

金型加工実験と射出成形実験の融合による量産型生産技術の教育実習

田牧純一，久保明彦（北見工業大学） 田島琢二（㈱マルトー）

1. はじめに

北見工業大学機械工学科は，自らの創造性を発揮して「ものづくり」を実践できる機械技術者の育成を目的とし，機械工学の基礎知識と応用能力を学生に獲得させるようなカリキュラムを構成している．その実践例として，CAD/CAM 教育では3D-CAD で設計した形状をラピッドプロトタイピング (RP) で確認し，その結果に基づいて金型を作成し，射出成形機で加工するという量産工程を意識した実習を行っている．本稿では，プラスチックメダルの製作を例にその概要を紹介する．

2. 光造形法によるデザイン確認

3次元 CAD ソフトウェアには Solidworks を使用し，設計した「形状」を光造形装置を用いて試作する．図1は設計したメダルの CAD データで，このデータを STL フォーマットのデータ (図2) に変換し，造形条件 (塗り潰し間隔，積層間隔，水平補正值等) を設定することによって造形データ (横方向にスライスし，多数の断面形データに分割) を生成する．次に，図3に示す光造形装置 (UNIPAPID-II，最大造形寸法 150mm 角，最小スライス幅 0.05mm，光ビーム径 ϕ 0.7 mm 標準) にデータを転送させ，スライスされた断面形状に合わせて，紫外線硬化樹脂上を紫外線ランプ光を走査して，一層ずつ硬化させながら積層させて立体形状を作成する．図4に造形例 (スライス幅 0.1mm，積層 32 層，直径 30mm) を示す．メダルに描かれた図形の浮き出し状態を触覚と視覚で確認しながら，CAD データの補正作業を行う．



図1 CAD データ

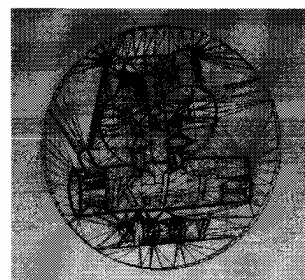


図2 STL データ

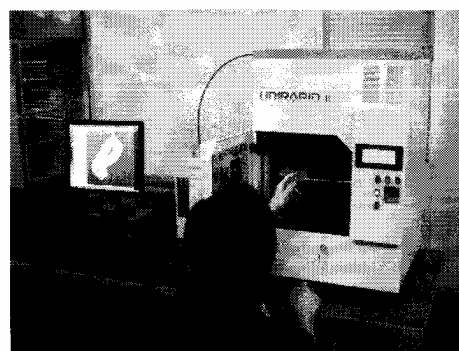


図3 光造形装置

3. メダル金型の加工

完成したメダルの CAD データを用いて，射出成形用金型を製作する．図5に示す卓上型 3 軸制御マイクロフライス盤 (㈱マルトー製，型式 MM-300，動作範囲：X 軸 200 mm，Y 軸 100 mm，Z 軸 50 mm，エンドミル最小径 0.5 mm，スピンドル最高回転数 12,000 rpm) を使用し，CAD データを反転させてから加工機のカッターパスを作成し，これを NC データに変換後，金型キャビティ部 (成形部) を加工する (図6)．

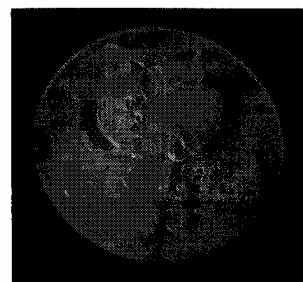


図4 造形品



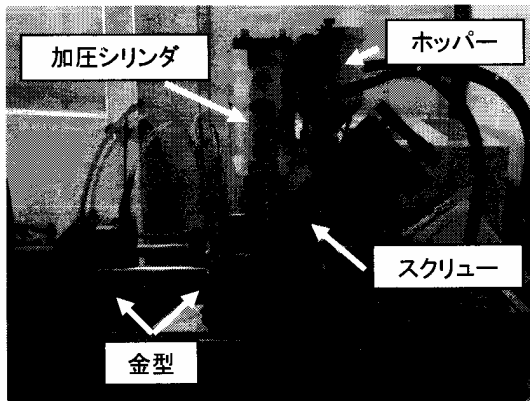
図5 卓上型 3 軸制御マイクロフライス盤



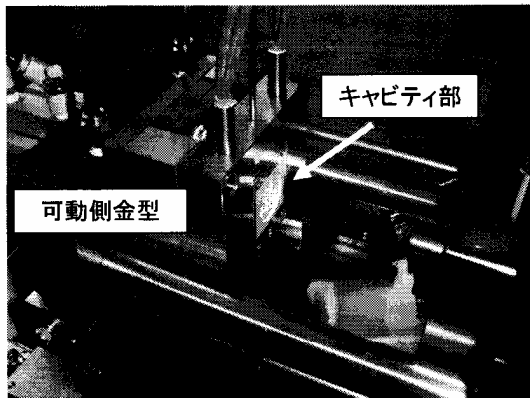
図6 金型キャビティ部

4. 射出成形によるメダル作製

図7に示す射出成形機（榊マルトー製，型式MM-350 ミニモルダー，型締めトルク方式 型締め力9 ton 射出圧力52 Mpa，プランジャー径13 mm，樹脂材料：ジュラコン）を用いて，プラスチックメダルを成形加工する．始めに3軸制御マイクロフライス盤で作製した金型キャビティ部を可動側金型に取り付ける（図7(b)）．成形加工はすべて本体コントローラーの画面で行い，表1の成形タイミングチャートのようにになっている．各動作はタイマ設定で行われる．射出成形性能は，製品の形状，周囲の温度環境，加熱温度，射出時間，冷却時間によって大きく変化する．この点を理解させるため各人にショットを行わせ，プラスチックの充填が不十分であったり，加熱しすぎてプラスチックが焦げてしまうことを体験させている．その後，満足できるプラスチックメダルを選択させ，製品にはライナーがついているのでカッターなどを用いて切り取り後，穴加工し携帯用ストラップを通して完成させる（図8）．今回使用した射出成形設定条件を表2に示す．



(a) 概観



(b) 金型キャビティ部の取り付け

図7 射出成形機

5. まとめ

北見工業大学機械工学科で行っているものづくり教育の中から金型を用いた量産型生産加工技術に関連する部分を紹介した．その他に，意匠設計された粘土モデルを3D-CADモデルに変化することにより量産を可能とするリバースエンジニアリングについても体験させている．

表1 成形タイミングチャート

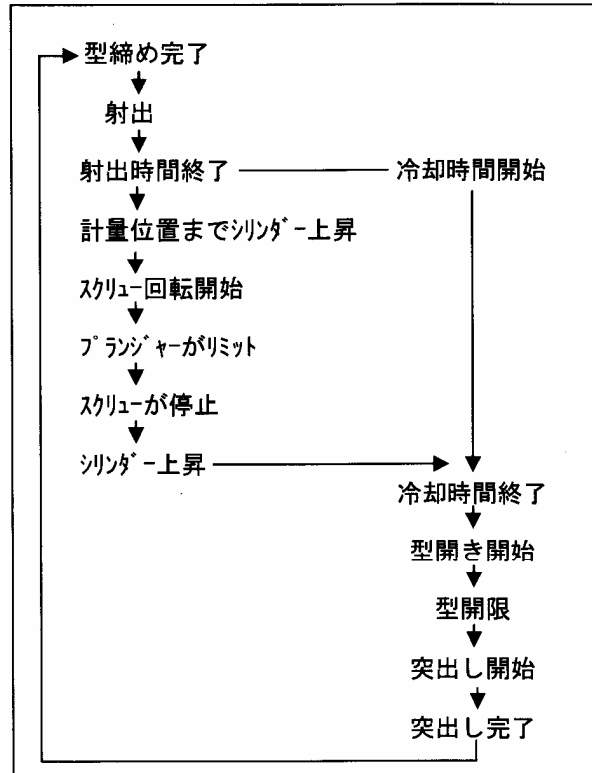
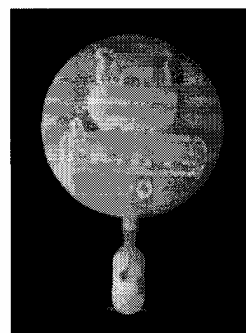
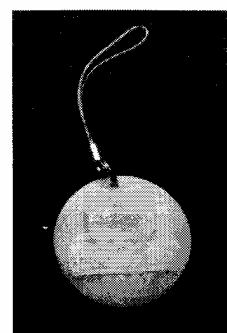


表2 射出成形設定条件

金型設定温度	固定側金型	70 °C
	稼働側金型	70 °C
成形機設定温度	スクリュウ	200 °C
	プランジャー	210 °C
	チャンバー	237 °C
	プローブ	230 °C
成形条件	射出時間	5 sec
	冷却時間	8 sec



(a) 射出成形後



(b) 完成品

図8 プラスチックメダルの射出成形