

粘り強い防波堤構築のための被覆ブロックの安定性に関する水理模型実験

九州大学 学 ○竹下 修平 正 笠間 清伸 平澤 充成  
九州大学 フ 善 功企 正 古川全太郎 八尋 裕一

1. 背景および目的

平成 23 年東北地方太平洋沖地震による津波により、東北地方各地の防波堤が被災し、甚大な被害が生じた。そのため、今後は防波堤を設計外力の超えた津波に対しても大きな被害を受けずに、機能を容易に復旧可能な粘り強い構造とすることが提唱されている。津波による防波堤の被災要因は、防波堤の前面と背面との水位差と津波波力によるケーソンへの水平力、越流と捨石マウンド内の浸透力による捨石マウンドの洗掘と抜け出し、捨石マウンド内の浸透力による捨石マウンドの支持力低下が挙げられる。なかでも捨石マウンドの洗掘・抜け出しを防ぐ対策として被覆ブロックの設置がある。本研究では、被覆ブロックの重量、外径  $R$  と高さ  $H$  の比(本文では高さ比  $H/R$  とする)および間隙比(被覆ブロック体積に対する間隙体積の割合)に着目して、防波堤に來襲する津波を模擬した水理模型実験を行い、様々な条件における被覆ブロックの被害の程度を評価した。

2. 水理模型実験の概要

本実験装置は岩手県釜石湾口防波堤南堤をモデルとして、1/100 の尺度となるよう作成した。図-1 に実験装置の概略と計測器の配置図を示す。被覆ブロックは、中実円筒形状とし、捨石の上に 1 層積みで設置した。図-2 にその形状と配置方法を、表-1 にブロックの諸元を示す。各ブロックを比較検討しやすくするため、高さ比  $H/R$  および間隙比  $e$  を揃え、重量のみを変化させて 3 種類作成した。さらに図-2-b) と図-2-c) に示すように配置方法を変えることで間隙比を変化させた計 6 ケースで実験を行った。また、F 社で実際に製造されている P 型被覆ブロック(重量 0.30 N, 0.61 N)の模型を用いた実験も行った。実験では防波堤の前後に水位差を発生させ、0~135 mm まで変化させた。ブロックの被災の程度は式(1)による被害率  $D$  で決定した。

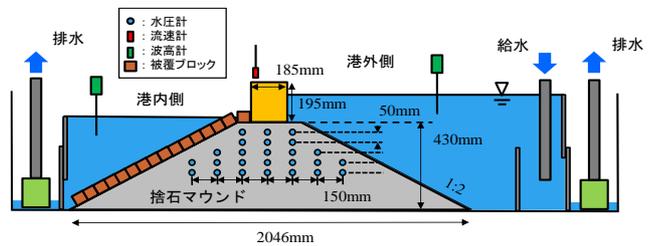


図-1 実験装置の概略と計測器の配置

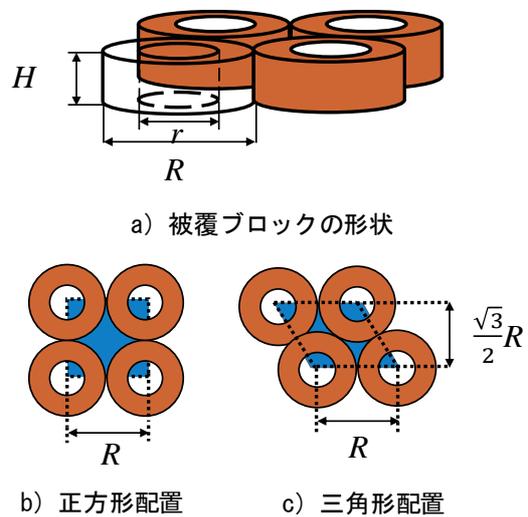


図-2 被覆ブロックの形状と配置

表-1 被覆ブロックの諸元

模型の形状		中空円筒			P 型(F 社製)	
重量 [N]		0.29	0.38	0.57	0.30	0.61
高さ比 $H/R$		1/5 ~ 1/4			1/3	
$r$ [mm]		15	18	20	—	
$R$ [mm]		30	36	40	46.8	58.8
$H$ [mm]		7.2	7.5	9	16.8	21.2
間隙比 $e$	正方形配置	0.698			0.582	
	三角形配置	0.470				

$$D = \frac{\text{被災した被覆ブロック}}{\text{被覆ブロックの総数}} [\%] \tag{1}$$

キーワード 防波堤, 被覆ブロック, 浸透流

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 TEL 092-802-3384

### 3. 実験結果

図-3に、被覆ブロックの被害率  $D$  と水位差の関係を示す。どの case においても越流が発生した水位差 125 mm 程度となる以前から法面上の被覆ブロックが滑り落ちるように移動する現象が見られた。これは捨石マウンド内に発生した浸透流により被覆ブロックが浮き上がったためと考えられる。

図-6に被覆ブロックの重量と被害率の関係を示す。同じ重量でも間隙比の小さい三角形配置の方が被害は小さい結果となった。これはブロック同士の接地面積が大きいため、ブロックを滑動させようとする力が分散されたためと考えられる。また、P型のブロックでは被害が発生しなかった。これらのことから、重量以外にブロック同士のかみ合わせにより被害の程度が変わることが示された。

現在、被覆ブロックの水利模型実験等の結果を整理するために広くイスバッシュ係数  $y_d$  が用いられている。そこで次式(2)に示す井上らが提案した式とイスバッシュ式(3)から算出される安定重量が等しいとして、式の係数とイスバッシュ係数の関係を求めた(式4)。イスバッシュ係数は対象とする被覆ブロックの安定性を表す指標で、値が大きいほど安定性が高い。

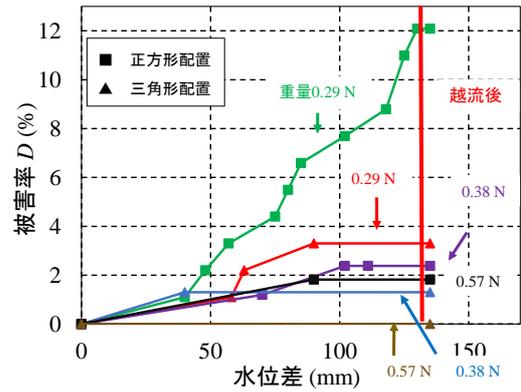


図-3 水位差と被害率の関係

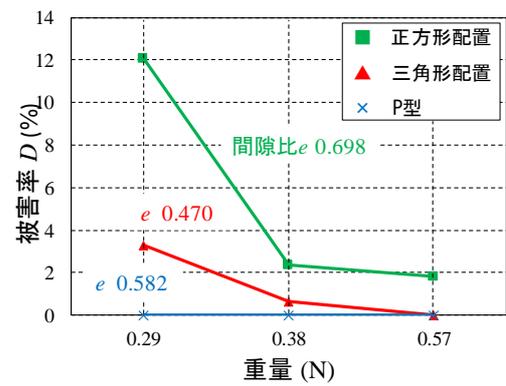


図-4 重量と被害率の関係

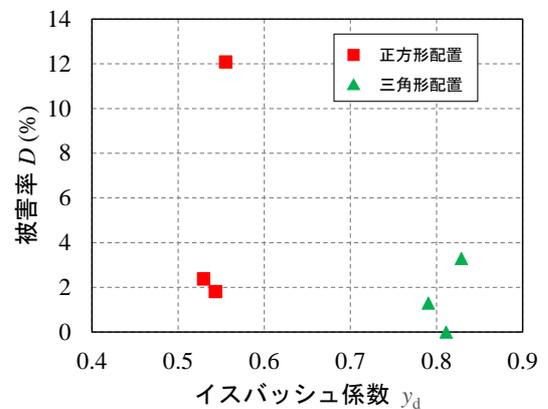


図-5 イスバッシュ係数と被害率の関係

図-4の正方形配置と三角形配置のイスバッシュ係数を比較すると、三角形配置の方が大きく安定性が高い。実際に被害率は正方形配置の方が大きかったため、実験結果と一致する。しかし、露出した石で0.86、埋め込まれた石で1.20とされており、本実験結果の三角形配置で0.8程度となり、被覆ブロックの安定性は露出した石程度となり、改良の必要がある。

### 4. まとめ

- 1) 越流が発生する以前にも浸透流による表層すべりが発生した。
- 2) 被覆ブロックの配置方法を変化させた結果、正方形配置より三角形配置の方が安定していた。また、中空円筒状の被覆ブロックとP型のを比較した結果、P型の方が安定していた。これは、中空円筒状とP型では間隙比の効果より、形状による効果の方が大きいためと考えられる。