# SURE 静岡大学学術リポジトリ Shizuoka University REpository

三次元切削加工機と低融点金属を用いた簡単な鋳造 体験用モデルの検討

メタデータ	言語: jpn
	出版者:
	公開日: 2015-11-16
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 永田, 照三
	メールアドレス:
	所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00009237

# 三次元切削加工機と低融点金属を用いた簡単な鋳造体験用モデルの検討

永田 照三 技術部 ものづくり・地域貢献支援部門

### 1. はじめに<sup>[1]</sup>

近年の学生の「ものづくり経験不足」対策として、静岡大学工学部では、次世代ものづくり人材育成センター(CCE)において全工学部新入生を対象とした創造的な「ものづくり実習」を行っている。また、CCEでは様々な3Dモデルの製作に威力を発揮する図1のような三次元切削加工機を数台有し実習等に用いている。この加工機は、加工可能な材料として樹脂材料に限られるが、専用CAMソフトを使用すればプリンタ感覚で比較的容易に加工することができる点が特徴である。そのため、「ものづくり実習」だけでなく、加工技術を体験することを目的に地域の高校生等への体験実習的な授業等でも利用している。しかし、実際には切削加工は時間がかか



図 1 三次元切削加工機 (Roland DG 製 MDX-40)

るため、短時間の体験実習的な授業では切削デモを見せるだけになっているのが現状である。また、加工 技術についても切削加工だけの体験になっているのが現状である。

上記現状の問題を解消するため低融点金属(融点 70~150℃位)を使用することによる安全で簡単な鋳造体験実習を検討することを目的とする。鋳造に使用する鋳型を三次元切削加工機で加工することにより、二つの加工(鋳造・切削)方法を同時に体系的に体験することができる。また、鋳造実習は、低融点金属を使用すれば準備から冷却まで比較的短時間で行えることが予想されるので、デモを見せるだけでなく実際の鋳造作業を直接自分で体験させることが可能なため、より興味・関心を持った体験実習にすることが期待できる。そのためには、それを実現させるような鋳物モデルを考案する必要があり、その試作・検討を報告する。

#### 2. 鋳造と切削について[2][3]

鋳造とは、溶かした金属を鋳型と呼ばれる型に流し込んで鋳物と呼ばれる製品を作る作業で、昔から仏像・銅像・釣鐘・なべ・かまなどをつくるのに行われてきた。現在では他に工作機械・自動車・船舶・航空機・電子機械などの部品に色々な形や大きさの鋳物が使われている。今回は、その鋳造において使用する金属に低融点金属(融点 70~150℃位)を用いることで安全で簡単な体験実習を行えるようにする。まず、そのための鋳物モデルの検討を行う。

切削加工とは、材料の不要な部分を刃物で削り取って所要の形状・寸法、および適切な仕上げ面に加工することで、削り取った不要な部分は切りくずになって、材料の一部が無駄になり、比較的加工時間がかかるという欠点もあるが、精度の高い製品が得られるので、各種加工法の中でも最も広く用いられている。今回は、低融点金属による鋳造なので、鋳型に樹脂材料などを使用することができるため、図1の三次元加工機を用いた樹脂材料による切削加工で鋳型製作を行うことにより、精度の良い鋳型が比較的簡単にできる。またモデルの工夫によっては切削箇所を限定して時間の短縮を図ることも考えられるため、体験実習の中で実践することも可能になり、二つの加工方法を直接体験できる体験実習への応用も検討する。

# 3. モデルの設計

モデルの設計には、安全に短時間で行えて、体験実習参加者のオリジナル性を持たせたものを検討する必要があり、種々検討した結果、ローマ字表記によるネームプレートを検討した。ネームプレートであれば、比較的厚みのない小型のものでオリジナル性を持たせることができ、また、ローマ字なら切削形状もそれほど複雑にならないため条件に合っていると考えられる。そのネームのアルファベット部分は鋳型上では組換え可能な構造とし、アルファベットを交換すれば複数の参加者が同じ鋳型を使用してもオリジナル性を持たせることができ、そのアルファベット部分のいくつかをさらにオリジナルで設計・製作可能とすることにより、部分的な切削作業になり時間短縮が可能ではないかと検討した。設計には、3D-CADソフトウェアとしてRhinoceros 4.0 を使用して行った(図 2 および図 3)。

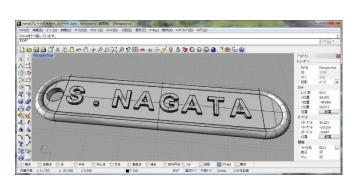


図 2 3D-CAD (Rhinoceros 4.0) による設計 画面 (鋳物モデル案)

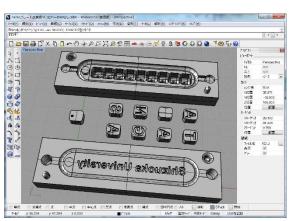


図3 3D-CAD (Rhinoceros 4.0) による設計 画面 (鋳型用モデル案)

#### 4. モデルの試作

# 4.1 鋳型モデルの製作<sup>[2]</sup>

通常鋳型は、高温で溶かした金属を注入して鋳物をつくるのを目的としているので、溶かした金属の温度や圧力に耐えるように鋳物砂や金属でつくられるが、今回低融点金属(融点 70~150℃位)を用いて小型なものにすることにより、ケミカルウッドなどの樹脂材料でも可能と考え、図1の三次元加工機による

切削加工で直接樹脂材料を使って鋳型を製作した。

手順としては、3D-CAD により設計した鋳型データを 三次元加工機(MDX-40)に付属の CAM ソフトウェア MODELA Player4 で読み込み、切削用データを生成し、 MDX-40 によって切削加工して製作した。試作鋳型に 使用した材料は、ケミカルウッド(サンモジュール TW)。使用ツールは、 $\phi$ 6mm ストレートエンドミル (WXL-EDS 6)、R1.5mm ボールエンドミル

(WXL-LN-EBD R1.5×16×6)、R0.5mm ボールエンドミル (WXL-LN-EBD R0.5×16×6) などを用いて加工した。切削加工時間は、荒削り・仕上げ・詳細な仕上げのみの工程で約35時間かかった。出来上がった試作鋳型モデルは、アルファベット部分や上下の部分などのはめ合わせも不具合なく完成した(図4)。



図4 完成した試作鋳型モデル

# **4.2** 鋳物モデルの製作

鋳物モデルの製作(鋳造)は、通常アルミなどの金属を高温の炉で溶かして行うが今回は低融点金属(U アロイ 70G: 融点 70°C)を用いるので、マントルヒーターにビーカーでお湯(約95°C)を作り、このお 湯の中で低融点金属を溶かし、ホットプレート上で保温した型の注ぎ口から抜け口まで低融点金属がいき わたるように素早く流し込んで製作した(図5)。その後、型を冷ました後、ゆっくり型から外し、余分な 個所を切り落としヤスリをかけて完成した(図6)。







図5 低融点金属を用いた鋳造の様

図6 完成した鋳物モデル

#### 5. 結果および考察

鋳型モデルは、目的に合った加工ができた。切削時間は、全体で当初モデルでは約52時間かかったがその後のモデルの縮小化や切削工程の見直しで約35時間まで短縮させることができた。しかし、2時間程度の体験実習の中で納めるほどに短縮することはできなかった。その代りアルファベット部分の1セル(8×7mm)の切削時間は、CAMソフトウェア MODELA Player4の切削プレビュー機能(Virtual MODELA)

で予測すると5~10分(文字形状により範囲あり)程度になるため、 体験実習内で実際に切削することも十分に可能と考えられる(実際には参加者数や諸条件にも影響する)。

次に鋳物モデルは、モデルの厚みを薄くし過ぎると金属の流れないところが出たりするので、ある程度の厚みが必要なことが分かった( $1\sim1.5 \mathrm{mm}: \times \quad 3\sim2 \mathrm{mm}: \bigcirc$ )。また、今回用いた低融点金属(U アロイ 70G)の成分には、少量の鉛・カドミウムが含まれるので、より安全性を考えると U アロイ 138G(成分:ビスマスと錫の合金)の使用の検討が必要で融点が 138  $\mathbb{C}$  になるため、今回使用した熱変形温度 82  $\mathbb{C}$  の型材では、変更等の検討が必要になる。





厚み 1~1.5 mm厚み 2~3 mm図7厚みを変えたモデル例

最後に、鋳造は手早く流し込まないと途中で固まって流れなくなったりするので注意が必要だった(低融点のため)。型をホットプレートで保温することにより、途中で固まることをある程度回避することができるようになった。また、低融点金属を湯煎で溶かすことにより、加熱し過ぎることなく熱変形温度 82℃の型材でも問題なく行うことができた。

# 6. おわりに

低融点金属を用いた鋳造により鋳型を樹脂材料で加工することができるので、三次元加工機を使った切削加工と組み合わせることができるモデルの考案ができた。体験実習での型の切削部分を組み換え可能なアルファベット文字部分に限定すれば、2時間程度の体験実習の中にも十分切削加工を組み込むことが可能なことも分かった。低融点金属を使った鋳造も安全で短時間に比較的容易に実施できることが分かった。

また、モデルには、体験実習参加者の興味をひくためにある程度のオリジナル性を持たせることができた。 ただ、今回使用した低融点金属の成分を考えると実際の体験実習で使用するときには、より安全なもの への変更等の検討が必要である。その際には、鋳型に用いる樹脂材料の検討も合わせて必要になる。

### 7. 今後の課題

今回の鋳物モデルの他に別のモデルなども設計・試作・検討して、鋳造体験実習によりふさわしいモデルを今後とも検討していく必要がある。

さらに可能であればその鋳物モデルなどを用いて、実際に高校生への体験実習やイベントなどで鋳造体験実習を実践して、モデルや内容について検証する必要がある。その際には、安全面、内容、時間配分のさらなる検討が必要になる。

#### 豁纏

この取り組みを行う上でご指導・助言および設備等のご提供を快くしていただきました静岡大学工学研究科・東直人教授(静岡大学工学部次世代ものづくり人材育成センター創造教育支援部門長)に深く感謝申し上げます。

また、アイデアや適切な助言等をしてくださった同僚の戎俊男 技術専門職員、太田信二郎 技術専門職員に深く感謝いたします。

最後に、この取り組みの一部は、日本学術振興会より平成 26 年度科学技術研究費補助金(奨励研究)の 助成を受けて実施したものであるので、ここに謝意を表する。

#### 参考文献

- [1] 永田照三:「三次元切削加工機と低融点金属を用いた簡単な鋳造体験用モデルの検討」平成26年度総合技術研究会 報告集(2014).
- [2] 嵯峨常生, 中西佑二ほか7名:「新版 機械実習1」実教出版(株)(2010).
- [3] 平井三友、和田任弘、塚本晃久:「機械工作法(増補)」(株) コロナ社(2008).
- [4] 尾崎龍夫,矢野満,濟木弘行,里中忍:「機械製作法 I-鋳造·変形加工·溶接-」(株)朝倉書店 (2001).
- [5] MODELA MDX-40 ものづくりガイド VOL.1 モデリングアール (株) (2005).
- [6] MODELA MDX-40 ものづくりガイド VOL.2 モデリングアール (株) (2005).