

親水性護岸の越波防止に関する対策工の検討

東北工業大学 学生員 ○鈴木 友二 横尾 康太
東北工業大学 正 員 高橋 敏彦
国土交通省 正 員 加藤 悠司

1. はじめに

親水性護岸(緩傾斜護岸:斜面勾配 1/3~1/5)は、親水性や景観面も配慮した工法として、近年多く築造されてきた。しかし、越波被害の実態に関する全国調査¹⁾によると、直立護岸を親水性護岸にしたことにより、越波被害が増大したため、親水性護岸の越波対策の必要性を指摘している。そこで本研究は、越波防止対策として親水性護岸の天端に対策工を設置し、対策工の形状、大きさや設置位置及び波浪条件等との関係を検討することを目的とした。

2. 実験条件及び実験方法

2.1 実験条件 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使用した(図-1(a) 実験水路概略図)。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 勾配の海底勾配を作成しその上に模型堤体と対策工を設置した(図-1(b) 模型堤体概略図)。模型堤体の法勾配は 1/3 とし、滑面で実験を行った。実験は一様部水深 $h=32.5\text{cm}\sim 40.0\text{cm}$ 、周期 $T=1.26\text{sec}$ 、波高 $\approx 9.15\text{cm}$ 、堤脚水深・沖波波長比 $hi/L_0=0.01\sim 0.04$ 迄の 0.01 刻みに 4 ケースである。

2.2 対策工の検討 対策工の形状は、海岸保全施設築造基準解説および宮島ら²⁾の実験結果を参考に、図-1(c)に示す対策工を決定した。また検討した対策工(以降対策工と呼ぶ)との比較のために、高さが同じ直方体も対策工の 1 つとして作成した。両対策工の大きさは、図-1(c)に示す通り 3 種類である。設置位置は、のり肩(0.00cm)、のり肩から 6.25cm、12.5cm の位置に設置したが、直方体の対策工はのり肩から 6.25cm のみである。

2.3 実験方法 入射波高、反射波高は合田の入反射波分離法を用いた。実験は、目視観測を主とし、ビデオカメラ観測を副として行った。越波量は堤体を越波した水を集水箱に集水し、電子天秤を用いて集水重量を測定することで越波量を求めた。越波量は、水深 $h=40\text{cm}$ の場合 50 波、水深 $h=32.5\sim 37.5\text{cm}$ の場合 100 波の波数を条件としてそれぞれ解析対象とした。ただし、実験は同一条件で 3 回ずつ行い、その平均値を用いた。模型縮尺は、 $S=1/40$ とした。表-1 に実験条件を示す。

3. 実験結果および考察

3-1.規則波と不規則波の越波率 r_0

図-2(a)(b)は、規則波及び不規則波による r_0 と堤脚水深・沖波波長比 hi/L_0 の関係を対策工無し、対策工①～③をパラメーターとして示したものである。 r_0 は、越波する波数を全入射波数で除したものである。図-2(b)には、比較のために井上らの実験結果³⁾ もプロットしている。ただし、井上らの実験条件は、 $H/L=0.04$ 、 $hc/H=1.0$ 、 $hi/L=0.026$ に対し、

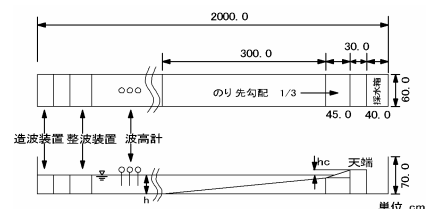


図-1(a) 実験水路概略図

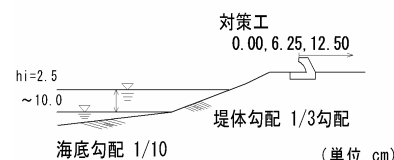
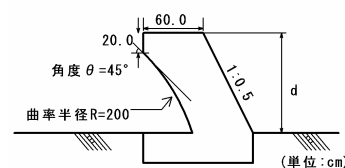


図-1(b) 模型堤体概略図



	対策工①	対策工②	対策工③
d(cm)現地換算	80.0	100.0	120.0
d(cm)模型換算	2.00	2.50	3.00

図-1(c)対策工概略図

表-1 実験条件

勾配	実験名	対策工の種類	hi(cm)	hc(cm)	h(cm)	hi/L ₀	hi/H ₀
1/3	A-1 B-1	無	2.5	12.5	32.5	0.01	0.25
		対策工					
		直方体					
	A-2 B-2	無	5.0	10.0	35.0	0.02	0.50
		対策工					
		直方体					
	A-3 B-3	無	7.5	7.5	37.5	0.03	0.75
		対策工					
		直方体					
	A-4 B-4	無	10.0	5.0	40.0	0.04	1.00
		対策工					
		直方体					

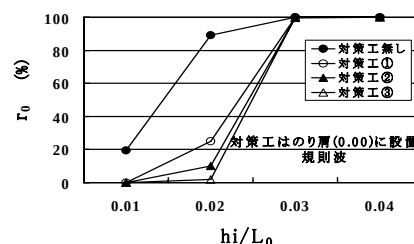


図-2(a) hi/L_0 と r_0 の関係

本実験条件は、 $H_0/L_0 \approx 0.04$ 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。図-2(b)の不規則波の対策工無しの実験結果と、井上らの実験結果の値は、ほぼ同程度の値を示している。対策工①は、高さが現地換算で 80cm、それより 20cm ずつ高くなった対策工が②、③となっている。図-2 の両図より、 r_0 は hi/L_0 が大きくなるに従って大きくなっていき、 r_0 の高い順に対策工無し、対策工①、対策工②、対策工③となっている。規則波の場合は、 $hi/L_0=0.01$ で約 20%~0%、 $hi/L_0=0.03$ 以上では全てのケースで 100%の r_0 となっており、比較的 0 に近い値か 100%の結果になるようだ。一方、不規則波の場合は、 hi/L_0 が大きくなるに従って各ケース共徐々に大きくなっていく傾向が認められ、 $hi/L_0=0.04$ で対策工無しで 90%、対策工を設置した①~③では約 83%~60%まで減少している。

3-2.対策工の設置位置による越波率 r_0 の変化

図-3 は、 $hi/H_0' \approx 0.75$ の場合の対策工の大きさをパラメーターとして、対策工の設置位置と r_0 の関係を示した 1 例である。各対策工共のり肩(0.00cm)に設置したケースが最も高い r_0 を示しているが、のり肩から 6.25cm(現地換算 2.5m)及び 12.5cm(現地換算 5.0m)では、ほぼ同程度の r_0 の値を示している。のり肩で最も高い r_0 を示すのは、堤体斜面上に沿って波が勢いよく遡上し対策工に衝突するためと思われる。

3-3.両対策工の越波率 r_0 及び越波流量 q の比較

図-4 は、 hi/H_0' に対する r_0 を対策工無しと図-1(c)に示す①~③の 3 種類の対策工及び、直方体対策工①~③をのり肩から 6.25cm に設置したケースの例を示したものである。図より対策工無しに比べるといずれの対策工を設置しても r_0 がかなり減少することがわかる。また、同じ高さの対策工と直方体対策工を比較すると直方体よりも、対策工の方が同程度から 10 数%程度小さい r_0 を示している。図-5、6 は単位幅・単位時間当たりの q と hi/H_0' の関係を示したものである。図-5 は対策工無しと対策工①~③を、図-6 は、対策工②と直方体対策工②比較の 1 例を示している。図-5 より、対策工を設置し、対策工が①~③へと大きくなるに従って q が減少していく傾向が認められるが、 hi/H_0' が大きくなるに従ってその割合が小さくなっていくようだ。図-6 より、対策工の方が直方体対策工より幾分小さい越波流量と見なせるが、その割合は 5~10 数%小さい値となっている。

4.おわりに

親水性護岸の越波防止に関する対策工の検討を行った。検討した対策工は対策工無しに比べ越波防止に大きく効果があり、また同じ高さの直方体対策工より、越波率や越波流量を減少させることが明らかになった。

<参考文献> 1)加藤ら:越波被害の実態に関する全国調査,海洋開発論文集,第 15 巻,pp.31-36, 1999. 2)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. 3)井上ら:親水性護岸における越波特性,第 30 回水工学に関する夏季研修会講義集, B コース, pp.B-6-1~B-6-15,1994.

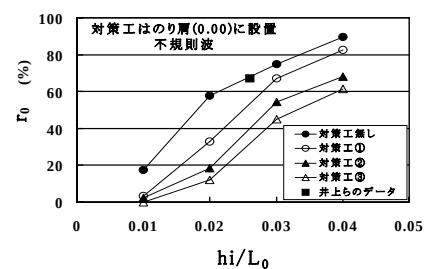


図-2(b) hi/L_0 と r_0 の関係

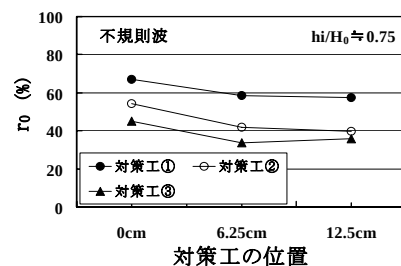


図-3 対策工の位置と r_0 の関係

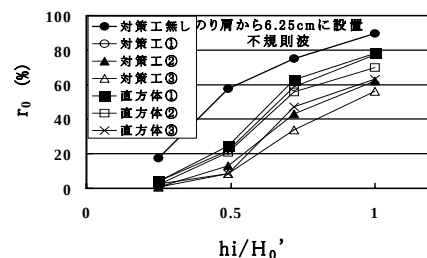


図-4 hi/H_0' と r_0 の関係

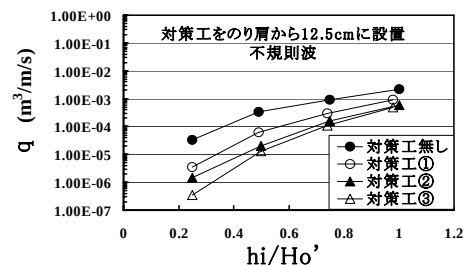


図-5 hi/H_0' と q の関係

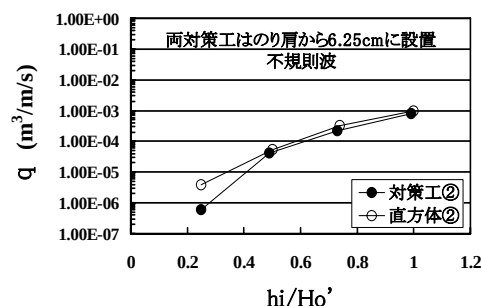


図-6 対策工②と直方体対策工②の q の比較