

超硬工具によるステンレス鋼の正面フライス切削

鹿児島県工業技術センター
機械技術部 岩本竜一 市来浩一

1. はじめに

超硬合金工具を用いてステンレス鋼(SUS430, 410)の正面フライス切削を行い, 工具損傷, 加工面粗さ, 切削抵抗について検討したので, 以下に報告する.

2. 被削材

使用した被削材は産業技術総合研究所 中国センターからの試供品である. 被削材は, 実験を行う前に CBN 砥石で表面黒皮部を除去し, 100 × 63 × 63mm の寸法に加工した.

3. 切削条件および実験方法

実験は三井精機工業(株)の立型マシニングセンター (VS-5A) を使用した. 主軸電動機出力は 5.5KW, 主軸テーパは BT50 である. このマシニングセンターのテーブルの長手方向 (X 軸) と被削材の長手方向を一致させて切削動力計 (日本キスラー 9257B) 上に固定した. 固定方法を図 1 に示す. 図に示すとおり, 被削材には切削動力計に固定するための切り欠きを設けてある. 工具はカッタの 1 箇所のみに取り付け, カッタ中心と被削材中心を一致させて正面フライス切削した. 切削条件を表 1 に示す.

表 1 切削条件

工具	材種	TiAlN コーテッド* 超硬 超硬 K10 種 超硬 P30 種 TiN・AlN コーテッド* 超硬
	呼び記号	SNGN120408
カッタ イケダロイ DNF80R	カッタ直径	80mm
	シャンク	32 ストレート
	アキシャルレーキ	-5°
	ラジアルレーキ	-5°
	アプローチ角	20°
	エンゲージ角	約 52°
切削速度	150m/min (597rpm)	
送り速度	0.15mm/tooth	
切り込み	0.5mm	
切削方向	センタカット	
切削油	乾式	

参考

- 1 パスあたりの切削時間は約 67sec (エアカットを含む)
- 1 パスあたりの切削時間は約 19sec (エアカットを除く)
- 1 パスあたりの実切削距離は 48.5m (エアカット除く)

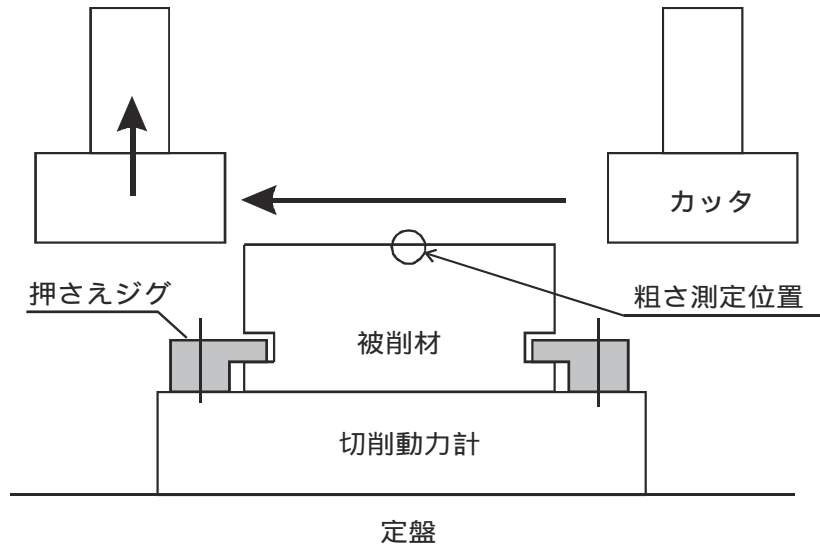


図1 固定方法

加工後の加工面粗さは、ポータブル式の表面粗さ測定機（ミットヨ サーフテスト 401）を用いて図中の 部を機上で測定した。工具の損傷はデジタルマイクロスコープ（キーエンス VH-8000）で観察し、工具逃げ面の摩耗幅を数パス毎に測定した。寿命の判定基準は逃げ面摩耗幅 0.2mm とした。

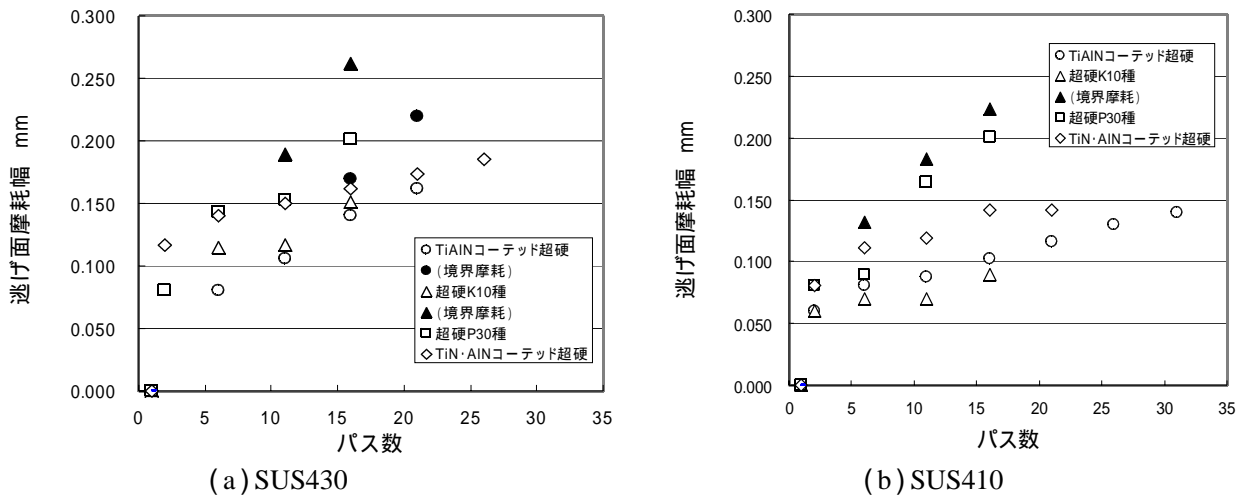


図2 パス数と逃げ面摩耗幅の関係

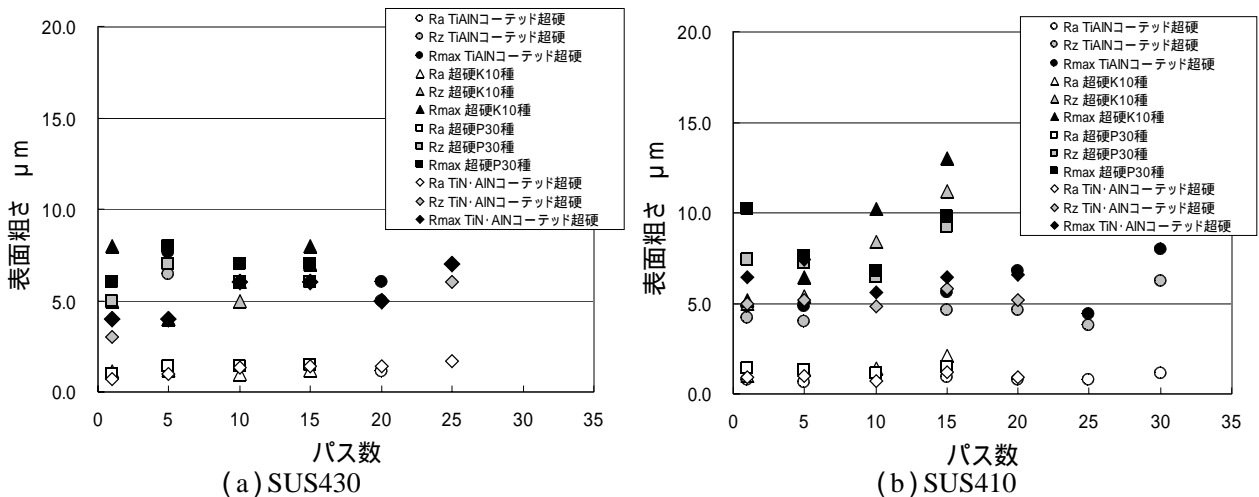


図3 パス数と表面粗さの関係

SUS430

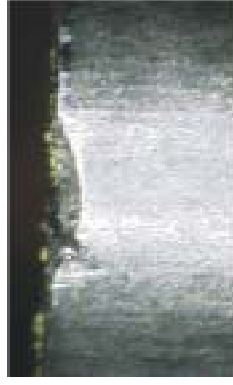


TiAlNコーティング超硬

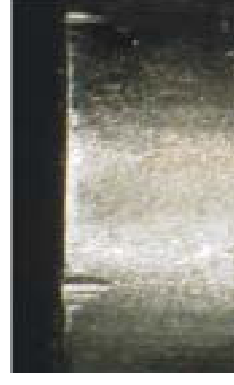
SUS410



TiAlNコーティング超硬



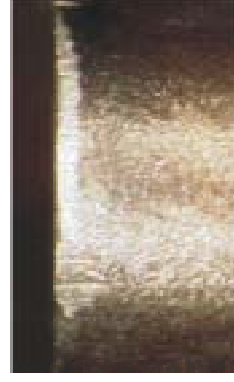
超硬K10種



超硬K10種



超硬P30種



超硬P30種



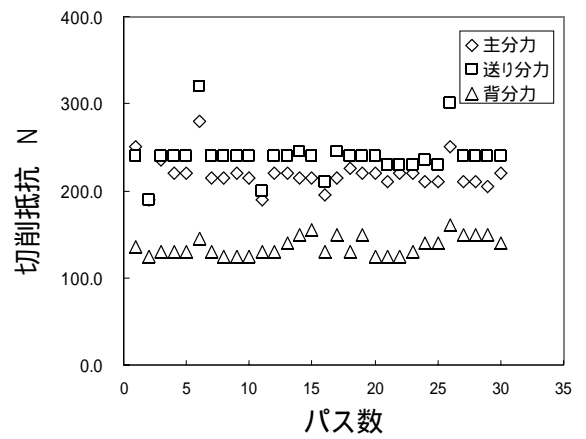
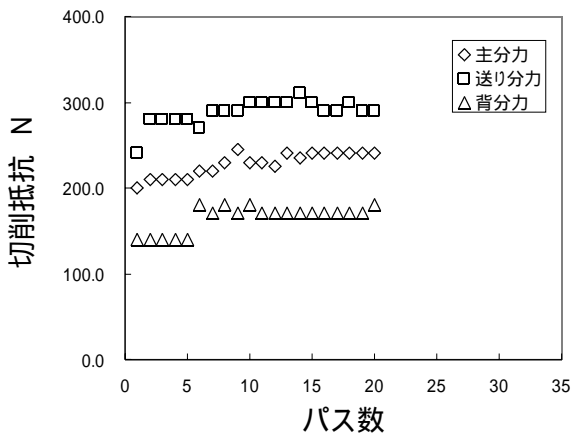
TiNコーティング超硬



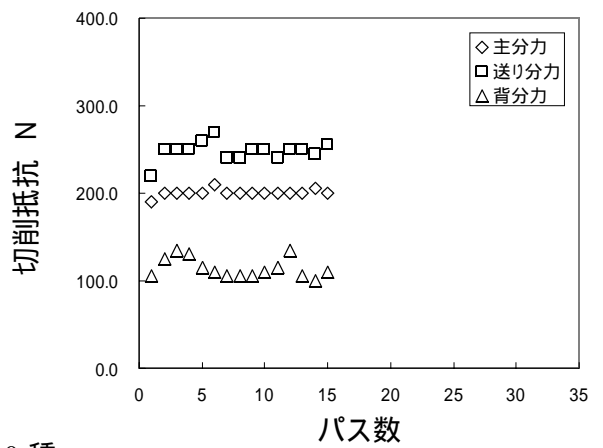
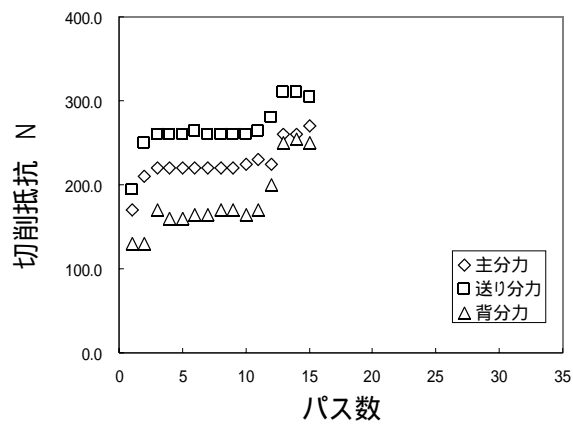
TiNコーティング超硬

写真1 工具摩耗観察結果(10度入後)

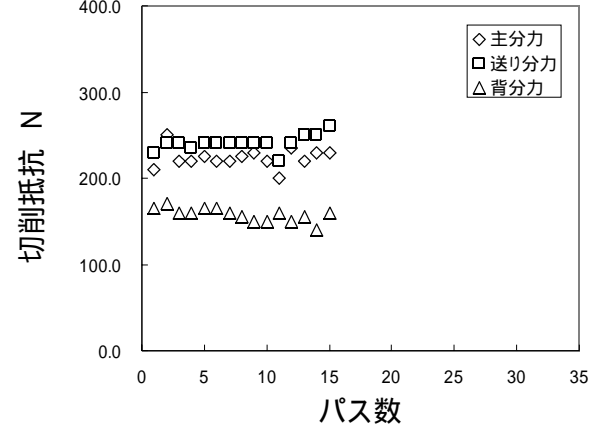
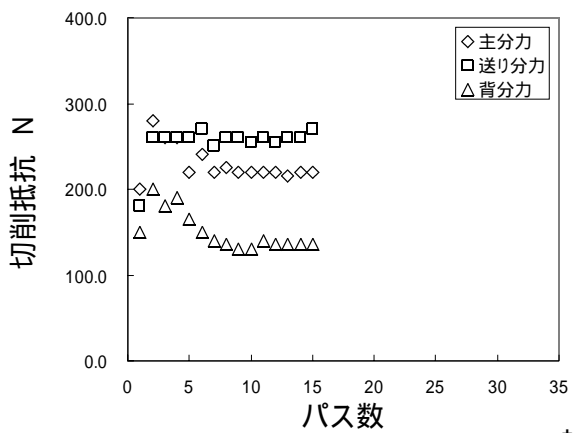
0.200 mm div



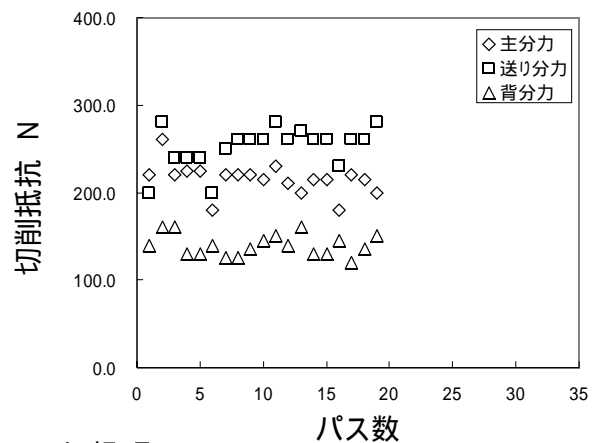
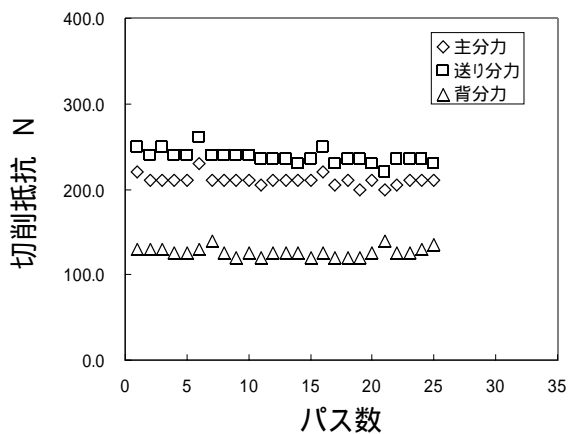
TiAlN コーテッド超硬



超硬 K10 種



超硬 P30 種



TiN·AlN コーテッド超硬

(a) SUS430

(b) SUS410

図4 パス数と切削抵抗の関係

4. 結果および考察

4. 1 SUS430 の場合

使用した全ての工具において、流れ形の切りくずが得られた。切りくずが赤熱したり、火花が出るようなことはなかった。TiAlN コーテッド超硬および超硬 K10 種の工具では、切削開始初期時から非常に長い切りくずが発生した。工具摩耗観察結果から、工具すくい面に凝着物が見られたため、断続切削にも関わらず切りくずが再凝着したものと考えられる。TiAlN コーテッド超硬および超硬 K10 種の工具では、被削材に大きなバリが発生した。このバリは、TiN・AlN コーテッド超硬、超硬 P30 種の順番に小さくなった。

図 2 (a) にパス数と逃げ面摩耗幅の関係を示す。また、写真 1 に 10 パス経過後の工具摩耗観察結果を示す。工具寿命は TiN・AlN コーテッド超硬が一番長い。被削材が無くなったため実験を途中で止めたが、25 パスを過ぎてもまだ切削可能であった。TiAlN コーテッド超硬および超硬 K10 種では、境界摩耗が発生し工具寿命を迎えた。写真 1 から明らかなように TiN・AlN コーテッド超硬以外の工具では、チッピングが発生していることが分かる。TiN・AlN コーテッド超硬工具の摩耗形態は、逃げ面のすり減り摩耗が主体で境界摩耗も見られなかった。全ての工具において、クレータ摩耗などのすくい面への大きな摩耗は認められなかった。

図 3 (a) にパス数と表面粗さの関係を示す。工具材種の違いによる算術平均粗さ R_a の違いはほとんど見られなかったが、最大高さ R_{max} は、超硬 K10 種および超硬 P30 種がやや大きな表面粗さを示した。チッピングの発生が影響を及ぼしていると考えられる。

図 4 (a) にパス数と切削抵抗の関係を示す。ここでの切削抵抗値はエアカット時を除いた平均値である。いずれの工具においても、切削抵抗は送り分力が一番大きな値を示し、次いで主分力と背分力の順に小さい値を示した。TiAlN コーテッド超硬は、パス数の増加に伴い全ての分力が増加する傾向を示した。超硬 K10 種は、工具寿命直前に急激に増加した。工具摩耗観察結果から、10 ~ 15 パスの間にチッピングが大きくなっていることが確認できたことから、切削抵抗が急激に増加した時点で、工具が大きく損傷していたものと推定される。超硬 P30 種は切削開始初期時から 5 パス程度まで、切削抵抗がばらついている。工具摩耗観察結果から、1 ~ 5 パスの間にチッピングが発生し、以後大きく変化していないことからチッピングの発生に伴う切削抵抗の変化と推定される。TiN・AlN コーテッド超硬工具は切削抵抗の値がほとんど変化していない。このことは、TiN・AlN コーテッド超硬工具の摩耗が、逃げ面のすり減り摩耗を主体とする小さな摩耗であったことと良く一致している。

4. 2 SUS410 の場合

全ての工具財種において、切りくずの形態は流れ形で SUS430 の場合と異なり、切りくずの再凝着によると思われる長い切りくずは発生しなかった。この差異は、被削材の硬度の違いが影響を及ぼしていると考えられる。

図 2 (b) にパス数と逃げ面摩耗幅の関係を示す。全ての工具において、チッピングは認められなかった。工具寿命は SUS430 の場合と異なり TiAlN コーテッド超硬工具が一番長い。次いで TiN・AlN コーテッド超硬、超硬 P30 種、超硬 K10 種の順であった。超硬 K10 種の場合のみ境界摩耗が発生した。TiAlN コーテッド超硬工具は、被削材が無くなったため実験を途中で止めたが、30 パスを過ぎてもまだ切削可能であった。

図 3 (b) にパス数と表面粗さの関係を示す。SUS430 の場合と同様に、工具材種の違いによる算術平均粗さ R_a の違いはほとんど見られなかった。最大高さ R_{max} および十点平均粗さ R_z は、工具摩耗の進行が早い超硬 K10 種、超硬 P30 種において大きくなる傾向が見られる。最も長寿命であった TiAlN コーテッド超硬工具は表面粗さも小さく SUS410 の加工

に適していると考えられる。

図 4 (b) にパス数と切削抵抗の関係を示す。最も長寿命であった TiAlN コーテッド超硬工具の切削抵抗が、パス数の増加に対してほとんど変化していない。安定した切削がなされたものと推定される。他の工具の場合は、切削抵抗がやや変動しているが SUS430 の場合ほど大差がない。このことはチップングの発生状況と良く一致している。

5. 結論

ステンレス鋼 (SUS430, SUS410) を超硬工具を用いて正面フライス切削し、工具損傷、加工面粗さおよび切削抵抗について検討した結果、以下のことが明らかになった。

1. SUS430 は TiN・AlN コーテッド超硬を用いて加工した場合が、工具寿命・表面粗さの点で最も良好であった。
2. SUS410 は TiAlN コーテッド超硬を用いて加工した場合が、工具寿命・表面粗さの点で最も良好であった。