

GE4P-50 II CNC 汎用円筒研削盤*

GE4P-50II CNC General Purpose Cylindrical Grinder

野々山 真 M. NONOYAMA 阿部田 郷 S. ABETA

The GE4 model was launched for sale in 1994 as the first of GE series. After that, GE3 and GE6 models were prepared and put on the market as GE series. It is ten years or more since the research and development work was initiated. During those years the CNC unit of Toyoda make has been redesigned and introduced freshly as GC50.

The operational screens of the former unit continue to exist since they were widely accepted for its outstanding features that are ideal for operations. And the newly developed GC50 CNC unit is armed with new technologies (improved maintainability and reliability).

The GE-series models are equipped with the newly developed CNC unit. Minor changes were implemented in order to improve the operability and reliability of GE series.

Key Words: GC50, improved performance, integrated function, touch panel, soft switch, selection input, interventional operation

1. はじめに

汎用円筒研削盤 GE シリーズは、1994 年に発売開始以来 1 000 台以上の販売実績がある。このように市場から多くの支持を得られた理由としては、油圧機と同等な使い勝手でありながら NC 機ならではの多段研削が可能な研削盤が、高価ではなく手に入ることが挙げられる。また、研削加工市場では、大量単純な研削加工を海外生産拠点へ移し、国内市場には、高精度かつ多品種少量な研削加工が要求されるようになってきている。このため、新規工作物をより早く加工できかつ高精度加工のための介入機能を持った GE シリーズが市場に受け入れられてきた。今回、GC50CNC 装置に汎用円筒研削盤専用機能を組み込んだ GC50B を GE シリーズに採用したので紹介する (図 1)。



図 1 GE4P-50 II CNC 汎用円筒研削盤
GE4P-50 II CNC General Purpose Cylindrical Grinder

2. 開発のねらい

GC32CNC 装置の開発から既に 10 年以上経過し、自社製 CNC は次世代へと進化した GC50 となった。GC50 の開発目的は高性能高信頼性である。今回は、それに加え、汎用円筒研削盤用 CNC GC32S の高い操作性を踏襲し、さらなる向上を目的として GC50B を開発し、GE シリーズへ採用した。

*JTEKT Engineering Journal No.1001 より転載。

3. 基本性能の向上

- 1) GC50は、最新のパソコン技術をもとにしたハードウェアおよびソフトウェアで構成することにより、演算の高速化が可能となっている。これにより、NCプログラムでの軸移動ブロックの実行周期を従来の1/10に、マクロブロックの実行周期を1/50とし、サイクルタイム短縮を実現している。
- 2) CNCとサーボドライブ間のデータ通信には、世界で唯一のサーボインターフェイス規格であるIEC61491 (SERCOS*)を採用した。IEC61491 (SERCOS)による高速同期通信技術により、サーボドライブへの位置指令値更新周期の高速化が可能となり、加工精度の向上を実現している。
- 3) 多種少量生産向けの汎用円筒研削盤では、より多くの工作物データの登録が必要になる。GC50では登録できる工作物数を最大64種(従来の3倍)とし、最大登録工程数を64種×30工程(従来の12倍以上)と拡張し、データ入替えの煩わしさを削減している(図2)。

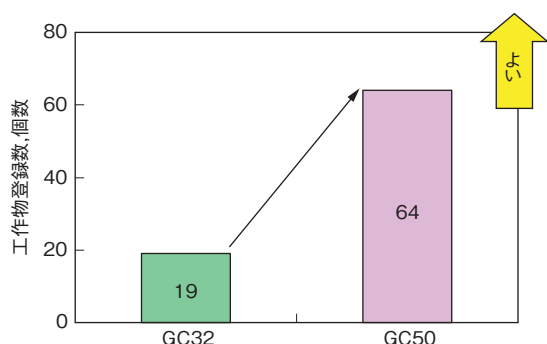


図2 データ記憶容量の拡大
Increase in data storage capacity

- 4) PLCツールなど周辺ツールをCNCに統合することにより専用ツールを不要とした。また、USBポート内蔵により専用ツールを用意することなく全装置(PLC・CNC・サーボ)のデータバックアップを可能にしている(図3)。

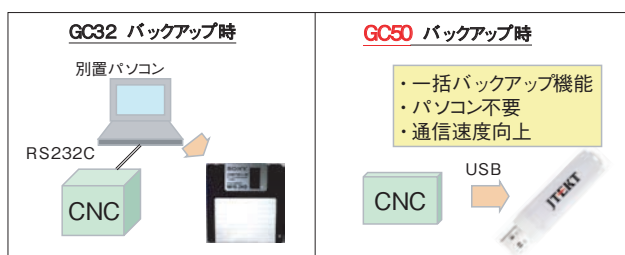


図3 データバックアップ
Data backup

4. 信頼性向上

GC50では、サーボを含め、平均故障間隔 MTBF (Mean Time Between failure) の向上を図っている。さらに、万一の故障に備え、平均復旧時間 MTTR (Mean Time To Repair) 短縮のための統合機能を有している。

4.1 MTBF の向上

- 1) GC50では、構成する部品を従来の1/4以下とすることにより、部品点数を削減し、信頼性を向上させている。
- 2) 操作盤では、全体の4割のハードスイッチをソフトスイッチにすることにより、部品を削減し、信頼性を向上させている。
- 3) サーボアンプは、設計寿命(推定)を従来の2倍以上とする長寿命化を図っている。また、異常発生前の警告出力と各ユニットの寿命警告出力により、突如の機械停止を防止し、予防保全を可能としている。

4.2 MTTR の短縮

- 1) 異常発生時に原因究明のための詳細情報を表示する異常ガイダンス機能と、対話形式の診断により短時間で原因の特定を行うことが可能な異常フローガイダンス機能をCNCに組み込み、MTTRの短縮を実現している(図4)。

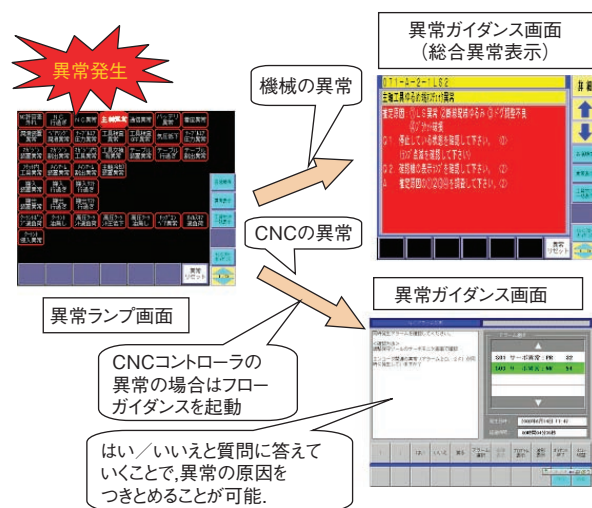


図4 異常ガイダンスと異常フローガイダンス
Investigation guidance for faults and abnormal flow

* SERCOS は Interests Group SERCOS interface eV の登録商標です。

2) 操作ガイダンス機能では、異常時の次動作ボタンが指示されるようになっている。これにより、機械停止での復帰動作をスムーズに行うことが可能となっている (図 5)。

運転・起動条件表示(次動作指示)

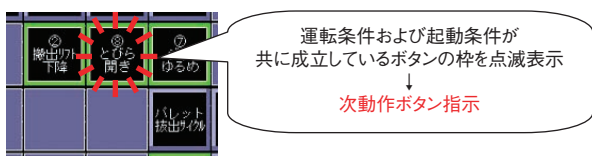


図5 操作ガイダンス
Operational guidance

3) エンコーダの自己診断機能の充実などによる異常の細分化出力に加え、サーボアンプでは動力線の断線検出・地絡検出を設けるなどして、異常対応の時間を低減した。また、エンコーダ故障の際、モータ交換でなくエンコーダのみの交換を可能とし、交換時間を短縮した。

5. 操作性の向上

5.1 データ入力の容易化

CNC 汎用円筒研削盤では、単品加工において非 CNC 機以上の生産性を実現することが必須である。このため、研削盤用 CNC ならではの汎用円筒研削盤用機能と操作画面を組み込み、画面操作回数およびデータ入力回数の削減を図り、「生産準備時間」を従来機以上に短縮した。

- 1) タッチパネルを採用することにより、入力箇所を直接選択することが可能となった。これにより従来の矢印キーを数回押しして入力箇所を選択する方法と比較し、操作性を向上した。
- 2) 画面内の設定値を、従来の数値表示/数値入力から、文字表示/文字の選択入力とすることにより、取扱説明書やヘルプ画面を見たり覚えたりしなくても、容易に理解できる使い勝手を実現している (図 6)。
- 3) 12.1 インチカラー液晶を採用し、画面の表示サイズを拡大した。それに伴い、1 画面当りの最大表示工程数を増加させることにより、画面切替え回数の低減を図っている。
- 4) 図面記号のハメアイ記号・寸法公差での入力と四則演算入力を可能とすることにより、電卓や換算表の参照を不要とした。(拡張データ入力機能)
- 5) 簡易型の研削条件自動決定システムにより、必要最

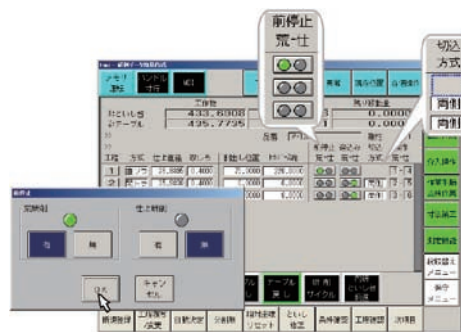


図6 研削データ作成画面
Grinding data creating screen

小限のデータ入力で、研削条件を設定でき、入力データ数を削減している。また研削条件自動決定パラメータを、お客様に公開しカスタマイズを可能とした。(研削条件自動決定機能)

- 6) 機械上で砥石と工作物の位置合わせを行い、その位置をボタン1つで取り込み、自動運転するのに必要なデータに変換する機能により、入力データ数の削減および入力ミスの低減を図っている (図 7)。(操作入力機能)

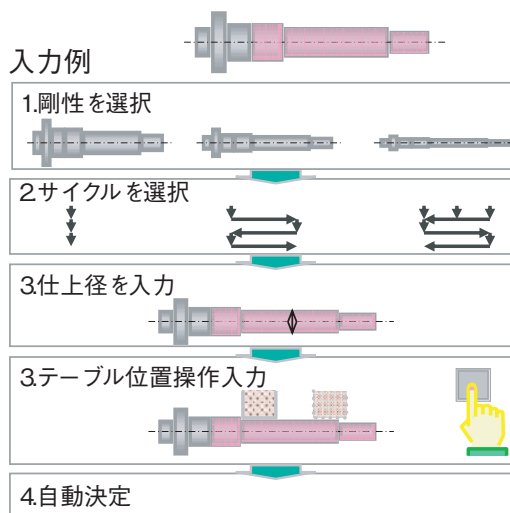


図7 研削データ作成
Creating grinding data

- 7) 従来機ではハードボタンであったものをソフトボタン化した。これによりボタンを必要な画面のみ表示し、かつ必要な項目のみ有効として操作性を向上した。またハードボタンを 30% 削減し信頼性も併せて向上した。
- 8) 従来機では操作盤一体型であったハンドルを別置型とすることにより、ハンドルの操作性を向上させた。

5.2 データ補正の容易化

非 CNC 機に慣れ親しんだ作業者は、研削中の火花などの感覚的な情報に基づき条件修正を行うが、CNC 機は感覚的な操作とは程遠いキー入力操作である。このため、本機では感覚的なデータ補正機能を持たせることにより、従来機と同様に、この問題を解決している。

- 1) 研削中にオーバーライドスイッチで調整した速度を、現在の研削データに反映することにより、感覚的なデータ補正を実現している。(速度データ比例補正機能)
- 2) 既存データに対する増減量を入力することにより、データ補正ができ入ミスを防ぐことができる。(演算入力機能)
- 3) テーブル旋回角度と長手補正量を入力し、切り込み方向の追い込み補正量を自動計算することにより、電卓や換算表を不要とした。(テーパ研削長手補正機能)

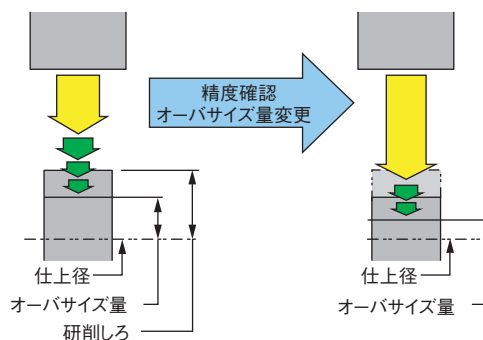


図8 途中停止追い込み研削
Resuming grinding at in-process stop

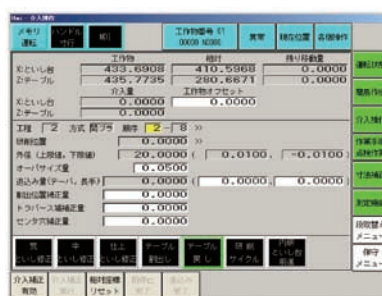


図9 介入操作画面
Interventional operation screen

6. 介入操作

単品加工では加工ミスが許されず、試研削用工作物も存在しない。さらに高精度が要求される場合は、作業者が研削状態を監視しながら、手動ハンドルで研削を行うことが最も有効な手段となる。本機ではこれを支援する介入機能により、従来機と同様に、CNC 機での高精度加工が容易となる。

- 1) 研削精度が高い部位は、一気に加工しては寸法などの精度が確保できるかどうかかわからず、いったん研削しろを残して加工し、その研削結果を確認する必要がある。その結果を反映し研削条件や寸法を修正し再度加工する。この時正規の研削しろに対して、既に途中まで加工しているため、エアカット時間が多くなる。それに対して途中停止追い込み研削機能は、前回の加工終了位置まで早い送り速度で前進することにより、サイクルタイム短縮に寄与している。またこの機能は追い込み有と設定すると、オーバーサイズ加工し次回の研削量を任意設定でき、完了を指示するまで、指定工程を何度も繰り返すことができる(図8, 9)。

- 2) ソフトウェアポジティブストップ機能は手動研削において、切り込み過ぎ時にハンドルからの指令を停止することにより、加工不良の防止を図っている。
- 3) 自動トラバース研削中にトラバース研削範囲内で、任意の位置でテーブルを反転させる手動テーブル反転機能により、荒研削に発生した中凸形状の修正を容易にしている。その他研削しろの偏りにもこの機能により、はじめに研削しろの多い部分のみトラバース研削し、研削しろが均一となったところで本来の行程をトラバースさせる使い方、加工時間を短縮できる(図10)。

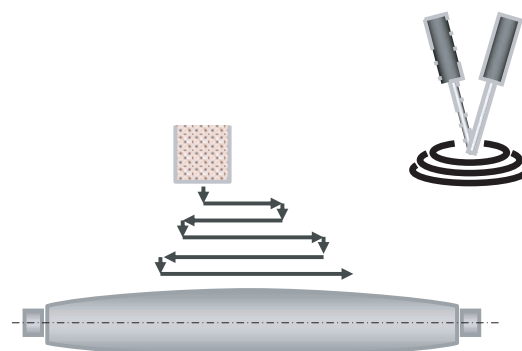


図10 手動テーブル反転機能
Manual table reverse function

表1 GEシリーズの主な仕様
Main specifications of GE series

単位	GE3A	GE3P	GE4A	GE4P	GE6P
心間, mm	250	250	500/1 000	500/1 000/1 500	1 600/2 500
砥石径, mm	φ355	φ355	φ455	φ405	φ610
最大工作物径, mm	φ200	φ200	φ320	φ320	φ550
最大研削直径, mm	φ60	φ60	φ300	φ300	φ500

7. GEシリーズ

GEシリーズにはGE3, GE4, GE6がありそれぞれストレート砥石, アンギュラ砥石仕様(表1)がある(GE6はストレート砥石仕様のみ)。心間は各機種に適した仕様が準備されている。

8. 展示内容

3段の工作物を加工する(図11)。

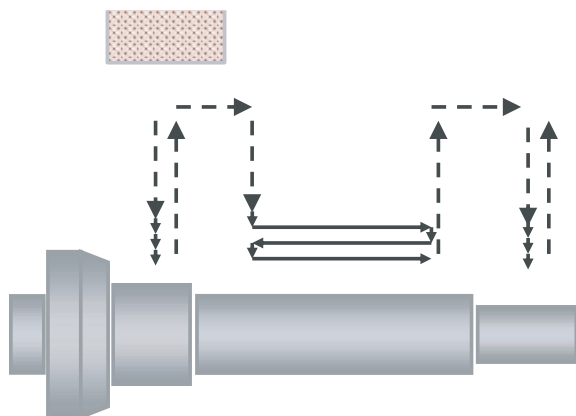


図11 出品機のツーリング
Tooling on display machine

筆者



野々山 真*
M. NONOYAMA



阿部田 郷*
S. ABETA

* 工作機械・メカトロ事業本部 商品開発部