

## B3 Machining

ものづくりの世界に革命を起こす

# 「アクアREVOドリルオイルホール」

"Aqua REVO Drill Oil Hole" Revolutionary Drill to the World of Manufacturing

**キーワード** | ものづくりの世界・革命 Revolution・REVO Power Cooler  
アクアREVOドリルオイルホール・新超硬素材・直線刃形  
REVO-Dコーティング・超平滑化处理・長寿命・高能率・多用途  
工具の基本要素を全て一新

工具事業部／技術部

大野 伸一郎 Shinichiro Ono

## 要旨

アクアREVOドリルは“材料”、“形状”、“コーティング”といった工具の基本要素を全て一新した。そして今回、流体解析と剛性解析を活用して開発したオイルホール形状REVO Power Coolerを備えた「アクアREVOドリルオイルホール」を発売した。「アクアREVOドリルオイルホール」は、従来のオイルホールドリルに対して、寿命、加工能率、多用途の性能を飛躍的に向上させることに成功した。

アクアREVOドリルは、多様化する加工のニーズに対して、革命(Revolution)を起こす。

## Abstract

Aqua REVO Drill is renewed in the all basic elements for cutting tools such as material, form and coating. NACHI launched a new drill, “Aqua REVO Drill Oil Hole” that is equipped with the oil hole form, REVO Power Cooler which was developed with use of analyses of fluid and rigidity.

“Aqua REVO Drill Oil Hole” is a great success and it overwhelmingly exceeds in life, drilling efficiency and multi-use performance in comparison with the conventional oil-hole drills. Aqua REVO Drill starts a revolution to satisfy the needs of diversified machining.

## 1. はじめに

昨年のJIMTOF2018では、「ものづくりの世界に革命(Revolution)を起こす」をテーマに掲げ、新商品「アクアREVOドリル」を発表した。

このアクアREVOドリルは、“材料”、“形状”、“コーティング”といった工具の基本要素を全て一新し、より長く(長寿命)、より早く(高能率)、より広く(多用途)を実現。幅広いお客様よりご好評をいただいている。

今回、アクアREVOシリーズの第二弾として、「アクアREVOドリルオイルホール」を開発した。オイルホールドリルでは、ドリル内部のオイルホールを通して切削油剤を切れ刃近傍へ供給することで、切削により発生する熱を冷却し、被削材との摩擦を潤滑性により緩和、さらに切れ刃で生成された切りくずの排出性を高める効果がある。しかし、実際の穴加工では、ドリルは回転しながら穴の奥で加工されているため、切削油の流れ、流量を把握することは困難である。そこで、流体解析の活用によりクーラントの流れを分析し、“冷却性”、“潤滑性”、“切りくず排出性”といった、オイルホールに求められる機能を最大限発揮させることで、アクアREVOドリルの“寿命”、“能率”、“多用途”の性能を一段と高めたドリルとなっている。

本稿では、「ものづくりの世界に革命を起こす」 「アクアREVOドリルオイルホール」の特長と加工事例について紹介する。

## 2. 「アクアREVOドリルオイルホール」の特長

図1に「アクアREVOドリルオイルホール」の外観を示す。オイルホール形状は、従来品の丸穴に対して、新発想のオイルホール形状REVO Power Coolerを採用。流体解析と剛性解析を用いて形状を最適化したことで、様々な機能が向上している。

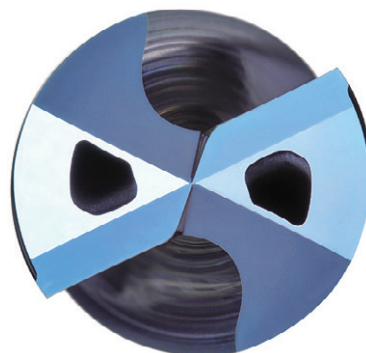


図1 「アクアREVOドリルオイルホール」

## 3. REVO Power Coolerの特長

### 1) 圧倒的な流量

従来品の丸穴と、REVO Power Coolerによる吐出量の比較を図2に示す。ドリル径 $\phi$ 8mmの従来品オイルホールドリルと「アクアREVOドリルオイルホール」を使用し、吐出圧が1.5MPaの加工設備でかつ、切削速度120m/minを想定し、ドリル回転数を毎分4,800回転に設定して比較を行なった。水溶性切削油剤(エマルジョン)を用いた実験において、丸穴オイルホールは1分間あたりの流量が2.5Lに対し、REVO Power Coolerでは5.0Lと従来品比2倍の圧倒的な流量を確保している。

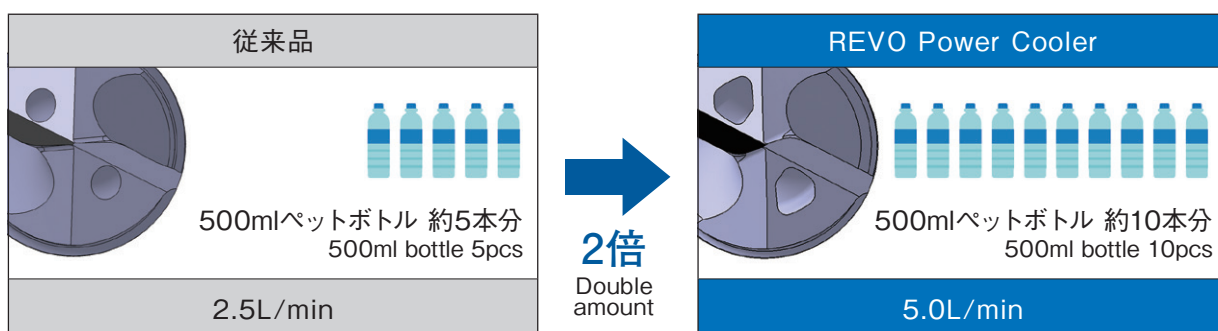


図2 吐出量比較

## 2) コーナーとシンニングを狙い撃ち

REVO Power Coolerの開発においては、摩耗進行が早いコーナーおよびシンニングすくい面に着目した。また、コーナーは逃げ面から油が浸入しており、せん断面への潤滑効果があるため、次の点にとくにこだわった。

- ①コーナーへの“冷却性””潤滑性“
- ②シンニングすくい面から溝への“冷却性”、  
“潤滑性”、“切りくず排出性”

流体解析で①と②に主眼をおいた最適油穴形状を導き出し、“コーナー”と“シンニングすくい面”をクーラントで狙い撃ちした(図3)。図4に、ドリル径 $\phi 8\text{mm}$ 、吐出圧1.5MPa、ドリル回転数毎分4,800回転、水溶性切削油剤における流線速度分布を示す。流速の速さは色の赤い部分が速く、青い部分は遅く、流量は線の多い部分は流量が多いことを表している。従来品の丸穴では、全体的に流速が遅いのにに対して、REVO Power Coolerでは流速が早い色の赤い部分が多く見られる。また、流量についてもREVO Power Coolerでは、コーナー方向および、シンニングすくい面から溝への流線の本数、すなわち流量が多いことが判る。

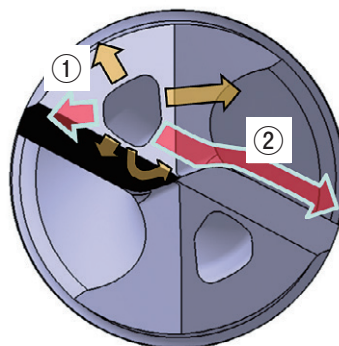


図3 REVO Power Coolerのクーラントの流れ

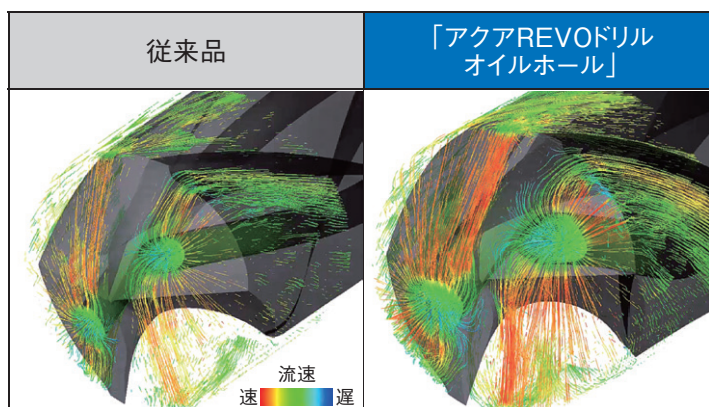


図4 流線速度分布

### 3) 冷却性能

図5に、ドリル径 $\phi 8\text{mm}$ 、吐出圧 $1.5\text{MPa}$ 、ドリル回転数毎分 $4,800$ 回転、水溶性切削油剤における、ドリル表面の熱伝達係数の違いを示す。熱伝達係数が高いということは、その部分の冷却性能が高い(図中で青い部分)ことを表わしている。従来品ドリルでは、コーナーやドリルスくい面の冷却性能が低い(図中で赤い部分)のに対して、「アクアREVOドリルオイルホール」では、圧倒的な流量と流速および指向性により、冷却性能が飛躍的に向上している。

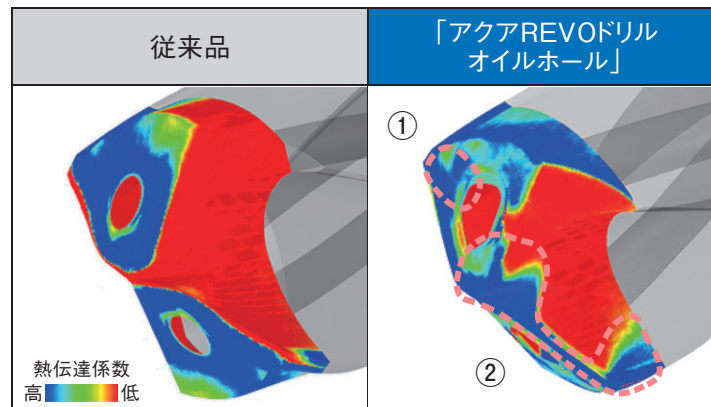


図5 熱伝達係数の違い

### 4) 直線刃形とのマッチング

REVO Power Coolerは、従来品に対してオイルホールの断面積が大きくなっていることから、一般的にはドリル剛性が下がると考えられる。「アクアREVOドリルオイルホール」では、この課題に対して次のように解決している。

溝形状とクーラント穴形状違いによる、切れ刃全体に切削荷重をかけた際の応力解析結果を図6に示す。

「アクアREVOドリルオイルホール」では、直線刃形により刃先コーナーの応力集中が低減している。また、REVO Power Coolerとマッチングした溝形状とすることで、ドリル断面の応力が分散されていることが判る。オイルホールの断面積が増えても、従来形状より最大応力を低減することで、耐欠損性や耐折損性を高めている。

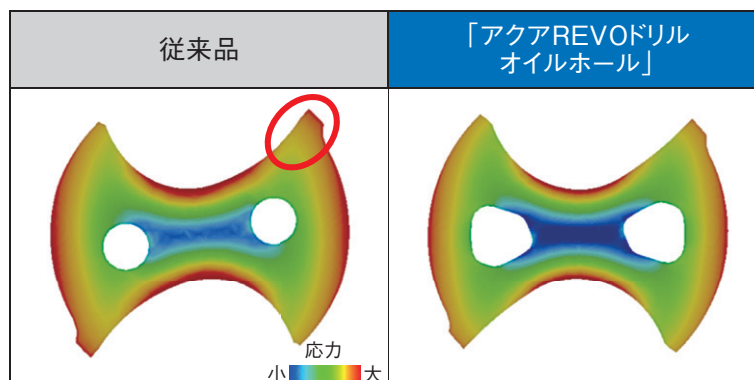


図6 応力解析結果

## 4. 材料とコーティング

アクアREVOシリーズでは、独自の成分設計と粒径のコントロールにより、硬さと靱性を高い次元で両立した新開発の超硬素材を採用している。

コーティングは、REVO-Dコートを採用。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している。また、最表層の超平滑化処理により、摩擦係数を極限まで下げ、切りくず排出性を向上させている。

## 5. 「アクアREVOドリルオイルホール」5Dによる加工事例

### 1) 長寿命ーより長く

図7に炭素鋼(S50C)での加工事例を紹介する。ドリル径 $\phi$ 8mmで5D深さ(40mm)の穴加工を、切削速度120m/min、送り量は0.25mm/revで水溶性切削油剤にて加工を実施した。他社製オイルホールドリルでは、コーナー摩耗が進行しているのに対して、「アクアREVOドリルオイルホール」では、2,750穴加工後も摩耗量が小さく正常摩耗であり、寿命1.8倍の長寿命である。

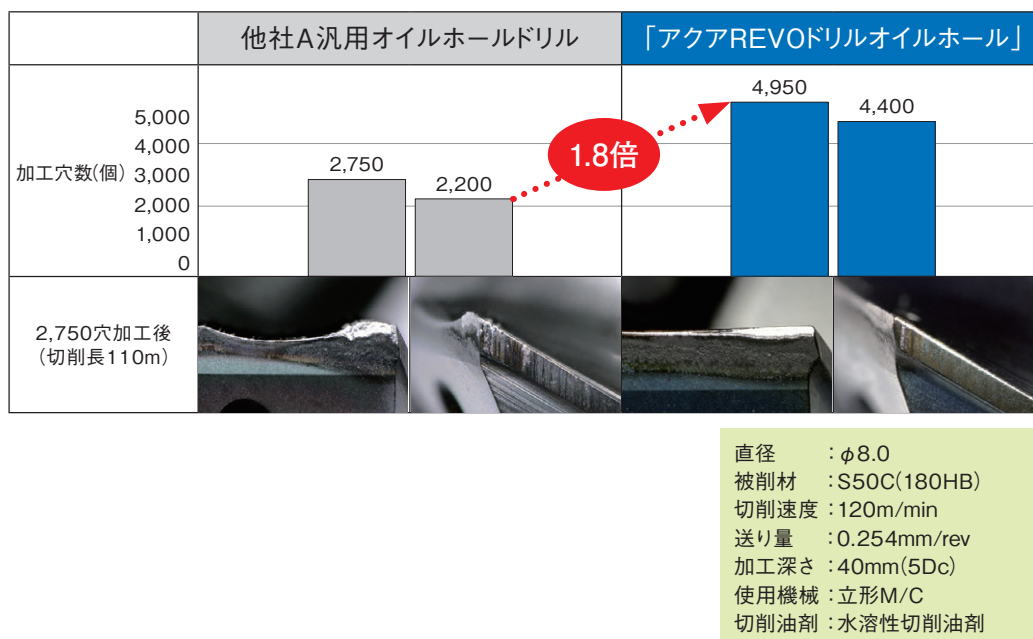


図7 炭素鋼(S50C)での性能比較



## 2) ステンレスでも長寿命ーより長く

ステンレスは、粘りのある材料で加工硬化もしやすい難削材である。そのため、他社ではステンレスに特化した専用ドリルも見られる。

図8で、オーステナイト系ステンレス(SUS304)の事例を示す。ドリル径φ8mmで5D深さ(40mm)の穴加工を、切削速度80m/min、送り量は0.20mm/revで

水溶性切削油剤にて加工を実施した。「アクアREVOドリルオイルホール」は、加工穴数で4,290穴、総切削長で170m(4,290穴×40mm)と他社ステンレス専用ドリルに対して2倍を超える長寿命を実現した。

穴の加工硬化比較を図9に示す。冷却性能の高い「アクアREVOドリルオイルホール」では、加工硬化が低減できていることが判る。



図8 オーステナイト系ステンレス(SUS304)での性能比較

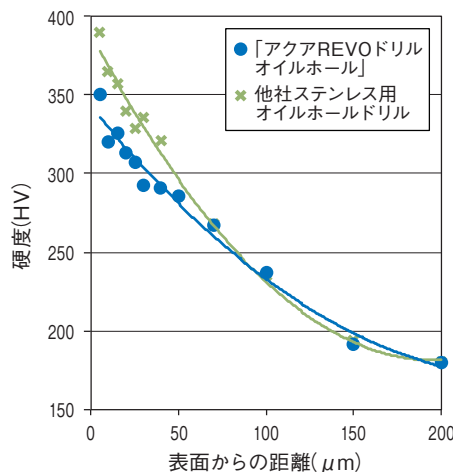


図9 オーステナイト系ステンレス(SUS304)での加工硬化の比較

### 3) 高能率ーより早く

図10に、炭素鋼(S50C)において切削条件を変えた際の寿命比較を示す。ドリル径φ8mmで5D深さ(40mm)の穴加工を、切削速度を120m/minに固定して、回転あたりの送り量を変化させて加工を行なった。他社製オイルホールドリルでは、送り量が0.4mm/revの高送りにおいて、大きく寿命が低下しているのに対し、「アクアREVOドリルオイルホール」は安定した加工が実現できている。

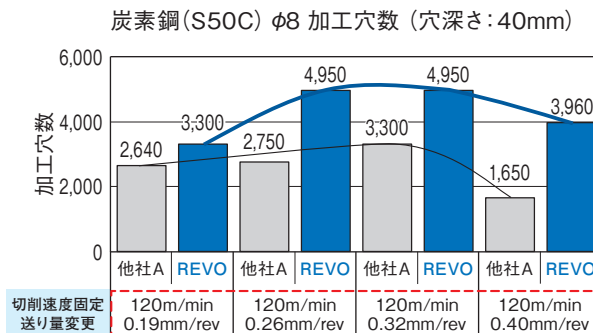


図10 幅広い領域に対応

### 4) 多用途ーより広く

図11に浸炭鋼SCM440H(32HRC)での加工事例を紹介する。ドリル径φ16mmで5D深さ(80mm)の穴加工を、切削速度60m/min、送り量は0.4mm/revで水溶性切削油剤にて加工を実施した。他社製オイルホールドリルでは、700穴加工時点でシンニングすくい面にクレータ摩耗が深く進行しているのに対して、「アクアREVOドリルオイルホール」では摩耗量が小さく、REVO Power Coolerの特長であるシンニング面への

冷却・潤滑効果が表われている。

図12に「アクアREVOドリルオイルホール」の被削材対応表を、図13に被削材毎の切りくず形状比較を示す。一般構造用鋼から高硬度鋼、ステンレスもオーステナイト系から析出硬化系、チタン合金や耐熱合金のインコネルといった広範囲な材料に対しても、細かく安定した切りくず形状を実現させており、「アクアREVOドリルオイルホール」1本で対応可能であることが判る。



図11 SCM440H(32HRC) 加工事例

穴あけ深さ L/D	一般構造用鋼	炭素鋼	合金鋼調質鋼	ダイ鋼 プレハード鋼	高硬度鋼			ステンレス鋼			Ti合金	Ni基合金	鋳鉄	アルミニウム合金
	Structural Steel	Carbon Steel	Alloy Steel Heat treated Steel	Mold Steel Hardened Steel	Hardened Steel			Stainless Steel			Titanium Alloy	Nickel based Alloy	Cast Iron	Aluminium Alloy
	SS400	S45C S50C	SCM SCr	30~40 HRC	40~50 HRC	50~57 HRC	58~65 HRC	SUS304 SUS316	SUS420	SUS630	Ti-6Al-4V	インコネルハステロイ	FC FCD	AC ADC
AQRVDOH3D	3	◎	◎	◎	◎	○	—	◎	◎	◎	○	○	◎	○
AQRVDOH5D	5	◎	◎	◎	◎	○	—	◎	◎	◎	○	○	◎	○
AQRVDOH8D	8	◎	◎	◎	◎	○	—	◎	◎	◎	○	○	◎	○

◎:最適 Excellent ○:適用 Good —:推奨しません Not recommended

図12 被削材対応表



被削材	加工条件		他社製汎用 オイルホール		他社製ステンレス用 オイルホール		「アクアREVOドリル オイルホール」	
	切削速度 m/min	送り mm/rev						
S50C (HB180)	120	0.25			-			
SKD61 (51HRC)	40	0.15			-			
SUS304	80	0.2						
SUS630	40	0.2						
Ti-6Al-4V	40	0.2						
インコネル 718	40	0.12						

<共通条件>

ドリル径 : φ8  
 加工深さ : 40mm (5D)  
 使用機械 : 立形MC  
 切削油剤 : 水溶性切削液

図13 被削材毎の切りくず形状比較(水溶性)

## 5) 多用途－MQL加工

ロングドリルを代表とするMQL加工での炭素鋼(S50C)の加工事例を、図14に紹介する。ドリル径 $\phi 8\text{mm}$ で5D深さ(40mm)の穴加工を、切削速度100m/min、送り量は0.25mm/revで加工を実施した。他社製

オイルホールドリルでは、1,650穴加工時点で、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ドリルオイルホール」では摩耗量が小さく、MQL条件下でも加工が安定していることが判る。

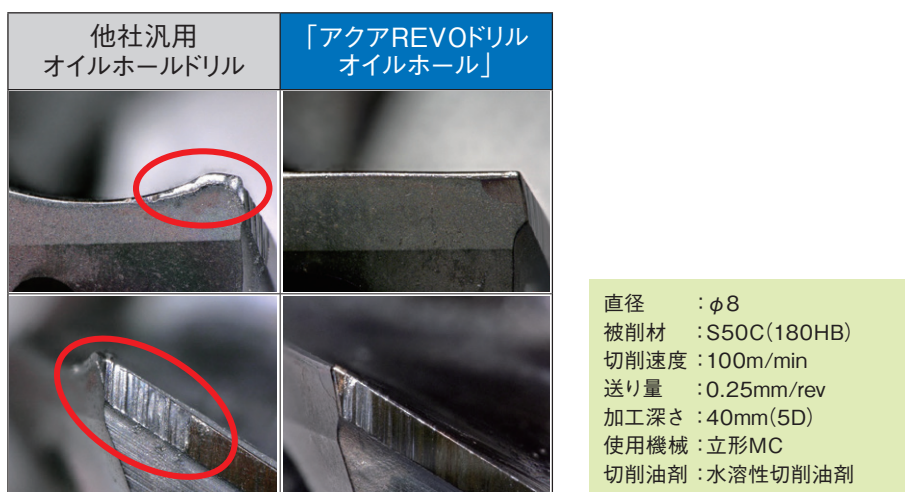


図14 MQLでの炭素鋼(S50C)加工事例

## 6) 多用途－採用事例

今回の「アクアREVOドリルオイルホール」は1本のドリルで広範囲な被削材の穴あけ加工に対して、多品種少量の部品加工でご使用いただいている皆様の声をもとに開発した。自動車・航空機など、特定部品の大量生産においては、この汎用性の高い「アクアREVOドリルオイルホール」をベースとして、専用設計を行なうことでさらに性能を向上したドリルを提供する。

その例として自動車ギヤ部品加工での浸炭鋼(SCM20)の加工事例を紹介する。ドリル径 $\phi 12.3\text{mm}$ で板厚10mmの貫通穴加工を、切削速度100m/min、送り量は0.35mm/revで加工を実施した。他社製オイルホールドリルが、コーナー部の損傷により早期寿命を迎えるのに対し、「アクアREVOドリルオイルホール」は、強度の高い直線切れ刃と平滑化処理により切りくずのカール性を高めたREVO-Dコーティングに冷却性、潤滑性、切りくず排出性を高めたREVO Power Coolerを組みあわせることで、コーナー部の損傷を抑制し他社の1.5倍に相当する切削長90mまでの安定加工を実現した。

## 6. おわりに

「アクアREVOドリルオイルホール」は、流体解析を駆使して開発した、REVO Power Coolerの効果により、従来のオイルホールドリルに対して、寿命、加工能率、多用途の性能を飛躍的に向上させることに成功した。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ブランドは、汎用ドリルで培った技術を活かし、小径穴や深穴などの専用ドリルのラインナップ拡充を行ない、ものづくりの世界に革命を起こし続けます。