

# 炭化珪素の粒子形状とラップ性能について

池田義春

The particle of SiC and lap performance

Yoshiharu IKEDA

研磨用砥粒のひとつとして、炭化珪素が上げられる。粒子の硬さから見るとダイヤモンド(新モース硬度 15)に対し炭化珪素(新モース硬度 13)は比較的硬い材質で注目されている。製造過程から粒子形状の違う製品においてラッピング加工を試験して、加工量・表面あらかの比較をする事でユーザーのニーズに対応した研磨用砥粒を提供するに至った。粉碎機については、近年多様化され続々と新機種が発表されているため益々、研磨用砥粒の新製品の開発に拍車が懸かるところであり、研磨業界には今後の展望が明るいと予想される。

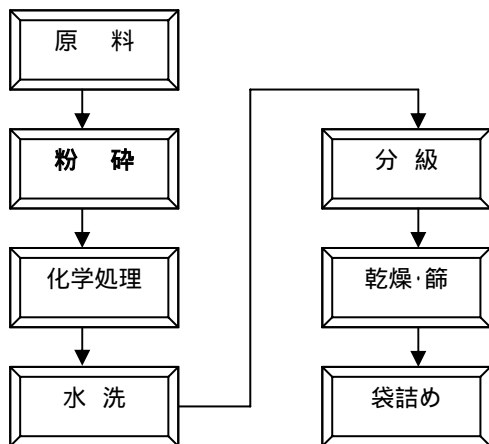
Key words: crush ,wet,lapping,surface rough,

## 1. 緒言

研磨用砥粒の種類は昔から知られている代表的なものには、アラウンド・炭化珪素・酸化セリウム・天然エメリー・ダイヤモンド・混合砥粒等が上げられる。この中で硬さから見るとダイヤモンド(新モース硬度 15)に対し炭化珪素(新モース硬度 13)という材質で研磨砥粒として注目されている。用途としては水晶・石英ガラス・セラミックス等を磨く研磨材と、シリコン(多結晶・単結晶)インゴットの切断用に使われている。又、粗い粒子においては、砥石(レジノイド・ピトリファイド)の混合材、及び研磨布と耐火物製品の混合材、ブラスト用(石材関係)の材料として広く活用されている。

弊社はこの加工用の炭化珪素を供給している会社でもあり、又過去に炭化珪素インゴットの製造経験を経ての観点から粒子形状を再認識し、この度、炭化珪素の粒子形状の違いによるラップ性能について湿式リサイクルスラリーによるラップ試験を行い、その実用性を検証する。

(微粉製造工程)



## 2. 粉碎機と粒子の形状

まず、左下の製造工程フロー図より2工程目の中る粉碎工程について説明します。物質を破壊する因子は、衝撃・摩擦・せん断・圧縮であり、大部分の破砕機はこの4つの方法の単独或いは組み合わせで構成されている。粉碎は、原料粒度の大きさより、どの程度の大きさまで粉碎するかにより、粉碎機が選択される。代表的なものにボールミル・ローラーミル・ジェットミルの3つが上げられる。

この3種類の粉碎機について構造と粉碎後の粒子を下図に示す。

\* ボールミル (衝撃、圧縮、摩擦の複合粉碎)

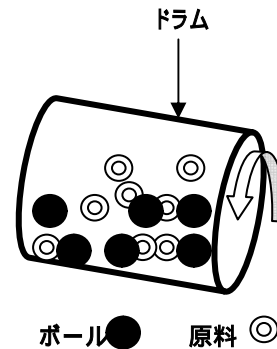
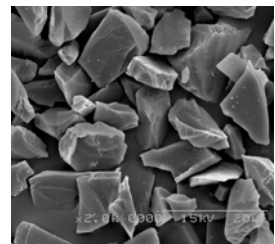


写真 A (電子顕微鏡撮影)



\* ローラーミル (せん断、圧縮、摩擦の混合粉碎)

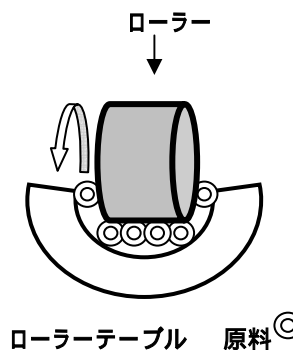
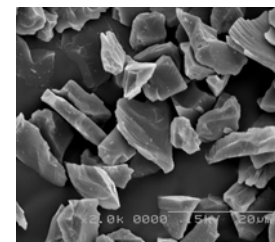


写真 B (電子顕微鏡撮影)



\*ジェットミル (衝撃破砕粉碎)

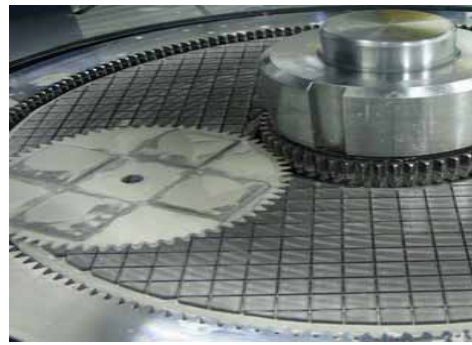
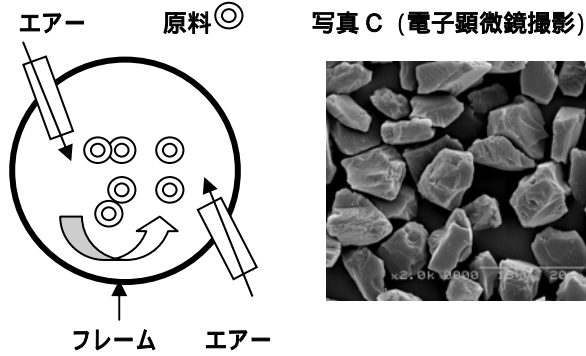


図1 6B 下定盤とワーク(ガラス)

粉碎機の破壊因子が異なることで、粒子形状の違いが明らかに異なる事が解る。

\* ボールミル (写真 A)

粒子が丸みを帯びている物・立方形・扁平の形状の物が混在している。

\* ローラーミル (写真 B)

粒子は、扁平針状物が主で薄い貝殻状の物が混在している。

\* ジェットミル (写真 C)

粒子どうしの衝突により、粒子の角が砕け丸みを帯びている。

表1 GP # 1500 研磨加工条件

ラップ機械	4ウェイ 6B
下定盤回転数	40 rpm
ラップ時間	15分/回
ラップ回数	20回
ワーク荷重	110 g/cm <sup>2</sup>
スラリー液濃度	25 wt%
供給方式	スラリー液 リサイクル式
液供給量	100 cc/min
ワーク材質	ソーダガラス

3. 粒度分布

今回の試験に用いた番手は#1500である.D50%径を8.2μから8.4μに揃えた粒度分布を図1に示す。

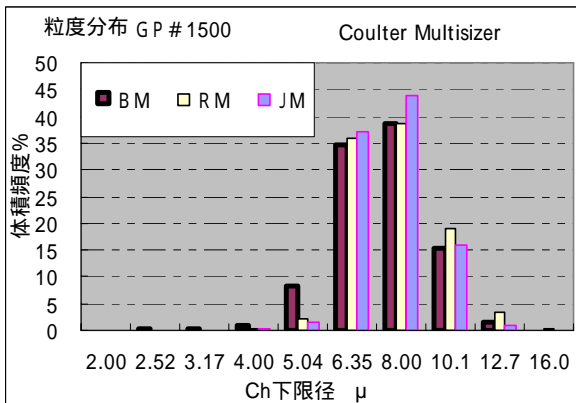


図1 粒度分布(電気抵抗法)

4. ラップ性能

研磨用砥粒の種類には、大きく分けて遊離砥粒と固形砥粒に分類される。ラップとは、切断或いは成型品によるワーク(加工物数枚)の厚みを揃え、尚且つ面(片面或いは両面)を平坦にする加工方法である。

今回の性能評価は、遊離砥粒の湿式(面は無光沢の梨地状)による両面研磨での試験を実施し比較した。

表1にガラスを研磨した条件を、その様子を図1に示す。

性能評価の比較として、研磨レート・表面あらさについて検討した。それぞれの砥粒を20回研磨した時の研磨量(μm/min)の比較を図2に示す。形状の違いにより、研磨量に特徴が現れた。総合で見るとボールミル粉碎品の、レートが優れていることが解る。図3に平均研磨レートと研磨低下率を示す。ジェットミル粉碎品はスタートよりレートが低いが、20回ラップ後の低下率はボールミル粉碎品と同等であった。ローラーミル粉碎品のレートは両者の中間であるが、低下率が大きくなる傾向である。

また図4表面あらさについては、レートの高い粒子の物が粗くなる傾向にあり、面あらさは切削量との相関が認められる。

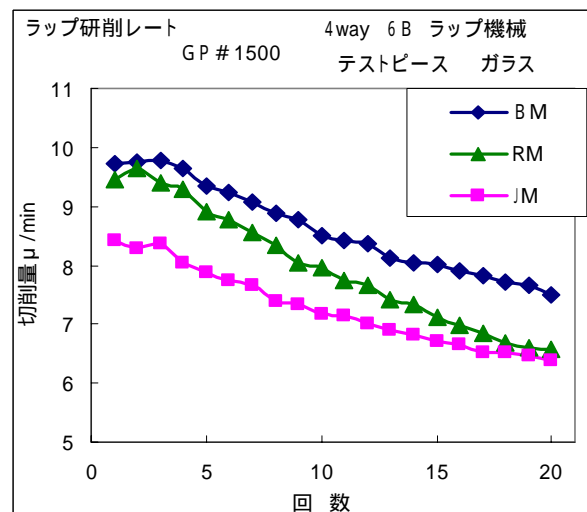


図2 ラップ研磨レートの比較

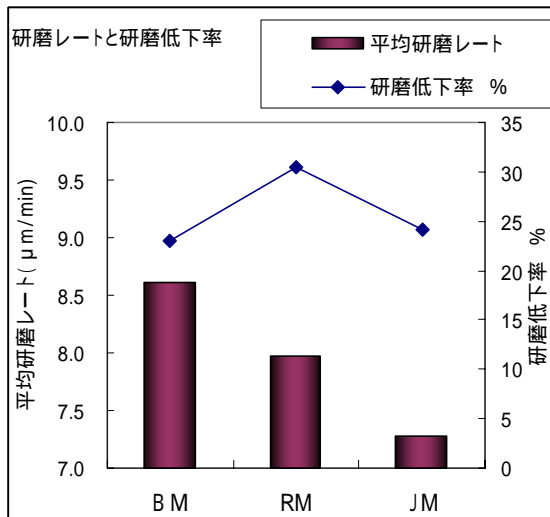


図3 20回ラップの平均研磨レートと研磨低下率

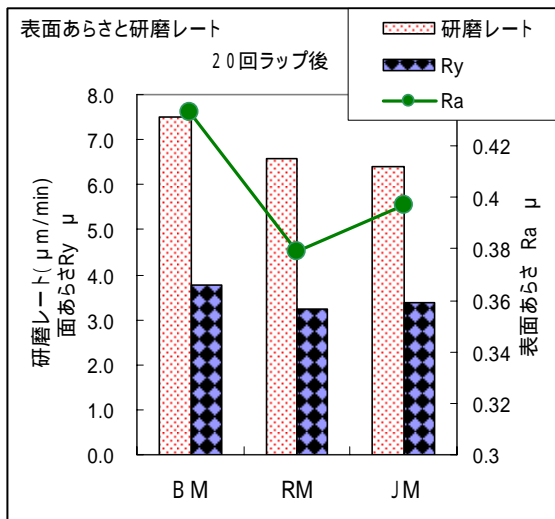


図4 20回終了後の表面あらさと研磨レート

## 5. 結言

粒子形状の違いによるラップ性能では、粉碎機別で研磨レートに差が出ることを確認した。その結果からラッピングに適した粒子形状の見極めができた。しかし、今回の試験はひとつの条件の元で、行っており一概とは言えないがボールミル粉碎品が、ガラス研磨に有効と判断する。これには、粉碎機の作用から見ると、立方形や扁平の粒子が混在している物がラップに大きく影響を与えると推測される。ラップのメカニズムとしては、転動と引っ掻きの要素が大きく、ガラスの面上でこの運動により表面に微細のクラックが生じ、研磨されていると考えられる。

粒子が丸みを帯びていると、転動と引っ掻きの作用が軽減されガラス表面へのダメージも小さくなると確認した。粒子形状に扁平物が多いとラッピングにムラが発生すると考えられる。ラッピングが進むにつれ、粒子もダメージを受け微細化されるがこの点では、立方形・丸い粒子の変化により研磨量低下が軽減する要素があると推測する。

今回の比較結果から、ボールミル品とジェットミル品においてボールミル品が研磨レートで15%勝っている。

表面あらさは、ボールミル品が10%高く面は粗い状態である。

研磨低下率は、双方ともに同レベルであるが、ローラーミル品より2.1%低い結果となった。

## 6. 参考文献

- 1) 山田弘文、杉田忠彰: 模擬ラッピング中の砥粒による切りくず排出の可視化、砥粒加工学会誌 Vol49 No.10 2005 OCT.558-563 p558 ~ p563
- 2) 白樫高洋: 精密加工工学要論、山海堂(2003) ISBN-4-381-08824-7

補足: ラップとは

遊離砥粒を用いた研磨加工における加工方法としてラッピングとポリシングなどがあります。ラッピングは比較的粗い研磨加工なので前加工で、ポリシングは鏡面加工をしますその後工程の仕上げ工程に用いられております。

ラッピングもポリシングもほぼ同様の加工装置を用いていますが、使用砥粒や工具が若干異なります。

切削理論としましては砥粒(研磨材)が加工物と工具の間を転動する。砥粒が工作物を切削しながら切粉の排出を同時に行い、加工を行っております。砥粒が加工時に発生した熱は切粉が放熱していると考えられています。

工具の役目としては砥粒を保持し、工具の形状を工作物に転写する事です。

ラッピングはガラスや水晶、シリコンウエハなどの加工に今も用いられております。

