

資料

小特集号 激変するモノづくり環境に対応する鍛造技術の最新動向



M. NOGAMI



M. KOBARA



E. MURAI

タイにおける鍛造金型製作と品質管理

Forging Die Manufacturing and Quality Control in Thailand

野上 正人* 小原 正幹*
村井 映介*

1. はじめに

1960年代のモーターゼーションの幕開けとともに自動車の生産台数は飛躍的に拡大していった。金型産業も大きく成長し、ピークの1991年には2兆円規模まで拡大していった。しかし、2008年のリーマンショック後の超円高時に自動車に関する部品メーカーの海外への進展が進み、金型産業は大きく変化した¹⁾。

精密鍛造用金型技術は1960年代から比較すると手作業から機械化、NC化、CAD (Computer Aided Design)、CAM (Computer Aided Manufacturing)、CAE (Computer Aided Engineering) の導入により、飛躍的に進展した。しかしながら、2000年代時点においても、より高い品質、低コスト、短納期が要求される日本の金型製造現場では作業者の技量や経験に頼ることが多かった。しかし、日本とは文化の違う海外では技量や経験に頼る金型製造には限界があり、それらに依存しない金型づくりが必要となる。ここではタイにおける精密鍛造用金型の製造について、進出前から現在にいたるまでの取組みについて紹介する。

2. 日系企業のタイへの進出

日系企業のタイ進出を支援するバンコク日本人商工会議所の会員数は2019年時点で1772社、製造業だけでも777社に達している^{注1)}。図1は鍛造工場と金型工場の一例で、タイ中部のチョンブリ県アマタナコン工業団地東部に位置している。この工業団地には日系約500社、中国系約15社が進出しているタイで最大規模の工業団地である。

図1の工場は2008年に設置され、金型の他にターボチャージャー部品^{2),3)}と図2のスクロールの鍛造品を製造している。図3は鍛造工場のスクロールの加熱潤滑装置とプレス機を示している。スクロールはアルミニウム合金の円柱素材に潤滑処理を施した後に420℃に加熱して、図3に示

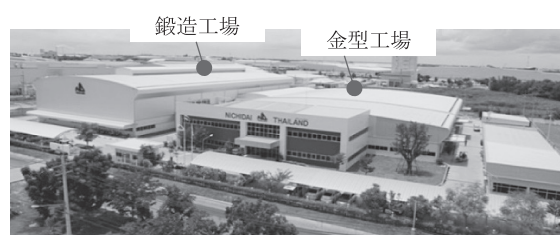


図1 鍛造工場と金型工場



図2 スクロール

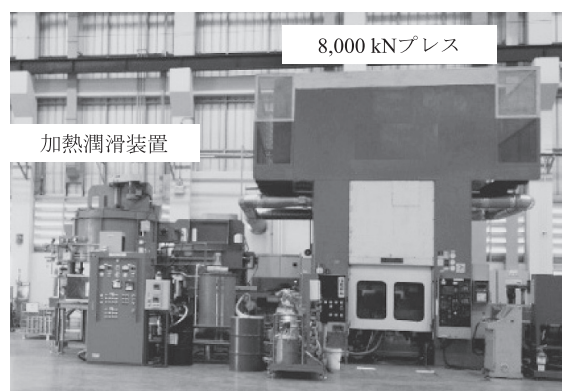


図3 スクロール製造ライン

すプレス機で成形している。成形後は冷却を施し、バリ取り、ショットブラスト、容体化処理を施している。

原稿受付 2019年12月10日

* (株)ニチダイ 宇治田原工場

〒610-0201 京都府綴喜郡宇治田原町禪定寺塩谷14

E-mail: mnogami@nichidai.co.jp

注1) バンコク日本人商工会議所: <https://www.jcc.or.th/>

3. 金型製造のタイ進出に向けて

ターボチャージャー部品や図2のスクロール部品は量産技術がすでに確立されていたものである。しかし、金型は量産ラインでの製造ではないため、前者2アイテムとは移管の方法が大きくことなる。ここでは、金型独特の移管方法について述べる。

3.1 進出前の検討

(1)金型製作の流れ 図4に金型製作の流れを示している。進出前は国内の工場で作成した金型を輸出することによって、タイの顧客に納入していた。タイでの受注に対して迅速に対応するためには、現地での完全生産が理想である。

このことから完全現地化に向けて検討を行ったが、型材の現地調達の問題（コスト、トレーサビリティ等）から最初から金型全工程を移管することはせず、受注状況の変化を見ながら段階的に進めることとし、型材購入を含めた前半の工程は国内工場、後半の工程と検査をタイ工場で実施するために準備を進めた。

(2)スケジュール 図5にタイ進出に向けたスケジュールを示している。タイでの生産開始は2013年の9月であるが、その1年前の2012年9月に進出に向けた準備を開始した。立上げ期間はわずか1年であった。事業計画の立案、社内承認を経て、10月より新たに導入する加工機の選定を開始し、2012年12月に加工機の発注、2013年6月に据付を完了した。選定と同時に金型加工のための作業手順書の作成を進めた。

現地スタッフの採用は2012年12月よりラップ工程担当者から開始、採用後2013年1月より半年間の技術研修を実施した。ラップ工程以外のタイ人採用も2013年4月より開始、採用後約2カ月間技術研修を行った。7月からは現地にて教育と立ち上げ準備を開始し、2013年9月より生

産を開始した。

立上げを担当する日本人スタッフは6人とした。現地駐在スタッフは2人、残りの4人が3カ月間の立ち上げスタッフとして加わり、13アイテムの立ち上げに従事した。各工程の担当者が立上げスタッフとして、赴任することが理想であるが、国内工場の生産状況を考慮するとそのスタッフは6名とせざるを得なかった。立上げスタッフは赴任前に担当以外の工程についても3カ月間にわたり技術の習得を行った。

(3)設備の選定・保全 品質の検証を効率的に進めるために、可能な限り国内工場と同じ設備を選定した。選定した加工機はほとんどが国内メーカー製である。導入した加工機は油圧プレス、図6に示す3軸と5軸のマシニングセンタ、ワイヤおよび型彫り放電加工機、図7に示す平面研削盤、NC旋盤、汎用旋盤などである。その他、ラップ用の設備と形状測定機、3次元測定機があり、これらの設備もほとんどは国内メーカー製である。

導入後の設備の保全については安全教育によって、その重要性を現地スタッフに説き、設備点検チェックシートを作成し、日々の点検を習慣づけた。

(4)スタッフの研修 現地で採用したスタッフについては、技能研修や安全教育の他に図面の読み方や金型に関する基礎知識についても教育を行った（図8）。特にラップ工程の技術研修では、国内工場に教育用のスペースを設け、半年間にわたって重点的に行った。その他のマシニングセンタや放電加工機についても約2カ月間国内工場で行った。

3.2 進出時における課題

(1)新規受注金型 図9に新規受注品と移管品の金型製作に

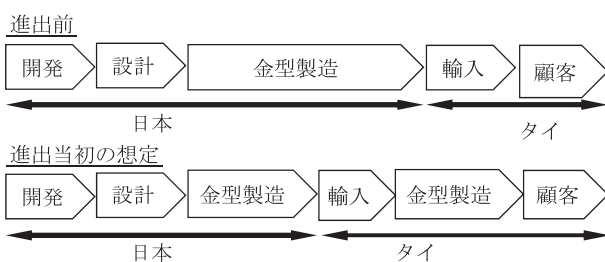


図4 金型の受注から納入までの流れ

	2012年	2013年			2014年
生産設備	仕様検討	発注・製作	据付		
手順書作成					
採用・研修	採用	研修	採用	研修	ラップ作業 ラップ以外
立上げ					稼働

図5 立上げまでのスケジュール

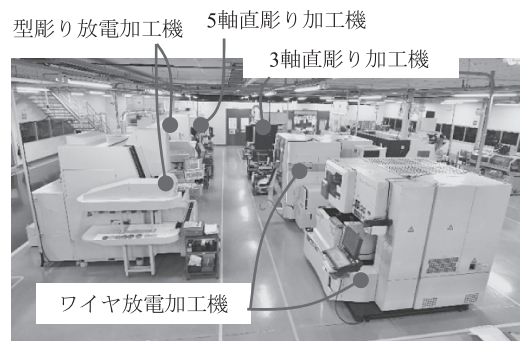


図6 金型工場（放電加工機と直彫り加工機）

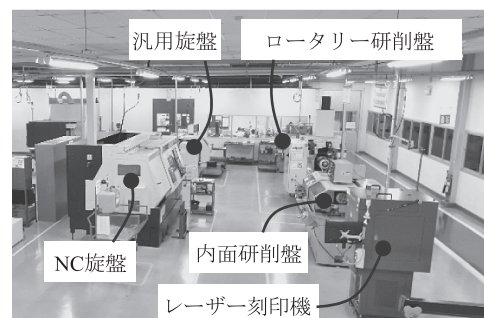


図7 金型工場（NC旋盤と汎用加工機）



(a) ラップ研修

(b) マシニング研修

図8 日本での研修の様子

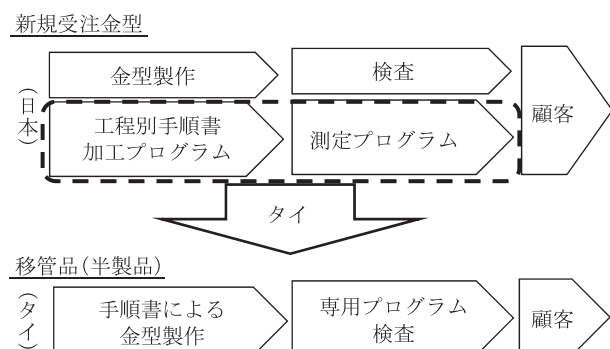


図9 金型製作の流れ

おける取り扱いについて示す。タイ現地にて新規に受注した金型に関しては、まず国内工場にて加工工程の検証を行う。検証の際はタイ工場所の加工機械の性能を考慮に入れる。前半工程を国内工場、後半の工程と検査をタイ工場で行うため、どの段階でタイ工場へ移して仕上げ、検査を行うかなどの検証を行い、国内での検証後はタイ工場での検証を行った。

検証時に作成した加工プログラム、測定プログラムと作業手順書はタイ工場に移管し、再受注の際はこれらを用いて国内工場と同等の品質での加工が可能となった。ただ、基本的に金型の最終加工前の段階でタイ工場に移して加工を完了するが、将来的な完全現地化を目指して、段階的に国内工場の技術を取り入れていった。

(2)作業手順書 国内工場で作成した手順書はアイテムごとにタイに送られる。タイ工場では、送られてきた手順書をもとに現地での写真等を加えながらタイ工場用に改良を加える。図10に手順書の一例を示しているが、可能な限り写真や図を用いて、見ただけで内容が理解できるように心がけている。

3.3 タイにおける金型製作

(1)3軸マシニングセンタ(図11) マシニングの基本的な作業は①被加工材セット、②工具測定、③自動芯出し、④加工であるが、これらの作業は経験と技量が必要となる。タイでは経験がない作業員でも加工できるように、形状ごとに専用の自動プログラムを作成し、②工具測定、③自動芯出し、④加工はすべて自動で行えるように加工工程、加工条件の設定を行っている。また、これらのプログラムは基本的に作業員が編集することはできない。

国内は生産する金型が多品種であるため専用のプログラ

ムは使用できない。一方、タイで生産する金型の品種はそれほど多くないため専用プログラムによる加工が可能となっている。

(2)放電加工(図12) 放電においても、マシニング同様に国内では芯出し、電極の補正はすべて手動で行っている。これらの作業にも作業員の経験と技量が必要となるため、タイでは金型ごとに専用のプログラムを作成し、加工はす

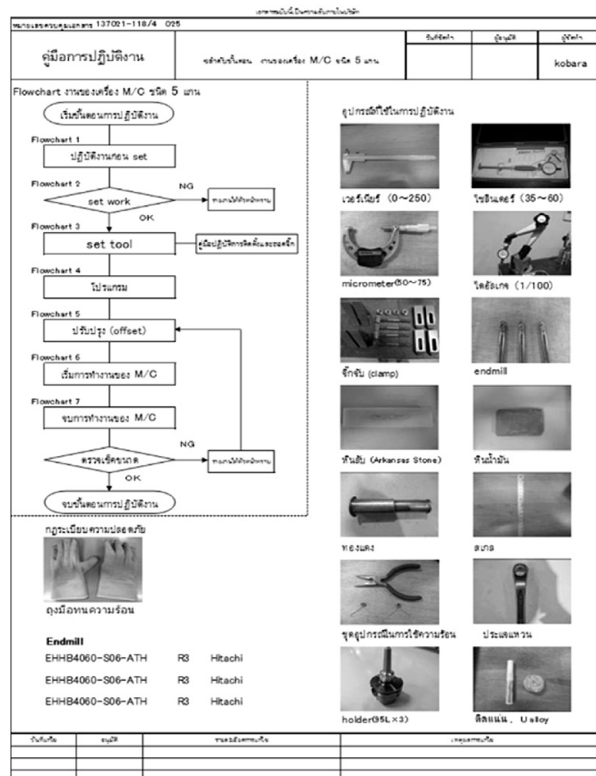


図10 手順書

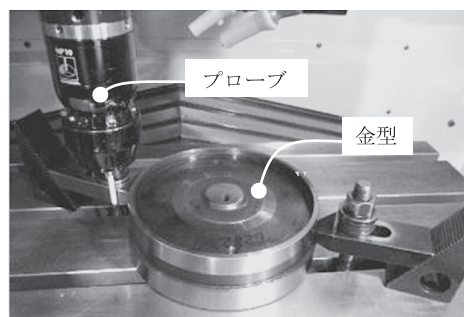


図11 マシニングの自動移置決め

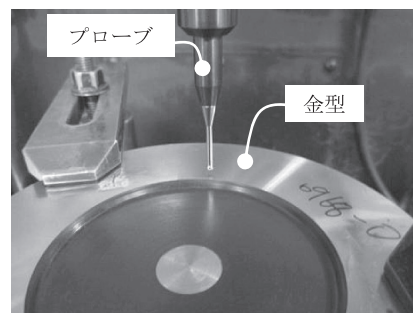


図12 放電加工自動位置決め

べて自動である。

(3)ラップ ラップは金型の品質に大きく影響する工程である。そのため、完全な自動化が不可能で作業者の技能が大きく影響する。形状ごとに作業手順書を作成し、工具の動き等は図を用いながら細かく記載している。仕上がり具合は作業者個々の判断によるが、図13に示す限度見本を作成して、作業者による差異が極力出ないようにしている。

(4)ギアダイス (図14) ラップ工程は技能を必要とする工程であり、また作業時間を多く要する。そのため、放電加工の条件や電極形状の変更、エアラップ処理を活用することによって、ラップ工程の削減を目指している。現段階ではこれらの改善により、金型稜線部のR部ラップ手加工の省略を可能とした。しかし、最終のラップの仕上げには竹や木による手作業が必要である。また、放電の加工時間の超過や精度の安定化も課題であり、日々改善に取り組んでいる。

(5)検査 検査についても、技能によらない測定を極力用いている。国内ではコントレーサー等直接測定をしていた部分(図15)も3次元測定機(図16)を使用することとした。検査データ等は検査図に自動表示される仕組みであるため、経験の浅い現地スタッフの測定結果に対する判断が可能となっている。

3. 4 立上げ後の改善事例

(1)改修工程の改善 冷間鍛造の金型は図17のようにプレ

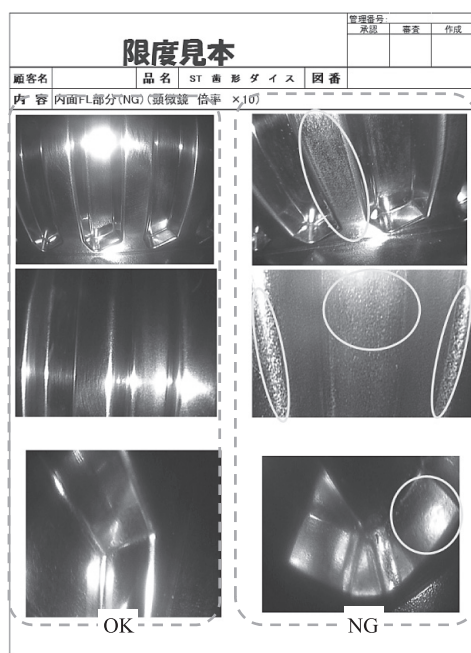
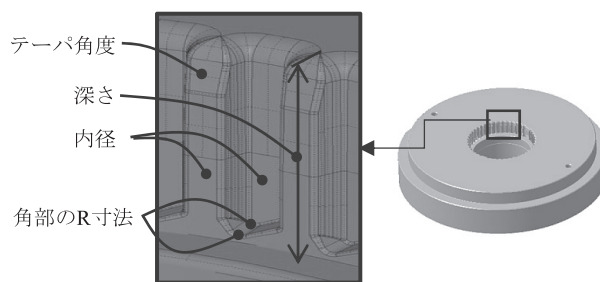


図13 限度見本



図14 ギアダイスのラップ工程



(コントレーサーから3次元測定に変更した箇所)

図15 測定箇所の自動化



図16 3次元測定機

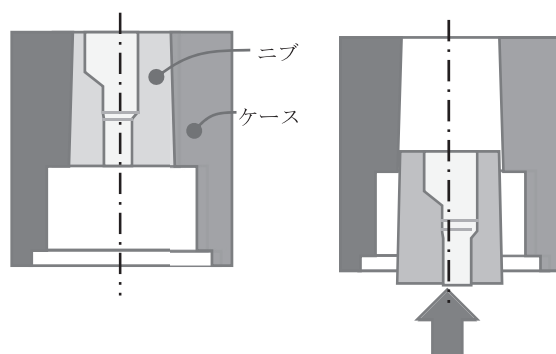


図17 金型の改修



図18 ニブ圧入用プレス

ス機(図18)でニブをケースに圧入して使用することが多い。ニブが破損した場合はニブのみを改修(交換)して使用する場合があるが、以前はニブをケースから抜く作業などは国内で行っていた。しかし、コスト削減のためにニブを抜く作業とケース内径の測定をタイで実施することにした。タイでの測定結果をもとに国内でニブの作製と発送を行うため、輸送コスト削減やリードタイム短縮が達成でき

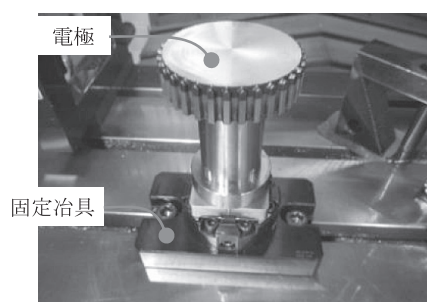


図19 電極の追い込み加工

ている。

(2)電極の追い込み加工 国内では図19の電極上面を旋盤で加工後、マシニングにより追い込み加工を行うが、タイでは精度安定のために電極上面も含めてマシニングによる1工程での加工に改善した。

4. 進出後の日本との関係

4.1 国内への横展開

タイへの進出にあたっては技量のいらないものづくりに取り組んできた。国内からタイへの展開において、多くの加工改善を行ってきた。その内容は日本へも展開され、結果的にではあるが国内生産の改善に寄与することになっている。例えば、ワイヤ放電、型彫り放電で加工していた超硬型を3軸マシニング加工に変更したことにより、加工時間や品質の安定化につながった。エアラップ処理(図20)ではメディアを用いて仕上がり精度に関するデータを共有し、超硬のギアダイスの加工改善につながった。また、品質改善および工数削減のために従来別々の工程で実施していた内面研削部とNC旋盤部の加工を同一加工機による同時一体加工(図21)に変更した。

4.2 人材育成

(1)ラップ 現地スタッフも基本的なラップ加工の技能は習

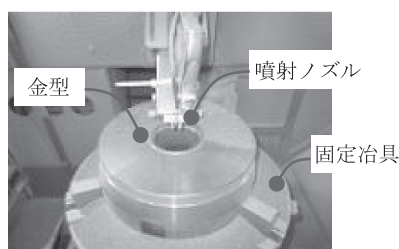


図20 エアラップ

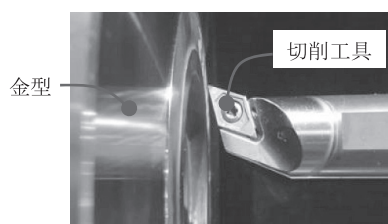


図21 同時加工

得したが、技能が必要とされるギアダイスの加工安定化を目指して、必要に応じて国内での技能研修を実施している。また、指導できる現地スタッフの育成にも取り組んでいる。

(2)3次元測定 進出後も国内で作成された測定プログラムを使用していたが、プログラムを作成できる人材を育成するために研修を実施していた。現在では現地にて測定プログラムの作成が可能となっており、国内と同等レベルの品質保証体制となっている。

5. 今後の展望(現地自立化)

現状は、国内で途中工程まで加工したのちにタイ工場へ仕上げを行っている。しかし、近年は新規金型の受注が増加傾向にあり、コスト削減と納期短縮のために完全な現地化が必要となりつつある。アイテムによっては準現地化を達成しているが、まだ、その達成率は低く、完全現地化に向けての取り組みを続けている。

完全現地化に向けては、型材の現地調達が課題であるが、現地での型材購入は高コストとなるため、現状では困難である。型材を国内で購入し、粗引き加工と熱処理までを国内で行い、タイでの金型組立を可能とするべく取り組みを進めている。

近年は客先からの高品質、短納期に対する要求が高い。ラップ加工においてはより高い技量が求められており、これらの要求ならびに技能を持った作業者の離職のリスクに対応するため、日本での人材育成を可能な限り実施している。短納期化に向けてはCAD、CAMの現地自立化を進めている。

6. さいごに

タイでの金型生産はいろいろな課題や困難はあったが、現在では順調に稼働している。タイ現地スタッフは非常にまじめで教えたことは忠実に実行する。また、スキルアップに関する意欲、新しい技術への興味が強く、これらの要因が現在のタイ工場の順調な稼働につながっていると考えている。

ここでは、主に鍛造金型の生産について紹介をさせていただいた。ターボチャージャー部品やスクロールなどの量産品ではない、金型生産の海外移管はそれらとはまた違った困難や苦労があった。タイに限らず、海外への進出では、日本と現地の文化の違いに苦労することが多々ある。しかし、これらを理解し、技量のいらない金型づくりに取り組んだ結果、多くの加工改善を実現することができた。また、それを国内に展開することにより国内の改善にも貢献している。困難な課題に取り組んだことにより生産技術者の育成になっている。今後も現地化への取り組みを進めることで海外と国内の相乗効果により技術力の向上が期待できる。

参考文献

- 1) 古屋元伸：塑性と加工，58-675 (2017)，261-262.
- 2) 村井映介：塑性と加工，55-644 (2014)，820-824.
- 3) 村井映介：素形材，57-9 (2016)，43-46.