

WEDM 用旋削装置の設計・製作

立花一志*、増田俊雄*、御厨照明*

*工学系技術支援室 装置開発技術系

はじめに

ワイヤ放電加工機（WEDM：Wire Electrical Discharge Machine）は非接触加工なので、ひずみの少ない高精度な加工に適した加工装置として知られている。しかし、ワークはテーブルに固定されるため、旋削加工はできない。そこで、ワイヤ電極を旋盤のバイトに見立てた、従来の旋盤では極めて製作が困難な細長い線状物や精密かつ微細な製品が作製可能な、浸漬式の旋削装置を設計製作することを目的とする。

現在使用している旋削装置（以下、旧装置と称す）は、1997年製のWEDM（三菱電機社製FX-10）用に、2003年に当装置開発技術系で独自に製作したものである¹⁾。今回新しいWEDM（ソディック社製AQ327L）の導入に伴い、新たに旋削装置を設計・製作することとした。

1. 新しい装置の設計

1.1 旧装置の問題点

旧装置駆動部の概略を図1に示す。全体の大きさは横幅が520mm、高さ315mm、奥行き250mmである。ドリルチャック（ワークの把握径は最大13mm）を採用し、チャックを除いた駆動系は加工液の侵入を防ぐために高さ180mmのアルミの板で覆ったオープン構造となっている。そのため、上部ノズルと下部ノズルとの距離が最短でも150mmと大きくなり、安定した加工が行えない場合があった。ちなみに、この距離が短いほど加工は安定し精度は良くなる。さらに、モータの回転をタ

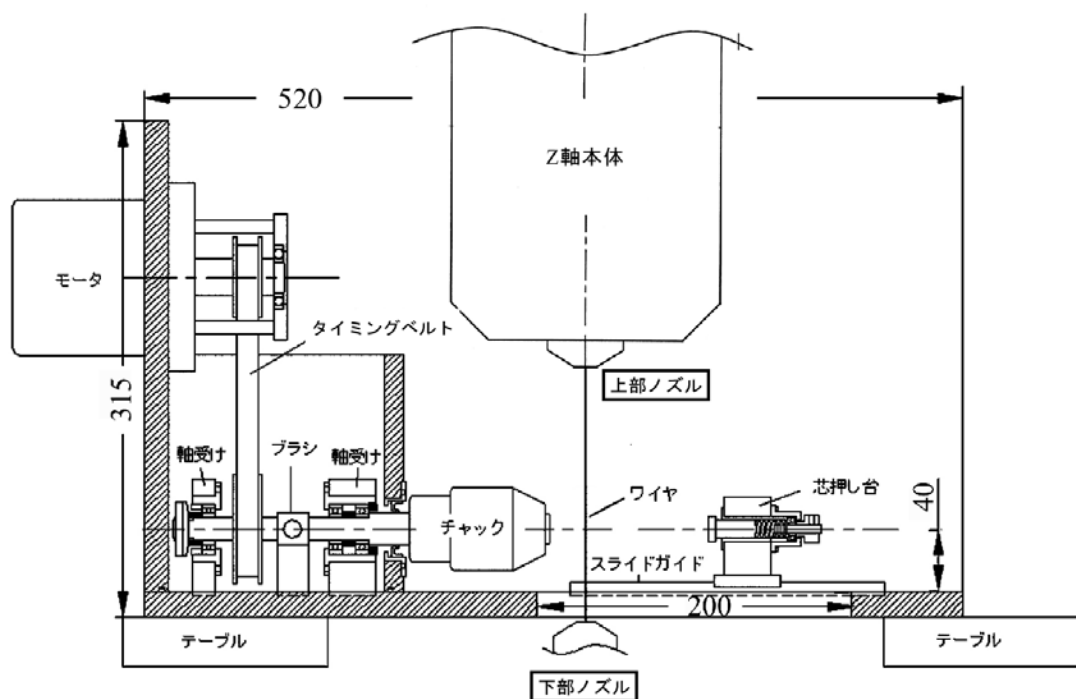


図1. 旧装置駆動部の概略図

イメージングベルトを通して伝達しているため、回転ムラが生じる可能性がある。加えて、制御装置には、指定した回転数あるいは回転角度が指示通りになっているかどうかをチェックする機能がないなどの問題点があった。

1.2 新しい装置の設計コンセプト

新しい装置では、上述した旧装置の欠点を考慮しながら微細加工用に特化した、より安定した高精度な加工と加工時間の短縮の実現を目指して設計を行った。設計のコンセプトを以下に記す。

- ① 装置の浸漬化-----上部ノズルと下部ノズルの距離を最小限にする目的で、装置全体（制御部を除く）を水没させるいわゆる浸漬式とすることで、より安定した加工と加工時間の短縮ならびに加工精度の向上を図る。
- ② 装置のコンパクト化-----モータの回転を直接チャックに伝えるダイレクトドライブを採用して、回転ムラを最小限に抑えることで加工精度の向上を目指した。
- ③ エンコーダを採用することによって、より確実な回転数と位置制御を可能にするとともに回転角度の積算値を表示できるようにする。

2. 装置駆動部の設計・製作

2.1 設計と構成

1.2 に記したコンセプトを基に設計した、新装置の駆動部の設計図を図 2 に示す。駆動部の本体は、図の右からチャック、ベアリングケース、モータ、エンコーダが電気絶縁性のあるカップリングを介して一軸に配置されている。本体の各ディジョンは縦 225mm、横 150mm、高さ 88mm で、旧装置に比べはるかにコンパクトな形状になったといえる。特に旧装置の問題点であった上下ノズル間の最小距離が、旧装置の 1/3 の 50mm 程度となっており、高精度な加工が期待できる設計となっている。ちなみに、本体から突き出ているチャックの長さは 90mm である。

2.2 各部品について

ワークを取り付けるチャックは、旧装置のドリルチャックよりはるかに高精度のコレットチャックシステムである、大昭和精機社のニューベビーコレットチャック ST20-NBS6-250 を使用した。シャンク径が $\phi 20\text{mm}$ 、コレットの交換により 0.25mm から 6.00mm までのワークが把握可能である。チャッキング精度は口元が 1 μm 以内、4D の先端が 3 μm 以内である。

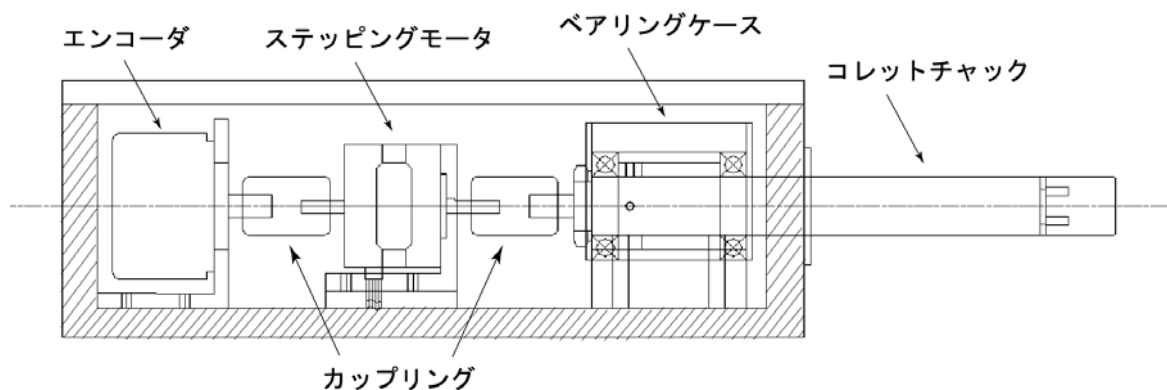


図 2. 装置駆動部の概略図

ベアリングケースは高い剛性が必要であるため炭素鋼で作製し、その表面にはさびを防ぐ目的で四三鉄処理（黒染め）を施した。ケースにはチャックを支持する2個のベアリングと、放電加工中にワークを通して流れてくる電流をWEDMのテーブルにアースするブラシが内包されている。

駆動用モータには、本来 AC サーボモータが最適なのだが予算の関係上ステッピングモータを採用した。オリエンタルモータ社の5相ステッピングモータユニット RK543BA である。マイクロステップにより 0.72 度から 0.00288 度までの分解能制御が可能だ。ステッピングモータについては、長時間の運転の場合には発熱の問題が考えられるが、水中での使用であることから問題はないものと判断した。

エンコーダは Koyo 社製の TRD-N360-RZ である。インクリメンタル形で外径 $\phi 50\text{mm}$ 、奥行き 35mm の薄形設計、分解能 360P/N（パルス数/1 回転）である。

2.3 浸漬対策

駆動部は水中での使用であることから、加工液の浸入を防ぐ為のシール処理は重要な課題である。

その対策として、チャックと本体の隙間にはオムニシールを用いた。オムニシールは U 字型に精密機械加工されたテフロンカバーの中に、耐食金属スプリングを組込んだ構造となっている。低圧時には金属スプリングの弾性で、高圧時にはテフロンカバーのリップ部分がシール面を押さえつけてより確実に水の浸入を防ぐ。

駆動部と制御部をつなぐ配線のシールはケーブルグランドを用いた。本体とパッキンケースは Oリングでシールされ、テーパ状のゴムスリーブをカバーナットでネジ込むことによりコードはシールされる。また、本体とフタとのシールにはフタ側に Oリング用の溝加工を施した。

2.4 製作と組み立て

製作した装置駆動部の概観を図 3 に示す。駆動部の本体は、軽量化をはかるためジュラルミン製でブロックから削り出し、耐食性や耐摩耗性を向上させる目的でアルマイト加工処理を施した。また本体のフタは、水が浸入した場合にすぐに確認が出来るよう、プラスチックの一種で強度、耐熱、透過性に優れたポリカーボネイトを使用した。

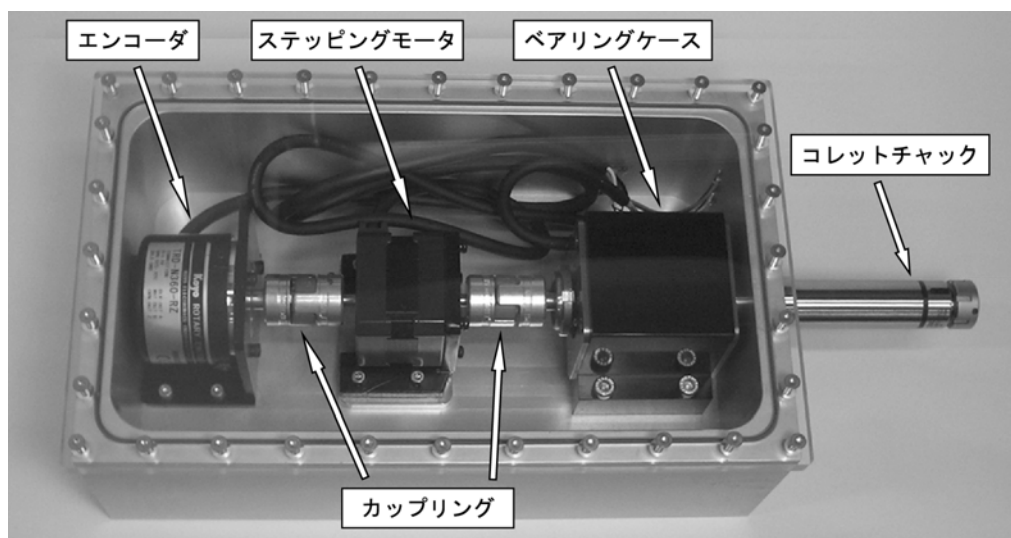


図 3. 製作した駆動部の外観

エンコーダなど各 부품の本体への組み立ては、回転軸が水平かつ平行になるよう慎重に行ったが、シャフトを回転させるとかなりの抵抗があったので、いったん分解し、以下の調整を行った。

まず、本体をマシニングセンタのバイスに固定し、付属のタッチプローブで各位置の高さを計測した。オムニシールグランド（取付け用の穴）とシャフトとの隙間は上側 103 μm 、下側 62 μm であるはずだが、ケースを固定するボルトを締めこむと抵抗が生じた。そこで本体とケースの間に厚さ 30 μm のステンレス箔を挟んで再度締め込んでみたが、抵抗は変わらなかった。さらに 30 μm の箔を重ねたところ、スムーズに回転した。シャフトの振れは最小分解能 1 μm のピッグゲージで測定した。測定距離は 50mm である。前後方向の振れは 0 だが、上下方向では本体側を 0 とすると先端側で+11 μm であった。ベアリングの予圧調整が不十分であると考えられ、再度調整を行った。

3. 装置制御部の設計・製作

制御部のシステムは、ステッピングモータユニット RK543BA のドライバ部およびマイクロ CPU PIC 18F2431 で構成されている。機能として、

- ① 連続回転-----回転方向の指定と回転数の設定
- ② 角度指定回転-----回転方向の指定と回転角の設定および原点からの累積した角度の表示

である。ここで②は前述したエンコーダの採用で可能になった。

作製した制御部の外観を図 4 に示した。写真では若干見難いが、装置左右にある液晶表示部は、二段に表示が出来るようになっている。図中左の表示部は連続回転で、その下についているボリュームで回転数を設定する。ボリュームは 1 クリック 50 回転で最大 1500 回転まで設定ができるようにした。液晶の下段に設定した数値、上段には実際の数値が表示される。右は回転角度で、直下のボリュームは 1 クリック 0.5 度で 0 から 359.5 度まで設定可能である。液晶は下段に設定値、上段には原点からの角度を表示する。またワークの回転方向は、ボリューム下のプッシュボタンで時計方向（左）、反時計方向（右）の選択が出来るようになっている。なお、中央のボタンは回転中止のボタンである。



図 4. 制御部の外観

まとめ

本研修において、新しい WEDM に付加する精密加工に特化したコンパクトで浸漬タイプの旋削装置を設計・製作することができた。しかし研修時間の都合上、装置は完成したものその評価にまでは至っていない。今後装置の精度検証を行うとともに加工実験を行い、加工に最適な条件を見つけ、業務に使用したいと考えている。これらの諸結果については別の機会に報告する予定である。

参考文献

- 1) 御厨・中西, ワイヤ放電加工機用旋削加工装置の製作と評価, 平成 15 年度高エネルギー加速研究機構技術研修会報告集, 平成 16 年 2 月, pp.1-11.