



技術情報

NO. 139
'99.7

香川県工業技術センター

目		次	
石材スラッジを利用したれんが	1	(3)手の形状特性の解析と手袋の	
研究紹介	2	サイズ標記についての評価	4
(1)石材加工技術の開発(第4報)	2	平成10年度に導入した機械設備	5
(2)形彫放電加工に関する		おしらせ	8
基礎的研究	3		

石材スラッジを利用したれんが



御影石を切断・研磨加工する際に排出される石材スラッジをれんがにリサイクルしました。本写真はサンポート高松に施工された例です。れんがの品質は JIS R1250「普通れんが」に規定されている最も高品質の「4種」の規格を十分満足しています。

研究紹介

石材加工技術の開発（第4報）

富野寿和

1 緒言

石材切断用砥石に使用されるダイヤモンド砥粒は粒径#40/50が一般的である。多孔質鑄鉄ボンドダイヤモンド砥石の持つ切れ味の良さを考えると、比較的小さな砥粒を使用しても砥粒径#40/50を使用した既存の砥石並、もしくはそれ以上の切れ味が確保できるものと考えられる。これは、チップング対策に加えて、砥石製造の低コスト化につながる（ダイヤモンド砥粒は、粒径が大きくなるほど高価になる）。そこで、切断性能におよぼす砥粒径の影響について検討した。

2 実験方法

2.1 切断砥石

鑄鉄粉末としては日本アトマイズ加工製（粒径 $10\mu\text{m}$ 、炭素含有量 $3.11\text{mass}\%$ ）を、ダイヤモンド砥粒としては東名ダイヤモンド工業製（IMS-H）を使用した。砥粒径は#40/50、#50/60、#80/100の3種類である。切断砥石用セグメントの作製はパルス通電焼結法により行い、セグメントを鉄板コア（外径 245mm 、厚さ 2mm ）の外周部にろう付け法により接合し、切断砥石とした。試作した3種類の砥石の組成は気孔率 15% 、集中度 12.5 である。

2.2 切断試験

被削材としては、本県庵治牟礼地区で加工される石材の中でも、難加工性であるペルファスト（南アフリカ共和国産）を使用した。切断試験は湿式切断機により行い、試作砥石の切断性能は比切断エネルギー E （ GJ/m^3 ：単位体積を除去するのに必要なエネルギー）により評価した。

なお、切断砥石の評価は、前述の試作砥石以外に、比較用として市販砥石（砥粒径#40/50）についても行った。

3 実験結果及び考察

図1に、試作砥石における切断面積と比切断エネルギーとの関係を3種類の砥粒径に対して示す。比切断エネルギーは、砥粒径によらず切断面積の増加に伴い増加するが、切断面積と比切断エネルギーとの関係において、砥粒径#40/50のダイヤモンド砥粒を使用した砥石と、砥粒径#50/60のダイヤモンド砥粒を使用した砥石との差は、明確には認められない。それら2者に比べて砥粒径#80/100のダイヤモンド砥粒を使用した砥石の比切断エネルギーの値は大きく、かつ切断面積の増加に対する比切断エネルギーの増加率（切れ味の低下度合い）も著しい。

砥粒径#40/50のダイヤモンド砥粒を使用した

多孔質鑄鉄ボンド砥石と市販砥石（#40/50）とにおける、切断面積と比切断エネルギーとの関係を図2に示す。図2から、多孔質鑄鉄ボンド砥石は市販砥石に比べて比切断エネルギーの値が小さく、切れ味が良いことがわかる。また図1に示したとおり、砥粒径#40/50と#50/60とそれぞれのダイヤモンド砥粒を使用した多孔質鑄鉄ボンド砥石の間では、明確な切れ味の差が認められない。したがって、多孔質鑄鉄ボンド砥石では、砥粒径#50/60のダイヤモンド砥粒を使用しても、市販砥石よりも切れ味が良いことがわかる。

4 結言

パルス通電焼結法により、砥粒径の異なるダイヤモンド砥粒を使用して多孔質鑄鉄ボンド切断砥石を試作し、その切断性能を調査した。その結果、砥粒径#40/50と#50/60のダイヤモンド砥粒とをそれぞれ使用した多孔質鑄鉄ボンド切断砥石は、市販の切断砥石（砥粒径#40/50）より優れた切断性能を示した。

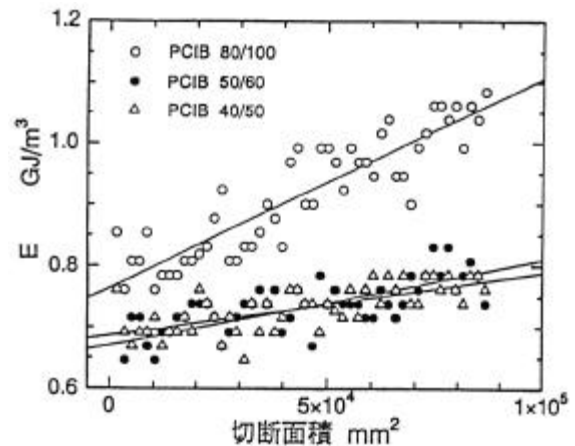


図1 種々の砥粒径を有する多孔質鑄鉄ボンドダイヤモンド切断砥石における切断面積と比切断エネルギーとの関係

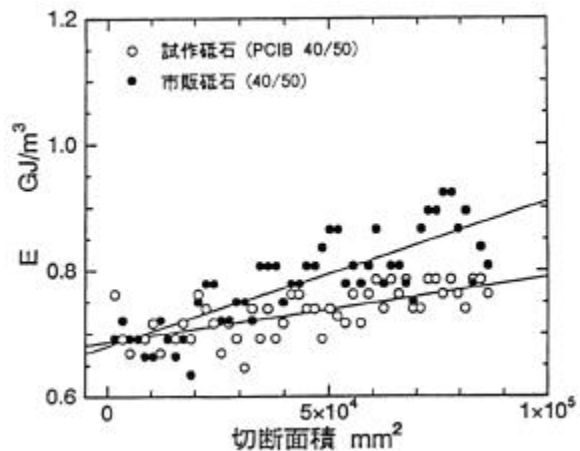


図2 砥粒径#40/50の市販砥石と多孔質鑄鉄ボンドダイヤモンド切断砥石との比切断エネルギーの比較

形彫放電加工に関する基礎的研究

坂東 慎之介

1 はじめに

各種金型の加工方法は、切削を初めとする機械加工と、形彫放電、ワイヤカット等の特殊加工に大別できる。中でも形彫放電は、機械加工では困難な深穴や複雑形状の加工が可能な方法として重要な役割を担っている。しかし、工作物表面に加工変質層(硬化層、熱影響層)が生ずるという問題も抱えている。

本報告では加工変質層に着目し、加工条件と面性状の関係を調査すると共に、機械的強度に及ぼす影響を把握するための強度試験を行った。

2 実験方法

供試材にSKD11(熱処理材, HRC60)を用いて、表1に示す条件(I_p , p 各3条件=計9条件)にて加工を行った。強度試験に際して、研削によって仕上げた基準片(以下単に基準片)と、放電加工を片面のみに施した試験片(以下単に試験片)をそれぞれ3本ずつ作製した。これら作製した試験片に対して、粗さ測定、顕微鏡観察、抗折試験による評価を行った。なお強度の評価は、最大荷重を抗折力に換算し、"試験片の抗折力/基準片の抗折力=比強度"の値によって行った。

3 実験結果

3.1 加工面性状、断面性状

各加工条件に対する粗さの推移を図1に示す。 p の大小に対する明確な差は現れないが、 I_p の増加に対しては、粗さが悪化する傾向となった。原因としては次の点が考えられる。

放電加工面は、クレータ部とその周囲の盛り上がり部によって形成される。またその加工機構は、放電エネルギー($=I_p \cdot V \cdot p$)および単位時間当たりのエネルギー密度($=I_p \cdot V$)によって支配される(V は加工電圧)。ここで、放電エネルギーが工作物除去量を、エネルギー密度がクレータ深さをそれぞれ左右すると仮定すると、粗さはエネルギー密度、即ち I_p に依存すると言える。これは、図1においてほぼ同じ放電エネルギー(例: $I_p=3.0, p=120$ と $I_p=6.2, p=55$)であっても、高エネルギー密度の条件において粗さが悪化することからも確認できる。なお、いずれの条件においても加工面にクラックが生じ、同時に空孔も確認された。クラック深さはいずれも白層の厚さと同程度であり、白層の厚さは各条件における表面粗さとほぼ同じ値であった。この空孔は、放電によって生じた溶融金属が再凝固する際、加工液の気化によるガスを巻き込むことにより生じたものと考えられる。

3.2 抗折試験

比強度の推移を図2に示す。比強度は、 I_p, p のいずれに対しても明確な傾向は現れな

ったが、全体的に見ると p の増加と共に、強度低下することとなった。

ここで p に左右される項目には、放電エネルギー、熱源滞在時間などが考えられる。中でも熱源滞在時間は、その増加に伴い局所への熱入力が増加し、結果、クラックの発生を促すこととなる。また加工変質層は加工液の浸炭作用により、硬脆化している。 p の増加により、硬化層中にクラックが発生しやすくなっていることが、図2の傾向となって現れたものと考えられる。

4 まとめ

本研究において得られた知見を以下に示す。

- 1)加工面粗さは、 I_p (放電エネルギー密度)の影響を大きく受ける。
- 2)加工面最表面層部には、いずれの条件においてもクラックが発生し、同時に空孔も存在する。
- 3)加工変質層、特にクラックの存在は、工作物の強度を著しく低下させる。このクラックの発生は、より p (熱源滞在時間)に依存しやすい傾向にある。

表1 加工条件

電極	10mm Cu
ワーク材料	SKD11(熱処理材, HRC60)
および形状	(L×b×t=24×8×4 mm)
放電電流 I_p A	3.0, 4.5, 6.2
パルス幅 p μ s	55, 90, 120
休止幅 r μ s	20
電極極性	逆極性(電極-, ワーク+)

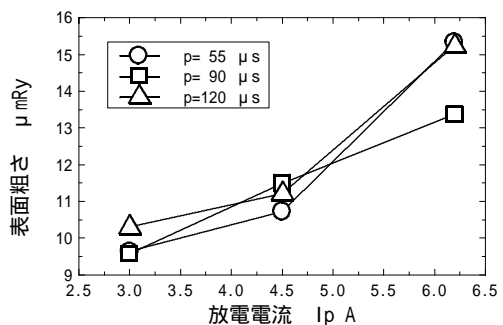


図1 表面粗さの推移

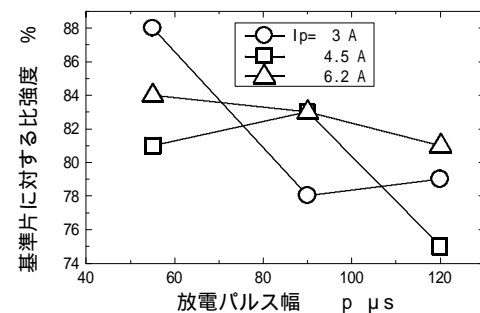


図2 比強度の推移

手の形状特性の解析と手袋のサイズ標記についての評価

森 常樹

1 はじめに

従来の手袋のサイズ標記法は統一されたものではないため、素材や用途が同一であっても、各企業ごとに実際の手袋の大きさが異なり、商品選択の際に消費者には非常に分かりづらい。そこで、人体計測データを用いて手の形状特性を解析し、その結果をもとに、現代人の体格に合った新しい手袋の統一サイズ規格の開発を行おうとする。これにより、素材別（皮革、繊維、ニット）、用途別（ファッション、作業用、スポーツ）に、新たなサイズ測定基準、商品サイズランク基準を設ける。また、同一品目において、きめ細かなサイズランクの品揃えによって、消費者ニーズに対処することを目指す。

2 方法

人体計測データについては、社団法人人間生活工学研究センターにより、1992～94年にかけて全国で採集された7～90歳代の約3万4千人、全178項目の身体測定データから、男性4850名、女性4652名分を抽出していただいたものである。今回用いたデータの性別・年齢の分布については、表1の通りである。

表1 人体計測データの性別・年齢分布

	20～29歳	30～49歳	50歳～	合計
男性	1188	1296	804	3288
女性	1121	1270	833	3224
合計	2309	2566	1637	6512

今回は、手袋のサイズ標記のために重要であると考えられる、手囲・手長・第3指長・第3指近位関節幅のそれぞれについて、20～29歳（ヤング）、30～49歳（ヤングアダルト～アダルト）、50歳～（マチュア）の3世代別と、男女別に相関を調べた。それぞれの部位については、図1の通りである。この中で手囲は、ゴルフなどのスポーツ手袋において、現在サイズ基準として用いられている部位である。

3 結果および考察

全世代、男女において、手長と第3指長については相関が比較的あると思われる。しかし、その他については相関がほとんど見られなかった。また、各世代間の差については、男女共に第3指近位関節幅においては、年配になるにつれ太くなる傾向が見られた。また、手囲については、男性が年代が上がるにつれて値が減少しているのに対し、女性は逆に増加している。

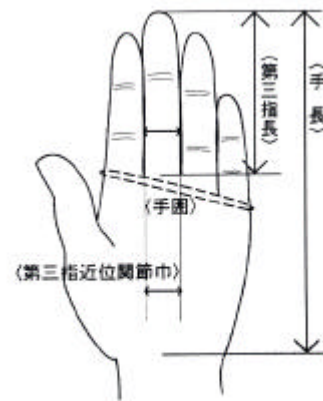


図1 分析部位

一般的には、高齢者ほど指が太くて短く、手の厚みも大きいと言われているが、指の長さについては、今回はそのような傾向は見られなかったが、幅は年齢が上がるにつれ太くなる傾向が見られた。

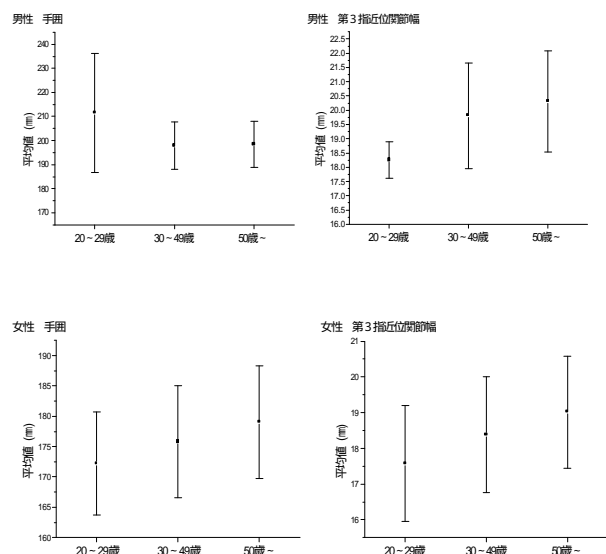


図2 2部位の平均値および標準偏差

4 まとめ

今回の分析では、新しいサイズ標記のための基準部位は確定できなかった。今後の課題として、身長など手部以外の部位との相関を含めた、更なる人体データの分析、新しいサイズ標記のための測定基準部位の確定、標準サイズの作成を行いたいと考えている。

平成10年度に導入した機械設備

(1) 中小企業事業団委託事業

「ものづくり試作開発支援センター整備事業」により、中小企業事業団から譲渡を受けた設備

設備の名称	規格・性能	メーカー (型式)
高性能 X 線回折装置	高圧発生器 電圧60kV 出力3kW セラミックス絶縁型 X 線回折管球 Cuアノード 出力2.2kW 高精度縦型ゴニオメータ 角度設定再現性0.0001° 直結型光読みとりエンコーダー付 大型サンプル用多目的サンプル ステージ (100×100×100mm)	日本フィ リップス(株) (PW3050)
押出成形機	時間当たり処理能力：10～100kg 水冷機構：押出スクリー部、 ケーシング上部、シリンダー部 押出スクリー径：75mm	本田鉄工(株) (HDE-3D)
ガス炉	冷却過程密封型 最高使用温度：1350 炉内有効寸法： 幅470mm、奥行き700mm、高さ700mm	高砂工業(株)
着磁装置	着磁電源充電エネルギー：4100J 着磁電源最大出力電流：15000A 着磁コイル：空芯コイル 着磁コイル有効内径：150mm 着磁可能試験体寸法：10cm角程度	電子磁気工業(株) (ES-0910-15)
エネルギー分散型 X 線 マイクロアナライザー付 走査型電子顕微鏡	分解能： (高真空モード) 二次電子像3.5nm 反射電子像5.0nm (低真空モード) 反射電子像5.0nm 倍率：×18～300,000 加速電圧：0.5～30kV 最大試料寸法：6インチ径	日本電子(株) (JSM-5600LV)
万能材料試験機	最大測定荷重：10kN 荷重測定精度：ロードセル容量の1/10 指示値の±0.4%，1/100の±0.5% 位置測定精度： ±0.02mmまたは変位の0.05%	インストロン ジャパンカンパ ニイリミテッド (インストロン5566)
シールド効果測定機	測定周波数範囲：(磁界) 10k～1GHz (電界) 1M～1GHz 被試験体寸法：150mm×150mm×5mm または200mm×200mm×5mm	(株)アドバン テスト (TR17301A, R3371A)
吸収効果測定機	測定周波数：50M～20GHz 測定方式：Sパラメータ法、 プローブ法、フリースペース法 測定項目：複素比誘電率、複素比透磁率	日本ヒューレット ・パッカード(株)、 (有)関東電子 応用開発 (8720D, CSH3-39D , CSH2-APC7)

設 備 の 名 称	規 格 ・ 性 能	メ ー カ ー (型 式)
磁 化 特 性 測 定 機	B - Hカーブ自動測定機能 被試験体寸法：15mm立方まで 希土類磁性体,粉末磁性体の測定が可能 軟質磁性体,硬質磁性体の測定が可能	電子磁気工業(株) (BH-5501)
磁 気 測 定 機	磁束密度測定周波数範囲：DC～50kHz 磁束密度測定範囲：1nT～10T 磁束密度3チャンネル同時測定可能 透磁率測定範囲：1.001～4	F.W.BELL, 電子磁気工業(株) (9953, LP-141)
試 作 基 板 作 成 装 置	6層相当の試作基板作成可能 CAD入力可能 各社CADデータ自動変換可能 0.6mm幅の配線可能 位置決め精度：±0.05mm	日本LPKF(株) (LPKF95S)
論 理 回 路 設 計 装 置	マルチベンダ (アルテラ・ザイリンクス等)対応可能 対応言語：VHDL言語入力可能	メンターグラ フィックス ジャパン(株) (LEONARDO)
C P U 開 発 ツ ー ル 類	対応する組込型マイコン (H8/300H・ CPU, SH7000・CPU) のコンパイラ, シミュレータ, エミュレータ機能	(株)ソフィア システムズ (H8/300H・ SH7000対応)
D S P 開 発 ツ ー ル 類	対応する組込型マイコン (C3X・DSP, C5X・DSP) のコンパイラ, シミュレー タ, エミュレータ機能	日本テキサス ・インスツル メンツ(株) (C3X・C5X対応)
N C 小 型 フ ラ イ ス 盤	NC対応：パソコンで制御操作可能 最大加工範囲： X軸324mm Y軸152mm Z軸228mm 分解能：0.635μm	Light Machines Corporation (proLIGHT PLM2101-1100)
インピーダンス解析装置	測定項目：インピーダンス, 位相角, 抵抗,リアクタンス,インダクタンス, キャパシタンス, 損失係数など (低周波部) 測定周波数範囲：100Hz～40MHz 測定方式：自動平衡ブリッジ法によ る4端子法 (高周波部) 測定周波数範囲：1M～1.8GHz 測定方式：電圧 - 電流法	日本ヒューレット ・パッカード(株) (4194A, 4291B)
微 少 電 流 計	電流値測定範囲：60fA～100μA 抵抗値測定範囲：1k～16P	日本ヒューレット ・パッカード(株) (4339B)
画 像 入 力 装 置	三次元方向の測定精度：100μm 撮像機能：100万画素	(株)オプトン (サ-ファイヤ-200S [特殊型])
ハ ン ド リ ン グ 装 置	X, Y, Z軸に対する位置決め可能 位置繰り返し精度：0.04mm	三菱電機(株) (RV-E2)

(2) 日本自転車振興会補助事業
日本自転車振興会補助金の導入により設置した機械設備

設備の名称	規格・性能	メーカー (型式)
粒度分布・ゼータ 電位測定装置	原理:超音波減衰分光法 測定レンジ:0.01~10 μ m 周波数:1kHz~100kHz サンプル量:100 μ l 測定濃度:1~40vol% 媒液:水系、非水系	Dispersion Technology Inc. (DT-1200)
可変型電源装置	出力:交流・直流 出力電圧:可変範囲 AC 0~300V DC 0~ \pm 400V 出力周波数:可変範囲 0.01Hz~1,200.0Hz プログラム機能,任意波形作成機能, 計測機能 定電流機能:AC 0~10A DC 0~ \pm 9A	(株)高砂製作所 (AA2000XG)
恒温器	温度範囲:-70~100 槽内温度分布: \pm 0.5以内 槽内寸法:W600mm \times H850mm \times D600mm 冷凍方式:二元冷凍方式(空冷式) 内容量:306 ℓ	タバイ エスペック(株) (PG-2K)
湿式精密切断機	カッタモーター:AC200V,3相,1.5kW ポンプモーター:AC200V,3相,1.5kW タンク容量:36 ℓ	リファイン テック(株) (RC0-233)

(3) 石油代替エネルギー等技術改善費補助金事業
石油代替エネルギー等技術改善費補助金(中小企業庁)の導入により設置した設備

設備の名称	規格・性能	メーカー (型式)
工具動力計	最大測定動力:F _x =500N,F _y = \pm 500N, F _z = \pm 1000N 剛性:C _x ,C _z =1kN/ μ m以上, C _y =2kN/ μ m以上 固有振動数:f _x =2kHz,f _y =3kHz, f _z =1.8kHz	日本キスラー(株) (9254)
超高温電気炉	最高温度:1800	(株)モトヤマ (SE-2025D)
SPSアナリシスユニット	試料変化率測定精度:1 μ m 加圧力のプログラム制御可能	住友石炭鉱業(株) (AU-1010)
粘度計	プログラム自動変速機能 データ処理ソフト内蔵	東機産業(株) (RE115)
自動比重測定装置	液浸法による自動比重測定	メトラ(株) (SGM-6)
乾燥機	温度:常温~200	タバイ エスペック(株) (PV-221)
ロータリードレッサ	回転数:1600rpm 砥石径:125mm	オオタ(株) (V125P)
油回転真空ポンプ	排気速度:162 ℓ /min 真空度:0.067Pa	真空理工(株) (GCD-135XA)

(4) 県単事業

設備の名称	規格・性能	メーカー (型式)
ガスクロマトグラフ	カラムオープン 室温+4~450 検出器 FID, TCD	島津製作所 (GC-17A)
光化学反応装置	安定器 入力電圧100V 容量150VA 高圧水銀灯 ランプ入力132VA	ウシオ電機 (UM-103)

おしらせ

「'99香川県先端技術工業展」

去る5月28日から30日までの3日間、「サンメッセ香川」を会場に「先端技術，21世紀へのメッセージ」をテーマに先端技術工業展が開催され，県内外の企業136社と11研究機関が優れたハイテク機器や最新の研究成果などを出展，来場者は最新の技術の進展に目を見張っていました。

なお，29日には「テクノフォーラム'99・イン・かがわ」として，平成11年度香川県工業技術センター研究発表会と県内大学，高専，国公立試験研究機関合同研究発表会が開催され，60を超えるテーマの研究成果が発表されました。



「ミッドレンジ設計カンファレンス in 高松」

日時 平成11年7月8日(木) 10:00～17:00
場所 サンメッセ香川 サンメッセホール2F
高松市林町

内容 (1)基調講演 10:00～12:00
・「2次元から3次元CAD移行時のチェックポイント」
講師：日経BP社 日経デジタルエンジニアリング編集長 原口英紀氏
・「2次元から3次元CADへ，移行の勘どころ」
講師：光栄彫刻工業(株)
代表取締役 古賀良幸氏
(2)製品セッション 13:00～17:00
(3)製品展示 10:30～17:00

基調講演参加申込 7月2日(金)
その他 「2次元CADから3次元CADへの移行デモ」：自社のCADデータを別のCADに変換し，当日評価できます

* 移行デモ申込締切：
第1次締切：6月11日(金)
第2次締切：6月25日(金)
* 送付先：システム応用技術部門 岩田or高原

電子技術講習会

CPUデバイスセミナー研修会

日時 平成11年7月28日(水) 9:30～16:30
場所 香川県工業技術センター研修室
内容 H8/300HCPU関連技術
講師 (株)日立製作所電子統括営業本部
第二技術部 大久保京夫氏 ほか2名
その他 機材を使う実習等があるため定員を20名以内に限定予定。

当センターの職員が学位を取得

・生産技術部門，機械加工担当の主任研究員 佃 昭は，「ファインセラミックスの微構造と研削機構および加工変質層に関する研究」についての学位論文を，平成10年11月に横浜国立大学へ提出していたところ，平成11年3月31日，同大学から博士(工学)の学位を授与されました。

・材料技術部門，無機材料担当の主任研究員 横田耕三は，「アルミナ粉末の湿式サブミクロン粉碎とその焼結挙動に関する研究」についての学位論文を，平成11年1月に東北大学へ提出していたところ，平成11年3月10日，同大学から博士(工学)の学位を授与されました。

人事異動

3月31日付け 退職

石川太三郎 (企画情報部門)
入谷 完 (生産技術部門)
郡谷文雄 (システム応用技術部門)

4月1日付け 転入

山本義彦 (総務課長)
植田昌明 (生産技術部門)
森 伸子 (企画情報部門)

6月1日付け 昇任

主席研究員 岩田 弘 (システム応用技術部門)
主任研究員 横田耕三 (材料技術部門)

香川県工業技術センターの
ホームページをご覧ください。
<http://www.itc.pref.kagawa.jp>

技術情報(香川)'99.7 No.139
編集・発行 香川県工業技術センター
〒761-8031 高松市郷東町587-1
TEL:(087)881-3175(代)
FAX:(087)881-0425
E-mail:desk@itc.pref.kagawa.jp