

戻り流れを考慮した断面2次元海浜変形の数値シミュレーションに関する研究

鳥取大学工学部 正会員 野田英明
鳥取大学工学部 正会員 黒岩正光
鳥取大学工学部 学生員 ○星山修一

1. 目的： 従来の海浜変形予測には、砕波による底質の巻き上げや戻り流れによる輸送などの漂砂機構まで考慮されているものは少なく、完全なる予測方法は未だ確立されていない。本研究では、黒岩ら¹⁾によって提案された岸向きおよび沖向き漂砂量式から求められる漂砂量だけでなく、砕波帯内の戻り流れによる漂砂量も考慮した断面2次元海浜変形の計算手法を提案するもので、侵食型に着目して大規模実験室レベル(不規則波)での実験結果と室内実験室レベル(規則波)での実験結果と比較し、本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. 方法： 戻り流れによる漂砂量の計算において、まず、戻り流れを佐藤ら²⁾の式を参考に、次式与え、

$$U_b = -3.5H^2/Th(1-H^2/H_b^2)$$

これによる漂砂量 q_r を、次式与えた。

$$Q_r = A_r(u_*^2 - u_{*c}^2)/g, \quad q_r = Q_r U_b \quad \dots (1)$$

ここに、 u_* は波と流れ共存場の底面摩擦速度、 u_{*c} は底質の移動限界摩擦速度、 A_r は戻り流れによる漂砂量に関する無次元の関数である。岸向きおよび沖向きの漂砂量については、それぞれ、次式で表される。

$$q_a/w_o d = K/\pi \cdot u_*^2 /sgd \cdot (2a/H)^2 \cdot (Q_l - Q_b) \quad \dots (2)$$

$$q_s/w_o d = \beta \{v^2 + (2-v_c)v + 1 - v_c\} (u_{o1}/\sqrt{sgd})^3 \quad \dots (3)$$

ここで、 K は掃流漂砂量に関する無次元の係数で、 β は浮遊漂砂量に関する無次元の係数である。式の詳細については黒岩らを参照されたい。

波高分布は西村ら³⁾が提案した微小振幅波の単一進行波のエネルギー保存則に基づいて算定し、砕波点は、合田の砕波条件の近似式によった。地形変化の計算は、水位上昇を考慮し実水深 ($d=h+\eta$) を用いて、(1)~(3)式から漂砂量を計算し、全漂砂量を求め、漂砂の連続式を用いて行った。表-1は実験結果に対応した計算条件を示したもので、各漂砂量係数は、表に示すように適宜組み合わせで地形変化を計算した。なお、初期勾配はどちらも1/10であり、差分間隔は試行的に大規模実験室レベルでは、 $\Delta x=40\text{cm}$, $\Delta t=120\text{sec}$ 、室内実験室レベルでは、 $\Delta x=4\text{cm}$, $\Delta t=120\text{sec}$ とした。

3. 結果および考察： 計算結果は、アメリカのオレゴン大学大型造波水路（現地レベル実験水路）で実施された SUPERTANK プロジェクトの侵食型のケース (CASE1)、永瀬⁴⁾が行った侵食型のケース (CASE2)の結果を用いて検討した。大規模実験室レベルにおける造波400分後の実験結果と計算結果を比較したものが図-1(a),(b),(c)および(d)で、各図中の計算結果および実験結果は初期地形からの差で表している。これらの図から、 $A_c=0$ すなわち、戻り流れを考慮しない場合は、図-1(a),(b)および(c)より、実験結果の再現性が良くないことがわかる。一方、 $A_c=20$ すなわち、戻り流れを考慮した場合は、図-1(a),(b)および(d)より、汀線付近の地形変化はほぼ再現されている。これは、砕波帯内の戻り流れによる漂砂量の影響が大きいためと思われる。また、沖側のバーの形状について見ると、 $\beta=0.1$ の図-1(d)は、 $\beta=0.01$ の図-1(a),(b)に比べて浮遊漂砂量の影響が大きく、

	沖波波高 (cm)	周期 (sec)	粒径 (mm)	漂砂量係数 各ケースについて
CASE1	85.13	2.9	0.22	$K=0.001\sim0.5, A_c=0, 10, 20$ $\beta=0.0001\sim0.1$
CASE2	9.3	1.2	0.17	

表-1

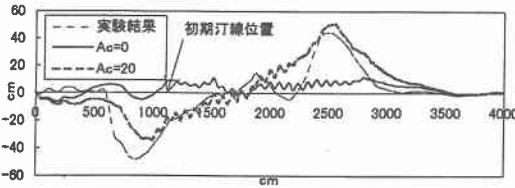


図-1(a) $K=0.05, \beta=0.01$ における地形変化

バーのピークが沖側へ移動し、実験結果との一致度がよくないことがわかる。さらに、 $K=0.5$ の図-1(b)は、 $K=0.05$ の図-1(a)に比べてバーのピークが一致している。これは、沖側での掃流砂の影響のためと思われる。よって、掃流漂砂量係数 $K=0.5$ 、浮遊漂砂量係数 $\beta=0.01$ 、戻り流れによる漂砂量係数 $A_c=20$ のときの計算結果が、実験結果をよく表している。次に、室内実験室レベルにおける造波 300 分後の実験結果と計算結果を比較したものが図-2(a),(b)および(c)で、これらの図から、 $A_c=0$ の場合、図-2(a)は、実験結果をよく再現していないことがわかり、図-2(b)では、沖側のバーの形状は一致しているが、戻り流れによる漂砂量の影響がないために汀線の後退がみられない。 $A_c=10$ の場合、 $\beta=0.05$ の図-2(c)は、 $\beta=0.01$ の図-2(a)に比べて、沖側のバーの形状がほぼ一致している。これは、図-2(c)の方が、浮遊漂砂量の影響が大きいと思われる。しかし、室内実験室レベルでは、掃流漂砂量係数による地形変化に大きな違いはなかった。よって、300 分後では、掃流漂砂量係数 $K=0.05$ 、浮遊漂砂量係数 $\beta=0.05$ 、戻り流れによる漂砂量係数 $A_c=10$ のときの計算結果が、実験結果をよく再現していることがわかった。

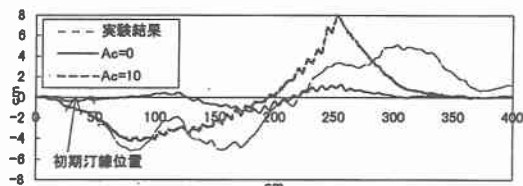


図-2(a) $K=0.05, \beta=0.01$ における地形変化

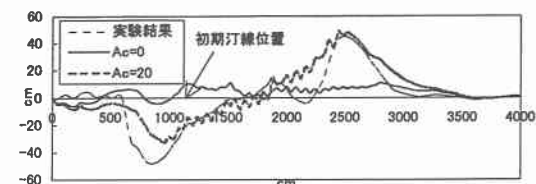


図-1(b) $K=0.5, \beta=0.01$ における地形変化

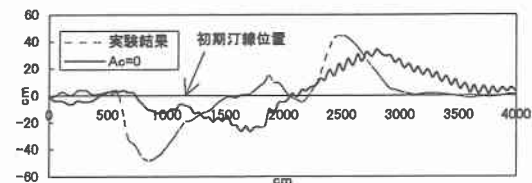


図-1(c) $K=0.5, \beta=0.1$ における地形変化

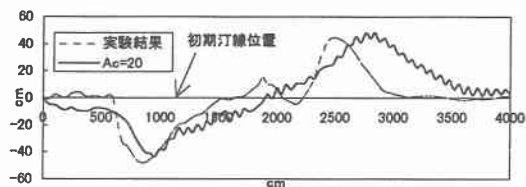


図-1(d) $K=0.5, \beta=0.1$ における地形変化

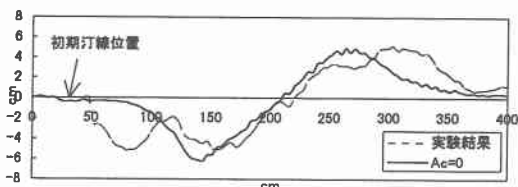


図-2(b) $K=0.05, \beta=0.05$ における地形変化

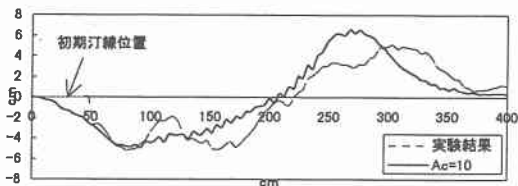


図-2(c) $K=0.05, \beta=0.05$ における地形変化

4. 結論： 本研究では、戻り流れによる漂砂量を考慮して、侵食型地形変化計算を試みた。その結果、両ケースとも各漂砂量係数を適宜組み合わせることで実験結果をよく再現することがわかった。大規模実験室レベルの計算結果より、不規則波浪下においても本モデルが適用できることがわかった。地形変化の数値計算において、戻り流れによる漂砂量が地形変化に与える影響は大きく、浮遊漂砂量のみだけでなく戻り流れを考慮する必要がある。大規模実験室レベルにおける戻り流れによる漂砂量は実験室レベルにおけるその2倍程度であることがわかった。しかし、計算結果での地形変化のほとんどに振動がみられ、それを取り除くことができなかった。今後より安定な数値計算手法の検討が必要である。

[参考文献] 1)黒岩正光：移動方向を考慮した岸沖漂砂量式，土木学会第 47 回年次学術講演会 2)佐藤真司：斜面上における不規則波の碎波変形と底面流速に関する実験的研究，第 34 回海講演文集 3)西村仁嗣：二次元海浜変形の数値シミュレーション，第 32 回海講演文集 4)永瀬恭一：直行多項式近似による二次元海浜変形の定式化に関する研究，鳥取大学工学部 平成 2 年度 修士論文