

河道の弯曲と堰湛水の影響を受ける河川合流部における

水制による河床変動制御に関する研究

明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻 ○岡本 吉弘
明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻 西尾 潤太
明石工業高等専門学校都市システム工学科 神田 佳一

1. はじめに

近年、加古川では、平成元年に用水の確保や塩水の遡上防止を目的に建設された加古川大堰の上流区間において、堰の湛水及び左支川美囊川の合流, 上流河道の湾曲により、合流部周辺での右岸砂州の肥大化や滞筋の左岸への偏向・固定化が進行しており、河川管理上の諸問題が発生している。それらの問題の解決として、現地合流部上流左岸側にはブロック不透水水制が設置されている。平成28年度の研究では、高田らが合流部模型実験水路を用いた移動床実験を行い、現地に設置された水制が合流部での流れ及び河床変動特性に与える影響を明らかにするとともに、その効果を検証した¹⁾。

これを踏まえて本研究では、模型実験及び汎用ソルバーを用いた数値解析を行い、水制形状が合流部での河床変動特性に与える影響について考察する。

2. 実験概要

加古川は、兵庫県を流れる流路延長 96km, 流域面積 1,730km² の一級河川であり、河口から 15.8km 付近で美囊川と合流している(図 1)。加古川大堰は河口から 12.0km の地点に位置し、高さ 5.3m, 平常時における湛水区間上流端は、美囊川の合流部付近である²⁾。合流部の本川幅は 200m, 支川幅は 140m であり、支川美囊川には合流する直前に高さ 2m の落差工が設置されている。本実験では、1/250 のスケールで現地を模した水路(図 2)を用いた。水路下流端には、高さ調節が可能な堰板を設置し、大堰の操作による湛水効果を模擬した。また、 $X=-0.5m$ の断面の左岸側に水路の 1/4 幅の板(0.2m)を設置し、現地における湾曲後の流速分布を再現した。河床材料は密度 1.47(g/cm³), 平均粒径 1.3(mm) の石炭粉($U_{*c}=1.44(cm/s)$)を使用し、水路に 0.1m の厚さで敷きつめた状態を初期条件とした。

水制(図 3)は、レゴブロックを用いて製作し、現地を模擬した現地タイプ、現地タイプの一部を切り欠いたカットタイプを用いて、表 1 に示す条件で実験を行った。通水時間は河床が定常状態になったと判断された 60 分として、表面流況および河床位の測定を行った。



図 1 現地の概要(左:美囊川・右:加古川)

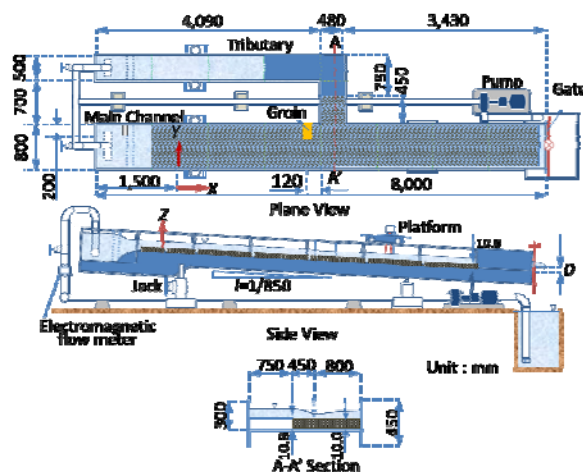


図 2 実験水路

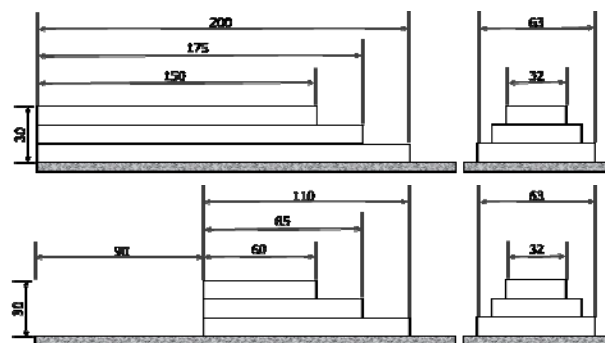


図 3 水制(上:現地タイプ・下:カットタイプ)

表 1 実験条件

CASE番号	通水時間 (min)	本川流量 Q_m (l/s)	支川流量 Q_s (l/s)	堰高 D (cm)	水制形状
CASE1	60	3	1	0	現地タイプ
CASE2					カットタイプ

3. 実験結果及び考察

図4(a), (b)に通水中の表面流速ベクトル図を示す。(a)は本川流量3(l/s), 支川流量(l/s), 下流端堰高D(=0cm)として, 現地タイプの水制を設置した場合(CASE1)の結果であり, (b)は同条件でカットタイプの水制を設置した場合(CASE2)の結果である。

図4(a)より水制による流れの偏向効果によって水制の下流において主流部が右岸側へと移動し合流後右岸側壁に沿って最大流速が発生していることが確認できる。また, 水制の背面及び合流部下流左岸側では死水域の発生が確認できる。水制背面での死水域の発生については現地タイプの水制が非越流であることが原因だと考えられる。

カットタイプの水制を設置した図4(b)では水制の切り欠いた部分を越流する流れが生じるため, CASE1において水制背面及び合流後左岸側で生じていた死水域が減少していることが確認できる。また, 水制によって流れが偏向され, 主流部が合流部下流右岸側で発生する点はCASE1と同様だが, 水制の一部を切り欠いたことによって流れの偏向効果が減少するため, 主流部での最大流速はCASE1よりも小さくなっている。

図5(a), (b)に, 通水後の河床変動量コンター図を示す。図5(a)より, 現地タイプの水制を設置した場合, 水制によって流れが右岸側へと偏向されるため, 水制の下流右岸では合流後の主流に沿って洗掘が進み, 河床低下が発生している。水制の前面においては二次流による局所洗掘が発生しており, 水制の背面では, 支川の流入を阻害するように堆積が発生していることが分かる。また, 本川と支川の合流端点では馬蹄形の洗掘が見られ, 合流後左岸では堆積が確認できた。表面流速ベクトル図と河床変動量コンター図を比較すると, 洗掘は水制の前面など流速が急激に変化する地点で発生しており, 堆積は水制背面や合流後左岸側などで発生している死水域と対応していることがわかる。

図5(b)より, 現地タイプの一部を切り欠いたカットタイプの水制を設置した場合, 図5(a)と同様に, 水制前面での局所洗掘及び背面での堆積, 水制の下流右岸における河床低下の発生が確認できる。しかし, 現地タイプの水制を設置した場合よりも水制前面における洗掘域が減少していることが確認できる。これは, 切り欠き部分を水が越流することによって水制による水撥ね効果が減少し, 二次流の発生が抑制されたために生じたと考えられる。また, CASE1で生じていた水制背面での堆積についても切り欠き部分を越流した流れによってフラッシュされることによって堆積域が減少しており, 切り欠き部分の背面では河床低下が生じていることが確認できる。また, 合流端点での馬蹄形の

洗掘及び死水域での堆積, 合流部下流右岸での河床低下はCASE1と同様に確認できたが, こちらも水制形状の影響を受けて発生範囲及び変動量の減少が確認できる。

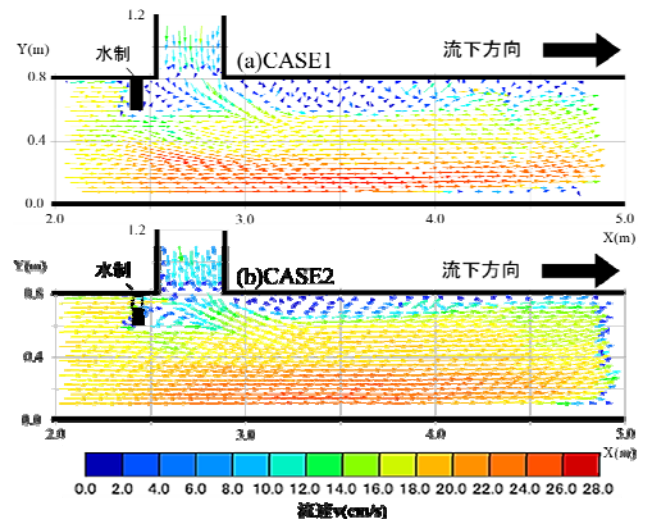


図4 表面流速ベクトル図

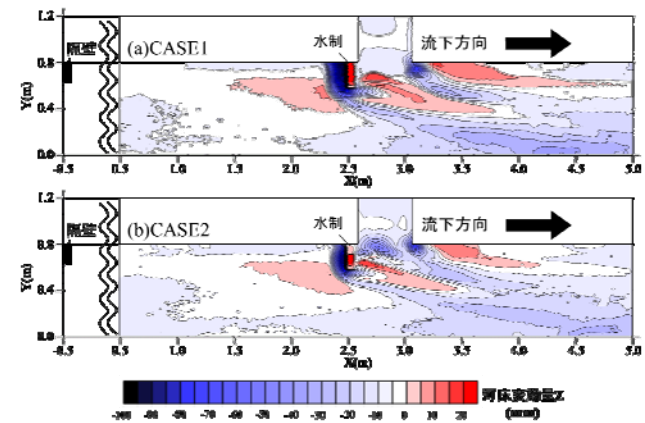


図5 河床変動量コンター図

4. おわりに

本研究では, 堰の湛水及び上流河道の弯曲の影響を受ける支川合流部での水制形状による流れおよび河床変動特性への影響の解明を目的として, 移動床模型実験を行った。今後は, 水制形状のパターンをさらに増やし, 流量比及び堰高を変化させた場合についても同様に実験を行い, 結果を比較するとともに数値解析を用いて実験結果の検証を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 高田翔也ら：河道の弯曲と堰湛水の影響を受ける河川合流部の河床変動とその制御に関する研究, 平成28年度水工学論文集, 第61巻, 2016
- 2) 奥山貴也ら：支川合流の影響を受ける大堰湛水区間における河川地形の経年変化解析, 平成26年度河川技術論文集, 第20巻, 2014
- 3) iRIC研究会:iRIC講習会テキスト in KANSAI, 2013.