

河口周辺における3次元海浜変形シミュレーション

鳥取大学 正会員 ○黒岩正光・松原雄平

いであ株式会社 正会員 口石孝幸

鳥取大学大学院 学生員 砂川真太郎

1. はじめに

これまで様々な3次元海浜変形モデルが提案され、構造物設置に伴う海浜変形や航路埋没などの予測に適用されてきた。しかしながら、河川流と波浪が重なりあう河口付近の海浜変形に対する適用についてはあまり検討されていない。特に、砂州のフラッシュなどについては多く検討されているが、河口砂州形成に関する3次元海浜変形予測モデルはあまり見られない。本研究では、黒岩ら(2006年海工)が開発した準3次元海浜流モデルを用いた汀線変化3次元モデルをベースに、河口砂州形成シミュレーションモデルを構築することを目的とする。

2. 数値モデル

本モデルは、4つのサブモデルからなる。①波浪場は間瀬ら(1999)のエネルギー平衡方程式を、②海浜流場は戻り流れも考慮できる準3次元モデルを用いた。③全漂砂量は波と流れによる掃流漂砂および浮遊漂砂の総和で表した。なお、河川流の影響を考慮するため、底面摩擦速度については、榎木ら(1984)が提案したせん断応力を用いて計算した。④水深変化は漂砂の連続式を適用するが、砂州の形成と汀線変化などを考慮するため、黒岩ら(2006)の汀線変化モデルを導入した。さらに、本研究では河口付近および汀線付近を詳細に計算するため、不等間隔格子を導入した。

3. 数値計算結果

(1)モデル地形における数値計算：河口域は波が卓越する場合、河川流が卓越する場合、沿岸流が卓越する場合など、榎木(1993)による河口付近に発生する地形変化の分類に従って計算し、モデルの妥当性を検討した。まず、図-1(a)に示すモデル地形において表-1に示す条件を用いて数値計算を試みた。図-1(b)および(c)はCase4の条件における計算結果で、河口周辺の河川流と海浜流が詳細に計算され、沿岸流による河口砂州が形成されているのが確認できる。なお、河川、河口および汀線付近に不等間隔格子を適用した。図-2(a)～(e)はその他、代表的なケースにおける数値計算例である。これらの図から、

①河川流がほとんどなく直角入射の場合、河口両岸に対称的な砂州が形成される(Case1)。②河川からの流出がなく斜め入射の場合、沿岸流に起因する非対称な河口砂州が形成され、さらに河口閉塞の様子も再現できる(Case2)。③河川流が存在し斜め入射の場合、砂州が形成されるが閉塞には至らない。(Case4) ④高波浪の場合、戻り流れによって前面に沿岸砂州が形成されるとともに、河口においても小さな砂州が形成される(Case5)。⑤河川流が卓越する場合、河口前面の等深線が前進し、テラス状の地形が再現される(Case7)。なお、Case1～4までは、100日後の計算結果で、波と流れへのフィードバックは20日毎に行っている。以上の計算結果は榎木(1993)による砂州形成パターンとほぼ同等であり、本モデルは定性的に良好な結果を与えることがわかる。

(2)現地スケールにおける砂州形成計算：最後に、宇多ら(1996)によって示された富士川や安部川の直線上砂州のような砂州形成のシミュレーションを試みた。地形は簡単のため、平行等深線としてモデル化したものであるが、水深3mまでは急勾配1/20でそれ以深は1/50とした。波浪条件は前述のCase2と同じである。図-3は砂州の時間的な変化を示したものである。この図から本モデルを用いることで、沿岸方向に沿って砂州が発達していく様子が再現可能であることが確認できた。

4. おわりに

比較的簡単なモデルで河口における砂州の形成、河口テラスなどの海浜変形が計算できることが確認され、その結果は既往の砂州形成パターンおよび実際の現地スケールにおける河口砂州の形成が再現され、モデルの妥当性が検討できた。

参 考 文 献

- 宇多ら(1996)：全国17河川のデータによる河口砂州形状のタイプ分類，海工論文集，第43巻。
- 黒岩ら(2006)：ハイブリッド型3次元海浜変形予測モデルに関する研究，海工論文集，第53巻。
- 榎木ら(1984)：河口周辺の海浜流及び地形変動モデルに関する研究，第31回海講論文集。
- 榎木(1993)：波と漂砂と構造物，pp.295-297。

表-1 計算条件 (U_r : 河川流速, C_w , C_s , 漂砂量係数)

Case	$H_{1/3}$ (m)	$T_{1/3}$ (s)	波向	U_r (m/s)	C_w	C_s	
1	1.5	7.0	0.0	0.0	0.2	0.01	波浪
2	1.5	7.0	20.0	0.0	0.2	0.01	波浪
3	1.5	7.0	0.0	0.6	0.2	0.01	波浪+河川流
4	1.5	7.0	20.0	0.6	0.2	0.01	波浪+河川流
5	2.5	8.0	0.0	0.0	20.0	0.1	高波浪
6	2.5	8.0	0.0	0.6	20.0	0.1	高波浪
7	-	-	-	1.0	20.0	0.1	河川流 (大)
8	1.0	7.0	0.0	1.0	20.0	0.1	波浪+河川流(大)

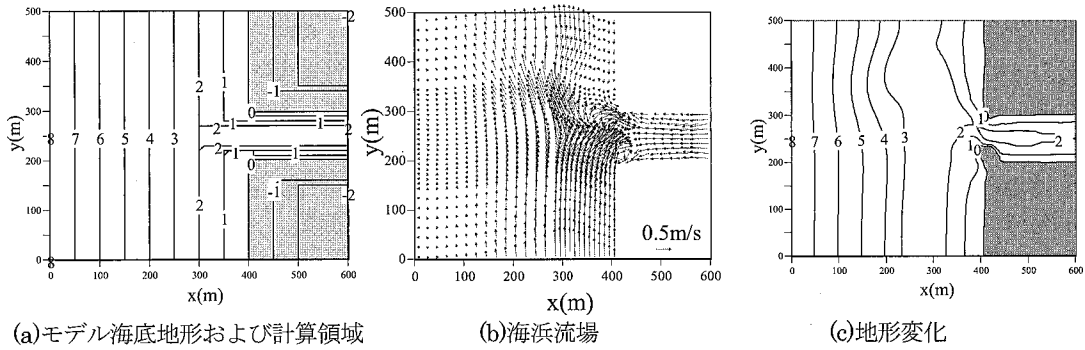


図-1 モデル地形, 海浜流場および地形変化の計算例 (Case4: 波浪+河川流)

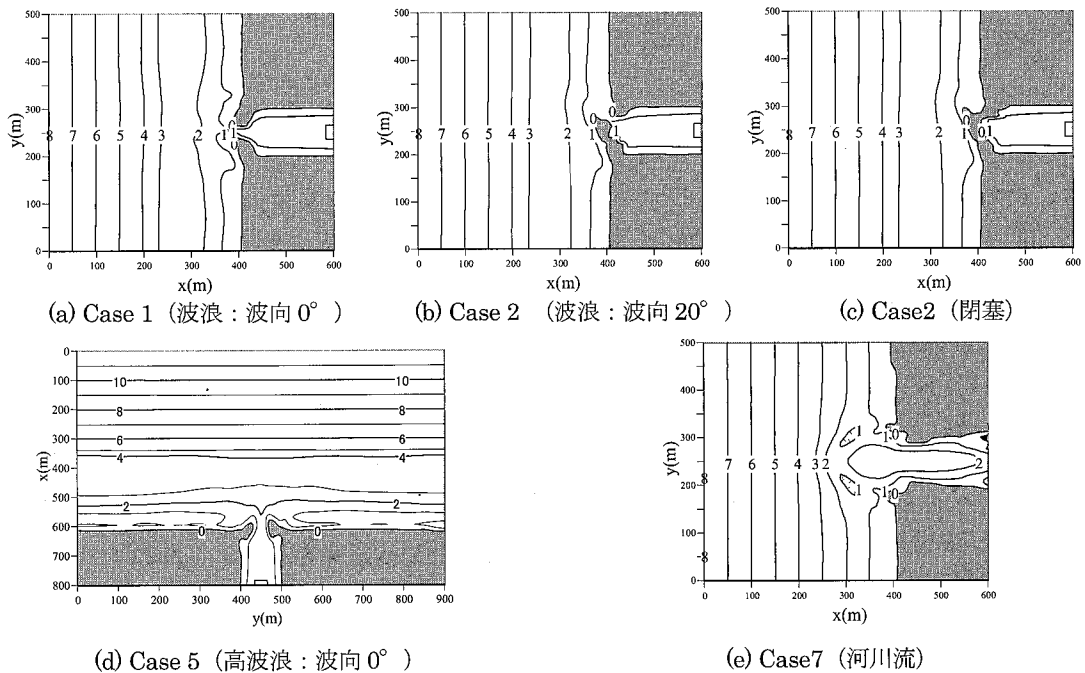


図-2 河口砂州の数値計算結果

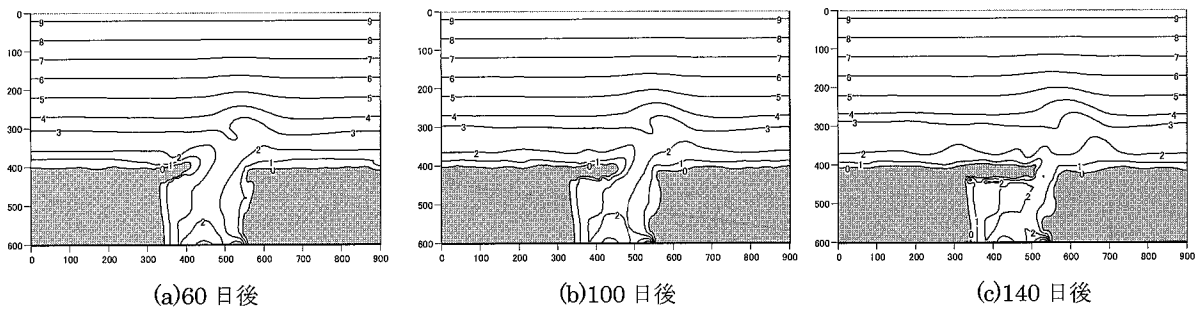


図-3 直線状河口砂州の形成過程 (時間的変化)