

直立消波護岸における透過壁と遊水部の機能

井島 武士*・奥蘭 英明**・湯村 やす***・牛房 幸光****

1. はし が き

最近、直立の消波構造物について種々の研究開発が行われているが、それらは壁体の厚さの影響が十分考慮されておらず、いまだ不十分な点が多い。著者らは遊水部をもつ直立消波防波堤および護岸について理論解析と実験を行ってきたが^{1)~3)}これは比較的幅が広い透過壁体の背後に適当な幅の遊水部を設けることにより直立壁面をもちかつ全体幅が狭いにもかかわらず波長の長い波に対して有効な消波効果をもたらすものである。

これは所定の形状寸法において最小の反射率を示す周期の存在によるのであるが、この特性は遊水部の幅のみならず、透過壁体部分の断面形状、壁厚、空隙率、空隙形状等によって左右されるものと考えられる。

そこで今回は、消波性能のより高い構造形式の開発を目的として、透過壁体および遊水部の断面形状を変化させた場合の影響について検討を行った。

2. 実験装置および方法

高さ 60 cm, 幅 100 cm, 長さ 22 m と高さ 80 cm, 幅 80 cm, 長さ 22 m の 2 つの 2 次元造波水路において透過壁体部分として厚さ 40 mm の合板に径 5.0 cm の水平孔をあけたもの(空隙率 $V=0.33$)と粒径 40 mm ~ 60 mm の碎石を金網の枠に詰めたもの($V=0.53$)を用い、遊水部後壁には厚さ 22 mm の合板を鋼材により固定したものを用い、さらに板と水路壁間からの漏水には十分注意をはらって実験を行った。

有孔壁を用いた場合は水深 $h=40$ cm, $\sigma^2h/g=0.3$, 0.5, 0.7 (σ : 周波数, g : 重力加速度), 入射波高 $H_0=4.6$ cm 碎石の場合は $h=50$ cm, $\sigma^2h/g=0.5$, $H_0=6.7$ cm として背後の合板を移動することにより遊水部の幅を変化させ抵抗線式波高計を用いて Healy の方法により反射率を測定した。

3. 遊水部をもつ護岸の断面変化による影響

(1) 透過壁体を 2 重壁とした場合

図—1 は透過壁を 2 重とした場合の実験値で間隔 d_1 を隔てて 2 つの透過壁 l_1 , l_2 , さらに d_2 を隔てて不透過壁がある時 $\sigma^2h/g=0.5$ の波が作用したときの d_2 の変化による反射率 K_R の様子を全堤体幅 X/h を横軸に取って示したものである。

$l_1/h=l_2/h=0.1$ (一定) とすると, $d_1/h=0.1, 0.2, 0.6, 1.0$ に対してそれぞれ最小反射率を与える最適遊水部幅が存在する。この最小反射率は d_1/h が 1.0 から 0.1 まで小さくなると共に小さくなり, その遊水部幅も狭くなるに従って X/h も狭くすすむようになる。そして, $d_1/h=0.2$ および 0.1 に対しては反射率はほとんど同じ値を示し, その最小反射率の値も 0.15 程度と小さくなり最も消波効果が良いことがわかる。しかし, $d_1/h=0.0$, すなわち l_1, l_2 の壁体を一体化した場合には K_R は 0.3 程度までしか低下せず前者に比べて消波効果は減少する。

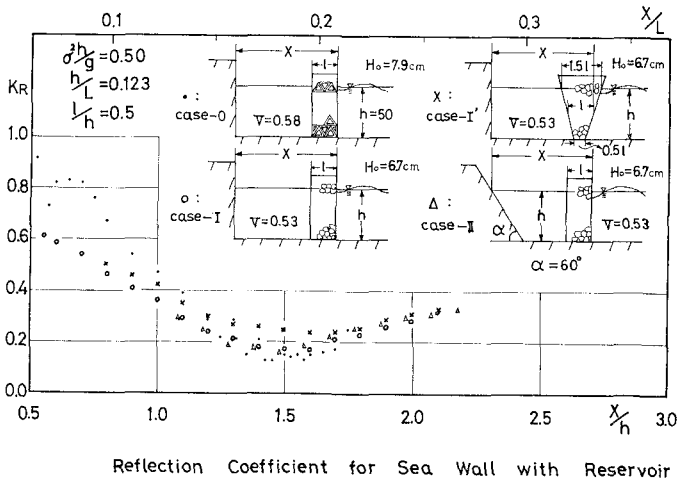
さらに ($d_1/h=0.0, l_1/h=0.4, l_2/h=0.0$) は, ($d_1/h=0.0, l_1/h=l_2/h=0.1$) の場合の壁厚を 2 倍にした場合に相当するが, $X/h=1.2$ 付近で K_R は多少低くなる程度で消波効果の向上は見られない。このことから透過壁体は一体とするよりも, これを 2 重の透過壁とする ($d_1/h=0.2, l_1/h=l_2/h=0.1$) 方が, 消波効果ははるかに良いことがわかる。

これは 2 重にすることにより透過壁前後面での噴流に伴う渦損失エネルギーが増大するためと考えられ, 厚い壁として一体化するよりも効果的となるからである。

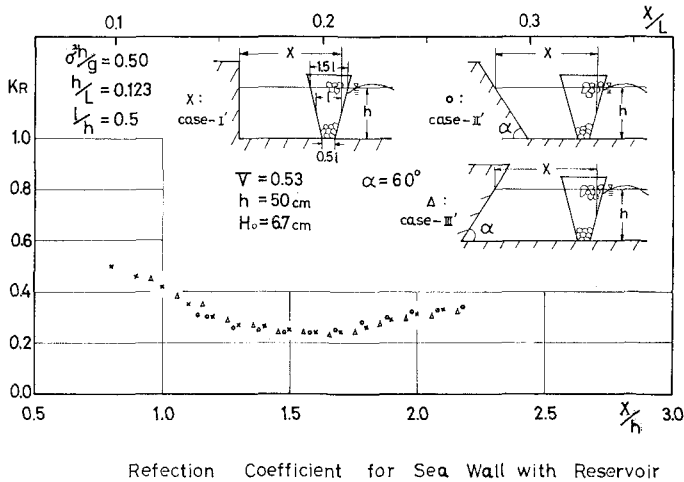
さらに $\sigma^2h/g=0.3, 0.7$ の場合に対して実験を行い, また長波近似解法⁴⁾による計算を行った結果, 上記のことが確かめられた。

さらに ($d_1/h=0.2, l_1/h=l_2/h=0.1$) の場合 $\sigma^2h/g=0.3, 0.5, 0.7$ に対する実験結果により, 最小反射率の値は周期の減少とともに低下し, この 2 重の透過壁をもつ護岸は周期の短い波に対しても有効であることが確かめられた。

* 正会員 工博 九州大学教授 工学部水工土木学教室
 ** 正会員 九州大学助手 工学部水工土木学教室
 *** 文部事務官 九州大学工学部水工土木学教室
 **** 文部技官 九州大学工学部水工土木学教室



図—3



図—4

次に case-I と I' を比べると実験では逆台形よりも矩形の方がより小さな反射率を示しており、図—2 で示した計算値と比較すると $X/h \geq 1.5$ で同じ傾向を示している。この違いは計算の際使用した V と μ/σ の値が過当でなかったためと考えられる。また、 $\sigma^2 h/g = 0.5$ より周期の短い波に対しては energy flux が水面付近に集中することにより case-I' の方が反射率が低くなることが予想される。

(4) 遊水部後壁を傾斜させた場合

図—3 の case-I と II において横軸が X/h であるから遊水部の全断面積は case-II の方が狭いにもかかわらず、図—2 の計算値と同様の傾向が現われている。すなわち、case-II の方が最適遊水部の水面幅は同じであるが断面積は狭くてすみ、消波効果も良く有効な護岸といえる。

図—4 は透過壁断面が逆台形で後壁を鉛直および前後

にそれぞれ 60° ずつ傾斜させた 3 ケースの実験値である。空隙率 $V=0.53$ 、入射波高 $H_0=6.7$ cm で他の実験条件は図—2 の計算例と同一である。この場合、3 ケースともほとんど同程度の値を示すが、その傾向は計算値と良く一致している。すなわち case II', I', III' の順で最適遊水部幅が狭い。

4. む す び

透過壁断面と遊水部後壁の傾斜角について、今回は 1 ケースの実験だけを示したが、これらの変化により当然消波効果は異なるはずである。遊水部後壁に傾斜をもたせる方法はかなり有効であると考えられ、今後さらに理論解析と実験を進める予定である。

参 考 文 献

- 1) 井島武士・奥菌英明・湯村やす・坂井久雄：遊水

- 部をもつ直立消波防波堤と護岸, 第19回海講論文集, pp. 185—192, 1972.
- 2) 井島武士・奥蘭英明・坂井久雄: 2層透過性または遊水部をもつ直立消波護岸の理論と実験, 第20回海講論文集, pp. 71—77, 1973.
- 3) 井島武士・奥蘭英明: 透過壁体の流体抵抗と直立消波防波堤への適用, 第22回海講論文集, pp. 507—511, 1975.
- 4) 井島武士・奥蘭英明・湯村やす: 直立消波防波堤と護岸に関する研究——二重透過壁をもつ護岸について——, 昭和49年度西部支部研究発表会論文概要集, pp. 131—134, 1975.
- 5) 井島武士・周 宗仁・吉田明德: グリーンの公式による2次元境界値問題の解析, 土木学会論文報告集第252号, pp. 57—71, 1976.
-