

包絡線創成法による平面研削用メタルボンドダイヤモンドホイールの精密ツルーイング

北見工業大学 ○中島 圭一郎, 久保 明彦, 田牧 純一, 閻 紀旺

要 旨

平面研削に使用される平型メタルボンドダイヤモンドホイールを精密にツルーイングする手段として, 円弧群の包絡線で直線を創成する方法を提案している. この包絡線創成法の有効性を検証するため, 微粒メタルボンドダイヤモンドホイールの接触放電(ECD)ツルーイングを行った. その結果, ホイール軸方向断面プロファイルをサブミクロンの平坦度にツルーイングできることを実証した.

1. まえがき

平面研削用超砥粒ホイールをGCカップツルアあるいはECD法¹⁾でプランジツルーイングする方式は, ホイール幅が広くなるとツルーイング精度が劣化するという本質の特徴を有している. このプランジ法の欠点を補う手段として包絡線創成に基づくトラバースツルーイング法を提案する. 具体的には, 庄司ら²⁾が開発した包絡線による円弧創成を直線創成に適用し, 微粒メタルボンドダイヤモンドホイール(SD#1500M)の接触放電(ECD)ツルーイングを行い, その有効性を検討している.

2. 実験方法

実験に使用したツルーイング装置の概要を図1に示す. ツルア回転軸はツルア移動方向に対して θ だけ傾いており, ホイール軸を含む垂直面に投影されるツルアの形状は楕円となる. ツルアは矢印で示す方向に回転しながらホイール軸方向断面を通過する. ホイール幅の全域をツルーイングするためには, 傾斜ツルアの1パス毎にツルアをホイール軸方向に移動しなければならない. つまり, 一定のホイール切込み量 a_t でツルアをプランジ研削した後, ツルア位置を一定ピッチ P だけホイール軸方向に移動し, その位置で再び一定切込み a_t を与えてプランジ研削を行う. なお, ツルアがホイール両端部に到達した時点でその移動方向を変える.

ツルーイング前のホイール軸方向断面プロファイルとして凸形状と凹形状を与え, それぞれの場合について, ツルア移動ピッチ $P = 0.5 \text{ mm}$, ツルア切込み量 $a_t = 0.2 \text{ }\mu\text{m}$ の条件で包絡線創成法による ECD ツルーイングを行った. 実験に用いたツルーイング条件を表1に示す.

3. 実験結果

3.1 ツルーイング過程

図2は, ホイール軸方向断面プロファイルの初期形状が高さ $13 \text{ }\mu\text{m}$ の凸形状の場合と高さ $8 \text{ }\mu\text{m}$ の凹形状の場合について,

ホイール軸方向のツルア往復回数 F に対するホイール軸方向断面プロファイルの変化を追跡した結果である. 両断面形状の場合ともツルア往復回数の増加とともにホイール軸方向断面プロファイルが直線に近づいていくことがわかる.

3.2 ツルーイング比

図3は, ツルア切込み量 a_t とホイール幅 B をパラメータとしてプランジ方式による ECD ツルーイングを行い, ツルーイン

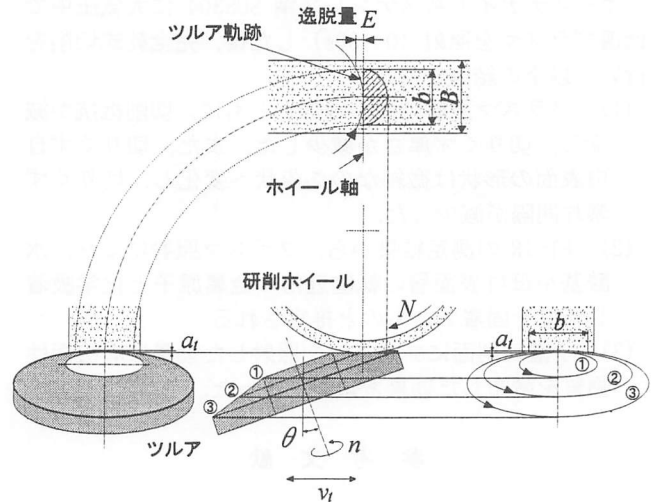
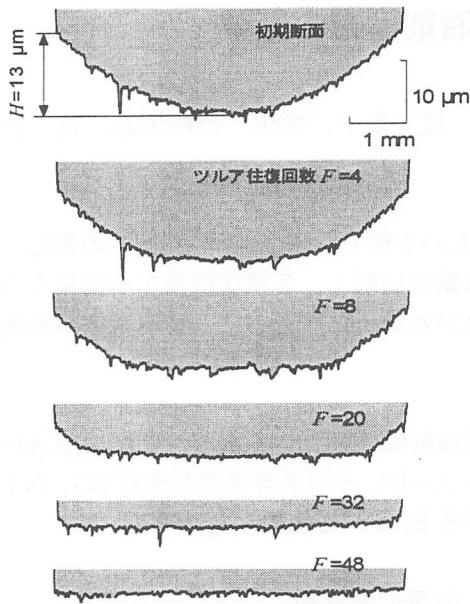


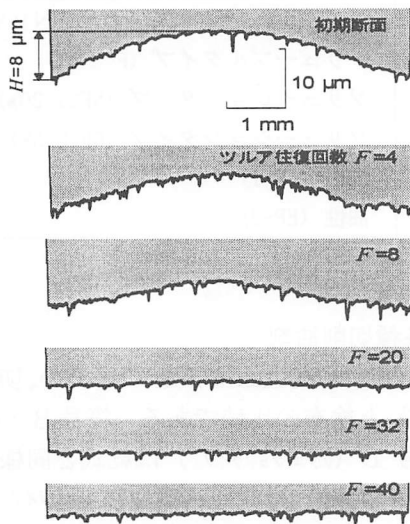
図1 包絡線創成ツルーイング法

表1 ツルーイング条件

研削ホイール	SD1500N100M 外径 200 mm, 幅 8 mm
ツルア(電極)	GC1500L200B 外径 70 mm, 内径 50 mm
ツルーイング条件	ホイール回転数 $N = 3000 \text{ rpm}$ 電極回転数 $n = 300 \text{ rpm}$ 送り速度 $v_t = 100 \text{ mm/min}$ 電極切込み量 $a_t = 0.2 \text{ }\mu\text{m}$ 傾斜角 $\theta = 10^\circ$ 電極移動ピッチ $P = 0.5 \text{ mm}$ 無負荷電圧 $E_i = 15 \text{ V (DC 電源)}$ 乾式(気中)



(a) 凸断面の場合



(b) 凹断面の場合

図2 ホイール軸方向断面形状の変化

グ比(ホイール半径方向消耗量/ツルア切込み量) γ をプロットした結果である。ホイール幅を固定してツルア切込み量を変えた場合、ツルーイング比はほぼ一定値 ($\gamma = 0.2$) となるが、ツルア切込み量を固定してホイール幅を変えた場合、ツルーイング比はホイール幅の減少とともに増加している。

3.3 シミュレーションとの比較

ツルーイング過程を計算機上でシミュレーションする手法として、ホイール軸方向断面プロファイルを離散値として与え、ツルア形状を円の方程式で与えることによって、両者の干渉状態を幾何学的に判断した。図3の実験結果から、ツルーイング比をツルア接触幅 b の関数として与え、干渉領域におけ

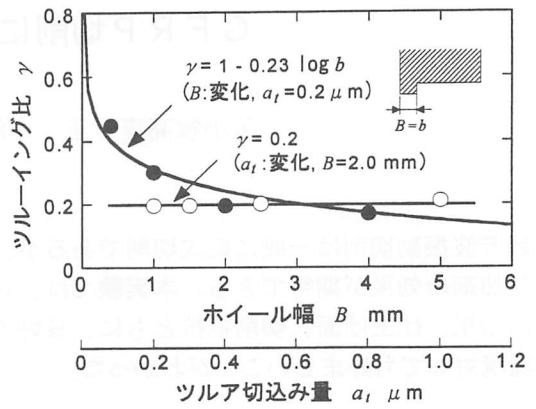


図3 ツルーイング比

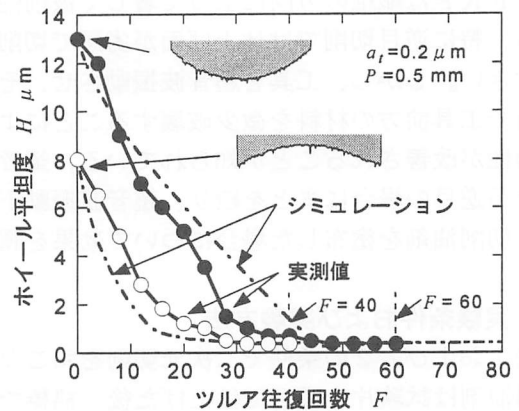


図4 ECD法によるツルーイング過程

るホイールとツルアの消耗量を計算することによりシミュレーションを行った。図4は、シミュレーション結果と実験結果を比較したものである。ホイール平坦度 H は、ホイール軸方向断面プロファイルの直線からの逸脱量である。実験結果は、一点鎖線で示すシミュレーション結果とほぼ一致している。例えば、ホイール初期形状が凸形状の場合についてツルア往復回数 $F = 60$ 回の時点におけるホイール平坦度を比較すると、シミュレーション結果は $H = 0.38 \mu\text{m}$ であり、実測値は $H = 0.37 \mu\text{m}$ である。

4. まとめ

円弧群で直線を包絡創成する手法を提案し、微粒メタルボンドダイヤモンドホイールの接触放電(ECD)ツルーイングを行った。その結果、ホイール軸方向断面プロファイルをサブミクロンの平坦度にツルーイングすることができた。

参考文献

- 1) 謝晋, 田牧純一, 久保明彦, 井山俊郎: 接触放電ドレッシングの微粒ダイヤモンド研削ホイールへの適用, 精密工学会誌, 67, 11 (2001) 1844.
- 2) 庄司克雄, 厨川常元, 周立波, 鈴木英俊, 相原秀雄: 総型研削用超砥粒ホイールのツルーイング法の開発に関する研究, 精密工学会誌, 59, 3 (1993) 485.