

有孔平型被覆ブロックの特殊仕様における耐波安定性

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

1. はじめに

有孔平型被覆ブロックは、図-1に示すように2つの孔部を有する形状で、河川・海岸の被覆工や根固工として国内外で広く利用されている。一般的に被覆ブロックは、ある程度の設置面の不陸を吸収できるように脚部を有する形状のものが多い。しかしながら、ブロック底面に通水部を設けたくない場合等においては、脚部が不要となるケースがある。そこで本研究では、水理模型実験を実施し、有孔平型被覆ブロックを上下反転して使用した場合（裏向き仕様）と脚部をカットした形状とした場合（フラット仕様）の耐波安定性の評価を行った。



図-1 有孔平型被覆ブロックと使用例

表-1 各パラメータの縮尺

| | N_L | N_t | N_v |
|-------|----------|-------|--------|
| 縮尺 | 50 | 7.071 | 125000 |
| パラメータ | 長さ、波高、波長 | 時間 | 体積 |

2. 水理模型実験の概要

実験は、長さ50m×幅1m×深さ1.5mの2次元造波水路を使用した。フルードの相似則による各パラメータの縮尺を表-1に示す。実験縮尺は1/50とした。裏向き仕様の実験断面例と配列を図-2に示す。斜面勾配は、1:4/3と1:1.5の2種類とした。配列はかみ合わせ配列（ブロック同士の凸部と凹部が平面的にかみ合う形）である。

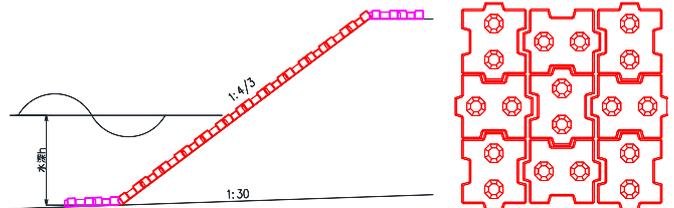


図-2 裏向き仕様の実験断面（左）と配列（右）

表-2に実験に使用した模型の諸元を示す。実機にすると、裏向き仕様は8t、フラット仕様は6tとなる。作用波浪は修正Bretschneider-光易型スペクトルを有する不規則波で、作用波数 N は1000波とした。実験では、1.56sと2.2s（現地で11.0sと15.6s）の2種類の沖波周期を設定し、波高を段階的に上げていった。表-3に実験ケースを示す。また、本実験はほぼすべてのケースにおいて堤前は碎波帯となっている。したがって、堤前有義波については、「人工リーフ被覆ブロックの波浪安定性評価のための水理実験マニュアル」¹⁾を参考に、沖波の計測波から推定した。なお、被害判定には表-4に示す被害判定基準¹⁾を用いた。

表-2 実験模型の諸元

| 実験名 | 裏向き仕様 | フラット仕様 |
|-----|-------------------------|-------------------------|
| 実機 | 8t型 | 6t型 |
| 斜視図 | | |
| サイズ | L4.62cm×B5.54cm×H1.54cm | L4.20cm×B5.04cm×H1.12cm |
| 重さ | 60.1g | 40.5g |
| 比重 | 2.3g/cm ³ | 2.3g/cm ³ |

表-3 実験ケース

| No. | 仕様 | 水深 (cm) | 斜面勾配 | 周期 (s) | |
|-----|------|-----------|-------|--------|------|
| | | | | 実験 | 現地 |
| 01 | 裏向き | 16cm | 1:4/3 | 1.56 | 11.0 |
| 02 | | | | 2.20 | 15.6 |
| 03 | | | 1:1.5 | 1.56 | 11.0 |
| 04 | | | | 2.20 | 15.6 |
| 05 | フラット | 12cm~15cm | 1:4/3 | 1.56 | 11.0 |
| 06 | | | | 2.20 | 15.6 |
| 07 | | | 1:1.5 | 1.56 | 11.0 |
| 08 | | | | 2.20 | 15.6 |

3. 結果と考察

(1) 安定性評価方法

安定性は、式(1)に示す Hudson (1959)²⁾による斜面上の被覆材の所要質量算定式を用いて評価した。

キーワード 被覆ブロック, 水理模型実験, 耐波安定性

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

$$K_D = \frac{\rho_c \cdot H_{1/3}^3}{M(\rho_c/\rho_w - 1)^3 \cot \alpha} \quad (1)$$

ここに、 K_D はブロックごとの安定定数、 ρ_c はコンクリートの密度、 $H_{1/3}$ は堤前有義波高、 M はブロック質量、 ρ_w は水の密度、 α は水平面と斜面のなす角である。

(2) 裏向き仕様

裏向き仕様における被害率（被害個数 / 斜面部のブロック全数）と K_D 値の関係を図-3 に示す。図中の実線は被害が生じたケースの近似直線を、破線は被害が生じたケースの下限の 2 点を通る直線を表している。いずれも傾きはほぼ同じであることから、下限の 2 点が偶発的な値でないことがわかる。また、傾きが大きく、被害率も 7%未満に収まっていることから、裏向き仕様は被害が広がりやすく粘り強いことがわかる。

実設計に使用する K_D 値については、下限の 2 点を通る直線の被害率 0%における値を採用する。したがって、裏向き仕様の設計 K_D 値は、 $13.3 \div 13$ とする。

(2) フラット仕様

フラット仕様における被害率と K_D 値の関係を図-4 に示す。直線と破線の傾きは、裏向き仕様と同様、ほぼ同じ値が得られた。被害率を見ると、裏向き仕様に比べて全体的に大きく、 $K_D=20$ 付近では 40%近い値となっている。フラット仕様は、初期被災箇所から連鎖的に被害が発生する被災形状で主であったことから、被害が周囲に拡大しやすい傾向であることがわかる。

裏向き仕様と同様にフラット仕様における設計 K_D 値を求めると、 $12.085 \div 12$ となる。

(3) 標準仕様との比較

表-5 に、標準仕様を含めた K_D 値の一覧を示す。本実験結果は、標準仕様における砕波条件 K_D 値と非砕波条件 K_D 値の間の値となっている。標準仕様の実験は、38 年前に規則波を用いて実施されており、本実験結果と一概に比較することはできない。しかしながら、類似のブロック形状で安定数も近い値であることから、信頼性の高い実験結果であると推察される。

4. おわりに

本研究では、不規則波を用いた水理模型実験により、有孔平型被覆ブロックの裏向き仕様とフラット仕様の耐波安定性の評価を行った。その結果、実設計に使用する裏向き仕様の設計 K_D 値=13 と、フラット仕様の設計 K_D 値=12 が得られた。

表-4 被害判定基準

| 被害現象 | |
|----------|--------------------------|
| | 詳細説明 |
| 転動(めくれ) | - |
| 滑動 | ブロックの岸沖方向長の1/2以上の水平移動 |
| 沈下・回転 | ブロックの厚さの1/2以上の不陸による沈下・回転 |
| マウンドの吸出し | |

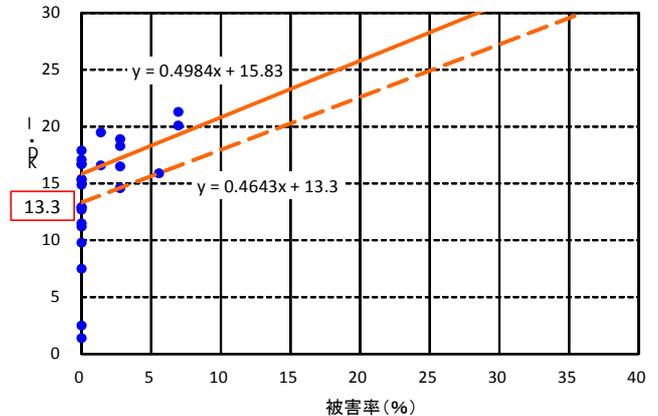


図-3 被害率と K_D 値の関係（裏向き仕様）

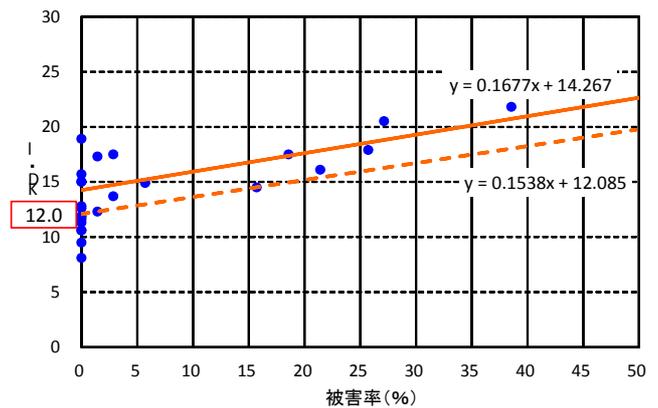


図-4 被害率と K_D 値の関係（フラット仕様）

表-5 K_D 値一覧

| K _D 値 | 標準仕様 | | 裏向き仕様 | フラット仕様 |
|------------------|------|-----|-------|--------|
| | 砕波 | 非砕波 | | |
| | 10 | 14 | 13 | 12 |

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所河川研究部河川研究室：人工リーフ被覆ブロックの波浪安定性能評価のための水理実験マニュアル，国土技術政策総合研究所資料，No.927，ISSN 1346-7328，2016.
- 2) Hudson, R. Y. : Laboratory Investigation of Rubble-Mound Breakwaters, Journal of the Waterways and Harbors Division, ASCE, Vol 85, No.WW3, pp. 93-121.