

氾濫台模型実験と数値解析を用いた建物への浸水が氾濫過程に及ぼす影響の評価  
 Evaluation of the effects of floodwater infiltration to buildings on inundation processes  
 employing physical experiments and numerical simulation

○藤森健人・川池健司・山野井一輝・中川 一

○Kento FUJIMORI, Kenji KAWAIKE, Kazuki YAMANOI, Hajime NAKAGAWA

This study performed physical experiments on inundation process with urban-area model and also performed two kinds of numerical simulation to evaluate the effects of floodwater infiltration to buildings. Two kinds of simulation are building-inundation model with unstructured mesh and MLIT-manual model with structure mesh. Building-inundation model calculates floodwater infiltration by Torricelli's theorem on the boundaries of buildings and non-buildings. The results of simulation of building-inundation model imply that building-inundation model can reflect the layout and inundation process of buildings. Although MLIT-manual model cannot reflect the effects of buildings, this model can calculate quickly because of large-meshed structured grids. Building-inundation model requires a lot of unstructured grids. A model which has large-meshed grids like MLIT-manual model and accurately reflects inundation of buildings should be developed.

1. はじめに

近年、洪水氾濫は増加傾向にあり、より高精度の氾濫解析手法を開発することは重要であると考えられる。国土交通省が公表している「洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版)」<sup>1)</sup>には、構造格子を用いた標準的な解析手法が記載されているが、この手法では建物の浸水が時間をかけて進行することを考慮できていないとして、藤森ら<sup>2)</sup>は建物への浸水を表現したモデル(以下、建物浸水モデル)の開発を試みた。しかし、複雑な建物配置での適用には至らず実用性は不透明である。

本研究では、複雑な建物配置を持つ市街地模型にて建物への浸水を考慮した実験を行い、その再現計算を藤森ら<sup>2)</sup>のモデルを用いて行った。さらに「洪水浸水想定区域図作成マニュアル(第4版)」に記載されている手法(以下、国交省モデル)による計算も行い、結果の比較と各モデル内の建物浸水の扱い方による影響について考察する。

2. 実験概要

宇治川オープンラボラトリーにある氾濫台上に図1のように建物模型を並べることで市街地領域を形成する。建物模型は7種類あり、すべて塩化ビニル板の矩形枠組である。浸水を表現するため、大型建物模型を除く全模型の側面に、床面から高さ7mmの位置に40mm間隔で直径4mmの穴を開

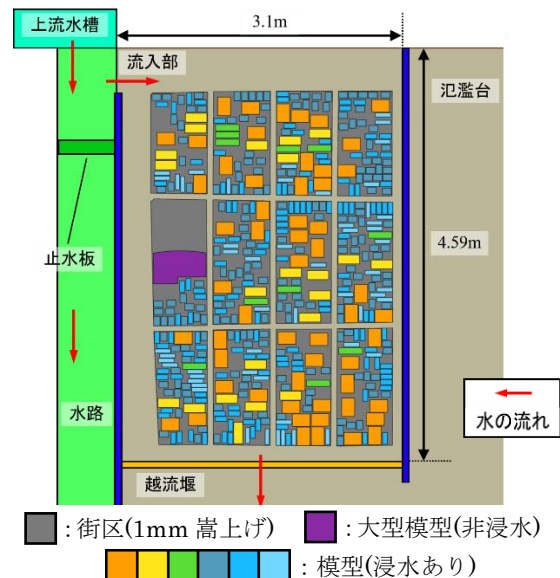


図1 氾濫台の市街地領域とその建物配置

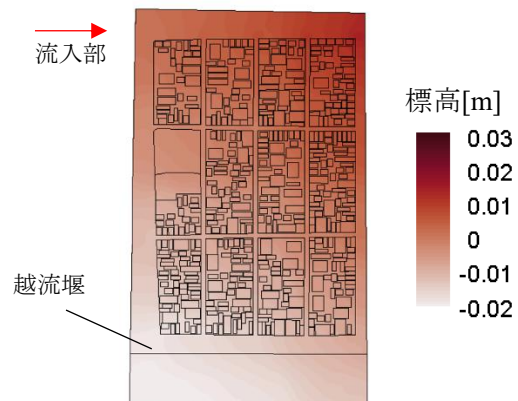


図2 市街地領域の標高分布

けている。図1中の越流堰は高さ1cmであり、流入部は幅40cmである。止水板を取り付けると流入部から氾濫水が流れ込み、越流堰を越えて流出する。本実験では流入流量を2.8L/sとし、氾濫の様子を氾濫台の鉛直上方から撮影する。なお、市街地領域の標高分布は図2の通りであるが、街区の範囲は床面と同質の1mmアクリル板を敷くことで嵩上げする。

### 3. 氾濫解析概要

建物浸水モデルと国交省モデルの2手法で二次元氾濫解析を行った。建物浸水モデルは、川池<sup>3)</sup>の非構造格子による解析を基本とし、建物格子と非建物格子の境界では藤森ら<sup>2)</sup>のトリチェリの定理を用いた建物浸水計算を適用することで、建物浸水が徐々に進行するモデルである。国交省モデルは矩形構造格子を用いたモデルで、各格子に空隙率や抗力係数を作用させることで建物の存在を考慮している。いずれの氾濫解析も対象領域は実験で作成した市街地領域であり、40cm幅の流入部に常時2.8L/sを与え、下流端からのみ流出する。

### 4. 結果と考察

流入開始から30秒経過時点の実験模型上方からの画像を図3に、氾濫解析による氾濫域を図4に示す。なお、実験では水を青く着色している。実験では、流入部付近で建物に浸水しながら氾濫が進行したが、下流では道路に沿う流れが大きく街区に流れ込む量は少ないことが確認された。実験の建物配置をそのまま反映した建物浸水モデルでは、上流・下流ともに街区内の建物の隙間に流れ込む様子が見られ、実験とは異なり図中左側にしか氾濫水が及ばなかった。これは実験では表面張力の影響が大きくなり、建物の裏や隙間に流れ込むにくいことが理由と思われる。流入部付近の水深分布や浸水した建物はおおよそ再現された。国交省モデルでは、複雑な建物配置は反映されず集散的に扱われるため、建物の集中する領域中央部はただ抵抗が大きい格子として捉えられる。そのため中央部には氾濫水は流れにくく、領域縁辺に沿って流下する様子が見られる。

### 5. まとめ

複雑な建物配置の市街地模型を用いて実験を行い、その領域に2種類の氾濫解析を適用して結果の比較を行った。建物浸水モデルは複雑な建物配

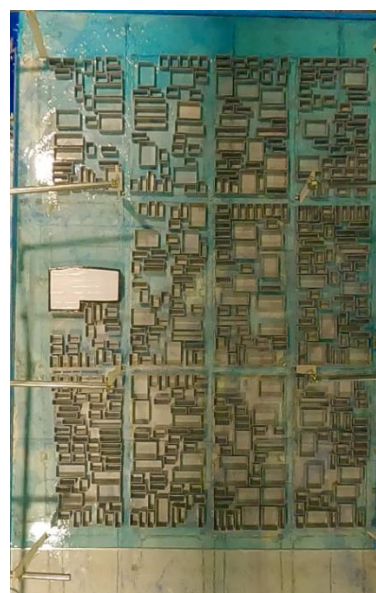


図3 実験による氾濫域

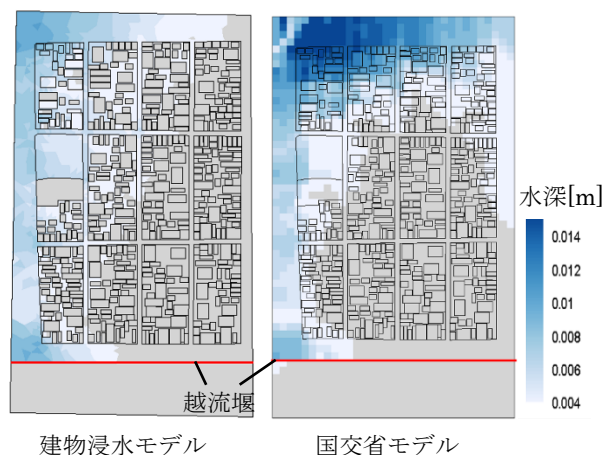


図4 氾濫解析による氾濫域

置に対応し、浸水の様子がおおよそ再現できるが、極端に格子数が多いことを踏まえると実用性が高いとは言えない。そのため、今後は国交省モデル程度の粗いメッシュを用いながらも建物の配置や浸水を表現できるモデルの開発が必要となる。

### 参考文献

- 1) 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課 水防企画室, 国土技術政策総合研究所 河川研究部 水害研究室: 洪水浸水想定区域図作成マニュアル (第4版)
- 2) 藤森健人, 川池健司, 山野井一輝, 中川一: 建物内部への浸水を考慮した氾濫実験と基礎的な数値解析モデル検証への適用, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.76, 2020.
- 3) 川池健司: 都市における氾濫解析法とその耐水性評価への応用に関する研究, 京都大学学位論文, 2002.

