

新型消波ブロックの傾斜堤 2 層整積み被覆における安定性

日建工学株式会社
Seoul National University
Seoul National University
Seoul National University
日建工学株式会社

正会員 ○松下 紘資
Kyung-Duck Suh
Eun Jong Min
Se-Hyeon Cheon
吉塚 尚純

1. はじめに

日本における防波堤は、ケーソンを代表とする直立型のものが多いが、世界的に見ると傾斜堤の防波堤が多く、そのほとんどは捨石マウンドを消波ブロックで被覆した形となっている。そのため、防波堤の形式に対応した消波ブロックの安定性を適切に評価することが重要である。そこで本研究では、安田ら¹⁾等により種々の研究がなされている新しい消波ブロックについて、これまで実施されていない傾斜堤を 2 層整積みで被覆した水理模型実験を実施し、その安定性能の評価を行った。さらに、世界的に使用されている TETRAPOD についても同様の実験を行い、それぞれの安定性能の比較を行った。

2. ブロック配置方法

ブロックの配置は、Fabiao ら²⁾を参考に 2 種類 (A 配置, B 配置) の方法を採用した。A 配置は、1 層目のブロックの方向はすべて同じで縦列ごとにブロック半個分をずらして設置し、2 層目は逆さにして 1 層目と同じ状態で設置する方法である。B 配置は、1 層目は横列ごとに上向きと下向きを交互に設置し、2 層目は逆さにして 1 層目と同様に設置する方法である。いずれの配置方法も特別な器具等を使用することなく実施することができる。新型ブロックと TETRAPOD の配置状況をそれぞれ図-1, 2 に示す。

3. 水理模型実験の概要

実験は、Seoul National Univ. 所有の 2 次元造波水路 (長さ 36m, 幅 1m, 高さ 1.2m) を使用した。図-3 に水路全体の断面と平面を示す。水路幅 0.6m の位置に仕切り板を立て、手前側に模型を設置し、奥側で波浪を計測した。図-4 に実験断面を示す。前面の海底勾配は 1/25 で、傾斜堤の斜面勾配は 1:1.5 とした。



(a) A 配置 (左 : 1 層目, 右 : 2 層目)

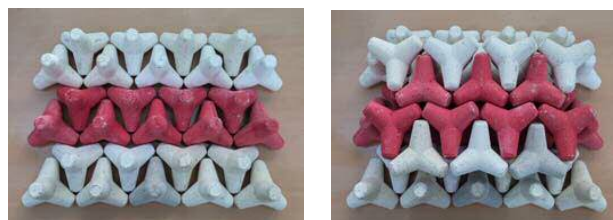


(b) B 配置 (左 : 1 層目, 右 : 2 層目)

図-1 新型ブロックの配置方法



(c) A 配置 (左 : 1 層目, 右 : 2 層目)



(d) B 配置 (左 : 1 層目, 右 : 2 層目)

図-2 TETRAPOD の配置方法

表-1 に模型諸元を示す。実験縮尺を 1/50 とすると、新型ブロックは 16t, TETRAPOD は 30t となる。表-2 に波浪諸元を示す。本実験では、周期を固定し (1.84s), 波高を変化させて実験を行った。作用波は、修正ブ

キーワード 消波ブロック, 整積み, 2 層被覆, 傾斜堤, 安定性

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 6-10-1 日建工学株式会社技術部 TEL03-3344-6811

レッドシュナイダー-光易型スペクトルを有する不規則波で、計 1000 波作用させた。

4. 結果と考察

安定性については、式(1)に示す Hudson 式³⁾を用いて評価した。

$$K_D = \frac{\gamma_a H_{si}^3}{W(S-1)^3 \cot \theta} \tag{1}$$

ここに、 γ_a はブロックの密度、 H_{si} は堤前の有義波高、 W はブロック質量、 S はブロックの比重、 θ は水平面と傾斜堤斜面との角度である。

図-5 に各配置方法と K_D 値の関係を示す。両ブロックともに、B 配置よりも A 配置の方が若干大きな値であった。これは、A 配置は層ごとにすべてのブロックが同じ方向を向いており、連続してかみ合いの効果が得られているが、B 配置は横列ごとに独立した配置となっているため、A 配置に比べるとわずかなではあるがかみ合いの効果が弱くなったものと考えられる。表-3 に実験結果の一覧を示す。新型ブロックと TETRAPOD の K_D 値を比較すると、新型ブロックは A 配置、B 配置ともにおよそ 1.4 倍の K_D 値を有しており、安定性に優れていることが分かった。また空隙率を見ると、新型ブロックは 59%と 57%、TETRAPOD はいずれも 54%であった。空隙率が大きいほどブロック所要個数を少なくできコンクリート使用量を低減できる。このことから、新型ブロックは TETRAPOD に比べて経済的に優れており、省資源化・工期短縮にも寄与できることが分かった。

5. おわりに

本研究では、傾斜堤を 2 層整積みで被覆した場合の安定性について、新型ブロックは TETRAPOD に比べて約 1.4 倍の安定性能を有することが確認された。また、新型ブロックは空隙率も大きく、経済的で、省資源化・工期短縮に寄与できることが分かった。

参考文献

1) 安田誠宏, 間瀬肇, 小西秀誉, 松下紘資, 徳永誠之 : 新しい消波ブロックの安定数算定実験および波形勾配と碎波の効果に関する一考察, 海洋開発論文集, 第 24 巻, pp.519-524, 2008.

2) Fabiao, J., Teixeira, AT. and Araujo, MAVC. : Hydraulic Stability of Tetrapod Armor Layers –Physical Model Study-, Proc. 6th Int. Short Course/Conference on Applied Coastal Research, 2013.

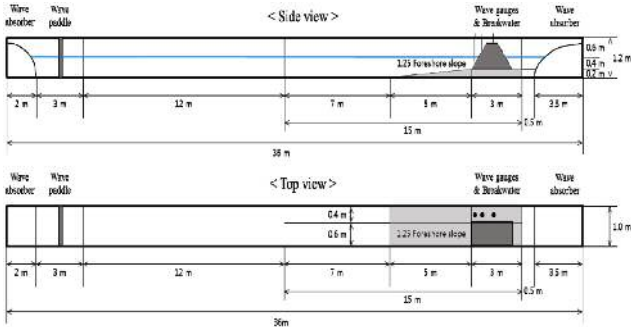


図-3 水路全体の側面と平面

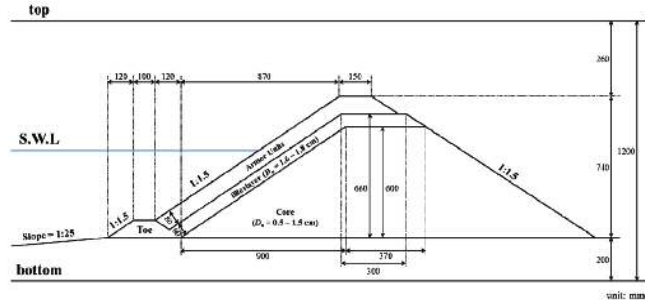


図-4 実験断面

表-1 模型諸元

	代表径Dn(cm)	質量W(g)
新型ブロック	3.80	127.1
TETRAPOD	4.64	223.5

表-2 波浪諸元

	模型		現地換算(1:50の場合)	
	T _s (s)	H _s (cm)	T _s (s)	H _s (m)
新型ブロック	1.84	11.2~12.4	13.0	5.6~6.2
TETRAPOD	1.84	12.0~13.2	13.0	6.0~6.6

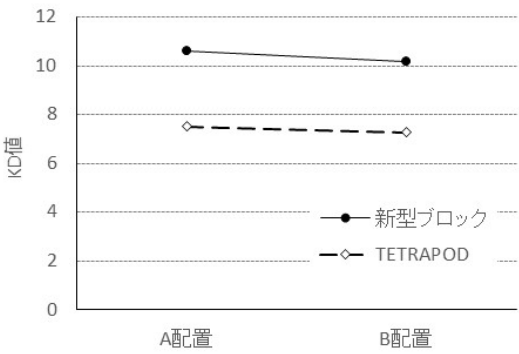


図-5 各配置と K_D 値の関係

表-3 実験結果

	配置方法	KD値(平均)	標準偏差	変動係数	空隙率(%)
新型ブロック	A配置	10.60	0.18	0.05	59
	B配置	10.18	0.30	0.06	57
TETRAPOD	A配置	7.50	0.39	0.02	54
	B配置	7.28	0.41	0.03	54

3) Hudson, RY. : Laboratory Investigation of Rubble-Mound Breakwaters, J Waterways and Harbors Div., ASCE, 85(WW3), pp.93-121, 1959.