

チタンクラッドナイフの研究

滝 本 成 人*・山 本 直**

Research of the Titanium Clad Knife

Narihito TAKIMOTO and Nao YAMAMOTO

1. はじめに

本研究は、福井県越前市のタケフナイフビレッジ協同組合との産学共同研究による、新しい刃物鋼材の実用化に向けた基礎研究である（図1）。

「越前打刃物」は、約700年の歴史を持ち、昭和54年に全国打刃物業界では初めて、伝統的工芸品としての国の指定を受けた（図2）。今回の研究は、新素材「チタン圧延クラッドメタル」と、伝統技法である「火造り鍛造」を組み合わせた、新しい取り組みである。試作制作においては、同協同組合の山本直氏の協力と技術指導のもとで研究を進めた。特殊加工については協力業者を開拓し研究を進めた。



図1 チタン圧延クラッド材の陽極酸化法による電解発色（業界初の試み）

* 生活科学部 生活環境デザイン学科

** タケフナイフビレッジ協同組合



図2 伝統技法の「火造り鍛造」

2. 研究の経緯

当研究室とタケフナイフビレッジ協同組合は、これまでにハーフセレーションブレイドの研究、障がい者用の片手使用包丁・座位姿勢包丁の研究、子供用包丁の研究を行ってきた。これらの研究の中で共通テーマとして刃物の軽量化が挙げられる。軽量化の解決策として、先行研究の分析から新しい材料の組合せから研究をスタートした。

武生特殊鋼材は2007年にチタン圧延クラッドメタルの製造技術で特許を取得した。初めに作られた「Ti/V金10/Ti」の試作制作は、タケフナイフビレッジ協同組合の佐治武士氏が行き組んだ。しかし、焼入れ時の層間剥離の問題が解決できず、この計画は中断した。本研究はここでの失敗を踏まえ、焼入れ時の熱膨張率の違いが層間剥離の原因の一つにあると仮説を立て、焼入れ温度の低い炭素鋼材白紙2号（武生特殊鋼材では白2）に着目し、クラッドメタルの製作依頼を行った（図3）。

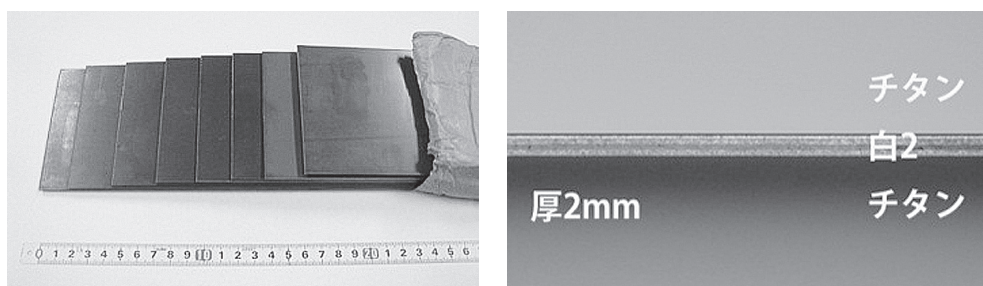


図3 チタン圧延クラッドメタル (Ti/白2/Ti)

3. 実験1 (Ti/白2/Ti)

はじめに、素材特性を確認するため、通常の刃物工程通りに制作を行った。焼入れはバーナー焼入れで790度まで加熱し、焼入れ処理を行った。

焼入れ後の試作品検査として、武生特殊鋼材にて硬度測定と組織観察を行った。硬度検査の結果は Hv781~786 (換算値 HRC63.4~63.5) となり、刃物として用いるに十分な硬

度が得られた。また、組織観察は500倍の顕微鏡で確認し、有害な不純物などは見当たらず良好な組織を呈していると判断された（図4）。

しかし、特殊鋼材メーカーとしては、ザビないチタンの心材に錆びる鋼を入れることに疑義も出た。



図4 Ti/白2/Tiで制作した試作包丁

4. 実験2 (Ti/V金2/Ti)

実験1の結果を踏まえ、次に特殊鋼材メーカーから提案で、心材にステンレス鋼材V金2を使用したクラッドメタルで実験を進めた。この鋼材は焼入れ温度が1,050度と高いことと、ステンレス鋼材は焼入れ時に酸化被膜ができやすいことから、「真空焼入れ」と「ソルトバス焼入れ」で実験を行った。焼入れ後の硬度測定は、真空焼入れがHV679～688、ソルトバス焼入れがHV655～688となり、いずれも実験1で行った炭素鋼材白2と比較すると若干硬度は下がった。組織観察の結果は、ソルトバス焼入れをした試作はチタン表面に細かな破損が見られた（図5）。

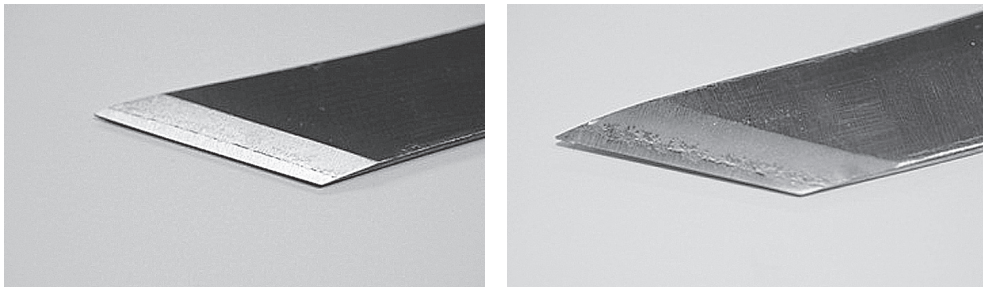


図5 左：真空焼き入れ 右：ソルトバス焼入れ

また、プレス打抜きをした試作は、焼入れ時に層間剥離が表れるものが出た。特に小さな箇所ほど剥離が多い結果となった。また、焼入れ時に剥離がないものも、ひずみ取りで剥離を起こすこともあった（図6）。



図6 焼入れ後に層間剥離が表れた箇所

5. レーザー切抜き加工

実験2でプレス機の切抜き加工時に起こる、クラッドメタルの内部ストレスの問題を解決するため、レーザー加工機による切抜き加工を試みた。この結果、切出しナイフサイズの実験では焼入れ時の層間剥離の問題は起きなかった。また、レーザーによる温度加熱も局部的であるので鋼材への影響は表れなかった。しかし、レーザー加工設備には設備コストと、切抜き加工時に切抜き材間のスペースが必要なため、歩留まりの悪さの問題が残った（図7）。



図7 レーザー加工機による切抜き加工

6. 表面処理実験

チタンは加熱することにより表面に酸化被膜を形成することから、実験1の焼入れ時に青色の発色の仮説を立てた。しかし、美しい発色が表れなかったことから、陽極酸化法による酸化被膜の形成を試みた。陽極酸化法は電圧によってミクロン単位で酸化被膜の厚みの違いが調整できることから、単色試作とグラデーション試作を試みた（図8）。また、チタンの表面処理と発色の関係を明らかにするため、研磨仕様とサンドブラスト仕様等の陽極酸化法を試みた（図9、10）。



図8 チタン試験片および市販品での陽極酸化法の基礎実験

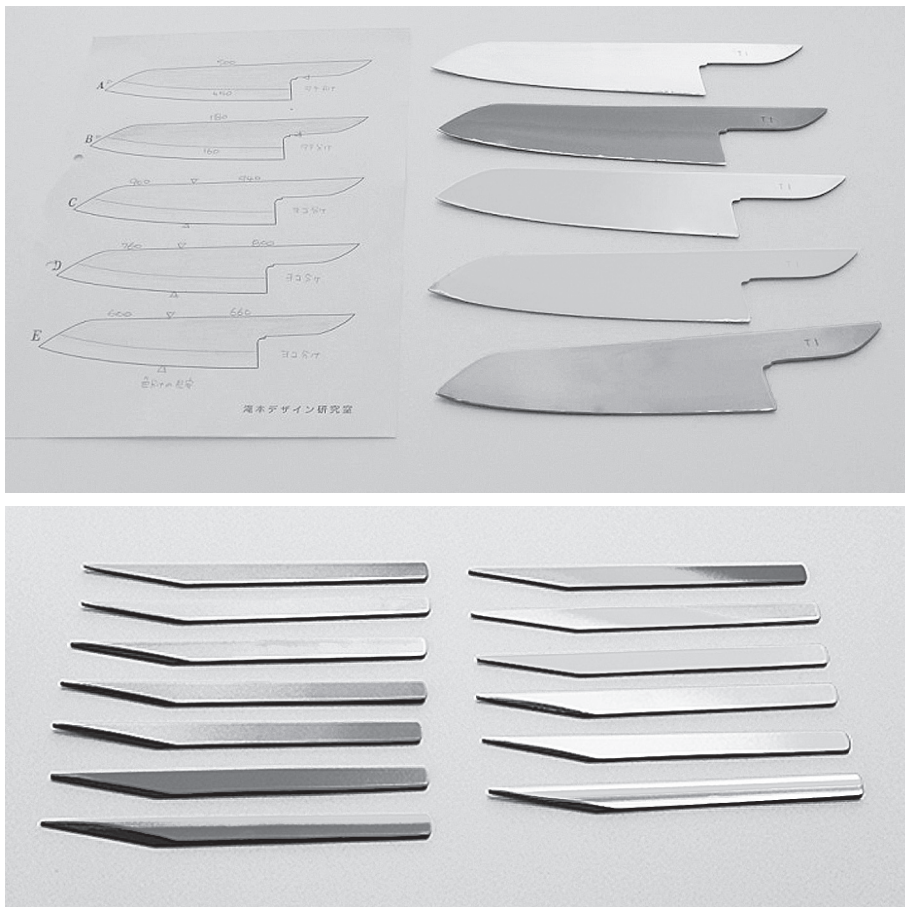


図9 陽極酸化法の単色試作とグラデーション試作



図10 上：サンドブラスト下地処理，下：研磨下地処理

7. ま と め

本研究は、チタン圧延クラッドメタルのオリジナル鋼材の製作依頼から始まり、熱間処理・表面処理に至るまで、複数のメーカーの連携を整えた結果、試作品制作が可能となった。現時点でのまとめとして、「Ti/白 2 /Ti」は、ほぼ従来技術通りの製作工程が可能であることが明らかとなった。「Ti/V 金 2 /Ti」は、焼入れ時と歪取り工程での層間剥離があるため、小型で形の複雑でないものであれば製作が可能であることが明らかとなった。先行して行われた佐治ら（2007）の「Ti/V 金 10/Ti」の研究結果からも、心材にステンレス鋼を入れることは熱間処理の段階で技術的な課題が残された。

今後の用途開発としては、軽量・抗菌作用・美しさの特徴をいかした領域の商品開発を検討している。しかし、材料コストと表面処理コストがどうしても割高となり、販売価格の問題が残る。コスト削減は今後の課題である。

関係メーカー

企 画：滝本デザイン研究室+山本直（タケフナイフビレッジ）
製 作／販 売：タケフナイフビレッジ協同組合
特殊鋼材製作：武生特殊鋼材株式会社
レーザー加工：有限会社 志村プレス工業
表面処理加工：株式会社 ホリエ
表面処理協力：株式会社 細田電機
刃物試験機関：武生特殊鋼材株式会社

展覧会・展示会出品

- ・第24回堺刃物まつり 2011.2.13
会場：堺市産業振興センター（大阪府堺市北区長曾根町）
出展：タケフナイフビレッジ協同組合
- ・第44回岐阜県関市刃物まつり 2011.10.8～9
関アウトドアナイフショー2011
会場：アビセ関（岐阜県関市平和通7-5-1）、主催：関市刃物まつり協賛会
出展：タケフナイフビレッジ協同組合
- ・やすぎ刃物まつり 2012.5.3～4
安来アウトドアナイフショー2012
会場：和鋼博物館（島根県安来市安来町）
出展：タケフナイフビレッジ協同組合
- ・プロフェッショナル展 2012.11.14～19
会場：国際デザインセンター・デザインギャラリー（名古屋市中区栄3-18-1）
主催：中部デザイン団体協議会

参考文献

- ・ 滝本成人「ハーフセレーションブレイドの研究」
平成20年度日本デザイン学会第3支部研究発表要旨集 A-4
- ・ 滝本成人「ハーフセレーションブレイドの研究」
平成21年度日本デザイン学会第56回大会研究発表梗概集2009 pp. 276-277
- ・ 滝本成人・山本直「チタンクラッドナイフの研究」
平成23年度日本デザイン学会第3支部研究発表梗概集
- ・ 滝本成人「ハーフセレーションブレイドの研究」
椋山女学園大学研究論集第43号2013 pp. 61-70
- ・ 滝本成人・山本直「鍛造パン包丁のデザイン開発」
平成24年度日本デザイン学会誌作品集17号 pp. 52-55
- ・ 滝本成人・山本直「チタンクラッドナイフの研究」
平成25年度日本デザイン学会第60回大会研究発表梗概集2013

謝辞

本研究を進めるにあたり，多大なご協力をいただいた，関連メーカー各社の皆様に，心より感謝を申し上げます。

本研究の一部は，平成22年度椋山女学園大学振興会研究奨励補助金と，平成24年度椋山女学園大学学園研究費助成金(B)の支援を受けている。