

II-309 海水交換機能をもつ防波堤に関する実験的研究

五洋建設機技術研究所 正会員○道下 勲
正会員 国栖広志

1. まえがき

港湾水域などの閉鎖された海域では停滞水の水質悪化が指摘されている。従来、港湾水域を対象とした海水交換機能を有する防波堤としては、通水管の出入口における形状損失を利用したものや整流弁を用いたもの¹⁾など数例が提案されているにすぎない。本研究は、波の作用を利用し、港内静穏度を確保しながら港湾水域の海水交換を促進することを目的として、新たに提案する3種類の構造物について海水交換特性と波高伝達特性を水理実験により検討したものである。

2. 対象構造物

図-1および表-1は、本研究で対象とした構造物およびそれらの構造諸元を示したものである。堤体寸法は現地諸元で幅15m、高さ20mに対して、縮尺1/30の値である。各構造物とも数ケースの予備実験から以下の諸元を選定した。TYPE-1は港外側に設けた斜面越流部を越えた波を一旦越流部背後の貯水槽に溜め、水頭差により港内に導水するものである。斜面越流部の天端高は、通常波浪を考慮して3.3cm（現地諸元1m）とした。TYPE-2は港外側の波の圧力によって生じる遊水部と港内側との水頭差によって港内に導水するものである。遊水部隔壁天端の水没水深は、潮汐による水位変動を考慮して、常に水没するように5cm（現地諸元1.5m）とした。TYPE-3は平面的に取れんさせた導水部により通水管上の水位を上昇させ、その水頭差により港内に導水するものである。より多くの水量を得るために堤体の港外側断面は斜面とし、波が引くときに通水管からの逆流を減少させる目的で、水深が2cm（現地諸元0.6m）の位置まで斜面頂部を延長した。

3. 実験方法

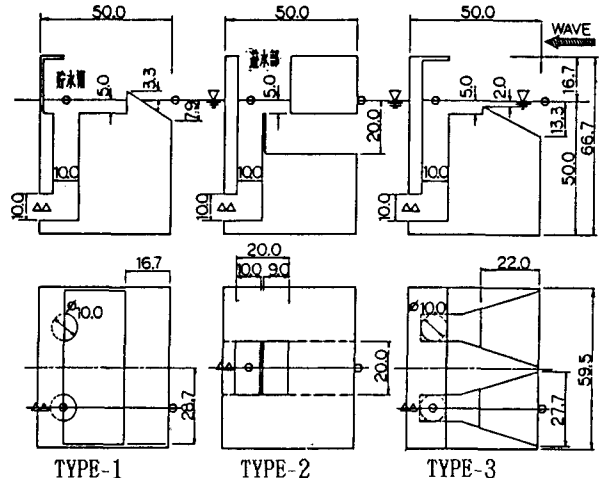
流入水量は図-1に示すように通水管出口から管内側2.5cmの位置にプロペラ流速計を、港内側1.3cmの位置に超音波流速計を設置して求めた。通水管出口流速は、入射波の周期と一致した振動流となるが、本研究では入射波1周期間の平均流速から流入水量を計算した。また、同時に堤体前面の水位、通水管上の水位を測定した。伝達波高は港内側3.0mの位置で3本の波高計により測定した。実験波は規則波であり、その諸元は表-1に示す通りである。

4. 実験結果

図-2は周期1.28s、波高6.7cmの場合の各構造物の堤体前面水位、通水管上水位および通水管出口流速の同時記録を例示したものである。通水管出口流速については、先に述べた2ヶ所の記録を比較した結果、若干のばらつきはあったが、ほぼ同等の値が得られたため超音波流速計の結果を用いた。図-3は次式で定義される流入率 Q/Q_0 および波高伝達率

表-1 実験条件

	TYPE-1	TYPE-2	TYPE-3
堤体寸法 (cm)	b 50.0 × h 66.7 × L 59.5		
排水管断面積 (cm ²)	78.5	200.0	78.5
一周期の排水管数 (本)	2	1	2
排水管空開率	0.34	0.14	0.21
周期 (sec)	0.91, 1.28, 1.64, 2.19		
波高 (cm)	3.3, 6.7, 10.0, 13.3		
水深 (cm)	66.7		
マウンド水深 (cm)	50.0		



△流速測定点 ○水位測定点 (単位; cm)

図-1 対象構造物

Ktを、波形勾配をパラメータとして、相対水深 $2\pi h/L_0$ に対して描いたものである。

$$Q/Q_0 = V \cdot T \cdot A / (H \cdot L \cdot B / 2\pi)$$

ここに、Q ; 入射波1波当たりの流入水量
 Q₀ ; 入射波1波の水量
 V ; 入射波1周期間の平均流速
 A ; 通水管断面積
 H ; 波高 T ; 周期 L ; 波長
 B ; 有効堤体長
 (TYPE-1:28.7cm TYPE-2:20.0cm TYPE-3:27.7cm)

(1) TYPE-1 Q/Q₀は0.01~0.18で全体的に流入率は小さい。これは、入射水量のかなりの部分が越流部に遮られており、実際に貯水槽に流入する水量が少ないためと考えられる。周期別に見ると、Q/Q₀は長周期波ほど小さい。長周期波の場合、短周期波に比べ入射水量は多いが、一時的に多量の水量が越流しても貯水能力や通水能力に限界があるため、港外側に排出される余剰水が増加することになり、Q/Q₀が小さくなる。Ktは0~0.07と小さい。

(2) TYPE-2 Q/Q₀は-0.04~0.96の範囲で大きく変化している。 $2\pi h/L_0=3.22$ の場合には、通水管出口でほぼ完全な往復流となったため、Q/Q₀は-0.04~0.04であった。一方 $2\pi h/L_0=1.64$ の場合には、図-2の同時記録にも見られるように、遊水部の水面変動振幅は堤体前面のそれよりも大きい。これは遊水部の自由振動周期が入射波の周期に近いために起こる共振現象によるものと考えられる。また、通水管出口流速の正側の継続時間が長いためQ/Q₀は大きくH/L<0.015のときに流入水量は入射水量とほぼ等しくなっている。Ktは0~0.18であり、 $2\pi h/L_0=1.0$ でやや大きい。

(3) TYPE-3 Q/Q₀は0.05~0.34で長周期波ほど小さい。図-2の同時記録でも通水管上水位は、堤体前面水位より大きくなっており、収れん作用による集水効果が認められた。しかし、通水管出口流速は通水管上水位が下がる時に増加しており、また通水管の通水能力にも限界があるため、実際には港外側に排出される水量も多く、この傾向が長周期波ほど顕著であったと考えられる。Ktは0.02~0.14でありTYPE-2と同程度であった。

5. あとがき

本研究の結果、海水交換特性については、TYPE-2で遊水部の自由振動周期を入射波の周期に一致させることにより、かなりの流入水量が期待できることがわかった。波高伝達率は全タイプとも低く、防波堤としての機能を損なわないと言える。

〔参考文献〕

1) 岡本博・森下敏夫 海水交換機能を持つ弁式有孔堤について 第32回海講論 1985 pp540 ~ 544

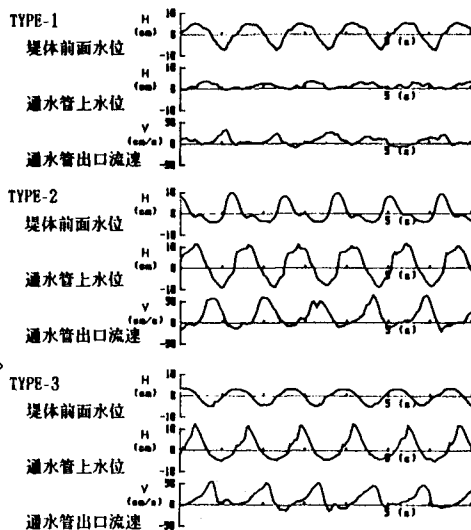


図-2 同時記録(T=1.28s, H=6.7cm)

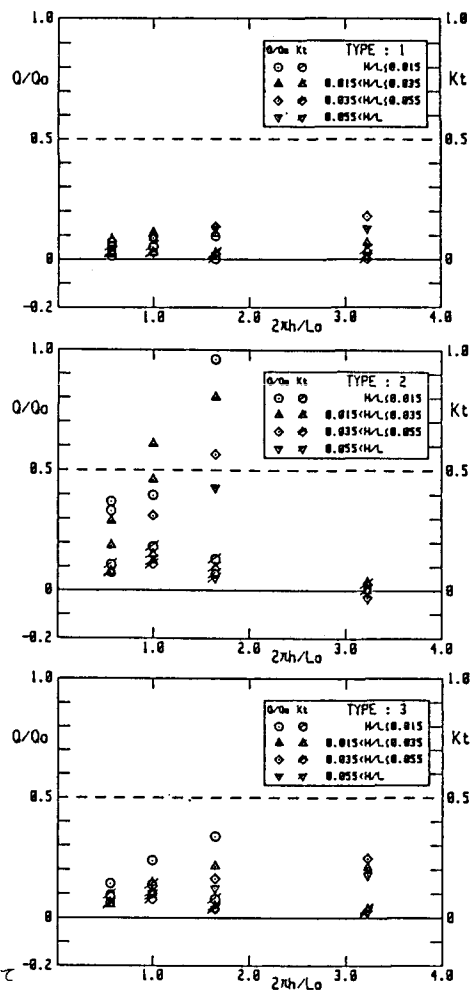


図-3 流入率と波高伝達率