

# TOYOPUC-MC70 切削機用 CNC 装置の開発

## TOYOPUC-MC70: Development of a CNC Device for Cutting Machines

大崎嘉太郎 Y. OHSAKI

Our company has developed the TOYOPUC\*-MC70 drastically improving the performance of the MC50, the current CNC device for cutting machines. The features of the developed product are 1) the highest level high speed performance in any cutting machine CNC, 2) improvement of cutting performance through original CNC control technology, 3) visualization of NC programs and improved maintainability and safety, and 4) a small size control system compatible with compact equipment. Machining cycle time is shortened considerably with a CNC system maximizing the performance of the new CNC device hardware, and operability has been improved so that there is no need to be aware of NC programs. The maintainability and safety functions have been enhanced to support recording of machine operation history. Our new development contributes to process integration for the machining of gears by the e500H4 machining center through the development of a skiving method utilizing our original control technology.

**Key Words:** CNC, controller, cycle time, NC program, operativity, machining, gear cutting

## 1. はじめに

CNC (Computer Numerical Control) 装置は対象工作物の加工精度, 加工サイクルタイムなどの機械性能, および工作機械の保守安全性や操作性を決める上で非常に重要な役割を担っている。

当社では, 1960年代から TOYODA ブランドの研削盤用に CNC 装置を開発し, その CNC 装置により研削盤トップメーカーとして競争力を維持してきた。この技術を生かして, 2010年に切削機用 CNC である MC50 を開発した。しかしながら, 加工サイクルタイムのさらなる短縮や操作性, および安全性の向上が望まれている。今回, CNC 装置のハードウェアとソフトウェアの全面見直しにより, 高速処理と高機能化を実現した TOYOPUC-MC70 を開発したので紹介する。

## 2. TOYOPUC-MC70開発の背景と狙い

現行 CNC 装置である MC50 搭載の工作機械は他社品と比較して処理速度や安全性, サーボ総合性能, およびコストが劣っており, これらの課題を克服した MC50 の後継となる CNC 装置の開発が急務となった。また, 生産性向上に大きく貢献できる加工サイクルタイム短縮

に対する顧客のニーズも強かった。

今回の TOYOPUC-MC70 の開発の狙いは, MC50 の課題の克服以外に, 加工サイクルタイム短縮に直結する処理速度の向上を最大の狙いと位置づけ, 他社 CNC 装置を凌駕する性能の CNC 装置の開発を目指した。

## 3. TOYOPUC-MC70開発内容

### 3.1 開発コンセプトと目標

#### 3.1.1 開発コンセプト

TOYOPUC-MC70 は, 以下三つのコンセプトのもとで開発した。

- ① 切削機用 CNC として最高レベルの高速性能  
最新 CPU の演算能力を最大限生かせる CNC システムを構築し, NC プログラム処理速度や CNC-PLC 通信速度を向上させる。
- ② 独自の CNC 制御技術による切削性能の向上  
研削盤用で実績がある, CNC 制御技術を活かした独自切削技術の開発により, 当社工作機械を特徴づける。
- ③ NC プログラムの見える化と保守安全性の向上  
NCSFC 採用により NC プログラムは, 使用者が意識しなくてもよい操作性を実現する。異常発生時の異常発生要因の解析時間と設備復旧時間を短縮する

(NCSFC についての説明は、3.2 ②項と図4、図5参照)。

### 3.1.2 開発目標

TOYOPUC-MC70 の開発目標を表1に示す。開発項目に対する目標値は多岐にわたるため、代表的数値と機能のみを挙げる。高速化については、MC50 でのモデル品加工のサイクルタイム 160.5 秒を TOYOPUC-MC70 の採用により 148 秒まで短縮することを目標とする。この短縮時間 12.5 秒は、CNC 内部処理速度の高速化効果（理論値）と、CNC 装置評価シミュレータによる事前評価結果より算出した。切削機能については、研削盤用 CNC 装置で培ってきた簡易指令機能と、仮想軸機能を応用した機能、歯車加工制御を開発する。この機能により、複数の工作機械を必要としていた歯車加工を 1 台の工作機械で可能とする。

表1 TOYOPUC-MC70 の開発目標  
TOYOPUC-MC70 development targets

開発項目		MC50	TOYOPUC-MC70
		現状	目標値
①	高速化 (加工サイクルタイム例)	160.5 秒	148 秒
②	切削新機能	—	スカイピング加工サイクル (歯車加工の工程集約)
③	保守安全性向上	サーボサンプリング機能	操作履歴記録機能 サーボサンプリング機能向上

### 3.2 開発結果

#### ①切削機用 CNC として最高レベルの高速性能

最新 CPU 採用と CNC 内部処理の再構築により、NC プログラム処理の高速化と CNC-PLC 通信の高速化を達成した。CNC-PLC 通信高速化の結果、M コード処理時間は他社 CNC 装置以上の高速化を達成した(図1)。

さらに、高速 CPU を生かしてタップ (ねじ切り) 加工時の主軸と、切り込み軸の 2 軸間動作時に生じる同期誤差ずれを最小限に抑える機能を新たに追加した。この機能の追加により、タップ加工時の主軸加減速時間を半減することができるため、タップ加工サイクルタイムを短縮した。この高速化により、タップ加工を含む対象加

工の全体工程のサイクルタイムの目標値を達成した(図2)。

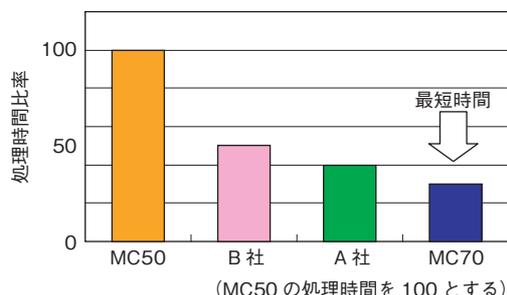


図1 Mコード処理時間の短縮  
Shortening of M code processing time

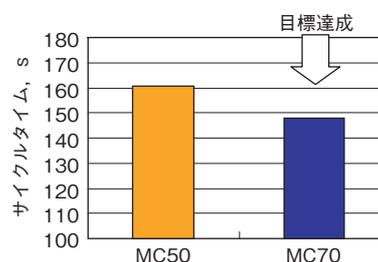


図2 加工サイクルタイムの短縮  
Shortening of machining cycle time

#### ②切削機能の向上

スカイピング加工サイクルの実現に向け、研削盤用 CNC 装置の技術である簡易指令機能と仮想軸機能を応用した機能を併せ持つ歯車加工機を開発した。マスタ軸への指令をスレーブ軸へも出力できる簡易指令機能により、歯切り工具軸と工作物軸の回転速度比を指定し、単一軸へ複数の移動指令が出力できる指令仮想軸機能を応用して、工作物軸回転指令に工作物補正角度を加算指令する。この技術により平歯車だけでなく、はすば歯車の

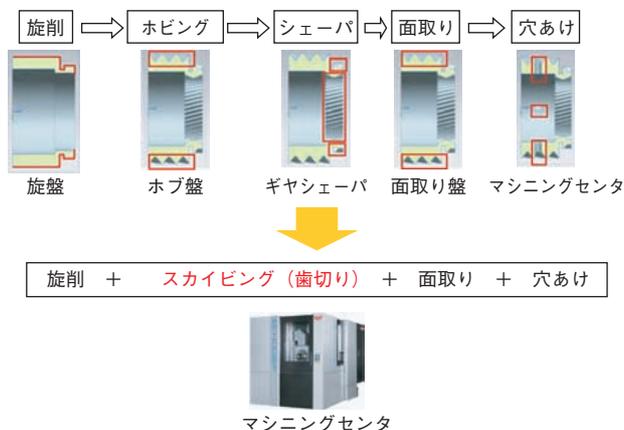


図3 マシニングセンタによる工程集約  
Process integration through a machining center

加工が e500H4 マシニングセンタ 1 台に集約でき、旋削から穴あけまでをワンチャックで加工可能になる。

MC50 で開発した NCSFC は、TOYOPUC-MC70 でも継続して採用する。NCSFC (NC Sequential Function Chart) とは、G コードで記述された NC プログラムを図 4 のように加工工程の動作順にチャート表示する機能である。NCSFC は加工工程ごとにブロック表示されており、加工の進捗に合わせて自動スクロールするため、進捗が直感的に把握できる。

顧客は G コードの専門的知識がなくても、図 5 に示す加工サイクル設定画面で表示される加工部位画像を確認しながら、短時間で歯車緒元データや加工条件、および工具データの設定だけでスカイピング加工サイクルが簡単にプログラミングできる。

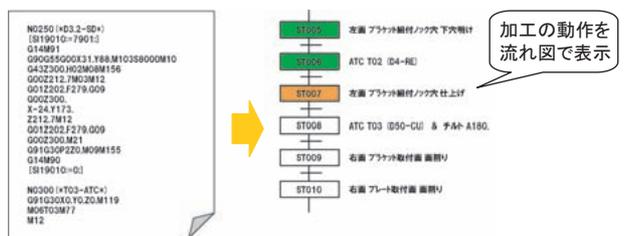


図 4 NCSFC 表示画面  
NCSFC display screen



図 5 NCSFC 加工サイクル設定画面  
NCSFC machining cycle settings screen

③保守保全性の向上

保守保全性については、操作履歴記録機能の新たな追加と、サーボサンプリング機能の向上を行った。操作履歴記録機能 (図 6) は、作業者の操作内容を約 1 週間分記憶でき、CNC 画面で操作内容の履歴を確認することができる。また、操作履歴データは外部メモリに保存が可能である。本機能を、従来からある異常履歴記録機能 (図 7) と合わせて使用することで、異常発生前後の操作と異常発生の経緯がより明らかとなるので、異常発生時の要因解析に有効である。



図 6 操作履歴記録機能  
Operation history record function

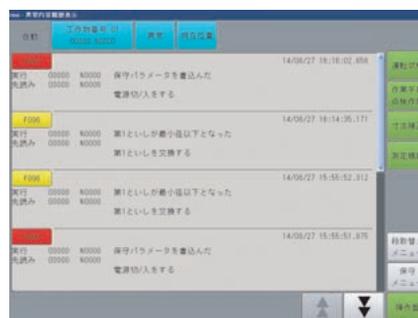


図 7 異常履歴記録機能  
Error history record function

サーボサンプリング機能は、機能向上により保存できるデータ容量が2倍になり、より詳細な解析が可能となった(図8)。また、サーボサンプリング開始トリガ機能を設けることで、サーボサンプリングデータ取得時の操作性を向上させた(図9)。

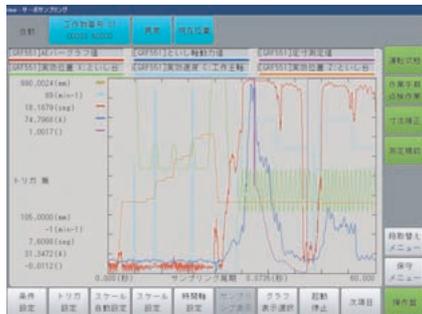


図8 サーボサンプリング機能  
Servo sampling function



図9 サーボサンプリング開始トリガ機能  
Trigger function to start servo sampling

#### 4. おわりに

今回、当初の開発目標を満足する切削機用 CNC 装置 TOYOPUC-MC70 を開発できた。今後はさらに、高精度化につながる機能開発を行い、切削機用 CNC 装置の対象工作物や加工適用範囲を拡げていく。さらに、工作機械メーカーがつくる CNC 装置というメリットを生かして、革新的な加工工法にもチャレンジし、市場をリードしていきたい。

\* 1 TOYOPUC, NCSFC は、株式会社ジェイテクトの登録商標です。

#### 参考文献

1) 高原宏行：SFC 制御の展開，JTEKT ENGINEERING JOURNAL, no. 1009(2011) 91.

#### 筆者



大崎嘉太郎\*  
Y. OHSAKI

\* 工作機械・メカトロ事業本部  
メカトロ制御技術部