

H3-4

礫床緩勾配の台形断面水路における流速分布に対する側壁勾配の影響

Effect of side slope on velocity profile in mild slope channel with trapezoidal gravel bed

安田陽一¹, ○小林泰士²Yoichi Yasuda¹, *Taishi Kobayashi²

Abstract: Recently, canal of water supply for agriculture was constructed by concrete because of the maintenance of canal. By considering habitat and migration route for aquatic animals, trapezoidal canal with gravel bed should be recommended. In this report, velocity profiles in mild slope channel with trapezoidal gravel bed have been presented. Non-dimensional velocity profile in a quasi-uniform flow is characterized by side slope of gravel bed. The change of the aspect ration in a quasi-uniform flow with side slope has been discussed under given channel slope and discharge.

1. はじめに

河川と接続する水路に求められる機能としては、平水時から放水時にかけては水生生物の移動環境を確保し^[1]、洪水時には適切に排水機能を向上させることが重要である。さらに、維持管理の容易さも重要である。しかし、現状としては三面張りの用水路が用いられることが多く、治水・利水ばかりが重視され、水生生物への配慮が疎かになっている。三面張りの用水路内は矩形断面で、粗度の小さいコンクリートが剥きだしになっているものが多く施工されているため、平水時から豊水時にかけては水深が確保されておらず、流速は横断方向に変化が小さいため水生生物の移動環境としては好ましくない。また、洪水時には流速が加速し河川との接続箇所で河床低下が生じている事例がある。従来の取り組みとして、水路内に粗石や玉石を埋め込んで粗度を増すことによって、平水時の水深を確保し多様な流れを作ることによって水生生物の移動を妨げないようにしている事例がある^{[2],[3]}。この場合、粗石の条件や流量規模などによっては水路内の流れが速くなり、水生生物の移動が困難となる場合がある。そのため、底面に礫を用いた緩勾配台形断面水路を提案した^[4]。緩勾配台形断面の特徴としては、平水時から豊水時までの流量変化に対しては、横断方向に流速および水深が変化し多様な水生生物の移動・休息が可能であり、洪水時においても最大流速及び底面流速が小さくなる。ここでは、緩勾配水路に礫を用いた緩勾配台形断面河道を設置し、流量規模が豊水時より大きい小規模な洪水を想定し、台形断面形状を変化させ、疑似等流状態の流速分布および水深の変化について実験的に検討した。

2. 実験条件

長方形断面水平水路(幅 80 cm 高さ 60 cm 長さ 15 m)の縦断勾配 I を $I=1/1200$ とし、等流状態の流れが常流である場合を対象としている。ここで想定している水路は用水路であり、広範囲の流量変化に対して安全性を確保できるものとしている。実験条件を **Table 1** に示す。河床材料として 0.8~3 cm 径の中礫を混合したものを設置した。なお緩斜面台形断面形状が成形されやすいようにするため、横断勾配が大きい場合には両側に 3~5 cm 径の中礫を埋め込むように設置した。台形断面河道であることを仮定した定義図を **Figure 1** に示す。また、疑似等流が形成されるように、礫の設置区間は 7.2 m とした。礫を設置した区間の河道内の流れを検討するために、河床形状、水深及び流下方向の流速の測定を行った。流速、河床形状について、横断方向に 0.1m 間隔で 7 ヶ所と左岸側の壁際を測定し、鉛直方向に 5cm 間隔測定し、流下方向に 2m 間隔に 3 ヶ所で測定をした。河道内の流下方向の流速を計測するために、KENEK 製のプロペラ流速計(2 cm 径)を用いた(採取時間 20sec)。水深測定について、水路中央部を流下方向に 0.5m 間隔に 15 ヶ所で測定した。

Table 1. Experimental conditions

Fr	b/B	m	I
0.558	1.00	0.109	0.000833
0.592	0.25	0.196	
0.472	0.25	0	

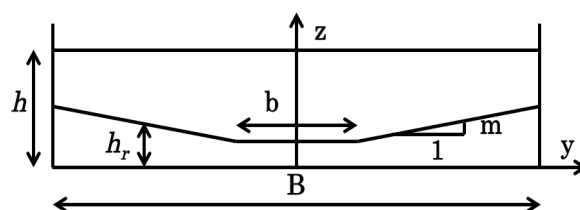


Figure 1. Definition sketch of trapezoidal section

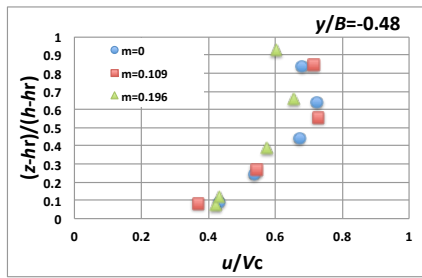
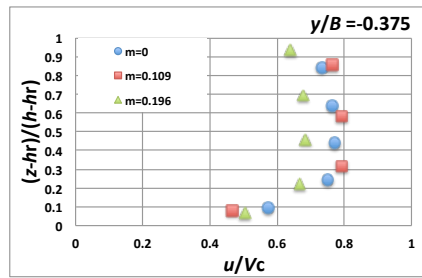
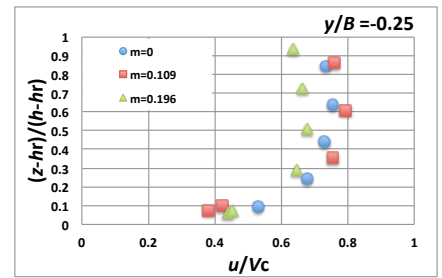
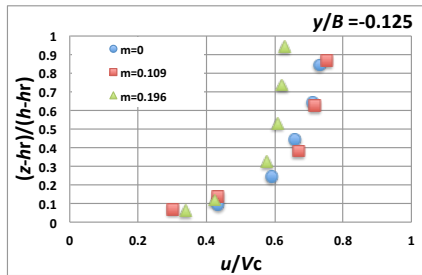
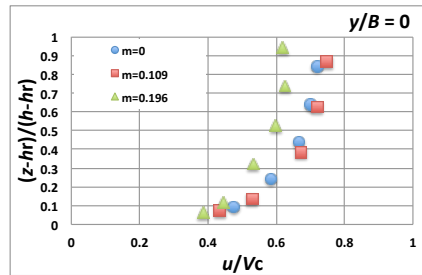
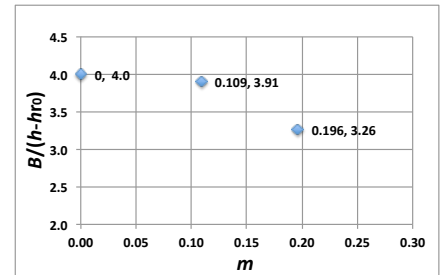
Figure 2. Velocity profiles at $y/B = -0.48$ Figure 3. Velocity profiles at $y/B = -0.375$ Figure 4. Velocity profiles at $y/B = -0.25$ Figure 5. Velocity profiles at $y/B = -0.125$ Figure 6. Velocity profiles at $y/B = 0$ 

Figure 7. Change of aspect ratio with side slope in a quasi-uniform flow

3. 流速分布に対する形状効果の影響

Figure 2 から Figure 6 は、横断方向の相対距離 y/B ごとで、河床横断勾配 m を変化させ、礫天端からの鉛直距離を表す無次元量 $(z-hr)/(h-hr)$ に対する、流速比を表す無次元量 u/Vc を示す。また、Figure 7 は河床横断勾配の変化に対するアスペクト比 $B/(h-hr_0)$ の変化を示す。Figure 2 から Figure 6 で示された結果から、礫天端からの鉛直距離を表す無次元量に対する、流速比を表す無次元量を示した流速分布は、河床横断勾配によらず相似な変化傾向を示している。また、 $m=0$ および $m=0.109$ の場合には流速分布は概ね一致しているのに対して、 $m=0.196$ の場合には、 $m=0$ および $m=0.109$ の場合と比較して流速比が小さくなっていることがわかる。さらに、Figure 7 で示された結果から河床横断勾配の変化に伴うアスペクト比の変化は一次的な変化で決まるものではないことがわかる。このことから、河床横断勾配の変化に伴う流速分布およびアスペクト比の変化傾向には、河床横断勾配が $m=0.109$ から $m=0.196$ の間に河床横断勾配が流体に及ぼす影響が変化する勾配が存在していることがわかる。

4. まとめ

緩勾配矩形断面水路に礫を用いた台形断面形状を成形し、流量規模が大きい洪水時の場合を対象に、横断面形状を変化させ、疑似等流状態の流速分布および水深の変化について実験的に検討した結果、礫天端からの鉛直距離を礫天端からの水深で無次元化し、流下方向成分の流速を限界流速で無次元化したことによって整理された流速分布は、与えられた河床横断勾配に関わらず、横断方向の相対距離に対して相似な分布形状となることを示した。また、河床横断勾配が $m=0.109$ から $m=0.196$ に変化した段階で河床横断勾配の変化に伴う流速分布およびアスペクト比の変化が大きくなることを示した。

参考文献

- [1] 安田陽一, 技術者のための魚道ガイドライン-魚道構造と周辺の流れからわかること-, コロナ社, 150 pages, 2011.
- [2] コンクリートブロック, 共和コンクリート URL : <http://www.kyowa-concrete.co.jp/seihin/ji-kasen.html> .(2018 年 9 月閲覧)
- [3] Jungwirth, M., Schmutz, S., Weiss, S. edit., Fish Migration and Fish Bypasses, Fishing News Books, Vienna, Austria, pp.403-419, 1998.
- [4] 安田陽一, 小林泰士, ボックスカルバート内の流速分布に対する断面形状の影響, 土木学会第 70 回年次学術講演会, II -47, CD-ROM, 2015.