

## II-208 熱伝達に関する基礎実験 (貯水池を対象として)

東洋大学工学部 正員 田中 修三  
 東洋大学工学部 学員 山本 哲郎  
 東洋大学工学部 正員 萩原 国宏

### 1. はじめに

水渠の深い貯水池では、後熱期に温度躍層が形成されることは良く知られている。模型実験を行なうと、温度躍層が取水口位置に到達する以前は急速に成長し続けるが、温度躍層が取水口位置に到達すると非常に緩慢に成長となる。これは取水口位置には取水口へ向かう流れが存在するためと考えられるが、流れの存在により、熱伝達はより盛んに行なわれるとすれば、躍層はもっと成長するのではないか。本実験は上述の点に注目して、供給熱源の方向性による、流れ・熱伝導係数等について考察をべく模型実験を行なったものである。

### 2. 実験装置および方法

実験は図-1に示す様なアクリル製(15×16×27<sup>cm</sup>)の模型を用いて行なった。模型は銅板によって三層に仕切られている。水温測定はサーミスタ温度計を使用し、流況はアルミ粉による写真撮影、染料による目視によって観察した。断熱材として発泡スチロールのクッションを使用した。

実験条件は、図-2に示すように、A-1, 2, B-1, 2, C-1, 2, の様下から、上から横から熱供給が行なわれる。A-1, B-1, C-1, では温水は補給されないが、A-2, B-2, C-2 では温水が補給され、一定温度が保持される。使用水の水温は温水として40℃, 50℃, 冷水として20℃としている。

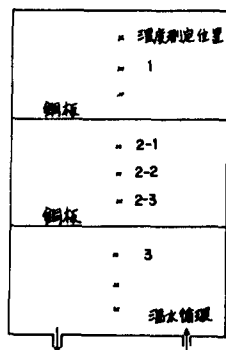


図-1

### 3. 理論

次のように、第1層、第2層、第3層において熱収支式を立てる。

$$\left. \begin{aligned} dT_1 A R C &= - \left( \frac{T_1 - T_2}{d} \right) R A d t - \left( \frac{T_1 - \theta}{d'} \right) R A' d t \\ dT_2 A R C &= \left( \frac{T_1 - T_2}{d} \right) R A d t - \left( \frac{T_2 - T_3}{d} \right) R A d t - \left( \frac{T_2 - \theta}{d'} \right) R A' d t \\ dT_3 A R C &= \left( \frac{T_2 - T_3}{d} \right) R A d t - \left( \frac{T_3 - \theta}{d'} \right) R A' d t \end{aligned} \right\} (1)$$

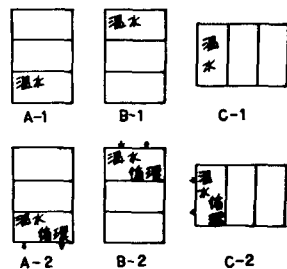


図-2

得られた解は、

$$\left. \begin{aligned} T_1 &= \frac{C_1 R A}{\lambda_1 + (1+m) R A} e^{\lambda_1 t} + \frac{C_2 R A}{\lambda_2 + (1+m) R A} e^{\lambda_2 t} - C_3 e^{-(1+m) R A t} + \theta \\ T_2 &= C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + \theta \\ T_3 &= \frac{C_1 R A}{\lambda_1 + (1+m) R A} e^{\lambda_1 t} + \frac{C_2 R A}{\lambda_2 + (1+m) R A} e^{\lambda_2 t} + C_3 e^{-(1+m) R A t} + \theta \end{aligned} \right\} (2)$$

ここに、A: 銅板面積, A': 各層の側面積, R: 熱伝導係数, C: 比熱,  $\theta$ : 気温  
 得られた解が正確なのは、外部への熱損失を考慮したためである。

#### 4. 結果および考察

図-3は横軸に時間(分)、縦軸に  $(T - T_L) / (T_H - T_L) \times 100 (\%)$  をとり、水温の時間変化を示す。Aタイプでは初期を除き第2層の温度は同じであるが、B、Cタイプでは成層化している。いずれの場合もBタイプの熱伝導が一番悪いことが理解される。流況面からみるとAタイプでは、写真-1のような対流が生じられるため、第2層の温度分布は同一となる。この対流の向きは初期の段階で決定されるが、今回の実験ではほとんど中央部から上昇し、側壁へ向かう流れであった。Cタイプでは、温水側の銅板面が近いため、銅板面を上昇して上部に達し、上部より成層化が進行する。

図-4の熱伝導係数の値は(3.)で求めた解曲線群を良パラメーターとして描いたものと、実験結果を比較して求めたものである。分布が広がっているのは時間変化も含めてプロットしているためである。A、Cタイプでは  $1.5 \times 10^{-6}$ 、Bタイプでは  $2.5 \times 10^{-5}$  程度で一桁異なる。熱伝導係数の時間変化についてはBタイプでは変化傾向が見られるが、A、Cタイプで対流が存在するため、明らかでない。熱源の温度差による変化は、今回  $40^\circ\text{C}$ 、 $50^\circ\text{C}$  と温度差が小さいため現われていないが、温水循環がある場合、あるうち、熱源そのものが流れている場合には、わずかながら右が大きくなる傾向を示す。

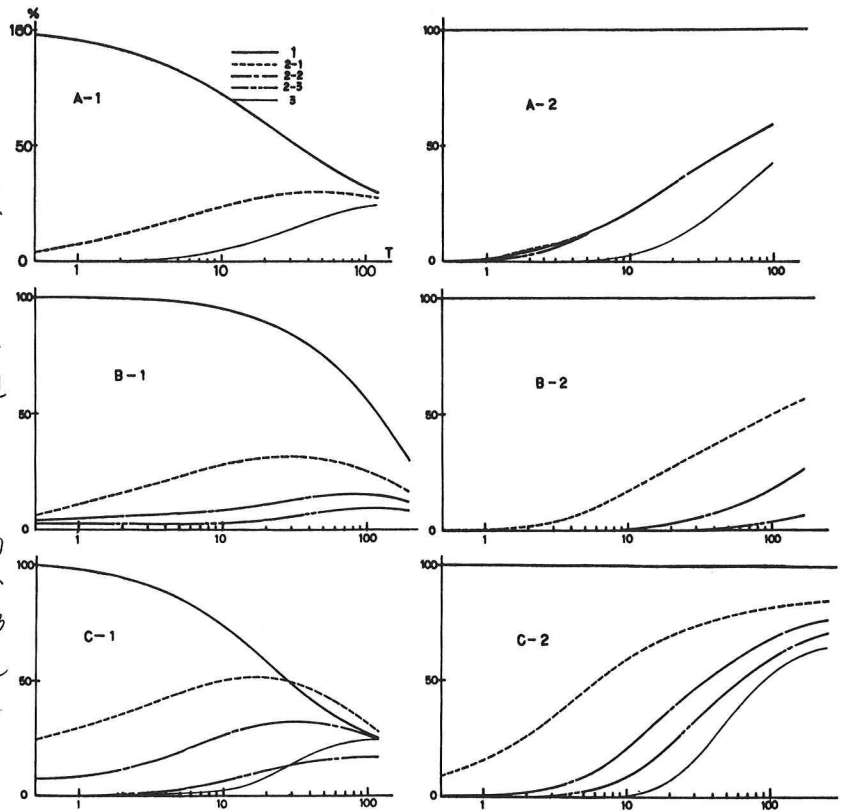


図-3

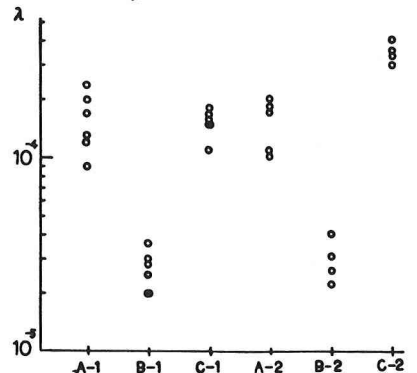


図-4

#### 5. おわりに

今回の実験では、断熱材に関して難があり、そのため外部への熱損失を無視出来なかった。現象のみでなく、今後は水理学的検討を加えていきたいと考えている。

写真-1



写真-2  
(5分後, 30分後)

