

本校オープンキャンパスにおける鑄造体験・実演イベント

立川 正真¹・江藤 春輝¹・国宗 理恵¹・山本 通¹・薬師寺 輝敏¹

¹機械工学科

大分工業高等専門学校では、毎年6月末から7月初旬頃の休日に、オープンキャンパスを開催している。その中で、筆者らはこれまでに、携帯ストラップを鑄造で製作するイベントを行ってきた。本イベントは、小学生から大人の方まで参加できるイベントで、来場者がスチレンボードにデザインを描き、それを切り取って型とし、注湯や穴あけまでの一連の作業を体験できるもので、例年、非常に盛況を博していた。しかし、新型コロナウイルスの影響で、本年度のオープンキャンパス(2020年9月に実施)は体験型のイベントは自粛せざる得なくなった。そこで、今年は、鑄造実演を来場者の前で行った後、鑄造で製作した記念品を配布することで、来場者に鑄造や切削加工などの工作法や、ものづくりの楽しさを伝えられないか模索した。本稿では、それらの一連の取組みについて紹介する。

キーワード：鑄造，低融点合金，マシニングセンタ，金型，スチレンボード型

1. 緒言

鑄造とは、金属を溶解し、型に流し込み、冷やして目的の形状にする加工方法である¹⁾。古くは東大寺の盧遮那仏の製作、最近では自動車部品等の製作に使われている²⁻⁴⁾。筆者らは、これまで本校のオープンキャンパスで、主に小中学生向けに、鑄造でオリジナル携帯ストラップ製作を体験してもらうイベントを行ってきた。そのイベントは、来場者がデザイン制作から鑄造品製作までの一連の作業を体験できるものであり、毎年、準備した約200人分の材料が、数時間で無くなるほど好評であった。一方、本校5年生のエンジニアリングデザイン⁵⁾という授業で、本研究室所属の学生は、本イベントの改善点を見つけ改良するように要求され、2名もしくは3名の学生主体でのものづくりを行い、その成果をオープンキャンパスで披露してきた。しかし、本年度は新型コロナウイルスの影響で、体験型のイベントは自粛せざる得なくなり、どのような手法とするか、再検討を行った。その結果、今年はこれまで行ってきた鑄造体験の実演を来場者の前で行った後、金型を用いた鑄造で製作した記念品を配布し、来場者に鑄造や切削加工の基本や、大分高専での取組みを伝える目的で準備を進めた。見栄えのする記念品を作るには、これまでの鑄造法では困難であったため、マシニングセンタで一から金型を製作し、さまざまなデザインをメダルに付加できるような工夫も行った。本稿では、それらの鑄造体験・実演イベントに関わる取組みについて紹介する。

2. 鑄造体験イベント(これまでの取組み)

(1) スチレンボード型を使った鑄造体験イベント

鑄造体験イベントは、例年、希望する来場者には、以下の全工程を体験してもらい、図1に示すようなオリジナル携帯ストラップを製作してもらっていた。その作業は、最初に作りたいものの絵を湯口も含めて、準備したスチレンボードに鉛筆で書いてもらい、その輪郭に沿って発泡スチ



Fig. 1 Casting samples



Fig. 2 Styrene board mold

ロールカッターで型となる部分を図2のように切り取る。次に、できたスチレンボード型を準備している木型で挟みバイスで固定し、融点が138℃である低融点合金を図3に示すように流し込む。その後、できた鋳造品の不要な部分を削り取り、ストラップを通すための穴あけを行う作業となる。このイベントでは、担当学生が丁寧に各作業を参加者に教える体制をとっていたことから、小学生でも鋳造体験が行えるものであった。

(2) エンジニアリングデザイン

本校・機械工学科では、5年生の前期にエンジニアリングデザインという授業が設置されている。これは、研究室の指導教員がクライアントとなり、学生がその要求を明確化し、要求を満たす最適なシステムやプロセスを提案・開発する授業である。本研究室では、数年前より、この授業で、オープンキャンパスでの鋳造イベントの課題を明らかにし、より良くするための手段を考えるように学生に要求してきた。次節に学生から出された提案の一例を紹介する。

(3) 3Dプリンタを使ったハンコの製作

鋳造体験イベントでは、前述したようにスチレンボードに鉛筆で好きな絵を描いてもらう作業があるが、実際はあらかじめ筆者らが紙で準備していたデザインを、スチレンボードとカーボン紙の上に置き、それを鉛筆でなぞって、デザインを描く来場者がほとんどであった。しかし、カーボン紙とスチレンボードの相性が悪く、鉛筆でデザインを

なぞってもスチレンボードにうまくデザインが転写できないという課題があった。そこで、エンジニアリングデザインの授業時間を使って、本研究室の学生達が、図4に示すような形状を3Dプリンタで製作した。これを、印肉につけてスチレンボードに押せば、誰でも簡単にスチレンボードにデザインが転写できるというアイデアである。

3. 鋳造実演イベント (本年度の取組み)

前述したように、2020年度のオープンキャンパスは、体験型の鋳造イベントの実施を自粛する必要があったため、鋳造実演と記念品配布で、来場者に鋳造や切削加工の基本や、大分高専・機械工学科の取組みを見せることとした。具体的には、以下のような取組みを行った。

(1) 金型設計

記念品として、鋳造で製作したメダルを配布することを学生間で検討し、金型製作を行った。

金型は、図5に示すような外板、中板、デザインプレートと蝶ネジによって構成される。それらを組み立てた金型を図6に示す。メダルの裏表のデザインを自由に変えられるように、文字などが加工されたデザイン部は金型から独立しており、組み換え可能になっている。デザインプレートを用意することで両面に個々のデザインを刻印できる



Fig. 3 Pouring work



Fig. 4 Stamp produced by 3D printer

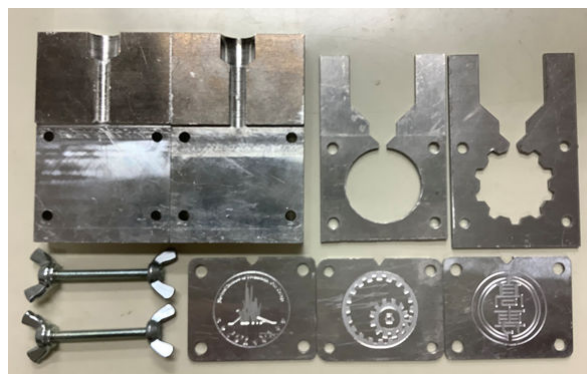


Fig. 5 Mold parts



Fig. 6 Mold

ため、今後、鑄造の体験イベントが再開できた際に、子供たちがデザインを自由に選択できるメリットもある。また、中板は円形だけでなく、歯車型やハート型等も用意した。

なお、外板はマシニングセンタを用いて加工を行い、中板、デザインプレートの切り出しは、ウォータージェット加工機を使用した。

(2) デザイン部加工

デザイン部の文字等は、マシニングセンタで加工を行った。今回、デザインの加工には本校に設置されている5軸マシニングセンタを使用した。加工には、X、Y、Zの3軸しか使用しないため、3軸マシニングセンタでも同様の加工が可能である。

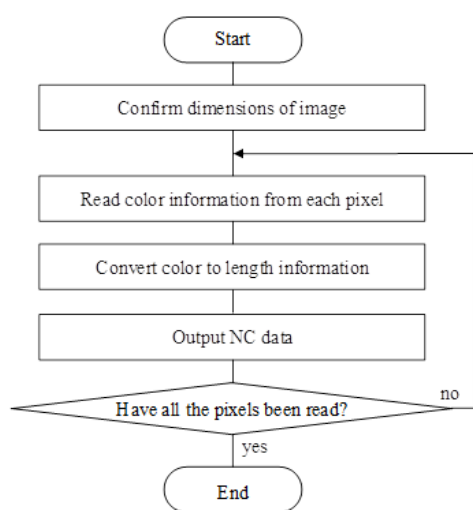


Fig.7 Flow chart



(a) Oita-kosen logo

(b) Monument

Fig.8 Design



(a) Sample1

(b) Sample2

Fig.9 Casting medal

ここで、加工に用いるためのNCデータは、Pythonを用いて、作成した。その原理は、図7に示すような手順で、任意画像を開発したプログラムに入力し、その画像の濃淡情報を高さ方向に変換し、NCデータを作成する。プログラムに加工溝の深さなどの加工条件、加工する画像のファイル名(.bmp)と出力するファイル名(.NC)を入力し、実行するだけの容易な操作性を有しているのが特徴である。加工条件は表1に示す通りである。なお、デザイン部の画像としては、図8に示すような画像を作成した。図8(a)が本校の校章、図8(b)が本校正門にあるモニュメントをイメージしたデザインである。

(3) 配布用メダル製作

オープンキャンパス前日に配布用のメダルを製作した。鑄造時の金属の温度は非接触式の温度計で測定し、160～190℃の状態で行った。所要時間は1つあたり組み立てと鑄造に2分程度、バリ取りに1分半程度要した。また、連続で鑄造を行うと金型本体が熱を持つため5回に1回ほど水冷を行う必要があった。図9が完成したメダルの外観である。湯回不良⁶⁾のような表面欠陥も多少見られ、まだまだ改良の余地はあるが、来場者に配布できるだけの加工品位を実現することができた。

(4) オープンキャンパス

本年度は、ソーシャルディスタンスを保つ工夫をしたうえで、昨年まで行っていた鑄造イベントの工程をパワーポイントで説明した後、図10に示すように実際にその場で型に注湯する実演を行った。型は全ての説明の終了後、実際に開けて鑄造された物を公開した。

製作したメダルの配布は、鑄造実演終了後クイズを出題

Table1 Machining conditions

Spindle speed	8000 min ⁻¹
Feed rate	800 mm/min
Pick feed	0.1mm
Tool	R0.5mm ball end mill (Union-Tool C-CHB2010 R0.5×2.4)



Fig.10 Casting event picture at open campus

し、正解者に配布する方式を取ることで参加者がより楽しめるようなプログラムとした。

5. 結言

本研究室で、これまでに取り組んだ鑄造体験や実演イベントに関する取組みについて本稿では紹介した。本取組みで得られた成果等について以下に記す。

(1) オープンキャンパスで実施するイベント内容に関する改善や改良を、エンジニアリングデザインの授業で取り組むことで、オープンキャンパスイベントについて学生自身が熟知でき、イベント参加者に安全に適確な指導ができるメリットがある。

(2) エンジニアリングデザインの成果発表の場は、別に設定されているが、オープンキャンパスも授業で取り組んできた成果発表の場となっている。自分達に取り組んできたことに関する来場者の生の声が聞けることは、モチベーシ

ョンアップにつながり、教育効果も高いと考える。

(3) イベント内容については、まだ改善や改良すべき点多々あり、今後もこのような取組みを継続する価値があると考ええる。

参考文献

- 1) 千々岩健志, 長尾高明, 木内学, 畑村洋太郎: 機械製作法通論 上, 東京大学出版会, p.75, 1982.
- 2) 尾崎龍夫, 矢野満, 濟木弘行, 里中忍: 機械製作法 I, 朝倉書店, pp.3-6, 2014.
- 3) 鬼鞍宏猷: 機械製作要論, 養賢堂, p.3, 2016.
- 4) 海野邦昭: トコトンやさしい 金属加工の本, 日刊工業新聞社, p.24, 2013.
- 5) 薬師寺輝敏: エンジニアリングデザイン, 大分工業高等専門学校webシラバス, 2019.
- 6) 和栗明: 要訣 機械工作法, 養賢堂, pp.31-33, 1975.

(2020.9.30受付)