

ダブルバリア型浮消波堤の波浪減衰機構に及ぼす入射波の波向・回折効果の影響評価

熊本大学 学生員 江島隆晃, 田尻慶祐, Putu Yunik 正会員 外村隆臣, 山田文彦

1. はじめに

現在, 防波堤で保護された漁港・マリーナ等における維持管理上の問題に対して, 浮消波堤の活用が見直されてきている^{1),2),3)}。一般的に浮消波堤の性能は, 入射波高と浮消波堤透過後の波高との比(透過率), および浮消波堤周辺の波高分布(静穏度)で評価される。浮消波堤により入射波の透過率を下げ, 港内静穏度を改善するためには, 浮体幅や喫水を大きくする事で, ある程度は対応可能である。しかし, 経済性や構造上の限界を考慮すると, 有効な対応策とは言い難い。そこで, 筆者らはダブルバリア型浮消波堤に注目し, その波浪減衰機構を調べるために鉛直 2 次元の室内実験と数値解析を行った。その結果, ダブルバリア型浮消波堤のエネルギー逸散機構は, 2 つの鉛直板先端で剥離した渦が浮体下面で干渉し, 浮体幅スケールで広範囲に分布することに起因することを指摘した³⁾。

しかしながら, 実海域への適用を詳細に検討する場合, 入射波の波向や回折効果, および港内防波堤による多重散乱の影響などを把握することが重要となる。そのため, 実験においては, 多方向不規則波を用いた平面 2 次元水槽での検討が必要となるが, 現在のところ, 超大型浮体式構造物(メガフロート)の研究例⁴⁾を除き, 本研究で対象とするような漁港・マリーナ等における小規模な浮消波堤の有効性に適用した研究例は非常に少ない⁵⁾。そこで本研究は, 平面 2 次元水槽を用いてダブルバリア型浮消波堤周辺の波高分布を詳細に調べ, 港内静穏度・エネルギー損失特性に及ぼす入射波の波向や回折効果の影響について検討することを目的として行った。

2. 平面 2 次元水槽実験の概要

実験は図-1 に示す, 北陸電力所有の多方向不規則波造波装置を有する平面 2 次元水槽(長さ 28.5m, 幅 17m, 深さ 1.0m)を用いて行った。ダブルバリア型浮消波堤の模型はアクリル製であり, その喫水は無調整でほぼ原寸と一致した。模型の縮尺は 1/16 とし, その寸法を図-2 に示す。浮体模型の係留方法は鋼製の鉛直杭(8 本)にベアリングによってローラ支持されており, 浮体の動揺は鉛直方向のみとしている³⁾。

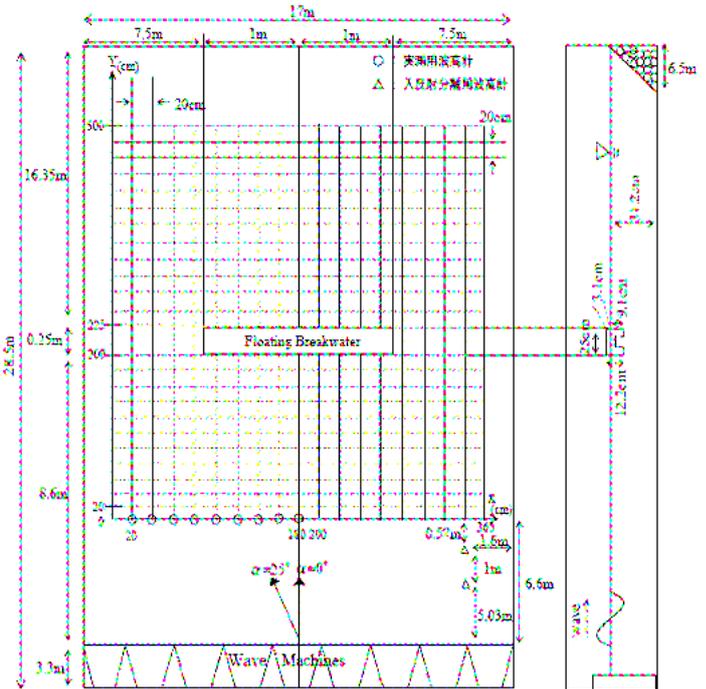


図 - 1 平面 2 次元水槽実験の模式図

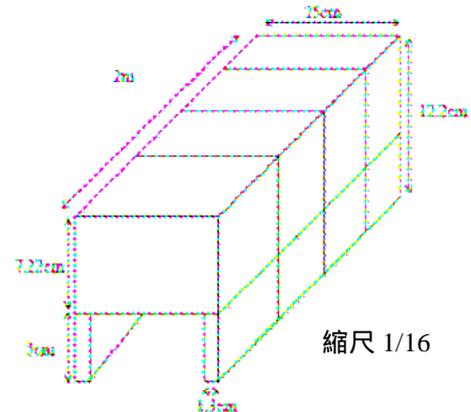


図 - 2 ダブルバリア型浮消波堤の模型寸法

浮消波堤模型周辺の波高分布は, 図-1 の格子点(20cm × 20cm; 全 425 点)上で 9 台の容量式波高計を移動しながら, サンプリング間隔 80Hz で計測した。入射波の再現性確認と入反射分離のため, 造波板から 5m ほど離れた 2 点(図中に で表示)で波高を定点計測した。入射波の条件は, 波高 4cm, 周期 1 秒とし, 波向 α は, 浮消波堤模型に直入射 ($\alpha = 0^\circ$) および斜め入射 ($\alpha = +25^\circ$) の 2 つのケースで行った。なお, 今回は研究の初段階であるため入射波は規則波のみを対象とした。実験状況を写真-1 に示す。



写真 - 1 実験状況

3. 実験結果

平面 2 次元水槽を用いた実験では、造波板周辺を除き、波高計の記録から入反射波を分離することが困難である、以下の検討では、入反射波共存場での波高を入射波高で除した波高低減率を用いて検討を行う。図-3 は波高低減率の空間分布を等高線で色分け表示したものであり、入射波は下から上に向かって伝播する。両ケースとも浮消波堤背後で約 10~30%の波高減衰が生じているが、その空間分布は波向に依存して変化する。次に図-4 は、直入射における y 軸方向の波高減衰率を重ねて比較した結果を示す。浮体の端部から中心線に向かって波高減衰効果が顕著となり、波の回折効果が表れている。波高減衰率の有効領域を 0.8 以下と仮定すると、y 軸方向の範囲は直入射で浮体幅の半分、斜め入射では浮体幅程度である。入反射分離を行っていないので直接は難しいが、同入射条件での鉛直 2 次元の室内実験結果（波高減衰率 0.6）と比較すると、平面 2 次元での波高減衰効果は 0.7 程度と約 15%低下しており、高木ら(1993)の結果と一致する。

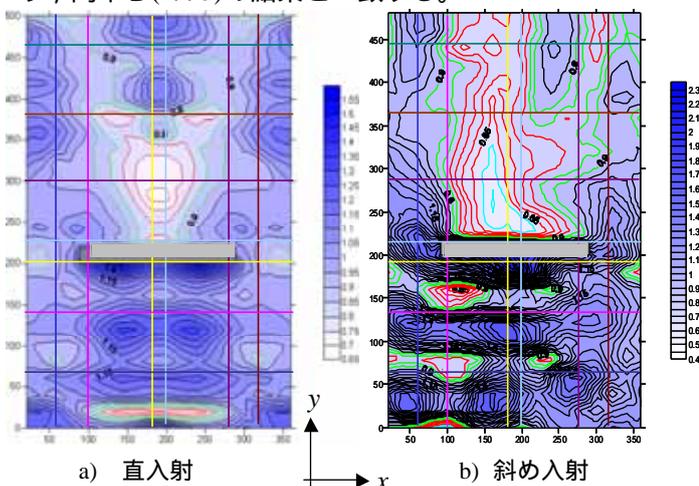


図 - 3 波高低減率の空間分布

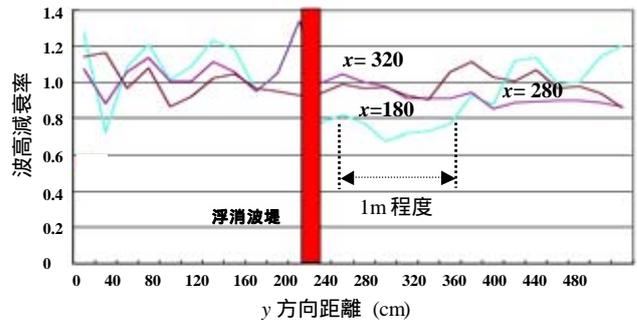


図-4 y 軸方向の波高減衰率の比較（直入射）
(x = 180, 280, 320 cm)

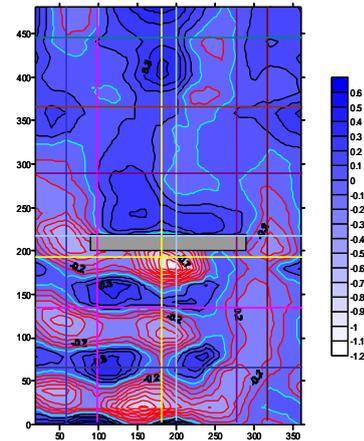


図 - 5 波向による波高低減率の空間変化
(直入射 - 斜め入射)

図-5 は波向による波高減衰率の空間変化を調べるために、図-3 の直入射から斜め入射の結果を差し引いたものである。なお、両ケースとも計測された入射波高は同じであることを確認済みである。直入射の方が斜め入射より減衰効果が高い場合を赤色で表示しており、浮体前面に赤色が多く分布し、浮体背後ではあまり見られない。つまり、斜め入射の場合、浮体前面での反射がより顕著となり、浮体背後での静穏度が向上する。

4. おわりに

本研究では、平面 2 次元水槽を用いてダブルバリア型浮消波堤周辺の波高分布を詳細に調べ、静穏度に及ぼす入射波の波向や回折効果の影響を検討した。今後は港内での多重反射の影響などを検討する予定である。

参考文献

- 1) Christian, C.D. (2000) Proc.27th Coastal Engineering Conference, 3, pp.2268-2277.
- 2) 神崎ら(2002) Proc. of Techno-Ocean 2000, pp. 739-742.
- 3) 外村ら(2008) 海岸工学論文集, 55, pp. 896-900.
- 4) 永田ら(1997) 造船学会論文集, 182, pp. 285-294.
- 5) 高木ら(1993) 海岸工学論文集, 40, pp.651-655.