

香川大学工学部 学生会員 ○松下健一郎
香川大学工学部 フェロー 河原能久
香川大学大学院 学生会員 田中陽二

1. はじめに

吉野川第十堰は歴史的な経緯により河道に対し斜めに位置している。さらに、高水敷を有しているために、高水敷に乗り上げるような規模の洪水流の挙動は第十堰周辺で極めて複雑となる。第十堰周辺での洪水流の3次元的な特性は堰の安全性を検討する上で必要不可欠な情報であるが、不明な点が残されている。

本研究では斜め堰周辺の流れの基本的な特性を明らかにすることを目的としている。吉野川の昭和49年9月の洪水を参考にして模型実験を行った。

2. 実験の概要

幅500mmの直線開水路を勾配1/1000で固定した。左岸側に高さ51mm、幅100mmの高水敷を設置して複断面開水路とした。低水路内には流れ方向に20度傾き、勾配1/15の斜め堰を設置した。また、堰頂部での高さを46mmと高水敷より若干低くした。

実験は、高水敷上の堰を迂回する流れ、堰上での跳水の発生といった第十堰の洪水流の特徴を作り出すように行った。表1に実験条件を示す。

染料と油膜法による流れの可視化を行い、流れの構造を理解するとともに、流速・水深の計測を行った。流速は、2成分電磁流速計による流速3成分の計測とPIVを用いた流速の水平2成分の計測を行った。水深計測では、水面変動の小さい堰上流部ではポイントゲージを用い、堰上から堰下流は水面変動が大きいため波高計を用いた。

3. 計測結果

(1) 流れの可視化

図1は、堰上流側の底面に染料の粒子を固定して流れを可視化したものである。また、図2は堰下流部の低水路の底面に付着させて染料の動きを追ったものである。これらの図より、以下のような流れが形成されることが明らかである。①堰上流の低水路広域で左岸壁側への流れ、②堰上流での右岸壁周辺で直進する流れ、③堰上流の低水路より高水敷上に

表1 実験条件

Q (L/sec)	v (cm/sec)	$Re=vh/\nu$	$Fr=v/(gh)^{1/2}$
2.43	9.06	6080	0.112

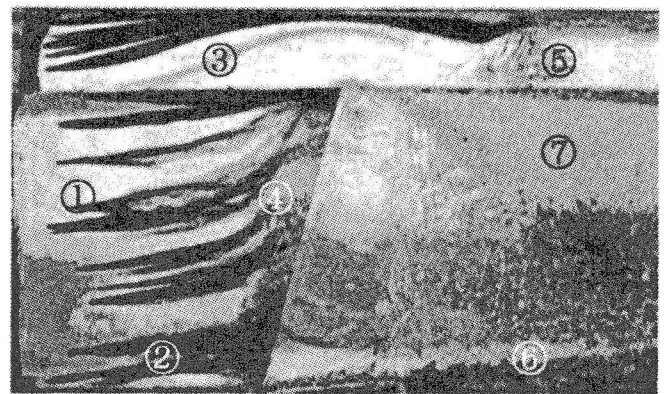


図1 染料による流れ可視化（左側が上流）

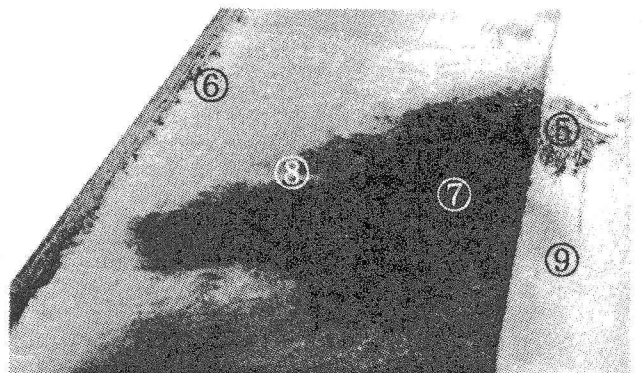


図2 逆流域での流れ（上部が上流）

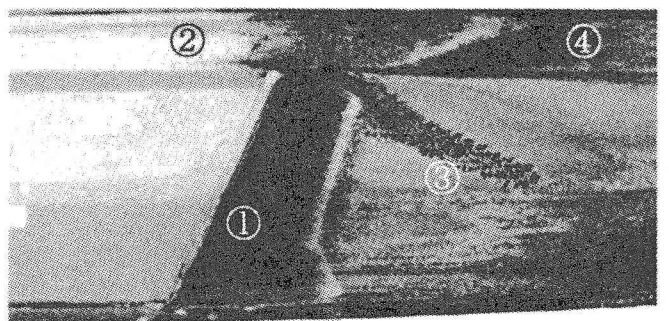


図3 油膜法による可視化（左側が上流）

乗り上げる流れ、④堰直前で渦を巻く高水敷側への流れ、⑤堰下流の高水敷上での斜め跳水の発生、⑥堰下流の右岸壁近傍での高速域の形成、⑦堰下流の左岸側での逆流域の形成、⑧逆流域と順流域の境界で渦流の発生、⑨逆流域より高水敷上への渦流の発生。

油膜法により流れの底面摩擦力とその方向を調べた(図3)。大きな底面摩擦力を示した場所は以下の通りである。①堰頂より跳水が発生するまでの堰上、②堰を迂回する場所、③順流域と逆流域の境界、④斜め跳水より下流での高水敷上。

(2) 流速

堰上流の低水路部では左岸側へ向かう流れが左岸周辺より中央部までの広い範囲で計測された。しかし、右岸壁近傍では直進する流れが見られた(図4)。

堰直前では、堰による影響のため流下方向の流速が水路床付近では減速して遅い流れとなるが、堰よりも高い水面付近の地点では加速され速い流れとなって堰を越流する。

堰を越流する流れは堰に対し直角に流下する。そのため、右岸側に流れが集まり流速が30cm/sec以上となった。右岸側への流速は、堰下流の低水路の中央部で最大となり、8cm/sec程度を計測した。(図5)

一方、堰下流の低水路内の高水敷側では逆流域が生じる。逆流域では平均流速は小さいが速度変動は大きく、大規模な水面渦が観測された。

(3) 水深

堰を越流する流れは浅く、堰上で跳水を発生する。堰が斜めに設置されているため、跳水も斜めに発生している(図6)。このことは油膜法による可視化により確認できる。また、低水路部の跳水より下流部においては、水深は幅方向にほぼ一様になる。

高水敷上では、低水路の跳水発生部より下流において斜め跳水が発生している。(図7) また、高水敷上の水位を低水路内の水位が越えている個所がある。この場所では、流れは低水路から高水敷上へ乗り上げ、渦運動を伴って流下していた。

4. 今後の課題

今後は、さらに詳細な計測を行うことに加え、異なる水理条件での計測を行うことが必要である。また、流れのメカニズムを解明するため、3次元数値計算による検討が必要である。

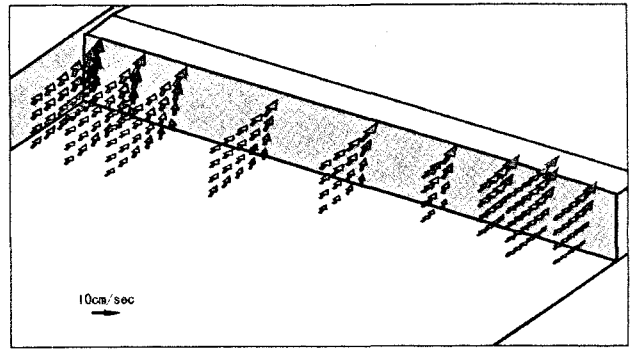


図4 堰上流の平均流速(左下側が上流)

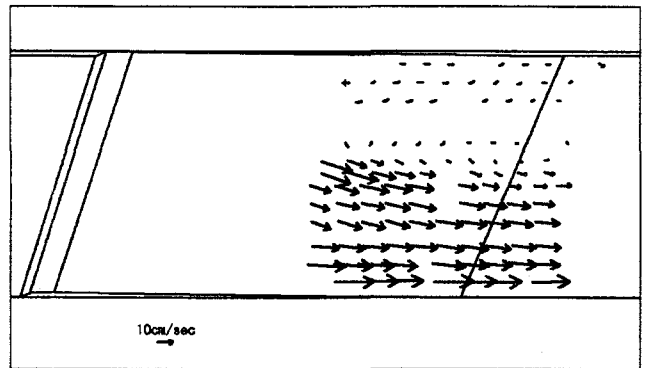


図5 堰下流の水面付近での平均流速
(左側が上流)

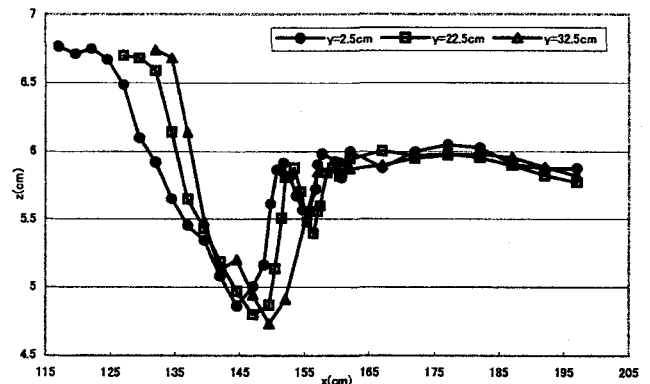


図6 低水路内の水深の縦断変化
(y軸は右岸側壁からの距離)

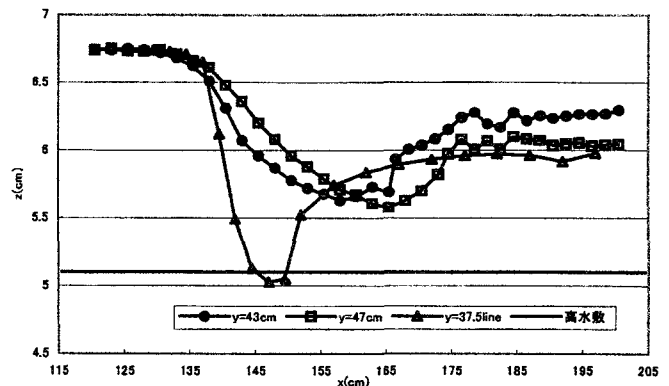


図7 高水敷上の水深の縦断変化