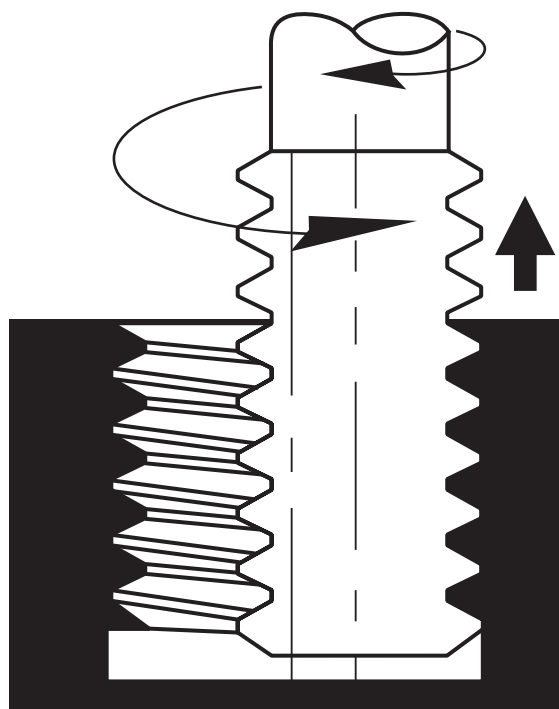


TECHNICAL
DATA



ねじ切りフライス
(プラネットカッタ®)



'12.04 改訂版

目 次

はじめに	1	5.2 切込量	
1. プラネットカッタシリーズ	2	5.3 切削方向	
1.1 特長		5.4 下穴	
1.2 各部の説明		5.5 加工時間	
2. 加工原理	3	5.5.1 プラネットカッタ、超硬プラネットカッタ	
2.1 WX-PNC、OT-SFT-PNGT、OT-PNGT、PNGT、 HY-PRO P、WX-ST-PNC、WXO-ST-PNC		5.5.2 HY-PRO P、HY-PRO P シングルポイント	
2.2 DR-PNAC、DR-O-PNAC		5.5.3 スーパープラネット	
2.3 WH-VM-PNC(一般被削材)、HY-PRO P		5.6 切削油剤の選定	
2.4 WH-VM-PNC(難削材)、 HY-PRO P シングルポイント		6. NCプログラム作成	14
3. 切削のしくみ	5	6.1 NCプログラムの考え方	
3.1 ねじ切りフライス工程		6.2 加工径と工具径の設定値	
3.2 めねじ断面と工具刃先の動き		6.3 主軸回転速度と送り速度の計算	
3.3 切削トルク		6.3.1 主軸回転速度	
3.4 切りくず		6.3.2 工具の送り(ねじ加工)	
3.5 仕上げ面		6.3.3 工具の送り(ドリル加工)	
4. 工具選定	7	6.4 NCプログラム例	
4.1 プラネットカッタの種類と選定のポイント		6.4.1 めねじ加工 ①	
4.1.1 超硬プラネットカッタ (OT-PNGT、OT-SFT-PNGT、WX-PNC、 WX-ST-PNC、WXO-ST-PNC、WH-VM-PNC)		6.4.2 めねじ加工(下穴加工付き)	
4.1.2 スーパープラネット (DR-PNAC、DR-O-PNAC)		6.4.3 おねじ加工	
4.1.3 ハイスプラネットカッタ(PNGT)		6.4.4 管用テーバめねじ加工	
4.1.4 インデキサブルプラネットカッタ (HY-PRO P、HY-PRO P シングルポイント)		6.4.5 めねじ加工 ②	
4.2 めねじ用工具とおねじ用工具		6.4.6 めねじ加工 ③	
4.2.1 メートルねじ用工具のねじ山形		7. ねじの寸法調整と工具径補正	22
4.2.2 管用ねじ用工具のねじ山形		7.1 ねじ切削の工具径補正	
4.3 工具径の選定		7.1.1 平行ねじの場合	
4.3.1 平行ねじ (WX-PNC、OT-SFT-PNGT、OT-PNGT、 PNGT、HY-PRO P シングルポイント、HY-PRO P)		7.1.2 管用テーバねじの場合	
4.3.2 メートルねじ(DR-PNAC、DR-O-PNAC)		7.2 めねじの狙い有効径	
4.3.3 管用ねじ (WX-PNC、OT-PNGT、PNGT、HY-PRO P)		8. 再研削	24
5. 切削条件	11	8.1 工具再研削の時期	
5.1 切削速度と送り量		8.2 再研削上の注意点	
5.1.1 切削速度		8.3 再研削の条件例	
5.1.2 送り量		8.4 再研削後の工具性能	
5.2 切込量		9. データ	26
5.3 切削方向		9.1 コード一覧表	
5.4 下穴		9.2 限界ねじプラグゲージ寸法表	
5.5 加工時間		9.3 切削データ	
5.5.1 プラネットカッタ、超硬プラネットカッタ		10. プラネットカッタシリーズのトラブル対策	28
5.5.2 HY-PRO P、HY-PRO P シングルポイント			
5.5.3 スーパープラネット			
5.6 切削油剤の選定			
6. NCプログラム作成	14		
6.1 NCプログラムの考え方			
6.2 加工径と工具径の設定値			
6.3 主軸回転速度と送り速度の計算			
6.3.1 主軸回転速度			
6.3.2 工具の送り(ねじ加工)			
6.3.3 工具の送り(ドリル加工)			
6.4 NCプログラム例			
6.4.1 めねじ加工 ①			
6.4.2 めねじ加工(下穴加工付き)			
6.4.3 おねじ加工			
6.4.4 管用テーバめねじ加工			
6.4.5 めねじ加工 ②			
6.4.6 めねじ加工 ③			
7. ねじの寸法調整と工具径補正	22		
7.1 ねじ切削の工具径補正			
7.1.1 平行ねじの場合			
7.1.2 管用テーバねじの場合			
7.2 めねじの狙い有効径			
8. 再研削	24		
8.1 工具再研削の時期			
8.2 再研削上の注意点			
8.3 再研削の条件例			
8.4 再研削後の工具性能			
9. データ	26		
9.1 コード一覧表			
9.2 限界ねじプラグゲージ寸法表			
9.3 切削データ			
10. プラネットカッタシリーズのトラブル対策	28		



はじめに

多品種少量生産、短納期が要求される現代にあって、マシニングセンタの占める役割はますます重要になってきました。工具に対してもマシニングセンタを有効に使うための様々な性能が要求されています。しかし、めねじ加工の分野では、タップ加工独自の切削機構が原因である突発的なトラブルにより、無人化、自動化への対応が遅れていました。

そこで、マシニングセンタの3軸同時ヘリカル補間機能でめねじ加工するねじ切りフライスが、タップ加工でのトラブルを解決し、無人化・自動化への方法として注目されるようになりました。

オーエスジーは他社に先駆け各種ねじ切りフライス工具を商品化したプラネットカッタシリーズを展開してきました。本冊子は、カタログには加えることのできなかつた基本的な内容や技術的な資料を盛り込み、より上手にプラネットカッタを使うための手助けとなる冊子としました。ご活用いただければ幸いです。



▲ WH-VM-PNC
小径 NC プラネットカッタ®



▲ WX-ST-PNC
スチール用
NC プラネットカッタ®



▲ WXS-ST-PNC
油穴付きスチール用
NC プラネットカッタ®



▲ WX-PNC
NC プラネットカッタ®



▲ OT-SFT-PNGT
スパイラル超硬プラネットカッタ®



▲ OT-PNGT
超硬プラネットカッタ®



▲ PNGT
MC-プラネットカッタ®



▲ HY-PRO P
ハイプロ プラネットカッタ®
シングルポイント
シリンダリカルシャンク



▲ HY-PRO P
ハイプロプラネットカッタ®
シングルポイント
シェル形



▲ HY-PRO P
ハイプロ プラネットカッタ®
ストレートシャンク形



▲ HY-PRO P
ハイプロプラネットカッタ®
シェル形



▲ DR-PNAC
スーパープラネット
▲ DR-O-PNAC
油穴付きスーパープラネット

1 プラネットカッタシリーズ

1.1 特長

- (1) 1本の工具で呼び径の異なる同一ピッチのねじや、インサートねじの加工が可能です。^(注) また、同じ工具で右ねじ、左ねじの加工が行えます。
- (2) 加工寸法の調整はNCで行うため、特殊精度のねじに対して即座に対応することが出来ます。精度ごとに工具をそろえる必要がないため、工具費の削減が可能です。
- (3) 切削機構はエンドミルの側面切削に似ており、大径ねじでもタップ加工に比べて小馬力の機械で加工が行えます。(機械剛性は十分である必要があります。)
- (4) 切りくずは、ミーリング加工であるため細かく分断されます。タップ加工のような長い切りくずが発生しないため、処理が容易でトラブルがない安定した加工が行えます。
- (5) 潤滑性で不水溶性に劣る水溶性切削油剤でも十分な切削性能を得ることが出来ます。
- (6) 加工したねじの不完全山が1山で、ミーリングチャックで工具を把握して加工するため深さ方向の精度に優れています。下穴に余裕のない止り穴加工に最適な工具です。^(注)
- (7) 管用テーパのねじ加工^(注)では、これまでのタップ加工で避けられなかったストップマークがなくなり、真円度も良くなるため、耐密性に優れたねじが加工できます。

(注) スーパープラネットは除きます。

1.2 各部の説明

プラネットカッタの中でも最も代表的なスパイラル溝のプラネットカッタを図1に示します。めねじを加工する工具ですが、プラネットカッタのねじ部にはタップのような食付き部はありません。また、プラネットカッタのねじ部はタップのねじ部のような螺旋状の

ねじになっていません。また、シャンクをミーリングチャックやコレットホルダで把持するため四角部はありません。

ねじ部の外径はエキセントリックレリーフになっていて、逃げがついています。

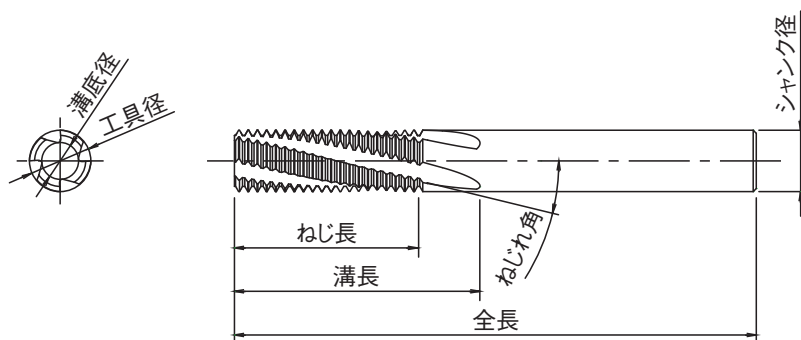


図1 各部の名称

2.3 WH-VM-PNC (一般被削材)、HY-PRO P

WH-VM-PNC は刃長が3ピッチのため、1回のヘリカル切削で加工できるのは最大で3ピッチになります。炭素鋼、アルミニウム合金、ステンレス鋼などの一般的な被削材を加工するときには、ねじの一番奥の3山を加工した後、プラネットカッタを穴の口元方向に3山移動させて更に3山加工する方法をとります。

HY-PRO P も同様にチップのねじ山分しか一度に加工できません。1回の加工でねじ立て長さが足りなかった場合は、工具を口元方向に移動させて数回に分けてねじを完成させます。

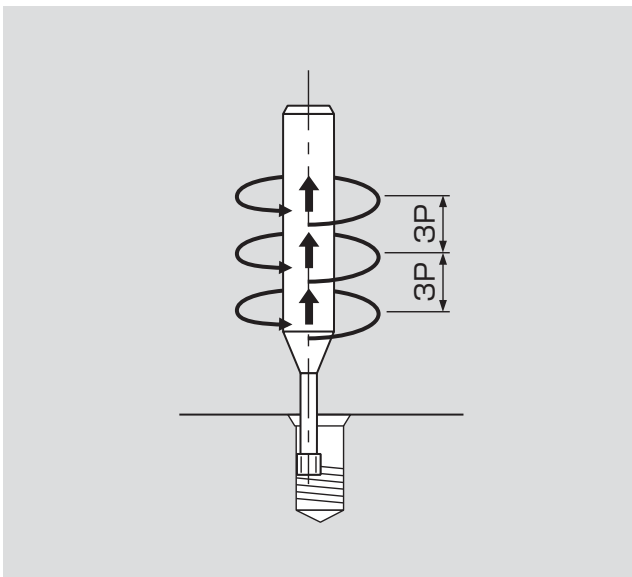


図4 WH-VM-PNC での加工方法 (一般被削材)

2.4 WH-VM-PNC (難削材)、HY-PRO P シングルポイント

WH-VM-PNCで耐熱合金のような難削材加工を行う場合には、切削負荷が大きいため切削方法で切削負荷を減らす方法をとります。ねじの奥を3山加工した後、そのまま1山ずつ穴の口元方向へ螺旋状の軌道を移動してねじを加工します。

HY-PRO P シングルポイントは、ねじ山が1山のため、ねじの奥1山を加工した後、そのまま1ピッチずつ螺旋状の軌道を移動してねじ加工します。

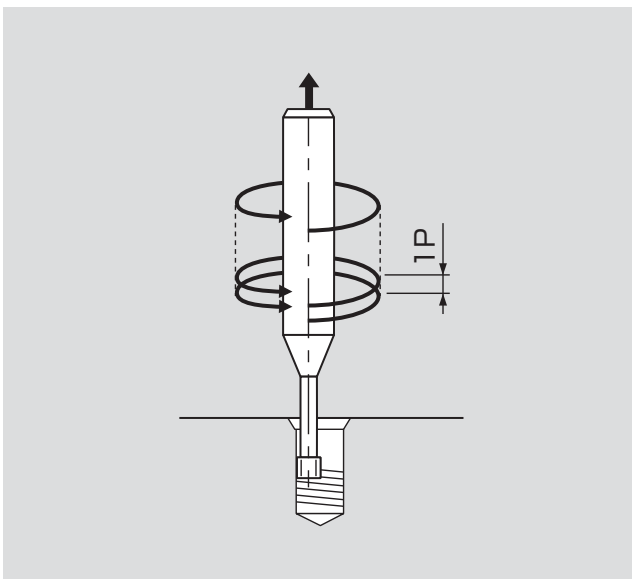
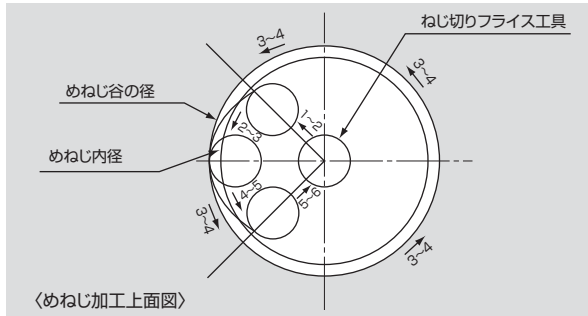


図5 WH-VM-PNC での加工方法 (難削材)

3 切削のしくみ

3.1 ねじ切りフライス工程



動作順序	動作内容
1～2	クリアランスを残しながら早送りで接近
2～3	アプローチ(ヘリカル切削しながら切り込む)
3～4	本切削(360°ヘリカル切削)
4～5	リリース(ヘリカル運動しながら切り離す)
5～6	中心まで早送りで戻る

図6 切削動作

理論的には本切削(360°ヘリカル切削)だけで下穴に挿入した工具の刃長とほぼ同じ長さのめねじを加工できます。しかし、実際には本切削の開始(終了)点を滑らかにするため、本切削前に円弧切削をしながら徐々に切り込むアプローチが必要になります。また、本切削終了後スムーズに工具を切り離すための

リリースも必要です。アプローチ、リリース共に過剰切削を避けるため、ねじのリードに沿って工具を送る必要があります。

加工精度と加工能率の点から図6のような円弧によるアプローチ、リリースを推奨しています。

3.2 めねじ断面と工具刃先の動き

プラネットカッタは、刃部にリードのないねじ山が付いた回転体として作用し、干渉を伴ってねじを切削します。図7にめねじのある断面におけるプラネットカッタのねじ部の動きを示します。干渉とは、めねじ断面よりも小さいプラネットカッタのねじ部が移動して、めねじ断面を形成することです。

干渉量は、加工径、工具径、めねじのリード、めねじのねじ山角度の4つの要素で決まります。加工径と工具径が近くなると干渉が大きくなる傾向があり、所定のめねじ形状を加工するためには、プラネットカッタのねじ部のねじ切り取り高さをより小さく設計する必要があります。

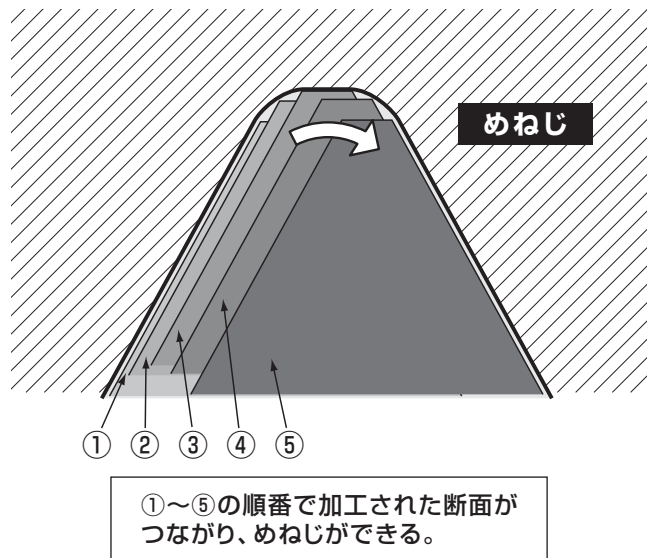


図7 めねじ断面と工具ねじ部の動き

3.3 切削トルク

フライス工具であるプラネットカッタは、タップよりも小さな切削トルクでねじ加工ができます。図8にタップとプラネットカッタでめねじを加工した時の切削トルクを示します。

大径めねじのタップ加工では、加工機の主軸トルク不足で加工中に主軸回転が停止する心配がありましたが、プラネットカッタの場合は、このような心配がほとんどありません。

※タップよりスラスト力が大きくなる場合があります。

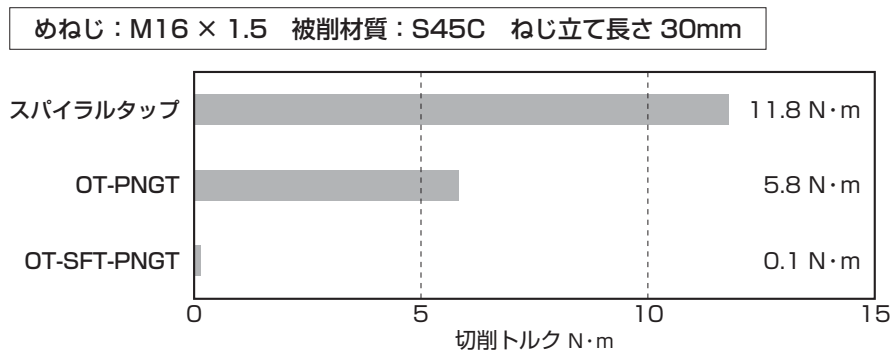


図8 切削トルクの違い

3.4 切りくず

プラネットカッタの切りくずは、被削材にかかわらず図9のような細かい切りくずになります。スパイラルタップの場合、軟鋼、炭素鋼、ステンレス鋼を加工すると図10のようなつながった切りくずになります。

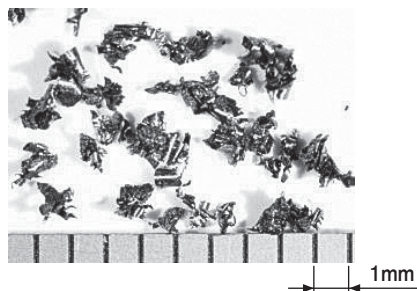


図9 プラネットカッタ切りくず

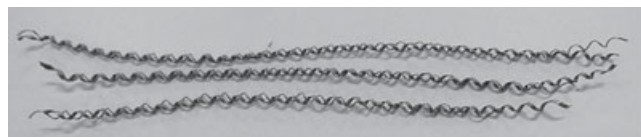


図10 スパイラルタップ切りくず

できます。管用テーパおねじと管用テーパめねじを嵌合した時に、このストップマークの段差により管の中を通る液体や気体が漏れることがあります。

プラネットカッタで加工した場合には、このストップマークができないため(図12)、管用テーパねじにはプラネットカッタが最適です。

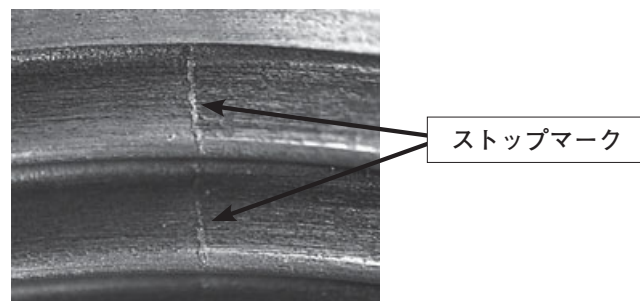


図11 タップによる加工

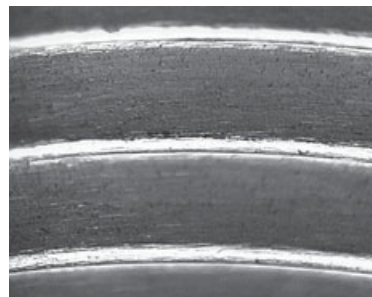


図12 プラネットカッタによる加工

3.5 仕上げ面

タップで管用テーパねじを加工すると図11のようなストップマークと呼ばれる段差がねじフランク面に

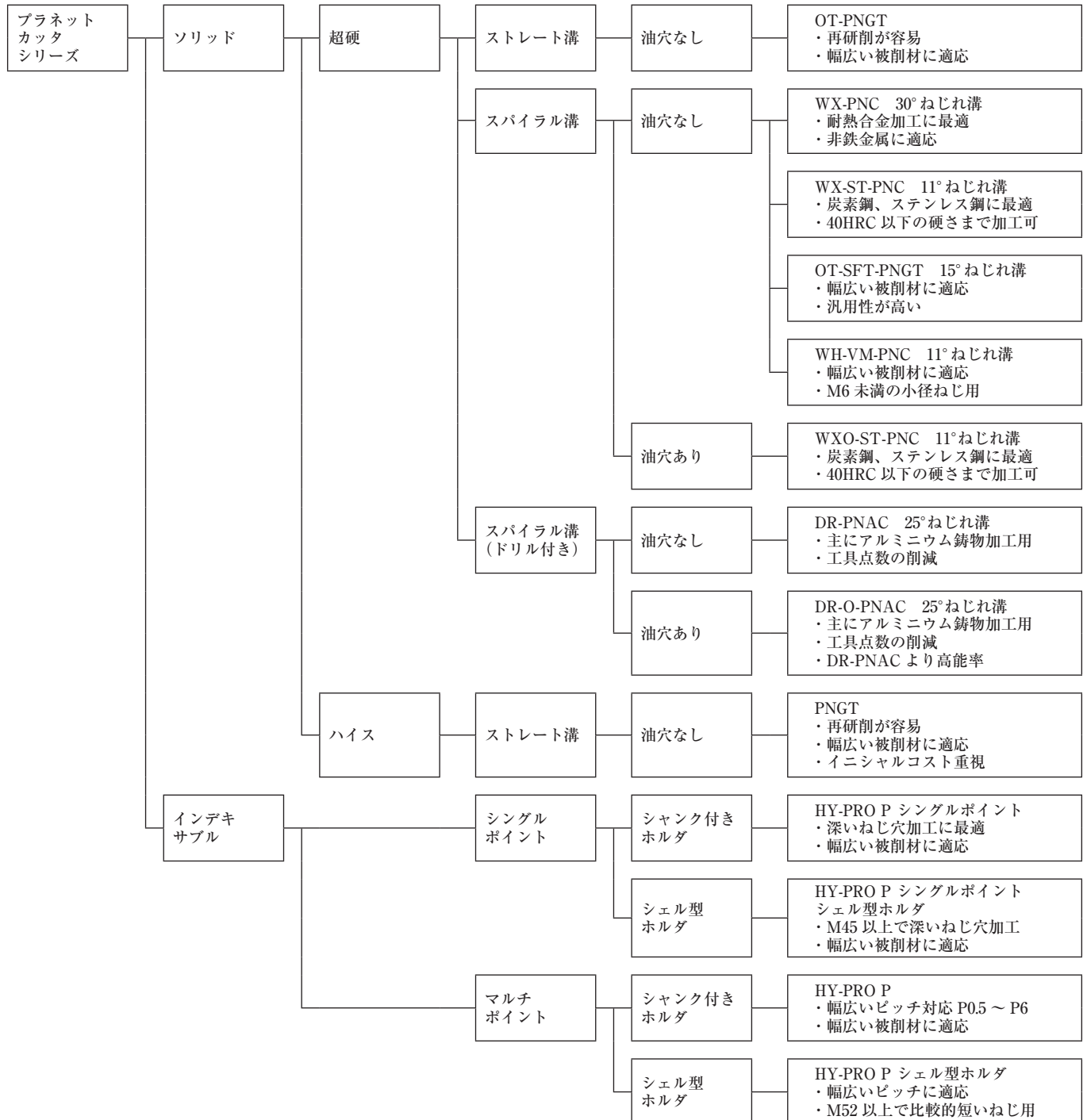
4 工具選定

目的に合った工具選定をすることがよりよい加工をする上で重要なポイントとなってきます。工具の機能や用途を十分理解した上で最適な工具を選定してください。

4.1 プラネットカッタの種類と選定のポイント

プラネットカッタは大きく分類して図13のように分類されます。それぞれの特長があるので目的に合った工具を選定してください。

図 13 プラネットカッタシリーズの種類と特長





4.1.1 超硬プラネットカッタ (OT-PNGT、 OT-SFT-PNGT、WX-PNC、WX-ST-PNC、 WXO-ST-PNC、WH-VM-PNC)

現在プラネットカッタの主流は超硬製のプラネットカッタです。近年では、加工能率の点からスパイラル溝の超硬プラネットカッタを選定するケースが増えていきます。ストレート溝のOT-PNGTは、再研削のしやすさから使い続けられていますが、単品の部品加工において、耐熱合金を除く幅広い被削材を加工する場合には、OT-SFT-PNGTを選び、被削材が絞られている場合には、被削材にあった超硬プラネットカッタを選定します。耐熱合金、非鉄金属には、WX-PNCが適しています。炭素鋼、45HRC以下の合金鋼、ステンレス鋼にはWX-ST-PNC、WXO-ST-PNCを推奨。WXO-ST-PNCは、油穴付きのため内部給油でねじ加工すると切りくずをかみ込む可能性が低く、安定した加工が可能です。M6未満の小径ねじ用は、WH-VM-PNCになります。ニッケル基合金、チタン合金などの耐熱合金加工にも適した仕様になっています。

4.1.2 スーパープラネット (DR-PNAC、 DR-O-PNAC)

下穴加工、面取り加工、ねじ加工を1本の工具でできるのが、スーパープラネットです。限られたマシンニングセンタの工具搭載本数内で、より多くの工程を加工したい時には有効な工具です。

スーパープラネットは便利な反面、加工できる被削材がアルミニウム鋳物、鋳鉄に限られてしまいます。

油穴付きのDR-O-PNACは内部給油で使うことでDR-PNACよりも加工能率を上げることができます。

4.1.3 ハイスプラネットカッタ (PNGT)

M16以上の大径のねじ加工で、加工時間よりもイニシャルコストを優先させたい場合には、ハイス製プラネットカッタを選定します。また、M34を超えるねじ加工では、超硬プラネットカッタには無い工具径(φ25、φ32)を選定することができます。ハイスプラネットカッタは、ストレート溝なので再研削を容易に行うことができます。

4.1.4 インデキサブルプラネットカッタ (HY-PRO P、 HY-PRO P シングルポイント)

加工数が少ない部品加工に向いています。1つのホルダでピッチが異なるインサートが使えます。非量産の部品でいろいろなピッチのねじを加工する可能性がある場合は、工具のイニシャルコストを低く抑えることができます。

ねじ立て長さが80mmを超えるねじ立ての場合は、HY-PRO P シングルポイントを選定します。HY-PRO P シングルポイントは、工具のねじ部にあるねじ山が1山で切削抵抗が小さいのが特長です。工具の突出しが長くても工具のたわみが少なく、高品位なねじ加工が可能です。

4.2 めねじ用工具とおねじ用工具

プラネットカッタは理論的にはおねじ・めねじの両方が加工できる工具です。しかし、実際にはねじ山形状の違いで、おねじ用工具、めねじ用工具、おねじ・

めねじ共用に分かれます。どのねじが加工できるのかは、カタログの適応ねじを参照ください。

4.2.1 メートルねじ用工具のねじ山形

図14 は、メートルねじ用プラネットカッタで、おねじ用工具、めねじ用工具のねじ山形がどのように違うのかをOT-PNGTを例に示しています。OT-PNGT以外の工具でも、おねじ、めねじは別々のねじ山形になっています。

おねじ用工具とめねじ用工具では、プラネットカッタのねじ山の山頂と谷の切り取り高さが違います。また、JIS規格ではおねじの谷はR形状が要求されるので、プラネットカッタのねじ山頂はR形状になっています。

適応ねじ	おねじ用工具	めねじ用工具
工具山形 (H=とがり山の高さ)		
工具表示	EXT	INT
ねじの山頂	R	平
ねじの谷底	平	平
製品区分	特殊製作	標準品

図 14 おねじ用とめねじ用工具の山形(メートルねじ)



4.2.2 管用ねじ用工具のねじ山形

図15は、管用ねじ用プラネットカッタのねじ山形を示しています。管用ねじ用プラネットカッタは、おね

じ・めねじ兼用の場合がほとんどです。

ねじ種類	R(PT)おねじ・Rc(PT)めねじ共用	Rp(PS)めねじ G(PF)おねじ・めねじ共用
工具山形 (H=とがり山の高さ)		
工具表示	Rc	Rp
ねじ山頂	R	R
ねじ谷	R	R
製品区分	標準品	標準品

図 15 おねじ用とめねじ用工具の山形(管用ねじ)

4.3 工具径の選定

4.3.1 平行ねじ(WX-PNC、OT-SFT-PNGT、

OT-PNGT、PNGT、HY-PRO Pシングルポイント、
HY-PRO P)

プラネットカッタでめねじを切削するときは剛性面から考えると、出来るだけ短く、太い径の工具を選択することが望まれます。しかし、工具径が太すぎると、切削時に起こる干渉により所定のめねじ山形が得られない場合があります。

通常、工具径は加工するめねじ径の80%以下の工具を使用します。工具により設定が異なるので、カタログを参照して、加工できる最小の加工径を確認してください。

4.3.2 メートルねじ(DR-PNAC、DR-O-PNAC)

スーパープラネットは加工できるめねじの呼びとピッチが工具ごとに決められています。カタログを参照してください。

4.3.3 管用ねじ(WX-PNC、OT-PNGT、PNGT、 HY-PRO P)

管用ねじを加工する場合は、工具ごとに適応するねじの種類と呼びが決められています。カタログを参照してください。

5 切削条件

5.1 切削速度と送り量

切削速度と送り量は、主として被削材質で適正条件を選択します。切削速度、送り量共に加工時間、工具寿命、加工精度に影響を及ぼす重要な要素といえます。

5.1.1 切削速度

一般的には軟質材、脆弱材に対しては切削速度を大きくし、硬質材、強じん材には切削速度を低くして加工します。また、要求される仕上面粗度や工具径によって調整が必要となってきます。

5.1.2 送り量

送り量も被削材により選定され、一刃当たり送り量が目安になります。被削材質が硬質材、強じん材の場合や、仕上面粗さが要求される場合は送り量を小さくし、軟質材、脆弱材に対しては送り量を大きくすることができます。しかし、送り量を大きくしすぎると、切削抵抗による工具のたわみのため、加工されたねじのテーパが大きくなることがあります。従って、工具径の小さい場合や、ピッチが比較的大きなねじを加工する時には、切削条件表の中でも小さめの送り量を選定します。

被削材のほかにもワーク剛性、加工機、工具の保持方法、あるいは工具の突き出し長さもねじの加工精度に影響を与えるため送り量を選定するときには注意が必要です。

5.2 切込量

炭素鋼・アルミニウム合金などの一般被削材を加工する場合、基本的には1パスでねじを仕上げます。しかし、次のような場合には、図17に示すように数パスでねじを加工します。

- ・一般被削材でもピッチ3以上のねじ加工の場合
- ・25HRC以上の調質鋼加工
- ・平行ねじでねじがテーパになる場合
(通りゲージがねじの途中までしか入らない)
- ・耐熱合金のような難削材

ねじがテーパになるのを補正する場合はゼロカットでも構いません。調質鋼や耐熱合金を加工する場合は、加工するねじの山の高さを等分する切込量で数パスの加工を行うとプラネットカッタの寿命を延ばすことができます。被削材ごとのおおよそのパス数を図16に示します。

被削材	パス数
一般被削材 (P3 未満)	1
調質鋼 チタン合金 一般被削材 (P3 以上)	2
インコネル	4

図 16 被削材とパス数

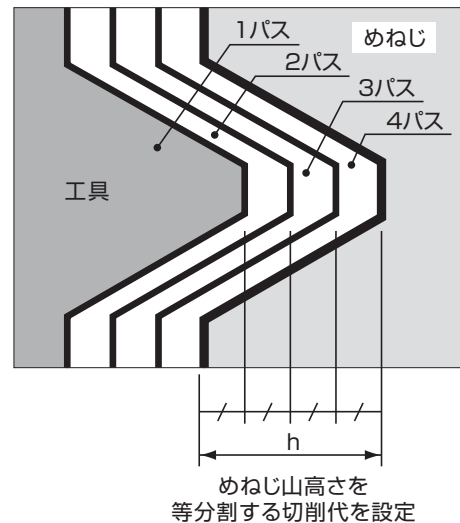


図 17 パスと切削代



5.3 切削方向

プラネットカッタは、エンドミル同様にアップカット・ダウンカットのどちらかの切削方向を選ぶことができますが、一般的には工具寿命が長くなるダウンカットが選ばれます。右ねじのダウンカットの場合、プラネットカッタはねじの奥から口元の方へ移動して加工します(P.3 図2 参照)。止り穴加工では、切りくずがねじの奥にたまることによる底づきを防ぐ効果もあります。

また、ダウンカット加工で平行めねじがテーパになる場合には、切削抵抗が小さいアップカットで加工することにより改善されることがあります。

5.4 下穴

ねじ加工をする前の下穴は、タップの推奨下穴径をそのまま使って問題ありません。

最小の下穴深さで加工したい場合は、アプローチ時のプラネットカッタの動きを工夫すれば、(ねじ立て長さ+1ピッチ)の下穴深さで加工することができます。

5.5 加工時間

加工時間は加工するねじ、工具、切削条件からおおよその値を算出することができます。実際の加工では加工機の性能(軸の加減速、指令値に対する軸の追従性)が加味されるため、計算値より多少長めになります。ヘリカル切削1回でねじを加工した場合の、加工時間の計算式を下記に示します。下記の計算式でアプローチ角(α)とリリース角(β)が正確に分からないときは、 $\alpha = 45$ 、 $\beta = 45$ を使うことでおおよその加工時間を求めます。

加工時間

$$\begin{aligned} T &= \pi (D - D_c) (1 + (\alpha + \beta) / 360) / V_f \text{ 分 (めねじ加工)} \\ &= \pi (D + D_c) (1 + (\alpha + \beta) / 360) / V_f \text{ 分 (おねじ加工)} \\ &= \pi D (1 + (\alpha + \beta) / 360) / (f \times z \times n) \text{ 分 (おねじ、めねじ加工)} \end{aligned}$$

D : 加工径 (mm)

Dc : 工具径 (mm)

α : アプローチ角 (°)

β : リリース角 (°)

Vf : 送り速度 (mm/min)

f : 送り量 (mm/t)

z : 工具溝数

n : 主軸回転速度 (min⁻¹)

5.5.1 プラネットカッタ、超硬プラネットカッタ

プラネットカッタでねじを加工した場合とタップで加工した場合の加工時間比較は、各々の切削条件、加工するねじ長さ、選定した工具で結果が異なってきます。

図18 は、低炭素鋼をハンドタップとプラネットカッタで切削した場合の、加工時間の比較です。切削速度が5m/minのタップ加工よりもプラネットカッタで速く加工するには、切削速度40m/min、送り速度0.05mm/t以上の加工条件を選定する必要があります。つまり、プラネットカッタで加工時間のメリットを出そうとすると切削速度、送り量共に大きくする必要があります。タップ加工でシンクロ機能が使えるM30以下の加工では、タップ加工の方が加工時間的に有利であることが容易に想像できます。これらのことは、低炭素鋼の加工に限らずアルミニウム合金や、鋳鉄を加工した場合でも同様の傾向を示すと考えられます。



工具	工具呼び	加工条件		加工時間（秒）			
		切削速度	送り	60	120	180	
ハンドタップ	M36×2	5m/min					
		10m/min					
プラネットカッタ	20×50(5溝)	20m/min	0.03mm/t				
			0.05mm/t				
		40m/min	0.03mm/t				
			0.05mm/t				
		60m/min	0.03mm/t				
			0.05mm/t				

図18 加工時間の比較 加工ねじサイズ:M36×2 ねじ立て長さ:45mm

5.5.2 HY-PRO P、HY-PRO Pシングルポイント

HY-PRO P、HY-PRO P シングルポイントでねじを加工する場合は、工具のねじ長よりも加工するねじ立て長さのほうが長い場合がほとんどです。所定のねじ長さのねじを加工するには、Z 軸方向に複数回分けてヘリカル切削します。つまり、その回数分、加工時間が延びることになります。ヘリカル切削1回分の加工時間(5.5 参照)にヘリカル切削を行った回数分を掛けると加工時間になります。

5.5.3 スーパープラネット

スーパープラネットの加工時間は、めねじの加工時間とドリルの加工時間を足すことで、おおよその加工時間が算出できます。スーパープラネットは、面取り工程もありますが、下穴加工中に面取り加工を行うため、計算上は加味する必要はありません。

スーパープラネットでは、ツールチェンジによる加工時間と面取り加工時間分を短縮できます。しかし、

5,000回転以上の回転速度でタップ加工が出来る場合は、各々の工程を専用工具で加工したほうが加工時間が短くなる場合もあります。

5.6 切削油剤の選定

切削油剤には主に潤滑・冷却・耐溶着作用があり、工具の寿命に大きな影響を与えます。また、切りくずを洗い流すという重要な役割を持っています。

プラネットカッタの場合は、どの被削材に対しても不水溶性切削油剤又はエマルジョン型水溶性切削油剤で加工することができます。

プラネットカッタは、タップほど切削油剤に潤滑性を求めません。例えば、タップでニッケル基合金にねじ加工する場合は、不水溶性切削油剤でないと加工できない場合があります。しかし、プラネットカッタの場合は、エマルジョン型水溶性切削油剤で十分加工することができます。



6 NCプログラム作成

6.1 NCプログラムの考え方

プラネットカッタでねじを加工するNCプログラムは大きく分けて下記の2つの方法があり、当社では2番目の方法を推奨しています。

①プラネットカッタの中心の軌跡を円弧補間で指令して、NCの工具径補正で加工するねじ有効径を微調整する。

②ねじの谷径の位置を円弧補間指令して、工具径補正にはプラネットカッタの工具径と加工するねじの有効径微調整分を足した値を入力する。

このほかにも、CAMで作られるNCプログラムでは円弧の軌跡を微小な直線に分割して直線補間で指令

する場合があります。この場合、ねじの寸法を変えるにはCAM上で加工したいねじの設定を変更して、再度NCプログラムの出力が必要なためとても煩雑な作業になります。

管用テーパねじ用プラネットカッタは、工具の先端とシャンク側とでは工具径が変わってきます。当社では、工具の先端を基準としてNCプログラムを作る方法を採用しています。工具の先端が加工する管用テーパねじの谷径を円弧補間で指令して、NCの工具径補正にはプラネットカッタ先端の工具径を入力します。

6.2 加工径と工具径の設定値

段取り時、最初の加工寸法を所定の寸法に出来るだけ近づける為には、NCプログラムを作成するときに計算に使用する加工径と、ねじ加工時にNCへ入力する工具径(工具径補正值)が重要になってきます。この2つの設定値の関係をまとめると図19になります。

しかし、実際に削られたねじの加工寸法は、工具の干渉による削りすぎ、工具の切れ味や、機械や工具の

剛性不足による寸法変化があるために、ねらいの有効径寸法と異なってきます。図19に基づいて段取りを行った場合でも、ねらいの有効径寸法と加工されたねじの有効径から計算した補正後の工具径(工具径補正)を再度NCへ入力して、有効径の調整を行う必要があります。

	NCに入力する工具径(工具径補正值)	NCプログラム作成時に使用する加工径
A	実測工具外径－ねらい有効径寸法許容差 ^(注)	めねじ谷径(基準寸法)
B	実測工具外径	めねじ谷径(基準寸法)＋ねらい有効径寸法許容差

図 19 工具径と加工径の関係(平行めねじ)

(注) ねらい有効径寸法許容差：めねじの基本有効径と狙いとする有効径寸法との差



6.3 主軸回転速度と送り速度の計算

加工条件を選定するときは、切削速度と一刀当たり（または、1回転当たり）の送り量を決めていました。しかし、NCプログラムを作成する場合はそれぞれ、主軸回転速度と工具の送り量を求める必要があります。

6.3.1 主軸回転速度

通常は、主軸の回転速度と工具の回転速度は同じであるため、下記の計算式で求めることが出来ます。倍速ホルダを使用する場合は、ホルダの倍率により主軸回転速度を変更する必要があるため注意してください。

$$n = \frac{1,000 \times Vc}{\pi \times Dc} \quad (\text{min}^{-1})$$

n : 回転速度 (min^{-1})
 Vc : 切削速度 (m/min)
 Dc : 工具径 (mm)

6.3.2 工具の送り(ねじ加工)

めねじ、おねじを加工する円弧切削の場合は、直線切削の送り速度に係数をかけて工具中心の送り速度を求めます。また係数の計算式は、おねじ切削とめねじ切削では異なります。下記に、直線切削時の送り速度にかける係数の計算式を含んだ円弧切削時の工具送り速度の計算式を示します。

$$Vf = \frac{f \times z \times n \times (D \pm Dc)}{D} \quad (\text{mm/min})$$

Vf : テーブル送り速度 (mm/min) z : 刃数
 D : 加工径 (mm) f : 送り量 (mm/t)
 Dc : 工具径 (mm) n : 回転速度 (min^{-1})
 (注) めねじの場合 : - おねじの場合 : +

6.3.3 工具の送り(ドリル加工)

スーパープラネットでは、工具先端のドリルで下穴加工を行うため、ドリル加工の送りも求める必要があります。計算式は次式になります。

$$Vf = fz \times n \quad (\text{mm/min})$$

Vf : 送り速度 (mm/min)
 fz : 1回転当りの送り量 (mm/rev)
 n : 回転速度 (min^{-1})

6.4 NCプログラム例

当社で推奨する加工法で、ねじ加工を行うNCプログラム例を掲載します。実際に利用される場合には、加工機やワーク形状、前後の加工に合ったNCプログラムへ変更して、利用される方の責任で使用してください。



こちらをクリック！



また、より快適にねじ切りフライスシリーズをお使い頂くために、ホームページから「NCプログラム作成ツール」をダウンロードして頂けます。

http://www.osg.co.jp/support/nc_program.html

NCプログラム作成ツールでNCプログラムを作成できるねじの種類

- 1 メートルねじ(おねじ、めねじ)
- 2 ユニファイねじ(おねじ、めねじ)
- 3 管用テーパねじ(おねじ、めねじ)
- 4 管用平行ねじ(おねじ、めねじ)

6.4.1 めねじ(右ねじ)加工①

WX-PNC、OT-SFT-PNGT、PNGT、OT-PNGT、HY-PRO P

1 変数

加工呼び径 :D (mm)
 めねじ内径 :D1 (mm)
 加工ねじ長さ :a (mm)
 ピッチ :P (mm)
 工具径 :Dc (mm)
 工具溝数 :z (溝)
 クリアランス :C (mm)
 リリース角 : β (°)
 切削速度 :Vc (m/min)
 送り量 :fz (mm/t)
 工具長補正No.10
 工具径補正No.20
 推奨リリース角:45°

2 計算式

#101 = 1000 × Vc / π / Dc
 # 1 = 180 / π × 2 × $\sin^{-1} \{ (D1 - 2C - Dc) / (D - Dc) \}$
 #106 = (D + Dc) / 4
 #103 = (D - Dc) / 4 - #106 × $\cos \{ \#1 \times \pi / 180 \}$
 #104 = -#106 × $\sin \{ \#1 \times \pi / 180 \}$
 # 2 = 180 / π × $\cos^{-1} \{ (D1 - 2C - Dc) / (D - Dc) \}$
 #102 = a + P × (1 + #2 / 360)
 #105 = D / 2
 #107 = a + P
 #108 = fz × z × #101 × (2 × #106 - Dc) / 2 / #106
 #109 = D / 2
 #110 = a
 #111 = fz × z × #101 × (D - Dc) / D
 # 3 = 180 / π × $\sin^{-1} \{ (D - Dc) / (D + Dc) \}$
 × $\sin \{ \beta \times \pi / 180 \}$
 #112 = (D - Dc) / 4 + #106 × $\cos \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
 #113 = #106 × $\sin \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
 #114 = #106
 #115 = a - P × $\beta / 360$

・ π は円周率です。
 ・三角関数はラジアンで計算しています。

3 NCプログラム

メインプログラム例

```
O1000
G92 X0 Y0 Z100.0
G90 G00 X0 Y0 S#101 M03
G43 Z5.0 H10 M08
Z-#102
G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X#105 Y0 R#106 Z-#107 F#108
I-#109 J0 Z-#110 F#111
X#112 Y#113 R#114 Z-#115
G01 G40 X0 Y0 F1000 M09
G00 Z100.0 G49 M05
M30
```

サブプログラム例

```
O2000
G90 G00 Z-#102
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z (#102-#107) F#108
I-#105 J0 Z(#107-#110) F#111
X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
G90 G00 Z5.0
M99
```

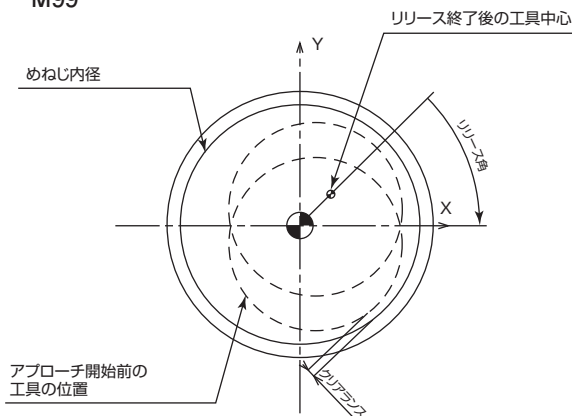


図 20 めねじ加工図

*メイン・プログラム例は、X0、Y0の座標に1穴加工する例です。
 *サブ・プログラムは主軸を回転させ、加工の中心座標（X、Y）・ワーク上部端面（Z）より5mmの位置へ軸移動を終えてから呼び出して下さい。
 *プログラムの実行の際には、ドライラン等で十分確認をしてください。



6.4.2 めねじ(右ねじ)加工(下穴加工付き) DR-PNAC、DR-O-PNAC

スーパーブラネットではめねじと下穴加工の両方の条件設定が必要になります。

1 変数

加工呼び径 : D (mm)
めねじ内径 : D1 (mm)
加工長さ : Hd (mm)
ピッチ : P (mm)
工具径 : Dc (mm)
工具溝数 : z (溝)
クリアランス : C (mm)
リリース角 : β (°)
切削速度 : V (m/min)
送り量 : fz (mm/t)
ドリル送り : f (mm/rev)
 $C = (D - Dc) / 2$
工具長補正No.10
工具径補正No.20
推奨リリース角: 45°

2 計算式

#101 = $1000 \times V / \pi / D1$
1 = $2 \times \sin^{-1} \{ (D1 - 2 \times C - Dc) / (D - Dc) \} \times 180 / \pi$
#106 = $(D + Dc) / 4$
#103 = $(D - Dc) / 4 - \#106 \times \cos(\#1 \times \pi / 180)$
#104 = $\#106 \times \sin(\#1 \times \pi / 180)$
2 = $\cos^{-1} \{ (D1 - 2 \times C - Dc) / (D - Dc) \} \times 180 / \pi$
#102 = Hd
#105 = D/2
#107 = Hd - 1.75 × P
#108 = fz × Z × #101 × (2 × #106 - Dc) / 2 / #106
#109 = D/2
#110 = #107 + P
#111 = fz × Z × #101 × (D - Dc) / D
3 = $\sin^{-1} \{ (D - Dc) / (D + Dc) \times \sin(\beta \times \pi / 180) \} \times 180 / \pi$
#112 = $(D - Dc) / 4 + \#106 \times \cos \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
#113 = $-\#106 \times \sin \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
#114 = $(D + Dc) / 4$
#115 = #110 + P × $\beta / 360$

・ π は円周率です。
・三角関数はラジアンで計算しています。

3 NCプログラム

メインプログラム例

```
O1000
G92 X0 Y0 Z100.0
G90 G00 X0 Y0 S#101 M03
G43 Z5.0 H12 M08
G01 Z-#102 F(#101×f)
G00 Z[ {2+ (#2-90)/360} × P-#102]
G17 G01 G42 X#103 Y#104 D20 F#108
G02 X#105 Y0 R#106 Z-#107
I-#109 J0 Z-#110 F#111
X#112 Y#113 R#114 Z-#115
G01 G40 X0 Y0 F1000 M09
G00 Z100.0 G49 M05
M30
```

サブプログラム例

```
O2000
G90 G01 Z-#102 F(#101×f)
G00 Z[ {2+ (#2-90)/360} × P-#102]
G91 G17 G01 G42 X#103 Y#104 D20 F#108
G02 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z- $\alpha/360 \times P$ 
I-#105 J0 Z(#107-#110) F#111
X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
G90 G00 Z5.0
M99
```

・内部給油で使用する場合はM08のかわりに内部給油に相当するコードを追加してください。

*メイン・プログラム例は、X0、Y0の座標に1穴加工する例です。
*サブ・プログラムは主軸を回転させ、加工の中心座標(X、Y)・ワーク上部端面(Z)より5mmの位置へ軸移動を終えてから呼び出して下さい。
*プログラムの実行の際には、ドライラン等で十分確認をしてください。

6.4.3 おねじ(右ねじ)加工

WX-PNC、OT-SFT-PNGT、PNGT、OT-PNGT、HY-PRO P

1 変数

加工呼び径 : D (mm)
 おねじ谷径 : D1 (mm)
 加工ねじ長さ : aa (mm)
 ピッチ : P (mm)
 工具径 : Dc (mm)
 工具溝数 : z (溝)
 クリアランス : C (mm)
 アプローチ角 : α (°)
 リリース角 : β (°)
 切削速度 : V (m/min)
 送り量 : fz (mm/t)
 工具長補正No.10
 工具径補正No.20
 推奨アプローチ角・リリース角: 45°

$$D1 = D - 1.2269 \times P \left(\begin{array}{l} \text{メートル} \\ \text{ユニファイ} \end{array} \text{ねじの場合} \right)$$

2 計算式

#101 = D/2 + 50
 #102 = 1000 × V / π / Dc
 #103 = aa - P × α / 360
 #106 = D1/2
 # 1 = (D/2 + C) × cos($\alpha \times \pi$ / 180)
 # 2 = (D/2 + C) × sin($\alpha \times \pi$ / 180)
 # 3 = tan⁻¹{#2 / (#106 - #1)} × 180 / π
 #107 = 0.5 × [(D1/2 - #1)² + #2²] / cos(#3 × π / 180)
 # 4 = {(#107 + Dc/2)² - (D/2 + Dc/2 + C)² - (#107 - D1/2)²} / {2 × (#107 - D1/2)}
 # 5 = [(D/2 + Dc/2 + C)² - #4²]
 # 6 = tan⁻¹{#5 / (#107 - D1/2 + #4)} × 180 / π
 #104 = #4 - 0.5 × Dc × cos(#6 × π / 180)
 #105 = #5 - 0.5 × Dc × sin(#6 × π / 180)
 #108 = aa
 #109 = fz × z × #102 × (#107 + d/2) / #107
 #110 = L + P
 #111 = fz × z × #102 × (D + Dc) / D
 #112 = (D/2 + C) × cos($\beta \times \pi$ / 180)
 #113 = (D/2 + C) × sin($\beta \times \pi$ / 180)
 # 7 = tan⁻¹{#113 / (D1/2 - #112)} × 180 / π
 #114 = [(D1/2 - #112)² + #113²] / 2 / cos(#7 × π / 180)
 #115 = aa + P × (1 + β / 360)

・ π は円周率です。
 ・三角関数はラジアンで計算しています。

3 NCプログラム

メインプログラム例

```
O1000
G92 X0 Y0 Z100.0
G90 G00 X#101 Y0 S#102 M03
G43 Z5.0 H10 M08
Z-#103
G17 G01 G41 X#104 Y#105 D20 F500
G02 X#106 Y0 R#107 Z-#108 F#109
I-#106 J0 Z-#110 F#111
X#112 Y-#113 R#114 Z-#115
G01 G40 X#101 Y0 F1000 M09
G00 Z100.0 G49 M05
X0 Y0
M30
```

サブプログラム例

```
O2000
G91 G00 X#101
Z- (#103+5)
G17 G01 G41 X(#104-#101) Y#105 D20 F500
G02 X(#106-#104) Y-#105 R#107 Z-(#108-#103) F#109
I-#106 J0 Z-(#110-#108) F#111
X(#112-#106) Y-#113 R#114 Z-(#115-#110)
G01 G40 X(#101-#112) Y#113 F1000
G90 G00 Z5.0
G91 X-#101
M99
```

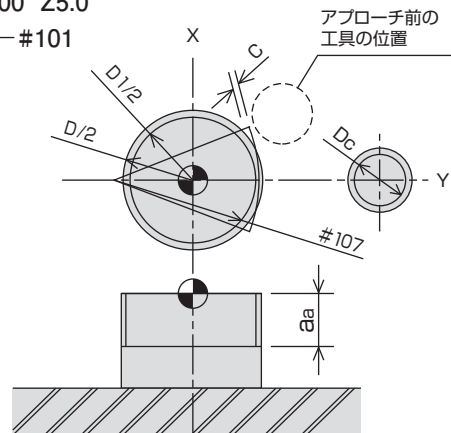


図21 おねじ加工図

*メイン・プログラム例は、X0、Y0の座標に1穴加工する例です。
 *サブ・プログラムは主軸を回転させ、加工の中心座標(X、Y)・ワーク上部端面(Z)より5mmの位置へ軸移動を終えてから呼び出して下さい。
 *プログラムの実行の際には、ドライラン等で十分確認をしてください。



6.4.4 管用テーパめねじ(右ねじ)加工 WX-PNC、PNGT、OT-PNGT、HY-PRO P

管用テーパめねじではねじ部がテーパになっているため、本来の工具の軌跡はアルキメデス曲線になります。しかし、ここではアルキメデス曲線を4つのブロックに分割して近似Rでヘリカル切削を行い管用テーパめねじを加工します。

1 条件

基準谷径	:D (mm)	リリース角	: β (°)
めねじ下穴径	:D1 (mm)	切削速度	: V (m/min)
ねじピッチ	:P (mm)	送り量	: fz (mm/t)
加工長さ	:Hd (mm)	工具小端側谷径	:D1s= D- Hd/16
工具呼び径	:Dc (mm)	工具小端側外径	:TD= Dc- ℓ /16
工具刃長	: ℓ (mm)	工具長補正 No.10	
工具溝数	:z (溝)	工具径補正 No.20	
クリアランス	:C (mm)	推奨リリース角	: 45°

```
#114 = fz × z × #101 × (#112 - TD/2) / #112
#115 = - (#105 + P/64)
#117 = #105 + 3 × P/256
#118 = Hd + P/2
#120 = - (#105 + 3 × P/128)
#121 = #105 + 5 × P/256
#122 = Hd + P/4
#123 = D1s/2
#125 = #105 + 7 × P/256
#126 = Hd
# 3 = 180 / π × sin-1 {(D1s - TD) × sin(β × π / 180) / (D1s + TD)}
#127 = (D1s - TD) / 4 + (D1s + TD) / 4 × cos {(#3 + β) × π / 180}
#128 = (D1s + TD) / 4 × sin {(#3 + β) × π / 180}
#129 = (D1s + TD) / 4
#130 = Hd - P × β / 360
```

図22 管用テーパねじ 参考値

JIS0203				推奨 下穴径
呼び	山数	基準径 谷の径	有効ねじ部 長さ(最小)	
R 3/8	19	16.662	9.7	14.4
R 1/2	14	20.955	12.7	18
R 3/4	14	26.441	14.1	23
R 1	11	33.249	16.2	29
R 1 1/4	11	41.910	18.5	38
R 1 1/2	11	47.803	18.5	44
R 2	11	59.614	22.8	55

※推奨下穴径は、ワーク端面にめねじの基準位置があるとき、有効ねじ部の小径位置の山頂1山が不完全山になるのを許される場合のストレート穴の推奨値である。

図23 管用テーパねじ(NPT) 参考値

呼び	山数	基準径 外径	推奨 下穴径
1/16	27	7.770	0.242 (6.15)
1/8	27	10.117	0.332 (8.43)
1/4	18	13.426	0.438 (11.13)
3/8	18	16.866	0.562 (14.27)
1/2	14	20.980	0.703 (17.86)
3/4	14	26.325	0.906 (23.01)
1	11 1/2	32.943	1.141 (28.98)
1 1/4	11 1/2	41.689	1.484 (37.69)
1 1/2	11 1/2	47.760	1.719 (43.66)
2	11 1/2	59.797	2.188 (55.58)

2 計算式

```
#101 = 1000 × V / π / TD
# 1 = 360 / π × sin-1 [(D1/4 - {C + (Hd + P)/32} / 2 - TD/4) / (#107 - TD/2)]
#103 = (D1s - P/16) / 2 - #107 × {1 + cos(#1 × π / 180)}
#104 = - #107 × sin(#1 × π / 180)
# 2 = 180 / π × cos-1 [(D1 - 2 × {C + (Hd + P)/32} - TD) / {(D1s - P/16) - TD}]
#102 = Hd + P × (1 + #2/360)
#105 = D1s/2 - P/32
#107 = (D1s - P/16 + TD) / 4
#108 = Hd + P
#109 = fz × z × #101 × (#107 - TD/2) / #107
#111 = #105 + P/128
#112 = #105 + P/256
#113 = Hd + 3 × P/4
```

3 NCプログラム(工具の小端側外径基準のNCプログラム) メインプログラム例

```
O1000
G92 X0 Y0 Z100.0
G90 G00 X0 Y0 S#101 M03
G43 Z5.0 H10 M08
Z-#102
G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X#105 Y0 R#107 Z-#108 F#109
X0 Y#111 R#112 Z-#113 F#114
X#115 Y0 R#117 Z-#118
X0 Y#120 R#121 Z-#122
X#123 Y0 R#125 Z-#126
X#127 Y#128 R#129 Z-#130
G01 G40 X0 Y0 F1000 M09
G00 Z100.0 G49 M05
M30
```

サブプログラム例

```
O2000
G90 G00 Z-#102
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#107 Z(#102-#108)
F#109
X-#105 Y#111 R#112 Z(#108-#113) F#114
X#115 Y-#111 R#117 Z(#113-#118)
X-#115 Y#120 R#121 Z(#118-#122)
X#123 Y-#120 R#125 Z(#122-#126)
X(#127-#123) Y#128 R#129 Z(#126-#130)
G01 G40 X-#127 Y-#128 F1000
G90 G00 Z5.0
M99
・HY-PRO Pで左勝手ホルダを使用する場合は主軸を逆転(M03をM04へ変更)して使用してください。
```

*メイン・プログラム例は、X0、Y0の座標に1穴加工する例です。
*サブ・プログラムは主軸を回転させ、加工の中心座標(X、Y)・ワーク上部端面(Z)より5mmの位置へ軸移動を終えてから呼び出して下さい。
*プログラムの実行の際には、ドライラン等で十分確認をしてください。

6.4.5 めねじ(右ねじ)加工②

WH-VM-PNC (難削材)、HY-PRO P シングルポイント

1 変数

加工呼び径 : D (mm)
 めねじ内径 : D1 (mm)
 加工ねじ長さ : a (mm)
 ピッチ : P (mm)
 工具径 : Dc (mm)
 工具溝数 : z (溝)
 クリアランス : C (mm)
 リリース角 : β (°)
 切削速度 : V (m/min)
 送り量 : fz (mm/t)
 工具長補正No.10
 工具径補正No.20
 推奨リリース角: 45°

2 計算式

#101 = $1000 \times V / \pi / Dc$
 # 1 = $180 / \pi \times 2 \times \sin^{-1} \{ (D1 - 2C - Dc) / (D - Dc) \}$
 #106 = $(D + Dc) / 4$
 #103 = $(D - Dc) / 4 - \#106 \times \cos(\#1 \times \pi / 180)$
 #104 = $-\#106 \times \sin(\#1 \times \pi / 180)$
 # 2 = $180 / \pi \times \cos^{-1} \{ (D1 - 2C - Dc) / (D - Dc) \}$
 #102 = $a + P \times (1 + \#2 / 360)$
 #105 = $D / 2$
 #107 = $a + P$
 #108 = $fz \times z \times \#101 \times (2 \times \#106 - Dc) / 2 / \#106$
 #109 = $D / 2$
 #110 = a
 #111 = $fz \times z \times \#101 \times (D - Dc) / D$
 # 3 = $180 / \pi \times \sin^{-1} \{ (D - Dc) / (D + Dc) \}$
 $\times \sin(\beta \times \pi / 180)$
 #112 = $(D - Dc) / 4 + \#106 \times \cos \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
 #113 = $\#106 \times \sin \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
 #114 = #106
 #115 = $a - P \times \beta / 360 - P \times (N - 1)$
 #116 = P
 #117 = $FUP(0.3 + a) / P$

・ π は円周率です。
 ・三角関数はラジアンで計算しています。

3 NCプログラム

メインプログラム例

```
O1000
G92 X0 Y0 Z100.0
G90 G00 X0 Y0 S#101 M03
G43 Z5.0 H10 M08
Z-#102
G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X#105 Y0 R#106 Z-#107 F#108
I-#109 J0 Z-#110 F#111
I-#109 J0 Z(#116-#110)
I-#109 J0 Z(#116*2-#110)
.
.
.
I-#109 J0 Z(#116*(#117-2)-#110)
I-#109 J0 Z(#116*(#117-1)-#110)
```

} N回繰り返す

```
X#112 Y#113 R#114 Z-#115
G01 G40 X0 Y0 F100 M09
G00 Z100.0 G49 M05
M30
```

サブプログラム例

```
G90 G00 Z-#102
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z(#102-#107) F#108
I-#105 J0 Z#116 F#111
I-#105 J0 Z#116
.
.
.
I-#105 J0 Z#116
I-#105 J0 Z#116
X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
G90 G00 Z5.0
M99
```

} N回繰り返す

*メイン・プログラム例は、X0、Y0の座標に1穴加工する例です。
 *サブ・プログラムは主軸を回転させ、加工の中心座標(X、Y)・ワーク上部端面(Z)より5mmの位置へ軸移動を終えてから呼び出して下さい。
 *プログラムの実行の際には、ドライラン等で十分確認をしてください。

6.4.6 めねじ(右ねじ)加工③ WH-VM-PNC(一般被削材)

1 変数

加工呼び径 : D (mm)
めねじ内径 : D1 (mm)
加工ねじ長さ : a_a (mm)
ピッチ : P (mm)
工具径 : Dc (mm)
工具溝数 : z (溝)
クリアランス : C (mm)
リリース角 : β (°)
切削速度 : V (m/min)
送り量 : fz (mm/t)
工具長補正No.10
工具径補正No.20
推奨リリース角: 45°

2 計算式

$\#101 = 1000 \times V / \pi / Dc$
 $\#1 = 180 / \pi \times 2 \times \sin^{-1} \{ (D1 - 2C - Dc) / (D - Dc) \}$
 $\#106 = (D + Dc) / 4$
 $\#103 = (D - Dc) / 4 - \#106 \times \cos(\#1 \times \pi / 180)$
 $\#104 = -\#106 \times \sin(\#1 \times \pi / 180)$
 $\#2 = 180 / \pi \times \cos^{-1} \{ (D1 - 2C - Dc) / (D - Dc) \}$
 $\#102 = a_a + P \times (1 + \#2 / 360)$
 $\#105 = D / 2$
 $\#107 = a_a + P$
 $\#108 = fz \times z \times \#101 \times (2 \times \#106 - Dc) / 2 / \#106$
 $\#109 = D / 2$
 $\#110 = a_a$
 $\#111 = fz \times z \times \#101 \times (D - Dc) / D$
 $\#3 = 180 / \pi \times \sin^{-1} \{ (D - Dc) / (D + Dc) \}$
 $\times \sin(\beta \times \pi / 180)$
 $\#112 = (D - Dc) / 4 + \#106 \times \cos \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
 $\#113 = \#106 \times \sin \{ (\#3 + \beta) \times \pi / 180 \}$
 $\#114 = \#106$
 $\#115 = a_a - P \times \beta / 360$
 $\#116 = P \times 3$
 $\#117 = FUP(0.3 + a_a) / \#116$

・ π は円周率です。
・三角関数はラジアンで計算しています。

3 NCプログラム

サブプログラム例

```
G90 G00 Z-#102 ... ①
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z(#102-#107) F#108
      I-#105 J0 Z#116 F#111
      X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
G90 G00 Z(#116-#102)
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z(#102-#107) F#108
      I-#105 J0 Z#116 F#111
      X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
      .
      .
      .
      .
G90 G00 Z(#116*(#117-2)-#102)
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z(#102-#107) F#108
      I-#105 J0 Z#116 F#111
      X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
G90 G00 Z(#116*(#117-1)-#102)
G91 G17 G01 G41 X#103 Y#104 D20 F500
G03 X(#105-#103) Y-#104 R#106 Z(#102-#107) F#108
      I-#105 J0 Z#116 F#111
      X(#112-#105) Y#113 R#114 Z(#110-#115)
G01 G40 X-#112 Y-#113 F1000
G90 G00 Z5.0
M99
```

①の Z 指令値を変えて N 回繰り返す (1 回目)

2 回目

(N-1) 回目

N 回目

*メイン・プログラム例は、X0、Y0の座標に1穴加工する例です。
*サブ・プログラムは主軸を回転させ、加工の中心座標(X、Y)・ワーク上部端面(Z)より5mmの位置へ軸移動を終えてから呼び出して下さい。
*プログラムの実行の際には、ドライラン等で十分確認をしてください。

7 ねじの寸法調整と工具径補正

7.1 ねじ切削の工具径補正

加工径と工具径の設定で触れましたが、初回加工時には加工したねじの有効径と狙った有効径が違ってくる(めねじでは通りゲージが入らない、止りゲージが入る)があります。また、ワークの不良を防ぐため、めねじの場合は狙いの有効径よりも小さく、おねじの場合は大きく加工する場合があります。ここでは、所定の有効径寸法へねじを加工するときの工具径補正について説明します。

工具径補正が半径指示で行われている場合は、工具径と有効径の関係は下記ようになります。

	工具径補正値を a mm増やす	工具径補正値を a mm減らす
めねじ有効径	2a mm小さくなる	2a mm大きくなる
おねじ有効径	2a mm大きくなる	2a mm小さくなる

図 24 工具径補正値と有効径の関係

7.1.1 平行ねじの場合

ここでは用途の多いメートルのめねじについて説明します。メートルめねじは通りゲージと止りゲージで有効径を管理している場合が多いと思います。初回段取り時はワークの不良を防ぐため有効径を小さく加工するので、通りゲージが入らないことがあります。次に加工するとき補正する量が少ないと段取り回数が増え、補正量が多すぎると止りゲージが入ってしまいワークが不良になってしまいます。補正量は通りゲージと止りゲージの有効径差の1/2～2/3ずつ行えば(工具径補正が半径指示の場合は1/4～1/3を減らしていけば)ワークが不良になることもなく効率的に段取りが行えます。9.2 限界ねじプラグゲージ寸法表を参考にしてください。

7.1.2 管用テーパねじの場合

管用テーパねじ加工の場合は、NCプログラムが大端径基準で組まれているか、小端径基準で組まれているかによってNCに入力する工具径補正値が異なります。一般的には小端径基準でNCプログラムが組まれている場合が多く、工具の小端径を工具径補正値に使用します。

しかし、カタログには工具の大端径が掲載されていることが多いので、小端径の寸法が必要なときは下記の計算式で小端径を求めてください。

$$Ds = D - 1/16 \times l \text{ (mm)}$$

Ds : 工具の小端側の外径 (mm)

D : 工具の大端径側の外径 (mm)

l : 刃長 (mm)

(R、Rc、PT、NPT、NPTF 等の1/16 テーパねじの場合)

さて、プラネットカッタで加工した管用テーパねじの有効径寸法は、ゲージの基準端面とワーク端面との長さで管理していると思います。工具径補正で有効径を調整する場合は、この長さを径に換算しなければなりません。ゲージを軸方向にb mm奥へ入れたい(戻したい)とき、補正する工具径補正値(半径指示)は次の式で求められます。

$$Db = b/32 \text{ (mm)}$$

Db : 補正量 (mm)

b : ゲージを動かしたい量 (mm)

(1/16 テーパねじの場合)

上記で算出した値を、現在入力されている工具径補正値から増減して加工すると、b mmゲージ端面の位置がずれます。

7.2 めねじの狙い有効径

プラネットカッタは刃先が摩耗してくると、切削抵抗が増えて工具がたわみ、めねじの有効径が小さくなる傾向があります。量産部品のねじ加工では、めねじの狙い寸法をできるだけ大きくすることで、連続ねじ加工時に寸法調整する回数を減らすことができます。M10×1.5 (6H)を例にとると、グラフ2に示すようにめねじ有効径の上の許容差+180の下から2/3のあたりの+140～+100狙いの有効径にします。

しかし、めねじ有効径を測定するにはステップゲージのような特殊な測定器具が必要になります。ステップゲージがない場合は、止りゲージでゲージがめねじに入る回転数が2回転以内が合格に対して1～1.5回転入る位置をめねじ狙い有効径にするのも一つの方法です。

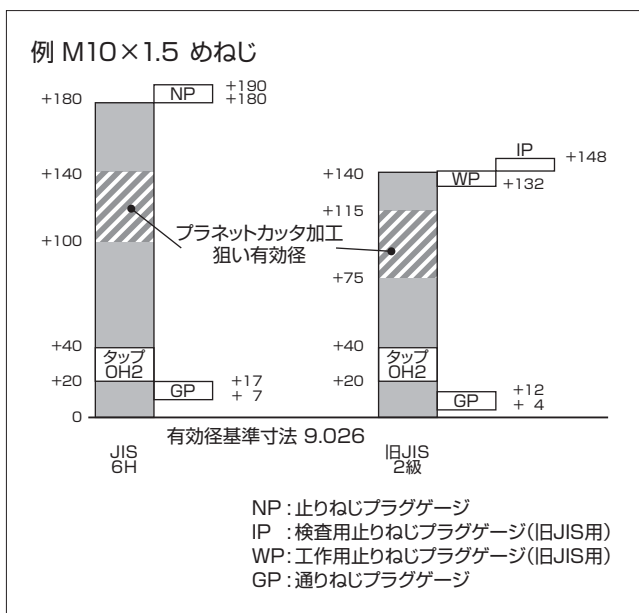


図 25 めねじ精度と狙い有効径の違い

8 再研削

加工の進行に伴って工具の刃先が摩耗すると様々な悪影響が出ます。インデキサブルプラネットカッタの場合はインサートを交換又は使うコーナを変えます。ハイス又は超硬のソリッドプラネットカッタの場合は、摩耗した部分を再研削することで工具の切削性能を回復させることができ、工具単価が高いサイズほど再研削のメリットは大きくなります。

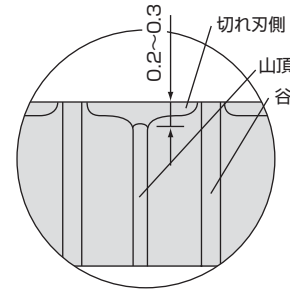


図 27 VB摩耗

8.1 工具再研削の時期

工具の再研削の時期は、表9の現象に注意してタイミングよく行う必要があります。再研削時期に達したのか、達していないかは工具のすくい面摩耗よりも、外周二番摩耗(VB摩耗)で判断します。外周二番摩耗幅が0.2～0.3mmになったときが経済的な再研削時期です。これ以上摩耗が進むと、摩耗幅の急激な増加やねじ加工品質の低下を招き、場合によっては、刃先のチッピングによって再研削が出来なくなったり、ワークを破損する場合があります(図27 参照)。

プラネットカッタの再研削は溝研削によって外周二番摩耗を完全に除去します。適切に再研削された場合(表面処理品は再研削、再表面処理)は、切削機能がほとんど回復して良好な切削結果を示します。

ねじ	仕上面精度の低下	めねじは加工寸法が小さく、おねじは大きくなる
	真円度が低下する	ねじのテーパが大きくなる
切削状況	切削音が大きくなる	機械の振動が大きくなる
工具	刃先の摩耗幅	溶着の発生

図 26 再研削時期の判定基準

8.2 再研削上の注意点

図 28 ストレート溝プラネットカッタの再研削上の注意点

再研削代	再研削は溝底径が細くならないようにすくい面を再研削します。二番摩耗幅は完全に除去し表面処理があるものは二番面の表面処理が完全に回復するまで摩耗を除去します。 通常再研後のランド幅は、再研削前より0.3～0.5mm程度減ります。
すくい角	すくい角が変わると切削性能だけでなく、ねじ山の角度が変わります。すくい角が新品より大きくなるとねじ山角度が小さくなり、すくい角が新品より小さくなるとねじ山角度は大きくなります。すくい角は再研削前に測定するか、工具の仕様図で確認して、新品時と同じすくい角になるよう再研削を行ってください。又、刃型はレーキ刃型になります。 参考 MC プラネットカッタのすくい角 6° 超硬プラネットカッタのすくい角 10°
溝の真直度	切れ刃は、中心軸に平行な直線とします。この精度が悪いと加工したねじの円筒度(テーパ)が大きくなるので注意してください。このため、砥石径はなるべく小さいものを使用します。
その他	研削焼け(硬さ低下)、分割精度(切れ刃高さのバラツキ)、溝すくい面粗さに注意してください。また、工具のねじ部にばりが発生したときは除去してください。

※スパイラル溝プラネットカッタの再研削は、溝フォームが特殊なため注意が必要です。(メーカーでの再研削を推奨します。)

8.3 再研削の条件例

再研削の加工条件例を示します。再研削を検討される場合は、砥石メーカーと砥石仕様や加工条件を相談され、設備にあった条件で再研削を行ってください。

	プラネットカッタ		超硬プラネットカッタ
砥石	WA60~80K	CBN120~170	SD200~170
砥石研削速度 (m/min)	600	1,500~1,800	1,500~1,800
切込み量 (mm)	0.03	0.01~0.05	0.01~0.05
送り速度 (m/min)	1	1~3	0.02~0.05
クーラント	湿式	湿式	湿式

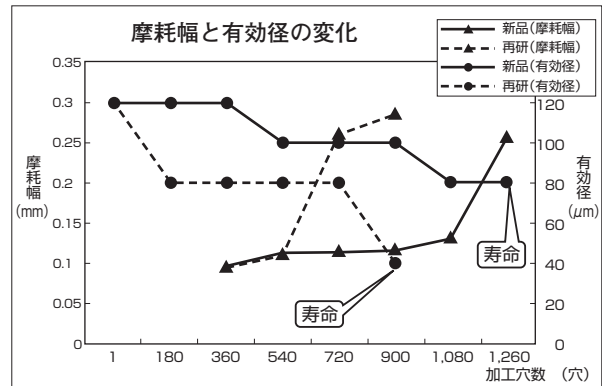
図 29 再研削時の加工条件例

8.4 再研削後の工具性能

溝のすくい面の表面処理がない場合の性能を調査しました(図30)。再研削後に再表面処理を施したほうが安定した加工が行えます。

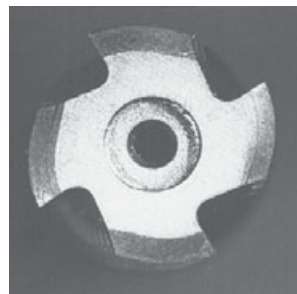
図 30 再研削品の性能

被削材質	S45C
切削速度	70m/min
送り速度	0.07mm/t
下穴径	φ 14.5mm
めねじ	M16×1.5 加工長さ20mm
切削油剤	水溶性切削油剤 希釈倍率10倍
給油方法	外部給油+コレットスルー
使用機械	横形マシニングセンター
使用工具	OT-SFT-PNGT φ12×30 P1.5



工 具	刃 厚	0	500	1,000	加工穴数	耐久原因	初期有効径寸法	耐久時有効径寸法
新品	4.75mm				1,170 穴	テーパ大	+ 120 μm	+ 80 μm
再研削品 (すくい面表面処理除去)	3.27mm				847 穴	GP OUT	+ 120 μm	+ 40 μm

寿命は約3割減



新品



再研削品



9 データ

9.1 コード一覧表

テクニカルデータ内で使用しているG、Mコードについて互換表を作成しました。

NCプログラム作成時の参考にしてください。

G コード

機 能	FANUC 三菱電機(メルダス) マザック(マザトロール) ^(注)	オークマ (OSP)
位置決め(早送り)	G00	G00
直線補間(切削送り)	G01	G01
円弧補間(時計回り)	G02	G02
円弧補間(反時計回り)	G03	G03
XY平面設定	G17	G17
工具径補正キャンセル	G40	G40
工具径補正(左側)	G41	G41
工具径補正(右側)	G42	G42
工具長補正(+)	G43	G56
工具長補正キャンセル	G49	G53
アブソリュート指令	G90	G90
インクレメンタル指令	G91	G91
ワーク座標系設定	G54～59	G15H～

(注) ISO/EIAモード使用時

M コード

機 能	FANUC 三菱電機(メルダス) マザック(マザトロール) ^(注)	オークマ (OSP)
主軸正転	M03	M03
主軸逆転	M04	M04
主軸停止	M05	M05
クーラント ON	M08	M08
クーラント OFF	M09	M09
エンドオブプログラム	M30	M30
エンドオブサブプログラム	M99	RTS

(注) ISO/EIAモード使用時

★機械やNCの仕様、メーカーの違いにより上記のコードと異なる指令場合があります。

詳細はお使いの機械に付属している取り扱い説明書を参照してください。

9.2 限界ねじプラグゲージ寸法表

6H及び旧2級用ねじ プラグゲージの通り(GP)、止まり(NP、WP)の有効径寸法許容差

単位 μm

めねじ		JIS 6H (JIS B 0251:2008)				旧 JIS 2 級			
呼び	有効基準寸法 (mm)	GP		NP		GP		WP	
		上の許容差+	下の許容差+	上の許容差+	下の許容差+	上の許容差+	下の許容差+	上の許容差+	下の許容差+
M 2 × 0.4	1.740	10.5	1.5	99	90	12	4	70	62
M 2.5 × 0.45	2.208	10.5	1.5	104	95	12	4	95	87
M 2.6 × 0.45	2.308	-	-	-	-	12	4	80	72
M 3 × 0.5	2.675	10.5	1.5	109	100	12	4	100	92
M 4 × 0.7	3.545	10.5	1.5	127	118	12	4	118	110
M 5 × 0.8	4.480	10.5	1.5	134	125	12	4	125	117
M 6 × 1	5.350	17.5	6.5	161	150	12	4	120	112
M 7 × 1	6.350	17.5	6.5	161	150	12	4	120	112
M 8 × 1.25	7.188	17.5	6.5	171	160	12	4	130	122
M 9 × 1.25	8.188	17.5	6.5	171	160	12	4	130	122
M 10 × 1.5	9.026	17.5	6.5	191	180	12	4	140	132
M 11 × 1.5	10.026	17.5	6.5	191	180	12	4	180	172
M 12 × 1.75	10.863	17.5	6.5	211	200	12	4	160	152
M 14 × 2	12.701	23	9	226	212	12	4	170	162
M 16 × 2	14.701	23	9	226	212	12	4	170	162
M 18 × 2.5	16.376	23	9	238	224	16	6	190	180
M 20 × 2.5	18.376	23	9	238	224	16	6	190	180
M 22 × 2.5	20.376	23	9	238	224	16	6	190	180
M 24 × 3	22.051	23	9	279	265	16	6	200	190
M 27 × 3	25.051	23	9	279	265	16	6	200	190
M 30 × 3.5	27.727	23	9	294	280	16	6	220	210
M 33 × 3.5	30.727	23	9	294	280	16	6	220	210
M 36 × 4	33.402	23	9	314	300	16	6	230	220
M 39 × 4	36.402	23	9	314	300	16	6	230	220
M 42 × 4.5	39.077	23	9	329	315	16	6	250	240
M 45 × 4.5	42.077	23	9	329	315	16	6	250	240
M 48 × 5	44.752	33	15	353	335	16	6	260	250
M 52 × 5	48.752	33	15	353	335	16	6	335	325
M 56 × 5.5	52.428	33	15	373	355	18	6	355	343
M 60 × 5.5	56.428	33	15	373	355	18	6	355	343
M 64 × 6	60.103	33	15	393	375	18	6	375	363
M 68 × 6	64.103	33	15	393	375	18	6	375	363

9.3 切削データ

インコネル718における小径めねじ加工



使用工具	WH-VM-PNC 3.2×2.4 U32
被削材質	Inconel718 (40HRC)
切削速度	40m/min (3,980min ⁻¹) 60m/min (5,970min ⁻¹)
送り速度	120mm/min (0.03mm/t) 180mm/min (0.03mm/t)
めねじサイズ	No.10-32 UNF
下穴	φ4.1×14mm (止り)
ねじ立て長さ	9mm (1.9D) (止り)
加工方法	ダウンカット 2パス・4パス
切削油剤	水溶性切削油剤
使用機械	立形マシニングセンタ (HSK-A40)

切削速度	パス数	工具寿命(穴)				耐久原因
		20	40	60	80	
40mm/min	4					刃欠大
60mm/min						刃欠大
	2					刃欠大

プラネットカッタはタップに比べ、切削条件の制約が小さい上、切りくず処理や油剤の潤滑性を心配することなく、安定したタッピングが可能です。本事例では、高価なワークの小径めねじの歩留まり向上が求められており、加工を安定させ歩留まり向上を実現しました。送り量、パス数の調整、切削油剤の変更等、まだまだ耐久性向上を図り、コスト低減の可能性も期待出来ます。

早くて長持ち！ 他社比 サイクルタイム25% 耐久30%向上

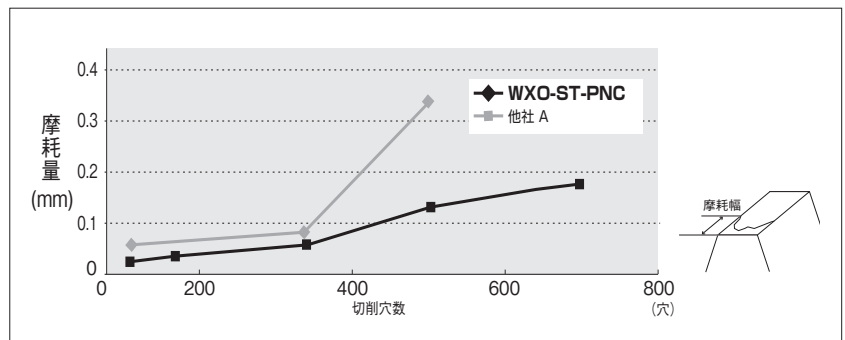


被削材質	SCM440(37~39HRC)
めねじサイズ	M6×1
ねじ立て長さ	12mm
下穴	φ5(止り穴)
切削速度	100m/min (7,074min ⁻¹)
送り速度	141mm/min (0.02mm/t)
加工方法	ダウンカット 2パス
切削油剤	水溶性切削油剤(10倍) (内部給油)
使用機械	立形マシニングセンタ (BT40)
サイクルタイム	WOX-ST-PNC 9.6秒/穴 他社 13秒/穴

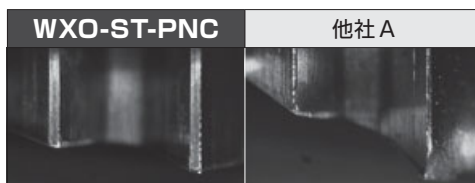
	切削穴数					耐久限
	100	200	300	400	500	
WOX-ST-PNC 4.5×13 P1	442穴					GP OUT
他社	329穴					GP OUT

※ともにオイルホール付き ※工具径補正なしでの連続加工

外周2番の摩耗量変化



517穴加工後の損摩耗写真



3枚刃と4枚刃の違いが、能率と耐久性に大きく影響した一例です。刃数が多くてもビビりにくい仕様が有効に機能しています。

10 プラネットカッタシリーズのトラブル対策

発 生 部 位	現 象	原 因	対 策
加 工 物	仕上面の表面粗さが悪い	送り速度が早い	送り速度を遅くする
		切削速度が遅い	切削速度を早くする
		切れ刃摩耗が大きい	早期に再研削する
		切りくずのかみ込み	エア、切削油剤を多量に供給する
	円筒度が悪い(テーパ)	送り速度が早い	送り速度を遅くする
		切込みが大きい	切り込み量をかえる(パス数)
		工具突出し量が多い	工具突出し量を短くする
		チャックの剛性不足	チャックを変える
		切れ刃摩耗が大きい	早期に再研削する
	寸法精度が悪い	切削負荷の過大	切込み量を少なくする(パス数を増やす)
		機械精度が悪い	機械精度を回復する
		機械、チャックの剛性不足	機械、チャックを変える
		切削の干渉が多い	工具径を小さくする
		ねじ山角度が悪い	すくい角を正しくする
		リードが悪い	機械精度、NCプログラムを直す
		真円度が悪い	NCプログラムを直す 早期に再研削する
	仕上面のかえり	切れ刃摩耗が大きい	早期に再研削する
		送り速度が早い	送り速度を遅くする
工 具	刃欠け	送り速度が早い	送り速度を遅くする
		アプローチ時の送りが早い	送り速度を遅くする
		工具がスリップする	チャックの締め付けを確実にする
		加工物の取り付け剛性不足	加工物の取り付けを確実にする
		切りくず詰まり	切りくず詰まりの項参照
		アップカット	ダウンカットを検討する
		切削油剤の給油(超硬)	回転速度、送り/刃を変える、乾式切削にする
		工具の剛性不足	刃長の短いもの、径の太いものを使用する
		刃先角が小さい	二番角を小さくする すくい角を小さくする
	摩耗の発生	切りくずのかみ込み	切削油剤、エアを十分供給する
		送り/刃が過小	送り/刃を大きくする
		切削油剤の給油(超硬)	回転速度、送り/刃を変える、乾式切削にする
		切削速度が不適当	切削速度を変える
		アップカット	ダウンカットを検討する
	切削中の折損発生	送り速度が速い	送り速度を遅くする
		切込みが多い	切込み量を少なくする(パス数を増やす)
		工具突出し量が多い	工具突出し量を短くする
		切刃の損傷が多い	早期に再研削する
		工具がスリップする	チャックの締め付けを確実にする
切 削 状 況	切削中のびびり、振動発生	切削速度、送り速度が不適当	切削速度、送り速度を変える
		機械、チャックの剛性不足	機械、チャック又は切削条件を変える
		加工物の取り付け剛性不足	取り付け剛性を高くする
		切込みが多い	切込み量を少なくする(パス数を増やす)
		工具突出し量が多い	工具突出し量を短くする
	切りくず詰まり	切削スタート位置不適当	NCプログラムの変更
		切削油剤が少ない	切削油剤、エアを十分供給する
		チップポケットが小さい	工具径を大きくする



安全にお使いいただくために

加工前の注意

- 鋭利な切れ刃を素手で触るとけがの危険があります。切れ刃を素手で触らないで下さい。特にケースからの取り出し時や機械への装着時には、保護手袋等を使用して下さい。
- 重量の重い工具を扱う時は、落下によるけがの危険があります。適切な運搬機具やチェーンブロック等を使用し、安全靴を着用して下さい。
- 工具に傷、割れ等があると使用中に破損し飛び散ることがあります。使用前に傷、割れ等のないことを確認して下さい。
- 使用前に工具および加工物の寸法を確認して下さい。
- 回転方向を誤ると工具が破損、飛散しけがをする危険があります。使用前に回転方向を確認して下さい。
- 工作機械保持具を含めた回転部のバランスが悪いと、振れ振動により工具が破損しけがをする危険があります。試運転を必ず実施し、バランスの確認をして下さい。
- 工具の保持が不十分ですと破損、飛散を招きけがをする危険があります。ホルダ等は、工具および加工内容に見合ったものを使用して下さい。工具はホルダにしっかりと固定し、振れを抑えるようにして下さい。インデキサブル工具では、チップや部品が確実にクランプされている事も確認して下さい。
- 加工物の保持が不十分ですと、工具や加工物が破損し飛散する危険があります。加工物の保持は確実に行って下さい。

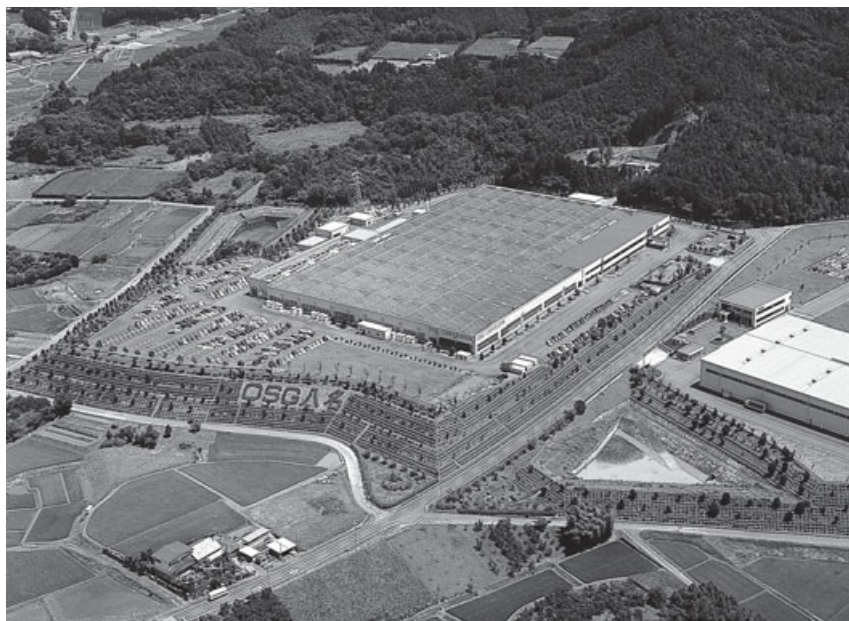
加工する時の注意

- 回転中の工具、加工物等に触るとけがをします。回転中の工具、加工物等には絶対に触らないで下さい。また、衣服にたるみがあると巻き込まれる危険があります。たるみのない衣服を着用して下さい。
- 工具が加工中に衝撃的な負荷を受けると破損、飛散しけがをする危険があります。また、高温の切りくずが飛散し、けがや火傷をする危険があります。必ず安全カバーや保護めがね等の保護具を使用して下さい。
- 工具を改造したり、本来の使用目的以外で使用すると、工具が破損、飛散しけがをする危険があります。工具は改造しないで下さい。本来の使用目的で使用して下さい。
- 切削条件基準表の数値は、新しく作業を立ち上げる時の目安として下さい。加工物の形状や機械剛性に合わせて切削条件を調節する必要があります。
- 加工中に異常な振動等が発生した場合は、直ちに加工を中止して下さい。そのまま続けると工具が破損、飛散しけがをする危険があります。異常の原因を取り除いてから加工を再開して下さい。
- 摩耗が進んだり、傷んだ状態の工具を使用し続けると破損、飛散の原因となります。切れ味が悪くなったら工具を交換して下さい。
- 用途に応じ切削油剤を選定して下さい。不水溶性切削油剤を使用する時は、加工時に発生する火花や破損による発熱で引火、火災の危険があります。防火対策を必ず行って下さい。

加工後の注意

- 加工直後の工具、加工物は、高温になっているため火傷をする危険があります。加工物を素手で触らないで下さい。
- 加工物に生じたバリでけがをする危険があります。素手で触らないで下さい。
- 加工後は必ず加工物の寸法を確認して下さい。
- 工具を再研削すると粉塵が発生します。粉塵は健康を害する危険があるので、必ず防塵マスク、吸塵機等の粉塵対策をして下さい。

以上は、当社製品を安全にお使いいただくための基本的注意です。その他の詳細につきましては、当社までお問い合わせ下さい。



八名工場

◆製品については、常に研究・改良を行っておりますので、予告なくカタログ掲載仕様を変更する場合があります。



本 社
〒442-8543 愛知県豊川市本野ヶ原3-22 ☎(0533)82-1111 FAX(0533)82-1131

東部営業部
〒143-0025 東京都大田区南馬込3-25-4 ☎(03)5709-4501 FAX(03)5709-4515

中部営業部
〒465-0058 名古屋市名東区貴船1-9 ☎(052)703-6131 FAX(052)703-7775

西部営業部
〒550-0013 大阪市西区新町2-18-2 ☎(06)6538-3880 FAX(06)6538-3879

仙 台 ☎(022)390-9701 厚 木 ☎(046)296-1380 岡 山 ☎(086)241-0411
郡 山 ☎(024)991-7485 静 岡 ☎(054)283-6651 四 国 ☎(087)868-4003
新 潟 ☎(025)286-9503 浜 松 ☎(053)461-1121 広 島 ☎(082)507-1227
上 田 ☎(0268)28-7381 豊 川 ☎(0533)92-1501 九 州 ☎(092)504-1211
諏 訪 ☎(0266)58-0152 安 城 ☎(0566)77-2366 北九州 ☎(093)435-3655
両 毛 ☎(0270)40-5855 名古屋 ☎(052)703-6131 熊 本 ☎(096)386-5120
宇都宮 ☎(028)651-2720 岐 阜 ☎(058)259-6055 東部GST ☎(03)5709-4501
八王子 ☎(042)645-5406 金 沢 ☎(076)268-0830 中部GST ☎(052)703-6131
川 口 ☎(048)294-3951 京 滋 ☎(077)553-2012 西部GST ☎(06)6538-3880
茨 城 ☎(029)354-7017 大 阪 ☎(06)6747-7041
東 京 ☎(03)5709-4501 明 石 ☎(078)927-8212

〈工具の技術的なご相談は…〉
コミュニケーションダイヤル **0120-41-5981**
9:00~12:00 / 13:00~17:00 土日祝日を除く

コミュニケーションFAX 0533-82-1134 コミュニケーションE-mail hp-info@osg.co.jp

OSG E-mail倶楽部 無料メールマガジン
E-mailで最新情報をお届けします。
入会窓口は <https://www.osg.co.jp/support/club/index.php>
〈その他のご相談は…〉 E-mail:cs-info@osg.co.jp

OSG 検索 www.osg.co.jp

OSG代理店

※本書掲載内容の無断転載・複製を禁じます。※ All rights reserved. © OSG CORPORATION.2012



このカタログの印刷には、
環境に配慮した植物油インキ
を使用しております。

T-33. 216.AD.CH(DN)
12.04