

Ⅱ-12 渦流れの増大現象を利用した反射波低減工について

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
愛媛大学工学部 学生員 ○神野 充輝

1. はじめに：本研究では、鉛直堤など不透過壁の前面に垂下板を設置するという非常に簡単な工夫により、反射波を低減する工法を提案する。具体的には不透過壁と垂下板で一部遮へいされた遊水室内でのピストンモードの波浪共振を利用して、板下端部での渦流れの増大現象を引き起こし、反射波エネルギーを効果的に逸散させようとするものである。ここでは、①反射波に及ぼす垂下板の吃水深及び遊水室幅の影響、②遊水室内での波浪の共振現象に伴う垂下板下端部での渦流れの実態と反射率との関係に着目した反射波の低減機構などについて検討する。

2. 実験装置及び実験方法：1)実験装置：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。実験に用いた堤体模型を図-1に示す。また、遊水室幅 $B=21\text{cm}$ 、 29cm 、垂下板の吃水深 $d=21\text{cm}$ 、 29cm 、と変化させて、それに伴う反射波の特性を検討した。なお、垂下板は上部よりの片持ち梁構造で支持されており、背後の直立不透過堤にはコンクリート板を用いた。2)実験条件：実験で用いた水深 h は42cmと一定にし、堤体模型に作用せしめた入射波は、波高が6cm、12cmの2種類、周期 T は0.85～2.00secの範囲の中から選定した。3)算定方法：本研究では、中村・井出¹⁾による、隅各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した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。

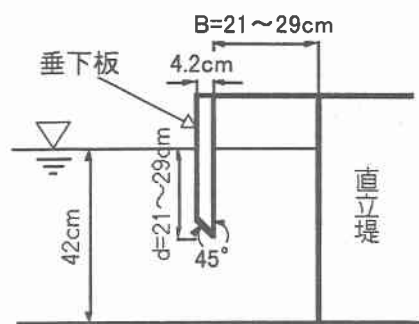


図-1 垂下板式の反射波低減工の模型

3. 反射波の特性：図-2は、反射率 C_r の実験結果及び算定結果の代表例を、遊水室幅と波長の比(B/L)による変化で示す。このとき、実験模型の遊水室幅 $B=29\text{cm}$ 、垂下板の吃水深 $d=21\text{cm}$ である。この図から反射率は特定の B/L の条件下で一旦低下することがわかる。本研究では、その他の条件の検討などから、垂下板の吃水深及び遊水室幅を大きくすると、反射率が極小となる B/L の条件は長周期側へ移行することを確認している。

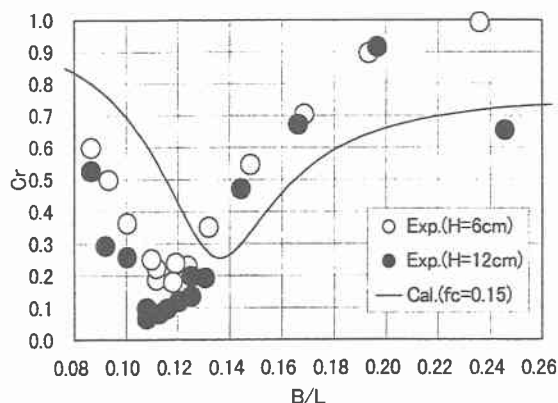


図-2 垂下板式の反射波低減工の反射率 C_r

4. 反射波の低減機構について：写真-1は、反射率が極小となる周期条件下における垂下板下端部での渦流れの状況を示す。このとき、垂下板の反射側及び遊水室側ともに明確な渦流れが形成された。なお、反射率の高い短周期の条件下では、垂下板の反射側のみに小さな渦が形成されることが確認されており、反射波の低減には

板下端部で形成される渦流れの規模が寄与していることが判明した。

次に、本実験における周期条件では、遊水室幅 B が波長 L より比較的短い条件であり、実験結果からも遊水室内における波高の空間分布は、ほぼ平坦なピストンモードの波面形状になっていることが確認されている。

図-3は、遊水室内の平均波高の B/L による変化の実験結果及び算定結果を示す。この図より、波条件が長周期になるにつれて、遊水室内の平均波高 H_c が増加していることがわかる。このとき、反射率が極小となる $B/L=0.12$ 付近での H_c は極大ではないが比較的大きな値となる。

図-4は、垂下板前後面での水面変動の位相差を示す。この図より、長周期になるにつれて板前後面での水面変動の位相差は小さくなっている。また、反射率が極小となる条件下での位相差はほぼ 90° であることが確認できる。

このように、渦流れの増大現象及びそれに伴う反射波の低減には、遊水室内の波高や垂下板前後での水位変動の位相差が関係していることが判明した。

5. まとめ

1)鉛直堤など不透過壁前面に垂下板を設けることで、反射率が0.1~0.2程度と効果的に反射波が低減できる。そして、反射波が効果的に低減できる周期条件は、遊水室幅及び吃水深を大きくすると長周期側へ移行する。2)現在、港湾などで数多く利用されている縦スリット防波堤と比較すると、本研究で採用した構造形式では半分程度の遊水室幅で効果的に反射波が低減できる。3)反射波の低減機構として、遊水室におけるピストンモードの波浪共振により、垂下板前後での水位変動の位相差が生じ、垂下板下端部で渦流れが形成され反射波エネルギーが逸散され则认为られる。

参考文献：1)中村孝幸・井手義彦(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 2)岩田好一郎(1980)：消波構造物による波の反射と透過、1980年度水工学に関する下記研修会講義集、ppB6-1~B6-18

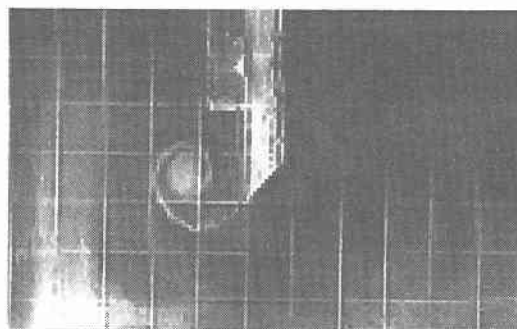


写真-1 垂下板下端部での渦流れ

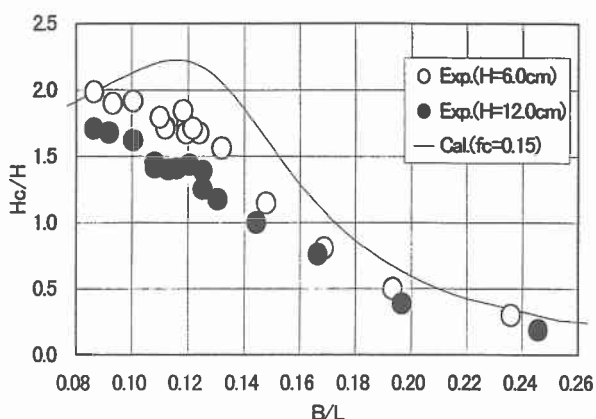


図-3 遊水室内の平均波高の周期による変化

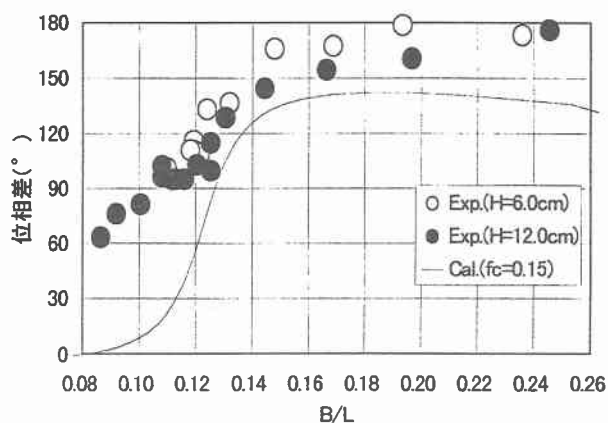


図-4 垂下板前後面での水面変動の位相差