

都市河川感潮部の底面せん断力の評価方法

山口大学大学院 学○受川 弘信 山口大学工学部 正 羽田野袈裟義
 宇部短期大学 正 松本 治彦 山口大学工学部 正 朝位 孝二
 (株)松本組 非 瀬在丸 聖

1. はじめに

河川感潮部では、底質を構成する微細な粒子の物質が溶解し、このことが水質悪化の大きな要因となっている。この底質材料は水流により流送されるため、感潮域の底面せん断力を見積もることは重要な課題である。

本研究は、現地観測により河川感潮部の塩化物イオンの濃度分布の特性について検討するとともに、非定常流計算との併用により底面せん断力を簡便に評価することを試みたものである。

2. 現地調査の概要

調査は宇部市の中央部を流れる真締川（流路延長約 7km）の河口から約 1.3km の感潮区間に 4 つの調査地点を設けて一潮汐間の水質調査を行った。調査は 1995 年から 1999 年まで全 13 回の調査を行った。ここで述べる 1999 年 10 月 22 日の第 13 回調査（大潮）の調査日、潮位等を表-1 に示す。

表-1 調査実施日と潮位

第13回		
調査日	1999.10.22～23	
調査時間	19:30～7:30	
	大潮	
	時刻	潮位
満潮	19:23	352cm
干潮	1:36	82cm
満潮	7:35	350cm

3. 水理学的な感潮部の分類

塩化物イオンの縦断面分布より混合型について検討する。図-1 に塩化物イオンの縦断面分布を示す。図をみると、大潮では、満潮時の 19:30 には下流から上流にかけて、ほぼ全層で 16‰前後の一定した値を示し強混合型に近い分類となっている。一方下げ潮時の 22:30 には表層に河川水を流しながら塩水は徐々に後退し、0:30 には塩水は Stn.1

よりも河口付近まで後退する。その後上げ潮時には緩混合型の分類を示しながら塩水は遡上する。満潮前の 4:30 あたりから、全層で強混合型に近い分類を示しながら遡上する。

水深高 (m) 塩化物イオン (‰)

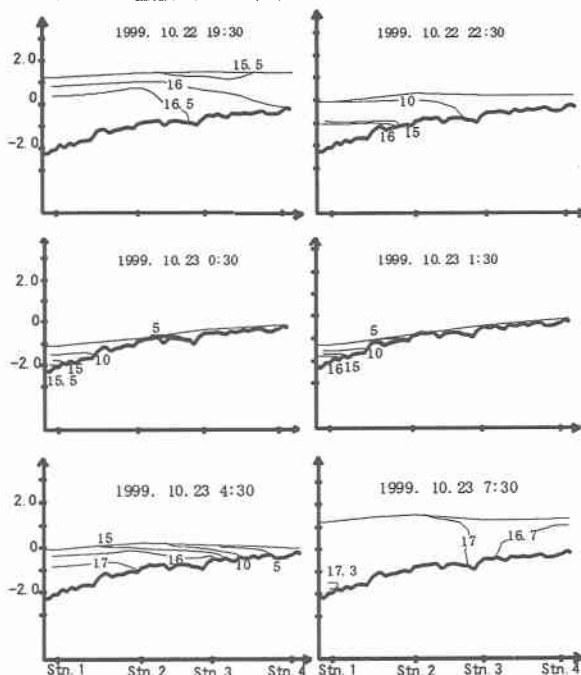


図-1 塩化物イオンの縦断面分布

4. 底面せん断力の評価

まず、密度効果を無視した一次元非定常流計算により各時刻、各地点の水深、流速、水面勾配を求めた。図-2 および図-3 は Stn.1 における水深と断面平均流速の実測値と計算値の時間変動の一例である。図より水深の計算値は実測値を割合良く表現しているが、流速については誤差が大きい。特に、上げ潮時には計算値が過大の流速を与えている。これは、密度効果を無視した計算を行ったため、上げ潮時に特有の上層、下層が逆向きとなる流速分布を反映できなかったことによると考えてよい。

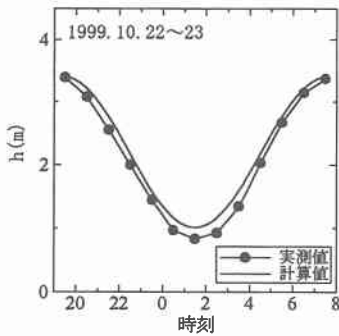


図-2 Stn.1 における水深の時間変動

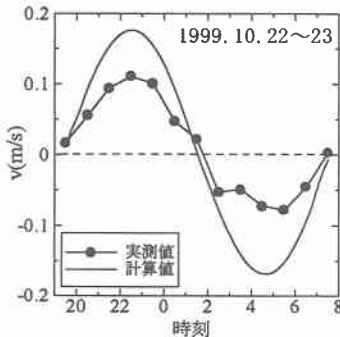


図-3 Stn.1 における流速の時間変動

次に、底面せん断力の評価を試みる。流下方向の密度勾配を考慮した運動方程式は、

$$h \left(\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} \right) = ghI_w - \frac{\tau_b}{\rho_0} - \frac{1}{2} \frac{gh^2}{\rho_0} \frac{d\langle \rho \rangle}{dx} \quad (1)$$

で与えられる。ここで、 I_w は水面勾配、 τ_b は底面せん断力であり、流れが底面を下流方向に擦るときを正とする。現地調査から得られた各地点の断面平均密度と非定常流計算から得られた各地点の物理量を用いて式(1)各項の評価を行った。図-4にその結果を示す。図では、一貫して加速度項は小さな値をとっている。このことは中潮、小潮についても同様であった。よって、式(2)より底面せん断力を見積もることができる(図-4)。

$$\frac{\tau_b}{\rho_0} = ghI_w - \frac{1}{2} \frac{gh^2}{\rho_0} \frac{d\langle \rho \rangle}{dx} \quad (2)$$

図をみると、各地点間の底面せん断力は、密度勾配項に支配されていることがわかる。特に、流下方向の密度勾配 $d\langle \rho \rangle / dx$ の大きくなる上げ潮時、に負の底面せん断力が生じている。上げ潮時に $d\langle \rho \rangle / dx$ が大きくなるのは、塩水の後退により界面勾配の比較的大きな先端部が当該地点間を通過するためであ

る(図-1参照)。また、 $d\langle \rho \rangle / dx$ の変化に加えて、水深の大きい時間帯で密度勾配項が大きくなる。上げ潮時には塩水先端部の通過による $d\langle \rho \rangle / dx$ の増加に加えて、内部境界面が下流側で高くなるように傾斜するため、 $d\langle \rho \rangle / dx$ が大きくなる。水面勾配項は下げ潮時に正值、上げ潮時に負値となり、水深変動の大きいとき底面せん断力に影響する。また今回は過去の大潮の結果に比べて干潮時前後の Stn.1~3 において正值の底面せん断力が少ない傾向が出ているが、この原因として過去の大潮に比べて水深変動の割合が少なかった事と、下げ潮時の塩水の減退が比較的緩やかであったことが考えられる。

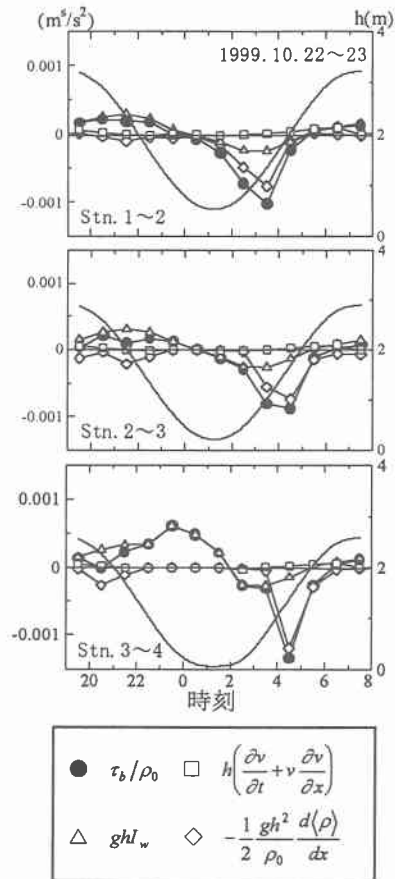


図-4 底面せん断力の時間変動

5. まとめ

真締川感潮部における現地調査、河川感潮部における非定常流計算および現地調査と非定常流計算の結果を用いた簡便な底面せん断力の評価方法について述べた。これにより河川感潮部の底面せん断力の概略を知ることができる。と考える。