

親水性護岸の越波防止に関する不規則波実験

東北工業大学 学生員 ○工藤 祐輝 佐藤 佑磨

東北工業大学 正 員 高橋 敏彦

1. はじめに

芹沢ら¹⁾によると、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。その対策工法の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が検討されている。そこで本研究では越波防止に関する対策工として、上述の方法も含み、対策工の大きさ、設置位置、形状を変えての効果を不規則波につ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²⁾

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1/5とし、滑面で実験を行った。実験は一様部水深 $h=32.5\text{cm}\sim40.0\text{cm}$ 、周期 $T\approx 1.26\text{s}$ 、波高 $H\approx 9.15\text{cm}$ 、堤脚水深・沖波波長比 $h_i/L_0=0.01\sim0.04$ 迄の0.01刻みに4ケースである。対策工の形状は海岸保全施設築造基準解説、宮島ら³⁾の実験結果及び芹沢ら¹⁾の論文を参考に決定した。対策工の設置は、最上段のブロックを撤去し、直立壁に改良した固定対策工(図-1(c))及び、護岸の天端に設置する対策工(図-1(d))等の組み合わせである。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求めた。但し、実験は同一条件で3回ずつ行いその平均値を用い、模型縮尺は $S=1/40$ とした。実験条件として表-1に示す。

3. 実験結果及び考察

(1)対策工の有無や大きさによる越波率 r_0

図-2は、不規則波による越波率 r_0 と堤脚水深・沖波波長比 h_i/L_0 の関係を対策工無し、固定対策工のみ、固定対策工+対策工①～③をパラメータとして示したものである。図中には、比較のために井上ら⁴⁾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 $H/L\approx 0.04$ に対し、本実験条件は、 $H_0/L_0\approx 0.04$ である。本実験結果は、井上らの実験結果より r_0 が約10%大きい値となっている。 r_0 は、 h_i/L_0 が増加するにつれて各対策工設置の r_0 も増加している。 r_0 は、対策工無し、固定対策工のみ、固定対策工+対策工①、②、③の順に減少する。また、固定対策工+対策工①、②、③に注目すると、 $h_i/L_0\approx 0.01\sim 0.03$ までは対策工の大小の違いによる越波防止効果はあまり見られないが、 $h_i/L_0\approx 0.04$ の時には最大約30%の減少効果が見られる。

(2)対策工の設置位置と越波率 r_0

図-3は、堤脚水深・沖波波高比 $h_i/H_0'\approx 1.00$ の場合の対策工の大きさをパラメータとして、対策工の設置位置と r_0 の関係を示した一例である。各対策工とも法肩

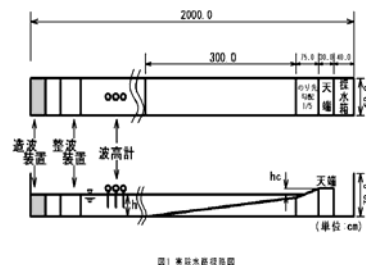


図-1(a) 実験水路概略図

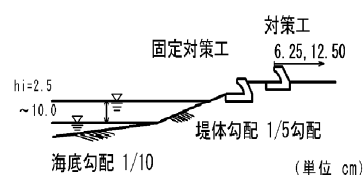


図-1(b) 模型堤体概略図

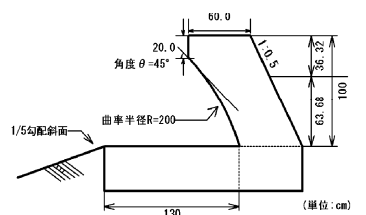
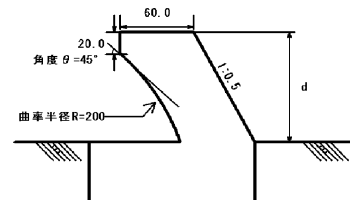


図-1(c) 固定対策工概略図



	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(d) 対策工概略図

表-1 実験条件

実験名	対策工の種類	$h_i(\text{cm})$	$h_0(\text{cm})$	$h_m(\text{cm})$	h_i/L_0	h_i/H_0
1/5	A-1 B-1 固定対策工+対策工①	8.25cm	2.5	12.5	0.01	0.25
		12.5cm				
		5cm				
		12.5cm				
	A-2 B-2 固定対策工+対策工②	8.25cm	5.0	10.0	0.02	0.50
		12.5cm				
		5cm				
		12.5cm				
	A-3 B-3 固定対策工+対策工③	8.25cm	7.5	37.5	0.03	0.75
		12.5cm				
		5cm				
		12.5cm				
1/10	A-4 B-4 固定対策工+対策工①	8.25cm	10.0	5.0	0.04	1.00
		12.5cm				
		5cm				
		12.5cm				

(0.00cm)に設置したケースが 60%前後と最も高い r_0 を示しているが、法肩から 6.25cm(現地換算 2.5m)及び 12.5cm(現地換算 5.0m)と法肩から離れる程 r_0 の値は小さい値を示している。法肩で最も高い r_0 を示すのは、堤体斜面上に沿って波が勢よく遡上し対策工に衝突するためと思われる。

(3)無次元越波流量 $q/\sqrt{(2gHo^3)}$ と hi/H_0' の関係

図-4は、 $q/\sqrt{(2gHo^3)}$ と hi/H_0' の関係を、対策工の有無等をパラメータとして示したものである。図中には 1/5 勾配で本実験の対策工無しのケースとほぼ同条件の玉田ら⁵⁾の実験結果もプロットした。本実験結果は、玉田らの結果とほぼ同程度の値を示している。図より、 $q/\sqrt{(2gHo^3)}$ は各対策工とも hi/H_0' が大きくなるにつれて増加していく。対策工無しより対策工設置時の方が当然ながら減少効果は見られ、対策工①～③の順に d が大きくなるに従って $q/\sqrt{(2gHo^3)}$ は減少していく傾向が認められる。

(4)対策工無しに対する各対策工の r_0 の割合

図-5は対策工無しの r_0 に対する各対策工の r_0 の割合を、 hi/H_0' をパラメータとして示したものである。なお、対策工①～③の設置位置は、法肩から 6.25cm に設置した場合の例である。図より hi/H_0' が大きくなるにつれて対策工無しに対する各対策工の割合は大きくなっていく傾向にある。 $hi/H_0' \approx 0.25$ では越波しなかったため 0.0%となっている。 $hi/H_0' \approx 0.50$ 及び 0.75 では、各対策工とも対策工無しの約 30~2%及び約 60~9%の値となり、 $hi/H_0' \approx 1.00$ では、約 85~25%の値となっている。また、固定対策工+対策工は同一対策工のみよりは、 $hi/H_0' \approx 0.75$ 及び 1.00 で約 30~10%及び約 35~10%減少する。

(5)対策工無しに対する各対策工の q の割合

図-6は、対策工無しの q に対する各対策工の q の割合を hi/H_0' をパラメータとして示したものである。図より hi/H_0' が大きくなるにつれて対策工無しに対する各対策工の q の割合は大きくなっていく傾向にある。また、 q の減少割合が大きいのは、固定対策工+対策工、次に対策工のみ、固定対策工のみの順である。対策工は、 d の大きい③～①の順番に減少割合は大きい。 $hi/H_0' \approx 0.25$ では越波しなかったため 0.0%となった。 $hi/H_0' \approx 0.50$ 及び 0.75 では、約 15~0%及び約 24~1%の値となり、 $hi/H_0' \approx 1.00$ では、約 43~7%の値となった。また、固定対策工を設置することにより、 $hi/H_0' \approx 0.75$ 及び 1.00 で最大約 16%及び約 11%減少する。

4. おわりに

親水性護岸の越波防止に関する不規則波の検討を行った。対策工無しに対する各対策工の r_0 及び q の減少率が、固定対策工+対策工③～①、次に対策工のみ③～①、固定対策工のみの順に小さくその減少割合も明らかになった。

<参考文献>

- 1) 芹沢ら: 岩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.
- 2) 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
- 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) 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.
- 5) 玉田ら: 緩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.

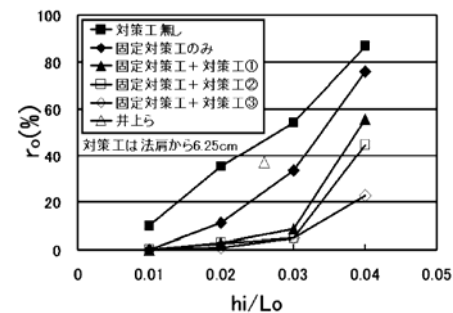


図-2 r_0 と hi/L_0 の関係

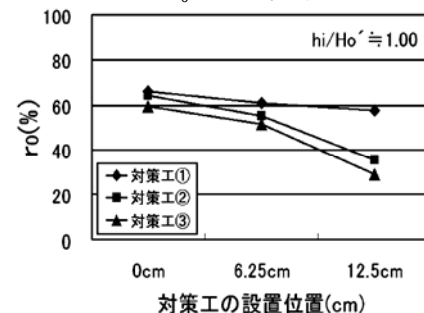


図-3 対策工の設置位置と r_0 との関係

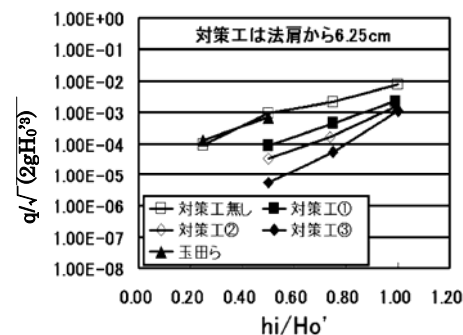


図-4 $q/\sqrt{(2gHo^3)}$ と hi/H_0' の関係

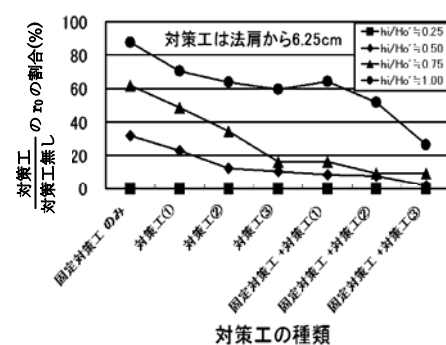


図-5 対策工無しに対する各対策工の r_0 の割合

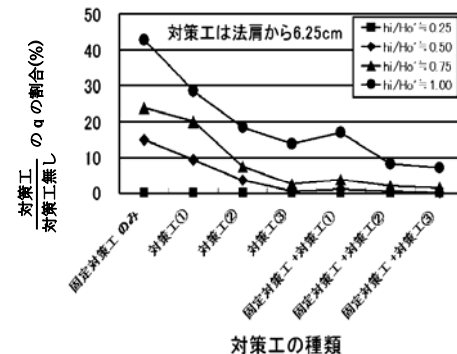


図-6 対策工無しに対する各対策の q の割合