

側壁にジグザグ粗度を設置した湾曲流の主流速分布特性

徳山高専 学生会員 ○塩田 洋輔
正会員 渡辺 勝利
正会員 佐賀 孝徳
山口大学 正会員 朝位 孝二

1. はじめに

河川の湾曲部は、河岸の破壊や顕著な河床洗掘あるいは堆積が生ずるため、洪水時の弱点になりやすい。このような河川湾曲部の災害を防止するには、流れの構造を理解するとともに流れを制御する手法を確立することが必要である。湾曲流れの制御についてはこれまでも実験的な研究が進められている^{1),2),3),4)}。筆者らは、これまでにブランチブロックの水理特性に関する検討を進め、そのブロックの施工表面に現れるジグザグ状の粗度が流れ場の形成に重要な役割を果たしていることを明らかにした⁵⁾。

本研究では、ジグザグ状の粗度を用いた流れの制御手法の確立を念頭に、ジグザグ粗度の湾曲水路側壁への設置に伴う平均主流速分布の特性について検討した。

2. 実験装置および方法

実験では、図-1に示すような直線部と湾曲部から構成された開水路を用いた。水路幅は40cm、高さは25cmであり、直線部の長さは上流部が3m、下流部が2mである。湾曲部の中心線形には図-2および式(1)に示すようなsin-generated curve⁶⁾(s:水路中心線上距離、曲線長L:4m、最大偏角 $\alpha_0:40^\circ$)を採用した。水路勾配は水平とした。本水路の側壁に図-3に示すような、厚さ5mmの亚克力樹脂板で作成したジグザグ状の粗度を直線部および湾曲部の側壁に等間隔(4cm)で設置した。実験では、流速計測および水面形計測を行った。流速計測には2成分の電磁流速計(KENEK VP2500)を使用した。流速計測断面は図-4に赤実線で示されている。また、計測位置は図-5に示すように、1断面につき60ポイントとし、1点につき40秒間の平均流速を計測した。実験条件は表-1に示すとおりである。

3. 実験結果および考察

図-6(a)には、側壁が滑面(Case S)における主流速分布を示している。直線部断面M1では水路中央部が高速であるが、それが湾曲部入口の断面0、断面1では右岸側底壁付近が高速となっている。断面3、断面5では最大流速点が左岸の極近傍に位置している。断面7では、左岸の高速域が右岸方向に移動し、断面8.5、断面10では右岸側が高速となる分布を呈している。図-6(b)の昇配列(Case R1)における主流速分布では、断面0では両岸の低速域が滑面側壁流れと比較して拡大し、高速域が水路中央部に集中するような流れ場が形成されている。滑面側壁流れに見られた右岸側壁付近の高速域は同様に形成されている。断面3、断面5では左岸側壁側に低速域が形成され、高速域が水路中央側へ移動している。断面8.5では右岸低壁側が高速となる分布となっている。図-6(c)の降配列(Case R2)における主流速分布では、断面0、断面1においては、側壁付近に三角形の低速域が形成され、高速

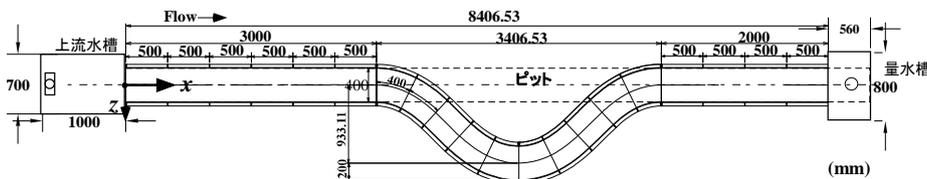


図-1 実験水路

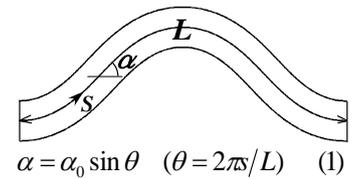


図-2 sin-generated curve

キーワード 湾曲流, ジグザグ粗度, 二次流, 流れの制御

連絡先 〒745-8585 山口県周南市学園台

T E L 0834-29-6326

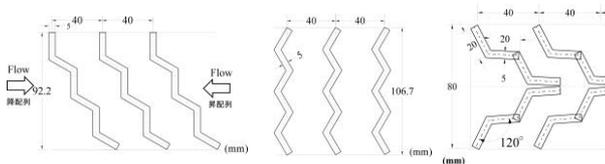


図-3 ジグザグ粗度形状

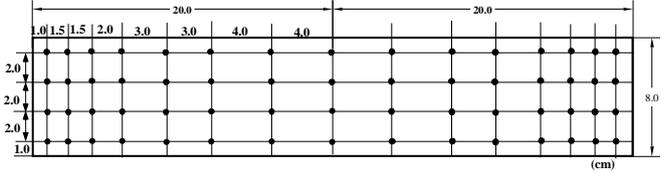


図-5 流速計測点位置

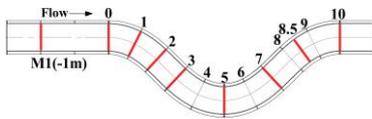


図-4 流速計測断面位置

表-1 実験条件

Case	Hm (cm)	Q (cm ³ /s)	Um (cm/s)	Fr (=Um/(gH) ^{1/2})	Re (=UmH/ν)	備考
S(滑面側壁)	7.9	10174	32.2	0.37	25435	それぞれのケースにおいて、粗度は断面0から上流1.5mの区間の両岸および断面0~5の左岸、断面5~10の右岸に設置した。
R1(昇配列)	7.7	10155	33.0	0.38	25388	
R2(降配列)	7.7	10108	32.8	0.38	25270	
R3(鉛直配列)	7.8	10162	32.6	0.37	25405	
R4(合成配列)	7.8	11110	35.6	0.41	27775	

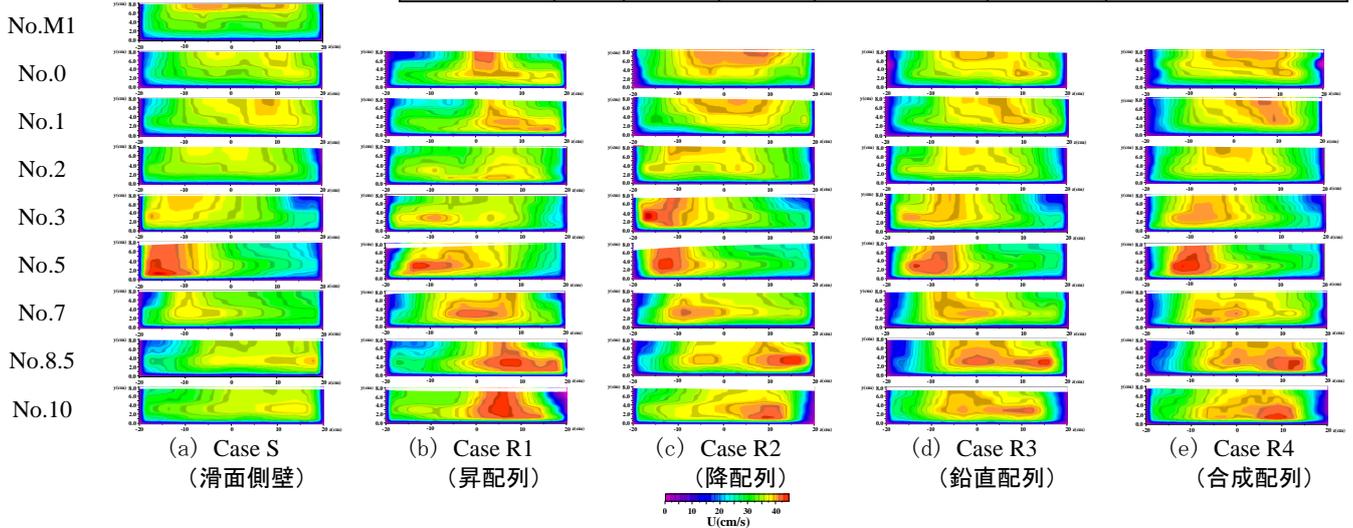


図-6 各ケースにおける流速分布

域が滑面側壁や昇配列粗度流れと比較してほぼ水路中央付近に形成されていることが認められる。断面 3, 断面 5 では、高速域が滑面側壁流れに比べるとやや水路中央寄りに移動している。しかし、No.8.5 の右岸側壁への高速域の偏奇は、昇配列粗度の流れと同様に解消されていない。図-6(d) の鉛直配列 (Case R3) における主流速分布では、断面 0, 断面 1 においては、滑面側壁流れと同様な分布を呈しているが、側壁付近の低速域が拡大し高速域はより側壁から離れている。断面 3, 断面 5 の左岸では滑面側壁流れと比較して高速域が水路中央側へ移動している。しかし、断面 8.5 の右岸低壁部の高速域は解消されていない。図-6(e) の合成配列 (Case R4) における主流速分布では、断面 0, 断面 1 において、高速域がほぼ水路中央部に位置し、右岸側壁付近の高速域は消失している。断面 3, 断面 5 の左岸では、高速域と側壁の距離が他の粗度と比較して大きく離れている。また、断面 8.5, 断面 10 の右岸においても、他の粗度と比較して高速域と側壁との距離が大きいことが認められる。

4. おわりに

湾曲水路の側壁に 4 種類のジグザグ粗度を設置し、それぞれの流れ場の平均主流速分布特性を検討した。その結果、昇配列では、比較的低速な流体が水表面方向へ輸送され、水表面側の顕著な低速化に寄与することが明らかとなった。降配列および鉛直配列は内岸側壁付近の主流速の低減および最大流速点の対岸方向への移動に寄与することが明らかとなった。合成配列は他の粗度と比較して最も主流速の湾曲部への偏りを解消する効果があると認められた。

謝辞：本研究は、中国建設弘済会の平成 25 年度技術開発支援事業の援助を受けた。ここに記して謝意を表する。

参考文献：

- 1) Odgaard, A.J., Kennedy, J.F. et al: River-Bend Bank Protection by Submerged Vanes, J. Hydraulic. Eng., ASCE, Vol.109, No.8, pp.1161-1173, 1983. , 2) 福岡ら：ベーン工の設置された湾曲部の流れと河床形状の解析, 土木学会論文集, No.447/II-19, pp.45-54, 1992. , 3) 関根ら：斜め枝粗度による河川湾曲部の二次流制御に関する研究, 土木学会論文集, No.558/II-38, pp.61-70, 1997. , 4) 富永ら：円柱粗度による湾曲部河道変動の制御に関する実験的研究, 水工学論文集, 第 45 巻, pp769-774, 2001. , 5) 渡辺ら：プランチブロック護岸模型の枝材配列形状による流れ構造の特徴, 水工学論文集, 第 54 巻, pp.1045-1050, 2010. , 6) Langbein, W. B., Leopold, L. B.: River Meanders -Theory of Minimum Variance, Geological Survey Professional Paper 422-H. United States Government Printing Office, Washington, D. C., 1966.