

ワイヤ放電加工機

機械工学科 磯谷 章

1. はじめに

平成7年12月CNCワイヤ放電加工機（ソディック製SM300MARK20）が工作技術センターに導入されました。ワイヤ放電加工は、機械加工技術の中では比較的新しい加工法であり、電源部の改良等により加工速度・加工精度・加工面粗さ等は年々進歩しています。

主な使用用途は、民間企業では金型加工用、多種少量部品の加工用として使用されておりますが、当センターではこれとは違い、難削材の加工、製品の機能上他の加工法では困難な加工（例：コーナーRの小さな角穴、小径テーパ穴）、スリット加工、小物部品の加工に用いられております。

今回は、これまでに加工した製品の中から幾つかを例に挙げながら装置の紹介したいと思います。

これを機会に、今後皆様に大いに利用して頂ければ幸いです。

2. 構造・原理

ワイヤ加工機は、大きく分けて電極ワイヤー駆動とテーブル駆動をする機械装置部、安定した放電を得るために絶縁抵抗を一定に管理するサービスタंक部、NC装置と電源の制御装置部から構成されている。

図1に示すように、電極となるワイヤと工作物との間に直接放電を発生させ放電による熱的作用と力学的作用によって加工をするものであり、あたかも糸のこで工作物切断するかのよう工作物を加工することが出来ます。

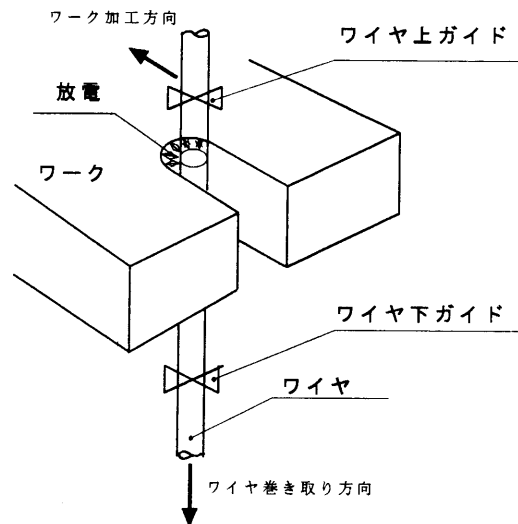


図1 加工原理

3. 主な仕様・特性

| | |
|-----------------|--|
| 加工可能サイズ（縦×横×高さ） | 300×300×150mm |
| ワイヤ径 | 0.2mm { 0.1~0.3mm使用可 ただし、オプション装置が必要 } |
| テーパ加工角度 | 10°（ワーク厚 100mm） |
| 加工面粗度 | 20μm（1st カット） 3~6μm（4st カット） |

4. 加工事例

これまでに、当センターにて加工した製品の中から、代表的事例を以下に紹介します。

4-1 難削材（試験片）加工

この試験片（図2）は、アルミベースにSiC粒子を含んだ複合材料である。通常の切削加工では工具磨耗が激しい。特にA部くさび形状の部分は、特殊な形状のために専用工具で加工する必要が出てくる。このようなワークには、ワイヤ放電加工が適している。ただし、今回加工したワーク材料は、SiC粒子が5, 10, 15%含有した試料で、SiC粒子が均一に含まれていれば、母材溶融時にSiC粒子を同時に溶出する事ができ、問題なく加工できるが、1mm程度の結晶状のSiCが含まれており、加工経路にこの結晶があれば、その部分で放電による溶融状態はなくなりワイヤーは断線し加工不可となる。実際の加工でも数カ所加工経路に固まりが存在し、逆経路からの加工を余儀なくされた。

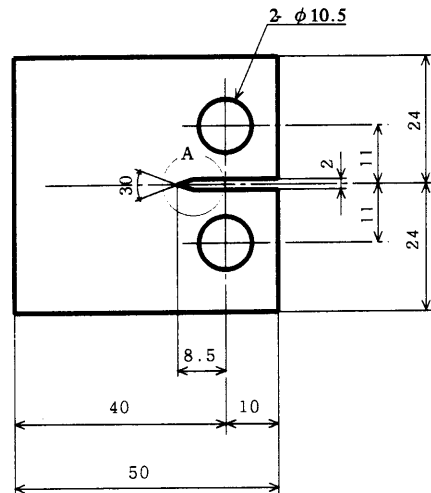
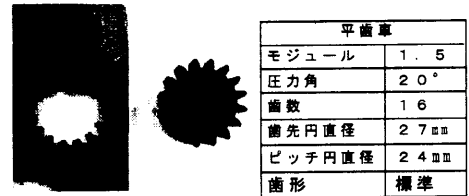


図2 試験片形状

4-2 歯車（ダイス、パンチ）加工

今回の加工では、焼結合金焼成用の歯車のパンチ、ダイスを加工した（図3）。歯車の加工には、歯車用の自動プログラムがあり、モジュール、歯数、圧力角、転位量等の歯車要素を数値入力し、付属のデータシートから希望する歯車精度（JIS規格0級から8級）により計算ピッチを決定すれば、そのピッチでNCデータが自動的に作成される。抜き型のダイス、パンチ加工では、同じ形状データを使用し、オフセット方向と量を変えるだけで、高精度のダイス、パンチが加工できます。



材質 SKD11

図3 歯車サンプル（パンチ）

4-3 薄板スリット加工

図4に加工したスリットを示す。機械的切削加工では、極小なスリット（幅0.2mm以下）の加工は非常に困難である。現実には切削工具として直径0.2mm以下のエンドミルも存在するが、切削速度、加工長、ワーク材質など、ごく限られた場合にのみ有効である。今回のスリット加工では加工長、ワーク材質さらにはワーク厚さが0.05mmというフィルム状のため、切削抵抗を考えると材料固定に問題があり適切な加工方法とは言い難い。そこでワイヤ放電加工を試みた。

図中、左右の直径 2 mm の 5 カ所の穴は、ワイヤを上ダイスから下ダイスに通すスタート穴でそれぞれ 5 本のスリットはこのスタート穴より加工が始まる。1 本のスリットの加工には約 10 分かかり、スリット幅はワイヤ直径 + 2 * 放電ギャップとなる。今回の加工の放電ギャップは 0.02 mm となり、0.24 mm のスリットを加工することができた。この放電ギャップは加工時の電圧、電流値により変化する。

4-4 コーナRの小さな角穴加工

機械的切削加工を用いてコーナー部の R の小さな角穴を開けることは困難である。コーナー部には、刃物の半径分の R がつくことになる。機能上コーナー部がエッチの角穴が必要な場合には、最終的には手仕上げ作業などに頼らねばならない。図 5 のように、機械的切削加工でパイプの側面に角穴を開ける場合、特にパイプ肉厚が薄い場合はワーク固定が困難である。治具等を製作して固定することも可能であるが切削抵抗を考えると万全とは言えない。また、コーナー部には使用する刃物（例えばエンドミル）の半径分の R が残る。今回は、パイプ上下に同じ形状の角穴を開ける依頼があり、ワイヤ放電加工が使用できる条件が重なったため加工を試みた。ワイヤ放電加工は溶融加工のためワーク固定部には力がかからず容易に固定ができ、上下 2 カ所で安定した放電を得ることができ、良好な加工ができた。また、工具であるワイヤが 0.2 mm と細いため小さな角 R にする事が可能である。

4-5 小物部品加工

小物部品の加工ではワークの固定が困難である。また、次の加工工程への移動時、位置出し等煩雑な作業が加わり、精度低下の原因となる。ワイヤ放電加工を利用した場合には、材料の上下面を研削加工を施し、厚さ精度を出した状態にし、以後はワークを固定し直す必要もなく一筆書きの要領で複雑な形状のワークを精度よく加工することができる。図 6 のように円周上に数個のワークを配置すれば効率的に連続加工できる。

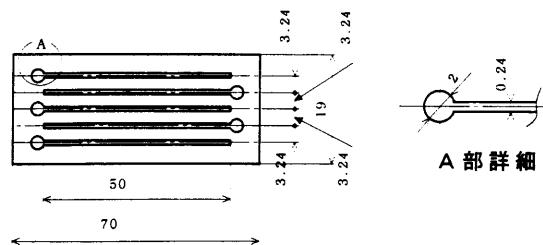


図 4 スリット形状 (SUS304 T=0.05)

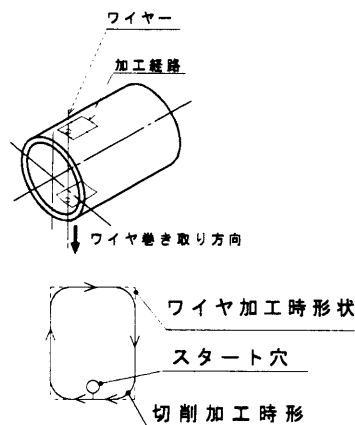


図 5 パイプ加工 (SUS304)

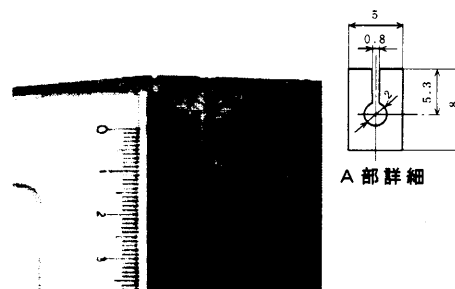


図 6 小型精密部品 (アルミ)

5. まとめ

以上、これまでワイヤ放電加工した中から5例ほど示しました。ワイヤ放電加工は、熱処理材を含めた難削材、複雑な形状の小型精密部品に適した加工である。また、溶融加工のため切削加工時の切削抵抗に当たる力が小さいため、ワーク固定が比較的容易である。しかし、加工速度は切削加工とは比べるまでもありません。切削加工を併用して、効率のよい加工をする必要があります。

最後に、ワイヤ放電加工依頼時の注意点を列挙します。

① 持ち込み材料の場合、材質を必ずお知らせください。

(複合材料の場合は、その組成まで)

② 材料は製品寸法より余裕のあるサイズをお持ち下さい。

材質・放電条件により出来上がり寸法が違うためテストカットが必要となります。できる限り縦・横それぞれ30mm大きい材料で持ち込んでください。

③ 焼き入れ材は、加工時に割れが発生するおそれがあります。

焼き戻し処理をして、内部ひずみを除去して下さい。

④ 加工表面には数 μm の変質層(軟下層)ができます。

⑤ 大型で薄物部品は変形(そり)を生じます。

参考

- ・ EWS取扱説明書(ソディック)
- ・ 形彫・ワイヤ放電加工マニュアル