追求する円筒研削盤

ジェイテクト　工作機械・メカトロ事業本部
工作機械開発部
納谷　敏明

1．はじめに

昨今の厳しさを増す経済状況の中で、お客様では、製品コストや品質競争において常に優位性を確保していくために、研削盤設備に対してより安定した加工精度、コスト低減のための高生産性への要求を一段と強めている。

今回は、これらの要望にこたえるために開発した、中・小物部品の量産加工に最適なコンピュータ数値制御（CNC）円筒研削盤「GL5-i」（以下、本機）を紹介する（図1）。

TOYODA は当社登録商標です。

図1　CNC円筒研削盤GL5i

2．寸法精度の安定化

本機の開発において最も力を注いだのは、お客様が苦労をしている熱変位による寸法変化の低減であり、昨年発売したCNC円筒研削盤「GE4-i」の技術を踏襲している。

寸法精度を安定させるためには、機械の熱変位の要因である設置場所の室温変化、研削時の加工熱、モーター・ポンプなど機械自体の発熱の対策をする必要がある。

設置場所の室温変化に対する従来対策は、ベッドの質量を増やし熱容量を上げることであった。これに対し、本機ではCAE解析と実機の室温変化に対する温度分布を照合し、統計的手法を用いてベッド形状、リブの配置に工夫を凝らし、ベッドの質量は従来と同等以下、かつ、従来と同等以上の剛性を確保しながら、ひずみを最小限に抑えた。また、ベッドのねじれについても左右対称形状とすることで最小限に抑えた。

研削時の加工熱については、砥石台とテーブル間のクーラント経路であるベッド上に加工熱が伝わり、砥石台とテーブルの相対位置が変化することが問題であったが、本機では熱の影響を受けにくいクーラント経路を実現し、砥石台とテーブルの相対位置の変化を減少させた。さらに、クーラント経路にアイソレーションカバーを採用し、ベッドとの間に空気層をつくり、熱影響を低減させた。

機械自体の発熱に対しては、熱源となる砥石軸受油タンクを搭載している砥石台の放熱特性を高めることで軸受油の温度上昇、および、砥石台変形量を低減した。

このように、機械自身の熱変位を小さくする構造とし、室温、加工温度、機械発熱などの影響を抑えるように部位ごとの熱容量バランスを最適化している。

これらの対策により、多段プランジ研削における間接定寸工程（定寸装置を用いずに加工する工程）の寸法変化が従来機では直径5㎛であったのに対し、本機では同3㎛に低減している。同5㎛の寸法公差を要求される工作物の加工において、従来機は全工程で定寸装置を用いて寸法を測定しながら加工する必要があったが、本機では熱変位が安定しているため、定寸装置を使用する工程は第1工程のみでよく、サイクルタイムを短縮することが可能となり、寸法精度の安定化とともに生産性向上の効果を得ることができる（図2）。

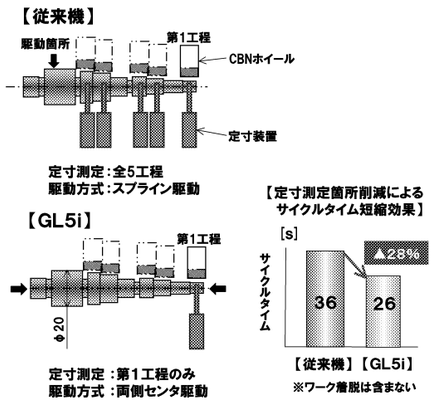

図2　サイクルタイム短縮事例

3．段取り替え時間短縮と工程集約

本機では、工作物を回転駆動させる主軸台に両側センタ駆動主軸台を搭載している。

両側センタ駆動主軸台は、工作物の両センタ穴と工作物を支持するセンタとの間に発生する摩擦力が研削時の接線研削抵抗力以上の摩擦力になるよう、センタ加圧力を制御して工作物を保持する。この方式で左右の主軸を同期回転することにより、駆動金具を用いずに研削加工が可能となる。

駆動金具やチャックが不要となるため、多種工作物を研削する場合の工作物変更の際、それらの交換段取り時間が不要となり生産性を向上することができる。

また、工作物の両端部を研削する場合、従来、駆動金具やチャックがあると工作物の端部が研削できないため、2工程に分割し、ローダなどの反転装置を用いて1台の機械で加工するか、あるいは2台の機械を必要としたが、本主軸台により両端部を1台の機械でワンチャッキング加工できる（図3）。これによって設備台数の削減や、ワンチャッキング加工による加工精度安定化を図ることができる。

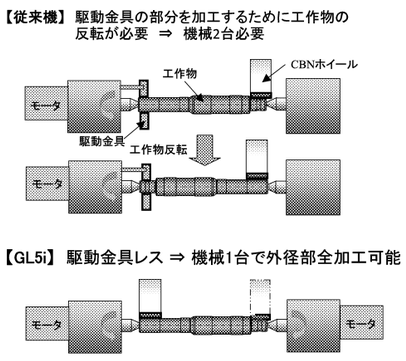

図3　両側センタ駆動による工程集約

4．普通周速度CBNホイールによる生産性向上

本機では、普通砥石仕様に加えて、CBNホイール仕様を選択できる。

従来のCBNホイールを使った研削加工では、砥石周速度毎秒80㍍以上の高周速度の研削で生産能率を高めることによりサイクルタイムを短縮し、設備台数の削減を図ってきたが、本機では砥石周速度同80㍍に加え、同45㍍、同60㍍の普通周速度CBNホイール仕様を選択することが可能である。

砥石周速度が速いほど高能率研削が可能となりサイクルタイムを短縮することができるが、サイクルタイムよりもツールコストを重視されるお客様には、普通周速度CBNホイールをお奨めしている。

砥石周速度の高速化には砥石軸モーターや研削液供給装置の大型化などが必要になるが、普通周速度CBNホイールによる研削加工では、普通砥石仕様の機械構成を最大限に活用し、最小コストでCBNホイールによる研削加工を実施でき、普通砥石に対してCBNホイールの持つ低ツールコストや高生産性のメリットを引き出すことができる。

しかし、従来の高周速度CBNホイールを普通周速度でそのまま使用すると、砥石摩耗量が多くなるため砥石修正インターバルが短くなり、結果的に砥石寿命が短くなる。これに対し、普通周速度CBNホイールは、普通周速度での使用時に最適になるような砥粒、集中度、およびボンドを選定することにより低研削抵抗を実現し、砥石寿命を従来の高周速度CBNホイールと同等にした。

また、普通周速度CBNホイールを用いると、以下に述べるような効果により、当社試算では従来の普通砥石仕様の設備に対しランニングコストを約40％低減できる。

（1）砥石交換頻度の削減

CBNホイールの砥石修正インターバルは、普通砥石と比較して約30倍に延ばすことが可能である（研削条件などにより砥石修正インターバルは変わる場合がある）。これを砥石交換周期に換算すると、普通砥石で1カ月に1回実施の砥石交換を、CBNホイールでは4カ月に1回の砥石交換頻度に削減できる。

（2）砥石径変化による研削条件変更工数の削減

普通砥石の場合、砥石径が最大径から最小径に変化していく間で砥石周速度が変化し、研削精度維持のために何度か研削条件を変更する必要がある。一方、CBNホイールの場合、1回当たりの砥石修正インターバルが長く、しかも砥石径が最大径から最小径に変化しても直径で数㍉しか変わらないため、砥石周速度にほとんど変化がない。このため、最初に設定した研削条件を最後まで変える必要がない。

（3）研削液設備のメンテナンス工数の削減

普通砥石の場合、研削切粉の中に脱落した砥粒が混入し、研削液供給装置内に砥粒が沈殿し堆積するため、定期的にそれを取り除く作業が必要である。それに対し、CBNホイールでは研削切粉に砥粒はほとんど混入せず、研削液供給装置内に堆積することもないので、メンテナンス工数を減らすことができる。

（4）加工精度の長期安定化

CBNホイールの場合、普通砥石と異なり脱落する砥粒がほとんど無いため、最初に砥石修正したときの砥石の表面性状が長く維持される。たとえば、普通砥石で10本に1回の砥石修正が入る場合、1本目と10本目で工作物の表面粗さの状態はかなりの違いがあるが、CBNホイールでは1本加工するごとの表面粗さの変化が小さいため、砥石修正インターバルを長くすることが可能となり、工作物の加工精度を長く安定的に確保できる（図4）。

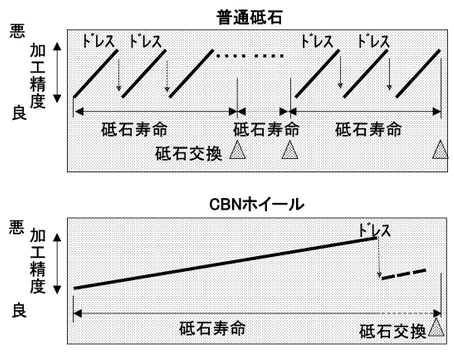

図4　加工精度の長期安定化

5．おわりに

当社では、工作機械を通して日本のモノづくりを支え続ける思いで、安心して使っていただける工作機械の技術開発を進めている。

また、開発機には、真に素性のよい機械を提供することで、精度のバラつきがない安定した高精度加工が誰にでも簡単に実現できるようにという当社の思いが込められている。

日本のモノづくりは、常に新興国にできない〝技術〟を駆使したモノづくりでもある。研削盤のトップリーダーとして、「高精度」「高生産性」「高信頼性」「使い易さ」など付加価値の高い革新技術に取り組み、ジェイテクトのTOYODAブランドを高めていきたい。また、本稿で紹介した研削盤は、お客様の現場の声を基に「研削盤のTOYODA」が持つ最高の技術を形にしたもので、自信を持って拡販を図っていきたい。

JTEKT
Creating the next value
－モノづくりで、まだない価値を。－

高精度と高い生産性を両立する、量産加工に最適な円筒研削盤

安定した生産性を生み出す３つの要素

安定した研削精度
● 高剛性・低振動ベッド
● TOYODA STAT BEARING　● 熱変位の低減

高い生産性
● 豊富なバリエーション　● 豊富な研削サイクル
● 駆動金具レスによる全段研削 Option
● CBN といし採用による生産性向上 Option

安心稼働
● TOYOPUC®-GC70 搭載による信頼性の向上
● 高清度ろ過クーラント装置 Option

第14回中国国際工作機械展示会 出展
期　間：2015年4月20日（月）～25日（土）
会　場：北京・中国国際展覧中心（新館）
Booth No. E2-101-1

CNC円筒研削盤
GL5i

		GL5Pi	GL5Ai
センタ間距離	mm	250/320/630	250/320/630
テーブル上振り	mm	φ320	φ320
研削直径	mm	φ0～220	φ0～220
普通といし径（外径×幅×内径）	mm	φ510×125[150]×φ203.2 （φ610×80[125]×φ304.8）	φ510×125[150]×φ203.2 （φ610×80[125]×φ304.8）
CBN といし径（外径×幅×内径）	mm	（φ350×50×φ180）	（φ370×50×φ180）
といし週速度	m/s	45（60、80）	45（60、80）

（　）は特別付属　［　］は広幅といし仕様

株式会社ジェイテクト　◆資料請求はこちら　｜　工作機械・メカトロ事業本部　〒448-8652　愛知県刈谷市朝日町１丁目１番地　TEL. 0566-25-5140　FAX. 0566-25-5467
JTEKT Koyo TOYODA