

ウォータジェットによる CFRP 加工効率化に関する研究 (第1報)

西村 太志、小河 廣茂

A study of abrasive water jet to cut CFRP structures efficiently (I)

Futoshi Nishimura and Hiroshige Ogawa

ウォータジェット加工機は添加する研磨剤等により運転経費が高いため、これまで一般的には利用されていなかった。しかし、硬い金属でも柔らかい樹脂でも加工できる汎用性の高さから、今後の利用拡大が期待される。本研究ではウォータジェット加工機による加工面の精度を評価するため、表面粗さとバリの高さを調べた。厚さ50mmまでの材料であれば表面粗さはフライス削り程度の粗さになることが確かめられた。延性の高い材料ほど、バリの高さも大きくなることが分かった。

1. はじめに

経済産業省平成24年度補正予算事業「地域新産業創出基盤強化事業」により当所に設置されたウォータジェット加工機は高圧の水を細いノズルから噴射した噴流に研磨剤を添加して金属などの切断や穿孔が可能な加工機である。研磨剤が比較的高価であるが、①材料の変形・歪が少ない、②発熱しないので熱影響がない、③水で濡れるので粉じん飛散がない、④任意の点で加工開始・終了ができるなどの他の加工にない特徴を併せ持つ。このような特徴から炭素繊維を積層させた炭素繊維複合材(以下、CFRP)などへの適用が期待されるが、本報では金属の加工特性を明らかにする。

松井ら¹⁾は約200MPaで170mm厚のSUS304を切断し、目視による切断面の観察から、他の切断法との優位性を述べている。清水ら²⁾がジェットの水滴速度を測定し、断面の傾きと研磨剤量の関連を指摘している。沢村ら³⁾は水滴と研磨剤それぞれの速度を測定し、加工量の大きくなる研磨剤添加量を考察している。しかしこれまでのところ、切断面の仕上がりについて数値的な評価はあまり行われていない。

本研究では様々な金属材料をウォータジェット加工機で切断し、その断面粗さやバリの大きさ、断面の傾きを測定する。これらからウォータジェット加工機の仕上がりを数値的に評価する。

2. 実験

2.1 ウォータジェット加工機

図1にウォータジェット加工機で材料を切断している様子を示す。加工機はFlow製 FlowMach3 1313b-XDであり、最大圧力350MPaに加圧した水を0.254mmのノズルから噴射し、これに研磨剤を添加している。

2.2 切断サンプル

図2に加工面の粗さ、傾きを調べるための試験片を示す。赤で示した面を切断する。材質はSUS303, SS400, S45C, A2017, A5052, 純チタンである。図には示さないが、



図1 チタン切断の様子

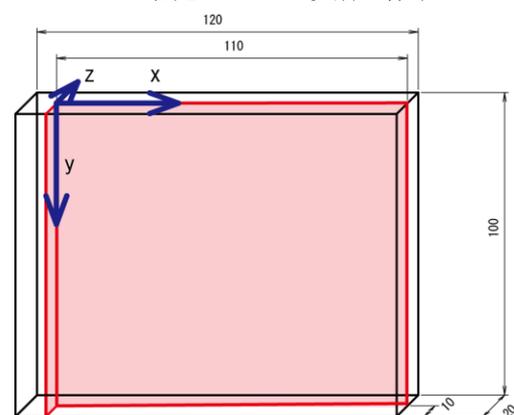


図2 切断サンプルの寸法

厚さ1mmのSUS304,A5052,純チタンをJIS Z 2241の13B号試験片に加工し、発生したバリ高さを調べる。

2.3 硬さ、表面粗さ、バリ高さの測定

硬さ測定には(株)アカシ製AVK-C0を用いる。表面粗さ測定にはテイラーホブソン(株)製フォームタリサーフシリーズ2 S4Cを用いる。バリ高さ測定には(株)キーエンス製レーザ変位計LK-G5000(±3mm,繰り返し精度0.02μm,スポット径25μm)を用いる。

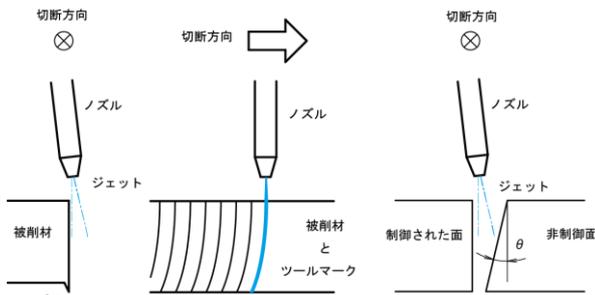


図3 バリ・ツールマーク・面の傾き

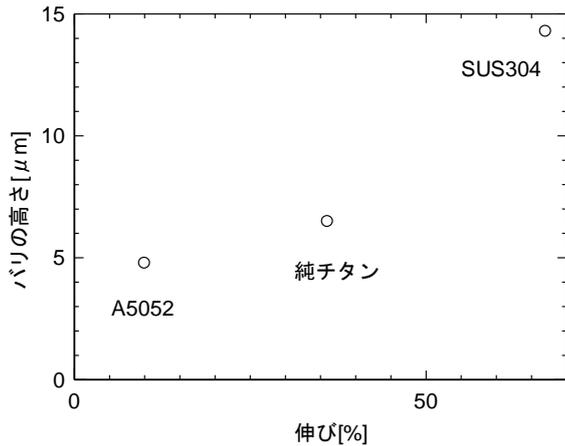


図4 バリの高さと材料の破断伸びの関係

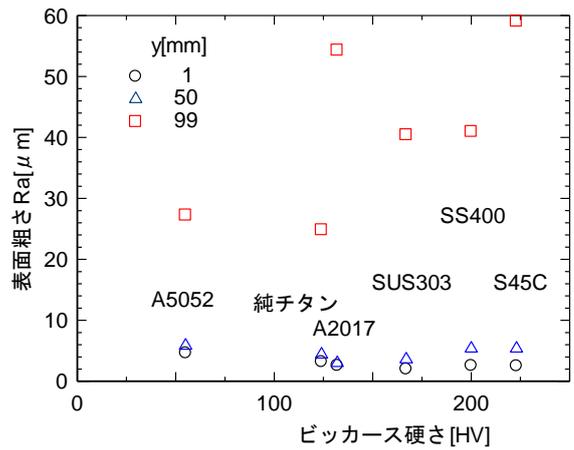


図5 表面粗さと材料硬さの関係

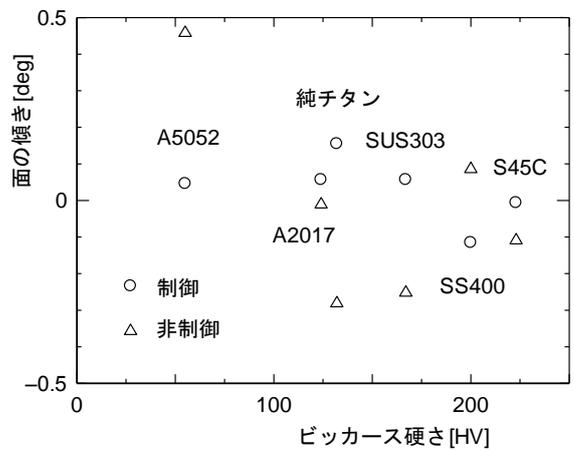


図6 切断面の傾きと材料硬さの関係

3. 結果及び考察

3.1 バリ高さ

ウォータージェット加工では図3左側に示すようにバリが発生する⁴⁾。薄板は切断後にそのまま板金加工や溶接されることが多く、バリが問題となる。図4に薄板のバリの高さと引張り試験から得られる破断伸びの関係を示す。破断伸びが大きい材料ほどバリが高いことがわかる。

3.2 切断面の表面粗さ

笹原⁵⁾が指摘しているように、ウォータージェット加工では厚い材料ほど噴流の直進性が失われ、切断面の粗さが大きくなる(図3中)。厚板から部品の荒取りを行った後、マシニングセンタ等で仕上げられる。このため、表面粗さが注目される。図5に厚さ100mmの材料を切断したときの表面粗さ結果を示す。ノズルに近いところでは粗さが小さく、フライス削りの粗さ(一般に $Ra=0.8\sim 6.3\mu m$)に相当する。反対側では急激に大きくなり、火炎による切断($Ra=12.5\sim 25\mu m$)相当になっている。

3.3 切断面の傾き

ウォータージェット加工機では切断時間を短縮するため、傾き補正を行っている(図3右)。このとき製品側(傾きが制御された側)では断面が直角となる。残された側(非制御側)は任意の角度になる。この結果を図6に示す。どの材料でも制御側では直角になっていることがわかる。

4. まとめ

ウォータージェット加工機による加工面の仕上がりが明らかになった。

- (1) バリ高さは破断伸びの大きさに比例する。
- (2) 表面粗さはノズルから離れるほど大きくなる。
- (3) 傾き補正機能により切断面は直角になる。

【参考文献】

- 1) 松井ら, 溶接学会全国大会講演概要 第44集, pp.258-259, 1989
- 2) 清水ら, 日本機械学会論文集(B編) Vol.70, No.691, pp.629-639, 2004
- 3) 沢村ら, 日本機械学会論文集(B編) Vol.66, No.641, pp.50-56, 2000
- 4) 北嶋, バリ取り・エッジ仕上げ大全, 日刊工業新聞社, 2014
- 5) 笹原, 機械と工具 No.6, pp.10-16, 2010