

## 鑄ぐるみ材の研削加工\*

齋藤 裕之\*\*、堀田 昌宏\*\*、池 浩之\*\*\*

高川 貫仁\*\*\*、勝負澤 善行\*\*\*\*、飯村 崇\*\*\*\*\*

岩手県工業技術センターでは、サーメット粒子を鑄ぐるみ材に高温耐摩耗性に優れた新しい複合材料(以下「鑄ぐるみ材」と記す)を開発した。この材料を金型等の機械要素部品に適用することを目的とし、従来、明らかにされていなかった鑄ぐるみ材の高精度加工方法について検討した。この結果、以下のことが分かった。

(1) 表面粗さは $Ry0.5\mu m$ 以下を達成することができた。

(2) 鑄ぐるみ材をプロファイル研削砥石にて研削すると砥石の摩耗は激しい。

(3) 砥石表面をレーザー光を用いて測定すると、その輝度値の変化により研削砥石の摩耗状況にある程度把握できる。

キーワード：複合材料、鑄ぐるみ材、研削砥石、レーザー光

## Grinding of Insert Material

SAITO Hiroyuki , HOTTA Masahiro , IKE Hiroyuki

TAKAGAWA Takahito , SHOUBUZAWA Yoshiyuki and IIMURA Takashi

Generally, precision machining has used grinding. In this paper, we described grinding and evaluation of wear on grinding wheel using laser beam for insert material made in Iwate Industrial Research Institute. From the result, we found that Ry value of insert material was less than  $0.5\mu m$  and the value of reflected laser beam cloud been evaluated wear of grinding wheel.

**key words : composite material, insert material, grinding wheel, laser beam**

### 1 緒 言

近年、環境問題が盛んに議論され始め、工業製品のリサイクルが推進あるいは義務化されている。しかし、切削加工の工具刃先に使用されるスローアウエーチップは耐摩耗性・耐熱性に優れた超硬合金やサーメットが使用されているにもかかわらず、寿命とともに廃棄され、リサイクルはほとんどなされていない。

このため、工業技術センターでは、スローアウエーチップのリサイクルを目的に、鑄鉄中に、廃棄されたスローアウエーチップを粉碎・混合して合金化した鑄ぐるみ材を開発した。この鑄ぐるみ材は、安価で高温耐摩耗性・耐熱性・耐酸化性が必要なクラッシャー用破砕歯や高温用破砕歯、焼結鋼破砕歯への適用には非常に有効である。

一方、鑄ぐるみ材を金型部品・射出成形用部品等の精密機械に適用できれば利用範囲はさらに拡大されることが考えられる。しかし、これらの部品への適用には、表面粗さが $Ry0.5\mu m$ 以下であることが要求される。表面粗さの向上は、組織が均一な材料の場合、切削加工後に研削加工を施し、研削砥石や研削条件を変化させることで設計値に到達させる。しかし、鑄ぐるみ材料のように組織が不均一な場合については、研削砥石や研削条件と表面粗さの関係は詳細には調べられていない。そこで、鑄ぐるみ材の高精度加工が大きな課題となっている。

また、研削作業では、砥石交換時期を作業者が判断しており、作業者の技量に大きく左右される。砥石作業の自動化には、砥石交換時期を定量化することは非

---

\* 素材再利用による新材料製造技術開発事業  
\*\* 電子機械技術部  
\*\*\* 材料技術部  
\*\*\*\* 材料技術部(現 いわて産業振興センター)  
\*\*\*\*\* 企画情報部(現 電子機械技術部)

常に重要であり、このためレーザー等の非接触による方法が有効である<sup>1)</sup>と考えられている。

そこで、本研究では、(1)鑄ぐるみ材の高精度研削加工、(2)鑄ぐるみ材を用いた実加工品の製作と評価、(3)研削砥石のレーザー計測について調べた。

## 2 実験方法

### 2-1 鑄ぐるみ材の高精度研削加工

実験には、CNC 超精密研削盤((株)岡本工作機械製作所 UPG-63NC)を使用した。研削剤はソリュブル液を用い、その供給量は、研削中、被削材表面に十分に供給される量とした。鑄ぐるみ材はサーメット粒子を鑄鉄で「鑄ぐるみ」したものであるため、表面は部分的に超硬合金と同様な硬度を有していると考えられるため、研削条件は、一般的にダイヤモンド砥石(1000)を用いて超硬合金を研削する場合に最適とされている条件とした。その研削条件は総切込み量 0.01mm、1回あたりの切込み量 0.01 $\mu$ m、周速 900rpm、テーブル送り(トラバース)、左右送り速度 25m/min、前後送り速度 1.5m/minである。

砥石は東京ダイヤモンド製(1000)を用いた。研削実験後、鑄ぐるみ材表面は接触式表面粗さ計にて測定した。なお、本実験で用いた鑄ぐるみ材は Ni50vol%、含有サーメット粒子 150 $\mu$ m 以下の条件のものである。

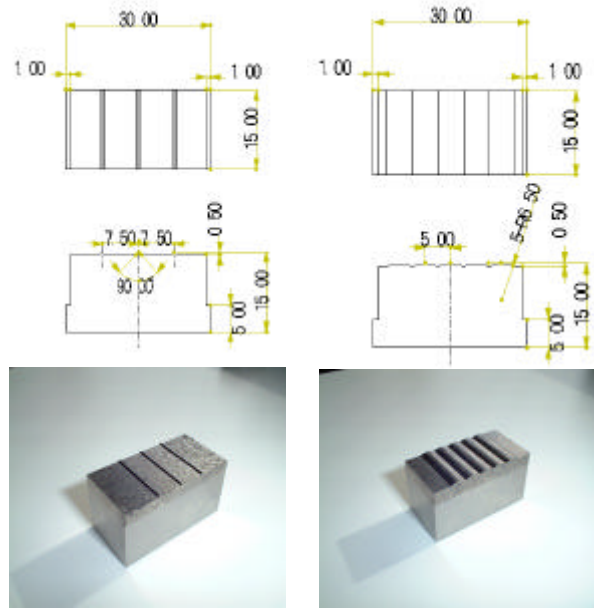
### 2-2 鑄ぐるみ材を用いた実加工品の製作と評価

実加工品の研削実験には精密研削盤((株)ナガセ SHS-80)を使用した。研削剤はソリュブル液を用い、その供給量は、研削中、被削材表面に十分に供給される量とした。砥石はプロファイル研削砥石(SD400MVD(砥石寸法、75D\*5W\*1\*0.04R\*15°\*31.75H))を用い、砥石バランスは 0.1 $\mu$ m 以内となるようにした。また、回転速度は 500 往復/min であった。本実験で用いた鑄ぐるみ材は小西鑄造(株)にて製造されたもの(含有サーメット粒子 1000 $\mu$ m)である。本実験では図 1(a)および(b)に示す、異なる 2 つの形状 Type A および Type B について研削を行った。

### 2-3 研削砥石のレーザー計測

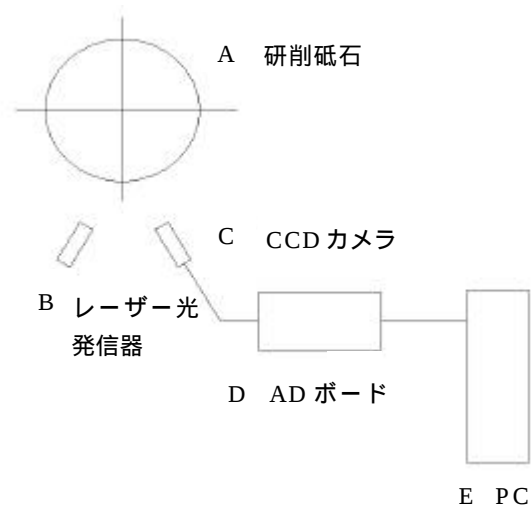
実験には、精密平面研削盤((株)長島精工)を使用した。研削剤はソリュブル液を用い、その供給量は、研削中、被削材表面に十分に供給される量とした。研削条件は、ドレッシングする場合には、主軸回転数 1200rpm、テーブル送り(左右 30m/min 前後 10m/min)、切り込み 0.003mm/path、被削材を研削する場合には、主軸回転数 1200rpm、テーブル送り(左右 30m/min 前後 10m/min)、切り込み 0.005mm/path とした。被削材はサーメットおよび超硬合金を用い、砥石は三菱マテリアル製ダイヤモンド砥石(200)を用いた。

図 2(a)に砥石摩耗評価システム構成、(b)に砥石摩耗評価システムの実機上での様子を示す。(a)において A は研削砥石、B はレーザー光発信器(発信波長 670nm、



(a) Type A (b) Type B

図 1 研削形状



(a) システム構成



(b) 実機

図 2 砥石摩耗評価システム

最大出力1.6mW、ビーム径1mm、幅1mmの30°ラインレーザ、CはCCDカメラ(測定領域1/3インチ(640×480))、DはA/Dボード、EはPCである。この計測システムにより、砥石の輝度値を測定する手順を次に示す。Bのレーザー発信器よりラインレーザ光を発生させる。そのレーザー光は砥石表面に当り、反射光となり、CのCCDカメラに取り込まれる。測定データはA/Dボードを介しEのPCにて処理される。

### 3 実験結果及び考察

#### 3-1 鋳ぐるみ材の高精度研削加工

図3に鋳ぐるみ表面と鋳鉄部分の表面あらさを示す。また、図4に鋳ぐるみ表面の粗さ曲線を示す。鋳ぐるみ表面では $Ry0.33\mu m$ 、鋳鉄部分では $Ry0.12\mu m$ となり、鋳ぐるみ材料は $Ry0.5\mu m$ 以下の精度で研削加工が可能であることが分かった。しかし、鋳ぐるみ部には、図4に示すように一部 $Ry2.14\mu m$ となる部分もあることが分かった。これは、サーメットと鋳鉄の境界で材料欠陥が生じたためであると考えられる。この材料欠陥は凹形状であるため金型などの機械部品への使用には問題にならないと考えられる。

#### 3-2 鋳ぐるみ材を用いた実加工品の製作と評価

図1(a)の形状では、設定加工深さ(0.52mm)に対して加工深さは0.45mmとなった。この時、表面粗さは $Ry0.82\mu m$ となり、総加工時間は12時間36分であった。図1(b)の形状では、設定加工深さ(0.52mm)に対して加工深さは0.49mmとなった。この時、表面粗さは $Ry0.74\mu m$ となり加工時間は13時間44分であった。二つの形状で最終加工深さは異なるが、いずれの形状の研削でも、研削砥石は研削とともに激しく摩耗しており、設定値まで加工できなかった。研削砥石が激しく摩耗した理由は、鋳ぐるみ材がサーメットを含む硬度の大きな部分と、硬度がかなり小さい鋳鉄材料の部分で構成されている複合材料であり、均一な硬度を持つ材料を研削する場合と比べ、厳しい条件であったからである。

#### 3-3 研削砥石のレーザー計測

図5に被削材の除去体積と輝度値の関係を示す。それぞれ初期の輝度値を100%として、除去体積に対する輝度値の変化を記録した。□、○は超硬合金を研削したもので、■はサーメットを研削したものである。光源の比較のため、ラインレーザ光のみ、さらに光量を補うことを目的としてラインレーザ光にファイバースコープの光を付加したものと光量可変スポットレーザを用いた。被削材がサーメットの場合、輝度値は除去体積1000mm<sup>3</sup>で最小値をとり、その後、増加している。被削材が超硬合金の場合、ラインレーザおよびラインレーザ+ファイバースコープを用いた時、輝度値は常に下降傾向にある。しかし、光量可変スポットレーザを用いると輝度値は常に上昇傾向に

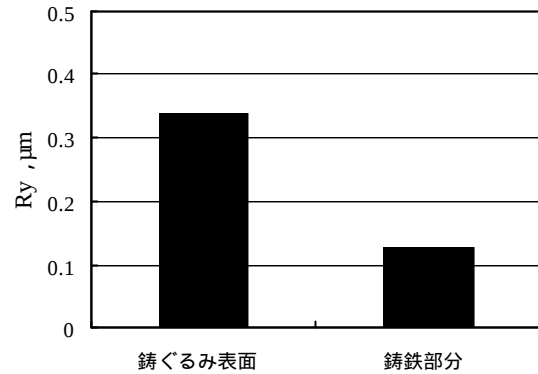


図3 鋳ぐるみ表面と鋳鉄部分の表面粗さ

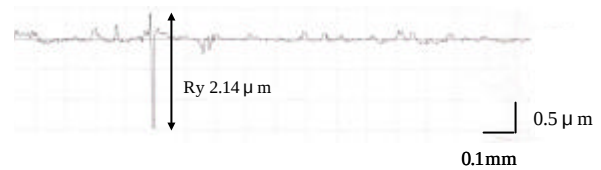


図4 鋳ぐるみ表面の粗さ曲線

ある。

ここで、除去体積と輝度値の変化について考察する。

砥石表面の不良は目つぶれ、目づまり、目こぼれの3つのいずれかの状態になると考えられる。そこで、本計測システムでは、

目つぶれ状態：砥粒が摩耗して平坦化され、砥石表面で反射される光の正反射成分が増すため、測定器の受光量が増加する。

目づまり状態：砥粒周辺に加工中の金属が付着し、加工ができなくなる状態であり、金属部分でもレーザー光が反射されるため、全体の受光量が増加する。

目こぼれ状態：砥石表面のうち、光を反射する成分である砥粒が減少し、砥石面からの反射光量が減少する、と仮定した。

今回の実験では砥石はダイヤモンド砥粒(200)、被削材としてサーメットもしくは超硬合金を用いたので砥石表面に発生する不良は目つぶれ状態になると考えられる。

その結果、測定器の受光量が増加し輝度値は上昇するものと考えられる。

被削材がサーメットの場合、除去体積1000mm<sup>3</sup>までは、目こぼれ状態であったものが、除去体積1000mm<sup>3</sup>を超えると、目つぶれ状態になったと考えられる。

被削材が超硬合金の場合、ラインレーザ光(□)およびラインレーザ光+ファイバースコープ(○)では輝度値が下降傾向になっている。これは砥石の摩耗状態が加工が進行しても常に目こぼれ状態になっていたことを意味している。しかし、光量可変スポットレーザ光(○)を用いると上昇傾向になっている。光量可

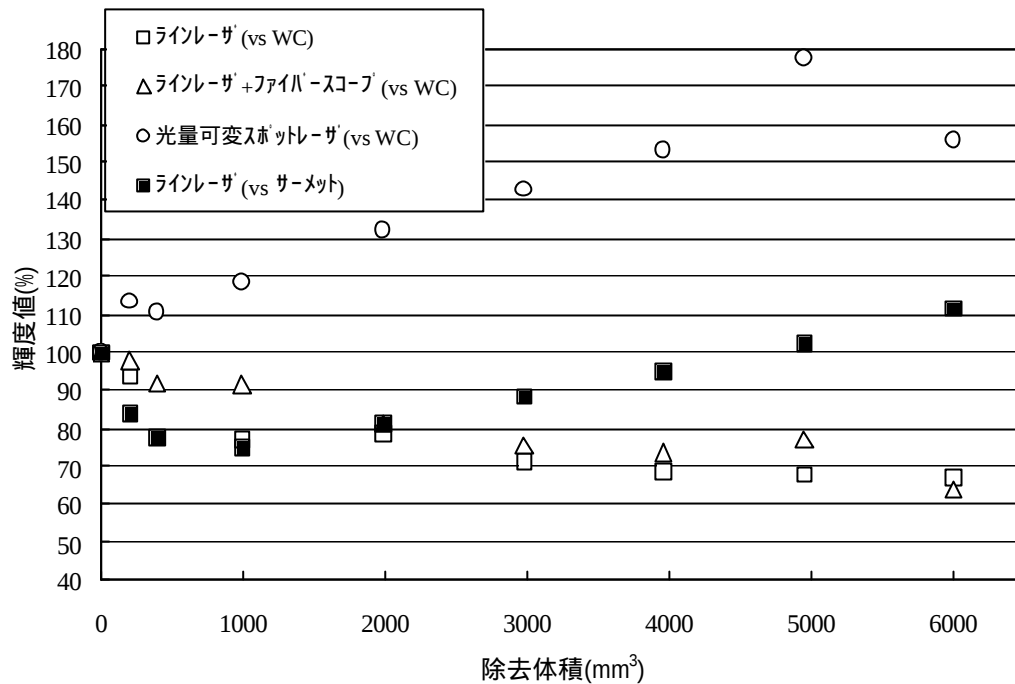


図5 除去体積と輝度値の関係

変スポットレーザー光では砥石表面のある一点の情報  
が強調されすぎたためこのような結果になったと思わ  
れる。

以上の結果から、ラインレーザー光もしくはライン  
レーザー光+ファイバースコープによる光量で砥石表  
面の情報は得られることが可能であることが分かった。  
しかし、これらの結果だけでは砥石摩耗状態を把握し  
寿命を判断することは難しい。砥石摩耗状態を把握し  
寿命を判断するには、AE センサー、切削動力計および  
主軸の負荷などを計測することにより、研削状態を複  
合的に把握する必要があると考えられる。

#### 4 結 言

耐摩耗性に優れた鋳ぐるみ材を金型などの機械要  
素部品として用いるには、実際に研削加工を施してそ  
の製作精度を検討する必要があると考えられる。そこ  
で、本研究では、(1) 鋳ぐるみ材の高精度研削加工、(2)  
鋳ぐるみ材を用いた実加工品の製作と評価、(3) 研削砥

石のレーザー計測について調べた。この結果、以下の  
ことが分かった。

鋳ぐるみ材の高精度研削加工では、

(1) 表面あらさ  $Ry0.5\mu m$  以下を達成することができた。

鋳ぐるみ材を用いた実加工品の製作と評価では、

(1) 異なる2つの形状でも、表面粗さは  $Ry0.5\mu m$  以下  
とはならなかった。

(2) 鋳ぐるみ材を研削すると砥石の摩耗は激しい。

研削砥石のレーザー計測では、

(1) 輝度値の変化により、砥石の摩耗状況をある程度把  
握できる。

#### 文 献

1) 飯村 崇：一般砥石の摩耗評価法確立、岩手県工業  
技術センター研究報告 第9号(2002)8