

# 材 料

電線・ケーブル

金属材料

鋳鍛製品

化学製品



図1 187kV単心2,300mm<sup>2</sup>アルミ被CVケーブル

高度成長経済への道が閉ざされた今日、技術もいよいよ高度な革新が必要とされる。現在、様々な分野で精密化や多種少量生産に対する新技術や独創性の高い新製品の開発が進められているが、これに伴って必然的に材料問題に非常に高い関心が集まりつつある。特に、エネルギー問題が複雑化し、省エネルギーはもとより、石油代替エネルギー、あるいは新エネルギーへの転換が図られると、経済性を含め材料の選択を中心とする研究開発が重点的に推進されてくる。更に、エレクトロニクス化の波は、新しい材料とその加工技術について予測を上回る強いインパクトを与えている。

本章で紹介する諸種の材料は、電線・ケーブル、金属・鋳鍛造品、化学製品というわずかな分野について日立グループ・材料部門の成果の一端を示したにすぎないが、ここに掲げたものについてみるだけでも、上記の傾向が'80年代を迎え顕著に現われ始めていることに気付かれることと思う。従来、ともすれば地味で強い関心と呼ばなかった材料分野が、'80年代の技術開発の表舞台にどのような形でその姿を現わすか、ここに掲げた分野についてだけでもいささかの展望を記しておく。

電線・ケーブルの分野では、光ファイバ製造技術を中心として光伝送技術が予想以上の進展を示し、光通信、光のループ伝送、制御という形で各種産業分野に導入され、電光・光電変換モジュールの開発とともにその工業化へ大きく前進している(49ページ参照)。

超電導体は、ビッグサイエンスの中核をなす研究の基本として高い関心を呼んでいるが、NbTi系の高磁界導体の開発成功が今日の技術的進展を支えている。

金属の分野では、メタルテープ対応磁気ヘッド用として高硬度、高飽和磁束密度をもつコア材が開発されたが、磁気特性と耐食性とを両立させたユニークな製品として業界に大きな貢献をもたらすであろう。

鋳鍛分野でも、迅速中子造形法にみるようにユニークな技術が開発され、既に電動機ハウジング鋳造中子として実用化をみ良好な結果を得ている。

化学製品分野では、従来から絶縁関係や電子工業用として高性能・高品質材料の供給に定評を得ていたが、このところ分析機器や医療用装置などの特殊分野や自動車産業などの多様な新しいニーズにこたえ、いよいよ多彩な領域に対し技術開発を展開している。

なお、従来の産業部門に対する材料についても地道な開発努力が払われており、本章でもその例示を幾つかみることが出来る。

## 電線・ケーブル

### 超高圧・大サイズアルミ被CV電力ケーブルの納入

四国電力株式会社大洲変電所に、187kV単心2,300mm<sup>2</sup>アルミ被CVケーブル(図1)を、4回線合計870m、終端接続部24組みを納入し、このたび工事を完了した。

このケーブルは架空本線からの引込用に使われるもので、洞道内の棚に1相1条で布設され、1回線当たりの送電容量は583MVAである。

CVケーブルは優れた電気特性をもち、保守点検も簡便なことから、超高圧電力システムに使用され始めているが、日立電線株式会社では、早くから超高圧CVケーブルの開発研究に取り組み、昭和54年の世界最高電圧275kV CVケーブルの実用化に引き続いて、今回は超高圧CVケーブルとしては記録的な大サイズである2,300mm<sup>2</sup>のCVケーブルを納入できたものである。

### 高磁界用超電導導体の開発

核融合をはじめとして、磁気浮上リニアモーターカー、粒子加速器などの超電導応用分野では、高磁界で特性の良い、大電流容量の導体が大量に必要とされる。日立電線株式会社では、より均質で信頼性の高い超電導導体を工業的規模で製造する方法として、世界に先駆けて静水圧押し出し法を採用した(図

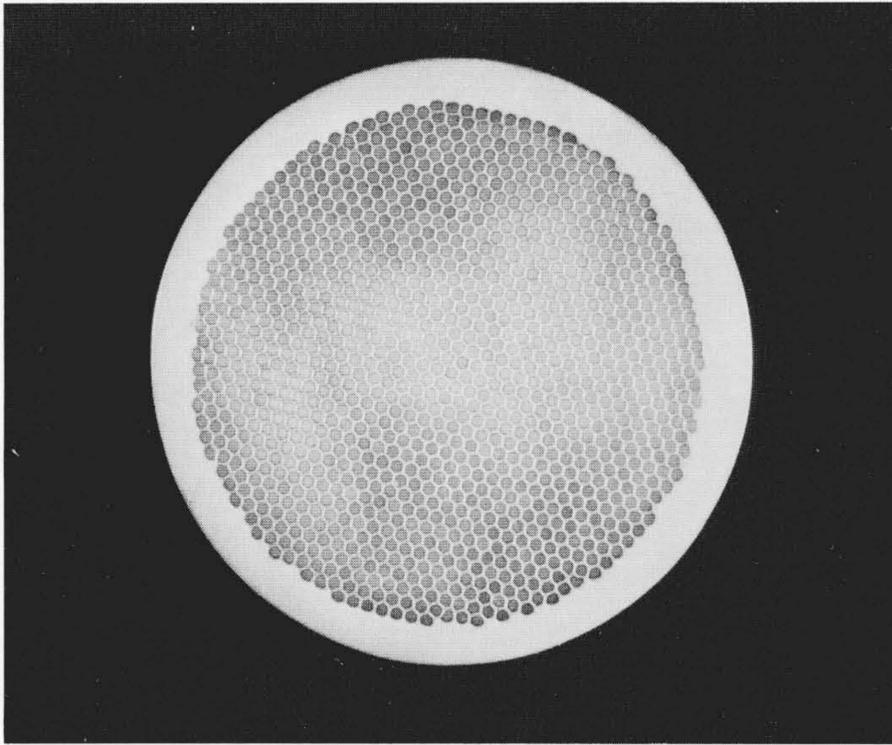


図2 静水圧押し出しによる超電導線断面写真

2)。更に、冷間加工一時効熱処理の組合せの最適化を図ることによって、NbTi系極細多心線材の高磁界特性を大幅に向上させることができた。すなわち、8 Tで $1.1 \times 10^5 \text{ A/cm}^2$ 以上の高い臨界電流密度が得られた。

ブロンズ法によるNb<sub>3</sub>Sn系極細多心線材の製造にも本方式を適用しており、10 T以上の高磁界マグネット用に、高品質の導体を供給できる技術確立している。

### コンピュータ用テフゼルフラットケーブルの開発

日立電線株式会社では、コンピュータ中央演算装置内の信号伝送用ケーブルとして、新形フラットケーブルを開発した(図3)。従来のテープラミネート方式に対し、特性面及びコスト面で有利な同時押し出し方式による高寸法精度化に成功したものである。心線には直径0.18mmの銀めっき無酸素銅線、絶縁体にはフッ素樹脂ETFE(テフゼル)を用いており、特性インピーダンス92 Ω、減衰量0.5dB/km、遅延時間5.5ns/mと電気的特性に優れている。また、同軸ケーブルに比べ端末処理工数の大幅な低減が可能である。

新形フラットケーブルは、高密度配線を迫られる新世代コンピュータ用ケーブルの主流をなすものであり、他の分野でも実用価値が高い。

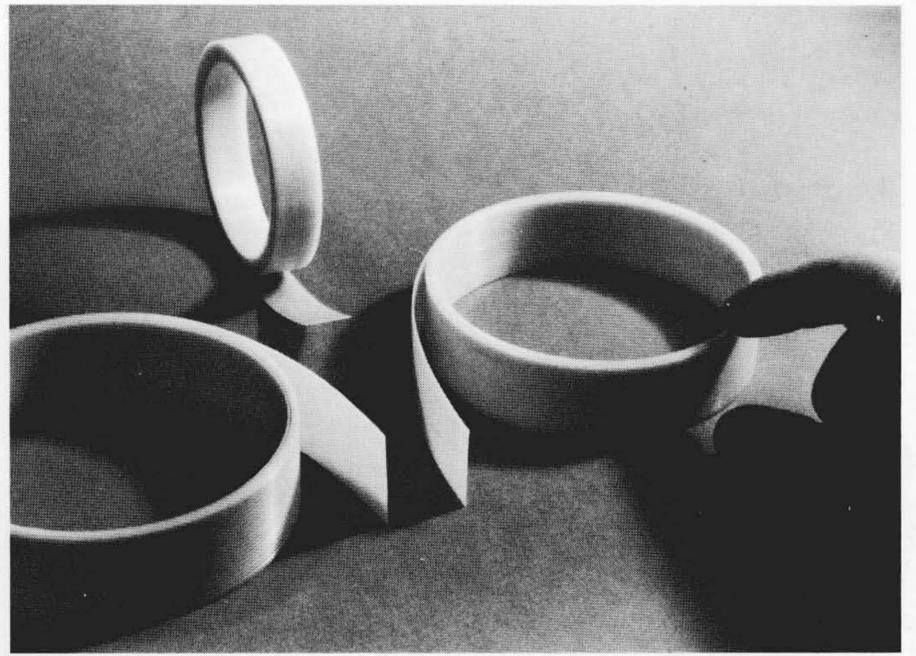


図3 コンピュータ用テフゼルフラットケーブル

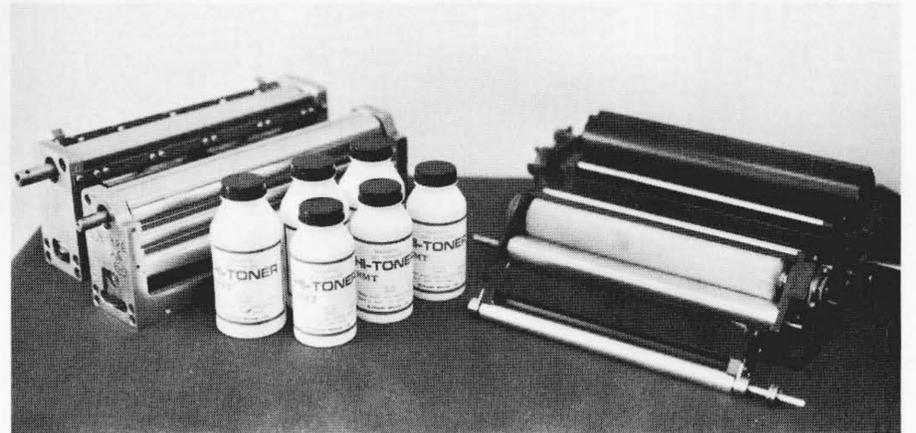


図4 PPC乾式電子複写機用部品材料

## 金属材料

### メタルテープ対応Fe-Al-Si系磁気ヘッド材料の開発

Fe-Al-Si系合金は、飽和磁束密度( $B_{10}$ )が最も大きくかつ高透磁率特性をもっているために、メタルテープ対応の磁気ヘッドコア材として最高のものである。しかし、耐食性と難加工性のために実用化が遅れていた。

日立金属株式会社では、無欠陥インゴットの製造技術と精密加工技術をベースに、メタルテープのMOL特性の優れた「タフパーム YEP-TG」材を開発し、量産化に入った。この材料は、磁気特性と上記欠点の耐食性を両立させた画期的な製品で、併せて高い寸法精度が期待でき、ユーザーから高い評価を受けている(表1)。

### PPC乾式電子複写機用部品材料の開発

日立金属株式会社は、電子複写機、ファクシミリなどの乾式印字システムに用いられる一体構造の特色あるマグネットロールを市場に供給してきた。印字システムは方式によりCPC(Coated Paper Copy)とPPC(Plain Paper Copy)、定着方法は熱と圧力、現像剤は二成分系と一成分系トナーがあり、それぞれの組合せが可能である。このうち、一成分系トナーを用いたPPC方式は、普通紙への印字が可能、メンテナンスが容易などの特長を持っており、本方式にマッチしたマグネットロール、現像機、クリーニングユニット及び従来の方式に比べ小形・軽量の特長をもつ独自の三段ロール圧力定着機

表1 タフパームYEP-Tの諸特性

特性	磁気特性				腐食減量 (mg)	摩耗量 (mm <sup>3</sup> /h)
	$\mu_e 0.3\text{kHz}$	$\mu_e 100\text{kHz}$	$B_{10}(\text{G})$	$H_c(\text{Oe})$		
YEP-TB	3,800	290	7,500	0.050	0	$1.5 \times 10^{-3}$
YEP-TC	18,000	510	10,000	0.030	9	$7 \times 10^{-3}$
YEP-TD	18,000	550	7,300	0.030	2	$3 \times 10^{-3}$
YEP-TF	18,000	600	8,700	0.030	4	$3 \times 10^{-3}$
YEP-TG	22,000	550	8,900	0.025	4	$2 \times 10^{-3}$

注：板厚 0.3mm

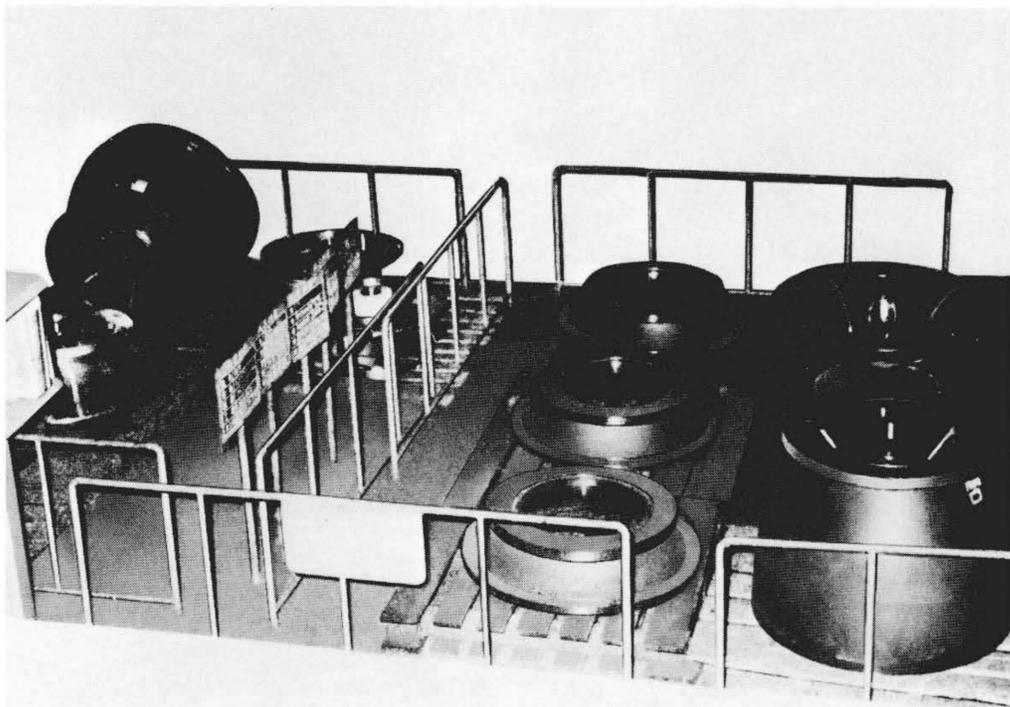


図5 アルミニウム青銅鋳物製ポンプ部品群

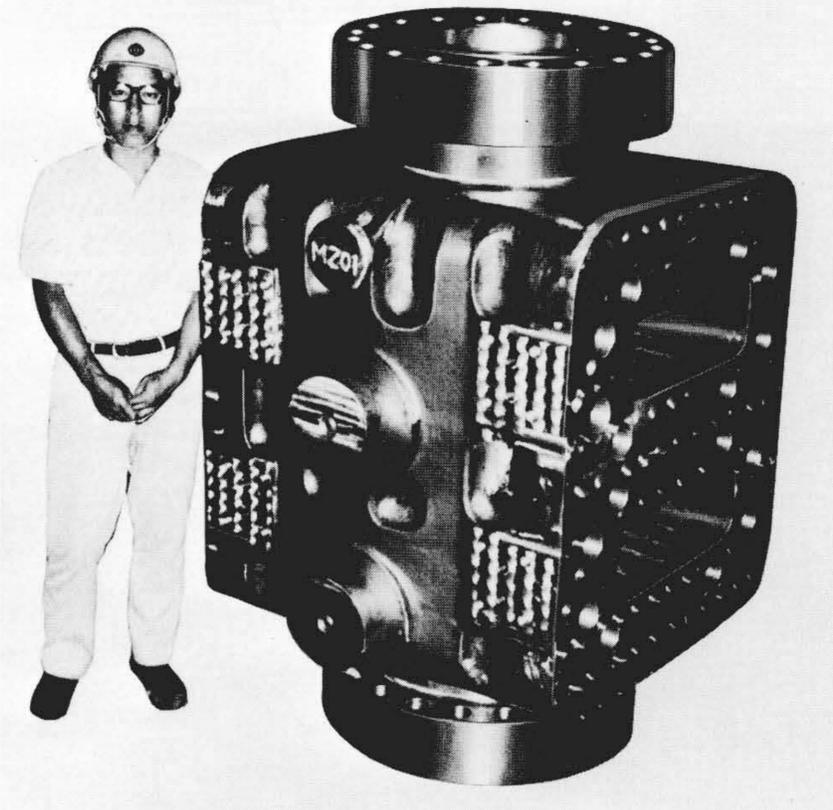


図6 原油吹出し阻止弁用ボディ鋳鋼品

を開発した。また、日立製作所と共同で従来のCPC一成分系トナーに加え、高性能のPPC一成分系トナーを開発した。これらの一例を図4に示す。

## 鋳鍛製品

### 迅速中子造型法(HG-Iプロセス)の開発と実用化

水ガラスを粘結材とするガス型法は、多くの利点があるため広く使用されている。しかし、これは鋳造後中子の崩壊性が悪いため多大な仕上げ工数を必要としている。一方、鋳造後の崩壊性は有機粘結材を使う各種造型法によって良好な結果が得られるが、作業環境を悪くしたり、模型の回転が悪といった問題点がある。

そこで、これらの問題点に対処できる造型法の開発を目指した検討を行なった。その結果、水溶性有機高分子を主粘結材とし、CO<sub>2</sub>ガスで迅速に硬化する中子造型法「HG-Iプロセス」を開発した。このプロセスによれば、中子を成型後CO<sub>2</sub>ガスを吹き込むと急速に硬化し、直ちに離型することができる。したがって、中子の生産性が高く、また中子砂の可使時間が長いので、作業計画に合わせて造型することができる。更に、強度及び表面安定度の優れた中子を製造できるばかりでなく、主粘結材が有機高分子であるため、注湯後の崩壊性も良好で、鋳仕上げ工数の大幅低減を可能とするなどの特長を備えている。

現在このプロセスは、ポンプのインペラあるいは電動機のハウジング鋳造用中子として実用化されており、中子の製造スピードの向上、鋳仕上げ工数の低減などの面で特長を発揮している。また作業環境の面でも中子の硬化が臭気及び毒性のないCO<sub>2</sub>ガスで迅速に進むことと、主粘結材が水を溶剤として使用しており、成分中に硫黄や窒素分を含んでいないため、造型時及び注湯時共に良好な結果を得ている。

### 原子力発電所向けアルミニウム青銅鋳物ポンプ部品の製造

米国及びカナダ向け原子力発電所用の材料は、ASME(米国機械学会)から材料製造業者としての認可証を取得しなければ製造できない。日立製作所では、銅及び銅合金鋳物に対して昭和54年8月に我が国で初めてそれを取得し、米国の有力ポンプメーカーの一つであるByron Jackson Pump Div.(Borg-Warner Co.)へアルミニウム青銅鋳物(数種類、総重量約7t)を納入した。これら(図5)は、いずれもASME CODE SEC.III規定のCLASS 3に属するポンプ部品である。

### 原油吹出し阻止弁用ボディ鋳鋼品の製造

米国の原油掘削機メーカーの一つで

あるNL-Rig社向け原油吹出し阻止弁用ボディ鋳鋼品が完成した。このボディ鋳鋼品は、原油掘削時に高圧の原油吹出しを一時阻止するもので、油田掘削装置の重要な部品である。このボディ(重量約7.5t)(図6)は、材質ASTM(アメリカ材料試験協会)A487-9QのCr-Mo鋳鋼品にAISI(American Iron and Steel Institute)4130の鍛造フランジを構造溶接して、熱処理を行ない、硬さHB207~235とし、最終機械加工したものである。

### 石油精製・化学配管用鋳鋼バルブ

石油精製・化学配管用「㊦印鋳鋼バルブ」の市販を開始した。API(アメリカ石油協会)規格に基づき設計されたもので、JPI(国内の石油学会)規格、JISなども満足する。クラス150、300及び600の大きさ24inまでの仕切弁、玉形弁、逆止め弁の各品種がある(図7)。アメリカでも好評でメジャー各社に採用されており、輸出に加え国内でも地歩を築きつつある。

特長の第一は、内圧による耐圧部の変形をホログラフィーによって測定解析し、最も効果的な形状としたため弁の生命である流体の締切性能に優れていることである。

第二は過大な操作力によってバルブが破壊する事態を想定し、フェイルセーフの設計によりバルブの開閉誤認を

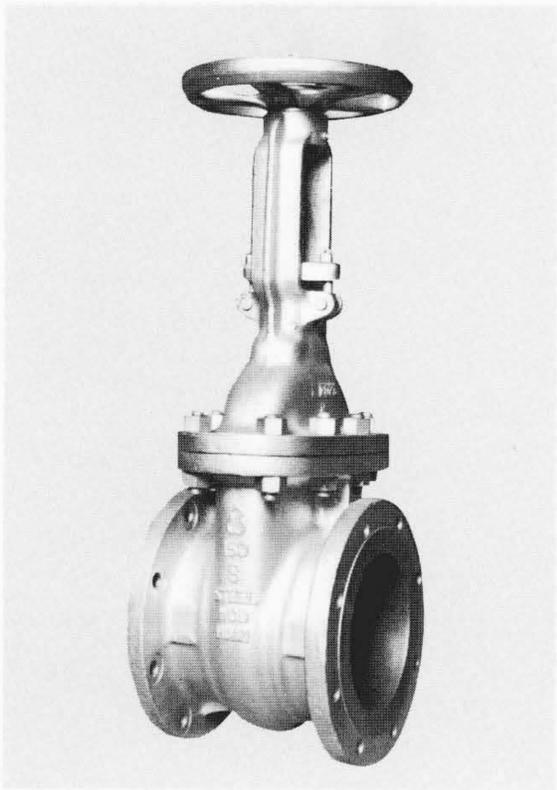


図7 印鋼クラス150仕切弁

防止して、プラントの安全を確保するよう考慮したことである。

## 化学製品

### 耐熱性ポリイミド樹脂多層印刷配線板用材料

電子機器がより高性能化するに伴い、これに使用される印刷配線板は、より高度な信頼性と高密度化が要求されている。そこで、高信頼性材料として耐熱性ポリイミド樹脂銅張積層板“MCL-I-67”を開発した。

“MCL-I-67”は、ポリイミド系材料にいられている銅はくとの接着力、硬化性、後硬化による寸法精度の低下などの欠点を解決した高密度多層印刷配線板用材料である。その諸特性を表2に示す。ガラス転移点が高く、図8(a)に示すように広い温度範囲で熱膨張率が小さい。このため、熱衝撃によって

表2 “MCL-I-67”の諸特性

項目	単位	処理条件	“MCL-I-67”	FR-4 (ガラス布エポキシMCL)	
はんだ耐熱性	s	(300°C)	300以上	20~30	
引きはがし強さ	kgf/cm	A	1.5~1.6	1.6~1.8	
高温曲げ強さ	kgf/cm <sup>2</sup>	180°C 60分 加熱時	縦	35~40	2~4
			横	30~33	2~4
絶縁抵抗	Ω	C-96/20/65 +D-2/100	$9 \times 10^{12}$	$4 \times 10^{12}$	
誘電率	-	C-96/20/65 +D-48/50	4.6~5.0	4.8~5.1	
誘電正接	-	C-96/20/65 +D-48/50	0.012~0.017	0.020~0.023	
耐燃性 (UL-94)	-	A	V-1相当	V-0	
ガラス転移点	°C	A	210~220	120~130	

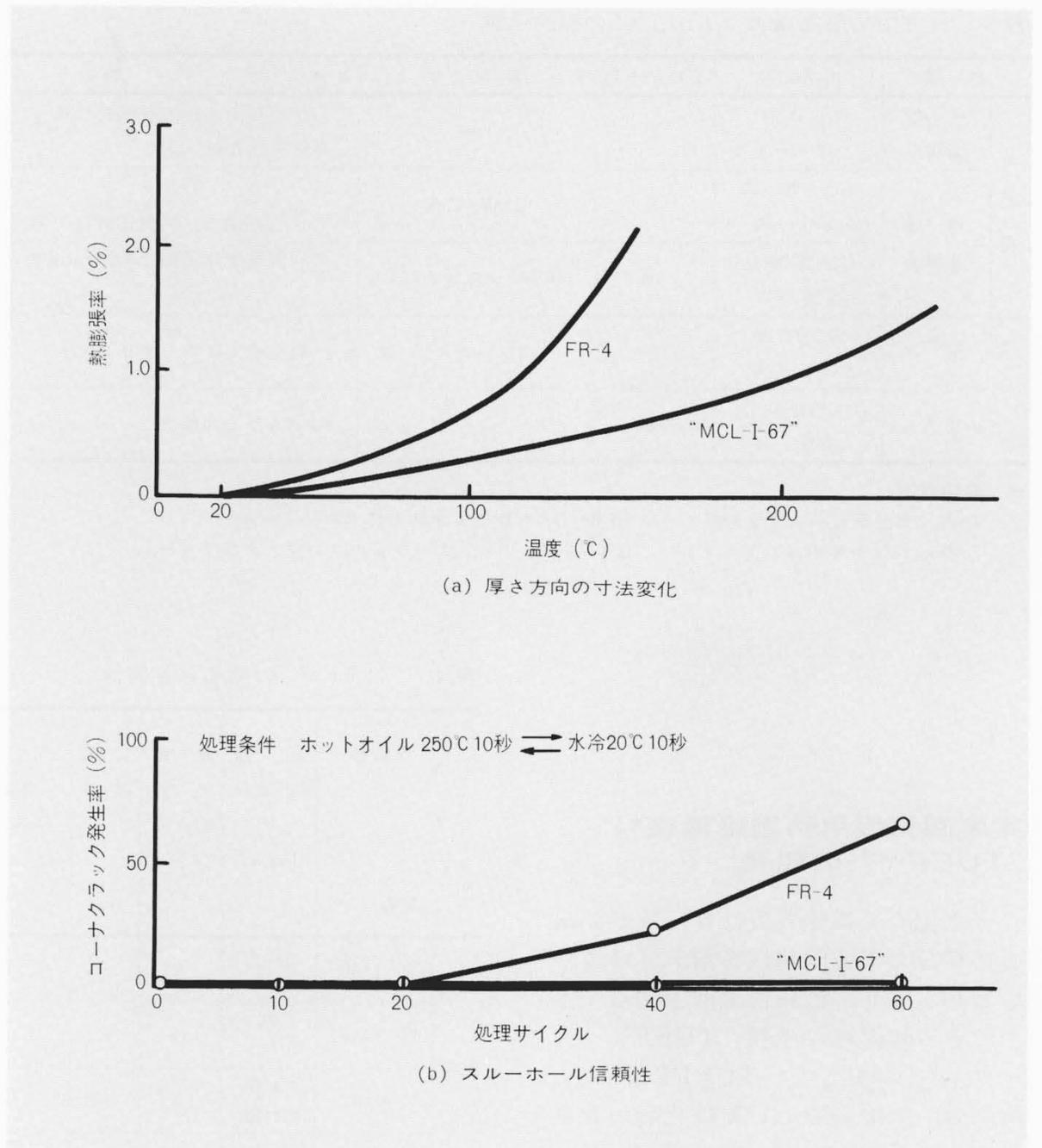


図8 “MCL-I-67”の高信頼性

配線板のスルーホールに加わる応力が小さくなり、同図(b)に示すようにコーナクラックの発生がなくなる。一方、接着用プリプレグは硬化性が良く、170°Cで十分硬化し、後硬化も不要である。このため、多層化接着前後での寸法精度が良くなる。このような特性から、“MCL-I-67”は、高密度多層印刷配線板用材料として最適である。

### 日立GPC用充填カラム“GELKO”

GPC (Gel Permeation Chromatography) は高分子材料の分子量分布測定器として重要なものである。GPC用充填カラムはGPCの重要部品であり、高分子材料を分子サイズ別に分離させる機能をもっている。カラムには、直径10 $\mu$ m程度の多孔性球状ポリスチレン系架橋ゲルが充填されている。今回、一般溶媒系分析用、特殊溶媒系分析用、分取用及びプレカラムの計4品種、36グレードが市場に出た(表3)。この中で特に難溶性高分子の常温測定可能な品種 (GL-S 300シリーズ) は世界で初めての商品であり、例えばHFIP(ヘキサフルオロイソプロパノール)/クロロホルム混合溶媒系分析用カラムを使用することによって、これまで困難とされていたポリエチレンテレフタレート系線状ポリエステル樹脂の分子量分布の常温での測定が容易にできるようになった。

表3 日立GPC用充填カラムGELKOの製品一覧

品 種	品名記号	グレード数	溶 媒	対 象	
分 析 用	一 般 溶媒系	GL-A100 シリーズ	8	THF	THFに可溶の一般有機化合物～ 高分子化合物
	特 殊 溶媒系	GL-S300DT シリーズ	8	DMF/THF	THFに不溶で、特殊溶媒に可溶 の一般有機化合物～高分子化合物
		GL-S300HC シリーズ	16	HFIP/クロロホルム	
分 取 用	GL-P200 シリーズ	2	クロロホルム	一般有機化合物～オリゴマー	
プレカラム	GL-F シリーズ	4	—	GPCカラムの保護	

注：略語説明

THF (テトラヒドロフラン)      HFIP (ヘキサフルオロイソプロパノール)  
DMF (ジメチルホルムアミド)      GPC (ゲルパーミエーションクロマトグラフィー)

### 実装回路板用防湿絶縁塗料 “TUFFY”の開発

日立化成工業株式会社は、電子部品を搭載した実装回路板を湿気、ほこりなどから守り、信頼性を向上することができる防湿絶縁塗料“TUFFY”(タッフイ)を開発した。“TUFFY”には、溶剤形、無溶剤形、UV硬化形の3タイプ、9品種があり、使用方法、目的、用途などにより使い分けができるように設定されている。特にTF-1140T、TF-1141Tは、1コートで厚塗りできる特長をもち、ピン足の防湿に適している(表4)。

### 封止用耐熱性成形材料の開発

IC、LSIなどの半導体製品や回転機のコイルなどの電気機器部品の分野では、高密度化、高信頼度化及び小形・軽量化の趨勢に伴い、その封止用成形材料にはますます優れた耐熱性、電気的特性及び耐湿性が要求されている。これに応ずるものとして新しいイミド系硬化剤を見だし、これとエポキシ化合物とを組み合わせた新しい耐熱性成形材料を開発した。開発材料は、従来材料(シリコン系、エポキシ系)に比べて、高温(180°C)での曲げ強さに優れている。高温(180°C)での電気的特性はシリコン系と同等で、エポキシ系に比べて格段に優れている。また耐湿性にも優れ、半導体製品や電気機器などの封止用材料として有望である。本開発材料の特性を表5に示す。

表4 “TUFFY”の品名と主特性

タイプ	品番	特性	粘 度 (25°C, P {Pa. s})	指 触 乾 燥 時 間 (23°C, min)	鉛 筆 硬 さ	可とう性 〔マンドレ ル径(mm)〕	体積抵抗率 (23°C, Ω·cm)		硬化条件
							常 態	24時間 浸水後	
溶 剤	TF-1140		2.3 {0.23}	5	B	10	$4 \times 10^{14}$	$4 \times 10^{14}$	23°C/24h
	TF-1140T		24 {2.4}	15	B	10	$6 \times 10^{14}$	$5 \times 10^{14}$	23°C/24h 後60°C/4h
	TF-1141		1.9 {0.19}	5	4B	2	$5 \times 10^{15}$	$1 \times 10^{15}$	23°C/24h
	TF-1141T		22 {0.22}	15	4B	2	$2 \times 10^{15}$	$8 \times 10^{14}$	23°C/24h 後60°C/4h
無 溶 剤	TF-1150		2.3 {0.23}	8	3B	20	$7 \times 10^{14}$	$4 \times 10^{13}$	60°C/1h
	TF-2270		5.0 {0.5}	120°C 1h	4B	2	$2 \times 10^{16}$	$5 \times 10^{15}$	120°C/1h (CT-I 1%)
	TF-2280		73 {7.3}	120°C 1h	B	15	$4 \times 10^{15}$	$7 \times 10^{14}$	120°C/3h (A剤/B剤=100/150)
UV	TF-3370		5.0 {0.5}	1*	4B	2	$2 \times 10^{15}$	$5 \times 10^{15}$	UV/3分*
	TF-3390		0.3 {0.03}	0.5*	3H	20	$4 \times 10^{15}$	$2 \times 10^{15}$	UV/3分*

注：\* 1kW水銀灯×2, 35cm

表5 封止用耐熱性成形材料の特性

特 性	材 料	開発材料	従 来 材 料	
			シリコン系	エポキシ系
ガラス転移点(°C)		200	>200	150
線膨張係数 $\alpha \times 10^{-5} (^{\circ}\text{C}^{-1})$		2.1	3.0	2.2
曲げ強さ(kg/cm <sup>2</sup> ) 180°C		550	230	280
加熱劣化特性(%)[200°C, 30日放置後の強度保持率]		100	100	60
電 気 特 性 (180°C)	誘電正接(%)	1.2	1.4	9.5
	体積抵抗率(Ω·cm)	$2.8 \times 10^{13}$	$2.9 \times 10^{13}$	$3.0 \times 10^{10}$
吸水率(%)[プレッシャ・クッカテスト50時間後]		0.9	0.6	0.9
体積抵抗率(Ω·cm)[プレッシャ・クッカテスト50時間]		$5.0 \times 10^{14}$	$1.0 \times 10^{15}$	$3.0 \times 10^{14}$
難燃性(UL-94規格)		V-0	V-0	V-0