

材 料

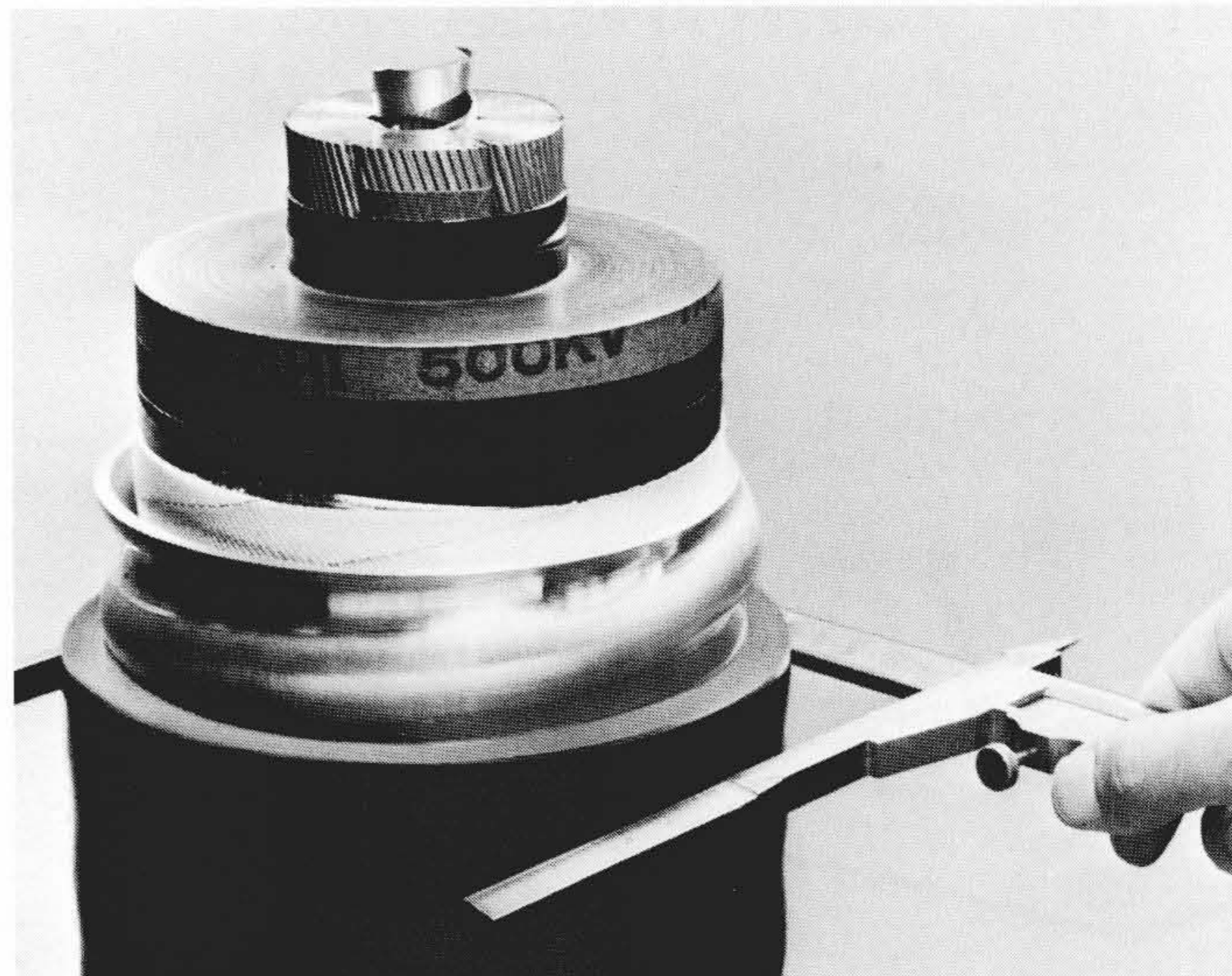
電線・ケーブル

金属材料

鋳鍛製品

化学製品

図1 500kV $\times$ 2,000mm²大サイズアルミ被OF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大きくなっている。東京電力株式会社福島第一原子力発電所の主変圧器と開閉所間の主回路連絡用として500kV単心アルミ被OFケーブルが布設された。ケーブルは断面積2,000mm²，外径159mm，重量43kg/mの最大級のもので，高信頼のものとするため長年月にわたる開発研究，実規模試験線路の建設と長期エージング試験などを行ない，大容量500kV OFケーブルの総合技術が確立された。大容量架空送電線では耐熱アルミ電線が広く採用されているが，弛度抑制のため，電線上に特殊ロールを備えた自走機を走行させながら，このアルミ層に圧延加工を施す画期的な方式が実用化された。また，コンピュータ用として低インピーダンス性能をもつ三相共心形電力ケーブル，ワンタッチ接続の可能な特殊フラットケーブルなど特筆すべき製品が開発された。

金属部門では，電気，機械，情報など多くの産業部門のニーズに応じて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，従来の高耐衝撃用高速度工具鋼YXR1の約2倍の衝撃値をもつ高靱性の工具鋼YXR3，プラスチック射出，押出成形に用いられる耐摩耗，耐食性の優れたYPTスクリュウ，VTR及びコンピュータに用いられる高密度記録磁気ヘッド用フェライト，塑性加工が可能で低コバルト材である省資源形半硬質磁石などはその代表的なものである。

鋳鍛造品部門では，圧延機ロールとして耐クラック性と耐摩耗性が優れた中間ロール及びワークロール兼用のものが開発され，また，従来鋳鋼製水車ランナなどに用いられてきた5%Ni-13%Cr鋼にMoを添加し，耐食性を向上させた炉頂圧タービン用大形鍛鋼ロータ，VTRの機能を左右するVTRシリンダ用の高強度・高耐摩耗性Al-Si合金AHS，無給油摺動材として黒鉛粉末を均一に分散させた鋳造合金「グラディア」などは，蓄積された優秀な技術によって開発された代表的な製品である。

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，以下に述べる半導体素子用絶縁膜としての高耐熱性樹脂PIQ，コンピュータ・電子交換機などに用いられる高密度マルチワイヤ配線板などは，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

500kV大サイズアルミ被OFケーブル

東京電力株式会社福島第一原子力発電所に500kV単心2,000mm²アルミ被OFケーブルを納入し，昭和53年3月据付工事を完了した。このケーブルは6号機用主要変圧器と開閉所間の主回路連絡用として，回線当たり1,200MVAを送電するもので，ケーブル外径159mm，重量43kg/mの最大級電力ケーブルである(図1)。日立電線株式会社では，長年月にわたる開発研究，実規模試験線路の建設と長期エージング試験とによる信頼性の実証などによって，500kV OFケーブルの総合技術が確立した。実用線路としては，昭和49年に東京電力株式会社袖ヶ浦火力発電所及び昭和52年の関西電力株式会社奥吉野揚水発電所に次ぐ納入であるが，ケーブルサイズは2,000mm²の実用化に挑戦し，回路容量1,200MVAという大容量線路建設に成功した画期的な製品である。

走行ロール方式による弛度抑制の実用化に成功

近年の旺盛な電力需要から，架空送電線では送電容量の向上を目的として，耐熱アルミ電線が広く採用されている。これにより送電容量は改善されるが，反面，高温領域下での使用から弛度増加の現象が著しく，対策として支持物の大形化を必要としている。



図2 走行ロールによる弛度抑制の状況

一般に、弛度抑制化は電線の架線張力を鋼心に分担させることによって実現できるが、日立電線株式会社では画期的な走行ロール工法を完成し、その実用化に成功した(図2)。

この工法は、電線上に特殊ロールを備えた自走機を走行させながら、アルミ層に圧延加工を施し弛度抑制化を図るもので、送電容量は従来のそれに比較して80%の増加が見込まれる。

既に数線路に採用され、経済性とあいまってその効果が期待されている。

コンピュータ用三相共心形電力ケーブル、特殊フラットケーブルを開発

日立電線株式会社は、技術革新が目覚ましいコンピュータのニーズに対応して、次々と新しいケーブルを開発した(図3)。電源回路用としては、三相導体を同心円筒状に配置した三相共心形電力ケーブルで、その特異な構造から導体の表皮損失及びリアクタンスを極めて低く抑えられるため、優れた低インピーダンス性能をもち、比較的大容量で低電圧降下を要求される回路に最適である。

一方、周辺機器、端末機器などへのワンタッチ接続を考慮した特殊フラットケーブルは、平行融着部と非融着部とを交互に配置したもので、配線の省力化を実現し、特に非融着部が対より構造のケーブル〔フラットエース(ツイストタイプ)〕は、従来のケーブルに比

図3 コンピュータ用三相共心形電力ケーブル・特殊フラットケーブル〔左〕三相共心形ケーブル、(右)特殊フラットケーブル〕

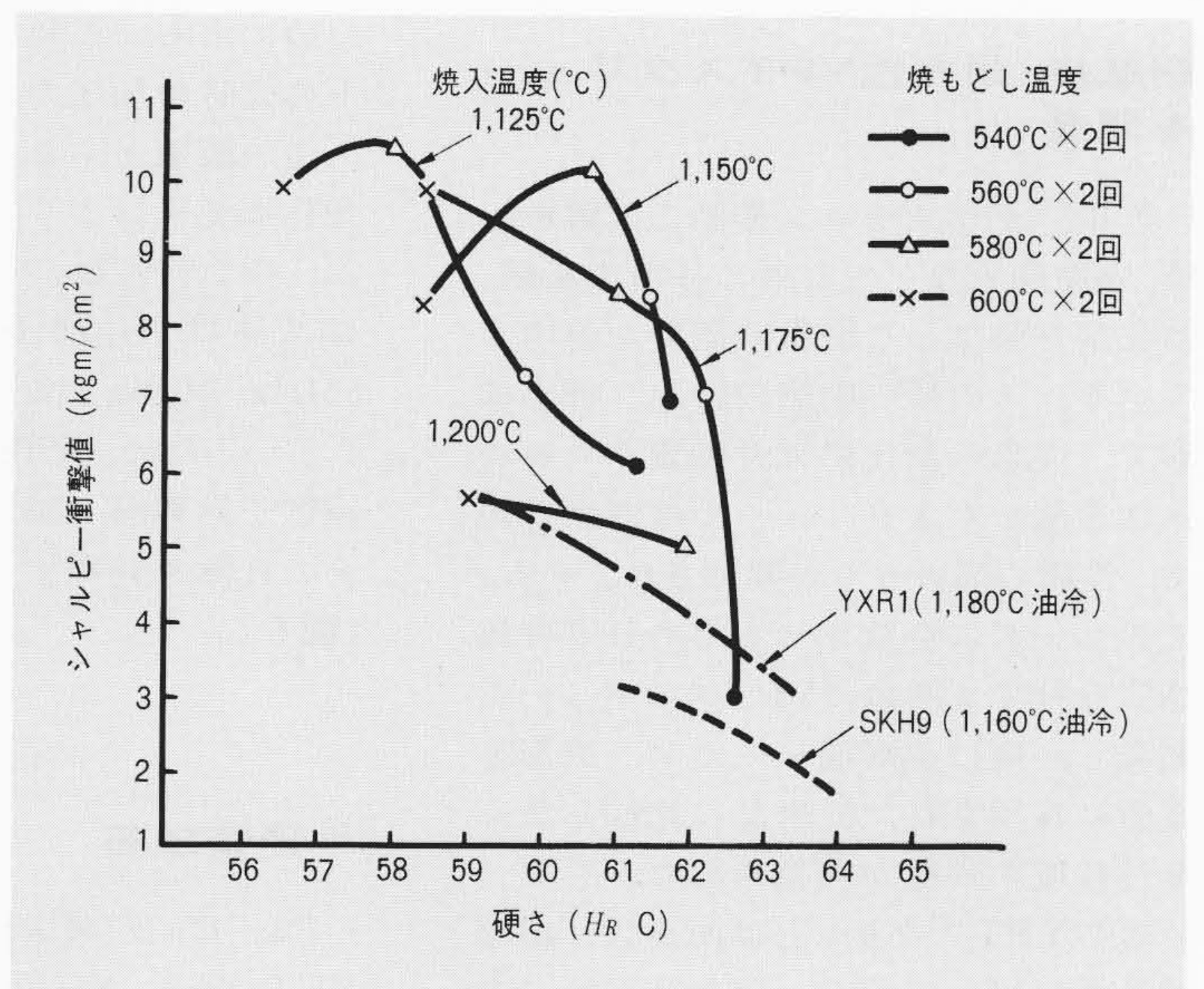
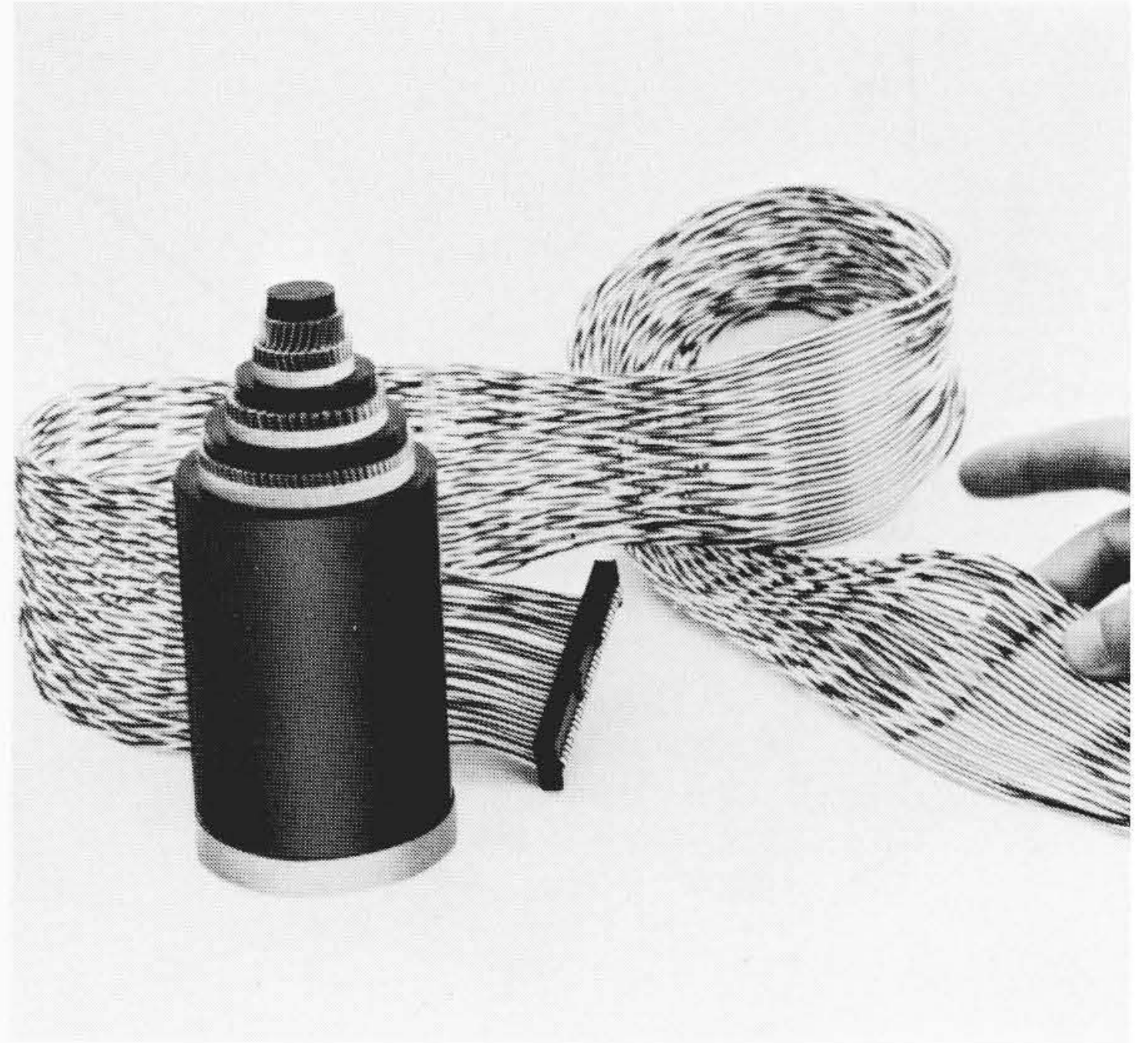


図4 YXR3の硬さとシャルピー衝撃値の関係

べ耐ノイズ性、クロストーク特性が大幅に改善されている。

金属材料

高耐衝撃金型用高速度工具鋼“YXR3”の開発

耐摩耗性と同時に靱性を強く要求される冷間金型類には高速度工具鋼が広く使用されているが、欠けや折れが工具寿命の原因となる頻度が極めて高い。高耐衝撃用高速度工具鋼“YXR3”は、従来の高速度工具鋼に比べてはるかに

靱性値が高く、 H_{RC} 硬さ60という高い硬さで、SKH9(JIS)の3～4倍、従来材耐衝撃高速度鋼“YXR1”(日立金属株式会社商品名)の約2倍の衝撃値をもっている(図4)。また、曲げ応力に対する破断抵抗が大きく、抗折力 580 kg/mm^2 にも達し、現在の工具鋼の中で最大の値を示す。その上、被加工性が良好であり、熱処理変形も少なく、トリミングダイス、ナットフォーマダイスなどの冷間鍛造工具に最適である。その他、耐熱性、高温靱性が極めて高いので、温間あるいは半熱間鍛造工具としても適する。

図5 YPTスクリューの耐食・耐摩耗性

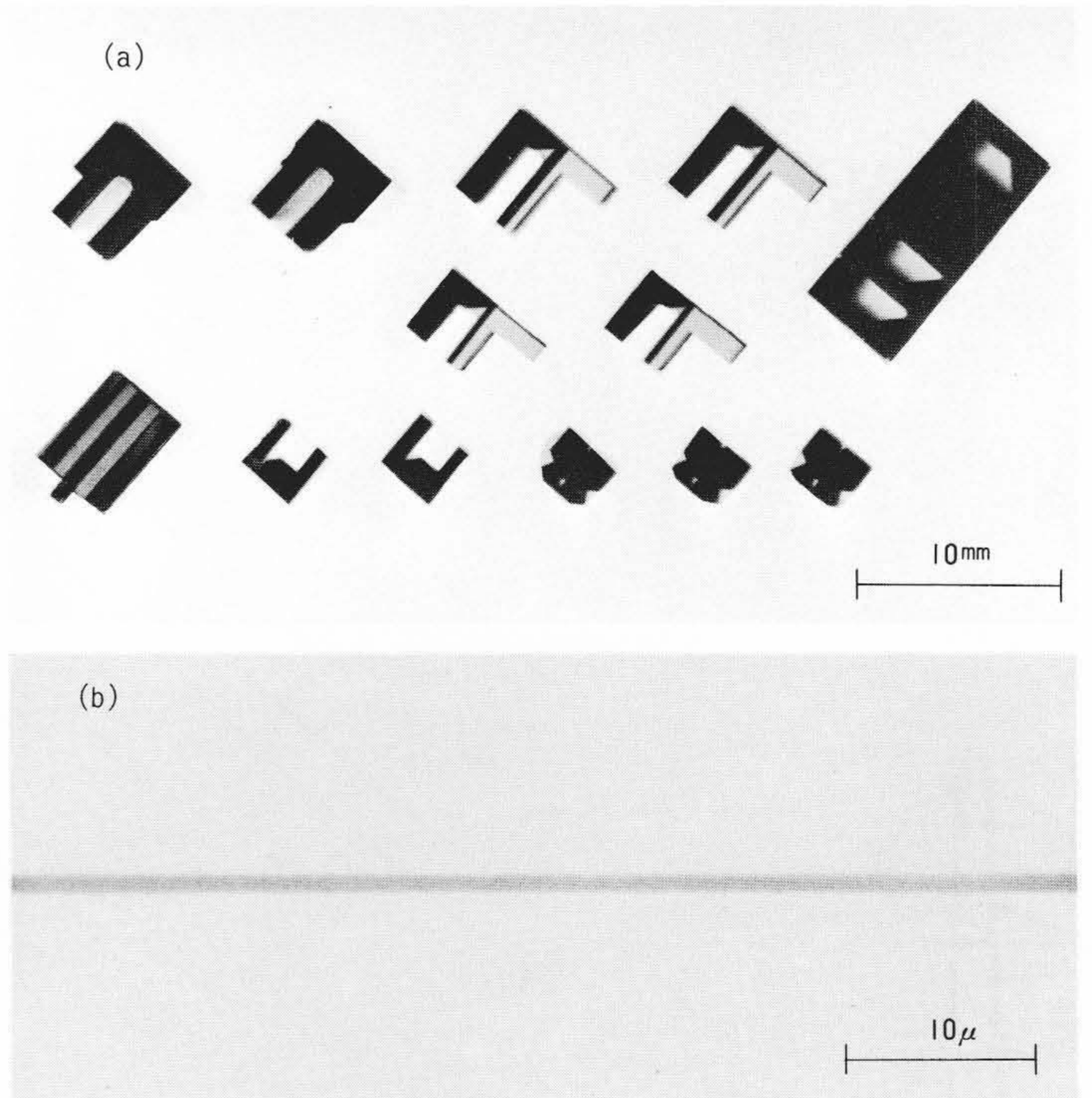
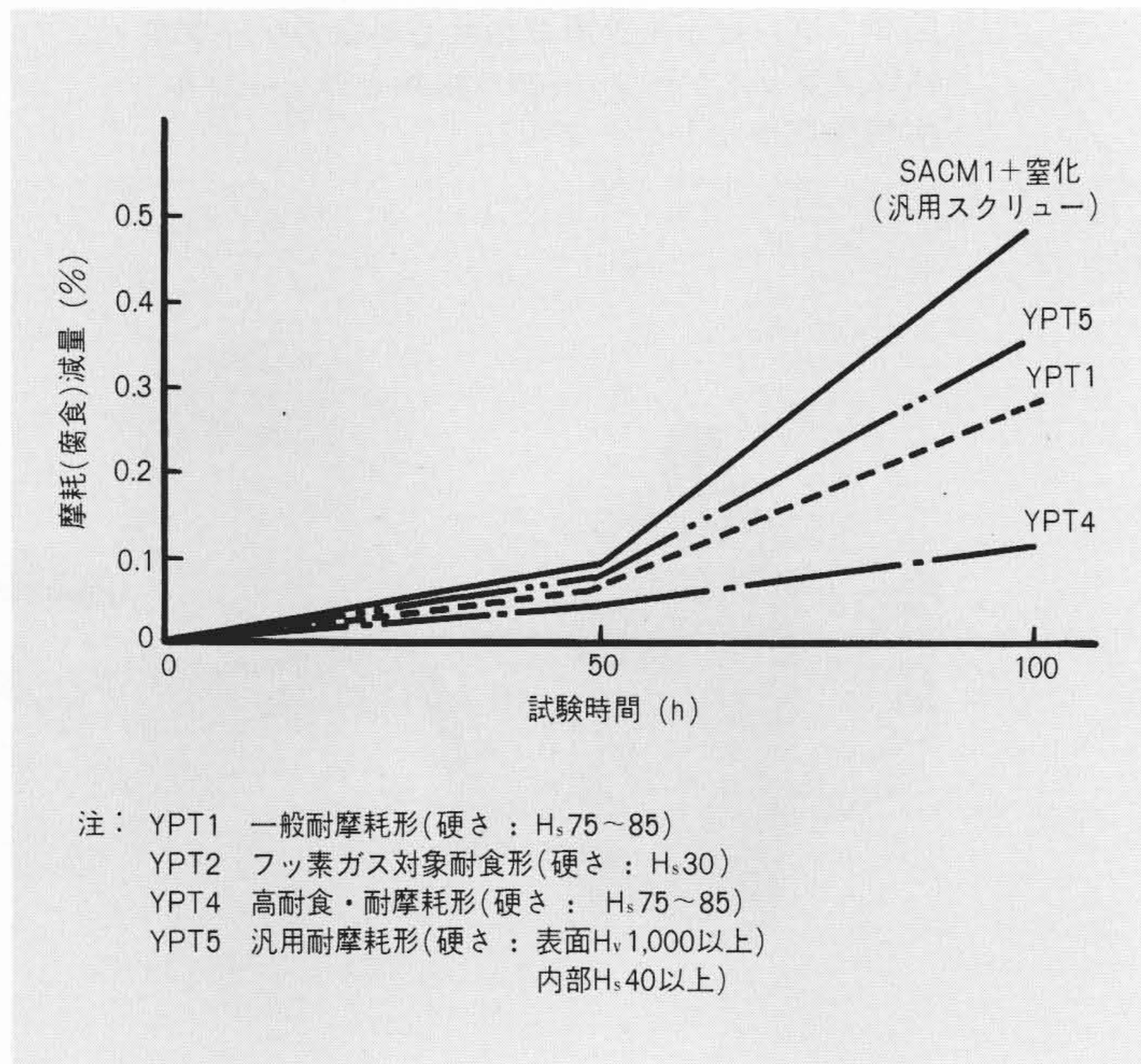


図6 熱間静水圧プレス(HIP)材から作製した磁気ヘッド(a)及びその磁気ギャップ部分(b)

耐摩耗・耐食性YPTスクリューを開発

近年、プラスチック業界では難燃対策、強度向上などのために各種増量剤、強化剤を添加した樹脂の需要が急増している。この種の樹脂の射出、押出成形で、従来の窒化処理や硬質クロムめっきを施したスクリューでは寿命が短く、性能の高いものが要望されている。このニーズに合致させるため日立金属株式会社で4種類のYPTスクリューを開発し、既に成形機メーカー、成形事業者を採用され、従来品に比較し2～5倍程度の性能が実証された。

このYPTスクリューは耐食性、耐摩耗性に優れており、腐食雰囲気中で摩耗が進行していく場合に特に効果がある。

図5はABS樹脂にグラスファイバを混入させ、耐食・耐摩耗性の度合を見たものであり、YPTスクリューの性能の優秀性を示すものである。

高密度記録磁気ヘッド用フェライトを開発

日立金属株式会社では、高密度記録磁気ヘッド材料として空孔の極めて少ない多結晶フェライトを開発した。高密度記録用ヘッドチップは、高精度の加工が要求されるため、材料の空孔をできる限り少なくする必要がある。この要求に応ずるため、熱間静水圧プレス(HIP)技術をフェライトに応用した

ものである。この方法では、フェライト焼成時の加圧力を従来のホットプレス法の数倍とすることができ、空孔は従来材より少ないのが特長である。磁気特性は、透磁率 μ 5MHz：850、磁束密度 B_{10} ：5,000 損失係数 $\tan \delta$ 5MHz：0.65と高周波特性が非常に優れているため、VTRあるいは高密度記録電子計算機用磁気ヘッド材料として、その真価を発揮するものと考えられる(図6)。

半硬質磁石

Fe、Cr及びCoから成る半硬質磁石YHJ-25-8、YHJ-30-10は日立金属株式会社で開発した、圧延・線引き・切削・打抜き・絞りなど、塑性加工が可能な新磁石材料である。特にCoを8～10%と低く抑え、Ni、V、Moなどの高価な金属を少量しか含んでいない省資源製品である。

YHJ-25-8は、従来の代表的な圧延磁石であるバイカロイより格段に優れた加工性をもっている上に、磁気特性の点でもむしろ勝っている。ヒステリシス回転機用磁石、各種薄板・細線状磁石に特に適している。

また、異方性磁石であるYHJ-30-10の磁気特性は、永久磁石の特性に近く、その良加工性を生かし各種計測器・精密磁石に適している。この材料は、今後更に磁気特性の向上を図ることにより、低Co省資源形永久磁石としてアル

ニコ磁石に置き換わることも期待される(図7)。

鋳鍛製品

一ニ中間ワークロール兼用センジマロール材を開発

センジマ圧延機ではその中間ロールは耐クラック性が重視されるため、熱間ダイス鋼系が用いられ、またワークロールは耐摩耗性を維持するため、冷間ダイス鋼系が一般に用いられている。しかし、最近では経済性の観点から耐クラック性、耐摩耗性とを兼ね備えた中間ロール及びワークロール兼用のロール材が要望されている。日立製作所はこれらの要望に応じて高Si-Cr-Mo-V系の新鋼種を開発し、表1に示すように従来の冷間ダイス鋼系に比べ、曲げ靱性及び耐摩耗性が向上して好評を得ている。

5%Ni-13%Cr鋼製ロータの製造

5%Ni-13%Crステンレス鋼は、靱性及び溶接性が優れていることから主に鋳鋼製水車ランナに用いられてきた。日立製作所においてこのたび上記材質で最初の大形鍛鋼品として三井造船株式会社玉野造船所納め、軸流式炉頂圧タービンロータを2本を製造し納入し

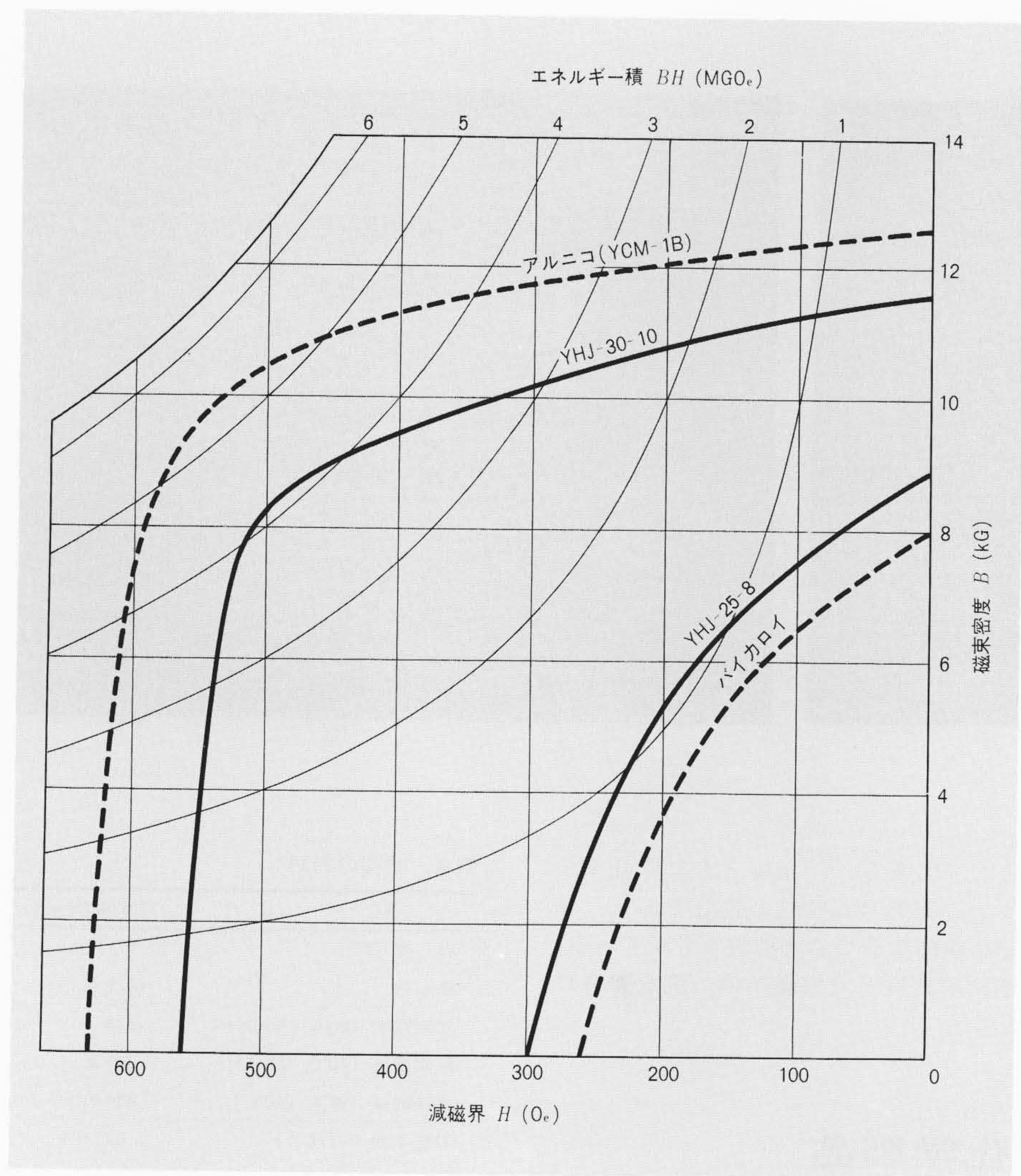
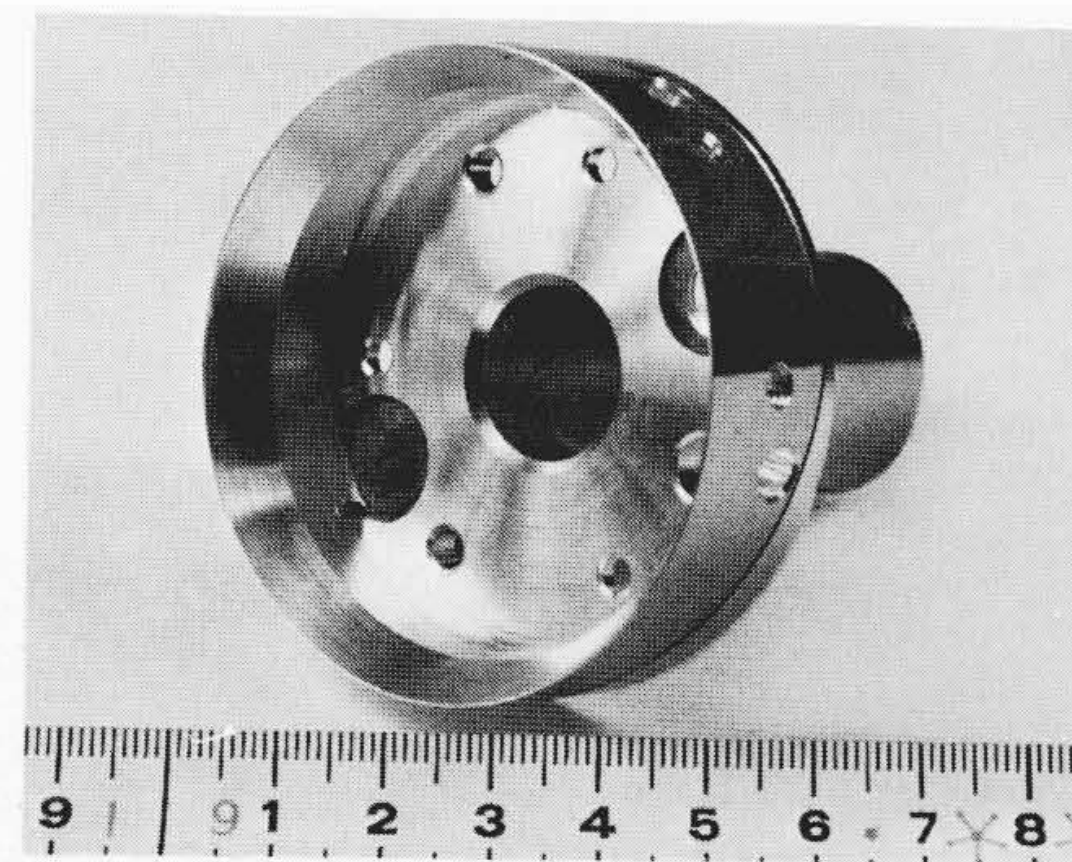
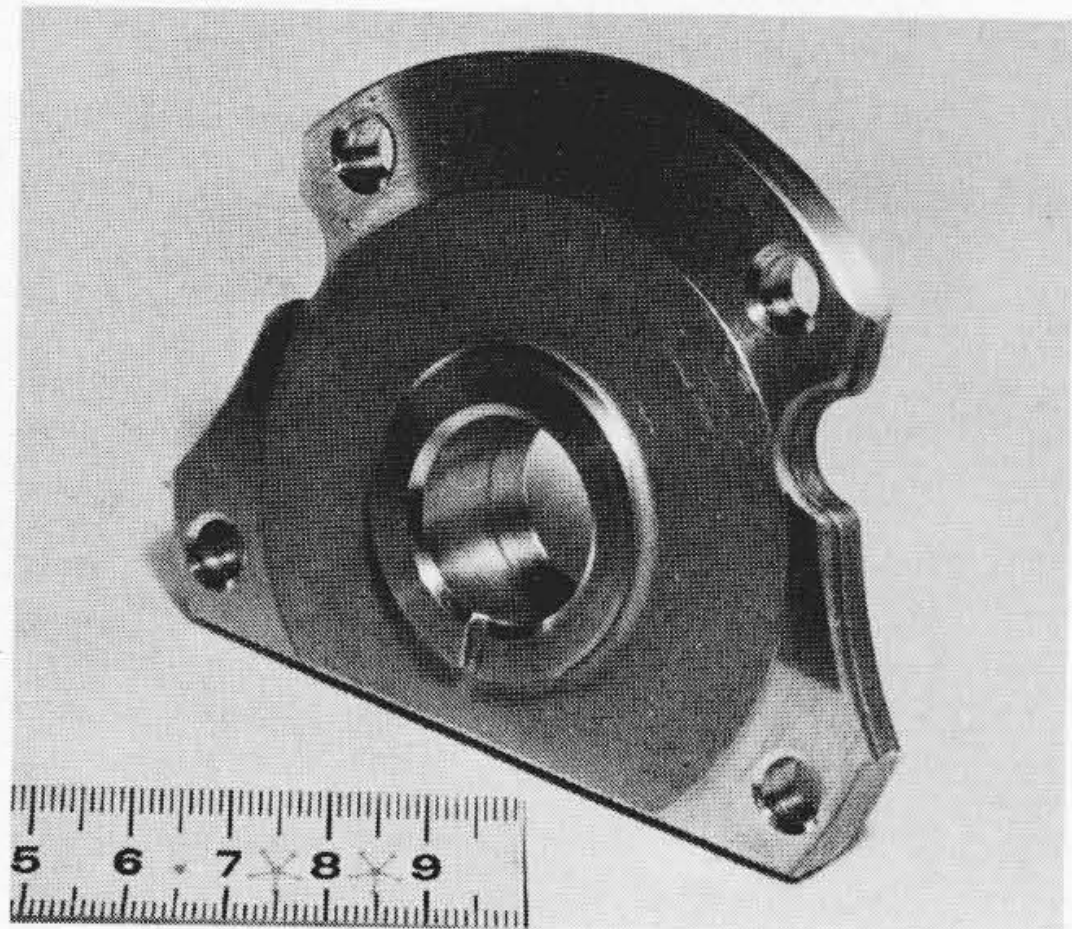


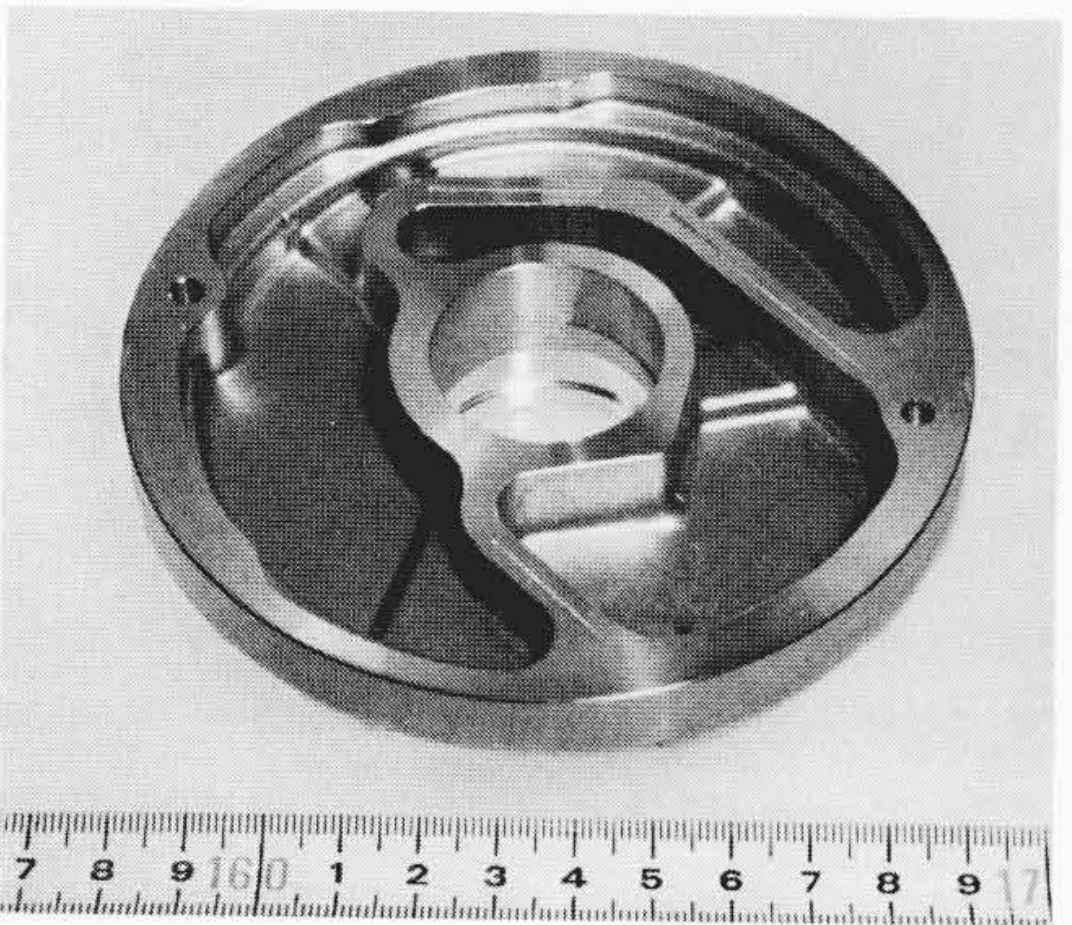
図7 YHJ-25-8, YHJ-30-10の減磁曲線



(a) VTR用シリンダ



(b) 冷凍機用軸受



(c) 圧縮機用サイドカバー

図8 “AHS”合金の応用例

た。表2に主な化学成分及び機械的性質を示す。

炉頂圧タービンは、高圧操業高炉の廃ガスを回収し、その圧力差を利用してタービンを回転し発電するもので、製鉄所の省エネルギーの観点から注目を集めている。

今回の軸流式ロータは、優れた強度・靱性に加えて、耐食性・耐エロージョン性の良好なことが要求されたため、5%Ni-13%Gr鋼にMoを1%添加し、強度・靱性を損なうことなく、耐食性

を更に向上させたものである。

高強度・高耐摩耗性Al-Si合金 “AHS”の応用

日立製作所が開発した“AHS”合金は、優れた機械的性質に加えて、プレス加工による成形性、機械加工による被切削性が良好なため、広範囲の応用が進んでいるが、以下にその例を紹介する。(1)VTR用シリンダ〔図8(a)〕:

VTRの機能を左右する重要部品であり、テープによる摩耗は従来に比べて $\frac{1}{2}$ に減少し、摺動面の加工精度、製品歩どまりの向上にも大きく寄与した。(2)冷凍機用軸受〔同図(b)〕:潤滑下の優れた摺動特性を利用し、従来の複雑構造を“AHS”の一体成形として部品数を削減し大きな効果を得た。(3)圧縮機用サイドカバー〔同図(c)〕:従来のダイカスト品に比べて耐圧性が著しく向上し、製品歩どまりと信頼性の向上に大きく貢献した。

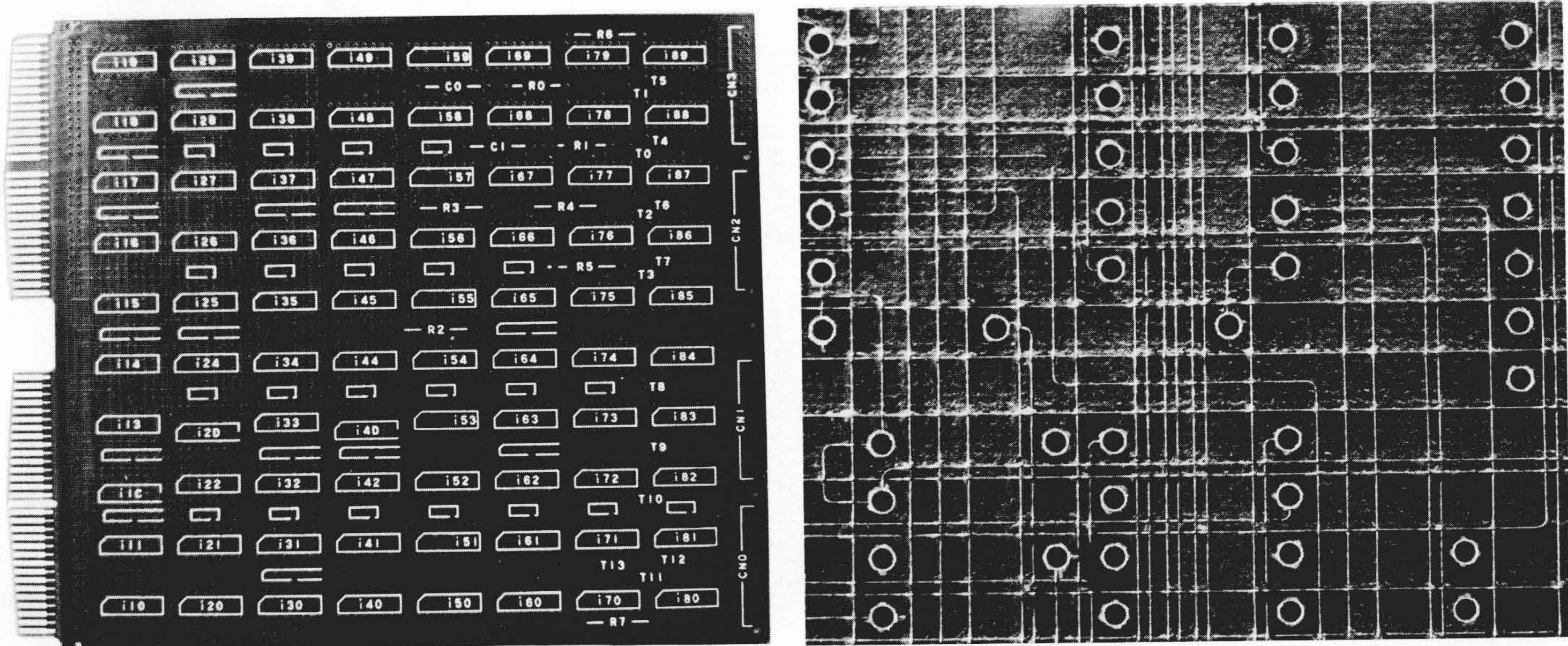
表1 冷間ダイス鋼と新鋼種の耐摩耗性及び靱性の比較

	ロール	かたさ(Hs)	摩耗量(g)	破壊荷重(kg)
高Si-Cr-Mo-V鋼系	ワークロール	88	0.04	430
同上	中間ロール	83	0.06	510
冷間ダイス鋼系 (従来品)	ワークロール	83	0.09	310

表2 主な化学成分及び機械的性質

化 学 成 分 (%)				機 械 的 性 質			
C	Ni	Cr	Mo	試験方向	引張り強さ (kg/mm ²)	降伏強さ (kg/mm ²)	シャルピー衝撃値 (kg-m/cm ²)
0.05	4.98	12.03	1.00	半 径	90.9	71.1	13.2, 14.8, 13.3
				接 線	92.2	71.4	13.3, 13.2, 13.7

図 9 高密度マルチワイヤ配線板の一例



黒鉛分散鑄造合金「グラディア」を開発

日立化成工業株式会社では日立製作所の研究所と共同研究を行ない、黒鉛粉末を均一に分散させた鑄造合金「グラディア」の開発に成功し、販売を開始した。

本材は無給油摺動材であり、市販諸材料に比べて多くの特長をもっている。すなわち、黒鉛埋込材と異なり、本材は摺動面として全表面の使用が可能、小振幅用にも適するほか、製品形状の制約が少ないことが大きな特長である。また、焼結含油材に比較して、大きな耐荷重性と広い使用温度範囲が主な特長となる。更にこのほかに、集電材料

表3 「グラディア」の材料特性と使用規準例

	項 目	単 位	数 値
材 料 特 性	引張り強さ	kg/mm ²	9
	伸 び	%	3
	硬 さ	H _B	60
	熱膨張係数	×10 ⁻⁶ /°C	14
	減 衰 能	Q ⁻¹ × 10 ³	7
使用基準(最大値)	温 度	°C	250
	圧 力	kg/cm ²	150
	電 流	A/cm ²	100

注：銅系合金、黒鉛分散量20体積%

としても集電子、架線ともに摩耗が少ない。振動吸収特性も良好であり、ほぼ市販防振合金級の特長をもっている。本材の特性と使用規準の一例を表3に示す。

化学製品
半導体用高耐熱性樹脂“PIQ”を開発

PIQは日立化成工業株式会社でIC、LSIなどの半導体素子の絶縁膜として開発された有機系高耐熱性樹脂である。電極、配線材料の腐食防止、外界からの汚染防止を目的とした素子の表面保護膜として用いられるだけでなく、配線の段差被覆性に優れているため、PIQを配線層間絶縁膜として用いることにより、無機系材料では困難であった素子の多層配線化が可能になった。更に、素子製造工程時に加えられる種々の熱処理に対しても十分耐え得るだけの耐熱性をもっていると同時に、素子の電気的特性に悪影響を与える導電性イオンなどの不純物をほとんど含んでいないなどの特長をもっている。

表4にPIQの特性の一例を示す。

高密度マルチワイヤ配線板を開発

最近の印刷配線板は、配線の高密度化、高信頼性、多品種少量生産性、短

表4 PIQの特性

項 目	特性値の一例
粘 度 (25°C)	1.1Pa・s
樹脂分	14.5%
比誘電率 (20°C, 50Hz)	3.4
誘電正接 (20°C, 50Hz)	0.2%
絶縁破壊の強さ (20°C)	350V/μm
引張り強さ (20°C)	1.04MPa
伸び率 (20°C)	9.5%
重量減少開始温度(空气中)	450°C

納期、低価格などを強く要求されている。

日立化成工業株式会社は、これらの要求に応ずる新しい配線板としてマルチワイヤ配線板を生産しているが、今回、日本電信電話公社及び米国コールモーゲン社と協力して高密度マルチワイヤ配線板を開発した(図9)。この配線板は、従来、IC端子間に1層当たり1本の配線であったものを、2本配線できるよう設計技術、製造技術などを改良したもので、約2倍の配線収容力と優れた信頼性、電気特性をもっている。

また、配線設計を効率の良いCAD(Computer Assisted Design)システムにより行なうので、短納期が可能で、多種少量生産にも適している。主な用途として電子計算機、電子交換機、数値制御装置など高級な産業用を中心に普及しつつある。