

刃物切れ味試験機の試験精度向上に関する開発研究（第3報）

田中泰斗*、小川大介*

Studies about improvement of test accuracy for cutlery tester (III)

TANAKA Taito* and OGAWA Daisuke*

切れ味試験に用いる被削材は試験方法により異なる。これまで我々はパルプを主成分とする被削材により切れ味試験を行ってきたが、耐摩耗性の高い刃物の耐久試験においては、試験に多大な時間を要するとともに多数の被削材が必要となり非効率であった。そこで無機填料を多く含む市販の用紙を使用した加速試験について検討を行った。この被削材を使用することで金属製のカッター刃では通常の約 16 倍の速さで切れ味が劣化したものの、刃物には顕著な摩耗痕が認められたことから、過大な負荷が加わったものと予想された。セラミックス製のカッター刃では通常の約 5 倍の速さで切れ味が劣化した、刃物に大きな欠陥は認められず、耐摩耗性の高い刃物の切れ味試験においては、無機填料を含む被削材を使用することが有効と考えられる。

1. はじめに

刃物の切れ味試験は、紙束で製作された被削材と試験刃物を一定条件で押し当て、引き切りしたときの被削材の切断量を切れ味として数値化するものであり、試験方法として、ISO8442-5:2004（以下、ISO 試験）や本多式切れ味試験機による方法が知られている。国内では、長年にわたり本多式切れ味試験機が用いられてきたが、自動化の遅れや試験精度などの問題が指摘されていた。この解決を目指し、我々は本多式切れ味試験に替わる新たな切れ味試験機（以下、岐阜式切れ味試験）を開発し、その普及を進めている¹⁻³⁾。

刃物の切れ味を比較するうえで、試験方法を統一し安定した試験結果を得ることの重要性は言うまでも無い。これまでに我々は、試験刃物の固定方法及び温湿度環境の違いが岐阜式切れ味試験の結果に及ぼす影響について調査を行った⁴⁻⁵⁾が、被削材に使用する用紙の違いが切

れ味試験に及ぼす影響については検討を行っていない。

切れ味試験に使用する被削材の性質は、ISO 試験と岐阜式切れ味試験で大きく異なり、ISO 試験ではシリカ微粉末を含有する専用被削材を使用することで、短時間で刃物を摩耗させる方法を採用している。これに対し、岐阜式切れ味試験では、研磨材を含まない被削材を使用することで切れ味の細かな変化をとらえることを可能としている。このため、岐阜式切れ味試験によって、セラミックスや超硬などで製作された耐摩耗性の高い刃物の耐久性を評価する場合、試験に長時間を要するとともに多数の被削材が必要となる問題があった。

そこで本年度は、無機填料を多く含む用紙によって作製した被削材を用いた切れ味試験を実施し、岐阜式切れ味試験における耐久試験の効率化と被削材が刃物に与える影響について検討を行った。

2. 実験

2. 1 試験紙と被削材

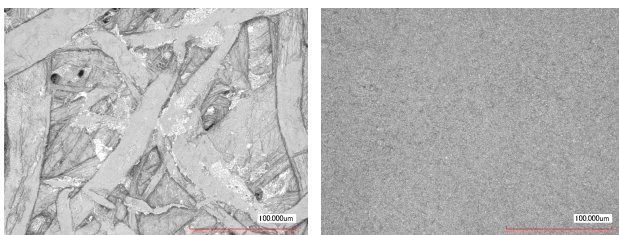
被削材に使用したマットコート紙（以下、マット紙）と従来から岐阜式切れ味試験で使用している試験紙（以下、通常試験紙）の基本データを表 1 に示す。通常試験紙の主成分は、晒クラフトパルプである。マット紙の灰分は、様々な紙種の中でも多い部類であり、填料の主成分は天然の石灰石（炭酸カルシウム）と推定された。ここで灰分とは、紙の中に含まれる無機成分の割合であり JIS P8251:2003 により測定した値である。

図 1 に通常試験紙とマット紙の表面性状を示す。通常試験紙においては、パルプ繊維が明瞭に観察できる。マット紙の表面は、填料とその他の添加剤により完全に被覆されており、通常試験紙のようなパルプ繊維は認められない。

被削材の外形寸法は幅 8mm 長さ 100mm 積層厚約 16mm に統一した。マット紙と通常試験紙では紙厚が異

表 1 試験紙の基本データ

	通常試験紙	マットコート紙
坪量 g/m ²	30	81.4
紙厚 μm	40	79
灰分 %	0.4	39.6
主要填料	—	炭酸カルシウム



(a)通常試験紙

(b)マット紙

図 1 試験紙の表面性状

* 金属部

なるため、被削材の積層厚は積層枚数で調整した。

2. 2 切れ味試験

2. 2. 1 試験条件

試験には半自動の岐阜式切れ味試験機を用いた。被削材の切断動作は台形速度制御による位置決めにより行い、移動距離 10mm、平均移動速度 20mm/sec、移動時間 0.5sec、加減速時間 0.1sec とした。また、切断荷重の設定値を 8.34N、被削材固定荷重を約 64N とした。また、試験は、23℃50%RH の恒温恒湿環境で行った。

2. 2. 2 被削材の違いによる切れ味劣化の評価

試験には、市販の金属製とセラミックス製の cutter の替刃（以下、金属刃、セラミックス刃）を使用し、切れ味試験前後の刃先の摩耗状態をレーザ顕微鏡（（株）キーエンス製、VK-9700）により観察した。

切断動作 1 回で切断される被削材の量は、被削材毎に異なるため、本研究では、通常被削材に対する切断量を切れ味として扱うこととし、マット被削材を 5mm から 10mm 程度切断する度に切れ味を測定した。

あらかじめ通常被削材に対する 1000 回の切れ味試験を行いブランクテストとし、被削材の違いが切れ味試験に及ぼす影響の評価は、ブランクテスト終了時の切れ味を基準として行うこととした。試験刃物の切れ味は、通常被削材の切断によっても低下するが、マット被削材による切れ味の低下と比べて軽微であるため、本研究では影響を無視することとした。

3. 結果及び考察

3. 1 金属刃の切れ味劣化

被削材の累計切断距離と切れ味の関係を図 2 に示す。金属刃におけるブランクテスト終了時の累計切断距離は 770mm であり、切れ味は約 0.15mm であった。マット被削材を使用した試験においては、約 46mm の累計切断距離でブランクと同じ切れ味に到達しており、約 16 倍の速さで切れ味が劣化したこととなる。

図 3 に金属刃の刃先形状と断面形状を示す。各写真の

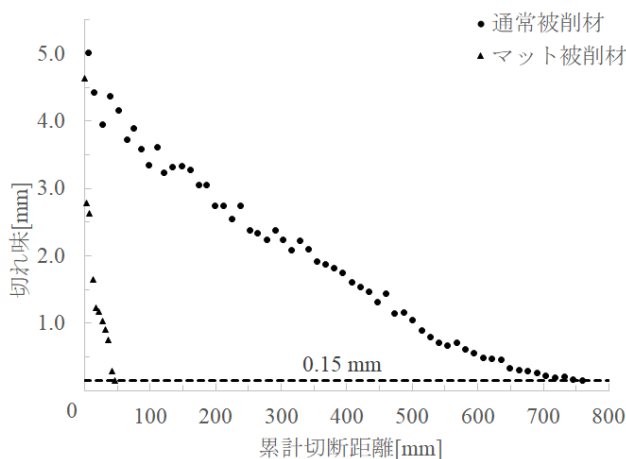


図 2 累計切断距離と切れ味の関係（金属刃）

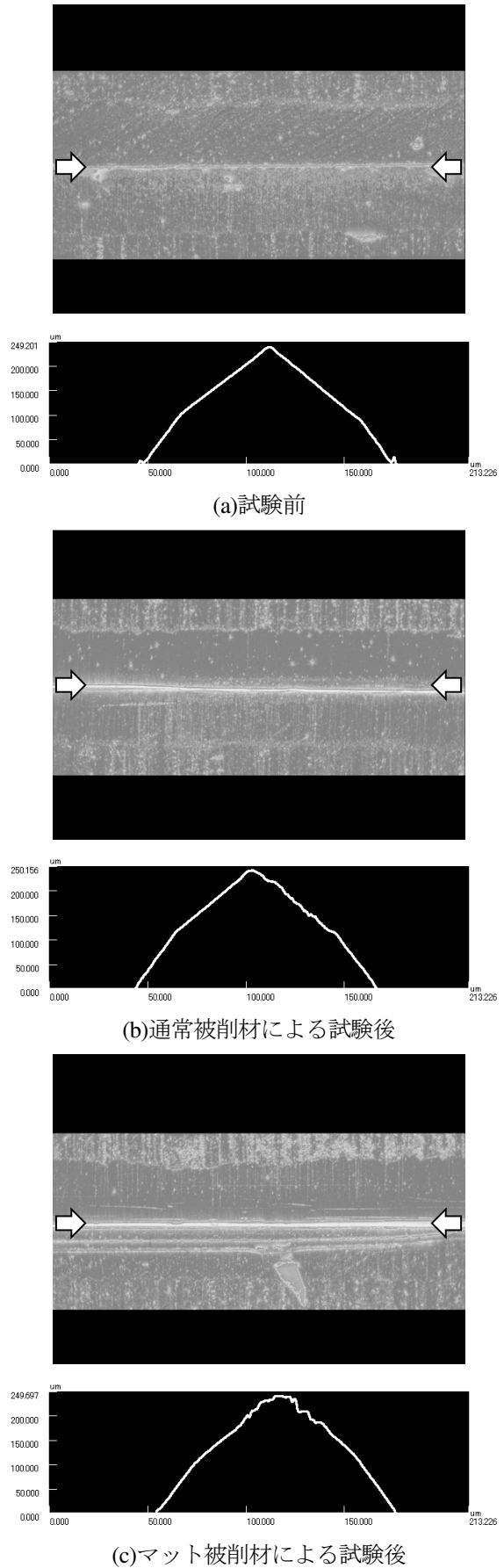


図 3 金属刃の刃先形状の変化

中央に認められる一本の横方向の線が試験刃物の刃先である。試験後の刃物では刃先の線状の模様が太く明瞭になっており、被削材の切断により刃先が摩耗したことが判る。特にマット被削材を切断した後の刃物では、刃先と平行に金属組織が削り取られたような摩耗痕が認められ、断面形状からも刃先に大きな摩耗が発生したことが予想された。

マット被削材を使用することで、短時間で刃物の切れ味を低下させることが可能であったが、このように大きな損傷を刃物に与えると同時に急激に切れ味を変化させる試験によって、実用的な切れ味を評価することが可能か、さらなる検討が必要であると考えられる。

3. 2 セラミックス刃の切れ味劣化

被削材の累計切断距離と切れ味の関係を図4に示す。セラミックス刃におけるブランクテスト終了時の累計切断距離は、約1070mmであり、切れ味は約0.96mmであった。マット被削材を使用した試験においては、約220mmの累計切断距離でブランクと同じ切れ味に到達しており、通常被削材の約5倍の速さで切れ味が劣化した。切れ味の劣化速さが、金属刃より遅くなった原因は、刃物材料の耐摩耗性の違いにあると考えられる。なお、初期切れ味に関しては金属刃の方がセラミックス刃より優れており、初期切れ味と耐久性で優劣が逆転する結果となった。

図5に被削材切断前後のセラミックス刃の刃先とその断面形状を示す。通常被削材による試験では、試験前後で顕著な違いは認められないが、刃先の両脇にあった刃付け時の研磨痕が不明瞭になっており、刃先近傍で摩耗が発生したと考えられる。マット被削材による試験後の刃物では、刃先を示す線状の模様が太く明瞭に認められることから、通常被削材より大きな摩耗が生じたものと考えられる。セラミックスのような脆性材料においては、チッピングのような欠陥が発生しやすいが、観察した部位において大きな欠陥は認められず、刃先に設計耐荷重以上の過大な負荷はかからなかったものと予想された。

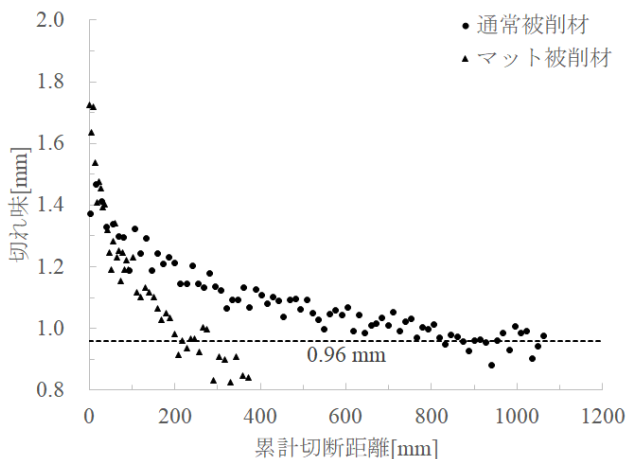


図4 累計切断距離と切れ味の関係（セラミックス刃）

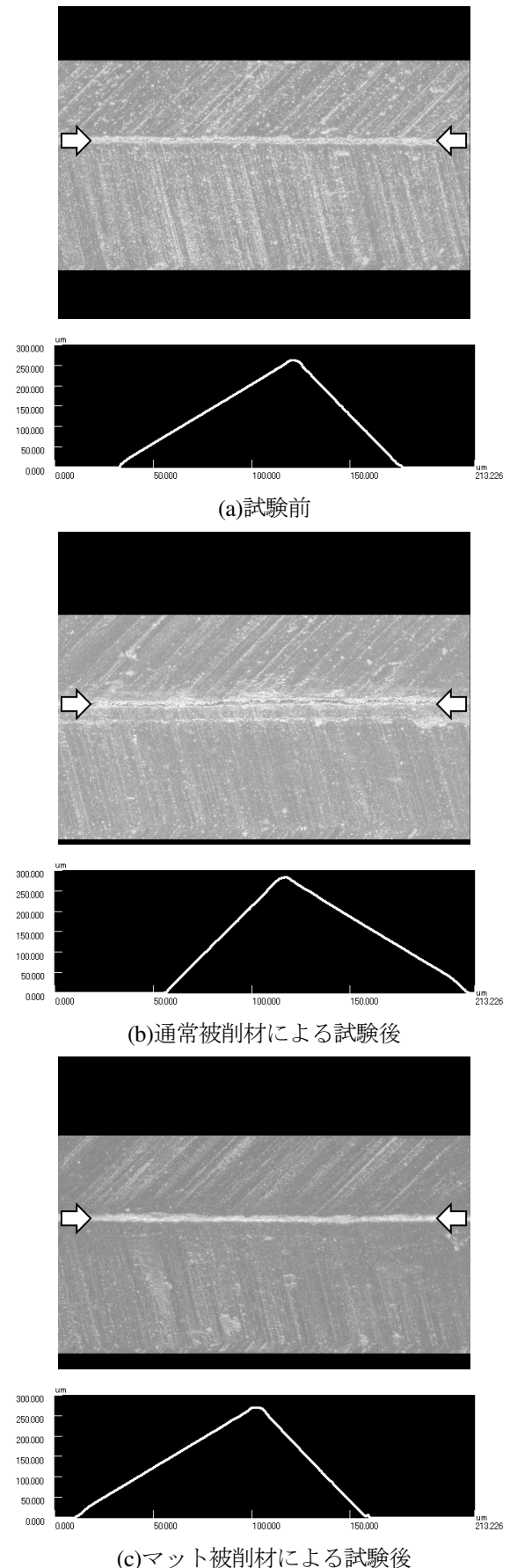


図5 セラミックス刃の刃先形状の変化

3. 3 刃物の特性と被削材の選定

通常被削材による金属刃の切れ味は、ブランクテストにより初期切れ味の3%程度まで低下した。ブランクテスト後のセラミックス刃の切れ味は、初期切れ味の約65%となり、金属刃とセラミックス刃で切れ味の低下割合が大きく異なる結果となった。金属刃、セラミックス刃いずれにおいてもブランクテスト終了間近における切れ味の変化は緩やかであることから、これ以上通常被削材による試験を継続しても大きな変化は生じないと予想される。マット被削材を使用することで、セラミックス刃の切れ味は通常被削材以下のレベルまで低下しており、刃物に求められる試験の程度によっては、マット被削材のように刃先摩耗を発生させ易い被削材を利用することが有用と考えられる。

刃物には靱性と耐摩耗性という相反する性能が求められ、用途に応じたバランスが重要となる。図3、図5より、同程度まで切れ味を劣化させた刃物においても刃物材料や被削材の違いにより、刃先に生じる損傷の程度が大きく異なることから、被削材の選定においては、適切なダメージを刃物に与えることができる材料を選定することが重要と考えられる。また、刃物の性能比較を行うためには、用紙に添加されている無機添加物の材質、粒子形状、粒度分布とその配合量や紙力増強のための各種バインダ類の添加量などの組成が正確に制御された被削材を使用することも重要と考えられる。

なお、金属刃に大きな摩耗が生じた原因の一つとしてマット紙に多量の無機填料が含まれていたことが挙げられる。填料の添加量が異なる用紙を用いることで、金属刃の切れ味耐久試験を効率化できる可能性もあるが、今後の課題としたい。

4. まとめ

岐阜式切れ味試験における切れ味耐久試験の効率化を図るため、無機填料を多量に含む市販のマットコート紙から作製した被削材を用いた試験を実施し、その有効性を検討した。

金属製カッター刃では、マット被削材を使用することで通常被削材の約16倍の速さで切れ味が劣化した。また、試験後の刃物には大きな摩耗痕が認められ、過大な負荷が加わったものと考えられた。

同様にセラミックス製カッター刃では、マット被削材を使用することで、通常被削材の約5倍の速さで切れ味が劣化した。試験終了後の刃物には、通常被削材を超える摩耗が発生したと予想されたが、チップングなどの明らかな欠陥は認められず、耐久試験の時間短縮や被削材節約といった効率化を図るための一手法として有効であると考えられた。

これまでに実施した一連の研究を通じ、岐阜式切れ味試験によって刃物の性能を評価するために必要となる基本的な試験条件を明らかにした。岐阜式切れ味試験の特

徴は、切れ味の細かな変化をとらえることが可能であることと考えられるが、今後、試験の普及を図るためには、ISO試験と岐阜式切れ味試験機による試験結果の比較を行い、それぞれの試験方法の特徴を明確化することが重要と考えられる。

【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製作・自動化に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) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 第3号, pp1-pp4, 2015
- 2) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 第4号, pp3-pp8, 2016
- 3) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 第5号, pp5-pp8, 2017
- 4) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 第6号, pp11-pp14, 2018
- 5) 田中ら, 岐阜県工業技術研究所研究報告 第7号, pp 15- pp 17, 2019