

II-254 空気密閉式カーテンウォール堤の反射率低減に関する模型実験

清水建設（株） ○（正）大山 巧 （正）清川 哲志
建設省土木研究所 （正）宇多 高明 （正）村井 禎美

1. はじめに

清川ら¹⁾は、従来の2枚のカーテンウォール堤の上部に床版を取付け、カーテンウォール間の空気を密閉した空気密閉式カーテンウォール堤を提案し、波の反射、透過特性を線形ポテンシャル理論に基づいて求めている。そして通常用いられる波周期の領域では、同じ堤体幅、喫水をもつ従来のカーテンウォール堤に比べ、透過率を低くできることを明らかにした。しかしこの構造体自体は、基本的には波のエネルギーを逸散させるものではないため、透過率を低くできる反面、反射率が高くなる傾向があり、構造物からの反射波が問題になる場合には直接適用することができない。本研究の目的は、この空気密閉式カーテンウォール堤に反射率低減のための構造を付加することにより、低透過、低反射を満足する構造物を開発することにある。

2. 消波のメカニズム

本研究で対象とする付加構造とは、図-1に示すような空気室前面に水平に設置された消波板（多孔板）および堤体上に波を乗り上げさせるB・Dシステム²⁾と称される構造である。このうち前者は、カーテンウォール前面での水粒子運動の乱れを利用するものである。すなわち、一般に反射率が大きい場合にはカーテンウォール前面に重複波が形成され、この付近の水粒子はカーテンウォールに沿った上下運動が卓越することになる。したがって、この運動方向に直角な水平方向に消波板を設置することにより、反射波エネルギーを効率的に逸散できると考えたわけである。また後者の構造については、すでに越波防止工として実施された例²⁾もある。これは、堤体上に乗り上がった水塊の運動方向を上部床版上で変化させることにより生じる乱れおよび堤体上から外海へ排水する際の乱れによるエネルギー損失を利用するものである。本報は、これらの反射率低減のための付加構造の効果に関して、水理模型実験により得られた主な結果を報告するものである。

3. 実験方法

(1) 実験装置と波浪諸元：実験には、建設省土木研究所の全長142m、幅0.6m、高さ1.4mの造波水路を用いた。水路床の形状および反射波と透過波の測定位置は、図-2に示すとおりで、水深0.4mの水平床上に模型を設置した。また反射率は、入射波分離による方法により求めた。実験の縮尺は1/25を想定し、波浪条件は周期 T が1.2~2.8sec(実スケールで6.0~14.0sec)、入射波高 H_0 が4.0~16.0cm(実スケールで1.0~4.0m)の範囲にある規則波11ケースを設定した。

(2) 構造タイプの選定：本実験では表-1に示す5種類の構造タイプを設定した。表中、 ϵ は消波板の空隙率である。ただし、消波板はいずれも空隙率を0.3、枚数を3枚とし、一番下の消波板はカーテンウォール下端部に、一番上の消波

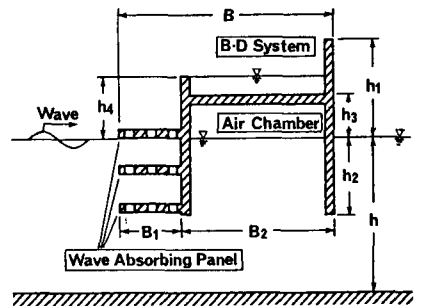


図-1 基本的な構造形式

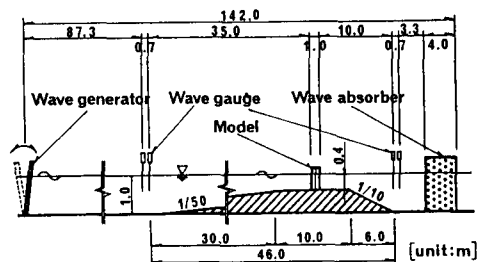


図-2 実験に用いた水路の形状

表-1 構造タイプの設定 ($h = 0.4$ m)

構造タイプ	構造条件	空気室の条件	一定としたパラメータ
AIR 1	$B_1/h = 0.2$ $B_2/h = 1.0$ $h_4/h = 0.4$	密閉	$B/h = 1.2$
AIR 2	0.2 1.0 0.4	開放	$h_1/h = 0.4$
AIR 3	0.2 1.0 0.2	密閉	$h_2/h = 0.5$
AIR 4	0.5 0.7 0.4	密閉	$h_3/h = 0.15$
AIR 5	0.5 0.7 0.2	密閉	$\epsilon = 0.3$

板は静水面上に配置した。また、空気を密閉しないAIR2では、上部床版に幅20cmの通気孔を設けている。これらのタイプは、①堤体前面の消波板による反射率低減効果の検討（AIR1とAIR4の比較）、②B・Dシステムによる反射率低減効果の検討（AIR1とAIR3、AIR4とAIR5の比較）、③密閉型と開放型の特性比較（AIR1とAIR2の比較）を目的に設定した。ただし、本報では③についての結果は省略する。

4. 堤体前面の消波板による反射率低減効果

消波板の幅 B_1 を変化させたAIR1とAIR4の反射特性の比較を図-3に示す。ただし、全堤体幅 B を両者で一致させた関係で、空気室の幅 B_2 はAIR4の方が30%小さい。図中、 L は水深0.4mにおける入射波長である。この図から、反射率 K_R は消波板の長いAIR4の方が全てのケースで低くなり、その効果は相対的に短周期側（ B/L が大きい方）で、より顕著に現れていることがわかる。ただし、長周期側では消波板の短いAIR1の反射率自体が低いため、結果としてAIR4の反射率は周期変化に対して均された特性になっている。この場合のエネルギー損失は、主に消波板の孔から発生する剝離渦によるものと考えられるが、波面勾配が急になると、波面が上昇する際一番上の消波板と波面との間に瞬間的に空気が閉じこめられ、その空気を巻き込みながら波面が変動するようになる。また、透過率 K_T に関するAIR1とAIR4の比較を図-4に示すが、この図からわかるように両者で大きな差はない。したがって、消波板の長いAIR4の方が効率よく波のエネルギーを逸散できるといえる。

5. B・Dシステムによる反射率低減効果

図-5は、 $B_1/h=0.2$ 、 $B_2/h=1.0$ の条件のもとで、B・Dシステムを用いたAIR3と用いない（波を堤体上に乗り上げさせない）AIR1について反射率の比較をしたものである。この図からわかるように、波が乗り上がる $H_0=8.0\sim 16.0\text{cm}$ の場合、 K_R はいずれもAIR3の方が小さくなっている。また透過率については、両者でほとんど差がなく図-4に示す値とほぼ同様であった。B・Dシステムによるエネルギー逸散は、堤体上での流体の乱れおよび戻り流れの際の乱れによって生じるわけであるが、これらの乱れの規模は、空気室の幅、乗り上げる水塊の量、堤体前面に形成される重複波と戻り流れの位相差等により複雑に変化すると考えられる。ただし図-5からわかるように、反射率の低減効果は全体的にさほど顕著ではない。

6. おわりに

空気密閉式カーテンウォール堤に付加的な構造として設けた、水平な消波板およびB・Dシステムの反射率低減効果を実験的に検討した。その結果、特に消波板の幅 B_1 を $B_1/h=0.5$ とした場合、反射波エネルギーは効率的に逸散できること等がわかった。なおこれら模型実験の詳細は、参考文献3)を参照されたい。

1) 清川哲志・大山 巧：空気密閉式カーテンウォール堤による反射・透過特性と内部空気圧の調節による波浪制御，土木学会論文集，No.375，pp.271～280，1986。 2) 酒匂敏次ほか：土木工学大系 35，彰国社版，pp.203～204，1978。 3) 土木研究所資料，No.2454，1987。

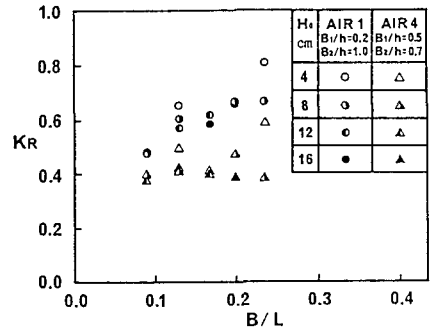


図-3 消波板の長さによる反射特性の変化

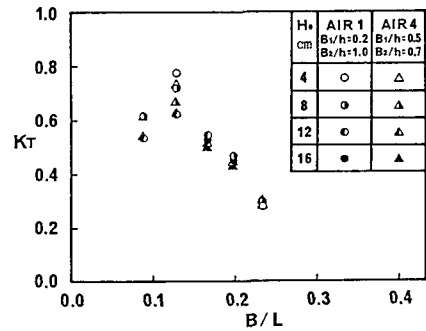


図-4 消波板の長さによる透過特性の変化

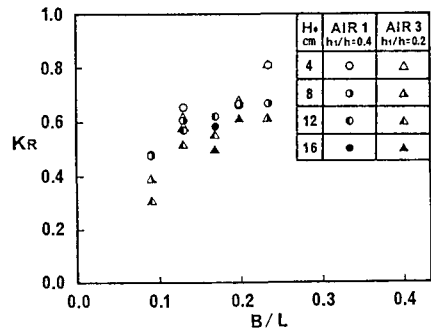


図-5 B・Dシステムによる反射特性の変化