

NACHI  
**TECHNICAL  
REPORT**  
Machining

Vol. **18** B1  
Feb/2009

マシニング事業

マシナリー  
コーティング

■ 新商品・適用事例紹介

ワーク自在。切削条件も自在  
「アクアドリルEX」

Providing A Versatile Flexible Process  
"AQUA Drill EX"

〈キーワード〉 低切削抵抗・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

環境問題への関心の高まりの中、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加工機械の小型化による省エネ・省スペース化とCO<sub>2</sub>排出量削減というニーズが高まっている。

NACHIは、住友電工ハードメタルと共同で切削性能や切りくず排出性に関する研究をすすめ、次世代超硬ドリル「アクアドリルEX」を商品化した。

「アクアドリルEX」は、切削抵抗の低減と切りくず排出性を両立させた新しい刃先形状を採用し、新開発のアクアEXコートを行なうことにより、ドライ加工への対応やウェット加工での高速性能を一段と高め、広範な被削材や小型化がすすむ加工機械に、安定した高能率加工を実現する。

## Abstract

In the midst of the increasing concerns for the environment, the cutting/machining sector has witnessed the rising needs for reduction of power consumption with highly efficient machining and shortening of machining time as well as the needs for energy/space saving with smaller machining equipment and for reduction of CO<sub>2</sub> emission.

NACHI has been conducting the studies on cutting performance and swarf discharge jointly with Sumitomo Electric Hardmetal Corp. and has marketed the next-generation carbide drill "AQUA Drill EX."

With a new flute form that can achieve both low cutting-resistance and excellent swarf discharge, AQUA Drill is suitable for the drilling of wide-ranging, various materials and the drill machines that are increasingly becoming small and less rigid, achieving stable, highly efficient drilling. In addition, the performances of AQUA Drill EX in dry drilling and high-speed wet drilling have enhanced significantly with a coating of newly-developed "AQUA EX Coat."

## 1.小形マシニングセンターでも高い加工安定性

近年、地球温暖化に伴う環境問題に対する関心が、高まってきている。CO<sub>2</sub>削減は今や全世界の合い言葉であり、ものづくりの現場も例外ではない。

切削加工の分野においても、高能率加工・サイクルタイム短縮による消費電力の低減や、ドライ加工・<sup>※1</sup>MQL加工による切削油剤の削減、加工機械の小型化、CO<sub>2</sub>排出量の削減、省エネ・省スペース化といったニーズが高まっている。

このため、切削工具には、低切削抵抗で安定した加工が可能であり、かつ高能率で長寿命であることが求められている。

今回、これらのニーズ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次世代超硬コーティングドリル「アクアドリルEX」を開発した。



図1 アクアドリルEX



## 2. 新刃先形状とアクアEXコートでの採用で 高速・高能率加工

アクアドリルEXは、切削抵抗の低減と切りくず排出性を両立した新しい刃先形状と耐熱性・耐摩耗性に加え、高い潤滑性を兼ね備えた新コーティング膜を採用することにより、広範な被削材やBT30など小型マシンングセンターでも、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の刃先形状を、図2に示す。アクアドリルEXは、独自のJ形溝形状を採用している。この独自の溝形状には以下のメリットがある。

#### (多種の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、溝に沿ってカーブ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強制的に切りくずのカーブ径が抑えられ、その結果切りくずは細かく分断される。

一般的に、ドライ加工と比較すると、ウェット加工の方が切りくずが伸びやすい傾向にある。

直径6mmのアクアドリルEXレギュラーを使用し、各種被削材でウェット加工を行なった時の切りくず形状を、図3に示す。いずれの被削材においても切りくずが細かく分断していることから、軟鋼から高硬度材まで安定した加工が可能であることがわかる。

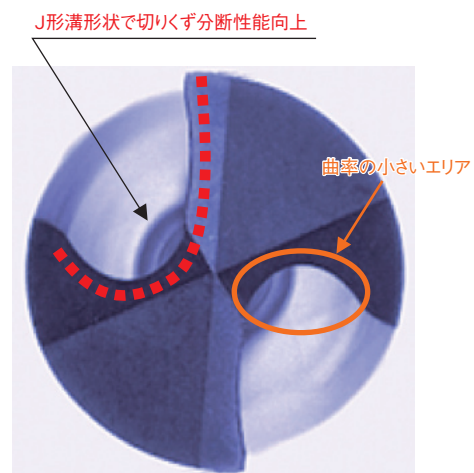


図2 アクアドリルEXの刃先形状

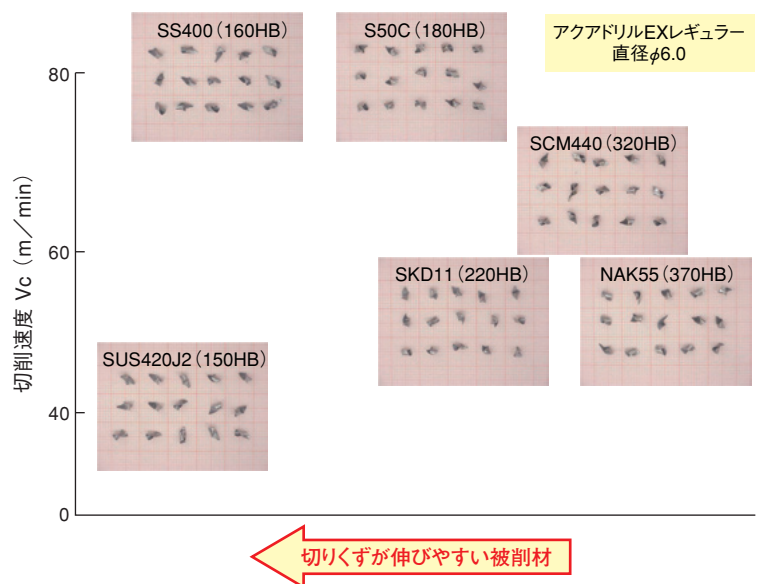


図3 多種の被削材でも安定した切りくず

### (低送りでも安定した切りくず)

また、一般的に、低剛性な加工機械で穴あけ加工をする場合、加工時の振動を抑えるため、ドリルを低送りにしなければならない。そのため、低送り時の切りくず分断性が求められる。アクアドリルEXレギュラーと他社超硬コーティングドリルを用い、送り量を変化させたときの切りくず形態を、図4に示す。他社超硬コーティングドリルは、低送りになるにつれて切りくずが伸びているが、アクアドリルEXの切りくずは、高送りから低送りまで安定した形状であり、細かく分断されていることがわかる。

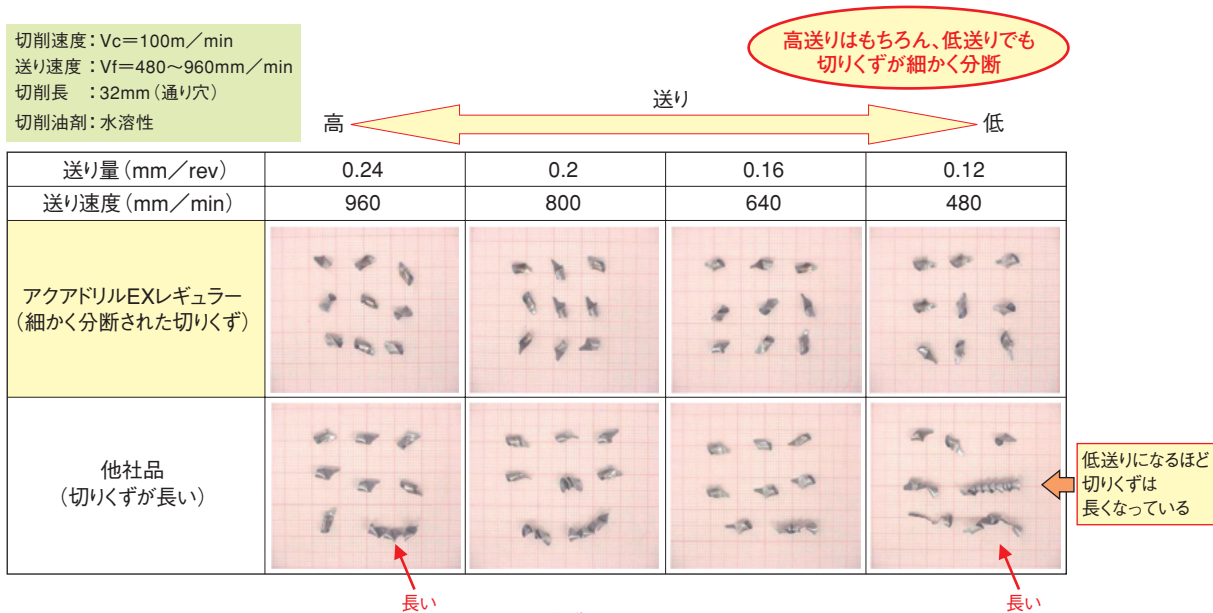


図4 切りくず比較

## (切りくず排出性の向上)

アクアドリルEXの溝形状は、切りくずポケットが広く、スムーズな切りくず排出を可能にしている。

アクアドリルEXレギュラーと他社超硬コーティングドリルとの切削抵抗の比較を、図5に示す。

他社超硬コーティングドリルは、穴奥で切りくずつまりによりスラストが上昇し、水平分力が大きく変動している。アクアドリルEXレギュラーは、切りくずつまりがないため、スラストの上昇や水平分力の変動も見られず、安定した加工性能を示している。

## 2) 切削抵抗を低減し加工の安定性を高める

独自の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、他社超硬コーティングドリルに対し、10%低減している。これは、切れ味重視の微少中凹み曲線刃形を採用していることにより、低切削抵抗を実現できたからである。

図6は、アクアドリルEXレギュラーと他社超硬コーティングドリルを使用し、穴径精度を比較した結果である。アクアドリルEXは、独自のシンニング形状により求心性を向上させており、穴奥での穴径拡大を抑制する働きをもつ。また、このシンニングは、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。

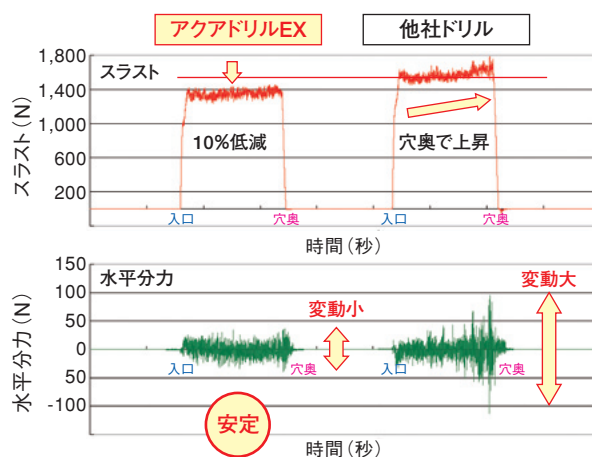


図5 切削抵抗の比較

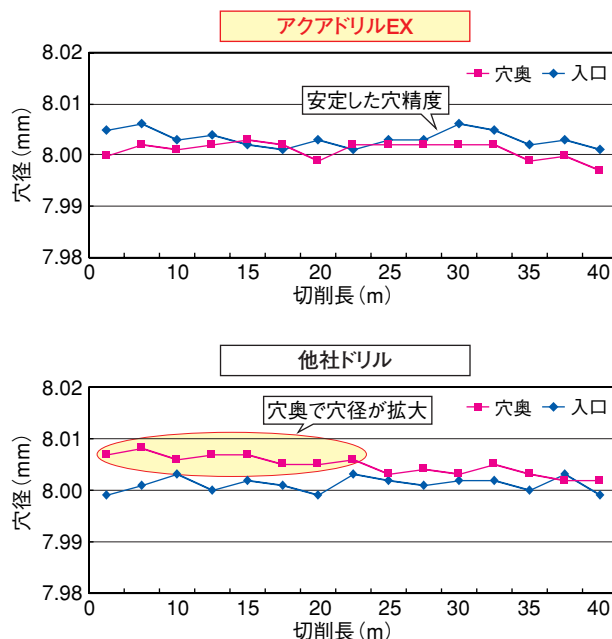


図6 穴径精度の比較

### 3) 新開発の“アクアEXコート”を採用

アクアドリルEXのコーティングには、新開発の複合多層膜であるアクアEXコートを採用した。(図7-1)

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TiAlN系コートに対し3倍に向上させたことにより、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。

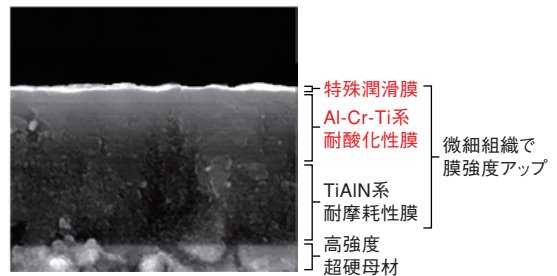


図7-1 断面構造

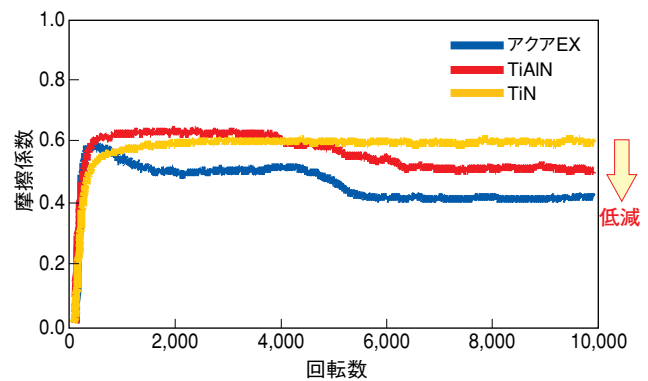


図7-2 摩擦係数

図7 アクアEXコート

## 3. 低炭素鋼から焼入材まで幅広いニーズに対応

### 1) 炭素鋼S10C

アクアドリルEXレギュラー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示す。ドリル直径φ8.5mm、穴深さ16mm(通り穴)を切削速度60m/min、送り0.15mm/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、1,700穴で寿命に至ったのに対し、アクアドリルEXレギュラーは、2,500穴まで加工可能であり、1.5倍の寿命差を示した。

炭素鋼S10Cにおける加工事例を、図8に示す。

他社品に比べ1.5倍の寿命達成

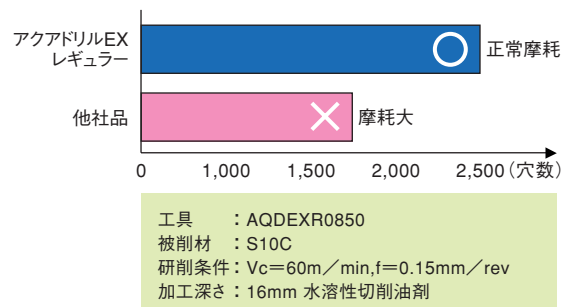


図8 低炭素鋼S10Cの加工事例

## 2) 炭素鋼S50C

アクアドリルEXレギュラーと他社超硬コーティングドリルの寿命比較を行なった。ドリル直径φ8.0mm、穴深さ32mm(通り穴)を切削速度120m/min、送り0.25mm/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、2,000穴で寿命に至ったのに対し、アクアドリルEXレギュラーは3,500穴まで加工可能であり、寿命差は1.7倍以上であった。

炭素鋼S50Cにおける加工事例を、図9に示す。

他社品に比べ1.7倍以上の寿命達成

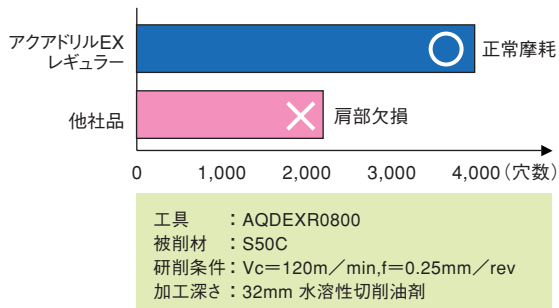


図9 高炭素鋼S50Cの加工事例

## 3) ボロン鋼

アクアドリルEXスタブ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示す。ドリル直径φ9.8mm、穴深さ7mm(止まり穴)を切削速度70m/min、送り0.15mm/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、1,900穴で寿命に至ったのに対し、アクアドリルEXスタブは2,500穴まで加工可能であり、寿命差は1.3倍以上であった。

ボロン鋼における加工事例を、図10に示す。

他社品に比べ1.3倍以上の寿命達成

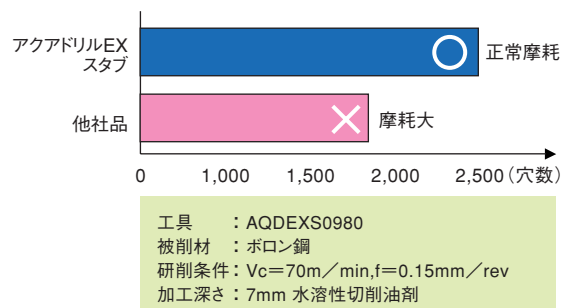


図10 ボロン鋼の加工事例

# 4. アクアドリルEXのラインナップ

アクアドリルEXは、適用加工深さによりスタブ、レギュラーの2タイプをシリーズ化している。

スタブタイプは、ドリル直径の2倍を適用加工深さ、レギュラータイプは、ドリル直径の4倍を適用加工深さ

とし、両タイプともドリル直径φ2.0~φ16.0mmまでの141寸法をラインナップしている。

表1に、アクアドリルEXの選定基準を示す。

表1 アクアドリルEXの選定基準

加工深さによる選定基準

商品名	寸法範囲	加工深さ (D:ドリル直径)		
		3D	5D	7D
アクアドリルEXスタブ	φ2.0~φ16.0	→		
アクアドリルEXレギュラー	φ2.0~φ16.0		→	

被削材による選定基準

商品名	一般構造圧延鋼	炭素鋼	合金鋼 プレハードン鋼	調質鋼 ダイス鋼	高硬度鋼	ステンレス鋼	耐熱合金	Ti合金	鋳鉄	アルミ合金	銅合金
	SS400	S45C S50C	SCR NAK	25~ 40HRC	40~ 50HRC 50~ 65HRC	SUS304 SUS316	SUS420		FCD FC	AC ADC	Cu
アクアドリルEXスタブ/レギュラー	◎	◎	◎	◎	◎	○	○	×	○	-	-

◎:最適 ○:適用 ×:不適 -:推奨しません

## 5. アクアドリルEXとアクアドリルで 広範囲な加工領域をカバー

アクアドリルEXは、切削抵抗の低減と切りくず排出性を両立させた新しい刃先形状を採用することにより、広範な被削材や小型マシニングセンターでも安定した高能率加工を実現する。

また、新開発のコーティング膜“アクアEXコート”を施し、ドライ加工への対応やウェット加工での高速性能を一段と高めるなど、環境負荷の低減に貢献する。

アクアドリルEXでは、中低速から高速までの広範囲で安定した高能率加工が可能である。1回転当りの送りが、ドリル直径の3%を超えるような条件でも加工することは可能であるが、高送り加工においてはアクアドリルを使用することをおすすめする。図11に示すように、アクアドリルEXとアクアドリルを使用することで広範囲な加工領域をカバーすることができる。

使用の際は、加工機械や切削条件より工具選定されることをおすすめする。

今回紹介したアクアドリルEXは、住友電工ハードメタルとの共同研究をベースに、超硬ドリル分野では初の共同開発商品となる。

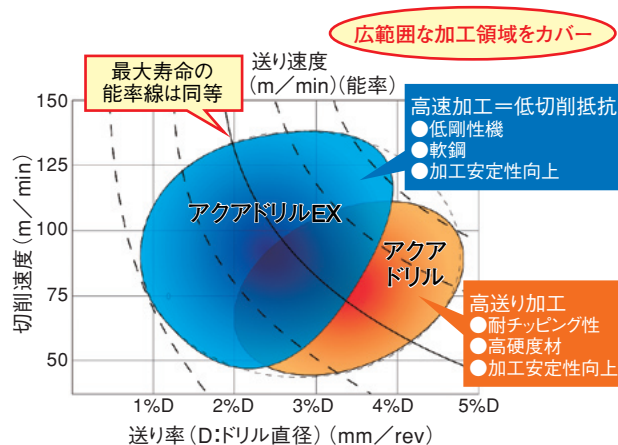


図11 アクアドリルEXとアクアドリルの適用領域

### 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かかる切削抵抗。
- ※3 シンニング  
スラストを低減させるためにドリル刃先に施す逃がし。
- ※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。

### 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) 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)