

遊水室型海水交換防波堤の通水部高さの影響に関する研究

愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
愛媛大学工学部 学生会員 ○兼貞 透

1. まえがき

従来、港湾では、港内の静穏度を重視して外郭施設が配置されてきた。このため、港内外の海水交換が抑制され、港内汚濁が問題となっている。その対策の一つとして、海水交換防波堤などが提案されている。既に著者らの一人¹⁾は、図-1に示す遊水室型海水交換防波堤を提案した。これは、遊水室内のピストンモード波浪共振を利用して、強い渦流を発生させ、冲向きへの平均流を生成するものである。ここでは、以前の研究で明確にされていない通水部高さに着目して、水理模型実験と理論解析により、波浪制御機能と海水交換量について明らかにする。

2. 実験装置および実験方法

実験に用いた模型堤体は、図-1に示す記号を用いて、表-1のように5種類に変化させ、実験を行った。このとき、これらの模型堤体は、現地スケールの1/20程度を想定した。実験には、長さ28m、幅1m、高さ1.25mの2次元水槽を用いており、この水槽の一端には造波装置が、他端には碎石およびヘチマロンよりなる消波工を設置した。また、実験で用いた水深 h は、通水部高さについて検討する際、前面垂下版の吃水深の変化と連動する場合としない場合の2種類を検討するため、32cm, 36cm, 40cmとした。模型堤体に作用させた入射波は、波高 $H=10$ cm、周期 $T=1.0\sim 2.4$ sの範囲の規則波である。

3. 垂下版吃水深の影響

図-2～4は、水深条件を固定して通水部高さ td を変化させるときの反射率 Cr 、透過率 Ct および輸送流量 Q^* の結果を示す。図中では、周期を表すパラメータとして L/Bw （波長遊水室幅比）による変化で示し、反射・透過率については、対応する条件における算定結果についても併せて示す。また、輸送流量 Q^* は、水平流速にそれぞれの代表長を乗じたものを単位幅輸送流量 Q として算出し、進行波による半周期間の移動水塊量 $HL/2\pi$ で除したものである。この際、冲向きへの流れを負として定義している。これらの図より、通水部が狭くなると、反射率 Cr における有効周期帯は、長周期側に移行する。これに関しては、通水部高さの減少に伴い前面垂下版の吃水深が深くなるためである。一方、透過率 Ct は、通水部高さが小さくなると、実験結果、算定結果ともに低下する傾向が見られる。これは、通水部が狭くなることで透過する波のエネルギーが減少するためと考えられる。輸送流量 Q^* は、通水部高さが

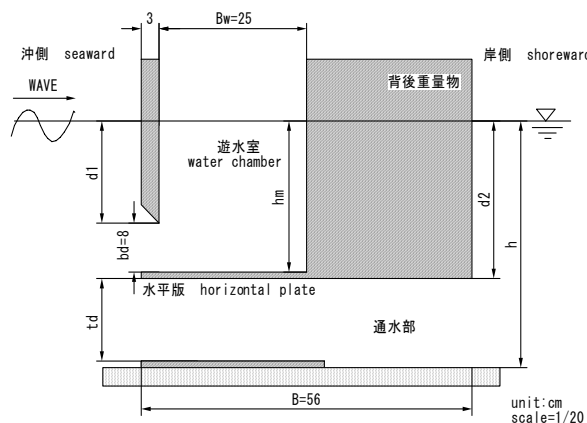
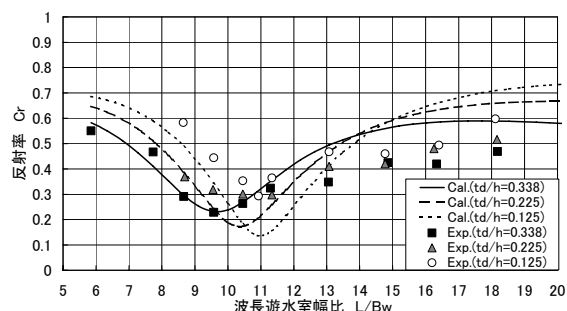
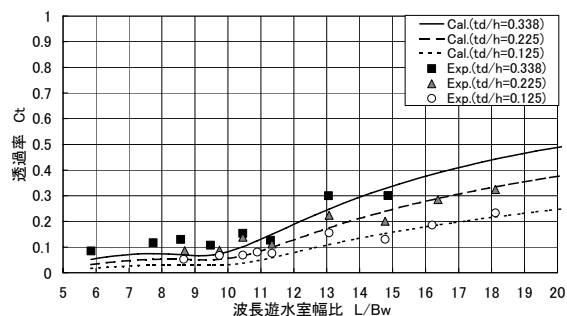


図-1 遊水室型海水交換防波堤

表-1 堤体の諸元

CASE	td(cm)	h(cm)	d1(cm)	hm(cm)	td/h
1	13.5	40	16.5	24.5	0.34
2	9	40	21	29	0.23
3	9	36	17	25	0.25
4	5	40	25	33	0.13
5	5	32	17	25	0.16

図-2 各通水部高さ（垂下版吃水深）のときの反射率 Cr
($h=40$ cm, $H=10$ cm, $td=5$ cm $\sim$ 13.5cm, $hm=16.5$ cm $\sim$ 25cm, $Bw=25$ cm, $fc=0.20$)図-3 各通水部高さ（垂下版吃水深）のときの透過率 Ct
($h=40$ cm, $H=10$ cm, $td=5$ cm $\sim$ 13.5cm, $hm=16.5$ cm $\sim$ 25cm, $Bw=25$ cm, $fc=0.20$)

キーワード：波浪制御機能、海水交換量、通水部高さ

連絡先：〒790-8577 松山市文京町3番 愛媛大学工学部

狭くなると流水面積が減少するため低下する傾向が見られる。しかし、通水部高さ $td=9\text{cm}$ の結果は、 $td=13.5\text{cm}$ のそれとほぼ同程度の海水交換量であり、透過波の低減効果を考え合わせると最適な通水部高さと言える。

図-5 は、既に中村ら(2005)²⁾により指摘されている波長と断面特性長との比を用いて、図-2 の反射率の結果を再整理したものである。ここで、断面特性長は前面垂下版の吃水深 d_1 と遊水室幅 B_w の積の平方根で定義される。図中では、波長として、遊水室の特性に直接的に関係する没水平版上の水深に対応する波長 L_m が用いてある。この図より、通水部高さ（垂下版吃水深）に関係なく、反射率が極小となる条件が L_m と断面特性長の比がほぼ 10 程度であることや周期条件による変化特性が類似してほぼ一律に表せるようになることが分かる。

4. 水深の影響

図-6,7 は、通水部高さを変化しても前面垂下版の吃水深が一定となるように、水深を通水部高さに連動して変化させた場合の反射率 Cr および輸送流量 Q^* の変化を示す。図中では、周期を表すパラメータとして没水平版上の水深に対応する波長 L_m と遊水室幅 B_w の比 L_m/B_w （遊水室内波長遊水室幅比）による変化および L_m と断面特性長 $(B_w \cdot d_1)^{1/2}$ の比の両者により示す。これらの図より、反射率 Cr は、通水部が狭くなっても、それほど変化はみられない。これは、やはり反射波の低減には、遊水室幅が同じときには前面垂下版の吃水深と水平版上の波長が最も強く影響することによるものと考えられる。一方、輸送流量 Q^* は、やはり最も狭い通水部高さの条件のとき、最小値を示すものの、中間的な通水部高さのときには、有意な海水交換量が期待できる。

5. 結語

(1) 遊水室型海水交換防波堤における通水部高さの影響は、堤体の設置水深を一定にして、通水部高さを減じると透過波は低減できるものの、反射波は増大する傾向がみられる。このとき、海水交換量も低下する傾向にある。ただし、通水部高さを水深の 2 割程度に設定すると、その低下度合いは小さく、しかも透過波の遮断効果にも優れることから、望ましい通水部高さと言える。

(2) 遊水室型海水交換防波堤による反射波の低減効果は、遊水室幅と前面垂下版の吃水深で規定される断面特性長と遊水室内の水平版上の水深に対応する波長で支配され、このパラメータを用いることで反射率の周期特性を一律に表現できる。

参考文献

1)中村 孝幸,大村 智宏,榎本 一徳,大井邦昭(2005): 波による渦流れを利用する遊水室型海水交換防波堤の効果的な断面について、海洋開発論文集、第 2 1 巻、pp.541-546 2) 中村 孝幸,小野塚 孝,加藤 孝輔,神野 充輝(2005): 垂下版式反射工の遊水室内における波浪共振の特性と支配パラメータについて、海洋開発論文集、第 2 1 巻、pp.535-540

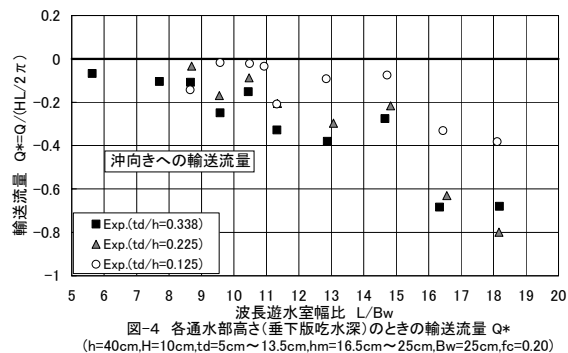


図-4 各通水部高さ(垂下版吃水深)のときの輸送流量 Q^*
($h=40\text{cm}$, $H=10\text{cm}$, $td=5\text{cm} \sim 13.5\text{cm}$, $hm=16.5\text{cm} \sim 25\text{cm}$, $B_w=25\text{cm}$, $fc=0.20$)

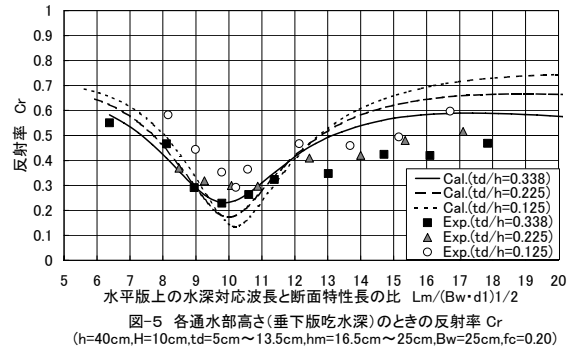


図-5 各通水部高さ(垂下版吃水深)のときの反射率 Cr
($h=40\text{cm}$, $H=10\text{cm}$, $td=5\text{cm} \sim 13.5\text{cm}$, $hm=16.5\text{cm} \sim 25\text{cm}$, $B_w=25\text{cm}$, $fc=0.20$)

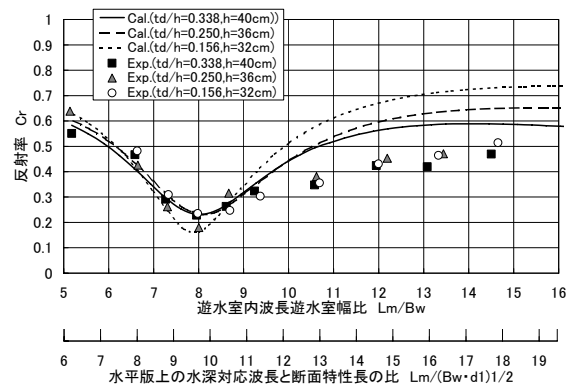


図-6 通水部高さの違いによる反射率 Cr の比較: 設置水深 h は通水部高さに伴ない変化 ($d_1/hm=0.68$, $hm=25\text{cm}$, $d_1=17\text{cm}$ に固定, $H=10\text{cm}$, $td=5 \sim 13.5\text{cm}$, $B_w=25\text{cm}$, $fc=0.20$)

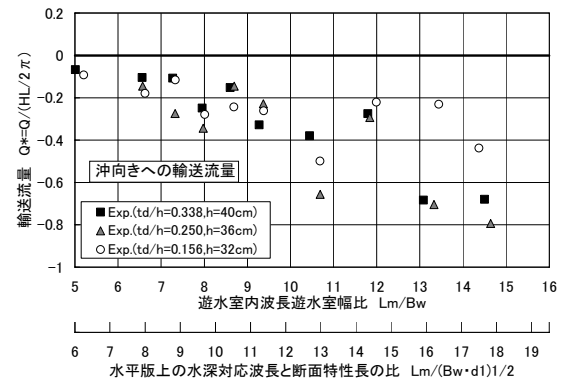


図-7 通水部高さの違いによる輸送流量 Q^* の比較: 設置水深 h は通水部高さに伴ない変化 ($d_1/hm=0.68$, $hm=25\text{cm}$, $d_1=17\text{cm}$ に固定, $H=10\text{cm}$, $td=5 \sim 13.5\text{cm}$, $B_w=25\text{cm}$, $fc=0.20$)