

定常塩水楔の界面抵抗係数の評価について

大阪大学 正員 室田 明

大阪大学大学院 学生員 O李 文沃

大阪大学工学部 学生員 太田和良

1. はじめに

弱混合型の河口で生じる塩水楔の長さ及び形状を精度よく予測することは取水や水質管理上非常に重要であるが、その際界面抵抗係数の評価が問題となる。従来より、この界面抵抗係数 f_i に関して多くの研究がなされ、いわゆる岩崎数の関数としてしばしば整理されている。しかし、実験水路で得られた楔の形状より界面抵抗係数を逆算する場合には水路の側壁の影響を補正する必要がある。本研究は定常塩水楔の界面抵抗係数や形状に及ぼす水路の側壁の影響を明らかにしたものである。

2. 実験装置及び方法

実験装置は河床勾配が1/22.5で、長さ800cm、幅10cm、高さ25cmの亚克力製の矩形開水路部を海に相当する長さ274cm、幅183cm、高さ91cmの鋼製の水槽の中央に連結したものをを用いる。河口での水深急増による局所流効果を避けるために河口より沖側150cmまでは開水路部と同じ勾配で底板を設けた。塩水楔は水槽に一定濃度の塩水を満たした後淡水を水路の上流端から流して形成させたが、楔先端及び界面位置を一定に維持するため水槽の下流端の底部より塩水補給を行い、定常に達してから測定を開始した。塩分濃度は導電率計で測定し、ペン書きレクタグラフによって記録した。流速測定は水素気泡法を用い、ビデオシステムによって解析した。成層構造は染料により可視化した。実験条件の範囲は $Q1 = 208 \sim 432 \text{ cm}^3/\text{sec}$ 、 $\epsilon = 0.0031 \sim 0.0266$ である。

3. 結果及び考察

図1は岩崎数と界面抵抗係数との関係である。図1(a)は側壁の摩擦効果を補正しない場合を、(b)は補正を行った場合を示す。この結果より、界面抵抗係数を求めるに際し壁面摩擦効果を補正すれば全体的に抵抗係数値が小さくなり、ばらつきはあるものの金子の経験則に適合していることが分る。また(a),(b)のいずれの場合においても、河口部での抵抗係数は中央部や先端部での値よりやや大きい。図2は側壁効果の補正を行った場合の f_i と行わない場合の f_i の値を比較したものである。ここに壁面摩擦抵抗係数にはBlasius則を、Re数には径深を用いている。界面勾配から計算される摩擦勾配の大きさは一定であり、また壁面抵抗係数はRe数のみの関数であるため界面抵抗係数が小さくなるほど側壁による影響が大きくなる傾向にある。図3は一次元二層流の基礎式に河口での淡水深、塩水深を境界条件として与えて計算した塩水楔形状を実験結果と比較したものである。これより、(i)本実験の範囲では連行が界面形状に与える影響は小さい、(ii)側壁の摩擦効果を補正すれば塩水楔の長さがより正確に推算される、ことが分る。また、抵抗係数として岩崎等が提案した式 $f_i = 7.88 \psi^{-0.8356}$ を用いる場合は金子の $f_i = 0.2 \psi^{-0.5}$ や須賀等が提

Akira MUROTA, Moonock LEE and Kazuyoshi OHTA

案した $f_i = 0.35\psi - 0.5$ を用いる場合より抵抗係数値が大きく評価されるため河口部ではよくあうが、全体的には実験値から大きくずれる。

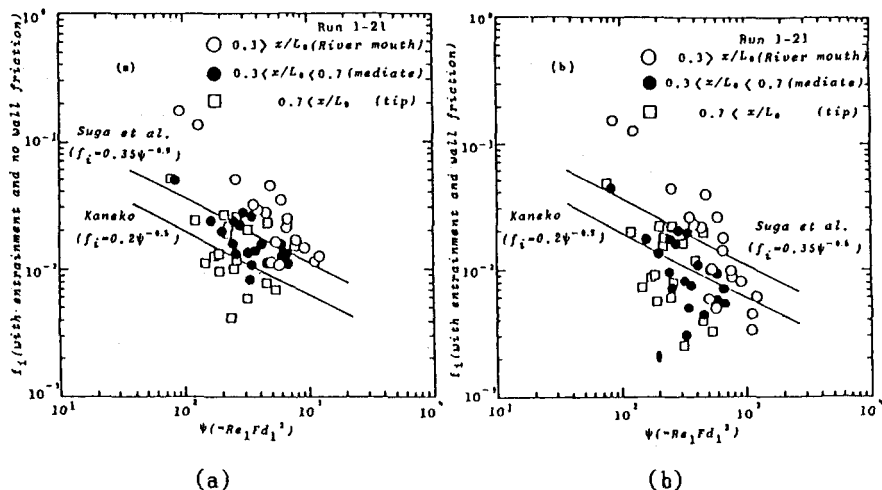


図1 岩崎数 ψ と界面抵抗係数の逆算値 f_i との関係

4. おわりに

漸変流一次元解析に基づいて塩水楔の界面形状を求める際には側壁の影響を補正し、界面抵抗係数として金子の経験則を用いれば、塩水楔の長さについて実験値とよく適合することがわかった。しかし、連行の考慮や側面摩擦効果の補正が塩水楔の形状に与える影響は小さく、特に河口部での界面形状は図3の結果でも見られるように再現できない。本実験で用いられる水路は急勾配であって、先端での界面形状の変化は小さいため漸変流一次元解析との差は明確でない。一方、河口では断面が急に拡大して河川部が海部と接続されているため河口からの淡水の流出形態が塩水楔の形状にも大きく影響していると考えられる。本実験においても河口近傍（河口より約30cmの範囲）においてはどの実験ケースでも漸変流一次元解析によって実験結果を精度よく再現することができない。したがって、河口部においては急変密度流としての取扱いが必要であると考えられ、今後の検討を要する。

参考文献

- 1) 玉井信行：密度流現象における連行概念の統一化とその応用，文部省科学研究費補助金総合研究(A)，研究成果報告書，1986.
- 2) 須賀堯三：感潮河川における塩水楔に関する基礎的研究，土木研究所資料，1979.
- 3) 玉井信行：密度流の水力，新体系土木工学22，1980.

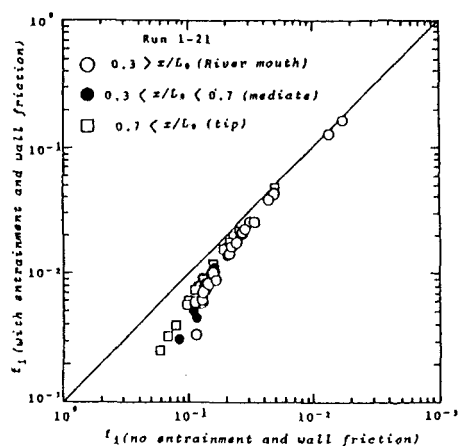


図2 側壁の影響を補正しない場合の f_i と補正した場合の f_i との比較

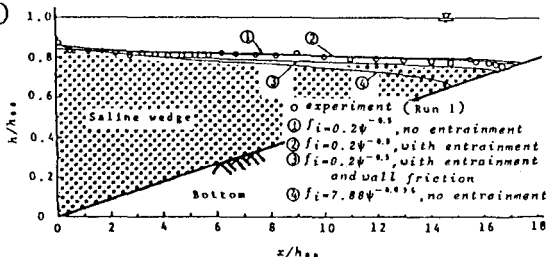


図3 計算結果と実験結果との比較