第 II 部門　　橋脚周辺の河床変動に及ぼす植生砂州の横断方向占有率に関する模型実験

明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻　　学生員　○鈴木　颯太
明石工業高等専門学校都市システム工学科　　正会員　　小川　芳也

１．研究背景・目的

近年，豪雨に伴う河川水位の上昇により，橋脚周辺での洗掘が進行し，橋脚の傾斜や橋梁の使用不能といった事故が発生している （例えば，2021 年 8 月に島根県浜田市の周布川に架かる周布橋や，2023 年 5 月に岡山県総社・倉敷市境の高梁川に架かる川辺橋）．これらの要因の一つとして，砂州表面に植生が繁茂して構造物のように固定化 （以降，植生砂州）していることが影響している可能性を考えている．

砂州と橋脚に関しては，対象河川を設定せず非定常流量通水時の交互砂州の変化に伴う橋脚周りの局所洗掘に着目した基礎的実験による研究[1)]によって，砂州による橋脚近傍の河床形状の変化が定量的に把握されている．しかし，植生砂州を対象とした橋脚近傍の河床変化を定量的に把握することはされていない．また，植生砂州をどのように実験的に再現するかについても最適解は示されていない．

よって本研究では，橋脚上流側の左岸側に植生砂州が位置する河道条件における洪水流量時に，橋脚洗掘に及ぼす影響を定量的に把握することを目的とし，模型を用いた基礎的な実験を通じて条件の違いによる洗掘・堆積の差異について考察する．

２．研究方法

1)水路及び模型設置条件

本実験では，水路勾配 1/612 に設定した長さ L=8.0m，幅 B=0.80m の直線水路を用いた．この水路には，密度 ρ=1.47g/cm^3，平均粒径 d=0.13cm の一様な石炭粉で下流端から 7.0m の移動床区間を水路底面から高さ 10cm で敷均し，橋脚周辺への給砂及び上流からの給水による影響を考慮し，砂州模型（木製）を設置した．そして，砂州模型から 0.25m 下流側に，底面の中心が水路中央に位置するように橋脚模型を設置する．実験は表 1 に示す case0~7 を各 2 回行った．

2)模型条件

本実験で使用した橋脚は以下の 3 種類である．

a：40×40×160［mm］（縦×横×高さ）

b：100×100×160［mm］（縦×横×高さ）

c：Φ100×160［mm］（直径×高さ）

a は河積阻害率[2)]を考慮したものであるが，橋脚周辺地形の洗堀把握の視認性向上を目的として b ・c を主に使用した．また，砂州は以下の 3 種類である．

a′ ：800×300×110［mm］（ 水路縦断×横断×高さ）

b′ ：800×400×110［mm］（水路縦断×横断×高さ）

c′ ：800×500×110［mm］（水路縦断×横断×高さ）

一般的な砂州形状は直方体ではないが，構造物のように固定化し移動性に乏しいことから，本実験では直方体とした（砂州は河床から 1cm 露出）．砂州上の植生は，胴径 1.9mm の釘を 2cm 間隔で設置することで再現した（通水時には抽水状態）．この条件設定は，板材の強度を考慮した最大限の植生密度を再現している．また，砂州上の水流が植生で阻害される現象の模擬を目的として設定を行った．

3)通水条件および河床計測方法

流量 Q は砂州上面に水流が生じ，動的洗堀条件となる 3.5L/s とした（予備実験から流砂が発生していることを確認）．また，予備実験より河床変動が完全に静止する 45min を通水時間とした．そして，川幅水深比は約 50 である．また，流況の把握を目的とし，上流側および橋脚直上をビデオカメラにより動画撮影した．

河床地形については通水前後にレーザー距離計を用いて計測（10mm 間隔）を行った．計測の際，レーザー距離計は右岸・左岸から 25mm 内側を計測した．「水路底面を計測した際の数値」から「計測した河床の数値 z」を引いた値である z’を河床高さとした．z’の値と河川シミュレーションソフト iRIC を使用し，河床コンター図を作成した．また，EXCEL による河床断面図 （橋脚前面・後面の同一断面（10mm 手前・奥））を作成した．

Souta SUZUKI and Yoshiya OGAWA
ac2606@s.akashi.ac.jp

3. 実験結果・考察

1)河床地形

a)case0（砂州が存在しない流況）

図 1 の河床コンターより，橋脚を中心に左右対称に河床地形が形成されている．また，図 2 の河床断面図より橋脚前面の洗掘範囲は橋脚の中心（Y=400mm）でほぼ左右対称になっている．左岸側に洗掘範囲が寄っている原因として，実験時に計測した表面流速で左岸側が右岸側・中央より大きい傾向にあり，これによる流速の差が考えられる．この傾向は予備実験でも発生していたことから実験水路の特性と判断した．図 3 の河床断面図より，橋脚後方の堆積地形も橋脚前面同様にほぼ左右対称である．左岸側に寄っている原因としては橋脚前面と同様であると考えられる．

b)case2，4，6（水路幅の 37.5，50.0，62.5%を占有）

砂州幅の増加における比較として，case2，4，6 を用いる．図 1，3 より砂州幅増加に伴い，橋脚近傍の堆積地形に差異が確認できる．砂州下流部について図 1，3 において 115mm の範囲が減少していることから，砂州上の水流が澪筋に引き寄せられにくくなり，砂州下流部の堆積地形に影響を与えたと考えられる．また，この事象の原因として，砂州上流部の局所洗掘の増大による砂州上の水流の弱化が考えられる．その結果，砂州上の土砂堆積がほとんど確認できず，上記の事象が生じたと推察される．以上より，砂州幅増加に伴う堆積地形の変化は確認できたが，模型の形状（直方体）による影響も地形変化の一因であるといえる．

河道の二極化（横断的な比高差が増加した状態）[3]は河川生態系の影響に大きく関連する．図 1，2 より植生砂州の影響により橋脚近傍で横断的な比高差が増加している．また，橋脚前面の洗掘については植生砂州が存在しない流況下で最大であり，植生砂州が存在する流況下では砂州境界面や砂州上の水流による複雑化によって洗掘範囲に影響が生じたと考えられる．

表 1　実験条件

	砂州模型［mm］	橋脚模型［mm］
case0	なし	100×100×160
case1	300×800×110	40×40×160
case2	300×800×110	100×100×160
case3	300×800×110	φ100×160
case4	400×800×110	100×100×160
case5	400×800×110	φ100×160
case6	500×800×110	100×100×160
case7	500×800×110	φ100×160

4. 結論

本研究では，植生砂州と橋脚における河床変動の定量的な把握を目的として試みた．その結果，植生砂州の川幅方向の増加に伴う橋脚近傍の二極化拡大や，橋脚前面洗掘の傾向が確認できた．今後は砂州模型形状で河床変動の定量的把握を行える条件を検討する．

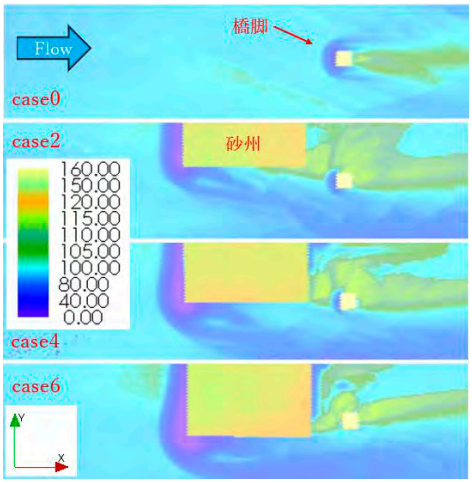


図 1　河床コンター（通水後）［単位：mm］

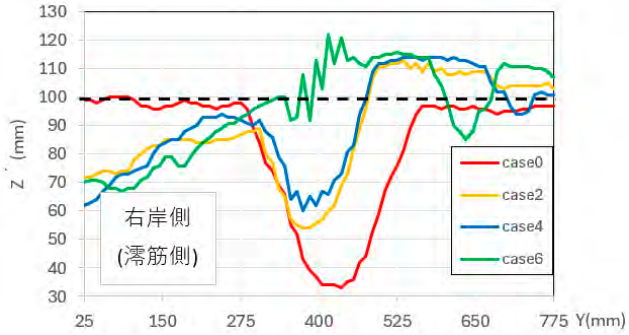


図 2　橋脚前面河床断面図（破線は通水前河床高さ）

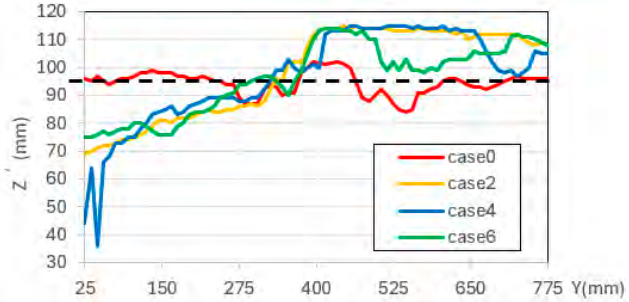


図 3　橋脚後面河床断面図（破線は通水前河床高さ）

<参考文献>

1) 溝口敦子・小野貴祐：非定常流量通水時の砂州の変化に伴う橋脚周りの局所洗堀に関する実験的検討，土木学会論文集，Vol.81，No.16，24-16037，2025.

2) 財団法人 国土技術研究センター：河川を横過する橋梁に関する計画の手引き（案），財団法人 国土技術研究センター，p.20，2009.

3) 傳甫潤也・井上卓也・橋本慎一・千葉学・戸村翔・川上北斗・佐々木博文：河道の二極化の形状指標と河岸浸食リスクの関係，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.77，No2，I_373，2021