

## 課題情報シート

|        |                            |        |       |
|--------|----------------------------|--------|-------|
| 課題名：   | 加圧型スターリングエンジンの試作           |        |       |
| 施設名：   | 近畿職業能力開発大学校附属滋賀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                   | 課題の形態： | 製作    |

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

安全衛生、設計・製図、CAD/CAM、機械加工、数値制御、測定、工業材料、工業力学、材料力学

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

機械要素設計、機械加工実習、CAD/CAM 実習、数値制御加工実習終了後

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、主に 3 次元 CAD 設計、機械加工技術および組立・調整の実践力を身に付けます。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：4名

時間：216時間

設計・製作・評価という“ものづくり”の一連の流れを理解し専門技術の向上を図ることを目的として、加圧型のスターリングエンジンの設計・製作に取り組みました。また、その成果の発表の場として、自作したスターリングエンジンの性能を競う全国大会であるスターリングテクノラリーに参加しました。今回試作したエンジンは、封入圧力 1MPa の加圧型で、クランク機構にスコッチ・ヨーク機構を採用し、エネルギー回収を行う再生器を取りつけました。

### 課題の成果概要

今回試作したエンジンの設計図を図 1 に、試作機を搭載した競技中の車を図 2 に示します。エンジンの形式は、β 型(同一シリンダにディスプレイサとパワーピストンを配置した形

式)で、エンジン上部のシリンダヘッドの周囲には、加熱用のガスバーナを配置しています。エンジンの仕様の詳細を表1に、図3にピストンの往復運動を回転運動に変えるスコッチ・ヨーク機構の説明図を示します。エンジンの定格出力は、100W(回転数 500min<sup>-1</sup>)と設定しました。

また、スターリングテクノロジーでは、人間乗車クラスで3位に入賞すると共に、アイデア賞金賞を受賞することができました。

| エンジン形式         | β型                                |
|----------------|-----------------------------------|
| ディスプレイサ径×ストローク | φ96×32 mm                         |
| パワーピストン径×ストローク | φ98×28 mm                         |
| 封入圧力           | 1MPa                              |
| 加熱器            | SUS310S O.Dφ114,I.Dφ102×L167      |
| 再生器            | SUS304金網(#50)O.Dφ119,I.Dφ102×300枚 |
| クランク機構         | スコッチ・ヨーク機構                        |
| エンジン出力         | 100W                              |
| 回転数            | 500min <sup>-1</sup>              |
| 加熱形式           | ガスバーナ                             |
| 冷却形式           | 冷却水循環方式                           |

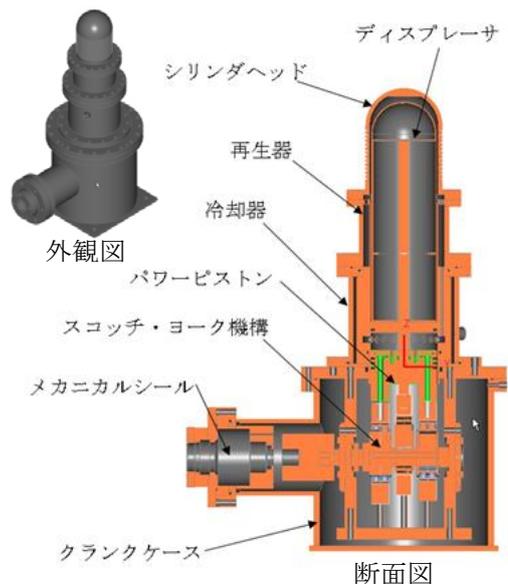


図1 設計図



図2 試作機を搭載した車

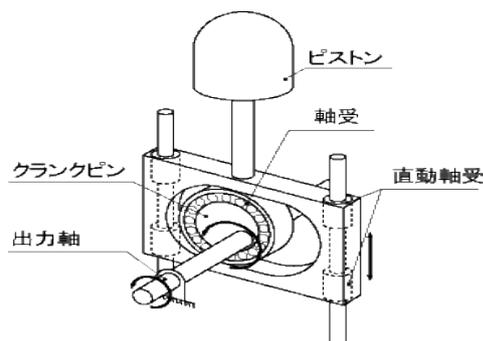


図3 スコッチ・ヨーク機構(注)

(注)山下・濱口・香川・平田・百瀬：スターリングエンジンの理論と設計，山海堂(1999) P196より転載

### 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

<製作・開発過程の概要>

今回の試作で新たに取組んだ主な項目は次の3点でした。

- (1)加圧型にする(封入圧力 1MPa)
- (2)クランク機構にスコッチ・ヨーク機構を採用する
- (3)再生器を取り付ける



図4 製作したスコッチ・ヨーク機構

いずれの項目も初めての事であり、今年度は、文献調査と関係機関の見学や問合せ等を行い設計・製作のための情報収集から始めました。特に加圧型にすることにより耐圧仕様の設計・製作、圧力密封のためのシール機構の検討、駆動部のクリアランスや加工精度の検討な

どが重要となります。

開発の全体スケジュールは、以下のとおりです。

6月～8月 調査（文献調査、関係機関の見学、問合せ等）

7月～10月 設計（3次元CADによる部品設計・アセンブリ、2次元の製作図面の作成）

9月～11月 加工・組立・調整

11月 スターリングテクノラリー

12月 中間発表会（生産技術科内発表会）

12月～2月 出力測定装置の設計・製作、評価、改良設計の検討

2月 総合制作発表会（企業・高校への公開発表会）

| 養成する能力<br>(知識、技能・技術)   | 課題制作・開発のポイント   | 訓練（指導）ポイント  |
|--|--|---|
| <p>○機械設計に必要な機構の着想と機械要素の選定方法が習得できます。</p> <p>○CAD・CAM システムの活用技術が習得できます。</p> <p>○加工を考慮した製作図面の作成方法が習得できます。</p> <p>○各種工作機を使った部品の機械加工技術および組立・調整技術を習得します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・旋盤、フライス盤、</li> <li>・NC 旋盤、マシニングセンタ、ワイヤカット放電加工機</li> <li>・治工具の設計・製作</li> </ul> | <p>◇従来の機構の問題点を整理し、文献や資料より他の機構を調べることで、資料・図面の読み方を理解します。</p> <p>◇3次元CADによる部品設計とアセンブリによる干渉チェック、3次元から2次元図面への落とし込み、CAMによるNC加工を行います。</p> <p>◇加工を考慮して製作図面の作成をしますが、問題があれば部品形状の修正や材料、公差の再検討を行います。</p> <p>◇必要な工具、および加工工程を十分に検討し、加工工程表を作成します。</p> <p>◇摺動面やシール面の検査及び組立調整にはそのポイントを外さない様に十分注意を払うようにします。</p> | <p>●課題の説明において、何が問題で、どんな資料や情報が必要かを自ら気付かせるように心がけました。</p> <p>●後で変更が容易な形状作成を心がけさせました。</p> <p>●部品図の修正には、必ず3次元モデルの修正からするように指導し、図面のミスをなくすようにしました。</p> <p>●加工基準や必要公差を十分意識させて図面化するように指導します。</p> <p>●何度も添削し、加工しやすいシンプルな形状になるように指導します。</p> <p>●ターニングセンターによる球面加工、回転軸の研削加工、耐熱合金などの難削材料の加工など加工が難しい部品は、加工に精通した専門の指導員による加工機の操作説明や加工手順、注意点などの助言をもらいながら指導します。</p> |

| 養成する能力<br>(知識、技能・技術) | 課題制作・開発のポイント   | 訓練（指導）ポイント   |
|----------------------|--|--|
| ○溶接部品の設計・製作技術を習得します。 | ◇圧力容器となるためステンレス製フランジの Tig 溶接は外注加工としました。溶接部品の機械加工は学生が行いますが、その際、事前に溶接方法、位置決め精度、必要治具、検査方法などを外注加工者と十分打合せしてから図面の作成と部品加工を行います。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 図面どおり加工ができてもうまく組み立たない場合もあり、その対処法も学生に経験させることも重要です。</li> <li>● 学生に外注加工者と直接技術的な打合せをさせ、溶接加工のポイントの理解や納品検査などの体験ができるように指導します。</li> </ul> |

### <所見>

加圧型のエンジンの試作は初めての取組でしたので、文献調査だけでは分からないところが沢山ありました。このため、学生と一緒に直接企業に出向いて調査したり、特殊部品（フランジの溶接やメカニカルシール）の発注業者との打合せを学生にさせたりしました。これがかかなりの刺激になったようで、その後の積極性が一段と増したように思えます。

また、スターリングテクノロジーのような全国的な競技大会に参加することにより、期限付きの明確な目標が定まり、計画の立案、設計、部品調達、加工、組立調整、評価、改良といった“ものづくり”の一連の流れを経験し専門技術の向上を図ることができるようになります。もちろん、大会で優秀な成績をおさめることは大切ですが、参加したことにより現在の自分の技術レベルを実感できると共に、他の参加者の意気込みや大会の雰囲気を感じることができ、学校では得られない外部から良い刺激を受けることができます。

### 課題に関する問い合わせ先

**施設名** : 近畿職業能力開発大学校附属滋賀職業能力開発短期大学校  
**住 所** : 〒523-8510  
 滋賀県近江八幡市古川町 1414  
**電話番号** : 0748-31-2250（代表）  
**施設 Web アドレス** : <http://www.ehdo.go.jp/shiga/shiga-pc/index.html>