

研究成果報告書

研 究 題 目		大規模被災地で利用可能な空冷式スターリングエンジン発電	実 施 年 度
			平成 26 年度
代 表 研 究 者	所 属	津山工業高等専門学校 電子制御工学科 特任教授	
	氏 名	鳥家 秀昭	印

1. 研究の背景・目的

巨大地震の被災地等における電力供給インフラの要素技術として、スターリングエンジン発電 (SEG) ⁽¹⁾ に着目し、低温側シリンダーヘッドを冷却して温度差を拡大することにより、発電出力の増加を狙って研究を行った。これは、薪ストーブを使用することで、暖房・煮焚き・発電の機能を具備した災害インフラとして有用な技術開発である。

研究計画の策定に際しては、薪ストーブと二重管煙突を組合せたドラフト効果型 ⁽²⁾ SEG を着想した。これは、薪ストーブを熱源に利用するとともに煙突内にドラフトチューブを配置し、排煙からの伝熱により生じる上昇気流を利用して SEG 実験機の強制冷却を行う。また、SEG 実験機の低温側ヘッドを強制循環水で冷却し、ドラフト効果を利用して循環水を冷却する、水冷と空冷を組合せたハイブリッド型 SEG を着想し、これにより連続運転時間の拡大を狙う。

2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

本研究の達成度は 60%程度である。主な理由は、発電機出力が高々1W で計画より小さいこと、および、申請時の計画では SEG 実験機の低温側を空冷する方式であったが、水冷式に変更して、低温側を強制循環水で冷却し、循環水を空冷する方式にしたことである。具体的には、市販の α 型 SEG⁽³⁾ を水冷式 SEG 実験機に改造し、低温側シリンダーヘッドに冷却水の配管を接着した。この配管内に冷却水を強制循環させて、低温側を冷却した。そして、この循環水を二重管煙突のドラフト効果で空冷した。冷却水の温度を測定して、実験機の運転特性・発電出力を調査した。高温側の熱源にアルコールランプを使用した。

以下に、本研究で得られた成果を述べる。

(1) 二重管煙突のドラフト効果を目視で確認した。銅製パイプで構成したラジエーターの空気取入れ部に火をつけた蚊取り線香を置くと、その煙が二重管煙突内を通って二重管煙突の頂部から出る。二重管煙突の基部に火をつけたアルコールランプを置いた時の方が置かない時より大量の煙が上昇することを確認した。

(2) SEG 実験機の運転特性・発電出力を調べた。発電出力は負荷抵抗に依存し、室内実験では、負荷抵抗が約 20Ω の時、最大発電出力（約 240mW）だった。次に、負荷抵抗に 20Ω を接続し、(a)室内実験と(b)室外実験によりドラフト効果を検証した。

(a)室内実験（気温 17℃）

1)室内の温度と循環ポンプ内の水温を同一にして、循環水ポンプを稼働させ、冷却用配管に水を流す。

2)SEG 実験機の高温側ヘッドをアルコールランプで加熱して運転し、水温と発電出力を測定する。水温上昇が飽和するまで、測定を繰り返し行う。

3)水温上昇が飽和したら、二重管煙突の下に火のついたアルコールランプを置く。

4)水温と発電出力を測定する。ドラフト効果の有無と実験結果の関係を比較する。

(b)室外実験（気温 4℃）

室外に実験装置を設置して、上記の 1)～4)と同じ手順で実験を行う。

これらの実験結果から、以下のことが分かった。

①強制循環水で冷却した時は、実験機の低温側ヘッドの配管を流れる冷却水の温度上昇が飽和（12℃）した。室内、室外の実験で、冷却水の温度変化は同じ傾向を示した。

②室外実験では冷却水の温度が約 1℃、低下した。この水温低下はドラフト効果により生じたと考えられる。室内実験ではドラフト効果は確認できなかった。

③発電出力については、2つの実験結果はほぼ同様だった。室内実験では、260mW から 190mW まで、70mW 程度、低下し、室外実験では、240mW から 190mW まで、50mW 程度、低下した。

④室外実験で、水温が 12℃から 11℃に低下し、11℃を保持している間は、発電出力も一定で約 200mW を示した。

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

経費は、申請時の計画どおりに使用した。但し、申請額（合計）の 50 万円に対して、認許額（合計）が 40 万円であったため、下記のように修正した。

（１）ドラフトチューブ型ＳＥ発電モデル（１台）	38→38 万円
（２）薪ストーブ（１台）	6→0 万円
（３）ガスバーナー（１個×5 千円）	1→0 万円
（４）出張（津山ー札幌）旅費（風車工房にて打合せ）	5→0 万円

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

今後の課題として、熱源に固形燃料および薪ストーブを使用して運転特性・発電出力に及ぼすドラフト効果の検証を行う予定である。

実験装置のサイズを大きくすることにより発電出力が増大するので、発展性がある。しかし、SEG 実験機の運転性能は不安定になり、冷却時でも連続運転の時間が短くなることが想定される。このことは実用化を検討する際の課題であり解決する必要がある。

本研究実験では、水冷式＋ドラフト（空冷）効果の実験を行い、空冷効果を確認した。よって、今後もラジエーターの性能向上などの改善を行うことにより、上記方式の実用化に活路を見出したい。

5. 成果の発表（学会での発表，学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

本研究の成果は，平成 27 年 8 月に国際会議（ICAEME2015）で発表予定である。

謝辞

本研究を遂行するにあたり，（財）中国電力技術研究財団から研究経費を助成していただきました。ここに記して感謝いたします。

参考文献

(1)山下巖・濱口和洋・香川澄・平田宏一・百頼豊，「スターリングエンジンの理論と設計」，山海堂

(2)ドラフト（チムニー）効果

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%85%99%E7%AA%81%E5%8A%B9%E6%9E%9C>

(3)（有）協和合金 <http://www.kygn.jp/>