

# 複数の巨石による流れの相互作用に関する研究

名古屋工業大学 学生会員 ○市川亜也佳  
 名古屋工業大学 フェロー会員 富永晃宏

## 1. はじめに

近年多自然川づくりは全国的に進められるようになり、年々その施工箇所は増加している。その多自然川づくりの方法のひとつに、河道に巨石を設置することで流れに多様性を持たせ水生生物の生息環境を確保しようという試みがある。そうすることで、魚類の採餌場や休息場、また洪水時の避難場所を確保することが期待される。しかし実際に巨石を設置する際は経験的に行われることが多く、明確な設置方法は定まっていない。そこで本研究では、巨石を複数配置する場合の基礎的知見を得るために横断方向配置間隔が流れに与える影響について PIV 計測により検討した。

## 2. 実験方法

実験水路は、長さ 7.5m、全幅 0.3m の勾配可変開水路を用いた。側面はガラス張りで、レーザー光の反射を防ぐために、全水路底に黒く塗った塩化ビニル板を敷いている。水路勾配は水路下流 6m 地点にある自動昇降装置により調節し、 $I=1/2000$  とした。これらの実験条件を表-1 に示す。流量はインバータモーターにより調節している。巨石モデルとして一辺 3.0cm の立方体を図-1 のように、横断方向間隔  $dy$  がそれぞれ 1.0cm, 2.0cm, 3.0cm, 4.0cm となるよう設置した。また水深は非越流時が 2.5cm、越流時は 6.0cm となるよう流量を調節した。各実験ケースを表-2 に示す。PIV 計測の流れの可視化には、直径 80 ミクロン、比重 1.02 のナイロン樹脂粒子を用い、厚さ約 3mm のシート状にしたアルゴンレーザー光を開水路水平断面および鉛直縦断面に照射した。レーザーシートの照射位置は、水平断面は非越流時には 5mm 間隔で 4 断面 ( $z=5\sim 25\text{mm}$ )、越流時には 5mm 間隔で 11 断面 ( $z=5\sim 55\text{mm}$ ) 設定した。鉛直縦断面は巨石モデルの配置の対象性より巨石モデルの中央から 10mm 間隔で 15 断面 ( $y=5\sim 150\text{mm}$ ) 設定した。この可視化画像は高速度カメラ (ライブラリー) を用いて 1/200s で撮影した。相互相関法により画像解析し、3200 データ 16 秒間平均値を流速ベクトル

表-1 実験条件

	水深 h(cm)	流量 Q(l/s)	断面平均流速 Um(cm/s)	勾配 I
非越流	2.5	0.507	6.764	1/2000
越流	6.0	2.901	16.119	

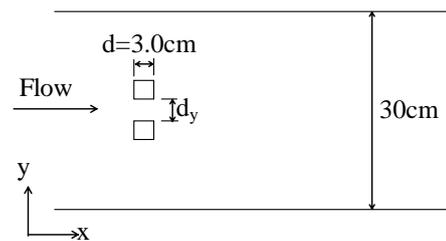


図-1 巨石モデル配置図

表-2 実験ケース

case	1	2	3	4	5	6	7	8
配置間隔 dy(cm)	1.0		2.0		3.0		4.0	
水深 h(cm)	2.5	6.0	2.5	6.0	2.5	6.0	2.5	6.0

データとした。

## 3. 実験結果

図-2 に水深  $h=2.5\text{cm}$  の非越流時、水平断面  $z=15\text{mm}$  の case3, 5, 7 の 16s 間平均流速コンターを示す。単立方体の場合、立方体の上流角から偏流と加速が発生し下流へ移流され、後方ではカルマン渦を伴う後流が発生し、低速域が広がることが知られている<sup>1)</sup>。今回の実験では 2 つの立方体の間の流れの干渉が注目される。間隔  $dy$  が小さくなるにつれて、中間の加速域が流下方向に短くなり、2 つの後流の影響が混合した低速域が現れている。この低速域は、case3 は  $x=135\text{mm}$ 、case7 は  $x=165\text{mm}$  から見受けられる。この巨石モデルによって形成される低速域の特性を調べるために、16s 間平均流速の分布ヒストグラムを図-3 に示す。どのケースにおいても  $U \geq 9.0\text{cm/s}$  の高速域の分布はほぼ同様であるが、 $U < 9.0\text{cm/s}$  の低速域において分布の偏りが見られる。低速域の分布の偏りは巨石モデルの配置間隔が大きくなるにつれて高速域寄りとなっている。

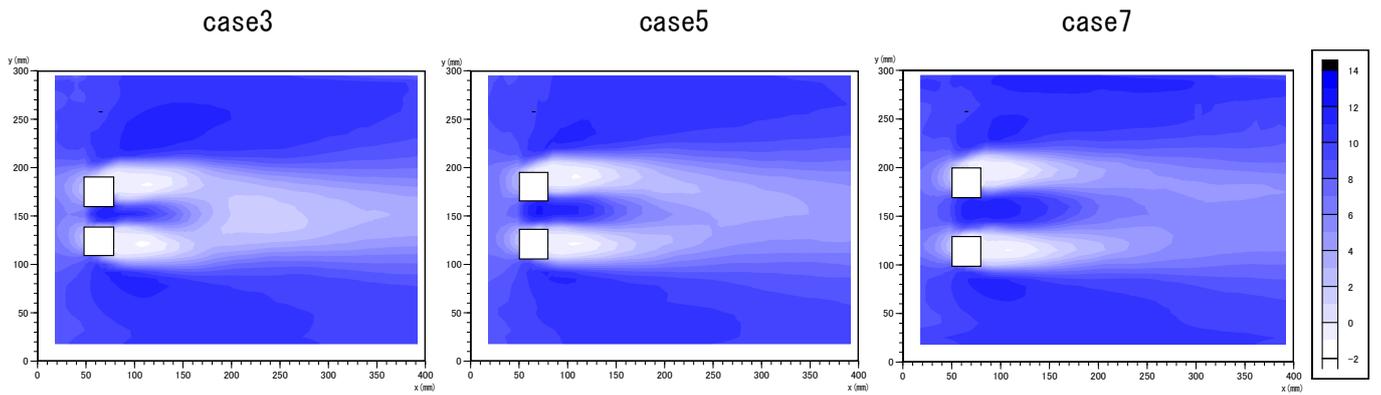


図-2 16s 平均流速コンター

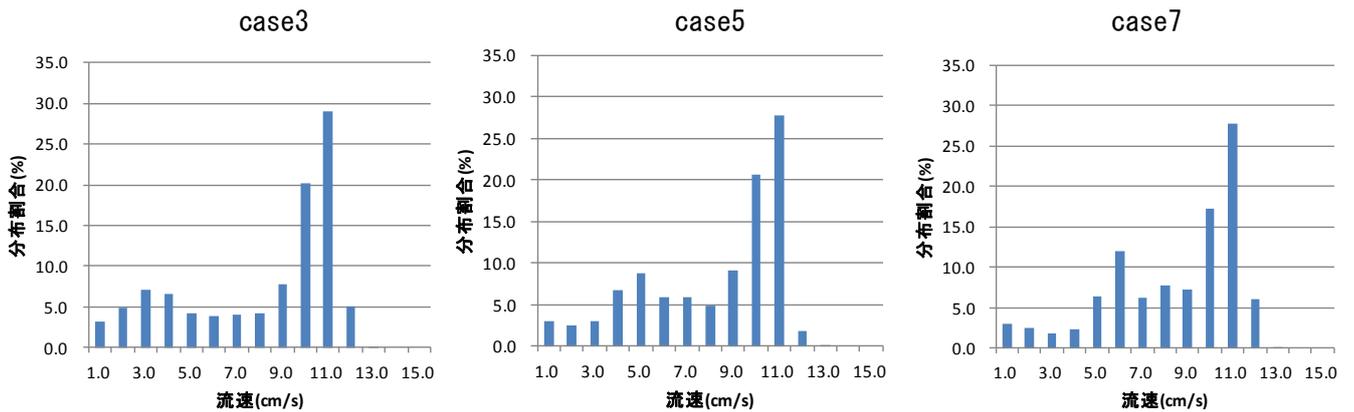


図-3 平均流速の分布割合

図-4 は巨石モデルの間中である  $y=150\text{mm}$  での流速  $U$  と乱れ強度  $u'$  の鉛直縦断方向の推移を示したものである。流速  $U$  は巨石モデル間の  $x=50\sim 80\text{mm}$  で急激に増加し3ケースともほぼ同じ最大流速に達する。その後流下するにつれての減速は case3, 5, 7 の順に大きい。これは巨石モデルの間隔が狭い場合、両方の後流が干渉することにより減速が大きくなったと考えられる。一方、乱れ強度  $u'$  は巨石モデル後方で増大しているが間隔が狭いほど上流側にピークが現れる。 $x=200\sim 300\text{mm}$  にかけては、case3 では乱れ

が小さくかつ流速が小さいのに対し、case7 では乱れ、流速ともに大きくなっている。

#### 4. おわりに

巨石の配置間隔は、主流に比べて速い流速域にはあまり影響しないが、遅い流速域は配置間隔が狭いほど巨石下流域が減速される傾向が見られた。非越流においては、石の配置間隔の狭いほうが低速域が確保されやすいといえる。ここでは越流するケースは示していないが同様の傾向が認められた。今回は巨石を配置する際に基本となる横断方向間隔について検討したが、今後は縦断方向間隔や巨石の個数を増やした場合の配置についても同様に検討し、流れの多様性創出に効果的な巨石の配置方法を評価していきたい。

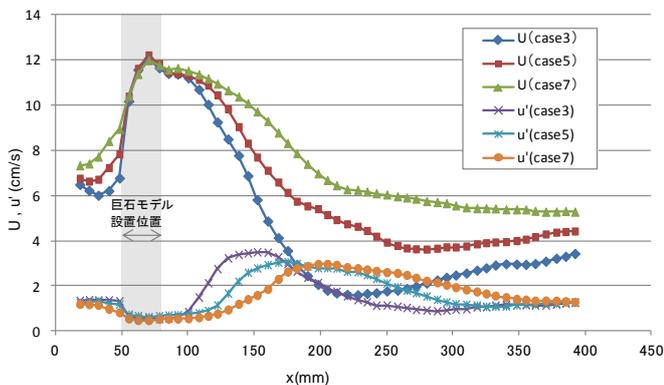


図-4 平均流速  $U$ 、乱れ強度  $u'$  の縦断分布比較

#### 参考文献

- 1) 富永晃宏, 鄭載勲, 伊藤佑介, PIVによる巨石まわりの流れ構造の解析, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, pp.199-200, 2010