

パルプマイカガラスの電気特性とその劣化について

Dielectric Properties of Pulp Mica Glass and Its Thermal Aging Test

水野敏行* 小川哲郎* 田島基文*

内 容 梗 概

本報告は最近日立製作所において試作されたパルプマイカガラスが、マイカ絶縁物としての性能を保持しているかどうか、すなわち従来のガラスマイカに代りうる性能を持つているかどうかを検討すべく、主としてその熱劣化特性についてこれら二者の比較を行つたものである。

本来絶縁材料の加熱劣化試験は、その使用状態に最も近い条件で劣化せしめることが理想とされている。この観点より本研究では、種々のモデルコイルあるいは模擬スロットを用い、なるべく使用状態に近づけるように考慮した。また電気機器の劣化は単に熱によるもののみならず、振動あるいは吸湿が劣化の過程における大きな因子であることはいうまでもない。このため、本研究はモデルコイルを 200°C で加熱劣化せしめ、その途上における破壊電圧の変化あるいは $\tan\delta$ の変化を検討すると同時に、加熱劣化後にこれらモデルコイルを振動あるいは吸湿せしめて、振動、吸湿前後における特性変化を検討した。その結果、パルプマイカガラスは特殊（強圧部分）の絶縁を除いては、十分マイカ絶縁物としての性能を保持しうる事が判明した。

〔I〕 緒 言

従来回転機用マイカ絶縁物は、主としてガラスマイカ (G.M.) あるいはマイカペーパーが用いられて来たのであるが、ガラスマイカはその使用に際してやや柔軟性を欠き、ワニスクロスなどに比較するとマイカペーパーと同様に厚さも不均一である。

これらマイカ絶縁物に代りうるものとして、1949年フランスで「サマイカ」の商品名で工業生産が開始され、G.E.社では「マイカマット」、M.I.C.社では「イソマイカ」の名称で粉末状マイカ製品が電気材料として市販されるようになった^{(1)~(4)}。この種製品は柔軟性に富み、かつ厚さがきわめて均一なため作業性が良く好評を得ている。

特に最近の G.E. 社報告⁽⁵⁾によれば、マイカマットを車輛用モータのアース絶縁にも用い、その劣化特性を検討した結果は非常に良好であることを立証している。

日立製作所においてはかねてからこの種製品の試作研究を行い最近実用化できるようになった。その製品をパルプマイカと呼称することにしたが、この種パルプマイカをガラス生布に特殊バインダで貼り合せたガラスパルプマイカの電気特性、またはその劣化特性を、主として従来のガラスマイカに比較して見た結果、ガラスパルプマイカはマイカ絶縁物としての性能を十分保持しうる事が判明したのでその概要を報告し御批評を請わんとするものである。

なお本報告で検討した D 種絶縁材料（日月氏提案⁽⁶⁾、他社では一般に特 B 種と称している）以外に、H 種試料あるいは各種マイカ板についてもその劣化特性を検討中であり、追って報告する予定である。

〔II〕 実 験 方 法

本報告はつぎの各項目により比較検討したものである。

以後パルプマイカガラスを「GP_m」、ガラスマイカは「GM」、ワニスクロスを「VGC」と略記する。

（1）破壊電圧の均一性（電極面積と破壊電圧との関係）

破壊電圧の均一性をしらべるため電極面積（平板電極）を、 6ϕ 、 15ϕ 、 20ϕ 、 25ϕ 、 50ϕ に変化させ、各電極ごとに 20 点破壊電圧を測定し、電極面積変化による破壊電圧の変化を比較検討した。測定に際しては試料による誤差を少なくするため、10 枚の試料をとり、各電極ごとに一枚当たり二箇所破壊電圧を測定した。

（2）加熱による破壊電圧の変化

各測定試料を幅約 20 cm、長さ約 30 cm に切断し、 200°C の乾燥器内に吊し、劣化途上における破壊電圧の変化を測定した。

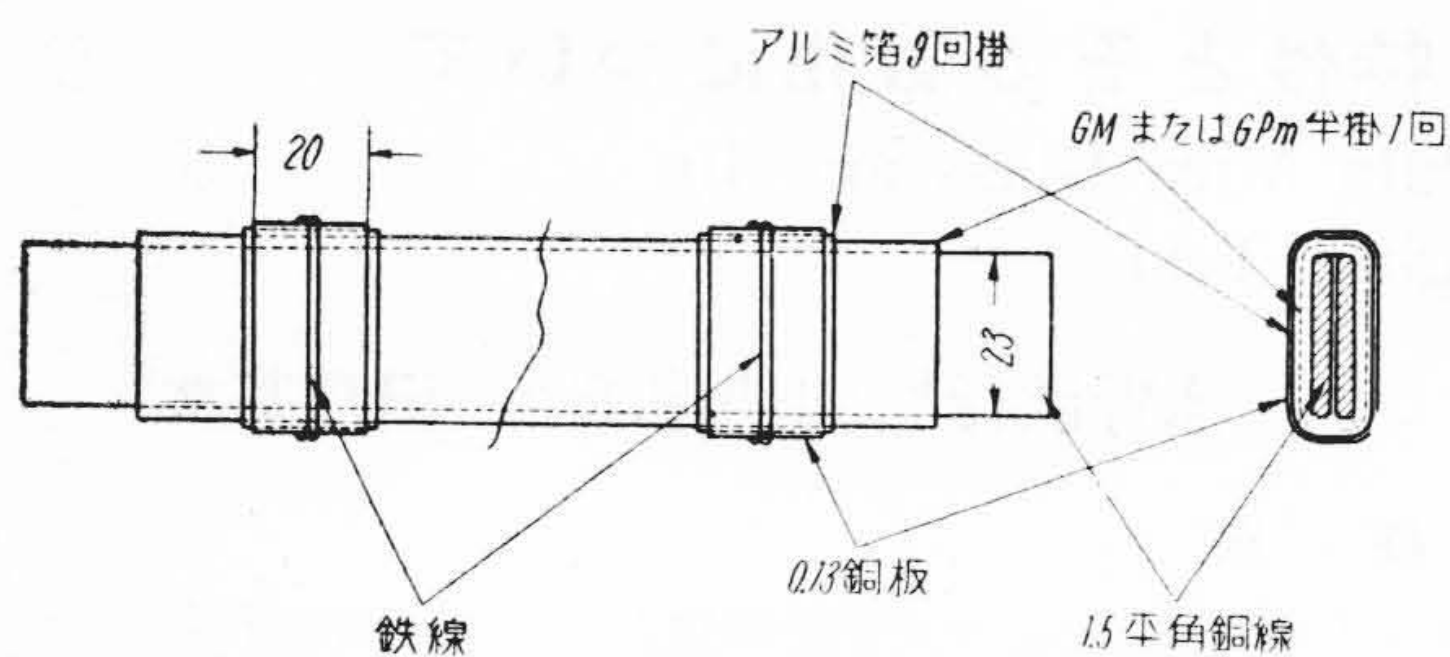
測定時の人意的誤差を少なくするため、あらかじめ試料と同大の紙に 5 点の穴をあけた型枠を作り、測定時この型枠を試料に当て、その穴の中に電極を置いて測定を行つた。電極は 20ϕ 平板電極を使用した。

（3）加熱劣化後の耐振動試験

絶縁材料の加速劣化試験は、その材料の使用状況に最も近い状態で耐熱評価を行うべきであるといふことはしばしば述べられているが⁽⁷⁾、この意味において本研究では以下に示すような種々のモデルコイルを用いて、GP_m の耐熱試験を行つた。

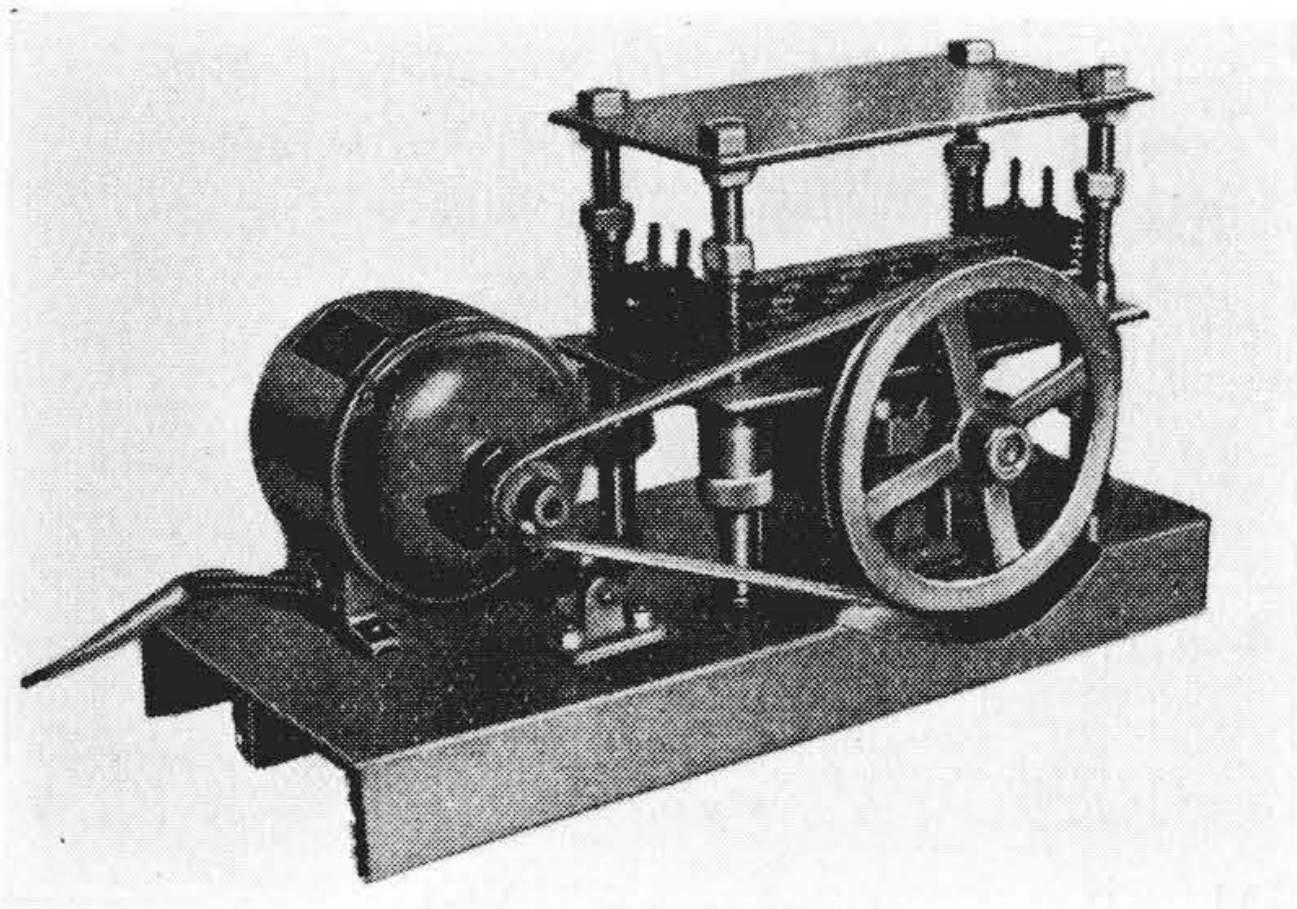
振動試験に用いたモデルコイルは、第 1 図（次頁参照）に示すように 1.5 mm 厚さの平角銅線 2 枚重ねのもの

* 日立製作所日立絶縁物工場

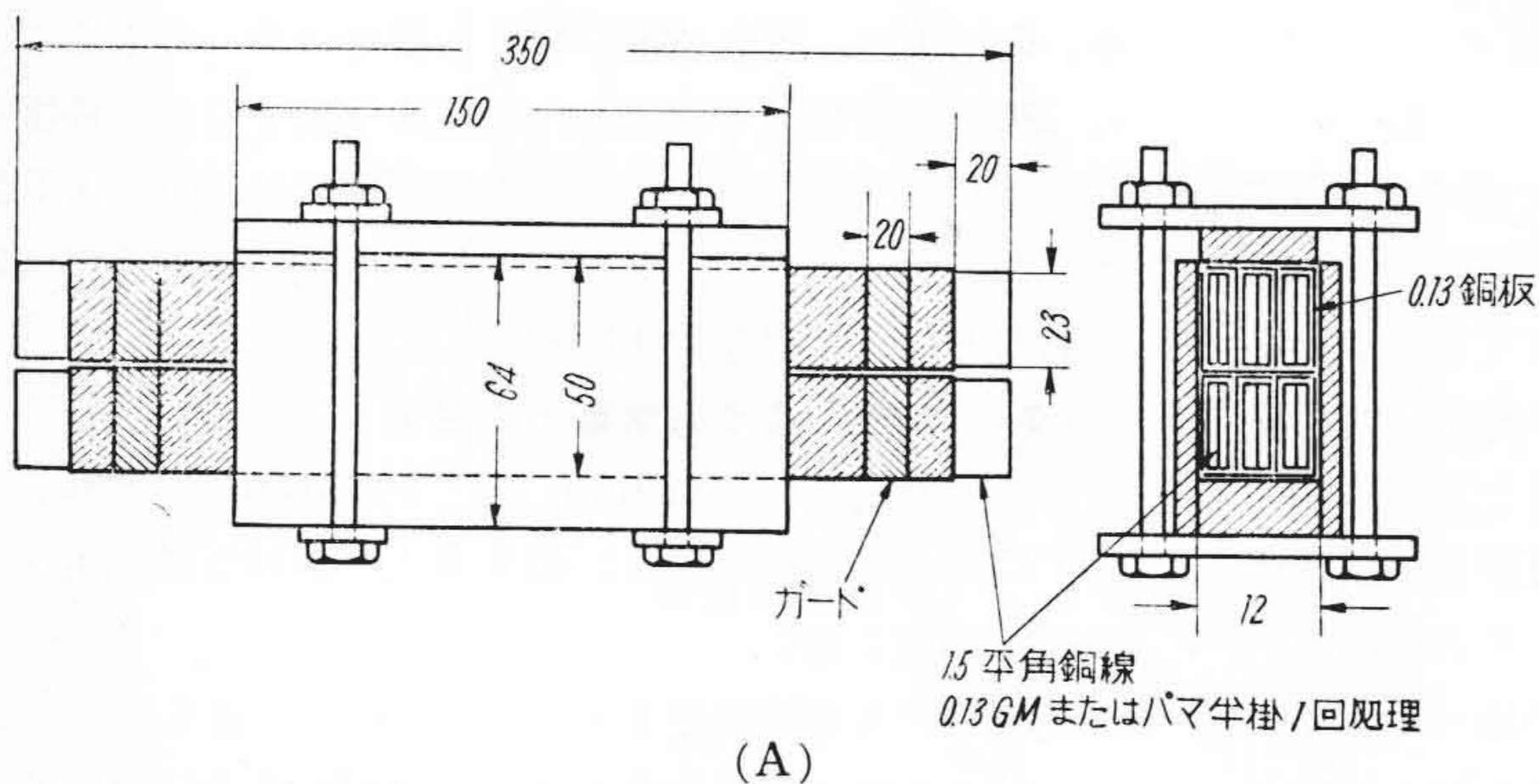


第1図 振動試験，または吸湿破壊試験に用いたモデルコイル

Fig. 1. Model Coil for Vibration, and Moisture Absorption Test



第2図 振動試験器
Fig. 2. Model Coils Mounted on Vibration Test Stand



(A)

(B)

第3図 スロット入モデルコイル
Fig. 3. Model Coil in Slot for Moisture Test

に試料を半掛1回巻き付けたもので，ワニス含浸処理を施したもの，および施さないものについて振動試験を行い，振動前後における破壊電圧を測定した。電極は第1図に示すように一本の試料当たり6箇所または10箇所取付け，これをそのまま所要時間の加熱処理を行い，振動を加えた。振動条件は周波数 50 サイクル，振幅約 1mm のかなり大きな衝撃をとこなうものである。なお，用いた振動試験器は第2図に示す。

(4) 加熱，吸湿によるスロット入りモデルコイルの劣化試験

第3図に示すような鉄製モデルスロットを作り，これに前述のモデルコイル6本を上下に入れ，加熱 (200°C 4日間)，吸湿 (40°C, 90% R.H.) サイクルを行い，吸湿時の絶縁抵抗の変化を検討した。ただし抵抗測定は直偏法により行った。

(5) 円筒型モデルコイルによる加熱劣化試験

円筒型モデルコイルは第4図に示す。直径1インチの真鍮製パイプに試料を袋巻3回巻き付け，その上に0.13 mm 銅板を1回半巻いて電極とし，パイプ，電極間の破壊電圧および $\tan \delta$ の電圧特性を測定した。

〔III〕 実験結果ならびに考察

(1) 破壊電圧の均一性

破壊が主として材料の弱点で起ると考えた場合最小値の確率密度函数⁽⁸⁾⁽⁹⁾の考え方をを用いると， $P\phi$ の電極によつて測定されたシート状絶縁物の破壊電圧を $P(m, \sigma)$ とすれば，面積をN倍にした $Q\phi$ 電極により測定された同一シート状絶縁物の破壊電圧は，理論的に

平均破壊電圧

$$\bar{x} = m - a_N \sigma \dots (1)$$

標準偏差

$$S = b_N \sigma \dots (2)$$

となる筈である。

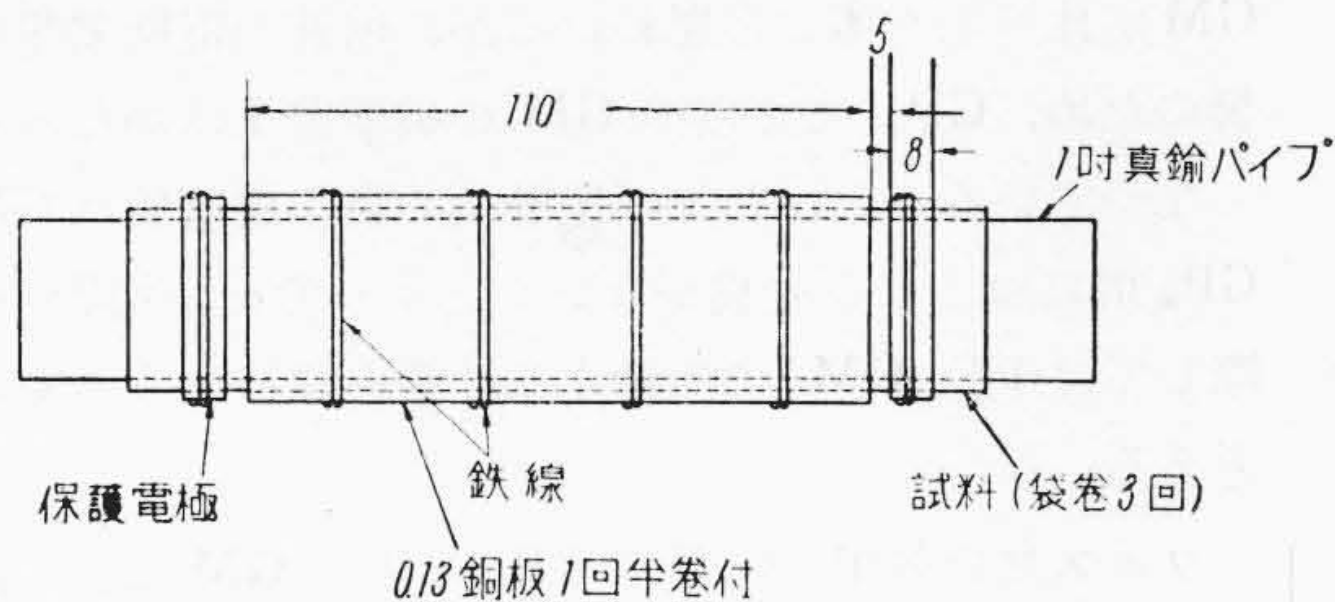
ただし上式中

m : $P\phi$ 電極の平均破壊電圧

σ : $P\phi$ 電極により測定された破壊電圧の標準偏差

a_N, b_N : 定数⁽¹⁰⁾

(1) 式よりわかるように σ の小さい試料程，すなわち破壊電圧のバラツキの小さい試料程，電極面積を大きくした場合の平均破壊電圧の低下率は少ない。材料の試験をする際われわれは普通比較的小さな電極で破壊電圧を測定しているが，この値をそのまま実際のコイル絶縁に適用することは不可能である。コイルの絶縁面積は破壊



第4図 円筒型モデルコイル
Fig. 4. Cylindrical Model Coil

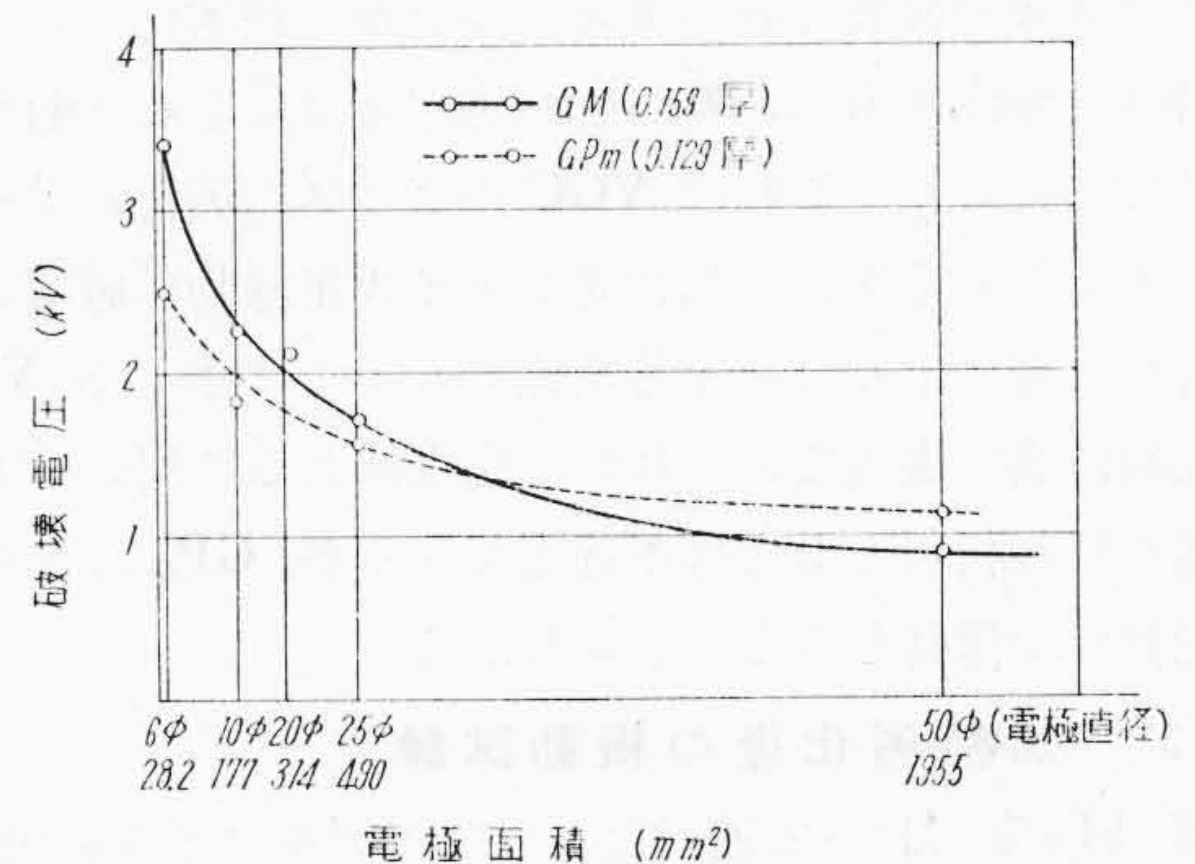
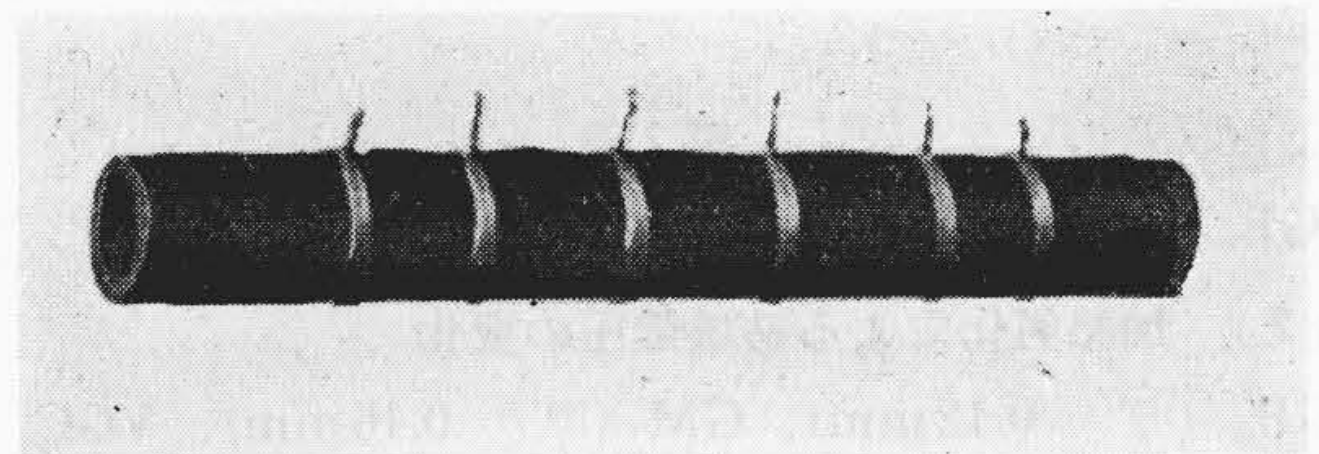
第1表 電極面積と破壊電圧との関係
Table 1. Relation between Dielectric Strength and Electrode Area

試料	平均厚さ (mm)	電極直径 (mm)	実測平均破壊電圧 (kV)	実測平均破壊電圧 90%信頼限界 (kV)	理論平均破壊電圧 (kV)	実測 σ (kV)	理論 σ (kV)	備考
G. M.	1.59×10^{-1}	6 ϕ	3.39	3.06 ~ 3.72	3.39	1.05	1.05	各電極毎 30点測定
		15 ϕ	2.26	1.9 ~ 2.6	2.04	0.95	0.67	
		20 ϕ	2.11	1.78 ~ 2.43	1.7	1.07	0.60	
		25 ϕ	1.64	1.38 ~ 1.9	1.47	0.82	0.56	
		50 ϕ	0.89	0.79 ~ 0.97	0.9	0.32	0.33	
GP _m	1.29×10^{-1}	6 ϕ	2.48	2.27 ~ 2.69	2.48	0.53	0.53	各電極毎 20点測定
		15 ϕ	1.82	1.60 ~ 2.04	1.80	0.56	0.35	
		20 ϕ	—	—	—	—	—	
		25 ϕ	1.54	1.33 ~ 1.73	1.53	0.48	0.28	
		50 ϕ	1.12	1.0 ~ 1.24	1.22	0.3	0.23	

電圧測定時の電極面積に比べ非常に大きくなっているから、当然確率的に破壊電圧が低下することが予想される。以上の見地から絶縁物としては大きい平均破壊電圧値が所望されると同時に、 σ の小さい、すなわち破壊電圧のバラツキの少ない均一なものであることが望ましい。

GM および GP_m について、電極面積を変化させた場合の破壊電圧の変化を第5図および第1表に示す。特に第1表には実測平均破壊電圧およびその90%信頼限界と、(1)式または(2)式より求めた値(6 ϕ 電極を基にして)の理論平均破壊電圧および理論標準偏差 σ を比較しておいた。表および図よりわかるように、GP_mの標準偏差 σ はGMのそれに比べかなり小さいため、6 ϕ 電極における破壊電圧はGP_mの方が小さいが、電極面積を大きくした場合には、GP_mの方がむしろGMより大きくなっている。

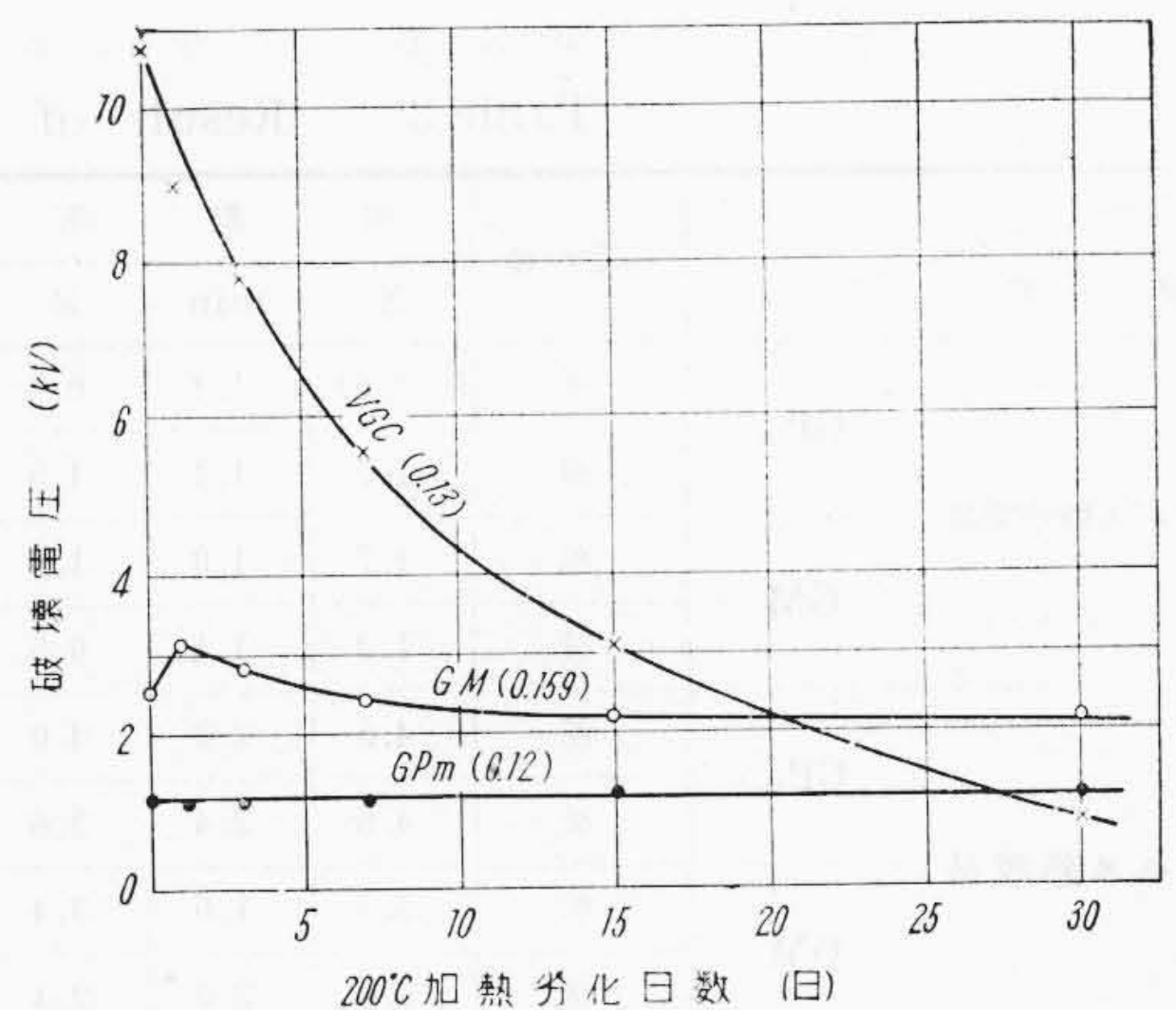
(1)式または(2)式の妥当性についてはさらに多くの材料について検討しなければならないが、第1表よりわかるように、理論平均破壊電圧のほとんどが実測値の90%信頼限界内に入っていることより考えて、バラツキの多い破壊電圧に対し、わずか20点ないし30点の測定としてはかなりよく適合しているように思われる。た



第5図 破壊電圧と電極面積との関係
Fig. 5. Relation between Dielectric Strength and Electrode Area

第2表 GP_m および G.M. の厚さ
Table 2. Thickness of Pulp Mica Glass Sheet and G.M.

試料	GM	GP _m
平均厚さ (mm)	0.159	0.129
最小厚さ (mm)	0.132	0.115
最大厚さ (mm)	0.210	0.145
最大厚さ-最小厚さ (mm)	0.078	0.030



第6図 加熱日数と破壊電圧との関係
Fig. 6. Effect of Aging at 200°C on the Dielectric Strength

と σ 値は理論と実測との間にかなりの距りがあるが、これは測定点が少ないためであると思われ、今後さらに検討を加えるつもりである。

なお厚さのパラッキも、第 2 表(前頁参照)に示すように GP_m は GM に比べ非常に少ない。

(2) 加熱劣化による破壊電圧の変化

GP_m (厚さ 0.12mm), GM (厚さ 0.16mm), VGC (厚さ 0.13mm) の各試料を 200°C で加熱劣化せしめた場合の破壊電圧変化を第 6 図(前頁参照)に示す。() 内は実測平均厚さである。図中 VGC の初期破壊電圧は他のマイカ絶縁物に比べ非常に高いが、熱劣化とともに急降する傾向を有し、30 日加熱劣化後はほとんど耐圧はなくなっている。これは VGC のワニスの劣化によるものと考えられるが、これに対しマイカ絶縁物の破壊電圧は加熱処理によりほとんど変化しない。これより VGC は比較的高い温度で、これのみを主体として用いる電気機器の絶縁材料としては不適當であるが、 GP_m は十分その耐熱性を保持しうることがわかる。

(3) 加熱劣化後の振動試験

第 [II] 章において述べたようなモデルコイルを用い、 GP_m (厚さ 0.12mm) および GM (厚さ 0.13mm) の振動前後の破壊電圧を比較検討した結果を第 3 表に示す。実際電気機器にこれら絶縁物を使用する場合には、一般に絶縁コイルをワニス含浸処理することを考えて、本研究においても GP_m または GM を巻付けたモデルコイルについて、ワニス処理効果の影響も検討してみた。

GP_m のワニス無処理品は、振動後の平均破壊電圧が振動前に比べやや低下しているようであるが、有意差検定の結果は差異として認められない程度である。これに対し、GM の平均破壊電圧は振動前後において全然変化は認められない。これより GP_m それ自身の耐振動性は

GM に比べやや劣ると思われるが、前述の電極効果の影響のため、 GP_m にくらべ GM の破壊電圧はかなり小さくなっていること、および振動後の最小破壊値は GM, GP_m 間にほとんど差異がないことより考え、実際使用に際しては十分 GM に匹敵する性能を保持しうるものと考ええる。

ワニス処理効果の影響は GP_m の方が GM に比べ顕著で、ワニス含浸により GP_m の破壊電圧は GM に比べ異常に大きくなっている。これは前者の方がワニスの浸透性が良いためで、加熱劣化によつても破壊電圧はほとんど変化せず、また振動前後の破壊値にもあまり差異は認められない。5 日加熱後の GP_m ワニス処理品の破壊電圧は非常に高くなっている、これは含浸ワニスの硬化によるものと考えられる。

以上 200°C において加熱劣化せしめたのであるが、これら D 種絶縁材料の平均使用温度を 130°C と考え、10°C 則が適用しうるものとして劣化日数 20 日を実際使用日数に換算すると約 7 年に相当し、実際使用に際してはほとんど問題がないと考えられる。

(4) 加熱—吸湿サイクルによるスロット入りモデルコイルの劣化試験

ワニス含浸処理を施した第 3 図のようなスロット入りモデルコイルを 100°C の乾燥器中で約 15 時間予備乾燥をおこなった後、40°C, 90% R.H. 恒温恒湿槽中に 3 日放置し、吸湿時の抵抗を測定した。以後 200°C 乾燥器に 4 日間、40°C, 90% R.H. 恒温恒湿槽中で 3 日間吸湿せしめこれを 1 サイクルとして、7 サイクルにわたり吸湿時の抵抗を測定した。それらの結果を第 7 図に示す。

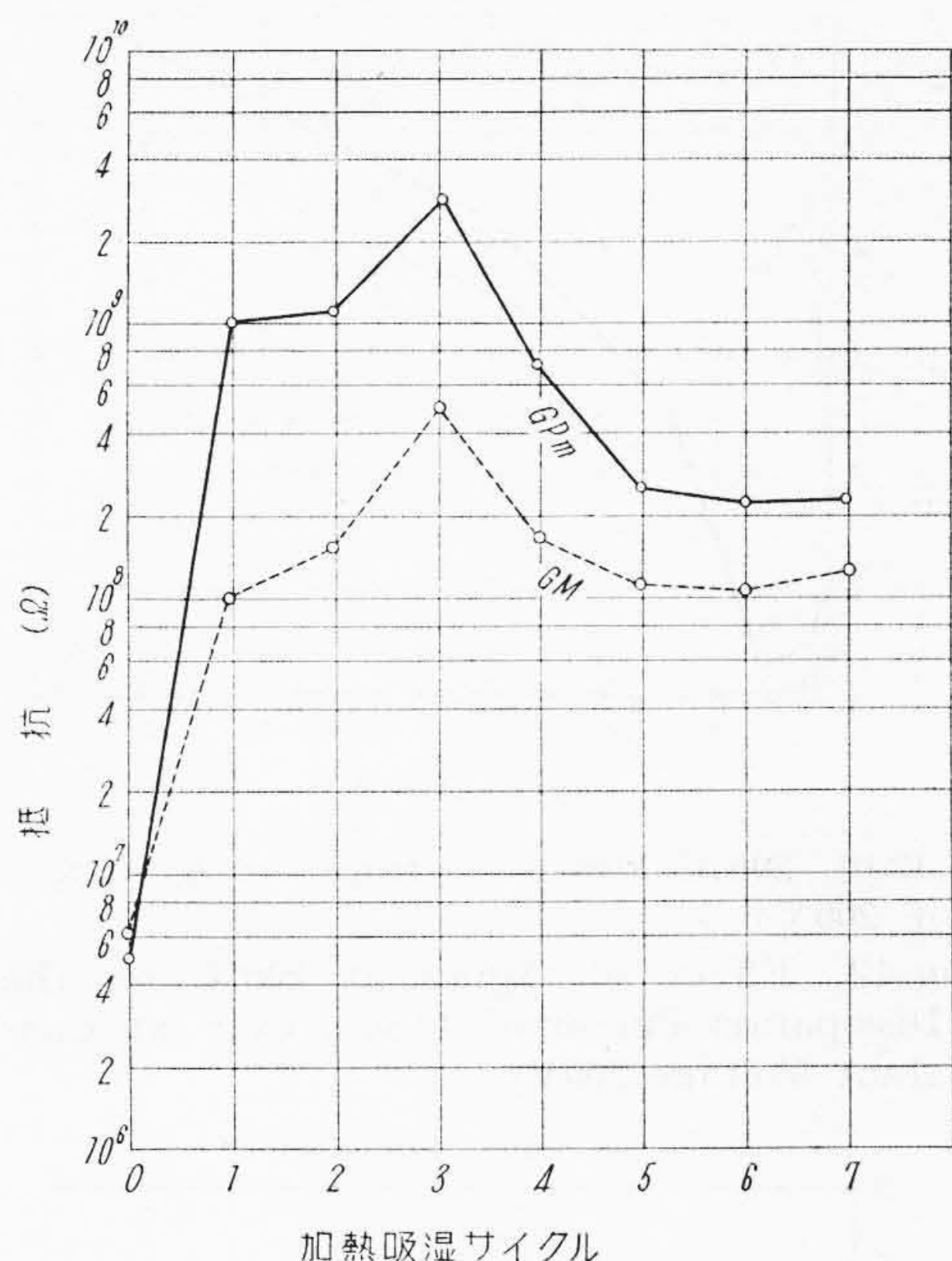
抵抗値は 6 本のコイルの平均値である。 GP_m , GM ともに初期の吸湿時抵抗は案外小さいが、加熱処理により、吸湿時抵抗は急上昇する。これは両者とも含浸処理ワニ

第 3 表 モデルコイルによる振動試験結果
Table 3. Result of Vibration Test in Model Coil

材 料	振動前後	加 熱 前			200°C 5 日 加 熱 後			200°C 11 日 加 熱 後			200°C 21 日 加 熱 後		
		X	min	R	X	min	R	X	min	R	$\bar{X}$	min	R
ワニス無処理品	GP_m	前	1.63	1.4	0.4	1.7	1.2	0.8	1.7	1.2	1.2	—	—
		後	1.7	1.1	1.5	1.4	0.9	0.7	1.5	1.0	1.0	—	—
	GM	前	1.7	1.0	1.6	1.07	0.9	0.5	1.2	1.0	0.8	—	—
		後	1.3	1.1	0.5	1.1	0.8	1.2	1.2	0.8	1.2	—	—
ワニス処理品	GP_m	前	4.5	2.2	4.0	>4.7	2.0	>4.0	3.9	1.6	4.4	3.6	2.4
		後	4.5	2.4	3.6	>5.0	2.0	>4.0	2.9	1.6	2.8	3.0	2.0
	GM	前	3.7	1.6	3.4	3.3	1.6	2.2	2.6	1.6	1.6	2.0	1.2
		後	3.0	2.0	2.4	3.3	2.6	1.8	2.6	1.2	2.4	1.8	1.0

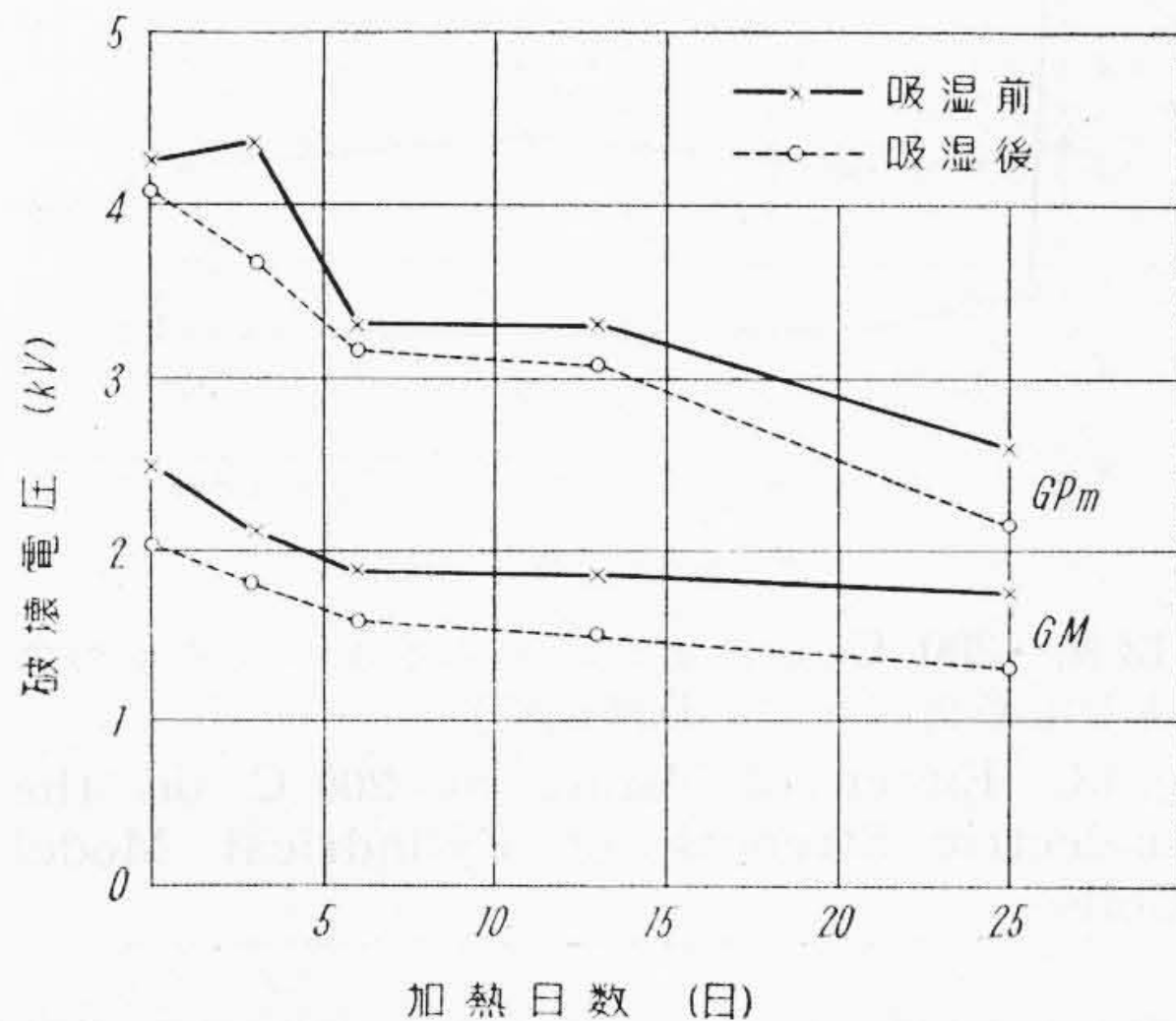
(注) 上記単位は kV, 振動時間 2 時間

$\bar{X}$: 平均破壊電圧 min: 最小破壊値 R: 最大, 最小, 破壊値の差
表中 > とあるのは隣接電極に火花がとび破壊電圧が測定できなかった。



第7図 加熱、吸湿、サイクルにともなう吸湿時抵抗の変化

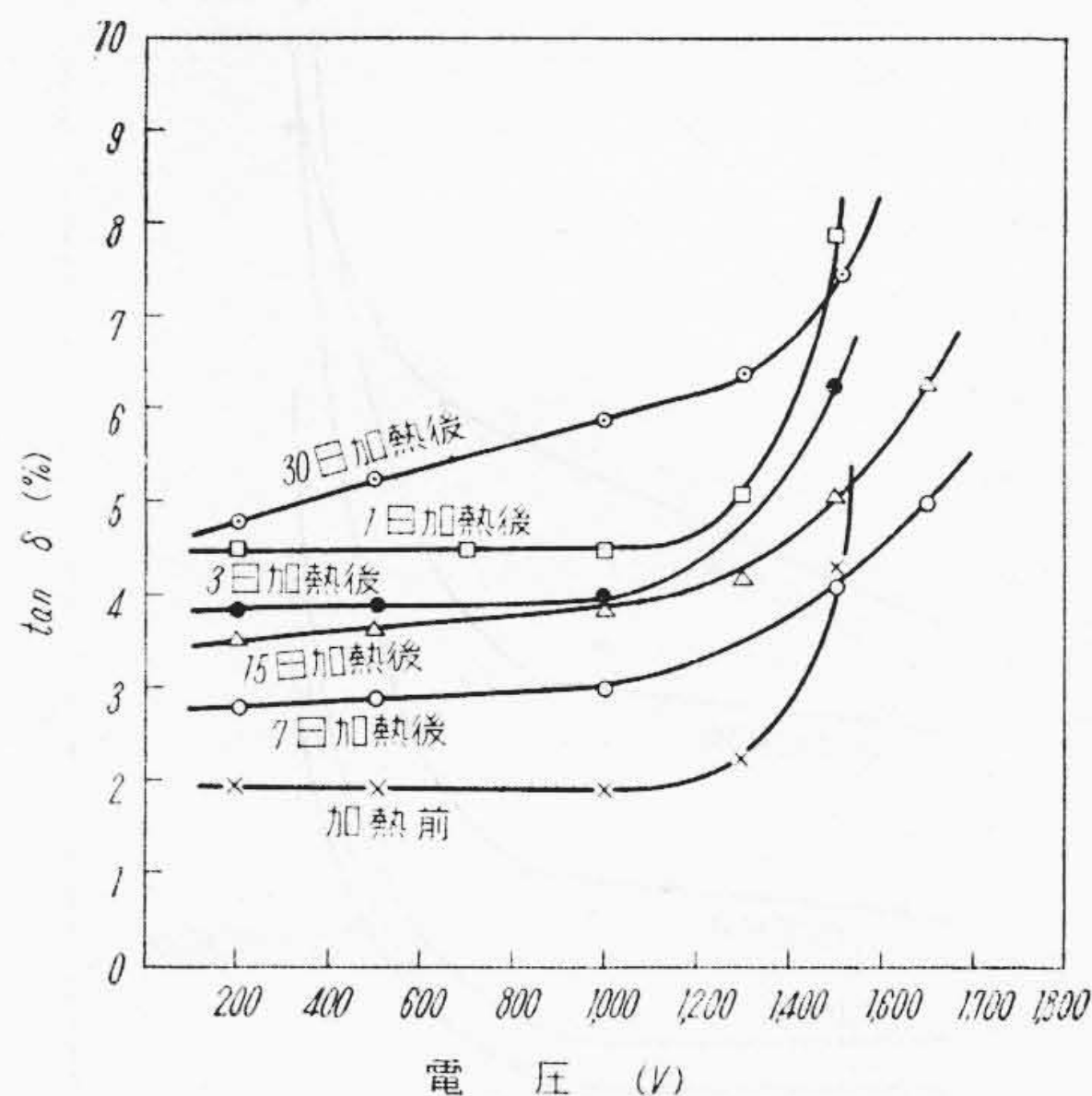
Fig.7. Relation between Humidified Resistance and Heat (200°C), Humidity (40°C, 90% R.H) Test Cycle



第8図 吸湿時(40°C, 90% R.H)破壊電圧の加熱(200°C)による変化

Fig.8. Effect of Humidification on Dielectric Strength of Varnish Impregnated Model Coils Not Aged and Aged at 200°C

スの硬化にともなう耐湿性の増大によるものと思われる。これより絶縁物の適度な枯れはその性能を最大に発揮しうるものであることが窺われる。図より3サイクル加熱劣化程度、すなわち 200°C, 12 日程の加熱処理でその耐湿性は最高度になり、以後処理ワニスおよびバインダの劣化にともない耐湿性は低下し始めることがわかる。この場合加熱初期における GP_m の耐湿性増加度は



第9図 GM の加熱劣化 (200°C) による, $\tan \delta$ —電圧特性の変化

Fig.9. Effect of Aging at 200°C on the Dissipation Factor of Model Coil Wounded GM ($\tan \delta$ —Voltage Characteristic)

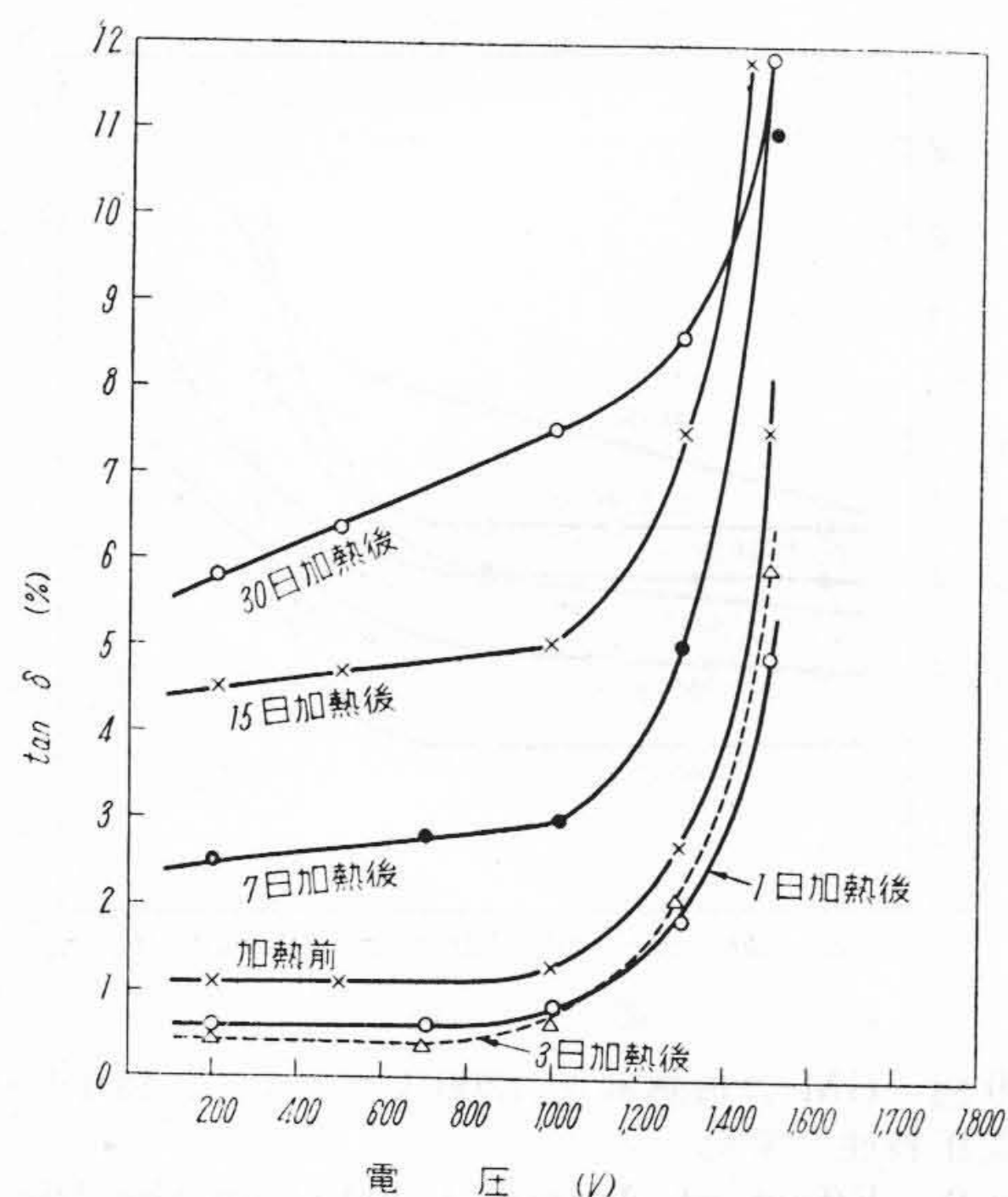
GM に比べかなり大きい。これはやはり前述のように、ワニス含浸処理工程におけるワニス浸透性の良否の結果であると考えられる。

つぎに振動試験に用いたと同様なモデルコイルを 200°C で所要の加熱処理を行つた後、これを 40°C, 90% R.H. 中で3日間吸湿せしめ、吸湿前後における破壊電圧を測定し、破壊強度におよぼす吸湿の影響を検討した。その結果を第8図に示す。劣化前の GP_m の破壊電圧は GM に比べかなり大きい、加熱処理にともなう含浸ワニスの劣化により次第に GM のそれに近づく傾向を持っている。しかし 200°C, 25 日加熱後でも GP_m は GM の約 1.5 倍の耐圧を保持している。また吸湿時の破壊電圧には、両者とも吸湿前に比べ幾分低下するようであるが、その低下率は両者の間にほとんど優劣は認められない程度であり、吸湿に対しては GP_m はむしろ GM 以上の性能を保持していることが知られる。

(5) 円筒型モデルコイルによる加熱劣化試験

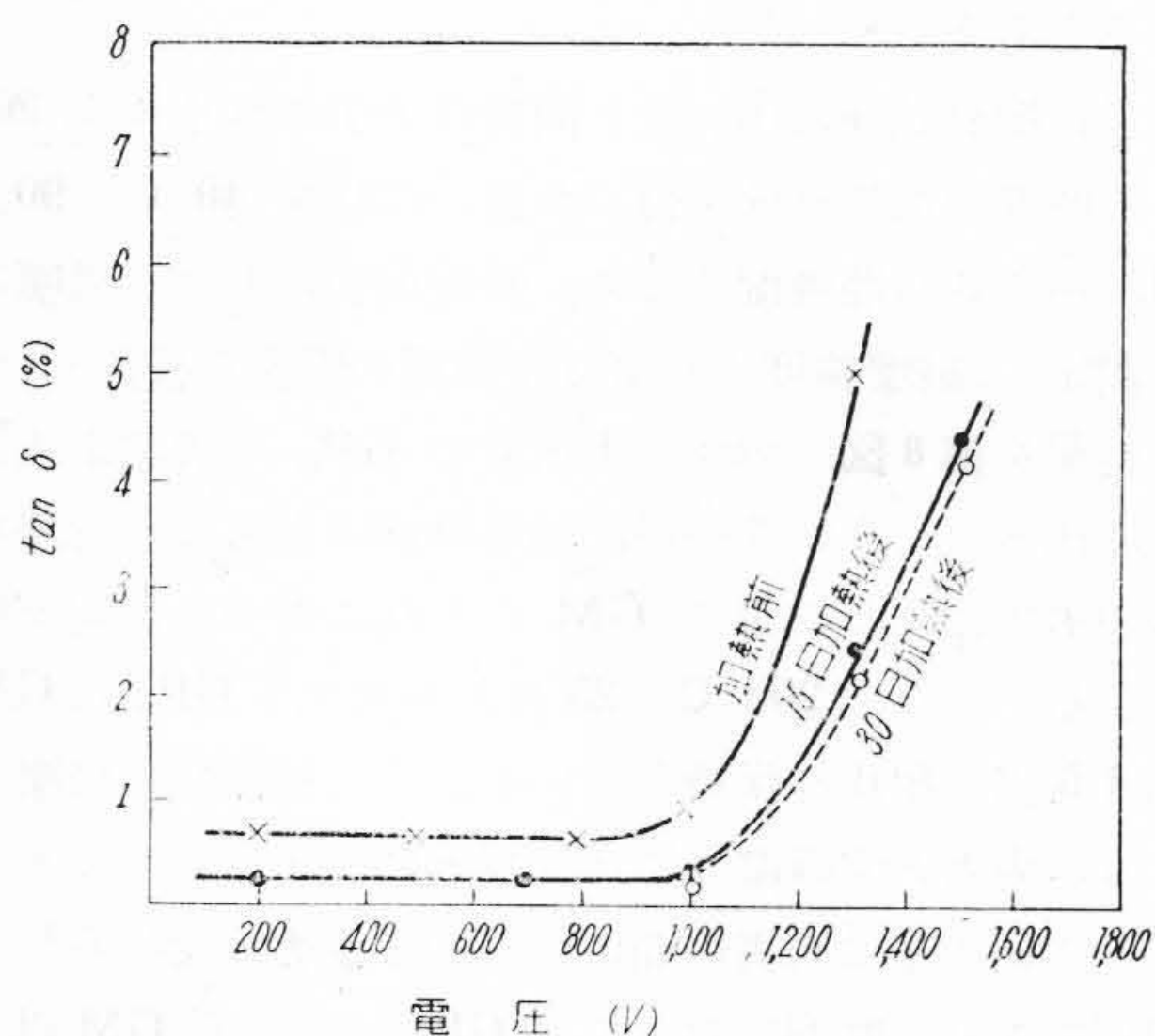
第4図に示すごとく、試料(実験(2)に用いた試料と同じ)を真鍮パイプに袋巻で3回巻き付けたモデルコイルを用い、加熱劣化途上の $\tan \delta$ および破壊電圧の変化を検討した結果は第9図～第13図の通りである。なお本実験に使用したモデルコイルはワニス含浸処理を施さなかつた。

第9図および第10図(次頁参照)よりわかるように、 $\tan \delta$ の電圧特性は、加熱劣化にともないかなり悪化している。これと比較するために H クラス GP_m の $\tan \delta$ の変化を第11図(次頁参照)に示したが、H クラス品の $\tan \delta$ は 200°C, 30 日間加熱程度ではその電圧特性が悪



第10図 GP_mの加熱劣化(200°C)による $\tan \delta$ —電圧特性の変化

Fig.10. Effect of Aging at 200°C on the Dissipation Factor of Model Coil Wounded Pulp Mica ($\tan \delta$ —Voltage Characteristic)

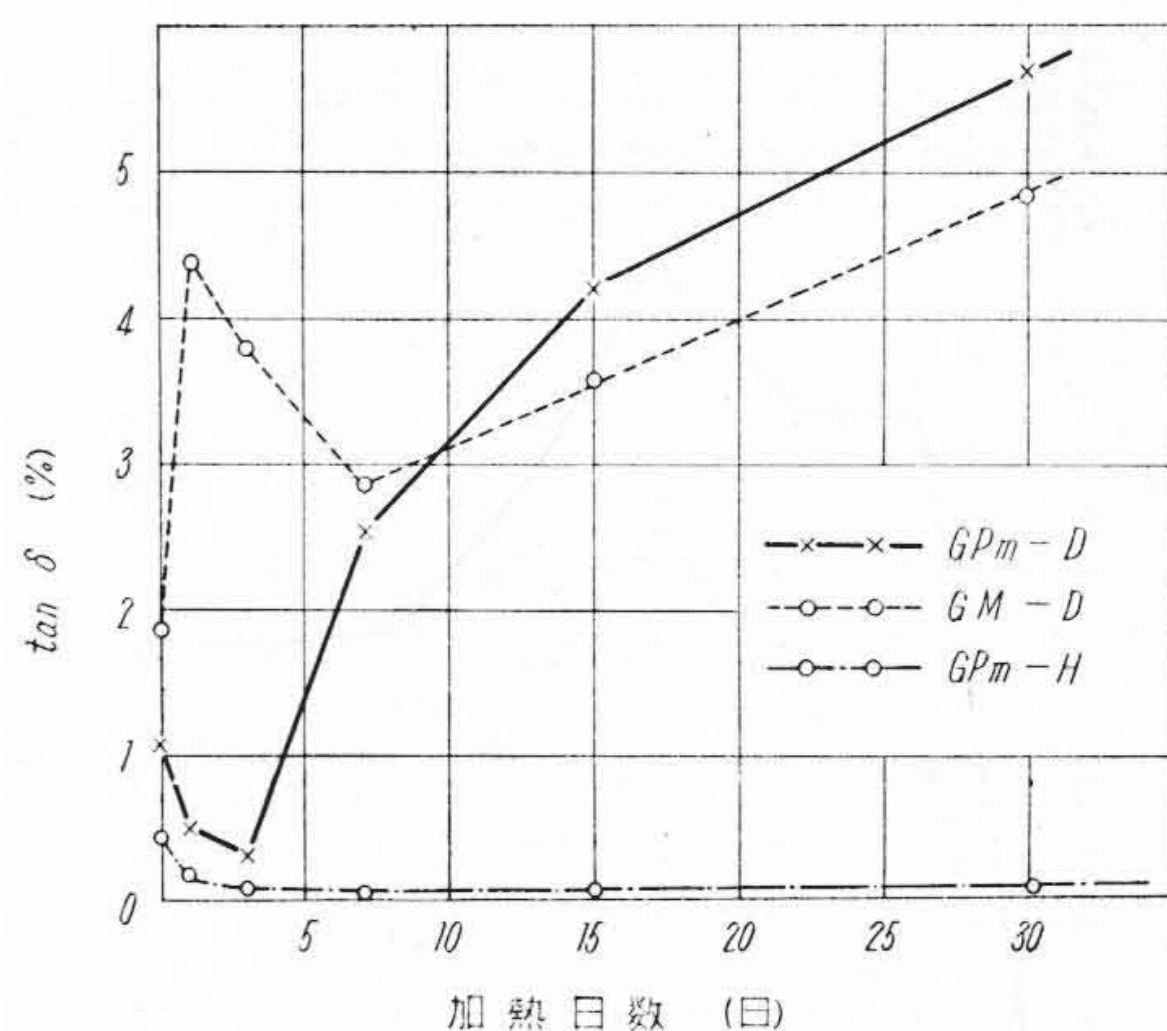


第11図 Hクラス GP_mの加熱劣化(200°C)による $\tan \delta$ —電圧特性の変化

Fig.11. Effect of Aging at 200°C on the Dissipation Factor of Model Coil Wounded Class-H Pulp Mica ($\tan \delta$ —Voltage Characteristic)

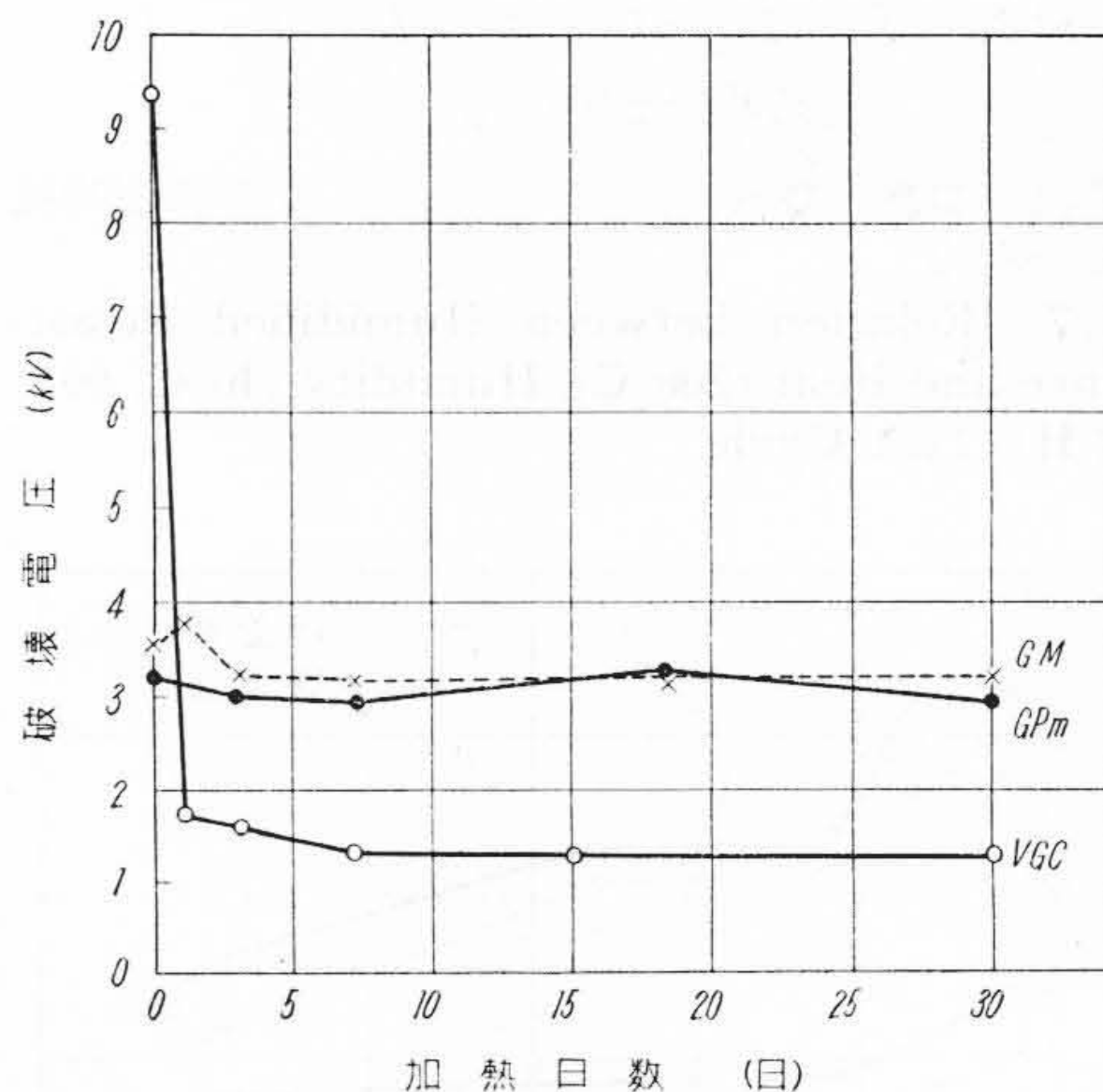
化する傾向は認められず、むしろ良くなるようである。これらの事実より $\tan \delta$ の電圧特性を検討することは、劣化の検定に役立つものと考えられる。D種品の $\tan \delta$ の電圧特性が加熱劣化にともない悪化する原因としては、このような低電圧ではボイド放電は考えられず、むしろバインダーの劣化にともなって伝導電流が電圧に大きく支配されるようになった結果であろうと思う。

第13図はこれらモデルコイルの加熱劣化過程における



第12図 200°C 加熱による $\tan \delta$ の変化 (測定電圧 200V)

Fig.12. Effect of Aging at 200°C on the Dissipation Factor of Model Coil (at Constant Voltage 200V)



第13図 200°C 加熱劣化によるモデルコイルの破壊電圧変化 (ただしD種試料)

Fig.13. Effect of Aging at 200°C on the Dielectric Strength of Cylindrical Model Coils

破壊電圧の変化を示したものである。破壊電圧は5箇のモデルコイルの平均をとった。図中 VGC は初期破壊電圧が非常に高いにもかかわらず、200°C、1日加熱で急に低下している。第6図の破壊電圧曲線と比較して、モデルコイルにして VGC を締め付けるといつそう早く低下することがわかる。他の GP_m あるいは GM は大体第6図と同じような特性変化を示している。これよりパルプマイカシートはマイカ絶縁物としての性能を十分もっているものと考えてよい。たゞ劣化試験を行う場合に注意しなければならぬことは、各試料を劣化させる方法いかんによつては、劣化度が非常に大きく変化することである。勿論材料の寿命も、試験方法いかによつ

てはかならずしも一致しないことは当然である。この点は材料の劣化試験を行うに当り特に留意しなければならないことで、A. I. E. E.⁽⁷⁾においても材料の耐熱評価は箇々の使用目的により、使用状況に最も近い状態で劣化試験を行うべきであると提唱している理由が頷ける。

第12図と第5図を比較して特に興味あることは、GP_mを袋巻3回することにより約3倍の耐圧を持つようになるが、GMに約2倍の耐圧すら出せないということである。この原因はなにによるかは判然としないが、GMの厚さの不均一性も大きく影響していると考えられる。

〔IV〕 結 言

D種のパルプマイカガラスおよびガラスマイカの特性の比較ならびに熱劣化途上における諸特性の変化を比較検討した結果を総合すると、つぎのようなことがいえる。

(1) 加熱劣化前の破壊電圧のバラツキは、パルプマイカガラスの方がガラスマイカに比べかなり小さい。これは実際にコイルに使用した場合前者の方が破壊電圧を高くできる利点があることを示す。

(2) 加熱劣化によりワニスガラスクロスは破壊電圧は急に低下するが、パルプガラスマイカおよびガラスマイカはほとんど変化しないことから考えて、パルプマイカガラスは十分マイカ絶縁物としての性能を保持している。

(3) コイルにワニス含浸処理を施した場合、ワニスの浸透性はパルプマイカガラスの方がすぐれている。そのためにワニス処理コイルの破壊電圧は、ガラスマイカよりパルプマイカガラスの方が高い。加熱劣化により処理ワニスは劣化し、徐々にガラスマイカの破壊電圧に近づくが、実験の範囲ではガラスマイカより低くはならなかった。

(4) 吸湿特性も、ワニス含浸処理を施すことによりむしろガラスマイカよりパルプマイカの方がすぐれている。

(5) パルプマイカガラスは、振動に対してはガラスマイカに比べやや劣ると思われるが、ワニス含浸処理を施せばこの点は改善できる。

(6) 加熱劣化途上における $\tan \delta$ の変化は一応劣化度の判定に役立つ。

(7) 材料の耐熱評価は、使用目的に最も近い状態で劣化試験を行うべきで、材料自体の耐熱寿命をそのまま機器の寿命であるとするとは、大きな危険性をともなうであろう。

以上パルプマイカ絶縁物と従来の絶縁物との劣化特性を比較検討した結果、パルプマイカは十分マイカ絶縁物としての性能を保持しうることが判明した。たゞ G. E. 社の報告⁽⁵⁾にもあるように、パルプマイカは界磁線輪のごとき圧力の大きな部分には、そのみで使用することは不適當のようである。

本報告の撰筆に当り終始御指導を頂いた日立絶縁物工場日月工場長、棚橋検査課長、松島研究課長、川名製造課長に深謝し、モデルコイル試料の提供に積極的な協力をえた日立工場損斐、市野沢両氏に対しまた破壊電圧の理論的計算に協力をいただいた中研島田氏に対して厚く御礼申上げる。

参 考 文 献

- (1) Alex. A. Gavity: Electric Manuf. 53, 123 Sept. (1953)
- (2) E. A. Kern, H. A. Letteron: G. E. Rev. 55, 54 May (1952)
- (3) Electric Manuf.: 54, 259 May (1954)
- (4) Electric Manuf.: 55, 161 March (1955)
- (5) R. W. Finholt: A. I. E. E. Appli. & Ind. 37 March (1955)
- (6) 日月: 日立評論 37, 1397 (1954)
- (7) L. J. Berberich: E. E. 73, 240 (1954)
- (8) S. S. Wilks: "Mathematical Statistics"
- (9) W. R. Wilson: Trans. A. I. E. E. 72, 68 (1953)
- (10) H. J. Godwin: A. M. S. 20, 279 (1949)

日 立 造 船 技 報

Vol. 17

No. 1

目 次

- ◎深溶込溶接の実用化について.....柴柳 徹郎
- ◎抵抗線ひずみ計の測定精度に.....安田 益一
関する研究.....坂本 勲
- ◎18—8 クラッド鋼の加工について....林 良三
- ◎電磁型回転計の指針の揺動に.....長畑 康夫
関する研究
- ◎曲げモーメントを受けるU型わん.....斉藤禎三郎
曲管の応力ならびに降伏について
- ◎油タンク船すまと丸の船こ.....落合 洋
く工事について

本誌につきましての御照会は下記発行所へ御願致します。

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町 60

日立製作所社員社外寄稿一覧 (昭和30年12月受付分)

(第80頁より続く)

寄稿先	題名	執筆者所属	執筆者
金属学会	低合金鋼の焼入性曲線に現われる異常性について	日立研究所	根本 正
日本化学会	超遠心法	中央研究所	黒崎 重彦
日本化学会	超音波による粘弾性測定法	中央研究所	前田 庸
電気公論社	発電用原子炉の現状	中央研究所	神原 豊三
家庭電気文化会	電気冷蔵庫の上手な取扱い方と故障の応急処置	本社	石橋 道雄
家庭電気文化会	ミキサーの取扱い上の注意と故障について	本社	関口 雄康
通産省重工業局 電気機械課	電気絶縁材料	日立絶縁物工場	日月 紋次
オーム社	アーク溶接機とその常識	亀戸工場	坂部 昭
日本鋳物協会	管理と原価計算 (鋳物便覧の第35章)	亀有工場	真島 卯太郎 真中 芳郎
日本科学技術連盟	片側限界における経済的ねらいの一考察	亀戸工場	中嶋 敏夫
電力社	昭和30年度の技術的成果	本社	吉山 博吉
日本科学技術連盟	1955年度デミング賞実施賞を受賞して経営者の立場から	本社	荒井 勉
日本科学技術連盟	1955年度デミング賞実施賞を受賞して担当者の立場から	本社	村川 武雄
実業の世界社	電機輸出の問題点	本社	河野 長策
電子顕微鏡学会	微粒体の大きさと検鏡上の問題(高倍率で観察する場合の問題)	中央研究所	森戸 望改
電機工業会	昭和30年中の我社の誇り	本社	森本 正一
関西プラスチック 技術研究会	PSコンパウンドについて	日立絶縁物工場	阿保 雅宏
デザインニュース社	Hitachi X-Ray Units	亀戸工場	和田 正脩
産業機械協会	電源開発用産業機械の今後について	本社	芥川 重雄
電気新聞社	標準変圧器に関する1956年の見透し	本社	山谷 貞助
小峰工業技術 株式会社	ユニット切削について	川崎工場	中村 昌夫
電気商工新聞社	どうなる今年の電機業界	本社	井上 宏
電気新聞社	家庭電気品1956年の見透し	本社	宮尾 薫
電気新聞社	1956年における標準モートルの見透し	本社	佐久間 智三
日本分析化学会	講座, 化学領域におけるサーミスタの応用	中央研究所	二木 久夫
郵政省電波監理局	送電線保護に活躍する電波	戸塚工場	三木 正一
通商産業省重工業 局電気機械課	ベータトロン	中央研究所	木村 浩
電子顕微鏡学会	生物微粒体の乾燥による変形	中央研究所	土倉 秀次
電気学会	マイクロ波管 (a) クライストロン 2K44 試作完成 (b) 6,000 MC 用進行波管の試作完成	中央研究所	沢田 良嘉
電気学会	光電管 1. 真空型光電管の光電流変化について 2. 広波長域光電管	中央研究所	内山 三郎
照明学会	銀行	本社	江川 憐之介
日本機械学会	インターナルエキスパンションバンドクラッチの伝達トルクについて	亀有工場	江川 正
工業資料社	トランジスタによる周波数変調(解説)	戸塚工場	波多野 泰吉
日本科学技術連盟	機械精度管理	戸塚工場	加藤 政敏
電気商工新聞	どうなる今年の冷蔵庫業界	本社	宮尾 薫
通商産業省重工業 局	可鍛鋳鉄製管継手	桑名工場	渡辺 弘
電気車研究会	我国電気機関車の変遷	本社	河合 輝
応用物理学会	電子顕微鏡標本作製法	中央研究所	土倉 秀次
日本鉄鋼協会	迅速鉄鋼ガス定量法 第2報: 鉄鋼中の水素定量法	中央研究所	米田 登公
日本鉄鋼協会	迅速鉄鋼ガス定量法 第1報: 水素計	中央研究所	米田 登公
美術出版社	ミキサーの選び方	本社	和田 可一