

第 1 章

エンドミル選定のための 基礎知識



工具メーカーのエンドミルカタログを見ていると、耳慣れない言葉やわかりにくい表現が随所に出てきて戸惑うことがあります。また、職場の先輩が当たり前のように使う用語がわからない場面にも遭遇します。まずは、そうした今さら他人に聞けない基礎用語について理解していきましょう。きちんとした基礎知識を身につければ、最新の工具情報もスラスラ理解できるようになります。エンドミルを知るための“基本のキ”です。

1.1 エンドミルとは

原材料や他の製品に手を加えて、必要とする形や新しい製品を作り出すことを加工と言います。そして、加工はその方法により除去加工、変形加工、付加加工の3つに分類されます。除去加工には切削加工、砥粒加工、特殊加工があります。

切削加工は刃物（工具）を使って不要部分を削り取る方法ですが、加工物回転による方法、工具回転による方法、加工物あるいは工具の直線運動による方法があります（図1.1.1）。この切削加工に使用される刃物（工具）を切削工具と言います。エンドミルは、図1.1.2に示すように工具回転で使用するフライス（ミリング工具）に属し、シャンクと呼ばれる柄を持つ工具（外周面および端面に切れ刃を持つシャンクタイプフライス）の総称です。

そもそも、その名称の由来ですが、フライス盤のことを英語でmilling machine（ミリングマシン）と言い、milling machine（ミリングマシン）に取り付けて使う工具をmill（ミル）、あるいはmilling tool（ミリング工具）と呼んでいます。エンドミルは外周と端面、つまりend（エンド）にも刃があります。そこで、end（エンド）にも刃があるmill（ミル）ことから、end mill（エンドミル）と言われるようになりました。

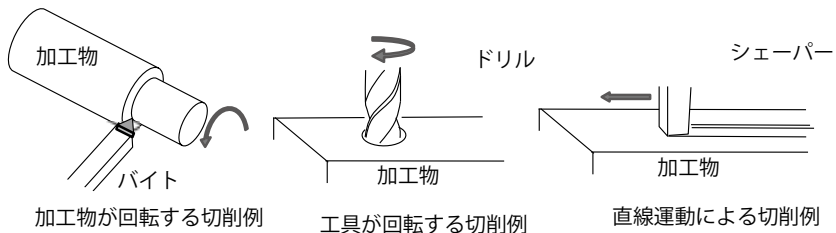
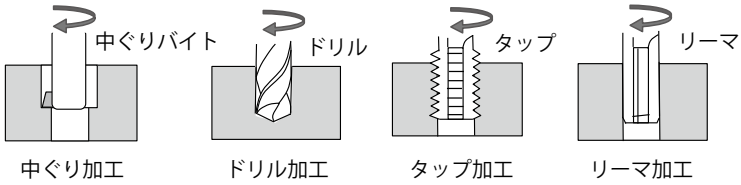


図 1.1.1 切削加工の形態

穴加工例



ミリング加工（フライス加工）例

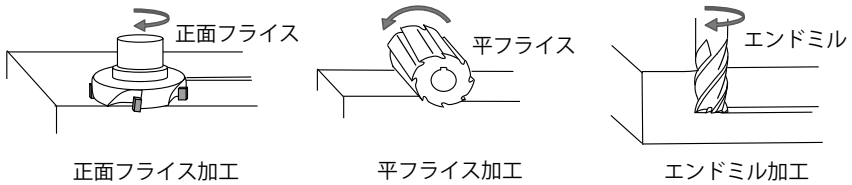


図 1.1.2 工具回転による主な切削加工

1.2 エンドミル各部の名称

エンドミル各部（構成する要素）の名称を、**図 1.2.1** および **図 1.2.2** に示します。この中で慣習として第1逃げ角のことを2番角、第2逃げ角を3番角（底刃2番角、底刃3番角、外周2番角、外周3番角）と呼んだり、すくい面を刃裏と表現したりすることもあります。

JISでは第1と言うものを、なぜ2番と呼ぶのか疑問に思うかもしれませんが、この2番角という表現の由来はエンドミルの刃付け研削を行う順番にあります。エンドミルの刃付けを行うときは、最初にすくい面を研削します。そして、2番目に逃げ面の研削を行います。2番目に研削をする面、すなわち「2番面」、そしてその角度は「2番角」と呼ばれるようになったのです。

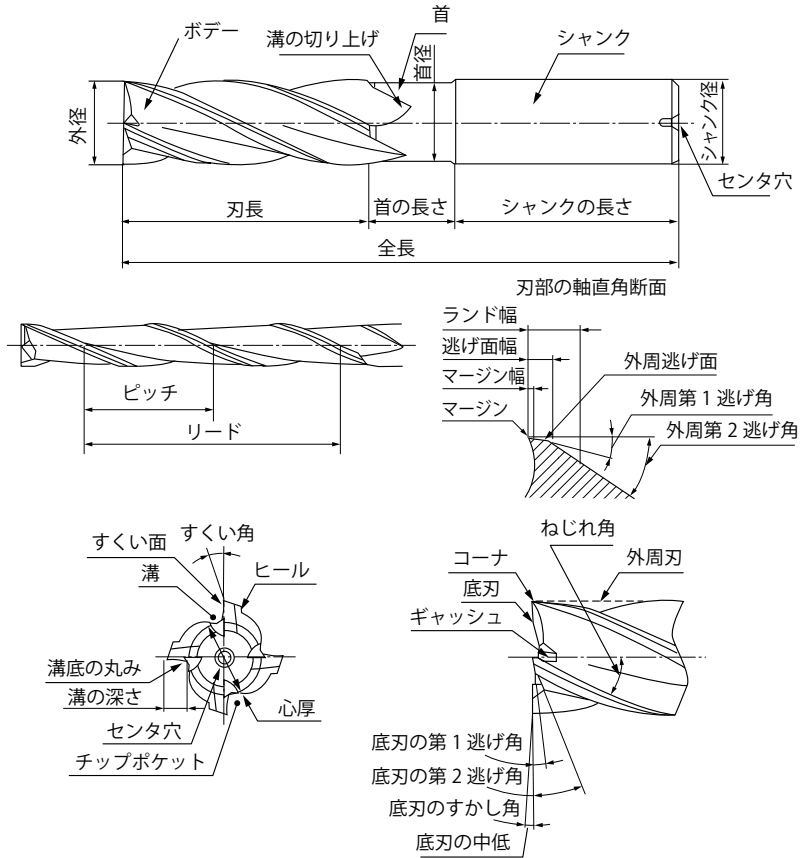


図 1.2.1 要素と名称

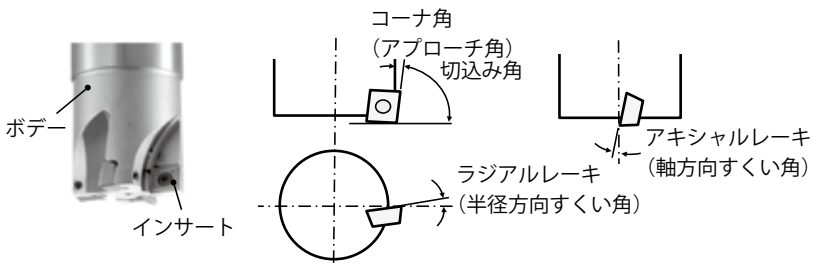


図 1.2.2 刃先交換式エンドミルの要素と名称

1.3 エンドミルの種類

(1) 構造による分類

エンドミルは、構造によって表1.3.1のように分類できます。刃先交換式エンドミルは切れ刃が使い切りの交換式ということで、スローアウェイエンドミルと呼ばれることもあります。あるいは刃先交換式ならびにヘッド交換式エンドミルを合わせて、インデキサブルエンドミルと言うこともあります。

表1.3.1 構造による分類

ソリッド エンドミル		刃部もシャンク部も一体構造となっている。多種多様な刃先形状、工具形状が可能。工具精度は大変良好。大径では高コストとなる
ろう付け* エンドミル		本体に刃部材質をろう付けし、刃付けをしたもの。刃先形状の自由度はあまりないが、ろう付け後に刃付け加工をするため精度は良好となる
刃先交換式 エンドミル		交換式のインサートを本体に機械的に固定するタイプ。コストパフォーマンスに優れるが、刃先形状の自由度や工具精度はソリッドエンドミルに劣る
ヘッド交換式 エンドミル		刃部全体（ヘッド）を、ねじなどの機構により本体に取り付けるタイプ。ソリッドエンドミル同様に、切れ刃形状の自由度は高い

*ろう付けとは、接合する母材と母材の間に、それらより融点の低い合金（溶加材）を溶かし込み、毛細管現象で浸透拡散させ、これを冷却・凝固することで接合を行う工法。融点が450℃以上の場合を「ろう」と言い、450℃未満を「はんだ」と言う

(2) 刃数

エンドミルの刃数は1、2、3、4、5、6・・・とありますが、**図1.3.1**のように刃数が多くなると、切りくずを收容する空間が制約を受けることとなります。この切りくずを收容する空間をチップポケット（チップルーム）と言います。

チップポケットを大きくすると切りくずの收容能力が増加しますが、反面、工具断面積は小さくなって工具剛性（たわみや折れに対する強さ）は低下します。また通常、複数の切れ刃は等分割に配置されます（切れ刃間の角度=360°/刃数）が、これを意図的に不等分割としたものもあります（**図1.3.2**）。

(3) 刃長

刃長はJIS（JIS B 4211、ISO1641*準拠）によって、S形、R形、M形、L形、E形の規定があります。あるいは、超硬合金ソリッドエンドミルはISO（ISO10911、JIS B 4116）で規定されています。しかし市販されているエンドミルは、必ずしもこの規格通りの刃長ではありません。工具メーカーが独自の基準で決めているものも多くあります。

(4) 底刃形状

底刃の基本形状はスクエアエンド、ボールエンド、ラジラスエンドの3種類です（**図1.3.3**）。スクエア、ラジラスではセンタ穴がついたもの（中心まで切れ刃のないもの）もあります（**図1.3.4**）。センタ穴がついていると再研削や追加加工を行う場合に、精度の良い研削が容易にできる利点がありますが、垂直方向への突込み加工は制約を受けることとなります。

またスクエアエンドでは、底刃のギャッシュ研削面が外周刃まで達するようにすることで、コーナ部の強度を向上させた仕様のものがあります。先端から軸方向に0.05~0.20mm程度のわずかな幅で外周刃がだれたようになりますが、チップングによる早期摩耗対策として大きな効果があります。一方、このコーナ部補強を施されていないものを「ピン角^{かど}」、あるいは「シャープコーナ」と呼びます（**図1.3.5**）。

*ISO：国際標準化機構（International Organization for Standardization）