

数値解析による礫浜の海浜変形予測に関する一考察

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員
 名古屋大学大学院工学研究科 正会員
 名古屋大学大学院工学研究科 フェロー

○根橋 宙加
 金 信雄
 中村 友昭
 趙 容桓
 水谷 法美

1. はじめに：近年，海岸侵食が問題となっている．三重県南部に位置する礫浜海岸である七里御浜海岸も侵食が深刻な海岸の一つであることから，宇多ら（1992）は測量データと航空写真より同海岸の海浜変形の実態を調査し，平面的な侵食・堆積傾向を明らかにしている．馬ら（2004）は礫浜の地形変化特性を水理実験と数値解析の両面から検討し，遡上波の戻り流れが浸透する遡上帯では堆積傾向に，浸透流の滲出が生じる砕波帯近傍では侵食傾向になることを示した．また，Butt ら（2001）は，砂浜を対象とした実験に基づいて，漂砂と関わりのある境界層厚や底質粒子の有効重量が受ける浸透滲出流の影響は，底質粒子の粒径がある限界値を越えると変化すると述べている．しかし，礫浜の海浜変形について数値解析の再現性の検証とその結果に基づく検討は十分に行われているとは言えない．本研究では，礫浜の海浜変形を対象とした Kim ら（2018）の水理実験の再現計算を 3 次元流体・構造・地形変化・地盤連成数値計算モデル（中村・水谷，2014）により行い，水理実験の結果との比較を行うことで，同モデルの再現性の評価を行う．

2. 数値計算条件：図-1 に計算領域の概略図を示す．図-2 は，Kim ら（2018）の縮尺 1/20 の水理実験において，中央粒径 $d_{50} = 3.2 \text{ mm}$ の礫からなる勾配 1/7 の一様斜面の礫浜に，波高 $H = 10 \text{ cm}$ ，周期 $T = 2.4 \text{ s}$ の波を 6 時間，その後， $H = 6.0 \text{ cm}$ ， $T = 2.0 \text{ s}$ の波を 30 分間作用させたときに形成された地形である．この地形を

参考に，図-1 に示す初期地形を決定した．水理実験の詳細については，Kim ら（2018）を参照されたい．そして，この初期地形に対して， $H = 8.0 \text{ cm}$ ， $T = 2.0 \text{ s}$ の波を 30 分間作用させた．また，上述したように，礫浜の海浜変形は浸透流の影響を受けることが確認されていることから，浸透流に影響を与える礫浜内部の線形抵抗力係数 C_{D2} を Case 1～3 の 3 パターン変化させた．Case 1 のとき，砕波点付近の $x = 50 \text{ cm}$ より沖側では $C_{D2} = 13$ ，それより岸側では $C_{D2} = 3$ とした．また，Case 2 のときは礫浜全体を $C_{D2} = 3$ ，Case 3 のときは礫浜全体を $C_{D2} = 13$ とした．

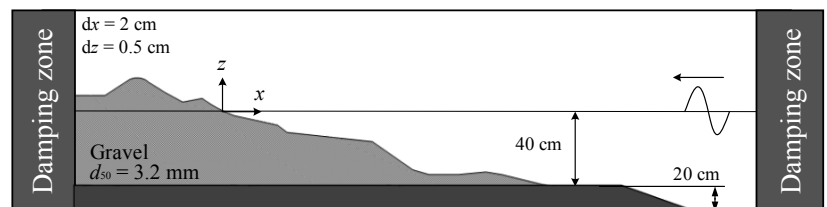


図-1 計算領域の概略図

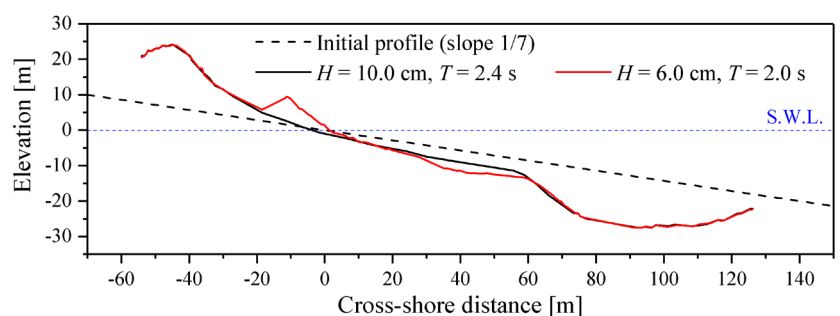


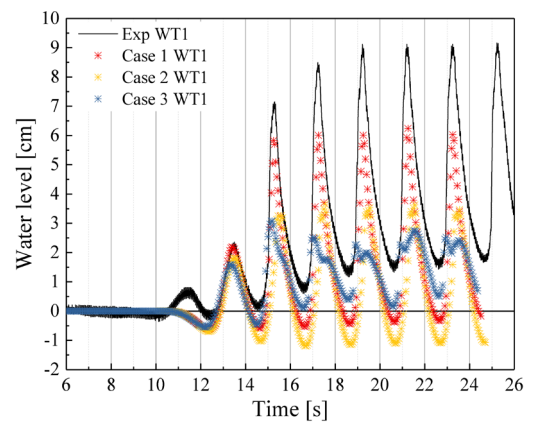
図-2 初期地形の参考にした Kim ら（2018）の実験結果

3. 計算結果および考察：礫浜内部の地下水位について，実験結果と計算結果の比較を図-3 に示す．ここで，同図(a)，(b)，(c)は，それぞれ汀線から 15 cm，30 cm，70 cm 岸側の位置での地下水位を示す．図-3 に示すように，Case 2 のときは，礫浜全体の抵抗力が小さいために平均水位の上昇が小さく，Case 3 のときは，礫浜全体の抵抗力が大きいため水位変動の振幅が小さくなっている．その一方で，砕波点の沖側と岸側で C_{D2} の値を変えた Case 1 のときは，平均水位の上昇は若干過小評価しているものの，水位変動の振幅は実験結果と同程度であり，Case 2 や Case 3 と比較して再現性が高いことが分かる．

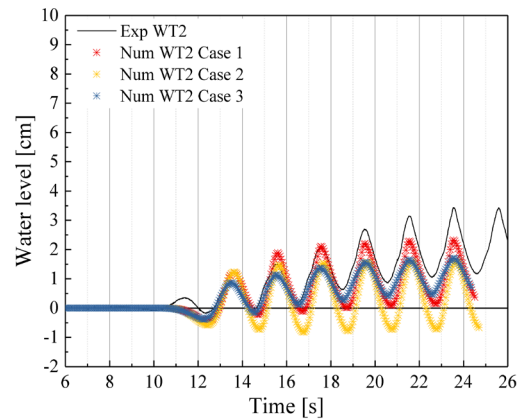
波作用後の最終地形の比較を図-4 に示す。まず、汀線より岸側の地形に着目する。Case 2 のとき、図-4 より、沖側のバームが岸側に若干広がった程度であり、実験結果との対応は見られないことが分かる。また、Case 3 のとき、沖側のバームの頂点の位置が実験結果と同様に岸側に移動しているものの、沖側のバームの幅は実験結果よりも広がっていることが分かる。一方、Case 2 では、沖側のバームの高さが若干高いものの、実験結果を比較的良く再現できていると言える。続いて、汀線より沖側の水面下の地形に着目すると、3 つのケースで顕著な差は認められず、ステップが2つ形成される地形変化の傾向は捉えられていることが分かる。ただし、いずれのケースでも岸側のステップの高さや位置が水理実験と若干異なっていることが分かる。これは、砕波点の位置が実験と若干異なっていたためと考えられる。以上より、地下水位の場合と同様、Case 1 の再現性が高いことが確認できた。

4. おわりに：本研究では、礫浜の地形変化を対象とした水理実験の再現計算を3次元流体・構造・地形変化・地盤連成数値計算モデルにより実施し、異なる線形抵抗力係数 C_{D2} を用いた3つのケースについて、地下水位と最終地形の観点から比較した。その結果、 C_{D2} を砕波点より沖側では大きく、岸側では小さくした場合の再現性が最も高いことが分かった。ここで、砕波点より岸側では、礫浜内部は不飽和状態となっている。上記のモデルでは水と空気では C_{D2} を同じ値としていたものの、上述の結果より、砕波点より岸側の C_{D2} を小さくし、礫浜内部の不飽和状態の部分の線形抵抗力を小さくする必要があったと推測される。そのため、礫浜内部の線形抵抗力については、不飽和状態の考慮が不可欠であると示唆される。

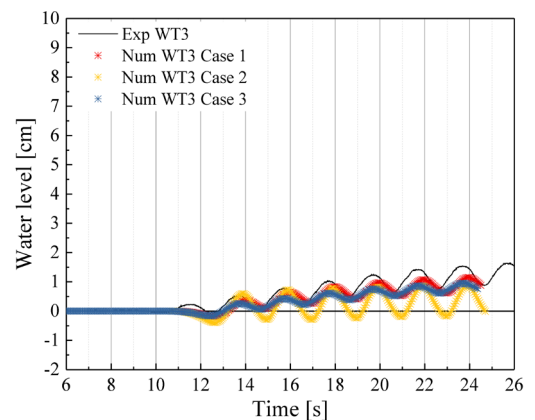
参考文献：[1] 宇多ら(1992), 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 351-355. [2] 馬ら(2004), 海洋開発論文集, 第20巻, pp. 509-514. [3] Butt et al. (2012), Coastal Eng., Vol. 42, No. 1, pp. 35-52. [4] Kim et al. (2018), Proc., 28th International Ocean and Polar Eng., pp. 1281-1288.



(a) 汀線の 15 cm 岸側の位置



(b) 汀線の 30 cm 岸側の位置



(c) 汀線の 70 cm 岸側の位置

図-3 地下水位の比較

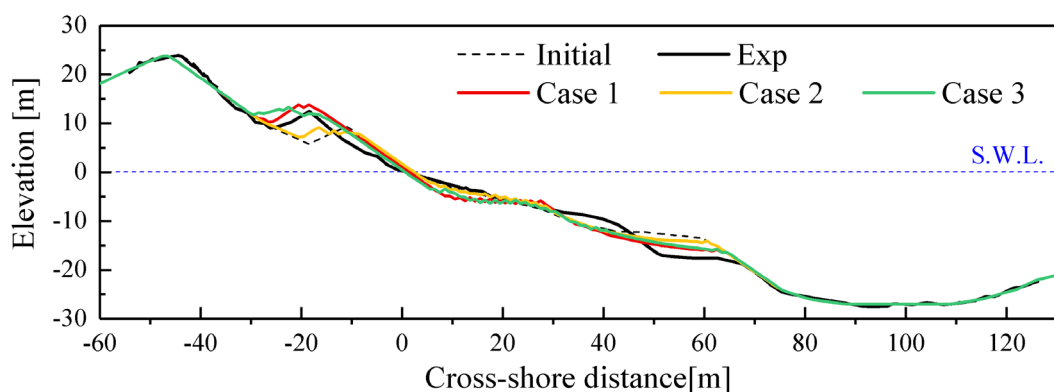


図-4 最終地形の比較