

# 低損性スタンドライト成型材料 CP-60N

横山 亮次\* 石田 重信\*\*

## Low Loss Standlite Molding Compound

By Ryōji Yokoyama and Shigenobu Ishida

Taga Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The Standlite molding compound CP-60N is an insulating material having exceptional dielectric and heat resisting characteristics, and is widely used in the manufacture of communications apparatus parts.

Since CP-60N, like standard compounds, shows the best characteristics only by the fulfilment of optimum molding conditions, it was considered proper, before recommending it for general use, to examine the effect of molding conditions on its mechanical properties, as well as the changes in its dielectric characteristics brought about by moisture absorption and heating.

As a result of the investigation, it was found that the molding conditions for standard compounds are generally applicable to CP-60N. Moreover, since little change could be observed in the dielectric characteristics of molded products, this material can be considered ideal for the manufacture of parts that are subjected to prolonged use under adverse conditions.

### 〔I〕 緒 言

低損性有機絶縁材料の中で特に耐熱性を必要とする通信機用部品にはフェノール樹脂<sup>(1)~(4)</sup>, またはアニリン樹脂<sup>(5)</sup>が使用され, それぞれの誘電特性については二, 三の報告がある。

低損性スタンドライト成型材料 CP-60N の主原料にはアルキルフエノール類と特殊基材が使用され, 日立製作所においてはすでに昭和19年磯野, 金沢氏などによつて高性能材料の製造法が確立している<sup>(6)</sup>。この CP-60N の性能は通常の成型材料と同じく, その成型条件に左右される傾向にあるが, この条件がある程度変動しても使用上性能値にあまり変動のないこと, また高能率で成型作業のできることなどは材料の市場性を高めるといつても過言ではない。

また一方成型品は 100°C 以上の高温に耐え, 高温多湿の悪条件下でも, その誘電特性の劣化が少ないことが必要である。

通信機部品の量産が行われているとき, これらの諸特

\* \*\* 日立製作所多賀工場

性を CP-60N について論ずることは興味深いものと考え, その詳細を本報で報告する。

### 〔II〕 使用材料

使用した材料は第1表に示す性能保証値を有し第2表(次頁参照)の成型条件を最適とするものである。

第1表 CP-60N の性能 (保証値)

Table 1. Properties of CP-60N (Guarantee Value)

試験項目	SSS <sup>(7)</sup> 規格値	性能保証値	試験項目	SSS規格値	性能保証値
流動度 (%)	—	40~60	表面固有抵抗 (MΩ-cm)	—	10 <sup>7</sup> 以上
揮撥分 (%)	—	1.2以下	絶縁抵抗 (MΩ) { 常態 煮沸	10 <sup>5</sup> 以上	10 <sup>6</sup> 以上
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	—	1.4~1.5		10 <sup>5</sup> 以上	10 <sup>5</sup> 以上
吸水量 (mg/100cm <sup>2</sup> )	—	10以下	耐電圧 (kV/mm) { 瞬間 1分間	—	20以上
耐熱性 (°C)	130	180		13以上	13以上
カサ張り係数	—	2~3	誘電体率 { 1 Mc 2 ,, 5 ,, 10 ,, (×10 <sup>-4</sup> )	150以下	100以下
収縮率 (%)	—	0.4~0.6		—	90以下
曲げ強さ (kg/mm <sup>2</sup> )	5.5以上	6以上		—	95以下
硬度 { 直層 シヨアー } 沿層	—	74	誘電率 (1~10 Mc)	—	100以下
	—	70		1Mcで6以下	5以下
体積固有抵抗 (MΩ-cm)	10 <sup>5</sup> 以上	10 <sup>7</sup> 以上			

(備考) 1 Mc は 10<sup>6</sup>C をあらわす。

第 2 表 CP-60N の 成 型 条 件  
Table 2. Molding Condition of CP-60N

材料予熱条件	温度 (°C)	100
	時間 (分)	10
材料装填温度 (°C)		155~160
成型最高温度 (°C)		180
金型解体温度 (°C)		160~165
成型圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )		200
成型時間 (分)		3+0.4t

(備考) 表中 t は試験片厚きを mm であらわしたもの。

〔III〕 成型条件と諸性能

成型条件の中で性能におよぼす項目は予熱温度、予熱時間、成型時間、成型圧力、材料装填温度 (以下材装温度と略称す)、成型最高温度、金型解体温度などであるから、各項目についてそれぞれ第 3 表の条件で成型試片を作り、JIS 法<sup>(8)</sup>に基づいて誘電体力率 (以下 tan δ と略称す)、誘電率 (以下 ε と略称す)、曲げ強さなどを測定してこれをそれぞれ第 1 図~第 7 図に示した。

なお各試験片はそれぞれ 3 箇とし、その平均値を測定値とした。

(1) 予熱温度、予熱時間の影響

成型前に材料を予熱することは成型性の改善、性能の向上から必要条件の第一にあげなければならない。第 1 図は予熱温度と流動度、揮発分、tan δ、ε との関係を一括して示したものであり、この図から予熱温度の上昇につれて材料中に含まれる揮発性物質が減少し、一方 tan δ がほぼ直線的に改善され、誘電特性の向上することがわかる。

予熱効果はおよそ 100°C であらわれるから、つぎはこの温度で第 2 図に示す予熱時間の影響をみた。

材料中の揮発分含有率、材料の流動度、tan δ はいずれも予熱 10 分間でほぼ一定値に達するので、予熱温度が 100°C の場合にはおよそ 10 分間予熱すればよい。

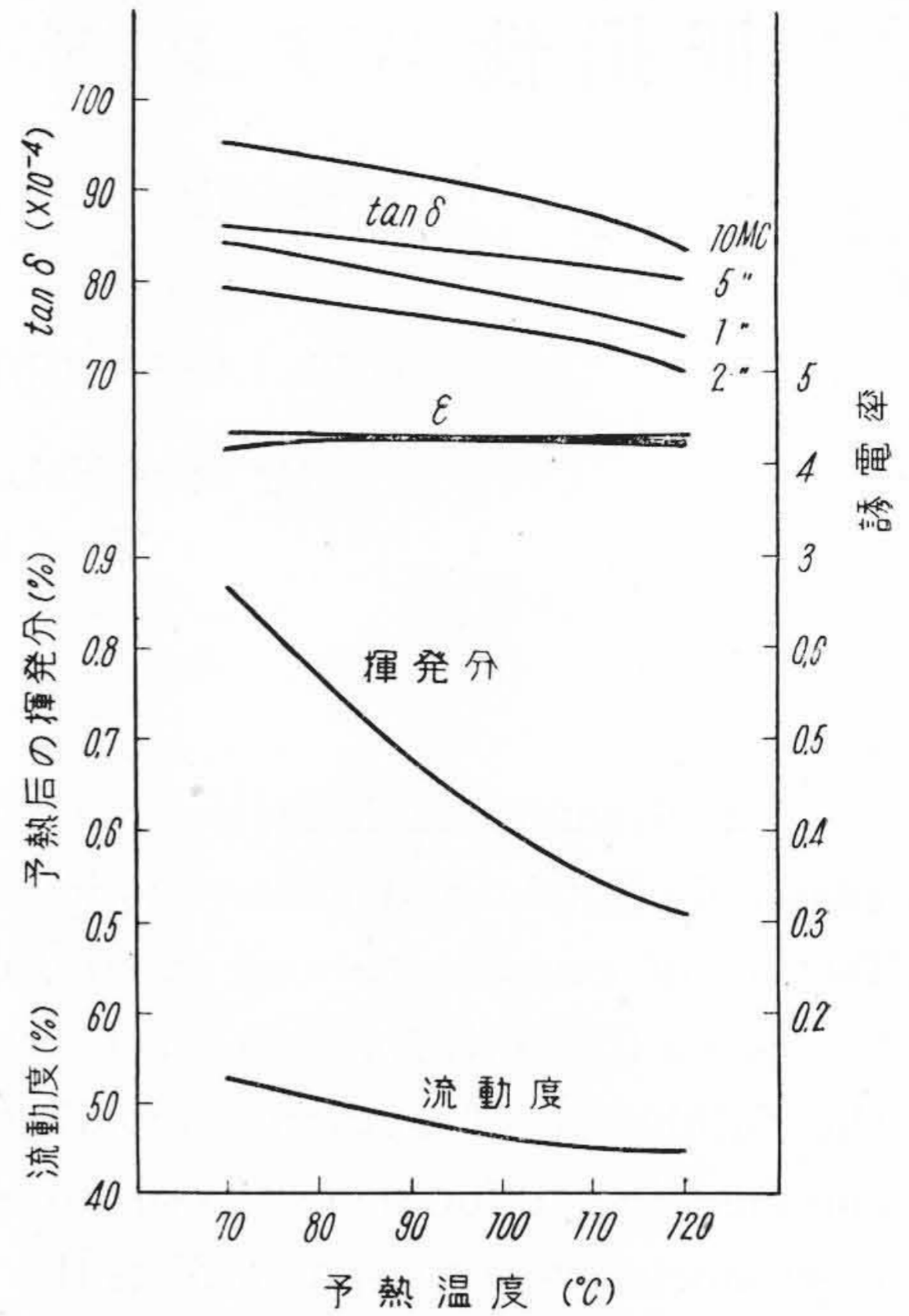
(2) 成型時間の影響

成型作業が短時間ですむことは作業能率の点から非常に好ましい。第 3 図は成型時間と電氣的、機械的性能と

第 3 表 成 型 条 件

検計項目	予熱温度	予熱時間	成型時間	成型圧力	材装温度	成型最高温度	金型解体温度
成型の条件							
予熱温度 (°C)	70, 80, 90 100, 110, 120	100	100	100	100	100	100
予熱時間 (分)	10	0, 3, 5 10, 15, 20	10	10	10	10	10
成型時間 (分)	3+0.4t	3+0.4t	2, 3, 4, 5 7, 9, 12, 15	3+0.4t	3+0.4t	3+0.4t	3+0.4t
成型圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	200	200	200	100, 200 300, 400	200	200	200
材装温度 (°C)	150~155	150~155	150~155	150~155	120, 130, 140, 150 160, 170, 180	135	150~155
成型最高温度 (°C)	180	180	180	180	180	140, 150, 160 170, 180, 190	180
金型解体温度 (°C)	155~160	155~160	155~160	155~160	155~160	155~160	130, 140, 150 160, 170, 180

(備考) 1. tan δ, ε の測定は 1, 2, 5, 10 Mc の周波数で行った。  
2. 試験片は成型後 24 時間、75~80% デンケーター中に放置してから試験に供した。  
3. 表中 t は試験片の厚みを mm で表わした。



第 1 図 流動度、揮発分、tan δ、ε と予熱温度との関係

Fig. 1. Flow %, Volatile Matter %, tan δ, ε vs. Pre-heating Temperature

の関係であつて実験条件下では、成型時間が長くなるにつれて対数曲線的に曲げ強さが上昇し、一方 tan δ もほぼ直線的に増加している。すなわち機械的強度は増加し、誘電特性は低下する。

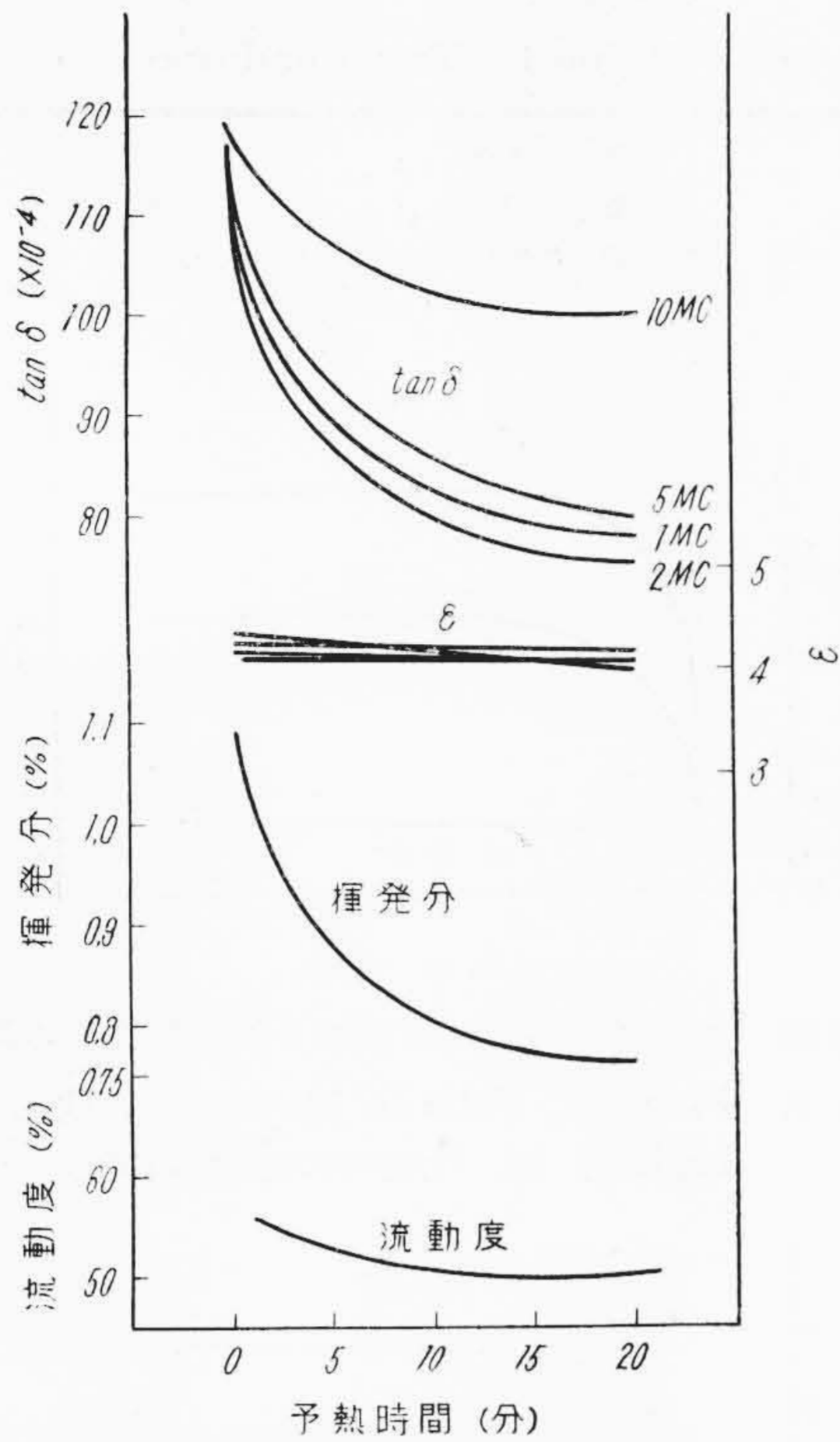
したがつて tan δ の増加を防ぐ意味から成型時間はできるだけ短くしなければならない。

機械的強度は本実験の測定最小値 7.2 kg/mm<sup>2</sup> でも十分使用に耐えるから、CP-60N は肉厚 10 mm でも僅か 2~3 分で成型できるといえる。

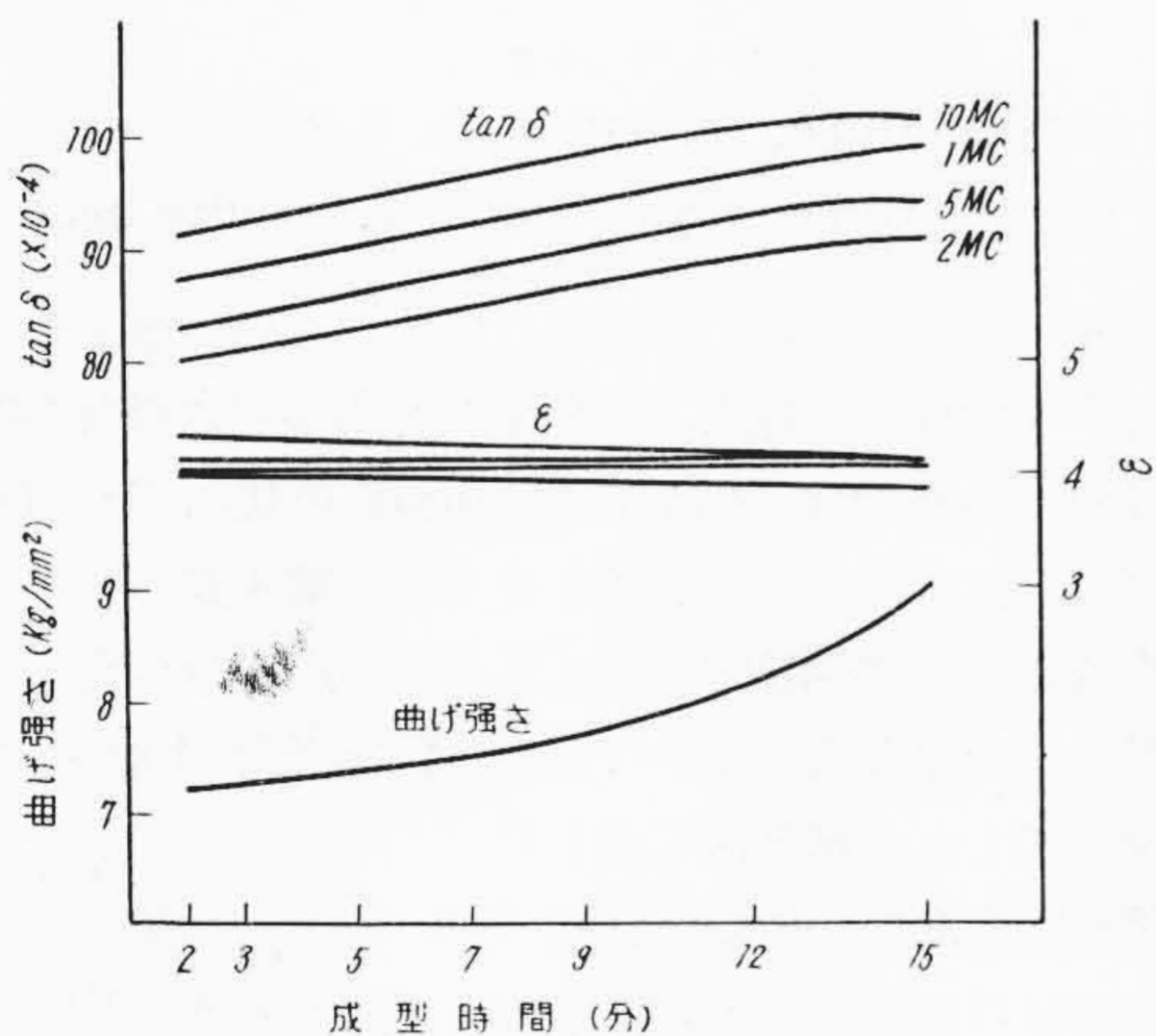
(3) 成型圧力の影響

機械的強度におよぼす成型圧力の影響は第 4 図に示すように、100 kg/cm<sup>2</sup>~400 kg/cm<sup>2</sup> の範囲ではほとんど

Table 3. Molding Conditions



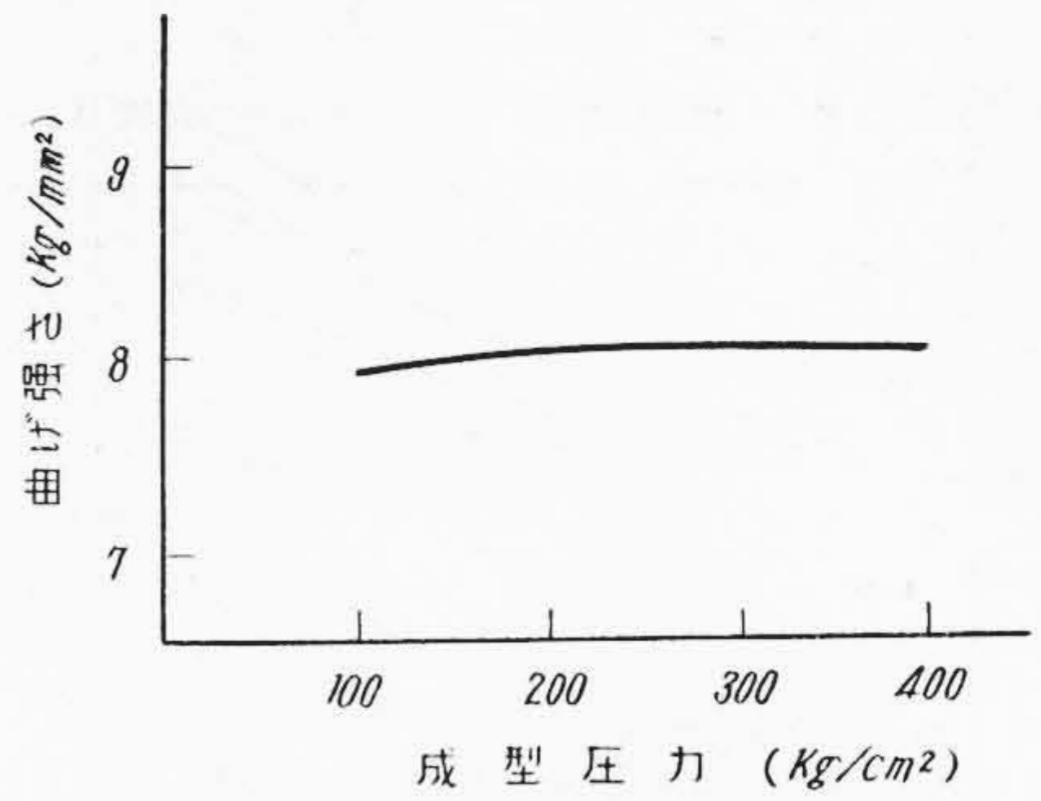
第2図 流動度, 揮発分,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と予熱時間との関係 (予熱温度 100°C)  
 Fig. 2. Flow %, Volatile Matter %,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Pre-heating Time (Temp. 100°C)



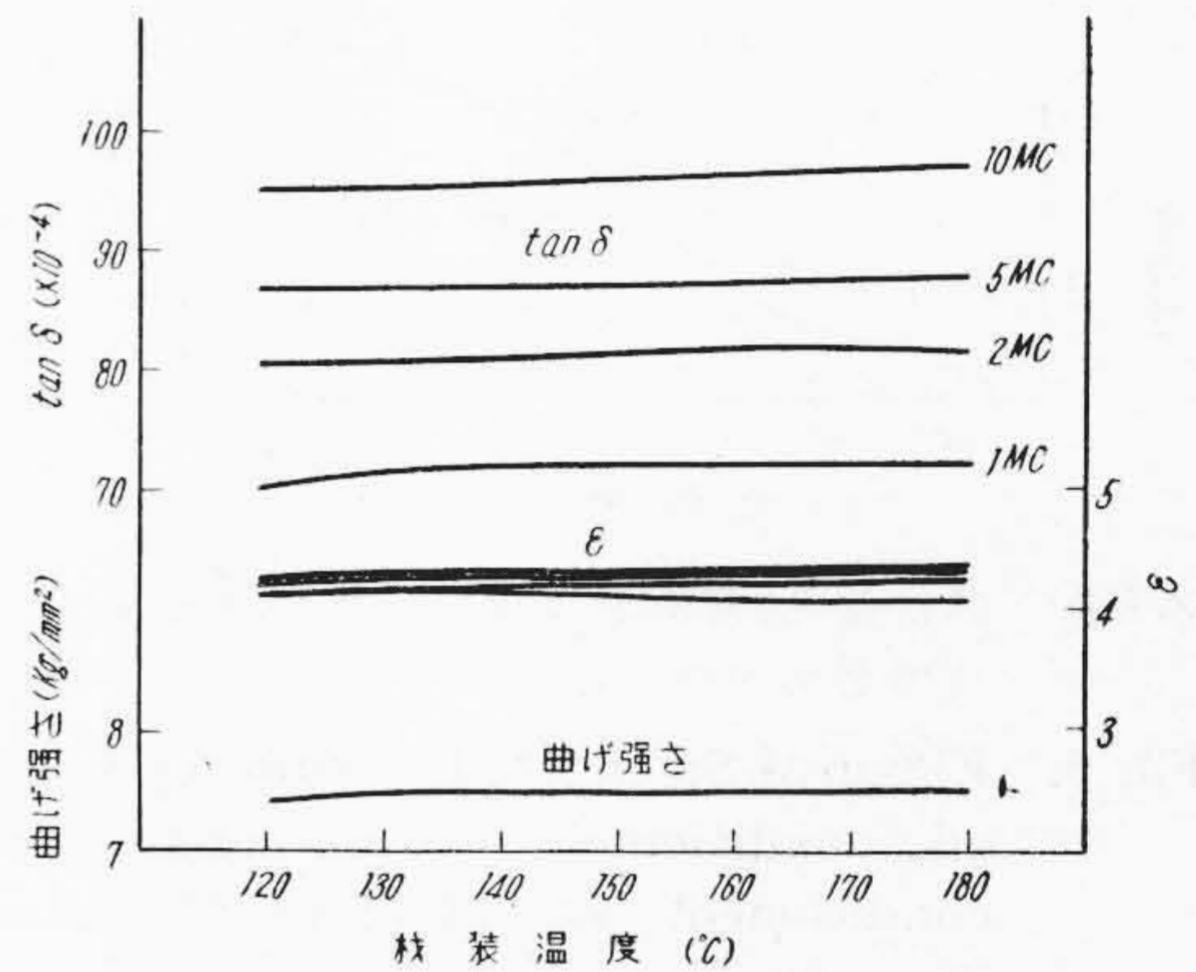
第3図 曲げ強さ,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と成型時間との関係  
 Fig. 3. Flexural Strength,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Molding Time

一定であるから, CP-60N は僅か 100 kg/cm<sup>2</sup> の成型圧力でも良品のえられることがわかる。

(4) 材装温度, 成型最高温度, 金型解体温度の影響  
 材装温度と成型最高温度との差が小さく, また成型金型の解体温度と成型最高温度との差の少ないほど成型作



第4図 曲げ強さと成型圧力との関係  
 Fig. 4. Flexural Strength vs. Molding Pressure



第5図 曲げ強さ,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と材装温度との関係  
 Fig. 5. Flexural Strength,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Changing Temperature

業は能率化される。

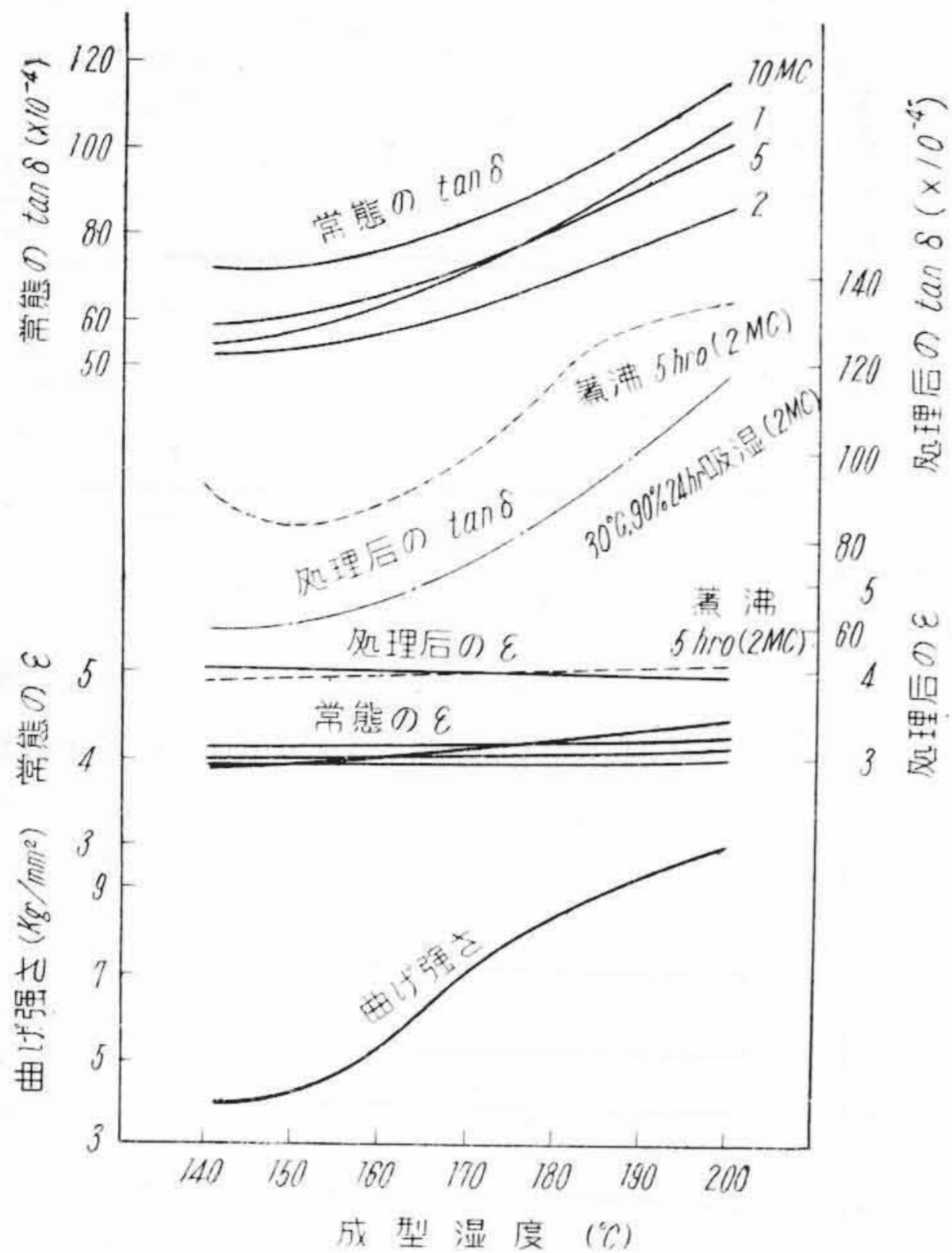
成型最高温度, 成型時間, 金型解体温度を一定とし, 材装温度を変えて  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$ , 曲げ強さを求めた結果は第5図であつて, これからみると諸性能はほとんど材装温度に無関係であることがわかる。

ところが第6図(次頁参照)に示すように成型最高温度はいちぢるしくこれらの性能に影響し, 165°C 以下では曲げ強さは使用に耐えない。一方成型最高温度の上昇するにつれて  $\tan \delta$  はほぼ直線的に増加するから, 成型最高温度にはおのづと限界点があり, およそ 180°C となる。

したがつて CP-60N は材装温度と成型最高温度とを同一にして成型作業を行うことも可能であるといえる。

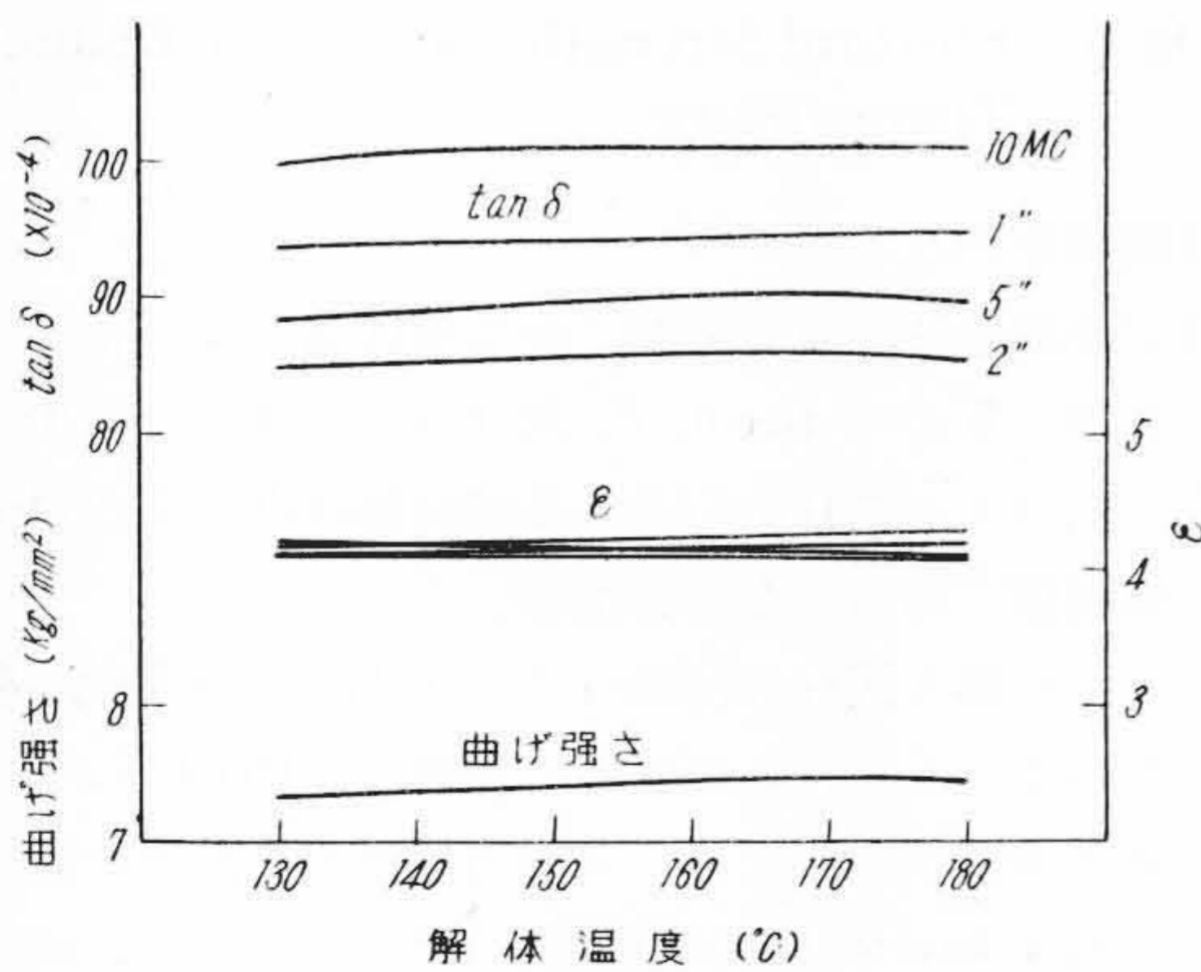
また第7図(次頁参照)から金型解体温度による影響の少ないこともあきらかとなつたが, CP-60N の遅硬化性のため一応 160°C までの冷却し分解が必要である。

冷却分解をすることは一見作業の能率化をさまたげるように考えられるが, 第3図から成型時間が比較的短いこと, 金型を2箇併用することによつて CP-60N は比較的高能率で成型作業ができる。



第 6 図 曲げ強さ, 常態および処理後の  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と成型最高温度との関係

Fig. 6. Flexural Strength,  $\tan \delta$  (no conditioned, conditioned),  $\epsilon$  (no conditioned, conditioned) vs. Molding Maximum Temperature



第 7 図 曲げ強さ,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と金型解体温度との関係

Fig. 7. Flexural Strength,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Dismantling Temperature of Mold

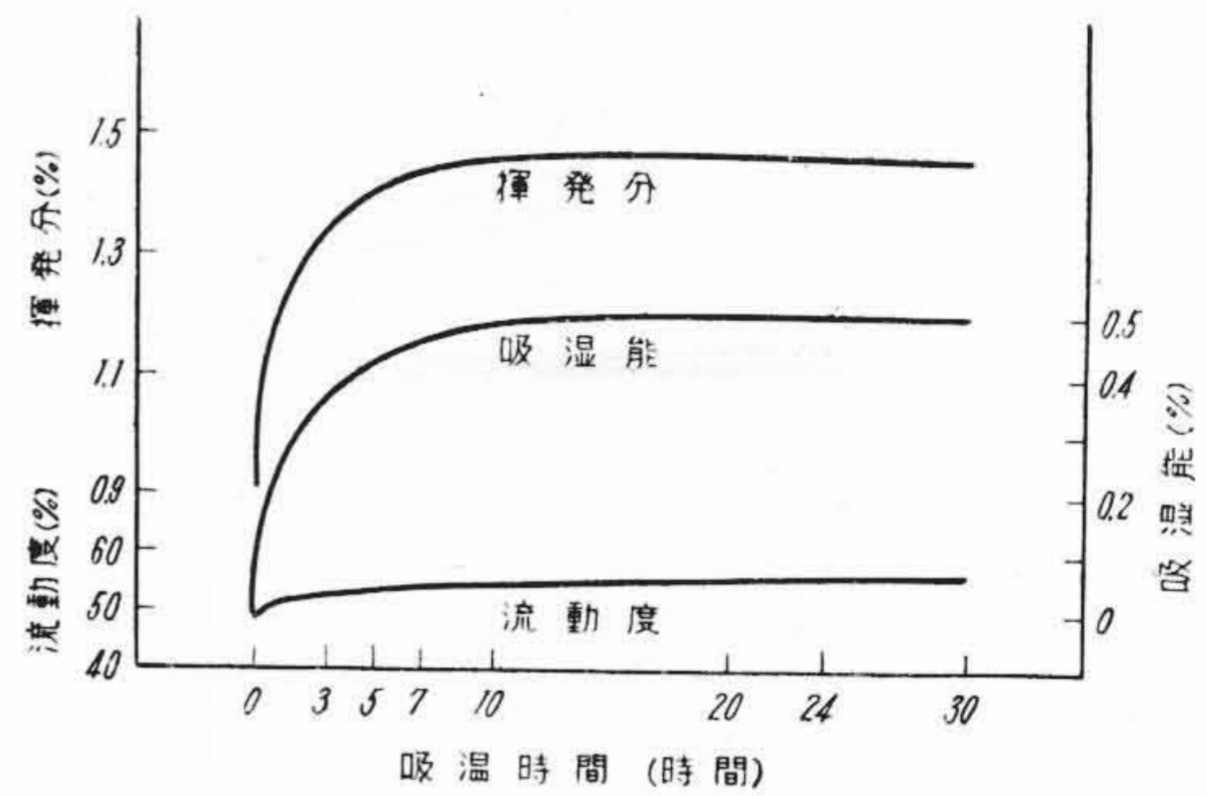
以上の検討結果を総合したのが第 2 表であつていわゆる一般用の材料と大差ない。

〔IV〕 吸湿材料におよぼす予熱処理の影響

CP-60N に予熱処理の必要なことは第 1 図および第 2 図からあきらかであるが, 使用前に材料が吸湿した場合にもやはり前項と同一の予熱効果がえられるか否かについて検討した。

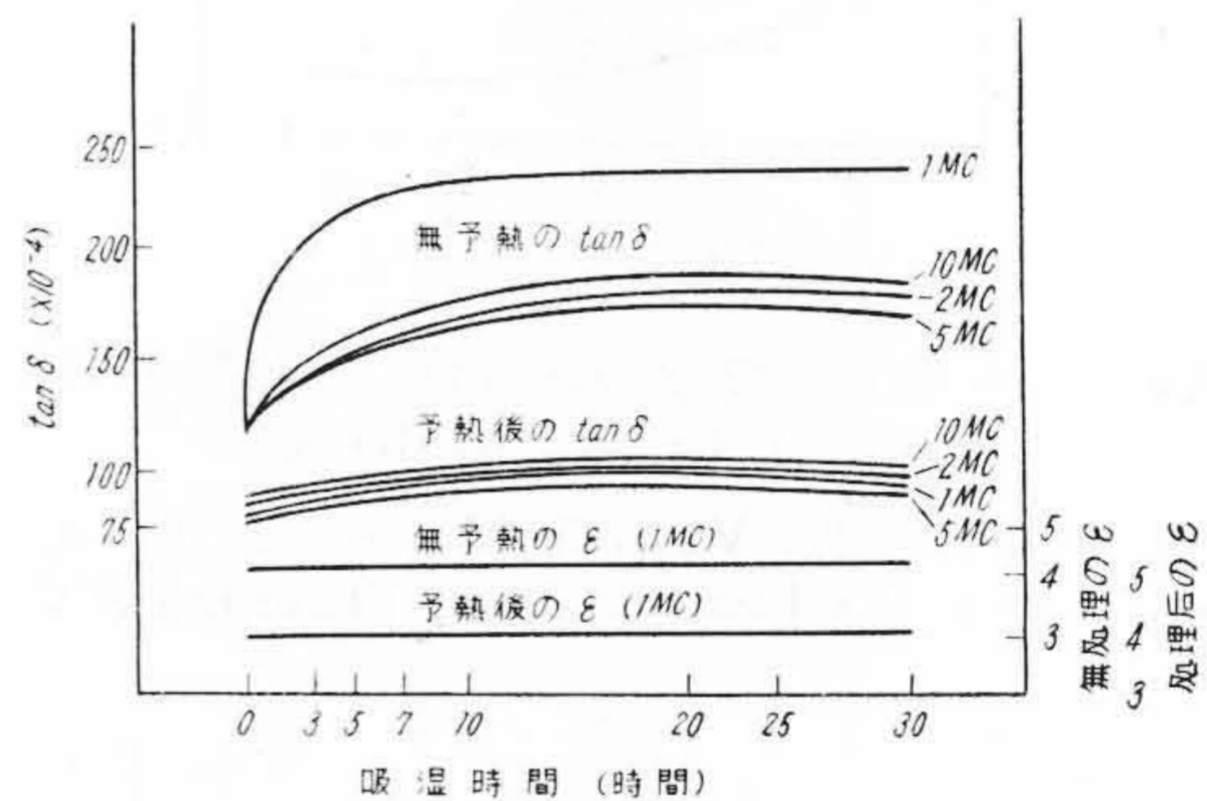
第 4 表 試験条件  
Table 4. Test Conditions

温 度 (°C)	30
湿 度 (%)	90
吸 湿 時 間 (時間)	0, 1, 3, 5, 7, 24, 30



第 8 図 流動度, 揮発分, 吸湿能と吸湿時間との関係

Fig. 8. Flow %, Volatile Matter %, Hygroscopicity vs. Hygroscopic Time



第 9 図  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と予熱, 無予熱との関係

Fig. 9.  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Pre-heat, no Pre-heat

実際の使用に際しては保管の不備その他外部条件の変動に伴う材料の一時的吸湿現象があるから, 試料約 400g を  $150 \times 200 \times 20 t$  ( $t$  は厚さ, mm) の皿に 3~4mm の厚さに敷き, 恒温恒湿槽を使用して第 4 表の条件で吸湿処理し, これを第 8 図に示した。この吸湿材料を用い無予熱, 予熱の両者について流動度, 揮発分,  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  を測定してこれを第 9 図に示した。

第 8 図は温度 30°C, 湿度 90% の恒温恒湿槽で吸湿した材料の揮発分, 流動度を示し, 吸湿処理 7 時間でもその吸湿率は吸湿前の 1.6 倍程度にすぎない。

ところがこれら吸湿した材料を予熱しないで成型したときは第 9 図に示すように僅か 30 分間の吸湿処理でも  $\tan \delta$  は 1 Mc で  $170 \times 10^{-4}$  に増加し, 処理が 4 時間になると  $215 \times 10^{-4}$  程度にまで増加するから, 高周波絶縁用としての使用価値を失つてしまう。

ところがこの吸湿材料を予熱して成型した場合には, 30 時間吸湿処理したものでさえ  $\tan \delta$  は  $100 \times 10^{-4}$  以

下であるから、たとえ材料が飽和吸湿しても成型直前に予熱さえすれば十分使用できるので材料の予熱は必要条件の第一にあげなければならない。

〔V〕 成型品を吸湿または加熱処理した場合の誘電特性の変化

成型品の誘電特性の変化は主として吸湿、加熱などの条件に支配されるから供試 CP-60N で  $60\phi \times 3t$  ( $\phi$  は径,  $t$  と同じく mm 表示) の試片を成型し、第 5 表の条件で処理した後  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  を測定して第 10 図～第 12 図に示した。なお試験片はそれぞれ 3 箇としその平均値を測定値とした。

(1) 吸湿処理による誘電特性の変化

成型品の吸湿処理による変化は第 10 図に示してあるように比較的少く、処理湿度よりむしろ処理時間の影響の方が大きい。また第 10 図から本成型品の最大変化値はいずれも SSS 規格<sup>(7)</sup>よりはるかに良好である。

(2) 水中浸漬処理による誘電特性の変化

第 11 図は浸漬処理による変化を示したもので処理温度が高く、処理時間の長いものほど変化は大きい。

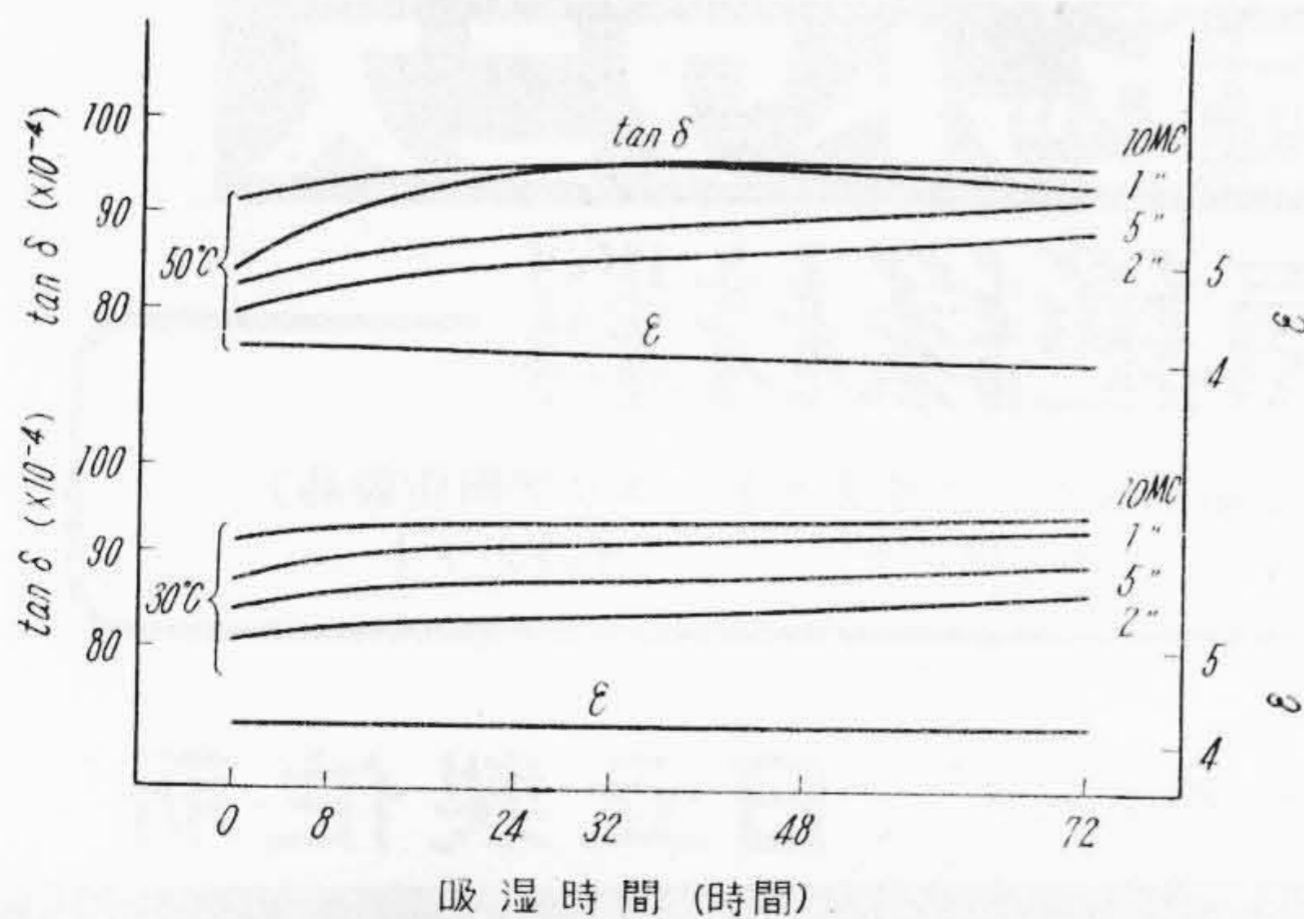
しかしながら  $100^\circ\text{C}$  7 時間処理のものでも  $\tan \delta$  は  $100 \sim 130 \times 10^{-4}$  で、SSS 規格には合格するから本成型品は

第 5 表 試験条件

Table 5. Test Conditions

検討項目 試験条件	吸湿処理	浸漬処理	加熱処理
温度 ( $^\circ\text{C}$ )	30, 50	30, 50, 100	100, 120, 140 160, 180
試験方法	相対湿度90%の 恒温恒湿槽使用	蒸溜水中に浸漬	恒温槽使用
試験時間(時間)	0, 8, 24, 32, 48, 72	0, 8, 24, 32, 48, 72 但し $100^\circ\text{C}$ のみは 0, 1, 3, 5, 7	0, 1, 3, 5, 7

(備考) 1. 吸湿、浸漬処理試片は測定前に試片表面の附着水分を布で軽く拭い去り試験に供した。尚浸漬処理  $100^\circ\text{C}$  試片は取出してから室温の流水中に 30 分間浸し、室温迄冷却し上記要領に拠った。  
2. 加熱処理試片は、処理後 75~80% のデシケーター中で室温迄放冷し試験に供した。

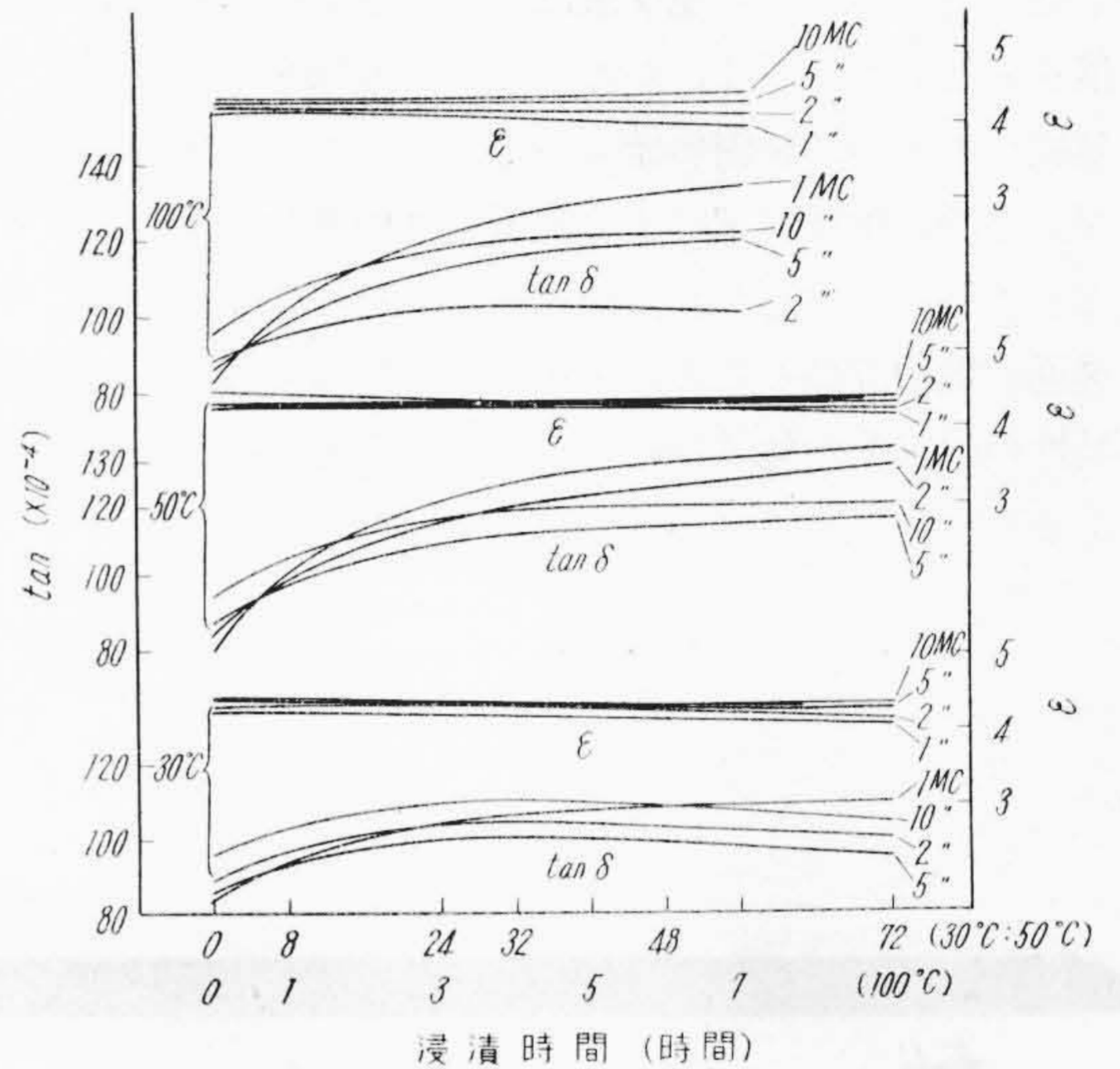


第 10 図  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と吸湿時間との関係  
Fig. 10.  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Hygroscopic Time

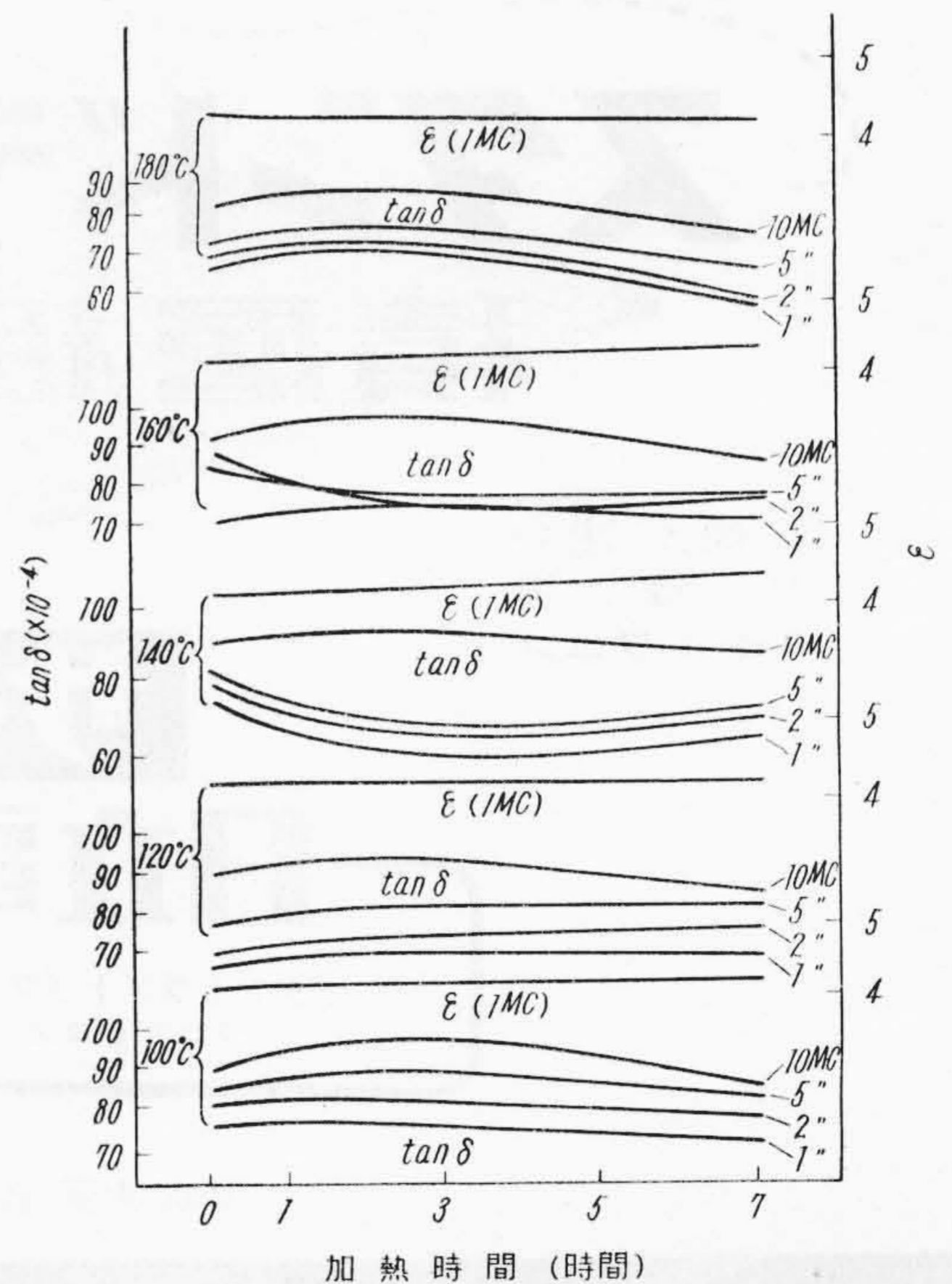
(1)の結果とともかなりの経年変化に耐えるものといえる。またこれら処理後の性能をすでに発表されている類似材料の性能<sup>(9)~(12)</sup>と比較しても少しも遜色がない。

(3) 加熱処理による誘電特性の変化

成型品を加熱処理したときは第 12 図に示してあるように、低下よりもむしろ  $\tan \delta$  性能が改善される傾向にあつて、低下ということは考えられない。



第 11 図  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と浸漬時間との関係  
Fig. 11.  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Maceration Time



第 12 図  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  と加熱時間との関係  
Fig. 12.  $\tan \delta$ ,  $\epsilon$  vs. Heating Time

この加熱処理は本成型品の耐熱性試験ともみなされるので、耐熱性をあわせて検討したところ本品は 180°C という高温にさえ耐えることがわかった。


**〔VI〕 結 言**

以上スタンドライト成型材料 CP-60N の成型条件と諸性能との関係、および成型品の誘電特性の変化を詳論した。上述のごとく第 2 表に示す成型条件で第 1 表の性能を保証しうること、かなり多量に湿気を吸湿しても予熱成型によつて誘電特性を失わないこと、成型品の吸湿、水浸、加熱処理による誘電特性の変化の少ないことなどきわめてすぐれた性能を有する材料であるから、今後通信機用部品として活用が期待されるとともに、誘電特性の改善その他さらにいつその努力を続ける所存である。

**参 考 文 献**

- (1) Chemical Abstract: 34 6729 (1940)
- (2) Chemical Abstract: 35 944, 8147 (1941)
- (3) Chemical Abstract: 40 5595 (1946)
- (4) Chemical Abstract: 43 3229 (1949)
- (5) Chemical Abstract: 45 392 (1951)
- (6) 磯野, 金沢: 未発表
- (7) SSS-P-14A: 保安庁通信機用フェノール樹脂成型材料規格
- (8) JIS K-6705: フェノール樹脂成型材料試験法
- (9) 桜井, 中村: 合成樹脂加工技術 IV 79
- (10) 高分子: Vol. 1 No. 2 30 (1952)
- (11) D. Warburton Brown: Handbook engineering plastics
- (12) Table of Dielectric Material III (1945)  
(Massachusetts Institute of Technology 発行)

HITACHI



難燃性を誇る

スタンドライトの  
積層板

乾燥が速い  
絶縁用  
コイルワニス

火気を警戒する船舶・建築物・車輛等の構成材料として特に注目されております。

サーモセツトワニス

日立電気絶縁材料

スタンドライト (フェノール樹脂製品)  
ワニスタロス

タガライト (ユリア樹脂製品)  
ワニス・コンパウンド

マイカナイト

東京 大阪 名古屋 福岡 仙台 札幌

日立製作所