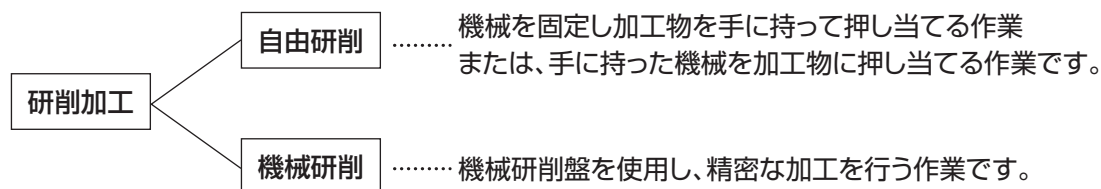


研削加工について

研削加工は、大きく分けて2つの種類があり、自由研削と機械研削があります。



自由研削

使用機械	砥石	主な作業
卓上グラインダ	汎用ビトリファイド砥石 (当カタログP.36～掲載)	バリ取り キズ取り 工具の再研磨 など
ディスクグラインダ 固定式切断機	切断砥石 (当カタログP.10～掲載)	鋼材、建材等の 切断
ディスクグラインダ	オフセット砥石、 フレキシブル砥石 (当カタログP.18～掲載)	バリ取り ビード取り さび取り など



汎用ビトリファイド砥石使用例



切断砥石使用例

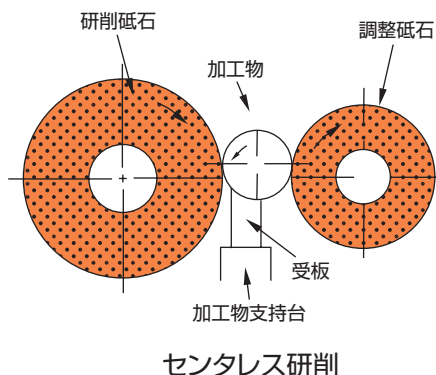


オフセット砥石使用例

機械研削

ビトリファイドボンドやレジノイドボンドの一般砥石を使用し研削盤で加工します。
加工方法には、以下のようなものがあります。

- 円筒研削 …… 円筒形の加工物の外周または端面を加工します。
- 平面研削 …… 加工物の平面を加工します。
- 工具研削 …… バイトやドリル等の工具を加工します。
- 内面研削 …… 加工物の穴の内面を加工します。
- センタレス研削 …… 加工物を真円に仕上げる加工です。
(芯なし研削)



切断砥石

オフセット砥石

フランジディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ビトリファイド砥石

ビトホイール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドレッシング工具

周辺機器

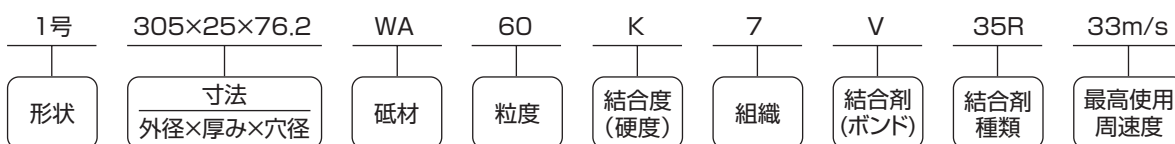
研削油

研磨材

選定表

技術資料

研削砥石の表示方法



形状

1号：平形
2号：リング形・ディスク形
3号：片テーパ形
4号：両テーパ形
5号：片へこみ形
6号：ストレートカップ形
7号：両へこみ形
8号：セーフティ形
9号：片ドビテール形
10号：両ドビテール形
11号：テーパカップ形
12号：さら形
13号：のこ用さら形
20号～26号：逃げ付き形
27号、28号：オフセット形

寸法

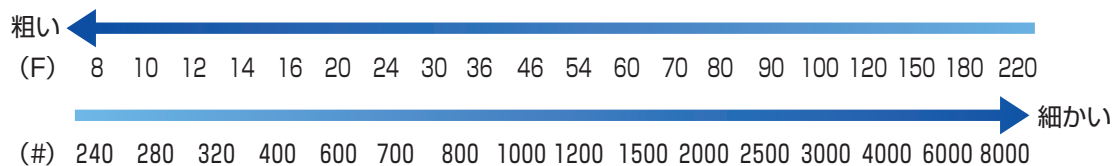
外径×厚み×穴径（形状1号、2号以外は細部寸法の特定、または図面を要します）

砥材

砥材	被削材
A WA PA SA CX CBN	鉄系金属

砥材	被削材
C GC SD	非鉄金属（超硬等）、非金属

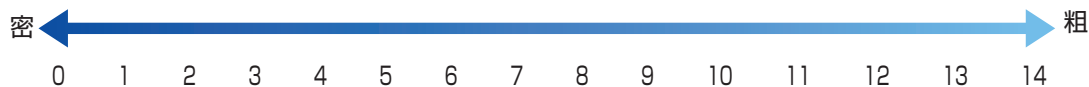
粒度



結合度（硬度）



組織



結合剤

V：ビトリファイド、B：レジノイド、R：ゴム、M：メタル、P：電着

結合剤種類

35、36、75、81、400等

最高使用周速度

m/s	30	33	40	45	57	60	63	72	80	100
m/min(旧表示)	1,800	2,000	2,400	2,700	3,400	3,600	3,800	4,300	4,800	6,000

※回転数の計算方法

$$\text{砥石回転数 (min}^{-1}\text{)} = \frac{\text{砥石周速度(m/s)} \times 60 \times 1,000}{\text{砥石外径(mm)} \times 3.14}$$

切断砥石

オフセット砥石

フリップディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ビトリファイド砥石

ビットホイール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドレッシング工具

周辺機器

研削油

研磨材

選定表

技術資料

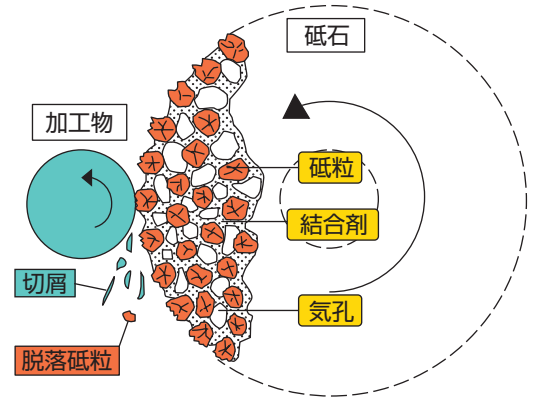
研削砥石の概要

研削砥石は、以下の三要素から構成されています。

- 砥粒 …………… 切刃として加工物を削る。
- 結合剤（ポンド） …… 砥粒を結合させ、保持する。
- 気孔 …………… 砥粒と結合剤の間にある隙間で、研削時に生じる切屑の逃げを助ける。

また、研削砥石の性能は以下の五つの要素によって決まります。

1. 砥粒 …………… 砥粒品質の種類
2. 粒度 …………… 砥粒の大きさ
3. 結合度 …………… 砥石の硬さ。砥粒を保持している強さの程度
4. 組織 …………… 研削砥石の容積に占める砥粒の割合
5. 結合剤（ポンド）… 砥粒を保持している材料の種類



1. 砥粒

加工物を削る刃物に相当し、加工物より硬いことが必要です。現在研削砥石に使用されている砥粒の種類は大きく分類して、

- ① アルミナ質砥粒（A系砥粒）
- ② 炭化けい素質砥粒（C系砥粒）
- ③ ダイヤモンド砥粒（SD）
- ④ 立方晶窒化ホウ素砥粒（CBN）

の4種類があります。

これらの砥粒は硬度、靱性（フライアビリティー）が各々異なるため、被削材、研削方式、要求精度などによって最適な砥粒を選定する必要があります。

砥粒の硬度と靱性（粒度F60の数値）

砥粒	硬度 (ヌーブ硬度)	靱性 (フライアビリティー)	被削材	用途	
一般砥粒 A系砥粒	A	2050	50	炭素鋼・合金鋼(生材・調質材)	普通研削
	WA	2070	55	炭素鋼・合金鋼(HRc50以上)	軽研削
	PA	2060	48	工具鋼・合金鋼(HRc50以上)、鋳鉄	普通研削
	SA	2060	38	炭素鋼・合金鋼(HRc50以上)、鋳鉄	高能率研削
	CX	2190	25	炭素鋼、工具鋼、合金鋼、鋳鉄、ステンレス	高能率高寿命研削
C系砥粒	C	2500	64	鋳鉄	軽研削
	GC	2500	70	超硬合金、アルミニウム、石材 ゴム	普通研削
超砥粒	CBN	4700	—	各種鋼材、鋳鉄	高能率高寿命研削
	ダイヤ	7000~8000	—	超硬合金、サーメット、セラミックス、 ガラス、フェライト、石材、耐火物	高能率高寿命研削

(参考) 焼入鋼HRc60 …………… ヌーブ硬度780
ガラス …………… ヌーブ硬度320

硬度 …………… 数値が大きいほど、砥粒が硬いことを表します。
靱性（フライアビリティー） …… 数値が大きいほど砥粒が破碎しやすいことを表します。

切断砥石

オフセット砥石

フランジディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ビトリファイト砥石

ビトホイール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドレッシング工具

周辺機器

研削油

研磨材

選定表

技術資料

5. 結合剤 (ボンド)

研削砥石の結合剤は切れ刃である砥粒を保持するのが役目です。

結合剤の主なものとして、ビトリファイド (V)、レジノイド (B)、ゴム (R)、メタル (M)、電着 (P) などがありそれぞれの特性に応じその用途を選びます。

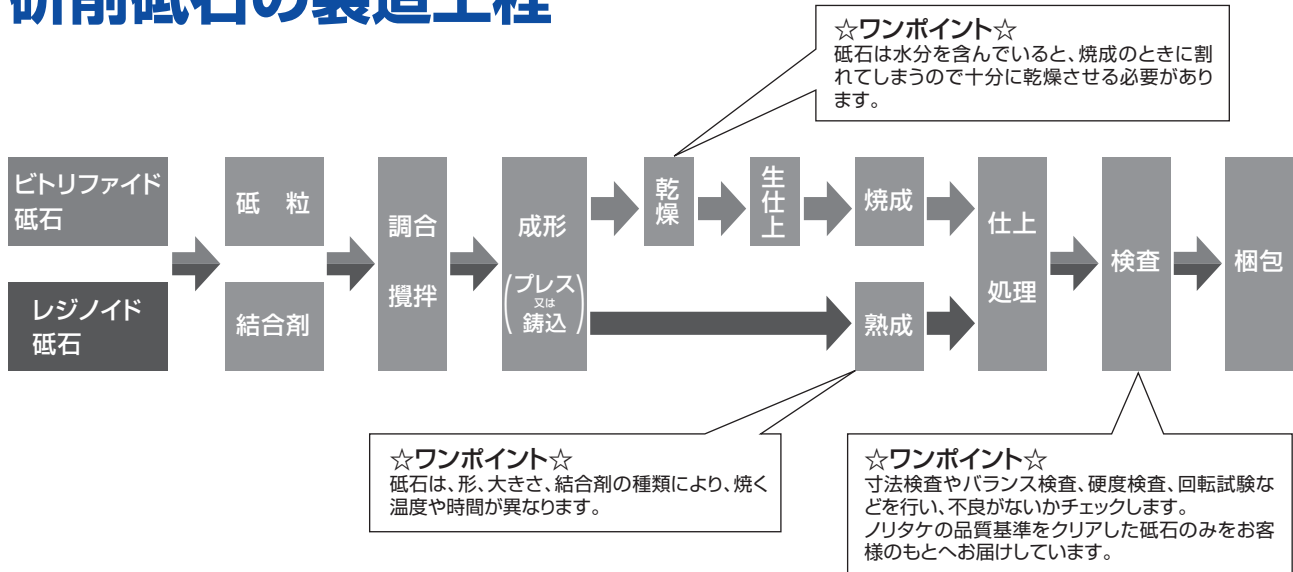
結合剤の性質と主な用途は以下の通りです。

結合剤 (ボンド)	適応砥粒	特 徴	性 質	主な用途
ビトリファイド (V)	A系砥粒 C系砥粒 CBN ダイヤモンド	<ul style="list-style-type: none"> 長石、陶石、粘土など窯業原料を微粉碎混合して作られた結合剤。 焼成 (900~1300℃) し砥粒を結合させる。 結合度を広範囲に作れる。 	<ul style="list-style-type: none"> 砥粒の保持力が強い。 高弾性率のため、形状保持性に優れている。 経時変化がなく品質が安定している。 	<ul style="list-style-type: none"> 平面研削 内面研削 精密研削 円筒研削 (クランクシャフト、カムシャフト) センタレス研削 ホーニング 超仕上げ
レジノイド (B)	A系砥粒 C系砥粒 CBN ダイヤモンド	<ul style="list-style-type: none"> 熱硬化性樹脂 (フェノールなど) を主体として作られた結合剤。 低温 (200℃前後) で熟成し砥粒を結合させる。 低温熟成のため補強材または添加剤が使用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ビトリファイドより弾性があるので、衝撃吸収性があり、粗研削に使用できる。 抗張力、抗折力ともに強いいため、高速度で使用できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 高圧、高速の自由研削 ロール研削 工具研削 切断 オフセット研削 ディスク研削
ゴ ム (R)	A系砥粒 C系砥粒	<ul style="list-style-type: none"> 天然あるいは人造の硬質ゴムを使用した結合剤。 	<ul style="list-style-type: none"> 弾性に富む。 研削熱による軟化を防ぐため、湿式研削で使用する。 	<ul style="list-style-type: none"> センタレス研削用 コントロール砥石 切断 (湿式)
メタル (M)	CBN ダイヤモンド	<ul style="list-style-type: none"> ブロンズ、スチール系金属粉末を主原料とした結合剤。 	<ul style="list-style-type: none"> 砥粒の保持力・形状保持性が高く寿命が長い。 	<ul style="list-style-type: none"> 石材加工 コンクリート切断
電 着 (P)	CBN ダイヤモンド	<ul style="list-style-type: none"> ニッケル・銅のメッキによって砥粒を金属の母材に固定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 個々の砥粒が突き出し独立しており、切れ味が非常によく形状保持性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> 複雑な形状品 極小品

※弾性…………… 固体に力を加えたときに変形し、力を取り除くと元の状態に戻る性質。
弾性に富む=力を加えたときに大きく変形する。

※弾性率…………… 弾性変形のし難さを表す物性値。
弾性率が高い=力を加えたときに変形が小さい。

研削砥石の製造工程



研削砥石の寸法許容差 (JIS規格)

単位：mm

外径		厚さ		へこみ径		縁厚	
(D)	寸法許容差	(T)	寸法許容差	(P)	寸法許容差	(W)	寸法許容差
50未満	±0.5	25未満	±0.5	25未満	+0.5 0	50未満	+1.5 -0.5
50以上 255未満	±1.0	25以上 50未満	±1.0	25以上 125未満	+1.0 0		
255以上 510未満	±2.0			125以上 255未満	+2.0 0	50以上	+2.0 -0.5
510以上	±3.0	50以上	±2.0	255以上	+3.0 0		

※砥石の穴径が機械に適合しないものは無理に押し込んで使用しないでください。

(H)	穴径			
	寸法許容差			
	一般研削		機械研削	
	プッシュなし	プッシュ付き	普通速度	高速度
50.80未満	+0.40 +0.10	+0.30 0	+0.30 0	H12
50.80以上 76.20未満	+0.60 +0.10			
76.20以上		+0.40 0	H12	H11

注 穴径の寸法許容差のうちH11とH12は、研削砥石軸または固定フランジの寸法許容差が普通周速度でf8、高速度でf7以上の精度である場合に適用する。

- 切断砥石
- オフセット砥石
- フランジディスク
- ダイヤモンド工具 (建築土木用)
- ビトリファイド砥石
- ビットホイール
- ダイヤモンド工具 (精密用)
- ドレッシング工具
- 周辺機器
- 研削油
- 研磨材
- 選定表
- 技術資料

研削砥石の最高使用周速度について

最高使用周速度とは、研削砥石を安全に使用できる最高限度の周速度のことをいい、これを超えて使用すると、砥石が破損する危険性があります。

使用の際は、必ず最高使用周速度を守ってお使いください。

研削砥石の種類			研削砥石の普通使用周速度の限度(単位:m/s)	
			結合剤が無機質のもの (ビトリファイド砥石など)	結合剤が有機質のもの (レジノイド砥石など)
平形 砥石	補強しない もの	一般用のもの	33	50
		超重研削用のもの	—	63
		ねじ研削用のもの及び溝研削用のもの	63	63
		クランク軸及びカム軸研削用のもの	45	50
	補強した もの	直径100mm以下で厚さ25mm以下のもの	—	80
		直径が100mmを越え205mm以下、 厚さが13mm以下のもの	—	72
		その他の寸法のもの	—	50
片テーパ形砥石、両テーパ形砥石、片へこみ形砥石、 両へこみ形砥石、セーフティ形砥石、 さら形砥石及びのこ用さら形砥石			33	50
ドビテール形砥石	一般用のもの	33	50	
	ねじ研削用のもの及び溝研削用のもの	63	63	
逃付き形砥石	一般用のもの	33	50	
	クランク軸及びカム軸研削用のもの	45	50	
リング形砥石及びリング形のセグメント砥石			30	35
ストレートカップ形砥石及びテーパカップ形砥石			30	40
ジスク形砥石及びジスク形のセグメント砥石			33	45
オフセット形砥石 (直径が230mm以下で厚さが10mm以下のもの)		補強しないもの	—	57
		補強したもの	—	72
切断 砥石	補強しないもの	—	63	
	補強したもの	—	80	

輸入された研削砥石の最高使用周速度(フィート/分)	換算(メートル/秒)
6,500	33
8,500	45
9,500	50
12,000	60
16,000	80
20,000	100

切断砥石

オフセット砥石

フランジディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ビトリファイド砥石

ビトホイール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドレッシング工具

周辺機器

研削油

研磨材

選定表

技術資料

研削砥石の周速度・回転数 換算表

《計算式》

$$\text{回転数}(\text{min}^{-1}) = \frac{\text{周速度}(\text{m/s}) \times 60 \times 1,000}{\text{砥石外径}(\text{mm}) \times 3.14}$$

単位：min⁻¹

砥石外径 (mm) \ 周速度 (m/s)	30	33	40	45	57
90	6,369	7,006	8,493	9,554	12,102
100	5,732	6,306	7,643	8,599	10,892
125	4,586	5,045	6,115	6,879	8,713
150	3,822	4,204	5,096	5,732	7,261
180	3,185	3,503	4,246	4,777	6,051
205	2,796	3,076	3,728	4,195	5,313
255	2,248	2,473	2,997	3,372	4,271
305	1,880	2,067	2,506	2,819	3,571
355	1,615	1,776	2,153	2,422	3,068
405	1,415	1,557	1,887	2,123	2,689
455	1,260	1,386	1,680	1,890	2,394
510	1,124	1,236	1,499	1,686	2,136

単位：min⁻¹

砥石外径 (mm) \ 周速度 (m/s)	60	63	72	80	100
90	12,739	13,376	15,287	16,985	21,231
100	11,465	12,038	13,758	15,287	19,108
125	9,172	9,631	11,006	12,229	15,287
150	7,643	8,025	9,172	10,191	12,739
180	6,369	6,688	7,643	8,493	10,616
205	5,593	5,872	6,711	7,457	9,321
255	4,496	4,721	5,395	5,995	7,493
305	3,759	3,947	4,511	5,012	6,265
355	3,230	3,391	3,875	4,306	5,383
405	2,831	2,972	3,397	3,774	4,718
455	2,520	2,646	3,024	3,360	4,200
510	2,248	2,360	2,698	2,997	3,747

※旧表示(m/min)との換算表

m/s	30	33	40	45	57	60	63	72	80	100
m/min(旧表示)	1,800	2,000	2,400	2,700	3,400	3,600	3,800	4,300	4,800	6,000

切断砥石

オフセット砥石

フライングディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ビットライト砥石

ビットホール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドレッシング工具

周辺機器

研削油

研磨材

選定表

技術資料

主な鉄鋼記号・非鉄金属記号の一覧表

(JISハンドブックより抜粋)

分類	JIS記号	JIS規格名称				
鉄系金属	普通鋼	SS	一般構造用圧延鋼材			
		SxxC	機械構造用炭素鋼鋼材			
		STK	一般構造用炭素鋼鋼管			
		SF	炭素鋼鍛鋼品			
	合金鋼	SUJ	高炭素クロム軸受鋼鋼材			
		SUP	ばね鋼鋼材			
		SNC	ニッケルクロム鋼鋼材			
		SCM	クロムモリブデン鋼鋼材			
		SNCM	ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材			
		SCr	クロム鋼鋼材			
	窒化鋼	SACM	アルミニウムクロムモリブデン鋼鋼材			
		工具鋼	SK	炭素工具鋼鋼材		
			SKH	高速度工具鋼鋼材		
			SKS	合金工具鋼鋼材		
	SKD		合金工具鋼鋼材			
	鑄鉄	FC	ねずみ鑄鉄品			
		FCMB	黒心可鍛鑄鉄品			
		FCMW	白心可鍛鑄鉄品			
		FCMP	パーライト可鍛鑄鉄品			
		FCD	球状黒鉛鑄鉄品			
	鑄鋼	SC	炭素鋼鑄鋼品			
		SCS	ステンレス鋼鑄鋼品			
	ステンレス鋼	SUS403,SUS440	ステンレス鋼	マルテンサイト系		
		SUS303,SUS304	ステンレス鋼	オーステナイト系		
		SUS430	ステンレス鋼	フェライト系		
	超合金	NCF-B	耐食耐熱超合金棒			
	非鉄金属	アルミニウム・アルミニウム合金	アルミニウム及びアルミニウム合金	板及び条	板、条、円板	普通級
特殊級						
合わせ板						
棒及び線				押出棒	普通級	
					特殊級	
				引抜棒	普通級	
					特殊級	
引抜線				普通級		
				特殊級		
鍛造品				型打鍛造品		
				自由鍛造品		
押出型材						
箔						
銅・銅合金				銅及び銅合金	板及び条	板
						印刷用板
						条
		合金棒	引抜棒			
			押出棒			
		線				
		チタン合金	チタン		板及び条	板
						条
棒				熱間加工		
				冷間加工		
				線		

切断砥石

オフセット砥石

フランジディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ドリルバイト砥石

ビットホイール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドリリング工具

周辺機器

研削油

研磨材

選定表

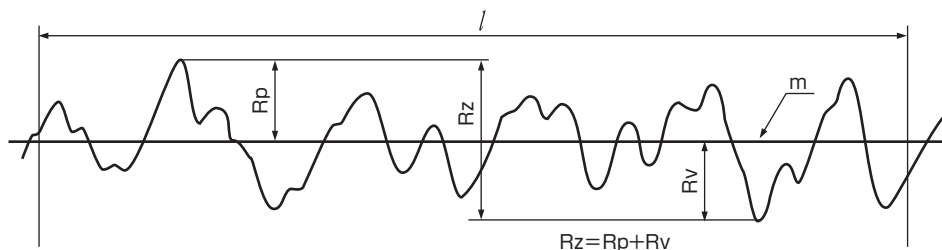
技術資料

面粗さの表示方法

最大高さ (Rz)

Rzは、粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の山頂線と谷底線との間隔を粗さ曲線の縦倍率の方向に測定し、この値をマイクロメートル(μm)で表したものをいいます。

Rzの求め方



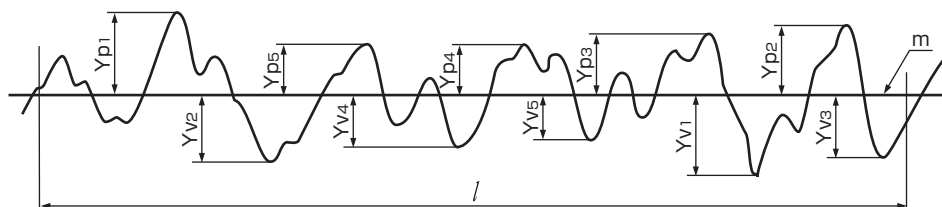
十点平均粗さ (RzJIS)

RzJISは、粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の平均線から縦倍率の方向に測定した、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高(Yp)の絶対値の平均値と、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高(Yv)の絶対値の平均値との和を求め、この値をマイクロメートル(μm)で表したものをいいます。

$$RzJIS = \frac{|Yp_1 + Yp_2 + Yp_3 + Yp_4 + Yp_5| + |Yv_1 + Yv_2 + Yv_3 + Yv_4 + Yv_5|}{5}$$

$Yp_1, Yp_2, Yp_3, Yp_4, Yp_5$: 基準長さ l に対応する抜き取り部分の、最も高い山頂から5番目までの山頂の標高
 $Yv_1, Yv_2, Yv_3, Yv_4, Yv_5$: 基準長さ l に対応する抜き取り部分の、最も低い谷底から5番目までの谷底の標高

RzJISの求め方

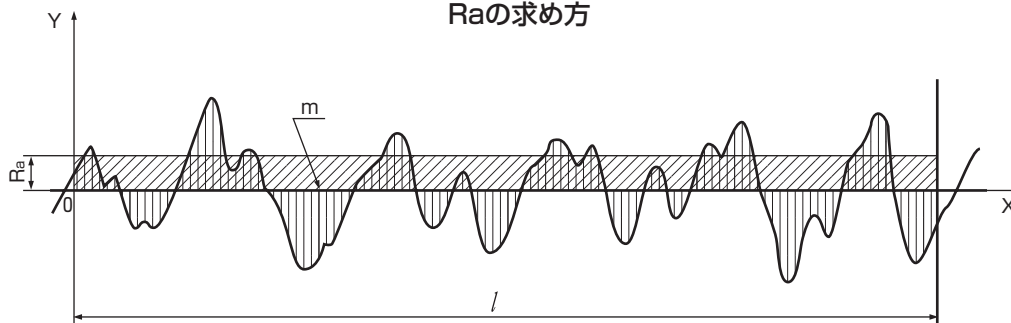


算術平均粗さ (Ra)

Raは、粗さ曲線からその平均線の方向に基準長さだけ抜き取り、この抜き取り部分の平行線の方向にX軸を、縦倍率の方向にYを取り、粗さ曲線 $y=f(x)$ で表したときに、次の式によって求められる値をマイクロメートル(μm)で表したものをいいます。

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

Raの求め方



研削砥石のツルーイング・ドレッシング

ツルーイング、ドレッシングは次の目的でおこなわれます。

ツルーイング (形直し)

- ・ 砥石を機械に取り付けた状態で、砥石の外周振れを取り除いて同心円に近づける。
- ・ 崩れた砥石の形状を修正する。
- ・ 加工方法に合わせ砥石の整形を行う。

ドレッシング (目直し・目立て)

- ・ 砥粒の突き出し量を調整する (結合剤を後退させる)。
- ・ 砥粒の切れ刃を調整する (砥粒をカットする)。
- ・ 砥石表面の溶着物を除去する。

ドレッサ ツルーイング、ドレッシングの用途に使用する工具です。

一般砥石のドレッシングは、ダイヤモンドを単石、或いは多石の状態に埋め込んだり、焼結、または電着したものを使用します。また、人造の角柱ダイヤモンドを使用したエルエルドレッサは先端摩耗面積が変化しないため、安定した加工精度が得られ、ドレッサ寿命が大幅に向上します。(P68参照)

ドレッサの使用上の注意点として次の事に留意してください。

- ・ ダイヤにクラック (ひび割れ) などが無いかを確認する。
- ・ ドレッシングの際には、ダイヤモンド先端に多量の研削油を供給して発熱によるダイヤモンドの炭化と摩耗を防止する。
- ・ ダイヤ先端の同一か所が長時間の使用で偏摩耗しないよう、定期的に円周方向に回すようにする。
- ・ ダイヤ先端が摩耗して平らになったものは、発熱してダイヤモンドのクラックの原因になるばかりか、砥石作用面が目つぶれ^{*}状態になり切れ味が悪くなるので、新しいドレッサに交換する。

※目つぶれ..... 砥粒の切れ刃が摩耗して平滑になること。研削条件に対して結合度が硬すぎたり、砥粒の靱性が低すぎたり、砥石の使用周速度が速すぎるといった場合に発生しやすい。

切断砥石

オフセット砥石

フライングディスク

ダイヤモンド工具
(建築土木用)

ビットライต์砥石

ビットホイール

ダイヤモンド工具
(精密用)

ドレッシング工具

周辺機器

研削油

研磨材

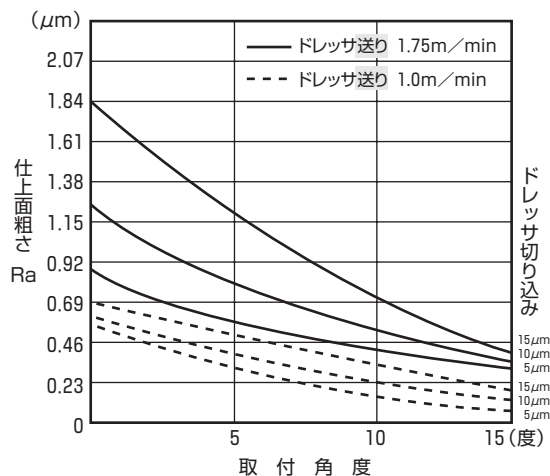
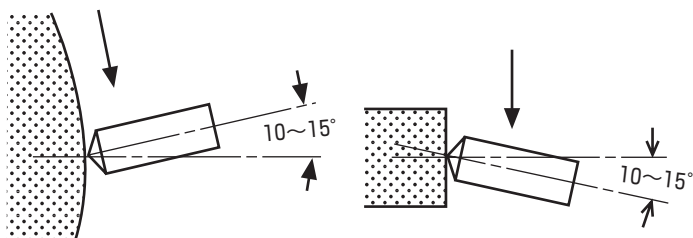
選定表

技術資料

●ドレッサの取付角度

研削砥石の回転方向とドレッサの送り方向に対して、それぞれ10°~15°の取付角をつけてドレッサの先端が当たるように取付けます。

また取付角は0°の時に仕上面粗さが粗く、取付角が大きくなるに従って仕上面粗さが細かくなりますが、この取付角は研削盤によって決められています。



●送り速度の決め方

被削材の面粗度はドレッサの送り速度によって大きく変化します。

標準的な送り速度は次のように決めてください。

$$F = \frac{d \times N}{2.5 \times 1,000}$$

F: ドレッサ送り速度(mm/min)
d: 砥粒の平均粒径(μm)
N: 砥石回転数(min⁻¹)

粒度 (F)	30	36	46	54	60	70	80
砥粒径 (μm)	590	500	350	297	250	210	177
粒度 (F)	90	100	120	150	180	220	
砥粒径 (μm)	149	125	105	74	62	53	

※砥粒を球と仮定し、その直径がJISR6001表2の一定量以上留まらなければならない標準フルイの寸法に等しいと仮定したものです。

●切り込み量の選び方

送り速度と同様に研削性能に大きく影響します。

粗ドレッシングの場合でも0.03mm以下とし、一度に大きく切り込むことは避けてください。

切り込み量の大きい場合は研削油を十分に供給し発熱を防ぐようにしてください。

切り込み	5μm~9μm	10μm~30μm	31μm~
砥石作業面	微細破碎	正常破碎	脱落砥粒が多く粗い作業面
用途	比較的平滑な精密研削	仕上研削	粗研削、研削量が主目的のもの

●一般砥石のドレッシング・トラバース速度と仕上面

仕上面	6μm	3μm	2μm	1μm
単石ドレッサ(mm/砥石 rev)	0.2	0.1	0.06	0.04

※研削条件でこの数値は変化する可能性があり、あくまでも参考値です。