

大阪大学工学部 正員 榎木 亨
 大阪大学工学部 正員 後野 正雄

1. まえがき : ポンツーン型浮防波堤と呼ばれる係留浮体構造物による波高減衰機構は主として次の事項に基くと考えられる。(1)堤体による反射,(2)堤体運動による発生波と入射波の相互干渉効果,(3)越波・発生渦等によるエネルギー逸散, ここで発生波と入射波との相互干渉効果の減衰機構とは堤体運動のHeavingとSwaying, Rollingの発生波の堤体両面での位相のずれにともなう波高減衰を意味するものであって, この機構は浮体構造物特有のものといえよう。しかしながら単純な形状を有する浮防波堤においてこの効果にともなう波高減衰が期待できるのは井島らの一連の研究に見られるように限られた周波数を有する波に対してのみであり, 種々の周波数から構成される現地の不規則波に適用できるかどうか疑問が残る。そこで本研究ではポンツーン型浮防波堤を2重床版とし, その部分に有孔部を設け, この有孔部における水の流動により上述の発生波と入射波の干渉効果にともなう波高減衰効果を期待するとともに流動にともなうエネルギー逸散による消波効果をねらった新しい型の浮防波堤を提案し, 特にその消波効果について調べたものである。

2. 実験方法 : 実験に用いた有孔床版型浮防波堤モデルを図1に示す。

実験においては有孔部面積比(有孔部面積/床版部面積) ϕ を5種類に変化させ, 入射波特性の変化にともなう波高減衰効果を検討した。実験水槽は本学設置の二次元造波水槽(27 \times 1.5 \times 2.0m)を用い, 水深は1.5mで一定とした。また堤体の吃水も17 \times mで一定とし浮力の調整には発泡スチロールを用いている。なおこの場合の係留は堤体運動への影響が少なく自由浮体に近い運動を行ないうるワイマーによるOpen Typeの弛緩係留とした。本実験に先立ち予備実験を行ない波長堤体幅の比L/Bが7より大きい場合殆んど消波効果が表われないことを確かめた。そのため本実験においては消波効果が顕著であるL/Bが2~7について行なった。入射波の比水深は0.4~1.50の深海波領域で波形勾配0.025~0.120の波である。

3. 実験結果とその考察 : A. ϕ による透過率 K_T の変化 浮防波堤の消波効果は透過率 K_T (透過波高/入射波高)によって表わされる。図2はこの透過率 K_T とL/B, ϕ との関係を表わしたものである。この図より K_T はL/Bが小さくなるにつれて減少し, 特にL/B=2.5付近までは直線的に変化している。しかしL/B<2.5においてはその減衰度はにぶってくる。一方 ϕ の変化に注目すると $\phi=0\%$ の場合が他のケースと比較してかなり高い透過率を示し, 減衰効果はよくない。しかし ϕ の増大にともなう波高減衰効果はそれほど大きくはく, 無孔から有孔への効果が卓越している。

B. 群体による消波効果 図2に示した透過率は前述の3つの消波機構があわさって堤体の透過率としてあらわれている。この3つの消波機構のなかで(1)の反射による消波効果を高めるため図1の単体モデルを鉛直方向に重ね, 2段重ね(Double), 3段重ね(Triple)における実験を行ない, 上述の反射による消波効果を明らかにしようとした。図3は単体(Single), Double, Triple における波高減衰の結果

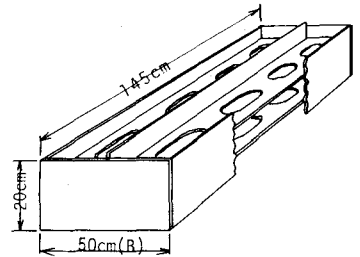


図1 有孔床版型浮防波堤モデル

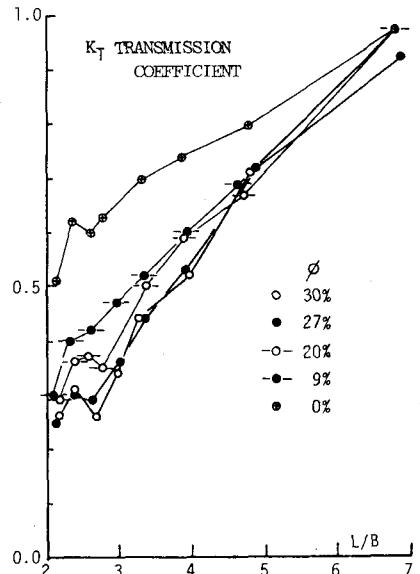


図2 浮防波堤の消波効果

をL/Bとの関係において示したものである。この群体実験において下部の堤体の運動は極めてよく、特に3段に重ねた場合の最下部の堤体は目視観測ではその運動が認められなかった。従って下部の堤体はカーテンウォール同様の働きをするものと考えられる。森平らのカーテンウォールの波高減衰に関する実験曲線によればTripleと単体の入れこみ深さの相違による消波効果にかなりの差違を生じているが、本実験においては図3に示すように単体群体による透過率には明確な差違はほとんど認められない。これは群体の場合でも最上部の堤体の運動が単体とほぼ同じであり、堤体が運動することによって一帯にその運動が水粒子運動に近ければ近いほど堤体による反射にともなう効果は極めて小さいと判断してさしつかえないようである。

C. 発生波と入射波の相互干渉効果による消波効果 相互干渉による消波効果はSwayingとHeavingの位相差 ψ によって左右されることはすでに別所によって示されている。別所は船舶に直角に入射する波に対してSwayingとHeavingの位相差 ψ が0または π のときに透過波高が0になることをポテンシャル理論より明らかにした。いまSwaying量、Heaving量がそれぞれ $x = e^{i\omega t}$, $y = e^{i\omega t + \psi}$ と表わされるとすると、堤体の重心は一般に楕円軌道を描く。この楕円の長軸長、短軸長を a, b とすると、位相差 ψ は、

$$\psi = \cos^{-1} \frac{-1 + \sqrt{1 - 4\epsilon^2(\epsilon^2 - 1)}}{2\epsilon^2} \quad (\epsilon = b/a)$$

と表わされる。16mmフィルムにより単体の堤体運動を解析した結果、図4A, B, Cに示すように堤体重心はほぼ楕円軌道を描きL/Bが小さくなるにつれて楕円が扁平になり直線に近づいていく。この運動軌跡より上式を用いて実験における位相差 ψ を求めた。その結果が図5に示されている。

これによると位相差 ψ は、L/Bが減少するとともに小さくなる傾向を示し、図2のKtの変化と類似している。このことは本実験で用いた浮防護堤に対して位相差 ψ と透過率Ktに密接な関係があることを示唆するものと考えられ、上述の堤体運動軌跡が直線状、すなわち

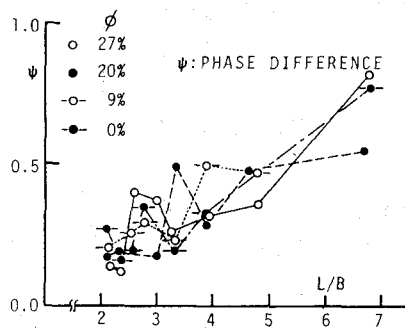


図5 SwayingとHeavingの位相差

位相差 ψ が0または π になるように堤体の形状を考えてやればよいこととなる。今後この問題については堤体運動に対する有孔部の効果を中心として研究を続けていきたいと考えている。最後に本研究が往友金属K.K.の委託研究であることを付記するとともに実験解析に助かいただいた当時学部生長沢知知・和田匡弘両君に謝意を表す所である。参考文献 1) 井島他, 有限水深の波による矩形断面物体の運動と波の変形, 土木学会論文集, 202号, 1972. 2) 森平他, カーテン防護堤, 港研技報, Vol.13, 1964. 3) 別所, 船の横揺れ運動, 防大理工学報告, 3巻, 1965

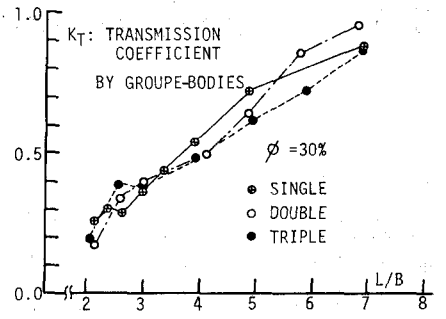


図3 群体による消波効果

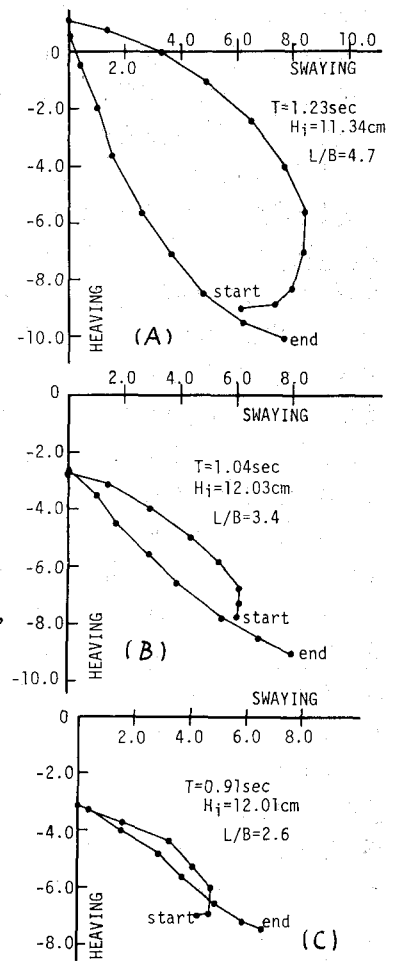


図4 堤体運動軌跡