

Ⅱ－１ 有効周期帯の拡大を目的とした垂下板二重式防波堤について

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
愛媛大学大学院 学生員 神野 充輝
愛媛大学大学院 学生員 ○久保 勝太

1.はじめに：中村・神野ら(1999)¹⁾は、従来のスリット式ケーソン堤や直立式ブロック消波護岸などに代表される直立式反射波低減工に代わる新しい構造形式として垂下板式反射波低減工を提案している。これは直立壁の前面水域に、水面近傍のみを遮蔽した垂下板を設置するという非常に簡単な工夫により、反射波を低減するものである。このような垂下板一枚のみを設置した反射波低減工では、反射率が遊水室幅と垂下板の吃水深に關係する固有な周期条件で極小となることがわかった。そこで、反射波低減の有効周期

帯を拡大する目的から、図－1 に示すような直立壁前面に二枚の異なる吃水深の垂下板を異なる遊水室幅で設置する二重式構造の低減工を採用した。

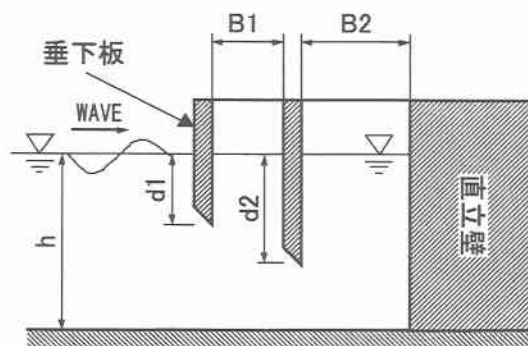
ここでは、垂下板二重式構造にすることによる反射波の低減効果および低減機構について検討する。また、各種の組み合わせが可能となる前後の遊水室幅と垂下板吃水深の反射波低減に有効な設定法についても考察する。

2.実験の概要：1) 実験水槽：実験は長さ 28m、幅 1m、高さ 1.25m の 2 次元造波水槽を用いて行った。

2) 模型堤体：図－1 に示すような垂下板二重式防波堤の実験模型を用いた。ここに、それぞれ前後の遊水室幅を B_1 , B_2 、垂下板吃水深を d_1 , d_2 とする。

ここでは、前後の遊水室幅と吃水深の組み合わせとして、表－1 に示す Case1 の場合と、それに比べて B_1 , d_1 を小さくした Case2 の場合の 2 種類を採用した。なお、実験縮尺は 1/12 である。3) 実験条件：実験で用いた水深 h は 42cm と一定にし、入射波高 H は 6cm, 12cm の二種類、周期は 0.9～2.5s の範囲内から選定した。4) 算定方法：本研究では、中村・井手²⁾による、隅角部からの渦流れの発生に起因するエネルギー逸散を近似的に考慮する減衰波理論による算定を行った。このとき、減衰波領域は垂下板から反射側へ入射波長の 1/8 までの範囲を、鉛直方向には、水位表面から水底までとした。

3.反射波の特性：図－2 は、Case1 のときの、反射率 Cr の実験結果と算定結果を示す。図中では周期に関するパラメータとして、 $(B_1+B_2)/L$ が用いてある。この図から、 Cr の実験値は、 $(B_1+B_2)/L=0.13$, 0.24 付近

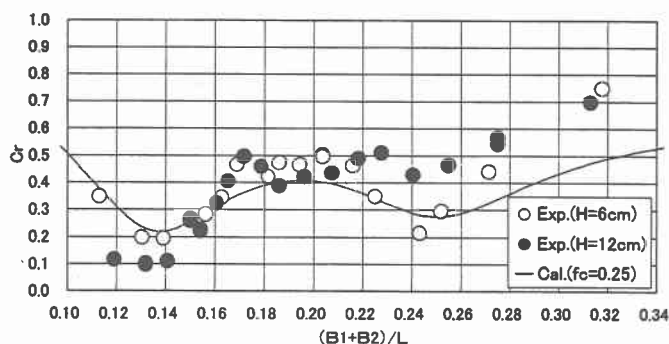


図－1 二重式構造の模型

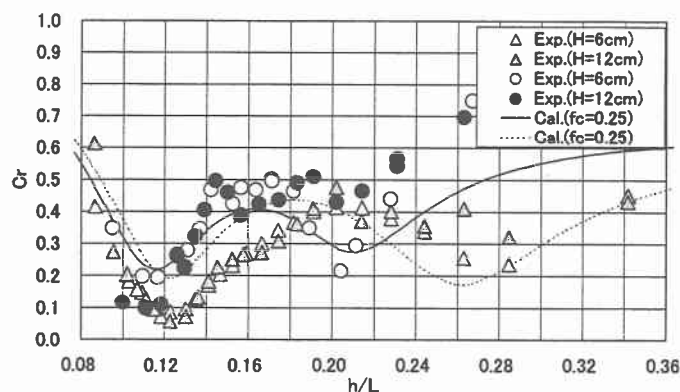
表－1 模型条件

Case	B_1	d_1	B_2	d_2	h
Case 1	21	21	29	29	42
Case 2	15	15	32	29	42

unit : cm

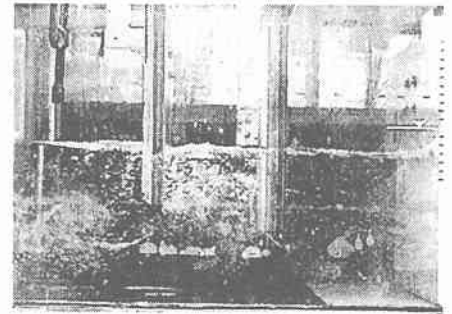
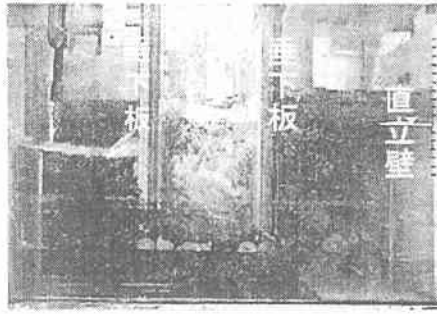


図－2 二重式構造のときの反射率 Cr
(Case1: $B_1=d_1=21$ cm, $B_2=d_2=29$ cm)



図－3 反射率 Cr の比較

の2箇所では極小となる。そして、 Cr が0.5以下となる条件は、 $0.1 < (B1+B2)/L < 0.26$ とかなり拡大しており、二重式構造にすることの有用性が認められる。また、短周期側で極小となる条件において、波高が高い場合では Cr が大きくなる傾向が確認できる。



順流時

逆流時

写真-1 垂下板下端部での渦流れ ($(B1+B2)/L=0.14$)

次に、図-3より、Case1とCase2

の実験結果、算定結果を比較することによって、前後各々異なる遊水室幅、垂下板吃水深としたときの影響について検討した。横軸には、共通した比較が行えるように周期に関する無次元量として水深・波長比 h/L が採用してある。この図から、Case1よりも、Case2のように前側の $B1$ 、 $d1$ の組み合わせを小さくすることにより、 $(B1+B2)/L$ の大きな短周期側で Cr の一旦極小となる条件が、より短周期側へ移行し、有効周期帯がさらに拡大できることがわかる。また、これらの

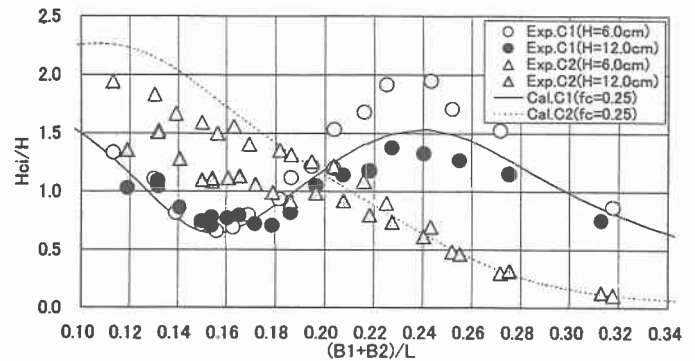


図-4 各遊水室内における波高の変化
(Case1: $B1=d1=21\text{cm}$, $B2=d2=29\text{cm}$)

図から、反射率 Cr の極小となる周期条件は、減衰波理論を用いた算定結果ではほぼ推定できることがわかる。

4.反射波の低減機構について: 写真-1は、図-2で反射率が最小となる条件下($(B1+B2)/L=0.14$)での順流時、逆流時における渦最大発達時の流況を示す。これらの写真より、順流時、逆流時ともに明確な渦が形成されることが確認できる。このことから、板下端部より形成される大規模な渦流れの発生により効果的に反射波エネルギーが逸散されていると考えられる。

図-4は、各遊水室内における平均波高 H_{ci} ($i=1, 2$) の $(B1+B2)/L$ による変化を示す。図中では入射波高 H との比で表してあり、下添字1が前面の遊水室、2が後面の遊水室の結果に対応する。

この図より、周期が順次長くなると、まず規模の小さい前面の遊水室内での波高 H_{c1} が増大し、その後、規模の大きい後面の遊水室内の波高 H_{c2} が増大することがわかる。そして、前面遊水室の波高 H_{c1} は、後面遊水室の波高 H_{c2} がピークを示す付近でも再度増加しており、前後の遊水室内で共通して波高増大が生じることが推測できる。

反射率との関係に着目すると、各遊水室内の波高がある程度大きくなると反射率が低下するなど、遊水室内の波高増大が反射率の低減とある程度関係することがわかる。そして、より詳細には単一垂下板の場合と同様に、垂下板前後面における水位変動の位相差について考慮する必要があるが、これについては割愛したい。

5.まとめ

1) 直立壁前面に垂下板を二枚設置した二重式構造にすると、前後の遊水室幅・垂下板の吃水深の組み合わせにより、固有な二箇所の波周期で反射率は極小となり、反射波の低減に有効な周期帯を有意に拡大できる。また、反射率の極小となる周期条件は、減衰波理論により推定が可能である。

2) 前後遊水室幅・垂下板吃水深の組み合わせは、前側を後側よりも $1/2$ 程度に小さくするほうが、より短周期側で反射率が低減でき、有効周期帯の拡大に効果的である。

参考文献: 1) 中村・神野(1999): 渦流れの増大現象を利用した反射波低減工について、四国支部技術研究会講演概要集 pp110~111 2) 中村・井手(1997): 波の逸散現象を利用した隅角物体まわりの波変形と作用波力の算定法、海洋開発シンポジウム, pp177~182