

# 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

山本浩治 千田進幸 立花一志 中木村雅史

工学系技術支援室 装置開発技術系

## 1. はじめに



図1 V型スターリングエンジン

平成21年に教育装置として開発したV型模型スターリングエンジン(図1)は、熱から仕事へのエネルギー変換を実現する教育装置として、熱力学の講義やものづくり講習会など様々な場所で実演が行われた。実演に当たって、高温シリンダー側を加熱する際にガスライターの火炎を用いるため、火災に対する注意が必要であり、防火上の理由で場所によっては使用できない場合もある。このような、火災の危険性を極力回避するため、電気ヒーターを熱源としたエンジンの開発に着手した。また、動作パラメータで

ある温度と回転数、湿度をリアルタイムで表示できるシステムを構築することで、より優れた教育装置の開発を目指した。

## 2. ヒーター付きスターリングエンジンの特長

ヒーター付きスターリングエンジンは、図2に示すような構成になっており、温度調節機(DSSシリーズ:シマデン製)から出力される電力により高温部(ヒーター部)が加熱される。ヒーター部には、マイクロヒーター(岡崎製作所製)を採用した。採用した理由として電熱線(シース)が $\phi 1.6\text{mm}$ と細く高温を必要とする箇所に巻きやすい点、およびシース内部の電熱線と外側のカバーが絶縁されているためセラミックチューブ等で絶縁する必要が無い点である。これにより、安全かつ確実に加熱を行うことが可能になった。回転計は、発光ダイオードとトランジスタを組み合わせたフォトインタラプタを利用し、その出力信号をテスターで読み取ることでリアルタイムに回転数が表示可能になっている。また、データ収集装置(Xplorer GLX PS-2002 島津理化製)にて高温部・低温部の温度および湿度が集中管理できるようになっている。

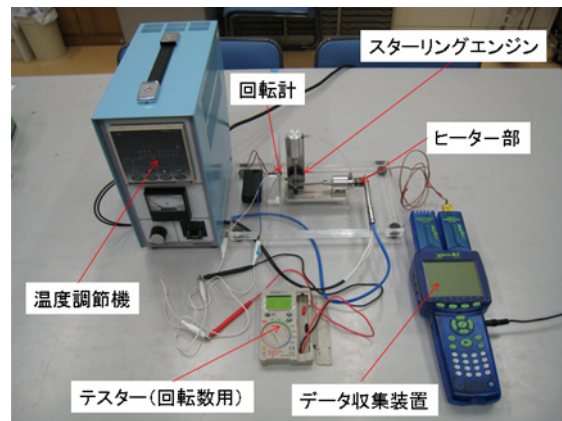


図2 装置全体図

### 3. 回転数の測定方法および測定データ

温度、湿度に関しては市販品のデータ収集装置に内蔵されているセンサで測定ができる。回転数に関しては、以前使用していたレーザー式の回転計（ハンディタイプ）に測定データのばらつきがあったため、図3のように回転計（フォトインターラプタ）を固定する方式を採った。

回転数の測定方法を以下に述べる、また、測定データの例を表1に示す。

- (1) フライホイールに反射板を貼る
- (2) フライホイールとフォトインターラプタの隙間を 0.8mm にする
- (3) テスターのモード：FREQ（周波数表示）→回転数を表示（ $\text{sec}^{-1}$ ）

※測定データは  $\text{min}^{-1}$  に換算するため 60 倍する。

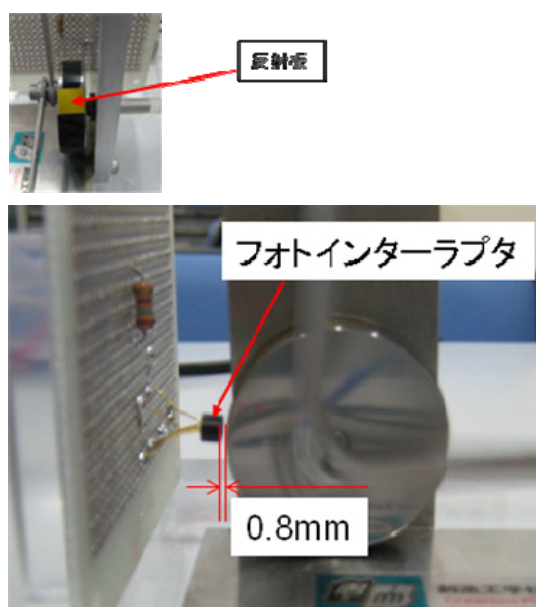


図3 回転計

表1 測定データの例

[実験 1]

高温部設定温度：300℃ 実温度：298℃

低温部温度：25.2℃ 湿度：41%

回転数：1200 $\text{min}^{-1}$

[実験 2]

高温部設定温度：400℃ 実温度：410℃

低温部温度：25.2℃ 湿度：41%

回転数：1800 $\text{min}^{-1}$

### 4. まとめ

平成 22 年度の技術部研修「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」を実施して、次のような技術的成果を得た。

- (1) 高温部に電気ヒーターを搭載し、安全かつ確実に加熱できる装置の試作に成功した。
- (2) 回転数・温度・湿度をリアルタイムで表示させることで、動作パラメ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。
- (3) 今後の課題として、高温加熱部近傍の断熱対策、および回転数をデータ収集装置に表示などを考えている。