

都立工業高専における機械シミュレーション活用による機械加工教育

Machining Education in TMCT using CNC Machine Simulator

鹿又祐二¹⁾

朝比奈奎一²⁾

Yuji KANOMATA, Creation Design Co.LTD, 3643-5, oyama-cho, machida-shi, Tokyo

Keiichi ASAHINA, Tokyo Metropolitan College of Technology

It has been doing the design education of the 3D-CAD base in TMCT from the past. As for the practice which processes a machine based on this data, it is impossible to operate a machine and to practice in the processing for student all the members by the lack of the mechanical number and the technical occupation member.

Therefore, it arranged the environment to experience by the simulation on the computer in the form which is near the actual operation and for it to be able to be learned. It is thinking of introducing the machine simulation that the plan at the machine tool, the process to the processing can be realistically experienced from the NC data creating and making up the shortage of the practice education. This time, it introduces the machine simulation system which was introduced in this year main school and it wants to attempt to describe a utilization view for the education of the future.

Key Words : CNC Machine Simulator, Machining Education, NC Machine tool Practice

1. はじめに

都立工業高専生産システム工学科においては、平成8年の創設依頼、将来のデジタル化によるモノづくりを想定して、設計教育に関しては3次元CADをベースにした教育システムを推進している。その内容についてはすでに紹介してきた^{1)~3)}。さらに、現在も鋭意教育評価を行いながら改善を試みているところであり、その一部に関しては別テーマで発表を行う。

高専という実践技術者を育成するところにおいては、設計情報が一人歩きしてはならず、これが最終的な生産に有機的にリンクしていることを理解させなければならない。実用的に最もCAD情報が生産に結びついている分野が機械加工である。つまり、CAD/CAMと言われるシステムは、金型加工をはじめとして部品加工においては不可欠となっている。したがって、NC工作機械による加工も含めて、設計から部品加工までを実習によって学生に体験させ、そのしくみを理解させることが必要である。

CAD/CAMによる加工データの作成演習は、コンピュータ上で比較的容易にできてしまうが、実際に工作機械を使って加工実習を行おうとすると、学内においては課題が多い。ソフトウェアとハードウェアのインターフェースの部分を理解させたいところであるが、マシニングセンター1台、NC旋盤1台では全員に実際の加工を行ってもらうことは不可能である。データだけ預かって後で加工を行うと言っても、技術職員がゼロである本校では、人的余裕もなくこれも出来ない。

1) (有)創造デザイン

2) 都立産業技術高専 ものづくり工学科

そこで、NCデータ作成から工作機械における段取り、加工に至る過程をリアルに体験できる機械シミュレーションソフトを導入して、実務教育の不足分を補うことを考えている。今回は今年度本校で導入したシミュレーションシステムを紹介するとともに、今後の教育への活用展望を述べてみたい。

2. 機械シミュレーションソフトの導入背景

(1) NC 工作機械実習の現状

都立工業高専において機械シミュレーションソフトを導入するようになった背景として次のようなNC工作機械実習の現状が挙げられる。

① NC 工作機械の不足

機械1台で10人以上の学生が実習を行わざるを得ない事実は本校のみならずこの教育機関でも抱えている問題である。結局学生が作ったものの中から代表のものを選んで先生が操作するものを見るだけになってしまう。それでは、実習本来の実際に操作をして身に付ける、体験するという目的を果たせていないことになる。

② 現場の技術職員の不足

現場の技術職員の不足についても深刻で、本来現場の技術者を育成するべき工業高校でさえも、大学を卒業した先生が大学で機械を十分に学ばなかったために、学生に教えることができない先生が増えていると聞いている。そのため、充実した実習教育の実施が困難に

なっている。本校もしかりである。

③ 実習時間の不足

週休二日制やカリキュラムの再編などで本来実習に重点を置いてきた高専でさえ実質的な実習時間が減らされ、十分に教育する時間も不足してきている。

④ 人身事故などの危険性

プロの技術者でも時々ミスは起こる。ましてや初心者の学生が操作するので、ミスする可能性は高い。ある程度の技術を身に付けるべきだが、題材の難易度に比例して危険度も増すので題材の選定に苦労している。

⑤ 実習費用

実習するには高額な材料費、工具費、保守費がかかってしまうので、益々実習題材、実習内容が限定されてしまう。



Fig.1 The state that the student is practicing a machine

(2) 新しい教育環境の条件

(1)で挙げた諸問題を解決するための新しい教育環境の条件としては次のような事が挙げられる。

- ① 最小経費で多数の学生の一括教育環境確保
- ② 小規模スペースで快適教育の確保
- ③ 安全である教育環境の確保
- ④ 学校側のリスクを無くす環境確保
- ⑤ 短時間での必須教育の確保
- ⑥ 個別操作が容易で学生自身の興味と意欲を向上させる教育の効率化の確保
- ⑦ 実機と類似する環境の確保
- ⑧ 教育結果に対する客観的な評価方法の確保
- ⑨ 即戦力を育成できる環境の確保

このような条件を考慮し、NC 工作機械操作・検証用シミュレーションソフト「PRO-CNC」が今年度、都立工業高専生産システム工学科において導入された。

3. NC 工作機械シミュレーションソフトの概要

シミュレーションソフトは他にもたくさんあるが、PRO-CNC の特徴的な機能を説明する事で加工実習教育への有用性を述べる。

(1) 機械シミュレーション機能

マシニングセンターと CNC 旋盤の CNC 機能を全て持っており、Fig.2 に示すように機械全体の実際の動きと音を表現することで実機と同じ環境で学べ、実機と同じ感覚で操作できる。

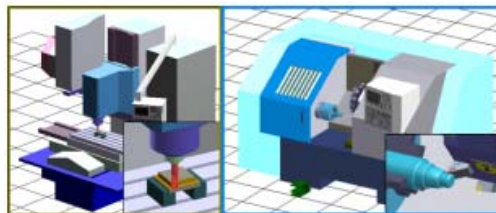


Fig.2 The machine simulation screen

(2) 仮想コントローラ機能

単純な加工シミュレーションだけでなく、Fig.3 に示すように実際の NC コントローラの機能と形態が同じであり、プログラミングだけでなく機械操作も含めた総合的な CNC 教育が可能になる。



Fig.3 CNC screen

(3) プログラミング機能

今までプログラミングやエディタ機能には自動プロなどのソフトを使っていたが、PRO-CNC の中でプログラミングやプログラムの編集をする事ができ、その作成したプログラムの動きをすぐに確認することができる。そのことにより、今までGコードの授業を行う時に教員が黒板に絵を書いて説明していたものを画面上ですぐに確認することができるようになる。またプログラミングする際、Fig.4 に示すように初心者のためのGコードのヘルプ機能で各Gコードの詳細な説明と動作を絵で確認できるので、効率的にGコードを覚えることができる。

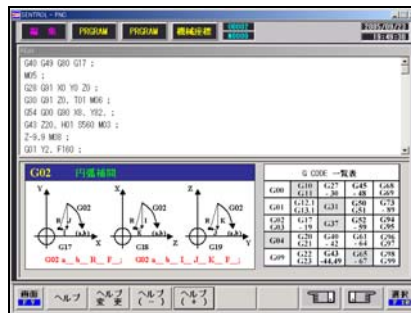


Fig.4 Programming screen

(4) 衝突干渉チェック機能

衝突した際、Fig.5 に示すように衝突音を文字と音で表現し、何が起こったか、どの部分が故障したかを強調して表示する事でミスや危険性に対して感じられる。

また、復旧作業やアラーム処理を実機と同じような方法で行う様にする事で、ミスした時の後処理の大変さも体験できる。

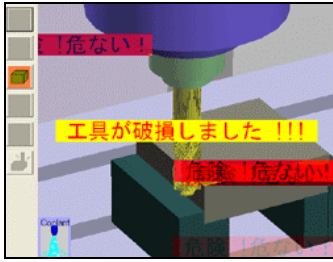


Fig.5 The crash highlighting

(5) 教育者サポート機能

学生が作成したプログラムを教員が作成したプログラムと比較して違う部分を検索することでプログラムの間違いを素早くチェックできる。さらに Fig.6 に示すように 5つのチェック項目 (①アラームの有無②使用する工具の本数③形状の交点④形状比較⑤工具経路) によって客観的にプログラムを評価することができたりすることが可能である。これらの機能を活用することで教員は多数の学生のプログラムを短い時間で添削できるようになる。

| Score Sheet - [C4001] | | | | | |
|-------------------------------------|-----|-------|--------|-----|-----|
| 総合 アラーム 使用工具 重要交点 形状 工具経路 | | | | | |
| | エラー | エラー上限 | 減点/エラー | 減点 | 合計 |
| アラーム | 1 | 5 | -1 | -1 | -19 |
| 使用工具 | 0 | 5 | -3 | 0 | |
| 重要交点 | 4 | 5 | -2 | -8 | |
| 形状 | 7 | 5 | -2 | -10 | |
| 工具経路 | 0 | 5 | -2 | 0 | |

保存 閉く 満点 100 採点 **81**

Fig.6 Automatic scoreboard function

(6) スキルアップ機能

Fig.7 に示した作業時間の測定、負荷グラフの表示、切削形状と STL データとの比較などの機能により、機械の基本操作だけでなくさらにスキルアップも望めるので幅広い教育環境を提供することができる。

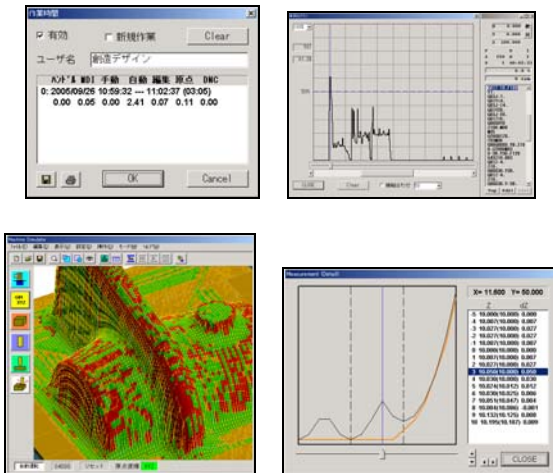


Fig.7 The skill up functions

(7) ハンドル MPG

実機のコントローラのハンドル操作を PC のコントローラ画面上にある MPG で行うだけでなく、Fig.8 に示した PC 用の携帯ハンドル MPG 装置をつなげる事によって実際のハンドルの感触で各軸の動き、フライスや汎用旋盤の加工、ワーク座標系の設定と工具の補正の仕方を学ぶことができる。



Fig.8 MPG-Handy

(8) クラス分け

機械の段取りで難しい作業の内の一つとして、ワーク座標系の設定や工具補正の設定がある。それを初級クラスと上級クラスに分け、初級クラスでは自動で計算し上級クラスでは機械と同じ設定を行わないとうまく動かないようにする事によって、実習する学生のレベルに合わせた教育が行える。

この様に単純な G コードの検証だけでなく、現場の要望によって開発された様々な機能を活用することで、実習現場での諸問題を解決できると考えている。

4. 機械シミュレーションソフトを利用した解決策

NC 工作機械シミュレーションソフトの機能を使うことで、第 2 項であげた実習現場での諸問題を解決できるかを述べる。

(1) NC 工作機械の不足に対して

高価な機械を学生分準備するのは不可能である。しかし、機械と同じ環境でコンピュータ上において実習できるので、低価格で Fig.9 に示したように学生と機械が 1 : 1 で実習できるようになり教育効率・効果アップに繋がる。



Fig.9 The state that the student is practicing a simulation

(2) 現場の技術職員の不足に対して

ソフトウェアのみならず加工現場での豊富な経験を基にしてマシニングセンターと CNC 旋盤のノウハウをまとめた教材（G コードの基本，実機での段取りの仕方，応用プログラム，豊富な例題などを掲載）を併せて使うことで，現場経験の少ない教員でもより教え易くなり，また学生にとっても自主学習できる環境になる。また，教育者サポート機能により学生のレベルを客観的に判断でき，多数の学生のプログラムを短い時間でチェックできる。この事により教員の負荷が軽減される。

(3) 実習時間の不足に対して

実習を 1 : 1 で行える事により学生一人一人が効率的に実習が行えるようになり，結果的に短い時間でも十分な実習が可能になる。また，スキルアップ機能により実機ではなかなか教えるにくいノウハウの部分の短時間で教えられるようになる。

(4) 人身事故などの危険性に対して

CAD/CAM 又はマニュアルで作成した G コードを機械に直接送るのではなく，Fig.10 に示したようなプロセスで CL データではなく G コードによる検証によって，事前にミスをチェックする。その事によって，プログラムミスにより発生する人身事故や機械の損傷にかかわる莫大な保守コストを削減することができる。また，ミスに対して単純なエラーを出すだけでなく，ミスによって何が発生したのか，どのような状態になったかを実機で起きる状況と同様の音と状況説明エラーメッセージを表示させ，機械の損傷を直ちに知らせる。その事によって，学生は危険性に対してしっかり認識できるようにし，教員は学生の誤りを明確に把握できることで，誤りに対して正確に指導することができる。

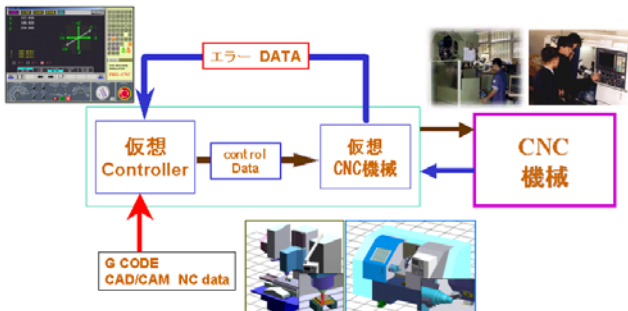


Fig.10 The rough contents of the CNC machine and PRO-CNC

(5) 実習費用に対して

コンピュータ上で機械シミュレーションソフトを利用した実習を行う事で，加工経験を多く積むことができる。これにより実機でのミスが軽減されるだけでなく，素材や工具に対しても様々な応用事例を試してみることができる。結果として実機での高額な材料費，工具費，保守費などの実習費用が軽減される。

機械シミュレーションソフトを導入することにより実習現場で抱える諸問題を解決することができ，高専という実践技術者を育成するところにおいて欠かせない機械加工実習を学生一人一人に体験させ，その仕組みを理解させる環境が整えられる。これにより，3次元 CAD をベースにした教育システムの一環である機械加工教育をさらに充実させることができると期待している。

5. おわりに

今回，新たに CAD 教育に継続する機械加工教育に関して，機械シミュレーションソフトを導入した。その教育的活用を検討した結果，以下のようなことが明らかになった。

(1) NC 工作機械の不足分を実機と同じ環境の機械シミュレーションソフトによる実習で補う事により，学生と機械が 1 : 1 で実習が行える様になる。その事により，実習時間の不足も補えるようになる。

(2) 機械シミュレーションソフトと教材を併用する事で，経験豊富な技術職員の不足を補う事ができ，教員の負荷を軽減できる。

(3) 実機での実習前に機械シミュレーションソフトで十分に経験を積む事で，人身事故などの危険性を無くすることができる。

(4) コンピュータ上での機械シミュレーションソフトを利用した実習を行う事により，実機での高額な材料費，工具費，保守費が軽減される。

以上の結果を踏まえて，従来の 3 次元 CAD 教育との継続性を考慮しながら，実際に実習に利用すべく具体的な加工課題やパラメータ，さらには学年配当の設定を行っていきたいと考えている。

参考文献

1)朝比奈：都立工業高専生産システム工学科における設計教育、設計工学、35,12(2000)464
 2)朝比奈：3次元 CAD をベースにしたモノづくり教育の実践、日本機械学会 2002 年度年次大会講演論文集 (2002)408
 3)朝比奈他：ソフトウェア活用による生産のシステム化教育、設計工学、38,5(2003)211