

ウォータージェットを用いた砥石の インプロセスドレッシング (第2報)

金沢大学 片山 裕典, 平尾 政利, 浅川 直紀
富山高専 井澤 正樹, 黒田精工 (株) 井口 信明

1. 緒言

近年, 研削加工分野において, ダイヤモンドや cBN を砥粒に用いた超砥粒ホイールはその寿命の長さや難削材に対する研削性の良好さから最先端技術との関わりを深めてきている. 特に cBN ホイールは, ダイヤモンドホイールと比較して, 砥粒の高温時における強度・耐磨耗性や, 加工時の鉄系材料に対する化学的安定性からその需要は増加の一途をたどっている. その反面, 砥粒自体の硬度が非常に高いため, 自生作用に乏しく目詰まりを頻繁に起こしやすいという欠点を持っている. また, 研磨加工の精度まで加工を行う超精密研削加工のニーズも高まってきている. しかし, 精度を高めると使用するホイールの砥粒も微細化し, 目詰まりが起こりやすくなるため, ドレッシングを頻繁に行わなければならない. このため, できるだけ単純かつ加工中に行える (インプロセス) ドレッシング法が各方面から考案, 研究されている.¹⁾⁻³⁾

本研究では, 特に目詰まりを起こし易いホイール・被削材の組み合わせとして, メタルボンド cBN ホイールとチタン合金 (Ti6Al4V) を選択し, 意図的に目詰まりを発生させた. そこで, 圧力を調節したウォータージェット (以下 WJ と記す) をホイール表面に噴射し, 付着した切り屑を除去することにより目詰まりを解消することを試みた.

2. 実験方法

図1に WJ インプロセスドレッシングの原理を示す. 本研究では平面研削盤を用い, WJ 噴射装置をドレッサとして使用した. この噴射ノズルは圧縮空気によって回転し, 研削加工中のホイール表面に一樣に当たる. 動力計に固定した被削材に超砥粒ホイールによる往復直線研削を行うと同時に, ホイール表面に種々な圧力で WJ を噴射する. cBN ホイールは粒度の異なる 5 種類を用い, 各ホイールにそれぞれ 4-5 条件の WJ を噴射した. その際の被削材とホイールの表面粗さ, 表面写真の観察, 粗さプロフィール, 研削抵抗の測定によりインプロセスドレッシングの効果を検証した.

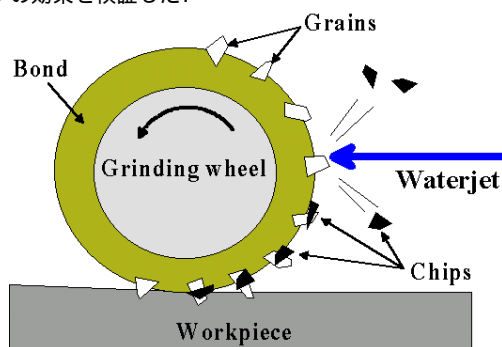


図1 WJ インプロセスドレッシングの原理

3. 実験結果

仕上げ面粗さの測定により, 粒度の異なるそれぞれのホイールには研削量が増加しても良好な仕上げ面を維持する最適な WJ 噴射圧力がそれぞれ存在した. その際のホイール表面写真からは, ボンドからの砥粒の突き出しが明確に確認でき, オープンドレッシング時のホイール表面状態を維持出来ていた. 研削抵抗値もほぼ一定であり, 最も低い値を示していた. WJ 噴射圧力が高すぎる場合や低すぎる場合は, 研削量が増加すると仕上げ面粗さの急激な悪化が見られ, その直前には研削抵抗値も上昇した. また, ホイール表面写真から, 圧力が高すぎる場合は壊食により砥粒及び周辺のボンド部を脱落させており, 低すぎる場合は目詰まりが発生し全体に黒くなり, 砥粒の突き出しも小さくなっていった.

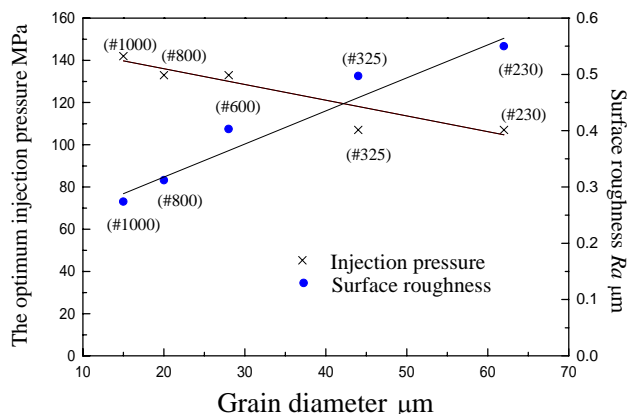


図2 各ホイール粒度に対する最適な WJ 噴射圧力とその時の仕上げ面粗さの関係

図2に本実験で得られた各ホイール粒度に対する最適な噴射圧力, その時の仕上げ面粗さの関係を示す. ホイールの粒度が高くなると良好な仕上げ面を得るために必要な WJ 噴射圧力は大きくなるのが分かる.

4. 考察

各ホイールには研削量が増加しても良好な仕上げ面を維持する最適な噴射圧力が存在する. この噴射圧力はホイールの砥粒粒径が小さくなるほど高くなる傾向が見られた. このときホイール表面では切り屑の付着量と WJ による切り屑の除去量が近い値となり, なおかつボンド部へのダメージが最小になっていると考えられる. 噴射圧力が最適値を上回ると, ボンド部へのダメージが増加する. その結果, 砥粒の脱落が起こり研削量の増加と共に徐々にホイールの研削能力が低下する. これが仕上げ面の悪化を招く. また, 噴射圧力が最適値を下回ると, WJ による切り屑の除去が不十分となり目詰まりを起こす. これにより研削加工は堆積した切り屑と被削材, すなわち同一材料での摩擦となるため, 非常に摩擦係数の大きな加工となる. このことが仕上げ面悪化の要因であると考えられる.

また, 研削抵抗については, 研削が良好に行われている場合は一定の値を示すのに対して, 仕上げ面が悪化するような場合は上昇傾向を示す. これは壊食により, 切れ刃を部分的に失ったホイールがその状態で切り込みを繰り返す, その結果, 被削材の研削が行われていない部分とホイールの凸部分が接触し, 研削力が増加したものと考えられる. また仕上げ面粗さと研削抵抗の関係が明確に比例関係, つまり仕上げ面粗さが悪化した場合, 研削抵抗は高い値を示し, 良好であった場合, 研削抵抗は低い値を示している. このことから研削抵抗が被削材表面粗さ及びホイール表面性状を判断する上で有効であることが分かる.

5. 結言

本報で得られた結論を以下に示す.

- (1) #230 ~ 1000 のホイールにおいては, 粒径が細かいホイールほど, 切り屑除去に必要な WJ 噴射圧力は高くなる.
- (2) 各ホイールには最適噴射圧力が存在し, それ以上でも以下でも加工面は悪化する.
- (3) 加工面悪化の要因は, 最適圧以下 目詰まり, 最適圧以上 砥粒の脱落によるもの, と異なる.
- (4) 研削量の増加に伴う目詰まりの発生と研削動力の関係を明らかにした. その際, 目詰まりの発生を研削動力により判断することが可能である.

参考文献

- 1) 横川和彦, 横川宗彦: cBN ホイール研削加工技術, (1988)
- 2) 海野邦昭: cBN・ダイヤモンドホイールの使い方, (1991)
- 3) 井澤正樹, 平尾政利, 安井武司: ウォータージェットを用いた砥石のインプロセスドレッシング, 精密工学会誌, 64, 9(1998)1335