

第 1 章

研磨とは何か

1.1 機械加工の分類

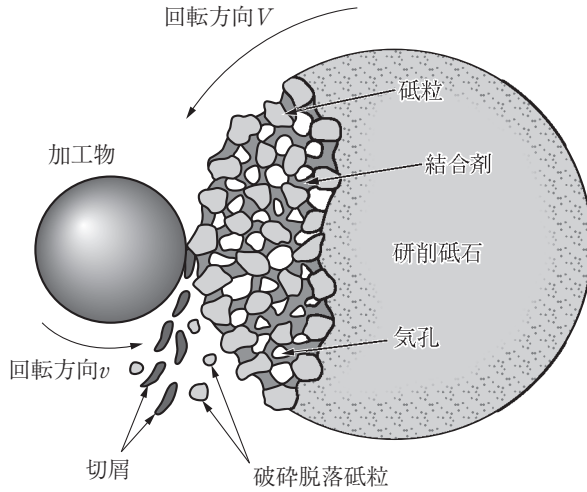
機械加工の基本的な原理は、工作物（ワーク work）を工具（ツール tool）によって加工することにある。

例えば旋盤による加工は、回転させたワークに、工具の刃物（バイト）を当てて削りとり、ワークを目標の形状に加工する方法である。このような単一の刃物による加工が、切削加工（cutting）である。切削加工には、フライス加工、穴あけ加工などさまざまな加工法が含まれる。

単一の刃物ではなく、硬くて微細な粒子、すなわち砥粒（abrasive）を大量に用いて加工をする方法もある。これが砥粒加工である。砥粒を結合材によって固めた工具（砥石）を高速回転してワークを削り取る研削加工（grinding）はこの一例である。図 1.1 に研削加工の方法を、図 1.2 に切削と研削の加工方法の相違を示す。

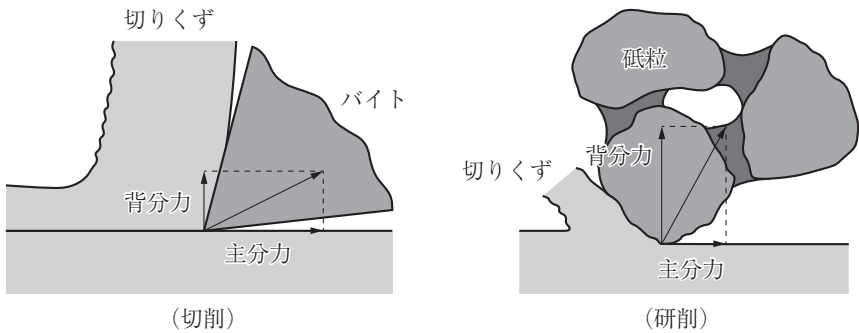
研削加工のように、砥粒を固めて成型して用いる加工法を固定砥粒加工という。これに対して、砥粒をバラバラのまま用いる加工法を遊離砥粒加工という。

遊離砥粒では、主に液体中に砥粒を懸濁させて（スラリーにして）用いる場合が多い（図 1.3）。また、砥粒加工には、ブラスト加工のように、圧縮空気などを媒体として大量の砥粒をワークに吹き付けて加工する噴射加工法もある。砥粒を懸濁させた液（スラリー）を圧縮空気ですりつける方法もあり、これはウェットブラスト、あるいは液体ホーニングと呼ばれる（101 ページのコラム参照）。



出典：海野邦昭「絵とき研削加工基礎のきそ」^{文献1}

図 1.1 研削加工の概要



出典：海野邦昭「絵とき研削加工基礎のきそ」^{文献1}

図 1.2 切削と研削（加工特性の違い）

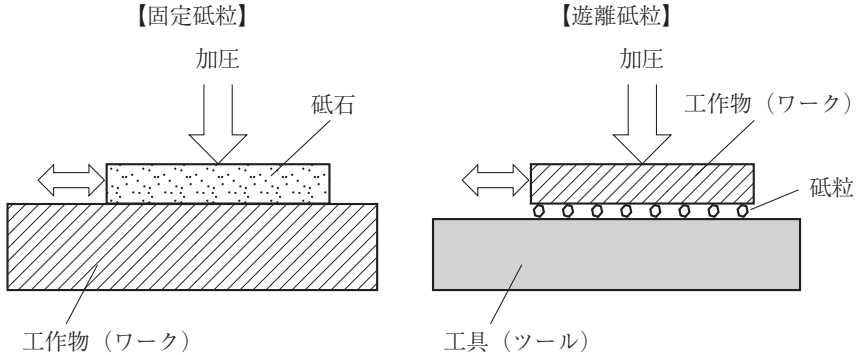


図 1.3 固定砥粒と遊離砥粒

1.2 砥粒の種類と粒度

砥粒加工に用いられる砥粒としては、一般砥粒と超砥粒に分けられる。一般砥粒は、炭化ケイ素（SiC）と酸化アルミニウム（通称：アルミナ、鉱物名：コランダム、 Al_2O_3 ）があり、超砥粒はダイヤモンドと立方晶窒化ホウ素（cBN = cubic BN、CBN とも表記される）がある。JIS 規格^{文献2}にしたがった砥粒の種類を表 1.1 に示す。

砥粒の大きさ（粒度）も規格によって定められている。この場合は、一般砥粒と超砥粒とでは別の規格で定められていて、さらに砥粒を用いる工具の種類によっても別の規格になっている。一般砥粒の場合にはさらに砥粒の大きさにより粗粒と微粉に分けて規定されている。それぞれ、粒度の呼び方が異なる。以下に概略を述べる。

一般砥粒に関しては、研磨布紙（サンドペーパーや研磨ベルトなど）などに用いられる砥粒は JIS R 6010^{文献3} に規定があり、粒度は粗粒が P12 から P220 までの 15 種、微粉が P240 から P2500 までの 13 種の粒度が定められている。数字が大きい方が細かい。

研削砥石用の一般砥粒については JIS R 6001 によって定められている。この規格は第 1 部^{文献4}が粗粒を、第 2 部^{文献5}が微粉を定めている。粗粒は F4 から F220 まで 26 段階が規定され、微粉は一般研磨用として F230 から F2000 の 13

表 1.1 砥粒の種類

区分	種類	記号	製法及び性状	
一般砥粒	アルミナ質研削材	褐色アルミナ研削材	A	主としてボーキサイトから成るアルミナ質原料を電気炉で溶融還元し、凝固させ、主成分がアルミナから成り、適量の酸化チタニウムを含む塊を粉碎整粒したもの。主として酸化チタニウムを固溶したコランダム結晶から成り、全体として褐色を帯びている。
		白色アルミナ研削材	WA	バイヤ法で精製したアルミナを電気炉で溶融し、凝固させた塊を粉碎整粒したもの。コランダム結晶から成り、全体として白色を帯びている。
		淡紅色アルミナ研削材	PA	バイヤ法で精製したアルミナに適量の酸化クロム、必要に応じて酸化チタニウムから成る原料を加え、電気炉で溶融し、凝固させた塊を粉碎整粒したもの。添加成分を固溶したコランダム結晶から成り、全体として淡紅色を帯びている。
		解砕形アルミナ研削材	HA	ボーキサイト又はバイヤ法で精製したアルミナから成るアルミナ質原料を電気炉で溶融し、凝固させた塊を解砕し整粒したもの。主としてコランダムの単一結晶から成る。
		人造エメリー研削材	AE	主としてボーキサイトから成るアルミナ質原料を電気炉で溶融還元し、凝固させた塊を粉碎整粒したもの。主としてコランダム結晶とムライト結晶から成り、全体として灰黒色を帯びている。
		アルミナジルコニア研削材	AZ(25) AZ(40)	主としてバイヤ法で精製したアルミナにジルコニア質原料を加え、電気炉で溶融し、凝固させた塊を粉碎整粒したもの。主としてコランダム結晶とアルミナジルコニア共晶部分とから成り、全体としてねずみ色を帯びている。ジルコニア含有率の異なる AZ(25) と AZ(40) がある。
炭化けい素質研削材	黒色炭化けい素質研削材	C	主としてけい石、けい砂から成る酸化けい素質原料とコークスを電気抵抗炉で反応生成させた塊を粉碎整粒したもの。 α 形炭化けい素質結晶から成り、全体として黒色を帯びている。	
	緑色炭化けい素質研削材	GC	主としてけい石、けい砂から成る酸化けい素質原料とコークスを電気抵抗炉で反応生成させた塊を粉碎整粒したもの。 α 形炭化けい素質結晶から成り、C より高純度で全体として緑色を帯びている。	
超砥粒	ダイヤモンド	天然ダイヤモンド	D	炭素 (C) の同素体の 1 つであり、天然で最も硬い物質である。熱伝導性にも優れている。Fe、Co、Ni とは高温下で化学反応を起こすので、鉄系金属の研削には向かない。
		合成ダイヤモンド	SD	人工的に合成したダイヤモンド。製造法としては、高温高压法 (HTHP 法) あるいは化学気相蒸着法 (CVD 法) が用いられる。
		金属被覆合成ダイヤモンド	SDC	熱伝導性およびボンドとの密着性を上げるために、金、ニッケルなどの金属でコーティングした合成ダイヤモンド砥粒。
	CBN	立方晶窒化ほう素	BN	六方晶窒化ほう素から高温高压法 (HTHP 法) により合成したもの。ダイヤモンドに次ぐ硬度を有する。鉄系金属との反応性が低いため、鋼類の研削に使用される。
		金属被覆立方晶窒化ほう素	BNC	熱伝導性およびボンドとの密着性を上げるために、チタン、ニッケルなどの金属でコーティングした立方晶窒化ほう素。

- ◆ 一般砥粒の製法と性状は JIS 規格 (JIS R 6111^{文獻2)} による。
- ◆ 超砥粒の分類と記号は JIS 規格 (JIS B 4131^{文獻7)} による

段階および精密研磨用として#240 から#8000 の18段階の粒度*1が規定されている。

超砥粒（ダイヤモンドとcBN）に関してはJIS B 4130^{文献6}によって定められている。粒度の表示方法はA方式（米国式）とB方式（ふるい（篩）の目開き（ μm 単位）の値にもとづくISO準拠の方式）の2種類があり、許容される粒度の範囲によってナローレンジとワイドレンジの2区分がある。A方式（米国式）はふるい分けする上下のふるいのメッシュを用いて50/60のような表記、B方式は301（300 μm のナローレンジ）*2のような表記になる。

伝統的には、砥粒のような粒子の大きさは、ふるいを用いて通るものと通らないものに分けることにより、測定されてきた。一方、ふるいの目開きの大きさは、慣用的にはメッシュ数（1インチ（=25.4 mm）あたりの目の数）によって表現されてきた（**図 1.4**）。現在は個々の規格で定義や測定法は異なるが、このメッシュ数による粒度の表現という伝統は引き継がれている。なお、測定法に関してはコラム「砥粒の大きさの測定法」を参照。

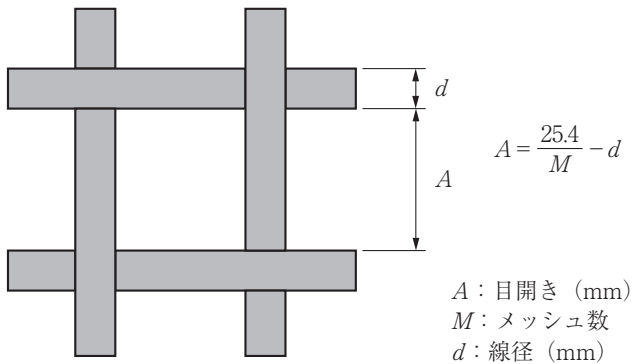


図 1.4 メッシュ数と目開き

* 1 JISが定める粒度の読み方によると、F、Pなどはそのまま「エフ」「ピー」と読み、#の場合は数字の最後に「番」を付けて読む。例えばP230は「ピー-230」、#240は「240ばん」と読む。なお、#はナンバーサイン（番号記号）であり、シャープ記号（#）ではないことに注意。

* 2 目開きの値に1を加算した表記がナローレンジ、2を加算したものがワイドレンジを示す。