

切削加工の基礎知識

建設・機械系（機械システム工学科）村本 充

1. はじめに

切削加工とは、材料の被削性を利用して工作物の不要部分を刃物で削り取り、所要の形状、寸法にする加工のことである。切削加工は、金属材料の加工だけでなく、木材や合成樹脂等の非金属材料の加工にも広く利用されている。また、作業の能率や安全性の点から様々な加工手段が用いられ、機械工作の分野で最も重要な加工技術の一つとなっている。

ここでは、金属材料の切削加工を行う際に最低限必要な知識を、最も基本的な切削加工法である旋盤加工を例にとり、報告にまとめた。

2 旋 盤

旋盤とは、普通、工作物を回転させ、工具台に取り付けた刃物を手動または自動送りにより縦方向、あるいは横方向に移動させて切削を行う工作機械である。

旋盤による加工では丸棒、穴あけ、中ぐり、溝入れ等の軸対象な形状にとどまらず、偏心軸やねじ切り、ローレットかけ、切断等の加工や、直方体を削り出すことも可能である。特殊な旋盤では、カムやクランク軸を削り出すことも可能だがその用途は限られる。

旋盤の構造は、土台になっているベッド、工作物を取り付けて回転させる主軸が入っている主軸台、工作物を支持する心押し台、切削工具を取り付けて移動する往復台、およびその移動のための動力を伝達する送り機構で構成されている。旋盤の外観を図1に、旋盤の主要部分とその可動性の概略図を図2に示す。

切削を行う工具はバイトと呼ばれ、用途に合わせた様々な形状がJIS規格により定められている。バイトの刃先は主として高速度鋼あるいは超硬合金が使われているが、最近では、刃先を交換することが出来るスローアウェイバイトが主流になっている。他

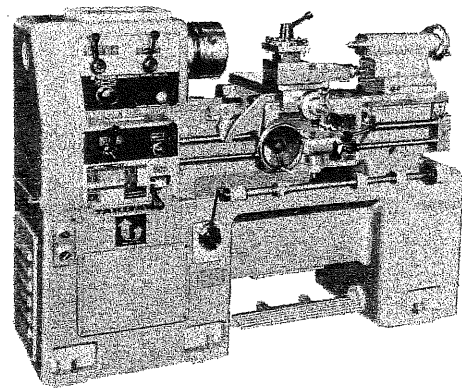


図 1 旋盤外観図

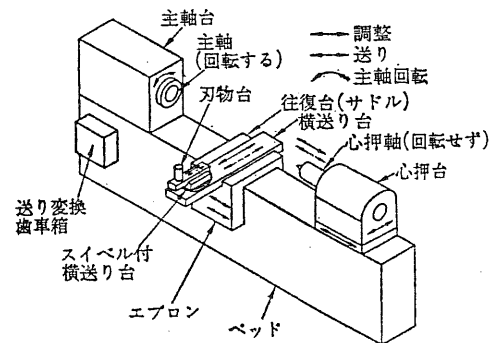


図 2 旋盤概略図

にドリルやリーマ等の穴あけ工具を使用することもできる。

3 切削速度

切削速度とは刃先と工作物の相対速度のことで、形削り盤や平削り盤のように工作物もしくは刃物が移動することによって切削を行う機械の場合はその移動速度、旋盤やフライス盤、ボール盤のように刃物や工作物が回転する機械の場合にはその外径の周速度がこれにあたる。旋盤の場合、切削速度は次式により求められる。

$$V = \frac{\pi DN}{1000}$$

V : 切削速度 (m/min)

D : 工作物直径(mm)

N : 回転数 (r.p.m)

作業能率は、一見、切削速度が高いほど良いように考えられるが、切削速度が高すぎると摩擦熱により刃先が著しく摩耗してしまう。低すぎると作業能率が悪くなり、むしろたような切削面になり良好な仕上げ面が得られなくなる。そこで、刃先にとって一番良い状態で切削出来る速度域が、機械の種類、刃先の材質、工作物の材質によって各々定められている。これを標準切削速度と呼ぶ。一般に、硬い工作物には低速度域、軟らかい工作物には高速度域で切削が行われる。

代表的な工作物および刃物材質における標準切削速度を以下に示す。

表 1 各種被削材の標準切削速度

被削材	標準切削速度(m/min)	
	高速度鋼	超硬合金
炭素鋼 (軟)	15~25	80~120
(中)	10~18	100~140
合金鋼 (軟)	15~25	60~100
(中)	10~18	30~50
鋳鋼	15~22	60~100
鋳鉄 (軟)	16~30	20~200
(中)	16~28	100~160
(硬)	15~22	80~100
銅	30~50	100~200
アルミニウム合金	250~400	800~1000
マグネシウム合金	300~400	800~1000

切り込み量の多い荒削り時には低い方の値、切り込み量の少ない仕上げ削り時には高いほうの値を使い切削を行う。刃先の寿命が短いと感じた時には切削速度を落して切削を行う。

実際の切削では、工作物の直径と標準切削速度から回転数を決定するため、次式を用いて回転数を算出する。

$$N = \frac{1000V}{\pi D}$$

N : 回転数(r.p.m)

V : 切削速度(m/min)

D : 工作物直径(mm)

ただし、工作機械の回転数は、通常、ベルトや歯車の掛け替えによる段階的な変速であるため、計算結果に基づく回転数を使えるとは限らない。この場合には、算出された回転数よりも低い回転数の中で、一番近い回転数を使用する。

4 送り

送りは、切削工具の移動する速度のことで、主軸の回転と送りの動力源が同一の機械では主軸1回転あたりの移動距離(mm/rev)、送り専用の動力源を持つ機械では1分間の移動距離(mm/min)で表わす。特別な場合を除き、旋盤は前者の機構による。

送り速度が高くなると作業能率は良くなるが、切削面に一刃毎の筋ができ良好な仕上がりが得られなくなり、高すぎる場合には刃先が欠損するおそれがある。逆に送り速度が低い場合は作業能率が悪くなる反面、良好な切削面が得られる。また、刃先の寿命は送り速度が高すぎても低すぎても短くなり、高すぎる場合にはすくい面摩耗、低すぎる場合には逃げ面摩耗が著しい。一般に送り速度は、刃先強度と切削面の粗さが許す範囲で最大にするのが良いとされている。

5 刃先形状

最近では、前述したスローアウェイバイトを使用することが多いため、高速度鋼のバイトをグラインダーで研いで使う機会は減少している。しかし、作業性や安全性の点からネジ切りや突っ切りは高速度鋼のバイトを使用せざるを得ないのが現状

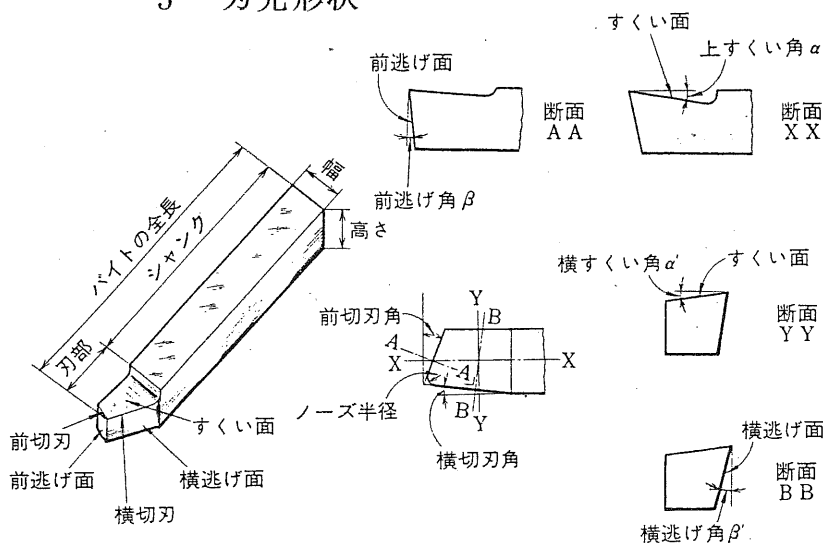


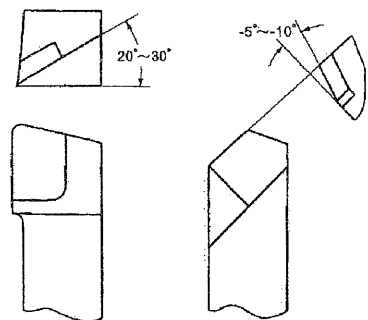
図 3 バイト各部の名称および刃先各部の名称

である。また、特殊な形状を削り出す場合にも、任意の形状に研ぎ出したバイトを使用する機会が少なくない。一般的なバイトの刃先角とその効果を次に示す。

図 4 刃先角とその効果

1)横すくい角

切削抵抗 大 小 ← 大 切削抵抗 小
刃先強度 強 弱

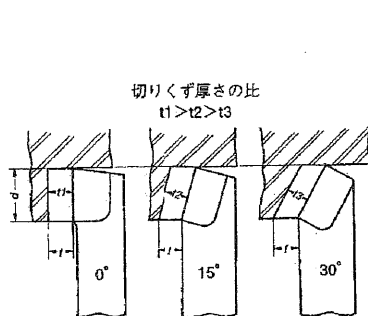


正のすくい角の例

負のすくい角の例

2)横切刃角

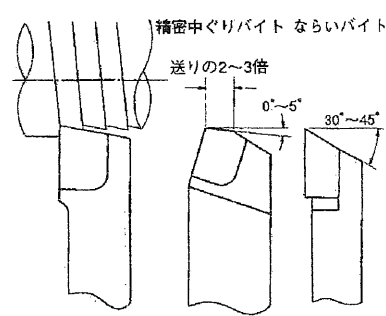
刃先強度 小 小 ← 大 刃先強度 大



横切刃角の差による切りくず厚さの比

3)前切刃角

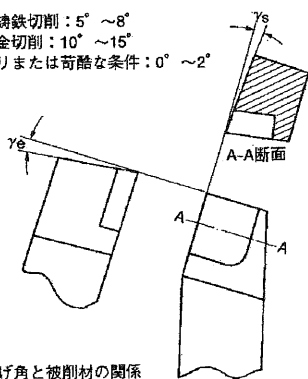
仕上げ面 良 小 ← 大 仕上げ面 悪



精密中ぐりとならい旋削の場合

4)逃げ角

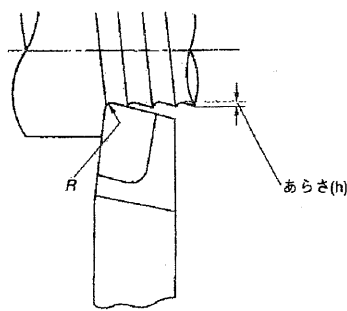
鋼・鋳鉄切削：5° ~ 8°
鋳合金切削：10° ~ 15°
ビビリまたは苛酷な条件：0° ~ 2°



両逃げ角と被削材の関係

5)ノーズ半径

仕上げ面 悪 小 ← 大 仕上げ面 良



Rと面あらさhとの関係

1) 横すくい角

大きくとるほど切削抵抗は減少するが、刃先強度は低下する。被削材により異なるが、一般に5~15°が多く用いられている。

2) 横切刃角

切り粉の厚みや刃先強度に影響を与える。刃先の欠損が激しい場合には、この角度を大きめにとる。

3) 前切刃角

刃先の強度に影響を与える他、仕上げ面の粗さにも影響する。

4) 逃げ角

送りと工作物の直径により決定される。逃げ面が工作物の表面を擦らない程度にする。

5) ノーズ半径

刃先先端部の強度と仕上げ面に大きく影響を与える。一般に送り量、切り込み量と関連して決定される。

作業者がバイトを研磨する際の注意点は、逃げ角を必ず付けることと、被削材に合わせたすくい角を付けることである。一般に、すくい角が大きいほど切削抵抗が小さくなり良好な仕上げ面を得られる傾向にあるが、刃先が鋭角になるため刃先の

強度が低下し、欠損しやすくなる。また、切削に伴って発生する摩擦熱を受ける容積も小さくなり刃先の寿命が短くなる傾向がある。普通、硬い工作物にはすくい角を小さく、軟らかい工作物にはすくい角を大きくする。また、グラインダーによる研磨の後、油砥石による研磨を行い、砥粒によりできた研磨傷を無くすことで、刃先が欠損しづらくなる。

主要な加工物を、高速度鋼での切削における刃先角の推奨値を以下に示す。

表 2 高速度鋼での切削における各種被削材に対する刃先角の推奨値

被削材	前逃げ角	横逃げ角	上すくい角	横すくい角
鋳鉄	8	10	5	12
炭素鋼 (軟)	8	10	12~16	14~22
(硬)	8	10	8~12	12~14
合金鋼 (軟)	8	10	10~12	12~14
(硬)	8	10	8~10	12~14
青銅・黄銅 (軟)	8	10	0	-4~0
(硬)	8	10	0	-2~0
銅	12	14	16	20
アルミニウム	8	12	35	15
プラスチック	8~10	12~15	-5~16	0~10

6. おわりに

本報告の内要は、基礎的な事柄に的を絞っているため、実際に切削加工を行う場合には、その形状や材質、使用目的等により個々の切削状況に適応しない場合がある。その場の状況に合わせた切削条件を設定する必要がある場合も多い。そのためには経験が必要であるが、その際に切削状況を判断する基準となるのが基礎的な知識である。

更に精度を求める加工を行うためには熟練した技術、高度な知識と勘が必要になり、一朝一夕に成しえるものではない。

作業時の心構えとして作業者の服装も大切である。高温になった切り粉が飛散するのでなるべく肌を露出しない、保護眼鏡を着用する。白衣等のひらひらした服装は避ける、軍手は巻き込まれやすいので厳禁、必ず靴を履く等、安全に作業を行うことも一つの技術である。

参考文献

- 1) 藤村善雄：実用切削加工法
- 2) 技能士の友編集部：切削工具のカンドコロ
- 3) 技能士の友編集部：旋盤のテクニシャン