

## ステンレス鋼 (SUS304) の穴加工

－産業技術総合研究所と中国・四国・九州地域公設研究機関による平成16年度共同加工試験－

山内章広、當間進一

独立行政法人産業技術総合研究所中国センターの前身である経済産業省産業技術総合研究所中国工業技術研究所は、平成12年度に中国地域5県の金属切削企業を対象としてアンケート調査を実施した。調査の中で、「未経験の仕事が来た場合に適切な切削工具・切削条件を調べられる無料ホームページの利用希望」を尋ねたところ、約2/3の企業から「利用したい」または「内容により利用したい」との結果が得られた<sup>1)</sup>。

共同加工試験は上記の企業ニーズに対応するため中国センターと中国・四国・九州地域の公設研究機関が共同で実施したものであり、得られたデータは産業技術総合研究所が運営する「テクノレッジ・ネットワーク (中小製造業のものづくりを支援する技術情報サイト) : <http://www.techno-qanda.net/dsweb/>」に登録され、「加工技術データベース」として検索が可能である。登録されている論文は143論文(H17.1.27現在)を数え、月のアクセス数が約40,000件と多くの方に利用されている。

### 1 はじめに

アンケートの結果、企業ニーズが比較的多い「工作物」・「加工法」の組み合わせは「ステンレス鋼」の「穴加工」であった。これはステンレス鋼の穴加工が企業においては依然困難とされていることを反映している<sup>1)</sup>。各研究機関では、それぞれの所有機器やその性能などを考慮して、「ドリル加工 (穴加工)」、「エンドミル加工」、「正面フライス加工」の中から加工方法を選択し、独自の加工条件を設定して試験を行った。

当センターは、昨年度<sup>2)</sup>に引き続きステンレス鋼SUS304 (以下、SUS304と示す) の穴加工を担当し、切削抵抗、加工穴の変化および工具摩耗などについて検討した。

### 2 試験方法

#### 2-1 試験材料

試験材料にはSUS304を用いた。工具には直径3mmのTiCNコーテッド粉末ハイスを用いた。

#### 2-2 使用機器

試験に用いた機器および測定機を表1に示す。切削試験には立形マシニングセンターを用い、切削抵抗の測定には動力計、工具の摩耗状態の観察にはデジタルマイクロスコープ、加工穴の直径測定には三次元測定機を用いた。

#### 2-3 試験条件

試験方法を図1に示す。供試材の形状はw100×t60×h9mmであり、長手方向 (100mm) をマシニングセンターのY軸に平行に固定し、下穴加工無しの湿式加工を行った。工具の突き出し長さを25mm、加工深さを9

mm (工具直径の3倍)、引き戻し高さを2mmとした。加工は工具が折損するか、あるいは加工穴数300個で終了とした。

表1 使用機器

	機種名	メーカー名	型式
加工機	マシニングセンター	株式会社ヤマザキマザック	V-550
測定器	4成分動力計	キスラー	9272
	デジタルマイクロスコープ	株式会社キーエンス	VH-7000
	三次元測定機	株式会社ミツトヨ	Super FN905

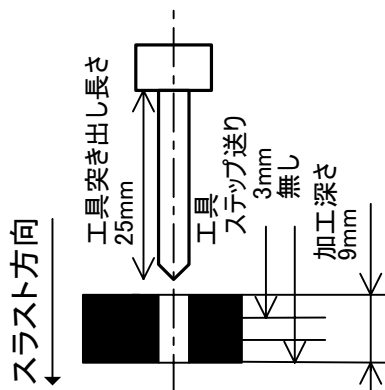


図1 試験方法

表2 試験条件

使用工具	回転数	切削速度	送り速度	加工深さ	切削	ステップ
	min-1	m/s	mm/rev	mm		
TiCNコーテッド	847	8m/s	0.05	9	wet	なし
粉末ハイス	847	8m/s	0.05	9	wet	3mm

#### 2-4 評価項目

以下の3項目について観察・測定を行った。

##### <切削抵抗>

加工特性を検討するため加工時におけるスラスト方向の切削抵抗を動力計を用いて測定した。

#### <穴径の変化>

切り屑の排出性や工具摩耗などの影響を受けて推移する加工穴直径に関しては、3次元測定機を用いて測定した。

#### <工具摩耗>

加工試験前と加工穴数20個ごとに工具先端（チゼル部）やエッジ部の摩耗やチッピングの状況を、デジタルマイクロスコープを用いて観察した。

### 3 試験結果

#### 3 - 1 切削抵抗

加工特性を検討するため加工時におけるスラスト方向の切削抵抗を測定した。それぞれの加工条件における切削抵抗波形を図2及び図3に示す。

ステップ送りをしない加工（以下、「Non-Step加工」と表す）の場合、被削材にドリルが食い付く時、スラスト方向の抵抗が160Nと急激に増加している。加工穴数は300個で工具は破損しなかった。

ステップ送り3mmの加工（以下、「Step3mm加工」と表す）の場合、Non-Step加工と同じように被削材にドリルが食い付く時、スラスト方向の抵抗が急激に増加している。またステップ送りによる加工硬化層へ食い付く時、Non-Step加工と比べるとスラスト抵抗が上昇している。加工穴数は300個で工具は破損しなかった。

#### 3 - 2 穴径の変化

それぞれの加工条件における加工穴数と穴径の変化を図4に示す。

Step3mm加工はNon-Step加工と比べると、同じ加工穴数でも穴径が小さくなった。これは、Step3mm加工では工具が摩耗したためだと考えられる。Step3mm加工はNon-Step加工よりも工具が摩耗しやすい結果となった。

#### 3 - 3 切り屑の状態

加工終了時に採取した切り屑を図5に示す。Non-Step加工では切り屑が50mm程度で、ドリルに絡みつくように出ていた。また、加工初期と300個加工時では切り屑の状態に変化が無く、良好であった。

Step3mm加工の場合、切り屑が30mm程度と短く、排出も良いため、ドリルに切り屑が絡みつくとことはなかった。しかし、加工穴数が100個を超えたあたりから切り屑が70mm程度と長くなる現象が見られた。

#### 3 - 4 工具寿命

それぞれの加工条件におけるドリル刃先の摩耗状態を

図6及び図7に示す。

図6はNon-Step加工時のドリル刃先の磨耗状態である。Non-Step加工では、加工を始めるとすぐに～の様に、チゼル部への切り屑の溶着が見られた。またチゼル部においては構成刃先が確認できた。加工穴数は300個まで達し、刃先に摩耗やチッピングは見られず加工限界に達していない。

図7はStep3mm加工時のドリル刃先の磨耗状態である。Step3mm加工では、加工を始めるとすぐに切り刃への切り屑の溶着が見られた。また～では、切り刃にチッピングが確認でき、その後の加工では構成刃先も確認できた。また～では、チゼル部でも切り屑の溶着が頻繁に見られるようになった。加工穴数は300個まで達し、切り刃にチッピングが見られ、切り刃の先端部で波状の欠損が見られた。

#### 4 まとめ

今回の試験から以下の結果が得られた。

Step3mm加工は、Non-Step加工よりもスラスト抵抗が大きい。

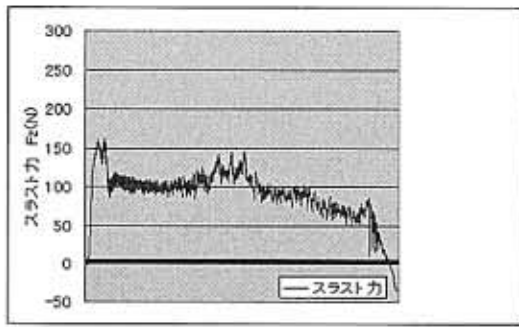
Step3mm加工は、Non-Step加工よりも工具が摩耗しやすい。

Non-Step加工では切り屑の排出が悪いが、穴加工数が増えても切り屑に変化が無い。Step3mm加工では切り屑の排出が良好だが、穴加工数が増えると切り屑が長くなる。

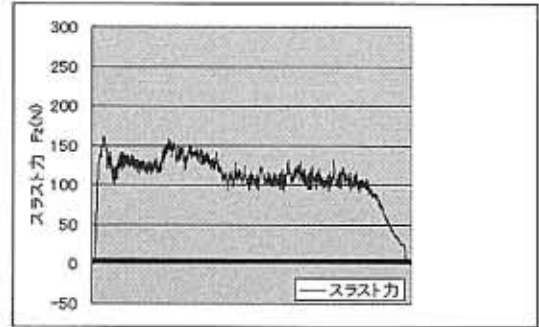
Non-Step加工では、ドリルのチゼル部に構成刃先ができ、Step3mm加工では、ドリルの切れ刃に構成刃先ができる。

#### 参考文献

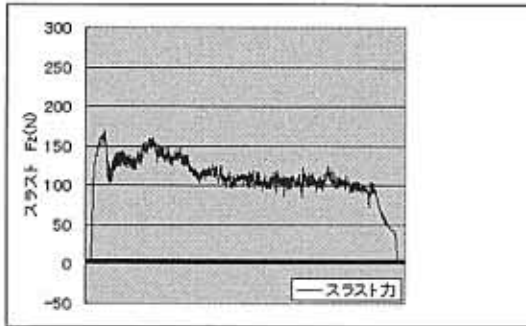
- 1) 経済産業省 産業技術総合研究所 中国工業技術研究所 産学官連携推進センター 「中国地域ものづくり技術調査」報告書
- 2) 独立行政法人 産業技術総合研究所 産学官連携部門 中国産学官連携推進センター ものづくり基盤技術支援室 産業技術総合研究所と中国・四国・九州地域公設研究機関による平成15年度共同加工試験報告書



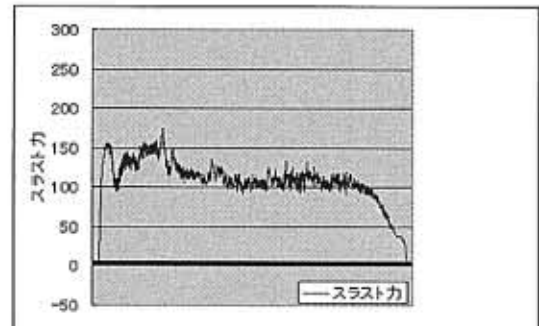
1個目



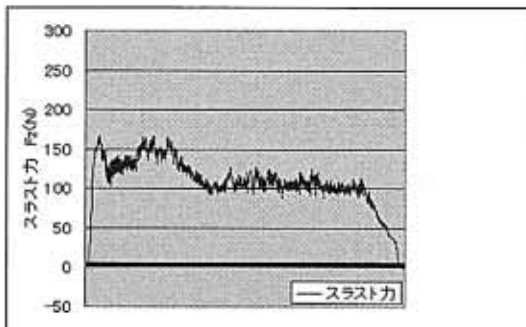
60個目



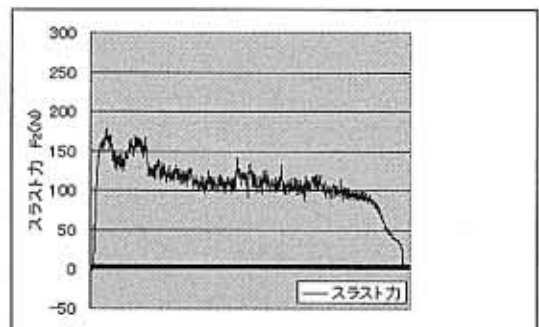
100個目



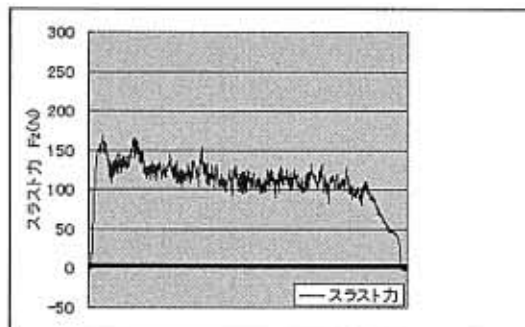
160個目



200個目

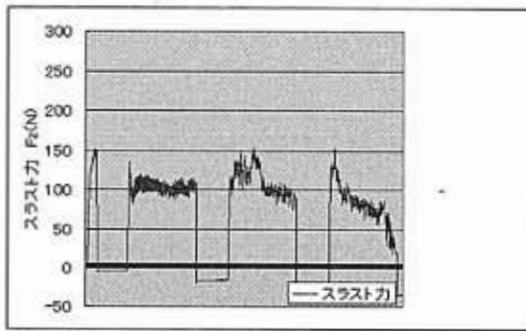


260個目

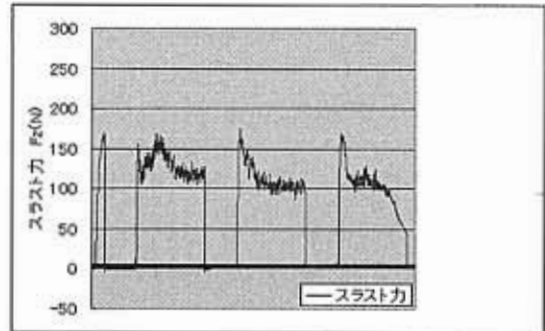


300個目

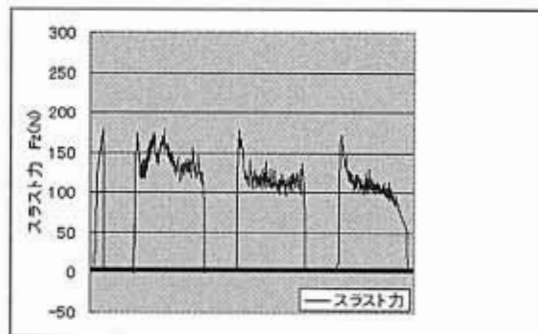
図2 切削抵抗波形 (Non-Step加工)



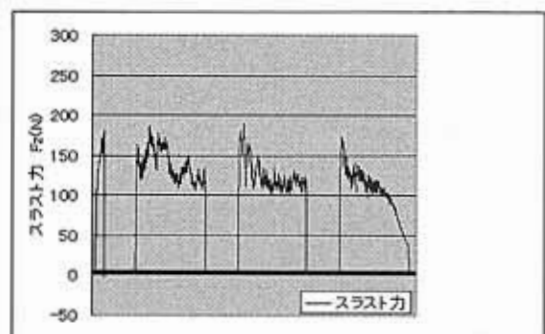
1個目



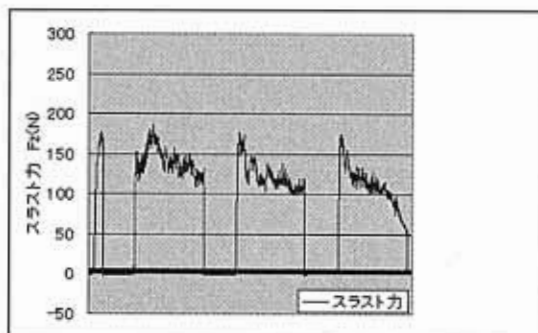
60個目



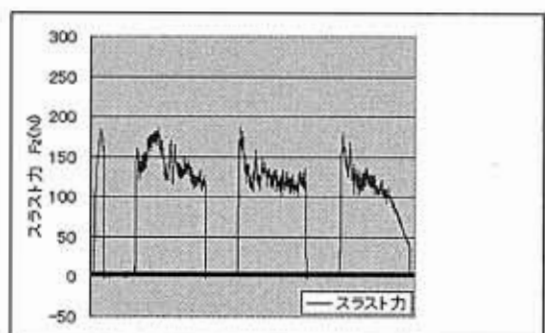
100個目



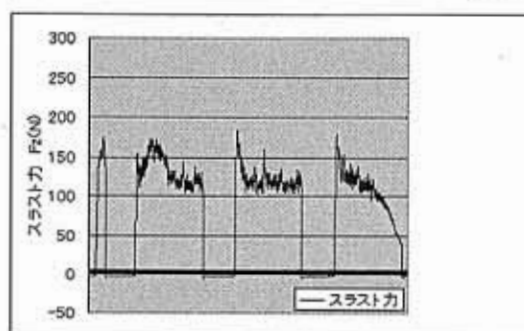
160個目



200個目



260個目



300個目

図3 切削抵抗波形 (Step3mm加工)

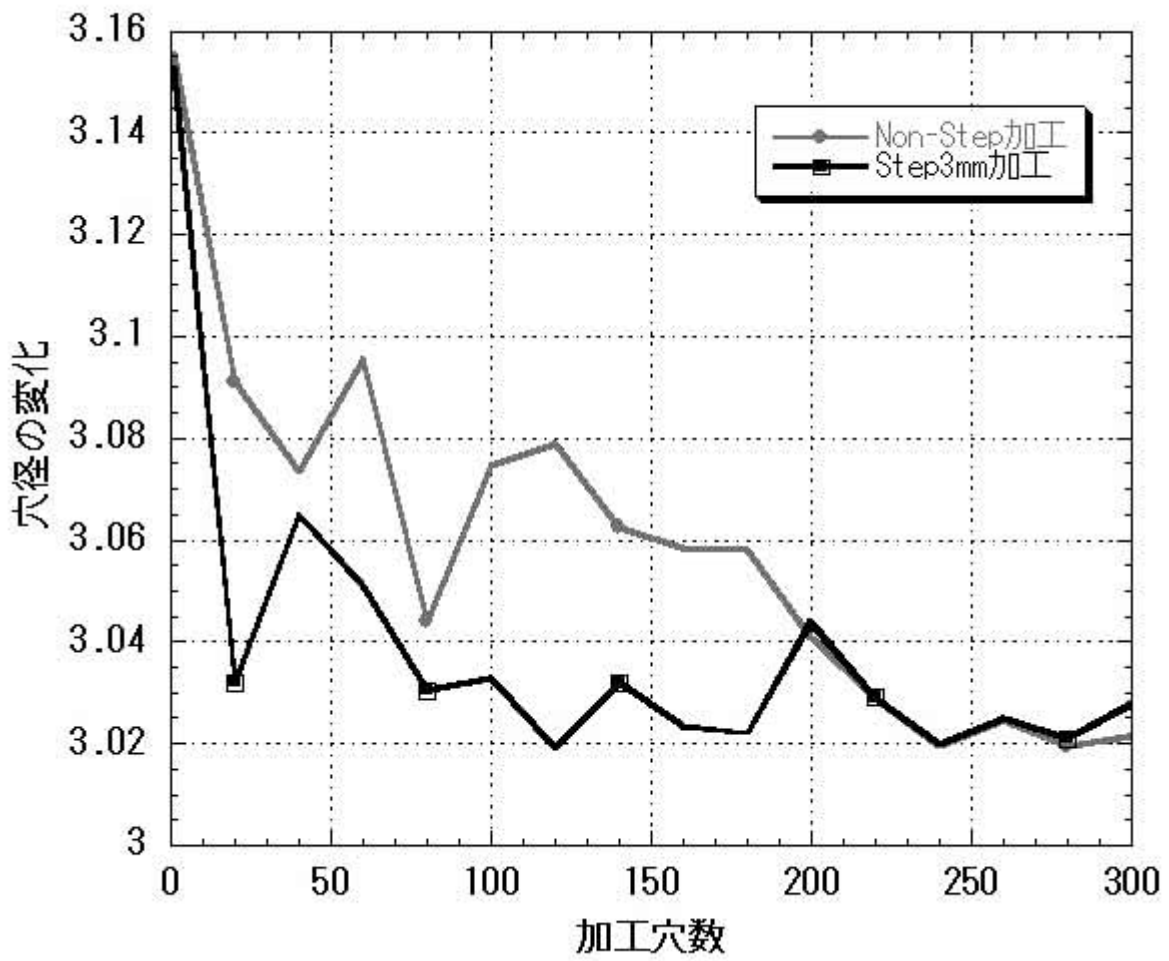


図4 加工穴数と穴径の変化



Non-Step加工



Step3mm (加工初期)



Step3mm (100個目)

図5 切り屑の状態

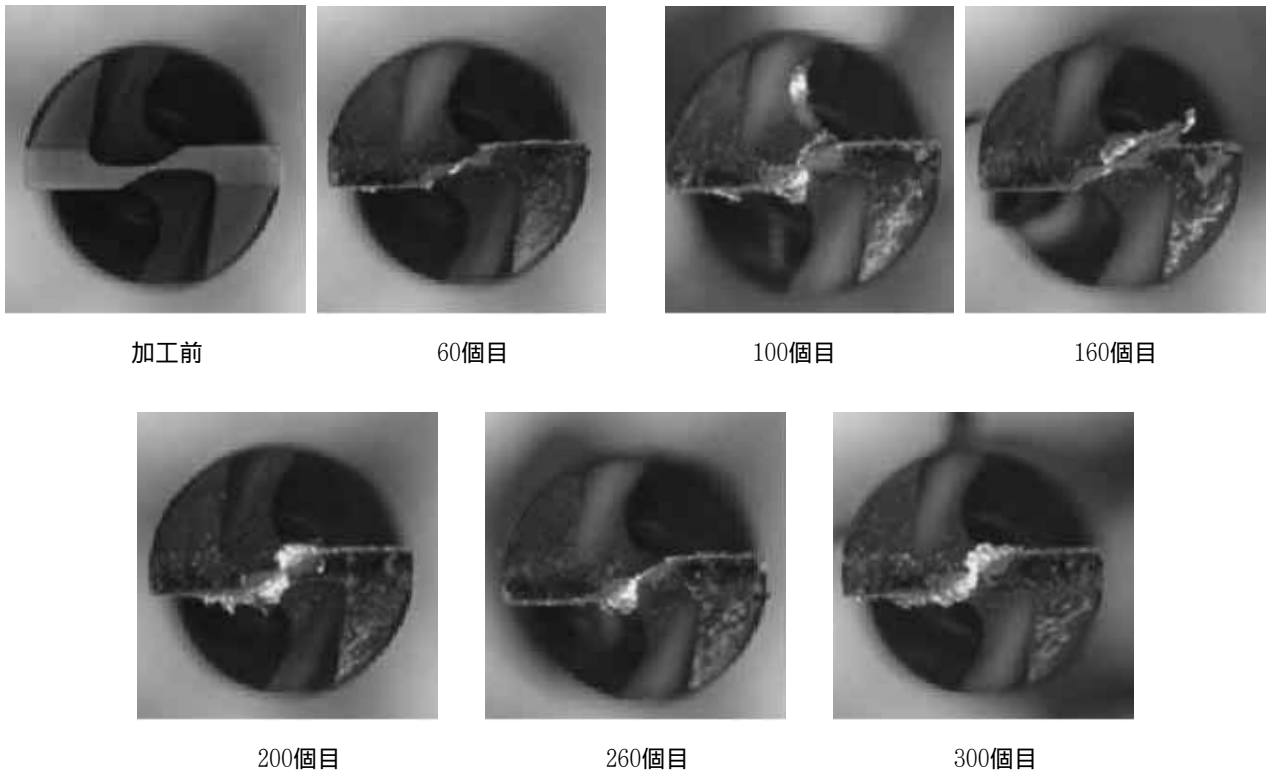


図6 加工刃先の状態 (Non-Step加工)

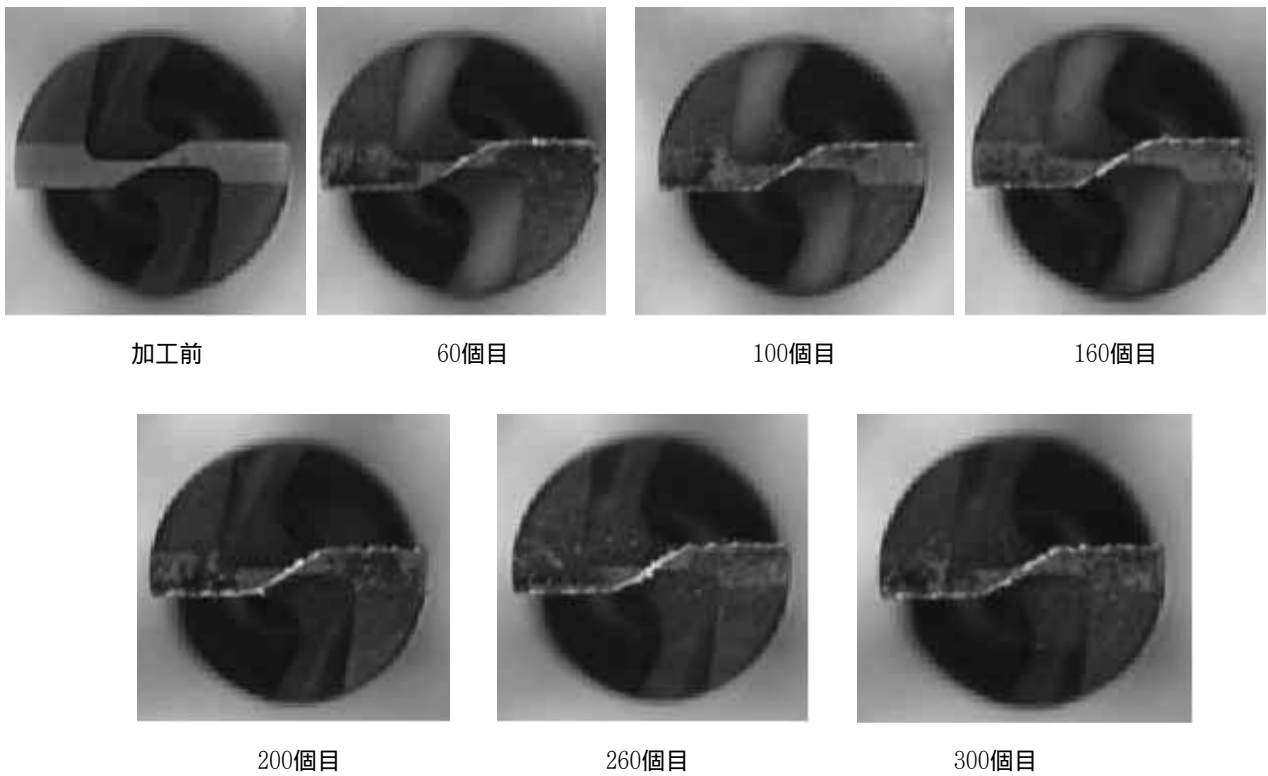


図7 加工刃先の状態 (Step 3 mm加工)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。