

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **35** B1
May/2019

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

ものづくりの世界に革命を起こす
「アクアREVOドリル」

"AquaREVO Drill" World Revolutionary Drill

〈キーワード〉 ものづくりの世界・革命 Revolution
アクアREVOドリル・新超硬素材・直線刃形
REVO-Dコーティング・超平滑化处理
工具の基本要素を全て一新
長寿命・効能率・多用途

工具事業部／技術部

大野 伸一郎 Shinichiro Ono

野城 淳一 Jyunichi Noshiro

要 旨

NACHIは、創業時から「より良い製品をつくるには優れた素材が必要」と考え、自社で研究・開発した工具材料を内製化してきた。この思想に基づき、硬さと靱性を両立させた超硬素材を新たに開発したのが、「アクアREVOドリル」である。

「アクアREVOドリル」は“材料”、“形状”、“コーティング”という工具の基本要素を全て一新した。これら3つの要素が融合することで、穴あけ加工に求められる全ての機能が飛躍的に向上し、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。

多様化する加工のニーズに対して、「アクアREVOドリル」は革命(Revolution)を起こします。

Abstract

NACHI has been internally developing and manufacturing of the materials for cutting tools. From the establishment of our company, we have our belief that excellent materials are required for the manufacturing of excellent products. Based on this belief, NACHI has developed a new carbide tool, “AquaREVO Drill” that satisfies both hardness and toughness.

In “AquaREVO Drill”, all basic elements for tool designing such as material, form and coating are renewed. Harmonization of these three elements has improved all functions required for drilling drastically, realizing an unprecedented performance in longevity, high efficiency, and broad, multipurpose application. “AquaREVO Drill” is creating revolution for diversified needs in machining.

1. はじめに

国際競争の激しいものづくりの世界において、高品質、生産性向上および原価低減が、継続的かつ永遠のテーマとなっている。また、切削加工の現場において、加工ワークの多様化(素材の高硬度化、薄肉軽量化)や加工設備の多様化(高速加工、複合加工、省スペースのコンパクトな設備)といった変化が起こっている。

これらの多様化するニーズに対して、もっと加工に革命(Revolution)を起こしたいとの思いから、アクアREVOブランドを新たに立ち上げることとなった。本稿では、そのアクアREVOブランドの第一弾としてJIMTOF2018の会場で発表した、ものづくりの世界に革命を起こす汎用超硬ドリル「アクアREVOドリル」(図1)を紹介する。



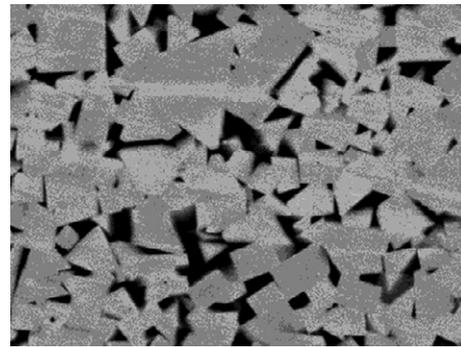
図1 「アクアREVOドリル」



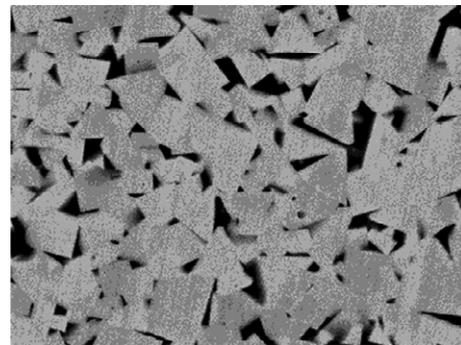
2. 「アクアREVOドリル」の特長

1) 新開発の超硬材料

NACHIの創業時の精神、「より良い製品をつくるには優れた素材が必要」に基づき、マテリアル部門と協働して超硬素材を新たに開発した。一般的に材料は、耐摩耗性を高めるために硬度を上げると、材料の靱性が下がり折れやすくなる。今回新開発した超硬材料は、独自の成分設計と炭化物粒度のコントロールにより、硬さと靱性を高い次元で両立(図2)させることに成功した。図3の組織観察写真を見ても、新開発材の方が炭化物の分散が均一なマイクロ組織となっていることがわかる。また、最新鋭の製造設備とNACHI独自のロボットシステムによる自動検査ライン(図4)を導入することで、性能のばらつきも抑えている。



従来合金



新開発材

図3 ミクロ組織の比較

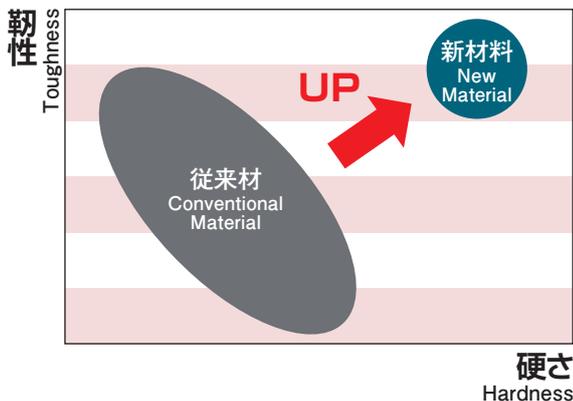


図2 新超硬材料の特性



図4 ロボットを使った自動検査ライン

2) 直線刃形の採用

従来ドリルでは、切れ刃が中凹みのフック刃形を採用し、切りくずを強制的にカールさせて細かく分断した切りくずを生成することで、切りくず排出性を高めていた。しかし、図5に示す通り、フック刃形では切削トルクによって刃先コーナー部に応力が集中し、コーナーが欠損しやすいといった問題があった。そして、この応力集中を緩和させるために外周側にネガ切れ刃を設けているが、その部分から生成される切りくずののびが発生していた。これらの背反する課題に対して、切れ刃を直線刃形とすることで応力の分散とコーナー強度の向上を図るとともに、ドリル表面の摩擦を小さくすることで、切りくずのカール性を高める技術(後述)を新たに開発した。

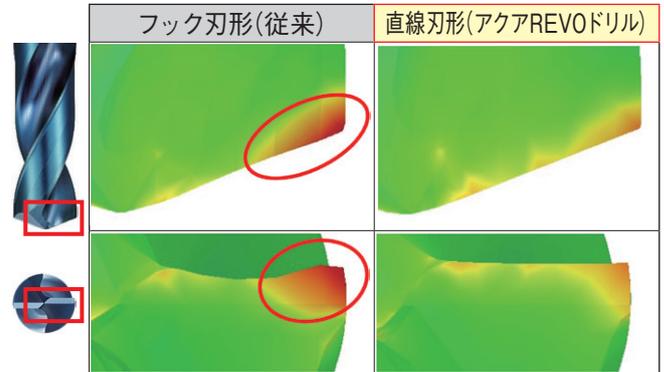


図5 切れ刃の応力分布

3) 新開発のREVO-Dコーティング

耐摩耗性に優れ、かつ高速加工での切削温度の上昇に耐えられる耐酸化性を有し、さらに加工の衝撃によりコーティング表面に発生する亀裂の進展を抑制する耐衝撃性の高いREVO-Dコーティングを新開発した。膜硬度が高いAlTi系の膜と、耐酸化性に優れたAlCr系の膜をナノレベルで超多層に積層(図6)することで、これらの特性に加え高い韌性を有する膜となっている。

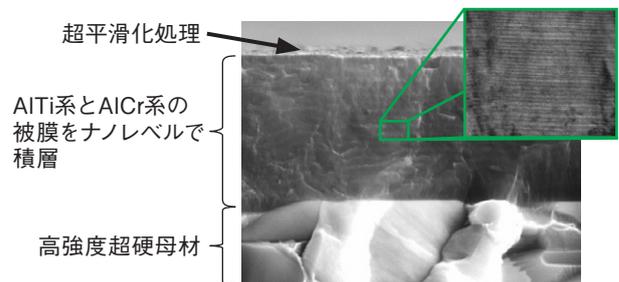


図6 コーティングの断面構造

また、切りくず排出性を高めるため、最表層には超平滑化処理を採用。図7に従来平滑化処理と、今回採用した超平滑化処理での摩擦摩耗試験(ピン・オン・ディスク)の結果を示す。超平滑化処理では、摩擦係数はDLCコーティング並みの0.2を実現しており、従来比で1/3に低減している。

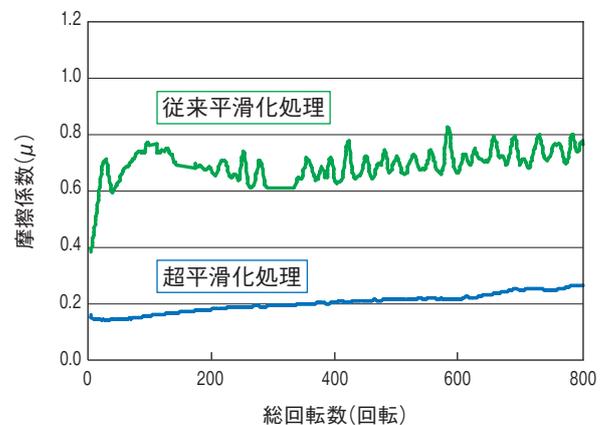


図7 摩擦摩耗試験

3. 切りくず処理技術

図8に、切れ刃形状と平滑化処理方法の違いによる切りくず形状比較を示す。従来は、切りくずのカール性を高めるためにフック刃形を採用していた。しかし、「アクアREVOドリル」では新開発の超平滑化処理により、直線切れ刃であってもすくい面の摩擦係数を極限まで低減することで、切りくずのカール性を高めることに成功した。また、直線切れ刃の採用により、外周側のネガ切れ刃を設ける必要が無いため、切りくずの部分的な伸びがなくなり、安定

したコンパクトな切りくずの生成を実現した。図9の切りくず生成シミュレーションにおいても、摩擦係数低減により切りくずカール性が向上していることがわかる。また、超平滑化処理された溝面は切りくずの排出抵抗を低減する効果も発揮する。この新技術により、切りくず排出性が向上し、切りくず詰まりによる折損や振動を抑制し、工具寿命向上にも繋がっている。

切削条件

項目	内容
工具径	6mm
切削速度	100m/min
回転数	5,300min-1
送り量	0.19mm/rev
送り速度	1,000mm/min
穴深さ	30mm
切削油剤	水溶性外部
被削材	S50C
設備	立形M/C

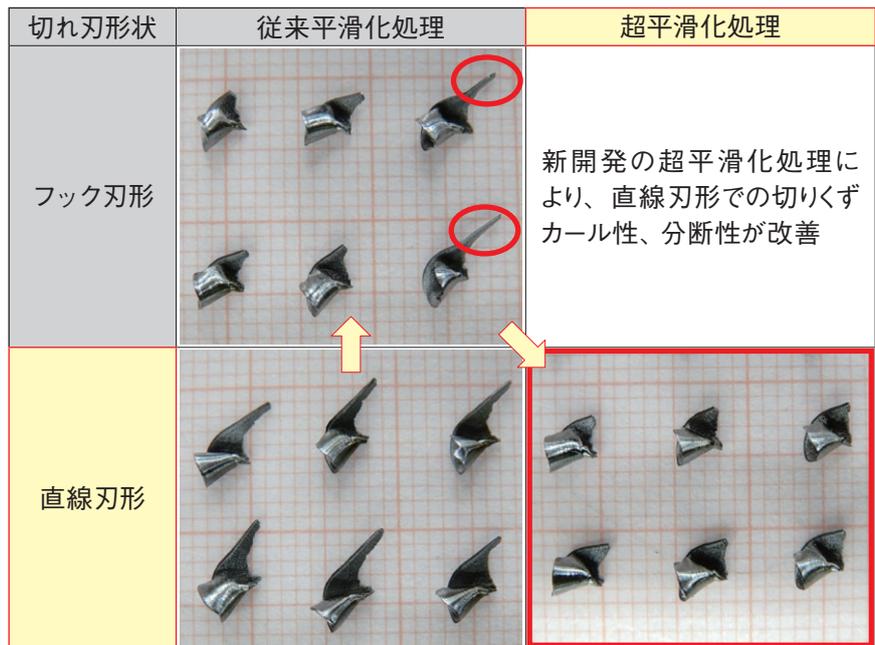


図8 切れ刃形状と平滑化処理による切りくず形状の違い

切れ刃形状	直線刃形	
	0.7 (従来平滑化処理)	0.2 (超平滑化処理)
シミュレーション		
切りくずの流れ方	ドリル軸方向にのびる	ドリル中心に向かいカール

図9 切りくず生成シミュレーション

4. 「アクアREVOドリル」レギュラによる加工事例

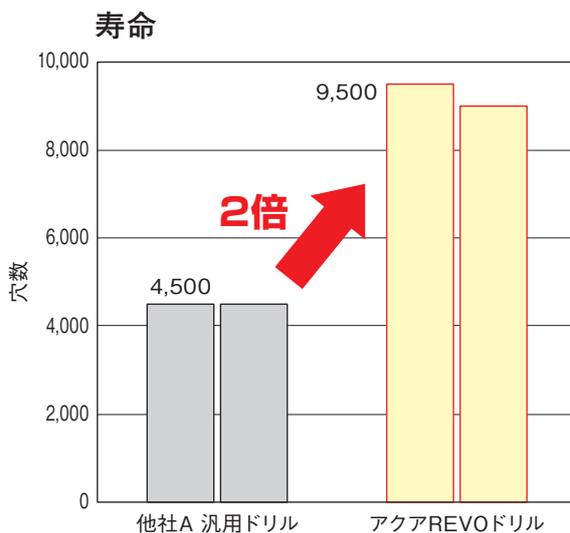
加工の多様化により、切削条件や被削材に特化したドリルが増えている。それらの専用工具に引けを

取らず、1本で対応する、それが汎用ドリルにおける革命と考えた。

1) 長寿命ーより長く

図10に炭素鋼(S50C)での加工事例を紹介する。直径が6mmのドリルで5D深さ(30mm)の穴加工を、切削速度100m/min、送り量は0.19mm/revでノンステップ加工を実施した。他社製汎用ドリルでは、コーナーやマージン摩耗が進行しているのに

対して、「アクアREVOドリル」では、4,500穴加工後も摩耗量が小さく正常摩耗であることがわかる。その結果穴数で9,000穴、総切削長で270m(9,000穴×30mm)と他社比2倍を超える長寿命を実現した。



切削条件

項目	内容
寸法	φ6
被削材	S50C (HB180)
加工深さ	30mm (5D)
切削速度	100m/min
送り	0.19mm/rev
切削油	水溶性切削油
加工機	立形M/C

4,500穴(切削長135m)加工時の損傷比較

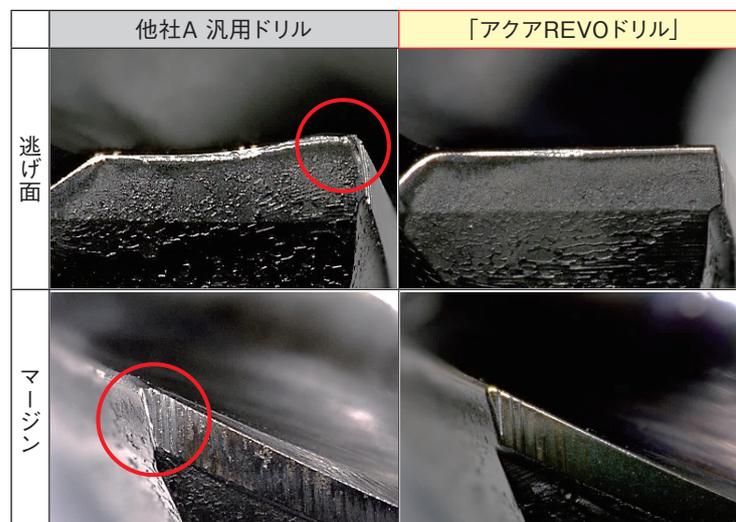


図10 長寿命

2) 高能率ーより早く

図11に、切削速度を変えた際の寿命比較を示す。直径が6mmのドリルで、5D深さ(30mm)の穴加工を、送り量を0.15mm/revに固定し、切削速度を変化させて加工した。「アクアREVOドリル」は、切削速度が50m/minの中低速から150m/minの高速領域まで、幅広い領域で性能を発揮している。

次に、切削速度を100m/minに固定して、回転当たりの送りを変化させて加工を行なった(図12)。同様に、送りが0.09mm/revの低送りから0.30mm/revの高送りまで幅広い領域を確保している。

耐酸化性が高いREVO-Dコーティングが高速切削を可能とし、超平滑化処理が切りくずをカールさせ、排出性を格段に向上させることで高送りを可能にした。ドリルの限界性能が格段に向上したことで、より高能率な加工が可能となった。

炭素鋼(S50C) φ6 加工穴数 (穴深さ: 30mm)

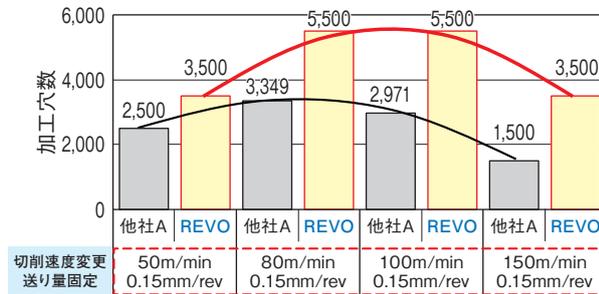


図11 高能率(高速切削)

炭素鋼(S50C) φ6 加工穴数 (穴深さ: 30mm)

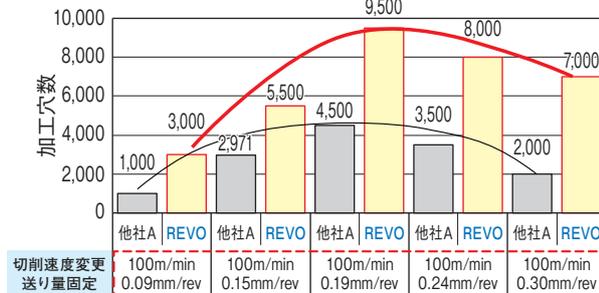


図12 高能率(高送り)

3) 多用途ーより広く

図13に、耐熱合金インコネル718での加工事例を示す。インコネルは、航空機のジェットエンジンや産業用タービン部品などに用いられ、高温強度が高くドリルの刃先に大きな応力が作用し、熱伝導率が低いために刃先が高温となり異常摩耗を引き起こす。さらに、工具への溶着や加工硬化を引き起こすため、超難削材として知られている。これらの超難削材に対して、一般的には専用設計のドリルが使われている。しかし、「アクアREVOドリル」は刃先強度や耐酸化性が高く、超平滑化処理により溶着が低減できる

ため、他社製の耐熱合金専用ドリルに対して摩耗が少なく、汎用ドリルでありながら専用工具を超える性能を持っていることがわかる。

一般構造用鋼材SS400(124HV) から高硬度鋼SKD61(53HRC) といったあらゆる材料に対して、切削抵抗は切りくず詰まりもなく安定し、切りくず形状もコンパクトにまとまっているといえる(図14)。つまり、この「アクアREVOドリル」1本で、多様な工作物に対応可能であることがわかる。

切削条件

項目	内容
工具径	6mm
切削速度	13m/min
回転数	690min-1
送り量	0.084mm/rev
送り速度	58mm/min
穴深さ	12mm
切削油剤	水溶性外部
被削材	インコネル718
設備	立形M/C

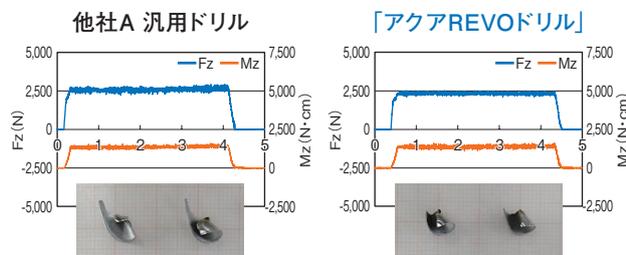
150穴加工時の損傷比較



図13 耐熱合金への適用

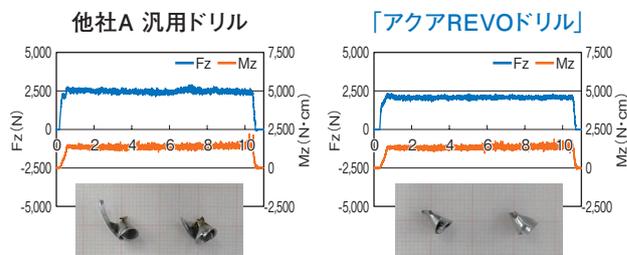
S50C (HB180)

100m/min、0.34mm/rev、穴深さ60mm



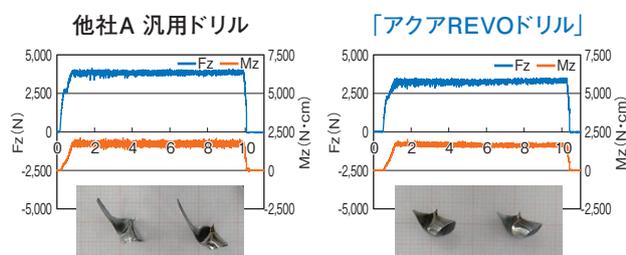
SCM440H (32HRC)

45m/min、0.29mm/rev、穴深さ60mm



SKD61 (51HRC)

30m/min、0.27mm/rev、穴深さ36mm



SS400 (HB124)

100m/min、0.34mm/rev、穴深さ60mm

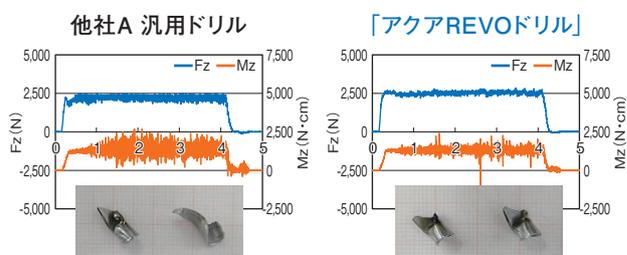


図14 幅広い材料に対応

5. おわりに

NACHIは、1999年に初代アクアドリルを、2008年には2代目アクアドリルEXを発売し、汎用ドリルから高機能ドリルまで、幅広くラインナップを展開してきた。3代目「アクアREVOドリル」は、10年ぶりのフルモデルチェンジとして、“材料”、“形状”、“コーティング”といった工具の基本要素となる3つ全てを一新。これら3つの要素が融合することで、より長く(長寿命)、

より早く(高能率)、より広く(多用途)を実現し、全ての面において性能を飛躍的に向上させた。

穴あけ加工において、生産性向上・原価低減に貢献する「アクアREVOドリル」は、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ます。

参考文献

1) 干場俊洋: 機械技術、12月号、P.46 ~ 49(2018)