

ものづくり講座のための教育装置「スターリングエンジン」の 開発とその活用

千田進幸^{*1}，山本浩治^{*1}，立花一志^{*1}，中木村雅史^{*1}，梅原徳次^{*2}

^{*1} 名古屋大学全学技術センター工学系技術支援室，^{*2} 名古屋大学大学院工学研究科

1. はじめに

教育装置スターリングエンジンは今日関心が高まっているエネルギーと環境を考えるものづくりテーマとして多くの特徴を持つことが知られている。そのため全国の大学などの教育機関ではこのエンジンを題材としたものづくり教育の取り組みが盛んである¹⁾。しかしながら2ピストン形(形)エンジンでは熱源にガスバーナーを用いる500~600の高温加熱形エンジンが多い²⁾。そこで我々は環境への優しさが体感できるガスライターによる加熱程度で容易に作動できるエンジンの構築を目指す。また、教育装置という観点から工学的な面白さや奥深さを実感できるエンジンの開発に取り組む。このエンジンを学内の創造工学センターが主催する各種ものづくり講座で製作課題として活用する。

2. エンジンの考案と改良

図1に示す2ピストンスターリングエンジンはそれを構成する部材のすべてを汎用工作機械により加工することができる。加工した金属部品を組み合わせ、スターリングサイクルを実現させれば熱エネルギーが回転運動に変わるというエネルギー変換を具現化できる。これは教育装置としての顕著な特徴の一つといえる。このエンジンでは通常、ピストンとシリンダーの素材として鋳鉄を用いる。他の金属材料と比べ被削性に優れ、無潤滑での摩擦係数が小さいからである。しかしながら機械加工の経験の乏しい受講者が要求されるクリアランスの精度で加工することは難しい。また、たとえ完成させたとしても、繰り返し作動させることによるすべり面の酸化による劣化という問題も生じてしまう。そこで我々は図2に示す1号機を構築した。ピストンとシリンダーにガラス注射筒を用いたエンジンである。はめあい精度にばらつきが少なく、またメンテナンス性にも優れている。図のように横置き形



図1 立て形スターリングエンジン

エンジンは重心を低くでき、安定性に優れる。ピストン径およびストローク長さは10mmである。ガスライターで30秒加熱すると最大回転数2000rpmを得る。エンジンの大きさは縦×横×高さ=125×80×65〔mm〕である。また材料費は4200円である。図3は2号機として考案したL字形エンジンである。その特徴は図のように2つのシリンダーを90度配置にす

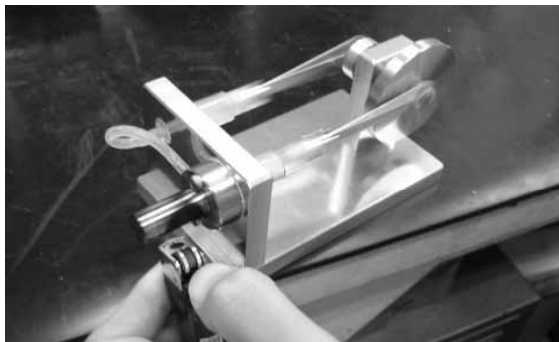


図2 横置き形スターリングエンジン(1号機)

ることで高温側と低温側の2つのピストンクランプを1点で固定できることである。この設計改良はピストンの位相遅れの原理説明を容易にした。また、総部品点数も1号機の39点と比べ2号機は35点となり単純化したといえる。なお、エンジンの回転性能には1号機と同等である。大きさは50×120×110〔mm〕である。材料費もほぼ同等である。

図4は市販のミニ四駆の台車を利用した「スターリングミニカー」である。2号機の特徴は出力を簡単に取り出せる構造

にある。即ち、クランク軸の一方が自由端となる構造を利用している。またベースの幅が40mmと狭いことが台車の幅と巧く適合している。台車の車軸に取り付けら



図3 L字形スターリングエンジン(2号機)



図4 ミニ四駆の台車を利用した「スターリングミニカー」

れている。14のギアは自作のプーリーに変更している。また出力伝達には輪ゴムを用いている。

3. 実験的要素の付加

図5に示すように2つのシリンダーを連結するシリコン製チューブ長さを変更させ、それによる回転数への影響を調べさせている。単にエンジンを組立て、作動させるだけに留まらず、性能パラメータを変化させ実験する面白さを取り入れている。チューブ長さは120(標準)、240、500、1000〔mm〕と変化させた。1000mmでは150rpm程度に回転数が落ちる。その理由を考察してもらった事とした。チューブ長さが長くなると作動ガスの移動効率が低下することが主な要因と考えられるが受講者によって毎回ユニークな回答がなされ、それを討論するのも講座指導の楽しみの一つである。

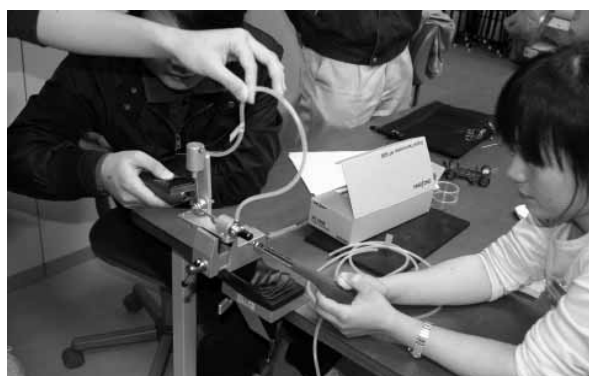


図5 連結管長さを変化させた回転数測定実験のようす

4. 各種ものづくり講座への活用

本スターリングエンジンは前述した創造工学センターのものづくり講座の題材として活用している。表1は平成22年度のものづくり講座機械工作コースの年間スケジュールである。表に示す「ものづくり講座」は一般学生・教職員を対象として夏休み・春休みに1日講座として開催される。センターにある工作機械を使ってフライホイールとベースを加工した後、組立て、作動試験を行い、次いで前述のエンジン性能実験を実施している。「留学生向けものづくり講座」は学内の国際交流室と連携して実施する。午後の半日コースであり、機械加工は無く、図6に示すような組立て作業を中心としたプログラムとなっている。すべて英語による資料の準備がなされていることが特徴である。最後の3つ目として地域のス

ーパー・サイエンス・ハイスクール実施高校と連携した「高大連携

表1 ものづくり公開講座 機械工作コース年間スケジュール

【平成22年度】	
6月23日	第5回留学生向けものづくり講座
8月4日	第1期高大連携ものづくり講座
9月24日 ~9月30日	第1期ものづくり講座
11月30日	第6回留学生向けものづくり講座
2月21日 ~2月25日	第2期ものづくり講座
3月22日	第2期高大連携ものづくり講座



図6 留学生ものづくり公開講座の作業風景

ものづくり講座」を開講している。参加高校毎にグループを組んで留学生向けとほぼ同等のメニューで

実施している。なお、これらの講座の運営はセンター教員と協議の上、3名ないし4名の技術職員がプロジェクト体制で行っている。

5. おわりに

以上のようにスターリングエンジンの開発およびものづくり講座への活用について紹介させて頂いた。試行錯誤と微調整を繰り返しながらのものづくり教育支援ではあるが、どの講座も受講者にもものづくりを楽しんでもらうことに念頭を置いている。そのためには現場で指導をする技術職員のモチベーションこそが質の高い技術支援に繋がると考えている。そのような視点からも今回のような技術研究会で発表し、討論するという、技術職員の相互の交流を深めることの意義は大きいと考えている。

参考文献

- 1) 例えば、佐藤祐司、他：機械製作実習におけるスターリングエンジンの製作、平成 17 年度 実験・実習技術研究会報告集（鳥取大学） 51 - 56
- 2) 岩本昭一：模型スターリングエンジン〔第 2 版〕、山海堂 64 - 95