

越流型不透過水制周辺の流れに関する実験的研究

鳥取大学工学部 フェロー 道上正規
鳥取大学工学部 正会員 檜谷 治
鳥取大学大学院 学生員 Emad Elawady
鳥取大学大学院 学生員○ 山口功人

1. はじめに

越流型不透過水制周辺では、鉛直方向流速が卓越しており、特に水制下流部では鉛直方向の渦と水平方向の渦が混在し、3 次元的な流況を呈する。さらに、その流況は水制の設置角度によって変化する。従来の実験的研究では、水制近傍における水面付近では水制の影響をあまり受けずに流下方向に流れ、底面付近の流れは水制に対して直角にやや偏向して流れるといった特徴があることが分かっている¹⁾。しかしながら、流速測定が 2 次元であるため、越流型不透過水制周辺の 3 次元的な流れを把握しきれていない。そこで、本研究は、固定床直線水路において超音波ドプラー流速計(ADV)を用いて 3 次元での流速測定を行い、その結果を用いて越流型不透過水制周辺の流況特性について検討するものである。

2. 実験方法

実験条件および水制設置角度を表 1 および図 1 に示す。実験は、幅 40cm、深さ 40cm の固定床直線水路を用い、厚さ 1.5cm、高さ 5cm、長さ 10cm のアクリル水制模型を越流型不透過水制に想定して、左岸に単独で設置した。水制の設置角度は図 1 に示すように、水路壁面に対して、直角、60° および 120° の 3 種である。流速の測定にあたっては、超音波ドプラー(ADV)を用い、3 次元で測定を行った。また、1 点当たりの計測時間は 30 秒とし、0.04 秒間隔で 750 個のデータを収集し平均化した。測定区間は、鉛直方向には河床上 1cm から 1cm おきに、流下方向には水制の上流側および下流側 100cm の領域を水制周辺では最小 5cm メッシュで測定し、横断方向には左岸から 3cm~33cm の領域を水制周辺では最小 3cm で測定を行った。また、水位測定においてはポイントゲージを用いて、流速測定と同じ領域を水制周辺では最小 2cm メッシュで行った。なお、座標系は水制の付根部背面を原点とし、流下方向に x 軸、横断方向に y 軸、鉛直方向に z 軸を取る。

3. 結果と考察

(1)水面形 直角水制、上向き水制、および下向き水制における水面形を図 2 - 1~図 2 - 3 に示す。各ケースとも水制上流部では水位が上昇し、水制背後では急激な水位の低下が見られ、そのすぐ後に水位が上昇するという特徴をもっている。しかしながら、その程度や場所が各ケースで異なっている。

まず、直角水制および下向き水制では、水制

表 1 実験条件

流 量 (Q)	15	ℓ / s
河床勾配 (I)	1/2500	
水 深 (h)	10.25	cm
平均流速 (u ₀)	36.60	cm/s
水路幅 (B)	40	cm

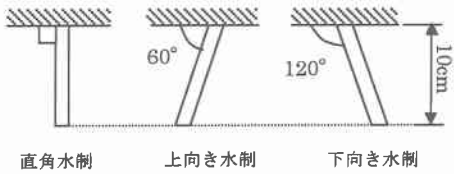


図 1 水制設置角度

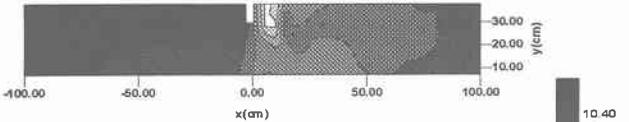


図 2 - 1 水面形コンター(直角水制)

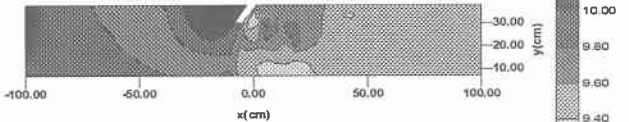


図 2 - 2 水面形コンター(上向き水制)

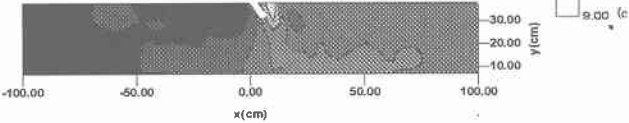


図 2 - 3 水面形コンター(下向き水制)

上流部での水位上昇は広範囲にわたって見られ、水制背後では水制とほぼ平行にして水位の低下および水位の上昇が見られる。つぎに、上向き水制では、水制上流部での水位上昇は直角水制と異なり水制前面に局所的に見られ、水制背後では直角水制および下向き水制と同様水制とほぼ平行にして水路中央に向かって水位の低下および水位の上昇が見られる。

(2)流速分布 直角水制、上向き水制および下向き水制における河床上 1cm での流速ベクトルの平面分布および左岸から 3cm での縦断分布を図 3-1～図 3-6 に示す。まず、直角水制の流れの特徴は、水制直上部の流れは水制に対して直角に流下方向にまっすぐ水制を越え、その後潜り込み鉛直方向の渦を形成する。また水制より下の流れは水制先端部から水制背後へと回り込み水平方向の渦を形成する。したがって水制背後では鉛直方向の渦と水平方向の渦とが混在している。また、直角水制における渦の大きさは、水制先端から流下方向に 20cm 程度まで水平方向の渦が存在しているが、左岸付近では水制とほぼ同じ高さで流下方向に 20cm 程度の鉛直方向の渦が支配している。一方、水制下流部において底面の流速が表面の流速に比べ大きいといった流速分布が見られるが、これは水制を越えた流れが、底面付近へと潜り込んだためだと考えられる。つぎに、上向き水制では、水平方向の渦および鉛直方向の渦ともに直角水制と比較すると流下方向に 10cm 程度と短くなっているが、鉛直方向の渦の高さが大きくなっている。また、直角水制に比べ左岸に向かう流れが強くなっている。また、水制下流部では直角水制と同様、底面付近の流速が表面付近の流速に比べ大きいといった流速分布が見られる。一方、下向き水制では、水制直上部の流れは水制に対して直角に左岸に向かい、その後側壁に沿って下降し、底面に沿って水制先端へ向かうような逆流が生じる。また、主流域から左岸へ向かう流れは最も弱い。一方、直角水制および上向き水制で見られたような表面付近に比べ底面付近での流速が大きくなるような流速分布は見られない。

すべてのケースに共通して水面付近の流れは、水面変動に沿って下降および上昇が生じるといった特徴となっている。

4. 結論

主要な結果をまとめると以下の通りである。

1)水制背後での水面変動については、水制と平行にして水位の低下および水位の上昇が生じるといった特徴がある。2)水制直上部の流れは水制に対して直角に水制を越えるといった特徴がある。3)底面付近において主流域から左岸へと向かう流れは、上向き水制が最も強く、続いて直角水制であり、下向き水制が最も弱いといった特徴がある。

5. 参考文献 1)道上正規：越流型水制周辺の流況に関する研究，土木学会中国支部研究発表会発表概要集，pp.151～152，1997。

