

エンジン組立ラインにおける自動組立設備の標準化とフレキシビリティ

Standardization and flexibility of automated assembly equipment for engine assembly lines

伊藤 通章

Abstract

Since its founding, the Production Engineering Division of Yamaha Motor Engineering Co., Ltd. (hereafter “the Company”) has supplied manufacturing divisions within the Yamaha Motor group with a variety of equipment and facilities for the automation of manufacturing processes. Of these, the equipment performing such specialized tasks as fastening bolts, pressure insertion of parts and sealing, etc. for use on engine assembly lines have been supplied on an order-made basis until now. Recently, there has been a strong demand for the capability to respond with flexibility to the needs of high-mix, low-volume production schedules, particularly in the domestic factories.

In this report we discuss primarily the Company's measures regarding equipment for outboard motor engine assembly lines and our proposals for standardization and flexibility of automated assembly equipment.

1 はじめに

ヤマハモーターエンジニアリング株式会社(以下、当社)生産技術部門は、その発足以来、グループ内の製造工程に対し様々な設備を供給してきた。中でもエンジン組立ラインにおける、ねじ締めや圧入・シーリングなど、工程特有の自動化要求に対しては、『専用機の開発(オーダーメイド)』という形で応えている。昨今では、特に国内工場において、多品種少量生産に対するフレキシブルな対応が強く求められてきている。

本稿では、主に船外機エンジン組立ラインにおける当社の取組を紹介するとともに、自動組立設備の標準化とフレキシビリティについて考察する。

2 自動組立設備の概要

一般的に、『移送』『供給』『組付』の3つを自動組立の3要素と呼ぶ。エンジン組立ラインにおいては、以下のような機能に相当する。

移送(transfer)：

エンジンを載せた治具を移動・停留させる機能である。コンベヤなど。

供給(feeding)：

部品または材料を貯蔵容器から一つずつ分離・整列し、対象工程まで送り込む機能である。パーツフィーダなど。

組付(assembly)：

2個以上の部品を、装入・結合によって一体化する機能である。

『組付』の機能はさらに2つに分類される。

装入(loading)：

供給された部品を所定の位置に置く、挿し込む、などの機能。

結合(fastening)：

物理的または化学的な手段により、装入した部品を一体化する機能。

嵌め込み、接着、圧入、ねじ締結など。

これら3要素を全て自動化できれば完全無人化ラインの構築も不可能ではないが、現実的には投資効果を考慮して、自動化の目的を明確に絞り込むことが肝要である。かつては『自動化によって何人少人化できるか?』が重要視されたが、現在では労働環境改善(3K対策)や品質維持(手作業によるバラつき排除など)に主眼を置くことが多い。品質維持用自動組立設備の代表的な例としては、ナットランナと呼ばれる締付ツールを用いた自動ねじ締め装置(図1、2)や圧入装置、各種シーリング材(液状ガスケットなど)塗布装置が挙げられる。

3 自動組立設備標準化の取組

ここからは、実際に当社が手掛けた船外機エンジン組立ライン用の設備を例に取り、標準化の取組を紹介する。

3-1. 自動組立設備に対する要求事項

一般的に船外機や二輪車の組立ラインでは、四輪車と比べて一機種あたりのロットサイズが小さく、多くの機種への対応が求められる。特に船外機の場合、派生機種も含めると、その

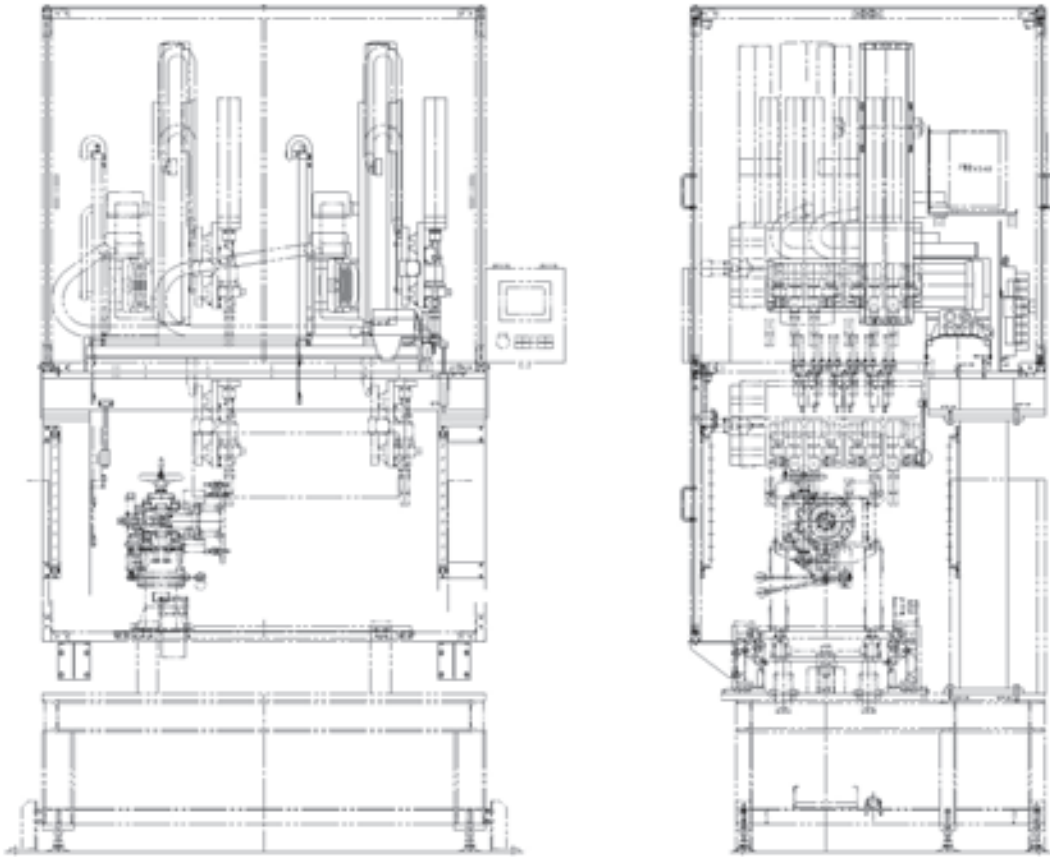


図1 自動ねじ締め装置



図2 自動ねじ締め装置

数が数十機種に上ることもある。自動組立設備の構想設計に際しては、ただ単に要求された全ての機種に対応するだけでなく、以下の点を十分に考慮する必要がある。

・段取時間短縮

ATC(Automatic Tool Changer)によるツール自動交換、治具のワンタッチ交換など。

・将来の拡張性確保

マイナーチェンジや新機種への対応だけでなく、ライン間の負荷調整(平準化)を目的として生産対象機種が追加された場合でも、容易に対応できること。

特に後者については、設備の仕様検討段階で想定範囲を広げすぎてイニシャルコストの上昇を招いている事例が、しばしば見受けられる。多品種少量生産においては、最初から多くの品種に対応できる能力よりも、将来的な品種の追加・変更に対し容易に追従できるフレキシビリティの方が有用であると考えられる。

3-2. 自動ねじ締め装置の事例

ここでは、船外機組立ラインに導入されている自動組立設備としては最も数が多い自動ねじ締め装置の事例を元に、前項で述べた要求事項に対する当社の取組を紹介する。

3-2-1. 自動ねじ締め装置の概要

図3に、自動ねじ締め装置のシステム概要を示す。直交ロボットはヤマハ発動機製、ACサーボナットランナ(ねじ締めツール)はコアテック社製のものを使用している。

図4に、本装置の動作フローを示す。エンジン搬送パレットに取り付けられたIDタグから機種情報を読み取り、ATCのツール装着情報などと照合後、ロボットコントローラとナットランナコントローラから該当プログラムを呼び出し、一連の締付作業を行なう。作業完了後は締付品質情報(後工程での修正要否、トルクや締付角度などの計測データ)をIDタグに書き込み、エンジンを後工程へ払い出す。

3-2-2. 自動ねじ締め装置の標準化とフレキシビリティ向上

3-2-1項で述べたとおり、本装置はIDタグから読み取った機種情報に基づいて様々な情報を紐付けし、動作を実行している。紐付けの対象となる事前登録情報には、下記のようなものがある。

①ロボットプログラムNo.

対象となる被締結部品の形状により異なる。

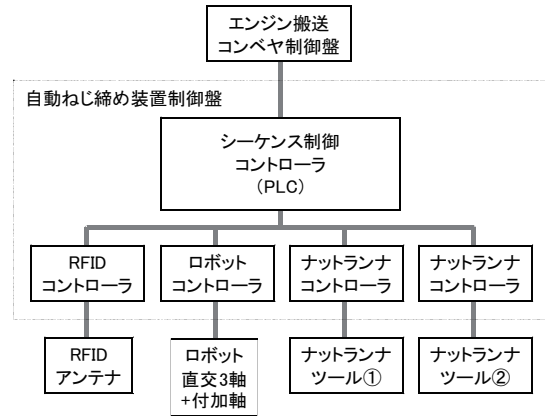


図3 自動ねじ締め装置のシステム構成図

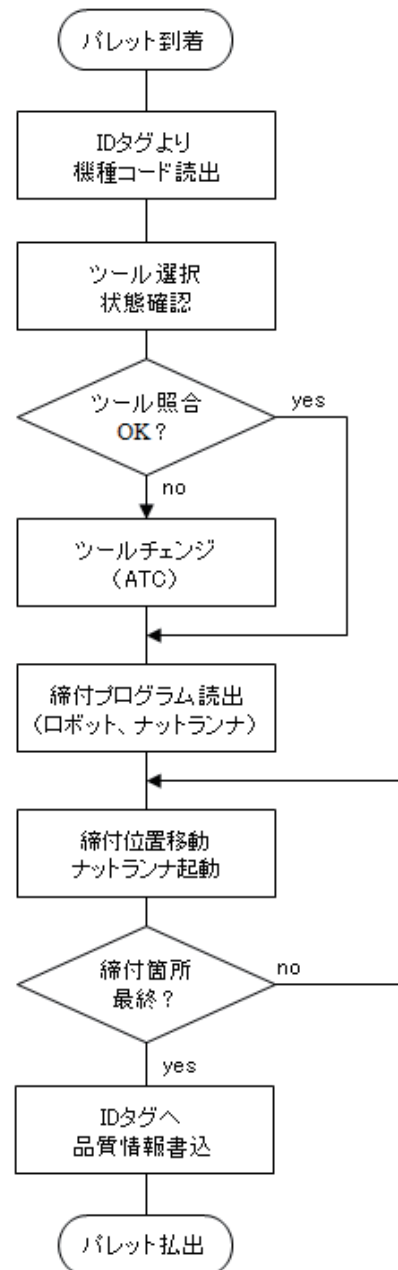


図4 自動ねじ締め装置の動作フロー図

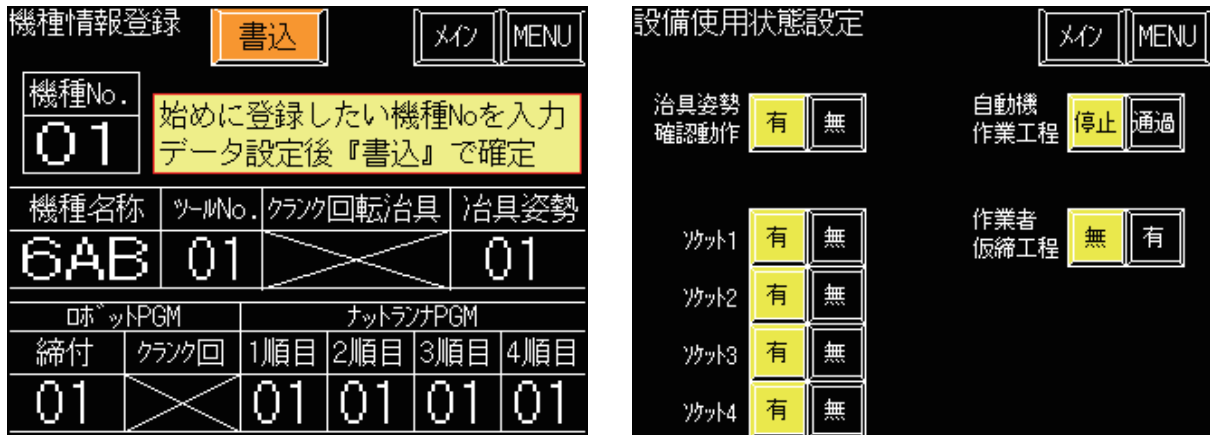


図5 データ登録画面イメージ

②縮付プログラムNo.

対象機種によって縮付指示が異なるほか、仮縮めから本縮めまで3～4ステップに分けて徐々に縮め付けるなど、1サイクルの動作内で複数のプログラムを切り替える機種もある。

③ATCツールNo.

同一工程であっても機種によってボルトサイズが異なる場合など、ソケットを4種類まで自動切換可能な仕様となっている。

特に船外機の場合は派生機種が多く、例えば被締結部品の形状が共通でロボットプログラムが共用できても縮付プログラムの一部ステップだけが異なる場合や、或いは本装置の動作が完全に共用できてもIDタグに書かれた機種名だけが異なる場合などが多々ある。従来は生産対象となる機種の数だけプログラムを作成し、機種追加の際はプログラムも追加していたが、本装置では機種名称と上記①～④の情報を紐付けしてマトリックス化し、予め操作盤上のタッチパネルから登録できるプログラム構造とした。これにより、機種追加時の手間を大幅に削減することができた。図5に、データ登録画面のイメージを示す。

3-2-3. 付随効果

当初、3-2-2項で述べた内容は、設備設計開始～組立ライン立上までに与えられた時間が非常に短いという状況下で、現地での調整作業工数を極力減らす必要性から考案されたものである。しかし実際には、当初の目的以外にも下記のような効果を生むことができた。

①機種追加時の工数削減

ライン稼動開始後、実際に発生した派生機種への対応要請にも迅速に対応できた。前述のように既存の類似

機種が登録済みの場合は、特に効果大きい。

②量産機種と異なる条件による設備トライが必要な場合の工数削減

工程割変更時の品質確認など、一時的に量産条件と異なる動作をさせたいとき、予め登録しておいた複数の縮付プログラムを切り替えて使用することで、トライの工数を削減できた。

これにより、ロボットプログラムやシーケンスプログラムの入れ替えをその都度実施することによる手間やリスクを回避できる。

4 おわりに

今回、本稿にて紹介した内容は、船外機エンジン組立ラインに限らず、多品種少量生産が要求される製造現場において広く応用可能と考えられる。前述のように、多品種少量の意味合いも以前とは異なってきており、生産機種や台数へのフレキシブルな対応は益々重要性を増している。

今後も、設備単体の設計製作に留まらず、常に製造現場全体の最適化を視野に技術開発を進めていきたい。

■著者



伊藤 通章
Michiaki Ito
ヤマハモーター
エンジニアリング株式会社
生産技術部