



中型KCHシリンダ インドネシア工場の立ち上げ

山内 一志

1 はじめに

KYBの主力製品の一つである建設機械用油圧シリンダKCH(KYB Cylinder High pressure)の国内生産拠点は、中型ショベル(運転質量:10t~40t未満)用が岐阜東工場、大型ショベル(運転質量:40t以上)用が岐阜南工場である。

海外においては、2005年から中国のKHIZ(KYB Hydraulics Industry Zhenjiang)で中型ショベル用KCHの生産を行っている。

現在、建機メーカ各社は、今後の需要が大きく見込まれる地域に生産拠点の設立を進めているが、そのなかでも、ASEAN地域の市場は注目されており、既に建設機械の現地生産が行われている。

KYBとしては、ASEAN地域でKCHを生産することで受注から納入までのリードタイム短縮を図り、同地域でのシェアの拡大を図るため、今後最も中型ショベルの需要拡大が見込まれるインドネシアに生産拠点を設立することにした。

本報では、中型ショベル用KCHの第2の海外生産拠点として2014年12月より操業開始したインドネシア工場KHMI(PT.KYB Hydraulics Manufacturing Indonesia)(写真1)の立ち上げについて紹介する。



写真1 KHMI外観

2 工場概要

KHMIの工場は、インドネシア・西ジャワ州ブカシ県の工業団地MM2100に建設された。MM2100はジャカルタ首都圏から最寄りの工業団地であり、物流の拠点である空港や港湾とは高速道路で結ばれていることから生産拠点としては最適な立地条件である(図1)。また、MM2100は電気・水道といったインフラ環境が整備されており、すでに日系企業が多数進出している。

KHMIの敷地面積は5万㎡、建屋の床面積は1万㎡である。立上当初の計画では生産棟は1棟、中型KCH組立ライン1ラインでの立上げだが、将来の更なる増産や現地での部品内製化にも対応できるよう、生産棟や生産ラインの増設が可能になっている。



図1 MM2100工業団地(Google Mapより引用)

3 新工場設立の日程計画

お客様への製品納入開始目標を2015年1月と設定し、新工場設立の日程計画を下記の通り立てた。

- ①起工(2013年12月)~竣工(2014年12月)
- ②設備搬入開始:2014年10月~
- ③製品納入開始:2015年1月~

4 KHMIのコンセプト

工場コンセプトは以下のように設定して、工場内レイアウトや物流システムの検討を実施した。

- ①国内で生産実績のある生産設備の採用
- ②LT50活動^{注1)}を水平展開した仕掛在庫の低減
- ③「東から西へ」と後戻りしない物流動線
- ④フォークリフトレスの部品搬送で、工場内の安全とコンタミ持ち込みに配慮した工場
- ⑤水性塗料を採用することでVOC^{注2)}を削減し、作業や環境に配慮した工場
- ⑥将来の増産や部品内製化のための拡張性のある建屋・ラインレイアウト (図2)

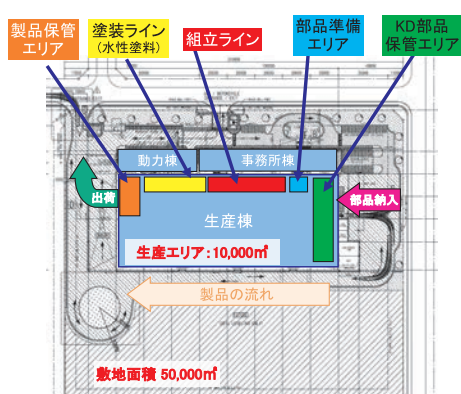


図2 ラインレイアウト

注1) Lead Time 50%低減活動

注2) Volatile Organic Compounds (揮発性有機化合物)

5 KHMI立上げの課題

KHMI立上げに際して次のような課題があったが、関係者、関係部署の協力により日程計画通りに工場を立上げることができた。

- ①短期間での生産ライン立上げ
- ②現地作業員への作業教育
- ③インドネシアでの外国人に対する就労制限
- ④現地工事業者への指示方法

6 KHMI立上げ

6.1 日本国内での事前準備

設備搬入開始から量産開始まで約3ヶ月間という短期間での立上げということもあり、一つのトラブルが製品納入の計画に大きく影響してしまう。

通常の新規生産ライン立上げでは、設備製作～加工トライ～品質確認～作業員教育～量産試作を順番に進めていく。更に、出来上がってゆくラインに合

わせて、治具を納める棚や工具・計測器の置き場などの付帯設備を準備していく。

このような準備を人や時間が限られた現地で進めていくことは困難であるため、次の事項を現地での立上げ前に計画して実施した。

- ①生産ラインの国内立上げ・量産試作
- ②現地採用作業員の日本での教育
- ③出張者のレベルアップ教育
- ④現地工事業者との事前打ち合わせ

6.1.1 生産ラインの国内立上げ・量産試作

KHMIの生産設備は、国内で生産実績のある生産設備と同じ仕様とし、日本国内で製作した。

- ①日本国内と同じ品質を実現する。
- ②トラブルや設備故障発生時にKYB (日本) からの支援を容易にする。

更に、現地で短期間に立上げるためインドネシアへ設備を輸出する前に、国内で生産ラインとして立上げて生産トライを実施した (写真2)。生産したKCHが製品として問題ないこと、生産ラインとして付帯設備が整っていることを品質保証部門が審査し評価を行った。その結果、現地で生産ラインを立上げる前に不具合事項を洗い出すことができ、事前に対策を打つことができた。



写真2 国内での立上げの様子

塗装装置は、KHIZやインドネシア国内で製作実績がある塗装装置メーカーへ発注した。現地での設備の設置や稼働後のメンテナンスサービスを考慮して、設計は日本、設備製作はマレーシアで実施した。マレーシアで組立確認後、分解して輸出し、再組立はインドネシアの関連会社が施工した (写真3)。

塗装に用いる水性塗料は、インドネシアでは水性塗料を生産していないため、現地調達ができない。そのため、KHMIで水性塗料を採用するためには、日本から赤道を越えて海上輸送をする必要があった。

水性塗料は溶剤塗料と比較して、大きな温度変化や保管が長期間になると、樹脂と顔料が分離して塗料としての性能が失われやすい。塗料への影響を確



写真3 現地工事業者による塗装装置再組立の様子



写真5 現地採用作業者の国内研修の様子

認するため、実際に海上輸送中の塗料缶にデータロガーを取り付けて温度変化を測定するなど輸送テストを実施した。

更に、輸送テストに使用した塗料を使い、実際に塗装することで、塗装品質を確認するために、PT.KYBI (PT.Kayaba Indonesia：二輪・四輪車用油圧緩衝器製造・販売拠点)の協力を得てテストパネルを用いた塗装試験を実施した(写真4)。

塗装したテストパネルを日本で品質評価を行い、海上輸送により問題が生じないことが確認できたため、KHMIでの水性塗料の採用が可能となった。



写真4 KYBIでの塗装試験

6.1.2 現地採用作業者の日本での教育

現地採用の作業員への作業教育は研修生として日本に受け入れて、マザー工場である岐阜東工場で作業を見ながら約2か月間の教育を実施した。KYBのモノづくりを体感することはもちろんのこと、日本に研修に来られなかった現地採用の作業員へ伝えて行くことも期待している。

教育の内容は、実際の作業だけではなくKCHの構造や用途など技術部門や品質保証部門などが一体となって実施した。実技教育中の研修生は真面目で熱心に作業に取り組んでいた(写真5)。事前に準備していた手順書についても鋭い質問が数々出され、それらの結果を反映することで、手順書内容や翻訳の完成度を上げることに繋がった。

6.1.3 日本からの出張者のレベルアップ教育

インドネシアでは滞在期間に関わらず、外国人が実務に就くためには就労ビザが必要である。出張者に対する就労ビザは事業規模に応じて発行されるため、専門分野毎に技術者が何人も行くことはできない。そのため、立上げにあたる出張者には、設備立上げ時の不測の事態に備えて設備保全に関するレベルアップ教育を出張前に実施した。制御プログラムの入出力や各種電装部品の設定方法、機械部品の交換や点検方法について、設備管理部門から教育を受けた。設備出荷前には、制御プログラムや各種設定のバックアップを実施して現地立上げに臨んだ。

6.1.4 現地工事業者との事前打ち合わせ

生産ラインの立上げは設備設置だけでなく、電気やエアなどの動力も必要である。動力関連の工事は設備搬入に先立って施工していくため、現地での施工業者と事前打ち合わせを日本国内で実施した。

モデルとなる岐阜東工場現場確認をしながら、現地での施工方法についての仕様書を作成して情報共有化・意思統一を図った。

設備据付は、輸送業者に輸出～据付までを依頼することで、搬入順序、仮置き・開梱場所を打合せて、スムーズな据付が実施できる様に準備を進めた。

6.2 現地立上げ

現地での立上げは、以下の計画で進めた。

- ①搬入据付・動力接続 (～2014年10月下旬)
- ②試運転調整・生産トライ (～2014年11月下旬)
- ③社内審査・客先承認 (～2014年12月中旬)
- ④量産開始・初出荷 (2015年1月)

6.2.1 搬入据付・動力接続

2014年10月1日から、工場への設備搬入を開始した。この時点では工場建屋は竣工しておらず引渡し前であった。そのため、まだ多くの建屋建築作業員が建屋竣工に向けて作業していた。建屋建築作業員と生産ライン立上作業員がそれぞれ円滑かつ安全に作業ができるよう、毎日の作業手順や搬入経路などの資料を作り、共有することを心がけた。

設備搬入・据付に関しては、現地据付業者のスキルや安全への意識が高く、大きなトラブルもなく順調に進行し完了した（写真6）。



写真6 設備搬入の様子

電気配線や配管でつなぐ必要のあるスチームなどは現地施工業者が施工したが、それ以外のエアや水など、ホースを使用して接続するものは現地従業員とともに施工した。言葉の壁がありながらも連携して実施することで、据付開始から予定通り1か月間で完了した（写真7）。



写真7 現地従業員によるホース接続の様子

6.2.2 試運転調整・生産トライ

設備運転準備が整った後、設備に異常がないかを実際に動かしながら確認した。締結部の緩みなどの海上輸送中に生じたと考えられる不具合はあったが、生産に大きな影響があるような破損や異常はなかった。日本国内で生産トライ実施していたこともあり、すべての設備においてトラブルが発生することなく生産できる準備が整った。現地での生産トライは、日本に研修に行っていた現地従業員を中心に実施した。日本人出張者は作業の支援に回ることで、数少ない生産トライの中でも出来るだけ現地従業員に多くの作業をしてもらうことで、現地の生産ラインでの作業に慣れてもらった（写真8）。



写真8 現地生産トライの様子

品質確認は、溶接部の破断試験などインドネシアでは実施できない項目は日本に発送して実施し、その他の項目についてはKHMIで実施した。

品質確認・生産トライは計画通り2014年11月に完了した。

6.2.3 社内審査・客先承認

現地生産トライを実施した後、KYB品質保証部門の社内審査を受審した。日本国内で事前に生産トライを実施していたということもあり大きな指摘はなく合格した。

社内審査合格後、客先による部品認定の審査を2014年12月に受けて納品の承認が得られた。事前に各部門で情報の共有化ができ、必要な書類を不足なく準備できたため、滞りなく客先の承認を得ることができた。

客先審査合格後は2015年1月出荷に備えて量産を2014年12月下旬から開始した。

6.2.4 量産開始・初出荷

KHMIでは客先の要求に合わせて1セット／1スキッド（1セット：Arm, Bucket, Boom（R/L）の計4本）を納入荷姿としている。インドネシア国内の道路事情に合わせて、製品の落下防止のためにベルトによる固定を行うようにした（写真9）。

KHMIでは出荷した分だけを生産する後補充方式



写真9 製品出荷荷姿

を採用して、標準在庫数は1ヶ月分と設定した。

初出荷時にはKHMI従業員一同で記念撮影をした(写真10)。その写真はKHMIで生産した1号機のKCHとともにロビーに飾られてある。



写真10 初出荷記念

7 現地立上におけるトラブル事例

日本で生産トライをした設備を輸出したが、現地特有のトラブル事例と対処結果について紹介する。

7.1 治具類の錆び

インドネシアは赤道直下に位置し、気候は熱帯性気候である。乾季と雨季のふたつの季節があり、おおむね5～10月が乾季で、11～4月が雨季となる。乾季は湿度があまり高くならずに過ごしやすいが、雨季は午後になるとスコールのような大雨が降り湿度も高くなる。

今回の設備立上時期が雨季と重なったためか、高温多湿の工場内の環境で表面処理を施していない治具類が錆びてしまった(写真11)。

現在は、使用後に防錆油を塗布し空気に極力触れないようカバーをかけて対策しているが、今後治具や設備を製作する際は、クロムめっきや黒染めなどの表面処理を日本の設備以上に施す必要がある。

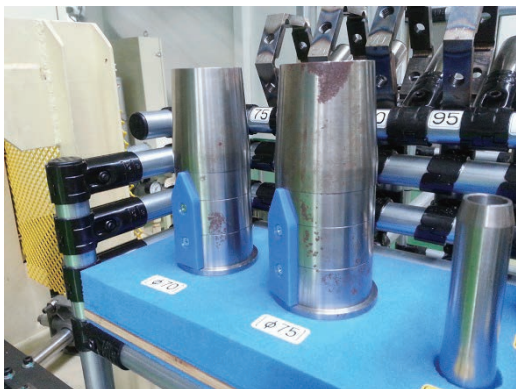


写真11 治具の錆び

7.2 現地調達副資材について

現地で調達を予定していた副資材は、思うような品物が入手できずに苦労した。日本であればすぐに入るような品物でもなかなか相手に伝わらず入手までに時間がかかったり、日本からの輸入で対応したりと、入手が困難だった副資材を紹介する。

7.2.1 手袋

KCH生産ラインでは、工程内に切削や溶接をしているため、保護手袋として皮手袋を採用している。

現地商社に調達を依頼したが、なかなか思うような品物が届かなく、ホームセンターで探して調達した。

同様にピストンなど、シリンダ内部部品を扱う時のゴム手袋も、通常の軍手の表面にゴムが塗られているだけであり軍手の表面の繊維が部品に付着してしまうなどの不具合が発生して、納得のできる手袋の調達までに時間がかかってしまった(写真12)。



写真12 手袋の例

7.2.2 化粧用コットン

シリンダヘッドなどの部品は組付け前に、化粧用コットンによる拭き取りを実施している(写真13)。日本であればコットンの中の綿が出てこないよう周囲は縫われているが、インドネシアで売られているコットンは、周囲が縫われていないため簡単に中の綿が出てくるような構造となっていた。

女性であれば化粧のときにコットンを使用するため街中にあるだろうと思っていたが、現地の大きなデパートで探してみるも、日本で売られているようなコットンは見つけれなかった。現地の女性従業員に確認したところ、インドネシアの女性は使い捨てではなく洗って繰り返し使えるようガーゼを使用しているとのことであった。化粧用コットンに関しては日本からの輸入で対応している。

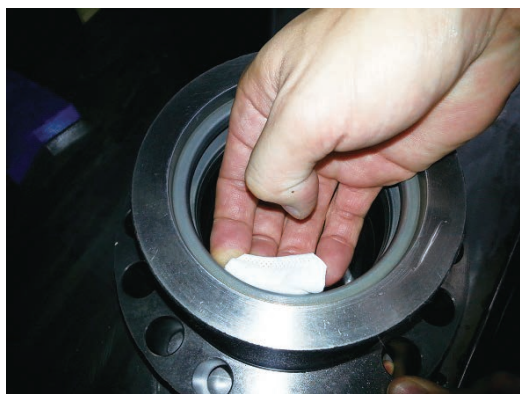


写真13 コットンによる拭き取り

8 今後の展開

KHMIで油圧シリンダの生産を開始したが、生産能力に対して現在の生産量にはまだ余裕がある。

今後は生産量増加につなげるため、新機種展開、生産性向上や物流システムの改善などコスト低減活動に注力する必要がある。

特に現在、KD部品^{注3)}は注文から到着までおよそ2ヶ月かかっている。そのため、欠品が発生するリスクから過剰に部品在庫を抱えてしまっている。在庫の持ち方や注文システムの見直しなど、通関代行業者を巻き込んだ改善活動を進めて部品在庫の低減とリードタイム短縮を図る。

注3) Knock Down 生産方式（部品を輸入して現地で総組立）で使われる部品。

9 おわりに

新規工場の検討段階から初出荷まで携わることが

でき、貴重な経験ができたと思う。限られた出張メンバーではあったが、日本からの支援もあり予定通り製品出荷まで辿り着けたことは日本での生産トライの実施など事前の準備が功を奏したものであると考える。

今回新規立上げしているなかで、日本においても改善すべき点が多く見つかった。今後は今回の経験したことを日本にも展開し、お互いの発展に寄与していきたい。

インドネシアに約4か月間滞在中、現地従業員の熱意や向上心はかなり強いと感じた。初めは言葉も文化も分からない中不安の方が大きかったが、一緒になって作業することで仲間意識も高まりスムーズな立上げができた（写真14）。

最後に、今回の工場立ち上げに対しご支援を頂いた関係各位にお礼を申し上げたい。



写真14 KHMI従業員との記念撮影

著者



山内 一志

2005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1技術係。主にKCH溶接工程の改善・溶接技術開発、組立ラインの構築に従事。