

海水交換防波堤に接続した集水管による湾奥水の吸出し効果

(独立) 水産工学研究所水産土木工学部 正会員 ○大村 智宏
 愛媛大学工学部 正会員 中村 孝幸
 技研興業(株) 正会員 大井 邦昭

1. 目的

既に著者らは、垂下版を前面壁とする遊水室型の海水交換防波堤を提案し、その波浪制御効果や海水交換効果などを検討してきた。その結果、この海水交換防波堤では、遊水室内のピストンモード波動運動を原動力として、垂下版下部からの渦流れの作用により、港内水を港外側へ吸い出す機能があることなどを明らかにした。

ここでは、この吸出し機能を利用して、湾奥部の汚濁水を防波堤に接続した集水管を介して港外側へ送り出す、いわゆる換気扇のような効果を検討したものである。

2. 実験装置および実験方法

実験は、図-1に示す模擬港湾を対象にして実施した。用いた水槽は、水産工学研究所の20m×30mの平面水槽であり、この一端には多方向ピストン型造波機が、多端には消波装置が設けられている。外郭防波堤の一部には、図-2に示す断面の遊水室型海水交換防波堤が5基設置しており、その中央の3基について、図-1、3に示すように、平面台形の集水枡を介して湾奥に伸びる円形パイプ（φ10cm）に接合してある。想定した模型実験の縮尺は、1/15～1/20程度である。

このような集水装置を設けた理由は、パイプ先端部が湾奥部の汚濁負荷水域に相当するものとして、その海水を集水装置により、海水交換防波堤を動力源として港外側に排水することを想定したことによる。簡単に言うと、海水交換防波堤が換気扇に相当する。

実験では、パイプの中央部に電磁流速計を設置して管内流速を測定した。また、台形枡の中央に位置する海水交換防波堤の通水部にも3台の電磁流速計を設置して海水交換量が観測できるようにした。

上記のような平面波浪場での実験に加えて、図-2に示す海水交換防波堤の水理学的な特性を知るため、図-1に示す平面水槽内に別途に擬似2次元水路を構築して、断面2次元実験も行った。作用波の条件は、平面実験とほぼ同様の条件を用いた。

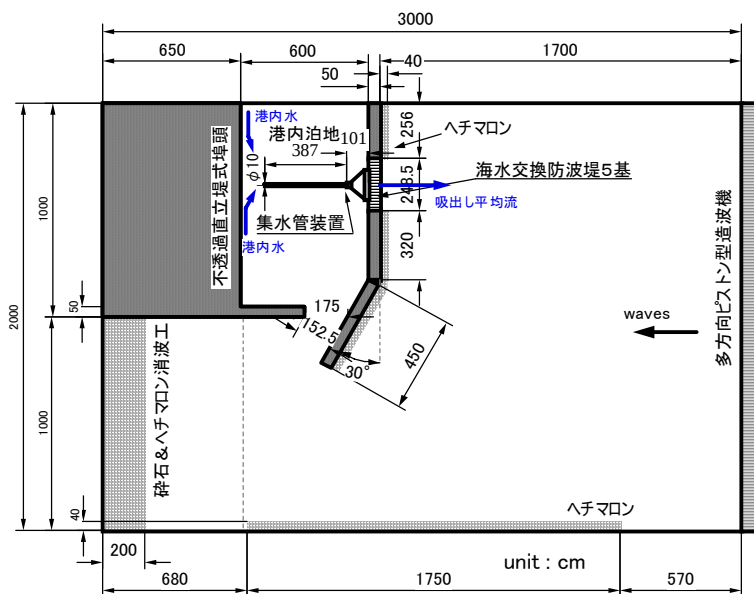


図-1 水槽概要および港湾モデル諸元(縮尺1/20程度)

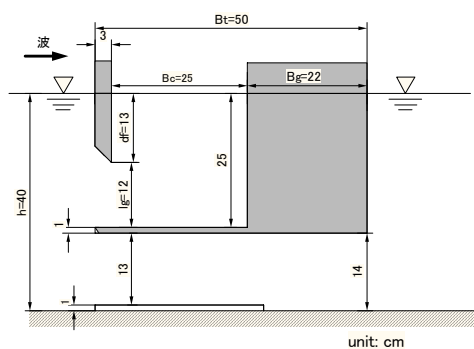


図-2 垂下版式の遊水室型海水交換防波堤の断面

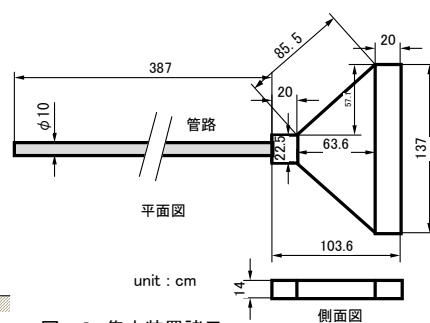


図-3 集水装置諸元

キーワード 選択水域海水交換, 集水装置, 湾奥, 遊水室型防波堤, 海水交換防波堤

連絡先 〒314-0421 茨城県鹿島郡波崎町海老台 TEL0479-44-5936

3. 海水交換防波堤の効果

図-4は、図-2示す海水交換防波堤による反射率 Cr と透過率 Ct の結果を波長・堤体幅比 L/Bt の変化で示す。図中には、実験結果に加えて、著者らの一人による減衰波理論による算定結果についても併せ示す。

この図から、反射・透過率は、実験範囲内の波条件下では両者共にほぼ 0.5 以下と十分な波浪制御効果を有することが認められる。また、減衰波理論による算定結果は、実験結果とほぼ一致していることも確認できる。 L/Bt が 4 付近で反射率が極小となるのは、既に報告されているように遊水室内のピストンモード波浪共振に関して、垂下版下部からの渦流れの増大現象による。

図-5は、このときの防波堤下部通水部を介しての海水交換量（平均輸送流量） Q を同様にして示す。図中で、海水交換量 Q は、波運動による半周期間の移動水塊量 $HL/2\pi$ で除した無次元流量で示す。

この図に見られるように、海水交換量 Q は港内から港外へ向かう冲向き流れであり、上述したように港内の任意地点の汚濁水を換気扇のように吸出すことが可能になる。そして、海水交換量は、波運動による半周期間の移動水塊量の約半分以上に相当する量であるなど、非常に効果的であることが分かる。特にこの傾向は、反射率が極小となる周期条件より長周期側で顕著になることが認められる。

4. 集水装置による海水交換量

図-6は、集水管の管軸方向の時間平均流速と管断面積を用いて求められる平均輸送流量（一波当り） q を示す。ただし、図中では、この q を堤体のユニット幅 l_0 で除して堤体の単位幅当りの流量に換算した後に、図-5と同様の無次元化を行ってある。この図と図-5を比較すると、流量的には1/5程度とかなり減少することが分かる。これは、集水装置による流体抵抗が大きことや防波堤と集水装置の柵との接合部の密閉度が十分でないためと考えられる。このように海水交換の効率はかなり低下するものの、集水装置を用いることで、港奥の任意位置の水塊を港外に吸い出すことが可能であることが判明した。今後は、集水装置の改善等を行い、より効率的な港奥部に対する海水交換が行えるように検討を進めて行きたい。

5. 結語

垂下版を前面壁とする遊水室型の海水交換防波堤では、港内水を港外へ吸い出す機能があるため、集水装置を取り付けることにより、港奥の汚濁水塊を港外に排出することが可能である。ただし、効率的な交換を可能にするには、集水装置の流体抵抗を減じるような工夫が必要である。

＜参考文献＞大村智宏他：下部通水式海水交換防波堤の波浪制御効果に及ぼす通水路の影響について，海洋開発論文集，Vol. 19, pp547-552, 2003.

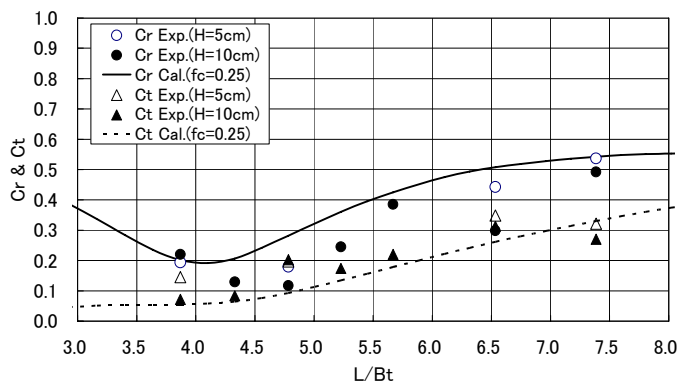


図-4 海水交換防波堤の反射率 Cr と透過率 Ct

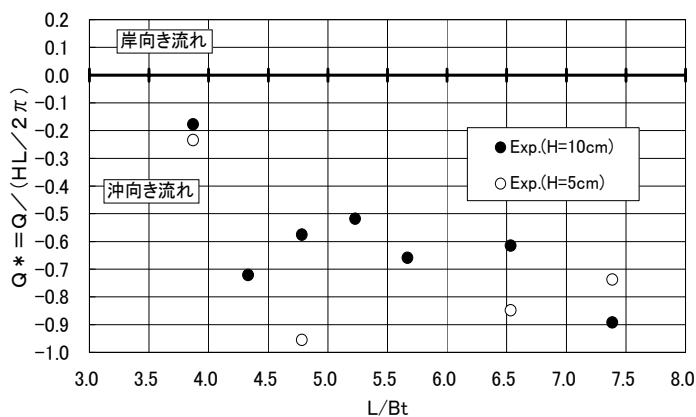


図-5 波一波当りの平均輸送流量 Q

