

内面研削用小径クイルのドレッシング抵抗の測定

北見工業大学 久保明彦, ○原間井英明, 上田和輝, 田牧純一

要 旨

内面研削用小径クイルのドレッシング抵抗を測定できる装置を試作し, 単石ドレッサおよびロータリドレッサを用いた場合の基本性能について検討している.

1. 緒 言

ドレッシングは, ダイヤモンド工具(ドレッサ)による硬脆材料(砥粒と結合剤の複合材料)の切削加工とみなすことができるので, 切削抵抗に相当するドレッシング抵抗を測定することによって砥石の切削状態すなわちドレッシング状態をモニタリングできるはずである. 本報告では, 内面研削用小径クイルのドレッシング抵抗を測定できる装置を試作し, 単石ドレッサおよびロータリドレッサを用いた場合の基本性能について検討している.

2. ドレッシング抵抗測定装置

単石ダイヤモンドドレッサのような静止タイプやロータリダイヤモンドドレッサのような回転タイプなどの各種ドレッサに対して同一の装置でドレッシング抵抗を測定できるようにするため, 図1に示すように, キスラー社の1軸ロードワッシャ(9021A)を取り付けた測定装置を製作した. その基本構造は精密スライドテーブルと同一であり, 1対のクロスローウェイを介して図中の上方テーブル A 部が可動するようになっている. 基礎台である B 部は研削盤のベッド上に固定される. 可動部 A と固定部 B の間には C 部に示すように1個の1軸ロードワッシャが挿入されており, 可動部 A をセットボルトで押し込むことによりロードワッシャにプリロード(圧縮力)を与えることができる. 各種ドレッシング装置を可動部 A に固定することにより, 法線方向ドレッシング抵抗の測定が可能となる. 図1は単石ダイヤモンドドレッサを取り付けた状態である. ドレッシング抵抗は, 動力計, アンプを通してデータ収集システム(サンプリング間隔 0.1 ms, LPF 300 Hz)を通り, パソコンで処理される. また, ドレッサと研削クイルとの接触開始点を検出するため, ドレッシング振動を加速度計で同時に測定した.

3. 実験方法

実験にはオイルミスト潤滑スピンドルを搭載し, 回転数が 150,000 rpm の CNC 内面研削盤を使用した. 研削クイルには直径 5.7 mm の WA150 クイルを用いた. ドレッサには図2に示すように, 単石ダイヤモンド(0.5 ct), 粒度 60 ヶ石のダイヤモンド粒をドレッサ円周方向に一定間隔に配列したロータリダイヤモンドドレッサおよびドレッサ作業面の全体がダイヤモンドで構成されるソリッド型ロータリドレッサ(CVD ドレッサ)を使用した. ロータリドレッサにはベルト駆動型を採用し 120 rpm の低速で回転させた. 実験条件を表1に示す.

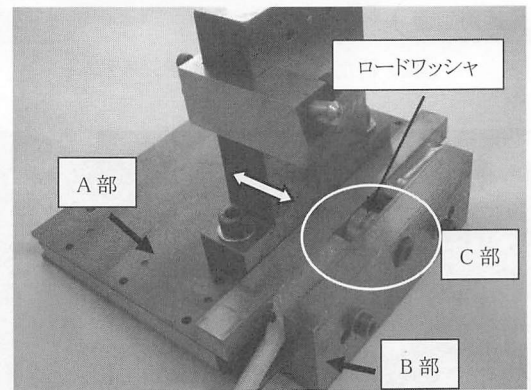
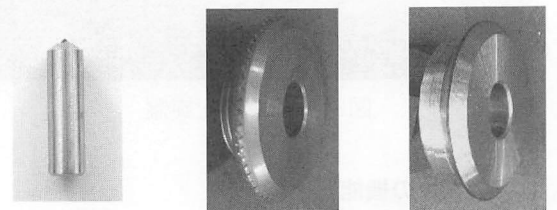


図1 ドレッシング測定装置



(a) 単石ドレッサ (b) ロータリドレッサ (c) CVDドレッサ

図2 ドレッサ形状

表1 ドレッシング条件

研削盤	CNC 内面研削盤(セイコー精機 SG-25)
研削クイル	WA150M8V $D_q = 5.7$ mm, $B = 6$ mm 回転数 $N_q = 150,000$ rpm
ドレッサ	①単石ダイヤモンドドレッサ 1/2ct ②ロータリダイヤモンドドレッサ 1円周 60 個, 直径 $D_d = 40$ mm ③CVD ダイヤモンドドレッサ 直径 $D_d = 40$ mm 回転数 $N_d = 120$ rpm
条件	ドレッサ切込み量 $A_d = 2.5 \sim 20$ μ m ドレッサ送り速度 $f_d = 400 \sim 6000$ mm/min ドレスリード $L_d = 2.7 \sim 40$ μ m

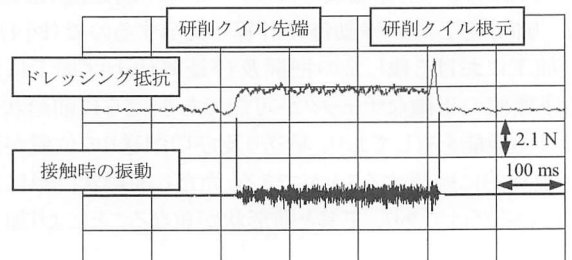


図3 測定波形例(単石ドレッサ)

4. 実験結果

4.1 ドレッシング抵抗の測定波形

図3は、単石ドレッサの場合について、WAクイルのドレッシングを行ったときに得られたドレッシング抵抗およびドレッシング振動の測定波形例($\Delta_d=10\ \mu\text{m}$, $f_d=1200\ \text{mm/min}$)である。単石ドレッサはドレッシング時において砥石と連続的に接触しているため一定のドレッシング抵抗が得られている。なお、研削クイルの表面は砥粒の他に物性値の異なる結合剤が混在して不規則な凹凸を形成している。また、ドレッシング時には砥粒の脱落、破碎等が発生する。したがって、ドレッシング抵抗の波形にはこれらの要因が高周波数成分として重複している。

図4は、ロータリドレッサの場合について、ドレッシング抵抗の測定波形($\Delta_d=10\ \mu\text{m}$, $f_d=1200\ \text{mm/min}$)を記録した例である。単粒ダイヤモンドが円周上に配列されているロータリドレッサの場合、個々の単石ダイヤモンドは砥石と断続的に接触するので、パルス状のドレッシング波形が得られる。したがって、ロータリドレッサの場合には、パルス状ドレッシング抵抗のピーク値の平均をドレッシング抵抗と定義した。

図5は、CVDドレッサの場合について、ドレッシング抵抗の測定波形($\Delta_d=10\ \mu\text{m}$, $f_d=1200\ \text{mm/min}$)を記録した例である。ドレッサ作業面の全体がダイヤモンドで構成されているCVDドレッサの場合、単石ドレッサの場合と同様に砥石と連続的に接触しているためほぼ一定のドレッシング抵抗が得られている。

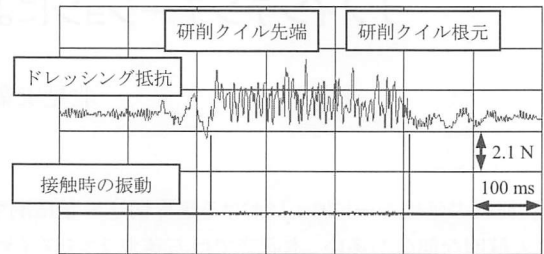


図4 測定波形例(ロータリドレッサ)

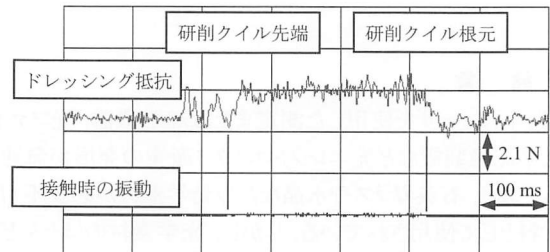


図5 測定波形例(CVDドレッサ)

4.2 ドレッシング抵抗

図6は、単石ドレッサの場合について、ドレッサ送り速度を一定($f_d=1200\ \text{mm/min}$)とし、ドレッサ切込み量 Δ_d に対するドレッシング抵抗の変化を求めた結果である。図中には、ドレッサ先端形状が鋭利な場合(摩耗なし)と摩耗した場合(摩耗幅0.16 mm)についてプロットしている。ドレッシング抵抗は切込み量の増加とともに増加している。ドレッサ先端形状の影響に注目すると、摩耗したドレッサのドレッシング抵抗は摩耗していないドレッサに比べて2倍程度大きい値を示している。

図7は、単石ドレッサの場合について、ドレッサ切込み量を一定($\Delta_d=5\ \mu\text{m}$)とし、ドレッサ送り速度 f_d に対するドレッシング抵抗の変化をプロットした結果である。ドレッシング抵抗はドレッサ送り速度の増加とともに増加していくが、ドレッサ送り速度が2000 mm/min以上になるとドレッシング抵抗が一定値に収束する傾向がみられる。

図8は、ロータリドレッサおよびCVDドレッサの場合について、ドレッサ送り速度を一定($f_d=1200\ \text{mm/min}$)とし、ドレッサ切込み量 Δ_d に対するドレッシング抵抗の変化を求めた結果である。図中には、摩耗した単石ダイヤモンドドレッサのドレッシング抵抗を比較のために示している。ドレッシング抵抗は切込み量の増加とともに増加している。また、摩耗した単石ドレッサの場合の結果はロータリドレッサの場合の結果とほぼ一致しているが、CVDドレッサの場合の結果より小さい値を示している。なお、ドレッサの先端幅はCVDドレッサの場合0.24 mm、ロータリドレッサの場合0.2 mm、単石ドレッサの場合摩耗幅0.16 mmであった。

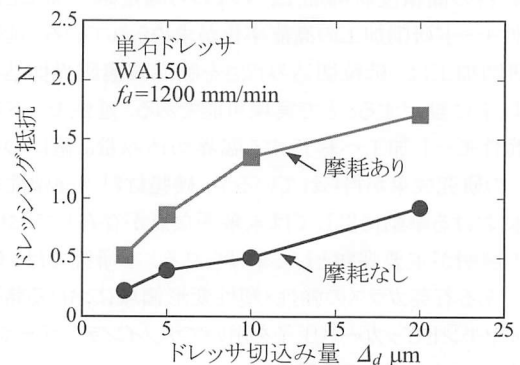


図6 ドレッシング抵抗(単石ドレッサ)

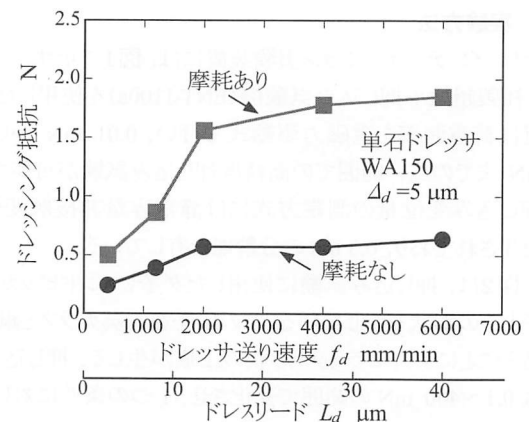


図7 ドレッシング抵抗(単石ドレッサ)

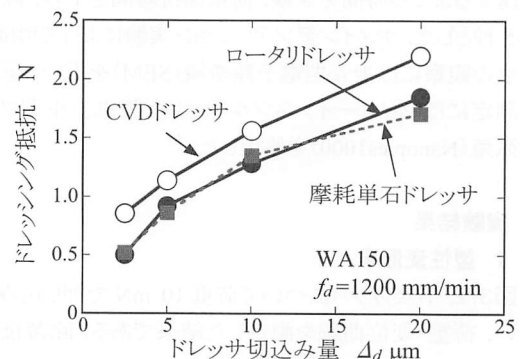


図8 ドレッシング抵抗(ロータリドレッサ, CVDドレッサ)