

清水建設研究所 正員 萩原運弘 正員 小林浩

1. はじめに

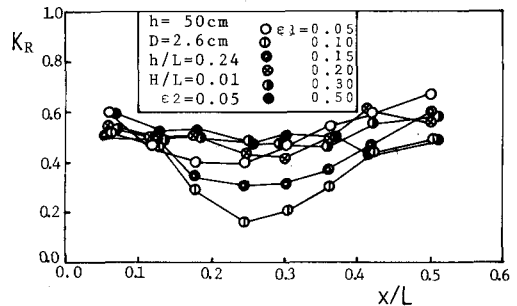
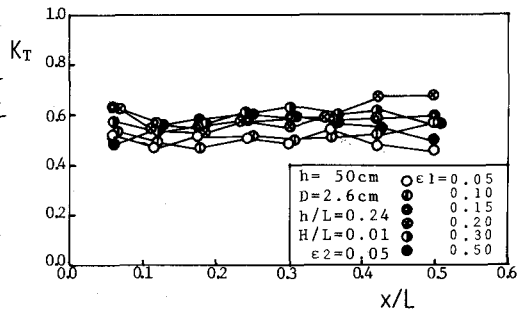
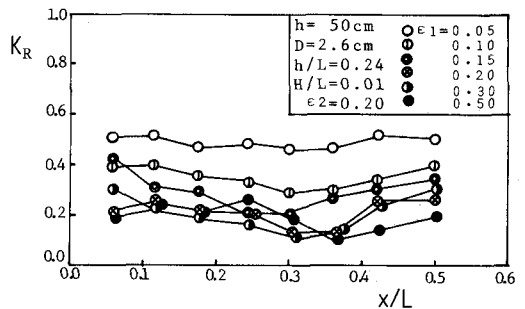
最近、各種の消波構造物が考案され、その断面形状も次第に複雑になる傾向にある。しかし現地へ適用する場合は、比較的断面形状が単純なもので、かつ所要の消波効果の期待できるものが望ましい。一方従来から単純な断面形状をもつ透過性防波堤として円筒型パイル構造物が注目され、その消波特性について研究がなされてきたが、^{(1,2), (3), (4)} 実用的な観点からは所要の消波効果はあまり期待できそうにない。こうした場合の1つの解決策として、榎木・岩田⁽⁵⁾は防波堤を2基設置することを提案し、防波堤間隔を適当に選択することにより透過率と反射率を同時に小さくできることを理論的に明らかにしている。本研究は形状の単純な円柱を対象に、波の進行方向と直角に並べられた円柱群が波の進行方向に2基あるいは3基近接して並列に設置された複合状態の透過性防波堤を考え、その構造形状と消波効果の関係を実験的に明らかにしようとするものである。

2. 実験装置と実験方法

実験は長さ20 m × 幅4 m × 高さ1.3 mの二次元造波水槽において、水路幅を0.6 m, 0.6 m, 2.8 mに3分割し幅の狭い2本の水路を用いて実施した。透過壁の模型は直径2.6 cmの塩化ビニールの円柱パイプで製作し、沖側透過壁を造波板から1.4 mの位置に固定した。実験方法は水深 $h = 50$ cm一定とし、周期 $T = 1.2$ 秒、波高 $H = 2$ cmの波に対して、沖側円柱間隔、岸側円柱間隔、透過壁間距離を順次変え、沖側透過壁前面に形成される部分重複波の最大波高と最小波高を移動台車に取付けた容量式波高計により測定し、Healyの方法で反射率を求めた。一方透過率は、岸側透過壁から $1/4$ 波長離れた地点の波高を採用して算定した。また透過壁を3基設置した場合は、さらに中間透過壁の円柱間隔と3基の透過壁間距離を順次変化させた。

3. 実験結果と考察

図-1～図-4は透過壁を2基設置した場合の反射率 K_R および透過率 K_T と透過壁設置距離 x/L (L : 波長) の関係を岸側透過壁間隔比 ϵ_2 を一定とし、沖側透過壁の間隔比 ϵ_1 をパラメーターにして示したものである。ただし透過壁の間隔比は $\epsilon = b/(b+D)$ (b は円柱と円柱との間隔, D は円柱直径である) で表わされるものである。岸側透過壁間隔比が小さい $\epsilon_2 = 0.05$ の場合、 K_R は全体的に $x/L \approx 0.25$ 付近で最小値を示すが、この傾向は $\epsilon_1 = 0.01, 0.15$ の時に顕著に現れている。また K_T は、 ϵ_1 を変化させても x/L に対してはほとんど変化せずに一定値 $0.45 < K_T < 0.65$ をとる。一方、岸側透過壁間隔比が大きい $\epsilon_2 = 0.2$ の場合、 K_R は x/L に対して $\epsilon_2 = 0.05$ の場合ほど明確な最小値を示さず、 $\epsilon_1 \leq 0.2$ の範囲で、 ϵ_1 が小さい程 K_R は大きくなっている。また K_T は

図-1 K_R と x/L との関係 (透過壁2基の場合)図-2 K_T と x/L との関係 (透過壁2基の場合)図-3 K_R と x/L との関係 (透過壁2基の場合)

$\varepsilon_2=0.05$ の場合と同様に x/L に対してはほぼ一定値をとるが、 $0.65 < K_T < 1$ の範囲にあり、 ε_2 が小さい時に比べて非常に大きくなっている。以上のことより、 K_R に対しては ε_1 、 ε_2 、 x/L の組み合わせが重要になるが、 K_T に対しては ε_2 のみがその値を規定する要素であることがわかる。次に透過壁を2基および3基設置した場合に対して、沖側透過壁と岸側透過壁の設置距離を $x/L=0.25$ に固定し、透過壁3基の場合は岸側透過壁間隔比を $\varepsilon_3=0.05$ 一定とし、中間透過壁を沖側透過壁と岸側透過壁の中間に設置している）、 K_R 、 K_T と ε_1 との関係を岸側透過壁間隔比 ε_2 （2基配置）あるいは中間透過壁間隔比 ε_2 （3基配置）をパラメータにして示したのが図-5、図-6である。また同図には透過壁を1基設置した場合の K_R 、 K_T の実験結果も示している。透過壁を2基設置した場合、 K_R は $\varepsilon_2=0.05$ あるいは 0.1 とした時に $\varepsilon_1=0.1$ で最小値を示すが、それ以外の ε_2 に対しては最小値はとらず、 $\varepsilon_1 \geq 0.15$ に対して $K_R \approx 0.15$ の一定値を示している。一方透過壁を3基設置した場合、 K_R はすべての ε_2 に対して $\varepsilon_1=0.15$ で最小値を示す。これらを $\varepsilon_2=0.05$ とした透過壁2基の場合と比較すると、 $\varepsilon_1=0.1$ 、 $\varepsilon_2=\varepsilon_3=0.05$ の場合を除いて、3基配置の反射率は2基配置の場合と同程度かそれ以下になっている。次に透過率については透過壁を2基あるいは3基設置した場合とも、 ε_1 および ε_2 が大きくなる程 K_T は増加する傾向を示す。また $\varepsilon_2=0.05$ とした2基配置と透過壁3基の場合を比較すると、2基配置の K_T は $\varepsilon_2=0.05$ 、 $\varepsilon_3=0.05$ および $\varepsilon_2=0.1$ 、 $\varepsilon_3=0.05$ とした3基配置の場合の中間の値を示している。現在透過壁を3基設置した実験を継続中であるが、以上の実験結果より K_R 、 K_T を同時に小さくする構造形状を選択すると、透過壁を2基設置した場合 K_R 、 $K_T < 0.5$ となる形状は $\varepsilon_1=\varepsilon_2=0.05$ 、 $0.12 < x/L < 0.3$ および $\varepsilon_1=0.1$ 、 $\varepsilon_2=0.05$ 、 $0.12 < x/L < 0.3$ の場合である。また透過壁を3基設置した場合、 $x/L=0.25$ の実験結果しかないが、 $\varepsilon_1=\varepsilon_2=\varepsilon_3=0.05$ のとき K_R 、 $K_T < 0.4$ を得ることができ、 $\varepsilon_2=\varepsilon_3=0.05$ にすれば ε_1 の値にかかわらず K_R 、 $K_T < 0.5$ を得ることができる。

参考文献

- 1) Costello, R.D.: Damping of Water Waves by Vertical Circular Cylinder, T.A.G.U., 1952
- 2) Wiegel: Oceanographical Engineering, Prentice Hall, 1965
- 3) 林泰造・服部昌太郎: 透過性鋼管防波堤とその基部洗掘, 第15回海岸工学講演集, 1968
- 4) 榎木亨・岩田好一郎: 透過性構造物による波の変形について, 第19回海岸工学講演会論文集, 1972
- 5) 榎木亨・岩田好一郎: 横スリット型防波堤の消波効果と現地への適用条件について, 土木学会論文報告集, 1975

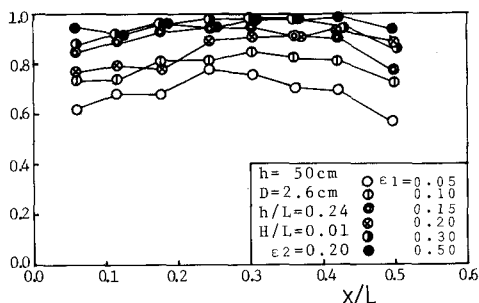


図-4 K_T と x/L との関係(透過壁2基の場合)

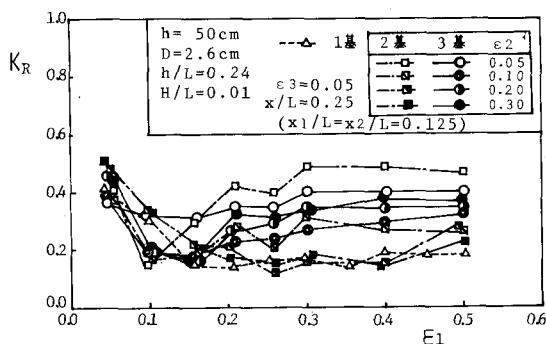


図-5 K_R と ε_1 との関係(透過壁1基, 2基, 3基の比較)

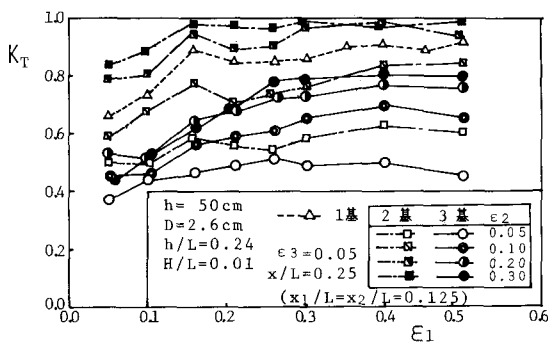


図-6 K_T と ε_1 との関係(透過壁1基, 2基, 3基の比較)