

百間川放流水が高島干潟に及ぼす影響に関する数値解析

岡山県庁

正会員 ○ 河合 洋平

岡山大学

環境理工学部

正会員

河原 長美

1、はじめに

近年、環境問題として干潟の減少がしばしば取り上げられるようになってきた。干潟の減少は、海岸構造物等の設置に伴う埋め立てや、それに伴う流動状況の変化等の原因が挙げられる。干潟は、有機物細片の堆積が多く、底生生物も多く生息する場所である。また、鳥類などの餌場としての機能、干潟特有生物の生息の場としての機能もあり、干潟の保全は環境上非常に重要である。干潟は、河口域や内湾によく発達する事で知られているが、百間川河口部も例外ではない。現在百間川河口水門の改修が計画されており、計画洪水流量が現在の 1200m³/s から 2000m³/s 以上に増大することによる干潟への影響も危惧されている。したがって、本研究において、洪水時の百間川放流水が干潟に対してどのくらいの影響を及ぼすのかを検討するとともに、干潟の減少等の問題が生じればその改善策を提案することを目的とし、次のような結果を得ている。

洪水時における児島湾内流の流動状況および高島干潟部における流況を数値シミュレーションにより再現し、洪水流が高島干潟に及ぼす影響について検討を行ったところ、放流量の増加は干潟に対する侵食作用が著しく増加する事が認められた。そこで、本研究において提案する干潟保全対策を講じた場合についての効果を、数値シミュレーションにより検討を行った結果、洪水流による干潟侵食に対し、かなりの防御効果が認められた。

対象とする児島湾は、旭川、百間川、吉井川の3川が流入し、湾口部においては瀬戸内海の潮位変動を受ける閉鎖性水域であり、以下の図1のとおりである。



図1 対象領域図

2、数値シミュレーション

用いたモデルはマルチレイヤーモデルであり、鉛直方

キーワード 児島湾, 高島干潟, 百間川, 数値解析, LES

連絡先 〒700-8530 岡山県岡山市津島中 3-1-1 岡山大学環境理工学部 TEL086-251-8842 FAX086-251-8866

向に最大8層に分割し、表層を T.P.0mから鉛直下向きに 1 mまでとし、順次 2 mごとに 2、3…8層と分割した。用いた式は以下とおりで有限体積法により離散化を行った。移流項に対しては QUICK 法を、粘性・拡散項に対しては中心差分を適用した。また、乱流モデルに LES(Large Eddy Simulation)、時間積分法に Adams-Bashforth 法を採用し、従来児島湾で適用されてきたモデルに比して計算精度の向上を図っている。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = F_x + f_v - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + (\nu + \varepsilon) \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial z} \right) + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial x} (u^2 + v^2 + w^2)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = F_y - f_u - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + (\nu + \varepsilon) \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + \varepsilon \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y \partial z} \right) + \frac{1}{3} \frac{\partial}{\partial y} (u^2 + v^2 + w^2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$\frac{\partial c}{\partial t} + u \frac{\partial c}{\partial x} + v \frac{\partial c}{\partial y} + w \frac{\partial c}{\partial z} - D_x \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} - D_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} - K \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} = 0$$

$$\rho = \frac{\gamma}{\lambda + \alpha \gamma} \quad \gamma = 5890 + 38 T - 0.375 T^2 + 3 c$$

$$\alpha = 0.698$$

$$\lambda = 1779.5 + 11.25 T - 0.0745 T^2 - (3.80 + 0.1 T) c$$

$$\frac{\partial p}{\partial z} + \rho g = 0$$

ここで、 u 、 v は水平方向の w は鉛直方向の流速、 ρ は塩水の密度、 g は重力加速度、 p は圧力、 f はコリオリパラメータ、 F は底面の剪断応力等の外力項、 ν は動粘性係数、 ε は渦動粘性係数である。また c は塩分濃度、 T は水温、 D は水平方向の、 K は鉛直方向の渦動拡散係数である。また u' 、 v' 、 w' は流速の空間変動量である。

境界条件としては、閉境界ではスリップ条件を適用し、湾口における潮位境界条件として米崎における潮位観測値をもとに関数近似を行い、図2のように与え、初期および瀬戸内海との接合部での塩分濃度は観測値をもとに約 3.1‰を与えた。水温条件も同様に、観測値をもとに約 27℃を与えた。詳細については紙面の都合上省略するが、観測値に矛盾しないよう、鉛直方向に変化した値を与えている。流入境界については表1で示すとおりである。

3、考察

最初に洪水ⅠおよびⅡ発生時の計算結果について検討する。以下で、干潟上の点T1~6を用いるが図5と対応している。図3の洪水Ⅰ発生12時間後では、T1~3で約1.7~1.2m/s、T4で約0.2m/s、T5で約0.5m/s、T6で約0.2m/sの流速が計算された。以上より、T1~3にかけてのラインが百間川放流水の滞筋と分かる。図4で示す洪水Ⅱにおいても同様の傾向が見られ、T1~3で約2.5~1.5m/s、T4で約0.3m/s、T5で約0.7m/s、T6で約0.2m/sと計算された。滞筋に着目すると、百間川放流量の増加により、河口水門に最も近いT1からT3にかけて0.3~0.8m/sの流速増加が見られる。これにより、T1において掃流され得る砂の平均粒径 d は9.5mmから20mmへと増加し、干潟保護対策なしでは、砂干潟的である高島干潟の侵食が顕著となる。

次に、干潟保護対策後の計算結果について検討する。干潟保護対策として、図5に示す赤いライン上にテトラポット等の流速制御構造物を配置し、図に示すベクトル方向の流速を1m/sまでに制限を加えた。この流速における d は約3mmであり、干潟侵食に対する大幅な改善が見込まれるものと考えられる。この結果を図6に示す。図からも分かるように、高島干潟部において流速1m/s以上の流速は表われておらず、本研究で提案した干潟保護対策が有効に働いていると認められた。

洪水流と潮汐の複合作用による高島干潟への影響および、その干潟保全対策については紙面の都合で省略したが、講演時に述べる予定である。

4、おわりに

本研究では、百間川放流量の増加による干潟減少に与える影響は大きい、干潟保護対策を講じることにより大幅な改善が期待できることを示した。

表1 河川流入条件

パターン	洪水Ⅰ	洪水Ⅱ
	ピーク流量(m ³ /s)	ピーク流量(m ³ /s)
旭川	4000	4000
百間川	1200	2000
吉井川	2000	2000
児島湖	1200	1200

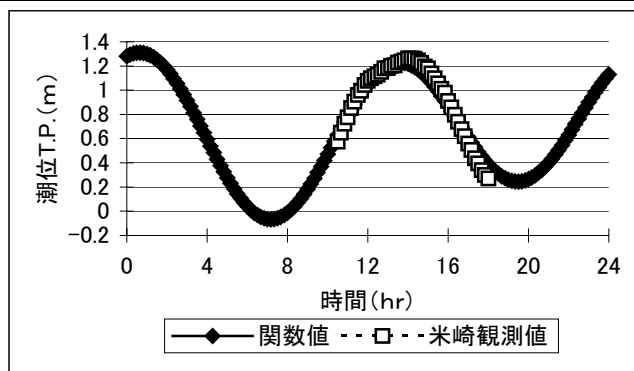


図2 潮位変動図

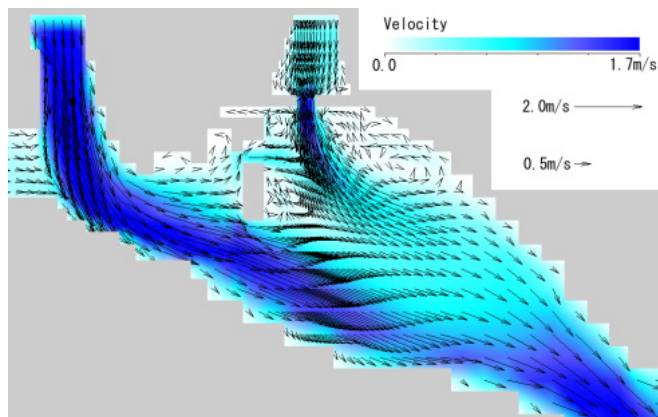


図3 洪水時Ⅰ発生12時間後（洪水流量ピーク時）
流速ベクトルおよび流速強度分布図

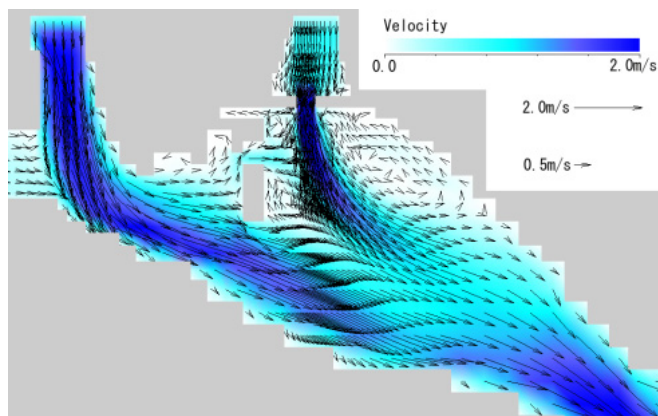


図4 洪水時Ⅱ発生12時間後（洪水流量ピーク時）
流速ベクトルおよび流速強度分布図

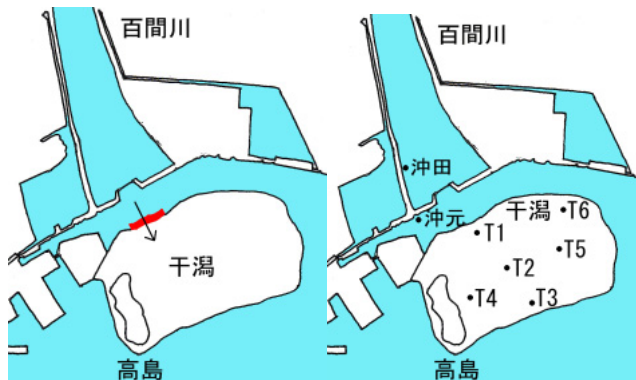


図5 干潟保護ラインおよび干潟上配置点説明図

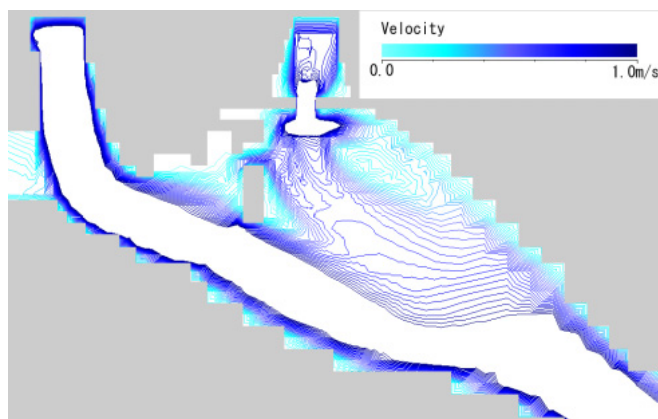


図6 干潟保護対策後 洪水発生12時間後
流速強度コンター図