

角形コアを使用した小形三相誘導電動機の磁気回路の解析

Analysis of Magnetic Circuit in Small Type Three-Phase Induction Motor Using Square Type Core

上 村 民 夫* 山 中 宗 定*

Tamio Uemura

Munesada Yamanaka

内 容 梗 概

三相誘導電動機には、各相とも同一巻数で、同一の磁化力を持つように丸形固定子鉄心が採用されるのが一般的であるが、鉄心材料の歩留りの点や、電動機の通風冷却効果の点で、角形固定子鉄心（以下角形鉄心と略称する）を使用することが、特に小形のものにおいては有利な場合が多い。しかし三相誘導電動機に角形鉄心を使用すると、各相の磁気回路の間にアンバランスを生じ、特性上好ましくない結果を生ずる。

そこで、角形鉄心について、磁気回路の解析を行ない、各相電流の平衡条件を求め、特殊巻線法を施すことによってその製品化が可能となった。

1. 緒 言

鋼板フレームを使用し、電動機の小形軽量化を図ることは、世界のう勢であるが、小形化することにより、電動機の温度上昇値が高くなることは避けられない。特に鋼板フレーム電動機では、熱の発生源である固定子鉄心が、フレームに密着する関係上、冷却効果の高い通風方式の採用が必要である。

日立鋼板フレーム小形電動機では、固定子に角形鉄心を採用し、軸流通風方式で冷却効果を高めるようにした。この場合、角形鉄心の固定子背面磁路の磁束密度が、局部的に高くなり、その影響で三相の磁気的不平衡を生じ、電流の相アンバランスを生ずる結果となる。これを防ぐため磁気回路の解析を行なって平衡条件を求め、各相巻線を修正する特殊巻線法により、平衡磁路を持つ丸形鉄心と同等の性能を得ることが可能となった。

以下、その詳細と角形鉄心を使用した鋼板フレーム小形三相電動機の概要について述べる。

2. 角形鉄心の背面磁気回路の解析

本研究の対象である小形三相電動機では、わく番が現行の JEM-910 S を適用した鋳鉄フレーム 200W 三相誘導電動機の外径 170φ に比し、120φ と大幅に減少されるため、冷却効果の高い通風機構が必要で、その採用を検討した。

通風方式を大別すると、第1図および第2図に示す軸流通風方式と幅（ふく）流通風方式に分けられる。同一電氣的仕様の固定子と回転子を用い、両構造のものについて実験検討の結果、第1表に示すように小形のものでは、軸流通風方式のほうが冷却効率が高いことがわかった。

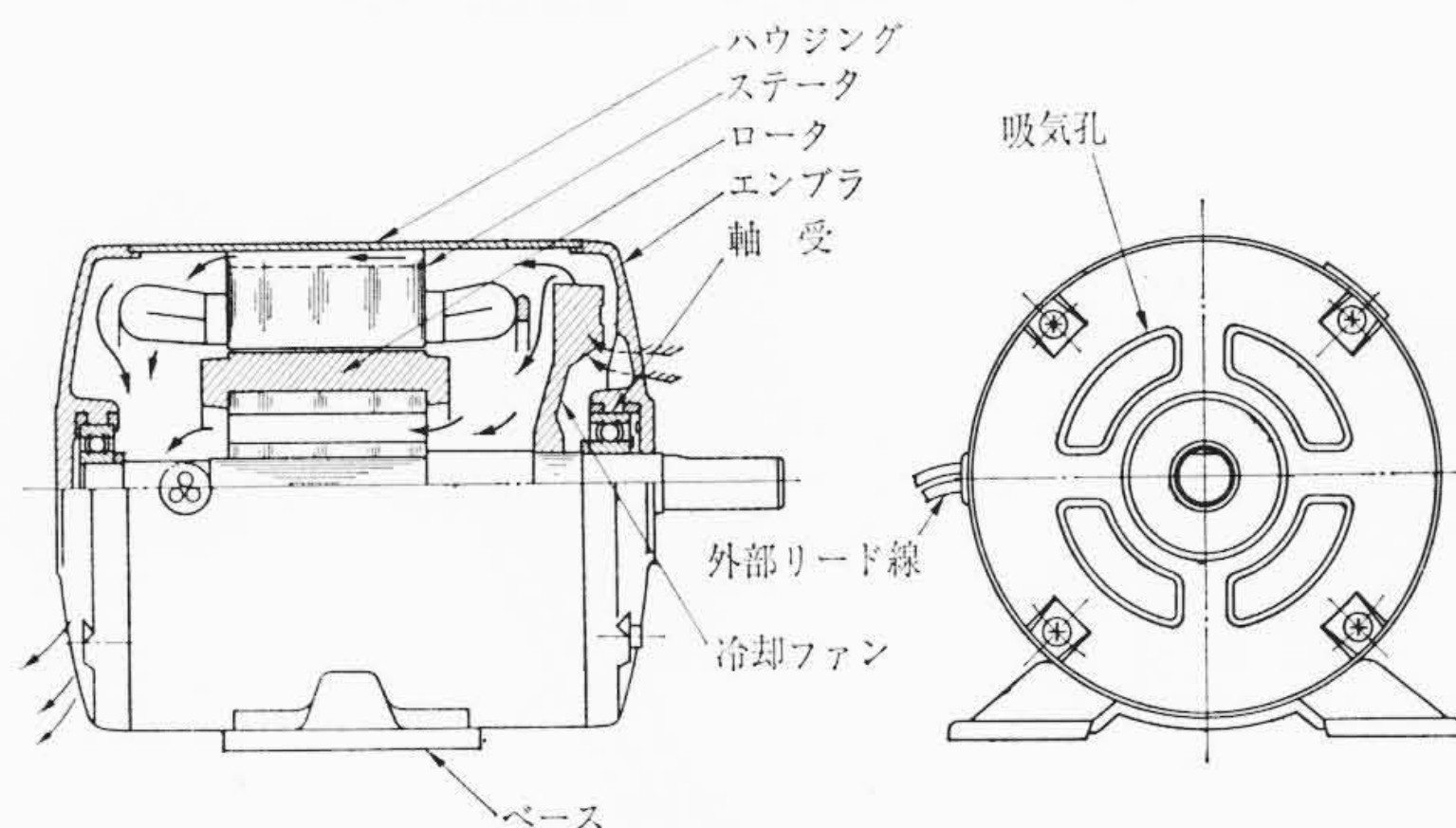
第3図に示される角形コアを用いて、第4図に示すように各相同一巻数の巻線を施した電動機について無負荷電流を測定すると、第5図のように、各相電流が不平衡となり、JIS C 4201 低圧三相誘導電動機で規定される不平衡率 ±5% を越える。

第1表 軸流、幅流通風方式の温度上昇比率比較

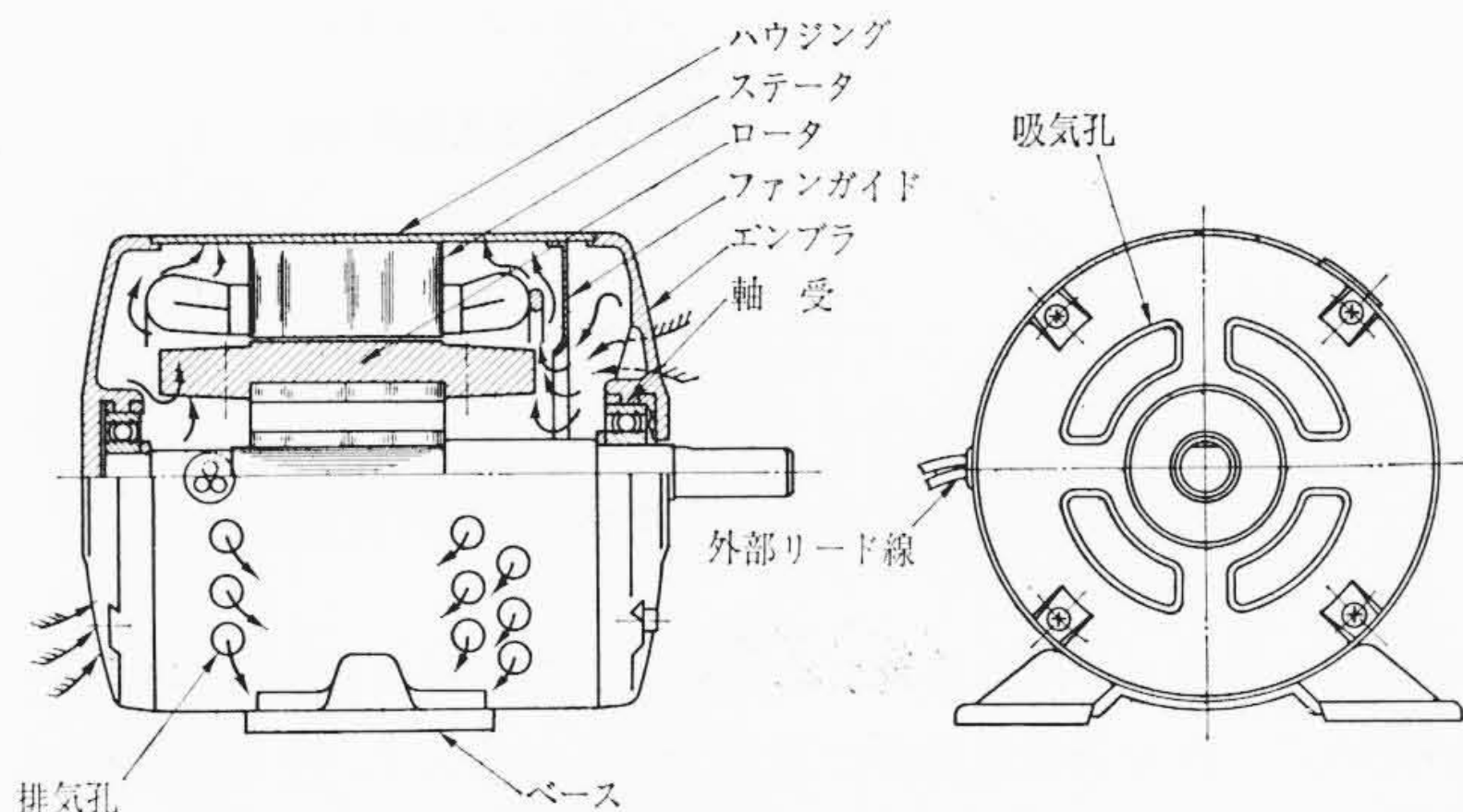
通 風 方 式	出 力 (W)	電 圧 (V)	周 波 数 (c/s)	温度上昇 (%)	
				コイル	わく
軸 流	200	200	50	100	100
幅 流	200	200	50	113	116

注： 負荷電流および電流密度を同一値とし、軸流方式の温度上昇(deg)を100%とした場合の比率で示した。

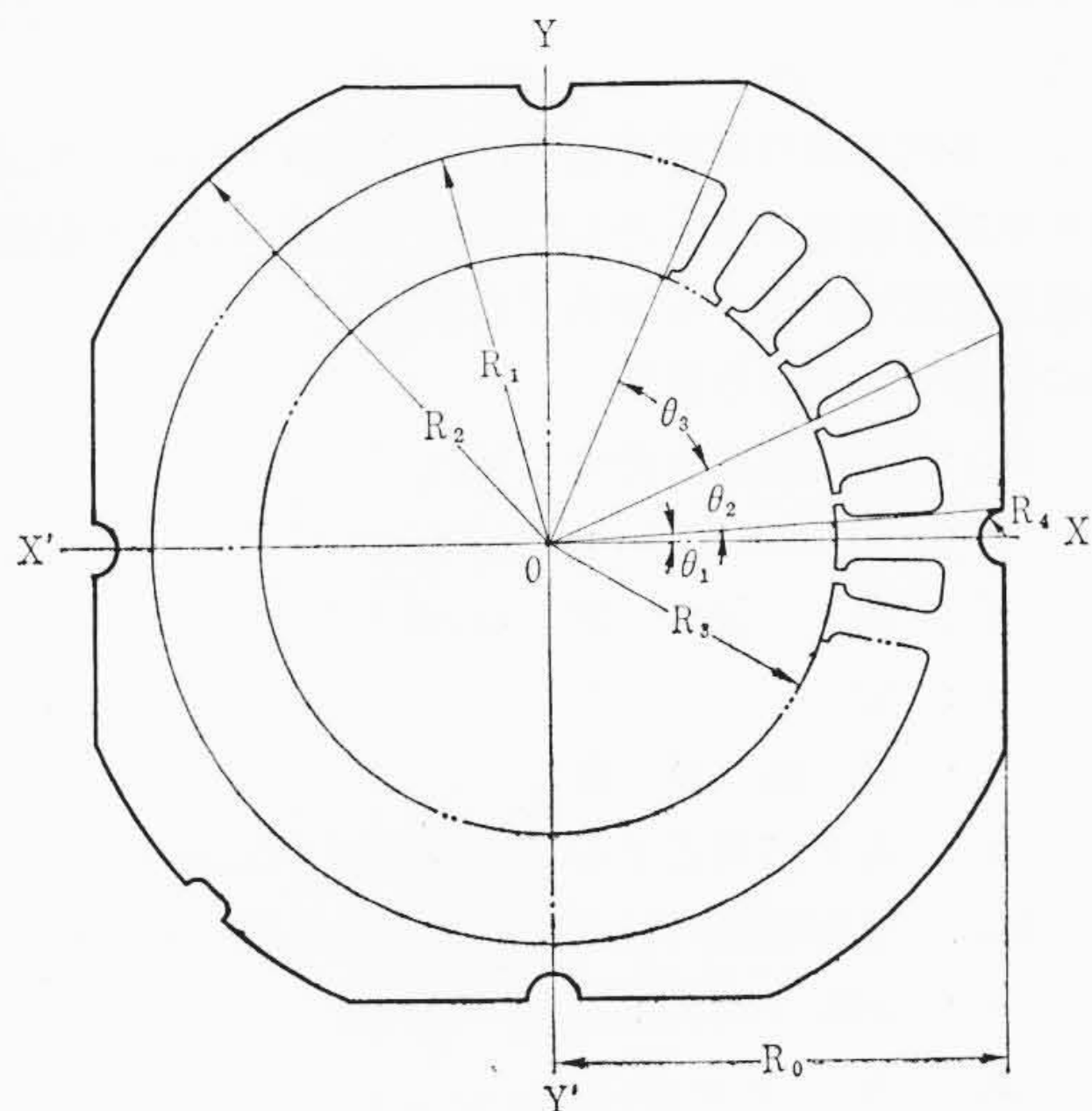
* 日立製作所多賀工場



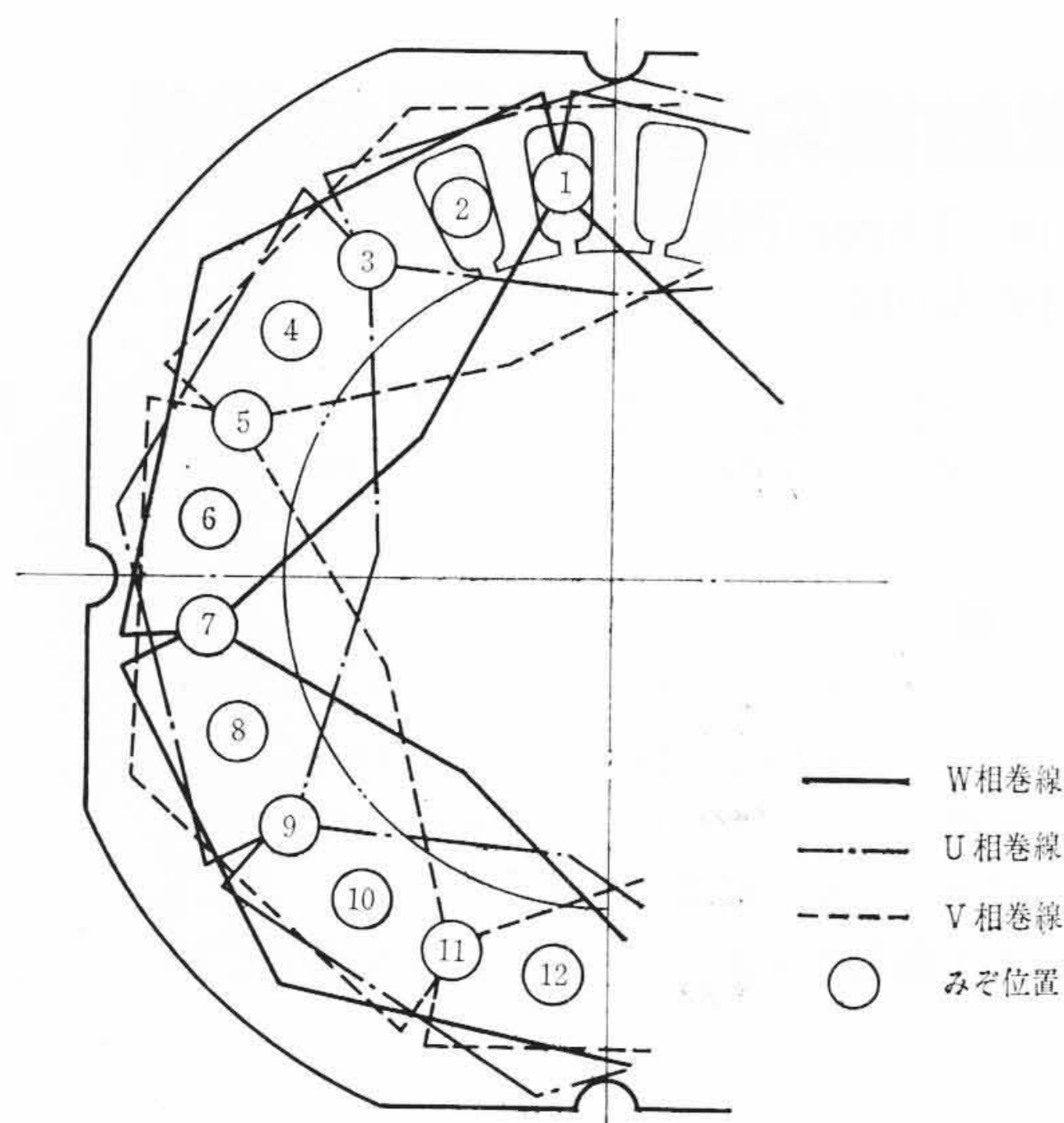
第1図 軸流通風方式構造図



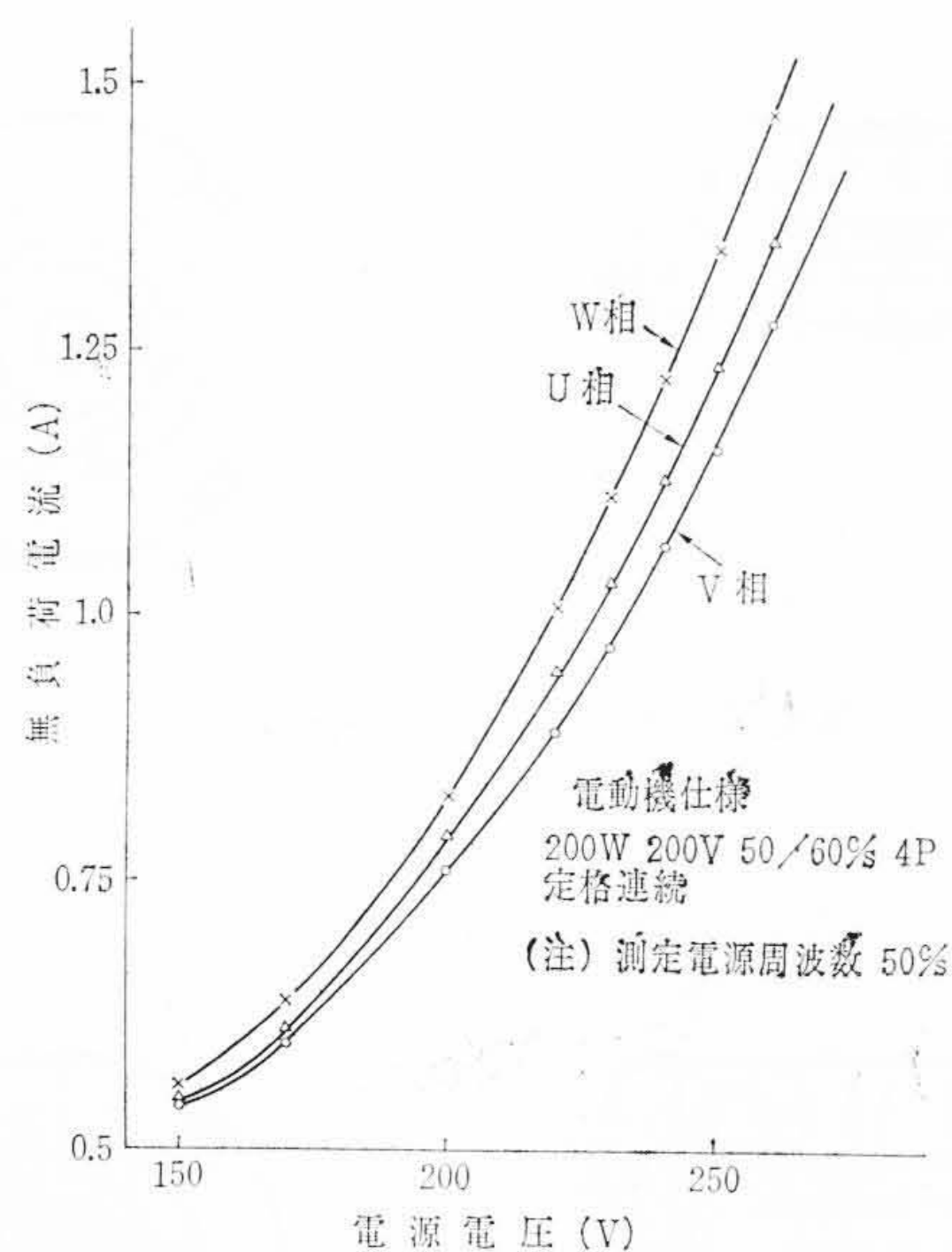
第2図 軸流通風方式構造図



第3図 三相誘導電動機用角形コアの形状



第 4 図 角形鉄心の三相巻線状態図



第 5 図 電源電圧対無負荷電流特性曲線(実測値)

しかし、角形コアは丸形コアに比較すると、材料歩留りが非常によいので、これを三相電動機に適用するにあたって、その磁気回路の解析を行ない、不平衡の原因を研究し、磁気的不平衡をなくする巻線方式について、次の 2 種類の方法、すなわち A 法と B 法の両者について比較検討した。

(1) A 法

これは、各相巻線の対応する背面磁路幅の平均をとり、背面磁束密度が空げき磁束分布とともに変化する場合の背面磁化力を求め、無負荷電流を計算する方法である。

計算に使用する記号の説明

- B_{g0} : 空げき磁束密度 (G)
- E : 相間電圧 (V)
- f : 周波数 (c/s)
- f_1 : 定数
- f_w : 巻線係数
- h_c : 各 θ に対応する背面磁路幅 (mm)
- h_{cm} : 各相巻線の対応する背面磁路幅 (mm)
- h_r : 回転子背面磁路幅 (mm)
- K : カーター係数
- L : 積厚 (mm)

- l_g : 空げき長 (mm)
- n : 毎相の総導体数
- Nt_{pp} : 毎極の有効導体数
- P : 極数
- r : 固定子巻線一相当りの抵抗値 (Ω at 75°C)
- R_0 : コアの中心より角形にスリットした部分までの幅 (mm)
- R_1 : みぞ底半径 (mm)
- R_2 : コアの外径半径 (mm)
- R_3 : コアの内径半径 (mm)
- R_4 : 通しボルト案内みぞ半径 (mm)
- t_r : 回転子歯部の幅 (mm)
- t_s : 固定子歯部の幅 (mm)
- τ_{s1} : 固定子みぞ間げき (mm)
- τ_{s2} : 回転子みぞ間げき (mm)
- φ : X-X' 軸からの遅れ面 (rad)

第 3 図より

$$\left. \begin{aligned} h_c &= R_0 \cos \theta - R_1 - \sqrt{R_4^2 - R_0^2} \sin \theta \quad (\text{mm}) \\ 0 &\leq \theta \leq \theta_1 \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} h_c &= R_0 \sec \theta - R_1 \quad (\text{mm}) \\ \theta_1 &\leq \theta \leq \theta_2 \end{aligned} \right\} \dots\dots (2)$$

$$\left. \begin{aligned} h_c &= R_2 - R_1 \quad (\text{mm}) \\ \theta_2 &\leq \theta \leq \theta_3 \end{aligned} \right\} \dots\dots (3)$$

角度 θ_3 以上は (1) ~ (3) 式の応用で h_c を求める。

今各相巻線のまたがりを $\theta_{i \min} \sim \theta_{i \max}$ として与え近似的に (4) 式により背面の面積 S を求め (5) 式より平均背面磁路幅 h_{cm} を求める。

$$S = \frac{1}{2} \int_{\theta_{i \min}}^{\theta_{i \max}} (2 h_c R_1 + h_c^2) d\theta \quad (\text{mm}^2) \dots\dots (4)$$

$$\begin{aligned} (h_{cm}^2 + 2 h_{cm} R_1) \frac{\theta_{i \max} - \theta_{i \min}}{2} \\ - \frac{1}{2} \int_{\theta_{i \min}}^{\theta_{i \max}} (2 h_c R_1 + h_c^2) d\theta = 0 \dots\dots (5) \end{aligned}$$

次に空げき磁束密度 $B_{g0}(\text{G})$ が各相巻線のまたがり $\theta_{i \min} \sim \theta_{i \max}$ 間を正弦波的に変化するものと仮定し、角度 θ に対する空げき磁束密度を $B_g(\theta)$ とすれば (6) 式が成り立つ

$$B_g(\theta) = B_{g0} \sin(2\theta + \varphi) \quad (\text{G}) \dots\dots (6)$$

背面磁束密度は (6) 式で求めた空げき磁束密度と電気角で $\pi/2$ (rad) の位相差を持ち、正弦波的に変化すると仮定すると、角度 θ に対応する背面磁束密度 $B_{cm}(\theta)$ は

$$B_{cm}(\theta) = B_{g0} \sin\left(2\theta + \frac{\pi}{2} + \varphi\right) \cdot k \cdot \frac{1}{h_{cm}} \quad (\text{G}) \dots\dots (7)$$

ただし

$$k = \frac{\pi R_3}{P \cdot f_1} \dots\dots (8)$$

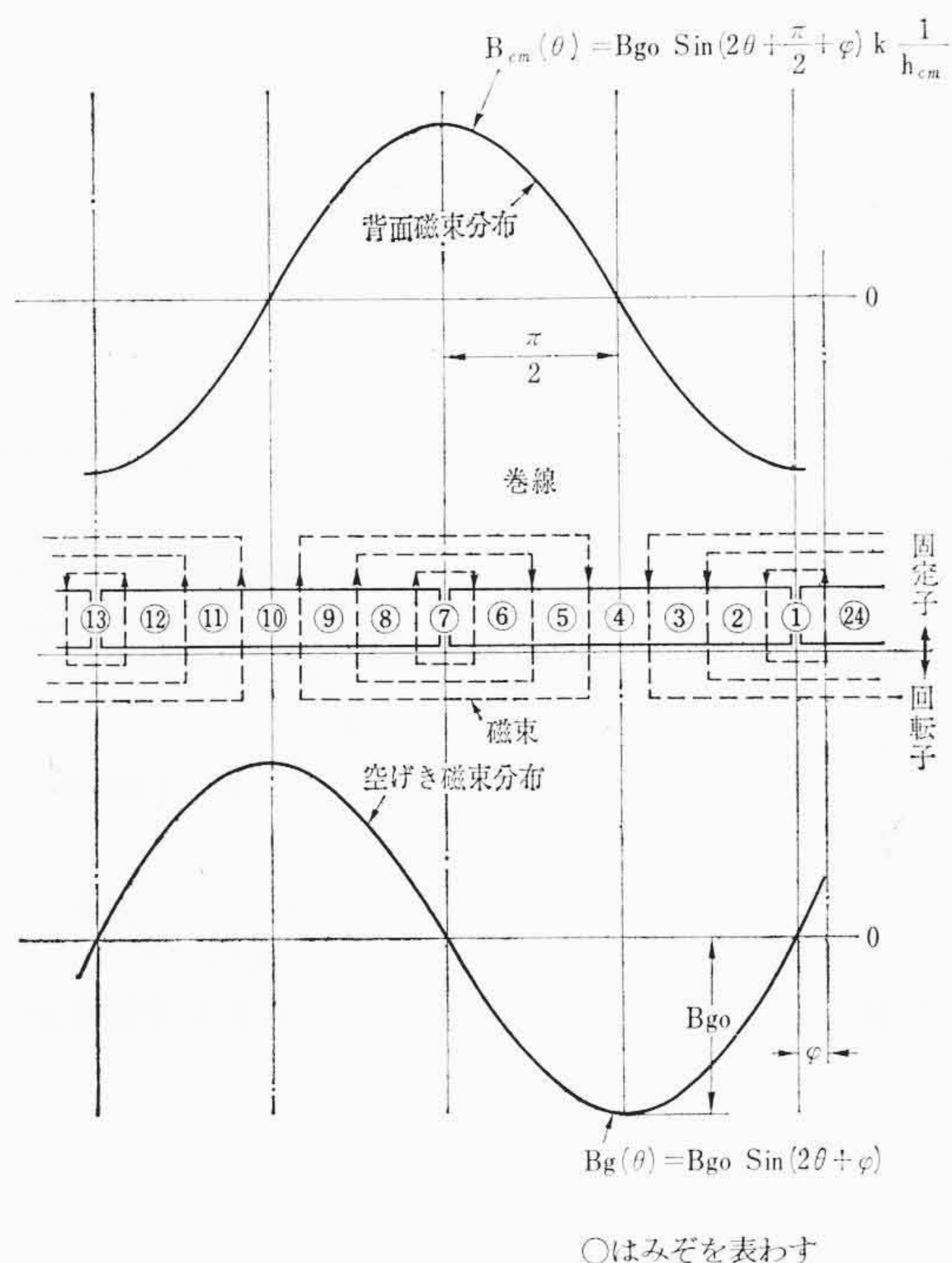
なお、 $B_g(\theta)$ と $B_{cm}(\theta)$ の仮定関係を第 6 図に示した。

(7) 式で求めた任意角度の背面磁束密度 $B_{cm}(\theta)$ より背面磁化力 $AT_m(\theta)$ を磁化特性曲線より読み取りながら、それぞれの巻線のまたがりに相当する全背面磁化力 AT_m を求める。

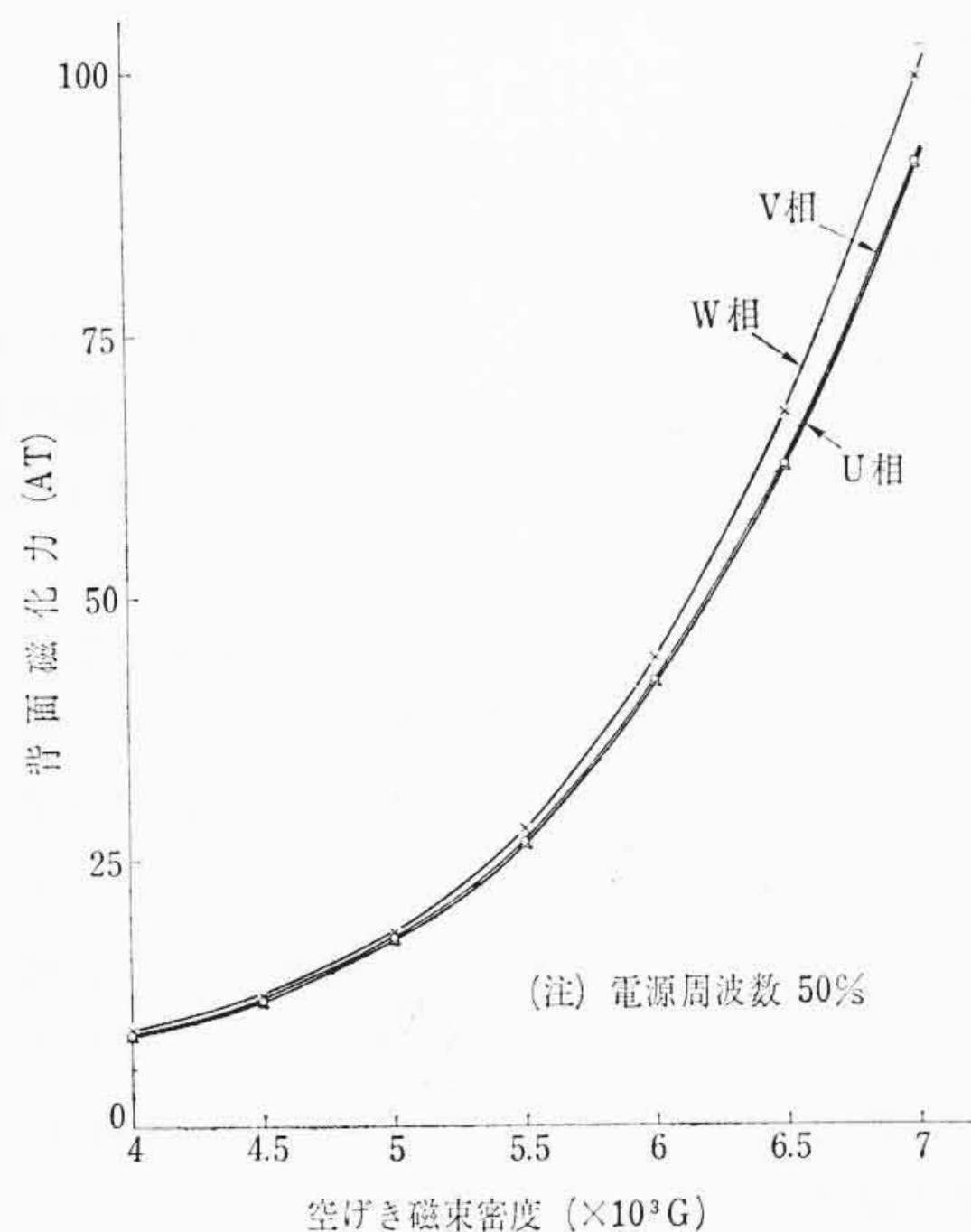
$$\begin{aligned} AT_m = \frac{1}{10} \int_{\theta_{i \min}}^{\theta_{i \max}} (2 R_1 + h_{cm}) AT_m(\theta) \cdot d\theta \\ (\text{アンペア回数}) \dots\dots (9) \end{aligned}$$

(2) B 法

各相背面磁路幅として角度 θ のときの実長をとり、さらに空げき磁束密度とともに、背面磁束密度が変化する場合の背面磁化力を求め、無負荷電流を計算する方法。



第6図 計算式で仮定した巻線に対応した空けきおよび背面磁束変化曲線(第4図のW相を例に取った)



第7図 A法による空けき磁束密度対背面磁化力曲線

A法の計算式中、(4)、(5)式を除き、同様の方法で、全背面磁化力 AT (アンペア回数) を求める。

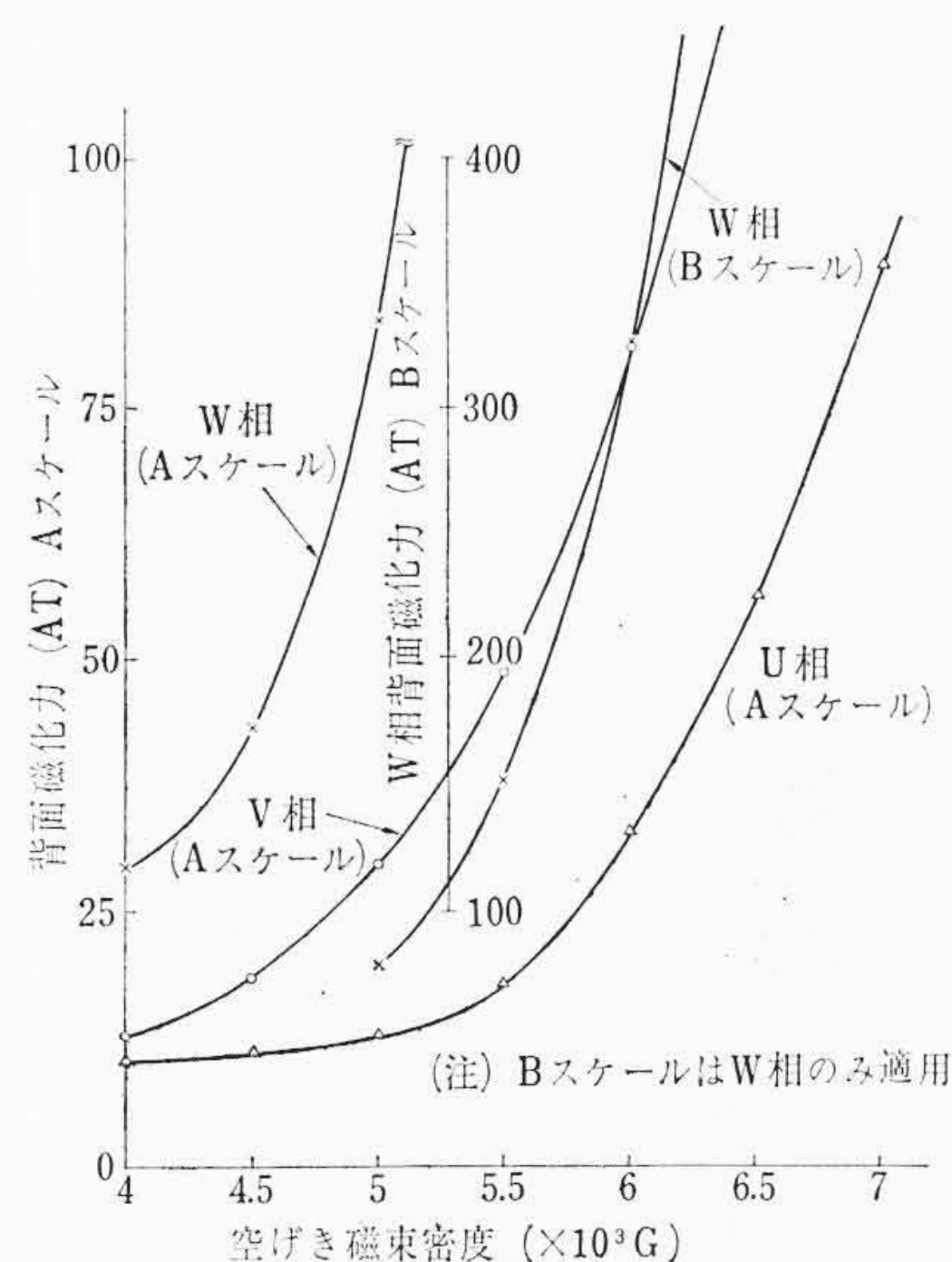
第7,8図は、A法およびB法による空けき磁束密度に対する各相の背面磁化力を比較したもの。

第9~11図には各相について、A法とB法の巻線ピッチに対応する背面磁束密度と背面磁路幅を示した。各相とも、空けき磁束密度を一定値として計算した。

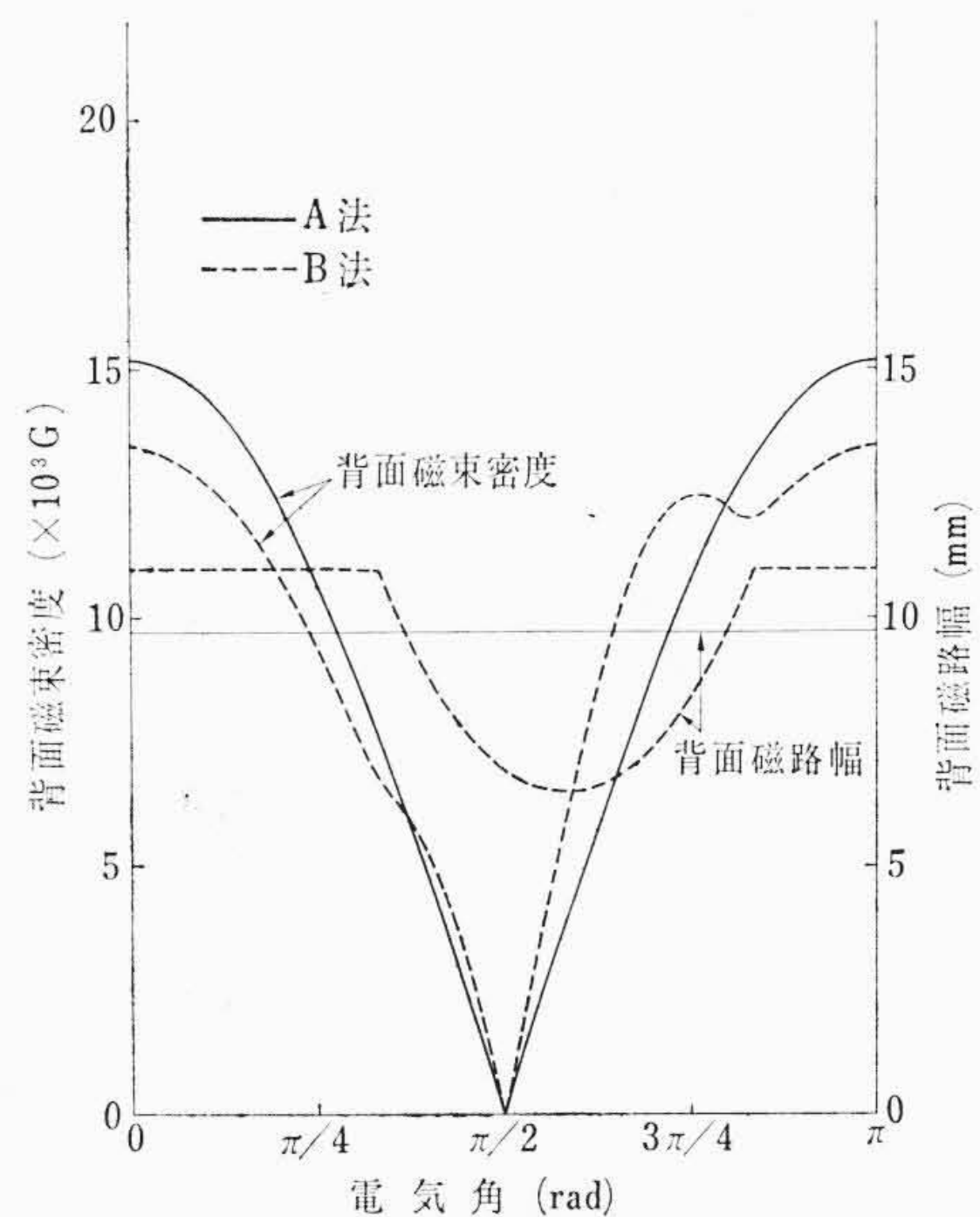
第12~14図は、上記で求めた背面磁化力と、下式から電源電圧に対する計算上の無負荷電流値を実測値と比較したものである。

毎極の磁束量 Φ および固定子歯部磁束密度 B_{t1} 、回転子歯部磁束密度 B_{t2} 、回転子背面磁束密度 B_{c2} を下式より求め、さらに各部の磁束密度に対応する 1 cm 当たりのアンペア回数を磁化曲線より求める。

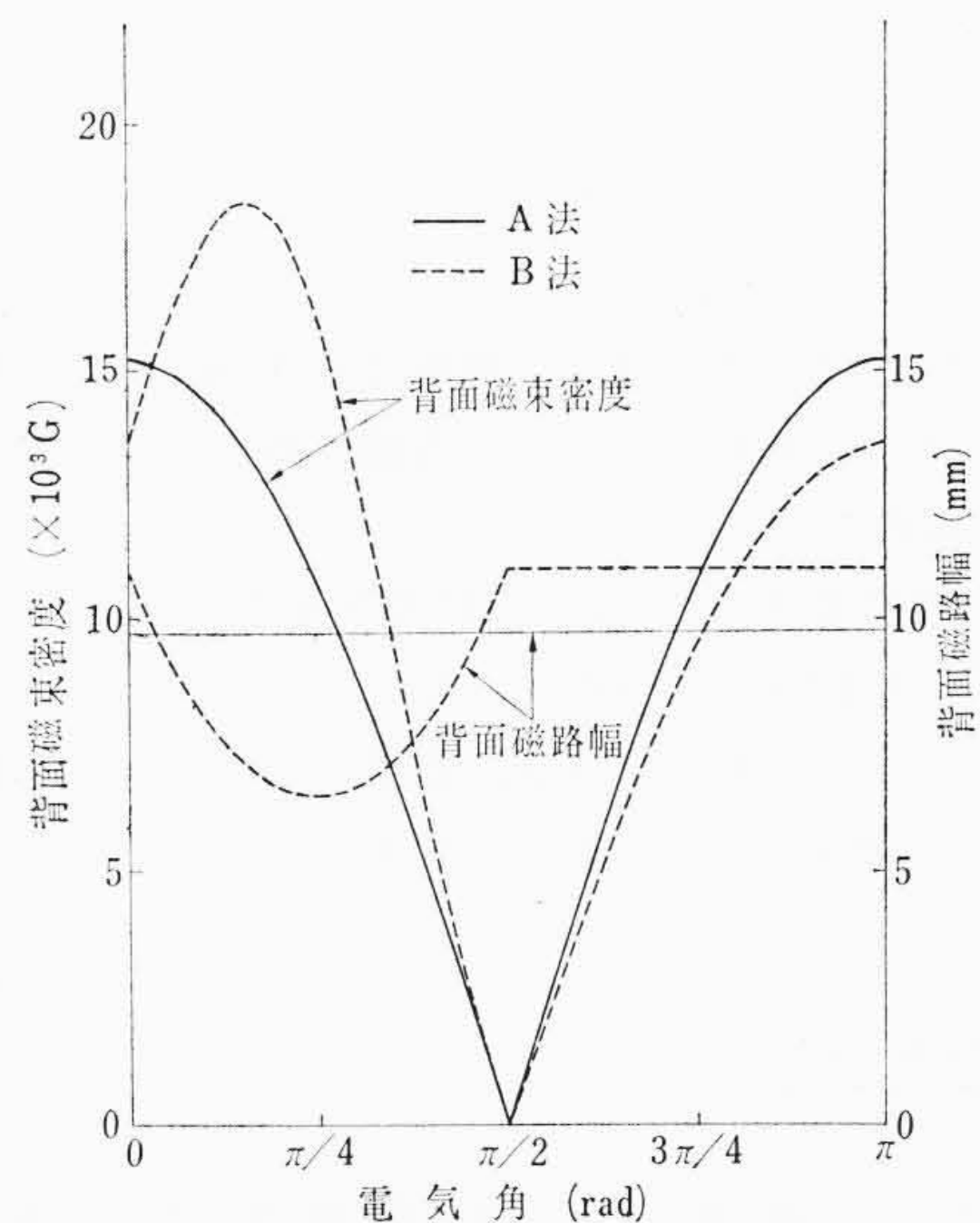
$$\Phi = \frac{|\dot{E} - \dot{I}_{00} r|}{4.44 \cdot f \cdot \frac{n}{2} \cdot f_w} \times 10^8 \quad (\text{Mx}) \quad \dots\dots\dots (10)$$



第8図 B法による空けき磁束密度対背面磁化力曲線

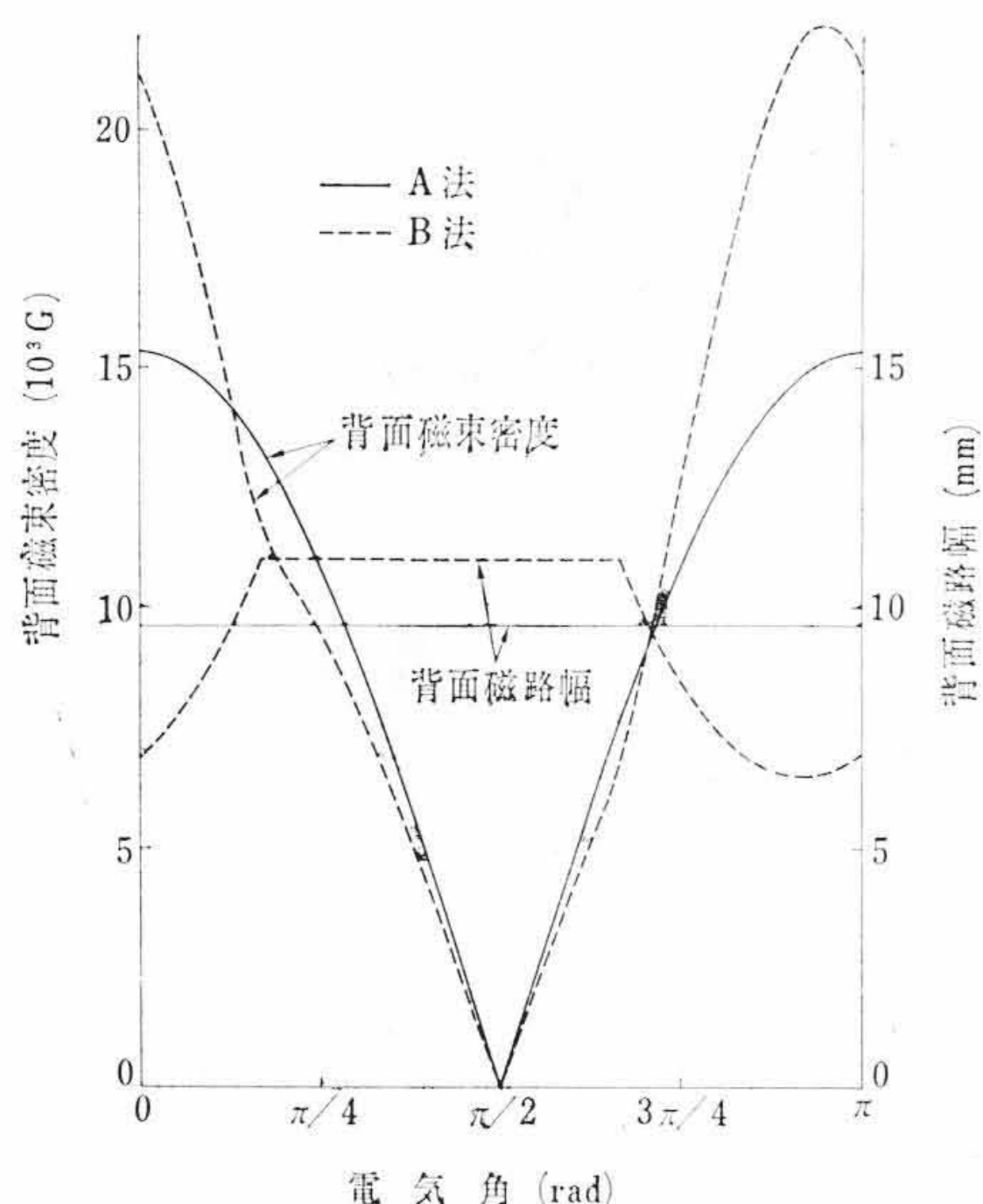


第9図 U相巻線におけるA法、B法の背面磁束密度

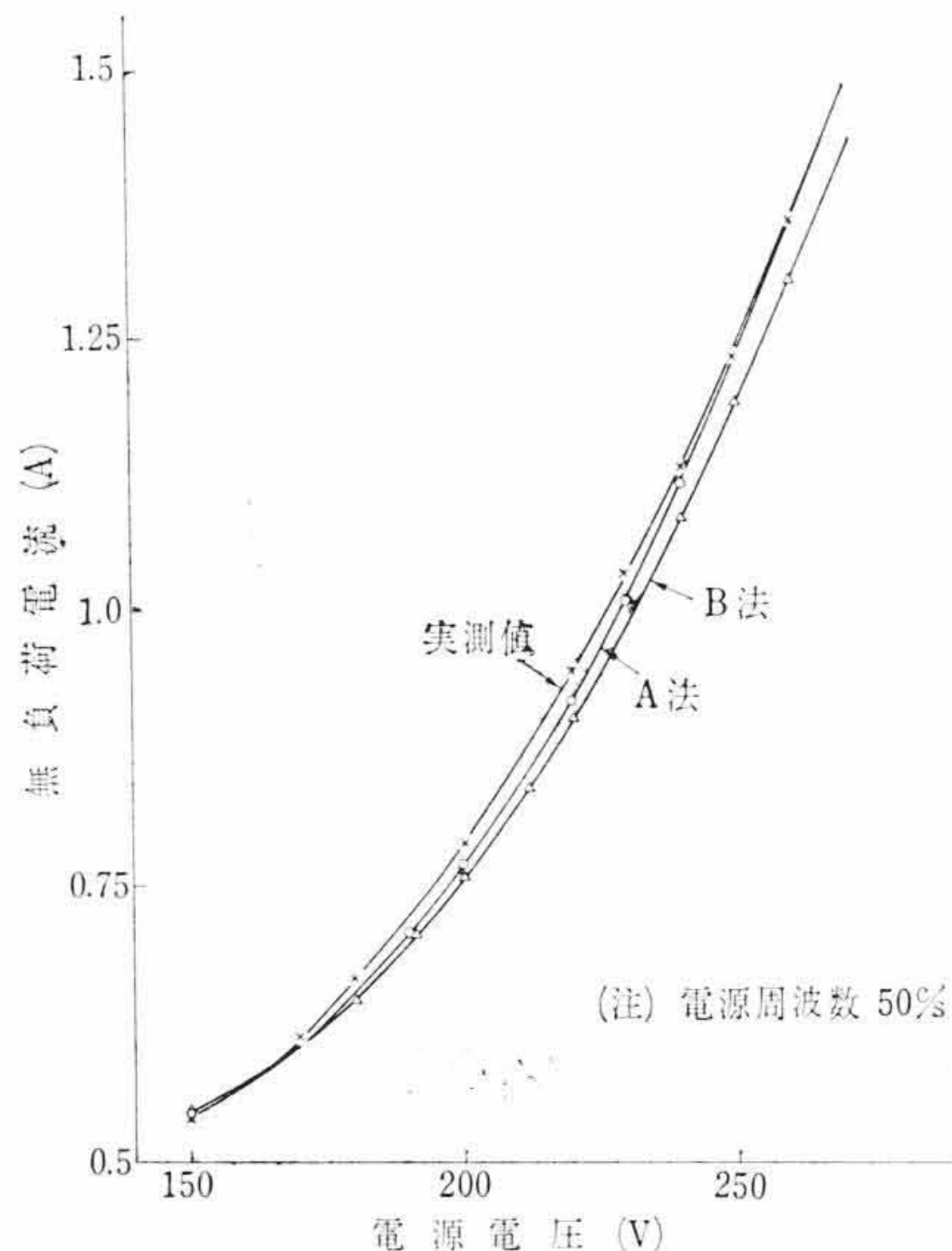


第10図 V相巻線におけるA法、B法の背面磁束密度および磁路幅比較

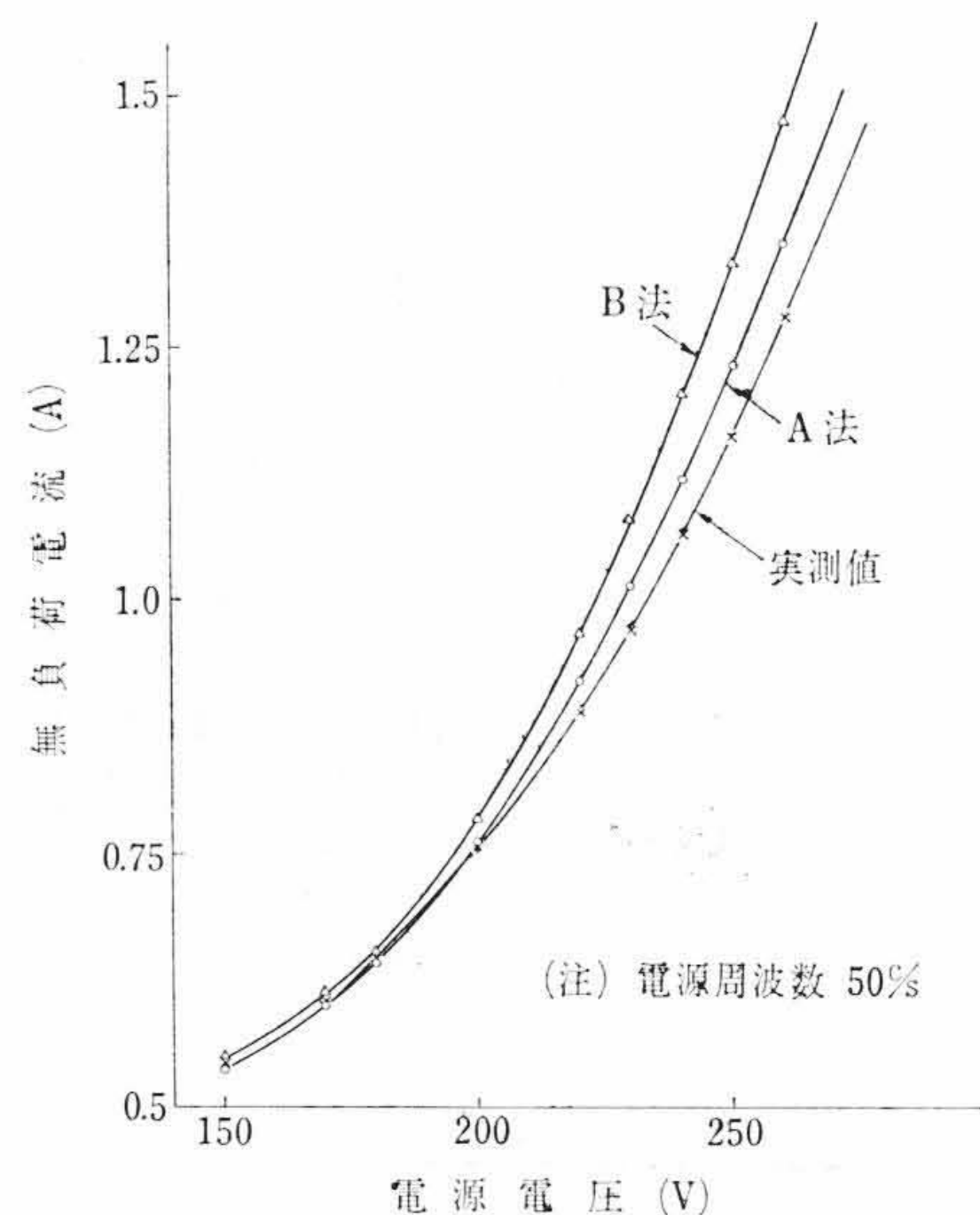
$$B_{t1} = \frac{\pi \cdot B_{g0} \cdot \tau_{s1}}{2 \cdot t_s \cdot f_l} \quad (\text{G}) \quad \dots\dots\dots (11)$$



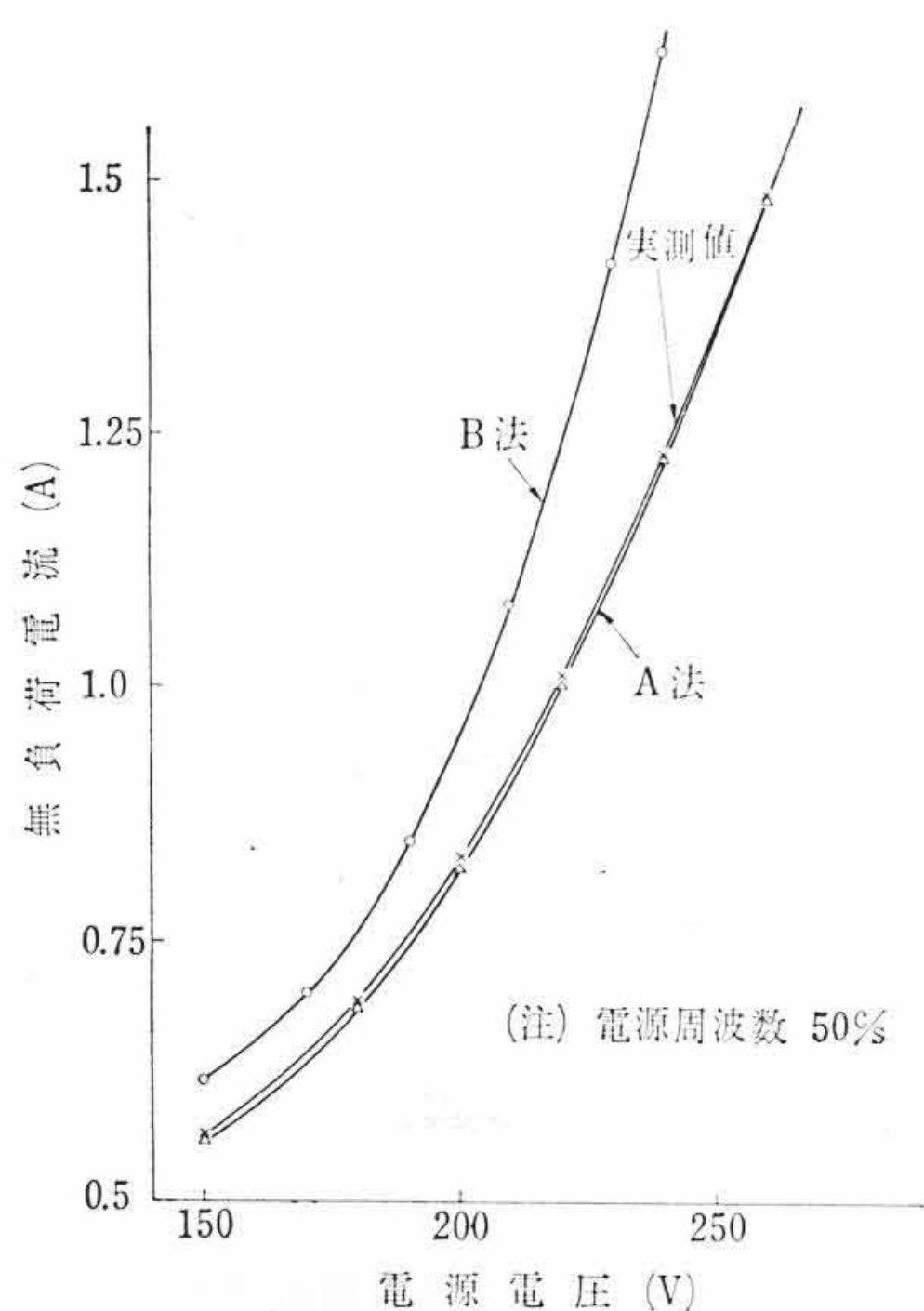
第 11 図 W 相巻線における A 法, B 法の背面磁束密度および磁路幅比較



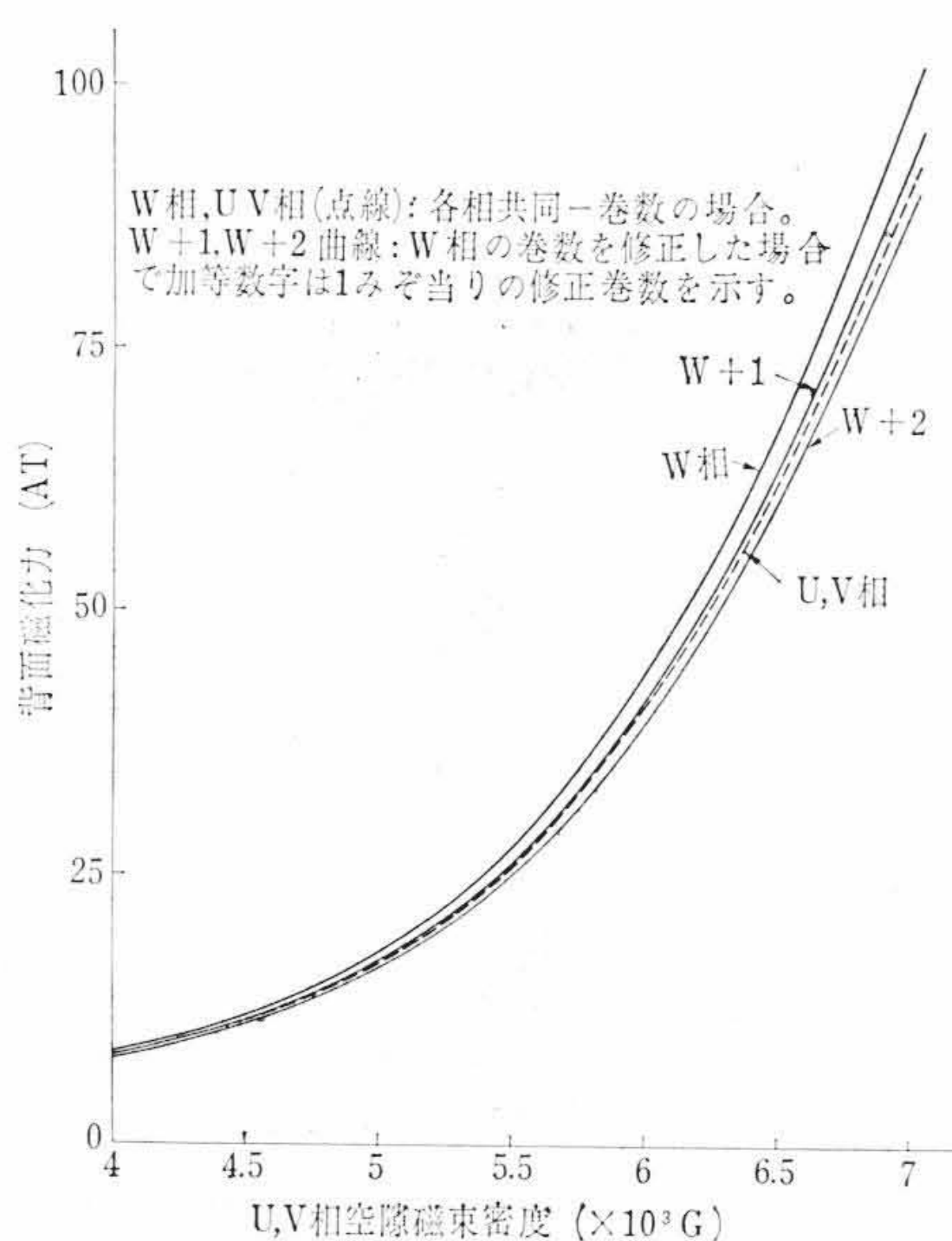
第 12 図 U 相無負荷電流比較



第 13 図 V 相無負荷電流比較



第 14 図 W 相無負荷電流比較



第 15 図 W 相背面磁化力曲線

$$Bt_2 = \frac{\pi \cdot B_{g0} \cdot \tau_{s2}}{2 \cdot t_r \cdot f_l} \quad (\text{G}) \quad (12)$$

$$B_{c2} = \frac{\Phi}{2 \cdot L \cdot h_r \cdot f_l} \quad (\text{G}) \quad (13)$$

(11)～(13)式で求めた磁束密度に対応する 1 cm 当たりのアンペア回数に、おのこの磁路長を乗じ、各部に要する磁化力 (アンペア回数) AT を求める。

また、空げきに要する AT_g は (14) 式となる。

$$AT_g = 0.125 \cdot B_{g0} \cdot l_g \cdot K \quad (14)$$

上記各部の磁化力の和と、A 法, B 法で求めた磁化力の総和を AT_t とすると、励磁電流 (≡ 無負荷電流) I_{00} は (15) 式より求められ

る。

$$I_{00} = \frac{AT_t}{Nt_{pp}} \quad (\text{A}) \quad (15)$$

ただし、

$$Nt_{pp} = \frac{1.35 \cdot n \cdot f_w}{P} \quad (16)$$

まず、各相の背面磁化力を比較すると、A 法では U, V 相がほとんど差がなく、W 相が若干高い。B 法では、各相の差が顕著に出ている。特に W 相では背面磁路幅の狭い所で、高磁束密度になるため、第 11 図からもその状態が読み取られる。

次に、各相の無負荷電流を比較すると、B 法より A 法がより実測値に近い値を取っている。特に、B 法で求めた W 相の電流値が、実測値および A 法で求めた値より大きな差が生じたのは、背面磁路幅が小さい部分で、漏えいする磁束を考慮に入れないため、高い磁束密度になり、実際より多い AT を計算した結果と思われる。今後漏えい磁束に対する研究を行なう必要がある。

以上のように、各相電流に不平衡が生じ、これを修正する方法として、上記の傾向に着目し、現在の角形コアの形状を変更せず、W 相の空げき磁束密度を U, V 空げき磁束密度より低くし、背面磁化力を平衡させる方法、すなわち、W 相の巻線数を修正して平衡条件を求める方法を A 法で行なった。

第 15 図は U, V 相の空げき磁束密度に対し、W 相の 1 みぞ当たりの巻線数を U, V 相より 1 ターンずつ変え、磁化力の修正曲線を求めたものである。

この図より、U, V 相の任意空げき磁束密度に対し、W 相の背面

第 2 表 W 相修正前の無負荷電流不平衡比較

電動機仕様 200W 50/60 c/s 4P 定格連続

項目	160		180		200		220		240		260	
	実測値	A法計算値	実測値	A法計算値	実測値	A法計算値	実測値	A法計算値	実測値	A法計算値	実測値	A法計算値
各相平均電流 (A)	0.576	0.576	0.669	0.652	0.793	0.784	0.948	0.943	1.140	1.150	1.371	1.394
U 相不平衡率 (%)	-1.2	-0.6	-0.6	-0.6	-0.4	-2.1	-0.3	-2.9	-0.9	-3.5	-0.8	-2.9
V 相不平衡率 (%)	-2.1	-1.8	-2.8	-1.4	-4.2	-3.1	-6.1	-2.9	-6.6	-3.0	-6.6	-2.9
W 相不平衡率 (%)	+3.3	+2.4	+3.4	+2.0	+4.6	+5.2	+6.4	+5.7	+7.5	+6.1	+7.4	+5.8

注: (1) 各相の無負荷電流不平衡率は ±5% 以内 (JIS C 4201)

(2) 実測値, 計算値とも 50 c/s 時

第3表 W相修正後の無負荷電流不平衡比較

電動機仕様 200W 50/60 c/s 4P 定格連続													
項目	電圧(V) 種 別	160		180		200		220		240		260	
		実 測 値	A法計算値	実 測 値	A法計算値	実 測 値	A法計算値	実 測 値	A法計算値	実 測 値	A法計算値	実 測 値	A法計算値
各相平均電流 (A)		0.567	0.571	0.653	0.647	0.766	0.769	0.907	0.924	1.082	1.137	1.287	1.369
U相不平衡率 (%)		-0.7	+0.3	+1.0	+0.2	+0.4	-0.2	+1.5	-0.9	+1.7	-2.0	+2.6	-1.2
V相不平衡率 (%)		-0.4	-0.9	+1.0	-0.6	-1.1	-1.2	-0.7	-0.9	-0.6	-1.8	-2.1	-1.2
W相不平衡率 (%)		+1.1	+0.6	-2.0	+0.5	-1.5	+1.4	-0.7	+1.7	-1.1	+5.8	-0.5	+2.3

注：(1) 各相の無負荷電流不平衡率は±5%以内 (JIS C 4201)

(2) 実測値，計算値とも50 c/s時

磁化力がU，V相のそれに最も近似する曲線を求めることにより，W相の修正巻数を求めることができる。

図では，W+1曲線が，U，V相の磁化力曲線に最も近似していることから，W相の巻数を1ターン，他の相よりふやせばよい。

この結果から，W相巻線の修正前後について，各相電流の状態をA法による計算値と，実測値について比較して見ると，第2,3表のようになる。

修正前は，実測，計算値とも同様の傾向を示すが，修正後は，両者の傾向が若干異なっている。これは，計算の途中でいろいろの仮定を行なっているためと思われるので，厳密な計算を行なう場合は，さらに検討を要するが，実用上はこれで十分は握ることが可能である。

上記のように，角形コアを使用した三相誘導電動機の背面磁路を，A法で計算し，相電流不平衡を是正し，丸形コア同様相電流不平衡率の小さい電動機の製作が可能となった。

3. 角形コアを使用した小形三相電動機の構造および寸法

本電動機の構造は第1図に示すとおりで，主要構造は次のようである。

(1) 外 わ く

薄肉鋼板を丸めて溶接してパイプを作り，別にこれもまた薄肉鋼板を絞って作ったベースを溶接して固着し，ハウジングを形成する。両側のエンドブラケットには鋳物品を用いた。

(2) 鉄 心

固定子は角形コアを用い，鉄心積して外周を数箇所溶接する。ロータ鉄心には，6箇所の通風孔を設け，固定子とハウジングの間げきとで通風路を形成する。

(3) 冷 却 フ ァ ン

回転子には，アルミダイカストの冷却ファンが圧入され，プーリ側エンドブラケットの内面をファンガイドとして風を吸い込むようにしてある。

(4) 軸 受

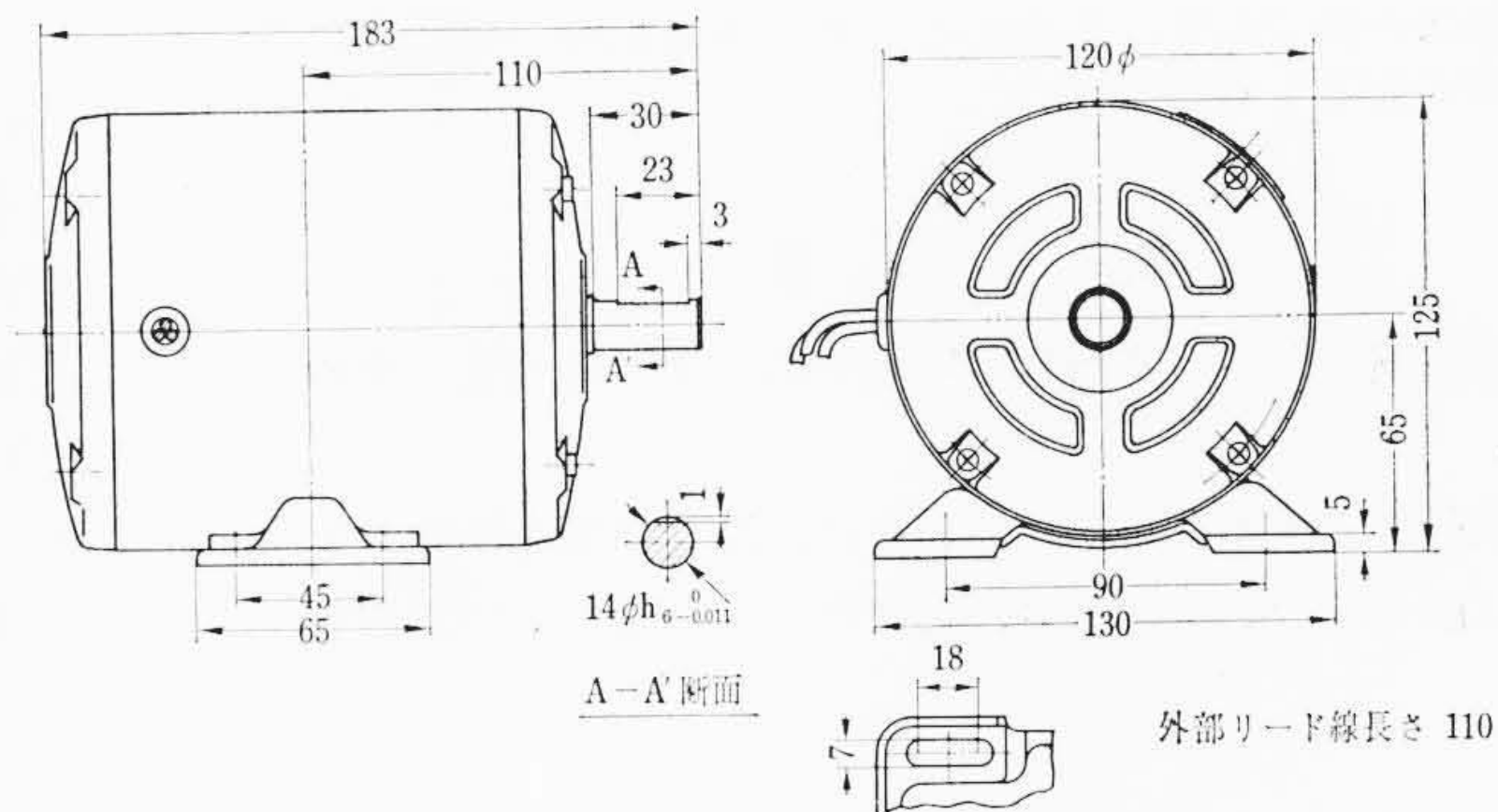
日立ラビシールドボールベアリング (略称 HL) を使用する。

(5) 通 風 構 造

冷却ファンによりプーリ側エンドブラケットより吸い込んだ風を，鉄心背面間げきおよび回転子鉄心通風孔を通して，反プーリ側エンドブラケット排気孔より排出し，コイルおよび鉄心を十分冷却する構造である。

第16図は200W小形三相誘導電動機の寸法図である。

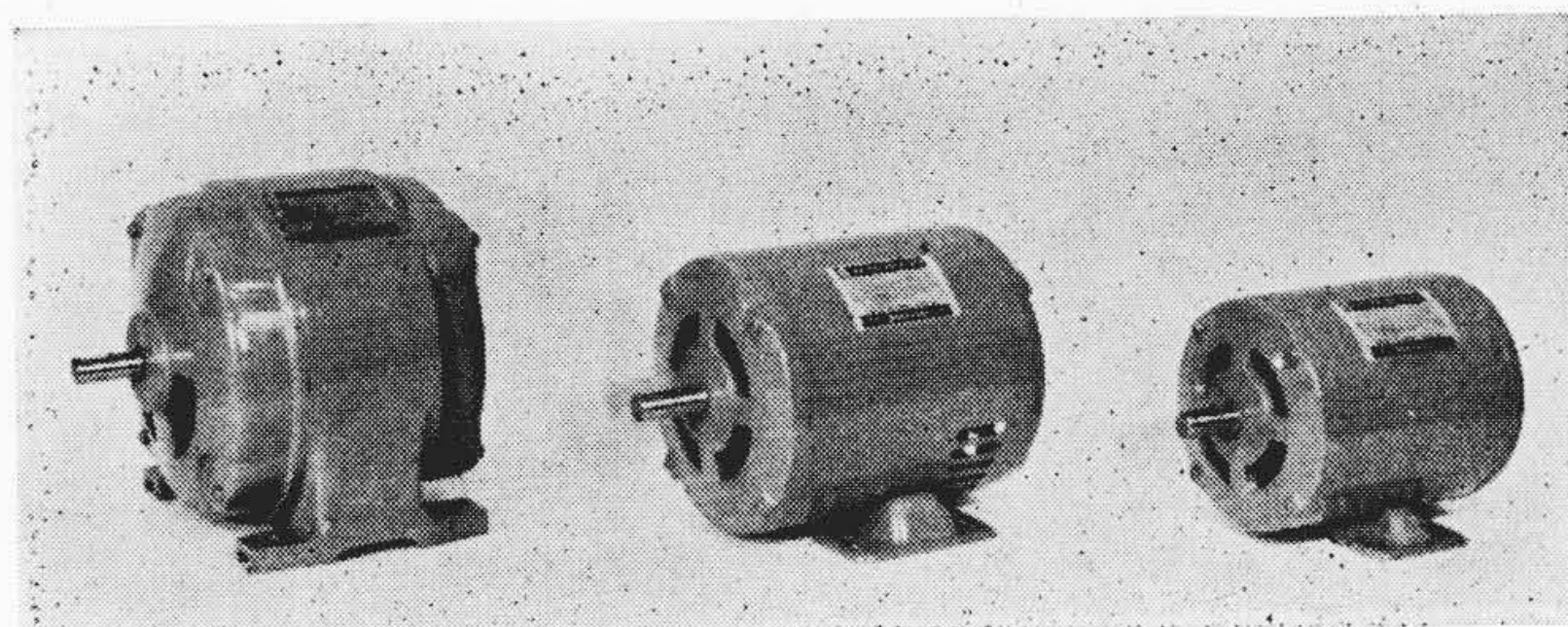
取付寸法は，国際的標準寸法であるNEMA 42フレームのわく番に準拠した。第17図は従来のJEM 910Sわく番を適用した鋳鉄フレーム，NEMA 48フレームのわく番に準拠した鋼板フレーム，さら



小形三相誘導電動機仕様表

保護構造	形 式	出力 (W)	定格	極数	電圧 (V)	電流 (A)		同期回転数 (rpm)		重量 (kg)		荷造寸法 (cm)	形式認可番号
						50 c/s	60 c/s	50 c/s	60 c/s	裸	荷造		
防滴形	EFOU-K	200	連続	4	200	1.3	1.1	1,500	1,800	6.3	7.4	17×19×25	▽9-2811

第16図 鋼板フレーム小形三相誘導電動機



汎用鋳鉄フレーム(左)，汎用鋼板フレーム(中)，小形鋼板フレーム(右)

第17図 各種200W三相電動機外観比較図

第4表 各種三相重量容積比較表

種 別	小形鋼板フレーム 200 W 三相電動機	汎用鋼板フレーム 200 W 三相電動機	汎用鋳鉄フレーム 200 W 三相電動機
重 量 比 (%)	64	75	100
容 積 比 (%)	43	68	100

注：重量比，容積比とも鋳鉄フレーム三相電動機を100%とした比率を示したものである。

に，今回新たに開発したNEMA 42フレームのわく番に準拠した鋼板フレームの各三相電動機の外観形状を比較したものである。

第4表は上記三者の重量および容積比率を示したものである。

4. 特性算定法に対する検討

従来，三相誘導電動機の特性算定には甲種円線図法を採用して来たが，小形化にするにつれ，比較的励磁電流が大きくなることから，甲種円線図法では実測値とかなりの食い違いができる。このように励磁電流が大きくなるものでは，多少煩雑になるが，甲種より精度の高い乙種円線図法が，実測値に近い値になる。

第5表に甲，乙種で計算した値と，実測値との誤差の比率を一例としてかかげた。この表から見ると，甲，乙種とも全負荷電流が実

第 5 表 実測値と各種円線図法による計算値の特性比較表

	甲種円線図法		乙種円線図法		実 測 値	
	200		200		200	
電 圧(V)	50	60	50	60	50	60
周 波 数(c/s)	90	97	95	100	100	100
効 率 化(%)	95	94	97	96	100	100
力 率 化(%)	116	110	110	102	100	100

注： 実測値を 100% とし，甲，乙種円線図による計算値を比率で示した

測値より大きく，ほかの特性値は総体的に小さい値になっている。

注： 第 5 表は一例であり，あらゆる三相誘導電動機が，この比率になるものではない。

5. 結 言

小形三相電動機に関する本研究の成果を取りまとめると，次のとおりである。

(1) 従来品より大幅に小形化するには，冷却効果をかなりよくしなければならない。この場合，開放形では，幅(ふく)流方式よ

り軸流方式のほうが冷却効率が高い。

(2) 固定子鉄心に角形コアを使用すると，固定子背面磁路の磁束密度が局部的に高くなり，その影響で三相の磁気的不平衡を生じ，電流の相アンバランスを生ずる。この点，磁気回路の解析を行ない，固定子背面磁路の平均幅を持つ丸形鉄心と仮定した A 法が，背面磁路の変化をそのまま取扱う B 法と比較して，実際とよく一致する結果が得られた。

(3) 上記解析により，各相の巻数を修正する平衡条件を求めた結果，三相のうち，一相のみ数%程度の修正を行なえば，相アンバランスが解消することが明らかになった。

(4) 以上の研究に基づいて，角形鉄心で比較的高磁束密度の設計を行ない，製品に適用した結果，従来の鋳鉄フレーム三相電動機に比べ重量で 36% 減，容積で 57% 減という大幅な小形軽量化に成功した。

(5) 円線図法について検討した結果，小形化し高磁束密度となり，励磁電流が大きなものでは，甲種円線図法より乙種円線図法が実測値に近い結果が得られた。

特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の実用新案(その2)

(29頁よりつづく)

登録番号	名 称	氏 名	登録年月日	登録番号	名 称	氏 名	登録年月日
727132	ホイールクレーン類とトラック形トラクタとの連結装置	田 中 成 一	38. 11. 15	728538	温 度 調 節 器	緒 方 京 一 彦	38. 12. 9
727133	遠 心 脱 水 乾 燥 機	大 津 卓 郎	"	728539	自 動 車 用 暖 房 装 置	横 塚 卓 中	"
727134	遠 心 脱 水 乾 燥 機	大 益 津 卓 郎	"	728540	自 動 車 用 暖 房 装 置	横 内 直 中	"
727135	油入変圧器タップ切換器における送りネジ棒により送られる金具	大 益 津 三 省 文	"	728541	扉 開 閉 機 構	横 本 田 寿 潔	"
727136	防 音 変 圧 器	伊 富 沢 幡 寅	"	728542	直 流 高 電 圧 発 生 装 置	阿 部 善 右 衛 門	"
727137	負 荷 時 タ ッ プ 切 換 装 置	桜 日 今 村 義 成	"	728543	ロ ー タ リ バ ル ブ の 容 量 調 整 装 置	井 上 広 正	"
727138	空気バネ台車用制動圧力変荷重弁装置	田 上 八 十 次	"	728544	冷 蔵 庫 の ド ア ポ ケ ッ ト	松 居 潔 史	"
727139	変 圧 器	松 村 和 男	"	728545	列 車 近 接 自 動 警 報 装 置	恩 田 七 広	"
727140	気 化 器 チ ョ ー ク 弁 操 作 装 置	川 井 崎 一 郎	"	728546	自 動 車 用 座 席	角 横 河 内 井 山 本 正 直 中 章 一 男	"
727141	遠 心 脱 水 乾 燥 機	益 子 一 郎	"	728547	昇降機の昇降路内スイッチ取付装置	根 本 内 正 直 中 一 男	"
727142	大 形 ト レ ー ラ ー	村 田 田 師 男	"	728548	自 動 車 用 座 席	横 外 山 本 正 直 中 一 男	"
727143	多 数 電 動 機 の 監 視 装 置	斎 藤 井 幸 親	"	728549	防 音 変 圧 器 用 防 音 材 取 付 装 置	宮 後 藤 村 田 井 英 光 貞 和 茂 俊	"
727144	射出成形機における金型間隔調節装置	南 内 雲 藤 秀 登 紀 雄	"	728550	定 電 流 変 圧 器	有 門 太 田 馬 田 光 直 志 雄	"
727145	鋳 鍋 起 重 機 の 吊 ビ ー ム 装 置	松 岡 恭 介	"	728551	モ ノ レ ー ル カ ー の 正 立 装 置	松 村 井 井 英 光 直 志 雄	"
727146	電気車両のパンタグラフ接地スイッチ	大 野 居 敬 一 郎	"	728552	電 気 掃 除 機	門 太 田 馬 田 光 直 志 雄	"
727147	気 液 分 離 器	坊 中 川 島 俊 吉	"	728553	電 気 掃 除 機 の グ ロ フ 金 具 取 付 装 置	門 太 田 馬 田 光 直 志 雄	"
727148	交 流 式 無 蓋 電 動 貨 車	前 川 愛 一	"	728554	ス ト リ ッ プ 捲 出 機	是 石 井 安 喜	"
727149	密 閉 母 線 の 接 続 函 支 持 装 置	丹 秀 太 郎	"	728555	ロ 出 機	石 井 英 利	"
727150	エ レ ベ ー タ 扉 手 動 開 閉 切 替 装 置	桜 井 孟 郎	"	728556	コ イ ル 送 込 機	梶 原 村 中 陽 英 一 資	"
727151	エ レ ベ ー タ 式 ホ イ ス ト 装 置	河 村 三 郎	"	728557	ト レ ー ラ ー の 荷 物 受 台	中 野 林 精 一	"
727152	堅 型 電 機 の 軸 受 装 置	磯 部 昭 二	"	728558	電 気 掃 除 機 の 防 塵 装 置	丹 藤 崎 秀 太 郎	"
727153	気 液 分 離 装 置	丸 山 武 志	"	728559	密 閉 母 線 の 接 続 装 置	崎 居 潔 史	"
728535	導 波 管 用 鉦 石 検 波 器	宇 佐 美 襄	38. 12. 9	728560	冷 蔵 庫 用 棚 網	松 居 潔 史	"
728536	フ ロ ー カ ウ ン タ	和 島 常 隆	"	728561	冷 蔵 庫 用 容 器	松 居 田 幸 二	"
728537	積 算 計	上 屋 皓 一 郎	"	728562	ブ ラ ズ マ ジ エ ッ ト 発 生 器	岩 田 村	"

(46頁へつづく)