

2重透過壁を有する鉛直消波岸壁の消波効果について(1)

大阪大学工学部 正会員 榎木 亨
 大阪大学工学部 正会員 ○岩田 好一朗
 大阪工業大学 学生員 栗田 秀明

1. 結言：近年、消波効果を有する鉛直岸壁(護岸)が注目を集め、この種の岸壁形状の開発とその消波特性について実験的・理論的な検討が加えられてきている。著者らは、2重の透過壁(図-1参照)を有する鉛直消波岸壁を取り挙げて、岸壁の反射率と遊水部内の不透過壁面での水位変動について理論解析を行なったので、本論ではその結果とその計算結果の数例について報告する次第である。

2. 理論解析：解析方法は著者のうち榎木・岩田が既に示した複素ベクトル表示を用いる方法である。図-1に示す前面透過壁と後面不透過壁間での反復反射と考えて、無限の反復反射により生じる波を線型的に加えると、消波岸壁の反射率 δ_R^* と遊水部内の無次元水位変動 $|R_H^*/H|$ はおのおの式(1)と式(2)で与えられる。

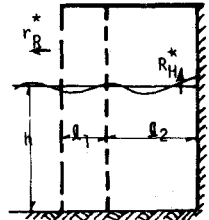


図-1 消波岸壁

$$\delta_R^* = \left| \frac{\alpha_1 \alpha_2 \delta_{R1} \delta_{R2} \delta_{R3} \delta_{T1} \delta_{T2} \delta_{T3} \left(\frac{1}{1 - \alpha_1^2 \delta_{R2} \delta_{R3}} \right) + \alpha_1^2 \alpha_2^2 \delta_{R1} \delta_{R2} \delta_{R3} \delta_{T1} \delta_{T2} \delta_{T3} \left(\frac{1}{1 - \alpha_2^2 \delta_{R1} \delta_{R2}} \right) \left(\frac{1}{1 - \alpha_1^2 \delta_{R2} \delta_{R3}} \right)}{1 - \alpha_1^2 \alpha_2^2 \delta_{R1} \delta_{R2} \delta_{R3} \delta_{T1} \delta_{T2} \delta_{T3} \left(\frac{1}{1 - \alpha_2^2 \delta_{R1} \delta_{R2}} \right) \left(\frac{1}{1 - \alpha_1^2 \delta_{R2} \delta_{R3}} \right)} \right| \quad (1)$$

$$\left| \frac{R_H^*}{H} \right| = \left| \alpha_1 \alpha_2 \delta_{R1} \delta_{R2} \delta_{R3} \delta_{T1} \delta_{T2} \delta_{T3} \left(\frac{1}{1 - \alpha_1^2 \delta_{R2} \delta_{R3}} \right) \left(\frac{1}{1 - \alpha_2^2 \delta_{R1} \delta_{R2}} \right) \left(\frac{1}{1 - \alpha_1^2 \delta_{R2} \delta_{R3}} \right) \right| \quad (2)$$

なお、上式で、 H は入射波高、 δ_{Rj} は反射率、 δ_{Tj} は透過率、 α_j は減衰率、 $j=1$ は不透過壁での値、 $j=2$ は岸側透過壁での値、 $j=3$ は岸側透過壁での値、 $\rho=1$ は透過壁間での値、 $\rho=2$ は岸側透過壁と不透過壁間での値、上つきーは複素ベクトルを示す。

3. 計算例：ここでは、 $\delta_{R2} = \delta_{R3}$ 、 $\delta_{T2} = \delta_{T3}$ 、反射波と透過波の入射波に対する位相のずれが同一特性を有する透過壁を2重に用いる場合を取りあげてその計算結果について述べる。著者らは、 $\delta_{R2} = \delta_{R3} = 0.1 \sim 0.5$ 、 $l_1/L = 1/32 \sim 9/32$ 、 $(l_1 + l_2)/L = 1/32 \sim 9/32$ の範囲に対して式(1)、式(2)の値を計算した。このうち $\delta_{R1} = 1.0$ (完全反射)として、 $\delta_{R2} = \delta_{R3} = 0.1, 0.3, 0.4$ と $(l_1 + l_2)/L \leq 9/32$ の範囲で示すとおのおの図-2~図-4となる。なお、 l_1 は図-1に示すように透過壁間距離、 l_2 は岸側透過壁と不透過壁間距離である。また、 $(l_1 + l_2)/L > 9/32$ は工学的な面からは遊水部長 $(l_1 + l_2)$ が長くなり経済的でないため論議の対象としない。これによって以下の論議は全て $(l_1 + l_2)/L \leq 9/32$ の範囲である(L は水深 h での波長)。図-2~図-4から判明するよう、反射率 δ_R^* と遊水部内の不透過壁面上の水位変動 $|R_H^*/H|$ は $\delta_{R2} = \delta_{R3}$ 、 l_1/L 、 $(l_1 + l_2)/L$ の値に左右される。このうち δ_R^* については、著者らの計算範囲($\delta_{R2} = \delta_{R3} = 0.1 \sim 0.5$)では、 l_1/L と δ_R^* の関係はほぼ、 $\delta_{R2} = \delta_{R3} = 0.25 \sim 0.50$ と境にして著るしく異なり、 $\delta_{R2} = \delta_{R3} \leq 0.20$ (本論では図示されていない)では同一の $(l_1 + l_2)/L$ に対し l_1/L が小さいほど、 δ_R^* が小さくなるのに対し

$\alpha_{R2} = \alpha_{R3} \geq 0.4$ では差は h_1/L が小さいほど α_{R2}^* が大きく、透過壁の反射率と透過壁間距離の岸壁の反射率に及ぼす効果は大きい。(なお、図-4の $(l_1+l_2)/L \leq 3/32$ では h_1/L が小さければ、 α_{R2}^* が小さくなるがその差は小さくほぼ等しいと考えてよい)。一方、不透水壁面での水位変動 $|R_1^*/H_1|$ は上述の α_{R2}^* と異なり、同一の $(l_1+l_2)/L$ に対し、 h_1/L が小さいほど $|R_1^*/H_1|$ は小さくなり、この傾向は透過壁の反射率には関係ない。また $|R_1^*/H_1|$ は透過壁の反射率が大きい方が小さく、これによって遊水部内の水位変動を小さくするには透過壁の反射率を大きくすればよいといえる。一方、反射率 α_{R2}^* を小さくするには、 $|R_1^*/H_1|$ と異なり、最適な透過壁の反射率を見いだす必要がある。この値はほぼ $\alpha_{R2} = \alpha_{R3} \approx 0.30$ 近傍の値と推定されるが、著者らは厳密には求めていないのでこの点については今後明らかにしたい。図-2~図-4には一重の透過壁に対する α_{R2}^* と $|R_1^*/H_1|$ の値も比較のために同時に示されている。2重透過壁の反射率 α_{R2}^* は $\alpha_{R2} = \alpha_{R3} \geq 0.2$ では図-2にも示されているように一重透過壁の場合より小さく、2重壁にする方が反射率低減に都合がよい。一方、 $\alpha_{R2} = \alpha_{R3} \geq 0.4$ になると、 $0 \leq (l_1+l_2)/L \leq 3/32$ の範囲では一重壁も2重壁も大差がないが $3/32 < (l_1+l_2)/L$ では2重透過壁の方が一重透過壁より反射率は大きくなり反射率低減に関しては2重壁にする利点はなくなる。一方、 $|R_1^*/H_1|$ については、図-2~図-4にも示されているように、常に一重壁の場合より2重透過壁にする方が小さくなり、この遊水部内の水位変動を小さくするには2重透過壁にする方が極めて好ましいことは明らかであろう。以上本論では、計算結果のみについて示したため、この計算値の妥当性は水理実験により既に検証しており、この結果については別の機会に報告する。

1) 穂木・岩田：土木学会論文報告集，No.220，1973.

2) 穂木・岩田・森永：才22回海講論文集

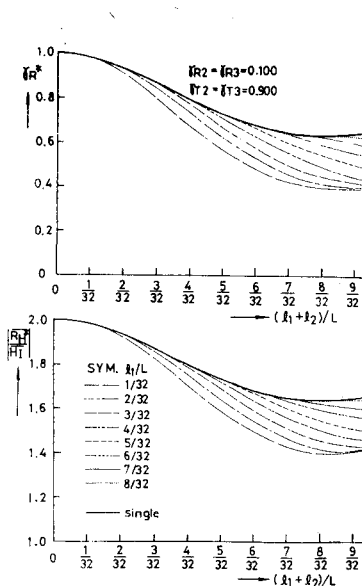


図-2

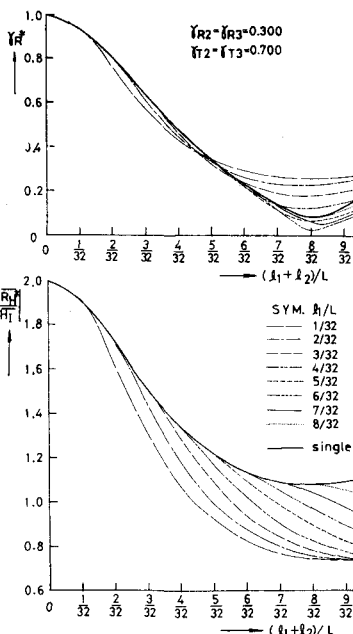


図-3

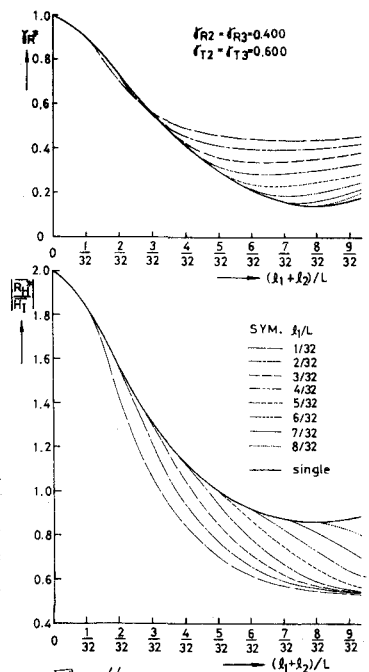


図-4