

1. 緒言

透過性構造物の減勢機能のうち、最も重要な機能として反射波の減少をあげることができる。海岸構造物前面の波浪はこの反射波と入射波の合成されたものとして存在し、海岸構造物ならびにその周辺に種々の作用をおよぼすのである。

反射率に関する研究としては、Micheの理論的な研究の他、Greslou- Makeの実験的研究、岩垣、室田などの研究成果が発表されている。室田は滑らかな斜面のみならず、棧型粗度を有する粗なる斜面からの反射率についても詳細な研究を行い、静水面以下の roughness の方が反射率の減少に有効に働くことを明らかにした。しかしながら、透過性斜面からの反射現象は単に表面の roughness のみならず、透過層の特性、すなわち空隙率、空隙の大きさ、およびその配置などにも当然関係してくるものと考えられる。この研究は過去数年来、続けている「透過性構造物の減勢機能に関する実験的研究」の一環として、透過性斜面における反射率の問題をとりあげ、実験によって表面の粗さおよび透過層の特性が反射率におよぼす影響を明らかにし、併せて既往の研究成果と比較検討しながら論じて行きたい。

2. 実験の種類と方法

反射率はもちろん斜面の勾配によって変化するが、本研究の主たる対象は透過性構造物であるのでまず消波構造物に横用されている勾配の一つである1:1.5の勾配を選んだ。現在までに実験に用いた斜面の種類は次の4種類である。

(a). 不透過性斜面

(b). 径2.5cmの球で構成された透過層(層厚12.5cm, 透過層の空隙率 40.8%)

(c). 径7.0cmの球で構成された透過層(層厚12.5cm, 透過層の空隙率 47.8%)

(d). 砂利で構成されたマウンド(砂利の平均粒径 2.5mm, 空隙率 36.0%)

実験に用いた波の特性および水深は表-1に示す通りであり、

反射率RはNealyの方法により部分重複波の最大波高 H_{max} 、最小波高 H_{min} を測定して

$$R = (H_{max} - H_{min}) / (H_{max} + H_{min}) \quad (1)$$

から求めた。

3. 実験結果と考察

各構造物についての実験結果を、波形勾配 H_b/L_i と反射率 H_r/H_i のグラフにプロットし、それぞれの上限を連ねると図-1に示すような曲線となる。図-1には同時に不透過壁に因する Greslou- Makeの実験結果から1:1.5勾配の場合を取り出して図示した。

(1). Greslou- Makeの実験結果との比較

不透過斜面においては、 $H_b/L_i > 0.03$ の波については Greslou- Makeの結果とよく一致しているが、 $H_b/L_i < 0.03$ になると反射率はかなり異なってくる。一般に反射率は steepness が大きい

表-1

水深	h (cm)	50, 60, 70
周期	T (sec)	1.34, 1.79, 2.24, 2.68
波高	H_x (cm)	9, 13, 18,
波長	L_x (cm)	262 ~ 658
波形勾配	H_b/L_i	0.012 ~ 0.057

ほど小さくなると言われているが、室田の実験結果などによっても必ずしもそのような傾向が認められない。 $steepness$ の小さな範囲でこのように結果が異なるのは碎波形態がかなり異なっていると考えざるを得ない。

(2) 透過層が反射率におよぼす効果

透過層を設置すると入射波エネルギーの一部が吸収されるから反射率は減少する。

$H/L_I > 0.03$ の波については反射率は透過層構成粒子の大小にはほとんど関係しないが、 $H/L_I < 0.025 \sim 0.03$ になるとその差異はかなり明瞭に現われている。空隙率は両者ともあまり差はないから、この差は空隙自体の大きさの差によるものであると考えて差支えない。すなわち、 $steepness$ の小さい波では空隙の大きい方 ($D = 7.0\text{cm}$) が小さい方 ($D = 2.5\text{cm}$) よりエネルギーを透過させ易いからである。この空隙の大きさの効果については、当然波の規模との関連の上で論じなければならぬが、2種類の比較だけではそこまで言及することは困難である。

(3) 透過層の厚さの効果

表面のみを透過層とした場合 ($D = 2.5\text{cm}$) と、構造物全体が透過層である場合 (砂利) とを比較すると $H/L_I > 0.03$ の場合についてはほとんど相違が認められないが、 $H/L_I < 0.03$ の波については、反射率に10%近い差異が生じている。球の径と砂利の平均粒径はほぼ等しく、両者の空隙率もあまり変らないから、空隙の構成の相違を考慮に入れても、この差は透過層の厚さの違いによることは明かである。ただし、反射率に影響をおよぼす透過層の範囲はさほど広い範囲と考えられないので、この限界を見出すことは可能であると考えられる。

以上で明らかにしたごとく、波形勾配 $H/L_I = 0.025 \sim 0.03$ を境として反射率の傾向がかなり異なっているが、この $0.025 \sim 0.03$ という値がいかなる意味を持つかについてはまだ考えおぼえない。

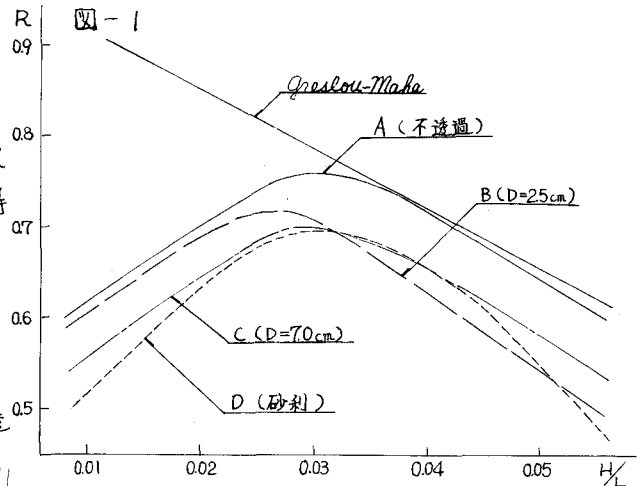
今后、何らかの手がかりをつかみたい。

(4) R/L_I の影響について

斜面勾配が大きい場合には反射率は R/L_I (R は水深) の影響を受けることが大きいと言われている。したがって、各実験結果から R/L_I と R との関係を探ってみた。その結果は図-2に示す通りである。実験の範囲内では不透過斜面の場合には明らかに R/L_I の増大に伴って反射率が減少している。また透過層の効果について見ると、 $0.10 > R/L_I > 0.14$ 附近を除いては各透過層の減勢効果がほぼ明かに見られる。 $R/L_I = 0.10 \sim 0.14$ の範囲で効果が認められないのは恐らく碎波形態が最も著しいためではないかと考えられる。

(5) ρ の値について

Miche の理論によれば滑面からの反射率は次式で表わされる。



$$R' = \frac{(H_R/L_R)_{\max}}{H_I/L_I} \quad (2)$$

ただし、 $(H_R/L_R)_{\max}$ は微小振幅の反射波についての最大波形勾配で、

$$\left(\frac{H_R}{L_R}\right)_{\max} = \sqrt{\frac{2\theta}{\pi}} \cdot \frac{\sin^2 \theta}{\pi} \quad (3)$$

ここに、 θ = 斜面の傾斜角である。実際の反射率 R は粗度、透過性など斜面の状態に影響されるから、(2)、(3)式から

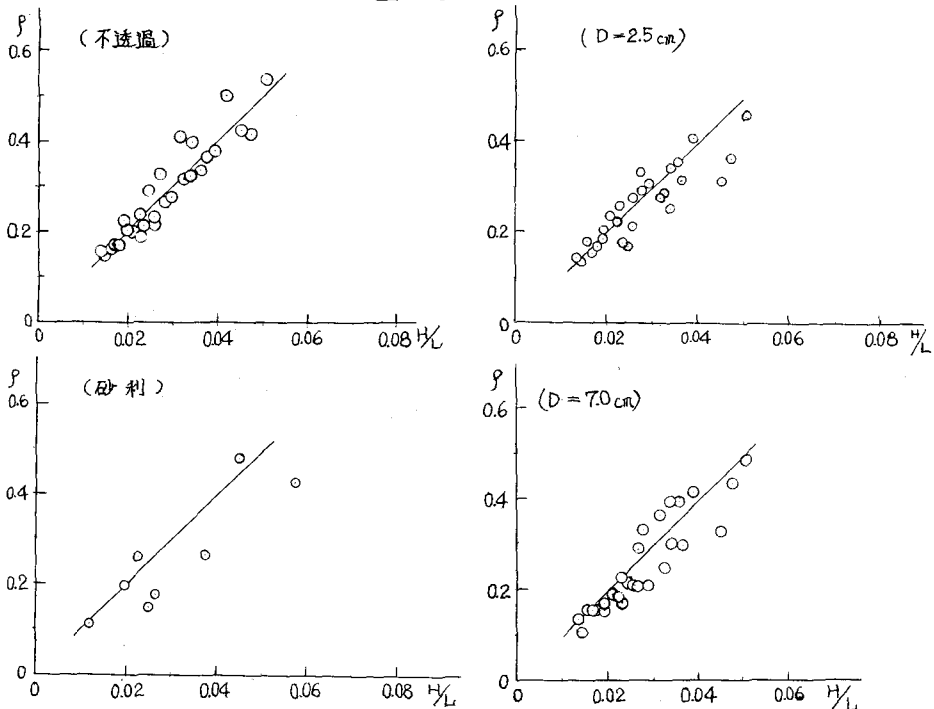
$$R = \rho R' = \rho \sqrt{\frac{2\theta}{\pi}} \cdot \frac{\sin^2 \theta}{\pi} \cdot \frac{L_I}{H_I} \quad (4)$$

Micheによれば、 ρ は斜面の性状のみに関係する数で、粗滑に応じて 0.68 ~ 1.0 の範囲にあるという。勾配 1 : 1.5 すなわち、 $\theta \approx 33^\circ 40'$ の場合について(4)式は、

$$\rho = \frac{R \cdot H_I/L_I}{0.0595} \quad (5)$$

(5)式から ρ を求め、これをプロットして見ると図-3 のようになる。

図-3



図から明らかなように ρ は斜面の粗滑のみによって定まる値ではなく、*steepness* の増大によってほぼ直線的に増加する値であることが理解できる。また ρ の範囲も示されている値とは全く異なり、逆に斜面の状態によってあまり変らないという理解に苦しむ結果を得た。