

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **30** B1
January/2016

マシニング事業

■ 新商品・適用事例紹介

安定ねじ加工を実現する

「SGタップシリーズ」

"SG TAP Series"

Stably Processing of Tapping

〈キーワード〉 長寿命・SGタップ・スパイラルタップ
ポイントタップ・アクアドリルEX3フルート
アクアドリルEXフラット・工程スルー

ラウンドツール製造所/タップ開発部

栗田 祐希 Yuki Kurita

要 旨

穴加工は切削加工プロセスのなかでも大きな割合を占めている。加工される穴は大きさ、深さ、形状などの種類も数多く、その中でも「めねじ」と呼ばれる穴内面にねじ山のある穴が約半数を占めている。「めねじ」の加工に使用される切削工具としてはタップが一般的である。タップによる加工においても、品質向上、低コスト化、生産性向上などの、お客様の多様なニーズに対応するため、長寿命、高品質、安定加工が要求されている。

NACHIは、これまでに穴加工スルーの考えを基本に、穴加工技術の提案を行ってきた。めねじを加工する工具として、汎用性が高く、安定加工、長寿命を実現する「SGタップシリーズ」(図1)を2015年に発売した。今後も汎用および用途別のシリーズを展開し、穴加工スルーの提案力を強化していく。

Abstract

The hole processing such as drilling and tapping takes up the majority of cutting processes. The holes for drilling and tapping come in various sizes, depths and shapes. Among them, a female screw that has threads inside the hole accounts for roughly a half of holes. Generally a tap is a cutting tool that is used for the tapping of a female screw. In tapping, a tapping tool with higher longevity and quality as well as stable tapping is required to satisfy various customer needs for improvement in quality, cost and productivity.

Based on a concept of the optimum hole processing, NACHI has been devising various hole processing technologies. This year, NACHI has launched the “SG TAP Series” that realize higher multi-purpose use, stable tapping with longevity for the tapping of female screws. NACHI will continue to develop a series of tapping tools for both multi-purpose and exclusive uses to enhance the concept of the optimum hole processing.

1. 「SGタップシリーズ」の特長

タップによるねじ加工は、仕上げ工程で加工されることが多く、高い安定性が求められる工具である。タップの使用上におけるトラブルは「タップの折損、欠け」「切りくずの絡みつき」「ねじ精度の不良」が挙げられる。これらは加工している時の切りくず詰まり・噛み込み、巻きつき、タップの摩耗などが主な原因とされている。

「SGタップシリーズ」は自社独自の高韌性な高級粉末ハイスの採用で、チッピングを防止し、TiCN系微細多層膜SGコーティングの適用により耐摩耗性を向上させた、最高峰の長寿命タップである。切れ刃、溝形状の最適化により、剛性と切りくず排出性を両立し、切削速度の変化による加工状態、切りくず形状の変動を抑制し、安定加工を実現している。

被削材は、一般鋼からステンレス鋼、アルミニウム合金まで広範に対応することが可能で、加工機械・切削条件を選ばず優れた性能を発揮できる。



図1 「SGタップシリーズ」



2. SGスパイラルタップの形状

スパイラルタップのねじ加工では、切れ刃で生成された切りくずが溝を通してタップの進行方向と逆方向に排出される。そのため、切りくずはネック部と下穴とのすきまに入り込みやすく、切りくずの噛み込みや絡みつきが大きな問題となる。SGスパイラルタップのネック形状を図2に示す。切りくずがネック部と下穴とのすきまに入り込まないようにネック径を下穴径に近づけ、太くしている。切りくずの伸びやすいSS400などにおいて、従来の細いネック径のものでは

切りくずの噛み込みにより寿命のばらつきが発生していたが、ネック径を太くすることで切りくずの噛み込みもなく、安定した加工を実現している。

また、切りくず排出性に優れた溝形状により、図3に示すような一般的に使用される切削速度15m/minから高速切削領域である50m/minまで広範な切削条件で加工でき、安定加工に加え、従来以上の高能率加工も可能である。

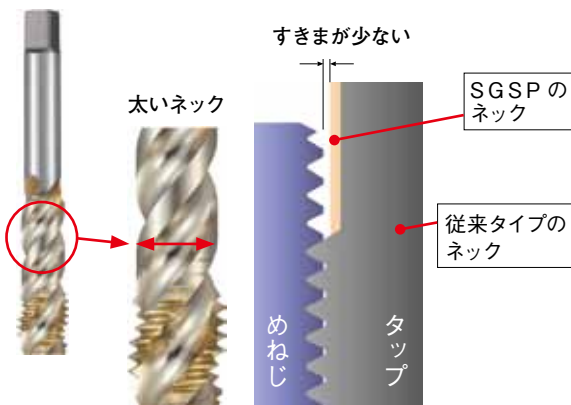


図2 SGスパイラルのネック形状

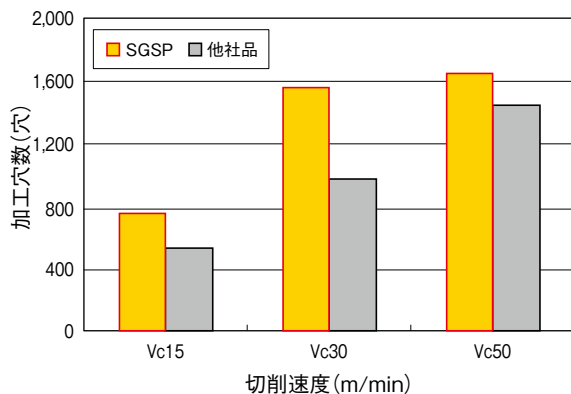


図3 切削速度と寿命比較

3. 「SGタップシリーズ」の材料とコーティング

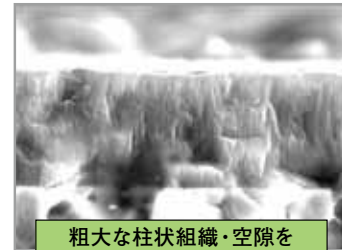
1) 材料

タップの材料は大きく分けて溶解ハイスと粉末ハイスに分類される。溶解ハイスの製法は、原料を電気炉などで溶解・鋳込みにより鋼塊を製造し、鍛造・圧延などしたものである。金属組織を構成する結晶の粒径は比較的粗いものとなる。これに対し粉末ハイスは、粉末冶金法によって製造され、結晶粒が微細で偏析が極めて少ない。さらに、溶解ハイスでは製造できない高合金化が可能であり耐摩耗性に優れ、靱性も高く疲労強度も高い材料といえる。「SGタップシリーズ」には高級粉末ハイスを採用し、安定した長寿命を達成している。

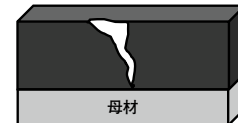
2) コーティング

「SGタップシリーズ」のコーティングには、耐摩耗性、そして耐溶着性を高めたTiCN系微細多層膜のSGコーティングを採用した。タップ用途に特化した緻密な膜質で、微細多層膜の採用により膜硬さを向上させ、亀裂の進展性を抑制する。図4にSGコーティングの膜断面写真を示す。

従来コート

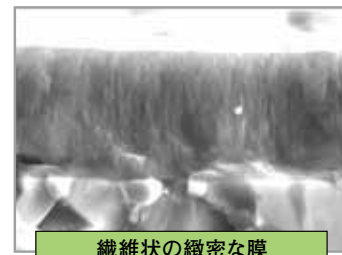


粗大な柱状組織・空隙を通してクラックが伝播しやすい



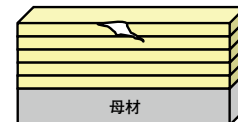
クラックが進展し 被膜を破壊

SGコート



繊維状の緻密な膜

TiCN系
微細多層膜



多層膜の境界部で クラックの伝播を抑制

図4 SGコーティング

4. 「SGタップシリーズ」のラインナップ

「SGタップシリーズ」のラインナップを以下に紹介し、シリーズの外観を図5に示す。

■ スパイラルタップシリーズ(主に止まり穴に使用)

- ・SGスパイラルタップ
寸法範囲:M2 ~ M24
- ・SGスパイラルタップ^{※1}ショートチャンファ
寸法範囲:M2 ~ M24

■ ポイントタップシリーズ(通り穴に使用)

- ・SGポイントタップ
寸法範囲:M1.4 ~ M24

SGスパイラルタップ
(主に止まり穴に使用)



寸法範囲:M2 ~ M24

SGポイントタップ
(通り穴に使用)



寸法範囲:M1.4 ~ M24

図5 SGタップ外観

5. タップ加工の問題点と対策

1) ねじの下穴径

ねじ加工において下穴の精度は、ねじ精度に大きな影響を与える要因の一つである。ねじの下穴径が著しく拡大すると、それに伴いねじの強度が確保できずに加工した製品が不良品となる。また、下穴径が小さすぎると、切削時の抵抗が大きく短寿命となり折損してしまう。一般的に下穴径は引っかけり率85%前後が用いられることが多く、めねじ内径の許容値内で適正に管理する必要がある。タップの寿命を考えると、下穴径は許容値内で可能な限り大きくした方が切削抵抗は減少し、摩耗も小さく抑えられるため、タップの寿命には有利に働く。ここで注意すべき点としては、引っかけり率を確保しても下穴が変形していると、ねじ加工時の切りくず厚みが安定せず、切りくずの絡みつきや突発的な折損が発生することである。例えば、M6×1のめねじを加工するため、下穴φ5.1狙いで加工した穴径と真円度の違いによるねじ加工時の切りくず形状を図6に示す。下穴の精度が悪い場合、スパイラルタップでは切りくず形状が不均一な状態となり、切りくず排出性が著しく低下し、噛み込みの原因となる。また、細い切りくずはタップに絡みつきやすく、連続して加工した場合に次々と切りくずを巻き込み、ワーク上面にキズを付けたり、最悪の場合は切りくずが排出できず加工不能に陥る。図6のように下穴精度を高めることでねじ加工におけるトラブルの要因を抑制でき、安定したタップ加工が可能となる。

	高性能超硬ドリル	汎用ハイスドリル
真円度	8.4 μm	84.6 μm
穴径	5.08mm	5.31mm
切りくず		

切りくずが分断され、切りくず厚みも不安定

図6 真円度・下穴径と切りくず形状

2) ポイントタップの欠け対策

ポイントタップは切りくずが進行方向に排出されるため、通り穴で使用されるタップである。スパイラルタップと比べ、本体剛性が高く、切りくずの排出性に優れているが、使用方法により「欠ける」「折れる」というトラブルが発生することがある。

例えば、「通り穴で使用するが、必要な有効長が穴深さの半分程度のため、タップを完全に通しきらない」という状態では、タップを穴の途中で逆転させることになり、欠け・折れ要因の一つとなる。ポイントタップは切れ刃である食付き部分が完全にワークから抜けると切りくずが切れ刃(タップ)から離れる仕組みになっている。完全に抜け切らないままタップを逆転させると、切りくずが切れ刃に残った状態で戻すことになり、切りくずの噛み込みが発生する。また、切れ刃がワークに食い込んだ状態で逆転させると、摩擦により大きな力が生じて欠けを発生させてしまう。

図7に被削材SUS304にM6×1を完全刃まで通した場合と途中で逆転した場合の切削抵抗を示す。食付き5山+完全刃2山までを通り穴加工した場合には逆転時のトルクの発生は小さい。一方、ワークの途中で逆転した場合にはワークに食い込んだ切れ刃を引き抜くために大きなトルクが発生している。ポイントタップで安定した加工を行なうためには、食付き部分が完全に抜けた加工が望ましい。

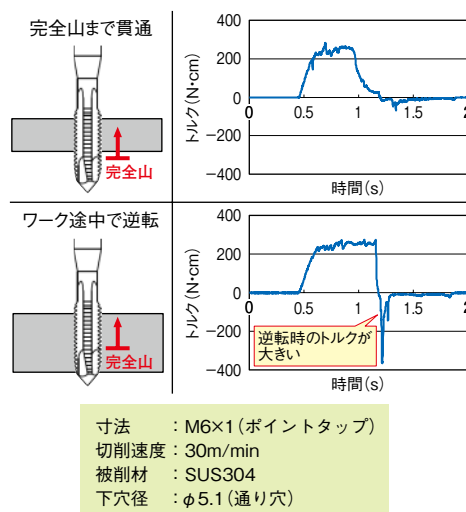


図7 ポイントタップの切削抵抗

6. 高機能・高性能ドリルとの組み合わせによる加工事例

1) ねじ有効長を最大限に確保する事例

(アクアドリルEXフラット+SGスパイラルタップ-1.5P)

止まり穴のねじ有効長は下穴の深さ、形状により左右される。図8にねじ加工における工程とねじ有効長を確保する事例を紹介する。一般的な先端角付のドリルで加工した場合は、先端角の部分までタップは加工できず、ねじ有効長は短くなる(例1)。とくに、薄肉の止まり穴のようにねじの有効長を確保したい場合には、ドリルで下穴加工した後にエンドミルで座ぐりを行なう必要がある(例2)。

アクアドリルEXフラットは180°(フラット)の先端角を持ち、傾斜面や曲面の穴加工の他に平坦な穴底の加工などが可能で、従来工法に対し能率を飛躍

的に向上することが可能なドリルである。このような穴にアクアドリルEXフラットを適用することで、従来のドリル→エンドミルの2工程を1工程へ集約することが可能となり、使用工具の縮減、加工能率の向上が可能である(例3)。また、食付き1.5Pのショートチャンファタイプを用いることで、さらにねじの有効長を伸ばすことができる(例4)。これまで加工が難しいとされてきた薄肉の止まり穴へのねじ加工が容易にでき、部品の軽量化やより自由度の高い設計が可能となる。



図8 ねじ有効長と工程短縮事例

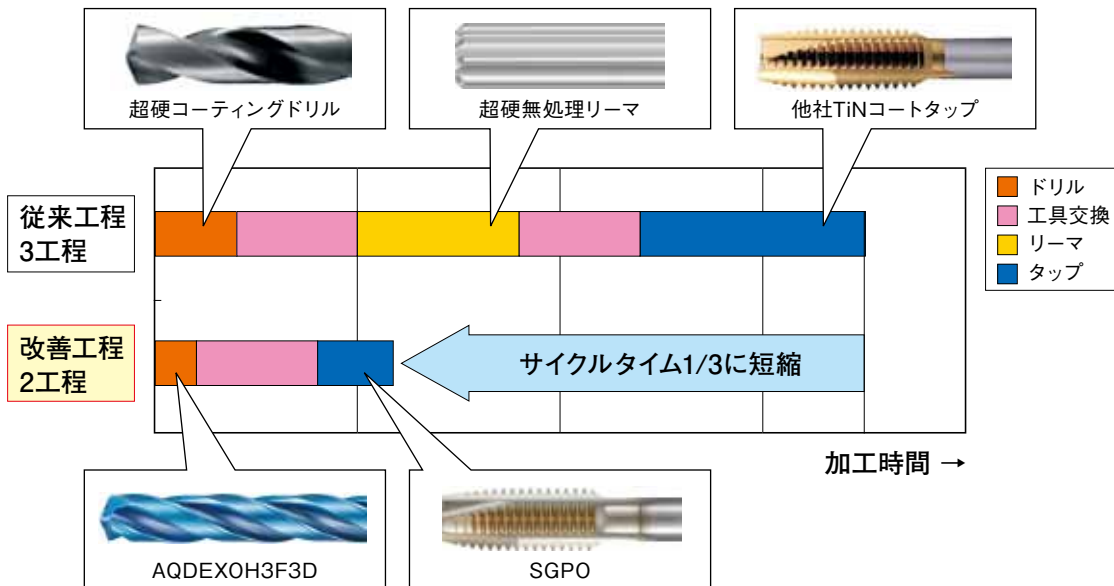
2) 高精度ねじ加工の事例

(アクアドリルEXオイルホール3フルート+SGポイントタップ)

アクアドリルEXオイルホール3フルートは切削バランスに優れた3枚刃と、求心性および切りくず排出性を高めた特殊切れ刃形状、溝形状の採用により、リーマ級の高精度な穴あけが可能なドリルである。このアクアドリルEXオイルホール3フルートを下穴に活用した事例を紹介する。

コンロッド穴加工において、タップの寿命が200～400穴/regと不安定であり、下穴精度も穴径： $\phi 5.6\text{mm}$ H8公差、位置精度： 0.022mm と要求精度が厳しいため、ドリル→リーマによる穴仕上げを行っていた。図9に工程改善の概要を示す。まず、下穴ドリ

ルにアクアドリルEXオイルホール3フルート3Dを使用することで、従来の2倍の加工能率が可能となり、また穴径もH8を確保できている。従来工程ではドリル→リーマ→タップの3工程が必要であったが、アクアドリルEX3フルート+タップの2工程へ工程短縮が可能である。さらにタップを他社TiNコートタップからSG(TiCN) コートを施したSGポイントタップに変更することで切削速度を従来の3倍とすることが可能であり、工程短縮とあわせてサイクルタイムを1/3に短縮でき、生産性向上、コスト低減に大きく寄与している。



[加工条件]

工程		使用工具	工具寸法	切削速度	送り速度
従来工程	I	他社超硬ドリル	$\phi 5.8$	80m/min	660m/min
	II	他社超硬リーマ	$\phi 6$	15m/min	96m/min
	III	他社TiNタップ	M6×1	10m/min	530m/min
改善工程	I	AQDEXOH3F3D	$\phi 6$	100m/min	1,280m/min
	II	SGPO	M6×1	30m/min	1,590m/min

図9 SGタップとAQDEXOH3F3Dによる工程短縮事例

7. おわりに

ねじ加工はタップだけではなく、その前後の工程も見直すことで寿命、能率の向上が可能となる。今回、下穴用ドリルとして紹介したフラットドリルや3フルードドリルなどの組み合わせにより、タップの高能率・安定加工が可能である。さらに生産効率向上およびコストダウンに寄与できる付加価値の高い工具を検討していただき、コストダウンの効果を是非とも多くの方々に実感していただきたい。

用語解説

- ※1 ショートチャンファ
食付き部の長さが通常の2.5Pより短く、1.5Pのタイプ。
食付き部はワーク側では不完全ねじ部となるため、短い方が同じ加工深さでも有効長が長くなる。