

円筒研削におけるクーラント低減効果に関する研究 ： ブラシ型ノズルによる研削液の巻き付き効果

| | |
|--------|---|
| 著者 | 細川 晃, 三嶋 啓太, 古本 達明, 小谷野 智広 |
| 雑誌名 | 精密工学会学術講演会講演論文集 = JSPE Conference |
| 巻 号 | 2014A A09 |
| ページ | 9-10 |
| 発行年 | 2014-01-01 |
| URL | http://hdl.handle.net/2297/45545 |

円筒研削におけるクーラント低減効果に関する研究

—ブラシ型ノズルによる研削液の巻き付き効果—

金沢大学 細川晃, ○三嶋啓太, 古本達明, 小谷野智広

Studies on reduction of coolant in cylindrical plunge grinding

Effect of brush-nozzle on coolant flow around wheel surface

Kanazawa University Akira HOSOKAWA, Keita MISHIMA, Tatsuaki FURUMOTO, Tomohiro KOYANO

This study deals with the reduction of coolant in cylindrical plunge grinding. A brush-nozzle is placed in order to block 'air-belt' which is boundary layer on the wheel surface, and it helps the coolant adhere to the wheel surface. This study confirms that the quantity of coolant can be reduced from 10 l/min to 0.4 l/min by using the brush-nozzle. In addition, the brush-nozzle is effective in reducing grinding force and generation of smooth ground surface.

1. 諸言

研削加工は高精度・高品位加工を比較的容易に実現できる加工法であるが、加工時に発生する熱が切削加工に比べ著しく大きい。そのため、研削油剤(クーラント)を使用する湿式研削が一般的である。しかし、高速で回転する砥石の多孔性に起因して生じる連れ回り空気流(エアベルト)が砥石表面に存在するため、砥石と工作物の干渉領域に十分な量のクーラントを供給するためには大量に使用しなければならず、その使用量低減が課題となっている。

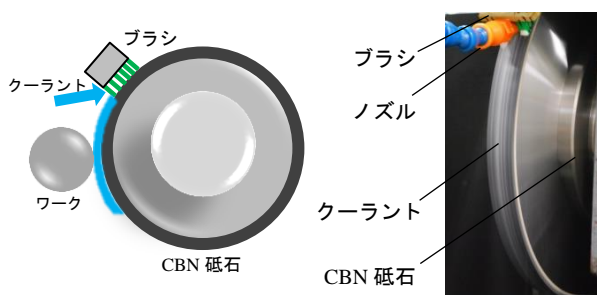
ところで、クーラントの供給効果を阻害するエアベルトを除去し、砥石面に付着するクーラントのはがれを減らす方法として、本研究ではブラシを用いるクーラント供給法を提案している。これは、砥石面に設置したブラシを介してクーラントを供給することにより、砥石へのクーラント巻き付き量を増加させ、少量のクーラントで効果的に加工点を潤滑・冷却しようとするものである。

本研究では、研削加工の中でも熱が発生しやすく大量のクーラントを必要とする高切込み円筒プランジ研削において、ブラシノズルによるクーラント使用量の低減効果を検証している。

2. 実験条件

2.1 実験装置

本研究で用いたブラシノズルとは図1(a)示すように、砥石作業面に接触させた軟毛ブラシの後方から研削液を供給する方法である。ブラシ材は特殊なものではなく、一般的に広く使用されているナイロン素材である。図1(b)はブラシノズルによって少量のクーラントを供給した状況であるが、研削液が砥石表面に“巻き付いて”いることが確認できる。



(a) ブラシノズル (b) クーラント巻き付き(流量 0.3 l/min)

図1 ブラシノズルによる効果的クーラント供給法

図2は円筒プランジ研削の実験概略図を示したものである。工作物は研削後に取り外して仕上げ面粗さや真円度測定および組織観察ができるように中空のシリンダ状にしている。それを両脇から固定用のシリンダ状ジグおよびホルダで挟み込み、センタを介して円筒研削盤に装着する。研削は所定の切込み速度 v_d で研削が定常化するまで切込みを与えた後、スパークアウトによって切り残しを除去する。ホルダを支える片側のセンタには、センタの垂直および水平方向に4枚ずつのひずみゲージが貼付してあり、研削中のワークに作用する接線方向分力 F_t および法線方向分力 F_n によって生じる抵抗値の変化から F_t と F_n をリアルタイムで測定する。

2.2 実験条件

実験条件を表1に示す。工作物はクランクシャフト等に使用されるクロム-モリブデン鋼(SCM435)である。使用砥石は粒度#120のビトリファイドCBN砥石で、研削速度 v_s は45 m/s、工作物速度 v_w は0.37 m/s、仕上げ加工を想定して切込み速度 v_d を10 μ m/sとしている。切り込み後のスパークアウトは2秒に設定した。

2.3 実験手順

実験は2通りの方法で行った。1つはクーラントを特別な供給補助装置を用いない従来の方法で砥石面に流量10 l/minで供給する方法(湿式)であり、2つ目はブラシを用いて砥石面に少流量のクーラントを供給する方法である。それぞれのクーラント供給の様子を図3に示す。本実験では、多量の研削液を供給する通常の湿式研削における研削抵抗と仕上げ面粗さ評価基準とし、それと同程度の特性が得られるかどうかによって、少量の研削液によるブラシノズル供給法の効果を評価している。

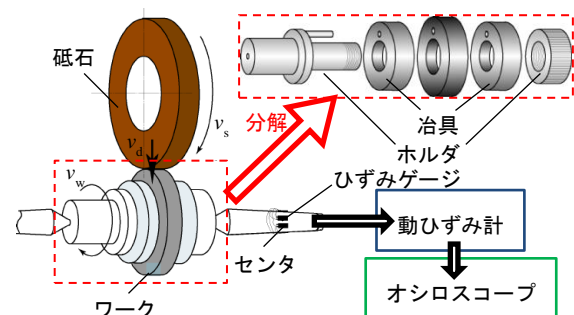


図2 実験装置

4. 実験結果

4.1 研削抵抗

研削中に発生する接線方向成分の抵抗 F_t と法線方向成分の抵抗 F_n をひずみゲージ法により測定した。ブラシノズル供給法でクーラント流量 0.4 l/min の条件で測定した研削抵抗の波形を図4に示す。研削抵抗の測定値は、抵抗波形が定常研削状態である1.8.s間の平均値とした。本実験から得た研削抵抗の結果を図5に示す。図より、 F_t をみると、ブラシノズル供給法でクーラント流量 0.3 l/min のときに通常の湿式研削(流量 10 l/min)より大きくなった。一方、 F_n では流量 0.3 l/min においても湿式研削の場合より小さくなっている。これは、クーラントの巻き付きにより効率的に研削点にクーラントが供給され、いわゆる動圧効果が抑制されたためと推察される。

以上の結果より、 F_t 、 F_n 両方の点で評価基準を下回る低減効果を示したのは、ノズルブラシ供給法でクーラント流量が 0.4 l/min のときであった。

4.2 仕上げ面粗さ

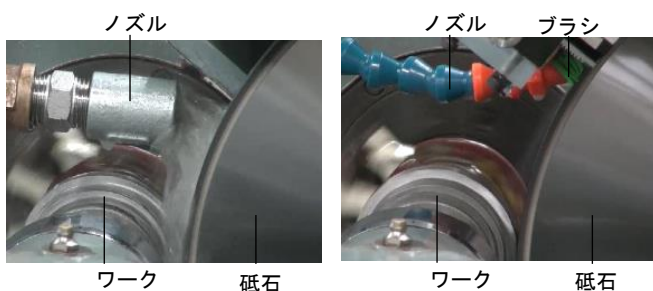
ワーク表面の算術平均粗さ R_a の結果を図5に併せて示す。図より、流量 0.4 l/min のときに評価基準の約3%上回る値が出た。算術平均粗さにおいて、評価基準に対する約3%の増減は微小な誤差の範囲内と考慮して、ブラシノズル供給法により仕上げ面粗さの点ではクーラントを 0.4 l/min まで低減できると言える。

従来の湿式研削($Q=10 \text{ l/min}$)とブラシ供給法($Q=0.4, 0.3 \text{ l/min}$)の研削後のワーク表面を図6示す。図より、いずれの条件においても、ワーク表面の状態には大きな違いはみられず、研削焼けや研削割れなどの熱的損傷も観察されなかった。

少流量のブラシ供給法において、算術平均粗さやワーク表面状態が評価基準とおおよそ同等の結果となったのは、ノズルブラシによるクーラントの著しい巻き付きにより、クーラントが少ない流量でも研削点に効果的に流入したために、研削点の冷却作用が大きく増加したことが原因と考えられる。

表 1 研削条件

| (a) 砥石, ワーク | | | | (b) クーラント | |
|-------------|---------------------------------------|------|---------------------|----------------|-----------------|
| 研削砥石 | CBN120M180VN1($\phi 305 \times 20$) | | | クーラント | 水溶性研削油剤 (40倍希釈) |
| 周速度 | v_s | 45 | [m/s] | | |
| 切り込み速度 | v_f | 10 | [$\mu\text{m/s}$] | | |
| 切り込み量 | d | 80 | [μm] | 流量 Q [l/min] | |
| ワーク | SCM435($\phi 70 \times 10$) | | | 従来の供給方法 | 10 |
| 周速度 | v_w | 0.37 | [m/s] | ブラシ供給方法 | 0.4, 0.3 |
| スパークアウト | t_s | 2 | [s] | | |



(a) 従来の供給法(流量 10 l/min) (b) ブラシ供給法(流量 0.3 l/min)

図 3 クーラント供給方法

5. 結 言

クーラント流量 10 l/min の従来の供給法と比較して、ノズルブラシ供給法のクーラントの低減効果を検証した。

- (1) F_t 、 F_n および R_a の測定結果から、大量のクーラントを供給する湿式研削と同等な値を達成したのは、ノズルブラシ供給法で流量 0.4 l/min のときであった。
- (2) ノズルブラシを使用することにより、従来の供給方法と比較してクーラント供給量をおよそ96%低減可能といえる。

参考文献

- 1) 万年夏之, 他: 円筒研削におけるクーラント低減に関する基礎研究, 日本機械学会2012 年度年次大会講演論文集,(2012)S133014

謝 辞

本研究に対し多大なご支援をいただいたコマツNTC(株)に深謝する。

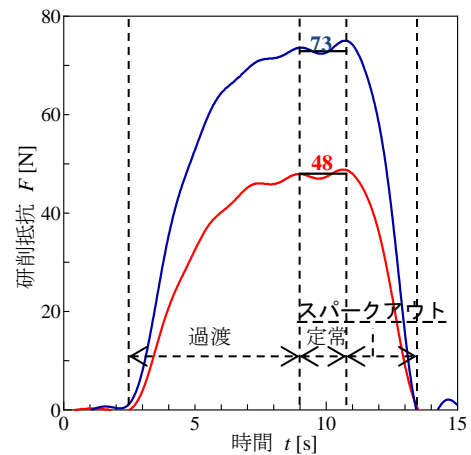


図 4 ブラシ供給法($Q=0.4 \text{ l/min}$)

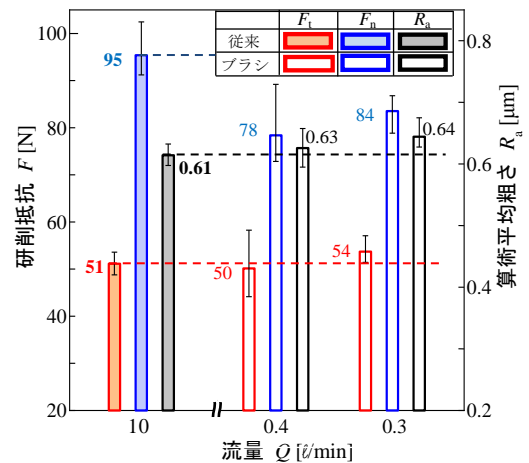
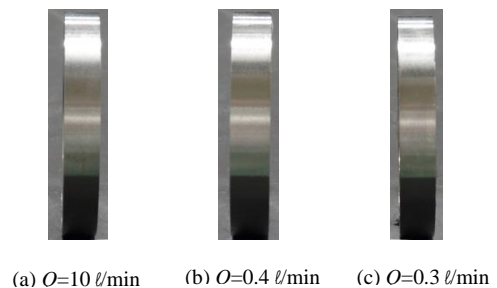


図 5 実験結果



(a) $Q=10 \text{ l/min}$ (b) $Q=0.4 \text{ l/min}$ (c) $Q=0.3 \text{ l/min}$

図 6 ワーク表面