

熱量計法による鉄損およびヒステリシス損の測定

西 堀 博* 片 木 劍 三 郎**

The Measurement of Iron and Hysteresis Loss by Calorimeter Method

By Hiroshi Nishibori, D.S.E. and Kenzaburō Katagi
Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.

Abstract

For the study of the iron loss of rotating machines it is preferable to effect measurement with the specimens and the magnetic field of the same characteristics as those of actual rotating machines, hence the writers have contrived a measuring method which employs a combination of vacuum flash and calorimeter. The writers tell the test results of the measurement of iron loss, hysteresis loss and eddy current loss in this method. The article starts with the measuring method which uses calorimeter, and then the method, the measurement of iron loss and hysteresis loss of the rectangular specimen placed in the alternating field, as well as the ring specimen and toothed specimen placed under rotating field and alternating field, are discussed. In short, the test results disclose that the alternating hysteresis loss of the rectangular specimen nearly coincides with the measured value obtained by the Epstein apparatus, and that the iron and hysteresis losses of the other specimens derived when subjected to the rotating field of low flux density equal the sum of the individual losses which are developed when each specimen is given the alternating field of single electromagnet.

〔I〕 緒 言

回転機における鉄損は重要な問題であるが、その磁気現象が複雑であるため正確な値の決定が困難で、経験による常数を考慮して使用している現状である。この原因は磁気回路に空隙があり、かつ回転磁化が起るため、各部により磁束の大きさならびに方向が異り複雑な現象を呈し、エプスタイン装置などによる測定値が直接当てはまらないためである。このような問題を解決するため空隙を隔てて回転磁化した場合の鉄損の測定が必要となり、筆者らはさきに回転振子による回転ヒステリシス損の測定を行い、これを報告⁽¹⁾したが、今回は新たに熱量計法による測定について述べる。この方法はかつて筆者らが火花熱エネルギー測定⁽²⁾に使用した熱量計法と全く同様の原理のもので、これによるヒステリシス損の測定については一部すでに報告⁽³⁾したが、ここではその後の

結果も取纏めて報告する。なお鉄損の熱的測定に関しては二、三の文献⁽⁴⁾⁽⁵⁾があるが、空隙を隔てて磁化した場合の交番鉄損および回転鉄損については未だ発表されていないので、ここに報告し御批判を乞う次第である。

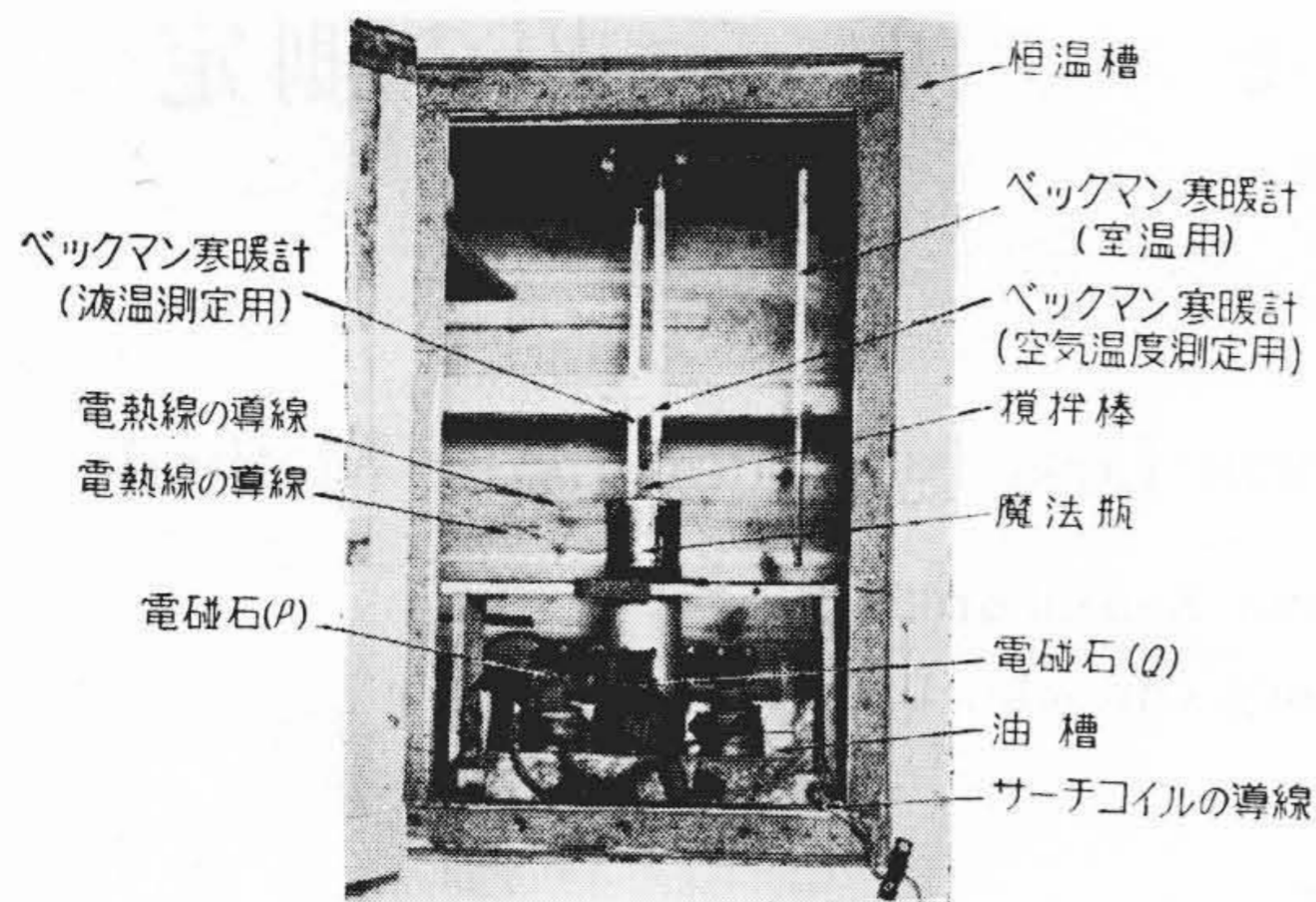
〔II〕 熱量計法による測定装置および測定法

(1) 測定装置および原理

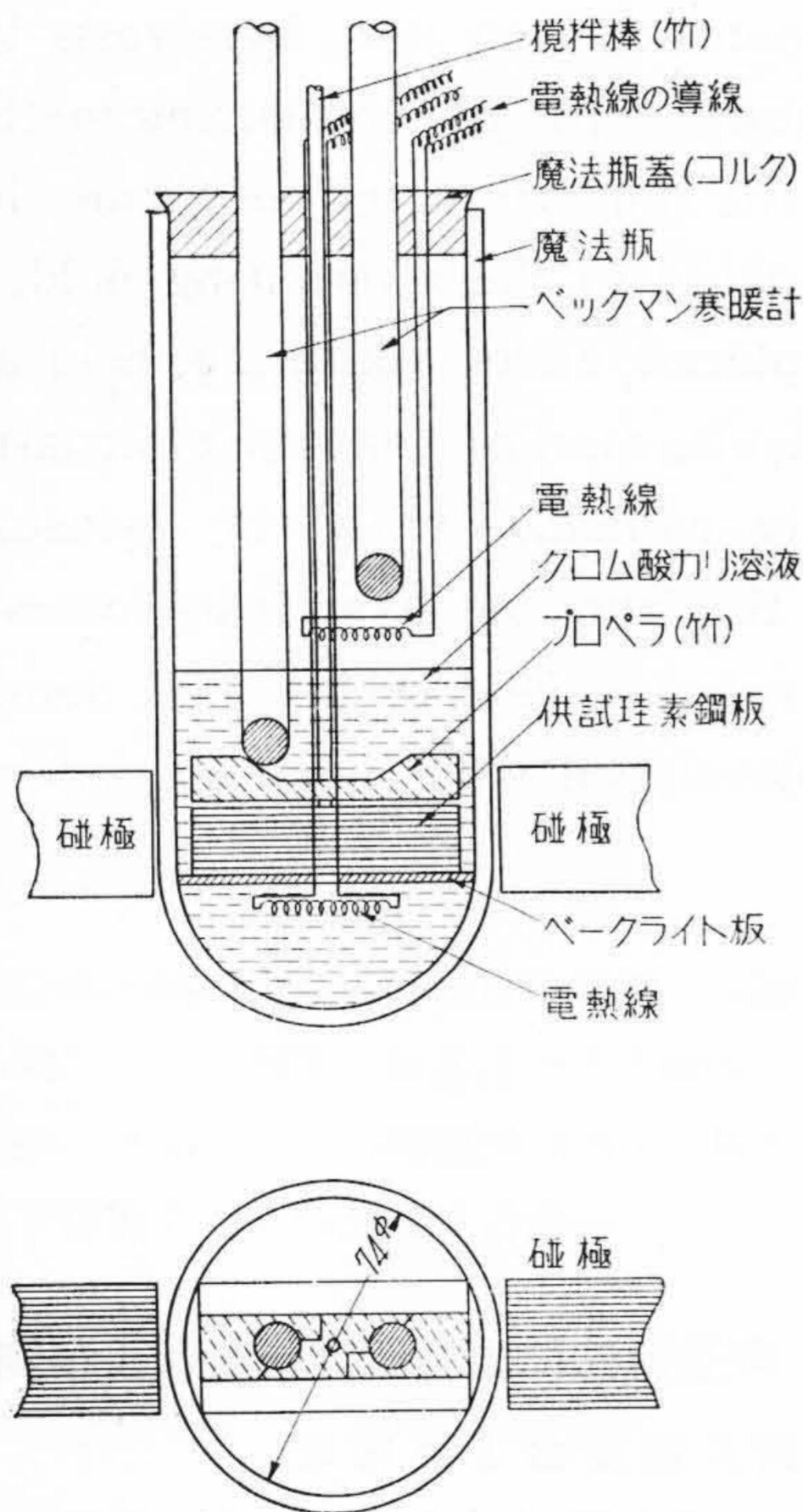
測定装置は第1図(次頁参照)のごとく熱量計部と恒温槽部とよりなり、そのうち前者は魔法瓶を利用した熱量計で、その内部構造を示すと第2図(次頁参照)となる。魔法瓶内部にクローム酸カリ水溶液(組成、クローム酸カリ:0.2%, 苛性カリ:0.01%) 350 cc を入れ、その中に試料および電熱線を入れる。試料は麻紐で固く縛り、ベークライト製支え板に固定した。また、攪拌装置には竹製プロペラを使用し、これを電動機により毎分16回の割合で攪拌した。試料が磁化されると鉄損を生じ、それ自身温度上昇をきたし、これが周囲の溶液に伝わり、ベックマン寒暖計に温度上昇を与える。したがって、試

* 日立製作所日立研究所 工博

** 日立製作所日立研究所



第1図 測定装置の外観
Fig. 1. General View of Measurement Apparatus



第2図 熱量計の内部構造
Fig. 2. Interior Construction of Calorimeter

料の発生熱による温度上昇と電熱線によるそれとを比較し、両者が等しくなったときの電熱線に与えた電力を以て試料の鉄損と考えるのである。

(2) 測定法の検討

(A) 溶液の検討

溶液としては非磁性で電気絶縁性がよく、防錆性を有し、かつ比熱の小さいものが最適である。これに対し、

油類および防錆剤を混入した溶液が考えられるのでその両者の性能を比較した。このため溶液内の上部、中部、下部の3箇所にそれぞれ熱電対を入れ、電熱線加熱および試料磁化の場合のそれらの熱起電力と時間との関係を測定した。この結果を第3図(A), (B), (C), (D)に示す。これらからわかるごとく油の場合は最初の温度差が大きく、かつ一定温度に達するまでの時間が長い。したがって、この間に外部温度の影響を受けて実験の再現性が低下する。よつて、熱量計に使用する溶液としてクロム酸カリ水溶液を選んだ。

(B) 魔法瓶の銀メッキおよび水溶液内に生ずる渦流の影響

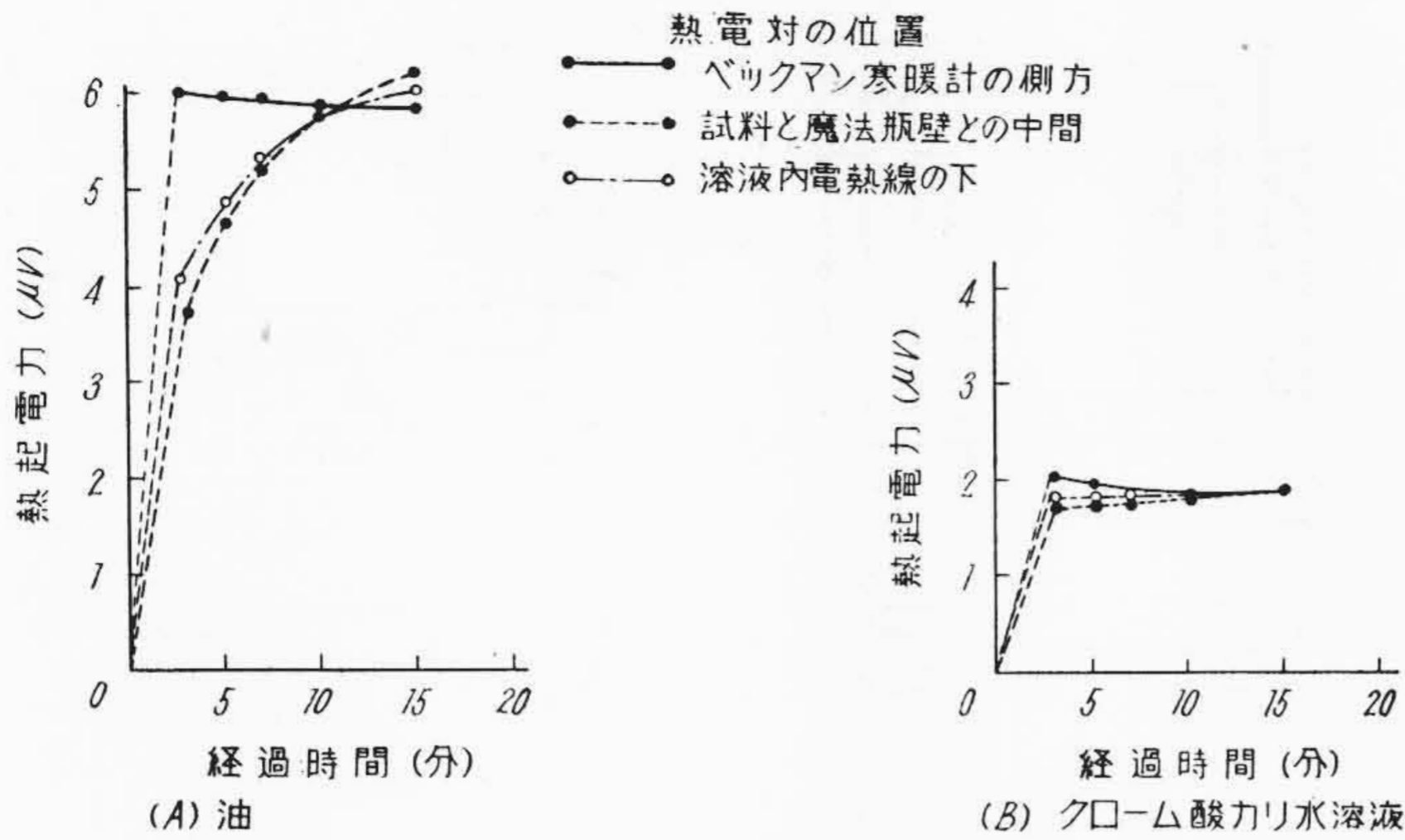
魔法瓶の銀メッキおよびクロム酸カリ水溶液に生ずる渦流が温度上昇におよぼす誤差について検討するため試料を挿入せずに磁力線を通じて、これによる温度上昇を熱電対で測定した。この結果は励磁電流 100A (磁束密度: 350 Gauss) までは変化がみられなかつた。

(C) ベックマン寒暖計の水銀溜りに生ずる渦流の影響

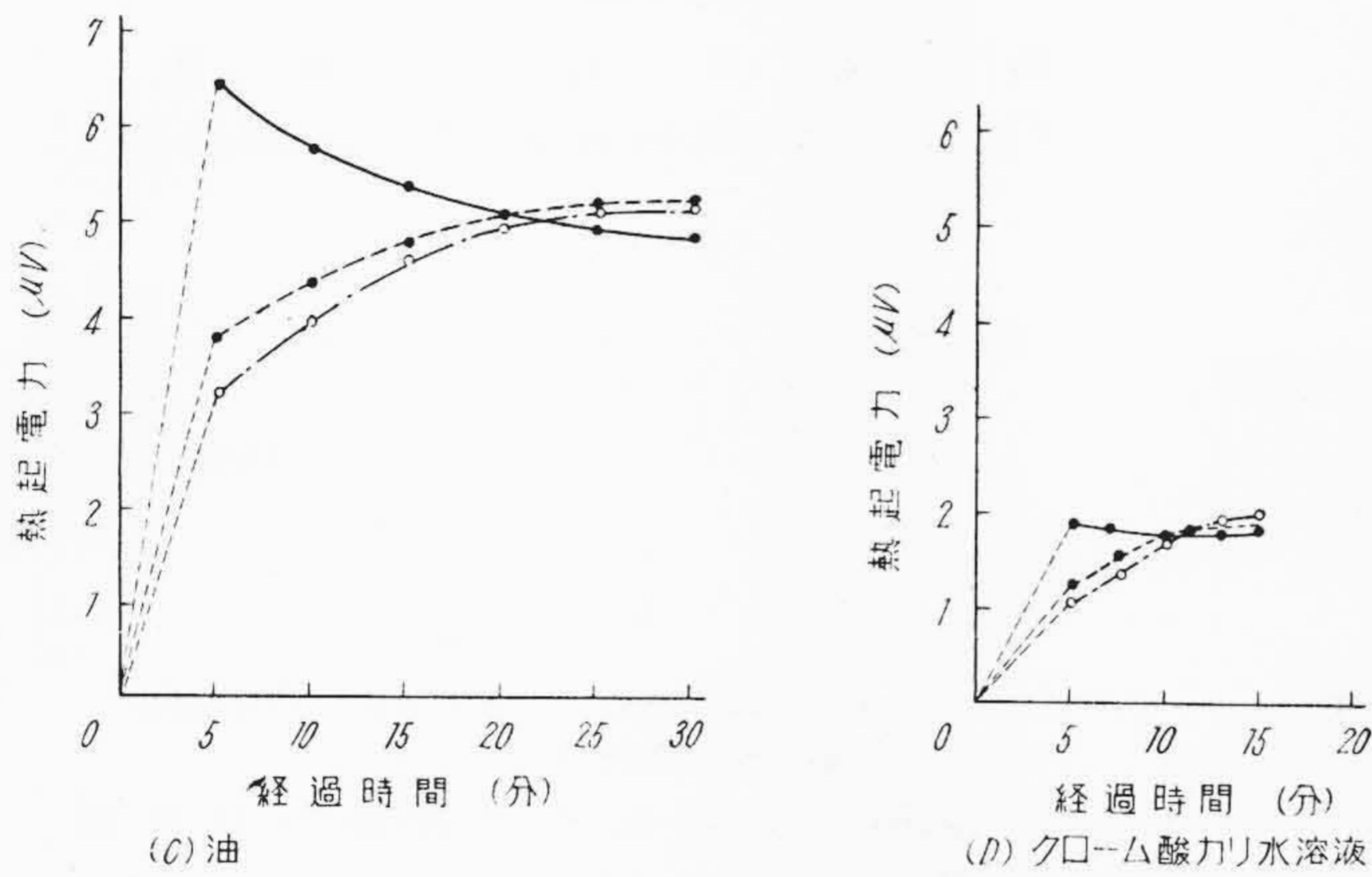
温度上昇の測定には熱電対、サーミスタおよびベックマン寒暖計を使用する方法などがあるが、ここでは測定に簡便なベックマン寒暖計による方法を採用した。ベックマン寒暖計には大きな水銀溜りがあるので、これに渦流を生じて温度上昇に影響をおよぼすことが考えられる。この影響を調べるため所定の位置にベックマン寒暖計を挿入し、励磁電流 100A で5分間励磁し、温度上昇を測定したがほとんど変化がなかつた。これは熱量計の熱容量が大きいので、この程度の渦流による温度変化はほとんど指示にあらわれないものと考えられる。

(D) 外部空気温度の影響

熱量計法の要点は実験中、溶液とこれに直接接している他の媒体(この場合は空気および器壁)との温度差をできるだけ小さくして断熱変化に近からしめることである。したがって、本実験では魔法瓶内部の空気層にも電熱線を入れこの温度を制御する一方、外部の空気層、すなわち恒温槽内にも下方に電灯を入れ、かつ内部空気を循環させて温度を調節した。このようにして恒温槽内の温度変化が魔法瓶壁、ベックマン寒暖計および電熱線の導線などを通じて時間的遅れをもつて内部に伝わり実験的誤差を生ずるのを防いだ。電熱線の場合は恒温槽内の温度を一定に保ちやすいが、試料磁化の場合は励磁コイルの銅損およびコイル鉄心の鉄損による温度上昇が大きいため、この温度を一定にすることが困難である。これに対し本実験では励磁コイルを油中に浸し、油を循環して冷却するとともに、外部空気温度の変化が少いときは恒温槽を開いて測定を行い、外部空気温度の変化が大

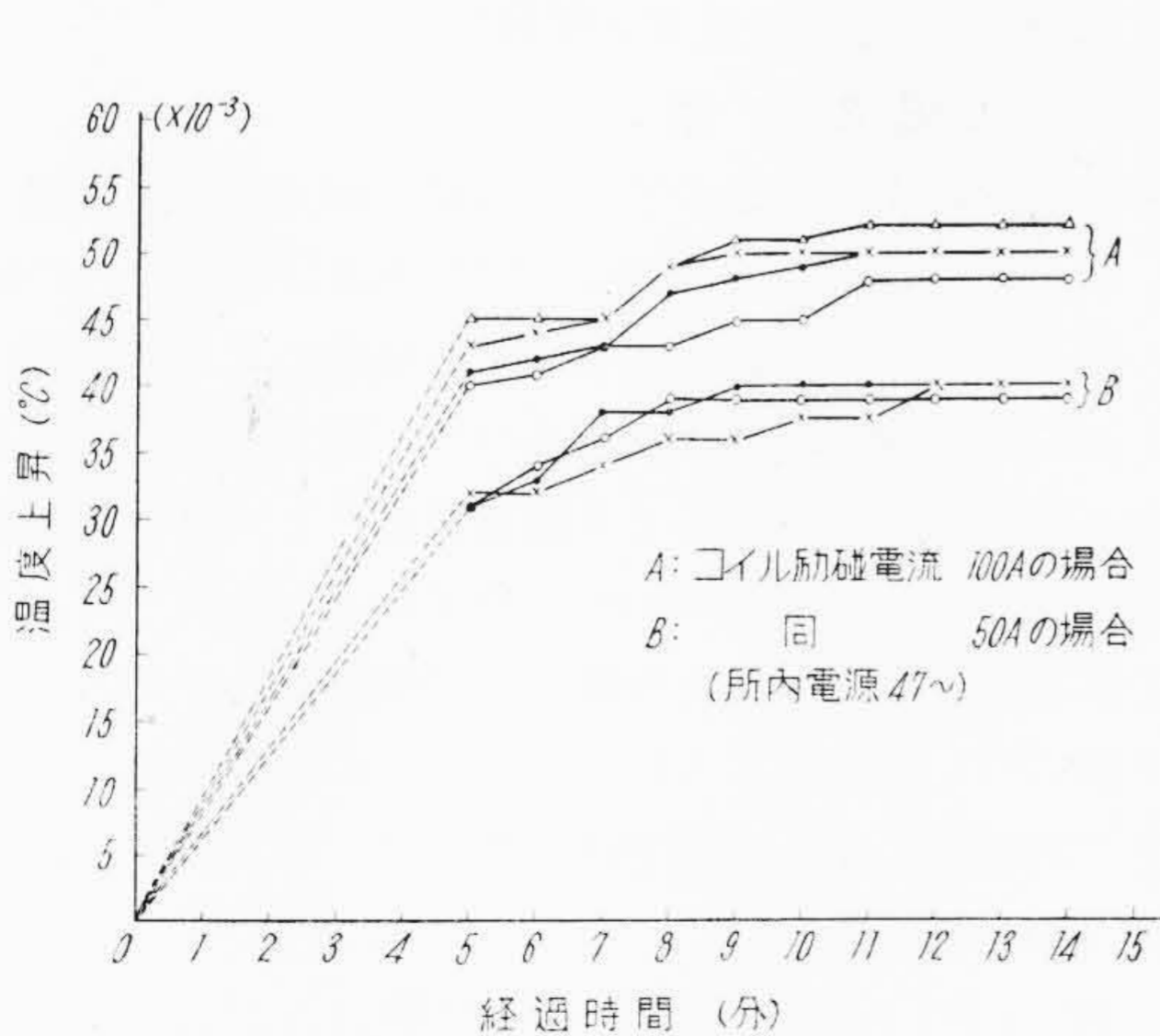


(1) 電熱線による温度上昇の場合 (電力: 0.3W, 通過時間: 3分)

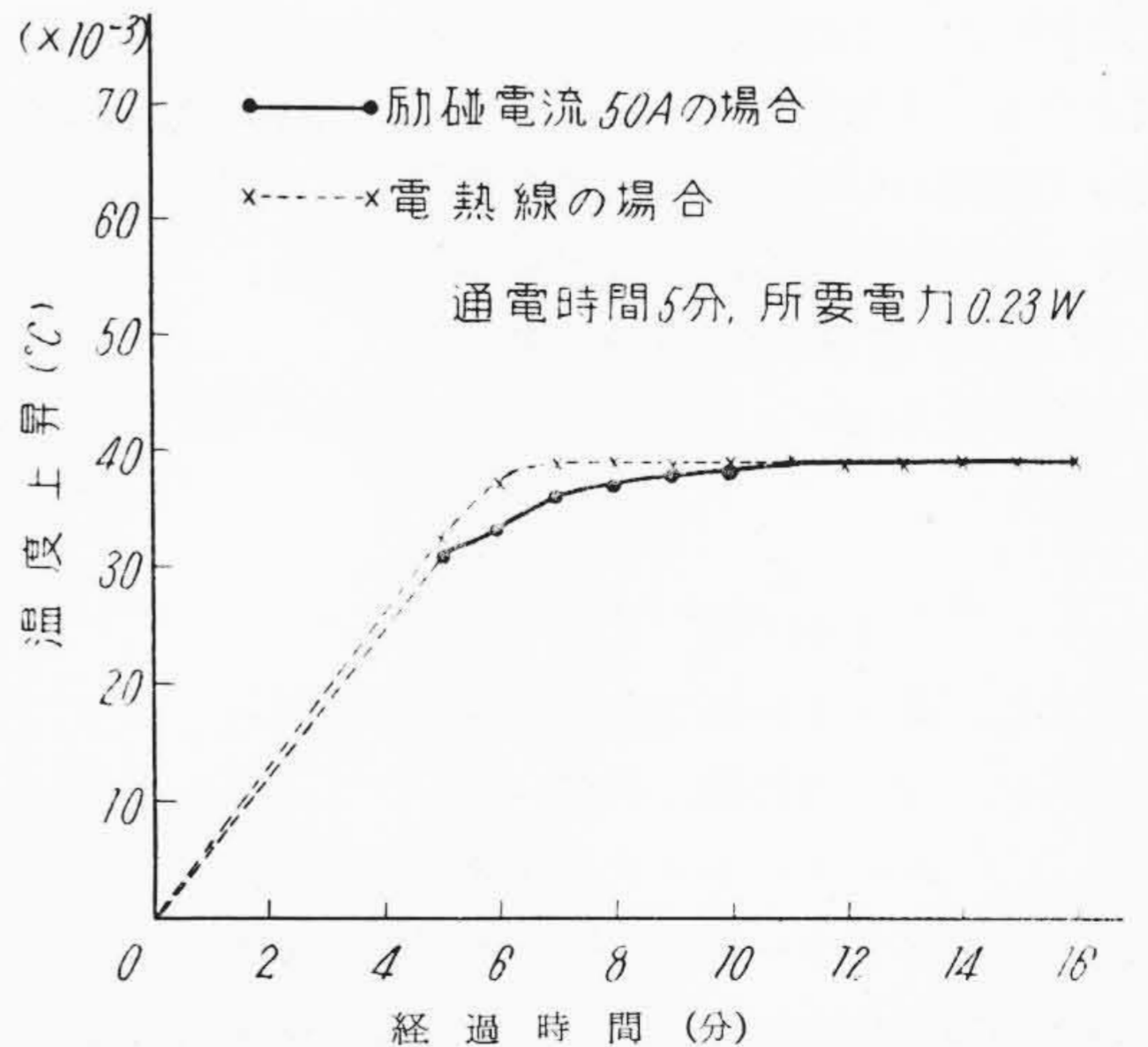


(2) 鉄損による温度上昇の場合 (円形試料, 励磁電流 50A 通過時間: 5分)

第3図 溶液の種類を変えた場合の液内部の温度上昇
Fig. 3. Temperature Rise of Various Parts of Liquid when Its Kind is Changed



第4図 鉄損による温度上昇値の再現性
Fig. 4. Reproductivity of Temperature Rises by Iron Losses



第5図 電熱線による温度上昇と鉄損による温度上昇との比較
Fig. 5. Comparisons between the Temperature Rise by Heating Wire and that by Iron Loss

きいときは恒温槽をあらかじめ加熱しこの冷却特性を励磁コイルの温度上昇特性とできるだけ調和させ、恒温槽内の温度変化を実験中一定に保つことに努めた。

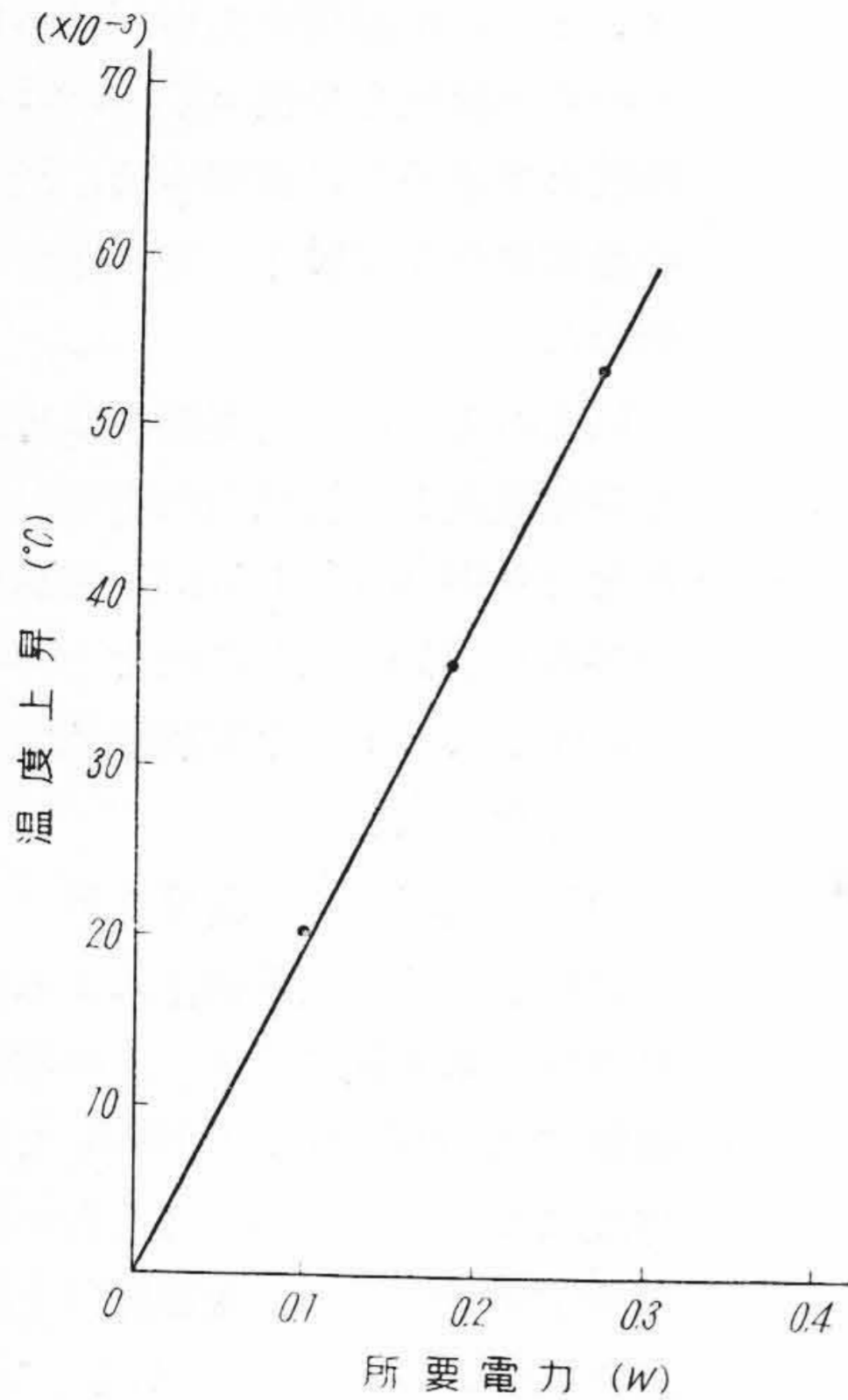
以上のようにして実験中は魔法瓶内の空気温度と恒温槽内の空気温度との差を $\pm 0.04^{\circ}\text{C}$ 以内に保ち、魔法瓶内部の溶液と空気温度との差を $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ 以内にすることができ実験誤差がきわめて少くなつた。

(E) 試料による温度上昇

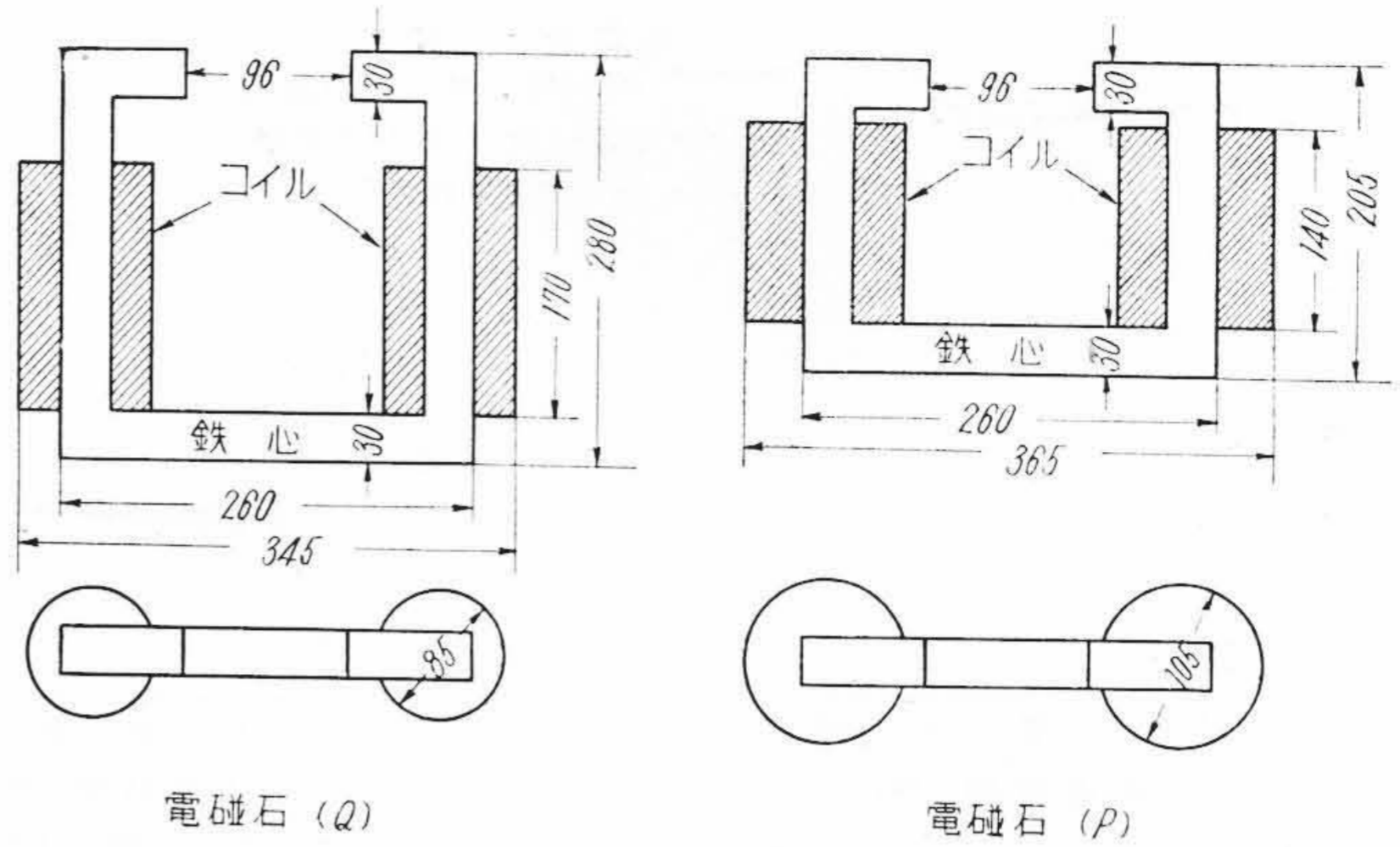
試料(矩形)の交番磁化による温度上昇特性を第4図に示す。この場合、励磁電流は 50A および 100A で、磁化時間は 5 分間である。これらの実験値の測定回数による変動範囲は上記温度差の条件で約 $\pm 4\%$ である。

(F) 電熱線による温度上昇

電熱線に通電した場合の温度上昇特性を第5図に点線で示す。なお、同図には前項の鉄損による温度上昇特性(実線)をも併記した。試料の通電時間が 5 分であるためこの場合も同じ時間とした。温度上昇が一定になる時間は鉄損の場合よりも早い。また、温度上昇と電力との関係は第6図(次頁参照)に示すごとく(測定回数による変動は $\pm 1\%$) 直線的であることがわかる。



第 6 図 電熱線による温度上昇と所要電力との関係
 Fig.6. Relation between Temperature Rise and Electric Power Requirement



導 線: 1.7 mm × 11 mm 平角銅線
 卷 数: 各脚 100 回
 鉄 心: T級珪素鋼板

第 7 図 電 磁 石 の 構 造
 Fig.7. Constructions of Electro Magnets

〔III〕 鉄 損 の 研 究 方 法

鉄損の測定に先立ち、これに関連した磁化の方法、磁束密度の測定および鉄損の分離について述べる。

(1) 磁化の方法

魔法瓶中の試料を磁化するため使用した 2 対の電磁石の寸法および巻数を示すと第 7 図となる。電磁石 P は交番磁化用に用い、電磁石 Q は電磁石 P と組合せて回転磁化に用いた。この場合の励磁回路の結線図を示すと第 8 図となる。すなわち回転磁化の場合は位相調整器 P, S を用いて電磁石 Q の位相を電磁石 P のそれと 90 度変化させて二相交流による回転磁場を作っている。

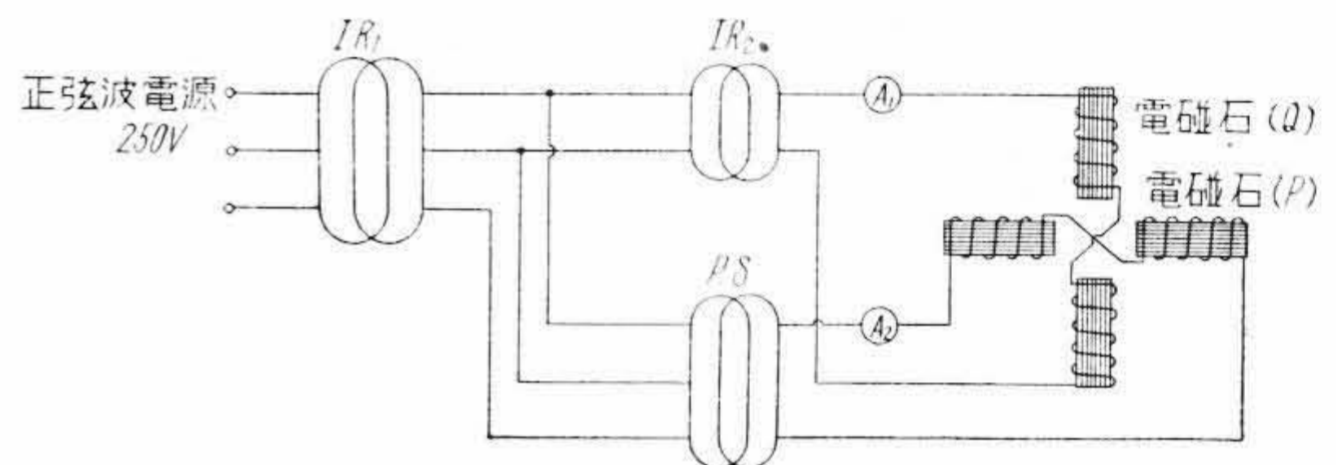
(2) 磁束密度の測定

磁束密度 B はサーチコイルの誘起電圧から次式を用いて算定した。

$$B = \frac{E}{4.44fNS} \times 10^8 \text{ ガウス} \dots\dots\dots (1)$$

- ただし E = 平均値型真空管電圧計の読み (V)
- f = 周波数 (Hz)
- N = サーチコイル巻数
- S = サーチコイルの断面積 (cm²)

一般に空隙を隔てて磁化した場合は磁束密度が位置によって異なるので鉄損およびヒステリシス損をエプスタイン装置によるそれらの値と比較することはなかなか困難で、このため筆者らは位置による磁束密度の最大値およ



IR₁: 電圧調整器 1 P.S.: 位相調整器
 IR₂: 電圧調整器 2

第 8 図 回転磁界用回路の結線図
 Fig.8. Connection Diagram of Revolving Field Circuit

び平均値を考慮して検討した。すなわち、前者を位置による最大磁束密度 B_m、後者を位置による平均磁束密度 B_{av} とし、(1) 式の磁束密度 B と区別した。

(3) 鉄損の分離

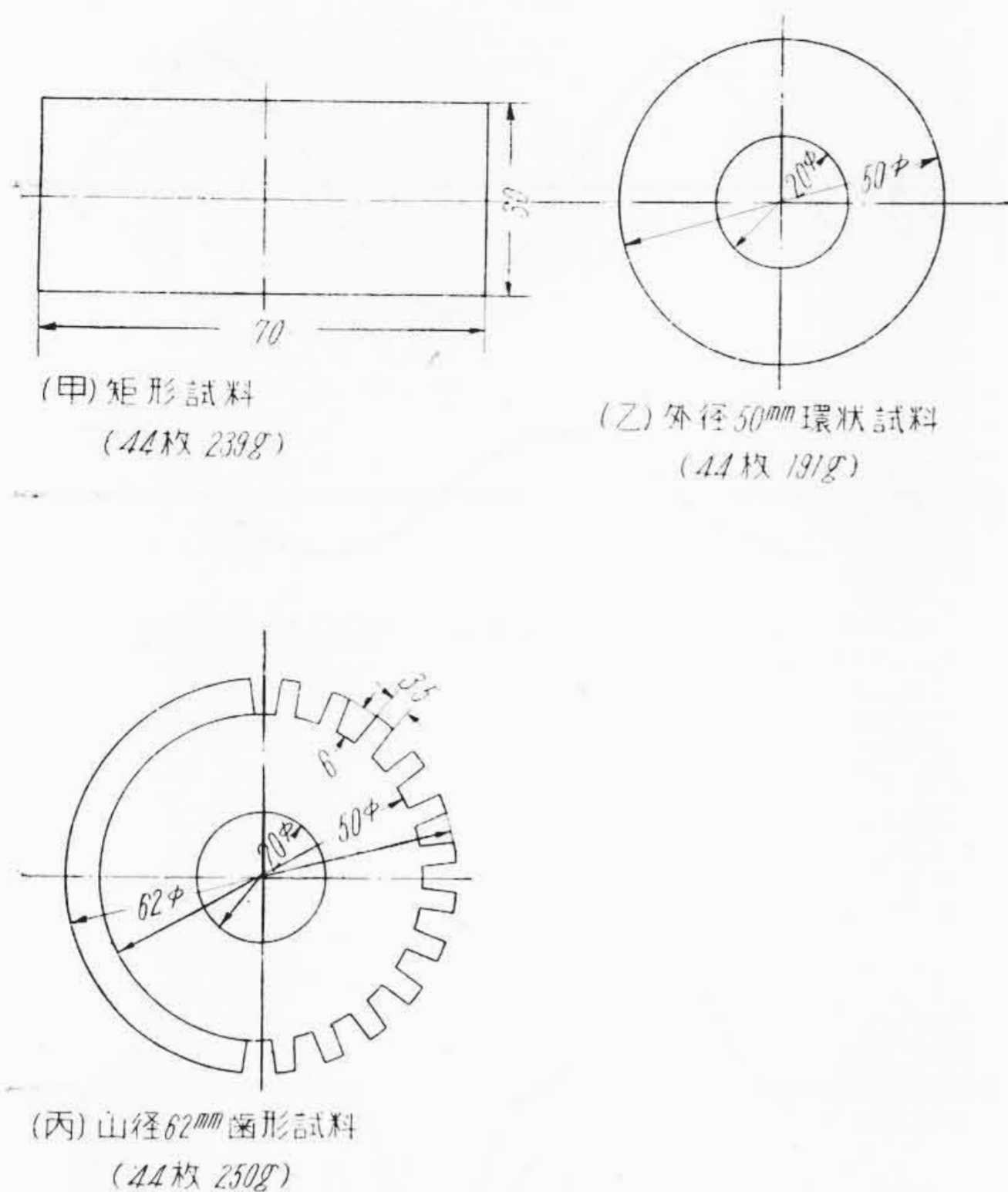
熱量計法による測定のごとく試料内磁束密度が一律でない場合は、試料上面(積厚に直角)および側面からの磁束の貫通があるため、エプスタイン装置による測定値に比し渦流損の増加が考えられるので、両者の磁束密度と鉄損との関係と比較するより磁束密度とヒステリシス損との関係と比較した方がわかりやすい。したがって、本文では鉄損およびそれを分離した渦流損およびヒステリシス損について検討している。このため鉄損分離の方法として周波数による分離方法を用いた。すなわち、鉄損を式で表わすと⁽⁶⁾,

$$W_i = W_h + W_e = k_1 f B^n + k_2 f^2 B^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{W_i}{f} = k_1 B^n + k_2 f B^2 \dots\dots\dots (3)$$

となる。

ただし W_i = 鉄 損 (W/kg)



第9図 試料 (B級珪素鋼板) の形状および寸法
Fig.9. Shapes and Dimensions of Various Samples of B-class Silicon Iron Sheets

W_h = ヒステリシス損 (W/kg)

W_e = 渦流損 (W/kg)

f = 周波数 (Hz)

B = 磁束密度 (ガウス)

n = 1.5~2.5 間の常数

k_1, k_2 = 常数

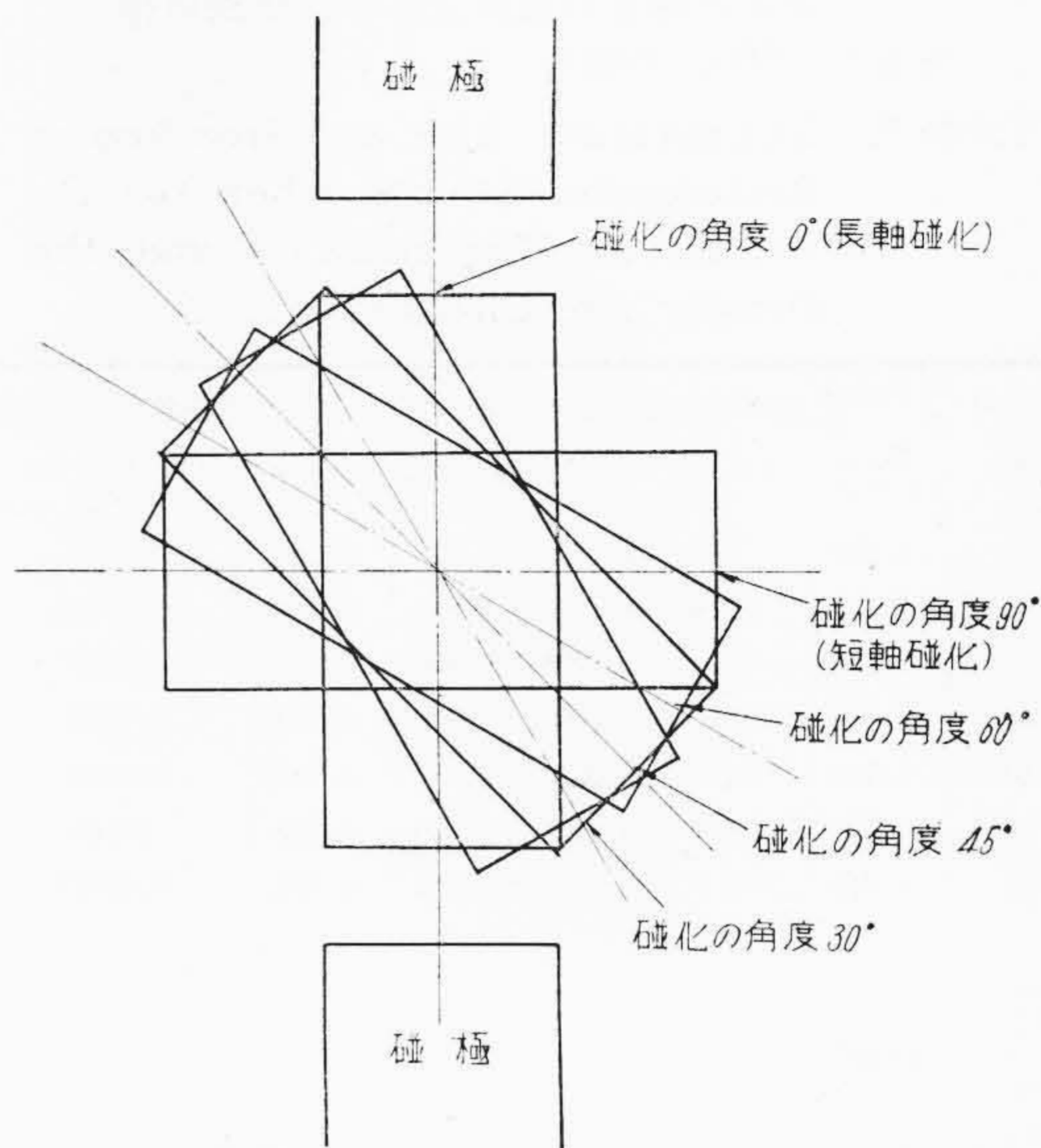
(3) 式を縦軸 $\frac{W_i}{f}$, 横軸 f の座標で図面に表わし, この直線と縦軸との交点から周波数当りのヒステリシス損を決定した。なお, 回転鉄損の場合も, ヒステリシス損は周波数の一乗, 渦流損は周波数の自乗に比例すると考えられるので上記周波数分離を用いた。

[IV] 実験結果とその検討

熱量計法によつて形状および大きさの異つた種々の試料に対し鉄損の測定を行つたが, ここでは代表的数例について述べる。この場合の試料の形状および寸法を示すと第9図となる。

(1) 矩形試料を交番磁化した場合

まず, 磁束密度の分布の比較的簡単な矩形試料について第10図のごとく長軸に対しある角度で交番磁化し, 鉄損およびヒステリシス損を求めこれらをエプスタイン装置による結果と比較して, 本測定法の精度の検討に供した。したがつて試料は第9図(甲)のごとき寸法のもを25cm エプスタイン装置用試料と同一鉄板から打抜き, かつ, 切断の影響を除くため両試料を同時に水素焼鈍



第10図 磁化方向を変えた場合の試料の位置
Fig.10. Positions of Sample in Various Magnetizing Directions

第1表 矩形試料を長軸方向に交番磁化した場合の温度上昇および鉄損値
ただし 最大磁束密度 $B_m = 5,000$ ガウス
励磁電流 17.8A

Table I. Temperature Rise and Iron-loss in Rectangular Sample when Magnetized Alternatingly in the Longitudinal Direction
At Max. Flux-density $B_m = 5,000$ gauss and Exciting Current, 17.8A

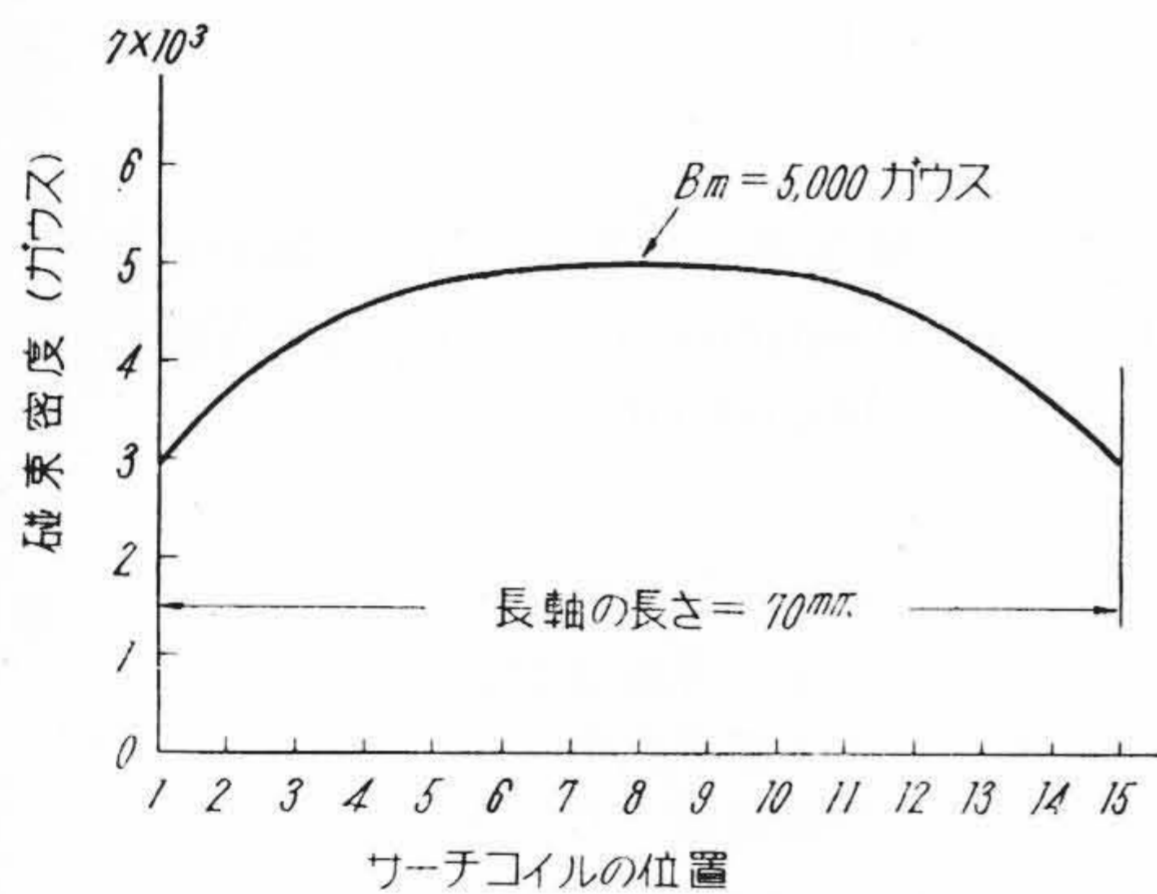
周波数 (Hz)	温度上昇 (°C)	鉄損		周波数当りの鉄損 (W/kg/Hz)
		(W/239g)	(W/kg)	
45	0.029	0.183	0.765	0.0170
50	0.034	0.215	0.898	0.01795
55	0.040	0.2525	1.055	0.0192
60	0.046	0.290	1.212	0.0202

(750°C, 2時間焼鈍, 炉冷) したものを縦目, 横目交互に同数(22枚)積重ねて使用した。いま一例として長軸磁化(0°)の場合(最大磁束密度 $B_m = 5,000$ ガウス)の周波数を変えて鉄損を求めた結果を表にすると第1表となる。また, 磁化の方向および磁束密度を変えて測定した結果を50Hzの場合のみ示すと第2表(次頁参照)となる。表中平均磁束密度とは上述の位置による磁束密度の平均を採つたもので, たとえば長軸および短軸方向磁化の場合の磁束密度の分布を示すと第11図(次頁参照)となり, この平均値が平均磁束密度である。このように磁束密度が

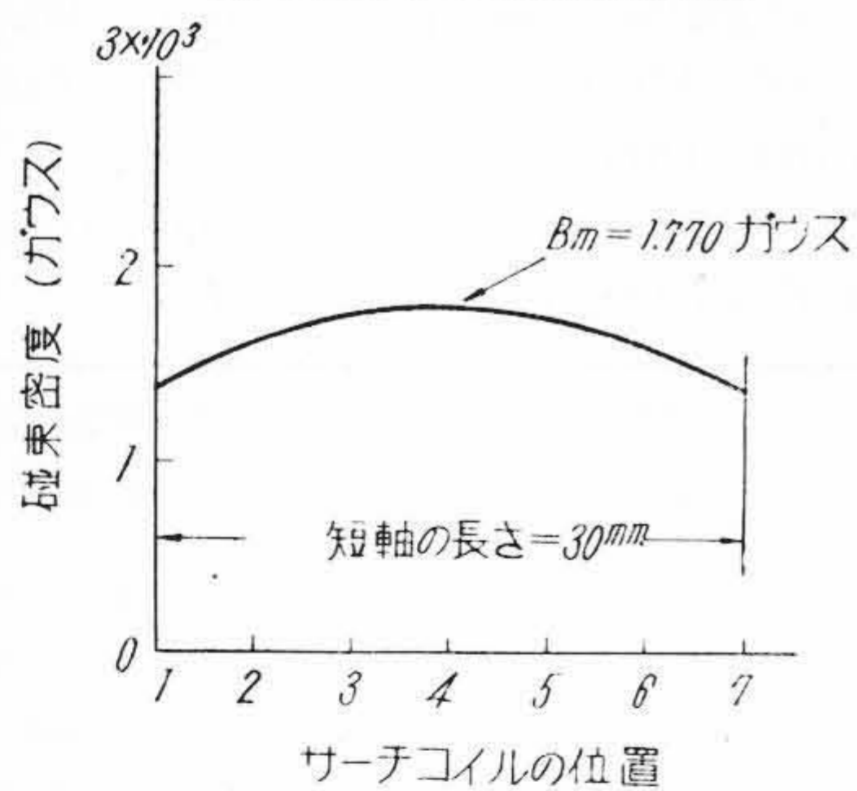
第 2 表 矩形試料で磁化の方向および磁束密度を変えた場合の温度上昇および鉄損値
ただし 50 \sim の場合

Table 2. Temperature Rise and Iron-loss in Rectangular Sample when the Direction of Magnetization and the Density Arc Changed (At 50 \sim)

変化角 (度)	平均磁束密度 B_{av} (ガウス)	励磁電流 (A)	温度上昇 ($^{\circ}$ C)	鉄 損		周波数当りの鉄損 (W/kg/ \sim)
				W/239g	W/kg	
0	1,780	5.0	0.011	0.069	0.289	0.0058
	4,430	17.8	0.034	0.215	0.898	0.01795
	6,400	70	0.069	0.434	1.815	0.0363
30	4,480	35	0.034	0.215	0.898	0.0180
45	4,030	70	0.028	0.177	0.740	0.0148
60	2,780	70	0.020	0.126	0.526	.00105
90	1,610	70	0.015	0.094	0.393	0.00787



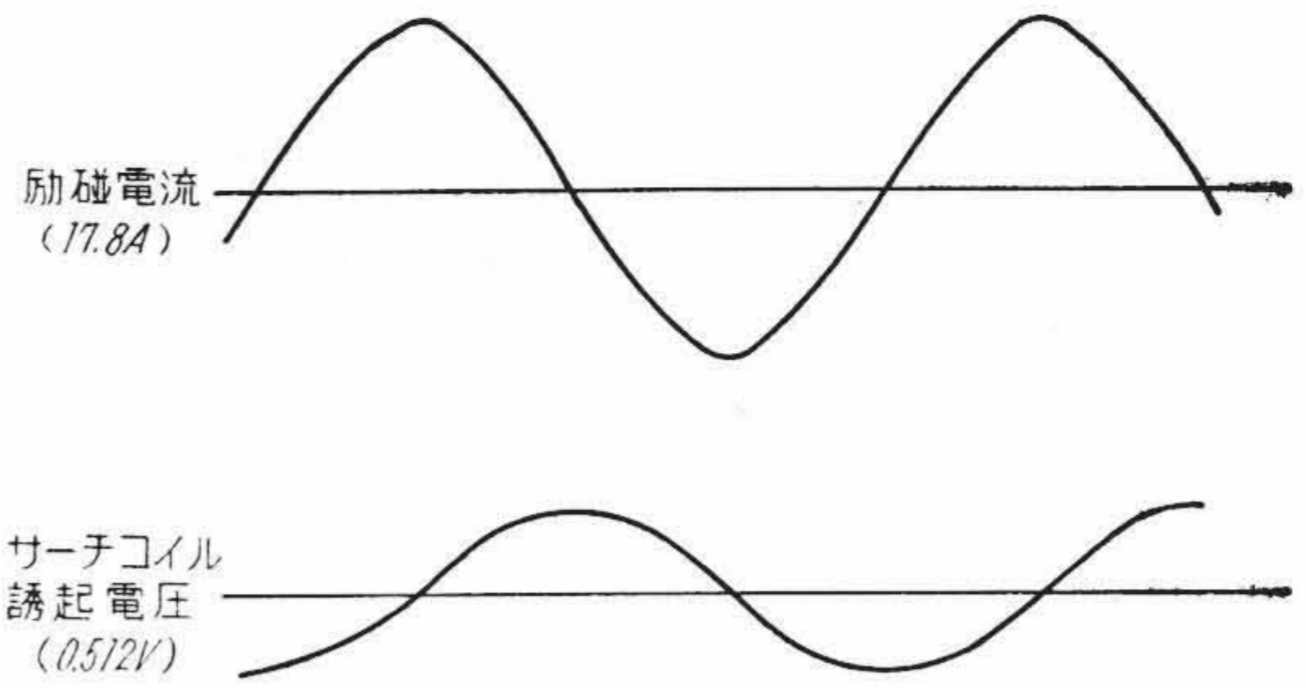
(A) 長軸方向に磁化した場合



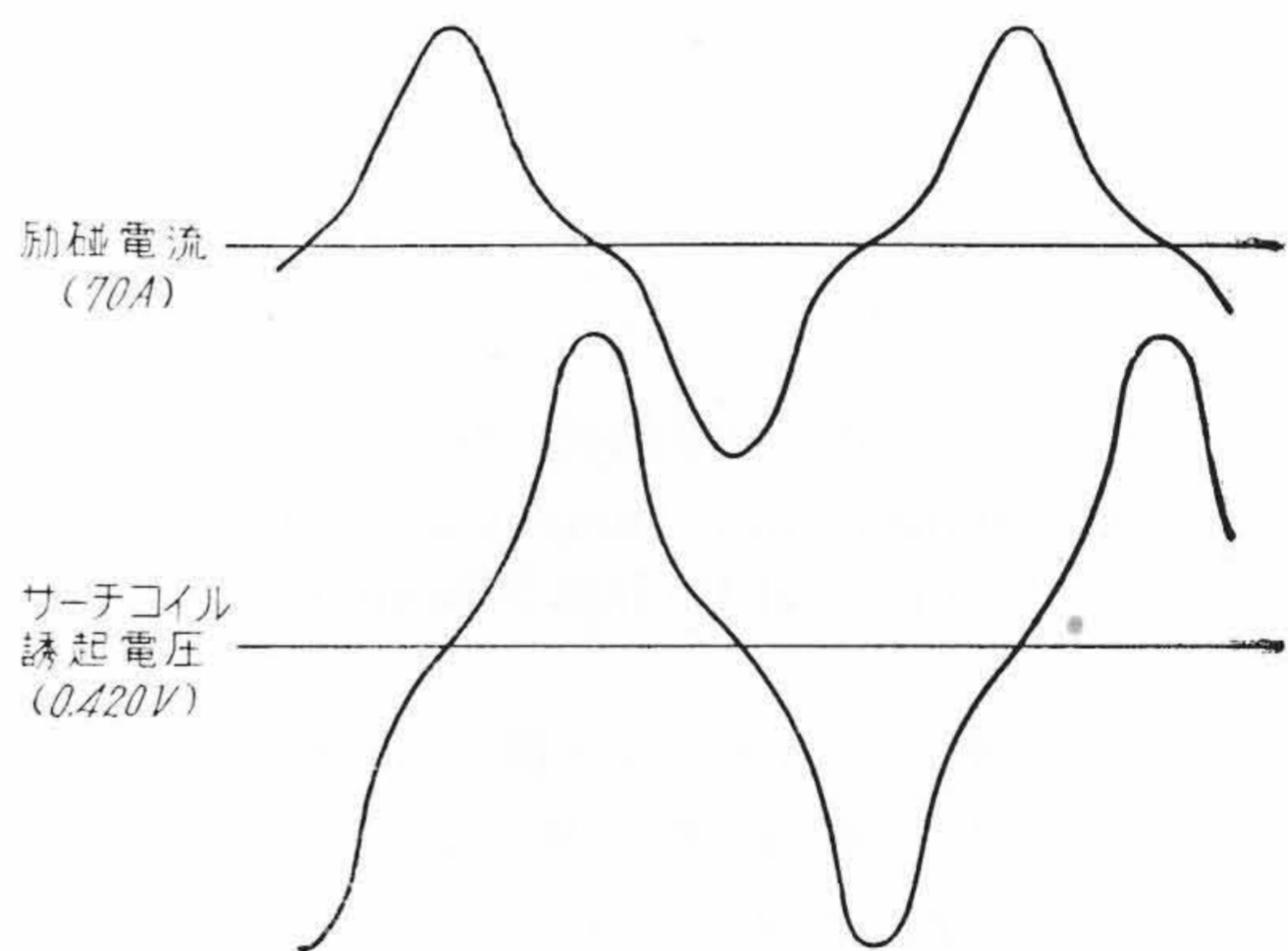
(B) 短軸方向に磁化した場合

第 11 図 試料の磁束密度分布
Fig. 11. Flux Density Distribution of Sample

位置によつて異なるのは磁束が磁極に面した試料面のみならず試料の上下面および側面から入つてゐるためである。なお、この場合の励磁電流および誘起電圧の波形は第 12 図のごとくである。第 2 表を基にして鉄損分離曲線を画くと第 13 図となり、これから 50 \sim の場合の鉄損およびヒステリシス損を図示すると第 14 図となる。同図からわかるごとく磁化の角度が 0 $^{\circ}$, 30 $^{\circ}$, 45 $^{\circ}$, 60 $^{\circ}$ ではその鉄損およびヒステリシス損は同じ鉄損曲線およびヒステ



(1) 長軸磁化の場合 ($B_m = 5,000$ ガウス)



(2) 短軸磁化の場合 ($B_m = 1,770$ ガウス)

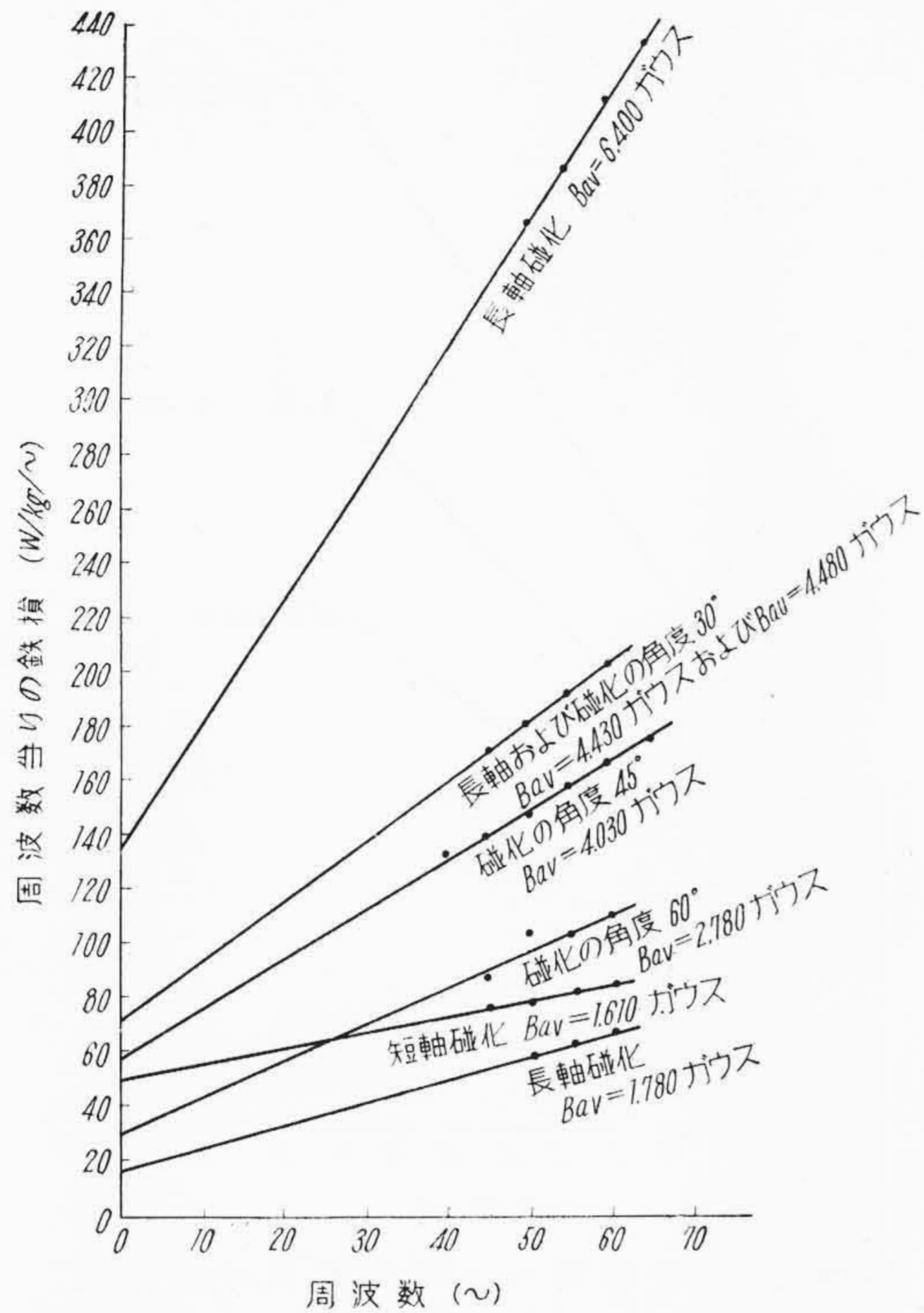
第 12 図 矩形試料における励磁電流と誘起電圧の波形

Fig. 12. Wave-forms of Exciting Current and Induced Voltage in Rectangular Sample

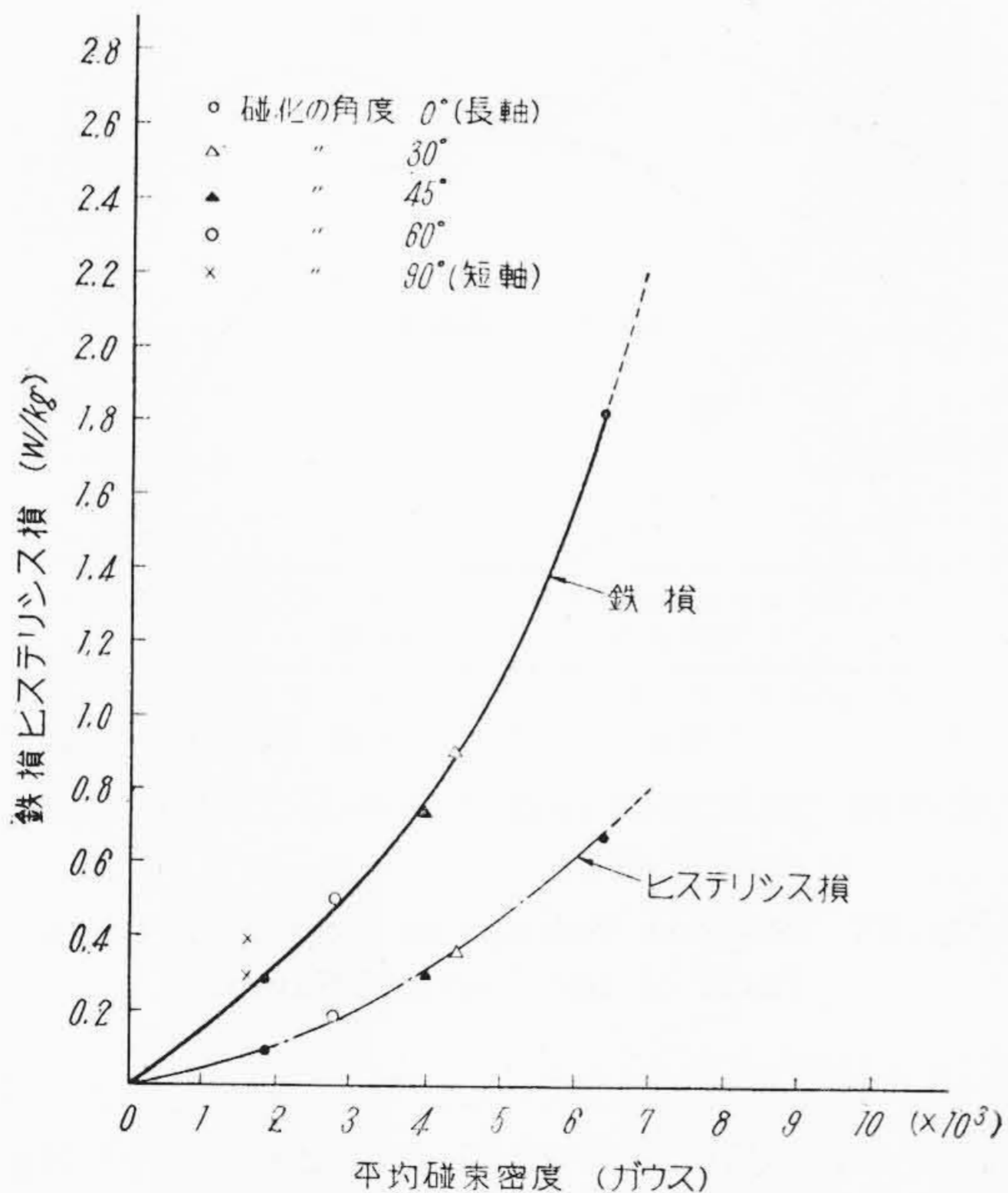
リシス曲線上にのるが、これが 90 $^{\circ}$ すなわち短軸磁化の場合は、これら損失はこの曲線上を離れて非常に大きくなつてゐる。この原因については鉄板に小孔を穿つてサーチコイルを巻き部分磁束について種々検討したが、これのみでは十分説明できない。一方、25 cm エプスタイン装置により上述の試料の鉄損およびヒステリシス損を測定した結果を 50 \sim で図示すると第 15 図となる。これを第 14 図と比較することによりヒステリシス損は短軸磁化の場合を除き平均磁束密度でほとんど一致するが、鉄損は熱量計法の場合、すなわち空隙を隔てて磁化した場合ははるかに大きい。これは前述のごとく試料内の磁束密度が一様でないため渦流損が増加した結果である。

(2) 環状試料

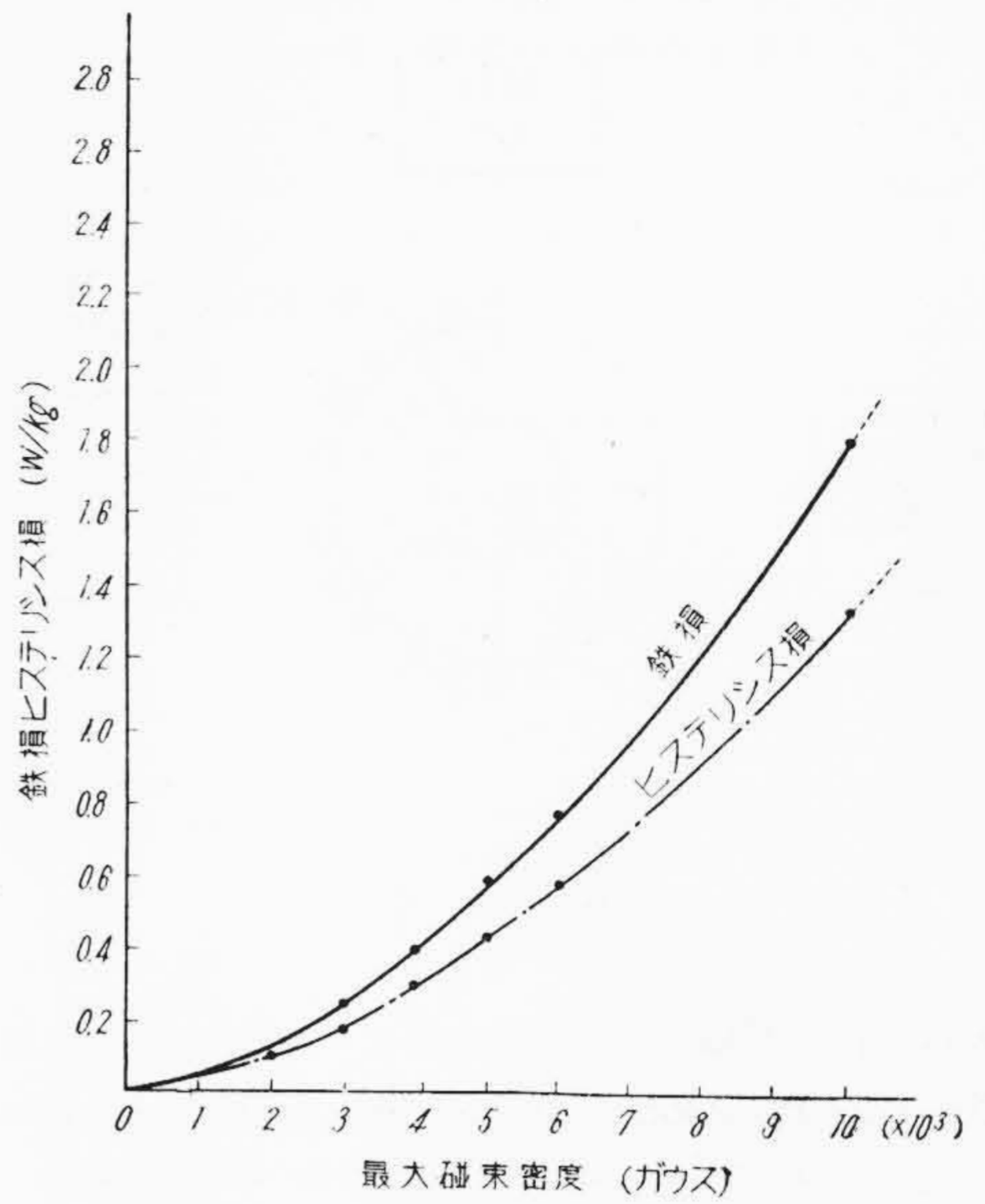
第 9 図(乙)のごとき環状試料(歯形試料の歯を除いたもの)で交番磁場、円回転磁場および楕円回転磁場を加えた場合のそれぞれの鉄損、渦流損およびヒステリシス損を測定した。この場合、円回転磁化とは第 8 図のごと



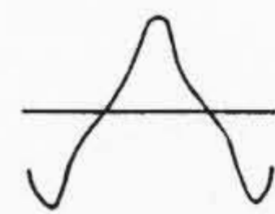
第13図 矩形試料における鉄損分離曲線
Fig.13. Iron-loss Separation Curves in Rectangular Sample



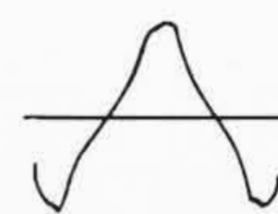
第14図 熱量計法による鉄損およびヒステリシス損 (50Hz の場合)
Fig.14. Iron and Hysteresis Losses Measured by Calorimeter Method (at 50Hz)



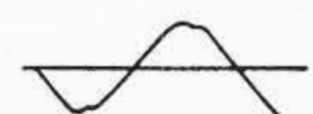
第15図 エプスタイン装置による鉄損およびヒステリシス損
Fig.15. Iron and Hysteresis Loss Measured by Epstein Apparatus



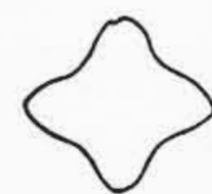
(イ) 電磁石(P)による誘起電圧波形
 $E = 0.315(V)$



(ロ) 電磁石(Q)による誘起電圧波形
 $E = 0.315(V)$



(ハ) 電磁石(Q)による誘起電圧波形
 $E = 0.157(V)$



円回転磁場の場合の誘起電圧のリサージュ波形
(イ)と(ロ)の合成

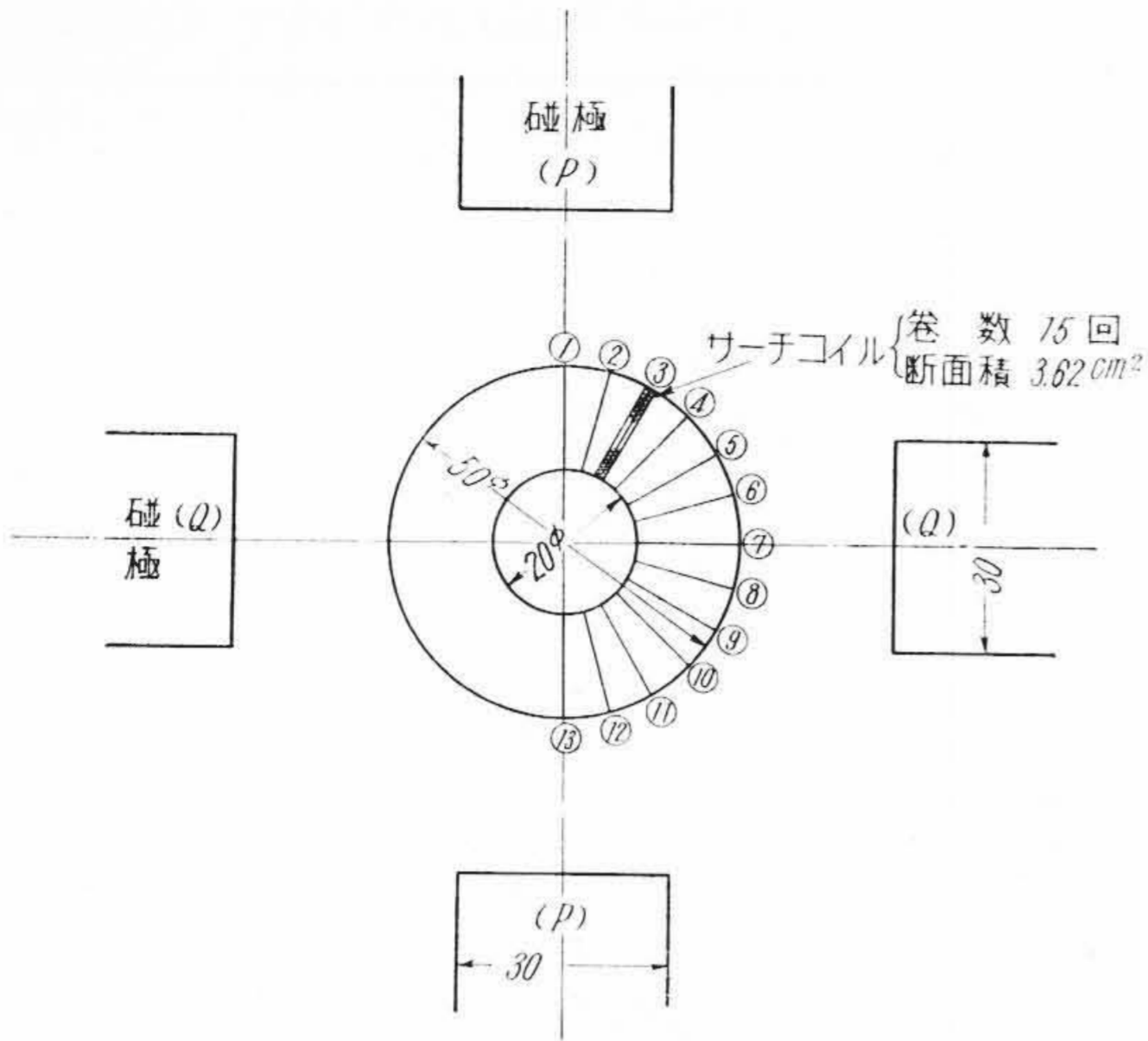


楕円回転磁場の場合の誘起電圧のリサージュ波形
(イ)と(ハ)の合成

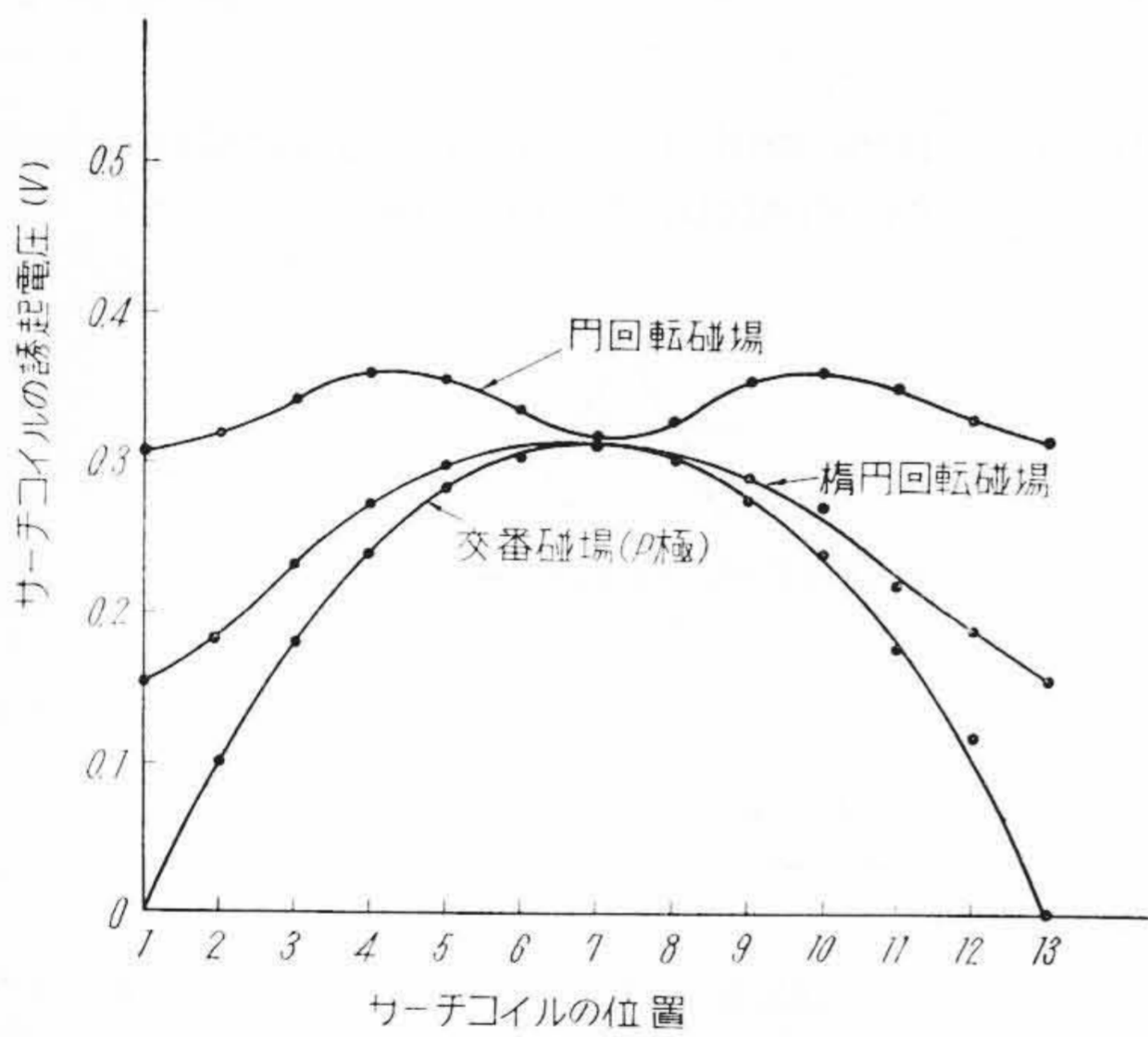
第16図 交番磁場および回転磁場の場合の円形試料の誘起電圧波形

Fig.16. Induced Voltage Wave Forms of Circular Sample in Alternating and Rotating Magnetic Field

き結線で電磁石Pによる試料の最大磁束密度と電磁石Qによるそれとを等しくし、かつ位相角を互に90°にした場合を称し、楕円回転磁化とは電磁石Qによる試料の最大磁束密度を電磁石Pのそのの半分にし、かつ位相角を90°にした場合を称している。これらの場合のそれぞれ

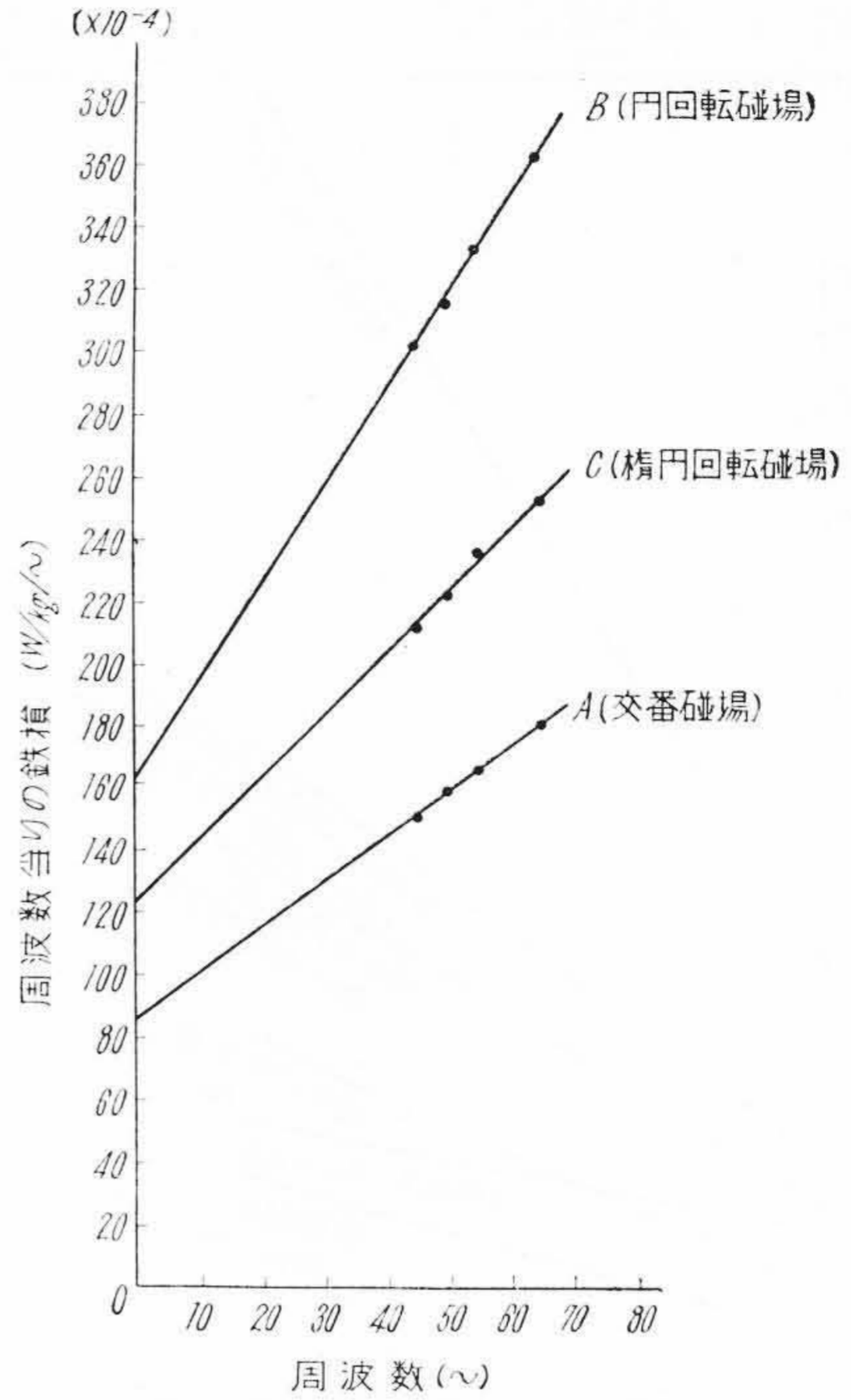


第 17 図 試料磁束密度測定用サーチコイルの位置
Fig.17. Positions of Search Coil for Flux Density Measurements in Sample

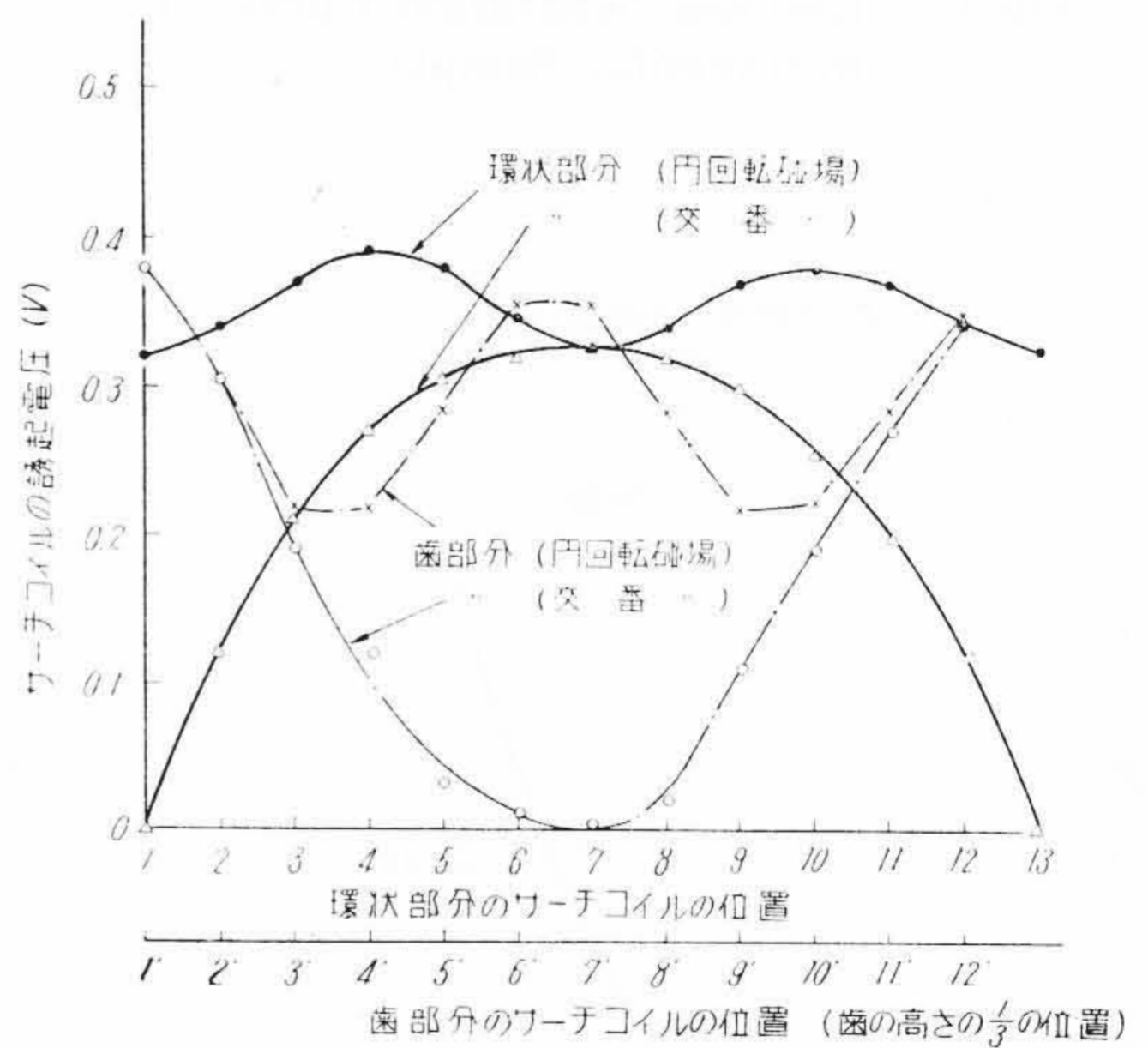


第 18 図 環状試料における誘起電圧
Fig.18. Induced Voltage in Ring Sample

の誘起電圧の波形、および円ならびに楕円回転磁場の場合のリサージュの波形を示せば第16図（前頁参照）のごとくなる。実際は磁束の波形を示すべきであるが、簡便のため誘起電圧の波形で示したもので磁束は誘起電圧の積分値に当るのでこの波形よりは正弦波形に近づくものとする。磁束密度測定には第17図のごとく位置を変えて測定した。いま、交番磁場、円回転磁場および楕円回転磁場の場合の磁束密度の位置による変化をサーチコイルの誘起電圧で示すと第18図となる。一方、これらの場合の周波数と鉄損との関係を図示すれば第19図のごとくなりいずれの場合も周波数分離が可能である。また、この結果を表にまとめると第3表となる。同表よりわかるごとく円回転磁場の場合の鉄損およびヒステリシス損は交番磁場の場合のそれらの約2倍、楕円回転磁場の場合は



第 19 図 環状試料における鉄損分離曲線
Fig.19. Iron-loss Separation Curves in Ring Sample



第 20 図 歯形試料の環状部分および歯部分の誘起電圧

Fig.20. Induced Voltage in Ring and Teeth Parts of the Toothed Sample

それらの約 1.5 倍となつている。なお、同一材質より環状試料（外径 45mm、内径 33mm、12 枚）を作り弾動検流計法でヒステリシス環線を求め、これから 50Hz の場合の交番ヒステリシス損を測定した結果を上述の熱量計法によるそれと比較すると、両者は最大磁束密度 $B_m = 4,030$ ガウスの約 90% の磁束密度で合致する。

第3表 環状試料における鉄損の分離結果 Table 3. Iron-loss Separation Results in Ring Sample

周波数 (\sim)	磁場の種類	最大磁束密度 B_m (ガウス)	鉄損 W_i (W/kg)	ヒステリシス損 W_h (W/kg)	渦流損 W_e (W/kg)	$W_h/W_i \times 100$ (%)	$W_e/W_i \times 100$ (%)
45	交番	4,030	0.675	0.374	0.301	55.3	44.7
	円回転	4,670	1.350	0.738	0.612	54.7	45.3
	楕円回転	4,030	0.951	0.558	0.393	58.8	41.2
50	交番	4,030	0.790	0.415	0.375	52.6	47.4
	円回転	4,670	1.576	0.821	0.755	52.0	48.0
	楕円回転	4,030	1.109	0.621	0.488	55.8	44.2
55	交番	4,030	0.902	0.457	0.445	50.7	49.3
	円回転	4,670	1.826	0.902	0.924	49.5	50.5
	楕円回転	4,030	1.292	0.682	0.610	52.7	47.3
65	交番	4,030	1.170	0.540	0.630	46.2	53.8
	円回転	4,670	2.360	1.065	1.295	45.2	54.8
	楕円回転	4,030	1.635	0.807	0.828	49.3	50.7

第4表 歯形試料の鉄損の分離結果 Table 4. Iron-loss Separation Results in Toothed Sample

周波数 (\sim)	磁場の種類	環状部最大 磁束密度 B_m (ガウス)	鉄損 W_i (W/kg)	ヒステリシス損 W_h (W/kg)	渦流損 W_e (W/kg)	$W_h/W_i \times 100$ (%)	$W_e/W_i \times 100$ (%)
50	交番	4,130	0.598	0.444	0.154	74.3	25.7
	円回転	5,030	1.195	0.810	0.385	67.8	32.2
55	交番	4,130	0.671	0.488	0.183	72.8	27.2
	円回転	5,030	1.352	0.891	0.461	65.8	34.2
60	交番	4,130	0.752	0.533	0.219	71.0	29.0
	円回転	5,030	1.550	0.972	0.578	62.7	37.3
65	交番	4,130	0.832	0.577	0.255	69.4	30.6
	円回転	5,030	1.705	1.050	0.655	61.7	38.3

(3) 歯形試料

歯形試料(第9図(丙))に交番磁場および円回転磁場を加えた場合の結果を述べる。この場合、環状試料と比較するため単独交番磁場の最大磁束密度を両者で等しくしている。なお、歯形試料の場合の環状部分の誘起電圧分布、および歯の部分のそれを示すと第20図となる。このような磁束密度分布の鉄損、渦流損およびヒステリシス損を求めた結果は第4表となる。この場合も円回転磁場の鉄損およびヒステリシス損は交番磁場のそれらの約2倍となつている。

[V] 結 言

以上の実験結果を要約すればつぎのごとくである。

- (1) 熱量計法によつて鉄損の絶対測定が可能である。しかもこの方法によればトルク法と異り試料の形状を問わず真の鉄損が測定できる。
- (2) 矩形試料を交番磁化した場合のヒステリシス損は、位置による磁束密度の変化が著しくなければ平均磁束密度によつてエプスタイン装置による結果と直接比較できる。ただし、この場合、渦流損はエプスタイン装置によるそれより著しく多くなる。

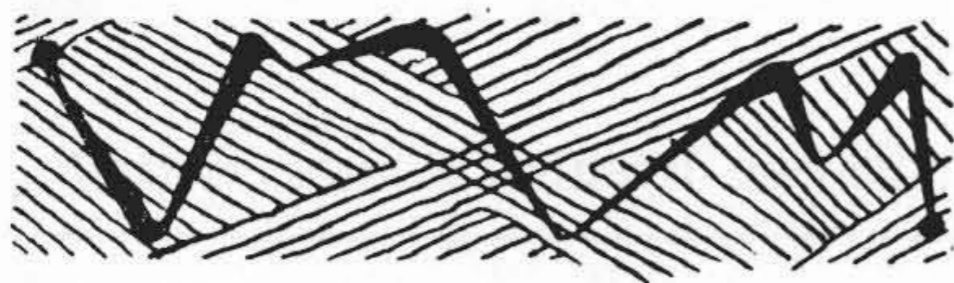
(3) 環状および歯形試料の円回転磁場における鉄損

およびヒステリシス損は交番磁場におけるそれらの約2倍、環状試料の楕円回転磁場の場合は長軸磁束密度を等しくした交番磁場のそれらの約1.5倍である。これらの実験結果から、空隙を隔てて磁化した場合には磁束密度と鉄損との関係が一樣磁場の場合と異り複雑となるため、今後は試料内部の部分磁束をも測定して検討する考えである。なお、この測定法による欠点は空隙長が大きい試料の磁束密度を大きくすることが困難な点である。

終りに本研究に対して終始御指導、御鞭撻を賜つた日立製作所馬場条夫博士、三浦倫義博士および実験に協力された石崎幸君に深く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 西堀, 片木: 日立評論 35 1575 (昭 28-11)
- (2) 西堀, 片木: 日立評論論文集 11 290 (昭 24)
- (3) 西堀, 片木: 電気三学会連合大会予稿 2.1 (昭27)
- (4) J. Greig and H. Kayser: J.I.E.E. 95 II, 15 (1948)
- (5) H. Krächter and J. Lindemann: E.T.Z. 73 362 (1952)
- (6) 尾本, 宮本共訳: 磁気回路と変圧器 151 (昭 25)



特許と新案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その3)

(第12頁より続く)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	417715	同期検定切替装置	日立工場	{ 森井秀進 広吉秀高	29. 9. 16
"	417716	水電解槽	日立工場	滑川清	"
"	417717	グラブバケット操作とブーム俯仰制御を行う装置	日立工場	{ 平川克己 佐川伊知 中野二郎	"
"	417718	縦軸水車発電機	日立工場	{ 後藤恒夫 高木弥十郎 菊地善右衛門 長尾善右衛門	"
"	417719	水電解槽	日立工場	川島夏樹	"
"	417722	光電比色計	日立工場	古渡賢助	"
"	417723	光沢測定装置	日立工場	古渡賢助	"
"	417724	反射光測定装置	日立工場	古渡賢助	"
"	417725	光電比色計	日立工場	田中貞之助	"
"	417729	防蝕裏張を施した合成罐	日立工場	滑川清	"
"	417734	高速励磁機冷却装置	日立工場	田賀正三	"
"	417741	補償線輪支持装置	日立工場	{ 田附修雄 佐々木道雄 菅野政雄	"
"	417742	移相装置	日立工場	浅野弘	"
"	417743	端子套管取付装置	日立工場	{ 舟生進 佐竹喜代松	"
"	417744	縦軸回転電機の推力軸受	日立工場	{ 小野崎一男 滑川男清	"
"	417746	防爆電器箱のケーブルプラグ取付装置	日立工場	鈴木正明	"
"	417748	開閉器の電動操作装置	日立工場	{ 桑山正俊 小林正毅	"
"	417750	並設電器用隔壁	日立工場	{ 本間千代一 渡辺豊彦	"
"	417755	液圧往復動ポンプ	日立工場	{ 海老名啓吾 小野正喜	"
"	417749	排気処理箱の水位保持装置	笠戸工場	小野栄男	"
"	417720	複平歯車式巻胴の駆動装置	亀有工場	林文也	"
"	417731	アキユムレータ	亀有工場	渡部富治	"
"	417732	フート弁用ストレーナ清浄装置	亀有工場	{ 木暮健三郎 大貫康志	"
実用新案	417747	フック装置	亀有工場	青砥忠	29. 9. 16

(第68頁へ続く)