

遊水室型海水交換防波堤の海水交換量の推定法

(株)安芸建設コンサルタント ○正会員 河野 徹
愛媛大学 正会員 中村 孝幸

1. 目的： 遊水室を有する防波堤は反射波低減，透過波低減（波力低減），海水交換（港内水を排出）の機能が有る．それらの有益な機能を利用したものが既に全国に5箇所建設中或は完了している．これらの機能のうち，海水交換量は数値計算による算出が未解決であり，模型実験によりそれらを確認して設計した．本稿では海水交換量の算定について，中村らの減衰波理論に基づき算定したのでその結果について報告する．

2. 実験模型： 実験は愛媛大学工学部環境建設工学科の長さ，30m，幅1m，高さ1.25mの2次元水槽を用いた．実験模型は図-1に示す堤体断面に加えて，前面カーテンの吃水，通水部高さ，水深などを表-1 TYPE01

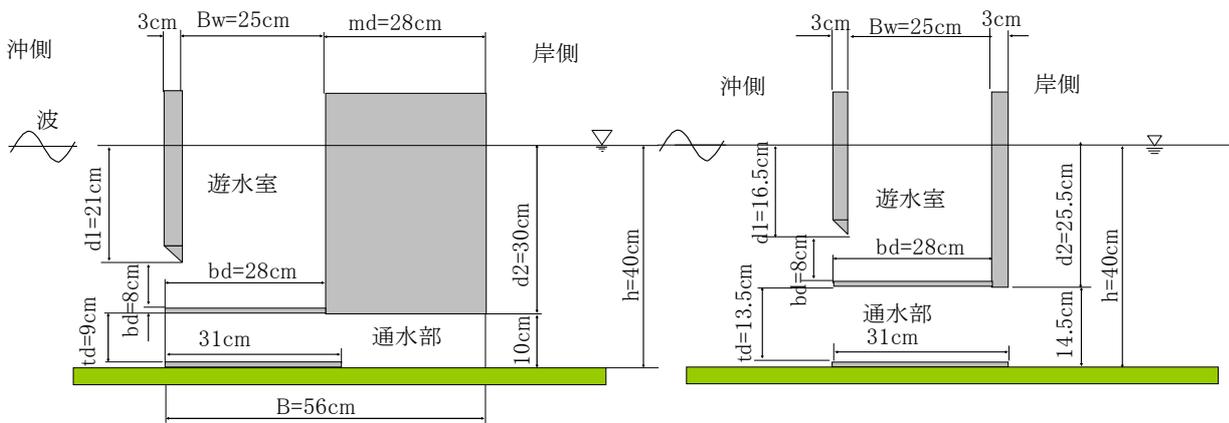


図-1 TYPE01~06,TYPE08 模型

図-2 TYPE07 模型

表-1 TYPE01~TYPE06 & TYPE08 の諸寸法 (cm)

	TYP01	TYPE02	TYPE03	TYPE04	TYPE05	TYPE06	TYPE08
d1	16.5	25.0	17.0	21.0	17.0	19.0	21.0
td	13.5	5.0	5.0	9.0	9.0	9.0	9.0
d2	22.5	34.0	26.0	30.0	26.0	30.0	32.0
h	40.0	40.0	32.0	40.0	36.0	40.0	42.0
md	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0	53.0
B	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	56.0	81.0

~TYPE06 & TYPE08 に示す量に変更したもの，および図-2 TYPE07 に示す杭式遊水室型防波堤に適用される構造の合計8種類について検討した．

実験に使用した波条件は，波高H=5cm, 10cm, 15cmの3種類，周期T=1.3~2.4(s)の範囲で約0.1(s)の間隔とした．模型実験では①反射率，②透過率，③遊水室内

の波高増幅率，④通水部の通水量を測定した．

3. 実験結果： 遊水室構造の機能の中で，反射波の低減割合を示す反射率(図-3)，透過率の算定結果と実験結果が整合することは確認された．しかし海水交換量Qは，それが平均量であるため，理論的な予測が難しく，実験により確認するしか方法がなかった．ここでは遊水室内の波高増幅率に着目して，交換量を整理した．海水交換量は実験波高によりその値がばらつくため各波浪による半周期間の移動水塊量で除して波高,周期のパラツキの影響を少なくした．その結果を図-4に α_2^* として示す．同様にして遊水室内の波高増幅率について整理すると図-5の α_1^* のようになる．これらの無次元係数は，式(1)~(3)で定義される．

$$\alpha_1^* = B_w \cdot \omega \int_0^{T/2} \sin \omega t dt / (HL/2\pi) \cdots (1), \quad \alpha_2^* = V_2 \cdot td \cdot (T/2) / (HL/2\pi) \cdots (2), \quad \alpha_3^* = \alpha_2^* / \alpha_1^* \cdots (3)$$

ここに， α_1^* ：進行波の水塊輸送量に対する遊水室内への流入量の比率， α_2^* ：進行波の水塊輸送量に対する

る通水部の流量の比率, $\alpha 3^*$: 計算値で求めた遊水室への流入量に対する通水部の流量の比率, B_w : 遊水室幅, H_{wc} : 遊水室波高, H : 進行波高, L : 進行波長, T : 周期, V_2 : 通水部平均流速, td : 通水部高さである。

遊水室への流入量の算定は各種の線形抵抗係数(fc)を採用して検討を行った結果, 遊水室内の波高増幅度の実験結果との相関性が高いことが確認された $fc=0.25$ を採用すればよい。各構造物の $\alpha 3^*$ について整理しており, その内 TYPE01 について図-6 に示す

4. まとめ: 遊水室構造は遊水室内の波浪共振を利用する構造である。それらは来襲波浪の波長 L と遊水室幅 B_w の比 L/B_w が大きく影響を及ぼす。反射率については図-3 TYPE01 の反射率 Cr に示す通りで, $L/B_w=9\sim 11$ 付近で反射率 Cr が最小値を示す。海水交換量についても反射率の極小値 $L/B_w=10$ より長周期側ではあるが, 図-6 TYPE01 の $\alpha 3^*$ に示すとおり $L/B_w=13$ 付近で, 実験値が海水交換量の極値を示している。これらの遊水室構造は TYPE08 のように通水部を長くする場合を除き一般的には下記の通りである。

- ① 減衰波理論には $fc=0.25$ を用いて遊水室への流入量を計算すれば, 平均的な海水交換量を計算できる。
- ② 図-5 より遊水室への水塊の平均的な流入出量は減衰波理論で $fc=0.25$ で計算すれば $L/B_w=11\sim 16$ で進行波の水塊輸送量の 70% 程度であり, 実験値との相関性も高いが, 短周期側では実験と計算の相関性は良くない。
- ③ 図-6 より実験結果では海水交換の効率の良い $L/B_w=13$ 付近では最低でも遊水室内の水塊の流入出量の 30% の海水交換量がある。
- ④ 結果的には遊水室構造の防波堤は進行波の水塊輸送量の 16~43% 程度の海水交換量がある。効率の良い条件は $L/B_w=13$ 程度であり, 流れの方向は来襲波浪進行方向とは逆方向の沖向き流れ(港内水排出型)である。
- ⑤ 図-6 に示すように $L/B_w > 13$ の範囲の長周期側で大きな海水交換量がある。現時点ではその説明が十分出来ないが今後その理由を解明し, 効果的に遊水室幅を決定して経済的に海水交換防波堤を建設したい。

参考文献: 中村孝幸, 井手善彦: 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, 海洋開発論文集, 第 13 巻, pp. 177-182. (1997)

河野 徹, 中村孝幸, 浅川典敬, 大川大一: 実海域を想定した港内水排出式海水交換防波堤の効果に関する模擬港湾実験, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp. 591-596. (2008)

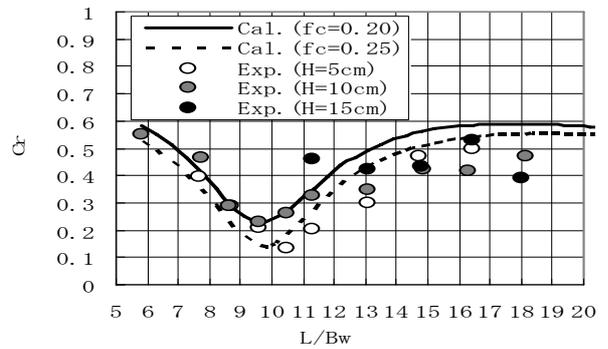


図-3 TYPE01 の反射率 Cr

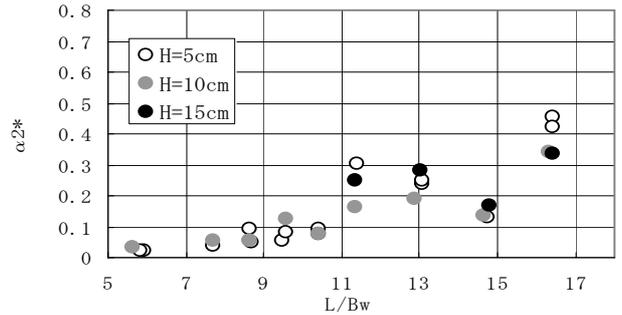


図-4 TYPE01 海水交換量係数 $\alpha 2^*$

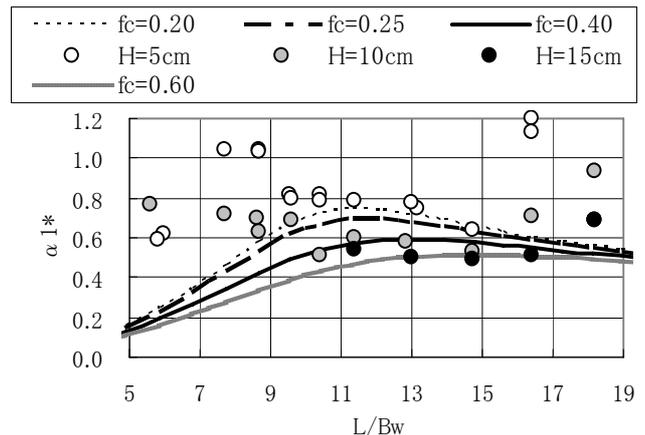


図-5 遊水室内の波高増幅率計算における fc の関係

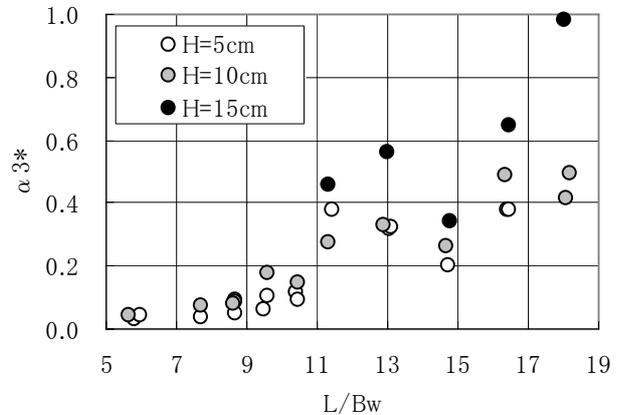


図-6 TYPE01 の $\alpha 3^*$