

蛇行水路に設置された斜め堰下流の流れ構造について

芝浦工業大学 正会員 菅 和利  
 芝浦工業大学 学生会員 ○堤 貴司

1. 目的

現在四国、中国地方を中心に河道軸に対し斜めに設置された斜め堰と呼ばれる固定堰が存在している。これらの堰は江戸時代中期に築造された伝統的な取水堰であり、主に河川蛇行部に設置され河川の流下能力の維持や取水効率の向上を目的としていた。

しかし明治以降の河川改修により近代河川への整合性を失い、洪水時に堰直下において局所洗掘、堆積を起こし、土砂供給のバランスを著しく損なうことが指摘されている。この問題に対しこれまでは堰固有の問題として扱われることが多く、一般的な水理現象として扱われることは少なかった。

本研究では移動床蛇行水路を用い、斜め堰における水理現象を把握するため、堰の有無による乱流特性、砂移動の特性を比較すると共に、斜め堰と直角堰との比較を行った。

2. 実験概要

本研究に使用した蛇行水路の諸元を表1に示す。

表1 水路の諸元

水路	
水路幅B	500mm
曲線部半径R	1000mm
直線長L	2000mm
蛇行度	1.06
B/R	0.5
L/R	0.2

直線距離14m の水路に単断面蛇行水路を製作し上流8m から10mの2m の1 波長区間を測定区間とした。流速測定にはL字型、I型電磁流速計を用い3成分の測定を行った。流速は深さ方向に 1cm、3cm、5cm、7cm の4水深の測側で計測した。河床変動は1、2、3時間

後に計測した。電磁流速計のサンプリンググレードは

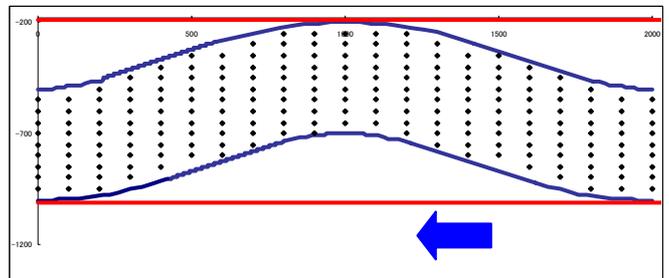


図1 測線の位置

10Hz、サンプリングデータ数は200とした。

計測は水路下流方向に X 軸、水路横断方向に Y 軸鉛直下向きに Z 軸を設定し、流速の各方向成分を計測する。計測メッシュは流下方向に10cm、横断方向に5cm 間隔で計測する。図1に計測点を示す。

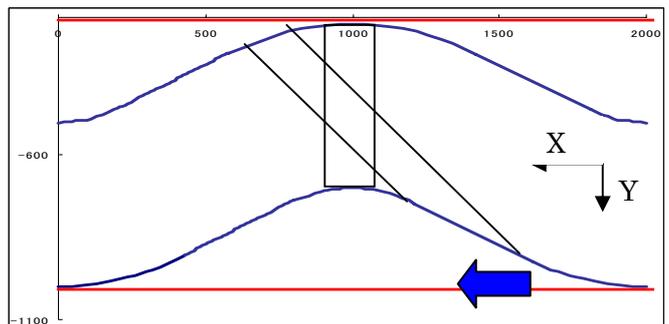


図2 堰の横断形状

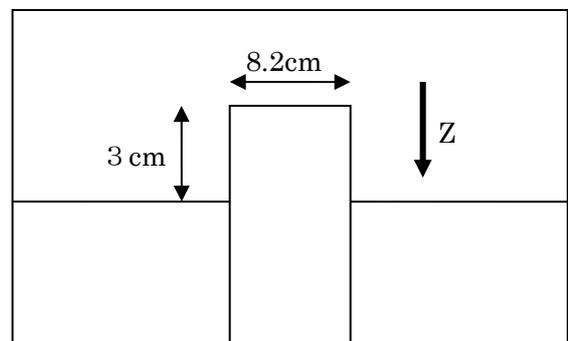


図3 堰の設置の状況

本研究では既存研究より斜め堰設置角として45度を

キーワード 蛇行水路 斜め堰 洗掘 乱れ

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 水圏環境研究室 TEL03-5859-8362

用い、堰の横断形状は図2に、設置状況を図3に示す。流量は12.4ℓ/sと設定し河床勾配無しの状態から通水した。河床材料として使用した砂は粒径0.8mmのケイ砂を用いた。

3、実験結果及び考察

本研究では斜め堰の下流の流れ構造を比較するため式(1)の乱れ強度、乱れエネルギーの空間的な分布を検討した。結果を図4, 5, 6に示す。左図が斜め堰、右図が直角堰での結果である。

$$v' = \sqrt{\frac{\sum(v - \bar{v})^2}{N}} \tag{1}$$

$$k = \frac{1}{2}(\overline{v^2} + \overline{u^2} + \overline{w^2})$$

$v'$  : 乱れ強度     $v$  : 流速     $\bar{v}$  : 時間平均流速  
 $N$  : データ数(200)     $k$  : 乱れエネルギー

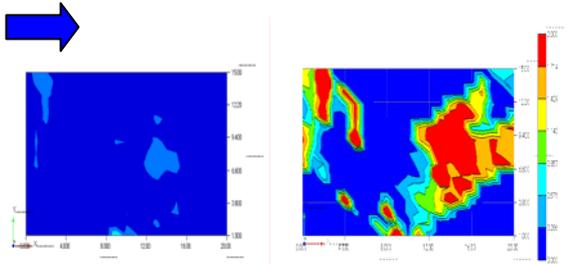


図4 鉛直速度成分の乱れ強度(水深3cm)

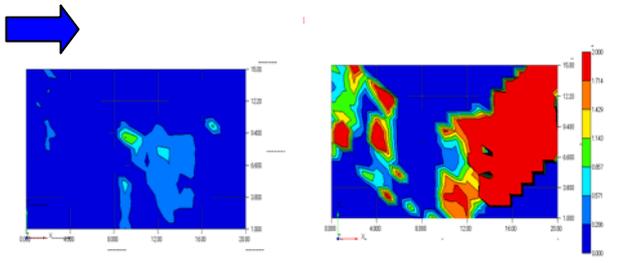


図5 鉛直速度成分の乱れ強度(水深5cm)

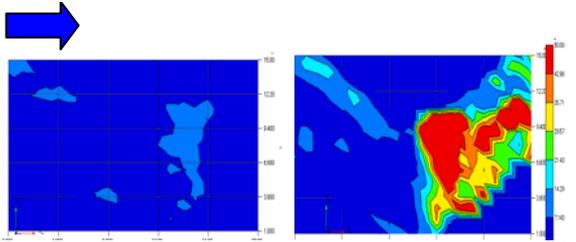


図6 乱れエネルギー(水深5cm)

本研究では水深1, 3, 5, 7cmそれぞれにXYZ方向の速度成分の計測を行っているが、乱れ強度はXY方向成分ともに直角堰と斜め堰において大きな変化が見られなかった。しかし鉛直成分の乱れ強度、乱れエネルギーは直角堰の方が堰越流後に大きくなり、堰構造による特色を示している。特に水深が深くなるとこの傾向

が強い結果となり、一般に斜めに河道を横切る斜め堰より蛇行頂部に設置される直角堰の方が鉛直方向に乱れやすいということがわかる。

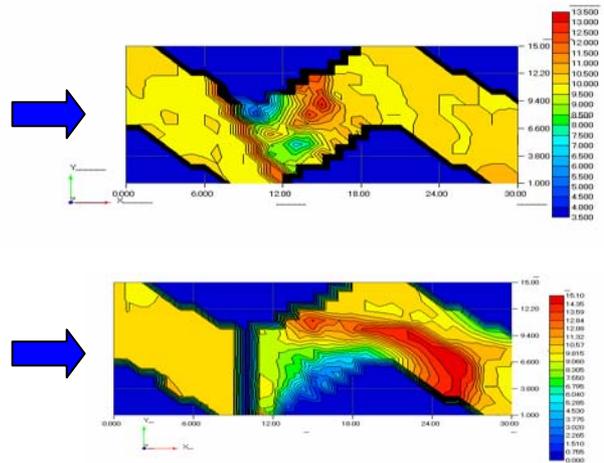


図7 河床コンター図(上図が斜め堰)

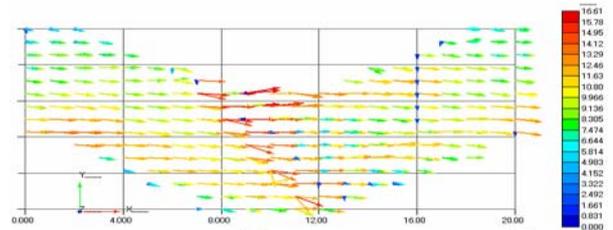


図8 斜め堰での流速のベクトル図

図7に通水開始3時間後の河床コンターを示す。上が斜め堰、下が直角堰である。洗掘深はで同時間の場合直角堰のほうが深くなるという結果になった。また洗掘、堆積の位置も斜め堰では内岸側が、直角堰では外岸側が洗掘を受けていることがわかる。

図8に斜め堰の流速ベクトル図を示す。内岸側で流速が大きくなり、落ち込み効果を示している。

本実験により、蛇行部に設置されている斜め堰は直角堰よりも洗掘を起こさず、安定した流れを作ることを示した。しかし、本研究における水路は蛇行部と蛇行部を直線でつなぐ構造となっており、その直線長を40cmと設定したために比較的急な蛇行となった。実河川の蛇行では直線長が長いので外岸側の流速が大きくなり2次流が発生しているが、本研究で用いた水路は内岸側の流速が大きく、2次流が発生しない構造となってしまった。従って、本実験は特殊な場合に相当し、更に一般的な蛇行形状での検討が必要である。蛇行度と洗掘深、設置角には相関があり、河川の蛇行形状や設置角によって河床変動を制御することが出来、今後斜め堰を利用し豊かな環境を創造することが可能であると考えられる。