

刃物ブランドの維持・向上に資する計測・評価装置の開発研究（第1報）

田中 泰斗、西嶋 隆、田中 等幸

Development of evaluation apparatus for the cutlery, which aim to promote the cutlery brand (I)

Taito Tanaka, Takashi Nishijima and Tomoyuki Tanaka

本研究では、県内産刃物製品の品質維持または品質向上を支援するため、刃物の切れ味を定量的に評価可能な新たな試験機を開発することを目指している。本報告では、刃物の切れ味評価手法として広く利用されている本多式切れ味試験と ISO 規格の刃物の鋭さと刃先耐久性試験の相違点を明らかにするとともに、開発試験機の開発方針を示した。また、被削材を連続的に切断するためのクランプ機構を設計・試作し、基礎的な検討を行った。試験の結果、試作クランプ機構は、被削材連続切断時に刃先にかかる試験荷重の安定化に効果的であることが判った。

1. はじめに

日本の刃物ブランドを代表する関の刃物は、切れ味の良さや耐腐食性、意匠性などから北米、ヨーロッパを中心として海外からも高い評価を受けている。また、これらの特徴を前面に打ち出した高級品を中心に海外展開を図る企業も増えつつある。刃物製品のブランド構築という点では、岐阜県関刃物産業連合会が地域団体商標「関の刃物」を取得し、刃物産地としての認知度の向上に取り組んでいるほか、個別企業においても企業ブランドまたは製品ブランドの確立に向けた新たな商品開発の取り組みが進められている。このように県内刃物産業においては市場開拓のための様々な取り組みが行われており、今後も優れた機能や品質、意匠を背景に、国内外の新たな販路を開拓していくことが重要と考えられる。

一方で岐阜県内の刃物産業事業者数は、小規模事業所を中心に近年大幅に減少しており、職人の高齢化や後継者不足も相まって、従来どおりの工程分業による刃物生産を維持することは困難になりつつある。このことは、刃物製品の品質低下に直結する恐れがあり、将来を見据えた対応が必要である。刃物の性能として第1に考えられるのは切れ味とその持続性であり、国内においては、図1に示す本多式切れ味試験機（以下、本多式試験機）による評価が主流である。しかし、本多式試験機は、長

年にわたって改良機が開発されておらず、県内企業からは測定自動化や省力化、耐久試験への対応、測定結果の再現性の改善などを求める声がある。

そこで、本研究では、県内産刃物製品の品質維持または品質向上を支援するため、刃物の切れ味を定量的に評価可能な新たな試験機を開発することを目指す。本報告では、刃物の切れ味評価手法として広く利用されている本多式切れ味試験と ISO8442-5 について試験方法の概要を説明・比較するとともに、試験機の開発方針を示す。また、効率的な切れ味耐久試験を実現するために試作した被削材クランプ機構について報告する。

2. 刃物の切れ味評価手法と課題

国内における刃物の切れ味評価手法としては、本多式切れ味試験（以下、本多式試験）が広く利用されている。本多式試験では、短冊状に切断した和紙またはクラフト紙の束を被削材に用い、試験刃物と被削材を一定荷重で押し当てた状態で何れか一方を往復運動させる。このとき切断された被削材の枚数を計数し切れ味として定量化するものである。国内で長年利用されている試験であるが、試験方法が考案された 1920 年頃以降、規格化されることなく現在に至っているため、試験機の保有組織毎に異なる方法で評価されている。現在利用されている本多式試験機の多くは、モータによる切断動作と切断サイクル数のカウントが自動化された装置であり、測定者は 1 ストロークの切断動作の度に被削材を取り外し、切断された被削材を計数する必要がある^{1) 2)}。

国際規格としては、ISO 8442-5（以下、ISO 試験）が制定されており、規格に準拠した装置を英国 CATRA が販売している。ISO 試験も本多式試験と同様に紙を被削材に用いるが、刃物の耐久性評価に特化していること、被削材の切断運動や切れ味の評価方法など相違点も多い。

2. 1 本多式試験と ISO 試験の比較

本多式試験は規格化されていないため、本報告では当



図1 本多式切れ味試験機

表1 被削材の仕様

	本多式試験	ISO 試験
種類	クラフト紙	ケミカルパルプ紙
填料	なし	シリカ
坪量	30g/m ²	200±10g/m ²
紙厚	約 0.04mm	0.31±0.02mm
形状	短冊状の紙束	短冊状の紙束
積層厚	約 16mm (400 枚)	50mm (約 160 枚)
短冊幅	8mm	10±0.1mm
前処理	指定無し	C-24h/20±2°C/ (55±5) %RH

表2 試験装置の主要諸元

	本多式試験	ISO 試験
試験荷重	約 7.4N (750g)	50N (約 5.1kg)
被削材クランプ圧	指定無し	130±2.5N
切断ストローク	20mm	40mm
切断速度	30mm/s (max) 20mm/s (ave)	50mm/s 45±0.5mm/s (ave)
直動機構	往復スライダ・クランク機構	ボールネジ等によるスライド機構

研究所が保有する本多式試験機の諸元及び一般的な試験方法と ISO 試験で定められた試験方法を比較する。

2. 1. 1 被削材

本多式試験と ISO 試験で使用する被削材の主な仕様を表 1 に示す。何れの試験方法においてもケミカルパルプを主要原料とする紙を被削材として使用するが、その機能や性状は異なる。本多式試験で使用する被削材の原料は 100%パルプからなるが、ISO 試験では、シート重量に対して 5%のシリカ粉末を加えた専用シートを使用することとしており、積極的に刃先を摩耗させる事による加速劣化試験を意図している。また、本多式試験で使用する被削材の紙厚は 0.04mm と一般コピー用紙の半分程度であるのに対し、ISO 試験では 0.31mm となっており、シートの剛性が大きく異なる。本多式試験では切れ味を被削材の切断枚数で評価するため、薄い被削材の方が詳細な切れ味を評価し易いこと。被削材の両端をクランプすることにより保持する方法をとっており、剛性のある厚い紙では、試験刃物の側面と切断済み被削材の摩擦の影響が大きくなるためと考えられる。一方 ISO 試験では、切れ味を被削材の切断距離により評価することとしており、紙厚が切れ味に直接影響を与えることは無い。また、被削材の固定方法としては、一端をクランプする機構を採用しており、自重で被削材が垂れ下がることを回避するためには、ある程度の剛性を持った厚みのあるシートを被削材とする方が都合がよいと考えられる。

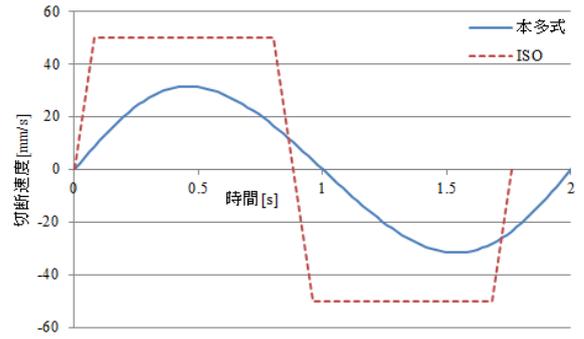
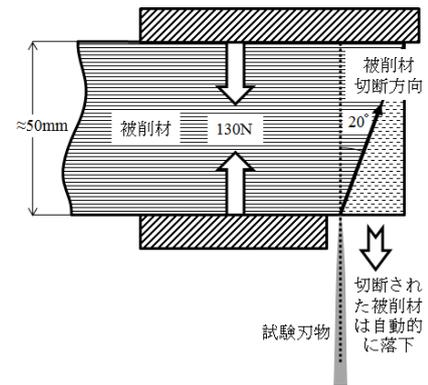
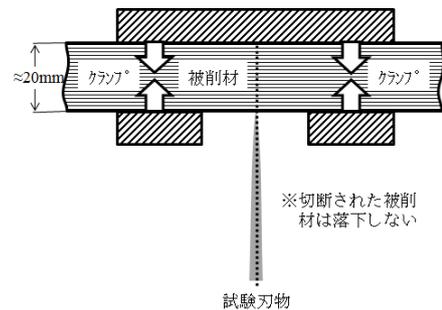


図2 切断動作の速度波形



(a) ISO 試験



(b) 本多式試験

図3 被削材クランプ機構

2. 1. 2 試験装置

本多式試験機と ISO 試験装置の主要諸元を表 2 に示す。ISO 試験の試験荷重は、被削材の短冊幅あたりに換算して本多式試験の約 5.4 倍となっており、切断動作のストロークは 2 倍となっている。切断動作の速度波形を図 2 に示す。本多式試験では往復スライダ・クランク機構により、被削材または刃物を駆動するため、1 サイクルの速度波形は正弦波状になる。ISO 試験では、約 50m/s の等速運動により、刃物を駆動することとしており、切断ストロークの始点及び終点で急激な加減速を伴う台形速度制御等により切断動作を行う。被削材のクランプ機構にも違いがある (図 3)。ISO 試験では被削材の端を固定せず、切断済みの被削材を自由に落下させるとともに、被削材の切断面と刃物側面が約 20° の角をなすように試験刃物の位置を制御することとしている。これは、切

断面を切り込み方向に対して傾けることによって、切断済みの被削材と刃物側面の摩擦を避けるためであり、連続切断によって切り込み量が増加しても刃先のみで試験荷重を加えることが可能になる。本多式試験では、被削材の両端を固定した状態で被削材を切断することとしており、試験刃物の切り込み量の増加に伴い、試験刃物の側面と切断済み被削材の摩擦が生じ刃先にかかる試験荷重が減少することとなる。このため、連続的に切断動作を行いながら切れ味を測定することはできず、切断動作の繰り返しによる切れ味の変化を測定するためには、切断動作の度に刃物と被削材の接触位置を変える必要があり、測定に労力がかかるという問題がある。

2. 1. 3 切れ味の評価方法

ISO 試験では、被削材の切断長さを 0.1mm 以上の精度で測定することにより、切れ味を定量化している。本多式試験では 0.04mm 厚の被削材の切断枚数により定量化しており測定方法は異なるが、何れの試験においても削材の切断長を指標としていることは同じであり、測定精度についても大きな違いは無いと考えられる。

ISO 試験では、試験刃物を A,B の 2 タイプに分類し、それぞれについて試験サイクル数を定めるとともに、表 3 に示す切れ味の基準値を定めている。ここで、A タイプは研ぐことを前提とした刃物であり、B タイプはセラミックスなど研ぐことの無い刃物を指す。ICP (Initial cutting performance) は、初期切れ味を示す指標であり、試験を開始してから 3 サイクル分の累計切断長さである。CER (Cutting edge retention) は、刃先の耐久性を示す指標であり、試験サイクル数が終了するまでに切断された被削材の累計長さで表される。また、B タイプの試験刃物は A タイプの刃物より高い耐久性が設定されている。

本多式試験では、統一的な刃物の性能評価方法は規定されておらず、当所では、刃物に要求する性能に応じ、20 回から数百回程度切断操作を繰り返すことによって切れ味劣化傾向を評価することが一般的である。

この他、檜の木片に試験刃物を押しつけ切断動作を繰り返し行う専用の耐久試験機を用いた切れ味耐久試験の研究事例がある。この研究では、耐久試験機による操作回数と本多式試験機で測定した切れ味の関係を指数関数で近似したうえで、被削材の切断枚数が規定枚数になるまでの累計切断枚数を計算し、切れ味耐久性評価の指標としている³⁾。ただし、耐久試験機は市販されておらず、試験方法として普及していない状況にある。

2. 2 切れ味試験機の開発方針

ISO 試験は切れ味の耐久試験を主目的としており、試験荷重、被削材の切断動作など本多式試験とは大きな違いがある。本多式試験機を保有している企業からは、これまで品質管理等に利用してきた試験結果と一定の互換性を持った試験機を利用することを望まれており、ISO 試験に準拠した試験機での対応は不可能である。また、刃付け状態の善し悪しの確認や医療用刃物やカミソリの

表 3 ISO 試験における切れ味の評価指標

タイプ	試験サイクル数	最小 ICP [mm]	最小 CER [mm]
A	60	50	150
B	200	50	1,500

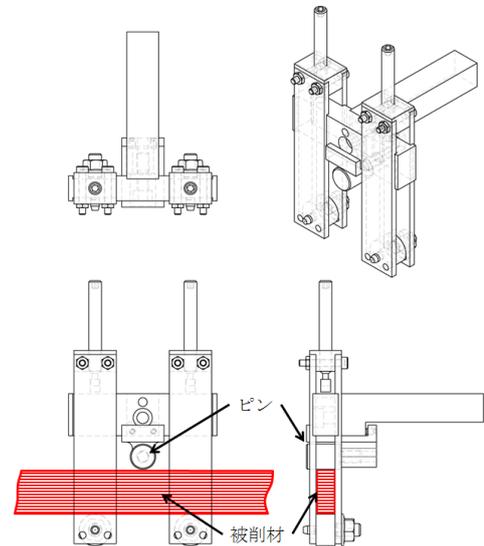


図 4 試作クランプ機構

ように刃先角度の小さい薄刃の刃物の試験では、小さな力で被削材を鋭利に切断できることを確認することが重要であり、ISO 規格に定められた試験荷重は過大である。このため、本研究では、本多式試験をベースとし、測定の省力化を図った装置を開発することとし、主に次の事項について改善を図る。

- 1) 被削材の連続切断
- 2) 被削材の自動交換
- 3) 被削材切断長の自動計測

被削材の連続切断は、試験刃物の側面と切断済みの被削材との摩擦を回避し、刃物と被削材の接触位置を変えることなく刃先にかかる試験荷重を一定に保つことによって連続的な被削材切断を可能にする機能を指す。被削材の自動交換は、連続切断により切り込み可能な被削材長さが減少したとき、自動的に被削材を排出するとともに新たな被削材に交換する機能を指す。被削材切断長の自動計測は、試験刃物の被削材への切り込み量を自動計測する機能を指し、本多式試験における切断済み被削材の計数作業を自動化するものである。また、開発試験機の普及を図るため、使用するセンサやアクチュエータの数を削減するなど、極力安価な試験機の開発を目指す。

3. 被削材の連続切断

3. 1 概要

被削材の連続切断機能について基礎的検討を行うため、図 4 に示す被削材クランプ機構を試作し実験を行った。試作機構では、中央にピンを設けるとともに紙押さえ部を円筒形状とし、被削材に局所的な荷重がかかることを

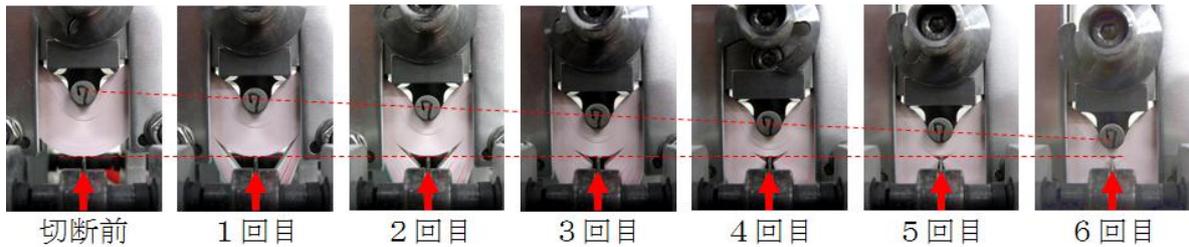


図5 切断回数と切断済み被削材の動き

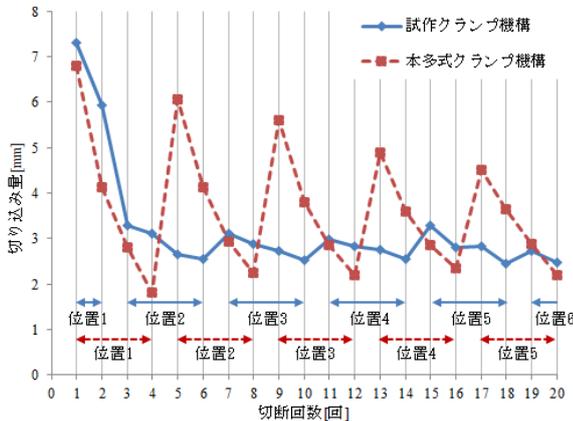


図6 被削材切断回数と切り込み量の関係

回避している。この機構により、クランプされた被削材は円弧状に屈曲した状態で固定される。試験刃物により切断された被削材は中央の円筒ピンと紙押さえ部を結ぶ直線に対して概ね垂直となる方向に移動するため、被削材と試験刃物側面との摩擦を排除することが可能と考えられる。

3.2 実験

試作クランプ機構による効果を検証するため、本多式試験機の可動部に試作機構を取り付けた。実験は、被削材に切り込み可能な残量がある限り、被削材を取り外すことなく切断動作を繰り返すことにより行った。連続切断を行いながら被削材の切断枚数を計数することは困難であるため、刃物の切り込み長さを切れ味に相当する値として、1 ストローク毎の切り込み量をレーザ変位計 (OPTEXFA 製 CD4-85J) により計測した。試験には市販のカッター刃を用い、通常の本多式試験機に使用する被削材を使用した。なお、試作機構の試験では約 850g であり通常の本多式試験機の荷重と異なる。試作機構の試験荷重の増加は、既存の本多式試験機に追加した部品による重量増によるものである。

3.3 結果と考察

図5に試作クランプ機構を用いた切り込みの様子を例示する。切断動作の度に、切断された被削材が試験刃物から離れており、摩擦による試験荷重の減少を軽減できていると考えられる。

通常の本多式試験機の機構で被削材を連続切断した試験と試作機構により連続切断を行った場合の試験結果を図6に示す。試験刃物の刃先状態が異なるため、切れ味

の比較はできないが、本多式クランプ機構による試験では同一位置での切断動作の度に切り込み量が大きく減少し、被削材の位置を変更することにより切り込み量が回復している。試作クランプ機構を用いた場合も同様の傾向が認められるが、切り込み量の変化は比較的軽微であり、被削材と刃物側面の摩擦が大きく減少していることが分かる。よって、試作クランプ機構を用いることは、刃先にかかる試験荷重の安定化に効果的であると考えられる。

4. まとめ

本報告では、刃物の切れ味評価手法として広く利用されている本多式切れ味試験と ISO 試験についてその概要を説明・比較するとともに、試験機の開発方針を示した。また、効率的な切れ味耐久試験に必要な被削材の連続切断機能を実現する方法として、被削材を円弧状に屈曲させた状態で固定する被削材クランプ機構を設計・試作した。試作クランプ機構を本多式試験機に取り付けた連続切断実験の結果、従来試験機のクランプ機構により被削材を連続切断した場合と比べ、切断済み被削材と試験刃物側面の摩擦が大幅に減少している予想され、提案したクランプ機構は、刃先にかかる試験荷重の安定化に効果的であると考えられた。

今後は、切れ味試験機の開発方針に基づき、各種動作を確認しながら新たな切れ味試験機の開発を進める。

【謝 辞】

本研究の遂行にあたり、各種治具の設計製作並びに試験機の自動化についてご協力いただきました (株) 丸富精工様に深く感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 平田, 岐阜県金属試験場業務報告, pp.43-pp.46, 1961
- 2) 加藤ら, 刃物あれこれ-金属学から見た切れ味の秘密, pp.85-92, 2013
- 3) 竹腰ら, 岐阜県製品技術研究所研究報告 No.3, pp.88-97, 2002
- 4) ISO 8442-5, Materials and articles in contact with foodstuffs –Cutlery and table hollowware– Part 5: Specification for sharpness and edge retention test of cutlery