



特集：アジア

3Dによる事前検証型業務プロセスの構築と グローバルエンジニアリングへの展開

**Creating a 3D pre-operation verification type work process and
implementing it in global engineering**

京極 敏弘

Abstract

Y.E.C. Co., Ltd. was founded in 1980 as a technical design assistance company for Yamaha Motor Co., Ltd. (YMC). Initially, the company's main activities involved technical assistance in motorcycle and manufacturing facility development and information services (video filming, editing). The company name at the time of its founding was Yamaha Engineering Co., Ltd. but, as its corporate activities expanded, the name was changed to Y.E.C. in 1986. In July 2005 the company celebrated the 25th anniversary of its founding. Since the company was established, it has worked closely with many divisions and companies in the Yamaha Motor group, performing a variety of jobs in fields almost too varied to mention. One of these is our manufacturing technologies division, which got its start in 1986 in what was at the time a corner of YMC's 2nd Office Building (present Jubilo Iwata offices). In 1991, the division moved to its own Technical Laboratory in the Tenryu district of Iwata, which it has continued to use as the base for its activities for 15 years. Then, in April of 2005, the division moved to YMC's Manufacturing Technology Center to carry on the mission of our Process Development division (former Factory Automation Technology division) of contributing to the competitiveness of the YMC group as a whole by creating and implementing new processes that incorporate everything from product development to manufacturing. The name of the Factory Automation Technology division from the Technical Laboratory days has now been changed to the Production Engineering Department (PE Department). Its business activities include primarily the design, building and putting into production of automated machinery for the assembly of engines, devices for the transport of parts to the assembly lines, processing devices (pressurized valve-inserting equipment, pressure reading devices), automated machinery for assembling electrical parts and casting equipment for the YMC group. Looking to the future, we aim to further strengthen our working relationship with YMC's Manufacturing Technology Center as we work toward increasing the competitive advantage of the Yamaha Motor group in the area of manufacturing facility and equipment technology development. In this report, we give a summary of our activities in the creation of a 3D pre-operation verification type work process for the introduction of casting operations at Yamaha manufacturing bases in Brazil, Indonesia, Thailand and Vietnam. A pre-operation verification type work process is one that predicts the results of a work operation beforehand so that unnecessary loss can be prevented by identifying potential problems from a logical standpoint before entering production.

1 はじめに

(株)ワイ・イー・シー(以下、当社)は、1980年にヤマハ発動機(株)(以下、YMC)の技術系設計支援会社として発足した。当初は二輪車の開発設計支援、生産設備開発支援、情報サービス(VTR撮影編集)が主な業務であった。設立時は社名をヤマハエンジニアリング(株)としていたが、事業拡大に伴い、1986年に略称のYECを正式社名とした。そして2005年の7月には、会社創立25周年を迎えた。当社は、創立以来YMCグループにおける様々な分野、部門との関係を密にして、一言では言い表せないほど多岐に渡った業務展開をしている。その中でも生産技術部門は、1986年に当時のYMC第2事務所(現ジュビロ磐田)の一角を借りてスタートした。その後、1991年に自社屋を磐田市天竜にテクニカルラボとして設け、15年間ここを拠点に事業展開してきた。そして2005年4月より、「開発から生産に至る、新たなプロセスの構築と運用で、YMCグループ全体の競争力アップに貢献」という当社プロセス開発部(旧FA技術部)のミッションのもと、YMC生産技術センターへ事務所移転を図った。テクニカルラボ時代はFA技術部として、現在はプロダクションエンジニアリング室(以下、PE室)と名称を変え、業務展開している。業務内容は、YMCグループ向けのエンジン関連の組立て自動機、各種部品の搬送装置、加工周辺装置(バルブ圧入機、圧検装置)、電装部品組立て自動機、鋳造周辺設備等の設計・製作・生産立上げまでが主になっている。今後YMC生産技術室と連携を強化し、YMCグループにおける設備技術力の競争優位性の確立を目指す。今回はインドネシア、ベトナム、タイ、ブラジル、台湾向けの鋳造設備導入に関する業務で、3Dによる事前検証型業務プロセスの構築を図ってきた活動の概要を説明する。事前検証型業務プロセスとは、前もって仕事の結果を予想し、論理的な観点から問題点をつぶして本番でのロス無くす仕組みである。

2 背景

YMCの中期経営計画「NEXT50-Phase I」の課題の中に、設備投資の投資効率アップがあげられている。投資効率をアップする手段は、第1に、投資をしないことである。例えば、グローバルな視野に立って部品の生産能力を補完できないか検討する、既存設備の稼働時間・効率を向上させる、などである。第2の手段は、投資を最小限に抑えることである。例えば、設備の購入先を海外メーカーも含めて検討する、海外で安くできる可能性のあるものは海外で調達し、その際、必ず2社以上で競合させることなどである。当社は、これを前向きに捉え、エンジニアリング会社として、今何をすべきかを決断した。結論は、当社の仕事の品質を今以上に向上させ、かつコストを下げ、それを継続的に実行できるようにすることである。コストを下げるためには、仕事のプロセスの一部を海外で達成することも考えなくてはならない。だが"言うは易く、行うは難し"であった。でも、できなければ継続的な受注や事業の拡大は、ありえないのである。

3

インドネシアにて設備製作

ある時、YMCの鋳造部門におけるグローバルレイアウト構想の一環として、キャストホイールの鋳造をインドネシアへ移管することとなった。現地への鋳造設備の導入を、当社が担うことになったが、このプロジェクトは、コストを抑えるために現地で設備を製造することが前提となった。従来は、日本で設備を製作して、試運転調整を含め、あらゆる妥当性の確認を実施した後、現地に持ち込むのが常であった。今回は、日本で設計の検証のみを行い、その後の工程をすべて現地で行うことになる。この事前検証を確実に実施しなければ、現地で大きなロスが発生させてしまう危険性を持っていた。"安物買いの銭失い"にならぬよう、事前検証型業務プロセスの構築が必須となった。そのために当社が行ったのは、3Dデータによる技術の「見える化」である。

まず課題になったのは、鋳造システムのレイアウトである。既存の鋳造システムは、15年くらい前に

立上げたもので、当時の最先端のロボット技術を用いた自動化ラインだった。これをそのまま現地で再現するには、システムが複雑すぎる。既存設備の持っている問題点を解決しつつ、かつシンプルなシステムにすること、オペレーターに優しいシステムであること、しかも、現状の鋳造条件をそのまま再現できるレイアウトであることが必要であった。そこで、1台のロボットが全ての仕事をしている現状に対して、仕事を分業させて2台のロボットが協同して作業ができるレイアウトを提案した。しかし、全く新しいシステムであるので、信頼を得るのが難しい。そこで、3Dイメージによる設備レイアウト設計(図1)を行い、ロボット同士の干渉、周辺設備との関係を事前に確認した。しかも、このデータを元にプレゼンテーションを行うことで、関係者が同時に同じ目線でシステムの可否を判断することができた。その結果、新しいシステムを設計するのに、従来よりも早く、レイアウト設計を完成することができた(図2)。

この他にも、一番要の設備である重力鋳造機(700℃～750℃のアルミニウムの溶湯に圧力をかけず、重力のみを利用して金型内に流し込み、溶湯の重力で製品を押し固める機械)を現地でロス無く、しかも日本と同等の品質で製作しなければならないという課題があった。まず、メーカーをどこにするのか。当然、当社はインドネシアに製作パートナーを持っているはずもなかった。そこで、今までのように、当社が設備設計から製作、立上げまで請け負うという機械づくり中心の受託スタイルではなく、設計とエンジニアリングのみを当社が行い、設備を製作するメーカーの選定と発注をYMCの現地拠点が行うというスタイルにした。これにより、現地での2社以上の合い見積もりが実現できる。我々は、そのメーカーに技術指

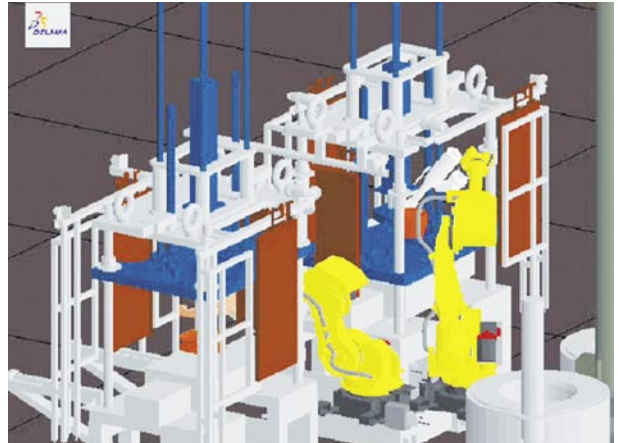


図1 3Dによるレイアウト設計とシミュレーション



図2 キャストホイール重力鋳造ライン(インドネシア)

導を行い、品質の確保を図る予定だった。しかし、日本と同じ品質の物はできなかった。何回かの修正を行い、予定よりも1ヶ月遅れでようやく物になった(図3)。

4 韓国から世界へ(韓流ブームを先取り)

YMCでは、将来の生産量増加を見込み、新しい鑄造拠点を設ける必要があった。YMCのコア技術の蓄積と競争優位性の確保のためには、主要部品(シリンダーヘッド、シリンダーボディ、クランクケース)の内製化は絶対条件である。中でもシリンダーヘッドは、その鑄造能力で生産計画が決まるほど難しい部品である。YMCでは、シリンダーヘッドを「低圧(Low Pressure:以下、LP)鑄造法」と呼ばれる方法で鑄造する。LP鑄造法とは、密閉された炉の中に、アルミニウムの溶湯を保持したルツボを置き、溶湯表面に低圧(0.01~0.05Mpa)の圧搾空気を加えて、溶湯内と金型を連結したストーク(導管)を通して、金型内に溶湯を充填させる方法である。このシリンダーヘッドの品質を日本国内と同じレベルで確保するには、マザー工場の最新技術をグローバルスタンダードとして展開できるよう標準化された、YMCオリジナルのLP鑄造機(図4)の製作が必須となった。その増設台数は、2003年~2005年の間で34台になる。内訳は、日本国内で6台、アセアンで28台(インドネシアで11台、ベトナムで7台、タイで5台、台湾で2台、中国で1台、ブラジルで2台)である。これらを全て2005年までに製作して、順次供給しなければならなかった。しかし、1台製作するのに4ヶ月の納期を有する。単純計算すると、34台×4ヶ月=136ヶ月かかることになる。これを約36ヶ月で仕上げなければならない。毎月1台製作しても追いつかないレベルである。品質と納期を確保しながらコストを下げるために、海外で設備製作することとした。そのためには、前述のインドネシアでの鑄造移管プロジェクトの教訓を生かし、設備製作における技術の「見える化」、「手の内化」を徹底して行う。これにより、世界のどの国でも同じ品質の設備が製作可能となる。



図3 キャストホイール用重力鑄造機
(インドネシア現地メーカーにて製作)

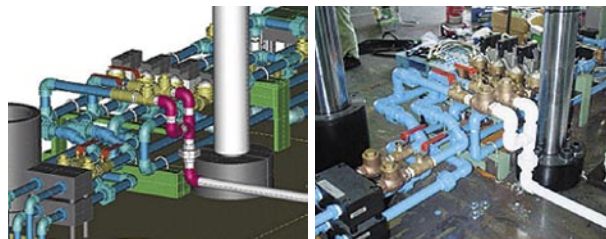


図4 LP鑄造機

LP鋳造機の一番のネックは、金型の冷却を制御する複雑に入組んだ配管である。日本では熟練の職人が、回路図を見ながら現物合せで配管している。いわゆる「ゲンゴウ合せ」である。本体の組立てよりも配管に時間がかかるのが現状であった。そこで、配管の3Dデータ化(図5)を行った。この3Dデータがあることで、事前の部品加工やユニット組立てが可能となり、工程を並列化して時間短縮を図ることができた。なおかつ、配管の構造をあらゆる角度から確認できるため、初めての人でも容易に配管できるようになった。

次に、組立て作業を効率よく確実にを行うために、作業の標準化を図る必要があった。これも視覚的に指示できる写真入りの標準書(図6)を作成した。最終的には100枚以上になった。他にも、チェックシートを組立て時、試運転時、出荷時の3段階に分けて作成した。

後は、設備を製作してくれるパートナーを見つけることだった。当社は2002年の末から2003年の初めにかけて、インドネシア、タイ、中国のメーカーを訪問し、調査を行っている。インドネシアで設備を製作しようとした場合、現地メーカーの加工品の品質は良いが、センサーなどはインドネシア以外から輸入することになってしまい、設備全体のコストとしては、日本で製作するよりも高くなってしまふ。タイは、積極的に新しい仕事を、請けようとする前向きなメーカーが少なく、どの訪問先からも見積りは出てこなかった。中国は、バブルの絶頂期のためか、コストの安い仕事には、まったく興味を示さなかった。残るは台湾と韓国である。そんな折に、中国で50万～100万本もの自動車用ホイールを生産しているメーカーへ、LP鋳造機を12台納めた実績を持つ韓国のメーカーを知った。偶然にも、2002年の12月にインドネシアへ出張した際に、この韓国メーカーの社長(図7)と出会っていた。彼はインドネシア、ベトナム、中国を中心に、鋳造設備を供給する事業を展開していた。インドネシアに営業と視察に訪れていたところをYMCの出張者から紹介され、名刺交換をしていた。そのときの印象が非常に良かったため、即、見積りを依頼することにした。前述の事前検証結果を元に説明を行うことで見積り精度を向上させることができた。その結果、満足のいく回答が得られたため、



3Dレイアウト設計 3Dデータを元に配管(現物)

図5 配管の3Dデータ化

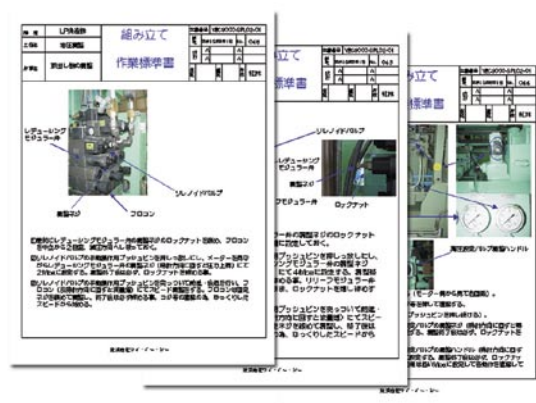


図6 組立て作業標準書

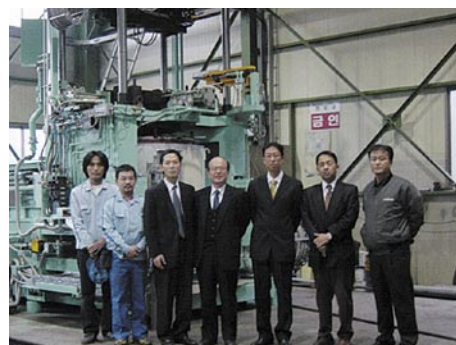


図7 韓国メーカー(エンビタ社)工場にて
(左から3番目が社長の柳さん)

製造委託契約を結んだ。製作過程においても大きなトラブルは無く、日本国内と同レベルの進捗ができた。そして、2003年12月に韓国製LP鋳造機第1号が完成し、インドネシアに向けて出航していった。その後、2004年に6台、2005年に16台を、韓国から世界に供給している。しかもコストダウン30% (図8)を達成することができた。ただし、これ以外の鋳造機は、納期の問題で日本での製作を余儀なくされた。もう少し決断が早ければ、全てを韓国で製作できたはずである。

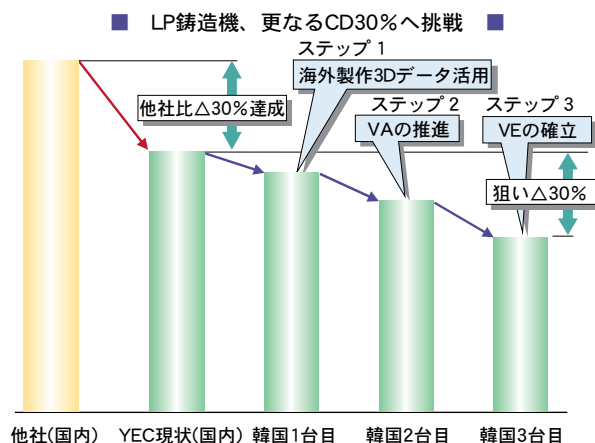


図8 LP鋳造機コスト推移(3段階でコストを下げる)

5 おわりに

韓国でのLP鋳造機の開発業務を通して行った3Dによる事前検証型業務プロセスの構築とグローバルエンジニアリングへの展開は、その後活発に行われている。インドネシアでは、ダイキャストホイールの鋳造自動化設備を、2004年に1式、2005年に1式立上げた。3Dによる事前検証(図9)を行い、事前に問題をつぶして、現地立上げ時のロスを削減している。また、日本国内でも新しいシステム導入に際し、インドネシアでの実績を逆輸入する形で水平展開を図った(図10)。他にも、エンジン組立てラインでの事前安全チェック(図11)、新型エンジンの組立てパレット検討(図12)等に、3Dによる事前検証型プロセスを応用している。

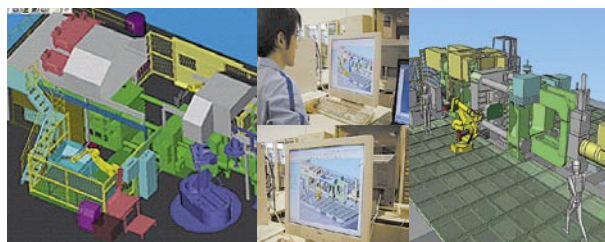


図9 ダイキャスト3Dレイアウト設計

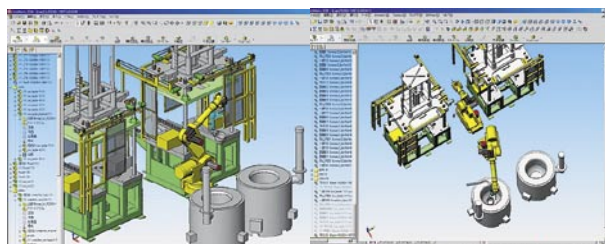


図10 YMC磐田工場重力鋳造新ライン
(インドネシアの水平展開)

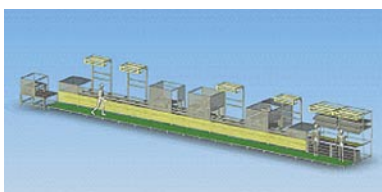


図11 シリンダーヘッド組立てライン安全チェック

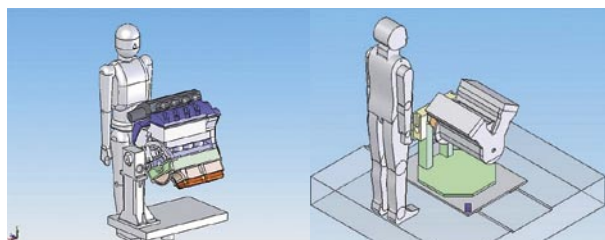


図12 3Dによるエンジン組立てパレット検討

当社はアセアンを中心とした業務展開を、今後も積極的に行っていく。そのためには、グローバルに対応できる人材の育成と、事前検証の確実な実施を行い、仕事の「見える化」を進める。今後は、当社の役割を明確にして、当社でなければできない技術を維持発展させ、YMCグループへの貢献度が明確になるように、生産技術分野で事前検証型の業務を展開し、YMCグループ全体のコストハーフ活動に貢献していく。

■著者



京極敏弘

Toshihiro Kyogoku

株式会社ワイ・イー・シー
プロセス開発部