

防波堤背面に設置した遊水部付き没水型長周期波対策工の越波に対する安定性

株式会社不動テトラ 正会員 ○山上 健太郎
 株式会社不動テトラ 正会員 渡部 未樹久
 株式会社不動テトラ 正会員 三井 順
 株式会社不動テトラ 正会員 久保田 真一
 株式会社不動テトラ フェロー 松本 朗

1. はじめに

多くの港湾において、長周期波は荷役障害に繋がる問題である。その対策の一つとして、防波堤の港内側にマウンド形式の消波構造物を設置する方法が挙げられる。田中ら^{1,2)}は、天端が静水面と一致する没水型マウンド構造物(消波ブロック二層被覆形式)の消波特性と、越波に対する安定性を調べ、各々を明らかにした。一方、遊水部付き没水型マウンド構造物の安定性に関する研究は、多く成されていないのが現状である。そこで本研究では、当該構造物を防波堤背面に適用した際に、港外側から越波してきた水塊に対する安定性と、当該構造物を適用するための被覆材の安定質量を検討した。

2. 安定実験方法

実験には長さ55 m、幅1.2 m、高さ1.5 mの二次元水槽を用いた。図-1に示す防波堤及び没水型長周期波対策マウンド構造物を水槽内に設置した。防波堤形式は混成堤及び消波ブロック被覆堤(消波工法面1:4/3)とした。港内側の対策工部分の水路をアクリル板で幅方向に2つに仕切り、手前側と奥側で2種類のブロック質量の実験を同時に行った。表-1に使用したブロックの諸元を示す。実験縮尺は1/50を想定し、作用波数は1000波とした。波群は2種類とし、周期 $T_{1/3}$ は模型量で1.41 s、1.84 s、2.40 sの3種類とした。設計波高 H_D は15 cmとし、有義波高 $H_{1/3}$ は $0.6H_D \sim 1.2H_D$ の範囲で $0.1H_D$ 刻みで大きくしていった。背面マウンド天端幅は消波ブロック3個並びとし、堤体幅 B (遊水部を含む)は $2H_D$ 、 $3H_D$ 、 $4H_D$ の3種類とした。安定実験では、波高は小さい条件から始め、波高ランクごとに被覆材の積み直しは行わず、継続して次のランクの波を作用させた。

3. 実験結果(被災の傾向)

混成堤と消波ブロック被覆堤のどちらも、周期が短

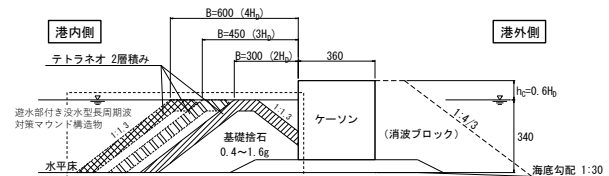


表-1 消波ブロック諸元(被覆材)

テトラネオ(2層積み, 天端3個並び)			
質量	48.1g	160.8g	399.3g
層厚	5.2cm	7.6cm	10.4cm
天端幅	10.8cm	16.2cm	21.8cm



く堤体幅が長いほど被覆材の安定性が向上する傾向であった。堤体幅ごとの消波ブロックの被災箇所は、堤体幅が狭い条件では岸側の法肩付近に、堤体幅が広がるにつれマウンド天端に越波した波が落ち込み、最終的には沖側法肩から遊水部及び沖側法面が被災する傾向であった。

4. 安定数の評価

(1) 算定式

遊水部の無い条件での越波に対する被覆材の安定性の評価について、田中ら²⁾は、式(1)を提案している。

$$N_S = C_H \left\{ p \left(\frac{N_0}{N_{0.5}} \right)^r + q \right\} \quad (1)$$

ここに、 N_S : 港内側のマウンド構造物被覆材の安定数、 C_H : 碎波効果係数、 N_0 : 港内側のマウンド構造物被覆材の被災度、 N : 波数、 p, q, r : ブロック形状や断面諸元によって決まる係数である。田中ら²⁾の提案式(1)を本研究に適用して被覆材の安定数を算定した。本研究では実験結果から、波高増大に伴う被災の進行度合いは周期や堤体幅によらないと仮定し、混成堤と消波ブロック

キーワード 没水型長周期波対策工, 遊水部, 安定性, 消波ブロック

連絡先 〒300-0006 茨城県土浦市東中貫町 2-7 (株)不動テトラ総合技術研究所 TEL:029-831-7411

表-2 断面諸元別係数と安定数 N_s ($C_H=1.000$, $\gamma=0.2$)

形式	断面諸元			断面諸元別係数			安定数 N_s
	h_c/H_D	B/H_D	H_D/L_0	p	q	r	
混成堤	0.6	2.0	0.048	4.24	2.15	0.6	2.41
			0.028	4.24	1.83	0.6	2.09
			0.017	4.24	1.73	0.6	1.99
		3.0	0.048	4.24	3.08	0.6	3.34
			0.028	4.24	2.42	0.6	2.68
			0.017	4.24	2.32	0.6	2.58
	4.0	0.048	4.24	3.86	0.6	4.12	
		0.028	4.24	3.03	0.6	3.29	
		0.017	4.24	2.73	0.6	2.99	
		2.0	0.048	4.00	2.76	0.6	3.00
			0.028	4.00	2.26	0.6	2.50
			0.017	4.00	2.00	0.6	2.24
消波 ブロック 被覆堤	0.6	3.0	0.028	4.00	3.03	0.6	3.27
			0.017	4.00	2.28	0.6	2.52
			0.048	4.00	4.34	0.6	4.58
		4.0	0.028	4.00	3.91	0.6	4.15
			0.017	4.00	3.26	0.6	3.50

被覆堤のそれぞれで同じ係数 p の値をとった。また、無被害時の安定数を表す係数 q の値に関しては実験値に沿うように最小二乗法を用いて決定し、係数 r は田中ら²⁾にならない0.6で固定した。また、係数を決める際は碎波の効果は考慮せず、 $C_H=1.0$ とした。なお、無被害($N_0=0$)のデータは安定限界 (N_s の最大値) を考慮するため、ケースごとに N_s の最大値以外を除いて検討を行った。表-2に断面諸元別係数と安定数 N_s の一覧を示す。

(2) 算定結果

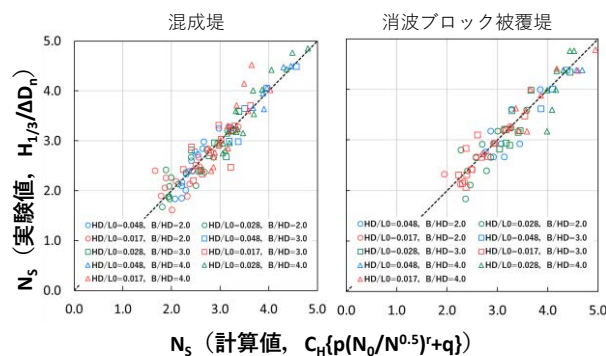
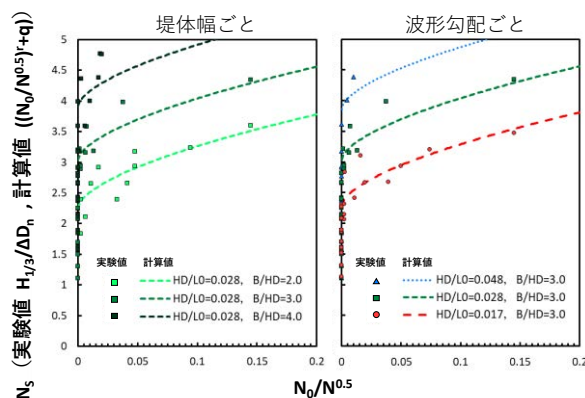
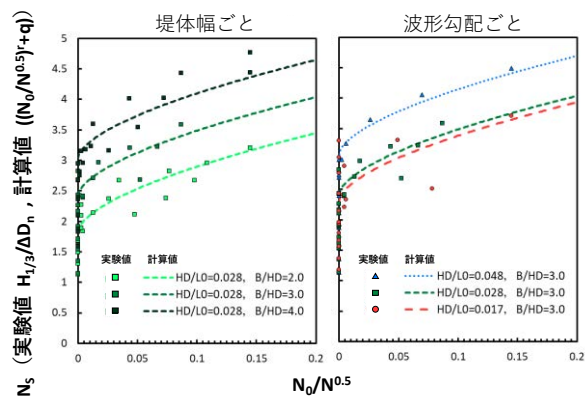
図-2と図-3に実験値と算定した被災度 N_0 と安定数 N_s の関係の一例を示す。混成堤も消波ブロック被覆堤も堤体幅が広く、周期が短くなるにつれて安定数が大きくなるのがわかる。

基本的には混成堤より消波ブロック被覆堤の方が安定数は高くなっていることがわかる。混成堤と消波ブロック被覆堤で波高の増大に対する被災の進行度合いは、周期や堤体幅によらないということが確認できる。

図-4は、横軸に碎波帯内の波高変化モデル³⁾より算定した C_H を考慮した計算値をとり、実験値との整合性を調べたものである。 N_s の計算値と実験値は概ね一致することが確認できた。

5. まとめ

本研究では、既往研究によって提案されている没水型長周期波対策マウンドに、遊水部を設けた際の越波に対する被覆材の安定性を明らかにするとともに、断面諸元や波浪条件ごとの安定係数を導いた。



参考文献

- 1) 田中真史, 松本朗, 半沢稔: 没水型長周期波対策工の消波特性に関する実験的検討, 土木学会論文集B3 (海洋開発), Vol.68, No.2, pp.I_816-I_821, 2012.
- 2) 田中真史, 松本朗, 半沢稔: 混成堤背面に適用した長周期波対策マウンド構造物の越波に対する安定性, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.69, No.2, pp.I_664-I_669, 2013.
- 3) 合田良実: 浅海域における波浪の碎波変形, 港湾技術研究所報告, Vol.14, No.3, 1975.