

知 識 編

1. 横軸角テーブル形平面研削盤

平面は、工作する上で最も基本となる重要な面である。しかし、機械部品として要求される幾何学的に正しい平面を作ることは、簡単なことではない。

横軸角テーブル形平面研削盤は(以下、平面研削盤という)、研削盤の中で最も身近で多く用いられている機械で各種の機械形式と能力、容量の大小、各サイズがあり応用範囲も大きい。また、多く利用される理由は、円テーブル形や立軸形が平面のみを能率良く仕上げることが主目的とするのに対し、本形式の平面研削盤では金型、ゲージ類の複雑な形状の細工や刃物、平行溝の加工などができる。

以下、最も多用途である横軸角テーブル形の構造形式と主な構造について述べる。

(1) 構造形式

① サドル(移動)形

サドルの上部にテーブルがあり、下部はフレームに接している。テーブルが左右に動くにつれてサドルが前後するので、手前にきたときは、作業者にとって操作がしにくくなる。また、この移動につれて重心が常に変化するので肉を厚くし、リブを十分に配した構造として剛性をもたせる必要がある。

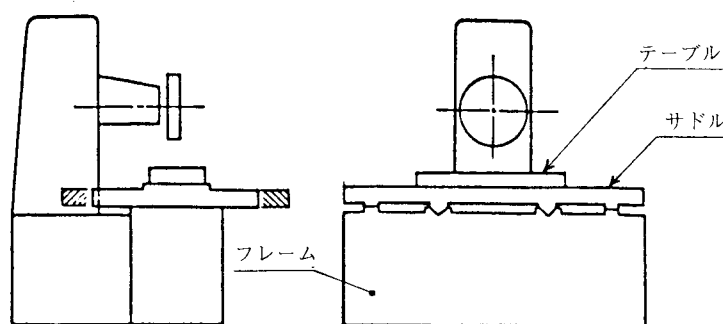


図1 サドル形平面研削盤

前に述べた操作性、剛性などから大形機には採用されていないが、中、小形機にはほとんど、この方式が用いられている。また、この形式では研削力が案内面を押しつける方向に動くので、割合コンパクトにまとまる利点がある。(図1)

② コラム(移動)形

コラム形は、テーブルの左右運動と、コラムの前後運動の二つの案内面が分離されていることに特徴がある。サドル形に比べ、この形式はテーブルが左右運動するだけで、加工品の取付け、取外し、あるいは測定などが姿勢にむりなく行える。したがって、中形機より大形機では、この形式が操作性の点でサドル

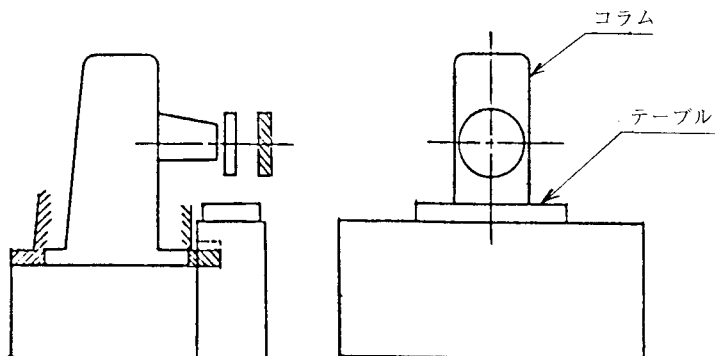


図2 コラム形平面研削盤

形より優れており、ラム形ともによく採用されている。

また、小形軽量機では簡単な床の上に置いただけで使用する場合もあるが、中形機以上では基礎およびレベル出しが精度の点で無視することができない。この場合、コラム形では案内面が分離しており、自由に調整することができる利点がある。(図2)

③ ラム形

ラム形は、コラム形に取り付けられているラムに砥石頭を前後させる案内面がある。この場合は比較的軽量の砥石頭が前後するので、コラム形よりは小さくすることができる。また、前後送りの調整などもラムの上部に配置することができる。しかし、コラム形に比べると砥石頭が案内面に懸垂状態で前後するためあまり強固なものにはしにくく、精度的な安定度は得にくい。

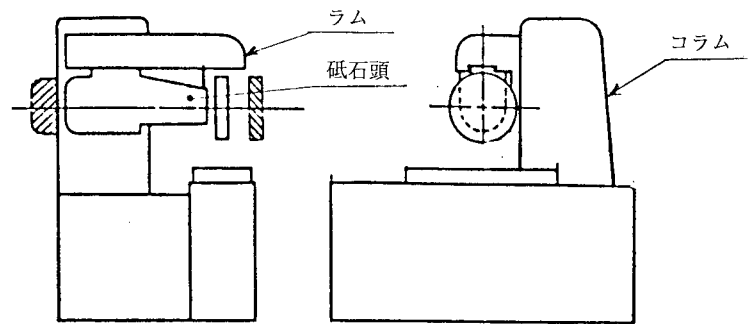


図3 ラム形平面研削盤

そのため広幅のものの研削では、ラム形ではやや不利であるが、刃物のように幅のせまいものの研削では問題はない。(図3)

④ 門形

門形はテーブルの左右運動とテーブルをはさみ、対称的に立っているコラムに支えられて、上下するクロスレールに特徴がある。

この形式では、クロスレールが左右コラムに支えられているため剛性が高く、おもに大形部品を研削の対象としており、機械等の案内面の研削仕上げに主として用いられる。(図4)

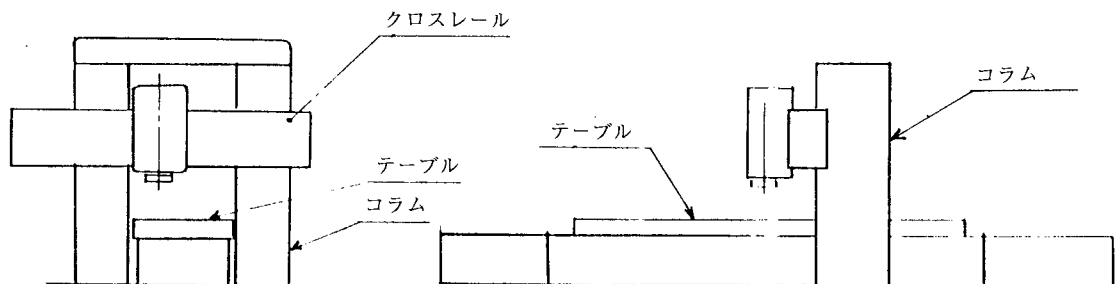


図4 門形平面研削盤

(2) 主要部の構造

横軸角テーブル形平面研削盤を代表するサドル形平面研削盤の主要部の構造について述べる。(図5)

① フレーム

フレームは機械の主要な部分で、すべての上部構造を支える基礎となる台座であり、上面にはサドルと相接する案内面が前後方向に設けられている。

② サドル (クロススライド)

サドルは工作物に前後運動を支えるための部分で、上面、下面にそれぞれ案内面を持っている。

製品の平行・直角に影響を与えるため案内面は、高精度に仕上げられている。

③ テーブル

テーブルは作業面に工作物を取り付け、下部のサドルに案内されて左右方向に運動を行う。

④ コラム

コラムはフレーム後部に固定され、垂直方向案内面で砥石軸を支え、かつ上下運動を確実に支持する。

⑤ 砥石軸

砥石軸は砥石を正しく回転させて、より良い研削面を得るために研削盤の生命とされており最も重要な部分の一つである。砥石軸の所要性能として

- a. 剛性が大きいこと。
- b. 回転精度が高く振動がないこと。
- c. 熱膨張が少ないこと。
- d. 保守が容易で寿命が長いこと。

などがあげられる。

平面研削で工作物を目視すると、いわゆるびびり、模様などを相当細かく見分けることができる。実用的には模様があっても、ほとんどさしつかえないものでも、製品の価値となると不適當とされる場合もあり、製作もちろん取扱いについても細心の注意が必要である。

使用する軸受によって、すべり軸受形ところがり軸受形があり、すべり軸受形にはさらに動圧形と静圧形に分類することができる。

昔は動圧形が一般に使われていたが、近年ころがり軸受の精度向上にともないころがり軸受が増

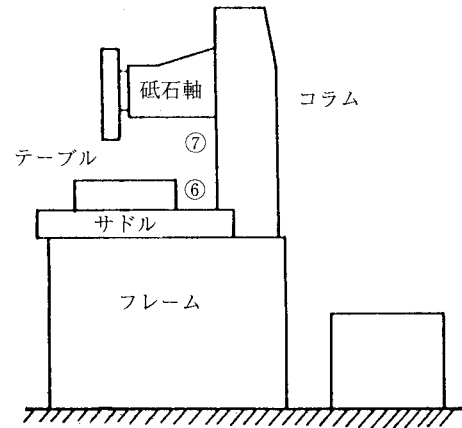


図5 横軸角テーブル形平面研削盤の構成

加し、現在平面研削盤においては主流を占めている。

ころがり軸受は、国際的に規格化が進み、かつ入手が容易で互換性にもすぐれ、用途や荷重に応じて、それに適した形・大きさの軸受を選ぶことができる。また高精度の軸受が比較的容易に入手できること、高速回転が比較的可能で摩耗が少なく耐久寿命が大きい。

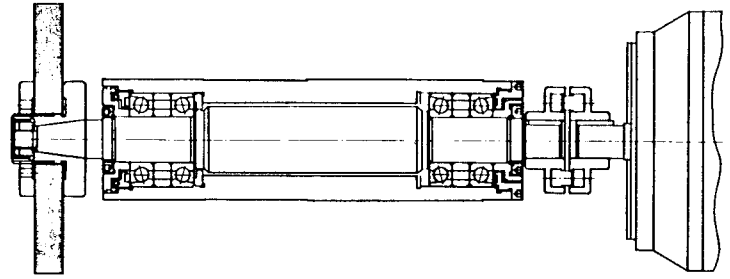


図6 アンギュラーコンタクト玉軸受の一例

平面研削盤では、超精密クラスであるアンギュラーコンタク

ト形玉軸受が使われ、また予圧調整タイプのローラー軸受も用いられる。(図6)

動圧軸受は、玉軸受のようにカタログをみて適当なもの入手するというわけにはいかない。その機械の仕様を考察し検討しなければならない。いいかえれば、自由な設計ができるために軸を太くし、剛性を上げることができる利点がある。ここに代表的な多面支持であるマッケンゼン軸受を示す。(図7)

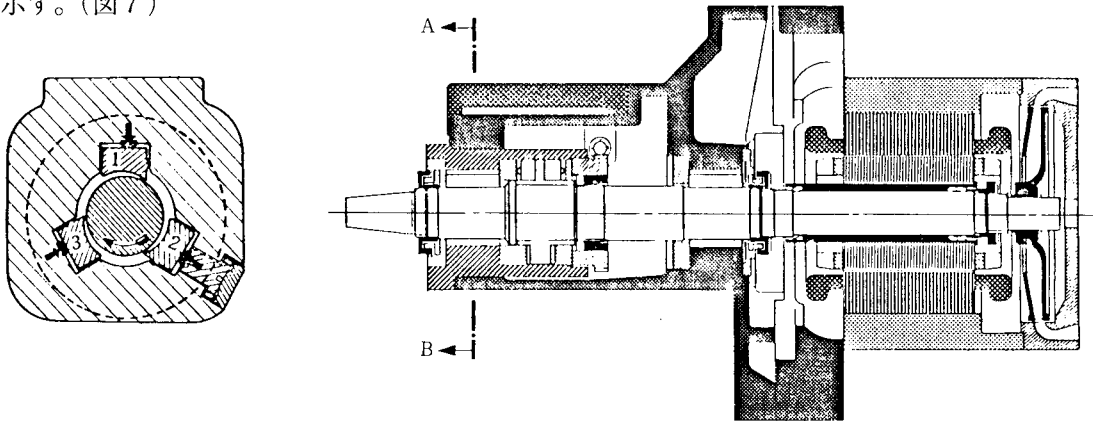


図7 動圧軸受砥石軸（マッケンゼン軸受）

近年、エレクトロニクス産業の急速な発展によって、その部品を作る金型など研削精度であるあらさ、びびり、模様に対する要求のきびしい部品が増加しており、これに対応するものとして静圧軸受や空気軸受の使用が増加する傾向を示している。

静圧軸受はポンプによって加圧された油を、絞りを通して軸受部に供給することにより、負荷能力を得る軸受で

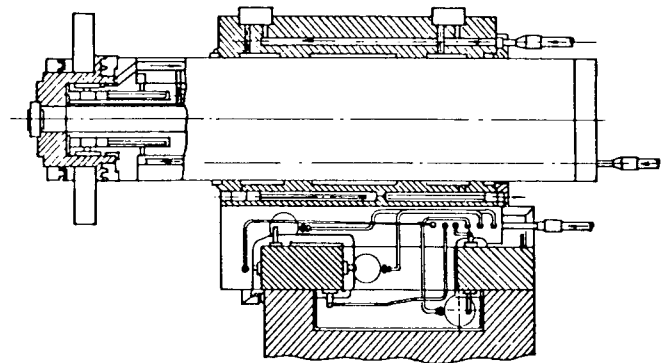


図8 静圧軸受砥石軸

ある。

軸はころがり軸受の代りに、油の潤滑膜によって支持され、軸受の剛性は給油路に組み込まれた“絞り”によって決められる。

長所として、軸の回転が軸受部の加工誤差に直接作用されないため、高精度の回転と高寿命が得られる。また供給圧を大きくすることにより剛性、負荷容量を上げられる。(図8)

空気軸受も流体潤滑であるので、原理的には静圧軸受とほとんど同じ考え方ができる。しかし実用上、必要とされる剛性、負荷容量を得るにはかなりの工夫をしなければならない。最近ではころがり軸受などと比べてもほとんど見劣りのない空気軸受も得られるようになってきている。

空気軸受の長所として、次の点をあげることができる。(図9)

- a. 軸と軸受の接触がなく、再調整を必要としない。また摩耗部分がないので、精度寿命、耐久寿命が半永久的である。
- b. 粘度が低いために発熱がほとんどない。したがって熱変形による精度低下の影響が小さい。
- c. 空気の圧縮性のため面精度が多少悪くてもさしつかえない。
- d. 摩擦抵抗が小さいため低速時には摩擦係数はほとんど零になる。
- e. 完全流体潤滑であるので、回転にもなう振動がほとんどないため精度が良いばかりでなく、いつまでも精度の低下がない。

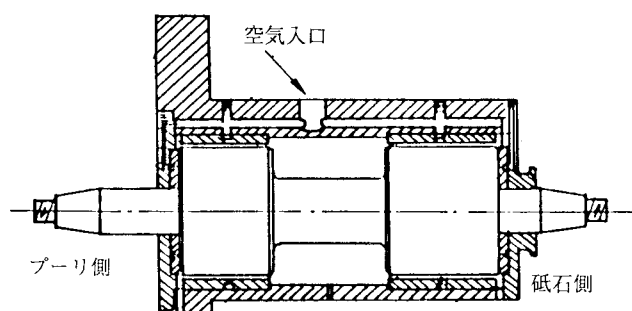


図9 空気軸受砥石軸

⑥ 案内面

工作機械の案内面は運動の基準であり、とくにテーブル、サドルは、真直度・平行度という加工精度を左右する。高精度な平面の取得を目的とする平面研削盤においては、最も重要な部分である。

平面研削盤の案内面に要求される性能は、

- a. 直進精度がよく、かつ安定していること。
- b. 工作物重量と研削力に見合う十分な剛性をもつこと。
- c. 耐摩耗性・耐久性にすぐれていること。
- d. 低速時のスティックスリップがないこと。
- e. 浮上りの少ないこと。
- f. 熱変位の影響が少ない構造であること。
- g. 潤滑が容易で適切に行えること。
- h. 防じん・防水性に優れていること。

などがあげられる。

案内面としては、すべり案内が一般的で、一部にころがり案内、静圧案内が用いられている。

イ. すべり案内

テーブル・サドルの案内面としては、V-VまたはV-平形の案内構造で、案内には潤滑油を用いて直進運動を支持している。境界潤滑であるスティックスリップを避けるため、案内片面に摩擦係数の小さい各種の高分子材料を張ったものもある。

V-V形式は、高精度の加圧が容易でなく、また摩擦力が大きく、熱変位に対し影響を受けやすいなどの難点があるが、側圧やモーメントに対する直線案内性がよく、油膜の差が少ないなどの長所がある。

V-平形式は、三面支持であるから加工精度が得やすく、熱変位の影響が少なく、ナローガイド (Narrow Guide) の特性をもっているのも、もっとも一般的に使用されている。

ロ. ころがり案内

ボールまたはローラーを介して運動するので、摩擦係数が小さく、駆動動力も小さくてすむ。また、微細な動きをコントロールすることができるので、NC工作機械の発達と共に、ころがり案内面の使用が増加している。(図10)

平面研削盤でも、小形の手動機や中形機に用いられている。

ころがり案内面は、これまで述べたような長所があるが、振動や衝撃により打こん、圧こんが生じるので、工作物の取付けや機械の輸送時には十分注意しなければならない。また徹底した細かい研削切りくずや研削液が侵入しないように、防じん対策と保守管理が大切である。(図11)

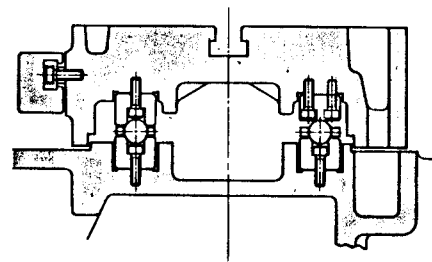


図10 ころがり案内面 (テーブル)

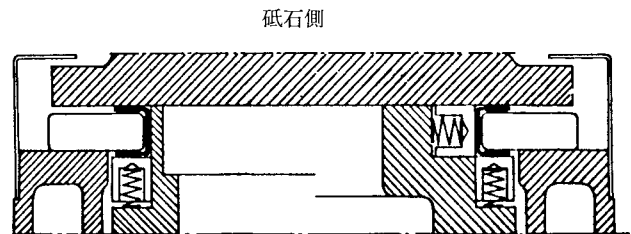


図11 ころがり案内面 (コラム)

ハ. 静圧案内

加圧された油を案内面に導入して作動するため、スティックスリップがなく、直進精度も良好で、しかも高剛性、高負荷荷重にもすぐれている。

平面研削盤においては、特にテーブル速度が最大30m/minでひんばんに反転を繰り返すという最も苛酷な条件下にさらされる。

そこで、すべり接触のない耐摩耗性と

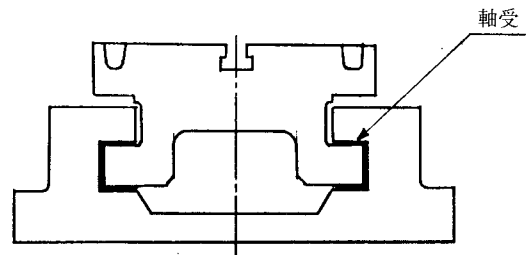


図12 静圧案内面

追従性と剛性をそなえた静圧案内が用いられる。しかし、使用上十分に検討しなければならないことは、供給油のろ過やシール対策、それに高速作動時の発熱の問題である。(図12)

⑦ 各部の送り機構

各部の送りは、テーブル左右送りには油圧式、また、前後、上下送りには、ねじ式が一般に用いられる。

工作物の定寸機構は、取付幅面（基準面）から砥石外径までの相対位置の制御が必要であり、砥石外径は作業による消耗と、ツルーイング（形直し）またはドレッシング（目直し）により絶えず減少するので、それを補正しなければならない。

この目的のため、ダイヤモンドドレッサの切込みと、砥石軸の送りを連動させて、つねに砥石下面の位置を補正する機構を組み込んだものもある。

また、上下・前後の位置決めや割出しには、デジタル表示装置を併用することも多い。

表1 各部の送り機構方法

テーブル左右送り	手動	ラックとピニオン
		ワイヤロープ、鋼帯
	自動	油圧シリンダ
		送りねじとモータ
ラックとピニオン		
前後送り	手動	送りねじとハンドル
		油圧シリンダ
	自動	送りねじとモータ
		油圧シリンダ
上下送り (切込み)	手動	送りねじとハンドル
	自動	送りねじとモータ
		ラチェット

2. セラミックス加工用研削盤の特徴

セラミックスは窯業製品のことであり、日常私達と非常にかかわりの深いガラス、レンガ、陶器などで、これらは天然の素材を原料にしている。

これに対し、ファインセラミックスは高い純度で、かつ選びぬかれた微粒のセラミックス粉末を成形し、焼結した新しいタイプの工業材料である。

特にアルミナ (Al_2O_3)、窒化ケイ素 (Si_3N_4)、炭化ケイ素 (SiC) などは、セラミックスに特有の耐熱性、耐摩耗性に加えて高温強度の点でも、金属材料に比べて優れた多くの特性を持っている。

それにもかかわらず、これまであまり広く利用されることがなかった理由は、焼結成形品の寸法精度の低さからくるものである。そのために、やむなく機械加工が必要となる。

特に構造部品として使われる場合は、機械加工が必要であり、かつセラミックスの持つ材料特性にダイヤモンド砥石を使用して研削加工することが最も一般的に知られている。

(1) セラミックス研削盤として備えるべき条件

① 機械剛性を高めること

金属材料の研削抵抗に比べて、法線抵抗が接線抵抗よりかなり大きいことである。

これは、高硬度なこれらの材料を研削するうえで、砥石が工作物に食い込むのに大きな力が必要となり、そのために法線抵抗が大となるのである。(図13)

したがって、セラミックスの研削に用いる研削盤の剛性は高いものでなければならない。具体的に、機械フレーム、コラムを構造的に強力に、そしてテーブル上から砥石軸に荷重を加えた時のコラムの変位を少なくしている。

また、砥石頭の上下方向の摺動面のギャップを小さくし、変位を少なくするとともに、砥石軸の径も太くし剛性を高めた構造である。

② 砥石軸及び機械剛性を高めること

研削抵抗、特に法線抵抗が大きくなると、通常の研削盤では、砥石軸が弾性変形を起こし、砥石に所定の切込みを与えても加工物は、所定量除去されない。このため、びびり振動が発生しやすく、研削精度も低下する。そこで、セラミックス研削盤は、機械剛性を高め、より大きい研削抵抗に耐える構造が必要にある。

また、深溝加工などのクリープフィール研削に適応できるものでなければならない。

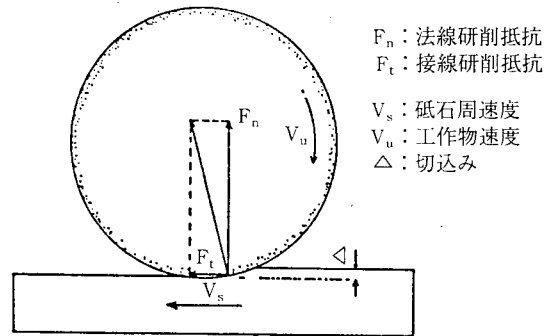


図13 研削抵抗の三分力

③ 微小切込みができること

セラミックスは、高硬度の窒化ケイ素等の微粉体を成形・焼結したものであり、高硬度脆性材料であることが大きな特徴である。

したがって、マイクロな破碎による除去加工法であるダイヤモンド砥石に

よる研削加工が、サブミクロンの微小切込み条件下では、塑性流動を伴った上すべりによって、加工傷の少ない比較的良好な加工面が得られる可能性があり、微小切込みを備えた機械が必要となる。(図14)

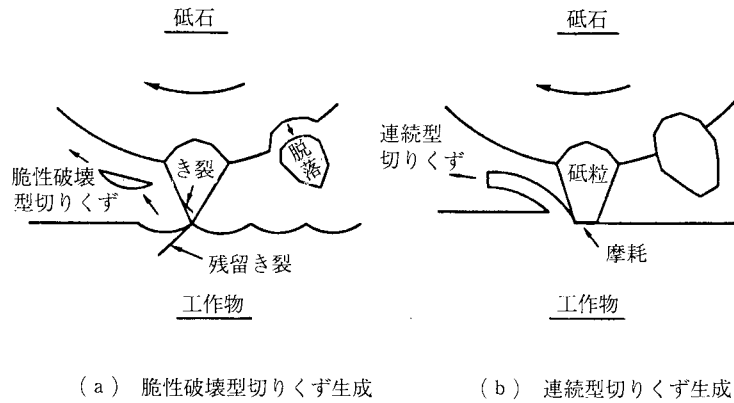


図14 セラミックスの研削における脆性破壊型切りくずと連続型切りくず

④ 研削液の供給および切粉分離の改善がされていること

研削液中に多量の砥粒や、工作物切粉が混入するので、これらを効果的に除去することが必要である。ここにその一例を示す。

テーブルから排出された研削液はダーティタンクに落ち、ポンプP₁によって遠心分離機に入れ、ここで研削液に混入している切粉をある程度分離した後、フィルターを通してクリーンタンクに戻す方法である。またテーブル全閉カバー内でミスト状になったものを吸塵し集塵機に吸入し、これもフィルターを通してクリーンタンクの研削液を回収する。(図15)

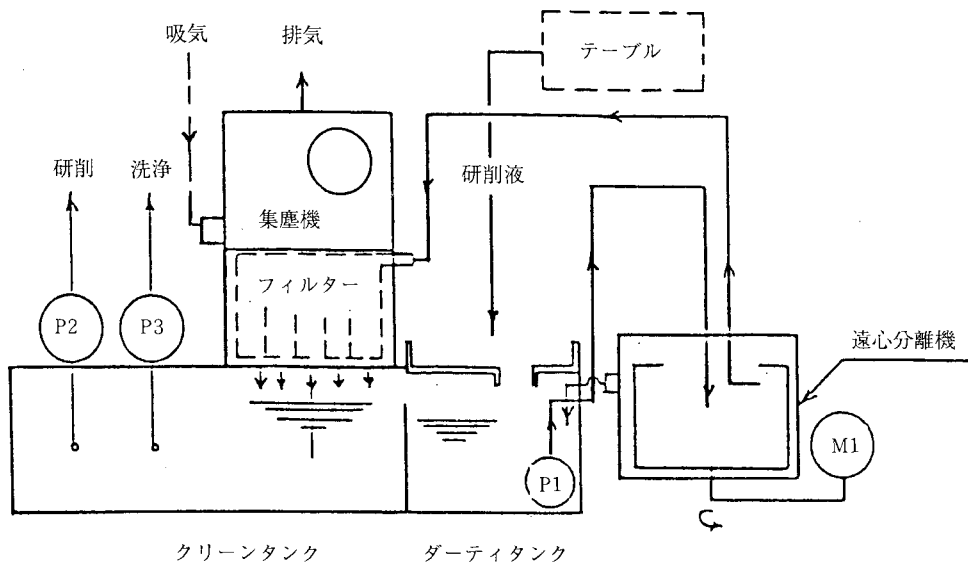


図15 注水・吸塵装置の系統図

⑤ 研削液・切粉の飛散防止をすること

研削点への多量の注水に対する研削液の飛散防止と、切粉の防塵としてテーブルには全閉カバーを用意する。特に、砥石軸の軸受への浸水防止には軸受押え部分のラビリンスと、軸受部へエアを供給し、内部からラビリンスを通して外部へエアを放出する構造である。

⑥ クリープフィード機能を付加すること

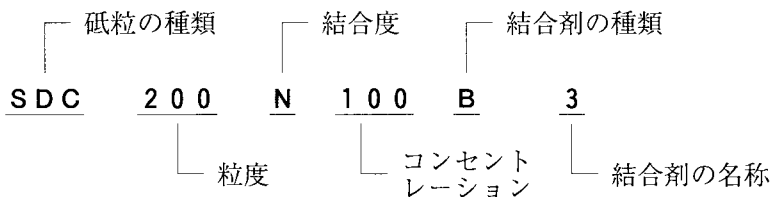
難削材で、しかも高硬度材であるセラミックスを、能率的に直接最終形状に仕上げることができるクリープフィード加工を行うには、砥石軸モータの出力を大きくし、高圧で大量の研削油を研削点に注ぐ必要がある。

3. ダイヤモンド砥石

近年、各種の難削材やファインセラミックスに代表される新素材が開発され、また、加工においても高精度の要求が高まり、それらに応じてダイヤモンド砥石の需要も高まっている。

(1) ダイヤモンド砥石の構成要素

ダイヤモンド砥石の仕様は、一般砥石と同様に、砥粒、粒度、結合度、コンセントレーション、結合剤の種類との5要素からなり、この順にダイヤモンド工業協会規格で規定されている。



① 砥 粒

J I S B 4131で規定されている。合成ダイヤモンドは、温度、圧力および触媒の種類などの合成条件を変えることによって、多くの品質のものを作ることができるため多く用いられる。一方、天然ダイヤモンドは特殊な用途に限られている。

表2 砥粒の種類

砥 粒 の 種 類	記 号
天 然 ダ イ ヤ モ ン ド	D
合 成 ダ イ ヤ モ ン ド	S D
金属被覆した合成ダイヤモンド	S D C
立 方 晶 窒 化 ほう 素	C B N
金属被覆した立方晶窒化ほう素	C B N C

② 粒 度

ダイヤモンド砥石の粒度は、J I S B 4130に規定されており、その粒度の範囲は16/18~325/400までである。

粒度は、フルイ目数によって表示され数値が大きくなるほど粒度は細くなる。(表3)

表3 粒度の種類

16/18	18/20	20/30	30/40
40/50	50/60	60/80	80/100
100/120	120/140	140/170	170/200
200/230	230/270	270/325	325/400

(備考) 粒度の呼び方は、数字だけを読む。
たとえば、16/18は16, 18と、325/400は、325, 400と呼ぶ。

③ 結 合 度

砥粒と結合剤の結合の度合を示す指標である。

J I Sでは、Nを中央値として、軟らかいH, J, Lから硬いP, R, Tまでの範囲が規定されている。しかし、ダイヤモンド砥石の結合度は、一般砥石の結合度のように試験方法が規定されていないため、同じ結合度でもメーカーの間で異なる。

④ コンセントレーション

砥粒層中に含まれるダイヤモンド砥粒の割合を砥粒率という。砥粒層1 cm³当り4.4カラットのダイヤモンド砥粒が含まれる場合を、コンセントレーション100と定義している。

表4 コンセントレーションの区分

コンセントレーション	砥粒の含有率mg/cm ³ (ct/cm ³)
150	1320 (6.6)
125	1100 (5.5)
100	880 (4.4)
75	660 (3.3)
50	440 (2.2)

(備考) 200mg=1 ct (カラット)

⑤ 結合剤

JISでは、ダイヤモンドに使われる結合剤をレジンボンド (B)、メタルボンド (M)、ビトリファイドボンド (V) および電着法 (P) の4種類を規定している。

表5 結合剤および製法による種類

結合剤および製法による種類	記号
レジンボンド	B
メタルボンド	M
ビトリファイドボンド	V
電着法	P

レジンボンドは、フェノール樹脂を主成分とし、それにフィラーと呼ばれる充填剤を加えたもので、充填剤は

強度、耐摩耗性および耐熱性などの改善を目的に、SiC, Cu, グラファイト、二硫化モリブデン等の粉末が使われている。

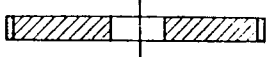
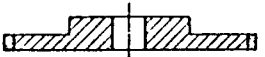
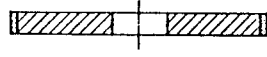
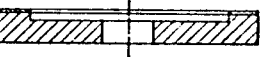
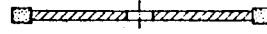
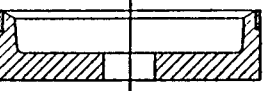
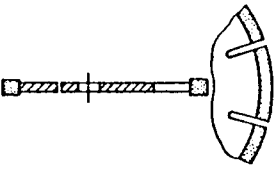
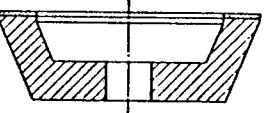
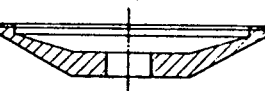
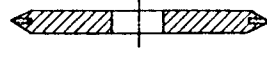
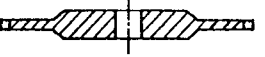
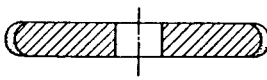
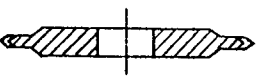
メタルボンドは、銅、すず、銀、鉄、コバルトなど各種金属成分から作られる。

ビトリファイドは、ガラス質の結合剤を主としたセラミックスボンドから作られる。

電着法は、電気メッキによって銅の台金表面にダイヤモンド砥粒を固着して作るため、比較的容易に異形状の砥石を作ることができる。

(2) ダイヤモンド砥石の形状種類

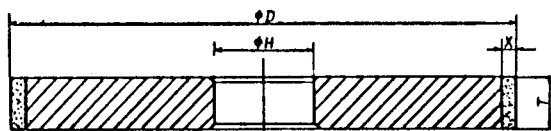
表6

記号	形状	備号	記号	形状	備号
1A1		表7	1FF1		表13
1L1		表8	3A1		表14
1A1K		表9	6A2		表15
1A1RSS		表10	6A9		表16
			11A2		表17
1E6Q		表11	12A2		表18 表19
14A1		表12	14EE1		表20

(3) ダイヤモンド砥石の基本寸法

形状・寸法 砥石の形状及び寸法は、表7から表21による。

表7 1 A 1の形状及び寸法



単位 mm

外径 D	ホイールの長さ T	砥粒層の厚さ X(1)	穴径 H(2)
20	4, 6, 8, 10, 12	2, 4	4.77, 6.35, …… , 10.00
25			4.77, 6.35, …… , 25.40
40			
50			
75	3, 4, 5, 6, 10, 12		6.35, 9.53, …… , 50.80
100			9.53, 10.00, …… , 50.80
125	3, 4, 5, 6, 10, 12, 15	3, 5, 6	9.53, 10.00, …… , 63.50
150	3, 4, 5, 6, 10, 12, 15, 20		12.70, 15.00, …… , 76.20
175	6, 10, 12, 15, 20		25.40, 30.30, …… , 101.60
200			31.75, 32.00, …… , 127.00
250	6, 10, 12, 15, 20, 40, 60	3, 6, 10	50.80, 63.50, …… , 203.20
300	10, 12, 15, 20, 40, 60		
350	12, 15, 20, 40, 60, 100		76.20, 101.60, …… , 254.00
400			76.20, 101.60, …… , 304.80
450			101.60, 127.00, …… , 304.80
500			127.00, 152.40, …… , 406.40
600	15, 20, 40, 60, 100	203.30, 228.60, …… , 508.00	
750			

注 (1) 電着の場合は、砥流層の厚さ(X)は、砥粒の粒径による。

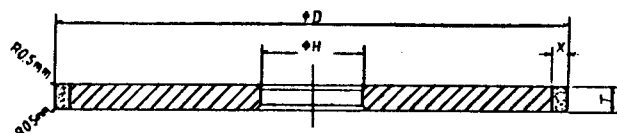
(2) 穴径(H)の寸法は、表21に示す寸法を使用する。

備考 1. 外径(D)の許容差は、JIS B0405 (削り加工寸法の普通許容差)に規定する粗級とする。

2. ホイールの厚さ(T)、砥粒の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405に規定する中級とする。

3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 (寸法公差及びはめあい)に規定するH7とする。

表8 1 L 1の形状及び寸法

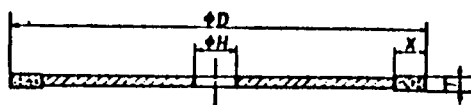


単位 mm

外径 D	ホイールの長さ T	砥粒層の厚さ X	穴 径 H
75	3, 4, 5	3, 5, 6	6.35, 9.53, …… , 50.80
100			9.53, 10.00, …… , 50.80
125	3, 4, 5, 6		9.53, 10.00, …… , 63.50
150			12.70, 15.00, …… , 76.20

- 備考 1. 外径(D)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. ホイールの厚さ(T)、砥粒の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 (寸法公差及びはめあい) に規定するH7とする。

表9 1 A 1 Rの形状及び寸法

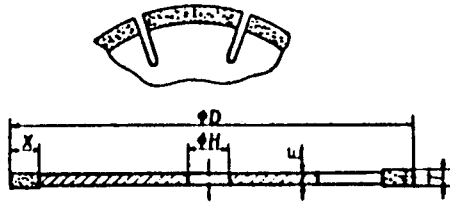


単位 mm

外径 D	ホイールの長さ T	砥粒層の厚さ X	穴 径 H
50	0.3	3, 5	9.53, 10.00, …… , 25.40
75			
100	0.4, 0.6		
125	0.5, 0.7		
150	0.7, 1		20.00, 22.00, …… , 30.00
200	1, 1.4		
250	1.5, 2		
300	2, 2.5		25.40, 30.00, …… , 63.50
350	2.5, 3		
400	3		

- 備考 1. 外径(D)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. ホイールの厚さ(T)、砥粒の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 (寸法公差及びはめあい) に規定するH7とする。
 4. 粗研削に用いるものを除く。

表10 1 A 1 R S Sの形状及び寸法



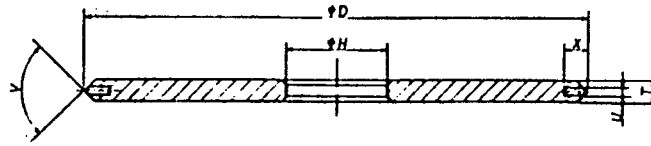
単位 mm

外径 D	ホイールの厚さ T	取付け部の厚さ E	砥粒層の厚さ X	穴 径 H		
250	3	2.2	5.7	25.00, 25.40, 26.00, 27.00		
	4.5	3				
300	3	2.2				
	4.5	3				
350	3	2.2	7	25.00, 25.40, 26.00, 27.00, 50.00, 50.80, 60.00, 70.00, 73.03		
	4.5	3.3				
400	3	2.2				
	4.5	3.3				
450	3.6	2.8				
	4.2	3.2				
	5	3.5				
500	3.6	2.8				
	4.2	3.2				
	5	3.5				
550	3.6	2.8				
	4.2	3.2				
	5	3.5				
600	3.6	2.8	7	25.00, 25.40, 26.00, 27.00, 50.00, 50.80, 60.00, 70.00, 73.03		
	4.2	3.2				
	4.5	3.5				
	5	3.5				
650	3.8	3				
	4.5	3.5				
	5.5	4				
750	5.5	4				
800	6	4.5				
900	6.5	4.5				
1000	7	5			8	30.00, 50.00, 50.08, 60.00, 70.00, 73.03, 80.00
1050						
1100						
1150						
1250	7.5	5.5	8	30.00, 50.00, 50.80, 73.03, 80.00		
1500	8	6				
1800	9.5	7				
2000	10.5	8	9	80.00, 120.00, 160.00		
2200						
2500						
3000	15	11.5	9.5	160.00		

備 考 1. 外径(D)、ホイールの厚さ(T)、取付け部の厚さ(E)許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。

2. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH9とする。

表11 1 E 6 Qの形状及び寸法

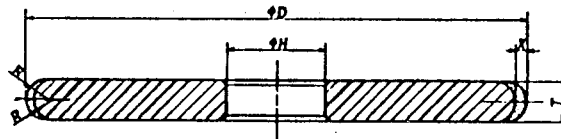


単位 mm

外径 D	ホイールの厚さ T	砥粒層の幅 U	砥粒層の厚さ X	作用面角度 V	穴 径 H
40	6	1.2	6	35°, 45°, 60°, 90°	4.77, 6.35, …… , 25.40
50					6.35, 9.53, …… , 50.80
75					9.53, 10.00, …… , 50.80
100	8				9.53, 10.00, …… , 63.50
125					12.70, 15.00, …… , 76.20
150					31.75, 32.00, …… , 127.00
220	12				

- 備 考
1. 外径(D)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. ホイールの厚さ(T)、砥粒層の幅(U)、砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表12 1 F F 1の形状及び寸法

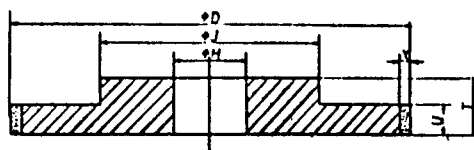


単位 mm

外径 D	ホイールの厚さ T	丸み R	砥粒層の厚さ X	穴 径 H
50	4 ~ 20	2 ~ 10	2, 3, 4	4.77, 6.35, …… , 25.40
75				6.35, 9.53, …… , 50.80
100				9.53, 10.00, …… , 50.80
125				9.53, 10.00, …… , 63.50
150				12.70, 15.00, …… , 76.20

- 備 考
1. 外径(D)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. ホイールの厚さ(T)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表13 3 A 1の形状及び寸法

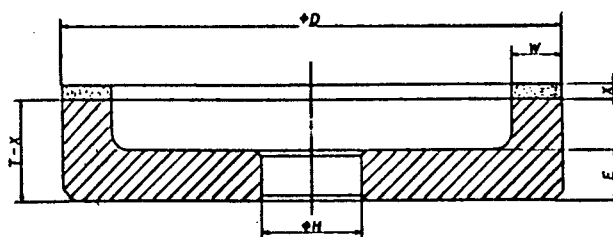


単位 mm

外径 D	ボスの径 J	ホイールの厚さ T	砥粒層の幅 U	砥粒層の厚さ X	穴 径 H
150	100	10	3, 5	3, 5, 6	12.70, 15.00, ……., 76.20
175		10, 15			25.40, 30.00, ……., 101.60
200	140	10, 15, 20	5, 10		31.75, 32.00, ……., 127.00
250	150	15, 20, 25	10, 15		50.80, 63.50, ……., 203.20
300	170				
350	200	20, 25			

- 備 考
1. 外径(D), ボス径(J)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. ホイールの厚さ(T), 砥粒層の幅(U), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表14 6 A 2の形状及び寸法

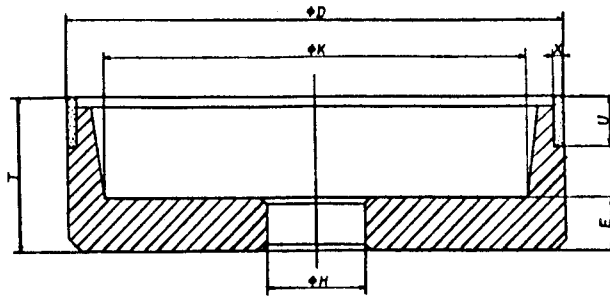


単位 mm

外径 D	台金の厚さ T - X	取付け部の厚さ E	リ ム の 幅 W	砥 粒 層 の 厚 さ X	穴 径 H
50	20	10	3, 5	2, 3, 4, 6	6.35, 9.53, ……., 25.40
75			3, 5, 10		9.53, 10.00, ……., 25.40
100	23		5, 10, 12, 15		9.53, 10.00, ……., 50.80
125			6, 10, 12, 15, 20, 25		12.70, 15.00, ……., 63.50
150			6, 10, 15, 20, 25		12.70, 15.00, ……., 76.20
175	25		13		10, 15, 20, 25
200		15.88, 19.05, ……., 127.00			
250		19.05, 20.00, ……., 127.00			
300	30	15	20, 25	19.05, 20.00, ……., 203.20	
350	35	18	25	25.40, 30.00, ……., 228.60	

- 備 考
1. 外径(D), 台金の厚さ(T - X)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. 取付け部の厚さ(E), リムの幅(W), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表15 6 A 9の形状及び寸法

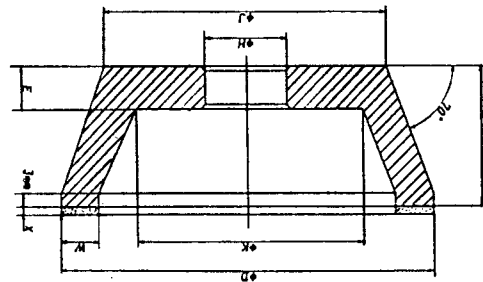


単位 mm

外径 D	ホイールの厚さ T	取付け部の内径 K	取付け部の厚さ E	砥粒層の幅 U	砥粒層の厚さ X	穴 径 H
75	25	60	10	6, 10	1, 5, 3	9.53, 10.00, ……., 32.00
100	30	80				12.70, 15.00, ……., 63.50
125		110				12.70, 15.00, ……., 76.20
150	35	135	13			12.70, 15.00, ……., 76.20
200		175				19.05, 20.00, ……., 127.00
250	50	225	20			

- 備 考
1. 外径(D), ホイールの厚さ(T), 取付け部の内径(K)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. 取付け部の厚さ(E), 砥粒層の幅(U), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表16 11 A 2の形状及び寸法

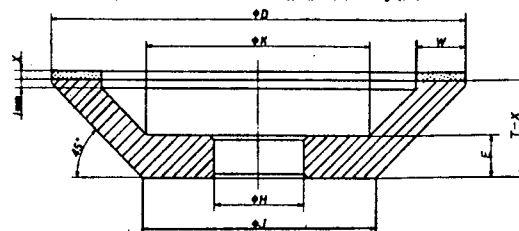


単位 mm

外径 D	台金の厚さ T-X	取付け部の外径 J	取付け部の内径 K	取付け部の厚さ E	リムの幅 W	砥粒層の厚さ X	穴 径 H
75	20	63	48	10	3, 6, 10	2, 3, 4	9.53, 10.00, ……., 32.00
100	30	80	55		6, 10		12.70, 15.00, ……., 38.10
125	30	105	98				12.70, 15.00, ……., 50.80

- 備 考
1. 外径(D), 取付け部の外径(J), 取付け部の内径(K), 台金の厚さ(T-X)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. 取付け部の厚さ(E), リムの幅(W), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表17 12A 2の形状及び寸法

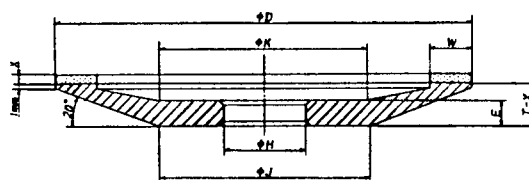


単位 mm

外径 D	台金の厚さ T-X	取付け部の外径 J	取付け部の内径 K	取付け部の厚さ E	リムの幅 W	砥粒層の厚さ X	穴径 H
75	20	41	37	9	3, 6, 10	2, 3, 4	9.53, 10.00, …… , 25.40
100	23	56	54	10	6, 10		12.70, 15.00, …… , 32.00
125		81	79		6, 10, 15		12.70, 15.00, …… , 50.80
150		106	94				12.70, 15.00, …… , 63.50
175	25	131	123	12	10, 15, 20		12.70, 15.00, …… , 76.20
200		156	138				
250		206	188				

- 備考 1. 外径(D), 取付け部の外径(J), 取付け部の内径(K), 台金の厚さ(T-X)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
2. 取付け部の厚さ(E), リムの幅(W), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表18 12A 2の形状及び寸法

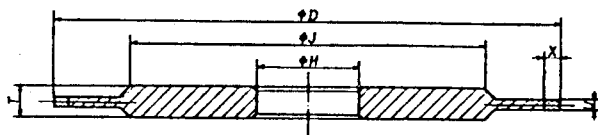


単位 mm

外径 D	台金の厚さ T-X	取付け部の外径 J	取付け部の内径 K	取付け部の厚さ E	リムの幅 W	砥粒層の厚さ X	穴径 H
75	8	37	33	5	3, 5, 6, 10	1, 2, 3	9.53, 10.00, …… , 25.40
100	10	51	50	6			12.70, 15.00, …… , 32.00
125	14	54	54	8			5, 6, 10
150	16	68	68	9	12.70, 15.00, …… , 63.50		
175	18	82	82	10	6, 10		12.70, 15.00, …… , 76.20
200	20	96	96	11			
250	23	130	130	13			

- 備考 1. 外径(D), 取付け部の外径(J), 取付け部の内径(K), 台金の厚さ(T-X)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
2. 取付け部の厚さ(E), リムの幅(W), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表19 14A 1 の形状及び寸法

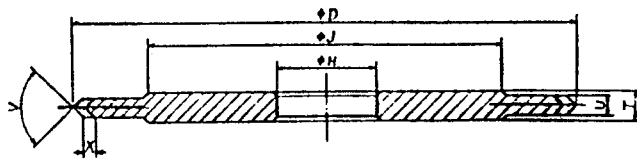


単位 mm

外径 D	ボスの径 J	ホイールの厚さ T	砥粒層の幅 U	砥粒層の厚さ X	穴 径 H			
75	50	6	1, 2	3, 4, 5, 6	6.35, 9.53, …… , 50.80			
100	70	6						
		8	3		9.53, 10.00, …… , 50.80			
125	100	6	1, 2		3, 4, 5, 6	9.53, 10.00, …… , 63.50		
		8	3					
150	120	10, 12	1, 2		3, 4, 5, 6	12.70, 15.00, …… , 76.20		
175	140		1, 2, 3			25.40, 30.00, …… , 101.60		
200	160	12, 15	3, 6			3, 4, 5, 6	31.75, 32.00, …… , 127.00	
250	200	12, 15, 20	6, 10					
300	250	15, 20	15			3, 4, 5, 6	50.80, 63.50, …… , 203.20	
			6, 10					
350	300	15, 20	15	3, 4, 5, 6			50.80, 63.50, …… , 203.20	
			6, 10					
400	350	20	10, 15				3, 4, 5, 6	76.20, 101.60, …… , 254.00
500	400	20						101.60, 127.00, …… , 204.80
600	500	20			127.00, 152.40, …… , 406.40			
750	600	20			203.20, 228.60, …… , 508.00			

- 備考
1. 外径(D), ボス径(J)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
 2. ホイールの厚さ(T), 砥粒層の幅(U), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
 3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表20 14E E 1 の形状及び寸法



角 度 V(°)	35	45	60	90
砥粒層の厚さ X (mm)	3	2.5	2	1.5
	6	5	4	3

外径 D	ボスの径 J	ホイールの厚さ T	砥粒層の幅 U	穴 径 H
100	70	6	3, 4	9.53, 10.00, ……., 50.80
125	100			9.53, 10.00, ……., 63.50
150	120			12.70, 15.00, ……., 76.20
175	140	8	4, 5	25.40, 30.00, ……., 101.60
200	160	10		31.75, 32.00, ……., 127.00
250	200	15		

- 備 考 1. 外径(D), ボス径(J)の許容差は、JIS B0405 に規定する粗級とする。
2. ホイールの厚さ(T), 砥粒層の幅(U), 砥粒層の厚さ(X)の許容差は、JIS B0405 に規定する中級とする。
3. 穴径(H)の許容差は、JIS B0401 に規定するH7とする。

表21 ホイールの穴径の寸法

単位 mm

穴 径 H						
4.77	6.35	9.53	10.00	12.70	15.00	15.88
19.05	20.00	22.00	22.23	25.00	25.40	
(26.00)	(27.00)	30.00	31.75	32.00	38.10	44.45
(50.00)	50.80	(60.00)	63.50	(70.00)	(73.03)	76.20
(80.00)	101.60	(120.00)	127.00	152.40	(160.00)	177.80
203.20	228.60	254.00	304.80	355.60	406.40	508.00

備 考 () 内の数値は、1 A 1 R S S の場合に使用する。

4. ダイヤモンド砥石のツルーイングとドレッシング

セラミックスの研削加工において、ダイヤモンド砥石の選択は正しいにもかかわらず、その性能を十分に発揮できないときがある。このようなときは、ダイヤモンド砥石のツルーイングとドレッシングに原因していることが多い。

一般砥石が、ツルーイングとドレッシングを同時に行っているのに対して、ダイヤモンド砥石では両者を明確に分けて、正しく行うことが大切である。

(1) ツルーイング

ダイヤモンド砥石を研削盤の砥石軸に取り付けて回したとき、ダイヤモンド砥石の外周の振れが大きいと研削時に工作物が断続的に研削されることになり、研削面にうねりが生じたり、スクラッチやピッチングが発生することが多い。また、ダイヤモンド砥石の消耗も多くなる。

ダイヤモンド砥石の形状がくずれると、総形研削では工作物の形状精度が悪くなるため、ダイヤモンド砥粒と結合剤とを削り落しダイヤモンド砥石の振れ修正および形状修正をする必要がある。この作業をツルーイングという。

(2) ドレッシング

ツルーイングされた砥石はダイヤモンド砥粒の突出が悪く、そのままでは研削することができない。砥石の切れ味を良くするには、ボンドを後退させ、ダイヤモンド砥粒をボンド面より突出させる必要がある。この砥粒を突出させる作業をドレッシングという。

また、研削過程で摩耗した切刃の形状を正常に整えたり、目づまりした切りくずを取り除いて、正常な砥粒の突き出しを再現することをドレッシングという。

(3) ツルーイング装置

① ブレーキ制御式

この方式は、図に示すような小径 SiC 砥石を取り付けたブレーキ制御式ツルーイング装置によって、ダイヤモンド砥石のツルーイングを行う方式である。

平面研削盤のテーブルチャック面上に、ツルーイング装置を取り付け、回転中のダイヤモンド砥石に SiC 砥石を接触させる。そして一定の切込みを送りながら、所定の速度で SiC 砥石を送り込む。

ダイヤモンド砥石に SiC 砥石が接触すると、ダイヤモンド砥石の回転力にならって連れ回りを始めるが、ツルーイング装置のブレーキによって

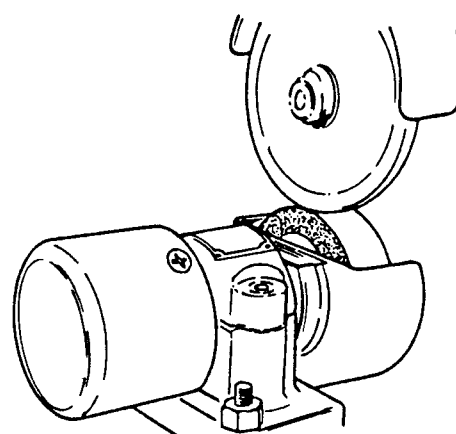


図16 ブレーキ制御式ツルーイング装置

SiC 砥石は、ダイヤモンド砥石に対し一定の速度比を保って回転する。

このわずかな速度差によって、ダイヤモンド砥石は削られる。

この方法は、ダイヤモンド砥石を研削盤に取り付けた状態で、しかも比較的手軽にツルージングができるため、最も手軽に用いられる。(図16)

表22 ツルージング用砥石の選択標準(辻郷)

ダイヤモンド砥石の粒度	ツルージング砥石仕様
#230より粗	C 60M
#230~#800	C 80H
#800より細	C 280G

また、ダイヤモンド砥石は表22のように粒度に応じてSiC 砥石の仕様を変えなければならない。

② 軟鋼研削法

ダイヤモンドは約650℃から酸化が始まり約800℃になると完全に酸化摩耗が生じるので、ダイヤモンド砥石で鋼を研削すると砥石摩耗が著しい。そのためダイヤモンド砥石は、通常、鋼の研削には適用されない。しかし、鋼を研削することによって砥石摩耗が著しいという特性を逆に利用して、ダイヤモンド砥石のツルージングを行う方法が軟鋼研削法である。

平面研削盤のテーブルチャック面上に軟鋼工作物を取り付け、わずかな切込みを与えながら湿式研削を行う。ダイヤモンド砥石に振れがある場合は、テーブル送りによるピッチで研削面にうねりを生じ、またダイヤモンド砥石に振れがなくなるとうねりは消失する。

このように切込みを順次与えながら、うねりがなくなるまで研削を続け、うねりが完全に消えたとき、ツルージングは完了したことになる。

この方法は、ツルージングに時間がかかるが実用的であるといえる。またツルージングとともにドレッシング効果も期待できるというメリットもある。

③ 砥石研削法

GC 砥石あるいはWA 砥石を研削することにより、ツルージングを行うものである。

最近、砥石研削法を利用した新しいツール装置が開発されている。ツルージング装置は、平面研削盤のテーブル面上に固定され、モータによって強制的に駆動されるGCカップ砥石によって、ダイヤモンド砥石のツルージングを行うものである。(図17)

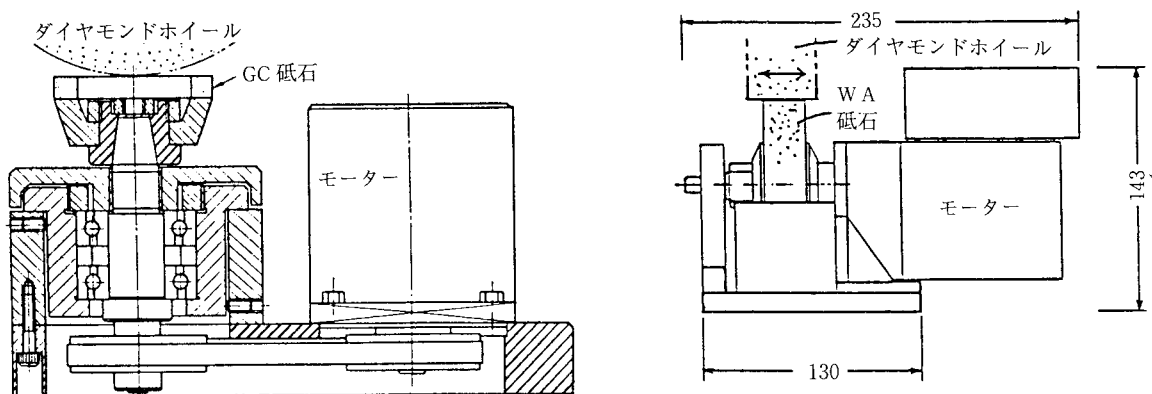


図17 GCカップツルージング装置(松井ら)

(4) ドレッシング工具

① スティック法

細長いスティック砥石を手で、あるいはバイスに固定して平面研削盤のテーブルチャック面上におき、そして、その砥石をダイヤモンド砥石で研削することによって、ドレッシングを行うものである。(図18)

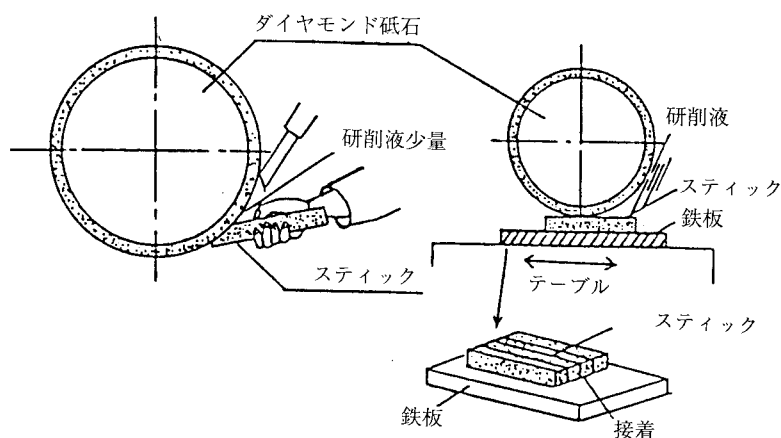


図18 スティック法ドレッシング

この場合、G C 砥石の結合度が高すぎると、ダイヤモンド砥粒が損傷を受けるので、G 程度の軟質のものを用いることが大切である。

表23 ドレッシングスティックの選択標準 (辻郷)

ダイヤモンド砥石の粒度	ドレッシングスティック仕様
#230より粗	C 220 G
#230～#800	C 400 G
#800より細	※ C 1000W A X

参考のために、ダイヤモンド砥石の粒度に対応したドレッシングスティックの仕様を表23に示しておく。

※ #1000の砥粒をワックスで固めたもの

② スラリー法

ダイヤモンド砥石にドレッシングロールを接近して取り付け、それらが回転する砥石とロールの間に SiC 等の遊離砥粒を、研削液と共に供給してドレッシングを行う方法である。

この場合、砥粒の突出し高さは遊離砥粒の種類、砥粒および供給する量の大きさによって異なるが、最適条件を選ぶことができれば自動化が可能である。(図19)

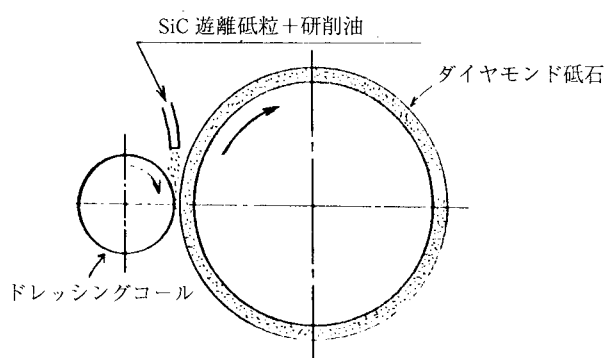


図19 スラリー法ドレッシング

5. 研削油剤

研削砥石の周速は、旋削やスライス加工における切削速度に比べて、数10倍と速いことから研削によって生ずる熱量は相当大きく、研削温度もかなり高いことが予想される。実作業において、工作物に手を触れることができないほど高温になっていることや、工作物表面が変色し研削焼けを起している現象から、研削温度が相当高くなっていることは確かである。

研削作業では、これらの現象をできるだけおさえ、高能率で高精度に精密研削加工を行うためにができるために、次のような使用目的で研削油剤を使用している。

(1) 研削油剤の使用目的

① 冷却性

研削作業によって生ずる研削熱の工作物への流入を抑制・防止し、研削焼け、研削割れおよび研削熱による精度の低下を防ぐ。

② 潤滑性

砥粒と工作物間に働く摩擦力を少なくし、研削熱の発生を抑制し、砥粒の摩耗を小さくする。その結果、研削焼けや研削割れの発生を防ぎ、寸法および形状精度の低下を防止することになる。

③ 洗浄性

砥粒に付着する研削くずを洗い直し、目づまりを抑制する。その結果、研削能率の向上をもたらす。

以上のような点があるが、使い易さという点で次のことが望まれる。

- ・長時間の使用に対して、腐敗、変質しにくく安定であること。
- ・異臭がなく、皮膚を荒さないこと。
- ・加工物にさびが生じないこと。
- ・泡立ちが少ないこと。
- ・塗料、電動機などに害を及ぼさないこと。

などをあげることができるが洗浄性が良ければ塗装をはがし、電動機の絶縁抵抗を低下させるなど相反することもある。したがって、加工目的のいずれに重点をおくかにより、適切な選択をしなければならない。

(2) 研削油剤の種類

J I S K 2241で「切削油剤」を規定している。範囲は、金属の切削および研削加工において使用する油剤とされている。

不水溶性研削油剤および水溶性研削油剤の二種があり、不水溶性は水溶性のものに比べ、潤滑性がすぐれているため、砥粒の摩耗が少ない点に特徴がある。特に極圧添加剤として、塩素、硫黄およびリンの化合物が用いられると、これらの化合物は鉄の表面と反応し、膜を構成して摩擦を軽減する。したがって、精度の必要な歯車の研削やねじの研削には主として不水溶性のものが使用される。

このように、不水溶性研削油剤、精密を要する研削作業の場合以外はあまり用いられず、大部分は水溶性のものである。そのため研削液という場合は、水に希釈して使う水溶性研削油剤をさす。この油剤は熱伝導率もよく、蒸発潜熱も大きいため最も冷却性に富む。ところが、不水溶性研削油剤に比べて潤滑性が劣り、また、さびを発生するのでさび止め剤との併用を必要とする。

表24 研削油剤の分類

名 称	区分	小区分	内 容
不水溶性研削油剤 (水に希釈せずに使用する研削油剤)	1種	1～6号	鉱油と動植物油、または鉱油とエステル油からなり極圧添加剤を含まない。
	2種	1～6号	鉱油と動植物油、または鉱油とエステル油からなり塩素、硫黄系およびその他の極圧添加剤を含むもの。
		11～17号	銅板腐食試験100℃において、2以下を示すものを1～6号、3以上を示すものを11～17号に細分している。
水溶性研削油剤 (水に希釈して使用する研削油剤)	W1種	1～3号	鉱油および界面活性剤を主成分とし、水に加えて希釈すると白濁するもの。 (エマルジョン形水溶性研削油剤)
	W2種	1～3号	界面活性剤を主成分とし、水に加えて希釈すると透明または半透明になるもの。 (ソリューション形水溶性研削油剤)

6. 研削方式

(1) 通常平面研削（トラバース研削）

研削砥石を軸方向に、送り運動を与えて研削する方式、すなわち、テーブルの左右運動ごとに、砥石軸に前後送りをかけて研削する加工をいい、平面を研削する場合の最も一般的な加工法である。

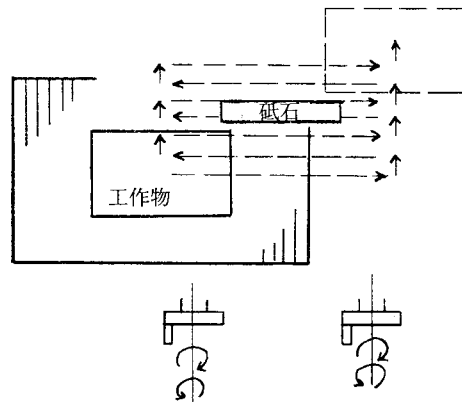


図20 通常平面研削

(2) 総形研削（プランジ研削）

総形研削の意味は必ずしも明確でなく、ここでは目的の形状に成形された砥石（総形砥石）によって、往復研削で一度に研削する方法に限定する。総形研削は円筒・内面研削盤でも行われるが、平面研削で行われることが最も多い。

総形研削の長所を述べると、

- ① 形状精度、寸法精度が高く加工面が良い。
- ② 操作が簡単で能率的である。
- ③ 剛性と馬力の大きい研削盤を必要とする。

主な用途として、金型、ブローチ、ゲージ、切削工具などの研削に適用されている。

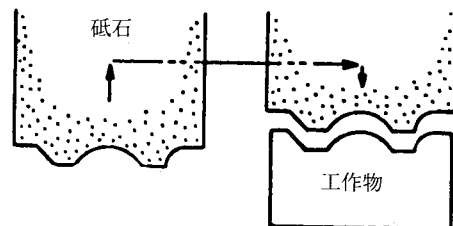


図21 総形研削

(3) クリープフィード研削

クリープフィード研削は、砥石の切込み深さを大きくし、かわりに非常にゆっくりしたテーブル速度で研削することで、ワンパス研削などとも呼ばれ、主に平面研削に用いられている。近年、研削機構の研究がさかんに行われて、その長所が認められ、また専用研削盤の開発と相まって大いに普及しつつある。

クリープフィード研削の適用には、通常の研削と異なるその特性をよく理解し、比較検討する必要がある。

① クリープフィード研削機構

往復研削とクリープフィード研削を図22に比較して示す。往復研削が小切込み（数 $10\mu\text{m}$ 以下）で高テーブル速度（ $2\sim 30\text{m}/\text{min}$ ）で行われるのに対し、クリープフィード研削は、反対に大切込み（最大 $15\sim 30\text{mm}$ ）で非常に低いテーブル速度（ $10\sim 500\text{mm}/\text{min}$ ）で行われる。

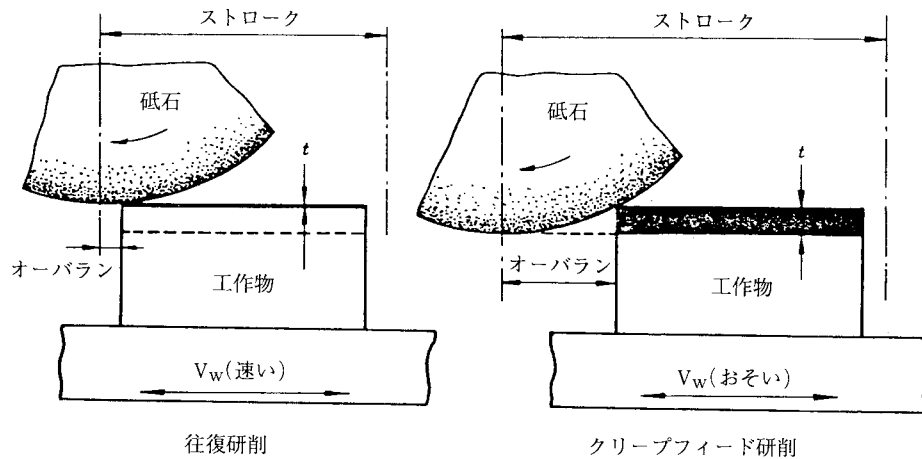


図22 往復研削とクリープフィード研削の比較

研削機構を説明するのに、砥粒切込み深さ（切くず厚さ）と接触弧長さ（切くず長さ）が重要要素であり、これは図23より近似的に次の式で表わされる。

$$\text{砥粒の切込み深さ} \quad g = 2 a \frac{v}{V} \sqrt{\frac{t}{D}}$$

$$\text{接触弧長さ} \quad \ell = \sqrt{t \cdot D}$$

ただし、 v ：テーブル速度 V ：砥石速度 t ：切込み深さ D ：砥石の直径
 a ：連続切刃間隔（同一断面上の作用切刃間の距離）

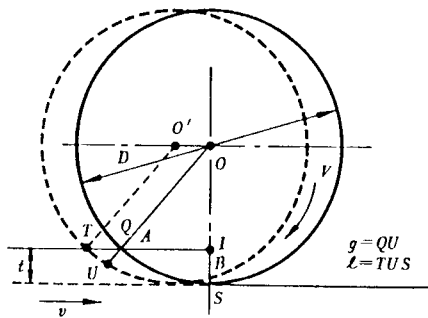


図23 砥粒切込み深さ

この式から、 v が小さく t が大きいクリープフィード研削では、往復研削に比べ g は小さく、 ℓ は非常に長くなる。なおこの g の式は、接触弧上に切刃が1個しかないと仮定して求めたもので、切込み深さの小さい往復研削では適合するが、接触弧の長いクリープフィード研削では、図24のように同時に複数の切刃が作用するので、切りくず厚さはさらに薄くなる。

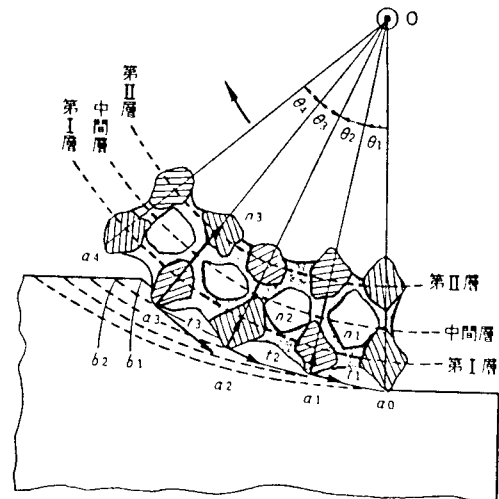


図24 研削複製

すなわち、往復研削では短くて厚い切りくずを出し、クリープフィード研削では薄くて長い切りくずを出すといえる。

② クリープフィード研削の利点

a. 砥石の形くずれが少ない

往復研削では、テーブル反転ごとに砥石が工作物の両端角部に衝撃的に切込むのに対し、クリープフィード研削では全深さをゆっくりと切込むので、特にとがったエッジの摩耗が余りない。また輪郭全面を一度に研削するので、砥石の各部が比較的均一に摩耗する。このことは、切削加工の困難な難削材や高硬度材の総形研削に有効である。

b. 仕上げ面精度が良い

クリープフィード研削では軟らか目の砥石が使用され、また低速のため振動が少ないので、あらかの小さいびびりのない仕上げ面が得られる。

c. 加工能率が良い

往復研削では、能率を上げるにはテーブル速度を上げねばならないが、速度を上げると両端のオーバーランが長くなり、これは工作物が短くなるほど著しく、空研削時間の比率が大きくなる。したがって、長さが短かく、研削しろの大きい工作物の場合、クリープフィード研削の方が加工時間が短くなり有利である。

d. 工作物の熱損傷が少ない

発生する研削熱量は大きいですが、大部分が研削液や切くずによって持ち去られ、工作物の温度上昇は比較的低いので、熱変形・熱損傷が少ない。

クリープフィード研削は、上記のような利点を生かして、総形研削、溝研削などに大いに活用すべきである。

(4) ショートストローク研削

ショートストローク研削はスピードストローク研削とも呼ばれ、必ずしも明確ではない。

ここでは、テーブルストロークが70mm以下、サイクルが100往復/分以上の迅速な反転による研削をショートストローク研削という。

通常の平面研削では、小さな切込みと高いテーブル速度で工作物を研削するが、その反転時の非研削時間は加工能率と加工コスト面でより一層短縮が要求される。特に、小物金型や打ち抜きダイス等では、実際に研削している時間が切粉を出していない非研削時間の数十分の一であり、加工時間の大半がテーブル反転するための時間に費やされている。

そこで、ショートストローク研削が考え出され、小物工作物の加工に威力を発揮している。

実例として、工作物長さが10mm前後の小物金型の場合、ストローク回数を従来の4倍取ることができ、高能率な加工ができる。

7. ダイヤモンド砥石のバランス

研削作業において、砥石のバランスを正確にとることは、よい研削面を得るための重要な必要な作業である。砥石のバランスが悪ければ研削面が悪くなり、いわゆる、びびりを生じ、砥石軸の軸受寿命も短くする。

このような砥石アンバランスを生む原因として、

- ・砥石のアンバランス
- ・砥石軸のアンバランス
- ・砥石フランジのアンバランス
- ・砥石とフランジとの取付けによるアンバランス

などが考えられる。

また、バランスをとる時の注意として、次のようなことがあげられる。

- ・ balanサーを置く場所は、定盤などのしっかりした台の上に置き、また、風の当たらないところでなければならない。
- ・ 研削水をかけて使用した後では、数分間乾式で運転し、砥石の水分を振り切った後で調整しなければならない。
- ・ balanサーは感度がよいことが必要なので、平常使用時の感度をチェックして、悪くなったら修理することが大切である。

以下、そのバランスをとる方法として、静的法と動的法について述べる。

(1) 静的法

一般に新しい砥石を装着した場合、または使用中の砥石をフランジから外した場合に、機械外でバランスをとる方法をいう。これらのbalanサーには、コロガリ式、天秤式の二種類がある。

① コロガリ式balanサー

平行の丸棒を設けたものやナイフエッジ式のものがあるが、これらは感度がよく、しかも単純で使いやすい。

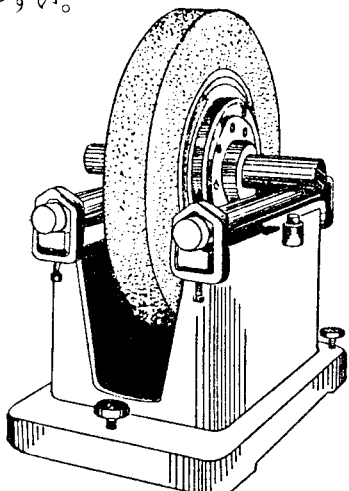


図25 平行丸棒の砥石balanサー

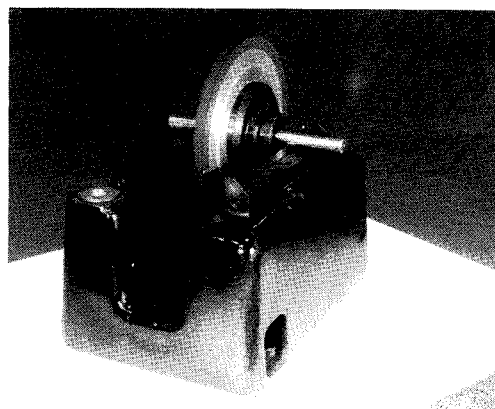


図26 ナイフエッジ式

② 天秤式バランサー

アンバランスの大きさは、天秤アームの振れの大きさ、すなわち、矢視された目盛量の大きさに表現されるので、作業者は、それにしたがって調整して行くことによりアンバランスを簡単にとることができる。

天秤式、コロガリ式ともに基本的原理は同じなので、一つの方法を理解してしまえば、あとは容易に応用がきく。



図27 天秤式

(2) 動的 法

砥石を機械に取り付けた状態で、砥石のバランスをとるだけでなく、砥石軸系全体のバランスもとることができる方法である。

この装置は、図28のように振動ピックアップを研削盤の砥石軸上に取り付け、砥石軸系からアンバランスによる遠心力に基づく振動の振幅を、電圧の値として検出し、幾何学的計算手法によってバランスピースの取付け位置を、マイコン本体ディスプレイに表示する。

その操作方法は、4回の対話方式の測定方式により、表示された取付け位置に2個のバランスピースを付けて行く。アンバランスを $0.01\mu\text{m}$ の単位まで修正が容易に、しかも短時間にとることができる。

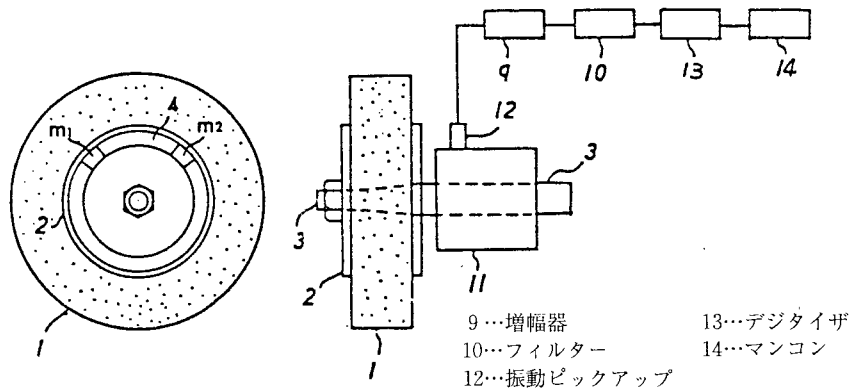


図28 バランサー原理図

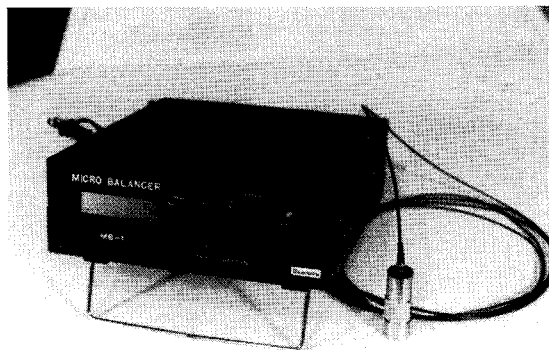


図29 振動ピックアップとマイコン本体ディスプレイ表示装置

8. 研削面あらさ

平面研削加工では、砥石の回転方向のあらさは、その直角方向のあらさに比べるとはるかに小さく、一般に表面あらさといえは研削方向と直角方向に測ったもので示される。

表面あらさは、J I Sに制定されているように、あらさとは小さい間隔でおこる表面のデコボコで、われわれがつるつるしているとか、ざらざらしていると認める感覚の基になるものであると定義されている。

しかし、われわれが問題にしている対象は、もっと精密なものである。したがって、研削面の良否の判断は、たいへん微妙なものとなる。そのため、表面あらさが測定により数値的には許容差内に入っている、不規則な模様などにより不合格となる場合もある。

特に平面研削では、他のものに比べて目視による検査が容易であり、測定器の測定能力範囲以上のものを判定することができるので、最終的には目視による判断が大きな要素を占めることになる。また、研削模様はあらさが向上するにつれて目だつもので、対策に苦心するところでもある。

目視の判断には、焼入れしたS K材を用いる。研削面を直射光線ではなく、室内の反射光線か、単色光源の反射で観察する。

大きなびりなどはもちろん問題外で小さなびり、引っかき傷、規則的なものや不規則的な模様などがみられるが、これらは機械の状態・砥石選択・研削条件が相乗的に関連しあってあらわれる。

特に、平面研削では外観を良くし、商品価値を上げるために研削することも多いので、上記のような模様などが問題となることが多い。

したがって、このようなことに対処するために、機械の選定に注意することはもちろんであるが、取扱いの上でも細心の注意が必要である。

表面あらさの定義と表示法は、J I S規格では表面あらさの表示法として、中心線あらさ(Ra)、最大高さ(Rmax)、および十点平均あらさ(Rz)を定めている。これらのうち、中心線あらさによる表示法の使用が、国際的にも頻度が高く、多用される方向にある。

(1) 中心線平均あらさ

① 定義と求め方

あらさ曲線からその中心線の方に測定長さ l の部分を抜き取り、この抜き取り部分の中心線をX軸、縦倍率の方向をY軸とし、あらさ曲線を $y=f(x)$ で表わしたとき、次の式によって求められる値をマイクロメートル(μm)で表わしたものをいう。

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |f(x)| dx$$

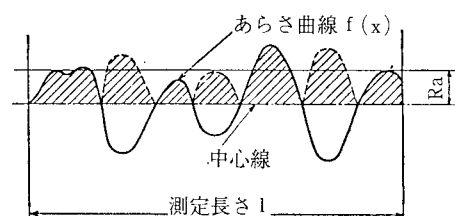


図30 中心線平均あらさ説明図

② 表示と呼び方

中心線平均あらし $\underline{\hspace{2cm}} \mu\text{m}$

カットオフ値 $\underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

測定長さ $\underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

または

μmRa

$\lambda c \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

$\ell \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

(2) 最大高さ

① 定義と求め方

断面曲線から基準長さだけ抜き取った部分の平均線に平行な2直線で抜き取り部分をはさんだとき、この直線の間隔を断面曲線の縦倍率の方向に測定して、この値をマイクロメートル (μm) で表わしたものをいう。

② 表示と呼び方

最大高さ $\underline{\hspace{2cm}} \mu\text{m}$

基準長さ $\underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

または

$\mu\text{m Rmax}$

$L \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

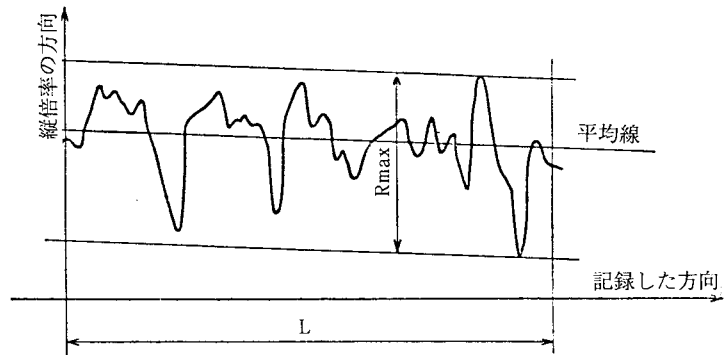


図31 最大高さ説明図

(3) 十点平均あらし

① 定義と求め方

断面曲線から基準長さだけ抜き取った部分において、平均線に平行、かつ、断面曲線を横切らない直線から縦倍率の方向に、測定した最高から5番目までの山頂の標高の平均値と、最深から5番目までの谷底の標高の平均値との差の値をマイクロメートル (μm) で表わしたものをいう。

② 表示と呼び方

十点平均あらし $\underline{\hspace{2cm}} \mu\text{m}$

基準長さ $\underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

または

$\underline{\hspace{2cm}} \mu\text{mRz}$

$L \underline{\hspace{2cm}} \text{mm}$

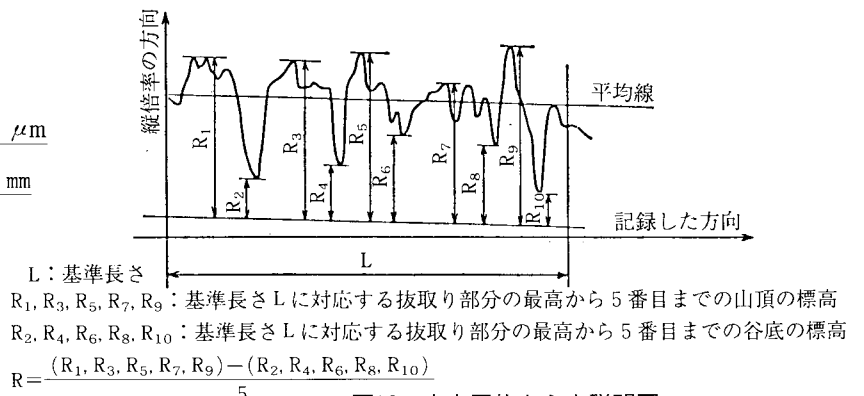


図32 十点平均あらし説明図

表25 あらさの最大値表示とカットオフ値および基準長さ

中心線平均あらさ Ra の標準数列	カットオフ値 mm	最大高さ Rmax の標準数列	十点平均あらさ Rz の標準数列	基準長さの 標準値mm	三角記号
0.013a	0.8 (測定長さは 原則としてカ ットオフ値の 3倍以上)	0.05s	0.05z	0.25	▽▽▽
0.025a		0.1s	0.1z		
0.05a		0.2s	0.2z		
0.1a		0.4s	0.4z		
0.2a		0.8s	0.8z		
0.4a	0.8	1.6s	1.6z	0.8	▽▽▽
0.8a		3.2s	3.2z		
1.6a		6.3s	6.3z		
3.2a	2.5	12.5s	12.5z	2.5	▽▽
6.3a		25s	15z		
12.5a	2.5	50s	50z	8	▽
25a		100s	100z		
50a	(測定長さは 同上)	200s	200z	25	—
100a		400s	400z		

(備考) あらさの最大値表示、たとえば6.3a は $0 \mu\text{mRa} \leq 6.3a \leq 6.3 \mu\text{mRa}$ を、6.3s は $0 \mu\text{m Rmax} \leq 6.3s \leq 6.3 \mu\text{m Rmax}$ を、そして6.3z は $0 \mu\text{mRz} \leq 6.3z \leq 6.3 \mu\text{mRz}$ を意味する。

資料1. 平面研削盤の日常点検表

所 属 _____ 機 番 _____

点 検 月 日 _____

メーカ _____ 型 式 _____

点検者 _____

区分	項番	項 目	点 検 日																														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
前	1	機械各部の掃除は行きとどいているか																															
	2	油圧タンク内の油量は不足してないか																															
	3	注水タンク内の研削液は不足してないか																															
	4	砥石カード、テーブルカバーは完全か																															
	5	注水ノズルや吸塵口は正しく固定されているか																															
始	6	各スイッチやリレーなどの作動は確実か																															
	7	モータ、軸受などに異常音はないか																															
	8	機械各部に異常な振動はないか																															
	9	ハンドルやレバーなどの作動は確実か																															
	10	デジタル表示やランプは正常に点灯しているか																															
時	11	電磁チャックの吸引は確実か																															
	12	潤滑油の供給は確実か																															
	13	油漏れの箇所はないか																															
後	14	砥石軸の軸受部に異常な発熱はないか																															
	15	モーターに異常発熱はないか																															

資料2. ダイヤモンド砥石

(1) セラミックス平面研削用の一般的なダイヤモンド砥石

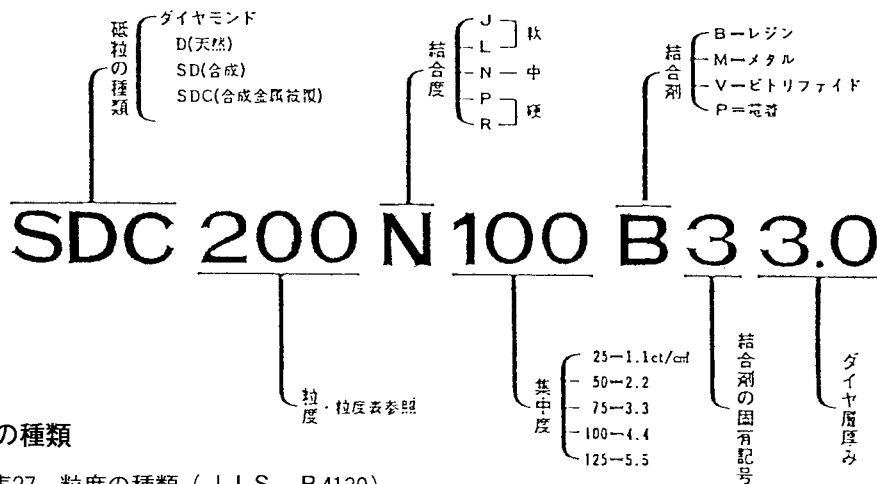
セラミックスの種類は多く、それぞれの材料によっても、また要求される加工品位や能率によって、砥石の粒度、結合度、結合剤などは異なる。

表26に記した砥石は、あくまでも目安とするものである。

表26

粗研削用	中仕上げ研削用	仕上げ研削用
SD { 120 N75B 170	SD { 200 N75B 230	SD { 325 N100B 400

(2) ダイヤモンド砥石の表示



(3) 粒度の種類

表27 粒度の種類 (JIS B4130)

16/18	18/20	20/30	30/40
40/50	50/60	60/80	80/100
100/120	120/140	140/170	170/200
200/230	230/270	270/325	325/400

(備考) 粒度の呼び方は、数字だけを読む。
たとえば、16/18は16, 18と、325/400は、325, 400と呼ぶ。

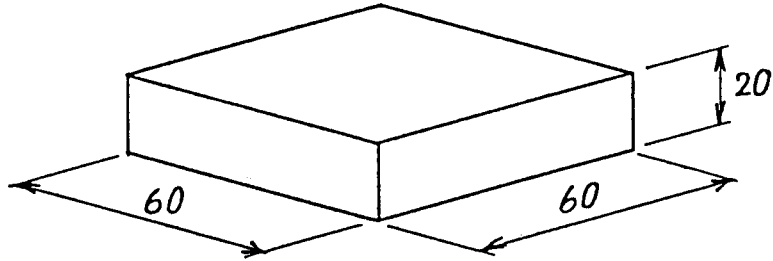
資料3. ツルージング用砥石およびスティック砥石

表28 一般的な推奨砥石

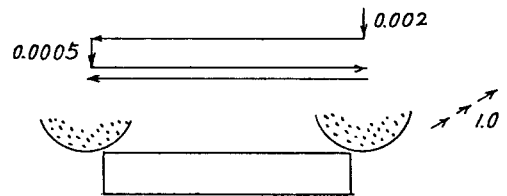
砥石の粒度	ビトリファイド砥石	スティック砥石
230より粗	C 6 0 M	C 2 2 0 G
230~800	C 8 0 H	C 4 0 0 G

資料4. 加工データシート（加工事例）

1. 平面研削（ファインセラミックス）

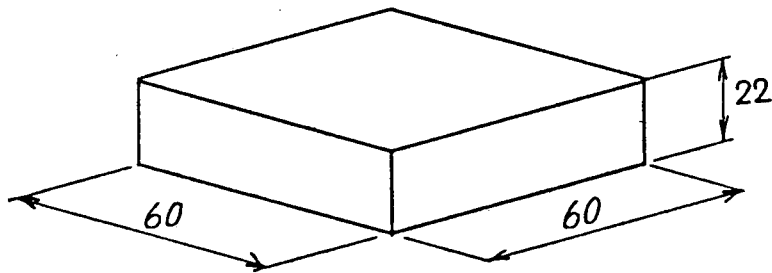


材 質	アルミナ (Al ₂ O ₃ - TiC)
研 削 代	0.0025mm
同時加工個数	1個
研 削 方 式	トラバース研削
研 削 液	水溶性 ノリタケクール BN-2
取 付 寸 法	電磁チャック (台金装着)
使用砥石	D400N100B φ300×20×φ127
研削加工時間	2.3分
面 粗 度	Rmax 0.6 μm
形 状 精 度	-

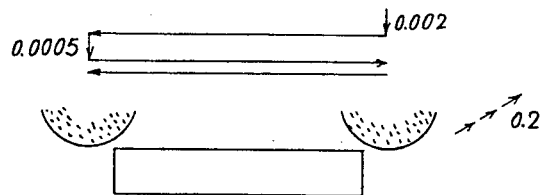


訴求点：面粗度

2. 平面研削（ファインセラミックス）

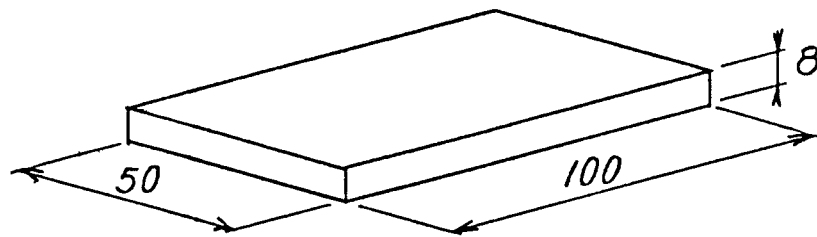


材 質	ジルコニア (ZrO ₂)
研 削 代	0.0025mm
同時加工個数	1個
研 削 方 式	トラバース研削
研 削 液	水溶性 ノリタケクール BN-2
取 付 寸 法	電磁チャック (台金装着)
使用砥石	D400N100B φ300×20×φ127
研削加工時間	11.3分
面 粗 度	Rmax 0.4 μm
形 状 精 度	-

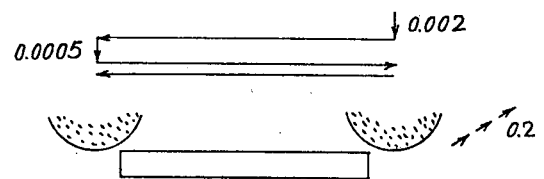


訴求点：面粗度

3. 平面研削 (ファインセラミックス)

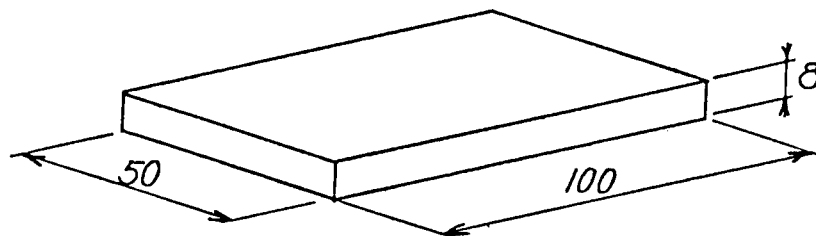


材 質	炭化ケイ素 (SiC)
研 削 代	0.0025mm
同時加工個数	1 個
研 削 方 式	トラバース研削
研 削 液	水溶性 ノリタケクール BN-2
取 付 寸 法	電磁チャック (台金装着)
使用砥石	D400 N100 B φ300×20×φ127
研削加工時間	12分
面 粗 度	Rmax 0.4 μm
形 状 精 度	-

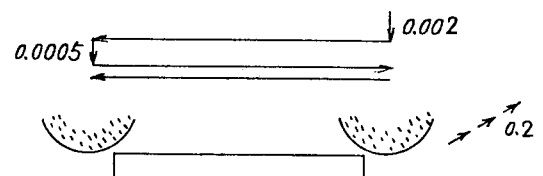


訴求点：面粗度

4. 平面研削 (ファインセラミックス)

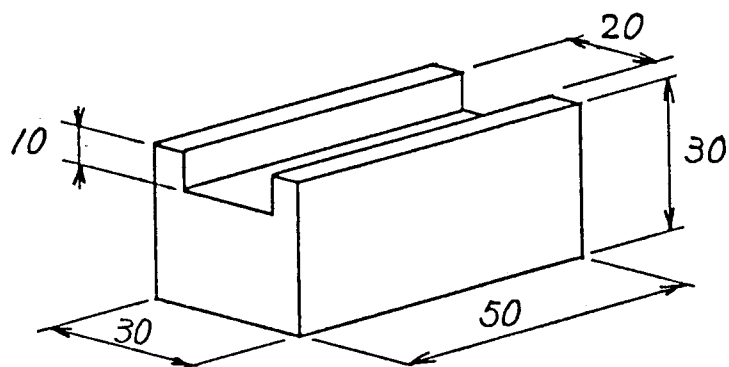


材 質	窒化ケイ素 (Si ₃ N ₄)
研 削 代	0.0025mm
同時加工個数	1 個
研 削 方 式	トラバース研削
研 削 液	水溶性 ノリタケクール BN-2
取 付 寸 法	電磁チャック (台金装着)
使用砥石	D400 N100 B φ300×20×φ127
研削加工時間	12分
面 粗 度	Rmax 0.8 μm
形 状 精 度	-

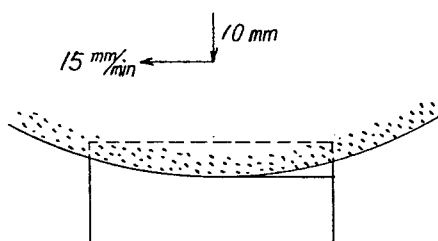


訴求点：面粗度

5. クリープフィード研削 (ファインセラミックス)



材 質	窒化ケイ素 (Si ₃ N ₄)
研 削 代	10×20mm
同時加工個数	1 個
研 削 方 式	クリープ研削
研 削 液	水溶性 ノリタケクール BN-2
取 付 寸 法	電磁チャック (バイス)
使用砥石	D120J 100B φ300×20×φ127
研削加工時間	11.4分
面 粗 度	—
形 状 精 度	—



訴求点：面粗度