

## 低傾斜面上におけるサーマルの浮力の保存性について

九州工業大学工学部 学生員 ○富岡 直人、斎藤 俊一郎  
同 上 正 員 秋山 壽一郎、浦 勝

## 1.はじめに

周囲流体より重い流体が傾斜面上に瞬間的に放出されると、斜面に沿って流下発達し、傾斜サーマルを形成する。傾斜サーマルは貯水池・湖への流入濁水や埋め立て工事にともなう濁りの発生と深く関わっており、その流動特性を明らかにすることは極めて重要かつ有用である。本研究は、 $5^\circ$ 以下の低傾斜角における保存性傾斜サーマルの初期総有効重力の保存性について実験的に検討を加えたものである。

## 2.実験および実験結果

実験装置は、図1に示すように、長さ9.0m、深さ1.22m、幅0.6mの大型水槽内に長さ7.5m、深さ1.0m、幅0.2mの亚克力製可変勾配水路を設置したものである。水路上流端には放流ゲート付のタンクが設置されており、ウランで着色した単位幅体積 $A_0$ 、初期密度 $\rho_0$ のタンク内の塩水をゲートを瞬間的に引き上げることで、静止した淡水 $\rho_a$ 中に瞬間的に流入させ、傾斜サーマルを形成させた。実験条件は別報<sup>(1)</sup>に示した通りである。ただし、十分に発達した流れの領域ができるだけ長くなるように各底面傾斜角度において、 $A_0$ および初期相対密度差 $\varepsilon_0(=(\rho_0-\rho_a)/\rho_a)$ を変化させている。底面傾斜角度 $\theta$ は $1^\circ$ 、 $3^\circ$ および $5^\circ$ に変化させた。

図2に高傾斜角と低傾斜角における傾斜サーマルの流況の比較の一例を示す。写真から明らかなように、低傾斜角における傾斜サーマルでは、渦運動が弱いため、後方に残された重い流体塊をサーマル本体の内部に取り込むことができない。これは、高傾斜角の場合とは異なり<sup>(2)</sup>、低傾斜角では初期総有効重力 $W_0(=A_0\varepsilon_0g)$ が流下に際して保存されないことを示唆している。

図3は電磁流速計と導電率計を用いてオイラー的に計測された流速と塩分濃度の出力結果の一例である。これより、サーマル本体内部では流速が激しく変動していることやサーマル本体の後部にかなりの量の塩水が残されていることがわかる。特に、低角度において残留塩水が多いことが認められる。

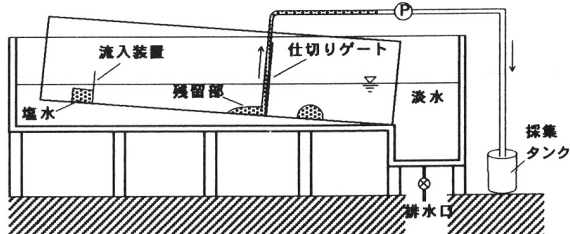


図1 実験水槽の図

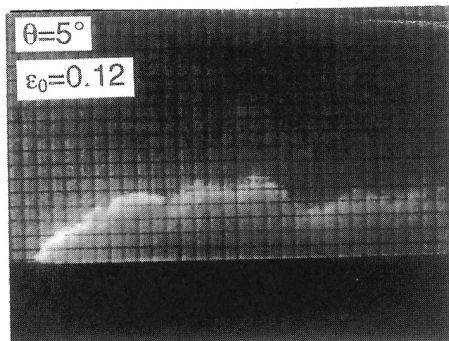
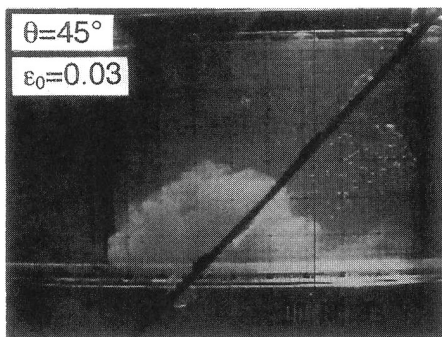


図2 傾斜サーマルの写真（高傾斜角と低傾斜角）

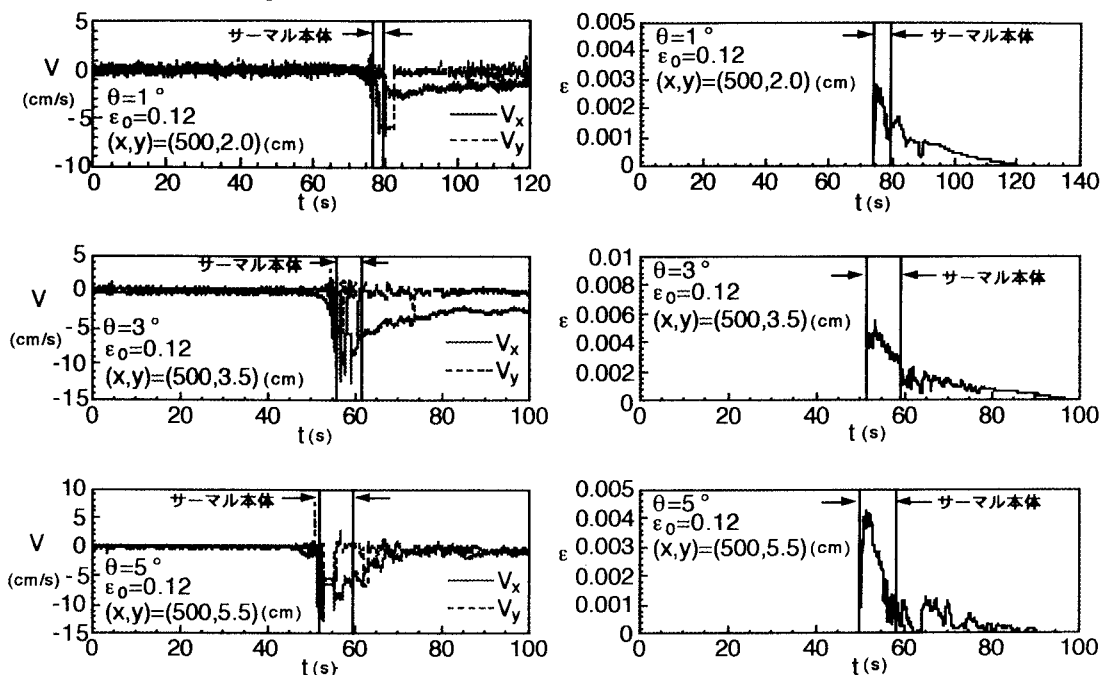


図3 電磁流速計および導電率計の出力結果の一例

そこで、サーマル本体の有効重力の保存状況を調べる目的で、次のような実験を行った。水路内の所定の位置に仕切りゲートを設置し(図1)、傾斜サーマルの本体が通過すると同時にゲートを瞬間的に降ろすことにより、サーマル本体より後部の重い流体塊を分離した。その後、ゲートでプールされた重い残存流体をポンプで丁寧に回収し、その塩分濃度を導電率計で測定した。また、傾斜サーマルは一過性の非定常流れであるので、同一条件下で3回の繰り返し実験を行い、データの信頼性を高めた。ゲートは水路中の5カ所に設置し、同一条件下で繰り返し実験を行い、初期有効重力 $W_0$ とサーマル本体の有効重力 $W$ との比 $W/W_0$ の流下方向の変化量を得た。

図4はこのようにして得られた $W/W_0$ と流下距離 $x$ との関係を示した図である。これより、底面傾斜角度 $\theta$ が $1^\circ$ と $3^\circ$ および $5^\circ$ の場合では傾向が異なっており、 $\theta = 1^\circ$ では、 $W/W_0$ は0.3から0.4程度まで回復しており、 $\theta = 3^\circ$ および $5^\circ$ では、0.5から0.7程度まで回復していることがわかる。いずれにせよ、全角度において、サーマルの流下に伴い後部の重い流体が徐々にサーマル本体に取り込まれていくことがわかる。一般に、サーマルの初期段階において、ある一定量の総有効重力が失われ、サーマルの発達とともに、有効重力の回復が認められることは共通している。また、最終的にどの程度の有効重力が回復されるのかが重要であるが、本実験で用いた水路は相当に長いものであるにもかかわらず、必ずしも十分なものではなかった。

#### 参考文献

- (1) 斎藤、秋山、浦、富岡 (1997)、西部支部。
- (2) 秋山、浦、斎藤 (1996)、水工学論文集、第40巻。

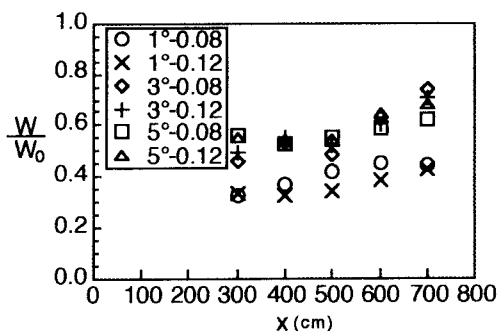


図4 サーマルの有効重力の流下方向変化