

## ペットボトルを用いた TSS の造水特性に関する基礎的研究

広島工業大学

広島工業大学大学院

西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社

正会員 ○石井 義裕

学生会員 三角 彰

非会員 三田 祥文

### 1. 研究目的

発展途上国においては慢性的な水不足、安定した電力供給が難しい。水資源の確保の手段として、軽量で安価で大量生産可能な太陽熱淡水化装置：TSS(Tubular Solar Still)は有効な手段と考えられる。これまでの研究では、段ボール・ポリエチレンフィルムなどを使用した矩形型トラフの TSS(以下、R-TSS)を製作し造水実験を実施した。

本研究においては、量産性や耐久性に優れるペットボトルを用いた TSS を製作した。(以下、C-TSS) R-TSS と C-TSS を用いた造水実験を行った。実験結果からペットボトルを用いた TSS の造水能力・特性について検討した。

### 2. 実験方法

写真1に C-TSS と R-TSS を示す。C-TSS 装置は直径 8.5cm 長さ 23cm 表面積 826cm<sup>2</sup> 体積 1462cm<sup>3</sup> である。装置の中に初期水量を溜めておくトラフを高さ 6cm 幅 5.5cm 長さ 18cm で作成である。また、ペットボトルの透過率は 82% である。造水メカニズムは蒸発した水を外部のペットボトルに付着させ、ペットボトル下部に溜まった水を装置の側面にあけた回収用の穴からスポイドを用いて回収する。

R-TSS の寸法は縦 8cm×横 10cm×長さ 50cm である。R-TSS に使用するポリエチレンフィルムの透過率は 97.4% である。実験は屋外内実験と屋外実験を行った。屋外実験条件を表 1、屋内実験条件を表 2 に示す。屋外実験は 3 回、屋内実験は 6 回行った。水温・装置内気温(以下、内気温という)・装置外気温(以下外気温という)・湿度・日射量を実験日前夜の 22:00 から翌日 22:00 まで 24 時間計測する。造水量は 9:00 から回収できなくなるまで計測する。屋内実験では造水量は実験日当日の 9 時から 1 時間ごとに計測し計測できなくなるまで水の回収を行う。



写真1 C-TSS と R-TSS

表1 屋外実験条件

|       | 装置    | 最高水温(°C) | 最高装置内温度(°C) | 日射量(KW/m <sup>2</sup> ) |
|-------|-------|----------|-------------|-------------------------|
| CASE1 | C-TSS | 50.08    | 52.23       | 10.62                   |
|       | R-TSS | 51.88    | 57.02       | 10.62                   |
| CASE2 | C-TSS | 51.56    | 51.92       | 11.74                   |
|       | R-TSS | 63.67    | 53.84       | 11.74                   |
| CASE3 | C-TSS | 48.66    | 61.60       | 14.99                   |
|       | R-TSS | 54.76    | 66.35       | 14.99                   |

表2 屋内実験条件

|       | 装置    | 最高水温(°C) | 最高装置内温度(°C) | 外気温(°C) |
|-------|-------|----------|-------------|---------|
| CASE1 | C-TSS | 60.84    | 77.76       | 27.65   |
| CASE2 | C-TSS | 63.34    | 78.32       | 10.62   |
| CASE3 | C-TSS | 56.82    | 67.11       | 11.74   |
| CASE4 | C-TSS | 57.10    | 69.86       | 11.74   |
| CASE5 | C-TSS | 47.58    | 54.37       | 14.99   |
| CASE6 | C-TSS | 46.74    | 50.74       | 14.99   |

なお実験で使用した水は全て水道水である。屋内実験で TSS を 1 基使用し、太陽の代わりにライト (LPL, 600W) を 2 個使用した。ライトは地上高 65 cm とし、屋外実験と比較するためライト点灯時間を 8 時間とした。なお初期条件は屋外実験と同じである。

### 3. 実験結果

図1に屋外実験の時間造水量の経時変化を示す。造水量は単位体積当たりの時間造水量で示す。各 CASE の総造水量は C-TSS が 8.7 g ~ 11g, R-TSS が 38.3 g ~ 62.2g であった。単位体積当たりの時間造水量は C-TSS が 39.7 g ~ 54.3g, R-TSS が 38.3 g ~ 62.2g となり、C-TSS の総造水量は平均で R-TSS の 90% であった。

キーワード 矩形型トラフ, C-TSS, R-TSS, 太陽熱, 造水

連絡先 〒731-5193 広島市佐伯区三宅 2-1-1 広島工業大学工学系研究科 TEL: 082-921-3121

図 2 に単位体積当たりの累積時間造水量と累積日射量を示す。各 CASE も日射量が上昇を始め、最高値を記録するまでは C-TSS と R-TSS の累積造水量は近似している。日射量が減少を始めると C-TSS は 6～7 時間後に水が取れなくなり、R-TSS は 8～9 時間後に水が取れなくなる。最終的に R-TSS の方が多く水を回収できている。

図 3 に内気温と外気温の差を示す。各 CASE も内気温と外気温の差が 15℃を越えるとよく造水している。5℃以下の場合造水量は少なく、0℃以下になるとほとんど造水していない。内気温の最高値は C-TSS が 51℃～61℃、R-TSS が 57℃～66℃と平均で 5℃の差があり、内気温は R-TSS の方が上昇しやすい。

図 4 に屋内実験における内気温と外気温の差を示す。どの CASE も内気温と外気温の差が 10℃を越えると造水を始め、温度差が 35℃を超えると非常によく造水している。逆に 5℃以下になるとほとんど造水していない。またどの CASE も実験開始から 1 時間後は温度差が 40℃を超えても造水していない。内気温と外気温の差は実験開始後 4～5 時間で最大となり、その約 1 時間後に造水量が最大となっている。

#### 4. 結論

本研究より得られた知見を以下に示す。

- (1) C-TSS と R-TSS の総造水量を比較すると C-TSS の総造水量は R-TSS の 90%である。
- (2) C-TSS と R-TSS を比較すると造水特性が類似しているが、透過率の影響により C-TSS は R-TSS よりも内気温が上昇しにくく日射量が減少を始めると C-TSS の方が早く造水しなくなる。
- (3) 内気温と外気温の差は 15℃以上になるとよく造水し、0℃以下になるとほとんど造水しなくなる。
- (4) C-TSS は R-TSS よりも材料入手と作製が容易なため量産可能である。また耐久性に優れ破損しにくいため長期間使用することができる。

#### 参考文献

- 1) 福原輝幸, 2006 : アラブ首長国連邦における円筒型太陽熱淡水化装置の造水特性, 地下水技術, 第 48 巻, 第 6 号, pp. 11～35, 2006

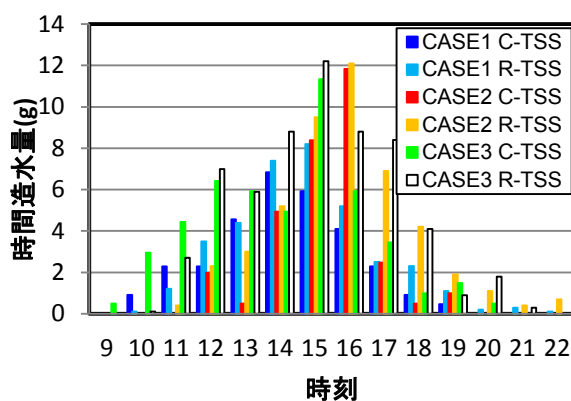


図 1 時間造水量の経時変化

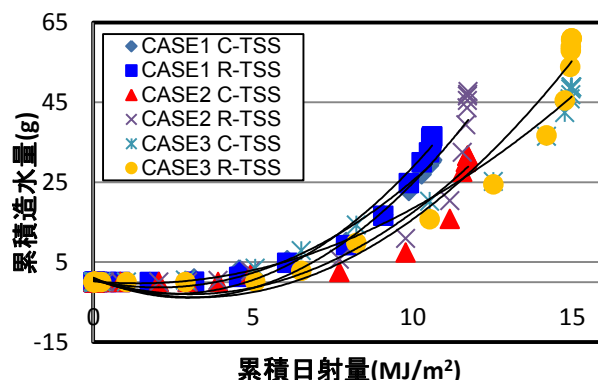


図 2 単位体積当たりの累積造水量と累積日射量

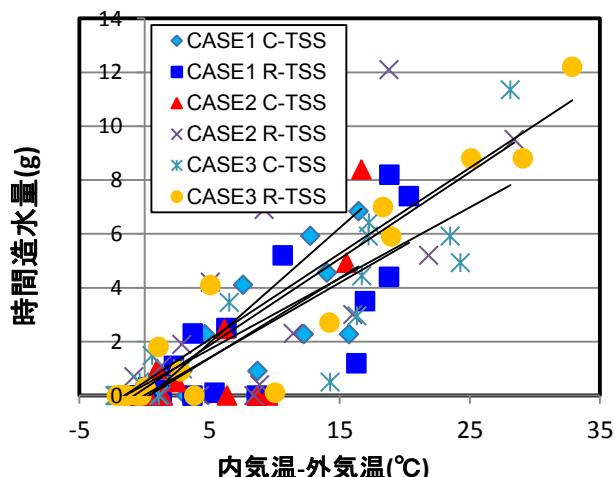


図 3 内気温と外気温の差

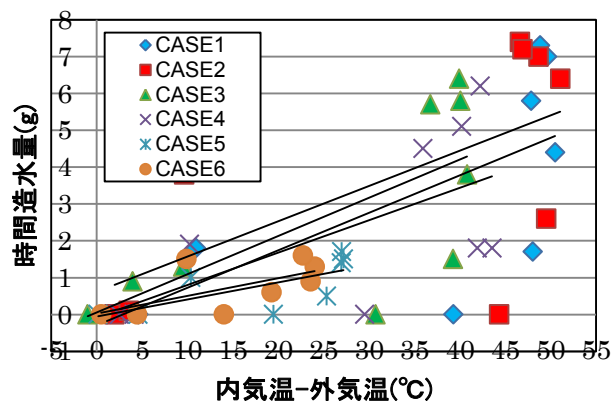


図 4 屋内実験における内気温と外気温の差