

ワイヤ放電加工による工作実習

長坂 明彦*・和田 一秀*・伊藤 充*・羽賀 文夫**
小林 茂夫**・関 廣治**・深井 郁夫**・三尾 敦**

Effect of Wire Electric Discharge Machining on Practice of Manufacturing Processes

Akihiko NAGASAKA, Kazuhide WADA, Mitsuru ITO, Fumio HAGA,
Shigeo KOBAYASHI, Hiroji SEKI, Ikuo FUKAI and Atsushi MIO

The effect of Wire Electric Discharge Machine (WEDM) on practice of manufacturing processes was investigated. A wide-angle tapered machining of WEDM can be achieved with great accuracy (10° for workpiece 100mm thick). At Nagano National College of Technology courses on engineering practice are important in the education of skilled engineers. Many graduates of the department of mechanical engineering are involved in the fields of design, development and production, so it is very important for them to have manufacturing experience. In the lower grades they learn fundamental methods of making things, and in the upper grades they advance to higher levels of processing or applied practice. In fact, in the 4th grade they can easily bring a Numerical Control (NC) language to completion and are training on WEDM for 6 hours. The workshop was equipped for education in mechatronics with WEDM, CNC and Machining Center (MC) to match the highly developed and complex technology today.

キーワード：ワイヤ放電加工，数値制御，テーパ加工

1. はじめに

本校の実習工場において，ワイヤ放電加工機（WEDM）による機械工学科・工作実習が開設され，1995年度（平成7年度）の機械工学科3年と本年度（平成9年度）の機械工学科4年で2年目を迎えた。また，WEDMは1993年度（平成5年度）に導入され，1994年度（平成6年度）から公開講座・中学生のための「ものづくり」体験実習をWEDMを利用して開催してきた¹⁾。本年度で公開講座は4年目を迎え，延べ56人が受講した。さらに，（財）素形材センター主催の第3回「ものづくり」コンテストにWEDM支援による作品を出品した。それぞれの取組みを通してWEDMの効果について検討した。

2. WEDMの取組み

2-1 工作実習

機械工学科4年の工作実習では，2h×3週の6hでWEDMのショップを学習する。ショップは4～5人で行い，最初の2h（第1週）は数値制御（NC: Numerical

Control) プログラムの説明とプログラム作成を修得する。G01（直線補間），G02およびG03（円弧補間），A（テーパ加工）などについてである。第2週，第3週の4hで課題の加工を実施する。プログラム入力と加工段取り（端面位置出し，テーパ設定）に2人ずつに分散して実習する。プログラムデバッグとしてドライランによりボールペン書きを併せて行う。加工物はみかきSS400（75mm×250mm×12mm）を使用し，加工時間は約60分である。また加工は多数個取りしている。以下にWEDM工作実習資料の一部を示す。

-----WEDM工作実習資料-----

(1) ワイヤカット加工

ワイヤ放電加工とは直径0.1mm～0.3mmの細いワイヤ電極線（主に真ちゅう）を用い，加工物を2次元形状にくり抜いていく加工で，一般の機械加工とは異なり，電気的な放電現象を利用しています。ワイヤ電極線と加工物との間に電圧をかけて（通常，ワイヤ電極線が－，加工物が＋）その間

* 機械工学科

** 学生課実習係

原稿受付 1997年10月31日

に微小な放電を繰返し起こさせ、加工物を少しずつ溶かしながら加工を進めていきます。

・通電性の有る金属ならどんな硬いものでも加工することができます。

・複雑形状のものでも簡単に加工することができます。

と言った特徴があり、最近では制御装置および、機械部の改良により加工精度や加工速度が飛躍的に向上し、精密金型、部品加工への分野にも多く使われます。

(2) 機械操作手順

- ① 電源投入（システムのローディング、機械原点の設定）
- ② プログラムの作成（入力、編集、描画、保存、呼び出し）
- ③ ワイヤの垂直出し
- ④ 加工物（ワーク）の取り付け
- ⑤ テーパー加工の設定入力（プログラムにより入力）
- ⑥ 位置決め
- ⑦ ドライランチェック（プログラムの確認）
- ⑧ 加工（プログラムの実行）

使用したワイヤおよび加工物について示す。

ワイヤ材質：黄銅

ワイヤ直径：0.2mm

加工物の材質：SS400

板 厚：12mm

(4) ワークの取付け

垂直出しをして、平行にワークを取り付けた。また、ワーク電極間の干渉防止のため、開放加工とした。

(5) プログラム入力

汎用工作機械では、人がハンドルを操作し、テーブルを移動しますが、NC工作機械では、人の代わりにコンピュータがモータに信号を送り、テーブルを動かして加工を進めていきます。但し、その為には予め、動き方を機械に指令しておかなければなりません。機械に動き方を指令する命令文を、NCプログラムと言います。NCプログラムは、人が普段使用する言語ではなく、機械言語と座標値によって構成されます。この機械専用の言語をNCコードと言います。今回の機械で使用しているNCコードを大別すると以下の通りになります。

Gコード → 機械の基本動作指令及び座標に関する指令

Mコード → 補助機能

Tコード → 機械部スイッチのON・OFF指令

Cコード → 加工条件の呼び出し

Hコード → 補正量（オフセット量）の指令

その他のコード → A（テーパー角度）

R（コーナーR機能）

RX, RY（図形回転角度）

Cコード（加工条件を選択するコードでアドレスCに3桁以内の数字を入力

I, Jについて

I, Jとは、円を描く時にNCに指令（プログラム）を与える変数である。

円を描くプログラムには、

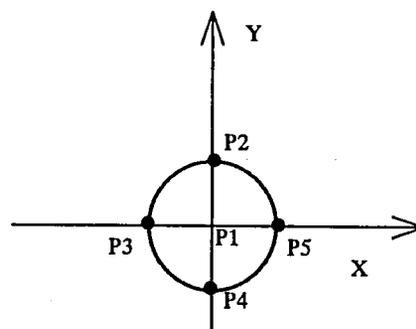
G02（時計回り）、G03（反時計回り）、X, Y, I, Jの記号が必要になる。

【注意】 ※ 円弧が円（360°）になる場合は2回に分けて（1回180°）描く。

※ 180°以上でも360°未満場合は1回で描く。

【プログラム例】 P1→P2→円（一周）→P2
→P1のプログラムを作る。（図1）

```
G92      X0      Y0 ;
G01      Y20.0 ;
G03      Y-20.0 I 0 J20.0 ;
          Y20.0 I 0 J20.0 ;
G01      X0      Y0 ;
```



P1=(0,0)=X0 Y0

P2=(0,20)=X0 Y20

P3=(-20,0)=X-20.0 Y0

P4=(0,-20)=X0 Y-20.0

P5=(20,0)=X20.0 Y0

図1 軌跡例・座標

T84;
G51 A0 G42 H005 C410G01 Y6.0;
H180 M98 P0001;

T85;
G52 A0 G41 H005 C611G01 Y6.0;
H113 M98 P0002;

G51 A0 G42 H005 C641G01 Y6.0;
H108 M98 P0001;

M00;
C410;
G01 X-2.0 Y7.0;
T85;
M02;

N0001;
G01 X-2.0 Y6.0;
A1.0 G01 X-6.0 R0.2;
A0 Y1.5 R0.2;
X-2.598 R0.2;
G02 Y-1.5 I2.598 J-1.5 R0.2;
G01 X-6.0 R0.2;
Y-6.0 R0.2;
A1.0 X6.0 R0.2;
A0 Y-1.5 R0.2;
X9.402 R0.2;
G03 Y1.5 I3.0 J1.5 R0.2;
G01 X6.0 R0.2;
Y6.0 R0.2;
A1.0 X2.0 R0.2;
A0 G50 H005 G40 G01 Y7.0;
M99;

N0002;
G01 X2.0 Y6.0 R0.2;
A1.0 X6.0 R0.2;
A0 Y1.5 R0.2;
X9.402 R0.2;
G02 Y-1.5 I3.0 J-1.5 R0.2;
G01 X6.0 R0.2;
Y-6.0 R0.2;
Y-6.0 R0.2;
A1.0 X-6.0 R0.2;
A0 Y-1.5 R0.2;
X-2.598 R0.2;
G03 Y1.5 I2.598 J1.5 R0.2;
G01 X-6.0 R0.2;
Y6.0 R0.2;

A1.0 X-2.0 R0.2;
A0 G50 H005 G40 G01 Y7.0;
M99;

3. 公開講座について

1994年度(平成6年度)から公開講座・中学生のための「ものづくり」体験実習を開催してきた¹⁾。本年度で夏休み中の公開講座は4年目を迎え、延べ56人(内女子10人)が受講した。(表1)

コース2Aは自作のデザイン・イラストを加工したブックスタンド等の作品を製作する。WEDMについてわかりやすく解説したあと、自作のデザイン・イラストから座標値を読み取り、NCプログラムを作成し、ワイヤカット加工、仕上げ加工、折曲げ加工を経て完成するまでの全工程の体験実習ができるコースである。

コース2Bはデザイン・イラストが加工されたブックスタンド等の作品を製作する。WEDMについてわかりやすく解説したあと、実際の加工を見学し、既存のデザイン・イラストをワイヤカット加工した材料から、仕上げ加工、折曲げ加工を経て完成するまでの工程(コース2Aの後半の工程)の体験実習ができるコースである。

受講生の熱心な取組みを通して、受講人数の多少に限らず今後のWEDM継続の必要性を痛感した。なお、本年度は機械工学科4年生1人にWEDM支援をお願いした。

表1 WEDM受講人数

年度	コース2A	コース2B	計
平成6年度	—	26 (6)	26 (6)
平成7年度	6	2	8
平成8年度	6	6 (3)	12 (3)
平成9年度	3	7 (1)	10 (1)
計	15	41 (10)	56 (10)

() は女子の参加人数

4. 「ものづくり」コンテストについて

平成9年度11月26～29日に「97新素材フェア」がパシフィコ横浜で行われた。その会場内で(財)素材センター主催の第3回「ものづくり」コンテストの短大・高専・専門学校部門に「長野

