

B2 Machining

ものづくりを変える、側面加工の上面側バリ極小化

「アクアREVOミルバリレス」

"AquaREVO Mills Burrless" Transform the Manufacturing
by Minimizing Burrs on the Top of a Workpiece in Side Milling

キーワード | バリレス・ダブル(W)ヘリカル・コネクティング(C)チャンファ
上面バリ・側面加工

工具事業部／工具技術部

長田 達矢 Tatsuya Nagata

要 旨

エンドミル側面加工において工作物上面側に発生するバリは、製品の寸法誤差や品質悪化原因の1つである。また、その処理には専用工具による追加工が必要となるため、多大な費用、工数がかかることも問題として挙げられる。

「アクアREVOミルバリレス」はダブル(W)ヘリカルを採用により側面加工で工作物上面側に発生するバリを抑制し、従来発生していたバリ除去の費用、工数を大きく縮減することができる。また、汎用エンドミルと同等の加工能率で幅広い種類の被削材に対応し、高品位な加工を実現した。

Abstract

The burrs discharged on the top of a workpiece in side machining with end mills are the problems and one of the causes for incorrect dimensions of the workpiece and deterioration of quality. In addition, to correct these problems, exclusive tools are necessary to perform additional processes, requiring a great deal of cost and time, which poses an issue.

“AquaREVO Mills Burrless” controls burrs generated on the top of a workpiece in the side milling with an adopted design of a double helical mill. Thus, the conventional cost and time for deburring can be greatly reduced. In addition, it has the same milling efficiency as that of a multipurpose end mill, achieving the milling of wide-ranging types of workpieces with high-quality.

1. バリレスエンドミル開発の背景

バリは加工中に削り残った工作物の一部が塑性変形により空間のある方向へ押し出され形成される。これは原理原則に基づき形成されるため、加工に携わるお客様の誰もが常識と捉えていることである。

エンドミル側面加工ではとくに上面側でバリが形成される。形成されたバリは、身体の切創や製品測定時に寸法誤差の発生、後工程でのバリ脱落による製品品質の悪化など、様々な品質問題の原因となる。お客様では、この問題を解決するためにバリの除去を試みるが、専用工具による追加工が必要であり、多大な費用、工数が発生するため、エンドミル加工後のバリを抑制したいという声はよく聞かれる。

今回、バリ発生メカニズムを徹底的に解析し、側面加工の上面側に発生するバリを抑制した「アクアREVOミルバリレス」(図1)の特長を紹介する。



図1 「アクアREVOミルバリレス」

2. 「アクアREVOミルバリレス」の特長

汎用エンドミル(図2)は、刃溝が右ねじれとなっており、切りくずを上面側に引っ張り出す力が発生することで、被削材の上面側にバリが発生する。

1) ダブル(W)ヘリカル

「アクアREVOミルバリレス」(図2)は、先端側が右ねじれ、シャンク側が左ねじれのダブル(W)ヘリカルとなっており、工作物の上面側では切りくずを下面側に押し込む方向に切削力が働くため、バリを抑えることができる。

また、汎用エンドミルと異なり、よりシャンク側に近い左ねじれ刃が先端側の右ねじれ刃より先行して作用することで、切削力による工具の倒れを抑制することができ、加工面倒れも抑えることが可能となった。

図3に汎用エンドミルと「アクアREVOミルバリレス」による、側面加工における上面側のバリ高さ比較を示す。ステンレス鋼SUS304を、工具径10mm、 $ap=20\text{mm}$ 、 $ae=0.05\text{mm}$ 、切削速度80m/min、送り速度250mm/minで加工を行なった。汎用工具においては、上面側にバリが顕著に発生しやすく、バリ高さが0.10mm発生している。そのため、バリ取り工具の使用や加工パスを増やすなどの対策を行なうお客様も多く存在する。対して、「アクアREVOミルバリレス」はバリが見えないことが分かる。

また、図4に、汎用エンドミルと「アクアREVOミルバリレス」による、側面加工の加工面の倒れ量を示す。ステンレス鋼SUS304を、工具径10mm、 $ap=20\text{mm}$ 、 $ae=0.3\text{mm}$ 、切削速度80m/min、送り速度350mm/minで加工を行なった。汎用エンドミルでは、加工面の倒れが0.012mm程度発生し、うねりも大きい。このような加工面の倒れ、うねりは製品の寸法精度に大きく関わるため、バリ同様に加工パスを増やす、加工負荷の低い条件で加工するなどの対策を行なうことが一般的である。これに対し、「アクアREVOミルバリレス」は同条件下で倒れ、うねりが圧倒的に小さいことが分かる。



上面、下面のバリを抑制し、切削バランスが良好な「ダブルヘリカル」を採用

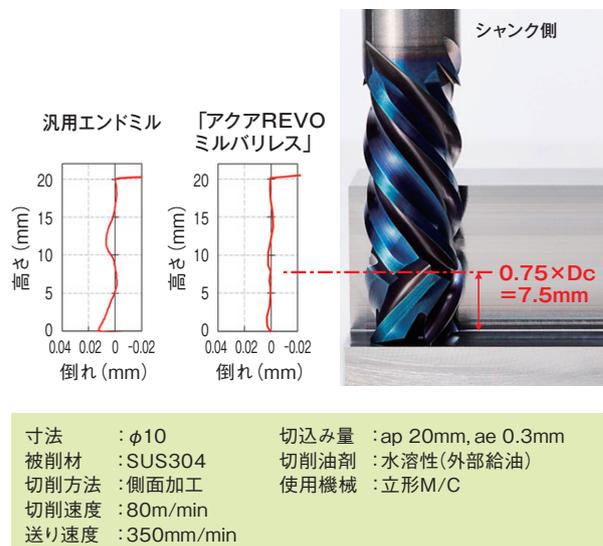
図2 バリレスの考え方

	汎用エンドミル	アクアREVOミルバリレス
上面バリ状態		
バリ高さ	0.10mm	0.00mm



寸法 : $\phi 10$
 被削材 : SUS304
 切削方法 : 側面加工
 切削速度 : 80m/min
 送り速度 : 250mm/min
 切込み量 : $ap 20\text{mm}$, $ae 0.05\text{mm}$
 切削油剤 : 水溶性(外部給油)
 使用機械 : 立形M/C

図3 バリ高さ比較



寸法 : $\phi 10$
 被削材 : SUS304
 切削方法 : 側面加工
 切削速度 : 80m/min
 送り速度 : 350mm/min
 切込み量 : $ap 20\text{mm}$, $ae 0.3\text{mm}$
 切削油剤 : 水溶性(外部給油)
 使用機械 : 立形M/C

図4 加工面倒れ量の比較

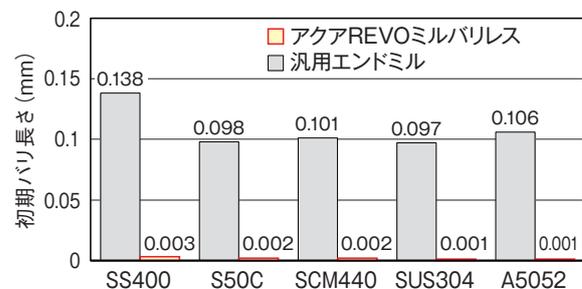
2) コネクティング (C) チャンファ

「アクアREVOミルバリレス」はダブルヘリカルであるため、右ねじれ刃、左ねじれ刃の位相は異なり、繋ぎ部は千鳥形状となる。右ねじれ刃と左ねじれ刃が交互に加工を行なうため加工面には段差が発生し、面性状の悪化を招く。この段差を抑制するため、右ねじれ刃と左ねじれ刃の繋ぎ部に緩斜面の面取り形状であるコネクティング (C) チャンファを施工した。図4に示す高さ7.5mm (0.75×Dc) の位置で、大きな段差を発生させないような仕組みになっている。

3. 「アクアREVOミルバリレス」による加工事例

1) 様々な被削材での加工事例

図5に、各種被削材ごとに、汎用エンドミルと「アクアREVOミルバリレス」を使用した際の上面バリ高さの比較を示す。「アクアREVOミルバリレス」は、幅広い被削材でバリ高さが圧倒的に低いことが分かる。

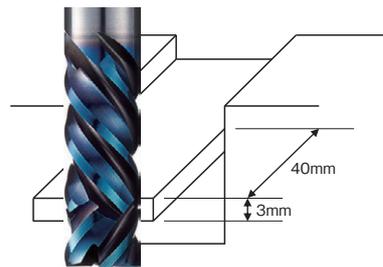
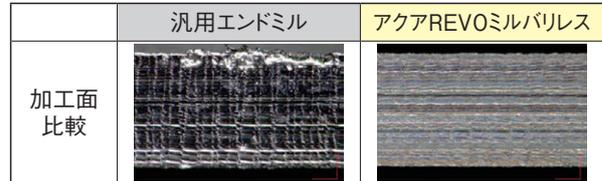


被削材	外径Dc (φmm)	刃数 (t)	切削速度 (m/min)	回転数 (min ⁻¹)	送り量 (mm/t)	送り速度 (mm/min)	切込み量 ap (mm)	切込み量 ae (mm)	切削方法	切削油剤
SS400	10	4	120	3,820	0.055	840	20 (2Dc)	0.05	側面 ダウンカット	水溶性 (外部給油)
S50C			100	3,180	0.053	680				
SCM440(生材)			80	2,550	0.025	250				
SUS304			100	3,180	0.072	910				
A5052										

図5 被削材種、加工条件によるバリ高さ比較

2) 薄板の加工事例

図6にステンレス鋼SUS304の薄板を加工した事例を示す。汎用エンドミルを用いた薄肉工作物のトリミング加工では、切削抵抗によって工作物を持ち上げる方向に力が働くため、加工中に工作物が振動し、切削面にびびりや大きなバリが見られる。対して「アクアREVOミルバリレス」では、工作物中心高さに、ダブルヘリカルの左右ねじれ交差位置をセッティングすることで、工作物上下方向の切削抵抗を相殺でき、特殊な治具を準備することなく、安定した加工を実現できる。



寸法	: φ10	切込み量	: ap 3mm, ae 0.5mm
被削材	: SUS304	切削油剤	: 水性性(外部給油)
切削方法	: 側面加工	使用機械	: 立形M/C
切削速度	: 80m/min		
送り速度	: 175mm/min		

図6 薄板トリミング加工における安定化

3) MCナイロンの加工事例

また、エンジニアリングプラスチックとして知られるMCナイロンにおいても、「アクアREVOミルバリレス」は効果を発揮する(図7)。工具径10mm、ap=20mm、ae=1.0mm、切削速度60m/min、送り速度760mm/minで加工を行なった。MCナイロンを汎用エンドミルで加工した際、上面側に工作物が溶けたようなバリが発生する。対して、「アクアREVOミルバリレス」はバリ無く加工でき、非鉄材にも適応可能である。

	汎用エンドミル	アクアREVOミルバリレス
上面バリ状態		
	バリ高さ 0.09mm	0.00mm
下面バリ状態		
	バリ高さ 0.01mm	0.00mm

寸法	: φ10	切込み量	: ap 20mm, ae 1.0mm
被削材	: MCナイロン	切削油剤	: エアブロー(外部)
切削方法	: 側面加工	使用機械	: 立形M/C
切削速度	: 60m/min		
送り速度	: 760mm/min		

図7 MCナイロンの上面バリ比較

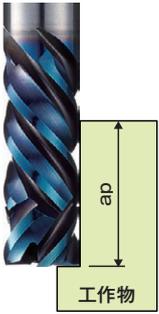
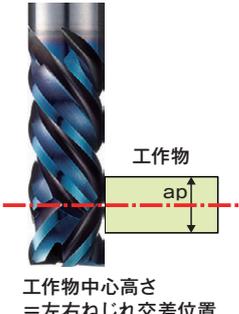
4. 「アクアREVOミルバリレス」使用時の注意点

「アクアREVOミルバリレス」は、側面加工専用工具である。上面を左ねじれ刃、下面を右ねじれ刃で加工することでバリを抑制している。穴加工や溝加工については、左ねじれ刃で切りくずを上面側に出すことができないため、適用不可となっている。

また、工具先端から工具径の0.75倍の位置で左右

ねじれ刃の変曲点があるため、表1に基づいて工作物と工具の位置関係を設定して欲しい。パターン2やパターン3のようなトリミング加工で使用する際には、工作物上面側だけでなく下面側についてもバリが抑えることができる。加工する工作物の寸法にあわせて、工具径を選択する必要があるため、注意したい。

表1 切込み深さap対応表

側面加工 パターン	パターン1	パターン2		パターン3	
					工作物 中心高さ =左右ねじれ交差位置
外径 (mm)	ap範囲 (mm) min ~ max		底刃抜き代 △(mm)	ap範囲 (mm) min ~ max	ap範囲 (mm) min ~ max
6	4.8 ~ 15.0		0.5	4.3 ~ 14.5	2.0 ~ 8.0
8	6.4 ~ 20.0			5.9 ~ 19.5	2.0 ~ 11.0
10	8.0 ~ 25.0		1.0	7.0 ~ 24.0	2.0 ~ 13.0
12	9.6 ~ 30.0			8.6 ~ 29.0	2.0 ~ 16.0
16	12.8 ~ 40.0			11.8 ~ 39.0	3.0 ~ 22.0
20	16.0 ~ 50.0			15.0 ~ 49.0	3.0 ~ 28.0

5. 「アクアREVOミルバリレス」の今後

エンドミル側面加工において常識であるが問題とされていた上面側のバリを、「アクアREVOミルバリレス」はダブルヘリカルを採用により極限まで抑制した。また、汎用エンドミルと同等の加工能率で幅広い種類の被削材に対応し、高品位な加工を実現した。しかし

ながら、多種多様なお客様の困り事に対応するためには、更なる商品開発が必要である。今後も、シリーズ拡大を行なうことで、お客様の抱える問題や生産改善の一助となるツールを増やし、貢献していく。