熱変位抑制、機械本来の性能を向上

CNC円筒研削盤

ジェイテクト

看板商品のフルモデルチェンジ

ジェイテクトの看板商品ともいえるコンピューター数値制御（CNC）円筒研削盤が、約20年ぶりに「GE4i」として全面刷新された。研削盤の累計生産台数3万5000台を誇る世界トップメーカーの技術力を結集し、熱変位を最小限に抑制して〝素の状態〟でも高い加工精度を実現。CNC制御とハンドル操作による油圧機の操作性を両立して職人のこだわりにこたえるとともに、使いやすさ、操作画面の見やすさにも配慮した。さらにプラットフォームの概念を導入し、リーズナブルで高い性能をもつ機械に仕上がっている。開発を担当した長屋久幸工作機械技術部標準機開発室主任に、高精度や使いやすさを実現したさまざまな技術について聞いた。

徹底した熱容量バランス設計

―フルモデルチェンジの背景を教えてください。

「日本のモノづくりの短期的な課題として、就労人口の減少、熟練技能者の減少、海外への生産移転といったことが言われていますが、当社もお客さまのモノづくりの環境変化を肌で感じています。その中で研削加工においては、最終仕上工程であるが故に研削盤特有の熟練技能者のカン・コツ・経験に頼ることが多く、使う人を選ぶ生産設備である、と言うのが実情でした。今回のフルモデルチェンジに際し、いつでも誰でも安定した加工精度を得られる機械を目指しました。『誰でも簡単に高度なモノづくりができる機械』がコンセプトです」

―GE4iは熱変位の低減を最大のアピールポイントとして打ち出していますね。

「お客さまにヒアリングしたところ、しばらく作業を中断して、作業を再開した際の寸法変化に神経を使っているという意見が多くありました。高精度研削加工は熱変位との戦いであり、熟練技能者が行う状態監視・途中介入調整操作を必要としています。安定した研削精度を得るためには、熱によるひずみ低減と操作性の向上が必要と考えました」

―熱変位対策のコンセプトは。

「工作機械の熱変位は、室温変化、加工による発熱、モーター、ポンプなど機械そのものからの発熱が影響を与えています。複雑に絡み合ったこれら要素に対する対策を、シンプルな構造、リーズナブルな価格で実現することを目指しました」

―設計における最も大きな変更点はどこですか。

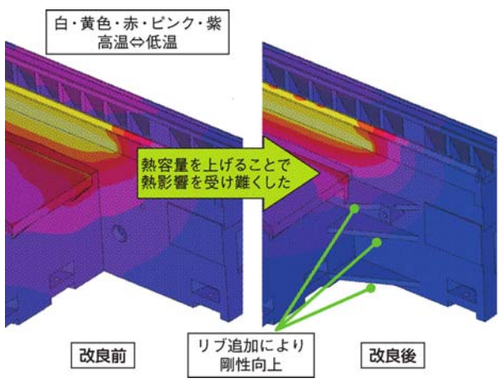
「高価なオプション機能で対策をするのではなく、最初から熱変位がおこりにくい構造にしようと考えました。室温変化に対しては、熱容量を上げるためにベッドなど主要コンポーネントの質量を増やすことが有効ですが、今回は全体の質量を上げずに、構造を工夫することで同じ効果を狙いました。加工による発熱に対しても熱容量を上げる対策とアイソレーションカバーによる熱の影響を受けにくくする対策を検討しましたが、クーラント流路によるベッドのねじれや加工対象物（ワーク）取付高さを上げずにクーラントをいかにしてスムーズに回収するのか大きな課題がありました。これに対しコンピューター利用エンジニアリング（CAE）解析により熱影響を受けにくいクーラント経路のシミュレーションを繰り返し実施しました。さらに、機械をよりコンパクトにし、保守スペースも確保するという相反するニーズを実現するために、商品開発プロジェクトチームで議論を重ね、最適経路を見つけ出しました。機械そのものからの発熱に対しては、砥石台の放熱特性を高め、軸受油の温度上昇を低減させています」

―ここ数年、新機種の開発にCAE解析が大きく寄与しているようですが。

「設計変更に際して、室温、加工温度、機械発熱などの影響を、CAEのシステム上で主要コンポーネントを細かく区切り、各部位の入熱と放熱の量を解析しました。この結果を基に、部位ごとの熱容量バランスを最適化するために、形状やリブの配置、各部位の肉厚を調整しました。従来のCAE解析では機械剛性と振動シミュレーションが中心でした。もちろん熱解析も行っていましたが、複雑な熱源の解析は十分できず、実験と解析を繰り返していました。当社には自動車部品、軸受、工作機械の評価・解析をおこなう『研究開発本部』がありますが、その熱解析技術が大きく寄与しています」

―CAE解析だけで精度の良い機械ができるのでしょうか。

「今回の開発に合わせて『大型環境試験装置』を設置して実機評価をおこないました。従来機と並べて20度―40度Cの間で温度変化させながら加工し、加工結果はどうか、どのくらい熱変位するかを確認し、改良を重ねました」



GE4iベッド部のCAE解析結果

工作機械技術部標準機開発室主任
長屋 久幸氏に聞く

生産効率高める提案

―熱変位対策以外でも精度を高める工夫はありますか。

「まず、送り系の対策を施し真直性にこだわりました。ボールねじの径を太くし、剛性を高め、送り方向の誤差を低減しました。また、高品位なトラバース加工を実現するために、ボールねじの振れを吸収する当社独自の『フローティングプレート』を砥石台送り、テーブル送りに実装しました。もちろん、真直性が高く、摺動面の磨耗を防ぐために熱練技能者による〝きさげ〟も入念におこなっています。次に、表面性状にもこだわりました。クーラント液に残るスラッジや砥粒でワークにキズがつく課題に対して、当社独自の高清浄度クーラント装置を新たに開発し、濾過後の液内の異物を5㎪（1㎎／L＝1㎪）にまで減らしました。また、清浄度が上がることでバクテリアが繁殖しにくく、更液周期を大幅に伸ばしました」

―操作面での配慮はありますか。

「汎用研削盤のお客さまは、CNC機で自動化したいけれども、ワーク形状や要求精度によっては手動研削をおこないたいというジレンマを抱えています。特に熟練の職人さんほど、最終仕上げを手でやりたい。このため鋳鉄製のハンドルを付けて、CNCによる自動制御とハンドル操作による手動操作を両立させました」

―熟練の技能者ではなくても使いやすさを実感できるのでしょうか。

「従来機で好評であった、必要最小限のデータ入力で条件設定可能な〝らくらく操作機能〟をさらに使いやすくしました。画面にワークの長さと直径を入力すると剛性の大・中・小を機械が判別して、研削条件を自動決定して加工できます。また、画面を拡大表示する機能を付け、文字を読みやすくしています。表示も従来は文字表示のみでしたが、GE4iでは文字表示とアイコンの選択を可能にしました。ミス防止にも配慮しました。手動パルス発生器などによる手動操作時の誤操作を防止するために、画面に手動操作による動作方向を矢印で表示するようにしました」

―最近の工場では安全確保と省エネの対策も重視されます。

「安全対策としては停電時に砥石とワークを自動で離す機構を搭載しました。また、フルカバー仕様も設けました。GE4iのような多種ワークをフレキシブルに加工する機械では、段取り替えの頻度が高くなります。そのためフルカバーは従来敬遠されがちでしたが、安全・環境対策と段取り性の両立にこだわり設計しました。開口部を大幅に広げ、両開きタイプで1480ミリメートル（心間500ミリメートル）としました。また、カバーの高さを1490ミリメートルとし見通しを良くしました。さらに、視認性を向上させるために、カバー天井部に天窓を設置しました。加工中に研削液のミストが飛散しないため、工場内環境も向上します。省エネ対策としては待機中にサーボモーターなどの電源を落とす仕組みを採用しています」

―顧客である加工メーカーは、納入先から一層のコストダウンを求められています。GE4iで生産効率を高める提案はありますか。

「GE4iの安定した加工精度と使いやすさにより、手動介入時間を従来から大幅に削減できます。それは、やり直しのない加工による無駄時間の削減と、段取り替え時間の削減に寄与します。全体の加工時間短縮としては、ドレスインターバル（砥石の目立て）、砥石交換周期が長く生産効率を上げられる、立方晶窒化ホウ素（CBN）砥石を提案しています。もともと汎用機の砥石周速は低速であり、CBN砥石を使うお客さまは多くはありませんが、当社では普通砥石と同レベルの低周速で効果のある、汎用機に適したCBN砥石を提案しています。この砥石はグループ会社の豊田バンモップスで開発・生産しています」

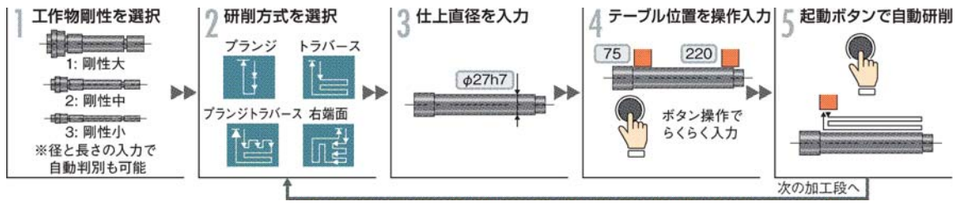
―GE4iから新たに円筒研削盤にプラットフォームの概念を採用しました。これも大きな改革ですね。

「新プラットフォームを展開した機械は、多種少量品を手がける中堅・中小企業から大量生産する大手メーカーまですべてのお客さまに提案できます。最近では中堅・中小企業のお客さまでも海外展開したり、日本で中種中量品の仕事を受注したりすることが増えました。こうしたお客さまには、機種は違っても保守部品などの共通性が高い研削盤の方が使いやすいと考え、プラットフォームを開発しました。これから他機種にも展開していきます」

―日本でモノづくりを継続するにはさまざまなハードルがあります。工作機械メーカーとして、日本のモノづくりにどう貢献していきますか。

「日本に残るのは高精度、多種少量の加工であり、よりそれに適した設備を提供していきます。GE4iは研削盤とはどうあるべきかに立ち返って開発し、『研削盤のTOYODA』の最高技術を形にしました。自信を持ってアピールしていきたいです」

GE4i



らくらく操作機能（データ入力方式）

使いやすい手動ハンドル

多段連続研削

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

GE4i SERIES
日本のモノづくりを支えてきた、
ジェイテクトのCNC円筒研削盤「GE4」。
2014年春。
さらに進化を遂げて、フルモデルチェンジ。

円筒研削盤のベストセラー
フルモデルチェンジ

新商品発表会『テクノロジー・イノベーション・デー』開催のご案内
新商品 CNC 円筒研削盤「GE4i」を始めとした新商品・新技術を出展いたします。是非ご来場下さい。

◉開催日　2014年3月13日(木)～14日(金)
◉開催場所　株式会社ジェイテクト　刈谷工場 カスタマーセンター
◉開場時間　10：00～17：00
詳しくはHPへ www.jtekt.co.jp

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