

# ウォータジェット精密切断の可能性調査

玉川大学 工学部 機械工学科

助教授 岡井紀彦

(平成2年度研究開発助成 AF-90014)

## 1. 研究の背景

ウォータジェット切断法は、新材料や複合材料などをはじめとする難加工性材料の出現により、有力な切断技術として注目され、その適用分野を拡大しつつある。そこで種々の材料のウォータジェット切断における現象ならびに精度を明かにし、応用の可能性を検討した。その基礎的検討の具体的項目を下記に挙げる。

### (1) 切断条件の選定

Table 1 に示すウォータジェット切断特性に影響すると考えらる因子について切断可能性を検討する。

Table 1 ウォータジェット切断特性に影響する因子

分類	要因	効果例
高圧水	吐出圧力 吐出流量	ジェットのエネルギー (切断効率)
ノズル	管形状 先端寸法	ジェットの形状および径 (切断効率)
切断条件	ノズル移動速度 ジェット長 ジェット角	ジェットのエネルギー (切断効率)
アプレシヴ	種類 粒度 含有率	切断効率  切口精度
被加工材	切削性 組織構造	切断効率 切口精度

### (2) 切断時に生ずる不良現象の整理

Fig. 1 に示すウォータジェット切断装置 (東洋ガラス機械 (株) ハイドロカットシステム) により、性質の異なる種々の材料を切断し、その際に生ずる現象を詳しく観察する。例として18-8ステンレス鋼板の切断状況をFig. 2 に示す。

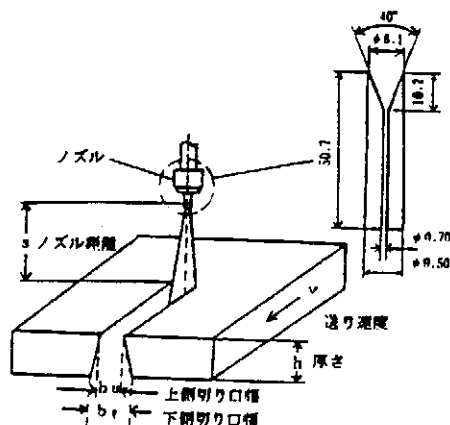


Fig. 1 ウォータジェット切断の概要

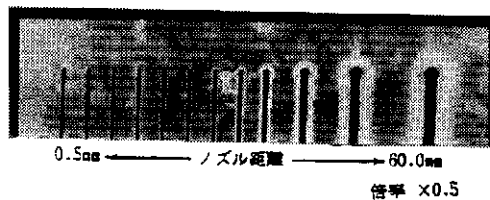


Fig. 2 切断例 (SUS304, 砥粒  $1.67\text{g} \cdot \text{s}^{-1}$ )

### (3) 切断面精度の検討

金属材料、プラスチック、ガラス繊維強化プラスチックを切断し、切断面の形状 (切口輪郭、切口幅、かえり) と切口近傍の表面粗さを明らかにする。

## 2. 研究成果の概要

本研究で得られた結果を要約すると次のようになる。

### 2.1 切断条件の影響

- (1) 非接触切断であるため、被加工材の形状や切断輪郭などの自由度が高い。例えば、極薄板から直径30mm程度の丸棒まで、同じノズルからジェットで切断できた。
- (2) 切断時の粉塵や溶融切断した場合に生ずる熱影響部は見られなかった。
- (3) 軟質材から難削材まで、また複合材などの混合体も適切な吐出圧力、砥粒含有量、ジェット長、切断速度の選択により切断可能であった。

### 2.2 切断時に発生する現象

切断時に発生した巨視的現象を観察した結果、以下の現象が見られた。その代表的なものを Table 2 に示す。

#### (1) 被加工材の表面

き裂、肌荒れ（小孔）、砥粒の食込み、切口幅の不良

#### (2) 切口の輪郭

切断未了、曲がり、だれ（縁損耗）、切口の傾斜、繊維の露出、内容物の変形、かえり

#### (3) 切口面

ドラグライン、小孔、砥粒食込み、溝・窪み、錆

### 2.3 切口面の切断精度

性質の異なる5種類の板材（冷延鋼板、18-8ステンレス鋼板、高力アルミニウム合金、ポリブ

Table 2 切断現象







現象	外 観	状 況
切断未了	 <p>材 質 SUS304 ノズル距離 20.0mm 砥 粒 0g・s<sup>-1</sup></p>	砥粒を混入しない場合に切断力不足で完全に切断できない。
繊維露出	 <p>材 質 AG-20 ノズル距離 0.5mm 砥 粒 0g・s<sup>-1</sup></p>	切断力不足のため含有繊維を切断できない。
だれ	 <p>材 質 SPCC ノズル距離 60.0mm 砥 粒 1.67g・s<sup>-1</sup></p>	砥粒などによって切口近傍表面が損耗する。
かえり	 <p>材 質 PP ノズル距離 20.0mm 砥 粒 0g・s<sup>-1</sup></p>	ノズル側の反対の表面にバリが発生する。
ピット (小孔)	 <p>材 質 AG20 ノズル距離 60.0mm 砥 粒 3.33g・s<sup>-1</sup></p>	砥粒が打込まれた痕跡または繊維などの残屑で切口面にも生ずる。
肌荒れ	 <p>材 質 A7075 ノズル距離 10.0mm 砥 粒 3.33g・s<sup>-1</sup></p>	ジェットの広がりにより切口表面が荒れる。

Table 3 切断条件

圧力/MPa	313.6
ノズル径/mm	0.8
切断速度/mm・s <sup>-1</sup>	0.83
ノズル距離/mm	0.5~60
砥粒の種類	ガーネット(混合砂) #120
砥粒含有量/g・s <sup>-1</sup>	0, 1.67, 3.33

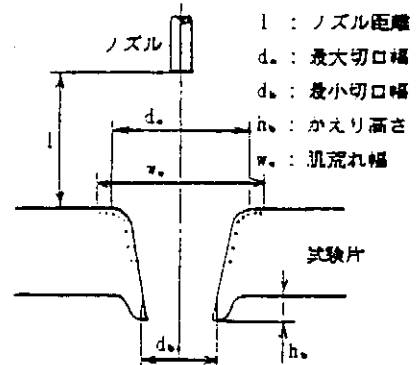


Fig. 3 切口輪郭の測定法

ロピレン、ガラス繊維強化ポリフェニレンサルフィド)をTable 3の条件で切断し、Fig. 3に示した切口輪郭および切口幅を測定した。その代表的結果をFig. 4~8に示す。

(1) 各種材料の切口輪郭

切口輪郭はノズル距離が小さく、砥粒の含有量が多いほど切口の傾斜が小さくなることが

わかった。(Fig. 4, 5)

(2) 切口幅とノズル距離の関係

砥粒を含有させないと高延性金属が切断されないこと、またノズル距離が小さいほど、切口幅はノズル径に近くなることがわかった。(Fig. 6)

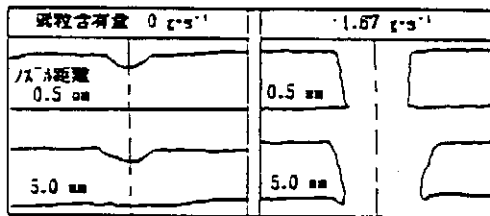


Fig. 4 18-8ステンレス鋼板の切口輪郭

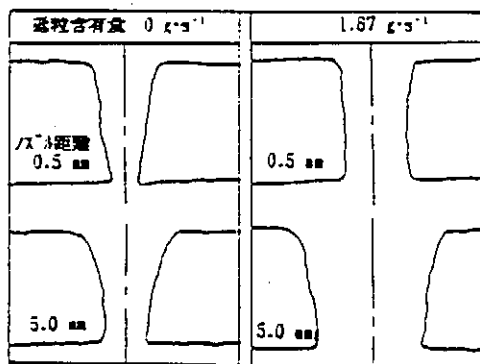


Fig. 5 ガラス繊維強化ポリフェニレンサルフィドの切口輪郭

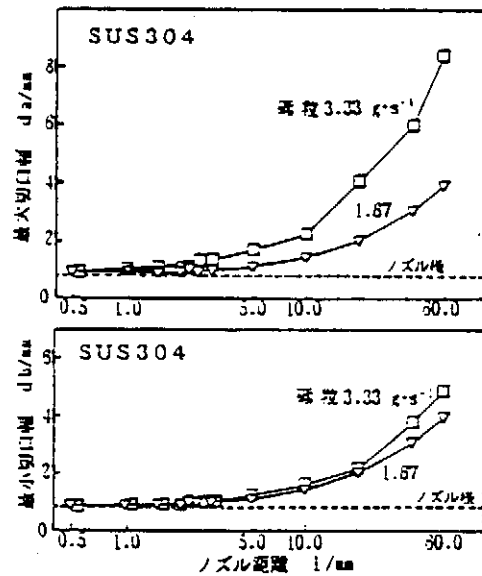


Fig. 6 18-8ステンレス鋼板の切口幅とノズル距離の関係

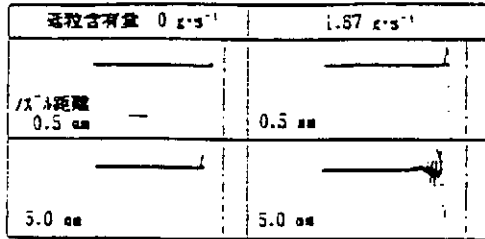


Fig. 7 18-8ステンレス鋼板のノズル側表面粗さ

- (3) ノズル側切断縁近傍の表面粗さ  
ノズル距離が大きく、砥粒を含有させた場合、ジェットのスラッシュにより切断縁の表面粗さは大きくなった。したがってノズル距離を小さくし、砥粒を含有させない方が良好な表面が得られた。(Fig. 7)
- (4) かえり  
ノズル距離が大きくなるほど、かえりは増大する傾向を示した。ノズル距離を小さくすると、

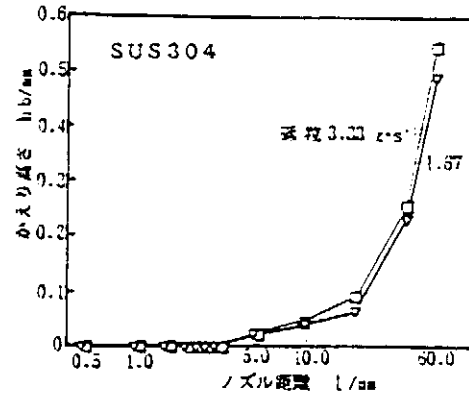


Fig. 8 18-8ステンレス鋼板のノズル距離に対するかえり高さ

かえりを零とすることも可能であった。(Fig. 8)

### 3. 本助成による研究発表論文

- (1) 町田輝史・岡井紀彦・益田誠也・川野弘勝・川角宗一郎・佐伯邦男：平3塑性加工春季講演論文集、(1991-5)、173.
- (2) 町田輝史・岡井紀彦・川野弘勝・佐伯邦男・平4塑性加工春季講演論文集、(1992-5)、53.