

宇宙用スターリングサイクル発電機の研究

メタデータ	言語: jpn	
出版者: 室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター		
	公開日: 2016-04-26	
	キーワード (Ja):	
	キーワード (En):	
	作成者: 吹場, 活佳, 塚野, 徹, 棚次, 亘弘	
	メールアドレス:	
	所属:	
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008709	

○ 吹場 活佳(航空宇宙機システム研究センター 講師)塚野 徹 (航空宇宙システム工学専攻)棚次 亘弘(航空宇宙機システム研究センター長 特任教授)

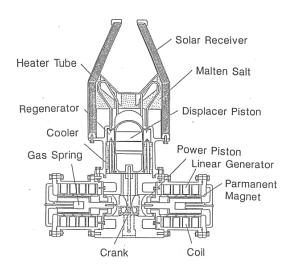
1. はじめに

スターリングエンジンは高温部、低温部の温度差を利用して高効率で運転することのできる熱機関である。ディーゼルエンジンなど他の熱機関と異なり、作動流体をエンジン内に封じ込めて熱の出入りのみで運転することができるため、宇宙空間における発電用として利用できる可能性がある。現在宇宙用の発電機関としては太陽電池がよく用いられるが、太陽電池の熱変換効率は20%程度にとどまる。一方スターリングエンジンでは30%を超えるものが地上で実用化に近い形で運用されている。また宇宙放射線に強いといったメリットもある。本研究では過去に宇宙用として開発されたスターリングサイクル発電機を電気ヒータを熱源として運転し、その性能を把握する。

2. 装置概要

本研究で用いたスターリングサイクル発電機の外観および断面を図1に示す。装置上部に電気加熱によるヒーターがあり、これが高温熱源となる。ヒーターチューブの下部には蓄熱式の再生熱交換器があり、さらにその下部に冷却部がある。冷却は水冷による熱交換で行われる。これらの高温部と低温部は中央のディスプレーサシリンダに繋がっており、DC モータによって駆動するディスプレーサピストンが内部の作動流体を高温部と低温部の間で交互に移動させている。これにより、圧力変化が生じ、一対の対向式パワーピストンによってリニア発電機が駆動され、発電する。





a) 外観

b) 断面図

図1:スターリングサイクル発電機

実験装置概要を図 2 に示す. 高温部のヒーターへの投入電力は交流電源の電圧とヒーターの抵抗値から求める. 高温部と低温部の温度測定は熱電対を用い, 作動流体圧力はひずみ圧力計を用いる. これらはアンプを通して PC でデータを取得する. ディスプレーサの DC モータを駆動する直流電源の電力を読み取り, 発電周波数を回転数とする. 発電コイルからの発電電力は抵抗回路を利用して計測し PC で記録した. 負荷抵抗としては白熱電球を用いた.

表 1 に前述の運転条件を示す. 本発電機は水素ガスを使用するように設計されているが, 本研究では安全のためヘリウムガスを使用して運転した.

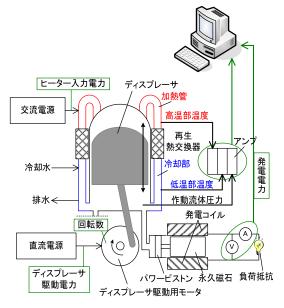


図2:実験装置概要

表 1: 運転条件

作動流体	ヘリウム
作動流体圧力	0.2 ~ 1.0 MPaA
高温部温度	230 ∼ 600 °C
低温部温度	10 ℃
エンジン回転数	11.1 ~ 20 Hz

3. 実験結果

実験結果を図3,4に示す.封入した作動流体圧力を1.0 MPaAで固定し、高温部温度を変化させたときの発電電力をディスプレーサの回転数ごとに整理したものを図3に示す.図より、高温部の温度を高くすることにより発電電力が大きくなることがわかる.また、温度を上昇させることによる発電電力の増加の勾配は、ディスプレーサ回転数が高いほど急な勾配となる.

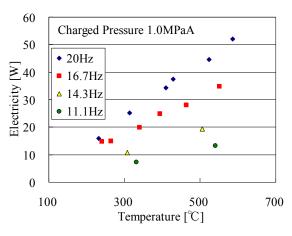
作動流体圧力 1.0 MPaA, ディスプレーサの回転数 20 Hz で固定したときの高温部温度の変化に伴う発電効率の変化を図 4 に示す. 発電効率 η は以下のように定義した.

$$\eta = \frac{P_{out} - P_{dis}}{P_{in}}$$

 P_{out} : 発電電力, P_{in} : ヒーター投入電力

 $P_{dis}: ディスプレーサ駆動電力$

図4より、高温部温度を上げることにより発電効率が増加しているのがわかる. なお、発電効率が負の値を示しているのは、ディスプレーサ駆動電力に比べ、発電電力が小さいためである. この他、作動流体の圧力を変化させて実験を行い、圧力の増加に伴い発電電力が増加することが明らかになった.



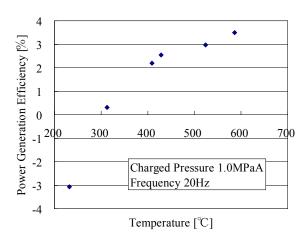


図3:高温部の温度変化による発電電力の変化 図4:高温部の温度変化による発電効率の変化

4. まとめ

本研究では、宇宙利用を目指したスターリングエンジン発電機の運転性能試験を行い、以下の 結果を得た.

·最高発電電力:53 W

・最高効率:3.5 %

また、定性的な傾向として以下のことが言える.

- ・高温部温度の上昇に伴い発電電力が向上する.
- ・作動流体圧力の上昇に伴い発電電力が向上する.
- ・エンジン回転数の上昇に伴い発電電力が向上する.

現段階では装置出力である発電電力も装置の効率もまだまだ低く、実用レベルであるとはいえないが、運転条件を変化させることで出力の向上が期待できる. 現在、作動流体としてヘリウムを用いているが、水素を用いることでも出力の向上が期待できると思われる.

参考文献

(1) 塚野徹, 吹場活佳, 棚次亘弘:宇宙用スターリングサイクル発電機に関する実験的研究, 第 53 回宇宙科学技術連合講演会講演集(CR-ROM), 2009.