

機械工作実習における総合実習の導入

千徳 英介* 加藤 寛敬* 五味 伸之* 北川 浩和**
藤田 祐介** 山田健太郎** 木村 操** 藤沢 秀雄**

Introduction of Comprehensive Practice to Mechanical Technology Training

Eisuke SENTOKU, Hirotaka KATO, Nobuyuki GOMI, Hirokazu KITAGAWA,
Yusuke FUJITA, Kentaro YAMADA, Misao KIMURA and Hideo FUJISAWA

Mechanical technology training is one of the most important subjects in mechanical engineering department. In this paper, we report a new comprehensive practice which has been introduced to mechanical technology training II for the third grade students in 2014. In the new comprehensive practice, the students produce a mini-vice which consists of four parts using several machines after reading the drawings. This program can solve the previous problems. We believe it makes the students capable to connect the knowledge of drawing and knowledge of manufacturing processes.

Key Words : Mechanical Engineering, Mechanical Technology Training, Comprehensive Practice, Active Learning

1. 緒言

機械工学科における工作実習系科目群は、機械技術者に必須となる様々な工作機械や工作法の知識と技能を体験的に学ぶ重要な科目である。機械工学科では、創造性を高め、高度な技術を活用した体験型教育を実践することを目指して、ものづくり教育を充実させる中で、実習系科目群が十分な効果を上げていないことが指摘され、平成26年から工作実習系科目群のカリキュラムの充実を図ってきた。その方策の1つとして、より実践的なエンジニアリング教育となるように図面から製作までの一貫したものづくりを経験させる「総合実習」を3年次の機械工作実習IIに導入した。

各高専において「総合実習」という名称で、様々な内容のものが実施されているが¹⁾、本校で実施している総合実習は、複数の部品からなる製品を、図面から様々な工作機械を横断的に使用して、一貫して製作を行うものである。

本稿では、平成26年度から導入した「総合実習」の導入の経緯、内容、明らかになった問題点について報告する。

2. 総合実習導入の経緯

2・1 工作実習系科目群のカリキュラム

平成28年度の機械工学科における工作実習系科目群のカリキュラムを表1に示す。機械工学科では、工作実習系科目群を平成25年度まで2年次に機械工作実習（通年、90分2コマ）、3年次に創造工学演習（前期、90分1.5コマ）として実施し、平成26年度からは3年次前期の創造工学演習の名称を機械工作実習IIと改めて、開講時期を前期のみから通年へと拡充した。この拡充に伴い、機械工作実習IIへ本稿で説明する「総合実習」を導入した。さらに平成28年度から、専門基礎IIを工作実習系科目群をととして1年次に追加して拡充している。

*機械工学科 **教育研究支援センター

表1 平成28年度工作実習系科目群のカリキュラム

学年	単位数	科目名	内容
1年	後期1単位	専門基礎Ⅱ	導入的内容
2年	通年4単位	機械工作実習Ⅰ	基礎的内容
3年	通年3単位	機械工作実習Ⅱ	応用的内容 総合実習

2・2 総合実習導入の目的

機械工学科において工作実習系科目群の教育効果が十分でない指摘された理由は、以下の様な学生が散見されるようになったためである。

- ・設計製図科目において、加工方法を考慮した図面の作成ができない。
- ・高学年の創成科目における課題や、卒業研究における実験装置や治具の設計製作を自主的に行えない。

これらの原因として、工作実習系科目群の時間不足による工作法の体験的な知識不足や図面から製品を作るプロセスの経験不足による、図面と加工を結びつける能力不足が考えられる。工作法の体験的知識不足への対策として、科目数、授業時間数を拡充して、これまで以上に時間を掛けて幅広く工作法の知識を教授するようにした。また図面と加工を結びつける知識不足に対しては、「総合実習」を導入して、図面から加工手順を考えさせて、図面と加工の結びつきを意識させつつ、図面から製品を作るプロセスを経験できるようにした。

3. 総合実習の内容

3・1 総合実習の方針

機械工学科では、過去に総合実習を実施していたが、以下のような問題点があった。

- ・製作課題が歯車減速機などのように部品点数が多く、軸のはめあいなどの高度な加工技術が要求されるものであったため、加工が技術職員に依存してしまうケースがある。
- ・特定の工作機械に学生が集中して、加工作業の待ち時間が長くなり、学生の集中力がなくなる。
これらの問題点に対して、以下の様な方針で総合実習を設計した。
- ・製作課題は、特定の工作機械への作業時間の偏りや学生のみでは難しい加工が生じないように考慮して決定する。
- ・各班の学生が一週間ごとにフライス盤、ボール盤、旋盤、ワイヤ放電加工機、溶接機を順番に使用していくローテーション形式として、学生の工作機械の待ち時間を抑制する。
- ・4人で一班として、小人数で一つの課題を作ることで、学生一人ひとりが加工に関わる時間を増やし、集中力を維持するようにする。

表2 総合実習のスケジュール

回	内 容	備 考
1	ガイダンス、安全教育、課題図面および作業手順書配付	機械工作実習Ⅱのガイダンス時
2	作業手順書の確認1	前期中間まとめ
3	作業手順書の確認2	前期15回目の授業時
4	作業手順書の確認3	後期中間まとめ
5	加工	各班が一週間ごとにフライス盤、ボール盤、旋盤、ワイヤ放電加工機、溶接をローテーションして課題の加工を行う。
6	加工	
7	加工	
8	加工	
9	加工	
10	組立・検査・追加工	
11	総合実習のまとめレポート作成	

3・2 時間数および実習の流れ

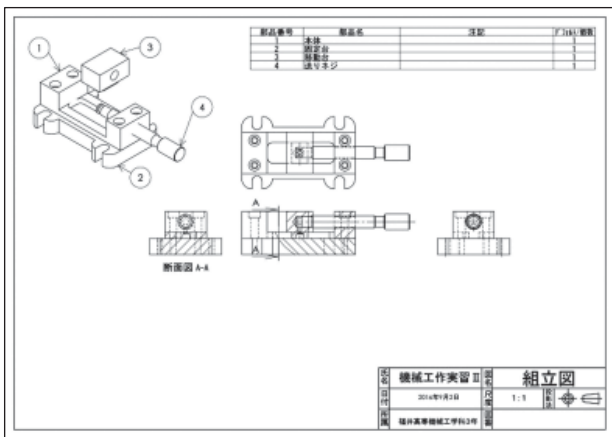
表2は、総合実習のスケジュールである。総合実習は、機械工作実習Ⅱの中の11回の授業を使って実施している。ガイダンスや安全教育、製作課題図面、作業手順書などの配付は、機械工作実習Ⅱの第一週のガイダンスと同時にを行っている。総合実習では、加工に入る前までに、加工時に必要となる作業の手順を具体的に記述した作業手順書を担当教職員に確認してもらうことを義務付けており、前期後期中間まとめを含む3回を作業手順書の作成・確認の時間に当てている。加工は、後期中間まとめ以降の5回を使い、ローテーション形式で各部品の加工を行う。10回目の授業では、各部品の組立を行って、小型バイスを完成させ、動作を確認する。ここで、不具合があれば追加加工を行う。

3・3 製作課題

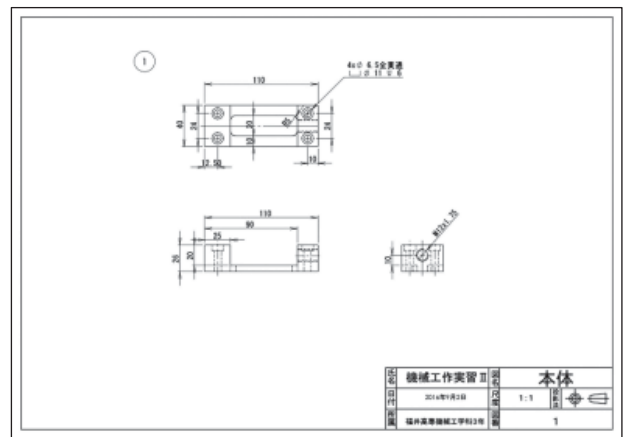
図1に学生へ与える製作課題（小型バイス）の組立図と部品図の例を示す。小型バイスは、本体、移動台、送りねじ、固定台の4つの部品で構成される。また加工にローテーション形式を採用することから、どの部品からでも独立して加工が開始できるように部品の構成を決定した。

3・4 作業手順書

図2(a)に学生が作成した作業手順書の例を示す。作業手順書には、部品ごとに材料の切り出しから完成までの作業内容や作業に使用する機器を具体的に書くように指導し、加工に使用できる機器や道具、加工材料についての情報をあらかじめ与えている。また、通常の実習時においても作業手順書の作成の手助けとなるように実習日誌を詳細に書くように指導している。作成した作業手順書は、

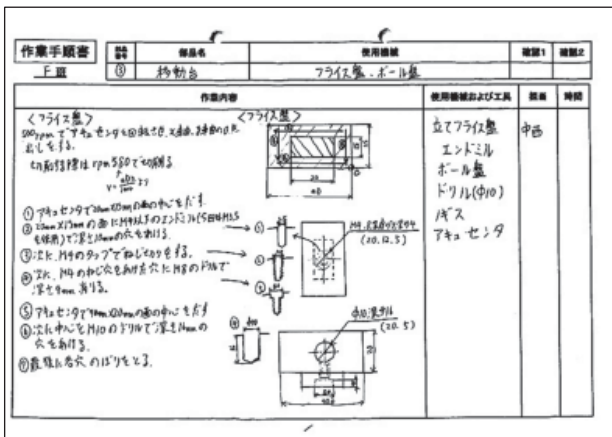


(a) 組立図

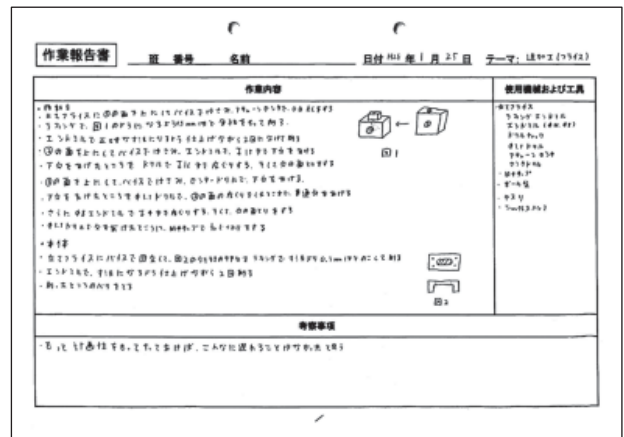


(b) 部品図

図1 製作課題の図面



(a) 作業手順書



(b) 作業報告書

図2 学生が作成した作業手順書および作業報告書

使用する工作機械の担当教職員へ提出し、確認を受ける。確認後、訂正したものを再提出し、2回以上の確認を受けた手順書を持って加工へ臨むように義務付けている。

3・5 加工・組立・検査

加工は、基本的には学生が作成した作業手順書に沿って、学生が自ら行う。ローテーション形式で行っているため、加工に遅れが生じても次週にその加工を先送りすることはできない。そのため、作業手順書を具体的かつ詳細に作成し、授業時間を有効に使う必要があり、加工後には、図2(b)に示す作業報告書を作成する。報告書には、実際にどのように加工を行ったのかを詳細に書くことで、手順書で考慮が不十分であった点を自ら気づくことができるようにしている。

組立は、5回の加工が終了した後に行う。図3に組立てた小型パイスの写真を示す。このときに、ねじ穴の位置がずれて組立てることができないものや、組立後に移動台が動かないなど正常に動作しないものは、追加工して修正を行う。小型パイスは、送りねじを回すことによって、移動台が本体の溝に沿って直線的に移動する構造となっている。送りねじと溝が平行になっていなければ、移動台は端から端まで移動することができない。したがって、精度よく加工を行わないと正常に動作できないため、設計意図の理解力や加工の技術力によって製作物に差が出てくる。

4．総合実習の効果

4・1 学生の反応

図面から加工手順を考えて製作を行うことが初めての学生がほとんどで、最初はどのようなことを手順書に書け

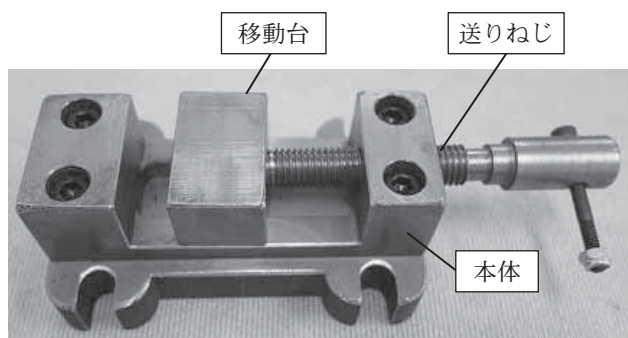


図3 完成した小型パイス

ば良いのか戸惑っている様子も見られたが、教職員のアドバイスを受けて、教科書や実習日誌を見返しながら、班員と相談して書き進めていた。加工では、これまでの実習で使ったことがある機械であっても、自主的に使用すると不安を感じている様子で自主的に加工を進められる学生は少なかった。

総合実習終了後の学生アンケートのコメントには、「自分自身がここまで工作機械を一人で使うことがなかったので楽しかった。」「ミスがあったが、完成したところを見ると少し感動した。」などの一貫した製作体験への感動が表れているものや、「自分たちで作業の順番や使う工具、機械の種類まで考えてやるのが難しかった。」「使用工具の寸法とその寸法を考慮した座標を考えなければならなかった。」などの作業手順書の作成が難しいという感想が多くあった。また「作る前に考えていなかった不都合が起こった。計画を細かく考えておくことが大切だと思った。」「時間配分や計画、図面の大切さがよく分かった。」「作業計画をしっかりと立てその通りできればよかった。」などの加工工程や作業手順の重要性に気づいたとのコメントも多くあった。一方で、「先生が変わると加工の仕方が変わる」「とにかく待つ時間が長い。しかし加工を始めると時間が足りない。」「待ち時間が多く暇な時間が多かった。」などの問題点を指摘する声もあった。

4・2 明らかになった問題点

作業手順書を書かせたことによって、図面と加工を結びつける能力の不足を改めて認識できた。例えば、図面にM3と描かれている場合、呼び径3mmのめねじを意味している。学生の中には、このめねじの加工について手順書に、「M3タップでめねじを切る」や「 $\phi 3$ mmの下穴を開けた後、M3タップでめねじを切る」と誤った手順を書いてくるものがしばしば見られる。正しくは、「 $\phi 2.5$ mmの下穴を開けた後、M3タップでめねじを切る」という手順となる。めねじの表記や形状については製図で学習済みである。また、めねじの加工法は機械工作実習Iで学習済みである。それにもかかわらず学生の頭の中では、図面上の表記とめねじの形状、およびその加工法が結びついていないために上記のような誤りが発生していると考えられる。このような学生に対して正しい手順書となるように指導す

ることで、図面と加工法の知識のつながりを強化できたと考えられる。今後は、これらのつながりをより一層強固にするように、製図や機械工作法などの関連する科目間の連携が求められる。

また加工に関しては、これまでの工作実習系科目群で学んだ知識が学生に定着していないことが明らかになった。工作実習系科目群を単なる体験に留めないように、実習日誌への記入を徹底したり、実習の教科書を導入したりするなどして、学生が自ら振り返りを行い、知識を定着化できるようにする必要性を感じた。

その他、学生のアンケートにあるように、授業運営にも問題があった。たとえば、従来の総合実習においても問題となっていた学生の待ち時間である。初年度は、フライス盤での作業時間の見積もりが甘かったこと、フライス盤の台数が足りないことで、作業時間が長くなり、学生が他の班の作業終了を待つ時間が生じた。この問題に対して2年目以降は、機械工作実習Ⅱの中のフライス盤やワイヤ放電加工機の実習時に、部品の粗加工を終えて総合実習時のフライス盤の作業時間を減らしたり、作業手順書の確認を徹底したりして、効率よく作業を進められるようにした。この結果、待ち時間が緩和され、学生アンケートにおいても時間の不足や待ち時間が長いことを指摘する意見はほとんどなくなった。

5 . 結 言

機械工学科の工作実習科目に導入した、図面から様々な工作機械を横断的に使用して、一貫して製作を行う「総合実習」の目的と内容を報告した。以下にその結果をまとめる。

- ・総合実習の製作課題を小型バイスとし、ローテーション形式で加工を進めることで、従来の総合実習で生じた問題を緩和できた。
- ・加工前に作業手順書を書かせ、正しい手順書となるように指導することで、図面と加工法の知識のつながりを強化できたと考えられる。
- ・自主的に加工を行わせたことで、工作実習で学んだ知識が定着していないことが明確化された。実習の知識が、定着するような工夫が必要であることがわかった。

- ・総合実習は、学生に図面から製品を作るプロセスを経験させるという目的を果たしているが、今後は、授業運営の改善や他科目との連携を深めて、より効果的なものとするのが求められる。

参 考 文 献

- 1) 例えば 松英 他, '材料工学科におけるものづくりプロセスを取り入れた技術者教育への取組み', 平成 22 年度全国高専教育フォーラム (2010)

