

# 単目やすりの繰り返し切削試験 —被削材にS25Cを用いた場合—

北海道科学大学 ○正 吉田 協, 見山 克己

## 要 旨

機械加工実習などの手仕上げ作業で用いられるやすりの切削機構や切削性については不明な点が多い。本研究ではやすりの切削試験装置を構築してストローク数に対する切削抵抗や除去長さの変化などを報告してきた。本研究では被削材にS25Cを用いて、最大150000ストロークの切削実験を行った際の全切削エネルギーや逃げ面摩耗幅、切削表面に残留する塑性流動流動の傾向などについて報告する。

### 1. 緒 言

ハンドツールであるやすりは粗加工から仕上げまで用途に応じて種々の種類があると共に、作業者の加減により除去の程度が左右される手工具であるがゆえにその切削性の変化や工具損耗の進行の程度を知るのは困難である。

本研究では機械的にやすりの切削動作を再現した切削試験装置を構築して、切削条件の変化に伴う切削抵抗や除去長さの測定、やすり切れ刃の観察などを行ってきた<sup>(1)</sup>。

本研究では、以前に行った切削実験以上の回数の切削実験を行い、改めてやすり切削における切削抵抗や切れ刃の損耗の傾向などを報告する。

### 2. 基礎解析

やすりは複数の切れ刃が同時に切削作用を行っているとは限らないが、ここでは仮にブローチ工具と同様な同時多刃切削と仮定し切削モデルを図1に示す。ブローチ加工における予想荷重はNACHIによれば次式の通りである。

$$\text{予想荷重 } F_y \text{ (N)} = \text{切削幅 } w \text{ (mm)} \times 1 \text{ 刃の切込み } a \text{ (mm)} \\ \times \text{比切削抵抗 } K_s \text{ (N/mm}^2\text{)} \times \text{同時切削刃数 } T \quad (1)$$

式(1)を比切削抵抗 $K_s$ について解くと式(2)になる。ここでは $w$ は図2に示す被削材の幅の20mmであり、同時切削刃数 $T$ は本実験では8枚である。なお $d = 8\text{mm}$ である。

$$K_s = \frac{F_y}{w \cdot a \cdot T} \quad (2)$$

式(1)における1刃の切り込み $a$  (mm)は式(3)で得られる。 $\Delta L$  (mm)は10000ストローク毎の除去長さである。

$$a = \frac{\Delta L}{10000} \cdot \frac{1}{T} \quad (3)$$

式(2)の分母分子に切削速度 $V$  (m/sec)をかけて単位換算すると、全切削エネルギー $W$  (J/mm<sup>3</sup>)が得られる。

### 3. 実験装置と方法

図2に示したように直結形削り盤にリンク機構や工具動力計などを取り付け、やすり切削試験装置を構築した。やすりは下部に固定され、被削材が前後運動して切削試験が行われる。元はハールバイトのあった位置にマウンターを設け、おもりを載せた被削材をやすり上部にセットする。ラムの前進時には被削材はやすりに接触して切削作用を受

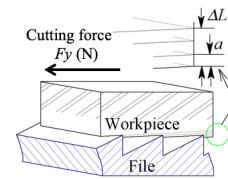


Fig. 1 File cutting model

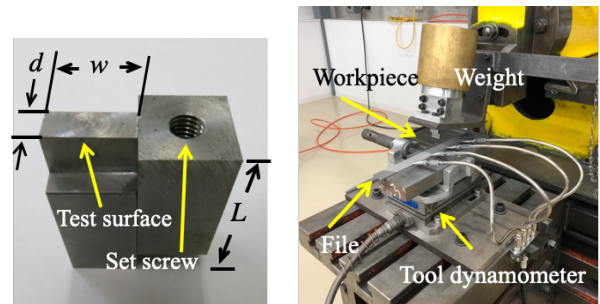


Fig. 2 Experimental setup and workpiece

Table 1 Cutting condition

Table 1 Cutting condition	
Workpiece	S25C
File cutting type	Single cut
File size	250 mm
Cutting number	Second cut
Total strokes	150000
Cutting stroke	150 mm
Load	60 N
Cutting speed	9 m/min

ける。後退時にはリンクによって持ち上げられてやすりから退避する。これを繰り返し切削実験を行う。測定項目は切削抵抗3分力 $F_x, F_y, F_z$  (N)、被削材の除去長さ $\Delta L$  (mm)等である。主な切削条件を表1に示す。

### 4. 実験結果と考察

マイクロビッカース硬さ試験(1.961N 10sec)の結果を示す。

●2017年 S25C : HV132, File : HV916 および、

○2018年 S25C : HV140, File : HV893

図3に10000ストローク毎にデジタルマイクロメータを用いて測定した除去長さ $\Delta L$  (mm)の変化を示す。2018年の結果○印に加えて2017年を●印で示してある。ストローク数

の増加に伴って、●と○は共に減少傾向を示しているが、前回の●の方が $\Delta L$ の減少が顕著である。 $\Delta L = 10\text{mm}$ 程度まで除去された量が減少すると、それ以降はストロークさせてもあまり切削が進まないようである。

図3の $\Delta L$ を積算したものが累積除去長さ $L$  (mm)であり図4に示す。ストローク数の増加に伴って $L$ は増加するが、増加は鈍化しており工具の損耗を示唆している。また●2017年の方が鈍化の進行が早いのがわかる。

図5にキスラー社製工具動力計(9257B)を用いて測定した切削抵抗主成分 $F_y$  (N)と累積除去長さ $L$  (mm)の関係を示す。 $L$ の増加に伴って●と○は共に減少傾向にある。一般の機械加工は強制切り込みであるから工具が損耗すると切削抵抗は大きくなる。しかしながらやすりは強制切り込みではないので、切れ刃の鈍化によって切れ刃は被削材に切り込み辛くなり、切り込み量が減少することにより結果的に $F_y$ が減少するものと考えられる。

図6に累積除去長さ $L$  (mm)と単位除去体積当たりの全切削エネルギー $W$  (J/mm<sup>3</sup>)の関係を示す。 $L$ の増加に伴って $W$ は増加しており実験終了時には初期の2倍程度までエネルギーが増加しているのがわかる。●の2017年は $L$ が少ないにも関わらず $W$ の増加が顕著であった。

図7にオリンパス社製デジタルマイクロスコープ(DSX-510)によるやすりの切れ刃の観察例を示す。写真は被削材が接触しているやすりの中央付近のうちの一部分を拡大したものである。やすりは必ずしも切れ刃高さは一定ではないので、より高い切れ刃部分が除去作用を行っていると考えられ、白い擦過部分として観察される。ストローク数の増加に伴って白い部分が多くなると共に、長く幅広くなり損耗が進行しているのがわかる。この損耗部分を刃直角方向に測定し逃げ面摩耗幅 $V_B$  ( $\mu\text{m}$ )とした。

図8に累積除去長さ $L$  (mm)と逃げ面摩耗幅 $V_B$  ( $\mu\text{m}$ )の関係を示す。 $L$ の増加に伴って $V_B$ はほぼ単調に増加しており、●と○にはそれほど差異は観察されない。

図9に逃げ面摩耗幅 $V_B$  ( $\mu\text{m}$ )と単位除去体積当たりの全切削エネルギー $W$  (J/mm<sup>3</sup>)の関係を示す。 $V_B$ の増加に伴って $W$ は増加傾向を示す。2018年の○では $V_B$ が60 $\mu\text{m}$ 程度になると $W$ は初期の2倍程度に増加しており、工具の損耗が進行しているのがわかる。これは作業者にとっては大きな負担の増加と言える。また製造年の異なる2017年の●のほうが増加が著しい。

以上のようにやすりの切削性の変化の一部が明らかになったが、どの時点で工具寿命とすべきなのかは判断が難しい。また、やすりの個体差を認識することになった。

## 5. 結言

本研究の結果、主として以下の点が明らかとなった。

(1) やすりの繰り返し切削実験を行い、ストローク数の増加に伴って切削抵抗と除去長さは減少し、全切削エネルギーと逃げ面摩耗幅は増加することを示した。

(2) およそ10000ストロークあたり10mm程度まで除去長さが減少すると全切削エネルギーは初期の2倍となり、作

業者にとって負担が大となることを示した。

(3) 逃げ面摩耗幅の増加に伴って全切削エネルギーは増加するが、その程度はやすりの個体差の影響を受けやすい。

## 参考文献

(1) 吉田協, 見山克己: 加工実習作業のやすりの損耗に関する検討(第3報), 日本工学教育協会, 第66回年次大会講演論文集CD-ROM(2018), pp.270-271.

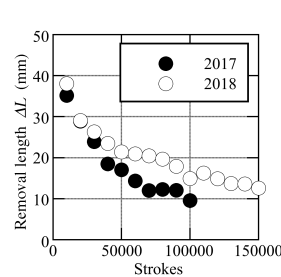


Fig. 3 Cutting stroke versus Removal length

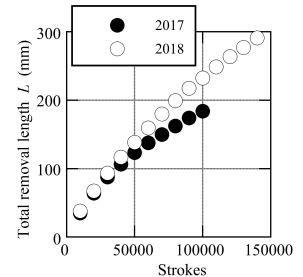


Fig. 4 Cutting stroke versus Total removal length

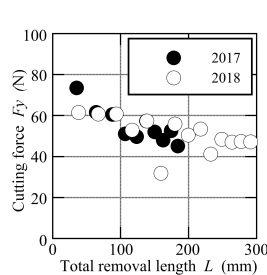


Fig. 5 Total removal length versus Cutting force

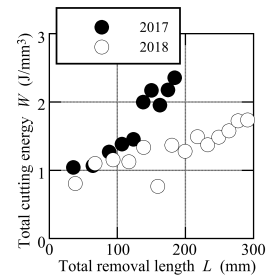


Fig. 6 Total removal length versus Total cutting energy

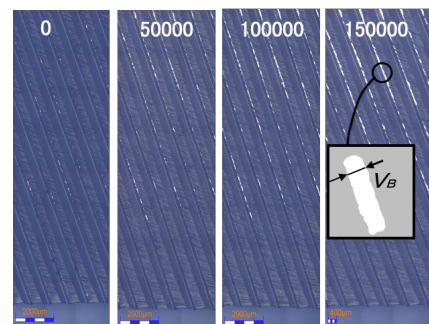


Fig. 7 Cutting stroke versus File surface

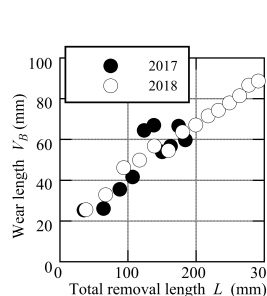


Fig. 8 Total removal length versus Wear length

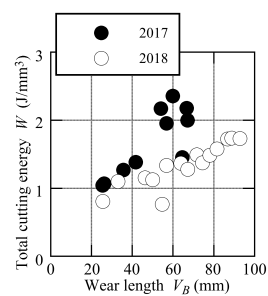


Fig. 9 Wear length versus Total cutting energy