

ブシネスクモデル NOWT-PARI を用いた防波堤周辺における波浪場の数値的検討

名古屋大学大学院工学研究科 学生会員 ○ 内藤 光
 名古屋大学大学院工学研究科 正 会 員 川崎 浩司
 関西電力株式会社 正 会 員 大東 秀光

1. はじめに

今日、港湾において、波浪の減殺効果や他の構造物周辺における洗掘防止を目的としてマウンド構造物が多く施工されている。一般的なマウンドは捨石を積み上げ、多数のコンクリート製ブロックによって表層を被覆する構造になっている。被覆材の設計は、構造的に最も弱いマウンド水平部や法肩部に対し、ハドソン式により所要重量を算定し、斜面においても同重量の被覆材を用いる方法が一般的である。しかし、上記の設計法により導かれた重量の被覆材を用いているのにもかかわらず、マウンド法先部に設置されたブロックのみが被災した事例がある。大東ら(2011)は、現地地形に基づいた平面模型実験により、波浪条件と被災との関連を把握・分析し、被覆ブロックの安定性に及ぼす影響について明らかにしている。しかしながら、実験では計測に限界があり、防波堤周辺における波向きや波高の詳細なデータが得られていない。

本研究では、防波堤周辺における波浪状況を把握することを目的として、ブシネスクモデル NOWT-PARI を用いて広域な波浪場の再現計算を実施し、防波堤周辺における詳細な波高や波向きについて考察する。

2. ブシネスクモデル NOWT-PARI の概要

ブシネスクモデル NOWT-PARI (平山・平石, 2005) は平面波動場における水位変動と流速変動を直接計算することによって計算領域内の波高分布や沿岸域の波・流れ場を精度よく算定可能であり、実績の高い数値モデルである。計算モデルの基礎方程式は、水深を場所の関数とした修正ブシネスク方程式にエネルギー吸収帯内のエネルギー減衰を与える高次エネルギー減衰項、底面摩擦項ならびに砕波減衰項を加えたものである。

3. 計算条件

(1) 水理模型実験

大東ら(2011)は、図-1 に示すように、水理模型実験を長さ 38m、幅 18m、高さ 1.2m の多方向不規則造波水槽を用いて実施した。模型縮尺は 1/80 に設定し、SSW 方向波および SW 方向波の 2 方向の主波向を対象とし、入射波向による比較が行えるように単一方向不規則波とした。実験は、修正 Bretschneider・光易型の周波数スペクトルを有する単一方向不規則波により、412 秒間の造波を 5 サイクル繰り返し、各サイクル終了後に被災状況を確認した。実験より、被覆材の重量がハドソン式を満たしている場合でもブロックに被災が生じること、入射方向や潮位が被災状況に大きく影響することなどを明らかにしている。

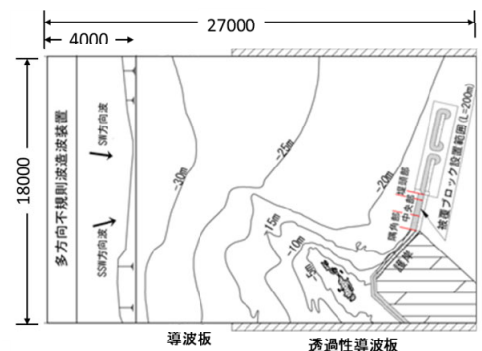


図-1 実験模型図 (単位: mm)

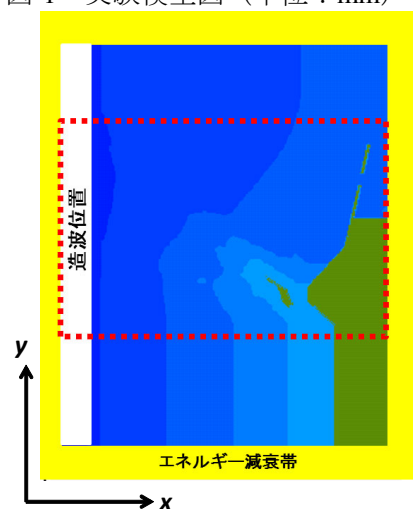


図-2 計算領域

キーワード ブシネスクモデル, NOWT-PARI, 被覆ブロック, 平面模型実験, 再現計算

連絡先 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 名古屋大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 052-789-4632

(2) 設定条件

本研究で設定した計算領域を図-2 に示す. エネルギー減衰帯が波高分布や波向き角に及ぼす影響を低減するために, 実験地形より計算領域を拡大した. なお, エネルギー減衰帯は, 波高と周期から波長を求め, その波長の約2倍の幅を持たせるように設定した. 計算結果の有効範囲は図-2 に示す点線部分である. 計算格子は, 10cm×10cm の格子を x, y 方向それぞれに 275, 425 とした. 本数値解析で設定した波浪条件を表-1 に示すとおりである.

表-1 波浪条件

入射波向	有義波高 $H_{1/3}$ (cm)	有義波周期 $T_{1/3}$ (s)	潮位
SW	10.59	1.60	L.W.L.
SSW	12.34	1.74	

4. 計算結果と考察

防波堤前面部における波高分布について, SW 方向波と SSW 方向波の結果を図-3, 図-4 にそれぞれ示す. なお, 両図ともに, (a) は大東ら (2011) による実験結果, (b) は本研究による解析結果である. 両図より SW, SSW とともに共通して, 防波堤前面部で部分重複波の発生が確認できる. また, 防波堤前面部における有義波高は, 実験結果が 8 ~ 11m に対して, 計算結果は 0.1~0.15m, 実スケールで表すと 8~12m となり, 実験結果と計算結果はほぼ同程度の値を示すことがわかる. よって, 計算結果は実験結果の特徴的な傾向を捉えており, 概ね実験を再現できているといえる.

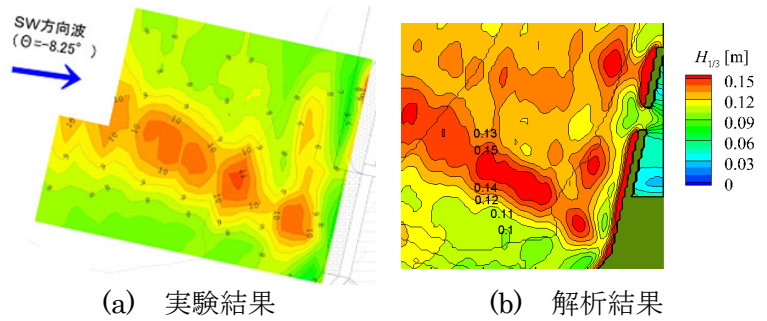


図-3 SW 方向波における有義波高分布

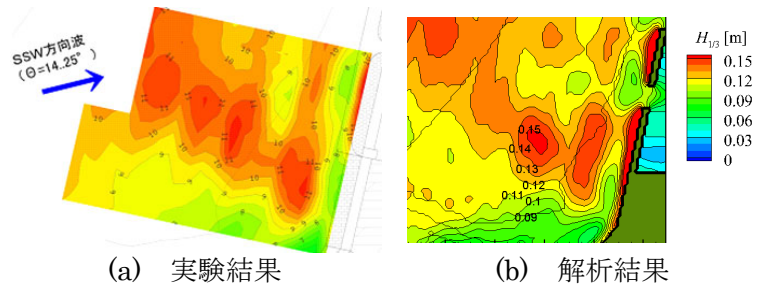


図-4 SSW 方向波における有義波高分布

図-5 に SW 方向波および SSW 方向波の波速と波向き角を示す. 両図から防波堤前面部における波速の低下や島付近での屈折などが確認できる. また, 図-5(a)と(b)の比較から, 入射波向の差異によって, 波速及び波向き角に差が生じていることがわかる. したがって, 入射波向の違いによる防波堤周辺への影響は大きいことがわかる.

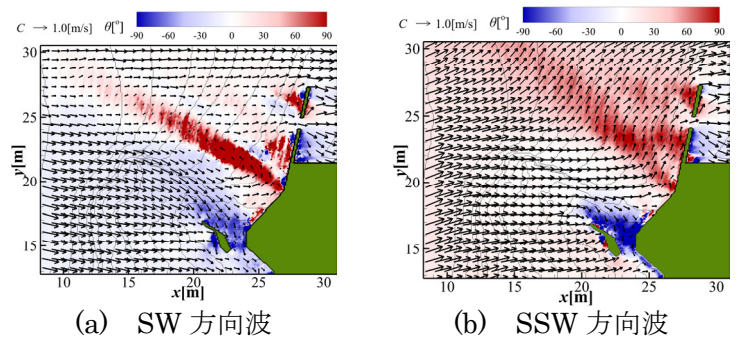


図-5 波速と波向き角

5. おわりに

本研究では, ブシネスクモデルを用いて大東ら (2011) の研究の再現計算を実施し, 計算結果の定性的な妥当性を検証した. また, 入射波向の違いによって波浪場が大きく変わることを示した. 今後は, 定量的に計算結果の妥当性を検証するとともに, マウンド法先部に設置されたブロックの被災メカニズムについてより詳細に検討していく予定である.

参考文献

大東秀光・有光 剛・川崎浩司 (2011) : 防波堤マウンド法先部被覆ブロックの耐波安定性に関する平面水理実験, 土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol. 67, pp. 226-231.
 平山克也・平石哲也 (2005) : 平面 2 次元ブシネスクモデルによる砕波・遡上計算法の開発と現地適用, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp. 11-15.