

## ユーザー事例: Bell Helicopter

(ベル・ヘリコプター)

Modern Machine Shop Magazine (2007 年 7 月)

By Derek Korn

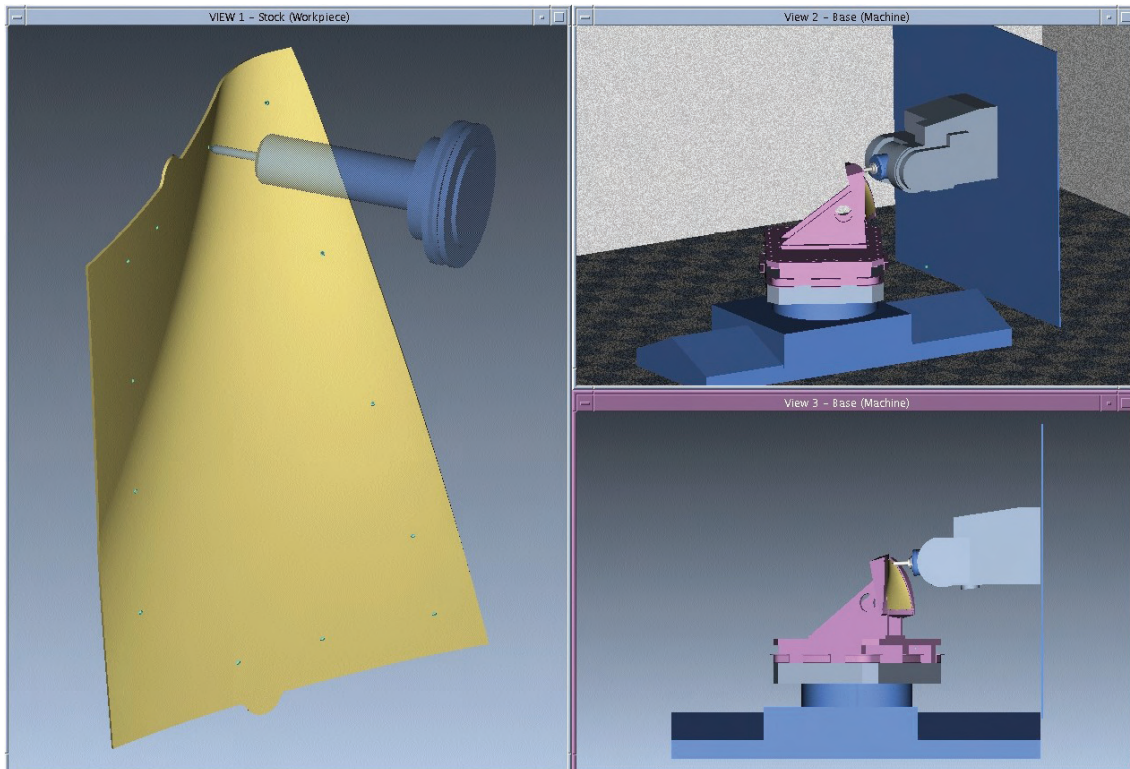


機械加工のシミュレーションソフトウェアを使うことで、ベル／ボーイング V-22 オspreyに  
使われているコンポジットの高価な部品をスクラップにしないだけでなく、  
機械構成部品の干渉を検知できなかった場合の工作機械の損傷をなくしている

### マシンシミュレーションによるプログラムの検証

航空機のコンポジット工場で新しい機械加工のジョブを実施する前に、工作機械の 3 次元シミュレーションを使って初めに検証を行う。このような予防策は、工作機械と航空機部品の双方の損傷をなくすことに効果的であることが実証された。

テキサス州フォートワースにあるベル・ヘリコプターの敷地にあるコンポジット開発センターでは、ベル／ボーイング V-22 オsprey、垂直離着陸機用のコンポジット部品を生産している。この施設では、コンポジット製の航空機部品だけの製造と機械加工を行っており、ブレード、翼桁、翼面、ヨークやローター部品が含まれている。積層されると、その後続くミル加工、ドリル加工、トリム加工といった一般に必要な加工の前であっても、これらの部品はかなりの投資に相当する。プログラムエラーで機械部品とワークが衝突することで、このような製造の後段で航空宇宙関係の部品をスクラップにすることは、極めて高くつくことが分かるだろう。



これらの3つのウィンドウは、モデル化された5軸工作機械の別々のビューを示す。シミュレーションソフトウェアの設定により、ワーク、治具、切削工具、機械構成部品間の干渉を検出していったん停止し、それを識別できる。これは長いジョブでは特に助けになり、プログラマーはシミュレーション全体を通して座って待っている必要はない。

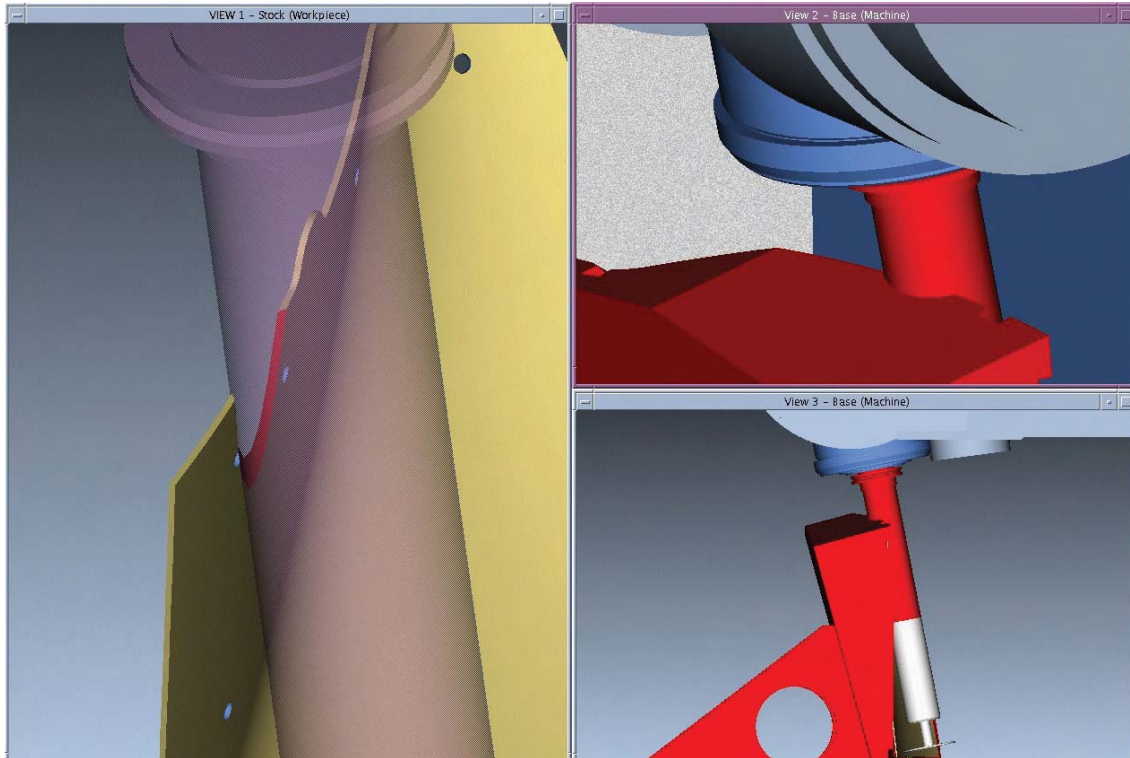
しかし、損傷したワークというのは、実際の加工サイクルが始まる前に、機械構成部品、切削工具、治具、ワーク間で可能となるすべての干渉を同定できない場合に起こりうる1つの潜在的な問題でしかない。数年前にこのセンターではV-22の重要な部品を機械加工するために、シンシナティ製の5軸工作機械Magnum 1000を2台購入した。その時には、機械上でプログラムをドライランする前に、プログラマーたちは作成した機械加工プログラムの検証のために、自分たちの間でプログラムを回したものだ。施設のNCプログラムの管理者、Ronald Tovarによれば、たとえ経験豊富なプログラマーのチームで5軸の機械加工コードを検査したとしても、プログラムの問題をすべて同定し、取り除くことは、困難だった。

プログラムエラーでの最悪のシナリオは、機械を損傷してしまう衝突だ。このセンターでは、2台のMagnumで2度起こったことがある。どちらの場合も、ワークがスクラップになったことが主要な問題だったわけではなく、機械そのものが修理を必要としたことが問題だった。修理コストの他に、それらの機械がオフラインだった期間、センターは3週間の生産時間失った。これこそが、センターの工作機械すべてにエラーのないプログラムだけを送ることを保証するマシンシミュレーションソフトウェアを、センターで採用する動機だった、とTovarは言う。

### 3次元のプロセスをシミュレーションする

当初、センターは2台のMagnumのためだけに、CGTech(カリフォルニア州アーバイン)のマシンシミュレーションソフトウェア、ベリカットを採用した。CGTechはコンピューター上にそれらの機械を「作り上げ」、実際の機械で現れるのと同じように、すべての主要な機械構成部品をモデル化した。センターの工具設計課で3Dの工具設計をしたため、CGTechはマシンシミュレーションにそれらの工具モデルをインポートできた。それで次に、ベリカットではCAMプログラムから直接、すべての機械加工オペレーションの3Dシミュレーションを作成できた。





干渉状態の事例。右側の2つのビューは、切削工具のホルダーが治具に食い込んでいる状態を示す。プログラマーに干渉を警告するため、干渉部は赤でハイライトされている。左側に示すワークも食い込んでいる。実際の工作機械でこれが起きていれば、切削工具、工具ホルダー、治具は損傷し、機械の軸は芯ずれを起こしていただろう。

シミュレーションの間、まるで実際の工作機械が本当のワークを加工しているように、すべての主要な部品は相互に移動する。シミュレーションにより、機械のベッド、ヘッド、スピンドル、切削工具、工具ホルダー、治具、その他の補助部品といった部品間のどのような衝突でも検出する。すべての動作軸のストロークリミットが示されるので、複雑な5軸の動作では特に役に立つ。また、指定された操作の送り速度が高すぎるといったフラグを立てることや、他にも希望した最終部品形状とベリカットの加工済モデルとの違いを表示する。

シミュレーション中に相互に干渉する部品は赤で表示され、見ているプログラマーに警告を発する(上図参照)。プログラマーは干渉がなくなるようにプログラムを調整し、再度シミュレーションを行う。サイクルタイムが長い機械加工のジョブではシミュレーションの再生時間も長くなり、プログラマーはシミュレーションを「最初から最後まで」、見られないことがある。この場合には、干渉を検出するとシミュレーションを中断するように設定できる。いったん、シミュレーションによる検証で、その部品プログラムに干渉がないと確認されると、センターではドライランの試行をせず、いきなりジョブを予定に入れる。プログラムが検証されれば問題は起こらないという確率は99%だ、とTovarは言う。センターでは送り速度やスピンドル回転数を微調整することがあるが、部品がスクラップにならないことや機械損傷が起こらないことは確信している。

#### 他の事業所にも広がるシミュレーション

センターでは、新しい機械モデルを作っていない。それは、機械の購入間隔が比較的長いからだ。CGTechでは、センターの2つのMagnumの他に、別の機械もモデル化した。それに含まれるのは、翼面のウォータージェット・トリミングと5軸ミル加工を組み合わせたTrim Cell、回転翼の機械加工を行うHenri Linéの5軸ガントリー、マキノの4軸機械である。センターでは最近、SNKの5軸ガントリーを注文し、これもシミュレーション用にモデル化されることになる。

コンポジット開発センターでマシンシミュレーションを使い始めてから、機械加工の仕事が多い同社の第5事業所でも、シミュレーションソフトウェアを適用し始めた。今のところ、第5事業所で購入された5軸機械はどれも、マシンシミュレーション用にモデル化される予定だ。

### **3Dのマシンスミュレーションにより、現場では・・・**

- 機械の衝突や異常接近を回避する
- 機械の性能をチェックし、新しい機械の導入時間を短縮する
- 新しいプログラムに何を期待するかを機械工に示す
- プロセスの効率を改善する
- 作業現場の安全性が向上する
- AVIのシミュレーションで、プレゼンと文書化を強化する
- 生産時間に食いつまらず、機械損傷のリスクを犯さずに、従業員を教育する