

## ●●はぐくむ●●

# 鋳物でいいものづくり

## Casting will cast new light on manufacturing

渡辺 義見\*・佐藤 尚

Yoshimi WATANABE\* and Hisashi SATO

### 1. はじめに

名古屋工業大学機械工学科では、毎年8月初旬、高校生対象の公開講座を行っている。2015年は8月6日(木)～7日(金)の日程で開催された。この公開講座は2日間で、延べ10の実験・実習テーマを実際に体感してもらうことを目的としている。機械工学科の生産加工大講座では、持ち回りで担当を決定しているが、本年度は我々の研究室が担当となり、「鋳物でいいものづくり」と題して公開講座を開講した。

### 2. 課題設定

高校生対象の公開講座の課題として、鋳造実験を行うことと、題目を「鋳物でいいものづくり」にすることは、即決に近かった。しかし、どのレベルの実験を行うかに関しては、悩ましいところである。一番喜ばれるのは、自分で作った模型を使って鋳物を作り、お土産にする実習であろう。発泡スチロールを用いた消失模型を生徒達に作らせ、砂型で鋳物を作製するというものである。小中学生対象に、このレベルの実験を実施した経験を持つが、作業が主な内容になってしまい、高校生たちの考える余地が少ない。折角の大学への体験入学である。思い切って大学レベルの内容に決定した。なお、我々以外のテーマの例は、「DigitalでGo—メカとエレキの関係を知ろう!—」、「やさしい放射線計測」、「熱エネルギーを力学エネルギーに変換しよう—小さなろうそくの炎でペットボトルを持ち上げられるか?—」、「飛行のメカニズムを探ろう!」、「自動車模型・円柱周りの流れと渦巻きポンプ内の流れの可視化観察」および「摩擦を科学する」などであり、機械工学の基礎から身の回りの機械の不思議までを網羅している。

### 3. テキスト作成

毎年、百数十頁からなるテキストを配布している。まずは、このテキストの作成を行った。コロナ社の許可を得て、主に機械材料学の教科書<sup>1)</sup>をもとに、鋳造の概要、凝固の科学、アルミニウムと鋳造アルミニウム合金、鋳造アルミニウム合金の高強度化、アルミニウムの鋳造実験および設問を章立てとして執筆した。「採掘したアルミニウムの原料である( )を、苛性ソーダ液で溶かしてアルミン酸ソーダ液を作り、そこから( )分を抽出する。アルミナを溶融氷晶石の中で( )することにより、アルミニウム地金を製造する」のように、重要箇所を空欄とし、当日の講義で埋めるようにした。

### 4. 実験内容

Al-Ti-B微細化剤によるアルミニウム鋳物の組織微細化と高強度化を実験テーマとした。内容そのものは高度であるが、「固体の核が溶湯中にあると凝固が促進される」、という基本原理は高校生にも容易に受け入れられる、と考えたためである。時間の関係上、実際に行う実験は微細化剤を添加した純アルミニウムの鋳造および共晶Al-Si合金の鋳造の2つとし、微細化剤無添加の純アルミニウム鋳物はあらかじめ用意しておいた。

### 5. 実施当日

機械工学科全体での30名の募集人数に対し、1.5倍以上の受講申込があり、受入可能人数の上限に達した後は受講をお断りする状況であった。7日に実施した「鋳物でいいものづくり」講座では、5名の受入れを予定していたものの、当日欠席があり、結果として3名の受講となった。

公開講座は10時にスタートし、最初の1時間はパワーポイントを使って、鋳造とアルミニウムに関する講義を行った。この際、図1および図2に示すように、(株)UACJ、日本軽金属(株)および東洋アルミニウム(株)ご提供のサンプルを使用させて頂いた。その後、メインイベントである鋳造実験を行った。図3に示すように、凝固中の温度変化を熱電対で測定し、温度-時間曲線の作成を高校生への課題とした。試料の切断までを午前中に、昼食を挟んだ午後には試料の研磨およびエッチングを行い、マクロ組織、ミクロ組織の観察とともに、ピッカース硬さの測定を体験させた。すべての作業は15時までに終わり、総括後の解散となった。



図1 アルミニウム製品を実際に手に触れて軽さを体験



図2 いろいろな製品がアルミニウムによりつくられていることに高校生も感動

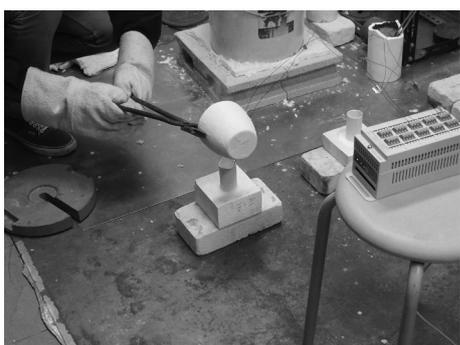


図3 メインイベントの鑄造実験。溶けたアルミニウムは、どのような色をしているのか、高校生は興味津々。ちなみに、熱電対により、凝固中の温度変化も測定している

## 6. 高校生への実験課題

当日、以下の課題を高校生に与えた。

- ★溶けたアルミニウムは、どのような色をしていたか。
- ★凝固中の時間経過に伴う温度変化（温度-時間曲線）を作成しよう。純アルミニウムの場合と、Al-Si合金の場合では、どのような違いがあったか。
- ★鑄造材のマクロ組織（肉眼による観察）をスケッチしてみよう。純アルミニウム鑄物と、Al-Si合金鑄物では、組織はどう異なるか。
- ★鑄造材のミクロ組織（顕微鏡による観察）をスケッチしてみよう。純アルミニウム鑄物と、Al-Si合金鑄物では、組織はどう異なるか。
- ★どのような条件で製造した鑄物の組織が微細化していたか。
- ★どの鑄造材が最も硬かったか。それは何故か。
- ★鑄造アルミニウムがどこで使われているかを調べてみよう。

時間内に、テキストに答えを書くように指示したところ、彼・彼女らなりに考え、答えを出していたように思える。高校生のスケッチした組織図をここに示せないのが残念である。

## 7. アンケート集計結果

全テーマでのアンケートを行ったので、一部の集計結果を披露する。受講者人数が少ないため（アンケート回答者数28名）、統計的な取扱いはできないが、傾向は読み取れるので、同様なイベントを行う際の参考にして欲しい。まず、所属高校の所在地であるが、意外なことに県外が過半数を超えていた。愛知県は地元志向が強いことで有名であるので、意外であった

が、県外高校では高校単位での申込みがあったためであろう。

「どのようにしてこの公開講座のことを知りましたか」の問いに対し、「お知らせのパンフレットを見た」が4名、「先生の紹介」が17名、「ホームページを見た」が5名、「親に聞いた」と「知人から聞いた」がそれぞれ1名であり、圧倒的に高校の先生の紹介が多い。これは、高校単位での申込みがあったことにも対応する。我々大学教員は、高校での出張講義や模擬講義をたびたび行うが、これらの講義と体験入学とをリンクさせると、より教育効果が高まるものと思える。

「鑄物でいいものづくり」に限定すると、「内容に興味を持ってましたか」の問いに対し、「大変面白かった」が1名、「面白かった」が2名であり、「どちらでもない」、「つまらなかった」および「全く面白くなかった」という回答がなく、高校生に充分手応えのある講座を開講できたことにスタッフは安堵する。また、内容を大学レベルに引き上げた「鑄物でいいものづくり」ではあったが、「内容をしっかりと理解することができましたか」の問いと「ほとんど完全に理解できた」、「半分以上は理解できた」、「半分以上は理解できなかった」、「ほとんど理解できなかった」、「全く理解できなかった」の5つの選択肢に対し、全員が「半分以上は理解できた」と回答した。高度な内容でも、興味のある高校生には、さほど難解ではないのであろう。設定も妥当であったことに、これもまた安堵する。なお、「この講座に対する受講人数は」の問いの、「多すぎる」、「多い」、「ちょうど良い」、「少ない」および「少なすぎる」の5択に対する回答は、「ちょうど良い」が2名、「少ない」が1名であった。スタッフも同感である。

## 8. おわりに

今回は、当日欠席者がいたため、3名という少人数の受講となったが、結果として、一人一つの試料を責任持って扱うことができた。また、普段、なかなか触れることのできない、溶けた状態のアルミニウムを見ることができ、高校生達にはよい勉強になったものと思う。

講座が成功裏に終了できたのも、アルミニウム製品を実際に手に触れて、間近に見ることができたためである。人材育成のための軽金属製品を供与して下さった(株)UACJ、貸与して下さった日本軽金属(株)および東洋アルミニウム(株)に感謝申し上げる。また、とりまとめをして下さった軽金属学会、加えてテキストへの転用の許可をして下さったコロナ社にお礼を申し上げる。

なお、名古屋工業大学は2016年4月に学科改組を予定しており、現在の機械工学科の機構系プログラムとエネルギー系プログラムは、電気電子工学科とともに電気・機械工学科へ、機械工学科の計測系プログラムは環境材料工学科の材料機能系プログラムとともに物理工学科へと再編される。我々の研究室は旧金属工学科の流れをくむ物理工学科の材料機能分野および創造工学教育課程の材料・エネルギーコースに移動する。今後、ますますアルミニウムをはじめとした金属工学教育に力を入れていきたい。

## 参考文献

- 1) 渡辺義見, 三浦博己, 三浦誠司, 渡邊千尋: 図でよくわかる機械材料学, コロナ社, (2010).