

汀線変化を考慮した 3 次元海浜変形予測に関する研究

土屋組 正会員 ○橋本和幸

日本建設コンサルタント 正会員 口石孝幸

鳥取大学工学部 正会員 黒岩正光 松原雄平

鳥取環境大学 フェロー 野田英明

1.はじめに： 3次元海浜変形モデルは漂砂の移動機構を考慮できる有効なモデルであるが、汀線変化を計算するのは困難であった。最近、清水ら¹⁾は、渡辺ら²⁾のモデルに 1-line モデルを連結したモデルを提案している。しかしながら、それぞれのモデルを連結するところでの連続性が保障されているとは言い難く、汀線付近の地形変化を表現していないと思われる。そこで、本研究では、両者のモデルの欠点を補う新たな海浜変形予測モデル、すなわち、新たな汀線変化を考慮した 3 次元海浜変形予測モデルを構築することを目的としている。

2.数値モデル： 本研究で提案するモデルは、①波浪場、②海浜流場、③漂砂量および④地形変化の計算の 4 段階に分けられる。本研究では①波浪場は間瀬ら³⁾の多方向不規則波モデルを用い、②海浜流場は黒岩ら⁴⁾の準 3 次元海浜流場モデルを用いる。③漂砂量は汀線から沖側の海域部の全漂砂量と遡上域における全漂砂量とに分けて考える。海域部の全漂砂量は渡辺らのモデルを参考にして、波の掃流漂砂量、流れの掃流漂砂量ならびに浮遊漂砂量に分けて評価し、これらの漂砂量の総和は全漂砂量とする。

遡上域における全漂砂量(q_{xr}, q_{yr})は、Larson ら⁵⁾の SBEACH モデル、すなわち図-1 に示すように、汀線近傍の漂砂量を最大遡上高さまで外挿して算定する。遡上域における岸沖方向および沿岸方向における漂砂量はそれぞれ

$$q_{xr} = q_{xs} \left(\frac{x_r - x_s}{x_r - x_s} \right)^\alpha \text{ -----(1),} \quad q_{yr} = q_{ys} \text{ -----(2)}$$

で表す。ここに、 x_r は最大遡上高さまでの距離、 x_s は汀線付近の漂砂量の参照ポイントである。 α は試行計算から 0.3 とした。また、 q_{xs} 、 q_{ys} は x_s での海域部の全漂砂量である。最大遡上高さ R は以下のように定める。

$$\frac{R}{H_b} = 1.47 \left(\frac{\tan \beta}{\sqrt{H_b/L_0}} \right)^{0.79} \text{ -----(3)}$$

ここに、 H_b は碎波波高、 $\tan \beta$ は海底勾配、 L_0 は沖波波長である。

④地形変化は渡辺らの漂砂の連続式を用いて計算し、遡上域における地形変化も同様に計算する。

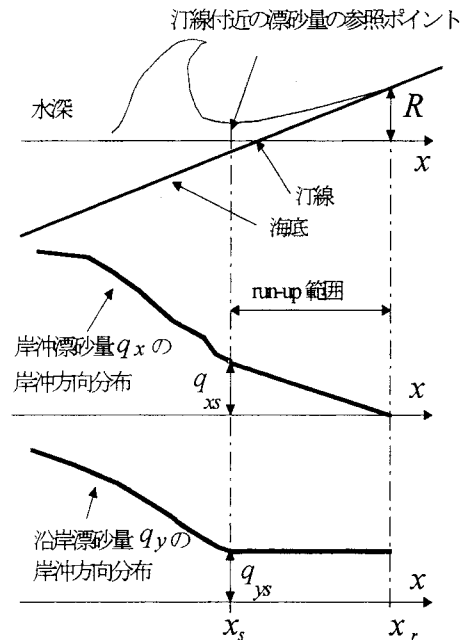


図-1 遡上域における漂砂量布の与え方

3.計算結果： 本研究では、離岸堤周辺に地形変化計算を試み、モデルの特性について数値実験的に検討した。計算領域は岸沖方向(x)600m、沿岸方向(y)1000m 範囲で、海底地形は海底勾配($\tan \beta$) 1/50 の一様勾配とし、沖側境界水深は 10m とした。まず、離

岸堤の設置条件の違いが地形変化に及ぼす影響について検討した。なお、波浪条件は表-1 に示すとおりである。図-2 は離岸堤設置位置 $X_B=200\text{m}$ と固定し、離岸堤長 L_B を種々変化させて計算した 3 日後の地形変化を表したものである。これらの図から、どのケースにおいても離岸堤両端で洗掘している。汀線形状については、 $L_B=100\text{m}$ および 200m の場合は、 $y=500\text{m}$ 付近に 1 つのピークをもつ舌状砂州(以下、1salient 型と呼ぶ)が発生している。一方、 $L_B=300\text{m}$ の場合は、 $y=450\text{m}$ と $y=550\text{m}$ 付近に 2 つピークをもつ舌状砂州(以下、2salients 型と呼ぶ)が発生している。つぎに、離岸堤長 L_B を 200m と固定し、離岸堤設置位置 X_B を変

表-1 波浪条件

$H_{1/3}(\text{m})$	$T_{1/3}(\text{sec})$	S_{max}	θ_p
2.0	7.0	10	0.0

化させて計算した結果を図-3に示す。各図中の(a), (b)および(c)は離岸距離 $X_B=100\text{m}$, 200m および 300m の結果である。海底地形はそれぞれ同様に離岸堤両端で洗掘しているが、汀線形状については、 $X_B=100\text{m}$ の場合 2salients 型となっている。以上の計算結果から、離岸堤長 L_B や離岸距離 X_B の関係によって汀線形状が 1salient あるいは 2salients 型になることがわかる。Herbich ら⁶⁾ によると $L_B/X_B > 1.0$ の時 tombolo, すなわち舌状砂州 (salient) が発生し、最終的には salient 先端が離岸堤に到達する地形になり、 $L_B/X_B \leq 1.0$ の時は salient 型で平衡状態に達する地形が発生する。このことと関連付けて本モデルの特性について検討すると、 $L_B/X_B \leq 1.0$ のとき、汀線形状は 1salient 型、 $L_B/X_B > 1.0$ のとき、2salients 型になり、2salients 型は Herbich ら⁶⁾ の tombolo に対応する。最後に、図-4に示すように 1salient 型と 2salients 型の条件のもと、波と流れ計算のフィードバックを行い、60日後の地形変化計算を試みた結果、1salient 型の場合、60日後ではほぼ平衡状態になった。一方、2salients 型の場合、トンボロ地形にならず、汀線は離岸堤に到達しない結果となった。

4.おわりに: 本研究では、汀線変化を考慮した3次元海浜変形モデルを提案し、離岸堤周辺の地形変化の計算を試みた。汀線変化を含めた3次元的地形変化が計算可能となった。離岸堤の設置条件によって 1 salient 型および 2salients 型の汀線形状が計算されることがわかった。

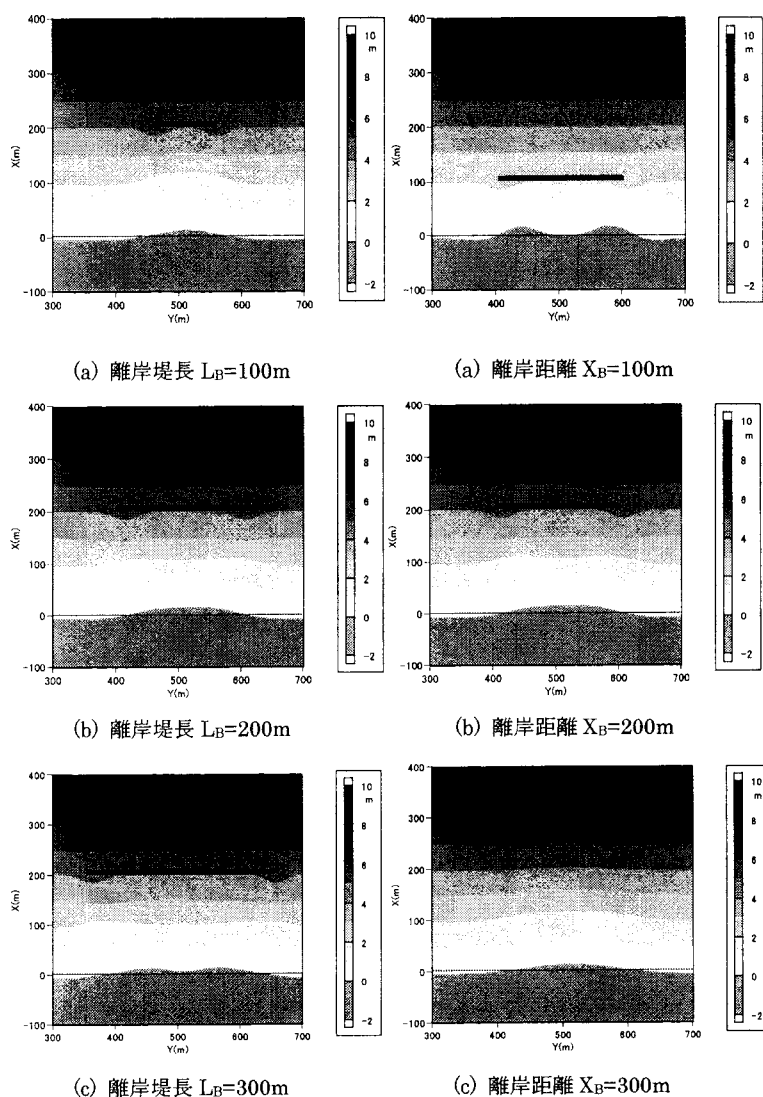


図-2 離岸堤長 L_B 変化の
3日後の地形変化

図-3 離岸距離 X_B 変化の
3日後の地形変化

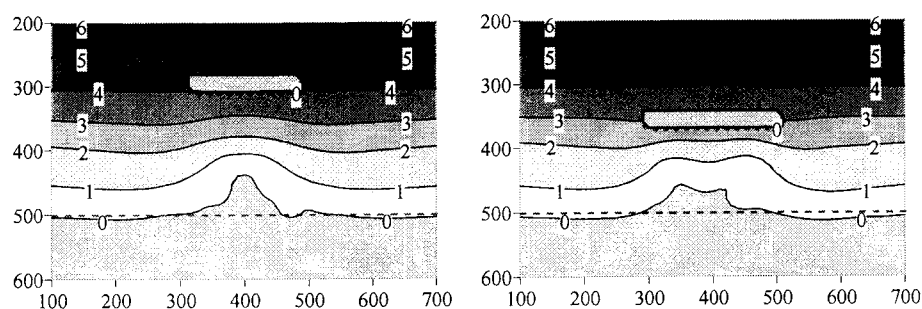


図-4 60日後の地形変化

左図: (1 salient 型 ($L_B/X_B=0.8$), 右図: 2salients ($L_B/X_B=1.3$))

参考文献: 1) 清水ら: 汀線変化を考慮した3次元海浜変形モデルの現地適用性, 第42回海工論文集, 2) 渡辺ら: 構造物設置に伴う3次元海浜変形の数値予測モデル, 第31回海講論文集, 3) 間瀬ら: 波の回折を考慮した多方向不規則波の変形計算モデルに関する研究, 土木学会論文集, 第628号, II-48, 4) 黒岩ら: 準3次元海浜流場の数値シミュレーションに関する研究, 第44回海工論文集, 5) Larson ら: SBEACH Numerical model for simulating storm-induced beach change, Report1: Empirical foundation and model development, Technical Report CERC-89-9, 6) Herbich, J.B., : Shoreline changes due to offshore breakwater, Proc.23rd IAHR Congress