

II-270 負の浮力を持って斜面上に表層放出される密度噴流に関する研究

建設省土木研究所 正会員 塚原 千明
東京電機大学理工学部 正会員 有田 正光

1. 研究の目的

負の浮力を持って斜面上に表層放流される密度噴流の工学的応用例としては貯水池へ流入する河川水の問題やLNG基地からの冷排水の放流などの問題がある。その基礎的なケースである鉛直二次元の場合については著者等によって既に検討され流れのメカニズムがかなり明らかになっている^{1), 2)}。本研究はより工学的に重要な三次元の場合について実験的検討を実施し、その流れの挙動を明らかにしようとするものである。

2. 実験装置および実験要領

本研究に使用した実験装置は図1に示すように130×195×15cmの平面水槽である。実験は斜面上に幅2cmの放出口より計温・計量された塩水を放流する事によって実施した。塩水の拡がりおよび縦断面内の流況は染料による可視化によって把握した。実験においては放出密度フルード数: F_o と斜面勾配: S の変化が流況に及ぼす効果を詳細に把握する事を念頭において両者を種々変化させて実施した。

3. 実験結果と考察

本研究においては多くの実験を実施したが、その詳細については紙面の都合により割愛し、以下に代表的な実験ケースについてのみ論ずる事とする。

写真1a, 1b, 1cは $S=1/10$ として F_o を変化させた場合の平面的拡がりの様子の可視化写真を示すものである。同写真のケースでは F_o が小さい場合は F_o が大きい場合に比較してnear fieldでは拡がり幅が大きくfar fieldでは拡がり幅が小さくなる様子が分かる。また、図2は $S=1/10$ のケースの F_o の変化によるx方向の密度噴流の拡がり幅の変化を示すものである。同図よりも同様の傾向が明らかである。これは F_o が小さい場合はnear fieldにおいては密度流としての拡がりの効果が強く出る事、およびfar fieldにおいては密度噴流がその慣性力を失い斜面上を重力の效果を受けて落下する為であると考えられる。一方、 F_o が大きい場合にfar fieldで拡がり幅が急激に大きくなるのは底面摩擦の效果によると考えられる。

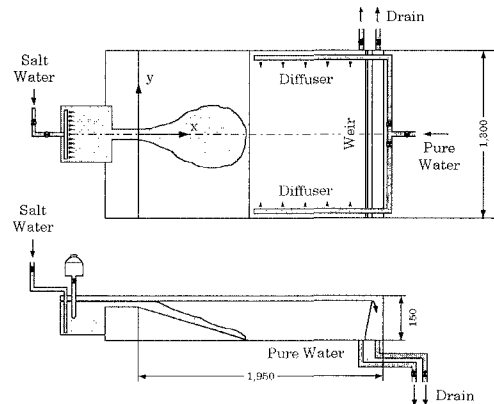


図1 実験装置 (unit:mm)

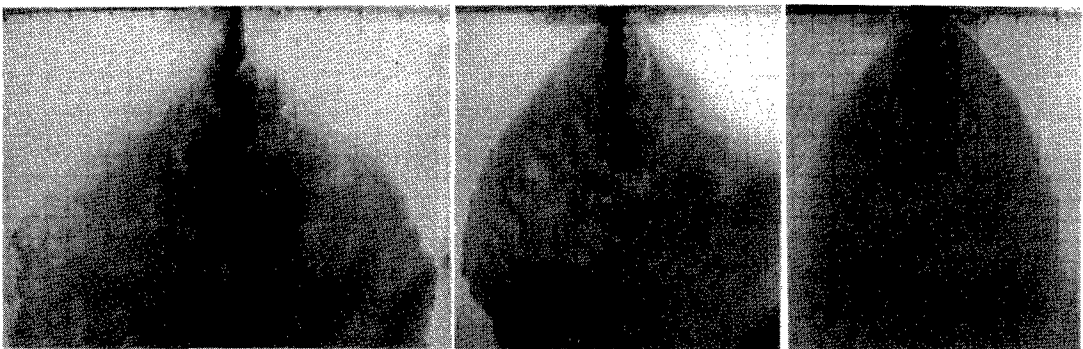


Photo.1a $F_o=7.06$ $S=1/10$

Photo.1b $F_o=4.02$ $S=1/10$

Photo.1c $F_o=2.01$ $S=1/10$

写真1 平面的拡がりの可視化

また、図3は図2より描かれた $x-F_o$ 平面上的拡がり幅 b の三次元的挙動を示すものである。同図より上述の平面内拡がりの挙動の特性がより明らかである。なお、以上に述べた特性は斜面勾配によって大きく変化するものである事に注意すべきである。いずれにせよ正の浮力を持って斜面上に放出される密度噴流の場合とは大きくその特性が異なるものであり、今後詳細な実験的・理論的検討が必要となる事は言うまでもない。

Photo.2a,2b は放出軸上縦断面内の流況の可視化写真である。同写真のケースは F_o がほぼ一定であるので S が流況に与える効果を示していると考えて良い。同写真に示すように斜面勾配によって大きく流況が異なる事が分かる。同写真から分かるように Photo.2a のケースは密度楔状に上層水が侵入し、Photo.2b のケースは密度カレントもしくは内部跳水タイプ状に上層水が侵入している事を示している。

ところで、鉛直二次元のケースについては既に著者等によって実験・理論的検討が実施されている。その結果、潜り点近傍の流況は密度楔タイプ、密度楔+密度カレントタイプ、密度カレントタイプ、内部跳水タイプの流動のメカニズムが異なる4種のタイプに分類しうる事を示すとともに、それぞれのタイプの出現領域を $S-F_o$ 平面の三次元グラフ上において領域分割して示した。なお、本研究の三次元のケースの場合も二次元のケースと同様に4種の流動形態が出現し、その事が潜り点の位置やその下流における拡がりに大きな影響を与える事となると考えられる。しかしながら、写真2より明らかなように三次元のケースは水平方向の連行が可能となる為に二次元の場合と比較して密度噴流の希釈が促進される事となるので、結果として潜り現象が二次元の場合より放出口近傍で生ずる事や密度楔タイプの潜り現象が生じにくくなる事などの特徴が現れるものと考えられる。以上の事を念頭に置いて、より詳細を実施する予定である。

4. 結論

本研究は負の浮力を持って斜面上に表層放出される密度噴流の流れの挙動を明らかにする為に実施した実験的検討結果を示すものである。本研究においては、正の浮力を持って斜面上に表層放出される密度噴流の場合と、その定性的挙動が大きく異なるなどの興味あるいくつかの知見を得た。

参考文献 1)塚原千明・有田正光:貯水池密度流の潜り点に関する実験的考察,土木学会第50回年次学術講演会概要集, pp. 524-525, 1996. 2)有田正光:貯水池密度流の潜り点の水理条件に関する解析,土木学会第50回年次学術講演会概要集, pp. 526-527, 1996.

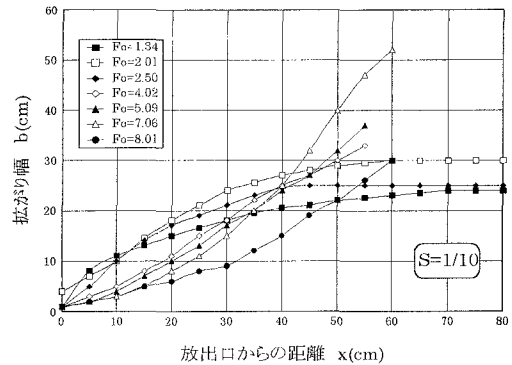


図2 密度噴流の拡がり幅

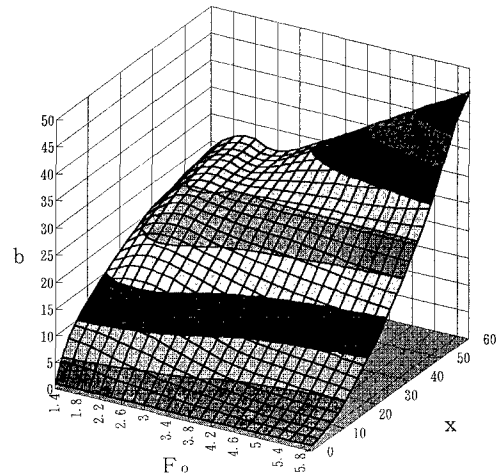


図3 $x-F_o$ 平面における拡がり幅の三次元的挙動

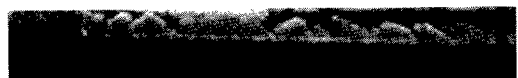


Photo.2 a $F_o=2.27$ $S=1/20$



Photo.2b $F_o=3.03$ $S=1/3$

写真2 放出軸上縦断面内の流況の可視化