

知 識 編

1. 内面研削盤の分類

内面研削は、工作物の真直穴、テーパ穴、総形穴、貫通穴、底付き穴など、種々の穴を、高速で回転する砥石によって研削する作業である。

内面研削盤は、砥石および工作物の回転と往復運動の関係から、次の三つの種類に分類される。

(1) 砥石回転，工作物回転および往復運動

一般の内面研削盤，および万能研削盤がこの分類に属する。

(2) 砥石回転および往復運動，工作物回転

センタレス型内面研削盤がこの分類に属する。

(3) 砥石回転および遊星運動，工作物回転せず往復運動のみ

重量のあるアンバランスな大形工作物の研削に用いられる。

2. 工作物保持方法の分類

(1) チャック形

① スクロールチャック

汎用性はあるが，防塵，精度面から見て量産には不向き。

② コレットチャック

量産向きの自動締め型であるが，研削屑の侵入防止に工夫を要する。

③ ダイヤフラム式チャック

研削穴と外周との振れ $0.005 \sim 0.01 \text{ mm}$ の安定した精度を出すことができる。

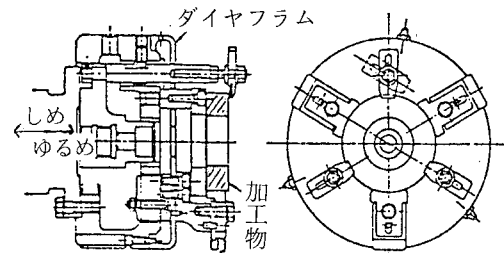


図1 ダイヤフラム式チャック

(2) センタレス支持形

① ロール形

工作物は，支持ロールと調整ロールの上に乗り，プレッシャロールによりラジアル荷重を受ける。調整ロールと支持ロールの角度により，工作物は一定位置に固定され，調整ロールによって回転される。薄肉部品の加工において，偏肉の少ない加工ができる。

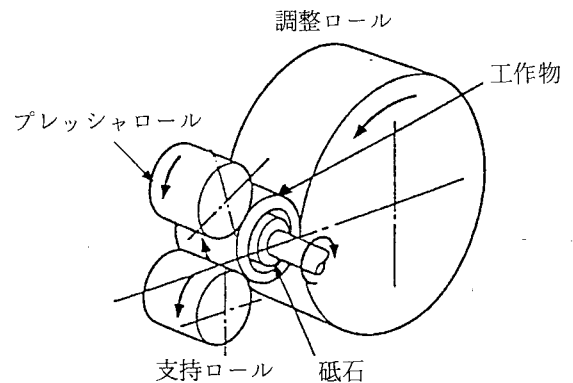


図2 ロール形

② シュー形

工作物はロールのかわりに2個のシューで支えられつつ、回転しているバックングプレートに、油圧、空圧、マグネット力等で押しつけられ、回転力を与えられて、加工が行われる。

外周に対する内周の同心度のみならず、端面に対する芯の直角度も出し易い。

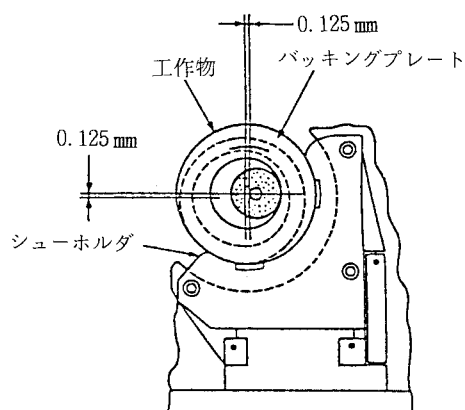


図 3 シュー形

3. 砥石軸

砥石軸は、他の研削盤にくらべて、けたちがいの高速回転を必要とするので、特別の配慮が払われている。

図4に示すように、通常使用される砥石周速度1800m/minを得るためには、直径4mmの砥石では15万rpmの回転数が必要である。

セラミックスの被研削性を考慮すると、より高速で、高出力、高剛性の砥石軸が必要である。

表1に、各種スピンドルの特徴を示す。

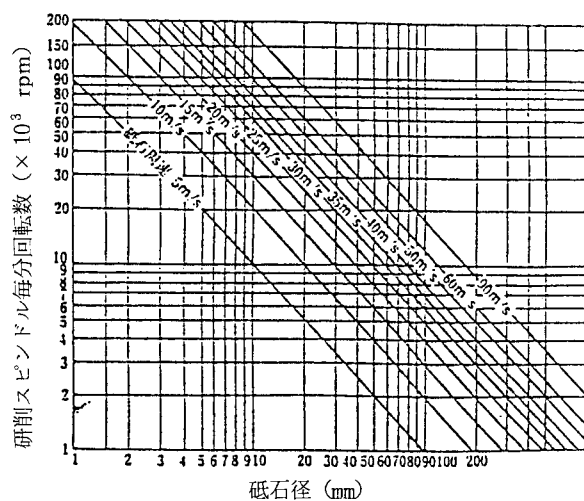


図4 砥石径・回転数と周速度

表1 砥石スピンドルの種類

駆動・伝導方法	回転数範囲	特徴	使用上の留意点
モータ(50, 60Hz) +ベルト増速1段	数千 ~約5万rpm	構造が簡単	モータを含んだ重量・寸法が大きい、軸出力の限界は増速機構の性能で定まる。
モータ(50, 60Hz) +ベルト増速2段 またはころがり増速など	5万 ~10万rpm	初期コスト低	動力伝達効率が低い。 駆動ベルトに寿命がある。 変速が容易でない。
ビルトイン形 高周波モータ (~3 kHz)	5万 ~18万rpm	小型・軽量 高出力(冷水のとき) 伝導損失小 変速が容易 (インバータ電源)	初期コスト高(電源冷却装置) 床面積要(電源冷却装置) 変速が困難 (モータ+発電機の場合)

4. クイル形式

ある程度大径の穴加工には、砥石軸端にダイヤモンド砥石をねじで締結する方法が一般的である。従来の砥石の場合には、ドレッシングが容易なので、砥石取付け時の振れに対する配慮が深くなされておらず、図5(a)のような構造の取付けが見られる。

ダイヤモンド砥石の場合、砥石のツルーイングが困難であり、場合によってはツルーイングをしないで使用開始する場合もあるので、たとえば図5(b)のような、出来るだけ外周の振れが最小となるように取付けるための設計の工夫が必要である。

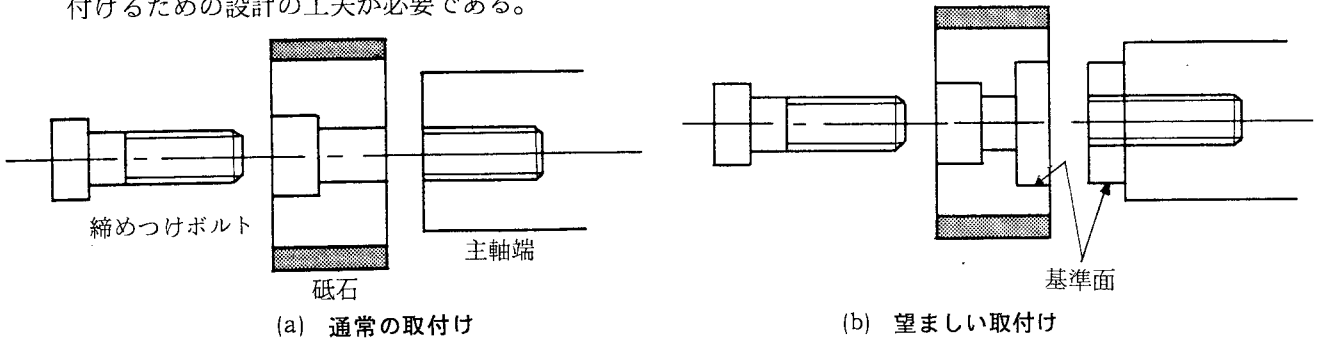


図5 クイル形式

小径の内面研削に用いられる砥石取付け例を、図6に示す。

(a)(b)(c)は一般的な取付け、(d)は、軸付き砥石と回転軸の同心度を精度よく取付ける場合、(e)は、高精度、高剛性の取付け方式で、テーパ部と端面を同時に接触させることが重要である。

また、クイル材質として、ヘビーメタルや超硬合金などの剛性の高い材料を用いると、高能率、高精度の加工が可能となる。

小径砥石軸も、超硬合金を用いるとよい。また、高速で使用されるので、クイルのバランスも厳密に管理することが重要である。

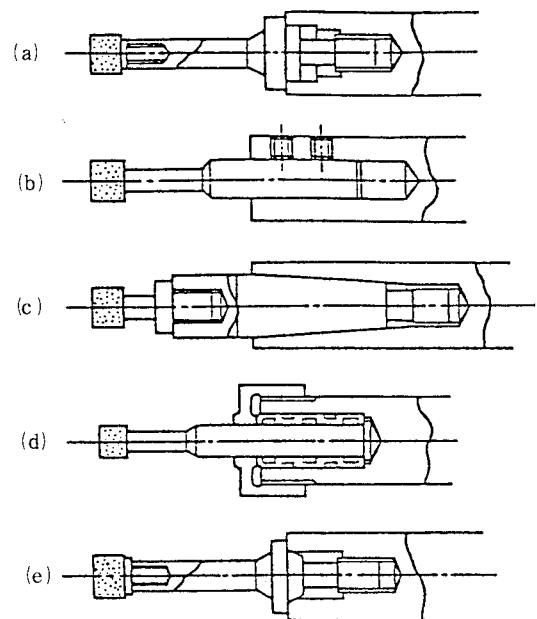


図6 砥石スピンドルへのクイル取付け法

5. ダイヤモンド砥石

(1) 形状および寸法

内面研削に用いられるダイヤモンド砥石の形状は、平型砥石と軸付き砥石に大別される。比較的直径の大きい砥石の場合には、平型砥石が用いられ、ねじなどでクイルに締結される。小径砥石の場合は、軸部と砥石部が一体となった軸付き砥石を用い、軸をコレットチャックなどで保持して用いる。軸付き砥石において

は、軸部がねじになっており、クイルに差しこむタイプもある。

ダイヤモンド部は高価なので、大径の平型砥石の場合は、アルミニウムまたは鉄製の台金の外周に、厚さ2～5mmのダイヤモンド砥石のリングを接着した構造の砥石となっているが、小径になると、軸をのぞく砥石部すべてにダイヤモンド砥粒が含有されている構造になってしまう（ただし、電着砥石は構造が異なる）。

穴の内面のみでなく、端面も研削する場合には、合金付き砥石ならば、合金の端面部を数mm逃がした構造にして、工作物端面と砥石台金の摩擦をさける（図7(d)）。

小径砥石においては、回転中心付近の砥石周速度の遅い部分を凹ませて、工作物と接触しないような設計にするのが一般的である（図7(e)）

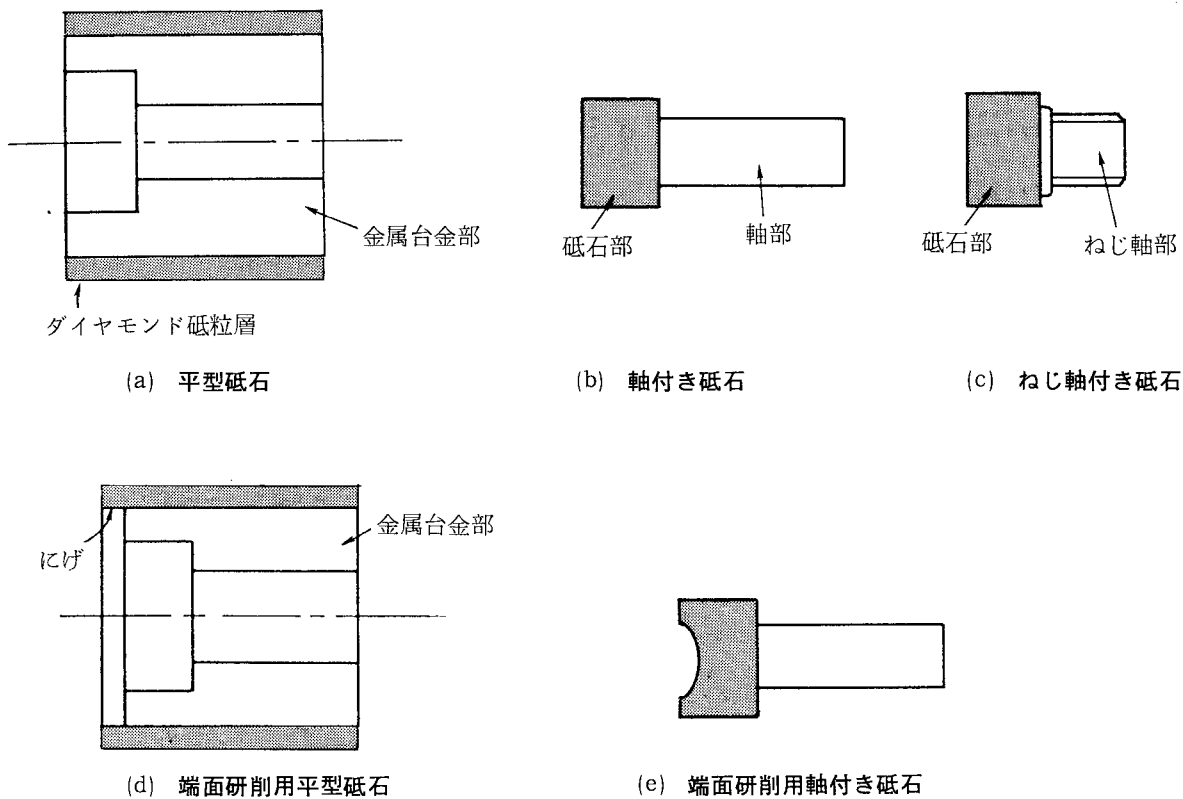
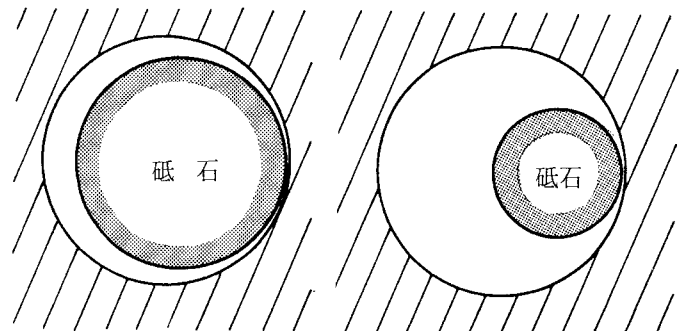


図7 砥石の形状

(2) 穴の直径に対する砥石の外径

砥石摩耗の点から見ると、できるだけ穴径に近い外径を持つ砥石にしたい。こうすると、砥石寿命の点で有利なばかりでなく、仕上面あらしも良くなる利点がある。しかし、研削点に研削液が十分まわらないとか、研削抵抗が高くなりすぎるきらいがある。

一方、穴径に対して砥石直径を小さくしてやると、研削抵抗も小さくなり、研削液も十分に研削



(a) 加工穴径に対して砥石径が大きすぎる場合 (b) 加工穴径に対して砥石径が小さすぎる場合

図8 加工穴径と砥石径

点にかかって、切れ味を良くするという点では有利であるが、砥石摩耗が大きかったり、仕上面あらさも悪化する傾向がある。

そこで内面研削においては、加工する穴径の80%程度の外径を持つ砥石を用いることが一般的であり、セラミックスの加工においても例外ではない。

(3) 砥石の仕様

砥石の仕様は、砥粒の種類、粒度、結合度、コンセントレーション、結合剤の5要因で決定される。セラミックスの内面研削においては、軸を含めた機械系の剛性が低いために、砥石には、他の研削以上の切れ味が要求される。

したがって、粗加工には、電着ダイヤモンド砥石が最も適している。仕上加工は、やむを得ずレジンボンド砥石や、ビトリファイドボンド砥石を使用するが、研削しろは、できるだけ小さくすることが望ましい。

軸付き砥石の場合には、できるだけ太い軸径で、短い長さの超硬合金製軸に、ダイヤモンド砥粒を電着した砥石が最も能率の良い作業ができる。

表2に代表的な砥石の仕様例を示す。

表2 代表的な砥石の仕様

加工の種類	砥石の仕様	備 考
粗加工	D100-P	電着砥石
仕上加工	SDC230-R100B	レジンボンド砥石
	SD270-N100V	ビトリファイドボンド砥石

(4) 研削条件

セラミックスをダイヤモンド砥石で研削する場合には、湿式研削であれば、研削能率、砥石寿命、仕上面あらさの点から、2500～3000 m/min という高い研削速度が推奨されるのだが、内面研削においては、砥石軸の高速回転と、高剛性の問題がどうしても両立しにくいので、砥石軸回転数に関しては、使用する機械において、安定して確保できる最高回転数を用いるとよい。

切込み、送り速度なども、加工すべき穴の直径と長さが砥石を含む軸部の剛性に制約を与えるので、定量的に示すことはできない。

とくに、セラミックスの内面研削においては、軸のたわみ、その他の要因からくる削り残し量を考慮して作業をしなければならないが、粗研削においては、プランジカット方式の加工が、能率がよい。

6. ツルーイングとドレッシング

各種のツルーイング・ドレッシングについては、すでに述べられている。

ここでは、内面研削盤における、ダイヤモンド砥石のツルーイング法についてのみ述べる。

最も考慮しなければならないことは、ツルージング時の抵抗で、軸がたわみ、砥石部の円筒度が出なくなる現象である。したがって、ダイヤモンドツルージング工具（ドレッサなど）による“ともずり”は不向きである。

主軸に、リング状のSiC砥石とか、軟鋼などの、ダイヤモンド砥石を摩耗させ易い材料を取付けて、これを、ていねいに研削することによって、ツルージングおよび、ドレッシングを同時に行うことができる。

このときの切込みは、微少なほど精度の高いツルージングが可能である。