

急傾斜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 ○渡邊 俊宏 内野澤 翔
東北工業大学 正 員 高橋 敏彦

1. はじめに

堤防や護岸を直立堤とした場合の越波量については、合田ら¹⁾の越波量推定図表なども作成され、種々検討され報告されている。一方、間瀬ら²⁾によると傾斜護岸の中で現場で最も多く築造されている急傾斜護岸は 1/0.5 勾配と報告されている。また、富永ら³⁾は傾斜勾配が 1/0.5 ないし 1/1 勾配ののり面の場合に最大越波量が生ずる目安としている。更に越波については、堤脚水深も大きく影響を及ぼす要因の一つとなっている。そこで本研究は、急傾斜護岸についての越波防止対策として対策工の有無や設置位置、堤脚水深と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 0.6 m、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)。模型堤体ののり勾配は 1/0.5 とし、滑面で実験を行った。実験は一樣部水深 $h=30.0\text{cm}\sim40.0\text{cm}$ 、周期 $T\div 1.26\text{s}$ 、波高 $H\div 9.15\text{cm}$ 、堤脚水深・沖波波長比 $hi/L_0=0.00\sim0.04$ 迄の 0.01 刻みに 5 ケースである。護岸の天端に設置する対策工の概略図を図-1(c)に示す。入射波高、反射波高は合田の入反射波分離法を用いた。越波量、越波率は、 $hi/H_0'\div 0.00\sim0.50$ は 100 波で、 $hi/H_0'\div 0.75\sim1.00$ は 50 波で実験を行った。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。実験条件を表-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 hi/L_0 の関係に対策工無し、対策工①～③をパラメータとし示したものである。 r_0 は、 hi/L_0 が大きくなるにつれて全体的に増加する傾向が認められるが、多くのケースで $hi/L_0\div 0.01$ または 0.02 以上になるとほぼ一定値を示す。ただし、対策工③で $hi/L_0\div 0.03$ のケースの場合に r_0 が減少する。これは、越波した波が対策工③で比較的にきれいに返された結果である。 r_0 は、当然ながら対策工無し、対策工①、②、③の順に減少する。

(2)対策工の設置位置と越波率 r_0

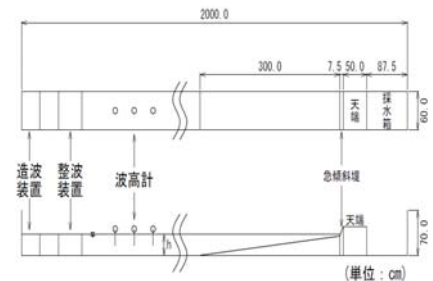


図-1(a) 実験水路の概略図

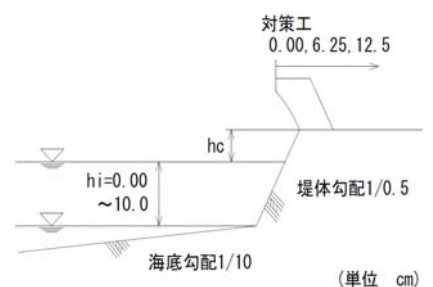


図-1(b) 模型堤体概略図

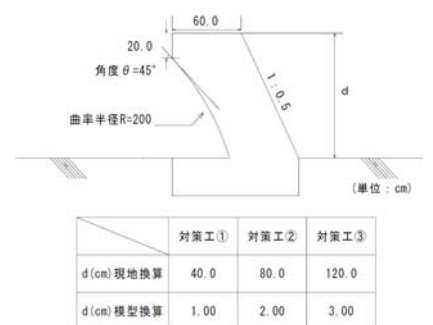


図-1(c) 対策工概略図

表-1 実験条件

勾配	実験名	対策工の種類	hi(cm)	hi/L0	hi/H0'	hi/L0	hi/H0'
1/0.5	不規則1	対策工無し	0.00cm	0.00	15.00	30.00	0.00
		対策工①	6.25cm				
		対策工②	12.5cm				
	不規則2	対策工無し	0.00cm	2.50	12.50	32.50	0.01
		対策工①	6.25cm				
		対策工②	12.5cm				
	不規則3	対策工無し	0.00cm	5.00	10.00	35.00	0.02
		対策工①	6.25cm				
		対策工②	12.5cm				
	不規則4	対策工無し	0.00cm	7.50	7.50	37.50	0.03
		対策工①	6.25cm				
		対策工②	12.5cm				
1/0.5	不規則5	対策工無し	0.00cm	10.00	5.00	40.00	0.04
		対策工①	6.25cm				
		対策工②	12.5cm				

キーワード：急傾斜護岸、越波防止、不規則波、越波、相対水深

図-3 は、堤脚水深・換算沖波波高比 $h_i/H_0' \approx 0.75$ 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。ただし、本ケースにおける対策工無しの場合の越波率は、84%である。対策工①はのり肩(0.00cm)にのみ設置しているの、対策工②、③の r_0 の傾向より、対策工の設置位置をのり肩(0.00)に設置した場合が、最も r_0 が小さい値となっている。のり肩から 6.25cm(現地換算 2.5m)と 12.5cm(現地換算 5.0m)に設置した場合は、ほぼ同じ値を示している。これはのり肩に設置した場合、急傾斜面に沿って遡上した波が対策工に比較的好く返されるが、のり肩から 6.25cm、12.5cm の場合、急傾斜面に沿って遡上した越波が対策工の上を飛び越えていく結果と思われる。

(3)無次元越波流量 $q/\sqrt{(2gH_0^3)}$ と h_i/H_0' の関係

図-4 は、 $q/\sqrt{(2gH_0^3)}$ と h_i/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。本実験結果は、図より $q/\sqrt{(2gH_0^3)}$ は各対策工とも h_i/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の順に対策工が大きくなるに従って $q/\sqrt{(2gH_0^3)}$ 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、 h_i/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、のり肩から 0.00cm、6.25cm、12.5cm に設置した場合の例である。図より対策工①～③の順に対策工が大きくなるに従って減少していく傾向が見られる。各対策工共、 $h_i/H_0' \approx 0.00$ の時に減少割合が多い。特に、対策工をのり肩に設置した③の場合は、 $h_i/H_0' \approx 0.00, 0.75$ で約 50%の値を示し対策工の効果が高いことが分かる。

(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 h_i/H_0' をパラメータとして示したものである。図より、幾分変動はあるものの h_i/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がある。 q の減少割合が大きいのは、当然ながら対策工③～①の順であり、その設置位置が 0.00cm 場合、特に顕著である。図-5 の r_0 の割合に比べて q の減少割合が大きいのは、本対策工が飛沫の様な越波は防げないが、水塊の様な越波は防ぐ効果が高い結果と推察される。

4. おわりに

急傾斜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、対策工③～①の順に小さくその減少割合も明らかになった。また、堤脚水深や対策工により r_0 が急減する傾向も見られた。

<参考文献> 1)合田ら:不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究、港湾技術研究所報告、第 14 巻、pp.3-44、1975。2)間瀬ら:汀線近傍

の護岸への不規則波の打上げに関する研究-算定打上げ高と不規則波の代表打上げ高の関係、土木学会論文集、No.726/II-62、pp.99-107、2003。3)富永ら:海岸堤防に関する研究(11)-越波量-、建設省土木研究所報告、第 143 号、pp.59-94、1972。

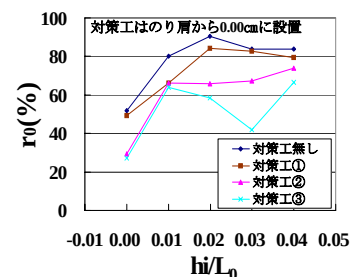


図-2 h_i/L_0 と r_0 の関係

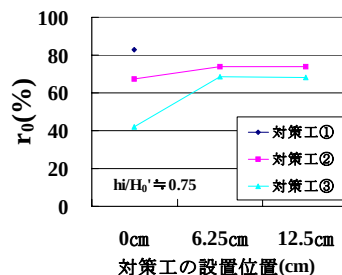


図-3 対策工の設置位置と r_0 の関係

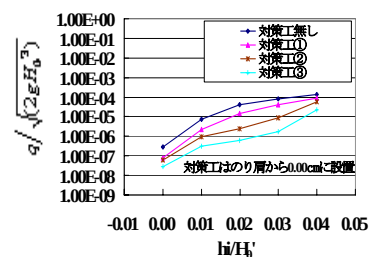


図-4 h_i/H_0' と $q/\sqrt{(2gH_0^3)}$ の関係

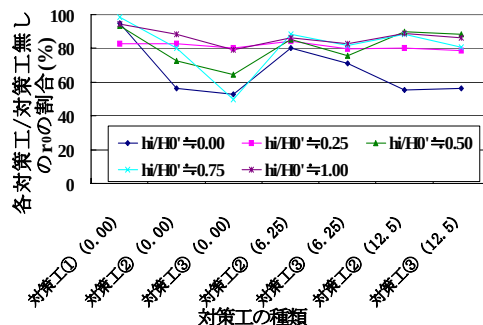


図-5 対策工無しに対する各対策工の r_0 の割合

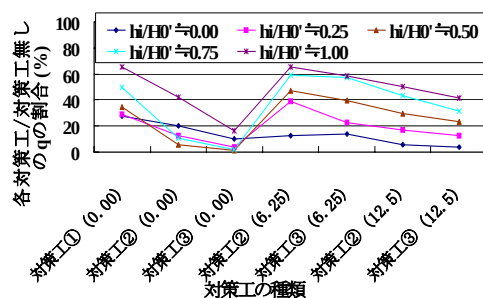


図-6 対策工無しに対する各対策工の q の割合