

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **28** B1
October/2014

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

深穴の高能率加工を実現

「アクアドリルEXオイルホールロング」

"AQUA Drills EX Oil-Hole Long"
High Efficiency Cutting of Deep Hole

〈キーワード〉 深穴・アクアドリルEXオイルホールロング・切りくず
油穴・切削油剤・高能率・アクアEXコート

ラウンドツール製造所／技術部

日高 正輝 Masaki Hidaka

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の改善およびコストダウンが一層求められている。また、被削材の多様化、加工部品の高精度化がすすみ、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、難削材への対応や小径穴・深穴といった難易度の高い穴に安定した加工を行なう要求は高く、工具形状、工具材料、表面処理の技術革新がすすめられ、工具寿命、加工能率は飛躍的に向上している。

NACHIは、これらの要求に応えるため、深穴加工工程での高効率化を実現するために「アクアドリルEXオイルホールロング」を開発した。「アクアドリルEXオイルホールロング」は、油穴を採用しWetとMQLの両方に対応し、穴深さが工具径の10～30倍の深穴加工の高効率ノンステップ加工を実現した工具である。

Abstract

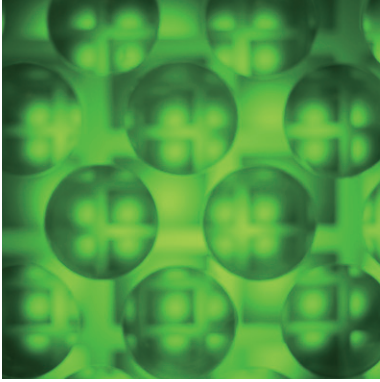
In the midst of increased severity in the recent economic environment, improvement in production efficiency and cost reduction are increasingly demanded for the manufacturing floor. In addition, the materials for cutting have become diversified and the machined parts have required high accuracy. The stable drilling of highly difficult materials and holes such as those with small diameters or with substantial depth is required in the drilling that accounts for the majority of the cutting. Technological innovation in tool forms, tool materials and the surface treatment has progressed, greatly improving the tool life and cutting efficiency.

NACHI has developed “AQUA Drills EX Oil-Hole Long” to respond to these demands and to achieve the highly efficient deep-groove drilling.

“AQUA Drills EX Oil-Hole Long” uses an oil hole and handles both Wet and MQL drilling. It further achieves highly efficient non-step drilling of a deep hole that is 10 to 30 times longer than the tool diameter.

1. 深穴加工の問題点

一般的なドリルでの深穴加工では以下のような問題がある。①ドリル先端の切れ刃で生成された切りくずは、溝を通して外へ排出される。そのため、穴深さが深くなるにつれて排出経路が長くなり、浅い穴に比べて排出性は極端に悪くなる。②外部給油方式では先端の切れ刃に切削油剤が到達しにくく、切削油剤の作用(冷却、潤滑効果など)が低下し、工具寿命が低下する。③深穴加工用のドリルは溝長が長く、ドリル剛性が極端に低いため、切削トルクによるねじれやスラスト抵抗による曲げの影響が大きく、加工精度や寿命が悪化しやすい。また、加工物には事前にセンタリングやガイド穴加工が必要となる。このセンタリングやガイド穴にならって加工するため、センタリングやガイド穴の精度が悪いと深穴加工の精度はさらに悪くなり、異常損傷を引き起こす。



2. 「アクアドリルEXオイルホールロング」の特長

今回開発した「アクアドリルEXオイルホールロング」の外観写真を図1に示す。「アクアドリルEXオイルホールロング」には、次のような形状の特長がある。

1) 切りくずの排出性と 切削油剤の供給

深穴加工では切りくずの排出性が悪く、切りくず詰まりにより突発的に折損することがある。「アクアドリルEXオイルホールロング」は、切りくずの分断性、排出性を高めるために切れ刃形状と溝形状を最適化している。切れ刃形状は弱中凹み形状とし、切りくずを強制的にカールさせることで細かく分断した切りくずを生成する(図2)。溝形状では図3に示すように先端側では溝幅比を狭くし、切れ刃形状との相乗効果で切りくずを細かく分断し、後端側では溝幅比を広げて切りくずの排出性を高めている。また、油穴を適用することで、ドリル内部から刃先へ供給される切削油剤により切りくずが押し流され、排出性を高めることができる。さらに、切削油剤を先端の切れ刃に直接供給することで、冷却、潤滑効果が得られ、工具寿命を向上させている。



図1 「アクアドリルEXオイルホールロング」の外観写真

2) ガイド性の向上

「アクアドリルEXオイルホールロング」は、図4に示すようなダブルマージンを採用している。ガイド性を向上することにより、穴曲がりを防止し、安定した加工を実現している。

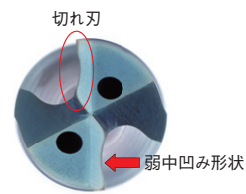


図2 「アクアドリルEXオイルホールロング」の切れ刃形状

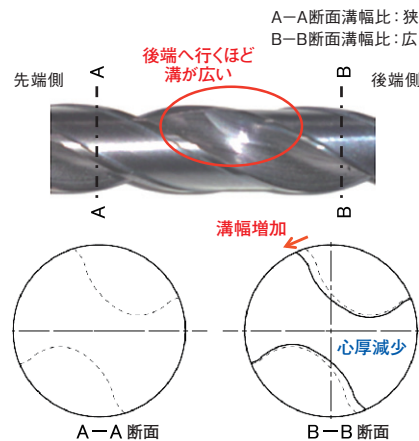
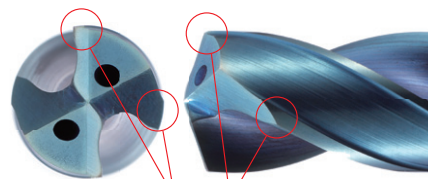


図3 「アクアドリルEXオイルホールロング」の溝幅可変



※マージンとは、案内性を高めるためにドリル外周部に設けた円筒面

図4 ダブルマージンの採用

3) アクアEXコート

「アクアドリルEXオイルホールロング」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5に断面構造を示す。

アクアEXコートは、耐酸化性、耐摩耗性に優れたTi-Al-Cr系コーティングを多層に成膜することで、1,100℃における耐酸化性を従来のTiAlN系コートに対して大幅に向上させた。これにより、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6にアクアEXコーティングの摩擦係数を示す。

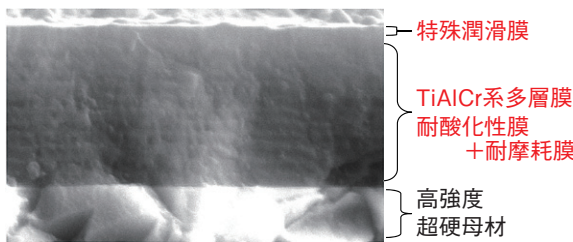


図5 アクアEXコーティングの断面構造

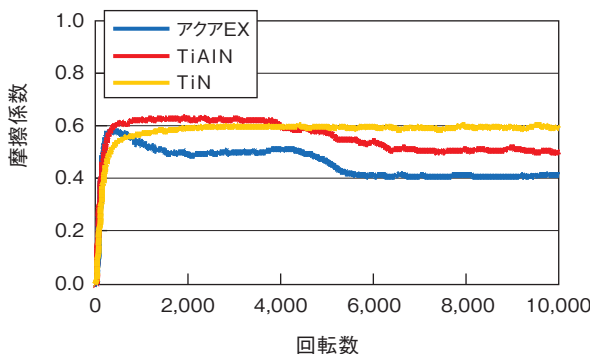


図6 コーティングの摩擦係数

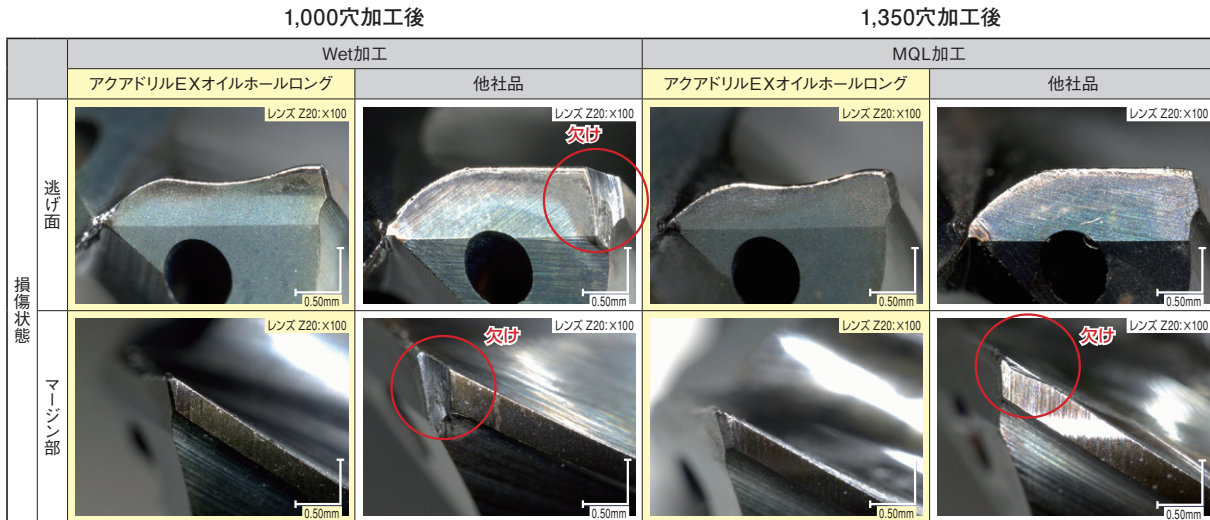
3. 「アクアドリルEXオイルホールロング」の加工事例

1) Wet加工とMQL加工

Wet加工およびMQL加工における「アクアドリルEXオイルホールロング」と他社品の寿命比較事例について図7に示す。被削材S50Cに対し、ドリル直径φ5.0mm、穴深さ100mm(通り穴、ガイド穴深さ10mm)をWet加工は切削速度120m/min、送り量0.15mm/rev、内部給油、ノンステップで加工した。MQL加工は切削速度80m/min、送り量0.15mm/rev、内部給油でWet加工と同様にノンステップで加工した。Wet加工では1,000穴加工後において、他社品は特にコーナー部の欠損が大きくなっているのに対し、「アクアドリルEXオイルホールロング」は損傷が軽微であり継続加工が可能である。加工中の切削抵抗でも他社品に比べ切削抵抗が小さく、振幅も小さくなっていることから、切りくず排出性が良く安定した加工状態であることが分かる(図8)。

「アクアドリルEXオイルホールロング」は、MQL加工で1,350穴加工後の損傷状態においても、コーナー部、マージン部の損傷が軽微で優れている。

このように「アクアドリルEXオイルホールロング」は、Wet加工でも、MQL加工でも安定な加工を実現し、長寿命である。



寸法 : $\phi 5.0$
 被削材 : S50C
 切削条件 : $V_c=120\text{m/min}$, $f=0.15\text{mm/rev}$
 穴深さ : 100mm 通り穴
 ガイド穴深さ : 10mm
 切削油剤 : 水溶性切削油剤 (内部給油)

寸法 : $\phi 5.0$
 被削材 : S50C
 切削条件 : $V_c=80\text{m/min}$, $f=0.15\text{mm/rev}$
 穴深さ : 100mm 通り穴
 ガイド穴深さ : 10mm
 切削油剤 : MQL (内部給油)

図7 Wet加工とMQL加工の損傷状態

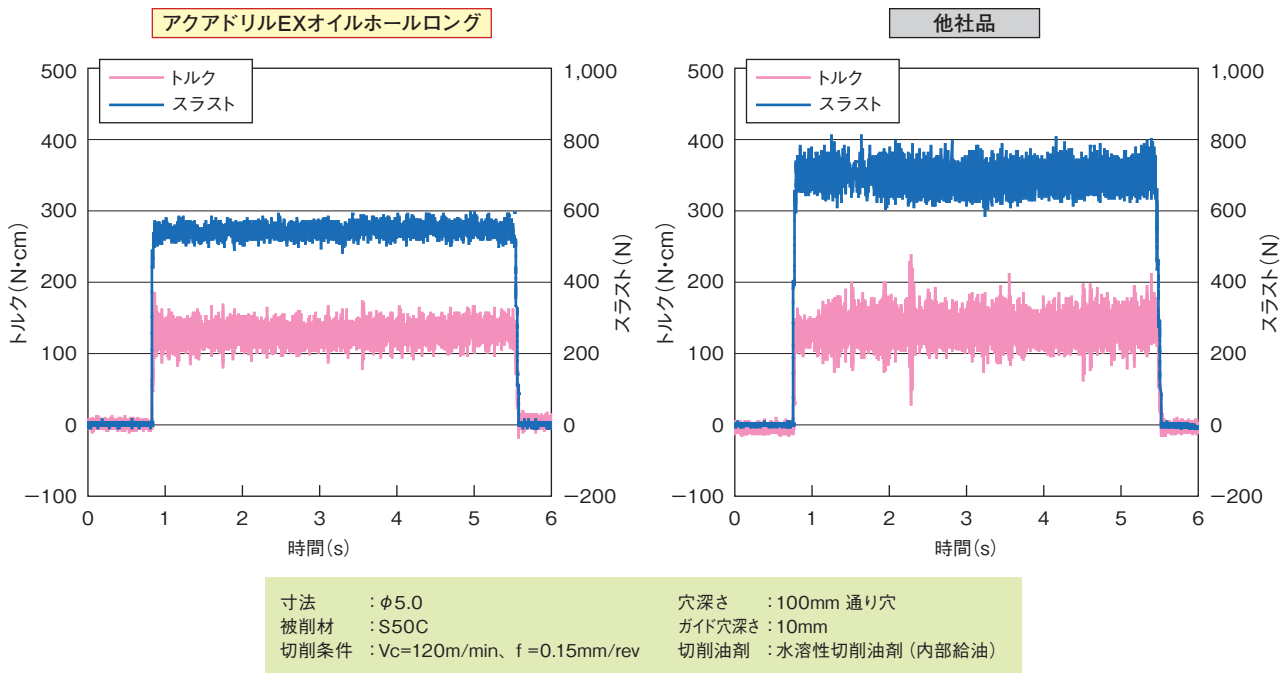


図8 Wet加工時の切削抵抗

4) 「アクアドリルEXオイルホールロング」と ハイスロングドリルの加工能率比較

「アクアドリルEXオイルホールロング」とハイスロングドリルの加工能率を比較した事例を図11に示す。被削材SUS304に対し、ドリル直径5.0mm、穴深さ100mm（通り穴、ガイド穴深さ10mm）の穴あけを従来の加工法ではハイスロングドリルを使用し、切削速度7m/min、送り量0.07mm/rev、水溶性切削油剤（外部給油）、1.5mmステップで行なっている。それに対し、「アクアドリルEXオイルホールロング」を使用し、切削速度70m/min、送り量0.1mm/rev、水溶性切削油剤（内部給油）、ノンステップで加工した事例である。

従来のハイスロングドリルでは低速条件でステップ加工が必要であるため、加工時間420秒かかっていたものに対し、「アクアドリルEXオイルホールロング」は高速条件でノンステップ加工が可能であるため、加工時間20秒で加工可能であり、400秒も加工時間を短縮することができ、生産性向上が期待できる。

（ハイスロングドリル）

寸法	: φ5.0
被削材	: SUS304
切削条件	: Vc=7m/min f=0.07mm/rev
穴深さ	: 100mm 貫通穴 1.5mmステップ
ガイド穴深さ	: 10mm
切削油剤	: 水溶性切削油剤 (外部給油)

（アクアドリルEXオイルホールロング）

寸法	: φ5.0
被削材	: SUS304
切削条件	: Vc=70m/min f=0.1mm/rev
穴深さ	: 100mm 貫通穴
ガイド穴深さ	: 10mm
切削油剤	: 水溶性切削油剤 (内部給油)

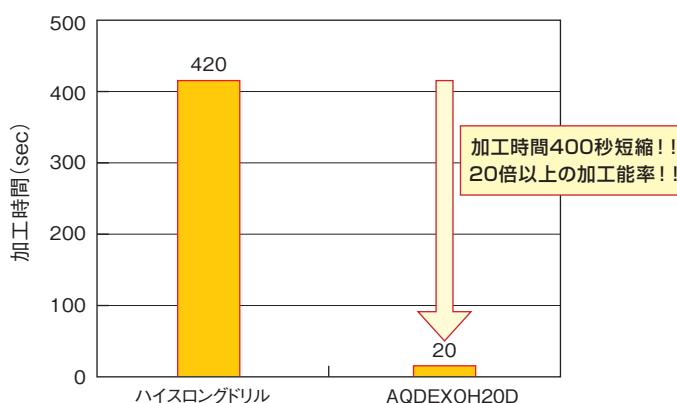


図11 「アクアドリルEXオイルホールロング」と
ハイスドリルの加工能率比較

4. 「アクアドリルEXオイルホールロング」の ラインナップ

「アクアドリルEXオイルホールロング」の寸法範囲はφ1～φ12で穴深さに応じて10D～30Dのラインナップを揃えている（図12）。ガイド穴用ドリルとして、「アクアドリルEXオイルホールパイロット」も各径に対応してラインナップしている。今後さらに寸法範囲を拡大し、様々な加工に適用しやすいラインナップをつくり上げていく。

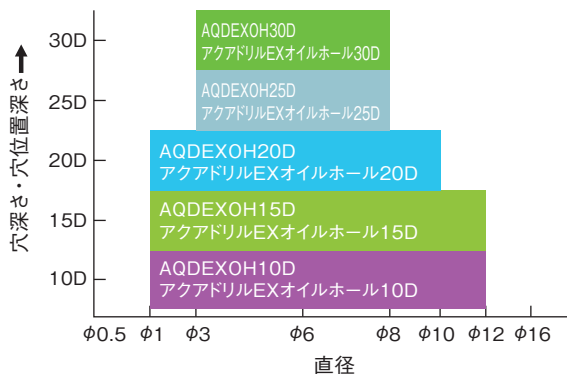


図12 「アクアドリルEXオイルホールロング」のラインナップ

5. 使用上の留意点

「アクアドリルEXオイルホールロング」を用いて、穴深さが10D以上の深穴を精度良く、安定的に加工するには、ガイド穴を事前に加工する必要があります。ガイド穴のない状態で深穴用ドリルを使用すると、ドリルの折損や異常摩耗、穴拡大、曲がりが増加される。

通常のガイド穴加工は、穴深さを $L/D=2\sim 3$ 、深穴用ドリルよりも+0.03mm程度大きい直径を選定する(ドリル直径が3mm未満の小径ドリルでは+0.015mm程度大きい直径のドリルを選定する)。ガイド穴は精度良く加工する必要があり、さらに先端角は深穴用ドリルより大きい角度のものを使用することで、深穴用ドリルの先端部から食い付きを防止することができ、より安定した加工が可能である。そのため、深穴用ドリルに合わせてガイド用のドリルを選定する必要があり、「アクアドリルEXオイルホールロング」では「アクアドリルEXオイルホールパイロット」を同時に使用していただきたい。

また、「アクアドリルEXオイルホールロング」をガイド穴に挿入するときや加工終了後の戻し時にも注意すべき点があります。図13を参照ください。

1. ガイド穴加工



ガイド穴を事前に加工してください。(穴深さ2~3D)
深穴加工用ドリルよりも+0.03mm大きい直径を選定してください。

2. 深穴加工 (ガイド穴に挿入)



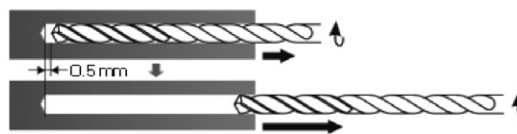
ガイド穴底手前2~3mmまで低速回転でガイド穴に挿入してください。
(回転数 500min⁻¹、送り速度 1,000mm/min 程度)

3. 深穴加工 (加工開始、完了)



通常の回転数、送り速度で加工をスタートさせてください。
通し穴で抜け際の衝撃が大きい場合には、送り速度を下げてください。(通常送り速度の1/2程度)

4. 深穴加工 (戻し)



加工終了後、回転数を下げてドリルを引き抜いてください。
(回転数 500min⁻¹、送り速度 2,000mm/min 程度)
止まり穴の場合、0.5mmほど手前に戻してから回転数を下げてください。

図13 使用上の留意点

6. 加工コスト低減

「アクアドリルEXオイルホールロング」は、炭素鋼から鋳鉄、ステンレス鋼にも加工が可能で、多様な被削材に高能率・長寿命加工ができ、生産性の向上、加工コストの低減を実現する商品で

ある。是非、一度「アクアドリルEXオイルホールロング」を使用して、その効果を実感していただきたい。