

知 識 編

1. 電解放電研削の概要

ファインセラミックスの機械加工の主流は、ダイヤモンド砥石による研削加工である。

しかし、ファインセラミックスは、一般構造用金属に比べて非常に硬く、脆い性質があり、ダイヤモンド砥石を使用した研削においても、砥石の磨耗が大きく、また大きな切込みを与えて研削することも困難であり、研削時間が長くなる。そのため機械加工のコストが非常に高くなる欠点がある。

そこで電子部品用の難研削材用に開発された電解放電研削を、導電性のないファインセラミックスの研削に応用して、研削性能を上げる方法が開発された。

この方法は、開発されてからの歴史が浅く、現時点では十分メカニズムが解明されていないし、すべての場合に有効であると言えないのが実情である。

研削性能が向上する理由のうちで、最も信頼性のあるものは、ダイヤモンド砥石の結合剤が電解および放電により、ドレッシングされダイヤモンドの突出量が多くなり切れ味がよくなる効果があげられる。

この研削法は、1980年頃より研究がスタートした新しい技術であり、電源装置、研削油、砥石等の改良と適切な研削方法の研究により、今後の発展が期待されている研削方法の一つである。

2. 電解放電研削加工法とその特徴

この研究法は、機械的な加工法である研削加工を主力とし、これに放電加工と電解加工を補助的に加えて、たがいにそれぞれの加工法の相乗効果を得るように工夫された難研削材に対する研削法である。

導電性の材料に対しては、本来の研削法が実現できるが、セラミックスは一般に電気を通さない。これらの材料に対しては完全な形での電解放電研削は実現しない。また、本研削法はクリープフィード研削に対して効果が期待される。

そのため、通常の平面研削よりは成形、溝入れ、切断等の研削加工に応用されている。

本加工法を行うためには、次の準備が必要である。

- (1) 導電性のダイヤモンド砥石を使用すること。
- (2) 研削盤については、本体と砥石とを絶縁すること。
(砥石軸ユニットと本体、または砥石フランジと砥石軸間を絶縁する)
- (3) 電源装置から電流を、回転している砥石に流すためのカップリングを、砥石軸または砥石カップリングに取り付けること。
- (4) 電解加工用研削油を用意すること。
- (5) パルスの電気を流すことができる電源装置を用意すること。

セラミックスの電解放電研削に対して、放電電解により加工された比率が、どの程度であるかについては、まだ信頼されるデータがないが、先にも述べたように研削のほとんどは、ダイヤモンド砥石による機械加工である。

電解放電は、ダイヤモンド砥石の目づまりを防ぎ、つねに切れ味のよい状態に保つ作用があると考えられている。通常、砥石による金属のクリープフィード加工における連続ドレッシングに通じるものと思われる。

そのため、加工能率を上げるとダイヤモンド砥石の消耗が大きく、逆にダイヤモンド砥石の磨耗を少なくする条件を選ぶと、研削スピードがおちるといわれている。そのため加工品に合わせて研削条件、電気の供給条件をみつけることが大切である。(図1)

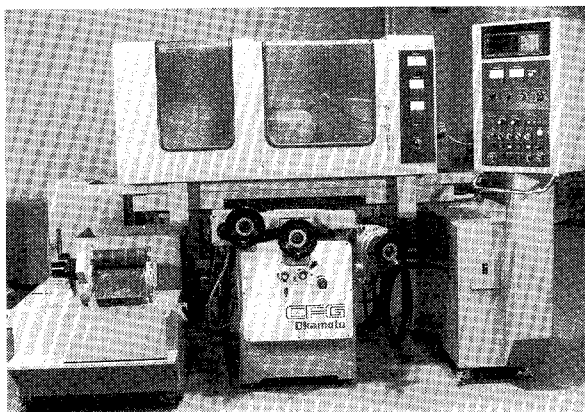


図1 電解放電研削盤

3. 電解放電研削盤の構造

この研削盤の構造は、ほとんどが平面研削盤を母体とし、それに本研削法に特有な砥石軸および電源装置、また本研削法に効果的なクリープ研削装置を設けたことを特徴としている。

(1) 本体構造

本体を構成する主要部について、図2のユニット番号にしたがって簡単に説明する。

① フレーム

フレームは機械の主要な部材で、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与えるための部材で上面、下面にそれぞれ案内面を持ち、工作物である製品の仕上り面を平行に、かつ直角に正しく作るため、それらは厳密に平行かつ直角に加工されている。

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。

⑥ 案内面

工作機械の案内面は運動の基準であり、特にテーブル、サドルについては、真直度・平行度である加工精度を左右するマスターである。高精度な平面の取得を目的とする電解放電研削盤においては、その重要性は論をまたない。

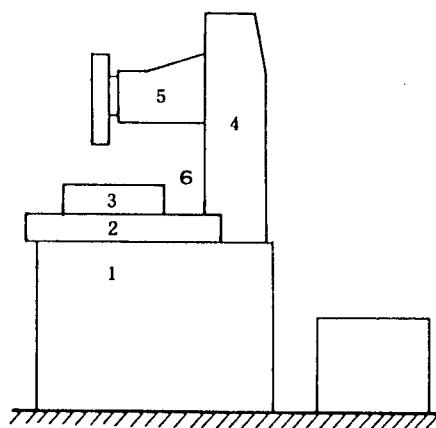


図2 電解放電研削盤の構成

電解放電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. 低速時のステックスリップのないこと。
- 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・防水性にすぐれていること。

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。

(2) 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、代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。

電解放電研削は、その加工機構からクリープフィード研削に対し、より効果的であると期待される。

① クリープフィード研削機構

通常の往復研削とクリープ研削を比較すると、往復研削が小切込み（数 $10\mu\text{m}$ 以下）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3）

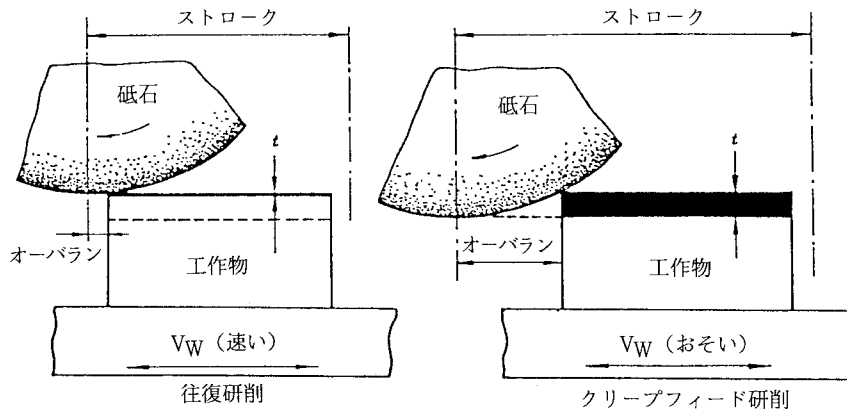


図3 往復研削とクリープフィード研削の比較

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）が重要な要素であり、これは図より近似的に、次の式で表わされる。（図4）

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

・接触弧長さ
$$l = \sqrt{t \cdot D}$$

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)

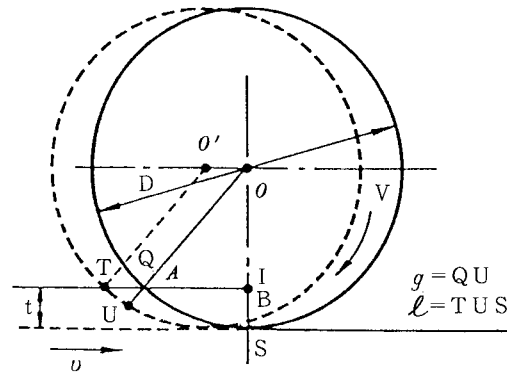


図4 砥粒切込み深さ

この式から、 v が小さく t の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、切込みは深さの小さい往復研削では、正しいけれど接触弧の長いクリープフィード研削では、図のように同時に複数の切刃が作用するので、切りくず長さはさらに薄くなる。(図5)

すなわち、往復研削では短か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。

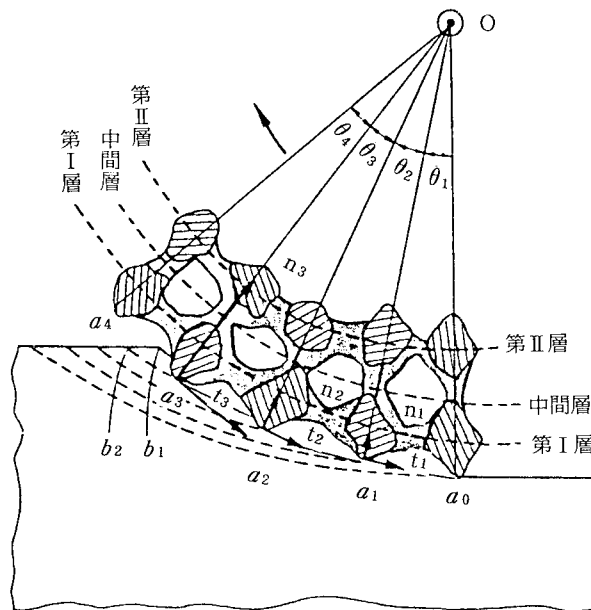


図5 研削模型

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あまりない。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特に有効である。

b. 仕上面精度が良い。

クリープフィード研削では、やわらかい砥石が使用され、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（テーブルストローク）が短くなるほど著しく、空研時間の比率が大きくなる。

したがって、長さが短くて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ほうが加工時間が短くなり能率がよくなる。

d. 工作物の熱損傷が少ない。

発生する研削熱量は大きいけれど、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すことができる。

(3) 通電方式

電解放電研削は、主軸に絶縁を施した研削盤の通電砥石と工作物との間で電解放電研削液を介して、パルス電流を発生する電源装置の制御によって図6の構成で研削が行われる。

その通電方式は、構造的に二つの方式がある。

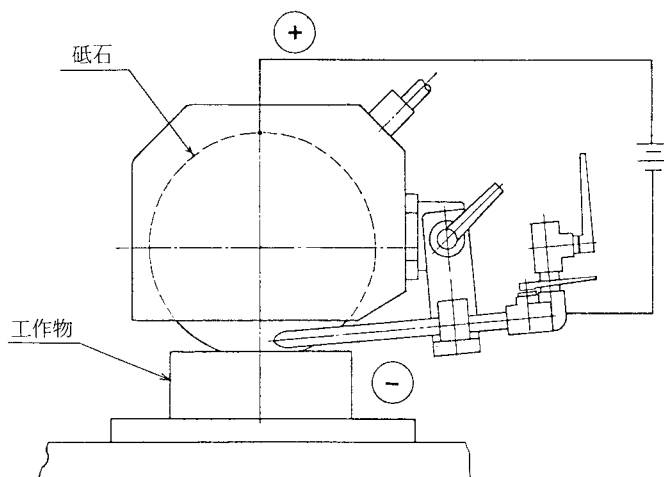


図6 通電原理図

① 砥石軸通電方式

砥石軸通電方式とは、砥石軸ユニットと機械本体間を構造的に絶縁をし、電源装置からのパルス電流を、スピンドルを経由して通電砥石と工作物に流し、その放電作用によって研削を行うことをいう。

この方式は、スピンドル後部で接続しているので、モータとのカップリング方法はベルト・プーリ

ー方式になる。(図7)

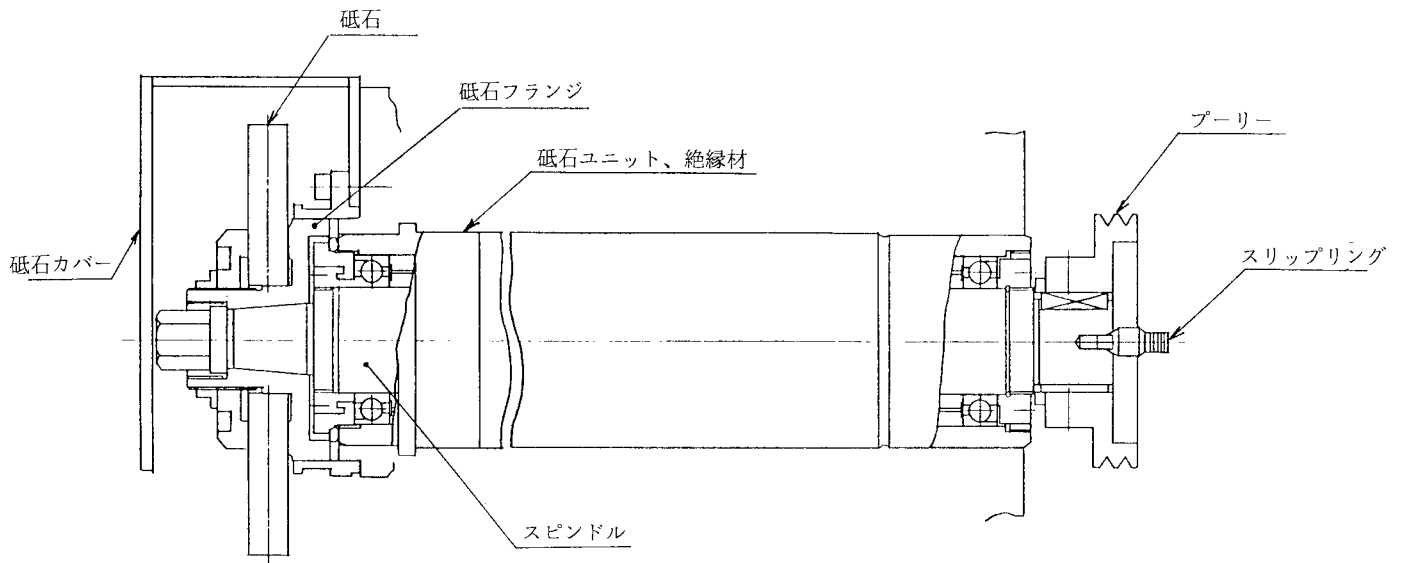


図7 砥石軸通電方式

② 砥石フランジ通電方式

砥石フランジ通電方式とは、砥石フランジと砥石軸間を構造的に絶縁をし、電源装置からのパルス電流を、通電砥石と工作物に流し、その放電作用によって研削を行うことをいう。

この方式は、通常の平面研削盤の砥石取付け部分を改造するだけで電解放電研削盤にすることができる。

しかし、電源装置との接続が砥石取付け前面となるため、作業性が多少影響されるきらいがあるが、接続が前面で処理されることによって、研削能力アップのためのモータ交換を容易にしている。

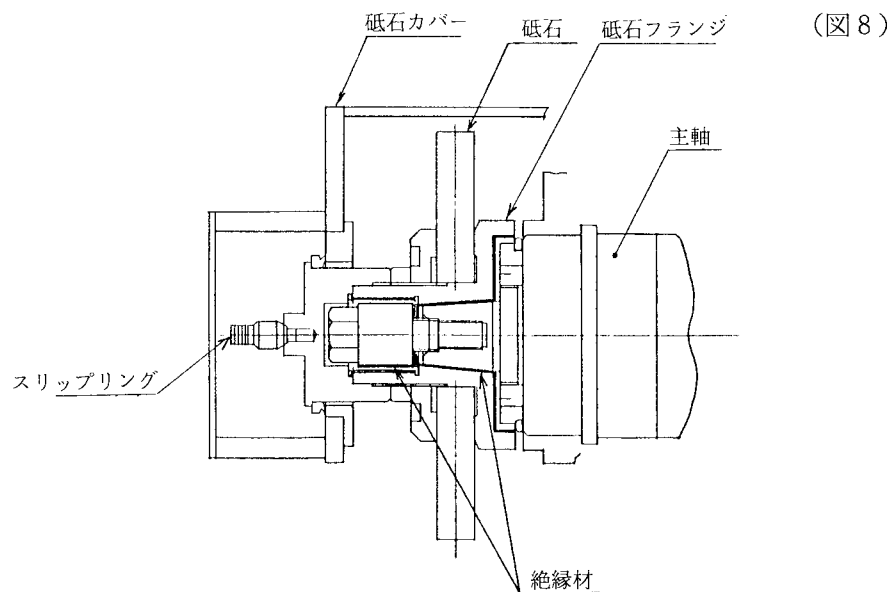


図8 砥石フランジ通電方式

(4) 電 源

通電研削用パルス電源装置は、任意の通電状態が選定できるように最大出力 130 V、8 A 周波数 5 K Hz ~ 50 K Hz のパルス出力を取り出すことができる。

出力電圧は、サイリスタの制御により連続可変ができ、また出力段のトランジスタをパルス幅変調し、周波数の連続可変とデューティ比の約10%ステップ切換えが可能である。さらに出力の極性切換スイッチが付いているので、機械本体および砥石に対し正・負方向のパルスを仕様に応じて出力することができる。

保護回路として、出力電流を検出し過電流となったとき、出力段トランジスタを制御し、出力を遮断することができ、また、サイリスタおよび出力段トランジスタが過熱した場合も、出力が遮断する。

そのパルス電源装置の一例として、電源仕様を表1およびパネル説明を図9に示す。

表1 電源仕様

1. 入力電源	AC 200V ± 10%	1φ	50/60Hz
2. 出力種類	直流およびパルス出力		
3. 出力定格	電圧	5 ~ 130V	連続可変
	電流	0 ~ 8A	
	周波数	5 ~ 50KHz ± 10%	連続可変
	デューティ	可変	
4. 出力極性	正または負	パネル面にて切換え	
5. 保護回路	過電流	約 8 A	にて出力遮断 自動復帰
	内部加熱	クーリングパッケージ	約 100°Cにて出力遮断
6. 指示計	出力電圧計	(D-D値指示)	FS 150V計 2.5級
	出力電流計	(平均値 指示)	FS 10A計 2.5級
7. 外形	外形図による		
8. その他	(1)突入防止回路付		
	(2)モニタ端子付 (13V / 130V)		

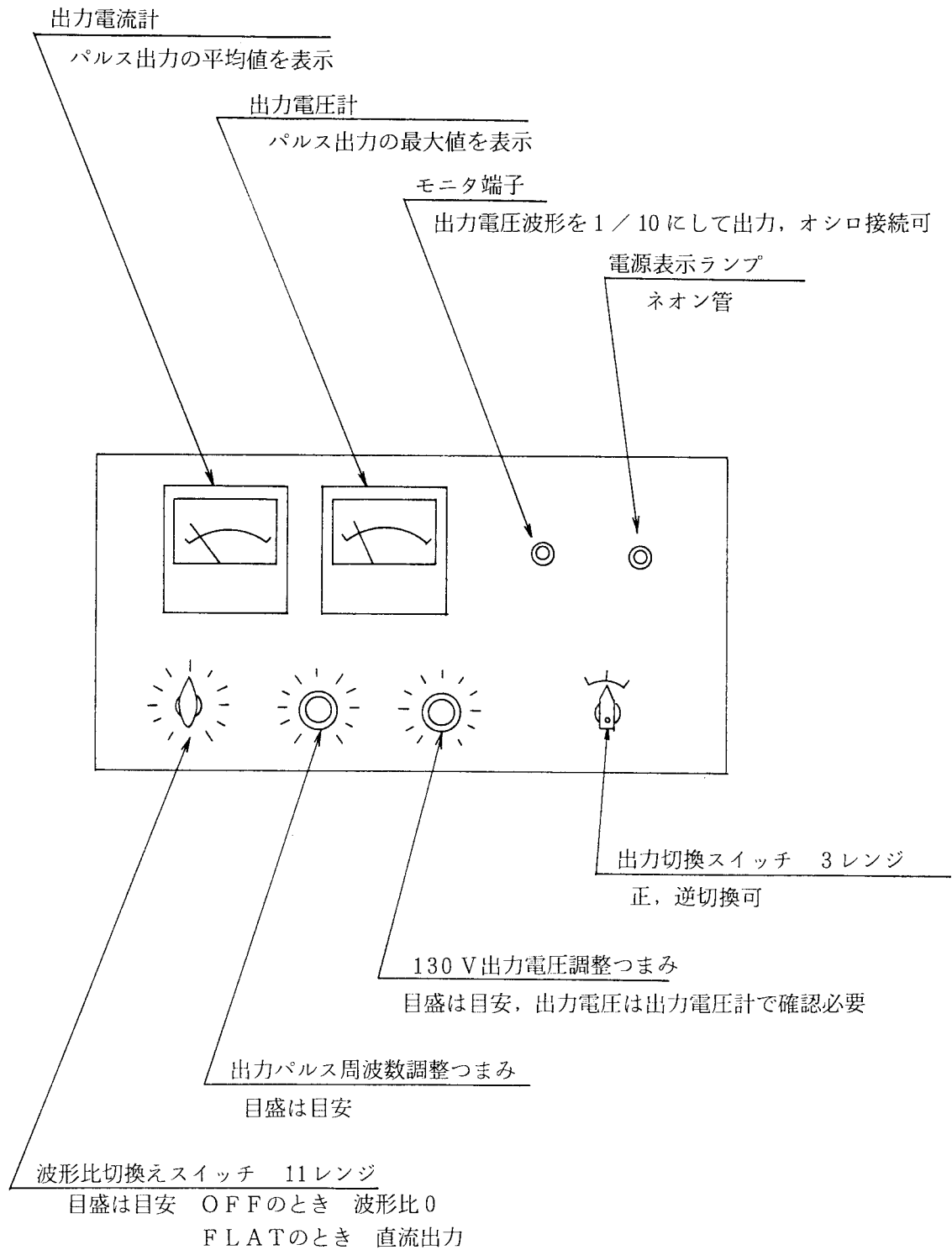


図9 パネル説明

4. 通電砥石

(1) 通電砥石の特徴

電解放電研削に使用する砥石を、通常研削に使用される砥石や電解研削に使用されるグラファイト砥石などと区別して、通電砥石と称している。

この通電砥石の特徴は、機械的研削能力において、通常研削に使用される砥石と同程度を保有し、かつ導電性に優れた砥石である。また研削中に継続的あるいは断続的に通電することによって、通常の研削作用以外に砥石作用表面、工作物加工表面に対し電解作用または放電作用を付与する加工法で加工品質、加工能率および耐久性において通常の研削より優れた効果が期待できる。

(2) 通電砥石の分類

① 砥石の構成

通電砥石に限らず、砥石の構成要素は「砥粒」「結合剤」「気孔」であり、これは砥石の構成三要素と呼ばれている。

砥粒は、砥石の最も重要な構成要素であって、実際の切りくずを生成させる切刃であり、一般砥粒（A, WA, 32A, C, GCなど）と超砥粒（ダイヤモンド, CBN）に大別される。

各々の種類を表2, 3に示すが、通電砥石用としては超砥粒が多用される。

表2 一般砥粒の種類

	クレノートン記号	色調	用途
A系 砥粒	ZS		ジルコニア-アルミナ複合砥粒 炭素鋼高荷重自由研削用
	ZN ZF		ジルコニア-アルミナ複合砥粒 自由研削用
	68A		特殊鋼自由研削用
	75A 76A STA		焼結砥粒 ステンレス鋼高荷重自由研削用
	44A SHA		微結晶 自由研削用
	A 57A	褐色	一般鉄鋼材自由研削・生鋼材精密研削用
	19A 23A LA 16A		特殊精密研削用（AとWAの中間用途）
	WA 38A	白色	一般焼入鋼材精密研削用
	RA PW	桃色	工具鋼・焼入鋼等の精密研削用
C系 砥粒	35A 32A	白色	合金工具鋼・工具鋼・焼入鋼等難研削材の精密研削用
	C 37C	黒色	非鉄金属・非金属・铸铁等の研削用
	GC 39C	緑色	超硬合金・非鉄金属・非金属・特殊铸铁等の研削用
	C/CC		混合砥粒

表3 超砥粒の種類

砥粒の種類	成別	特 性			特 徴	用 途
		結 晶	形 状	処 理		
SD	人造	多結晶	不規則状	なし	低馬力(1/4HP以下)機械での研削で良い切味を示す。	超硬工具研削
ASD	人造	多結晶	不規則状	ニッケル被覆	馬力のある機械に適し、耐摩耗性に富む。	超硬工具研削 超硬口鋼(33%以下)同時研削
ASDC	人造	多結晶	不規則状	鋼被覆	超硬のみの研削に適する。 鋼/真ちゅうを含む研削には不適	超硬(100%)の乾式研削
A2D	人造	多結晶	不規則状	ニッケル被覆	馬力のない機械に用いるとASD又は、ASDC以上の寿命	セラミックス、サーメット 超硬(100%)の研削
AMD	人造	不完全単結晶	塊 状	ニッケル被覆	靱性の大きい砥粒なので、機械剛性・馬力があれば良いパフォーマンスが得られる。	超硬口鋼(33%以上)同時研削
D.MD ミクロン	人造 天然	単結晶	不規則状	なし	#400より細かい粒度 使用目的により砥粒分布を規定	ガラス、セラミックス、超硬等の研削ラッピング、ポリッシング
M2D	人造	不完全単結晶	塊 状	なし	研削性能と能率を両立させること狙って有用性が高い。	超硬工具、セラミック、ガラスの研削に適す。
M3D	天然 人造	単結晶	塊 状	なし	靱性が大きく、形状がブロッキー。研削抵抗のきわめて大きい特殊な用途に限られる。	セラミックスの粗研削、細かい粒度のサンドペーパー <i>Skiving</i>
M4D	人造	単結晶	塊 状	なし	強靱砥粒で広範囲にわたり適用。	めのう、アスベスト、ブレイキニングカーボンの切断および粗研削
M5D	人造	単結晶	塊 状	なし	最強靱砥粒	合属以外の材料の加工し難い特殊な研削

〔クレノートン(株)〕

結合剤(ボンド)は、砥粒をしっかり固定すると共に、砥粒の研削作用を補助するための種々のファイラーを含んでおり、その種類は一般砥粒用、超砥粒用を表4に示すが、通電砥石用としては、ビトリファイド、レジノイド、メタル各ボンドの超砥粒砥石が一般的である。

気孔は、砥石作用面にあって排出されるチップ(切りくず)ポケットとして機能するが、一般的にビトリファイド、レジノイドの一部に存在し、他のボンドには存在しない。(表5)

表4 結合剤の種類

ボンド種類 砥 粒	ビトリ ファイド	レジノイド	メタル	電 着	ラバ-	シュラック	オキシクロ ライド
超 砥 粒	○※	○※	○※	○	-	-	-
一 般 砥 粒	○※	○※	-	-	○	○	○

※通電砥石として使用されている。

表5 主要結合剤における構成要素の組合わせ

ボンド種類 構成要素	レジノイド	メタル	ビトリファイド	
			無気孔タイプ	有気孔タイプ
砥粒	○	○	○	○
結合剤 (ボンド)	○	○	○	○
気孔	⊙	—	—	○

⊙例外的に製作される。

② 通電砥石の構成

通電砥石の構成も、基本的には砥石構成三要素から成り立っているが、導電性を与える方法に種々の工夫がなされている。

砥石構成三要素の導電性については表6に示す。

表6からも判る様に結合剤が電氣的に良導体であるメタルボンドの場合は、基本的にはそのまま通電砥石として作用させることは可能であるが、「砥石-研削油-工作物」の電気化学的特性のマッチングがとれていない場合、変色の発生、砥石の異状摩耗の発生、または有害物質の発生等が考えられるので、実際の使用に際しては、通電砥石として開発された特殊なメタルボンドを使用することが望ましい。

表6 砥石構成3要素の電氣的特性

	電氣的良導体	電氣的不良導体
砥粒 ※	—	A系 G系 ダイヤモンド CBN
結合剤	メタル	レジノイド ビトリファイド
気孔 ※※	—	○

※ Ni-コーティングされたダイヤモンド、CBNは良導体

※※ 一般的にはレジノイド、メタルでは気孔は存在しない。

他のボンドで構成される砥石を通電砥石とするために、導電性を与える方法として、下記のような試行がされている。

a. 結合剤 (ボンド) そのものに導電性を与える方法

レジノイドボンドについて、ボンド中に含まれるフィラーとして、研削液とマッチングした導電性フィラーを投入すれば、ボンドに導電性が与えられる。また、ビトリファイドボンドについては特殊成分をボンド中に析出させることにより、導電性を与えることもできる。

b. 気孔中に導電性物質を充填する方法

特に有気孔タイプのビトリファイドボンドに対して行われる。砥石中の気孔は、立体的には連続気孔であり、その気孔周辺に銅、ニッケルなどの層を無電解メッキ法 (化学メッキ) により形成す

る方法である。

c. 砥石の一部に導電性を与える方法

ビトリファイドボンド、レジノイドボンドを主体に、砥石の一部分に導電性物質を塗布、または埋め込み、砥石全体でなく部分的に通電できることを可能にしたもので部分通電砥石であり、市場では、MEEC砥石と呼ばれ、その形態を図10に示す様に種々考えられている。

また、最近ではメタルボンドの一部に絶縁体を埋め込んだ砥石も、部分通電砥石として使用される例もある。

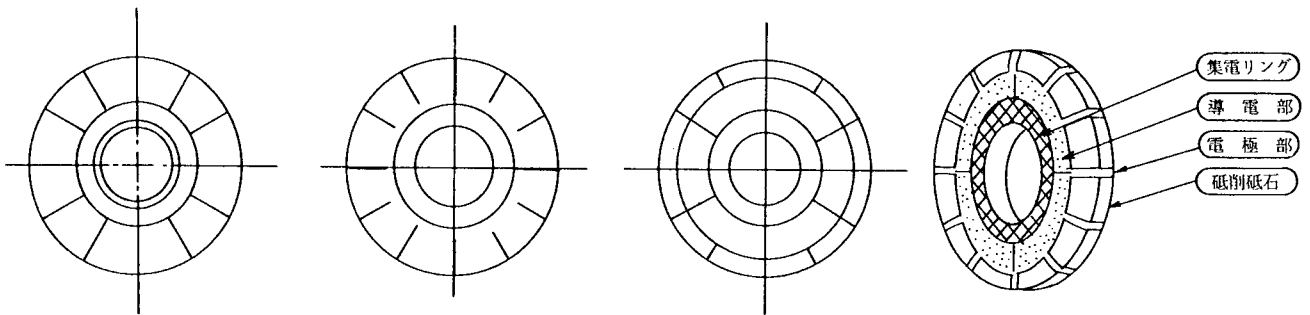


図10 MEEC砥石(黒松)

③ 通電砥石の分類

通電砥石をその形態から分類すれば、表7で示すとおりである。

区分	方法	対象ボンド
全面通電砥石	ボンドに導電性を与える方法	メタルボンド レジノイドボンド ビトリファイドボンド
	気孔に導電性を与える方法	ビトリファイドボンド
部分通電砥石	部分的に導電体を埋め込む方法	ビトリファイドボンド レジノイドボンド
	部分的に絶縁体を埋め込む方法	メタルボンド

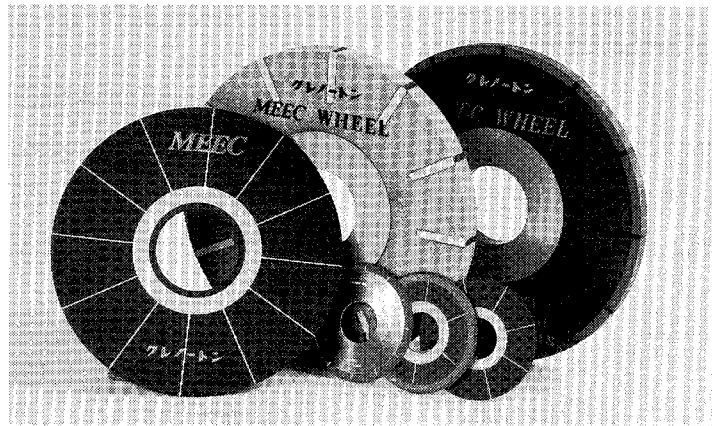
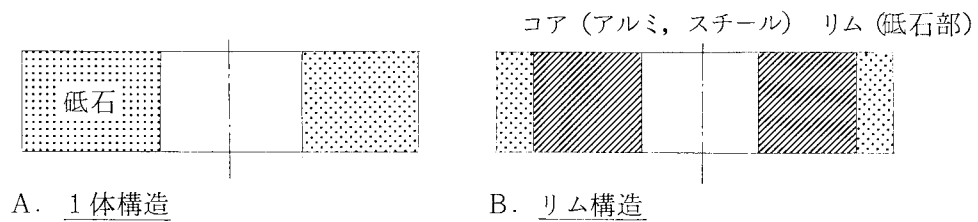


図11 通電砥石〔クレノートン（株）〕

(3) 通電砥石の安全性

通電砥石は、前述のように新しい研削方式に対応する砥石であるので、その使用に際しての安全性は、作業者の感電防止対策の有無、実際の加工雰囲気中での有害物質発生の有無および対策などについての検討はむろんであるが、砥石の強度面からの検討も重要である。

砥石の強度に関する検討は、砥石の構造の区分を加味した図12、表8で対処するのが好ましい。



A：一般に砥石と呼ばれ、一般砥石に多い構造

B：一般にホイールと呼ばれ、超砥粒砥石に多い構造

図12 砥石構造の区分

表8 通電砥石強度面における区分

構造区分 通電区分	一 体 構 造	リ ム 構 造
全面通電砥石	一般砥石と同等の強度	一般砥石と同等の強度
部分通電砥石	一般砥石より強度が低下する	一般砥石と同等の強度

砥石の強度上の安全性は、その回転破壊周速度が使用周速度に対して二倍以上であることの確認で保証されている。

通電砥石の強度上の安全性についての規制は、現在のところ、設けられていないが上記と同様の保証は必要と考えられる。

通常、通電砥石としては「超砥粒-リム構造」が使用され、この場合の強度は一般砥石と同等である。

強度上、最も検討を要するのは「部分通電砥石—一体構造」の領域であり、その例を図13に示す。

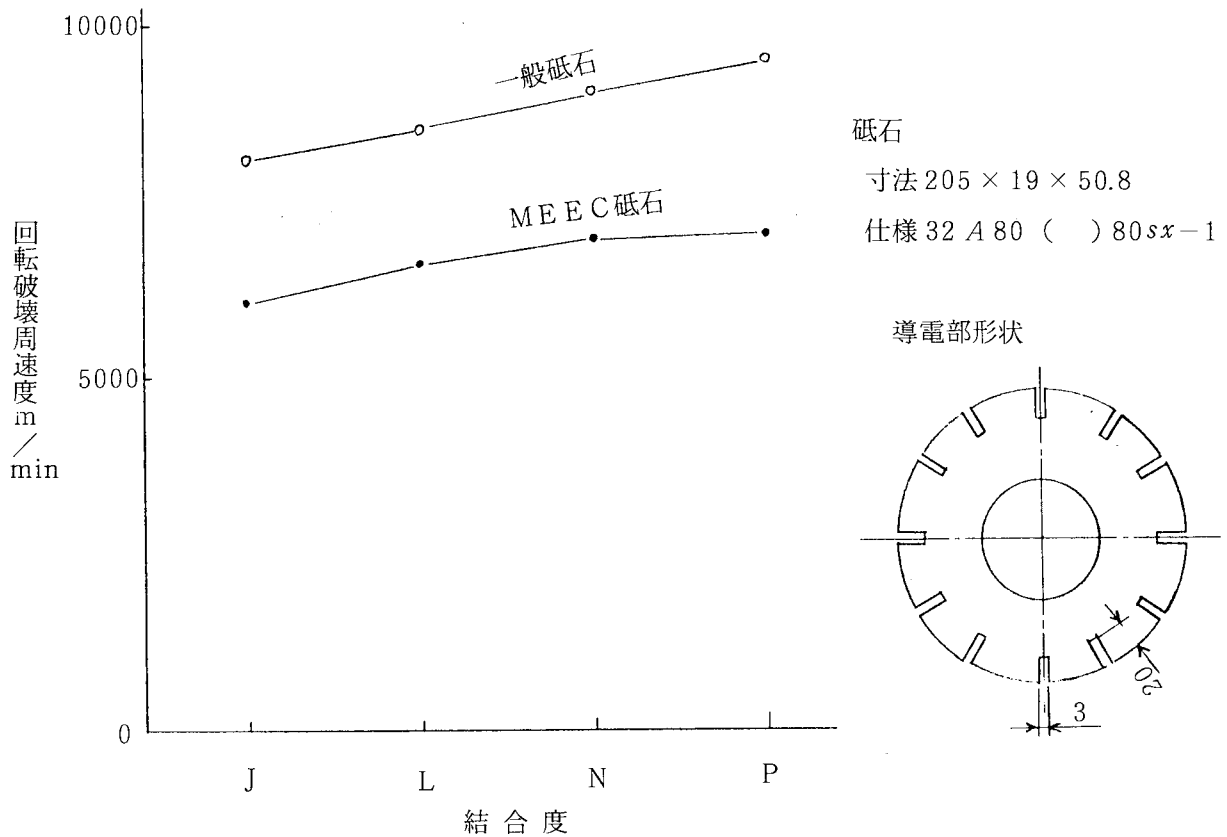


図13 部分通電砥石の回転破壊周速度

図に示すように部分通電砥石の回転破壊周速度は、一般砥石より低下する傾向があるが、その低下割合は導電部分の形態により異なる。

メーカーから出荷される砥石は、すべて使用周速度の二倍以上の強度が保証されているが、その使用に際しては一般砥石と同様の取扱いが必要である。

(4) 通電砥石の製造可能範囲

通電砥石は特殊用途の新しい砥石であり、現在製造しているメーカーは数社に限定されている。

また、その製造可能範囲についても明確にされていないので、具体的には各メーカーに直接打診することが必要である。そのガイドラインを以下を表9に示す。

表9 通電砥石の製造可能範囲ガイドライン(一般砥石の製造可能範囲との対比)

通電区分	砥粒 結合剤	一般砥粒		超砥粒		
		ビトリ ファイド	レジノイド	ビトリ ファイド	レジノイド	メタル
全面通電砥石		△※	○	△※	○	○
部分通電砥石		○	○	○	○	○

○：一般砥石製造可能範囲とほぼ同じ ※たとえば粒度# 120より粗目を範囲とするメーカーもある。
△：一般砥石製造可能範囲より狭い

(5) 通電砥石の表示

通電砥石の表示に関しては、現在、統一された方法はなく、各メーカーが独自の表示方法を採用している。

砥石の基本仕様の表示（砥粒、粒度、結合度、集中度、結合剤、形状）は、JIS表示に準じ、通電砥石の区分を文末につける方法が採用されている。

その表示例を図4-5に示す。

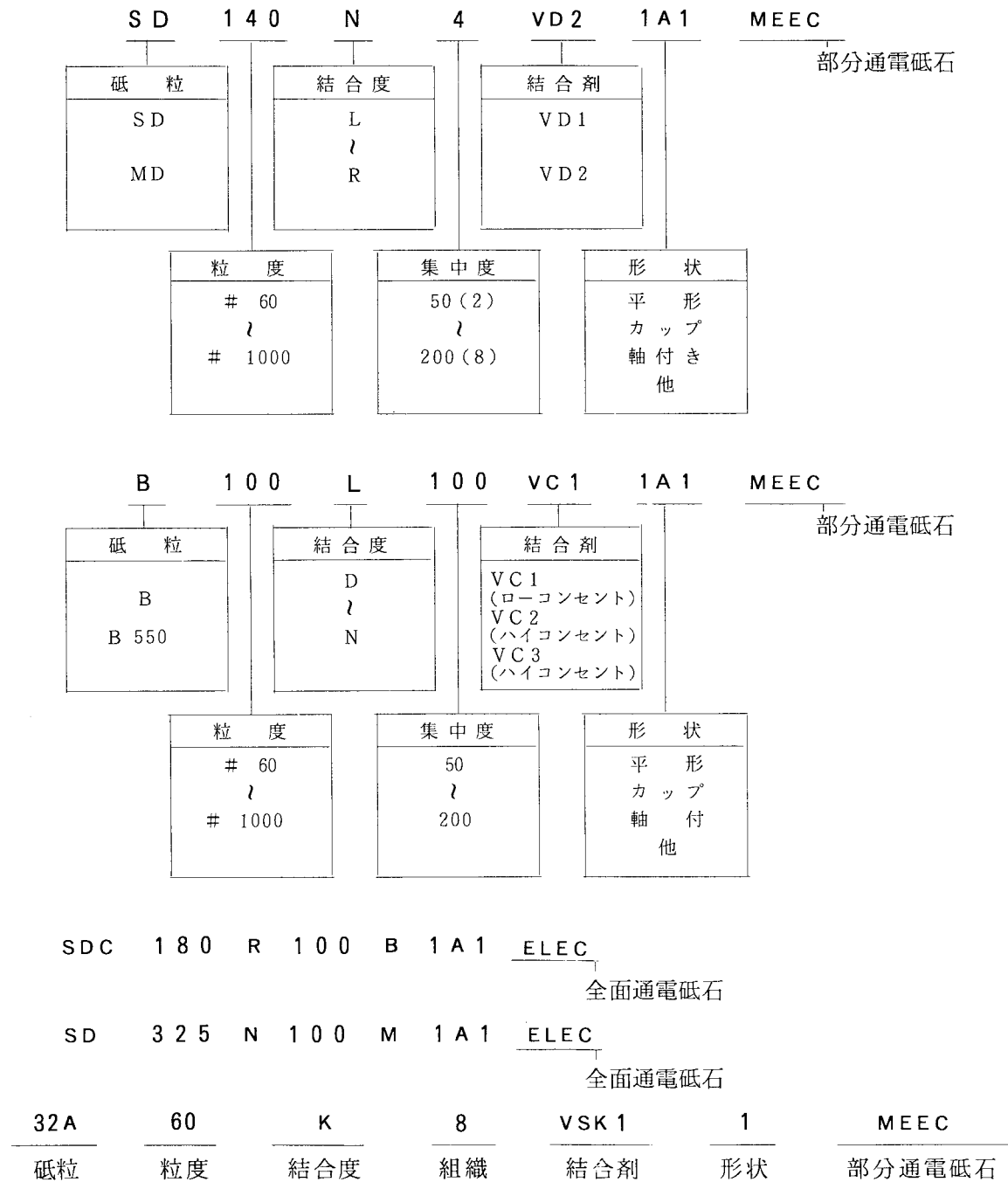


図14 通電砥石の表示例〔クレノートン(株)〕

5. 研 削 油 剤

(1) 電解放電研削用研削油剤の特徴

電解放電研削は、通常研削に電解作用、放電作用を加味して行われる特殊な研削方法であり、そのために以下の各項が要求される。

- ① 通電の研削油剤として、潤滑性、冷却性、浸透性、防錆性に優れていること。
- ② 電解作用、放電作用に優れ、経時に安定していること。
- ③ 工作物、砥石に変色、錆などを発生させないこと。
- ④ “工作物－研削液－砥石”の電気化学的成分のバランスがよく、加工中に有害物質を発生させないこと。

工作物の化学成分、砥石中に含まれる化学成分はメーカー、材質、仕様により異なるので、成分的にバランスできる研削油剤の成分も、また個々のケースで変える必要があるし、電解放電研削として電解作用、放電作用のいずれを重要視するかによっても、研削油剤は選定しなければならない。

したがって、電解放電研削油剤は個々のケースで対応する必要があり、市販品をベースに専用の研削油剤の開発が必要とされる。

(2) 電解放電研削用研削油剤の種類

電解放電研削用研削油剤として、一般的に知られているのは、 NaNO_3 、 NaNO_2 などの稀釈水溶液であるが、専用の研削油剤として市販されているものは少ない。

これら市販されている研削油剤を含めて、電解放電研削油剤を大別すると表10の四グループに分けることができる。

表10 電解放電研削油剤

作用 \ 工作物	導 電 性	
	良 導 体	不 良 導 体
電 解 作 用	MEEC・cut・D (5000)	ELEC・cut・E (18000)
放 電 作 用	MEEC・cut・S (1200)	or NaNO_2 NaNO_3 (12000)

() はイオン電導体 μS
稀釈倍10
ただし NaNO_3 は1%
添加

〔クレノートン(株)〕

使用に際しては、上表を参照し選定することが好ましい。

通常の研削用に市販されている各メーカーの研削油剤のイオン電導度も、その成分により低いものから高いものまで含まれているので、電解放電研削液として使用して効果のあるものも存在するが、その使用に際しては、安全性、有害物質の発生、変色の発生、錆の発生のないことを十分に確認する必要がある。

資料1. 通電ダイヤモンド砥石

通電ダイヤモンド砥石の一般的な解説、表示などについては、知識編の項を参照のこと。

ここでは、通電電源にパルス出力の装置を用いて、セラミックスを加工する場合の一般的な通電用ダイヤモンド砥石の仕様を示す。

表 11

研削用途	通電ダイヤモンド砥石仕様 (クレノートン社表示)					
	砥粒	粒度	結合度	集中度	結合剤	通電方式
切断加工	SDC (AMD)	100~200	R~S	75~100	B	ELEC (※)
	SD (M5D)	100~325	L~S	50~100	M	ELEC
溝研削	SDC (ASD)	100~325	N	75~100	B	ELEC
	SD (M3D)	100~325	N	50~75	M	ELEC

※ ELEC表示は、パルス出力電源に使用する全面砥石を示す。

資料 2. ニブドレッサ

① ニブドレッサの表示

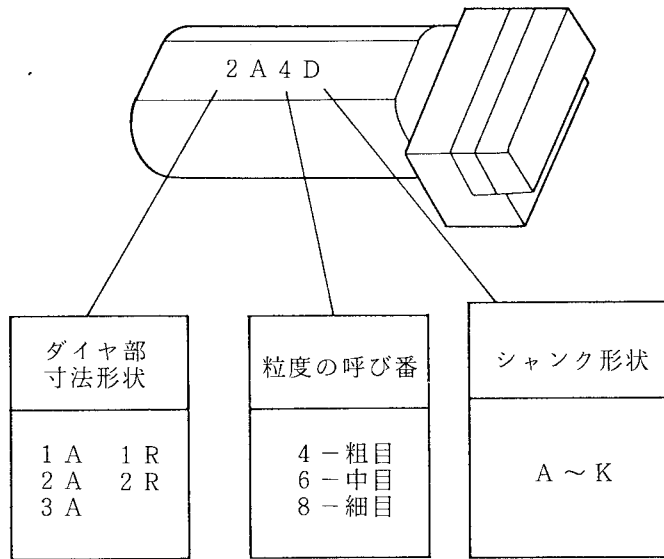


図 15 ニブドレッサの表示

② ニブドレッサの標準寸法 (A型)

表 12

A 型 (長方形)	粒 度	シャンク形状	シャンク寸法 (mm)	適 用 範 囲
 1A	4 6	 A	$\phi 11 \times 30$	心無研削盤や円筒, 平面研削でトラパースに制限がある場合。
	4 6	 C	$\phi 11 \times 30$	心無研削盤や円筒, 平面研削盤用砥石のトルーイング, ストレート・トラパースに用いる $\phi 500 \times 75$ 以上の砥石用。
 2A	4 6 8	 D	$\phi 11 \times 30$	心無研削盤や円筒, 平面研削盤用砥石のトルーイング, ストレート・トラパースに用いる $\phi 300 \times 25$ から $\phi 500 \times 63$ までの砥石用。
	4 6 8	 E	$\phi 11 \times 30$	角度付きトルーイングポストをもつセントレス, 円筒, 平面研削盤に用いる。 $\phi 300 \times 25$ から $\phi 500 \times 63$ までの砥石用。
 3A	6 8	 F	$\phi 11 \times 30$	心無研削盤や円筒研削盤用砥石のプロフィール, 成型トルーイング又はストレート・トラパースを用いる。 $\phi 300 \times 25$ から $\phi 500 \times 63$ までの砥石用。

資料3. 加工物取付け用接着剤（クレノートン社表示例）

表13

項目 \ 種類	ML-80	ML-85	MW-45	MP-100
主成分	天然樹脂	天然樹脂	ワックス	合成樹脂
軟化点	80°C	80°C	70°C	100°C
作業温度	120°~130°C	120°~130°C	70°C	180°~200°C
接着力	15~20 kg/cm ²	20~25 kg/cm ²	10~15 kg/cm ²	80 kg/cm ² 以上
はくり用溶剤	アルコール	アルコール	トルエン	トルエン
大きさ	10×15×15	10×15×15	10×15×15	10×15×15
電気抵抗	0.1 Ω/ロ	0.1 Ω/ロ	0.2 Ω/ロ	0.1 Ω/ロ