

II-49 波の打ち上げ高さに及ぼす有限透水層厚の影響

東北工業大学 正員 〇高橋敏彦
東北工業大学 正員 沼田 淳
東北大学・工 正員 首藤伸夫

1. はじめに

近年、海岸侵食対策工法の一つとして、低反射で打ち上げ高さが小さいと注目されている緩傾斜堤が築造されつつある。この緩傾斜堤は、ブロックの孔などによる堤表面の粗度及び捨石層・フィルター層の透水性が大きな特徴となっているが、打ち上げ高さや反射率に及ぼすこれらの影響は、必ずしも解明されていない。本実験は、透水層の層厚の影響を、波の打ち上げ高さ及び透水層内の波の挙動を、主に透水性の観点から検討することを試みた。

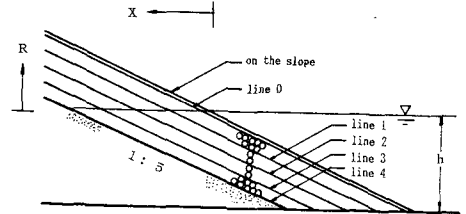


図-1 模型堤概略図

2. 実験条件及び実験方法

実験は、長さ11.3m、幅0.3m、高さ0.5mの両面ガラス張り水路に、法面勾配1/5の模型堤体(図-1)を設置し、水深0.20m、波高約0.01~0.07m、周期1.26secで行った。表-1に示す各条件において3回ずつ実験を行い、その平均値を実験値とした。粗面(有孔板)の表面空隙率は、現地の空隙率と同様に約22%とした。入射波高、反射波高は、Healyの方法で解析し、波の打ち上げ高さ R は、打ち上げ高さが安定する15波~40波の R を目視より読み取りその平均値とした。

表-1 実験条件

実験No.	T(sec)	H(cm)	粒径 d (mm)	板孔 D (mm)	層
A-1					
A-2		1.0	-	14.0	
A-3			-	25.0	
A-4	1.26		-	40.0	
B-7					1, 4, 8
B-14			20.0	14.0	1, 4, 8
B-15	7.0			25.0	1, 4, 8
B-16				40.0	1, 4, 8

3. 実験結果及び考察

3-1 実験結果

図-2(a), (b)は、滑面及び透水層斜面の H_0/L_0 (沖波波形勾配)に対する R/H_0 (波の打ち上げ高 R と沖波波高 H_0 との比)及び K_r (反射率)の関係を図示したものである。

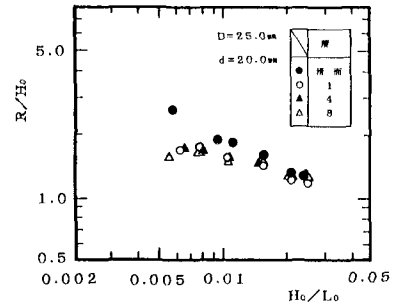
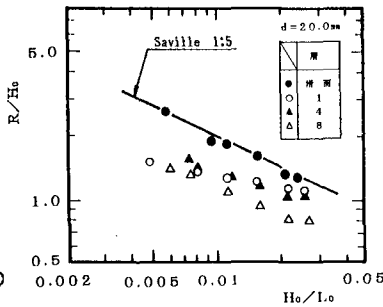


図-2 (a) R/H_0 と H_0/L_0 の関係 図-3 (a) R/H_0 と H_0/L_0 の関係

図中には比較のために、滑面の1/5勾配に対する Saville¹⁾ 及び Greslou-Mahe²⁾ の実験曲線も併記している。図-2(a)より R/H_0 は、1, 4, 8層の順に小さくなるのが分かる。また、 H_0/L_0 が約0.03になると1, 4層の場合、滑面と同程度の値になるのに対し、8層の場合は、 H_0/L_0 に関係なくほぼ一定の割合で小さい値を示している。

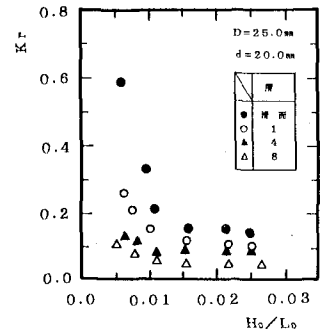
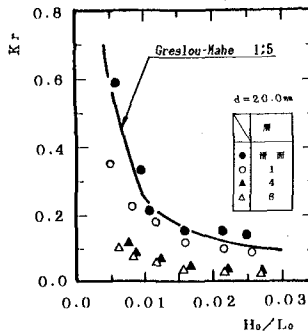


図-2(b)より、 K_r は1層の場合、滑面に近い値を示しているのに対し、4, 8層

図-2 (b) K_r と H_0/L_0 の関係 図-3 (b) K_r と H_0/L_0 の関係

は同程度の値で、滑面に比べかなり小さくなっている。図-3(a), (b)は、「粗面(D=25.0mm)+透水層」で透水層を1, 4, 8層設置した場合の実験結果の一例である。図-3(a)より、有孔板を設置した場合、R/Hoは透水層厚にほとんど関係なく同程度の値となっているが、図-3(b)のKrは層厚の効果が表れており、1, 4, 8層の順にKrが小さくなっている。図-3より粗面がある場合、透水層厚はR/Hoにそれ程影響せず、主にKrに影響するようである。

3-2. 透水層内の打ち上げ高さ

図-4、図-5は、透水性斜面(70%傾斜)に8層のみ)とその上に粗面(D=14.0mm)を設置した「粗面+透水層」の場合の斜面上及び透水層内各層の波の打ち上げ高さを、 H_o/L_o をパラメータとして図示した例である。縦軸は、各層厚のRと滑面の R_o との比 R/R_o で、横軸は透水層内各層と静水面との交点の位置を、打線からの距離X(図-1参照)で示している。透水性の斜面及び「粗面+透水層」いずれの場合も、各層での R/R_o の値は H_o/L_o の大きい順に大きくなるが、 H_o/L_o が R/R_o の値に及ぼす影響は表層で最も大きく下層にいくほどその影響は小さくなる。図-4,5より、粗面を設置した場合と設置しない場合の表層の R/R_o は大きく異なる(前者で約0.6~0.95、後者で0.5~0.7)が、透水層内での R/R_o は同程度の値となる。ただし、粗面の空隙率、透水層内の粒径の大きさなどの影響については今後の検討課題である。

3-3. 透水層厚によるエネルギー消費

各ケースの水表面単位面積当りの総エネルギー消費を前報3)と同様、次式で求めている。

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

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

図-5は、粗面(D=25.0mm)によるエネルギー消費と「粗面+透水層」のエネルギー消費の割合を縦軸に、 H_o/L_o を横軸にとり図示した一例である。図より、透水性によるエネルギー消費は、 $H_o/L_o \approx 0.006$ で透水層厚が1層の場合は、総エネルギー消費の約4%、4, 8層では、それぞれ8, 9%程度となるが、 H_o/L_o が大きくなるにしたがい層厚の影響は減少し、 $H_o/L_o \approx 0.02$ では層厚による違いはほとんどなくなりその値も1~2%程度となっている。他の「粗面+透水層」の場合も、同様の傾向を示し同程度の値となっている。

5. おわりに

波の打ち上げ高さ・反射率に及ぼす透水層厚の影響について、ある程度明らかになった。今後さらにこれらの影響を検討していく予定である。

《参考文献》

- 1) Saville, T. Jr: Laboratory Investigation of Rubble-mound Breakwaters, Journal of the Waterways and Harbor Division, ASCE, vol. 86, No. WW3, pp151~156, Sept. 1960.
- 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. on Coastal Engineering, pp.88~84, 1955.
- 3) 高橋・首藤: 緩傾斜堤への波の打ち上げ高に及ぼす粗度・透水性の効果, 昭和63年度東北支部

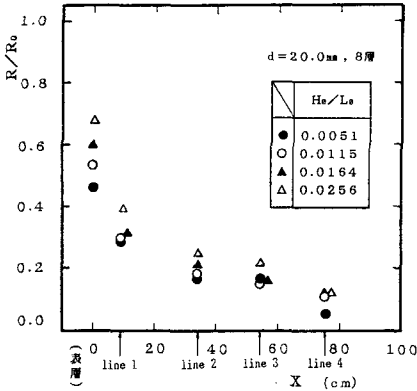


図-4 R/R_o と H_o/L_o の関係

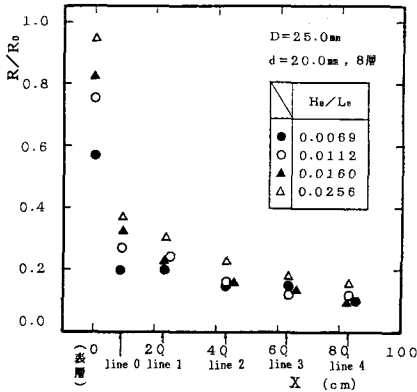


図-5 R/R_o と H_o/L_o の関係

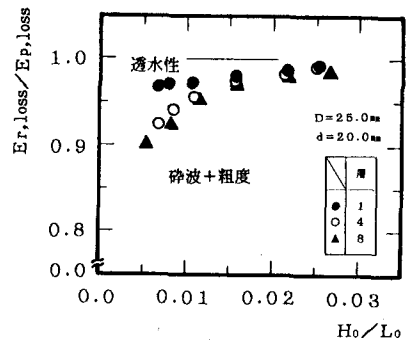


図-6 透水性によるエネルギー消費