

(Ⅱ－８) 塩水くさび遡上防止に及ぼす地形の効果について

芝浦工業大学工学部 正 員 菅 和 利
芝浦工業大学工学部 学 員 須賀龍太郎

1. はじめに

上流域での水資源の開発に伴う河川流量の減少、河床低下による塩分侵入の増加は取水施設の機能を低下させ、さらに河口域での水生生物にも影響を与えている。遡上距離の減少策について各地で色々な対策がとられている。この場合自然河川の河床の凹凸による塩分遡上防止効果を積極的に評価することが大事である。

本研究では、河床に部分的に凸部を有する、あるいは潜り堰が設置されるなど河床地形が不規則な場合、また河川内に港などの施設が設置され川幅が部分的に拡幅された場合の塩分侵入現象を数値シミュレーションしこの結果を用いて塩分侵入防止への自然地形の効果を検討したものである。

2. 数値計算手法について

漸変二層流の仮定を用いたシミュレーション手法は種々提案されているが、本研究では、運動方程式の積分の際に密度分布、流速分布形が存在によって生じる一次元分散項を考慮するとともに、連行についても著者らの提案している相互連行の概念を導入した。

計算では相互連行を考慮するために、計算区間の上下流端で境界条件を与える必要がある。まず、河口での下層流量を仮定し、計算区間で質量、体積保存則を満たすように河口での諸量を決定する。この値を用いて二分探索法にて収束演算を行った。河口での水理条件を決定した後に、これを境界条件として塩水くさび先端部での条件を満たすように河口条件を修正しながら最終的な塩水くさびの形状を算定した。塩水くさび先端での条件としては、下層の流量、水深が共にゼロになるように定めた。

3. 計算結果

レジャーの多様化に伴い河道内へのボート係留のための港の建設の要望も高まっている。河道に掘込みの部分的な拡幅を有する場合に、この設置場所が塩水楔の遡上距離にどの様に影響するかを検討した。

また自然河川の河床の凸が塩水遡上防止にどの程度効果があり、またその効果がどの程度の水理量の範囲で期待できるかを検討するために、A川での縦断勾配を例にして数値計算を行った。

3－1 川幅拡幅場所の縦断方向地点と塩水くさび遡上距離との応答について

河床勾配1/10000、一様幅部分の単位幅淡水流量 $0.5\text{ m}^3/\text{s}$ で河口水深4.8mの場合の塩水楔の遡上距離は9.2kmであるが、河口から800mの地点に川幅の60%の拡幅を設けた場合の計算結果が図－1であり、5%程度の遡上距離の増加が見られる。しかし、この拡幅の位置を上流に移動させるとこの増加効果は減少し、6km地点に設置すると遡上距離が一様幅に比べて僅かではあるが減少する傾向がある。しかし、非定常現象では港湾が塩水貯留の役割を持ち、遡上距離の増加に働くことが予想されるので、設置に際しては注意が必要である。掘込み港湾の建設に伴う流れの偏流、剝離、船舶の出入りによる界面の擾乱などを連行係数に上乗せして計算をしたのが図－2である。部分的な混合により遡上距離が大幅に減少することが知られる。

3－2 河床の凹凸による遡上防止効果について

A川の縦断勾配を例に平均界面のAPを参考にして、大潮満潮時での河口水深に対して単位幅流量を $0.05\text{ m}^3/\text{s}$ で計算したのが図－3である。凸部の手前で楔の先端が止まっており、自然の地形が塩分遡上防止効果を発揮していることを示している。河口水深は同じで河川流量を倍にした場合の計算結果が図－4である。楔先端は多少後退するが、凸部の陰になるために河口水深を低下させた場合での減少効果に比べてその程度は小さい。渇水時を想定して淡水流量を $0.02\text{ m}^3/\text{s}$ とした場合の計算結果が図－5である。この場合にも楔先端は凸部の上で停止しており、河川流量をさらに減少させてもこの凸部を越えることは無かった。凸部は幅広い流量の変化に対して塩分遡上防止効果を有していると思われる。図－4と同じ流量で河口水深を小潮満

潮時の水深で計算したのが図-6であり、楔の遡上距離には流量より河口水深の変化の方が影響が大きいことも分かる。図-6の斜線部分の凸部を撤去した場合の計算結果が図-7、8である。図-7は図-3と、図-8は図-4と同じ条件である。次の凸部によって楔の遡上が防止されている。

このように河床の凸部は遡上防止についてねばり強い効果を有しているが、異常な海面の上昇と潟水とが重なった場合に凸部を楔が越流し、一気に遡上距離を増加させることとなるので注意が必要である。

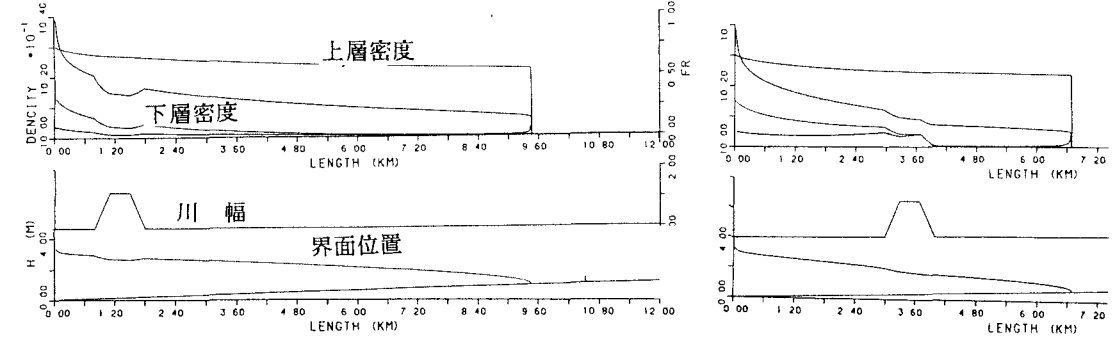


図-1 拡幅部を有する場合の塩水くさび

図-2

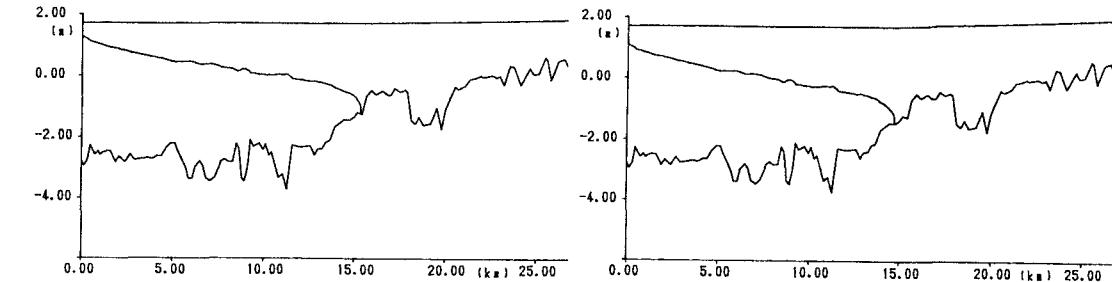


図-3 凸部の遡上距離への影響（大潮満潮時）

図-4

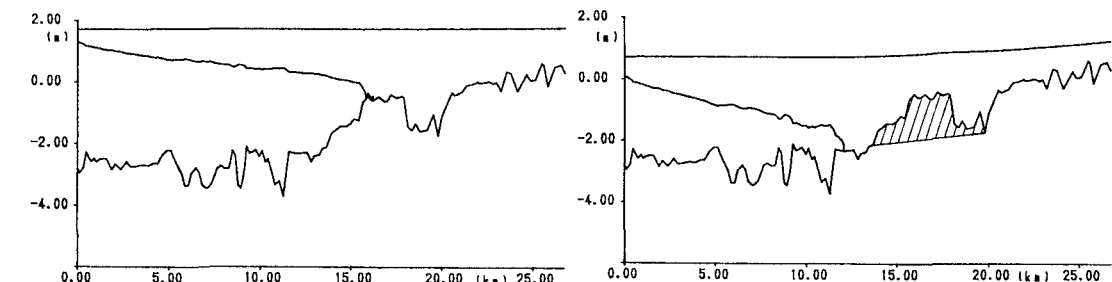


図-5 凸部の遡上距離への影響（潟水時）

図-6 凸部の遡上距離への影響（小潮満潮時）

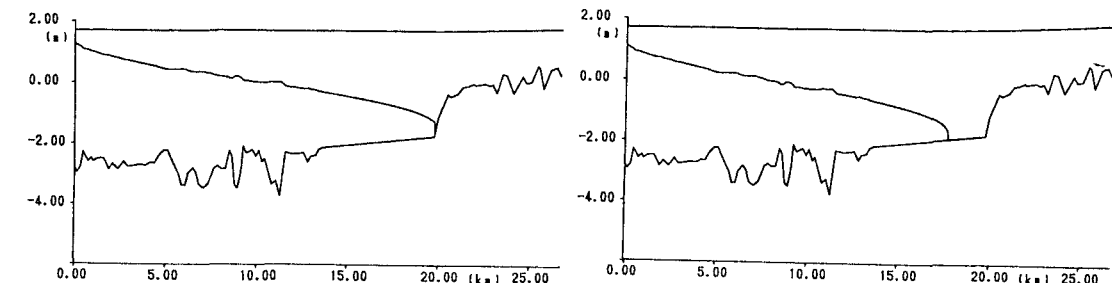


図-7 凸部を撤去した影響

図-8