

導流工を用いたわんどの土砂堆積制御法について

名古屋工業大学 学生会員 ○斉藤俊貴
名古屋工業大学 フェロー会員 富永晃宏

1. はじめに 近年の河川整備には、「治水」、「利水」だけでなく「環境保全」に重点を置いた整備がなされている.このような多自然川作りが広まることにより,河道内における導流工やわんどの役割が大きくなってきた.しかし,このわんどにはどのような流量に対してもわんど凹部内で流速が小さく,土砂堆積が発生しやすいという問題点がある.これまでに土砂堆積抑制法として凹部内の再循環流を強くし,土砂を排出する方法を検討したが¹⁾,本研究ではわんど内に主流域から引き込む流れを導流工によって発生させる方法を採用し,導流工がわんど内の流れ構造にどのような影響を与えるかPIV計測によって検討した.

2. 実験方法 実験水路は,長さ7.5m,全幅0.3mの可変勾配開水路を用いた.側面はガラス張りで,レーザーによる光の反射を防ぐために,全水路底及び設置構造物に黒く塗装した塩化ビニル板を使用している.実験は図-1に示すように台形と長方形のわんどを設け,導流工を図のように設置した.わんどの上流端は水路上流端から380cmの位置に設置した.導流工高さは5cmとし,非越流条件下で実験を行った.実験条件は表-1に示す.また,導流工は表-2に示すように導流工長さ l (cm)が2cm,3cm,導流工(とわんど上流端までの)距離 a (cm)が3cm,4cm,5cm,導流工(と流下方向のなす)角度 θ が45°,90°と変化させた計13パターンで実験を行った.

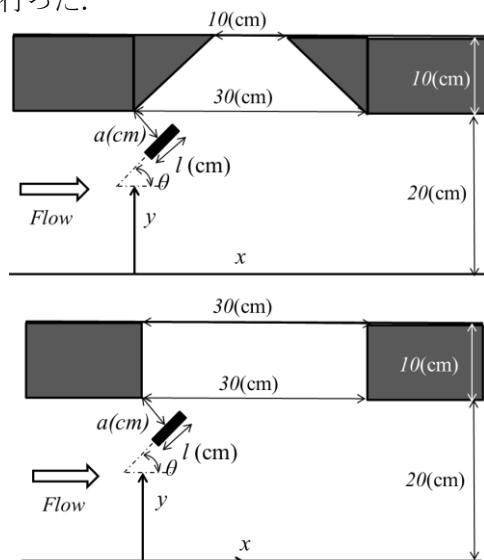


図-1 模型配置図

表-1 実験条件

$Q(l/s)$	$h(cm)$	$B(cm)$	$U_m(cm/s)$	Fr	I
2.3	3.5	20	33.1	0.56	1/1000

表-2 実験ケース

case	導流工長さ $l(cm)$	導流工距離 $a(cm)$	導流工角度 θ
non			
l2a3	2	3	45,90
l2a4		4	45,90
l2a5		5	45,90
l3a3	3	3	45,90
l3a4		4	45,90
l3a5		5	45,90

PIV計測の流れの可視化には,直径80ミクロン、比重1.02のナイロン樹脂粒子を用い,厚さ約3mmのシート状にしたアルゴンレーザー光を開水路水平断面に照射した.レーザーシートの照射位置は,水平断面に5mm間隔で6断面($z=0.5\sim 3cm$)設定した.この可視化画像は高速度カメラ(ライブラリー)を用いて1/200sで撮影した.FlowExpert(カトウ光研)PIV解析ソフトを用いて相互相関法により画像を解析し,3200データ16秒間平均値を流速ベクトルデータとした.

3. 実験結果 ここでは,模型配置パターンが長方形断面の場合の結果について検討する.図-2に水平断面を水深平均したcase non, case l3a545, case l3a590の凹部付近の時間平均流速ベクトル図を示す.導流工配置が無いcase nonでは,凹部内に反時計回りの循環流が形成されている.case l3a545では,導流工により縮流状態になり加速された水流が凹部内に3cmほど流れ込んでいる.この流れにより,凹部内では導流工なしの場合と同様の反時計回りの渦が発生している.これに対し,case l3a590では導流工により縮流状態になった高速な水流が凹部奥まで流れ込み凹部下流から流出している様子が見て取れる.水流の一部は主流部と凹部の境界付近を逆流し,時計回りの渦を形成している.また,模型配置パターンが長方形断面の場合では,どの導流工の配置パターンにおいても上流側の凹部奥において反時計回りの渦が形成されていた.さらに,長

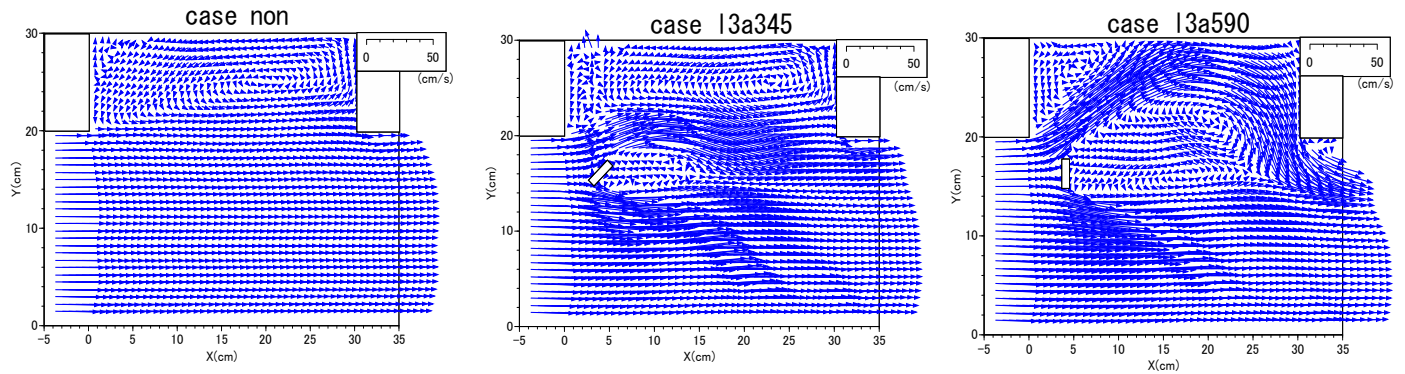


図-2 横断断面における時間平均流速ベクトル

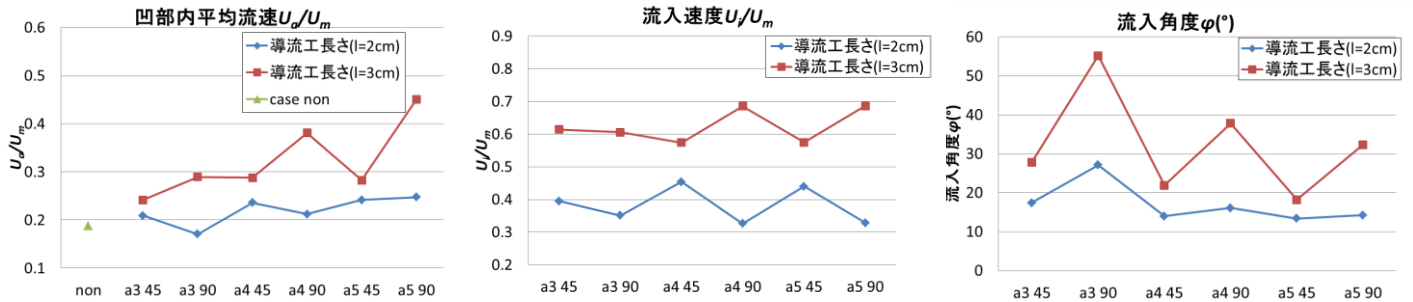


図-3 長方形断面時の流入速度と流入角度

方形断面における水流の流れ構造は、いずれの導流工配置においても、上記に示したような、凹部と主流域の境界付近を流れる挙動を示すか、凹部奥まで縮流状態になった水流が流れ込む挙動といったような、2パターンの挙動を確認でき、導流工長さが3cmかつ導流工角度が90°の時に後者の挙動を示し、その他では前者の挙動を示した。

ここで、導流工配置のパターンによる凹部内への影響を比較するために、凹部上流端の流入部において、平均流入速度 U/U_m と平均流入角度 $\varphi(^{\circ})$ を、また、凹部内平均流速 U_d/U_m を算出した。ここで、流入部とは設置された導流工の表面から凹部方向に延長した接線と凹部境界付近が交差する接点までとした。図-3に長方形断面時の凹部内平均流速と流入速度、流入角度を示す。凹部内平均流速は、導流工長さが3cmの時の方が2cmと比較し、流速が大きくなることわかる。また、導流工長さが3cmの時、導流工距離が同じならば、導流工角度が45°に比べ90°の方が、流速が大きくなる傾向を示した。これに対し、導流工長さが2cmの時、導流工距離が同じならば、導流工角度が90°に比べ45°の方が、流速が大きくなる傾向を示した。流入速度の結果においても、凹部内平均流速と同様に長さ3cmの方が大きな値を示す。ただし、流入速度の結果においては、導流工長さが2cmと3cmの時、導流工距離と導流工角度の変化に対して、逆の傾向を示した。流入

角度においては、導流工距離が同じであれば、導流工角度が90°の方が45°に比べて、流入角度が明らかに大きい値を示す。また、導流工距離が大きくなるにつれて、流入角度は小さくなる傾向を示した。流入角度の結果においては、導流工長さが2cmと3cmの時、導流工距離と導流工角度の変化に対して、類似した変化傾向を示した。

4. おわりに

わんどにおける流れ構造において、わんどの上流部に導流工を配置することにより、主流域から引き込み流を発生させることができると確認できた。設置する導流工長さが3cm、導流工角度が90°のほうが、流速が大きくなった。また、導流工距離が大きいほど、凹部内平均流速は増加傾向に、流入角度は減少傾向になった。導流工によるわんど内への影響は、導流工長さ、導流工距離、導流工角度のいずれの影響も受ける。今後は、導流工がわんどに与える影響を評価できるよう、種々のパラメータについて探求し、数値シミュレーションによる流れ構造の予測可能性を検討する。また、土砂堆積実験を実施し、実際に導流工が土砂堆積に及ぼす影響を検討していく。

【参考文献】

- 1) 富永晃宏, 小島直也, 加藤智道: 導流工による河岸凹部の土砂堆積制御に関する研究, 水工学論文集, 第60巻, pp.541-546, 2016.