

秋山壽一郎
竹下 大祐

本研究は、模型実験と“河道・遊水地解析モデル¹⁾”に基づき、河道湾曲部内岸側に設けられた遊水地の越流堤長川幅比を考慮した洪水調節効果、水制による洪水調節効果の改善について検討したものである。

実験は湾曲部内岸側に越流堤を設け、越流堤長川幅比 L_d/B を3通りに変化させ、それぞれ水制を設けない場合と設けた場合について実施した。実験条件を表-1に示す。

実験装置は、河道部・堤防部・越流堤部・遊水地部から構成され(図-1)、いずれのCASEも越流堤から越水しない程度の基底流量を通水させた後に流入流量ハイドログラフ $Q_{IN}(t)$ (図-2)を河道部に流入させた。水制を設けたCASEでは、越流堤下流側で直線河道となる地点から水制までの距離 D_g と川幅 B との比 $D_g/B=1.0$ となる地点の左岸に、非越流型水制を設置した。

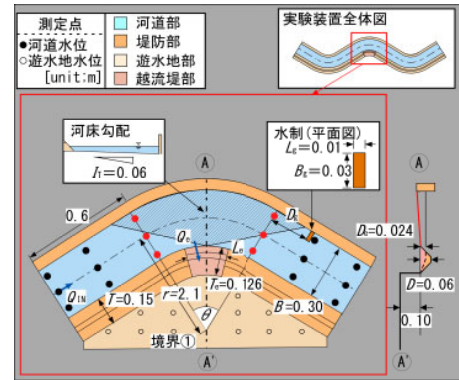


図-1 実験装置と重要な諸量

表-1 実験条件

CASE		越流堤長 L_e (m)	水制幅 B_g (m)	河道幅 B (m)	越流堤長 川幅比 L_e/B	水制幅 川幅比 B_g/B
A-1	0	0.15		0.3	0.5	
	1		0.03			0.1
A-2	0	0.3			1	
	1		0.03			0.1
A-3	0	0.6			2	
	1		0.03			0.1

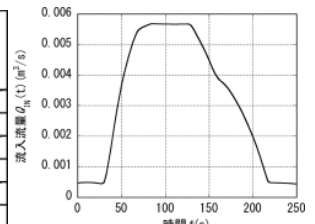


図-2 流入流量ハイドログラフ $Q_{IN}(t)$

た．各CASEの越流堤近傍の流速ベクトルはPTV解析より調べた．

“河道・遊水地解析モデル¹⁾”
は，平面2次元不定流モデルであるPSA-FUF-2DF model²⁾を基本とし，次のような河道下流端境界条件と横越流の取り扱いを組み込んだものである。

・河道下流端境界条件： 本実験において河道の横断方向の水面勾配がゼロとなる地点での実測水位ハイドログラフ $H(t)$ (境界条件)， 境界条件 の地点において刃形堰の公式より $H-Q$ 関係

を算出し、 Q より求めた $H(t)$ 境界（上段左:CASE A-1-0, 上段右:CASE A-2-0, 下段左:CASE A-3-0, 下段右:CASE A-2-1）条件）。なお、刃形堰の公式の流量係数は別途実験を行い定めた。

・横越流の取り扱い： PSA-FUF-2DF model²⁾を用いて河道と遊水地の流れを包括解析する方法(DYN解析)、遊水地へ流入した流量より、遊水地のH-V関係を用いて算出した水位 $H_r(t)$ を越流堤裏法尻に境界条件としてフィードバックする方法(H-V解析)

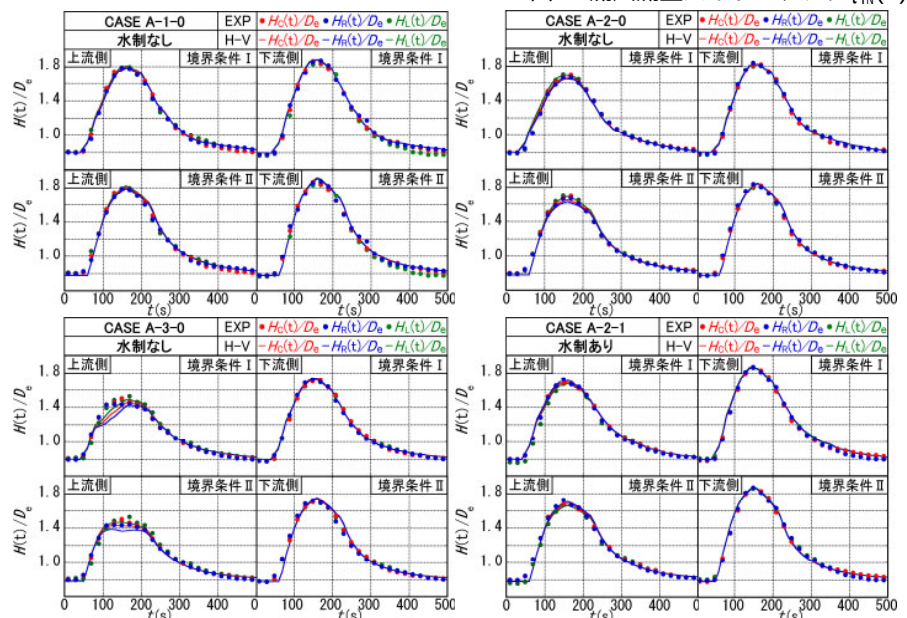


図-3 河道水位越流堤高比 $H(t)/D_0$ の経時変化

(上段左:CASE A-1-0, 上段右:CASE A-2-0, 下段左:CASE A-3-0, 下段右:CASE A-2-1)

3. 実験結果と解析結果の検討

図-3, 4はそれぞれ各CASEの越流堤上下流の河道水位越流堤高比 $H(t)/D_c$, 越流流量 $Q_c(t)$ の実験結果と境界条件 , を用いた解析結果を示したものである. 図-3中の赤, 青, 緑のプロットはそれぞれ河道中央, 右岸, 左岸の実験結果, 実線は境界条件 あるいは を用いた解析結果である. 図-4中の黒のプロットは実験結果, 赤, 青の実線はそれぞれ境界条件 , を用いた解析結果である. なお, 「DYN解析」と「H-V解析」には同図に表れるような差異は認められなかったため, 「H-V解析」の結果を示している. なお, 図-3には紙面の都合により図-1中の●の地点の実験結果と解析結果を示している. 図-5は $Q_c(t)$ のピーク時の越流堤近傍の水深平均流速 U_m ベクトル(CASE A-2)の実験結果と境界条件 を用いた解析結果を比較したものである. 以上より, 次が確認できる.

()実験結果: CASE A-1からA-3の順に L_c/B が大きくなるほど $Q_c(t)$ が大きくなり, 越流堤上下流の $H(t)$ は低下し, 特に上流側の $H(t)$ の低下が著しくなる(図-3, 4). 水制を設けたCASEでは $H(t)$, $Q_c(t)$ のいずれも5~7%大きくなる(図-3, 4). さらに越流堤近傍の流況について, 水制を設けたCASEでは河道の主流が右岸側に寄り, 流出水の越流堤下流側への偏流が強くなる(図-5). L_c/B が大きくなるほど上下流の $H(t)$ が低下するのは, $Q_c(t)$ の増加に伴って河道の水位低下が生じるためである. 越流堤上流側の河道水位の低下が著しくなっているのは, L_c/B が大きくなるほど越流堤での偏流の影響が強くなり, 洪水流が遊水地へ流れ込みやすくなるためである. 水制を設けた場合に $Q_c(t)$ が大きくなるのは, 水制を設けたことで川幅が局部的に狭くなり, 河道水位が上昇することに加え, 水制の水はね効果により主流が右岸側に寄るためである. 以上より越流堤を内岸に設ける場合は, L_c/B が大きくなるほどより大きな洪水調節効果が期待でき, 水制を $D_g/B = 1$ となる地点に設置することで L_c/B の違いに関わらず同程度の割合で越流流量が大きくなると考えられる.

()解析結果: いずれのCASEも水制の有無に関わらず境界条件 , を用いた解析結果はピーク水位, ピーク流量の実験結果との誤差は5%以内となっており, 境界条件に関わらず実験結果を良好に再現している(図-3, 4). 流速ベクトルの方向, 死水域の状況に若干の差異は認められるものの, 越流堤付近の流況を良好に再現している(図-5). ただし, 境界条件 , のいずれについても, L_c/B が大きくなるほど $H(t)$, $Q_c(t)$ の誤差は大きくなる傾向がある. 特にCASE A-3の上流側の $H(t)$ では $Q_c(t)$ がピークに達する前後で誤差が顕著となる. これは, L_c/B が大きいほど河道湾曲部の右岸で洪水流が遊水地へ流れ込みやすくなることで河道の横断方向の水面勾配が大きくなり, 二次流の影響が大きくなるためであると考えられる.

4. まとめ

模型実験結果から, L_c/B および水制が洪水調節効果に及ぼす影響を明らかにし, “河道・遊水地解析モデル¹⁾”は, 遊水地が河道湾曲部の内岸に設けられた場合の越流堤上下流の $H(t)$ および $Q_c(t)$ を適正に評価できることを示した.

参考文献: 1) 秋山ら: 土木学会論文集B1(水工学), Vol.71, No.4, I_1411-I_1416, 2015. 2) 秋山ら: 土木学会論文集B1(水工学), Vol.68, No.4, I_1027-I_1032, 2012.

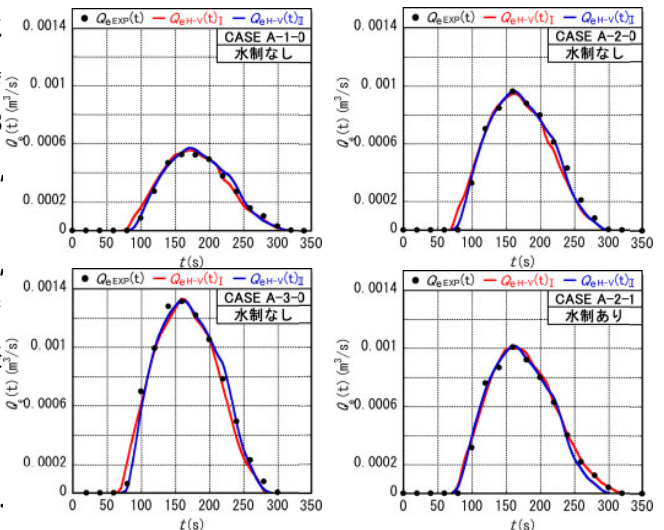


図-4 越流流量ハイドログラフ $Q_c(t)$
(上段左:CASE A-1-0, 上段右:CASE A-2-0
下段左:CASE A-3-0, 下段右:CASE A-2-1)

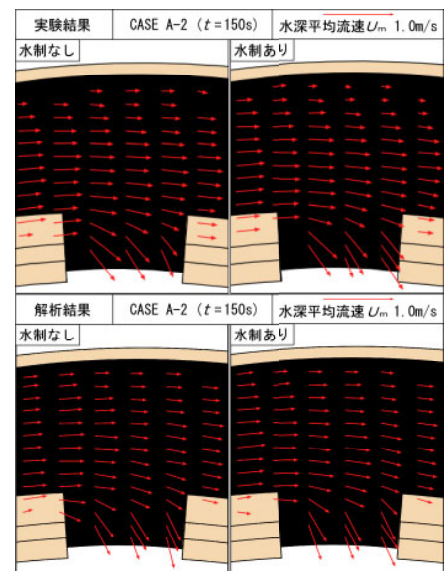


図-5 CASE A-2の越流堤近傍の流況図
(上:実験結果, 下:解析結果)