

航空機部品加工を支える工作機械

Machine Tool for Machining Aircraft Parts



機械・設備システムドメイン
工作機械事業部営業部
設備機械営業グループ

航空機部品加工業界は、ボーイング社やエアバス社の増産計画に加え、三菱航空機(株)のMRJなど小型ジェット機分野の拡大などで今後も大きな成長が見込まれる。

航空機部品は、一般部品に比較して加工の難易度が高い。ワークが長尺であったり、表面が自由曲面で構成され複雑形状であったりするだけでなく、薄肉のためワーク自体の変形が大きい、また、ワークの材質が加工発熱の大きいチタン材又はバリや欠損の出やすいCFRP(炭素繊維複合材)であることが、その理由である。

また、世界的な航空機増産に応じて部品加工の能率アップを図るため、加工対象となるワークに特化した機能、長時間連続加工に対応するためのワーク自動交換機能、各種センサを用いた自動計測などの省人化・自動化機能を組み合わせた専用工作機械が求められるようになってきた。

当社工作機械事業部は、航空機部品を自社で製造している強みや、自動車業界向けの自動加工ラインで培ったノウハウ・対応力を活かし、航空機業界向けに多くの工作機械を納入してきた。本稿では当事業部が手掛けた航空機部品加工用の工作機械のうち、専用工作機械の事例について紹介する。

1. 主翼自動穴あけ加工機

本機が加工対象とする主翼ボックスは複合材(CFRP/金属材料)で構成され、20mを超える長尺かつ複雑な自由曲面形状をしたワークである。また、主翼ボックスでは多数の穴を加工する必要があり、効率化が課題となる。

本機はワークの上面側に3台、下面側に3台の複合ヘッドを搭載し、それぞれが独立して動作することで6台のヘッドによる同時加工を行うことができるとともに、ワークを保持する治具等の付帯装置や加工スケジュール管理機能など高稼働率を支えるソフトウェアを有し、多数の穴を高効率で加工することが可能な専用工作機械である(図1)。



図1 主翼自動穴あけ加工機

主翼自動穴あけ加工機の特長を以下に示す。

(1) 複合ヘッド

6台の複合ヘッドは、それぞれが穴あけ・皿もみ加工用主軸、皿もみ加工精度向上のためのプレッシャフト軸、加工部の自動計測用主軸を有し、NC5軸機能によって各主軸を任意の空間位置に高速で位置決めすることができる。

(2) インライン自動計測機能

複合ヘッドに付属する計測主軸は加工主軸による加工実施後、自動的に加工部の寸法計測を行い、計測結果についてレポート作成や合否判定を行うことができる。

(3) 各種補正機能

加工対象ワークは長尺かつ複雑形状であることから、ワークの設置誤差や自重による変形、周辺の気温変動に伴う熱変形によって、図面データに基づき作成した NC プログラムによる加工では大きな寸法誤差を生じてしまう場合がある。

そこで本機では、治具に設置された基準部品をレーザで自動センシングし、加工位置を自動演算で補正できるようにした。

さらに、自由曲面であるワーク表面に直角に加工する面直補正機能や加工直前に基準位置から主軸先端位置を読み取り熱変位誤差を補正する機能など、高度な補正機能を組み合わせることでこれらの問題を解決した。

(4) 加工スケジュール管理機能

6つのヘッド毎に加工エリアを分担して加工を行うが、各ヘッドは加工エリア重複部を持ち、それぞれのヘッド運転時間が平準化されるように重複した加工部位の加工を運転負荷の低いヘッドに自動的に割り付けするスケジュール管理機能を持つ。

この機能は各ヘッドの加工エリア重複部における干渉を回避するため、加工可否の判断や加工順序を自動的に調整する機能も有し、設備の稼働率向上とサイクルタイムの向上に大きく貢献している。

2. 胴体ストリンガー加工機

胴体ストリンガーは航空機胴体を構成する補強部材であり、長尺かつ多種形状、薄肉が特徴のワークである。胴体ストリンガー加工機では2つの主軸を搭載するガントリータイプとすることで長尺ワークでも省スペースかつ高能率に加工を行うことができる専用工作機械である(図2)。

本機では工作機械本体に加えて多種ワークに対応できる自動クランプ治具の開発、ワーク自動搬送装置等によって従来の設備に対して生産能力5倍を実現した。



図2 胴体ストリンガー加工機

胴体ストリンガー加工機の特長を以下に示す。

(1) 高速・高精度主軸

最高回転数 20000min^{-1} 、出力 $22/18.5\text{kW}$ の主軸(オプションで 17000min^{-1} 、 $75/95\text{kW}$)を有し、ワーク薄肉化のための削り出し(高速・重切削加工)を行うことができる。

本機はこの主軸を2つ搭載することで2個のワークを同時に加工することができ、1つの主軸しか持たない汎用工作機械に対して2倍の生産能力を持つ。

(2) ワークのバキュームクランプ

従来、メカ機構によりワークをクランプしていたため、ワーク形状に応じてクランプ部品を段取り替えする必要があった。

本機では、信頼性の高いバキュームクランプ装置を開発することで、メカ機構クランプ装置が不要となり、ワークの種別変更に伴う段取り時間を大幅に短縮した。

(3) 切粉・クーラント処理能力の向上

従来、加工によって発生した大量の切粉がワークや治具上に堆積するため、加工後、長時間の清掃作業が発生していた。

自動車部品加工ラインにおけるノウハウを活用し、カバー形状の最適化やシャワー状クーラントによる切粉洗浄機能を付加することで清掃時間を1/6に短縮した。

3. 胴体スキン加工機

胴体スキンは航空機胴体の外板部品で、胴体形状に合わせて長尺かつ反りの大きい自由曲面が特徴のワークである。従来は化学的な浸食により加工を行うケミカルミーリングを用いていたが、環境への配慮から機械加工に代替する必要があった。

胴体スキン加工機も胴体ストリンガー加工機と同様に2つの主軸を搭載するガントリータイプであるが、胴体ストリンガー加工機の特長に加え、本機ではワークを自動的に交換するパレットチェンジャや、ワークの設置誤差補正機能を組み合わせることで、長時間の無人運転を実現した(図3)。

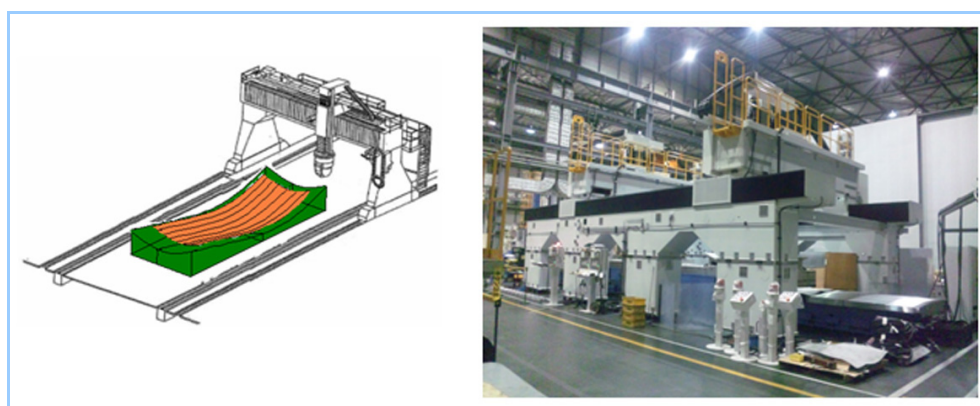


図3 胴体スキン加工機

胴体スキン加工機の特長を以下に示す。

(1) NC2軸ヘッド

最高回転数 20000min^{-1} 、出力 20kW の主軸を有し、ヘッド側に NC 制御の2軸割出機能を付加することでガントリー移動2軸と併せて NC5 軸制御による高速自由曲面加工ができる。

(2) ワーク設置誤差補正機能

主軸に付加したタッチプローブ式の計測装置を用いてワークの基準寸法を自動的に計測することで、ワークの位置ずれや周辺気温変化に伴うワークの熱変形を自動的に補正する。このため、オペレータが手動で計測し補正値を計算することは不要であり、自動的に高精度の加工を行うことができる。

当社は、今後もお客様の抱える課題を共有し、その解決策として専用工作機械を提供することで航空機業界に貢献していく。