

ノート

# ステンレス鋼板のドライ小径せん断加工技術

玉置 賢次\*<sup>1)</sup> 中村 健太\*<sup>1)</sup>

## Dry small hole shearing of stainless steel sheet using dies with shear angle

Kenji Tamaoki\*<sup>1)</sup>, Kenta Nakamura\*<sup>1)</sup>

キーワード：せん断加工, ドライ加工, シャー角, ステンレス鋼板, 環境対応型

Keywords : Shearing, dry forming, shear angle, stainless steel sheet, environmental friendliness

### 1. まえがき

地球環境保護の観点から、塑性加工の分野においても環境負荷低減に向けた取り組みは必須となっている。特に、塑性加工で使用されている潤滑剤、および加工後の洗浄に伴う廃液が問題となっており、潤滑技術の開発、さらには洗浄の簡易化が急務となっている。この対策の一つとして、塑性加工用工具にトライボロジー特性に優れたセラミックスを適用し、潤滑剤を全く使用しない無潤滑塑性加工、すなわちドライ加工を実現させることが検討されている。これまでの研究<sup>(1)~(3)</sup>により、ドライ絞り加工については実現可能な段階に達しつつある。一方、せん断加工については未だ解決すべき多くの問題が存在している。

せん断加工のドライ加工化として、各種セラミックス工具を用いたφ5mmのドライ小径せん断加工の可能性について検討した。その結果、被加工材を冷間圧延鋼板 (SPCC)、板厚1.0mmとしたドライ小径せん断加工で連続10万回の加工を達成した<sup>(4)</sup>。また、被加工材をステンレス鋼板 (SUS304)、板厚0.5mmとしたドライ小径せん断加工についても検討したが、連続10万回の加工を達成することはできなかった<sup>(5)</sup>。

そこで、本研究では、被加工材をステンレス鋼板 (SUS304) としたドライ小径せん断加工の可能性について検討する。特に、ダイにシャー角を設けることによる最大パンチ荷重の低減を図る。

### 2. 実験方法

連続ドライ小径せん断加工試験には、図1に示す100kNのサーボプレス試験機を用いた。回転数は、50rpmとした。また、図2に金型構成図を示す。金型寸法は、ダイ内径5.0mm、パンチ直径4.92mmとした。ダイとパンチの間のクリアランスは、被加工材の板厚の約8%とした。ダイ刃先およびパンチ刃先には、チッピング防止のために0.1mmのRまたはC面取りを設けた。さらに、ダイにシャー角を設けた。シャー角は、シャー角無 (0°)、5°、10°の3種類を

準備した。図3に各ダイの外観写真を示す。

表1にダイの材料特性を示す。連続10万回を目指す際には、トライボロジー特性に優れたセラミックスを工具材料に用いるが、今回はシャー角の効果を確認するためにWC-Coダイを用いた。

被加工材は、SUS304、板厚0.5mmとした。潤滑条件は、潤滑剤を塗布しないドライとした。

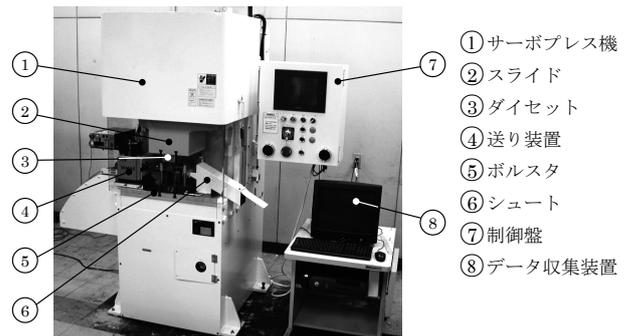


図1. サーボプレス試験機 (プレス能力: 100kN)

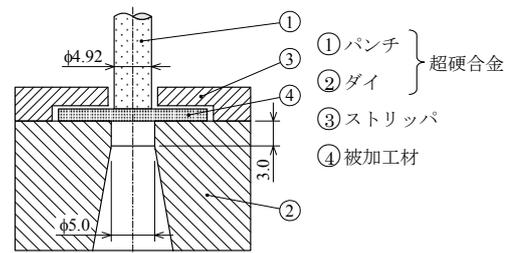


図2. せん断加工の金型構成図

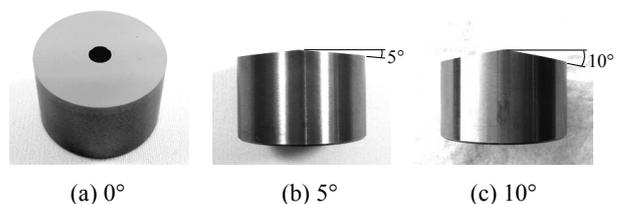


図3. シャー角付ダイの外観写真

\*1) 機械技術グループ

表1. ダイの材料特性

	WC-Co
密度 (g/cm <sup>3</sup> )	14.05
ビッカース硬さ (GPa)	12.2
3点曲げ強度 (MPa)	3430
ヤング率 (GPa)	520
破壊靱性 (MPa・m <sup>1/2</sup> )	15
体積抵抗率 (Ω・m)	10 <sup>-7</sup>

### 3. 評価方法

評価は、各ダイを用いた連続ドライ小径せん断加工を実施し、50回までの最大パンチ荷重の測定によって行った。また、表面粗さ・形状測定機を用いて、打抜いたブランクのバリ高さ測定を行い、バリ高さと最大パンチ荷重の関係を確認した。

### 4. 結果と考察

図4は、各シャワー角付ダイを用いたドライ小径せん断加工試験での最大パンチ荷重の推移を示す。図4より、シャワー角が0°では、最大パンチ荷重は2.8kN程度であった。他方、シャワー角が5°では、最大パンチ荷重は2.0kN程度であった。シャワー角が10°では、最大パンチ荷重は1.4kN程度であった。したがって、最大パンチ荷重は、シャワー角を設けることによって減少することが確認された。

特に、シャワー角0°における最大パンチ荷重とシャワー角10°における最大パンチ荷重を比べると、シャワー角10°では最大パンチ荷重はシャワー角0°のおよそ半分になることが確認された。したがって、シャワー角には、最大パンチ荷重を減少させる十分な効果があることが確認された。

図5は、シャワー角10°付ダイを用いたドライ小径せん断加工試験での最大パンチ荷重とバリ高さの関係を示す。図5より、最大パンチ荷重が加工回数が増加するのにしたがって徐々に増加することを確認した。また、バリ高さも加工回数が増加するのにしたがって徐々に増加する傾向にあることを確認した。バリ高さのバラツキは大きめであったが、最大パンチ荷重が増加するのにしたがって、バリ高さも増加していたと考えられる。つまり、最大パンチ荷重とバリ高さの間には、相関があると考えられる。

なお、本試験では金型材質にWC-Coを用いたために、加工回数が1,000回程度で最大パンチ荷重が2.0kNを超えるまでに上昇した。バリ高さも100μm以上に達した。しかしながら、WC-Coダイにおいてもシャワー角の効果は十分に確認された。よって、今後トライボロジー特性に優れるセラミックス工具にシャワー角を設けることで、WC-Co同様に最大パンチ荷重の低減が可能となり、加えて被加工材との凝着等も生じにくいことから、より長寿命化が期待できる。

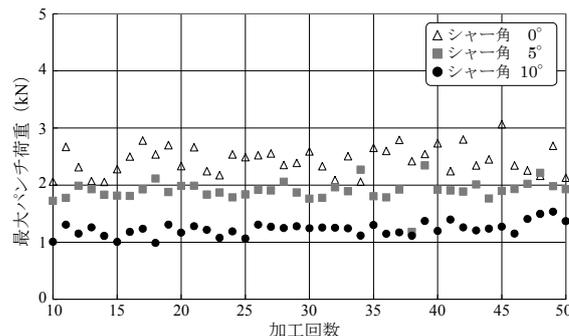


図4. ドライせん断加工における最大パンチ荷重

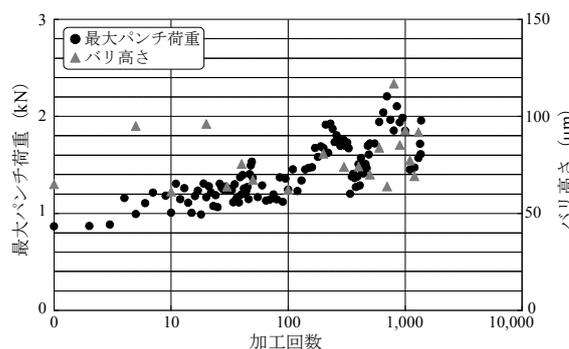


図5. 最大パンチ荷重とバリ高さの関係 (シャワー角 10°)

### 5. まとめ

ステンレス鋼板 (SUS304) を被加工材としたドライ小径せん断加工の実現のために、各種試験および測定・評価を実施した。得られた結果を下記に示す。

1. ダイスにシャワー角 (10°) を設けることで、最大パンチ荷重を 50%低減することができることを明らかにした。
2. シャワー角の効果として、セラミックス工具が不得意とする衝撃荷重の低減にも寄与するものと考えられる。

(平成 23 年 5 月 23 日受付, 平成 23 年 8 月 12 日再受付)

### 文 献

- (1) 片岡征二, 基昭夫, 玉置賢次:「セラミックス工具によるドライプレス加工」, 塑性と加工, Vol. 46, No. 528, pp. 52-57 (2005)
- (2) 玉置賢次, 片岡征二, 皆本鋼輝:「導電性セラミックス工具を用いた無潤滑円筒絞り加工」, 塑性と加工, Vol. 48, No. 561, pp. 930-934 (2007)
- (3) 玉置賢次, 片岡征二, 皆本鋼輝:「導電性セラミックス工具を用いた無潤滑角筒絞り加工」, 塑性と加工, Vol. 50, No. 577, pp. 124-128 (2009)
- (4) Kenji Tamaoki, Ken-ichi Manabe, Seiji Kataoka and Tatsuhiko Aizawa: "Dry small hole shearing of cold rolled steel sheet with electroconductive ceramic tools", Steel Research International, Vol. 81, No. 9, pp. 1026-1029 (2010)
- (5) 玉置賢次, 真鍋健一, 片岡征二, 久野拓律:「導電性セラミックス工具を用いたドライ小径せん断加工」, 平成 21 年度塑性加工春季講演会講演論文集, pp. 141-142 (2009)