セラミックスの精密研削における微粒 ダイヤモンド砥石の最適研削条件*

市 田 良 夫** 貴 志 浩 三** 蓮 田 裕 一**

Optimum Grinding Condition for Fine Grain Diamond Wheels
in Precision Grinding of Ceramics

Yoshio ICHIDA, Kozo KISHI and Yuichi HASUDA

This paper aims to clarify the optimum grinding condition for fine grain diamond wheels in precision grinding of fine ceramics. A series of plunge surface grinding tests on alumina ceramics have been conducted using fine grain diamond wheels with grain size in the range of 2-6 to 5-12 μm . On the basis of these results, the optimum grinding condition has been evaluated from a view point of grinding ratio. The main results obtained in this paper are as follows: (1) When the grinding speed does not exceed about 1800 m/min, the grinding ratio is solely a function of coefficient of grain depth of cut $\phi_g = (v/V)\sqrt{t/D}$ (v ; work speed, V ; peripheral wheel speed, t ; wheel depth of cut, D ; wheel diameter) approximately. (2) When ϕ_g exceeds a critical value ϕ_{gc} , a transition from attrition to fracture type in the wear mode of diamond wheel occurs. Therefore, the grinding ratio takes a maximum value at the critical condition $\phi_g = \phi_{gc}$. The critical value ϕ_{gc} decreases in proportion to the mean grain diameter of diamond abrasives.

Key words: fine grain diamond wheels, optimum grinding condition, fine ceramics, grinding ratio, coefficient of grain depth of cut, wheel wear mode

1. 結 論

近年、ガラスやセラミックスなどの硬ぜい材料を対象とする仕上加工の分野を中心に、微粒ダイヤモンド砥石の需要が増大している¹⁾。一般に微粒の砥石は、粗粒の砥石に比べて、鋭い切れ刃を数多く具備しているから、精密な表面を創成する能力には優れているが、反面砥粒のボンド面からの突出が少ないことやボンドによる砥粒の保持面積が少ないことなどから、材料を除去する能力や耐摩耗性に劣ること、適用できる研削条件の範囲が狭く、加工特性が研削条件に影響されやすいことなど実用上扱いにくい問題を多く抱えている²⁾。

本研究では、これらの項目のうち特に後者に関連する問題として、微粒ダイヤモンド砥石を使用する場合の適正加工条件について検討する。すなわち、粒度の細かい砥石になればなるほど、その加工特性が加工条件に敏感となるため、適合する加工条件の範囲をより正確に把握しておくことが必要である。ところがこれ

まで、微粒ダイヤモンド砥石に関する研究報告例は粗粒砥石の場合に比べると非常に少なく^{3)~5)}、特にセラミックスを加工する場合の最適条件についての検討はいまだ十分に行われていないのが実状である。そこで本研究では、粒度 #1500~3000 の微粒ダイヤモンド砥石によるアルミナセラミックスの平面プランジ研削実験を試み、研削特性に及ぼす加工条件の影響を把握すると共に、主に研削比からみた最適加工条件について考察する。

2. 実 験 方 法

研削実験はいずれも、横軸平面研削盤による下向き・平面プランジ研削方式で行った。使用砥石および研削条件を表1に示す。砥粒として、粒度 #1500 (ミクロンサイズ粒度分布 5~12 μm , 平均粒径 $\bar{d}=8.82 \mu\text{m}$), #2000 (4~8 μm , $\bar{d}=5.76 \mu\text{m}$) 及び #3000 (2~6 μm , $\bar{d}=3.91 \mu\text{m}$) の微粒ダイヤモンド砥粒を用いた。結合剤としてフェノール系樹脂を用い、集中度を 100 とする標準的な砥石を作製した。砥石は、WA ワックススティック WA 2000 BW によるドレッシング (砥石周速度 1800 m/min, 切込み 10 μm ,

* 原稿受付 平成3年9月5日

** 正 会 員 宇都宮大学工学部 (宇都宮市石井町 2753)

Table 1 Grinding conditions

Grinding method	Plunge surface grinding, Down cut
Grinding wheel	SD 1500 N 100 B, SD 2000 N 100 B SD 3000 N 100 B Size : $200^p \times 10^T \times 50.8^H$ mm (1A1)
Peripheral wheel speed	$V = 900\text{--}2100$ m/min
Work speed	$v = 0.1\text{--}1.6$ m/min
Wheel depth of cut	$t = 2.5\text{--}20$ μ m
Grinding width	$B = 5$ mm
Grinding fluid	Soluble type (JIS W-2-2) 2% dilution, 5.4 l/min
Workpiece	Hot pressed $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--}30\%\text{TiC}$ Size : $100^L \times 5^W \times 25^H$ mm

テーブル速度 0.5 m/min) を行い、実験に用いた。工作物として、切削工具などの耐摩耗用材料として幅広い用途をもつ $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--TiC}$ セラミックス (密度 4.2 g/cm³, 曲げ強さ 784 MPa, 破壊じん性値 $K_{IC} = 4.12$ MN/m^{3/2}, 硬さ 94 HRA, ヤング率 372 GPa, 熱膨張率 $7.9 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$, 熱伝導率 0.05 cal/cm²・s²・°C) を用いた。研削抵抗の測定は圧電型動力計 (Kistler/9257 B) を用い、また仕上面粗さの測定は触針式粗さ計 (小坂/ET-30) を用いて行った。また砥石半径減耗量の測定と共に、砥石作用面の変化を二段レプリカ法により観察した。

3. 研削特性に及ぼす加工条件の影響

3.1 工作物速度の影響

図 1 は、使用した砥石の中で最も粒度の粗い砥石 SD 1500 N 100 B を用いて行った実験結果の一例で、研削量 V_w の増加に伴う法線研削抵抗 F_n , 接線研削抵抗 F_t , 砥石半径減耗量 ΔR , 累積切残量 ϵ , 仕上面粗さ R_{max} 及び研削比 G の変化に及ぼす工作物速度 v の影響を示したものである。研削抵抗の変化についてみると、工作物速度 v の小さい範囲では、研削量の増加と共に単調に増大する傾向を示すが、 v を 0.8 m/min 以上になると、研削開始直後に急増し、その後急減するという特徴的な変化が現れるようになる。前述したように、微粒の砥石では砥粒切れ刃のボンド面からの突出が少ないことや砥粒支持剛性が低いことなどから、切れ刃が工作物に貫入しにくい、ボンド面と工作物表面が直接接触しやすい、切りくずの流出が困難となる、などの問題が生じやすい。 v の増加により砥粒切込み深さが大きくなると、これらの現象がますます生じるようになるため切残量が増えて抵抗が急増するようになるものとみられる。なお、その後に見られる抵抗の急減する現象は、砥石作用面への負荷

Fig. 1 Effect of work speed on grinding characteristics of fine grain diamond wheel
Grinding wheel; SD 1500 N 100 B, $V = 1800$ m/min, $t = 5$ μ m

が大きくなり、この結果ボンド表面の損耗、砥粒の破壊や脱落、目詰まりの除去などによる一種の自生作用が生じて切れ味を回復するようになるために生じるものと考えられる。研削抵抗と切残量は、図の例にみられるように、密接に対応しながら変動しているのが確認される。一方、砥石摩耗 ΔR は初期摩耗域を除

Fig. 2 Effect of work speed on grinding characteristics

けば、研削量にはほぼ比例して増大している。その勾配は、 v の減少と共に $v > 0.4 \text{ m/min}$ の範囲では小さくなるが、 $v < 0.4 \text{ m/min}$ の範囲では逆に大きくなる傾向にあることがわかる。研削比は初期摩耗に影響されるので、研削初期では小さいが、 V_w の増加と共に増大し、 V_w が $100 \text{ mm}^3/\text{mm}$ を越えるとほぼ安定するようになる。なお、仕上面粗さも研削の進行と共に増大するようになるが、 $v = 0.4 \text{ m/min}$ 以下の速度では、 $0.2 \text{ }\mu\text{m}$ R_{max} 以下の値を比較的安定して維持しているのがわかる。

以上の結果において、 $V_w = 150 \text{ mm}^3/\text{mm}$ 研削後の各特性値を v に対して整理すると図2のようになる。 ϵ , F_n , F_t , R_{max} はいずれも v を遅くするほど小さくなるが、 G は $v = 0.4 \text{ m/min}$ 付近で最大となり、 v をそれよりも遅くすると減少するのがわかる。 v を遅くすると砥粒切込み深さが減少するので、切れ刃への負荷は小さくなるが、反面上滑りが生じやすくなること、砥粒研削距離及び砥粒の切削回数（負荷回数）が増加するなどの問題が生じるようになる。 $v = 0.4 \text{ m/min}$ 以下で G が v の減少に伴い減少するのは、前者に比べて後者の問題が G に強く影響するようになるためと考えられる。

3.2 研削速度の影響

図3は、微粒砥石の研削性能に及ぼす砥石周速度 V の影響を検討した結果である。ただし、 $V_w = 150 \text{ mm}^3/\text{mm}$ 研削後の結果のみを示している。 $V = 1200 \sim 1800 \text{ m/min}$ の範囲では砥石摩耗が少なく、高い研削比が得られるが、周速度をそれより遅くしても速くしても摩耗が大きくなり、研削比が低くなるのがわかる。低速の $V = 900 \text{ m/min}$ と高速の $V = 2100 \text{ m/min}$ の場合では、砥石の摩耗が大きくなることにおいては共通しているが、研削抵抗 F 、切残し ϵ 及び仕上面粗さ R_{max} においては相反する性質を示している。すなわち、 $V = 900 \text{ m/min}$ の場合、 F と ϵ は小さいが、

Fig. 3 Effect of peripheral wheel speed on grinding characteristics

Fig. 4 Effect of wheel depth of cut on grinding characteristics

R_{max} が大きい。これに対して、 $V = 2100 \text{ m/min}$ の場合、 R_{max} は小さいが F と ϵ が大きくなっている。低速域では、砥粒切込み深さが大きくなるので、上滑りが減少して除去率が高くなるものとみられる。また切れ刃への負荷が増えるので摩耗が大きくなっているが、図の ϵ の変化にみられるように切れ味が保たれていることから、自生作用が活発に起きているのがわかる。一方、高速域では、砥粒切込み深さが減少するから、上滑りが増えて除去率が低下したものとみられる。また V の増加は砥粒研削距離および切削回数を大きくすること、研削温度の上昇をもたらして結合剤の熱的損耗を引き起こすことなどが考えられ、この結果研削比が低下すると共に、砥石面は目つぶれの状態となって切れ味が低下したものと推察される。

3.3 砥石切込みの影響

研削特性に及ぼす砥石切込み t の影響を検討した結果を図4に示す。 F_n , F_t , ϵ 及び R_{max} は t の減少とともに小さくなる傾向にあるが、研削比は $t = 5 \text{ }\mu\text{m}$ 付近で最大となり、 t をそれより小さくしても大きくしても減少する。 t を小さくすると一般に、砥粒切込み深さ及び接触弧長さが減少する。この結果切れ刃への負荷及び負荷時間は減少するが、逆に上滑り、砥粒研削距離及び切削回数（負荷回数）などが増大するよう

Fig. 5 Relation between grinding ratio and coefficient of grain depth of cut

になる。 $t=5 \mu\text{m}$ 以下で G が t の減少に伴い小さくなるのは、 G と v との関係と同様に、前者に比べて後者の影響が強く現れるためと考えられる。

4. 研削比と最適研削条件

4.1 研削比を支配する要因

前章で示した結果のうち特に研削比に着目して、微粒砥石における適正加工条件について考察してみる。研削比は研削量 V_w によっても変化するが、前述したように、 V_w が $100 \text{ mm}^3/\text{mm}$ を越えるとほぼ安定するようになるので、ここでは $V_w=150 \text{ mm}^3/\text{mm}$ 研削後の研削比を評価因子として用いる。ここで、研削比は砥石摩耗量と研削量の比で与えられるから、その大きさは砥石摩耗の大小によって決定される。一般に砥石の摩耗機構は複雑で、多くの因子に支配されていることが指摘されているが⁶⁾、その主要な因子として、砥粒切込み深さ $g_{\text{max}}=2\lambda\phi_g$ ($\phi_g=(v/V)\sqrt{t/D}$: 砥粒切込み深さ係数、 λ : 有効切れ刃間隔)、接触弧長さ $l_c=\sqrt{tD}$ 、研削速度 V 、単位研削量当たりの砥粒研削距離 $L_c'=1/(\pi D \cdot \phi_g)$ などが挙げられる。ここでは、これらの幾何学的要因と研削比との関係を順次検討してみた。

まず図5は、前章で示した研削比の測定結果を砥粒切込み深さ係数 ϕ_g に対してプロットしたものである。ただし、プロット点は○、□、△印である(▽印は後述する表3のプロット点)。かなりばらつきがみられるが、プロット点8 ($V=2100 \text{ m/min}$, $v=0.4 \text{ m/min}$, $t=10 \mu\text{m}$) を除けば、 G の変化はほぼ図の実線のように近似される。すなわち、 G は $\phi_g=1.41 \times 10^{-6}$ 付近で最大値をとる特徴的な変化をすることがわかる。 λ を一定とすれば ϕ_g は g_{max} の大きさに対

Table 2 Effects of peripheral wheel speed and arc of contact on grinding ratio ($V_w=150 \text{ mm}^3/\text{mm}$)

	V m/min	v m/min	t μm	ϕ_g $\times 10^{-6}$	l_c mm	l_c' mm^{-1}	G	R_{max} μm	F_n kN/m	F_t kN/m
1	1800	0.40	5	1.11	1.0	1435	171	0.20	31.2	2.1
2	1800	0.20	20	1.11	2.0	1435	178	0.19	38.5	2.5
3	1800	0.80	5	2.22	1.0	717	89	0.24	37.0	2.4
4	1800	0.40	20	2.22	2.0	717	75	0.26	48.0	2.8
5	1200	0.20	10	1.35	1.4	1180	152	0.21	31.2	2.0
6	1500	0.29	10	1.35	1.4	1180	159	0.19	33.5	2.1
7	1800	0.34	10	1.35	1.4	1180	151	0.20	33.8	2.1
8	2100	0.40	10	1.35	1.4	1180	89	0.23	49.1	2.3

応する値となるので、研削比は砥粒切込み深さと強い相関があることがわかる。

次に、研削比に及ぼす接触弧長さ l_c と研削速度 V の影響を検討した結果を表2に示す。まず、表中1と2、3と4は、 ϕ_g , V , L_c' をいずれも一定として接触弧長さ l_c を2倍にした場合の実験結果を比較したものである。研削抵抗は l_c が長くなるので明らかに大きくなっているが、仕上面粗さおよび研削比は l_c の影響をほとんど受けていないことがわかる。図5中▽印はこれらの結果をプロットしたもので、図中の番号は表中の番号と一致している。砥粒研削距離 L_c' を一定としているので、 l_c と1個の切れ刃により生成される切りくず数 n は反比例の関係にある。すなわち、上述の結果は $l_c \times n$ が一定であれば研削比は l_c によって影響されないことを示している。一方、表中5-8は ϕ_g , L_c' 及び l_c をいずれも一定として研削速度 V を変化させて行った実験結果を比較したものである。研削比は $V=1800 \text{ m/min}$ 以下ではほとんど V の影響を受けていないが、 V がそれを越えると急減するのがわかる。前述したように、高速域では研削熱が発生しやすくなることなど複雑な原因が考えられる。特に、本実験で用いた砥石の結合剤はフェノール樹脂で、そのガラス転移温度は 150°C 程度であり、また 100°C 程度以上に加熱されると軟化することが知られている。図6は、 $V=1200$, 1800 及び 2100 m/min で $V_w=150 \text{ mm}^3/\text{mm}$ 研削した後の砥石表面を比較したものである。 $V=1800 \text{ m/min}$ 以下の場合の砥石表面には砥粒が均一に分布しており、良好な研削が行われていたことが把握されるが、 $V=2100 \text{ m/min}$ の場合、ボンド面が熱的に損耗し、作用面は全般に目づれの状態となっているのが観察される。

以上のように、 V が 1800 m/min 以下の場合、研削比 G はほぼ砥粒切込み深さ係数 ϕ_g だけで決まり、 ϕ_g が一定であれば研削速度や接触弧長さに影響されないことがわかる。すなわち、 G と ϕ_g は図5の実線で示す

Fig. 6 SEM photographs of wheel working surface
Grinding wheel; SD 1500 N 100 B, $v=0.4$ m/min, $t=5$ μ m

関係にあり、研削比の観点からみた最適加工条件は $\phi_g=1.41 \times 10^{-6}$ 付近となることが示された。

4.2 砥石摩耗形態と研削比

次に、研削比が $\phi_g=1.41 \times 10^{-6}$ 付近で最大となる原因について考察する。いま平面プランジ研削過程において、ある研削量 V_w を除去したときの砥石半径摩耗量を ΔR 、砥粒研削距離を $L_c=(1/\pi)(V/v)(V_w/\sqrt{tD})$ とすると、単位砥粒研削距離当たりの砥石半径摩耗量は、

$$R_g = \frac{\Delta R}{L_c} \quad (1)$$

で表され、これを砥石半径摩耗率と呼ぶ。

図7は、前節で示した $V_w=150$ mm³/mm 研削後の砥石摩耗量 ΔR を用いて式(1)から求めた砥石摩耗率 R_g を ϕ_g に対してプロットしたものである。 R_g は ϕ_g が約 1.41×10^{-6} よりも小さいうちは ϕ_g の増加と共にゆるやかに増大するが、 ϕ_g がそれを越えると急激に増大するようになることがわかる。図において、 R_g と ϕ_g の関係は $\phi_g=1.41 \times 10^{-6}$ 付近で交わる2本の直線ではほぼ近似され、次のように表される。

$$\phi_g > 1.41 \times 10^{-6} \quad R_g = 4.51 \times 10^{-4} \cdot \phi_g^{2.18} \quad (2)$$

$$\phi_g \leq 1.41 \times 10^{-6} \quad R_g = 1.14 \times 10^{-3} \cdot \phi_g^{0.88} \quad (3)$$

このような砥石摩耗における特異な現象が現れる原因を明らかにするため、砥石作用面の状態を詳細に観察してみた。その代表的なSEM観察例及び円周方向プロファイルの測定例を図8に示す。 $\phi_g < 1.41 \times 10^{-6}$ の場合では、同図(a)の観察例にみられるように、先端が平坦に摩耗した砥粒が多く観察される。また砥粒のボンド面からの突出も小さく、砥石面は比較的凹凸の少ない状態となっている。これに対して、 $\phi_g > 1.41 \times 10^{-6}$ の範囲では、同図(b)の例にみられるように、平坦化した砥粒は少なく、破壊されて鋭い切れ刃をもつ砥粒が多く観察される。また砥粒脱落の跡もしばしばみられる。砥石面は全般的に粗く、切れ刃の先端が不ぞろいである。このように、 $\phi_g < 1.41 \times 10^{-6}$

Fig. 7 Effects of coefficient of grain depth of cut on grinding ratio, radial wheel wear rate and grain cutting distance
Grinding conditions are same as Fig. 5

Fig. 8 SEM photographs and profile curves of wheel working surface ($V_w=150$ mm³/mm)
Grinding wheel; SD 1500 N 100 B, $V=1800$ m/min, $t=5$ μ m

の範囲では主に摩滅型の摩耗が、また $\phi_g > 1.41 \times 10^{-6}$ の範囲では主に破壊型の摩耗が生じている。すなわち、 ϕ_g が増大するのに伴い、砥石摩耗の形態が $\phi_g=1.41 \times 10^{-6}$ 付近を境に摩滅型から破壊型へと遷移する現象が起きている。このように、砥石摩耗率が

Fig. 9 Relation between surface roughness and coefficient of grain depth of cut
Grinding conditions are same as Fig. 5

ある臨界の砥粒切込み深さ係数 ϕ_{gc} を越えると急増するようになる現象が砥石摩耗形態の遷移によって引き起こされるものであることが把握された。

さて、 R_g を用いると研削比は次のように表される。

$$G = \frac{V_w}{V_g} = \frac{\phi_g}{R_g} = \frac{1}{\pi D \cdot R_g \cdot L_c'} \quad (4)$$

ただし、

$$L_c' = \frac{L_c}{V_w} = \frac{1}{\pi D \cdot \phi_g} \quad (5)$$

L_c' は単位体積を研削する時の砥粒研削距離で、いま $D=200$ mm とすると、次式のようになる (図7の点線)。

$$L_c' = 1.59 \times 10^{-3} \cdot \phi_g^{-1} \quad (6)$$

したがって、研削比 G は式 (2), (3), (4), (6) から、次のように表される。

$$\phi_g > 1.41 \times 10^{-6} \quad G = 2.22 \times 10^{-5} \cdot \phi_g^{-1.18} \quad (7)$$

$$\phi_g \leq 1.41 \times 10^{-6} \quad G = 8.78 \times 10^2 \cdot \phi_g^{0.12} \quad (8)$$

このように、砥石摩耗の形態が摩滅型から破壊型に遷移することに起因して、研削比はその臨界値 $\phi_{gc} = 1.41 \times 10^{-6}$ 付近で最大となることが明らかとなった。従って、実用的には ϕ_g が $0.5 \sim 2.0 \times 10^{-6}$ の範囲になるような条件を選定するのが適切である。なお、図9は ϕ_g と仕上面粗さとの関係を示したもので、○, △, □ は研削初期の値を、また ●, ▲, ■ は $V_w = 150$ mm³/mm 研削後の値である。仕上面粗さの増大率は破壊型摩耗の生じる $\phi_g > \phi_{gc}$ の範囲よりも摩滅摩耗の生じる $\phi_g < \phi_{gc}$ の範囲の方が小さくなるのがわかる。この結果は、研削比からみた最適条件の選択がまた仕上面粗さを小さく抑えるためにも有効であることを示している。

4.3 ダイヤモンド砥粒の粒度と最適研削条件

図10は、2000番及び3000番の微粒砥石を用いて研削した場合の研削比の測定結果を ϕ_g に対して示したものである。最適条件 ϕ_{gc} は2000番砥石で約 1.15×10^{-6} 、また3000番砥石で約 0.62×10^{-6} となり、砥

Fig. 10 Relation between grinding ratio and coefficient of grain depth of cut

Fig. 11 Effect of diamond grain size on optimum grinding condition ϕ_{gc}

粒が細くなるほど小さくなるのがわかる。 ϕ_{gc} を砥粒の平均粒径 $\bar{d}$ に対してプロットすると図11のようになり、 ϕ_{gc} はほぼ次式のように表すことができる。

$$\phi_{gc} = 1.75 \times 10^{-6} \cdot \bar{d} \quad (9)$$

なお図11の条件の場合、2000番砥石では $0.08 \sim 0.12$ μm R_{max} の鏡面が、また3000番砥石では $0.04 \sim 0.08$ μm R_{max} の鏡面が得られたが、研削量の増加に伴う仕上面粗さの増大率と ϕ_g との関係はいずれも、図9の1500番砥石の場合とはほぼ同様の傾向を示すことが確かめられた。すなわち、研削比を大きくするだけでなく、仕上面粗さを小さく抑えるためにも、 ϕ_g が ϕ_{gc} 付近となるような条件を設定するのが適切である。

6. 結 言

セラミックスを研削する場合の微粒ダイヤモンド砥石の最適加工条件について、主に研削比の観点から評価した。得られた結果をまとめると次のようになる。

- (1) 研削速度が約 1800 m/min 以下の範囲において、研削比はほぼ砥粒切込み深さ係数 ϕ_g と一義的關係にある。
- (2) 砥石摩耗率は、 ϕ_g がある臨界値 ϕ_{gc} よりも小さいうちは ϕ_g の増加と共に緩やかに増大するが、 ϕ_g が ϕ_{gc} を越えると急激に増大するようになる。これは砥石摩耗の形態が摩滅型から破壊型へと遷移する現象であり、すなわち、 $\phi_g \leq \phi_{gc}$ の範囲では主に摩滅型の摩耗が、また $\phi_g > \phi_{gc}$ の範囲では主に破壊型の摩耗が生じる。
- (3) 研削比は、砥石半径摩耗率と単位研削量当たりの砥粒研削距離との積と反比例の關係にあるので、(2) と関連して、 ϕ_g が大きくなると $\phi_g < \phi_{gc}$ の範囲では増大し、 $\phi_g > \phi_{gc}$ の範囲では減少する。すなわち、研削比は $\phi_g = \phi_{gc}$ で最大となる。
- (4) 最適研削条件 ϕ_{gc} はダイヤモンド砥粒の粒度

が細くなるほど小さくなり、その平均粒径 $\bar{d}$ にほぼ比例して減少する。

参 考 文 献

- 1) K. Suzuki: Micron Grade Diamond Abrasives, Proc. Super Abrasives '85, (1985) 5.
- 2) 辻郷康生: 硬脆材料加工用ダイヤモンドホイールの選定と使用法, 応用機械工学, 27, 9 (1986) 87.
- 3) Y. Ueno et al.: Precision Grinding of Crystalline Materials with Resin Bonded Fine Grained Diamond Wheels, Ann. CIRP, 28, 1, (1979) 219.
- 4) 松井 敏: シリコンウエハの研削加工に関する二、三の実験結果について—ウエハ自転研削法に関する研究 (第1報), 精密工学会誌, 53, 3 (1987) 438.
- 5) 市田良夫ほか: アルミナセラミックスの鏡面研削に関する基礎研究, 砥粒加工学会誌, 35, 3 (1991) 15.
- 6) G. K. Lal et al.: Wear of Single Abrasive Grains in Fine Grinding, Proc. Int. Grinding Conf., (1972) 107.

科技庁政策研で国研現状調査

科学技術庁の科学技術政策研究所はこのほど、国立試験研究機関（国研）における基礎研究の振興方策を探った調査報告「国立試験研究機関と基礎研究」をまとめた。

それによると国研所長の多くが、研究施設や給与などの面で民間に比べ劣るとの認識を持ち、今後の研究水準の低下を危うしており、研究者にとって国研は魅力ないものになりつつあることが浮き彫りにされた。

この調査は、各省直轄研究所長連絡協議会（直研連）に所属する国研所長（93人）を対象に実施し、87人から回答を得た（回答率94%）。

国研の抱える問題点のうち、研究施設に関するものでは、設備は大学に比べて「少し優れている」（55%）とみている者が多いものの、民間企業研究所との比較では「少し劣る」（38%）、「大きく劣る」（33%）と「劣る」が71%になった。

建物では、大学と比べて「少し優れている」（38%）、「同等」（29%）で、民間企業には「少し劣る」（40%）、「大きく劣る」（33%）と「劣る」が73%を占めた。また給与水準については、大学と「同等」（52%）とする

ものが多く、民間との比較では「大きく劣る」（53%）、「少し劣る」（45%）と「劣る」が100%に迫った。

その結果、「待遇・研究条件が悪いため、優秀な研究者が集まらなくなっている」との見解に賛成する者が79%と非常に高く、人材の確保に危機感を持っていることが明らかになった。

こうした状況に対する改善案としては研究予算の増額を挙げた回答が多く、第一順位は、研究者の頭数に応じて国研に研究費を配分する「人当研究費の単価引上げ」（51%）、次いで「研究費総額の増加」（21%）などだった。

人員問題では「研究者の定員増」（88%）が圧倒的に多く、これに「研究補助者・技能者」いわゆるテクニシャンの定員増（78%）が続いた。

所管省庁以外から研究資金を導入する問題では「民間財団から」（68%）と「他省庁から」（67%）の導入拡大には積極的な回答が多かったが、半面、民間企業、個人からの導入拡大には消極的な姿勢がみられた。報告は「国研の役割の公共性に留意した結果」と分析している。

（服部 敏夫）