

波崎海岸における海浜変形と底質移動特性に関する研究

日大生産工(院) ○竹中 健悟 日大生産工 鶩見 浩一

1. はじめに

茨城県の波崎海岸では、高波浪が頻繁に来襲することによる活発な底質移動が生じており、これまでに多くの知見が報告されている。Kuriyama¹⁾によれば、同海岸は沿岸方向に一様な地形であり、伴野ら²⁾は、沿岸漂砂が海浜変形や汀線変動に及ぼす影響は小さいと報告している。既往の研究^{3), 4)}では、これらを踏まえて沿岸方向の境界条件に Free slip を仮定した数値計算がなされている。一方で、沿岸方向に非一様な場合を想定した研究事例は少なく、空間的な漂砂量分布については充分な議論がなされていない。本研究では、Cross-shore numerical model(CSHORE)⁵⁾により沿岸方向に一様な場合と非一様な場合を想定し、波崎海岸の底質移動特性について考究した。

2. 現地観測データの概要

茨城県波崎海岸(Fig.1)に位置する波崎海洋研究施設(HORS)の観測用桟橋では、桟橋に沿った海浜地形が週に1度計測されている^{6), 7)}。深浅測量についても年に1, 2回の頻度で実施されており、本研究では、2012年7月17日と2013年8月10日に実施された観測結果を使用した。波浪データは、鹿島港沖合の水深約24mに設置されている超音波式波高計で観測された有義波高、有義波周期、波向の観測記録と鹿島港港内で観測されている潮位を入力値とした。

Fig.2は、鹿島港沖合で2012年7月～2013年8月に観測された有義波高を示している。2012年7月～9月中旬までは最大で2m程度であるが、9月下旬から2013年4月にかけては高波浪が頻繁に来襲し、5mを超える波高が出現する。

3. CSHOREの概要

CSHOREは、掃流漂砂と浮遊漂砂の明確な漂砂式を含み、波と流れの共存場における漂砂移動を再現可能な数値モデルである。

以下に、底質の連続式を示す。

$$(1 - n_p) \frac{\partial z_b}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

ここで、 n_p は間隙率($=0.4$)、 z_b は底面高、 t は

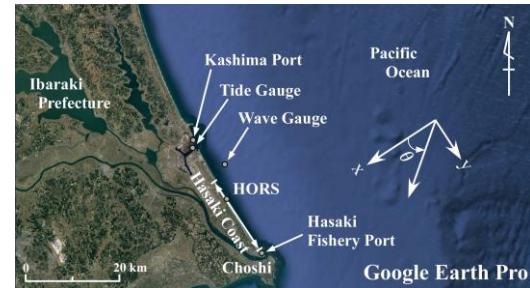


Fig.1 茨城県沿岸とHORSの位置

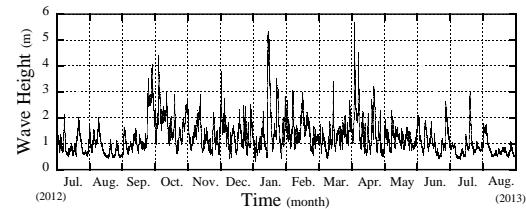


Fig.2 有義波高

時間、 q_x と q_y はそれぞれ岸沖方向と沿岸方向の漂砂量を示し、掃流漂砂量と浮遊漂砂量の和で表される。式(1)の第3項は沿岸漂砂の勾配に関する項であり、CSHOREでは、勾配を考慮しない場合はIQYDY = 0、考慮する場合はIQYDY = 1として入力する。IQYDY = 1のケースでは、沿岸方向の近似距離 y_e を指定する必要があり、本研究では $y_e = \pm 4000m$ を入力して縦断地形の算定結果を比較した。

CSHOREに入力する波高諸元は、沖側境界位置での1時間毎の時系列値であり、有義波高から算出した二乗平均平方根波高 H_{rms} 、有義波周期 $T_{1/3}$ 、汀線の法線に対する波向 θ 、潮位である。数値計算では、桟橋先端部から沖合2kmの地点を沖側境界としている。CSHOREにおける波向 θ は、汀線の法線方向から反時計周りを正としていることから、観測値との補正を行った。底質の中央粒径 d_{50} は0.18mmしており、計算時間間隔 Δt は1時間、計算格子間隔 Δx は5mとして実行した。

4. 波崎海岸の漂砂の数値計算

Fig.3, 4は、2012年7月17日～2013年8月10日の縦断地形変化であり、IQYDY = 0、 $y_e =$

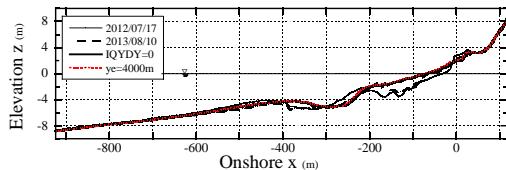


Fig.3 $y_e = 4000\text{m}$ における縦断地形

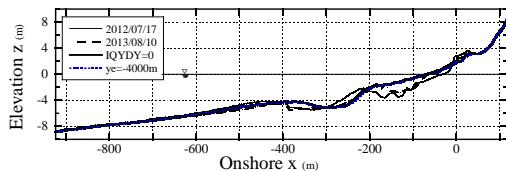


Fig.4 $y_e = -4000\text{m}$ における縦断地形

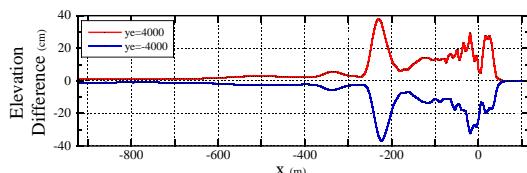


Fig.5 底面高の変動量

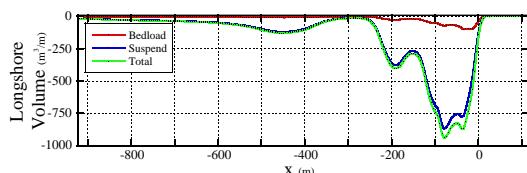


Fig.6 沿岸漂砂量

$\pm 4000\text{m}$ の計算値、ならびに観測値との比較を示す。Fig.5は、IQYDY=0, $y_e = \pm 4000\text{m}$ における底面高の変動量を示しており、堆積を正、侵食を負とする。Fig.6は、IQYDY=0の場合の沿岸漂砂量である。計算期間における単位幅あたりの掃流漂砂(Bedload)と浮遊漂砂(Suspend)の累積の沿岸漂砂量(Total)から構成され、南方への移動を正、北方向への移動を負として表示している。

Fig.3, 4の3ケースでは、再現結果に大幅な変化はみられず、 $X=-200\text{m}$ における砂州頂部の岸方向への移動を再現した。汀線付近のトラフ領域については、約2mの相違が生じているが、バーム頂部から汀線上部にかけての地形変化は概ね再現している。Fig.5, 6より、沿岸漂砂は北方向に卓越し、砂州頂部から汀線付近において浮遊漂砂が顕著に発生している。底面高の差分は最大で40cm程度であり、 $y_e = 4000\text{m}$ では地形の上昇、 $y_e = -4000\text{m}$ では地形の低下が確認できる。 $y_e = 4000\text{m}$ の場合、北方向の沿岸漂砂により桟橋に沿った海浜地形に底質が流入

したことより地形が上昇し、 $y_e = -4000\text{m}$ では底質が流出したことより地形が低下したと推察される。

5. おわりに

本研究では、CSHOREにより沿岸方向に一様な場合と非一様な場合の数値計算を実施し、それぞれの再現結果を比較した。沿岸漂砂の勾配の影響による縦断地形の大幅な変動はみられず、3ケースにおいて観測値と概ね一致した。今後は、計算期間の延長や、海面上昇を考慮した数値シミュレーションを実施する。

謝辞

本研究で使用した波崎海洋研究施設周辺の深浅測量データは、国立研究開発法人港湾空港技術研究所、沿岸土砂管理研究グループの伴野雅之グループ長より提供いただいた。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Y. Kuriyama., “Medium-term bar behavior and associated sediment transport at Hasaki, Japan”, J. Geophys. Res., Vol. 107, No. C9, (2002) pp.15-1-12.
- 2) 伴野雅之, 栗山善昭, 武若聰, 波崎海岸において過去50年間に生じた二つの大規模汀線前進, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 72, No.2, (2016), I_661-I_666.
- 3) 栗山善昭, 沿岸砂州の周期的沖向き移動に関する断面変化モデル, 土木学会論文集B, Vol. 66, No.3, (2010), pp. 302-320.
- 4) 加藤考志, 有働恵子, 半経験的Cross-shoreモデルの波崎海岸への適用に関する研究, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 72, No.2, (2016), I_661-I_666.
- 5) Kobayashi, N., “Coastal sediment transport modeling for engineering applications.”, J. Waterway, Port, Coastal, Ocean Eng. 142(6), 03116001, (2016).
- 6) Banno, M., Nakamura, S., Kosako, T., Nakagawa, Y., Yanagishima, S., and Kuriyama, Y., “Long-term observations of beach variability at Hasaki, Japan”, J. Marine Science and engineering, 8(11), (2020).
- 7) 港湾空港技術研究所 UMI-POCHI, 波崎海洋研究施設長期海浜地形データ, <https://pari.mpat.go.jp/bdhome/Hasaki>, 最終アクセス日 : 2025年10月8日