

越流型水制周辺の乱流構造

名古屋工業大学 正 員 富永 晃宏
 名古屋工業大学 正 員 長尾 正志
 名古屋工業大学 学生員 劉 建
 名古屋工業大学 学生員○千葉 茂樹

1. まえがき 河川の水制は平水時に多様な流れ場を作る方法として環境面における利用が図られつつある。この場合、ケレップ水制のような高さの低い、洪水時には越流するような水制が望ましいと思われる。水制まわりの流れ構造は複雑で非越流時でも3次元的になることが示されているが¹⁾、洪水時に越流するとさらに複雑な流れとなることが予想され、非越流時と越流時における流れ構造の違いを明らかにする必要がある。本研究では、流れが水制を越流する場合の流れ構造を実験的に明らかにしようとするものである。

2. 実験方法 実験は、幅30cm、長さ8mの勾配可変型開水路で行った。高さ3cm、幅3cm、長さ15cmの越流型水制を上流端より4mの位置に設置した。流量3.6l/sを流し、下流端の堰上げを調節して水深を変化させ、これによる水面形の変化をビデオ撮影した。計測は堰下流3mの地点の水深が約9cmおよび7cmの場合について行い、水面形はポイントゲージで計測した。流速計としては2成分電磁流速計を用い、(主流方向x成分、横断方向y成分)と(x成分、鉛直方向z成分)の2回の計測を行った。計測点はx=-1mからx=2mまで約30断面、横断方向に9測点、高さ方向にはh=9cmではy=2, 4, 7cmの3点、h=7cmではy=2, 4cmの2点とし、サンプリング周波数100Hzで41sのデータを解析した。

3. 実験結果

<平均流速の構造> まずx-y平面のz=2cmにおける(U, V)流速ベクトルを図-1に示す。図は横断方向に2.5倍拡大されている。非越流型水制では水制下流の再付着点までの距離がy=2cmで水制長の3倍程度まで達していたが、今回の越流型ではわずか0.7倍程度である。次に、図-2に主流速の横断分布を底面からの高さごとに示す。z=2cmでは流れが水制に遮られるため非越流型と同様な分布を示すが、水制背後の流速の回復は速い。x=200cmにおいても水制による減速の影響が残っている。z=4cmでは水制を乗り越える高さであるが、x=5cm程度まで水制の反対側領域で加速が進行し、これより下流で水制側で減速が始まる。z=2cmと同様にx=200cmにおいても水制側が遅くなっている。z=7cmでは上流側-10cm程度から全体に加速が始まり、x=0cmで流速は最大になり、ここではむしろ水制側が流速が大きい。ここから下流に向かって減速され始め、x=40cmより下流では水制側が低速となっている。このように主流速も水制近傍およびかなり下流まで複雑な変化を示す。次に、図-3にx-z平面における(U, W)流速ベクトルをy=9cm, 15cm, 21cmにおいて示す。水制上を通過するy=21cmでは水制手前でわずかに上昇流が起こり、水制下流で下降流が発生している様子がわかる。y=15cmの水制エッジ部では水制背後の底面近傍でかなり大きな下降流が生じている。y=9cmの水制がない領域では水制位置より少し下流で上昇流が発生している。これから水制位置から下流50cmの範囲で水制の横付近で下降し水制と反対側の領域で上昇する2次流の存在が示唆される。

<乱れ構造> 流下方向の乱れ強度 u' のx-y平面におけるコンターを図-4に示す。z=2cmおよび4cmでは水制背後に乱れの大きい領域がx=50cmから70cm程度まで広がり、x=10cm付近でピークとなる。水制上部であるz=4cmの方がピーク付近の乱れは大きい。z=7cmでは水制の少し下流からx=150cmの広い範囲にわたって相対的に乱れの大きい領域が認められる。水制からの剥離によって生じた乱れが下流にいくにつれてしだいに水面側まで及ぶ様子を示しており、栈粗度による乱れの構造と類似した傾向を示す²⁾。

5. あとがき 水制を越流する流れは、横断方向の構造としての水制の作用とともに、水制側の領域に対して鉛直方向の構造としての栈粗度のような働きをし、乱れの増大をもたらす。また、水制背後の剥離域は非越流型に比べて小さくなり、水制近傍では全幅にわたってむしろ鉛直方向流速が大きな値をとり、2次

流の存在を示唆している。ここで示したケースは水深の変化がほとんどない場合であるが、水深が変化する場合さらには複雑な流れとなることが予想される。

<参考文献>1) 富永晃宏, 劉建, 三尾憲史, 大橋基良: 第49回年講, II-151, pp. 302-303, 1994,

2) 富永晃宏: 水工学論文集, 第36巻, pp. 163-168, 1992.

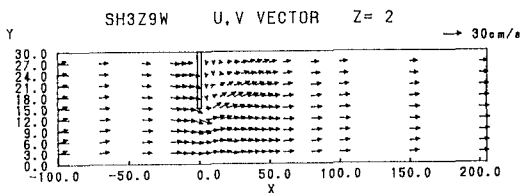


図-1 x-y平面の(U, V)ベクトル図

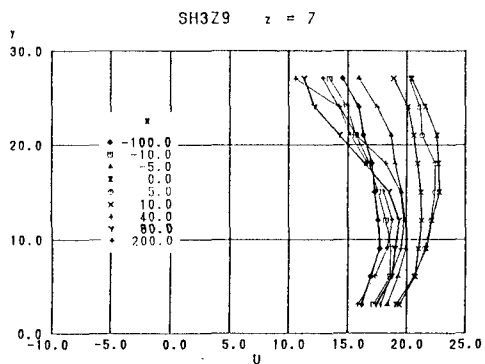
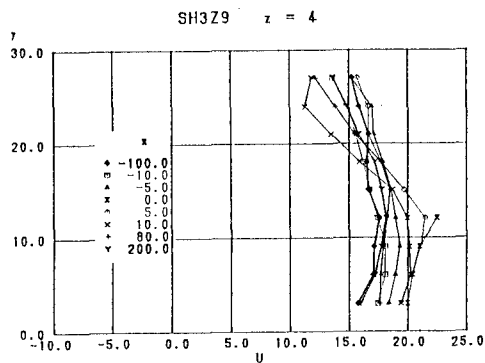
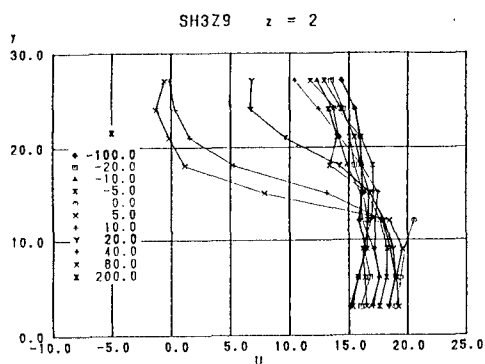


図-2 主流Uの横断分布図

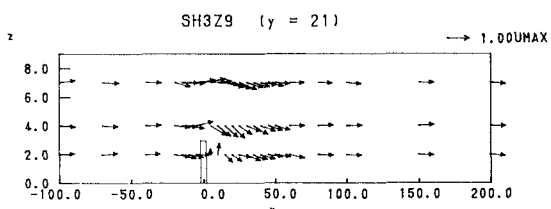
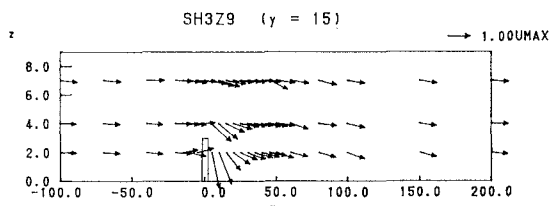
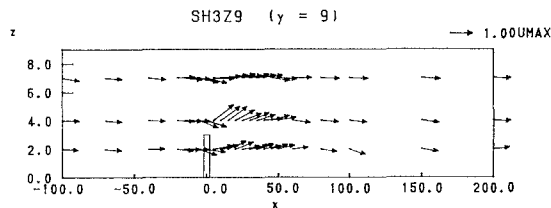


図-3 x-z平面の(U, W)ベクトル図

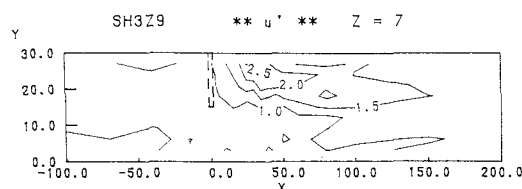
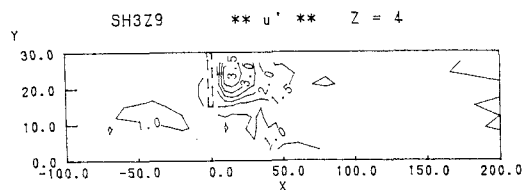
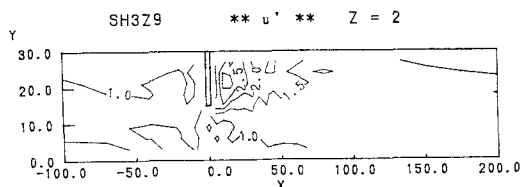


図-4 x-y平面の乱れ強度u'のコンター