

CPS 樹脂 成形 材料 の 特 性

Characteristics of CPS Resin Molding Material

四十物 雄 次* 庄 子 正 明* 仲 野 嶺 男*
Yûji Aimono Masaaki Syôji Mineo Nakano

要 旨

近年、工業部品の性能向上、小形軽量化に伴い、耐熱性、電気、機械的特性にすぐれた成形材料が強く要望されている。

筆者らは、これらの要求を満たすため全く新しいタイプの CPS 樹脂成形材料を開発した。

この材料は、耐熱性、耐アーク性、耐衝撃性などにすぐれた性能をもっている。

1. 緒 言

現在、電気絶縁材料として、フェノール、エポキシ、ジアリルフタレート成形材料およびポリエステルプリミックスなどが使用されている。フェノール成形材料は、最も古くから研究され、最も広範囲に使用されているが、耐熱性、耐アーク性などに欠点があり、これらの性能向上が要望されている。またエポキシ、ジアリルフタレート成形材料およびポリエステルプリミックスにも表1のような欠点があるため、これらの用途は限られている。筆者らは、欠点の少ない最も適した樹脂(シデカレジン)を開発した。このシデカレジン新形の合成樹脂でわが国はもとより、外国でもいまだ工業化されていることを聞かない新材料である。この樹脂をベースとし、ガラ

ス繊維を補強剤として用いることにより、耐衝撃性、耐熱性、耐アーク性などにすぐれた性能をもたせることができる。

以下、この材料の成形性、特性について概説する。

2. シデカレジンについて

CPS 樹脂成形材料のベースとして用いるシデカレジンは、常温で固形の樹脂であり、表2のような一般特性をもっている。また図2に示すような構造を分子末端に数多くもつ一種のポリエステル樹脂であるため図2の[A]と[B]の二重結合が、ラジカル触媒の存在下において、共重合する性質をもっている。したがって、シデカレジンは、従来のポリエステル樹脂のように、スチレンやジアリルフタレートモノマーなどのような架橋剤を添加しなくても、ラジカル触媒を添加し、加熱することによって硬化させることができる新しい自己共重合樹脂である。

シデカレジンは、その用途、目的によって、種々のラジカル触媒を使用することにより、その硬化性を調整することができる。表3、図3はそれぞれの代表的な触媒によるゲルタイムを示したものである。

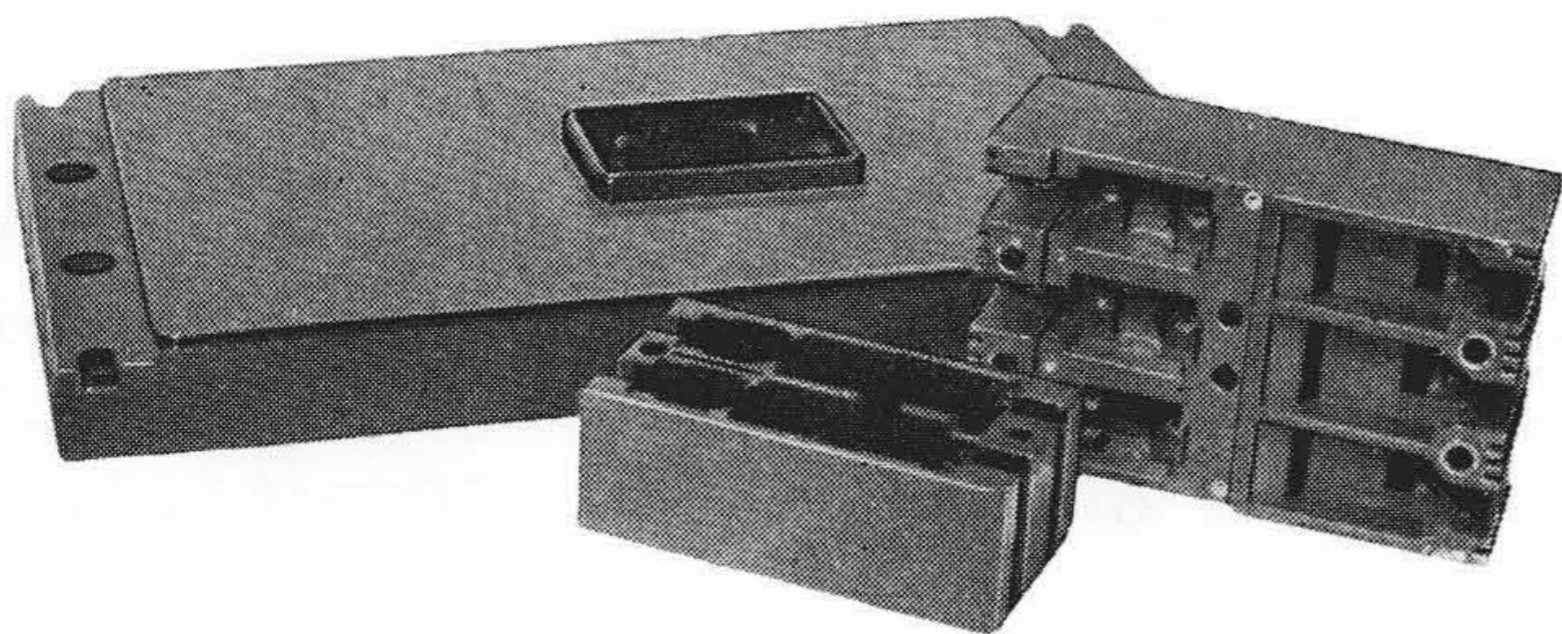


図1 CPS樹脂成形材料の成形品

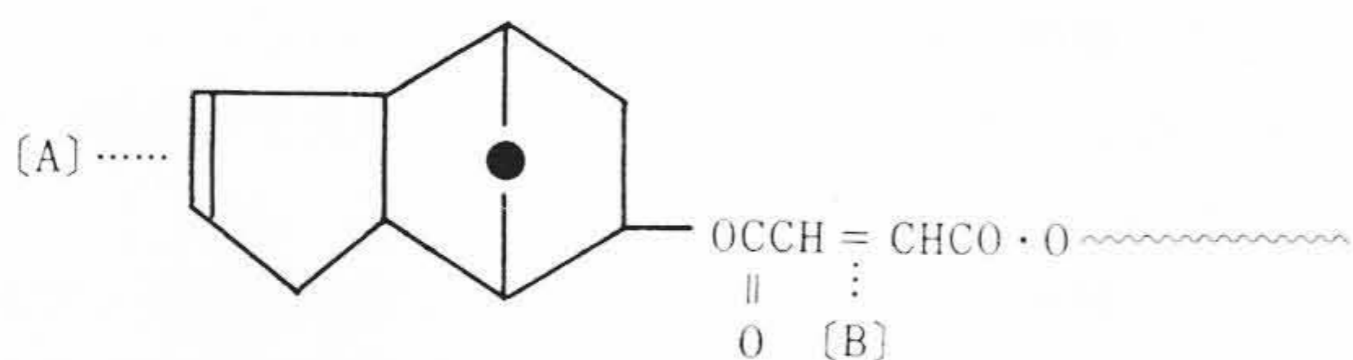


図2 シデカレジンの分子末端図

表1 各種成形材料の特長と欠点

成 形 材 料	特 長	欠 点
フェノール	安価, 特性が平均している	耐アーク性, 耐熱性
エポキシ	高絶縁性, 成形性	熱軟化性, 貯蔵安定性
ジアリルフタレート	高絶縁性, 成形性	高価, 耐熱性
ポリエステルプリミックス	高衝撃性, 安価	作業性, 成形性, 貯蔵安定性

表2 シデカレジン性能

特 性 項 目	特 性
軟化点(球環法)	85~95℃
色相(USロジン色相)	WW以下
酸価	25以下
比重(25℃)	1.225

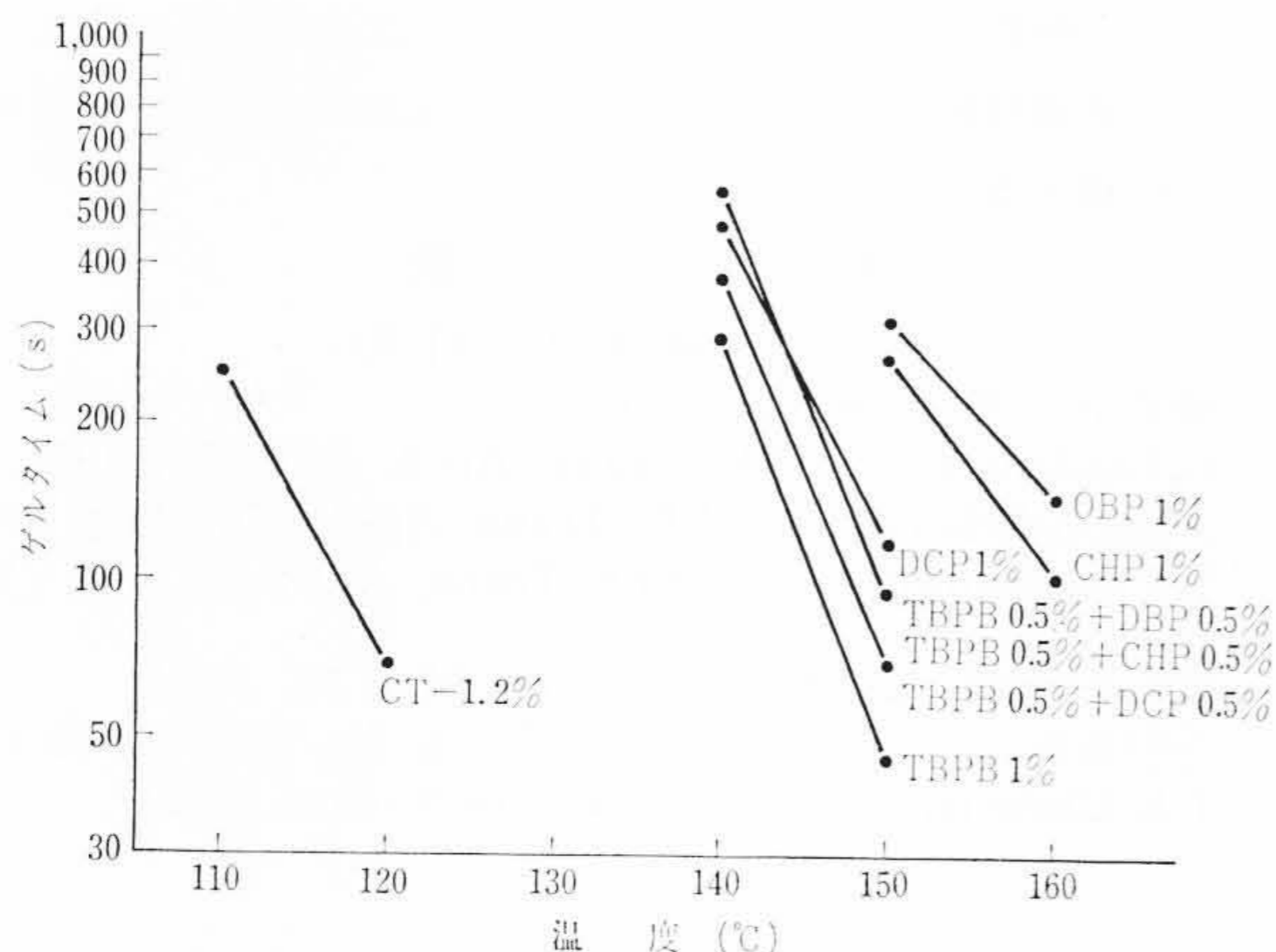


図3 シデカレジンの触媒、温度とゲルタイムの関係

表3 シデカレジンの触媒とゲルタイム

触 媒 添 加 量	略 号	110℃	120℃	140℃	150℃	160℃
ベンゾイルパーオキシド(50%ペースト) 2%	CT-1	4'12"	1'08"	—	—	—
t-ブチルパーベンゾエート 1%	TBPB	—	—	4'53"	47"	—
ジキシルヒドロパーオキシド 1%	DCP	—	—	8'06"	2'00"	—
ジ-t-ブチルパーオキシド 1%	DBP	—	—	—	5'13"	2'28"
キヌメンヒドロパーオキシド 1%	CHP	—	—	—	4'30"	1'43"
DCP 0.5%+TBPB 0.5%	—	—	—	9'28"	1'37"	—
DBP 0.5%+TBPB 0.5%	—	—	—	9'30"	1'33"	—
CHP 0.5%+TBPB 0.5%	—	—	—	1'23"	1'11"	—

* 日立化成工業株式会社山崎工場

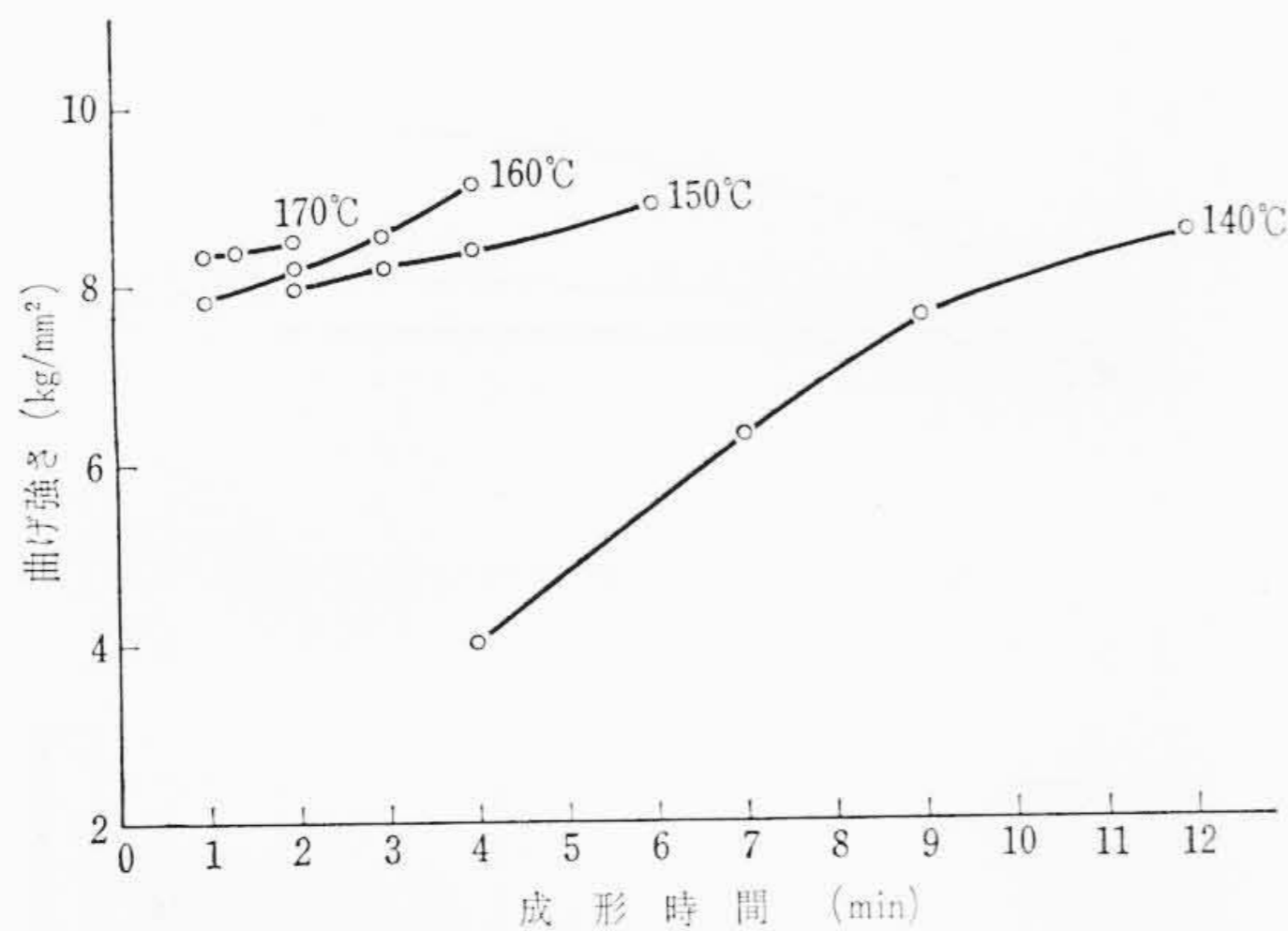


図 4 CPS樹脂成形材料の成形条件と曲げ強さとの関係

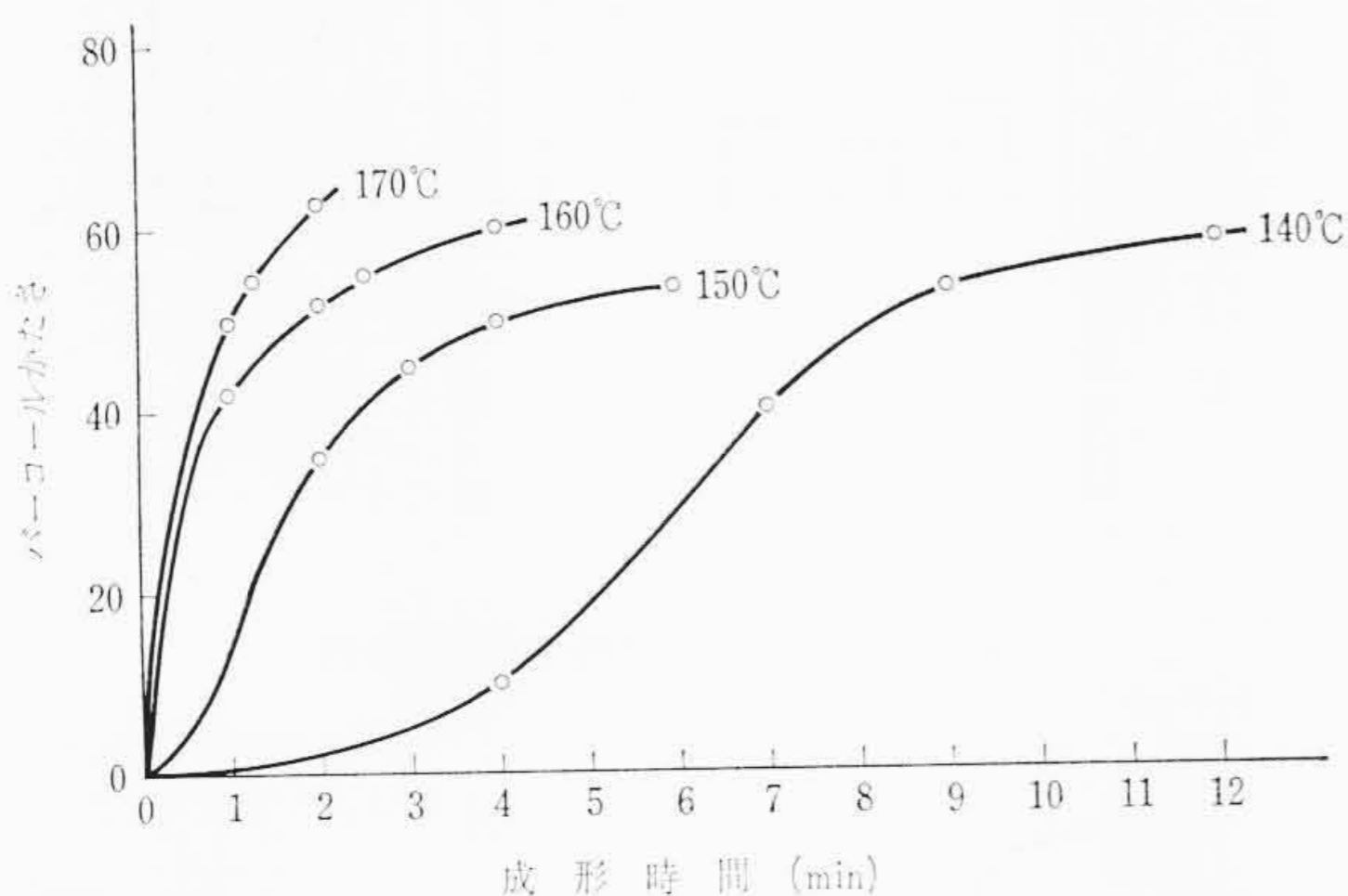


図 5 CPS樹脂成形材料の成形条件とパーコールかたさとの関係

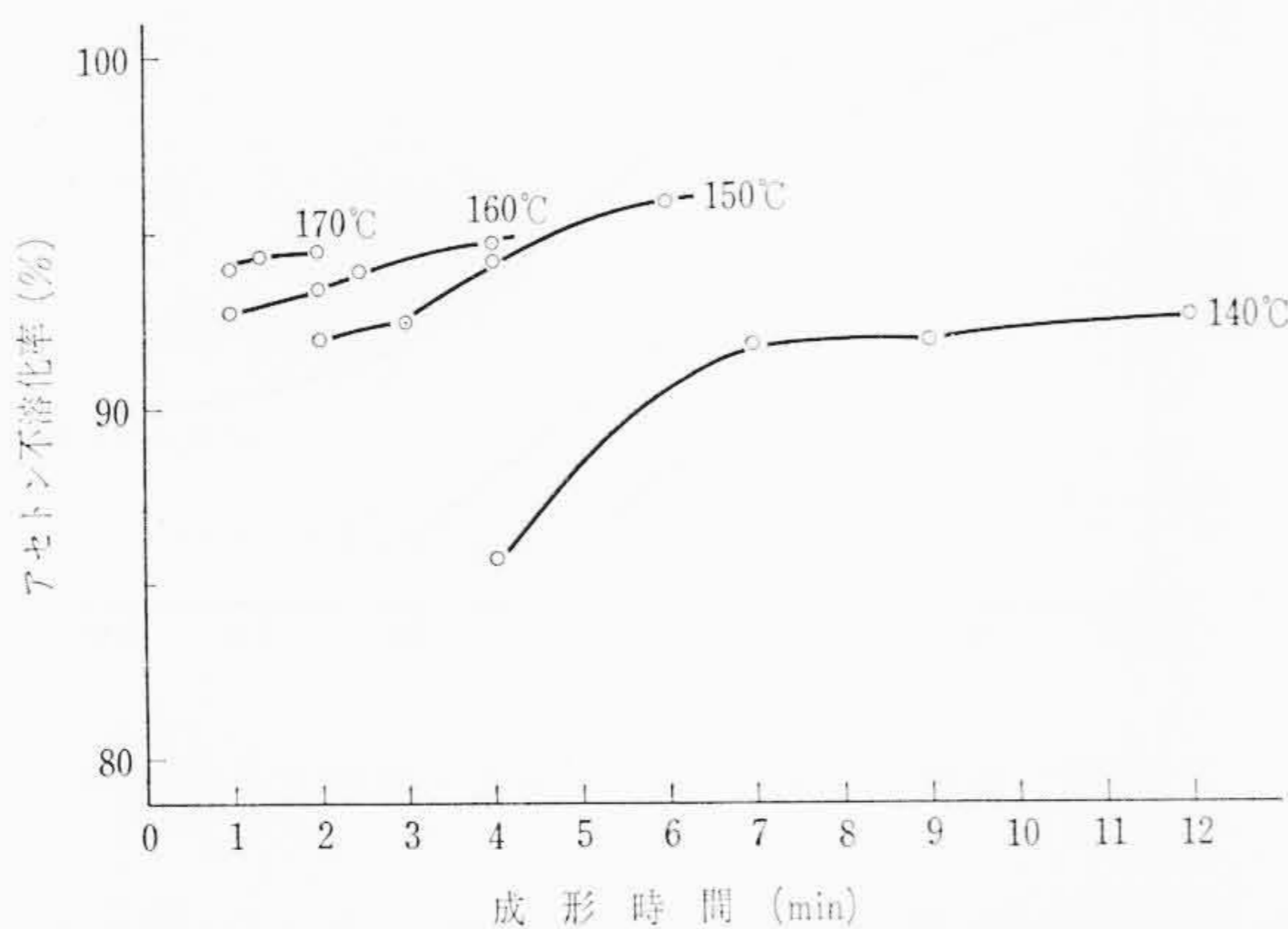


図 6 CPS樹脂成形材料の成形条件と不溶化率との関係

前述のシデカレジンベースとし、ガラス繊維、無機質充てん剤を配合してCPS樹脂成形材料を製造した。以下この成形材料の諸特性について述べる。

3. CPS樹脂成形材料の成形条件と特性

3.1 成形条件

成形品の特性が、成形条件でかなり左右されることは周知の事実である。ここでは、機械的、電気的性質として、曲げ強さ、熱時硬度、溶剤不溶化率、収縮率、耐電圧について述べる。

曲げ強さ、収縮率、耐電圧に対してはJIS K 6911試験法で行ない、熱時硬度としては、曲げ試験片を金型から分解後、10秒後のパーコール(936形)硬度を測定した。溶剤抽出率に対しては、曲げ試験片を粉末とし、60メッシュ以下の粉末試料2gをとり、恒量とした円筒ろ紙の中に入れて、アセトン120gで、20時間抽出し不溶化率を求めた。

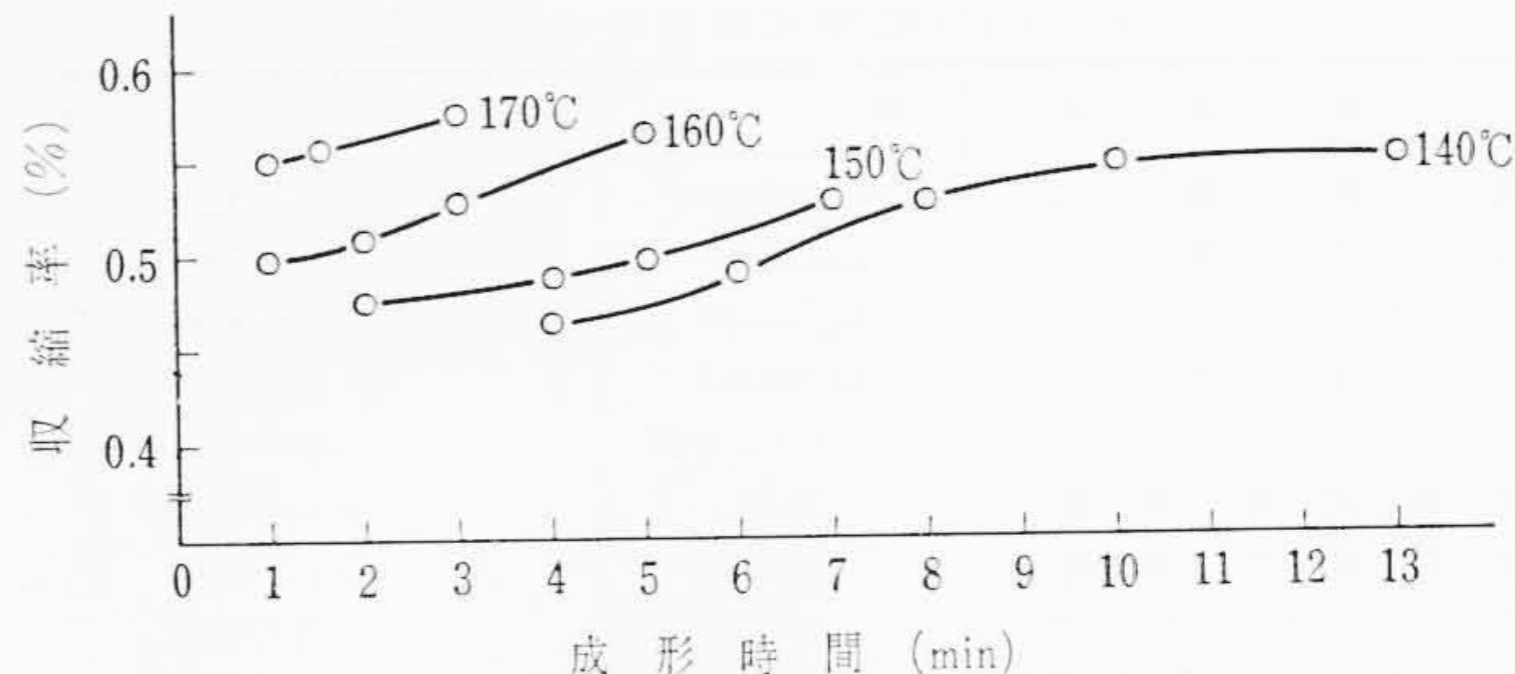


図 7 CPS樹脂成形材料の成形条件と収縮率との関係

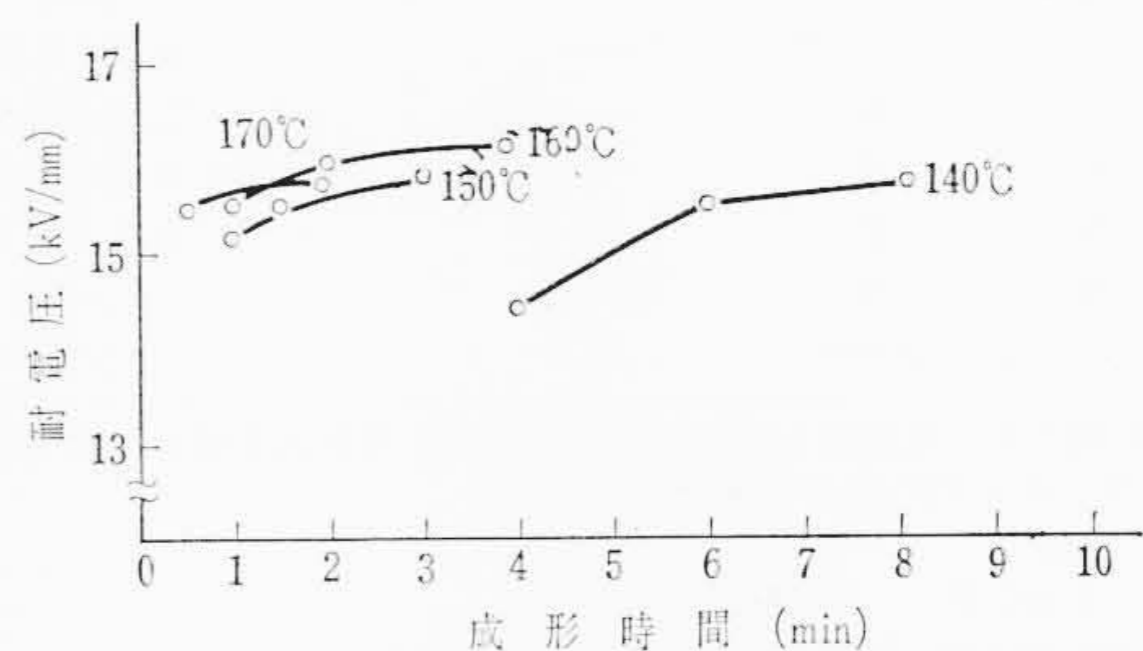


図 8 CPS樹脂成形材料の成形条件と耐電圧との関係

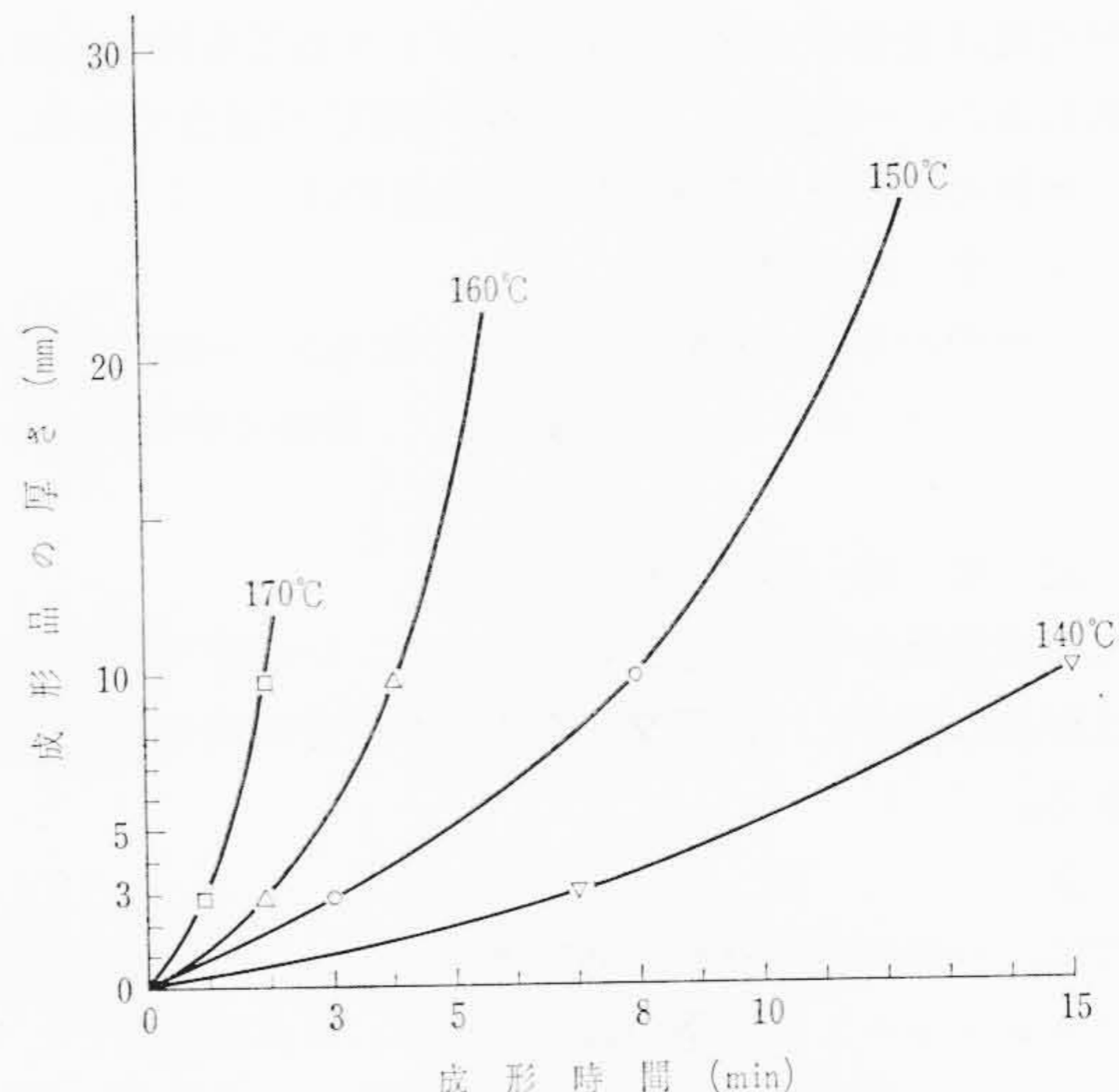


図 9 CPS樹脂成形材料の成形品の厚さと成形温度、成形時間との関係

$$\text{不溶化率(\%)} = \frac{\text{抽出残渣(g)}}{\text{試料(g)}} \times 100$$

成形条件と曲げ強さを図4に、熱時硬度を図5に、アセトン不溶化率を図6に、収縮率を図7に、耐電圧を図8に示した。成形圧力は200 kg/cm²一定とした。

これらの結果からみると、機械的、電気的性質ともに、高温で長時間成形したほうが良好な値を示している。一方、収縮率であるが、高温成形および長時間成形のほうが大きい値を示している。

同じような試験を成形品の厚さと成形条件との関係で表わすと図9のようになる。

3.2 成形方法

CPS樹脂成形材料は、フェノール成形材料などと同じような成形方法で成形できるが、次のような点に注意が必要である。

(1) 予備成形および予熱

大形の成形品や形状の複雑な成形品の場合には、予備成形および予熱をしたほうがよい。また、予熱によって成形時間の短縮が可能である。予熱方法としては、高周波予熱が最もよく、70~100℃が適当である。

表4 CPS樹脂成形材料の一般特性

性能項目	単位	特性
衝撃強さ	kg·cm/cm ²	17~22
曲げ強さ	kg/mm ²	7~10
引張り強さ	kg/mm ²	2.0~4.0
圧縮強さ	kg/mm ²	12~16
かたさ	ロックウェルM	100~110
絶縁抵抗(常態)	MΩ	>1.0×10 ⁷
絶縁抵抗(煮沸後)	MΩ	>1.5×10 ⁵
耐アーク性	秒	≥130
耐トラッキング性*	滴	>101
絶縁耐力	kV/mm	≥14
体積抵抗率**	MΩ-cm	1.5×10 ⁹
誘電率***	—	5~6
誘電体損失***	—	0.02~0.05
比重	—	1.80~1.85
吸水率	%	0.08~0.10
成形収縮率	%	0.5~0.7
耐熱性	°C/2h	>200
熱変形温度****	°C	>200

* DIN 滴下法, 電極間4mm, 滴下液 0.1% NH₄Cl 印加電圧 380V
 耐トラッキング区分は KA₃C
 ** DC 500 V
 *** AC 1,000 V 1MHz
 **** ASTM-D-648

(2) 成形温度

成形温度は金型の大きさ, 構造, プレス加圧条件などによって多少異なるが, 一般的に言えば 150~165°C が適当である。通常, 厚肉, 形状の複雑なものほど比較的低温のほうがよい。

(3) 成形圧力

圧力は低圧の 50 kg/cm² から成形できるが, 一般には 150~200 kg/cm² がよい。ガス抜きが必要はなく, 型締め時間は 30~50 秒がよい。

(4) 成形時間

薄肉の成形品や小形成品の場合には, 1~3分で十分である。大形成品の場合には, 図9から求めた成形時間を適用することができる。

(5) 金型

金型は, 一般の成形材料と同じ金型でよいが, 複雑な成形品では, クロムメッキした金型のほうがよい。外部離型剤としては, シリコン, カルナバワックス, ステアリン酸系のものがよい。

(6) 冷却プレス

CPS樹脂成形材料は, 熱変形温度が非常に高く, 冷却プレスは必要なく, 成形品をとり出すことができる。

3.3 一般特性

表4は一般特性を示したものである。この表の値は3.2成形方法によって成形したものに対して測定されたもので, *印以外はJIS K6911によった。

3.4 CPS樹脂成形材料と他の成形材料との特性比較

CPS樹脂成形材料の特性を他の成形材料, たとえばフェノール(ガラス短繊維), ジアリルフタレート(ガラス短繊維+ミネラル), エポキシ(ミネラル)成形材料の特性と比較した。

3.4.1 寸法変化率

機器の精度などから考えると, 成形品の寸法変化率は, できるだけ少ないことが望ましい。図10は, 高温加熱による寸法変化率を他の成形材料と比較したものである。成形後24時間後の寸法に対する各サイクル後の変化率で示し, 1サイクルを120°C/8h→25°C/16hとした。

図10からCPS樹脂成形材料は, フェノール, エポキシ成形材料と比較して非常に少なく, ジアリルフタレート成形材料とほぼ同程度であり, 精度を必要とする成形品に適した材料である。

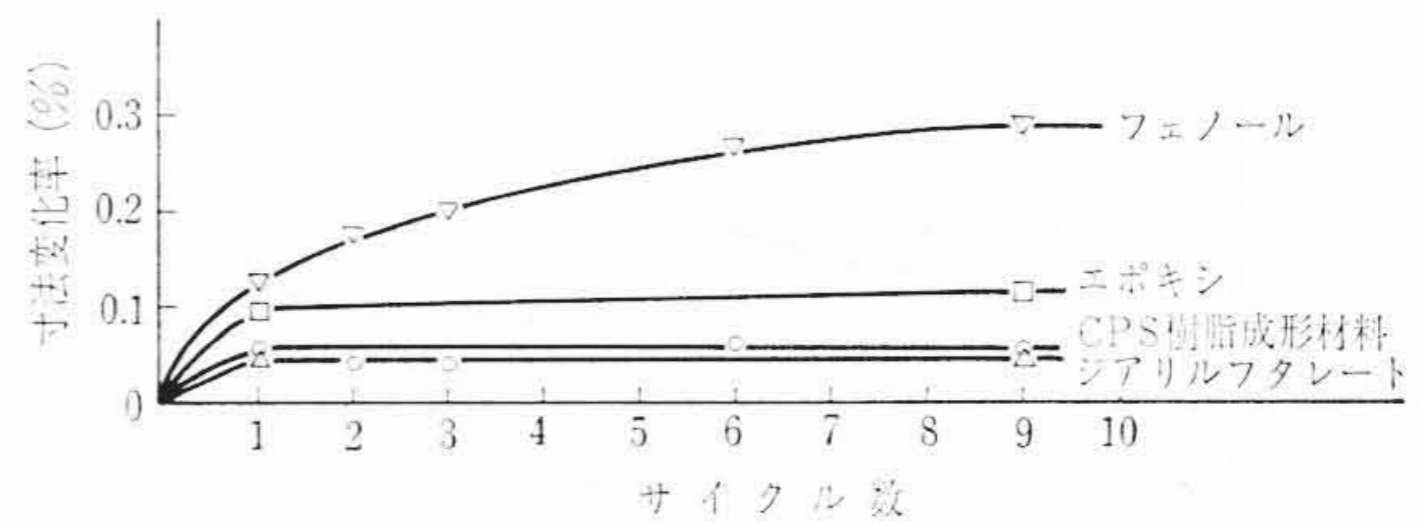


図10 各種成形材料の寸法変化率

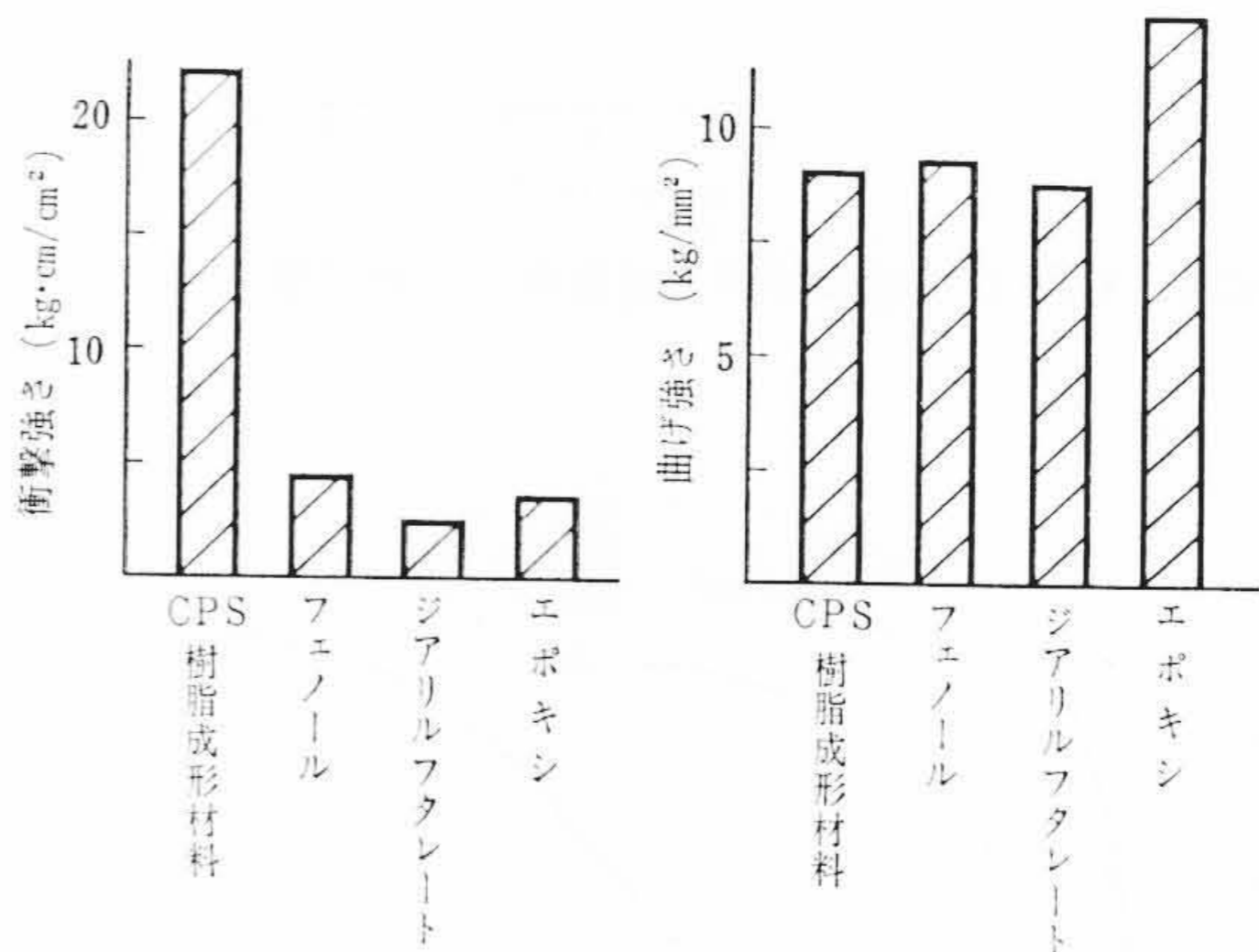


図11 各種成形材料の機械特性

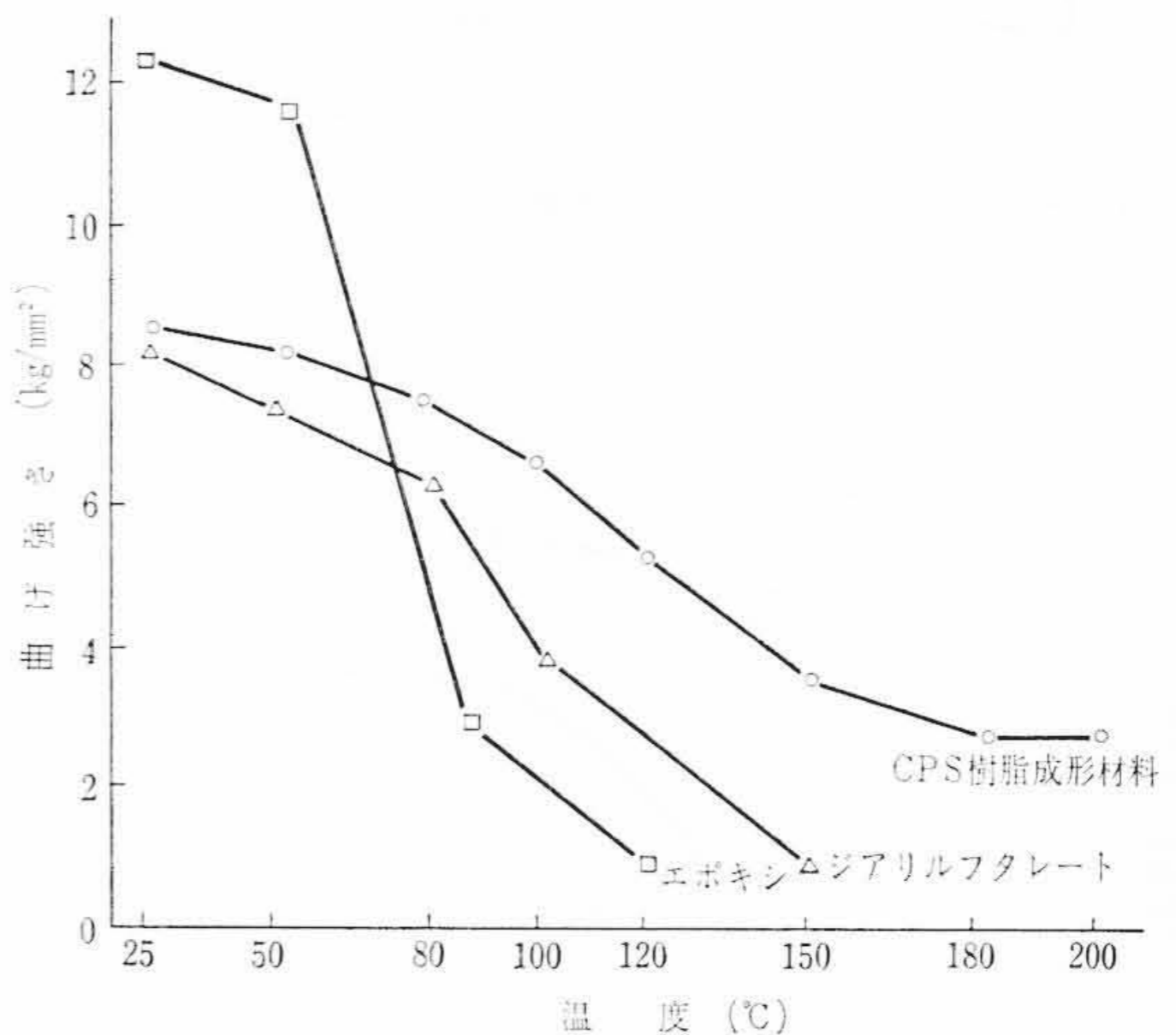


図12 各種成形材料の曲げ強さと温度との関係

3.4.2 機械的性質

(1) 衝撃強さ, 曲げ強さ

CPS樹脂成形材料と他の成形材料の強度の比較を図11に示す。衝撃強さは, 他の成形材料と比較してきわめて強い。また, 曲げ強さは, フェノール, ジアリルフタレート成形材料とほぼ等しい。したがって, 高度の耐衝撃性を要求する部品の材料として有利である。

(2) 曲げ強さの温度特性

図12に曲げ強さの温度特性を示す。

CPS樹脂成形材料は, 他の成形材料にくらべて, 高温においても曲げ強さの低下は少ない。エポキシ成形材料は, 熱軟化するために, 80°C以上では著しく低下する。一般特性の熱変形温度, 耐熱性と考え合わせ, CPS樹脂成形材料は, 非常に耐熱性にすぐれた材料といえる。

3.4.3 電気的性質

(1) 体積抵抗率と絶縁抵抗

機器が高温, 高湿下にさらされて使用される場合には, 成形材料自体の性能が低下しないことが望ましい。体積抵抗率の温度特性

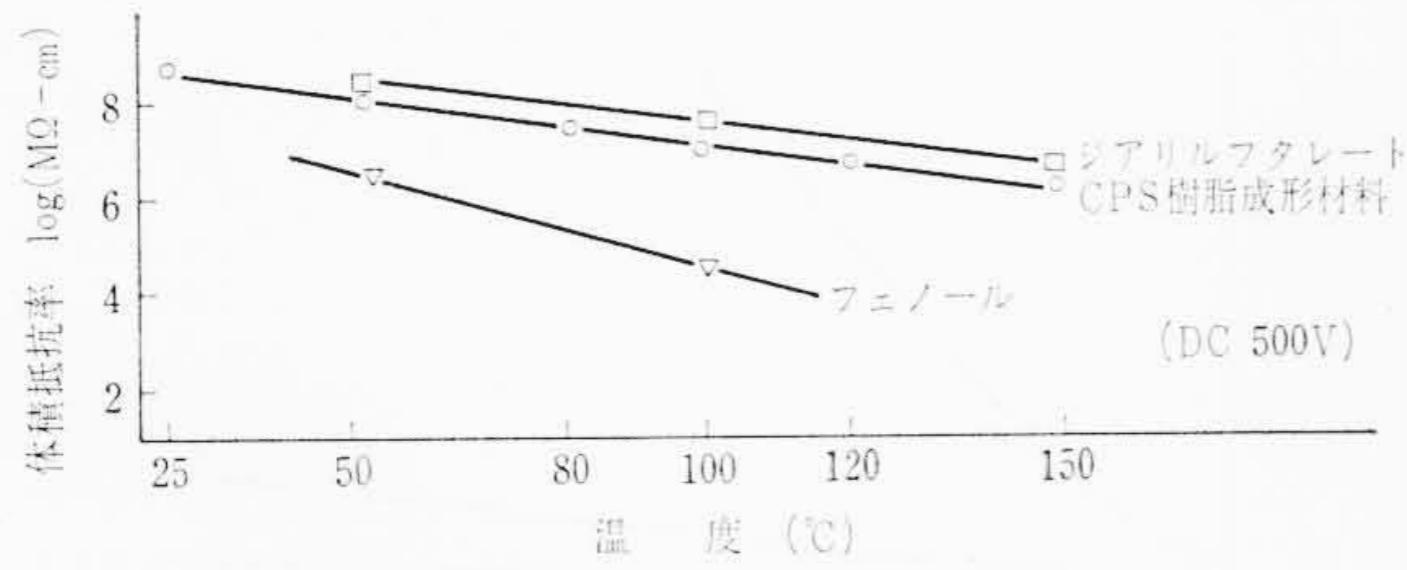


図 13 各種成形材料の体積抵抗率と温度との関係

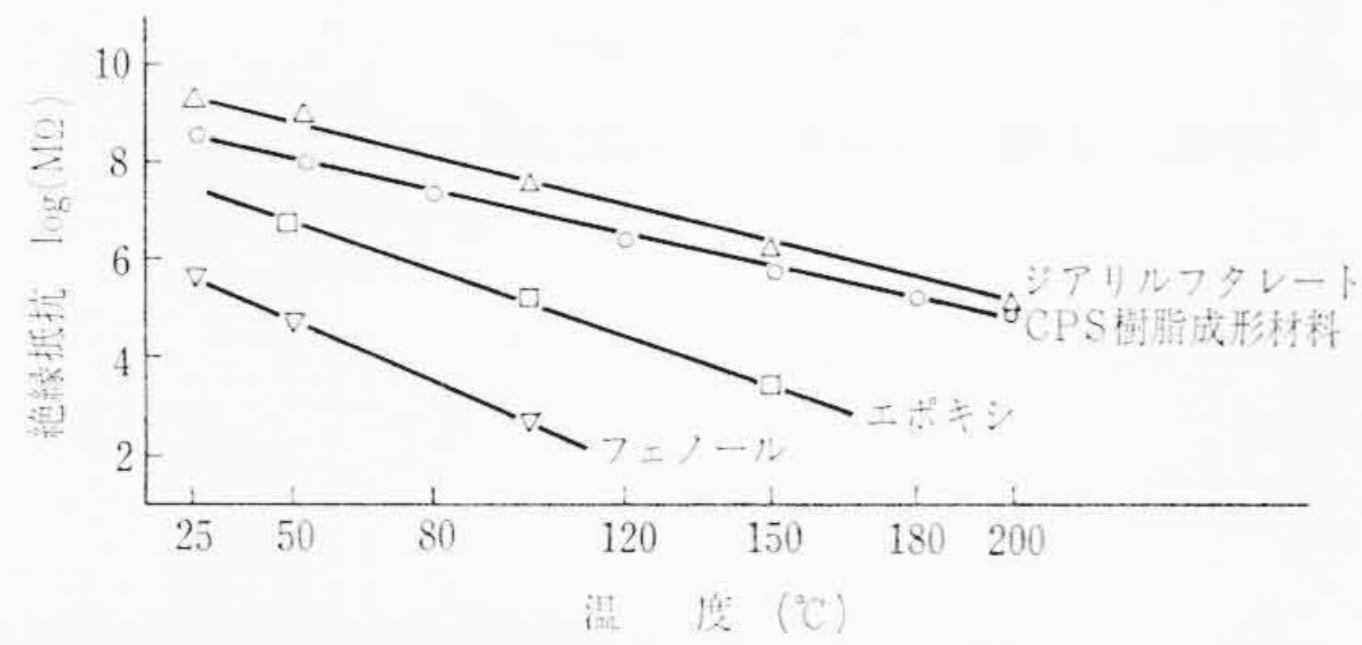


図 14 各種成形材料の絶縁抵抗と温度との関係

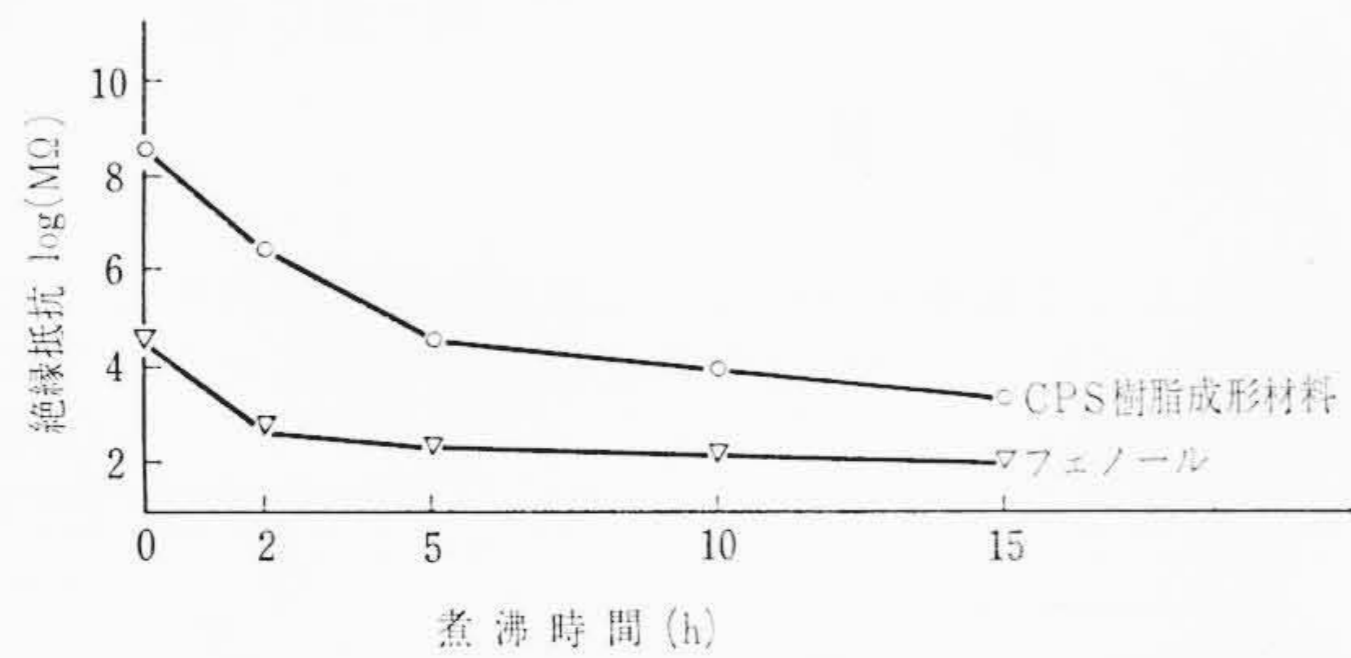


図 15 フェノールおよび CPS 樹脂成形材料の煮沸時間と絶縁抵抗の関係

を図 13 に、絶縁抵抗温度特性を図 14 に、煮沸劣化特性を図 15 に示した。その結果、CPS 樹脂成形材料は、高温においてもその絶縁性は、ジアリルフタレート成形材料とほぼ同等であり、フェノール成形材料と比較すると非常にすぐれている。煮沸劣化特性においても、フェノール樹脂成形材料よりすぐれている。

(2) 誘電特性

電気絶縁材料の誘電特性は、使用機器の性能を左右する重要な因子であって、誘電体損失、誘電率の小さいこと、外的条件たとえば、温度や周波数の変化に対して安定した値を示すことが必要である。図 16 は誘電体損失を、図 17 は誘電率の温度特性を、図 18, 19 は、その周波数特性を示したものである。

CPS 樹脂成形材料は、フェノール成形材料よりすぐれているが、ジアリルフタレート成形材料よりやや劣っている。

3.4.4 耐熱性

耐熱性は、JIS K 6911 の試験や機械的、電気的性質の温度特性で評価できるが、加熱減量によって、さらに評価することができる。図 20 は CPS 樹脂成形材料の各温度における加熱減量を、図 21 は各種成形材料の 200°C における加熱減量を示したものである。

CPS 樹脂成形材料は、180°C まではその減量は 1% ぐらいでありエポキシ成形材料のほうが、ややすぐれている。けれども、ジアリルフタレート成形材料より、はるかにすぐれていることがわかる。

4. 結 言

工業部品の性能向上、小形軽量化に伴い、耐熱性、電気、機械的特性にすぐれた成形材料が強く要望されている現在、新しい材料と

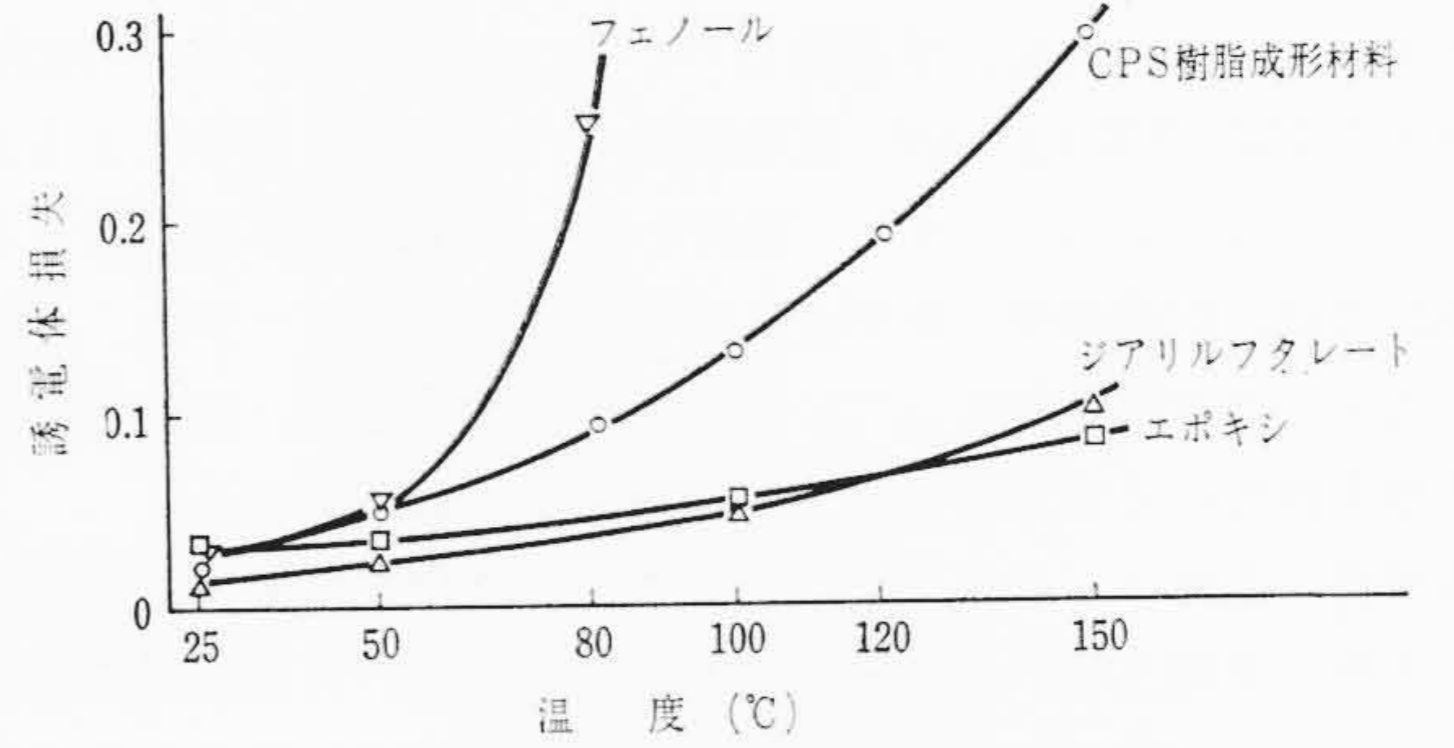


図 16 各種成形材料の誘電体損失と温度との関係

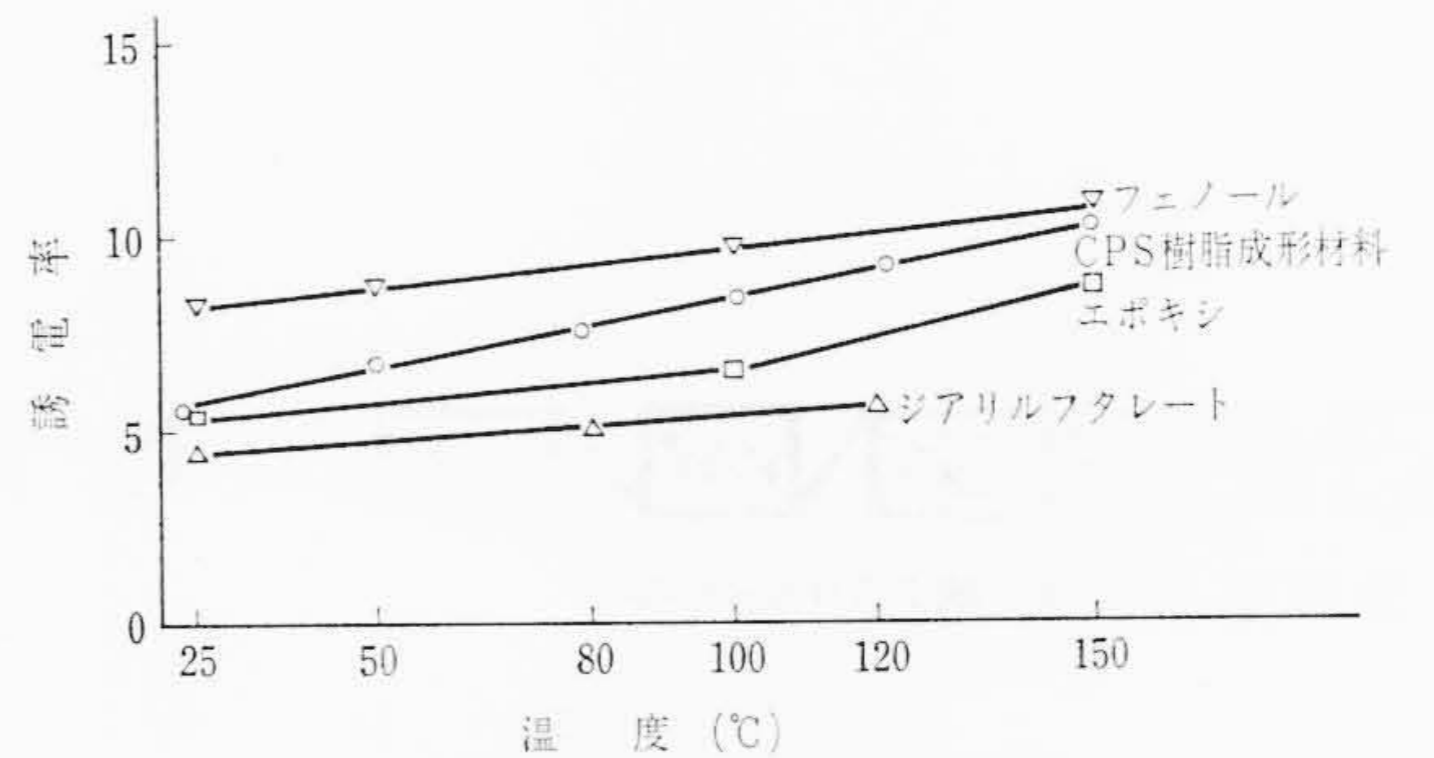


図 17 各種成形材料の誘電率と温度との関係

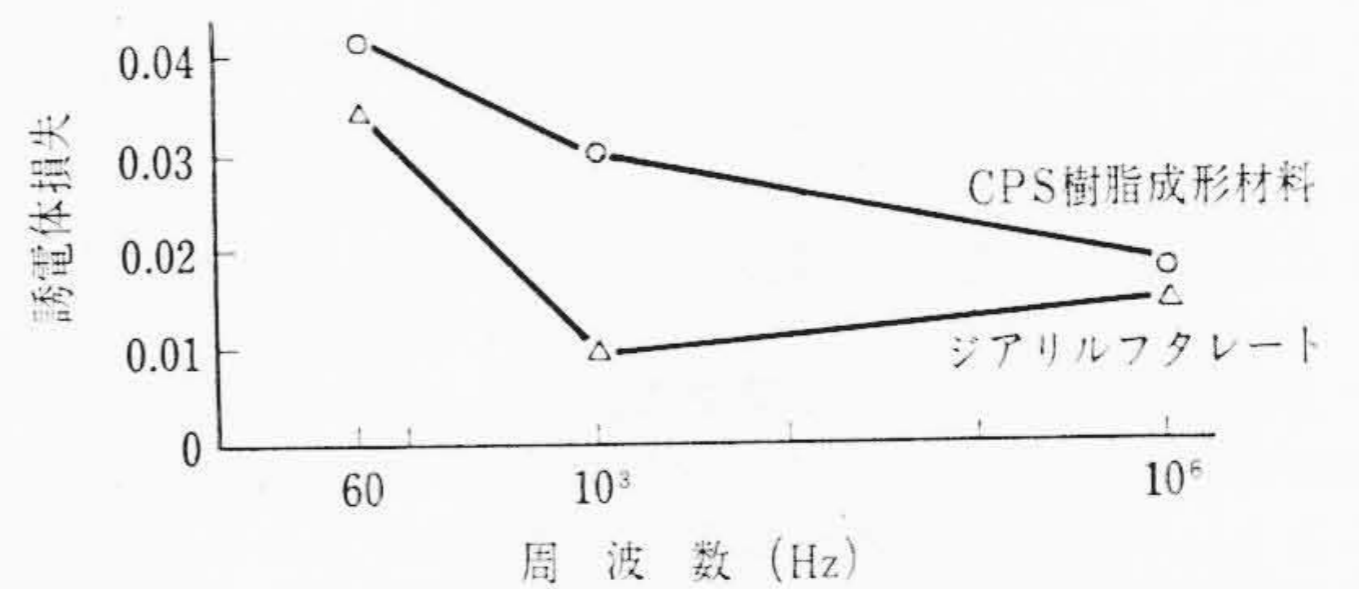


図 18 ジアリルフタレートおよび CPS 樹脂成形材料の誘電体損失と周波数との関係

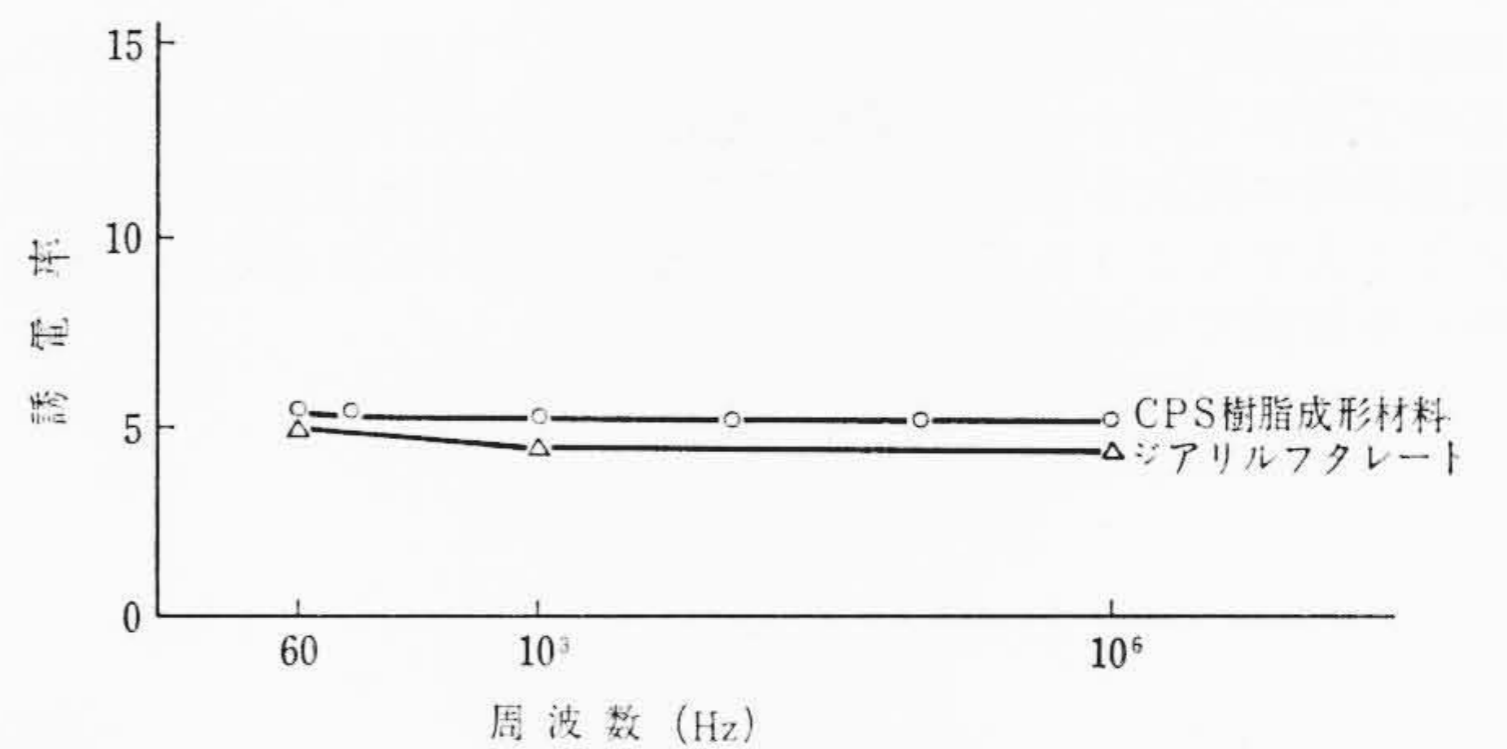


図 19 ジアリルフタレートおよび CPS 樹脂成形材料の誘電率と周波数との関係

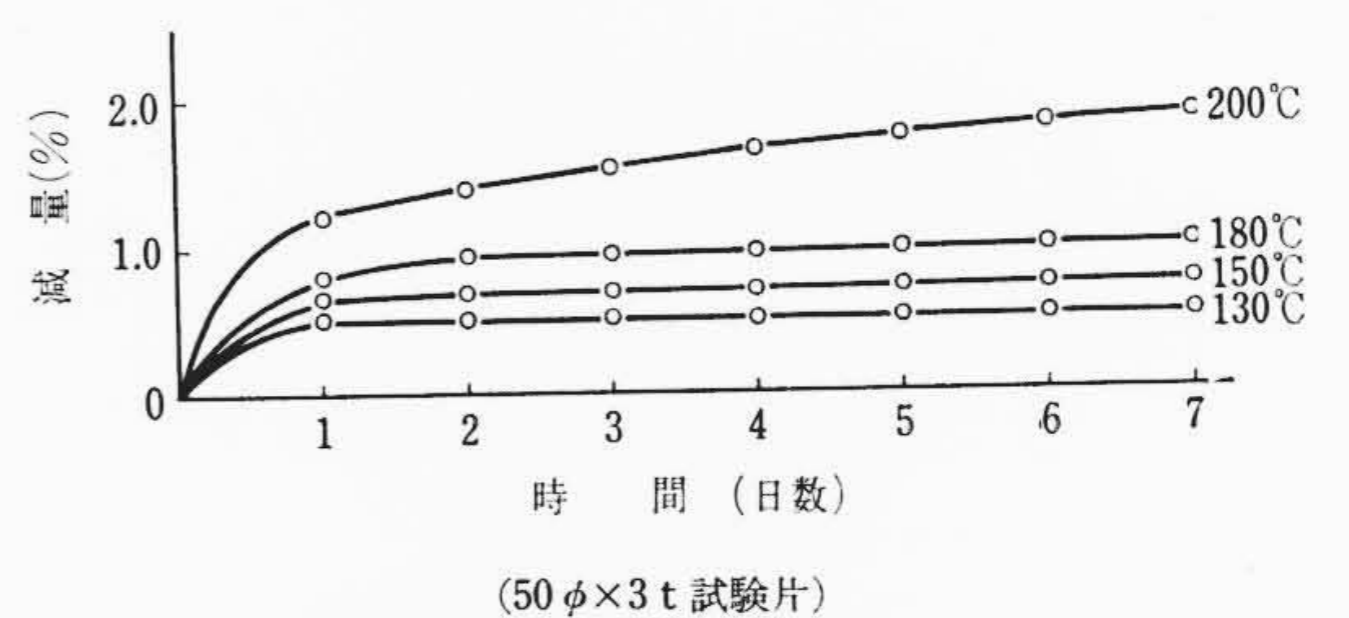


図 20 CPS 樹脂成形材料の各温度における加熱減量

して開発したCPS樹脂成形材料について、その成形法と特性について述べた。すなわち、成形法については、成形温度150~160℃、成形圧力150~200 kg/cm²、成形時間は、成形品の厚さによるが、薄いものでは、1~3分、また、型締めは、30~50秒が適当である。性能的には、耐衝撃性、耐熱性、寸法変化率、耐アーク性、絶縁性などにすぐれた特性をもっている。特に、耐衝撃性、耐熱性は、現在市販されている成形材料の中では最もすぐれている。

本研究にあたりご指導をいただいた、日立化成工業株式会社本社鶴田部長、下館工場、森主幹研究員、山崎工場、古賀部長に深謝するとともに、ご協力くださった検査課関係各位にお礼申しあげる。

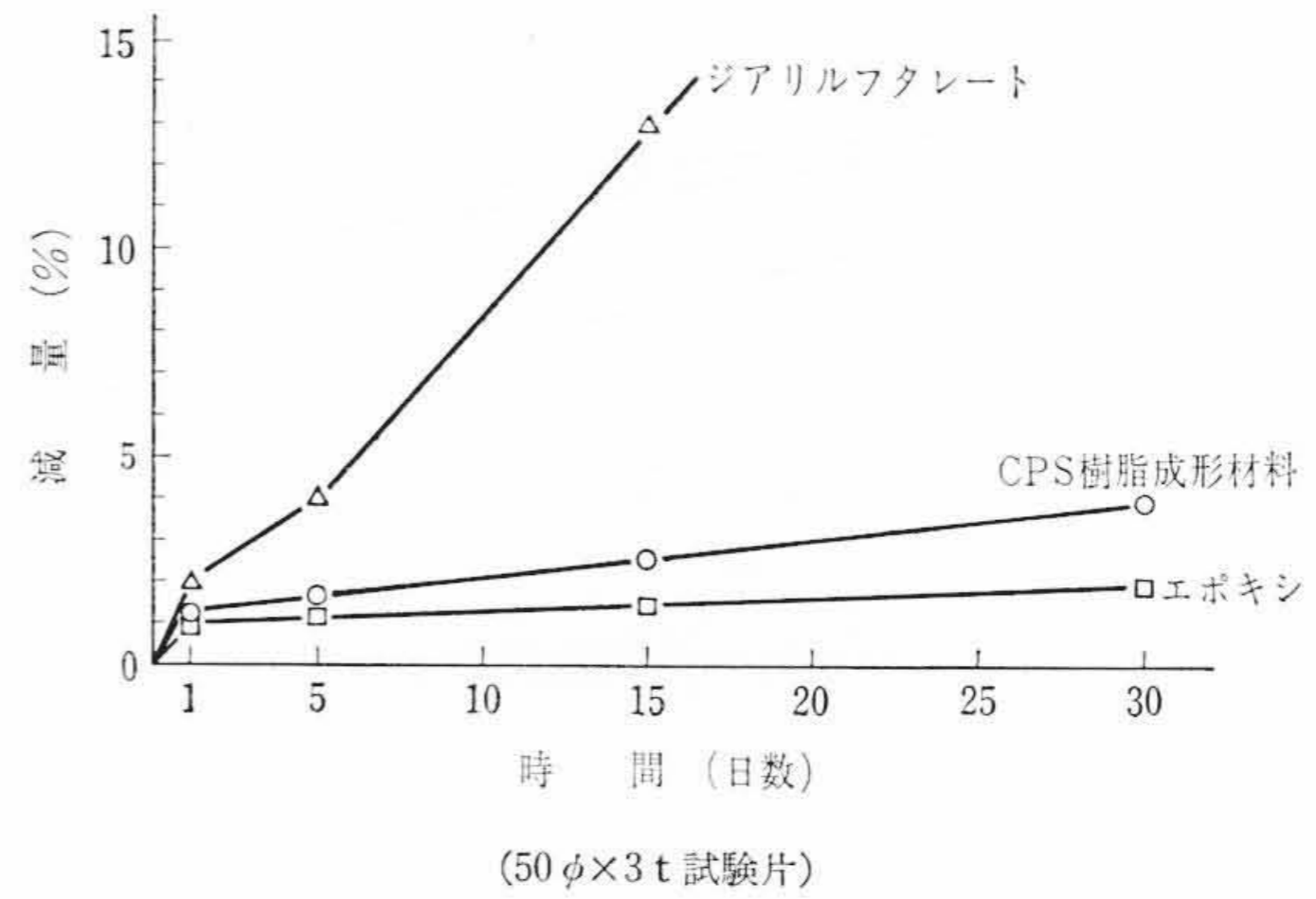
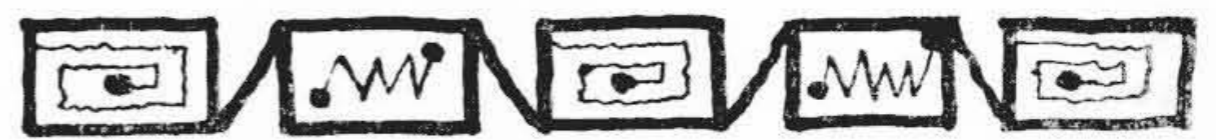


図21 各種成形材料の200℃における加熱減量



新案の紹介



登録実用新案 第559086号

渡辺昭則・犬塚 績

エレベータ制御装置

直流エレベータの速度制御としてワードレオナード回路を用い、その発電機の界磁巻線にそう入した速度指令用可変抵抗をプログラム制御する。そして減速時にはこの可変抵抗を目的着床面からの距離に応じて増加させるが、減速特性は過渡特性のために運転階床間数が相違すると運転特性が一致しなくなる。この考案は運転階床間数が異なっても速度特性が一致するようにしたものである。

図1は本案の一例を示す回路図で、加速時は可変抵抗 R_a を順次減少し、減速時は順次増大していく。そこで運転階床間数が多い(たとえば2階床以上)場合には図2A曲線のように制御されるけれども、運転階床間数が少ない(たとえば単階床)場合には図2B曲線のようになる。これは単階床運転では過渡特性のために減速開始付近で長階床運転時よりも速度が高くなり、減速終了付近では急激な回生制動によって速度は逆に低くなるからで、停止付近では低速運転区間が長くなる。

このために運転階床数の差異に起因する速度特性の変化による着床誤差を減ずるにはすべての運転において停止寸前に低速運転を要し走行所要時間が延び運転能率が低下する。

本案は加速終了前にエレベータが運転すべき階床間数を予知し、加速終了時にレオナード発電機の励磁電流を同一条件において多階床間運転時に流れる電流よりも減ずるように補助抵抗 R_a を界磁巻線にそう入するようにしたものである。すなわち接点Cは短階床運転時のみ開放するのである。

左記操作によって短階床運転時には減速指令が下げられ、運転階床間数が異なってもその速度特性をほぼ一致させることができる。(渡辺)

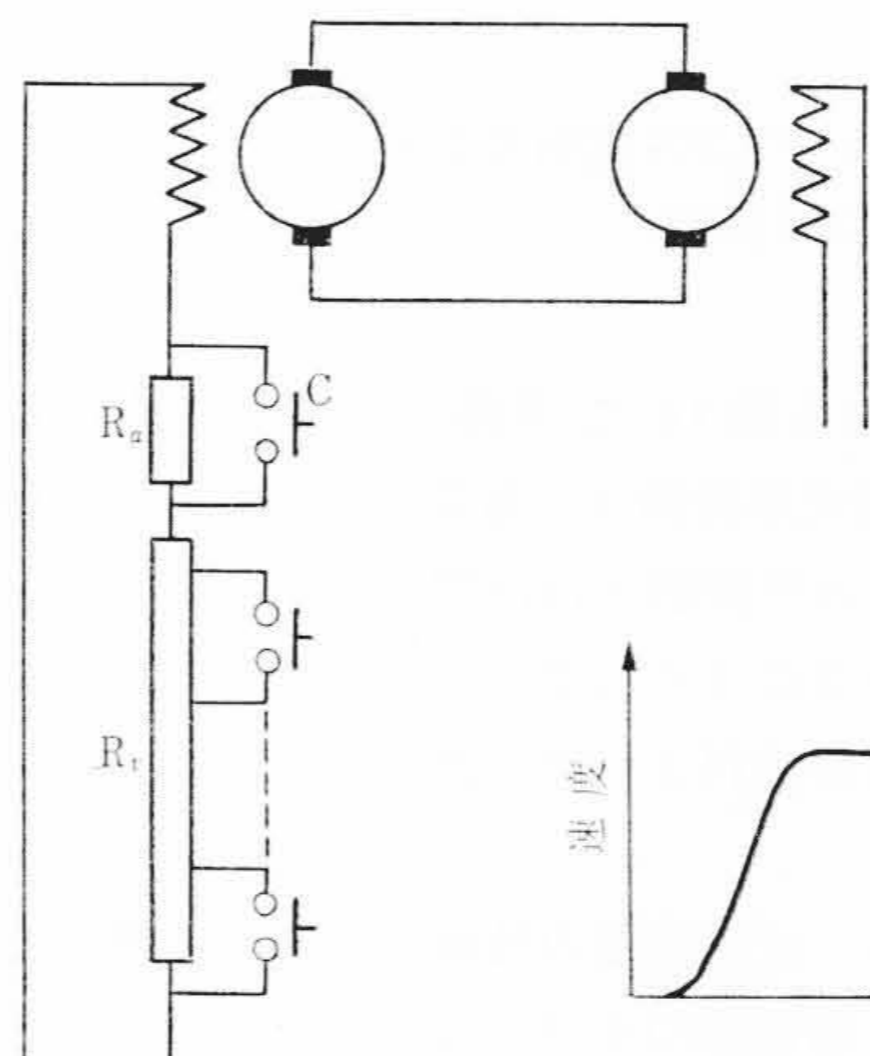


図1

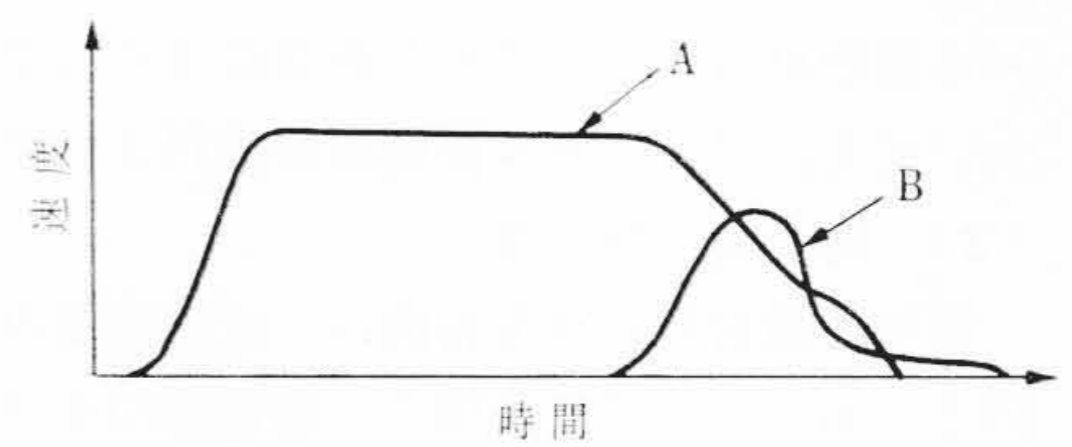


図2