

木質材料切削工具の耐久性向上に関する研究 - TiC被覆放電表面処理工具による木材の平削り切削性能 -

福田聡史*¹、太田幸伸*¹、来川保紀*¹

Advancement of Durability of Wood Machining Tool - Performance of TiC Coated Tool Piled up by Electrical Discharge in Planing of Wood -

Satoshi FUKUTA, Yukinobu OHTA and Yasunori KITAGAWA

Industrial Technology Division, AITEC*¹

木材の平削り加工において、TiC被膜放電表面処理工具の切削性能を調べた。切削条件は、超仕上げ鉋盤や突き板加工を想定し、気乾材の2次元平削りおよび高含水率材の3次元平削りとした。その結果、2次元平削りと3次元平削りとも、被膜処理による耐久性の向上が確認できた。

処理工具は処理により粗面化を生じたが、既報と同様に平面研削による表面研削および刃付け研磨により、耐久性を維持しつつ鋭利な刃先を得ることができた。さらに、平面研削を施さない場合でも、切削に支障のない刃先の鋭利さを維持する処理条件を得ることができた。工具先端のSEM観察の結果、被膜処理は逃げ面あるいはすくい面の摩耗抑制に有効であり、その結果刃先の鋭利さが維持され耐久性が向上したと考えられる。

1. はじめに

既報¹⁾では、木材の周刃フライス切削において、切削樹種、工具材質による工具摩耗形態を調べるとともに、その結果に基づき、放電表面処理法による被膜処理工具の耐久性向上を確認した。本報では、木材の平削り切削加工における放電表面処理工具の切削性能を調べた。

平削り加工においても、工具性能の耐久性の観点からは、超硬や各種コーティング工具の利用が考えられる。しかし、表面を平滑に仕上げる超仕上げ鉋加工や突き板加工における高含水率材の切削では、十分な刃先の鋭利さが得られない故にそれらの利用は一般的ではなかった。それに対して、本処理工具は、鋭利な刃付けが可能な高速度鋼あるいは合金工具鋼を母材として用い、傾斜性被膜の特性を生かした研磨処理により、十分な鋭利さを得つつ耐久性に優れた刃先を調製することが可能であった。

そこで、本工具を用いた切削試験では、上記のような切削条件つまり、気乾材の2次元平削り、高含水率材の3次元平削りにおいて、既存の工具を凌ぐ性能が獲得できたので報告する。

2. 実験方法

2.1 2次元平削り試験

2次元平削り試験の概要を図1に示す。すくい角 40° 、逃げ角 10° に設定し、送り速度 6400mm/min 、切込み深さ $40\mu\text{m}$ の切削条件により、所定の切削長まで繰り返し切削を行った。切削力の測定は、研磨直後と所定切削長に達した後、切込み $0\sim 100\mu\text{m}$ で順次切削を行い、切込み深さ毎の値を求めた。ロードセルからのサンプリングは 30Hz で行い、被削材 250mm 切削中の平均値を切削力とした。なお、被削材はスプリースの気乾材を用いた。工具母材は合金工具鋼(SKD1)を用い、刃先角は 40° とした。放電表面処理の概略と工具調整方法は既報¹⁾のとおりである。ただし、処理条件は、ピーク電流値 8A 、パルス幅 $2\mu\text{sec}$ 、休止時間 $64\mu\text{sec}$ 、

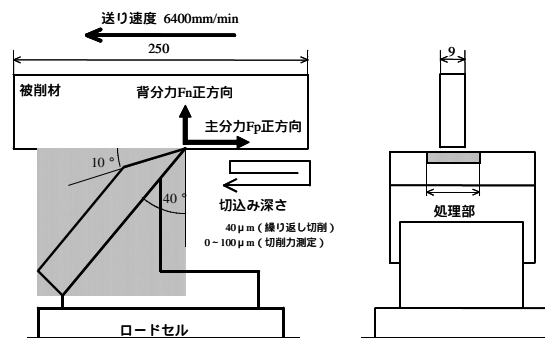


図1 2次元平削り試験の概要

*¹ 工業技術部 応用技術室

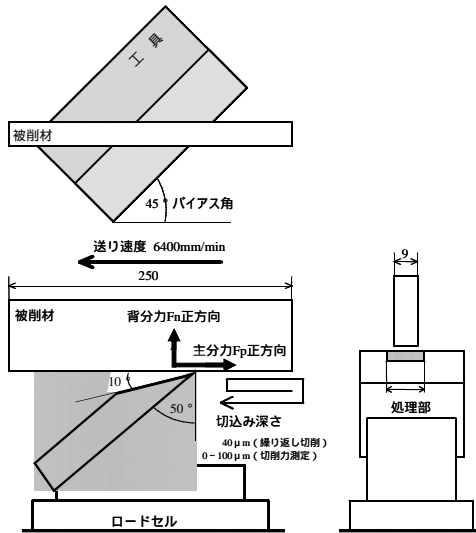


図2 3次元平削り試験の概要

処理時間は10minとした。

すくい面、逃げ面の処理面の違いを検討するために、処理被膜を逃げ面に適用した試験をする場合は、すくい面に処理を実施した工具を、表裏逆に取り付けて試験を行った。

2.2 3次元平削り試験

3次元平削り試験の概要を図2に示す。すくい角50°、逃げ角10°、パイアス角45°に設定し、送り速度6400mm/minで切削した。なお、所定切削長における切削力測定のための手順は、前述の2次元平削りと同様の方法で行った。被削材はスギ刃材の高含水率材（含水率50%以上）を用いた。工具母材は高速度鋼(SKH2)を用い、刃先角は30°とした。また、工具調整方法および処理条件は、2次元平削りの条件と同様の方法で行った。被膜処理を逃げ面に適用した試験をする場合も、前述のとおり、すくい面に実施した工具の表裏を逆に取り付けて試験した。

2.3 放電表面処理条件の検討

放電表面処理条件によって、処理面の粗さは変化する。処理面の粗さが大きいと、刃付け研磨のみでは鋭利な刃先が得られないため、煩雑な処理面の研磨工程を要する。

表1 放電表面処理条件

母材	ピーク電流値 (A)	パルス幅 (μ sec)	休止時間 (μ sec)	処理時間 (min)
SKH2	8	2	64	10
SKH2	60	8	128	5
SKD1	8	2	128	10

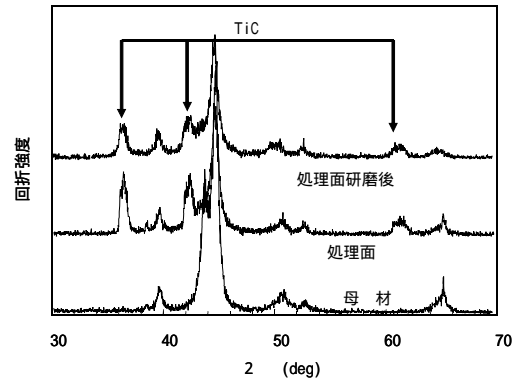


図3 放電表面処理面のX線回折結果

そこで今回、様々な処理条件によって得られた被膜面を観察するとともに、処理面の平面研削工程を省き、刃付け研磨のみで切削に供試できる条件を探った。その処理条件を表1に示す。

なお、切削試験は2次元平削りで行った。

3. 実験結果および考察

3.1 放電表面処理面のX線回折

既報¹⁾において放電表面処理面のピッカース硬さを測定した。処理によって工具表面上に形成される層は約10μmで、平面研削を施すと外観上は処理層の有無が明確でない。また、本処理ではTiCが傾斜的に内部まで存在するとされている。これを確認するためにX線回折を行った。放電表面処理面および処理面研磨後の試料のX線回折結果を図3に示す。母材のスペクトルに対し、処理後のスペクトルでTiCの結晶構造のピークが観察された。更に、若干回折強度は弱まるものの、処理面研削後の試料においてもTiCの存在を確認した。

3.2 2次元平削り試験

切削長毎の切込み深さと切削力の関係を図4に示す。処理工具の主分力Fpは、切削開始直後には未処理工具とほぼ同じ大きさであった。しかし、切削長が長くなるに従い、未処理工具の主分力が急増したのに対して、処理工具の主分力の増加は緩やかであった。背分力Fnは工具が摩耗して刃先の鈍化が生じると、被削材への食い込みが困難となり負の値になる。処理工具のFnは未処理工具に比べ、負側への変化は1/2程度であった。また、処理面の違いは、背分力Fnの変化から判断して、逃げ面側への処理が耐久性の向上に効果があることがわかった。切削長180mにおける切削屑(切込み深さ40μm)を図5に示す。処理工具はすくい面に処理したものをを使用した。未処理工具と比較し、処理工具では正常な切削屑が排出されていることが確認された。これらの結果が

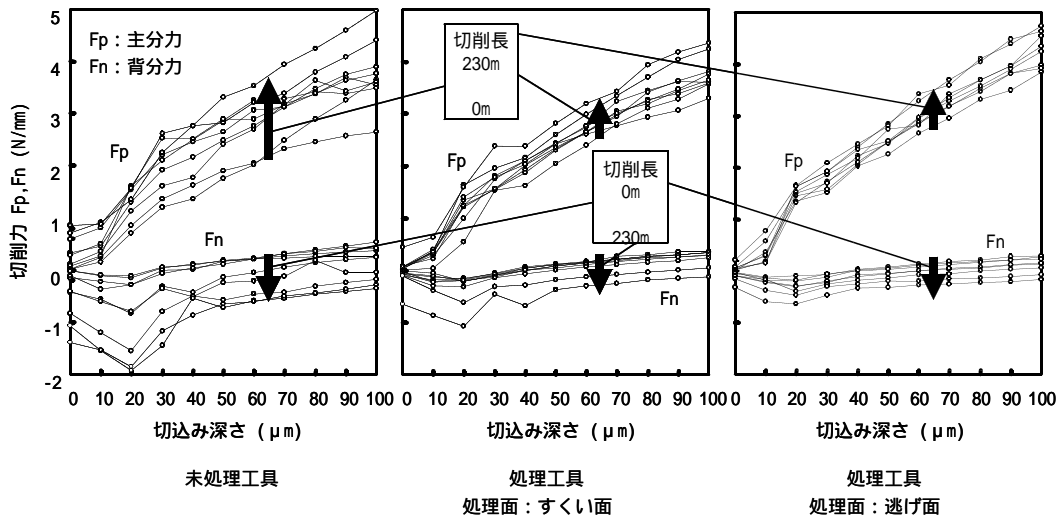


図4 切削長毎の切込み深さと切削力の関係（2次元平削り）

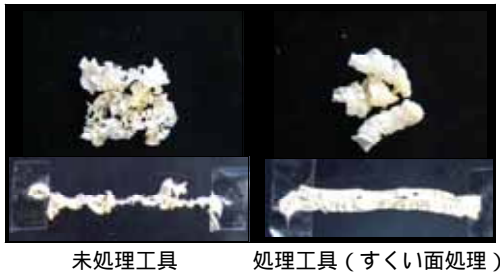


図5 切削屑（切込み深さ 40 μm）

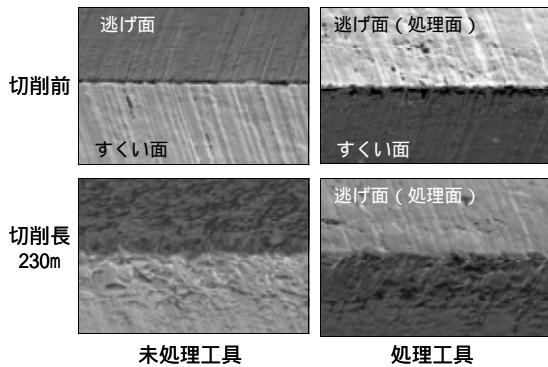


図6 工具先端の様子

ら、処理工具は未処理工具に比べ鋭利な刃先が維持されていると推定できる。

未処理工具および処理工具（処理面は逃げ面）の工具先端を図6に示す。未処理工具は面の摩耗が進み刃先線がやや不明瞭であるのに対し、処理工具はすくい面に摩耗が認められたものの、処理が施された逃げ面は摩耗が観察されなかった。これは、自己研磨特性²⁾により鋭利な刃先が維持されたものと考えられる。また、未処理工具においても、すくい面は逃げ面と比較して摩耗の程度が少なかった。従って、今回の切削条件では、すくい面よりも逃げ面に処理する方がより有効であることがわか

った。

3.3 3次元平削り試験

切削長毎の切込み深さと切削力の関係を図7に示す。処理工具はすくい面に処理を施した。2次元平削り試験と同様に、切削長の延長に伴う主分力 F_p の増加は、処理工具は未処理工具と比較して少なかった。背分力 F_n は、切込み深さが少ない条件では、処理工具と未処理工具の差は見られなかった。しかし、30 μm以上の切込み条件では、処理工具の F_n は未処理工具に比べ負側への変化が少なかった。

切込み深さ 40 μm で 180m 切削した時の被削材表面を図8に示す。処理工具は正常な切削がなされているのに対して、未処理工具は被削材の表面に削り残しが生じた。これは、刃先の鈍化により刃先の食い込みが困難になったためと考えられ、図7の背分力の傾向と一致した。

また、処理面が逃げ面の場合には、処理の効果は見られなかった。未処理工具および処理工具の刃先先端を図9に示す。2次元平削り試験と異なり、未処理工具では、

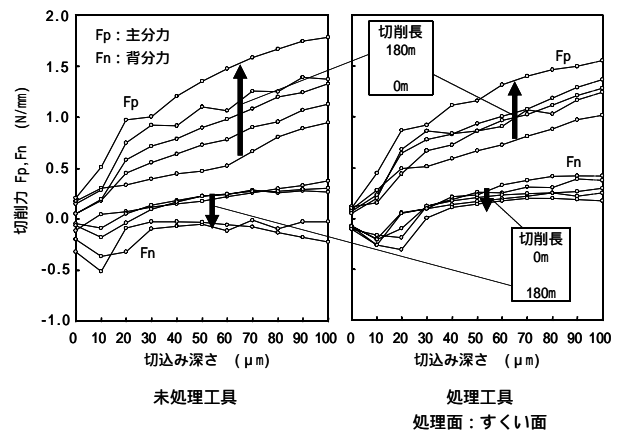


図7 切削長毎の切込み深さと切削力の関係（3次元平削り）



(切削長 180m、切込み深さ 40 μ m)

図 8 被削材表面

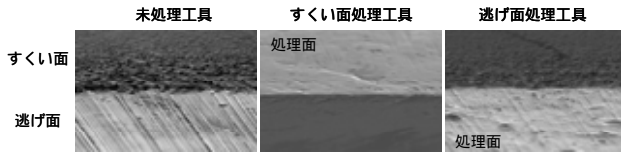
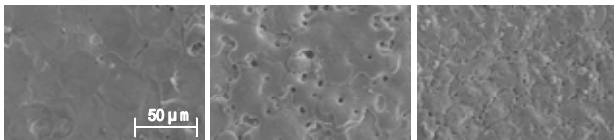


図 9 刃先先端 (切削長 180m)



母材 : SKH2	母材 : SKH2	母材 : SKD1
ピーク電流 (A) : 8	ピーク電流 (A) : 6.0	ピーク電流 (A) : 8
パルス幅 (μsec) : 2	パルス幅 (μsec) : 8	パルス幅 (μsec) : 2
休止時間 (μsec) : 6.4	休止時間 (μsec) : 12.8	休止時間 (μsec) : 12.8
処理時間 (min) : 1.0	処理時間 (min) : 5	処理時間 (min) : 1.9

図10 被膜処理表面

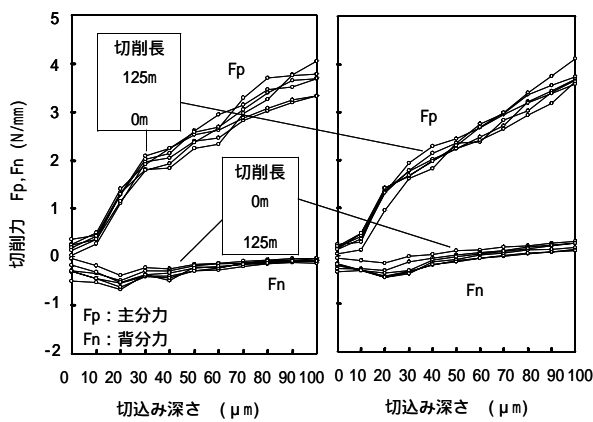


図11 切削力に及ぼす処理面研削の影響

刃先の摩耗はすくい面に極端にあらわれた。そのため処理工具の処理面は、すくい面とすることが有効であると考えられる。図9のすくい面処理工具(中央)の逃げ面処理工具(右)を比較すると、すくい面処理工具のすくい面には摩耗痕が観察されず、耐久性が向上している。その逆に、逃げ面への処理工具のすくい面は、未処理同

様の摩耗が生じるため効果が見られなかった。

3.4 放電表面処理条件の検討

表 1 の処理条件による被膜表面を図10に示す。図 10 の中央と右に見られるような大小の穴状の凹凸は、主にピーク電流の影響により生じ、刃付け研磨に影響を及ぼした。処理条件を検討した結果、緩やかな放電条件を選択することにより図 10 左のような平滑な処理面を得ることができた。そこで、図 10 左の条件のもとで処理した工具に、従来どおりの研磨を施して刃付けを行ったものと、研磨なしで刃付けを施した工具を作製し、切削抵抗を測定した結果を図11に示す。その結果、切削初期の主分力、背分力ともに大きな違いは見られなかった。被膜処理条件により鋭利な刃付けが可能であることがわかった。また前述の結果のとおり、未処理の工具と比較しても両工具は初期の切削力において遜色がないうえ、切削長を延長しても切削力の上昇は緩やかで、耐久性の向上が確認できた。

4 . 結び

平削り加工において、工具への TiC 被覆放電表面処理の効果を確認し、以下の結果を得た。

- (1) 気乾材を用いた2次元平削りでは、処理面はすくい面、逃げ面ともに有効であったが、逃げ面への処理がより優れていた。
- (2) 高含水率材を用いた3次元平削りでは、すくい面への処理が有効であった。
- (3) 処理面は粗面化するため、刃先の鋭利さを維持するために処理面の平面研削を必要とした。しかし、放電処理条件を検討した結果、平面研削なしでも刃付けに支障のない処理条件を得ることができた。

謝 辞

本研究の遂行にあたり、名古屋大学大学院生命農学研究科 横地秀行助教授、三菱電機株式会社名古屋製作所 杉浦忠直氏に多大なご協力をいただきました。厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 福田聡史, 太田幸伸, 来川保紀: 愛知県産業技術研究所研究報告,4,46(2005)
- 2) 加藤忠太郎ほか: 木材学会誌,36(8),615(1990)