

GL4P-32E CNC 円筒研削盤

GL4P-32E CNC Cylindrical Grinder

石山 元 G. ISHIYAMA

This paper introduces the GL4P-32E CNC cylindrical grinder which is most suitable for the high-volume production of drive and suspension parts, concentrated on automobile transmission shafts, and shaft parts used in home electronics and general industrial machinery.

In the case of this machine, the kind of grinding wheel and CNC device are to be selected depending on recent diverse needs of our customers. When our GC50 is selected as a CNC device from eight combinations, to improve the productivity the user can select the various options, such as synchronously-driven left side and right side workhead which does not require setup change, obstacle intervention detection cycle for preventing defects during the production, and roundness measurement function for preventing defective workpieces from leaking to following processes and so on.

Furthermore, by using a CBN grinding wheel in normal surface speed range of 45m/s (60m/s as an option), stable grinding accuracy is achievable, resulting in reliability improvement.

Key Words : drive and suspension parts, shaft parts, high-volume production, GC50, synchronously-driven left side and right side workhead, obstacle intervention detection cycle, roundness measurement function, grinding operation using CBN grinding wheel in normal surface speed range

1. はじめに

昨今の厳しさを増す経済状況の中で、われわれの主な顧客である自動車メーカー、家電メーカー、一般産業機械メーカーなどは、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もより安定した加工精度、大幅なコスト低減のための高生産性、および製品ライフサイクルの短縮・多様化などに伴う設備のフレキシブル性の要求を一段と強めている。そしてわれわれ設備メーカーに対し、最適な設備台数、最適な工具、最小のフロアスペース、最適な消費エネルギー、より環境に優しく、少ない廃棄物に対応した設備などの積極的な提案を求めている。

ここで紹介する GL4P-32E CNC 円筒研削盤（以下、本機と称す）は、顧客のこれらの要望にこたえるために新オプションを充実させ、さらなる信頼性および生産性の向上に貢献することができる（図 1）。



図 1 GL4P-32E CNC 円筒研削盤
GL4P-32E CNC Cylindrical Grinder

2. 本機の特長

2.1 顧客の加工スタイルにきめ細かく対応

2.1.1 豊富な砥石バリエーション

本機に使用できる砥石のバリエーションは、顧客の幅広い要求にこたえるため、普通砥石であれば 3 種類、CBN ホイールであれば 1 種類の合計 4 種類の砥石から

選択できる。また、砥石周速度は対象工作物の生産量・サイクルタイムに応じて 45m/s, 60m/s (オプション) の 2 種から選択できる。

2.1.2 CNC 装置

本機の CNC 装置は顧客の要望に応じて当社 CNC 装置 GC50 と FANUC * 21i から選択できる。また、当社 CNC 装置 GC50 を搭載することにより、さらに生産性を向上させる以下の新オプションを付属できる。

- ・ 両側駆動主軸台
- ・ ゴミ噛み検知サイクル
- ・ 真円度測定機能

2.2 生産性を向上させる新オプション

2.2.1 両側駆動主軸台

両側駆動主軸台は、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に打ち勝つ様にセンタ加圧力を維持し、左右主軸スピンドルの同期回転により、駆動金具を用いずに研削加工に使用できる。また、本機の場合は左右主軸台に長手方向に各 80mm 行程の自動心間調整機構を有している。

両側駆動主軸台は、これまで GL5 をはじめとする他の CNC 円筒研削盤で多くの使用実績があり、本機でも GC50 を搭載した場合のオプションとして付属することができる。

本主軸台の使用メリットを以下に示す。

- (1) 両端部を研削する工作物の場合、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 1 台の機械で研削するか、あるいは 2 台の機械を必要としたが、本主軸台があれば、1 台の機械で 1 工程の研削加工が可能である (図 2)。
- (2) 駆動金具やチャックが不要で、多種工作物研削の工作物変更の際、それらの交換段取り時間が不要となる (図 3)。
- (3) 長さ違いの工作物に対し、左右主軸台のセンタ位置を NC 制御できる。事前のデータ入力により、簡単な画面操作だけで主軸台本体をテーブル上に固定した状態でツーリング変更に対応でき、長手位置の段取り時間が不要となる (図 4)。

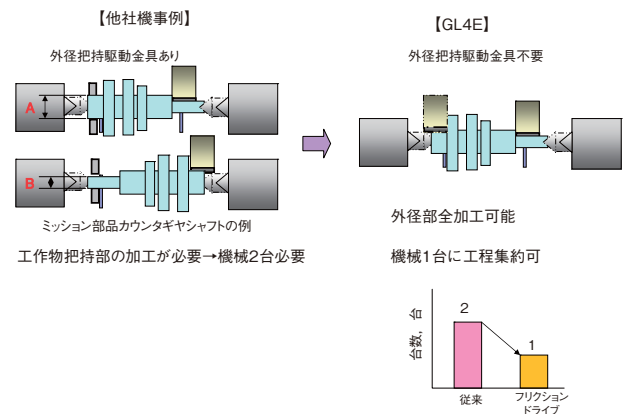


図 2 両側駆動主軸台
Synchronously-driven left side and right side workhead

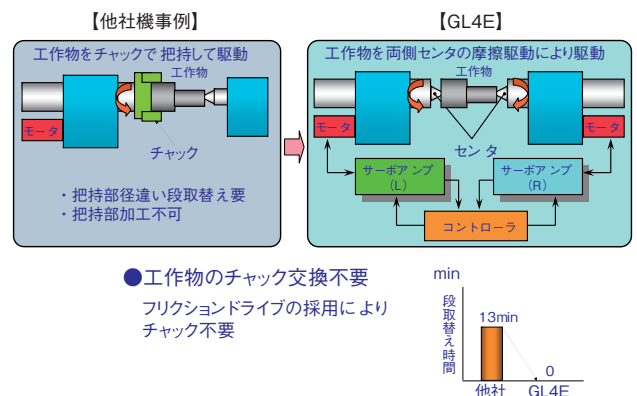


図 3 両側駆動主軸台
Synchronously-driven left side and right side workhead

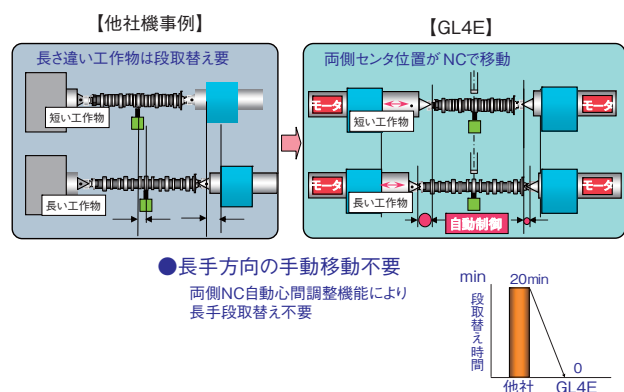


図 4 両側駆動主軸台
Synchronously-driven left side and right side workhead

2.2.2 ゴミ噛み検知サイクル

研削加工で使用する定寸装置において、研削液中の切粉や砥粒などの異物が接触子と工作物の間に噛み込むと仕上径寸法不良となる。今回 GC50 を搭載したシステム (オプション) は、定寸装置からリアルタイムに提供される研削中の寸法データを CNC で監視し、異物の噛み

込み検知を行い、定寸測定ヘッド後退・前進などの異物除去動作で、外径寸法不良の発生を防止する。

ゴミ噛み検知サイクルの制御方法を以下に示す。

- (1) 定寸研削サイクル開始後、制御部からの指令で寸法不良防止システムを開始させると、定寸制御部は通常の定寸信号処理に加え、異物による定寸測定値の不連続な変化の監視(異物噛み込みチェック処理)を開始する。
- (2) 異物の噛み込みが発生し、定寸測定値の不連続な変化を検知すると、定寸制御部は定寸信号処理を停止させ、そのときの定寸信号を保持する。図5に示すような瞬間的な異物の噛み込みによる場合は定寸測定値の増加後、定寸測定値の減少が直ちに発生する。定寸制御部はその変化を異物が外れたと判断し、定寸信号処理および異物噛み込みチェック処理を再開させ、通常の研削状態に戻り、残りの加工サイクルを実施する。
- (3) 図6に示すように事前に設定された時間 t を経過しても異物が噛み込んだ状態が続いた場合は異物除去サイクルを実施する。異物除去サイクルはまず、砥石台の前進を停止させ、次に、定寸測定部を「測定位置」→「待機位置」→「測定位置」へと移動させる。これにより接触子が工作物から一旦離れ、異物を取り除くことができる。そして、定寸測定部が「測定位置」に移動し、測定を開始した後、砥石台の前進を再開させる。異物除去サイクルの実施後は残りの加工サイクルを実施する。

操作画面に表示される画面表示例を図7に示す。

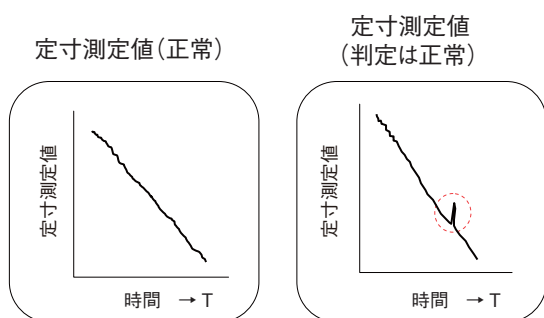


図5 ゴミ噛みと判定されない場合
When obstacle intervention is not detected

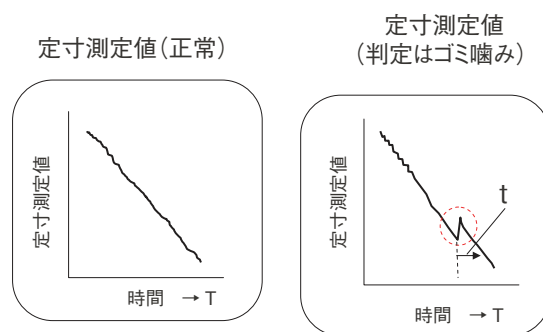


図6 ゴミ噛みと判定する場合
When obstacle intervention is detected

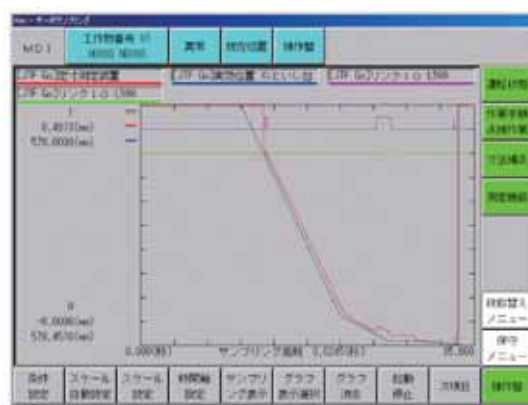


図7 ゴミ噛み検知サイクル 画面表示例
Obstacle intervention detection cycle: Example of screen display

2.2.3 真円度測定機能

GC50の従来機能では、機械上で円筒加工部の形状を測定できないため他社の外部定寸装置などを使用して測定する必要があった。しかしながら、今回円筒加工部の形状サンプリングデータから簡易真円度測定を可能にするシステムを開発しGC50に組み込んだ。これにより円筒加工部の詳細な形状の把握や良否判定が可能となり後工程への不良品の流出が防止できる。

システム図を図8に、表示される画面表示例を図9に示す。

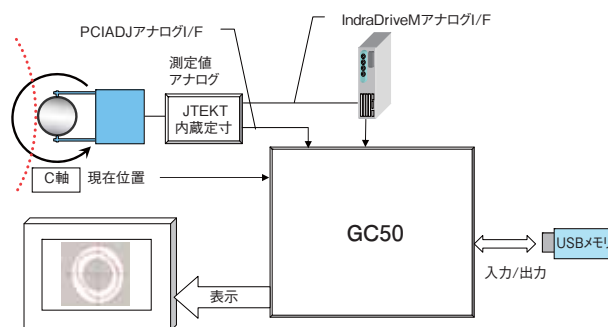


図8 真円度測定機能
Roundness measurement function

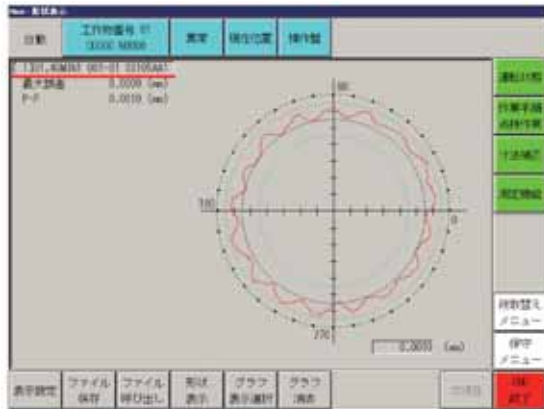


図9 真円度測定機能 画面表示例

Roundness measurement function: Example of screen display

2.3 普通周速度でのCBNホイールによる研削加工

これまでCBNホイールを使った研削加工では、砥石周速度を80m/s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。

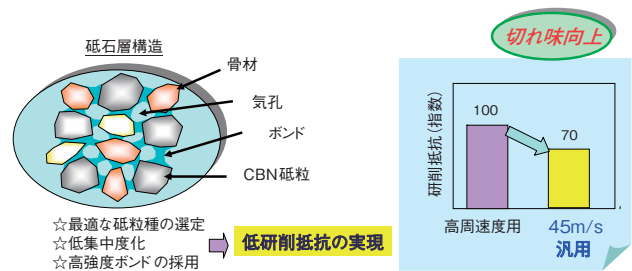
しかしながら、砥石周速度の高速化には、砥石軸モータや研削液タンクの大型化、研削液飛散防止のための全体カバー化などのシステムアップが必要となり、設備費が高価になるという欠点があった。

本機では、普通周速度45m/s、60m/s（オプション）でCBNホイールによる研削加工を実施することにより以下のメリットがある。

- (1) 設備のシステムアップが不要で、設備費が普通砥石仕様の汎用機ベースの研削盤と同程度である。
- (2) CBN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。

2.3.1 普通周速度用CBNホイールの特長

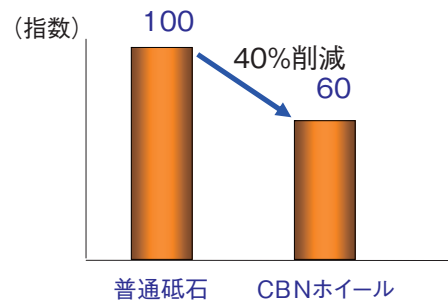
高周速度用の従来のCBNホイールを普通周速度で使用すると、砥石摩耗量が多くなるため砥石修正インターバルが短くなり、結果的に砥石寿命が短くなる。それに対し普通周速度用CBNホイールは、普通周速度での使用時に最適になるような砥粒、集中度、およびボンドを選定して、低研削抵抗を実現し、砥石寿命を従来の高周速度用CBNホイールと同等にした（図10）。

図10 普通周速度CBNホイール
Normal surface speed CBN grinding wheel

2.3.2 普通周速度でのCBNホイール採用のメリット

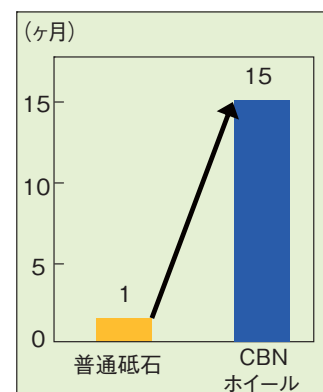
2.3.2.1 ランニングコスト 40% 削減

以下に述べるような効果により、従来の普通砥石仕様の設備に対し、ランニングコストを40%低減できる（図11）。

図11 ランニングコスト
Running cost

(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、普通砥石と比較し約60倍伸ばすことが可能である。これを砥石交換周期に換算すると、普通砥石で1ヶ月に1回実施の砥石交換を、CBNホイールで15ヶ月に1回の砥石交換頻度に削減できる（図12）。

図12 砥石交換周期
Grinding wheel exchange interval

(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ミリメートル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、タンク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 ホイールでは切粉に砥粒はほとんど混入せずタンク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。

2.3.2.2 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存在せず、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、前項(1)のように、普通砥石で 10 本に 1 回砥石修正が入る場合、1 本目と 10 本目で、その工作物の表面粗さの状態は、かなりの違いがあるが、インターバルが 600 本の場合の CBN ホイールでは、1 本目と 600 本目でそれと同じ状態になる。したがって、CBN ホイールで加工すれば、工作物の加工精度を長く安定的に確保できる（図 13）。

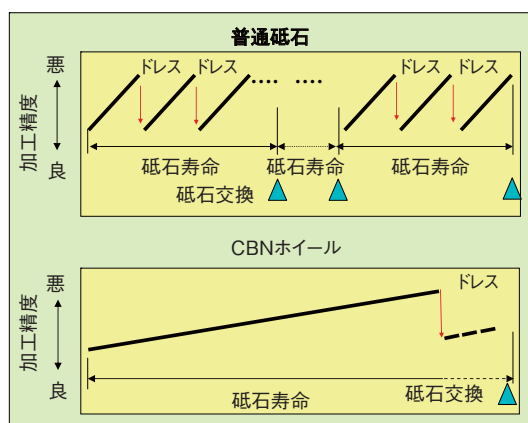


図 13 加工精度

Assured long and stable grinding accuracy

3. 主な仕様

本機の主な仕様を表 1 に示す。

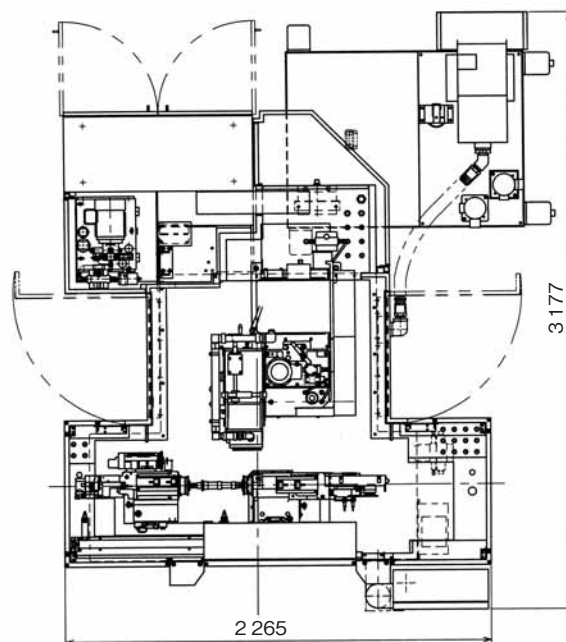
表 1 主な仕様
Main specifications

仕様 機種		GL4P-32E	GL4P-63E	GL4A-32E	GL4A-63E
		ストレート砥石		アンギュラ砥石	
テーブル上振り	mm	φ320			
センタ間距離	mm	320	630	320	630
研削直径	mm	φ0 ~ φ220			
普通砥石寸法	mm	φ405 × 125 × φ127		φ455 × 125 × φ127	
		φ510 × 125 < 150 > × φ203.2			
		φ610 × 80 < 125 > × φ304.8			
CBN ホイール寸法	mm	φ350 × 50 × φ180		φ370 × 50 × φ180	
砥石周速度	m/s	45 < 60 >			
砥石台最小設定単位	mm	φ0.0001			
正味質量	kg	4 500	5 000	4 500	5 000

※ < > はオプション

4. 機械配置

本機の標準機械配置を図 14 に示す。

図 14 標準機械配置図
Machine layout

5. おわりに

本機は、当初量産工作物の外径研削用としてお求め安い価格の機械を提供するために開発された経緯があるが、当社の高機能 CNC 装置 GC50 を搭載することにより、お求め安い価格でありながら生産性向上や信頼性の向上に対応できる機械へと進化させ、顧客の要望に幅広くこたえることができるようになった。

経済情勢が厳しくなっているが、今後とも引き続き顧客に喜んで使用していただけるような商品の提案をし続けたい。

* FANUC は、ファナック株式会社の登録商標です。

参考文献

- 1) 沢木典一，米津寿宏，杉浦浩昭：JTEKT Engineering Journal, no.1004 (2007) 113.

筆 者



石山 元*
G. ISHIYAMA

* 工作機械・メカトロ事業本部 商品開発部