

# マイラー貼合せ絶縁物の特性

## Properties of Mylar Combined Insulating Materials

山 県 良 介\*  
Ryosuke Yamagata

### 内 容 梗 概

マイラーの実用化に伴い、これと種々の材料（主として紙類，ワニスクロス類あるいはマイカなど）を貼合せた，いわゆる貼合せ絶縁物が研究され，すでに数種類ものすぐれた製品が実用されるにいたつてゐる。筆者は現在日立製作所において量産化されているこれらの新しいシート絶縁物のうち，最も実用化の進んでいるマイラーと紙類を貼合せたものについて種々検討を加え，従来の相当品に比べて電気的特性，耐熱性，特に耐湿性にすぐれており，また機械的には引裂力が強いのでスロット絶縁物としてコイル組込時の引裂けなどの事故を減じ，絶縁の信頼性を著しく高め得ることを認めた。これらの大要を紹介するとともに，この種貼合せ材料の使用上注意を要する耐コロナ性および傷による性能の低下についても言及し，さらにマイラーの主要特性について述べた。

### [I] 緒 言

最近の電気絶縁材料は合成樹脂万能の感があるが，特にマイラー（Du Pont 社製ポリエステルフィルム）はこの種合成品のうちでも，各種性能がすぐれており，諸外国においてはもちろん，わが国においても電気機器の各種絶縁あるいは蓄電器の誘電材料などに多量に使用されはじめてゐる。ここで当然考えられることは，マイラーとそのほかの種々の材料を組合せて，それぞれの特性を生かし，さらに高性能のものとするのであり，すでに新しい型の絶縁物が製造されるに至つてゐる。

貼合せ材料としては，その要求される特性あるいは耐熱度により，クラフト紙，プレスボード，石綿紙，マイカ，パルプマイカ，ガラス布あるいはワニスガラスクロスなどが用いられ，貼合せ方法としてもマイラー片面，マイラー両面および貼合せ材料を両面としてマイラーを中間にはさんだものなど用途によつて色々である。日立製作所においても以前より，これらについて試作研究し，すでに紙類およびマイカとの貼合せ品について量産してあり，前者は主としてスロット絶縁物などに，後者は主として素線絶縁およびアース絶縁などの用途に供されている。

筆者は，これら貼合せ絶縁物のうち紙類との貼合せ品について，主にスロット絶縁を対象として，従来のワニスクロス類と紙類との貼合せ絶縁物と比較試験した結果について報告する。

### [II] マイラーの主要特性

マイラーの特性については，すでに文献<sup>(1)~(4)</sup>あるいは型録<sup>(5)</sup>などで報告されているが，ここでは筆者が行つた試験結果のうち，加熱劣化特性，耐湿特性および高温特性について述べる。マイラーには A-Type, C-Type, D-Type の3種があり，A-Type は一般電気絶縁用，

\* 日立製作所日立絶縁物工場

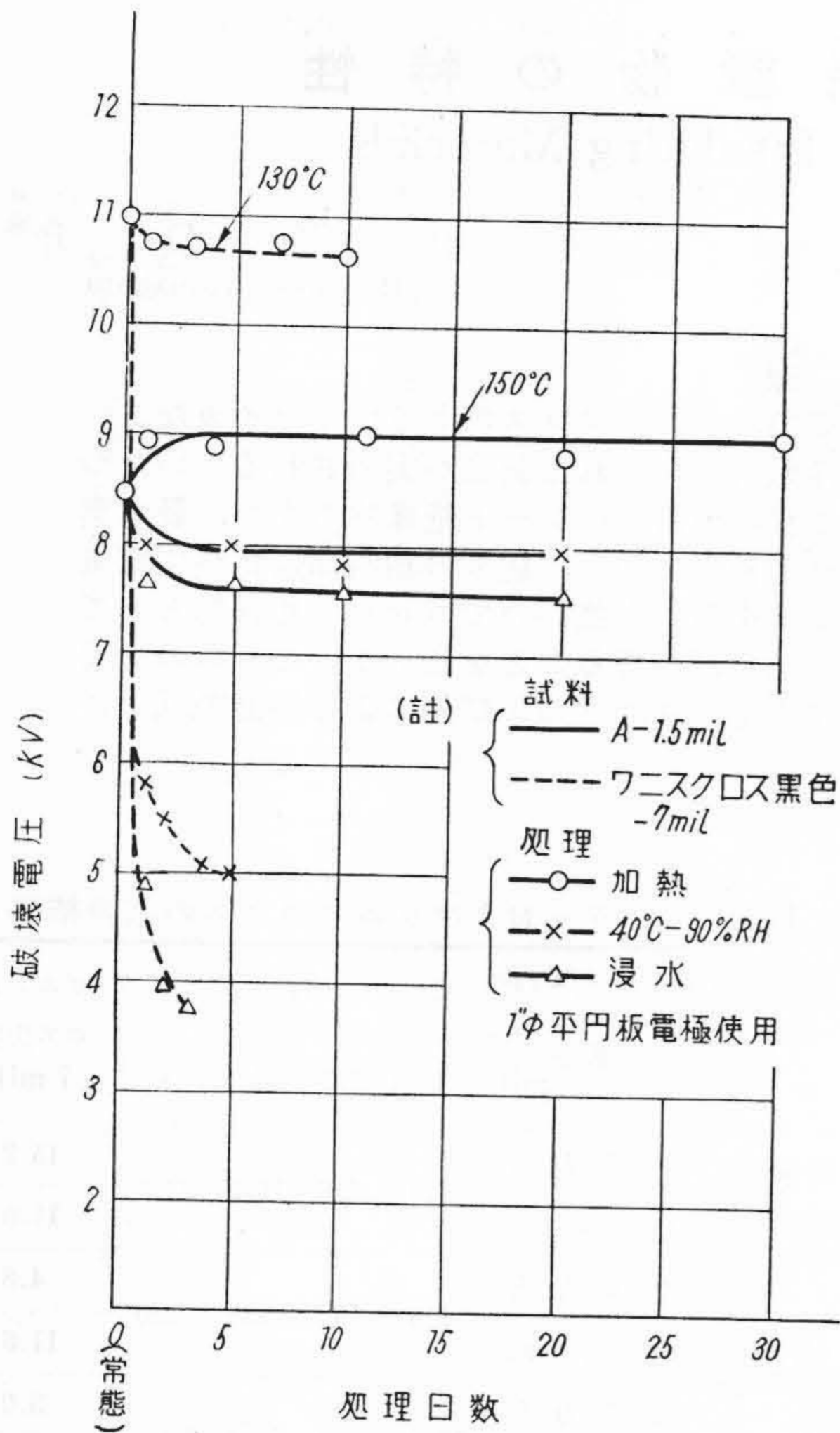
第1表 マイラーおよびワニスクロスの試験結果

特性	マイラーの Type 厚さ (mil)	C			A		D	ワニスクロス黒色 7 mil
		1	1.5	2	3			
引張強度 (kg/15mm幅)	たて方向	6.8	8.8	11.1	23.2	15.2		
	横方向					11.0		
伸 び (%)	たて方向	115	130	138	150	4.8		
	横方向					11.6		
引 裂 力 (kg/20mm幅)	たて方向	13.0	20.0	26.4	39.1	3.0		
	横方向					5.0		
破壊電圧 (kV)	空 気 中	6.8	8.5	9.7	13.0	11.0		
	変圧器油中	5.2	7.0	7.8	9.5	—		
体積固有抵抗 (Ω cm)	10 <sup>15</sup> 以上						1.1×10 <sup>14</sup>	
誘電正接 (60~) (%)	0.24						8.5	
誘電率 (60~)	3.1						6.0	
加熱収縮率 (%)	150°C-24時間	2.40	—	1.36	2.10	* 0		
	175°C-24時間	3.80	—	1.80	2.69	** 0		
	200°C-24時間	5.90	—	2.96	5.00	***たて 0.15 ***よこ 0.20		
吸 水 率 (%)	25°C浸水1日	0.57	—	0.52	0.54	4.2 <sup>†</sup> (8.3)		
	25°C浸水4日	0.70	—	0.62	0.66	7.1 <sup>†</sup> (10.3)		
	25°C浸水32日	0.89	—	0.87	1.29	—		

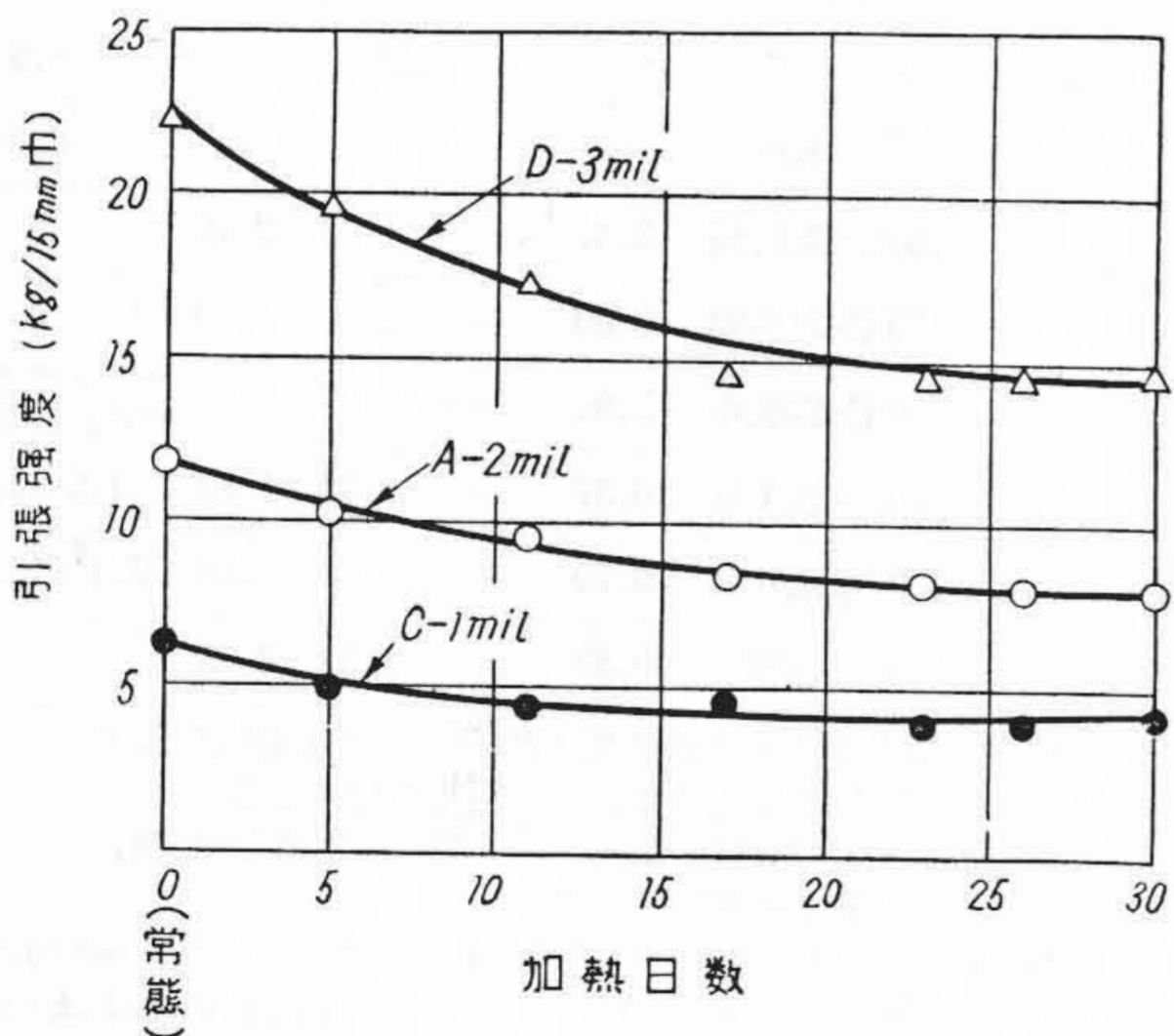
注：(1) 引裂力は“日立式引裂力測定法”による値を示す  
(2) 破壊電圧の測定は1inφ平円板電極による  
(3) \*...100°C-24時間加熱，\*\*...125°C-24時間加熱，\*\*\*...150°C-24時間加熱。  
(4) †... ( )内には，40°C-100%RH中における吸水率を示す  
(5) マイラーの機械的特性でたて方向，横方向の差はほとんど認められない

C-Type は高温の電気特性がすぐれ，電気絶縁用のほか，高温蓄電器の誘電材料としても用いられ，D-Type は非常に透明度が高く，ガラスの代用などの特殊用途に用いられる。しかし筆者の試験結果では，実用的にはA-Type と C-Type の特性の差はほとんど認められなかつた。マイラーと黒色ワニスクロスの比較試験の一例を第1表に示した。マイラーはワニスクロス類あるいは一般のプ



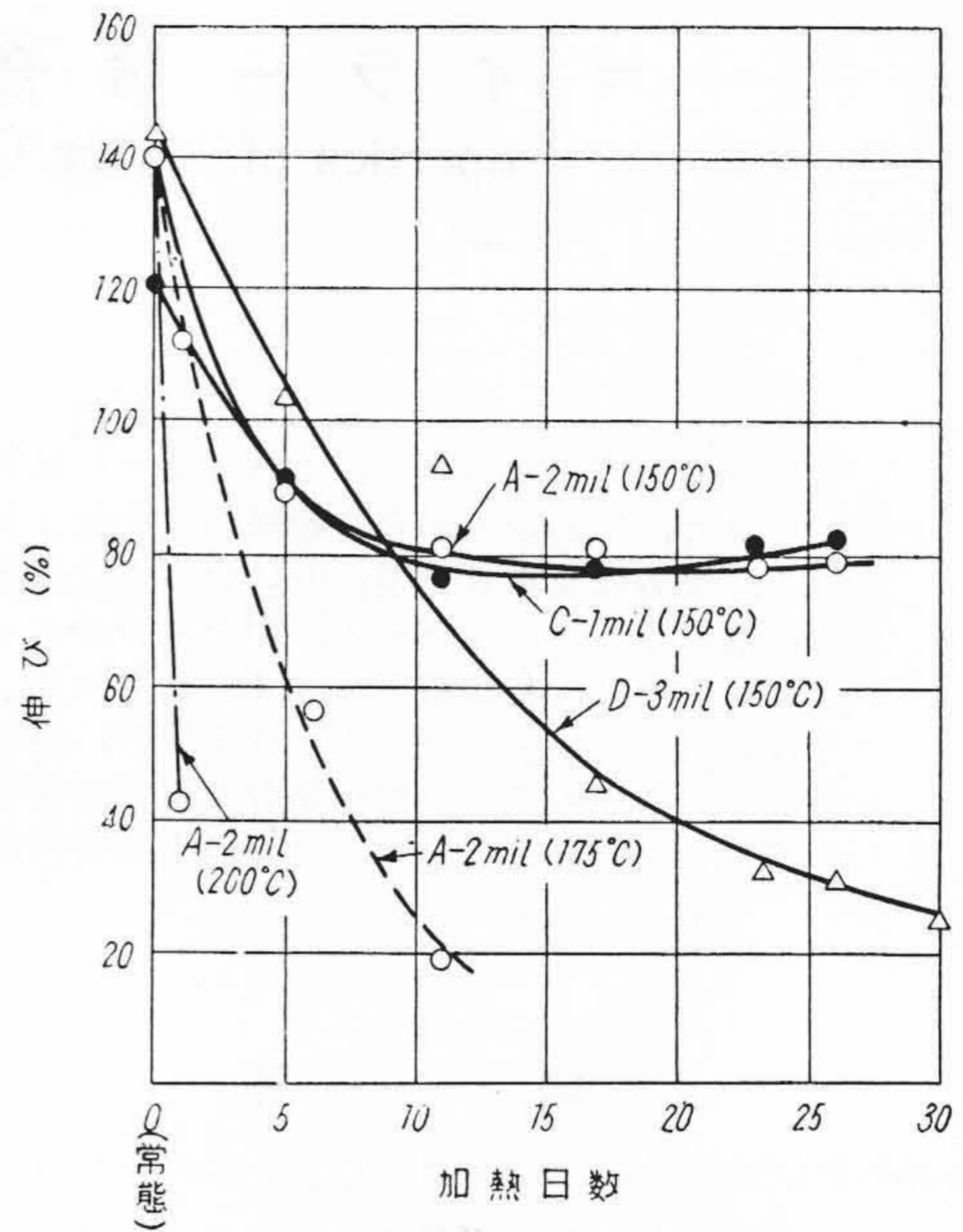


第1図 マイラーおよびワニスクロスの加熱、吸湿 (40°C, 90% RH), 浸水による破壊電圧の変化

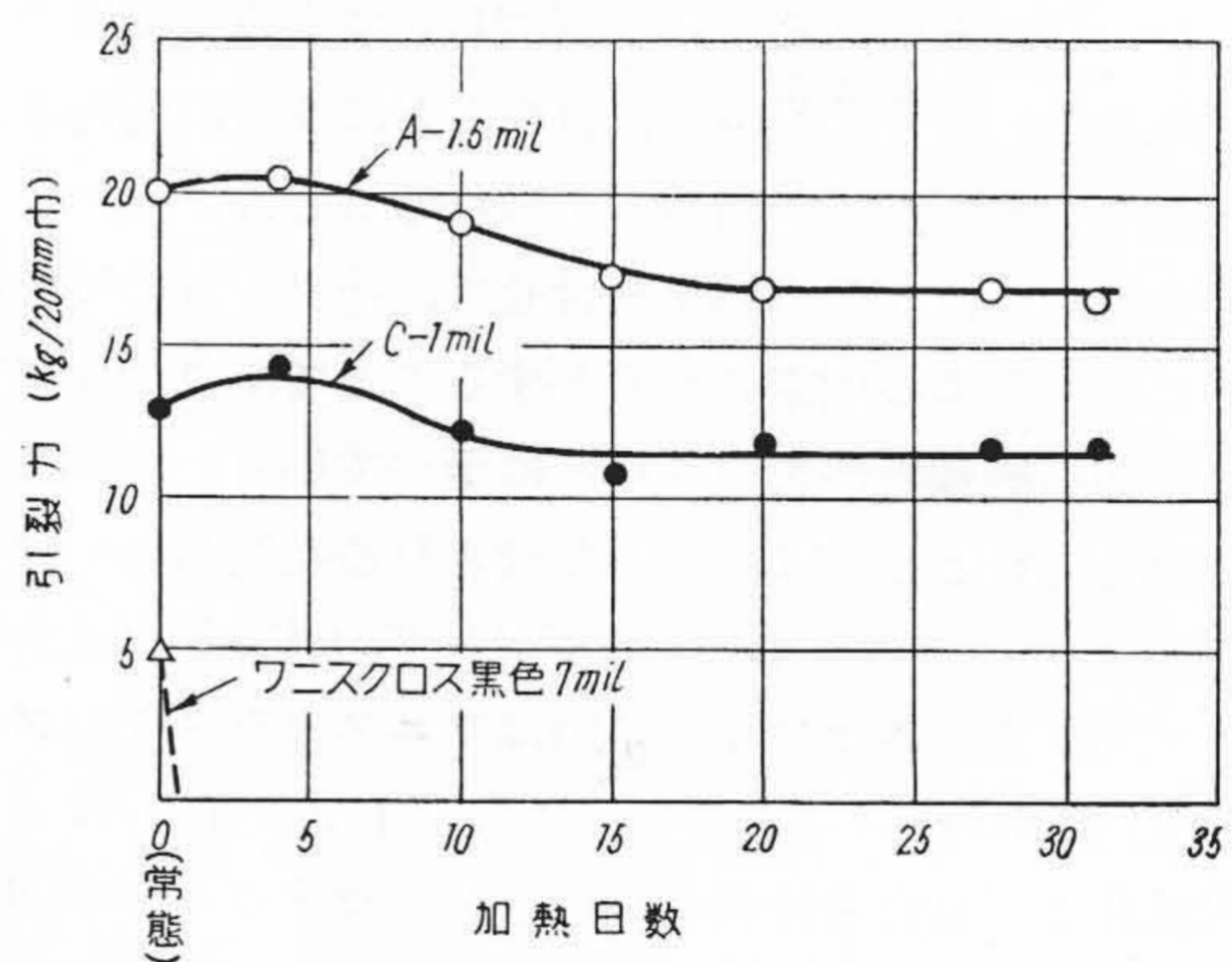


第2図 150°C加熱によるマイラーの引張強度の低下

プラスチックに比して電氣的、機械的にすぐれており、しかも薄いフィルムでありながら特性のパラッキが少ないので電気絶縁用として高い信頼度が期待できる。ただし厚さ1 mil 以下の極く薄いものでは破壊電圧のパラッキなどから考えて、比較的多くのピンホールあるいはそれに類似の欠点が予想されるので、テーピングなどの重ね



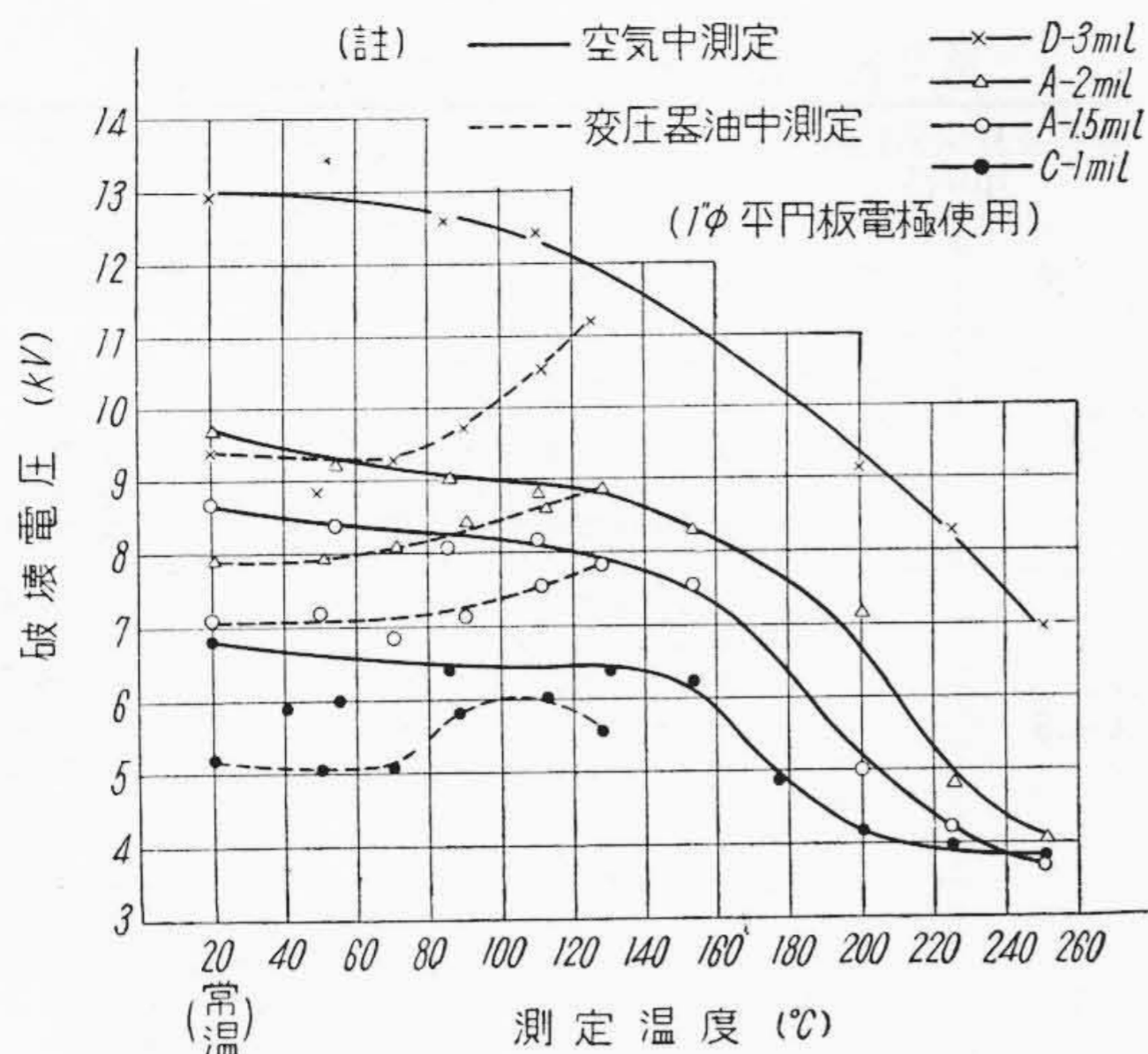
第3図 加熱によるマイラーの伸びの低下



第4図 150°C加熱によるマイラーの引裂力の低下

巻き使用は別として、これらの薄いものを1枚のみで使用する事は避けるべきであろう。耐熱性はI.E.C.の温度区分でE種とされており、プラスチックフィルム中では高い耐熱性を有している。第1~4図に加熱劣化特性を示す。劣化は150°C以上の温度で行つたが、150°Cでは破壊電圧は加熱初期にいくぶん増加し、30日後も低下を認めず、機械的強度の低下も比較的少ない。175°Cおよび200°C劣化においては、11日間加熱後も破壊電圧は低下を認めなかつたが、機械的強度の低下は著しい。これらのことから、加熱劣化は電氣的特性よりも、機械的特性で大きく支配されるものと思われる。伸びの低下率より劣化の見かけの活性化エネルギーを求めると約22 kcal/molであつた。第4図に示した引裂力は、ワニスクロス類の約5 kg, マイカペーパー類の約2 kgに比べて非常に大きく、これはマイラーの実用上の大きな特長で





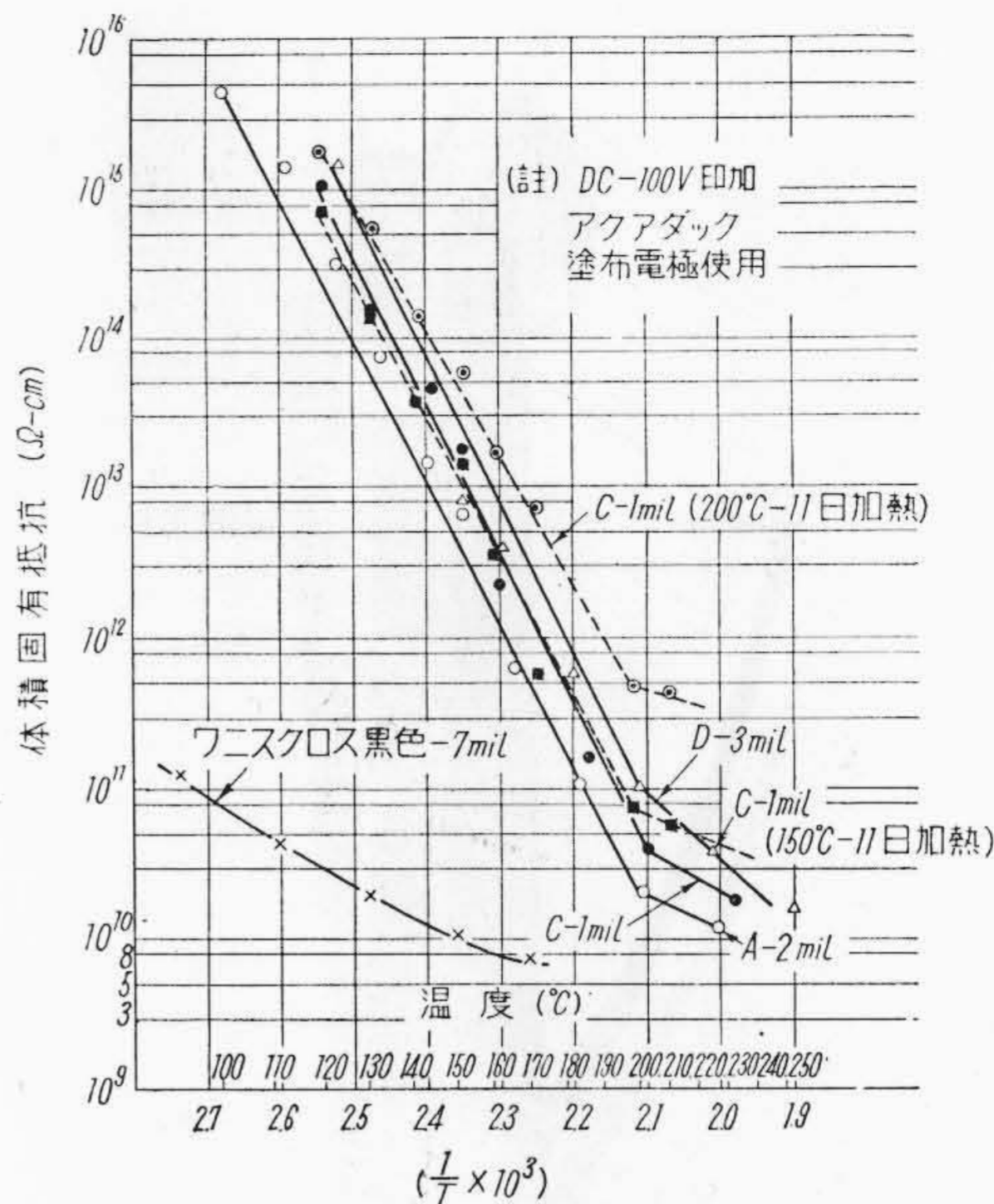
第5図 空気中および変圧器油中におけるマイラーの破壊電圧の温度特性

ある。耐湿性の一例として示した吸湿後の破壊電圧の低下は第1図にみるように、ワニスクロスに比べて非常に少く、また同様処理後の体積固有抵抗の低下、 $\tan\delta \cdot \epsilon$ の増加も少く、すぐれた耐湿性を示している。第5図に破壊電圧、第6図に体積固有抵抗の温度特性を示したが、高温においても高い電気特性を有している。しかしながら、耐コロナ性に関して設計上に難点があり、またプラスチックフィルムの一般的傾向である加熱収縮率の大きいことおよびマイラーにおいては特に静電気を帯びやすいことなどは、ワニスクロス類などに比べて、みのがせない欠点であろう。

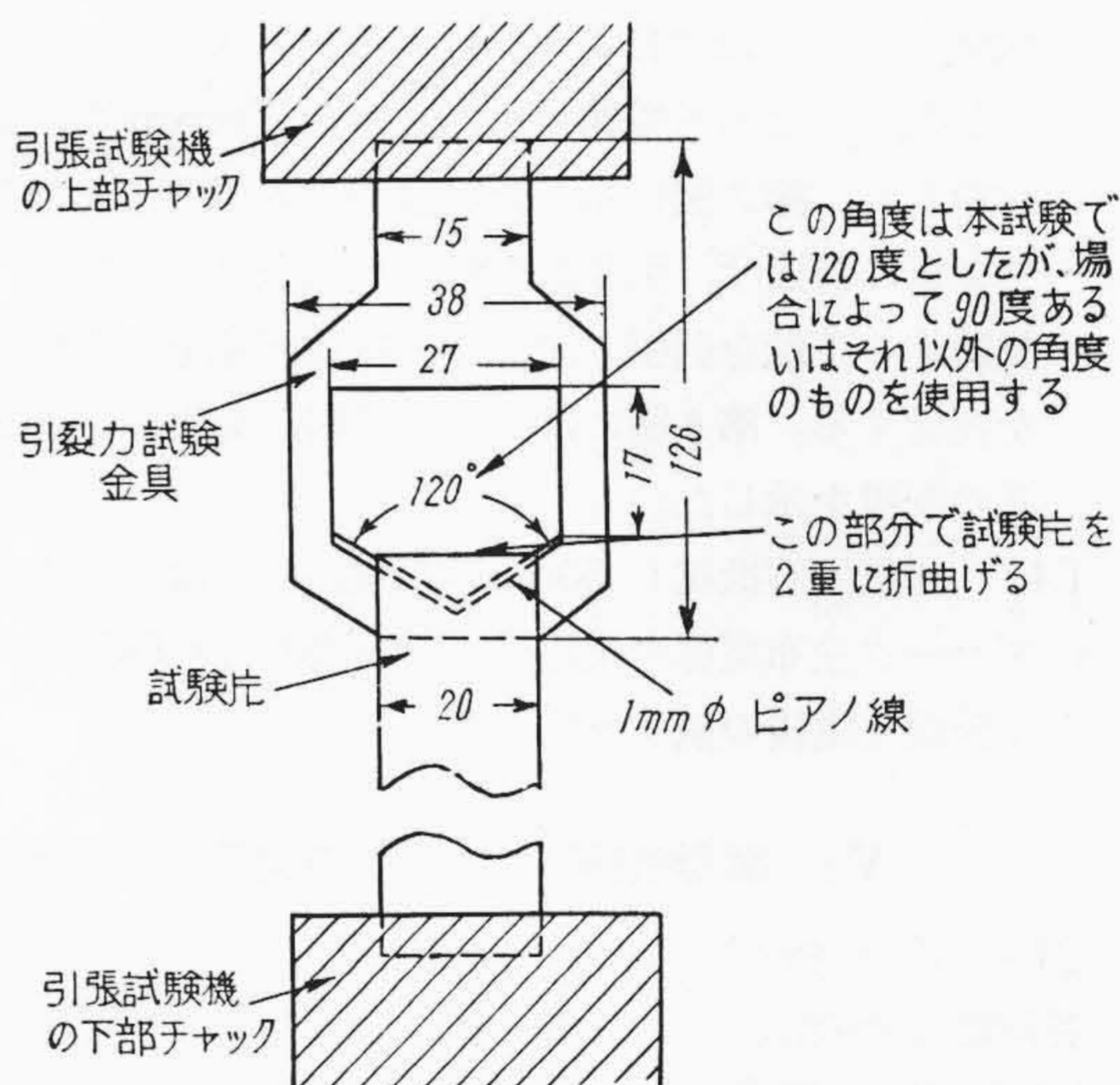
〔III〕 供試貼合せ材料

マイラーはC-1 mil, A-1.5 mil A-2 mil を採用し、貼合せ材料としては、種々の厚さのクラフト紙およびクインテラー (アスベストファイバーを接着剤で結合した絶縁材料で、米国 Johns-Manville 社の商品名)、プレspan, レッドロープ紙 (この3種については常態特性のみを測定) を選んだ。なお比較試料として、下記製品について同様の試験を行つた。

- (1) アメリカ製製品: No. 1, 2 milマイラー+5 mil ラグ紙  
No. 2, 1 milマイラー+3 mil クインテラー
- (2) 従来の相当品: PBC-K-0.3 mm (7 mil 黒色斜目ワニスクロス+5 mil クラフト紙)  
(以下単に PBC と略記する)  
従来のスロットライナーの代表的なもの。



第6図 マイラーおよびワニスクロスの体積固有抵抗の温度特性

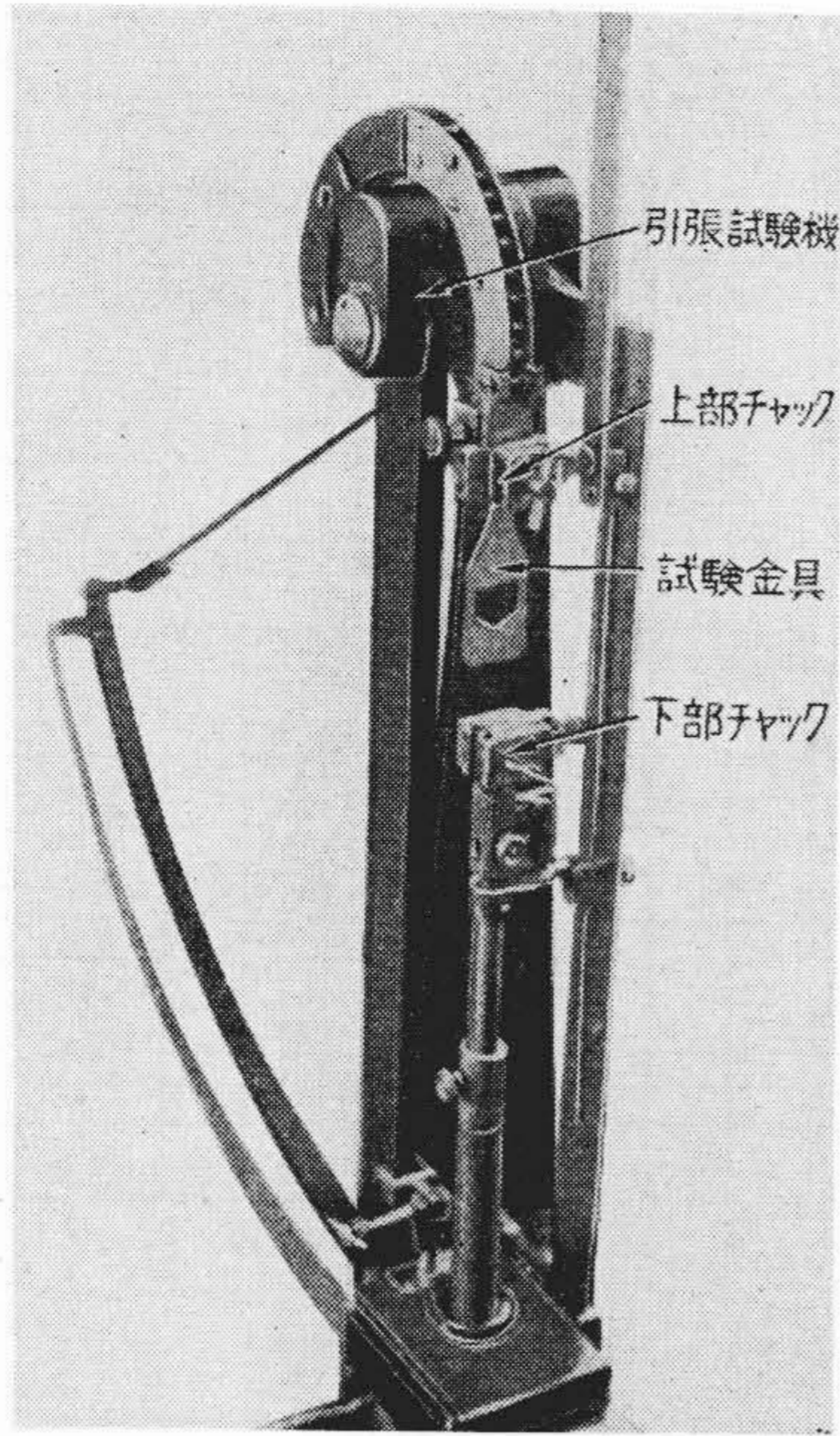


第7図 引裂力測定用試験金具および試験片の配置

〔IV〕 試験方法

- (1) 破壊電圧: 上部, 下部ともに 1 inφ (25mmφ) 平円板電極 (電極端 0.1 mmR) を使用し, 短時間破壊法によつて測定した。
- (2) 引張強度: 幅15mm, 長さ約150mmの試験片をとり, チャック間隔を100mmとして, ショッパー式引張試験機で測定。
- (3) 引裂力: 引裂力の測定には種々の方法があるが, 本試験においては, スロットライナーの引裂け





第8図 引張試験機および試験金具の配置

状態を模擬した“日立式引裂力測定方法”により測定した。すなわち幅20mm、長さ約200mmの試験片をとり、第7図に示した試験金具の屈曲部を通して2重に折曲げ、引張試験機で試験金具の上端と、試験片の下端を引張り試験片の折曲げ部分の引裂力を測定する。第8図には引張試験機、および試験金具の配置を示した。

- (4) 体積固有抵抗：50mmφの水銀またはカーボンブラック塗布電極を使用し、直偏法によりDC-500V 1分間充電後の値を測定した。

〔V〕 試験結果およびその考察

(1) 常態特性

各種貼合せの常態特性を第2表に示した。

(A) 破壊電圧

第1表のマイラー自体の値との比較からわかるように、破壊電圧は大部分マイラーの値で決定され、貼合せ材料の種類および厚さはあまり影響しない。

接着剤の付着量によつては幾分変化するが、これも大差は認められない。したがつて、マイラー貼合せ絶縁物では従来の相当品に比べ、かなり厚さを減じて高い破壊電圧が期待できる。また屈曲の影響をみるために、試料を180度および360度に折曲げてその部分の破壊電圧を測定したが、マイラー貼合せのものではほとんど変化なくPBCでは常態値の約10~20%の低下を認めた。またPBCは常態における値は9~10kVで、105°C -1時間の処理後は

第2表 各種貼合せ絶縁物の試験結果

貼合せおよび厚さ (mil)	製品厚さ		破壊電圧 (kV)	引張強度 (kg/15mm幅)		引裂力 (kg/20mm幅)		
	紙	mil		mm	たて方向	横方向	たて方向	横方向
マイラー A-2	10	12.5	0.318	11.6	33.6	19.0	28.1	35.7
	7	9.5	0.240	11.0	26.2	15.6	28.6	33.0
	5	8.0	0.206	11.4	23.7	13.3	29.2	32.0
マイラー A-1.5	10	10.6	0.270	9.0	32.1	16.7	21.7	22.4
	7	8.6	0.217	8.5	26.5	16.0	21.0	22.7
	5	6.7	0.170	8.4	21.6	10.3	19.8	21.4
	3	4.9	0.125	8.1	19.1	9.3	21.9	22.1
マイラー C-1	10	10.6	0.270	7.6	30.3	15.5	14.7	17.6
	7	8.5	0.217	7.2	26.1	14.3	15.8	17.0
	5	6.2	0.158	6.5	21.5	9.9	18.6	19.0
A-2×2	3	8.5	0.216	16.3	26.2	26.1	60.8	64.9
A-1.5×2	3	6.8	0.174	14.1	21.8	19.3	41.0	42.2
C-1×2	3	6.7	0.169	11.9	19.8	13.6	33.8	36.4
A-1.5	5×2	11.2	0.285	11.5	36.6	19.6	27.2	30.6
A-1.5	12.4※	14.4	0.365	9.2	29.6	20.2	21.6	22.1
A-1.5	10.7※※	12.5	0.317	8.6	35.2	20.8	21.0	24.3
C-1	3※※※	5.7	0.144	8.0	7.3	7.1	13.6	15.4
1	3*	4.0	0.101	7.1	5.8	5.4	12.9	14.6
2	5**	7.4	0.189	12.3	26.9	15.9	27.9	30.0
P.B.C.-K	0.30	11.7	0.30	11.4	21.7	11.3	7.3	8.1

- 注：(1) 厚さは各50回、破壊電圧は各20回、引張強度および引裂力は各7回測定の平均値を示す  
 (2) マイラーのA, CはType A, Type Cを示す。  
 (3) ※…レッドロープ紙, ※※…プレスパン, ※※※…クイんテラー, 無印はすべてクラフト紙  
 (4) \*…I社製クイんテラー貼合せ品, \*\*…I社製ラグペーパー貼合せ品  
 (5) ×2と記したのは両面貼合せを示す

表記の値に上昇したが、このことからPBCは常態において吸湿の影響が著るしいことがわかる。

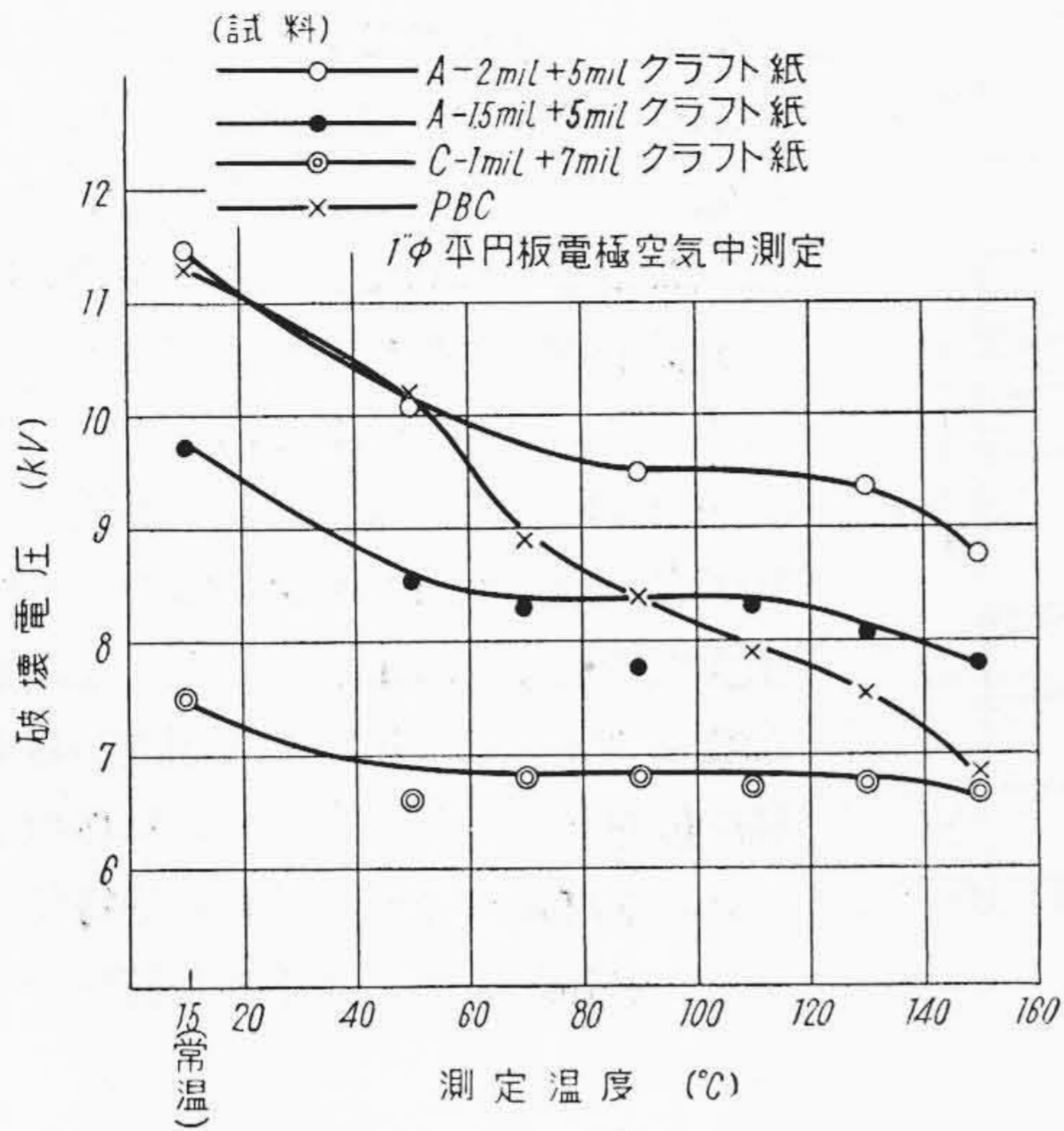
(B) 引張強度

引張強度は、大部分紙の強度により決定されるので、貼させる紙の選択によつて適当な強度を得ることができる。

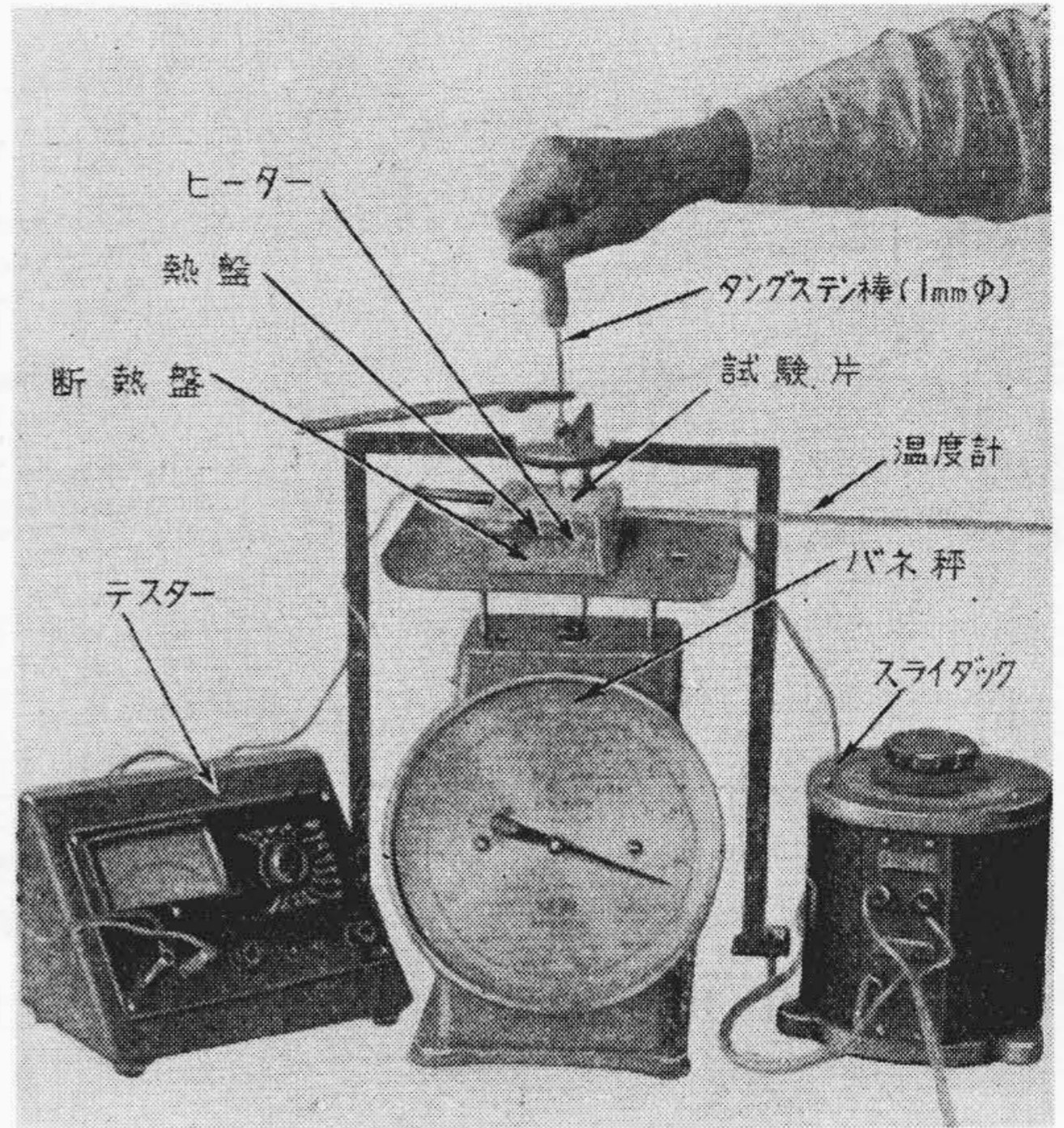
(C) 引裂力

層間絶縁などにおいては別であるが、スロットライナーでは引裂力は非常に重要な特性である。すなわちスロット内にコイルを組込む場合は、その成形上コイルエンドの部分でスロットライナーにかなりの剪断力が加わる。すなわち小型機器の拾い込コイル組込の場合には、コイルエンドが短かく、さらに成形時にかなりの衝撃的な圧力を加えるため、従来のスロットライナーではスロットの端で引裂かれて絶縁不良を起すものがあつた。この点マイラー貼合

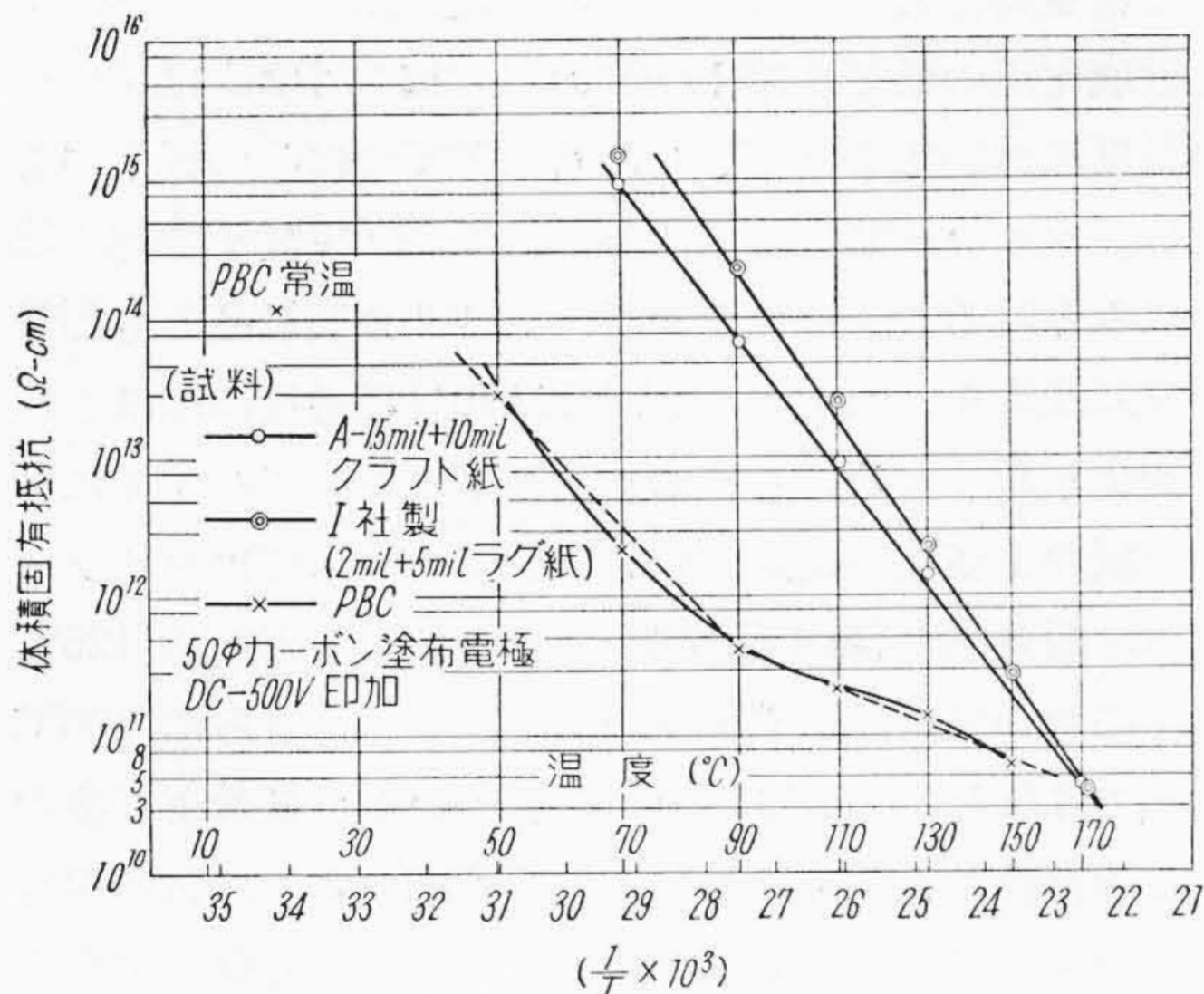




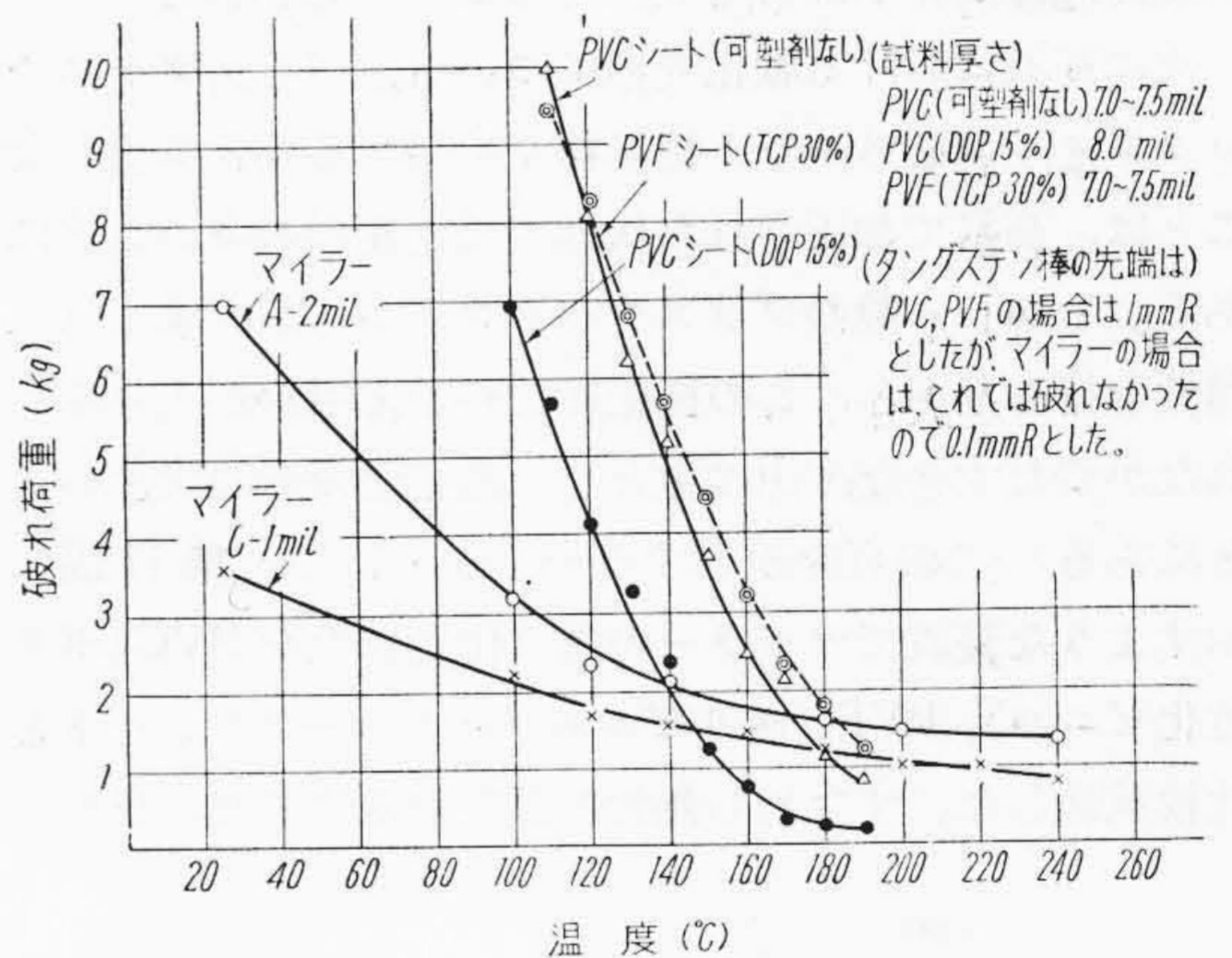
第9図 マイラー貼合せ品および PBC の破壊電圧の温度特性



第11図 熱軟化変形度試験装置



第10図 マイラー貼合せ品および PBC の体積固有抵抗の温度特性



第12図 マイラー, PVCシートおよびPVFシートの熱軟化破れ荷重

せ品は第2表に示したように、従来のものに比べて引裂力をはるかに強く、絶縁作業を容易にするとともに、絶縁の信頼度を著しく高めることができる。特にマイラー貼合せ絶縁物が、主として小型機器に使用されている現在においてはきわめてのぞましい特長といえよう。

引裂力の値は、引張強度とは逆にその大部分がマイラー自体の値で決定されるので、薄いものでもかなり大きい。

(2) 高温特性

第9図に破壊電圧の温度特性を示す。PBC は温度上昇に伴う低下が大きい、マイラー貼合せ品は初期にくぶん低下するが、それ以後 140~150°C までの低下は少ない。これは、第5図のマイラー自体の特性との比較から

わかるように、常温においては貼合せ紙および接着剤が分担する耐電圧が有効にきいているが、高温においては、それらの減少により大部分がマイラー自体の値で支配されるためであろう。体積固有抵抗の温度特性を第10図に示した。マイラー貼合せ品は PBC に比べ 2~3 桁高い値を示してをり、抵抗  $\rho$  の対数と絶対温度  $T$  の逆数の間に(1)式で示した直線関係が成立する。

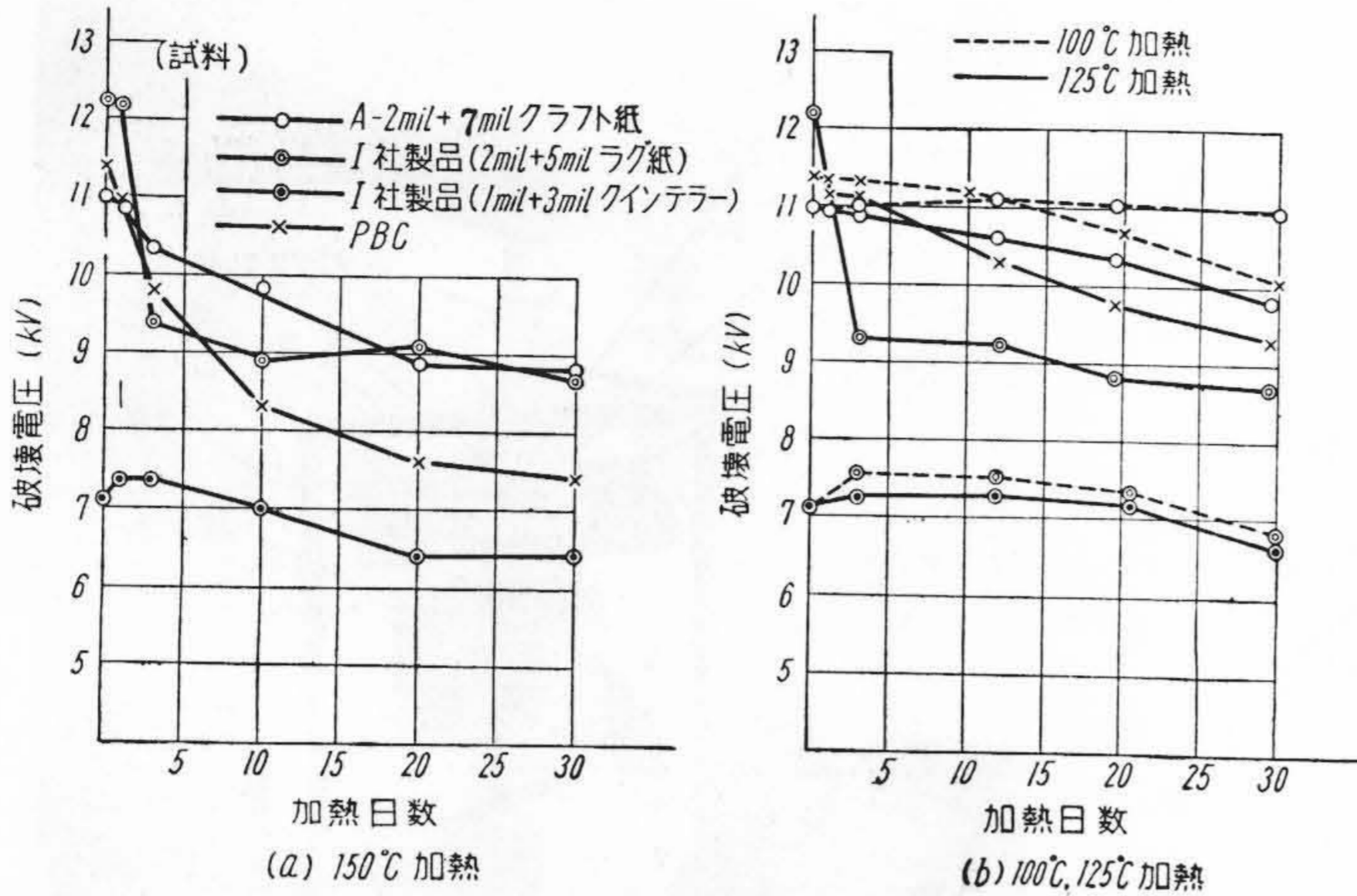
$$\rho = \rho_0 e^{\frac{E}{kt}} \dots \dots \dots (1)$$

ただし  $\rho_0, E$ : 定数

$k$ : Boltzman 定数

マイラーの電気伝導過程における活性化エネルギーは、36 kcalと報じられている。PBC では  $\rho$  の低下が約 90度前後で異なるが、高温部においては、ワニスの硬化など





第13図 100°, 125°, 150°C加熱による破壊電圧の低下

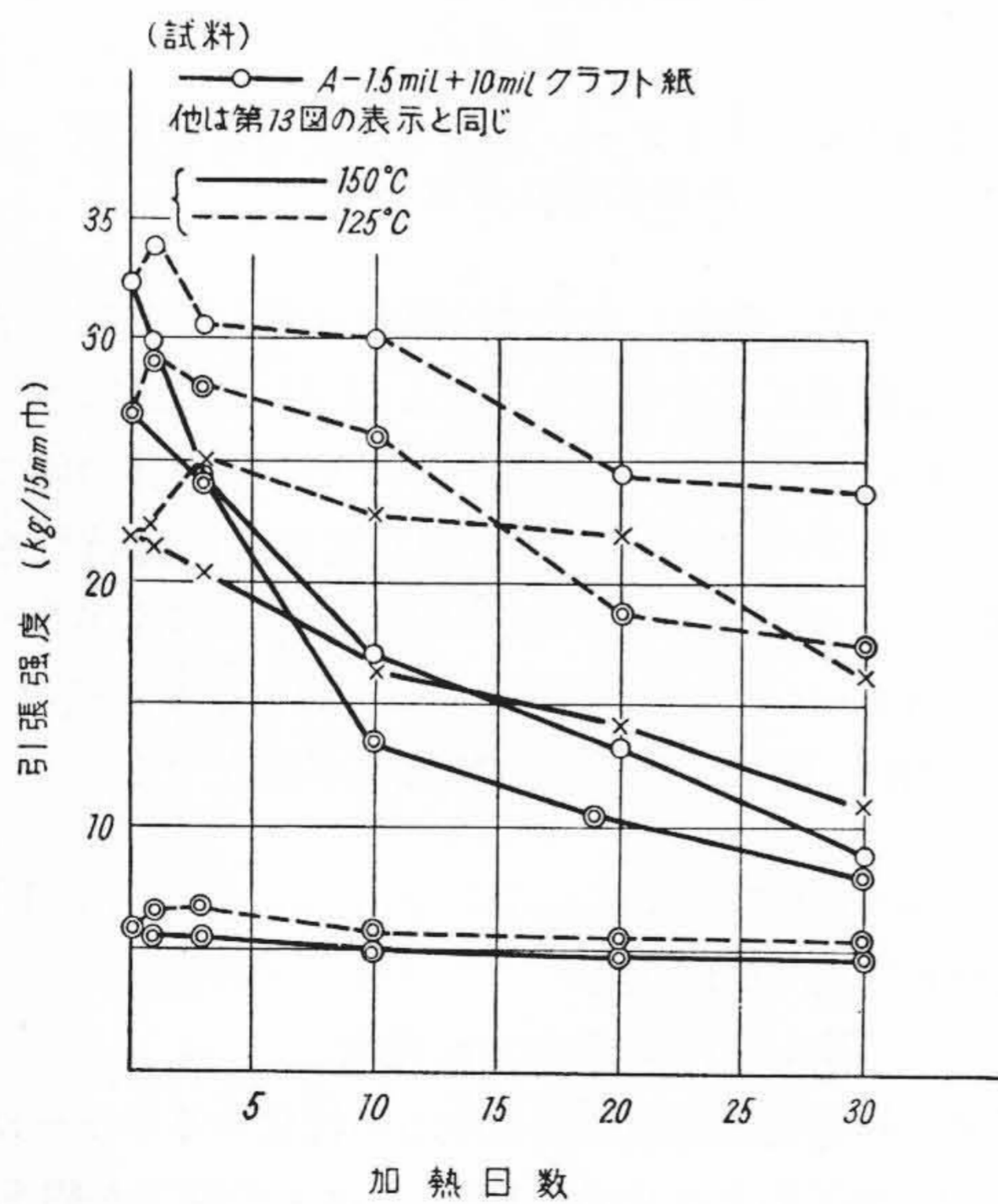
においてタングステン棒で試験片に圧力を加え、試験片が破れた時(テスターの振れで知る)の荷重をパネ秤で測定した。このようにして得られた温度と荷重の関係を第12図に示す。図より明らかなように、マイラーはPVCおよびPVFシートに比べて耐熱軟化性が大きく、100°C以上の温度においても、かなりの耐圧力性を有することを認めた。また高温加圧による破壊電圧の低下傾向からも同様の結果が得られており、これらの事実から考えて、マイラー貼合せ絶縁物はスロット絶縁用としてすぐれた特性をもつことがわかる。

によりその伝導過程に変化をきたすためであらう。なお、おのおのの温度範囲では、図中に点線で示したように上記直線関係がおよそ成立するように思われる。

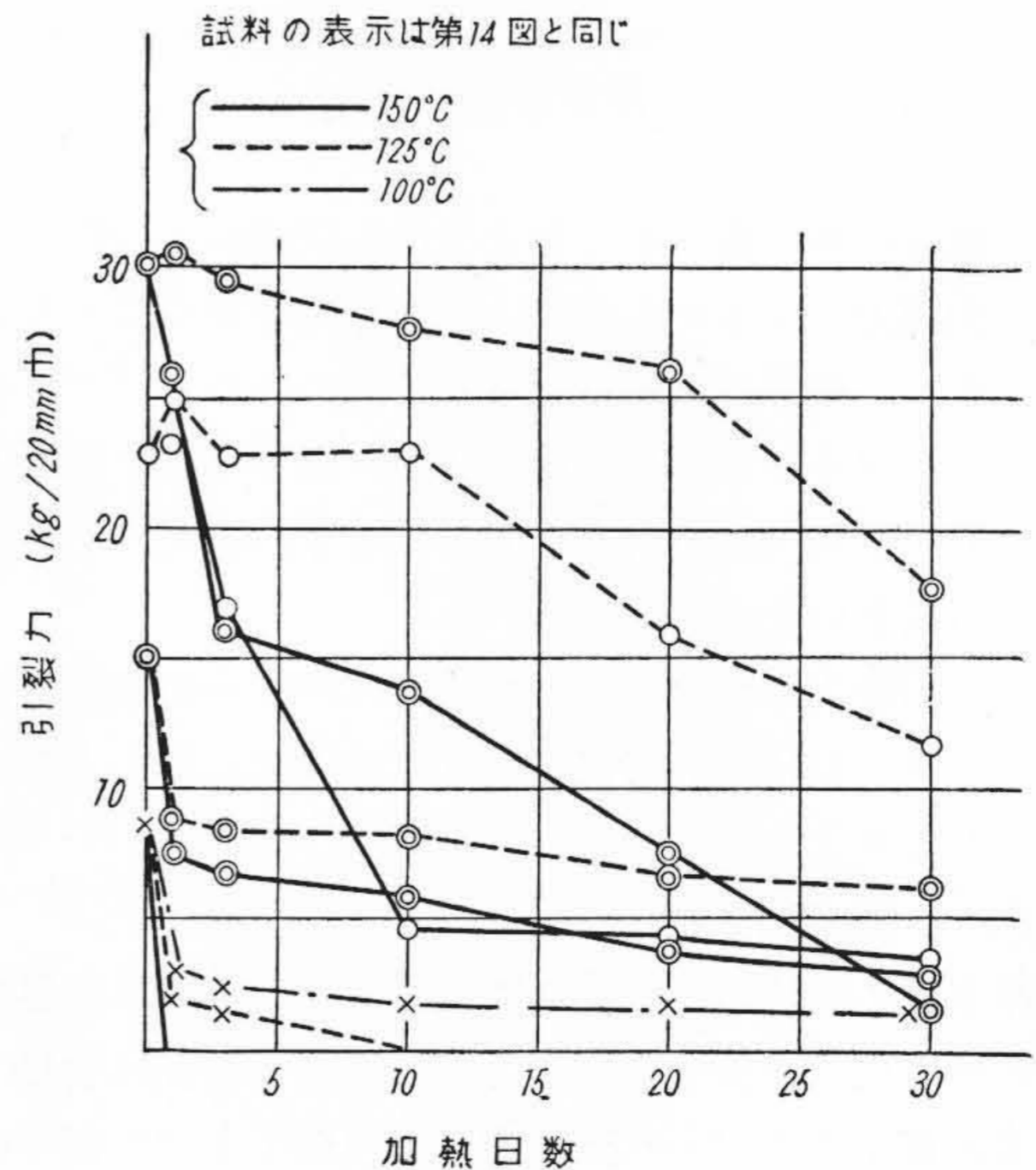
次に高温における軟化変形について述べる。プラスチックフィルムをスロット絶縁物に使用する場合には重要なことは、高温で加圧された状態で軟化変形の少ないことにある。しかし一般のプラスチックフィルムが、すぐれた特性を持ちながら、この種絶縁物への応用をかえりみられなかつた大きな理由は主として熱軟化変形の大きいことにある。この点を検討する一手段として、第11図に示すような装置でマイラーの熱軟化変形性をPVC(ポリ塩化ビニル)、PVF(ポリビニルフォルマール)シートと比較試験した。すなわち熱盤の温度を変化させ、各温度

(3) 加熱劣化特性

加熱劣化試験として100, 125, 150°C ~ 30日間加熱による電気特性および機械特性の劣化を調べた。加熱による破壊電圧の低下を第13図に示したが、PVCはいずれの温度においても低下しており、150°Cではその低下が著しい。マイラー貼合せ品においては、まず150°C加熱の場合にみられるように日立製品、アメリカ製製品とも加熱初期には大きく低下するが、ほぼ20日経過後にはほとんど変化しなくなる。これは加熱初期において、すでに貼合せ紙および接着剤が劣化してしまい、以後はマイラー自体の耐熱挙動(第1図参照)を示すためと考える。125°C加熱においては、加熱初期の低下は少く、さらに100°C加熱ではほとんど低下が認められないが、紙および接着剤の耐熱性およびその加熱劣化を考慮すると、ある程度の加熱後には150°C加熱の場合と同様の傾向を示すもの

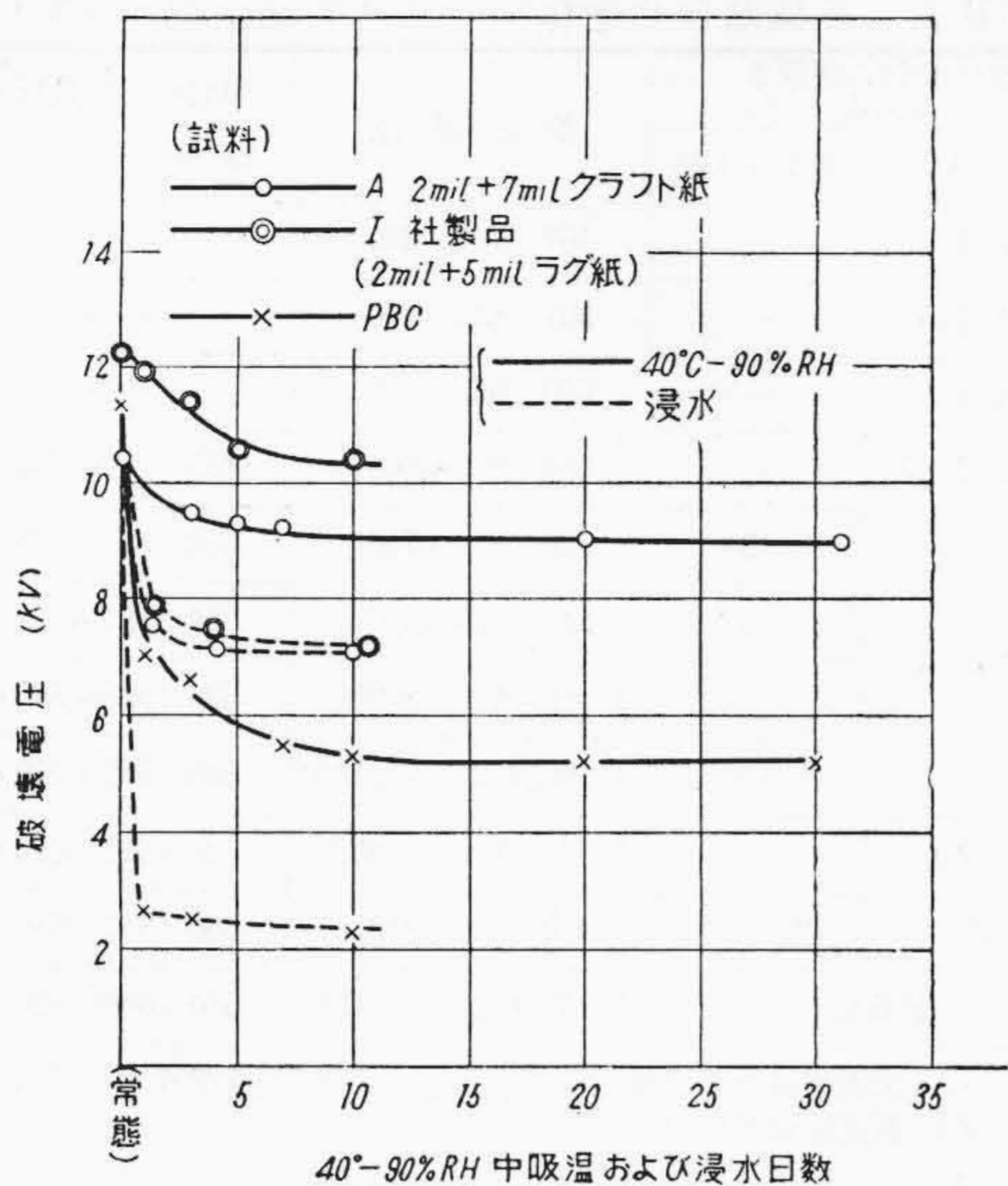


第14図 125°, 150°C加熱による引張強度の低下

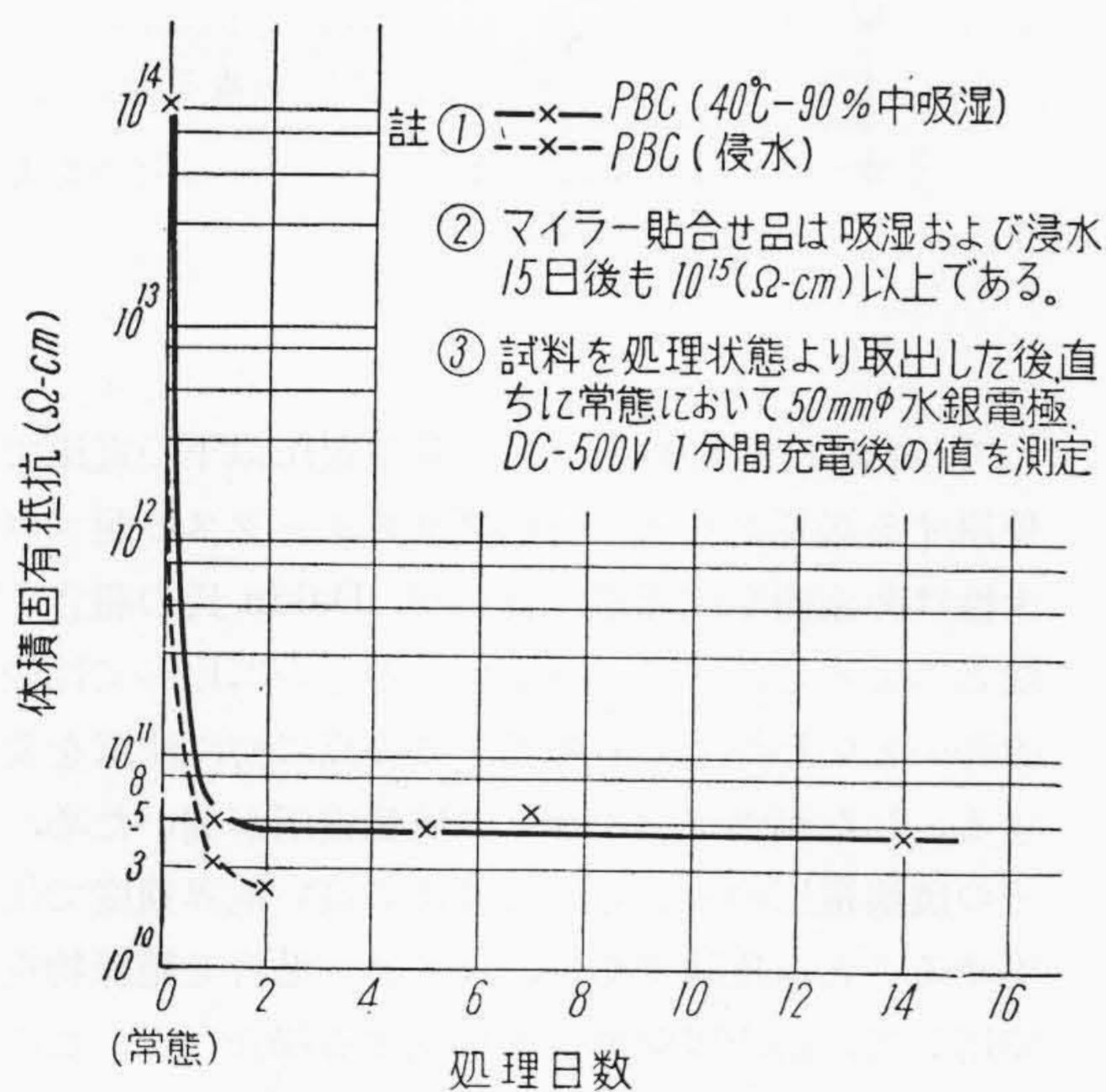


第15図 125°, 150°C加熱による引裂力の低下





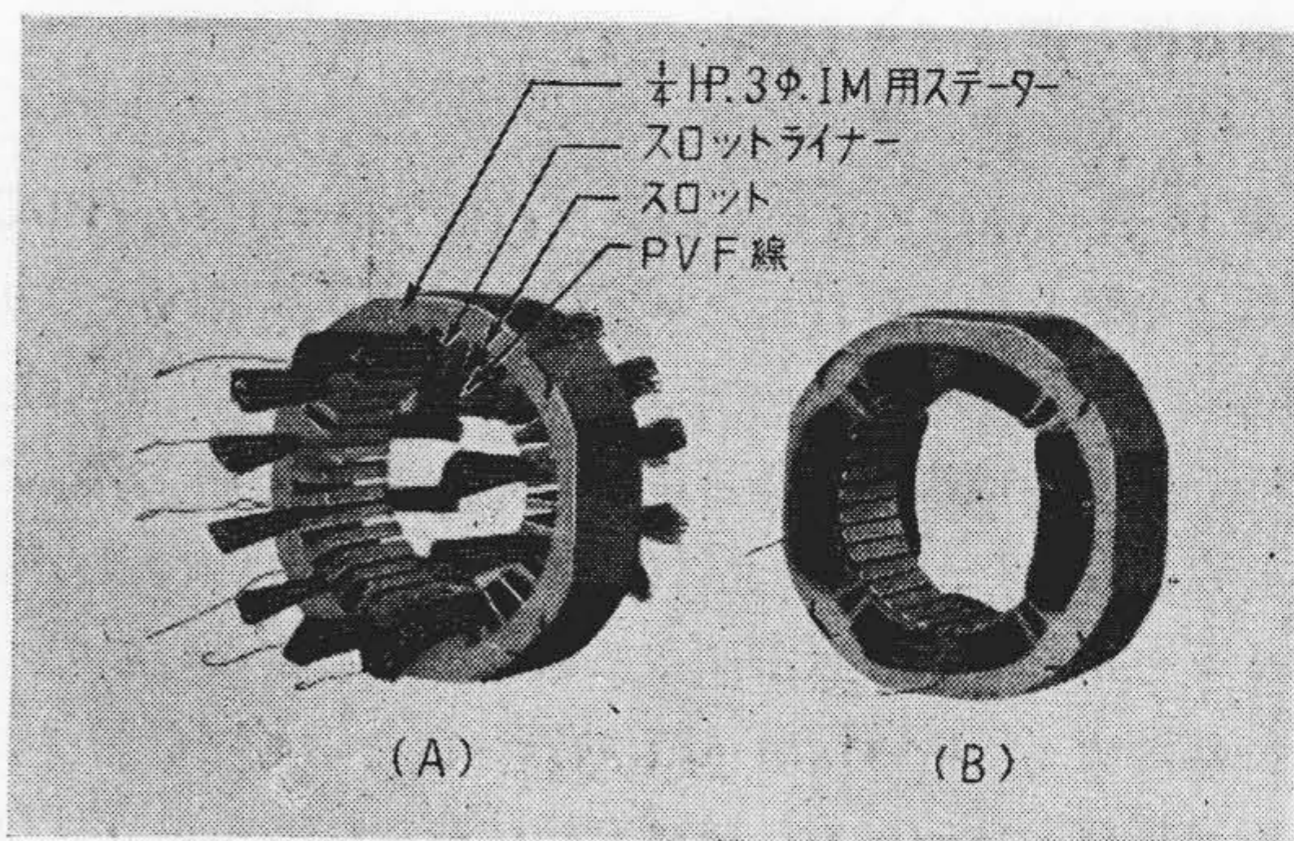
第16図 40°C-90% RH 中吸湿および浸水による破壊電圧の低下



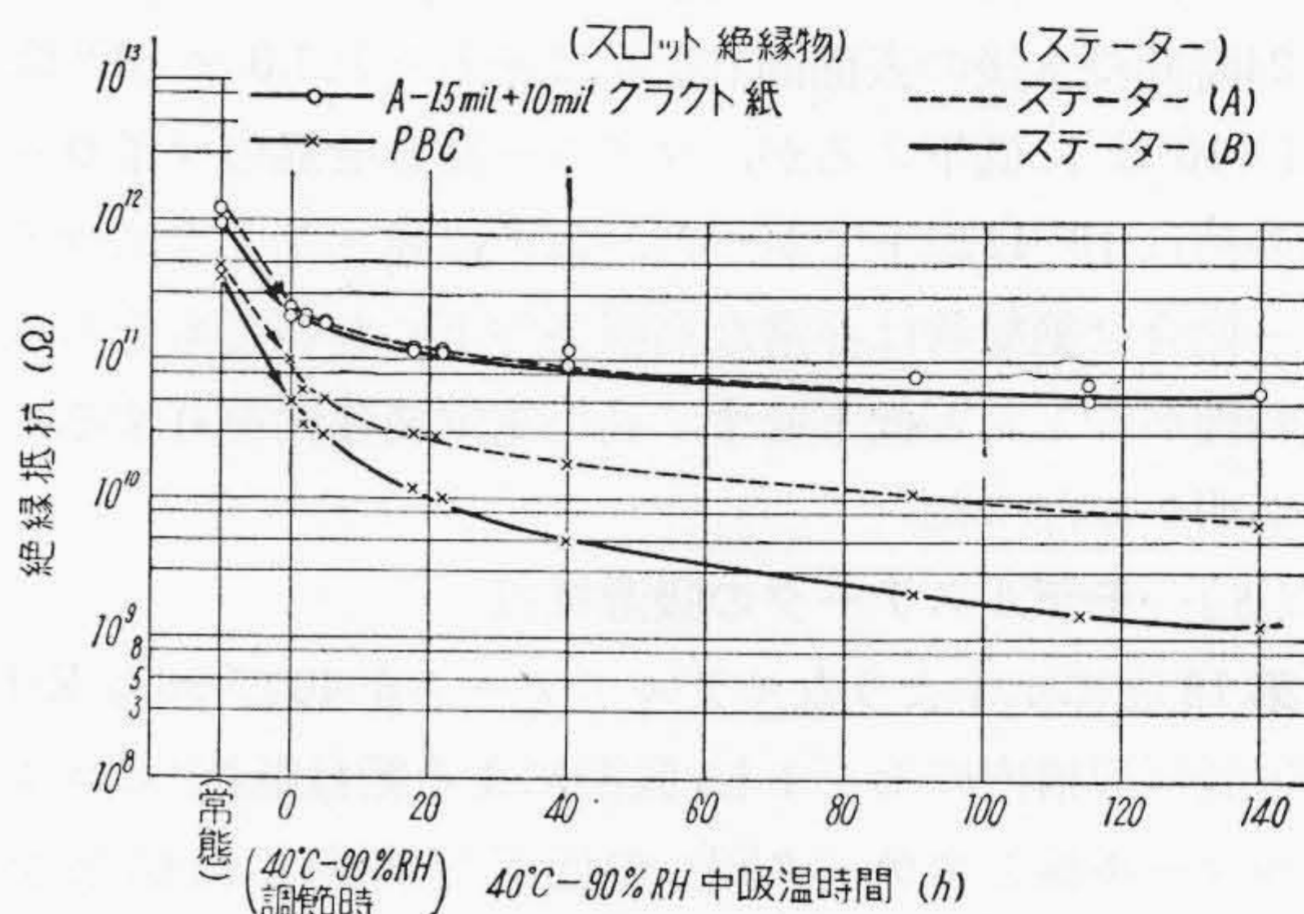
第17図 PBCの40°C-90% RH中吸湿および浸水による体積固有抵抗の低下

と思われる。加熱初期の低下が日立製品に較べてアメリカ製品は急激であるが、これは接着剤の耐熱性の差によるものと考えられる。同時に試験したアメリカ製クインテラー貼合せ品の低下は少ないが、この理由はクインテラーが耐熱性に優れているのでこの程度の加熱では劣化しないこと、およびこの貼合せにおいて常態の破壊電圧がすでに大部分マイラーによるものであることなどから説明できよう。なお150°C~30日間加熱後の値は第1表のマイラーの値よりいくぶん低くなっている。

体積固有抵抗は125°C~30日間加熱後も10<sup>15</sup>Ωcm以上の値を示してほとんど変化なく、一方PBCも1日間



第18図 供試モデルステーター



第19図 モデルステーターの吸湿による絶縁抵抗の低下

の加熱で10<sup>15</sup>Ωcm以上に上昇した後は低下を認められなかつた。第14,15図に機械特性の劣化状況を示す。図で明らかなように機械特性の劣化は大きく、第2,4図との比較からわかるように、紙および接着剤の加熱劣化は、マイラー自体をもかなり硬化させることがわかる。しかし劣化後の機械特性としては、その強度は実用上あまり要求されるものではなく、必要とするのは劣化後も、どの程度の柔軟性を保持しているか、ということであり、この程度まで熱処理されると、PBCは完全に硬化してしまい、手でもむとボロボロになるのに対し、マイラー貼合せ品では、紙はPBCと同様に硬化するが、マイラーフィルムはまだ柔軟性を有しているため、機器の振動などに対してもかなり安全性が高いと考えられる。

以上の加熱劣化試験のみで、厳密な意味での耐熱度あるいは、寿命をうんぬんすることは困難であるが、Whitman氏らの行ったマイラーの加熱劣化試験<sup>(6)</sup>などとあわせて考えた場合、マイラー貼合せ絶縁物の耐熱度は、一般A種電気絶縁紙との貼合せ品はA種と考えるのが安全であり、クインテラーなどとの貼合せ品はB種と考えてよからう。なおマイカそのほかの耐熱度の高いものとの貼合せ、およびその使用条件によつてはさらに高



い耐熱性を期待できるであろう。

(4) 耐湿性

第16図に吸湿による破壊電圧の低下を示した。PBCの低下が著しいのに比べてマイラー貼合せ品では吸湿初期にわずかに低下するのみで、それ以上はほとんど変化しない。また吸湿による体積固有抵抗の変化を第17図に示した。マイラー貼合せ品は貼合せ紙の吸湿は大きい、マイラーがほとんど吸湿による低下をきたさない、吸湿処理後も  $10^{15} \Omega \text{cm}$  以上の高い値を示している(体積固有抵抗の測定においては測定装置の精度から  $10^{15} \Omega \text{cm}$  以上の値は測定し得なかつた)。またPBCのワニスクロス面における  $40^\circ\text{C}-90\% \text{RH}$  中で24時間吸湿後および24時間浸水後の表面固有抵抗はそれぞれ  $1.3 \times 10^{10} \Omega$ ,  $9.4 \times 10^9 \Omega$  に低下するが、マイラー貼合せ品のマイラー面の値は  $10^{14} \Omega$  以上であつた。以上に述べたようにマイラー貼合せ絶縁物は非常な高湿条件下においてもその電気特性がほとんど低下せず、高い電気絶縁性を有することが明かになつた。

(5) モデルステータの吸湿抵抗

第18図に示すようなモデルステータを  $40^\circ\text{C}-90\% \text{RH}$  の恒温恒湿槽内にセットし、吸湿による絶縁抵抗(ビニルホルマール線とステータ間)の低下を測定した結果を第19図に示した。ステータ(A)はまつすぐなビニルホルマール線を挿入したもので、ステータ(B)は実際の状態にビニルホルマール線を組込んだものである。スロットライナとしては、PBCおよびマイラーA-1.5ミル+10ミルクラフト紙貼合せを比較した。図中常態と記したのは、ステータを恒湿槽内にセットして恒湿槽運転前の抵抗を示し、吸湿時間0と記したのは恒湿槽を運転してちょうど  $40^\circ\text{C}-90\% \text{RH}$  に調節された時の抵抗を示す。図にみるようにマイラー貼合せ品の方がPBCに比べてももちろん高い抵抗を示しているが、吸湿後絶縁抵抗は1桁以上低下する。この原因は高湿中におけるマイラー貼合せ絶縁物の絶縁抵抗が吸湿した紙の表面抵抗によつて大きく支配されるためであろう。したがつて実際のモータにおいてマイラー貼合せ品のすぐれた耐湿性を十分発揮させるためには、コイル組込後のステータを、耐湿性のすぐれたワニスなどで処理して紙も十分防湿することが必要である。

(6) 実用上注意を要する特性

本項では、マイラー貼合せ絶縁物を使用するに当つて注意を要する二、三の特性について述べる。

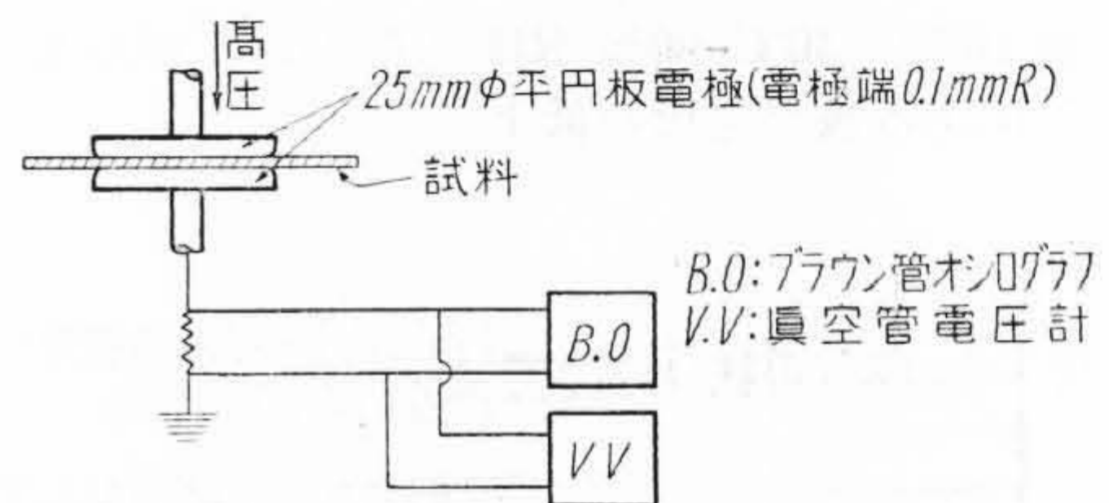
(A) 耐コロナ性

絶縁材料を長時間コロナにさらした場合、材料の耐コロナ性あるいは使用条件の差異による、時間の長短はあるが、いずれはコロナによつて侵食される。したがつて絶縁材料を使用する場合、一般的に考

第3表 各種貼合せ絶縁物のコロナ発生電圧(V)

貼合せおよび厚さ (mil)		乾燥状態	$40^\circ\text{C}-90\% \text{RH}$ 中 24時間吸湿後
マイラー	クラフト紙		
C-1	—	407 (420~340)	—
A-1.5	—	507 (530~490)	—
A-2	—	590 (620~560)	—
VC-K-7	—	890 (910~860)	780 (800~750)
A-1.5	3	720 (750~700)	560 (580~530)
	5	910 (920~900)	550 (580~520)
	7	1,010 (1,050~960)	520 (560~510)
	10	1,190(1,240~1,130)	540 (580~500)
A-2	7	1,020 (1,080~930)	640 (660~620)
2	※ 5	910 (940~810)	600 (610~580)
PBC		1,230(1,310~1,180)	580 (660~530)

注：(1) 上表値は各5回測定の前平均と( )内にバラツキを示す  
(2) 測定法は下図のとおりである



えてつねにその絶材のコロナ発生電圧以下の電圧で使用する必要がある。各種プラスチックの耐コロナ性は弗素樹脂は極端に弱い、Dakin氏の報告<sup>(7)</sup>などによると、マイラーもほかのものに比べて比較的弱いといわれているので、この点に特に注意を要する。したがつてマイラーの破壊電圧が高いため、その破壊電圧のみを考えて非常に高い電界強度で使用することは危険であり、マイラー貼合せ絶縁物を使用して、高压用機器を小型化する場合など、この点の十分な検討が必要であろう。ただし低压機器においては問題とならない。第3表にマイラーおよびマイラー貼合せ絶縁物のコロナ発生電圧を示した。絶縁物のコロナ発生電圧は  $(t/\epsilon)$  ( $t$ : 絶縁物の厚さ,  $\epsilon$ : 絶縁物の誘電率) の函数として理論的に求めることができ、これに関して Halleck の報告<sup>(8)</sup>もあるが、Dakin氏<sup>(7)</sup>などは筆者と同様な方法で測定したコロナ発生電圧の実験式として(2)式を発表しており、この式はかなりの信頼性があるようである。

$$V = 720 \left( \frac{t}{\epsilon} \right)^{0.46} \dots \dots \dots (2)$$

ここで V: コロナ発生電圧 (V)  
t: 絶縁物の厚さ (mil)  
 $\epsilon$ : 絶縁物の誘電率



表中に吸湿後の値を示したが、吸湿は主として紙の部分において行われると思われ、紙の誘電率が著しく増大し、印加電圧の大部分がマイラーで分担されることになるためそのコロナ発生電圧はマイラーのみの値近くまで低下する。

#### (B) 傷による性能の低下

マイラー貼合せ絶縁物を使用するに当つて注意を要する問題として、さらにマイラーの傷による破れなどの問題がある。従来のPBCなどにおいては、貼合せのワニスクロスが厚くまた基材として綿布があるので、スロット内面の凹凸などにより簡単に破れたりすることはないが、マイラー貼合せ絶縁物の場合には一般にきわめて薄いマイラーが使用されるため前者に比べて比較的破れやすい点がある。この点を調べるために、実際のスロットおよびサンドペーパーを用いて、それらでこすられた場合の破れ、あるいは傷による破壊電圧の低下を試験してみた。その結果マイラーフィルムはスロットのような連続した凹凸面に対してはかなり強いが、サンドペーパーのような断続的のシャープな凹凸面に対しては破れあるいは傷による破壊電圧の低下が大きいことがわかった。しかしこれに紙を貼合せると紙が破れない限り、上記のような危険性はなく、スロット組込時の屈曲あるいは加圧などに対しては、PBCよりもむしろすぐれていることを認めた。したがって本貼合せ絶縁物の使用に当つては必ず紙面がスロットの鉄板面になるように使用し、使用状態によつては、貼合せ紙の厚さも適当なものを選ぶ必要がある。またマイラーフィルムで厚さ1 milのものは1.5 mil以上のものに比べて比較的破れやすいので、破壊電圧のバラツキあるいは上記の耐コロナ性などの点も考え合せて、スロットライナ用としては、1.5 mil以上のマイラー貼合せを使用するのが安全であり、かつすぐれた電気絶縁性が得られると考える。

#### [VI] 結 言

マイラー貼合せ絶縁物の特性について種々述べたが、本製品は従来の相当品に比べて、一般電気特性にすぐれ、また引裂力が非常に強いことはスロット絶縁材料として使用した場合スロット組込時の作業性をよくするとともに、絶縁の信頼性を著しく高める。耐熱性としては、一般A種電気絶縁紙貼合せのものはA種、クインテ

ラーなどを貼合せのものではB種と考えられる。また耐湿性にすぐれ、吸湿後も破壊電圧の低下は少く、体積固有抵抗も  $10^{15} \Omega\text{cm}$  以上の高い値を有する。しかし高湿中における絶縁抵抗は、吸湿した紙面の表面抵抗の影響で、常態値に比べてかなり低下するので、モータの高湿条件下の絶縁抵抗保持に、マイラーのすぐれた耐湿性を十分活用するためには、スロット組込後十分な防湿処理を行う必要がある。使用上注意を要する点として、耐コロナ性、傷による性能の低下の問題があるが、前者は本貼合せ絶縁物が主として低圧小型機器に使用されている現在では問題なく、傷に対しても貼合せ紙の選択および使用方法（傷を受けやすい面に紙面を使用するなど）などによつてその危険性を防ぎうる。また貼合せに使用するマイラーとしては、外国においては2 milのものが多くあり、筆者の試験結果からも、1 milのものではその特性上いくぶんの難点があるので、性能を十分発揮するためには、1.5 mil以上のものを使用すべきであろう。

これらの貼合せ絶縁物の用途としては、現在のところ諸外国においても多量生産を行う小型機器のスロット絶縁用が絶対的に多いが、マイラーとクインテラーの貼合せ品はクインテラーの強度を補強してテーピング用にも容易に使用できるようになり、今後他方面への応用が期待できよう。

終りに、本研究に対し種々御指導賜わつた東北大学教授鳥山博士、日立製作所日立絶縁物工場日月、鶴田両博士、柵橋、松島両課長および終始試験に協力された矢代克巳君に深く感謝申し上げる次第である。

#### 参 考 文 献

- (1) L.E. Amborski, D.W. Flierl: Ind. Eng. Chem., 45, 2290 (1953).
- (2) L. E. Amborski, R. L. Burton: Elect. Mfg., 53, 124 (March 1954).
- (3) 鹿島: オーム P. 71 (昭 30-6)
- (4) Wilson Reddish: Trans. Farad. Soc., 46, 459 (1950).
- (5) Du Pont Technical Report.
- (6) L. C. Whitman, Paul Doigan: A.I.E.E. Transactions 76, Pt. III, 193 (July 1954).
- (7) T.W. Dakin, H.M. Philofsky, W.C. Divens: A. I. E. E. Transactions 76, Pt. III, 155 (May 1954).
- (8) M. C. Halleck: A. I. E. E. Transactions 78, Pt. III, 211 (April 1956).





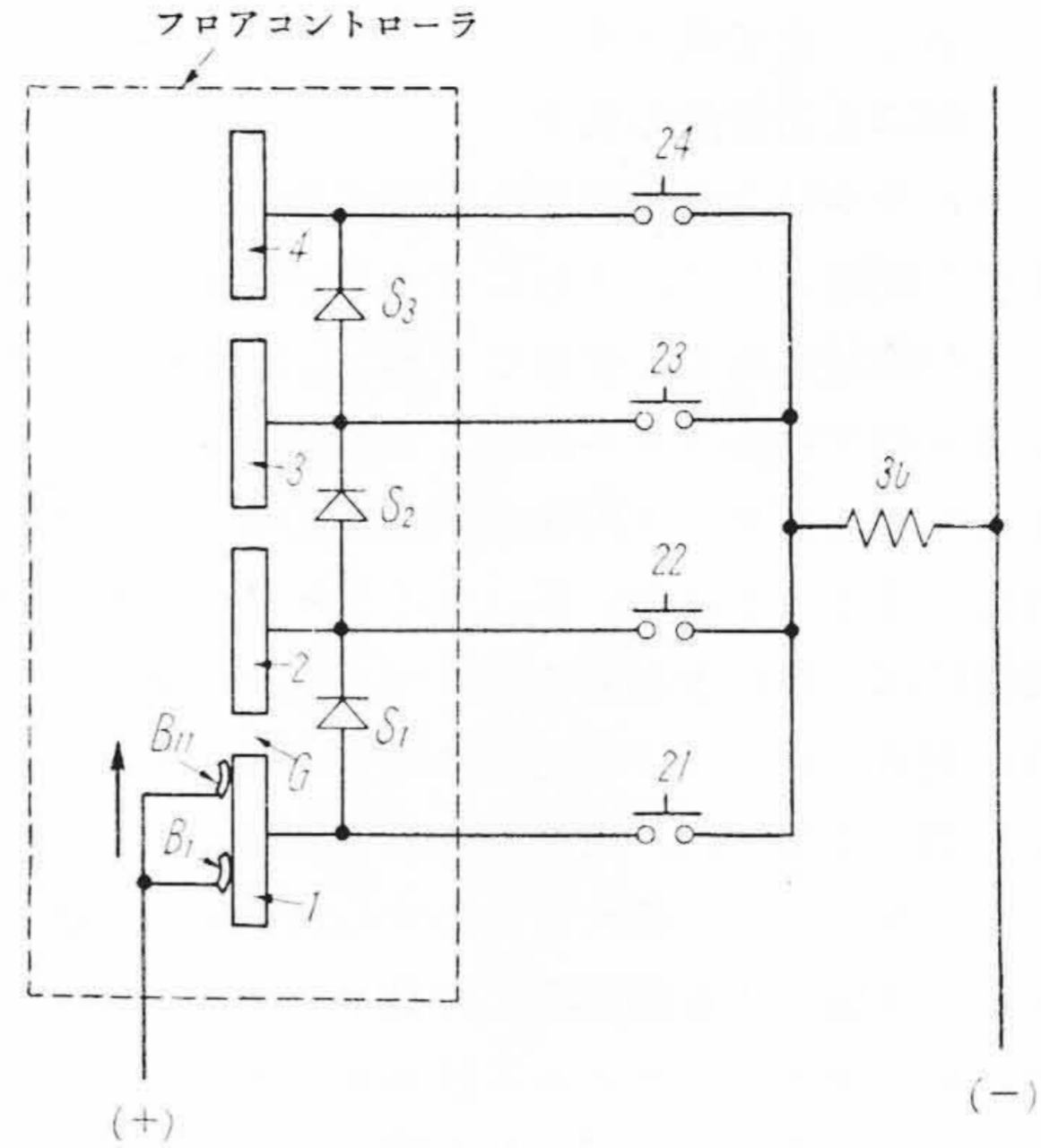
特許第 232444 号

酒井 真平

フロアコントローラ

この発明はエレベータの信号回路を制御するフロアコントローラの改良に係るものである。図において1~4はそれぞれ間隙Gを介して直列に配列した各階用セグメント、 $B_1$ 、 $B_{11}$ は乗籠と相似的運動をもつて矢印方向に摺動する刷子であつて、 $B_1$ は主刷子 $B_{11}$ は主刷子に先行する補助刷子である。 $S_1$ ~ $S_3$ は各セグメント間を直列に接続したセレン整流器、21~24は各階床に設けた呼びボタンの押圧により動作する継電器の接点、30は応動継電器である。図は乗籠が一階に停止中のフロアコントローラの状態を示すもので、主刷子 $B_1$ はセグメント1に接触しており、セレン整流器 $S_1$ 、 $S_2$ 、 $S_3$ を介して各階床継電器接点21~24の回路は準備されている。ゆえにたとえば三階の待客が呼ボタンを押して接点23を閉じると(+)- $B_1$ -1- $S_1$ - $S_2$ - $S_3$ -23-30-(-)の回路が閉じ、応動継電器30が動作する。乗籠が三階に向つて起動すると主補両刷子 $B_1$ 、 $B_{11}$ も乗籠と相似的運動をもつて矢印方向に摺動し、主刷子 $B_1$ が間隙Gにおいてセグメント1との接触が開かれる以前に主刷子に先行する補助刷子 $B_{11}$ がセグメント2に接触して間隙Gにより上階の信号回路が遮断され継電器30が消勢される不都合を防止することができる。

従来のフロアコントローラは、たとえば四階床の場合は4個の長さ異なるセグメントを並設し、各セグメント



を摺動する4個の刷子を必要としたが、この発明によればセグメントの材料および刷子数を節減し小型密実に設計することができる。(滑川)

日 立  
Vol. 19 No. 10

目 次

- ◎我が家の電化 宮田重雄
- ◎6チャンネルから11チャンネルへ
- ◎電化礼讃 (ヒッターバック)
- ◎電気のメモ
- ◎アメリカの照明事情
- ◎ショールーム (熱器具)
- ◎人工雨とポンプ
- ◎掃除機あれこれ (座談会)
- ◎ラジオの常識
- ◎日立だより
- ◎ミシンの常識

誌代 1冊 ¥60 (〒16)

発行所 日立評論社  
東京都千代田区丸ノ内1丁目4番地  
振替口座 東京 71824 番  
取次店 株式会社オーム社書店  
東京都千代田区神田錦町3の1  
振替口座 東京 20018 番

日 立 造 船 技 報

Vol. 18 No. 3

目 次

- ◎セルローズ繊維による、ろ過器の実用的研究
- ◎厚板高張力鋼の溶接性の研究
- ◎ボイラおよび機関の熱応力について  
(その1 熱応力の基礎的一考察)
- ◎鏡板耳曲げ作業の研究
- ◎表面あらさと磨耗に関する研究
- ◎リバテイ型船の引伸工事について
- ◎運転時における方位測定機の誤差修正の簡易化について
- ◎工作機械修理による精度管理について

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