

CROSS-SHORE モデルの波崎海岸への適用およびパラメータ設定の評価

東北大学工学部 ○加藤 考志

東北大学災害科学国際研究所 有働 恵子

1. 序論

我が国では全国的に海岸侵食がすでに進行しており、砂浜海岸の保全是重要な課題である。適切に海岸を管理していくためには、数十年以上の長期の海岸地形変化を予測可能なモデルが必要である。本研究では、岸沖方向の土砂移動を評価した Larson ら(2016)の Cross-shore モデル（以下、CS モデルと示す。）を用いて茨城県波崎海岸の地形変化再現を試み、我が国の砂浜海岸における長期汀線変化予測への適用可能性について検討する。

2. 解析方法

波崎海洋研究施設で休日を除く 1 日 1 回計測された波崎海岸の地形断面データ、全国港湾海洋波浪情報網(NOWPHAS)の 2 時間ごとの有義波高・周期データ、ならびに気象庁の 1 時間ごとの潮汐データ・アメダス風況データを用いて、1998 年 7 月 13 日から 2007 年 12 月 27 日までの CS モデルによる地形再現を試みた。図 1 にモデルに使用した初期地形断面と波浪および風による土砂輸送量を示す。砂丘形状は台形とし、バーム形状は図に示すように水平、前浜の傾きは一定とした。 y_S , y_B , y_G はそれぞれ砂丘麓、汀段の端、ならびに汀線の位置を表す。波の遡上による砂丘からの土砂移動量は

$$q_D = 4C_s \frac{(R - z_D)^2}{T} \quad (1)$$

で表される。 C_s は係数、 R は波の遡上高、 z_D は平均水位から砂丘麓までの鉛直方向距離を表す。Udo(2007)を参考にして、 $R = 0.38H_0$ とした。飛砂量は

$$q_{WS} = q_{WE}(1 - \exp(-\delta y)) \quad (2)$$

で表され、 $q_{WE}(= m_{WE}/\rho_s)$ は、 δ は係数、 $y = y_B - y_S$ である。平衡状態の飛砂量 m_{WE} は Lettau・Lettau(1977)の式を用いて求めた。バー・バーム間の土砂輸送量は

$$q_B = \lambda(V_{BE} - V_{B0})\exp(-\lambda t) \quad (3)$$

で表され、 λ は $\lambda = \lambda_0(H_0/wT)^m$ (m は係数) で求められ、バーの体積変化速度を表す係数である。 V_{BE} は $V_{BE}/L_0^2 = C_B(H_0/wT)^4 H_0/L_0$ (C_B は係数、 L_0 は沖波波長、 w は土砂の沈降速度) で求められるバーの体積の平衡値、 V_{B0} はバーの初期体積、 t は時間である。 w は Hallermeier(1981)による式で求めた 0.02m/s で一定とした。以上を用いて、 y_B を

$$\frac{dy_B}{dt} = \frac{1}{D_B + D_C} (-q_{WS} - q_B + q_s - \frac{dQ_L}{dx}) \quad (4)$$

により求めた。 D_B は平均水位からバームまでの鉛直方向距離、 D_C は移動限界水深で Hallermeier(1981)の式 $D_C = 2.28H_0 - 68.5H_0^2/gT^2$ より求めた。なお、波崎海岸では沿岸漂砂量 dQ_x/dx が汀線に及ぼす影響は少ないことから、ここでは考慮していない。 y_G は前浜の傾き β_f を用いて $y_G = y_B + D_B/\tan\beta_f$ により求めた。粒径は 0.2mm で一定とした。 C_s , V_{B0} , λ_0 , C_B , ならびに δ の各モデルパラメータについては、粒子群最適化手法により RMSE 値が最小となるよう与えた。 C_s は波浪による砂丘の侵食のしやすさに係る係数、 C_B はバーの平衡体積の大きさに係る係数、 λ_0 はバーの体積変化速度に係る係数、 δ は飛砂量に係る係数である。

キーワード Cross-shore モデル、岸沖方向の土砂移動、海岸地形変化予測

連絡先 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1

東北大学工学部建築社会環境工学科・環境変動リスク研究分野 TEL022-752-2112

3. 解析結果

波崎海岸の汀線位置，ならびに砂丘麓位置の実測値と計算値の時系列変化を図2に示す．地形再現の結果，汀線位置，ならびに砂丘麓位置の計算値と実測値間のRMSE値としてそれぞれ10.4，2.01を得た．各モデルパラメータは最適化手法を用いて決定し， $C_s = 0.008$ ， $V_{B0} = 702$ ， $\lambda_0 = 0.0004$ ， $\delta = 0.0014$ ，ならびに $C_B = 1.04$ を与えた．結果的にLarsonら(2016)により提案されたパラメータ範囲を超えて， C_B を大きく， λ_0 を小さく， V_{B0} を大きく与えることになり，Larsonら(2016)がCSモデルを適用した他の地点に比べ，波崎海岸においてはバー・バーム間の土砂移動量が大きくなることが示唆された．また，汀線の実測値に比べ計算値の変化の幅が小さくなったが，RMSE値を最小にするという手法上，計算値が実測値の平均値付近を通るような結果になったこと，また前浜勾配を一定とするモデルの性質上，同じ土砂移動量が及ぼす汀線変化を現実よりも過小評価してしまったことが原因として考えられる．

4. 結論

本研究では，波崎海岸の地形変化を，HORSで計測された波崎海岸の地形断面データ，NOWPHASの波浪データ，気象庁の潮汐データ・アメダス風況データを用いて再現した．最適化手法を用いることでRMSE値を最小とする適切なパラメータを設定し，モデルの適用性を確認できた．今後はより現実的な地形再現に向けたモデル校正の検討や，現地データのない他地点への適用に向けて，パラメータや入力データ間の関係性を考察することで，地域ごとの妥当なパラメータ設定の手法を検討していく．

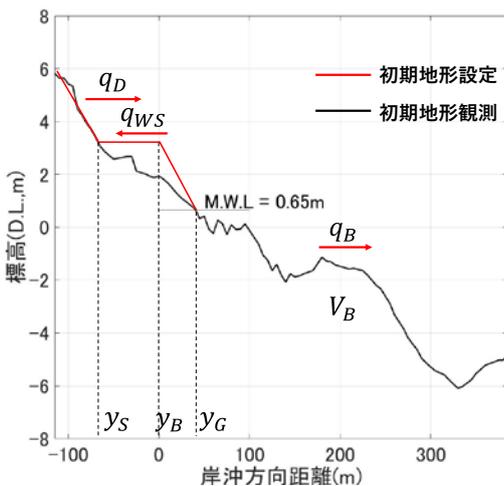


図1. 初期地形と各土砂移動

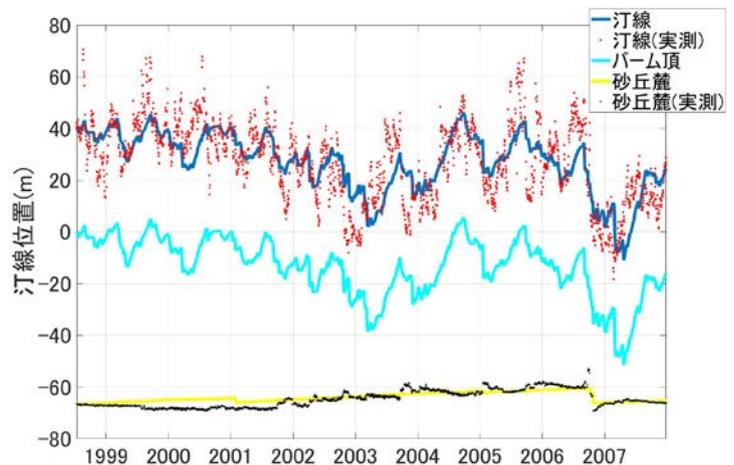


図2. 1998年7月13日から2007年12月27日までの波崎海岸の地形再現結果

5. 参考文献

Hallermeier, R.J., 1981. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate. *Coastal Engineering* 1980, 253-277.
 Larson et al., Simulating cross-shore material exchange at decadal scale. Model application. *Coastal Engineering* 2016, 26-41.
 Larson et al., Simulating cross-shore material exchange at decadal scale. Theory and model component validation, *Coastal Engineering* 2016, 57-66.
 Udo, K., and S. Yamawaki., 2007. Short-term Backshore Process under Wave and Wind Actions, *Journal of Coastal Research* 2007, 237-241.