

## 第II部門 矩形断面を持つ透過性構造物の空隙率と反射率及び伝達率の関係

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○渡邊真子  
大阪大学大学院工学研究科 正会員 荒木進歩

## 1. 研究の背景と目的

日本は島国であるため、港湾構造物の整備、海岸の保全および防災について多数の消波ブロックが使用されており、消波ブロックの研究も数多く行われている。日本の消波ブロックの設計基準では安定質量の算定式に Hudson 式が用いられている。しかし消波ブロックごとの水理機能については一概に基準は定められていない。近年では、使用コンクリート量を減らすことにより、コスト削減を図った空隙率の大きい消波ブロックが開発されつつある。そのため本研究では空隙率が伝達、反射にどのような影響を及ぼすかを検討する。また消波ブロックで実験を行うと、設計の基準や形状特性などで空隙率だけの違いを見るのが困難なため、単純な形状を使い空隙率を変えた堤体模型で実験を行う。

## 2. 水理模型実験

水理実験は図1に示す水路長 30m 水路幅 0.7m 水路高 1.0m の二次元波水槽を用いた。実験波浪については堤体を設置する前に通過波検定を行い、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： $H_{1/3} = 4cm, 6cm, 8cm, 10cm$

また、 $T_{1/3} = 2.1s$ ,  $H_{1/3} = 10cm$  は造波することができなかつたためそれ以外の計 15 個の信号で実験を行う。本実験では波高計データのサンプリング間隔は 0.05 秒で 4096 個のデータを測定した。

堤体模型は単純な形状として 1 辺 4cm の立方体を用いた。それらを 5 つ接着し直方体ブロックを作り、鉛直及び水平方向に間隔をあけて側面のベニヤ板に接着することで堤体模型を作成した。また直方体ブロックの水平方向の隙間の幅を 1cm に統一し、鉛直方向の隙間を 2cm, 3cm, 4cm と広げていき、空隙率 47%, 53%,

60% の 3 つの堤体を作成した。表 1 に堤体諸元、図 2 に堤体完成断面図を示す。

また、実験水路を奥行 23cm がとなるようにベニヤ板で区切って実験を行った。実験水路の勾配のところまで仕切りを作成するのが難しかったため、波高計①の前面約 1.5m から波高計②の背面約 1.5m までの水路をベニヤ板で分割した。図 3 に堤体設置時の実験水路平面図を示す。

本模型実験では図 1 のように堤体と波高計を設置し、各信号 2 回ずつ造波させその平均値をデータとした。反射率の算出には波高計①で入射分離<sup>1)</sup>を行い、入射波のエネルギー  $E_i$ ,  $E_r$  を計算し、またその計算データから反射率  $K_r (= \sqrt{E_r/E_i})$  を計算する。伝達率の算定には波高計②で入射分離<sup>1)</sup>を行う。得られた反射率と合成有義波高を用いて入射波成分を計算し、これを伝達波高  $H_t$  とした。そして  $H_t$  と通過波検定における入射波高  $H_i$  より伝達率  $K_t (= H_t/H_i)$  を計算する。

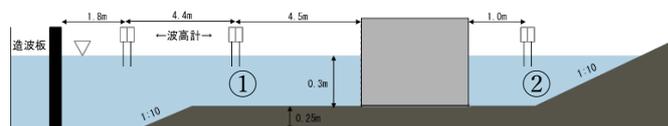


図1 堤体設置時の実験水路断面



図2 堤体完成断面図(左から堤体①, 堤体②, 堤体③)  
(波の入射方向はすべて右から)



図3 堤体設置時の実験水路平面図

Mako WATANABE, Susumu ARAKI

watanabe\_m@civil.eng.osaka-u.ac.jp

表1 堤体諸元

名称	体積 (cm <sup>3</sup> )	直方体個数(個)	堤体高(cm)	空隙率(%)
堤体①	20480	64	48	47
堤体②	17920	56	49	53
堤体③	15360	48	48	60

### 3. 実験結果および考察

図4に波形勾配と反射率の結果を示す。反射率に関しては空隙率が小さくなるにつれて、大きくなる傾向が見られた。空隙率が大きい堤体のほうが堤体前面の表面積が小さく波の反射を低減したと思われる。また、波形勾配に対する傾向はあまりみられなかったが周期が大きくなるにつれて反射率は大きくなっていった。

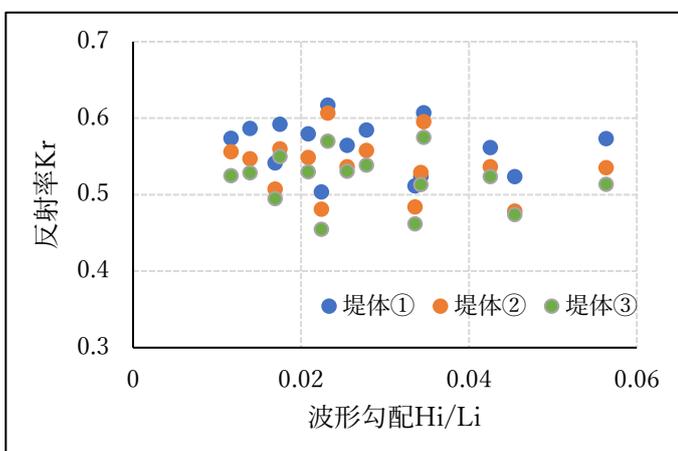


図4 波形勾配と反射率の関係

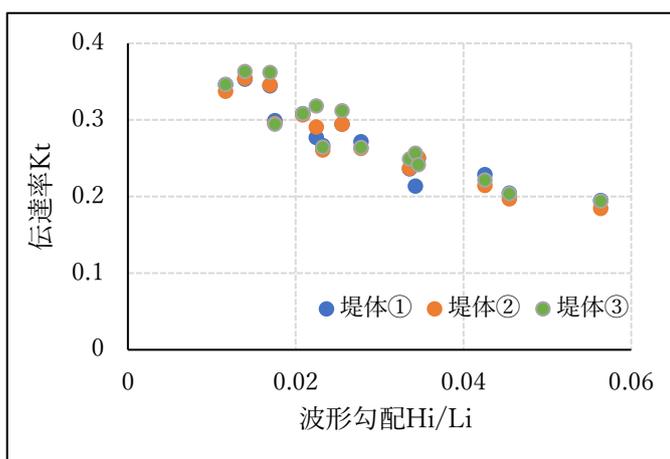


図5 波形勾配と伝達率の関係

図5に波形勾配と伝達率の関係を示す。波形勾配が増加するほど伝達率は小さくなっており、波形勾配が増加するにつれて水粒子速度が増加し、直方体ブロッ

ク間の空隙でのエネルギー損失が増加し伝達率を減少させたと考えられる。

堤体②と堤体③の比較に関してはわずかに空隙率の大きい堤体③の伝達率が大きい傾向が見られた。堤体①と堤体②，堤体①と堤体③を比較すると全体的にあまり違いは見られなかった。

周期が1.2sおよび1.5sの時の波形勾配が0.035以下の場合に限り空隙率による違いがわずかに見られ、空隙率が大きくなるほど伝達率がわずかに大きい傾向が見られた。周期が1.2sおよび1.5sの時の上記以外のCASEでは越波が生じることがあり、堤体①・堤体③は堤体②と比べると大きく越波が生じていた。そのため堤体②の伝達率が一番小さい傾向にあったと考えられる。

### 4. 結論

本研究では空隙率の異なる47%、53%、60%の透過性構造物を使用し、伝達率、反射率に着目した水理模型実験を行った。その結果、以下の知見が得られた。

(1) 空隙率の差は反射率に影響を与えていて、空隙率が小さくなる方が反射率は大きくなった。

(2) 空隙率の差は伝達率に全体的にはあまり影響を与えていなかった。しかし、限定した場合に限り空隙率の大きい堤体のほうが伝達率は大きくなった。

以上の知見より、消波ブロックの空隙率は反射率に関しては影響を及ぼすことが示されたので、安定性を考慮するだけではなく水理特性も設計に反映させ開発を進めるべきである。

### 参考文献

- 1) 合田良実・鈴木康生・岸良安治・菊池治：不規則波実験における入・反射波の分離推定法，港湾技研資料，No248, pp. 3-24, 1976