

オーステンパ球状黒鉛鋳鉄製木工刃物の開発*

茨島 明**、勝負澤 善行**、池 浩之***、高川 貫仁**

ベルカッターと呼ばれる旋削用の木工刃物をADIにより製作し、その性能を樹脂切削試験により既存の鋼製刃物と比較した。その結果、製作したADI製ベルカッターは45HRCの硬さを有しており、木工刃物として使用できることが明らかとなった。また、切削速度240m/minにおける被削材の加工表面粗さはADI製刃物と既存の鋼製刃物とでほぼ同じ値を示した。

キーワード：オーステンパ球状黒鉛鋳鉄 ADI ベルカッター すず浴

Development of Woodworking Tools with Austempered Ductile Iron

BARAJIMA Akira, SHOUBUZAWA Yoshiyuki, IKE Hiroyuki,
and TAKAGAWA Takahito

We made wood working tools out of austempered ductile iron, what are called a bell-cutter, and we compared ADI bell-cutter's performance with steel bell-cutter's performance by cutting test of plastic material. Consequently, we have confirmed that ADI bell-cutter's hardness is 45HRC. And this hardness is good as a woodworking tool. The roughness of cut plastics' surface (cutting speed=240m/min) by using an ADI bell-cutter and a steel bell-cutter are nearly equal.

key words : austempered ductile iron, ADI, bell-cutter, tin bath

1 緒 言

特定産業集積地域の基盤産業である鋳鉄鋳物製造業の活性化を図るため、当センターは県内企業と共同ですず浴オーステンパ熱処理装置¹⁾を開発し、オーステンパ球状黒鉛鋳鉄（以下、ADI）の農耕爪やナイフ等への応用を支援^{2),3)}してきた。ADIは高い強度と硬度を有する³⁾ことが知られており、様々な分野への応用が期待されている。一方、木工刃物は様々な材料（工具鋼、超硬合金、ダイヤモンド、cBNなど）から作られているが、これらの材料はリサイクルするのが難しいのが現状である。これに対し、ADIは鋳造材料であり、優れたリサイクル性を有している。

本研究では、ADI製木工刃物の実用化を検討するために、ベルカッターと呼ばれる旋削用の木工刃物を製作し、その性能を樹脂切削試験により既存の鋼（SKH51）製刃物と比較した。

2 実験方法

供試材は表1及び表2に示すような化学成分と機械的性質の球状黒鉛鋳鉄（FCD500相当）を用いて図1及び図2に示すベルカッターを図3に示す工程により製作した。ベルカッターのすくい角は40°、50°、及び60°

の3種類とした。既存の鋼製ベルカッターにおけるすくい角は50°で、すくい角の変化による影響を見るために40°及び60°のADI製ベルカッターを製作した。すくい角50°以外の鋼製ベルカッターは木工刃物メーカーの特注品を用いた。

オーステンパ熱処理にはすず浴オーステンパ熱処理方法¹⁾を用いた。オーステンパ熱処理の概略を図4に示す。ベイナイト化にすず浴を用いているのが本熱処理方法の特徴となっている。

製作したADI製刃物と鋼製刃物の性能試験は樹脂材料の切削試験により行った。表3に切削条件を示す。また、図5に切削試験の様子を示す。刃物の性能を加工表面粗さにより評価するために等方均質な樹脂材料を被削材とした。

表1 供試材（FCD500相当）の化学成分（mass%）

C	Si	Mn	P	Mg	S	Fe
3.71	2.81	0.27	0.019	0.047	0.005	Bal.

表2 供試材（FCD500相当）の機械的性質

引張強さ	耐力	伸び	硬さ
531 (N/mm ²)	355 (N/mm ²)	15.9 (%)	187HB

* オーステンパ球状黒鉛鋳鉄の高度化

** 金属材料部

*** 企画情報部



図1 ベルカッター外観

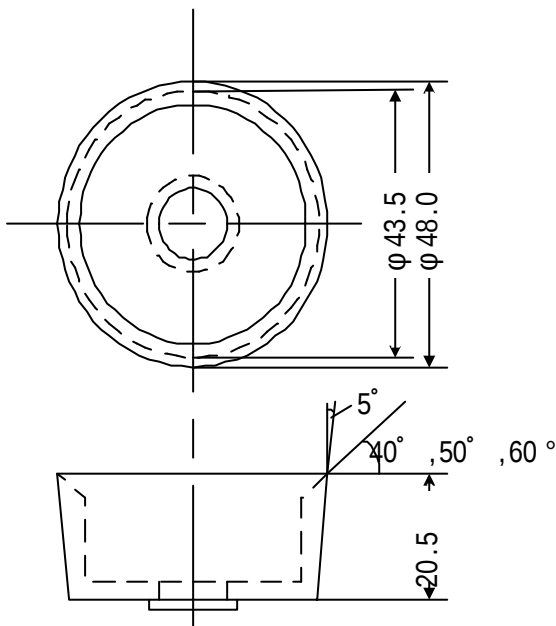


図2 ベルカッター概略

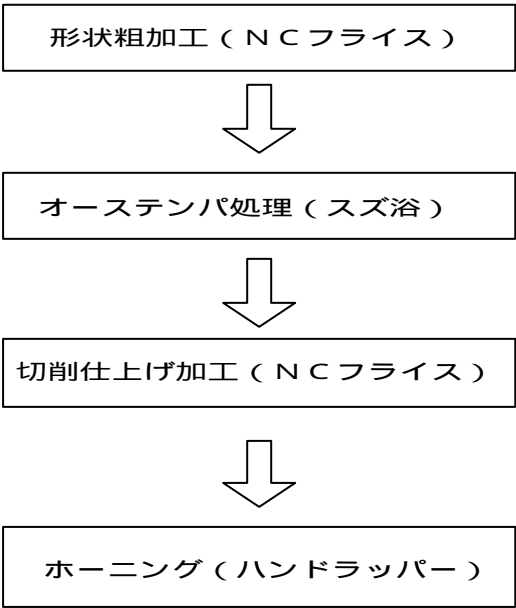


図3 ベルカッター製作工程

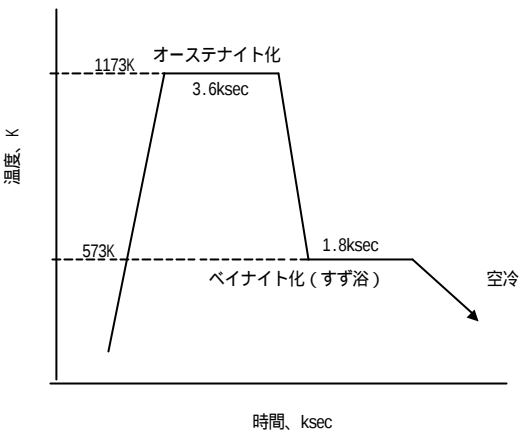


図4 オーステンパ熱処理

表3 ベルカッターによる切削条件

切削速度 (m/min)	120, 240, 360
送り (mm/rev)	0.2, 0.4, 0.6
切り込み (mm)	2.0
加工方法	旋削による外形切削
被削材	樹脂 (サイコウッド)

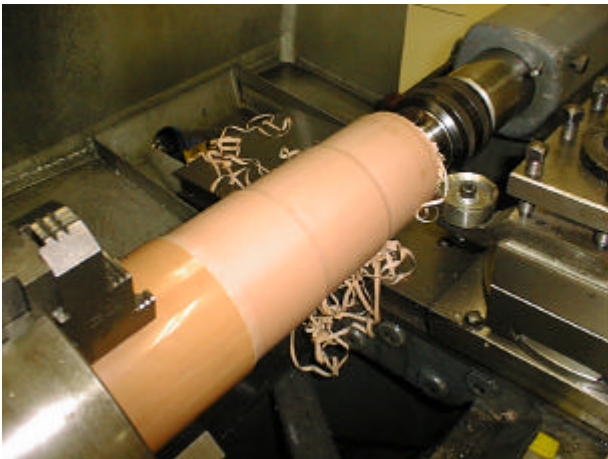


図5 切削試験の様子

3 実験結果及び考察

ADI製ベルカッターの組織を図6に示す。マトリックス全体が均一な下部ベイナイト組織になっており、良好なオーステンパ熱処理が行われていることがわかる。このベルカッターの硬さは45HRCで、鋼製ベルカッターの硬さ63HRCには及ばないが、木工刃物としては十分に使用に耐えられる硬さと考えられる。しかしながら、硬さは刃物の耐摩耗性に大きな影響を与えるので、今後は材料の化学成分やオーステンパ熱処理方法を改良することで、さらに高硬度の刃物を製作しなければならないと考えている。

すくい角60°のベルカッターによる樹脂切削試験において、ADI製及び鋼製ともに問題が発生し、試験に供することはできなかった。ADI製ベルカッターは刃先が曲がっ

てしまい、試験に供することはできなかつた。鋼製ベルカッターは刃先が欠損してしまい、試験に供することはできなかつた。ADI製及び鋼製ともにすくい角が 60° になると刃先が薄くなり刃先強度が低下するために上記のトラブルが発生したと考えられる。ADI製は靱性が高いために曲がり、鋼製は高硬度で靱性が低いために欠損したものと思われる。したがって、ADI製刃物をより硬度の高いものにする際、ある程度の靱性を兼ね備えたものにしなければ、鋼製刃物と同じ問題が発生するが予測される。

図7に切削速度 240m/min における被削材の加工表面粗さを示す。ADI製刃物による加工表面粗さはどの加工条件においても鋼製刃物によるものとほぼ同じ値を示した。このことから、ADI製ベルカッターは木工刃物として十分な性能を有していると考えられる。また、図7において、すくい角が 40° の刃物による加工表面粗さが送りに対して右肩下がりになることと送りが 0.6mm/rev における加工表面粗さが全ての刃物においてほぼ同じ値を示すことは非常に興味深い。通常、表3に示すような条件で加工すると、被削材の加工表面粗さは図7の近似理論粗さに定性的に一致する。ところが、すくい角 40° の刃物では全く逆の結果となった。

そこで、このことをさらに調べるために、すくい角 40° のADI製刃物を用いて切削速度を変えて切削試験を行った。その結果を図8に示す。切削速度が遅いほど、そして送りが速いほど加工表面粗さは良くなる傾向にあり、近似理論粗さとは異なる傾向を示した。したがって、本研究における 40° ベルカッターによる加工表面粗さにおいては、図9に示すような影響を与える未知の要因があると考えられる。

この未知の要因としては熱的な影響が考えられる。樹脂材料の基材はアクリルニトリルブタジエンスチレン（以下、ABS）であり、ABSの構成成分のガラス転移温度は表4に示す通りである。したがって、送りが小さく切削速度が速くなれば摩擦による熱がより多く発生し、その摩擦熱によりポリアクリルニトリルとポリスチレンがガラス化し、ゴム状になった被削材をちぎるように加工するものと推察される。その結果、加工表面の粗さが悪くなるものと考えられる。

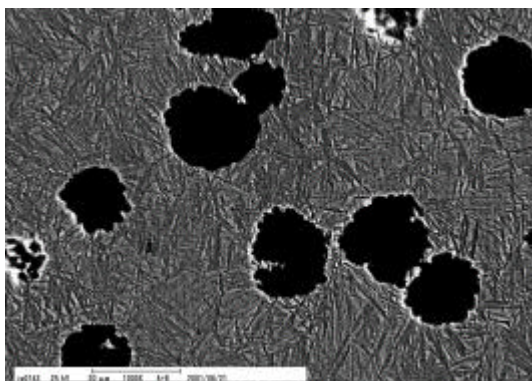


図6 ADI製刃物の組織（硬さ45HRC、 $\times 1000$ ）

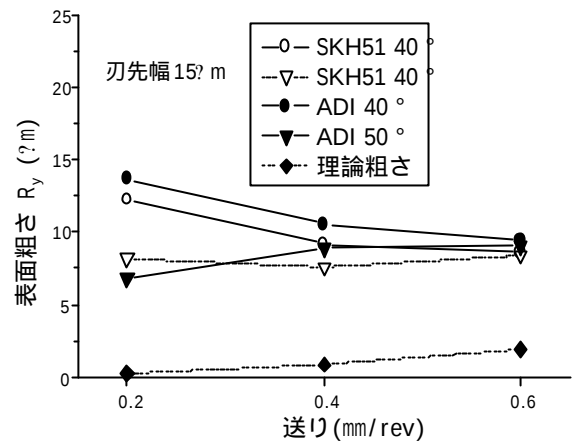


図7 加工表面粗さ（切削速度 240m/min ）

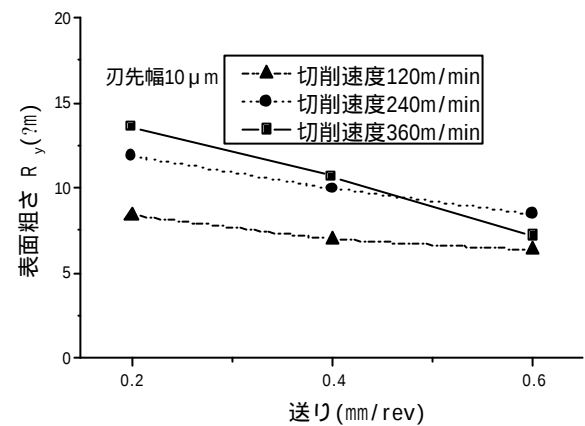


図8 ADI製刃物による加工表面粗さ（すくい角 40° ）

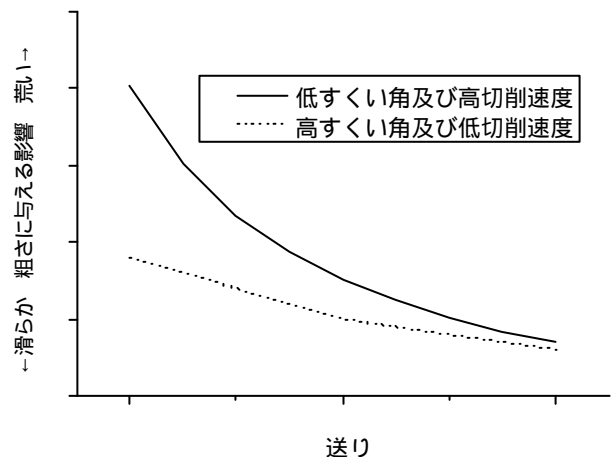


図9 加工表面に与える影響

表4 樹脂材料を構成する基材のガラス転移温度（K）

ポリアクリルニトリル	ポリブタジエン	ポリスチレン
403	193	373

4 結 言

ベルカッターと呼ばれる旋削用の木工刃物を ADI に
より製作し、その性能を樹脂切削試験により既存の鋼
(SKH51) 製刃物と比較した。その結果、以下のことが
明らかとなった。

- (1) すず浴オーステンパ熱処理を施した ADI 製ベル
カッターの硬さは 45HRC で、木工刃物として使
用できる硬さを有している。
- (2) 切削速度 240m/min における被削材の加工表
面粗さは ADI 製刃物と既存の鋼製刃物とでほぼ
同じ値を示した。
- (3) すくい角 40° の刃物による被削材の加工表面粗
さは一般的な加工表面粗さの傾向を示す近似理

論粗さとは異なる傾向を示した。

本研究は平成 12 年度特定産業集積活性化関連機関支
援事業の一環として実施し、県内外の木材加工業者に試
供品を提供しました。

また、本研究を実施するにあたり、ご協力いただきま
した当所 研究補助員 岩清水康二氏に厚く御礼申し上
げます。

文 献

- 1) 勝負澤, 加藤: 鑄造工学, 7, 484(1999)
- 2) 町田, 中村: 岩手工技セ研報, 2, 37(1995)
- 3) 勝負澤ほか: 岩手工技セ研報, 4, 43(1997)