

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **19** B3
Sep/2009

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

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」

Carbide Drill for Deep Hole Drilling
" AQUA Drill EX with Oil-hole "

〈キーワード〉 低切削抵抗・安定した深穴加工・高速高能率加工
切りくず分断性と排出性・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

辻 潤 順 仁

Yasuhiro TSUJIBUCHI

要 旨

今日、あらゆる分野において環境への対応が問われている。切削加工の分野においても高能率加工・加工時間短縮による消費電力の低減やCO₂排出量削減という環境対応技術が要求されている。

NACHIでは、これらの要求に応えるべく新しい刃先形状と新コーティング膜を採用したアクアドリルEXスタブ/レギュラを2008年10月に発売し、好評を得ている。

今回、アクアドリルEXシリーズとして、内部給油に対応し、高能率加工・深穴加工が可能な「アクアドリルEXオイルホール」を開発した。

「アクアドリルEXオイルホール」は、切削抵抗の低減と切りくず排出性を追求した刃先形状を採用し、新開発のアクアEXコート^{※1}を施して、ウェット加工やMQL加工における高速性能を一段と高め、広範な被削材において安定した高能率加工を実現する。

Abstract

Nowadays, the measures for environmental protection are being assessed in all industries. Likewise, the technologies that incorporate environmental measures such as reduction of power consumption and CO₂ emission are required for highly efficient cutting and shorter cutting time in the machining industry.

In October of 2008, NACHI introduced Aqua Drill EX Stub/Regular that adopted a new flute form and new coating, which responded to such demand and has been well received by our customers.

As a series of Aqua Drill EX, NACHI developed Aqua Drill EX Oil Hole that enables the highly efficient drilling and deep-hole drilling, responding to the internal coolant. Having a new flute form that pursues both low cutting-resistance and excellent swarf discharge, Aqua Drill EX Oil Hole applied with a newly-developed Aqua EX Coat enhances its high-speed performance significantly in wet drilling and MQL drilling and achieves stable, highly efficient drilling of wide-ranging, various materials.

1. 安定した加工ができる 汎用性・信頼性の高いドリル

今日、環境問題に対する取り組みは、企業においても重要な課題となっている。

切削加工においては、高速・高能率加工が可能であり、安定した加工ができる汎用性・信頼性の高い工具が求められている。ドリル加工における安定加工とは、加工時の切削抵抗が低く(切れ味がよい)、切りくずが細かく分断され、切りくずがつかまることなく排出されることである。また、汎用性とは、広範な被削材に対応できることであり、信頼性とは、折損しない、長寿命であり耐久性に優れていることである。

今回、開発したアクアドリルEXオイルホールは、

- ・切削抵抗の低減と切りくず排出性を追求した刃先および溝形状の採用
- ・耐熱・耐摩耗性に加え、高い潤滑性を兼ね備えたアクアEXコートの採用
- ・内部給油による深穴加工における安定性向上により、広範な被削材において、安定した高能率加工が可能である汎用性・信頼性の高い超硬ドリルである。



図1 アクアドリルEXシリーズ



2. アクアドリルEXオイルホールのラインナップ

アクアドリルEXオイルホールは、適用加工深さにより3D、5D、8D用の3タイプをシリーズ化している。3Dタイプはドリル直径の3倍、5Dタイプは5倍、8Dタイプは8倍を適用加工深さとし、ドリル直径 ϕ 3.0～

ϕ 16.0mmまで各131寸法をラインナップしている(図1)。加工する穴深さによって工具を選定することで、性能を十分に発揮できると考えている。

3. 内部給油で安定した深穴加工を実現

アクアドリルEXオイルホールは、ドリル本体にあるスパイラル穴から直接刃先に切削油剤を供給するため、刃先の冷却性が向上し、深穴加工においても安定した加工が可能である(図2)。また、アクアドリルEXより踏襲した切削抵抗の低減と切りくず排出性を追求した刃先形状と耐熱性・耐摩耗性に加え、高い潤滑性を兼ね備えたアクアEXコートを採用することで、広範な被削材の深穴加工において、安定した高速・高能率加工を実現したドリルである。

アクアドリルEXオイルホールには、次のような特長がある。

1) 抜群の切りくず分断性と排出性

アクアドリルEXオイルホールの刃先および溝の形状を図3に示す。アクアドリルEXオイルホールは、アクアドリルEXで実績のあるJ形溝形状を採用している。この溝形状には以下のメリットがある。



図2 アクアドリルEXオイルホールの内部給油状態



図3 アクアドリルEXオイルホールの刃先形状

(多様な被削材でも安定した切りくず分断性)

切れ刃より生成された切りくずは、溝に沿ってカールしながら排出される。このとき、溝の曲率の小さいエリアで切りくずが強制的にカールされ、細かく分断される。

直径8mmのアクアドリルEXオイルホール5D用を使用し、高硬度材(NAK80)から軟鋼(SS400)まで加工を行なった時の切りくず形状を、図4に示す。切りくずの伸びやすい軟鋼においても細かく分断された切りくず形状であり、J形溝形状が切りくず排出性を高め、安定加工を実現している。また、内部給油にすることで、直接刃先に切削油剤を供給するため、刃先の冷却性が向上し、外部給油タイプのドリルと比較すると、1.5倍の切削速度においても安定した加工を可能としている(一般的な外部給油タイプドリルの切削速度は、S50C:80m/min、SCM:70m/min)。

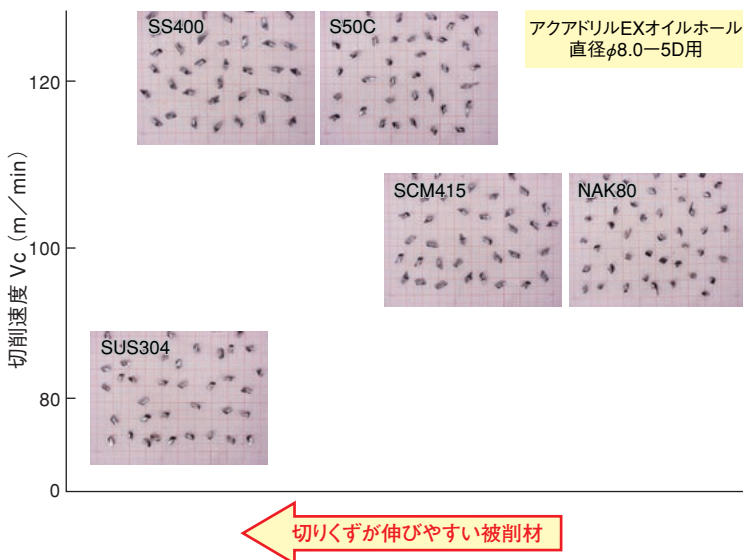
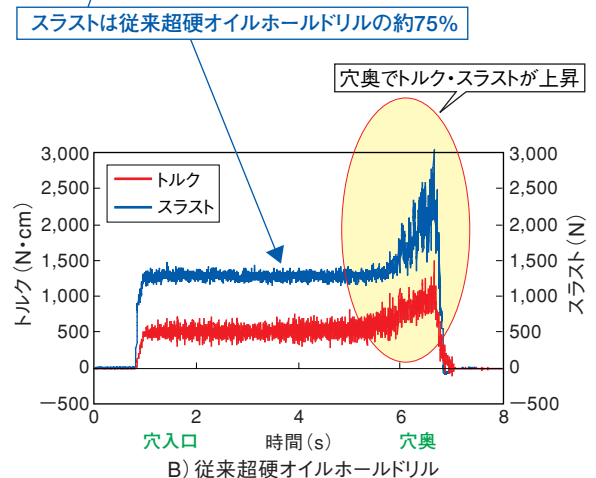
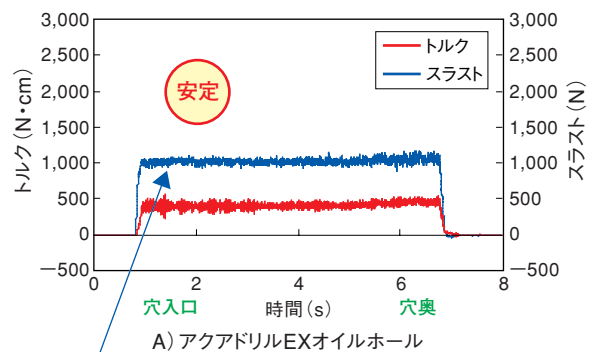


図4 多種の被削材でも安定した切りくず

(切りくず排出性の向上)

アクアドリルEXオイルホールの溝形状は、切りくずポケットが広く、スムーズに切りくずを排出する。

従来の超硬オイルホールドリルとの切削抵抗の比較を、図5に示す。従来品は、穴奥で切りくずがつまり、トルクやスラストが上昇している。アクアドリルEXオイルホールは、切りくずつまりがなく、安定した加工を行なえる。



ドリル：アクアドリルEXオイルホールφ8-8D
加工深さ：64mm(止まり穴)
切削油剤：水溶性切削油
給油方法：内部給油

図5 切削抵抗の比較

2) 切削抵抗を低減し加工の安定性を高める

独自の^{※3}シンニング形状と切れ刃形状により、食付き性を高め、切削抵抗を低減させた。

図5において、スラストの平均値は、従来超硬コーティングドリルに対し、25%低減している。これは、切れ味重視の微小中凹み曲線刃形を採用したことで、低切削抵抗を実現できたためである。

また、このシンニングは、^{※4}クレータ摩耗を抑制するよう形状制御を行っており、耐摩耗性も大幅に向上している。

3) アクアEXコートを採用で超高速加工を実現

アクアドリルEXシリーズのコーティングは、新開発の複合多層膜であるアクアEXコートを採用している(図6-1)。

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のTiAlN系コート比3倍に向上、超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6-2にアクアEXコートとTiAlN、TiNコートの摩擦係数を示す。アクアEXコートの摩擦係数が小さいことがわかる。

この複合多層構造膜の採用により、膜強度がアップし、耐チッピング性の向上にもつながっている。

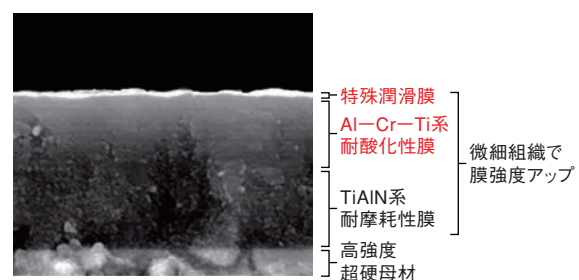


図6-1 断面構造

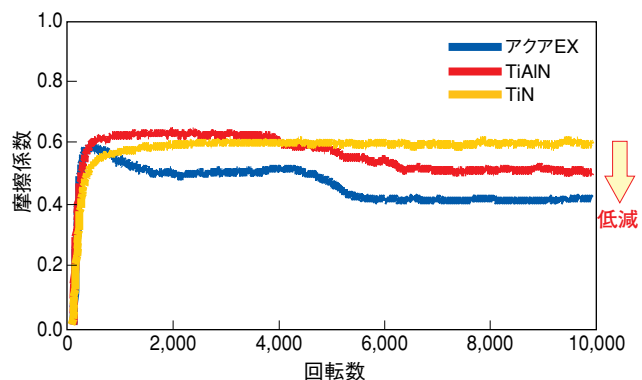


図6-2 摩擦係数

図6 アクアEXコート

4. 広範な被削材に対応

1) 炭素鋼S50C

アクアドリルEXオイルホール8D用と他社超硬コーティングドリルの寿命比較を行なった結果を図7に示す。ドリル直径 $\phi 8.0\text{mm}$ 、穴深さ 64mm （止まり穴）を切削速度 $80\text{m}/\text{min}$ 、送り $0.2\text{mm}/\text{rev}$ の切削条件で比較した。

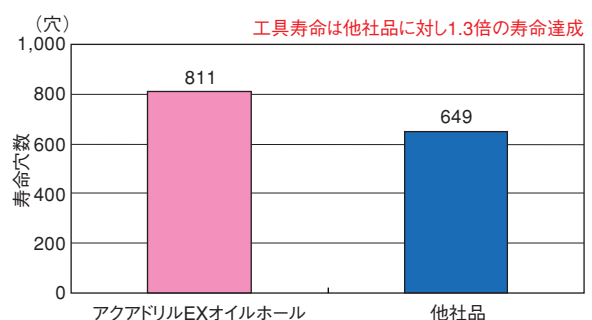
他社超硬コーティングドリルは、649穴で寿命に至ったのに対し、アクアドリルEXオイルホールは、811穴まで加工可能であり、1.3倍の寿命差を示した。

また、ドリル直径 $\phi 3.0\text{mm}$ 、穴深さ 24mm （止まり穴）を切削速度 $100\text{m}/\text{min}$ 、送り $0.09\text{mm}/\text{rev}$ の切削条件で比較した結果を図8に示す。アクアドリルEXオイルホールの摩耗量は、他社超硬コーティングドリルと比較すると、同一切削長（切削長 68m 時点）での摩耗量が60%以下となった。

2) 構造用鋼SS400

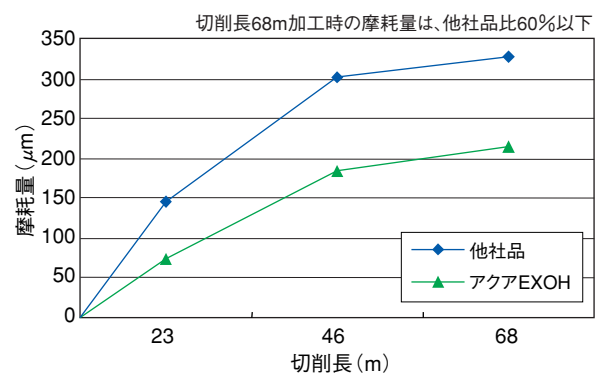
アクアドリルEXオイルホール8D用と他社超硬コーティングドリルの寿命比較を行なった結果を図9に示す。ドリル直径 $\phi 3.0\text{mm}$ 、穴深さ 24mm （止まり穴）を切削速度 $100\text{m}/\text{min}$ 、送り $0.09\text{mm}/\text{rev}$ の切削条件で比較した。

アクアドリルEXオイルホールの摩耗量は、他社超硬コーティングドリルと比較すると、同一切削長（切削長 68m 時点）での摩耗量が80%以下となった。SS400は、比較的切りくずが伸びやすく分断しにくい材料であるが、J形溝形状により切りくずがカールし細かく分断され、安定した加工を可能としている。



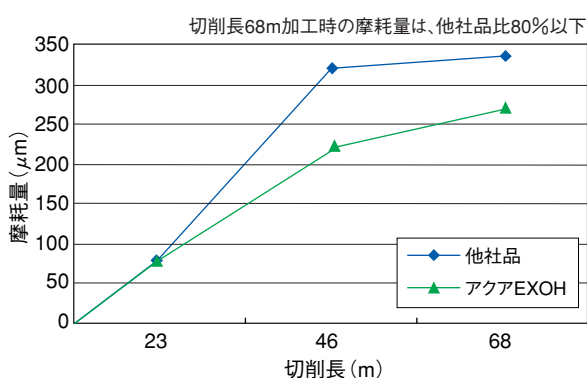
工具 : アクアドリルEXオイルホール8D用
 寸法 : $\phi 8.0$
 被削材 : S50C
 研削条件 : $V_c=80\text{m}/\text{min}$, $f=0.2\text{mm}/\text{rev}$
 加工深さ : 64mm
 切削油剤 : 水溶性エマルジョン (内部給油)

図7 炭素鋼S50Cの加工事例 (1)



工具 : アクアドリルEXオイルホール8D用
 寸法 : $\phi 3.0$
 被削材 : S50C
 研削条件 : $V_c=100\text{m}/\text{min}$, $f=0.09\text{mm}/\text{rev}$
 加工深さ : 24mm
 切削油剤 : 水溶性エマルジョン (内部給油)

図8 炭素鋼S50Cの加工事例 (2)



工具 : アクアドリルEXオイルホール8D用
 寸法 : φ3.0
 被削材 : SS400
 研削条件 : $V_c=100\text{m}/\text{min}$, $f=0.09\text{mm}/\text{rev}$
 加工深さ : 24mm
 切削油剤 : 水溶性エマルジョン (内部給油)

図9 構造用鋼SS400の加工事例

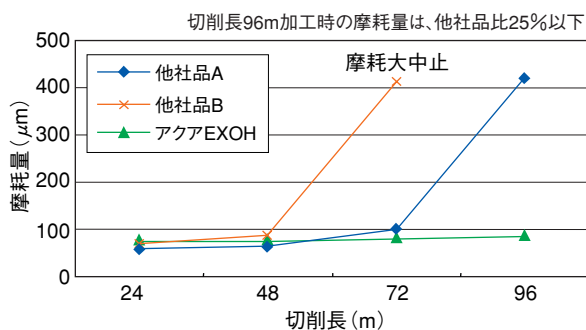
3) ステンレス鋼SUS304

アクアドリルEXオイルホール5D用と他社超硬コーティングドリルの摩耗比較を行なった結果を図10に示す。ドリル直径φ8.0mm、穴深さ40mm (止まり穴) を切削速度80m/min、送り0.2mm/revの切削条件で比較した。

アクアドリルEXオイルホールの摩耗量は、他社超硬コーティングドリルと比較すると、同一切削長 (切削長96m時点) での摩耗量が20%以下となった。

従来、難削材であるオーステナイト系ステンレスSUS304の穴加工は、切りくずや加工硬化^{※5}に起因する問題が発生することが多く、超硬ドリルでの高速加工は困難であったが、

- ① 切れ味重視の曲線刃形採用で切削抵抗が低減され、材料の加工硬化を抑制
 - ② J形溝形状により細かく分断された切りくずの生成
 - ③ 内部給油により効率よく切りくずを排出
- により、安定した高速・高能率加工を実現している。



工具 : アクアドリルEXオイルホール5D用
 寸法 : φ8.0
 被削材 : SUS304
 研削条件 : $V_c=80\text{m}/\text{min}$, $f=0.2\text{mm}/\text{rev}$
 加工深さ : 40mm
 切削油剤 : 水溶性エマルジョン (内部給油)

図10 ステンレス鋼SUS304の加工事例

5. 広範な被削材の高速高能率加工に対応した アクアドリルEXシリーズ

アクアドリルEXのスタブ/レギュラは、外部給油対応であり、加工穴深さがドリル直径の3倍を超える場合にはステップ加工が必要で、さらにドリル直径の5倍を超える深穴加工には対応していなかった。今回開発した内部給油対応のアクアドリルEXオイルホールは、3Dタイプ、5Dタイプ、8Dタイプをシリーズ化し、

それぞれステップなしで加工でき、ドリル直径の8倍までの深穴加工に対応している。また、内部給油とすることで、切れ刃の冷却性が向上し、安定した高速高能率加工を実現している。

アクアドリルEX同様、広範な被削材においても、汎用性・信頼性を兼ね備えた超硬ドリルである。

6. 再研削・再コートサービスの実施

近年、資源の有効利用やコスト削減等の観点から、摩耗により精度が保証できなくなったドリルに対して、刃先の再研削・再コートを行ない、再利用する動きが活発化している。

高精度・高能率な切削加工の実現、加工条件や工具交換時期の一定化をはかるため、再研削・再コー

ト品についても新品同等の品質・性能が求められている。

NACHIでは、再研削・再コート事業の強化として「(株)ナチツールエンジニアリング」を今年5月に設立し、安定した品質・性能の確保、短納期対応を実現し、サービス拡大に努めている。

用語解説

- ※1 MQL
Minimum Quantity Lubricationの略。
- ※2 スラスト
ドリル加工時にドリル軸方向にかかる切削抵抗。
- ※3 シンニング
先端の心厚を特に薄くした部分。切削抵抗を小さくするためのもの。
- ※4 クレータ摩耗
すくい面摩耗のうち、くぼみが生じる摩耗。
- ※5 加工硬化
再結晶温度範囲以下で、金属が塑性ひずみを受けることによって硬さが増加すること。

関連記事

- 1) 関口 徹：アクアドリルスタブの特性と切削性能
不二越技報、Vol.55 No.1、(1999)
- 2) 五島 康：アクアドリルシリーズの紹介
不二越技報、Vol.58 No.1、(2002)
- 3) 吉田 悦也：Symbio リーマを越えた高精度超硬ドリル
「アクアドリル底刃付き3フルート」
NACHI TECHNICAL REPORT、Vol.12 B2、February (2007)
- 4) 辻刈 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)
- 5) 吉田 悦也：刃先交換式ドリル
「アクアドリルNWDX型」
NACHI TECHNICAL REPORT、Vol.18 B2、February (2009)