

大阪大学工学部地球総合工学科

学生員 ○菊崎 郁人

大阪大学大学院工学研究科

正会員 荒木 進歩

株式会社不動テトラ 総合技術研究所

正会員 久保田 真一

株式会社不動テトラ 総合技術研究所

正会員 橋田 雅也

## 1. 研究の背景と目的

日本は島国であるがゆえに、沿岸域での災害に悩まされ、海岸や漁港などの保全について長年研究をしてきた。日本の消波ブロック構造物の設計基準においては、Hudson式から算出される安定質量で安定性の評価を行っている。しかし、各ブロックの水力機能については消波ブロックの種類による違いを設計基準では評価することができていない。そうした面からブロックの設計波に対する安定性のみを考慮し、使用コンクリートを減らしコストを削減するため空隙率が大きい消波ブロックが開発されている。また消波ブロックの空隙率が水力機能に与える影響は解明されていない。そこで本研究ではブロックの反射と伝達に焦点を当て、消波ブロックの空隙率の違いが与える影響を水力実験で検討する。

## 2. 水力模型実験

実験の目的は空隙率の異なる消波ブロック、同一空隙率でも空隙の大きさの違う消波ブロックの反射率、伝達率の比較を行い、空隙が水力機能に与える影響を見ることである。

水力実験は図-1に示す水路長30m、幅0.7m、高さ1.0mの実験水路で行った。粒径2cm程度の砕石を用い、高さ8cmの基礎マウンドを形成し、その上に消波ブロックで傾斜堤を設置した。傾斜堤は三種類の消波ブロックを用いそれぞれ作成した。消波ブロックモデルの諸元は表-1に示す。実験波浪については堤体設置前に通過波検定を行い、造波信号を作成した。実験波浪は以下に示す不規則波である。

- ・波浪スペクトル：修正 Bretschneider-光易型
- ・有義波周期： $T_{1/3}=1.2s, 1.5s, 1.8s, 2.1s$
- ・有義波高： $H_{1/3}=4\sim 12cm$  (2cmピッチ)

以上の計20個のCASEで波を堤体に入射した。水位

変動は堤体前後に設置した容量式波高計により、サンプリング間隔0.05秒で4096個のデータを測定した。各入射波に対して2回測定を行い、平均値でデータを分析した。反射率の算出では堤体前面の波高計①のデータで入射分離を行い、反射波エネルギーを $E_r$ 、入射波エネルギーを $E_i$ とし、反射波と入射波のエネルギー比の平方根( $=\sqrt{E_r/E_i}$ )で求めた。伝達率は堤体背後の波高計②での有義波高 $H_t$ と通過波検定時の堤体前面の有義波高 $H_i$ との比( $=H_t/H_i$ )から求めた。

表-1 模型諸元

	姿図	質量 (g)	体積 (cm <sup>3</sup> )	表面積 (cm <sup>2</sup> )	ブロック高 (mm)	空隙率 (%)	法面勾配
ブロック A		184.3	80.1	118.4	66.0	50	1:4/3
ブロック B		368.0	160.0	187.7	82.8	50	1:4/3
ブロック C		399.3	178.6	234.6	82.1	60	1:1.3

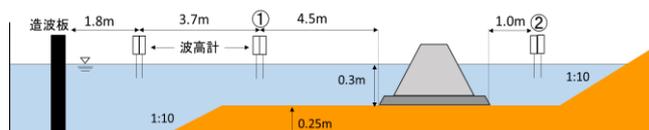


図-1 実験水路

## 3. 実験結果および考察

次に本研究の考察で比較する波高伝達率 $K_t$ の実験式(竹田ら, 1983)を示す。

$$K_t = \frac{1}{(1+0.32K_A^{0.75}\sqrt{H_i/L_i})^2} \quad (1)$$

$$K_A = \frac{A(1-\varepsilon)}{V} B \quad (2)$$

ここに、 $\varepsilon$ :空隙率、 $B$ :静水面で堤体幅、 $A$ :ブロックの表面積、 $V$ :ブロックの体積である。

図-2に各消波ブロックの反射率、図-3に各ブロックの伝達率と波形勾配の関係を示す。ブロックA、B

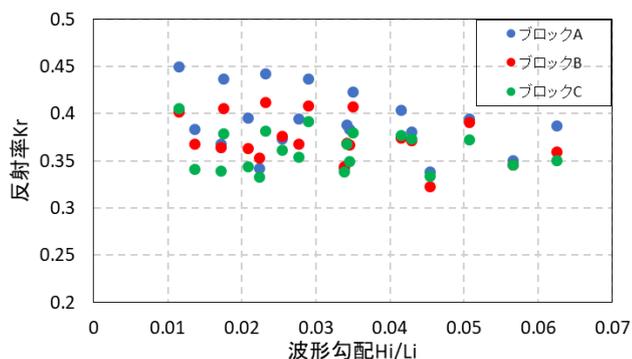


図-2 波形勾配と反射率の関係

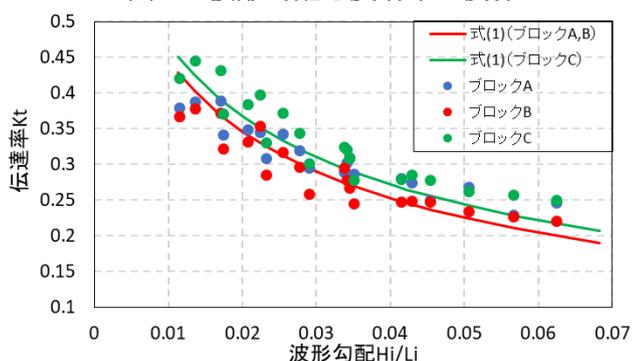


図-3 波形勾配と伝達率の関係

の絶対的な空隙の差による反射率，伝達率の違いに大きな差は見られなかったが，ブロック A は傾斜堤がブロック B より小さく設計されており，同一波高の波であっても相対的に大きな波が堤体に入射していることで測定値に僅かに差が生じていると考える．ブロック B とブロック C の空隙率の差を比較すると，空隙率の小さい方が反射率は大きく，空隙率の大きな方が伝達率は大きくなった．また式 (1) との比較では同様の結果が得られ，今回の実験では三種類のブロックともに差はあまり見られなかった．

図-4，図-5 に示すグラフは先行研究として消波工の空隙率が波高伝達率および反射率に及ぼす影響（荒木ら，2019）で使用したブロック D，ブロック E と比較を行っている．表-2 に模型の諸元を示す．

表-2 先行研究の模型諸元

	姿図	質量 (g)	体積 (cm <sup>3</sup> )	表面積 (cm <sup>2</sup> )	ブロック高 (mm)	空隙率 (%)	法面勾配
ブロック D		128.0	55.7	111.2	72	57.5	1:1.5
ブロック E		136.6	59.4	96.4	54.1	51	1:1.3

反射率では空隙率の近いブロック C とブロック D は大きな差が見られた．これは法面勾配の差で反射率に影響があったと考えられる．だが法面勾配も大きく異なるわけではないので，形状特性が影響を与えている可能性もある．他の消波ブロックでは空隙

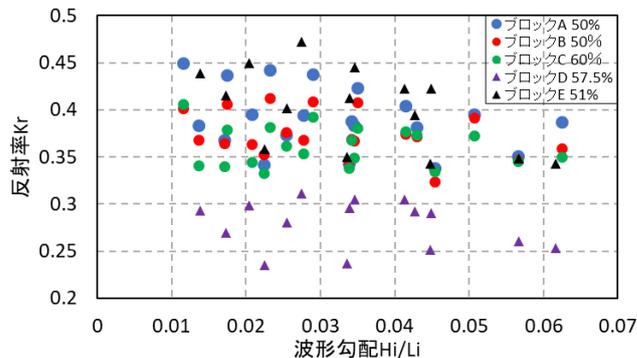


図-4 波形勾配と反射率の関係(先行研究との比較)

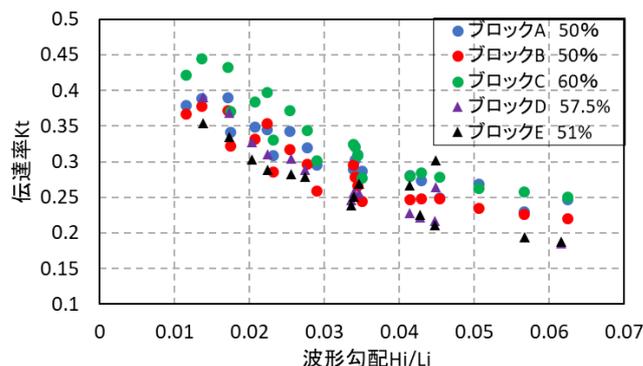


図-5 波形勾配と伝達率の関係(先行研究との比較)

率の小さなブロックは反射率が大きく出る傾向が見られた．伝達率は空隙率の大きいものは大きく測定されており，図-3 と同様の傾向であった．

#### 4. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す．

- 1) 絶対的な空隙の大きさは反射率・伝達率に大きな影響を与えるものではないが，反射率では僅かに影響が見られた．
- 2) 反射率は空隙率が小さい消波ブロックの方が大きく，伝達率は空隙率が大きい消波ブロックの方が大きい．
- 3) 竹田の式は本実験のブロック A，B，C の消波ブロックでは良好に評価できていた．
- 4) 先行研究との比較で伝達率については空隙率が大きく影響し，空隙率が大きいほど伝達率は大きくなる．反射率に関しては消波ブロックの形状，法面勾配の設計次第では反射率を低減できると考えられる．

#### 参考文献

- 竹田ら (1983) : 傾斜堤の波高伝達率算定法に関する実験的研究，第 30 回海岸工学講演会論文集，pp.400-404  
 荒木ら (2019) : 消波工の空隙率が波高伝達率および反射率に及ぼす影響，土木学会論文集 B2 (海岸工学) 75 巻 2 号，pp.793-798