

半没水壁で形成された静穏域の共振特性について

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○影山 諒輔
日本大学工学部土木工学科 正会員 金山 進

1. はじめに

海上工事などで一時的に静穏域を確保したい際に、実際の通常防波堤ではなく、汚濁防止膜などによる仮設防波堤で波を防ぐことが考えられる。全水深の波を防ぐ通常防波堤に対し、仮設防波堤は一部の水深の波のみを防ぐ。本研究では仮設防波堤によって創生される静穏域の共振特性を調べ、ハーバーパラドックスへの対応策へ向けた予備的な検討を行う。ハーバーパラドックスとは、口を狭めて港内を静穏にしようとする狭めるにつれて共振状態の増幅率が增大することをいう。

2. 解析方法

水平床を仮定した多層レベルモデル(図-1)による多層波動方程式¹⁾を線形化したものでシミュレーションを行う。波の周期や防波堤の条件を変化させ、波の波高や波形を評価し、条件ごとの結果を比較する。

仮設防波堤のモデルは図-2 に示す通りであり、全水深は10m とし、波を遮断する防波堤を5層に分割する。本研究では仮設防波堤に対する横波を考えない事とする。深さは、表層の1層のみを遮蔽するケースをLVL1(1/5 閉鎖)とし、深さは2mとし、下方に1層ずつ遮蔽層を増加させたケースLVL2(2/5 閉鎖)を4m, LVL3(3/5 閉鎖)を6m, LVL4(4/5 閉鎖)8m, CLS5(5/5 全閉鎖)10m とする。後方に設置した防波堤も上記と同条件である。また、LVL1~CLS5 の幅、奥行きとも60m, 波の侵入口の幅は18m と設定した。右図は仮設防波堤モデルであるが側方境界条件が難しい為、水路状として鉛直2次元的に扱い、LVL1~CLS5 ごとの流速を計算して、仮設防波堤により創生される静穏域の数値実験を行った。

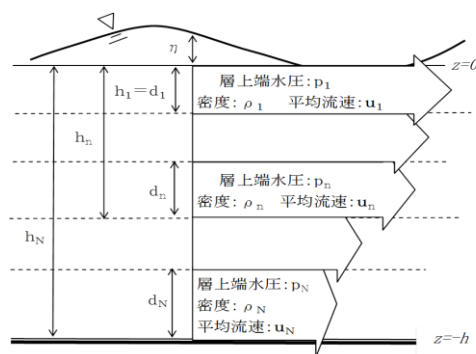


図-1 多層レベルモデル

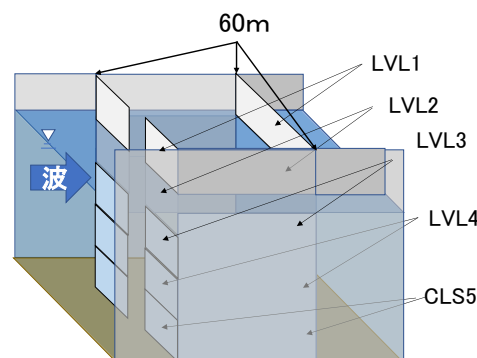


図-2 仮設防波堤モデル

3. 解析結果

3.1 領域内の最大波高比

ここで示した図は、周期 3s~16s の波が防波堤内に侵入してきた時の最大波高比の変化を示した図である。最大値を見て分かることは、周期 3s~4s の時はあまり変化が見られないが周期 5s~6s になると一部の防波堤で波高比が大きくなっていくケースがみうけられる。

周期 11s 程度では、CLS5(全閉鎖)は波高比が他と比べて高いことが分かります。周期 13s~16s にかけて落ち着き傾向であることがみうけられる。

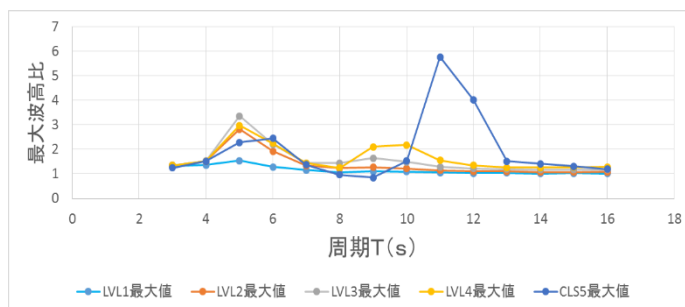


図-3 入射波周期による最大波高比の変化

キーワード: 半没水壁, 静穏域, 多層波動方程式, 共振現象

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1, kanayama@civil.ce.nihon-u.ac.jp

3.2 領域内の平均波高比

図-4 は、周期 3s～16s の波が防波堤内に侵入してきた時の平均波高比の変化を示した図である。平均値を見て分かることは、周期 3s の時はあまり変化が見られないが周期 4s～6s になると一部の防波堤で波高比が大きくなっていくケースがみうけられる。

周期 7s では、CLS5(全閉鎖)以外ではほぼ 1 近くになっていることから防波堤としての効果があまりないことがみうけられる。周期 9s ではCLS5(全閉鎖)は、波高比が低いことから防波堤の効果があることが分かる。

周期 11s 程度では、CLS5(全閉鎖)は波高比が他と比べて 3 倍くらい高いことが分かる。

周期 13s～16s にかけて落ち着き傾向であることがみうけられる。

3.3 港内での波高比の平面分布

図-5 は LVL4(4/5 閉鎖)での周期 5s と周期 9s の港内の波高比分布である。波高比が1を超え、防波堤の効果がない領域もあるが、1 を超えていない所もあり、防波堤の効果が全くないとはいきれない。

4. 共振についての考察

図-6 は周期 11s～12s 程度を 1 次モードで示し、図-7 は周期 4s～6s を 2 次モードで表したものである。これらの図を見て分かることは、仮設防波堤 LVL1(1/5 閉鎖)～LVL3(3/5)閉鎖では 2 次モードでは共振が起こったが、1 次モードでは起こらなかったことが分かる。

5. まとめ

周期が長い波(1 次モードの共振が起こった波)は下部の振幅も大きい、周期が短い波は下部の振幅が小さい事が知られているが、今回、仮設防波堤によって一部の共振モードの発生を避けることができたのはこのような理由によるものと考えられる。したがって、表層付近のみを塞げば短い波の侵入を減らしつつ、長い波の港内での反射(ハーバーパラドックスの原因)を減らす事ができる可能性がある。

参考文献

- 1) 金山進(1997): 強分散性非線形平面波浪場に対する多層モデルの提案, 海岸工学論文集, Vol.44, pp.41-4

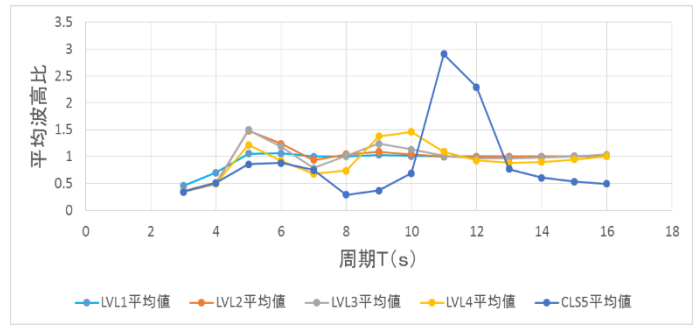
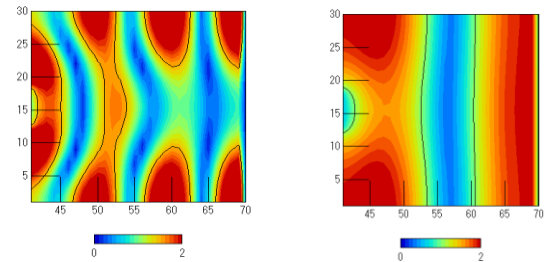


図-4 入射波周期による平均波高比の変化



(1)周期 5s

(2)周期 9s

図-5 LVL4(4/5 閉鎖)の波高比の平面分布

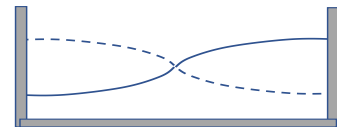


図-6 周期 11s～12s での共振
(1 次モード)

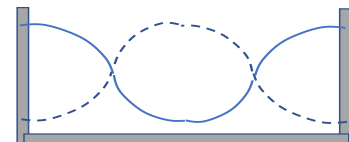


図-7 周期 4s～6s での共振
(2 次モード)

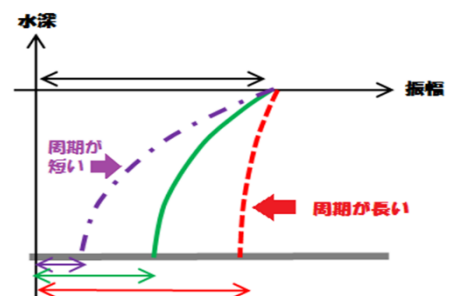


図-8 周期による波の流速分布の違い