

## エンドミルによる薄壁形状の

## 高速・高精度加工に関する研究

新潟大学 岩部洋育 ○飯田茂雄

## 1. はじめに

本研究はエンドミルにより薄壁形状を高速・高精度で加工することを目的としている。通常の側面加工では加工できる壁厚に限界が生じ、切削力による工具および工作物の変形が無視できない<sup>1)</sup>。

そこで、軸方向に微小切込みを与えて繰り返し加工法(繰り返し段加工法と呼ぶ)を試み、通常加工法との比較によりその有効性を検討した。なお、この方法は工具経路が大幅に長くなるため主軸回転数および送り速度が高い高速加工機を用いて加工時間の短縮をはかった。

## 2. 実験条件および方法

実験には高速加工用NCフライス盤(東芝機械:ASV40)を用い、表1に示す仕上げ条件で繰り返し段加工を行った。工具には直径10mm、刃長28mm、ねじれ角30°の超硬ソリッドエンドミル(工具A)および同工具の先端部2mmに切れ刃部を残した工具Bの2種類を用いた。工作物にはアルミニウム合金5052sを用い、加工面の壁高さは25mm、壁厚は1ないし2mmであり、壁の裏面、表面の順序で加工した。

Table 1 Cutting conditions

Spindle revolution	min <sup>-1</sup>	30,000
Feed rate	mm/tooth	0.05
Depth of cut (repeating times)	mm	Zw=0.05(×500)/0.10(×250) Yw=0.5~2.5
Type of milling		Down milling

通常加工は工具Aを用いて行い、繰り返し段加工はまず工具Aにより同様に前加工面を仕上げ、その後工具Bを用いて設定寸法まで半径方向切込みYwを与えて行った。両面とも250または500回の繰り返しで仕上げ、加工誤差の測定は三次元測定機(東京精密:XYZAX SP600A)および粗さ計(東京精密:SURFCOM 2B)を用いて行った。

## 3. 実験結果と考察

図1は図中の条件で通常加工法により得られた加工面の軸方向粗さRvと壁厚Wtの関係を示す。図より壁厚が約4mm以下ではびびりの発生によって粗さが急増しており、この条件では通常加工法によって良好な加工面が得られる壁厚は4mmである。

図2は通常加工法により得られた加工面の誤差形状を示し、右図が表面、左図が裏面の結果である。図より両面ともに削り過ぎによる負の誤差を示すとともに壁高さ10~15mmの位置でくぼんだ形状をしており、最大値と最小値の差による形状誤差は20μmと大きい。この理由は工具の偏心によるもので<sup>2)</sup>、両面の誤差はほぼ左右対称となる。また誤差の平均値による寸法誤差は10.3μmであり、この値には工具の振れ回りによる影響も含まれていると考えられる<sup>3)</sup>。

図3は工具Bにより軸方向切込みZw=0.1mmで繰り返し段加工を行い、その誤差形状を図2と同様の座標軸で示す。図より繰り返し段加工によって形状誤差は8μmと大幅に改善し、壁厚Wt=1.2mmでもびびりが発生せず軸方向粗さはRv=0.6μmと小さい。一方、図中の破線は後述する加工面の予測誤差であり、実験値(●印)との差の平均値、標準偏差は表面で-2.6、1.2μm、裏面で-2.6、2.3μmと小さい。

図4は図3の結果に基づいて整理した繰り返し段加工による加工面の誤差要因のモデル図である。最初に加工される裏面上面の位置を基準にすると、誤差要因は次の4つに分類できる。すなわち、E1:主軸の傾斜による誤差、E2:工具径による誤差、E3:熱変形による誤差およびE4:測定圧(切削力を含む)による誤差である。図3において予測値とともに表面側に移動しているが、これは誤差要因E3の発生によるものである。また、壁の上面では下面に比べて約2μm厚さが小さくなっているが、この理由は誤差要因がE3>E4の関係にあるためと考えられる。

1999年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集

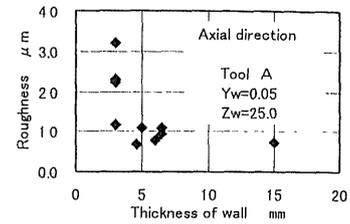


Fig.1 Relationship between roughness and thickness of wall

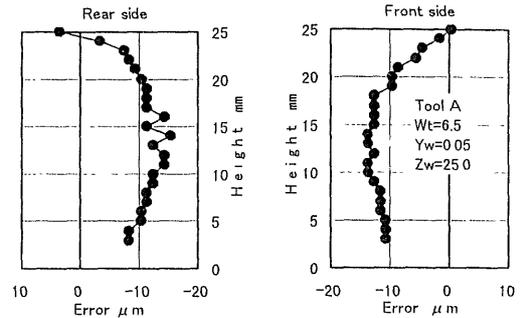


Fig.2 Cutting error (conventional method, Wt=6.5)

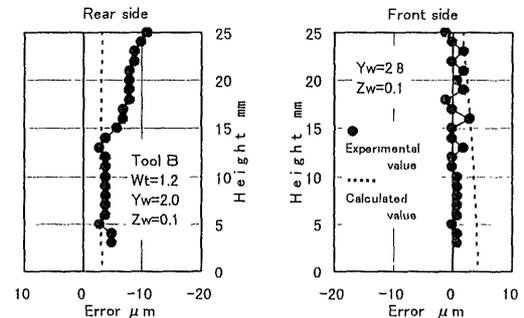


Fig.3 Cutting error (repeat milling method, Wt=1.2)

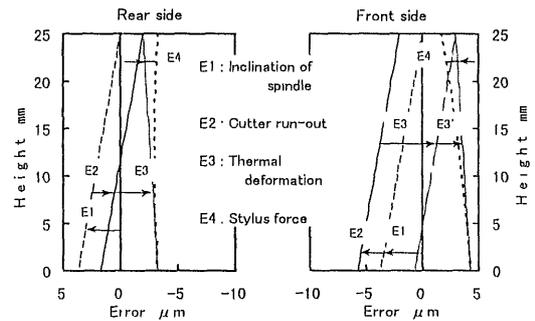


Fig.4 Error model

## 4. まとめ

エンドミルによる薄壁形状の高速・高精度加工を目的として通常の側面加工と繰り返し段加工を比較し、後者の方法が形状誤差の改善に有効であるとともに薄い壁厚の加工が可能であることを明らかにした。また、繰り返し段加工による加工誤差の要因を分類しそれに基く予測値が実験値にほぼ一致することを示した。

## 参考文献

- 1) 岩部, 島田, 横山, 日本機械学会論文集(C編), 63, 605, (1997-1), 239
- 2) 岩部, 三星, 精密工学会誌, 61, 6, (1995), 834
- 3) 岩部, 竹本, 今井, 日本機械学会論文集(C編), 63, 612, (1997-8), 2878