



コダグマコーポレーション(株)
営業部

課長

小金 佑介

1. はじめに

工作機械全体の過半を占める NC 旋盤とマシニングセンタ、中でも注目を集めているのが複合加工機と 5 軸加工機である。従来、これらの機械は複雑な形状の加工に用いられていた。しかし、機械の低価格が進んだこと、CAM システムや NC 装置の機能が向上したことにより、傾斜軸を利用することで取付け面を除く各面をワンチャックで加工できる「工程集約化」が着目されるようになった。

工程集約化による自動化と加工時間の短縮、そして短い突き出し量の工具でホルダとワークの干渉を回避し、加工面の精度を高められるため、特に欧州では複雑な形状に限らず複合加工機の適用が進んでいる。本稿では、欧州で活用が急速に進んでいる複合加工機用の CAM システム(図 1)をご紹介します。

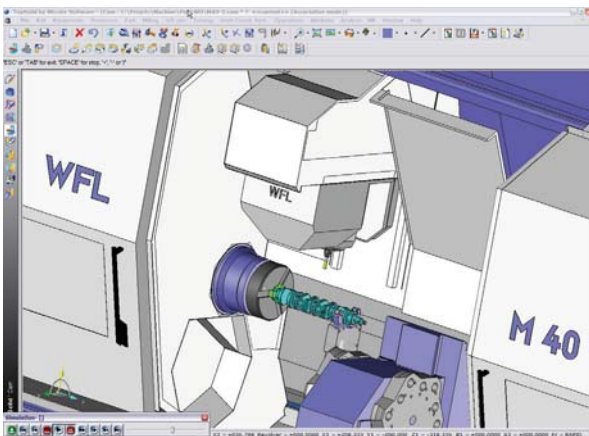


図 1. 大型複合加工機による加工に利用されている CAM システム

2. CAM システムの加工機能

複合加工機で行える加工には、穴あけ、2 軸加工、3 軸加工に旋削加工、CY 軸加工、場合によっては同時 5 軸加工が加わる。CAM システムの加工機能のオンパレードと言える。

一般的な 3 次元 CAM システムは 3 軸加工には強いが、穴あけ、2 軸加工は不得手である。一方で、ある CAM システムは同時 5 軸加工に特化していて、その他の加工には弱い。CAM システムの選定を誤ると、複合加工機で工程を集約しようとするにもかかわらず、NC プログラム作成の工程が複数の CAM システムを駆使したバラバラのものになってしまう。これでは本末転倒である。

穴あけ、2 軸、3 軸、4 軸、5 軸、多面、旋盤、複合旋盤と全ての加工にバランス良く対応できる CAM システムが理想である。

3. 複数スピンドル、工具主軸の制御

複合加工機の NC プログラムは、複数のスピンドル、工具主軸、タレットを制御しなければならず、複雑を極める。その上、加工時間を短縮するには、複数の工程を同期したり、工程の加工開始時間をコントロールしたりする必要がある。その機能の一例がタレットやスピンドルの動作タイミングをタイムライン上で視覚的に調整し、シミュレーションするクロノグラム機能である。

スピンドル、工具主軸、タレットの系統ごとにタイムラインが表示される。スピンドルと工具主軸の計 2 系統であれば、タイムラインは図 2 のように 2 本表示され、工作機械の系統が増えれば、それだけタイムラインも増える。

それぞれのタイムラインは、工程の所要時間を表す帯で区切られており、系統をまたがる複数の工程を同時に始めるようにしたい場合には、それらの工程を選択すれば良い。

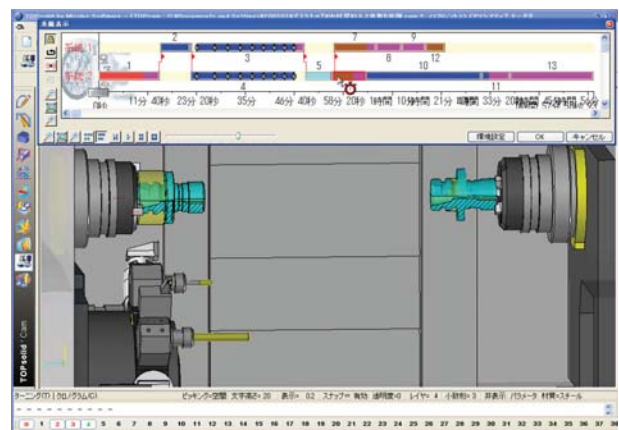


図 2. 複数のスピンドル、工具主軸の工程のタイミングを調整するクロノグラム機能

例えば、①メインスピンドルでの粗取り加工、②サブスピンドルへの持ち替え、③サブスピンドルでの仕上げ加工という3つの工程で加工する場合、③の開始のタイミングは②の終了と合わせなければならない。これを簡単に指定、確認できるのがクロノグラム機能である。

4. マシンシミュレーションと干渉チェック

傾斜軸、回転軸が加わる同時5軸加工や複合加工で人間が機械の動作をイメージするのは不可能であり、危険を伴う。安全を見て、工具の突出しを長くしてしまつては、精度が犠牲となってしまう。そこで必要となるのがシミュレーションである。

加工材および工具の複雑な動作をシミュレートするのはもちろん、工作機械の構造物を含めた干渉チェックが不可欠である。

一般的にシミュレータはCAMシステムとは別に導入する必要があるが、中には内蔵しているCAMシステムもある。

前者ではシミュレーションを実行する前にポストプロセッサでNCデータを生成する必要があるのに対し、後者ではツールパスを作成すれば直ちにシミュレーションを行えるため、干渉を視覚的に確認しながらツールパスを作成できる(図3)。

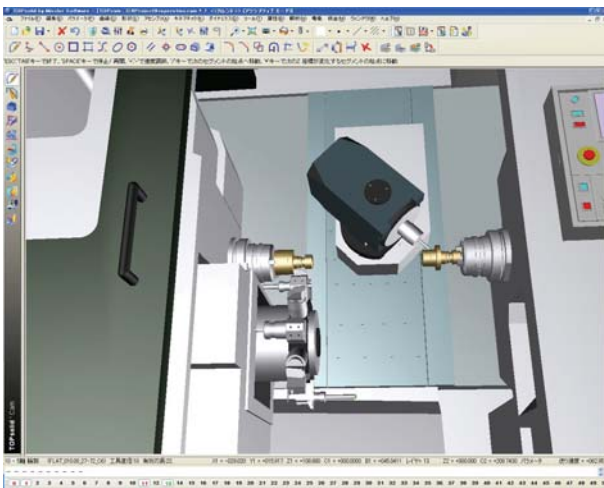


図3. マシンシミュレーション

特に複合加工のツールパスを作成するには、機械動作を確認し、干渉があれば回避すべく修正し、再度シミュレーションで安全を確認するなど試行錯誤する機会が多い。このような場合には、後者のCAMに内蔵されているシミュレーションの方が、加工リ

ードタイムの大幅な短縮を見込める。これはシミュレーション中に干渉等の不都合な箇所を発見したら、システムを切り替えることなく、その場で工具、ツールパス、加工条件等を変更できるからである。修正結果の是非はすぐにシミュレーションを再実行して確認できる。

図4は、タレットのカバーと工具との干渉が検出され、ピンク色で表示されている様子である。

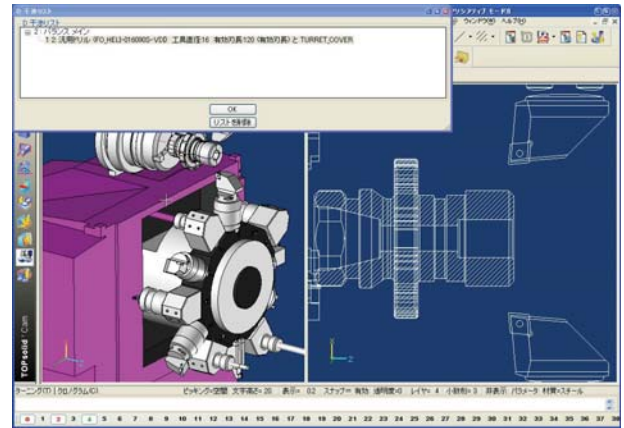


図4. シミュレーションで発見された干渉

5. ソリッドデータによる加工材の管理

CAMシステムにはサーフェスベースのものとソリッドベースのものがある。ソリッドベースのCAMシステムであれば、加工材の形状をソリッドデータで管理できる。工程が終わるごとに加工済みの箇所がリアルタイムに計算され、次の工程のツールパスは残りの加工すべき領域を対象に作成されるため、エアカットを最小化した無駄のないツールパスを作成できる。

また、高精度な加工を行い、加工時間を短縮するために、CAM上で加工順序を入替えたりすることはよくあることだ。しかし、その度に加工開始高さを計算してZ座標を入力し直すのは面倒であり、修正ミスは工具の破損や工作機械のダメージにつながりかねない。

4軸での粗取り加工機能を持つCAMシステムであれば、加工順序を入替えた際に加工開始高さなどの加工条件やエアカットを自動で最適化してくれる(図5)。加工時間短縮に有効だけでなく、修正ミスが起こることもなく安全である。

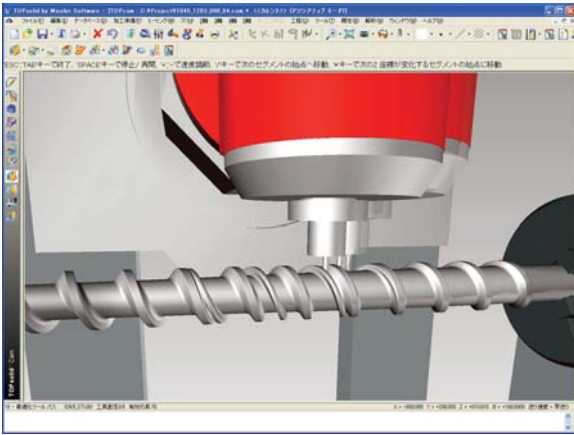


図5. 4軸加工の粗取り加工

6. CADとCAMの連携

従来の3次元CAMシステムが持つCAD機能では、入手した3次元データの修正や調整しか行えなかった。そのために、製品モデルの修正や治具の設計は、毎回設計者に依頼する必要があった。これでは作業がはかどらないと近年では加工現場での3次元CAD導入への関心が高まっている。

ボスやリブを移動したり、中間公差寸法のモデルに修正したり、製品モデルを参照しながら治具を設計したり、さまざまな場面で有効なのは3次元CADのモデリング機能である。治具配置図や加工指示書、工具リスト、部品表など生産準備に必要な資料を自動で作成できるシステムもある。

CADとCAMが連携するシステムでは、設計変更などによる製品モデルの変更は、ただちにツールパスとNCデータに反映され、修正漏れや修正ミスを防ぎます。

7. まとめに代えて

複合加工機を活用するCAMに求められる機能について5つのポイントを挙げさせていただいた。工作機械の選定以上にCAMシステムの選定が重要であると感じていただければ幸いです。CAMシステムこそが設備投資の成否を左右すると言っても過言ではない。

CAD/CAMのシステムインテグレーションを行う当社に寄せられる「導入した複合・5軸加工機が立ち上がらない。これを活用したい」との要望は、残念なことに年々増えている。そこで当社は複合・5軸加工機の活用のためにはCAD/CAMと実際の加工の両方の技術を高めるのが不可欠と考え、2009年に複合加工機、5軸加工機を導入し、加工技術研究所を開

設した。CAD/CAMのエキスパートを中心に技術者たちがお客様の問題解決、新しい加工技術の研究に取り組んでいる(図6)。



図6. 複合加工機による内歯車の加工

当社では、その仕組みやCAD/CAMシステムの選定や活用方法を紹介するセミナーを定期的に開催している(図7)。詳細は当社のウェブサイトでご案内している(<http://www.kodamacorp.co.jp>)。

複合・5軸加工機の活用が欧州、中国や韓国だけでなく我が国でも進み、ものづくりのさらなる高付加価値化を進めるためにも、多くの方々にご参加いただけるようお願いいたします。



図7. 加工技術研究所でのセミナー