

3D プリンタで印刷した簡易金型を用いた成形プロセスの可視化

A Visualization of Molding Process Using Simplified Mold by 3D Printer

松原 裕之, 岡藤 真幸, 森山 貴規
 Hiroyuki MATSUBARA, Masayuki OKAFUJI, Takanori MORIYAMA
 福岡工業大学
 Fukuoka Institute of Technology
 Email: h-matsubara@fit.ac.jp

あらまし: 3D プリンタで印刷した簡易金型を用いて, LEGO 互換ブロックの成形プロセスを可視化する教材を報告する. 樹脂を湯煎で軟化させ, 簡易金型を用いて成型する. 工夫として簡易金型のコア型, キャビティ型に NTC サーミスタを取り付けて, Arduino で成形時の温度変化を可視化する. 学習者に, 簡易金型の印刷時の ABS 樹脂の熱収縮誤差の考察, ブレッドボード上の温度の計測回路の実装とプログラミング, などを教材化した.

キーワード: 簡易金型, プラスティック成形, 3D プリンタ, デジタルファブリケーション

1. はじめに

近年の ICT (Information and Communication Technology) 化された「ものづくり」において, 3D プリンタやレーザカッタなどのデジタル加工機を用いたデジタルファブリケーション⁽¹⁾が注目されている. 従来, 主に工業製品の試作用途やラピッドプロトotypingなどに活用されてきた. 一方, 量産時には金型を用いて, 量産費用の低減, 高精度化, などのすみわけがされている.

本報告では両者の中間の特徴をもった簡易金型⁽²⁾に着目する. 産業界では, 多品種少量生産に適した簡易金型が広く用いられている. 本報告では, 3D プリンタを用いた簡易金型を題材とする. デジタルファブリケーションや ICT などのリテラシを有する金型技術者の育成を目的とする入門教材を開発する.

2. 簡易金型

図 1 に取り上げる簡易金型を示す. 題材として, 2x2 サイズの LEGO 互換ブロックの型とする. 図 1 左に金型の凹部となるキャビティ型, 図 1 右に凸部となるコア型を示す. 簡易金型の素材は ABS (ガラス転移点: 105°C), LEGO 互換ブロックの素材はプラスチック樹脂の一種であるヒノデワシ社のおゆまる (湯煎 80°C で軟化) として, 簡易金型の素材が相対的

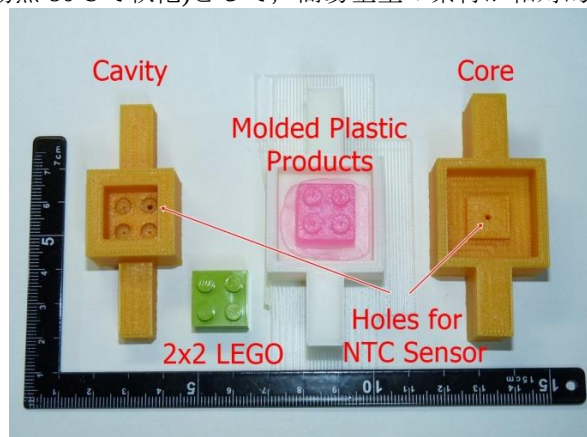


図 1 2x2LEGO 互換ブロックの簡易金型

に熱に強い組み合わせとする. 図 1 中のコア型の上部に, 桃色のおゆまるで成形した LEGO 互換ブロックを示す. なお, 成形したブロックは凸部, 凹部とも本物の LEGO ブロックと接合できる精度を持つ.

3. 教材の概要

本教材は金型技術の間口を広げるため, 金型に関する入門的な内容とする. 加えて, 近年のデジタルファブリケーション, ICT, 組込み開発などのリテラシの要素を選択して学習できる構成とする.

3.1 教材の構成

- ・ 簡易金型の設計 CAD の操作マニュアル

積層型 3D プリンタの印刷を前提とする簡易金型のキャビティ型とコア型の設計 (図 2(a)) を体験できる内容である. 設計 CAD はフリーソフトの Blender とした. 工夫点は 2 点あり, 1 点目は, 成型時の冷却状況を可視化するため, 温度センサの一種である NTC サーミスタを差し込む穴 (図 1) をキャビティ型とコア型にそれぞれ設ける. 2 点目は, 設計データ

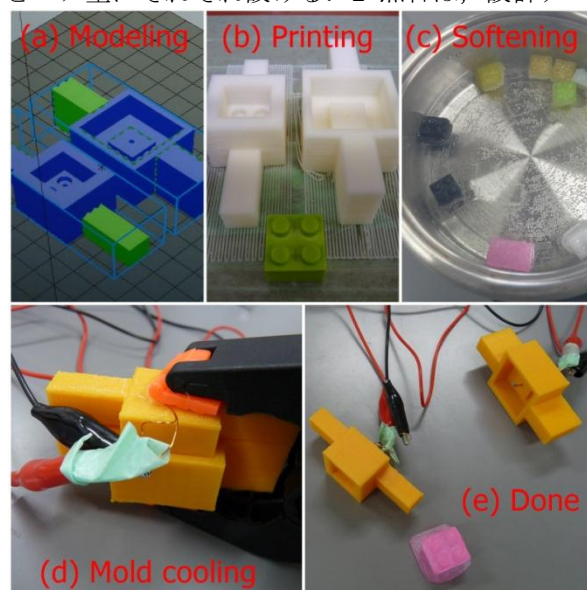


図 2 簡易金型の試作と成形プロセス

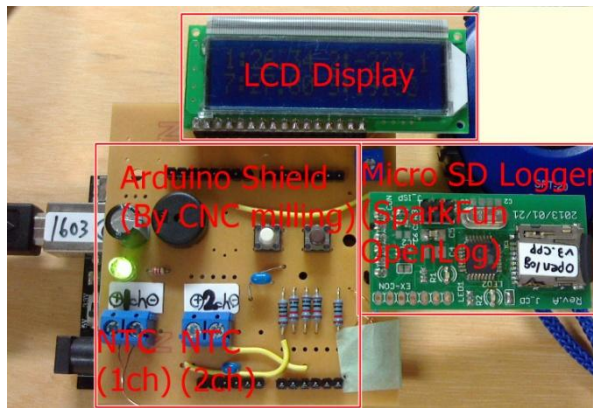


図 3 温度測定記録用の Arduino shield

の実寸法を 100%としたとき、印刷時の ABS 樹脂の熱収縮が 5~10%あることを考慮して、学習者が寸法を決定できる記載とした。設計の実寸法を小(95%), 中(100%), 大(105%), を例示として記載した。

・ 3D プリンタの操作方法

印刷時の ABS 樹脂の印刷条件(ホットエンド 230℃, ベッド 110℃, 積層ピッチ 0.2mm など), データ変換や操作方法の手順, 注意点を記載した。

・ 成形プロセスの可視化

印刷後の金型(図 2(b))を用いて, 素材のおゆまるを湯煎(図 2(c))して軟化させ, キャビティ型に押し込む。その後, コア型と組み合わせて, おゆまるの冷却(図 2(d))を概ね 15 分待つ。LEGO 互換ブロックに成形したおゆまるを取り出せば完成(図 2(e))である。

3.2 成形プロセスの可視化

温度変化を可視化する。簡易金型に組み込んだ NTC サーミスタの抵抗値から温度にリアルタイムに変換する。組み込みマイコンの Arduino Uno に対して, 図 3 に示すシールドの周辺回路を切削加工し, 温度表示用の LCD や温度のログを記録するマイクロ SD カードを取り付けた。ログの温度変化の可視化は表計算ソフトを用いた。図 4 に例を示す。

4. 教材の評価

学部 4 年生の 6 名に対して, 3.に示した教材一式を示した。4 月下旬の就職活動の隙間時間に簡易金型の設計, 3D プリンタの印刷, 成形プロセスの可視化までを体験させた。

体験の結果, 6 名とも簡易金型の設計(約 1 時間)と印刷(約 2 時間)は手戻りなく完了した。6 名とも熱収縮の影響を理解した。ブレッドボードを用いた温度計測用の回路実装とプログラミング(計 30 分)も卒なくこなした。一方, 温度計測のログ(約 30 分)から, 成形プロセス時のトラブルの有無が可視化された。計測例を図 5 に示す。(A)では, 学習者が温度センサの反応を見るためにセンサに手を触れて確認している。(B)では, 一旦キャビティにおゆまるを入れたが, 絶対量が不足していたため, すぐに取り外している。(C)では, 正常に冷却を待っている状態, などである。

今後の課題は, 成形プロセスの正常や異常の自動判定, 学習者の成形プロセス実施のライフログの蓄

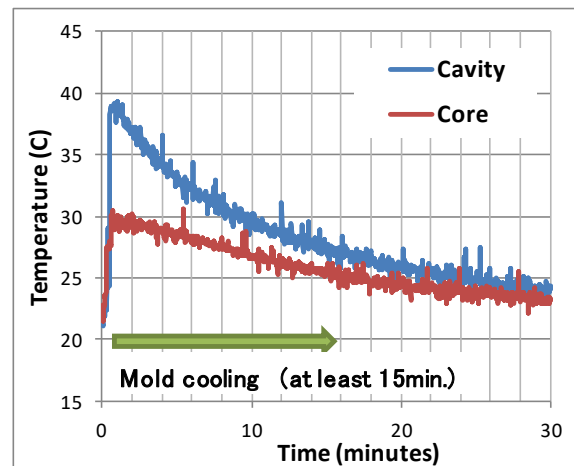


図 4 成形プロセス時の温度変化の可視化

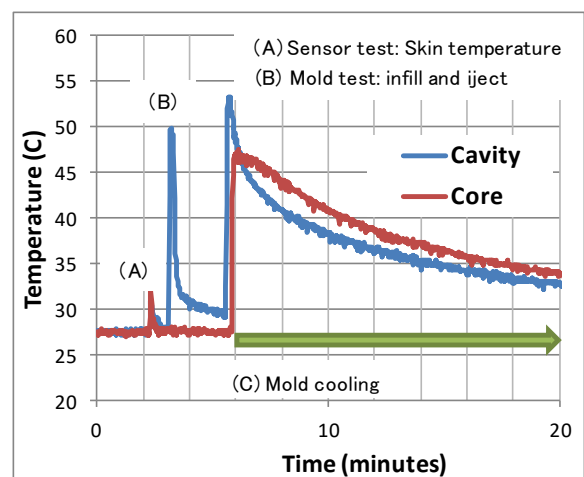


図 5 成形プロセスの温度計測の例

積, センサノードの IoT 化による異なるサイズの簡易金型の組み合わせの利用判定, などである。

5. おわりに

本報告では, デジタルファブリケーションや ICT などのリテラシを有する金型技術者の育成を目的とする入門教材を開発した。評価の結果, 金型試作の入門として手戻りなく実施できた。一方, 課題は成形プロセス時のおゆまるの詰め方, 温度計測の注意点などをマニュアル化し, 手戻りの削減である。

今後は, 得られた知見をもとに, 主に, 中学や高校の教諭を対象とした教員免許更新講習会の実施, 地域の児童や生徒を対象とした体験イベントの実施, などを通じた啓蒙活動を続けていきたい。

謝辞

本研究の一部は平成 27 年度の三井金型振興財団の研究助成を受けたものです。

参考文献

- (1) 田中 浩也: “FabLife —デジタルファブリケーションから生まれる「つくりかたの未来」”, オライリージャパン, 東京 (2012)
- (2) 吉田 弘美: “よくわかる金型のできるまで—製造工程の流れを追って解説”, 日刊工業新聞社, 東京 (2004)