

# 航空民需用マニホールド加工の内製化

木田 重人

## 1 はじめに

航空機器事業部では民需拡販を実施している。その中の1つとして、民間航空機（ビジネスジェット機）に搭載される、フライトコントロール系のバルブモジュールを受注した。

しかしながら、現行保有設備で行っている類似製品のマニホールド加工方法では、段取り替え能力が低くダンゴ生産となっている。そのため、リードタイム（以下 L/T）が長くなってしまい、今後の生産数増加への対応が困難であった。

そこで、構成部品であるマニホールドの内製化に伴い、段取り替え能力が高く小ロット生産（Lot：1個）が行える専用加工ラインを構築したので紹介する。

## 2 マニホールド加工の概要

### 2.1 マニホールド加工の特徴

バルブモジュールの構成部品であるマニホールドは、丸棒材からの削り出しが要求されている（写真1）。

マシニングセンタのみで加工することが可能であるが、軽量化のため外形形状が複雑で、加工穴数が

多く、穴径や位置の精度要求が厳しい。

### 2.2 マニホールドの基本加工部

マニホールドの基本加工部としては、以下となる。加工角度が複数あり、工程の設定には設備の動作範囲や寸法要求精度の考慮が必要である（図1）。

- ①外形形状加工
- ②穴あけ加工
- ③ポート加工
- ④ソレノイド取付け部加工
- ⑤メインバルブ穴加工

No Image

図1 加工部

No Image

写真1 バルブモジュール

## 3 目的

現状保有設備での問題点を考慮し、小ロット1個流し生産（Lot：1個）で、段取り能力の高い加工ラインを構築する。

## 4 目標

- |         |         |
|---------|---------|
| ①可動率    | 85.0%以上 |
| ②取り替えロス | 5分以内    |
| ③加工L/T  | 30%減    |

## 5 要件

- ①手扱い作業の自動化を行い、作業時間の短縮及び段取りミスをなくす。
- ②小ロット1個流し生産（Lot：1個）が行える加工ライン。

## 6 実施内容

### 6.1 加工設備

加工設備の選定は、省スペース及び汎用性を重視した。また、様々な材質に対応できるように高速かつ高トルク主軸を選択し、さらに段取り性を考慮して使用ツールのパーマネント化が出来る積載本数のものを選定した。

### 6.2 機内自動計測装置

自動計測装置を用いることによって手扱い作業の自動化が可能となる。

機内計測装置の選定は、計測精度及び現行設備との汎用性を重視。また、ワーク計測部位を考慮し、最適長さのスタイラスを選定した（写真2）。



写真2 機内自動計測装置

### 6.3 加工工程の検討

一般的に加工工程は大きく分けて、工程分割型工程と工程集約型工程がある。

#### 6.3.1 工程分割型

工程分割型（図2）は、工程毎に設備を割り当てライン構成し加工を行うため、設備毎のMTが減少しL/Tが短くなる一方、設備増加に伴い段取り回が増加するため、可動率が低下する。高い生産性を確保するためには、段取り能力を上げる必要がある。

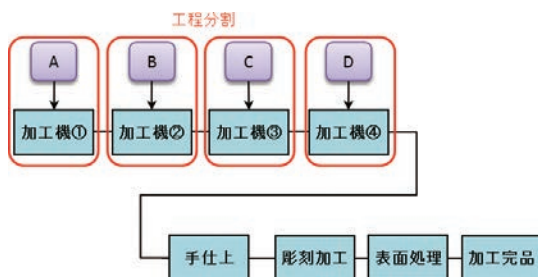


図2 工程分割型

#### 6.3.2 工程集約型

工程集約型（図3）は、各加工工程（A, B, C, D）を集約するため、少ない設備台数でのライン構成が可能であるが、設備毎のマシントイム（以下MT）が増加し、L/Tが長くなってしまふ。また、工程集約のため、多軸制御加工機となる場合が多く、経年劣化等による品質維持が難しい。

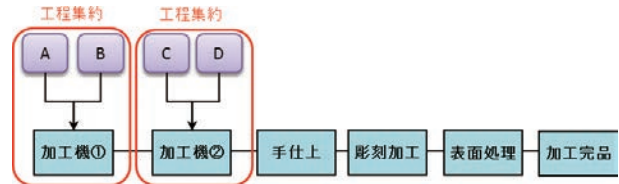


図3 工程集約型

#### 6.3.3 生産方式

ダンゴ生産は各工程に仕掛り品があり、また工程毎の停滞が発生してしまう（図4）。

1個流し生産は各工程の仕掛り品が無くなり、在庫の低減となる（図5）。

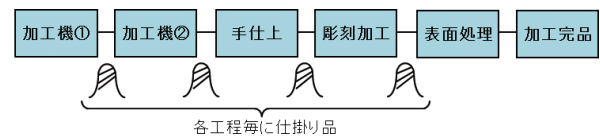


図4 ダンゴ生産

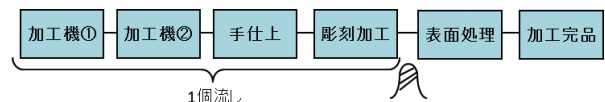


図5 1個流し生産

新ラインは、長期生産に渡り品質の維持がし易く、また、在庫の低減ができ、L/Tが短くなるよう、1個流しの生産方式とし、加工工程は工程分割型とした。

### 6.4 段取り能力の向上

一般的に段取り作業は、以下の項目であり、小ロット生産を行うためには、高い段取り替え能力が不可欠である。

- ①加工工具の取り付け
- ②ジグ取り付け
- ③原点位置の確認（以下 原点出し）
- ④加工プログラムの設定

#### 6.4.1 加工工具

必要な工具を事前に洗い出し、必要な積載本数の加工設備を選定することで、工具のパーマネント化を行い、段取り替え毎に行っていた工具の付け外しを廃止した。また、工具管理容易化のため、工具品

番／工具名／使用製品品番等の項目に分けた工具リストを作成した。

これにより、使用工具の統一化を行うことで、工具在庫の低減を行った。

### 6.4.2 加工ジグ

ジグの共通化・取付け容易化のため、ワンタッチクランプ方式のジグを採用した(写真3)。

また、製作ジグについては、ジグ設計時にベース形状を統一し製作することで、取り付け作業の統一化を行った。ベース形状統一化による取り付けミス防止のポカヨケとしてベース角部に面取りを設け、さらに識別用ブロックを取り付けた。

これにより、ジグ取り付けミスによる工具の衝突リスクをなくした。

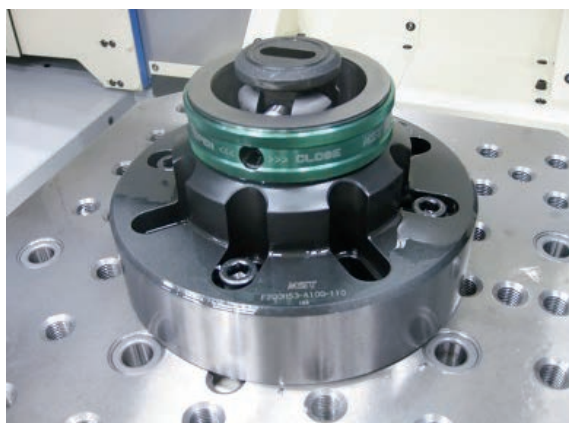


写真3 加工ジグ

### 6.4.3 原点出し

加工精度維持のために行われている原点出し作業は、段取り替え毎に行う必要があり、作業者による手扱い作業となっていた。そのため、作業者の技能レベルによるばらつきが発生し、計測ミスを誘発する可能性が高く、多くの時間を要する。それにより、生産性低下要因の1つとなっていた。

機内自動計測装置を利用することで、ワーク外径等の計測が可能となり、加工設備へ自動入力することで段取り替え時の原点出し作業の自動化を行った。

これにより、手扱い作業の大幅な短縮及び作業ミスの撲滅を実現した(図6)。

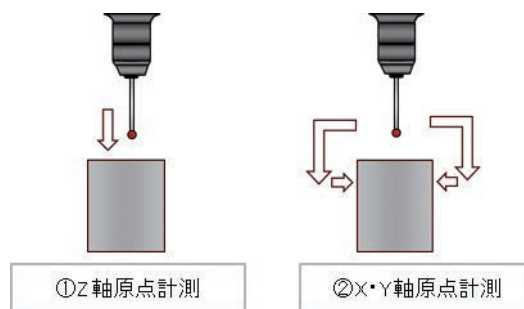


図6 原点計測

### 6.4.4 加工プログラムの設定

素材が丸棒材であるため、形状が酷似している。そのため、素材の取り付けミスや加工プログラム設定ミスにより、設備の衝突や不具合が発生する可能性が非常に高い。

そこで、機内自動計測装置及びカスタムマクロを使用した特殊プログラムの開発を行った。

これにより製品毎の素材又はジグ形状差異による自動製品識別を行うことで、加工プログラムの自動呼出しが可能となり、段取り替え時に必要とされていた加工プログラムの再設定を行うことなく、運転が可能となった(図7)。

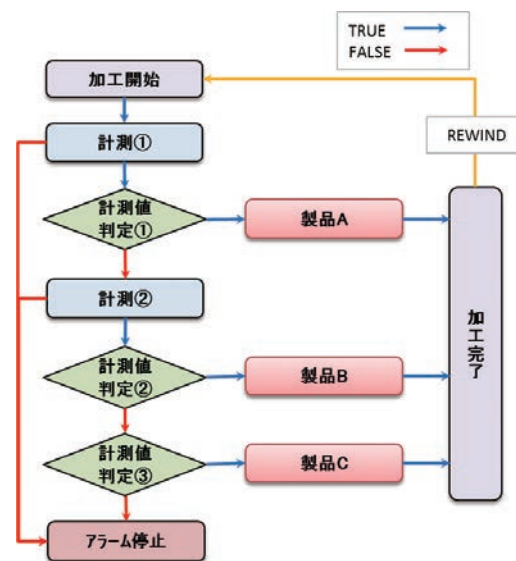


図7 自動識別プログラムフロー

### 6.5 L/Tの短縮

マニホールドは、主要構成部品の一つであることから、シリアル番号(以下S/N)表示による製品トレサビリティが要求されている(写真4)。



写真4 S/N表示

S/Nは一貫番号のため、カウントアップ機能を有する専用加工設備が必要となる。投資額抑制のため現状保有設備での加工を検討したが、現行設備は他ラインからの混流があり、多品種少量で汎用的な作業が多く、段取り替え能力も低いことから、ダンゴ生産となっているため、L/Tが長くなってしてしまう。

新ラインへ専用加工設備の投資を行わず、L/T短縮のため彫刻加工のインライン化を実現するため、カスタムマクロを使用した特殊プログラム開発を行った（図8）。

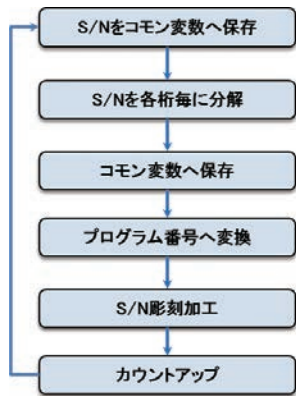


図8 彫刻プログラムフロー

これにより、専用加工設備を使用せず一貫番号のS/N彫刻加工を実現し、L/Tの短縮だけでなく省スペース化及び投資額の抑制ができた（図9）。

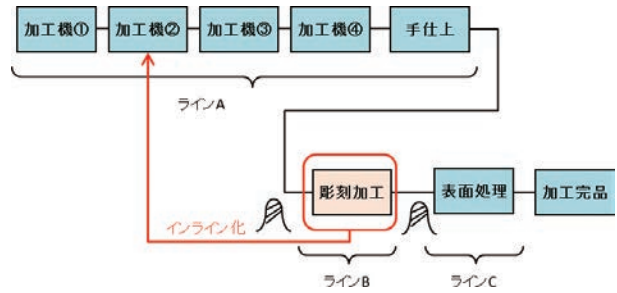


図9 工程フロー

## 7 成果

- ①可動率 86.4%
- ②取り替えロス 0分
- ③加工L/T 35%減

## 8 まとめと今後の課題

本ライン構築により、段取り替え能力が高く、小ロットで加工が行える加工ラインの構築ができた。

今後は本技術をベースに他ラインへの展開および発展を行っていく。

## 9 おわりに

本ラインの構築に御協力頂いた関係部署ならびに御指導御支援を頂いた方々へ、この場をお借りしてお礼を申し上げます。

## 著者



木田 重人

1999年入社。航空機器事業部生産部生産技術課。航空製造課を経て現職。主に工程設計に従事。