

平成 30 年 6 月 25 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16311

研究課題名(和文)集中豪雨による中小河川の橋梁閉塞と迂回氾濫流の河岸浸食防止のための実践的特進研究

研究課題名(英文) Study on driftwood accumulation at bridge and prevention of bank erosion at the time of torrential rain

研究代表者

岡本 隆明 (OKAMOTO, TAKAAKI)

京都大学・工学研究科社会基盤工学専攻・助教

研究者番号：70599612

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：集中豪雨時の流木被害を予測するには河道閉塞時の橋梁周辺の氾濫水の挙動を予測することが重要であるため、流木による橋梁閉塞時に越流した氾濫流を対象とした研究を行った。本研究ではまず橋梁での流木捕捉実験を行い、堰上げ水深から流木集積時の橋梁閉塞率を評価した。次に橋梁を迂回した氾濫流の流速をPIV計測した。PIV計測位置は氾濫原全域をカバーするようにシフトさせて、氾濫原に流れ込む氾濫流量を正確に評価した。左岸の氾濫原高さを系統変化させて氾濫原の家屋抗力を計測し、洪水氾濫危険区域を評価した。さらに橋梁周辺の氾濫流による河岸浸食実験を行い、橋梁・護岸の補強等流木対策を実施するための有意義なデータを得た。

研究成果の概要(英文)：Large driftwood accumulates at a bridge and blocks the river, which leads to a decreased discharge capacity and increased water levels. In Uji city in August 2012, the detour flood-flow occurred around the bridge and the house along Shizugawa River was washed away. However, there is almost no detailed information about flood discharge of a detour flow around a bridge and flood damage area in a blocked river.

In this study, four kinds of flume experiments were performed. First, we conducted the driftwood accumulation tests at the model bridge to evaluate the blockage ratio of driftwood blocking. Second, we measured the flood-flow velocity in the blocked river by PIV to estimate the flood discharge on floodplains. Third, the drag force exerted on the model house on floodplain was measured using Force gauge to examine the flood damage of the nearby area. Finally, the bank erosion experiment was performed to investigate the erosion area around the bridge.

研究分野：防災水工学

キーワード：橋梁閉塞 迂回氾濫流 家屋破壊 流木 河岸浸食

1. 研究開始当初の背景

近年、気候変動の影響により 50mm/hr 以上の降雨頻度が増加傾向にあり、都市型ゲリラ豪雨による都市型水害が頻発し、都市型自然災害としての水害問題がクローズアップされている。都市域の中小河川では上下流のバランスや経済的な事由から川幅の拡張が困難な場合が多く洪水に対して極めて脆弱であり、計画規模を上回る洪水に見舞われる可能性が高い。特に流下能力が小さい断面に位置する橋梁部では、橋脚に流木やごみなどが引っかかり河道閉塞し、河川から増水した水が橋梁を迂回する氾濫流が発生する。このような迂回氾濫流は非常に流速が大きく、短時間で家屋周辺を局所洗掘し基礎ごと流失させるなどの被害が報告されている(竹林ら(2012))。

橋梁を迂回する迂回流による水害・土砂災害は毎年のように発生しているが、迂回流の流況特性や河岸侵食に関する研究はほとんどみられない。これは中小河川の水害は河道閉塞の程度、河川地形の影響を大きく受け、迂回流の経路・発生時間など時空間特性の予測が困難なためと考えられる。そのため迂回流の流況特性や河岸侵食プロセスなどの知見が不足しており、効果的な迂回流対策が実施されていないのが現状である。そこで本研究では水理模型実験により‘迂回流の家屋流出危険箇所’と‘河岸侵食プロセス’を洪水被害軽減の観点から評価し、再発防止に向けた予測、対策の検討を行うことを目的としてスタートした。

2. 研究の目的

橋梁部での流木捕捉に関する研究は多くみられる。しかしながら、流木閉塞時の洪水被害を予測するには流木集積のメカニズムだけでなく、橋梁周辺の氾濫水の挙動を予測することが重要であるが、これまで流木による橋梁閉塞時に越流した氾濫流を対象とした研究はあまりみられない。また左岸と右岸の氾濫原高さの差が何%以上であれば橋梁迂回流が局所集中し氾濫被害を拡大させるかについては課題が残っている。

そこで本研究ではまず①橋梁での流木捕捉実験を行い、堰上げ水深から実際の流木集積時の橋梁部での河道閉塞率を評価する。次に流木投入実験により得られた河道閉塞率をもとに閉塞率を設定し、②橋梁を迂回した氾濫流の流速を PIV 計測した。PIV 計測位置は氾濫原全域をカバーするように横断方向にシフトさせて、氾濫原に流れ込む氾濫流量を正確に評価した。さらに③左岸の氾濫原高さを系統変化させて氾濫原の家屋抗力を計測し、家屋流出危険区域を洪水被害を軽減するという観点から評価し、再発防止に向けた予測、対策の検討を行う。④橋梁近傍に移動床ボックスを設置して河岸侵食実験を行う。通

水実験後、ポイントゲージ・レーザー距離計を用いて迂回流による河床の変化、河床変動量を計測し、河岸侵食プロセスを解明する。

3. 研究の方法

3.1 流木による橋梁閉塞実験

図-1 に橋梁模型と流木捕捉実験装置図を示す。実験には長さ 10m、幅 40cm、高さ 50cm の可変勾配水路を用いた。x, y および z は、それぞれ流下方向、鉛直方向および横断方向である。流下方向原点 $x=0$ は河道閉塞部(橋模型の上流端)、鉛直方向原点 $y=0$ は橋の上流側氾濫原底面、横断方向原点 $z=0$ は右岸側の水路壁とした。U, V および W は各方向における時間平均流速を示す。

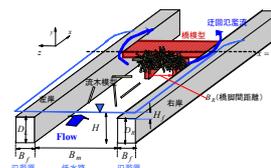


図-1 流木による橋梁閉塞実験

図-1 に示すように氾濫原模型(1/80 スケール:塩ビ製)を水路両側に設置した。低水路幅は $B_m=20\text{cm}$ 、左岸側と右岸側の氾濫原の幅は $B_f=10\text{cm}$ である。両岸の氾濫原高さは $D_L=D_R=10\text{cm}$ (左岸と右岸で流下方向に一样)とした。橋梁模型(1/80 スケール)は水路上流端から 4.0m の位置に設置した。橋梁模型は橋長 20cm、幅員 5cm、床板厚 1cm で、高さ 9cm、幅 1cm の橋脚部を 2 本有しており、橋脚間距離 B_R は 6.0cm である。橋模型の上部には欄干部として高さ 3cm、幅 20cm、厚さ 2mm のメッシュ(サイズ $2\times 2\text{mm}$)板を取り付けている。また流木が捕捉されていない状態での河道全体の断面積 $A=(B_m\times D)$ に対する橋模型の投影面積の割合は $A_{\text{bridge}}/A=0.19$ である。

流木模型として木製円柱(直径 $d=6.0\text{mm}$ 、長さ $l=6.0, 9.0, 12\text{cm}$ (1/80 スケール)、 $l/d=10, 15, 20$ 、比重 0.5)を用いた。橋梁模型の 4.0m 上流から水路中央に 10 本ずつまとめて同時に投入した。着水時の給木方向はランダムとなる。これを 10 秒ごとに繰り返し行った。供給した流木量は各ケース計 270 本とした。流木閉塞による堰上げ効果について調べるために、捕捉された流木は除去せず投入を繰り返した。各投入が終了するごとに橋模型の上流側 5cm における水深を計測した。10 回実験を行い、水深の集合平均値を堰上げ水深とした。

また流木捕捉時の橋梁部での河道閉塞率について調べるために、流木除去後に橋模型の前面に既知の遮蔽面積のアルミ製ポーラス板($20\text{cm}\times 15\text{cm}$ 、パンチ径 3.0mm で穴の配置は均等)を設置して橋模型の上流側の水深を計測した。流木閉塞時の水深と比較することで河道閉塞率 A_b/A を評価した。ここで A_b は閉塞面積である。本研究ではアルミ板の空いている穴の個数を変えることで、河道閉塞率 A_b/A を変化させている。

3. 2 迂回氾濫流 PIV 計測と家屋抗力計測

次に流木による橋梁閉塞時にどの程度の氾濫流量が氾濫原に流れ込むか詳細に調べるために鉛直面(x-y面)PIV 画像計測法を導入した。図-2 に示すように橋模型の前面にアルミ製ポーラス板を設置し、大量の流木が一度に橋梁に捕捉され河道閉塞した状態を再現した。ポーラス板の閉塞率 A_b/A は流木捕捉実験をもとに決定している。PIV 計測実験ではポーラス板を設置して十分に時間が経過して、氾濫原の氾濫流水深が増加しなくなった状態(定常状態)に達したときに流速計測を行った。PIV 計測では2012年志津川水害を想定して橋梁部の下流側で氾濫原高さを変化させている。左岸側の氾濫原高さは $D_L=8\text{cm}$ 、右岸側の氾濫原高さは $D_R=10\text{cm}$ である。

x-y 鉛直面 PIV では水路上方から 3.0W のアルゴンイオンレーザー(LLS)を照射し、水路側方に高速度カメラ(1024×1024pixel)を設置し、フレームレート 500Hz、サンプリングレート 30Hz で 60 秒間撮影した(図-2)。撮影領域のサイズは河道閉塞部を含むように 20cm×20cm 領域である。計測画像から鉛直面の時間平均流速(U, V)を算出した。PIV トレーサーについては粒径 80 μm 、比重 1.02 のポリスチレンを用いた。氾濫原の氾濫流量を正確に算出するため、氾濫原全域をカバーするように LLS 位置を横断方向にシフトさせている。LLS の照射位置は $z/B_m = 1.9$ (左岸側)、 $z/B_m = 0.1$ (右岸側)とした。

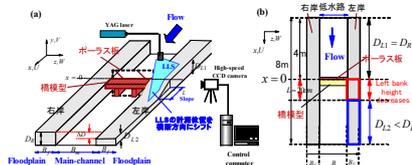


図-2 迂回氾濫流の PIV 計測

次に迂回流発生時の氾濫原家屋に作用する抗力を計測した。PIV 計測実験と同様に橋模型の前面にアルミ製ポーラス板を設置している。図-3 に示すように左岸と右岸の氾濫原に家屋を模した柱状物体(1/80 スケール: 6.0cm×6.0cm×6.0cm: 発泡スチロール製)を設置し、水路上方から支持棒を介して固定したデジタルプッシュプルゲージ(分解能 1/1000N)を用いて、迂回流によって氾濫原家屋に作用する抗力を 120 秒間計測した。デジタルプッシュプルゲージはパソコンに接続することで、家屋にかかる抗力の時系列データ(サンプリングレート 10Hz)を得ることができる。家屋模型の設置位置は河道閉塞部より下流側($x>0$)とした($x=0\sim 80\text{cm}$: 10cm 間隔)。

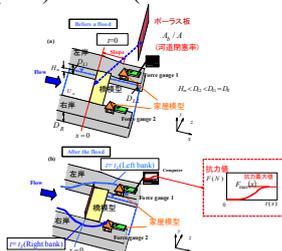


図-3 迂回発生時の家屋抗力計測

3. 3 迂回流による河岸浸食実験

次に流木閉塞時に越流した迂回氾濫流による河岸浸食プロセスを明らかにするために移動床実験を行った。橋模型の前面には幅 20cm 高さ 15cm のアルミ製ポーラス板(パンチ径 3.0mm)実験では河道閉塞率 A_b/A に応じてアルミ板の穴を塞ぎ穴の個数を変化させることで、閉塞率の影響についても調べた。

流木閉塞時には橋梁周辺で氾濫原侵食が発生すると考えられるため、図-4 のように橋模型の上流側 $x=-60\text{cm}$ から下流側 $x=90\text{cm}$ までの区間に移動床ボックスを設置した。移動床ボックスには図のようにそれぞれの氾濫原高さ D まで焼砂(粒径 0.9mm)を敷き詰めた。本実験では移動床ボックスの低水路側との仕切りとして 2mm の塩ビ板を用いているが、これは河川護岸を想定している。迂回氾濫流発生時には氾濫原は侵食され、氾濫原高さは時々刻々と変化する。本研究では水路上方にレーザー距離計(Glm50c, Bosch 社)を設置し河岸高の時系列データを得た。レーザー距離計のサンプリングレートは 2Hz である。

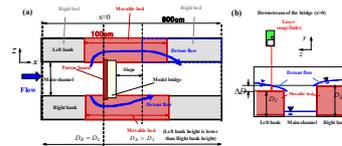


図-4 迂回流による河岸浸食実験

4. 研究成果

4. 1 流木集積による橋梁閉塞率の評価

本研究ではまず橋梁での流木捕捉実験を行い、堰上げ水深から流木集積時の閉塞率を定量的に評価する。図-5 に CaseL12-1($l/B_R = 2.0$, $Fr = 0.26$)と CaseL12-3($l/B_R = 2.0$, $Fr = 0.60$)のケースにおける流木 100 本投入時の橋梁部での流木集積のスナップショットを示す。

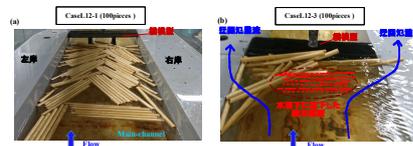


図-5 橋梁部での流木集積

図-6 に CaseL6-3($l/B_R = 1.0$, $Fr = 0.60$), CaseL9-3($l/B_R = 1.5$, $Fr = 0.60$), CaseL12-3($l/B_R = 2.0$, $Fr = 0.60$)のケースにおける流木集積時の堰上げ水深 H の累計流木投入本数による変化を示す。値は 10 回の流木投入実験の堰上げ水深平均値で、流木投入前の低水路水深 H_m で無次元化している。横軸は投入した流木本数 n_d である。

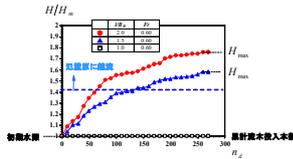


図-6 流木集積時の堰上げ水深の時間変化

$l/B_R = 2.0$, $Fr = 0.60$ ケースでは流木集積とともに上流側の水深が堰上げされ、70 本投入時に氾濫原への越流がみられた。200 本投入以降では堰上げ水深の増加はあまりみられずほぼ一定値 H_{max} に達している。 $l/B_R = 1.5$, $Fr = 0.60$ ケースでも氾濫原への越流がみられたが(140 本投入時)、 $l/B_R = 2.0$, $Fr = 0.60$ ケースよりは堰上げ水深効果が小さい。これに対して、 $l/B_R = 1.0$, $Fr = 0.60$ のケースでは流木捕捉はみられず、堰上げ水深 H は変化しない。流木が橋脚に接触しても、回転して下流側に流出するのがみられた。

図-7 に各ケースの流木閉塞による閉塞率 $\lambda_d = A_b/A$ を示す。横軸は流木投入前の Main-channel におけるフルード数 Fr である。流木閉塞による閉塞率 λ_d は流木 270 本投入時の橋梁部での堰上げ水深 H_{max} と既知の閉塞率 A_b/A のポーラス板を設置したときの堰上げ水深 H を比較して算出した。

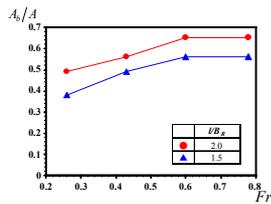


図-7 流木集積による橋梁閉塞率の変化

$l/B_R = 2.0$ ではフルード数 Fr が大きくなると流木閉塞による閉塞率 A_b/A が増加する傾向がみられた。これはフルード数 Fr が小さいと流木が橋梁断面で水面付近でのみ集積していくためである。フルード数 Fr が小さいケースでは橋梁前面の流木塊は水面付近で上流側に向けて大きくなっていくのがみられた(図-8(a))。

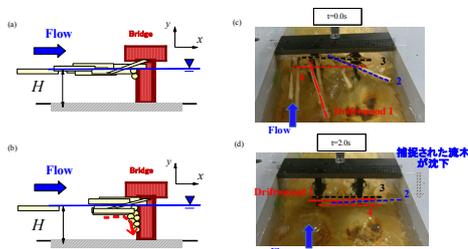


図-8 流木集積時の堰上げ水深の時間変化

これに対して、フルード数 Fr が大きくなると水面付近だけでなく、底面付近でも流木が捕捉されるのがみられた(図-8(b))。これは流木が橋脚に捕捉された後に底面に向けて沈下するためである(図-8(c), (d))。捕捉された流木が沈下した結果、水面から底面まで流木

塊が流れを阻害するようになり、流木閉塞時の閉塞率 A_b/A が大きくなったと考えられる。

4. 2 迂回氾濫流の流量評価

図-9 に CaseR10L8-1, A_b/A (ポーラス板の閉塞率)=0.65, $Fr = 0.60$, 横断方向位置の橋梁の上流端位置 ($x/B_m = 0$) での単位幅流量 $\Delta Q(z) = H_f(z) \cdot \langle U \rangle(z)$ の横断方向プロットを示す。 $\langle U \rangle(z)$ は各横断方向位置の流速値を式(1)のように水深平均して算出した。

$$\langle U \rangle(x, z) = \frac{1}{H_f} \int_0^{H_f} U(x, y, z) dy \quad (1)$$

$$\Delta Q(z) = H_f(z) \cdot \langle U \rangle(z) \quad (2)$$

単位幅流量 $\Delta Q(z) = H_f(z) \cdot \langle U \rangle(z)$ は橋梁の欄干部 ($z/B_m = 0.45$ (右岸), 1.55 (左岸)) 付近で小さい。これは氾濫流水深が橋梁部では横断方向に非一様で橋梁部付近では $H_f(z)$ が小さいためである。また、単位幅流量 $\Delta Q(z) = H_f(z) \cdot \langle U \rangle(z)$ は氾濫原の中央部 ($z/B_m = 0.3$ (右岸), 1.7 (左岸)) 付近で大きくなっている。これは前述したように、氾濫原の中央部付近の氾濫流速の方が大きくなるためである。

図-9 にはプロットした単位幅流量 $\Delta Q(z)$ の横断分布をもとに描いた多項式近似曲線を併示している。どのケースも多項式近似を用いて精度良く近似することができた。多項式近似した $\Delta Q(z)$ を積分することで左岸と右岸における氾濫流量を次式から算出することができる。

$$Q_L = \int_{B_m - B_f}^{B_m} \Delta Q(z) dz \quad (3)$$

$$Q_R = \int_0^{B_f} \Delta Q(z) dz \quad (4)$$

主流域での流量 Q_M , 両岸の氾濫流量 Q_F は次式で表される。

$$Q_T = Q_M + Q_L + Q_R = Q_M + Q_F \quad (5)$$

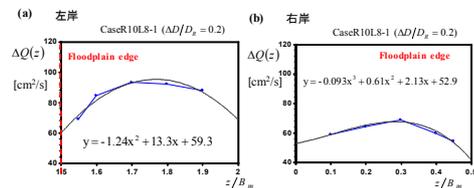


図-9 迂回流発生時の単位幅あたりの氾濫流量の横断方向プロット図

図-10 に CaseR10L8-1, CaseR10L8.5, CaseR10L9, CaseR10L9.5 and CaseR10L10-1, A_b/A (河道閉塞率)=0.65, $Fr = 0.60$ のケースにおける橋梁の上流端位置 ($x/B_m = 0$) での右岸と左岸における氾濫流量 Q_R , Q_L を示す。横軸は左岸と右岸の高低差 $\Delta D/D_R$ である。

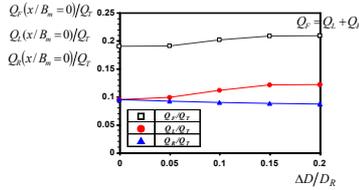


図-10 迂回流発生時の左岸と右岸の氾濫流量の変化

左岸と右岸の高低差がもっとも大きい CaseR10L8-1 ($\Delta D/D_R = 0.2$) では氾濫原高さの低い左岸に氾濫流が集中するため、左岸側氾濫流 Q_L は Q_R の 1.4 倍となった。左岸と右岸の高低差が小さい CaseR10L9.5 ($\Delta D/D_R = 0.05$) では Q_L は Q_R の 1.07 倍となった。また、左岸と右岸の高低差がない $\Delta D/D_R = 0$ のケースでは Q_L と Q_R は同じ値をもつ。

図中には兩岸の氾濫流量 Q_F を併示した。左岸と右岸の高低差がない

CaseR10L10 ($\Delta D/D_R = 0.0$) のケースではトータルの河川流量の 18% の氾濫流が左岸と右岸の氾濫流に流れ込んでいる。これにより大量の流木が捕捉された橋梁閉塞時には河川流量の 2 割程度の氾濫流が兩岸の氾濫原に流れ込む可能性があることが示唆された。左岸と右岸の高低差がもっとも大きい

CaseR10L8-1 ($\Delta D/D_R = 0.2$) のケースでは氾濫流量が大きくなり、トータルの河川流量の 21% の氾濫流が氾濫原に流れ込んでいる。

CaseR10L10-1 と比較して全体の氾濫流量が増加しているが、これにより左岸側の水位が低いため上流側の氾濫流が引き込まれている可能性が示唆される。

4. 3 迂回流による家屋破壊危険域

流木閉塞時の迂回氾濫流による家屋流出被害について考察するために、氾濫原家屋(本研究の家屋模型は 1/80 スケール)にかかる抗力を測定した。家屋が氾濫流から受ける抗力は次式で表される。

$$F = \frac{1}{2} \rho C_D U_s(x)^2 A_x \quad (6)$$

C_D は抗力係数、 A_x は家屋の水中投影面積、 U_s は家屋前面での氾濫流流速である。式(6)とフルード相似則を用いて実スケールの家屋にかかる抗力を算出し、木造家屋の破壊基準値 F_{wd} と比較する。木造家屋は 1m あたりの抗力が 1.06 tf/m を超えると破壊されるとされている(Koshimura & Kayaba(2011))。

図-11 に $Fr = 0.60$ 、 $A_b/A = 0.65$ のケースにおける左岸と右岸の高低差 $\Delta D/D_R$ に対する迂回流発生時に左岸と右岸の氾濫原の家屋にかかる抗力の最大値 F_{max} の変化を示す。抗力値は木造家屋の破壊基準値 F_{wd} で無次元化している。家屋の流下方向位置は $x/B_m = 1.0$ である。

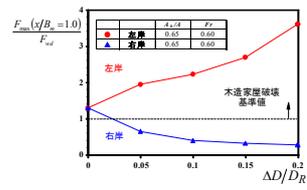


図-11 迂回流発生時の左岸と右岸氾濫原の家屋抗力最大値の変化

$\Delta D/D_R$ が大きくなるにつれて左岸氾濫原家屋にかかる抗力が増加して破壊基準値 F_{wd} を大きく上回るため、家屋流出の危険性が増している。CaseR10L8-1 ($\Delta D/D_R = 0.2$) では左岸側の家屋抗力は $F/F_{wd} = 3.6$ 程度、右岸側の家屋抗力は $F/F_{wd} = 0.3$ 程度となった。左岸と右岸の高低差が小さい CaseR10L9.5 ($\Delta D/D_R = 0.05$) でも左岸側の家屋抗力の値は右岸側と 2 倍程度となった。このことから左岸と右岸の高低差が 5% 程度であっても氾濫流を集中させ、洪水被害をより大きくすることが示唆された。

図-12(a) に CaseR10L8-1,2 ($\Delta D/D_R = 0.2$)、CaseR10L10-1,2 ($\Delta D/D_R = 0.0$) の左岸と右岸における家屋抗力の最大値の流下方向変化 $F_{max}(x)$ を示す。フルード数は $Fr = 0.60$ 、 A_b/A (ポーラス板の閉塞率) = 0.56, 0.65 である。

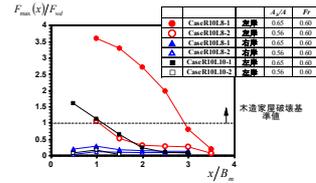


図-12(a) 左岸と右岸氾濫原の家屋抗力最大値の流下方向変化

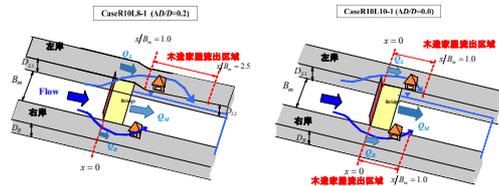


図-12(b) 迂回氾濫流発生時の氾濫被害区域

CaseR10L8 ($\Delta D/D_R = 0.2$) では河道閉塞率 $A_b/A = 0.49$ を超えると氾濫原に越流して迂回氾濫流が発生するのがみられた。

$A_b/A = 0.49$ の抗力値は小さいため図中には示していない。河道閉塞率 $A_b/A = 0.56$ のときに左岸側 $x/B_m = 1.0$ の家屋抗力の最大値 F_{max} が木造家屋の破壊基準値 F_{wd} を超え、家屋が流出する危険が大きい。 $A_b/A = 0.65$ のケースでは $1.0 < x/B_m < 2.5$ の範囲で左岸氾濫原家屋に破壊基準値 F_{wd} を超える抗力が作用する。これより、氾濫原高さの低い左岸側の氾濫危険区域(図-12(b))が流下方向まで続いていることが確認された。本研究では浸水深が大きい家屋にかかる浮力の影響を考えていないが、浮力を考慮すると家屋流出の被害域が広がる可能性がある。

これに対して、右岸側では氾濫原全域で

$A_b/A = 0.56, 0.65$ で F_{max} が木造家屋の破壊基準値 F_{wd} より小さいため、家屋流出の危険は少ないと考えられる。

4. 4 迂回流による河岸浸食実験

図-13 に $A_b/A=0.65$ ケースの迂回流による河岸原浸食過程のスナップショットを示す。 $t=9s$ で橋梁近傍において河岸浸食がみられた。時間とともに浸食域が上流側と下流側に拡大しているのが観察される。 $t=60s$ で橋梁の上流側 $x/B_m = -1.0 \sim 0.0$ が浸食され、橋梁の下流側領域は $x/B_m = 0.0 \sim 1.5$ の領域が浸食されるのが観察された。

図-14 に $A_b/A=0.49, 0.65, 0.91$ ケースの橋梁近傍の点 $x/B_m=0.0$ におけるレーザー距離計によって得られた氾濫原高さの時系列変化 $H_b(t)$ を示す。 $A_b/A=0.65$ ケースでは浸食領域は時間とともに拡大し、 $t=100s$ で深さ 7cm の河岸浸食が発生している。河岸の浸食深さは $t=0-120s$ で急激に増加し、 $t>120s$ で時間変化が緩やかになっている。このことから氾濫原浸食は氾濫初期に集中して進行することがわかった。

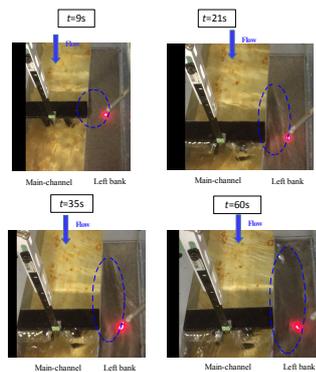


図-13 迂回流による河岸浸食過程のスナップショット

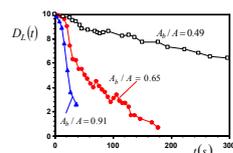


図-14 迂回流発生時の河岸高さ時系列変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 10 件)

- 1) 岡本隆明・竹林洋史・山上路生・柴山優人・戸田圭一：橋梁閉塞時の迂回氾濫流の流況特性と家屋流出被害に関する実験的研究，自然災害科学，Vol.35(3)，pp.191-201，2016
- 2) 山上路生・岡本隆明：流木の挙動安定性と橋梁閉塞に及ぼす影響に関する基礎的研究，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.72，No.3，pp.88-100，2016
- 3) 岡本隆明・山上路生・樫原義信：遊水域を利用したアクティブな流木捕捉システムに関する実験的研究，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.74，

I_673-678，2018

- 4) 岡本隆明・竹林洋史・鈴木隆太・山上路生・戸田圭一：流木集積による橋梁閉塞と迂回流の氾濫流量に関する実験的研究，自然災害科学，Vol.36(4)，pp.447-461，2018
- 5) Okamoto, T., Takebayashi, H., Sanjou, M., Toda, K. and Shibayama, Y.: Experimental study on hydraulic characteristics of detour flood-flow in a blocked river and flood damage to house, Proc. of The 4th Annual Conference on Engineering and Information Technology, Kyoto, 1327-1338
- 6) Sanjou, M., Kaneko, T., Okamoto, T., Nagasaka T. and Isobe, S.: Experimental robot for automated velocity measurement in natural rivers, Proc. of The 4th International Symposium on Fundamental and Applied Sciences, Kyoto, 983-988
- 7) Okamoto, T., Takebayashi, H., Kaneko, T. and Toda, K.: Flood-flow characteristics in a blocked river: Detour flow around a bridge, Proc. of Riverflow2016 Congress, St. Louis, pp.1869-1876, 2016.
- 8) Okamoto, T., Takebayashi, H., Shibayama, Y., Suzuki, R. and Toda, K.: Log jam formation and flood damage to house by detour flood flow around a bridge, Proc. of 12th ICHE conference, Tainan, No.08-0006, 2016.
- 9) Okamoto, T., Kashiwara, Y., and Sanjou, M. : Experimental Study on Drag Force and Pitching Moment Stability of Drifting Object, Proc. ISEAS, Osaka, pp.123-132, 2017.
- 10) Okamoto, T., Takebayashi, H., Takenaka, M., Kashiwara, Y. and Toda, K.: Driftwood accumulation and flood damage area in blocked river, Proc. Geomate2017, Tsu, pp.599-604, 2017

〔学会発表〕 (計 7 件)

1. The 7th International Conference on Water Resources and Environment Research (2016.6, Kyoto TERRSA, Kyoto) * 2 件発表：① Hydraulic characteristics of detour flood-flow in a blocked river and flood damage to house, ② Experimental study on Pitching moment stability of Driftwood
2. RiverFlow2016 (2016.7 St.Louis)
3. 平成 27 年度 京都大学防災研究所 研究発表講演会 (2016.2 京都大学宇治キャンパス) * 2 件発表：① 河道閉塞時に発生する橋梁迂回流による氾濫被害に関する実験的研究，② 河川流速の自動計測を目的とした自動制御ロボットの試作開発
4. 応用力学シンポジウム (2016.5 北海道大学)：流木の揚抗比とピッチング挙動安定性に関する実験的研究
5. 2017 関西支部年次学術講演会(2017.5 大阪工業大学)：中小河川河道閉塞時に発生する橋梁迂回流に関する実験的研究

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岡本 隆明 (OKAMOTO Takaaki)

京都大学大学院工学研究科・社会基盤工学専攻・助教

研究者番号：70599612