

消波ブロックの配置・形状が流況特性に及ぼす影響に関する模型実験

大阪工業大学 (学) 村田 誠, (正) 東 良慶

日建工学株式会社 (正) 松下 紘資

1. はじめに

近年, 海洋構造物の設計には性能設計が導入されており, 要求性能に応じた性能照査が行われる. しかしながら, 消波ブロックの性能照査に用いる透過率等の計算式については, 形状による性能の違いが反映されたものは少ない. これらを設計に反映するには, 形状の違いが流況特性に及ぼす影響を解明することが有効な手段の一つである. そこで本研究では, 4 種類の消波ブロックを用いて, 開水路にそれぞれ群体状に設置した水理模型実験を実施し, 粒子画像流速測定法 (Particle Image Velocimetry : PIV) を用いて形状の違いが周辺流況に及ぼす影響を明らかにする.

2. 水理模型実験の概要

本研究では, 長さ 6.0m, 幅 0.2m, 深さ 0.2m の側壁及び計測区間の底面がガラス製の可変勾配型循環式直線水路を用いた. 図-1 に実験装置を示す. 群体状に配置した消波ブロック模型を, 水路側面に固定した. 座標系は, 流下方向を x 軸, 垂直上向きを y 軸とした. PIV の撮影対象粒子は, 水の動きに十分に追従する粒径 $80\mu\text{m}$ のナイロン 12 粒子を用いた. レーザーシートは 2mm 厚程度とし, 水路底面より, 流下方向と平行になるように垂直上方に照射した. 高速ビデオカメラを計測部側方に設置し, 2560×1600 ピクセルの画像を 1/100 秒間隔で 1000 枚 (10 秒間) 撮影して PC に記録した. 実験手法は松下ら¹⁾を参考にした. 実験に使用した 4 種類の消波ブロックを群体状に配置した模型を写真-1 に示す. 実験では流速の速いケース (平均流速 $U_m = \text{約 } 0.28\text{m/s}$, 高流速) と遅いケース (平均流速 $U_m = \text{約 } 0.07\text{m/s}$, 低流速) の 2 種類を実施した. また, 断面の違いによる影響を確認するため, 写真-2 に示すように, 模型の上部 (断面 1) 及び中央部 (断面 2) の 2 断面で測定を行った.

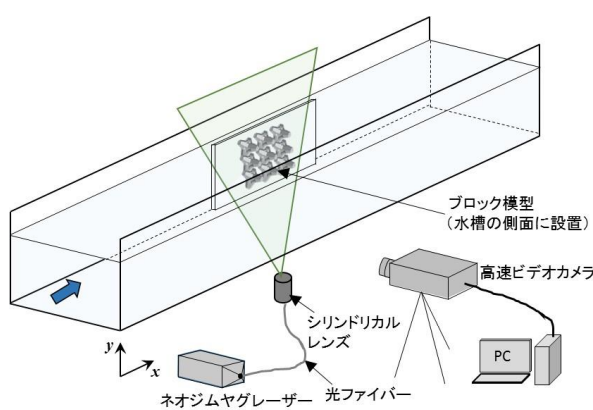


図-1 実験装置

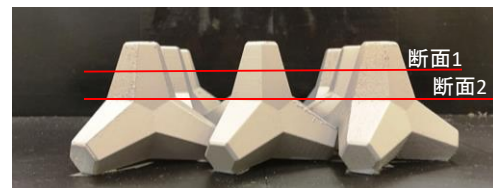
写真-1 実験対象ブロック模型：4 種類
(左から T ブロック, K ブロック, R ブロック, A ブロック)

写真-2 レーザーシートの射照位置

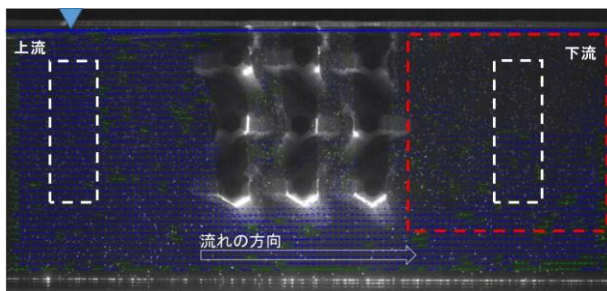


写真-3 画像全体の解析 (Wide 解析)

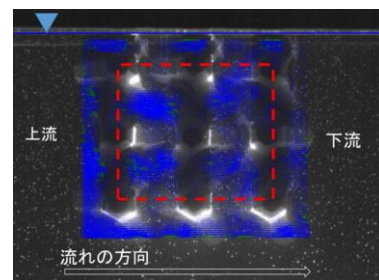
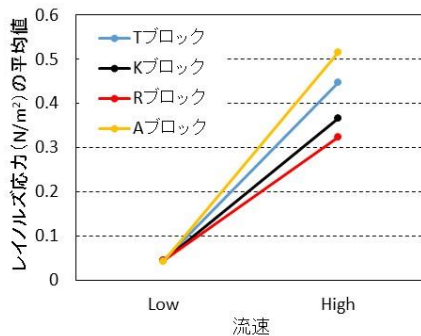


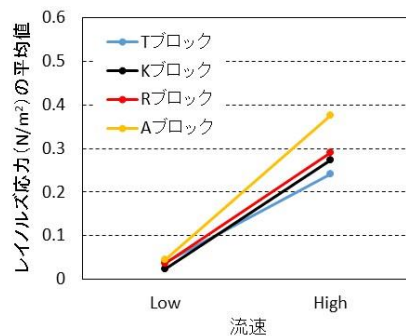
写真-4 ブロック部分のみの解析 (Narrow 解析)

キーワード 消波ブロック, 水理模型実験, PIV, 流況特性

連絡先 〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮 5-16-1 大阪工業大学工学部 TEL06-6954-4109

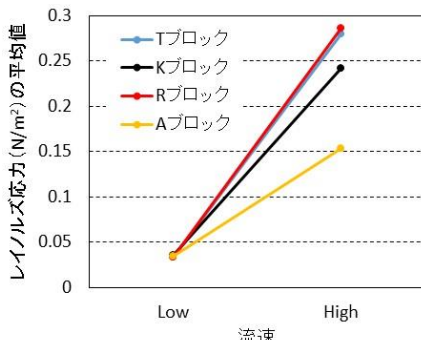


(a) 断面 1

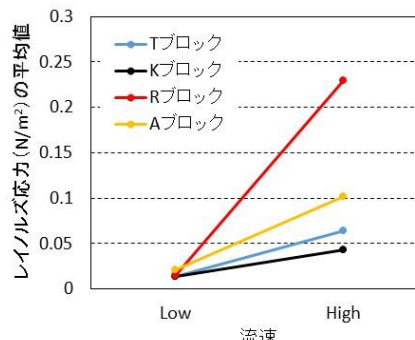


(b) 断面 2

図-2 下流域のレイノルズ応力（絶対値）の空間平均値

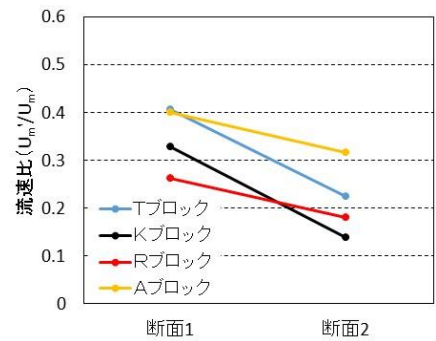


(a) 断面 1

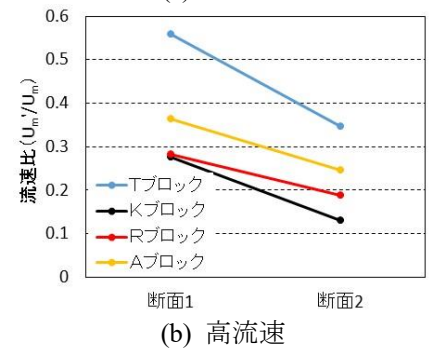


(b) 断面 2

図-3 ブロック内部のレイノルズ応力（絶対値）の空間平均値



(a) 低流速



(b) 高流速

図-4 上流側と下流側の平均流速比

3. 解析方法

解析は、写真-3 及び 4 に示すように、撮影画像全体の解析（Wide 解析，メッシュ数：104×38）と，ブロック間の狭い範囲の解析（Narrow 解析，メッシュ数：107×91）の 2 種類を行なった．平均流速については，上流側の流れの安定した範囲（写真-1 の上流側の白実線で囲った範囲）の平均値を，平均流速 U_m として使用した．また，下流側の平均流速 U_m' （写真-1 の下流側の白破線で囲った範囲）も算出した．レイノルズ応力は， $-\rho \overline{u'v'}$ で計算した．ここに， ρ は水の単位体積重量， u' と v' はそれぞれ x 軸方向と y 軸方向の変動成分である．

4. 実験結果と考察

図-2 に，それぞれのブロックにおける下流域（写真-3 の下流側の赤実線で囲った範囲）のレイノルズ応力絶対値の空間平均値を示す．断面 1 は A ブロックが最も大きく，R ブロックが小さい値となった．断面 2 は，T，K，R ブロックはほぼ同等であり，A ブロックのみ大きい値を示した．次いで，図-3 にブロック内部（写真-4 の下流側の赤実線で囲った範囲）のレイノルズ応力絶対値の空間平均値を示す．断面 1 をみると，R，T，K ブロックの値が大きく，A ブロックは小さな値を示しており，図-2 と逆の傾向となった．断面 2 は R ブロックが極端に大きく，A，T，K ブロックは小さな値であった．図-4 は，上流側と下流側の平均流速の比 U_m'/U_m である．R ブロックに着目すると，いずれの流速においても平均流速比は小さな値を示しており，流速が低減されていることがわかる．これは，図-3 で示されたようにブロック内部におけるレイノルズ応力が大きかったことから，ブロック間を通過する際の乱れによってエネルギーが減衰されたことにより，下流側の流速が低減されたものと考えられる．A ブロックをみると，平均流速比は比較的大きくなっており，図-2 及び 3 より R ブロックと逆の現象であることがわかる．

5. おわりに

本研究では，4 種類の消波ブロックについて，開水路にそれぞれ群集状に設置した水理模型実験を実施し，PIV 解析を行った．その結果，それぞれのブロックの周辺流況の特性が明らかとなった．

参考文献

- 1) 松下紘資，東良慶，大熊康平，中西敬，間瀬肇，平石哲也：消波ブロック形状の違いが流況特性に及ぼす影響に関する実験的研究，土木学会論文集 B2（海岸工学）Vol.73，No.2，p. I_883-I_888，2017．