

# 太陽熱利用膜構造蒸留器内の気流解析

Airflow analysis of heat budget in solar still with envelope architecture

指導教員 近藤明教授・共生環境評価領域

08E09038 酒井祥 (Sho SAKAI)

**Abstract:** In this study, the basic research of the air flow in the solar still was carried out by PIV and CFD in order to clarify the heat transfer coefficients. The results of model experiments and the numerical simulations were compared. As a result, air flow and temperature distribution were affected by the inclination of the solar still. Both the experiments and the simulations showed that a single vortex was generated, the low temperature was caused in the downdraft area, and the high temperature was caused in the area where the air flow was fast. The strong gradient of the mean temperature occurred in the vicinity of the bottom and the ceiling.

## 1. はじめに

近年世界の様々な地域で水不足の問題が生じている。国連によると人口増加に伴い水不足問題は深刻化することが考えられる。本研究で扱う蒸留器は、淡水需要に応えるための技術の一つである。蒸留の原理上、蒸留器内には気流が生じるが、気流の影響について検討した研究はほとんどない。蒸留器内の顕熱輸送式 (1.1) はバルク式が一般に用いられる。

$$H = c_p \rho C_H U (T_s - T) \text{ ————— (1.1)}$$

ここで  $C_p$ ,  $\rho$ ,  $C_H$ ,  $U$ ,  $T$  はそれぞれ定圧比熱 [J/kg・K], 密度 [kg/m<sup>3</sup>], バルク係数, 風速 [m/s], 温度 [K] を示す。蒸留器内の風速はよくわからないため、 $C_H U$  を輸送係数として一定値として用いるのが一般的である。しかし、蒸留器内の気流は一定ではなく大きな循環が生じていると推測される。よって輸送係数は変化すると考えられる。本研究は輸送係数の時間的・空間的変化を明らかにするための基礎研究として蒸留器内の気流を解析することを目的とした。蒸留器内の気流解析として数値計算と模型実験を実施し、蒸留器形状が気流と温度分布に与える影響を考察する。

## 2. 模型実験とシミュレーション結果

模型実験による結果とシミュレーションによる数値計算の結果を比較した。実験装置の概略と温度の測定点の位置を示した図を図 1、図 2 に示す。アクリル板の枠組みの外側に断熱材として発泡スチロールを取り付けた。ステンレス板を熱源とし、底面の温度を上昇させて気流を発生させる。PIV (Particle Image Velocimetry) 法を用いて流速分布を得た。模型の条件は傾き大、中、小の 3 ケース、底面温度と膜面温度の温度差  $\Delta T=10, 20$  の 2 ケース、合計 6 ケースの実験を行った。得られた結果の中から膜の傾き小、温度差  $\Delta T=10$  の結果を図 3 に示す。また、同条件で行ったシミュレーションの結果を図 4 に示す。

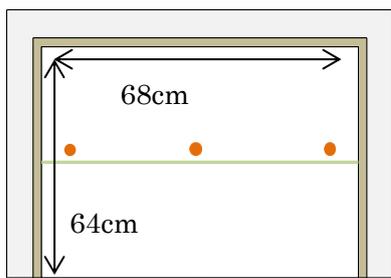


図1 模型の概略図

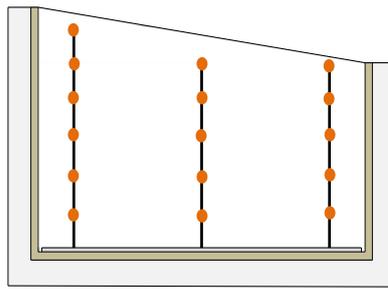


図2 温度の測定点

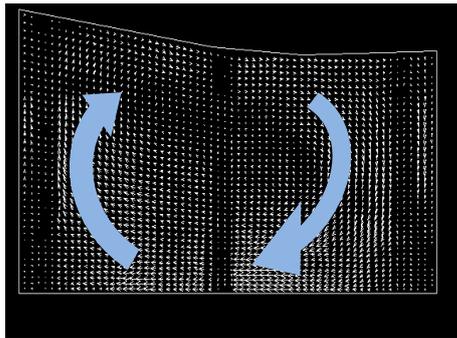


図3 傾き小  $\Delta T=11.0$  の流速分布

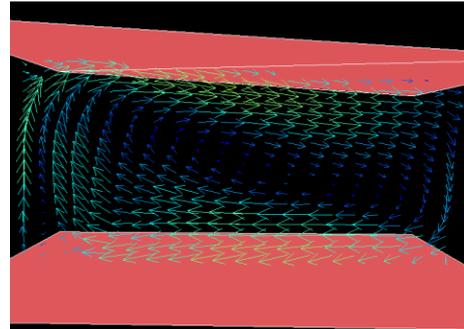


図4 シミュレーション結果

実験結果とシミュレーション結果は共に左側に上昇気流を、右側に下降気流をもつ右回りの渦が確認された。実験結果の中央の流速が小さいように見えるが、これは可視化の際に入射したレーザーが熱電対を設置した棒で反射してしまいその部分のデータを得られなかったからである。

実験で得られた温度データをシミュレーション結果と合わせて図4に示す。実測値はデータが少ないのはっきりとした傾向は見られないが、計算値より温度が全体的に低いが、類似した傾向を示しているように見える。温度が低い原因としては実測データでは膜面で熱の移動が生じるが、計算値では完全断熱で計算をしていることが考えられる。また、膜面と天井面付近で大きく温度が変化する分布が生じることがわかった。

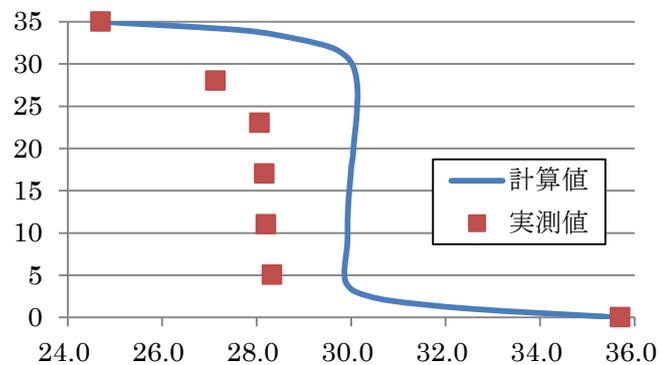


図4 傾き小  $\Delta T=11.0$  の温度分布の比較

### 3. まとめ

PIV法により模型内部の気流を可視化することが出来た。模型内部には模型の高さが高い方に上昇気流、低い方に下降気流が生じる右回り渦型の気流が発生することがわかった。温度分布は気流の影響を受け上昇気流が生じる左側で温度が高くなり、下降気流が生じる右側で温度が低くなった。高さ方向の温度は底面と膜面付近で大きな勾配を持ち、中空ではほぼ一様な分布になることがわかった。模型実験の測定点の温度とシミュレーション結果の温度を比較すると測定点の温度は全体的に低い温度を示したが、傾向は一致した。