

硬脆材のポリシング加工技術に関する研究 (第2報)

—集晶宝石の曲面ポリシング加工技術—

佐野 照雄・中山 信一・宮川 和博

The Research on Polishing Processing Technique of Hard and brittle Materials

—Curved Surface Polishing Processing Technique of Crystal Druse Precious Stone.—

Teruo Sano, Shinichi Nakayama and Kazuhiro Miyagawa

要 約

小型振動バレル研磨機により、集晶宝石のポリシングを行った。ラピスラズリとマラカイトを使用し、平板(16×16×厚さ1.5mm)と円柱体(φ10×厚さ10mm)に研削加工したものを試料とした。添加研磨材には、酸化アルミニウム、酸化クロムおよび砥粒径0.5μmの微粉ダイヤモンド用い、研磨メディアとして硬質(CS)及び軟質(クルミ)メディアを使用した。その結果、ラピスラズリ及びマラカイトの両方とも軟質メディアを使用した乾式研磨の方が形状変形の少ない研磨を行うことができ、高品位なポリシングへの方向性が得られた。

1. 緒 言

宝石素材としての集晶宝石には、ひすい、ラピスラズリ、マラカイトなどがある。これらは、微細な結晶が集合した構造をしており、不均質で局所的に機械的性質が異なるモザイク組織を形成している。このため、ポリシング加工において、ユズ肌や縞状の不均一な表面状態が発生するなどの問題が生じる。特に、異なる組成の結晶が集合したラピスラズリは鏡面研磨が難しい宝石の代表的な存在である。また、集晶宝石類は一般に硬度が低いため、研磨による緑だれが発生し易いなどの問題もある。

現在集晶宝石のポリシングは、一般的にダイヤモンド研磨紙を用いて、手磨きで行われている。集晶宝石のバレル研磨によるポリシングも試みられているがポリシング手法はまだ確立されていない。

平成10年度は、集晶宝石であるラピスラズリ及びマラカイトを対象として、高品位な平面を得ることを目的に、精密平面研磨機を使用してポリシング実験を行った。その結果、微粉ダイヤモンドと錫ラップ盤を組み合わせることにより、良好な鏡面状態を得ることができた。

本研究は、小型振動バレル研磨機を用い、集晶宝石の加工メカニズム及び適正加工条件を検討し、高品位な曲面と鏡面加工法を確立することを目的とした。小型振動バレル研磨装置を対象とした理由としては、装置自体が小型で設置場所を確保しやすい。また、装置自体が低価格であり、新規に導入する場合も比較的導入しやすい。さらに、一般的に回転バレルに比べて研磨効率が良いことなどから、ポ

リシング手法を確立した場合、業界への普及が行いやすいからである。しかし、小型振動バレル研磨機の一般的な問題点として、装置自体の振動周波数が固定で、変化させることができないことや、衝撃的な力が作用し易いため、打痕が発生しやすく、ポリシングしにくいなどの点がある。

2. 実験方法

小型振動バレル研磨装置にインバータを取り付け、振動周波数を変えることを可能にした。平板と円柱体の形状の違う2種類の試料を作製し、研磨メディアと添加研磨材を変えてポリシング実験を行った。

2-1 試料

試料は、ラピスラズリとマラカイトであるが、ラピスラズリは、全く異なる種類の宝石が集合したもので代表的なものにユカナイトなどがある。マラカイトは、同一種類の結晶が集合したもので代表的なものにヒスイがある。

それらの試料をダイヤモンドディスクにより16mm×16mm×1.5mmの平板に切断したもの(表面粗さ2μm程度)と、円筒研削機によりφ10mm×10mmの円柱体に加工したもの(表面粗さRa4μm程度)を実験に使用した。実験試料を写真1に示す。

3. 実験結果

3-1 湿式研磨の場合

図1は、湿式研磨の場合の研磨加工時間と表面粗さの関係である。添加研磨材として、酸化アルミニウムを使用した。研磨加工開始から3時間程までは、表面粗さが向上し平面についてはRa1.5 μ m程度に達したが、その後、表面粗さは順次低下し、20時間後には平面の場合初期状態と同程度まで表面粗さが低下した。

ラピスラズリ・マラカイトとも、10時間程度経過するとそれぞれユズ肌やうねりが発生した。特に、マラカイトは形状変化が激しく縞状の大きなうねりが発生した。

なお、添加研磨材として酸化クロム及び微粉ダイヤモンドを使用した場合も同様な傾向であった。

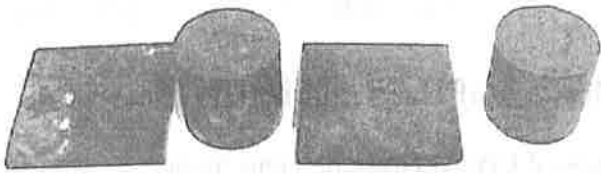


写真1 試料（左：ラピスラズリ，右：マラカイト）

2-2 実験装置

実験装置を写真2に示す。

振動バレル研磨機（TV-10）は、

バレル室容量；約6リットル、

電源電圧；100V

である。

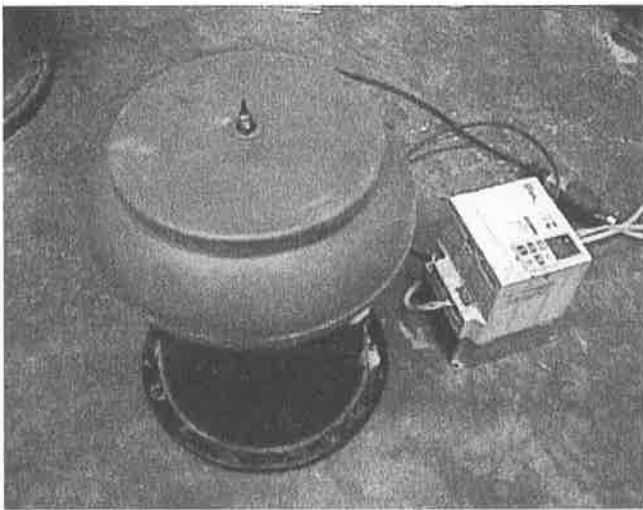


写真2 振動バレル研磨機

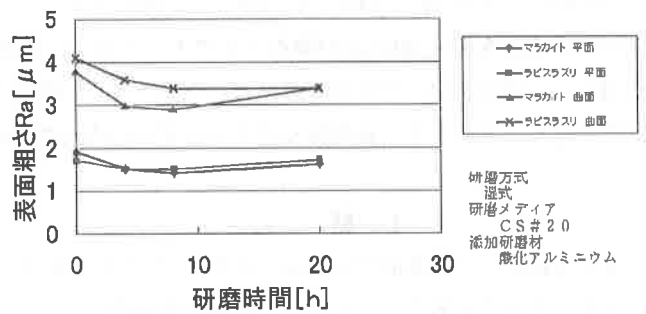


図1 研磨時間と表面粗さ（1）

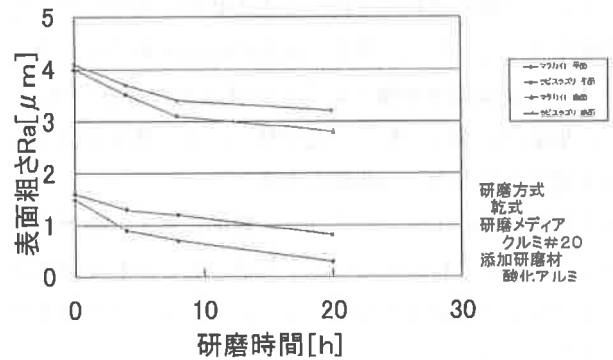


図2 研磨時間と表面粗さ（2）

2-3 研磨メディア

- ・湿式；CS #20
- ・乾式；クルミ #20

2-4 実験条件

- ・電源周波数；50Hz, 60Hz
- ・添加研磨材；酸化クロム，酸化アルミニウム（スキントイプ），微粉ダイヤモンド1 / 2 μ m

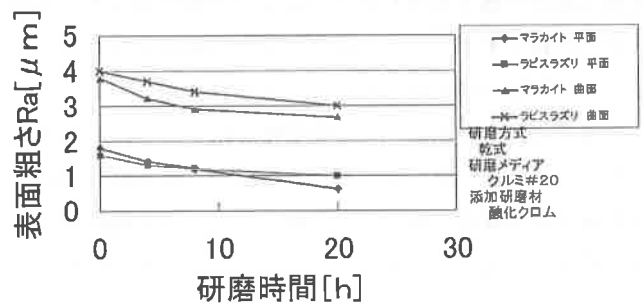


図3 研磨時間と表面粗さ（3）

3-2 乾式研磨の場合

図2, 図3, 図4は, それぞれ添加研磨材に酸化アルミニウム, 酸化クロム, 微粉ダイヤモンドを使用した場合の研磨加工時間と表面粗さとの関係である. 研磨メディアとして, クルミ#20を使用した. これらでは湿式研磨と異なり, いずれの場合も加工時間に応じて表面粗さが向上した.

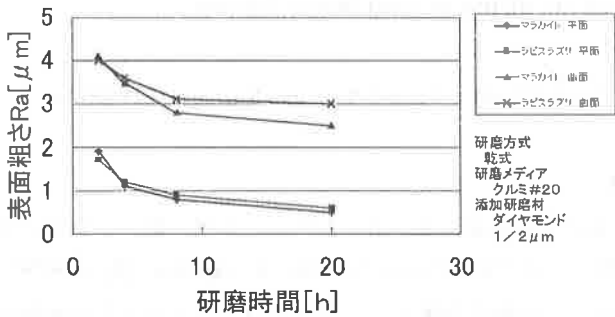


図4 研磨時間と表面粗さ (4)

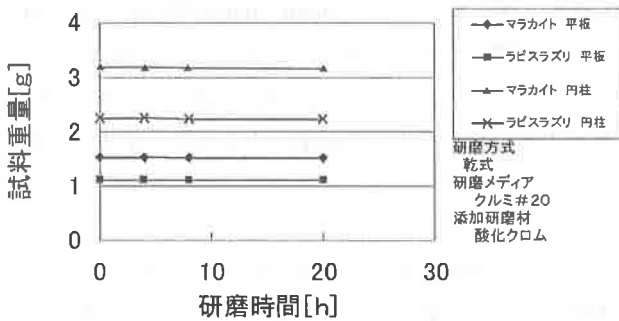


図5 研磨時間と試料重量

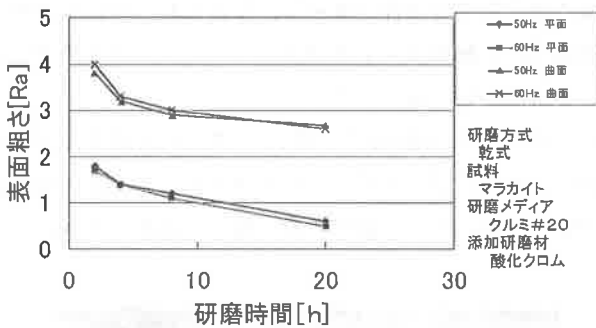


図6 研磨時間と表面粗さ (マラカイト)

3-3 重量変化について

図5は, 図3の実験における重量変化を示したものである. 研磨時間が長くなるに従って減少し, 20時間で試料重量はそれぞれマラカイト平板0.0148 g (0.98%), ラピスラズリ平板0.0052 g (0.80%), マラカイト円柱0.0192 g (0.45%), ラピスラズリ円柱0.0173 g (0.75%) 減少した.

3-4 振動周波数の変化による影響

小型振動バレル研磨機にインバータを取り付け, 電源周波数を変化させることで振動周波数を変化させた. 図6は, マラカイトを研磨メディアにクルミ#20, 添加研磨材に酸化クロムを使用して乾式研磨した場合の研磨時間と表面粗さの変化を示している. 研磨時間が経過するに従い, 振動周波数49.2Hz (電源周波数50Hz) に比べ振動周波数が59.6Hz (電源周波数60Hz) の方が表面粗さが向上していることがわかる.

4. 考 察

4-1 添加研磨材について

酸化クロムの場合, 研磨効果は高いものの洗浄処理に時間がかかるなどの問題がある. また, 微粉ダイヤモンドの場合は, 価格的に高価なため使用しにくいだが, 今回用いた添加研磨材では, 酸化アルミニウムが最も実用に適していると考えられる.

ただし, 鏡面を得るには表面粗さRaを数nmオーダーにする必要があり, 今回は達成できなかった.

4-2 湿式研磨と乾式研磨の比較

加工面粗さの点では乾式研磨の方が有利であるが, 湿式研磨の方が研磨能力が高いことから短時間のポリシングには湿式研磨が適していると考えられる. しかし, 各種加工条件の制御が難しく適正な条件を出すことが困難である. この最も大きい要因は, 添加する水分及びコンパウンドの量の調整にある.

水分が少ない場合は, メディアの回転が遅いため, 十分な研磨力を得ることができない. 水分量を多くすると, メディアの回転力は増加する.

今回の研究では, メディアの回転圧力を評価するところまでは至らなかったため, 水分量と研磨圧力の関係については評価はできなかった.

5. 結 言

湿式研磨においては, 研磨時間が増加する程ユズ肌等が発生し, 最適な条件を得ることが困難であった.

乾式研磨により, 表面粗さが向上することが確認できた. 乾式の場合は, どの研磨材でも同様の効果が得られた. この結果から, 酸化アルミニウムが洗浄などの後処理のしやすさや研磨材の価格面から使用に適していると考えられる.

参考文献

1) 佐野他: 山梨県工業技術センター研究報告, p63 (1999)