

ブシネスクモデル NOWT-PARI を用いた防波堤前面における波動場解析とその精度検証

名古屋大学大学院 学生会員 ○ 内藤 光
名古屋大学大学院 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

実海域においては、様々な波高、周期、波向きをもつ波が海底地形や構造物の影響により変形する。そのため、防波堤周辺の波浪変形を考えるには、波の浅水変形、砕波変形、屈折、回折などを同時に扱うことが望ましい。大東ら（2011）は、マウンド法先部に存在する被覆ブロックの被災メカニズムを解明するために、断面 2 次元ではなく、現地地形に基づいた平面模型実験を行った。また、異なる波向の波を入射させることで、波浪条件と被災との関連を把握・分析し、被覆ブロックの耐波安定性に及ぼす影響について明らかにした。

本研究では、波の屈折と回折を同時に解析可能な平面 2 次元数値モデルであるブシネスクモデル NOWT-PARI（平山・平石，2005）を用いて、大東らを実施した水理模型実験を対象に再現計算を行い、NOWT-PARI の計算精度の妥当性を検証するとともに、入射波の波向の違いが防波堤前面の波動場に及ぼす影響について検討する。

2. 水理模型実験

大東ら（2011）は、図-1 に示すように、長さ 38m、幅 18m、高さ 1.2m の多方向不規則造波水槽を用いて、縮尺 1/80 で水理模型実験を行った。修正 Bretschneider・光易型周波数スペクトルを有する単一方向不規則波で 412 秒間の造波を行い、防波堤前面部の被覆ブロックの被災状況を検討した。なお、現地観測データに基づき、SSW と SW の 2 方向の主波向を設定した。

3. 平面 2 次元モデルを用いた計算

a) ブシネスクモデル NOWT-PARI

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、実績の高い数値計算モデルである。さらには、境界条件が適切に設定される場合には、構造物の端部に生じる波の回折や、反射や透過、あるいは重複波などの物理現象をすべて一度に取り扱うことが可能なモデルである。

b) 計算条件

本研究で設定した計算領域を図-2 に示す。実験地形を再現するとともに、実験と同じ波浪特性となるように、開境界処理としてエネルギー減衰帯を設けるなどの工夫を行った。波浪条件は表-1 に示すとおりである。計算格子は、10cm×10cm の格子を x 、 y 方向に 375 メッシュ、195 メッシュとした。

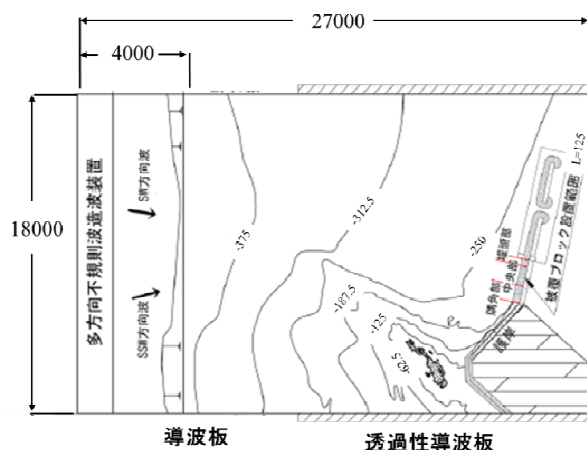


図-1 実験模型図（単位：mm）

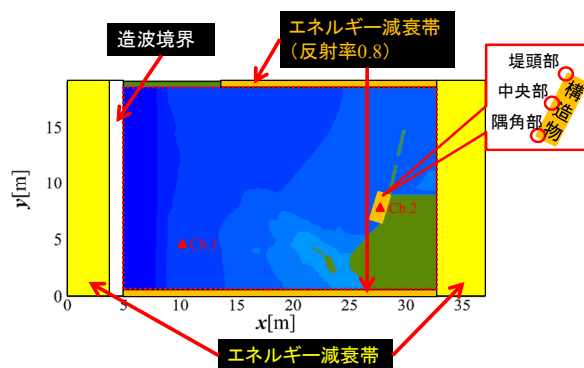


図-2 計算領域

表-1 波浪条件

入射波向	$H_{1/3}(\text{m})$	$T_{1/3}(\text{s})$
SSW	0.1095	1.63
SW	0.1059	1.60

4. 計算結果と考察

まず、実験の再現性を確認するために、規則波を対象とした条件において、計算と実験の比較を行う。図-3、図-4に、図-2で示したCh.1とCh.2の位置での水位変動を示す。図-3より、計算結果は高い精度で水位変動を再現していることから、本計算において安定的に造波が行えていることが確認できる。また、図-4より、防波堤と海底地形の影響による波浪変形を再現できていることがわかる。

次に、不規則波を対象とした実験の再現性を検証する。図-2に示した構造物の堤頭、中央、隅角部における有義波高を表-2に示す。同表中に示す再現率とは、計算で得られた有義波高を実験の有義波高で除したものである。同表より、SW方向波、SSW方向波ともに十分な再現性を有していることが確認できる。以上より、本計算は防波堤前面における波浪変形および異なる波向を有する入射波に対して、実験を十分な精度で再現できている。

最後に、計算結果で得られたSW方向、SSW方向の入射波によって形成された有義波高の空間分布を図-5に示す。紙面の都合上、実験で得られた有義波高分布は示さないが、部分重複波の発生位置など、計算は実験を十分な精度で再現できていることを確認している。

図-5(a)と(b)を比較すると、(a)では、有義波高の最大値は0.115mであり、表-1に示した入射波高の1.05倍となった。一方、(b)は、有義波高の最大値が0.12mと入射波高の1.13倍となった。つまり、(b)は(a)より局所的に有義波高が高くなることがわかる。このことから、入射波向が防波堤周辺の波浪場に与える影響が大きく、実際の港湾設計の際には波向きに注意すべきであることが改めて確認される。

5. おわりに

本研究では、斜め入射波による防波堤前面の波動場をNOWT-PARIを用いて解析し、計算結果と実験結果の比較からNOWT-PARIの計算精度を確認した。今後は、入射波向の違いが及ぼす波浪場周辺の流況についても考察する予定である。

参考文献

- 大東秀光・有光剛・川崎浩司（2011）：土木学会論文集 B3（海洋開発），Vol.67，pp.226-231.
- 内藤光・川崎浩司・大東秀光（2012）：土木学会年次学術講演会講演概要集，Ⅱ-229.
- 平山克也・平石哲也（2005）：海岸工学論文集，第52巻，pp. 11-15.

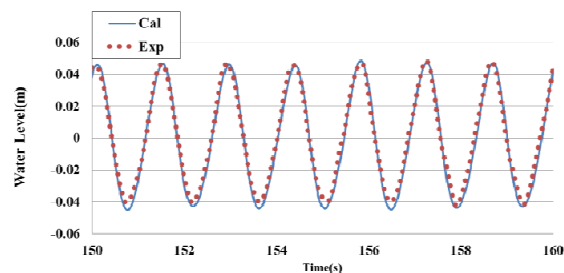


図-3 Ch.1の水位変動

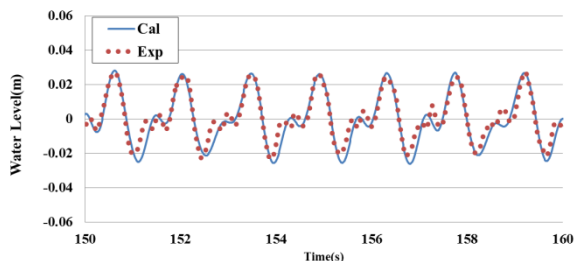
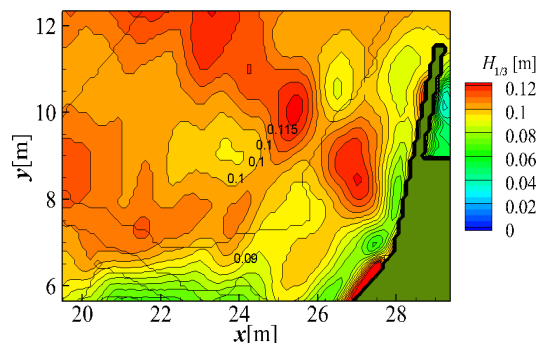


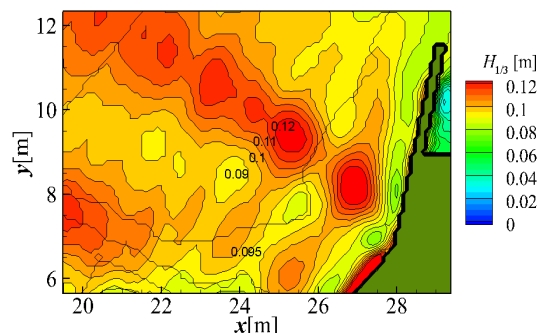
図-4 Ch.2の水位変動

表-2 不規則波における計算精度

入射波向	出力位置	有義波高(m)		再現率
		Exp.	Cal.	
SSW	堤頭部	7.92	7.51	0.95
	中央部	8.03	7.85	0.98
	隅角部	5.36	5.46	1.02
SW	堤頭部	7.48	7.32	0.98
	中央部	7.40	7.75	1.05
	隅角部	6.77	7.10	1.05



(a) SSW方向波



(b) SW方向波

図-5 入射波方向の有義波高分布の比較