

港湾埋没に関する研究 — 波高分布に関する数値計算例 —

鳥取大学工学部 正員 野田英明 黒岩正光
(株)建設技術研究所 正員 ○森井裕
松尾橋梁(株) 正員 菅博孝

1. はじめに：港湾埋没現象は地理的条件や構造物配置などによってそれぞれ異なった様相を示し、従来現地観測を主としていくつかの研究がなされている。鳥取県のほぼ中央に位置する泊漁港は古くから港湾埋没問題に悩まされている。黒岩¹⁾らは同港において現地調査実施し港湾埋没現象を解明してきた。本研究では泊漁港を現地モデルとして、港湾埋没の数値計算法を開発する最初のステップとして非定常緩勾配方程式によって波浪場および海浜流場を計算し、実測値と比較し港湾埋没現象について検討する。

2. 数値計算法：波浪場の計算は渡辺²⁾のモデルと同様の方法を用いた。x, y 軸を、静水面に、z 軸を鉛直上向きにとる座標系において非定常緩勾配方程式は減衰項を付加し次式で与えられる。

$$\partial Q_x / \partial t + c^2 \partial \xi / \partial x + f_D Q_x = 0$$

$$\partial Q_y / \partial t + c^2 \partial \xi / \partial y + f_D Q_y = 0$$

$$f_D = \alpha_D \tan \beta \sqrt{g/h} (\hat{Q}/Q_r - 1)$$

$$\hat{Q} = \sqrt{\hat{Q}_x^2 + \hat{Q}_y^2}, \quad Q_r = \gamma' \sqrt{g h^3}$$

ここに、 ξ は水面変動、 Q_x, Q_y は x, y 軸方向の線流量であり、 $\hat{\cdot}$ はそれぞれの振幅、 g は重力加速度、 h は水深、 $\tan \beta$ は碎波点近傍の海底勾配、 α_D, γ' は定数である。

海浜流場の計算は西村³⁾が用いたものと同様の非定常計算法を用いた。座標系を波浪場の計算の場合と同様にとり、海浜流の各方向成分を U, V 平均水位の上昇量を ξ とすると連続式および運動方程式はそれぞれ以下のようになる。

$$\partial \xi / \partial t + \partial U(h + \xi) / \partial x + \partial V(h + \xi) / \partial y = 0$$

$$\partial U / \partial t + U \partial U / \partial x + V \partial U / \partial y + F_x - M_x + R_x + g \partial \xi / \partial x = 0$$

$$\partial V / \partial t + U \partial V / \partial x + V \partial V / \partial y + F_y - M_y + R_y + g \partial \xi / \partial y = 0$$

なお運動方程式中の第 3 項、第 4 項、第 5 項はそれぞれ

摩擦項、水平拡散項、外力項である。

3. 現地観測データと計算値の検証：図-1 は泊漁港周辺の海底地形図である。図中の No. 1 および No. 2 の地点において砂面計による地盤高調査、No. 1 の地点において電磁流速計による流速調査が行われ、波浪観測は泊漁港より約 25 km 東にある鳥取港の沖合い水深約 30 m の地点で常時観測されている。図-2 は昭和 61 年 10 月および昭和 62 年 5 月の深淺測量結果から得られた侵食堆積図である。

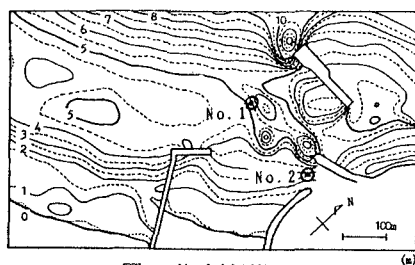


図-1 海底地形図

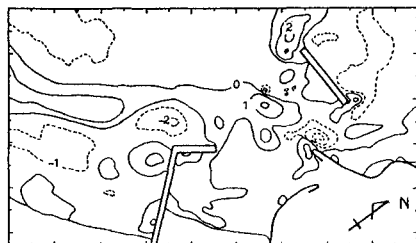


図-2 侵食堆積図

計算結果と比較する現地データは黒岩¹⁾らが報告した結果を用いる。特に流向が急変する、すなわち海底地形が急激に変化する場合（侵食時および堆積時）について波浪場および海浜流場を計算した。本計算手法は広領域を取れば、境界条件は容易であるが、水深データがないので境界条件の与え方に工夫をこらした。特に流れ場の計算において西側境界上で Longuet-Higgins の沿岸流公式を用い流速を与え、東側境界

では任意に流速を与えた。表-1は観測点における計算結果を示したものである。なお波向および沿岸流向は北から西への角度を正としている。図-3~5はそれぞれCase-1の波高分布、波向分布および沿岸流速分布である。図-6~8はCase-3の同様の結果を示したものである。これによると、波高を除くといずれについても実測値と計算結果が比較的よい整合性を示している。また、堆積時と侵食時の流れのパターンを比較すると異なっているのがわかる。

4. おわりに：今回は港湾埋没を予測するための数値シミュレーションを開発する最初のステップとして波浪場および海浜流場を計算し、実測値と計算値を比較した。その結果比較的狭い計算領域でも境界条件を任意に与えることによって実測値と比較的よい整合性を示すことがわかった。

《参考文献》1)黒岩ら；中小漁港の埋没機構、第38回海講演文集、1991；2)渡辺ら；屈折・回折・碎波減衰を含む波浪場の数値解析、第31回海講演文集、1984；3)西村仁嗣；海浜循環流の数値シミュレーション、第29回海講演文集、1982

表-1 観測点 (No. 1) における実測値および計算値

CASE	日時	沖波波高 (m)	沖波周期 (sec)	沖波波向	波高 (m)	波向 (deg)	沿岸流向 (deg)	沿岸流速 (cm/sec)	海底地盤高の状態
1	12/19/4 ~14	2.2	6.6	NW	0.66 1.47	19.6 26.4	-41.1 -85.6	6.8 2.7	堆積時平均
2	12/19/16	3.4	6.9	NW	1.03 2.26	20.8 27.0	-119.5 -106.1	22.2 14.8	侵食始まり
3	12/19/18 ~6	4.9	9.6	NW	1.03 4.59	15.6 32.0	64.7 98.9	44.3 35.8	侵食時平均

上段実測値
下段計算値

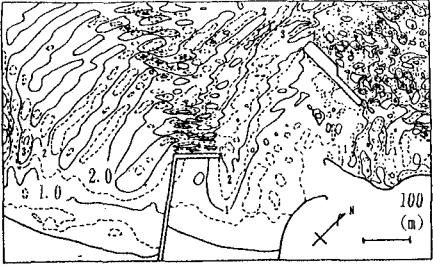


図-3 波高分布 (堆積時)

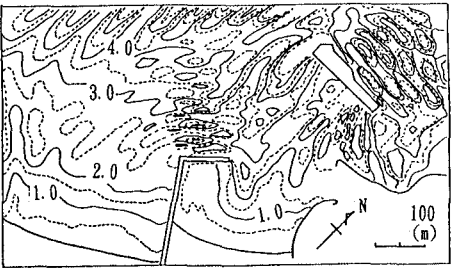


図-6 波高分布 (侵食時)

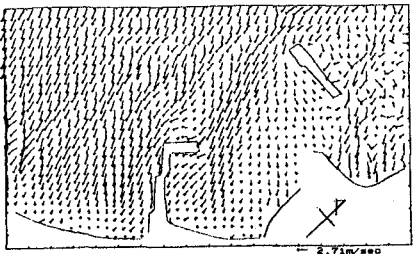


図-4 波向分布 (堆積時)

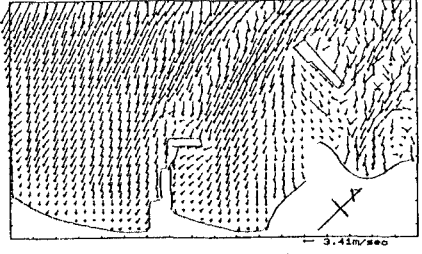


図-7 波向分布 (侵食時)

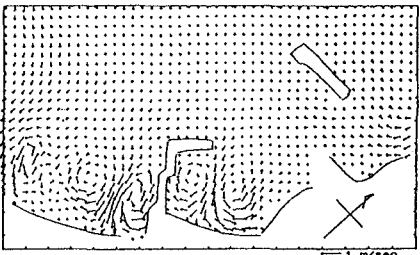


図-5 沿岸流分布 (堆積時)

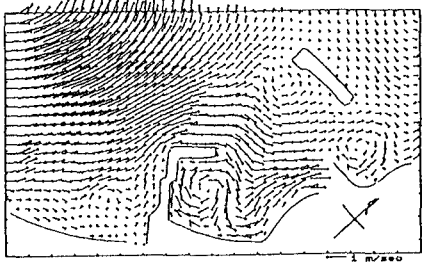


図-8 沿岸流分布 (侵食時)