

材 料

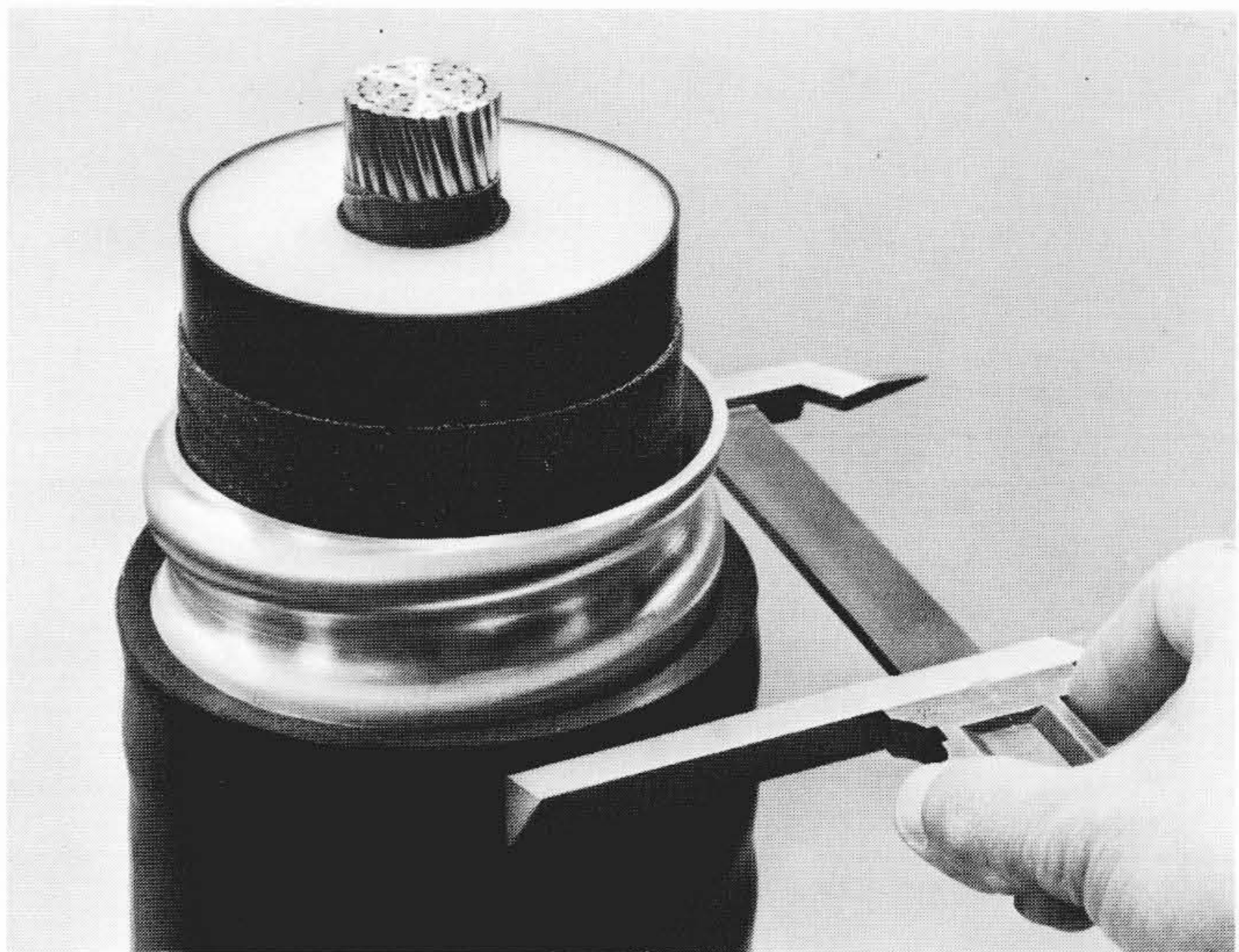
電線・ケーブル

金属材料

鋳鍛製品

化学製品

図1 275kV 1×600mm²アルミ被CVケーブル



日立製作所鋳鍛事業部，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，すべて広く出荷されている。最近には特にエネルギー事情を反映して省エネルギー，省資源形の新技术，新製品の開発に努めており，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，送電線路の大容量化，高電圧化に対処するため，各種新技术の開発が遂行された。CVケーブルは誘電特性，接続法，保守，点検などの点で優れた特長をもち従来187kV級までは実用化されていたが，275kV級についても電力会社の協力を得て信頼性の確認など開発研究を進め，中部電力株式会社奥矢作第二水力発電所に世界最高電圧，かつ最長の275kVアルミ被CVケーブルを納入した。また，中間接続をなくした500kV OFケーブルの長尺化に成功し，多数の曲り箇所をもつピットに沿って布設可能なガイドワイヤ式引入工法が開発・適用された。一方，架空送電線でも大容量化，省資源化に適した超耐熱性鋼心アルミより線が実用化され，約20%の送電電流増加を可能とした。また，最近実用化の進んだ短波長帯光伝送システムに対して，より低損失の長波長帯用光ファイバが開発され，近い将来の長距離無中継の実用化及び省資源化の対応ができるものとなった。

金属部門では，電機，機械，情報など多くの産業部門のニーズにこたえ，ユニークな構造材料，機能材料を開発し，供給を行なっているが，最近では省エネルギー，省資源材料についても努力している。カラーテレビジョン用ブラウン管の陰極とヒータを一体化し，陰極に直接電流を流して約1秒後に画像を映出し，消費電力も従来の約 $\frac{1}{2}$ とした即動形陰極の開発はその一例である。構造材の開発についても多くの成果が得られ，例として水車ランナのキャビテーションによる壊食に対して強く，かつ作業性の良い高耐壊食性溶接材料が開発された。更に各種の用途をもつ永久磁石として高Brで，世界最高の高エネルギー積を実現した磁石 $\frac{2}{3}$ 系ハイクレックスが開発され，スピーカ，小形・高性能電動機などへの適用が可能となった。

鋳鍛造品部門でも，製品の高性能化を目指した多くの材料が開発され，国産初の原子炉一次冷却再循環ポンプに用いられた耐食・耐応力に優れた極低炭素ステンレス鋳鋼はその代表的なものである。また，省資源形材料として表面から深部まで十分な硬度をもち，使用中間で再焼入れの必要のない高硬化深度鍛鋼焼入ロールが開発された。

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，多様化するニーズにも応じられ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，表面硬度が超合金よりも高く耐摩耗性に優れたSiCカーボン複合材，チップの高密度化の進むLSI用の熱伝導性と耐クラック性に優れた半導体封止用成形材料，処理時間が従来の不飽和ポリエステルワニスより $\frac{1}{2}$ 以下に短縮できる省エネルギー形の紫外線硬化形コイル含浸ワニスなどは，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。

電線・ケーブル

世界最高電圧275kVアルミ被CV電力ケーブルの納入

中部電力株式会社奥矢作第二水力発電所に，275kV単心600mm²アルミ被CVケーブル(図1)を約6,220m，終端接続部を30組み納入し現在据付け工事中である。このケーブルは，主変圧器と開閉所を結ぶ約650mの主幹回路と約45mの起動変圧器回路に使われるもので，3回線送電容量870MVAをもっている。CVケーブルは優れた誘電特性をもち，その接続，保守点検の簡便さから超高压電力系統にまで使用され始めているが，日立電線株式会社は電力会社の協力を得て開発研究を行ない，長期エージング試験による信頼性の実証によって275kV級CVケーブルの総合技術確立した。今回の納入品は実用線路としては世界最高電圧，最長のものであり，超高压ケーブルに新時代を築く画期的な製品である。

1,520mm²超耐熱ACSRの開発

日立電線株式会社は，架空送電線の大容量化を目的として1,520mm²超耐熱ACSR(鋼心アルミより線)を開発し，東京電力株式会社に納入した。

この電線に使用されているアルミニウム合金線は，従来の耐熱アルミニウム合金線の耐熱性を更に向上させたものであり，連続使用温度200℃，短時

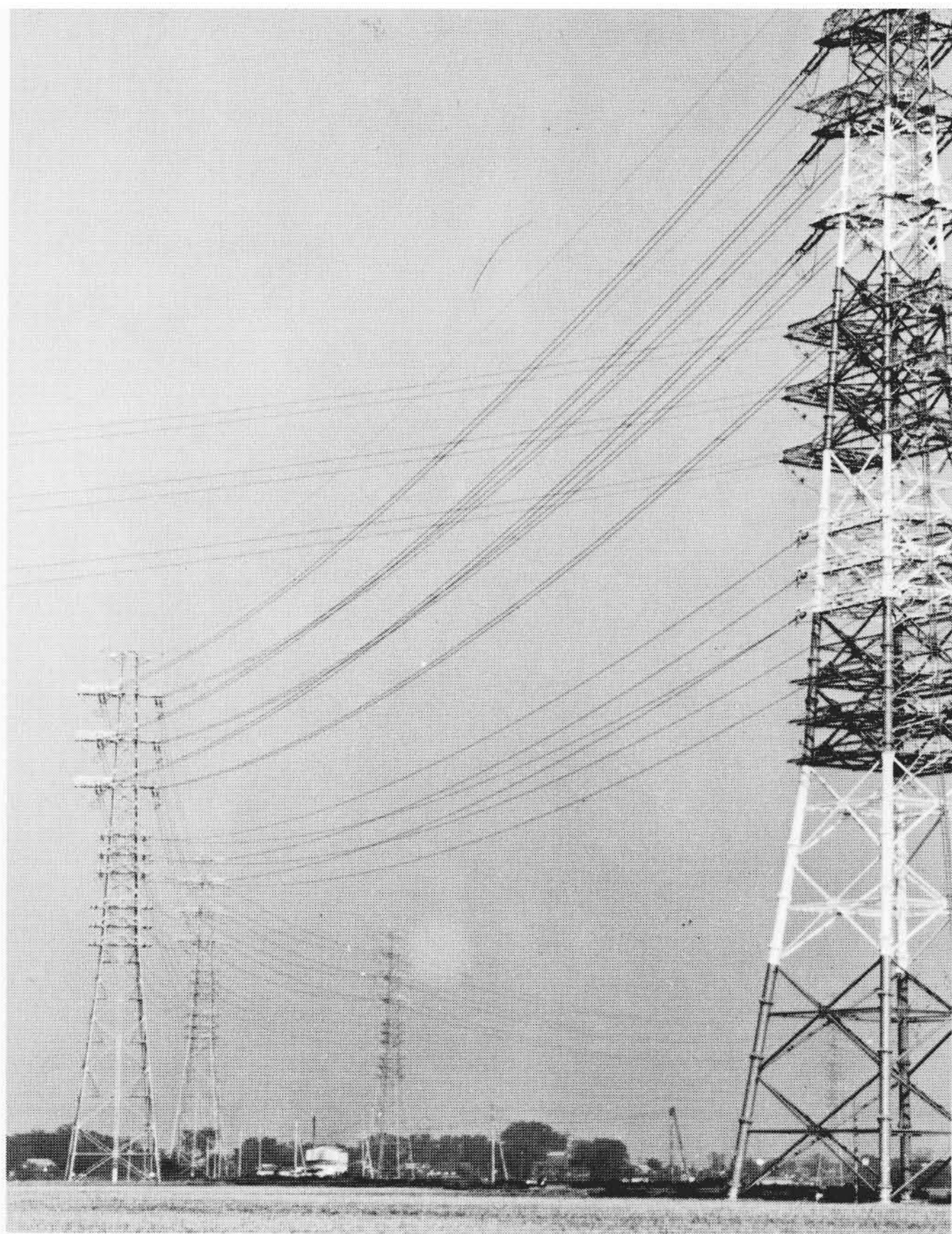


図2 1,520mm²超耐熱ACSRの架設状況

間使用温度230℃といずれも50℃上昇しており、導電率も57% IACS (International Annealed Copper Standard) と優れた性能をもっている。この結果、従来の耐熱ACSRと比較して約20%の電流容量増加が可能になった。図2は新田豊里線での架設状況を示すもので、基幹送電線に採用した世界初の超耐熱ACSRである。このほか、送変電所の母線、引込線への適用も始まっており、電力需要増加対策電線としてその実用価値は高い。

長波長帯用光ファイバケーブルの開発

各種の光伝送システムとして実用化の段階に入った短波長帯($\lambda=0.8\sim0.9\mu\text{m}$)に対し、日立電線株式会社はより低損失化が可能で、かつ帯域幅でも有利な長波長帯($\lambda=1.2\sim1.6\mu\text{m}$)用光ファイバの開発を進めてきたが、1.3 μm で損失0.8dB/km以下、帯域600MHz以上という光ファイバの製造に成功した。更に、同ファイバを用いた2心光ファイバケーブル(図3)8kmを接続を含め布設し良好な特性を得た。長波長帯用の光源、受光素子の開発は国内外ともに目覚ましいが、これとあいまって前述の光ケーブルは近い将来の長距離無中継の実用化に十分対応できるものであ

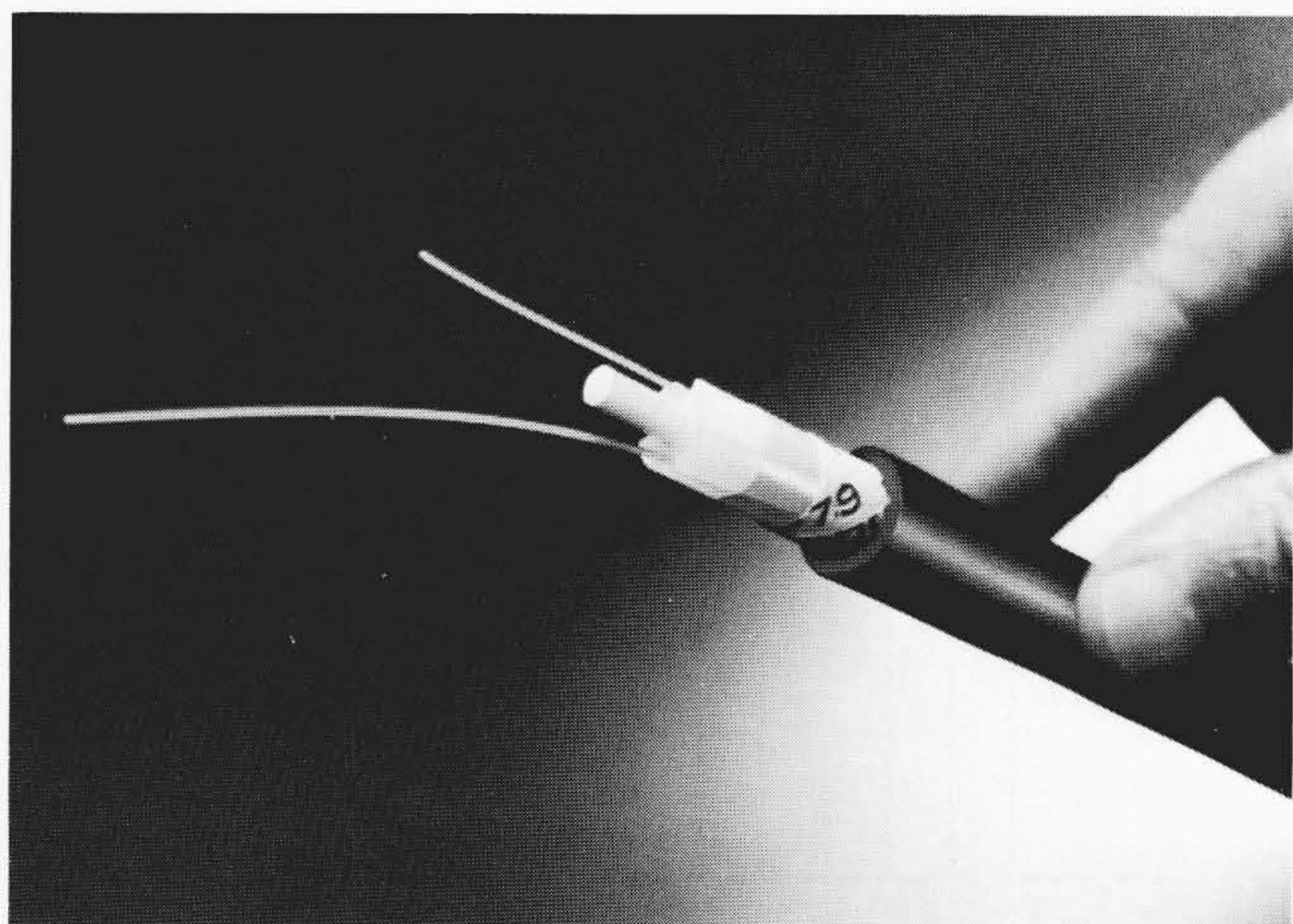


図3 長波長帯用2心光ファイバケーブル

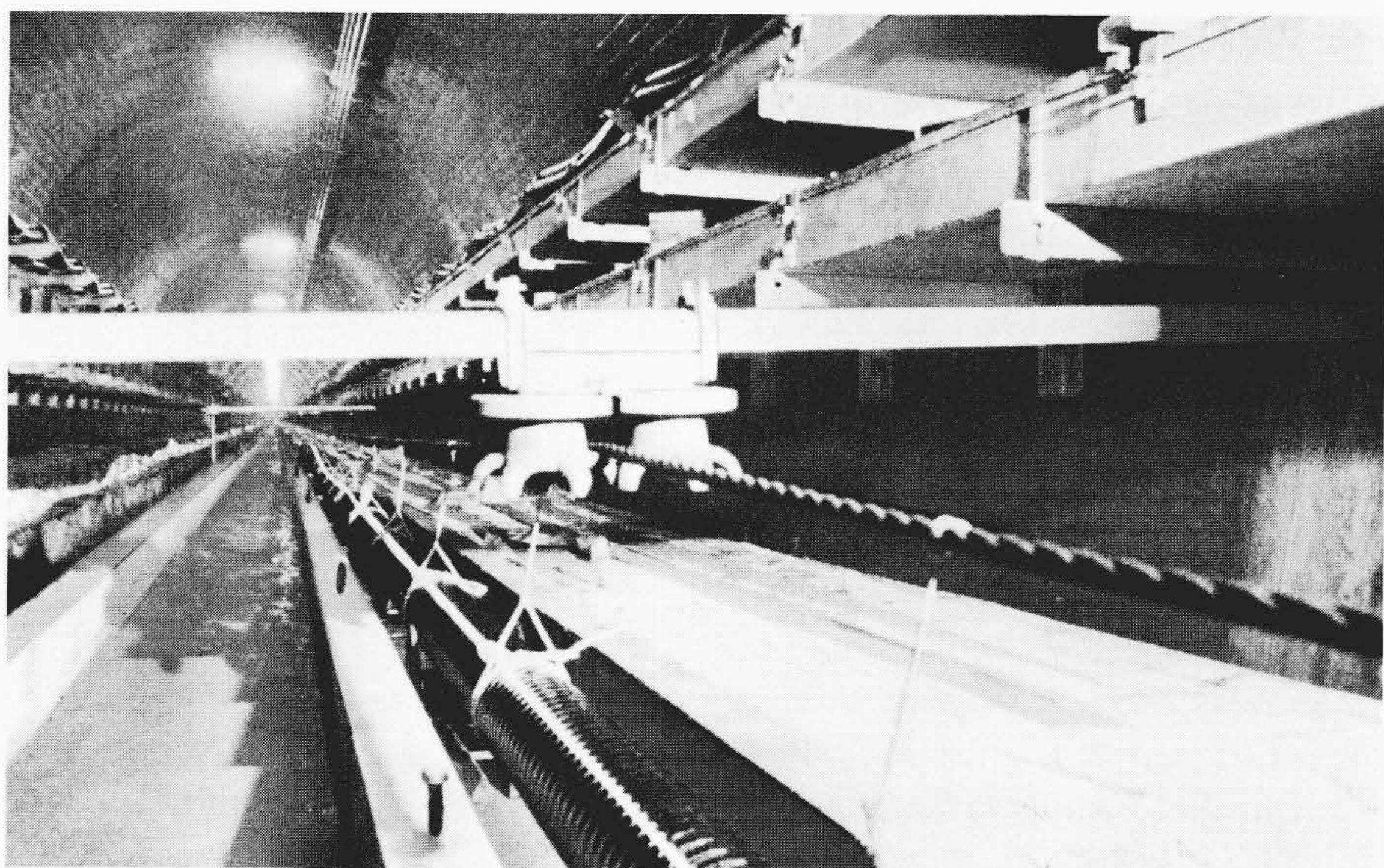


図4 ガイドワイヤ式引入工法による500kV OFケーブルの布設状況

る。また、ケーブルと並行して鋭意開発中の光モジュール、スイッチ、分岐、分波器などの光デバイスとによるシステムとしての実用化も間近い。

長尺500kV OFケーブル布設にガイドワイヤ式引入工法を適用

東京電力株式会社広野火力発電所納め500kV単心1,200mm²アルミ被OFケーブルは、1号機用主要変圧器と超高压変電所間亘長約1,000mを中間接続なしで結ぶもので、昭和54年10月無事据

付工事を完了した。今回の布設ルートは、12度傾斜部200mと曲り13箇所を含む洞道のため、日立電線株式会社では従来のキャタピラや電動ローラを用いる工法に替え、洞道内駆動電源が不要で、かつピットに沿って布設可能なガイドワイヤ式引入工法を適用した(図4)。

この新工法は、特殊滑車に懸架したワイヤロープにケーブルをつりひもで約1m間隔ごとに結びながらワイヤロープをウインチで巻き取り延線する方法である。上記ケーブルの引入張力は、2,500kg/1,000mと小さく効率的な長尺ケーブル布設工法であることを実証した。

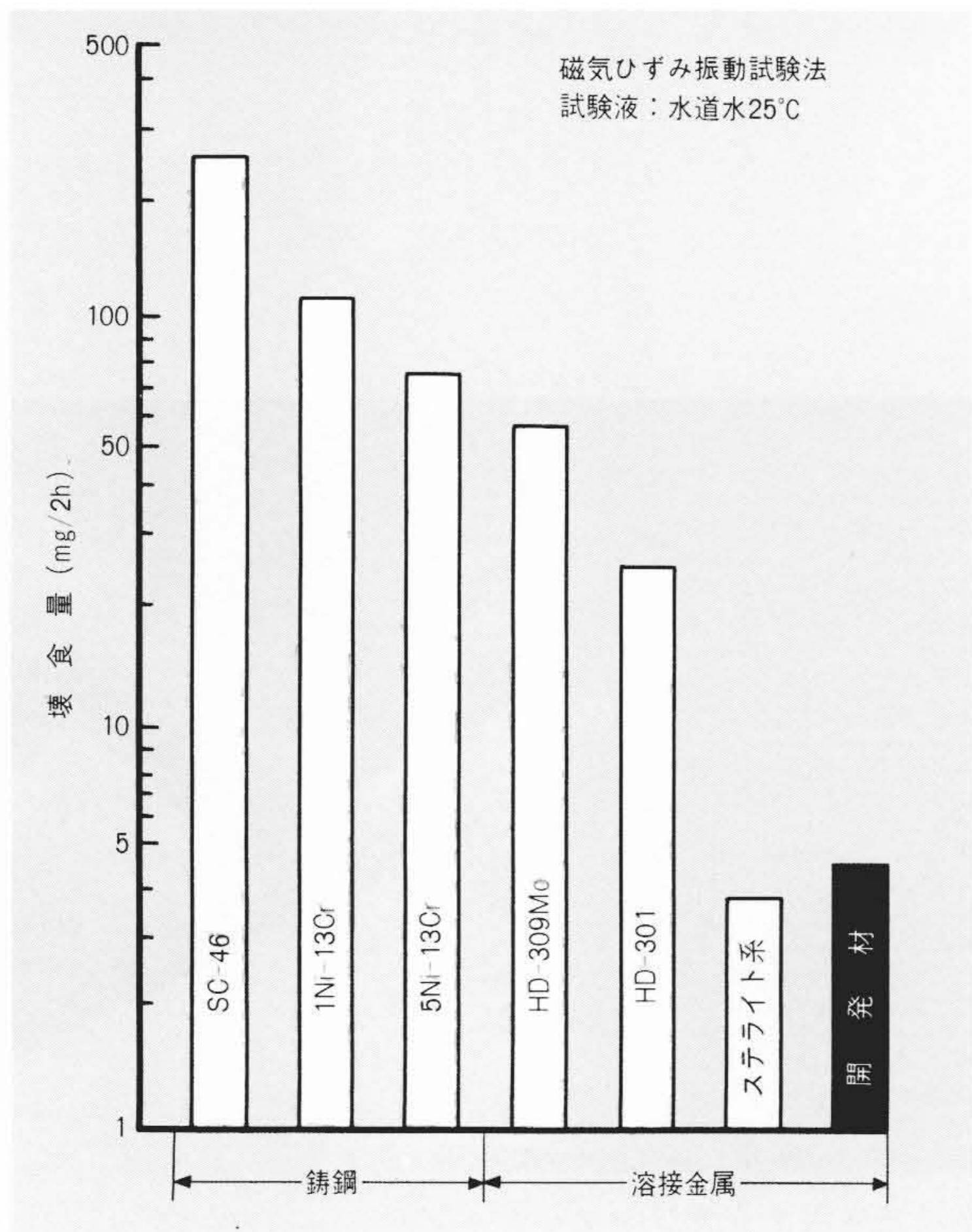


図5 水車ランナ用材料の壊食量比較

金属材料

即動形カラーブラウン管用陰極材料

陰極を別に設けたヒータで加熱する従来の傍熱形陰極に代わり、陰極とヒータとを一体化した直熱形構造で、陰極に直接電流を流し、約1秒で鮮明な画像を映出し、消費電力が従来の約1/3の即動形陰極を開発した。陰極は通電後直ちに動作温度になるよう薄くされ、また比抵抗が大きく、過酷な温度変化で熱変形を起こさないよう高温強度が大きい材料である。このため、多量のWを含有させ、表1に示すように比抵抗、高温強度を高め、特殊な還元剤を含むNi合金を開発した。還元剤は電子放射物質(Ba, Sr, Ca)Oを還元して電子放射を容易にし、長期間にわたって電子放射を安定に持続させるために添加している。なお、本構成の陰極は“HINT”製品「ニューボンバ」に組み込まれている。

表1 開発した即動陰極と従来陰極との比較

	陰極材料の性質			画像映出時間 (s)	消費電力 (W)
	厚さ (μm)	高温強度 (kg/mm ²) 700℃	比抵抗 (μΩ・cm) 700℃		
従来陰極 (傍熱形)	200	4	45	5	4.28
即動陰極 (直熱形)	40	42	110	1	1.95

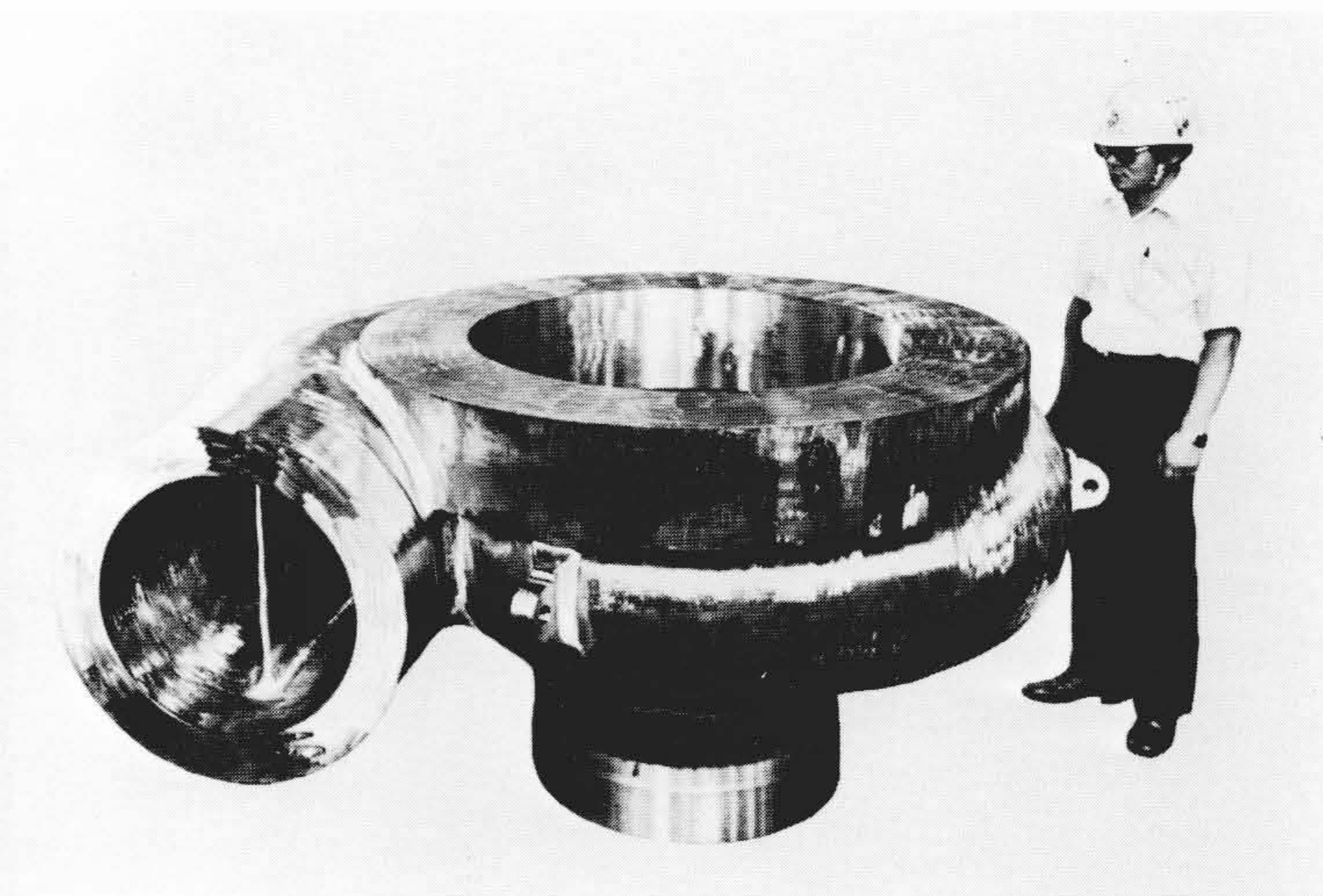


図6 原子炉一次冷却用再循環ポンプケーシング

水車ランナ用高耐壊食性溶接材料の開発

水車ランナは高落差、高周速化の趨勢にあり厳しいキャビテーション壊食を受ける可能性が増してきた。ランナの壊食が予想される部分は材料面での対策として耐壊食溶接金属で保護される。従来は多量のCo、Wを含むステライト系の材料が用いられ溶接が容易でなかった。そこで、耐溶接割れ性を改善した高耐壊食性溶接材料を開発した。この材料の特徴は、加工硬化性を向上させたオーステナイト系ステンレス鋼で、C量を高めCoを含有させたCr-Ni-Co系である。図5は水車ランナ用材料の壊食量を比較したもので、開発材はステライト系と比べ遜色はない。耐溶接割れ性は18Cr-8Ni系と同程度に改善されて予熱温度も低くでき、狭い場所での作業が容易となる。

高Br、高エネルギー積磁石2-17系ハイコレックス

SmCo₅を中心とする1-5系ハイコレックスは、アルニコ、ハードフェライトに次ぐ第3の永久磁石として、その高いエネルギー積と優れた熱安定性によって既に数多くの応用が図られている。

2-17系ハイコレックスは1-5系と比較し、Brが高く、iHcの低いのが特徴であり、脱磁可能で減磁調整容易な使いやすい材質である。したがって、高い

表2 2-17系ハイコレックスの磁気特性

種別	H-23	H-25	H-27
Br(kG)	9.2~10.0	9.6~10.4	10.4~11.0
iHc(kOe)	5.5~6.8	5.5~7.0	5.5~7.0
jHc(kOe)	≥ 6	≥ 6	≥ 6
(BH) _{max} (MG Oe)	20~24	22~26	26~30

Brを生かした薄形スピーカ、高性能電動機、減磁調整の必要なサーキュレータ、高精度測定機器などへの応用に好適である。現在2-17系ハイコレックスとして表2に示すH-23、H-25及びH-27の3品種があり、用途に応じて選択が可能である。

この量産中の2-17系ハイコレックスの磁気特性をいっそう向上させるため、種々の特殊な製造上の改良、すなわちSm、Co、Fe、Cu、Hfなどの組成及び熱処理条件の詳細な検討により、世界最高のエネルギー積31MG Oeを実現した。この2-17系新材質は、超高性能が要求されるごく小形のピックアップや特殊電動機などに活用できるであろう。

鑄鍛製品

国産初の原子炉一次冷却再循環ポンプ用極低炭素ステンレス鑄鋼ケーシングの製造

東京電力株式会社福島第二原子力発電所向け国産初の原子炉用一次冷却水再循環ポンプが完成した。このポンプのケーシング(重量約10t、図6)その他の部品は、耐食、耐応力腐食性に優



図8 「SiC-カーボン複合材」による製品例

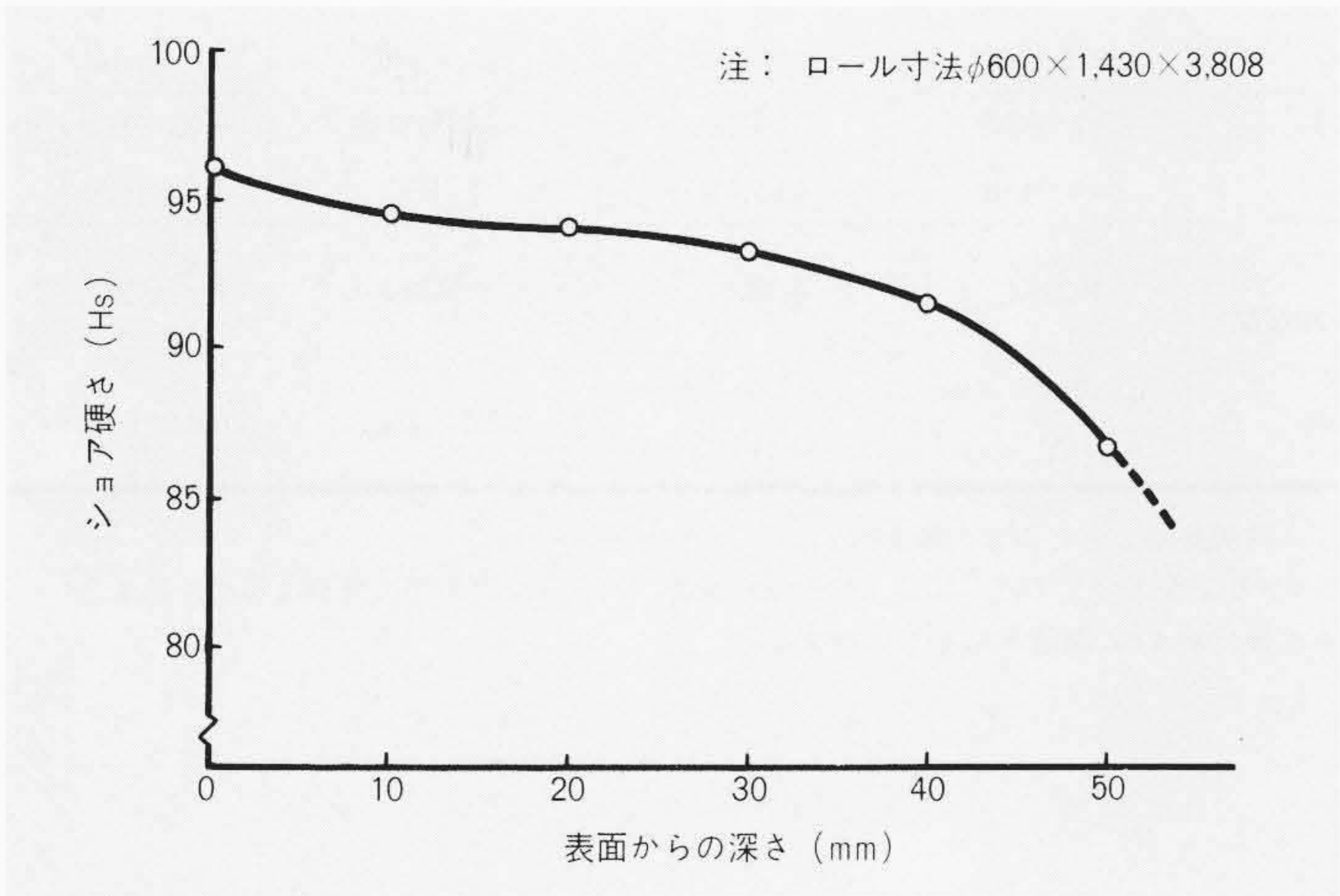


図7 高硬化深度鍛鋼焼入ロールの硬化層

れた極低炭素ステンレス(C:0.020%以下)CF3M鋳鋼製である。本鋼種は、従来の製鋼法では炭素含有量を規定値にすることができないため、VOD (Vacuum Oxygen Decarburization)法を採用した。

高硬化深度鍛鋼焼入ロール

鍛鋼焼入ロールは、径小廃却までに国内では最高で直径100mmまで使用される。したがって、硬化深度が浅い場合は途中で再焼入れが行なわれる。最近各製鉄所では、鍛鋼焼入ロールの原単位を向上するために、再焼入れをしないで使用できる高硬化深度ロールを要望している。日立製作所は化学成分、熱処理法などについて研究を重ね、図7に示すように表面から深さ40mm(直径80mm)で、シヨア硬さ90以上をもつ高硬化深度ロールを開発した。

化学製品

高硬度・耐摩耗SiC-カーボン複合材

日立化成工業株式会社は、高硬度で耐摩耗性に優れた「SiC-カーボン複合材」の開発に成功し、販売を開始した。この複合材は、製品形状に加工したカーボンの表層をSiC(炭化ケイ素)に転化させたもので、表面硬度が超硬合金より高く、耐摩耗性に優れ、耐熱衝撃性や耐食性が良いなどの特長をもっている。用途としては、しゅう動部品や治具などが見込まれる(図8)。特に、メカニカルシールのシールリングに使用すると、従来の超硬合金よりも優れた耐摩耗性を示し、スラリーポンプにも適用できる。また、電子部品のろう付け治具に実用化され、従来のカーボン製治具を使用した場合にみられる製品汚染がないため、製品の信頼性向上と製造工程の合理化に効果を発揮している。

高熱伝導・低応力封止用成形材料の開発

チップの高密度化、大形化とパッケージの薄層化が進むにつれ、熱伝導性(熱放散性)と耐クラック性の良好な半導体封止用成形材料の要求が高まってきた。そこで、エポキシ系のCEL-F-

表3 CEL-F-303Bの諸特性

項目	成形材料	開発材料 CEL-F-303B	従来材料 CEL-F-757B
スパイラルフロー (175℃)		27~37in	27~37in
成形時間 (175℃)		1.5~2.0min	1.5~2.5min
保存寿命 (25℃)		60d以上	60d以上
熱伝導率		27~35×10 ⁻⁴ cal/cm・s・℃	10~13×10 ⁻⁴ cal/cm・s・℃
ガラス転移点		155~160℃	155~160℃
線膨張係数		2.3~2.5×10 ⁻⁵ ℃ ⁻¹	2.0~2.2×10 ⁻⁵ ℃ ⁻¹
体積抵抗率*		3~7×10 ¹⁴ Ω・cm	1~3×10 ¹⁴ Ω・cm
金線曲り		50~100μm	80~120μm
耐クラック性** (-55~150℃ 500サイクル)		0%	0~10%
高温加湿電圧印加 試験故障率 (85℃, 85%RH 30V印加 1,000h)		0~1%	0~3%
難燃性 (UL94)		94V 0	94V 0

注：* は120℃、2気圧、水蒸気中100時間後
** はFPP形LSI(60P)使用

303B シリーズを開発した。303B は従来材と比べて、ほぼ 3 倍の熱伝導率をもち、同時に、レジンの可とう化により硬化時の応力を $\frac{1}{5}$ 以下にしたため、優れた耐クラック性を示す。更に、高熱伝導、低応力化に伴って低下しやすい耐熱性、耐断線性(金線ベンド)も良好である。また耐湿性、特に電圧印加下の耐湿性のレベルはより向上し、5 mm 角以上のチップにも十分使用できる。諸特性を表 3 に示す。303B はマイクロプロフェッサ用 L S I やメモリ用 L S I の封止に最適である。

光硬化性コイル含浸ワニスの開発

日立化成工業株式会社は、紫外線硬化形のコイル含浸ワニス HUV-2000、HUV-2002 を開発した。HUV-2000 は揺変性をもっており、厚膜塗装ができるため、小形電動機のステータコイルでは糸しばりを廃止できる。また、HUV-2002 は低粘度タイプで一般含浸用に適している(表 4)。

HUV 系ワニスは、従来の不飽和ポ

リエステルワニスと比較して、(1) 処理時間を $\frac{1}{10}$ 以下に短縮できる。(2) 硬化時の揮発量が約 $\frac{1}{3}$ と少ないなど省エネルギーや公害防止に役立つ。また、エポキシ粉体と比較して、(1) 高温の接着力

が優れ、(2) 粉塵対策が不要で環境改善ができる。なお、HUV 系ワニスは密閉系での防錆能が優れているので小形機器用に適している。

表 4 光硬化性コイル含浸ワニスの特性

材 質 特 性	光硬化性コイル含浸ワニス		不飽和ポリエステル (スチレンタイプ)	エポキシ粉体
	HUV-2000	HUV-2002		
粘 度 (25℃ P) Pa·s	36 3.6	0.3 0.03	1.8 0.2	—
ゲル化時間 (100℃, min)	4.5	12.5	5.2	—
モノマ逸散量 (%)	4.5	5.2	28	—
体積抵抗率 (25℃) (Ω·cm) (浸水後)	1.5×10 ¹⁵ 2.5×10 ¹⁴	3.7×10 ¹⁵ 1.6×10 ¹⁵	2.0×10 ¹⁵ 3.1×10 ¹⁴	1.2×10 ¹⁵ 1.5×10 ¹⁴
せん断接着力 (23℃) (kgf) N (120℃)	67 657 44 431	61 598 45 441	28 274 5 50	33 323 11 108
防 錆 能 ** (鉱油系グリース, 40℃, 20日間)	発錆なし	発錆なし	やや発錆あり	やや発錆あり
硬 化 処 理 条 件	UV(2kW) 4min +120℃, 7min	UV(2kW) 4min +120℃, 7min	120℃, 180min	160℃, 30min

注：* 10g のワニスを 120℃, 1 時間加熱した時の減少率を示す。
** 密閉容器(500ml)中にベアリングをつり下げ、40℃, 20日間経過後、ベアリング表面の発錆の程度を示す。
ただし、容器にはワニス硬化物 4 g と蒸留水 10ml を添加する。

日立評論 Vol. 62 No. 2

- 小特集：ビル用電気設備・管理システム
ビル用電気設備・管理システムの動向
ビル管理システム“BUILMAX”シリーズ
省エネルギーのためのビル空調制御ソフトウェア
ビル火災に対する避難誘導システム
最近のビル用受変電設備における設置条件
最近のビル用発電設備
静止形無停電定電圧定周波電源装置
- 省エネルギー論文
流動接触分解装置における動力回収システムの開発
流動接触分解装置における動力回収設備の開発
- 一般論文
空調システムダイナミックシミュレータ“TACSS”
525kV 1,100MVA 三相変圧器実用化検証試験
送油式変圧器における流動帯電現象
粉粒体輸送用低速・高濃度空気輸送装置
最近の大形レッキングクレーン

日立 Vol. 42 No. 2

- グラフィック 地方の時代を先取りする〈人間都市・久留米を訪ねて〉
- ルポ 北国のヤードで活躍する〈国鉄北上操車場のリニア・モータ・カー〉
- 明日を開く技術<2> 大量文書を記憶する光ディスク
- 家庭コーナー 明るい光で節電できる〈省エネタイプの日立蛍光灯〉
- 技術史の旅<45> 大仏鑄造
- 続・美術館めぐり<2> 岡山市立オリエント美術館
- 新製品紹介 スピーカー スタンド メタルカセットテープ イオン整水器