

# 台形断面河道における護岸粗度の水理特性に関する実験的研究

岐阜大学大学院工学研究科 学生会員 ○岩田 啓夢 愛知県 新見 潤  
 大日コンサルタント(株) 正会員 原田 守啓 岐阜大学 フェロー会員 藤田 裕一郎

## 1. はじめに

我が国の山間地を流れる中小河川では、河川改修や災害復旧事業に際して、河川断面を単断面とし、河道幅を最小限として河床を下げ、兩岸の護岸を急勾配とし、狭くて深い台形断面とする改修が一般的に行われてきた。しかしながら、改修後の出水により、湾曲区間の外岸、落差工・斜路工近傍の局所洗掘により構造物被害を生じたケースや、直線区間であっても、河床変動が激化して河床低下により被害を生じたケース等の被害事例が散見されており、改修によってかえって河道の安定が損なわれ、河道災害に至ったと考えられるケースは少なくない。

このような被害を防ぐためには出水時の流水の適切な減勢によって河道の安定を図ることが重要であり、単断面河道においては、潤辺に護岸が占める割合が大きいことから、側壁に配置された護岸の粗度が流水に対して及ぼす抵抗特性を明らかにして、実河道に応用していくことが期待される。

著者ら<sup>1),2)</sup>は、単断面河道における粗度の機能に着目して、幅水深比  $B/H$  が小さい矩形断面の水路に棧型粗度を配置して、幅広い条件で実施した水理実験により、エネルギー勾配が大きい条件下における底面・側壁配置の粗度の抵抗特性の違いについて検討を進めてきた。

これらの研究では、棧型粗度路床上の平均的な流れの構造を、縦断方向の代表3横断面の平均として把握してきたが、その妥当性の検証のため、本研究では、3次元超音波流速計を用いて、縦断方向の棧型粗度間の流れを、密に計測するとともに、レイノルズ応力分布に基づく境界面せん断応力の評価を試みた。

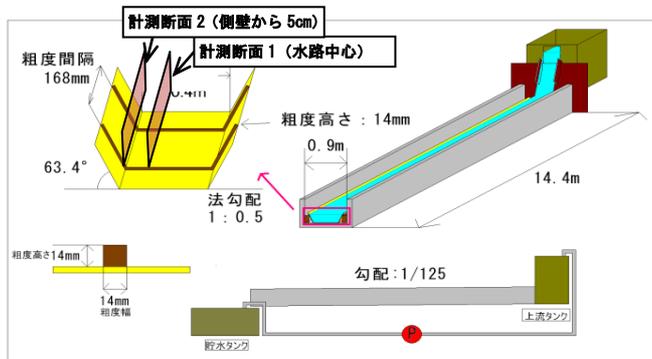


図-1 実験水路の概要

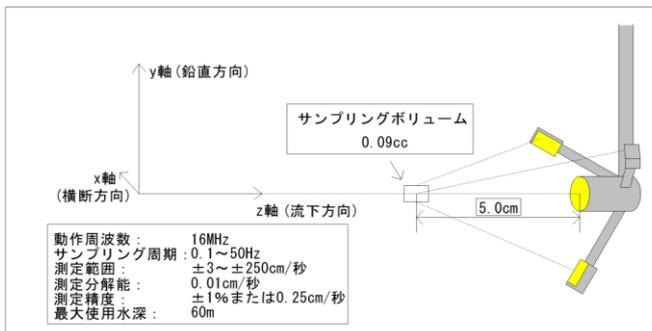


図-2 Micro ADV の計測範囲及び諸元

## 2. 実験方法

実験水路は、図-1 に示したような台形断面水路（底面幅 40cm、法勾配 1 : 0.5、縦断勾配 1/125、全長 14.4m）に、幅 14mm の正方形断面の棧型粗度を底面及び側壁に配置した。実験ケースは、流量 3 ケースとし、60.7L/s、40.6L/s、18.9L/s とした。

流速計測には図-2 に模式的に示すように、サイドルッキング型 Micro ADV 16MHz (SONTEK 社製超音波ドップラー精密流向流速計) を使用し、3 軸方向の流速成分を 1 計測点につき 50Hz で 20 秒間計測した。

測定断面は、棧粗度間の流れの構造を流下方向に詳細に把握するため、図-1 に示すように、水路中心位置と側壁法先から 5cm の位置の 2 断面を設定し、

キーワード 棧型粗度 抵抗特性 ADV レイノルズ応力分布 境界面せん断応力

連絡先 〒501-1194 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 E-mail:q3121004@edu.gifu-u.ac.jp

計測点は底面鉛直方向・流下方向に 1cm 間隔で設定した。

比較的大きい流速計プローブを用いて水面付近、底面付近まで計測するため、それを傾けて角度をつけて固定しうる治具を製作した。また、計測点の座標管理を精度良く行うため、流速計をアクチュエーターに固定し、プログラム制御した。

3. 実験結果と考察

縦断方向の流速分布の測定結果からは、水路中央部では底面から離れるにつれて流速が上昇し、概ね対数則に則った分布を示すが、側壁付近の計測断面では水面付近における流速の低下が顕著であった。

流速の鉛直方向分布について、粗度要素間の縦断方向変化に着目すれば、底面付近の粗度要素近傍において差がみられたが、中層から水面付近まではあまり変化が見られず、全体としては大きな変化は認められなかった。

また、流速の 3 軸成分の瞬時値から時間平均流速の差をとって得られたレイノルズ応力の鉛直分布の例を図-4 に示す。その分布形状は底面付近を除いて概ね三角形分布となり、これを外挿することで境界面せん断応力の推定が可能と考えられたが、水路全

体の  $U_*$  に対して、摩擦速度の推定値  $u_*$  はやや大きい値となった。現時点では、2 縦断面での推定に限った結果であるため、今後、より詳細な計測を実施して、手法の改良を測る予定である。

4. 結論

- 1) 主流速及びレイノルズ応力の鉛直分布について、 棧粗度間の流れを詳細に計測した結果、底面付近を除いて、流下方向に大きな変化はみられなかった。
- 2) レイノルズ応力  $\overline{v'w'}$  と  $\overline{u'v'}$  の分布は、ともに底面付近と水面付近を除き、概ね三角形分布を呈しており、中層のレイノルズ応力分布から底面に作用する摩擦速度を推定できると考えられた。
- 3) 側壁近傍の計測断面における測定結果は、流速分布及びレイノルズ応力分布の双方において、側壁の影響が見られ、水面近傍において顕著であった。

参考文献

- 1) 原田守啓・松岡俊一郎・藤田裕一郎：粗度配置が異なる長方形断面開水路の抵抗特性とせん断応力分布に関する実験的研究，水工学論文集，2012。
- 2) 原田守啓・藤田裕一郎：単断面河道における護岸粗度と中小急流河川の護岸設計に関する一考察，水工学論文集，2009。

18	89.4	87.9	87.0	86.6	87.9	85.9	86.7	85.3	86.8	85.8	86.9	84.7	84.9	85.0	85.0	85.0	84.2	84.1	85.5
17	86.7	84.5	85.4	85.6	85.7	85.0	84.7	83.7	85.1	85.7	83.7	84.6	84.1	85.6	84.0	83.2	83.6	84.1	83.4
16	85.2	86.4	83.2	85.3	83.4	84.0	85.7	84.1	84.8	83.6	85.1	82.5	83.9	84.3	83.3	83.7	84.6	84.8	83.9
15	85.6	84.1	84.0	83.6	84.5	82.9	82.6	83.5	83.0	84.6	83.3	83.1	83.5	82.7	83.1	82.7	82.6	82.2	83.4
14	82.4	83.5	83.3	83.2	83.3	83.8	83.5	81.1	80.7	81.6	79.6	81.6	81.0	81.5	83.6	81.1	81.9	82.1	79.2
13	81.1	81.4	79.6	80.2	81.1	81.6	81.0	81.3	81.7	81.3	80.0	82.7	80.9	81.2	81.4	79.4	80.3	78.3	80.3
12	79.6	76.9	79.0	78.5	77.2	78.7	79.2	77.6	79.6	80.3	79.1	79.1	78.7	76.8	78.0	75.7	77.1	78.2	77.3
11	77.9	75.8	75.9	79.1	76.6	78.7	75.0	75.9	78.2	75.5	78.0	75.6	77.1	76.2	76.2	75.7	75.7	77.0	77.5
10	75.9	74.7	76.4	72.7	74.3	73.2	76.4	70.3	76.2	74.1	75.4	72.9	74.1	75.9	76.0	73.8	72.4	74.8	76.2
9	74.3	74.9	71.5	74.5	75.3	76.5	73.8	71.2	75.3	70.9	73.6	71.2	71.9	74.1	70.4	75.0	74.2	72.0	72.4
8	72.0	67.3	68.6	70.7	68.2	68.6	73.7	69.7	69.8	71.7	73.1	72.0	70.4	71.0	75.8	70.4	73.1	71.7	69.2
7	74.8	74.2	70.3	63.9	67.8	68.5	69.2	72.3	70.9	72.6	67.1	70.0	68.5	69.4	67.2	67.1	65.0	71.2	69.6
6	66.9	62.5	64.1	62.6	61.0	65.0	61.2	65.0	63.9	63.1	62.0	60.2	64.8	64.7	66.6	64.3	68.2	64.3	66.5
5	65.3	63.3	59.1	63.9	60.5	57.2	58.9	54.7	60.8	58.4	63.0	64.6	62.1	61.7	63.7	62.1	65.4	61.3	63.9
4	71.1	69.3	67.6	68.4	65.5	63.1	67.9	66.7	69.1	66.9	70.5	71.5	68.3	68.7	70.3	69.6	69.7	71.9	69.3
3	62.8	61.0	58.5	60.1	53.4	55.5	56.1	57.5	55.0	61.2	59.3	64.2	60.4	63.2	64.1	65.4	65.3	65.2	66.9
2								44.9	46.2	43.5	46.3	49.8	46.3	52.0	50.5	53.8	59.3	54.5	58.4
1								28.2	30.4	30.3	23.8	20.1	19.2	16.6	11.0	4.2	-0.6		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

図-3 水路中心断面における平均流速分布 (Q=60.7L/s)

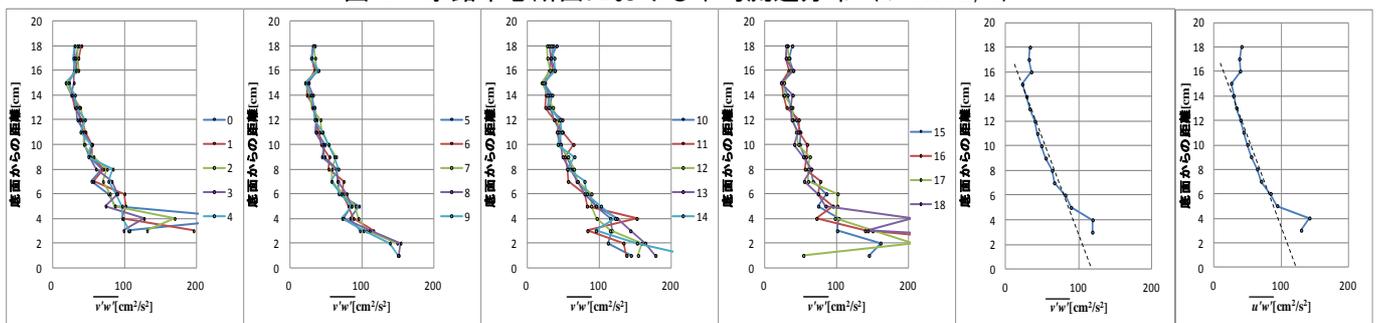


図-4 水路中心断面におけるレイノルズ応力鉛直分布 (Q=60.7L/s)