

ワイヤ放電加工の断線防止対策について ～断面が凹形状の薄板のワイヤ放電について～

鎌田 和彦*

φ0.2の黄銅線を用いてワーク断面形状が凹形状の薄板材のワイヤカットを試み、加工条件について検討した。その結果、上部ノズルが高く、加工液流量が少なく、ワーク下部に段差があるとワイヤ断線しやすいこと、またワーク段差部分に生じるワイヤ断線は、加工条件過大による集中放電等によるものであることがわかった。

1. はじめに

断面が凹凸形状の薄物小物部品の機械加工は、バイスによるワーク固定や切削力によるワーク変形を避けるため、ワーク形状よりも大きい薄板材料をマシニングセンタ等でポケット加工した後、ワイヤ放電加工により製品形状に切り取る方法が取られている。

しかしながら、凹凸形状のある薄板材のワイヤ放電加工は、板厚の急激な変化からワイヤが断線しやすく、加工条件の設定が難しい。

本研究では、凹形状の薄板材料をワイヤ放電加工機によるカット(切断)を行い、加工条件について検討したので報告する。

2. 実験方法

実験はφ0.2mmの黄銅線を用いて、ワイヤ放電加工機(三菱電機(株)製BA-8)の加工モードを適応制御の薄板モードに設定して行った。このモードは、通常、板厚が5mm以下の薄板で板厚変化があるワーク加工や上部ノズルをワーク上面に密着できない等の理由で加工液の液圧状態が悪い場合に使用される。

そして、図1に示す①②③の3種類の断面形状のSUS304板材を写真1のようにそれぞれカットを試み、カット可能な加工条件(上部ノズル高さ、加工液流量及び加工速度)について検討を行った。

なお、加工速度は適応制御のため、自動的に最適加工速度になるように変化するが、加工状態に合わせて手動で微調整は可能であり、実験は速い(約7mm²/min)、標準(約6mm²/min)、遅い(約5mm²/min)の3つの速度について行った。

表1に実験条件、写真2に適応制御の薄板モードに設定した操作パネルの状況、写真3に実験の様子を示す。

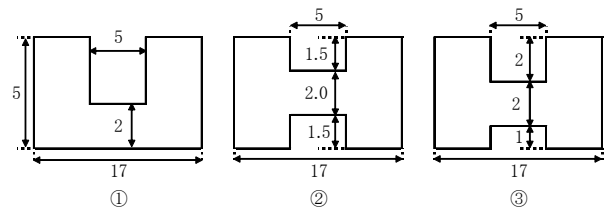


図1 断面形状

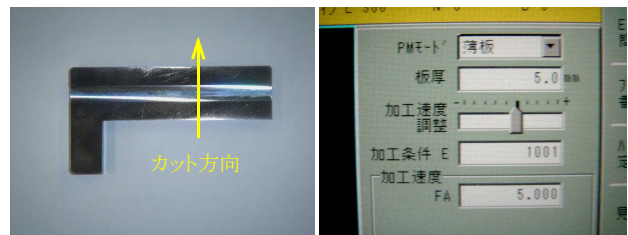


写真1

写真2

表1 実験条件

断面の形状	上部ノズル高さ (ワーク上面を0mm)	加工液の流量 (L/min)	加工速度
①・②・③	0.2・5・10	5.0・7.5・10.0以上	速い・標準・遅い

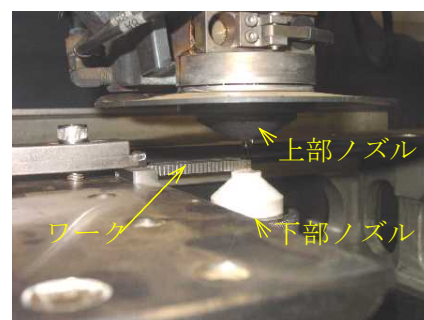


写真3 実験の様子

*技術支援課 主任研究員

3. 実験結果及び考察

表2に断面形状①の実験結果を示す。

断面形状①の場合は、加工液流量 5L/min、7.5L/min の場合はカットできなかったが、加工液流量 10L/min 以上の場合は、上部ノズル高さ 10mm 加工速度が速い場合を除いてカットできた。

ワイヤの断線は、加工条件によりワイヤがワーク加工に入った早い段階（板厚 5mm の部分）で断線する場合と板厚 5mm から板厚 2mm に変化する段差部分に入ったときに断線する場合があります。早い段階の断線はジュール熱で過熱したワイヤの冷却不足により生じ、段差部分の断線は過大な加工条件のために生じたものと推察される。

写真4に機器操作パネルのモニタ画面に表示されたカット可能であった上部ノズル高さ 5mm、加工液流量 10L/min、加工速度が標準の場合の加工速度の変化（緑色の線）を示す。

写真4から5mmの板厚部分の加工速度は比較的安定しているが、2mmの板厚部分では加工速度が大きく変動している。これは加工エネルギーがやや過大なため、ワーク中で集中放電が頻発しているためと推察される。写真5に断面形状①の実験後の試料例を示す。

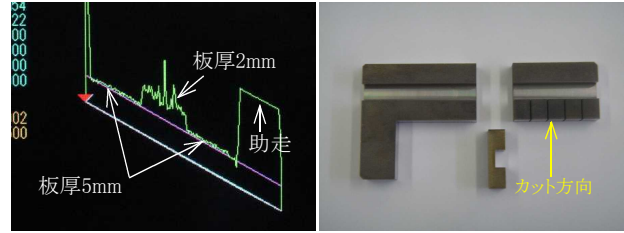


写真4

(縦方向は、加工速度)

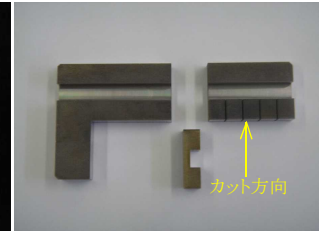


写真5

次に表3に断面形状②の実験結果を示す。

断面形状②の場合は、全ての加工条件でカットできなかった。カットできなかった主な理由として、試料断面下部の段差が影響し、ワーク中で集中放電や気泡滞留、放電頻度の増加が生じて断線したものと推察される。

写真6に機器操作パネルのモニタ画面に表示された上部ノズル高さ5mm、加工液流量10L/min、加工速度が標準の場合の加工速度の変化を示す。

この写真からワイヤが段差部分に入って直ぐに集中放電が生じて断線になったことがわかる。

写真7に断面形状②の実験後の試料例を示す。

表2 断面形状①の実験結果

断面形状	上部ノズル高さ (mm)	加工液流量 (L/min)	加工速度 (速い・標準・遅い)	加工結果 (可は○、断線は×)
<p>①</p>	0.2 (密着)	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		10.0以上	速い	○
			標準	○
			遅い	○
	5.0	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		10.0以上	速い	○
			標準	○
			遅い	○
	10.0	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
10.0以上		速い	×	
		標準	○	
		遅い	○	

表3 断面形状②の実験結果

断面形状	上部ノズル高さ (mm)	加工液流量 (L/min)	加工速度 (速い・標準・遅い)	加工結果 (可は○、断線は×)
<p>②</p>	0.2	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		10.0以上	速い	×
			標準	×
			遅い	×
	5.0	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		10.0以上	速い	×
			標準	×
			遅い	×
	10.0	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
10.0以上		速い	×	
		標準	×	
		遅い	×	

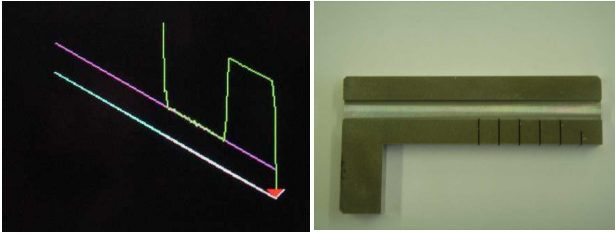


写真6



写真7



写真8



写真9

表4に断面形状③の実験結果を示す。

断面形状③の場合は、加工液の流量が10 L/min以上で加工速度が標準又は遅いときにカット可能であったが、上部ノズル高さ10mmではカットできなかった。

表4 断面形状③の実験結果

断面形状	上部ノズル高さ (mm)	加工液流量 (L/min)	加工速度 (速い・標準・遅い)	加工結果 (可は○、断線は×)
<p>③</p>	0.2	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
	10.0以上	速い	×	
		標準	×	
		遅い	○	
	5.0	5.0	速い	×
			標準	×
			遅い	×
		7.5	速い	×
			標準	×
			遅い	×
10.0以上		速い	×	
		標準	○	
		遅い	○	
10.0	5.0	速い	×	
		標準	×	
		遅い	×	
	7.5	速い	×	
		標準	×	
		遅い	×	
	10.0以上	速い	×	
		標準	×	
		遅い	×	

上部ノズル高さ10mmでカットできなかった理由として、上部ノズルが高くなると加工部分に供給される上部ノズルからの加工液の液圧が低下し、ワーク中に気泡滞留を生じてワイヤ断線が生じたものと推察される。

写真8に機器操作パネルのモニタ画面に表示された上部ノズル高さ5mm、加工液流量10L/min、加工速度が標準の場合の加工速度の変化を示す。

写真9に断面形状③の実験後の試料例を示す。

4. まとめ

凹断面形状の薄板材料のカット実験を行い、加工条件について検討したところ、次のことがわかった。

- (1) 上部ノズルを高くすると加工隙間に供給される加工液圧が低下し、ワイヤ断線しやすい。
- (2) 加工液流量を多くしないとワイヤの冷却が不足し、ワイヤが断線しやすい。
- (3) ワーク下部形状に段差があるとワイヤが断線しやすい。
- (4) ワーク段差部分のワイヤ断線は、集中放電等の過大な加工条件により生じると考えられる。

5. 参考文献等

- 1) 機械メーカ 取扱説明書
- 2) (財)機械振興協会 技術研究所
加工技術データファイル 基礎編 特殊加工