

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

1. はじめに

超硬合金工具を用いてステンレス鋼(SUS630)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

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 × 60 × 60mm 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。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 5 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。

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
	アキシヤルレーキ	-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)

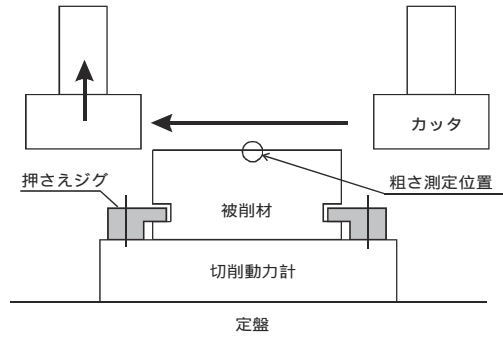


図1 固定方法

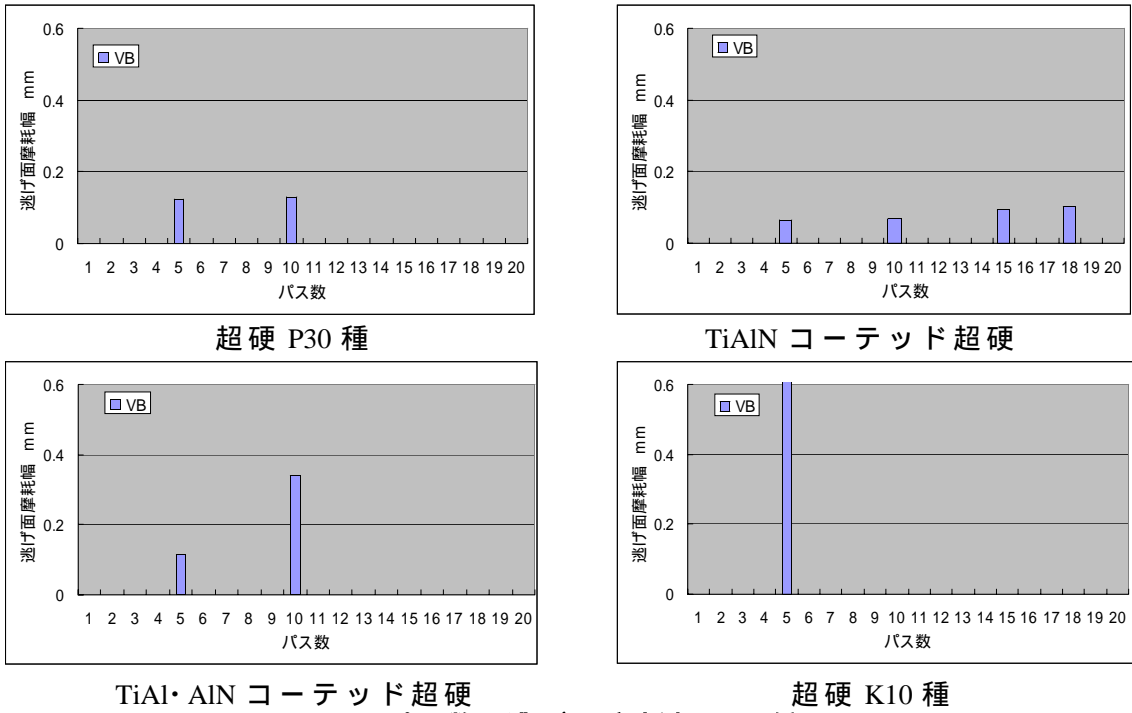


図2 パス数と逃げ面摩耗幅の関係

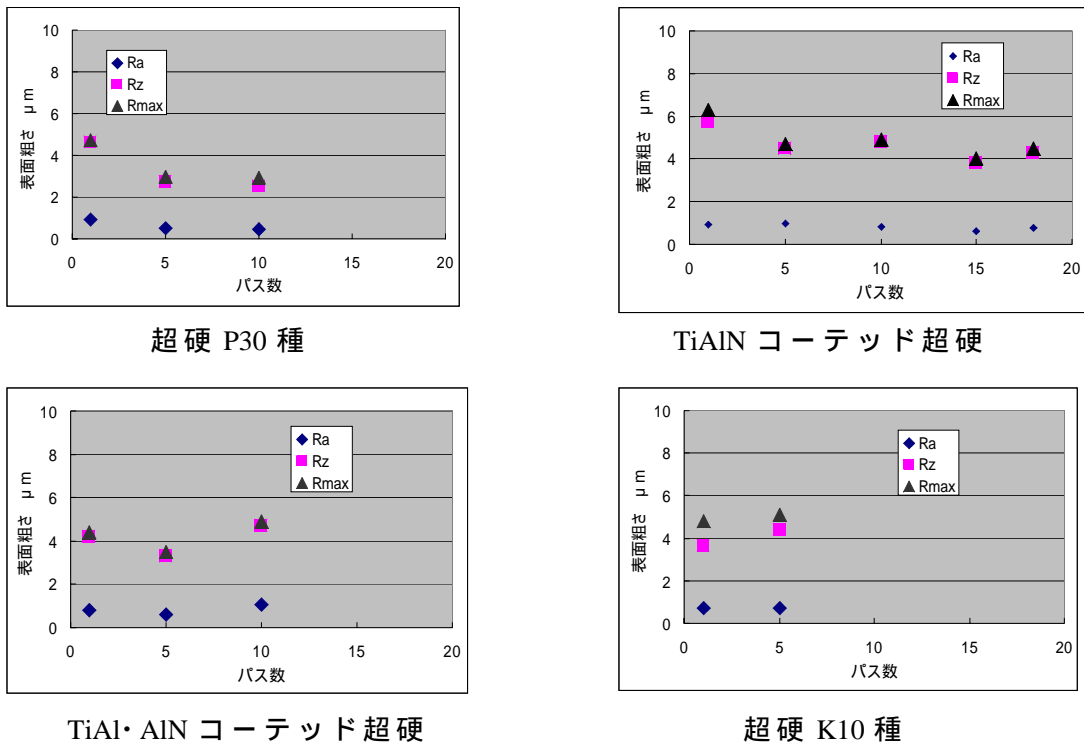


図3 パス数と表面粗さの関係

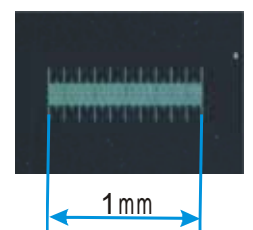
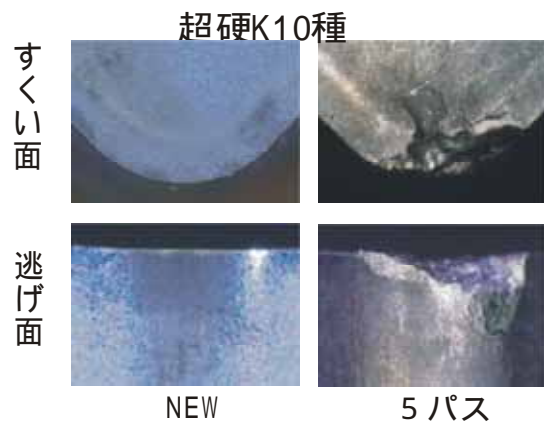
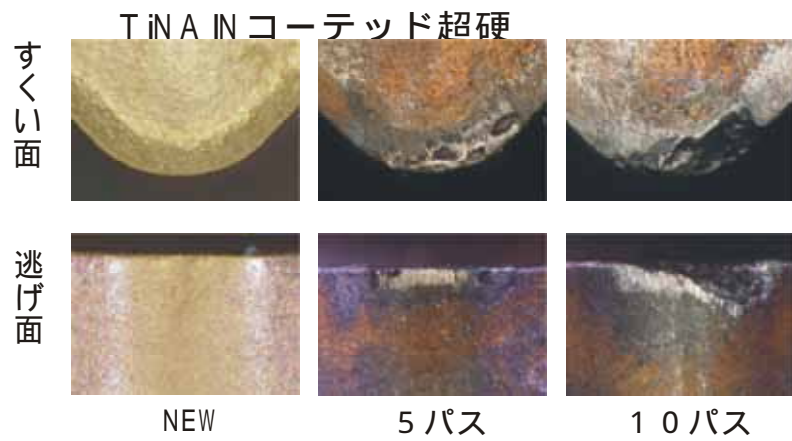
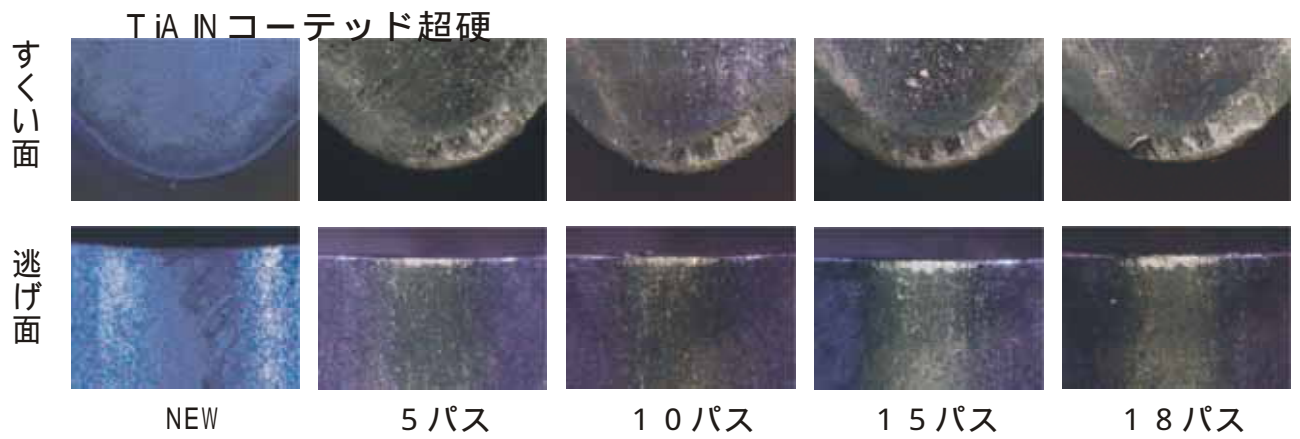
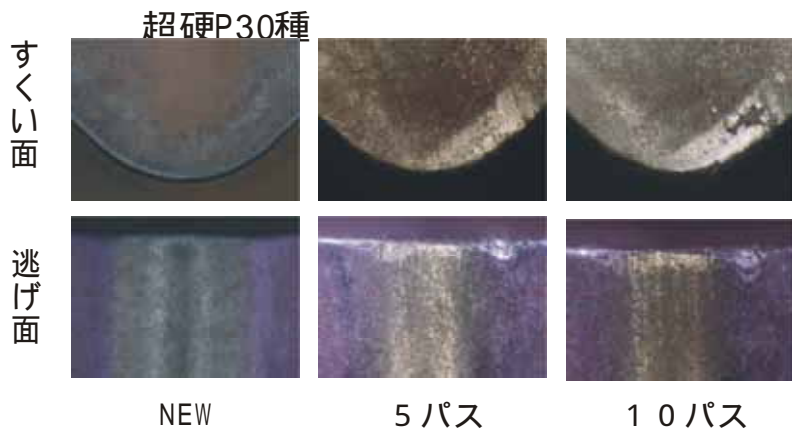
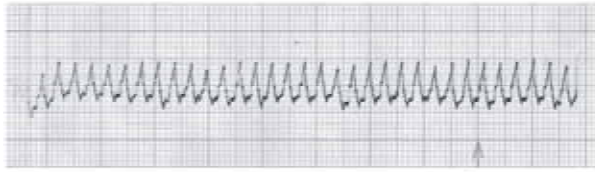


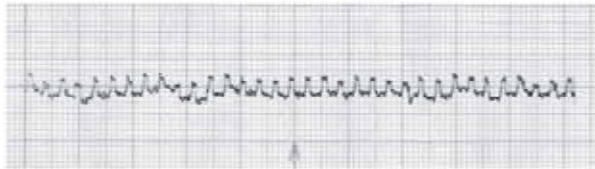
写真1 工具摩耗観察結果

超硬P30種

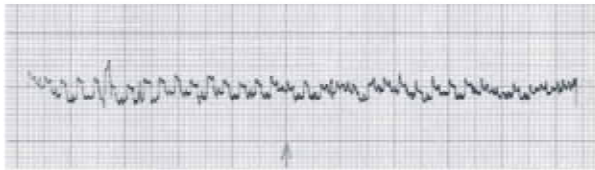
1 パス目



5 パス目

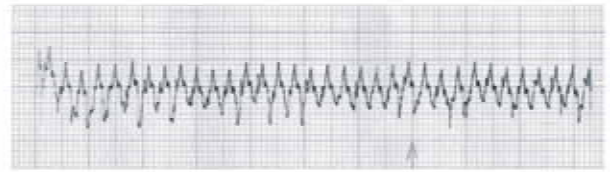


10 パス目

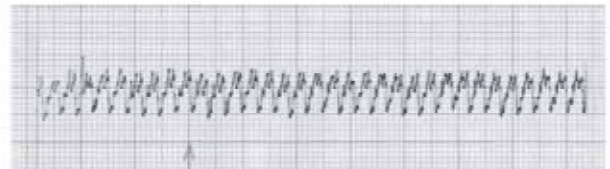


TiAlNコーテッド超硬

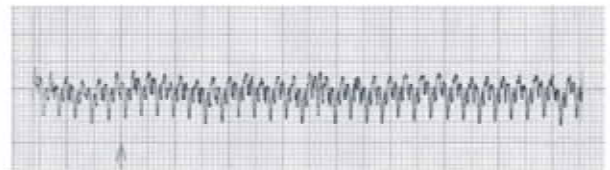
1 パス目



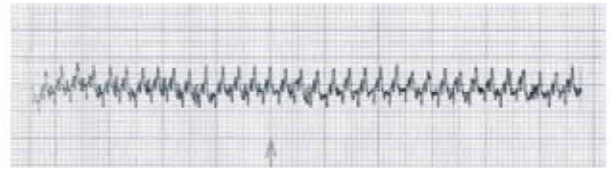
5 パス目



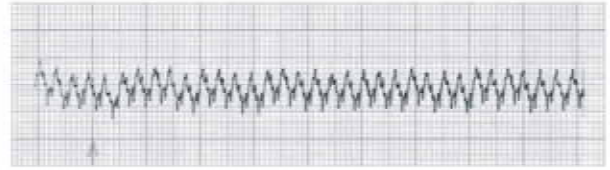
10 パス目



15 パス目

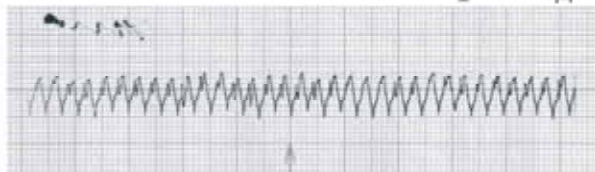


18 パス目

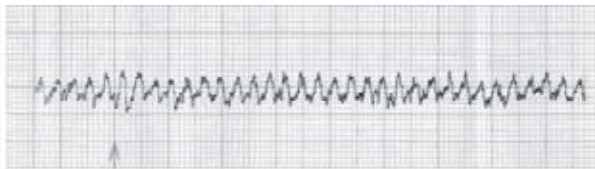


TiN AlNコーテッド超硬

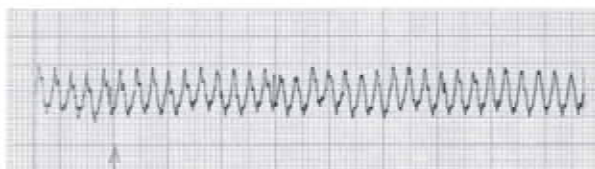
1 パス目



5 パス目

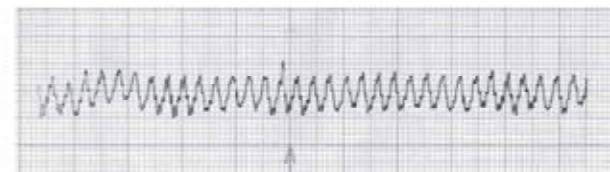


10 パス目



超硬K10種

1 パス目



5 パス目

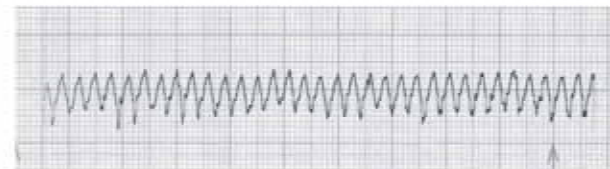
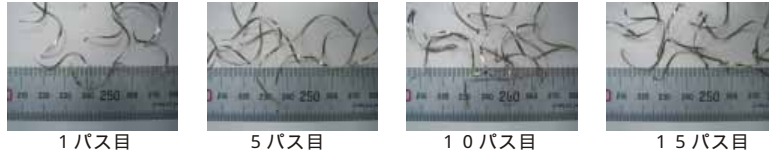


写真2 粗さ曲線

超硬P30種



TiANコーテッド超硬



TiANコーテッド超硬



超硬K10種

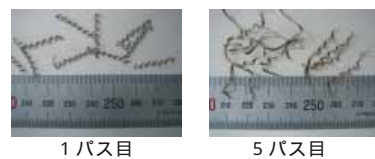
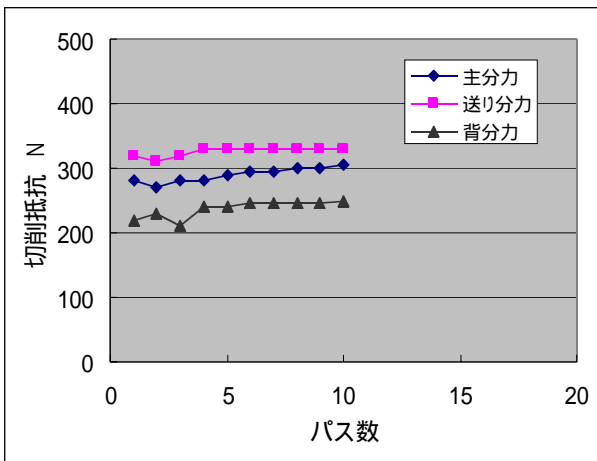
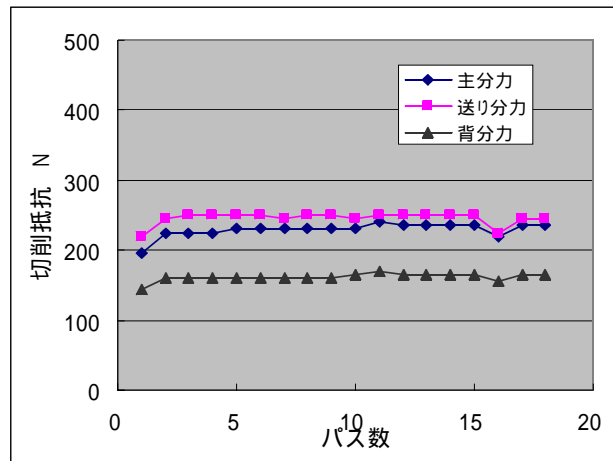


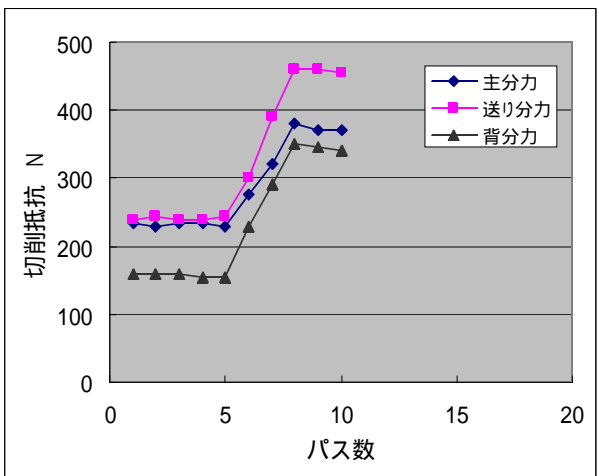
写真3 切りくず観察結果



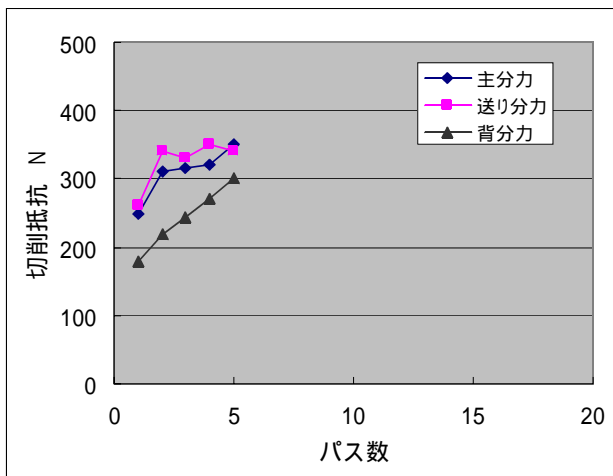
超硬 P30 種



TiAN コーテッド超硬



TiN・AlN コーテッド超硬



超硬 K10 種

図4 パス数と切削抵抗の関係

4. 結果および考察

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。図2にパス数と逃げ面摩耗幅の関係を示す。また、写真1に工具摩耗観察結果を示す。これらから明らかなように、超硬 P30 種および TiAlN コーテッド超硬工具の場合、逃げ面およびすくい面に磨り減り摩耗が認められるが、その摩耗量は小さい。被削材が足りなくなったため実験を中止したが、まだ十分加工可能である。一方、TiN・AlN コーテッド超硬工具および超硬 K10 種の場合、工具損傷が激しくチッピングあるいは欠損により数パスで寿命に至った。超硬 K10 種についてはチップブレイカ無しのタイプについても実験したがほとんど差がなかった。工具寿命は TiAlN コーテッド超硬が一番長く実用的に使用できると考えられる。図3にパス数と表面粗さの関係を示す。理論粗さ R_{max} 3.5 μm に同等かやや表面粗さ値の大きい加工面が得られたが、工具材種の違いによる算術平均粗さ R_a 、十点平均粗さ R_z 、最大高さ R_{max} の違いはほとんど見られなかった。超硬 P30 種および TiAlN コーテッド超硬工具の場合において切削開始直後に表面粗さが小さくなっているのは、工具先端形状が摩耗により変化したことが原因として考えられる。このことは、写真2の超硬 P30 種における粗さ曲線等から推定される。一方、TiN・AlN コーテッド超硬工具および超硬 K10 種の場合は、工具損傷が激しいために正常な切削が行われなくなり表面粗さが大きくなったと考えられる。写真2における粗さ曲線については、いずれの条件でもカッターマークが観察できプロファイルの大きな変化は認められない。しかし、工具寿命近くになると被削材表面にむしれが発生することがあった。このような場合、被削材温度も上昇しているようであった。写真3に切りくずの観察結果を示す。超硬 P30 種および TiAlN コーテッド超硬工具の場合の切りくずは、緩やかなカール形状だった。TiN・AlN コーテッド超硬工具の場合の切りくずのカールはやや急になり、工具寿命時には断続切削にも関わらず連続した長い切りくずとなってカッタに絡まることがあった。超硬 K10 種の場合の切りくずのカールは更に急となり排出性も良好であるが工具寿命が極端に短かった。図4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。いずれの工具の場合においても、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。その増加割合は TiAlN コーテッド超硬工具が一番小さくほとんど変化していない。超硬 P30 種はやや微増程度で大きな変化はない。TiN・AlN コーテッド超硬の場合、工具寿命時に切削抵抗の全ての成分が急激に増加している。超硬 K10 種は切削開始直後から急激に増加した。