

はじめに： 近年水産土木では魚貝類の育成場として重要な位置を占める沿岸域において離岸堤等による波浪及び底質移動の制御を行い、有用な水産生物の安定生産をはかる大規模な漁場の造成開発を行う試みがなされつつある。一方、海岸防災と海岸利用を考慮した面的な海岸防災対策工法の一環として、海岸眺望に優れた潜堤が注目されるようになってきた。このようなことから著者らは、防災機能を損なわずに水産増殖機能も兼ね備えた潜堤の開発を目指し、前報において有孔性をもった魚礁潜堤の波高減衰効果について理論的及び実験的に検討を加え、潜堤の設置間隔 ℓ と入射波長 L が $\ell/L = (1/4)(2i-1) + 1/8$ ($i=1,2,\dots$) の時に波高減衰効果が大きいことを見出した。本研究では、波高低減に及ぼす魚礁潜堤幅の効果と、波高減衰の増大をはかるために魚礁配列を3列に増やした群体魚礁の透過率及び反射率に及ぼす魚礁設置間距離の影響について実験的に検討したものである。

実験装置及び方法： 実験に使用した水槽は、長さ29m、幅0.5m、深さ0.7mの2次元造波水槽であり、一端には反射波を防ぐために1/20勾配のステラシート被覆の消波工を設けた。有孔魚礁潜堤モデルは、図-1に示すような一辺20cm角の鋼鉄製の角柱モデルを使用し、魚礁モデルの有孔性についてはモデルを構成する一辺4cm角の角柱部材の本数及び配置を変化せしめることにより2種類の空隙率 γ ($=64,84\%$) を使用した。

反射率については魚礁潜堤モデル前面から入射波長 L の0.5 L の地点及びその地点から0.2 L だけ離して配置した2本の波高計の計測結果より合田の入反射波の分離推定法に基づき算定した。また、透過率は魚礁潜堤モデル背面から1m及び2m離れた波高計の計測結果をゼロアップクロス法により求めた各々の波高の平均値を用いて求めている。実験条件は表-1に示すとうりであり、入射波高は魚礁潜堤上で碎波しない条件以下に設定した。群体魚礁の間隔については、設置間隔 ℓ と入射波長 L との比 ℓ/L を2列の群体魚礁の場合 $\ell/L = 0 \sim 1.0$ の間で1/8刻みで9種類変化させ、3列の群体魚礁の場合は1/8刻みで5種類 ($\ell/L = 0 \sim 0.5$) 変化せしめた。 $\ell/L = 0$ の場合については単体魚礁潜堤としての潜堤幅が透過率・反射率に及ぼす影響を検討するためのものである。

実験結果： (A) 波高低減に及ぼす魚礁潜堤幅の影響について 図-2は空隙率 $\gamma = 64\%$ の単体魚礁潜堤における透過率 K_T 及び反射率 K_R の潜堤幅による変化を、横軸に潜堤幅 B を入射波長 L で無次元化した値をとって示したものである。図中のシンボルは入射波高と魚礁潜堤上水深の比 $H/(h-a)$ で分類して表示している。この図より実験値にばらつきがあるが、 K_T 及び K_R は B/L の増加に伴って $B/L = 0.3$ 程度まで各々減少及び増大傾向を示し、 B/L の値が0.3以上ではほぼ一定値になることが認められ、本実験の $H/(h-a) = 0.1 \sim 0.6$ の範囲において K_T 及び K_R は B/L によってほぼ一義的に表されることがわかる。なお、この傾向は他の空隙率についても認められていることを付記しておく。このような魚礁潜堤幅に伴う透過率及び反射率の変化について、魚礁潜堤幅の変化による魚礁空隙部内の流体の移動のしやすさの違いに

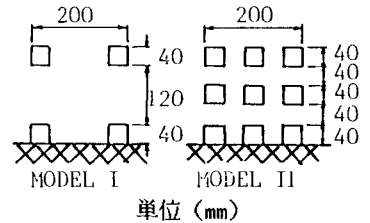
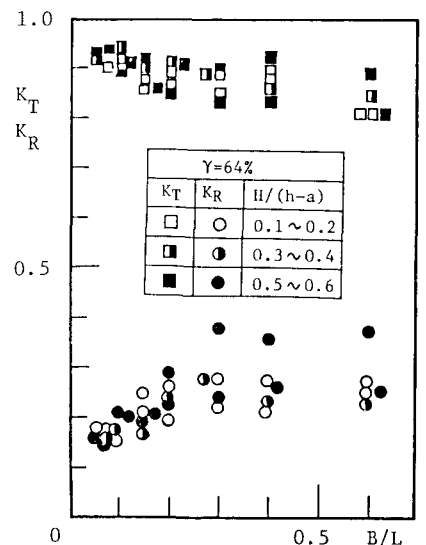


図-1 魚礁潜堤モデル

表-1 実験条件

q	0.5, 0.33
T (sec)	0.8, 1.2, 1.6
H (cm)	2.0, 6.0, 10.0

q: 天端上水深と水深の比

図-2 K_T 及び K_R と B/L の関係

注目して以下のように説明する。すなわち、魚礁潜堤幅が長い場合は短い場合に比較して魚礁空隙部の形状が複雑になり、また波の進行方向に長くなることから、波による空隙部内への流れの流出入が妨げられる傾向が強くなることが推測できる。このことは魚礁潜堤の見かけの空隙率を減少させることになり、この見かけの空隙率変化が波高低減に表れたものと考えられる。また、図-3は $B/a=3$ の場合の K_T 及び K_R の H/L による変化の一例を示したものである。この図より各 $H/(h-a)$ の K_T 及び K_R の値は H/L が増加するにしたがい各々減少と増大を示すことが認められ、周期が短いほど上述した魚礁潜堤の見かけの空隙率の減少が生じやすいことが推察できる。

(B) 群体魚礁の透過率及び反射率に及ぼす魚礁設置間距離の影響について 図-4は群体魚礁における設置間隔 ℓ の変化に伴う透過率 K_T' 及び反射率 K_R' の変化の一例を示したものである。

この図より、単体魚礁モデルを3列に配置した群体魚礁と2列の場合の K_T' 及び K_R' を比較すると、3列の場合の K_T' は2列の場合より小さい値を示し、魚礁配列を増やすことにより当然の結果として波高減衰効果が増大されたことがわかる。そして、3列の群体魚礁の K_T' 、 K_R' は、2列の場合と同様波高と魚礁天端上水深の比 $H/(h-a)$ の値に関係なく ℓ/L の増加に伴って $\ell/L=3/8$ で極大値と極小値が表れる。この現象については、前報においても指摘したように魚礁潜堤間の波の反復反射に基づいて算定された反射率は実験結果と良い一致を示したが、透過率については実験結果との間に大きな差が認められたことから、波の反復反射による位相干渉効果によるものだけでなく、魚礁背後に形成される後流渦による波のエネルギー逸散の効果が考えられる。また、多列にすることは流れの剥離点の増大につながり、後流渦による波のエネルギー逸散の増大が推測できることから、群体魚礁による波のエネルギー逸散率 E_L ($=1-K_T'^2-K_R'^2$)を図-4より求めた結果を図-5に示す。図中のシンボルは図-4と同様である。この図より明らかなように3列の群体魚礁の E_L は2列の場合より大きく、後流渦の増発による波高減衰効果の増大が認められる。しかしながら、本研究で取

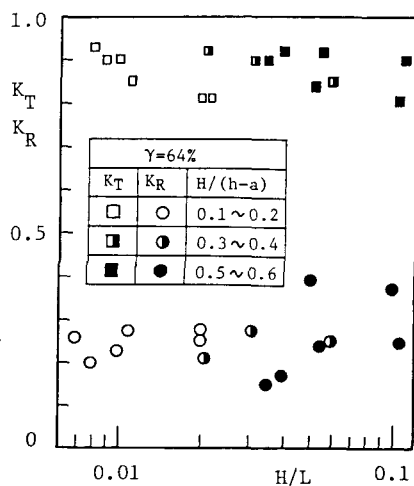


図-3 K_T 及び K_R と H/L の関係

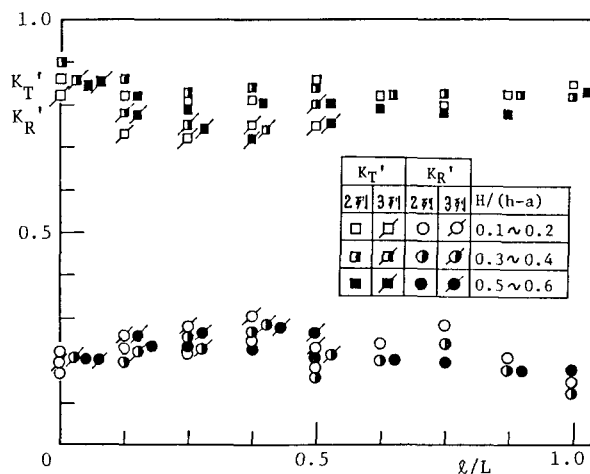


図-4 K_T' 及び K_R' と ℓ/L の関係

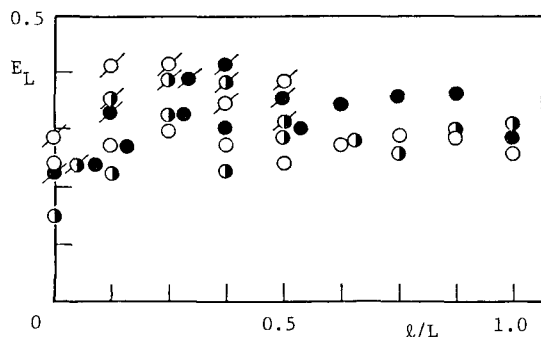


図-5 群体魚礁による波のエネルギー逸散率

り上げているような有孔性の潜堤では、波の流れへの変換も起こりえると推測できることから、この流れを後流渦によるエネルギー逸散に見積っている可能性も考えられる。今後この魚礁潜堤による波の流れへの変換機構について検討を行っていくつもりである。 あとがき 本研究は文部省科学研究費試験研究(代表者榎木亨大阪大学教授)による研究の一部であることを付記し謝意を表す。