

課題情報シート

テーマ名 :	スターリングエンジンの製作				
担当指導員名 :	二宮 敬一	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	北陸職業能力開発大学校 附属 新潟職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	生産技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	3	時間 :	18 単位 (324h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

製作したスターリングエンジンは、小型の α 型エンジンを製作しました。本課題では、スターリングテクナラー大会におけるスピードクラスの参加を目標の一つとし、入賞が可能な速度 5.0 (m/sec) を目標としました。

設計では、算術計算から駆動するための最大車両重量を基本仕様の一つとしてモデリング作業を行いました。軽量化のための肉抜き作業は、車両全体の剛性を保ちつつ、モデルにマテリアルを与え、車両重量を確認しつつトップダウンで設計を行いました。加工は、主として NC 工作機械を使用して加工しました。なお、プログラム作成は、CAD/CAM を使用しました。組立て調整では、空気漏れのリークや位相角度の調整により性能が大きく変化するため、先行製作を参考に最適な調整を行いました。

【訓練（指導）のポイント】

本課題では、製作する 3 台のエンジンそれぞれに到達目標を決めて取り組みました。

1 台目のエンジンでは、既存の 2 次元図面を課題とし、構造理解だけでなく、技術面として機械製図、工作機械の扱い方の再確認を目的として製作します。

2 台目のエンジンでは、テクナラー大会の参加を目標として製作を行います。ここでは、期日までに製品を仕上げるためのスケジュール管理の重要性を確認すること、技術面では、3 次元から 2 次元のトップダウン設計で行い、ボトムアップ設計との違いを習得します。

3 台目のエンジンでは、今までの製作したエンジンについて課題を抽出した後に改良を行います。ここでは、学生個々の技術・技能の習得確認、製品の完成度だけでなく、PDCA サイクルを考慮して特に改良エンジンの評価・課題検討を重視して行います。

製作ごとに到達目標を学生に明示した結果、エンジンの完成度を上げることができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北陸職業能力開発大学校 附属 新潟職業能力開発短期大学校
住所 : 〒957-0017 新潟県新発田市新富町 1-7-21
電話番号 : 0254-22-1781 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/niigata/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

スターリングエンジンカーの製作

1. はじめに

近年の主要なエネルギー源は石油資源や原子力であり、様々な観点から地球環境に対する負荷を考えた場合、必ずしも理想的なエネルギー源であるとはいえない。この背景に、風力や潮力による発電の実用化等、様々な環境負荷の小さいエネルギー源活用の研究・開発が進められている。その一つとしてスターリングエンジン⁽¹⁾がある。

最近では、ヨーロッパ諸国を中心として、地球温暖化対策の一つとして、スターリングエンジンを用いた家庭用コージェネレーションシステムやバイオマス燃料利用発電機の導入の検討が図られる等、再び開発の機運が高まっている。そこで、本総合制作実習では、グリーンイノベーションなものづくりとして、スターリングエンジンの製作に取組み、その過程で必要な設計・製図、加工技術の向上を図ることを目的とする。

2. スターリングエンジンの取組み

本総合制作実習の全体の流れを図1に示す。

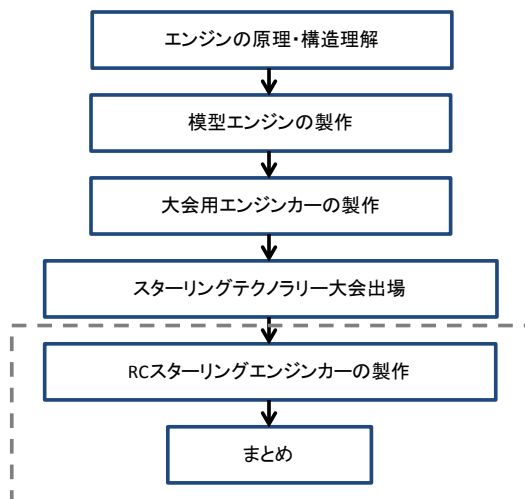


図1 本総合制作実習の流れ

先報では、エンジンの原理・構造理解からスターリングテクノラリー大会までの取組みについて報告をした。本報では、図1中の破線部に示す箇所について述べる。

3. RC (ラジコン) スターリングエンジンカーの製作

大会出場後は、エントリー車両の改良も残されていたものの、見学したラジコン操作可能なスターリングエンジンカー（以下、RCエンジンカー）のサイズと性能に興味を抱き、挑戦したいという気持ちから取組んだ。

3.1 モデリング作成

RCエンジンカーは、小型のスターリングエンジンカーに比して、方向をコントロールするモータ部、送受信回路、電池ボックス等を要するため、より大きなトルクが必要となる。そのために、大会参加車両を参考に、ピストンおよびシリンダ径を100cc（φ41程度）のガラス管を使用することでトルクの増加を図った。一方で、走行可能な最大の車両重量の計算を行った結果、およそ2kgであった。なお計算条件は、平坦なPタイル路面を想定した。モデル作成にあたっては、トップダウン方式で、エンジン機構部の部品干渉を確認しながら作業を行った。

また、フレーム部分を中心に必要な強度を保ちつつ肉抜きを施し軽量化を図った。各部品の材料は、軽量と放熱性を考慮してアルミ材を主とし、加熱部品については、保熱効果を期待してSUS材とした。結果、モデルの重量は2.9kgであった。作成したモデルを図2に示す。なお、モデル作成にあたってはCATIA V5を使用した。

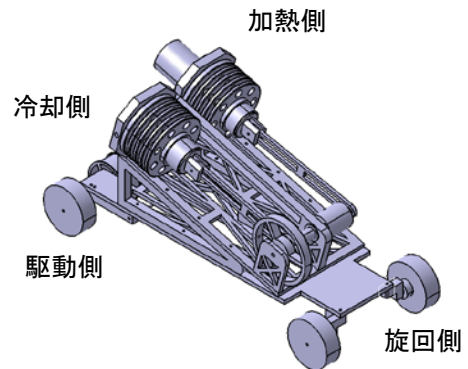


図2 RCエンジンカーのモデル

3.2 エンジン製作

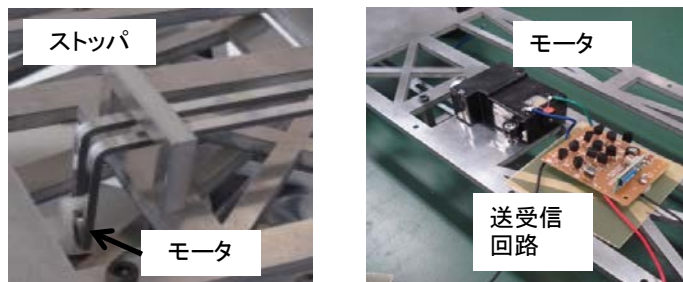
エンジンの製作にあたっては、各 부품の担当者を決定し、週間ごとにスケジュール管理を徹底して作業を進めた。

各 부품の材料は、加工性とコストを重視し A5052 を主とし、加熱キャップのみ SUS304 を用いた。

RC エンジンカーの主な特徴として前輪の旋回部および後輪の駆動部がある。

まず、旋回部については、DC モータの正転・逆転を利用して方向を決定する構造とした。ただし、モータの特性上、位置決め制御が困難であるため、図 3 中の (a) に示すように、ストップによってモータの空転を防止した。

また、図 3 中の (b) に示すモータの送受信回路部は、市販のラジコンを利用するとともに、回路に必要な 5V 電源は、単三電池 4 本を使用した。エンジンへの取付けは、加熱による金属熱の伝導を考慮して、基盤および電池ボックス下に断熱板を施した。



(a) 旋回部

(b) 制御回路部

図 3 前輪旋回部

次に駆動部においては、フライホイールから得た回転を駆動輪に伝達する方法として歯車による方法も考え得るが、構造の容易性から今回は平ベルトを用いた。後輪駆動部は図 4 に示すように、ベルトのテンションが調整可能な構造とするため、バネを用いるとともに駆動輪の位置が前後にスライドする方式とした。

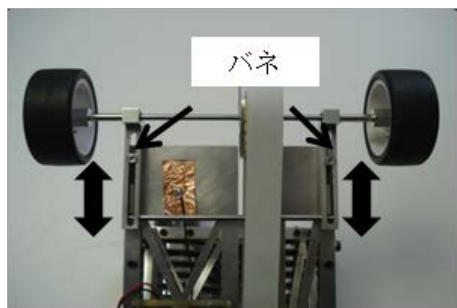


図 4 後輪駆動部

一方で、フライホイールと駆動側のベルトの減速比は、市販の各種ラジコンを参考に減速比を 4 : 1 とした。

3.3 エンジンカーの組立調整

組立調整においては、部品干渉等は無かったものの、最高回転数を得るための最適な位相角度の調整に時間を要した。実機において、加熱前の調整では位相角度 90° の場合、加熱部と冷却部の空気の流動抵抗が大きく回転を得ることができなかった。したがって、今回のエンジン駆動にあたっては、位相角度を 180° 程度まで大きくした後に、加熱とともに位相角度を鋭角に近付けて調整を行った。結果として、位相角度 120° において最高回転数 970rpm を得た。製作した RC エンジンカーの全体の外観を図 5 に示す。また、主な仕様を表 1 に示す。

RC エンジンカーのサイズは $460 \times 230 \times 200$ (全長 \times 幅 \times 高さ)、重さ 2.8kg である。

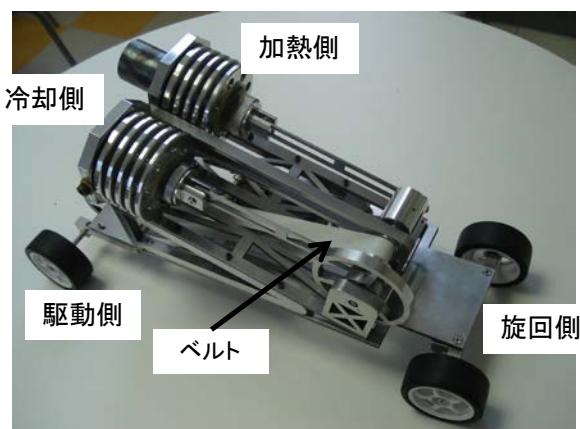


図 5 RC エンジンカーの外観

表 1 RC エンジンカーの仕様

全長 \times 幅 \times 高さ	460 \times 230 \times 200
重さ	2.8kg
作動ガス	大気圧空気
回転数	970rpm

4. まとめ

今回製作した RC エンジンカーは、エンジンの駆動および旋回の制御を可能とすることができた。しかしながら、地面設置状態での走行は未達成である。今後は、その原因を追及するとともに、次年度に課題を引き継ぐことができるよう資料をまとめる予定である。

今回の総合制作実習を通して、加工精度の重要性はもちろん、加工工程の検討が大切であることを学んだ。また、製作の完成を念頭に置いたスケジュール管理の大切さも学ぶことができた。

参考文献

- (1) スターリングエンジンの製作：総合制作実習 2010

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 21日

科名： 生産技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		スターリングエンジンの製作	
担当教員		担当学生	
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>スターリングエンジンの製作を通して、設計・製作・組立調整等の総合的な実践力を身につけます。特に、製作において各種工作機械の技術・技能の習得を目標とします。</p>			
実習テーマの設定背景			
<p>近年、グリーンイノベーションに係る技術の一つとして、スターリングエンジンの開発が進められています。本実習では、“環境”、“ものづくり”をキーワードにスターリングエンジンの製作を通して、ものづくりの楽しさや難しさ、スターリングエンジンの構造および発展性等を理解します。さらに、スターリングテクノロジー大会への参加を目標の一つとすることで、スケジュール管理の重要性を認識します。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>スターリングエンジンは、外部からの加熱・冷却による温度差を利用して駆動する外燃機関です。本実習では、構造理解のための模型エンジン、大会参加用の2気筒エンジン、大会終了後は結果を評価・検討しエンジンの製作を行います。それぞれのエンジンの設計段階においては、部品干渉・重量計算等を行います。部品加工においては、リークの防止、機械損失の低減等を考慮し、加工精度の向上を図ります。組立調整・動作確認後は、それぞれのエンジンについて性能評価・課題の抽出を行い、報告書を作成します。なお、本テーマに関して継続課題です。</p>			
No	取組目標		
①	スターリングエンジンの構造理解を目的として、簡単な模型エンジンを製作します。		
②	先行実習で得たノウハウや課題を考慮したエンジンカーを製作し、スターリングテクノロジー大会のミニ速度クラスに参加します。		
③	大会参加で得た課題・検討項目についてまとめ新たなエンジン製作を行います。		
④	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題解決に取り組みます。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示および発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合に関わらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			