ねぢに関する資料

ね ぢ の 研 磨 法

(Erich May, Die Technik des Gewindeschleifens)

(Feinmechan. u. Präzision 8. Dez. 1937)

青 木 保 集 輯

近時工具や工作機械に對する漸騰的要求が、最も精密なねぢを作り上げねばならなくなつた。總ての切削工具の中で研磨輪が最も適當であることが證明された。今までのバイトやフライスによるねぢ棒の製作には、その材料が此等の双物で加工し得られるものであるといふ前提があつた。加之長い工作物は振れの歪みを受け高い切削壓力が振止装置をつけても撓みを生じ硬度の不均等な材料では種々の歪みのために著しき偏差を生ずる。しかし研磨では以上の様な惡影響を與へる事はなく、其の表面の狀態も實際によく仕上る。

しかし初期に製作された研磨輪はあまり工合がよくなかつたので、長い間ねぢの研磨は特別の工具の製作だけに制限されてゐた。しかし今日では根本的に狀態を變へた有效適切な機械が發達して、能率の高い研磨輪が出来る様になつた。そして研磨輪に関する工業は、合理的な實驗研究工場と連結して、廣い原理に基づいて充分な研磨材料の研究を行つてゐる。

特殊機械が作られて、總ての種類のねぢが有心的又は無心的に研磨し得られる様になつた。斯くして焼入れした測定ねぢ又は親ねぢは、長さ1mについて1/1,000 mmの精度を以て研磨出来るし、長さ1mの針金でも心なしで、ねぢに研磨する事が出来る。而して研磨輪の能力は各種輪廓のものをむくから研削することが出来るまでになつた。

工作物を加工する研磨輪の硬度を正しく選べ

ば、その研磨輪の切削能力とそれに關聯して切削力が定まつて来る。研磨輪の硬度とは、研磨輪を構成してゐる研磨材其の物の硬度ではなく互に結着してゐる研磨粒が、結合から離れ去るときに示す抵抗力を意味するのである。正しい硬さの研磨輪は、自分で尖らせて動作するものであつて、斯様な性質は金屬加工に用ひられる工具中外にない唯一つのものである。つまり正しい硬さのものだと、丸められて切れなくなつた粒子が、丁度よい時機に脱落して新しい粒子が研削作用を始めるのである。若しさうならないならば、研削輪は硬過ぎて——焼ける——然らざれば過早に壞れ落ちて直径が直ぐ小さくなる、それは軟過ぎるのである。

研磨輪はねぢや輪廓の研磨に、大きな期待がかけられてゐるが、其の定値を見定めるには、其の硬度を確める事が先決問題である。此の硬度を決定するために、研磨輪硬度試験機（獨逸國特許）が出来て居る。此の機械は所謂回轉押込法(Einrollverfahren)を用ひてあり、回轉する試験工具を直接研磨輪にあてて其の荷重を見、試験工具が研磨輪に喰ひ込む量は、ダイヤ

第1圖 研磨輪の周邊硬度に關する線圖

ルゲージで讀むのである。斯くして第1圖の方法で、粒狀に従つて研磨輪の硬度が決定される。簡単に研磨輪を選択するには、表を作つておいて、豫め準備してある、使用目的に最も適する研磨輪を決定すればよいので、これは外ねぢにも内ねぢにも適用される。一般に研磨輪は次の3種に區別される。

A種……高速度鋼を研磨するもの

B種……焼入れしたる合金工具鋼を研磨するもの

C種……合金構造用鋼を研磨するもの

經濟的にねぢ(内外共)を研磨するには、多式輪廓を用ふる外はない。しかし從來内ねぢの研磨に用ふる、高能率の小研磨輪を製作することは困難であつたが、最近では此の困難も克服され、現在では汎ゆる大きさや汎ゆる幅のねぢ研磨輪、及び汎ゆるねぢの種類とピッチを有する高能率の多式輪廓研磨輪が製作される様になつた。

ねぢの研磨に於ては、豫め加工してあるねぢの研磨又はむくからのねぢの研削を、單式輪廓輪による研磨と、多式輪廓輪による突込研磨(Einsteichschleifen)とに區別する。心棒、ウォームなどの様な長い工作物は、單式輪廓輪によつて製作するのが有利で、尙ほ圓錐狀の加工部分を持つ screw tap の様なものの研磨は、單式輪廓輪による外ないのである。此の單式輪廓輪によつてするねぢ研磨は、常に一つ一つのねぢを研磨(第2圖)するのであるから、ねぢ全體を研磨し終るまでには、其のねぢ數に等しい回

第2圖 焼入れした棒の研磨と極微光學裝置

第3圖 Screw Tap のむくからの研磨

轉をなすのであるが、多輪廓式による突込研磨では工作物を唯一回回轉さすと、多くのねぢをむくから一時に研磨することが出来る(第3圖)。短かいねぢには此の方法が有利であるが、それでも此の方法では、精密な公差を保つて行く事が困難である。それで此の工作精度を高めるには、突込研磨を荒工程と仕上工程とに分けるべきで、此の様にすると、側面角は ± 20 分、有效直徑が ± 0.02 mm、ピッチが ± 0.01 mm の精度を得ることが出来る。如上の數値は事實上の平均値である。

ねぢの研磨には、根本から新しい工夫の機構が發展せられて居る。振動は被研磨物に節目の如き斑紋を作り上げる。夫れ故機械の回轉する部分は、靜的並びに動的に平衡させて、出来るだけ振動のない回轉をさせる様にせねばならぬ。如何程此のことが達せられても研磨輪の回轉を指示するための、特別な方法が講ぜられねばならぬ、といふのは回轉輪は運轉中に靜止してゐる様に見えるから、使用者に傷害を及ぼす危険があるからである。尙ほ研磨機械それ自身の振動が起るばかりでなく、近くに据付けてある他の機械から來る振動作用も亦、有害な影響を與へるから、ねぢ研磨機械を据付けるには、ゴムの如き弾力性基礎が使用される。

精密なねぢを作るには、研磨軸を支へる軸受が一層大切である。Mackensen 教授の特許によると、軸は三點支持で軸受ブッシュに圍まれてゐる。潤滑劑は軸の回轉によつて、自動的に吸ひ込まれるから、軸は純粹な液體摩擦で回轉する。此のために軸受は間隙が僅か $1/1,000$ mm でも熱する様な事はない。軸は熱に絶縁した 1

個の推力軸受によつて、縦には遊びなく廻る。研磨軸は一つの間齒車を通じて、單式輪廓研磨輪では 1.5 馬力、多式輪廓研磨輪では 5 馬力の電動機で運轉される。段車なしの工作物運轉は、約 0.5 馬力の電動機でできる。冷却剤は電動ポンプで送る様になつて居る。すべての電動機は全く振動のない様に、研磨機に取付けられてをる。研磨軸と工作物軸運轉用電動機は、互に連結されて居るから、前者側の電動機を停止すると後者側の電動機も亦停止する。

精密な公差を維持するためには、横送りの鋭敏度が決定的意義をもつ。ハンドル車には固定の止めを有する度盛輪があり、其の度盛の區劃は 0.005 mm の精度で横送りの讀みを得る様になつてゐる。止めに沿ふて廻せば、研磨輪は一定の間隔を有つ横送りが出来ゐる。ハンドル車を反對に廻すと止め爪は自動的に外づれる。しかし此の研磨輪の横送りは、多くの場合尙ほ満足の状態に至らないから、機械のテーブルに、微動横送装置をつけ上方工作物テーブルも傾けると工作物は 0.0005 mm 單位で從つて直徑では 0.001 mm で、研磨輪に對して横送りができる。しばしば 10 個又はそれ以上の工作物を、機械停止せずに繼續して研磨するから、工作物を速く掛けたり外づしたりするために、一つの取出装置が設けられてある。それによつて機械の外での側定が容易になり、且つ研磨輪の停止時間が短くなる。

一般に機械部分に用ふるねぢは、同一外徑で仕上げねばならぬが、screw tap の圓錐部では谷の徑と有效徑が、共に圓錐形に作らねばならぬ。斯くの如き又は類似な工作物は、それに相應した圓錐定規を設ける事によつて作られる。尙ほ圓錐狀のねぢは、套に直角にも軸に直角にも研磨しなければならぬ。後者の場合は圓錐の形は、工作物取付けテーブルを傾ける事によつて得られる。

研磨輪輪廓の製造には特別の型直し装置が出来てゐる(第4圖)。之を用ふれば梯形ねぢを含めた凡ゆる種類のねぢを製作する事が出来る。

型直しにはダイヤモンドのみが用ひられるから谷の丸みとこれに連續する側面との間には、凸起は出来ない筈だ。其の時々の角度を得るために止めが設けられてある。角度 1 分の調節精度に際しては、副尺の助けによつて動かすことが出来る。多式輪廓研磨輪の型直しには、全輪廓型直し装置が出来てゐる(第5圖)。型直しは此際研磨された型ダイヤモンド又は回轉する輪廓ローラで行ふ事が出来る。それ故ウィットウォースねぢにあつては、谷の丸みと側面だけでなく、ねぢの工作中山の丸みも研磨できる様に、研磨輪の型直しをしなければならぬ。研磨輪は輪廓ローラの模寫であるから、新たに研磨された輪廓ローラを使用すると、研磨されるねぢの精度が高まるのである。輪廓ローラは單式輪廓輪を用ひて研磨し直す事が出来る。細目ねぢの外廓を作る事は勿論出来ないから、1.25 mm 以下のピッチをもつねぢは、最早多式輪廓研磨輪では製作する事が出来ない。

第4圖 工作位置における型直し装置

第5圖 全輪廓型直し装置

研磨輪の形や工作物を、光學的にコントロールするために、極微光學裝置が取付けられて居る(第2圖)。此の裝置は高さ、縦、横、何れの方角にも動かし得る様になつてゐる。縦、横の

第6圖 萬能ねぢ研磨機械

運動はマイクロメータねぢで讀むことが出来る。顯微鏡には1つの回轉盤があつて、その盤に、最も普通に使はれる大きさのウィットウォースやメートルねぢが畫かれてゐる。此の顯微鏡裝置を用ひると、研磨輪も亦、前以て畫かれてあるねぢに合せる事が出来る。研磨輪を同時にねぢの兩側面に觸れさせるために、親ねぢとは無關係に、工作物を縦に移動する1つの裝置が設けてある。尚ほ多くの同種類の工作物を研磨する場合、其の手數を節約し従つて研磨輪の停止時間を短くするために、此の調節は1つの調節試験器(Stellungsprüfgerät)を用ひて、機械の外からも行ふ事が出来る

ねぢの輪廓又はフライスの2番を研磨するには、カムを用ひ工作物取付けテーブルを傾けて、工作物軸を研磨輪軸に近づける様にする。2番曲線を取り換へると、2番を半径で0.015~0.5 mm にする事が出来る。螺旋溝のあるscrew tap を研磨する際に必要な差動は、後方の主軸臺中に納めてある替へ車によつて行はれる。ねぢピッチの螺旋ピッチに對する比は1:29 から 1:1,700 にする事が出来る。Screw tap を研磨する際、空轉時間を短縮する必要上、工作物を15倍も速く動かして、屑溝の上をすばやく通らせる。此の急速運動は溝の大小如何によつて其の緩急が定められる。工物は3

個から6個の溝なら具合よく出来る。傾角の調節はねぢ研磨にあつて、圓弧上にある研磨輪臺を轉向させて行ふ事が出来る。其の調節すべき角は目盛尺で讀む。

ねぢ研磨機械は既に長さ1,000 mm のねぢ棒に於て、0.008 mm のピッチ精度を以て作られるほど發達してゐる。硬い棒の研磨は、軟い棒の旋造より時間が長いかからないから、焼入れとSeasoning とに多少多く費用がかかるけれども焼入れした棒を主に使用する。焼入れしたものは壽命は著しく長くなる。焼入れしたねぢをむくから研磨し得る事は、材料と工作との節約になる。といふのは完成したねぢの焼入れに際して、反りと裂開とによつて現はれる困難はこれによつて取除かれるからである。滲炭法による鋼類にあつても其の滲炭層は深く保たれる。

精度の高いねぢを作るには、正確に作用する機械のみが必要ではなく、此の機械を運轉する室の溫度も亦重要である。伯林の某工場では、

第7圖 多式輪廓研磨輪を有する研磨機械

第8圖 内ねぢ研磨機械

特別の空気調整装置で、正確に室内を 20° と言ふ一定の温度に保つた室の中で、焼入れされたねぢ棒を研磨し且つ測定してゐる。鋼の種類に應じて僅か 1° の温度變化で、長さ 1 m につき 10~12 ミクロンの長さの變化がある。此の長さの膨脹値は機械にも影響を及ぼして、著しく不精密となる。工作物より現はれる熱を取り去る冷却剤の温度ですらも、一樣にする様考慮すべきである。

此の精密ねぢの試験と測定には、適當な装置と適當な器具とを作る事が、どうしても必要となつてきた。斯くてピッチ精度を測定するには長さ 500 mm 以上のねぢ棒にあつて、比較尺度の位置を變へずに、長さ 1 m につき 0.002 mm の測定精度を得る様な器具が出来てゐる。其の測定にはナットを用ひるから、をねぢを機械に取り付けた後にも、測定精度と同一の精度を與へる。1 回轉中のピッチの變化でさへも、此の器具で測定する事ができる。此の器具は最大の温度偏倚が僅か $\pm 0.3^{\circ}$ に達する室におかれてある。研磨中に行ふねぢの測定と試験に就ては前に述べた通りである。然し尙ほ光學系の視野に現はれる様子が第 9 圖に示してある。甚だしく擴大すれば、精密なねぢの深さが確定されるのみならず、側面角度も亦精密に吟味される。

第 9 圖 極微光學視野の圖

第 10 圖 作用しない研磨面の縮小

研磨される表面の出来ばへは、研磨輪の性質に大いに関係する。研磨輪は正確に釣合ひを保つことが必要である。不釣合ひは振動を起して研磨される工作物に害を及ぼす。研磨輪の型直しは機を逸せず且つ非常に注意深く行はねばならぬ。研磨輪の型直しに際しては、ダイヤモンド

は必ず研磨輪の先端から先づ切り込ませて、内方に動かされる事が大切である。さうでないとは細かに尖頭は壊れるからである。ダイヤモンドを出来るだけ長期間切削能力ある様にするには細目ねぢにあつては、研磨輪の作用しない研磨面は、適當に小さくする事が望ましい。それ故研磨輪の作用しない面は粗いダイヤモンドか又はカーボランダムで面削りをする(第 10 圖)。研磨輪の型直し頻度は、單に切削能率のみならず加工材料の品質にも依る。即ち高速度鋼の場合を 2 とすれば、工具鋼の場合は約 1 に相當する。ねぢが粗くなればなるほど 1 回の型直しで研磨し得られる長さが長くなる。それ故例へば、工具鋼で作つた直径 1/2 in. の screw tap は、直径で約 0.3 mm だけ 1 度で研削するのに 12~14 個は連續して研磨出来るが、M6 の screw tap では研磨輪は 4 個毎に型直ししなければならぬ状態である。加之研磨工率は希望する精度と、ねぢの谷の丸みの半径と並びに使用する冷却剤とに關係する所が大きい。比較して次に一例をあげる。兩端に長さ 18 mm のねぢをもつてをるむくから研磨した控へボルト(材料 VCN 45)に對して次の結果を得た。

a) 突込法で荒削りし多式輪廓研磨輪で仕上げる b) 及 c) 突込法で荒削りして仕上げする	1 ねぢに就ての研磨時間(分) 冷却剤		1 ねぢにつき研磨輪の費用(Pfg) 冷却剤	
	水	油	水	油
a) M10×1 谷の丸み Din 13 =0.065mm	6	2	1.9	0.7
b) M10×1 谷の丸み Din 13 1.5 mm のピッチに對し =0.095mm	2	0.9	0.9	0.07
c) ウィットウォース 3/4 谷の丸み Din 11 =0.218mm	1	0.8	0.16	0.06

工作物の低い回轉數と僅かな送りとによつて研磨輪の輪廓を相當長く保たせるよりも、研磨輪は度々型直しする事が、如何なる場合に於ても經濟的である。型直しによる研磨輪の減りは細目ねぢでは直径で約 0.05 mm、粗ねぢでは直径で約 0.1 mm に達する。これだけ減らすにはダイヤモンドを 2~3 回研削行程に分けてやれ

ばよい。

焼入れしたねぢ棒の製作には、特種の材料を選ぶ必要がある。詳しく言へば種々の鋼類は優れた品質を以て居ても、ねぢ棒の製作には必ずしも適切でない。研磨にあつては應力が自由になつて棒の變形を來たす。滲炭鋼では焼の充分でないものを繼續研磨すると、滲炭層が所々なくなる場合が起る。合金炭素鋼は、色々の熱處理と人工的の seasoning とを施せば品質が改良されるから、この炭素鋼を使用すると、完成後も缺點なく形を保ち其のピッチ精度を維持する様なねぢ棒を製作する事が出来る。

焼入れして研磨したねぢ棒を製作した経験者は、適當な取扱設備と試験装置とを備へてをるから、如何なる場合でも此等経験者に相談する事が得策である、

内ねぢの研磨は直接の必要がなかつたため、實際において其の發達が遅れてゐる、ねぢ輪ゲージは多くねぢ挟みゲージでおきかへられて來た。直徑の小なる工作物に對しては screw tap で充分であり、直徑の大なるものにあつてはねぢの切削或はミリングによらねばならぬ。高級合金構成鋼を用ひてから内ねぢ研磨が必要となつて來た。外面研磨におけるが如く内面研磨に於ても、多式輪廓研磨輪のみが満足なる解決を與へる事が出来る。ねぢ研磨の方法を外面から内面に轉用する事は、一見簡単な様だが實は左様でない。外面研磨に對しては、既に適當な高能率の研磨輪が發達してゐるが、内面研磨に對しては多く問題になつて來る特別に小さな研

磨輪に對する試験設備がない。大研磨輪の試験結果は、直ちに小研磨輪に轉用する事は出来ないから、それに對して先づ實驗値を集めなければならぬ。小さな孔の場合にのみおこる場所が比較的狭いために一層の困難がある。此の場合内面研磨軸は大きさを制限され従つて弱くなつて、輪廓製造と突込研磨の際に現はれる壓力に堪へ得られない様になる。しかしこの困難も今日では大部分征服された。内面研磨設備は、非常に改良されて、研磨輪の型直しは輪廓ローラ法を應用し得られるまでになつた。外面研磨に於て行はれる突込法は、内面研磨の場合では孔の徑によつて其の利用範圍が定まる。直徑が 50~60 mm、幅が 10 mm の内ねぢは、やはり突込法で研磨する事が出来る。これより小さな孔か又はこれより幅の廣いねぢにあつては、弱い研磨軸は生ずる壓力に最早堪へ得られなくなる。それ故多式輪廓研磨輪は、やはり軸方向の通し研磨だけに使用出来るのである。しかし此の方法は特許保護法（ドイツ特許 No. 476310）によつて、某伯林工作機械製作所の特許使用權を獲得する必要がある。ピッチ 1.5 mm 以下のねぢに用ふる研磨輪の外廓製作は、型ダイヤモンドを用ひて型直しする事によつてのみ出来る。研磨輪が二重ねぢ山のピッチを備へる事が出来る時には、此の方法は特に有利である。これに對しても亦使用權を獲得する必要がある。最良の型直し方法（輪廓ローラ法又は型ダイヤモンドによる型直し）に對する研究は今日尙ほ結論に達してゐない。（古 庄 舍）