

獨逸國電氣工師會制定の規定に準據 せる鐵板試験に對する新裝置に就いて (續)

富士電機製造株式會社

小林 悌 一 郎

故エプスタイン教授によつて説かれた「鐵板の磁氣性質試験に就いて」中の表及び之に關係せる曲線より考へれば、合金鐵板並びに普通鐵板に於ては、其エプスタイン裝置によつて得られた曲線と、更に其絶對環狀曲線との間の偏差は一つの曲線を示し、そして然も磁界の強さが僅なる場合には其磁束密度は少し小さ過ぎ、又磁界の強さが大きい場合には其磁束密度の値は一寸大き過ぎると云ふことが考へられる。シーメンス、ハルスケ社の研究室に於ても同様の目的に向つて同様の経路をたどつて研究して行つたところが、やつぱり前と同様の結果に到達した。即ち材質に關係なくして生ずる此偏差の一致はつまり、差働結線法に於ては其測定の結果は斯ふした誤差のためには大した影響を受けないものであると云ふことを推察するに足りるのである。

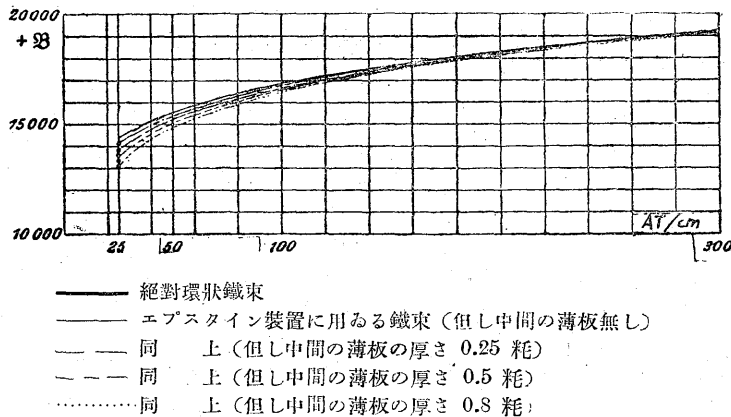
薄鐵板の接合のために生ずる影響を量的、及び質的に確定せんがため、乃ち此の接合の影響は一定のものであるかどうかを確めんがために種々の研究が施された。

先づ第一にあまり注意も拂はず、又各薄鐵板の間に薄板を入れるやうな事もせず薄鐵板を接合し、それから第二には非常な注意の許に此の薄鐵板を接合した。そして此測定にはバリステック法が採用せられたのである、此の時檢流計は前者の場合に於て $237,0^\circ$ の振れを生じ、又後者の場合に於て $237,6^\circ$ の振れを生じた。斯くて兩者の場合に於て測定せられた磁束密度の相異は約 0.25 % である。之によつて見れば、薄鐵板の接合に當つて、特別な注意を拂はなかつたが爲めに其影響に大した變化を生ずるものでないと云ふことが伺はれる。

更に此の影響は一定なものであると云ふことが次の研究によつて確められた。

乃ち四本の束について a.t./cm. の値が 25, 50, 100 及び 300 の場合に、其磁化曲線を測定したのであるが此場合四本の鐵束の中一つは其薄鐵板接合の時に各鐵板の間には薄板を入れなかつたのであるが、他の鐵束は各々其薄鐵板の各中間に其厚さ 0.25, 0.5 及び 0.8 耗の薄板が入つて居るのである。そして此の他前の鐵束と同一の材質から出來た環狀の試材に就いて其絶對曲線が測定せられたのである。(第六圖参照)

薄鐵板を接合する事によつて生ずる其影響は、中間の薄板の厚さに殆ど正比例することが解つた。更に各々厚さ 0.8 耗の中間薄板を 0, 1, 2, 3 及び 4 枚づつ備へたる鐵束に就いて、a.t./cm. の値が 25 の時に於て磁束密度の値が測定せられた。其値は第六圖の曲線に於て小圓を附してあるのがそれである。



第六圖 エプスタイン装置に用ゐる鐵束に於て其薄板接合のために起る影響を説明する磁化曲線

又此研究の結果絶対曲線と此器械によつて得られた曲線との偏差は鐵束を作つて居る各薄鐵板間に介在する薄板の厚さに比例することが解つた。

茲に於て鐵板の接合が工合よく作られた時の其の影響は同様の状態の許にあつては殆ど一定であ

ると云ふ事が解つた。事實此の影響が一定でないとしたらば差働結線法の場合に於ては此差は誤差として觀察の中に表れて來るのであるけれども、前述の次第によれば此の測定法の正確度は非常に高いものであつて、薄鐵板の接合による影響に何等關するところはないのであるが、只兩器に於て鐵板の接合に薄板の介在を用ゐて居るか否か、又更に兩器の寸法が充分に等しく出來て居るか否かに大いに關係するのである。

兩エプスタイン装置は第五圖の如く一つの木製の臺の上に於て互に 70 糎離れて、適當に取付けられるのであるが、之によつて場所の節約が得られ又操作にも至極都合がよいのである。

尙標準試材を用意するに當つては、後になつて材質が變化して來る恐れがないやう充分にエーデングを施したものを採用すべきである。と云つても勿論合金鐵板にあつてはエーデングの作用は直接には表れて來るものでもなく、又發電機鐵板に於ても其の作用は全く微かに表はれるに過ぎないものである。尙獨逸國に於ては國立物理學協會に於て E. Gumlich 及び W. Rogowski 兩氏の絶対試験法により標準試材の檢定を行つて居る。

(二) 差働結線法に依つて損失係數を測定すること

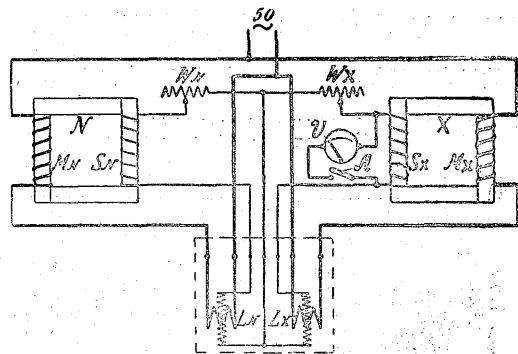
鐵板の磁化曲線測定に當て差働結線法を採用する時は其の測定は殆ど機械的であつて、且つ如何なる場合に於ても計算の煩なく、何等經驗のない素人にてても簡単に充分に完成し得るのである。併しかうした特徴も、彼の鐵板に就いての二つの特性としての其の一つなる損失係數の測定が尙種々の測定技術上の障礙のために、普通の單なる電力計法によつて爲されて居るやうでは、未だ大した効果のあるものではない。茲に於てシーメンス、ハルスケ社の技師長であつた Schöne 氏によつて、此差働結線法によつて更に損失係數も同時に測定し得られる事が發表せられるに至り、遂に下記の如き試験装置の完成を見るに至つたのである。

此器械に立入る前に先づ其理論に就いて簡単に説明して見たい（第七圖参照）

N は標準の試材であつて、其 $B_{max}=10,000$ 及び $15,000$ C.G.S. に對する絶對損失係數は既に知られて居るものとし、次に X は試験さるゝ試材であつて、其斷面積及び重さは前者と等しい値を有するものとする。そして兩試材は相互に相等しく作られた第一次捲線 M_n 及び M_x 、並びに第二次捲線 S_n 及び S_x を備へ、各試材の第一次捲線は各々等しく作られた電力計 L_n 及び L_x によつて第七圖の如く直列に結線されて主電流に直結せられ、又第二次捲線は二つの調整抵抗（インダクション及びカパシターを有せざるもの） W_n 及び W_x を以て電力計の電壓回路により相互に結線せられたならば、此結線によつて、兩電力計に與へられた電力の値は其損失係數 V_n 及び V_x の値に比例し、抵抗 W_n 及び W_x の値に逆比例する。更に電力計の二次回路に於ける電力の消費に至つては全く微かなものである。

斯くて、今先づ兩試材に於ける電力損失が互に相等しとせば、抵抗 W_x 及び W_n が相等しい時には兩電力計に起つた指針の振れは互に相等しいのである。

此の二つの電力計を組合せて差働結線式の電力計を作り、乃ち一本の軸に此二つの電力計を結び付けて其の目盛は兩電力計の各振れが相等しかつた時に零點を指示するやうに致すのである。それで兩試材の損失係數が互に相等しからずして圖に於て右の方の試材の其の値が他のもの、二倍も大きいものであれば、右方の電力計は他の二倍の振れを生ずる。此振



第七圖 損失係數測定に對する結線圖

れは抵抗 W_x の値を他の二倍の大きさに調整した時に於て、以前の半分に戻る。同様に損失係數が三倍も大きいものであれば其調整抵抗も亦三倍の大きさに至らしめねばならぬ。

即ち $V_n : V_x = W_n : W_x$

$$\therefore V_x = \frac{V_n \cdot W_x}{W_n}, \quad V_x = W_x$$

上式より見れば、差働結線式電力計が零點を指示した時には兩試材に於ける其の損失係數は各々其時の抵抗の讀みに等しいと云ふことが解る。即ち此の測定法は前述の磁化曲線測定の場合と全く同様に、標準試材の既知の V_n に等しく抵抗を計算して置くことによつて、簡単に完成せらるのであつて、抵抗 W_x の讀みは即ち試材の未知の損失係數 V_x に等しいのであるが、之は取りもなほさず上式によつて明瞭な次第である。斯くて未知の損失係數は一寸抵抗を調整するだけ

で、何等計算の煩もなく簡単に直接其の値を得ることが出来るに至つたのである。

以下本測定法の實際に當つて述べることにする。

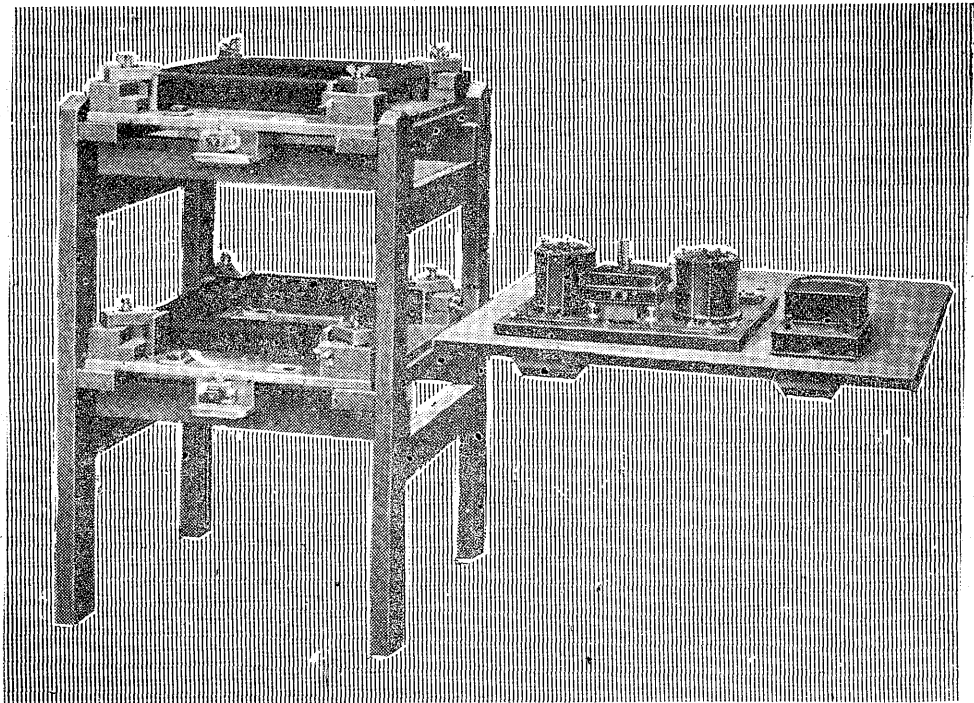
先づ此の場合使用せられる試材の寸法は工師會規定中に述べてあるエプスタイン装置に使用せられるものと同様の形状が採用せられ、捲線或は其の他あらゆる點は總て差働結線法によつて磁氣性質を測定する時の装置と全く同一であつて、此の装置によつて同一の試材に就いて、其の磁氣性質並びに損失係數 V_x の兩者をも等しく共に測定せられ得るのである。

それで此の第一次捲線である 500 捲線から成る兩方の四本の試験捲線は磁氣性質測定の場合には各々直列に、又損失係數測定の場合には各々併列に豫め結線せられ、第二次捲線の方は兩測定の場合とも常に直列に結線せられて居るのである。(第八圖及び第一圖参照)

尙標準試材の損失係數の値は其測定上に於て全々完全を保し難きが故に、其値の最も正確なるを期するため、獨逸國立物理學協會の檢定を受くるを最も安全とする。

差働結線法に依る本測定の結果は常に非常な正確度を有するものであつて、其標準及び試験兩試材の撰擇に當つては全く前述の磁氣性質測定の場合と同様である。

試材内に誘起せられた最大磁束密度によつて、起つたところの起電力を測定する最善の方法としては、先づ X 装置の第二次捲線の兩端部に電壓計を接續することによつて、試材内に誘起せ



第八圖 二組のエプスタイン装置を用ゐる鐵板の損失係數を測定する装置

られた最大磁束密度の値が全く工師會規定の値に一致するやう、確實に測定せられるのである。尙測定中抵抗の調整によつて該電力計が零位を指示した場合には、直ちに此電壓計は切換へられるから、電壓計内に於ける電力の消費は決して本測定の中に含有されて表れて來ないのである。

更に兩装置の第一次捲線抵抗（僅か約 0.05 オーム）が僅少なる場合には、何も前述の如きやり方によらなくもよいのであつて、直接第一次捲線の兩端部に於て其の電壓が測られるのである。斯くすれば何等此電壓計の切換へなどは必要ない事になるのである。

兩試材の重さ及び斷面積が相互に相等しい事により、鐵の中に誘起せられた所期の最大磁束密度に對する電壓の値は常に一定のものである理である。それで發電機鐵板及び合金鐵板に對する其電壓の値、並びに V_{10} 及び V_{15} に對する其値は夫々一つの値で充分である。

此測定法の確實性を確むるために六種の互に相異なる材質より成つて互に相異なる厚さを有し、且つ其硅素含有量の各々相異なる鐵板に就いて種々の實驗が施されたのであるが、先づ之等六種の試材に對する絶對値の測定に對しては普通の電力計法が施され、更に其他舊式のエプスタイン装置並びにシーメンス、ハルスケ社によつて完成せられた切換への出来る捲線を有する新型のエプスタイン装置によつて實驗せられたのである。

此測定の結果は新舊兩エプスタイン装置によつて得られた値は各々平均約 1.5 % の偏差を來したのであるが、此偏差なるものはつまり新装置に於ては其磁化捲線中に第二次捲線を具備して居るに對し、舊装置に於ては之を有して居ないと云ふ少しの差が兩装置間に存するを説明して居るに過ぎないのである。

一 依つて切換へ得る捲線を有する此測定装置は又何等の煩雜さもなく普通の電力計法にも適用出来るものである。

上述の測定に依つて得られた六種の試材の損失係數の平均値は更に差働結線法によつて測定する場合に、其の絶對値となるのであつて、差働結線法の場合に於て之等六本の試材の中の本は標準試材となるものであつて、他の試材の損失係數は單に抵抗 W_r の讀みによつて得られ、何等矯正の要はないのである。此方法に依つて得られた値は實際上全く絶對値と一致するものであつて、次表に於て見る如く此差働結線法に依る多くの測定の結果は常に偏差は單に約 0.1% 位迄のものであつた。

發電機鐵板より成る試材に於ける偏差は、之は溫度に關係したものである。

試材に就いて、測定中の渦流損失の大きさと云ふものはどんなものであるかと云ふ事に關して研究して見るのは興味ある事であるが、測定中試材の加熱のために電力計は其指針が始め零位を指示してから、更に自然と目盛の多い方へ動いて行つて、漸く二三分の後になつて大體一定の位置に靜止するやうな工合に、加熱の影響と云ふものは可なり明瞭に表れて來るのである。

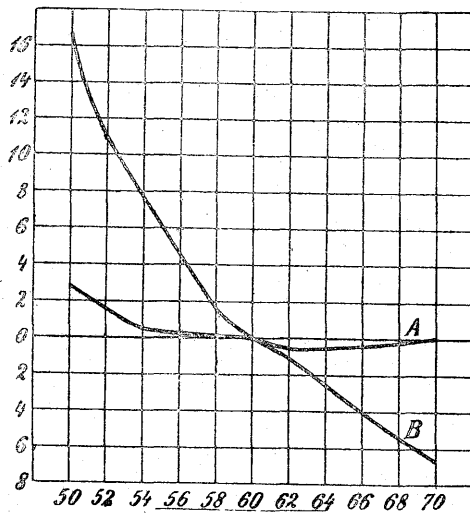
尙發電機鐵板が之と同様の材質から出來て居る標準試材と比較せられ、そして此兩方の試材が

試材	試材ノ種類	鐵板ノ厚サ	a	b	$\frac{a-b}{a}$	c	d	$\frac{c-d}{c}$
			電力計法 V_{10}	差働結線法 V_{10}	%	電力計法 V_{15}	差働結線法 V_{15}	%
1	合金鐵板	0,5	1,675	標準試材		3,840	標準試材	
2	合金鐵板	1,0	2,709	3,650	+1,9	5,865	5,969	-1,7
3	發電機鐵板	0,5	3,465	3,465-3,430	$\pm 0,0 - +1,0$	7,945	8,160-8,020	-2,6-+1,0
4	合金鐵板	0,5	1,885	1,855	+1,6	4,445	4,420	+0,6
5	合金鐵板	0,5	2,400	2,358	+0,9	5,450	5,450	$\pm 0,0$
6	合金鐵板	0,3	1,277	1,287	-0,8	3,305	3,279	+0,8

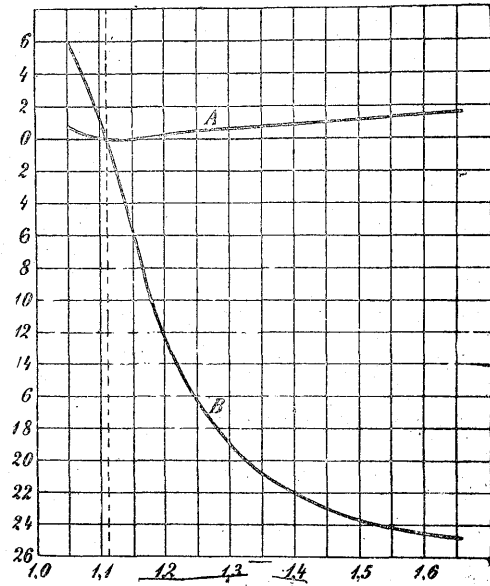
其持續する最後の値に達するまで、少し其時間を長く取れば温度に對する補償は或る程度迄自動的に生じて來るのである。又合金鐵板を之と同様の材質から成る標準試材と比較する場合には、加熱の問題はさして重要な事ではないのであつて、之は自然的に完全に消えてしまふのである。茲に於て、電力計法の場合に於ける種々の誤差の原因は差働結線法による新装置によつて、或る程度まで取除くことが出來た。それで電壓計にて測定せられた起電力の値の少し位の不正確さは比較的此場合大した結果とならない、勿論此値の一寸した誤差も可なり重大なものであるけれども、此場合では此誤差は兩方の試材に於て互に相等しく表れるので之は問題でない。併し若し此誤差が兩試材に於て各々相異なるものであつたならばそれこそ之は觀察の結果に誤差として表れてくるのである。

かう云ふ理であるから、此測定法に於ては或る程度迄周波數の如何に關係しないし、又測定せられた起電力の波形の如何に對しても影響しないのである。それで電壓波形は必ずしも完全な正弦波形でなくも宜しく 1.11 なる波形率を適用する必要もないのである。全く試験さるゝ、試材が其の形狀其他に於てよく其標準の試材と一致して居れば、電壓波形による誤差は大したものではないのである。勿論鐵板の損失係數なるものは周波數及び波形に重大な關係を持つて居るものであるけれども、此測定法に於ては之等は全く或る程度迄完全に補償さるに至つたのである。(第九圖及び第十圖參照)

上述の六種の試材に就いて其波形率に關して研究して見たところが、非常な好結果を得た。併し此波形率の補償は如何なる任意の交流を使用しても普通鐵板及び合金鐵板から出來た二種の標準試材を以て、如何なる種類の鐵板でも實際に於て、充分完全に試験されると云ふ程度に迄は至らないのであるけれども、尙此損失係數測定に於て、殆ど完全に正弦波形を有するところの從來の特別な發電機を以て其電源としたならば、此場合上述の事項は充分可能である。それで此場合負荷があまり大きい (V_{15} 又は以上) 場合に其の正弦波形に歪みを生じて來るに至つても、之は



第九圖 周波数の影響
A. 差働結線式電力計法
B. 普通の電力計法



第十圖 波形率の影響
A. 差働結線式電力計法
B. 普通の電力計法

差働結線法によつて立派に相殺されてしまふのである。それ故に若し此測定に於て二種の標準試材があれば上述の特別な機械を以て、最大磁束密度は 1.700 或はそれ以上 1.800 cgs 位に於てさいも、其波形率の變化は何等妨げられる事なく、立派に測定が出来るのである。

斯くて上述の測定装置が單なる電力計法に比して遙かに優れる所因のものは、單にその測定法が簡單であると云ふのみでなく、其の正確度が大きであると云ふ點に在るのである。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。