

# 材 料

電線・ケーブル

金 属

鑄鍛造品

化学製品

日立製作所鑄鍛事業部、日立電線株式会社、日立金属株式会社及び日立化成工業株式会社を中心とする日立グループの材料部門は、全産業の基盤製品として、日立製品への応用はもとより、すべて広く市場に出荷され好評を得ているが、ここにその一部について概説する。

電線・ケーブル部門では、電力用として送電線路の大容量化、安定化及び布設の作業性改善に対する要望がますます強くなっている。関西電力株式会社奥吉野揚水発電所の高低差94m、亘長600mの斜坑内に布設された500kV単心1,000mm<sup>2</sup>高油圧波付アルミ被OFケーブルは、内油圧10.5kg/cm<sup>2</sup>に耐えるよう厚肉金属シースを用いたものであり、電源開発株式会社奥清津発電所に納入した187kV CVケーブルは世界で初めてのもので、従来のOFケーブルに代わって、ガス架橋及び3層コモンヘッド押出方式という高信頼度の製造技術の確立によりこれが成功したものである。これらは、いずれも前記のニーズに応ずるものである。通信ケーブルとしては、光ファイバケーブルが既に実用・製品化の段階に入り、長距離無中継の信号伝送、高耐電圧制御などの回線での適用が進みつつあることが特筆されよう。

金属部門では、電気、機械、自動車、建設、情報など多くの産業部門に対しユニークな構造、及び機能材料を研究開発し供給しているが、従来のセンダスト系合金を改良し耐食、耐摩耗性を増したオーディオ用磁性材料「タフバームYEP-T」、磁気バブル基板用の大形GGG単結晶、ヤング率温度係数が極めて小さく、かつ機械的性質の優秀な恒弾性材料「YED-2」、各種圧縮機のフラッパーバルブなどの高級弁用材料の高級ステンレス焼入帯鋼などはその代表的なものである。

鑄鍛造品部門では先年、原子力発電用鑄鍛鋼品に対し、ASME(米国機械学会)の認定証が授与され、国際的優遇性を確立したが、ここに述べた加圧水型原子炉用再循環ポンプケーシングも、蓄積された優秀な鑄造技術と厳格な品質保証体制の下に製造された一例である。その他、圧延機用鍛鋼ロールの材質、熱処理などを改善した高性能の製品を開発し好評を得ている。

化学製品部門では、環境衛生、安全性などの社会的要請に加えて、多様化する顧客ニーズにも応じ高品質で安定性の良い化学製品を供給するため鋭意努力しているが、以下に述べるガラス布基材銅張積層板及び難燃高耐湿封止用エポキシ成形材料は、これらのニーズに応ずる製品として代表的なものである。

図1 500kV×1,000mm<sup>2</sup>高油圧波付アルミ被OFケーブル



## 電線・ケーブル

### 500kV高油圧波付アルミ被OFケーブルの高落差布設

関西電力株式会社奥吉野揚水発電所へ納入の500kV単心1,000mm<sup>2</sup>高油圧波付アルミ被OFケーブルは、屋外開閉所と地下発電所を結ぶ亘長600m、高低差94mの斜坑内に布設されるもので、内油圧10.5kg/cm<sup>2</sup>に耐えるよう金属シースに3.4mmの厚肉アルミ被が用いられた(図1)。

日立電線株式会社は、外径150mmのケーブルを単長600mの長尺で輸送、布設するという過去に例を見ない工事だけに、試送を含む現地搬入ルート of 事前調査を行ない、布設に当たっても制動機器の分散配置方式、スキッドパイプを用いた引入れ工法などを採用した。また、防災対策としてルート全長にわたる砂埋めを行なった。傾斜布設ケーブルの熱伸縮時滑落防止対策には、クリートによる中央固定方式を採用した。

### 世界初の187kV CVケーブルを納入

日立電線株式会社は、世界初の187kV CVケーブルを電源開発株式会社奥清津発電所に納入した。ケーブルは、600mm<sup>2</sup>4回線及び2,000mm<sup>2</sup>2回線で、主要変圧器、SF<sub>6</sub>ガスしゃ断器及び500kV連系変圧器を結ぶ地下洞道に布設された(図2)。

図2 車上延線方式による187kV CVケーブルの布設

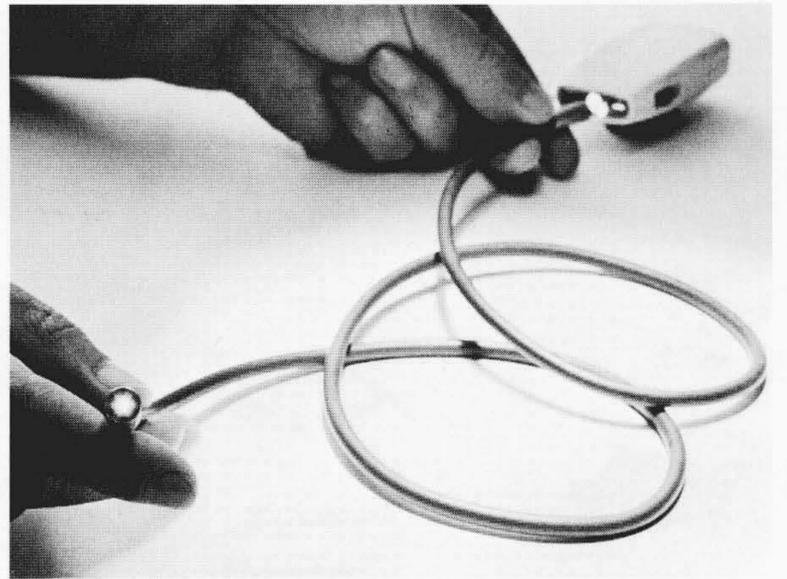
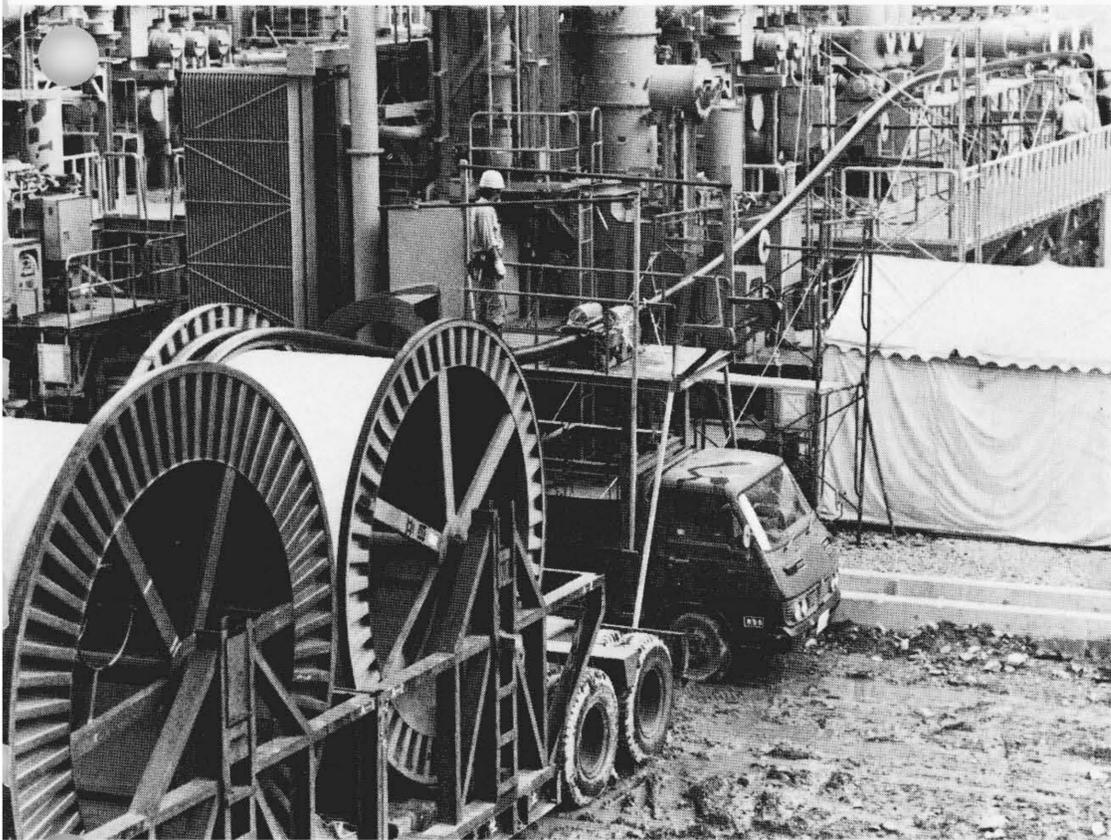


図3 高電圧環境での制御回線として最適なバンドル形光ファイバケーブル

従来、この電圧階級にはOFケーブルが使用されていたが、ガス架橋及び3層コモンヘッド押出方式に代表される高信頼度の製造技術の確立により、CVケーブルが採用されたものである。

本ケーブルは、22mmという低減絶縁で設計されているが、初期特性はもとより長期課通電試験後も優れた特性を示しており、これを契機にCVケーブルの超高圧系統へのいっそうの進出が望まれる。

### 実用、製品化の段階に入った光ファイバケーブル

光ファイバケーブルは、低損失広帯域伝送特性や高耐電圧で誘導妨害を受けないなど、優れた特長をもつことから、特に長距離無中継の信号伝送、高耐電圧制御などの回線での適用が進みつつある。

日立電線株式会社は、既に東京電力株式会社及び関西電力株式会社と、光ファイバケーブルを用いた管内系統保護監視システムの実証試験を行なっているが、更に、制御用バンドル形ファイバケーブル(図3)、コード類の製品化の見通しも得られ、信号伝送に不可欠な電光、及び光電変換部を含めた光伝送総合システムの開発も行なっている。将来は金属導体による信号伝送に代わって、通信の主要基幹系統への光ファイバケーブルの実用化、適用拡大など幅広い応用が予想される。

### エナメル線類の品質管理強化に役立つ光学式欠陥検出器の開発

日立電線株式会社と日立製作所はエナメル線類の表面欠陥を高精度、非接触、高速で自動的に検出できる「光学式表面欠陥検出器」を開発した。この装置は、検出部(図4)、電源部とアンプ部及び表示回路に分かれたコンパクトなもので、欠陥検出は走行中の線状体全周に光をあて、欠陥部があった場合に発生する乱反射光を楕円鏡を介し光電素子でとらえる方法である。

その特長は、(1)非接触タイプである。(2)0.2~2.0mmまで1個の検出器が使える。(3)振動や他の光の影響を受けない。(4)欠陥の大きさも区別で

きる。(5)構造が簡単で保守管理が容易である。欠陥の大きさ0.1mm以上を高速で検出できるため、エナメル線のように細くしかも薄い絶縁皮膜に発生する欠陥の検出には威力があり、今後とも長尺品の品質管理強化に役立つものと期待される。

## 金属

### 耐食・耐摩耗に優れた磁気ヘッド用センダスト系合金

センダスト系合金を使った磁気ヘッドは、独特の柔らかい再生音を得られることから、オーディオ用ヘッドとし

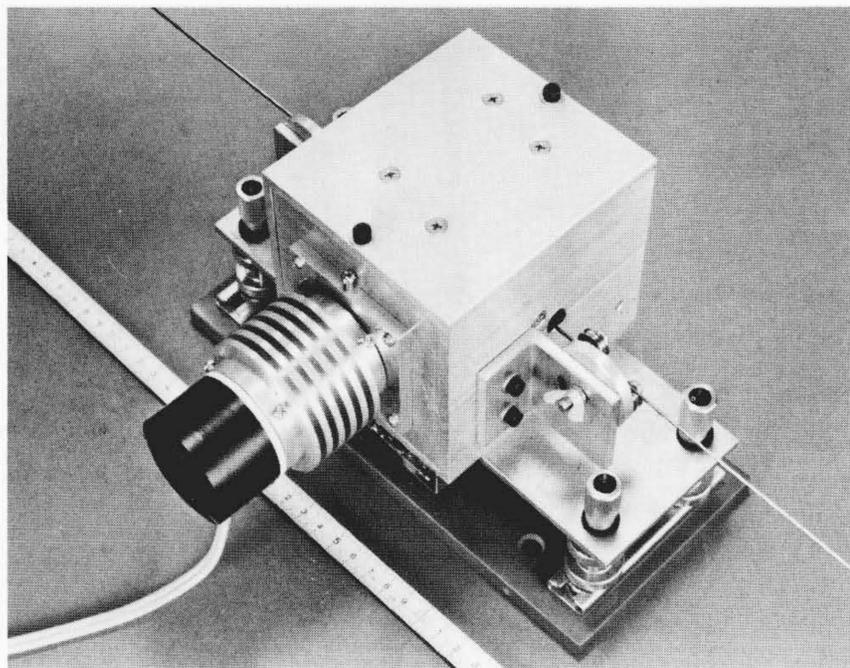


図4 表面欠陥検出器の検出部

図5 「タフパームYEP-T」磁気ヘッドチップ



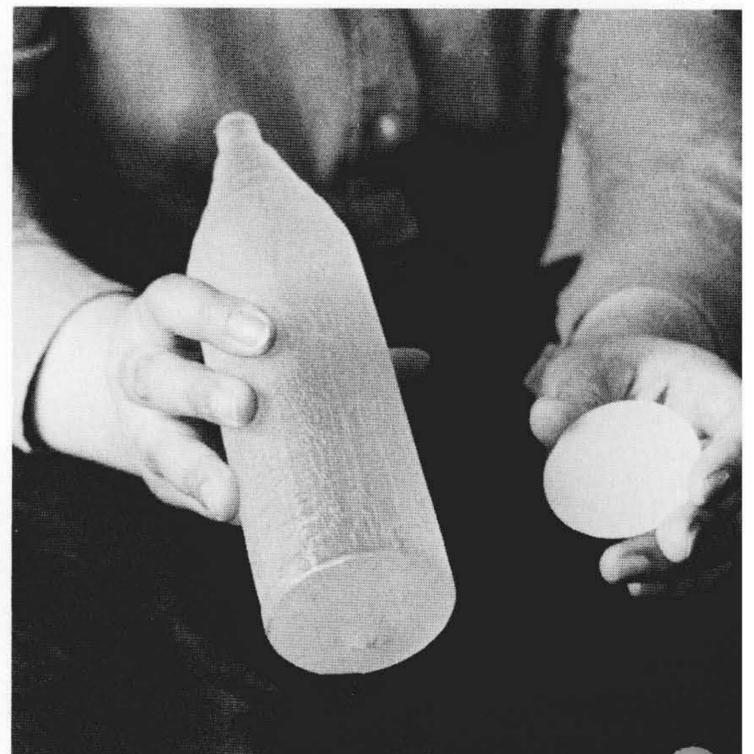
ての用途が広がっている。日立金属株式会社では従来のセンダスト系合金に改良を加え、オーディオ用として最適なセンダスト系合金「タフパームYEP-T」の開発を行なった(図5)。

「タフパームYEP-T」は、特殊元素の添加と日立金属株式会社独自の特殊溶解鑄造技術を適用することにより、耐食性及び耐摩耗性に著しく優れ、かつ従来品センダストでは不可避であったピンホールをほぼ皆無にすることができた。なお、これに独自の精密加工技術を駆使して仕上げた0.3t、0.2t、0.145tのオーディオ用ヘッドチップは周波数特性、歪率及び耐食・耐摩耗性の点で著しく優れたヘッドを実現することができる。

### 磁気バブル基板用大形GGG単結晶の開発

日立金属株式会社では、日立製作所と共同で、通商産業省工業技術院の大型プロジェクト「パターン情報処理システムの開発」の一環として磁気バブルメモリ用基板単結晶の育成研究を進めてきたが、直径50mmφの大形無欠陥GGG(ガドリニウム・ガリウム・ガーネット)単結晶の開発に成功した(図6)。結晶はチョコラルスキー法により引き上げられ、結晶育成時の熱バランスを考慮した保温構造の採用、育成雰囲気制御、適切な引上げ条件の選定などにより転位、介在物などの欠陥や

図6 GGG単結晶



ファセットコアの発生を防止した。またアナログ方式の高精度直径自動制御方式を開発し、シード付け以降の長時間にわたる育成過程の完全自動化を達成して、直径変動の少ない無欠陥単結晶の安定な育成が可能となった。

### YSS恒弾性材料YED-2

電子機器や精密計測器の高精度化に伴い、その機能としてヤング率の関係する構成部品は、温度に対して特性の

変化が少ないことが要求される。

恒弾性材YED-2は、化学組成、製造工程及び最終時効処理を制御することにより、ヤング率の温度変化が極めて少なく、また機械的性質にも優れ電子秤用ばねとして国内で初めて精度 $\frac{1}{1,500}$ の認定を得た材料である。

現在、図7に示すように精密ばね秤用巻きばね、自動車燃料噴射装置用スプリングなどの精密ばね及びメカニカルフィルタ、音叉用共振子、時計の標準振動子、ブルドン管などの分野に対し幅広く使用されている。

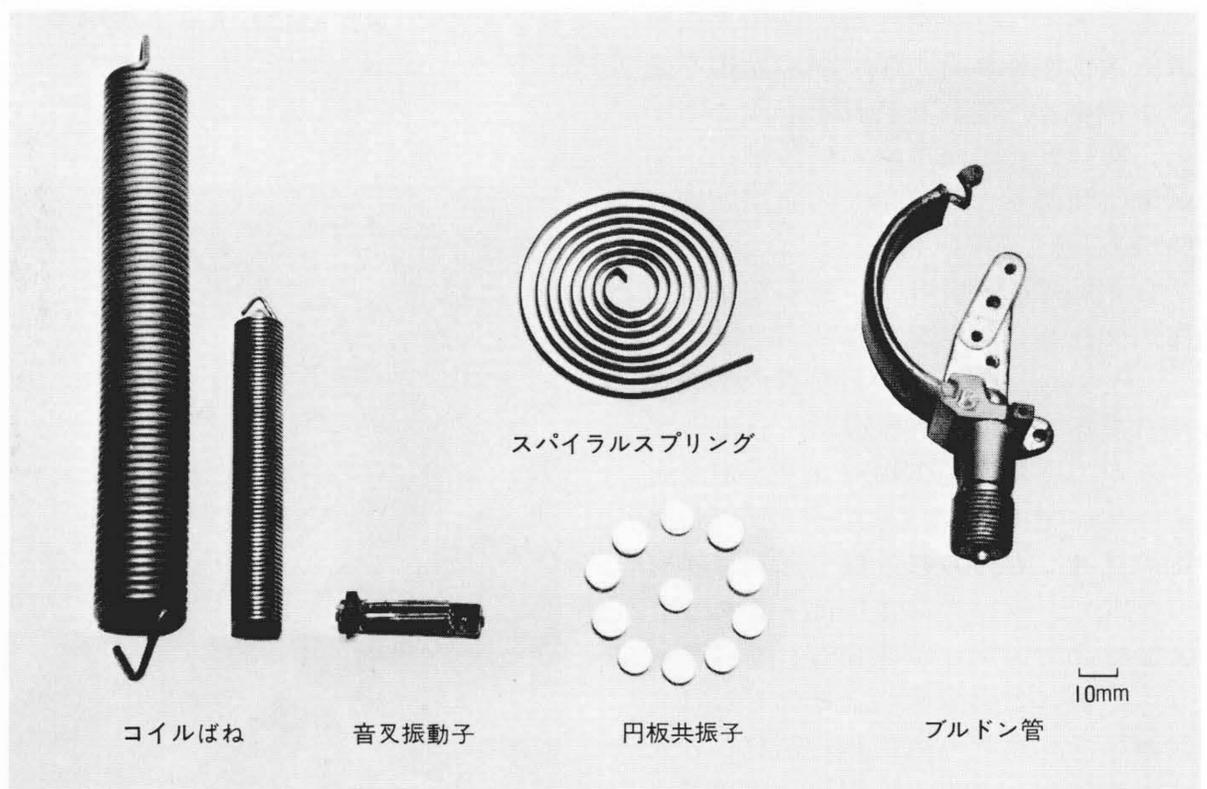
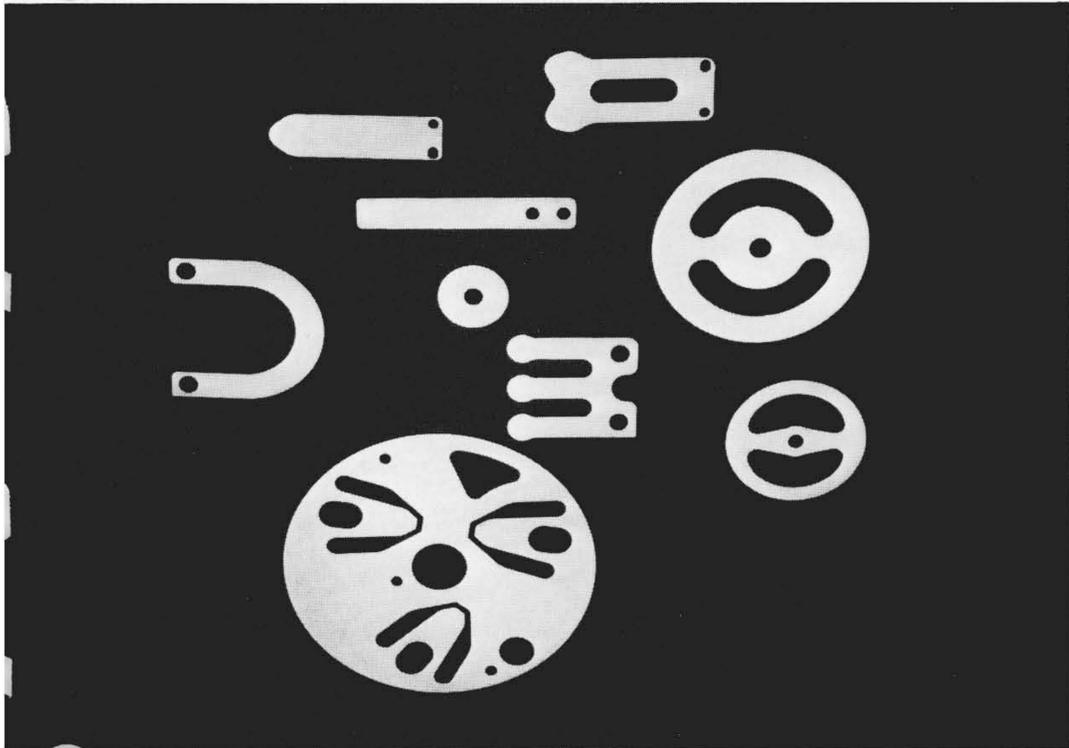


図7 YSS恒弾性材料YED-2の主な用途

図8 各種フラッパーバルブ



### 高級ステンレス焼入帯鋼

各種圧縮機のフラッパーバルブ(図8)などの高級弁用材料としては、高純度炭素鋼の焼入帯鋼(鋼種名:PK)が一般的に広く使用されているが、近年、より信頼度の高い材料に対する要求が増大しつつある。日立金属株式会社では、高級ステンレス焼入帯鋼〔鋼種名:GIN6(C/0.4, Cr/13.5, Mo/1.25)〕を開発した。

- (1) 主な特長: (a)耐食性に優れている。(b)疲労強度が、同一強度の炭素鋼より10~15%高い。(c)耐衝撃性に優れている。(d)耐熱性に優れており、板ばねとしての最高使用温度は、PKで150°C、GIN6では350°Cである。
- (2) 主な用途: フラッパーバルブ、高級板ばね、コーターブレード

### 耐熱性磁石「ハイコレックス-16S」の開発

SmCo<sub>5</sub>磁石(日立金属株式会社商品名「ハイコレックス」)はアルニコ、フェライトに次ぐ第3の永久磁石材料として注目されている。その特長は、高いエネルギー積と大きな保磁力に代表され、小形軽量で高性能化を要求される分野での用途が増えている。電子レンジ用マグネトロンに内蔵する磁石は小形軽量が望ましく、その点ハイコレックスは最適である。この用途では500°C以上の温度で脱ガスのためのベーキ

図9 各温度における時効後の不可逆減磁率

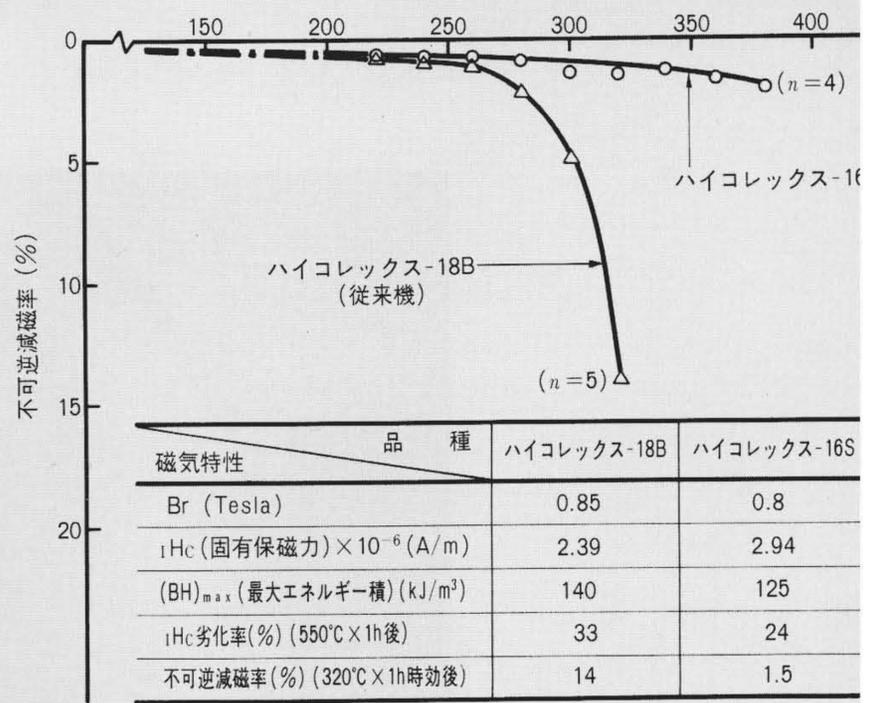
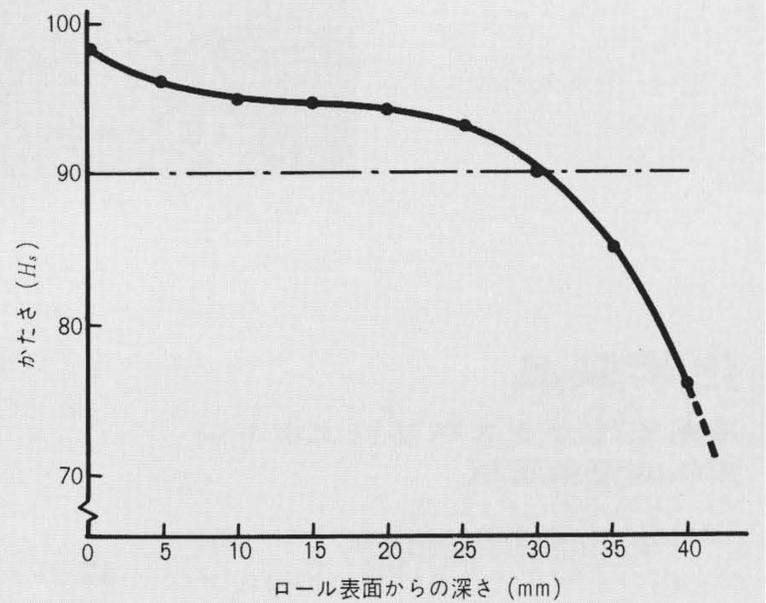


図10 高硬度高硬化深度ロールの表面からの硬化深さ(φ590ロール)



ングを行なうので、従来材より更に耐熱性の優れた新材質「ハイコレックス-16S」(Gd添加)を開発した。

図9に耐熱性データを通常のものと比較して示す。高温加熱後の不可逆減磁が非常に小さく、この種の用途(真空封入、ダイカストなど)に対し期待される。

より、図10に示すようにロール表面下30mmの深さで、ショアかたさ90をもつ鍛鋼ロールを開発し好評を得ている。

### 加圧水型原子炉用再循環ポンプケーシングの製造

このポンプケーシングは、加圧水型原子炉(出力1,180MW)一次冷却水再循環ポンプ用としてアメリカの顧客より受注したものである。重量22tのオーステナイト系ステンレス鋼(ASME Sec. II, SA-351 CF8M)製で、ASME Sec. IIIの規定による製品である。

製造上の特徴は、整流羽根の付いた中央部とそれを取りまく渦巻き状の流水路部分を別々に鋳造し、構造溶接により一体化した点にある。このポンプケーシングの完成により、原子炉一次冷却水用ポンプケーシングの実績は、14個(沸騰水型原子炉用10個、加圧水型原子炉用4個)となり、製品保証体制は更に確立された(図11)。

Fig. 34 輸出向け原子炉発電用大容量循環水ポンプ

### 鍛造品

#### 高硬度高硬化深度鍛鋼製焼入れロール

冷間圧延用鍛鋼製焼入れロールは、耐摩耗性、耐肌荒れ性、耐スポーリング性、研削性などが優れていることが重要であるが、最近の圧延技術の進歩に伴い、圧延性の向上、再焼入れ回数の減少を意図して、硬化層の極めて深いロールが要望され始めている。

日立製作所では、これらの需要に応ずるために、化学成分の調整、製鋼法の改良及び特殊熱処理法の採用などに



図11 加圧水型原子炉用再循環ポンプケーシングの製造

## 化学製品

### 高耐熱性ガラス布基材エポキシ樹脂銅張積層板

MCL-E-62Bは、耐熱性エポキシ樹脂を用いたガラス布基材銅張積層板である。このMCLは、超音波ボンディングや熱圧着ボンディング時の高温に十分耐えるので、LED（発光ダイオード）やIC（集積回路）などの素子を搭載するデジタル時計や電子式卓上計算機

などに使用する基板として最適である。一般特性は、表1に示すとおりである。

### 難燃・高耐湿封止用エポキシ成形材料

テレビジョン、電子計算機などの各種電子部品には、現在トランスファモールド法で樹脂封止されたトランジスタ、集積回路（IC）、大規模集積回路

（LSI）などが広く使用されている。この封止に用いる成形材料には、より高度な耐湿性が要求されるとともに、使用時の安全性の点から難燃化の必要が生じてきた。そこでこれらの要求に応じて、難燃性、耐湿性及び耐熱性に優れたエポキシ系成形材料CEL-F-707Bシリーズを開発した。

本材料は、アメリカUL（Underwriter's Laboratory Incorporated）規格の最高グレード94V-0の難燃性を満足し、しかも耐湿性、特に電圧印加時の耐湿性を飛躍的に向上させることができる。また、モールド作業性に影響する硬化性、流動性及びフラッシュレベルも良好で、製品歩どまりの向上が可能となる（表2）。

表1 MCL-E-62Bの一般特性

試験項目	単位	処理条件*	MCL-E-62B (板厚1.6mm, 35μ銅張り)
はんだ耐熱性	s	300°C	60以上
気中耐熱性	—	E-1/2/300 E-1/4/320	異常なし 異常なし
引きはがし強さ	kgf/cm {kN/m}	A S <sub>4</sub>	1.70   1.67   1.69   1.66
吸水率	%	E-24/50 + D-24/23	0.19
曲げ強さ	縦横 kgf/mm <sup>2</sup> {N/mm <sup>2</sup> }	A	50.2   492   43.4   425
絶縁抵抗	Ω	C-96/20/65 C-96/20/65 + D-2/100	1.5 × 10 <sup>14</sup> 9.1 × 10 <sup>11</sup>
体積抵抗率	Ω-cm	C-96/20/65 + C-96/40/90	8.1 × 10 <sup>14</sup>
表面抵抗	Ω	C-96/20/65 + C-96/40/90	5.0 × 10 <sup>13</sup>
誘電率(1MHz)	—	C-96/20/65 C-96/20/65 + D-48/50	4.4 4.7
誘電正接(1MHz)	—	C-96/20/65 C-96/20/65 + D-48/50	0.020 0.021
耐薬品性	トリクレン	—	異常なし
	シアン化カリ	%	
			4.6

注：試験方法は、JIS C6481（印刷回路用銅張積層板の試験方法）に準じた。  
\* 欄Aは受理状態、Eは時間/温度(恒温処理)、Dは時間/温度(浸水処理)、  
Cは時間/温度/湿度(恒温恒湿処理)、S<sub>4</sub>は260°C、20秒はんだ処理

表2 開発材料の諸特性

項目	成形材料		
	単位	開発材料 (難燃高耐湿形)	従来材料 (非難燃形)
スライラフロー(175°C)	in	20~50	27~32
成形時間(175°C)	min	1.5~2.5	2.5
保存寿命(25°C)	d	40以上	7~10
難燃性(UL94)	—	V-0	燃焼
ガラス転移点	°C	158~163	150~160
線膨張係数	×10 <sup>5</sup> °C <sup>-1</sup>	2.0~2.2	2.0~3.0
体積抵抗率*	Ω-cm	1~3 × 10 <sup>14</sup>	1~3 × 10 <sup>13</sup>
吸湿率*	%	0.8~1.0	1.1~1.3
高温加湿試験 故障率 (65°C, 95%RH, 1,000h)	%	0	0~10
高温加湿電圧印加 試験故障率 (85°C, 85%RH, 30V印加, 1,000h)	%	0~3	50~70

注：\*は120°C、2気圧、水蒸気中100時間後