



# 溝加工における切屑排出の特性と 高能率化

フジBC 技研 菅井 裕司

機械と工具 2011 年 9 月号より転載

## ■ 序論

弊社は工具の輸入代理店としてスタートし、今年で 40 周年を迎えることとなった。ミルコーナ（溝入れ）や、グランルンド（座ぐり）など、当時は他に類を見ない工具ということで多くのユーザーに支えられてきたが、その後もニッチな商品を中心に展開し、現在に至るまで自社ブランド商品であるカットピアなどの溝入れ関係の商品には特に力を入れてきた。

溝入れ自体がある意味ニッチなためか、技術情報はフライス加工ほど目にするものは多くはない。本稿は、弊社の溝入れ工具の説明と、それを使用していかに切屑の排出がスムーズに行われるの提案をする。

## ■ 溝入れ工具について

ミルコーナ社の工具（スウェーデン）について説明する。溝入れ専門メーカーとして日本市場に登場してから、すでに 30 年以上が経っている本工具は、ホルダのメジャーチェンジをほとんど行っていない。これは、ミルコーナ社は「シンプルで単純な形状こそ、最も強度がある。」というコンセプトを持っているからだ。もちろん、技術の進歩に従い、細かい部分でのマイナーチェンジはしてきたが、複数コーナや交換式のヘッドなどは採用せず、あくまで剛性重視のシンプルな一体型の形状にこだわっている。これにより、ミルコーナでなければ不可能な溝があるというのも言い過ぎではない。

ミルコーナがカバーしていない小径のワークに対応するため、弊社の独自商品としてカットピアブランドを立ち上げ、端面溝はヨコミゾ君シリーズ、内径溝はウチミゾ君によって、溝加工のさまざまな要求に対応できるようになった。

## ■ 溝入れのトラブルの背景

溝加工というと、外径（突っ切り）、端面溝、内径、ぬすみ溝などがあるが、今回は特に端面溝加工についてのトラブル対処法を中心に説明したい。

溝入れ加工は、切屑の排出性という要因が切削性に大きく関わってくる。溝加工はフライス加工に比べて単純な加工であるが、単純だからこそ、トラブルを起こした際の対処法が限られてしまい、解決が難しくなってくる。トラブルとしては、工具寿命が悪い、びびりが起きる、

面粗度が悪い、切屑の排出性が悪いなどが挙げられ、同じようなワークでも加工径や深さが変わると切削性も大きく変わってきて、ブレーカーや切削条件の変更だけではなかなか改善されないケースも多い。

## ■ 端面溝における加工深さの限界

通常の標準の角バイトを使用した端面溝の場合、インサート幅の 5 倍程度が溝加工深さの限界とされている。ミルコーナの場合は 4 mm 幅のインサートなら深さ最大 25mm。6mm なら深さ 32mm までである。

外径溝（突っ切り）加工ならばブレードタイプ（図 1）のように保持高さを高くすることによって強度を増し、さらに深く入れることは可能であるが、端面溝の場合は溝の曲率と、切屑の流れも複雑になるため、前述のような限界が生じる。現実にはこれを大きく上回る深さの

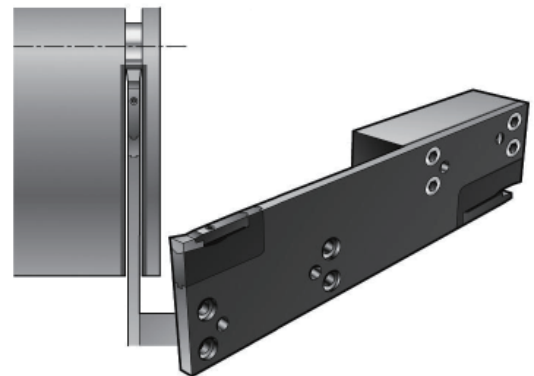


図 1 ブレードタイプ

要求も増えてきており、それはコストを下げるために部品の一体化が進んだことも要因の一つである。

このような深い溝へ対処するには、剛性のある工具を使用する必要がある。図 2 はミルコーナの特注対応で製作した工具だが、刃物台への当たりを上面と前面の 2 面で保持し、できるだけ突き出し部分の高さを稼ぐようなバイト形状により、深い溝加工が可能となっている。

これらは 2010 年の JIMTOF にて実物を展示した。ご覧になった方もいるかと思うが、レプリカと間違われるような大きさである。

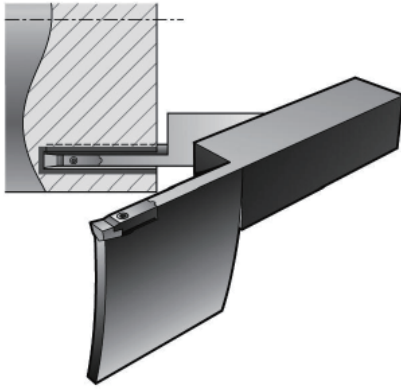


図2 深い溝加工へ対応する溝加工工具

### ■ 溝の深さと切粉の排出性について

端面溝加工で深い溝を削る際の一般的な注意点について述べる。

溝深さが最大 15mm 程度なら、図3のように一気に底まで削っても、切粉は比較的スムーズに排出される。(その際に外径側から削るか、内径側から削るかについてはワーク材質や加工径が影響してくるので次の項で詳しく説明する)。

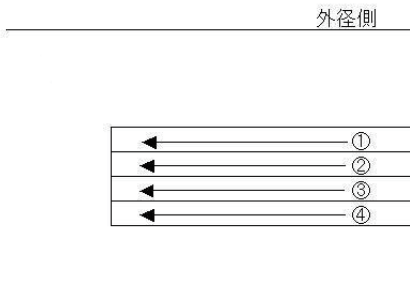


図3 溝深さが浅い場合の加工の仕方

端面溝加工は、深さが 15mm を超えると、切屑の排出性が一気に悪くなっていく。

たとえば、溝の深さが 45mm あった場合に図3のように一気に底まで削ると、切屑が非常に排出され辛くなり、切屑噛みによるインサートの損傷やホルダ破損につながってしまう。そのため深い溝の場合は図4のように、入口から 2～3 段程度に分けてまず①→④を加工し、次に⑤→⑧、最後に⑨→⑫の底部分を削るというように深

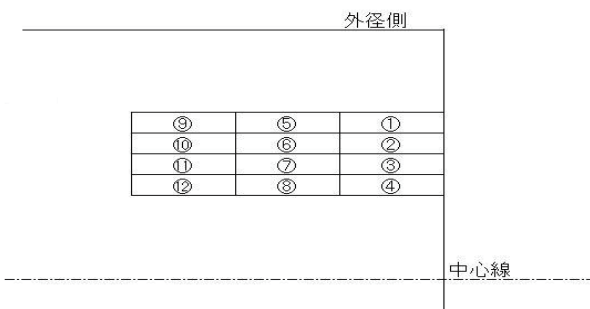


図4 深い溝加工で行われる分散加工

さをいくつかに分けて加工することで、切屑の排出性を向上させることができる。もちろん、切屑が切断されにくいワークの場合はステップを 0.2～0.5mm で入れて、強制的に切断する必要がある。

### ■ 加工径とワーク材質の違いによる切屑の排出性について

次に、ワークの違いによる切屑の排出性について述べる。理論上の数値に裏付けされたものではなく、弊社の経験に基づく提案となることをご了承願いたい。

#### (1) 一般的なワークでの加工

ある程度溝幅の広い場合は何パスかに分けて削る。たとえば溝幅 15mm で使用インサート幅が 5mm なら 3 パスとなるが、この場合、内径側に一発目を入れてから外側に広げていくか、中央にまず入れてから両側を加工するか、もしくは外径側に入れてから内側に広げていくことになる(倣い加工という意味ではない)。これは所持する工具や、作業能率、治具等の都合もあると思うが、特に制約がない場合は図5のように溝の外径側から内径側へ広げるのがセオリーとされている。ホルダの突き出し部分の曲率が大きい方が工具の剛性があるため、もし工具にいくつかの選択肢がある場合は、曲率(インサート保持部分の突き出し部R形状)の大きなホルダ

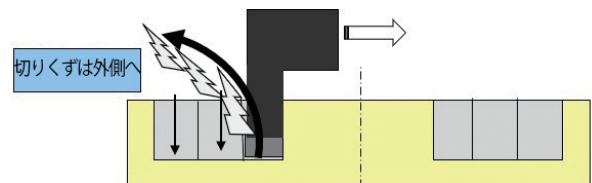


図5 通常の加工の場合

を選択した方が、剛性があるというのが第一の理由である(詳しくは当社ホームページの技術資料に記載)。さらに重要な点として、切屑の流れを考えたときに遠心力で外側に飛ばされるため、外側にクリアランスがあった方が切屑の逃げる空間ができてスムーズな排出につながることも理由に挙げられる。

#### (2) 粘いワークの加工

しかしこれが適用されないケースもある。それが非常に粘いワークを削る場合である。

溝加工の場合、粘い(柔らかい)ワーク = S10～25C、アルミ系、銅合金、真鍮、合金系などは、切屑がホルダに絡んだり巻き込んだりして、最悪の場合、ホルダが破損してしまうこともある(同じように使っていたのに、前触れなく突然折れてしまうケースでは、このような切屑絡みが原因のケースが多い)。

柔らかいワークの深溝加工では、外側にクリアランスがあると、そこで切屑が暴れて切粉絡みの原因につながってくる。そのため、対策としては溝の内側から外径側に向けて削る(図6)ことで、外側の壁が常にガイドの役目をしてスムーズに切屑の排出につながるケースがある。

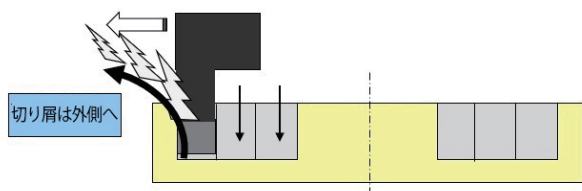


図6 柔らかい材料の場合の加工

### (3) 小径端面溝入れ加工

次に小径の端面溝入れ加工について説明したい。 $\phi 20$ 以下でそれほど深くない端面溝加工に言えることだが、径が小さくなると遠心力が小さくなるので、切屑は外側には飛ばされにくくなり、どちらかといえば内側に巻き込む傾向が出てくる。この場合は(溝幅が2パス以上ある場合)、図7のように、1パス目：内径側→2パス目外径側の順番で削ることで改善されることがある。

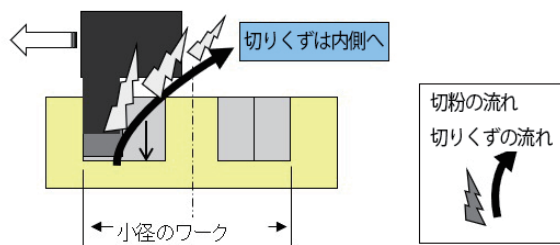


図7 小径ワークの場合

### ■ バランスヘッドを使用した深い溝入れ

さらに深い端面溝の場合は、回転工具を使用する方法もある(図8)。ワークはアルミなどに限定されるが、幅8mmで深さ100mmを超えるような溝での実績もある。

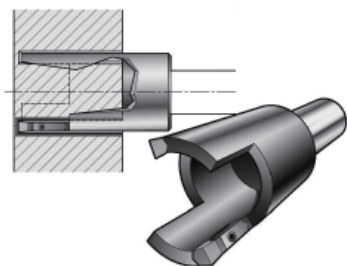


図8 溝加工用回転工具

### ■ 内径溝加工

最後に内径溝加工について少し述べたい。内径溝は、その形状から切屑が非常に排出されにくく、クーラントも届きにくい、難易度の高い加工である。弊社では、インサートのすくい面にねじれの研磨を施し、切屑を螺旋状にねじることで、排出しやすい切屑の流れを作ること。さらに工具先端にオイルホールを加工することを提案する。直接加工点に切削油がかかり、切削性、仕上げ面粗度ともに向上が見込まれる。

### ■ まとめ

最後に述べた内径溝加工は、直接見ることが出来ない加工であるため、文字通り手探りの状態である。他のさまざまな溝加工も含め、加工方法の改善や新しいアイデアによって作業効率が改善できれば幸いである。