

High Accurate Processing with Radius End Mill

岡田浩一 (日進工具株式会社)

豊島直樹 (日進工具株式会社)

盛 将人 (日進工具株式会社)

Koichi OKADA (NS TOOL CO.,LTD.)

Naoki TOYOSHIMA (NS TOOL CO.,LTD.)

Masato MORI (NS TOOL CO.,LTD.)

Key words : radius end mill , dimensional accuracy , surface accuracy

1. はじめに

金型等の2次元的な平坦部の多い加工に対してピックフイードをボールエンドミルより大きく取れるラジラスエンドミルを用い,より能率の高い加工を行いたいと言う要望が多い.しかし,加工能率が上がってもその加工したワークの要求精度が必ずしも満たされていない場合も多く,その場合,再加工を余儀なくされコスト高・納期遅延等の不安要因となる.それらを満たす為にも,自社の加工技術に工夫をこらし日夜努力をしているユーザも多いが,日々の納期に追われその余裕がなく,作業者に大きな負担となっているのが現実と思われる.弊社では,加工能率と加工精度が伴って初めて高能率加工と定義し,その高能率加工を行う為にも常に新しい工具の研究開発に力を注ぎ,2006年4月にロングネック形状の4枚刃ラジラスエンドミル「MHR430R」(図1)を開発した.下記にその工具の特長および加工事例を紹介する.

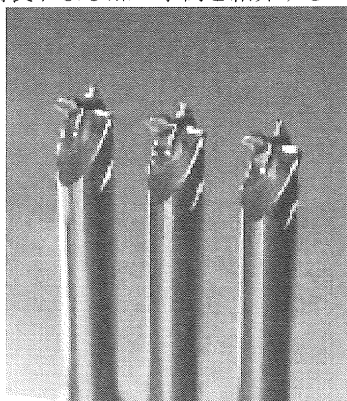


図1 ロングネックラジラス「MHR430R」写真

2. ロングネックラジラス「MHR430R」の特長

本工具は,文字通りロングネック4枚刃のラジラスエンドミルであるが,従来のエンドミルと違いは図2に示した用に外周刃が逆テーパの形状となっており,加工物の立ち壁等の仕上げ加工をする際,被削材に刃先が点接触することにより切削抵抗が低減し下記の効果が現れる工具形状となっている.

- ・ ビビリを抑えられ,
- ・ 高送りが可能となり,
- ・ 加工面粗さがアップにつながる.

コーティングは従来の無限コーティングを進化させた被膜を用い耐熱温度 1,100°,被膜硬度 3,400HV とアップし,被削材も高硬度材〜プリハードン鋼〜生材まで幅広く対応できるコーティングを採用,ラジラス R の精度は $\pm 5 \mu\text{m}$ と仕上げ加工を意識した高精度仕様となっている.

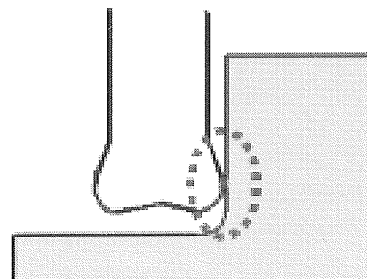
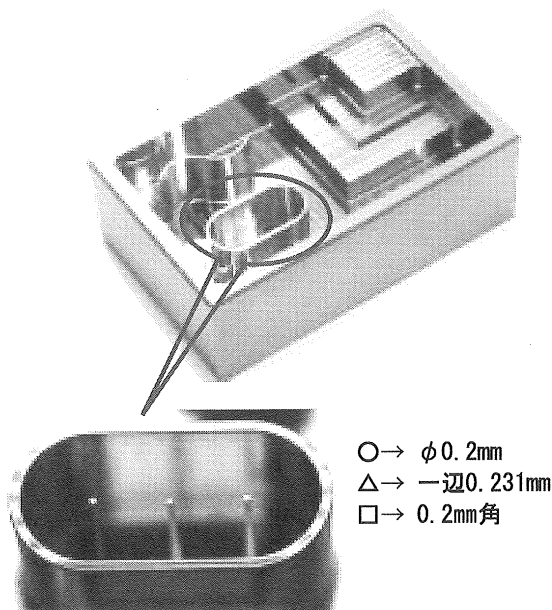


図2 外周刃点接触の略図

3. 加工事例

被削材 STAVAX 52HRC に対し本工具を用いて直彫り加工した事例を紹介する.

加工ワーク形状写真を図3,その切削条件を表1に示す.



ワークサイズ ; 縦 23mm×横 38mm×深さ 8mm

図3 加工ワーク写真

○→ $\phi 0.2\text{mm}$
 △→ 一辺 0.231mm
 □→ 0.2mm 角

上記形状に対し,使用工具 MHR430R $\phi 2 \times R0.3 \times$ 有効長 8mm を荒加工,仕上げ加工,○△□形状のピン部加工で各1本ずつ使用し,加工時間は6時間20分の加工である.問題の加工精度は,加工深さ 8mm の立ち壁で倒れ量 0.001mm,表面粗さは側面部 $Rz0.62 \mu\text{m}$,平坦部 $Rz0.64 \mu\text{m}$ と高い加工精度で加工を終えている.特にピン部の加工においては,切削抵抗が

大きいとピンを倒してしまい写真のような加工は不可能であり、この事からも本工具での性能が発揮されていることが分かる。

また今回紙面の都合上、詳細は記載していないが被削材 SKD11 60HRC も同条件加工しほぼ同じ加工精度が得られていることも付け加えておく。

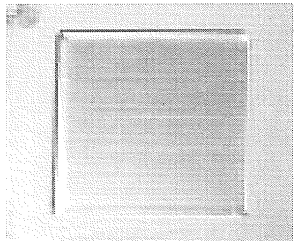
表 1 加工事例切削条件表

	荒	仕上げ		ピン部
		側面	平坦部	
回転数 (min ⁻¹)	8,000			
送り速度 (mm/min)	1,400	720	500	720
切り込み Ad×Rd(mm)	0.07×0.7	0.02× 0.015	0.01× 0.015	0.02×0.5
加工時間 (分)	126	151		103

4. 表面粗さの限界

本実験は MHR430R $\phi 2 \times \text{R}0.5 \times 8$ を用い平坦部の加工をした際の表面粗さが何処まで下げられるかの限界表面粗さにチャレンジした事例である。被削材は NAK80 40HRC および STAVAX 52HRC の 2 種類。実験方法は荒加工後の仕上げ加工においてその切り込み量を変化させ、被削材表面粗さの比較を行った。また、その際、キスラー切削動力計を用い加工中の切削抵抗観察と、加工面の cutter mark を観察した。切削条件を表 2 に示す。

表 2 切削条件表

被削材		NAK80およびSTAVAX 52HRC
回転数		8,800min ⁻¹
送り速度		750mm/min
切り込み	テスト1	Ad0.01mm × Rd0.5mm
	テスト2	Ad0.01mm × Rd0.2mm
	テスト3	Ad0.01mm × Rd0.02mm
切削方向		走査線加工X軸方向(往復切削)
クーラント		オイルミスト
加工形状写真		
形状サイズ; 17mm × 17mm		

4-1. 表面粗さの結果

NAK80 表面粗さと cutter mark 写真を図 5、STAVAX 表面粗さと cutter mark 写真を図 6、キスラー動力計による NAK80 切削抵抗を図 7、キスラー動力計による STAVAX 切削抵抗を図 8 に示す。

2 種類の被削材共に切り込み量 Rd (工具径方向)が少なくなるに従い切削抵抗が小さく、cutter mark 少なく、結果として良好な仕上げ面粗さを得ることができた。しかも、鋼材の切削加工で面粗さ $\text{Rz}0.2 \mu\text{m}$ 台の数値を出すのは通常のマシニングセンターで考えると現段階では限界値と言っても良いのではなかろうか。

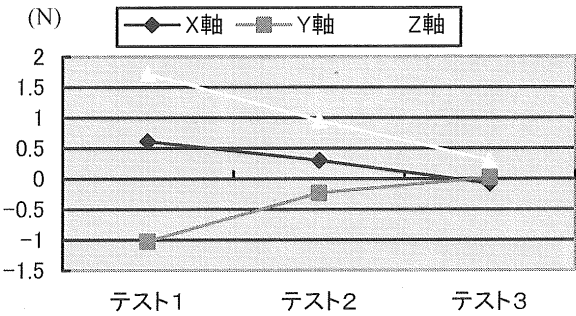
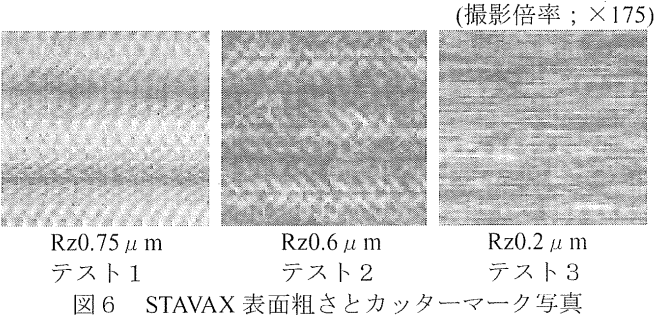
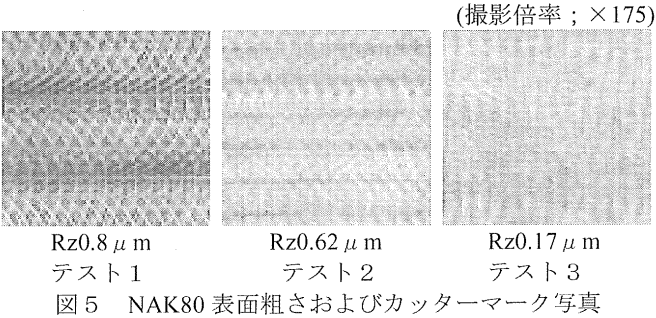


図 7 キスラー動力計による NAK80 切削抵抗

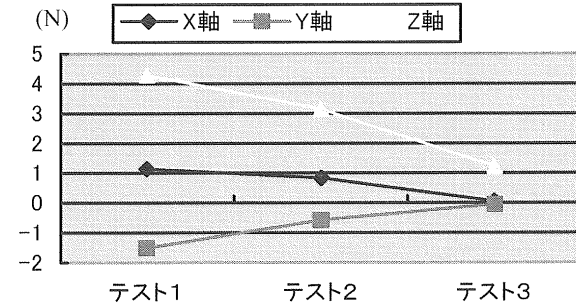


図 8 キスラー動力計による STAVAX 切削抵抗

5. おわりに

このような加工方法を用いて「磨きレス」や「磨き時間の短縮」などの更なる可能性が望め、磨きによって精度を崩さなく機械加工のまま金型などの製品が製作できる加工技術の一步となれば幸いである。