

創造工学基礎演習における板金加工実習の導入計画と準備状況

○遠藤 祭^{A)}

^{A)}釧路工業高等専門学校 教育研究支援センター 建設・生産グループ

1. 導入

本校では平成 28 年度より学科改組を実施し、従来の 5 学科体制から 1 学科 3 コース制へ移行した^[1]。これに伴い、平成 29 年度よりスマートメカニクスコース 2 年次を対象とした「創造工学基礎演習」を創設している。本演習は情報工学分野と機械工学分野の横断的な実習として設計されており、情報工学分野の学生も実習工場で加工実習を履修する点に特色がある。しかし、機械工学分野の学生にとっては後続科目「機械工学実習・実験Ⅰ・Ⅱ」の手仕上げ実習と種目重複や作業の単調化、学習意欲の低下が課題となっていた。そこで、従来実習の重複課題を解消するため、板金加工を新規導入する計画を立案した。本実習では、従来のけがき・やすり掛けに加え、展開図の理解、塑性変形、および接合(スポット溶接)の板金加工の技能を多人数・設備制約環境でも成立する板金実習を構築することを目的とした。本報告では、令和 8 年度からの本格導入を目指し、板金加工の導入準備に向けた教材試作、学生へのアンケート調査、試作検証および実習計画の見直しについて述べる。

2. 実習教材の試作開発と予備調査

2.1 1 次試作とアンケート調査の実施

実習課題の選定にあたり、図 1(a)に示す工作実習例として公開されているペン立て^[2]を選定し、本校の工場設備での製作の可否を検証した。供試材は、亜鉛メッキ鋼板(板厚 0.3mm)を用いた。設備面では、板金に必要な工具類、塗装用品等に加え、スポット溶接機等の板金加工に必要な主要設備があり、図 1(b)に示すペン立ての製作が可能であることを確認した。一方で、折り曲げ機およびスポット溶接機は

いずれも 1 台のみの保有であるため、多人数実習環境下では工程の停滞が発生することが予想される。そこで、折り曲げ機の使用を廃止し、はぜ組みを追加した手曲げ加工に変更し、スポット溶接打点数の最小化する方針を設定した。

また、教材の妥当性を検証するため、学生へのアンケート調査を実施した。令和 7 年度に本演習を履修した 2 年次学生 61 名(情報工学分野 31 名、機械工学分野 30 名)を対象に口頭調査を行った。調査項目は「実習で製作してみたいか」、「製作物を持ち帰った場合に使用するか」の 2 点とし、肯定(○), 条件付き肯定(△), 否定(×)の 3 段階で評価した。なお、本調査において条件付き肯定(△)は「製作に関心を示しているが、使用場面が限定的」と解釈し、△の回答は「興味はある」と判断し、肯定的評価に含めてアンケート集計した。図 2 に示す調査の結果、情報工学分野では肯定的評価(○・△)が 75%, 機械工学分野では 87%となり、7~8 割の学生から肯定的評価が得られた。その結果、教材選定の妥当性が確認されたため、板金加工における製作課題をペン立てに決定した。なお、否定(×)意見の中には、他の製作物を希望する意見も見られたが、今回は対象外とした。

Q. 実習で製作してみたいか？
製作品を持ち帰った場合に使用するか？

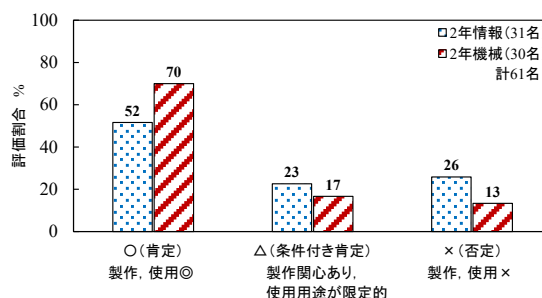
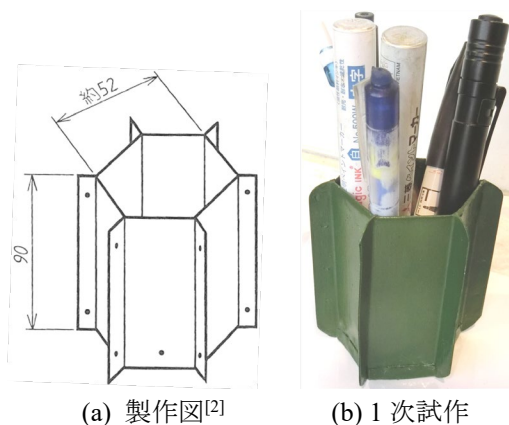


図 2 学生へのアンケート調査結果

2.2 2 次試作における溶接条件と実習計画

1 次試作の結果を踏まえ、2 次試作では多人数実習へ対応するため、スポット溶接条件の検討を行った。スポット溶接は卓上スポット溶接機(ART-7902, 大同興業製)を用い、はぜ折り後の板厚 0.3mm を 3 枚重ねた部位を評価対象とした。亜鉛メッキ鋼板の溶接条件^[3]を参考に、溶接電流と通電時間(サイクル)を変化させ、スポット溶接代および打点数を比較検証した。スポット溶接は 3 枚重ねたはぜ組み部表面に施



(a) 製作図^[2] (b) 1 次試作
図 1 板金加工によるペン立て製作品

すものとし、溶接代を(1)5mm・10mm, (2)7mm・10mm, (3)10mm・10mm と比較の結果、(3)以外は板材の継ぎ目上またはその近傍に溶接痕が形成されやすく、溶接外観評価による接合不良の発生が懸念された。また、側板同士の溶接におけるスポット打点数(2~5か所)を比較した結果、2か所の溶接によりペン立ての実使用に必要な強度が確保できることを確認した。そのため、溶接代は 10mm・10mm, スポット打点数は側板同士が 2 か所で必要強度を確保できると判断し、側板と底板の溶接は 1 か所とした。

次に、実習(90 分×3 回)構成は、各回の工程を①けがきと切断、②手曲げ・組立とスポット溶接、③やすり掛けと塗装に配分した。担当者による図 3(a)に示す 2 次試作の結果、①100 分、②60 分、③80 分を要し、実習時間 90 分を超えた工程もあり、目標時間 60 分を大幅に超過した。また、実習時間内にはレポート作成時間(10~20 分)が必要であり、工程の簡素化と作業時間の短縮が必須であることが分かった。

2.3 3 次試作による形状変更と作業時間の検証

担当者による 2 次試作の結果から、試作時間が実習枠(90 分×3 回)を超過したため、底面形状を六角形から正方形へ変更し、側板枚数を 6 枚から 4 枚へ削減した図 3(b)に示す 3 次試作を実施した。この形状変更で、板金加工に必要な「切断・曲げ・接合」の工程を保持しつつ、作業時間は①50 分、②30 分、③50 分となり、作業時間を約 4 割短縮し、60 分の目標に近接した。試作品を基に、学生への試作検証を行い、実習計画の妥当性と工程の課題把握を行った。



(a) 2 次試作 (b) 3 次試作
図 3 ペン立て試作品の写真

3. 学生による試作と実習計画の見直し

3.1 学生による試作検証

実習計画の妥当性を確認するため、機械工学分野 3 年生 3 名を対象に、3 次試作品を用いた実習形式での予備的検証を行った。学生は板金作業未経験で

あり、実習(90 分×3 回)を想定して試作を実施した。その結果、学生の作業時間は①80 分、②90 分、③80 分を要し、45°のけがき作業、拍子木と当て金を利用した曲げ加工、および面取りの仕上げ工程がボトルネックであった。これにより、安全教育の説明を省略した条件でも、学生の製作時間が 60 分の目標に作業完了できないことが分かった。そこで、当初の計画から作業工程の更なる短縮化を図るため、実習計画の見直しに反映した。

3.2 実習計画の再検討

学生試作の結果を踏まえ、実習計画を再構成した。第 1 週のけがきと切断は、板金 1 枚から 5 枚の切り出し工程を省略する。第 2 週の手曲げ・組立とスポット溶接は、第 2 週に溶接の安全教育を実施し、スポット溶接の実作業を第 3 週に集約する。曲げ作業が早く完了した学生に対しては、第 2 週での前倒し対応を可能とする。最後に、第 3 週のやすり掛けと塗装は、スポット溶接後にやすり掛けによる仕上げを行う。塗装は、その目的や作業方法は必ず説明するが、時間内に完成可能な学生および希望者のみとする予定である。この改訂により、板金加工の基本技能やレポート作成時間(10~20 分)を保持しつつ、全学生が時間内に製作を完遂可能な計画を再構築した。

4. まとめと今後の計画

本報告では、多人数・設備制約環境でも成立する板金実習の導入を目的として、教材試作、学生調査および工程検証を通じて実習計画を整備した。その結果、既存の工場設備を活用し、手曲げ加工と溶接条件の最適化によって、多人数実習に対応可能であることが示された。また、PDCA に基づく試作過程により、学生が時間内に製作を完遂できる実習計画を構築し、導入準備として有効な知見が得られた。

今後の計画は、工具・材料の準備と、実習資料およびレポート課題の作成を進め、令和 8 年度からの本演習に備える。本演習に正式導入後は、学生による板金加工の成果物評価をし、板金加工実習における実習内容の継続的改善を図る予定である。

参考文献

- [1] 釧路工業高等専門学校, ”沿革概要”, 釧路高専 HP, <https://www.kushiro-ct.ac.jp/2011/05/20/3254/>, (2026-02-04 参照)
- [2] 松澤和夫, 吉田政弘他 7 名, 機械実習 1, 実教出版, pp.190-191(2022)
- [3] 奥田滝夫, スポット溶接入門<増補版>, 産報出版, pp.170-175(2011)