S133023

ガラス研磨用ジルコニア複合砥粒を用いたセリア砥粒の代替

小川達也^{*1}, 村田順二^{*2}, 谷 泰弘^{*2}, 張 宇^{*2}The Substitution of CeO₂ Using ZrO₂ Composite Abrasive for Polishing GlassTatsuya OGAWA^{*1}, Junji MURATA^{*2}, Yasuhiro TANI^{*2} and Yu ZHANG^{*2}^{*1} Ritsumeikan Univ., faculty of science and engineering, Dept. of Mechanical Engineering
1-1-1 Noji-higashi, Kusatsu, Shiga, 525-8577 Japan

In order to reduce the amount of using CeO₂ on polishing glass, we have developed technology that abrasives are composited with polymer particles. It has effect that improves retentivity of abrasive on the polishing pad. It is connected with raising polishing performance. On the other hand, we have investigated ZrO₂ abrasive as substitution of CeO₂ abrasive for polishing glass. This is the study investigated about metal salts as slurry additive agent on polishing glass using ZrO₂ abrasive and composite one. In order to investigate the effect, we evaluate the polishing performance of the dependences of slurry pH and slurry concentration of metal salt using ZrO₂ abrasive. We succeeded to raise the polishing performance using ZrO₂ composite abrasive and FeCl₂ as slurry additive agent. Finally, we are able to get the equivalent polishing performance to one of using CeO₂ abrasive. It means that ZrO₂ abrasive has possibility of substitution of CeO₂ abrasive.

Key Words : Polishing, Abrasive Grain, Surface Roughness, metal salt, Cerium Oxide, Glass

1. 緒 言

酸化セリウム（セリア）は高い研磨能率や優れた仕上げ面品位が得られることから、従来はガラスの研磨に広く用いられている。その金属元素であるセリウムは 97%以上の供給量を一国が占める供給リスクの高い材料である。近年セリウムなどの希土類材料の大幅な輸出制限が行われており、セリア砥粒の国内価格が急騰しているのが状況である。このような背景のもと、ガラス研磨用セリア砥粒の代替の要求が高まっている。筆者らは、ポリマー粒子表面に砥粒を付着させた複合砥粒を開発し、セリア砥粒の使用量の低減を図っている。本研究では、セリア砥粒の代替として酸化ジルコニウム（ジルコニア）砥粒を用いて複合砥粒を製造し、その研磨特性の評価を行った。また、スラリーに金属塩を添加することで、その研磨特性の向上を図り、セリア砥粒の代替について検討を行ったので報告する。

2. ジルコニア複合砥粒の研磨特性

複合砥粒とは、ポリマー微粒子（母粒子）の表面に砥粒を付着させることで、パッド上での砥粒の滞留性を改善し研磨特性の向上を図る技術である⁽¹⁾。本研究で使用した母粒子は、真球粒子のポリウレタン粒子（U-600T）と、表面に凹凸のある異形ポリマー微粒子（FF-621T）である。複合砥粒は、ポリマー微粒子と砥粒を混合し、加熱しながら攪拌することで製造される。ポリマー微粒子と複合砥粒のSEM像を図1に示す。ジルコニア砥粒がポリマー微粒子表面に均一に付着していることが確認された。製造した複合砥粒による研磨特性を表1の条件で評価し、同条件でのセリア砥粒の研磨特性との比較を図2に示す。ジルコニア砥粒を用いた通常研磨に比べ、複合化することで研磨特性を向上させることができた。しかし、セリア砥粒の研磨能率には及ばず、代替砥粒と

^{*1} 学生員, 立命館大学 理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

^{*2} 正員, 立命館大学 理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

E-mail: rm002089@fc.ritsumei.ac.jp

Fig.1 SEM images of Polymer particles

Table1 Polishing condition

Machine	Lapping machine SPL-15 Okamoto machine tool works ,Ltd
Workpiece	φ20×t10 mm Soda-lime Glass with 0.4 μm Ra surface finishing
Polishing pad	Cerium pad KSP-66A Kokonoe electric Co.,Ltd..
Pressure	20kPa
Work rotation	60rpm
Polishing time	30min
Supply rate of slurry	25mL/min
Component of slurry	ZrO ₂ abrasives 3wt%

Fig.2 Polishing performance of ZrO₂ abrasives, composite abrasives and CeO₂ abrasives

Fig.3 Effect of metal salts on the polishing performance using ZrO₂ abrasives

して使用するにはさらなる研磨能率の向上が必要である．そこで，本研究では砥粒の滞留性を改善するスラリー添加剤について検討を行った．

3. スラリー添加剤による研磨特性の向上

本研究で添加剤として使用した金属塩は硫酸鉄（Ⅱ），塩化鉄（Ⅱ），硫酸ニッケル，塩化ニッケル，塩化コバルトである．これらは，スラリーに 1wt%それぞれ添加することで pH5 を示すことが分かった．これらを表 1 の研磨条件で研磨特性を評価した．添加剤と研磨特性の関係を図 3 に示す．ジルコニアを砥粒として用いたスラリーに金属塩を添加することで研磨特性が向上することが分かった．特に，鉄の塩を添加した場合が高い研磨特性を示す傾向にあることが分かった．そこで，鉄の塩に着目し，スラリー pH，スラリー中の鉄イオンの mol 濃度について，それぞれが研磨特性にどのような影響を与えているのかを調べていった．

まず，スラリー pH が及ぼす研磨特性への影響について調査した．pH の影響を受ける要素として考えたのがゼータ電位である．ゼータ電位が等電点になると，砥粒が凝集を起しやすくなり，パッド上での滞留性が改善され研磨特性の向上に繋がるのではないかと考えた．本研究で用いたジルコニアは pH5 付近で等電点をとることが分かっており，また，鉄の塩はスラリーに 1wt%添加することで pH5 を示した．そのため，スラリーの pH が研磨特性に影響していると考えた．これを検証するために，先程用いた 2 価鉄の塩に比べ，低いスラリー pH を示す 3 価鉄の塩をスラリーに添加して，その研磨特性を評価した．図 4 に示すように，pH2 を示す 3 価鉄の塩の添加では，その研磨特性が著しく低下した．次に 2 価および 3 価の塩化鉄について，スラリーの pH を調整して，それぞれの研磨特性を評価した．スラリー pH と研磨特性の関係を図 5 に示す．pH2 では低い研磨特性を示した 3 価鉄の塩だが，pH5 にすることで 2 価鉄の塩を用いた場合と同等の研磨特性になることが分かった．また，2 価鉄の塩を pH2 に調整した場合も著しい研磨特性の低下が起こった．pH7 に調整した研磨では，どちらの価数の鉄の塩を用いた場合でも pH5 より低い研磨特性を示していることから，ゼータ電位が等電点となり凝集を起していると考えられる．

Fig.4 Difference of valence of iron ion on the polishing performance using ZrO₂ abrasives

Fig.5 Effect of slurry pH on the polishing performance using ZrO₂ abrasives

Fig.6 Effect of FeCl₂ additive rate on the polishing performance using ZrO₂ abrasives

Fig.7 Polishing performance of using metal salt and ZrO₂ composite abrasives

スラリー中の塩化鉄濃度と研磨特性の関係を調べたのが図6である。いずれの添加濃度でもスラリーのpHは5を示した。スラリー中の塩化鉄濃度が高くなると、それに伴って研磨特性が向上することが分かった。このことから、鉄イオンにはガラスの鏡面研磨を促進させる効果があることが明らかとなった。

次に、ジルコニア複合砥粒に対して、塩化鉄を添加しさらなる研磨特性の向上を図った。図7に塩化鉄を添加したジルコニア複合砥粒の研磨特性を示す。複合砥粒に対して、塩化鉄の添加により研磨能率の向上が確認された。研磨能率はセリア砥粒と同等の値を示し、また仕上げ面粗さはセリア砥粒よりも優れることが明らかとなった。上記の結果から、酸化セリウムを完全に代替できる砥粒の開発に成功したと言える。

4. 結 言

本研究は、セリアの代替砥粒の開発を目的として、ジルコニア複合砥粒の開発を行った。以下に本研究で得られた結果についてまとめる。

- (1) ジルコニア複合砥粒により通常研磨より高い研磨能率が得られ、仕上げ面粗さが改善された。
- (2) ジルコニア砥粒の滞留性を改善する添加剤として、金属塩について検討を行い2価の塩化鉄や硫酸鉄により研磨能率が向上した。スラリーのpHを砥粒の等電点付近に調整することが重要であることがわかった。
- (3) ジルコニア複合砥粒に対し、塩化鉄を添加することで研磨特性が向上し、セリア砥粒を上回る研磨能率と優れた仕上げ面粗さが得られた。

参考文献

- (1) 一瀬 徳 直聡, 村田 順二, 谷 泰弘, 張 宇, 山田 美幸, 楊原 武 “滞留性を考慮した複合砥粒の開発とその研磨特性”, 日本機械学会論文集C編Vol.78(2012) No. 790, p. 2205-2214