

切れ刃トランケーション効果に及ぼす工作物材質の影響

○学 町田 有史 (北見工大院) 正 田牧 純一 (北見工大)
 正 久保 明彦 (北見工大) 正 杉野 豪 (北見工大)

要 旨

これまでの研究により、メタルボンドホイールの切れ刃先端を平坦化し砥石作業面上に揃えることによって、研削仕上げ面粗さが向上することを確認している。本研究では、切れ刃トランケーション効果が研削盤スピンドルの精度および工作物の材質によってどのような影響を受けるのかを実験的に検討している。

1. 緒 言

近年、光学部品に対する超精密加工の需要の増大とともに、光学ガラス、超硬金型など硬脆材料の加工を高能率、高精度化することが求められている。ダイヤモンドホイールを用いた研削加工がその要求に応える加工法の一つとして貢献している。また延性モード研削を実現する方法として、砥粒切れ刃の先端を揃える切れ刃トランケーション法が提案され、その有効性は報告されている¹⁾。

本研究では、従来使用していたアンギュラ玉軸受けスピンドルから空気静圧スピンドルに交換し、メタルボンドダイヤモンドホイールに切れ刃トランケーションを適用し、研削スピンドルの精度、また工作物の材質によりどのような影響を受けるのかを実験的に検討した。

2. トランケーション方法

メタルボンドホイールの切れ刃トランケーション法の手順を図1に示す。図1(a)のホイール初期作業面に接触放電法によりツルーイング/ドレッシングを行い、砥粒を突き出させた。接触放電後のホイールとして図1(b)に示す。次に、ダイヤモンド砥粒切れ刃のトランケーション(揃頭化)を行い、ダイヤモンド砥粒切れ刃の先端を除去し、同一作業面上に揃える。トランケーション後のホイールとして図1(c)に示す。ただし、実質トランケーション量 Tr とはトランケーションによって生ずるホイール半径減耗量である。

3. 実験装置と実験条件

研削盤には空気静圧スピンドルを搭載した汎用精密平面研削盤(PSG-52DX)を使用した。接触放電にはブロンズボンド電極を使用し、切れ刃トランケーション用ダイヤモンドツルアにはレジンボンドホイール(SD600N100B)を使用した。これらを工作物テーブルに固定して使用した。

実験条件を表1に示す。研削ホイールとしてメタルボンドダイヤモンドホイール(SD270)を使用した。研削抵抗は三分力水晶圧電動力計(Kistler 9123)で測定し、研削仕上げ面については非接触三次元測定装置(三鷹光器 NH-3SP)で粗さを測定した。

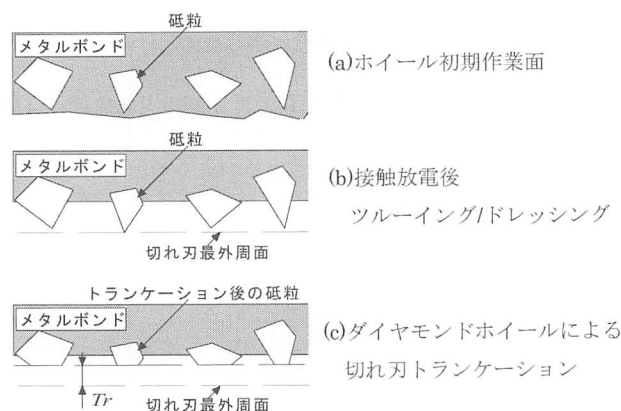


図1 切れ刃トランケーションの手順

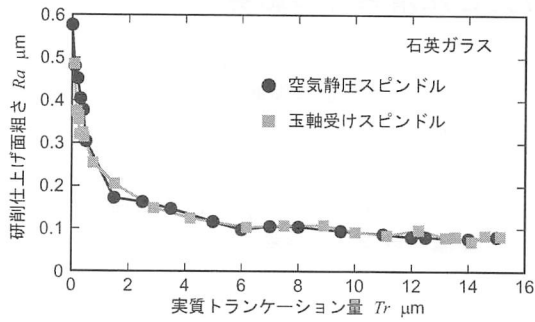
表1 実験条件

平面研削盤	PSG-52DX, 空気静圧スピンドル
研削ホイール	SD270N100M (外径 135 mm, 幅 7.0 mm) ホイール速度 $V_s=1885$ m/min
ツルーイング/ ドレッシング	接触放電電極 GC240M100M (外径 70 mm, 内径 50 mm) 電極回転数 $n=300$ rpm 送り速度 $f=100$ mm/min 切込み量 $t=1$ μ m 無負荷電圧 20VDC 研削油剤 WS90
トランケーション	ツルア SDC600N100B (外径 160 mm, 内径 130 mm) ツルア回転数 $n=300$ rpm 送り速度 $f=20$ mm/min 切込み量 $t=1$ μ m 研削油剤 WS90
研 削	工作物 石英ガラス, アルミニウム 送り速度 $f=3$ m/min 切込み量 $t=1$ μ m 研削油剤 WS90

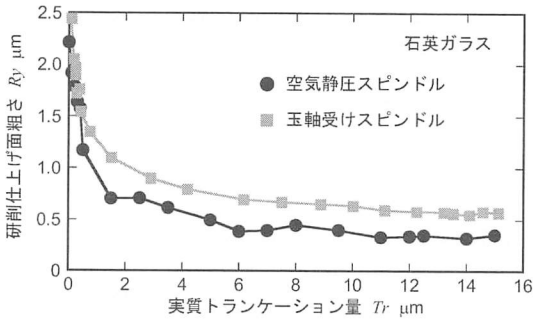
4. 実験結果

4.1 研削盤スピンドル精度による影響

アンギュラ玉軸受けスピンドルと空気静圧スピンドルにおいて石英ガラスを研削し、研削仕上げ面粗さを実質トランケーション量 Tr に対してプロットした結果を図3に示す。図3(a)に示す研削仕上げ面平均粗さ Ra 値は玉軸受けスピンドル及び空気静圧スピンドルともに実質トランケーション量 $Tr=6$ μ m から粗さの向上が見られなかった。図3(b)に示す研削仕上げ面最大高さ Ry 値では玉軸受けスピンドルより空気静

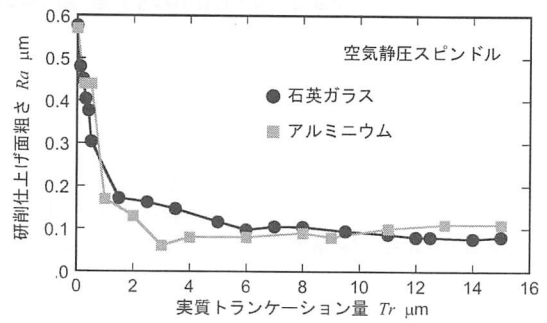


(a) 研削仕上げ面平均粗さ R_a

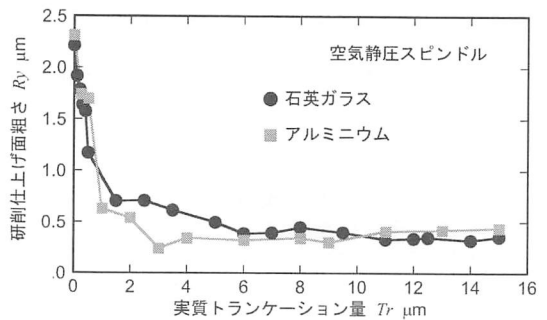


(b) 研削仕上げ面最大高さ R_y

図3 研削スピンドルの影響



(a) 研削仕上げ面平均高さ R_a



(b) 研削仕上げ面最大高さ R_y

図4 工作物の影響

圧スピンドルで約 $0.25 \mu\text{m}$ 減少した。

4.2 工作物材質による影響

空気静圧スピンドルにて、石英ガラスとアルミニウムを研削し、研削仕上げ面粗さを実質トランケーション量 Tr に対してプロットした結果を図4に示す。図4(a), (b)に示す研削仕上げ面粗さ R_a 値, R_y 値において、アルミニウムの場合には $Tr = 3 \mu\text{m}$ のときに良い粗さを示したが、 $Tr = 11 \mu\text{m}$ 以降では石英ガラスより粗さは増加した。これはホイールの目詰まりの影響と考えられる。

次に、研削加工のシミュレーション²⁾を行い、研削仕上げ面粗さ R_a と最大砥粒切込み深さ g_m をトランケーション量 Tr に対してプロットした結果を図5に示す。理論値を実測値と比較してみると研削仕上げ面粗さ R_a が収束する時点の Tr 値はほぼ一致しており、理論的に収束点を推定できる。また Tr 値の増加に伴い、最大砥粒切込み深さ g_m は減少している。よって、 g_m 値が大幅に減少することにより粗さも減少することがわかる。

4.3 研削抵抗

空気静圧スピンドルにて石英ガラスとアルミニウムを研削したときの法線方向研削抵抗 F_n を図6に示す。アルミニウム、石英ガラスともにほぼ同じ値を示した。

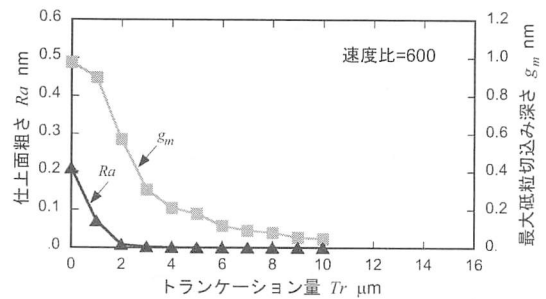


図5 研削仕上げ面粗さと最大砥粒切込み深さの理論値

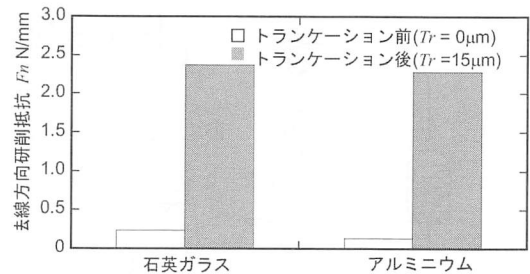


図6 研削抵抗

5. 結言

- (1) 研削仕上げ面粗さにおいて、 R_a 値では両者の研削スピンドルにおいて同じ傾向を示したが、 R_y 値では空気静圧スピンドルで向上した。
- (2) アルミニウムは $Tr = 3 \mu\text{m}$ で良い粗さを示したが、それ以降の Tr 値では目詰まりの影響により粗さは増加した。

6. 参考文献

- 1) 中島圭一郎, 田牧純一, 久保明彦: 光学ガラスの研削性能に及ぼす切れ刃トランケーションの効果 2003 度精密工学会秋季大会学術講演会論文集, 215
- 2) 康喜軍, 佐藤元, 田牧純一, 久保明彦: 硬脆材料の研削性能に及ぼす切れ刃トランケーションの影響 2005 度精密工学会北海道支部学術講演会論文集, 74