

## 水制の相対断面形状が主流域の流速に及ぼす影響

名古屋工業大学 学生会員 ○三浦 爽  
 名古屋工業大学 フェロー会員 富永 晃宏

表-1 水理条件

$Q$ (L/s)	$h$ (cm)	$B$ (cm)	$Fr$	$I$
10	5	60	0.33	1/1000

表-2 実験ケース

case	水制長さ $L$ (cm)	水制高さ $D$ (cm)	遮蔽率 $R_a$ (%)
L14D2	14	2	9.33
L14D3		3	14.00
L14D4		4	18.67
L20D2	20	2	13.33
L20D3		3	20.00
L20D4		4	26.67
L26D2	26	2	17.33
L26D3		3	26.00
L26D4		4	34.67
L32D2	32	2	21.33
L32D3		3	32.00
L32D4		4	42.67

**1. はじめに** 庄内川の河口 42 km 地点における岐阜県脇之島地区にある辛沢川との合流部に土砂堆積が発生している。過土砂撤去を実施しているが、再堆積が生じている。河川の土砂堆積は、河床高が上昇洪水し、洪水の危険性が高まる。そこで、水制を用いて主流の流れを加速することで、土砂堆積を除去する対策が考えられている。本研究では、水制の相対的な長さ、高さを変化させて主流域の流速に及ぼす影響を把握することを目的とする。そして、土砂堆積の抑制に最適な水制の形状を水路実験と数値計算により検討した。

**2. 実験概要** 実験水路は長さ 12 m, 幅 60 cm の勾配可変水路を使用し、水路勾配  $I = 1/1000$  とした。水制設置位置を図-1 に示す。水路上流端から 4.5 m 下流を  $x = 0$  としている。水路右岸に不透過の水制を設置し、フルード相似則を用いて、庄内川での中規模出水程度の約  $600 \text{ m}^3/\text{s}$  を想定した  $Q = 10 \text{ L/s}$ , 下流端水深  $h = 5 \text{ cm}$  とした。水理条件については表-1 に示す。また、水制模型は表-2 に示すように長さ、高さを変化させ、幅 4 cm とした。また、遮蔽率  $R_a = (L \cdot D)/(B \cdot h)$  は流水断面積における水制の面積率を表す。ここで水深は下流端水深  $h = 5 \text{ cm}$  を採用した。流速計測は、I 型 2 成分電磁流速計 (KENEK 製) を用い、サンプリング周波数 100 Hz で 4096 個のデータを取得して解析を行った。一定高さで縦断方向には図-1 に示す 6 断面で、横断方向には 3 cm 間隔で平面的に計測を行い、高さは  $z = 1 \text{ cm}$ ,  $3 \text{ cm}$  の 2 断面を計測した。

**3. 実験結果** 本研究では対岸の土砂堆積を抑制するために掃流力を増加させることを意図していることから、水制による対岸域の流速増加率に着目する。図-2(a), (b) に主流速の横断方向分布を示す。実験結果から、 $z = 1 \text{ cm}$ ,  $3 \text{ cm}$  とともに水制の対岸の  $y$  軸方向 40 cm~52 cm の範囲が概ね一定値を示すため、代表流速として  $y$  軸方向 40 cm~52 cm の区間平均値を用いる。水制前後の流速の変化は、この区間における水制下流の流速  $U_d$  を水制上流の流速  $U_u$  で除して無次元化した流速増加率  $U_r (= U_d/U_u)$  を指標とする。水制上流の流速  $U_u$  は  $x$  方向 0 cm の流速、水制下流の流速  $U_d$

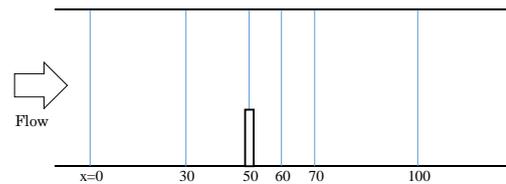


図-1 模型配置図および流速計測位置

は  $x = 60 \text{ cm}$ ,  $70 \text{ cm}$ ,  $100 \text{ cm}$  地点で最大流速の発生した位置での流速を用いている。また、今後は水制の高さ及び長さはそれぞれ高さを下流端水深  $h$ , 長さを水路幅  $B$  で除して無次元化したものを用いる。水制の長さ、高さ、遮蔽率  $R_a$  に着目した増加率の変動を高さを  $z = 1 \text{ cm}$ ,  $3 \text{ cm}$  に分けて実験結果を比較する。 $z = 1 \text{ cm}$  断面における水制長さに着目した流速増加率を図-3(a)示す。水制長さが長くなるにつれて、流速増加率が大きくなることを確認できる。また、水制高さが低いときは水制長さを変化させても、ほとんど流速は増加しないことから、水制の高さはある程度必要であることが分かる。図-3(b)に水制高さに着目した流速増加率を示す。水制高さを高くするに伴い、いずれの水制長でも、流速増加率は大きくなることが分かる。また、水制の長さが長くなるほど水制高さによる増加が大きくなることを確認できる。図-3(c)に遮蔽率  $R_a$  に着目した流速増加率を示す。一般的に遮蔽率が大きくなるにつれて、流れが妨げられるため、主流域の流速が大きくなる。図からは流速増加率は概ね遮蔽率と一義

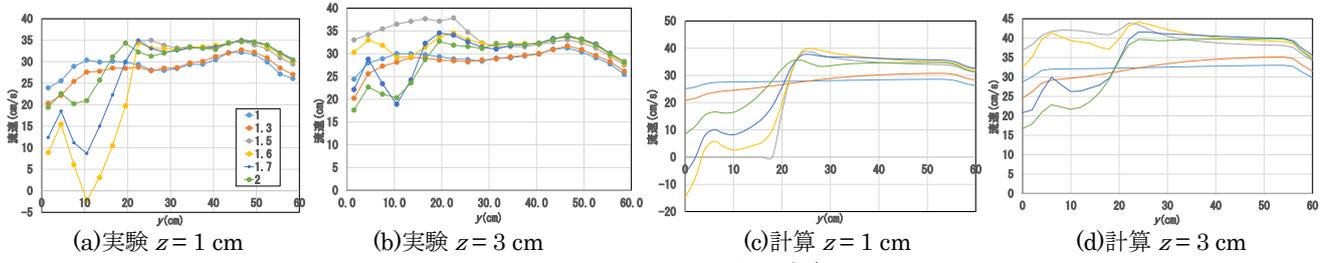


図-2 case L20D2 y断面流速

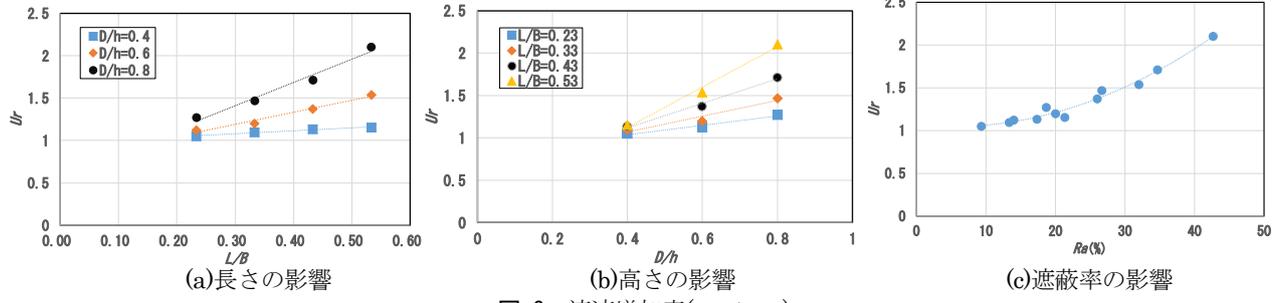


図-3 流速増加率(z=1 cm)

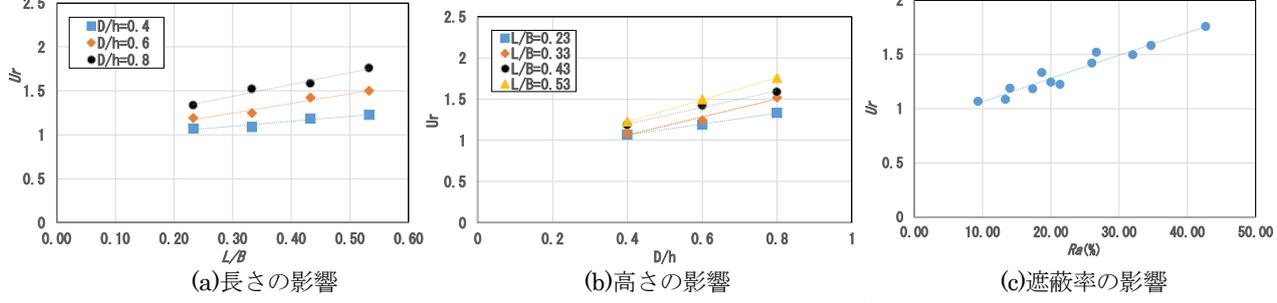


図-4 流速増加率(z=3 cm)

的な関係があるといえる。ただし、遮蔽率が20%近くの3ケース (caseL32D2, caseL20D3, caseL14D4) において、水制高さが最も高い、caseL14D4の流速増加率がわずかであるが遮蔽率の大きいcaseL32D2より大きい。これは、水制の長さより水制の高さが流速の増加率に強く影響を及ぼしていることを意味していると考えられる。 $z=3\text{ cm}$ 断面について、図-4(a)に水制長さ、図-4(b)に水制高さに着目した流速増加率を示す。 $z=1\text{ cm}$ の時と同様に水制長さを長くするにつれて流速増加率は大きくなるが、変化は小さい。水制高さを変化させた場合は、長さに依存せず流速の増加率は大きくなる。遮蔽率に関しては、 $z=1\text{ cm}$ と概ね同様の傾向を示すが、増加率は小さくなる。したがって、水制の影響は底面近くがより強く現れることが分かる。

**4. 数値計算** このような水制の効果を評価するには数値計算による予測が有用と考えられることから、数値計算は河川シミュレーションソフト iRIC CUBE3を用い、水制を越流条件で3次元数値計算を試みた。乱流モデルは二次非線形k-εモデルで、三次精度TVD MUSCLスキームとした。水理条件は実験条件と同様で、計算時間は100sとした。図-2(c), (d)にy方向断

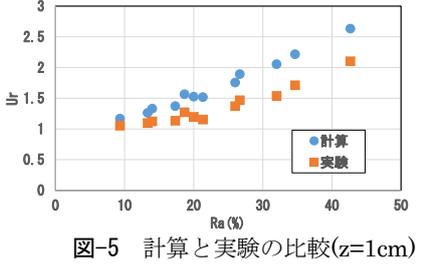


図-5 計算と実験の比較(z=1cm)

面流速の数値計算結果を示す。計算値は実験と同様の变化特性を示すが、計算値の方が全体的に流速は大きくなっている。いずれのケースでも同様の結果となった。図-5に $z=1\text{ cm}$ における計算と実験の比較のグラフを示す。流速増加率 $U_r$ でも同じ傾向が得られている。また、遮蔽率に着目したときも、実験値の方が流速は小さくなっているが、点同士の位置関係は同じで、グラフの概形が同じである。そのため、水制の相対断面形状による流速の変化は再現性が高いと考える。

**5. おわりに** 今回の研究で水制の長さとお高さを変えた場合の主流域に及ぼす影響として、水制対岸の流速増加率は水制の断面遮蔽率によって、およそ予測できることが示された。今後は、実験値を精査して計算値の違いを検討する必要がある。そして、移動床での実験と数値計算により堆積した土砂を撤去するための水制の大きさについて検討していきたい。