

圧縮空気エンジンを用いた太陽熱発電がコンプレッサーの消費電力に与える効果

中尾 晃輔* 友松 重樹** 林 則行** 田島 大輔***
(宮崎大学 *大学院工学研究科 **工学教育研究部)(***福岡工業大学工学部)

1 はじめに

集光型太陽熱発電は、集光方式や蓄熱方式、発電方式で更なる効率向上が期待されている。^[1] 現在、太陽熱発電で使用される原動機としては、太陽熱で生成した水蒸気でタービンを回転させ動力を得る蒸気タービンや、太陽熱で直接加熱することで温度差を利用して動力を得るスターリングエンジンなどが用いられている。^[2] 著者らは、これらとは別に新しい原動機として化石燃料や水を使用せずに、太陽熱で加熱した圧縮空気のみを利用する高温圧縮空気エンジンの可能性を検討している。

本論文では、太陽熱の前段階として簡易加熱装置を組み込んだ模擬太陽熱発電システムを用いて、圧縮空気エンジンを用いた太陽熱発電がコンプレッサーの消費電力に与える効果について報告する。

2 装置構成

実験装置の構成を図 1、図 2 に示す。コンプレッサー、サージタンク、加熱部、圧縮空気エンジン、歯車減速機、トルクセンサそして PM 発電機で構成されている。圧縮空気エンジンは既存のガソリンエンジンを改造したものであり、エンジンの回転数(最大 6,000rpm)と PM 発電機の回転数(最大 300 rpm)を考慮して 20:1 の歯車減速機を挿入する。

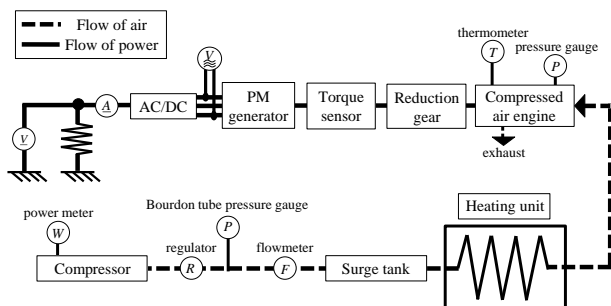


図 1 発電システム



図 2 発電装置

3 実験

3.1 実験方法

実験は、圧縮空気エンジンに供給する空気の圧力(レギュレーター設定圧力 P_s)を 0.3MPa(G), 負荷抵抗を $R=30\Omega$ で固定したときの消費電力 P_C を調査した。測定には、クランプ電力ロガー(ZN-CTC11)を用いて行った。測定方法としては、圧力と負荷を一定の状態ではコンプレッサーを 20 分間運転させた場合のコンプレッサーの消費電力を測定する。測定は、エンジンの吸気温度が 13°C(non-heating), 200°C, 300°C の場合で行った。測定温度は、簡易加熱装置で圧縮空気エンジンの吸気温度を対象温度 $\pm 10^\circ\text{C}$ の範囲に調整した。

3.2 実験結果

表 1、図 3 に負荷抵抗を $R=30\Omega$ に固定して 20 分間運転したときのコンプレッサーの消費電力の時間変化を示す。サージタンク内の圧力が減少するとコンプレッサーが駆動して電力を消費しており、13°C(non-heating)の場合の駆動周期は約 2 分間隔、200°C, 300°C の場合はともに約 2.7 分間隔で駆動している。また、20 分間でのコンプレッサーの平均消費電力は非加熱の場合は約 1.61 kW, 200°C の場合は約 1.33 kW, 300°C の場合は約 1.38 kW となった。従って、加熱することでコンプレッサーの平均消費電力を約 17% 低減することができた。

表 1 コンプレッサーの消費電力の比較

	286K (13°C) non-heating	473K (200°C)	573K (300°C)
駆動周期 [min]	2	2.7	2.7
平均消費電力 [kW]	1.61	1.33	1.38

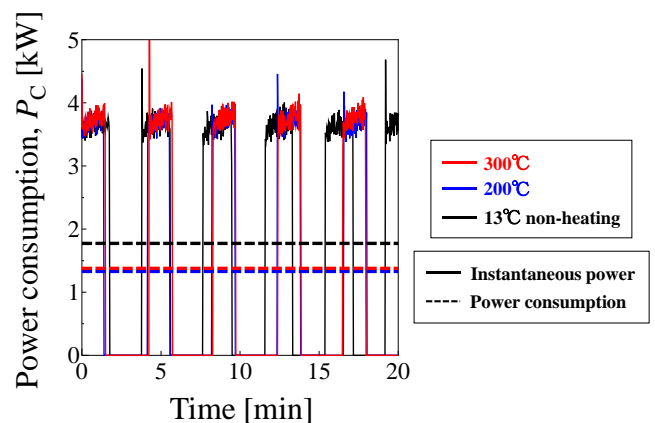


図 3 コンプレッサーの消費電力の時間変化
(13°C(non-heating)・200°C・300°C)

4 まとめ

模擬太陽熱発電システムを用いて、圧縮空気エンジンを用いた太陽熱発電がコンプレッサーの消費電力に与える効果について調査した。

その結果、加熱することでコンプレッサーの駆動周期が長くなった。それに対し、駆動時間は逆に短くなり、コンプレッサーの平均消費電力が低減できることが分かった。

謝辞

本研究は文科省特別研究「低炭素社会を目指す宮崎大学太陽エネルギー活用プロジェクト」(研究代表:宮崎大学教授・金子宏)の分担研究として行った。また、圧縮空気エンジンの改造に協力頂いた宮崎大学工学研究科機械システム工学専攻の下田翔仁氏や、機械工学の観点から助言を頂いた本学工学教育研究部の長瀬慶紀准教授に謝意を表す。

参考文献

- [1] 森北出版「NEDO 再生可能エネルギー技術白書第 2 版」(2014) 第 5 章太陽熱発電・太陽熱利用
- [2] 日本太陽エネルギー学会「新太陽エネルギー利用ハンドブック」(2010) 第 II 編太陽エネルギー直接利用技術 第 3 章太陽熱の動力化システム