

大規模沿岸構造物周辺における海浜変形の影響範囲に関する研究

1. 研究の目的 各地で深刻化している海岸侵食の原因のひとつに、大規模沿岸構造物による漂砂動態の変化が挙げられる。既往研究では、構造物による周辺海浜地形への影響範囲は、構造物から汀線に対して 45 度の範囲で生じることが報告されているが、実際にはこれを超えて侵食範囲が拡大している事例も多い。本研究では、沿岸流れの存在や波向きの変動に焦点を当て、造波水槽における移動床実験および数値実験により、大規模沿岸構造物の影響範囲を定量的に検討することを目的とした。

2. 研究内容 (1)平面水槽における移動床実験：図-1 に示すような長さ 11m、幅 6.5mの平面水槽に中央粒径 0.3mmの珪砂を初期勾配 1/20 で厚さ 4cmに敷き均し、防波堤模型を汀線から突出する形で設置した。水槽側壁には、沿岸流れ発生装置を設置してある。実験条件としては表-1 に示すような 3 つのケースを設定し、いずれも規則波を 10 時間造波し、波・流れ・地形変化を計測した。ケースAは波向き+20 度の斜め入射波のみ、Bはこれに流速約 10cm/sの右向き沿岸流れが重畳する場合、Cは入射波向きが 1 時間ごとに±20 度で交互に変動する場合である。地形変化の計測は、3 時間ごとに水槽の水位を徐々に変動させ、その過程を斜め上方からデジタルカメラにより撮影した画像をオルソ変換することで、平面的な等深線位置を連続的に抽出した。各ケースの 10 時間後の汀線位置を図-2 に、最終海浜地形を図-3 に示す。BをAと比較すると、等深線前進部が生じる場所に差異が生じ、侵食範囲が明確に拡大していることが確認できる。これは防波堤背後に発達する循環流の範囲が拡大したことが原因だと考えられる。またCをAと比較すると、遮蔽域で汀線が大きく前進する一方で構造物から離れた場所では広く後退し、侵食範囲が著しく拡大したことがわかる。これは波向きの変動により遮蔽域内に捕捉される土砂量が増加したことが原因だと考えられる。得られた地形データをもとに遮蔽域内(図-3 の色つき部分)における初期地形からの土砂増減を各ケースで求めたところ、図-4 のようになり、BとCの両方について防波堤遮蔽域に捕捉された土砂量が増加したことが確認できた。

(2)汀線変化モデルによる数値計算：実験結果における土砂移動機構を詳細に検討するため、大規模構造物周辺の海浜地形変化の数値計算を行った。まず非定常緩勾配方程式で波浪場の計算を行い、これから評価されるradiation応力場をもとに海浜流の計算を行った(図-5)。そして、求められた波浪場と海浜流場を外力条件として漂砂量を算出し、汀線変化モデルにより海岸線の変化を計算した。漂砂量計算のモデルとして小笹・Bramptonモデルを用いた場合には、AとCでは侵食範囲の変化を良好に再現できたものの(図-6)、流れの影響を考慮できないためBにおける侵食範囲の拡大が説明できなかった。そこで、波と流れ重合場における局所漂砂量モデルを導入した。その結果、流れが重合するBの条件においても侵食範囲が拡大することが確認できた。これは流れの重合により防波堤背後の循環流が拡大するとともに強くなり、その結果沿岸漂砂の向きが転向する境界がより遠い位置へ移動したためであることが、海浜流場(図-5)と沿岸漂砂量分布(図-7)から確認できた。

3. 主要な結論 (1)大規模沿岸構造物の周辺で比較的遠方まで海岸侵食域が拡大する現象に対して、沿岸流れの存在や波向きの変動などの影響を実験的に検討するとともに、数値モデルの適用性を検証した。(2)沿岸の流れが重合する場合や、波向きが交互に変動する場合のどちらにおいても構造物下手側での侵食範囲が拡大することが確認できた。特に波向きが交互に変動する場合には、入射波のエネルギーフラックスの沿岸方向成分は平均的にはゼロとなるにも関わらず、侵食域が大幅に拡大することが明らかとなった。

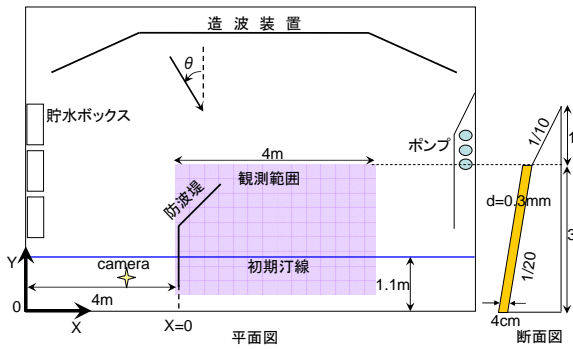


図-1 平面水槽レイアウト

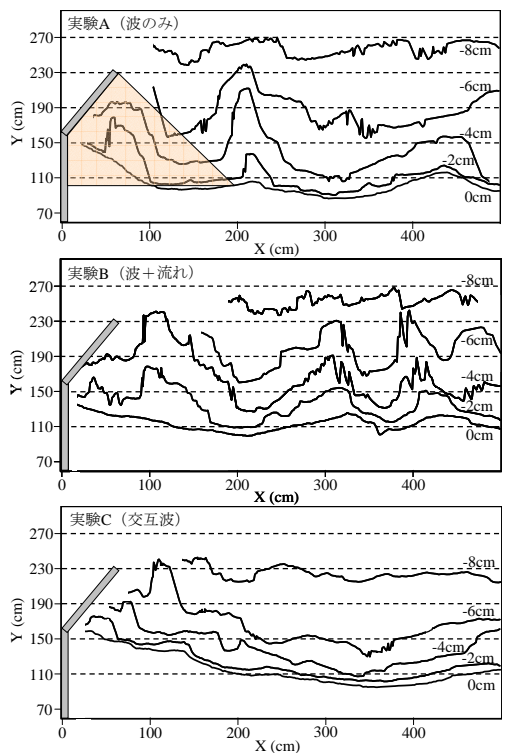


図-3 各実験ケースにおける 10 時間後の海浜地形

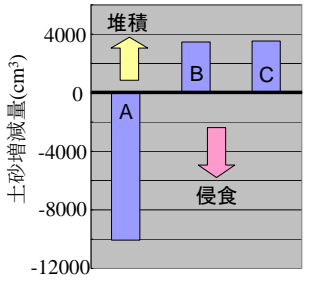


図-4 各ケースにおける遮蔽域土砂増減量(10 時間)

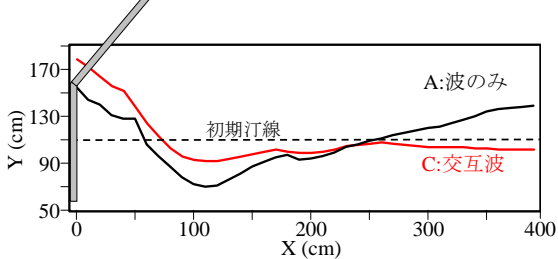


図-6 小笹・Brampton モデルによる 10 時間後の汀線位置計算結果

表-1 実験条件

ケース	入射波	波向(°)	沿岸流れ
A(斜め波のみ)	H=4cm T=1s	20	なし
B(斜め波+流れ)		20	あり
C(交互波)		±20*	なし

※1 時間ごとに波向を変動させる(最初の 1 時間は+20°)

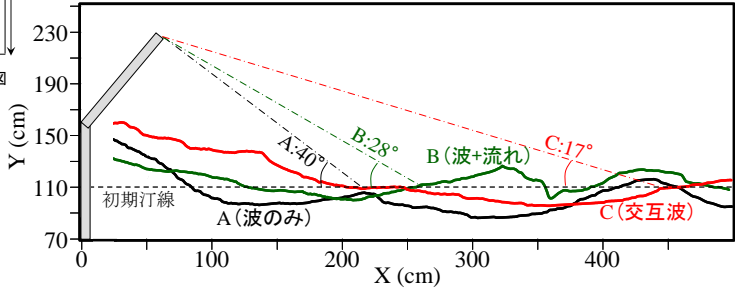


図-2 各実験ケースにおける 10 時間後の汀線位置と侵食範囲の比較

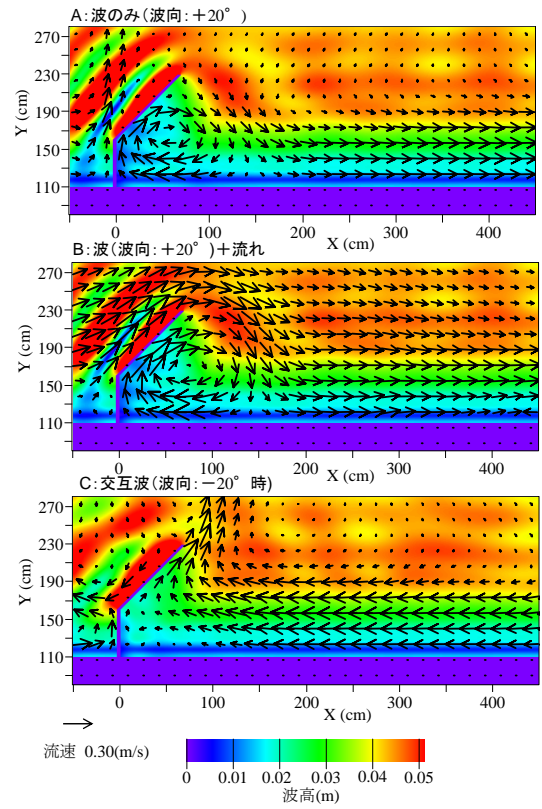


図-5 A(波のみ), B(流れ付加), C(交互波(波向-20°時))の波浪場と海浜流場計算結果

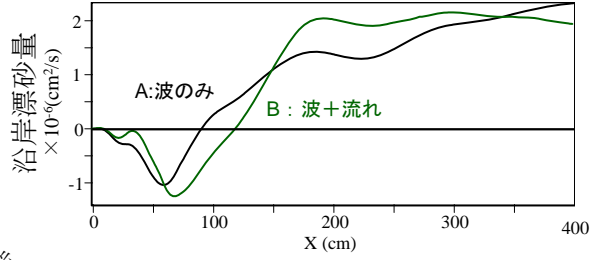


図-7 局所漂砂量モデルによる沿岸漂砂量分布