

プロジェクト実習第一の課題「スターリングエンジン模型」の取り組み

○倉田 大, 中村秀二, 白川武敏, 清水久雄, 平田正昭, 廣田将輝, 稲尾大介

熊本大学工学部 技術部

キーワード: スターリングエンジン, 熱機関, 3D-CAD

1. はじめに

熊本大学工学部の機械システム工学科では、2年次前期に「プロジェクト実習第一(担当教員: 峠 睦教授、久保田章亀准教授)」の必修科目の授業を実施している。この授業では、既に受講した1年次後期の「機器製作実習」を踏まえて、創造的な機器製作の技術・能力を習得することを目標としている。本稿では平成25年度に実施した新たな課題作品「スターリングエンジン模型」の取り組みについて報告する。

2. 授業日程について

プロジェクト実習第一の授業数は、全15週で実習場所は革新ものづくり教育センターのものづくり工房(実習スペース)および中央工場B棟である。始めに実習ガイダンスを行い、ものづくり実習、そして企画・設計・製作を行う。最後の総まとめとして班毎に課題作品のプレゼンテーションを実施する。受講者の約100名を火曜班と金曜班の約50名に分け、班人数を6,7名とした8班編成の2組に分けて実施する。以下にスケジュール【表1】を示す。

表1 日程表「プロジェクト実習第一」

実習内容	回	担当者
実習ガイダンス	1	担当教員、倉田 大、廣田将輝、TA
ものづくり実習	旋盤加工	清水久雄、平田正昭
	材料取り、ボール盤	白川武敏、稲尾大介、廣田将輝、TA
	機械要素、NC 機器	中村秀二、倉田 大
	計測	担当教員
企画・設計・製作	9	中村秀二、倉田 大、白川武敏、清水久雄、平田正昭、廣田将輝、稲尾大介
プレゼンテーション	1	担当教員、TA、担当職員

3. スターリングエンジンとは

スターリングエンジンは、スコットランドのロバート・スターリングが発明(1816年)したとされている。

熱エネルギーを運動エネルギーに最も高い効率で変換

する事ができる熱機関で、温度の異なる2つの熱源の間で動作する可逆熱サイクルである理論上のカルノーサイクルに最も近いとされる。現在では潜水艦の動力や小型発電機の利用などの開発が行われている。

4. 課題作品「スターリングエンジン模型」について

今回の課題であるスターリングエンジンについて図書、Webサイトを使って資料を集め、準備段階として試作品を作ることにした。いろいろな種類がある中、その中でも一番理想的な2ピストン型に決めた。参考図書から3D-CAD(Solid Works)により部品作成から組立、図面化を行った。エンジン主要部のピストンとシリンダが注射器の部分を使うものが多かったが、この部分は気密性を保ち、精度が維持できる材料の鋳鉄製に変更した。以下に3D-CADのモデリング【図1】を示す。

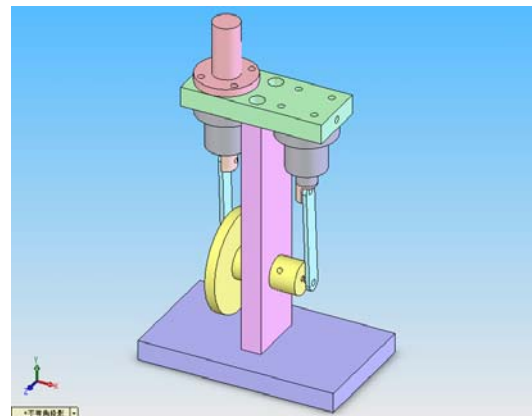


図1 3D-CADのモデリング

5. 部品加工と本体組立について

スターリングエンジンの基本型の仕様は、幅100mm、奥行70mm、高さ171mmとした。加工部品数は18点であった。これにボールベアリング(6個)、キャップスクリュー(17本)、セットスクリュー(4個)ワッシャー(4枚)の市販部品を加えた合計49点【図2】の部品数となった。加工部品の材料は、アルミ合金(板材)、真鍮棒(黄銅)、連铸棒(鋳鉄)などで、コンタマシン(帯鋸盤)を使って材料取りから行った。

次に過熱部、シリンダ、ピストン、フライホイール、バランスホイール、回転軸、ピストンエンドは主に旋盤を使って加工し、ベース、フレーム、連結板、クランク板についてはNCフライス盤、マシニングセンタ、ボール盤などを使って加工した、銅シールについては専用工具のポンチで抜いた。



図2 基本型スターリングエンジンの部品

すべての部品加工が完了したら、市販部品と共に組立を行う。ここでは図面通りに部品が加工できているかどうか確認しておく必要がある。また組立の際に再加工や微調整が必要となる。以下に組立が完了したスターリングエンジン模型【図3】を示す。



図3 基本型スターリングエンジン模型

組立完了後に動作確認を行う際にはフライホイールとバランスホイールの位相角が必要で標準では $90\sim 120^\circ$ が必要となるが、今回は 100° にして微調整した。また回転方向は一定で過熱側のピストンから冷却側ピストンの膨張した空気の流れによって方向が決まる。組立時のピストンの動きや構造上の機械的ロスに敏感なため、組立には細心の注意が必要となる。また過熱部分をバーナーで加熱するため、やけどしないように十分に注意する。

6. 今後の課題

ものづくり教育として多くの大学がスターリングエンジン模型を製作する内容の実習テーマが導入されている。これはスターリングエンジンが実習教育のテーマとして最適な課題であることを意味している。今回、初めての課題の取り組みであったが、準備期間が少なく、試作品を作るのがやっとであった。そのため参考資料による幾つかのモデルから2ピストン型を基本の課題作品とした。このほかにスターリングエンジン模型にはいろいろな種類や形式があること、設計上においては、圧力容積の計算、気密性の確保、機械的ロスの減少させる、ピストンストロークの距離と位置の関係、位相角度など奥深い内容であることがわかった。今後はプロジェクト実習第一の目的でもある創造性あるものづくりをさせることで自ら企画・立案した作品の製作を行うことや機器使用状況を把握し、作業の効率化を図ることなどを改善して行きたい。

7. おわりに

プロジェクト実習第一では、ものづくりの一連の過程を習得する体験型実習である。特に設計段階では立案が進まず試行錯誤し、時間を費やしてしまう班が多く見られた。加工部品の形状や機器の使用状況により、日程調整が合わないなどの意見も出されたが、16班のすべての班が課題作品を作り上げることができた。肝心となる動作もすべて動くことを確認したが、発表用資料作成のため、再組立を行った班についてはプレゼンテーション当日には動かない不具合もあった。しかし、苦心して出来上がった作品の動いた瞬間の嬉しさを感じてくれたことは私たち技術職員も感慨深いものがあった。今後も引き続きプロジェクト実習第一の教育支援に担当教員と連携して、尽力して行きたい。

謝辞

本授業の実施にあたり、革新ものづくり教育センター長の位寄教授、機械システム工学科の峠教授、久保田准教授、関係各位に感謝申し上げます。

参考文献

模型づくりで学ぶスターリングエンジン

岩本昭一著者、濱口和洋、戸田富士夫、平田宏一共著

オーム出版 2009.04