

精密ウォータージェット加工技術の研究*

川越 新吾*¹

Study on Precision Cutting technique by Water Jet Machining

Shingo KAWAGOE

ウォータージェット加工は、様々な材料の加工に適応できるという特徴を持っている。その特徴に加えて高能率化、高精度化を図ることにより、新分野進出や高品質、高機能製品製造を進めることが期待できる。本研究は、ウォータージェット加工における高精度化のために、新たな位置決め技術について検討を行ったので報告する。

キーワード：ウォータージェット、位置決め法

1 はじめに

近年、金属加工業においては、より精度の高い加工技術が求められる一方、チタン、ニッケル等の難削材の加工が魅力的な進出分野として考えられている。このような中、ウォータージェット加工は水の力を利用して加工を行うため、刃物加工や熱加工と比較して金属の種類を選ばず加工することができ、熱の発生が少ないため歪が生じにくい利点がある。このような利点を生かすことで新分野進出や高品質・高機能製品製造をターゲットとすることが可能となる。

現在、ウォータージェット加工の課題としては、切断加工の高能率化、高精度化という点があり、精密加工のための高精度な位置決め手法が必要とされている。

ウォータージェット加工の切断速度はレーザー加工とワイヤ放電加工の中間でありながら、その形状精度が両者よりも1桁以上劣ることから改善が求められた。ウォータージェット加工はワイヤ放電加工と比較すると、材料板厚という観点からは同等の厚みのものを切断でき、加工速度は上回る。またレーザー加工と比較すると数倍の厚みの材料を切断することが可能であり、歪みの発生も

少ない。

一般的に言われているウォータージェット加工の精度は0.1mmオーダーである。しかし、これ以上の精度で、かつ、できるだけ短時間で加工を行うことが求められている。本研究は、CNCウォータージェット加工における高精度な加工につながる位置決め技術を向上するための手法検討を目標に取り組んだ。

2 実験方法

2-1 実験装置及び試験片

本実験では、(株)フロージャパン製APL-100P-P型CNCウォータージェット加工機を用いた。加工機性能を表1に示す。

試験片はステンレス板（SUS304、板厚1.0mm）を用いた。

表1 加工機性能

最大圧力 [MPa]	350
ノズル送り速度 [mm/min]	0 ～ 5000
加工エリア [mm]	1000 × 1000
テーブル面とノズルの距離 [mm]	0 ～ 300

2-2 実験条件

実験条件は、噴射圧力300MPa、加工速度10.0mm/min、ノズル組み合わせ0.33/1.0mm、被削材とノズル先端との距離1.0mm、研磨材はガ

* 精密ウォータージェット加工技術の研究(第2報)
(集積活性化支援特定中小企業強化事業)

*1 機械電子・デザイン部

ーネット#80を用いた。

2-3 機器精度確認

加工実験を行うにあたり、まずレーザー干渉測長器により機器精度を確認した。この際、JOGモード(手動移動モード)におけるノズル移動距離が0.1、0.5、1.0mmの3ステップしかなく、ミクロン単位でノズルを動かすことができなかったため、ミクロン単位での移動を可能にするために、NC制御におけるマクロプログラムを作製した。

2-4 試験片固定治具

試験片への振動をできるだけ少なくするために正方形試験片の4片をすべてボルトで固定、位置決めの際の原点設定を考慮した固定治具を作成し、使用した。

2-5 位置決め法

2-5-1 位置決め顕微鏡による位置決め

位置決め手順

- 1) ジェット噴射により基準点を加工する(ノズル位置確認)。
- 2) 位置決め顕微鏡(接眼レンズ×20、対物レンズ×2)を加工ヘッドに取り付け、顕微鏡中心が基準点に一致するように移動させ、ノズルと顕微鏡との相対位置関係を求める(図1)。
- 3) 加工目標点に位置決め顕微鏡を移動させて位置確定後、相対距離だけノズルを移動させる。



図1 位置決め顕微鏡による位置決め

2-5-2 位置決め治具による位置決め

位置決め手順

- 1) ダイヤルゲージを用いた治具(以下、位置決め治具)を試験片固定治具上、X軸またはY軸方向に平行にセットする。
- 2) アブレイシブノズルを位置決め治具のダイヤ

ルゲージに接触させることにより、治具の座標原点とノズルの位置関係をX Y軸方向について求める(図2)。

- 3) 加工目標点にノズルを移動させる。



図2 位置決め治具による位置決め

2-6 評価方法

- 1) 機器精度評価はレーザー干渉測長器を用いて機器の移動距離を実測し、所期値と実測値を比較検討した。
- 2) 位置決め技術については、前記2通りの手法でノズルを目標点に位置決めし、円加工($\phi 5.0$)を実施した。さらに基準点と円の中心との距離を工具顕微鏡により計測、所期値と実測値を比較検討した。

3 結果及び考察

3-1 機器精度の評価

レーザー干渉測長器により測定した実測値と所期値を比較したところ、ノズル移動距離に誤差が発生することが分かった(図3)。実測による機器精度は0.02mm以下であることが分かった。

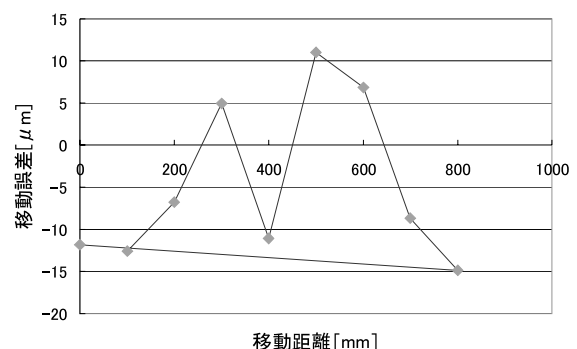


図3 機器精度の評価

3-2 位置決め法の評価

3-2-1 位置決め顕微鏡による位置決め法の評価

位置決め顕微鏡による位置決めを実施、所期値と実測値を比較した。その結果、0.07mm程度以下の精度で加工できることが分かった。加工誤差分布状況を図4に示す。

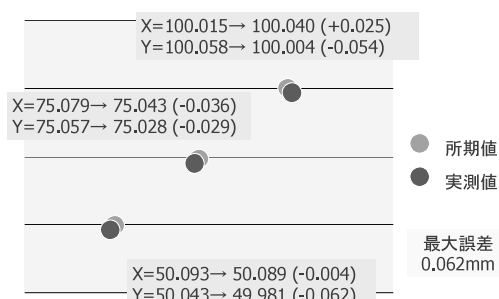


図4 位置決め顕微鏡を用いた位置決め

3-2-2 位置決め治具による位置決め法の評価

位置決め治具による位置決めを実施、所期値と実測値を比較した。加工誤差分布状況を図5に示す。その結果、Y方向に0.1mm以上の誤差を生じていることが分かる。

位置決め治具による位置決め精度の手順検討の際に、位置決め誤差を生じる要因として、ノズルユニット摺動部機構の上下運動の際に生じるノズル傾きの変化と、アブレイシブノズルを固定する際に生じるノズル傾きの変化が考えられた。前者はノズルユニット摺動部のバックラッシュをなくすことで改善できたため、後者について検討した。アブレイシブノズルを取付けた後、ダイヤルゲージを用いてノズル自体の傾きを調査した結果、取付け方により、0.1mm程度X方向、Y方向、いずれか、もしくは両方に傾いていることが分かった。取付け方によってその方向は異なるが、事前に傾きの方向を確認して補正することで、0.1mm以下の精度で位置決めできることが分かった。

また、座標系を変えずに試験片を変えてY方向に0.1mm補正して加工した補正後の加工分布状況を図6に示す。その結果、0.1mm以内の精度に収まることが分かった。

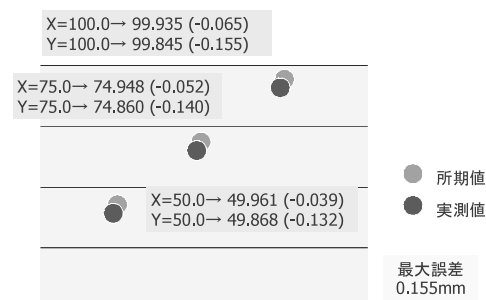


図5 位置決め治具による位置決め

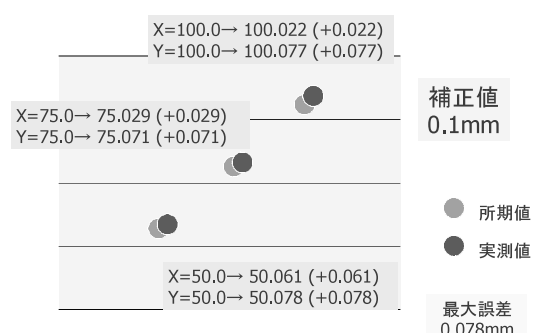


図6 位置決め治具による位置決め（補正後）

4 まとめ

ウォータージェット加工の特徴を生かし、新分野進出や高品質、高機能製品製造をすすめる上で、切断加工の高能率化、高精度化の中で位置決め技術による精度向上という課題に取り組んだ。

- 1) 機器精度の確認実験においては、ノズル移動誤差に正負の周期性があり、その移動による機器精度は0.02mm程度であることが分かった。
- 2) 今回検討した位置決め法による位置決め精度を比較すると、位置決め顕微鏡の方が安定して高精度な位置決めができることが分かった。また、どちらの手法を用いても加工目評点が明らかであるワークにおける加工が容易になり、ともに0.1mmより優れた精度で位置決めし、加工を行うことが可能となった。

5 参考文献

- 1) 竹山隆仁, 宮崎県工業技術センター・宮崎県食品開発センター研究報告, 46, 107 (2002)