

斜行部を有する複断面水路において円柱群の設置箇所の違いによる流況の変化

東洋大学大学院 学生員 西村 賢 東洋大学工学部 正員 福井 吉孝
東洋大学大学院 学生員 本溜 博理 福島県鹿島町役場 折笠 圭介

1.はじめに

現在、河川には利水や治水、自然環境の保全と整備といった機能が求められている。特に自然環境に関しては最近人々の関心が高まっており、河川事業の中でも自然環境の保全・親水性の向上が重要視されている。しかし、河道内に樹木などの植生が存在していると、洪水時に洪水が拡大する恐れがある。例えば、水位の上昇・局所的な高速流の発生などが挙げられる。このような相反する要求の中で、樹木の影響によって治水上問題のない配置方法を明らかにする必要がある。そこで本研究は、斜行部を有する複断面水路を用いて、その斜行部沿い高水敷上に円柱を設置し実験を行った。特に円柱設置箇所の違いによる流況・水位・円柱群の抗力等の変化を比較検討した。

2.実験概要

実験に用いた水路は、高水敷・低水路共に砂利で粗度付けした水路を使用した。樹木として直径 5mm の木製の円柱を用いて、高さは水没しない高さに設定した。円柱設置箇所及び水路全体図を Fig.1 に、水路横断面図を Fig.2 に示す。実験条件・実験ケースを Table-1・Table-2 に示す。また、流速測定には xy・yz 成分電磁流速計を用いた。

Run	円柱本数	設置箇所
R-0	-	-
R-1	70	A(35×2)
R-2	70	A(35×2)
R-3	140	A・B(各70本)

Table-1 実験ケース

流量 Q	26.6(l/s)
水路勾配 I	1/500
高水敷高さ D	5.00(cm)
平均水深 H	12.20(cm)
円柱直径 d	0.50(cm)
円柱間隔 s	4.28(cm)

Table-2 実験条件

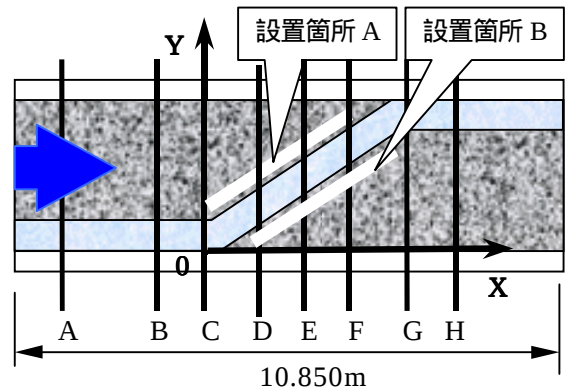


Fig-1 水路全体図

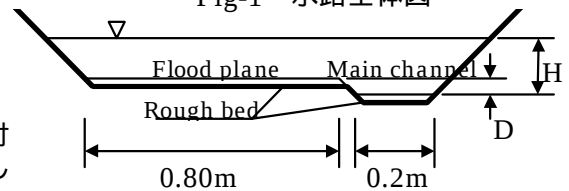


Fig-2 水路横断面図

3.実験結果

1) 水位

水位コンターを Fig-3 に示す。全ケースにおいて斜行部中央付近で最大水位を示している。その高水位部は斜行部に沿って変化していく。また、低水路右岸からの距離 $y=55\text{cm}$ での縦断水位変化を Fig-4 に示す。左岸高水敷上に円柱を設置した際 (R-1・R-3)、円柱手前の水位勾配が、円柱のない R-0 や右岸高水敷のみ設置した R-2 に比べ小さいことがわかる。一方、右岸高水敷上に設置した R-2 は、斜行部と円柱の連続の堰上げ作用により、他のケースに比べやや下流側つまり斜行部右岸側に高水位部を示している。

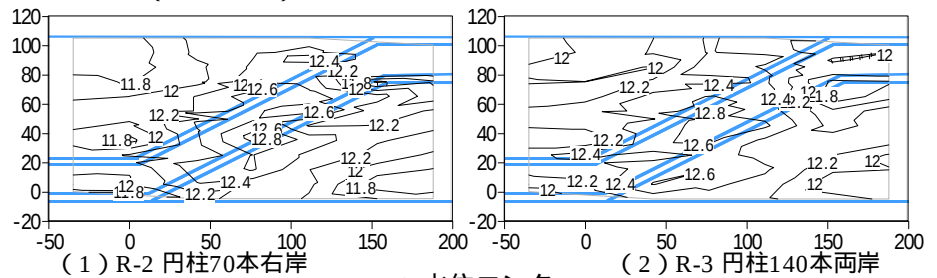
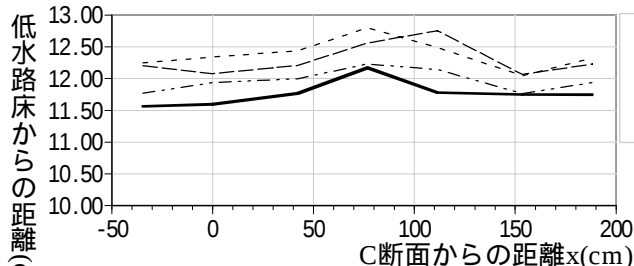
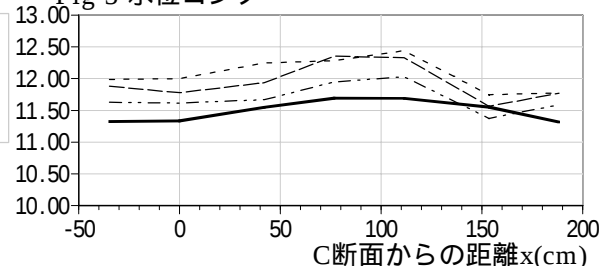


Fig-3 水位コンター



(1) $y=55\text{cm}$



(2) $y=75\text{cm}$

Fig-4 縦断水位変化図

Keyword: 複断面水路 (compound channel) 樹木群 (trees) 二次流 (secondary flow)

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 TEL:0492-39-1404 FAX:0492-31-4482

2) 平面流況

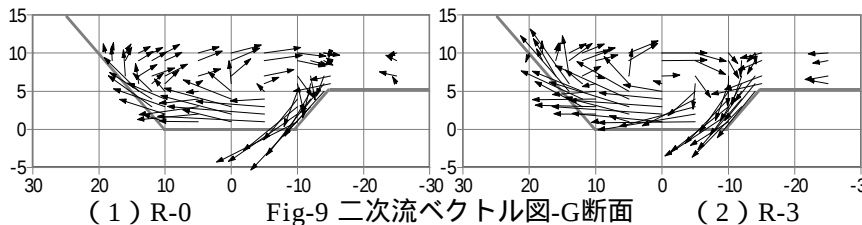
まず、斜行部付近の低水路内の uv ベクトル図を Fig-6 に示す。全ケース、各断面の最大流速の結んだ線は斜行部出口の内岸に向かっていくことがわかる。しかし、左岸高水敷上に円柱のある R-1 は、R-2・R-3 に比べ斜行部入口付近から低水路右岸近傍に最大流速を示している。斜行部付近の高水敷流れでは、R-1・R-2 が円柱群内もしくは直後で流速が極端に減少しており、通過後から水深の低い R-2 は、流速が低いまま回復してない (Fig-7)。また、円柱群と左岸側壁の間隔が流下するに従い狭くなる R-1・R-3 では、側壁付近で局所的に流速が増加する。

次に、低水路水深 $Z=7\text{cm}$ での $y=55\text{cm}$ 付近の流速 u の縦断変化を Fig-5 に示す。円柱なし (R-0) は低水路上を通過するときに流速が減少している。

斜行部入口付近 (D 断面) 低水路右岸側の uv 合成ベクトルの傾きを示す。右岸高水敷きに円柱が設置してある R-2・R-3 は、円柱なし (R-0) や左岸だけに円柱を設置した R-1 に比べ、高水敷・低水路内上層流れで斜行方向 ($\theta=30^\circ$) に傾いている。このことから斜行部低水路右岸側壁に当たる流速も小さく与える影響が少なくなると考える。

3) 低水路内二次流

ここでは円柱なし (R-0) と両岸高水敷上に円中 140 本 (R-3) の斜行部通過直後の二次流ベクトル図を Fig-9 に示す。左岸・右岸・両岸と高水敷上に円柱群を設置すると水位・平面流況などで変化が見られるが、低水路内の時計回り二次流は、それほど顕著に差異は見られない。この事より、円柱による影響の受けた高水敷からの流れ込みや低水路から流れ出る作用は、時計回り二次流を変化させる要素ではなく、むしろ時計回り二次流は水位または斜行角度に依存すると思われる。



4) 抗力

円柱・斜行部の上下流部の B・H 断面の水深・流速から各断面の運動量・圧力を計算し、力のつり合い式から水路形状抵抗力・底面剪断力を含んだ抗力 F_d を算出した。その結果を Fig-10 に示す。高水敷上右岸に設置した R-3 は、左岸に設置する (R-2) よりも円柱群の影響で右岸高水敷の流速が広範囲に渡って減少していることから、大きい値が得られたと考える。

4.おわりに

高水敷上に円柱群 (樹木群) が存在しているときの治水上の問題点は、右岸 (斜行部の下流側) 高水敷上に配置してあると左岸 (上流側) と比べ、流水への抗力が増加し、水位は上昇し、流下能力が低下する。また、堤防側壁と円柱群の間隔が流下するに従い狭くなる配置形状では、高水敷き堤防付近での高速流が発生する。

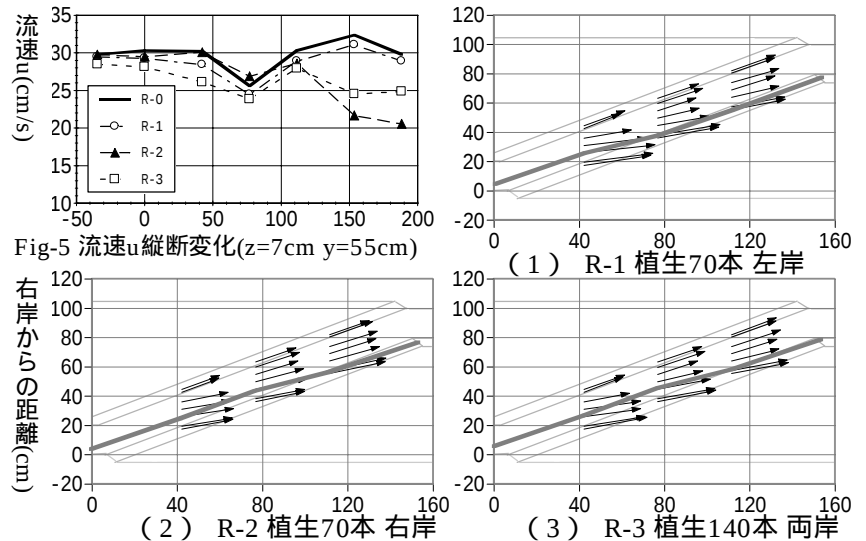


Fig-6 斜行部付近uvベクトル図 ($Z=3\text{cm}$) 横軸: C断面からの距離 (cm)

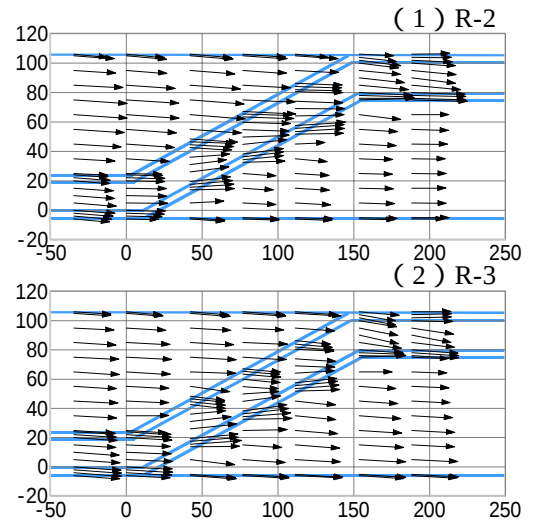


Fig-7 uvベクトル図 ($z=7\text{cm}$)

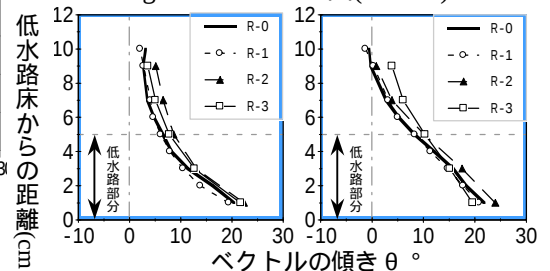


Fig-8 流速uv合成ベクトルの傾き分布図

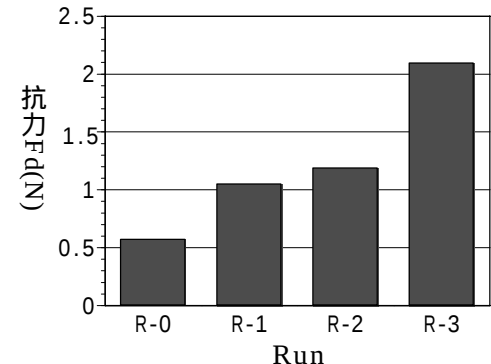


Fig-10 設置個所の違いによる抗力変化