

光学ガラスの精研削における超砥粒砥石の研削性能評価

大阪電気通信大学大学院 ○南部 光平
大阪電気通信大学 宇田 豊, 島田 尚一

要 旨

望遠鏡のガラスの加工は研削加工後に研磨加工による仕上げ加工が一般的であるが加工時間が大幅にかかってしまう問題がある。本研究では使用する砥石を超砥粒砥石に変更し研削を行うことで加工時間の短縮を目的に基礎実験を行った。実験の結果、被削材の除去深さに比例して砥石の厚さが減少していることから、砥石が自生作用を起こしていると考えられる。

1. 諸 言

超巨大望遠鏡に使用する光学ガラスは極低膨張ガラスで作られており、その加工は研削による形状創成後、遊離砥粒による鏡面研磨によって行われる。研磨工程は時間と費用がかかるため 1 枚の鏡を加工するのに効率が悪い問題点がある。研削は研磨に比べ加工能率が高い特徴があり、形状精度がさらに向上できれば研磨加工時間の大幅な短縮が可能となる。本研究では、現在、光学ガラスの加工に使用されている研削用の砥石をダイヤモンド砥粒の超砥粒超仕上げ砥石に変更することによって、研削加工に使えるかどうかの可能性の検討を行った。

2. 超砥粒砥石による加工効果

岡山県で計画されている 3.8m の大型望遠鏡には分割鏡が採用されている。加工工程の研削は粗研削という位置づけであり、研削による目標精度は $\sim 10\mu\text{m}$ である。仕上げ加工は研磨で行うため分割鏡 1 枚あたりの加工する時間がかかり望遠鏡開発期間が長くなるという問題点がある。超砥粒砥石は特殊多孔性の砥石構造であり、自生発刃を起こしやすく、常に安定した切れ味を保つことができることが金属加工では確認されている。今回は光学部品の脆性材料において、超砥粒砥石で研削を行い加工表面の歪み、うねり、加工変質層などを減らして、図 1 に示すように研磨工程を短くして鏡面に仕上げる加工が期待されている。

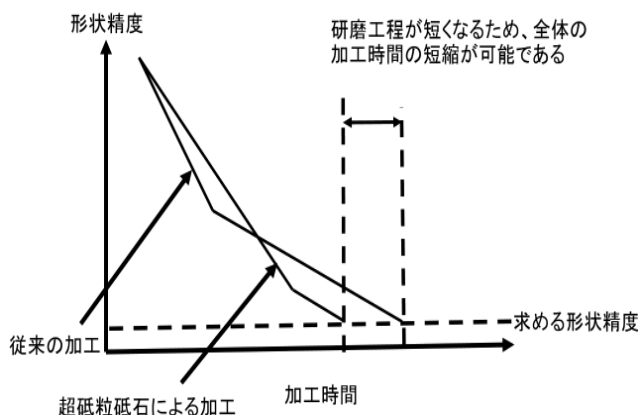


図 1 加工時間を短縮する加工方法

3. 実験条件

3.1 使用砥石及び被削材

実験に用いる砥石の形状は平面加工用のビトリファイドダイヤモンド砥石であり、自生発刃が起こりやすく、縁だれが起こりにくいなどの特徴がある。外形 60mm、内径 50mm の #4000, #7000 の二種類を用いて定圧研削にて実験を行う。カップ形砥石は平面で削るため外乱を防ぎやすく、計測で誤差要因の入りにくい形状である。被削材は縦 20mm 横 101mm の面を #240 の GN 砥石で平面研削によって加工面を平らに仕上げた面を使用した板状の極低膨張ガラスセラミックを用いる。

3.2 実験方法の検討

本実験では NC フライスに研削ヘッドを取り付け回転軸の先端に砥石を固定し、空気圧により砥石を押し付けることによって常に研削力を一定に保ち加工を行った。測定において正確に、被削材の除去深さを測るため、研削パラメータである研削速度や時間また研削圧力が一定になる様に検討した結果、被削材に当たる砥石の面積を常に一定にすることで加工条件の誤差が少ない加工プロセスとする。さらに、加工面は図 2 に示すように、未研削部を残すことで加工後の除去深さを求めることができるストロークとし、正面研削加工によってドレスを行わないでここまで削れるか評価を行う。

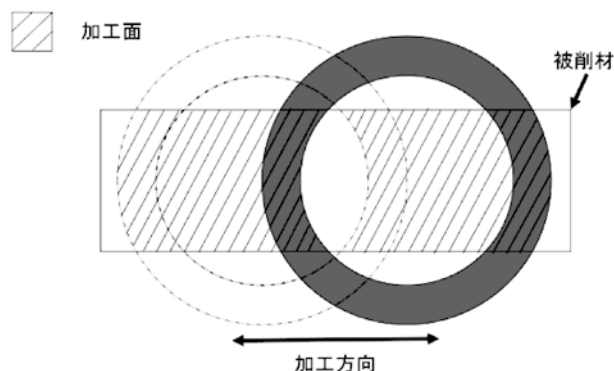


図 2 加工面の状態

4. 実験条件

研削条件は#4000と#7000の砥石とも同じ研削条件(表1)で行い、加工後の除去量で比較を行う。砥石を加工面に対して左右に36mmの範囲で動かし、1往復削る毎に2回研削とし、ドレス無しで100回研削加工を行った。20回加工するごとに加工面を電気マイクロメーターによって測定を行い末研削面と加工面との差の計測を行った。また加工後、砥石厚さをマイクロメーターによって測定を行う。

表1 実験条件

研削圧力	51.1kPa
研削油剤	水溶性研削油 [UK465(50倍に希釈)]
砥石回転速度	平均:600rpm
周速度	平均:0.994m/s
ワーク送り速度	50mm/min

5. 実験結果

#4000の砥石で研削し除去深さを求めた結果を図3に、#7000の砥石の結果を図4に示す。最初の加工では平面研削加工により前加工した面を削っているため、除去量は多くなったが、それ以降の加工では除去深さが砥粒の粒径の大きさによって研削量のバラつきはあるが、ドレス無しで目詰まりを起こさず除去深さ120 μ mの時点まで安定して加工が行えることが確認できた。

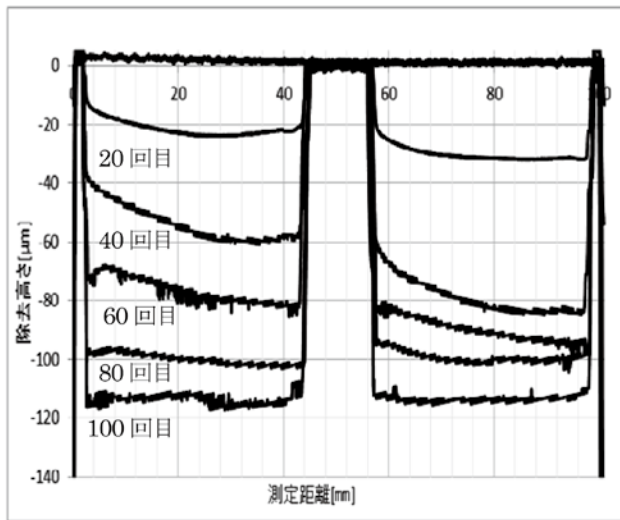


図3 #4000で100回研削加工を行った結果

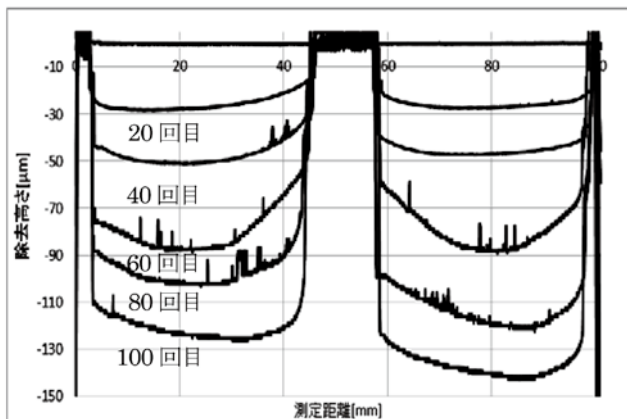


図4 #7000で100回研削加工を行った結果

また加工後、砥石厚さを測定した結果、前加工面の影響があったためか、減少量が#4000では約0.3mm、#7000では約0.8mmと大きくなった。その後の研削での砥石厚さの減少量はほぼ一定の値であった。そのため初回から20回目までの砥石厚さの減少量を除いて、20回研削後から20回毎に加工ごとの砥石厚さと被削材除去深さを比較した結果を図5,6に示す。この結果から砥石厚さの減少と被削材除去深さが比例関係であることより、砥石が自生発刃を起こしながら研削加工が進行していると考えられる。

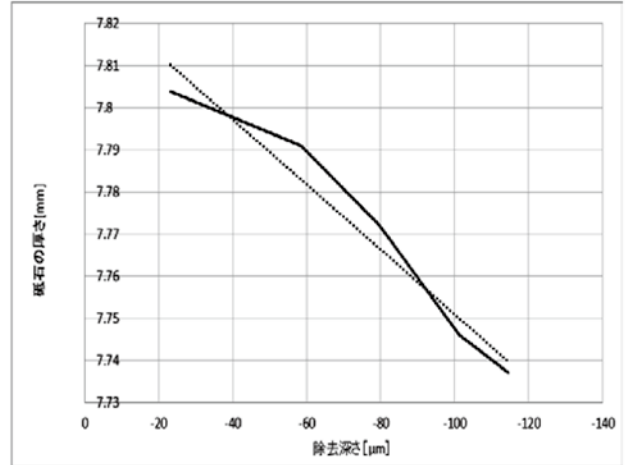


図5 #4000 砥石の厚さと除去深さの関係

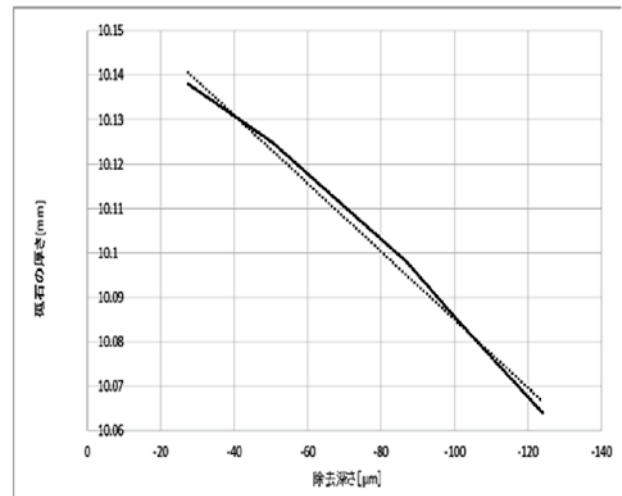


図6 #7000 砥石の厚さと除去深さの関係

6. 結言

極低膨張ガラスに#4000、#7000の超砥粒砥石を用いて研削実験をおこなった結果、ドレスを行わないで除去深さ約120 μ mまで継続して加工を行うことができた。また、両方の砥石の厚さの減少量に比例して除去深さも増加していることから、砥石が自生発刃を起こしながら安定して加工を行っている可能性がある。

参考文献

- 1) 所 仁志, 砥粒加工工学会誌 vol.56,2012
- 2) 砥粒加工工学会編:切削・研削・研磨用語辞典, 1995