

## 課題情報シート

テーマ名 :	スターリングエンジンの設計・製作				
担当指導員名 :	木崎 俊郎	実施年度 :	26 年度		
施設名 :	中国職業能力開発大学校附属福山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	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】

エンジンの機構部にはロス機構を採用し、エンジン内部のサイドスラストを小さくでき、コンパクトで高回転型のエンジンを製作できました。エンジンのシリンダ部には高い気密性が要求されます。そのためピストンとシリンダには、熱膨張率の小さいガラス製の注射筒を使用しています。さらにそれをカバーするアルミのシリンダ部とのはめ合わせにも高精度な加工が要求されます。エンジン出力が小さいので、ベルトプーリと歯車を 2 段にして回転トルクを大きくする必要がありました。また、摺動部の抵抗もできるだけ軽減するため、部品間の干渉や回転部分の振れや傾き等に注意し、組立調整を行いました。

#### 【訓練（指導）のポイント】

設計においては、力学や機械要素設計の知識を復習し活用させることができました。設計計算に基づいて自分たちの構想案を形にしていくため 3 次元 CAD を使用し、その設計や図面化の技術を習得できました。機械加工においては、回転部の振れやはめ合わせ部分の精度が悪く作り直しが多かったが、熱膨張の考慮や加工方法を再検討することで、高精度な加工技術を身に着けることができました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校  
住所 : 〒720-0074 広島県福山市北本庄 4-8-48  
電話番号 : 084-923-6391 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hiroshima/college/index.html>

### 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の設計・製作

福山職業能力開発短期大学校

生産技術科 2年

## 1. はじめに

私たちは、総合制作実習のテーマとしてスターリングエンジンの設計・製作に取り組んだ。

専門課程で学んだ知識やNC工作機械・汎用工作機械を活用して製作することで、技術向上を目標として取り組んだ。

## 2. スターリングエンジンの概要

スターリングエンジンは、気体の膨張と収縮を利用した外燃機関のエンジンである。

【特徴】大きな動力を得るのが難しいが化石燃料を用いずに太陽光や地熱でも熱源にでき、排気ガス(有害ガス)が発生しない。

## 3. エンジンの動作原理

シリンダ内の気体を密閉し、外部から熱を加えることで発生する気体の熱膨張を利用してピストンが動く。図1では、まず高温部の気体が加熱され膨張すると高温部のシリンダが押し出されて、慣性により高温側の気体が冷却側に流れていく。そして、冷却されることで気体が収縮しピストンが戻る。

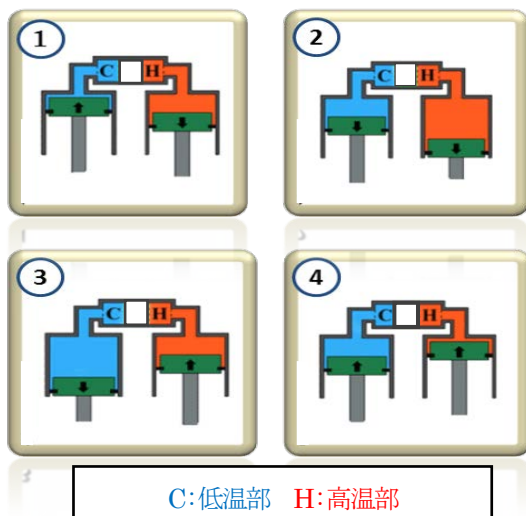


図1 エンジンの動作原理

## 4. 設計仕様

まず、エンジンの設計計算を行い、エンジンの仕様を決めて、3次元CADで設計をした。表1にエンジンの設計仕様を示す。

表1 設計時のエンジン仕様

大きさ(mm)	122×151×237
重量(kg)	2.72
ピストン直径(mm)	25.3
ストローク(mm)	13.6
低温部温度(K)	323
高温部温度(K)	673
図示出力(W)	2.56
回転数(rpm)	908

昨年度のスターリングエンジンとは機構が異なる揺動機構で設計した。この機構は、ピストンの上下運動の際に左右方向にかかる抵抗を小さくできる。そのためシリンダとの摩擦が少なく、高速回転時でも滑らかな運転が可能という利点がある。

各部品は強度を保ちつつ、できるだけ軽量になるよう抜き穴を多く設けた。また、部品同士の間隔をできるだけ近くし、コンパクトに設計した。



図2 3次元CADモデル

## 5. 製作・組立・調整

表2 各工作機械で製作した部品

旋盤	シリンダカバー、加熱ヘッドなど
フライス盤	エンジン部フレームなど
ワイヤ放電加工機	ベースなど
レーザ加工機	接続棒など
NC旋盤	フライホイールなど

シリンダは加工直後の、シリンダカバーが熱で膨張した状態ではめ合わせた。しかし、冷却されると、シリンダカバーが収縮しガラスが割れた(図3)。

そこで、常温に冷ましてからシリンダとシリンダカバーをはめ合わせた。その結果、ひび割れなく使用できている。

フライホイールの軽量化前は重く高速回転時の振動が大きかった。そのため、中心部を削った(図3)。

(製作部品は図4、完成品は図5を参照)

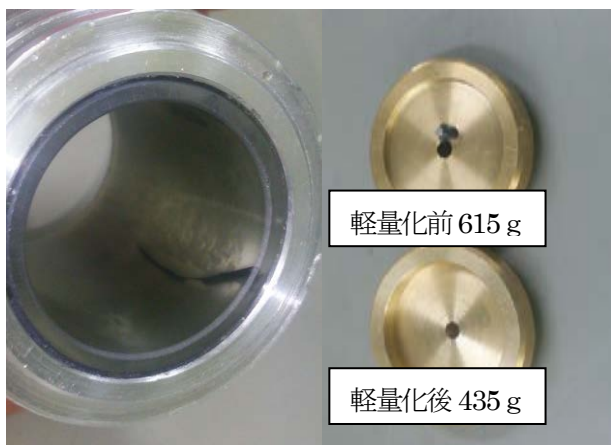


図3 割れたシリンダとフライホイールの比較



図4 製作した部品

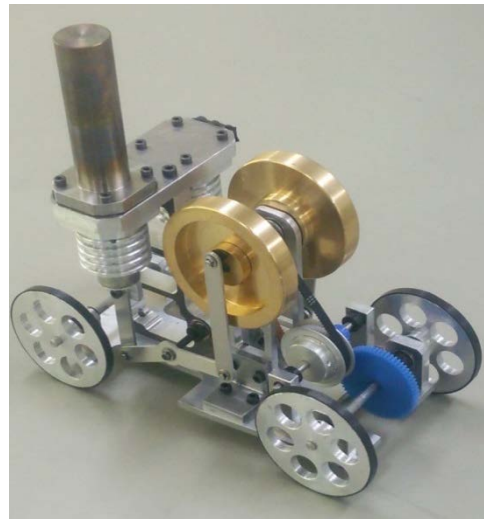


図5 完成品

## 6. 性能評価・測定

エンジンが設計仕様を満たしているかどうか、出力(動力)、最高回転数を測定した。動力は負荷を一定の高さだけ持ち上げるのに必要な時間を測定し、仕事率を計算することで算出した。

表3 実際のエンジン仕様

	軽量化前	軽量化後
全重量(kg)	3.10	2.79
軸出力(W)	2.11	2.11
最高回転数(rpm)	1400	1700

## 7. まとめ

フライホイールの軽量化前後で軸出力が変わっていない。ほぼ設計通りの出力も得ることができた。軽量化には成功したと言える。

試作機ではエンジンを高速回転で動かしたときに、ピストンが摩耗してしまいエンジン部の気密性が悪くなった。そのため、シリンダの内側に潤滑剤を表面に薄く塗って摩耗を軽減することで、前回よりも耐久性が上がった。

## 8. おわりに

今回、総合制作実習を通して、ものを作る大変さやエンジンが動いた時の感動を知ることができた。汎用などの加工機を使い技能を向上させることができた。今後にも生かしていきたいです。

### 参考文献

「模型づくりで学ぶ スターリングエンジン」  
岩本照一(濱口和洋・戸田富士夫・平田宏一)

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日：8月 22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設計製作	
担当教員		担当学生	
木崎 俊郎			
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、製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けるとともに、エンジン部品の製作を通して、実践的な機械加工技術も身に付けます。また、数名のチームで取り組み協調性を養うとともに、コミュニケーション能力の向上と成果発表によるプレゼンテーション能力の向上を目指します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>スターリングエンジンは様々な種類のものが開発されていますが、本実習では、単にエンジンの製作だけでなく、それを動力として動くものをするにより、「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させ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、エンジン部と駆動部に大別されるので、設計段階で部品等のレイアウトを十分に考え、できるだけコンパクトにするとともに干渉等がないように注意し設計検討を行います。また、過去の製作例を参考に改善点を検討します。スムーズな動作を実現するためには、各々の部品を精度よく加工することが重要です。最初はエンジン部だけで単独で実験し、その後、駆動部と結合し統合組立・調整・動作試験を行います。また、最後には成果発表を行い、報告書を作成します。</p>			
No	取組目標		
①	スターリングエンジンの種類、動作原理、構造を理解するため、調査、情報収集を行います。		
②	エンジン部分の機構設計を行い、組立図、部品図を作成します。		
③	駆動部分の設計およびエンジンとの結合部の設計を行い、組立図、部品図を作成します。		
④	必要な材料、部品、個数をリストアップし、計画的に発注します。		
⑤	加工部品については加工工程を考え、適切な工作機械を用いて精度良く加工を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については厳密に管理し、常に整理整頓に心掛けます。		
⑦	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。		
⑧	計画的に取り組み進捗管理を行うとともに、問題が発生し場合は全員で問題解決に取り組みます。		
⑨	報告書の作成、成果発表を行うことでプレゼンテーション能力を養います。		
⑩			