

砥石の構造(その1): 砥石の基本構造

飯地 裕紀 (ニューレジストン株式会社)

1. 一般的な砥石の構造

1.1 砥石の三要素

砥石は図1に示す, 三要素から成り立っている。

- ・砥粒: 工作物を加工する刃物としての役割を果たす。一般的な砥石に対しては, 酸化アルミニウムや炭化ケイ素などの高硬度なセラミックの粒子が広く使用される。
- ・結合剤: 粉体である砥粒を, 製品の形に形成するために添加される接着剤であり, 砥石使用時には, 砥粒を保持するホルダとしての役割を果たす。
- ・気孔: 砥粒および結合剤の隙間で, 切りくずを取り除く, 研削時に発生した熱を放出させる, という役割を果たす。

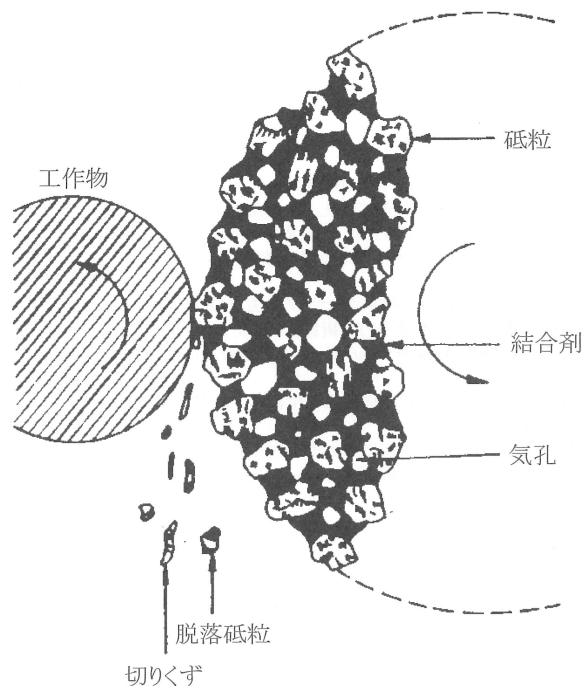


図1 研削砥石の三要素
(文献1)を基に作図)

砥石は, 図1に示すような多層構造をしており, 使用に伴い, 表面の砥粒が摩滅すると, 砥粒の破砕や脱落が生じ, そ

の部分に新たな刃先が形成される。これは, 自生発刃あるいは自生作用と呼ばれ, 砥石の使用時に, 一定の研削性能を発揮させ, 維持し続けるために必要となる機構となる。

1.2 砥石の五因子

①砥粒

砥石に使用される砥粒の種類を示す。一般的な砥石に対しては, 酸化アルミニウムや炭化ケイ素などの高硬度な化合物が使用され, 組成によってさらに細分される。

加えて, ダイヤモンドや CBN(立方晶窒化ホウ素)などの, 超砥粒と呼ばれる材料も使用される。

②粒度

砥粒の大きさを示し, 数値が小さいほど粗く, 大きいほど細くなる。加工量を求める場合には粒度の粗い砥石を, 加工面の仕上げ精度を求める場合には, 粒度の細かい砥石を選定する必要がある。

③結合度

結合剤が砥石を保持する力を示し, 砥石の『硬さ』を表す。表1に示すように, アルファベットのA~Zで表示され, Aに近いほど軟らかく, Zに近いほど硬いということを示す。

工作物の素材や加工内容に応じて選定する必要がある。自由研削用砥石の場合は, 作業者の体力なども選定基準に含める必要がある。

表1 結合度²⁾

結合度記号				
A	B	C	D	極端に軟らかい
E	F	G	—	大変軟らかい
H	I	J	K	軟らかい
L	M	N	O	中間
P	Q	R	S	硬い
T	U	V	W	大変硬い
X	Y	Z	—	極端に硬い

④組織

砥石における砥粒の割合を示し, 砥石の全容積中における, 砥粒の容積比(砥粒率)によって表される(表2)。

「JIS R 6242:2015 といし—一般的要求事項」では, マグネシア砥石以外の砥石では, 0~25の範囲で示され, 数値が小さいほど密であり, 大きいほど疎であることを示す。組織番号

* ニューレジストン株式会社: 〒594-1157 大阪府和泉市あゆみ野 2-1-1

は、かつては0~14であったが、疎側が拡大されて、0~25となった¹⁾。マグネシア砥石に対しては、1S~5Sで表し、数値が大きくなるにつれて疎となる(表3)。

表2 組織番号と砥粒率の関係(マグネシア砥石以外)³⁾

組織番号	0	1	2	3	4	5	6	7	8
砥粒率%	62	60	58	56	54	52	50	48	46
組織番号	9	10	11	12	13	14	15	16	17
砥粒率%	44	42	40	38	36	34	32	30	28
組織番号	18	19	20	21	22	23	24	25	
砥粒率%	26	24	22	20	18	16	14	12	

※砥粒率の許容差は、±1.5%

表3 マグネシア砥石の組織番号と砥粒率の関係³⁾

組織番号	1S	2S	3S	4S	5S
砥粒率%	50~59	40~49	30~39	20~29	10~19

砥石の組織は、疎であるほど、砥石の目づまりや、研削熱の発生が抑えられる。一方で、疎であるほど、砥石強度が低下し、高速で使用できないなどの問題が発生するため、工作物の素材や、加工精度に応じて適した組織の砥石を選定する必要がある。

⑤ 結合剤

砥石に使用される結合剤の種類を示す。広く使用されるものとしては、長石や粘土などの、陶磁器と同じ材料を使用するビトリファイドボンドと、フェノール樹脂などの熱硬化性樹脂を使用するレジノイドボンドが挙げられる。

2. 単層構造製品

2.1 研磨布紙

研磨布紙は、図2の模式図に示すとおり、織布あるいは紙などを基材として、その上に、接着剤を用いて砥粒を定着させた製品となる。

接着剤には、にかわやフェノール樹脂が広く使用される。一般的には、基材に対してメイクコート(下引き)と呼ばれる接着剤の塗布を行ったあとに、砥粒を付着させ、その上にサイズコート(上引き)と呼ばれる接着剤の塗布を行ったあとに、接着剤を硬化させることで、砥粒を定着させている。

製品の形態としては、帯状の研磨布紙の両端をつないでベルト状として、ベルトサンダーで使用するもの、ディスク状に加工を行い、ディスクグラインダで使用するもの、四角形のシート状に裁断して、手作業で使用するものなどが存在する。

基材が織布や紙であるため、柔軟性に富む。工作物の形状に沿った加工がしやすく、仕上がり面の表面粗さが、砥石の加工面よりも細かくなりやすいという長足を有する。

一方で単層構造であるため、定着させた砥粒が剥がれてしまうと、研削性能が急速に低下しやすいう欠点を有する。この欠点を補うため、ディスクグラインダや卓上グラインダで使

用する製品のなかには、研磨布紙を放射状に重ね合わせた、『多羽根ディスク』や『研磨輪』と呼ばれる製品が存在する。使用することによって研磨布紙の基材がほつれて行くことで、その下にある未使用の砥粒が出現することによって、自生作用が継続して行われ、一定の研削性能が維持される機構となっている。

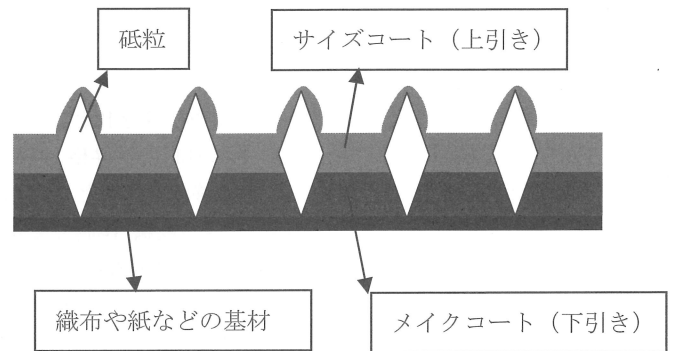


図2 研磨布紙の模式図

2.2 電着、ロウ付け砥石

電着砥石およびロウ付け砥石は、図3の模式図に示すとおり、台金に対して、ダイヤモンドやCBN(立方晶窒化ホウ素)の超砥粒を、めっき処理、あるいはロウ付けを用いて単層で定着させたものとなる。

台金に超砥粒を定着させた製品には、電着やロウ付け以外にも、結合剤に熱硬化性樹脂を使用するレジジンボンド、セラミック粉末を使用するビトリファイドボンド、金属粉末を使用するメタルボンドなどが存在するが、それらは、多層構造であるのに対して、電着砥石およびロウ付け砥石は単層構造であるため、突き出し量が大きく、切込み深さや切りくずの排出性の高さから、高能率の研削が可能であるという長足を有する。

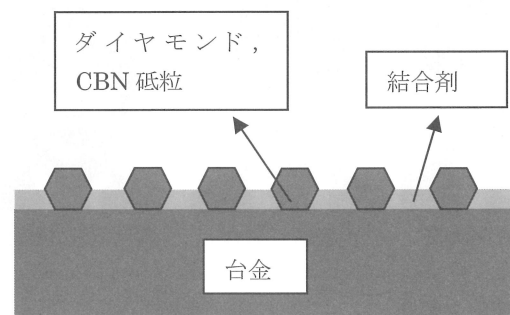


図3 電着、ロウ付け砥石の模式図

3. 参考文献

- 1) 中央労働災害防止協会編:(2017). グラインダ安全必携 第2章 研削としいに関する基礎知識.
- 2) JIS R 6242:2015. としい一般的要求事項.
- 3) JIS R 6242:2015. としい一般的要求事項 附属書JA.