

画期的混合生産方式を導入した航空機ドアセンターの構築

Introduction of Aircraft Door Center that Applied Epoch-making Flexible Manufacturing System

米田 孝幸*1
Takayuki Yoneda

曾田 哲也*1
Tetsuya Soda



民間航空機用ドアの受注が増加し種類も多くなっている中、一方では受注競争に勝ち抜くために従来の組立工法から脱却した画期的なコンセプトを導入する必要があった。各種協議の結果、混合生産やハンドリングの効率化、フレキシブルなレイアウト等の特徴を持ったドアセンターと呼ばれる小物組立から完成した製品の梱包出荷までを結ぶ一貫ライン構想を確立することができた。現在までに2機種3種類のベースとなる混合組立ラインの整備を完了しており、その基本的なコンセプトと効果について紹介する。

1. はじめに

近年、当社が受注した民間航空機のドアはボーイング社のB767, B777からエアバス社のA330, A380までの乗降扉、貨物扉(図1)があり、その種類や大きさも多種に渡ってきている。まず初めに、画期的なコンセプトについて説明する前の導入として従来のドアの組立作業について簡単に説明する。

2. 従来のドア組立作業

2.1 作業の流れ

ドア組立の最初の工程は骨格作りである。骨格は上

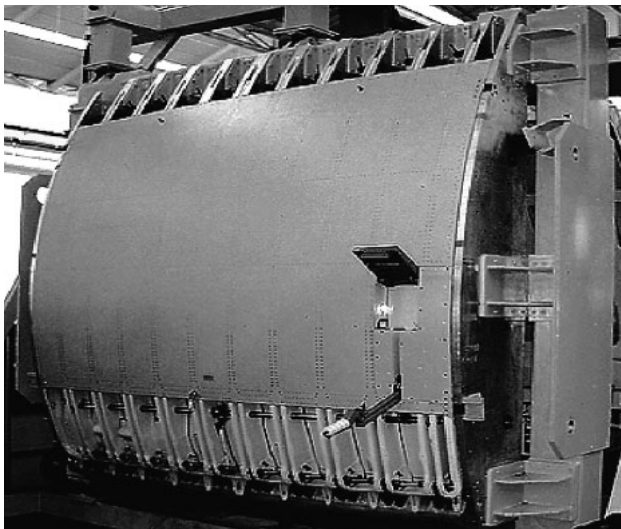


図1 A330 貨物扉 ドアセンターの代表的な製品。

下方向に通っている数本のフレームと前後に通っている何本かのビームを格子状にセットし、その交点をリベットで結合して作る。次にポジション(作業場所)を移動し、完成した骨格へ外板をのせ、外板から骨格へ2000本以上の取り付け用の穴明けをした後にリベットで結合する。外板を結合した後は内表面に取り付く内板の取り付け作業である。これもリベットにて結合する。ここまでがドアの構造組立である。

次に完成した構造組立を塗装エリアへ移動させて塗装を行う。塗装が終わったら、いよいよ機構(メカ)部品の組み付けになる。ここではドアのロックを解除するためのハンドルやフック、ロッドやシャフトなどがドアの内部に組み込まれる。最後に精度検査を実施し、出荷するのが一般的なドア組立作業の流れである。

2.2 従来工法の問題点

従来の工法ではそれぞれの作業に応じて機種毎、ドアの種類毎の専用生産ラインを作っていたため、新しい機種が増える度に新しい生産ラインが必要であった。また、生産機数の変動が起こるとその都度治具の数の増減や配置変えを行う必要があり、投資額も大きいものであった。

設備以外にも1つの専用ラインで同じ作業者が一定時間作業を行うため、継続的な時間短縮には限界があり、世界規模の低い人件費に対抗するためには新しい工法が必要であった。また、汎用クレーンや台車による運搬などのハンドリング(製品移動)の回数が多いのも全体の作業時間を増加させる一つの要因となっていた。

3. 航空機ドアセンターの3つの基本コンセプト

これらの問題点に対して工法，レイアウト，治具，設備等のいろいろな角度から打開策の検討を重ねた結果，基本的な3つのコンセプトを持つ混合組立ライン（航空機ドアセンター）の構想に辿り着いた。

3.1 混合生産による効率化

基本コンセプトの1点目は混合生産による生産の効率化である。一般的に工数は作業者の習熟や慣れにより号機が進むにつれて低減するが，航空機のような少量生産ではその期間が長期に及んでしまい，他の大量生産品の工数低減の早さと比較しても短期間での効果は望めない。そこで類似した工程を徹底的に共用化し，同一ポジションで作業を行うことにより，2機種なら2倍，3機種なら3倍の速さで早期習熟，安定させることで大きなコストダウンを狙った。

例えば，今までは1種類の製品のある作業を1人の作業者が4日間で行っていた場合，その作業者は4日のサイクルで習熟していくが，2種類の製品を同一のラインで流す代わりに作業を2つに分け，2人で行えば1人の作業者の覚える仕事量は半分の2日分になり，2日のサイクルで作業時間を早く低減することができる。

但し，この場合製品の類似性が大きなポイントとなり，閉鎖機構の取り付けなどドア毎に設計構想の違う作業範囲には適用できないので，混合ポジションとする作業についてはラインに組み込む前の検討が重要なポイントになる。

3.2 ハンドリングの効率化・自動化

2点目はハンドリングの効率化・自動化である。本来製品のポジション移動は製品に付加価値を与えるものではないので，付随作業のカテゴリーに属しながらも，汎用クレーンを用いた場合，4～5人による作業（1製品毎に5～6回）のため組立全体コストの約7～8%を占める無視できない作業である。また，人的ミスが起こった場合の製品へのダメージというリスクもあるため，改善が必要と考えた。

そこで最初の打ち手として塗装エリアの場所を工場のすぐ隣とし，モノレールにて組立エリアとの間を繋ぐことで台車による運搬を廃止した。次に各ポジションの作業特質や工場建屋に応じた自動搬送車，モノレール，特殊クレーンを計画&整備して徹底的に（半/全）自動化を図ることでハンドリングのコストを組立全体の1%未満まで抑えることができた。参考にそれぞれのハンドリング設備の特徴とこれらを採用した理由の一部を以下に紹介する。

①自動搬送車：製品落下などのリスクが少なく，無

人でハンドリングができる上，磁気テープを張り替えるだけでレイアウト変更が容易にできるので，レート変動の多く今後ライン変更が多いと予想される共用ポジションエリアに適用（図2）。

- ②特殊クレーン：製品を回転させる機能を持ち，汎用クレーンでは困難かつ危険作業であった自動打鋸機（後述）への乗せ降ろしに適用（図3）。
- ③モノレール：有人移動であるが運搬に必要な人員を削減できる。一度モノレールにセットしてしまえば支持台などへの載せ降ろしせずにそのままの状態で作業が可能なることから，塗装や機構組み付けポジションエリアに適用（図4）。



図2 自動搬送車 無人でのポジション移動が可能。



図3 特殊クレーン 製品の安全な回転が可能。



図4 モノレール 機構組み付けポジションと精度検査ポジション.



図6 共用支持台と昇降機能付ステップ

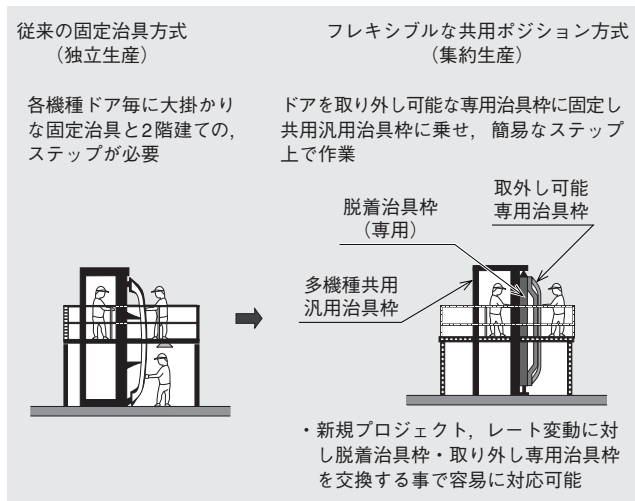


図5 治具枠コンセプト

3.3 レイアウトのフレキシブル性

3点目としてはレイアウトにフレキシブル性を持たせていることである。航空機の生産ではそのレートや機種が目まぐるしく変動するので従来工法の問題点であったその都度発生する治具の数の増減や配置変えを最小限にするため、骨格組立に使用する専用組立治具は機種毎の専用化された治具枠を土台となる枠から切り離して取替え可能な構想とした。この結果、将来に新規のドアプロジェクトが立ち上がった場合にも着脱可能な専用治具枠を交換することで容易に対応ができることになる(図5)。

また、共用ポジションエリアでは全機種に共用可能な支持台を整備し、その周りに昇降機能を持った作業ステップ(図6)を配置した。全ての機種に対応しているため、将来の生産レートの変動や新規受注にも柔軟に対応できる。

4. NC自動打鉄機の導入

ドアセンターにおいては作業の効率化を目指したラインの構築だけでなく、最新自動組立設備の導入と組



図7 NC自動打鉄機

み合わせたコストダウンも重要な要素と位置付け、当初より構想に取り入れてきた。その1つとしてパネル(外板)用の自動打鉄機(オートマチック・リベッター: 図7)がある。従来ではその構造(フレームやビーム形状)の複雑さからドアの外板リベット結合には自動打鉄機は適用されず、人手による穴明け、バリ取り、打鉄(2人作業)が非常に時間のかかる作業の一つであった。しかし、本設備では完全NCによる打鉄位置への高速、高精度移動と短時間での穴明け(バリ取りなし)、打鉄が可能であり、大幅な時間短縮効果がある。さらに打鉄の品質も安定しているため、手作業ではどうしても発生してしまうリベットの打ち直し作業も不要になり、その効果は絶大である。特にエアバス社の貨物扉での広範囲にわたる適用が期待されている。

5. ドアセンターの今後

今回のドアセンター構築にあたってはコスト競争力を世界レベルへ引き上げることを目標とし、従来方式に対して大幅なコストダウンを目指しており、現在もこの目標に向けて活動中である。今後の自動打鋸機の本格稼働により本目標に近づくことを確信しているが、ドアセンター構想はまだ始まったばかりである。今後も新しい航空機用扉の受注を拡大し、早く組立ラインがドアでいっぱいになる様に努力していきたい。

6. ま と め

ドアという纏まりの良さから、類似製品の集中組立ライン構築のプロトタイプとして発足した企画であったが、思った以上に多種の製品を同一のラインで作業することに対する問題点も多く、思い通りにいかなかったことも多々あった。しかし結果としては2機種

3種類のベースとなる混合組立ラインの整備を完了させることができた。

ライン構想や設備について今まで述べてきたが、それだけに頼ったコストダウンでは限界があることもまた事実である。さらに重要なことは如何に製造しやすい製品を設計段階から作り上げ、この効果を最大限に活かせるようにすることであると考えている。

今後の更なるコスト競争の厳しさの中では製造者と設計者が一体になって、低コストの製品を作り上げることこそが最大の課題と言えよう。



米田孝幸



曾田哲也