

B3 Machining

ものづくりの世界に革命を起こす「アクアREVOミル」

"Aqua REVO Mill" REVolutionizes the world of manufacturing

キーワード | ものづくりの世界・革命 Revolution・アクアREVOミル
高性能汎用超硬エンドミル・新超硬合金
不等分割・不等リード・基準ねじれ角30°・REVO-Mコート
耐熱衝撃性・超平滑化处理・工具の基本要素を全て一新
長寿命・高能率・多用途

工具事業部／技術部

桑野 奈津子 Natsuko Kuwano

要 旨

NACHIの「アクアREVOシリーズ」第三弾として、高性能汎用超硬エンドミル「アクアREVOミル」を開発した。

工具の基本要素である“材料”、“形状”、“コーティング”を全て一新し、エンドミル加工に求められる全ての機能が飛躍的に向上した。従来の汎用エンドミルに対して、より長く（長寿命）、より早く（高能率）、そしてより広く（多用途）という過去に類のない性能を実現した。

「アクアREVOミル」は、ものづくりの世界に革命（Revolution）を起こす。

Abstract

As the third Aqua REVO Series, NACHI has developed “Aqua REVO Mill” that is an all-purpose cemented carbide end mill with high performance. NACHI has entirely renewed the cutting tool’s basic elements such as material, form and coating, which has made a great improvement in all functions required for machining with end mill. In comparison with the conventional all-purpose end mills, “Aqua REVO Mill” achieves unparalleled performance of longer life, higher efficiency and more various uses. “Aqua REVO Mill” revolutionizes the world of manufacturing.

1. 多様化するニーズ

近年、製品の高精度化や短納期対応、また生産ラインの小規模化による低剛性な小型加工機での生産性向上、多種少量生産など、生産現場の課題は多様化している。

これに伴い切削加工には、高能率・高精度加工や工具寿命の延長、様々な加工機械、幅広い被削材種への対応などが求められている。今回、これらの問題を1本の工具で解決する「アクアREVOミル」の特長と性能について紹介する（図1）。



図1 「アクアREVOミル」

2. 「アクアREVOミル」の特長

「アクアREVOミル」は、材料・形状・コーティングという工具の基本要素を一新した。これにより、長寿命・高能率・多用途という3つの性能を向上させた。

1) 新開発のエンドミル専用超硬合金

超硬合金はWC(炭化タングステン)を主成分に、Co(コバルト)を結合剤とした焼結合金である。図2(a)に示すように、一般的に超硬合金はCo量を少なくすると硬さが向上し、靱性は低下する。これに対してWC粒度を小さくすると、その相関グラフは高硬度側へ遷移し、Co量を変えず靱性を保ったまま、硬さの高い材料を得ることができる。エンドミル材料には、切れ刃の摩耗抑制に必要な高い硬度と、加工中の曲げ応力やチップングに耐えることのできる高い靱性の両立が求められる。新たに開発した超硬合金は、超々微粒系の粉末をベースに合金成分の最適化を行ない、硬さと靱性を高い次元で両立させた(図2(b))。

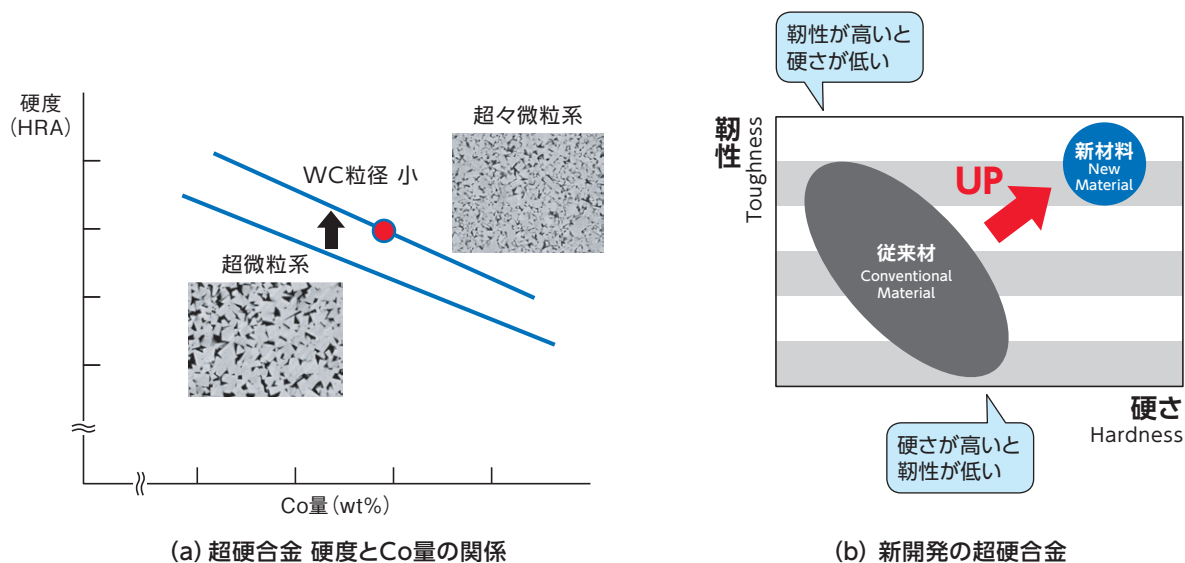
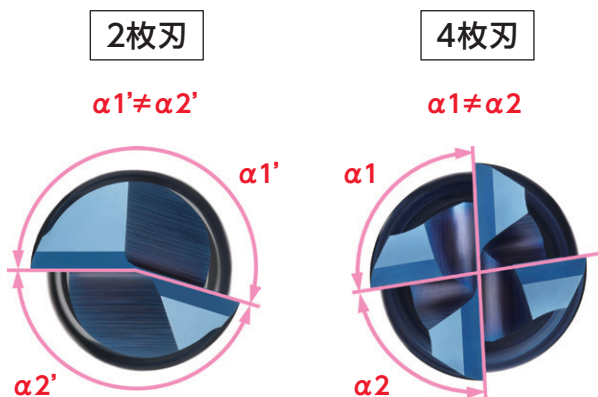


図2 新超硬合金

2) 基準ねじれ角30°の防振設計

エンドミル加工での問題の一つである加工中のびびり振動の要因には、切削の負荷による振動と周期的な運動により発生する振動とがある。その周期的な運動による振動を抑制する手段として、エンドミル加工の周期性を崩すために不等分割・不等リード設計が広く適用されている。「アクアREVOミル」は、基準ねじれ角30°の不等分割・不等リードを採用し、びびり振動を抑制することで、従来の汎用エンドミルの加工条件領域を大きく上回る高能率加工を実現した(図3)。また、基準ねじれ角30°のため、切削抵抗のバランスが良く、振動の起こりやすい低剛性の機械や被削材形状での加工中の振動を抑制した。「アクアREVOミル」は優れた防振機能を持つ、高性能汎用超硬エンドミルである。

不等分割



不等リード

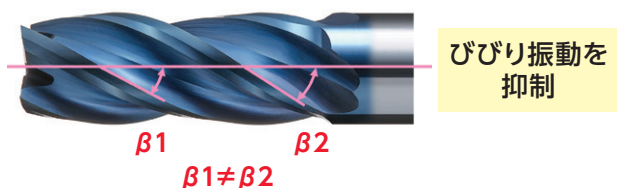
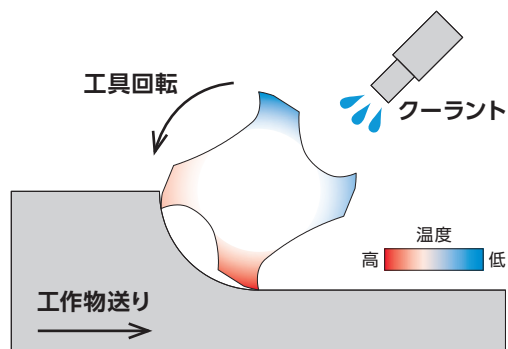


図3 不等分割・不等リード設計

3) 新開発のREVO-Mコート

「アクアREVOミル」には、ドライ加工とウェット加工の双方の条件下で、長寿命を発揮できる新開発の「REVO-Mコート」を採用した。

エンドミル加工は断続切削となり、とくにウェット加工では切れ刃が切削時の急加熱と切削油による急冷却という過酷なヒートサイクルに曝される。REVO-Mコートは、耐熱衝撃性を飛躍的に向上させ、加工中の熱衝撃による膜割れの発生を防ぎ、安定した性能を発揮することができる(図4)。また、成膜条件の最適化により高い耐摩耗性を確保し、高速・高送り加工を可能とした。さらに、表層に超平滑化処理を施工することで、エンドミル刃先への被削材の凝着を抑制し、切りくずの噛みこみを防止することによって加工の安定性を向上させている。



寸法 : $\phi 6.0$ 4枚刃2.5D
Gタイプ(ギャッシュランド)
切削方法 : 側面加工
被削材 : HPM-MAGIC (40HRC)
切削速度 : 100m/min (4,800min⁻¹)
送り速度 : 1,000mm/min (0.052mm/t)
切込み量 : ap6.0mm, ae0.6mm
切削油 : 水溶性
使用機械 : 立形M/C (HSK63A)

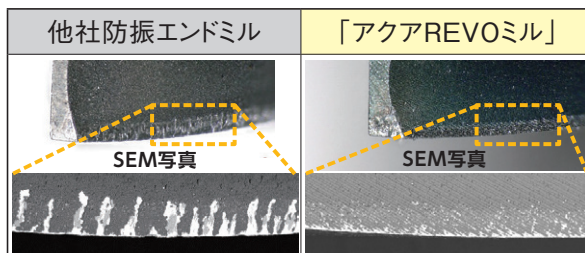
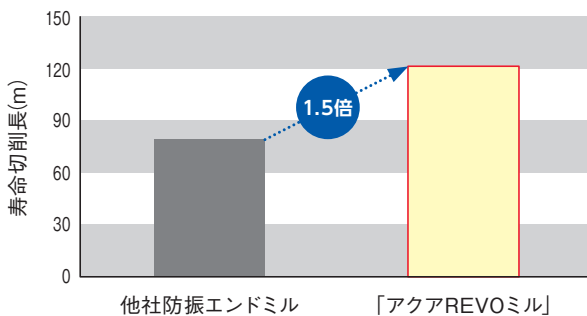


図4 ヒートサイクル(熱衝撃)による膜割れ

3. 「アクアREVOミル」の性能

1) 長寿命ーより長く

図5に炭素鋼(S50C)での加工事例を紹介する。外径φ6.0の4枚刃Gタイプ(ギャッシュランド)で切込み量 $a_p12.0\text{mm}(2D)$ 、 $a_e1.2\text{mm}(0.2D)$ の側面加工を、切削速度 120m/min 、送り速度 $1,500\text{mm/min}$ 、水溶性切削油によるウェット加工にて実施した。寿命の判定基準をコーナー摩耗 $300\mu\text{m}$ としたとき、他社防振エンドミルの寿命切削長 80m に対して、「アクアREVOミル」は 120m と、1.5倍の加工長となり、炭素鋼・汎用条件において他社品を圧倒する長寿命を実現した。



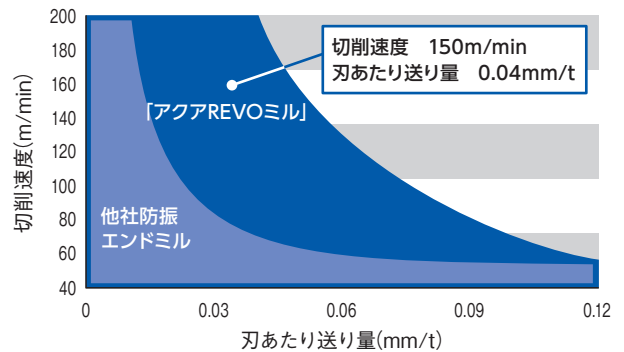
寸法 : φ6.0 4枚刃2.5D
Gタイプ(ギャッシュランド)
切削方法 : 側面加工
被削材 : S50C (180HB)
切削速度 : 120m/min ($6,370\text{min}^{-1}$)
送り速度 : $1,500\text{mm/min}$ (0.06mm/t)
切込み量 : $a_p12.0\text{mm}$, $a_e1.2\text{mm}$
切削油 : 水溶性
使用機械 : 立形M/C (HSK63A)

図5 炭素鋼(S50C) 側面加工 工具寿命比較

2) 高能率ーより早く

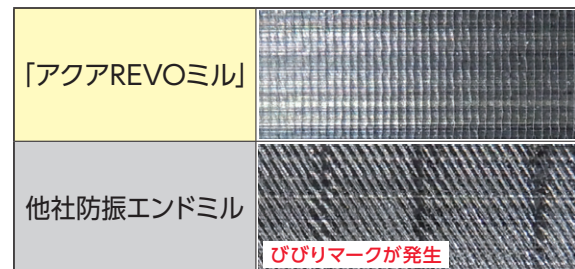
図6・図7に、外径φ6.0の4枚刃Gタイプでステンレス鋼(SUS304)の側面加工を行なった際に、びびり振動が発生しない安定加工条件領域と加工面の一例を示す。切込み量を $a_p9.0\text{mm}(1.5D)$ 、 $a_e0.6\text{mm}(0.1D)$ に固定し、切削速度と送り量を変化させてテストを行なった。他社防振エンドミルは安定加工領域が狭く、安定加工できる送り速度が低い。切削速度 150m/min 、1刃あたり送り量 0.04mm/t の条件では加工面にびびりが発生し、加工面粗さが悪くなっている。対して「アクアREVOミル」は、高い送り速度でも加工面のびびりがなく安定した加工を実現している。

「アクアREVOミル」はお客様の使用環境に応じた広範囲の条件で、安定加工を実現し、高能率加工が可能である。



寸法 : φ6.0 4枚刃2.5D
Gタイプ(ギャッシュランド)
切削方法 : 側面加工
被削材 : SUS304
切込み量 : $a_p9.0\text{mm}$, $a_e0.6\text{mm}$
切削油 : 水溶性
使用機械 : 立形M/C (HSK32E)

図6 ステンレス鋼(SUS304) 側面加工における安定加工領域比較



切削速度 : 150m/min ($7,950\text{min}^{-1}$)
送り速度 : $1,270\text{mm/min}$ (0.04mm/t)

図7 加工面比較

3) 多用途ーより広く

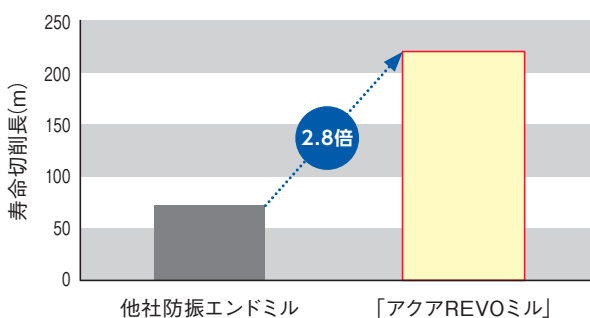
図8に硬さ53HRCの高硬度材(SKD61)での加工事例を紹介する。

外径 $\phi 6.0$ の4枚刃Gタイプで切込み量 $a_p 9.0\text{mm}$ (1.5D)、 $a_e 0.18\text{mm}$ (0.03D)の側面加工を、切削速度は 100m/min 、送り速度 700mm/min 、ドライエアブローにて実施した。

他社防振エンドミルは切削長 80m にてコーナー欠けが発生し寿命となったのに対して、「アクアREVO

ミル」は切削長 220m で寿命判定基準のコーナー摩耗 $100\mu\text{m}$ に達し、他社品の2.8倍の長寿命を達成した。「アクアREVOミル」は硬さと靱性を兼ね備えた新超硬合金の採用で、耐欠損性に優れ、高硬度材にも対応可能である。

このように、「アクアREVOミル」は1本で多様な被削材に対応可能な高性能汎用超硬エンドミルである。



寸法 : $\phi 6.0$ 4枚刃2.5D
Gタイプ(ギャッシュランド)
切削方法 : 側面加工
被削材 : SKD61 (53HRC)
切削速度 : 100m/min ($5,300\text{min}^{-1}$)
送り速度 : 700mm/min (0.03mm/t)
切込み量 : $a_p 9.0\text{mm}$, $a_e 0.18\text{mm}$
切削油 : ドライエアブロー
使用機械 : 立形M/C (HSK63A)

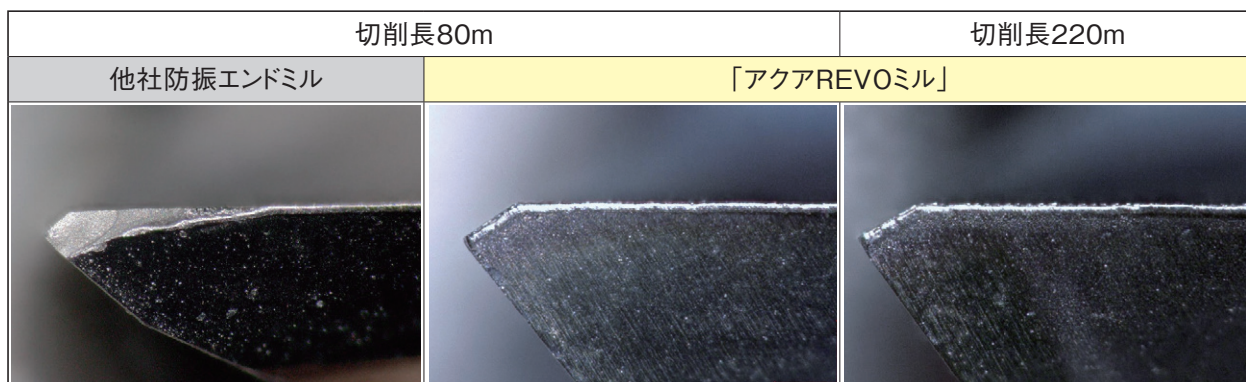


図8 高硬度鋼(SKD61) 工具寿命比較

4. 今後の展開 ~アクアREVOシリーズ~

これまで述べたように、「アクアREVOミル」は長寿命・高能率・多用途という3つの性能を飛躍的に向上させ、汎用エンドミルの常識を覆した。この青の衝撃「アクアREVOミル」は、アクアREVOシリーズの超硬エンドミルとして今後ラインナップの拡充を行ない、ものづくりの世界に革命を起こし続ける。