

大阪市立大学大学院 正会員 ○折橋 恒春

大阪市立大学工学部

山本 貴弘

大阪市立大学大学院 学生員 山野 貴司

大阪市立大学大学院 正会員

角野 昇八

1. 研究の目的

近年、防波堤等により囲まれた閉鎖性水域の貧酸素化問題が論じられ、様々な海水交換特性を有する海水交換型防波堤が研究されてきている。海水交換型防波堤では、潜堤等の透過式防波堤や堤体内に通水路を設けた通水式防波堤というような構造形式の防波堤が多く研究されており、それぞれ波の遮蔽性(静穏域の確保)、海水交換特性において特長があるが、波の遮蔽と海水交換は相反する問題であり、高いレベルで両方の性能を併せ持つ形式の開発が求められている。

本研究は、海水交換型防波堤として、スリット状の通水路を設けた2重薄壁構造を考え、波の反射・透過特性に関して実験的に研究し、スリットの配置方法に関して考察したものである。

表-1 実験ケース

モデル名	スリット方向	開口位置(m)		開口率(%)			
		沖側	岸側	沖側		岸側	
VCC	鉛直	d1=0.9	d2=0.9	a1/D	10	a2/D	10
VRL		d1=0.2	d2=1.6				
HCC	水平	H1=0.45	H2=0.45	a1/h	10	a2/h	10
HLU		H1=0.8	H2=0.1				
HUL		H1=0.1	H2=0.8				

2. 実験概要

実験は、長さ 50m、幅 2.0m、高さ 1.5m の 2 次元水槽を用い、水深 h は 1.0m として行った。実験模型は、堤体幅 $D=2.0\text{m}$ 、高さ 2.0m、厚さ 2.5cm の不透過板を堤体間隔 $l=1.0\text{m}$ となるように波向き直角方向に 2 列設置し、これを 2 重薄壁とし、不透過板に鉛直または水平スリット開口部を設け、位置を変化させて実験を行った。構造概要を図-1,2 に、実験ケースを表-1 に示す。

実験波浪条件は周期 $T=1.2\sim 6.4\text{sec}$ 、波長 $L=2.3\sim 19.7\text{m}$ 、波高 $H=0.14\sim 0.02\text{m}$ とし、波形勾配は $H/L=0.007$ でほぼ一定とした。

実験では、波高計により入射波高 H_i 、反射波高 H_r 、透過波高 H_t を計測し、以下に示す反射率 K_r 、透過率 K_t 、エネルギー逸散率 E_d により、消波効率を検討した。

$$K_r = H_r / H_i, K_t = H_t / H_i, E_d = 1 - (K_r^2 + K_t^2)$$

3. 実験結果および考察

ここでは鉛直と水平のスリット向きによる効果、

鉛直および水平スリットにおける沖、岸側での開口位置の違いによる効果を反射率、透過率、エネルギー逸散率において比較・考察する。

1) スリットの向きによる効果

図-3 に、スリット開口率が等しく(沖側:10%、岸側:10%)、開口位置を堤体中央に配した鉛直スリットと、水深中央に配した水平スリットについての反射率・透過率・エネルギー逸散率を、横軸を l/L として示す。

鉛直、水平ともに共通する傾向としては、反射率は $l/L=0.1\sim 0.2$ 付近で減少し、以降は増加していく傾向が見られるが、透過率については単調に減少していく傾向が見られる。また、エネルギー逸散については、 $l/L=0.1\sim 0.2$ 付近で大きなエネルギー損失が生じている結果となっている。これは実験観察では、スリット付近で渦の形成が見られたため、これがエネルギー損失の大きな要素となっていると予想される。

以上より、鉛直・水平のスリット向きによる大きな傾向の違いは見られないが、 $l/L=0.1\sim 0.3$ では水平スリットの方がエネルギー損失が大きく、鉛直スリットとの透過率の差に比べ、反射率の差が大きくなっている。

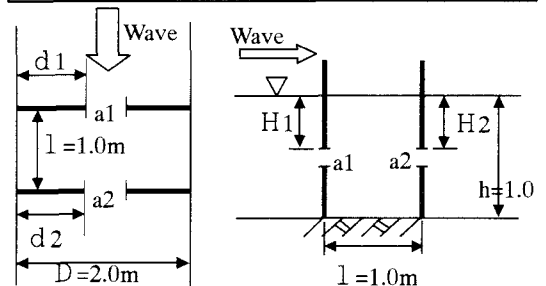


図-1 鉛直スリット平面図

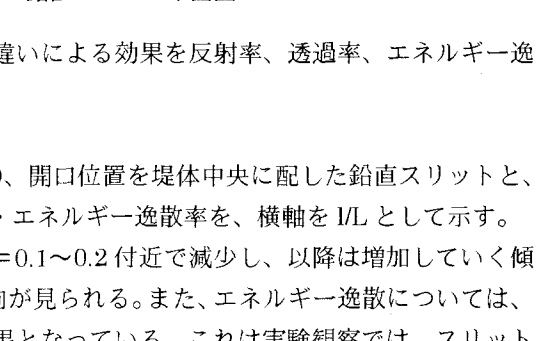


図-2 水平スリット断面図

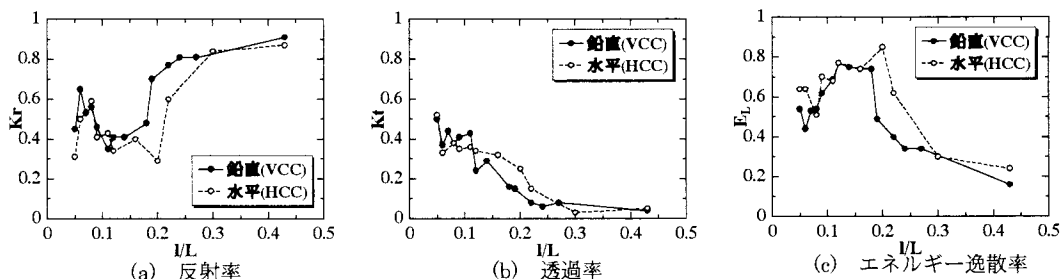


図-3 鉛直スリットと水平スリットの比較

2) 沖、岸側での開口位置の違いによる効果

沖、岸側での開口位置を変えて実験を行い、その効果を検証した。鉛直スリットについては開口位置の違いによる差はほとんど見られなかった。水平スリットにおいては、開口位置が水深中央部(HCC)、沖側の開口位置が水面付近、岸側の開口位置が底面付近(HUL)、およびその逆の開口位置(HLU)の比較を行った。図-4に結果を示す。

どのケースも $1/L$ の変化に伴い、反射率、透過率、エネルギー逸散率ともに同様の变化傾向を示した。三者のうち、HUL が最も波の反射が小さいが、透過率には殆ど差が見られない。エネルギー逸散率は HUL が最も高く、消波効率に優れた構造であることが分かる。また、沖側の開口位置が水面に近いほど反射率が低い。理由としては、水粒子の運動が激しい水面付近に開口部を設置したため、多くの損失が発生したためと考えられる。

3) 解析との比較

実験結果とポテンシャル理論による波動場解析値¹⁾を比較し、実験結果の妥当性と解析の適用性について考察した。図-5は、鉛直スリット(開口位置中央)における実験値と解析値の比較である。 $1/L=0.12$ 付近で反射率が一度低下し以降は増加する傾向、 $1/L$ が増加するに従い透過率が減少する傾向は解析結果と同様である。ただし、反射率においては $1/L > 0.15$ 、透過率においては $1/L < 0.15$ の範囲において解析と実験との差が大きくなっている。これは、渦の形成等によるエネルギー損失が、理論で考慮されていないことによるものと考えられる。波長が長い($1/L$ が小)波では堤体全体でエネルギーを損失させるため透過率の差が大きく、波長が短い($1/L$ が大)波では前面スリットでおもにエネルギーを損失させるために反射率に差が生じているものと考えられる。

4. 結論

- ・開口位置が堤体中央の鉛直スリットと、水深中央の水平スリットでは消波効率に大きな差は見られなかった。
- ・水平スリットにおいて、沖側での開口位置が水面に近いほど反射率が低くなることが明らかになった。
- ・解析結果との比較で実験の妥当性がほぼ確認されるとともに、エネルギー損失を考慮した解析法の必要性が確認された。

参考文献

1)角野ら：多重連続薄壁堤体の周辺波動場解析に関する簡易手法，関西支部年次学術講演会，II-97,2002

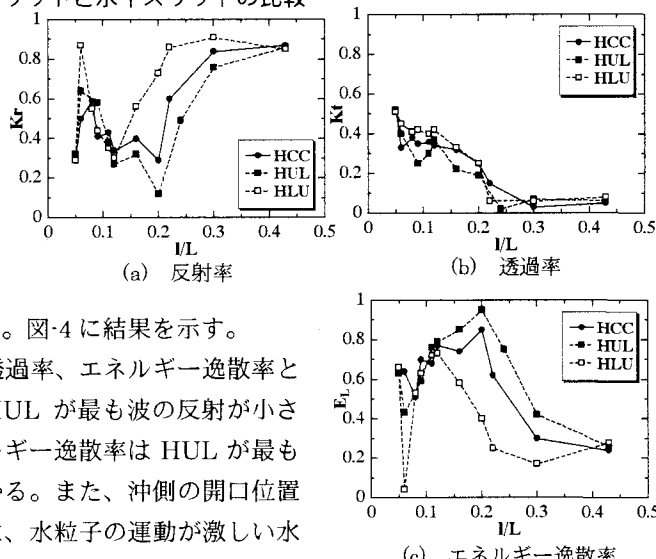


図-4 水平スリットにおける開口位置のずれによる比較

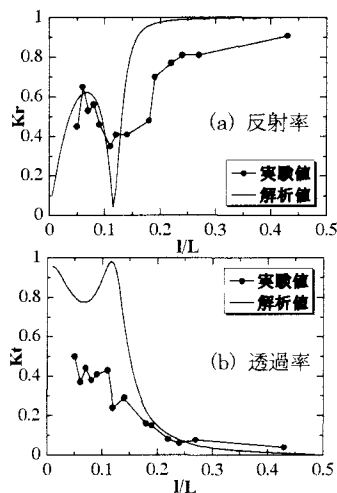


図-5 実験と解析の比較
(鉛直スリット)