

1. 切削工具の構造と高精度化を目指す上での問題点

材料の成形において除去加工は欠かすことのできない加工法です。切削加工は除去加工法の一つであり、他の除去加工法と比較してもエネルギー効率が高く、また寸法精度や形状精度の再現性が得やすいことから、除去加工の中で最も広く利用されています。代表的な工具としては、軸物加工にはバイト(図1)が、比較的広い面積の平面を加工するときにはフライス工具(図2)が主として用いられています。中でも近年広く使われているのは、スローアウェイ(使い捨て)方式の工具です。図1のようにインサートと呼ばれる超硬合金やセラミックスなどの高圧焼結体を、ホルダと呼ばれる保持具に機械的に高い保持剛性でクランプしながら使います。もちろん、材料を削れば、その切削距離(使用時間)に応じて切れ刃も摩耗もします。切れ刃が摩耗すると、摩耗した切れ刃の形状が工作物に転写されることとなりますので、所望の寸法精度や形状精度が実現できなくなり交換が必要になります。このときスローアウェイ方式の工具では、切れ刃の先端が0.2mm~0.5mm程度摩耗するとそのインサート部のみを交換します。

ところが、この交換の作業が、 μm 、あるいはそれ以上の高精度加工を目指してゆく場合には問題になってきます。どんなにインサートの挿入部を工夫しても、クランピングの締め付け力、あるいはインサートと座面への塵埃の混入により、切れ刃の位置が μm オーダーで狂ってしまうからです。バイトのような単刃工具ならまだしも、これがフライス工具のように複数のインサートを使う工具では円周方向と軸方向で全ての切れ刃の位置(突き出し)を揃えることは至難の業になります。もし、切れ刃突き出しが余りにも揃っていない場合には、一番突き出した工具に負荷が過剰にかかることになり、仕上げ面の粗さが低下したり、工具に無用な振動が発生したり、さらにはある特定の工具のみがすぐに摩耗してしまいインサート交換の時期が早まってしまうからです。

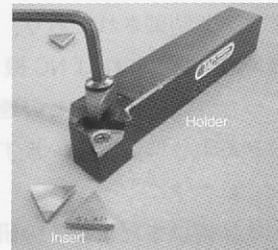


図1 スローアウェイバイト

2. 工作機械上で工具をつくらう!

そこで更なる機械加工の高精度化のために、工作機械上で工具を成形・補修する技術を考えました。この技術では複合めっきと電解剝離技術を応用して工具母材上に成膜と剝離を行います。図3で説明すると、まず最初に工具母材に複合めっきで成膜し切れ刃とします。次に母材ではなく母材上に形成させた複合めっき膜を利用して切削を行います。次第に膜は摩耗してゆきますので、適当なところで切削作業を中断し、摩耗した膜を剝離します。そして、再度複合めっきにより成膜して切れ刃を作り直します。このようなサイクルを形成することで、工具交換をすることなく機上で何

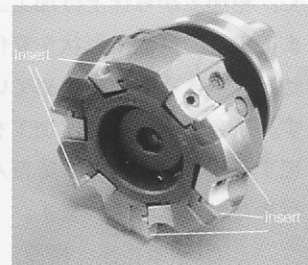


図2 正面フライス工具

度も切れ刃を蘇らせることができます。また、様々な性質の複合めっき膜を準備しておくことで、生産加工戦略に応じて膜を付け替えたりすることが可能になり、加工戦略の選択肢に広がりを持たせることができるのではないかと考えています。

図4はNi-P-SiC複合めっき膜で切削が行えるのか試験しているところです。S45Cを切削しているところになります。見事に流れ型の切りくずが生成されており、母材上に形成した複合めっき膜でも切削ができることがわかります。

3. 切削工具機上再生装置

この開発した基礎プロセスを利用して、図5の工具機上再生装置を試作しました。本装置は主としてマシニングセンタ上でエンドミルやドリルといった軸形状の工具に機能性膜を付与したり、摩耗した工具を再生することを目的としています。12Vバッテリー駆動によるコンパクトな設計にしましたので、自由に持ち運んでどのような加工設備にもすぐに設置できます。本体容器は6つのコンパートメントに分かれており、それぞれの槽に電解液や洗浄液を入れることができます。現在は、

Ni-P-SiC皮膜の機上形成を目的として図6のような薬液を選択し配列しています。装置上蓋には穴が開いており、エンドミル工具を挿入してめっきや電解剥離処理を施せるようになっています。各電解処理プロセスはマイコンで制御されており、通信機能を利用すればNC機器といった外部制御機器との連動もできるようになっています。

4. おわりに

本技術はまだまだその研究の緒に就いたばかりですが、工作機械上で工具を取り外すことなく、粗加工から仕上げ加工工程まで工具の性能や形状を変化させたりできる魅力を秘めています。研究室では高精度加工を実現する新しい技術として育てていきたいと思っています。

(執筆担当 柳原 聖)

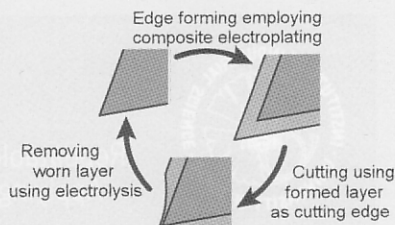


図3 成膜と剥離による工具再成の概念

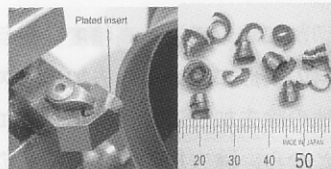


図4 Ni-P-SiC複合めっき工具による切削実験

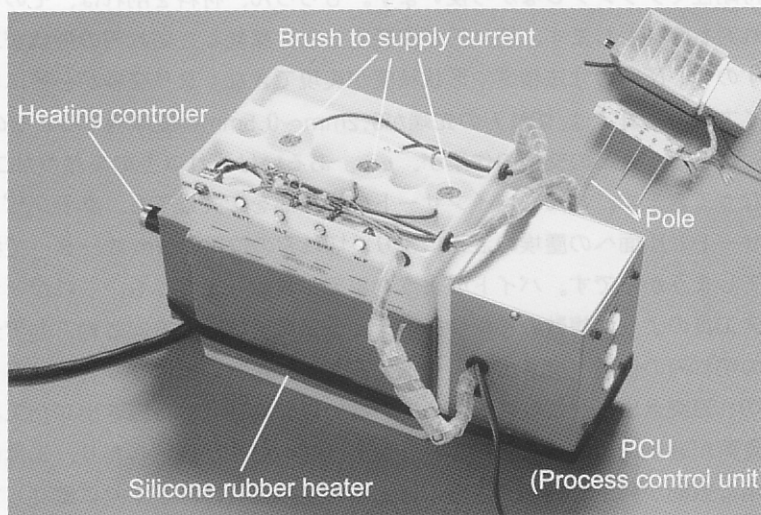
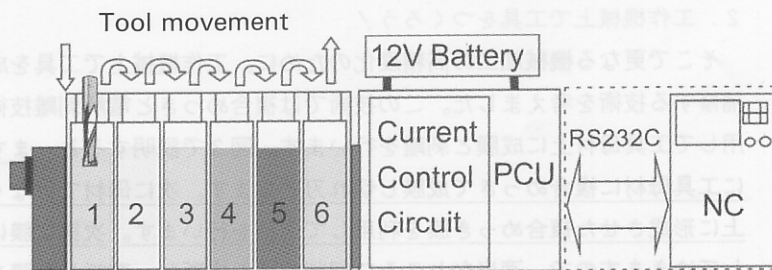


図5 工具機上再生装置



1. Cleansing
2. Anodic Electrolysis
3. Rinsing
4. Ni Strike Plating
5. Ni-P-SiC Plating
6. Rinsing

図6 試作装置の概要