沖縄における金型人材育成によるものづくり産業振興の取り組み

1. はじめに

沖縄県では、サポーティング産業が脆弱であることや、工業系教育機関からの卒業生が毎年約3,000人もいるという県内の現状と、優秀な人材の確保・育成を課題とする国内金型業界のニーズを捉え、優秀な金型技術者を育成する産学官一体となった取り組みを行い、金型関連企業の誘致を通して県内ものづくり産業の活性化を進めている。

金型技術研究センターは、2010 年 4 月に沖縄県工業技術センターで金型に関連する人材 育成や研究開発を行うグループとしてスタートした。同年 7 月には、素形材産業賃貸工場 (1号棟)と併設される形で金型技術研究センターの建屋が完成し、同時に整備された 5 軸マシニングセンターや射出成形機などの機器提供も行うようになった。

2012 年1月には、これらの活動を更に加速・発展させていくため、沖縄県工業技術センターが賛助会員として参画する一般社団法人ものづくりネットワーク沖縄を設立した。同法人の役割は、県内企業の牽引役として、金型技術研究センターと協調しつつ、より自由度の高い活動、実践的な人材育成および研究開発を実施することである。

2012 年度から3年間にかけて実施した「沖縄サポーティングインダストリー基盤強化事業」では、県内の欠落技術を補うことや、将来的な応用展開を見据え、真空熱処理炉やマグネシウム成形機、金属粉末積層造型機、非接触三次元測定器など8機種を導入した。

2015 年1月には、金型技術研究センターに隣接する形で新たな賃貸工場が2棟完成、シャーシダイナモなど電気自動車に係わる設備も導入し、関連する立地企業は14社となった。本稿では、沖縄県における取り組みの基軸となっている人材育成に関する内容と、最近のトピックとして新しい設計手法を確立するための研究開発について紹介する。

2. 人材育成

2. 1 基本講座

金型技術研究センターが設置される前年の2009年 に始まった人材育成事業は、当初、経済産業省の地域企業立地促進事業を活用して行われていたが、 2012年以降は地元うるま市の支援を得て、市の産業 振興の一環として実施されている。

人材育成事業における育成カリキュラムの基本構成を図1に示す。機械系技術者として最低限知っておくべき内容を共通科目として設定し、その上にプ

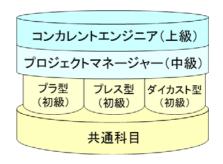


図1. カリキュラムの基本構成

ラスチック成形金型や各種金型などの具体的な内容、更にそれらを基盤技術としてプロジェクトマネージャー、コンカレントエンジニアというレベルを用意している。通常、これらの講座は半年から1年という長期間となっているが、県内企業から個別に要望のある講

座については、1週間程度の短期講座としても実施している。

2. 2 0JT 研修

2. 2. 1 真空成形

2014 年度、金型技術研究センターと(一社)ものづくりネットワーク沖縄は、県内で食品容器の生産を行っている㈱積水化成品沖縄と共同でソリッド材(PS, PP, PET)を使った容器の研究開発に取り組んだ。㈱積水化成品沖縄では、従来から発泡スチロール(PSP)製の食品容器を生産していたが、近年、需要の増えてきたレンジで加熱可能な耐熱性容器や、内容物が確認しやすい透明な容器、嵩張らない薄手の容器などには対応できていなかった。これらの非発泡材を使った容器は、お土産品のお菓子のトレイや、



図2. 食品容器の例

コンビニで扱う食品トレイ、パンや豆腐の容器など、あらゆる食品に活用されており、県内でも相当な数量が流通していると考えられるが、これらの容器は全て県外で生産されていた。

0JT 研修では、研究開発で得られたソリッド材に関する基本的な成形条件などを活用し、 県内においてソリッド材を用いた食品容器の生産を事業化するため、容器の設計から試作型の加工までを行う人材の育成に取り組んでいる。研修生は、様々な容器ニーズへの対応を重ねていくことで、容器形状のモデリング、試作型の加工データ作成、マシニングセンターによる加工までを一貫して効率良く行えるようになってきた。図2に試作した食品容器を示す。近年は、容器のデザインを頻繁に変更したいとの要望が増えているため、県内での試作が可能になれば、従来のように県外メーカーとのやりとりを経て容器を作る場合に比べ、試作日数が大きく短縮できると期待されている。また、最近では食品容器以外にも、コンクリート2次成形品や農業向けの栽培ポット、ホビー向けの成形品などと用途が広がりつつある。今後は、より細かい寸法精度や剛性が求められる機械部品の容器などにも展開したいと考えている。

2. 2. 2 ブロー成形

ブロー成形は、射出成形によって作られた試験管状のプリフォームに、高圧空気を吹き込んで膨らませボトルなどを成形する手法である。ミネラルウォーターや果汁飲料の製造販売を行っている(有)やいま企画は、県外からプリフォームを購入し社内でペットボトルの成形を行っている。従来から、キャラクター形状を模擬した意匠性の高いペットボトルを作りたいとの思いがあったものの、生産量がそれほど見込めない中、専用のプリフォームを含めた開発を県外企業へ委託するのはコスト的に難しいと考えていた。(一社)ものづ

くりネットワーク沖縄では、このような意匠性の高いペットボトルを県内で開発できるように、ボトル形状のモデリング、プリフォームの設計・製作、ブロー成形金型の設計・製作、ペットボトルの成形といった一連の流れに対応できる人材の育成に取り組んでいる。図3は試作したシーサー型ペットボトルである。プリフォームの成形では、成形温度によって表面にくもりが生じるため適切な温度管理が必要であることが分かった。ブロー成形型の製作では、曲面部に細孔(φ0.5)の加工ができるよう手順を工夫した。現在は3Dプリンタでの造形品を試作型として活用する可能性など、型作りを効率的に行う手法を模索している。



図3. ペットボトル

2. 2. 3 マグネシウム成形

沖縄サポーティングインダストリー基盤強化事業において導入した㈱ソディック製マグネシウム射出成形機 MP220を用いて、LED 投光器用のヒートシンクを試作した。従来のヒートシンクはアルミの打ち抜き板を積層した構造になっているが、重く部品点数が多いため組み立て性に改善の余地がある。マグネシウム合金(AZ91)は、アルミ(ADC12)に比べ重量が約7割と軽量だが、熱伝導率は約3割しかないため、LED から発生する熱を伝えるヒートパイプとフィンの接触や位置関係を工夫しなければ、軽量で放熱性の高いヒートシンクの実現は困難であった。ここでは、現行と同等以上の放熱性を維持しつつ、10%以上の重量低減を試作の目標とした。ヒートシンクの設計では、フィンの最小厚みを0.8mmに設定し、定常伝熱解析によって放熱量の計算を繰り返しながら最適なフィン形状を決定した。金型の設計・製作を経て行ったトライ成形では、流動不良による湯ジワの発生、ガス溜まりに起因する充填不良やガス焼け、金型表面の磨き不足による離型不良などが発生した。これらの不具合に対して、幾つかの改善案について検討・実施することで何とか良品を得ること

試作したヒートシンク(図4)は、放熱性が現行比102%ながら、重量を約40%低減することに成功した。またサーモグラフィを使った放熱量の確認実験では、ヒートシンクの設置方向(上下と左右)によって放熱量の変化することが確認された。実験により得られたこれらの知見は、今後、定常伝熱解析を行う際に活用していく予定である。

ができた。

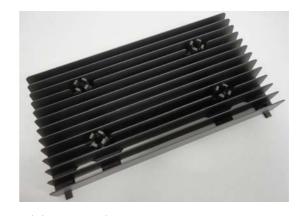


図4. ヒートシンク

3. 研究開発

3. 1 トポロジー最適化

形状最適化手法の1つであるトポロジー最適化は、従来の最適化手法が特定の寸法の最適値を求めるのに対し、設計空間内の材料配置の無数の組み合わせから最適解を導く手法であることから、最適化後には予想もしなかった斬新な形状が得られる場合もあり、様々な製品のコンセプト設計に活用され始めている。図5は電気自動車のフレームにトポロジー最適化を適用した例である。トポロジー最適化の考え方自体は、古くからあるものだが、コンピュータによる計算技術と3Dプリンタ技術の進展により、近年注目を集めるようになった。これは、3Dプリンタによる積層造形法であれば、ほぼどのような形状でも形にすることができるため、特定の加工方法にこだわらないトポロジー最適化との相性が良いと考えられているためである。

本研究では、重量をできるだけ小さくする制約の下、剛性を最大化するための手法や、最小の質量で放熱面積を最大化するための手法について検証し、軽量で剛性の高い自動車部品や小型で放熱性の高いヒートシンクへの適用を試みている。また、最適化によって得られた形状を、うまく3Dプリンタで造形する手法として、造形中の熱歪みを防ぐサポートの付加方法や、微細構造の周期的配置方法についても検証を行っている。サポートは、金属粉末の積層造型機において必須であり、金属を溶融・固化する過程で材料の温度差により造形物の変形が生じるのを強制的に抑えている支持部のことである。このサポートは造形終了後に手作業または機械加工によって除去する必要がある。微細構造の周期的配置というのは、トポロジー最適化によって得られた理想的な密度を実際のモデルで表現するために、微小切頂八面体などをモデル内に配置することである。ここでは、サポートが不要で作りやすい微細構造のモデリング手法や、微細構造そのものの強度解析などを行っている。

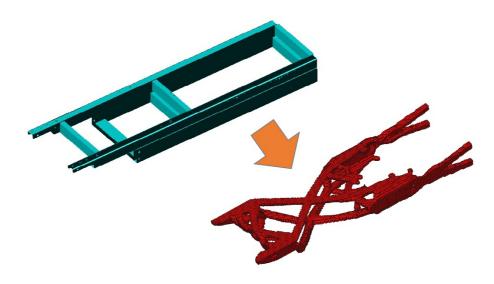


図5. トポロジー最適化の例

4. 今後の展望

今年で7年目を迎えた人材育成事業における受講者は、長期研修(約6ヶ月)で43名、短期(約1週間)では延べ241名となり、その間の関連する誘致企業は14社、研修修了者の内36名が誘致企業や、今後沖縄へ立地する企業へ就職している。

当初、金型設計に関連する基本的な講座からスタートした研修は、具体的なニーズに対応する実践的な OJT 研修を加えた形へ変化してきた。基本講座は、射出成形金型の設計を中心に、その前後の工程である製品設計や樹脂成形を網羅するコンカレントエンジニアの育成を目標としており、OJT 研修は、これらに加え真空成形やブロー成形など、各種樹脂成形ニーズに横断的に対応できる人材の育成を目指している。

小規模ながら衣食住に関連する多様な製品が島内で生産されている沖縄を、工法の異なる様々なニーズに挑戦できる恵まれた技術者育成の環境だと捉え、これらのニーズに対応する中で付加価値の高いものづくりを実現し、新しいニーズを生み出していきたい。

沖縄は中央から遠く離れており、これまで地理的に不利な条件にあるとされてきたが、 グローバリゼーションの進展した現在は、むしろアジアの主要都市に近い沖縄の優位性が 強調されることも多くなった。金型技術研究センターおよび(一社)ものづくりネットワー ク沖縄では、これら外部環境の変化を的確に捉え、沖縄の強みである豊富な若年層を優秀 なエンジニアとして育成する取り組みを基軸に、着実にものづくり産業振興の歩みを進め ていきたい。