

K2-67

点集光型集熱器を用いた太陽熱集熱容器の断熱層の影響

Influence Of Heat-insulating Layer Of Solar Thermal Collectors Container Using A Point Condensing Type Heat Collector

○鎌田健祐¹, 古谷竜二¹, 山根諒也¹, 木村元昭²*Kensuke Kamada¹, Ryuji Furuya¹, Ryoya Yamane¹, Motoaki Kimura²

Abstract: A shortage of fresh water has been facing the world today. Fresh water plays a vital role that people need to drink in order to survive. Solar energy can be used in many applications and provide significant benefits whenever it is possible. Renewable solar energy is observed in this study. We make a solar heat collector device for capturing heat using Fresnel lens. The Fresnel lens is attached to the aluminum frame. The reflected light from the lens is concentrated in the focal zone thus increasing the energy directing into the target from a glass container. The flasks are used to heat collecting container of the device fabricated through the experiment, when only the flask was covered outside with ceramic wool, was prepared 3 pattern when lined on the inside with aluminum foil. As a result, Only of flask efficiency was 39.5%. Covered with ceramic wool outside of the flask efficiency was 45.7%. Aluminum foil on the inside of the flask efficiency was 47.3%.

1. はじめに

我が国はエネルギー消費の大部分を海外からの輸入に頼っている^[1]. こうした背景の中, 太陽光や風力を利用した再生可能エネルギーが注目を集めている. 著者らは再生可能エネルギーの中でも無公害かつ無尽蔵である太陽熱に注目し研究を進める^[2]. 本研究では太陽熱をフレネルレンズを用いて集熱するための集熱器を試作した. 実験を通して試作した装置の集熱容器にはフラスコを使用し, フラスコのみ, セラミックウールで外側を覆った場合, アルミホイルを内側に敷いた場合の3パターンを用意し, それぞれの実験結果から沸騰後集熱効率を求め, 集熱容器の断熱層の影響を評価, 及び考察を行う.

2. 実験装置

図1の様に, フレネルレンズにより太陽光を集光し, 集熱容器であるフラスコ内に水没したターゲットに当てることでターゲットから原水へと熱を伝えた. 実験装置はアルミフレームとアングル材を使用した外枠(1033×1433×1365mm)に, 特殊光学樹脂社製のフレネルレンズ(3×1400×1050mm)を図2の様に設置した. 使用する集熱容器は1000mlのフラスコ, 使用するターゲットは直径85mm, 厚さ0.2mmの選択吸膜付き銅基板リン脱酸銅である(図2参照). 集熱容器はフラスコのみ他に2パターン用意し, アルミホイルを内側に敷いたもの, セラミックウールで外側を覆ったものを用意した. 図4はその断面図である. 使用するアルミホイルは厚さ12 μ m, セラミックウールは厚さ25mmかさ

密度100kg/m³を使用した. またターゲット①, 集熱容器内外②③の温度を測定するためにK型熱電対を使用し, 原水④, 蒸気温度⑤, 大気温度, はシース型K型熱電対を使用し測定した. 図3にフラスコに固定した熱電対の位置を示す. また, 全天日射計を用いて直達日射量を測定し, 実験直前の風速測定も行った.

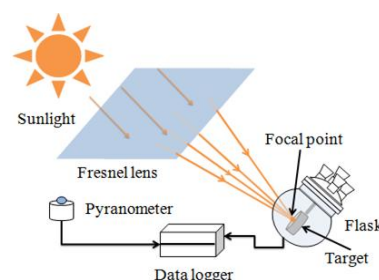


Figure 1. The Schematic Drawing Of The Device

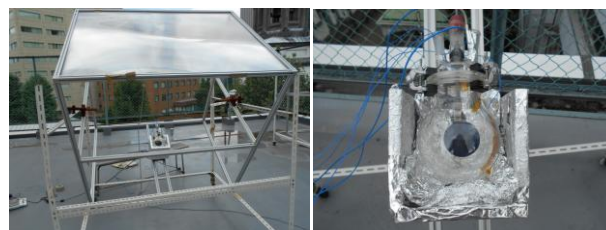


Figure 2. Experimental Device

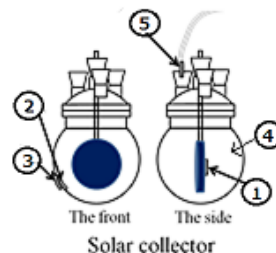


Figure 3. Thermocouples Position

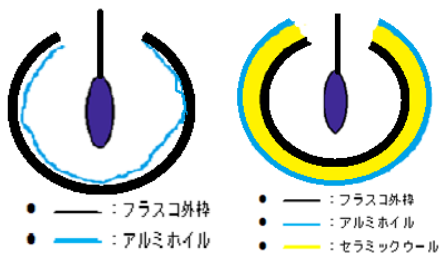


Figure 4. Cross-section Of Flask

3. 実験方法・条件

集熱容器に原水を入れ、その際質量を計測して原水の量を記録する。集熱容器内のターゲットがレンズからの焦点距離に来るよう容器を固定し、レンズを用いて太陽光をターゲットに集光する。そして熱せられたターゲットからの熱伝達により周囲の原水を温めることにより沸騰させる。また、蒸発量を測定するため沸騰後 20 分間集熱容器内の水を蒸発させる。そして質量を計測し、蒸発した原水の量を調べ、最終的に沸騰後蒸発効率 η を求める。同じように集熱容器の内側にアルミホイルを敷いたもの、外側をセラミックウールで包んだものでも同様の実験を行う。

4. 実験結果

全天日射計を用いて測定した直達日射量 I は太陽強度の鉛直成分値を示しているため実際の直達日射量 I_h は太陽高度 H を用いて(1)式のように表すことができる。

$$I_h = \frac{I}{\sin H} \quad [\text{W/m}^2] \quad (1)$$

また、受光熱量 Q_a は(2)式で表すことができる。ここで A :フレネルレンズの面積 $[\text{m}^2]$ である。

$$Q_a = I_h \cdot A \quad [\text{W}] \quad (2)$$

受光熱量 Q_a に対する沸騰後集熱効率 η は(3)式で表す。

$$\eta = \frac{J_w \cdot m_s}{Q_a \cdot t} \quad [\%] \quad (3)$$

ただし、 J_w :原水蒸発量 $[\text{g}]$ m_s :水の蒸発熱 $[\text{J/g}]$ t :沸騰後計測時間 $[\text{sec}]$ である。表 1 に沸騰後集熱効率 η [%]をまとめる。

Table 1. After Boiling Heat Collection Efficiency

	Efficiency η [%]
Flask	39.5
Flask+Ceramic Wool	45.7
Flask+ aluminum foil	47.3

5. 考察

集熱容器のみの状態で得られた沸騰後熱効率 η を基準として、集熱容器の外側をセラミックウールで覆ったものとアルミホイルを内側に敷いたもので得られた沸騰後熱効率 η を比較、考察する。なにもない状態 (39.5%) と比べてアルミホイルを内側に敷いている状態 (47.3%)、セラミックウールで外側を覆った状態 (45.7%) とともに沸騰後熱効率は上回った。また、セラミックウールとアルミホイルとを比較すると、アルミホイルの方が沸騰後熱効率は優れていた。実験以前はセラミックウールの方が効率が良いと予想していた。これはアルミホイルと比べてセラミックウールが断熱効果に優れているため、沸騰後熱効率も優れているのではないかと予想していたためである。だが実際にはアルミホイルの方が沸騰後熱効率は優れていた。これはセラミックウールは集熱容器の外側を包んでいたことに比べ、アルミホイルは集熱容器の内側に敷き詰めていたことに原因があると考えられる。セラミックウールは集熱容器の外側を覆っているために、一度集熱容器の外に光を逃がしてしまい、結果エネルギーロスが大きくなってしまった。また沸騰し流動する原水が直接集熱容器に触れているため、原水から集熱容器に熱が伝わりやすくなり熱が外に逃げってしまったためであると考えられる。それに比べアルミホイルでは容器内に侵入した光が外に逃げることなく内部で反射することでエネルギーロスが減少し、また沸騰することで流動している原水と集熱容器との間にアルミホイルがあることで原水から集熱容器に伝達する熱を抑える効果があったと考えられる。このためアルミホイルを内側に敷いた集熱容器の方が外側をセラミックウールで覆った集熱容器よりも沸騰後熱効率が優れていると考察した。

6. 結論

沸騰後効率の減少を抑えるためには集熱容器外部の断熱をするよりもアルミホイルを容器内に敷き詰め、集熱容器内部から熱を逃がさないことを優先した方が断熱効果が向上する。

7. 参考文献

- [1] 新エネルギー・産業技術総合開発機構：「NEDO 再生可能エネルギー技術白書」, p.1, 2010.
- [2] 経済産業省：「水ビジネス国際展開研究会報告書」, pp.1-2, 2011.