

車両用速度計最近の進歩

Recent Development of Speedmeter for Rolling Stock

河井陽一* 山田和明**
Yōichi Kawai Kazuaki Yamada

都築繁彦*** 岩谷六之介***
Shigehiko Tsuzuki Rokunosuke Iwaya

内 容 梗 概

車両用速度計としては電気式のみ限定されており、現在回転磁石形発電機を使用したものが大半である。しかしながら駆動歯車の歯数を計数する誘導子形発電機の需用も伸びてきており、さらに車両の自動速度制御と関連し、信頼性・安全性の検討が加えられている。東海道新幹線電車のような高速運転には、自動列車制御装置(ATC装置)が必要であり、かつ本装置が高い信頼性と安全性を有することが不可欠である。Fail safeの確立をねらう SIR₂₁形速度発電機の発明によって、本装置がより安全確実なものになったといえよう。この SIR₂₁形発電機の原理および開発経過を中心に、指示計、走行距離積算計など最近の速度計の進歩動向について述べた。

1. 緒 言

安全運転の見地から車両用速度計の必要性は改めて述べるまでもなく、地方鉄道構造規準案第159条によれば「制御装置の操作装置を有する車両には警音器および速度計を設備しなければならない。(以下省略)」と規定されている。本規定はいまだ発効されていないが、新造車両についてはこの思想の下に指導されており、発効も時間の問題と見られている。車両用速度計も単に運転台で行なう速度監視にとどまらず、定速運転制御、プログラム運転制御など広意義の自動列車制御装置(ATC装置)と組み合わせられ、その進歩発展にはめざましいものがある。しかしながら車両運行の安全性と信頼性を確保するためには、当然本装置の安全性と信頼性の向上が第一であり、振動衝撃、温湿度変化、塵埃(じんあい)など周囲条件の悪い中で使用されながら、たとえ故障しても安全側に(Fail safe)という基本観念が、今後の速度計の最重要問題であろう。なお走行距離積算計、速度記録計など運転管理上の機器開発から、ビジネス特急“こだま”級や東海道新幹線電車の食堂車用速度計のようなサービス用にいたるまで、速度計の分野は広い。本稿では特に東海道新幹線電車 ATC 装置用速度発電機の原理ならびに開発経過に重点を置き、車両用速度計の最近の動向について述べる。

2. 車両用速度計の現状

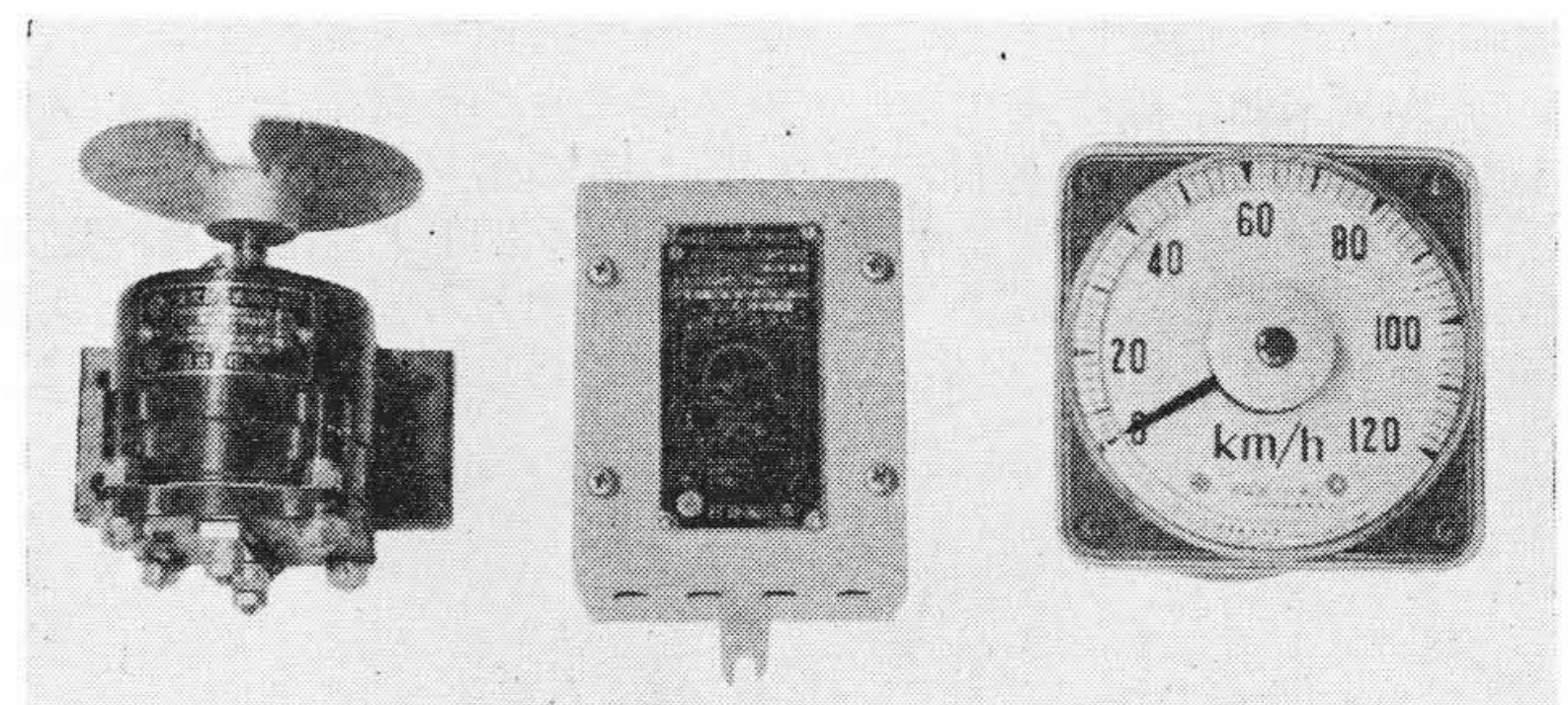
現在実用または試用されている車両用速度計を、速度検出方式により大別すると、次のとおりである。

(1) 機械式、(2) 電気式、(3) 光電式その他

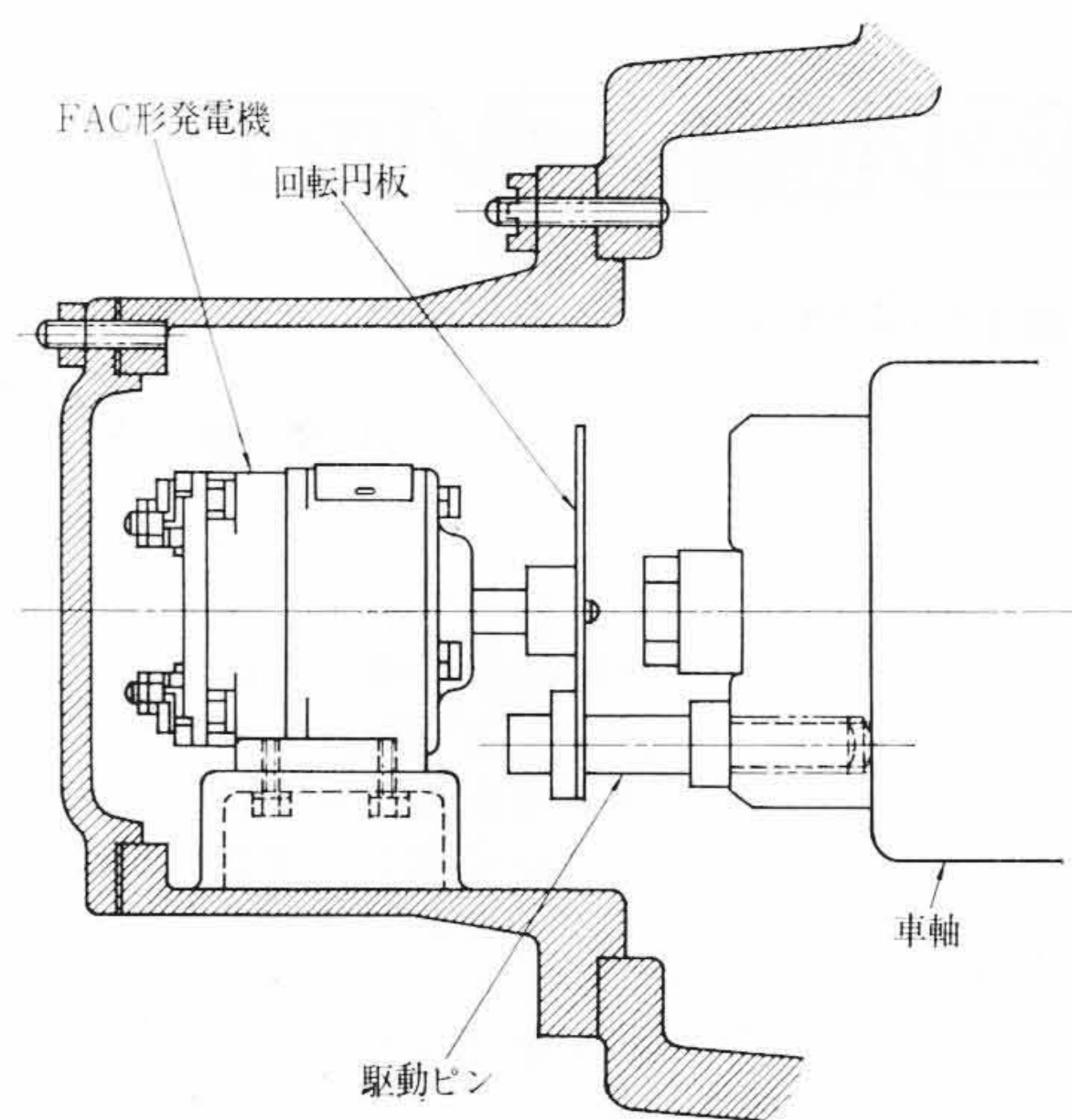
機械式速度計は速度を指示するためのたわみ軸、またはユニバーサルジョイントを使用するため、伝送距離や取付場所などの制限を受け、かつ耐久性に乏しく、実用上でも多くの欠陥があるため、需用は急速に減少し、電気式に置きかえられてきた。電気式速度計は測定精度、伝達距離などの実用上の利点が多く、かつ ATC 装置との組み合わせが可能であるため、車両用速度計としては現在全面的に採用されているといえよう。光電式その他の方式については実験的に試作された程度で、実用されるにいたっていない。

したがって以下電気式速度計の現状について述べる。

電気式速度計で現在もっとも多量に使用されているのは回転磁石形交流発電機(タコジェネ)方式で、日本国有鉄道その他で標準形速



第1図 SR₃₅形速度計装置



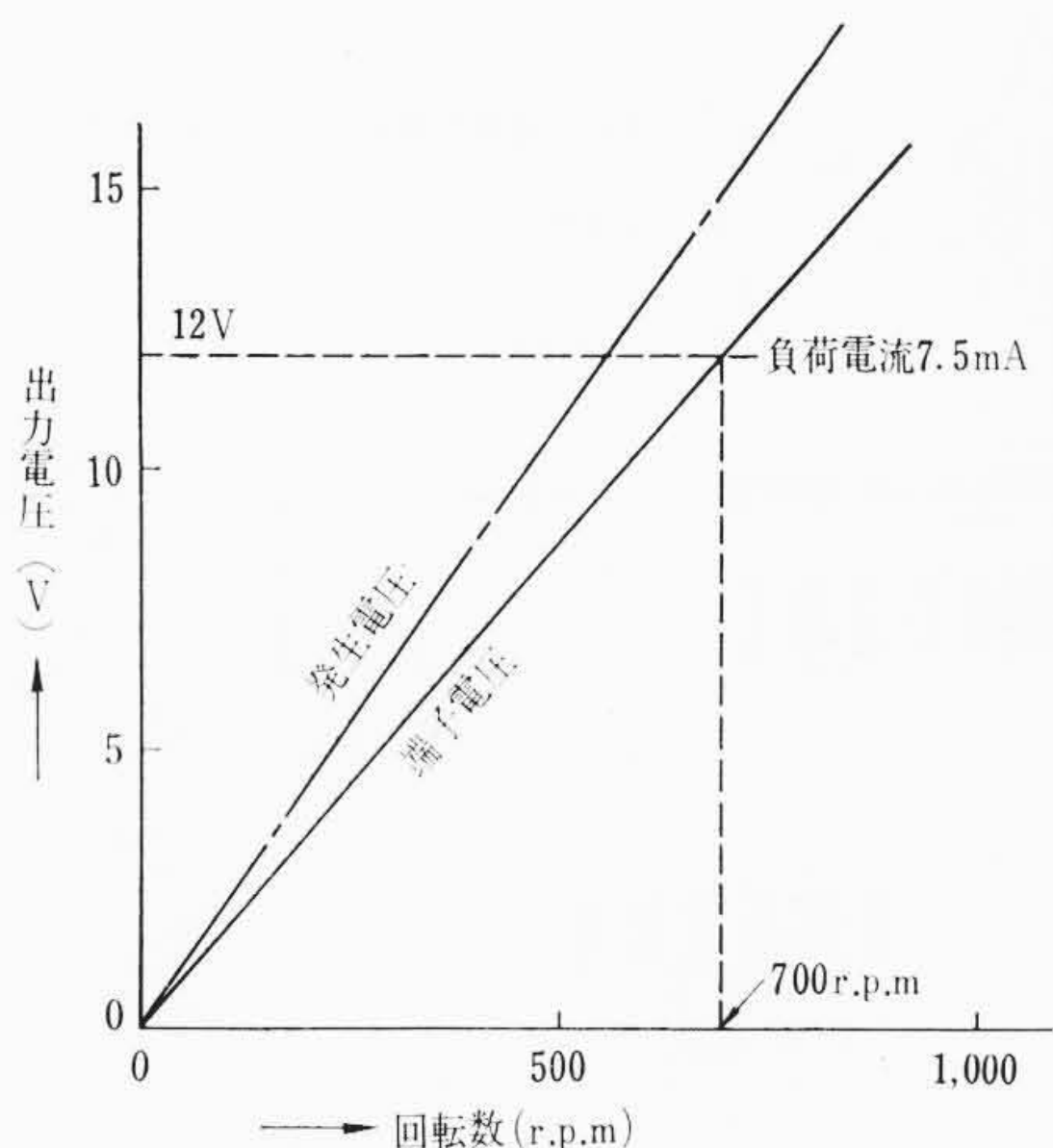
第2図 FAC形発電機の取付状態

度計として全面的に採用されている日立 SR₃₅ 形速度計を第1図に示す。本器は FAC 形速度発電機、X-FAC 形補償器および SR₃₅ 形指示計から成る。FAC 形発電機は第2図に示すように、車軸端軸箱に取り付けられた取付装置に装着され、車軸の回転は駆動ピン、回転円板を介して伝達され、回転速度に比例した交流電圧を発生する。出力特性は第3図に示すように、700 rpm において 12V ± 1% (負荷電流 AC 7.5 mA) である。この交流電圧は X-FAC 形補償箱内で整流され、車輪摩耗による指示の変化を補償する車輪径補償用タップ抵抗器を経て、速度で目盛りされた可動コイル形 mA 計 (DC 6.5 mA ± 1%, 内部抵抗 100Ω ± 1%) で指示される。mA 計としては SR₃₅

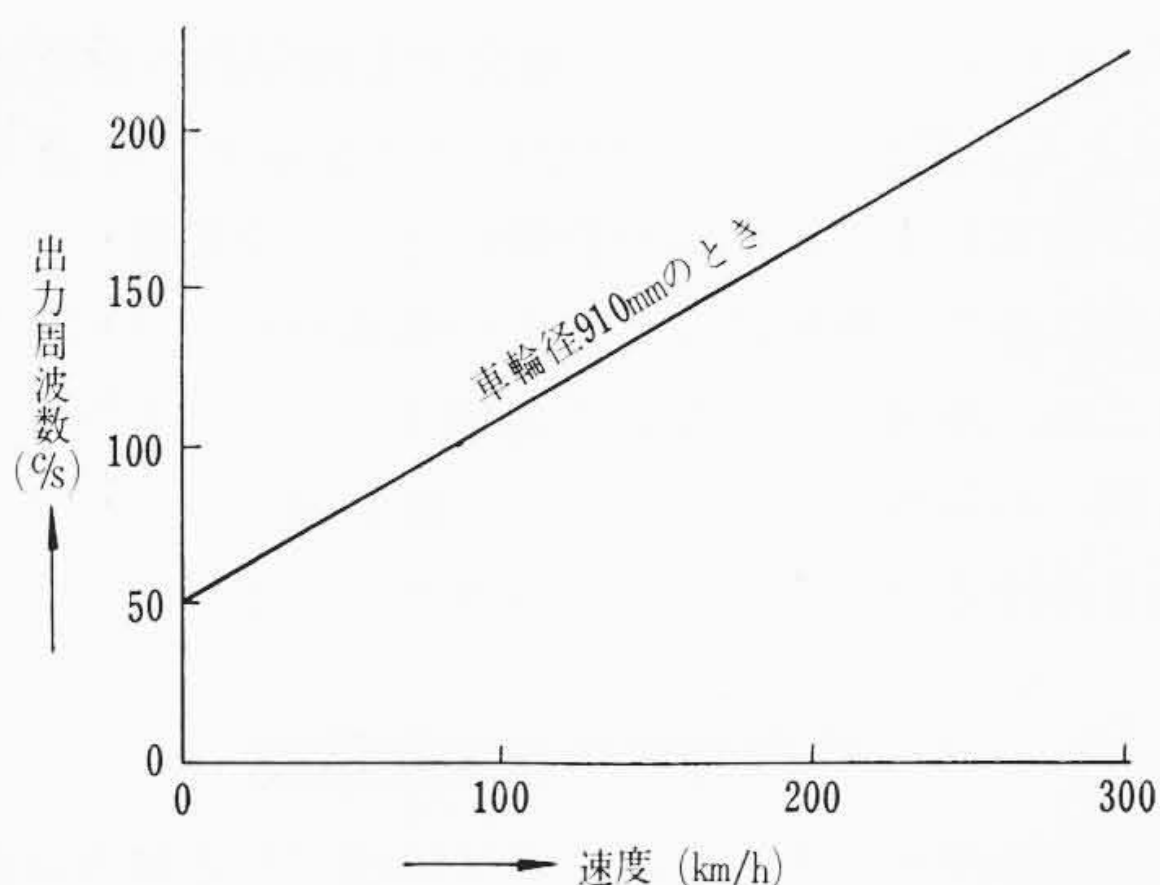
* 日立製作所那珂工場

** 日立エンジニアリング株式会社

*** 日立製作所日立研究所



第3図 FAC形発電機の出力特性



第4図 FAC-4形発電機の出力特性

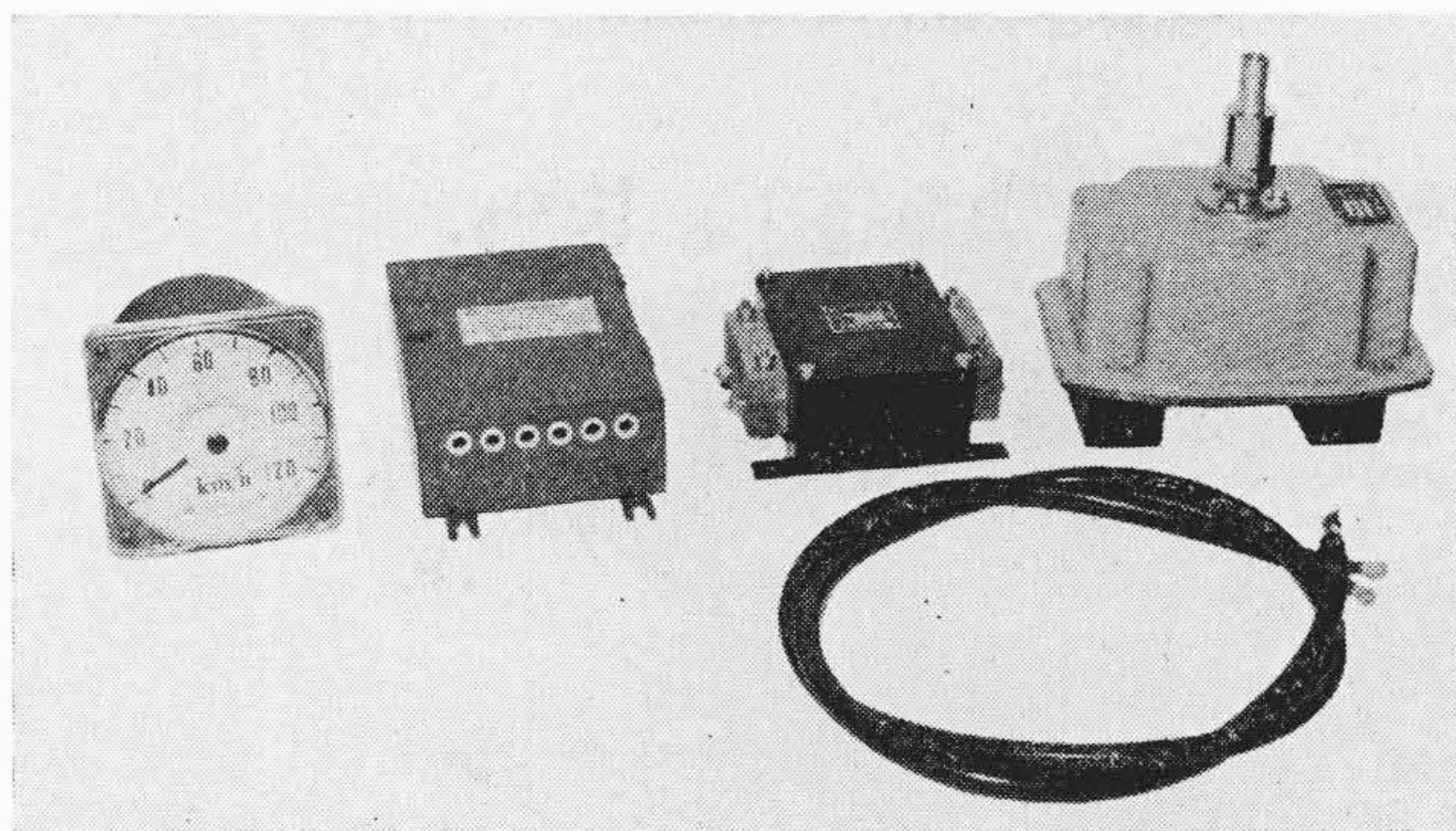
形のほかに S_{24} 形などが使用され、X-FAC 形には2個まで接続できる。これらの計器は使用条件の過酷な車両用として十分な信頼度と耐久力を有するための設計的検討が加えられ⁽¹⁾、長期にわたる実車試験の結果に基づいて製作されており、すでに日本国有鉄道において15年の実績を有している。

他方、私鉄各社では車両限界など構造上の制約から、車軸端検出方式に代わり、駆動歯車の歯数を計数する方式の速度発電機が要望され、3章に述べる誘導子形速度計が開発された⁽²⁾⁽³⁾。この方式は次第に採用の気運が高まり、今後の需用増加が期待されている。

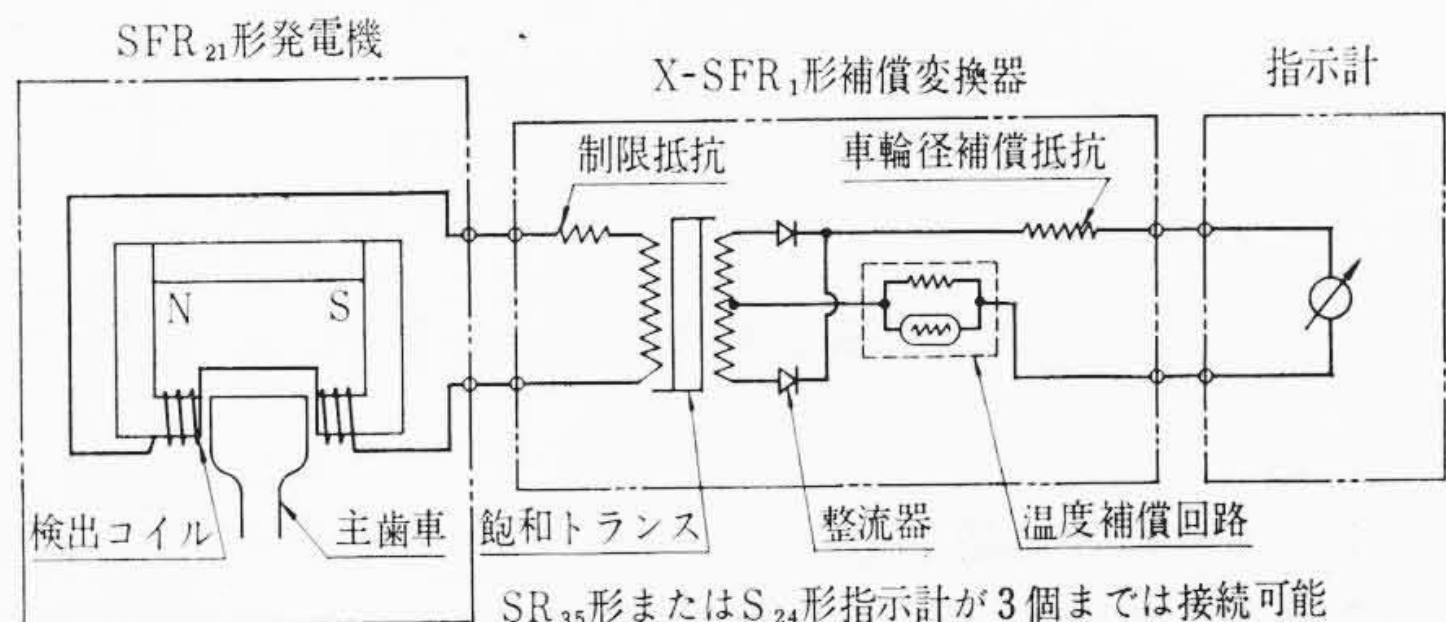
以上の方式はいずれも速度発電機において速度に比例した電圧または周波数を発生し、これを直流電流に変換指示するもので、系統としての信頼度、安全性は考慮されていないし、停車時における故障判断も不可能である。ATC 装置などに使用される速度発電機としては、Fail safe を確保することが絶対的な条件であり、このために独特の FAC-4 形速度発電機が考案されている。巻線形誘導電動機2台を連結したような構造で、停止時に電源周波出力を有して、第4図に示すような特性であり、新幹線試作車用 ATC 装置の速度発電機として十分にその効力を発揮している。しかしながら新幹線電車のような高速運転車では、風圧摩擦を減少させるために流線形としてあるが、第5図に示すように、このスカート部の逃げ穴は電車の外観上好ましくない。同じような特性を有し、かつ駆動歯車の歯数を計数する方式の開発が望まれ、移動磁界形速度発電機の発明⁽⁴⁾によって、量産車用 ATC 装置の方式が確立し、すでに1号車は試運転を開始した。4章においてその原理、特性について詳述する。



第5図 新幹線試作車の FAC-4 形発電機取付状態



第6図 SFR₂₁形速度計装置

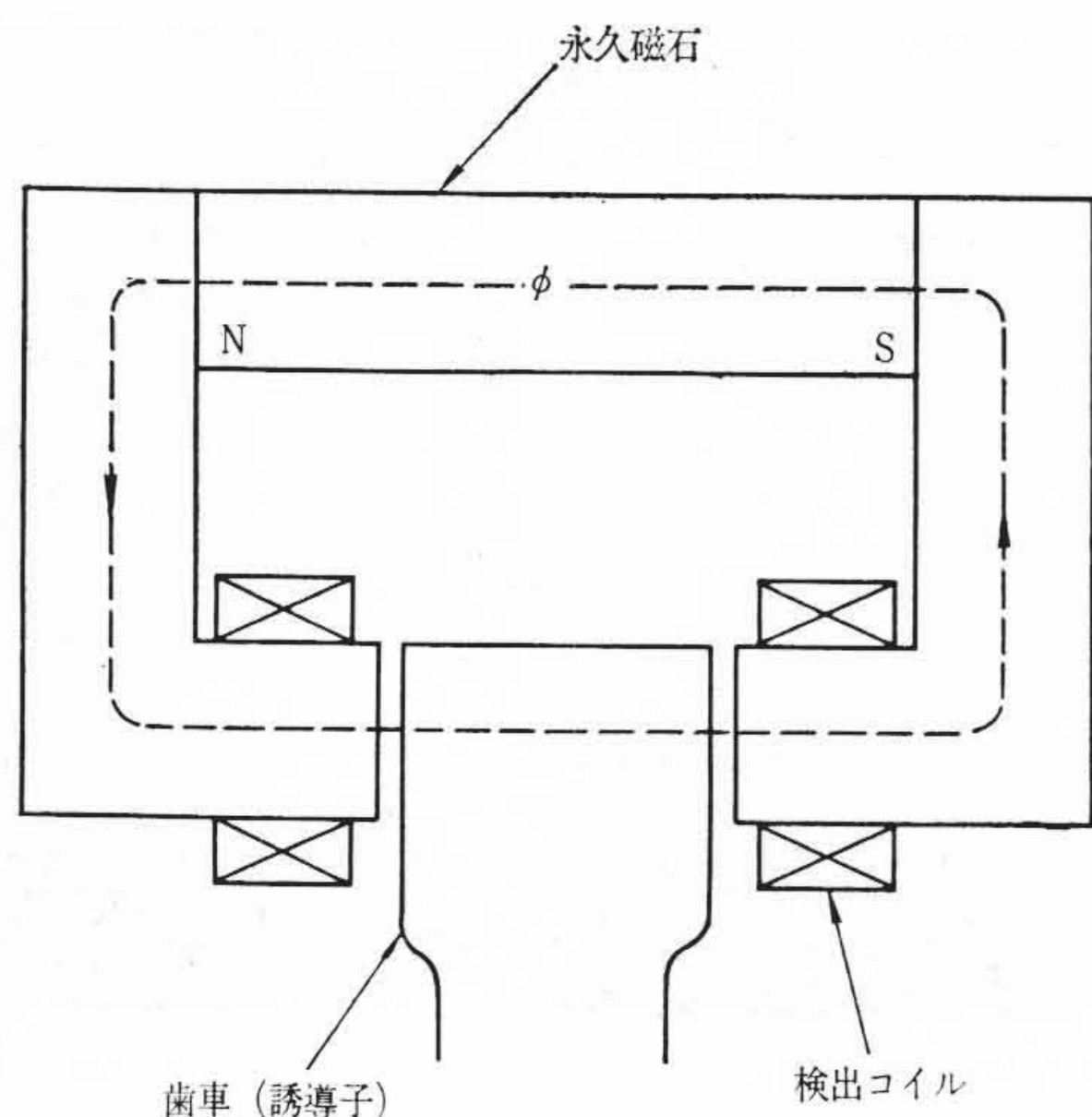


第7図 SFR₂₁形速度計の回路構成

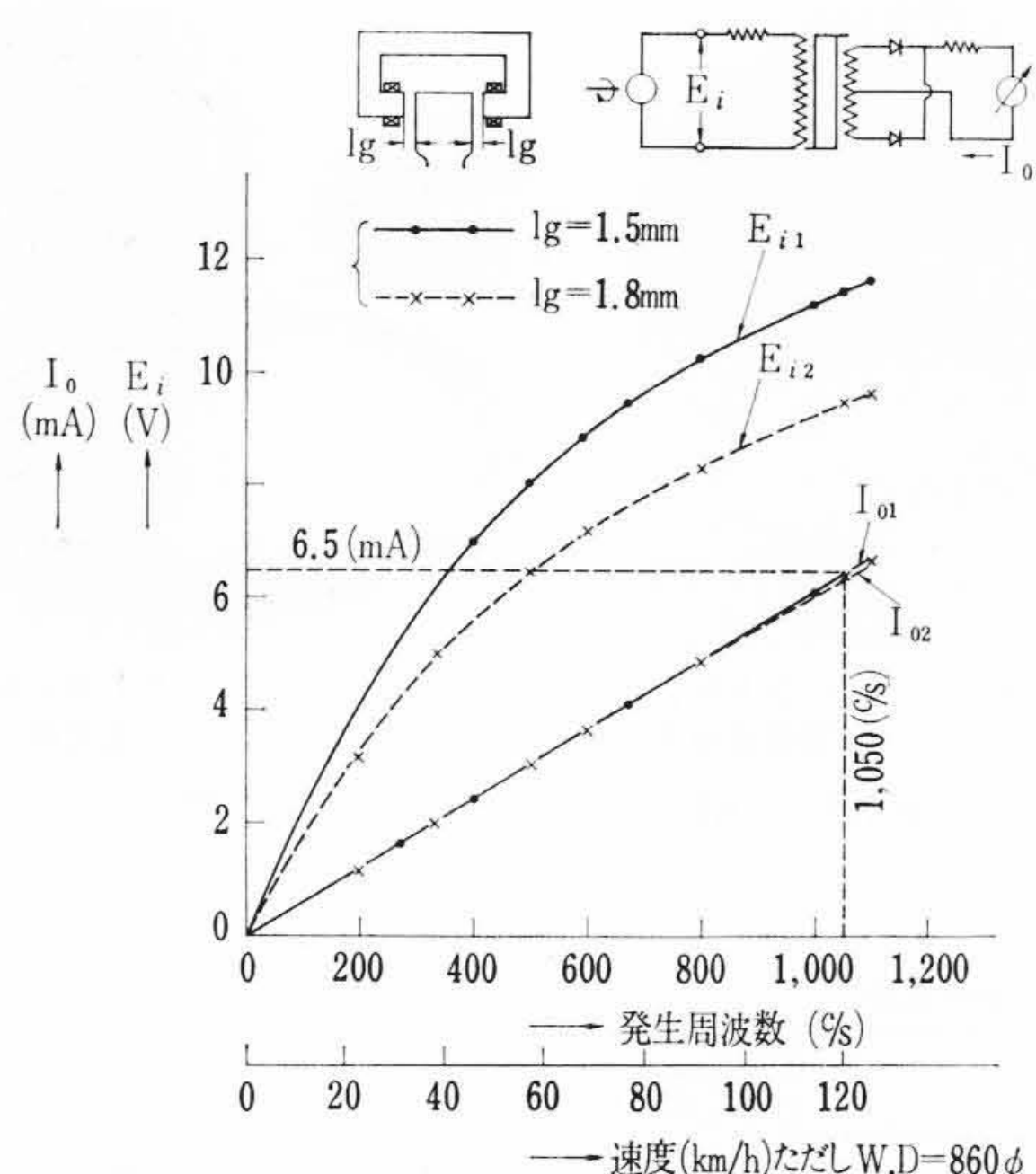
3. 誘導子形速度計

本速度計は車両の歯車箱に発電機を取り付け、駆動歯車を誘導子として歯面の磁束変化を検出し、飽和トランスによって速度に比例したパルスに変換、これを整流し指示させる方式で、回転磁石形と異なり、発電機の取り付けを車軸その他の回転部と機械的に無接触にしたものである。誘導子形速度計の例として第6図に SFR₂₁ 形速度計一式を示し、第7図にその回路構成を示す。

SFR₂₁ 形速度発電機は、原理的には第8図に示すように、永久磁石および検出コイルから成り、周波数の検出は駆動装置の歯車を誘導子として利用するものである。すなわち永久磁石を含む磁気回路において、誘導子が回転すると磁束が変化し、車軸の回転数に比例した周波数を有する交流電圧を発生する。この発生電圧は取付間げきの変動や永久磁石の劣化、周囲温度の変化などによって磁束密度が変動するために変化し、誤差の原因となる。したがって測定精度を確保するために、発生電圧をその周波数に比例した直流電流に変換する必要がある。最も簡単な周波数-直流電圧変換装置として飽和トランスを用い、車輪径補償回路を内蔵したものが X-SFR₁ 形補償変換器である。



第 8 図 SFR₂₁ 形速度発電機の動作原理



第 9 図 SFR₂₁ 形速度計の特性

飽和トランスによる周波数—直流電圧変換原理につき次に説明する。SFR₂₁ 形発電機の正弦波状出力電圧を飽和トランスの一次巻線に加えると、二次巻線には次の電圧が発生する。

$$e_2 = n_2 \frac{d\phi}{dt} = n_2 \frac{d\phi}{d\theta} \cdot \omega \dots\dots\dots (1)$$

ここに e_2 : 二次側誘起電圧の瞬時値

n_2 : 二次巻数

$\theta = \omega t = 2\pi f t$ (f : 発電機の出力周波数)

この飽和トランスはわずかの磁化力で磁束密度は飽和点 B_m に達し、その後磁束密度はほとんど変化しない角形ヒステリシス特性を有している。したがって二次側出力電圧の半サイクルごとの平均電圧を求めると、

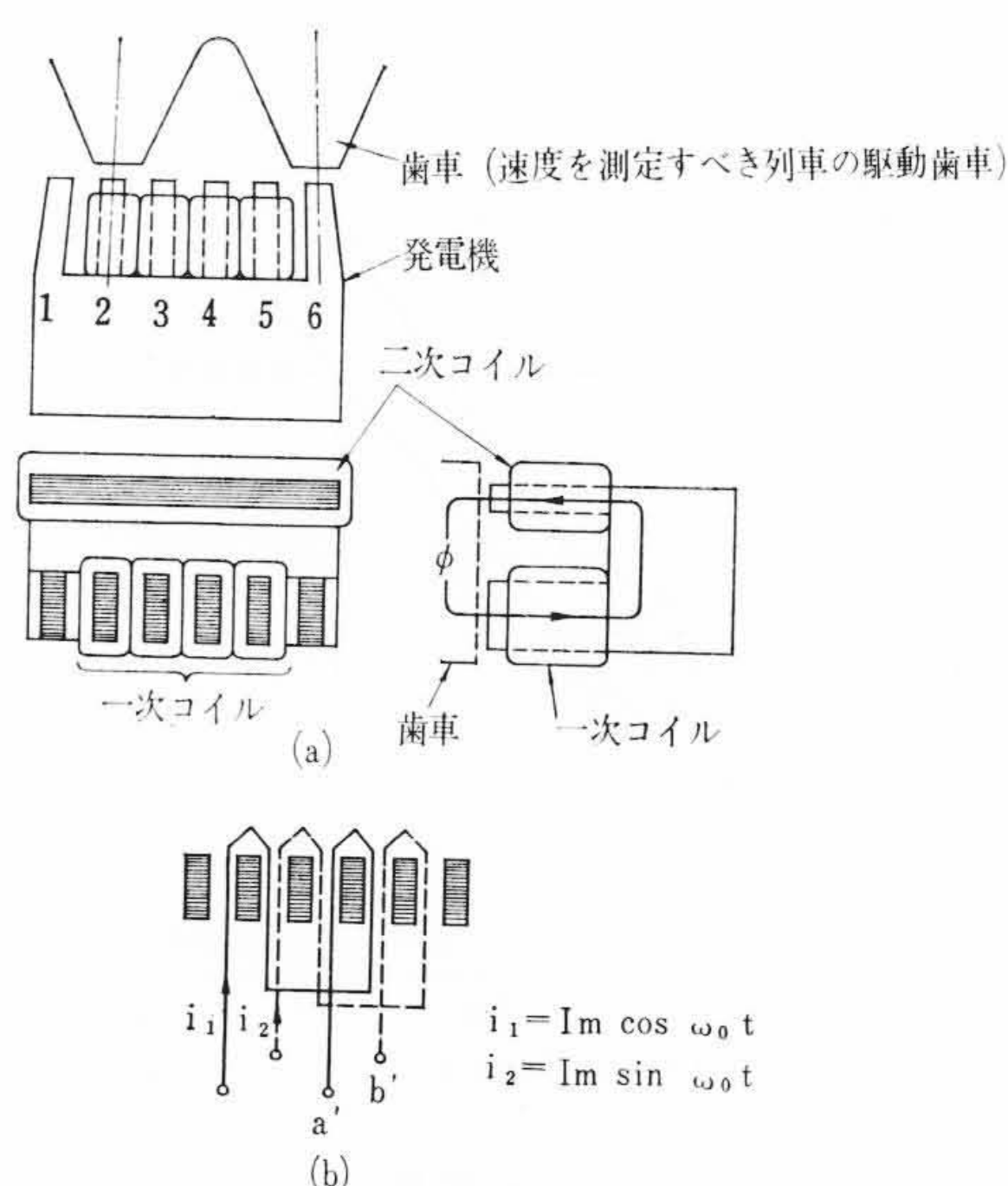
$$e_{av2} = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi e_2 d\theta = \frac{1}{\pi} \int_0^\pi n_2 \omega d\phi = 4f \cdot n_2 \cdot B_m \cdot A \dots\dots (2)$$

ここに B_m : 飽和磁束密度

A : 飽和トランスの鉄心断面積

すなわち飽和トランスの入力電圧が鉄心を飽和させるに十分な値の範囲では、飽和トランスの二次側に誘起された平均電圧は、発電機の出力電圧に無関係で、周波数のみに比例した値となる。この電圧はダイオードにより整流され、車輪径補償回路を経て、最大 3 個までの指示計を振らせうる。

第 9 図は SFR₂₁ 形誘導子速度計の特性を示すもので、発電機の出



第 10 図 移動磁界形速度発電機の基本的構成

力電圧を E_{i1} から E_{i2} に変化させた場合でも指示計への電流 I_{01} および I_{02} にはほとんど変化が認められないことを示す。本速度計の最大の欠点は、歯車および歯車箱の仕様によって発電機が異なることで、同一車種以外の互換性はなく、かつ歯車箱には発電機取付孔が必要であるため、現用車に速度計を追加することは困難である。しかしながら同一の原理で、誘導子として駆動歯車を用いず、専用の誘導子を取り付ける試みがあり、期待されている。

4. 移動磁界形速度発電機

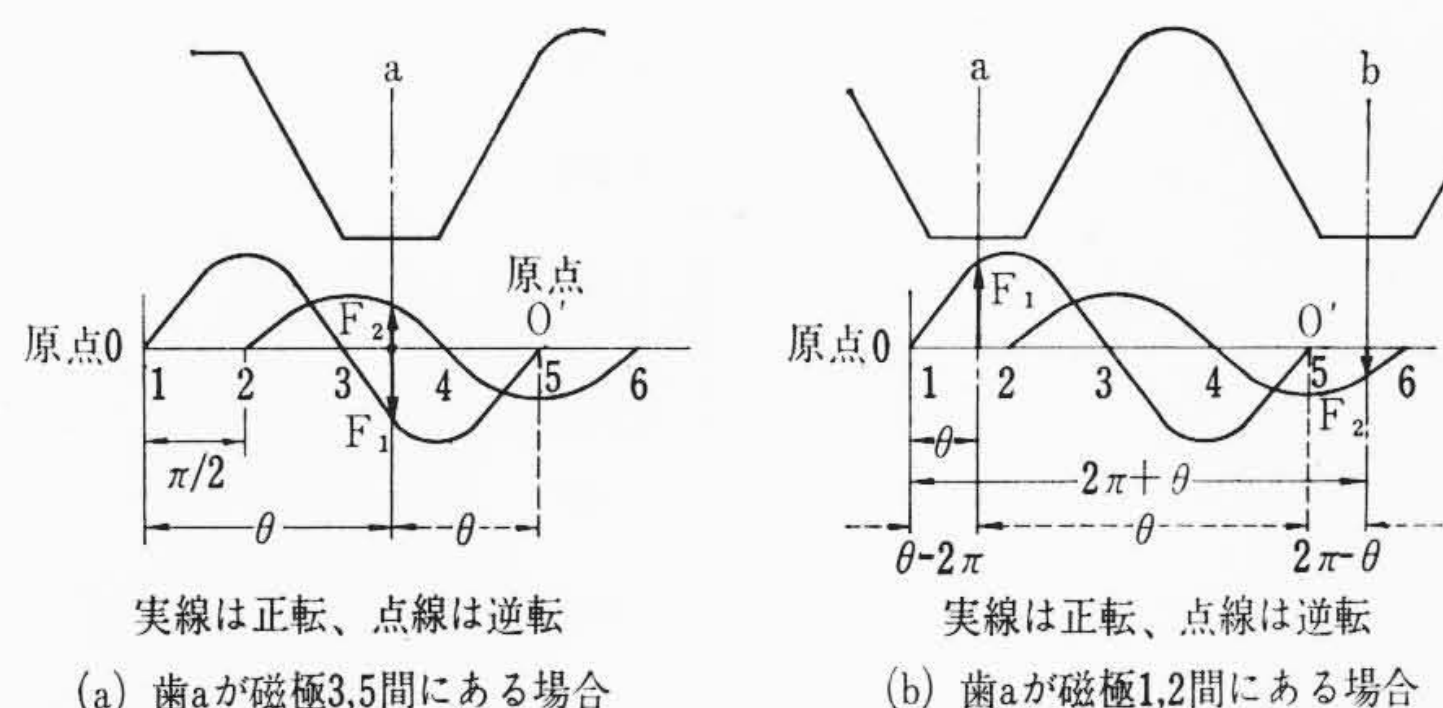
東海道新幹線量産車においては、すでに述べたとおり試作車で効力を発揮した FAC-4 形発電機と同じ特性で、かつ駆動歯車の歯数検出方式のものが要望された。この目的で発明、開発されたのが移動磁界形速度発電機⁽⁵⁾である。本発電機は駆動歯車箱に取り付けられ、直接歯数を計数できる構成となっている。また列車静止時でも商用周波信号を発生し、停止時の故障検出ならびに速度信号系の断線、短絡などの故障検出ができるので、ATC 装置の信頼度、安全性を確実なものとすることができた。

4.1 構 成

原理的には第 10 図のように、歯車箱内駆動歯車に直接対向して設置された一次励磁、二次出力の各巻線からなり、前者は分割磁極、後者はこれに対向配置された単一磁極を有し、歯車との間に空けきを隔てて ϕ なる磁路を形成している。図の場合分割励磁磁極は 6 個で、2～5 の各磁極には同図(b)のように二組の励磁巻線が 1 ピッチとびに互いに逆接続され、各相磁極には 1～の磁束分布を形成する構成となっている。両巻線を互いに $\pi/2$ 位相の異なる交流で励磁すれば、両者の合成磁界は移動磁界を形成して、常に 1～の合成磁界が磁極上に分布する。第 10 図(a)のように歯車 1 ピッチが丁度各相磁束分布の 1～にまたがるように、すなわち、電気角で 2π になるよう励磁磁極間隔を定めておけば、その中には常時歯数 1 個が存在することになり、誤計数なく歯数の計数が行なわれる。

4.2 原 理

歯車の回転速度と磁界の移動速度間の相対速度で定まる二次出力電圧周波数を速度信号として利用するもので、たとえ歯が静止していても磁界が移動しているので、それに応じた出力周波数が得られる。これが後述するベース周波数となる。いま、第 10 図(b)の各相励磁巻線を、互いに $\pi/2$ 位相の異なる電流 $i_1 = I_m \cos \omega_0 t$, $i_2 = I_m \sin \omega_0 t$ で励磁した場合、簡単のため第 11 図のような正弦波磁束分布が各相磁極に生ずると仮定して原理式を誘導することにする。前に述



第 11 図 正 逆 転 時 の 電 気 角

べたように、歯車 1 ピッチが丁度各相磁束分布の 1 個、すなわち 2π となるように励磁磁極間隔を設定しているので、各相磁束分布中には常に歯車は 1 個、両者の合成磁界中には同図 (a) (b) のように 1 個または 2 個存在し、これ以外の場合はない。歯車は磁界移動方向と同方向または逆方向に回転する二つの場合が考えられるが、一般には後者を用い、前者を用いる場合には後述するようなある種の制限が付される。いま、図において磁界が磁極 1 から 6 に向かって移動するものとし、歯車回転方向が磁界移動方向と一致する場合は磁極 1 を原点 0 に定め、逆方向に回転する場合は、0 点を電気角で 2π 移動した位置にある磁極 5 を原点 0' に定め、それぞれの原点から計った任意の歯の位置までの電気角を、前者は θ 、後者は逆方向に計るので $-\theta$ で表わすものとする。一方歯幅 D_t は第 12 図のように磁極ピッチ D_p に等しく、かつ励磁磁極幅と磁極間隔はともに d に等しくとっているため、両者の対向面積は、歯がいかなる位置にあっても不変とみられる。したがって歯の移動による空けきレクタンスの変動は実質的に無視し一定とみてさしつかえない。以上の点を考慮して、歯車が N rpm で界磁移動方向に対し正または逆方向に回転しているとき、原点 0 または 0' より電気角で θ または $-\theta$ なる位置に歯が到達した瞬時の二次出力を考えてみよう。基準として $t=0$ なる瞬間には、歯の中心は 0 または 0' に一致するものとし、任意の時刻 t における歯の位置をたとえば第 11 図 (a) にあると考えると、その点の起磁力は

$$F_1 = \pm F_m \cos \omega_0 t \sin \theta \dots \dots \dots (3)$$

$$F_2 = F_m \sin \omega_0 t \sin \left(\theta - \frac{\pi}{2} \right) = -F_m \sin \omega_0 t \cos \theta \dots \dots (4)$$

ここに F_m : 各相起磁力の最大値

ω_0 : 励磁商用周波数

θ : 原点 0 または 0' より計った電気角の絶対値

空けきレクタンスは、一定とみられるので、二次出力巻線と鎖交する各相磁束および合成磁束は、

$$\varphi_1 = \pm \varphi_m \cos \omega_0 t \sin \theta \dots \dots \dots (5)$$

$$\varphi_2 = -\varphi_m \sin \omega_0 t \cos \theta \dots \dots \dots (6)$$

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = -\varphi_m \sin(\omega_0 t \mp \theta) \dots \dots \dots (7)$$

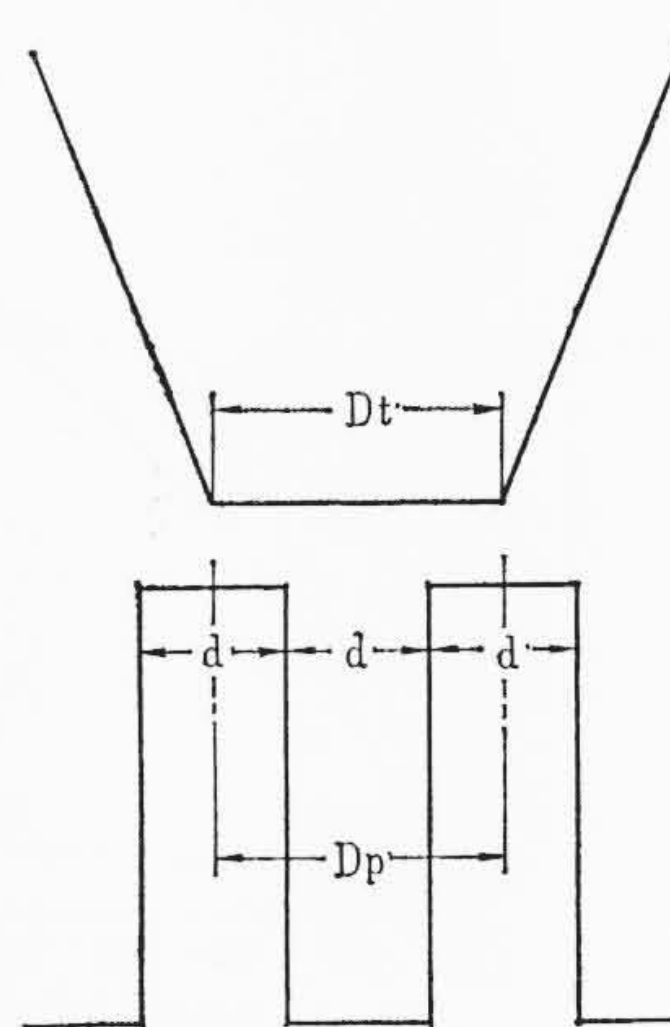
ただし φ_1 : 起磁力 F_1 により二次と鎖交する磁束

φ_2 : 起磁力 F_2 により二次と鎖交する磁束

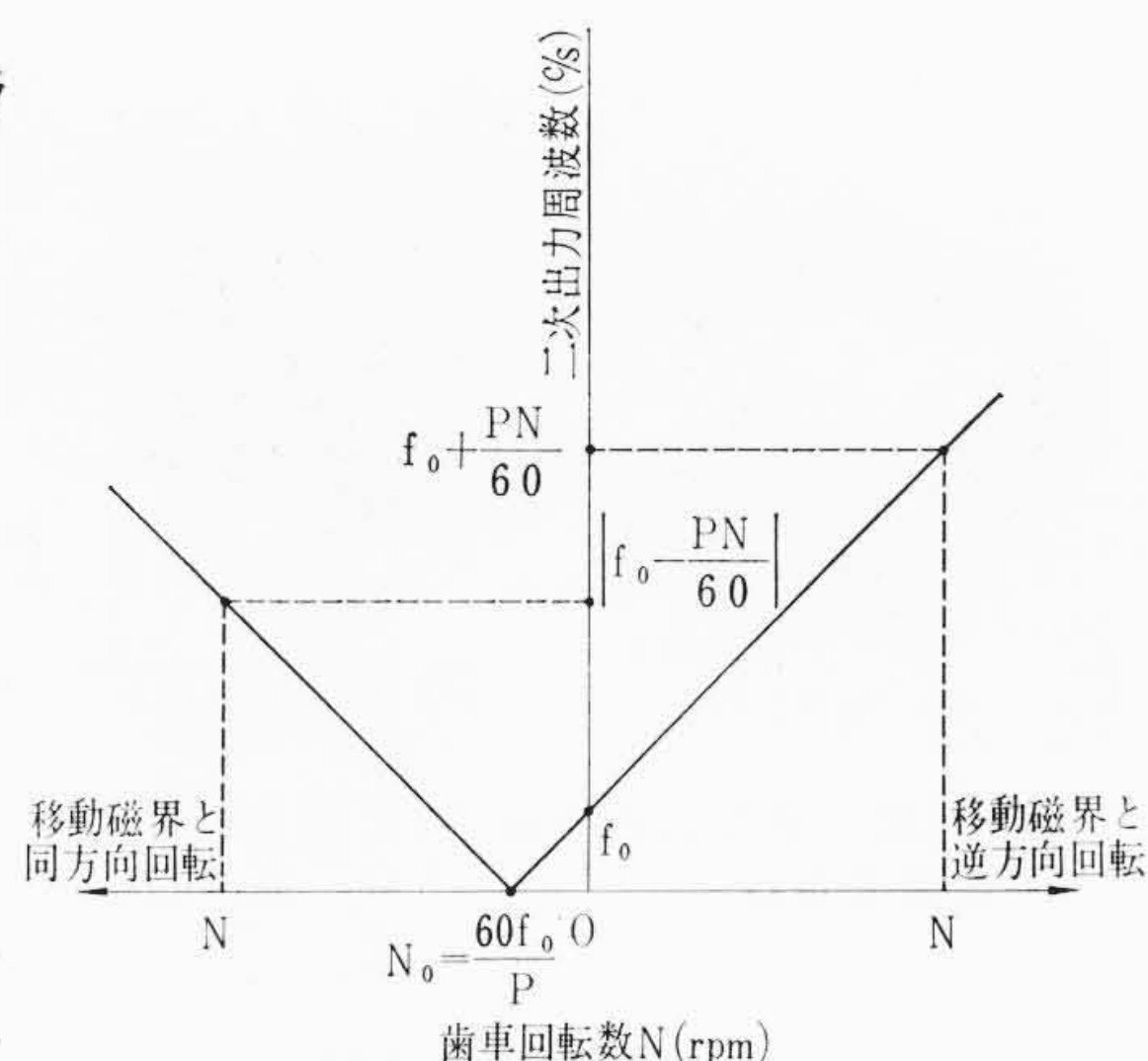
φ : 二次鎖交合成磁束

φ_m : 鎖交磁束最大値

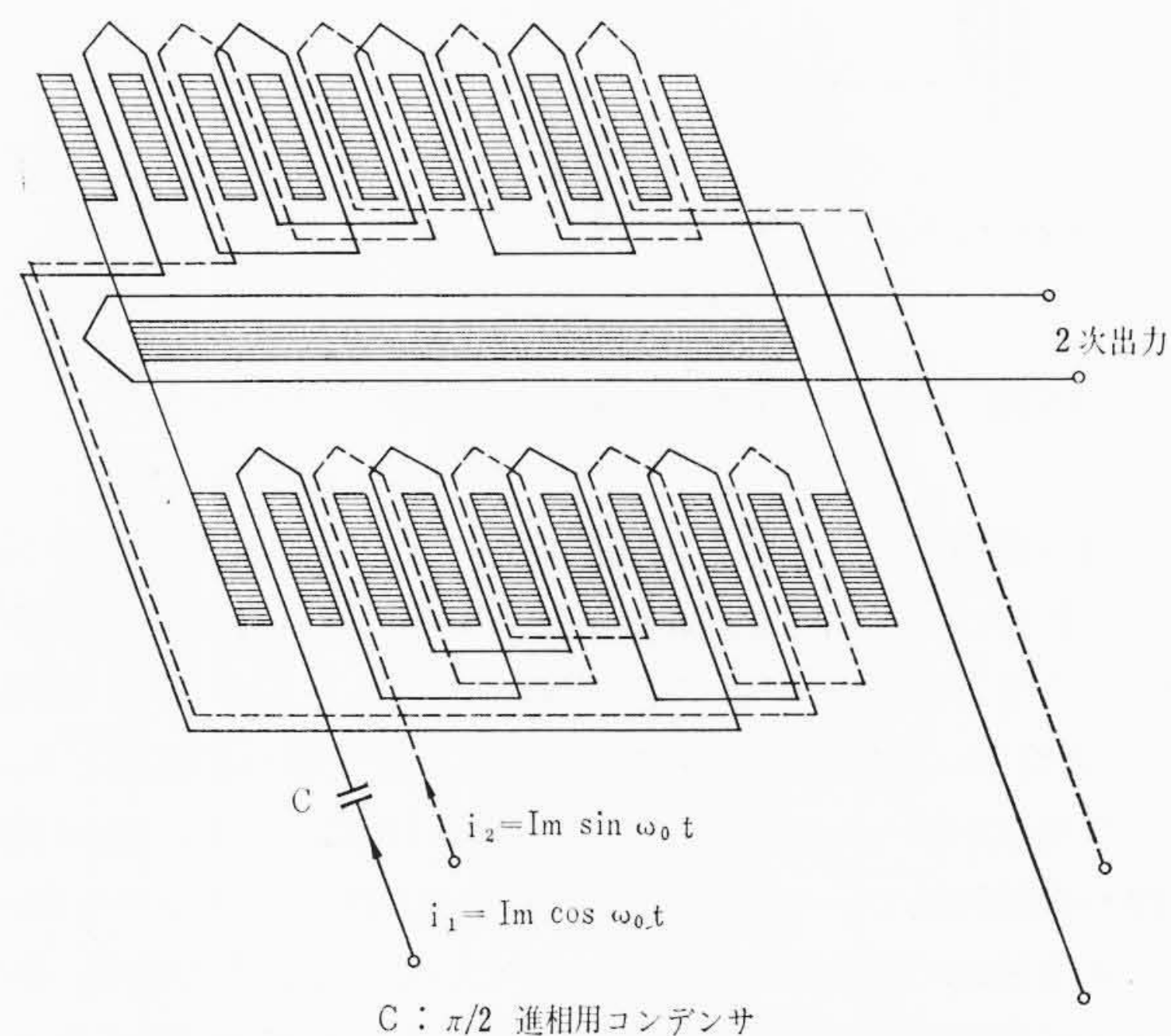
一方歯のピッチ間隔に相当する機械的回転角 $2\pi/P$ は (ただし P は歯数) 電気角で 2π に相当するので、歯車回転角 α は電気角で $P\alpha$ となる。また、歯車が N rpm 時の角速度を ω_n (rad/s) とすると、歯車の機械的回転角 α は、 $\alpha = \omega_n t$ で表わされるので、任意の時刻 t における歯車の回転電気角と原点 0 から計った電気角 θ 間には、 $\theta = P\alpha = P\omega_n t$ (逆転時には、 θ, ω_n ともに負となり同一式となる) なる関係式が成立するので、これを (7) 式に代入すれば出力巻線と鎖



第 12 図 歯幅と励磁磁極の寸法関係



第 13 図 歯車回転数と二次出力周波数との関係



第 14 図 SIR₂₁ 形速度発電機の構成

交する合成磁束は、 $\varphi = -\varphi_m \sin(\omega_0 \pm P\omega_n) t$ となり、結局二次誘起電圧は、

$$e_2 = -n_2 \frac{d\varphi}{dt} = n_2 \varphi_m (\omega_0 \mp P\omega_n) \cos(\omega_0 \mp P\omega_n) t$$

$$e_2 = (E_{m0} \mp E_{mn}) \cos(\omega_0 \mp P\omega_n) t \dots \dots \dots (8)$$

ただし $E_{m0} = n_2 \varphi_m \omega_0$ $E_{mn} = n_2 \varphi_m P\omega_n$

二次出力周波数は、

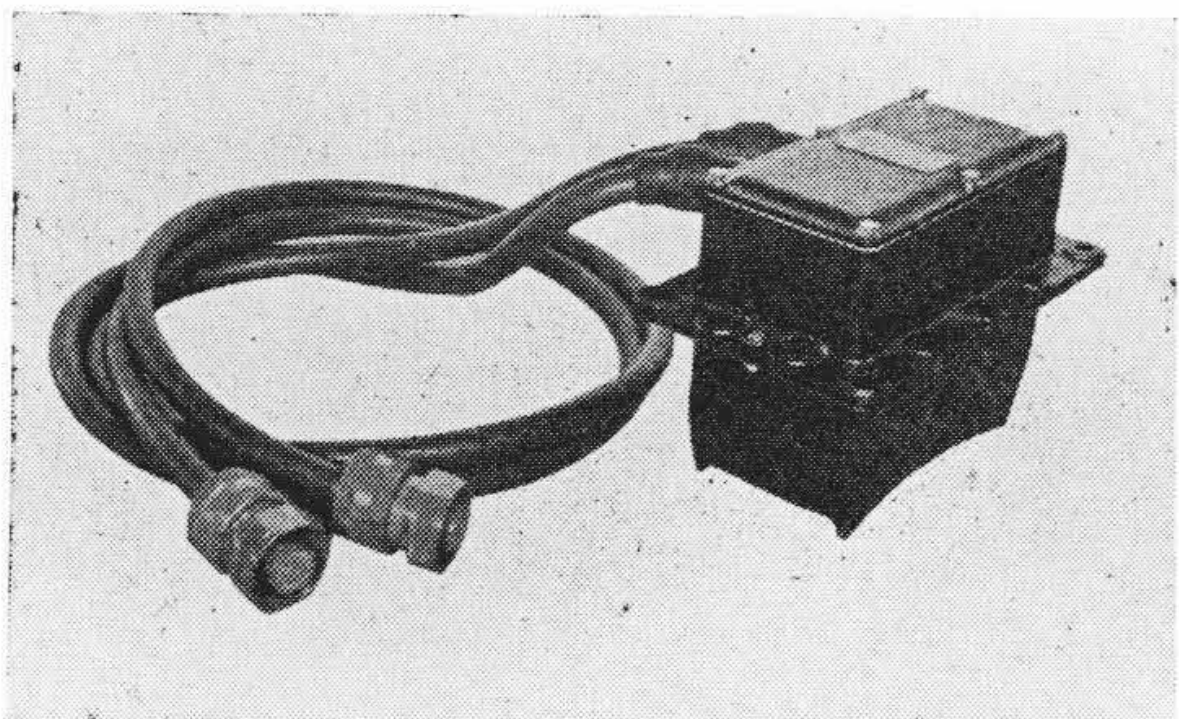
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} |\omega_0 \mp P\omega_n| = \left| f_0 \mp \frac{PN}{60} \right| \dots \dots \dots (9)$$

$$\text{ただし } \omega_n = \frac{2\pi N}{60} \text{ (rad/s)}$$

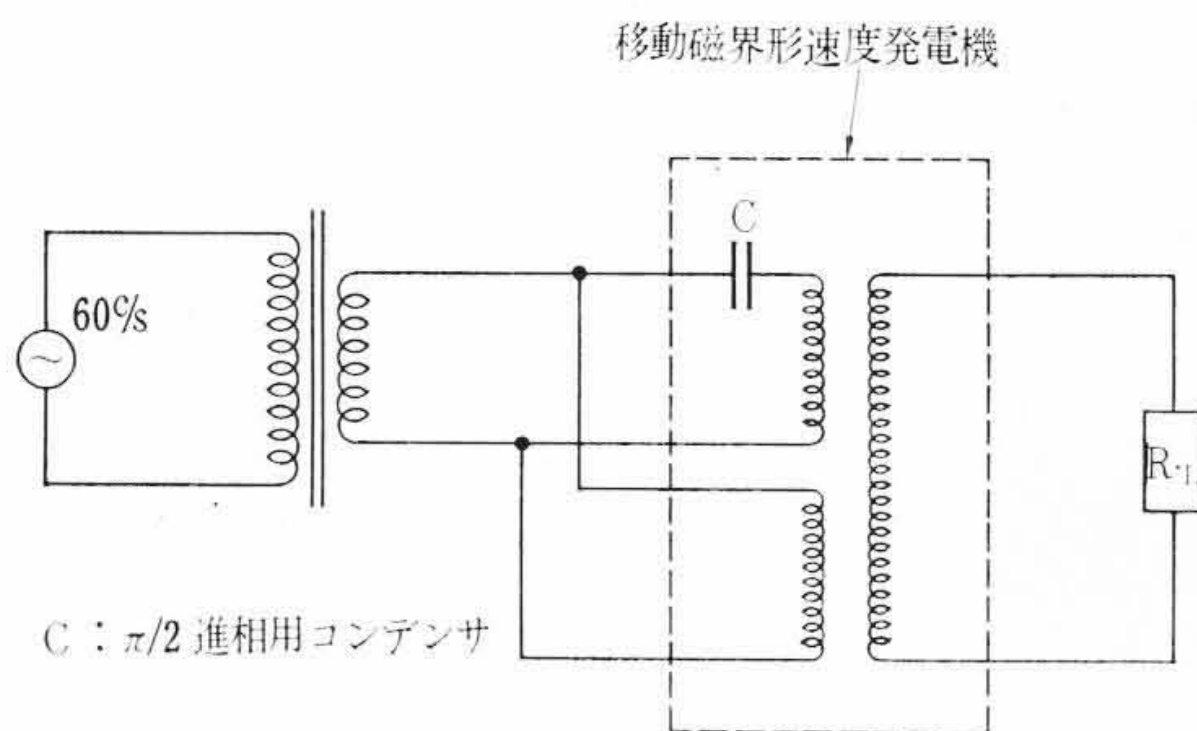
(9) 式より正逆転時の回転数と出力周波数との関係は第 13 図のようになる。歯が第 11 図 (b) の位置にあっても同一結果が得られる。

4.3 実験結果

この発電機の試作にあたっては、車両の主電動機直結歯車と形状寸法同一の模擬歯車を備えた試験設備を作り、実車と同じ状態で歯車計数特性試験を繰り返し実施し、また、新幹線モデル線での実車試験も前後二回にわたり行なった。第 1 回実車試験では、実車で生ずる種々の問題点を克明に調査し、実験室でこれを検討して対策を講じ、第 2 回実車試験で性能を実証するという慎重な態度をもって臨んだ。第 1 回実車試験でわかった最大の問題点は、歯車ノイズであった。歯車自体は大なり小なり若干の磁気量を保有するので回転



第 15 図 東海道新幹線 ATC 用 SIR₂₁ 形速度発電機

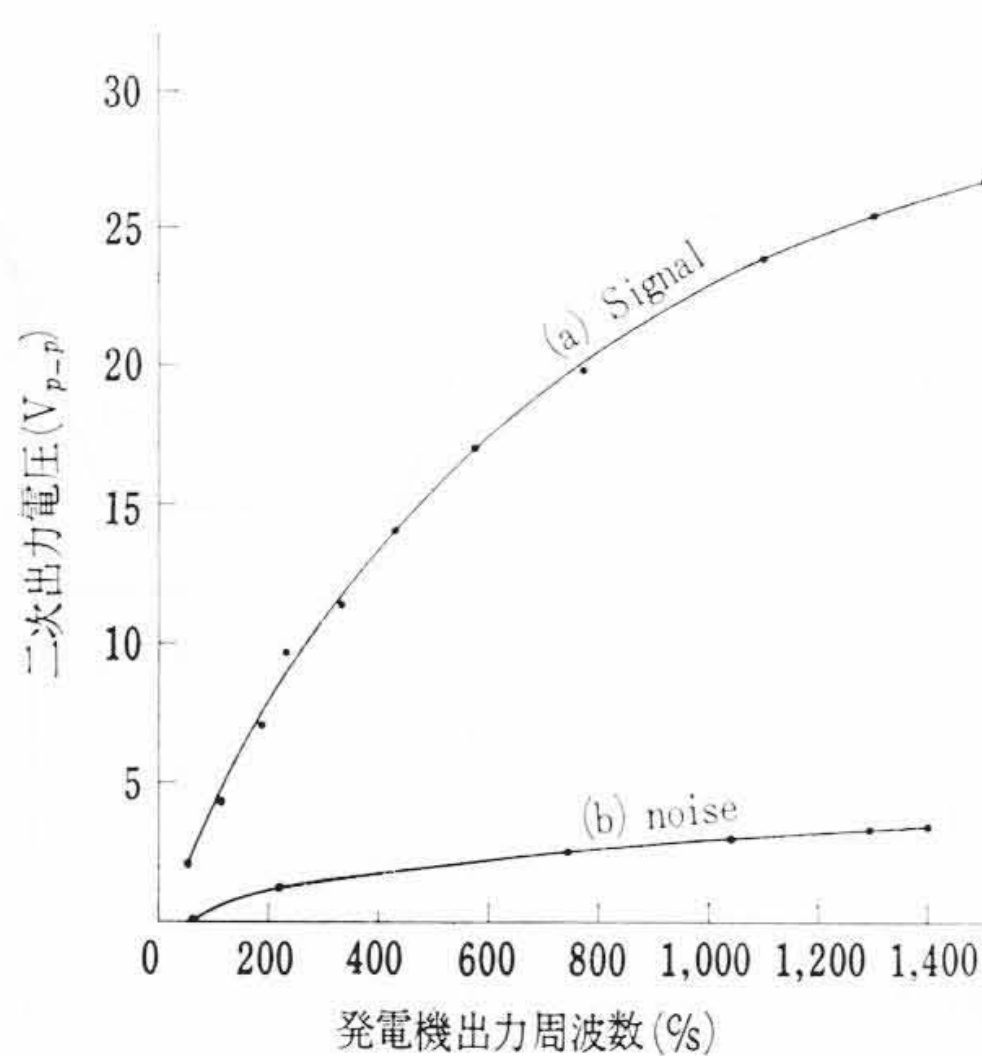


第 16 図 SIR₂₁ 形速度発電機の接続図

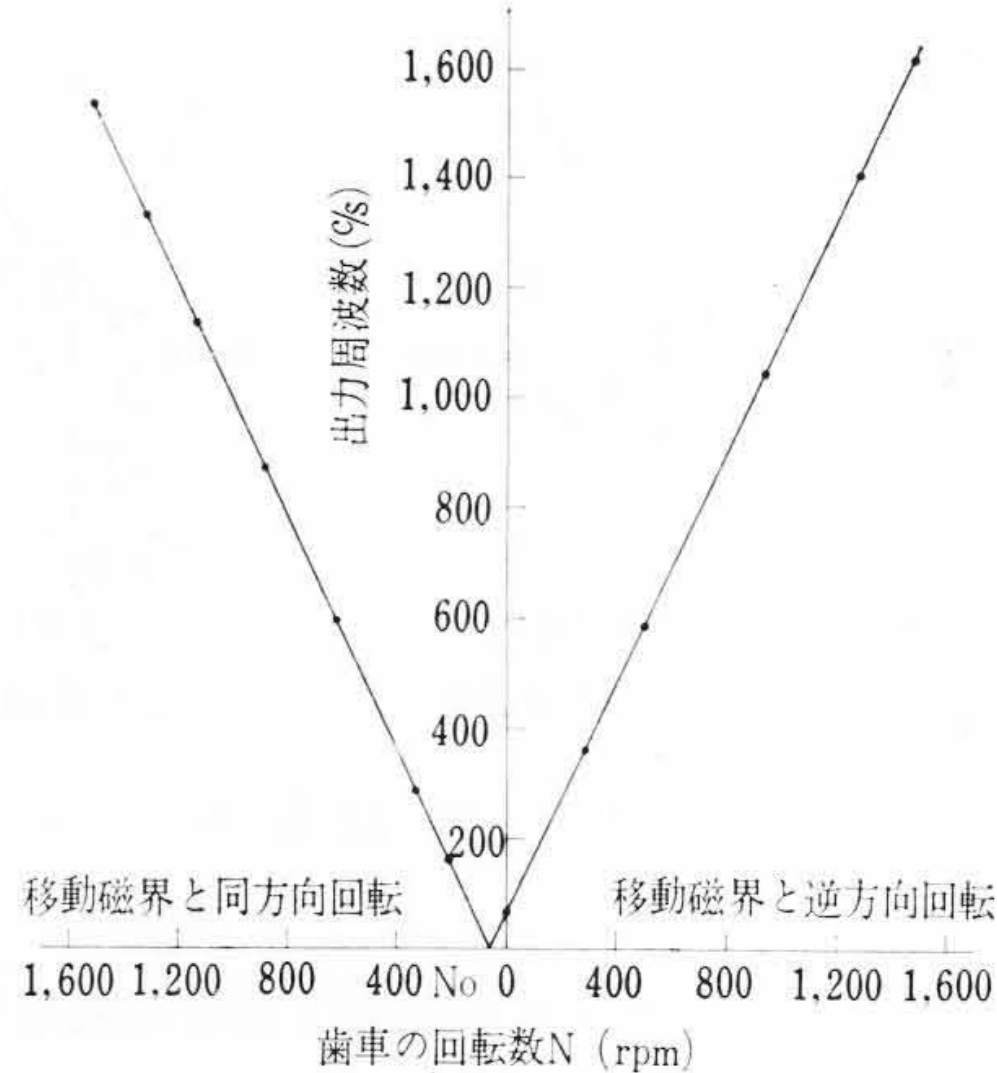
時には出力巻線に速度信号とは無関係なノイズを誘発し、信号がじょう乱されることであった。これがため実際の速度発電機では第 14 図のように出力磁極の両側に励磁磁極を設定するとともに、磁極数は第 10 図の 1 極束分布構成に対し 2 極束分布の構成をとり、出力信号の増強を図った。量産品の外観を第 15 図に示す。第 16 図は発電機の接続回路で、一方の励磁巻線には進相用コンデンサを設け、互いに $\pi/2$ 位相の異なる励磁電流を得ている。これらの結果、第 17 図のように発電機出力は歯車ノイズに比べ十分な出力が得られるようになった。第 18 図は歯車回転数と出力周波数の実験室での結果で、歯車が磁界移動方向と逆に回転する場合は、出力周波信号は静止時の 60 c/s をベース信号として、回転数に比例して直線的に増大し、また同方向に回転する場合は、歯車が $N_0 = \frac{60}{P} f_0$ なる同期速度に達するまでは出力周波数は直線的に下降し零に近づく。回転数がさらに増大すれば両者の速度差に比例して再び直線的に上昇する。これらの実測結果は(9)式および、これより導いた第 13 図の結果ときわめてよく一致し、原理考察の結果を裏づけている。第 1 表はさらに、実測結果の確実性をチェックするため、誘導子形速度発電機を移動磁界形速度発電機と同一歯車上に設定し、歯車回転時前者を基準として両者の出力周波数の差を求めたものである。前にも述べてあるように、移動磁界形速度発電機は商用周波 60 c/s のベースを有しているので、両者の差は常に 60 c/s あればよい。出力周波数の計数はパルスカウンタによっているので、カウンタ誤差が ± 1 カウントあることを考慮すれば、移動磁界形速度発電機の出力周波数はきわめてよく基準発電機のそれと一致していることがわかる。歯車回転方向が磁界移動方向と同一のときは、同期速度で出力信号周波は零となるべきであるが、実際には出力電圧も零に近づき、高周波または歯車ノイズが速度信号をじょう乱してくるので、実用になるのは同期速度 N_0 の 1/2 程度までである。したがって一般には磁界移動方向と回転方向が逆になる状態で使用される。

4.4 実車試験結果

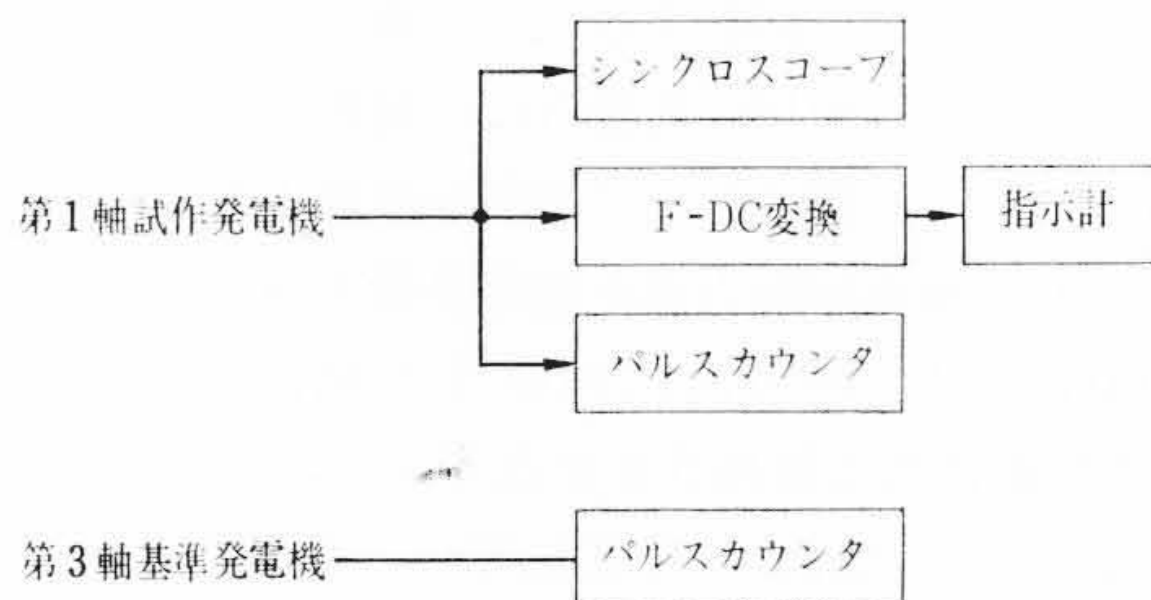
第 2 回目の実車試験は神奈川県鴨の宮綾瀬川間のモデル線で列車の第 1 軸に移動磁界速度発電機を、第 3 軸に誘導子形速度発電機を基準回転計として取り付けて性能試験を行なった。試験系統図は第



第 17 図 SIR₂₁ 形発電機の信号とノイズの比較



第 18 図 歯車回転数と発電機出力周波数との関係



第 19 図 実車試験時測定系統図

19 図に示すとおりで、出力信号波形撮影、供試品出力信号と基準信号の計数比較、速度指示計と基準信号から求めた速度の指示チェックなどを 0~230 km/h の速度で、総計数十点の計測チェックを行なった。第 20 図(a)は速度信号波形の一例で、同図(b)はそのときの歯車ノイズ波形の一例であるが、これらのノイズにじょう乱されることなく、安定な出力信号が得られている。

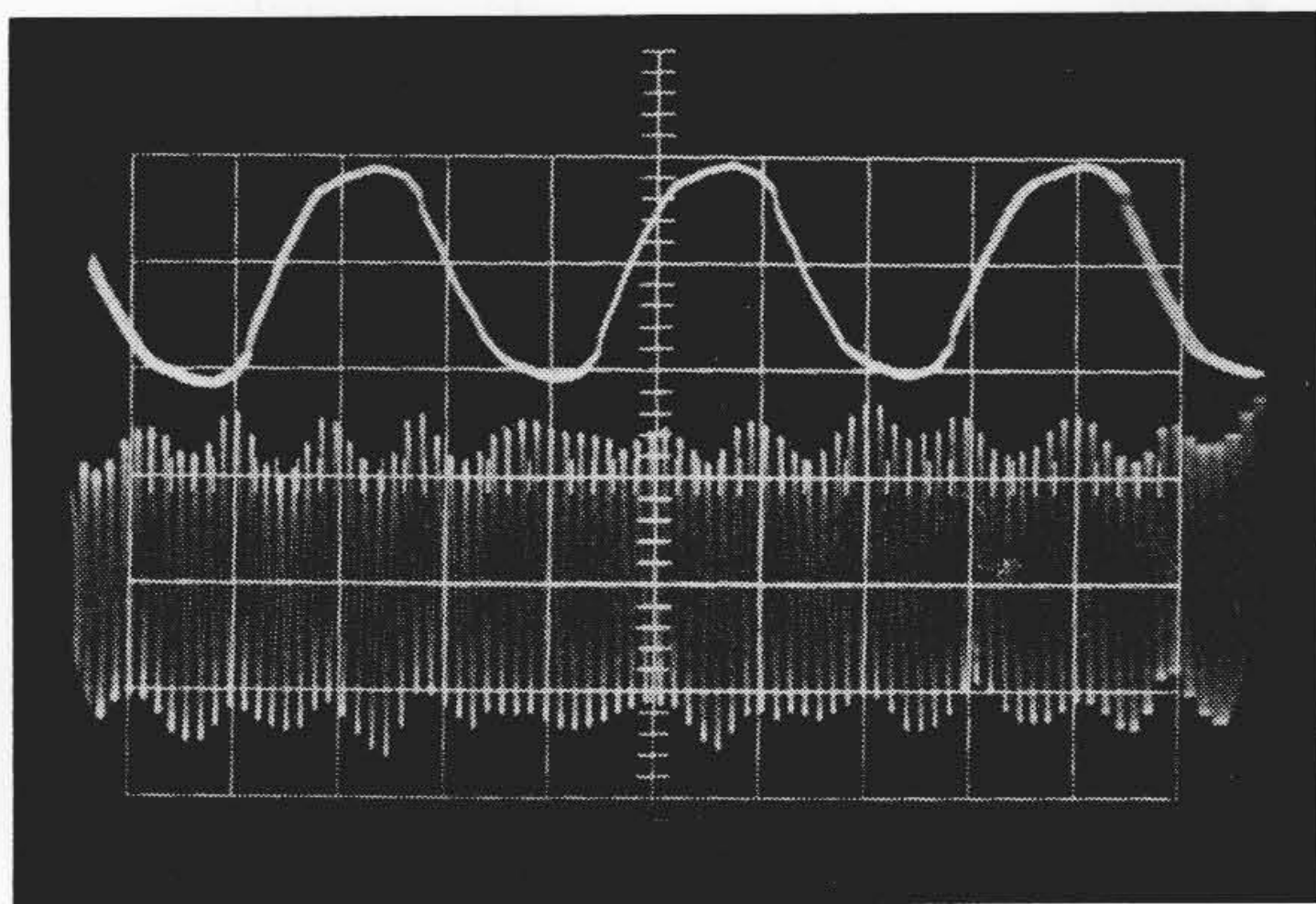
4.5 実用化

東海道新幹線電車用 ATC 装置は 3 系列の速度制御から成り、互いに同期をかけ合うことにより、ブレーキ指令、故障判断、自動切り離しを行なう方式⁽⁶⁾である。この 3 系列のうち、実際列車にブレーキ指令を与えるのは 1 号機および 2 号機で、系としての信頼度お

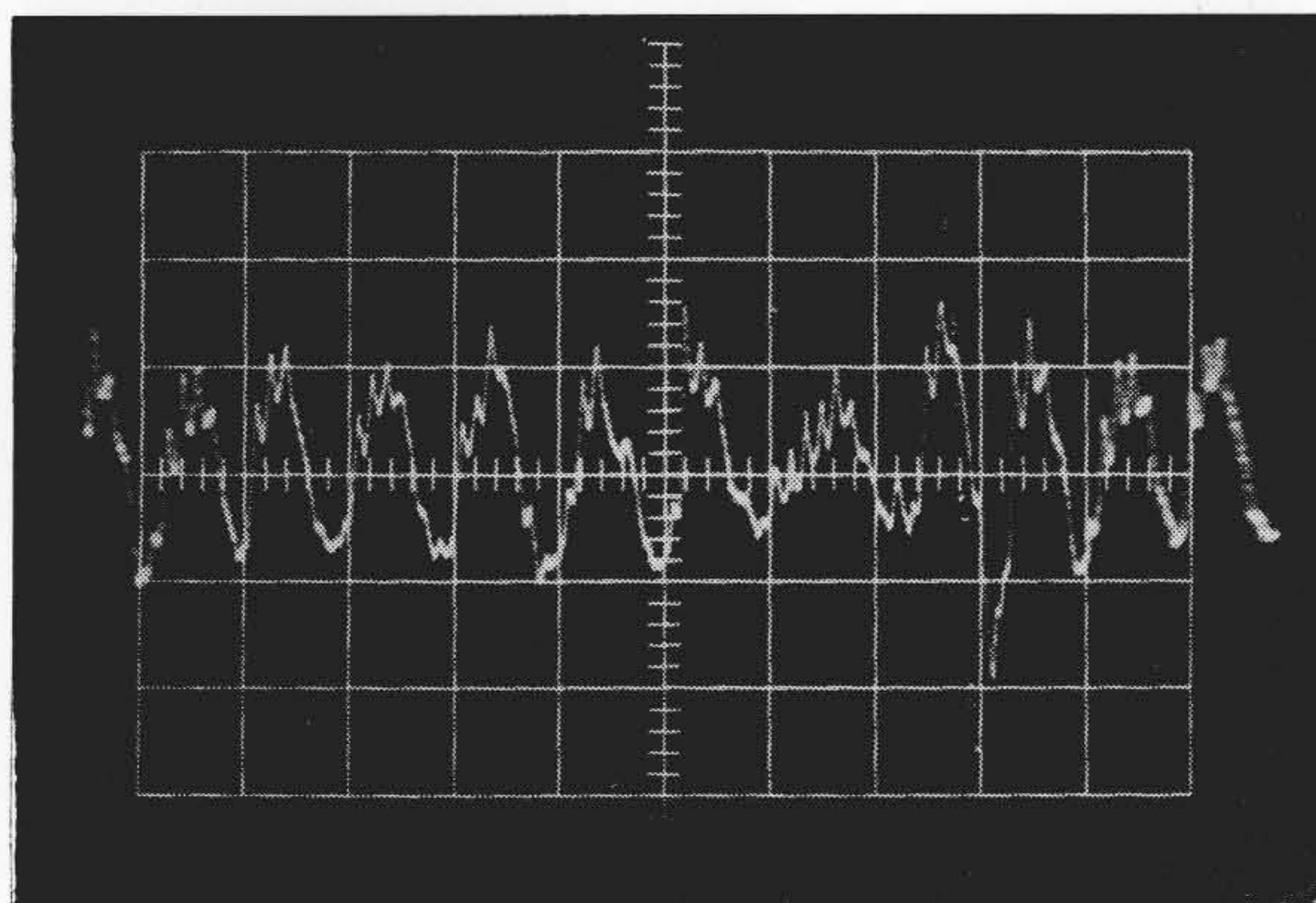
第 1 表 カウンタによる発電機出力周波数比較結果

f	f_m	$\Delta f = f - f_m$	備 考
60	0	60	歯車の回転方向は移動磁界と逆方向
361	301	60	
373	312	61	
585	525	60	
586	527	59	
1,042	983	59	
1,052	992	60	
1,400	1,341	59	
1,411	1,350	61	
1,414	1,354	60	
1,611	1,550	61	歯車の回転方向は移動磁界と同方向
1,615	1,555	60	
1,530	1,590	60	
1,329	1,390	61	
1,134	1,195	61	
867	926	59	
588	648	60	
284	345	61	
161	221	60	
44	105	61	

ここに f : 移動磁界形速度発電機の出力周波数
 f_m : 永久磁石形速度発電機の出力周波数



(a) 上 電源波形 2 V/div 下 信号波形 (230 km/h) 10 V/div



(b) ノイズ波形 (230 km/h) 2 V/div

第 20 図 新幹線試作車用移動磁界形試作速度発電機の出力波形(a)およびノイズ波形(b)

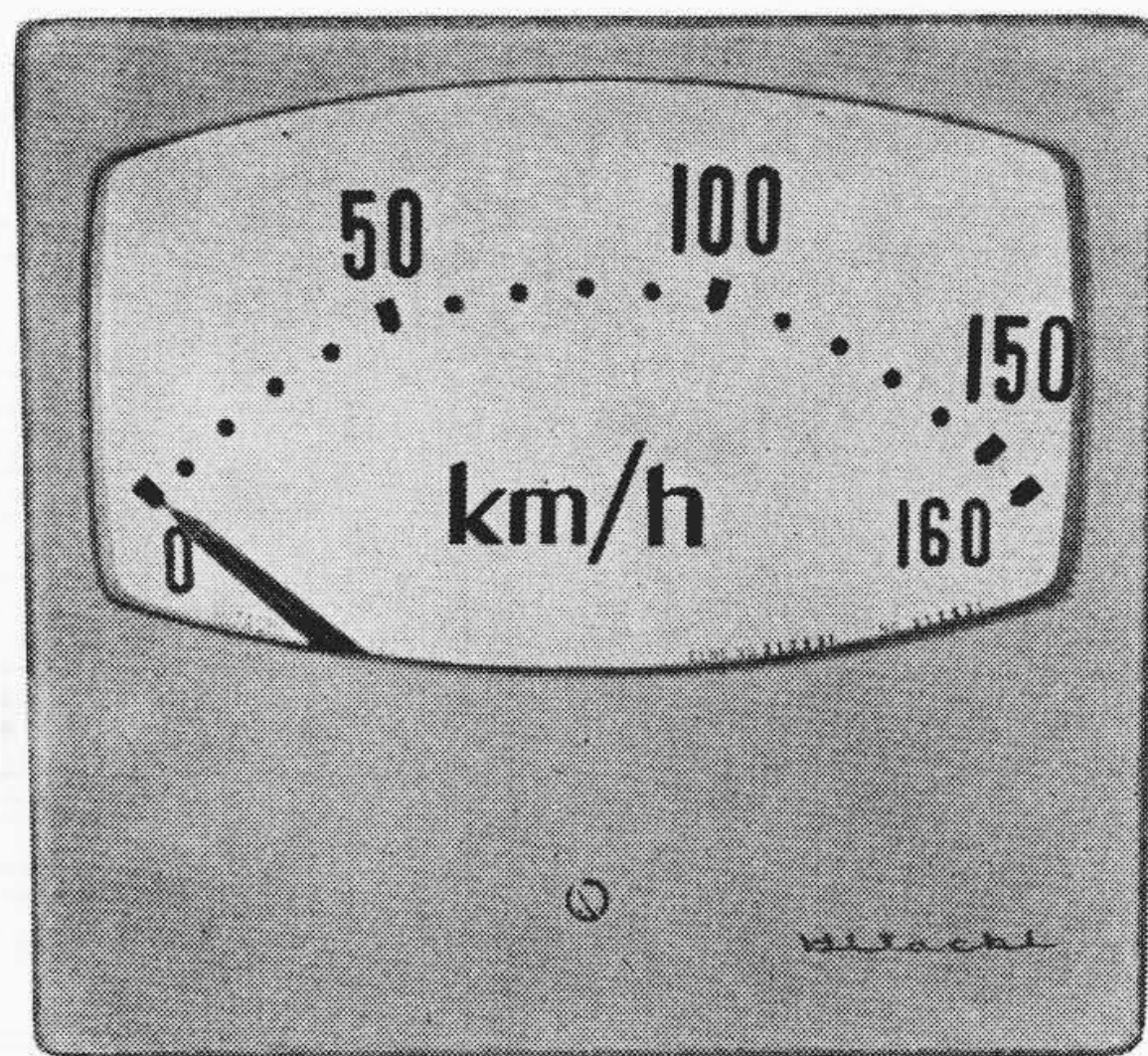
よび安全性の向上を図るためには、おのこの単独で Fail safe を確立することが必要である。このためには移動磁界形速度発電機の実用化いかんが、ATC 装置の成否を決定するものといえよう。第 20 図の試作車における実車試験結果から、十分に所期の目的達成が確認された。第 15 図に示したのは、1 号機および 2 号機用として完全に独立した 2 組の発電機が、一体の構造に組み込まれており、新幹線電車の先頭車第 1 車軸歯車箱正面に取り付けられる。すでに量産第 1 号列車は鳴の宮におけるモデル線で試験運転中であり、その成果が期待されている。

5. 速度指示計および受信機器

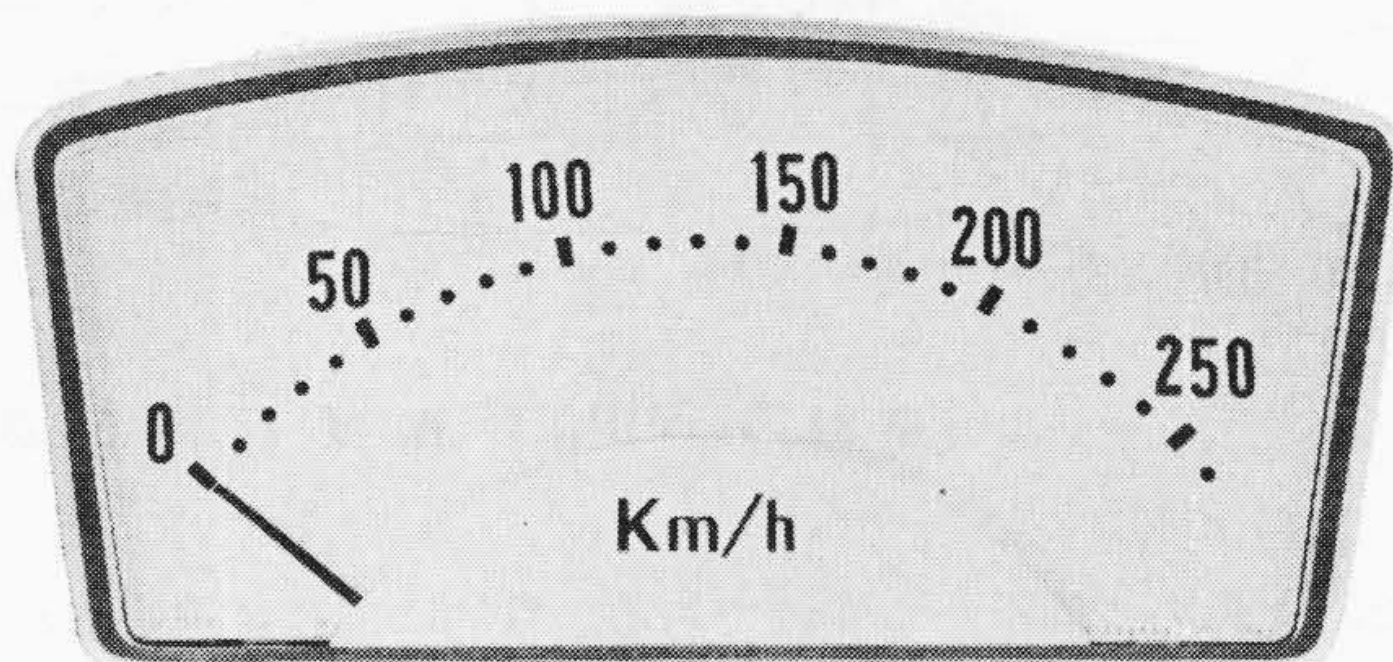
一般の運転監視用としてはすでに述べたように、SR₃₅ 形または S₂₄ 形指示計が日本国有鉄道、その他の車両用標準形指示計として採用されている。これらは一般電気計器と異なり、特に耐振構造に留意され、制動特性の改善に検討が加えられている。車軸における衝撃は最大 20 g 程度にも及ぶが、車体においては突き放し時に数 g 程度で、普通走行中は 1~2 g を越えることは少ない。これに対して指示計は 100 g の衝撃および振幅 4 mm 毎分 1,000 回の振動を与えて試験されている。

乗客へのサービス用としては、できるだけ大形でかつ室内装飾に合致し、スピード感が楽しめるデザインが必要である。ビジネス特急“こだま”級の食堂車に取り付けられている S₀₁ 形指示計を第 21 図に示す。(昭和 34 年採用) また世界一の高速を誇る東海道新幹線電車の食堂車には、さらに洗練された S₀₂ 形指示計(第 22 図)が取り付けられるので、室内装飾の重要なポイントとなるであろう。

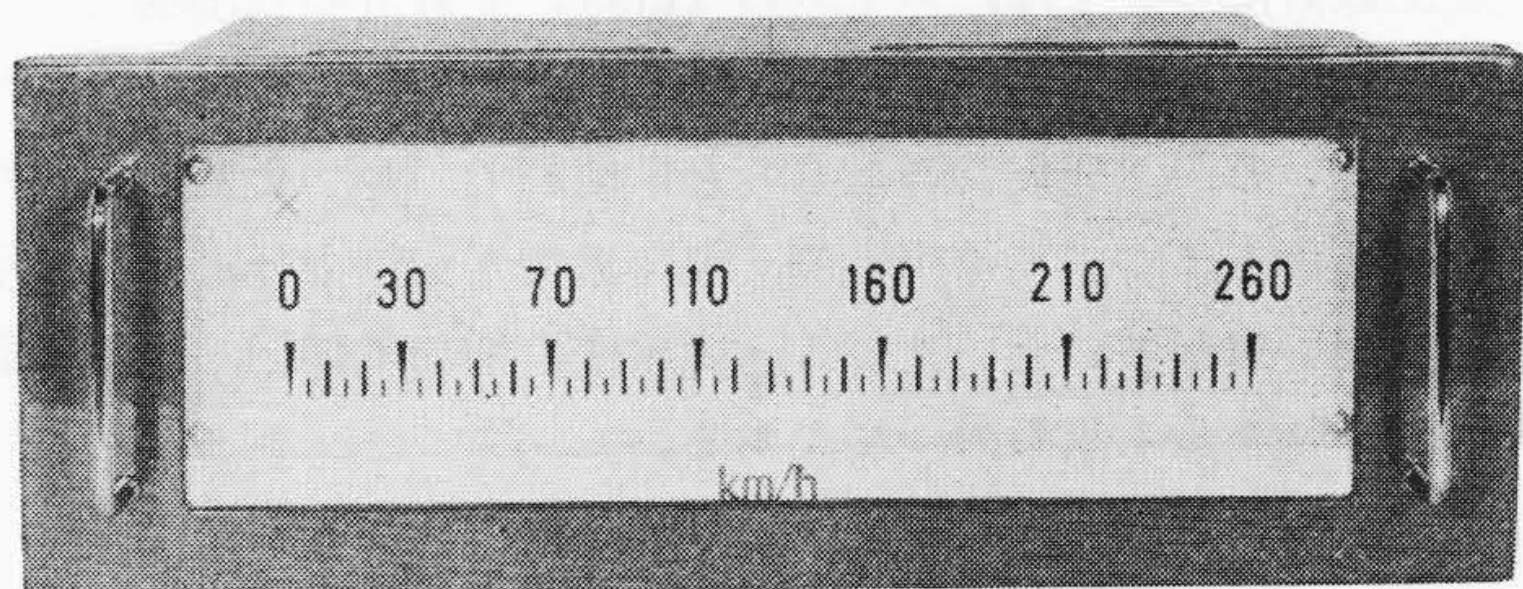
新幹線用超特急電車の運転用指示計は ATC 装置と一体をなすもので、単に速度指示のみでなく信号表示や速度帯表示も行なうことができる構造である。また定速運転やプログラム運転において、速



第 21 図 S₀₁ 形速度指示計



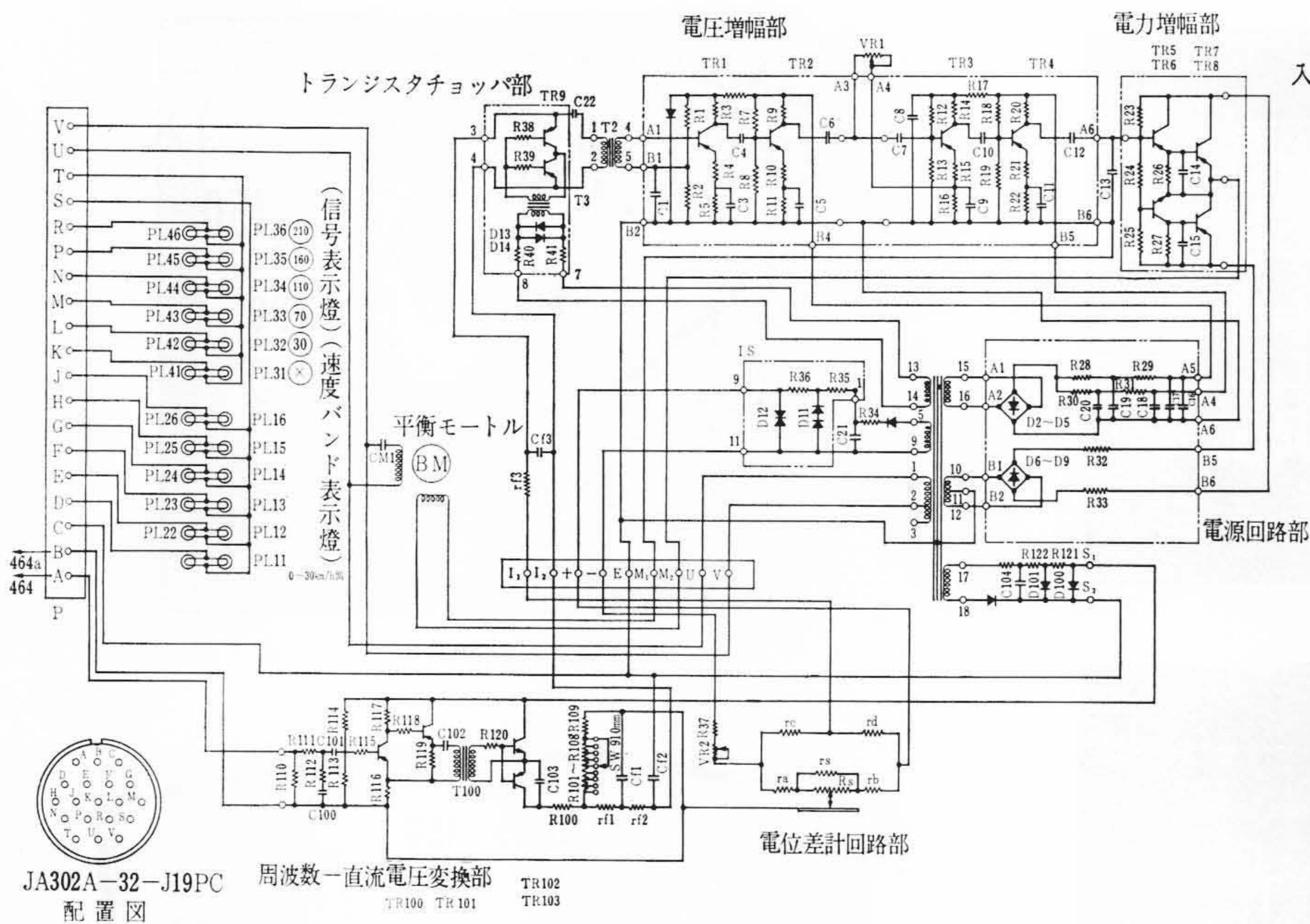
第 22 図 S₀₂ 形東海道新幹線電車食堂車用速度指示計



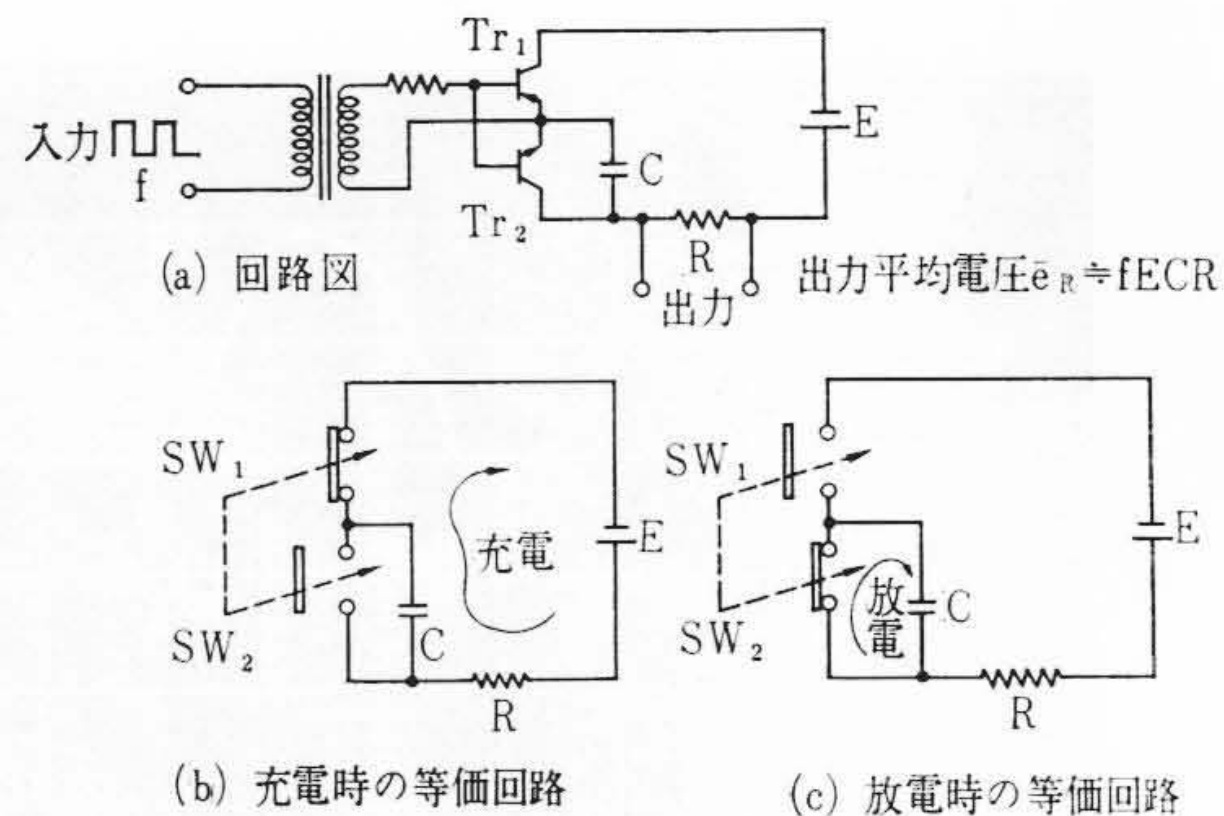
第 23 図 VIP₄₁ 形東海道新幹線電車運転用指示計

度指示計から直接制御信号を発生させる場合など、現在の直動形計器に代わって、トルクの大きい自動平衡形指示計が使用される。第 23 図は東海道新幹線電車用 VIP₄₁ 形速度指示計で、その内部接続図を第 24 図に示す。誘導子形速度発電機で発生した速度に比例したパルス出力は、トランジスタのスイッチング動作による充放電回路で直流電圧に変換される。その変換原理は第 25 図に示すとおりである。この速度に比例した直流電圧は電位差計方式の自動平衡計器で測定表示される。サーボ増幅器の直交変換器としては日立独特のトランジスタ・チョッパが採用され、電位差計の電源としてはツエナダイオードをカスケード接続して長期にわたりきわめて安定な回路が使用されている。今後の速度制御装置を併用する速度計としては、この種の計器が広く採用されるようになるであろう。

台車の定期点検修理などを、走行距離に応じて管理して行こうとする動きが強い。このためには各車両に走行距離積算計を取り付ける必要がある。走行距離積算計にも速度に比例するパルスを受けて計数する電気式と、車軸直結方式の機械式に大別される。第 26 図には電気式の一例として MPC-2 形走行距離積算計が示されている。SFR₂₁ 形速度計内の速度に比例したパルス数を受けてこれを減数し、パルスモータでカウンタを駆動する方式である。車内の直流 24 V 電源が供給できる場合には、一般の交流 100 V 電源を特に必要としないので、一般の誘導子形速度計に併用できる利点を有する。機械式は電気式の特長とする遠隔表示は不可能であるが、直結式で



第 24 図 VIP₄₁ 形 速度計 内部 接続 図



第 25 図 周波数一直流電圧変換回路 原理図



第 26 図 MPC-2 形 走行距離積算計

あるためきわめて簡単かつ安価である。目的に応じて選定されるべきであるが、いずれもまだ本格的に採用される気運にいたっておらず、試用の域を脱しない現状である。

速度記録計については、スイスの Hasler 記録計の独壇場であるかに見られる。一方国内でも QBC 形速度記録計⁽⁷⁾などが発表され試用されているが、運転管理上もっとも便利で、かつ必要最小限の仕様、構造などについて需用者側、製作者側ともに十分に検討し尽されていない点が多いといえよう。要求度の増加に伴い、急速に進歩発展の期待される品種の一つである。

6. 結 言

以上日立車両用速度計を例にわが国車両用速度計の現状を記し、あわせてそれらの動向についてもふれた。特に重点を東海道新幹線電車 ATC 装置用速度発電機の原理と実車試験結果に置き、今後の車両用速度計のあり方を示すとともに、制御用速度計や走行距離積

算計などにもふれた。安全性、信頼性の向上にも懸命の努力が払われている。輸送能力増大のためますます高度化される車両に対し、速度計は直接人命に関係する重要な役割りを占めるだけに、筆者らはよりいっそうの信頼度向上に努力する所存である。

終わりに臨み、日立車両用速度計を今日あらしめるために直接的、間接的にご指導を賜った日本国有鉄道はじめ私鉄関係各社の各位、ならびに日立製作所の関係各位に厚く謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 篠原：日立評論 別冊第 10 号 141 (昭 32-10)
- (2) 特許第 2125415 号 (出願 昭 28-2)
- (3) 走井，小野：三菱電機技報 36, 1396 (昭 37-12)
- (4) 特許出願中
- (5) 都築，岩谷 ほか：昭和 38 年度電学東京支部大会 419, 359 (昭 38-7)
- (6) 刈谷，福岡，河井：日立評論 46, 875 (昭 39-5)
- (7) 井沢，鈴木：日立評論 別冊第 40 号 113 (昭 36-4)