

## 耐熱性絶縁材料の二、三の特性

## Some of the Characteristics of Heat Resistant Insulating Material

樋口 英 健\* 石 川 将\*

## 内 容 梗 概

耐熱性絶縁材料のうち無アルカリガラス繊維を併用したフェノール、メラミンおよびシリコン樹脂について主として機械的強度を検討した。フェノール、メラミン系材料はガラス繊維を併用することにより温度上昇時の強度が向上し、B種絶縁用として有用である。なおH種絶縁用として用いられるシリコン・ガラスと比較して常温においてはほとんど遜色なく、機械的強度は200°C附近まではほぼ同様の傾向を示すが、シリコン・ガラスは350~370°Cで分解に伴う強度低下がようやくあらわれるに反し、フェノールおよびメラミン・ガラスは200°C附近から急激に強度が低下する。このように工業用材料として特に高温に耐えることを必要とする場合にはシリコン・ガラスはきわめて注目すべき性質を有している。

## 〔I〕 緒 言

耐熱性絶縁材料として対象となる材料は、その観点によつてきわめて多種類にわたり最近ではシリコン、テフロンなどの出現を見、飛躍的な進歩がもたらされている。このような新しい材料の開発という面でいちぢるしい進歩を見つつある今日、なおこれらに対する配合材料の点にも多くの注目すべき問題があることは言を俟たない。従来たとえばフェノール樹脂の耐熱度の向上に鋳物質充填剤が併用されてきたが、現在いわゆる強化プラスチックとして脚光をあびているガラス基材合成樹脂はこれまでの綿布、紙などを基材とした縮合性樹脂に見られないうすぐれた性質を有し、このため工業用材料としての地位を確保し、たとえば、フェノールガラス、メラミンガラス、シリコンガラス成型品、積層品、管、棒などとして広く応用されている。

勿論これらは一つの例であつて、諸種の材料の処理方法や加工方法によつて幾多の新しい注目すべき材料を生み出す余地は多いといわなければならない。

本稿においては無アルカリガラス繊維を併用したB種絶縁用フェノール、メラミン樹脂およびH種絶縁用シリコン樹脂について、主として機械的強度の面から若干の例をあげて考察することとしたい。

## 〔II〕 ガラス基材絶縁材料の一般的性質について

絶縁の種類を規定する AIEE の区分または最近提案された IEC の新分類法によれば、180°C (H種) という最も高い使用温度に耐える絶縁材料としてはシリコン、テフロン、ケルFなどが挙げられ、ついで 130°C (B種) に耐えるものとしてはポリエステル (ガラス併用)、フェノール (鋳物質併用)、エポキシ、メラミン樹脂などの材料があげられる。テフロンまたは広く弗素樹脂と

称せられる一連の材料はシリコンと同様最高度の耐熱性を有しているためその応用は非常に注目されているが<sup>(1)</sup>、本稿ではこれを省略した。

これらの材料のうち、ガラス繊維基材絶縁材料にはフェノール、メラミン、およびシリコン樹脂のほかいわゆる強化樹脂として広く用いられているポリエステルやエポキシ系樹脂があり、その耐熱性および耐燃性はフェノール、メラミン系材料と同等もしくはやや劣る傾向にある。たゞ米国におけるトリアリルシアニユレートなど<sup>(2)(3)(4)</sup>注目すべき耐熱材料が最近見られポリエステルの品質向上に役立つている。勿論、機械的、物理的性質さらにたとえばポリエステルの加工性やエポキシの低収縮性など大きい利点もあげられているため、これら樹脂の応用面も今後はますます拡大されるものと思われる。

第1表 (次頁参照) にガラスを基材とするこれら耐熱性絶縁材料の特性を一般用材料と比較して示した。

## (1) ガラス基材絶縁材料の特性上の問題点

以下に述べる材料はいずれも無アルカリガラスを使用したものである。まず高強度という点であるが、強度は樹脂、各種充填剤、触媒の種類および性質、樹脂含浸方法、含浸過程における環境条件、加熱硬化時間、加熱温度、圧力などの非常に多くの要因によつていちぢるしく変化する。従つて、金属材料やその他の材料と比較する場合にはその強度範囲について十分に注意する必要がある。また強度自体の評価も設計上慎重に考慮すべきである。ガラス基材合成樹脂は一般に破壊強度と降伏値の差が少い。強度におよぼす要因のうち材料面では樹脂とガラスがまず大きな問題となるが、前者は製品の熱的性質、クリープ特性、電気的性質、耐候、耐水、耐薬品、耐燃性に影響をあたえ、後者は機械的強度、弾性係数および電気的性質に影響をあたえている。もつとも圧縮強さ<sup>(5)</sup>および接着力は樹脂によつて大きく変化する。

つぎにガラス繊維の表面処理および方向性の問題であるが、これによつて機械的特性も大幅に変ることを考慮

\* 日立製作所多賀工場

第1表 耐熱用および一般用絶縁材料の特性 (成型材料, 積層板)

分類	材	成型材料			
		繊維質	木粉	石綿	ガラス繊維
結合剤		フェノール樹脂	フェノール樹脂	フェノール樹脂	シリコン樹脂
項目	JIS関係記号	PM-111	PM-113	PM-141	—
耐電圧	貫層 (kV/mm) 沿層 (kV)	>13	>9	>8	>4
絶縁抵抗	常態 (MΩ) 煮沸後 (MΩ)	5.5×10 <sup>5</sup> ~10 <sup>6</sup> 1.5×10 <sup>4</sup> ~5×10 <sup>4</sup>	1.5×10 <sup>3</sup> ~10 <sup>4</sup> 10~10 <sup>2</sup>	10 <sup>5</sup> ~10 <sup>6</sup> 10 <sup>4</sup> ~10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup> —
固有抵抗	体積 (MΩ-cm) 表面 (MΩ)	10 <sup>5</sup> ~10 <sup>7</sup> 10 <sup>5</sup> ~10 <sup>7</sup>	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup> 10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup> 10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup> ~10 <sup>7</sup> 10 <sup>4</sup> ~10 <sup>6</sup>
誘電体力率	(1 MC)	0.02~0.06	0.02~0.07	0.04~0.2	0.002~0.005
誘電率	(1 MC)	5~8	5~8	5~8	4~5
引張強さ	(kg/mm <sup>2</sup> )	4~6	3.5~6	2~5	—
曲げ強さ	(kg/mm <sup>2</sup> )	7~9	6.5~8.5	4~6	10~15
圧縮強さ	沿層 (kg/mm <sup>2</sup> ) 直層 (kg/mm <sup>2</sup> )	20~30	15~25	15~25	15~25
衝撃値	沿層 (kg-cm/cm <sup>2</sup> ) 直層 (kg-cm/cm <sup>2</sup> )	2~4	2~4	2~4	10~15
劈開値	(kg)	—	—	—	—
耐熱性	(°C)	140	140	180	250
吸水量	(mg/100cm <sup>2</sup> )	10~50	25~80	5~30	100~300
密度	(g/cm <sup>3</sup> )	1.27~1.31	1.33~1.36	1.7~1.9	1.7~1.9
耐アーク性	(S)	—	—	—	—
用途		耐湿高絶縁用	普通絶縁用	耐熱絶縁用	最高級耐熱低損失高絶縁用

(注) 試験は JIS K-6705, K-6707 による。たゞし耐アーク性は ASTM D495 による。

する必要がある<sup>(6)~(12)</sup>。また、ガラス繊維製品の種類たとえばガラスロービング、チョップト・ストランド、マット、クロスなどにより、さらにはクロスの織り方などによつても製品強度は影響をうけるといわれている。この現象はエポキシ、フェノール、ポリエステルなど樹脂の種類を問わず一般的傾向と考えてよい。一方金属材料にくらべて比重の軽いことは比強度を考察する場合金属に勝る長所といえよう。

熱的性質は、外観上また強度劣化の点からみた最高使用温度のほか熱膨脹係数、熱伝導度を考慮しなければならないが、これはガラス含率とその方向性に関係し、従つて機械的性質と関連して検討すべきである。たとえばポリエステルを例にとると、ガラスマット基材品でガラス含率 40% のものは 25% のものを 100 としたとき沿層方向の膨脹係数はその 70~80% となり、さらに 181 ガラス布基材品でガラス含率 65% のものは上記 25% 品の 30~35% にすぎないことが示されている。<sup>(13)</sup>

なお絶縁材料の取扱い上考慮しなければならないのは環境条件の変化に伴う特性の変動であつて、温度の影響によつて強度はかなり変化することが認められる。筆者らの知見によれば低温に曝露した場合には機械的強度は

第2表 ガラス基材絶縁材料の選定基準  
Table 2. Property Guide to Material Selection (Glass Fiber or Fabric Reinforcement)

必要とする特性	樹脂
機械的強度 (特に曲げ, 引張り, 圧縮)	ポリエステル, エポキシ, フェノール
機械的強度 (特に衝撃値)	ポリエステル, フェノール
弾性係数	ポリエステル, フェノール
耐熱性	シリコン, フェノール
耐アーク性	シリコン, メラミン

増大するが、(これはガラスの性質に支配されるものである。) 高温においては樹脂の特性によつていちぢるしい影響をうけかなりの低下傾向を示す。

(2) 材質選定上の一般基準

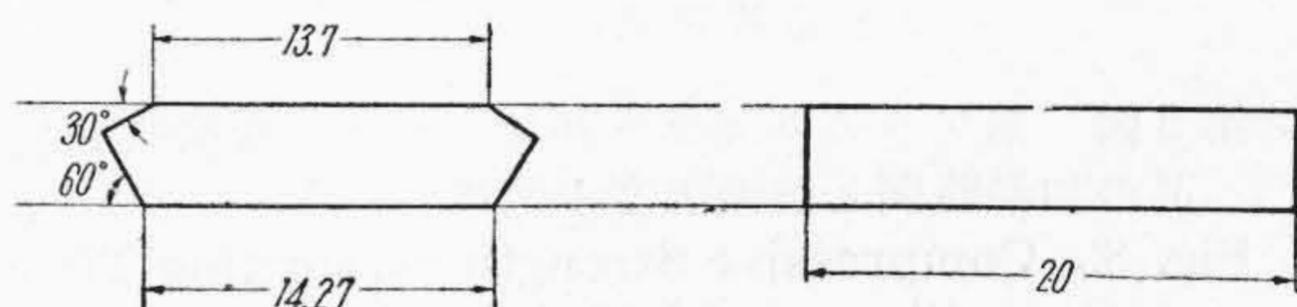
ガラス基材の絶縁材料は第2表のような基準にしたがつて選択することができる。すなわち機械的強度のみにその主用途を限定するならばポリエステル・ガラス製品はすぐれた材料であるが、より耐熱性を必要とする場合はむしろフェノール・ガラスを用いるべきである。特に高度の耐熱性を要求する場合は当然シリコン・ガラスを用いなければならない。

Table 1. Characteristics of Heat-Resistant, General Purpose Insulating Materials (Molding Compounds & Laminated Sheets)

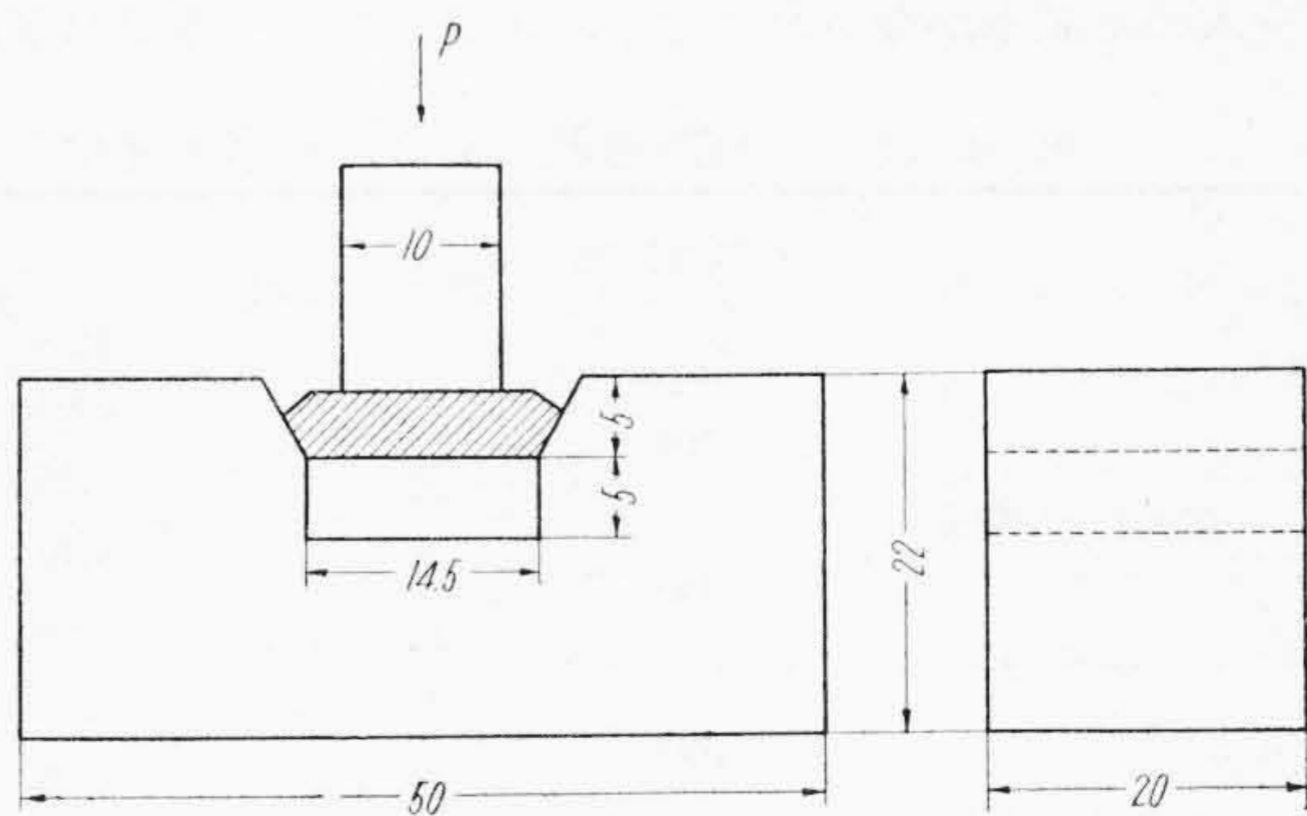
紙	積		層 板			
	細糸布	細糸布	ガラス布	ガラス布	ガラス布	ガラス布
フェノール樹脂	フェノール樹脂	メラミン樹脂	フェノール樹脂	メラミン樹脂	シリコン樹脂	ポリエステル樹脂
PL-111	PL-131	—	—	—	—	—
>17	>11	>8	>5	>5	>5	>5
>35	>25	>20	>25	>25	>35	>25
$10^4 \sim 10^6$ $10^2 \sim 5 \times 10^3$	$6.5 \times 10^3 \sim 6.5 \times 10^5$ $65 \sim 5 \times 10^2$	$5 \times 10^3 \sim 10^6$ $2 \times 10 \sim 2 \times 10^2$	$6.5 \times 10^3 \sim 10^6$ —	$10^3 \sim 8 \times 10^5$ —	$10^4 \sim 10^6$ —	$5 \times 10^3 \sim 10^6$ —
$10^5 \sim 10^7$ $10^5 \sim 10^7$	$10^4 \sim 10^6$ $10^4 \sim 10^6$	$10^4 \sim 10^6$ $5 \times 10^3 \sim 10^6$	$10^4 \sim 10^6$ $10^4 \sim 10^6$	$10^4 \sim 10^6$ $5 \times 10^3 \sim 10^6$	$10^5 \sim 10^7$ $10^4 \sim 10^6$	$10^4 \sim 10^6$ $5 \times 10^3 \sim 10^6$
0.03~0.06 4~6	0.05~0.09 5~8	— —	0.02~0.04 4~6	— —	0.002~0.005 3.5~4.5	— —
7~13 11~17	6~9 10~18	5~10 10~15	12~20 14~22	15~22 20~30	8~12 10~20	18~25 25~35
18~24	20~25	15~25	12~18	10~15	5~10	8~15
25~32	24~30	20~30	30~45	40~50	30~45	40~50
2~4	4~8	2~5	30~50	30~50	30~50	40~60
7~14	10~20	4.5~10	—	—	—	—
300~500 140 50~160 1.30~1.36 —	550~800 140 80~200 1.30~1.36 —	400~800 140 120~380 1.40~1.50 120~130	200~400 180 150~400 1.8~2.0 —	200~400 180 150~400 1.7~1.9 180~190	200~400 250 50~300 1.8~2.0 210~250	— 180 120~380 1.6~1.8 125~135
耐湿高絶縁用	高強度絶縁用	耐弧性高絶縁用	高強度耐熱絶縁用	耐熱耐弧高強度絶縁用	最高級耐熱低損失耐弧性高絶縁用	耐弧性高強度絶縁用

〔III〕 無アルカリガラス繊維基材成型品の耐熱性

第1表には常態における強度を示したがこれら絶縁材料の使用上最も注目しなければならないのは使用条件にともなう強度の変化である。われわれは促進劣化試験によつてこれを調べることができるが、その結果と長期間にわたる実際使用時の性能低下との間にはかなりの関係がある。以下にフェノール、メラミンおよびシリコン樹脂を結合剤とし無アルカリガラスを基材とした成型品の熱劣化の一例を示す。これは第1図のような形状の試験片について第2図のような方法で圧縮強さを求め、加熱による影響を検討したものである。なお同時に加熱処理に伴う寸法変化を測定した。第3表（次頁参照）に試験の内容を、第3図（次頁参照）、第4図（次頁参照）および第5図（次頁参照）に圧縮強さの測定結果を示す。たゞし圧縮強さは図に示したような方法で求めた破壊荷重(kg)であらわした。フェノール樹脂においては150°Cに加熱した場合一旦強度増加が認められるが漸次低下する傾向がある。100°Cではいちぢるしい変化はない。一方メラミン樹脂は100°C、150°Cとも強度は漸次低下す



第1図 圧縮強さ試験片  
Fig. 1. Specimen for Compressive Strength



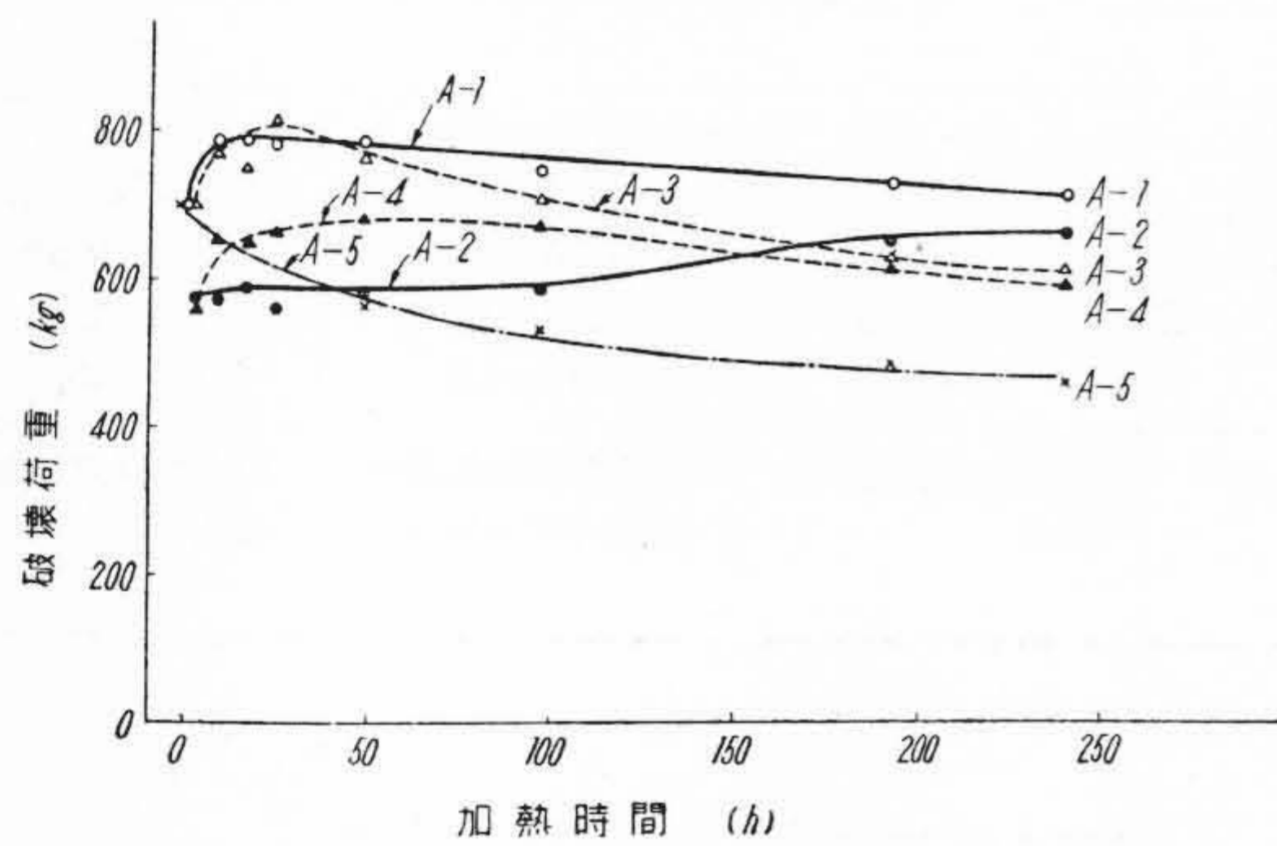
第2図 圧縮強さ試験法  
Fig. 2. Test Method for Compressive Strength

第3表 加熱処理による強度変化試験内容(圧縮強さ)

Table 3. Test Schedule for Change of Strength by Heating (Compressive Strength)

材 料	加熱温度(°C)	加熱時間(h)	強度測定温度(°C)	図示記号
A. フェノール樹脂	100	0~240	室温	A-1
			100	A-2
	150	0~240	室温	A-3
			150	A-4
	200	0~240	室温	A-5
B. メラミン樹脂	100	0~240	室温	B-1
			100	B-2
	150	0~240	室温	B-3
			150	B-4
	200	0~240	室温	B-5
C. シリコン樹脂	200	0~240	室温	C-1
			200	C-2

(注) この場合室温とは 30±5°C である。



第3図 無アルカリガラス基材フェノール樹脂成型品の加熱時間と破壊強度の関係

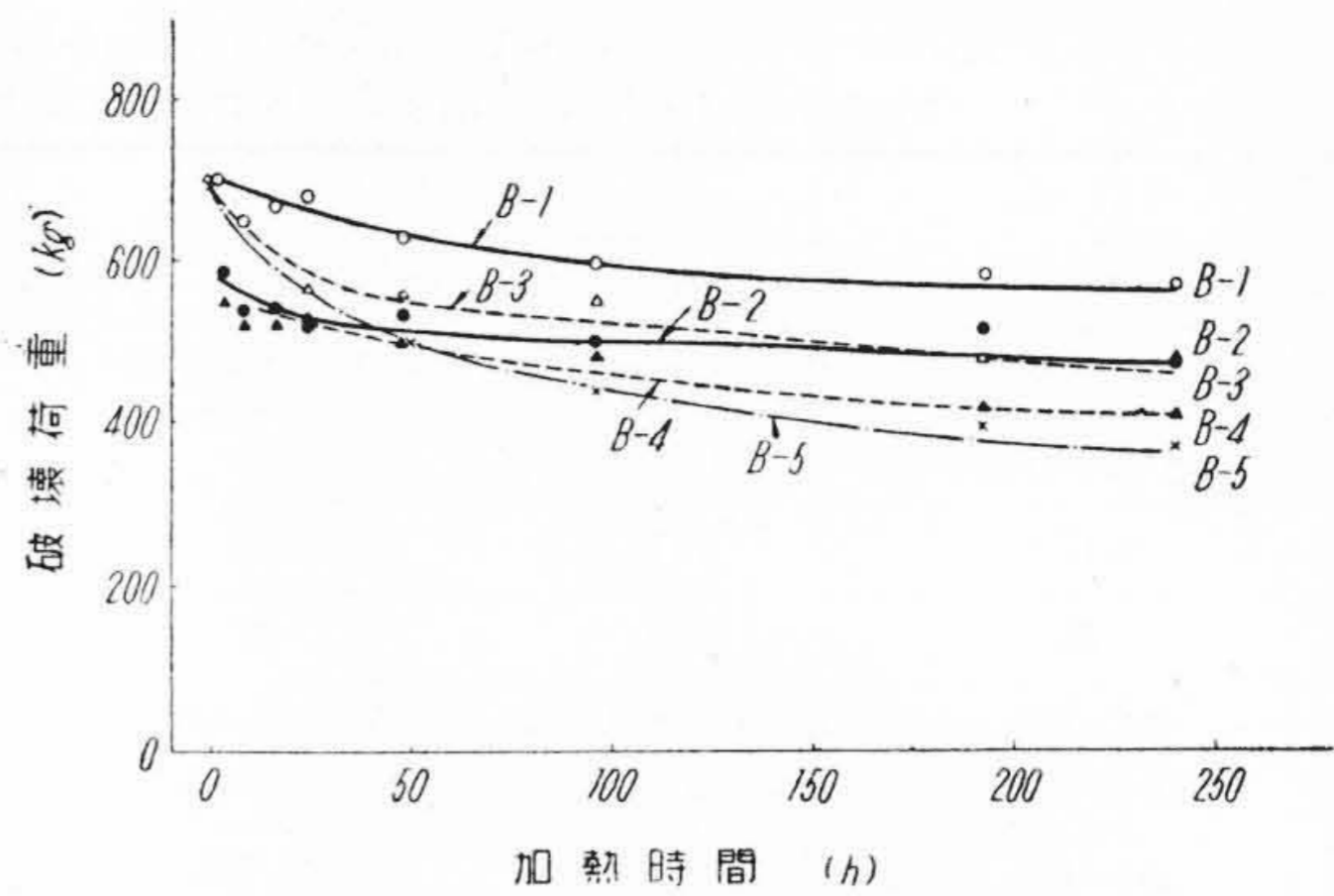
Fig. 3. Compressive Strength vs. Heating Time of Glass-Phenolic Molded Product

るが100~150時間以後の低下はいちぢるしくない。200°C加熱ではフェノール、メラミン樹脂ともに強度は漸減するがシリコン樹脂はなんら変化が認められない。最近高温度における短時間の試験結果から常温長時間の値を求める試みがなされており、ポリエステルガラス製品

第4表 加熱処理による収縮率の変化

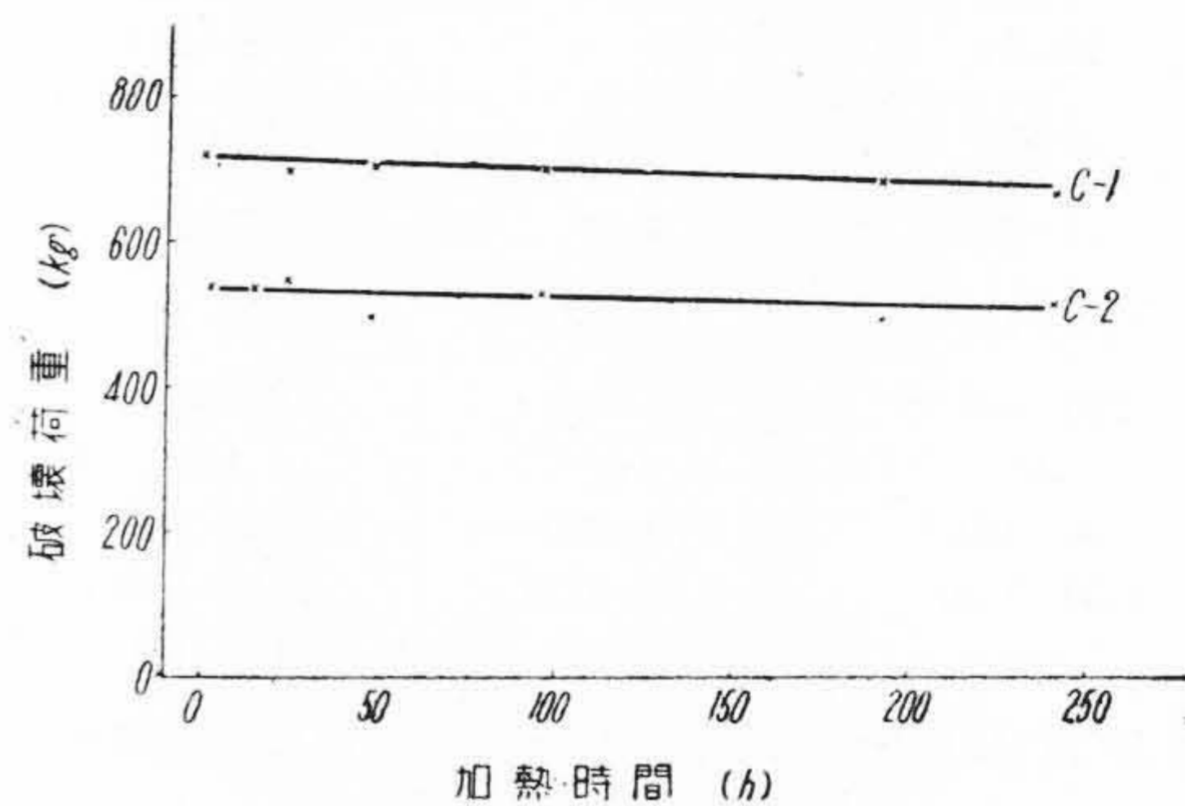
材 料	加熱温度(°C)	測定方向	収 縮 率 (%)						
			加 8hr 熱	16時間	24時間	43時間	96時間	192時間	240時間
フェノール樹脂	100	厚 さ	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.90	0.90
		長 さ	0.15	0.15	0.25	0.25	0.20	0.20	0.15
	150	厚 さ	0.70	0.85	0.85	0.80	0.90	0.95	1.00
		長 さ	0.20	0.25	0.25	0.20	0.25	0.20	0.25
メラミン樹脂	100	厚 さ	0.40	0.40	0.70	0.60	0.70	0.80	0.80
		長 さ	0.25	0.25	0.35	0.25	0.25	0.20	0.25
	150	厚 さ	0.75	0.80	0.80	0.80	0.85	0.95	0.95
		長 さ	0.25	0.35	0.35	0.25	0.35	0.25	0.25

(注) この場合、測定は1時間 室温(32±5°C)に放置したのち行つた。



第4図 無アルカリガラス基材メラミン樹脂成型品の加熱時間と破壊強度の関係

Fig. 4. Compressive Strength vs. Heating Time of Glass-Melamine Molded Product



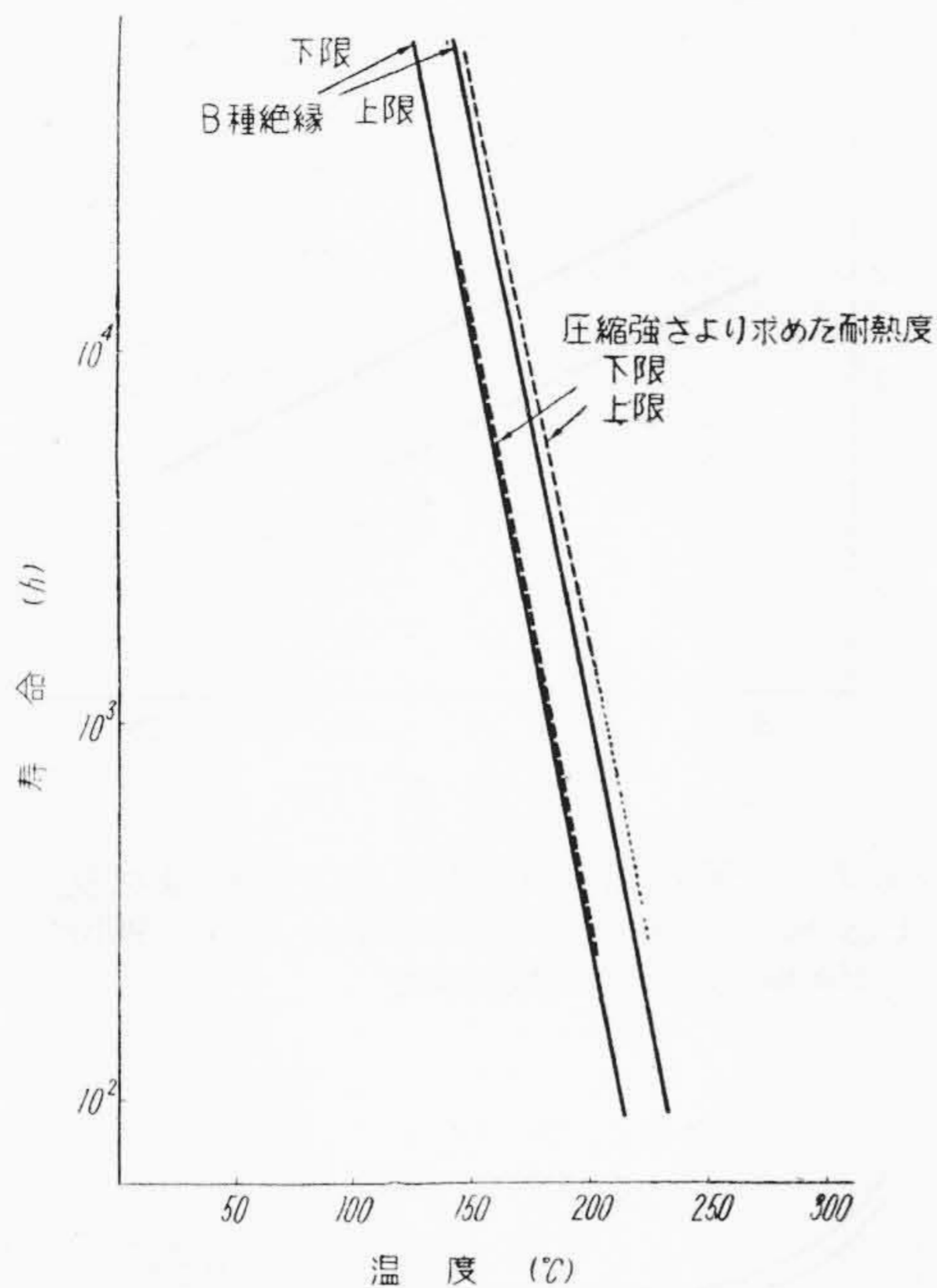
第5図 無アルカリガラス基材シリコン樹脂成型品の加熱時間と破壊強度の関係

Fig. 5. Compressive Strength vs. Heating Time of Glass-Silicone Molded Product

たとえば Plaskon 920, Stypol 16B などの例では100~150°Cで約5年という寿命を計算している<sup>(14)</sup>。筆者らがフェノールおよびメラミン・ガラス材料の破壊荷重試験から、その値が常態の1/2になる点を寿命と考えて求めた温度と寿命の関係は絶縁劣化の関係から一般に考えられているB種絶縁材料の寿命—温度の関係とほぼ一致することが認められる。第6図にこの関係を示す。

この試験片を用いて収縮率の変化を測定すると第4表

Table 4. Change of Shrinkage by Heating



第6図 無アルカリガラス基材フェノールおよびメラミン樹脂成型品の寿命  
Fig. 6. Thermal Life of Glass-Phenolic and Glass-Melamine Molded Product

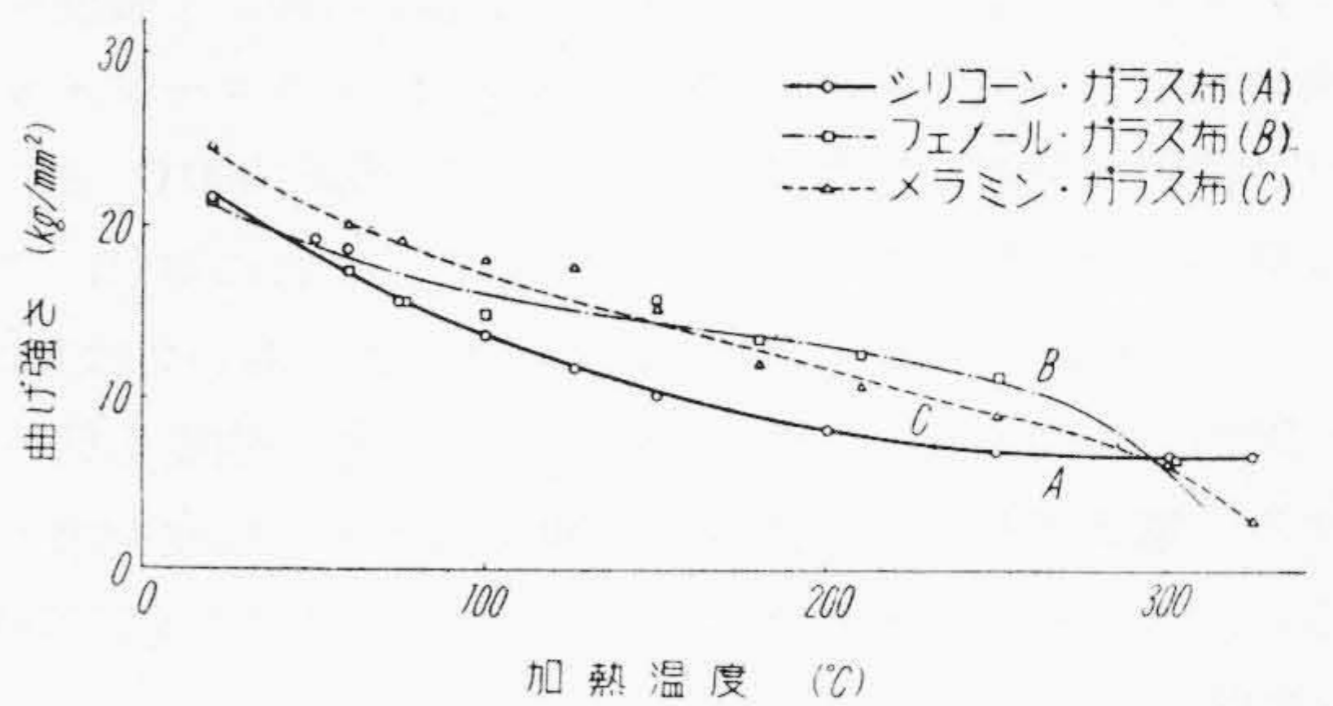
のような結果がえられる。これは表記温度で処理したのち、1時間室温に放置して収縮率を測定したものである。いずれの場合も厚さ方向の収縮率が大きく、また処理時間に伴うその変化率も大きい。一般にメラミン樹脂を結合剤とする場合はフェノール樹脂に比較し、初期における収縮率はやゝ小さいがその変化の傾向はほぼ同一である。また 100°C 加熱の場合よりも 150°C の方が急速に収縮する。なおシリコン・ガラス成型品は 200°C 処理でほとんど収縮率の変化がない。

〔IV〕 無アルカリガラス布基材積層板の機械的強度と絶縁特性

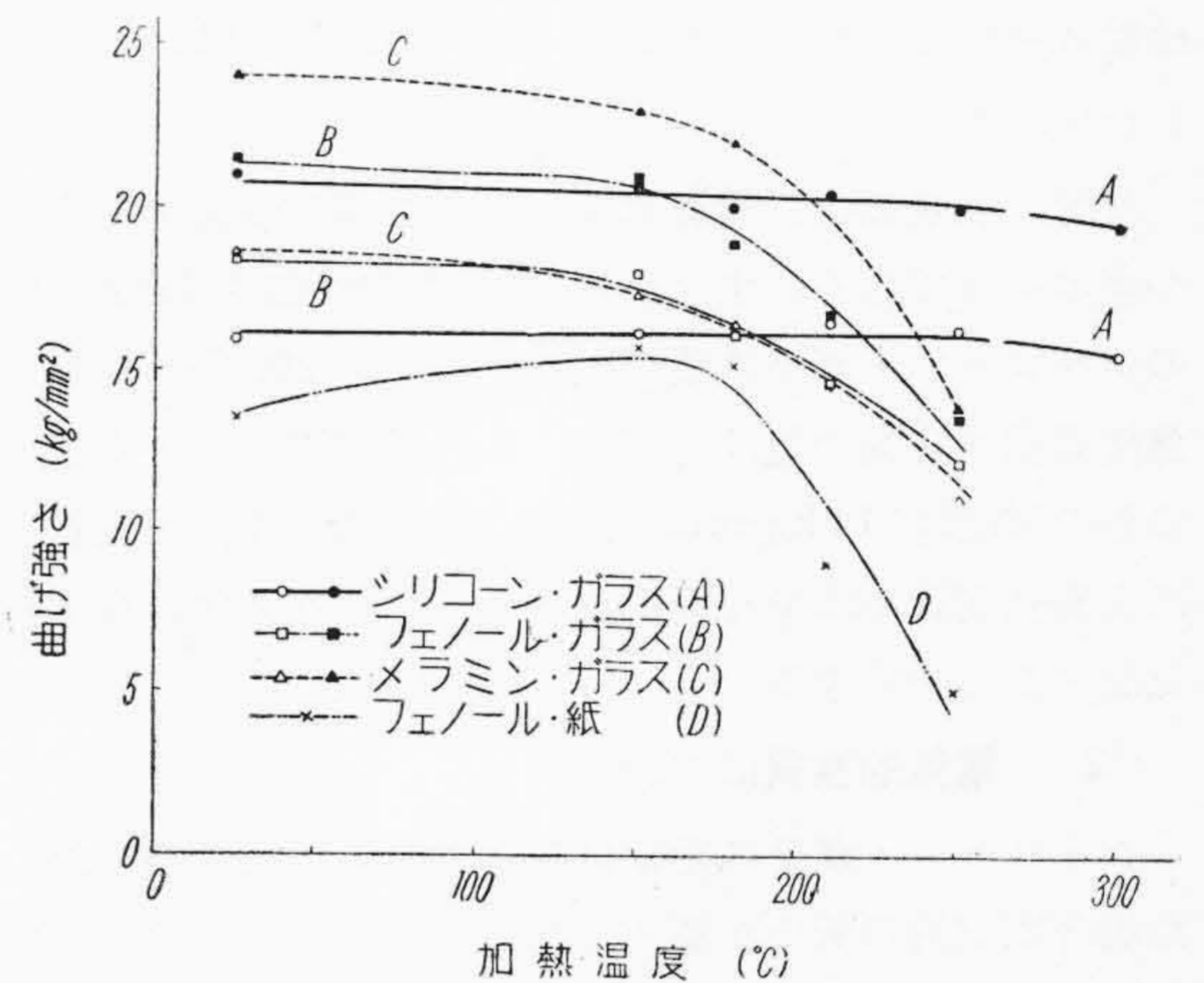
つぎに無アルカリガラス布を基材とするフェノール、メラミンおよびシリコン樹脂積層板について機械的強度と温度の関係および吸湿による絶縁抵抗の変化を検討したい。シリコン・ガラス絶縁材料はその耐熱性、撓水性、低損性のため応用範囲のきわめて広いH種絶縁材料である。以下この材料を主体としその性質を他の材料と比較検討しよう。なお試験方法はすべて JIS K6107 によつた。

(1) 高温加熱時の曲げ強さ

第7図に温度と曲げ強さの関係を示す。シリコン・ガラス積層板の強度低下は 200°C 附近まではメラミン・



第7図 高温における曲げ強さ  
Fig. 7. Flexural Strength at Elevated Temperature



第8図 加熱処理後の曲げ強さ (常温で測定)  
Fig. 8. Flexural Strength after Heating (Measured at Room Temperature)

ガラスと同様の傾向にあることに注意すべきであつて、40~150°C で低下がかなり見られるがの間これは樹脂の軟化によるものと考えられる。300°C 附近まではいちぢるしい強度低下はなく、もしさらに加熱を続けた場合は 350~370°C 程度から分解に伴う強度低下が見られるものと思われる。すでに報ぜられたところをみても DC2104、および 181 ガラス布使用積層板について、強度の急激な低下の現われはじめる温度はほぼ 370°C である<sup>(15)</sup>。

これに対し、フェノール・ガラスにおいては100~200°Cの間は強度の低下は少いが、200°C 附近より急激な低下がみられ、メラミン・ガラスは温度上昇とともに漸減の傾向にある。これらの傾向は引張強さ試験においても全く同様であり、またすでに報ぜられている例とも一致した結果を示している。<sup>(16)</sup> ガラス布基材積層板の特にすぐれた点は引張り強さおよび直層圧縮強さが大きいことであつて、沿層方向では紙または布基材積層板に劣る。しかし直層圧縮強さの温度変化を考慮に入れる場合には、アスベスト布基材もすぐれていることが報ぜられている<sup>(17)</sup>。

つぎに一定温度で2時間加熱後常温に冷却して強度を求めた場合を第8図に示す。この場合はシリコン・ガラス積層板の曲げ強さは加熱によつて250~300°Cまでは何等変化がないことが明らかである。これに対し、フェノール・ガラスおよびメラミン・ガラスにおいては180~210°Cの間において若干の外観変化を伴い強度も低下する。第8図から曲げ強さが約30%低下する温度を求めると、フェノール・ガラス、メラミン・ガラスともに230~235°C、シリコン・ガラス300°C以上となるが、これをかりに耐熱性の限界と仮定するとフェノール・ガラスについてはこの値はSieffert, Schoenbornらが述べている熱安定限界温度<sup>(18)</sup>とは必ずしも一致しない。たゞB種絶縁材料としての温度範囲210~240°Cとはほぼ合致した値である。

なお、加熱および煮沸処理を行つた場合の例を示すとつぎのようである。すなわち、常態の曲げ強さ19kg/cm<sup>2</sup>のシリコン・ガラス積層板について、200°C-8時間加熱後煮沸8時間の処理を行い、これを40回くりかえしたのちの強度は14kg/mm<sup>2</sup>であつて加熱-煮沸反復処理による強度低下は少く実用上ほとんど差支えない程度と見なすことができる。

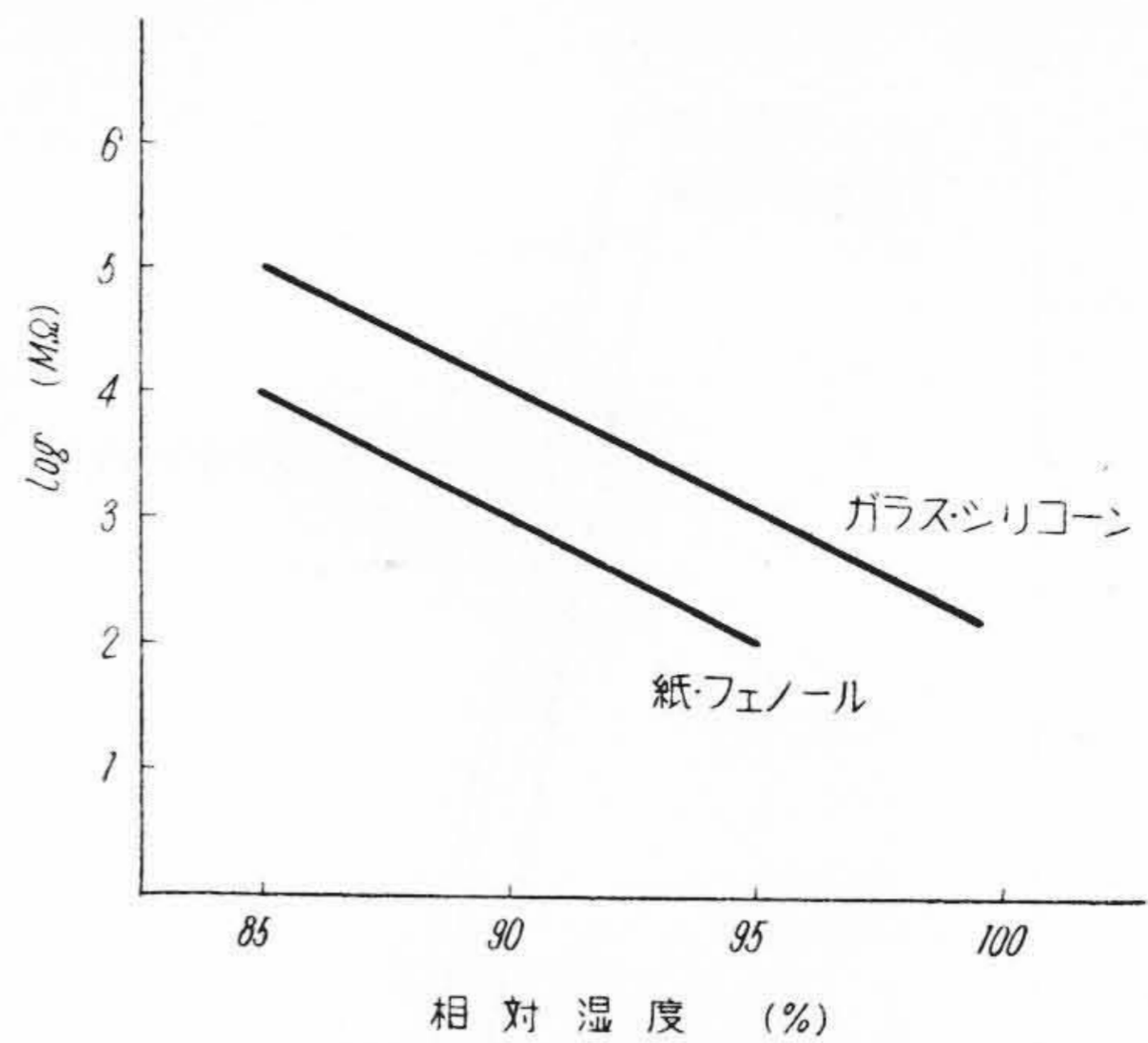
(2) 電気的性質について

シリコン・ガラス絶縁材料は350°Cで長期間加熱した場合電気的の低下が認められる<sup>(19)</sup>。しかしこのような高温においては電気的性質よりもむしろ機械的強度の低下が問題となるであろう。電気的性質を考える場合は特に材料の耐湿性を考慮しなければならないが、相対湿度および吸湿処理時間と沿層絶縁抵抗との関係を第9図、第10図に示した。また同時に紙基材フェノール樹脂積層板の値も比較のために併記した。一般に電気的性質たとえば絶縁破壊電圧、体積固有抵抗、耐アーク性などは基材となるガラスに支配される割合が大きい。たとえば5%含アルカリガラス布を用いると体積固有抵抗は無アルカリガラス布を使用した場合よりもほぼ1桁ほど低い。このような点はシリコン樹脂のすぐれた電気的性質をさらに活用する方途に関し、重要な問題を与えるものといえよう。

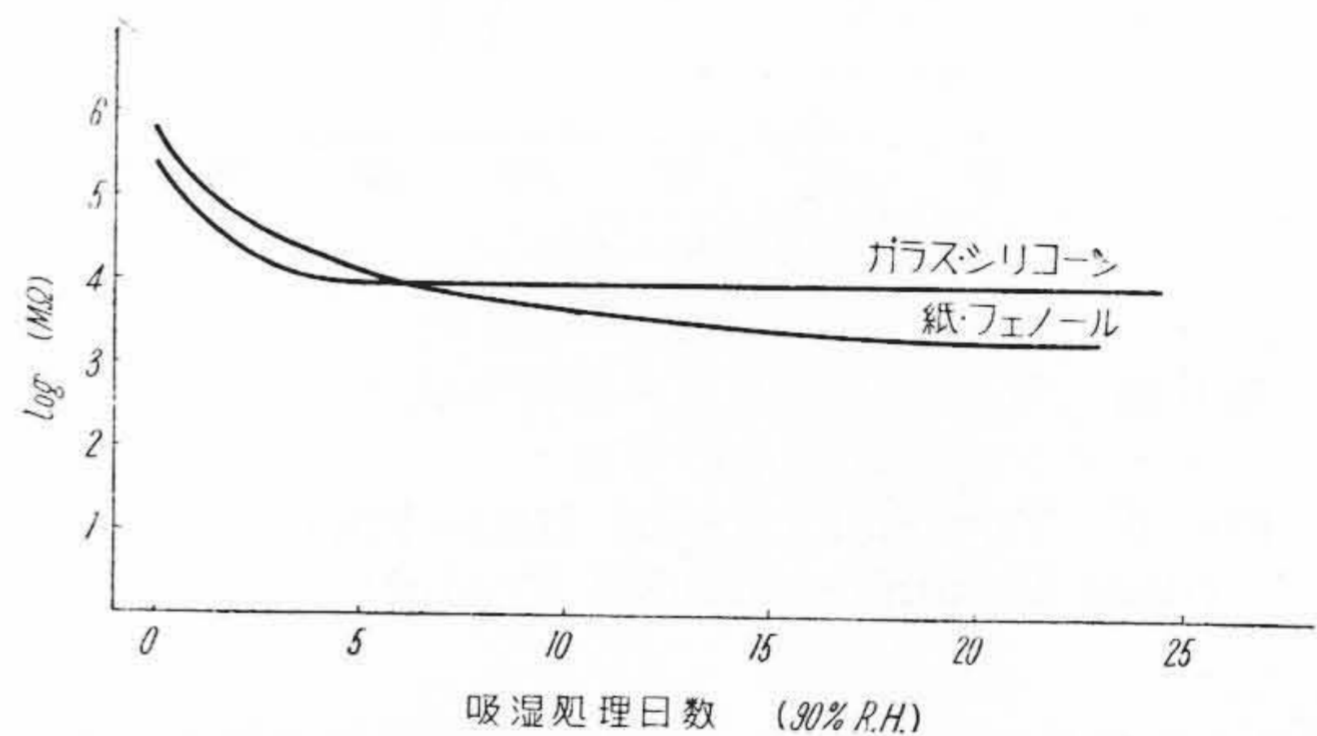
[V] 結 言

以上に耐熱性絶縁材料のうち無アルカリガラスを基材としたもののみについて簡単にその性質の二三を述べた。

こゝに特に注意すべき点を要約するならばつぎのようになっている。すなわち最初に表示したようにガラス基材絶縁材料は耐熱性絶縁材料として有用なものであり、フェノール、メラミン樹脂などすぐれた性質を有



第9図 96時間吸湿処理による絶縁抵抗  
Fig. 9. Insulation Resistance after 96hr Humidity Conditioning



第10図 吸湿による絶縁抵抗変化  
Fig. 10. Change of Insulation Resistance by Moisture Absorption

している。しかしながら特殊用途として特に工業材料として苛酷な条件下の使用と長期にわたる寿命を要求される場合には、シリコン樹脂積層板は十分これに応えうるものと考えられる。このものの特長はあくまでも高温特性と電気的性質の優秀さにある。勿論、フェノールまたはメラミン樹脂とくらべて常温の性質は必ずしも同等ではなく、たとえば機械的強度においては若干劣る点もあるが、温度上昇時の性質の変化は非常に小さい。

参考文献

- (1) たとえば L. W. Cornell; Mech. Eng., 75 883 (Nov. 1953)
- (2) G. Lubin, M. Martin; Prod. Eng., 25 165 (May, 1954)
- (3) P. M. Elliott; Mod. Plast., 29 113 (July, 1952)
- (4) H.M. Day, D.G. Patterson; Mod. Plast., 29 116 (July, 1952)
- (5) G. B. Parsons; Mod. Plast., 29 129 (Oct. 1951)
- (6) M.H. Jellinek; Mod. Plast., 30 150 (Nov. 1952)
- (7) G.A. Clark; Mod. Plast., 30 142 (Nov.

1952)  
 (8) J. Bjorksten, L.L. Yaeger; Mod. Plast., 29 124 (July, 1952)  
 (9) C.E. Bacon; Mod. Plast., 29 126 (July, 1952)  
 (10) H.A. Perry, P. Erickson, I. Silver, H.E. Mathews; Prod. Eng., 25 286 (Mar. 1954)  
 (11) R. Steinman; Mod. Plast. 29 116 (Nov. 1951)  
 (12) Mod. Plast., 31 95 (Feb., 1954)  
 (13) R.H. Sonneborn; Fiberglass Reinforced Plastics. (1954)  
 (14) S. Goldfein; Mod. Plast., 32 148 (Dec.

1954)  
 (15) たとえば Kenneth R. Hoffman; Mod. Plast., 30 146 (Nov., 1952)  
 (16) たとえば R.J. Francis; Prod. Eng., 22 85 (Feb., 1951)  
 (17) P. Norelli, W.H. Gard; Ind. Eng. Chem., 37 580 (1945)  
 (18) L.E. Sieffert, E.M. Schoenborn; Ind. Eng. Chem., 42 496 (Mar., 1950)  
 (19) T. Hazen; Dielectric Measurements on Plastics at high temperatures. ASTM. Special Technical Publication No. 161 (1954)

製品紹介

特殊マイカ製品

Special Mica Products

マイカ絶縁材料は、はがしマイカと接着剤との複合の絶縁材料であるが、特に電工作业簡易化のために特殊の接着剤とワニスペーパーの併用による柔軟性マイカテープおよび耐熱性の絶縁に使用される片面ガラスマイカテープを日立製作所で製作している。

柔軟性マイカテープ

電工作业の簡易化と能率向上のために製作したもので、つぎの特長を有する。

- (1) 柔かく巻付性が良い。  
 常時柔軟性に変わりがなく、強度が保証されている。
- (2) 経済的に廉価である。

電工作业時の溶剤による軟化手段を必要としないので、余剰材料の節約、工賃の低減が可能である。

- (3) 品質性能がすぐれている。  
 厚みのバラッキが少く均一で、電気的性質がすぐれている。

製品の、巾は 19mm, 長さは 1 m である。

片面ガラスマイカテープ

片面をシリコンガラスクロスあるいはアミナールガラスクロスを使用して、H種およびB種より耐熱性のすぐれた特B種（日立ではD種と呼称している）の耐熱性絶縁に使用されるもので、電車モーターのレヤー、またはアース絶縁の作業性を考慮して、幅 19mm, 25mm, 32mm で長さ 1 m のリボン状と 1 巻 30m の長尺ものを製作した。

これらの性能表を第 1 表に示した。

第 1 表 柔軟性マイカテープおよび片面ガラスマイカテープの性能表  
 Table 1. Characteristics of Soft Quality Mica Tape and One-side Glass-mica Tape

名称	種別	常用温度 (°C)	日 記 立 号	厚 さ (mm)		巾 (mm)		長 さ (m)		マイカ量 (%)	引張荷重 (kg)	破壊電圧 (kV)	
				公 称	許容差	公 称	許容差	リボンテープ	1 巻			平 均	最 低
柔軟性マイカテープ	B	130°	MP71-0.13×19×1m または 30m	0.13	+0.04 -0.02	19	±0.5	1以上	30以上	55以上	12以上	3.5以上	2.0以上
アミナール片面ガラスマイカテープ	D	130°	GM-D0.13×19×1m または 30m	0.13	+0.04 -0.02	19	±0.5	1以上	30以上	35以上	12以上	3.5以上	2.0以上
			GM-D0.13×25×1m または 30m	0.13	+0.04 -0.02	25	±0.5	1以上	30以上	35以上	16以上	3.5以上	2.0以上
			GM-D0.13×32×1m または 30m	0.13	+0.04 -0.02	32	±0.5	1以上	30以上	35以上	20以上	3.5以上	2.0以上
シリコン片面ガラスマイカテープ	H	180°	GM-H0.13×19×1m	0.13	+0.04 -0.02	19	±0.5	1以上	—	35以上	12以上	3.0以上	1.5以上
			GM-H0.13×25×1m	0.13	+0.04 -0.02	25	±0.5	1以上	—	35以上	16以上	3.0以上	1.5以上
			GM-H0.13×32×1m	0.13	+0.04 -0.02	32	±0.5	1以上	—	35以上	20以上	3.0以上	1.5以上

アニリン樹脂成型材料 CP-10N

Aniline Resin Molding Material, CP-10N

日立製作所製 CP-10N は通信機部品に使用される低損性アニリン樹脂成型材料であり第1表に示す性能を保証するものである。

たゞこの材料の成型は第2表の条件で、一般の熱可塑性成型材料の成型法に準じて行う必要がある。CP-10N 成型品は一般の熱可塑性樹脂よりも最高使用温度が高く、またほとんどの有機溶剤に不溶であり、その誘電特性はフェノール系材料にまさり機械的強度も大きい。この材料の成型に先立つて予熱を行うことは品質の向上という点で効果的であつて、第1図にその例を示すごとくである。

また材料を 30°C-90% R.H. で吸湿させた場合、予熱によつて第2図に示すように特性が向上する。一方成型品は 30°C-90% R.H. 吸湿処理では 180 時間後にも  $\tan \delta$  は  $80 \times 10^{-4}$  (1 MC),  $55 \times 10^{-4}$  (10 MC) であり、煮沸 3 時間の場合もほぼこれと同程度の値を示している。30°C で水浸した場合の吸水率と  $\tan \delta$  の関係は第3図のごとくであつて、このように CP-10N は誘電特性が極めて安定しており、またこれら処理による機械的強度も殆ど変化が認められないというすぐれた材料である。

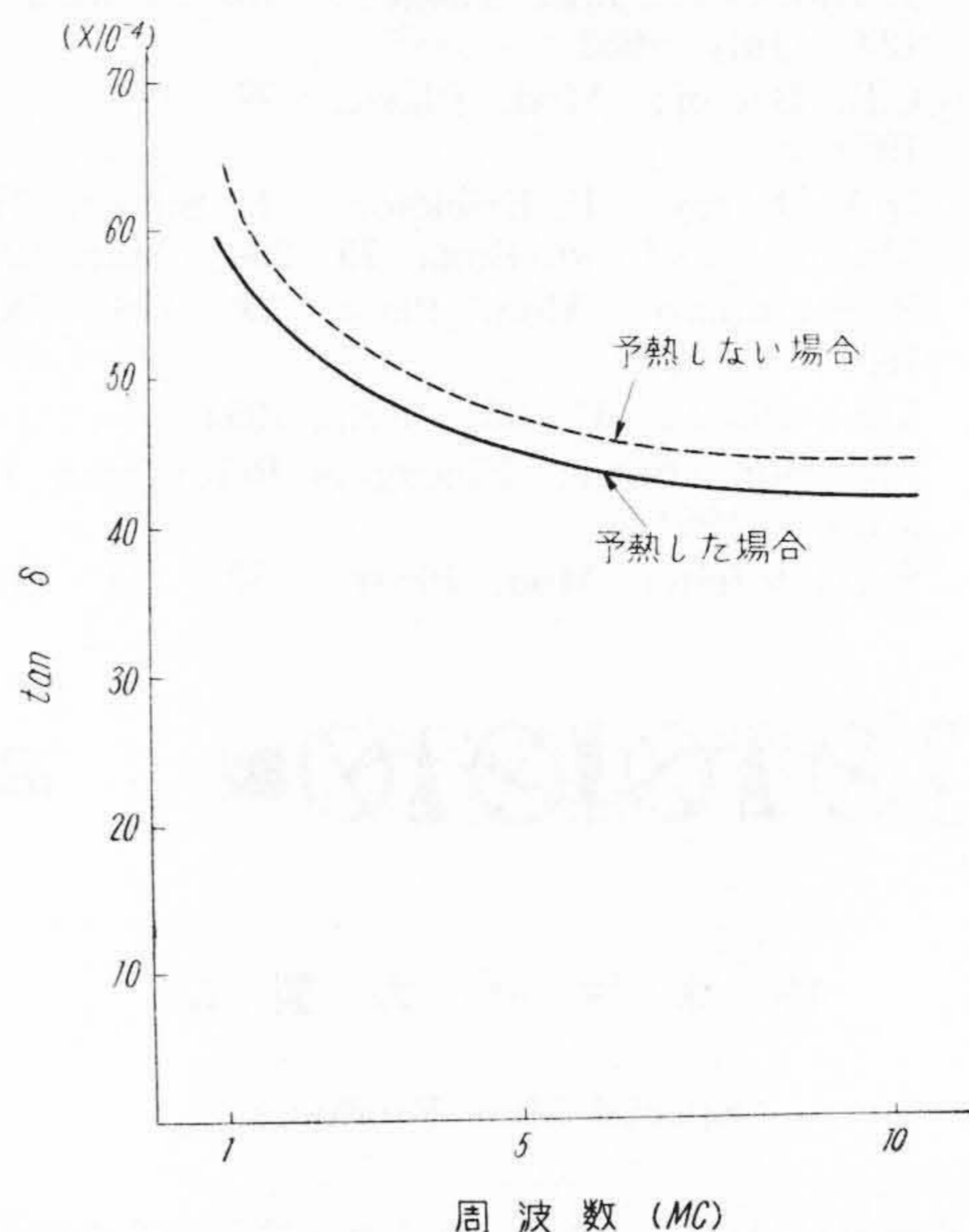
第1表 CP-10N の性能 (保証値)  
Table 1. Properties of CP-10N  
(Guarantee Value)

項	目	性能保証値
流動度 (%)		30~50
揮発分 (%)		2 以下
カサ張り係数		4~4.5
密度 (g/cm <sup>3</sup> )		1.20~1.23
吸水量 (mg/100 cm <sup>2</sup> )		10 以下
耐熱性 (°C)		130
成型収縮率 (%)		0.5~0.7
曲げ強さ (kg/mm <sup>2</sup> )		8 以上
体積固有抵抗 (MΩ-cm)		10 <sup>7</sup> 以上
表面固有抵抗 (MΩ)		10 <sup>7</sup> 以上
絶縁抵抗	常態 (MΩ)	5 × 10 <sup>6</sup> 以上
	煮沸後 (MΩ)	5 × 10 <sup>5</sup> 以上
耐電圧 (kV/mm)		13 以上
誘電体力率	1 M.C. (×10 <sup>-4</sup> )	70~80
	10 M.C. (×10 <sup>-4</sup> )	55~65
誘電率	1~10 M.C.	3.5~4.0

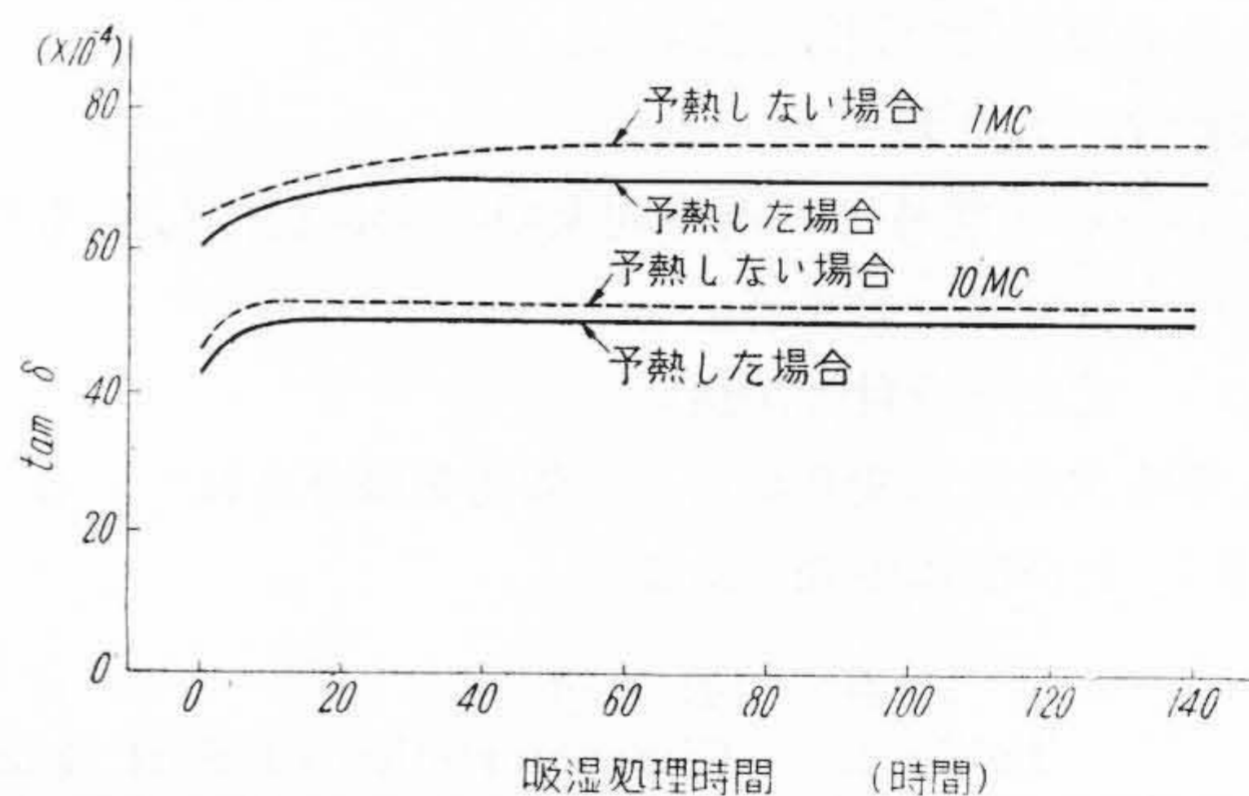
第2表 CP-10N の成型条件  
Table 2. Molding Condition of CP-10N

材料予熱条件	温度 (°C)	100~110
	時間 (分)	10
材料装填温度 (°C)		130~135
成型最高温度 (°C)		170
金型解体温度 (°C)		130~135
成型圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )		200
成型時間 (分)		3+0.4t

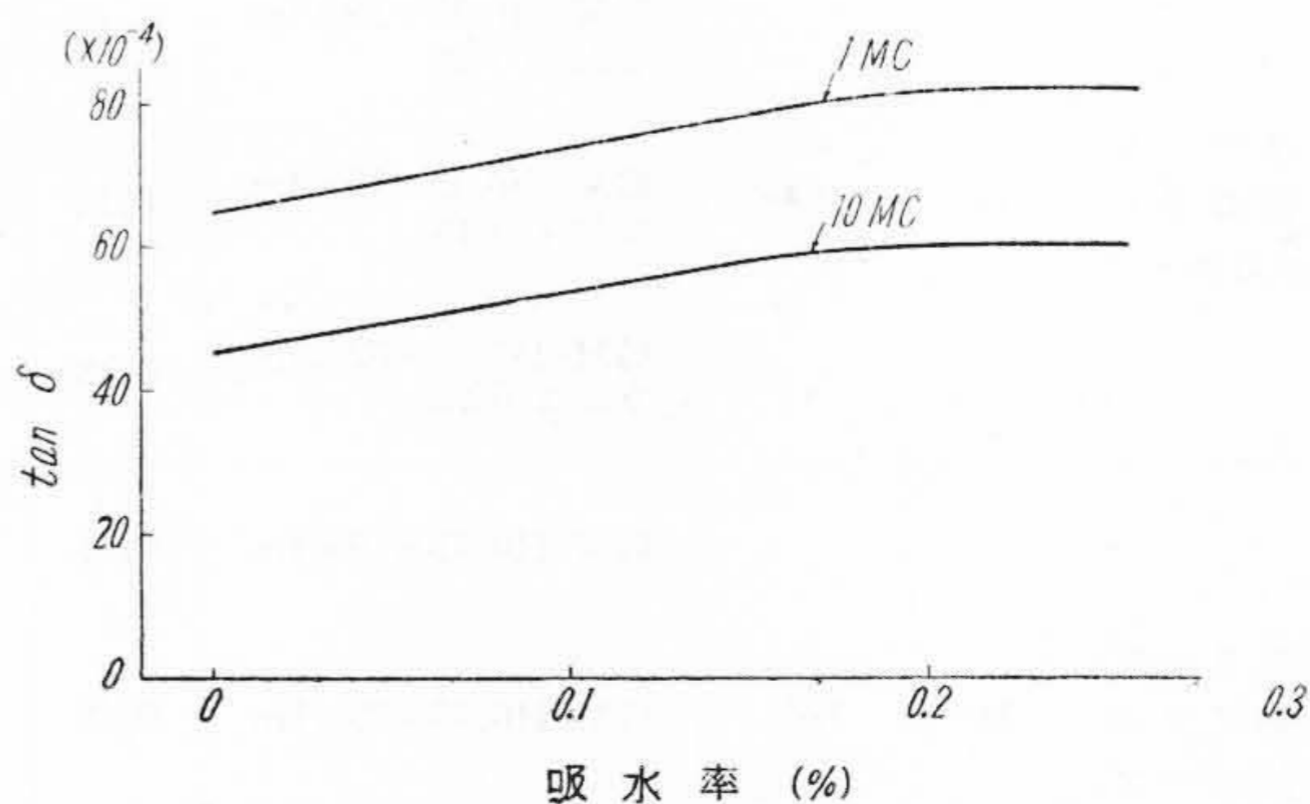
(注) 表中 t は成型品厚さを mm で表わしたもの



第1図 周波数と  $\tan \delta$  の関係  
Fig. 1.  $\tan \delta$  vs Frequency



第2図 材料の吸湿処理時間と  $\tan \delta$  の関係  
Fig. 2.  $\tan \delta$  vs Hygroscopic Time of Molding Compound



第3図 吸水率と  $\tan \delta$  の関係  
Fig. 3.  $\tan \delta$  vs Water Absorption (%)