

放射型消波ブロックの空隙率の違いによる波高伝達率に関する一考察

日建工学株式会社 正会員 ○大熊 康平
 日建工学株式会社 正会員 松下 紘資
 日建工学株式会社 西村 博一

1. はじめに

1950年代に初めて日本国内で TETRAPOD が使用されてから 60 年以上が経つ。現在, TETRAPOD に代表される消波ブロックは, 日本国内で 30 種類ほど存在している¹⁾。中でも乱積みに適した放射形状の消波ブロックは, 離岸堤や防波堤など多くの構造物に使用されている。近年, この放射形状の消波ブロックに関して, ブロックの乱積み空隙率(ブロック施工容積に対する空隙部分の割合, 以下空隙率と記す)が 60%を超えるものが開発されている。ブロック空隙率は, その値が大きいほどブロックの所要個数が少なくなりコンクリート使用量が減少するため, コスト削減に寄与することができる。しかしながら, 施工容積に対する空隙部分は増加するため, 消波能力等に問題が生じている可能性がある。佐藤・合田²⁾は, 透過堤の波高伝達率は堤体を形成するブロックの空隙率によって変化することを示唆している。

そこで本研究では, ブロック空隙率と消波効果の関係の解明を目的とし, その基礎実験として, 空隙率の異なる放射型消波ブロックの波高伝達率の比較を行った。

2. 水理模型実験

(1) 実験対象ブロック

図-1 に各種放射型消波ブロックの空隙率の分布を示す。図より, 空隙率は概ね 50~51%, 53~58%, 60~61%の 3 つの空隙率帯に分類できる。本実験では, 表-1 に示すようにそれぞれの空隙率帯を代表して各 1 つずつ, 計 3 種類のブロックを対象とした。

(2) 実験概要

図-2 に実験断面を示す。天端 3 ヶ並びの全断面消波ブロックの傾斜堤である。表-2 に実験条件を示す。実験水路は京都大学防災研究所の 2 次元水路を使用した。実験縮尺は 1/50 で, 不規則波を 500 波作用さ

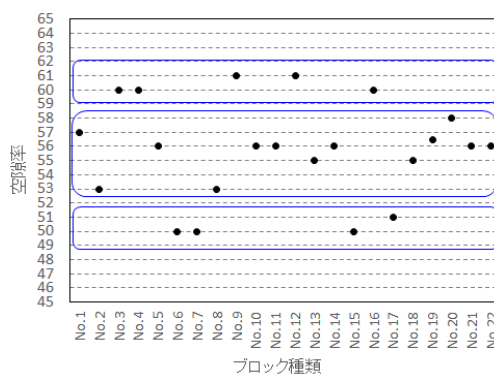


図-1 ブロックの乱積み空隙率の分布

表-1 実験対象ブロック

TETRAPOD (空隙率 50%)	R ブロック (空隙率 56.5%)	A ブロック (空隙率 61%)
		

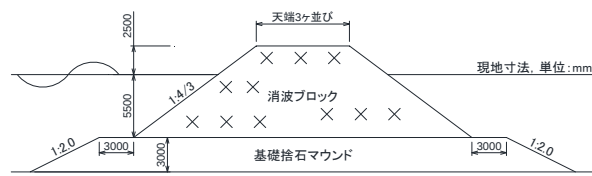


図-2 実験断面(上段)と実験状況(下段)

表-2 実験条件

実験水路	2次元造波水路 (L=50m)
縮尺	1/50 スケール
作用波浪	不規則波 (修正 Bretschneider-光易型スペクトル)
有義波周期	10s, 11s, 13s, 16s (現地換算)
有義波高	3m (現地換算)
ブロックサイズ	16t 型
作用波数	500 波

キーワード 放射型, 消波ブロック, 空隙率, 波高伝達率

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

せた。有義波高は現地量で 3m の固定値とし、周期は 4 種類 (10s, 11s, 13s, 16s) として、沖側および堤体の前後で波高を計測した。実験は同条件を 3 回繰り返し実施し、各計測値はその平均値を採用した。波高伝達率 K_t については、人工リーフの設計の手引き³⁾ および港湾の技術上の基準・同解説⁴⁾ を参考に、換算沖波波高 H_0' /透過波高 $H_t (=K_{t1})$ と堤前波高 H_i /透過波高 $H_t (=K_{t2})$ の 2 種類を算出した。

3. 結果と考察

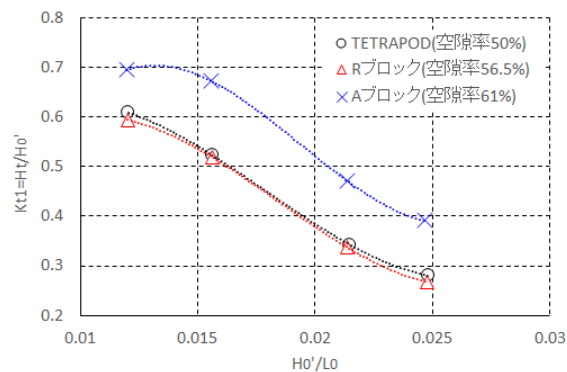
図-3 に実験結果を示す。(a) は沖波波形勾配と K_{t1} の関係、(b) は沖波波形勾配と K_{t2} の関係を表している。全体的に K_{t1} と K_{t2} に大きな差はなく、傾向もほぼ同じである。各ブロックの値を見ると、TETRAPOD と R ブロックは 6.5% の空隙率差があるもののほぼ同じ値を推移している。これは、R ブロックのくぼみを有しかつ全体的に角張った表面形状が消波作用において有効に働いたと考えられる。一方、A ブロックを見ると、他のブロックよりも波高伝達率が大きくなっていることが分かる。A ブロックは表面全体にくぼみを有していることから、R ブロックと同様ブロック個々の消波能力は高いものと推察されるが、それよりも空隙率の影響が大きく、その結果波高伝達率が大きくなったと考えられる。

表-3 に TETRAPOD を基準とした場合の波高伝達率の比率を示す。平均値を見ると、R ブロックの比率は 0.98 と 0.97 であり、TETRAPOD と同等の消波性能を有していることが分かる。一方、A ブロックの比率は 1.30 と 1.29 となっており、TETRAPOD に比べると 30% 程度波高伝達率が大きくなっていることが分かる。

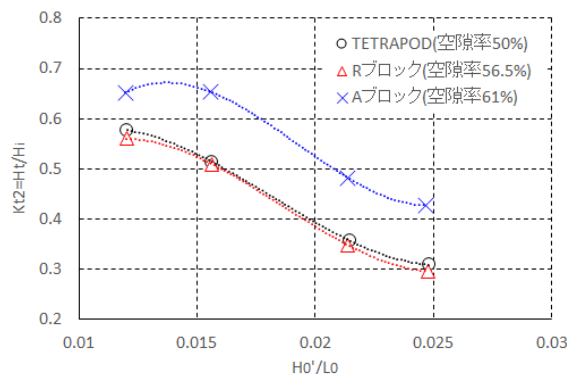
4. おわりに

本実験の結果、空隙率 56.5% の R ブロックは空隙率 50% の TETRAPOD と同等の波高伝達率であることが分かった。また、空隙率 61% の A ブロックは TETRAPOD に比べて 30% 程度波高伝達率が大きくなることが分かった。

一般的に消波ブロックを使用した構造物の設計基準は、そのほとんどが TETRAPOD の実験結果に基づいて定められている。そのため、一般的な設計基準を用いて設計を行う場合は、TETRAPOD と同等の消波性能を有していることが前提となる。したがって、A ブロックのような空隙率の大きな放射形状ブロッ



(a) 沖波波形勾配と K_{t1} の関係



(b) 沖波波形勾配と K_{t2} の関係

図-3 実験結果

表-3 TETRAPOD を基準とした場合の比率

	H_0'/L_0	TETRAPOD	R ブロック	A ブロック
K_{t1}	0.025	1.00	0.96	1.39
	0.021	1.00	0.99	1.38
	0.016	1.00	0.99	1.29
	0.012	1.00	0.98	1.14
	Ave.	1.00	0.98	1.30
K_{t2}	0.025	1.00	0.96	1.38
	0.021	1.00	0.98	1.35
	0.016	1.00	0.99	1.27
	0.012	1.00	0.97	1.13
	Ave.	1.00	0.97	1.29

クを用いる場合は、要求性能（波高伝達率等の消波性能）を満たしているか否かに注意が必要である。

参考文献

- 1) 消波根固ブロック協会 HP, <http://www.shouha.jp/> (2016 年 12 月 9 日参照)
- 2) 佐藤昭二, 合田良實: わかりやすい土木講座 17 海岸・港湾, p322, 1979.
- 3) 社団法人全国海岸協会: 人工リーフの設計の手引き (改訂版), p15, 国土交通省河川局海岸室, 2004.
- 4) 社団法人日本港湾協会: 港湾の施設の技術上の基準・同解説, pp.172-173, 国土交通省港湾局, 2007.