

フライホイールマグネットの電気特性計算

Calculation of Electrical Characteristics for Flywheel-magneto

藤 崎 耿* 小 笠 原 信 彦*
Akira Fujisaki Nobuhiko Ogasahara

内 容 梗 概

フライホイールマグネットの電気特性を計算するには、磁束曲線を関数表示する必要がある。従来使用されていた関数では取扱上、また精度上問題があるため、その改良を試み、新しい磁束関数を考案した。この磁束関数を用いて諸電気特性を計算する基本式を導き、実際の応用例として、ランプ点灯時のランプ端子電圧-速度特性、点火コイルの一次電流波形の計算をあげて実測値との比較をした。

1. 緒 言

フライホイールマグネットの磁束曲線は、正弦曲線と比較した場合かなり偏平な形をしている。したがってフライホイールマグネットの電気特性を計算する場合には、通常的交流理論のように電圧、電流を正弦波形とみなす取扱方をすると誤差が大きくなるため、磁束曲線を実際の形に合った関数形で表現することが必要である。

従来は上記の磁束曲線を

- (1) フーリエ級数に展開して、無限個の正弦関数の和として表現する方法
- (2) 正弦関数の一部と直線との組み合わせによって近似的に表現する方法

が採られていた⁽¹⁾。しかしながら、上記(1)の方法では無限個の項を全部計算しようとする、計算が非常に煩雑になり、あまり実用的ではなく、有限個の項に止めるとどうしても誤差をさけられないという欠点がある。また(2)の方法では近似の度合いが荒すぎるために誤差が大きく、たとえば無負荷電圧とか点火コイルの一次電流などのように波形そのものが問題にされる場合の計算には実用性がない。

筆者らは、取り扱いが簡単でしかも実用上十分な精度をもつ磁束曲線の近似関数を考案した。ここにその関数、すなわち新磁束関数を紹介し、それを用いた場合のフライホイールマグネットの諸電気特性の計算法を述べる。

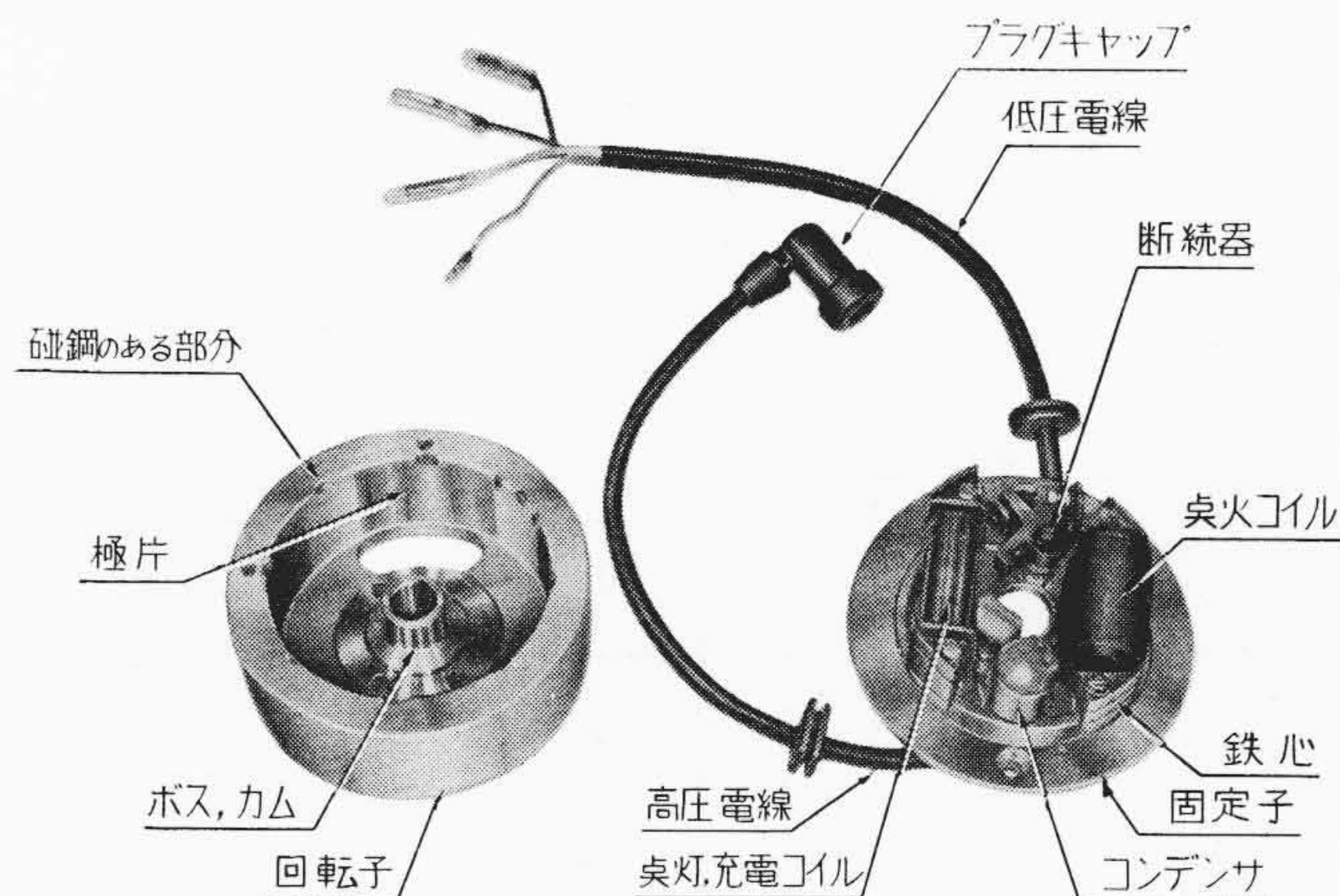
2. フライホイールマグネットの概要

ガソリンエンジンの点火方式として現在広く採用されているのはいわゆる電気点火方式であり、この電気点火方式には大きく分けて直流点火方式と交流点火方式の二種類がある。前者はバッテリーなどの直流電源を点火コイルの一次コイルに流し、それを断続器にて断続することにより、二次コイルに点火に必要な高電圧を発生させるもので、後者は磁石発電機などによって発生された交流電力を点火コイルの一次側の電源とし、直流点火方式と同様に一次電流の断続によって二次コイルに高電圧を誘起させるものである。

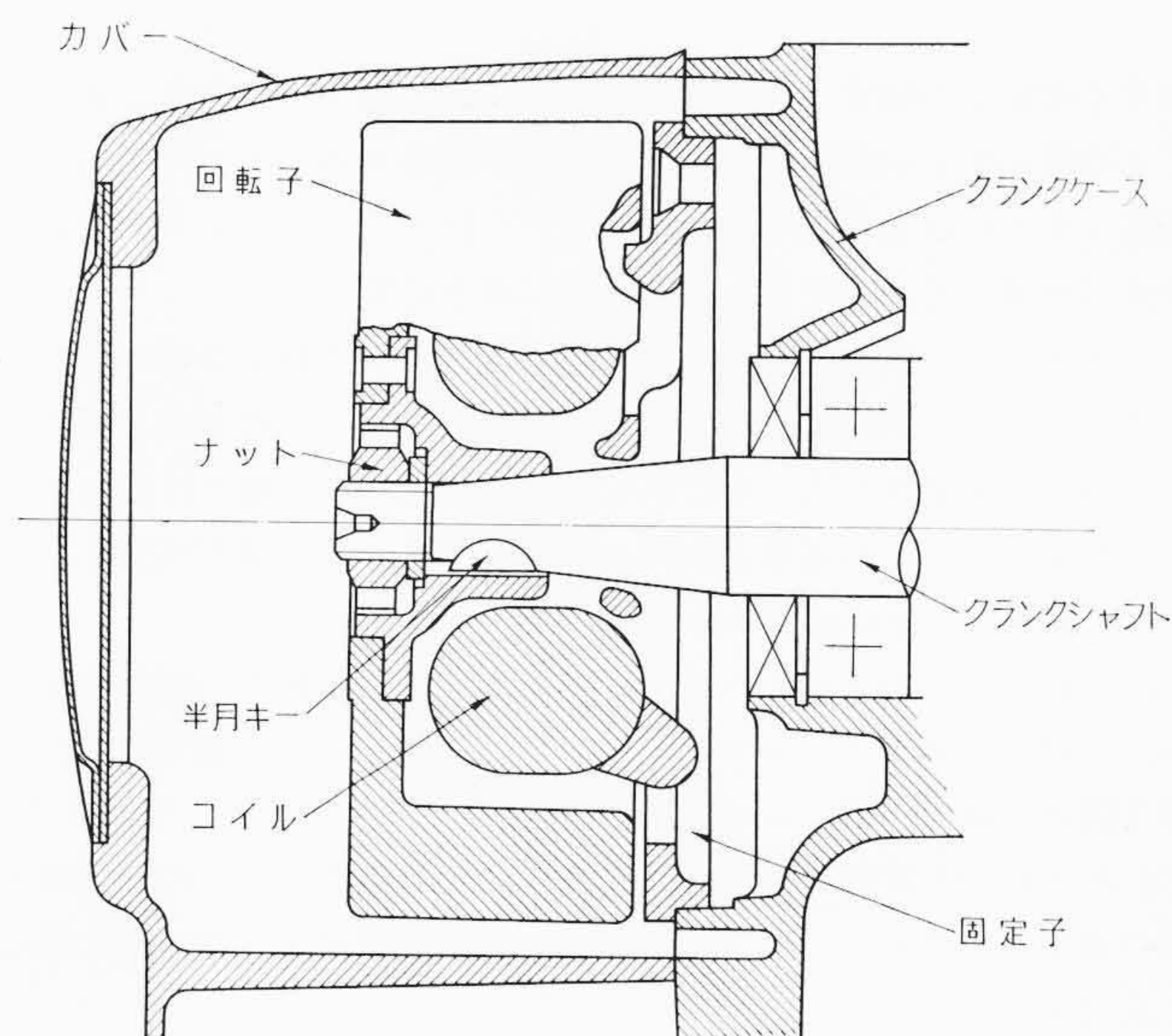
フライホイールマグネットは交流点火装置の一種であり、後で述べるように磁鋼外転形の構造をもつため、エンジンのフライホイール効果をも兼ね備えていて、特に小形エンジンの点火装置としては最適であると考えられている。

上記のように、フライホイールマグネットの第一の使命はエンジン点火に必要な高電圧を発生することにあるが、近年磁鋼の特性が著しく向上し、オートバイや農耕機などには点火機能のほかに、ランプ点灯あるいはバッテリー充電用の低電圧発電の機能をも併有するものが広く用いられている。そのようなフライホイールマグネットの構

* 日立製作所多賀工場



第1図 フライホイールマグネットの構造図

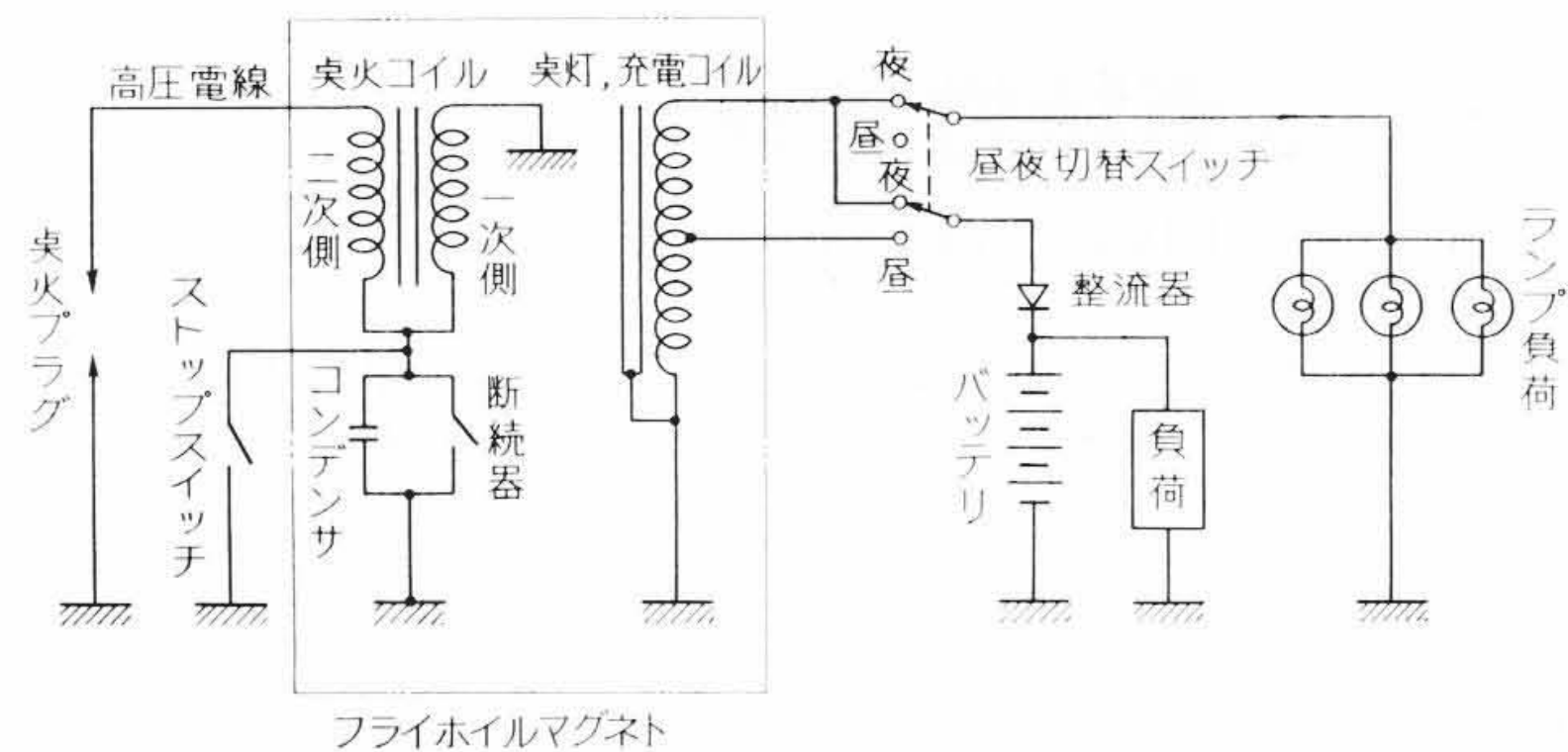


第2図 フライホイールマグネットの取付状況

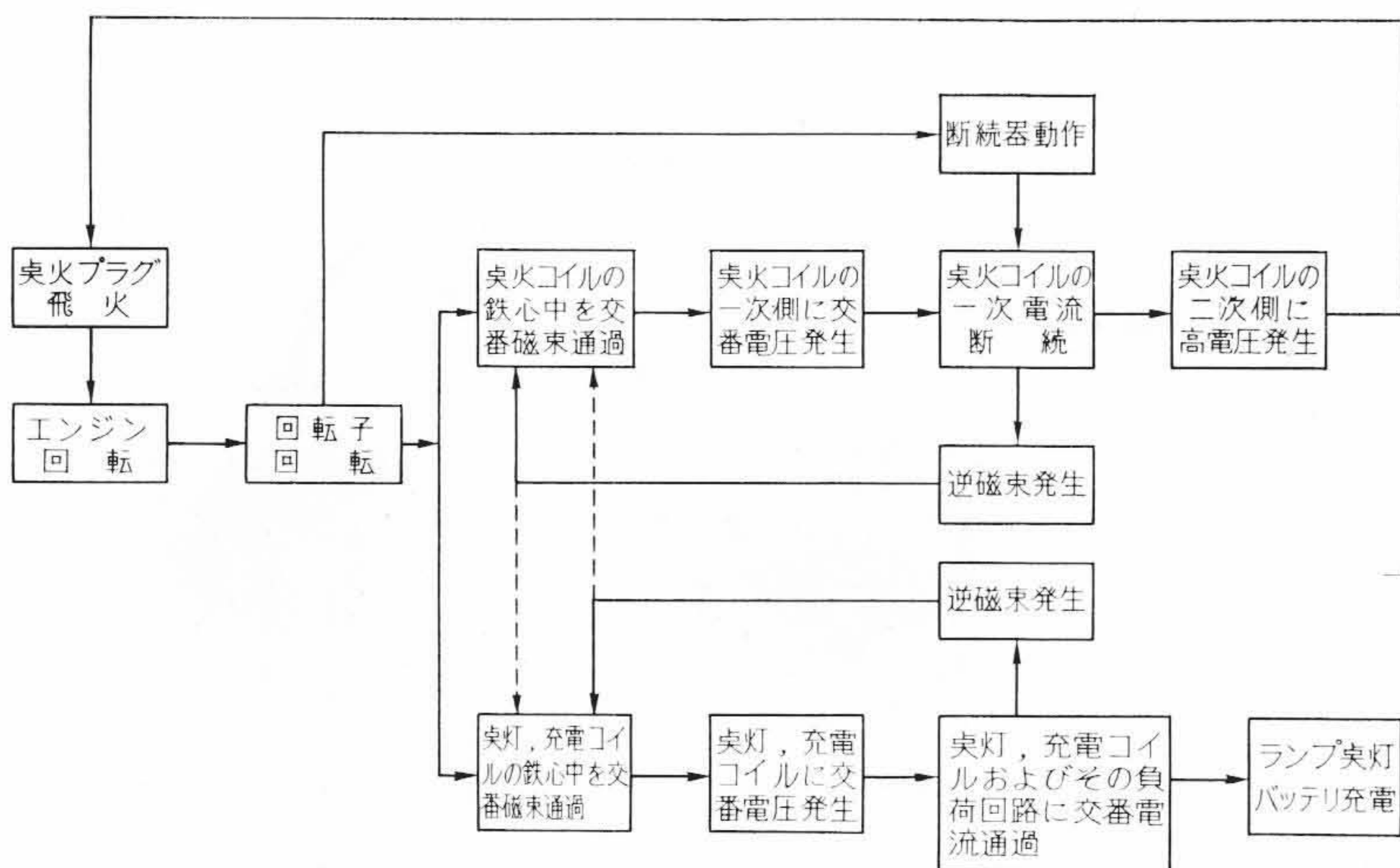
造の一例を第1図に示す。

一般にフライホイールマグネットは、磁鋼と極片から成る回転子と点火コイル、点灯、充電コイル、断続器、コンデンサなどから成る固定子の両部分によって構成されている。これらが実際にエンジンに装着される場合は、第2図に示すように固定子はエンジンのクランクケースにネジ止めなどの方法で取り付けられ、回転子は多くの場合テーパ方式によってエンジンのクランクシャフトに直結されて、エンジンと同一の回転速度で駆動される。

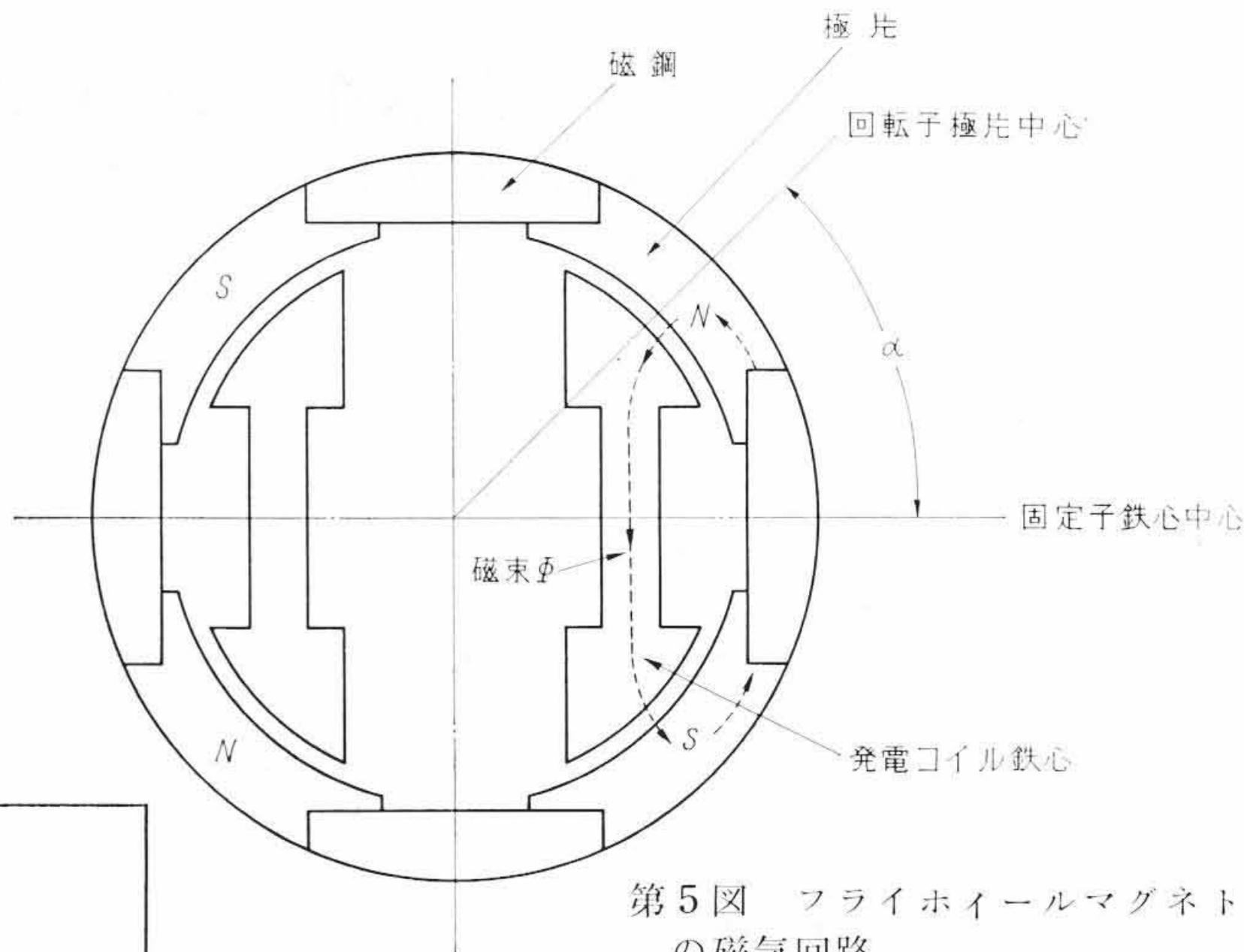
フライホイールマグネットの内部および外部の接続回路が第3図のようになっている場合、その動作は第4図のブロックダイアグラムに示したようになる。すなわち、点灯、充電系統においては、磁鋼を



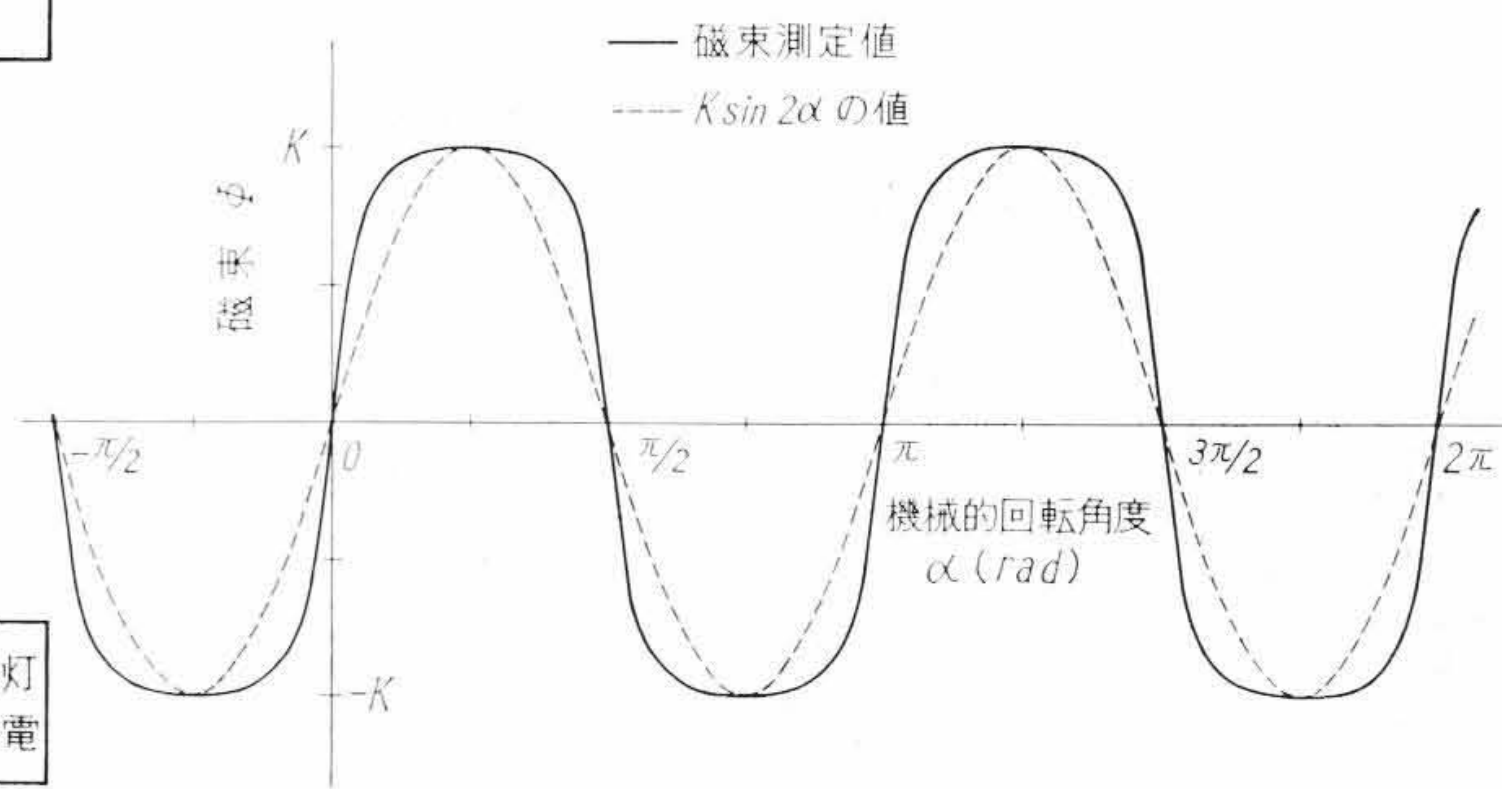
第 3 図 フライホイールマグネットの接続回路



第 4 図 フライホイールマグネットの動作ブロックダイアグラム



第 5 図 フライホイールマグネットの磁気回路



第 6 図 磁 束 曲 線

有する回転子が固定子の外側を回転すると、固定子の点灯、充電コイルの鉄心中を磁鋼から発生する磁束が交番通過するために、点灯、充電コイルには交番電圧が発生する。これを点灯用ランプあるいは整流器を通してバッテリーなどの負荷に導き給電する。

点火系においては、上記同様に点火コイル一次側に交番電圧が発生する。一方、断続器はエンジンクランクシャフトの回転と同期して周期的に開閉される。したがって点火コイル一次側には断続的に電流が流れる。この電流遮断時に二次側コイルに高電圧が誘発し、これを点火プラグに導きエンジンを点火せしめる。

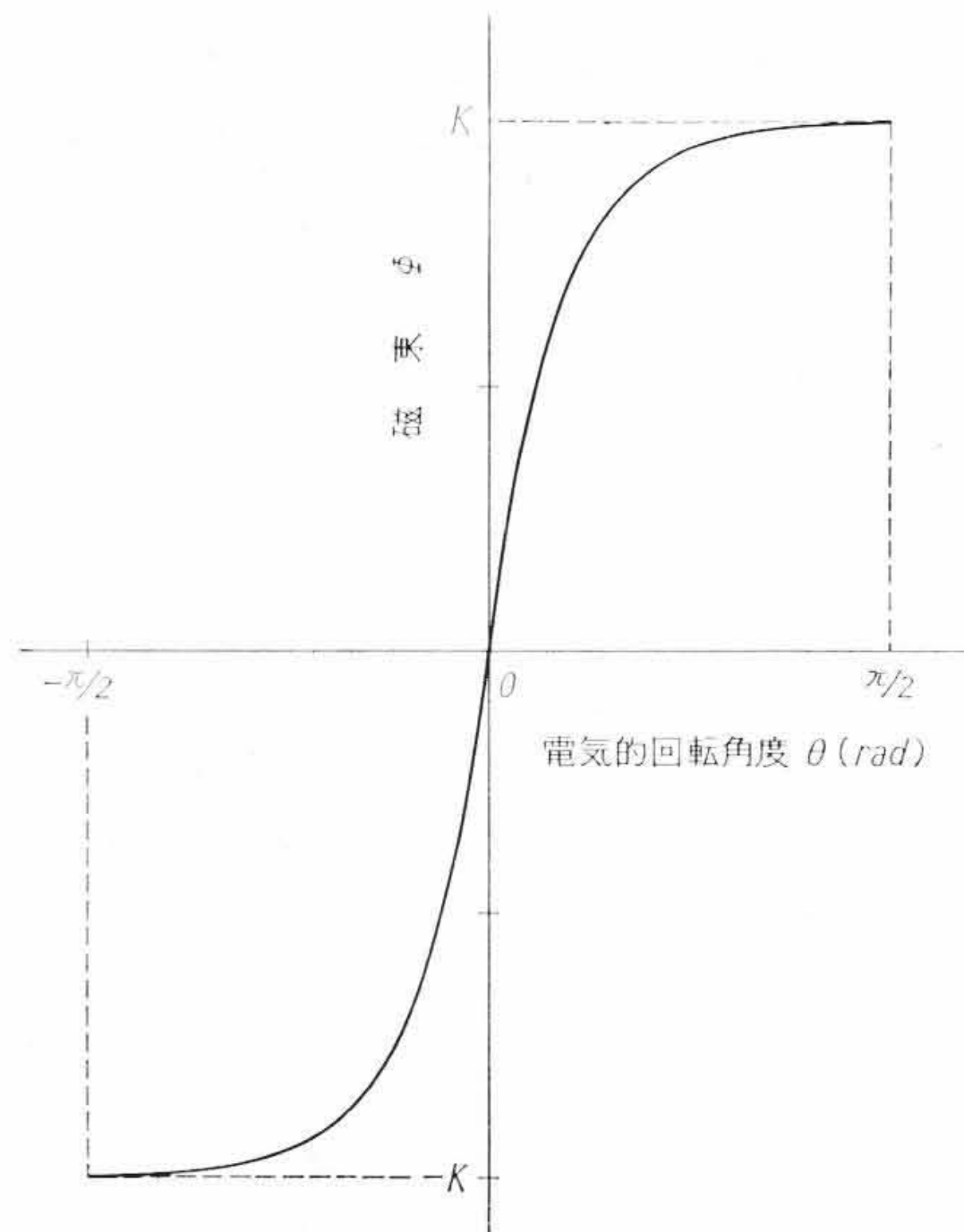
以上がフライホイールマグネットの機能、構造、動作の概略であるが、このフライホイールマグネットの設計にあたって必要なことは、第 3 図の回路の各部における電圧、電流の値を算定することである。それがいわゆる電気特性の計算であり、その基本になるのは磁束曲線の表現方式である。以下章を改めて、磁束曲線とその表現に関して説明する。

3. 磁束曲線および磁束関数

第 1 図に示したフライホイールマグネットの磁気回路は、第 5 図のようになっている。ここで回転子を回転しながら発電コイル（点火コイル、点灯・充電コイルを総称して発電コイルと呼ぶことにする）鉄心中を通る磁束を測定すると第 6 図の曲線が得られる。この曲線とは通常磁束曲線と呼ばれている。

第 6 図には比較のために、磁束曲線と同じ波高値 K をもつ正弦曲線を点線にて記してある。この図により、磁束曲線は正弦曲線とはかなりかけはなれた扁平な形であることがわかる。

第 5 図のように 4 極式の磁気回路では、磁束曲線が第 6 図のように π を基本周期とする曲線になるが、今後の取り扱いの便宜上これを基本周期が 2π になるように修正して、 $-\pi/2$ から $\pi/2$ の間を図

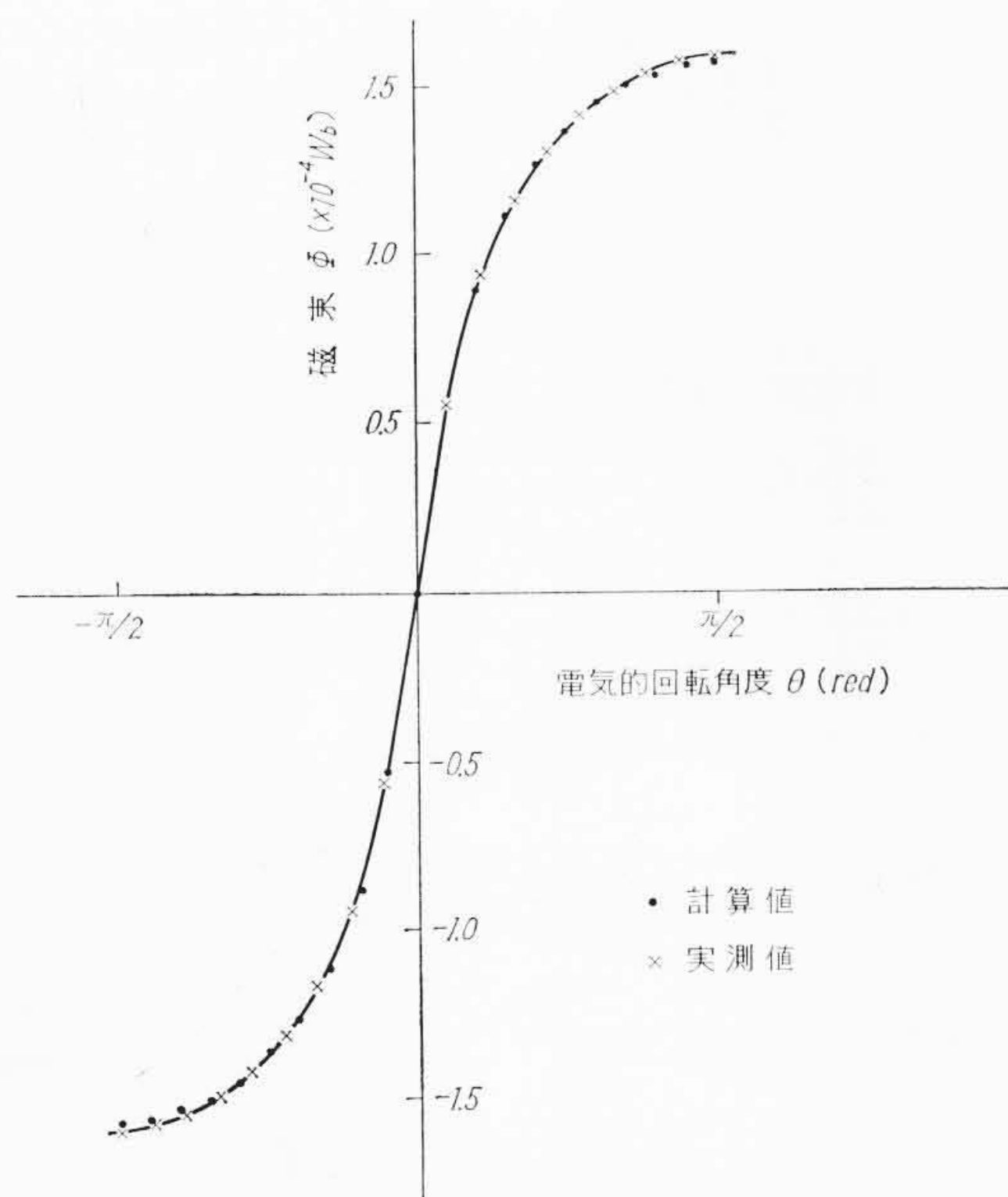


第 7 図 基本周期が 2π になるように角度変換した磁束曲線

示すると第 7 図を得る。一般に磁気回路の極数が $2p$ 極の場合、磁束曲線の基本周期を 2π にするには、第 6 図の回転角度 α （機械的回転角度）と第 7 図の回転角度 θ （電気的回転角度）との間に、下記 (1) 式の変換を施せばよい。

$$\theta = p \alpha \dots \dots \dots (1)$$

第 7 図の磁束曲線を表現する関数として、筆者考案の関数形を下記の (2) 式に示す。これを磁束関数と呼ぶことにするが、特殊な磁気回路を除けば現在のフライホイールマグネットの磁束曲線はほとんどこの磁束関数にて十分実用になる精度で表わし得る。



第8図 磁束波形の計算値と実測値の比較

$$\left. \begin{aligned} \phi &= K(1 - e^{-\frac{2q}{\pi}\theta}), & 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \\ \phi &= -K(1 - e^{\frac{2q}{\pi}\theta}), & -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

ここに ϕ : 磁束 (Wb)
 K : 磁束の波高値 (Wb)
 q : 波形定数
 e : 自然対数の底

(2)式による計算値と実測値の比較を第8図に示す。第8図において、実測値は日立製F11形フライホイールマグネットの点灯コイル用コア内磁束波形であり、計算値は(2)式において定数 K および q を次の値としたものである。

$$K = 1.6 \times 10^{-4} \text{ Wb} \quad q = 4$$

第8図から(2)式による磁束関数は実際のフライホイールマグネットの磁束波形に酷似していることがわかる。

4. 電気特性計算の基本式

前章の(2)式にて定義した磁束関数を用いて、フライホイールマグネットの諸電気特性を計算する場合の、基本的な計算式を以下に示す。ただしここでは、波高値 K および波形定数 q の値は、第4図の中で点線にて記した両コイル間の相互干渉による影響を計算に入れて決定されたものとする。またコイルのインダクタンスは回転子と固定子の相対的位置によって変化するものであるが、それを実効的に等価な一定値に置き直したものと取り扱っている。そして以下の諸式はいずれも

$2p$: 回転子の磁極数
 n : コイルの巻数
 L : コイルのインダクタンス (H)
 r : コイルの内部直流抵抗 (Ω)
 N : 回転子の回転速度 (rpm)

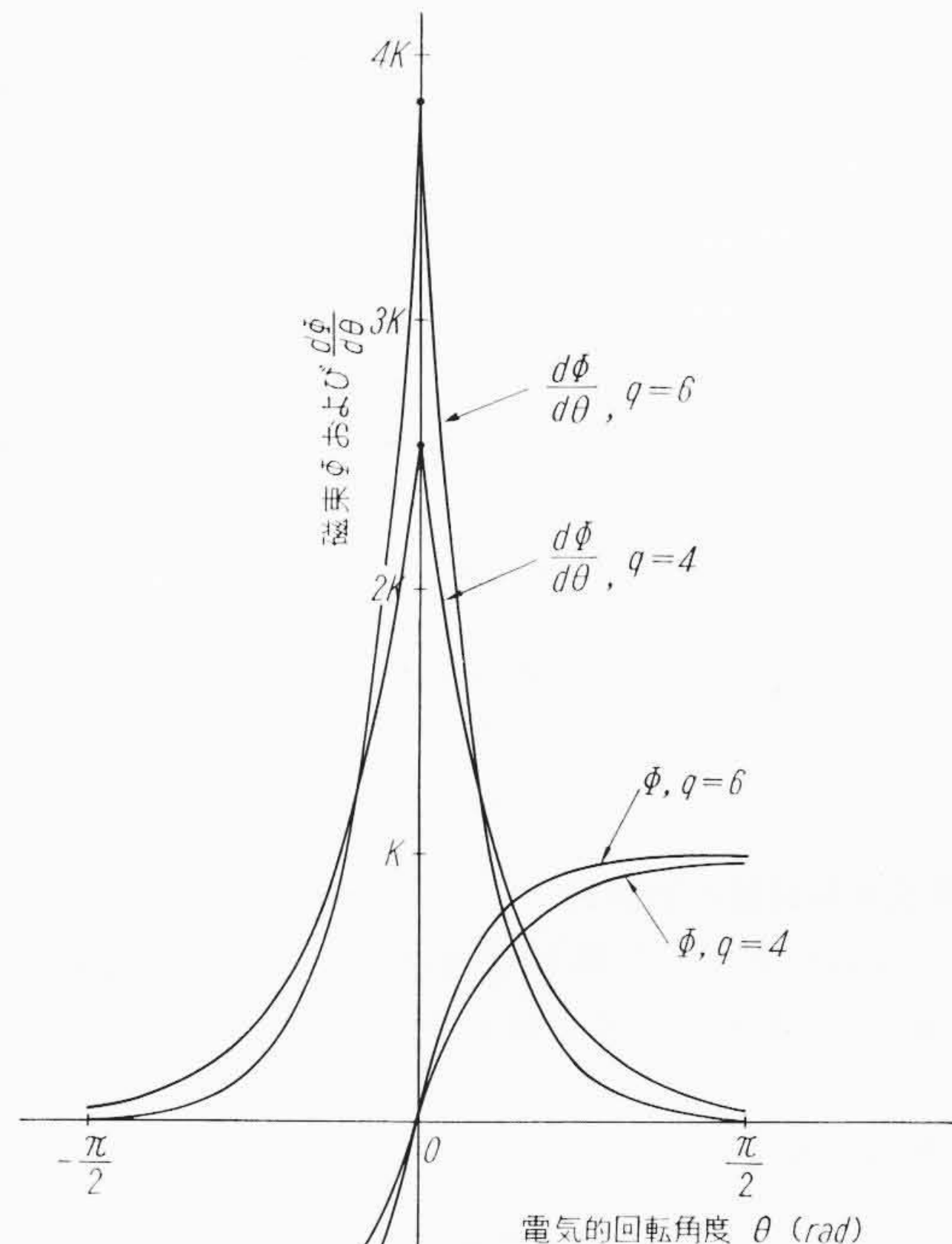
の記号を用いることにし、絶対値の平均値のことを単に平均値と略称することにする。

4.1 無負荷電圧特性の計算式

無負荷電圧の瞬時値 e_i (V) は、 t を時間(秒)とすると

$$e_i = -n \frac{d\phi}{dt} = -n \frac{d\phi}{d\theta} \cdot \frac{d\theta}{dt} \dots\dots\dots (3)$$

で求められる。いま回転子が一定速度で回転しているとすると、電


 第9図 ϕ および $d\phi/d\theta$

氣的回転角度 θ (rad) と時間 t の間には、 $\theta=0$ で $t=0$ とした場合

$$\theta = \frac{p\pi N t}{30} \dots\dots\dots (4)$$

なる関係がある。また電氣的角速度 ω (rad/秒)は

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = \frac{p\pi N}{30} \dots\dots\dots (5)$$

である。

また(2)式を θ で微分すると、(6)式を得る。

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\phi}{d\theta} &= \frac{2qK}{\pi} e^{-\frac{2q}{\pi}\theta}, & 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \\ \frac{d\phi}{d\theta} &= \frac{2qK}{\pi} e^{\frac{2q}{\pi}\theta}, & -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (6)$$

ϕ と $d\phi/d\theta$ との関係、ならびにそれらの波形定数 q の値による変化を第9図に示す。

ここで

$$f_1(q, \theta) = 1 - e^{-\frac{2q}{\pi}\theta} \dots\dots\dots (7)$$

$$f_2(q, \theta) = e^{\frac{2q}{\pi}\theta} \dots\dots\dots (8)$$

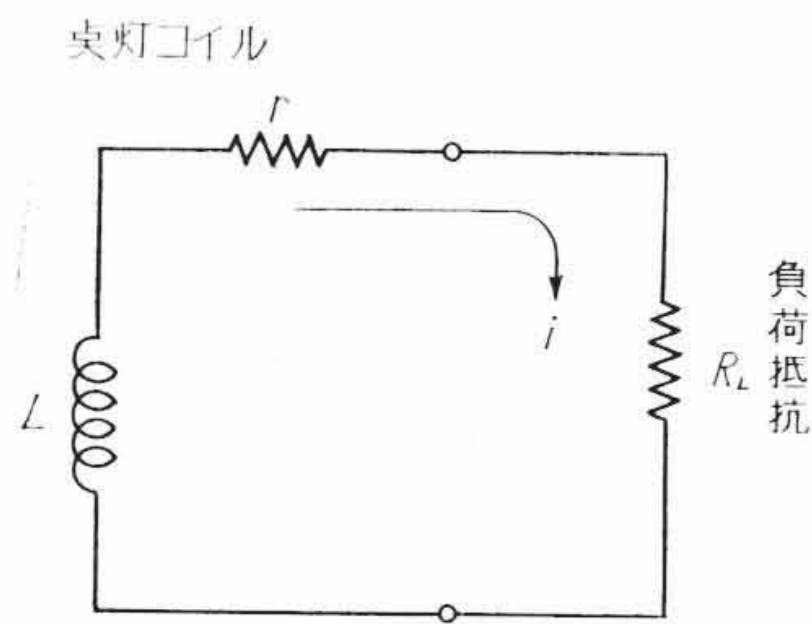
とおくと、(2)、(6)式より次の(9)、(10)式を得る。

$$\left. \begin{aligned} \phi &= K f_1(q, \theta), & 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \\ \phi &= -K f_1(q, -\theta), & -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{d\phi}{d\theta} &= \frac{2qK}{\pi} f_2(q, \theta), & 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \\ \frac{d\phi}{d\theta} &= \frac{2qK}{\pi} f_2(q, -\theta), & -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

(5)、(10)式を(3)式に代入して(11)式を得る。

$$\left. \begin{aligned} e_i &= -\frac{2qn\omega K}{\pi} f_2(q, \theta), & 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \\ e_i &= -\frac{2qn\omega K}{\pi} f_2(q, -\theta), & -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (11)$$



第10図 抵抗負荷回路

次に無負荷電圧の平均値を e_{mv} (V) とすると

$$e_{mv} = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} |e_i| d\theta = \frac{2n\omega K}{\pi} (1 - e^{-q}) \quad (12)$$

を得る。

4.2 抵抗負荷特性の計算式

点灯コイルの負荷として第10図に示すように純抵抗 R_L (Ω) を接続した場合、回路に流れる電流 i を求める。まずこの回路の基本方程式は

$$R = r + R_L \quad (13)$$

として

$$2\omega L \frac{di}{d\theta} + Ri = -\frac{2qn\omega K}{\pi} f_2(q, \theta), \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (14.1)$$

$$2\omega L \frac{di}{d\theta} + Ri = -\frac{2qn\omega K}{\pi} f_2(q, -\theta), \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \quad (14.2)$$

である。ここで $di/d\theta$ の係数が ωL でなく $2\omega L$ となっているのは、コイルに電流 i が流れるために生じる逆起磁力に起因するものである。

上記の(14.1)、(14.2)の両式を解くためには初期条件が必要であるが、定常電流を求めるものとすれば、インダクタンスを流れる電流の連続性と、定常電流の対称性によって

$$[i]_{\theta=0} = [i]_{\theta=\pi/2} \quad (15)$$

$$[i]_{\theta=-\pi/2} = -[i]_{\theta=\pi/2} \quad (16)$$

が初期条件であることがわかる。この条件の下に基本方程式を解き、定常電流の瞬時値を i_{st} (A) とすると

$$\left. \begin{aligned} i_{st} &= -\frac{nK}{2L} f_3(s, q, \theta), \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \\ i_{st} &= -\frac{nK}{2L} f_4(s, q, \theta), \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

となる。ただしここに

$$s = \frac{15R}{2pqLN} \quad (18)$$

であり、 $s \neq 1$ の場合

$$f_3(s, q, \theta) = \frac{1}{s^2 - 1} \left[(s+1) e^{-\frac{2q}{\pi}\theta} - \frac{se^{-q} + e^{sq}}{\cosh sq} e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \right] \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (19)$$

$$f_4(s, q, \theta) = \frac{1}{s^2 - 1} \left[(s-1) e^{\frac{2q}{\pi}\theta} - \frac{se^{-q} - e^{-sq}}{\cosh sq} e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \right] \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \quad (20)$$

で表わされ、 $s=1$ の場合は、

$$f_3(1, q, \theta) = \frac{1}{2} \left[\frac{4q\theta}{\pi} + \frac{1 - (1+2q)e^{-2q}}{1 + e^{-2q}} \right] e^{-\frac{2q}{\pi}\theta} \quad 0 \leq \theta \leq \frac{\pi}{2} \quad (21)$$

$$f_4(1, q, \theta) = \frac{1}{2} \left[e^{\frac{2q}{\pi}\theta} - \frac{2(1+q)e^{-2q}}{1 + e^{-2q}} e^{-\frac{2q}{\pi}\theta} \right] \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq 0 \quad (22)$$

で表わされる。

次にこの定常電流の平均値を I_{mv} (A)、実効値を I_{rv} (A) とすると

$$I_{mv} = \frac{nK}{2L} f_5(s, q) \quad (23)$$

$$I_{rv} = \frac{nK}{2L} f_6(s, q) \quad (24)$$

となる。ただし f_5, f_6 は、 $s \neq 1$ の場合

$$f_5(s, q) = \frac{1}{sq} \left[1 - \left\{ \frac{se^{-q} - e^{-sq}}{(s-1) \cosh sq} \right\}^{\frac{1}{1+s}} \right] \quad (25)$$

$$f_6(s, q) = \left[\frac{1}{2q(s^2-1)} \left\{ (s^2-1)(1-e^{-2q}) - 4 \left(1 - \frac{e^{-q}}{\cosh sq} \right) + \frac{2}{s} (1-s^2 e^{-2q}) \tanh sq \right\} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (26)$$

であり、 $s=1$ の場合

$$f_5(1, q) = \frac{1}{q} \left[1 - \left\{ \frac{(1+q)e^{-q}}{\cosh q} \right\}^{\frac{1}{2}} \right] \quad (27)$$

$$f_6(1, q) = \frac{1}{2(1+e^{-2q})\sqrt{2q}} [3 - (4q^2 + 8q - 1)e^{-2q} - (4q^2 + 8q + 3)e^{-4q} - e^{-6q}]^{\frac{1}{2}} \quad (28)$$

である。

4.3 過渡電流特性の計算式

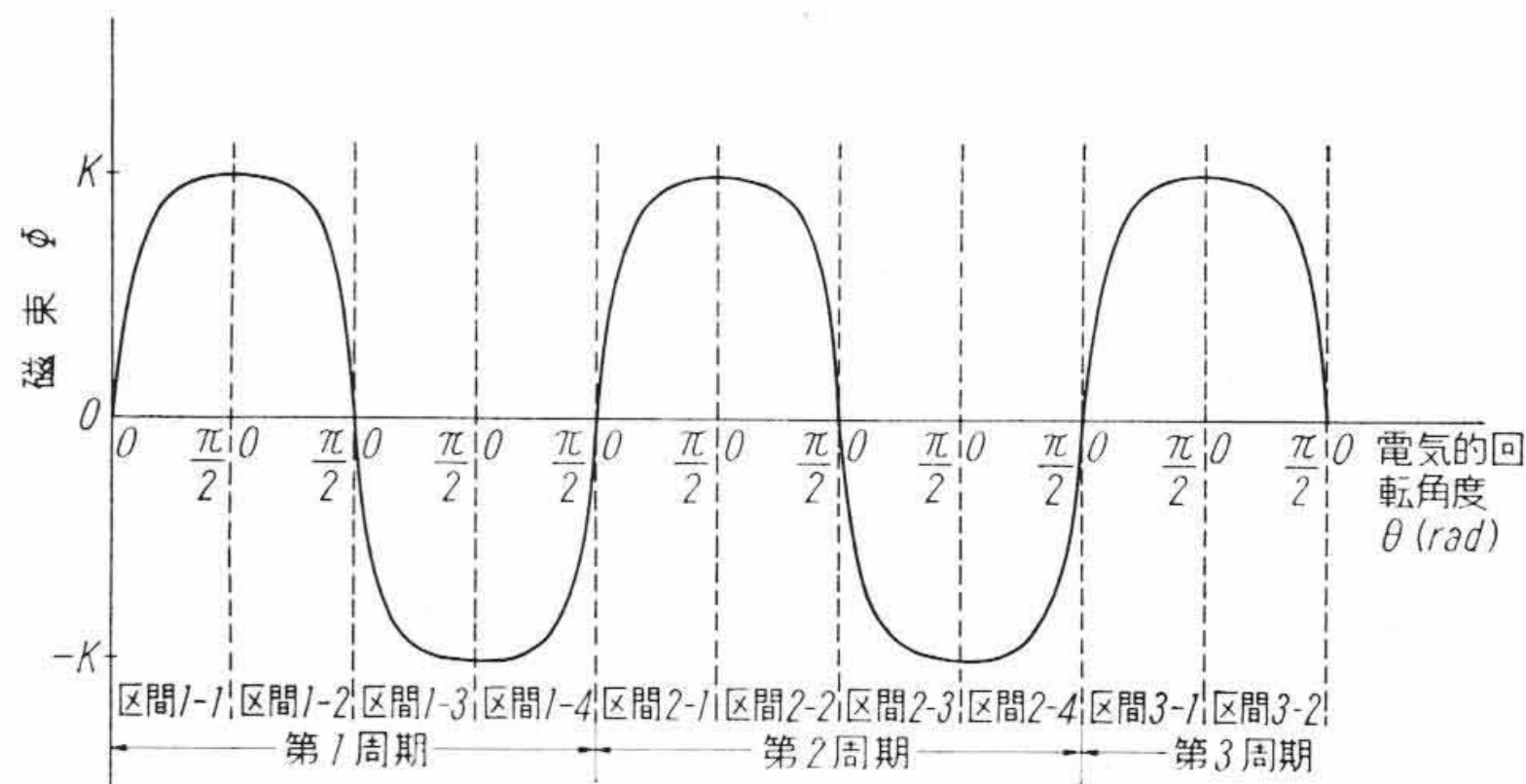
点灯コイルの一次回路は、第4図に示したように、回転子の回転に同期して周期的に断続される。またオートバイの走行中に第3図の昼夜切替スイッチを、昼間側から夜間側に切り替えることもしばしばある。ここでは点灯、充電コイルおよび点灯コイルの一次側コイルを総称して発電コイルと呼ぶことにして、運転中のフライホイールマグネットの発電コイルに R_L (Ω) の純抵抗を接続した場合の過渡電流を考える(第10図参照)。

4.3.1 区間の定義

磁束曲線を第11図に示すように、区間1-1、区間1-2、……、区間2-1、区間2-2、……、区間 $j-1$ 、区間 $j-2$ 、……と区分し、各区間の左端を $\theta=0$ 、右端を $\theta=\pi/2$ とし、たとえば区間 $j-k$ での過渡電流を i_{jkt} (A) とする。

4.3.2 過渡電流

たとえば、区間1-1の $\theta=\theta_1$ なる点、または区間1-2の $\theta=\theta_2$ なる点で負荷抵抗が接続される場合を考える(区間1-3、区間1-4で負荷が接続される場合は、本質的には区間1-1、区間1-2で負荷が接続される場合と変わらないので省略する)。この場合過渡電流 i_{jkt} は、上記いずれの場合も下記(29)式で得られる。



第11図 磁束曲線の区分

$$\left. \begin{aligned} i_{j1T} &= -\frac{nK}{2L} \cdot \frac{e^{-\frac{2q}{\pi}\theta} + D_{j1}e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta}}{s-1} \\ i_{j2T} &= \frac{nK}{2L} \cdot \frac{e^{\frac{2q}{\pi}(\theta-\frac{\pi}{2})} + D_{j2}e^{-\frac{2qs}{\pi}(\theta-\frac{\pi}{2})}}{s+1} \\ i_{j3T} &= \frac{nK}{2L} \cdot \frac{e^{-\frac{2q}{\pi}\theta} + D_{j3}e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta}}{s-1} \\ i_{j4T} &= -\frac{nK}{2L} \cdot \frac{e^{\frac{2q}{\pi}(\theta-\frac{\pi}{2})} + D_{j4}e^{-\frac{2qs}{\pi}(\theta-\frac{\pi}{2})}}{s+1} \end{aligned} \right\} \dots (29)$$

ただし、積分定数 D_{jk} については

$$\left. \begin{aligned} D_{j1} &= \frac{-2 + (s-1) D_{j-1,4}}{s+1} \\ D_{j2} &= \frac{2se^{-(s+1)q} + (s+1) D_{j1}e^{-2sq}}{-(s-1)} \\ D_{j3} &= \frac{-2 + (s-1) D_{j2}}{s+1} \\ D_{j4} &= \frac{2se^{-(s+1)q} + (s+1) D_{j3}e^{-2sq}}{-(s-1)} \end{aligned} \right\} \dots (30)$$

の関係があり、区間 1-1 の $\theta = \theta_1$ で負荷接続の場合は、(29)式で $\theta = \theta_1$, $i_{11T} = 0$ とおいて、 D_{11} を得る。

$$D_{11} = -e^{-\frac{2q}{\pi}(1-s)\theta_1} \dots (31)$$

同様に区間 1-2 の $\theta = \theta_2$ で負荷接続の場合は、

$$D_{12} = -e^{-\frac{2q}{\pi}(s+1)(\theta_2-\frac{\pi}{2})} \dots (32)$$

より、それぞれ他の D_{jk} を求める。

4.3.3 過渡電流と定常電流との関係

負荷抵抗が常時接続されている場合、すなわち回路に定常電流が流れている場合、区間 $j-k$ におけるその値を i_{jks} (A) とすると、これは(29)式の右辺において D_{jk} の代わりに、下記の(33)式に示す G_k で置き換えたものとなる。

$$\left. \begin{aligned} G_1 = G_3 &= -\frac{se^{-q} + e^{sq}}{(s+1) \cosh sq} \\ G_2 = G_4 &= -\frac{se^{-q} - e^{-sq}}{(s-1) \cosh sq} \end{aligned} \right\} \dots (33)$$

したがって、過渡電流と定常電流との差は、下記(34)式のようになる。

第1表 点灯特性計算用定数		
記号	数値	単位
n	250	—
L	6.0×10^{-3}	H
r	0.66	Ω
K	1.6×10^{-4}	Wb
q	4	—
$2p$	4	—

第2表 一次電流計算用定数		
記号	数値	単位
n	185	—
K	1.05×10^{-4}	Wb
q	6.0	—
$2p$	4	—
r	0.5	Ω
L	2.2×10^{-3}	H
θ_c	0.33π	rad
N	500; 3,000; 5,000	rpm
θ_0	0.15π	rad

注: θ_c , θ_0 については第13図参照

$$\left. \begin{aligned} i_{j1T} - i_{j1s} &= -\frac{nK}{2L} \cdot \frac{D_{j1} - G_1}{s-1} \cdot e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \\ i_{j2T} - i_{j2s} &= \frac{nK}{2L} \cdot \frac{D_{j2} - G_2}{s+1} \cdot e^{qs} \cdot e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \\ i_{j3T} - i_{j3s} &= \frac{nK}{2L} \cdot \frac{D_{j3} - G_3}{s-1} \cdot e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \\ i_{j4T} - i_{j4s} &= -\frac{nK}{2L} \cdot \frac{D_{j4} - G_4}{s+1} \cdot e^{qs} \cdot e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \end{aligned} \right\} \dots (34)$$

すなわち、一般に

$$i_{jkT} - i_{jks} = (\text{比例定数}) \cdot e^{-\frac{2qs}{\pi}\theta} \dots (35)$$

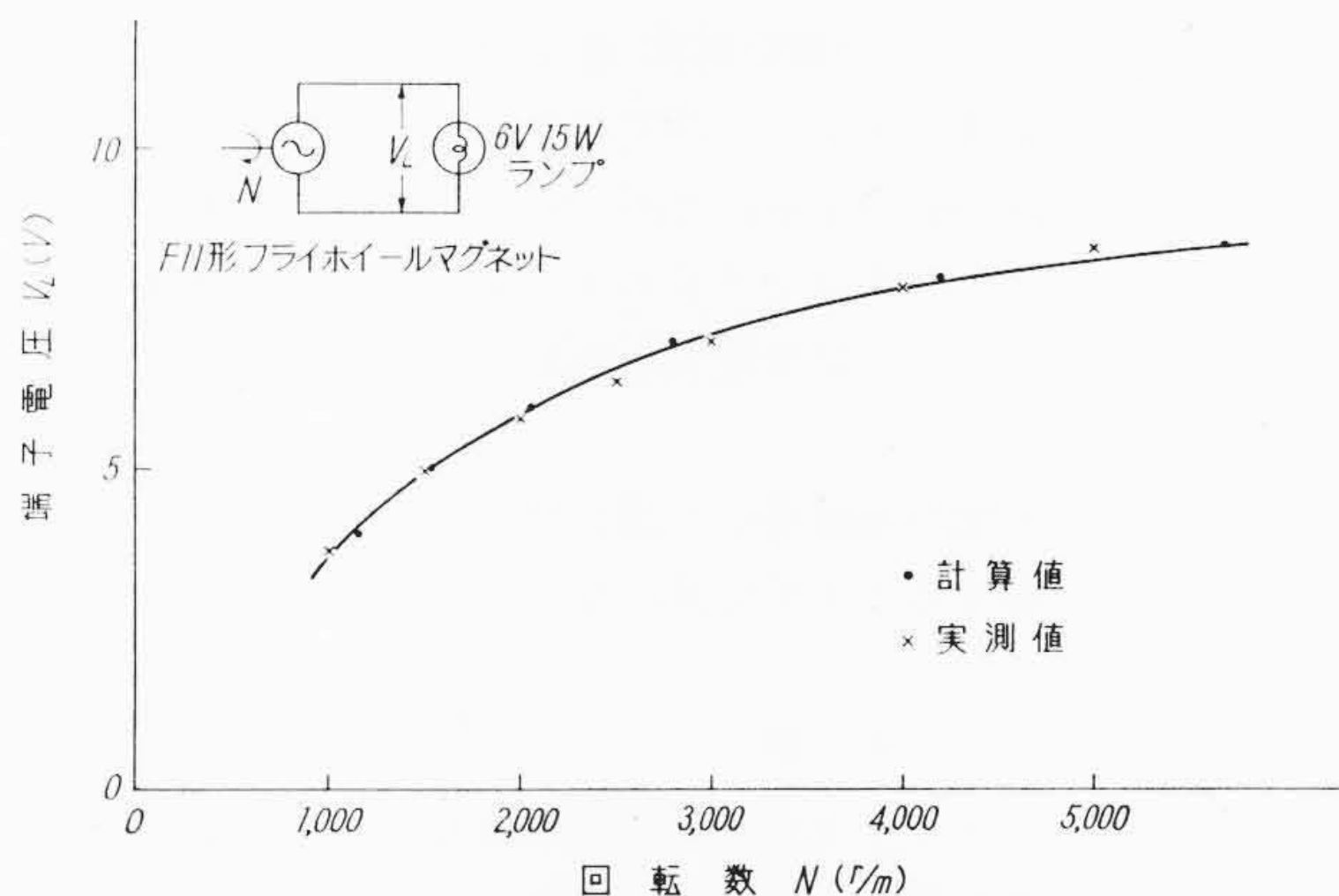
なる形を示しており、減衰の時定数 τ は

$$\tau = \frac{R}{2L} \dots (36)$$

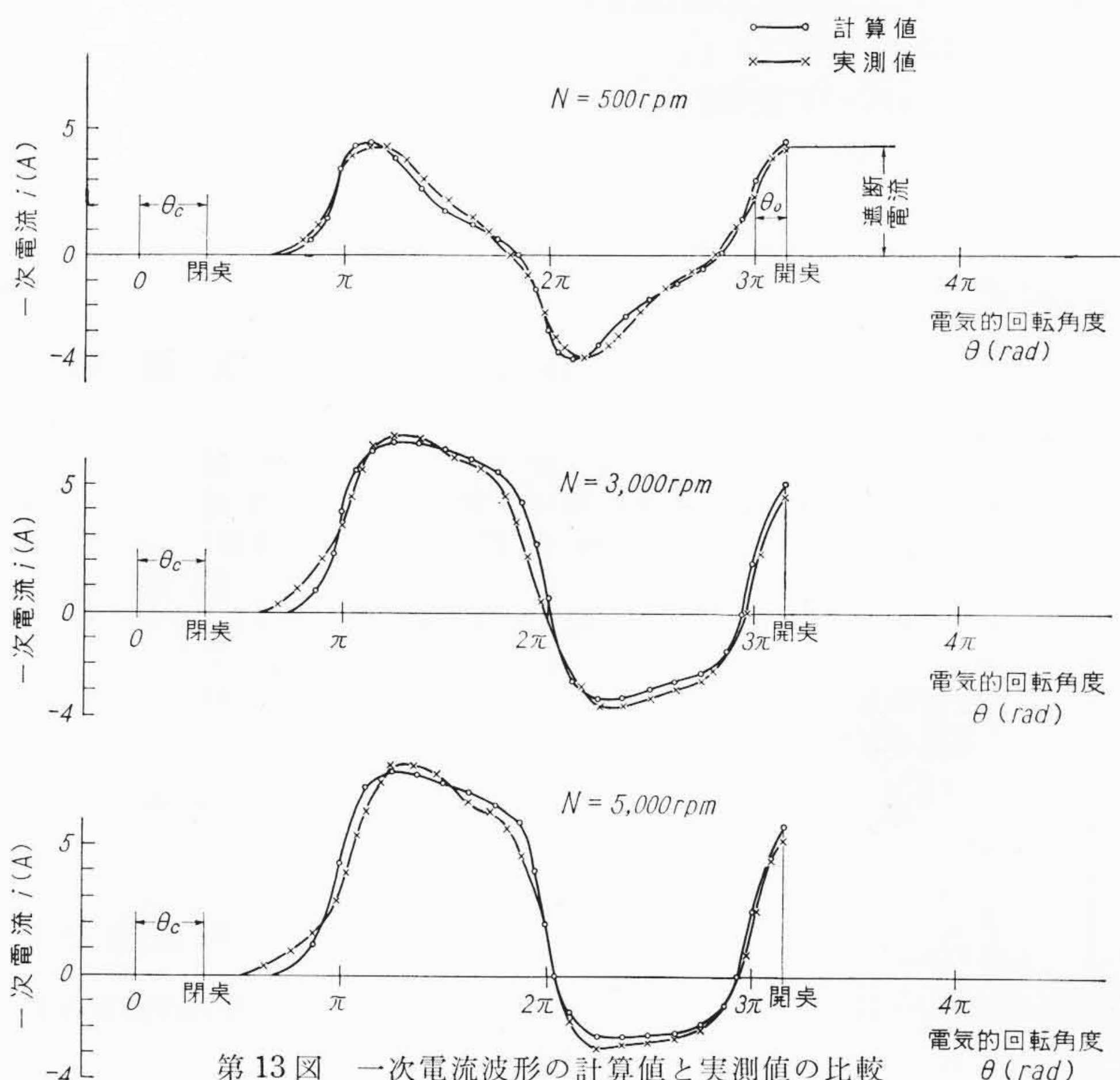
である。

5. 応用計算例

前章までに示した諸基本式を用いることにより、フライホイールマグネットの諸電気特性が算出し得るのであるが、その応用の一例と



第12図 端子電圧-速度特性の計算値と実測値の比較



第13図 一次電流波形の計算値と実測値の比較

して、日立製 F11 形フライホイールマグネットについて、ランプ点灯時のランプ端子電圧-速度特性と点火コイル一次電流波形を本論により計算した結果を示す。

5.1 ランプ端子電圧-速度特性

第 1 表に示す諸定数を有する F11 形フライホイールマグネットに負荷として 6V 15W の点灯用ランプ 1 個のみを接続した場合、端子電圧-速度特性の計算値と実測値を第 12 図に示す。周知のように負荷に使用しているランプの抵抗値は非線形特性をもつものであり、本計算ではこれを考慮に入れたものである。

5.2 点火コイル一次電流波形

第 3 図に示したように断続器にはコンデンサが並列に接続されているため、断続器が開いている期間にも、点火コイルの一次側に高周波電流が流れ得るのであるが、ここではその点には触れないで断続器の接点が閉じている期間のみを考える。

第 2 表に示す F11 形フライホイールマグネットの諸定数をあたえた場合の一次電流波形の計算値と実測値を第 13 図に示す。また、フライホイールマグネットの設計にあたって、断続器接点の閉点、開点の選定は、エンジンの点火性能に大きな影響を与え非常に重要である。たとえば第 2 表で、接点の閉点 θ_c 、開点 θ_o を変化させて一次電流波形を計算することにより、第 14、15 図に示すような遮断電流-速度特性が得られる。これらから最適な接点の断続位置の選定も可能になり、さらにこの遮断電流-速度特性を基にして二次側誘起電圧の速度特性を算定することができる。

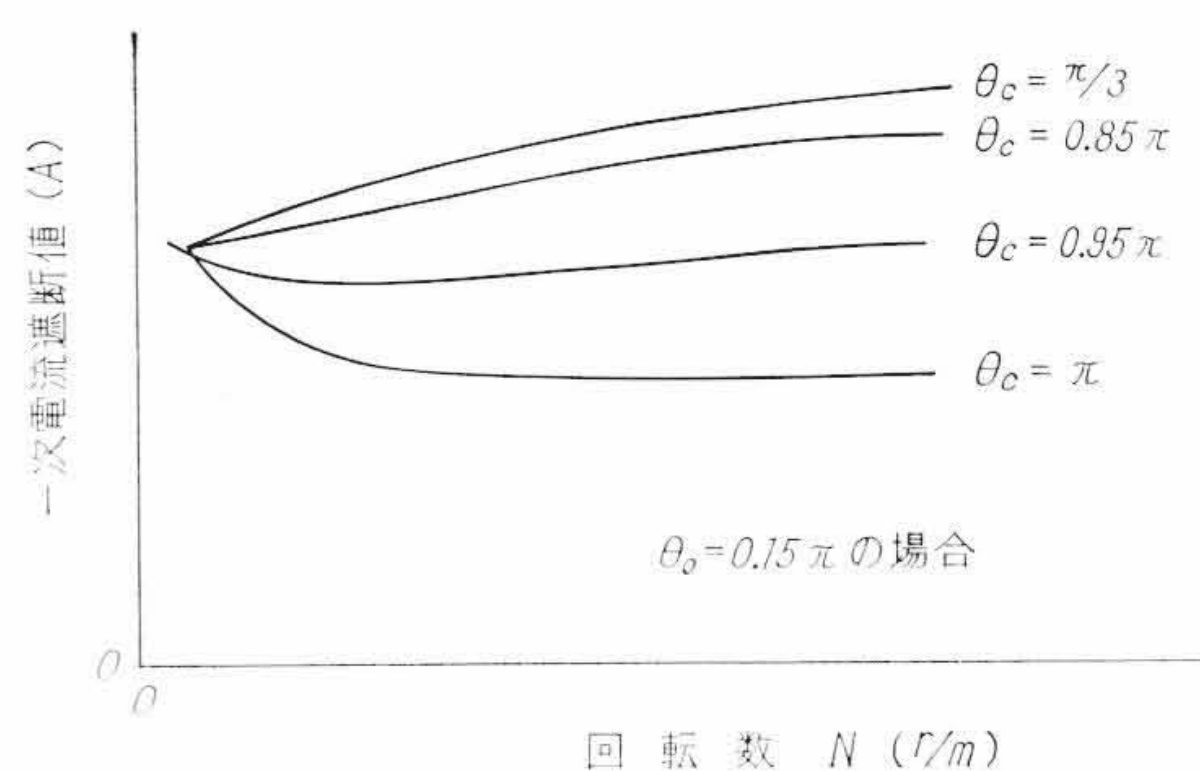
以上、応用計算の数例を示したが、いずれも実験結果とよく一致している。これらの計算はフライホイールマグネットの設計にあたって重要な部分であるが、従来近似計算あるいは実験によって求めていたものである。

本論の新磁束関数から誘導した諸計算式を用いることにより、正確に諸特性を把握することが可能になった。

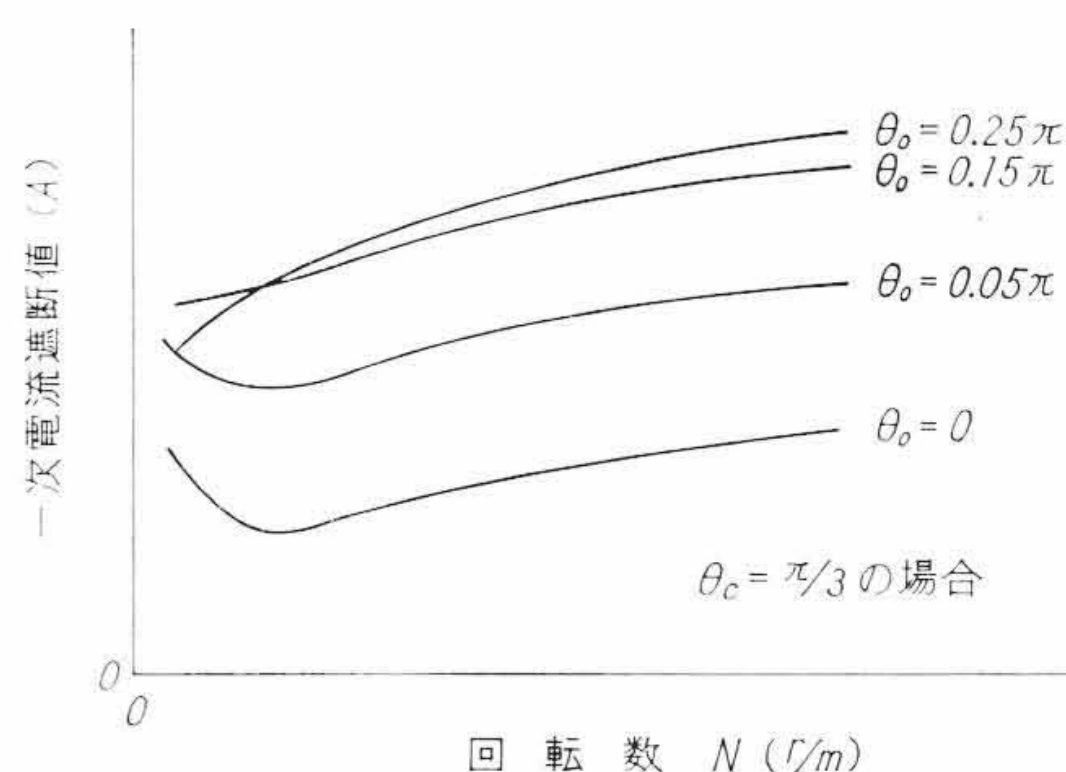
6. 結 言

フライホイールマグネットの磁束波形を筆者考案の第 3 章(2)式により表現し、これを用いて諸電気特性の基本式を導いた。さらに本論の応用例として、ランプ端子電圧-速度特性、点火コイル一次電流波形を計算し、実測値との比較をした。従来の計算方式と比べ本論の利点は次のとおりである。

- (1) 取り扱いの比較的容易な(2)式によりフライホイールマ



第 14 図 遮断値の速度特性計算 (1)
(開点一定の場合)



第 15 図 遮断値の速度特性計算 (2)
(閉点一定の場合)

グネットの磁束波形は実用上十分な精度で表現できる。

- (2) 本論による諸電気特性の計算結果は第 5 章に一例を示したように、信頼性が大である。

本論の適応はフライホイールマグネットのみに止まらず、類似の磁束波形を有する電気機器に適応し得るものであり、本論を活用することにより電気機器設計に利するところが有れば幸である。

最後に本研究に当たり、ご指導、ご協力を賜った関係各位に謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 松井憲紀：電気点火 175 (昭-18 有象堂)
- (2) 熊谷三郎：発動機電気点火論 130 (昭-16 山海堂)
- (3) 篠井和之：金属 26, 933 (昭 31-12)
- (4) 三木隆雄：三菱電機 35, 80 (昭 35-2)
- (5) 大川光吉，増田節夫：電気学会雑誌 82, 11 (昭 37-1)

Vol. 24

日立造船技報

No. 2

- ・疲れが切欠きじん性に及ぼす影響
- ・熱交換器用管板の強さに及ぼす管穴ピッチの影響
- ・半組立形クランク軸の曲げ強さ(第1報)
- ・流動層における流動化
- ・特殊金属材料に関する研究(第1報)
——超耐塩酸合金——
- ・小型船舶型における模型船と実船との相互関係および推進性能に及ぼすトリムの影響

- ・水門とびら下部形状に関する実験的研究
- ・海水管の防汚方法
- ・原油・重油の放射線しゃへい特性(第1報)
——フリツケ法によるガンマ線量測定法——
- ・ドック中における塗装工程の短縮
- ・日立 B & W デイゼル機関の歩み

………本誌に関する照会は下記に願います………

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町60