

転造タップによるネジ加工評価結果[†]

坂田 潤哉*

1. 緒言

一般に、フライス盤やマシニングセンタなどにおける雌ネジの成形方法として切削タップを用いるのが主流であるが、工具寿命、生産性において非効率であることが問題点として挙げられている。

この解決策として、転造タップによる雌ネジの成形加工に取り組んでいる。転造タップは、ネジの成形方法において切削タップとは根本的な違いがあり、工具寿命、生産性の向上が期待できる。

そこで、転造タップを用いて試加工を行い、工具寿命と加工能率について、従来の切削タップ加工と比較した。その結果、転造タップが優れていることがわかったので以下に報告する。

2. 転造タップの特徴

転造タップによるネジの加工方法には下記の得失が挙げられる。

転造タップ加工の最大の特徴は、切り屑を発生しないことである。切削タップ加工の場合は、円筒内面に溝を掘り下げてネジを成形するため、切り屑が発生し、噛みこみなどによってタップの欠損トラブルを生じ易い。これに対し、転造タップ加工では、円筒内面にネジ山を盛り上げて成形するため、切り屑は発生せず、タップの欠損トラブルが起こりにくい。更には、塑性変形による加工硬化によって、ネジ山の強度が高くなる。

一方、転造タップ加工では、下穴径の精度において、切削タップ加工に比較して、より高い精度が求められる。すなわち、切削加工の場合は、下穴径が多少小さい場合でも、多くの場合、タップが谷だけでなく山の先端も削ることによってネジとして成立する。これに対し、転造タップ加工の場合は、塑性変形による加工であるため、下穴径が小さいと、加工抵抗が過大になり、ネジが成形されない場合がある。したがって、転造タップ加工では下穴径の公差が厳しく、下穴加工の工具選定が重要である。

3. 転造タップ加工テスト

3.1 ネジ形状

転造タップによる加工テストを実施するに当たり、テスト対象品として、従来から切削タップ加工を施工している製品を選択し、同一の雌ネジを加工することによって、両者を比較した。対象品の材質は炭素鋼であり、M16×2.0-ネジ深さ 31mm の雌ネジを、製品 1 個当たり 93 ケ所施工する。ネジの要求品質は JIS B0209-1:2001 等級 6H である。

3.2 下穴加工

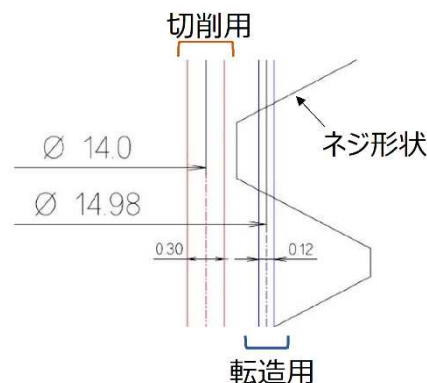
切削タップ加工用の下穴は、刃先交換式ドリル 2 枚刃を用いて $\Phi 14.0 \pm 0.15\text{mm}$ の公差で加工している。

転造タップ加工用の下穴は、刃先交換式ドリル 3 枚刃を用いて、 $\Phi 14.98 \pm 0.06\text{mm}$ の公差で加工した。両者の下穴加工寸法を比較して第 1 図に示す。

3.3 加工条件

切削タップによる本製品の加工実績によると、概ね、製品 2 個分の 186 穴が工具寿命の限界とされていたため、転造タップを用いて、同じく 186 穴の加工テストを実施し、工具の損傷状態を比較した。

両工具の加工条件を第 1 表に示しており、転造加工では、工具回転数を切削加工の 2 倍に設定しても問題なく加工することができた。したがって、転造加工の正味加工時間は、切削加工の 1/2 である。



第 1 図 下穴寸法比較図

[†] 原稿受付 2020 年 11 月

* 生産管理部 製造課

第1表 正味加工時間の比較

ネジ寸法	工具	回転数 (rpm)	送り (mm/rev.)	加工深さ (mm)	1ヶ所の 正味加工時間 (sec.)	製品1個当たり	
						ネジ数 (ヶ所)	正味加工時間 (min.)
M16×2	切削タップ	240	2.0	31	3.88	93	6.01
	転造タップ	480			1.94		3.01

3.4 工具摩耗の比較

第2図は、両タップの186穴加工終了後の工具摩耗の状態を接写したものである。同図 a)の切削タップにおいては、摩耗だけでなくチッピングも発生しているが、b)の転造タップにおいては、ほとんど工具摩耗は生じておらず、なお十分な余命を有している。現時点では、186穴以上の加工テストは実施していないため、定量的な比較はできないが、本テスト結果から判断して、切削タップより転造タップのほうが長寿命であることが確認できた。



a) 切削タップ



b) 転造タップ

第2図 加工後の工具損傷状況

4. ネジ部の調査結果

調査用の試験片に、両タップでネジを成形し、ネジ穴の断面を観察した。試験片の材質、加工条件、使用工具は、前述の内容と同様である。切断した試験片を第3図に示す。

4.1 組織観察

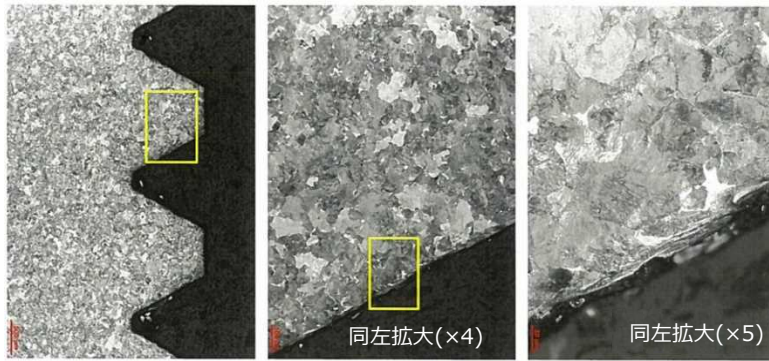
両ネジの断面組織を第4図 a), b)に示す。いずれも、フェライト/パーライト組織を呈しているが、転造ネジ穴の表面には塑性変形に伴うメタルフローが観察され、また、山の頂部には、両側から盛り上がったメタルによって形成された凹みが発生している。切削ネジには、このようなメタルフローは観察されない。

4.2 表面硬さ分布

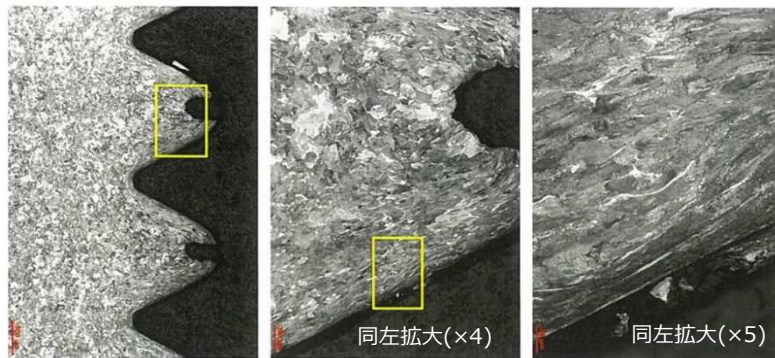
両ネジ穴の表面部の硬さを測定して比較した。第5図の a)に測定位置 (a~d) を示しており、マイクロビッカース硬さ (荷重 100gf) を 0.1mm ピッチで測定した。結果を、同図 b)に切削ネジを、c)に転造ネジを示しており、切削ネジでは、深さによらず概ね HV240 以下であるのに対し、転造ネジは、最表面で HV260~290、0.5mm 深さで HV230~260 であり、冷間塑性変形による加工硬化が認められる。



第3図 切断試験片

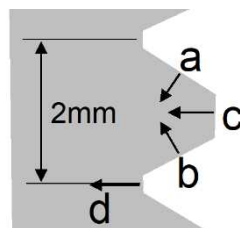


a) 切削ネジ断面

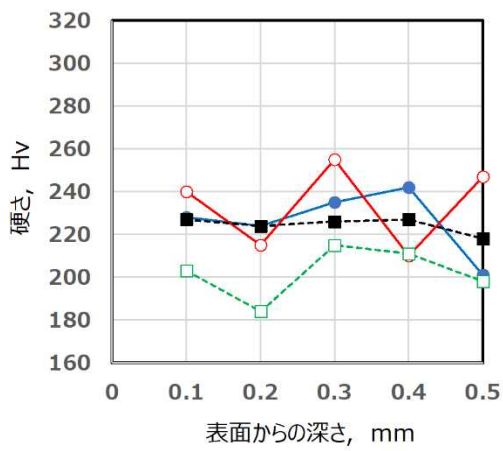


b) 転造ネジ断面

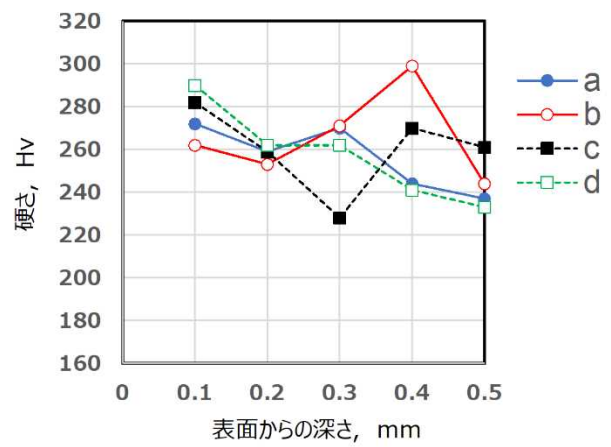
第4図 ネジの断面組織



a) 硬さ測定位置



b) 切削ネジ



c) 転造ネジ

第5図 表面からの硬さ分布

5. 結言

雌ネジ加工において、従来の切削タップに代えて、転造タップでの試加工を行った結果、以下の知見を得ることができた。

(1) 転造タップの場合、切削タップの2倍の速度で加工を行っても、正常に施工することができた。これにより、転造タップの採用によって、正味加工時間の半減が可能である。

(2) 工具寿命は、切削タップでは186穴の加工が限界であったが、転造タップで同じく186穴の加工を行った状態でも、タップに致命的な損傷は認められず、少なくとも、切削タップよりは長寿命であることを確認することができた。

(3) 加工後のネジ部断面を観察した結果、転造ネジには、冷間塑性加工によるメタルフローと加工硬化が認められた。