

II-266 空気潜袋式海域制御構造物の消波特性

榑 間組 正会員 本田陽一・湊隆次郎・沖政和
建設省土木研究所 正会員 宇多高明・村井慎美

1. まえがき

外海に面した沿岸域をより有効に利用するため、従来の離岸堤に変わる新しい海域制御構造物の開発が必要とされている。新しい海域制御構造物に要求される特性は、海水交換機能を持つこと、消波特性が良いこと、漂砂制御が可能なこと、景観を損わないこと、経済性が優れていることなどである。

本研究の目的は、空気潜袋を使用した海域制御構造物について、その消波特性を水理模型実験により調べることにある。

2. 構造および実験方法

空気潜袋式海域制御構造物は図1に示す様に、潜袋、シリンダー（上部開口の円筒）、水平板、および下部構造から成っている。潜袋には空気が充填されており、波の進行方向に通気管で連結され、図2の（B）に示すように、波の山および波の谷の下にある潜袋に作用する水圧差により空気が移動して潜袋が変形し、それによって発生する逆位相のRadiation Waveが透過波を相殺することによって消波を行おうとするものである。シリンダーはRadiation Waveの効果を増大させるためのものであり同時に水粒子の乱れを引き起こすものである。水平板は潜袋、シリンダーを保持するために構造上必要な部材であるとともに反射による透過波の減少、碎波によるエネルギー損失を期待するものである。

実験に用いた水路は、長さ50m、幅0.8 m、高さ1.5 mの二次元造波水路で、ピストン型造波機が設置されている。実験模型は図3に示すように、架台上に水平板を取り付け、その上に潜袋、通気管、シリンダーを取り付けたものであり、実機の1/20の縮尺である。模型の堤体幅Bは75cmで、水平板の没水深 R_1 は15cmおよび20cmの2通りである。潜袋は波の進行方向に6列、水路横断方向に5列並んでおり、合計30個で、潜袋中の空気充填率は70%である。実験は規則波で行い、入射波高 H_1 は5cm、10cmの2ケース、周期Tは0.9～2.2秒の間で7ケース変え、計14ケースの波を対象とした。

実験は水平板のみ、水平板とシリンダーの組み合わせ、および水平板とシリンダーと潜袋がある場合について行った。

3. 実験結果

3.1 透過率 (K_T)

図4、図5は波高5cmの時の透過率と反射率の測定結果である。水平板+シリンダー+潜袋の場合には B/L が大きくなるに従って透過率 K_T が減少し、 $B/L > 0.3$ ではほぼ横ばいとなる。 $R_1 = 15\text{cm}$ 、 $B/L = 0.3 \sim 0.4$ の時、透過率は最小値0.4となる。

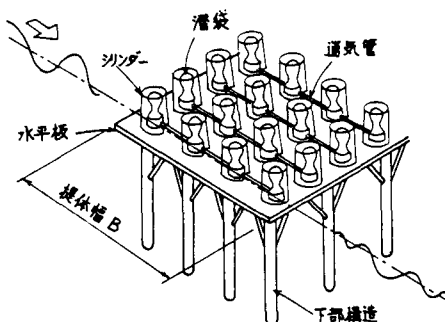


図1 空気潜袋式海域制御構造物

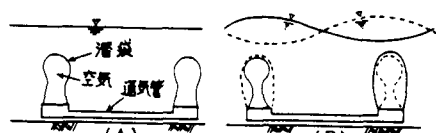


図2 潜袋の構造と消波原理

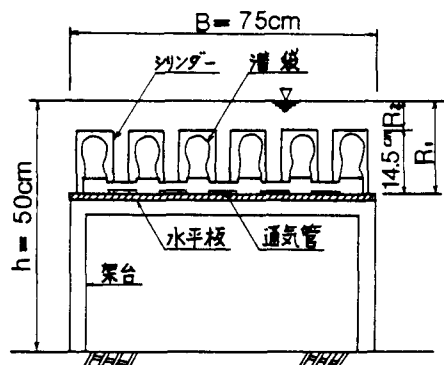


図3 実験模型

水平板の没水深 $R_1 = 15\text{cm}$ ($R_2 = 0.5\text{cm}$) の場合(図4)と $R_1 = 20\text{cm}$ ($R_2 = 5.5\text{cm}$) の場合(図5)を比較すると、 $R_1 = 15\text{cm}$ の場合にはシリンダーによる消波効果が顕著にあらわれており、さらに $R_1 = 20\text{cm}$ の場合には潜袋の消波効果もはっきりと表れていることがわかる。シリンダーの消波機構は主に波の反射、水粒子の乱れによるものであり、 R_1 が小さい(シリンダーが水面に近い)ほど、この効果が顕著となるため、上記の結果が得られたものと考えられる。

一方、潜袋による消波機構は潜袋上の水位差によって空気が移動して潜袋が変形し、透過波と逆位相の Radiation Wave が発生するものであり、波の谷で潜袋の頭部が水面に露出する場合には Radiation Wave が有効に働かないと考えられる。このため、図4($R_1 = 15\text{cm}$) の場合は潜袋の効果が顕著でなく、図5($R_1 = 20\text{cm}$) の場合には潜袋の頭部が水面に露出することがないので Radiation Wave が有効に働き、水平板+シリンダーの場合より、水平板+シリンダー+潜袋の方が透過率 K_T で $0.1 \sim 0.15$ 小くなる結果になったものと考えられる。波の谷から潜袋までの距離($R_2 - H_1/2$)と潜袋が有ることによる透過率 K_T の減少分(ΔK_T)の関係は図6のとおりであり、この実験の範囲では、潜袋が常に水没している方が透過率 K_T の値を小さくすることがわかる。

3.2 反射率(K_R)

反射率 K_R は、水平板のみの場合、水平板+シリンダー+潜袋の場合とも大きな差はなく、 $B/L = 0.3 \sim 0.4$ の付近で最大値 $0.3 \sim 0.4$ となる。(図4、図5参照)

3.3 エネルギー損失率(K_L^2)

$H_1 = 5\text{cm}$ の場合のエネルギー損失率 $K_L^2 = 1 - K_T^2 - K_R^2$ を図7に示す。 R_1 が小さいほうがエネルギー損失率 K_L^2 は大きい、どちらの場合も B/L が大きくなるに従って K_L^2 が大きくなり、 B/L が 0.25 からほぼ一定の値となる。

4. あとがき

空気潜袋消波堤の潜袋による消波効果を生かすためには、波の谷で潜袋の上部が水面に露出しない程度の深さに潜袋を設置する必要があることがわかった。また、構造物(本実験では、シリンダーおよび水平板)の没水深が大きく水粒子の乱れによる消波が期待できない場合に、潜袋の変形による消波が期待できることがわかった。今後、潜袋の変形運動を最大限利用して透過率を低下させる工夫が必要である。

最後に、本実験を行うに際し貴重な御助言をいただいた九州大学名誉教授井島武士氏に謝意を表します。

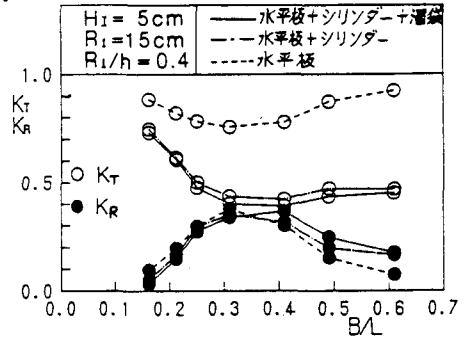


図4 透過率および反射率

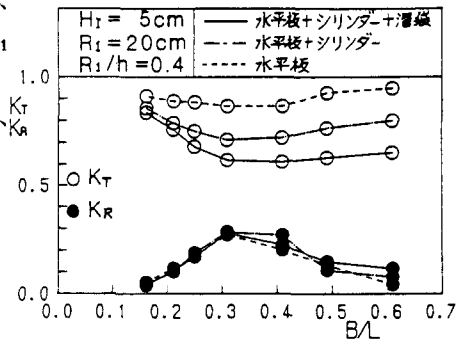


図5 透過率および反射率

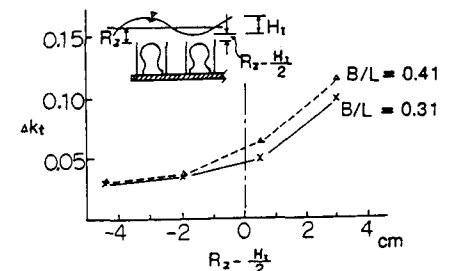


図6 波の谷から潜袋までの距離($R_2 - H_1/2$)と透過率の減少分(ΔK_T)

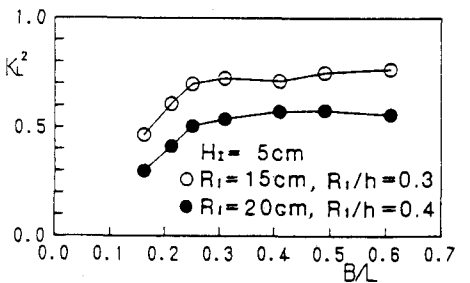


図7 エネルギー損失率