

主脚用ダンパ機能付きアクチュエータ組立ラインの構築

小河原 皓 太

1 はじめに

KYBの航空機器事業部では、開発プログラムから参画した主脚用ダンパ機能付きアクチュエータの試作品供給を経て、量産の受注が確定した。

本製品の試作品は、これまでの航空機器向け製品と同様に手作業にて組立及び機能試験を実施していた。しかし、部品点数が多いことから組立作業時間が長く、複雑な構造のため熟練の技能が必要となり、作業時間のばらつきが発生した。機能試験ではサイズが大きく重量があるため、写真1に示すような重筋作業が発生した。また、試験項目が多く工数がかかることから、試作時のサイクルタイム（以下CT）では量産時に客先納期対応が困難であることが判明した。

そこで、今後の増産に備えて短時間で作業習熟でき、作業時間のばらつきが極力抑制された高品質組立ラインを導入したので紹介する。



写真1 本製品（試作品）の機能試験風景

2 対象製品概要

本製品は、飛行機の機首上げ角度を増加させ、短距離で離陸することを目的として、メインランディングギアに取り付けられるガスダンパ機能付きのシリンドラである。2種類のピストンが伸び縮みする機

能を有しており、航空機器事業部で生産する民需製品の中で最大である。

本製品の外観を図1に示す。

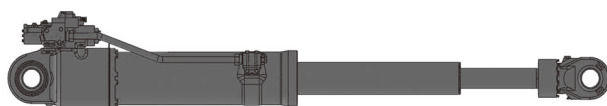


図1 製品外観

3 目的

従来の航空機器向け製品の造り方から脱却し、タクトタイムを満足する安全で高品質な組立ラインを構築し、利益確保に貢献する。

4 目標

①要員	: 2名省人
②組立試験コスト	: 33%減
③組立試験CT	: 33%減
④ラインクレーン	: 0件
⑤重筋作業	: 0件

5 要件

- ①安全に一人作業が行える組立方法の確立
- ②目視確認が不要な試験項目の自動化
- ③標準作業の確立（作業時間ばらつきの抑制）

6 実施事項

6.1 ライン概要

本ラインは後述する新設備をスペース、歩行距離、物流を考慮し配置したレイアウトとなっている（図2）。高い目標を達成するため、ほぼ全ての作業を手作業で行う既存の航空機器向け製品組立ラインではなく、多くの作業に作業支援が入る建設機械向け

製品組立ラインをモデルとして構築を行った。

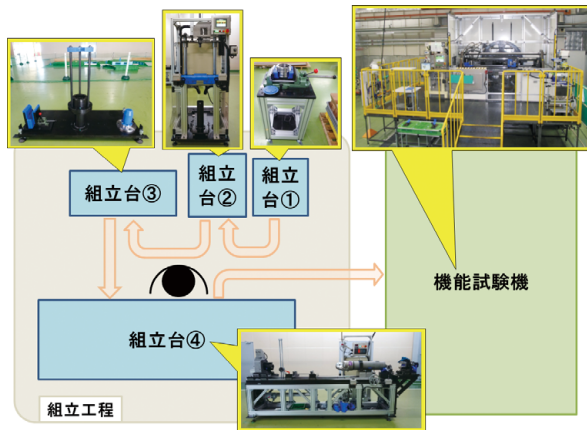


図2 本製品の組立ライン構成

6.2 新規設備に使用する構成機器

本製品の作動油は、ゴムや樹脂等に強い攻撃性を示し、少量の付着でも膨潤の後、手で触れた程度で切れてしまうほどの強度低下を引き起こすため、使用できる機器に限られる(写真2)。機器の保守性を向上するには汎用機器を使用する必要があるため、浸漬試験を実施し使用機器選定を行った。



写真2 作動油の攻撃性(パッキンの例)

6.3 組立補助装置の開発

試作品での組立方法は、内蔵部品を組み付ける際、重力により一方向に荷重がかかることによるパッキン損傷を危惧して、ワークを立てた状態で組付けを行っているため効率が悪く、作業姿勢が変化する度に重筋作業が発生している。そのため、新規に組立補助装置を開発した(図3)。今回開発した組立補助装置は、内蔵部品を組み付ける作業にジグを活用してワークを立てずに作業が行えるようにした。また、人力で行っていた姿勢変化や部品挿入時に行っていたハンマリング作業を機械化することで作業負担の軽減を図り、組付け圧力等を数値化することでカンコツ作業を低減した。

6.4 機能試験機の開発

既存製品と同様の方法で機能試験を行うと、本製品はサイズが大きく重量があるため重筋作業が発生

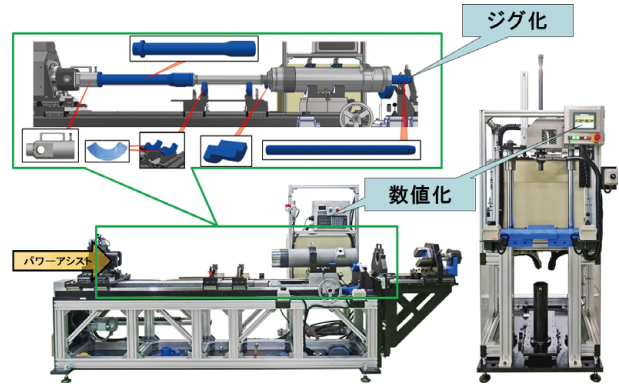


図3 組立補助装置

する。また、実機取付け姿勢(直立姿勢)を模擬して試験を行う要求があることから、高所で段替えを行う必要がある。更に、配線、配管の切換えやワークの姿勢変更等、全てを手動で行うため非常に時間がかかる。そのため、新規に機能試験機を開発した(写真3)。



写真3 機能試験機

6.4.1 試験姿勢対策

試験姿勢は直立姿勢で試験項目によっては上下を反転する必要があり、ワーク脱着は作業性を考慮して水平にするため3姿勢を作り出す必要がある(図4)。

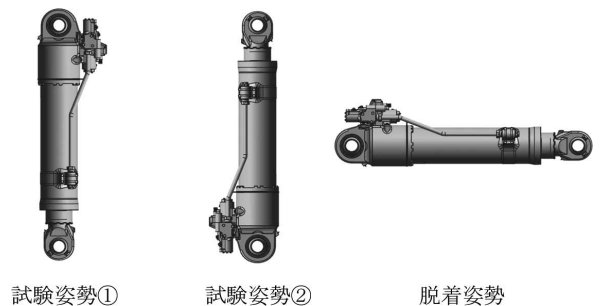


図4 ワーク姿勢

そこで、ワークを位置決めピンで固定できるよう

にした架台を面板に取り付け、一緒に回転させることでワークに触れずに姿勢変更を行うことができる構造とした（図5）。

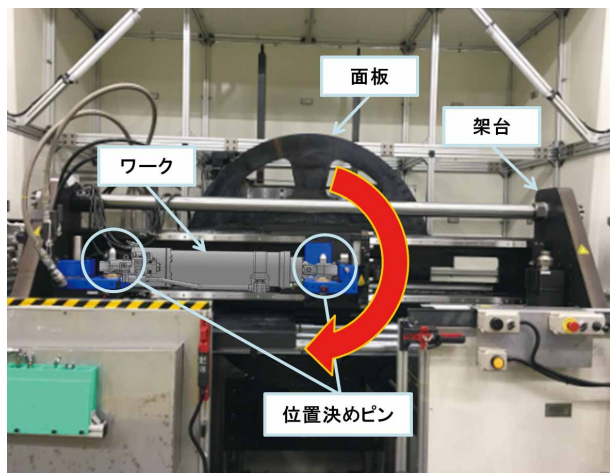


図5 回転機構

離れた場所に設置できなかった。そこで、カルムとグラスウールを層状にした防音材を製作し、騒音対策とした（図6）。この対策により騒音を85dB以下にすることができた。

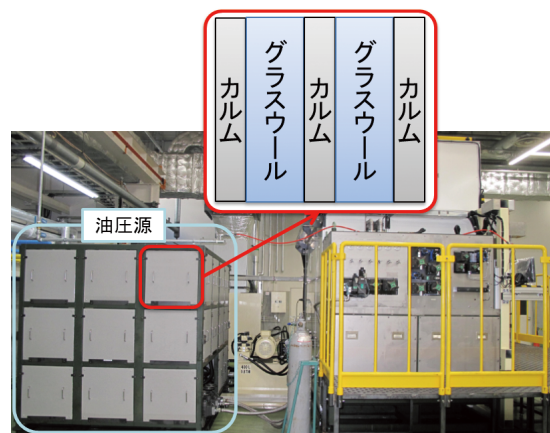


図6 騒音対策

6.4.2 高圧試験対策

高い圧力をかける試験であるが、本製品に使われる特殊な作動油に対応する高圧ポンプが存在しなかった。そこで、ポンプを用いて作動圧まで加圧した後、油圧回路を切り替え昇圧シリンダ（写真4）で昇圧させる構造とした。安全対策として減圧弁を設置しているが、万一、減圧弁が壊れた状態で作業者が圧力を上げすぎても、作業者を守るため、センサが過圧力状態を一定以上検知すると全ての油圧が自動停止するようにした。

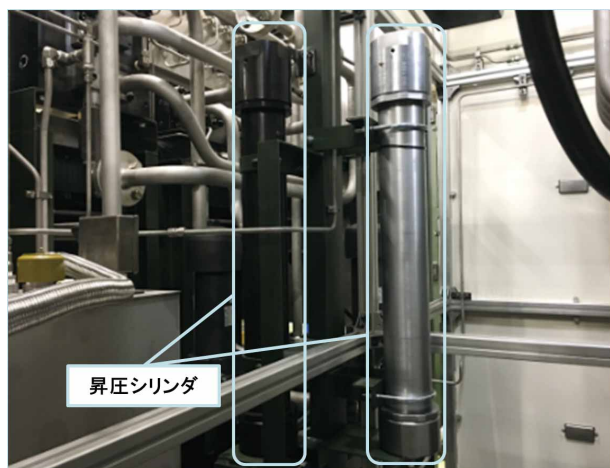


写真4 昇圧シリンダ

6.4.4 自動化

試験内容を精査し、自動化の要件は以下とした。

- ①多くのストローク回数要求に応じること
- ②自動でデータ取り込みが可能なこと
- ③自動判定が可能なこと

自動化の概要を図7に示す。試験順序を変更し、上記の内容が含まれる作業を自動化し、これを前半に集約させることで、自動運転中に別作業を行えるようにした。また、自動化できない項目は、後述する検査チェックシステムによる作業ガイドが入り、作業を標準化することで作業ミスや時間のばらつきを低減した。

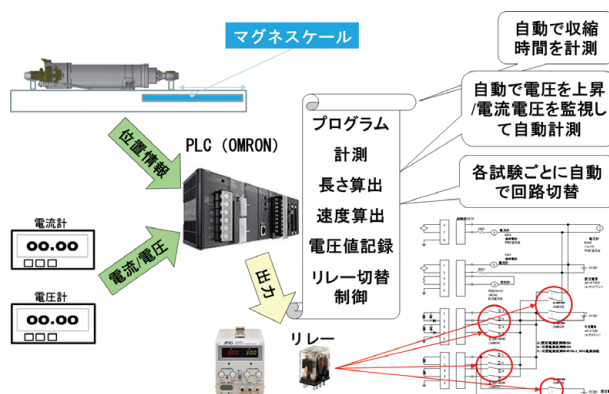


図7 自動化概要

6.4.3 騒音対策

作業者の耳を守るため、85dB以下の騒音に抑えなければならない設置基準がある。従来の試験機は油圧源を離れた場所に別途設置することで騒音問題に対処してきた。今回はスペースの制約で油圧源を

6.5 作業の標準化と不良品流出対策

従来の組立及び機能試験作業は、作業手順書を印刷して確認しながら作業を行っていた。しかし、これらの手順書は、熟練の作業を有するにも関わらずカンコツ作業が帳票化されておらず、作業者の技量

による時間のばらつきが発生していた。本製品の組立及び機能試験は項目が多く段取りが複雑なため、従来の方法では作業ミスが起こる可能性が高く、標準時間を設定することが困難である。

そこで、標準作業の確立及び品質と作業時間の安定化を目的として、当社の生産技術研究所が開発した検査チェックシステムを導入した。検査チェックシステムとは検査支援システム（タッチパネルを用いて検査（作業）項目を画像にて表示し、計測器や工具から計測データを無線で収集・自動判定するシステム）をベースに音声認識及び音声合成機能を盛り込んだより利便性の高いシステムである。

検査チェックシステムの概要を図8に示す。



写真5 音声端末

トルク掛け作業にはデータ転送式レンチ(写真6)を使用した。これらのレンチと検査チェックシステムを連動させることで、規定トルクと順番で締付けないと次の作業に進めないようポカヨケ機能を付加した。

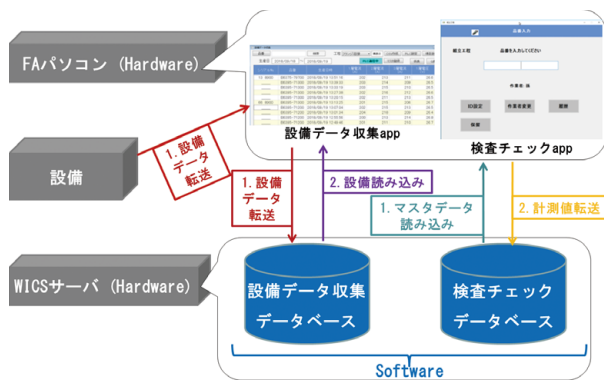


図8 検査チェックシステム概要

音声認識及び合成技術を活用することによって、作業者が手元から目を離すことなく集中して作業が行えるようになり、画面（視覚）だけでなく、音声（聴覚）でも指示内容を確認できるようになるため判断ミスや記憶間違いを低減できるというメリットがある（図9）。

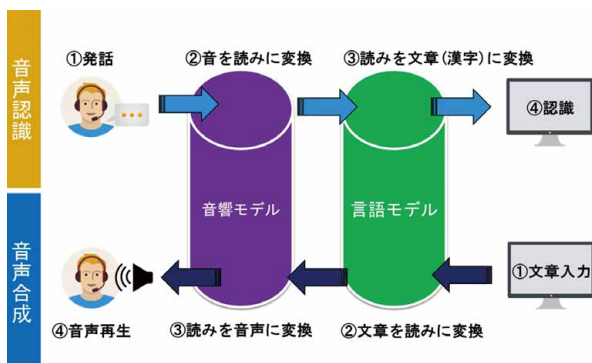


図9 音声認識（合成）概要

作業者の胸元に取り付けてある音声端末(写真5)に話しかけると端末操作を行うことができ、指示内容が切り替わると同時に作業指示が流れる。



写真6 データ転送式レンチ

検査チェックシステムの導入により、作業者は作業指示に従わないと生産できないようになり、確実に良品ができる体制を構築した。モニタに表示する作業指示（図10）の作り込みにより、組立試験手順を統一化することで作業のばらつきを抑え、作業者による品質と作業時間のばらつきを低減した。



図10 モニタ表示画面

7 結果

- ①新たな工程の開発 : 完了
(作動油・高圧化・自動化)
- ②要員 : 2名省人
- ③組立試験コスト : 46%減
- ④組立試験CT : 42%減
- ⑤ラインクレーム : 0件
- ⑥重筋作業 : 0件

8 まとめと今後の展開

本ライン構築により、経験の浅い作業員でもタクトタイムを満たしつつ安定した品質で本製品を組立試験できるようになった。

今後は本技術をベースに他ラインへの展開及び発展を行って、更なる品質向上や生産性向上につなげていきたい。

9 おわりに

本ラインの構築にご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申し上げます。

著者



小河原 皓太

2013年入社。航空機器事業部生産部生産技術課。主に航空機器製品の工程設計及び改善業務に従事。