

転造ヘッドのタレット刃物台への取付例

NC旋盤でねじを「転造」する！ 山田マシンツール株式会社 内谷 貴幸

ALCO ねじ転造ヘッドの特徴とその活用

生産方法の合理化とコストダウンの必要性が一層増している今日、ねじ転造ヘッドを使用してねじ部品を生産する事が、生産効率や品質の面において必要不可欠なものとなってきている。ねじ転造ヘッドは、コストダウンの一貫として中～大量生産ラインの無人化、工程の短縮、段取り替えによる機械停止時間の削減、タクトタイムの短縮などをめざして多く活用されている。

具体的には、ねじ転造は自動車部品、モータ部品、油圧・空圧機器関係の部品生産に大きく関わり、三角ねじの他、アクメ、バトレス、テーパおよび特殊形状ねじなどの生産に広範囲に使用されている。

さらに、ねじ転造ヘッドに特殊ロールを装着すれば、平目や菱目のローレット加工ができるだけでなくチューブエンドにスエージング、外周のバニシングを行うことも可能である。また、ねじ転造ヘッドは、あらゆるタイプの機械（旋盤、ボール盤、トランスファマシンなど）に装着ができるようにさまざまな形式のものがある。

ここでは、当社の「ALCOねじ転造ヘッド」の機能と使い方について述べる（カット写真）。

ねじ転造の効果

ねじ転造は、切屑を出さない冷間成形で行われる。ねじ山の形成は素材の軸方向の流れに沿って行なわれ、切削加工とは異なり素材の粒子が切断されることはない。そのうえ、転造面はロールによって磨かれ0.005mmを上回る面粗さに仕上げられる。こうして磨かれた面は防錆効果を向上させる。

さらに、塑性変形による金属組織の緊密化により耐久性が高まり、疲労に対する強さを50~100%増加させる。また、転造による表面硬化(ターニング、ミリング、グラインディングの各加工よりも遙かに)によって耐摩耗性も向上させる。

以上述べたように、ねじ転造には様々な効果が期待できる。

ねじ転造ヘッドの必要条件

ねじ転造は、伸び率が5%以上、引張強さが最高1700N/mm²、硬さが40HRC以下という条件を満たす材料であれば、適用する事が可能である。ねじ転造するのに必要な機械の動力Wは、次式に基づいて計算することができる。

$$W = 0.174 \times 10^{-6} \times c \times T \times p \times d \times n \quad (\text{KW})$$

ここで c : 定数 = 三角ねじ(メートル、ユニファイ、ウィットなど)用 1、あるいは台形ねじ(Tr、アクメなど)用またはRねじ用 2

T : 材料の引張強さ(N/mm²)

p : ねじピッチ(mm)

d : 転造ねじ径(mm)

n : 材料の回転数(min⁻¹)

なお、ねじ転造の場合、転造速度Vに関しては基本的に高速回転が求められる。この転造速度の推奨条件は、表1に示すように被加工材料によって様々であるが、20m/min以上でなければならない。

転造速度V、材料の回転数n、転造時間t、転造圧力Pは、次式によって計算できる。

$$V = \frac{d \times 3.14 \times n}{1000} \quad (\text{m/min})$$

$$n = \frac{1000 \times V}{d \times 3.14} \quad (\text{min}^{-1})$$

$$t = \frac{60 \times L}{n \times p} \quad (\text{s})$$

$$P = \frac{c \times p \times T \times V}{60 \times 30} \times 1.35 \quad (\text{HP})$$

ここで、d : 転造ねじ径(mm)

p : ねじピッチ(mm)

L : ねじ長(mm)

n : 材料の回転数(min⁻¹)

t : 転造時間(s)

V : 転造速度(m/min.)

c : 定数 = 三角ねじ用 1、アクメねじ用 2

T : 材料の引張強さ(N/mm²)

表 1 転造速度推奨条件

材料	三角ねじ	台形ねじ
構造用鋼	30 ~ 90 m/min	30 m/min
調質鋼・焼入れ鋼 (引張強さ 980 N/mm ² まで)	30 ~ 60 m/min	25 m/min
ステンレス鋼	30 ~ 50 m/min	25 m/min
非鉄金属	60 ~ 90 m/min	50 m/min

転造ヘッドの種類と特徴

A L C Oねじ転造ヘッドには、大きく分けて“アキシャルヘッドシリーズ(軸方向から切り込むタイプ)”と“タンジェンシャルヘッドシリーズ(垂直方向から切り込み、接線上に転造するタイプ)”の2種類がある。

(1) アキシャルヘッドシリーズ

アキシャルヘッドは3つのロールを伴い、材料の端面から切りこみ、材料が回転していても回転していなくても転造することができる。ロールは軸方向に進むので、基本的にはどんな長さのねじでも転造可能である。ヘッドのねじ径能力は、最小 M1.4 ~ 最大 M104 までである。

F型転造ヘッド……最も汎用的な F 型転造ヘッド(シャンク固定型=写真1)は、N C 旋盤やN C タレット旋盤で使用する。旋盤に取付けるので、ワークは回転し、転造ヘッドは固定で使用する。

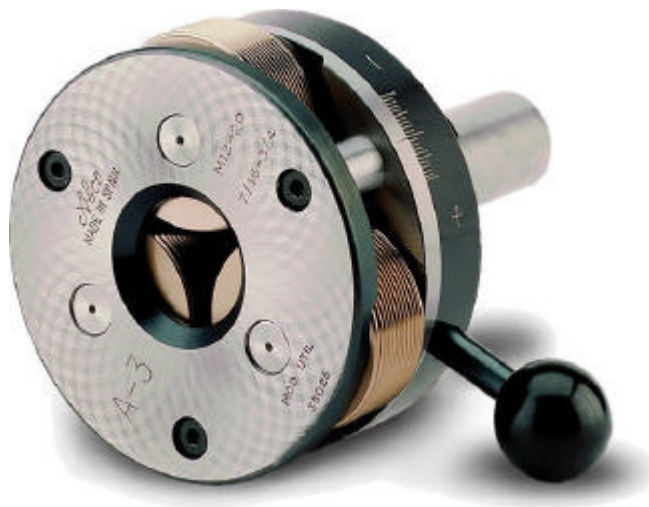


写真1 F型転造ヘッド

加工方法は、まず旋削にて材料の下径をねじの有効径に合わせる。この時下径は公差 ± 0.02 mm以内でなければならない。また、端面の食付き部分は芯に対して $10 \sim 20^\circ$ の面取りを施し、進入時の衝撃を和らげる。この角度がきつくなればなるほど、ロールへの衝撃は大きくなり欠損の原因にもなる。回転数は速ければ速いほど良いが、推奨条件の周速をもとに設定し、送りは当然ピッチ送りとなる。

ねじ長は自由に設定できる事は先にも述べたが、求められているねじ長に達したら送りを止める。送りを止めてもヘッドはクラッチの遊びしろ分前方に進んでゆく。つまり、ねじ長からその遊びしろの寸法分差し引いて機械送りを設定する。クラッチが外れると軸である偏芯ピンが回転し、ロールは材料を解放する。その後、早送りでヘッドを戻す。

その他、機械送りの停止を利用できない場合はストップスクリューといってヘッドに付属しているねじがあるが、これをねじ長に合わせて3点ロールの中心に設置し、材料の端面に当ててクラッチを外す方法もある。

次のワークを加工する時、ロールが開いたままでは、ねじを転造する事はできない。ヘッドを閉じるためには、写真に見えるハンドルを回さなければならない。つまり自動的に閉じるのではなく、他のツールなどを利用しなければならないのである。

例えば NC タレット旋盤においてヘッドを閉じるにはタレット刃物台を回転させて転造ヘッドを後ろ側にもってゆき、シリンダなどでハンドルをクラッチが入るまで（ロールが閉じるまで）押す。

また、タレット刃物台を動かし、固定された突起物に転造ヘッドのハンドル部分を接触させて閉じる事もできる。この時、ハンドルをベアリングなどに置き換えることもできる。その部分が上向きになるようヘッドを固定し、タレット刃物台を回転させてヘッドのついたホルダを最上面にもってゆく。機械天井のフレームに突起物をベアリングが当たる位置に取り付け、タレット刃物台を動かしてベアリングを正面からその突起物に当てる。

あらかじめ突起物は、ベアリングが前進するのに対しヘッドが閉じる方向（ヘッドを正面から見て反時計回り）をはかって傾斜させると、そのまま前進する事によってヘッドを閉じる事ができる。

G型転造ヘッド………ヘッド回転用の G 型転造ヘッド（写真2）は、小型ヘッド（M1.4～M3.6）に限定されている。NC タレット旋盤などに取付ければ固定用として、ボール盤やトランスファマシンなどに取付けるときは回転用として使用できる。



写真2 G型転造ヘッド

ロールの開き方は F 型転造ヘッドと全く同じで、閉じ方も固定用として使用する場合と同じであ

る。ただし、G型とF型では、閉じるためのハンドルを回す方向が逆である事に注意する。

その他の機械でヘッドを回転させて使用する場合は、次の方法で閉じる事ができる。

ヘッドの回転を低速から高速に急に变换すると、ヘッドの慣性により自動的に閉じる事ができる。また、ブレーキシューを伴ったヨークを使って回転しているヘッド前方部に押し当て、クラッチが連結するまでスローダウンさせる。クラッチが連結すると同時にヘッドは閉じる。

R型転造ヘッド……………アキシャルヘッドにはフランジを取り付ける事ができるR型転造ヘッドがある（写真3）。このヘッドは、固定用としても回転用としても使用できる。主に大型旋盤、トランスファマシン、専用機に取付けて使用するが、転造の原理はF型、G型と同じである。



写真3 R型転造ヘッド

ヘッドの開き方としては、ストップスクリュを利用したり、ヨークを外側から引っ掛けることによってクラッチを解放させる。また、閉じ方としては手動でハンドルを回したり、ヨークを使って回転しているヘッドをスローダウンさせることによってクラッチを連結させる。

以上、アキシャルヘッド3種類の機構や特徴について述べた。その他、特殊ヘッド2種類についても以下に説明する。

特殊ヘッド……薄肉パイプ上にねじを転造するとき、通常3点ロールだと最低でもピッチの径で3倍肉厚が必要と言われているが、これを満たしていてもワーク形状や材質により歪みなどの不具合を生じる事がある。そこで5つのロールを装備した特殊な5点ロール式転造ヘッドがある。このヘッドは転造圧力を5か所に分散することによってワークへの負荷を軽減し、ひずみのない完全なねじ山の転造が可能である。

なお、このタイプの転造ヘッドでは、6点ロール式まで製作可能である。

また、管の継手部品のチーズやエルボのように、段差が大きくても根元までねじが必要な加工の場合、どうしてもフロントプレートの厚み寸法分根元まで届かないことがある。

このようなワークに対しては、フロントプレートを除外し、ロールを剥き出しにしたフロントプレートなし転造ヘッド(写真4)を推奨する。これを使うとどんなに段差のついたワークでも干渉することなく、壁際までねじを立てることができる。



写真4 フロントプレートなし転造ヘッド

(2) タンジェンシャルヘッドシリーズ

次に、2点ロール式の RT 型タンジェンシャルヘッドシリーズ (写真5) を説明する。アキシャルヘッドとは対照的で、切り込み方向はワークの側面からになる。つまりセンタ押しなどで正面から切り込みが出来ないワークや突切り側にネジを立てるときはこの種のヘッドを使う。ロール間のセンタにワークのセンタを合わせ、切り込みながらわずかに 15 ~ 30 回転で完全なねじを成形する。

ただし、注意しなければならないのは、アキシャルヘッドのように送りをかけられないので、ねじ長はロールの幅が限界となる。ロールの軸もアキシャルヘッドと異なり超硬ブッシュを使用している。

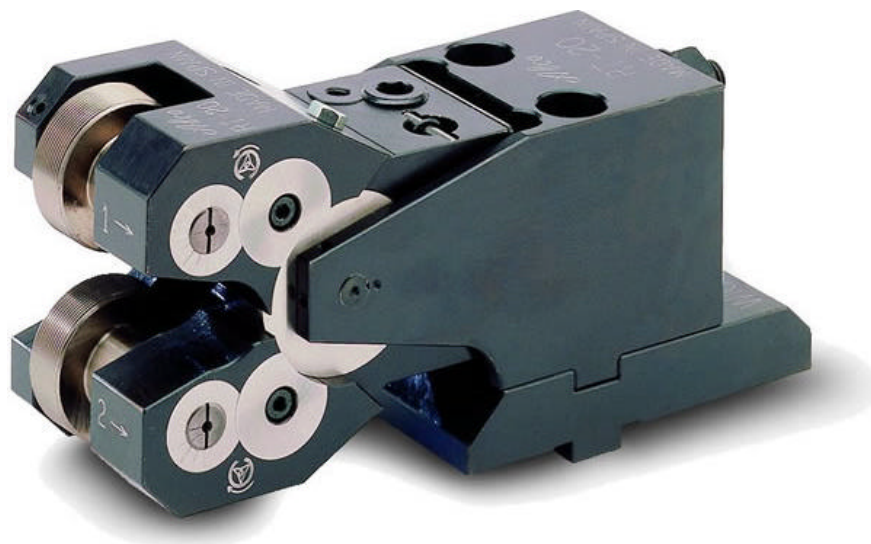


写真5 タンジェンシャルヘッド

転造事例

先に述べたアキシャルヘッド固定用3種類とタンジェンシャルヘッドを用いて、写真6に示すようなワーク（S35C材）の試作を行い、加工時間の確認を行った。この時の転造ヘッドは、タレット刃物台上に写真7のように取り付けられる。

このワークには、メートルねじ（三角ねじ）、台形ねじ、及びクロスナール部があるが、それぞれの加工時間は表2に示した通りである。

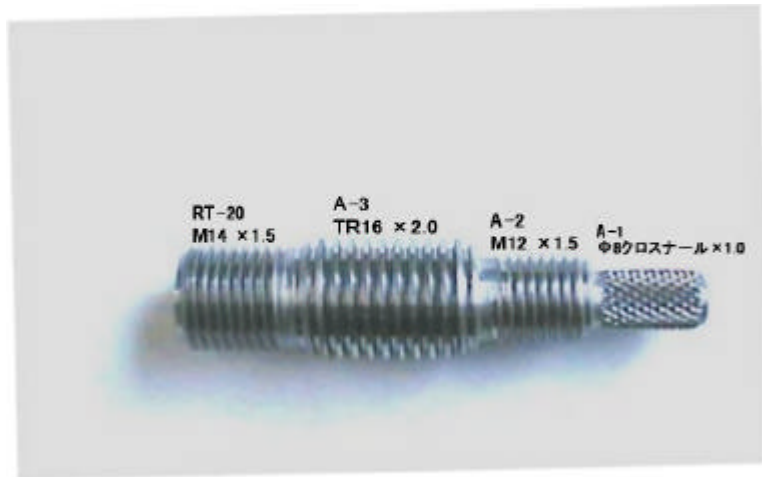


写真6 ワークサンプル

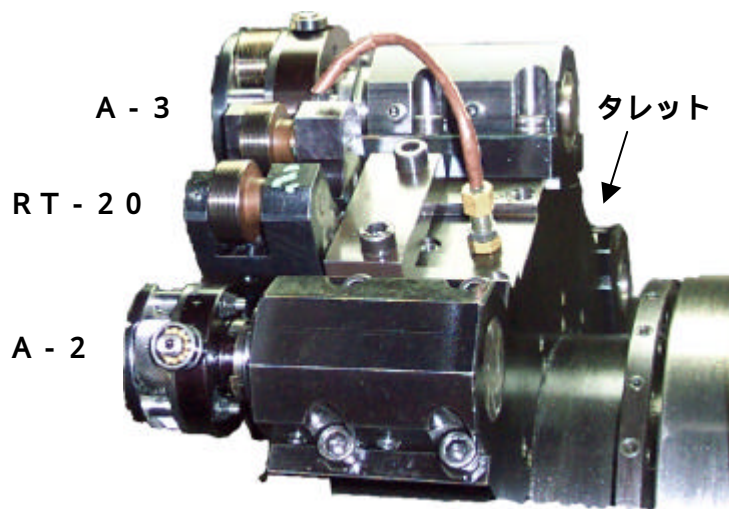


写真7 転造ヘッドのタレット刃物台への取り付け

表2 段つきネジワークの試作

ヘッド型番	転造径能力	加工内容	長さ	加工条件	転造時間 (s)
A-1	M6 ~ 11	クロスナール 8 x 1.0	13	2400min ⁻¹ 、1.0 mm/rev	0.325
A-2	M8 ~ 16	三角ねじ M12 x 1.5	13	1600 min ⁻¹ 、1.5 mm/rev	0.325
A-3	M12 ~ 22	台形ねじ TR16 x 2.0	23	600 min ⁻¹ 、2.0 mm/rev	1.15
RT-20	M2 ~ 30	三角ねじ M14 x 1.5	13	1400 min ⁻¹	1.00

ロールの種類と寿命

(1) ロールの種類

各種ヘッドには、ねじの種類、サイズによってそれ専用のロールが取付けられる。ロールには標準でメートル並目、メートル細目、ユニファイ並目、ユニファイ細目、ウィットねじ用のものがある。

アキシャルヘッド用のロールには食付き部（先端）の靱性を上げるためと導入の安定のため不完全形状に仕上げている。不完全ねじ部が1山を1Kロール、2山を2Kロールと称しているが、両方とも標準ロールとして扱っている。したがって、転造されるワークの根元は、不完全ねじ部ができる。不完全ねじ部の長さは1Kのとき「ピッチ×2.3」、2Kのとき「ピッチ×3.3」となる。ロールの寿命は当然後者の方が長い。

(2) ロールの寿命

アキシャルヘッドの場合、ロールは偏芯ピンとニードルベアリングで軸に取付けられているので、基本的には焼きつかないため速い回転数で加工ができる。比較的速い速度（30 m/min以上）で転造すればロールは長い寿命を保てる。条件さえ合えば、数千メートルのねじを転造する事も可能である。

ロールの寿命は、ねじ形状はもちろん、十分な冷却、材料の伸びや弾力性にも依存する。特に、フルロール（ねじ山頂点が尖っている）か、少しランドが残っているかでも、かなり寿命が異なってくる。必要以上にねじをたてると無駄なコストがかかるので、ヘッドの微調整は重要なカギを握っている。

冷却と潤滑

ロールには潤滑と冷却が必要で、ねじの品質とロールの寿命に大きく関わってくる。粘っこい切削液ほど熱の分散が不十分なため、推奨できない。一般的に使用されている水溶性切削液（油：水 = 1：10～1：20）を多量に使うほど効果が出る。実験で流量を50，70，100 l/min というように増やしたら、切削液を増量させるほどトルクが減ることが分かった。また、添加剤を加える事によってロールとワーク間の摩擦係数をかなり減少させることができる。切削油とねじ転造の相性は、加工後すぐにワークに触れて熱があるかどうかで分かる。

アキシャルヘッドの場合、効果的な冷却をするには前方からそれぞれのロールに対して独立して切削液をかける。切削液はロールやベアリングを良い状態に維持するために、金属の細かい粒子を含有させてはならない。切削液をきれいに保つには、クーラントタンクに濾過装置やマグネットセパレータを取り付ける事を推奨する。

さらには、偏芯ピン（ロールの軸）の過度な消耗と焼き付きを避ける為に、モリコートまたは超微粒子グラファイトを使用する事を推奨する。

以上、ねじ転造ヘッドについて説明した。加工数量が多ければ多いほどメリットが出て部品単価を下げる事が分かるが、やはり図面の要求やロットの数量によっては切削や転造盤で行った方が適している事もある。ここで述べた数式（加工時間など）やツールの価格など、コストの比較計算を行った方がよい。