

養浜による土砂供給を考慮した汀線変化予測に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 松原雄平・黒岩正光
鳥取大学大学院 学生員 〇渋谷容子・浜上茂樹

1. はじめに

侵食対策として、離岸堤や突堤などの海岸構造物を設置する工法があるが、新たな侵食域を発生させる恐れがある。その対策として堆積した土砂を侵食域へ戻すサンドリサイクル工法、あるいは別途土砂投入（養浜）を行う工法が有効である。このような侵食対策を施す場合、その効果を評価する、すなわち海岸線変化の将来予測を行う必要があり、実務においては比較的簡単な汀線変化モデルが良く用いられる。養浜を行った場合においても汀線変化モデルが適用されるが、その適切な養浜の計算方法が明確ではない。本研究では汀線変化モデルに投入土砂に関する移流拡散方程式を導入し、養浜後の汀線変化を予測する新たな汀線変化モデルを提案する。

2. 数値モデル

1) 汀線変化の計算

一般に、汀線変化モデルは波浪場、沿岸漂砂量および汀線変化計算の3つのサブモデルから構成される。本研究では、波浪場は、エネルギー平衡方程式に基づく多方向不規則波浪モデルを、沿岸漂砂量是小笹・Bramptonの式³⁾を用いた。汀線変化は次式を用いて算定した。

$$\frac{\partial x_s}{\partial t} + \frac{1}{D_s} \left(\frac{\partial Q}{\partial y} - q \right) = 0 \quad (1)$$

ここに、 x_s は汀線位置の岸沖変化量、 Q は空隙を含む沿岸漂砂量、 D_s は移動高さ、 q は養浜による土砂供給を表す。式(1)は有限差分法を用いている。

2) 養浜土砂の考慮

養浜された土砂は波と流れの作用によって移流し拡散しつつ汀線の前進を促すものと考えられる。投入土砂を q_1 、沿岸方向における土砂の移動速度を V_s 、拡散係数を K_y とすると、投入土砂に関する1次元（沿岸方向）の移流拡散方程式は

$$\frac{\partial q_1}{\partial t} + V_s \frac{\partial q_1}{\partial y} = K_y \frac{\partial^2 q_1}{\partial y^2} \quad (2)$$

で表わすことができる。式(2)中の q_1 は土砂量（次元： $[L^3]$ ）であるので、式(1)に代入する際に単位時間、単位長さ当たりの土砂変化率（次元： $[L^2/T]$ ）に変換する必要がある。本モデルでは養浜土砂 q_1 が計算格子内に投入されたとして考え、 $q = q_1 / \Delta y \Delta t$ で表わすこととした。ここに、 Δy は格子間隔、 Δt は時間間隔である。また、式(2)も式(1)と同様に差分法を用いて解く。

3. 漂砂量係数の評価

まず、養浜は考慮せずに、島式漁港（国縫漁港）建設に伴う汀線変化の再現計算を試み、漂砂量係数の与え方について検討した。本計算に用いた、波浪ならびに地形条件はKawauchiら²⁾を参考にした。計算格子間隔は10m、計算時間間隔は12時間とした。また、小笹・Brampton公式中における漂砂量係数 K_2 は山本ら⁴⁾と同様に $K_2 = 1.62K_1$ とした。国縫漁港は1989～1993年にかけて建設されているため、構造物の境界条件と初期汀線を1年毎に変化させて計算を試みた。図-1は4年後の計算結果を示している。漂砂量係数は、 $K_1 = 0.2$ 、 $K_2 = 0.324$ である。汀線はほぼ再現できている。なお、側方境界は自由境界とした。

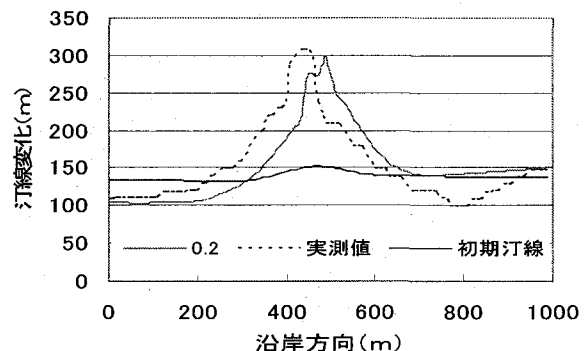


図-1 4年後の汀線形状

4. 養浜効果の検討

本研究では、図-2に示すような突堤に囲まれた平行等深線を有するモデル地形上における計算を試み、モデルの特性について検討した。なお側方境界は固定境界とした。図-3は投入土砂の移動拡散状況およびそれに伴う汀線の時間的変化を示したものである。有義波高 1.2m, 有義波周期 7s, 計算格子間隔 20m 計算時間間隔 4 時間とした。土砂の移動速度は $V_s=0.001\text{m/s}$, 拡散係数 $K_y=0.0023\text{m}^2/\text{s}$ とした。初期土砂投入量は $10,000\text{ m}^3$ とし、投入位置は左側の突堤付近とした。図から土砂の移動拡散とともに、汀線が前進していることが明らかである。しかしながら、汀線の前進量が過大となっている。そこで、移流速度、拡散係数の与え方について検討した。まず、移動速度については、灘岡ら³⁾より沿岸流速の 1/100 倍とし、すなわち $V_s=0.01V$ から算定した。ここに V は沿岸流速で、Putnam・Munk・Traylor の平均流速公式を用いて求めると $V=0.314\text{m/s}$ で $V_s=0.00314\text{m/s}$ である。図-4は養浜量 $10,000\text{ m}^3$, 養浜位置を流れの上手側、拡散係数 K_y を $1\text{ m}^2/\text{s}$, $1.5\text{ m}^2/\text{s}$, $2\text{ m}^2/\text{s}$ とした 2 カ月後の汀線形状を表している。図中に示す表は漂砂が通過する断面を移動限界水深までの三角形と仮定し、養浜なしを基準に増加した土砂量である。本研究において投入土砂量 $10,000\text{m}^3$ に対して汀線の変化した分の土砂量との質量保存を満たすためには、拡散係数を $K_y=1.5\text{ m}^2/\text{s}$ 程度と設定する必要がある。

6. おわりに

本報では、養浜による土砂供給を考慮した汀線変化モデルを提案した。土砂の移動拡散に伴った汀線の変化が計算された。今後、土砂の拡散係数や移動速度の与え方、ならびに現地適用性を検討する予定である。

参 考 文 献

- 1) 小笹・A.H.Brampton: 護岸でい線変化計算, 港湾技術研究所報告, 第 18 巻, 第 4 号, pp.77-104, 1996
- 2) Kawauchi *et al.*: Construction of offshore fishing port for prevention of coastal erosion, Proc. of the 24th ICCE, pp1197-1211, 1994.
- 3) 灘岡ら: 蛍光砂を用いた碎波帯内における局所的移動の観測, 港研報告, 第 20 巻, 第 2 号, pp.75-126, 1981.

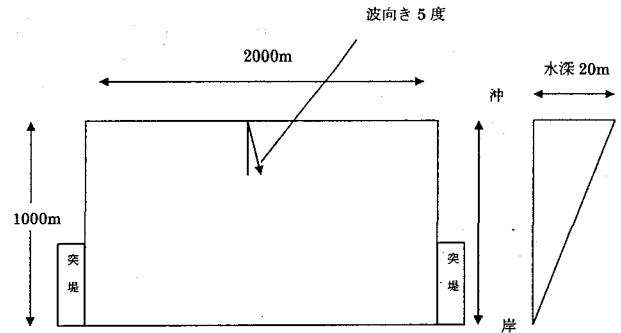


図-2 計算領域

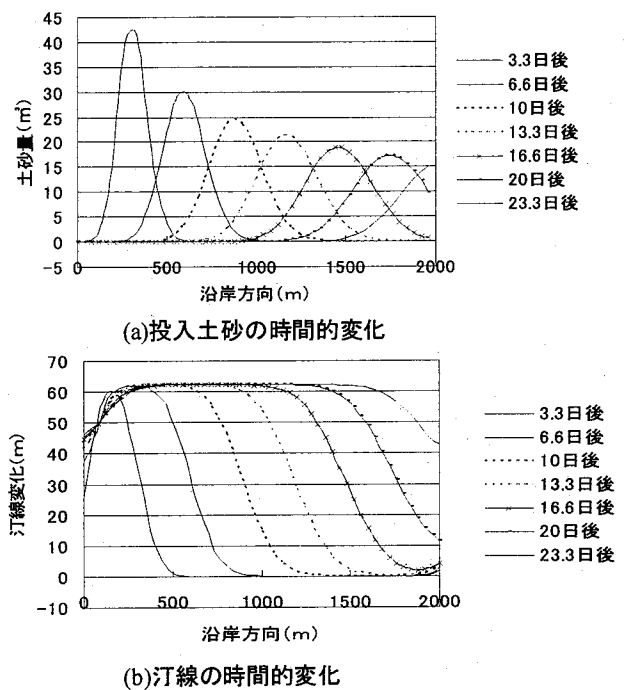


図-3 投入土砂と汀線の時間的変化

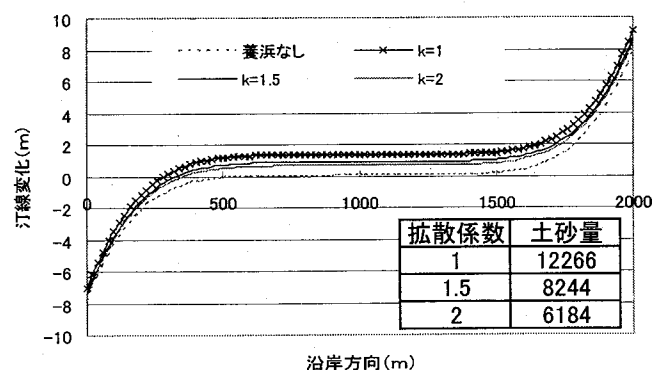


図-4 2 カ月後の汀線形状

- 4) 山本ら: 岸沖漂砂を考慮した汀線変の予測法, 海工論文集 第 39 巻, pp.406-410, 1992.