

相対水深と水制間隔が水制周辺の河床変動に及ぼす影響

名古屋工業大学 学生会員○久田 陽史

名古屋工業大学 学生会員 谷川 幸男

名古屋工業大学 正 会 員 富永 晃宏

1. はじめに 水制による周辺の流れや河床変動への影響は複雑なものとなるために、実験によりデータを積み重ねていくことが重要となる。越流型水制の水深に対する水制高(相対水制高)が河床に及ぼす影響について検討してきたが¹⁾、水深を一定として水制高を変化させた場合の検討であった。本研究は水深を変化させた場合の相対水制高がどのような影響を及ぼすか、また、水深と水制の設置間隔の河床に及ぼす影響についても実験的に検討したものである。

2. 実験条件 実験水路は、長さ13m、幅59.3cmの勾配可変型水路を用い勾配は1/2000とした。河床には平均粒径0.05cmの砂を第一水制前部より上流1.8mから下流3.8mまで5.6mの区間に厚さ11cmで敷き詰め移動床とした。水深は水制を設置しない状態で計算により掃流力一定となるように流量を変化させ、下流部の堰上げにより4,8,12cmとなるように調整した。水制は、幅2cm、長さ10cmで、各水深について相対水制高が1/4,1/2,3/4のケースについて検討した。水制間隔は水制長の2倍の20cmとし、第1水制の上流端が移動床上流端(x=0とした。)より1.8m下流に3基連続で設置した。水深4,8cmについては相対水制高1/2のケースについて水制間隔を水制長の1,2,3,4倍と変化させ、水制間隔の影響が河床に及ぼす影響についても検討した。実験ケース表を表1に示す。河床は通水8時間経過後の最終洗掘形状を計測した。

表 1. ケース表

h:水深(cm)	Q:流量(l/s)	sr:水制高(cm)	s:水制間隔(cm)	sr/h:相対水制高
4	4.36	1	20	1/4
		2	10	2/4
		3	20	3/4
		4	20	3/4
8	9.6	2	20	1/4
		4	10	2/4
		6	20	3/4
		8	20	3/4
12	15.15	3	20	1/4
		6	10	2/4
		9	20	3/4
		12	20	3/4

3. 相対水深の影響 まず、相対水深の影響について検討する。図1に水制設置壁面から10cmの河床縦断分布を示す。全ケースに共通して河床全体の最大洗掘深となる洗掘が第1水制先端で生じる。相対水制高が高くなるほど洗掘深は大きくなる傾向が見られる。図2に各水深の相対水制高と最大洗掘深の関係を示す。水深8cmのケース(h8)では第1水制の洗掘深が相対水制高の増加とともに線形的に深くなるが、h4とh12では線形でなくなり、洗掘深の相対水制高3/4で、h4では相対水制高1/2までの傾向から考えられる値より小さな値をh12では大きな値となる。また、相対水制高1/2では洗掘深がh12の方がh8より小さな値となった。図1の河床縦断分布によると相対水制高1/2では第1水制後方に生じる堆積は水深が大きなケースほど高くなることからわかる。これは堆積の最大堆積高の位置に関係しており、h12では洗掘の背後に最大堆積高があるが、h4,h8では水制間に生じるためである。水制高が同一で水深の異なる水制高2cmのh4,h8や水制高3cmのh4,h12、水制高6cmのh8,h12に注目すると、水制高が同じでも水制高に対する越流水深(相対水深)が大きくなると最大堆積位置が洗掘の背後に生じるが、小さいと水制間に生じる。最大堆積位置が洗掘背後に生じるケースでは水制間に生じるケースより洗掘深が小さくなることから、堆積の傾向が洗掘の発達に影響をおよぼしていることが考えられる。堆積傾向の違いについては相対水深が小さければ、水制を越流する流れが小

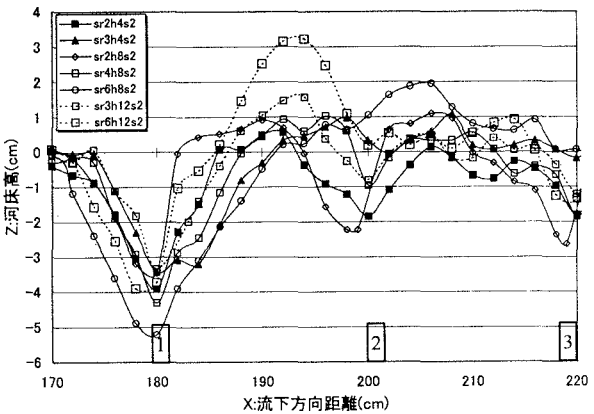


図 1. 河床縦断図

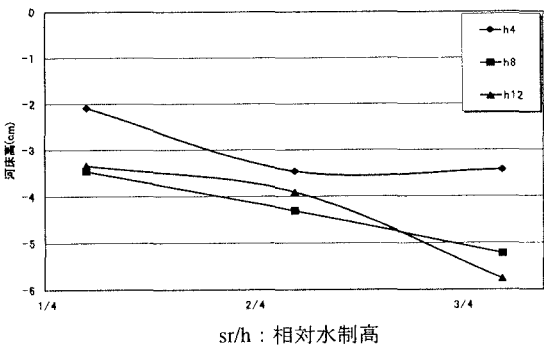


図 2. 第1水制先端河床高図

さく、水制間に渦構造が形成することで主流域から水制間への流入が促進されるためと考えられる。図3に堆積傾向の違いが顕著である水制高 3cm の h4,h12 の河床コンター図を示す。先に述べた相対水制高 1/2 で水深に対する水制高の比は同一であるが、水制高と水制長の比が異なるために、水制を越流する流れと主流方向の水はねを起こす流れとの比率に影響およぼし、相対水深の影響と同様の現象がおきると考えられる。堆積範囲は各水深で相対水制高 1/4 から 1/2 では堆積が第1,第2水制間で高くなるとともに第2水制方向に移動し、第2水制の河床変動に影響を及ぼす。

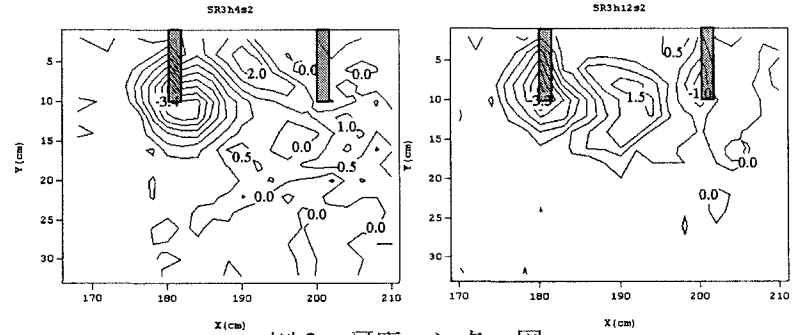


図3. 河床コンター図

相対水制高 3/4 では最大堆積高が第2水制より後方で生じるため第2水制での洗掘は見られない。この洗掘と水制後方に生じる堆積が河床変動全体へ影響が考えられる。

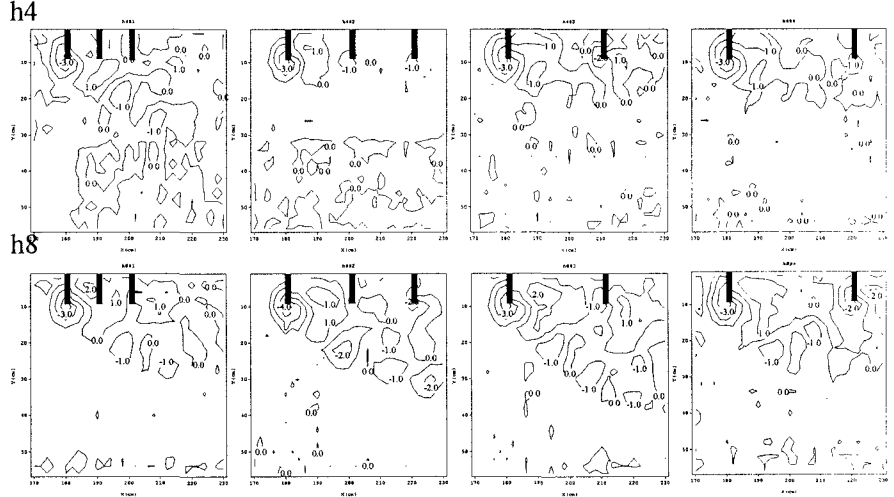


図4. 河床コンター図(水制間隔)

4. 水制間隔の影響

次に、水制間隔の及ぼす影響について検討する。図4に河床コンター図を示す。全ケースに共通して水深が同一のケースでは第1水制先端の洗掘範囲はほぼ同様の形状を示し、水制間隔の影響はあまり見られない。洗掘深はs2のケースで他の間隔のもの比べて洗掘深が1割程度大きくなるが、他はほぼ同じ値となった。図5に各ケースでの水制先端(X=10cm)の河床縦断分布の第1水制、第2水制、第3水制での河床高を示す。h4s3,s4, h8s4では第1,第2,第3水制先端の洗掘深が流下距離に比例して減少している。しかし、h4s1,h8s1やh4s2, h8s3では第1水制での洗掘によって生じる堆積により第2水制での洗掘が第3水制よりも小さくなる傾向が見られる。これらのケースにより堆積が生じる範囲と水制間隔の関係により影響が異なることがわかる。次に洗掘の伝播特性についてみると、図4からh8に比べ、h4では大きな洗掘伝播が見られないが、s1のみ小規模であるが洗掘伝播が生じている。これは堆積範囲がh4ではs1のみ主流域に堆積が生じ、他の間隔では堆積が水制間にみられることが関係していると考えられる。この堆積傾向にはh4,h8では相対水制高は同じであるが、先に述べた水制の縦横比が異なるために流れの越流量、水はね量に違いが生じ水制間への流入量が異なることが関係していると推測される。また、h8s2,s3ではともに洗掘伝播が顕著に見られるが、形状が異なることに注目した。s2では起伏の大きな洗掘伝播が一行に生じているが、s3では変化量の大きな一行の洗掘伝播と各水制の先頭からの洗掘伝播が生じている。これはs2では各水制での洗掘伝播が一行に集中するためと考えられる。これらのことから洗掘伝播には堆積の傾向による影響、各水制による水はねの干渉による影響が考えられる。

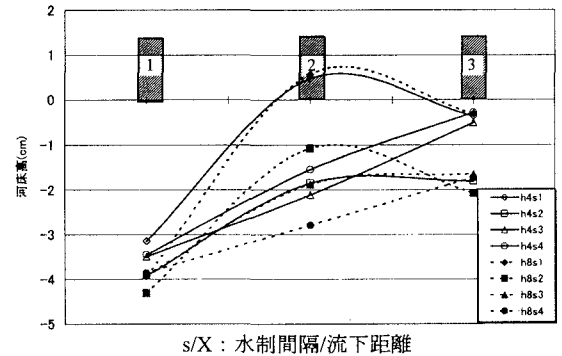


図5. 各水制の洗掘傾向

5. おわりに 相対水深、水制間隔の河床変動形状への影響について検討した、第1水制では洗掘によって供給される移動砂による堆積が、洗掘と周辺の河床変動に大きな影響を及ぼしていることが示唆された。また、第1水制の洗掘傾向には堆積による影響が見られたが、さらにデータ数を増やすことによる検証が必要であり、推測の段階である。河床全体への水制の影響を知る上で第1水制後の堆積形状をより正確の予測にすることが重要であると考えられた。

<参考文献>

- 1) 富永・長坂 水制の相対高さおよび設置角度の河床におよぼす影響 土木学会中部支部論文集 pp203-204 2000