

遡上域における漂砂量を考慮した3次元海浜変形モデルに関する研究

鳥取大学 学生会員 ○三木 脩平
 鳥取大学 正会員 黒岩 正光
 鳥取大学 正会員 梶川 勇樹

1. はじめに

近年、台風の強大化に伴う高波による突発的な砂浜の決壊や、将来の海面上昇や波浪特性の変化などによって発生する汀線後退が懸念されている。また、高波浪時には、海岸構造物周辺に発生する複雑な流れなどによって砂浜が決壊することも多々ある。適切な砂浜保全を行う上で、構造物周辺や汀線近傍での局所的で複雑な波と流れを計算し、より精度のよい海浜変形予測を行うことが必要不可欠である。

このような構造物周辺の海浜変形予測には、3次元海浜変形モデルによる数値計算が数多く行われてきた¹⁾²⁾が、構造物周辺の地形変化の再現性に多くの課題が残されており、その中でも、汀線の形状変化に関する再現性に多くの課題が残っている。

そこで本研究では、遡上域における漂砂量を考慮した新たな3次元海浜変形モデルを構築し、そのモデルの妥当性及び適用性を検討した。

2. 遡上域の漂砂量モデルの構築

(1) 数値モデル

本研究では、黒岩ら³⁾が開発した3次元海浜変形モデルをベースとしたもので、波浪場は間瀬ら⁴⁾の構造物による回折を考慮した波作用量平衡方程式を用い、海浜流場は安本ら⁵⁾の準3次元海浜流モデルを用いた。本数値モデルは、波浪場、海浜流場、漂砂量および地形変化の4つのサブモデルで構成されている。最終ステップで計算された地形を波浪場にフィードバックし、所定の回数まで計算することで最終地形を算出する。なお、本数値モデルにおける計算手順の概略を図-1に示す。

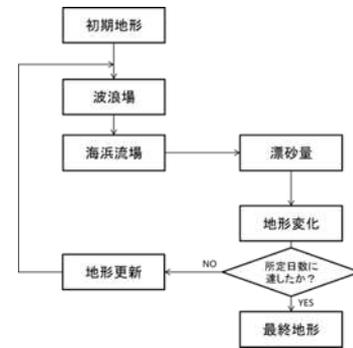


図-1 本数値モデルの計算フローチャート

(2) 遡上域の漂砂量モデル

本モデルでは、遡上域における漂砂量モデルの再検討を行った。既往のモデル q_{xs} ¹⁾では、遡上域の漂砂量を汀線から沖側に2格子分の地点の漂砂量を最大遡上点まで外挿して求めていたが、後退量を過小評価する結果であった。そこで、Igor⁶⁾を参考として、遡上域における最大漂砂量を碎波波高、周期、汀線付近の海底勾配、底質の沈降速度の関数で表すとともに、平衡勾配の概念も考慮した新たな遡上域漂砂量モデル q_{xr} を構築した。遡上域における汀線付近の参照点から遡上限界点までの漂砂量分布を図-2に示す。なお、沿岸方向に対しても同様な取扱いである。

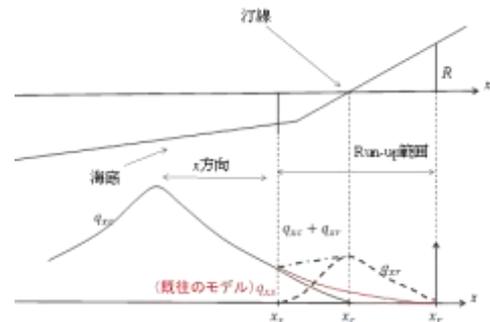


図-2 遡上域における漂砂量分布図

キーワード 海浜変形, 漂砂, 遡上域, 汀線

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学工学部海岸工学研究室

TEL 0857-31-5300

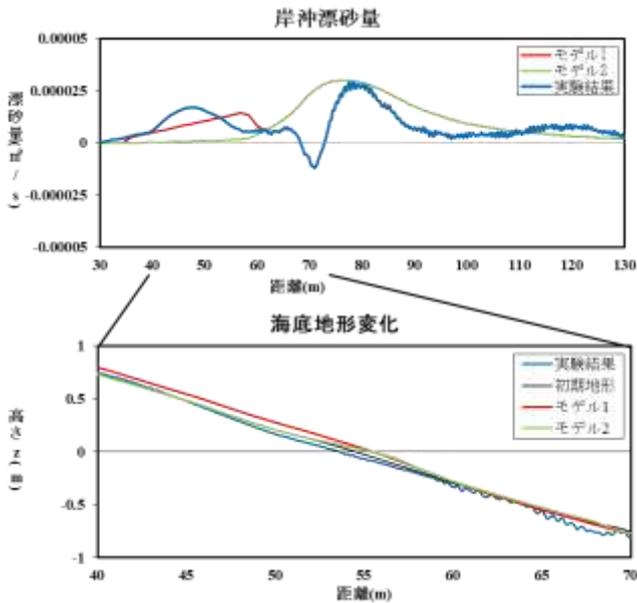


図-3 case1 の岸沖漂砂量および岸沖断面図

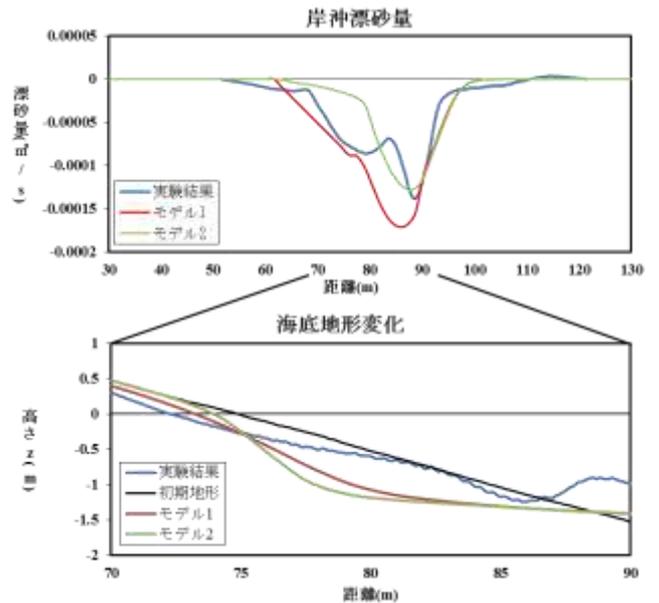


図-4 case2 の岸沖漂砂量および岸沖断面図

表-1 岸沖漂砂量の検証における計算条件

	初期の斜面勾配	有義波波高	有義波周期
case1	1/20	1.0m	5.0s
case2	1/10	1.2m	3.0s

3. 遡上域の漂砂量モデルの検証

(1) 岸沖漂砂量による検証

本研究では、まず電力中央研究所⁷⁾で実施された岸沖方向の地形変化に関する実験結果との比較を行った。本研究で新たに構築した遡上域漂砂量モデルをモデル1、既往のモデルをモデル2とした。計算条件として、実験に用いられた長さ205m、幅3.4mの水槽に準じた地形を初期地形とした。その他の条件を表-1に示す。図-3および図-4はそれぞれ堆積型および侵食型の計算結果である。モデル1の結果では、実験における漂砂量の最大値の位置や遡上限界位置の差異はあるが、既往のモデル2と比較してより実験結果と近い分布となっていることがわかる。また、モデル1による地形変化の計算結果は実験結果と概ね一致していることが確認できた。

(2) 構造物周辺における地形変化

次に宇多ら⁸⁾の離岸堤と人工リーフに関する模型

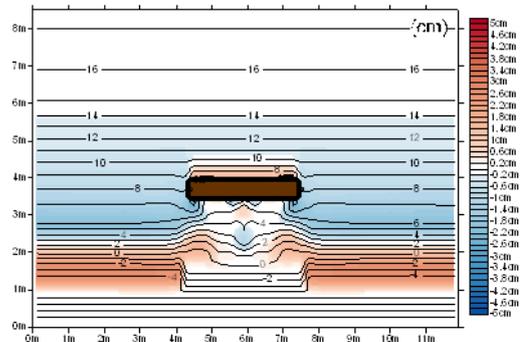


図-5 離岸堤の侵食堆積図 (モデル1)

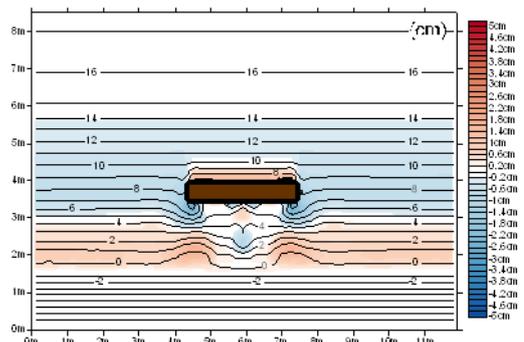


図-6 離岸堤の侵食堆積図 (モデル2)

実験結果と比較した。初期地形は実験に用いられた平面水槽をモデルとし、計算条件は、実験にならない波高6.0cm、周期1.13s、波向0°とした。また、造波開始後20時間後の地形変化の比較を行った。図-5および図-6は離岸堤設置時のモデル1およびモデル2の計算結果であり、図-7および図-8は6mおよび8m地点の岸沖断面図である。計算結果より、離岸堤

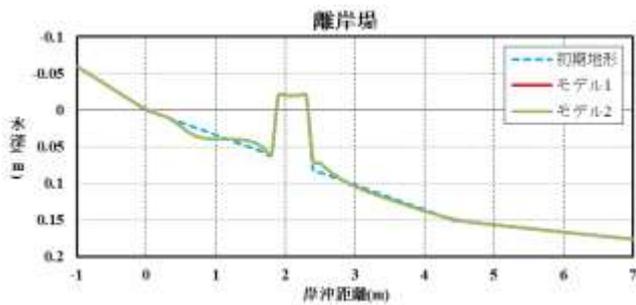


図-7 離岸堤の6m地点の岸沖断面図

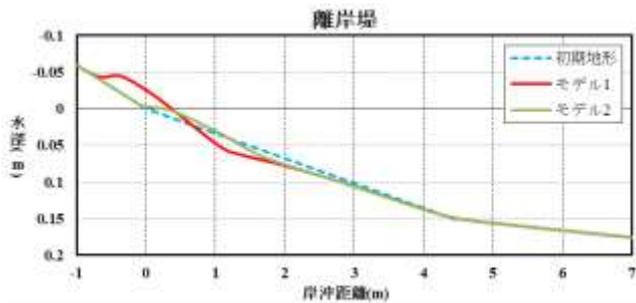


図-8 離岸堤の8m地点の岸沖断面図

背後では舌状砂州が発達し、遡上域において堆積していることがわかる。また、モデル2では陸域において堆積がみられないのに対して、モデル1では離岸堤背後や汀線部から遡上域で堆積している様子がうかがえる。次に、図-9および図-10は人工リーフ設置時のモデル1およびモデル2の計算結果であり、図-11は6m地点の岸沖断面図である。計算結果より、人工リーフ岸側背後では0.02mほど土砂が削られており、実験における人工リーフ岸側背後における堆積についてはあまり再現性があまり芳しくなかったが、モデル1では汀線近傍で堆積、人工リーフ岸側背後に人工リーフ中央から発達する舌状砂州が形成され、人工リーフ端部が侵食されている。

4. 現地適用性

本研究では鳥取県西部に位置する皆生海岸富益工区を対象に数値モデルの適用性を検討した。対象期間は2006年6月から2007年7月とし、波浪の設定は、同期間における観測波浪データより、有義波高0.5m以上の波浪について、有義波高0.5mごとに階級分けし、エネルギー平均波を算出した。波浪条件を表-2に、波浪時系列を図-12にそれぞれ示す。図-13

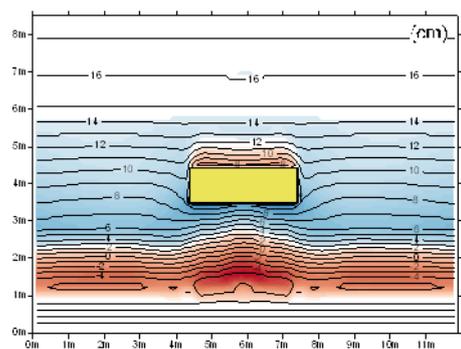


図-9 人工リーフの侵食堆積図 (モデル1)

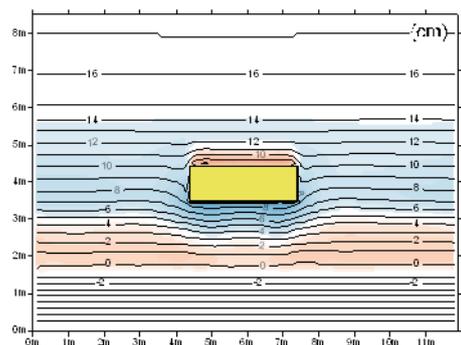


図-10 人工リーフの侵食堆積図 (モデル2)

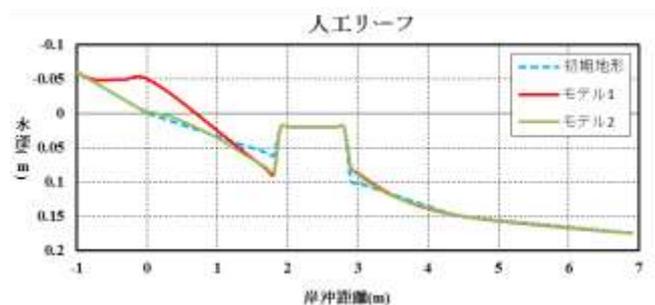


図-11 人工リーフの6m地点の岸沖断面図

は実測値による侵食堆積図であり、図-14は計算結果による侵食堆積図である。図-13と図-14より、人工リーフの西側での侵食や人工リーフ開口部付近の汀線における堆積、突堤周辺の地形変化など実測結果と同様の侵食・堆積の傾向がうかがえる。汀線変化においても、実測値と計算結果が概ね一致する結果が得られていることが確認できた。

表-2 現地における計算条件

	波高(m)	周期(s)	波向(°)	出現日数
wave1	0.704	5.841	-10	248
wave2	1.308	6.332	-10	84
wave3	1.794	7.027	-10	26
wave4	2.310	12.063	-10	7

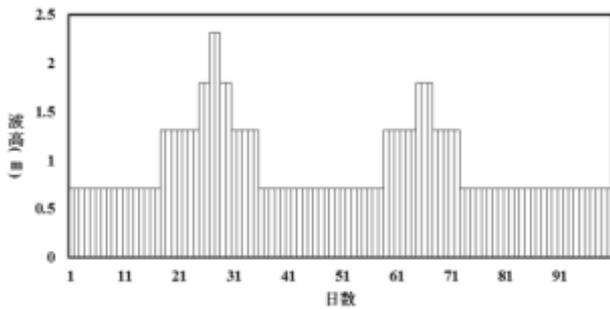


図-12 波浪時系列

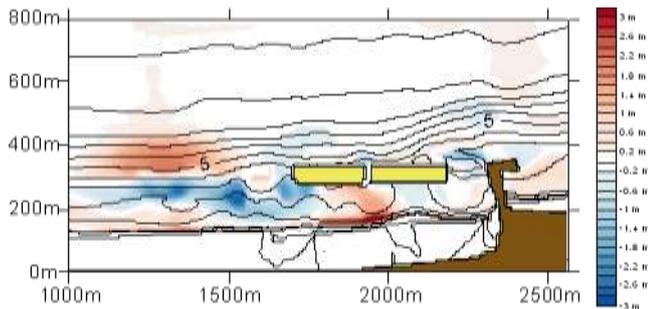


図-13 実測結果における侵食堆積図

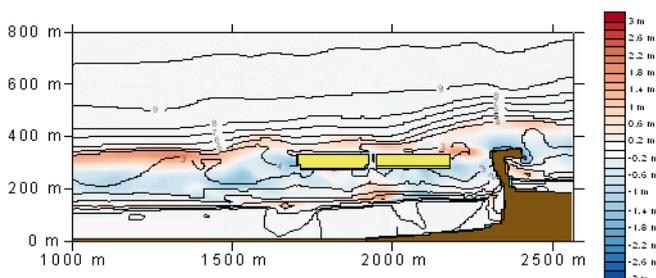


図-14 計算結果における侵食堆積図

5. おわりに

本研究では、3次元海浜変形モデルにおける遡上域の漂砂量モデルを新たに構築し、モデルの検証及び現地適用性について検討を行った。得られた結果を以下に示す。

- (1) 侵食型および堆積型の地形変化を再現でき、汀線近傍の地形変化を計算できることが確認できた。
- (2) 離岸堤と人工リーフの模型実験との比較から、構造物周辺の地形変化、特に構造物背後の汀線変化を既往モデルより再現性が向上したことが確認できた。
- (3) 現地海浜への適用性も向上したことが確認できた。

参考文献

- 1) 黒岩正光, 口石孝幸, 加藤憲一, 松原雄平, 野田英明, 中本良平: 混合粒径砂の分級と汀線変化を考慮した3次元海浜変形予測モデル, 海岸工学論文集, 第52巻, p. 521-525, 2005.
- 2) 鳥居 謙一, 福濱 方哉, 人見 寿, 宇多 高明, 芹沢 真澄: 等深線変化モデルによる人工リーフ周辺の海浜変形予測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 50巻 p. 491-495, 2003.
- 3) 黒岩正光, 口石孝幸, 松原雄平: 平面2次元と準3次元海浜流モデルによるハイブリッド型3次元海浜変形予測システム, 海岸工学論文集, 第53巻, pp, 486-490, 2006.
- 4) 間瀬肇, 由比政年, 雨森洋司, 高山知司: 波, 流れ共存場における砕波および回折効果を考慮した位相平均波浪変形予測モデルの構築, 海岸工学論文集, 第51巻, pp, 6-10, 2004.
- 5) 安本善征, 黒岩正光, 松原雄平, 津留秀臣, 間瀬肇, 市村康: 人工リーフ開口部における流況に関する実験と準3次元海浜流モデル適用性の検討, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol, 70, No, 2, pp, I_076-I_080, 2014.
- 6) Igor O, Leont'yev: Modeling the Morphological Response in Coastal Zone for Different Temporal Scales, Advances in Coastal Modeling, edited by V.C.Lakhan, 2003.
- 7) 池野正明・清水隆夫: 不規則波砕波帯内における浮遊砂フラックスの特性とこれを考慮した2次元海浜変形モデルの提案, 電力中央研究所報告 U96037, pp.26-29, 1997.
- 8) 宇多 高明, 藤原 博昭, 芹沢 真澄, 宮原 志帆: 人工リーフ周辺の地形変化機構に関する実験とBGモデルによる海浜変形予測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), 67巻1号 p.18-35, 2011.