

刃物製品のブランド力向上のための切れ味評価技術の開発（第3報）

大津崇*、田中泰斗*、田中等幸*

Development of sharpness evaluation method to improve the brand power of cutlery products (Ⅲ)

OTSU Takashi*, TANAKA Taito* and TANAKA Tomoyuki*

国際的な切れ味試験である ISO 8442-5 に準拠した半自動型の試験機を使用し、ナイフ形状刃物の切断深さ（切れ味）を定量的に評価した。刃先先端に加わった摩擦や摩耗の状況を確認するため、所定の回数での試験後の刃先曲率半径を算出し、切れ味との相関性を評価した。ISO 規格の切れ味試験では、岐阜県式切れ味試験よりも 30 倍程度早く切れ味が劣化することを確認した。切断回数の増加に伴い刃先曲率半径は増加し、合金鋼の刃物においては、12 μ m 程度の刃先曲率半径が摩耗を判断する目安となると考えられた。

1. はじめに

当センターでは、県の地場産業である刃物など金属製品製造業を支援するため、刃物の切れ味を定量的に評価する手段として長年、本多式切れ味試験機による技術支援を行ってきた。また、本多式切れ味試験機と比較して大幅な試験精度の向上を実現しつつも低コストな自動試験機（岐阜県式切れ味試験機）を新たに開発し、試験機の普及と技術支援を行っている^{1)~3)}。

刃物製品の付加価値の向上には、刃先性能の解析・評価を定量的に行う必要⁴⁾がある。特に刃物に要求される切れ味や耐久性の評価には、刃先の損傷状態を観察することが重要となるため、前報では、比較的広範囲にわたる刃物形状を非破壊で正確に測定するためのソフトウェアについて報告した⁵⁾。

本年度は、新たに導入した ISO 8442-5⁶⁾に準拠した切れ味試験機を使用した基礎的な実験を行い、切断回数と切断深さ、累積切断深さと刃先曲率半径の相関を明らかにしたので報告する。

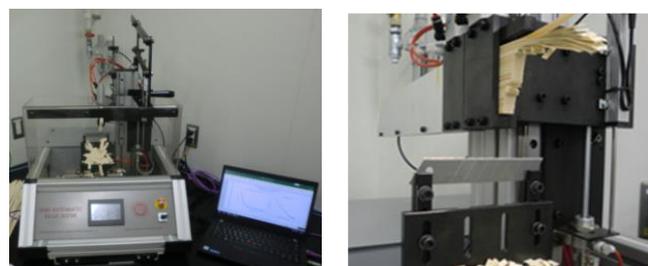
2. 実験

2.1 試験刃物

実験には工業的に品質が安定した市販のナイフ形状刃物（以下、カッター刃）を使用した。使用したカッター刃は、0.5% Cr 添加の合金鋼で作成されており、刃厚 0.5 mm、刃長 100 mm、刃先先端角度約 35°、硬さ HV 823（HRC 64.8 換算値）である。

2.2 刃先耐久試験機と専用試験紙

図 1 に使用した刃先耐久試験機（CATRA 製、SAET）を示す。刃先耐久試験機による切れ味試験は、SiO₂の微粒子を含む専用紙を積層した紙束（以下、被削材）使用する。



（全体図）

（試験刃物設置部）

図 1 刃先耐久試験機

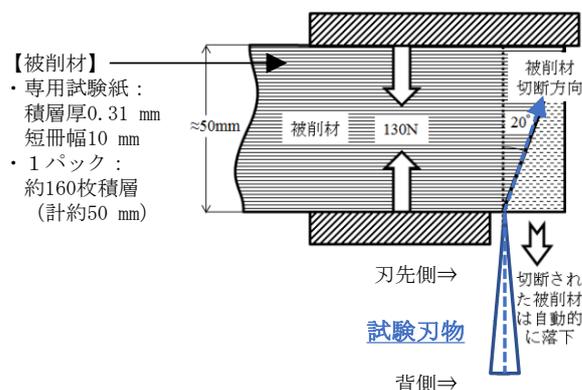


図 2 被削材の切断機構（側面図）

図 2 に被削材の切断機構を、表 1 に試験装置の主要条件を示す。試験は、試験刃物の刃先を上向きに固定し、上方に設置された被削材を切断することにより行う。試験刃物と被削材は 50 N で押し当てられ、試験刃物をストローク 40 mm、平均速度 45 mm/s で往復運動させることで、厚さ約 50 mm の被削材が切断される。被削材は、鉛直方向から 20° の角度で切断される。これにより被削材と刃物との間に生じる不要な摩擦を無くすことが可

* 金属部

表1 試験装置と被削材の主要条件

規格	国際規格	ISO 8442-5
切断形式	引き切り	斜め20°
切断条件	荷重	50 N (約5.1 kg)
	被削材クランプ圧	130 ± 2.5 N
	ストローク幅	40 mm
	速度	50 mm/s (公称) 45 mm/s (平均)
被削材	ケミカルパルプ紙	5% SiO ₂ 含有
	幅 (切断幅)	10 ± 0.1 mm
	厚み (1枚当り) 厚み (積層厚)	0.31 ± 0.02 mm 約50 mm (約160枚)
測定精度	切断深さ (移動量)	0.1 mm 以上 (規格要求値) 0.01 mm (カタログ値)

能となり、刃先と被削材は常に一定の試験荷重で押し当てられる。一回の切断動作によって切断された被削材の切断深さが切れ味として測定され、試験刃物の種類ごとに定められた回数の切断動作を繰り返すことで刃物の性能を評価する。刃先耐久試験機による評価は、刃物の刃先先端部の評価を目的としており、刃物両側面の摩擦に伴う切り離れ性は評価できない。なお、被削材として使用する試験紙は5% SiO₂を含み、その粒径の大きさや割合が一定になるように調整されている。

2.3 刃先耐久試験機による切れ味試験

ISO規格における刃先の評価指標には、初期切れ味と刃先耐久性がある。初期切れ味は、試験開始から3回の切断による被削材の累積切断深さで定義される。刃先耐久性は、対象とする刃物の種類をA型とB型の2種類に分類し、種類毎に評価に必要な切断回数を規定している。

カッター刃などの鋼材を使用した平刃の刃物は、A型刃物に分類される。A型刃物では、切断回数60回分の累積切断深さで刃先耐久性を評価する必要があり、本研究においても60回の切断動作から初期切れ味及び刃先耐久性を評価することとした。

試験には6枚のカッター刃を使用した。また、2セットの被削材を準備し、被削材1に対して刃物1~3、被削材2に対して刃物4~6を用いた。刃先耐久試験及び被削材は、JIS P 8111に準拠した23°C、50% RHの環境下に24時間以上暴露したうえで実施した (ISO未準拠)。

(ISO 8442-5 : 20°C、55%RHに24時間以上暴露)

本多式切れ味試験機や岐阜県式切れ味試験機においては、試験機の機械的特性以外に被削材の固定方法や固定状態が試験結果に影響を及ぼすことを経験的に把握している。刃先耐久試験機においてもその構造上、被削材の交換が必ず必要となり、被削材の交換が試験結果に影響を及ぼす可能性がある。

2.4 切れ味試験後の刃先の観察と摩耗状態の測定

切れ味試験後のカッター刃を切断・研磨し、金属顕微鏡 (株) ニコン製、LV-UDM) を用いて摩耗の状態

表2 ISO規格による試験結果例

	試験刃物	初期切れ味 [mm]	刃先耐久性 [mm]
被削材1	刃物1	110.0	335.2
	刃物2	109.7	331.0
	刃物3	110.3	335.4
	平均	110.0	333.9
被削材2	刃物4	108.5	353.9
	刃物5	107.2	352.0
	刃物6	109.2	353.2
	平均	108.3	353.1

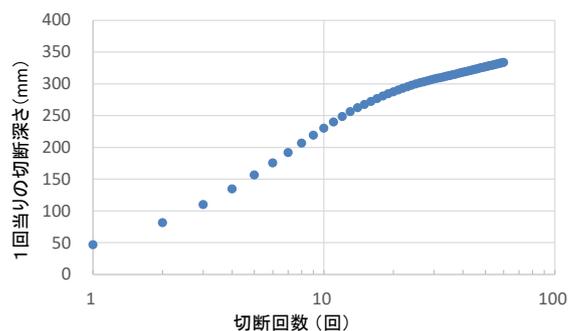


図3 切れ味試験結果 (切断回数と切断深さ)

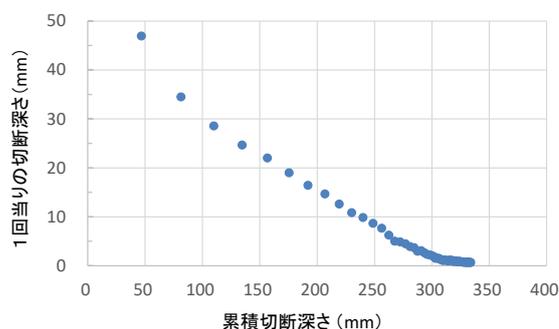


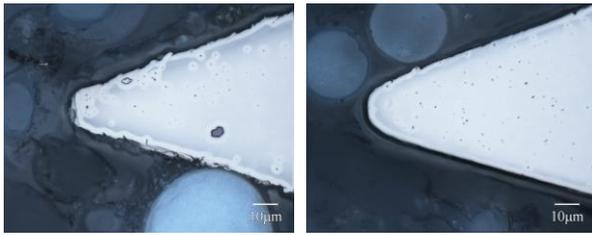
図4 切れ味試験結果 (累積切断回数と切断深さ)

を観察した。摩耗状態は、金属顕微鏡による観察像から求めた刃先曲率半径により評価することとし、切断回数1, 3, 6, 9, 12, 21, 30, 60回の試料を測定した。刃先曲率半径の測定にあたっては、刃先から100µmから200µmの区間に認められる約35°の角度をなす刃物両側の直線を観察像から算出し、これらの直線と刃先近傍の輪郭線との交点を求めた。さらに刃先近傍に認められる輪郭上の任意の座標を観察像から測定し、これらの3点以上の座標から近似円を求め、その半径を刃先曲率半径とした。

3. 結果及び考察

3.1 切れ味試験結果

表2に切れ味試験結果を示す。同一セットの被削材を使用した場合、初期切れ味および刃先耐久性は、よく一致した。一方、異なるセットの被削材では試験結果に違



(a) 試験 9 回目 (b) 試験 30 回目
図 5 切れ味試験後の刃先先端

いが認められた。試験機の制約から 1 セットの被削材で行うことができる試験刃物の数は 10 枚程度が上限であるため、被削材交換の影響を統計的に評価することは難しいが、被削材の交換に伴う試験結果のばらつきは、比較的高い頻度で発生することを確認できており、被削材の調整方法について検討を行い、安定した試験結果を得るための条件を明らかにする必要がある。

図 3 に切断回数と切断深さの関係を、図 4 に累積切断深さと切断深さの関係を示す。図 3、4 から切れ味試験を繰り返すことにより、切断深さは単調減少した。切断回数 1 回目の切断深さを 100 % とした切れ味比率は、切断回数の増加に伴い急激に減少し 18 回目で約 10 % まで減少した。その後減少は緩やかになり、60 回目で約 1.7 % となった。過去に行った岐阜県式切れ味試験機による同等のカッター刃に対する試験では、切れ味比率が約 10 % の切れ味に到達するためには 600 回程度の切断が必要であった⁷⁾。このことから、A 型刃物を用いた ISO 規格の切れ味試験は、岐阜県式切れ味試験よりも切断回数比で 30 倍程度早く切れ味を劣化させるものと推測される。

3. 2 刃先曲率半径と切れ味

図 5 に切れ味試験 9 回目及び 30 回目における、刃先の様子を示す。曲率半径は、試験 9 回目と 30 回目でそれぞれ、8.7 µm、11.0 µm であった。試験 30 回目の刃先は全体的に丸みを帯びており、試験により摩耗が進んだことが分かる。

図 6 に切断回数に対する累積切断深さと刃先曲率半径の関係を示す。切断回数の増加に伴い刃先曲率半径は S 字状曲線で増加し、試験 1 回目の 1.0 µm から試験 60 回目で 11.3 µm まで変化した。このことから、規格で定められた切断回数の切れ味試験により、実験に使用した刃物の刃先は十分に摩耗したものと考えられる。一方で累積切断深さは、切断回数 2~15 回目の範囲で直線的に変化した。また、切断回数が増加し、刃先曲率半径が大きくなるとともに累積切断深さの変化は小さくなった。

本研究における刃物曲率半径の測定結果は、John ら⁸⁾が行った合金鋼ブレードの刃物（材質 ISO 638-17、刃厚 1.6~2.3 mm、硬さ HRC 63）の切れ味試験における試験 60 回目の刃先曲率半径とほぼ同等であった。刃厚や刃先角度などが異なるカッター刃においても同じ結果が得

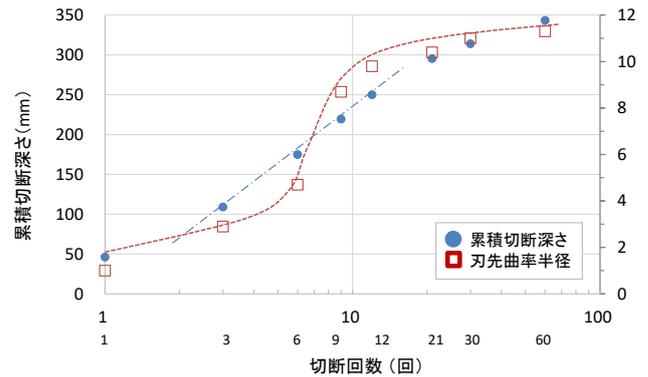


図 6 累計切断深さと刃先曲率半径の変化

られていることから、12 µm 程度の刃先曲率半径が、合金鋼の刃物における刃先の摩耗を判断する目安となる可能性がある。

4. まとめ

市販の合金製カッター刃の切れ味を刃先耐久試験機により評価し、以下の結果を得た。

- (1) 被削材セットの違いにより、試験結果が変動する。
- (2) ISO 規格の切れ味試験は、岐阜県式の切れ味試験より切断回数比で 30 倍程度早く切れ味を劣化させる。
- (3) 切断回数の増加に伴い刃先曲率半径は増加し、合金鋼の刃物においては、12µm 程度の刃先曲率半径が摩耗を判断する目安となる。

本研究では、市販のカッター刃により試験を行ったが、今後は、ステンレス製やセラミックス製刃物、包丁など様々な刃物について試験を行い、刃先観察を行うとともに他の切れ味試験との比較を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.3, pp1-4, 2015
- 2) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.4, pp3-8, 2016
- 3) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 No.5, pp5-8, 2017
- 4) 村井, 日本塑性加工学会会報誌, Vol.2, No.16, pp30-34, 2019
- 5) 田中ら, 岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.3, pp19-22, 2022
- 6) ISO 8442-5:2004, Materials and articles in contact with foodstuffs – Cutlery and table hollowware – Part 5: Specification for sharpness and edge retention test of cutlery
- 7) 田中ら, 岐阜県産業技術総合センター研究報告 No.1, pp21-24, 2020
- 8) John ら, Wear, No.265, pp1093-1099, 2008

