

勾配の大きな複断面蛇行河道の水理

東京都 正会員○柳本千早 広島大学工学部 フェロー会員 福岡捷二
広島大学工学部 正会員 渡邊明英 北海道開発局 正会員 岡部博一

1. 序論

急勾配河川では、流速が大きく、土砂や砂礫の流送が大きいため、河川の横断面形状は単断面形が一般的である。しかし、河川の安全度が向上してきた現在、洪水による被害から堤防を守るため、高水敷を造成し、合わせて高水敷の利用を図る複断面化の例が多くなってきている。本研究では、複断面蛇行流れに及ぼす縦断勾配の影響について検討を行う。さらに、急勾配河川において低水路と堤防が位相差をもつ場合の流れについて検討する。最後に、急勾配河川を複断面化することの水理学的問題点を指摘する。

2. 実験方法

実験は、実河川で一般的にみられる緩やかな蛇行度(1.02)をもつ複断面蛇行水路を用いて行っている。

水路諸元及び実験条件を表-1に示す。実験1及び2では、直線の堤防を持つ水路において、緩勾配 1/600(実験1)、急勾配 1/300(実験2)に設定している。実験3及び4では、急勾配 1/300に設定し、堤防も蛇行させ、堤防が低水路より $\pi/2$ 先行(実験3)、 $\pi/2$ 後行(実験4)した位相差を与えている。また、各実験では、相対水深が等しくなるように流量を調節している。

表-1 水路諸元及び実験条件

	実験 1	実験 2	実験 3	実験 4
水路長	22.5m			
水路幅	2.2m		1.8m	
低水路幅	0.5m			
低水路蛇行度	1.02			
高水敷高さ	4.5cm			
水路勾配	1/600	1/300		
流量	19.91/s	30.51/s	28.01/s	
相対水深 Dr	0.39	0.39	0.38	0.39
低水路の Fr 数	0.46	0.84		
堤防形態	直線		$\pi/2$ 先行	$\pi/2$ 後行

3. 水路勾配の違いが流れに及ぼす影響

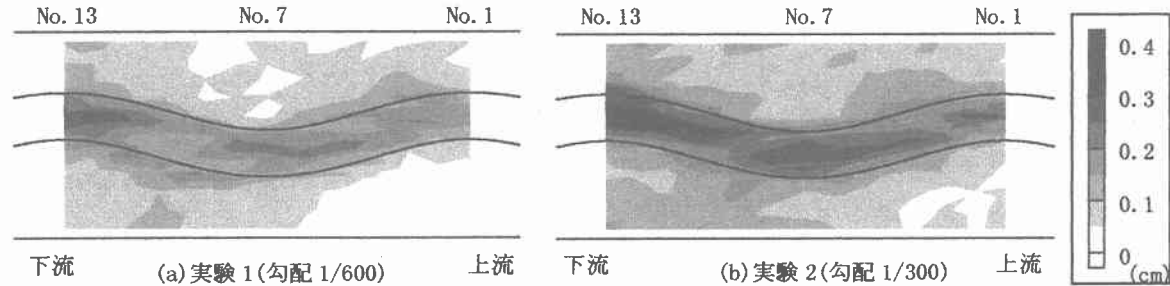


図-1 水面変動振幅コンター

勾配の違いによる影響を検討するために、実験1と実験2を比較する。図-1に水面変動振幅のコンター図を示す。コンター図では、色が濃いほど振幅が大きいことを示している。振幅は、実験1, 2ともに高水敷より低水路において大きくなっている。また、実験1より実験2において全体的に振幅が大きくなっている。これは、流速が速く、フルード数が大きくなり、水面が不安定になること、特に、実験2では、フルード数が大きいいため低水路内に衝撃波が発生することや、高水敷から低水路に流入する領域で、低水路と高水敷の流速差が大きいため平面渦が発生することにより水面の変動が大きくなっていると考えられる。

振幅の縦断変化を検討するために、最大曲率断面 No. 1 と No. 13 において比較する。実験1においても見られるが、特に、実験2において断面 No. 1(上流)に比べて、断面 No. 13(下流)において振幅が大きくなっている。これは、上流から伝わってくる波の干渉により変動が大きくなっているためと考えられる。

図-1 において見られるように、実験 2 では、低水路内の変曲断面から最大曲率断面の外岸側で水面変動が大きい。この水理現象について検討を行う。写真-1 は、水路床勾配を 1/100 にしたときの水面変動を撮影したものである。図-2 は、その水面変動を模式図として表している。

写真-1 を見ると、低水路蛇行の外岸側から高水敷上に波が伝わっているのが見られる。この写真は、勾配が 1/100 のときのものであるが、これと同様な現象が勾配 1/300 の実験 2 においても見られる。この波の発生する場所は、低水路から高水敷へ乗り上げる領域であると考えられ、そこで発生した衝撃波の影響が高水敷上に波として伝わったものと考えられる。

4. 低水路と堤防の位相差が流れに及ぼす影響

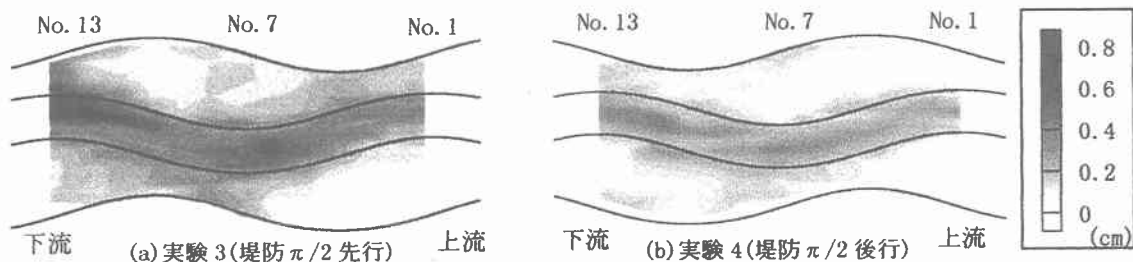


図-3 水面変動振幅コンター

実際の河川では、低水路法線と堤防法線がともに蛇行し位相差をもっている。低水路と堤防が位相差をもつ実験 3, 4 について比較を行う。図-3 に水面変動の振幅をコンターで示す。

振幅は低水路の外岸側で大きい。これは、低水路の外岸側で起こった衝撃波が次の外岸側に伝わるためと考えられる。高水敷では、高水敷幅が広い領域から狭くなる領域で大きくなっている。特に、堤防が先行する実験 3 では、低水路の外岸側で発生した衝撃波に伴う波が高水敷幅が狭くなる領域に伝わるため、変動がさらに大きくなる。そして、堤防付近でも振幅が大きくなり、堤防に作用する外力と外力の変動を増大させる。

5. 結論

- 1) 急勾配複断面蛇行河道では、発生した波の干渉により下流に行くほど水面変動が大きくなる。この水面変動の主要な要因は、低水路の蛇行により発生した衝撃波が関係していると考えられる。
- 2) 堤防が低水路に対して先行する場合、低水路の蛇行により発生した波が高水敷に伝わっていく領域において、高水敷幅が狭くなっていくため、堤防付近でも水面変動が大きくなる。これにより、水位が上昇し、堤防に作用する外力及びその変動が増大している。

参考文献

福岡捷二, 高畑洋, 岡部博一, 柳本千早: 急勾配複断面蛇行流れの水面形と水面変動, 水工学論文集, 第 43 巻, pp. 317-322, 1999.