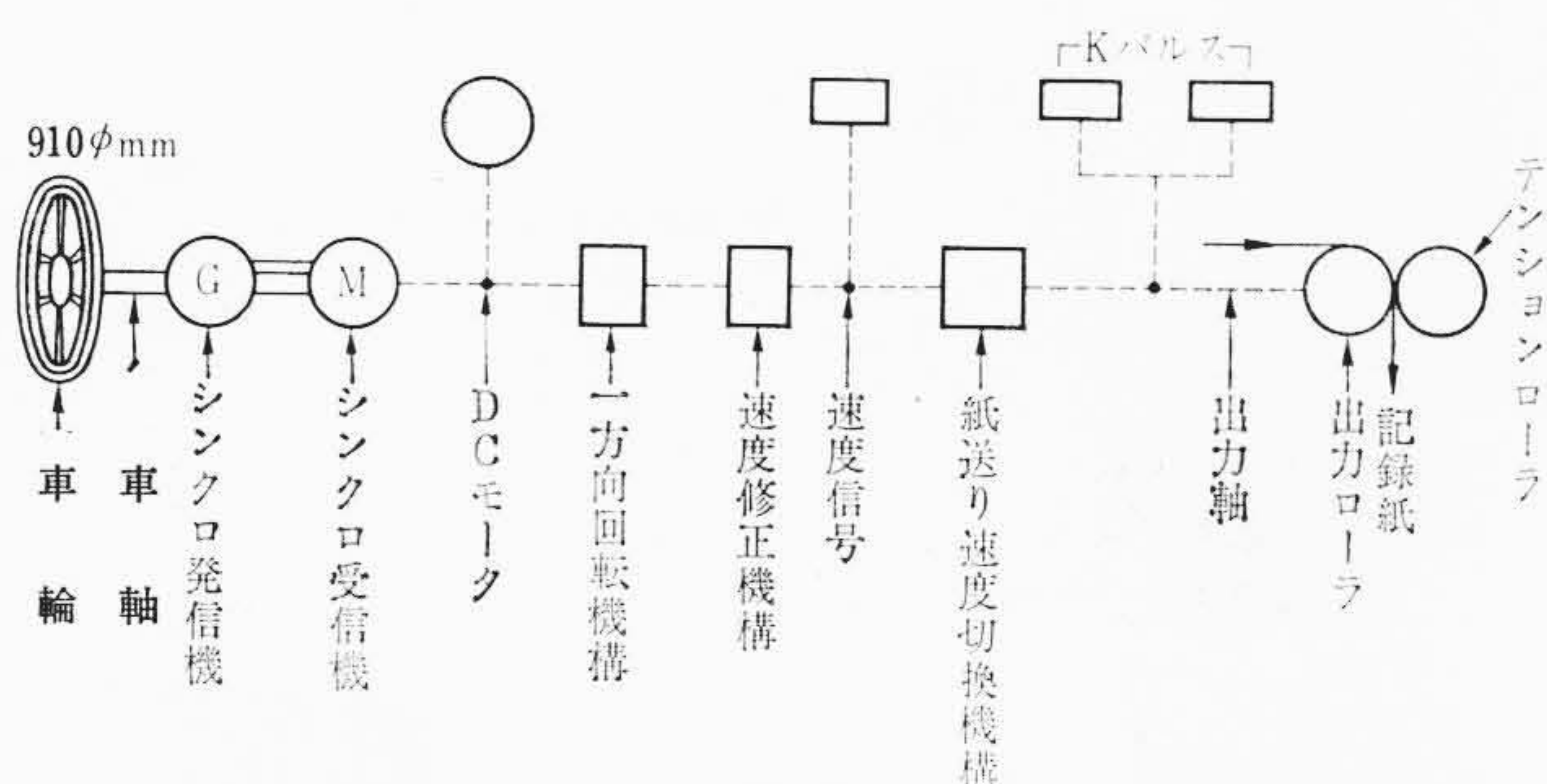
試験車の車軸に連結されたシンクロ発信機(7FG)からの電圧を

* 日本国有鉄道技術研究所 工博

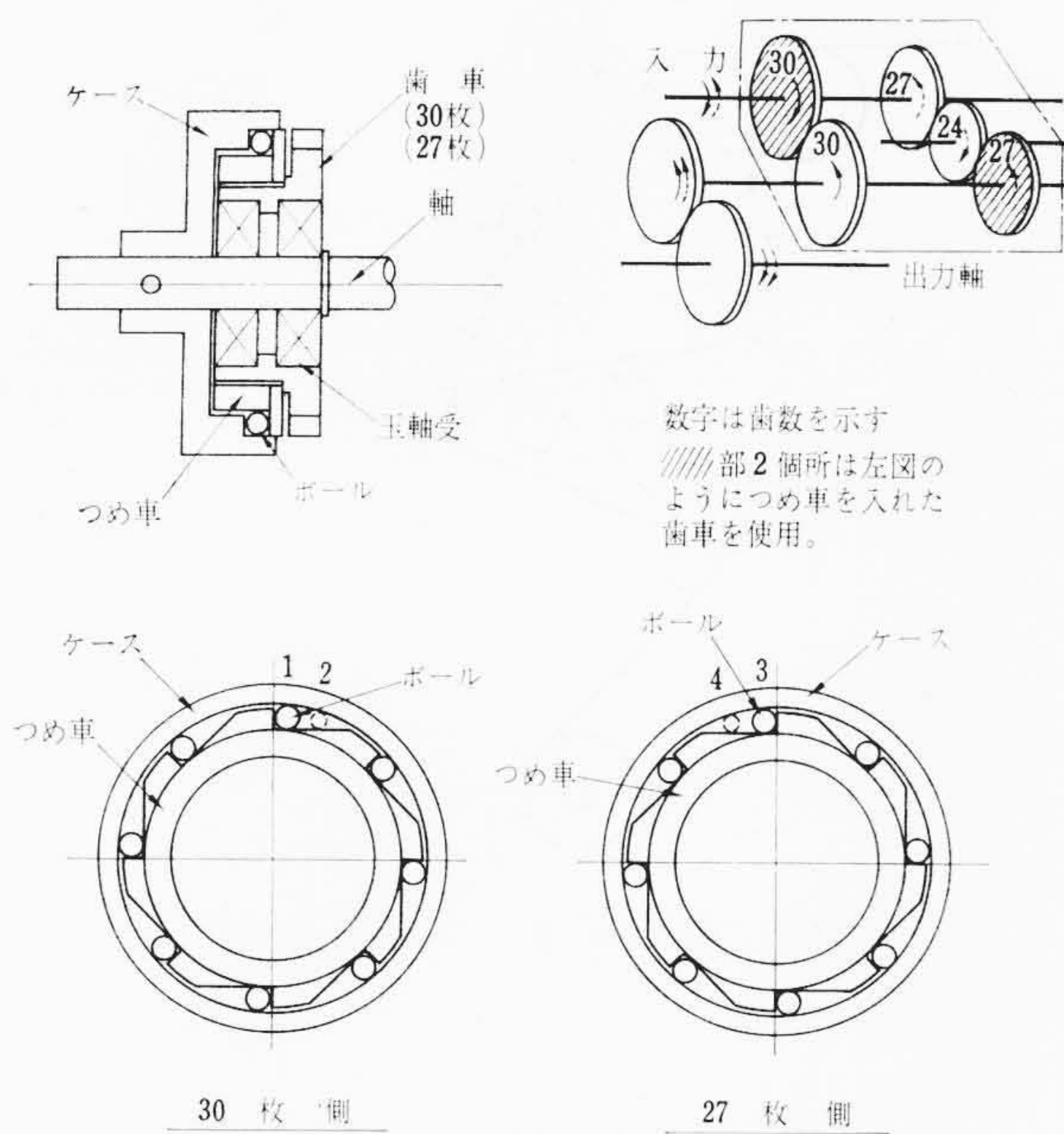
** 日立製作所神奈川工場



第3図 記録台機構図



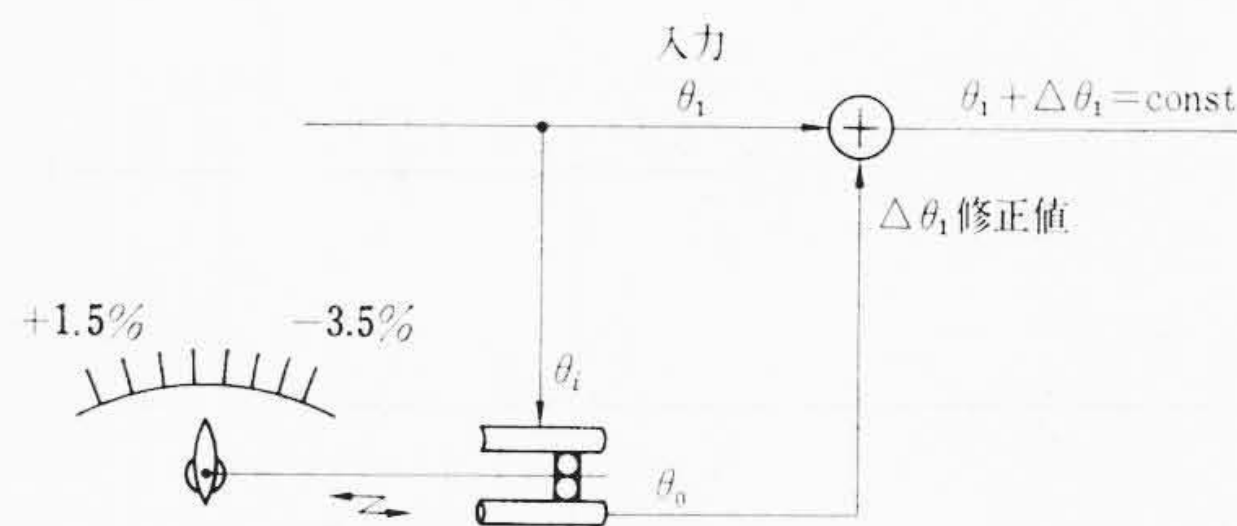
第4図 紙送り機構系統図



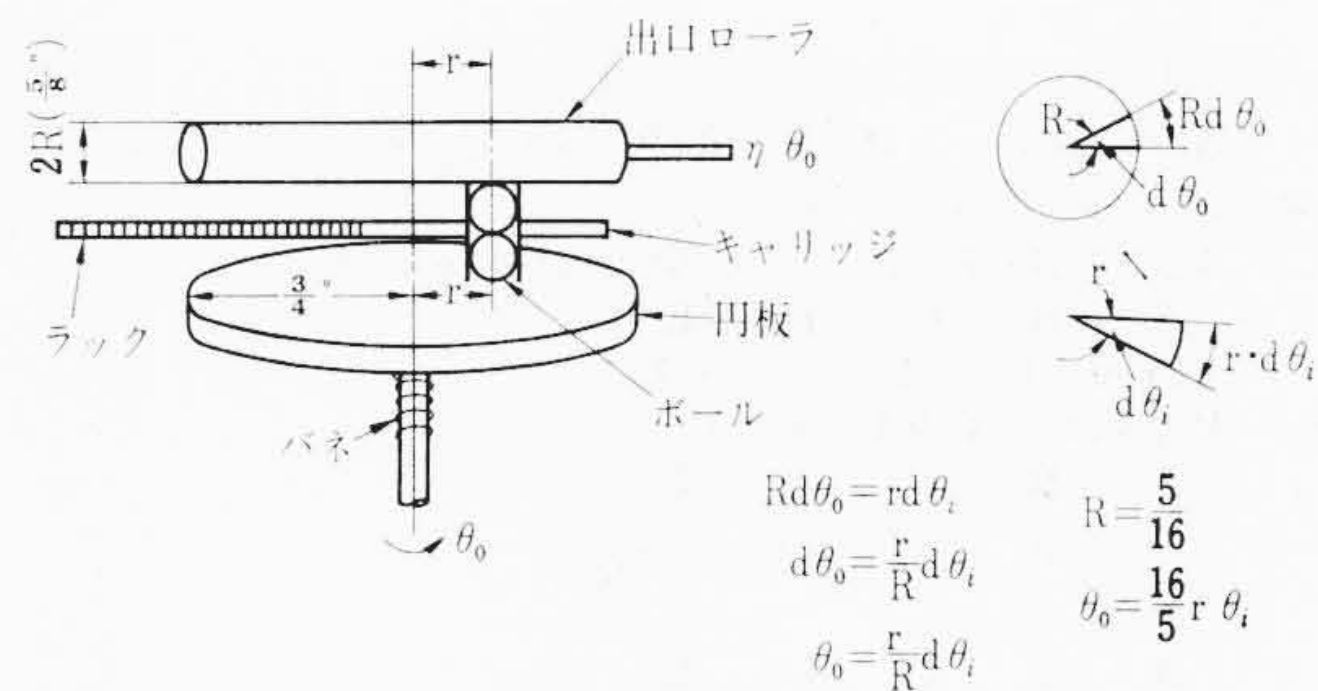
第5図 一方向回転機構

紙送り機構に取り付けられたシンクロ受信機(7FM)で受け紙送り機構を駆動して、軌道状態をペン書き記録した記録紙を車輪の回転数に比例して送る機構である。この紙送り機構に要求される機械的性能を示すと下記ようになる。

- (1) 試験車が東京→新大阪間を往復するとき、車輪の回転方向は互いに逆となるが、出力軸は常に一定方向であるよう一方向回転機構をもたなければならない。
- (2) 試験車が走行するにつれて車輪は漸次摩耗して車輪の回転数に変化するので紙送り量に誤差を生ずる。したがってそのときの車輪径が正規に対して何%摩耗しているかによって補正する必要がある。補正範囲は+1.5~-3.5%である。
- (3) 紙送り速度を2, 1, 0.5, 0.25 m/km 4段階の変速が可能であるような紙送り速度切換機構をもたなければならない。



第6図 速度修正部系統図



第7図 ボールディスク形積分器の概要

(4) 記録紙の送り速度をそのときの試験車の速度に換算して速度計に表示させる速度信号機構をもつこと。

(5) 1, 0.5 km ごとに各1回パルスを発生するK-パルス発生器をもつこと。

以下それぞれの機能について説明する。

(イ) 一方向回転機構

第5図において入力に時計方向(実線の矢印)に回転が伝達されてきたとき、30枚歯車のボールはつめ車の斜面に沿って1から2の位置に移動し、ギャップが狭くなるため30枚歯車をロックして出力軸に時計方向の回転を伝える。逆に入力軸に反時計方向の回転が伝達されたときは、30枚歯車のつめ車は1の位置でフリーとなり回転を伝えずケースと軸のみが空回りしている。一方27枚歯車のつめ車は反時計方向に回転するので、ボールは3から4の位置にきて27枚歯車をロックし、出力軸に回転を伝えそのときの回転方向もやはり反時計方向である。

(ロ) 紙送り速度修正機構

系統図を第6図に示す。

車輪の摩耗により車輪径が減少してくると車輪の回転数(試験車の走行距離)が変化する。記録紙の紙送り速度(車輪回転数に比例する)と、実際の走行距離とに相違が生じた場合、その状態に対応して紙送り速度を変速および加減算する機構としてボールディスク形積分器と差動歯車機構を使用して、紙送り機構の出力軸の回転数を修正するものである。この機構の修正範囲は+1.5~-3.5%までである。ボールディスク形積分器の原理を第7図、差動歯車の原理を第8図に示す。

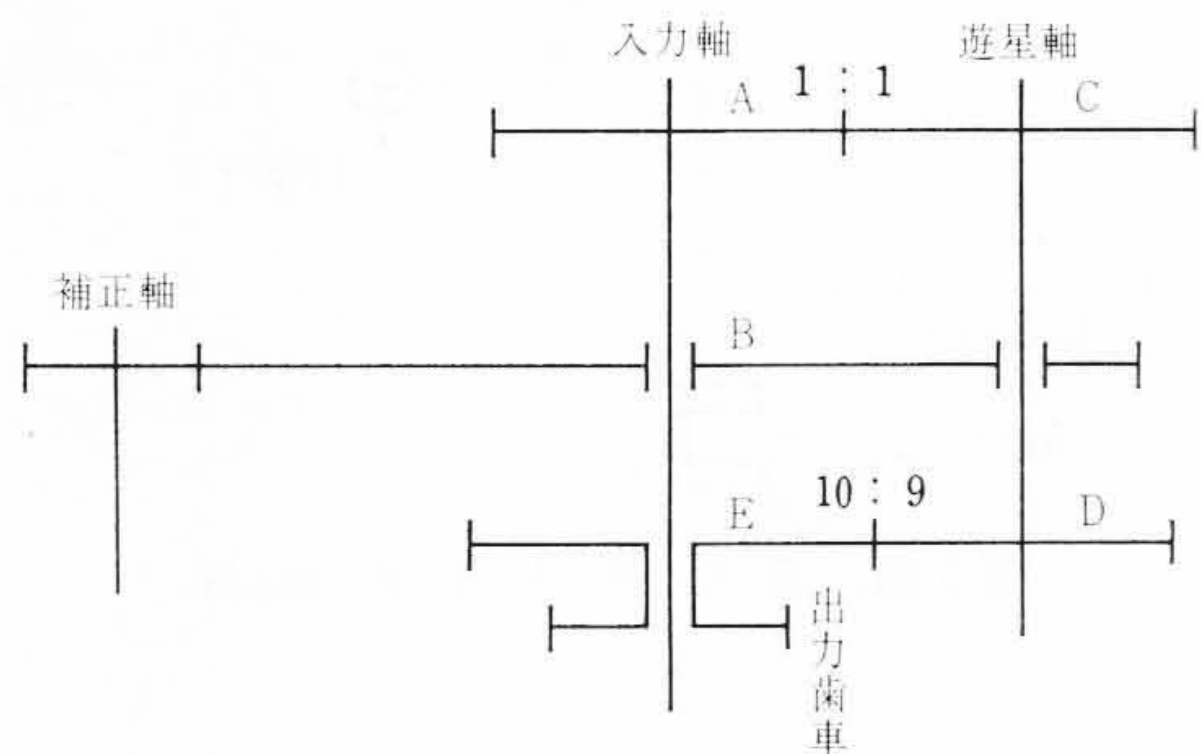
今車輪径が正規の910φmm、試験車が最高速度200 km/hで走行したとき車輪の回転数およびシンクロ電機の回転数は下式で表わされる。

$$\text{車輪回転数} = \frac{200 \times 10^6}{910 \times 3.14 \times 60} \approx 1,165 \text{ rpm}$$

$$\text{シンクロ電機回転数} = 1,165 \times \frac{35}{34} \approx 1,200 \text{ rpm}$$

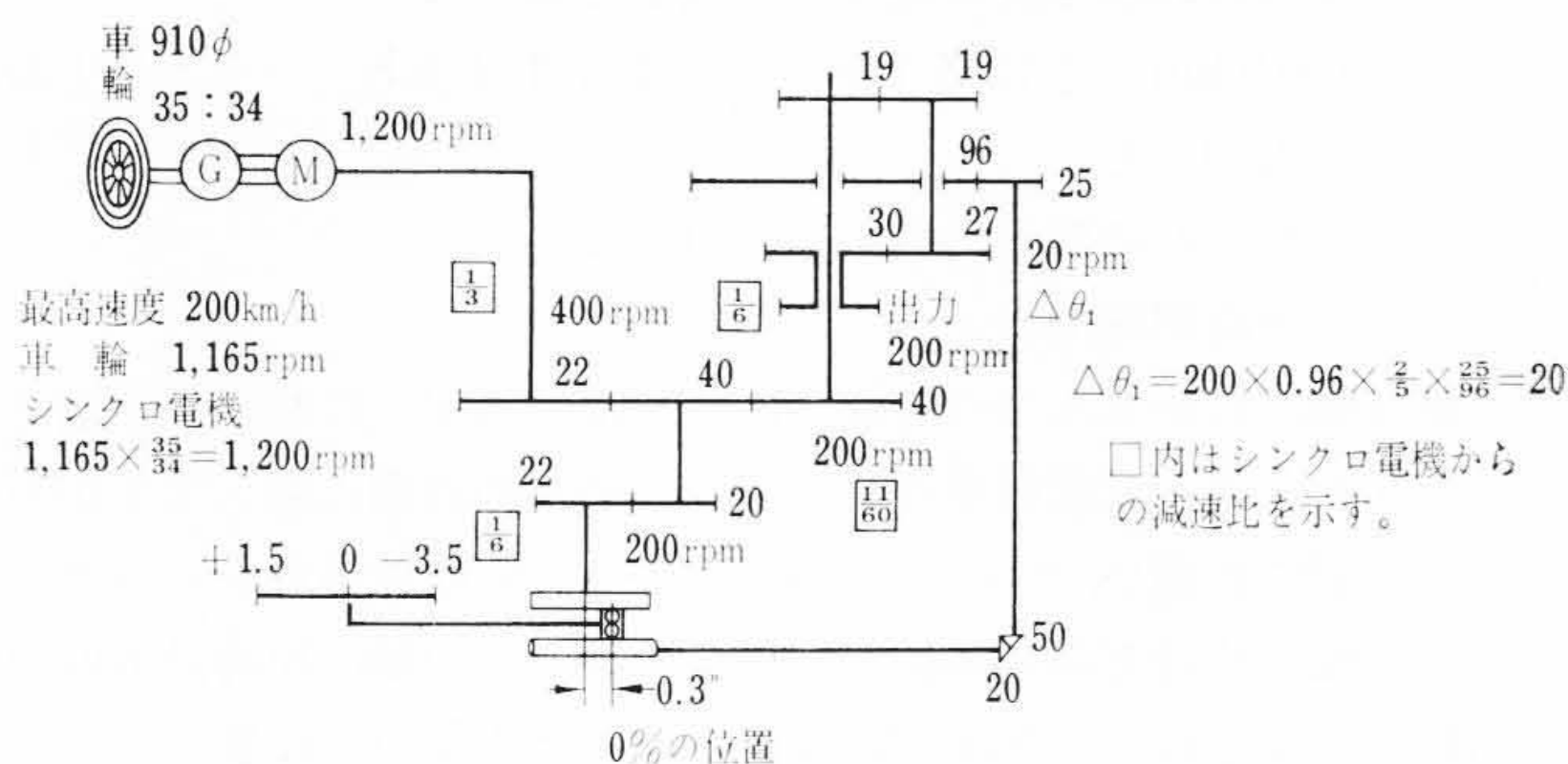
一方第7図において

円板直径3/2インチ、修正範囲は車輪径の+1.5~-3.5%、絶対値5%を円板直径3/2インチのフルスケールにとると、円板中心は-1%であり、0%の位置は+0.3インチ移動した位置である。



1. 入力軸1回転につき出力歯車は
 $A \rightarrow C \quad 1:1 \quad D \rightarrow E \quad 10:9 \quad 1 \times \frac{9}{10} = \frac{9}{10}$ 回転する。
 2. 補正軸により加算される回転
 - 2.1 A, C, B, D, E 固定して入力軸の周りを +1 回転させる。
 $A \quad B \quad C \quad D \quad E$
 $+1 \text{ rev} +1 \quad +1 \quad +1 \quad +1$
 - 2.2 Bを固定してCを1回転させる。
 $A \quad B \quad C \quad D \quad E$
 $-1 \quad 0 \quad +1 \quad +1 \quad -\frac{9}{10}$
 $(2-1) + (2-2)$
 $A \quad B \quad C \quad D \quad E$
 $0 \quad +2 \quad +1 \quad 1 - \frac{9}{10} = \frac{1}{10}$
- よって、補正軸によりB歯車1回転につきC, D歯車は2回転し、E歯車は $\frac{1}{10}$ 回転する。

第8図 差動歯車機構の原理



第9図 紙送り速度修正部かみ合図

$$1\% \text{ 補正につき } 3/2 \times \frac{1}{5} = \frac{3}{10} = 0.3''$$

1% ボールを移動させると、積分器の入出力の関係は下式で表わされる。

$$\theta_0 = 3.2 \times 0.3 \times \theta_i = 0.96 \theta_i$$

第6図において出力 $\theta_1 + \Delta\theta_1 = 200 \text{ rpm}$ (一定) になるよう、入力 $\theta_1 = 220 \text{ rpm}$ 入れたとする。第8図より出力軸には $220 \times \frac{9}{10} = 198 \text{ rpm}$ となるが、200 rpm 一定にするために 2 rpm だけ加算してやらなければならない。そのために補正軸によりB歯車の回転数を20 rpm とすると、出力軸には $20 \times \frac{1}{10} = 2 \text{ rpm}$ だけ加算されて200 rpm 一定となる。この部の歯車機構のかみ合図を第9図に示す。

車輪が1% 摩耗して910 mm から901 mm になったとする。

$$200 \text{ km/h のとき車輪回転数} = \frac{200 \times 10^6}{901 \times \pi \times 6} \approx 1,212 \text{ rpm}$$

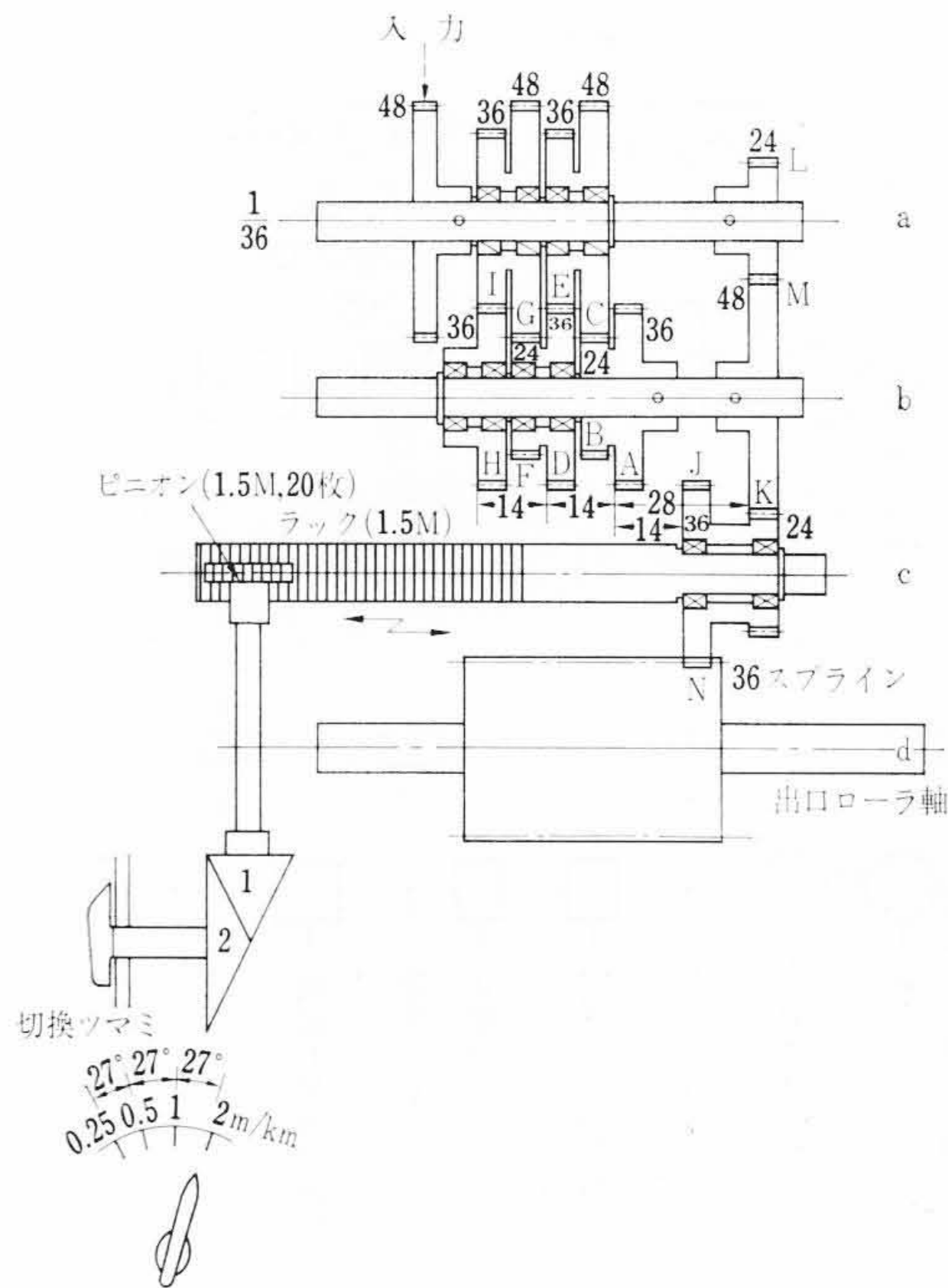
$$\text{加算器入力軸の回転数} = 1,212 \times \frac{11}{60} \approx 222.2 \text{ rpm}$$

そのとき積分器のボールは円板中心にあるので補正は零である。
 加算器出力軸の回転数 $= 222.2 \times \frac{9}{10} = 199.8 \text{ rpm} \approx 200 \text{ rpm}$, となり一定である。

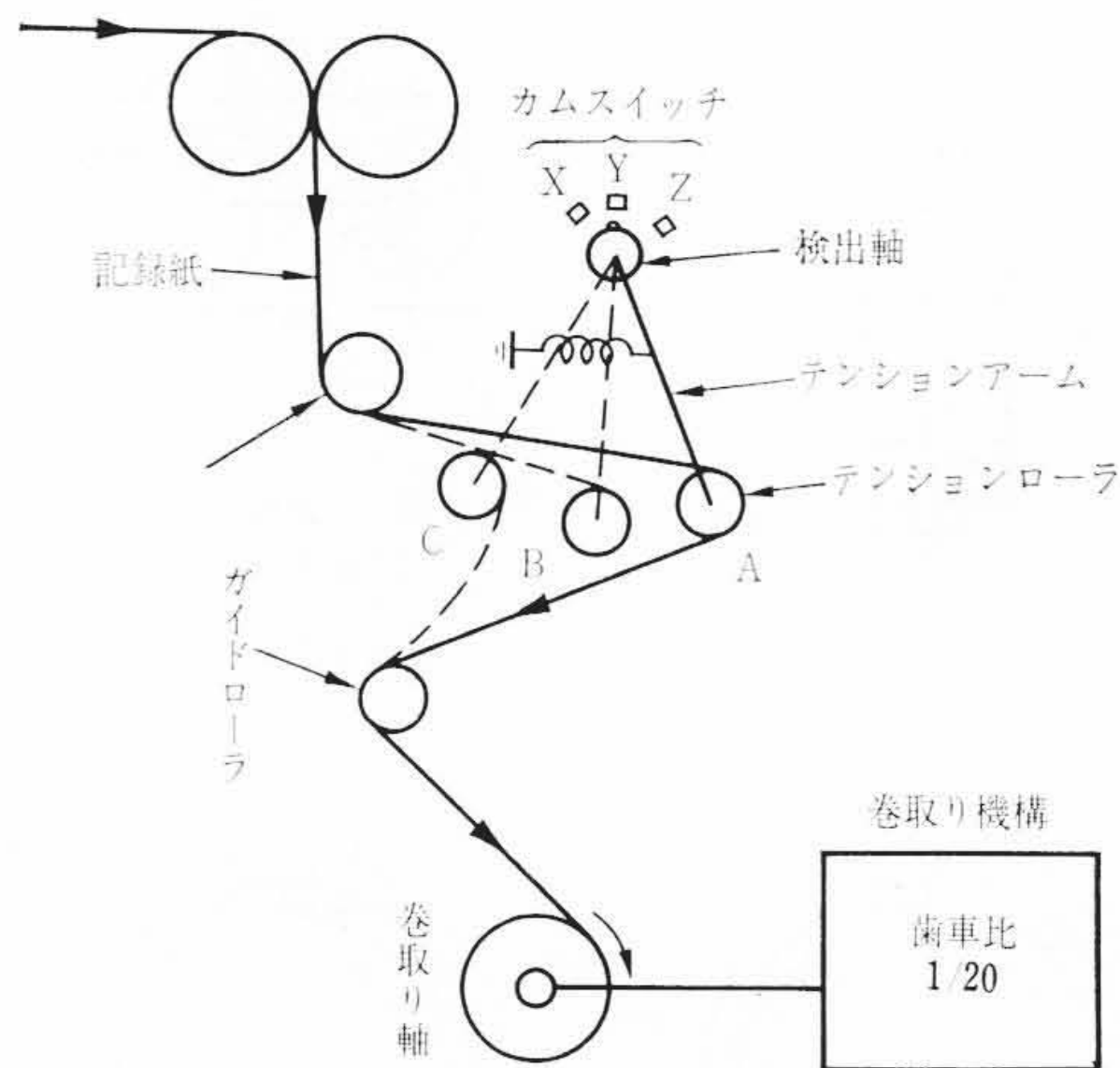
(ハ) 紙送り速度切換機構

切換4段階のうち2 m/km について説明する。

紙送り出力ローラ軸径を $\frac{200}{\pi} \text{ mm}$ に設計すると出力ローラ軸1回転につき200 mm 進む。2 m 進ませるためには10回転させ



第10図 紙送り速度切換機構



第11図 紙巻取り概要図

ればよい。

車輪1回転に進む距離 $= 910 \times \pi = 2,859 \text{ m}$
 試験車が1 km 走行すると $\frac{1 \times 10^6}{910 \times \pi} \times \frac{35}{34} \approx 360$ 回転する。
 したがって出力ローラ軸はシンクロ軸より1/36 減速すればよい。

これをまとめると第10図のようになる。

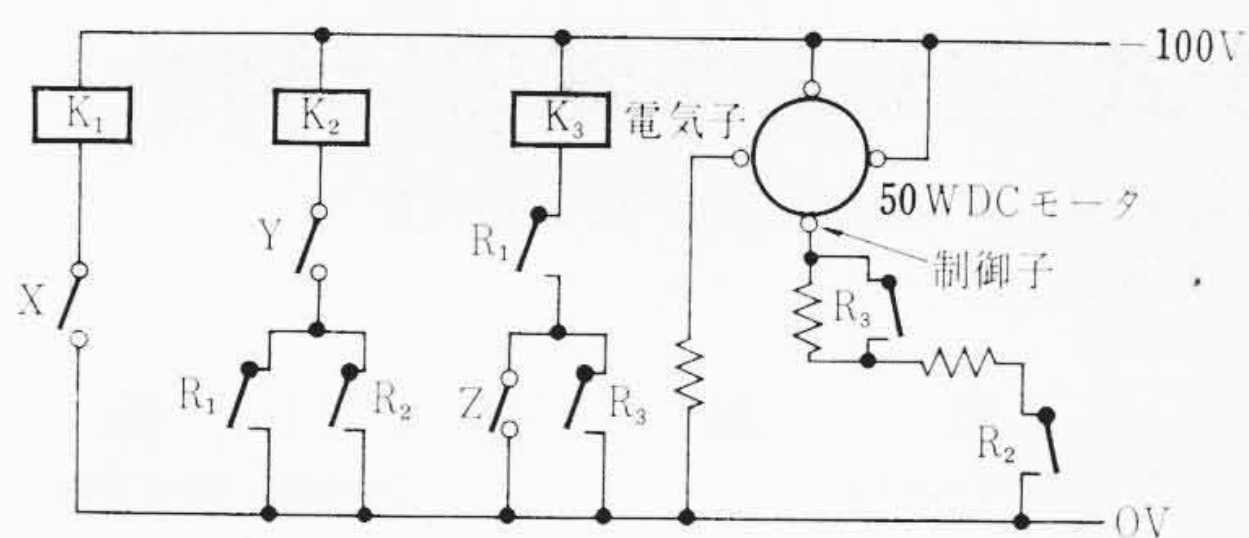
次に第10図について説明する。第10図は出力ローラ軸に2 m/km で伝えるかみ合図を示している。すなわち

減速比1/36 のa軸の24枚歯車Lはb軸を遊星軸としてc軸の24枚歯車Kと1:1 でかみ合いc軸36枚J, d軸36枚スプライン歯車Nと1:1 でかみ合い出力ローラ軸に回転を伝える。これを次のように表わす。

2 m/km: (L $\rightarrow$ M $\rightarrow$ K 1:1) $\rightarrow$ (J $\rightarrow$ N 1:1) d:1 100/3 rpm (200 km/h のとき)

1 m/km 歯車はAとJがかみ合う
 : (L $\rightarrow$ M 1:1/2) $\rightarrow$ (A $\rightarrow$ J $\rightarrow$ N 1:1) d:1/2
 50/3 rpm (200 km/h のとき)

0.5 m/km 歯車はDとJがかみ合う



第12図 巻取り制御回路

: (L→M 1:1/2)→(B→C 1:1/2)→(E→D→J→N
1:1) d:1/4 25/3 rpm (200 km/h のとき)

0.25m/km 歯車はHとJがかみ合う

: (L→M 1:1/2)→(B→C→E→D 1:1/2)→(F→G
1:1/2)→
(I→H→J→N 1:1) d:1/8 12.5/3 rpm (200 km/h
のとき)

(二) 速度信号機構

100 rpm で20V 発生し、そのとき 200 km/h 表示させるような速度用発電機を減速比 1/12 の所に取り付けた。

(ホ) K-パルス発生機構

1 km で1回転し、2回パルスを発生するパルス発生器を2個使用している。減速比は1/360である。したがって0.5, 1 km ごとにそれぞれパルスを発生することになる。

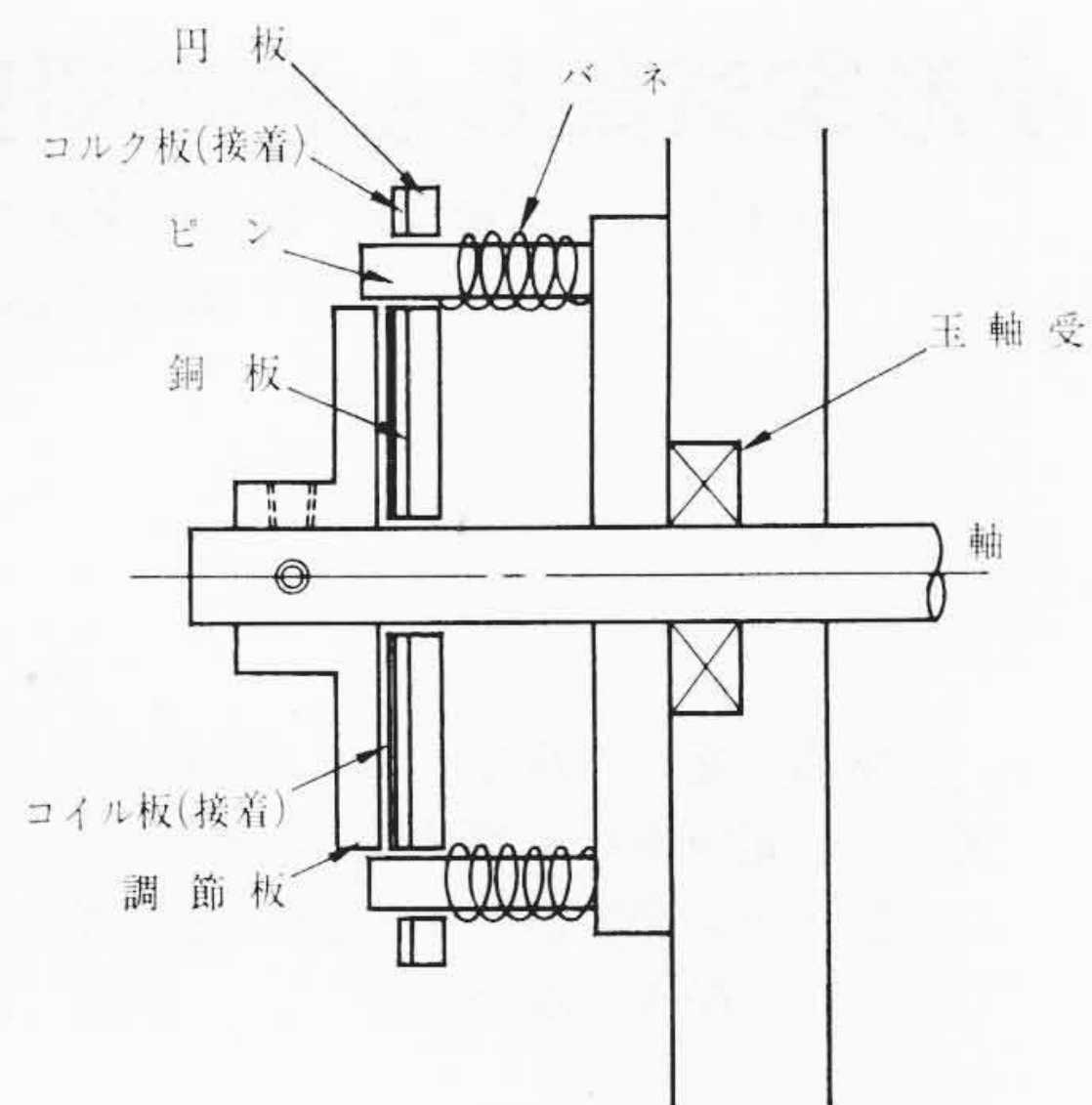
4.2 紙巻取り機構

紙の巻取り方法として次に述べるような方式がある。

- (1) 周速一定にして巻取る方式
- (2) 張力一定にして巻取る方式
- (3) 駆動モータを制御して巻取る方式

本記録台では3項の駆動モータ制御方式を採用した。その原理を第11図に示す。

第11図において、検出軸にカムとマイクロスイッチを取り付け、C→B間は0, B→A間は低速巻取り, A→B間は高速巻取り, B→C間は低速巻取り, C点で駆動モータ停止というように駆動モータをON-OFF 制御する方式で、その電気的回路を第12図に示す。こ



第13図 慣性除去機構

の場合第11図で、テンションアームがC点に来て駆動モータが停止するとき、巻取り機構中に慣性があると記録紙を破損する恐れがあるので、駆動モータが停止すると同時に機械系も停止するような、慣性除去機構を必要とする。その機構図を第13図に示す。その原理は常にモータに摩擦力を与え、モータが停止すると同時に慣性を摩擦力によって止める。摩擦トルクの調節はモータのキャパシティー、その系の慣性力により、調節板を左右に押すことによって、バネを伸縮させて調整する。

5. 結 言

ここに紹介した軌道試験車は、現在、東海道新幹線の保線業務用として稼動中で、好調裡にその任務を果たしている。この装置は、日本国有鉄道が世界にさきがけて、電子応用技術を駆使して開発し、実用に供したもので、海外の鉄道から注目されているものの一つである。今後とも性能、信頼性、保守性の向上に努力する所存である。

最後に、この装置の製作にあたり、絶大なご協力をいただいた、日本国有鉄道浜松工場のかたがたをはじめ関係各位に深く感謝の意を表わす。



新案の紹介



登録新案 第732305号

沢 幡 寅 治

防 音 変 圧 器

一般に、民家が近接している都心部へ設置される大容量の変電所用変圧器は、変圧器本体や付属機器より発生する騒音を減少するように、変圧器油槽の外方を遮音壁で包囲して構成することが行なわれる。この場合、変圧器油槽の外方はすべて遮音壁で包囲するため大形構成になり重量化するきらいがある。

この考案は、図面に示すように防振材3を介して設けた設置基台2上に据え付けられる変圧器油槽1を、油槽1の一部で支持した遮音壁4にて包囲し、遮音壁4の上方は通油管6にて油槽1に連通されるコンサベータ5の底板を変圧器油槽上部遮音壁7に兼用させて閉鎖することを特長とするものである。

この考案によれば、コンサベータの底板が上部遮音壁に兼用されているため、構成が簡略化し重量を軽減することができる。

(白土)

