

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 Experimental study on Flood Damage to House by Detour Flow in a Blocked River

○岡本隆明・竹林洋史・戸田圭一・山上路生・柴山優人

○Takaaki Okamoto, Hiroshi Takebayashi, Keiichi TODA, Michio Sanjou, Yuto Shibayama

A heavy rainstorm occurred in Uji city in August 2012. A woody debris jam blocked Shizugawa River and the detour flood-flow occurred around the bridge. Consequently, the high-speed flood-flow caused bed erosion in floodplain and the house along Shizugawa River was washed away. Therefore, it is important to know flood-flow characteristics in a blocked river (mainly due to a logjam) at bridges. However, there is almost no detailed information about flood-flow characteristics and flood-damage to a house on floodplain in a blocked river. When a logjam blocks a river, flow depth increases upstream in a river and a detour flow occurs around a bridge. In August 2012, the detour flood-flow in Shizugawa River was concentrated on the left bank (the left bank height is lower than the right bank height) and the house in floodplain was washed away in a short time.

1. はじめに

近年、集中豪雨が増加傾向にあり、各地で氾濫被害が頻発している。特に中小河川は計画規模を上回る洪水に見舞われる可能性が高く、河積が小さい橋梁部では橋脚に流木などの流出物が引っかかることで河道閉塞し、橋梁を迂回する迂回氾濫流が発生する。迂回流は非常に流速が大きく、短時間で氾濫原の家屋を流失させるなどの被害が報告されている(2012年宇治市志津川¹⁾)。中小河川では経済的な理由から川幅の拡張が困難な場合が多いため、洪水氾濫時に発生する迂回氾濫流の危険箇所を正確に把握する必要がある。

橋梁の流木閉塞の研究や氾濫原家屋に作用する抗力の研究は見られるが、河道閉塞時の氾濫流の挙動や橋梁迂回流を対象とした研究はみられない。特に中小河川の水害は河川地形形状の影響を大きく受けるため、迂回流の経路、発生時間を予測することが難しく、迂回流対策が十分に実施されていないのが現状である。2012年宇治豪雨時には高水敷の低い左岸に迂回流が集中して、家屋が流出した(図-1)。そこで本研究では河川の地形を変化させ多様な条件下で実験することで、迂回流の発生条件を調べる。さらに、高水敷に家屋模型を設置し、家屋にかかる抗力を計測することで、橋梁迂回流の発生メカニズムと家屋の受ける抗力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。

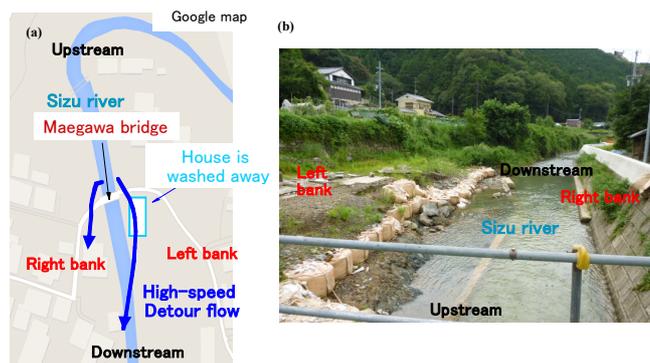


図-1 橋梁迂回流による家屋流出被害 (2012年8月宇治市志津川地区)

2. 実験装置

図-2 に実験装置図を示す。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。x=0 は河道閉塞部の流下方向位置、鉛直方向原点 y=0 は上流側高水敷底面、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。高水敷模型(塩ビ製)を水路両側に設置、低水路には幅 20cm 高さ 15cm の穴あきアルミ板(穴径 3mm)と橋模型を設置し、流木による中小河川の河道閉塞状態を再現した。流下方向の橋模型(河道閉塞部)の位置は水路上流端から 6m の位置である。低水路幅は $B_m=20\text{cm}$ 、左岸側と右岸側の高水敷幅は $B_L=10\text{cm}$ である。図-2 (b) に示すように右岸側の高

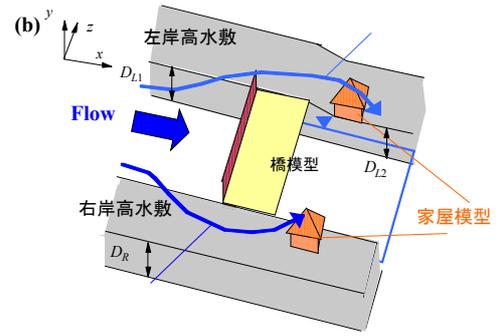
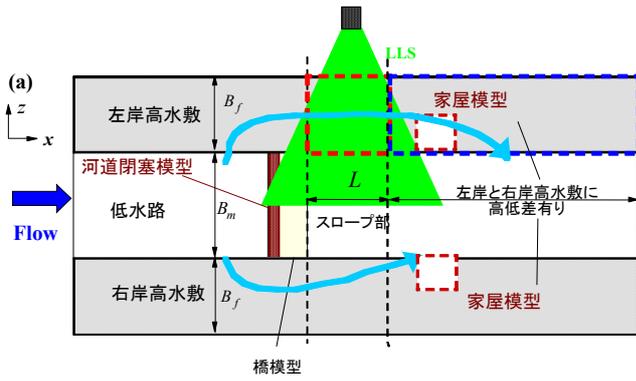


図-2(a) 橋梁迂回流の水平面 PIV 計測, (b) 高水敷模型と河道閉塞部

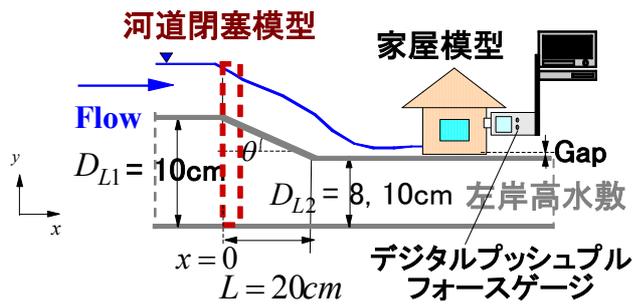


図-3 氾濫原家屋にかかる抗力計測実験

水敷高さは $D_R=10\text{cm}$ で流下方向に一樣とした。これに対して、左岸側の高水敷高さは河道閉塞部より上流側では $D_{L1}=10\text{cm}$ で流下方向に一樣であるが、河道閉塞部より下流側では高水敷高さ D_{L2} を変化させた ($D_{L2}=10\text{cm}, 8\text{cm}$)。左岸側の高水敷高さを変化させたケースでは主流方向に勾配をもつスロープ (スロープの流下方向長さは $L=20\text{cm}$) を設置した。

本研究では橋梁を迂回する氾濫流について詳細に調べるために水平面 PIV ($x-z$ 面) と鉛直面 PIV ($x-y$ 面) を導入した。水平面 PIV では図-2(a) に示すように、 $3W$ のアルゴンイオンレーザーを用いて厚さ 2mm のレーザーライトシート (LLS) を、水路側面から水路底面付近に対して平行に照射した。水路上方と水路側方から高速カメラで撮影し、流速ベクトルを算出した。

迂回流発生時の高水敷 (氾濫原) 家屋に作用する抗力を計測した。図-3 に示すように左岸と右岸の高水敷に家屋を模した柱状物体 ($5\text{cm} \times 5\text{cm} \times 5\text{cm}$) を設置し、デジタルプッシュプルゲージ ($1/1000\text{N}$) を用いて、迂回流によって高水敷家屋に作用する抗力を 120 秒間計測した。

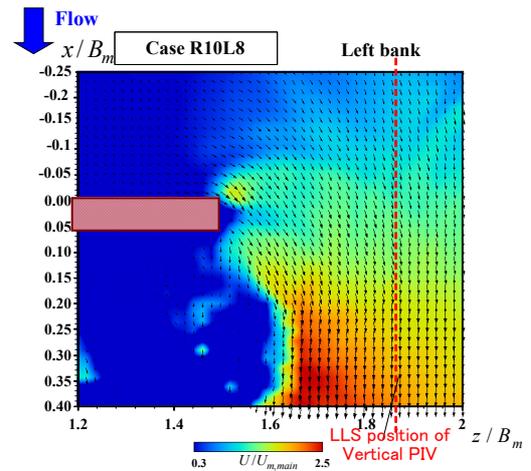


図-4 左岸部の主流速水平面コンター

3. 実験結果

PIV 計測結果を用いて河川の地形形状が大きく変化する流れ場での氾濫流の挙動について調べる。図-4 に Case R10L8 (左岸と右岸の高低差有り) の時間平均主流速 U の水平面 ($x-z$ 平面) コンターと時間平均流速ベクトル (U, W) を示す。

左岸と右岸で迂回流の強さに大きな差がみられた。図から左岸側の $x/B_m > 0$ の領域で橋梁迂回流の主流速 U が増加している。右岸側では迂回氾濫流の主流速 U が左岸側に比べて小さい。これらの結果から橋梁迂回流は河川形状の影響を大きく受け、高水敷高さが低い区域に氾濫流が集中することがわかった。

参考文献

- 1) 竹林洋史, 平石哲也, 戸田圭一, 中川一, 張浩, 東良慶 (2012): 2012年8月宇治水害調査速報, 自然災害科学 *J.JSNDS* 31-3233-244