

消波岸壁による港内の静穏化の研究

新井組(株) 正会員 ○鎌田 守
鳥取大学工学部 正会員 瀬山 明
鳥取大学大学院 学生会員 浜田 操

1. はじめに 防波堤とは、外海から押し寄せて来る波のエネルギーを消散、または反射する機能を持つものである。そのことを利用して港内の静穏を維持し、船舶の航行、荷役の円滑化を図うとするものであるが、防波堤自体が不透過性のものであるため、波が完全反射され、近くを航行する船舶等はその影響を受ける。特に、近年では、船舶の大型化が進んでおり、入港大型船舶数の増加に伴い、大規模港湾の建設が必要となり、その結果、先の影響はより大きなものとなる。そこで考え出されたのが、構造物自体が消波機能を有する透過性岸壁、透過性防波堤である。そして、榎木・岩田、井島らは、透過性壁体と透水部とを組合せたモデルを考案し、実験的、理論的に研究している。透過性岸壁による港内静穏化は、約1/4波長の透水部において、波の位相を調整し、入射波とちょうど逆位相の波を重ね合わせるにより、水面変動を抑えようとするものである。しかし、彼らは、堤前面の水面変動の減少という立場からその効果を評価しており、堤体内部でエネルギーの減殺プロセスがない場合には、波のポテンシャルエネルギーが他の形、具体的には運動エネルギーに変換されているだけである。従って、岸壁の前面では、強い水平流が存在することになる。この強い水平流は、やはり船体に大きな力を及ぼし荷役作業を困難にすることになりはしない。真の意味で、港内の静穏、荷役の安全を図るためには、何らかの機構により波の持つエネルギーそのものを減殺しなければならぬ。しかし、従来の透過性岸壁のように薄い構造物では、エネルギーを減殺するといっても限度があり、何らかの工夫が必要である。その一つとして、透過性構造物にある程度の堤体幅を持たせ、その中で波の持つエネルギーを乱れに変換することにより、エネルギー減殺を図ることが考えられる。本研究は、2つの透水部を有する透過性消波構造物を考え、沖側の透過壁には、昨年著者が研究した透過壁の前面と後面とでの反射率が異なるくさび型透過壁を用い、岸側には、ある程度幅のある透過性消波堤体を使用し、その中で波のエネルギーを乱れに変換させ、さらに、堤体幅による位相差の効果、ならびに波の反復反射の効果を利用して、見かけ上の波の静穏化に加えて、本質的に波のエネルギーの減殺を図ろうとしたものである。

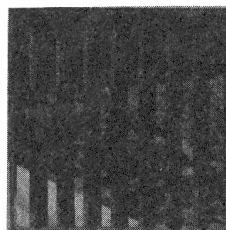


写真-1. くさび型透過壁

2. 実験的研究

(1) くさび型透過壁、及び透過性消波堤体

i) 実験に用いたくさび型透過壁は、写真-1に示すように透過壁の前面と後面とで形状が異なり、沖側から岸方向では、透過率が大きく反射率が小さい、岸側から沖方向では、その逆となることが期待できるものであり、波のエネルギーを系の内部に蓄えるタイプである。

ii) 研究に用いた透過性消波堤体は、その構成部材が塩化ビニール製のパイプを用いたものであり、そのパイプの外径が32mmと13mmの2種類を使用し(32mmのものをMODEL 1, 13mmのものをMODEL 2とした。)写真-2にMODEL 1の堤体を示す。これらの堤体は、波の持つエネルギーを、波が堤体内を通過する間に、乱れに変換することにより、本質的に波のエネルギーを減殺する効果が期待できるものであ

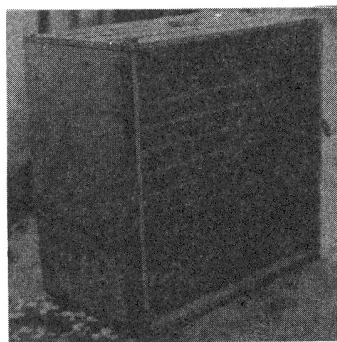


写真-2. 透過性消波堤体

り、パイプの組合せ等は、近藤の理論に基づいて、エネルギーの減殺効率が最も大きくなるような構造を持つものである。

(2) 実験装置、及び実験方法 実験は、コンクリート製（一部ガラス張り）の長さ20m、幅50cm、高さ50cmの造波水槽を用いて行なった。水深は35cmと一定にした。入射波、反射波は、容量式波高計で計測し、その計測時間は、消波岸壁からの反射波が再入射しない範囲で打ち切った。また、沖側の透過壁に、くさび型透過壁を、岸側には、透過性消波堤体を設置し、Healyの方法で系全体としての反射率 KR^* を求めた。

3. 実験結果 実験結果の1例を図-1～図-4に示す。図に示すように、横軸は無次元透水部長 λ/L （以下 λ/L ）、縦軸に反射率 KR^* をとり、構造物のタイプ、入射波の周期 T 、無次元透水部長 λ/L を変化させた4ケースの結果を示している。図中の理論値1は、実際に用いた透過性消波堤体の反射率、及び透過率を用いて計算した値であり、理論値2は、エネルギーロスがないと仮定した場合のものである。また、理論値3は、理論1において、前面のくさび型透過壁を用いない場合の値である。それぞれの条件は、図中に示したとおりである。各ケースとも実験値と理論値1は、よく一致している。また、エネルギーロスがないと仮定した場合の理論値2は、前述の理論値1よりもかなり反射率 KR^* の変動が大きくなる。この結果より、適当な λ/L を採用することによって、エネルギーロスのある場合より、エネルギーロスがないと仮定した場合の方が、 KR^* を最小ならしめることが可能となる。しかし、不規則波のように幅広い周波数帯の波を対象とした場合、 λ/L によっては、かなり大きな KR^* となる危険性を含んでいる。理論値3は、理論値1より

図-1～4 系全体としての反射率 KR^*

実験に用いた沖側のくさび型透過壁のような構造物を用いて、2つの透水部を有する系の中に波のエネルギーを取り込み、透過性消波堤体中を波が往復する間に、エネルギーを減殺することによって、系全体としての反射率 KR^* を軽減することが可能となるということである。

4. おわりに 最初にも述べたように、2重の透水部と内部でエネルギーを減殺することのできる広幅堤体を用いることにより、見かけ上の反射率 KR^* を全体として低下させるだけでなく、入射波の周期の変化に対して、普遍的な対応性を持つようになることがわかった。2重透水部構造にすることによる構造物の大型化も、図からわかるように λ/L の小さい部分（ $1/16$ 付近）に KR^* の極小値があることから、あまり問題とはならない。

＜参考文献＞ 越木・岩田：土木学会論文報告集・262号・1977

近藤：第16,17,18回 海岸工学講演会講演集（1969,1970,1971）

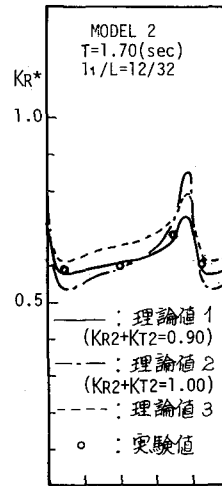


図-1

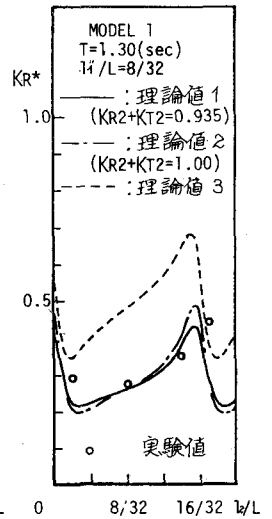


図-2

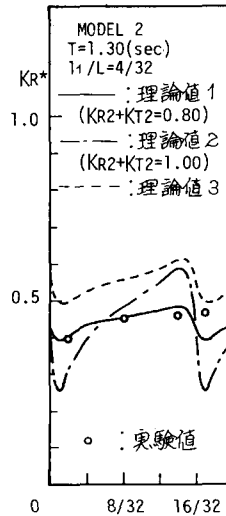


図-3

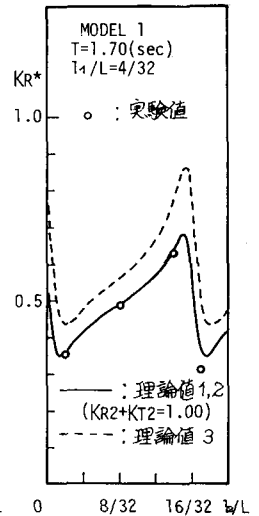


図-4