

# 放電加工による極小径切削工具の製作

## 1. はじめに

微細加工の需要の高まりにより、切削工具も小径化が進められている。現在、ねじれ刃エンドミルでは直径 $30\mu\text{m}$ 、ツイストドリルでは直径 $10\mu\text{m}$ までの極小径工具が開発されている。フラットドリルのような単純形状になるが、さらに小径の切削工具の開発例も報告されている。しかし、極小径工具は製作難度が高いため、1本数万円の価格になるものもあり、より簡易な工具製作法が望まれる。そこで、本稿では放電加工を用いた極小径切削工具の製作について紹介する。

## 2. 放電加工による切削工具の製作

放電加工は放電生成熟による非接触除去加工なので、工作物材料の硬さによらず加工が可能であり、工具や工作物に作用する機械的加工力も微小である。さらに、放電エネルギーを小さく

することにより、材料除去単位も微小にできる。したがって、高硬度かつ小寸法を有する極小径切削工具の製作に適した加工法である。

放電加工法のうち、極小径形状の加工にはワイヤ放電研削<sup>(1)</sup>(Wire Electrodischarge Grinding: WEDG)が適している。WEDGはワイヤを工具電極に用いるが、一般のワイヤ放電加工と異なり、ワイヤが放電発生部分でガイドに支持されている。それによりワイヤ振動が抑制されるので、加工精度が向上し、径数 $\mu\text{m}$ の丸棒加工が容易に行える。

図1に製作した超硬合金工具の例を示す。これは直径 $17\mu\text{m}$ の半月形工具であり、直径 $0.3\text{mm}$ の線材から10min程度で製作されたものである。底刃に加えて外周刃も有している。穴加工のみならず溝加工も可能である。現在、直径 $3\mu\text{m}$ までの工具の

試作に成功している。

図2は、直径 $15\mu\text{m}$ のダイヤモンド工具およびCBN (Cubic Boron Nitride) 工具である。いずれも焼結材料を用いたもので、導電性が高く放電加工による製作が可能である。これらの材料は超高硬度なので、研削加工を中心とした従来の手法では製作時間が長くなるが、放電加工では超硬合金の場合と大差はない。

## 3. 製作した工具による切削加工

次に、製作された極小径工具で実際に切削加工を試みた。小径工具は折損しやすいため、超音波加振を援用した。工作物を鉛直方向(工具軸方向)に加振することにより、切削抵抗が減少するので工具折損を抑制しやすくなる。

以降に加工例を示す。図3は、快削黄銅に対して、直径 $5\mu\text{m}$ の工具を用いて多数個の微細穴加工を行った例である。図4は、直径 $3\mu\text{m}$ の工具を用いて同じく快削黄銅に開けられた内径 $4\mu\text{m}$ の微細穴である。この加工例は、筆者の知る限りでは、切削加工によりあけられたものとしては最小径と思われる。

図5は、幅 $20\mu\text{m}$ の溝加工例を示している。工作物材料はシリコンである。軸方向の切込みを $0.2\mu\text{m}$ と微小に設定することにより、脆性材料のシリコンに対してもクラックを発生させずに延性モードで切削加工を行うことが可能であった。図6は快削黄銅に加工された幅 $4\mu\text{m}$ の微細溝である。この例も、回転切削工具により加工されたものとしては最小幅と思われる。

半月形工具はバイトとしても使用できる。図7は、直径 $0.3\text{mm}$ の小径黄銅パイプに対して、中ぐり加工と正面旋削による溝入れ加工を行った例である。

## 4. おわりに

放電加工により製作された極小径切削工具および、それらを使用した加工例を紹介した。放電加工を用いれば高硬度の極小径工具でも簡易に製作が可能で、表面粗さやマイクロクラックなどの加工面性状の問題を改善できれば、新たな切削工具製作法として広く用いられるようになると考えられる。

(原稿受付 2009年12月21日)

[江頭 快 京都工芸繊維大学]

## ●文献

- (1) 増沢隆久・藤野正俊, ワイヤ放電研削による細軸加工とその応用, 生産研究, 37-11 (1985), 29-34.

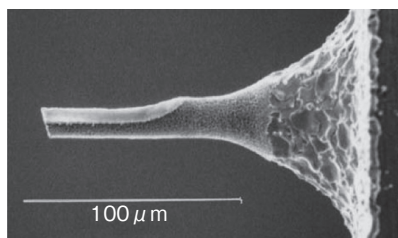


図1 製作された超硬合金工具

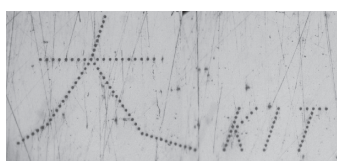


図3 直径 $5\mu\text{m}$ の工具による微細穴加工例

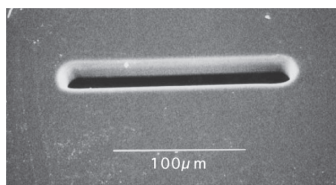


図5 シリコンへの微細溝加工例  
(軸方向切込み $0.2\mu\text{m}$ ,  
水平方向送り速度 $10\mu\text{m}/\text{S}$ )

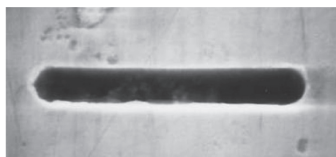
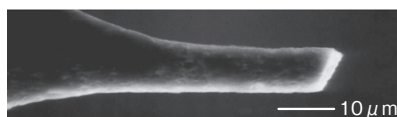
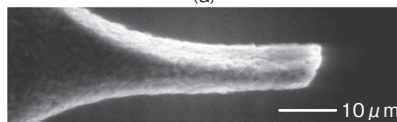


図6 幅 $4\mu\text{m}$ の微細溝加工例  
(軸方向切込み $0.5\mu\text{m}$ ,  
水平方向送り速度 $3.0\mu\text{m}/\text{S}$ )



(a)



(b)

図2 (a) ダイヤモンド工具  
(b) CBN 工具

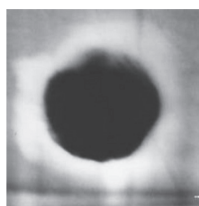


図4 内径 $4\mu\text{m}$ の微細穴加工例  
(工具回転数50rps, 送り速度 $0.15\mu\text{m}/\text{S}$ )

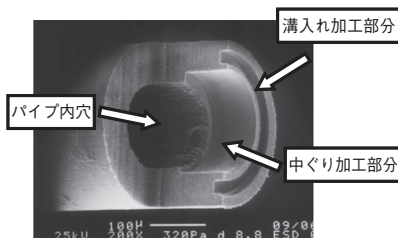


図7 旋削加工例