

II-72

親水性護岸における越波防止対策に関する不規則波実験

東北工業大学 学生員 ○柴田 龍平 及川 哲也

東北工業大学 正 員 高橋 敏彦 新井 信一

1. はじめに

芹沢ら¹⁾は、直立護岸を緩傾斜化したところ、背後地への越波量と越波頻度の増大を招いたことを報告している。また、緩傾斜護岸の越波の評価に関する研究は、井上²⁾による一連の研究があるが、その対策についてはほとんど検討されていない。そこで本研究は、親水性護岸の越波防止対策として、護岸の上部に波返し工を設置し、波返し工の有無、設置位置やその大きさ及び堤脚水深と越波量の関係を、不規則波を用いて検討することを目的とした。

2. 実験条件及び実験方法

実験水路は、長さ 20.0m、幅 0.6m、高さ 0.7m の両面ガラス張りの造波水路を二分し片側 0.3m として両側の水路を使用した。水路の一端にはピストン型反射波吸収制御付き造波装置、他端には合板で 1/10 の海底勾配を作成し、その上に模型堤体と波返し工を設置した。模型堤体の法勾配は、1/3 と 1/5 の 2 種類とし、滑面で実験を行った。実験は、一様部水深 $h=32.5\sim40.0\text{cm}$ 、有義波周期 $T_{1/3}=1.26\text{s}$ 、有義波波高 $H_{1/3}=9.15\text{cm}$ 、堤脚水深・沖波波長比 $h/L_0=0.01\sim0.04$ 迄の 0.01 刻みに 4 ケースである。波返し工の形状は、海岸保全施設築造基準解説および宮島ら³⁾の実験結果を参考に決定した。また、波返し工の大きさは 4 種類とし、位置を 3 パターンに配置するようにした。入射波高、反射波高は合田の入射波分離法を用いた。実験はビデオカメラ観測を主とし、目視観測を副として行った。越波量は堤体を越波した水を採水箱に集水し、電子天秤を用いて採水重量を測定することで越波量を求めた。波の作用波数は、集水箱の容量より水深 32.5、35.0cm は約 150 波、水深 37.5、40.0cm は約 100 波を解析対象とした。ただし、実験は水路の片側毎に同一条件で 3 回ずつ行った。模型縮尺は $S=1/40$ とした。実験で使用する不規則波は、Bretschneider・光易型のスペクトルをもつ波を用いた。図-1(a)に模型堤体概略図、図-1(b)に波返し工概略図、表-1 に実験条件を示す。

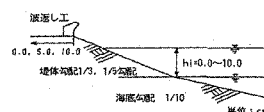


図-1(a) 模型堤体の概略図

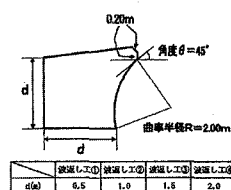
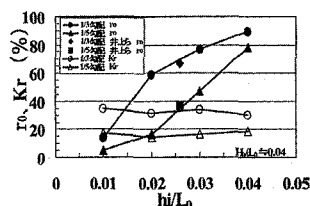
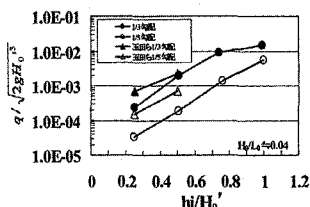


図-1(b) 波返し工概略図

表-1 実験条件

勾配	堤体名	波返し工	h(cm)	h/L ₀	h/H _{1/3}	h/L ₀
1/3	A-1	無	2.5	12.5	32.5	0.01
	B-1	有	2.5	12.5	32.5	0.01
	C-1	有	5.0	10.0	35.0	0.02
	D-1	有	7.5	7.5	37.5	0.03
1/5	A-2	無	10.0	5.0	40.0	0.04
	B-2	有	10.0	5.0	40.0	0.04
	C-2	有	10.0	5.0	40.0	0.04
	D-2	有	10.0	5.0	40.0	0.04

図-2 勾配別 r_0, Kr と h/L_0 の関係図-3 勾配別の無次元越波流量と h/H_0

3. 実験結果及び考察

3-1 勾配別反射率及び越波率

図-2 は、1/3 及び 1/5 勾配における越波率 (r_0) 及び反射率 (Kr) と、堤脚水深・沖波波長比 h/L_0 の関係を示した図である。図には、比較のために井上²⁾の実験結果もプロットしている。ただし、井上らの実験条件は $H_{1/3}/L_{1/3}=0.04$ 、 $H_c/H_{1/3}=1.0$ 、 $h/L_{1/3}=0.026$ に対し、本実験条件は、 $H_0/L_0=0.04$ の値であり、井上らの条件の浅海域⇔深海域としてプロットしている。越波率は、両勾配ともに h/L_0 が増加するとともに大きくなっていく。勾配別による越波率は、勾配の緩い 1/5 勾配の方が小さい値を示している。また、井上らの越波率と本実験による越波率の値は、幾分条件が異なることを考えると、両勾配ともほぼ同程度の値を示していると思われる。

る。反射率については、各勾配とも hi/L_0 の値に関わらず 1/3 勾配では約 33%、1/5 勾配で約 17% 前後のほぼ一定値を示している。

3-2 勾配別越波流量

図-3 は、1/3 及び 1/5 勾配における無次元越波流量 $q/\sqrt{2gH_0^3}$ と堤脚水深・沖波波高比 hi/H_0' を表したものである。図には、比較のために玉田ら⁴⁾の実験結果もプロットしている。玉田らの実験条件は $H_0/L_0=0.036$ に対し、本実験条件は、 $H_0/L_0=0.04$ の値である。玉田らの値は本実験値と同程度か幾分か大きい値を示している。本実験結果の越波流量は、 hi/H_0' が大きくなる程、両勾配とも増加していく傾向が認められる。その値は、越波率で示されたように勾配の緩い 1/5 勾配の方が小さい値となっている。

3-3 波返し工の設置による越波率の変化

図-4(a),(b)は、それぞれ 1/3 と 1/5 勾配の hi/H_0' に対する r_0 を波返し工が無いケースと図-1(b)に示す①～④の 4 種類の波返し工をのり肩(0cm)に設置したケースの一例を図示したものである。図-4 より、両勾配とも波返し工を設置し、波返し工が①～④へと大きくなるに従って越波率は減少していくことが認められる。波返し工④を設置した 1/5 勾配では、 $hi/H_0' \div 1.0$ のみで約 10% の越波率となっており、波返し工無しに比べてかなり越波率が減少することがわかる。波返し工を設置し、その形状が大きくなる程、当然ながら越波率を減少させる効果が大きくなる。

3-4 波返し工の設置による越波流量の変化

図-5(a),(b)は、それぞれ 1/3 と 1/5 勾配に波返し工が無いケースと 4 種類の波返し工(のり肩から 10cm)を設置したケースをパラメーターとして、 $q/\sqrt{2gH_0^3}$ と hi/H_0' の関係を図示したものである。図より図-4 と同様に両勾配とも、波返し工を設置し、波返し工が①～④へと大きくなるに従って越波流量が減少していく傾向が認められる。その減少効果は、1/3 勾配よりも勾配が緩い 1/5 勾配の方が大きくなる傾向にあるようだ。

3-5 波返し工の設置位置による越波率の変化

図-6 は、1/3 勾配で $hi/H_0' \div 1.0$ (水深 40cm) の場合の波返し工の大きさをパラメーターとして、波返し工の設置位置と越波率を示したものである。各波返し工をのり肩から 5cm (現地換算 2.0m) に設置したケースが幾分か大きな値を示す傾向が認められる。これは、斜面形状に沿って波が遡上し、比較的波返し工の上部に衝突するため越波率が高くなると思われる。

4. おわりに

親水性護岸の越波防止対策として、護岸の天端に波返し工を設置し、波返し工の有無や大きさ、さらに設置位置について検討を行なった。その結果、越波防止対策として波返し工の有効性や特性が明らかになった。

参考文献 1) 芹沢ら：直立護岸との比較における緩傾斜護岸の越波量の評価と問題点, 海洋開発論文集, 第 19 巻, pp237 - 242, 2003.

2) 井上：親水性護岸における越波特性, 第 30 回水工学に関する夏期研修会講義集, B コース, pp.B-6-1 ~ B-6-15, 1994.

3) 宮島ら：波返し付き傾斜護岸の越波流量特性に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 51 巻, pp.636 - 640, 2004.

4) 玉田ら：緩傾斜護岸における越波流量算定図の提案と時間的変動特性に関する考察, 海洋開発論文集, 第 17 巻, pp311-316, 2001.

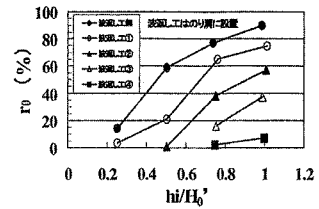


図-4(a) r_0 と hi/H_0' の関係(1/3 勾配)

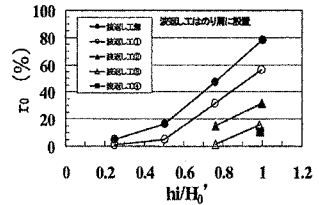


図-4(b) r_0 と hi/H_0' の関係(1/5 勾配)

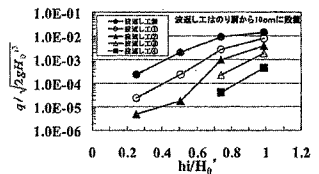


図-5(a) 越波流量と hi/H_0' の関係(1/3 勾配)

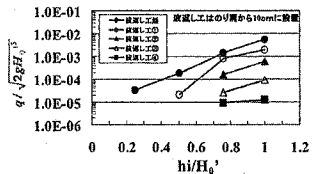


図-5(b) 越波流量と hi/H_0' の関係(1/5 勾配)

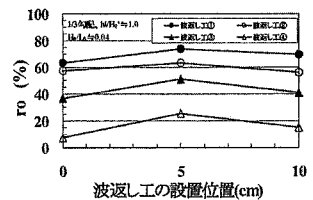


図-6 r_0 と波返し工の位置の関係