# ダブルバリア型浮消波堤の消波性能に関する数値計算

金沢大学大学院 学生会員 平野宗治 四辻拓哉 金沢大学理工研究域 正会員 由比政年 フェロー 石田啓 京都大学 先端技術グローバルリーダー養成ユニット 正会員 沖和哉

### <u>1.はじめに</u>

防波堤で保護された漁港,マリーナなどの小規模な閉鎖性水域内において,沖からの進入波や航走波,異常 気象に伴う高波浪による維持管理上の問題が生じている.この他にも,水質悪化の深刻化や,航路・泊地の埋 没による浚渫費用増大が発生している.現在,これらの問題を一気に解決する対応策は確立されていない.

こうした中,従来の浮体構造物に消波機能などを付加した浮消波堤の活用が注目されている.沖ら(2009) は,小規模な閉鎖性水域への適用が有効であるダブルバリア型浮消波堤に着目し,模型実験および数値計算を 行い,その妥当性を検証した.この研究では,ダブルバリア型浮消波堤における簡易な透過率算定式を構築し, 回折効果を考慮できるエネルギー平衡方程式に基づく数値波浪モデル(ExEbed)にこの算定式を組み込み, 実験結果と比較した.解析結果は総じて波高を小さく見積もる結果となったが,定性的に平面波浪場を再現で きることを示した.本研究では,沖ら(2009)の検討を発展させることとし,ExEbedに与える入射波向きや 浮消波堤の透過率,浮体幅などを変化させることで,消波領域や自乗平均波高といった,浮消波堤周辺におけ る消波特性の解析を試みた.

### 2.数值計算

定常波浪場における、回折効果とエネルギー減衰項を有するエネルギー平衡方程式は、次のように表される.

$$\frac{\partial(v_x S)}{\partial x} + \frac{\partial(v_y S)}{\partial y} + \frac{\partial(v_\theta S)}{\partial \theta} = \frac{\kappa}{2\omega} \{ (CC_g \cos^2 \theta S_y)_y - \frac{1}{2} CC_g \cos^2 \theta S_{yy} \} - \varepsilon_b S \qquad \dots \dots (1)$$

ここで, (x, y) は水平座標,  $\theta$  は x 軸から反時計回りに測った波向角, S は波の方向スペクトル(添字は偏微 分を示す),  $\kappa$  は回折影響係数,  $\omega$  は角周波数, C は波速,  $C_s$  は群速度,  $\varepsilon$  はエネルギー減衰係数であり,特 性速度 $(v_x, v_y, v_\theta)$  はそれぞれ,

$$\left(v_{x}, v_{y}, v_{\theta}\right) = \left\{C_{g} \cos \theta, C_{g} \sin \theta, \frac{C_{g}}{C} \left(\sin \theta \frac{\partial C}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial C}{\partial y}\right)\right\} \qquad \dots (2)$$

と表される.このモデルでは,透過構造物の背後の計算格子において透過率を与えることで,透過波を考慮することができる.ここに波高低減率算定式を用いて,浮消波堤前面での入射波条件から得られる透過率が構造物背後の計算格子に与えられるよう,モデルに組み込む.

沖ら(2009)は, Harms(1979)の透過率算定式を簡略化し,以下の波高低減率算定式(3)を導出した.

ここで、 B は浮消波堤の岸沖方向長さ, L は入射波長である.変数として, 既往の研究および実験結果の次元解析から得られるパラメータである B/Lのみを採用し, 浮体の動揺特性等はすべてパラメータ $\alpha$ に組み込まれる形となっている.沖らが最小二乗法により断面二次元水槽実験結果とのフィッティングを行ったところ,  $\alpha = -5.0$ が最適値となった.本研究においても,  $\alpha$  は同じ値を用いる.

### <u>3.計算結果</u>

数値モデルに与える入射波向き,浮消波堤の透過率(K<sub>t</sub>)を変化させて,消波領域割合(図1の赤枠内で 波高が所定の値以下となる割合)および自乗平均波高(H<sub>RMS</sub>)の計算を行った.対象領域は,浮消波堤背後 から入射波1波長分の領域(図1の赤枠線内の領域.赤色の矩形は浮消波堤を示す)である.また,座標と 波高は入射波長および入射波高を基準に無次元化している.図2は入射波向きを変化させた場合の消波領域割 合を示した図である.計算を行った3つの無次元波高の内,無次元波高が0.4以下になる場合(図2,赤色の ライン)で波向きによる領域変化は最も顕著となった.この結果を見ると,消波領域割合は入射波向きが30 度の時に最大となり,それより大きい角度では減少している.この変化は,斜め入射により堤体の見かけ上の 長さが増加することと,浮消波堤背後の遮蔽域の位置が移動することによる.図3は浮消波堤の $K_t$ を変化さ せた場合の消波領域割合である.それぞれのグラフ挙動は類似しており,それぞれの対象とする無次元波高付 近の $K_t$ 値で消波領域割合が急変している.図4は,入射波向きを変化させた場合の $H_{RMS}$ である.入射波向 きが斜めであるほど, $H_{RMS}$ は二次関数的に増大することが確認できる.

沖ら(2009)の模型実験では,模型を固定した場合と固定しない場合について実験を行っている.図4と それぞれの実験結果により求められた $H_{RMS}$ とを比較したところ,図4は模型を固定した場合における $H_{RMS}$ の特徴をある程度再現しており,模型を可動とした場合における $H_{RMS}$ とは異なる傾向を示していた.また,両条件により求められた $H_{RMS}$ と比較して,数値計算は全体的に波高を小さく見積もる結果となっている.



## <u>4.終わりに</u>

数値解析モデルを用いてダブルバリア型浮消波堤周辺の数値計算を行い,浮消波堤の特性について検討を行った.その他計算条件による数値解析,計算結果については現在検討中であり,講演時に発表する予定である. 参考文献

- 1) Harms , W . V . (1979): Design criteria for floating tire breakwater , Journal of Waterway , port , Coastal and Ocean Division , Vol.105 , pp.149-170 .
- 2) 沖和哉・江島隆晃・山田文彦・由比政年・辻本剛三(2009):ダブルバリア型浮消波堤における波高低減 率算定モデルの開発,海洋開発論文集,第25巻,pp.701-706