

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Machining

Vol. **21** B2  
Sep/2010

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

穴あけ性能が抜群な座ぐり用ドリル  
「アクアドリルEXフラット」

Drill for counter boring has great performance  
"AQUA Drill EX Flat"

〈キーワード〉 座ぐり・傾斜面・タップ下穴・バリレス・フラット・  
180°・広範用途・アクアEXコート

機械工具事業部／工具技術部／ラウンドツール開発室

吉田 悦也

Etsuya YOSHIDA

## 要 旨

近年、経済環境が厳しさを増す中、ものづくりの現場においては、生産効率およびコストダウンがより一層求められている。また、被削材の多様化、高精度化もすすみ、切削加工プロセスの中で大きな割合を占める穴あけ加工においても、加工工程の改善、見直しが必要になっている。

NACHIは、これらの要求に応えるため、穴工程の前加工から仕上げ加工までトータルでサポートし、穴工程をスルーで見た加工を提案する。この一環として、被削材の傾きなどの表面性状によらず、穴あけ性能が抜群な座ぐり用ドリル「アクアドリルEXフラット」を開発した。

「アクアドリルEXフラット」は切れ味と強度をバランスよく両立した切れ刃形状を採用し、溝形状の最適化により切りくず排出性を高めた。また、新開発のアクアEXコートにより耐摩耗性を向上させた。「アクアドリルEXフラット」は広範な用途に対応し、穴あけ加工において高精度・高能率化および工具・工程集約を可能とする。

## Abstract

In the midst of increased severity in the recent economic environment, production efficiency and cost reduction have been required at the manufacturing floor all the more. In the drilling that accounts for a larger portion of machining, the review and improvement of the drilling processes are necessary as the materials for drilling have become more diverse and highly precise.

In order to respond to these requests, NACHI supports the entire processes from pre-drilling to finish machining and proposes the drilling process from the total viewpoint. As a part of this undertaking, NACHI has developed Aqua Drill EX Flat, a spot facing drill that performs outstandingly regardless of the material surface condition that may show unfavorable flatness.

In Aqua Drill EX Flat, a flute form is adopted to allow both sharpness and strength and the higher ability of discharging cutting chips is achieved by optimizing the flute form. In addition, newly-developed Aqua EX Coat is used to improve wear resistance. Aqua Drill EX Flat can be used in various areas and it allows high precision and high efficiency in drilling as well as tool or process consolidation.

## 1. 穴工程を スルーで見た改善

生産現場では、生産性・コストダウンに加え、環境対応が求められる一方、被削材の難削化、高精度化もすすみ、多様なニーズへの対応が要求されている。穴加工において、これらの要求を満足するためには、ドリルの性能を向上させるといった単独の改善では十分な成果が得られない。前後工程を含め、工程をスルーで見た改善にとり組む必要がある。

NACHIは、穴工程のセンタリング、座ぐりなどの前加工から、穴あけ加工、後工程である面取り、穴仕上げ、ねじ加工まで穴工程をスルーで見た加工を提案することで、工程の能率、品質の向上を狙いつている。今回、その一環として、使用条件を選ばず安定した高精度・高能率穴あけ加工を行なうことのできる前加工用ツール「アクアドリルEXフラット」を開発した。図1にアクアドリルEXフラットの外観写真を示す。

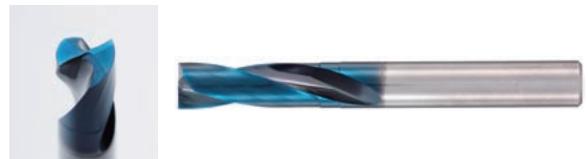
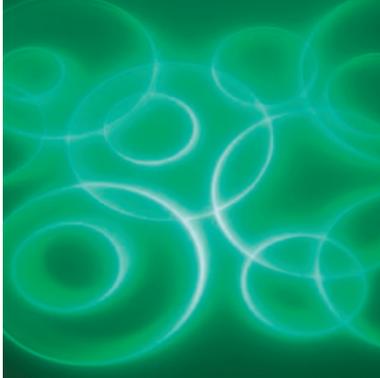


図1 アクアドリルEXフラットの外観写真



## 2. 傾斜面、曲面への穴あけ加工の問題点

ドリルによる穴あけ加工では、ドリルのとり付け精度、被削材とのすべりの影響で回転中心が定まらず、位置ずれ、穴曲がり、穴径拡大が多少なりとも発生している。この現象は、加工面が水平でない場合は顕著になり、安定した穴加工を行なうには大きな阻害要因となる。図2に傾斜面加工時の切削抵抗を示す。加工物が傾斜面や曲面の場合、食付き時においてドリルは片あたりとなる。切削抵抗は切れ刃に対し垂直方向に発生するが、先端角を持つドリルでは、水平分力が発生し、位置ずれの原因となる。先端角が小さい程、この水平分力が大きくなるため、安定加工が困難になり、折損に至る場合もある。

このため、傾斜面や曲面にドリルで穴あけ加工する場合は、平坦部を設けるために前加工としてエンドミルを用い、座ぐり加工を行なうのが一般的である。しかし、エンドミルで座ぐり加工を行なうと工程が増え、生産性が低下する。また、エンドミルで座ぐり加工を行なうと、ドリルに比べ切りくず排出性が悪いため、ステップ加工やインチング加工が必要となり、加工能率が低下する。また、エンドミルには底刃中低角が<sup>※1</sup>設けられており、加工した座ぐり面は中凸となり、後工程のドリルに影響をおよぼすといった問題がある。

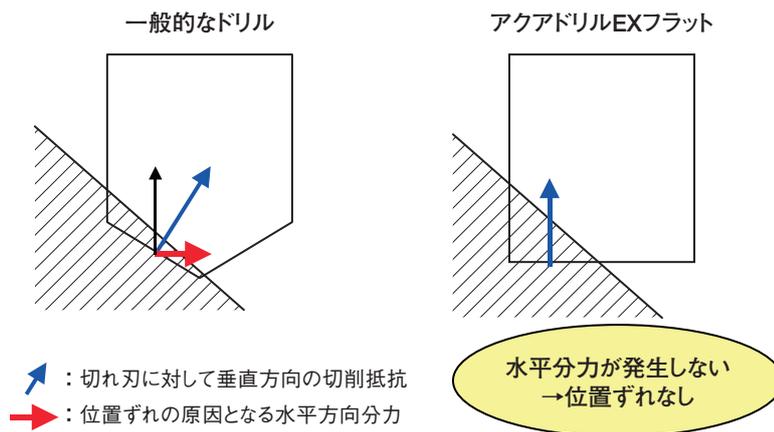


図2 傾斜面加工時の切削抵抗

### 3. 傾斜面や曲面で安定加工が可能なアクアドリルEXフラット

アクアドリルEXフラットは、傾斜面や曲面へ穴深さが直径の2倍までの高能率な穴あけ加工が可能であり、さらに深い穴の場合、前工程として座ぐり加工に用いることができる。

#### 1) 先端フラット形状により位置ずれを防止

アクアドリルEXフラットは先端角を180°とすることで、水平方向に発生する切削抵抗を抑え、位置ずれを防止した。これにより加工面の傾斜などの表面性状によらず、安定した穴加工が可能となった。

#### 2) 振動抑制と高い切りくず排出性により高能率加工が可能

図3にアクアドリルEXフラットと超硬エンドミルによる45°傾斜面加工時の切削抵抗、図4にアクアドリルEXフラットの切れ刃形状を示す。アクアドリルEXフラットは、切れ刃を中凹形状とすることで切れ味を高め切削抵抗を低減すると共に、剛性の高い溝形状とすることで切削抵抗がアンバランスになる傾斜面・曲面への食付き時の振動を抑制した。

図5にアクアドリルEXフラットと2枚刃エンドミルの断面形状を示す。アクアドリルEXフラットは、剛性を保ちつつチップポケットを大きくとり、切りくず排出性をバランスよく兼ね備えることで、穴あけ加工時の切りくずつまりを抑え、深さが直径の2倍までのノンステップ加工が可能となった。

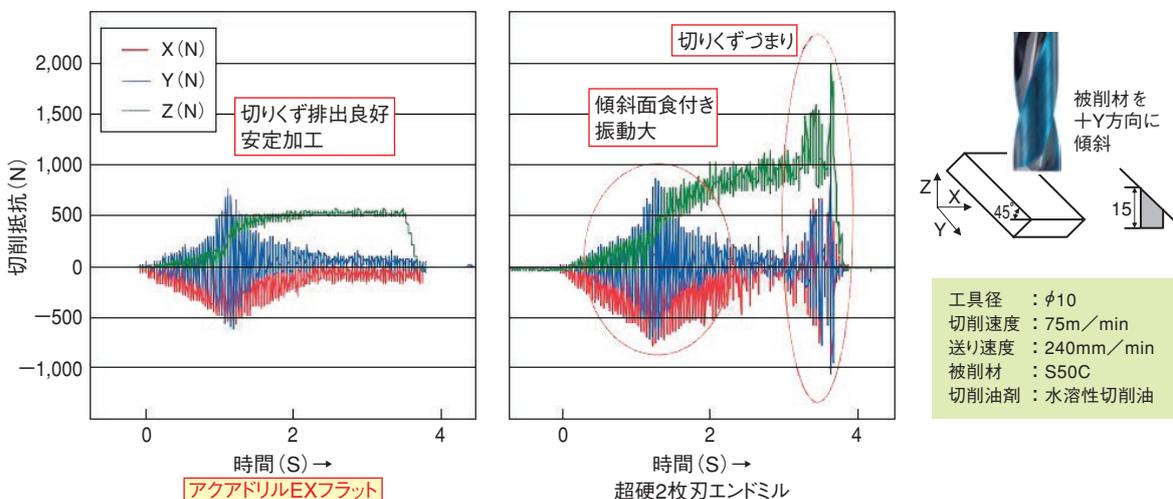


図3 アクアドリルEXフラットと超硬エンドミルによる45°傾斜面加工時の切削抵抗

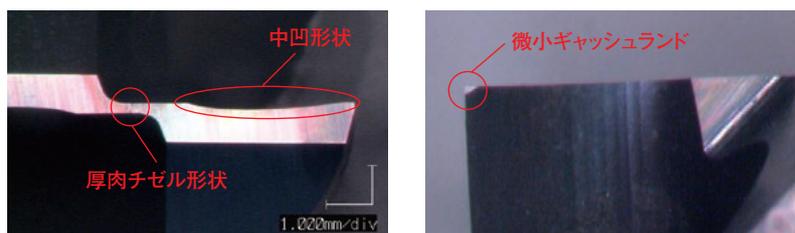


図4 アクアドリルEXフラットの切れ刃形状

### 3) 耐欠損性に優れた 高強度切れ刃形状

傾斜面や曲面の加工では、断続切削となることでコーナー部に欠けが発生しやすい。図4に示すように<sup>※2</sup>コーナー部には、微小<sup>※3</sup>ギャッシュランドを設け欠損を抑制した。また、底刃中心部は厚肉形状とすることで剛性を高め、高送り条件でも安定加工を可能とした。

### 4) 穴底面の平坦度を確保し、 後工程も安定加工

図6に示したようにエンドミルによる座ぐり加工では、底面が中凸形状になる問題がある。アクアドリルEXフラットは、中低角の無い180°の底刃であり、平坦度30 $\mu$ m以下の平面を加工することができる。このため、後工程でドリル加工を行なう場合、食付きが良く安定した穴あけ加工ができる。

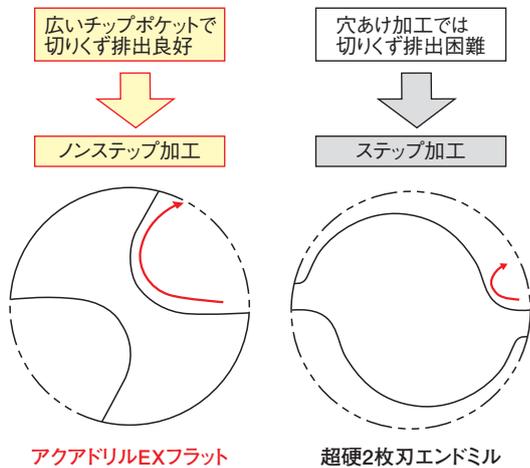


図5 アクアドリルEXフラットと2枚刃エンドミルの断面形状

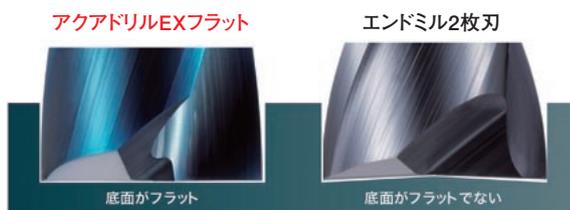


図6 穴底面形状

### 5) 「アクアEXコート」の採用

アクアドリルEXフラットのコーティングには、複合多層膜であるアクアEXコートを採用した。図7-1に断面構造を示す。

アクアEXコートは、超アルミリッチAl-Cr-Ti系コーティングで、1,100°Cでの耐酸化性を従来TiAlN系コートに対し3倍に向上させたことにより、高速加工においても優れた耐熱・耐摩耗性を実現した。また、最表層膜には特殊潤滑膜を施すことで、切りくずとの摩擦抵抗を低減し、耐溶着性を大幅に向上させている。

図7-2にアクアEXコーティングの摩擦係数を示す。この複合多層構造膜の採用により膜強度がアップし、耐チップング性の向上にもつながる。

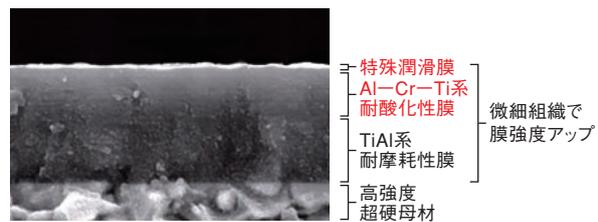


図7-1 断面構造

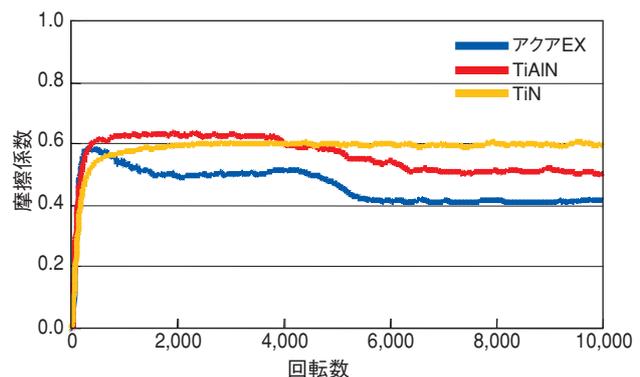


図7-2 摩擦係数

図7 アクアEXコーティング

## 4. 広範囲用途なアクアドリルEXフラットの活用事例

このような特長を持つアクアドリルEXフラットは、傾斜面、曲面の穴あけ、座ぐり加工以外にもその特長を活かし、様々な用途で使用することができる。以下にアクアドリルEXフラットの用途を示す。(図8)これは一例であり、これらを組みあわせ、応用することでさらに用途は広範囲なものとなる。具体的な使用例を紹介する。

### 1) 深穴のガイド穴加工

図9に斜面への深穴加工事例を示す。傾斜面へ深穴加工を行なうには、前工程としてエンドミルでの座ぐり加工、ショートドリルでのガイド穴加工が必要であった。しかし、傾斜面へ直径の2倍までの穴深さを加工可能なアクアドリルEXフラットを使用することにより、座ぐり加工とガイド穴加工を1工程に集約することが可能となる。この事例では、工具本数を3本から2本、加工時間を20秒/穴から16秒/穴とすることができた。

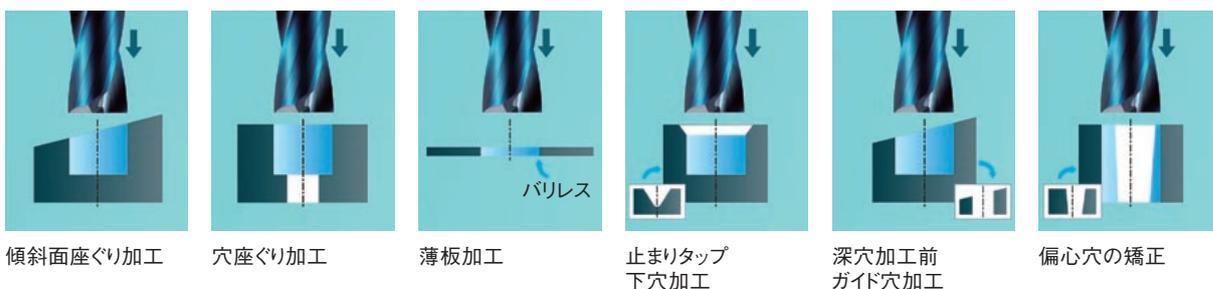
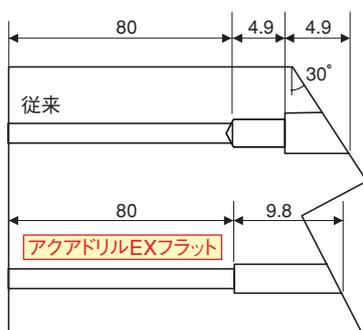


図8 アクアドリルEXフラットの用途



被削材:S55C相当材

工程	工具	切削速度 (m/min)	回転数 (min <sup>-1</sup> )	送り速度 (mm/min)	送り量 (mm/rev)	切削油剤
1	座ぐり	75	4,774	200	0.04	水溶性
2	ガイド穴	80	5,200	660	0.13	
3	深穴	80	5,200	640	0.12	MQL

傾斜面へ一発ガイド穴加工

工程	工具	切削速度 (m/min)	回転数 (min <sup>-1</sup> )	送り速度 (mm/min)	送り量 (mm/rev)	切削油剤
1	ガイド穴	75	4,870	240	0.05	水溶性
2	深穴	80	5,200	640	0.12	MQL

工具本数 3本→2本  
加工時間 20秒/穴→16秒/穴

図9 斜面への深穴加工事例

## 2) ネジ有効長の確保

図10に下穴加工方法によるネジ有効長、加工時間を示す。薄肉部への止まり穴のタップ加工において、一般にはドリル加工後エンドミルなどを用い、底部をフラットに加工するが、アクアドリルEXフラットを使用し下穴を加工すると、ドリル先端部の円錐形状が残らないためネジ有効長を長くすることが可能である。工程集約、加工時間の短縮になり、部品の軽量薄肉化がすすむ中、有効な加工法である。

使用工具	ネジ有効長 (mm)	加工時間 (s)	備考
①スターティングドリル ②超硬ドリル ③ハイススパイラルタップ	11.9 ※問題点	33	ネジ有効長が短くなる
①スターティングドリル ②超硬ドリル ③超硬エンドミル ④ハイススパイラルタップ	14.0	49 ※問題点	ネジ有効長を確保するために工程が増える
①スターティングドリル ②アクアドリルEXフラット ③ハイススパイラルタップ	14.0	35	ネジ有効長確保時 加工時間短縮

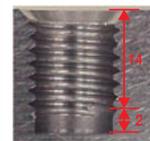
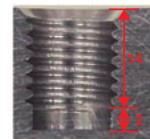


図10 下穴加工方法によるネジ有効長、加工時間

使用工具	切削条件
φ10他社製超硬ドリル φ10アクアドリルEXフラット	切削速度：75m/min (2,400min <sup>-1</sup> ) 送り速度：420mm/min (0.18mm/rev) 穴深さ：6mm通り穴 被削材：SS400 切削油剤：水溶性切削油剤

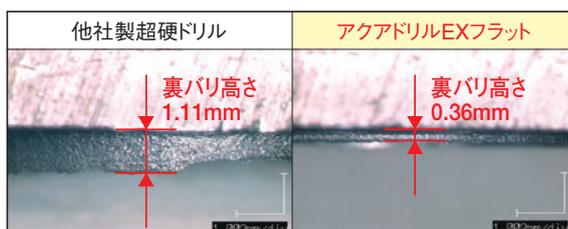


図11 薄板穴あけの裏バリ比較

## 3) 穴あけ後の裏バリの低減

図11に薄板穴あけ時の裏バリ写真を示す。薄板など振動しやすい加工物や硬度の低い被削材にドリルで穴あけ加工すると裏バリが大きくなる。従来のドリルでは、被削材強度に対するドリル先端角と切れ味によりバリ高さが変化するが、アクアドリルEXフラットは先端角が180°であるため、ドリルの先端角に起因する裏バリ発生をなくし、従来のドリルに対し裏バリ高さを1/2~1/3にすることができる。

# 5. ラインナップ

アクアドリルEXフラットは直径φ2~φ20までの寸法範囲で0.5mmとびに加え、タップ下穴径を揃え、45寸法をラインナップしている。

## 6. 広範用途で抜群な穴あけ性能を発揮

NACHIは、穴工程の前加工から仕上げ加工までスルーで提案し、工程全体の能率、精度を向上させることをコンセプトとし、被削材形状を問わず加工可能な前加工用ツールとしてアクアドリルEXフラットを開発した。アクアドリルEXフラットは、傾斜面、曲面への座ぐりといった穴工程の前加工を行なえるだけでなく、止まりタップの下穴、薄板の穴あけ、深穴加工前ガイド穴など、様々な加工で性能を発揮する。

様々な用途に使用できる多機能工具アクアドリルEXフラットは、工具集約と高能率化を実現し、生産効率向上、コストダウンに寄与できると同時に加工精度の向上にも効果を示す付加価値の高い工具である。

### 用語解説

#### ※1 中底角

エンドミルの底刃において、外周から中心に向かう中凹形状（一般的に1〜3°）。外周切れ刃を用いて加工した際、底面を平坦とするために施行。

#### ※2 コーナ

ドリル切れ刃と外周の境界部分。

#### ※3 ギャッシュランド

刃物角を大きくし強度を高める切れ刃形状。

### 関連記事

1) 辻瀧順仁：ワーク自在。切削条件も自在「アクアドリルEX」  
NACHI TECHNICAL REPORT、Vol.18 B1、February (2009)

2) 辻瀧順仁：深穴加工に対応した超硬ドリル「アクアドリルEXオイルホール」  
NACHI TECHNICAL REPORT、Vol.19 B3、September (2009)