

電話用4号ダイヤルのインパルス送出機構の解析

Analysis of the Impulse Originating Mechanism of No. 4 Telephone Dial

北 条 徳*
Toku Hojo

内 容 梗 概

4号電話機ダイヤルのインパルス接点駆動用カムとスプリングの形状とカムの回転所要トルクおよび接点の運動速度の関係を理論的に解析し、さらにトルクレコーダで実測した結果、これまでの形状は原動トルクに比べてカムの回転によるトルクの脈動が大きく歯車、軸受、ガバナに大きな衝撃負荷を与え騒音、異常摩耗を起しやすく、カムの小円弧とスプリングの先端の曲率を今までの2～3倍の3mm程度にすることによってこれを大幅に軽減できることを明らかにしてある。

1. 緒 言

電話機ダイヤルの使命は相手の電話番号に相当する一連のマーク、ブレークの時間的に正しくそろったインパルス電流を確実に送出することであり、その機構各部の材質、潤滑油の選定および速度を規整するガバナについてはすでに報告^{(1)~(4)}した。

ここにはダイヤルのインパルス送出接点を開閉させるインパルスカムとインパルススプリング（以下カム、スプリングと呼ぶ）の形状によってカムの回転に必要なトルクがどのように変化するか、またインパルス接点の寿命に重大な関係のある開閉過渡運動速度はどう変るかを理論的に解析し、カムとスプリングの接触部の曲率と摩擦係数の大きさによって回転所要トルクの脈動が大幅に変ることを述べ、さらに試作トルクレコーダによって理論と実際がよく一致することを確め、カムとスプリング先端の曲率を今までの2～3倍の3mm程度にすることによってトルクの脈動量を半分以下に軽減できることを明らかにしてある。

2. カムの回転に必要なトルクを与える一般理論式

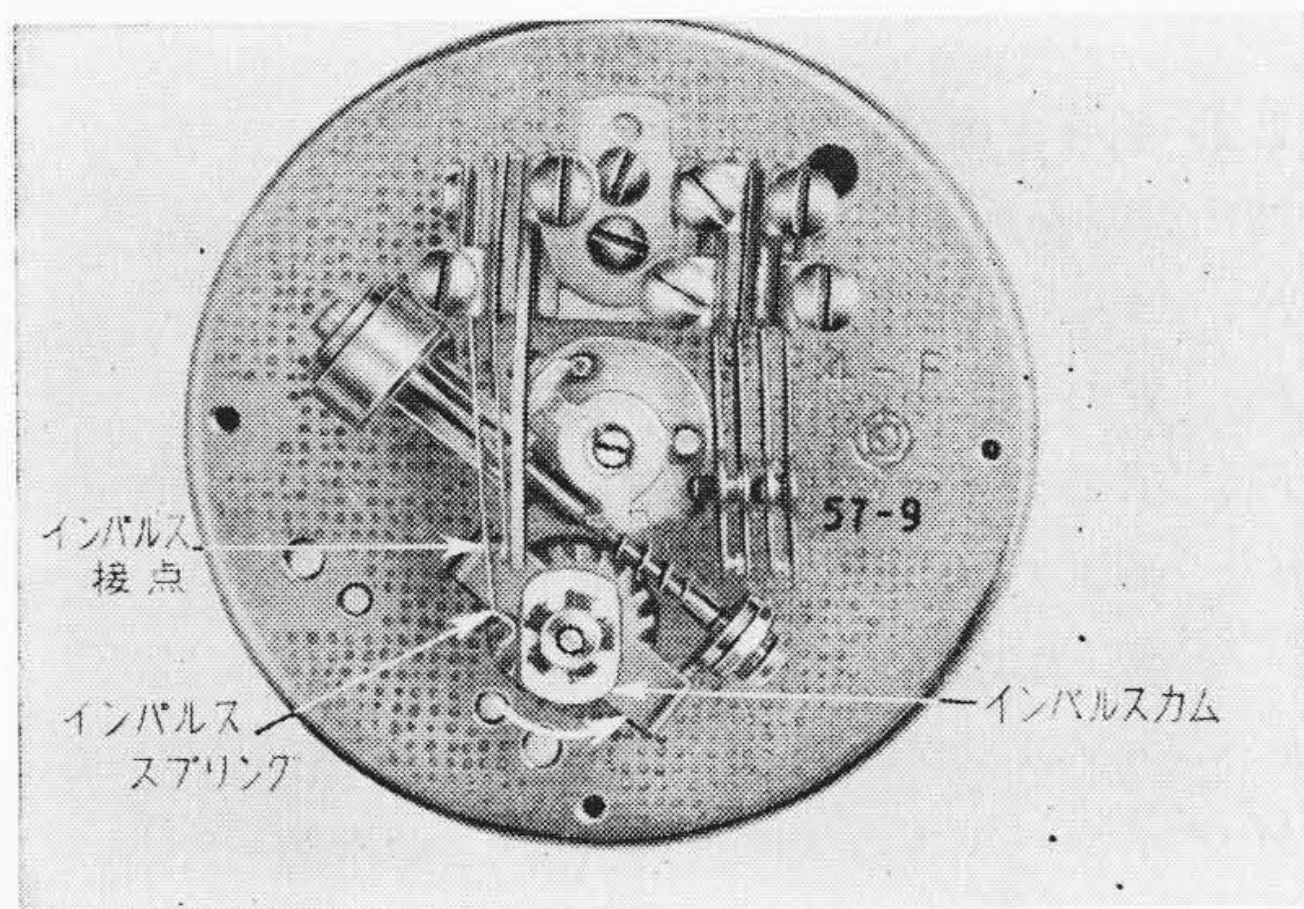
2.1 概 説

4号ダイヤルのインパルス送出機構は第1図のとおりでカムとスプリングの接触状態には第2図に示す五つの場合がある。図には5状態の比較をしやすいするためにカムを固定しスプリングの位置を変えて示してあるが、実際にはカムが回転しスプリングは根元を固定されているのでその先端が上下に撓み運動をする。カムが半回転する間に次の5状態、すなわち、

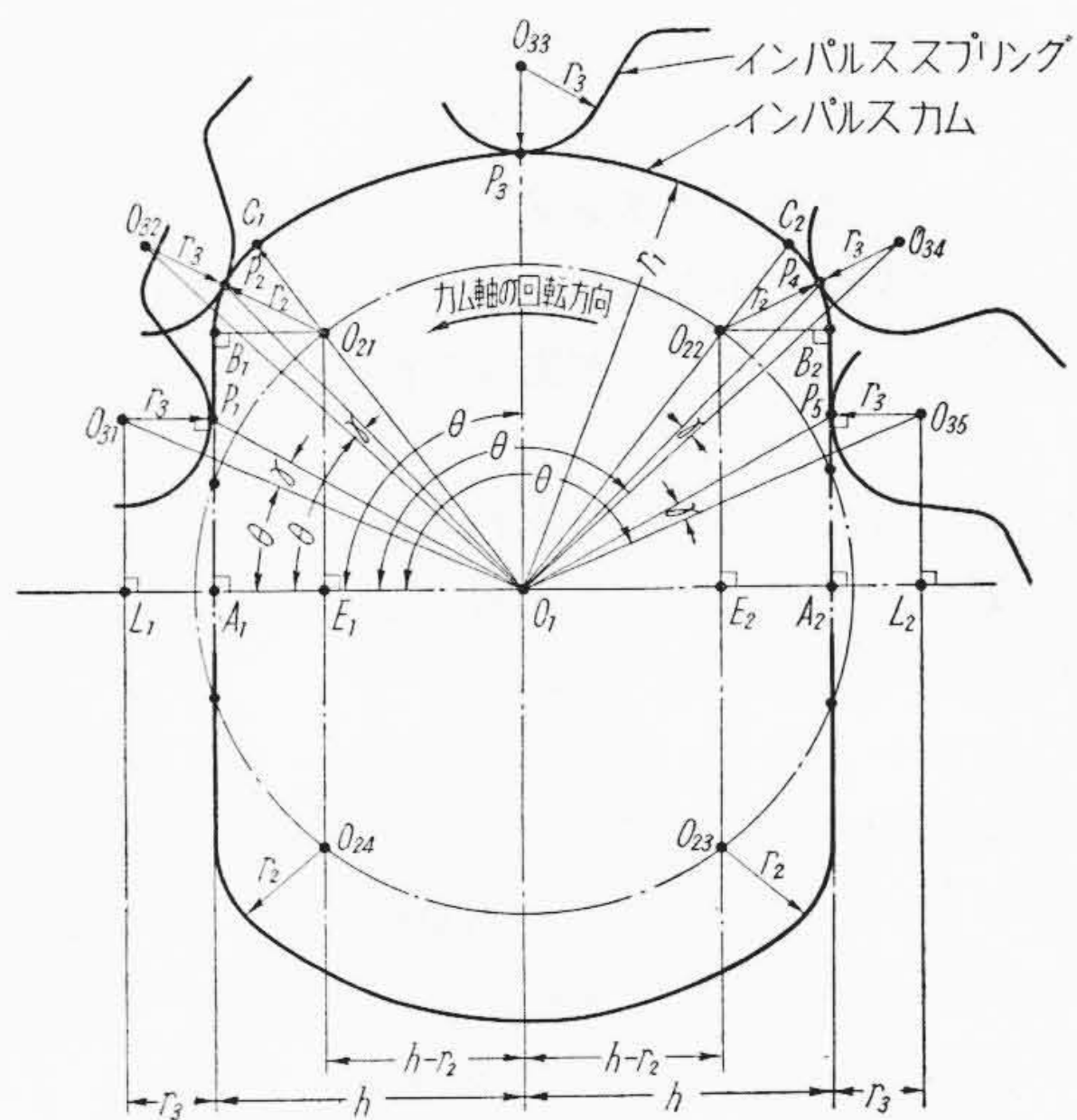
(1) 直線押上状態： タッチ点がカムの直線部 A_1B_1 上の点 P_1 にあってスプリングが急激に押し上げられる。

(2) 小円弧押上状態： タッチ点がカムの小円弧部

* 日立製作所戸塚工場



第1図 4号ダイヤルのインパルス送出機構



第2図 カム、スプリングの接触状態

B_1C_1 上の点 P_2 にあって押し上げが次第にゆるやかになる。

(3) 水平撓動状態： スプリングの押し上げが完了しタッチ点がカムの大円弧部 C_1C_2 上の点 P_3 にあって水平撓動する。

(4) 小円弧下降状態: タッチ点がカムの小円弧部 C_2B_2 上の点 P_4 にあってスプリングがカムを押し下げながらゆるやかに下降する。

(5) 直線下降状態: タッチ点がカムの直線部 B_2A_2 上の点 P_5 にあってスプリングが急速に下降する。が順番に起って一つのブレークインパルスが送出され、さらに次の半回転で同じ動作がくり返えされる。

ここではカムの中心線 O_1A_1 がカム軸心 O_1 とスプリング先端曲率の中心 O_3 を結ぶ O_1O_3 線と一致しているときを起点としてカムが反時計式に角度 θ だけ回転してタッチ点が P_n にあるときの θ に対応するカム軸の回転に必要な最小トルクを与える一般理論式を誘導する。

2.2 記号と単位の説明

特に説明を加えたもの以外は次のとおりである。

F : タッチ点のカムの回転力 (g)

F_v : F のカム面に垂直な分力 (g)

F_h : F のカム面に沿った分力 (g)

h : カムの中心 O_1 と直線部間の距離 (cm) (設計値=0.425)

k : スプリングのバネ定数 (g/cm) (標準値=200)

M : インパルスのメーク率 (%) (標準値=33.3)

R : タッチ点のカム面に垂直な反力 (g)

r_1 : カムの大円弧の半径 (cm) (設計値=0.6)

r_2 : カムの小円弧の半径 (cm) (原設計値=0.15)

r_3 : スプリング先端の曲率半径 (cm) (原設計値=0.08)

T : タッチ点のスプリングの圧下力 (g)

T_0 : スプリングがカムから離れ接点上に休止しているときのスプリング先端の初圧下力 (g) (標準値=25)

T_v : T のカム面に垂直な分力 (g)

T_h : T のカム面に沿った分力 (g)

v_k : 接点の運動速度 (cm/s)

α : タッチ点のカム面の傾斜角でタッチ点の共通切線が O_1O_3 線の法線となす角に等しい

β : タッチ点におけるカムの回転力 F の作用線とカム面のなす角でタッチ点の共通切線と O_1P 線の法線のなす角に等しく $\beta = \alpha + \gamma$ である

γ : O_1P 線と O_1O_3 線のなす角

δ_k : インパルス接点の変位 (cm)

δ_s : インパルススプリング先端の変位 (cm)

ε : タッチ点の摩擦角で $\varepsilon = \tan^{-1} \mu$ である

λ : カム軸心 O_1 とタッチ点 P 間の距離 (cm)

μ : タッチ点の摩擦係数

ρ : カム軸心 O_1 とスプリング先端曲率中心 O_3 間の距離 (cm)

ρ_0 : スプリングがカムから離れて接点上に休止しているときの ρ (cm)

Φ_k : カム軸の回転所要トルク (gcm)

θ : インパルスカムの回転角

θ_0 : カムがスプリングにタッチ開始する θ の臨界値

θ_{12} : タッチ点が B_1 点に一致する θ の臨界値

θ_{23} : タッチ点が C_1 点に一致する θ の臨界値

θ_{34} : タッチ点が C_2 点に一致する θ の臨界値

θ_{45} : タッチ点が B_2 点に一致する θ の臨界値

θ_5 : カムがスプリングから離れる θ の臨界値

ω : カム軸の角速度 (rad/s) (標準値=10 π)

2.3 Φ_k を与える理論式

スプリングの圧下力 T はスプリングの変位量とバネ定数の積と初圧下力 T_0 の和であるから

$$T = k(\rho - \rho_0) + T_0 \dots \dots \dots (1)$$

タッチ点 P における T のカム面に垂直な分力 T_v およびカム面に沿った分力 T_h は

$$T_v = T \cos \alpha \dots \dots \dots (2)$$

$$T_h = T \sin \alpha \dots \dots \dots (3)$$

タッチ点 P におけるカムの回転力 F は

$$F = \frac{1}{\lambda} \Phi_k \dots \dots \dots (4)$$

F のカム面に垂直な分力 F_v およびカム面に沿った分力 F_h は

$$F_v = F \sin \beta \dots \dots \dots (5)$$

$$F_h = F \cos \beta \dots \dots \dots (6)$$

カムが回転しうる極限においては次式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} F_h &= T_h + \mu R \\ R &= T_v + F_v \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (7)$$

(7) 式の T_v , T_h , F_v および F_h に (2), (3) (5), (6) 式の値を入れて整理すれば

$$F = T \frac{\sin(\alpha + \varepsilon)}{\cos(\beta + \varepsilon)} \dots \dots \dots (8)$$

(8) 式の T , F に (1), (4) 式の値を入れて Φ_k について整理すれば

$$\Phi_k = \lambda \left\{ k(\rho - \rho_0) + T_0 \right\} \frac{\sin(\alpha + \varepsilon)}{\cos(\beta + \varepsilon)} \dots \dots \dots (9)$$

これがカム軸の回転に必要な最小トルクを与える一般式であって、式中の λ , ρ , ρ_0 , α および β はカム軸の回転角 θ の関数でカムとスプリングのタッチ点が前述の5状態のいずれにあるかによって異なる次節の諸式で与えられる値である。

2.4 λ , ρ , α , β の値

(1) 直線押上領域にタッチ点がある場合 (第3図参照)

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda &= \sqrt{h^2 + \{(h+r_3) \tan \theta\}^2} \dots\dots\dots (10) \\ \rho &= (h+r_3) \sec \theta \dots\dots\dots (11) \\ \alpha &= \theta \dots\dots\dots (12) \\ \beta &= \tan^{-1} \left\{ \frac{(h+r_3) \tan \theta}{h} \right\} \dots\dots\dots (13) \end{aligned} \right.$$

ここに θ は下式の範囲にあること

$$\cos^{-1} \left(\frac{h+r_3}{\rho_0} \right) = \theta_0 \leq \theta \leq \theta_{12}$$

$$= \tan^{-1} \left\{ \frac{\sqrt{(r_1-r_2)^2 - (h-r_2)^2}}{h+r_3} \right\} \dots\dots\dots (14)$$

(2) 小円弧押上領域にタッチ点がある場合 (第4図参照)

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda &= r_3 \sin \alpha \operatorname{cosec} \gamma \dots\dots\dots (15) \\ \rho &= (r_2+r_3) \cos \alpha + (r_1-r_2) \cos (\theta_{23}-\theta) \dots\dots\dots (16) \\ \alpha &= \sin^{-1} \left\{ \frac{r_1-r_2}{r_2+r_3} \sin (\theta_{23}-\theta) \right\} \dots\dots\dots (17) \\ \beta &= \alpha + \gamma \dots\dots\dots (18) \\ \gamma &= \tan^{-1} \left\{ \frac{r_3 \sin \alpha}{\rho - r_3 \cos \alpha} \right\} \dots\dots\dots (19) \end{aligned} \right.$$

ここに θ は下式の範囲にあること

$$\theta_{12} \leq \theta \leq \theta_{23} = \cos^{-1} \left(\frac{h-r_2}{r_1-r_2} \right) \dots\dots [\theta_{12} \text{ は (14) 式参照}] \dots\dots\dots (20)$$

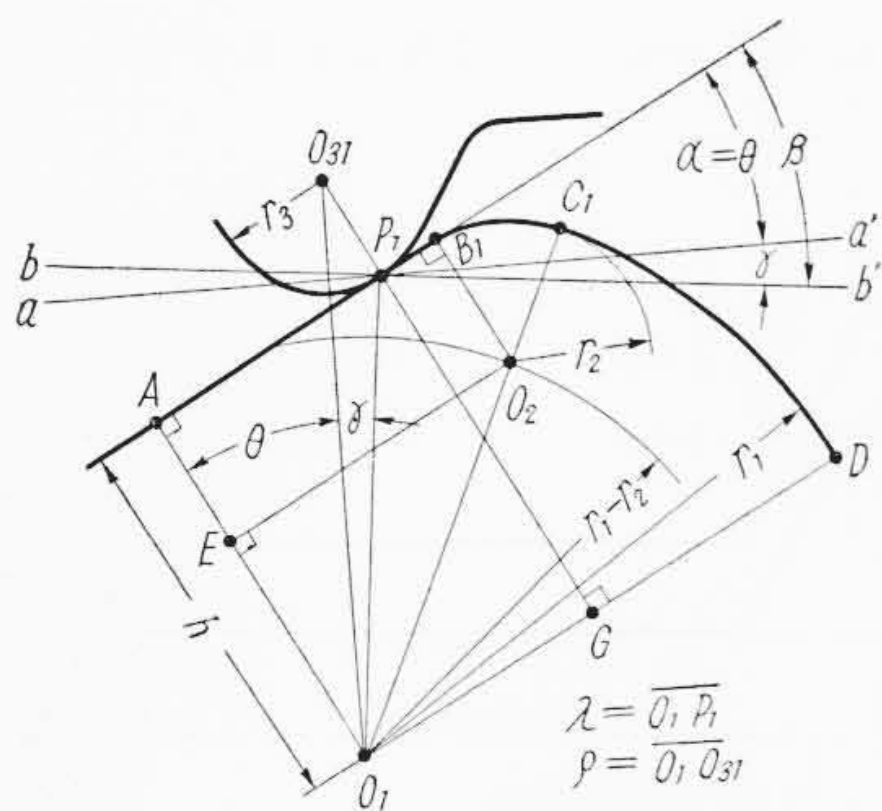
(3) 大円弧水平摺動領域にタッチ点がある場合

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda &= r_1 \dots\dots\dots (21) \\ \rho &= r_1 + r_3 \dots\dots\dots (22) \\ \alpha &= 0 \} \dots\dots\dots (23) \\ \beta &= 0 \} \end{aligned} \right.$$

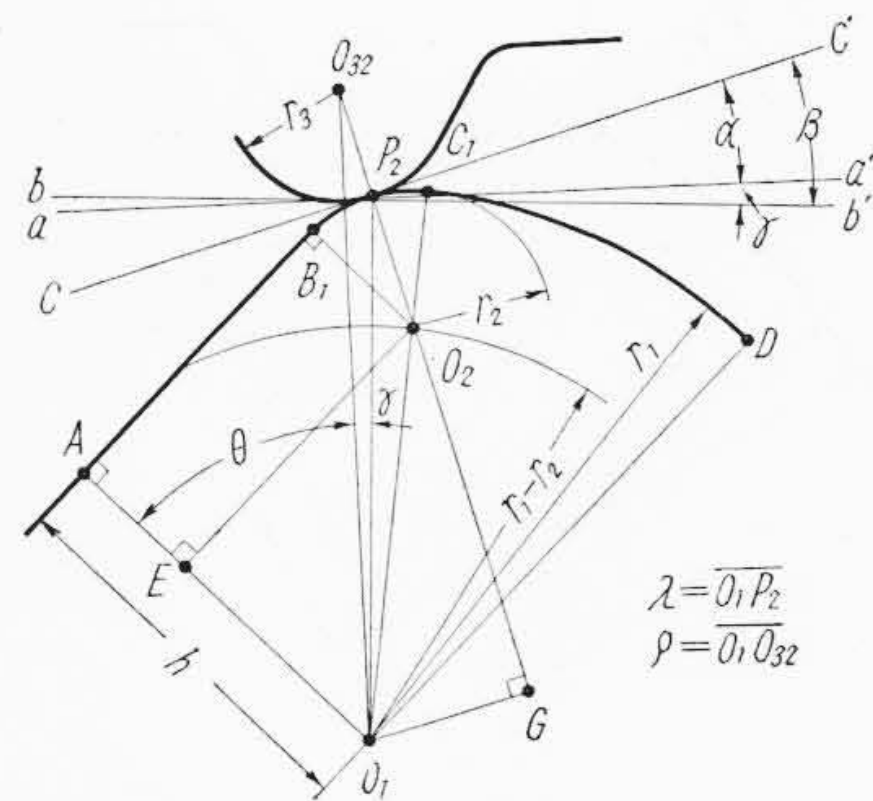
ここに θ は下式の範囲にあること

$$\theta_{23} \leq \theta \leq \theta_{34} = \pi - \theta_{23} \dots\dots [\theta_{23} \text{ は (20) 式参照}] \dots\dots\dots (24)$$

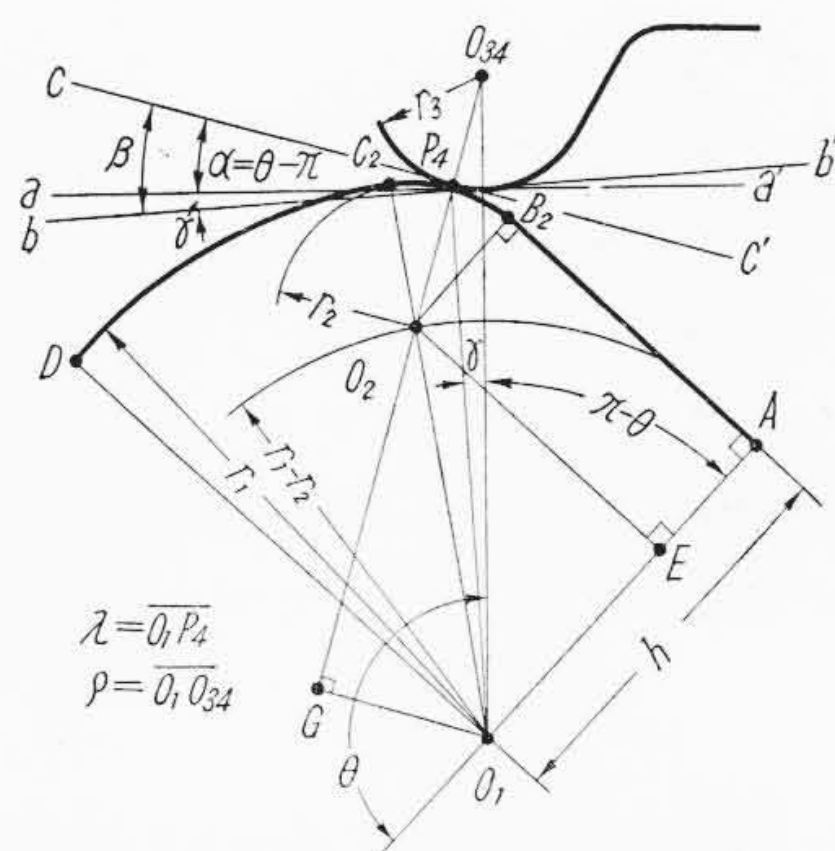
(4) 小円弧下降領域にタッチ点がある場合 (第5図参照)



第3図 直線押上領域におけるカムとスプリングの関係



第4図 小円弧押上領域におけるカムとスプリングの関係



第5図 小円弧下降領域におけるカムとスプリングの関係

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda &= r_3 \sin \alpha \operatorname{cosec} \gamma \dots\dots\dots (25) \\ \rho &= (r_2+r_3) \cos \alpha + (r_1-r_2) \cos (\theta_{34}-\theta) \dots\dots\dots (26) \\ \alpha &= \sin^{-1} \left\{ \frac{r_1-r_2}{r_2+r_3} \sin (\theta_{34}-\theta) \right\} \dots\dots\dots (27) \\ \beta &= \alpha + \gamma \dots\dots\dots (28) \\ \gamma &= \tan^{-1} \left\{ \frac{r_3 \sin \alpha}{\rho - r_3 \cos \alpha} \right\} \dots\dots\dots (29) \end{aligned} \right.$$

ここに θ は下式の範囲にあること

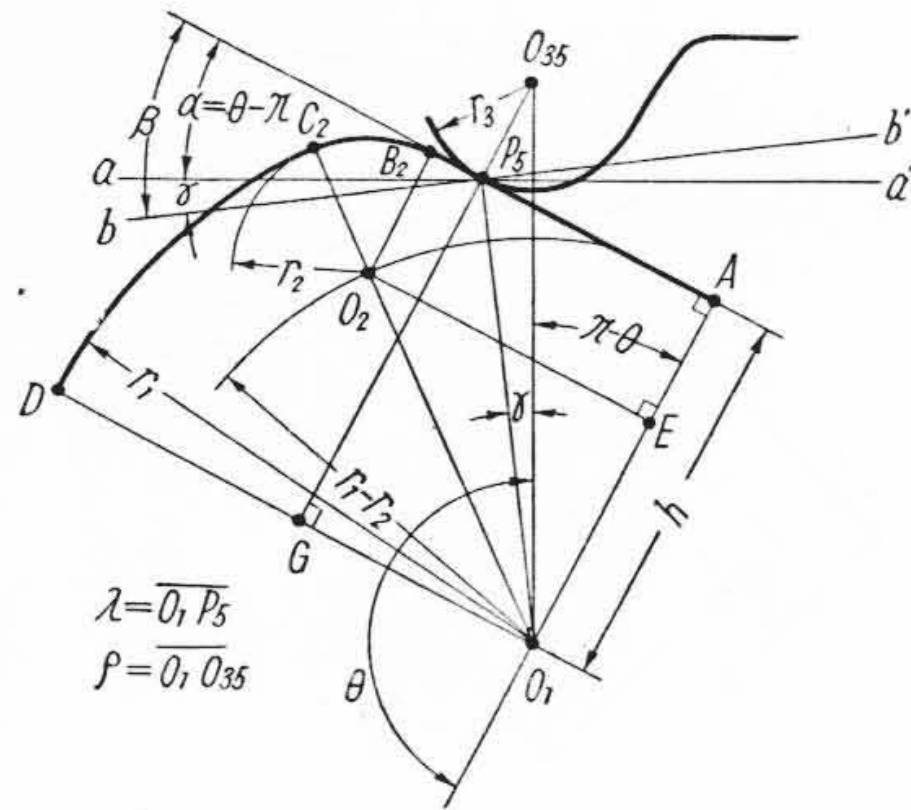
$$\theta_{34} \leq \theta \leq \theta_{45} = \pi - \theta_{34} \dots\dots [\theta_{12}, \theta_{34} \text{ は (14), (24) 式参照}] \dots\dots\dots (30)$$

(5) 直線下降領域にタッチ点がある場合 (第6図参照)

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda &= \sqrt{h^2 + \{(h+r_3) \tan (\theta-\pi)\}^2} \dots\dots\dots (31) \\ \rho &= (h+r_3) \sec (\theta-\pi) \dots\dots\dots (32) \\ \alpha &= \theta - \pi \dots\dots\dots (33) \\ \beta &= \tan^{-1} \left\{ \frac{(h+r_3) \tan (\theta-\pi)}{h} \right\} \dots\dots\dots (34) \end{aligned} \right.$$

ここに θ は下式の範囲にあること

$$\theta_{45} \leq \theta \leq \theta_5 = \pi - \cos^{-1} \left(\frac{h+r_3}{\rho_0} \right) \dots\dots [\theta_{45} \text{ は (30) 式参照}] \dots\dots\dots (35)$$



第 6 図 直線下降領域におけるカムとスプリングの関係

2.5 ρ_0 の 値

ρ_0 はカムがスプリングに接触を開始する臨界角 θ_0 およびカムがスプリングから離れ始める臨界角 θ_5 を前節の ρ を与える諸式に入れたときの ρ に等しい。カムが第 2 図のように完全対称形、スプリング先端の曲率が根元側と末端側と完全対称でカムが定速回転する場合には接点のメーク率 M (%) とカム、スプリングの臨界角 θ_0 の間には

$$\theta_0 = \frac{\pi M}{200} (\text{rad}) \text{ または } \theta_0 = 0.9 M (^\circ) \dots (36)$$

なる関係が成立するので

$$\rho_0 = (h + r_3) \sec(0.9 M^\circ) \dots (\text{直線領域タッチ開始時}) \dots (37)$$

または

$$\rho_0 = (r_2 + r_3) \cos \alpha + (r_1 - r_2) \cos(\theta_{23}^\circ - 0.9 M^\circ) \dots (\text{小円弧領域タッチ開始時}) \dots (38)$$

ここに

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \sin^{-1} \left[\frac{r_1 - r_2}{r_2 + r_3} \sin(\theta_{23}^\circ - 0.9 M^\circ) \right] \\ \theta_{23} &= \cos^{-1} \left(\frac{h - r_2}{r_1 - r_2} \right) \end{aligned} \right\} \dots (39)$$

となる。

3. 接点の運動速度の理論式

インパルス接点の変位 δ_k とスプリング先端の変位 δ_s の比を C (これは接点のスプリングのどこに位置しているかによって定まる常数で 4 号ダイヤルでは 0.65 である) とすれば

$$\delta_k = C \delta_s \dots (40)$$

しかるに

$$\delta_s = \rho - \rho_0 \dots (41)$$

であるからこれを (40) 式に入れて

$$\delta_k = C(\rho - \rho_0) \dots (42)$$

接点の運動速度 v_k は δ_k の時間に対する変化率であるから (42) 式の右辺を時間 t で偏微分して

$$v_k = \frac{\partial \delta_k}{\partial t} = C \frac{\partial}{\partial t} \rho \dots (43)$$

$\therefore \rho_0$ はスプリングの調定で定まる常数である

一方 ρ は前章の (11), (15), (22), (26), (32) 式で与えられるとおりタッチ点がどの領域にあるかによって異なるカムの回転角 θ の関数であり、カム軸の角速度を ω とすれば

$$\theta = \omega t \dots (44)$$

であるからこれらの関係を入れて整理すれば

$$v_{k1} = C\omega(h + r_3) \tan \theta \sec \theta \dots (\text{直線押上領域}) \dots (45)$$

$$v_{k2} = C\omega(r_1 - r_2) \{ \tan \alpha \cos(\theta_{23} - \theta) + \sin(\theta_{23} - \theta) \} \dots (\text{小円弧押上領域}) \dots (46)$$

$$v_{k3} = 0 \dots (\text{水平摺動領域}) \dots (47)$$

$$v_{k4} = C\omega(r_1 - r_2) \{ \tan \alpha \cos(\theta_{34} - \theta) + \sin(\theta_{34} - \theta) \} \dots (\text{小円弧下降領域}) \dots (48)$$

$$v_{k5} = C\omega(h + r_3) \tan(\theta - \pi) \sec(\theta - \pi) \dots (\text{直線下降領域}) \dots (49)$$

ここに (46) 式中の α および θ_{23} は (17) および (20) 式, (48) 式中の α および θ_{34} は (27) および (24) 式で与えられる値であり、各式の適用できる θ の範囲はそれぞれ (14), (20), (24), (30), (35) 式で与えられるとおりである。

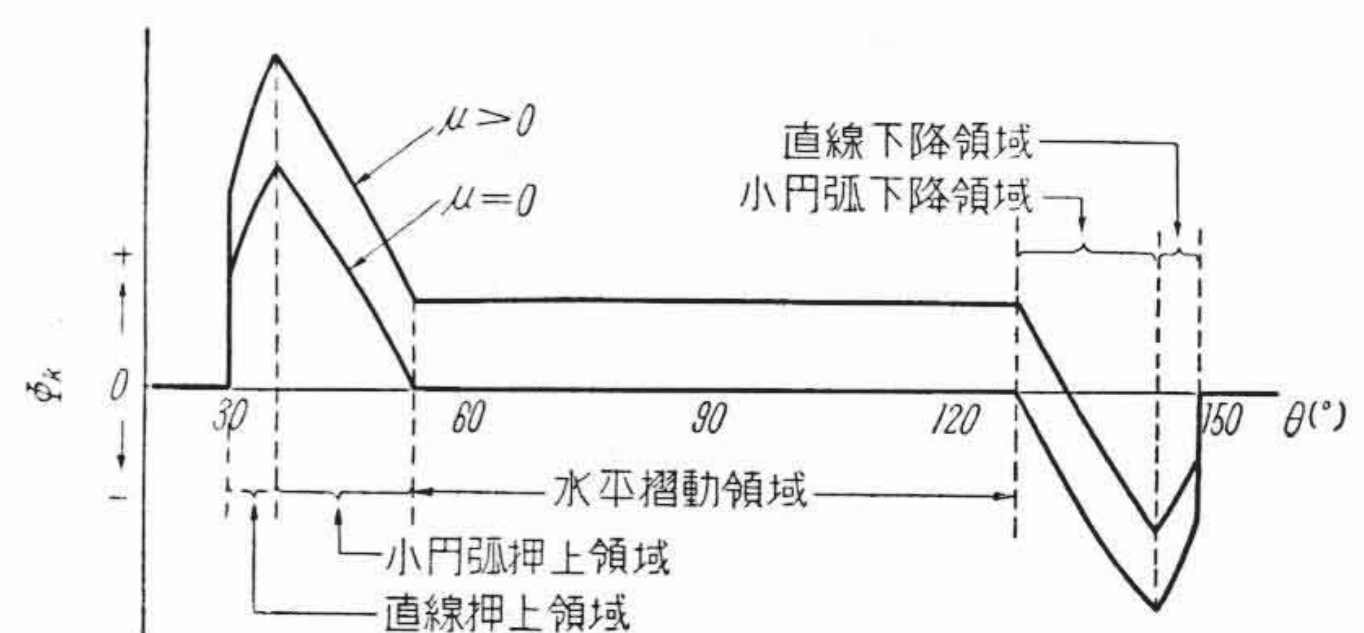
4. θ に対応する ϕ_k の脈動

4.1 ϕ_k の脈動形の吟味

ϕ_k がカムの回転につれてどう変るかを吟味するため (9) 式の右辺を θ で偏微分してその偏導関数を求めると

$$\begin{aligned} \partial \phi_k = \phi_k \left[\frac{\partial \lambda}{\lambda} + \frac{k}{k(\rho - \rho_0) + T_0} \partial \rho + \cot(\alpha + \varepsilon) \partial \alpha \right. \\ \left. + \tan(\beta + \varepsilon) \partial \beta \right] \dots (50) \end{aligned}$$

ここに $\partial \lambda$, $\partial \rho$, $\partial \alpha$, $\partial \beta$ はカムとスプリングのタッチ

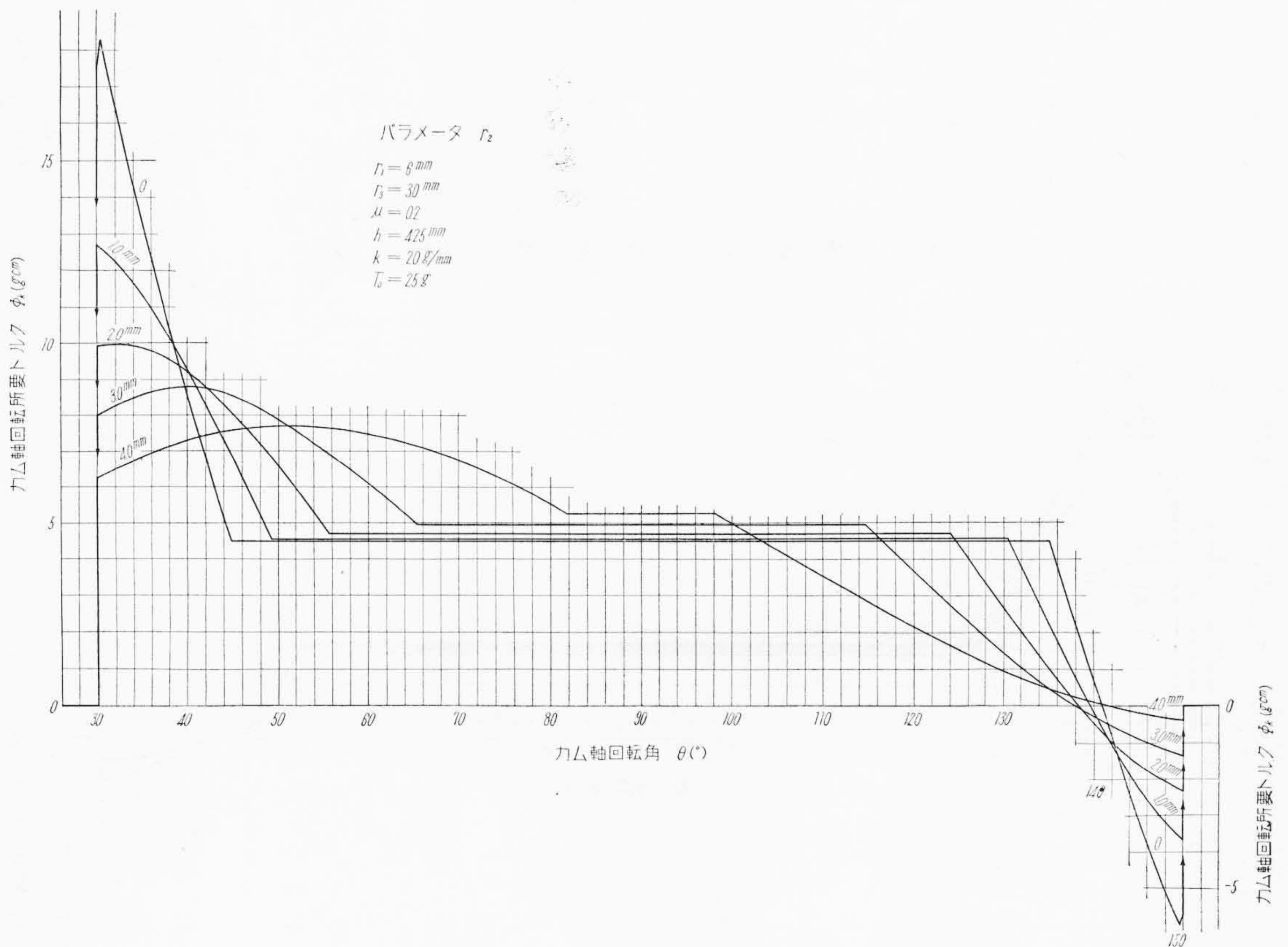


第 7 図 $\theta - \phi_k$ 特性

第1表 $\lambda, \rho, \alpha, \beta$ の θ についての偏導関数

タッチ点		押上状態	下降状態
直線部	$\partial\lambda$	$\frac{(h+r_3)^2}{\lambda} \tan\theta \sec^2\theta > 0$	$\frac{(h+r_3)^2}{\lambda} \tan(\theta-\pi) \sec^2(\theta-\pi) < 0$
	$\partial\rho$	$(h+r_3) \tan\theta \sec\theta > 0$	$(h+r_3) \tan(\theta-\pi) \sec(\theta-\pi) < 0$
	$\partial\alpha$	1	1
	$\partial\beta$	$\frac{(h+r_3)}{(1+\tan^2\beta)h} \sec^2\theta > 0$	$\frac{(h+r_3)}{(1+\tan^2\beta)h} \sec^2(\theta-\pi) > 0$
小円弧部	$\partial\lambda$	$\lambda(\cot\alpha\partial\alpha - \cot\gamma\partial\gamma) \geq 0$	$\lambda(\cot\alpha\partial\alpha - \cot\gamma\partial\gamma) \leq 0$
	$\partial\rho$	$(r_1-r_2)\{\tan\alpha\cos(\theta_{23}-\theta) + \sin(\theta_{23}-\theta)\} \geq 0$	$(r_1-r_2)\{\tan\alpha\cos(\theta_{34}-\theta) + \sin(\theta_{34}-\theta)\} \leq 0$
	$\partial\alpha$	$-\frac{r_1-r_2}{r_2+r_3} \sec\alpha\cos(\theta_{23}-\theta) < 0$	$-\frac{r_1-r_2}{r_2+r_3} \sec\alpha\cos(\theta_{34}-\theta) < 0$
	$\partial\beta$	$\partial\alpha + \partial\gamma < 0$	$\partial\alpha + \partial\gamma < 0$
	$\partial\gamma$	$\frac{\tan\gamma}{1+\tan^2\gamma} \left\{ (\cot\alpha - \tan\gamma)\partial\alpha - \frac{\tan\gamma\partial\rho}{r_3\sin\alpha} \right\} < 0$	$\frac{\tan\gamma}{1+\tan^2\gamma} \left\{ (\cot\alpha - \tan\gamma)\partial\alpha - \frac{\tan\gamma\partial\rho}{r_3\sin\alpha} \right\} < 0$

大円弧水平摺動領域では偏導関数はすべて零となるので省略してある

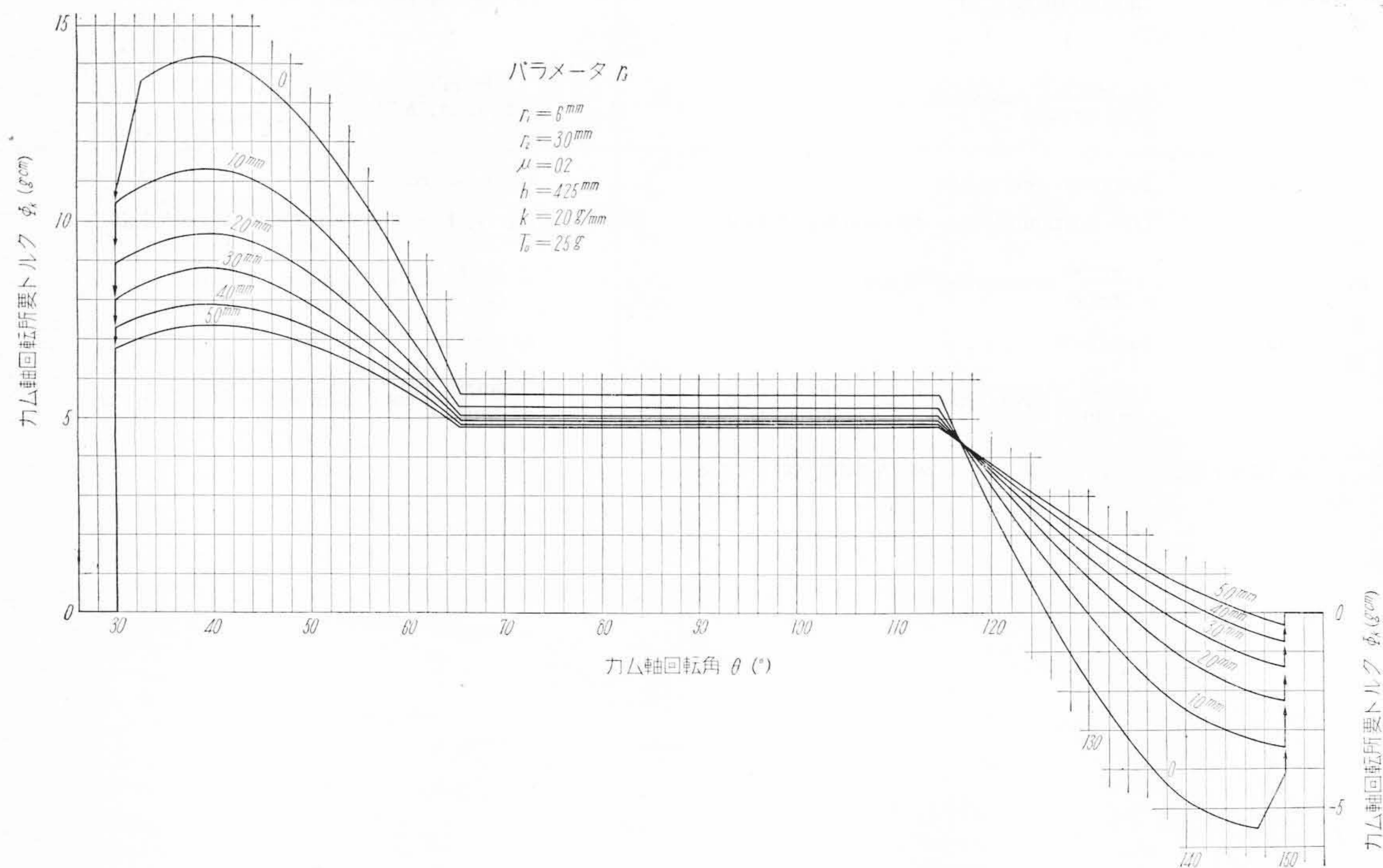


第8図 $\theta-\Phi_k$ 特性計算例(1) (パラメータ r_2)

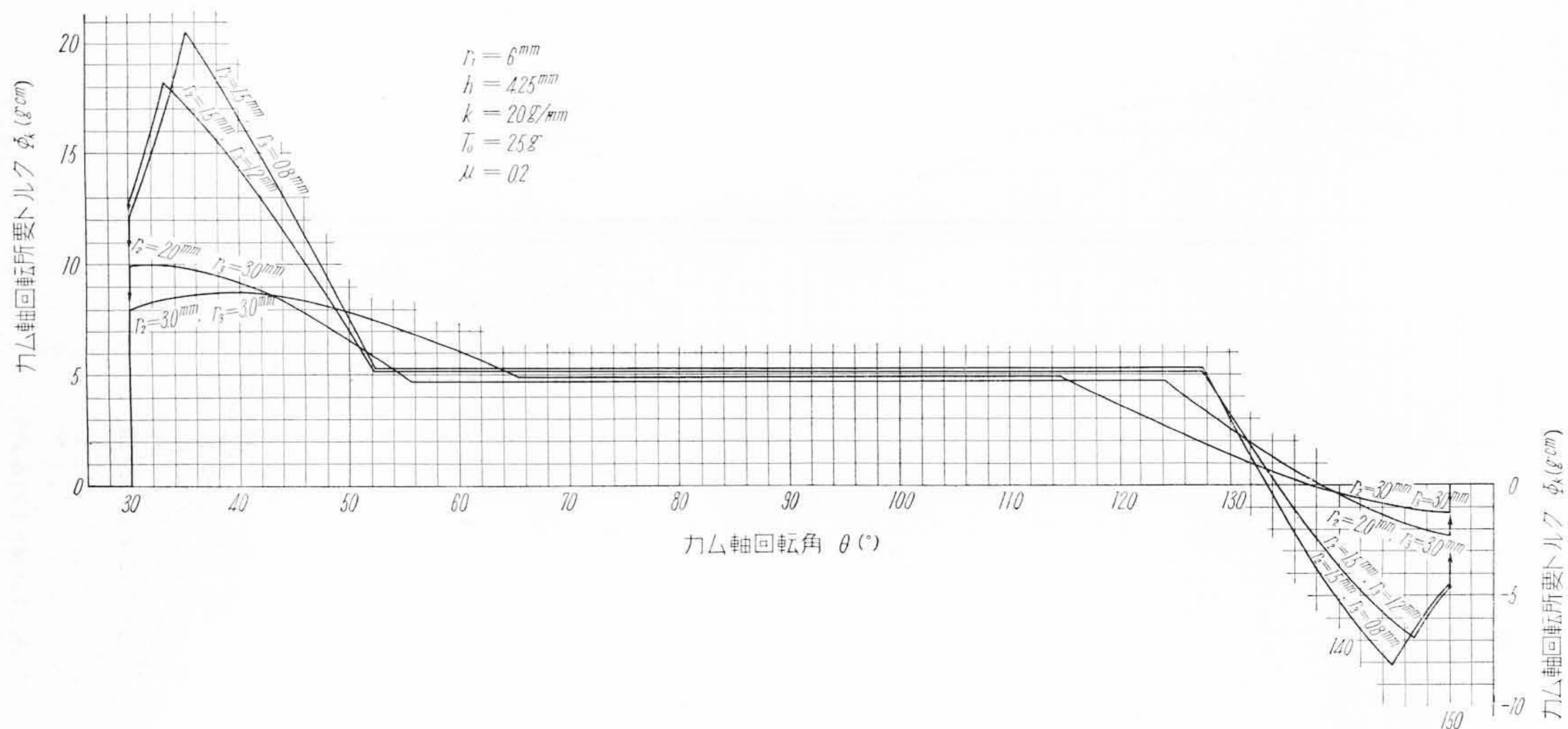
点が前述の5状態のどこにあるかによって異なる θ の偏導関数でその値は、第1表のとおりである。(9), (50)式と第1表から ϕ_k は第7図のような形の脈動をすることが推定できる。

4.2 $\theta-\phi_k$ 特性の数値計算例

r_1 , h , θ_0 , k および T_0 をそれぞれ現設計値の 6 mm, 4.25 mm, 30° , 20 g/mm および 25 g, 摺動面の μ を 0.2 として r_2 , r_3 に種々の値を与えたときの $\theta-\phi_k$ 特性



第9図 $\theta-\phi_k$ 特性計算例(2) (パラメータ r_3)



第10図 $\theta-\phi_k$ 特性計算例(3) (パラメータ r_2, r_3)

の計算結果の数例を第8～10図に示す。これらの図から

(1) r_2, r_3 が小さいとスプリングの押上がカムの直線領域で開始され急激な ϕ_k の増加が起り脈動幅が非常に大きい。

(2) r_2, r_3 が大きくなると押上開始点はカムの小円弧領域に移り ϕ_k の脈動も次第にゆるやかになりその幅も小さくなる。

(3) スプリングの下降領域ではある点から ϕ_k が負値となり押上時にスプリングに蓄えられた力がカムに饋還されるが $\mu \neq 0$ であるためにその絶対値は押上時より小さい。

(4) 押上を完了する θ および下降を開始する θ の値は r_2 のみによって定まり r_3 に無関係である。

(5) 全一インパルス送出に相当する180度間の平均トルクは r_2, r_3 の大きさによってあまり変わらず3.0～3.6 gcm の範囲に収まっている。

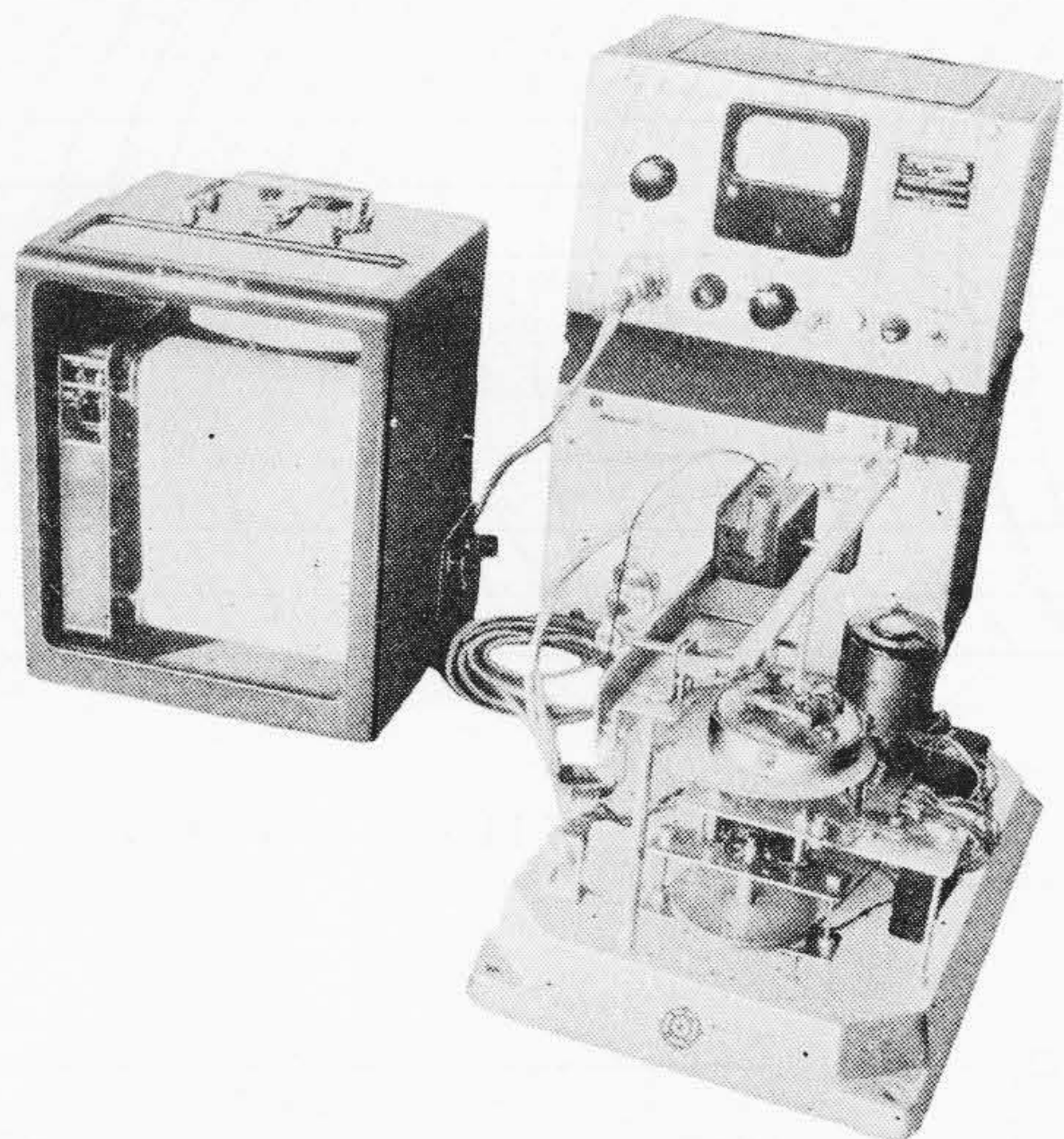
などのことがわかる。

4.3 トルクレコーダによる ϕ_k の実測結果

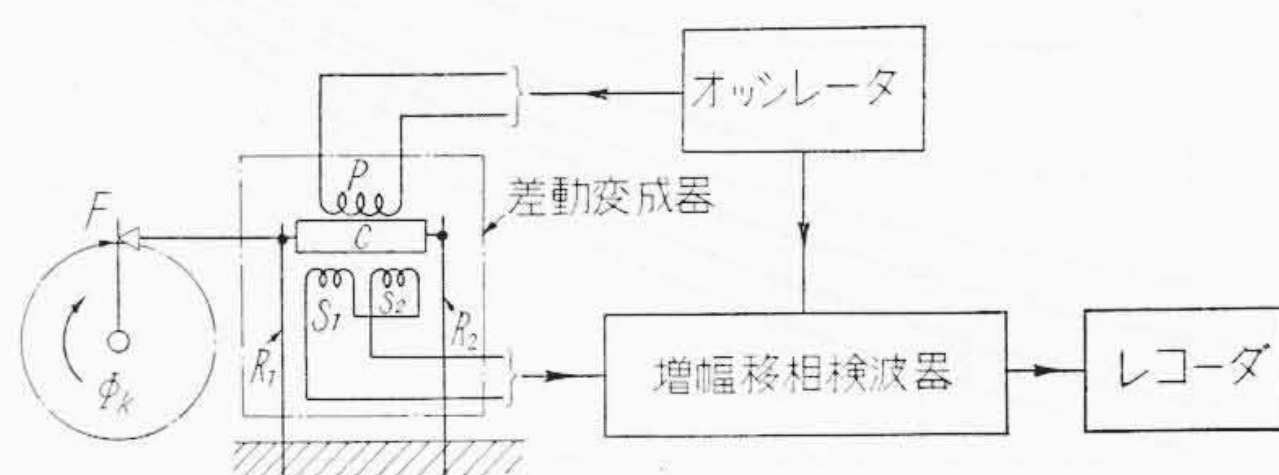
第11, 12図に示す試作トルクレコーダによつて ϕ_k の脈動を連続自記記録した実測例を第13, 14図に示す。この実測では理論式で省略したカム軸受部の摩擦力がごく微小であるが加わることで、カムの形状、取付の偏心、スプリング先端の曲率が完全に対称形でないことおよび摺動面の摩擦係数が仕上状態その他である幅で変化するために、半回転ごとのアンバランスや小さな脈動が認められるが理論値とかなり良く一致し摺動面の μ は大体0.2程度であることも明らかとなった。

5. 接点間隙と接点運動速度

インパルス接点の寿命は接点の材質、形状、接点間隙、接点の開離閉成時の過渡運動速度および火花消去回路の定数の選定が負荷電圧電流に対して適正であるかどうかによって大きく支配され、開閉過渡時に火花やアークが出る状態では接点のはなはだしく移転消耗して非常に短



第11図 カム軸トルク測定中の試作トルクレコーダ

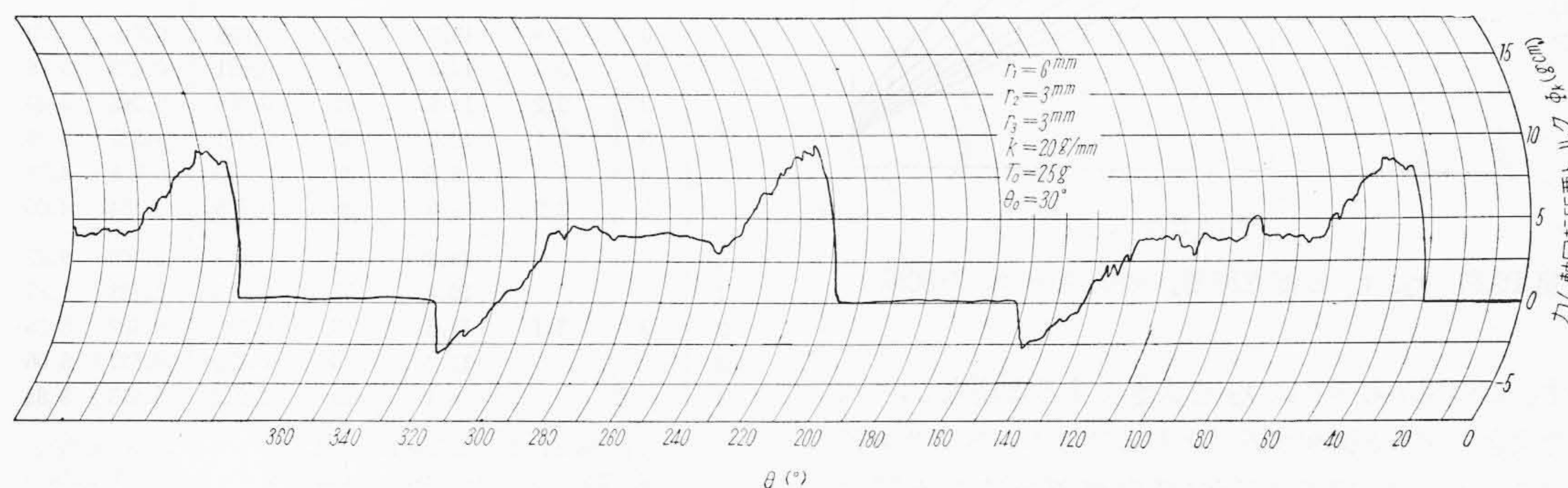


第12図 トルクレコーダ略図

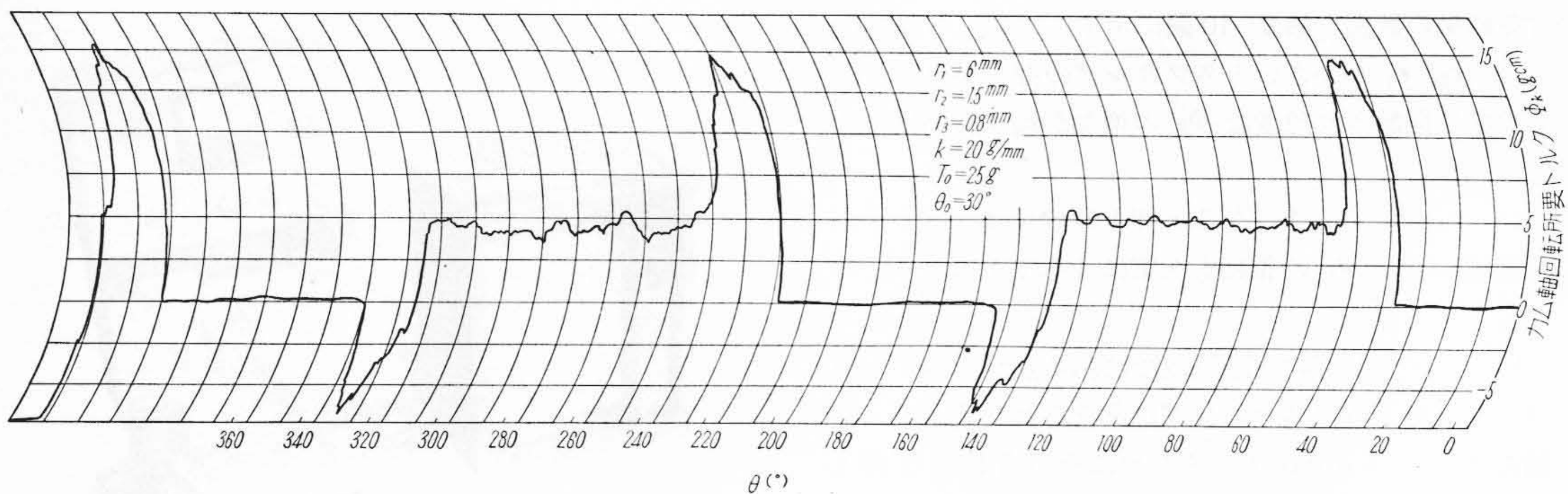
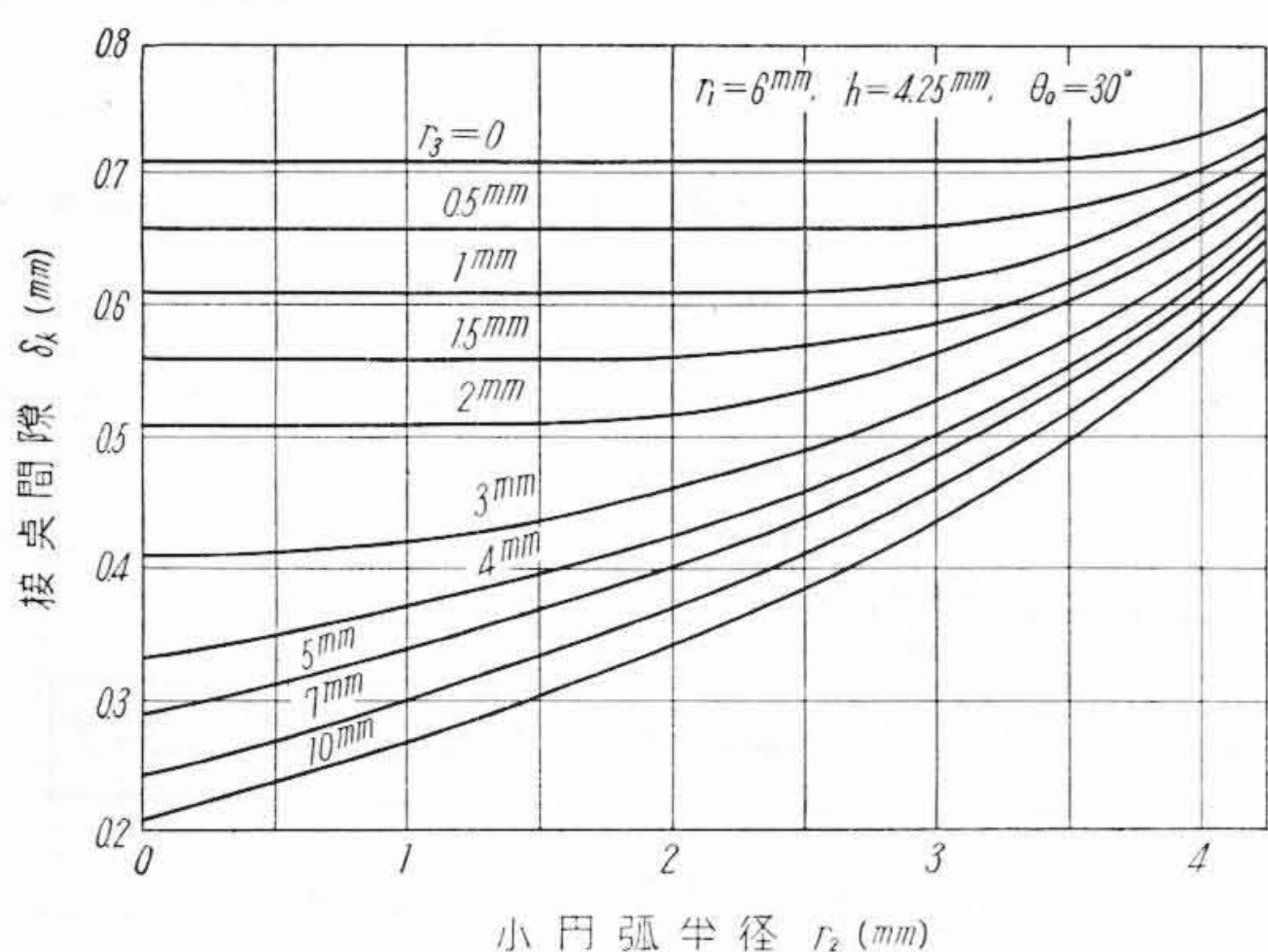
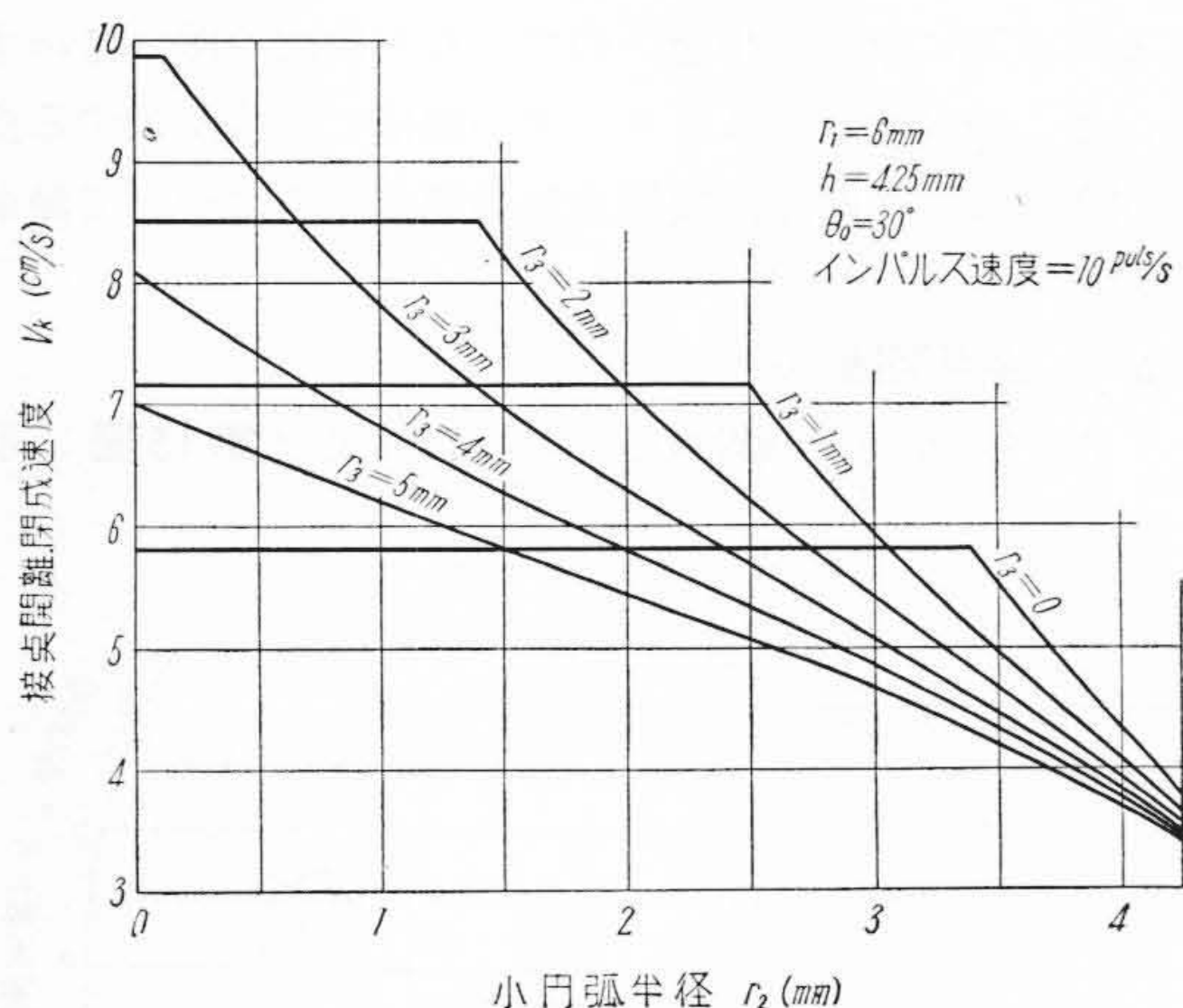
寿命となることは周知のとおりである。したがって火花、アークの生滅を支配する諸要因の究明は最も重要であるがすでに余白も少ないのでこれらは次の機会にゆずり、ここではカムとスプリングの機構に直接関係する接点間隙と接点の開離閉成過渡運動速度のみについて簡単に述べる。

5.1 接点間隙 δ_k

r_2, r_3 と δ_k の関係を計算した結果を第15図に示



第13図 トルクレコーダによる ϕ_k 脈動記録(1)

第 14 図 トルクレコーダによる Φ_k 脈動記録 (2)第 15 図 r_2 , r_3 と接点間隙 δ_k の関係第 16 図 r_2 , r_3 と接点開離, 閉成速度 v_k の関係

す。この図から δ_k は r_2 を大きくすると増大し, r_3 を大きくすると減少することおよびカムとスプリングのタッチ開始, 終了点がカムの直線領域にある間は δ_k は r_3 のみに支配され r_2 に無関係であることがわ

かる。接点間隙は純電氣的には 0.1 mm あれば十分であるが, 機構各部の摩耗経時変化, 接点の移転, 調整のしやすさなどの点から大体 0.4~0.6 mm 程度が適当とされているので r_3 の値としては 1~3 mm が最も望ましいこととなる。

5.2 接点の開離閉成過渡運動速度 v_k

r_2 , r_3 と v_k の関係を計算した結果を第 16 図に示す。この図から v_k は r_2 , r_3 を大きくすると減少することおよびカムとスプリングのタッチ開始, 終了点がカムの直線領域にある間は v_k は r_3 のみに支配され r_2 に無関係であることがわかる。ダイヤルの実用回路について最も苛酷な負荷状態で実験した結果は, 特にはなはだしい汚れのない PGS 接点 (現用接点材はこれで Pt 6%, Au 69%, Ag 25%の三元合金) では v_k が 2 cm/s 以上あれば 0.01 μ s の高分解能をもった陰極線オシロスコープで観察しても開離閉成時に 1 μ s 以上継続する火花やアークはほとんど認められず, ま

第 2 表 Φ_{ka} , $\Delta\Phi_k$, δ_s , δ_k , v_k の比較*

r_2 (mm)	r_3 (mm)	Φ_{ka} (gcm) (1 回転間 平均)	$\Delta\Phi_k$ (gcm) (全脈動 幅)	脈動比** (%)	δ_s (mm) (スプリ ング変位)	δ_k (mm) (接点間 隙)	v_k (cm/s) (接点速 度)
1.5	0.8	3.6	28.8	100	0.969	0.630	6.88
	1.2	3.5	25.1	88	0.907	0.589	7.42
3	0	3.5	19.7	68	1.093	0.710	5.79
	1	3.3	14.8	51	0.951	0.618	5.96
	2	3.2	11.9	41	0.866	0.563	5.40
	3	3.1	10.2	35	0.811	0.527	5.06
	4	3.0	8.6	30	0.773	0.503	4.83
	5	3.0	7.6	26	0.745	0.484	4.66
0			24.3	84	0.628	0.408	9.87
1			16.4	57	0.648	0.421	7.81
2	3	3.1	12.3	43	0.710	0.462	6.28
3			10.2	35	0.811	0.527	5.06
4			8.4	29	0.943	0.613	3.83

* $r_1=6$ mm, $h=4.25$ mm, $\theta_0=30^\circ$ (メーク率 33.3%相当), $k=20$ g/mm, $T_0=25$ g, $\mu=0.2$, インパルス速度=10 puls/s における値である。

** $r_2=1.5$ mm, $r_3=0.8$ mm の値を 100 とした比較値である

たかなり接点面が汚れて活性化された場合でも $10\ \mu\text{s}$ 以上継続するアークを発生することはまれであるから、 v_k は $5\ \text{cm/s}$ あれば十分と考えてよい。したがって r_2 , r_3 とともに最大 $3\ \text{mm}$ ぐらいまで大きくしてもよいと考えられる。

6. 結 言

4号ダイヤルのインパルス送出カム軸の回転所要トルクを与える一般式を誘導し、これによりカムの小円弧の半径 r_2 とスプリング先端の曲率半径 r_3 の大小によってカム軸の回転トルクの脈動が大幅に変わることをおよび接点間隙と接点の開離閉成速度がどのように変わるかを述べたが、これを総括すると第2表のとおりであって、 r_2 , r_3 の値を今までの2~3倍の2~3mmにすることによ

ってカム軸のトルクの脈動幅を今までの50%以下に軽減でき、しかも接点間隙と接点運動速度を実用に十分な値に維持しうることが明らかとなった。

カム、スプリングの形状をこのように変えたときにダイヤルの原動トルクをどこまで低減できるか、回転系の摩耗や接点の寿命がどうなるかなどについては引続き実験検討中であり次の機会に報告する。

終りにあたり本研究の実験、図表の作成を手伝っていただいた数田、山下、松本の諸君の労を深謝する。

参 考 文 献

- (1) 北条, 軽部: 日立評論 35, 941 (昭 28-6)
- (2) 北条, 軽部: 日立評論 35, 1,719 (昭 28-12)
- (3) 北条, 軽部: 日立評論 36, 767 (昭 29-4)
- (4) 北条: 日立評論 38, 1,027 (昭 31-8)

日立製作所社員社外講演一覧

(その1)

(昭和33年7月受付分)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
7. 11~12	自動制御協会等 8協会	電力系統の自動負荷周波数調整	国分工場 多賀工場 日立研究所	静間 敏男 新井 健巳 竹村 克巳
7. 15	九州工作談話会	日立 60HP 薄層用コールカッタについて	亀有工場	青木 勝
10. 中旬	日本機械学会	上水面の水位が変動する場合の水撃	亀有工場	小堀 威
10. 中旬	日本機械学会	内歯車用ピニオンカッタの歯数	多賀工場	景浦 敬次郎 内田 昭就
7. 12	日刊工業新聞社	フ ラ ン 樹 脂 の 特 性	多賀工場	横山 亮次
7. 10	社団法人関東信 越熱管理協会	流量計の諸問題	多賀工場	小野 寺 進
7. 18	中国熱管理協会	日立空気式ボイラ自動制御について	多賀工場	松井 伸 晴
7. 18	産業科学協会	関門トンネル換気装置の自動制御について	亀戸工場	鈴木 公 一
8. 24	広島県X線技師 会会長 黒石勝	断層撮影装置の精度について	亀戸工場	和田 正 脩
8. 23	日刊工業新聞社	電気機器工場における治具取付具の設計技術	戸塚工場	小島 淳
9. 4	コンサルタント サービス・クラ ブ	生産管理をスムーズに展開させるための資料 整理の実践的な進め方	戸塚工場	坂田 一 志
10. 下旬	電気通信学会	A形ロータリスイッチの自己断続接点の火花 消去	戸塚工場	三谷 正 一
10. 下旬	電気通信学会	リードリレーに関する一考察	戸塚工場	田島 喜平 太 森山 寛 美
10. 下旬	電気通信学会	インパルス中継用リレーのインパルス特性 (第2報)	戸塚工場	田島 喜平 太 鈴木 弘 也
10. 中旬	電気通信学会	有極リレーのチャッタ解析	戸塚工場	西口 薫 田島 興
10. 中旬	電気通信学会	振動位相面による衝突ダンパーの解析	戸塚工場	西口 薫
10. 中旬	電気通信学会	M.P. 蓄電器の雑音について	戸塚工場	山辺 知 定
10. 中旬	電気通信学会	一方向性電気機械変換器	戸塚工場	橋 篤 志
10. 中旬	電気通信学会	Relaxation method によるスピーカ磁気 回路の計算	戸塚工場	二見 二 郎
10. 上旬	電気通信学会	電子顕微鏡による陰極表面の観察	茂原工場	北川 賢 司
6. 30	北大付属X線技 術学校	回転陽極X線管の原理と使用法	茂原工場	橋本 一 二
6. 29	日本放射線技術 学会北海道支部	日立回転陽極X線管およびトリダン整流管	茂原工場	橋本 一 二

(第82頁へ続く)