

Ⅱ－46

緩傾斜堤に作用する規則波と不規則波の反射率とエネルギー消費に関する一検討

東北工業大学 学生員○小竹 充 正 員 高橋 敏彦

東北工業大学 正 員 沼田 淳 正 員 阿部 至雄

東北工業大学 正 員 相原 昭洋

1. まえがき

前報¹⁾において、波の打ち上げ高さに関する規則波と不規則波の各代表波との関係を実験的に検討を行い報告した。本研究は、前報のデータを用い更に解析し、規則波と不規則波によって反射率、エネルギー消費にどのような違いが生ずるかを検討することを目的とした。

表－1 実験条件

実験NO	斜面形状	勾配	T(sec)	H(cm)	水深(cm)
A-1	滑面	1/3	1.34	1.0～11.0	30
A-2		1/4			
A-3		1/5			
B-1	被覆ブロック	1/3			
B-2		1/4			
B-3		1/5			
C-1	被覆ブロック+透水層	1/3			
C-2		1/4			
C-3		1/5			

2. 実験装置及び実験条件

前報と同じであるので要約して記述する。実験水路は、長さ20.0m、幅0.6m、深さ0.7mの両面ガラス張り造波水路を2分して片側0.3mとし、両方の水路を使用した。一様水深部は、 $h=0.3\text{m}$ とし不規則波の有義波周期 $T_{1/3}=1.34\text{s}$ 、有義波波高 $H_{1/3}=1.0\sim 11.0\text{cm}$ とした。規則波の緒元は、不規則波の有義波と同一にし不規則波は、Bretschneider・光易型のスペクトルをもつ波を用いた。表－1に実験条件を示す。

3. 実験結果

3-1 反射率

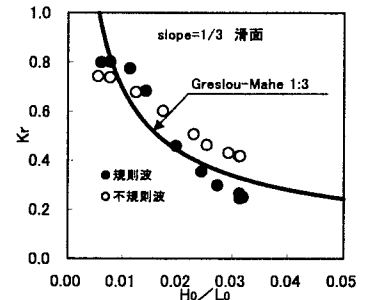
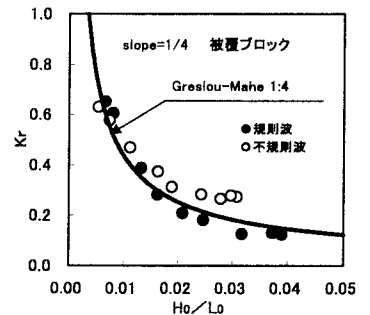
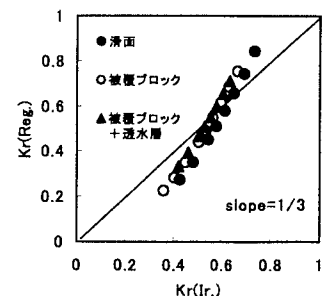
図－1(a)、(b)は、1/3勾配の滑面と1/4勾配の被覆ブロックの反射率 K_r と沖波波形勾配 H_0/L_0 との関係を規則波と不規則波をパラメータとして図示したものである。また、図中には比較のため滑面による1/3、1/4勾配の Greslou-Mahe²⁾の実験曲線も併記している。両図とも、 $H_0/L_0 \approx 0.01 \sim 0.015$ より小さい場合は規則波、それ以上の場合は不規則波の反射率の方が大きい値を示している。Greslou-Maheの実験曲線は、両図とも両波の間の値または、規則波の値と同程度を示している。図－1(c)は、滑面、被覆ブロック、被覆ブロック+透水層の1/3勾配に対する規則波と不規則波の K_r を比較したものである。いずれの場合も0.5付近を境に、 $K_r > 0.5$ の場合は規則波、 $K_r < 0.5$ の場合は不規則波の方の反射率が大きくなる傾向がみられた。このような傾向は、1/4、1/5勾配でも同様であるが、1/5勾配ではいずれの反射率も0.5に満たなかったため規則波が不規則波を上回ることにはなかった。

3-2 エネルギー消費

各ケースの水表面単位面積当たりの総エネルギー消費 E_{loss} は次式で求めることができる。

$$E_{loss} = \frac{1}{8} \rho g H_i^2 - \frac{1}{8} \rho g H_r^2 = \frac{1}{8} \rho g H_i^2 \{ 1 - (K_r)^2 \} \quad \dots \dots (1)$$

ここに、 ρ ：水の密度、 g ：重力加速度、 H_i ：入射波高、 H_r ：反


図－1(a) K_r と H_0/L_0 の関係

図－1(b) K_r と H_0/L_0 の関係

図－1(c) K_r の比較

射波高、 K_r ：反射率である。以下で述べるエネルギー消費は(1)式を用いている。

(1) 粗度によるエネルギー消費

図-2(a)は、規則波の $1/3$ 、 $1/4$ 、 $1/5$ 勾配の滑面によるエネルギー消費($E_{b,loss}$ 、碎波によるエネルギー消費と仮定)と有孔被覆ブロックによるエネルギー消費(粗面、 $E_{r,loss}$)の割合と H_0/L_0 の関係を図示したものである。図より、いずれの H_0/L_0 においても勾配が急になるほど粗度によるエネルギー消費が大きくなる。その様な傾向は、不規則波でもほぼ同様の結果を示しているが、規則波よりも粗度の影響は小さい。

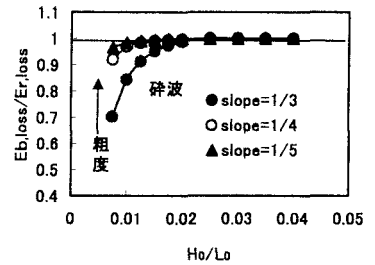


図-2(a) 粗度によるエネルギー消費

(2) 透水性によるエネルギー消費

図-2(b)は、図-2(a)と同様の考え方で不規則波の $1/3$ 、 $1/4$ 、 $1/5$ 勾配の被覆ブロックによるエネルギー消費と被覆ブロック+透水層によるエネルギー消費($E_{p,loss}$)の割合を縦軸に、 H_0/L_0 を横軸にとり図示したものである。図より、いずれの H_0/L_0 においても勾配が急になるほど透水性によるエネルギー消費が大きくなる。その様な傾向は、規則波でもほぼ同様の結果を示しているが、不規則波よりも透水性の影響は大きい。

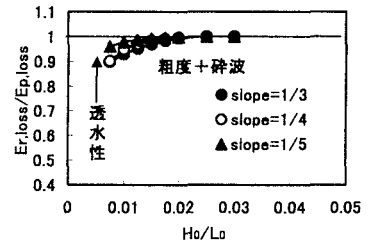


図-2(b) 透水性によるエネルギー消費

(3) 各エネルギー消費の割合

図-3(a)、(b)は、規則波、不規則波の碎波、粗度、透水性による $1/3$ 勾配におけるエネルギー消費の割合を図示したものである。粗度、透水性によるエネルギー消費は図-2(a)、(b)で求めた値より求め、他を碎波によるエネルギー消費としたものである。両図とも H_0/L_0 が小さい程粗度、透水性によるエネルギー消費が大きく、透水性より粗度の方が総エネルギー消費に対する割合が高い。また、いずれのエネルギー消費も $H_0/L_0 \approx 0.015 \sim 0.03$ ではほぼ 0 となり、それ以上では碎波によるエネルギー消費のみとなる。両図より、規則波と不規則波の粗度、透水性によるエネルギー消費の割合は全体的に規則波の方の割合が幾分大きい傾向を示している。 $1/4$ 、 $1/5$ 勾配でも同様の傾向が認められた。

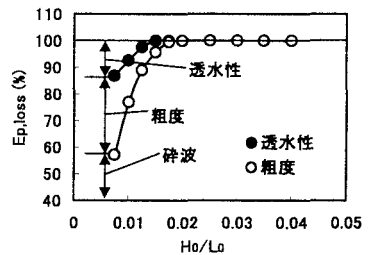


図-3(a) 規則波のエネルギー消費の割合

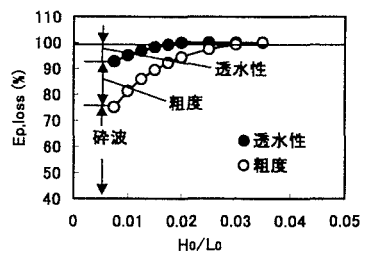


図-3(b) 不規則波のエネルギー消費の割合

4. 考察

緩傾斜堤に作用する規則波と不規則波の反射率とエネルギー消費に関する検討を行った。その結果、ほぼすべての勾配において、粗度、透水性によるエネルギー消費の割合が、不規則波より規則波の方が幾分大きくなる傾向が認められた。また、勾配が急なほど、粗度、透水性によるエネルギー消費の割合が大きくなる傾向が認められた。前者は、規則波と不規則波の入射波高の違いによる遡上速度、戻り流れに起因すると思われる。後者は、勾配が急なほど K_r が大きくなるため $E_{b,loss}$ が小さくなり、図-2(a)、(b)の縦軸の分子の値が相対的に小さくなるためと考えられる。しかし、いずれについても、更なる検討が必要である。最後に共同で研究を行った齋藤純君に感謝の意を表する。

<参考文献> 1) 木村ら：緩傾斜堤への波の打ち上げ高さに関する規則波と不規則波の実験、土木学会東北支部技術研究発表会(平成12年度)、pp. 122-123、2) Greslou, L. et Y. Mahe : Etude du Coefficient de reflexion d' une houle sur un obstacle constitue par un plan incline, Proc. of 5th Conf. Coastal Engineering, pp. 68-84, 1955.