

(II-81) 貯水池密度流の三次元的挙動に関する実験的研究

東京電機大学理工学部大学院 学生員 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密度流の問題やLNG基地からの冷排水の放流の問題などがある。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詳細な検討がなされ多くの知見が得られている。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、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の亚克力製の平面水槽である。実験は亚克力製の斜面上に幅: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が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様に流下する事となるのでそこでの拡がり幅は小さくなる。一方、 F_o が大きい場合にfar fieldで拡がり幅が大きくなるのは底面摩擦の效果によると考えられる。

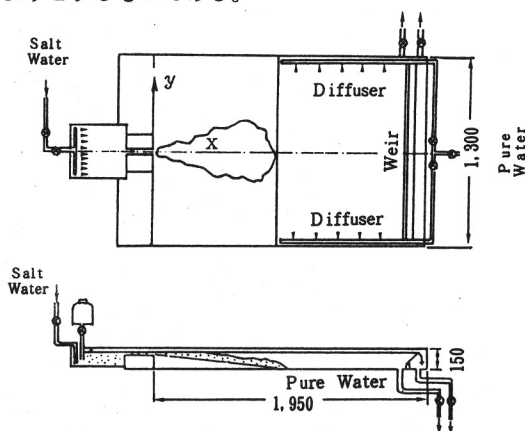


図1 実験装置模式図 (unit:mm)

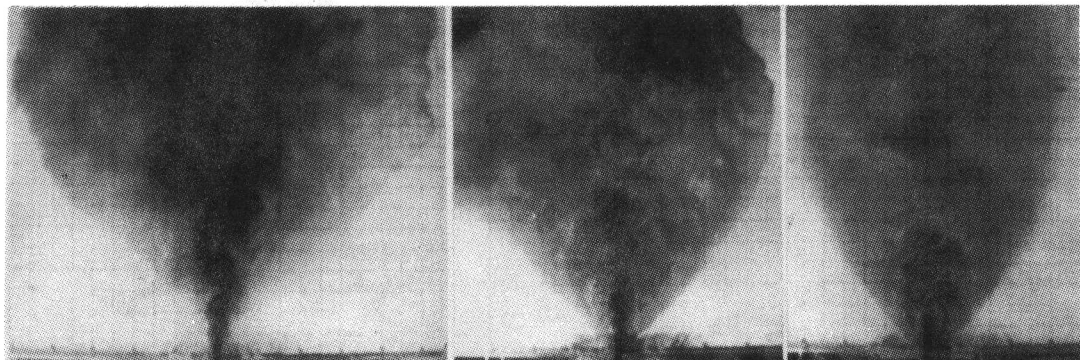


Photo. 1a $F_o=7.06$ $S=1/10$

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 - Fr 平面上の拡がり幅 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。

写真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 Fr 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写真2aのケースは密度楔状に上層水が侵入し、写真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詳細な実験・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全く異なる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 - Fr 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。従って、今後この点を念頭においた上での詳細な実験的・理論的検討が必要となる。

また、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ため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。

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ための実験的検討結果を示すものである。本研究において“平面的拡がりに関しては正の浮力で斜面上に表層放出される場合とその定性的挙動が異なる”などの興味あるいくつかの知見を得た。しかしながら現象をより詳細に明らかにするためには多くの実験・理論的な追加的検討が必要である。

参考文献

- 1) 有田 正光・塚原 千明:貯水池密度流の潜り点に関する実験的研究, 水工学論文集, 第40巻, 1996, 投稿中。

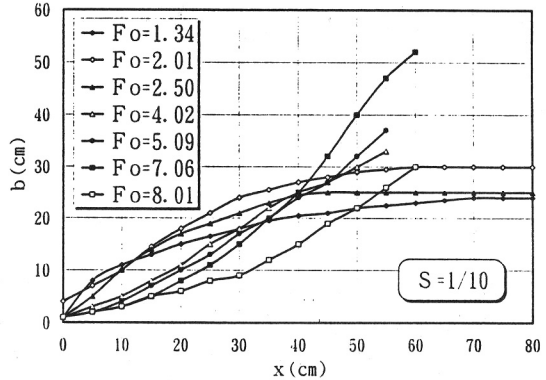


図2 密度噴流の拡がり幅 ($S=1/10$)

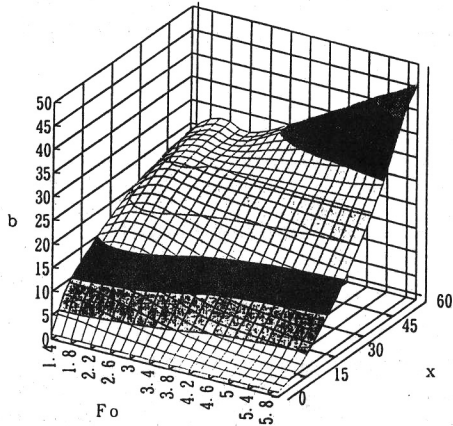


図3 x - Fr 平面上における拡がり幅の三次元的挙動



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



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

写真2 放出軸上縦断面内の流況の可視化