

直立護岸に設置した越波対策工に関する実験

東北工業大学 学生員 ○植松雄樹

東北工業大学 正 員 高橋敏彦 新井信一

1. はじめに

これまでに 1/0.5、1/3、1/5 勾配の堤体に、越波対策工を設置した実験を行い報告¹⁻³⁾を行ってきた。一方、堤防や護岸を直立堤とした場合については合田ら⁴⁾の越波流量推定図表なども作成され、種々検討されている。しかし、合田らの推定図表は、水面から天端までの鉛直高さ h_c を用いたものであり、著者らがこれまで対策工として用いた形状とは異なっている。そこで本研究は、越波防止対策として直立護岸の天端に越波対策工を設置し、対策工の大きさや設置位置及び波浪条件等との関係を検討し、合田らの越波量推定図表等と比較をする事を目的とした。

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 勾配の海底地形を作成し、その上に直立護岸を設置した。実験水路及び模型堤体概略図を図-1(a)、(b)に示す。堤体勾配は直立を用いている。図-1(c)は、急傾斜護岸の天端に設置する対策工の概略図である。対策工の種類は 3 種類であるが、対策工①はのり肩のみに設置している。設置位置は 3 ヶ所である。なお、堤脚水深は 5 種類である。波浪条件として、 $T \approx 1.26s$ 、波高 $H \approx 9.15cm$ とした。越波量、越波率は、 $h_i/H_0' \approx 0.00 \sim 0.75$ は 100 波の波数で実験を行い、 $h_i/H_0' \approx 1.00$ は越波量が増える為に水深に変動が起きてしまうため 50 波の波数で行った。それぞれ同一条件で 3 回実験を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. 対策工の有無や大きさによる越波率 r_0 と反射率 kr の関係

図-2 は、越波率 r_0 及び反射率 kr と堤脚水深・沖波波高比 h_i/H_0' の関係に対策工無し、対策工①～③をパラメータとして図示したものである。図中の破線は、対策工の有無、大小に関係なくほぼ同程度の kr (対策工無し)を示している。対策工①は、高さが現地換算で 40cm、それより 40cm ずつ高くなった対策工が②、③となっている。図より、 $h_i/H_0' \approx 0.00 \sim 1.00$ の全範囲において、対策工①～③の r_0 の値は、対策工無しに比べて幾分変動はあるものの、①～③の順に減少する事が認められ、対策工の大きさの効果が表われているものと思われる。 r_0 及び kr は、 h_i/H_0' が大きくなるに従って大きくなっていき、 kr は 20~60%程度の値を示している。

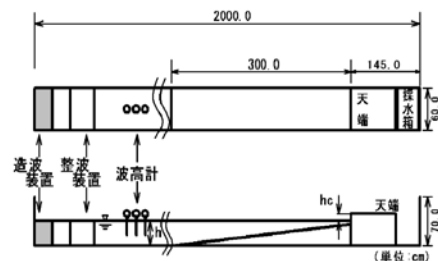


図-1(a) 実験水路概略図

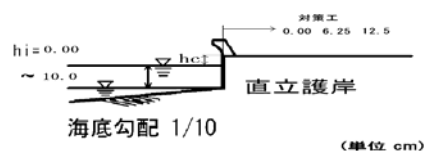


図-1(b) 模型堤体概略図

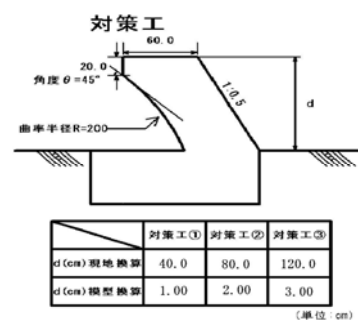


図-1(c) 対策工概略図

表-1 実験条件

勾配	実験名	対策工の種類	h(cm)	hc(cm)	h(cm)	h/L ₀	h/H ₀
直立	不規則波①	対策工	0.00cm	0.00	15.00	0.00	0.00
		①、②	6.25cm				
		②、③	12.5cm				
		対策工	0.00cm	2.50	12.50	0.01	0.25
	不規則波②	対策工	0.00cm	5.00	10.00	0.02	0.50
		①、②	6.25cm				
		②、③	12.5cm				
		対策工	0.00cm	7.50	7.50	0.03	0.75
	不規則波③	対策工	0.00cm	10.00	5.00	0.04	1.00
		①、②	6.25cm				
		②、③	12.5cm				
		対策工	0.00cm				

キーワード：不規則波，直立護岸，越波防止対策工，越波，相対水深，実験

〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 工学科 建設システム工学科 TEL：022-305-3539 FAX：022-305-3501

3-2.対策工の設置位置による越波流量 q

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として、対策工の設置位置と単位幅・単位時間当たりの越波流量 q の関係を示した一例である。のり肩(0cm)に設置した時の q は対策工③が最も小さく、①・②は同程度の値である。のり肩から 6.25cm(現地換算 2.5m)では、②・③共に同じ値で、のり肩から 12.5cm(現地換算 5.0m)では③が幾分小さい値となっている。このケースを含め $hi/H_0' \approx 0.5$ 以上では、対策工をのり肩から 6.25cm(現地換算 2.5m)に設置した場合が他の設置位置より幾分 q の値は大きくなっている。

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

図-4.(a)(b)は $q/\sqrt{(2gH_0'^3)}$ と hi/H_0' の関係を、対策工の有無や対策工の大きさをパラメータとして示したものである。図-4(a)及び(b)には、本実験の対策工無し及び対策工①～③の実験値及びそれらに対応する合田ら⁴⁾の越波流量推定図表から読み取った推定値を併記している。

図-4(a)より、本実験の対策工無しが当然ながら最も大きい値を示し、対策工①～③と大きくなるに従って $q/\sqrt{(2gH_0'^3)}$ も減少している。対策工無しの実験値と合田らの推定図より読み取った値はほぼ同程度となっている。

図-4(b)の実験値の対策工①～③と合田らの①～③の値はいずれも①～③へと $q/\sqrt{(2gH_0'^3)}$ は小さくなっていくが、実験値と合田らの値を比較すると、実験値の方が全体的に小さい値を示している。これは、合田らの推定図は、静水面から護岸堤防の高さ、実験値は静水面から対策工の天端までの高さで同じ値で比較しているが、合田らは直立で、本実験は図-1(c)で示した形状によるもので、本実験の方がよく波を返すためではないかと思われる。

3-4. 各対策工無しに対する各対策工の q の割合

図-5 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、幾分変動はあるものの 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がある。また、 q の減少割合が大きいのは、当然ながら対策工の大きい③～①の順であり、その設置位置 0.00cm の場合が特に顕著である。

4.おわりに

直立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不規則波を用いて検討を行った。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。

<参考文献>

- 1)鈴木ら:親水性護岸の越波防止に関する対策工の検討,平成 18 年度土木学会東北支部概要,'2007
- 2)工藤ら:親水性護岸の越波防止に関する不規則波実験,平成 19 年度土木学会東北支部要集,2008
- 3)渡邊ら:急傾斜護岸の越波防止に関する不規則波実験,平成 20 年度土木学会東北支部講演概要集,2009 .4)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,第 4 号, pp3~44, 1975.

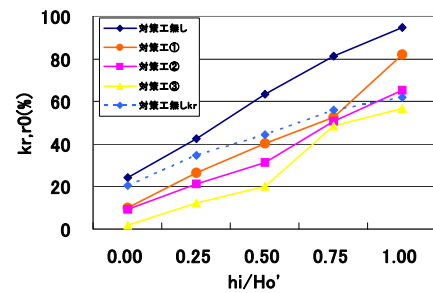


図-2 hi/H_0' と r_0, kr の関係

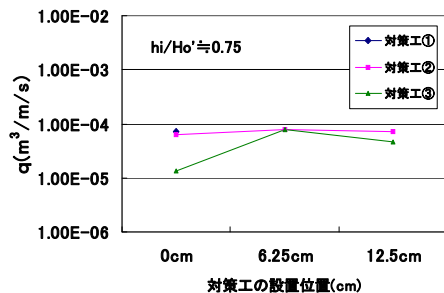


図-3 対策工の位置による越波流量

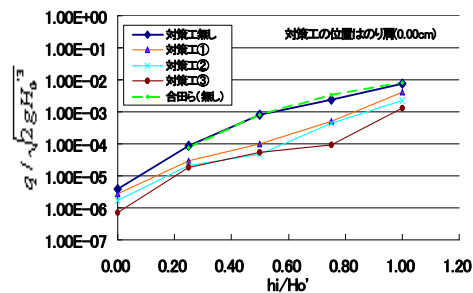


図-4(a) hi/H_0' と $q/\sqrt{(2gH_0'^3)}$ の関係

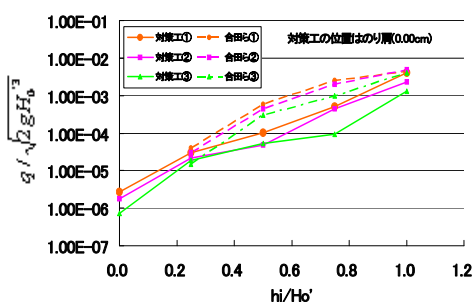


図-4(b) hi/H_0' と $q/\sqrt{(2gH_0'^3)}$ の関係

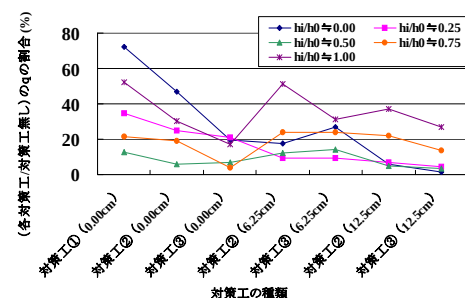


図-5 対策工無しに対する各対策工の q の割合