

閘門から侵入した塩水塊の挙動と構造に関する研究

徳島大学工業短期大学部 正会員 細井由希
同 上 正会員 村上仁士
藤田建設コンサルタント 正会員 永井匡敏

1. まえがき 水資源開発の一手段として河口堰の建設が行われているが、その効率的な運用のためには、堰操作による塩水の侵入挙動を把握しておくことが必要である。本研究は、とくに閘室の閉扉操作にともなう塩水侵入について検討を行なったものである。ゲート閉門による淡水と塩水の混合現象、すなわち lock exchange flow の研究は多く行なわれているが、閘室からの侵入の場合、塩水量と淡水侵入域が有限であるという条件が付加される。関連する研究として、lock exchange flow を完全流体として扱った Benjamin¹⁾ の研究や、侵入塩水の先端形状と侵入速度の関係を詳しく調べた Simpson らの一連の研究^{2)~5)}、有限量の塩水が傾斜面上を侵入する場合を検討した Britter らの研究^{6), 7)} がある。また貯水池に侵入した淡水塊の挙動について、福岡⁸⁾、平野⁹⁾、芦田¹⁰⁾ により研究されている。

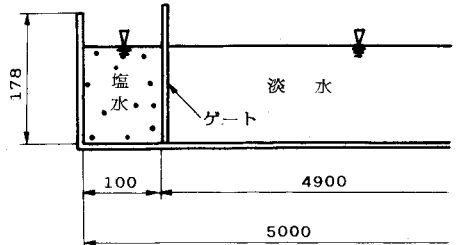


図-1 実験水槽

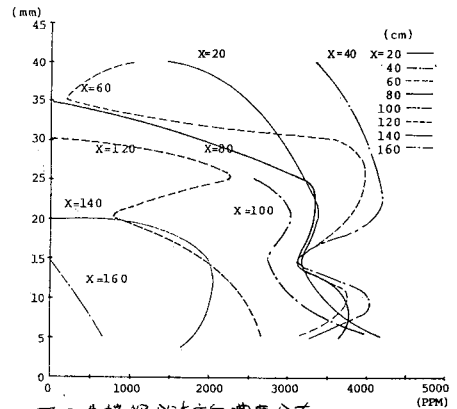


図-2 先端部鉛直方向濃度分布

2. 実験方法 図-1に示す水槽を用い、閘室内に着色塩水を、反対側に淡水をそれぞれ同じ水深まで入れ、閘門を開くとともに透明側壁より侵入速度および形状を観測した。同時に3本の電極を用いて所定の位置で電導度を計測し、塩分濃度に変換した。実験はつぎの2種類行なった。(i) 侵入塩水塊の内部構造を調べるために、閘室内塩分濃度を一定(450ppm)にして実験をくり返し、多数の固定点および先端部とともに動く移動点において、塩分濃度測定を行なった。各実験は侵入速度等をチェックし、一応の再現性はあるものとして扱った。(ii) 閘室内塩分濃度を種々変化させ、侵入速度に及ぼす影響を調べる。

3. 実験結果・考察 3-1 塩水塊の構造：侵入塩水の先端部の中央、厚さが最大と考えられる付近の鉛直方向濃度分布の、侵入にともなう変化の様子を図-2に示す。X=60cm 付近で濃度分布が完成し、侵入にともないほぼ相似形状を示しながら濃度が減少していく。図-3は塩水塊内の等濃度線形状の、侵入による変化である。図-2, 3より先端部前半分では高濃度が鉛直方向にほぼ一様に分布しているものと思われる。これに対して後続部では、高濃度部の厚さは薄く、混合層と考えられる部分が相対的に厚くなっている。しかもこの混合層はlead後部で形成され、進行にともないより残されて後続部を形成する。すなわち侵入による淡塩水の混合は、大部分がlead後部でおこっていると考えられる。図-4は底より35cmの位置で先端から8cm後方について移動していた電極によって、先端が50~70cmの間を通過中に観測された、境界面付近の濃度の時向変動の様子である。淡水のまきこみによる混合層の形成機構を示しているものと考えられるが、その周期特性等に関する定量的な議論を行なうまでには到っていない。3-2 侵入速度：図-4は70cm区間ごとの平均侵入速度を示したものである。X/H=10を過ぎる頃から速度の減少が顕著になりはじめる。Huppert & Simpson¹¹⁾ は本研究と同じように塩水量が規定された密度流の侵入速度を論じ、侵入状態を3つの領域に区別して表わしている。彼らの式にしたがって、本実験の結果を整理してみたのが、図-5, 6である。本図はHuppert らの実験の結果とほぼ同様の傾向を示しており、式(1)~(3)は閘室からの塩水塊

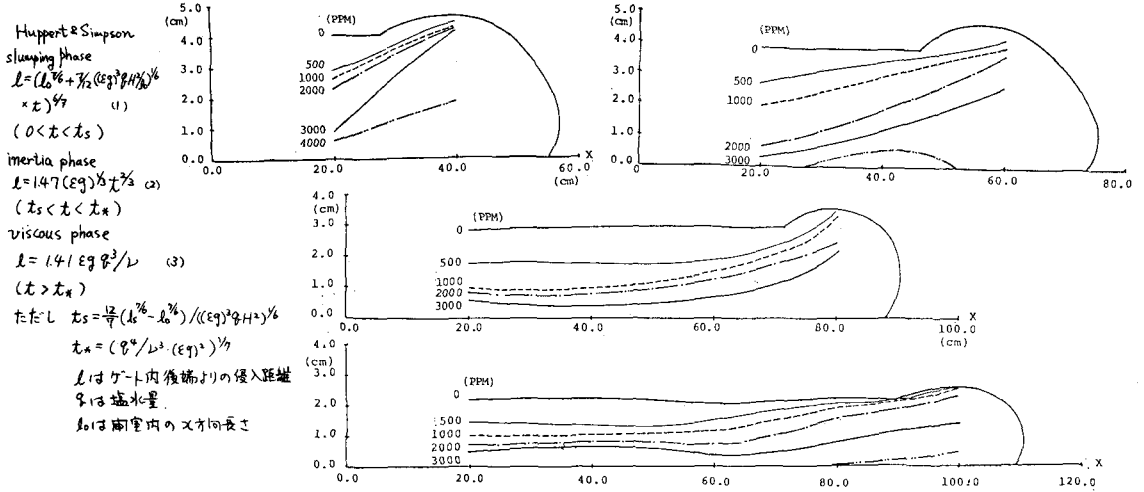


図-3 塩水塊の進行による塩分濃度分布の変化

入の予測に適用できるものと思われる。

4. あとがき 本研究でのあつかいは二次元的なものにとどまっており、実際の現地への適用のためには、さらに詳しい三次元的な検討が必要になる。

参考文献

- 1) B. Benjamin: J. Fluid Mech. vol. 31, Part 2, 1968.
- 2) J.E. Simpson: J. Fluid Mech., vol. 53, Part 4, pp. 759-768, 1972.
- 3) R.E. Britter & J.E. Simpson: J. Fluid Mech., vol. 88, Part 2, pp. 223-240, 1978.
- 4) J.E. Simpson & R.E. Britter: J. Fluid Mech., vol. 94, Part 3, pp. 477-495, 1979.
- 5) H.E. Huppert & J.E. Simpson: J. Fluid Mech., vol. 99, Part 4, pp. 785-799, 1980.
- 6) R.E. Britter & P.F. Linden: J. Fluid Mech., vol. 99, Part 3, pp. 531-543, 1980.
- 7) P. Baghin, E.J. Huppert & R.E. Britter: J. Fluid Mech. vol. 107, pp. 407-422, 1981.
- 8) 福岡・水村・加納: 土木学会論文報告集, 274号, pp. 41-52, 1978.
- 9) 平野・羽田野: 土木学会論文報告集, 314号, 1987-73, 1981.
- 10) 芦田・江頭・中川: 京大防災研年報, 24号, B-2, pp. 261-280, 1982.
- 11) 芦田・江頭・中川: 京大防災研年報, 25号, B-2, pp. 577-613, 1982.

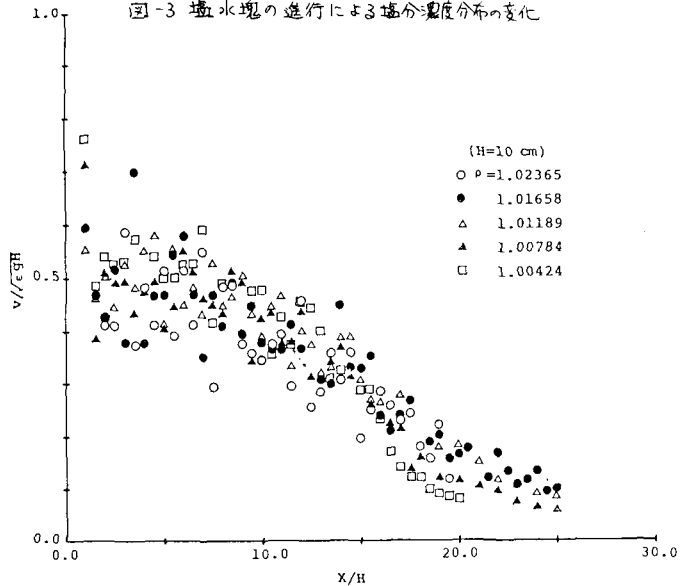


図-4 侵入距離と速度の関係

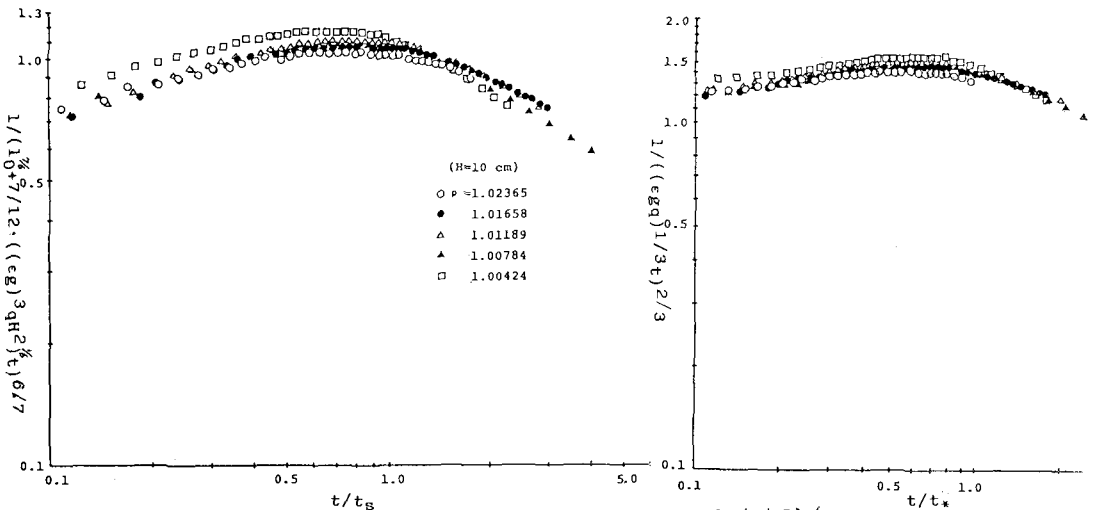


図-5 実験値の式(1)によるプロット

図-6 実験値の式(2)によるプロット