

異吃水三重壁式防波堤の効果と断面設定法について

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
愛媛大学大学院 学生会員 久保田 二郎

1. まえがき

従来、透過波のみならず反射波の低減も可能な杭式防波堤としては、異吃水の二重壁式防波堤¹⁾や前面壁を傾斜版列とする二重式防波堤²⁾などがある。これらの防波堤は、主に瀬戸内海などの内海で卓越する比較的短周期の風波などを対象にしている。ここでは、外洋性波浪であるうねりなど比較的長周期の波に対しても制御効果が発揮できる杭式防波堤の開発を目指す。このとき、構造体は図-1に示すような異吃水三重壁式防波堤とし、二つの異なる遊水室でのピストンモード波浪共振を生起して堤体下端部での渦形成によるエネルギー逸散を利用して反射、透過波を低減する。

2. 実験装置および実験方法

実験は堤体模型の各カーテン壁の吃水深と遊水室幅を図-1に示す記号を用いて表-1のように6種類に変化させて行い、反射、透過率を測定した。なお、これらの模型堤体は現地スケールの約1/20の縮尺を想定している。実験には長さ28m、幅1m、高さ1.25mの2次元水槽を用いた。この水槽の一端には造波装置が、他端には碎石よりなる勾配1/5の消波工が設置されている。また実験で用いた水深 h は75cmと一定にし、模型堤体に作用させた入射波は波高 $H=10$ cm、周期 T は0.8~2.6秒の範囲の規則波である。

3. 反射波の低減特性

図-2、図-3は異吃水三重壁式防波堤でそれぞれ第一、第二遊水室の諸元に着目するときの反射率 Cr の波長吃水比 $L/d3$ (L :波長)による変化を示す。これらの図から、二重式カーテン防波堤で見られた特定の条件下での反射率の極小値が、異なる二箇所の周期条件で現れ、より広範囲の周期帯で反射波を低減できることが分かる。そして図-2より、短周期側に見られる反射率の極小値は、入射波方向から見て一番目のカーテン壁の吃水深 $d1$ と前側の遊水室の幅 $B1$ に主に依存していることが分かる。また図-3より、長周期側に見られる反射率の極小値は二番目のカーテン壁の吃水深 $d2$ と後側の遊水室の幅 $B2$ に主に依存していることが分かる。

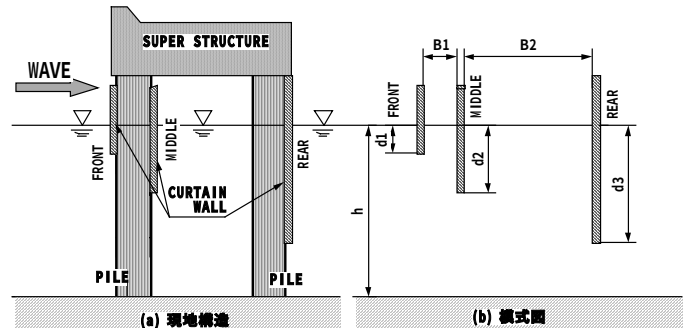
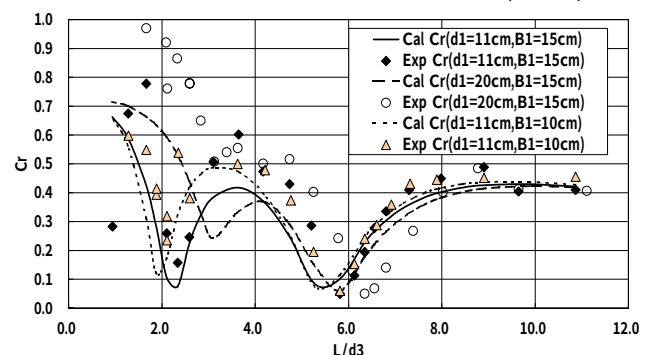
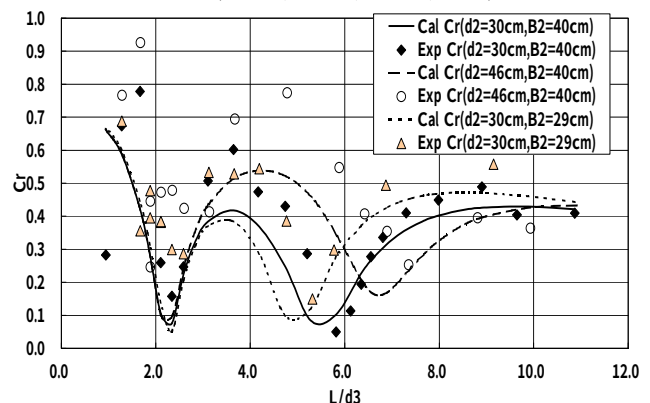


図-1 異吃水三重式カーテン防波堤

case	h	d1	d2	d3	B1	B2
1	75	11	30	60	15	40
2	75	20	30	60	15	40
3	75	11	30	60	10	40
4	75	11	46	60	15	40
5	75	11	30	60	15	29
6	75	11	30	50	15	40

表-1 各ケースの堤体模型寸法(unit:cm)

図-2 $d1, B1$ を変化させたときの反射率 Cr
($d2=30$ cm, $d3=60$ cm, $B2=40$ cm, $fc=0.2$)図-3 $d2, B2$ を変化させたときの反射率 Cr
($d1=11$ cm, $d3=60$ cm, $B1=15$ cm, $fc=0.2$)

キーワード：長周期波制御、三重壁式、断面設定法 連絡先：〒790-8577 松山市文京町3番 愛媛大学工学部

4. 透過波の低減特性

図-4は、透過率 C_t の波長遊水室幅比 $L/(B_1+B_2)$ による変化を示す。この図から、透過率は入射波方向から見て二番目、三番目のカーテン壁の吃水深 d_2 、 d_3 に主に影響を受けることが分かる。特に d_3 を深くすると長周期側に対して透過率は低下することから、透過率は堤体の後方壁の吃水深に大きく影響されることが分かる。しかし後方壁の下部開口長を小さくすると、透過堤の特長である海水交換機能が低下する可能性があり注意する必要がある。

5. 吃水深 d と遊水室幅 B の設定法

ここでは中村ら³⁾が紹介している垂下版式反射波低減工に対する断面特性長を用いた遊水室諸寸法の設定法を参考に三重壁式防波堤の設定法を考察する。図-5は d_2 、 B_2 を一定として第一遊水室の断面特性長を $l_f = \sqrt{d_1 \cdot B_1}$ として、また図-6は d_1 、 B_1 を一定として第二遊水室の断面特性長を $l_r = \sqrt{d_2 \cdot B_2}$ として、それぞれ $Cr-L/l_f$ 、 $Cr-L/l_r$ の関係の実験結果および算定結果を示す。この結果、反射率は d や B の寸法に関係なく、特定の L/l のとき一旦低下することが分かる。その値は L/l_f 、 L/l_r の場合共に10程度である。このことから、消波対象波の波長を算出すれば堤体断面の各寸法を効率よく求めることができる。第三カーテン壁の吃水深 d_3 は、中村⁴⁾によって行われている単一カーテン壁の模型実験の結果と類似する傾向があることから、単一カーテン壁のときに得られる透過波の制御効果を想定して設定すればよいと考えられる。

6. 結語

(1)異吃水三重壁式防波堤は、沖側から見て第一および第二カーテン壁の吃水深と二つの遊水室幅に依存して、反射波が有意に低減する波周期は異なる二条件で現れる。また、透過波については、第二カーテン壁と第三カーテン壁の吃水深に依存して低下する傾向が見られ、特に第三カーテン壁の吃水深により強く影響を受ける。

(2)個々の遊水室についてその前面壁の吃水深と遊水室幅の積の平方根を代表長に用いると、それと波長の関係を考慮して比較的簡単に各断面寸法を推定できる。

参考文献

- 1)中村孝幸・神川裕美・河野徹・楨本一徳(1999)：海洋工学論文集、第46巻、pp786～790 2)中村孝幸・高木伸雄・中山哲蔵・河野徹・菊池一郎(2002)：海洋開発論文集、第18巻、pp347～351 3)中村孝幸・神野充輝・久保勝太(2002)：海洋開発論文集、第13巻、pp311～315 4)中村孝幸(1984)：第31回海岸工学講演会論文集、pp512～516

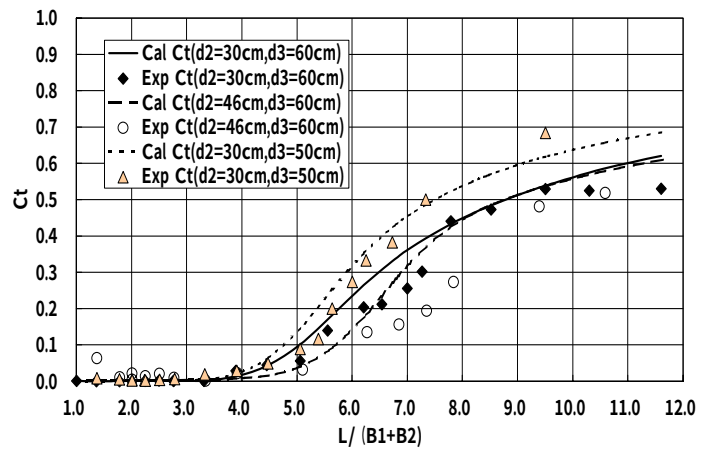


図-4 d_2 、 d_3 を変化させたときの透過率 C_t
($d_1=11\text{cm}$, $B_1=15\text{cm}$, $B_2=40\text{cm}$, $f_c=0.2$)

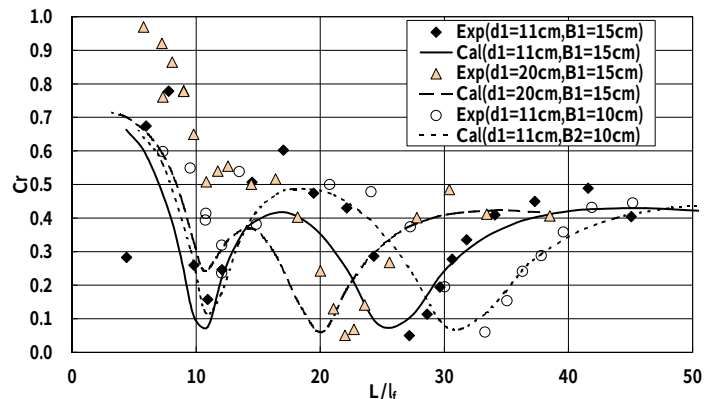


図-5 L/l_f による反射率 Cr の変化
($d_2=30\text{cm}$, $d_3=60\text{cm}$, $B_2=40\text{cm}$, $f_c=0.2$)

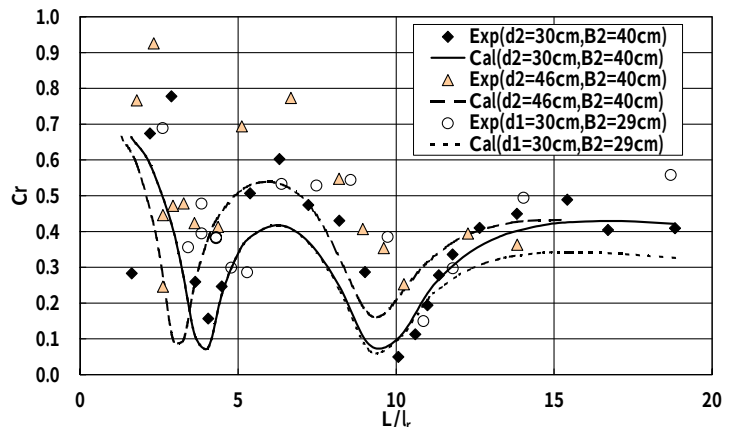


図-6 L/l_r による反射率 Cr の変化
($d_2=30\text{cm}$, $d_3=60\text{cm}$, $B_2=40\text{cm}$, $f_c=0.2$)