

II-66

緩傾斜堤への波の打ち上げ高さに及ぼす堤脚水深の影響 -不規則波実験-

東北工業大学 学生員○松本 見
東北工業大学 正 員 高橋 敏彦
東北工業大学 正 員 沼田 淳

1. まえがき

前報¹⁾において、相対水深の違いが緩傾斜堤への波の打ち上げ高さにどの程度影響を与えるか、不規則波を用いて実験を行い報告した。本研究は、前報のデータを用い更に解析し、堤脚水深の違いが反射率、エネルギー消費に及ぼす影響についても検討を行うことを目的とした。

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の水路を使用した。水路の一端にピストン型反射波吸収制御付き不規則波造波装置、他端には合板で1/40勾配を作成し、その上に模型堤体を設置した。模型堤体は、滑面、有孔被覆ブロック（空隙率15%）、及び有孔被覆ブロック+透水層（ $d=2.5\sim4.75\text{mm}$ の砂利で層厚約20.0mm）の3種類で、のり面勾配はすべて1:4と固定した。実験は、一様部水深 $h=0.3\sim0.42\text{m}$ 、周期 $T=1.26\text{sec}$ 、波高 $H=1.0\sim10.0\text{cm}$ 、相対水深 $h_i/L_o\sim0.05$ 迄0.01刻みの6ケースである。実験値としては有義波を用いた。表-1に実験条件を示す。

表-1 実験条件

実験 No.	T(sec)	H(cm)	h_i/L_o	h (cm)
A-1		0.00	0.00	0.00
A-2		0.01	2.48	
A-3		0.02	4.95	
A-4		0.03	7.43	
A-5		0.04	9.91	
A-6		0.05	12.38	
B-1	1.26	1.0	0.00	0.00
B-2		0.01	2.48	
B-3		0.02	4.95	
B-4		0.03	7.43	
B-5		0.04	9.91	
B-6		0.05	12.38	
C-1		0.00	0.00	
C-2		0.01	2.48	
C-3		0.02	4.95	
C-4		0.03	7.43	
C-5		0.04	9.91	
C-6		0.05	12.38	

3. 実験結果及び考察

3-1. R/H_o と h_i/L_o の関係

図-1(a)、(b)、(c)は、 R/H_o と h_i/L_o の関係を H_o/L_o をパラメータとして図示したもので、(a)は滑面、(b)は有孔被覆ブロック、(c)は有孔被覆ブロック+透水層に対する実験結果である。各図とも、 H_o/L_o が小さいほど R/H_o が大きくなるが、 H_o/L_o の違いによる R/H_o の変化は h_i/L_o が大きくなるにつれて小さくなる傾向を示している。すなわち、 h_i/L_o が大きくなると H_o/L_o が R/H_o に及ぼす影響は小さくなるといえる。

3-2. K_r と H_o/L_o の関係

図-2(a)、(b)は滑面と有孔被覆ブロック+透水層の K_r と H_o/L_o の関係を h_i/L_o をパラメータとして図示したものである。 $h_i/L_o=0.00$ の場合は、両図の K_r はほぼ同程度の値となっているが、他は全て滑面の方が大きい値を示している。各図共、 $h_i/L_o=0.05\sim0.02$ まではほぼ同程度の K_r であるが、 $h_i/L_o=0.01, 0.00$ になると急激に K_r が小さくなる傾向を示している。

3-3. 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。

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

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

図-3は、 $h_i/L_o=0.02$ の場合の滑面、有孔被覆ブロック、有孔被覆ブロック+透水層の K_r と H_o/L_o の関係を図示したものである。滑面、有孔被覆ブロック、有孔被覆ブロック+透水層の順に K_r が大きく、 H_o/L_o が大きくなるにつれて K_r は小さくなる。他の

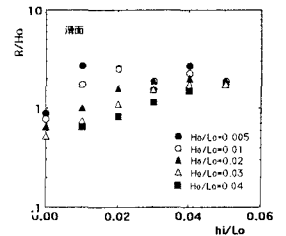


図-1 (a) R/H_o と h_i/L_o の関係 (滑面)

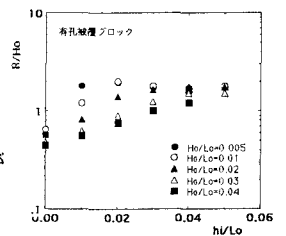


図-1 (b) R/H_o と h_i/L_o の関係 (有孔被覆ブロック)

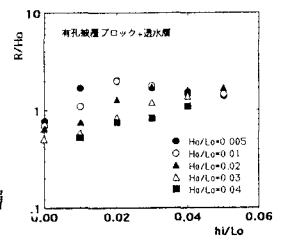


図-1 (c) R/H_o と h_i/L_o の関係 (有孔被覆ブロック+透水層)

ケースも同様の傾向を示している。図-4は、滑面によるエネルギー消費($E_{b,loss}$ 、砕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_o/L_o の関係を図示したものである。 $H_o/L_o \div 0.005$ で粗度のエネルギー消費は約10%弱であり、 H_o/L_o が大きくなるに従い粗度のエネルギー消費は小さくなる。 $H_o/L_o \div 0.03$ より大きくなると殆ど砕波によるエネルギー消費となる。

図-5は、図-4と同様、粗度と砕波によるエネルギー消費の割合を h_i/L_o をパラメータとして図示したものである。図より、いずれの H_o/L_o においても h_i/L_o が大きいほど粗度によるエネルギー消費が大きくなる。 $h_i/L_o=0.05$ の場合 $H_o/L_o \div 0.005$ で粗度によるエネルギー消費は、総エネルギー消費の約20%強であり、 h_i/L_o が小さくなるにつれて徐々に小さくなり、 $h_i/L_o=0.00$ ではほとんど0である。 $h_i/L_o=0.00$ を除き、 $H_o/L_o \div 0.03$ で粗度によるエネルギー消費はほぼ0となる。図-6は、図-5と同様の考え方で有孔被覆ブロックによるエネルギー消費と有孔被覆ブロック+透水層によるエネルギー消費($E_{p,loss}$)の割合を縦軸に、 H_o/L_o を横軸にとり図示したものである。 $h_i/L_o=0.00$ のケースでは、透水性によるエネルギー消費は H_o/L_o にかかわらずほぼ0となっている。透水性によるエネルギー消費は、 $H_o/L_o=0.005$ で $h_i/L_o=0.05, 0.04$ のとき総エネルギー消費の約10%弱、 $h_i/L_o=0.03, 0.02, 0.01$ で約5%弱の値となっており、 $H_o/L_o \div 0.03$ では殆ど透水性によるエネルギー消費はなくなる。図-7は $h_i/L_o=0.02$ の場合の砕波、粗度、透水性によ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-5、図-6で求めた値より決め、他を砕波によるエネルギー消費としたものである。 H_o/L_o が小さい程粗度、透水性によるエネルギー消費が大きく、 $H_o/L_o \div 0.03$ 以上では粗度、透水性によるエネルギー消費はほぼ0になっている。これらの結果は前報²⁾で示した結果と同様である。堤脚水深が大きくなると図-5、図-6で示したように粗度、透水性によるエネルギー消費が大きくなるのは、水と接する斜面が長くなるためではないかと思われる。

4. あとがき

R/H_o と h_i/L_o の関係を、滑面、有孔被覆ブロック、有孔被覆ブロック+透水層毎に H_o/L_o をパラメータとして検討を行った。また h_i/L_o 毎の粗度、透水性によるエネルギー消費の割合等が明らかになった。最後に、共同で解析を行った三田村 篤君に感謝の意を表する。

<参考文献>

1) 青藤ら：不規則波による緩傾斜堤への波の打ち上げ高さに及ぼす堤脚水深の影響に関する実験、土木学会東北支部技術研究発表会(平成9年度)、pp.252~253、2)Takahashi, et.al.: Experimental Study on Hydraulic Characteristics of Gentle-Slope Sea Walls Faced with Armour Units, C.E.J.1992.

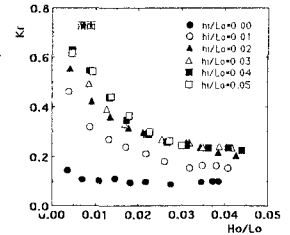


図-2(a) K_r と H_o/L_o の関係 (滑面)

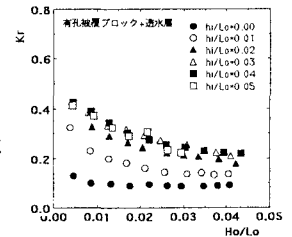


図-2(b) K_r と H_o/L_o の関係 (有孔被覆ブロック+透水層)

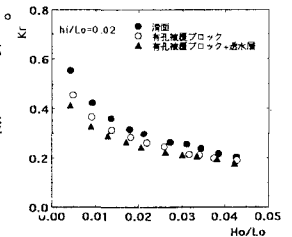


図-3 K_r と H_o/L_o の関係

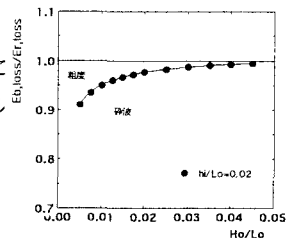


図-4 $E_{b,loss}/E_{r,loss}$ と H_o/L_o の関係

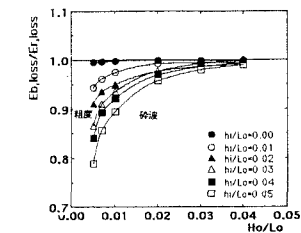


図-5 粗度と砕波によるエネルギー消費

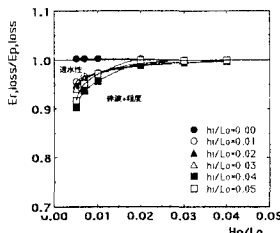


図-6 透水性と砕波+粗度によるエネルギー消費

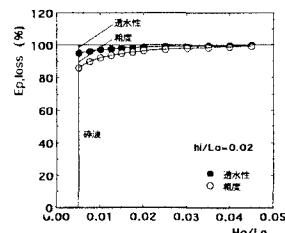


図-7 砕波、粗度、透水性によるエネルギー消費の割合