

準3次元海浜流モデルを用いた海浜変形予測に関する研究

鳥取大学工学部 フェロー 野田英明
 鳥取大学工学部 正会員 黒岩正光
 (株) 公成建設 ○星山修一

1. はじめに： 近年，海浜流の3次元性が重要視され，流れの3次元性を考慮した海浜変形モデルがいくつか提案されているが，実用レベルにまでは至っていない．著者らは，前報¹⁾において既に準3次元海浜流モデル(Q-3Dモデル)を用いた3次元海浜変形予測モデルを開発したが，実験室レベルに対する適用性のみである．そこで本研究では，現地海浜における構造物周辺の地形変化に対するモデルの適用性について検討しようとするものである．

2. 現地観測の概要： 図1は，現地におけるある港湾A港の概要および周辺の海底地形(1997年9月)を示したもので，図中に示す◎は観測点を表す．湾口は，北および東に向いており，海底勾配は1/50，底質粒径は0.02cmである．調査内容は波浪調査(測点 St.A, St.B, St.C)，流況調査(測点 St.A, St.B, St.C)および光学式砂面計による地盤変動調査(測点 St.B, St.C)である．図2は1998年1月11日～18日までのSt.Aにおける波浪特性とSt.Cにおける水深変化量 Δh の時間的変化を示したものであり，観測期間中St.Aにおいて4mを超える波が来襲し(1月15日)，St.Cではわずか1日で90cmもの堆砂が生じた．暴浪時における地形変化を精度良く予測(短期予測)することは長期的な予測を行う上で重要である．本研究では，観測期間中のSt.Cにおいてもっとも地形変動のあった1月15日0時から1月16日0時までに生じた堆砂現象を再現することを試みた．計算に用いた波浪条件は，St.Aから得られた観測結果より，沖波波高 $H_0=4.13\text{m}$ ，周期 $T=9.3\text{sec}$ とした．なお，地形変化計算における格子間隔は， $\Delta x=\Delta y=10\text{m}$ ，時間間隔は， $\Delta t=300\text{sec}$ である．

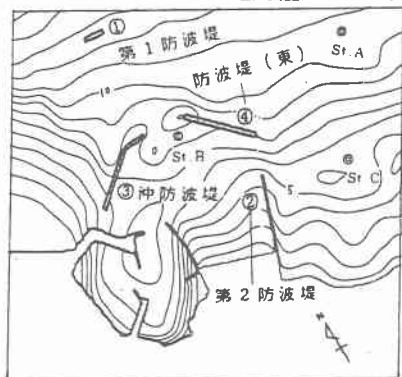


図1 A港の概要および周辺の海底地形

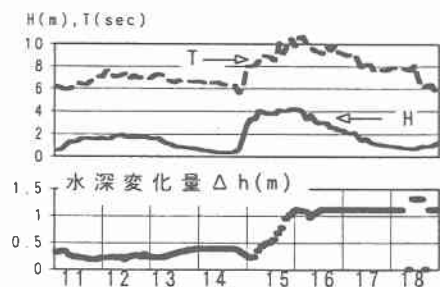


図2 波浪特性および水深変化

3. 3次元海浜変形予測モデル： 3次元海浜変形予測モデルは前報のモデルと同様であるので，ここでは，漂砂量の計算および各漂砂量係数の値について簡単に述べる．まず，波による掃流漂砂 q_{wb} は，岸沖方向を x ，沿岸方向を y とすると渡辺ら²⁾のパワーモデルを参考に次式で表される．

$$q_{wbx} = A_w Q u_{wb} \cos \alpha \quad \text{---- (1)} \quad , \quad q_{wby} = A_w Q u_{wb} \sin \alpha \quad \text{---- (2)} \quad , \quad Q = (u^2 - u_c^2) / g \quad \text{---- (3)}$$

A_w は波による漂砂量係数で，本研究では0.05とした．流れによる掃流漂砂 q_{cb} は，底質移動には底面流速の成分が大きく寄与するものと考え準3次元モデルから得られる底面定常流速を用いて，

$$q_{cbx} = A_c Q U_b \quad \text{---- (4)}$$

$$q_{cby} = A_c Q V_b \quad \text{---- (5)}$$

ここに， A_c は定数で0.5とした．つぎに，浮遊砂量 q_{wcs} は柴山ら³⁾の方法を参考に算定した．

$$q_{wcsx} = \int_{-h}^{\eta} U(x, y, z) C(z) dz \quad \text{---- (6)}$$

$$q_{wcxy} = \int_{-h}^{\eta} V(x, y, z) C(z) dz \quad \text{---- (7)}$$

$$c(z) = c_s \frac{10 (\varphi - 0.05) \nu}{3 b \sqrt{sgd}} \exp\left(-\frac{w_f}{\varepsilon_s} z\right) \quad \text{-----}(8)$$

ここに、 $U(x,y,z)$ および $V(x,y,z)$ は海浜流速で、 $C(z)$ は浮遊砂濃度である。Csは浮遊漂砂量係数であり、本研究では0.01とした。また、従来のモデルと比較するために断面平均流速を用いたモデル（渡辺ら²⁾）でも、計算を行った。その際、波による漂砂量は式(1)および(2)に方向関数 F_D を乗じ、 F_D に含まれる Π_c は丸山ら⁴⁾ を参考にして9.0とした。また、波による漂砂量係数 A_w は0.1、流れによる漂砂量係数 A_c は1.0として計算を行った。地形変化は計算の安定性（底勾配の効果）を考慮し渡辺ら²⁾の漂砂の連続式を用いて計算した。

4. 数値計算結果： 図3は、St.B および C 付近での底面定常流速の計算結果と観測結果を比較したものである。図中の太い→は観測された流速ベクトルを示したもので、St.Cにおける流向はほぼ観測結果と一致するが、流速に若干の違いがあり計算結果は観測結果を過大評価している。一方、防波堤内の St.B では、観測結果は防波堤（東）に向かって流れているのに対し、計算値は防波堤（東）開口部から沖に流出している。流向は若干異なるが、流速値はほぼ一致する。図4は本モデル（Q-3Dモデル）を用いて計算した暴浪時（1月15日）における1日後の地形変化であり、初期地形との差をとって表した堆積図である。図5は従来のモデル（断面平均流速）を用いた場合の同様の結果である。これらの図より、St.C 付近での変化は従来のモデルでは0.5m以下の堆砂だが、底面定常流速を用いた本モデルでは、0.8~0.6mの堆砂量であるが、1月15日0時から1月16日0時までの間に0.9mもの堆砂が生じていた現地の現象をよく再現している。

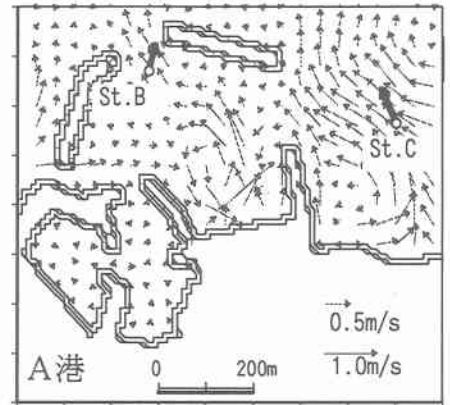


図3 海浜流場の計算結果と観測結果

図4は本モデル（Q-3Dモデル）を用いて計算した暴浪時（1月15日）における1日後の地形変化であり、初期地形との差をとって表した堆積図である。図5は従来のモデル（断面平均流速）を用いた場合の同様の結果である。これらの図より、St.C 付近での変化は従来のモデルでは0.5m以下の堆砂だが、底面定常流速を用いた本モデルでは、0.8~0.6mの堆砂量であるが、1月15日0時から1月16日0時までの間に0.9mもの堆砂が生じていた現地の現象をよく再現している。

5. おわりに： 本研究では、現地海浜に対するQ-3D海浜流モデルを用いた海浜変形予測モデルの適用性を検討した。その結果、断面平均流速を用いた従来のモデルより、流れの3次元性を考慮したモデルの方がよく地形変化を再現できることがわかった。

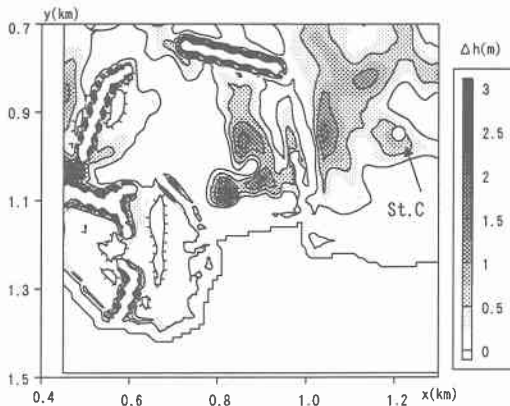


図4 底面定常流速での地形変化

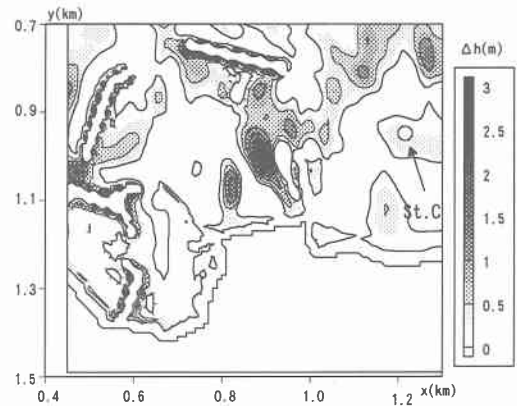


図5 断面平均流速での地形変化

参考文献：1) 黒岩ら，海浜流の3次元性を考慮した海浜変形予測に関する研究，第50回土木学会中国支部，1998。2) 渡辺ら，構造物設置に伴う三次元海浜変形の数値予測モデル，第31回海講論文集，1984。3) 柴山ら，砕波帯内の浮遊漂砂量の算定モデル，海工論文集，第41巻，1994。4) 丸山ら，海底地形変化予測モデルの現地適用性，電力中央研究所報告，No.U87012，1987。