

ダブルバリア型浮消波堤の断面特性とその有効性の検討

熊本大学 学生員 江島隆晃 正会員○外村隆臣、山田文彦 西田鉄工 今村 格、津嶋 了

1. はじめに

マリーナにおける港内の遊休水域は、沖からの波、風波、航走波により小型船を係留するには比較的静穏度が低く利用が困難な場合があるため、小型船を係留するのが困難となっています。そのため安価で、施工性が良く、比較的小規模で、景観や水質環境等を損なわない局所的な2次の波浪制御方法が求められている。そこで上の条件を満たすことのできる浮消波堤を港口側に置くことにより、港内への波の影響を和らげることが求められる。しかし、現段階では浮消波堤については明確な設計基準がないため、本研究ではCADMAS-SURFを用いてダブルバリア浮体消波堤(加藤ら, 2001)の断面形状、波高、周期を変えて様々なパターンの数値計算を行い、透過率、反射率、エネルギー損失率等、数値的に有効性を検討することで最適断面を検討する。

2. 基礎方程式

CADMAS-SURFでの流体運動の基礎方程式には、2次元非圧縮粘性流体を対象とした連続式およびNavier-Stokes方程式を用いている。

$$\text{連続式} \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots\dots(1)$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial uu}{\partial x} + \frac{\partial wu}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \{v_x (2 \frac{\partial u}{\partial x})\} + \frac{\partial}{\partial z} \{v_z (\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x})\} - D_x u - 2 \frac{\partial u}{\partial x}$$

運動方程式

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial uw}{\partial x} + \frac{\partial ww}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \frac{\partial}{\partial x} \{v_x (\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z})\} + \frac{\partial}{\partial z} \{v_z (2 \frac{\partial w}{\partial z})\} - D_z w - g \dots\dots(2)$$

また乱流モデルにはk-εモデルを用いている。

$$\text{渦動粘性係数} \quad \nu_t = \frac{C_\mu k^2}{\epsilon} \dots\dots(3)$$

3. 計算条件

計算条件を図-1に示す。浮体の沖側、岸側それぞれ1波長Lだけ離れた位置に、また沖側に関してはそこからさらにL/4離れた位置で波高を出力し、合田ら(1976)の手法で入反射波の分離を行った。水深h=3.0m、波高

H=0.5m、浮体幅B=0.4m、短径高=1.2mは固定し、周期T=3.0s,3.5s,4.0s,4.5s,バリア長D=0.4m,0.6m,0.8m、リップ0.2m,0.4m,0.8mとそれぞれ変えながら数値計算を行った。計算メッシュについては、浮消波堤部は0.1mメッシュ、それ以外は0.2mメッシュとした。また今回の計算では浮消波堤の波による動きは考えず、固定した状態で数値計算を行った。

4. 計算結果

計算での入射波、反射波、通過波の波高をそれぞれH_I、H_R、H_Tとすると

$$\text{反射率} \quad K_r = \frac{H_R}{H_I} \dots\dots(4)$$

$$\text{透過率} \quad K_t = \frac{H_T}{H_I} \dots\dots(5)$$

$$\text{エネルギー損失率} \quad EnergyLoss = 1 - (K_r^2 + K_t^2)$$

と定義する。本研究では透過率K_tが0.5以下となるような浮消波堤の断面形状を検討する。

図-2は数値計算により求めた透過率を表したグラフである。D=0mの浮消波堤の場合最も緩やかな条件であるT=3.0sの場合以外K_tは0.5を上回っており、波を減衰させる効果が弱かった。しかし、D=0.8mにするとリップの長さに関わらずK_tは0.5以下となった。コンクリートボリュームが少ない方が安価であるため、現段階でのこの中での最適断面はD=0.8m、リップ=0.2mの断面形状である。

図-3は数値計算により求めたエネルギー損失率を表したグラフである。D=0の浮消波堤の場合と比較すると、バリアを付けた浮消波堤の方が波のエネルギー損失が大きいため、先に述べたように波の減衰効果が強いことがわかる。

図-4は浮消波堤下の渦動粘性係数の分布を表した図である。バリアの付いていない浮消波堤と比較すると、バリアを付けた浮消波堤の場合には渦動粘性係数が全体に分布している。このバリアを付けることによる渦動粘性係数の広がり波のエネルギー減衰に効いていると考えられる。

5. 現地データによる数値計算の精度検証

計算条件では浮消波堤の動揺は考慮していないので、熊本県宇土マリーナ内で実機による波浪計測を行った。観測期間は平成18年9月7日～10月15日である。

この観測データから有義波高等を算出し実際の浮消波堤による波の消波効果を確認した。数値計算の精度検証方法として、この港口側の観測値を入射波高とした不規則波の計算を行い、浮消波は背後の観測値と比較する予定であり、詳細は講演時に発表する。

6. まとめ

数値計算により求められた通過率により最適断面は現段階でのこの中での最適断面は $D=0.8m$ 、リップ= $0.2m$ の断面形状である。また渦動粘性係数の空間分布がエネルギー減衰に効いていることが分かった。今後は、現地データを用いることで数値計算の精度検証を行い、平面配置の検討も行う予定である。

参考文献

- 1) 加藤ら(2001) 海洋開発論文集, 17,pp.211-216.
- 2) 合田ら(1976) 港湾技研研究報告, 248, pp.1-24

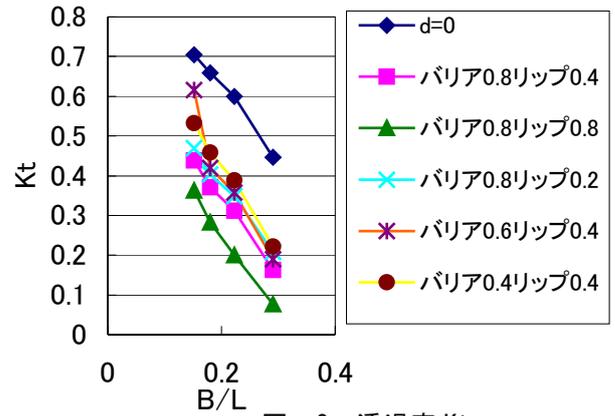


図-2 透過率 Kt

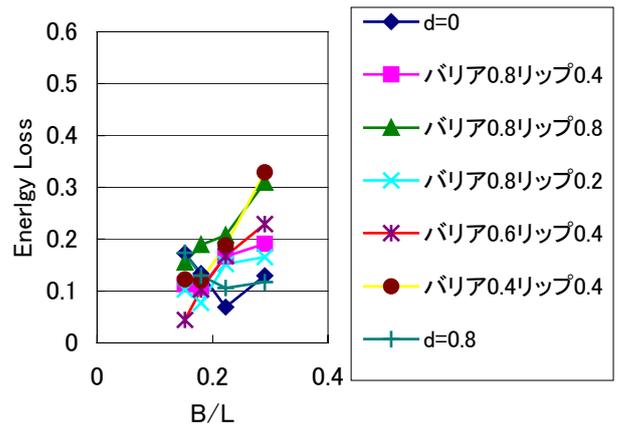


図-3 エネルギー損失率

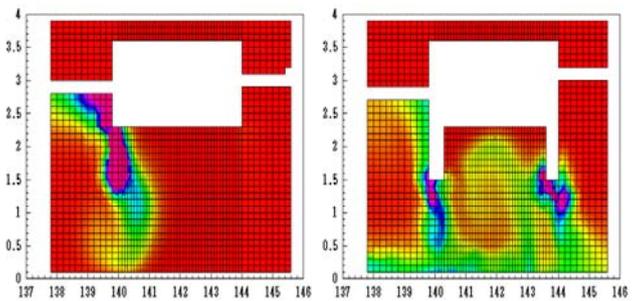


図-4 渦動粘性係数 ν_t の空間分布

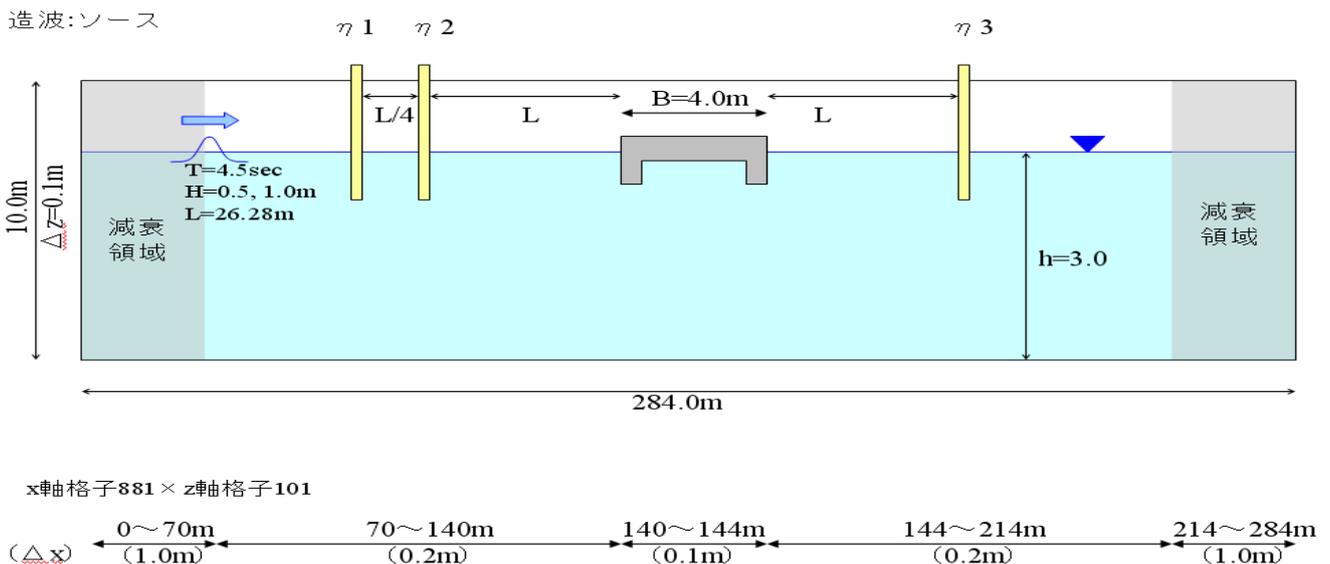


図-1 計算条件