

自己評価報告書

平成23年 3月18日現在

機関番号：15201

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2011

課題番号：20560108

研究課題名 (和文) 精密研磨用ゼラチン砥石の開発

研究課題名 (英文) Development of Gelatin Whetstone for Fine Polishing

研究代表者

坂本 智 (SAKAMOTO SATOSHI)

島根大学・総合理工学部・准教授

研究者番号：90294339

研究分野：機械加工, 精密加工, 砥粒加工

科研費の分科・細目：機械工学・生産工学・加工学

キーワード：精密研磨, 弾性砥石, ゼラチン, 研磨機構, 環境調和

1. 研究計画の概要

近年の電子・光学機器には、高精細画像を得るために非球面レンズを搭載するケースが多くなってきている。非球面レンズでは収差を生じないため、これまで複数枚の球面レンズを使用していたところを1枚の非球面レンズに置き換えることが可能となる。そのため、製品の小型・軽量化が可能となる。しかし、非球面レンズはその形状が複雑なため研磨加工が難しく、非球面形状の創成が容易な形状造形性に富む研磨工具の開発が望まれている。

本研究では、ゼラチン等を結合剤とした精密研磨用弾性砥石の開発および加工性能の解明を試みる。ゼラチンは濃度、冷却方法・時間および添加物などで容易に硬度や融点をコントロールすることが可能である。そのため、多様性に富む弾性砥石の作製が期待できる。本研究で提案する砥石は、被削材と砥石の界面に発生する摩擦熱等によって砥石表面 (結合剤) が極少量ずつ溶解し、スラリー状 (砥粒混濁液) となり、精密研磨を可能とする全く新しいタイプの砥石である。本研究では、砥石の組成および加工条件について詳細な実験を行い、提案する砥石の加工性能を明らかにする。また、リサイクル性についても検討する。

2. 研究の進捗状況

これまでの研究で得られた主な結果を以下に示す。

(1) ゼラチン砥石の作製

①ゼラチン濃度および冷却速度が気泡層の生じやすさにおよぼす影響について明らかにした。

②気泡層を減少させる手法および気泡層が

研磨結果におよぼす影響について明らかにした。

③ゼラチン砥石に適するゼラチン濃度の範囲を明らかにした。

④感温性を下げるための添加剤の種類・添加量について検討した。

(2) ゼラチン砥石の性能

①使用する砥粒径は小さいほど良好な研磨面が得られることを確認した。

②砥粒濃度を過度に高くしても顕著な効果は認められなかった。

③精密研磨を行う上では、切りくず排出性に考慮する必要があることを明らかにした。

④ゼラチン砥石と被削材間の相対速度は一般に速いほど研磨効率は向上することがわかった。しかし、砥石の組成によっては表面のスラリー化が激しく、相対速度が遅い方が良い場合も確認された。

⑤硬脆材料 (硼珪酸ガラス, ソーダガラス, 各種セラミック), 金属材料 (快削黄銅, 純アルミニウム), Fe-Al 系金属間化合物など, いずれの被削材も研磨可能である。

⑥凸面ガラスの研磨実験では、形状精度は維持しつつ、表面の粗さだけを取り除くことに成功した。また、研磨面は磨りガラス状にはなっておらず、レンズの精密研磨に十分対応可能であることを明らかとした。

⑦純金属などの軟質金属には、硬質ゼラチン砥石が適することを明らかにした。

⑧含水率を20%程減少させると、加工時にスラリー化を生じ難くなり、スラリー化させるには外部からの給水が必要であることがわかった。

(3) ゼラチン砥石の再生および廃棄方法

- ①比較的短時間で固化するため、スラリー化したゼラチン砥石の回収は容易であることがわかった。
- ②回収したゼラチン砥石から砥粒のみを回収することは難しく、砥粒の周囲にゼラチンが付着した状態での回収しかできなかった。
- ③使用済みゼラチン砥石を 600～650℃の温度域で焼却することで、GC 砥粒のみを回収できる可能性があることがわかった。

3. 現在までの達成度

②概ね順調に進展している。

本研究では、「(1)新しい弾性砥石（ゼラチン砥石）の作製」、「(2)新しい弾性砥石（ゼラチン砥石）の加工性能」、「(3)スラリー化した弾性砥石（ゼラチン砥石）のリサイクル」を3本柱として研究を進めており、当初の予定通り、「(1)新しい弾性砥石（ゼラチン砥石）の作製」、「(2)新しい弾性砥石（ゼラチン砥石）の加工性能」について、一部追実験が必要な部分はあるもののほぼ完了している。

現在、次年度4月に開催される国際会議（ICMDT2011）に向けて「(3)スラリー化した弾性砥石（ゼラチン砥石）のリサイクル」に関する発表準備をしている段階で、英文誌への投稿も視野に入れている。

これらのことより、概ね順調に進展していると考えている。

4. 今後の研究の推進方策

前年度に引き続き、「(3)スラリー化した弾性砥石（ゼラチン砥石）のリサイクル」に関する実験を行う。比較的短時間で固化するため、スラリー化したゼラチン砥石の回収は容易であるが、回収したゼラチン砥石から砥粒のみを回収することは難しく、本年度は砥粒の周囲にゼラチンが付着した状態での回収しかできなかった。次年度は、酵素分解を利用した砥粒の回収方法について検討する予定である。また、感温ポリマー等による代替についても検討する。

軟質金属材料の鏡面加工にも再挑戦する予定である。本年度までの結果より、軟質金属材料には硬質ゼラチン砥石が適していることが明らかになっている。次年度はさらに硬質なゼラチン砥石（外部からの給水によりスラリー化するレベル）を作製し、鏡面加工を試みる。

最後に、得られた研究成果を総合的な視点からまとめ、本研究の総括を行う。

5. 代表的な研究成果

〔雑誌論文〕（計2件）

- (1) 坂本 智, 近藤康雄, 臼杵 年, 山口頭司, 勝田広基, 安東弘樹: ゼラチン砥石の基礎的な研磨性能—Fe-Al系金属間化

合物の研磨面粗さ—, 先端加工, 28 (2010) 73-78, 査読有り

- (2) Satoshi Sakamoto, Hiroshi Usuki, Yasuo Kondo, Kenji Yamaguchi, Hiroki Katta and Hiroki Ando : Study on Precision Polishing Using Gelatin Stone, Key Engineering Materials, 407-408 (2009) 49-52, 査読有り

〔学会発表〕（計7件）

- (1) 山口 貢, 坂本 智, 臼杵 年, 近藤康雄, 山口頭司: ゼラチン砥石の研磨性能および再生に関する基礎的研究, 2011年度精密工学会春季大会, 2011年3月15日, 東洋大学 (震災のため, CD-ROMのみ発表)
- (2) 山口 貢, 坂本 智, 臼杵 年, 近藤康雄, 山口頭司, 多尾田有宇: 精密研磨用ゼラチン砥石の基礎的な研磨性能, 精密工学会中国四国支部徳島地方学術講演会, 2010年11月12日, 徳島大学
- (3) 山口 貢, 坂本 智, 臼杵 年, 近藤康雄, 山口頭司, 多尾田有宇: 精密研磨用ゼラチン砥石の開発—凸面ガラスおよび純アルミニウムの精密研磨—, 日本産業技術教育学会第53回全国大会, 2010年8月29日, 岐阜大学
- (4) Satoshi SAKAMOTO, Hiroshi USUKI, Yasuo KONDO, Kenji YAMAGUCHI, Hiroki KATTA and Hiroki ANDO : Study on Precision Polishing Using Gelatin Stone, ICPMT2009, 2009年4月27日, Kunming EXPO Garden Hotel
- (5) 安東弘樹, 坂本 智, 臼杵 年, 近藤康雄, 山口頭司, 勝田広基: ゼラチン砥石の基礎的な研磨性能—FeAl系金属間化合物の研磨加工—, 2009年度砥粒加工学会学術講演会, 2009年9月4日, ものつくり大学
- (6) 勝田広基, 安東弘樹, 坂本 智, 近藤康雄, 臼杵 年, 山口頭司: ゼラチン砥石の試作とその基礎的な研磨特性, 2008年度精密工学会秋季大会, 2008年9月19日, 東北大学
- (7) 勝田広基, 坂本 智, 臼杵 年, 近藤康雄, 山口頭司: 弾性砥石によるFe-Al系金属間化合物の基礎的な研磨特性, 2008年度日本機械学会年次大会, 2008年8月4日, 横浜国立大学

〔その他〕（計1件）

- (1) ポスター展示『溶ける砥石（難削材料の高速・環境対応型加工法）』, 難加工技術展2008, 2008年5月14日～17日, ポートメッセなごや