

## マイクロ製品の微細加工に関する研究

進藤久宜\*

Study on microfabrication of micro products

SHINDO Hisayoshi\*

### 抄録

微細加工技術のノウハウを蓄積することを目的とし、超硬合金の微細ピンをターゲットにして研削加工を行った。その結果微細ピンが断面一定で加工できる限界を実験により見つけた。また、切り込み量、送り速度の条件を比較し、切り込み量を減少させた方がより断面を均一にできることが分かった。

キーワード：微細加工，超硬合金，研削加工

### 1. はじめに

携帯電話、ノートパソコン等に代表されるように機器によっては小型化が要求される物がある。これに伴ってこれらに使われる部品も微細化が要求される。ナノテクという言葉に示されるようにこの傾向はますます厳しくなっていると考えられる。微細加工機、測定機の整備状況の問い合わせや、技術相談も寄せられたことからこれらのニーズは高まっていると考えられる。このようなニーズにこたえられるようにするために微細加工技術の課題に取り組んでいく必要があると考えられる。これまで硬脆性材料の金型を高精度に研削加工する研究<sup>1),2)</sup>を行ってきた。この応用として、加工物のサイズを少しずつ小さくしていくことにより微細加工ノウハウを蓄積する。断面が1mm×1mm以下、加工長さ10mmのピンをターゲットとした。これを研削加工で細くしていくことを試みたので報告する。

### 2. 実験方法

図1に砥石と超硬合金の設置及び加工工程を示す。加工は砥石の角を用いて、超硬合金の左右を交互に研削し微細化を行った。その後超硬合金を90°傾けて設置し直し、同様の研削を行った。超硬合金の加工前形状は断面の一辺が約0.7mmの正方形、研削部分の長さは10mmである。ピンが細いため加工中に折れることが予想された。これを回避する方法は各種考えられるが、今回は「一回あたりの切り込み量を少なくする」「送り速度を遅くする」ことの二点を検討した。表1に実験装置及び試料を示す。

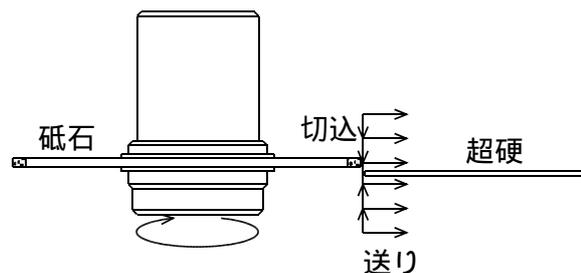


図1 加工工程

\* 生産技術部(現 技術支援室)

表1 実験装置及び試料

プロファイル研削盤 GLS-135AS (株アマダマシン(現株テクノシノ))
鑄鉄ボンド砥石 SD200N100M 80 平形
水溶性研削油 リタケール CEM 50倍水道水希釈 (株リタケカンパニーリミテド)
超硬合金 V10 富士ダイブ(株) 0.7×0.7×10mm
測定顕微鏡 STM6 リンパス(株)

3. 実験結果及び考察

表2に実験条件を示す。材質は超硬合金を用いたがこのような硬質材料でも細さのため、てこ式ダイヤルゲージをあてただけでたわみが発生した。加工前の超硬合金の測定顕微鏡写真を図3に示す。表2の実験条件で各辺の総切り込み量が230 $\mu$ m(10 $\mu$ m×23回)になるまで切り込んだ結果を図4(加工後1)に示す。全体に大きな断面のうねりは観察されなかった。この条件でさらに総切り込み量を増やしたがその後は破損することが多かった。また、総切り込み量が230 $\mu$ mに達しないうちに破損することもありこの条件ではこの付近が加工可能な限界と考えられる。今後の実験は総切り込み200 $\mu$ mまではこの条件で行いその後条件を変化させることとした。図2に実験装置に設置した砥石と加工後の超硬合金を示す。

表2 実験条件

砥石回転数	4500 min <sup>-1</sup>
昇降ストローク	5 mm
昇降回数	14 min <sup>-1</sup>
送り速度	10 mm/min
切り込み	10 $\mu$ m

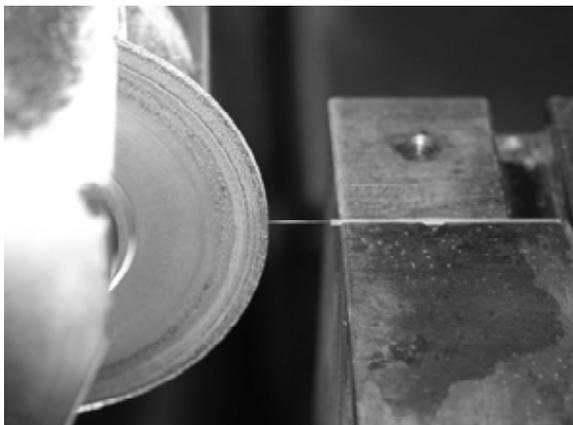


図2 加工後の様子

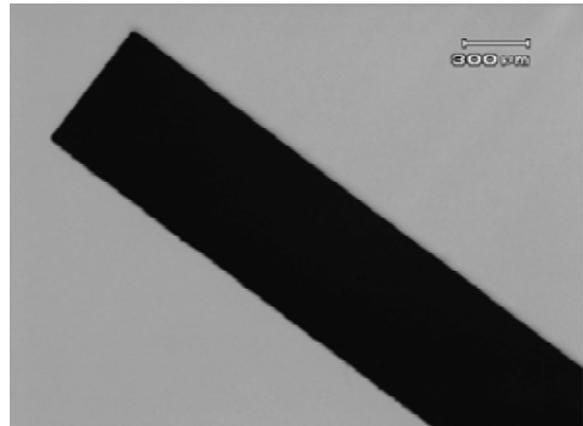


図3 加工前

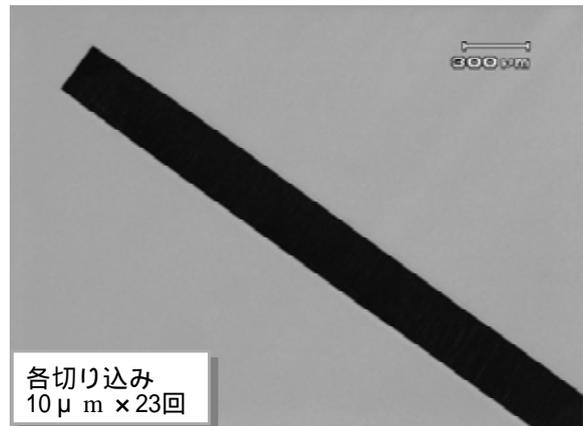


図4 加工後1

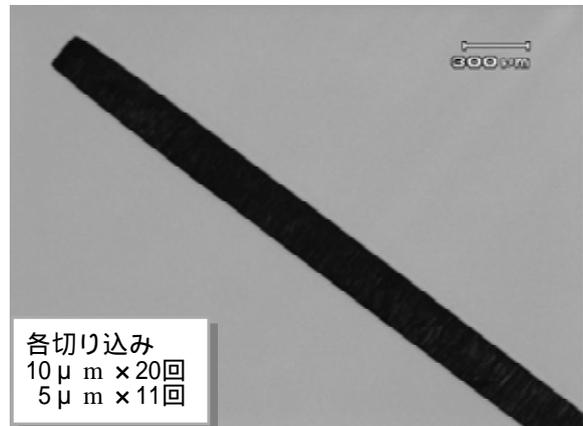


図5 加工後2

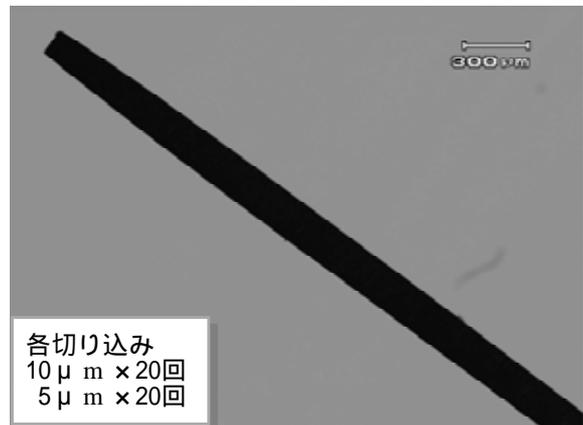


図6 加工後3

### 3.1 切り込み量の影響

実験の結果、表2に示す条件では加工続行は不可能と考え、切り込み量を減少させて加工を行った。前述のように総切り込み200 $\mu\text{m}$ までは一回あたりの切り込みを10 $\mu\text{m}$ に設定し、その後5 $\mu\text{m}$ に減少させた。この条件で255 $\mu\text{m}$ (10 $\mu\text{m}$ ×20回+5 $\mu\text{m}$ ×11回)切り込んだ結果を図5(加工後2)に示す。先端部に「だれ」がみられるものの大きなうねりは観察されなかった。これに加えてさらに切り込みを続けていくと破損することが

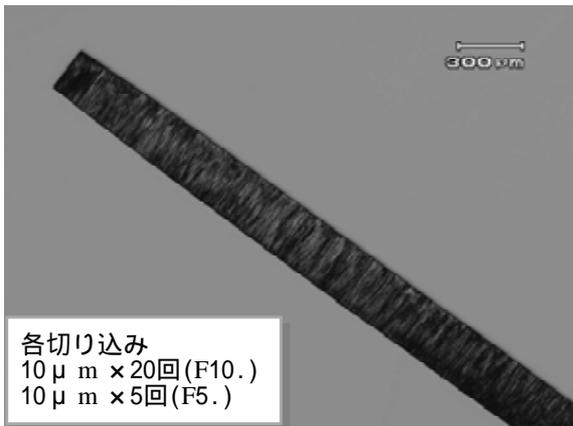


図7 加工後4

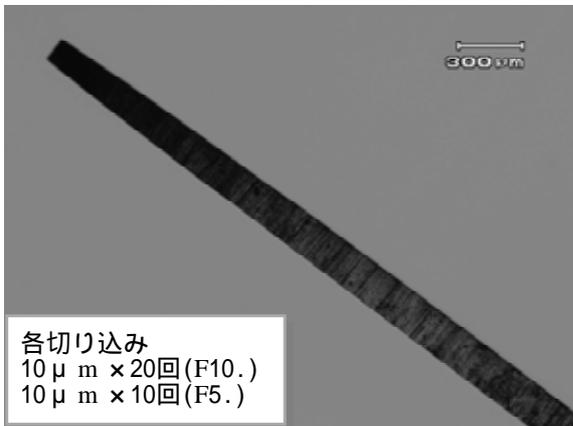


図8 加工後5

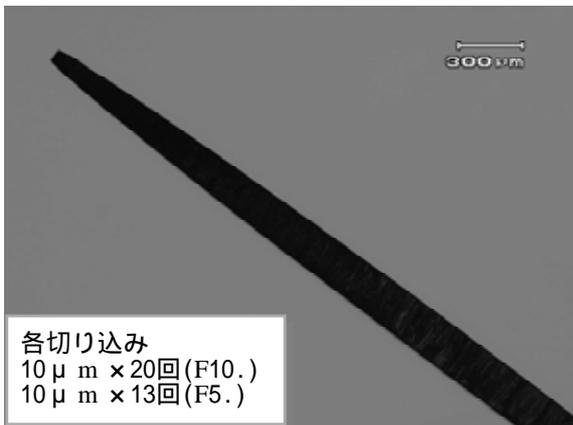


図9 加工後6

多かった。限界として総切り込み量300 $\mu\text{m}$ (10 $\mu\text{m}$ ×20回+5 $\mu\text{m}$ ×20回)付近と考えられる。結果を図6(加工後3)に示す。破損せずに加工可能ではあったが、加工後の厚みは一定とならず、先端部及び根本部が細く中央付近が太いという結果となった。前述のように、超硬合金といえどもその細さゆえの加工中のたわみや、びびりなどによる影響と考えられる。

### 3.2 送り速度の影響

3.1と同様にして総切り込み200 $\mu\text{m}$ までは、表2の条件で行い、その後切り込みは10 $\mu\text{m}$ のまま送り速度を5mm/minに減少させて加工を行った。これにより加工時間としてはほぼ同等である。総切り込み量250 $\mu\text{m}$ の結果を図7(加工後4)に示す。同様に総切り込み量300 $\mu\text{m}$ の結果を図8(加工後5)に示す。先端部が細くなり大きなうねりが観察された。うねりは切り込み量を変化させた場合よりも多く観察された。さらに加工を続けた場合の結果を図9(加工後6)に示す。破損せずに加工できた場合でも大きなうねりが観察された。

### 4.まとめ

研削加工による微細加工のノウハウを蓄積することを目的として超硬合金を材料として微細ピンの加工を行った。その結果今回行った実験の範囲では以下のことが分かった。

- (1) 総切り込み量300 $\mu\text{m}$ 程度までは断面ほぼ均一に加工可能である。
- (2) 加工条件のうち一回あたりの切り込み量と送り速度を比較した場合、切り込み量を減少させた方が加工後のピンのうねりは少ない。

さらに条件を検討することや、回転数等ほかの条件を検討することが課題となる。

### 参考文献

- 1) 進藤久宜, 出口貴久: E L I D研削法による打ち抜き金型の開発, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 1, (2003)146
- 2) 進藤久宜, 出口貴久: E L I D研削法による打ち抜き金型の開発, 埼玉県工業技術センター研究報告, 4, (2002)10