

II-375 透水性斜面への波の打ち上げ高さ、反射率に及ぼす透水層厚の影響

東北工業大学 正員 高橋敏彦
東北工業大学 正員 沼田 淳

1. はじめに

滑面や、防波堤などの前面を消波ブロックで被覆した構造物への波の打ち上げ高さ、反射率に関する研究例はこれまで数多く発表されているが、透水性斜面の透水層厚に関する研究例は少なく、これらの透水性や粗度の効果についても明らかにされていない点が多い。そこで本研究は、透水性斜面の層厚・粒径が、打ち上げ高、反射率に及ぼす影響を実験的に検討した。

表-1 実験条件

実験No.	周期(sec)	入射波高 H(ca)	粒径 (mm)	層
P-0				
P1-1			5.0	1
P2-1			5.0	2
P3-1			5.0	3
P4-1			5.0	4
P1-2		0.8		1
P2-2		0.8		2
P3-2		0.8		3
P4-2		0.8		4
P5-2		0.8		5
P6-2		0.8		6
P7-2		0.8		7
P8-2		0.8		8
P9-2		0.8		9
P10-2		0.8		10
P1-3		8.5		1
P2-3		8.5		2
P3-3		8.5		3
P4-3		8.5		4
P5-3		8.5		5
P6-3		8.5		6

2. 実験条件及び実験方法

実験水槽は、長さ18.0m、幅1.0m、高さ0.8mの両面ガラス張り造波水路の水路幅を2分し、片側0.3mの水路で行った。実験は、水深20cm、周期1.26sec、波高約0.8~6.5cmで行った。表-1に示す実験条件に基づいて各3回づつ実験を行い、その平均値を実験値とした。模型堤体（図-1）は、1/5勾配に滑面を設置した場合と、その上に透水性斜面としてアルミナボールを層積み（1~10層）した場合とに大別される。透水性斜面の粒径は、5,10,20mmの3種類である。入射波高、反射波高はHealyの方法で求め、打ち上げ高さRは、波が安定する20波~40波のRを目視より読み取りその平均値を実験値とした。

3. 実験結果及び考察

3-1. R/H_0 , K_r と H_0/L_0 の関係

図-2(a),(b)は、滑面及び粗面（滑面上に粒径5,10,20mmのアルミナボールを各1層被覆した斜面）の相対打ち上げ高さ R/H_0 （ R ：打ち上げ高、 H_0 ：沖波波高）及び反射率 K_r と沖波波形勾配 H_0/L_0 （ L_0 ：沖波波長）との関係を図示したものである。図-2(a),(b)には、比較のため滑面と石積斜面で被覆時の1/5勾配に対するSaville及びGreslou-Maheの実験曲線も併記した。図-2より、 R/H_0 , K_r は滑面より粗面（滑面上に粗度球を1層被覆した斜面）の方が低く、粗面においても粗度球の粒径が大きいくほど、小さい傾向を示すことが分かる。図-3(a),(b)は、滑面上に粒径10mmの粗度球を1~10層まで積み重ねた場合の実験結果を偶数層のみについて図-2と同様に図示したものである。図-3より粗度球の粒径が一定であっても層厚が厚くなるに連れて、 R/H_0 , K_r 共に小さくなる事が分かる。これらの実験から法面の粗度、透水性が打ち上げ高さや反射率に影響を及ぼしていることがよく分かる。

3-2. エネルギー消費

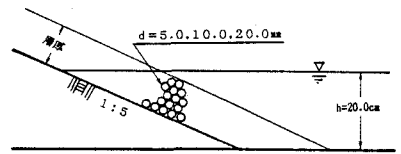


図-1 模型堤体概略図

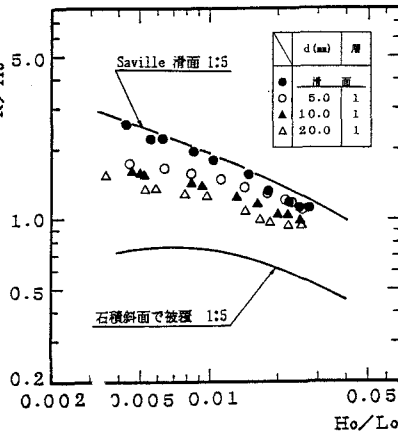


図-2 (a) R/H_0 と H_0/L_0 の関係

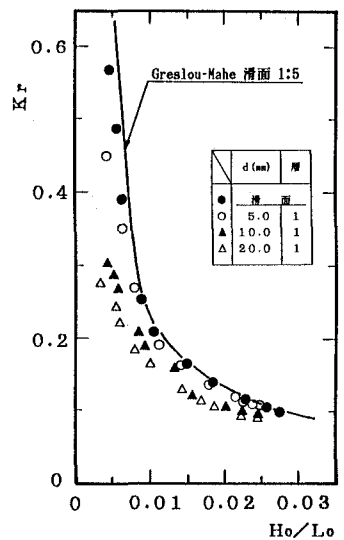


図-2 (b) K_r と H_0/L_0 の関係

各ケースの水表面単位面積当りの総エネルギー消費は、下記の式で求めることができる。

$$E_{loss} = 1/8 \rho g H_i^2 - 1/8 \rho g H_r^2 = 1/8 \rho g \{1 - (Kr)^2\} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 ρ : 密度 g : 重力加速度 H_i : 入射波高

H_r : 反射波高 Kr : 反射率

以下で述べるエネルギー消費は、(1)式を用いている。

図-4・5は、滑面のエネルギー消費($E_{b,loss}$)と透水性斜面(滑面に粒径 $d=10mm$ の粗度球を被覆した実験ケース $P_{1-2} \sim P_{10-2}$)のエネルギー消費($E_{p,loss}$)との比 $E_{b,loss}/E_{p,loss}$ と、層厚の関係を图示したもので、それぞれ $H_0/L_0=0.005$ 及び 0.015 に対するものである。滑面による総エネルギー消費を砕波によるものと仮定すれば、粗度球を1層被覆したときの「 $1.0 - E_{b,loss}/E_{p,loss}$ 」は、透水性よりも粗度による影響が卓越していると思われるので、これを粗度による効果とすることができる。このように仮定すると、粗度球の層数を増やした場合の透水性の効果は、1層積みの場合の $E_{b,loss}/E_{p,loss}$ の値からそれぞれの層数に対応する $E_{b,loss}/E_{p,loss}$ の値を差し引くことによって求めることができる。図-4、図-5を比較すれば粗度・透水性の効果とも、 H_0/L_0 の小さい波の方が大きく、透水性斜面の層厚が大きくなるほど透水性の効果が大きくなることが分かる。図-6は、波形勾配をパラメータとして $E_{b,loss}/E_{p,loss}$ と層数との関係を示したものである。この図から波形勾配が大きくなると粗度及び透水性の効果が急激に減少することが分かる。

4. おわりに

透水性斜面への波の打ち上げ高、反射率、エネルギー消費などについて透水層厚の影響がかなり明らかになった。最後に、御助言をいただいた東北大学首藤伸夫教授、ならびに実験及びデータ整理に協力いただいた平成元年度卒業研修生に感謝の意を表します。

《参考文献》 1)Savage,R.P.:Wave run-up on roughened and permeable slopes,Trans.ASCE,Vol.124,pp.123~152,1959 2)Saville,T.Jr.:Laboratory Investigation of Rubble-mound Breakwaters,Journal of the Waterways and Harbors Division,ASCE,Vol.86, No.W3,pp151~156, Sept.1960. 3)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. on Coastal Engineering, pp.68~84,1955. 4)土屋・河田・矢下:波のそ上にあぼす粗度および透水性の効果,第25回海講,PP.160~164,1978.

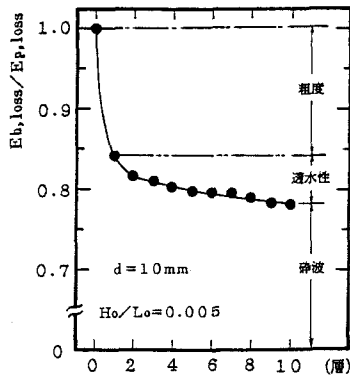


図-4 各層の総エネルギー消費に対する各エネルギー消費

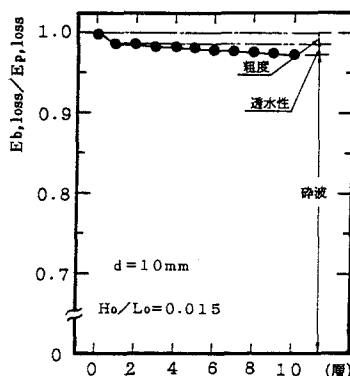


図-5 各層の総エネルギー消費に対する各エネルギー消費

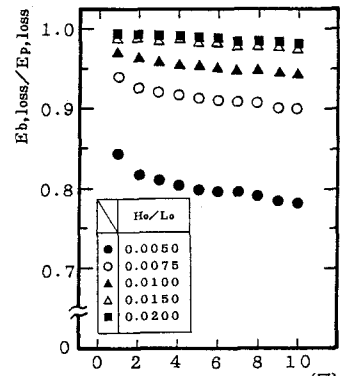


図-6 各層の総エネルギー消費に対する各エネルギー消費

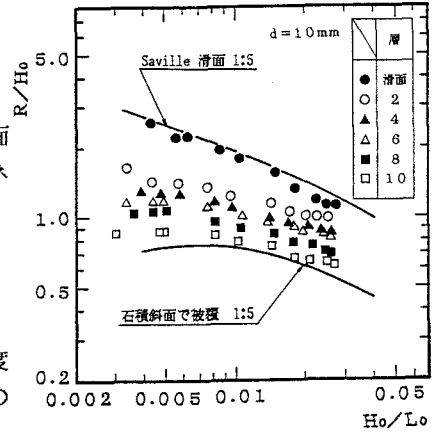


図-3 (a) R/H_0 と H_0/L_0 の関係

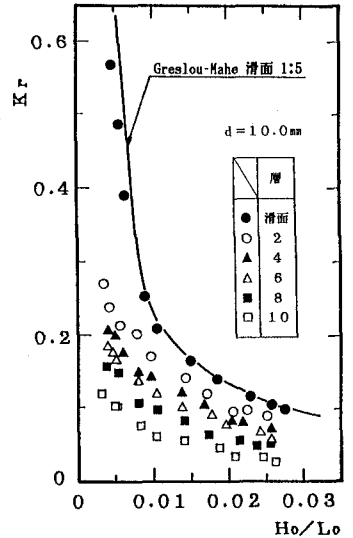


図-3 (b) Kr と H_0/L_0 の関係