

越流型水制周辺の流れ構造について

名古屋工業大学 学生員 藤原 和広
 名古屋工業大学 正 員 富永 晃宏
 名古屋工業大学 学生員 千葉 茂樹

1. まえがき 水制は治水面だけでなく環境面からもその必要性が高まってきている。この場合、越流型水制がよく用いられる。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るが、洪水時に越流するとさらに複雑な流れと予想される。本研究では非越流時と越流時における流れ構造の違いを明らかにし、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の可変勾配型開水路で行い、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、堰下流3mの地点の水深が約9cmの場合について行った。これは水面形が変化しない場合である。流速計として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 $x=-1\sim 2$ mまでの23断面、横断方向に9測点、水深方向に $z=2, 4, 7$ cmの3点とした。

3. 実験結果と考察

<平均流速の構造>まず図-1にx-y平面の $z=2$ cmにおける(U, V)流速ベクトルを示す。図は横断方向に2.5倍拡大されている。非越流型では水制下流の再付着点までの距離が $z=2$ cmで水制長の3倍程度まで達していたが¹⁾、越流型では水制長のわずか0.7倍程度である。次に図-2に主流速Uの流下方向変化を示す。 $z=2$ cmでは水制背後で急減速し $x=5$ cmで最小値をとった後急速に回復している。この水制背後の減速領域は非越流型と比べてはるかに狭い。しかし $x=200$ cmでも水制による減速の影響が残っている。 $z=4$ cmは水制より上側1cmの高さである。水制上で若干加速した後減速し $x=25$ cmから35cm付近で最小となる。水制の反対側領域では $x=5$ cm程度まで加速が進行し、その後ゆっくり回復する。 $z=7$ cmでは上流側 $x=-10$ cmから全体的に加速され始め、 $x=0$ cmでピークをとる。これは水面近傍の流れ特性といえる。水制の根付近ではその後大きく減少し、 $x=10$ cm付近で最小となっている。以上より主流速は河床付近と水面付近でかなり異なった流況を示している。次に図-3にy-z平面における(v, w)流速ベクトルを示す。これらの図は下流から上流をみた図である。 $x=-5$ cmから0cm付近の水制上流

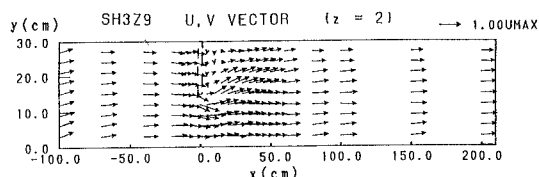


図-1 x-y平面の(U, V)ベクトル図

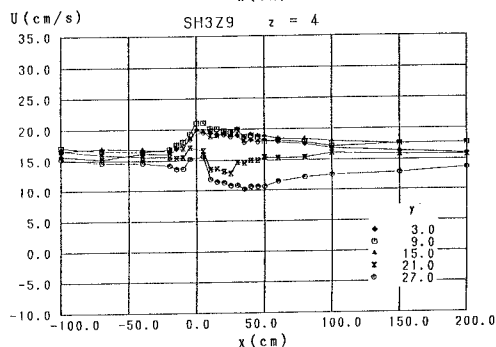
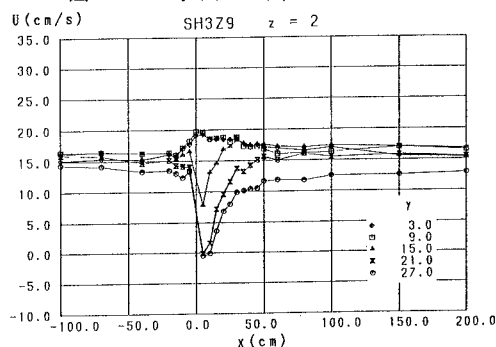


図-2 主流速Uの流下方向変化

では水制側から対岸へ向かう流れが支配的で、また水制側で上昇し、水制の反対側で下降する比較的小規模の縦渦がみられる。水制下流直後の $x=5\text{cm}$ では水制背後で水制の根からエッジ部へ向かう流れがあり、また水制側で下降し水制の反対側で上昇する縦渦が認められる。水制下流 $x=10\text{cm}$ 付近から 20cm 付近にかけては水制の反対側で上昇し、水制先端(水路中央)で下降し、水制背後へ流れ込む縦渦の存在が明かである。移動床実験による河床形状については、水制エッジ部ですり鉢状に、水制背後で皿状に洗掘され、その土砂が水制の根側で帯状に堆積している。したがってここで示されたような縦渦構造が水制下流の剥離域の回復を早め、また水制先端から下流にかけての洗掘と周辺の堆積に支配的な役割を果たしたものと考えられる。

<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。 $z=2\text{cm}$ および 4cm では水制背後に乱れの大きい領域が $x=50\text{cm}$ から 70cm 付近まで広がり $x=10\text{cm}$ 付近でピークとなる。水制上部である $z=4\text{cm}$ の方がピーク付近の乱れは大きい。 $z=7\text{cm}$ では水制の少し下流から $x=150\text{cm}$ の範囲で水制側で相対的に乱れの大きい領域が発生している。非越流型では河床付近も水面付近も乱れの大きい領域が水路中央付近の $x=100\text{cm}$ 付近まで広がり、強度も同程度であった。しかし越流型水制では剥離によって生じた乱れが少し下流に下った水面で現れているのが示される。したがって乱れについては底面の栈粗度による鉛直面の乱れ構造が支配的であるといえる。

4. 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減速効果とともに鉛直方向の構造としての栈粗度のような働きをする。水制背後の剥離域は非越流型に比べ小さく、水制周辺の2次流の存在が明らかになった。また、この2次流が洗掘・堆積作用に大きな影響を与えていることが明かになった。

<参考文献> 1) 富永ら、土木学会第49回年講、2-A、PP.302~303

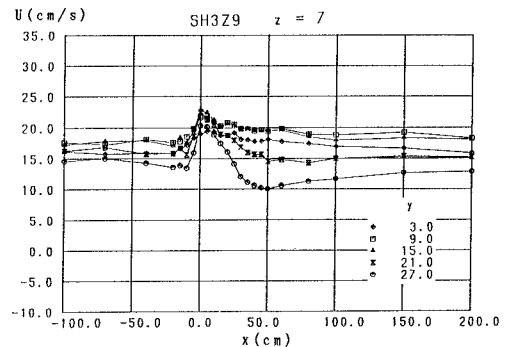
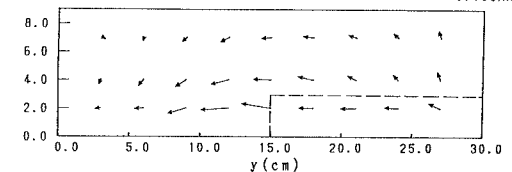
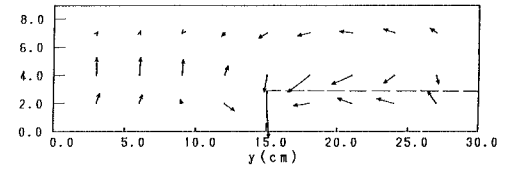


図-2 主流速 U の流下方向変化

SH3Z9 V, W VECTOR ($x = -5$) $\rightarrow 0.10U_{MAX}$



SH3Z9 V, W VECTOR ($x = 5$) $\rightarrow 0.10U_{MAX}$



SH3Z9 V, W VECTOR ($x = 20$) $\rightarrow 0.10U_{MAX}$

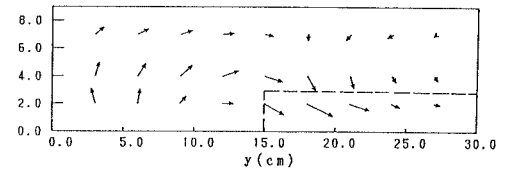
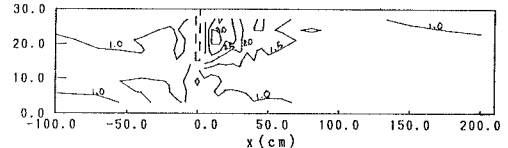
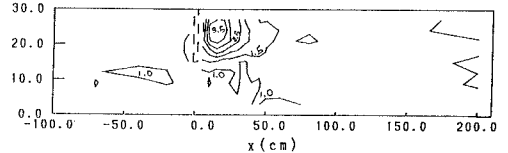


図-3 y - z 平面の(V, W)ベクトル図

SH3Z9 ** u' ** $z = 2$



SH3Z9 ** u' ** $z = 4$



SH3Z9 ** u' ** $z = 7$

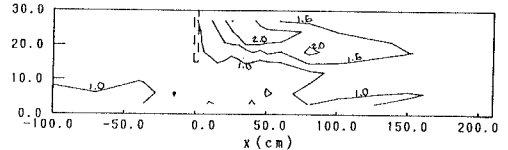


図-4 x - y 平面の乱れ強度 u' のコンター