

第Ⅱ部門

整積された消波ブロックによる流れ場のエネルギー減衰に関する実験的研究

大阪工業大学大学院 学生員 ○村田 誠

大阪工業大学 正会員 東 良慶

日建工学株式会社 正会員 松下 紘資

1. はじめに

近年，粒子画像流速測定法（Particle Image Velocimetry：PIV）を用いて消波ブロックの形状の違いが周辺流況に及ぼす影響について水理模型実験が実施されている¹⁾。しかしながら，実在する消波ブロック堤より少ない個数による実験のため，より現実に近い消波ブロックの状況を再現しなければならない。そこで本研究では，2種類の整積による消波ブロック群を作成し，PIV法を用いて，形状の違いがエネルギー減衰に及ぼす影響について水理模型実験を実施し，過去に実施された研究と比較し，整合性があるかを検証する。

2. 水理模型実験の概要

本研究では，長さ 6m，幅 0.175m，深さ 0.2m，勾配 1/1000 で側壁およ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。

PIV の撮影対象粒子は，水の動きに十分に追従する粒径 80 μm のナイロン 12 粒子を用いた。座標系は流下方向を x 軸， x 軸に垂直上向きを y 軸とした。画像撮影についてはレーザーシートを厚さを 2mm とし高速ビデオカメラを計測部側方に設置し，2560 $\times$ 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。

本研究では，角型でくぼみのある日建工学株式会社のラクナⅣ（以降 R ブロック），及び丸型の不動テトラ株式会社のテトラポッド（以降 T ブロック）を対象とし，2 層積みの消波ブロックモデルを配置した。図-2 に実験対象ブロック模型を示す。本実験では，流速の速いケース（平均流速 U_m = 約 0.28m/s）及び，比較的緩やかな流れを想定した遅いケース（平均流速 U_m = 約 0.07m/s）の 2 種類を実施した。

3. 解析評価方法

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。

本実験では，式(1) および (2) に示すように， x 軸方向と y 軸方向の乱れ強度 $\sqrt{u'^2}$, $\sqrt{v'^2}$ を平均流速 U_m で除した値を，それぞれ無次元乱れ強度 $\sqrt{u'^2}^*$, $\sqrt{v'^2}^*$ とし，相対的な比較を行った。

$$\sqrt{u'^2}^* = \sqrt{u'^2} / U_m \quad (1)$$

$$\sqrt{v'^2}^* = \sqrt{v'^2} / U_m \quad (2)$$

レイノルズ応力は， $-\rho \overline{u'v'}$ で計算を実施した。ここに， ρ は水の単位堆積重量， 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。

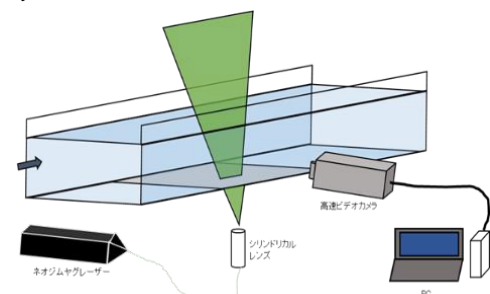


図-1 実験装置のシステム図



(a) R ブロック (b) T ブロック

図-2 実験対象ブロック模型

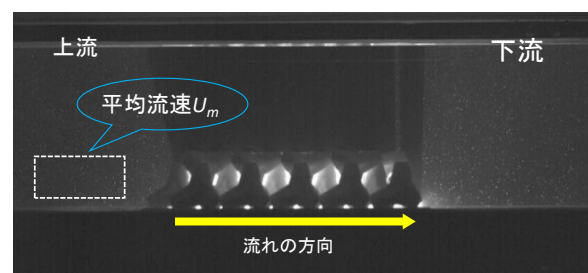


写真-1 画像全体の解析

4. 実験結果と考察

4.1 無次元乱れ強度

本研究と松下ら¹⁾によって実施された無次元乱れ強度の比較を行った。比較結果を図-3に示す。低流速から高流速への変化が同傾向の結果となっていることが見て取れる。Tブロックに着目すると、本研究では松下ら¹⁾の研究結果に比べると、低流速から高流速への変化が小さい結果となった。

無次元乱れ強度においては、低流速の方が高流速に比べ無次元乱れ強度の平均値は高い値を得ることが見て取れる。

4.2 レイノルズ応力

本研究と松下ら¹⁾によって実施された下流域におけるレイノルズ応力の比較を行った。比較結果を図-4に示す。低流速から高流速への変化が同傾向の結果となっていることが分かる。また、Rブロックに着目すると、本研究では、松下ら¹⁾の研究結果に比べると、低流速から高流速への変化が高い結果となった。

高流速の方が低流速に比べレイノルズ応力の平均値は高い値を得ることが見て取れる。

5. まとめ

本研究では、流れ場を対象として既往の研究との整合性を確かめた。

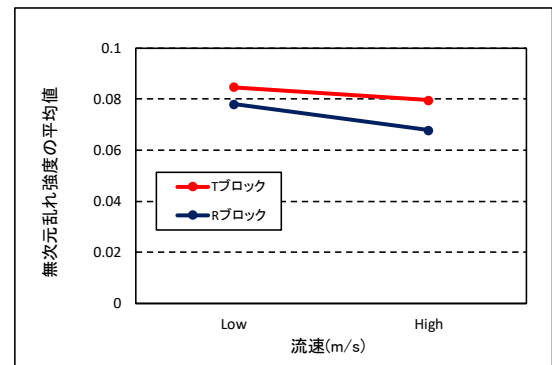
既往の研究は、ブロック単体での研究であったが、本研究のように複数の消波ブロックでの研究であっても無次元乱れ強度、レイノルズ応力ともに、既往の研究と同傾向の結果を得た。

消波ブロック通過後に、レイノルズ応力が大きくなると、大きな乱れが発生することにより、エネルギーが減衰されることが、改めて分かった。

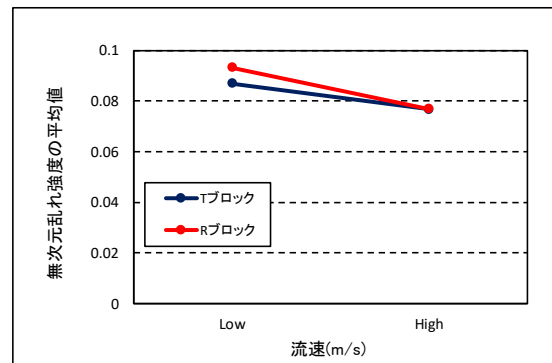
今後の課題としては、波浪場での実験を実施し、既往の流れ場での研究結果との相互性があるかを確かめていく。

6. 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

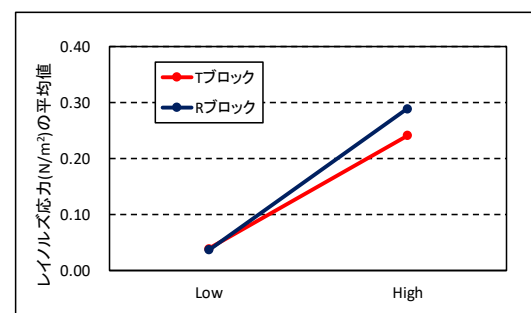


(a) 本研究の結果

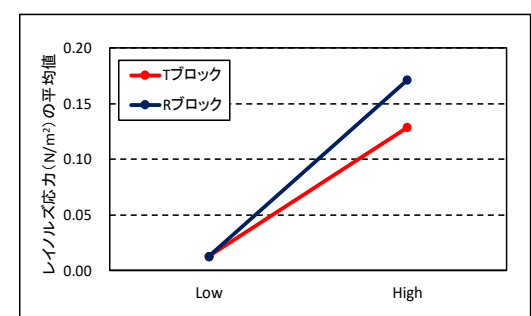


(b) 松下らによる実験結果

図-3 無次元乱れ強度の平均値分布の比較



(a) 本研究の結果



(b) 松下らによる実験結果

図-4 レイノルズ応力の平均値分布の比較