

技能五輪プラスチック金型職種の課題製作

多田 淳*・小笠原 奏太*・鈴木 慶也*

Assignment production for the Skills Competition Plastic mold occupation

Atsushi Tada* and Souta Ogasawara* and Keiya Suzuki*

要旨： 技能五輪全国大会は青年技術者を対象に行われている大会で、全部で 42 職種に分かれ競技が行われる。「プラスチック金型職種」は、生産エンジニアリング科の実習で学ぶ 3 次元 CAD/CAM 技術、精密加工技術を駆使した課題となっている。本報では、技能五輪の過去の課題を実際に製作した結果と今後の取り組みについて報告する。

キーワード： 技能五輪全国大会、プラスチック金型、3 次元 CAD/CAM、精密加工技術

1. 緒言

技能五輪全国大会（以下、技能五輪と略す）は、国内の青年技術者（23 歳以下）を対象に行われている大会で、全部で 42 職種（機械系・電子系・情報系・建築系・サービス系 etc.）に分かれて競技が行われている。

本校の生産エンジニアリング科では機械系技術として 3 次元 CAD/CAM や NC 工作技術を習得するための実習を行っている。「プラスチック金型職種」は本科で学ぶ技能をフル活用して行う課題となっており、学生の学びの集大成として課題製作に取り組むこととした。筆者らは本校で金型製作を行うのは初めてであり、CAD/CAM や工作機械の操作に関しては、手探りの状態であり、本校の設備で課題製作可能かどうかを検証する。

「プラスチック金型職種」の課題は 2 つに分かれており、課題 1 は「3D モデリング技術」、課題 2 は「金型製作と射出成形」となっている。今回はメインの課題となっている課題 2 の「金型製作と射出成形」に取り組むこととし、実際の過去の技能五輪課題を製作する。

なお、実際の大会では汎用フライス盤を用いて金型加工を行うが、技能検定 1 級以上のスキルが必要なレベルとなっている。今回は学生のレベルに合わせて汎用フライス盤での加工は見送り、本科の実習で学んだ 3 次元 CAD/CAM 技術とマシンングセンタを使って金型加工を行うこととする。

2. 技能五輪「プラスチック金型職種」

技能五輪は、毎年 11 月頃に行われる。「プラスチック金型職種」は大会本番の半年ほど前に課題候補として 4 種類の課題図が公表される。大会当日はそこから 1 種類の製品が指定され、競技を行うことになる。よって選手はどの製品でも対応できるよう準備しておく必要がある。

課題 1 は 3DCAD を使用し、課題図から 3D の製品形状を作成する「3D モデリング技術」となっている。（使用する 3DCAD は Autodesk Inventor）形状の欠落の有無やマスターモデルとの体積の比較などで採点される。課題 2 は製品図、金型組立図、部品図を参考に 3DCAD を用いて金型を設計し、さらに 2 次元の図面作成を行う。設計後は汎用フライス盤を用いて金型を加工し、磨き作業する。指定された持参の金型部品と加工した金型部品を組み合わせて金型を完成させる。さらに射出成形を行い、できあがった射出成形品の寸法や外観状態も審査対象となる。これらの工程を選手 1 人で 4 日間かけて行う競技となっている。表 1 に課題の配点と競技時間を示す。

表 1 課題の配点と競技時間

	配点項目	配点	競技時間
課題1		5 点	1 時間00分
課題2	図面	21点	3 時間
	金型	36点	6時間30分
	成形	36点	30分
作業態度		2点	
合計		100点	11時間00分

* 山形県立産業技術短期大学校庄内校
〒998-0102 山形県酒田市京田三丁目 57-4
e-mail: tada@shonai-cit.ac.jp

* Shonai College of Industry & Technology
3-57-4 Kyoden, Sakata City, Yamagata, 998-0102, Japan
e-mail: tada@shonai-cit.ac.jp

3. 金型設計

3.1 製品のモデリング

金型設計の最初の作業は、公表されている課題図をもとに 3DCAD で製品形状をモデリングすることである。今回は第 59 回大会の課題を製作することにし、モデリングには SolidWorks を使用した。製品名は「ダンプカー」で合計 4 つの部品から構成される。図 1 に課題図の一例を示す。

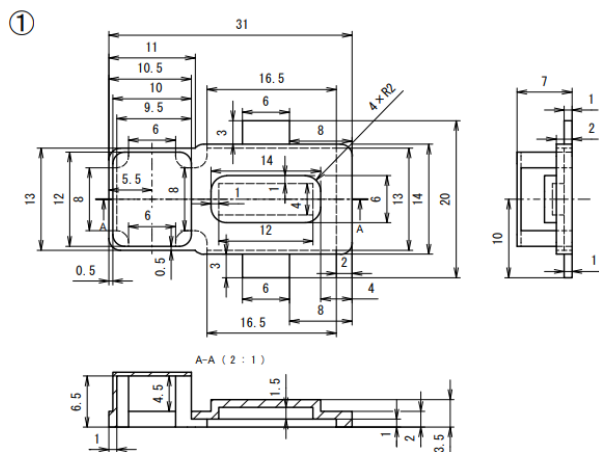


図 1 課題図 (本体)

図 2 に課題図をもとにモデリングを行った製品形状、図 3 に製品 4 つを組み合わせたアセンブリモデルを示す。

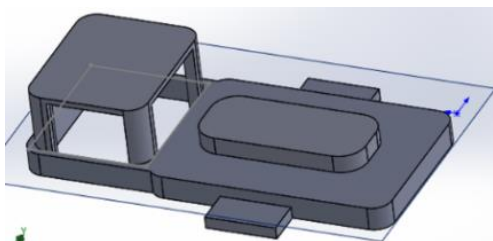


図 2 モデリングした製品形状 (本体)

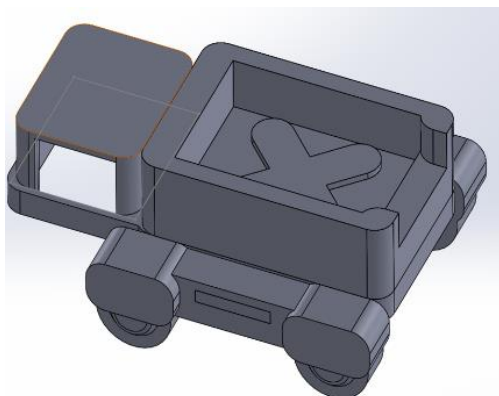


図 3 アセンブリモデル (ダンプカー)

3.2 キャビティとコアのモデリング

次に射出成形品を作るためには金型に樹脂を流し込む空洞が必要なため、キャビティとコアをモデリングする。モデリングした製品形状を利用し、SolidWorks の組み合わせ機能を使って製品の反転形状を作る。図 4 にモデリングしたキャビティとコアを示す。

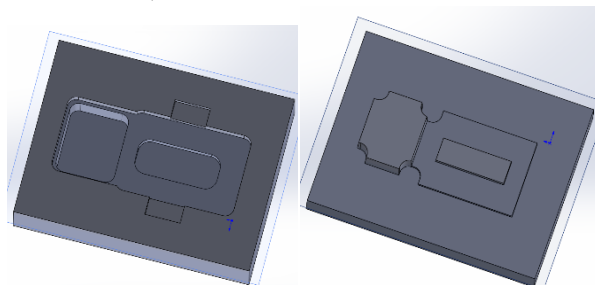


図 4 モデリングしたキャビティとコア

3.3 ランナーの配置

キャビティ側に金型内の空洞に樹脂を流し込むためのランナー (樹脂の流れ道) を配置する。今回は 4 個の製品を 1 つの金型に配置するため、ランナーは樹脂が均等に流れるように設計した。また、ランナーと製品部には金型からの離型がスムーズにできるよう抜き勾配を設けた。

3.4 エジェクタピン用の穴配置

コア側には製品形状のほか金型が開いた後に、成形品を金型から押し出すためのエジェクタピンを配置する穴をあける。ピンの太さや配置のバランスを良くしないと製品を押し出す際に、製品を変形させてしまったり突き破ったりすることがある。

3.5 キャビティプレート・コアプレートの設計

4 つの製品のキャビティ・コアを組み合わせ、それぞれのプレートを完成させる。(図 5)

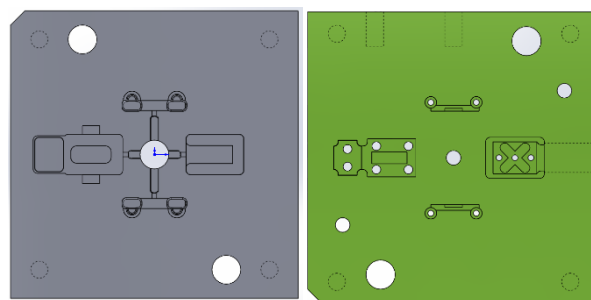


図 5 完成したキャビティプレート・コアプレート

3.6 金型のアセンブリ

作成した金型モデルとダウンロードした金型標準部品を使用してアセンブリを行い、モデリングした形状の大きさや位置に間違いはないかの確認をする。図6にアセンブリしたモデルを示す。

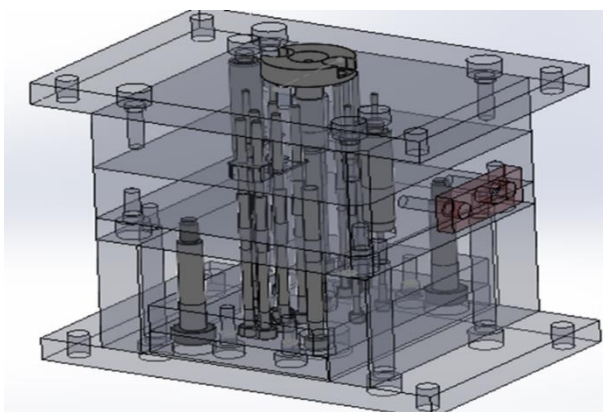


図6 金型のアセンブリモデル

4. CAM

CAMとは「Computer Aided Manufacturing」の略で、工作機械を動かすためのNCプログラムを作成するツールである。今回はCAMWorksを使用した。プレートごとに使用する工具とそれに合った主軸回転数、送り速度を設定し、シミュレーションを行い、異常や削り残しがないか確認を行う。図7に加工シミュレーションの結果を示す。

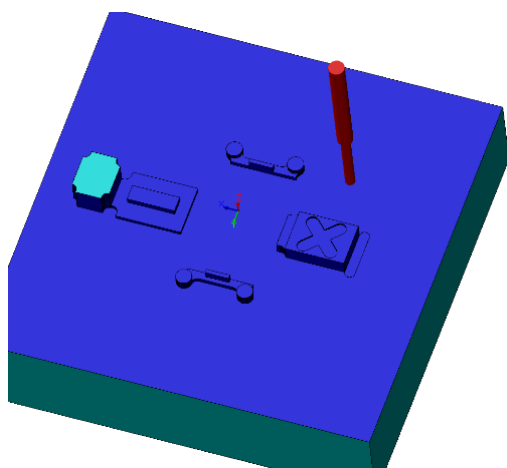


図7 加工シミュレーション

シミュレーション後、ポストプロセスを行う事で加工に必要なNCプログラムが自動生成される。

5. 金型加工

マシニングセンタ（大隅豊和 MILLAC438V）を使用してすべての金型加工を行った。加工したプレートと購入した金型標準部品（ネジやピンなど）を使い金型を組み立てた。図8に加工したキャビティとコア、図9に組み立てた金型を示す。



図8 加工したキャビティとコア



図9 組立てた金型

6. 射出成形

本校の射出成形機に取付け可能な金型サイズは80mm×80mm×80mm以下である。技能五輪の課題通りに製作した金型のサイズでは本校の射出成形機では取付けができなかった。そこで山形県工業技術センター（山形市）の射出成形機（日本製鋼所 J30E-C3）を借用して射出成形を行った。図10に今回使用した射出成形機、図11に射出成形機に取り付けた金型を示す。



図 1.0 射出成形機（日本製鋼所 J30E-C3）



図 1.1 射出成形機に取付けた金型

6.1 1回目の射出成形

金型の取り付けには問題がなく、射出成形することはできた。しかし、金型の設計段階での不具合があったため、1つの部品に樹脂を流すことができなかった。図 1.2 に設計段階での不具合を示す。製品の向きを 180°逆配置していたことにより、ランナーから流れ込んだ樹脂が製品部の空洞までたどり着くことができないことがわかった。修正は不可能でキャビティとコアは材料を再購入して、再加工した。

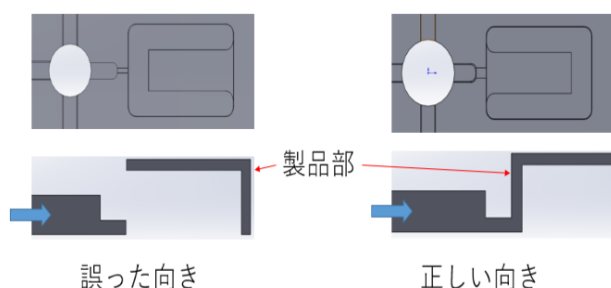


図 1.2 設計の不具合

6.2 2回目の射出成形

金型再加工後、2回目の射出成形を行った結果、設計通りの製品を作ることができた。図 1.3 にランナー付きの射出成形品、図 1.4 に組み立てた製品を示す。



図 1.3 ランナー付きの射出成形品

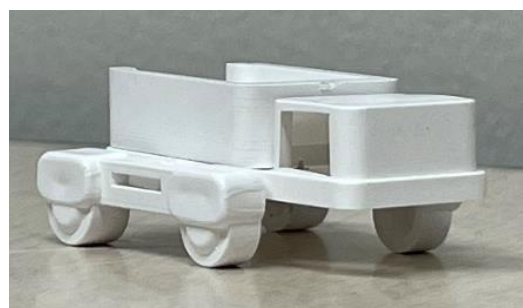


図 1.4 組み立てた製品

7. 結 言

技能五輪「プラスチック金型職種」の課題 2「金型製作と射出成形」に取組み、本校の設備でも金型製作ができた。また、射出成形機は工業技術センターの設備を借用することで射出成形も設計通りの製品を製作できた。

今後の課題は 2 点ある。技能五輪では金型加工は汎用フライス盤を使用するため、今後は汎用フライス盤での金型加工に取り組む。さらに課題 1 の「3D モデリング技術」も今回は手つかずであったため、今後取組んでいく。

最後に、金型製作は本科で学んだ技術をフル活用できる良い教材であると考えており、今後もこの課題製作に取り組んでいきたい。

謝 辞

最後に、本研究を行うにあたり射出成形機を使用させていただき、作業指導していただいた山形県工業技術センター化学材料表面技術部 後藤喜一氏に心より感謝いたします。