# 堰下流部における潜り噴流流れの3次元流況に関する水理実験

鳥取大学大学院	学生会員	〇山下	貴弘
鳥取大学大学院	正会員	梶川	勇樹
総社市役所	非会員	三宅	康將

### 1. はじめに

河川において,堰下流部では上下流の水位差により,波状跳水流れと潜り噴流流れが存在する.従来,急激 な河床洗掘を引き起こす潜り噴流流れは河道横断方向に一様な流況であるとされ,河道中央縦断のみを対象と した研究が多くなされてきた.しかしながら,梶川ら<sup>1)</sup>の数値解析的研究において,堰幅と下流端水深の関係 によっては,潜り噴流流れは水路中央から左右側壁へ向かう2次流が発達している可能性があることが示唆さ れた.そこで,本研究では堰下流部における潜り噴流流れを3軸電磁流速計により計測を行い,流況の解明を 試みると共に堰幅と下流端水深の関係が流況に与える影響についても考察を行う.

#### 2. 実験概要

実験は水路長 10m, 水路幅 0.5m の循環式 2 次元水路を 用い,水路上流付近に長さ 2.7m,高さ 0.1m,幅 0.5m の木 製堰を設置した(図1参照).実験条件を表1に記す.全 6 ケースとも流量は一定とし,潜り噴流流れとなる条件下 で実験を行った.下流にある可動堰を変動させ,CASE1 から CASE6 に向けて下流端水深を 0.005m づつ下げ,幅水 深比 *B/h*tを変化させている.

計測は三軸電磁流速計 ACM3-RS(JFE アドバンテック 社製)を用いて,各測点1分間計測を行った.計測点につ いて,縦断の方向は堰越流部を基準とし,x=-10,-5,-3, -1,2,10cmにおける各点で,x=10cm以降は10cmごとに x=60cmまで,x=60cm以降は20cmごとにx=100cmまでと した.横断方向にはy=5,15,25,35,45cmの各点で, 鉛直上方には,水路底z=2.2cmから1.0cmごと水面まで計 測を行った.水面形はポイントゲージを用いて計測した.

### 3.実験結果と考察

実験結果として、CASE1 での水路中央(y=25cm)にお ける縦断流速ベクトルを図2に、水路中央と水路両側壁の 流下方向流速を図3に示す.図2より、堰上を通過した主 流水脈は水路床に衝突した後に、上流側に弱い逆流域を形 成している事が分かる.逆流域は水路両側壁より水路中央 において発達し、CASE1~CASE6 にいくにつれて逆流域は 小さくなっていた.図3より水路中央と水路両側壁の流速 を比較すると、水路床に衝突した後の x=20cm 以降で、側 壁近傍と水路中央で流速に差が生じている.これは他の全

キーワード 潜り噴流流れ 堰 3次元流れ

連絡先 〒680-0941 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学大学院工学研究科

TEL0857-31-5007



図1 実験装置

表1 実験条件





てのケースで生じており,特に幅水深比が大きい CASE1-CASE3で顕著にみられた.また,洗掘に影響を及 ぼす水路床近傍 (z=2.2cm)での CASE1の流速ベクトルを 図4に示す. x=50cm 以降で水路中央と側壁で流速の差が 生まれている.こちらでも同様に幅水深比が大きい CASE1-CASE3 において差が顕著であった.

CASE1において x=40cm の位置で, 横断方向に計測した 流速値からの横断流速ベクトルを図5に示す.水路床で水 路中央から側壁に向かう流れが発生しているのに対し, 水 面付近では水路床とは逆方向の流れが発生しており, 2次 流が発達している事が分かる. 両側壁でベクトルの向きが 異なっているのは,実験水路の横断方向の僅かな傾きが起 因しているのではないかと考えられる. 他のケースでも 2 次流の発生はみられたが,幅水深比との関連性は明らかに 出来なかった.

全てのケースにおける y=5, y=25cm の各断面の単位幅流 量比を算出した(図6(a),(b)参照).縦軸は x=-10の位 置の単位幅流量 q'を基準とした割合 q/q'であり,横軸は堰 からの距離 x を堰高 W で無次元表記したものである.単位 幅流量は実験で計測された流下方向流速のプラス成分を 積算する事により求めた. 側壁近傍(図6(a)参照)をみる と, CASE1~CASE4 までは x/W=3.0~10.0 での単位幅流量 は x/W=-1.0 の位置の単位幅流量 q'より増加している事が 分かる.また,幅水深比が小さいケースほど x/W=2.0 以降 における q/q'の増加量が大きい.これは,y=45cm の位置 においても同じ傾向であった.水路中央(図6(b)参照)で は x/W=3.0 以降, CASE6 を除く全てのケースで q/q'が 1.0 を下回り,同様な値を示している.

結果として, 堰上を通過した水脈が x/W=2.0~3.0 付近で 水路床に衝突し, 水路中央部から横断方向に拡散を始める と共に上流側に弱い逆流域が形成する. これにより発生し た逆流水脈を主流水脈が巻き込み, x/W=1.0 において水路



図4 水平面流速ベクトル(z=2.2cm)



図5 横断流速ベクトル (x=40cm)



図6 横断方向の単位幅流量の変化

中央・側壁近傍で q/q'が 1.0 を大きく上回る値となった. その後, x/W=6.0 付近で拡散は最大となり徐々に弱まっていく流れがみられた.また,幅水深比が小さいほど拡散した流れの広がりは大きくなるといえる.

## 4.まとめ

本研究では、水理模型実験によって堰下流部の3次元流況についての解明を試みた.結果として、水路中央より、側壁近傍において流速の大きい流れが発生している事が分かった.また、x=20~40cm 以降で水路中央から側壁に向かう2次流の発達がみられた.今後の課題として、幅水深比と2次流の発達の関連性を明確にする事が必要である.

#### 5.参考文献

1) 梶川勇樹, 檜谷治: 堰下流部の潜り噴流流れの再現性に関する鉛直2次元モデルおよび3次元モデルの比較, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.72, No4, PP.I\_553-I558, 2016.