

旋削における高送り仕上げ加工方法の開発

(株)日鋼機械センター 早川保 和田侯衛 青野文朗 ○高佐成樹 遠藤和也
北海道住電精密(株) 内野克哉 林直樹

要 旨

本研究では、円筒形大型鍛鋼製品の旋削仕上げ加工を行うために、切れ刃部が大きなR形状となっている特殊スロアウェイチップを開発し、刃先処理やコーティングなどの改良を重ねることで、回転当たり10mm以上という高送り加工を実現した。

1. 緒 言

円筒形大型鍛鋼製品の製造工程において、一般に非破壊検査のひとつである超音波探傷試験が実施されている。この試験では均一な表面性状(表面粗さ)が必要とされ、その目安としては表面粗さ計で測定した断面曲線から得られる最大高さ(Rmax)にすると25 μ m以下となる。

また、最終仕上げ形状において要求される表面粗さは製品仕様により様々であり、バイト送り目は許容されないが砥石研磨までは不要な場合(12.5 μ m程度)では、ヘールバイト加工やペーパー研磨が行われる。これらの加工では熟練者による技量と多大な時間を要するため、工程遅延の原因となっていた。

大型製品ではその切削長が長く、加工面全体にわたって均一な表面粗さを得るには、長時間安定した加工が要求される。したがって生産性向上のための加工方法として、以前から送り量の増加による高送り加工(コレソフ加工と称す)が実施されてきているが、使用する工具形状にばらつきがあり、熟練した技量も伴うために、必ずしも高能率加工であると言いが難かった。

そこで、超大型旋盤による円筒形大型鍛鋼品(主にロータ軸)の外径仕上げ加工を対象に、高送り加工が可能な工具形状を検討し、工具の専用化によるコスト削減と技量の平準化による高能率加工を図った。

2. 方 法

円筒形大型鍛鋼製品の旋削仕上げ加工に用いられる現状工具の形状は、内接円15.875mmで約27mmの切れ刃長さを持つスロアウェイタイプの正三角形穴付ネガティブチップ(TNMN270612/GC415)である。この工具の切れ刃を送り方向と平行にセットして加工を行うわけであるが、この時切れ刃のわずかなゆがみ(辺中央部の凸形状)を巧みに利用している。

この工具使用上の問題点として

- ①切れ刃のゆがみは超硬合金焼結時に自然に生じたものであり、その凸量や場所が一定ではない、
- ②そのためコーナチェンジ毎に試し削りをしてセット替えを実施しなければならず、熟練と時間を要する、
- ③仕上げ加工中に工具寿命となると、コーナチェンジによる繋ぎ加工となるため寸法確保が困難である、
- ④チップブレードつき片面形状のため、使用できる切れ刃

が1~2コーナと極端に少なくコスト高である、
などがあげられる。

そこでまず、切れ刃の凸形状にばらつきがなく、かつ要求される表面粗さを得られる最適な工具形状と加工方法を検討した。更に各種コーティングおよび刃先処理が加工肌へ与える影響を調査し、工具の長寿命化(加工の連続化)が可能なように改良を加えた。

加工を行う超大型旋盤の仕様を表1に、また代表的な被削材(ロータ軸)の形状と加工条件を表2および図1に示す。

表1 代表的な加工機械仕様(超大型旋盤)

機 械	A	B	C	D
最高回転数(r.p.m.)	40	50	100	68
最大送り(mm/min)	96	400	3000	300
最大加工重量 (t)	350	350	100	100
主モータ出力 (kW)	DC370	DC315	DC185	DC160

表2 代表的な被削材(ロータ軸)と加工条件

被 削 材	A	B	C
材 質	NiCrMoV 合金鋼		
加工径 (mm)	2600	1800	1000
加工長 (mm)	4000	4500	5500
重 量 (ton)	150	90	35
切削速度 (m/min)	80 ~ 100	80 ~ 120	80 ~ 200
送 り 量 (mm/rev)	5 ~ 10	8 ~ 12	10 ~ 12
切込み量 (mm)	0.05 ~ 0.15		
切削時間 (min)	~ 30		

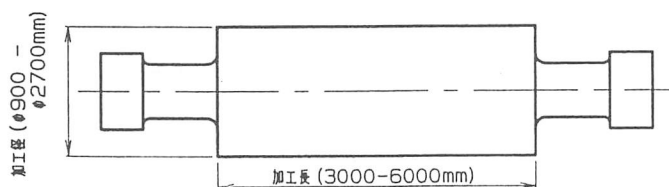


図1 被削材(ロータ軸)形状

3. 結果および考察

3-1. 工具形状の決定および加工方法の標準化

図2に以前に使用されていた工具、現状工具および開発工具の形状を示す。旧工具は完全な直線切れ刃を持つが、研磨により切れ刃を作製するため形状のばらつきが多く、また工具寿命も短い。この代替として簡便的に利用してきた現状工

具には、先に述べた様な問題点がある。そこで開発主旨のひとつであるコスト削減を踏まえ、現状工具である27三角チップに改良を加えることとした。

加工の性質上切込み量が0.03~0.2mmとわずかであるため、切り屑生成へのチップブレイカの作用は低いことから、着座強度の高いブレイカなしの両面形状を選択し、切れ刃が全て均一な6コーナ仕様とした。

作製した刃先R形状と、理論上および実測の仕上げ面粗さを表3に示す。理論値と実測値の面粗度には5~6倍の開きがあり、またR形状が小さいほど測定値には現れないうねりが顕著であった。そこで目的の仕上げ面粗さを得るため、ばらつきなく製作できる最大寸法の7000を刃先のR形状にした。

次に、不慣れた作業でも熟練者と同水準で加工が行えるよう、加工方法の標準化を図った。加工状況と切り屑の形態および加工肌から、最適な加工条件と工具セット方法を決定した(表4, 図3)。

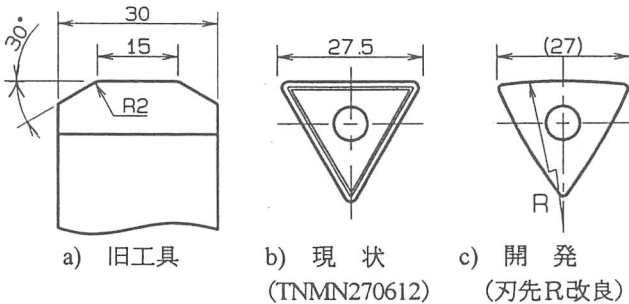


図2 工具形状の検討

表3 刃先R形状と理論・実測仕上げ面粗さ
($H=f^2/8R*1000 \mu m$, $f=10 \text{ mm/rev}$)

刃先R形状 R (mm)	凸量 (mm)	理論面粗度 H (μm)	実測面粗度 Rmax (μm)
300	0.30	42	-
2000	0.045	6.3	30
5000	0.018	2.5	16
7000	0.013	1.8	12

表4 最適な加工条件

切削速度	100 (m/min)	
送り量	10 (mm/rev)	
切込み量	粗	0.15 (mm)
	仕	0.10 (mm)
切削油	仕上げ時使用	

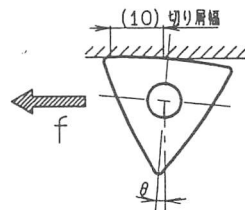


図3 工具セット方法

3-2. 刃先処理およびコーティング

刃先R形状の決定により目的の仕上げ面粗さを得ることが可能となったが、切れ刃先端が90°のシャープエッジを呈しているため、加工中の微小な振動により加工肌にびびり模様が生じてしまう。そこで切れ刃先端に図4に示すような6種類のチャンファー(ネガランド)を施し加工を行った。しかし、これらの刃先処理ではびびり模様が完全に除去するこ

とは不可能であった。

次に耐溶性の向上と刃先の丸め処理によるびびり抑制を狙いとして、コーティング化を実施した。図5に示すように、刃先を大小2種類の丸ランドとしたのち、それぞれ2種類のコーティング処理を行った。加工後の加工肌と測定した粗さ断面曲線の比較を図6に示す。

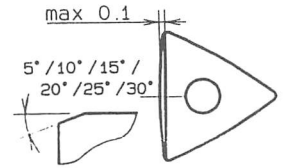


図4 チャンファー処理

PVDコーティングでは丸ランド処理が大きくとも加工肌にはびびり模様が発生し、さらに刃先に微小なチッピングが生じて仕上げ面粗さの悪化を招いた。これに対してCVDコーティング(住友電気工業(株)製 AC2000)では、切り屑流れがこれまでのどの試験よりも明らかに良好で、切れ刃先端での発熱が抑えられ摩耗の進行も緩やかであった。また、丸ランド形状の大きい方が良好な加工肌を得た。

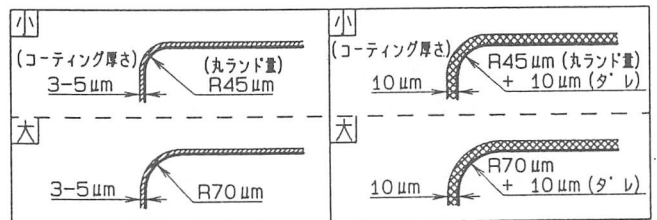


図5 コーティングと丸ランド処理

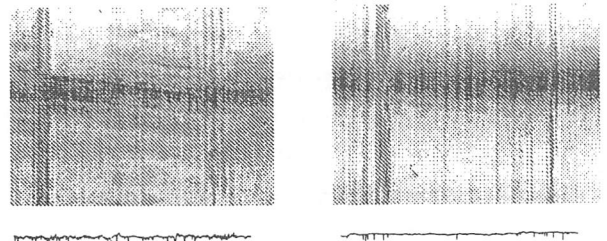


図6 仕上げ面肌と粗さ断面曲線の比較

4. 結言

円筒形大型鍛鋼製品の旋削仕上げ加工において、現状工具形状を活かした専用工具の開発を行い、以下の結論を得た。

- (1) 工具刃先形状をこれまでの不均一なものから均一なR7000形状に変更し、加工方法を標準化させたことで、うねりの少ない良好な加工肌を得た。
- (2) CVDコーティングにより切れ刃の耐熱性が増し、信頼性が向上したことで工具寿命の延長が可能となった。
- (3) 最適な刃先処理量(丸ホーニング大)とすることで、びびり振動を抑えかつ均一で良好な表面粗さを得た。
- (4) 使用コーナ数の増加によって、工具コストの低減が可能となった。
- (5) 加工方法を標準化することで、熟練者でなくとも容易に加工でき、加工時間の短縮に寄与できた。