



タカコベトナムMMP生産ラインの立ち上げ

神谷穂高・亀野翔太

1 はじめに

KYBの岐阜東工場で生産しているミニモーションパッケージ（以下MMP）は、電動モータ・油圧ポンプ・オイルタンク・シリンダを一体化した小型電動油圧リニアアクチュエータである（写真1）。



写真1 ミニモーションパッケージ (MMP)

MMPの主な用途は、コンバインや農業散布機などの農業用車両に搭載されるアクチュエータであり、日本国内と北米が主な市場となっている。

KYBとしてMMPの生産コストを低減し、今後の海外市場への展開を推進するため、新たに海外生産拠点でのライン立ち上げを計画した。

そこで、KYBグループ企業である株式会社タカコの100%子会社TAKAKO VIETNAM CO., LTD.（以下TVC）にMMP生産ラインを立ち上げることにした。

本報では、KYB岐阜地区に続く第2のMMP生産拠点として2014年9月に立ち上げたTVC第2工場（写真2）のMMP生産ラインについて紹介する。

2 工場概要

TVCは、2003年設立のベトナム現地法人であり、従業員数は800名を超える生産拠点である。

工場はベトナム南部の主要都市ホーチミンシティ



写真2 TVC第2工場外観

近郊の工業団地内にあり、タンソンニャット国際空港から約24kmの場所にある（図1）。



図1 TVC所在地（Google Mapより引用）

この工業団地はベトナム・シンガポール両政府主導で建設され、電気・水道・下水などのインフラが充実している。TVCはこの工業団地に2つの工場を持っており、2つの工場にはそれぞれにA棟・B棟と2つの棟がある。

最も新しい棟は2013年に建設された第2工場のB

棟で、MMPの生産ラインはこのB棟で最初の生産ラインとして敷設されることになった。

3 ライン立ち上げの日程計画

量産開始目標を2014年8月と設定し、日程計画を下記の通り立てた。

- ①日本国内での試運転・教育：2014年4月中旬
- ②設備移送・設置：2014年5月下旬
- ③TVC現地ライン立ち上げ：2014年7月中旬
- ④量産開始：2014年8月～

4 MMP生産ラインのコンセプト

ラインコンセプトは以下のように設定し、TVC現地スタッフとテレビ会議やメールで協議して工程やレイアウトの検討を実施した。

- ①経験の少ない作業員でも不良品が流出しない工程（ポカヨケの拡充及びカンコツ作業の撤廃）
- ②災害を防止する安全機構を備えた設備仕様
- ③コンタミ対策として組み立てラインを空調を完備したパーテーション内に設置
- ④生産数の変動に応じて人員の増減ができるラインレイアウト
- ⑤物流動線を意識し、仕掛在庫低減を目指した部品供給のシステム化（図2）。

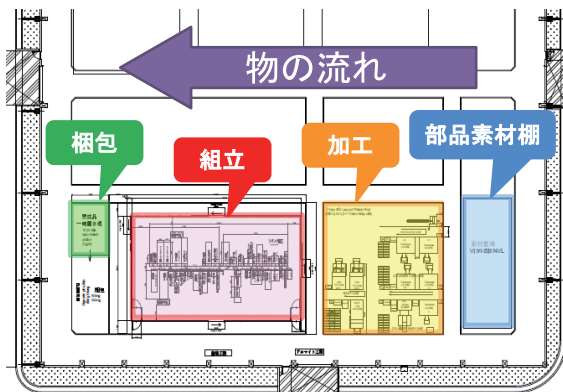


図2 工場レイアウト

特に①では、日本国内では熟練作業員による当たりつけハンマー作業を撤廃し、からくりによる当たりつけ機を新規開発して導入した。

5 ライン立ち上げの課題

TVCのMMP生産ライン立ち上げに際して次のような課題があった。

- ①短期間での生産ライン立ち上げ

- ②現地作業員への作業教育
- ③現地技術者への製品と設備の教育
- ④物流システムの構築

日本国内での仮立上げの遅れから、当初計画より1か月遅れでの量産開始となったものの、事前に十分な検証と改善を行うことができたため、TVC現地での立上げは比較的順調に行うことができた。

6 ライン立上げ

6.1 日本国内での事前準備

TVCへの設備搬入開始から量産開始まで約2ヶ月間という短期間での立上げ計画であり、設備の工程能力確認・付帯治工具類一式の準備や帳票類の整備などを現地到着後に開始していたのでは到底間に合わない。

そのため、設備出荷前に日本国内でラインを立ち上げ、社内工程監査を行うこととした（写真3）。



写真3 日本国内での組立ライン立上げ

日本国内での工程監査は実際のライン立ち上げと同等の要求レベルを設定し、以下の項目について評価会を実施した。

- ①工程内品質が確保できる工程になっているか
- ②組み立てた試作品の品質に問題はないか
- ③TVCの要求仕様を満足しているか
- ④安全な設備・工程になっているか
- ⑤条件表・手順書などは整備されているか
- ⑥部品投入レーンや通箱が整備されているか
- ⑦手順書通りに作業できるか

評価会では、実際にライン作業をして試作品を組み立て、作業一つ一つに問題がないか関係部署立会いの下で検証を行った（写真4）。

その結果、多数の視点から問題点を洗い出し、設備出荷前に工程の作りこみを行うことができた。

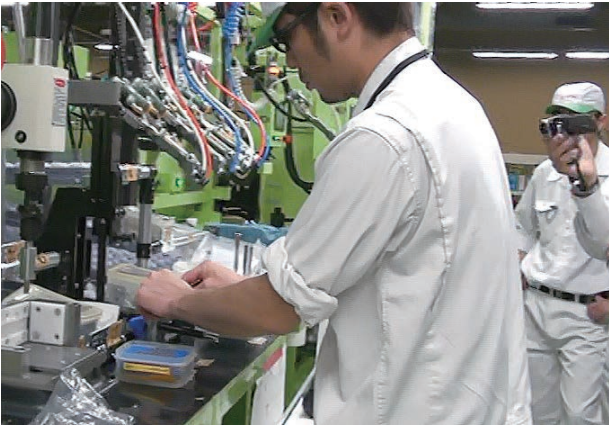


写真4 ライン内作業の検証



写真5 組立ラインの設置

6.2 海外向け設備仕様

MMP初の海外向け設備ということで、下記の点を考慮した仕様とした。

- ①現地の電源事情への適合
- ②高温多湿環境への対策
- ③日英併記または日英表示切替
- ④現地人の平均身長に合わせた作業高さ

電源に関しては、KYB岐阜地区は60Hzであるのに対し、ベトナムは50Hzであるため、両対応もしくはインバータ制御を組み込んだ仕様とし、停電対策保護回路も実装させた。

また、工場のあるベトナム南部は熱帯であり、特に雨季は多湿環境となるため、錆の発生や制御装置の故障の心配がある。この点は、現地スタッフや駐在員から情報をいただき、防錆処理や制御盤の仕様を決定した。

次に、海外展開において避けて通れない問題として、言語の壁がある。本来であればライン内表記はベトナム語が望ましいが、残念ながらKYB側スタッフにベトナム語を解する者がいなかったため英語表記とした。英語表記に関しては製品特有の専門用語が多くあり、それらのほとんどに英訳基準が存在しなかったため順次翻訳していく必要があった。

しかし、難解な英単語を使用すると現地の作業員も理解しづらいため、できるだけ平易な英語を用いるよう心掛けた。

6.3 TVC現地での設備設置

設備の据え付け及び空調用パーテーション設置、電源・空圧源の接続はTVC現地スタッフにて実施した。

日本から指示したのは設備仕様と設置位置・高さのみであり、詳細部分は現地技術スタッフに任せたが工事は問題なく行われ、非常に手慣れた印象を受けた(写真5)。

6.4 試運転調整・生産トライ

設備の設置完了後、ボルトや配線・配管の増し締めと点検を実施し、輸送中の機器破損がないことを確認した。

試運転では、空圧・油圧・油量・センサー位置などの調整をしたうえで自動サイクル運転を実施し、各工程の品質確認を行っていった。

前述のとおり、日本の岐阜地区とベトナムでは電源周波数が異なるため、モータ回転数変化により油圧ポンプの流量が低下するが、想定内のバルブ操作によって規定流量に調整することができた。

6.5 現地作業員への作業教育

MMPの組立ラインでは手作業工程が多く、作業員の熟練度がライン出来高に直結してくる。

そのため、日本の熟練作業員による教育指導を行った(写真6)。



写真6 作業員教育

作業教育では、品質トラブル発生時の対処法などの非常作業も含めて教育を行い、作業員の現場力向上を目指した。

6.6 現地技術者への教育

生産ライン立ち上げには、現地技術者による設備保守やトラブル対応も欠かせない。

そのため、設備の点検項目や校正手順のマニュアルを準備し、TVCのスタッフに教育を実施した（写真7）。



写真7 設備点検手順の教育

また、MMPの製造工程を理解するためには、MMPの構造を理解する必要がある。例えば、MMP完成後の性能検査で規格外が発生した場合に、製品の構造を理解していれば原因を推測することができる。

そのため、図面や油圧回路図を用いてMMPのしくみを教育し、更にエンドユーザでの使われ方を説明することによって管理項目の重要性を理解させた（写真8）。



写真8 MMPの構造を説明

TVCの技術者は総じて勉強熱心であり、責任感も強いことから様々な質問が飛んでくる。

これらの質問を理論立てて説明するのに苦勞し、自身の知識不足を痛感させられたが、彼らの熱意には大きな刺激を与えられた。

6.7 社内審査・客先承認

ラインの整備・教育と生産トライを実施した後に、タカコ・TVC・KYB品質保証部門による社内審査を受審した（写真9）。



写真9 TVC社内審査の現場確認

日本国内で事前に工程監査を実施していたものの、TVC及びタカコ側からいくつかの指摘を受けて改善を実施することになった。これらの指摘はライン仕様の事前合意に不足があったことが要因の一つであり、今後の課題としたい。

また、加工部品の工程能力や作業教育レベルについても指摘があり、一度は審査不合格となったが、これらについても対策を実施し、結局1週間遅れでの合格となった。

社内審査合格後、客先による審査を2014年8月末に受けて納品の承認が得られ、量産を開始した。

6.8 量産開始・初出荷

TVCで生産したMMPはすべて海外輸出されるため、専用段ボールに梱包され、板パレットに載せて出荷される（写真10）。



写真10 MMPの梱包と出荷

TVCで生産したMMPが初めて出荷荷姿になったときは、皆から笑顔があふれた。

7 現地立上におけるトラブル事例

7.1 結露・錆の発生

当初から想定はしていたものの、結露・錆の問題がライン立ち上げ時に早々に発生した。

パーテーション内はエアコンによって恒温化されているが、冷気が当たる場所に置かれたワークや設備には結露が発生し、防錆力の低い部分が急速に錆びてしまった（写真11）。



写真11 ワークの結露・錆の発生

特に、油温制御されている油圧配管では結露が著しく、水が滴るほどの結露が発生した（写真12）。



写真12 油圧配管の結露

そのため、エアコンの温度と風向を調整してワークが過剰に冷却されないようにし、設備配管には断熱材保護を施した。

これらの対策により、結露・錆の発生を防止しす

ることができた。

7.2 部品精度の問題

海外生産において、部品の現地加工や現地調達は大きな課題である。

MMP生産ラインにおいても主要部品の切削加工をTVC内で立ち上げ、更に小物部品の現地調達化を推進したが、部品精度に問題はないのに組立工程で不具合が発生するトラブルがしばしば発生した。これは日本国内の加工品が図面規格よりもはるかに良好な精度でできていたり、図面記載のないバニシングや微小バリ取りが行われているなど図面と実物に差があるのが原因であり、これらが組立工程の不良率に影響してくる。

今後部品現地調達を推進していく際には現状の部品の出来映えを確認し、厳密に図面指示するよう関係部署と協力して進める必要がある。

他にも、同じ工場加工・組立をしている場合は組立品の性能上の問題が出ない限り部品加工精度が大きな問題とならないこともある。しかし、KYB社内から海外生産拠点に部品を輸出する場合は、部品の受け入れ検査で不良と判定されるため大きな問題になってしまう。これも、部品加工の工程能力と設計仕様にズレがあるためであり、海外展開の際にはこうしたあいまいさは許されない。

8 シリンダ塗装工程の塗料変更

8.1 6価クロムフリー化

MMPのシリンダは組立後にTVC内の既存塗装ラインで塗装を行っている。

アルミ素材は一般的に塗料との付着性が低いため、下塗りでエッチングプライマを使用して黒色塗料との付着性を確保している。

しかし、エッチングプライマには環境負荷物質である6価クロムが含まれており、客先要求により6価クロムを使用しない塗装に変更することとなった。

そこでエッチングプライマを廃止し、前処理洗浄工程の改善とより付着性の高い黒色塗料を使用した1コートへの変更を実施した。

8.2 前処理洗浄機の導入

従来の塗装前洗浄工程はホワイトガソリンを使用し手作業で洗浄していた。

エッチングプライマ廃止後も塗装品質を維持するため、リン酸鉄系化成処理剤（以下前処理剤）を使用した自動前処理洗浄に変更するべく新規の洗浄機を導入した。

前処理剤は、将来HST^{注1)}などの鉄素材の製品にも使用できるものを選定した。

注1) Hydro-Static-Transmissionの略. 農耕機などに搭載される油圧式変速機

洗浄機は日本国内で製作し、塗装試験を行って品質確認を実施したのちにTVCへ設置した(写真13).



写真13 前処理洗浄機 (右:前処理, 左:水洗)

8.3 塗料変更による外観変化

塗料を変更したことにより、シリンダの表面質感が変化した。そのため、外観判定基準を新たに作り直す必要が生じ、以下の対策を実施した。

- ①外観判定基準の写真の差し替え
- ②検査員への外観判定の再教育
- ③NG見本の再製作

海外拠点での外観品質管理にはこのような対策が必須である。これらはTVC品質保証部主導で行い、新塗装での量産を開始することができた。

9 今後の展開

TVCでMMPの生産を開始したものの、ラインの生産能力にはまだまだ余裕がある。

日本で生産しているMMPを順次TVCへ移管し、生産数を拡大していく必要があると同時に、MMP全体の需要拡大に向けて品質向上と原価低減を行わ

なければならない。

現在はMMP部品の現地調達率が低く、原価低減の余地がある。

部品在庫低減という観点からも部品現地調達の拡大は必須項目であり、関係部署と連携して推進していく。

10 おわりに

今回は初めての海外拠点ライン立ち上げということで、技術的な面はもとよりさまざまな面で価値のある経験ができた。

日本国内では潜在的であった問題が表面化するなどの体験から、これからの国内業務においても新たな視点でものごとに当たれるようになったと思う。

また、ベトナムでの生活や業務遂行に不安を抱えた中での長期出張であったが、TVCの方々から公私に渡り多大な支援をいただき、充実した日々を過ごせた(写真14)。



写真14 TVCスタッフとの夕食

日本とベトナム、KYBとTVCのさらなる友好と今後の発展を祈るとともに、関係者の皆様へ深く感謝を申し上げます。

著者



神谷 穂高

2011年入社. ハイドロリックコンポーネンツ事業本部岐阜南工場生産技術部生産技術課第2技術係. 主に産機用油圧機器の加工・組立ラインの構築・改善に従事.



亀野 翔太

2010年入社. ハイドロリックコンポーネンツ事業本部岐阜南工場生産技術部生産技術課第2技術係. 主に塗装技術の開発・改善業務に従事.