

親水性護岸の越波防止に関する規則波実験

東北工業大学 学生員 ○山田 温子 進藤 卓也
東北工業大学 正員 高橋 敏彦

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。また、越波防止対策の1つとして、親水性護岸の最上段のブロックを撤去し、直立壁に改良する方法も検討されている。²⁾そこで本研究は、越波防止対策として上述の方法も含め、対策工の有無や形状、大きさや設置位置及び堤脚水深との関係を、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

実験条件及び実験方法は前報³⁾とほぼ同様なので要約して記述する。実験水路及び模型堤体概略図を図-1(a)、(b)に示す。なお、今回の堤体勾配は1/5勾配を用いている。図-1(c)、(d)は、親水性護岸の天端に設置する対策工の概略図及び固定対策工の概略図である。図-1(c)の対策工の大きさは3種類とした。表-1に実験条件を示す。対策工の種類は7種類、設置位置は3設置位置である。検討した対策工との比較のために、高さが同じ直方体を使用して実験も行った。なお、堤脚水深は4種類である。波浪条件として、 $T=1.26s$ 、波高 $H=9.15cm$ とした。越波量、越波率は、各条件とも100波の波数で実験を行い、同一条件で3回の平均値を用いた。模型縮尺は、 $S=1/40$ とした。

3. 実験結果および考察

3-1. 対策工の有無や形状及び大きさによる越波率 r_0

図-2(a)は、越波率 r_0 と堤脚水深・沖波波高比 hi/Ho' の関係を対策工無し、対策工②と同じ高さの直方体対策工②をパラメーターとして図示したものである。図より、 $hi/Ho' \approx 0.50 \sim 0.75$ までは対策工無しに比べて両対策工共 r_0 がかなり減少する事が認められる。また、両対策工を比較すると、対策工の方が直方体対策工より約7~14%小さい値を示し、対策工の形状の効果が表われているものと思われる。

図-2(b)は、 r_0 と hi/Ho' 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。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。 r_0 は hi/Ho' 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。各 r_0 は $hi/Ho' \approx 0.50$ で約20%~0%、 $hi/Ho' \approx 0.75$ で対策工無しで約99%、対策工を設置した①~③では約10%~0%に減少している。また、 $hi/Ho' \approx 1.00$ では約100%~82%の r_0 となっており、規則波のためか比較的0または100%に近い結果になるようだ。

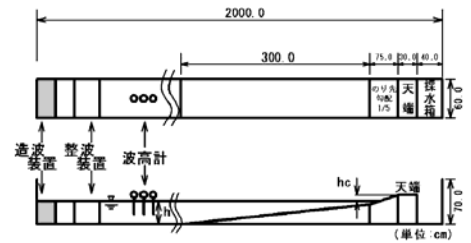


図-1(a) 実験水路概略図

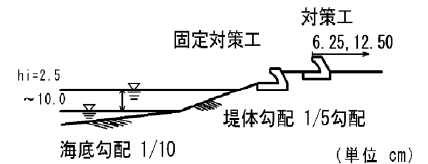
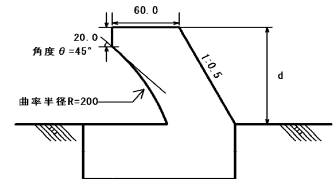


図-1(b) 模型堤体概略図



	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

(単位: cm)

図-1(c) 対策工概略図

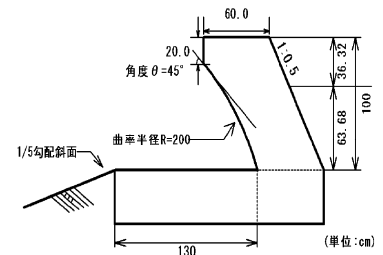


図-1(d) 固定対策工概略図

表-1 実験条件

対称	実験名	対策工の種類	h1(cm)	h2(cm)	h3(cm)	hi/Ho'	hi/Ho'
A-1	B-1	親水性護岸のみ					
		親水性護岸上 + 対策工①のみ	2.5	12.5	32.5	0.01	0.25
		親水性護岸上 + 対策工②のみ					
		直方体					
A-2	B-2	親水性護岸のみ					
		親水性護岸上 + 対策工①のみ	5.0	10.0	35.0	0.02	0.50
		親水性護岸上 + 対策工②のみ					
		直方体					
A-3	B-3	親水性護岸のみ					
		親水性護岸上 + 対策工①のみ	7.5	7.5	37.5	0.03	0.75
		親水性護岸上 + 対策工②のみ					
		直方体					
A-4	B-4	親水性護岸のみ					
		親水性護岸上 + 対策工①のみ	10.0	5.0	40.0	0.04	1.00
		親水性護岸上 + 対策工②のみ					
		直方体					

3-2. 対策工の設置位置による越波率 r_0 の検討

図-3 は、 $hi/H_0' \approx 1.00$ 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。のり肩に設置した時の r_0 は各対策工共約 100% であるが、のり肩から 6.25cm (現地換算 2.5 m) では、約 98%~82%、のり肩から 12.5cm (現地換算 5.0m) では約 98%~48% となり、のり肩から 6.25cm、12.5cm と移動させることにより、 r_0 は減少している。その値は、対策工①の r_0 が約 100%~98% に対し、対策工②は約 100%~74%、対策工③は約 98%~48% となり、対策工が①~③へと大きくなるに従って r_0 の減少幅が大きくなっている。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だと思われる。

3-3. 対策工の有無や形状及び大きさと越波流量 q

図-4 は、 hi/H_0' に対する単位幅・単位時間当たりの q を対策工無し、固定対策工のみ、固定対策工+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 q は hi/H_0' が大きくなるに従って増加していく傾向が認められ、最も q が大きいのは対策工無し、次に固定対策工のみである。その値は $hi/H_0' \approx 0.50 \sim 1.00$ でそれぞれ $q \approx 6.42E-06$ 及び $1.71E-08(m^3/m/s) \sim 1.50E-03$ 及び $5.90E-04(m^3/m/s)$ である。固定対策工+対策工①~③は、 $hi/H_0' \approx 0.75$ までは越波が起こらず $hi/H_0' \approx 1.00$ のみで $q \approx 2.26E-04 \sim 4.39E-05(m^3/m/s)$ の値となっており、対策工を設置し、対策工が①~③へと大きくなるに従って減少していく傾向が認められる。

3-4. 各対策工による越波流量 q の割合

図-5 は、 $hi/H_0' \approx 1.00$ (水深 40.0cm) での対策工無しの $q (\approx 1.50E-03 m^3/m/s)$ に対する各対策工の q の割合をのり肩から 6.25cm に設置した場合の例を示したものである。図より対策工無しに対する固定対策工のみの q の割合は約 40% であり、今回の各対策工の中では最も大きい値となっている。次に大きな値は固定対策工+対策工①と対策工①がほぼ同程度の約 14% である。次に固定対策工+対策工②と対策工②で約 5%、固定対策工+対策工③と対策工③で約 3% となっている。全体的に検討した対策工を設置するとかなり q を減少させることが明らかになった。ただし、固定対策工+対策工と対策工を比較するとほぼ同程度であり、固定対策工を設置しても越波防止対策としては堤体 1/3 勾配³⁾の場合よりも越波量が少ないため、効果が小さいようだ。

4. おわりに

親水性護岸の越波防止対策として、天端に対策工を設置し、対策工の大きさや設置位置について規則波を用いて検討を行った。検討した対策工は越波防止に大きく効果があり、堤体 1/5 勾配では対策工①程度の大きさで充分と思われる。また、のり肩より離して対策工を設置する程その効果は大きい事が明らかになった。

<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)芹沢ら：礁帯に隣接する緩傾斜護岸の越波特性を考慮した保全対策の検討,海岸工学論文集第 50 巻,pp.651-655,2003. 3) 伊藤ら：親水性護岸の越波防止に関する対策工の比較検討,平成 18 年度土木学会東北支部講演概要

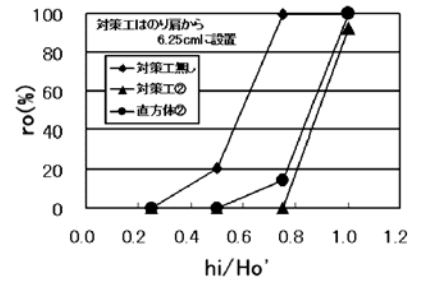


図-2(a) hi/H_0' と r_0 の関係

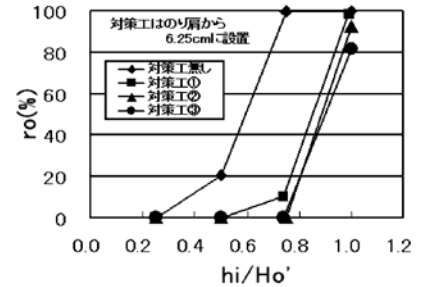


図-2(b) hi/H_0' と r_0 の関係

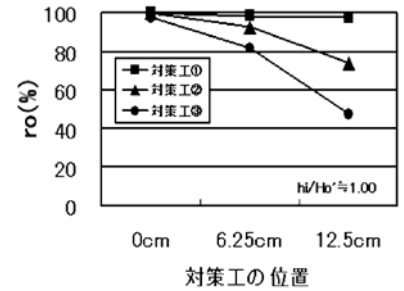


図-3 対策工の位置と r_0 の関係

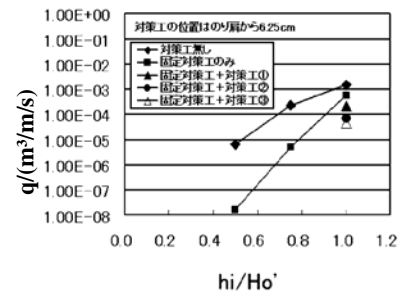


図-4 hi/H_0' と q の関係

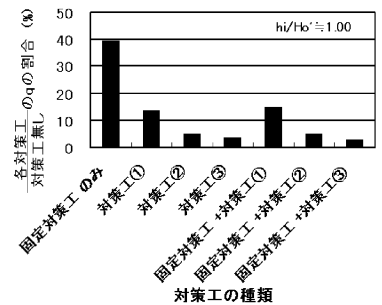


図-5 対策工無しに対する各対策工の q の割合