

波エネルギーを利用して稼働する減災構造物の提案

東洋建設(株) 鳴尾研究所 正会員 ○小竹 康夫
 東洋建設(株) 鳴尾研究所 正会員 金澤 剛
 東洋建設(株) 鳴尾研究所 松村 章子
 明石工業高等専門学校 深田 哲平

1. はじめに

日本の沿岸部では、海溝型地震の発生確率上昇に伴う津波被災リスクの増大や、地球温暖化による台風巨大化の影響を受けた高潮、高波災害などが懸念されている。これら自然災害を構造物で完全に防ぐことは困難といわれるが、減災効果を有する構造物の設置により、安全性の向上を目指すことは可能である。そこで本研究では、波エネルギーを利用して稼働することにより、津波や高潮の被害を低減するための構造形式を提案する。そして平面水槽での水理模型実験を実施し、越波量や反射率を測定した。

2. 提案する減災構造物の概要

波エネルギーで稼働する津波・高潮減災構造物のイメージを図-1に示す。この構造物は、図中に遊水部後壁と記した直立壁前面に遊水部を有し、その遊水部天端を起伏式としてい

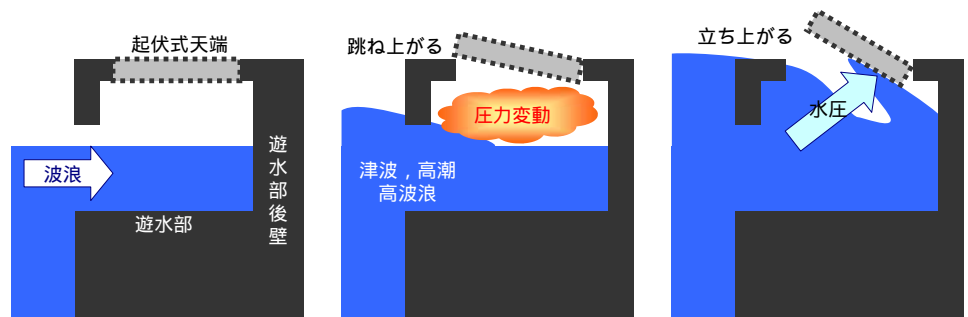


図-1 減災構造物のイメージ

る。この構造物による減災効果は次のメカニズムによる。水位変動に伴い、遊水部内に空気が閉じ込められる。閉じ込められた空気が、遊水部内の水位上昇により圧縮されると、起伏式天端を跳ね上げる。跳ね上げられた起伏式天端の下面から水圧が作用し、起伏式天端が起立するとともに、開口部から冲向きの噴流が発生する。沖からの波浪は、冲向き噴流により乱れを生じ、遊水部内でエネルギーを消散する。このように、防潮壁に相当する起伏式天端を平時には天端面に格納しておくことにより、景観に配慮するとともに、稼働に際しては波エネルギーを利用して、越波量や反射率を低減する。

3. 水理模型実験

図-2に平面水槽実験の模型および計測機材の配置を示す。図に示す通り、平面水槽を導波板で仕切り、造波機と正対する向きに模型函6台を設置した。模型函の大きさは図-3に示す通りであり、遊水部幅は、直立消波ケーソン堤で風波を対象に反射率が0.5以下になるとされる断面を参考に設定した。各模型には、遊水部後壁の背後に越波枅が備え付けられており、各越波枅に設置した容量式波高計で越波による水位変動量を測定した。また模型から沖側に6m離れた地点に設置した波高計CH2と、

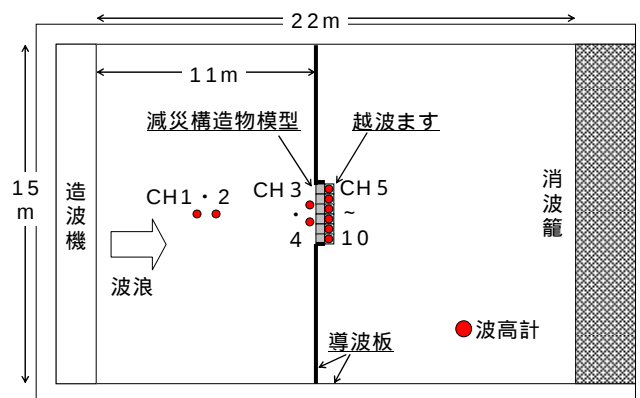


図-2 模型および計測機材の配置

波浪の周期に合わせてCH2との距離を変化させて設置した波高計CH1で測定される水位変動から、入反射分離法により反射率を求めた。水槽床は水平で、水深を2種類に変化させた。波浪は一方向の規則波で、構造物の法線方向および30°の波向きで入射するものとした。実験条件を表-1に示す。さらに実験では、本減災構造物

キーワード 減災構造物、起伏式天端、波エネルギー、越波量、反射率

連絡先 〒663-8142 兵庫県西宮市鳴尾浜1-25-1 東洋建設(株)鳴尾研究所 TEL 0798-43-5902

の越波量と比較することを目的に、天端を固定した場合（以下、BOX タイプと表記）についてもデータを取得した。

4. 実験結果

今回の実験には規則波を用いたが、越波量の算定には不規則波による手法を準用した。すなわち規則波5波を対象として、その作用時間内での各函背後の越波桁における水位上昇量から越波流量 $Q[m^3]$ を求め、堤体幅と作用時間で除して単位時間、単位幅当たりの越波量 $q[m^3/s/m]$ を算出し、さらに6函の値を平均した。

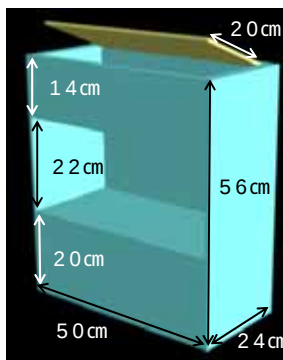


図-3 模型寸法

表 1 実験条件

水深 (cm)	周期 (s)	波高 (cm)	波向き (°)
40	0.8	6.2 ~ 7.5	0
	1.6	6.2 ~ 13.7	
	2.4	6.1 ~ 15.1	
	3.2	8.3 ~ 10.3	
	1.6	14.1 ~ 14.1	30
	2.4	11.9 ~ 11.9	
48	0.8	6.4 ~ 7.9	0
	1.6	7.9 ~ 11.4	
	2.4	7.1 ~ 9.3	
	3.2	6.9 ~ 7.8	
	0.8	5.0 ~ 5.4	30
	1.6	12.1 ~ 12.2	
	2.4	8.2 ~ 8.2	
	3.2	4.4 ~ 6.1	

同一の波浪条件での、BOX タイプに対する本減災構造物の越波量の比を図-4 に示す。横軸は、沖波波長 $L_0[m]$ と換算沖波波高 $H_0'[m]$ の比である。なお BOX タイプで無次元越波流量 $q/\sqrt{2g(H_0')^3}$ (ここで $g[m/s^2]$ は重力加速度) が 0.0001 未満のケースはデータから除いた。この図から、BOX タイプに比べて本研究で提案する減災構造物では、越波量が 0.3 倍以下と、大きく低減できていることが分かる。ただし、波向きや水深の影響については、データ数が少ないことから評価が難しい。

次に本減災構造物の反射率を図-5 に示す。横軸は波長 $L[m]$ に対する遊水部幅 $B[m]$ の比（相対遊水室幅）とした。小竹ら¹⁾は、直立消波ケーソン堤を対象とした VOF 法を用いた数値計算と既往の各種実験結果を比較し、直立消波ケーソン堤のエネルギー減衰に主要な部材である遊水室沖側のスリット壁が適切な開口率を有する場合、相対遊水室幅が 0.1~0.2 程度の範囲で反射率が 0.5 以下になることを示している。今回の実験では、対応する範囲にデータが存在しないが、プロットの傾向から、スリット壁を持たない構造であるものの、風波に対して反射率を低減する効果があると期待できる。

5. おわりに

本研究では、波エネルギーで稼動し、津波や高潮の被害を低減するための構造形式を提案し、水理模型実験により性能を確認した。その結果、比較対象とした BOX タイプに比べて、越波量が 0.3 倍程度以下になることが分かった。また風波に対しては反射率低減効果が期待できる。今後は不規則波や準静的な水位上昇や対する挙動についても確認しておく必要がある。

参考文献

- 1) 小竹康夫, 松村章子, 藤原隆一, 高橋重雄, 磯部雅彦 (2001): 直立消波ケーソン堤の反射率算定に対する VOF 法の適用性, 海岸工学論文集, 第 48 巻, pp.1016-1020.

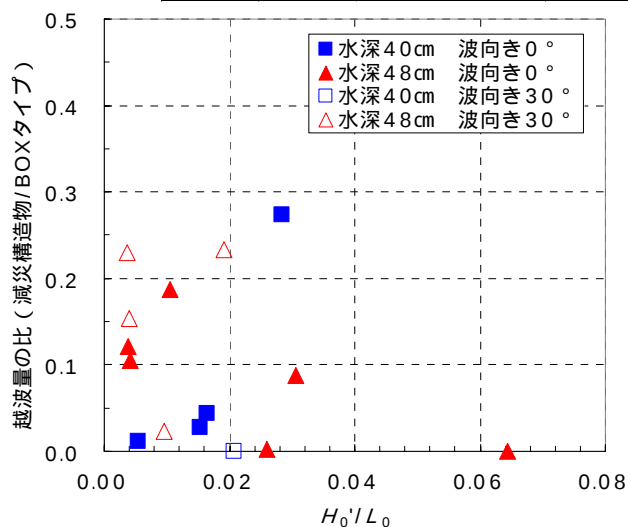


図-4 越波量の低減効果

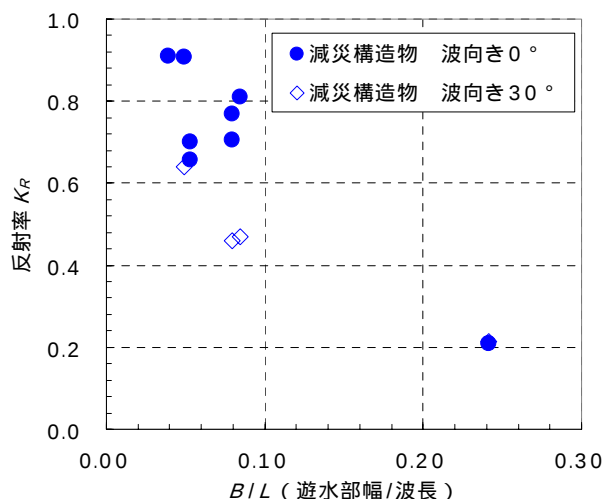


図-5 減災構造物の反射率