

## ユーザー事例： Dominis Engineering (ドミニス エンジニアリング)

### 大きなプロペラブレードと水流インペラの機械加工で独特の方法を開発したオンタリオの機械工場



Dominis Engineering の工場では機械加工されるカナダの巡視船のプロペラブレード

重量 1,600kg の鋳物が 9,000 平方フィート(840 平米)の工場に到着することを想像してほしい。次に、その鋳物を同時 5 軸のミリングで機械加工し、幅 2.3m 高さ 1.7m のプロペラブレードを作り出す。表面粗さは 63 マイクロインチ(1.6/1000 ミリ)以下、表面精度は±0.012 インチ(0.3 ミリ)以内、カナダ海軍や米海軍で必要とされる ISO クラス S の許容値より数倍厳しい。そして、人手による研磨や手磨きを必要とせず、1 台の機械上での 1 つのセットアップで行っている。

これがまさに、Dominis Engineering(オンタリオ州グロスター)の工場で行っていることだ。

「最初の目標は、プロペラの機械加工で手仕上げがないこと、最終形状まで機械加工して仕上げることだった」と Bodo Gospodnetic は言う。彼は、25 年前に父親の Drasko とともに Dominis を起業した。父親の Drasko は造船技師であり数学者で、オタワにあるカナダ学術研究会議(NRC)の船舶研究所で働いていたが、現在は NRC の名誉研究員である。

「これを行うために、この機械加工概念を取り扱うシステムを開発しなければならなかった。われわれの目的はセットアップ 1 つで、非常に厳しい許容値のもと、プロペラ上のすべての面を機械加工することだった。われわれは変わり者だとだれもが思っていた」

しかし、それが変わったのは、プロペラ製造統合システム(IPMS)と呼ばれる製造プロセスを親子で開発し、この機械加工概念を水カタービンのブレードに適用し始めたころだった。1990 年代の初頭に、Bodo Gospodnetic は米海軍や米国の大手プロペラメーカーにプレゼンテーションをした。

「その後まもなく、米国政府は国防予算案を修正し、米国で製造しなければならない項目にプロペラを追加した。1994 年のことだが、それはわれわれを狙い撃ちしたものだ」

しかし、それも彼を抑えられなかった。自称ねばり強い起業家である彼は、水カタービンのメーカー、ポンプメーカー、米国沿岸警備隊を対象をふりかえ、水カタービンブレード、ポンプブレード、プロペラブレードの機械加工の仕事を獲得した。それから 2003 年には、カナダの哨戒艦向けのプロペラブレード 20 本の機械加工に関する国際入札に応札した。

「われわれは、大手の国際的な企業を相手に、契約を勝ち取った。われわれの勝因は競争相手より安かったことだが、そうできたのは費用対効果のよい製造システムがわれわれにあったからだ」

カナダの哨戒艦の契約を取り、その後も Wartsila Defense 社、Rolls Royce Naval Marine 社、カナダ原子力公社、ボンバルディア、カナダ沿岸警備隊、米沿岸警備隊といったところのプロジェクトを獲得したにもかかわらず、一部の人はまだ懐疑的なのだ、Gospodnetic は言う。

「それはわが社の規模が原因だ。われわれは小さいが、では、どれくらい大きくなければならないのだろう。社員 14 名、9,000 平方フィートの工場に 3 台の 5 軸機と縦型ボーリングミルが 1 台ある。社員は、QA マネージャー、マーケティングマネージャー、機械工 6 名、エンジニア 5 名、それに私だ。われわれがやっていることをするのに、多くの人間は要らない」

Dominis Engineering は耐え抜き、今日では同社はプロペラと水流インペラの海軍仕様を満たすカナダでただ 1 つの会社であると、彼は言う。

### 独特な製造システム



プロペラ製造統合システム (IPMS) には 5 つの指導原理があると Gospodnetic は説明する。すべてのプロペラ面 (正面と背面の輪郭、前後のエッジ面、後部エッジの面取り、先端の輪郭、圧引側と吸引側のフィレットとプロペラハブ) は、「最終形状まで機械加工して仕上げ」られなければならない。それは無人オペレーションで、切削工具の効率化と、工具本体、プロペラ鋳物、治具間の干渉回避を必要とする。そして、IPMS の名称に「プロペラ」が入っているものの、同じ概念が水流インペラとタービンブレードにも適用される。

これらの部品を機械加工する際の最大の課題は、大きな表面積に対して、一定の厳しい許容値を維持することだった。Dominis は IPMS システムによってこれを達成できるが、このシステムは、複雑で彫りの深い面を機械加工する正しいツールパスの生成機能を持つ正確な CAD/CAM システム、マシンシミュレーションとツールパス検証のソフトウェア、そして正しいタイプの機械と特別なカッター形状 (ボールエンドミル、フェイスミル、ポタンミル、プランジカッター) に依存している。

Dominis は Open Mind の HyperCAD と HyperMILL ソフトウェア、さらに Mastercam を使っている。「プロペラの面はパッチの集合で定義される。たとえば、プロペラブレードのエッジは正面、背面、ハブとは別に定義され、それらはすべて一緒につながっていかなくてはならない。したがって、CAD プログラムには、これらすべての構成要素を機械加工するための円滑な接続を作る能力がなくてはならない」

ポスト処理された CNC プログラムは、本当のマシンシミュレーションのソフトウェアシステムに通される。「われわれは、ツールパス検証のためにベリカットソフトウェア (CGTech 製) を大いに活用している」と Gospodnetic は付け加える。

Dominis にぴったりの機械は、X 軸 2.5m、Y 軸 1.8m の大きなストロークを持つ同時 5 軸 CNC ミリングマシンである。

「これらの機械で一番好きなのは、6m/minの早送り機能があることと8,000rpmの高速スピンドルを持っていること、そしてもう1つ良いのはスピンドルがプログラム可能な羽根軸上にあり、被削材に近づけられることだ。それは直径が200mm、長さが450mmある。つまり、直径8インチの工具延長を持っているようなものだ」

特殊工具はDominisがやっていることを達成するために必要なものである。「たとえば、ブレード上の非常に薄いエッジを機械加工する時に、ボールエンドミルで機械加工すれば、そのエッジを壊してしまうことになる。われわれは、薄いエッジを機械加工できる工具をいくつか開発した。それらは特注のエンドミルである。われわれは必要な形状の超硬インサートを購入してから、切削工具を作る」とGospodneticは説明する。

Dominisでは機械加工プロセスの効率化を行っていない。「われわれは現在、自分たちのプロセスなのでほとんど無人で稼働している。しかし、もう1つの必要な要素はマシン上の工具交換オプションである。それは工具の刃先が鈍くなった時にそれを検知できて、工具マガジンにある同一の新しい工具と交換できるものになる」仮に同一でない場合はトラブルになる。というのも、機械加工しているのは彫りの深い面であり、これらの面は離散した点で定義されていて、定義した点間で滑らかな面を補間しなくてはならないからだ。

「まだそこに到達してはいないが、新しいマシンを購入する際、工具測定と工具交換オプションは次のステップになる」

以上