

モノサイクリック電動機の起動について

入 佐 俊 幸

ON STARTING OF MONOCYCLIC MOTOR

Toshiyuki IRISA

The problem in regard to driving of a monocyclic motor is how to choose a static phase converter allowing a satisfactory starting, acceleration and load characteristics. For an ideal operation, the static phase converter should be continuously varied with the velocity of the motor, but in practice it is common that the choice of the static phase converter is to be done when it is started, accelerated and it is being driven at the rated speed.

Upon this, the author tried his analysis by means of symmetrical component theory, as shown in Fig. 1, on torque, unbalance factors and the phase current at the time of starting. The results thus obtained, being represented as functions of four parameters without any dimension, could be applied to given rated motors. Therefore the comparison of starting with various kinds of static phase converter became very simple and easy to be done.

Among three kinds of combinations of L, C, and R as elements of static phase converter, the combination where L and C were used was revealed to be most excellent, while a completely balanced state was observed when the impedance angle of the motor was 30° , $y=1$ and $k=2$.

1. は し が き

モノサイクリック電動機の運転に於て生ずる問題は満足のいく起動, 加速及び負荷特性を与える相変換器をいかに選択するかである. 理想的に云えば相変換器は電動機の数と共に連続的に変化するべきであるが実際には相変換器の選択は起動, 加速の場合と定格速度で運転している場合について行われるのが普通である. そこで筆者は特に対称三相平衡巻線を有する誘導電動機を第1図の如く接続したモノサイクリック電動機の起動時に於けるトルク, 不平衡率, 相電流, 相変

換器にかゝる電圧等を対称座標法を用いて解析し, 検討してみた.

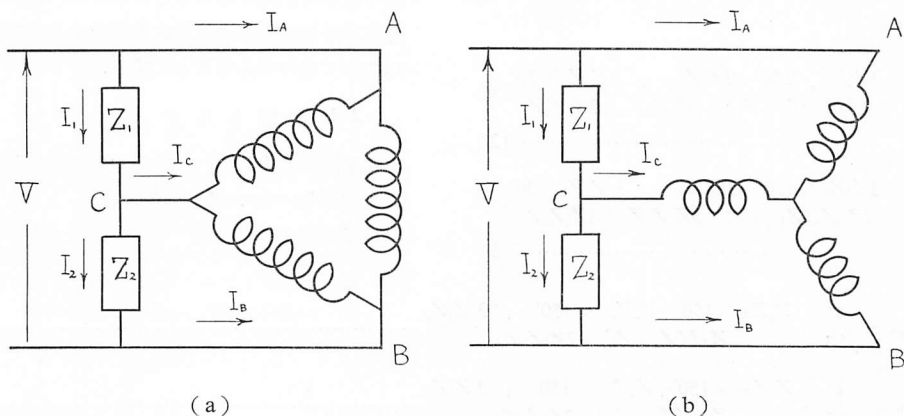
2. 理 論

2-1 一般式

第1図(a)は Δ に接続された誘導電動機に2つの相変換器 Z_1, Z_2 を接続したモノサイクリック電動機の接続図を示す.

これより次式が成立する.

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= I_C + I_2 \\ V &= Z_1 I_1 + Z_2 I_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$



第 1 図

故に

$$\left. \begin{aligned} I_1 &= \frac{V+Z_2 I_C}{Z_1+Z_2} \\ I_2 &= \frac{V-Z_1 I_C}{Z_1+Z_2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (2)$$

従つて端子電圧 V_{BA} , V_{CB} , V_{AC} は夫々次式によつて示される.

$$\left. \begin{aligned} V_{BA} &= -V \\ V_{CB} &= Z_2 I_2 = \frac{Z_2}{Z_1+Z_2} (V-Z_1 I_C) \\ V_{AC} &= Z_1 I_1 = \frac{Z_1}{Z_1+Z_2} (V+Z_2 I_C) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

V_{BA} を基準にとつて対称分に分解すると

$$\begin{aligned} V_{dp} &= \frac{1}{3} (V_{BA} + V_{CB} \angle 120^\circ + V_{AC} \angle 240^\circ) \\ &= \frac{1}{\sqrt{3} (Z_1+Z_2)} \{ V(Z_1 \angle 120^\circ + Z_2 \angle 150^\circ) \\ &\quad + Z_1 Z_2 I_C \angle 90^\circ \} \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{dn} &= \frac{1}{3} (V_{BA} + V_{CB} \angle 240^\circ + V_{AC} \angle 120^\circ) \\ &= \frac{1}{\sqrt{3} (Z_1+Z_2)} \{ V(Z_1 \angle 150^\circ + Z_2 \angle 210^\circ) \\ &\quad + Z_1 Z_2 I_C \angle 90^\circ \} \dots\dots\dots (5) \end{aligned}$$

$$I_{dp} = \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{Z_1 Z_{dn} \angle 150^\circ + Z_2 Z_{dn} \angle 150^\circ - \sqrt{3} Z_1 Z_2}{Z_{dp} Z_{dn} (Z_1+Z_2) + Z_1 Z_2 Z_{dn} + Z_1 Z_2 Z_{dp}} \dots\dots\dots (10)$$

$$I_{dn} = \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{Z_1 Z_{dp} \angle 150^\circ + Z_2 Z_{dp} \angle 150^\circ - \sqrt{3} Z_1 Z_2}{Z_{dp} Z_{dn} (Z_1+Z_2) + Z_1 Z_2 Z_{dn} + Z_1 Z_2 Z_{dp}} \dots\dots\dots (11)$$

同様に第1図 (b) の Y 接続の電動機に対しては、一相当りの正相及び逆相インピーダンスを夫々 Z_p , Z_n とすれば

$$I_p = \frac{3Z_2 Z_n \angle 120^\circ - 3Z_1 Z_n - \sqrt{3} Z_1 Z_2 \angle 30^\circ}{9Z_p Z_n (Z_1+Z_2) + 3Z_1 Z_2 Z_n + 3Z_1 Z_2 Z_p} \cdot V \dots\dots\dots (12)$$

$$I_n = \frac{3Z_2 Z_p \angle 120^\circ - 3Z_1 Z_p - \sqrt{3} Z_1 Z_2 \angle 30^\circ}{9Z_p Z_n (Z_1+Z_2) + 3Z_1 Z_2 Z_n + 3Z_1 Z_2 Z_p} \cdot V \dots\dots\dots (13)$$

$$I_{dps} = \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{Z_1 Z_{ds} \angle 150^\circ + Z_2 Z_{ds} \angle 150^\circ - \sqrt{3} Z_1 Z_2}{Z_{ds}^2 (Z_1+Z_2) + 2Z_1 Z_2 Z_{ds}} \dots\dots\dots (14)$$

$$I_{dns} = \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{Z_1 Z_{ds} \angle 150^\circ + Z_2 Z_{ds} \angle 150^\circ - \sqrt{3} Z_1 Z_2}{Z_{ds}^2 (Z_1+Z_2) + 2Z_1 Z_2 Z_{ds}} \dots\dots\dots (15)$$

となる. (但し V_{dp} , V_{dn} は V_{BA} の正相及び逆相電圧を表す.)

又電動機の正相及び逆相インピーダンスを夫々 Z_{dp} , Z_{dn} とすると正相及び逆相電流 I_{dp} , I_{dn} は (6), (7) 式によつて表される.

$$I_{dp} = \frac{V_{dp}}{Z_{dp}} = \frac{\{ V(Z_1 \angle 210^\circ + Z_2 \angle 150^\circ) + Z_1 Z_2 I_C \}}{\sqrt{3} Z_{dp} (Z_1+Z_2)} \cdot \angle 90^\circ \dots\dots\dots (6)$$

$$I_{dn} = \frac{V_{dn}}{Z_{dn}} = \frac{\{ V(Z_1 \angle 150^\circ + Z_2 \angle 210^\circ) + Z_1 Z_2 I_C \}}{\sqrt{3} Z_{dn} (Z_1+Z_2)} \cdot \angle 90^\circ \dots\dots\dots (7)$$

相電流と対称分電流との関係は

$$\left. \begin{aligned} I_{BA} &= I_{dp} + I_{dn} \\ I_{AC} &= I_{dp} \angle 120^\circ + I_{dn} \angle 240^\circ \\ I_{CB} &= I_{dp} \angle 240^\circ + I_{dn} \angle 120^\circ \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

で、線電流と相電流の間には

$$\left. \begin{aligned} I_A &= I_{AC} - I_{BA} \\ I_B &= I_{BA} - I_{CB} \\ I_C &= I_{CB} - I_{AC} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (9)$$

の関係があるから (8), (9) 式より求めた I_C を (6), (7) 式に代入すれば正相及び逆相電流は (10), (11) 式によつて表される.

となり, (10), (11) と (12), (13) 式の間には YΔ 換算の標準の関係があることがわかる. 従つて何れか一方を求めれば他方は直ちに換算出来るので以後 Δ 接続についてのみ考えることにする.

2-2 起 動 ト ル ク

電動機が静止している時は正相及び逆相インピーダンスが等しいので $Z_{dp} = Z_{dn} = Z_{ds}$ とおくと (10), (11) 式は

となる。

こゝで $Z_1 = |Z_1| \varepsilon^{j\theta_1}$, $Z_2 = |Z_2| \varepsilon^{j\theta_2}$, $Z_{ds} = |Z_{ds}| \varepsilon^{j\theta_s}$
 $Z_2/Z_1 = K \varepsilon^{j\beta}$, $Z_{ds}/Z_2 = y \varepsilon^{j\alpha}$, (但し $\theta_1, \theta_2, \theta_s$, は夫々

Z_1, Z_2, Z_{ds} のインピーダンス角, $K = |Z_2|/|Z_1|$,

$y = |Z_{ds}|/|Z_2|$, $\alpha = \theta_s - \theta_1$, $\beta = \theta_2 - \theta_1$) とおけば(14),

(15) 式は次の様に表すことが出来る。

$$I_{dps} = \frac{V}{\sqrt{3} Z_{ds}} \cdot \left[\frac{y \varepsilon^{j\alpha} \cdot \varepsilon^{-j150^\circ} + K y \varepsilon^{j(\alpha+\beta)} \cdot \varepsilon^{j150^\circ} - \sqrt{3}}{y \varepsilon^{j\alpha} + K y \varepsilon^{j(\alpha+\beta)} + 2} \right] \dots\dots\dots (16)$$

$$I_{dns} = \frac{V}{\sqrt{3} Z_{ds}} \cdot \left[\frac{y \varepsilon^{j\alpha} \cdot \varepsilon^{j150^\circ} + K y \varepsilon^{j(\alpha+\beta)} \cdot \varepsilon^{-j150^\circ} - \sqrt{3}}{y \varepsilon^{j\alpha} + K y \varepsilon^{j(\alpha+\beta)} + 2} \right] \dots\dots\dots (17)$$

起動トルクを T_s , 平衡三相電圧を印加した場合の起動トルクを T_{bs} とすれば, その比は

$$\frac{T_s}{T_{bs}} = \frac{|I_{dps}|^2 - |I_{dns}|^2}{|I_{bs}|^2} \dots\dots\dots (18)$$

但し $I_{bs} = V/Z_{ds}$ で平衡三相電圧を印加した場合の相電流を表す。

によつて表すことが出来るから (16), (17), (18) 式により, トルク比は次の様になる。

$$\frac{T_s}{T_{bs}} = \frac{2[Ky^2 \sin \beta + y\{K \sin(\alpha + \beta) - \sin \alpha\}]}{\sqrt{3} [4 + y^2\{1 + K^2 + 2K \cos \beta\} + 4y\{K \cos(\alpha + \beta) + \cos \alpha\}]} \dots\dots\dots (19)$$

2-3. 不 平 衡 率

不平衡率 U は逆相電流と正相電流の比, $|I_{dns}|/|I_{dps}|$ によつて表されるから (16), (17) 式により

$$U = \frac{|I_{dns}|}{|I_{dps}|} = \left[\frac{3 + y^2(1 + K^2) - Ky^2(\sqrt{3} \sin \beta - \cos \beta) + 2\sqrt{3} y\{K \cos(30^\circ + \alpha + \beta) + \cos(30^\circ - \alpha)\}}{3 + y^2(1 + K^2) + Ky^2(\sqrt{3} \sin \beta + \cos \beta) + 2\sqrt{3} y\{K \cos(30^\circ - \alpha - \beta) + \cos(30^\circ + \alpha)\}} \right]^{1/2} \dots\dots (20)$$

となる。

2-4. 相 電 流

相電流と, 平衡三相電圧を印加した場合の相電流 $I_{bs} = V/Z_{ds}$, との比は (8), (16), (17) 式より次の様

に表すことが出来る。

$$\frac{|I_{BAs}|}{|I_{bs}|} = 1 \dots\dots\dots (21)$$

$$\frac{|I_{ACs}|}{|I_{bs}|} = \left[\frac{y^2 + 2y \cos \alpha + 1}{4 + y^2\{1 + K^2 + 2K \cos \beta\} + 4y\{K \cos(\alpha + \beta) + \cos \alpha\}} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (22)$$

$$\frac{|I_{CBs}|}{|I_{bs}|} = \left[\frac{K^2 y^2 + 2Ky \cos(\alpha + \beta) + 1}{4 + y^2\{1 + K^2 + 2K \cos \beta\} + 4y\{K \cos(\alpha + \beta) + \cos \alpha\}} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (23)$$

2-5. 相変換器に加わる電圧

相変換器について考慮しなければならない量に相変換器の両端に加わる電圧の値がある。

今 Z_1 及び Z_2 に加わる電圧を夫々 V_{Z1}, V_{Z2} とすれば, $V_{Z1} = I_{ACs} \cdot Z_{ds}$, $V_{Z2} = I_{CBs} \cdot Z_{ds}$ であり, 従つて (8), (16), (17) 式より相変換器に加わる電圧と供給電圧との比は夫々次式によつて表される。

$$\frac{|V_{Z1}|}{|V|} = \left[\frac{y^2 + 2y \cos \alpha + 1}{4 + y^2\{1 + K^2 + 2K \cos \beta\} + 4y\{K \cos(\alpha + \beta) + \cos \alpha\}} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (24)$$

$$\frac{|V_{Z2}|}{|V|} = \left[\frac{K^2 y^2 + 2Ky \cos(\alpha + \beta) + 1}{4 + y^2\{1 + K^2 + 2K \cos \beta\} + 4y\{K \cos(\alpha + \beta) + \cos \alpha\}} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (25)$$

(19)~(25)式はデイメンジョンのない4つのパラメターによつて表されて居り, それ故平衡三相巻線を有する誘導電動機に任意の相変換器を接続した, モノサイクリック電動機に対して適用することが出来る。

2-6. 相変換器 Z_1, Z_2 に R, L, C を使用した場合

(19)~(25) 式は任意の相変換器を使用した一般の場合であるが, こゝでは相変換器 Z_1, Z_2 に抵抗 R ,

インダクタンス L , 容量 C を用いた特別な場合について検討してみる.

2-6-1. $Z_1=C$, $Z_2=L$, 電動機のインピーダンス角 θ_s なる場合

$\theta_1=-90^\circ$, $\theta_2=90^\circ$ なる故, $\alpha=\theta_s-\theta_2=\theta_s-90^\circ$, $\beta=\theta_2-\theta_1=180^\circ$

$$U = \left[\frac{3+y^2(1-K+K^2)-\sqrt{3}Ky(\cos\theta_s+\sqrt{3}\sin\theta_s)-\sqrt{3}y(\cos\theta_s-\sqrt{3}\sin\theta_s)}{3+y^2(1-K+K^2)+\sqrt{3}Ky(\cos\theta_s-\sqrt{3}\sin\theta_s)+\sqrt{3}y(\cos\theta_s+\sqrt{3}\sin\theta_s)} \right]^{1/2} \quad (27)$$

となる.

今 K, y が一定であるとすれば, トルクは

$$\theta_s = \sin^{-1} \frac{4y(1-K^2)}{y^2(K^2+K-K^3-1)-4(K+1)}$$

なる時に最大となり, 又不平衡率は

$$\theta_s = \sin^{-1} \frac{3y(K^2-1)}{y^2(1+K^3)+3(1+K)}$$

の時, 最小となる.

2-6-2. $Z_1=C$, $Z_2=L$, $\theta_s=60^\circ$ の場合

電動機のインピーダンス角 θ_s は $20^\circ \sim 70^\circ$ の間にあるが, こゝでは 60° の場合について考えてみる.

$\theta_1=-90^\circ$, $\theta_2=90^\circ$, $\theta_s=60^\circ$ なる故, $\alpha=-30^\circ$, $\beta=180^\circ$ となり, (19) 式は

$$\frac{T_s}{T_{bs}} = \frac{y(1+K)}{\sqrt{3}\{4+y^2(1-K)^2+2\sqrt{3}y(1-K)\}} \quad (28)$$

となる. 又, 不平衡率 U は (20) 式より次の様に表される.

$$U = \left[\frac{3+y^2(1-K+K^2)-\sqrt{3}y(2K-1)}{3+y^2(1-K+K^2)-\sqrt{3}y(K-2)} \right]^{1/2} \quad (29)$$

(28), (29) 式から次のことが云える.

即ち, y を一定とした場合, トルクは

$$K = -1 + \frac{2}{y} \sqrt{y^2 + \sqrt{3}y + 1}$$

に於て最大となり, 不平衡率は

$$K = -1 + \frac{\sqrt{3}}{y} \sqrt{y^2 + \sqrt{3}y + 1}$$

に於て最小となる.

又, K を一定とすればトルクは

$$y = \frac{2(1-K^2)}{K+K^2-K^3-1}$$

に於て最大となり, 不平衡率は

となり, (19) 式は次の様に表される.

$$\frac{T_s}{T_{bs}} = \frac{2y(1+K)\cos\theta_s}{\sqrt{3}\{4+y^2(1-K)^2+4y(1-K)\sin\theta_s\}} \quad (26)$$

又, 不平衡率 U は (20) 式より

$$y = \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{K^4+K^3+K+1}}{K^3+1}$$

で最小となる.

次に, (29) 式を零と置いて平衡条件を求めてみると

$$y = \frac{\sqrt{3}(2K-1) \pm \sqrt{-9}}{2(K^2-K+1)} = \text{虚数}$$

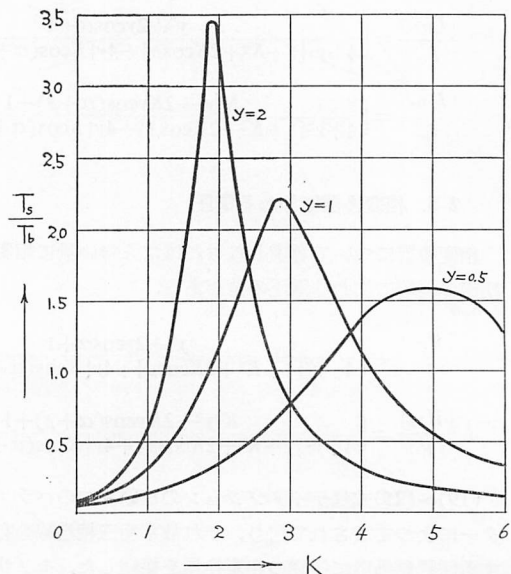
となつて K, y の如何なる値に対しても平衡状態は得られないことがわかる.

第2図 (a), (b) に y を一定とした場合のトルクと不平衡率曲線を示す.

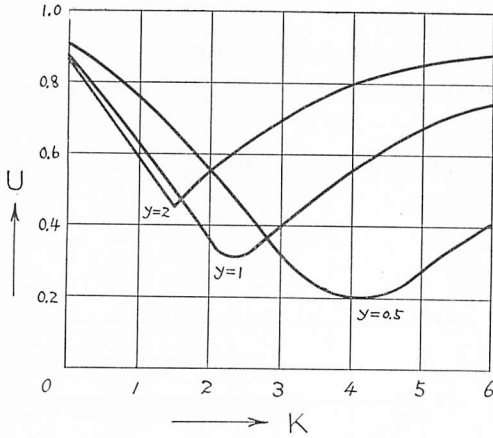
2-6-3. $Z_1=C$, $Z_2=L$, $\theta_s=30^\circ$ の場合

$\alpha=-60^\circ$, $\beta=180^\circ$ となり, (19), (20) 式は夫々次の様になる.

$$\frac{T_s}{T_{bs}} = \frac{y(1+K)}{4+y^2(1-K)^2+2y(1-K)} \quad (30)$$



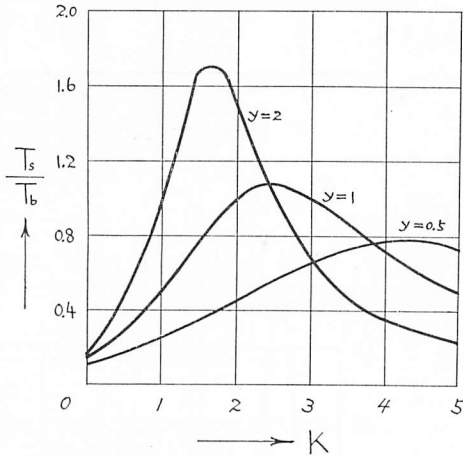
第2図 (a)



第 2 図 (b)

$$U = \left[\frac{3+y^2(1-K+K^2)-3Ky}{3+y^2(1-K+K^2)+3y} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (31)$$

(30), (31) 式に於て y を一定とすればトルクは



(a)

$$K = -1 + \frac{2}{y} \sqrt{y^2 + y + 1}$$

に於て最大となり、不平衡率は

$$K = -1 + \frac{\sqrt{3}}{y} \sqrt{y^2 + y + 1}$$

で最小となる。

又、 K を一定とすれば不平衡率は

$$y = \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{K^4 + K^3 + K + 1}}{K^3 + 1}$$

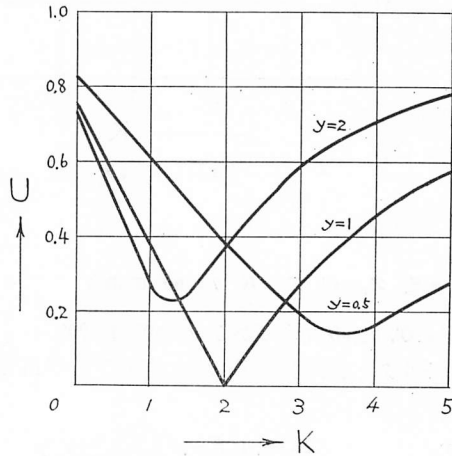
なる時に最小値が得られる。

又、平衡条件は (31) 式より

$$y = \frac{3K \pm \sqrt{3(4K - 4 - K^2)}}{2(1 - K + K^2)} = \frac{3K \pm \sqrt{-3(K-2)^2}}{2(1 - K + K^2)}$$

これより、 $K=2$ の時に於てのみ y の実数値が得られる。即ち $K=2$, $y=1$ に於てのみ平衡する。

第 3 図に y を一定とした場合の曲線を示す。



(b)

第 3 図

2-6-4. $Z_1=R$, $Z_2=L$, $\theta_s=60^\circ$

この場合は、 $\theta_1=0$, $\theta_2=90^\circ$ であるから $\alpha=-30^\circ$, $\beta=90^\circ$ となり、従つてトルク、不平衡率は (19), (20) 式により夫々次の如く表される。

$$\frac{T_s}{T_{bs}} = \frac{2Ky^2 + y(1 + \sqrt{3}K)}{\sqrt{3} \{ 4 + y^2(1 + K^2) + 2y(\sqrt{3} + K) \}} \dots\dots\dots (30)$$

$$U = \left[\frac{3 + y^2(1 - \sqrt{3}K + K^2) + \sqrt{3}y}{3 + y^2(1 + \sqrt{3}K + K^2) + y(2\sqrt{3} + 3K)} \right]^{1/2}$$

$$\dots\dots\dots (31)$$

(31) 式を零と置けば

$$y = \frac{-\sqrt{3} \pm \sqrt{12\sqrt{3}K - 12K^2 - 9}}{2(1 - \sqrt{3}K + K^2)}$$

となり、 y の正数値が存在しないので平衡状態は得られない。

次に (30), (31) 式に於て $y \rightarrow \infty$ なる時の極限值を求めてみる。

極限值は夫々

$$\lim_{y \rightarrow \infty} \frac{T_s}{T_b} = \frac{2\sqrt{3}K}{3+3K^2} \dots\dots\dots (30)'$$

$$\lim_{y \rightarrow \infty} U = \left[\frac{1-\sqrt{3}K+K^2}{1+\sqrt{3}K+K^2} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (31)'$$

によつて表される。

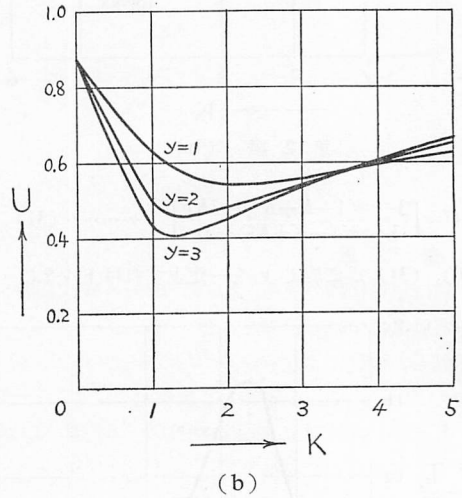
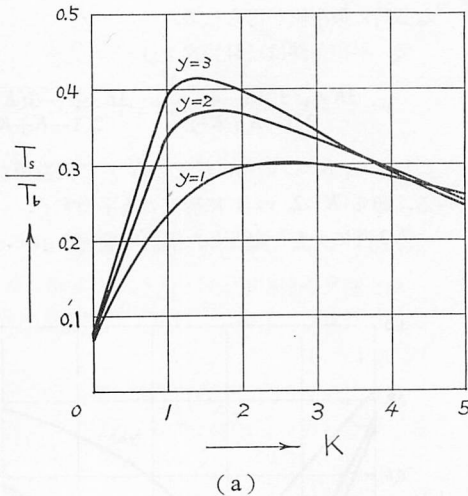
式 (30)' は $K=1$ で最大, その値は $1/\sqrt{3}$ となり,

(31)' 式は $K=1$ で最小, その値は $\sqrt{\frac{2+\sqrt{3}}{2-\sqrt{3}}} \div 0.268$,

となる。

即ち, $Z_1=R, Z_2=L, \theta_s=60^\circ$ の場合は不平衡率が 0.268 以下になることはなく, 又トルク比は $1/\sqrt{3}$ を超えない。

第4図に y を一定とした場合のトルクと不平衡率曲線を示す。



第 4 図

2-6-5. $Z_1=C, Z_2=R, \theta_s=60^\circ$ の場合

$\theta_1=-90^\circ, \theta_2=0$ であるから $\alpha=60^\circ, \beta=90^\circ$ となりトルクと不平衡率は次の様に表すことが出来る。

$$\frac{T_s}{T_b} = \frac{2Ky^2+y(K-\sqrt{3})}{\sqrt{3}\{4+y^2(1+K^2)-2y(\sqrt{3}K-1)\}} \dots\dots\dots (32)$$

$$U = \left[\frac{3+y^2(1-\sqrt{3}K+K^2)-y(2\sqrt{3}K-3)}{3+y^2(1+\sqrt{3}K+K^2)-\sqrt{3}Ky} \right]^{1/2} \dots\dots\dots (33)$$

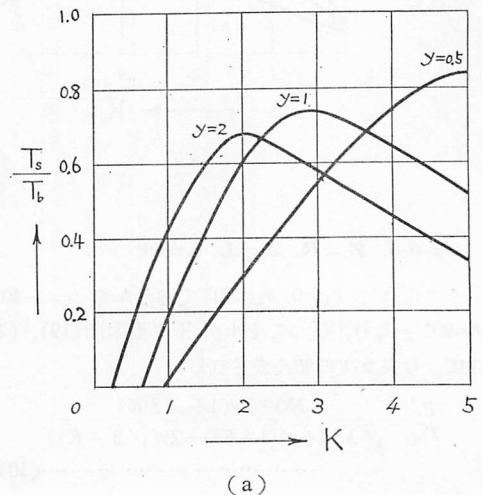
平衡条件は (33) 式を零と置けば

$$y = \frac{(2\sqrt{3}K-3) \pm \sqrt{-3}}{2(1-\sqrt{3}K+K^2)} = \text{虚数}$$

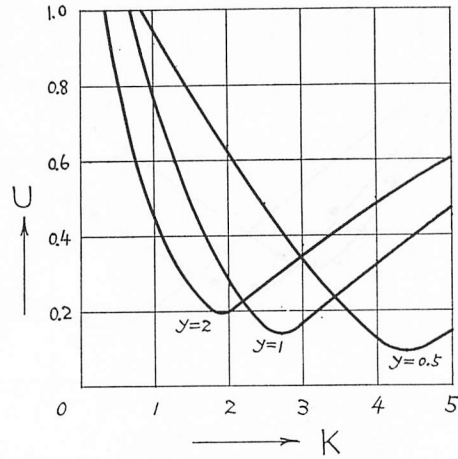
となり Ky の如何なる値に対しても平衡状態は得られないことがわかる。

y を一定とした場合のトルクと不平衡率曲線を第5

図に示す。前者の $Z_1=R, Z_2=L$ と比較して遙かに良好な特性が得られる。



第 5 図



(b)

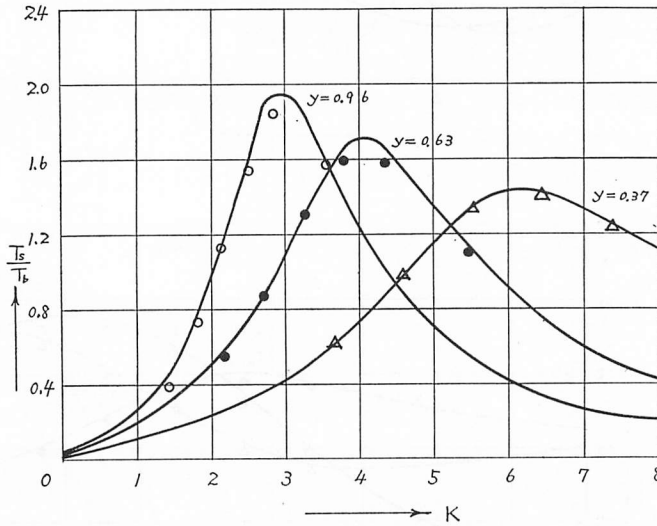
3. 実験

実験は星形接続の三相，200V，60 $\sim$ ，4P，2.2kw の誘導電動機について行つた。静止時のインピーダンスは回転子の位置により多少異つた値を示すので，位置をかえ 50V の電圧を印加して数個所測定した。そのインピーダンスは I に換算して $9.09/\angle 60^\circ \Omega$ ，又相変換器として使用した容量 C とリニヤリアクトル L

のインピーダンス角は夫々約 -90° と 85° であつた。

尚正相及び逆相電流は，実測した各相の電流から図式的に分解して求めた。(JEC，同期機標準規程 附録 IV による。)

第 6 図～第 8 図に実験結果を示す。この結果は理論値と良く一致しており，理論の正しいことを表している。

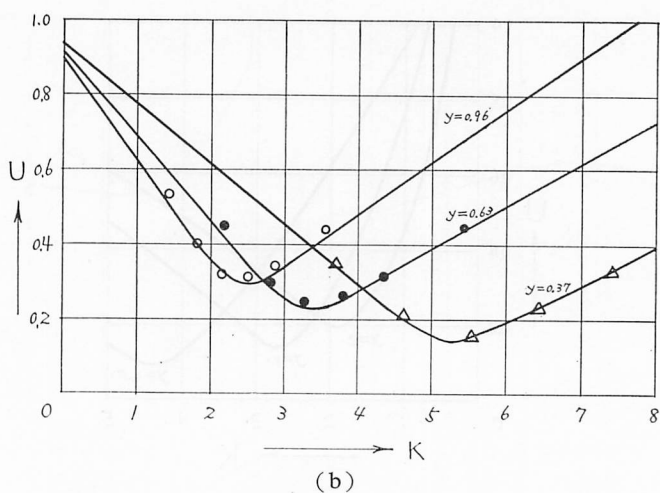


(a)

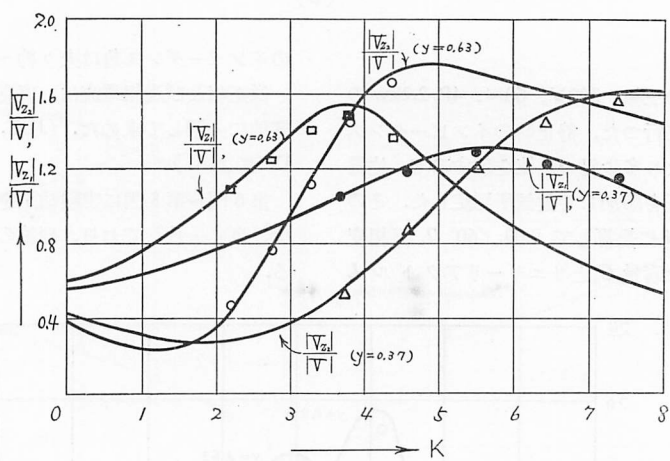
第 6 図

$\theta_1 = -90^\circ$ ， $\theta_2 = 85^\circ$ ， $\theta_s = 60^\circ$ の場合

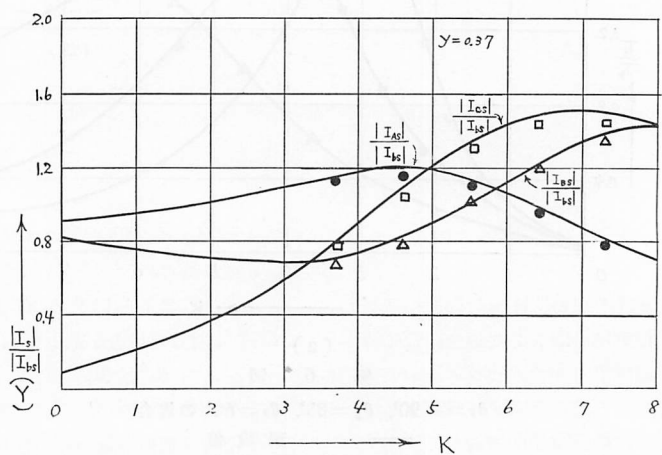
— 理論値
●○△□ 実験値



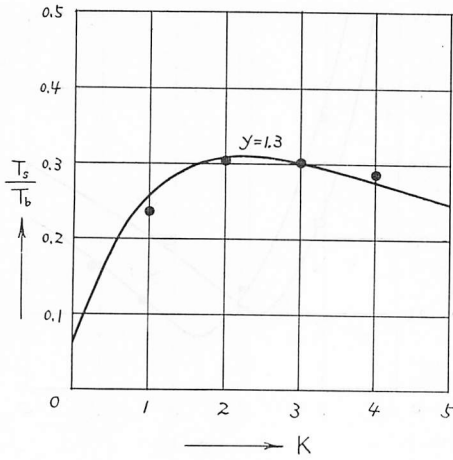
(b)



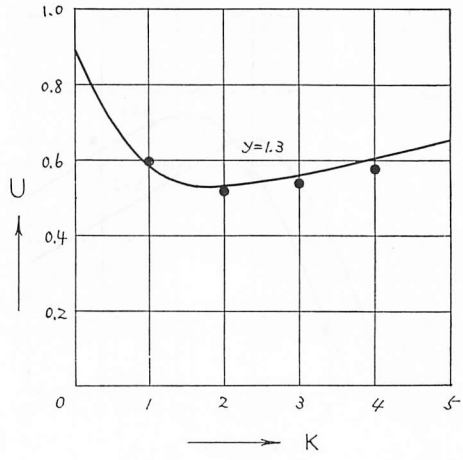
(c)



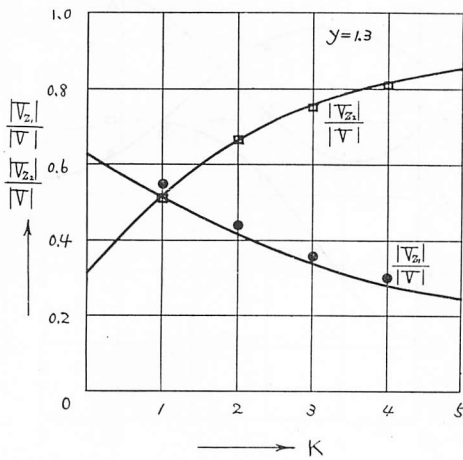
(d)



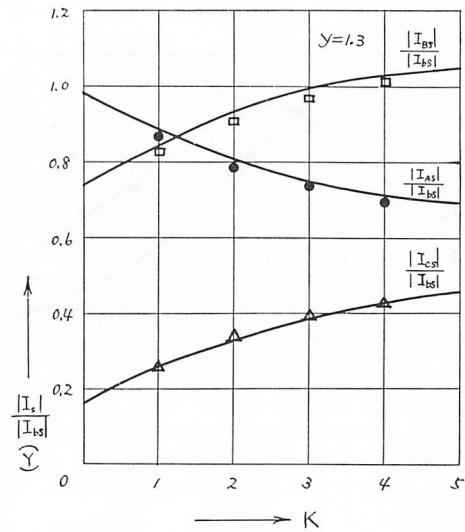
(a)



(b)



(c)



(d)

第 7 図

$\theta_1 = 0, \theta_2 = 85^\circ, \theta_s = 60^\circ$ の場合

— 理論値
● □ △ 実験値

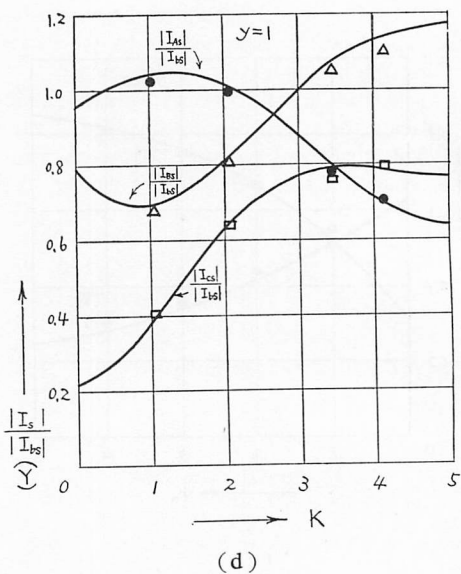
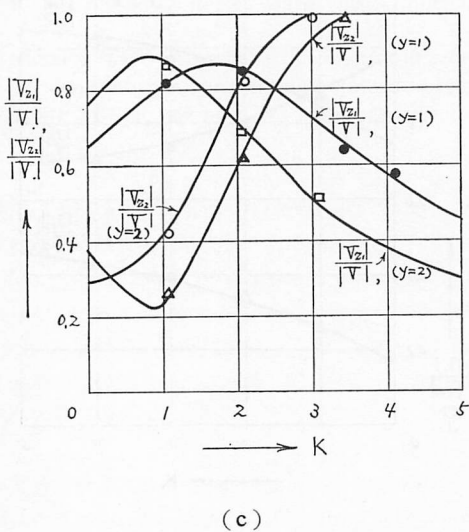
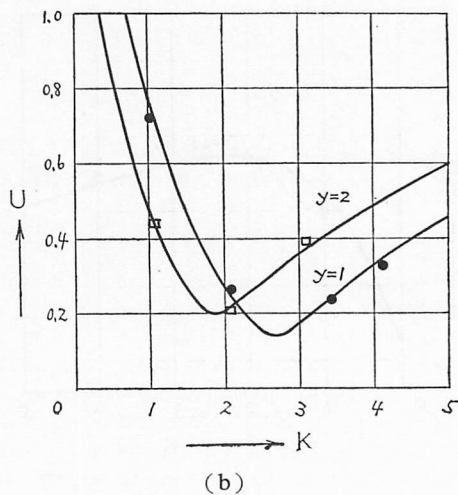
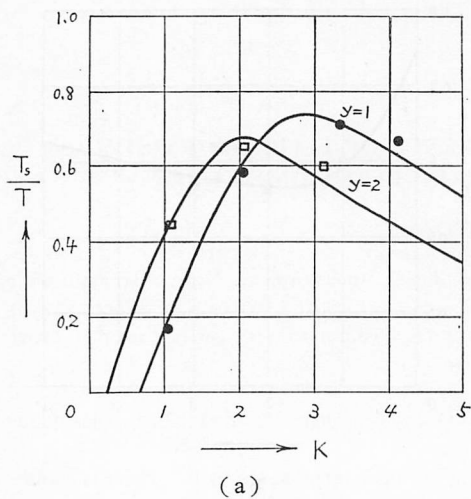
4. 結 び

モノサイクリック電動機の起動特性を対称座標法を用いて解析し、平衡三相電圧を印加した場合の起動特性と比較検討した。その結果は4つのパラメータの函数として表される、しかもこのパラメータはデimensionがないので任意の定格の電動機に対して適用することが出来る。従つて任意の電動機について種々の

相変換器 Z_1, Z_2 を使用した場合の起動の比較が極めて容易になつた。

尚相変換器素子として L, C, R の組合せ3種の内、 L, C を使用した場合が最も優れており、電動機のインピーダンス角 θ_s が 30° の時は $y=1, K=2$ の場合に於て完全な平衡状態が得られる事が明らかにされた。

終りに当り御指導戴いた本学西山教授に深く感謝の意を表します。



第 8 図
 $\theta_1 = 90^\circ$, $\theta_2 = 0$, $\theta_3 = 60^\circ$ の場合
 — 理論値
 ●○△□ 実験値

参 考 文 献

- (1) J. E. Brown, and C. S. JHA.: 'The Starting of a Three-Phase Induction Motor connected

to a Single-Phase Supply System', Proceedings I. E. E., Paper No. 2860U, Apr, 1959.