

円筒研削盤による 高精度・高能率ポリゴン研削加工技術

1. はじめに

通常、円筒面は円筒研削盤で、平面は平面研削盤で研削される。しかし、最新の研削加工技術を適用すれば、円筒研削盤を使用して平面や曲面を高精度・高能率に創成可能である。本稿ではその研削方法と CNC 偏心ピン・ポリゴン研削盤の機能について述べる。

2. 円筒研削盤の平面研削方法

円筒研削盤は工作物を回転させて円筒面を研削し、平面研削盤は工作物を載せたテーブルを直進させて平面を研削する。回転と直進という違いはあるが、最終的にはいずれも 1 軸だけを作動させて仕上げている。一方、円筒研削盤による平面の研削では、C 軸（工作物回転）と X 軸（砥石台送り）の各 NC 軸を同期制御する。このとき円筒研削において砥石軸中心と工作物中心を結ぶ線上にある研削点が、平面の研削では砥石円周面上を上下に移動する（図 1）。この研削方法は CX 制御によるエンジンカムの研削と同様だが、平面度の要求精度はエンジンカムの形状精度よりもはるかに厳しい。

3. 平面を研削するための技術

円筒研削盤で平面を高精度・高能率に研削するためには、メカ技術と制御技術の高度化が必要である。

メカ技術では、砥石台送りと主軸のフリクションレス・ノーバックラッシュ化が必須で、低イナーシャ化と砥石台高速反転時の姿勢維持技術も重要である。

制御技術としては、形状データの処理速度の高速化とともに位置決め精度の高精度化技術がポイントになる。

一般に NC 制御は指令値に対する位

置決め誤差をフィードバックして補正している。しかし、円筒研削盤による平面の研削では、位置決め誤差が発生した時点ですでに工作物は加工されているので、その後補正しても手遅れである。このため位置決め誤差の発生しない制御技術が採用されている。その一例がハイゲイン学習制御⁽¹⁾で、これは工作物 1 回転中の C 軸と X 軸の時間ごとの位置決め誤差を次の 1 回転で 0 に収束させるように制御する技術である。回転系と直動系のイナーシャによる誤差だけでなく、研削抵抗などの外乱による誤差も学習するので、仕上げ段階の精研削やスパークアウト研削では C 軸、X 軸ともに位置決め誤差が最小化され、高精度な形状精度を得ることができる。

4. 偏心ピン・ポリゴン研削盤の機能

当社製 CNC 偏心ピン・ポリゴン研削盤 GPES-30B は偏心ピンやポリゴン（多角形）を高精度・高能率に加工する円筒研削盤で、菱形や楕円などの断面形状のパンチ（金型工具）をはじめ、さまざまな部品の研削加工に使用されている。

本機の形状設定方法は、あらかじめ登録されている形状（図 2）から所望の形状を選択する対話入力式である。必要寸法を入力すれば、回転中心から偏心した位置にポリゴンを創成できることや、頂点部を任意 R に仕上げることができる。所望の形状が登録されていない場合には、操作画面上の簡易 CAD 機能で形状図を描くか、ユーザサイドの CAD で描いた形状図を DXF データ形式に変換して入力する

ことも可能である。

ポリゴン研削では、研削点での工作物回転半径が刻々と変化し、研削点が上下に移動するために、見かけ上の工作物周速度と砥石周速度も変化する。このため、一定速度で工作物を回転すると研削抵抗が大きく変化し、それに伴い工作物のたわみ量も変化する。形状精度の確保が困難になる。本機は、工作物 1 回転中の研削抵抗がほぼ一定になるように工作物回転速度オーバーライドを自動設定して、精度よくポリゴン形状を創成する。

本機にはポリゴンコンタリング研削機能が準備されている。パンチはジャーナル部とポリゴン部のつながりが R になっていて、従来は砥石の角部をつなぎ R と同じ R に成形してプランジ研削していたが、R が異なる工作物では砥石を再成形するか交換しなければならなかった。この機能はポリゴン研削（CX 制御）しながら X 軸と Z 軸（テーブル送り）の同時制御でつなぎ R を精度よく研削するので、砥石の角部を小さな R に成形しておけばさまざまな R に対応可能である（図 3）。この機能により多産少量パンチの生産性が飛躍的に向上した。

5. ポリゴン加工時間

CNC 偏心ピン・ポリゴン研削盤を使用して 110mm × 10mm の長方形断面で幅 30mm の 4 平面を研削した。従来は立形マシニングセンタで研削していたが、粗研削後の机上計測と形状データ補正後の仕上げ研削で 4 時間程度の加工時間を要していた。この工作物を当社製研削盤で加工すると 6.8 分で高精度に研削できた。立形マシニングセンタによる加工では工作物をテーブルに固定して長方形外周をコンタリング研削するが、当社製研削盤は円筒研削と同様に工作物を連続回転しながら研削するので非常に早く加工できる（図 4）。

6. おわりに

円筒研削盤による平面の研削加工技術は、良好な工作精度が得られるとともに、従来の加工方法と比較して加工時間を大幅に短縮できることから、採用事例が徐々に増えてきている。これからも本技術が研削工程の改善に貢献していくことを期待している。

（原稿受付 2011 年 11 月 18 日）

〔山本 優（株）シギヤ精機製作所〕

●文 献

- (1) Toyozawa, Y., Maeda, K., and Sonoda, N., Applying High-gain Learning Control to Cam and Crankshaft Grinders, *FANUC Tech.Rev.*, 10-1 (1997) 13-21.

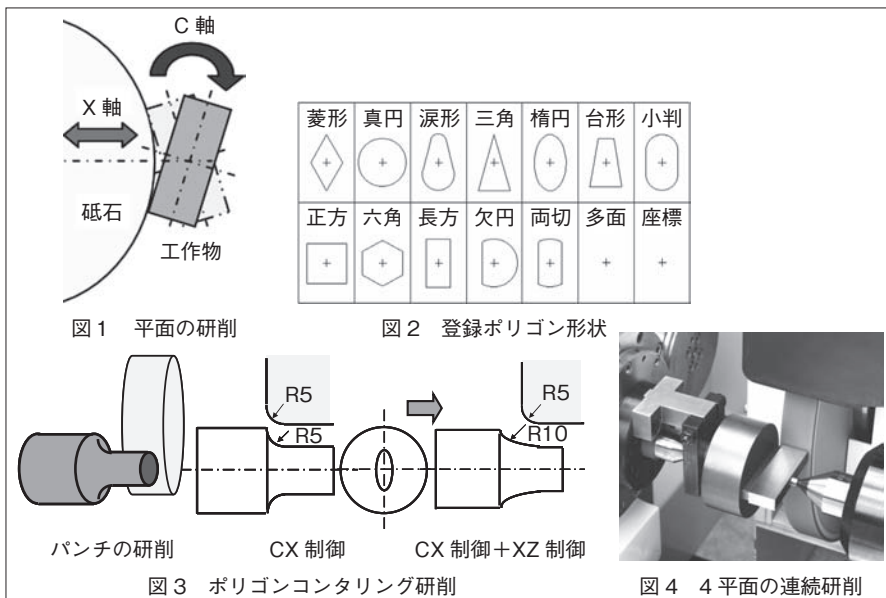


図 1 平面の研削

図 2 登録ポリゴン形状

パンチの研削 CX 制御 CX 制御 + X 制御

図 3 ポリゴンコンタリング研削

図 4 4 平面の連続研削