

## ユーザー事例: Triumph Aerostructures (トライアンフ・エアロストラクチャーズ)

### Triumph Aerostructures – Vought (ヴォート) 航空機部門における ソフトウェアソリューション

同社のナッシュビル生産工場の問題に、新しい革新的な方法で対処するため、シミュレーションソフトウェアを使用

Triumph Aerostructures – Vought 航空機部門 (以下、Triumph Aerostructures) では、最新技術の CNC シミュレーションソフトウェアを使うことで、新しい工作機械へ早く移行し、初回品の製造時間を大幅に短縮し、機械の干渉を事実上なくすることができるようになった。Triumph Aerostructures はトライアンフグループの会社であり、民間や軍用の航空機、ビジネスジェット向けの航空機構造物の世界的なトップメーカーである。同社にはあらゆる構造物の製作能力が備わっており、その製品には胴体、翼、尾翼、積荷室、ヘリコプターキャビンなどを含んでいる。同社の顧客ベースは世界の主要な航空宇宙産業への OEM で成り立っている。Triumph Aerostructures は、米国内の 6 事業所で約 6,000 人を雇用している。



Handtmann UBZ ミリング機械で加工されている大型翼のスキンパネル  
NC オペレーターの Keith Butler がブレンド切削のチェックをしている

テネシー州ナッシュビルにある事業所では、エアバス、ガルフストリーム、セスナ、ロッキード向けに、個別部品やサブアセンブリーを生産している。ナッシュビル事業所では、200 万平方フィート (19 万平米) の敷地に約 900 人の従業員が働き、大型の CNC ガントリーミルが 10 台、大型アSEMBリーリベッターが 9 台、その他にいろいろな小型の CNC 装置がある。機械加工工場では、35 本以上の CNC スピンドルが切粉を出している。

NC (数値制御) マネージャーの Kevin Chandler は次のように言う。「ナッシュビル事業所では、長くて大きなワークに重点的に取り組んでいる。我々の加工物はほとんど 30 フィート (9 メートル) を超える。以前は手で持てる小さな部品を何千個も製作していたが、それはなくなった。プログラマーの多くもそうだ。一時期、ナッシュビルには 32 人のプログラマーがいたが、今は 4 人だけだ。複数回のテスト加工なんて贅沢はもうできない。ベリカットが命をつないでくれて、仕事の節約になったのは、その点だ」

## ワークの検証

この事業所は何回かオーナーが変わっているにもかかわらず、NC シミュレーションソフトウェアを長く使ってきた歴史がある。Textron Aerostructures であった 1991 年に、材料除去シミュレーション用にベリカットを最初に使い始めた。1996 年にはカーライルグループに買収され、2003 年には Vought Aircraft Industries の 1 部門になった。Vought Aircraft Industries は 2010 年 6 月にトライアンフグループに吸収され、Triumph Aerostructures—Vought 航空機部門と名称が変わった。

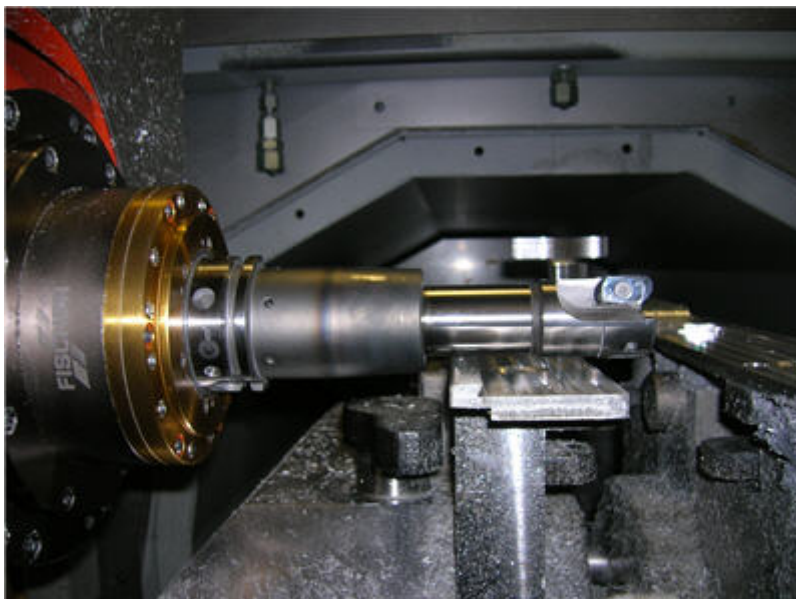
ベリカットは、NC プログラムの材料除去プロセスをインタラクティブにシミュレーションして表示するソフトウェアプログラムである。NC プログラマーはベリカットを使って NC プログラムの質と精度を検証し、CNC 機械の 3D シミュレーションで干渉をチェックする。けれども、シミュレーションの目的は単に干渉のない効率的な NC プログラムだけではない。一番の目的は正確な製品を製造する NC プログラムにある。ベリカットの正確なモデルのおかげで、NC プログラマーには NC プログラムが正しい製品を作るかどうか、がわかる。たとえば、NC プログラムの多くは円弧補間を使う。ベリカットでは円弧動作を同じように行い、加工されたままの円筒形状を生成し、それを測定することで正確さを保証できる。多くの内蔵シミュレーションでは円弧動作を模擬せず、代わりに円弧動作を分割して円筒を近似する直線動作の連続になるようにする。これらの分割部分を使っても、円筒としての測定はできない。

## CNC マシンシミュレーション

実際の機械に対する完全な CNC マシンシミュレーションによって、検証はもう 1 段レベルアップする。NC プログラマーの Bill Gwinn は次のように言う。「マシンシミュレーションは、ここで言うすべてのことに対して重要な機能だ。機械は以前よりずっと複雑になり、パイプ、ボルト、ツールチェンジャーその他の部品間で干渉が起こるリスクもはるかに増大した。シミュレーションはワーク切削以上のものだ」

Chandler と Gwinn は、世界中で最も経験豊富なベリカットユーザーのうちの 2 人である。足し合わせると、2 人で 35 年以上のベリカット経験がある。「経験からわかったことは、画面上でシミュレーションが可能になればなるほど、それ以降の問題はずっと少なくなる。マシンシミュレーションの利点については 2 人とも納得している」と Gwinn は言う。

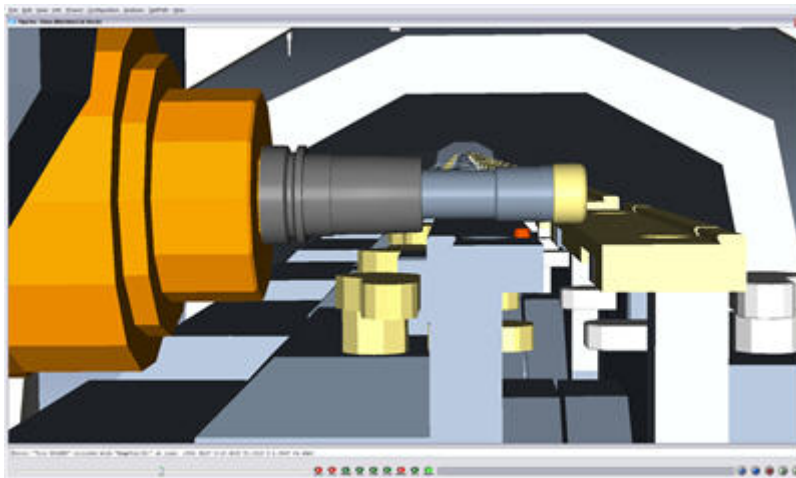
マシンシミュレーションでは、工作機械のすべての部品間の干渉やニアミスを検出する。部品には、スライド軸、ヘッド、タレット、回転テーブル、スピンドル、ツールチェンジャー、治具、ワーク、切削工具、その他のユーザーが定義した物体を含んでいる。ユーザーは部品の周囲にニアミス領域を設定して接近をチェックでき、またリミットオーバーエラーの検知も可能だ。ベリカットの設計は、次のような先進的な制御機能をサポートする。すなわち、先読み機能や 3 次元工具補正機能、工具先端点制御や工具長補正、ゲージ長の参照点プログラミング、固定サイクルや治具のオフセット、回転軸のピボット点、変数・サブプロ・マクロ、サブルーチン・ループ・分岐のロジック、など。



5 軸の Handtmann PBZ ミリング機械での長さ 60 フィート以上のストリンガーの機械加工  
この機械の部品は非常に接近しており、時には、シャンクとスカッププレートとの間隔がたった 1 mm のこともある

ベリカットの導入前、ナッシュビル事業所では Catia V4 を使い、APT でプログラムしていたが、それは平面プロッターを利用する時間のかかるチェックプロセスだった。その後、フォーム材や他の非生産材から最初の数個の部品を機械加工していた。

Chandler は言う。「Catia とベリカットの導入で、初回から加工できるワークは 90% あった。マシンシミュレーションの導入で、これがさらに劇的に改善された。このテストで証明された結果は、1995 年に小さな部品用に新しい 4 軸マシンニングセンターを購入したときに得られたものだ。Catia のソリッドモデル、ベリカット、オートディフを使い、我々は最初から使える部品プログラムを 96% 得ることができ、そのうちの 90% は Issue 01 を過ぎても修正されなかった。それ以来、すべてのプログラムは、機械にかける前にベリカットのマシンシミュレーションを通すことが要求されている。その結果、我々は良好な初回品ワークを 98% 得ている。当時の最初のテストの段階から、ベリカットが投資に値する必要なツールであることを経営者に納得させることは、非常に簡単だった。ベリカットによって、それを使わなかった場合の機械加工に比べて加工時間が数分の一になっている」



Handtmann PBZ ミリング機械の部品間の干渉を検出するため、ベリカットを使用

Gwinn は付け加える。「プログラムの準備ができたら、我々はもう現場にさえ出かけない。一旦ベリカットを通ったら、うまくいかなくなることはない。正しく切削することはわかっているから」

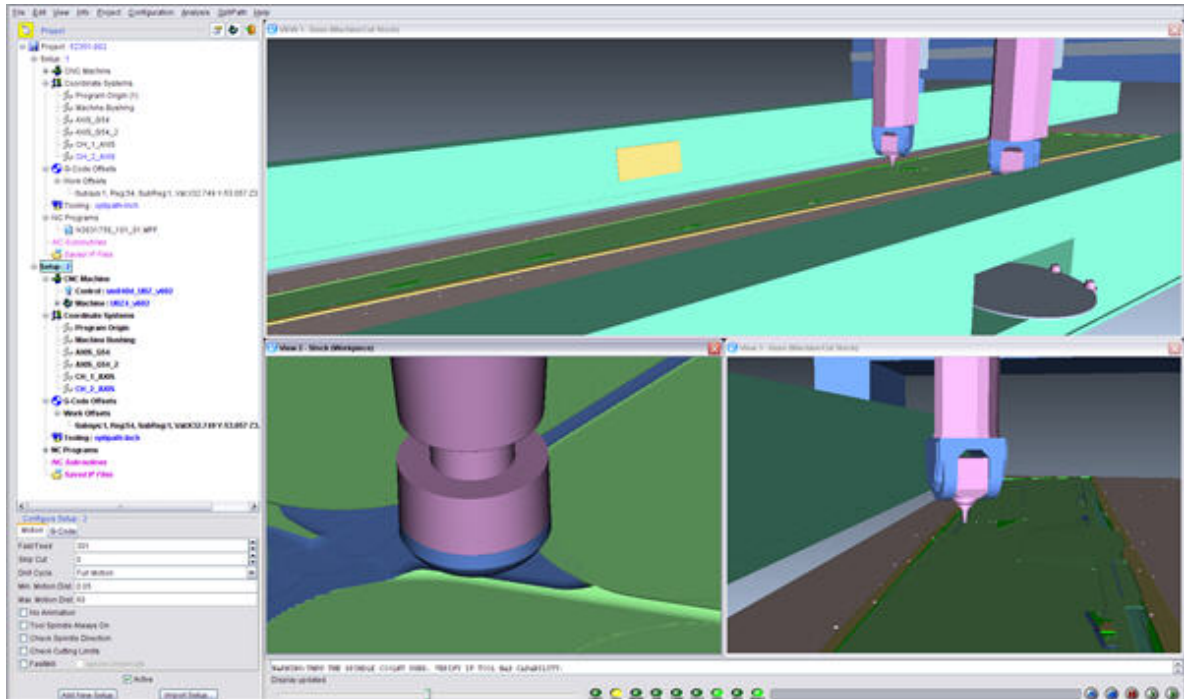
たとえば、新しい高速の 5 軸 Handtmann PBZ ミリング機械は、長さ 60 フィート (18 メートル) 以上のストリンガーの機械加工用に採用されている。機械加工中にストリンガーの位置を保持するため、Triumph Aerostructures の NC (数値制御) グループは、「スカフプレート」と呼んでいる V 字型の治具を設計した。

「スカフ (損傷) プレートと呼んでいるのは、カッターが当たっても OK だからだ。最小限にしたいが、いつ当たるかはそれでも知りたい。ベリカットの干渉テーブルには、カッターとスカフプレート間に、- 0.022 インチ (- 0.56 ミリ) の値を入れている。この機械の部品はすべて非常に接近しており、時にはシャンクとスカフプレートとの間隔がたった 1 mm のこともある。それらは干渉してはいけないので、干渉値にはゼロを入れる」と Gwinn は言う。

#### NC プログラムの最適化

Triumph Aerostructures の NC グループには最近、2 重の難題がふりかかってきた。Catia V4 から V5 にアップグレードすると同時に、過去のプログラムを新しい Handtmann UBZ パネルミリング機械用にアップデートする必要がある。ベリカットとその NC プログラム最適化機能 (オプティパス) を用いて、NC グループは Catia V5 で再プログラムすることなく、新しい機械用に NC プログラムを作成できた。最初に Catia V4 プログラムを部品の位置と工具交換のために再処理し、次に処理結果の APT ソースファイルを新しい機械用に再度ポスト処理をした。それから、干渉のないことを確実にするためベリカットでシミュレーションし、最後にオプティパスを使って対象機械用に送りと回転数を修正した。

「我々はわざわざ最初からやり直さずに、古いプログラムをいくつか取り出し、もっと効果が出るようオプティパスに通した。短縮された機械加工時間に加え、新しい CAM システムで再プログラムするために必要だったはずの時間を数百時間も節約した」



NC プログラムはすべて、工作機械にかける前に、ベリカットマシンシミュレーションを通す

オプティパス(最適化ソフトウェア)は、G コードまたは CAM 独自出力の NC プログラムと形状が常に変わっていくワークへの工具接触とを、まず分析する。次に、動作を小さなセグメントに分割し、送り速度を上げるとどんな条件が有利になるか、工具を折らないためにどこで送り速度を小さくしなければならないかを決める。どのセグメントでどの程度の材料が除去されているかについて、ソフトウェアには正確にわかっているため、理想的な送り速度を決定できる。ツールパスの軌跡は変わらない。

最適化された送り速度により一定に近いチップ負荷が保たれるため、工具摩耗は減少する。ワークを切削するために必要な時間も少なくなるため、これによっても工具摩耗は減少する。最適化された送り速度を持つ NC プログラムは、NC 工作機械とワーク間の切削圧力をより一定に近づける。工作機械の摩耗や損傷が少なくなるのは、機械加工の時間の減少だけでなく、より一定負荷に近くなるためだ。最適化されたツールパスによって仕上げも良くなるのは、一定の切削圧力なので工具の変形がほとんどあるいはまったくなくなることによる。ワークのコーナー部、端部、ブレード領域の仕上げは格段に改善される。

Triumph Aerostructures の NC グループでもう 1 つ大きな得をしているのは、ベリカットのオートディフ機能である。これによりプログラマーは CAD 設計モデルとベリカットのシミュレーションモデルとを比較し、その差異を自動的に見つけられる。Gwinn によれば、「新しいプログラムにはすべて、特に Catia V5 から生成するものには、ソリッドモデルがある。Catia V4 を使っていた頃には必ずしもそうではなかったが、現在では新しいプログラムはすべて、ソリッドモデルから始めるようにしている。その同じモデルを使って、NC ツールパスの結果と比較している。ここでは、<ベリカットは嘘をつかない>という言い回しがあって、それは定着していて、当てはまっている。ベリカットの画面上で見えるものは機械で加工されるものと同じだ、ということをお我々は確信するようになった。まさに、仮想現実の世界だ」

以上