

電気ヒーターを熱源とした教育教材「スターリングエンジン」の試作

中木村 雅史^{*1}, 山本 浩治^{*1}, 立花 一志^{*1}, 千田 進幸^{*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. 概要

昨年度は、教員の依頼を受け、授業やものづくり公開講座において、エネルギー変換の実演用教育装置としてバーナーやライターなどの火炎を熱源とした模型スターリングエンジンを提供してきた。しかし、火炎を扱うのは、常に火災に注意しなければならないために、できれば他の加熱方法にすることが望ましい。そこで今回の研修では安全化と温度制御の実現を目的として、電気ヒーターを用いたスターリングエンジンを試作した。さらに温度や回転数などの動作パラメータをリアルタイムで表示できるシステムの構築を目指し、それらを実現する装置を製作した。

具体的には以下の部分を新たに導入した。

1) 電気ヒーター

絶縁用セラミックで包まれた電熱線を加熱ヘッドに巻きつけた。さらに温度制御用の熱電対を取り付け、温度調節器により、自由に温度を変えられるようにした。

2) 回転計

反射型フォトインタラプタ素子とテスターを用いた自作の回転計をエンジンのフライホイール付近に取り付けて、回転数をリアルタイムで計測・表示できるようにした。

3) 温度計・湿度計

周囲の温度と湿度を同時に表示できるセンサーおよびモニターを設置した。これにより低温部温度と湿度が常に把握できるようになった。

2. ヒーター付きスターリングエンジン

① 装置外観

装置外観を図1に示す。エンジン本体は作動時に激しく振動しないように回転計と共にアクリル製台座に固定されている。さらにエンジン周りには、温度調節器、回転計モニター（テスター）、温度・湿度モニターが配置されている。

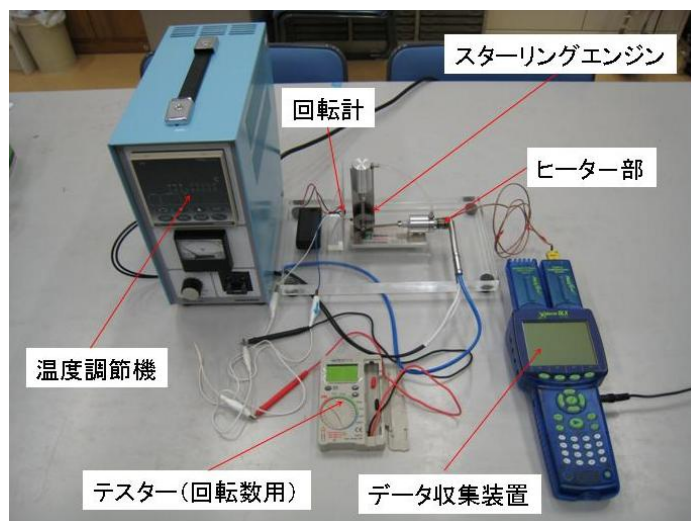


図1 装置外観

② 特長

本エンジンの特長は以下のとおりである。

- ・電気ヒーターにより安全に任意の温度（上限 500℃）まで加熱することが可能。
- ・フォトインタラプタを利用した回転計により、リアルタイムで回転数が表示可能。
- ・高温部・低温部（室温）の温度、および湿度が表示可能。

以下にエンジン各部分の詳細を述べる。

3. 各部詳細

① ヒーター部分

ヒーター部分を図2に示す。エンジンの加熱ヘッドにはシースで覆われた電熱線と熱電対が巻きつけられており、熱電対からの信号を基にして温度制御が可能である。従来のバーナーによる火炎を用いる方法と違い、自由に温度調整ができて、なおかつ火災の危険が少ないものとなっている。

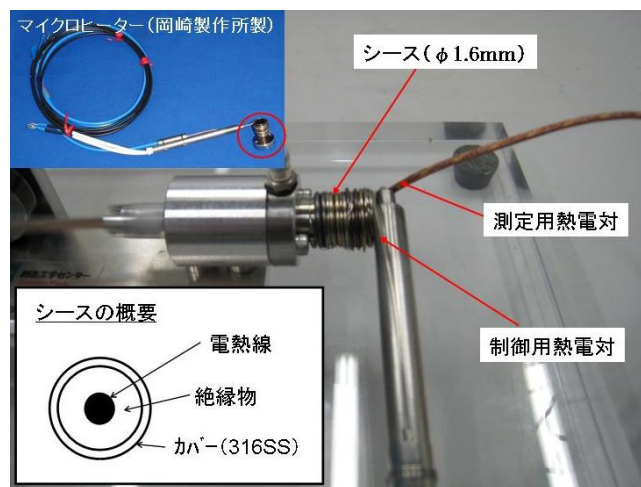


図2 ヒーター部分

② 回転計部分

エンジンのフライホイール近くには、反射型フォトインタラプタを用いた自作回転計が設置されている（図3）。フライホイールには反射板が貼り付けられており、フォトインタラプタからの信号の周波数をテスターで表示することで、エンジンの1秒あたりの回転数をリアルタイムで表示できるしくみになっている。回路図の詳細を図4に示す。

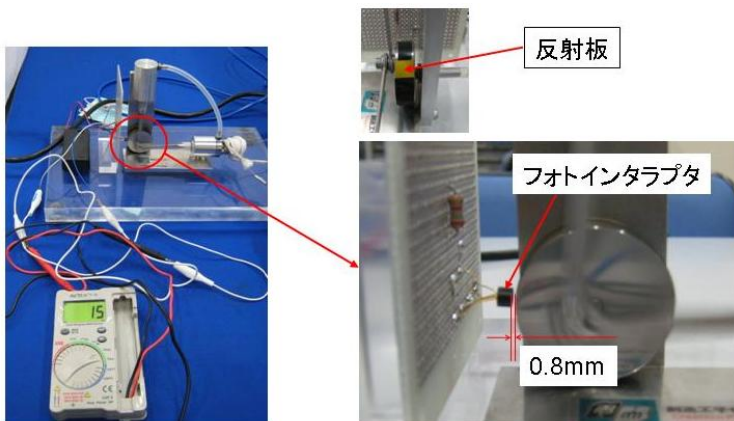


図3 回転計部分

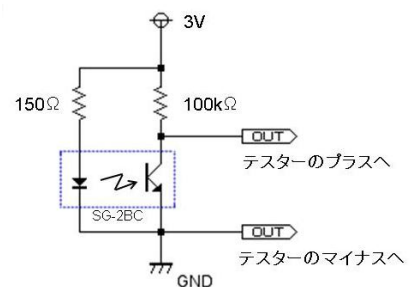


図4 回路図

③ 温度計・湿度計

熱電対および湿度センサーにより高温部温度、低温部温度（室温）、および湿度が計測可能となっている。これらのデータはデータ収集装置にて保存される。データ収集装置にはモニターがついており、リアルタイムで各データの様子が確認できる（図5）。さらに外部出力により、ノートパソコンなど別のモニター上に表示することも可能である。



図5 温度・湿度モニター

4. エンジン性能

高温部温度とエンジン回転数の関係を図6に示す。エンジンスペックはサイズ：46×137×115（mm）、重量：300g、ボア径：10mm、ストローク：10mm、作動気体は空気となっている。

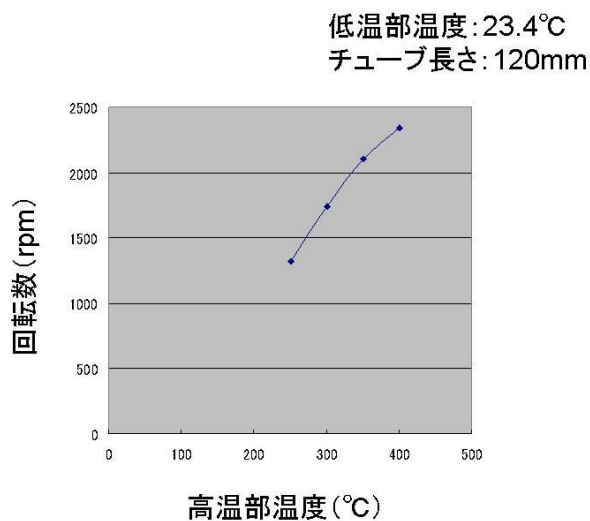


図6 高温部温度－エンジン回転数

5. まとめ

本報告のまとめは以下のとおりである。

- ・高温部に電気ヒーターを搭載し、安全に任意の温度で加熱できる装置の試作に成功した。
- ・回転数・温度・湿度を表示させることで、動作に関する各データを数値的に把握できるようになり、より質の高い教育装置となった。

参考文献

- ・名古屋大学工学研究科・工学部 技術部 技報, vol.12, 2010年3月, pp.87-88.