

建物群を用いた市街地氾濫解析の透過係数に関する実験的検討

岡山大学	学生会員	○下間	智博
岡山大学	正会員		赤穂 良輔
岡山大学	フェロー会員		前野 詩朗
岡山大学	正会員		吉田 圭介
岡山大学	学生会員		小川 俊

1. 序論

近年、全国各地で集中豪雨による深刻な氾濫被害が発生しており、ハード整備だけでなくソフト面の防災対策の拡充が重要な課題となっている。ソフト対策には氾濫の数値シミュレーションが非常に有効なツールであり、精度の高い市街地氾濫解析によって、市街地域の氾濫水の挙動と危険度を事前に把握し、適切な防災を講じることが重要である。

氾濫水の挙動を精度良く予測し、かつ広範囲の領域における氾濫解析を実施するためには、市街地内の建物や道路の配置を効果的に考慮できるモデルを用いる必要がある。本研究では、赤穂ら¹⁾が提案した主要道路のみ再現し、従来の粗度ではなく、領域内の構造物の密集度を考慮した透過係数をもつ半透過壁を用いて、市街地のレイアウトを効率的に表現する氾濫解析モデルに着目し、従来経験的に与えられていた透過係数を基礎的な室内実験及び数値解析から検討した。

2. 模型実験

図-1, 2 に概略図を示す。市街地のレイアウトは1辺0.5 mの正方形の建物群に表現している。主要道路は一律0.1 m、建物群内道路幅を一律5 cmとし、建物群内に設置する建物模型は図-2 に示す7つの配置パターンについて検討した。建物模型は水路に両面テープで固定した。

表面流速は、図-1 のように水路上空に設置したハイスピードカメラで撮影し(240fps, 2 秒間)、PIV 解析より求めた。図-2 の青枠、赤枠、緑枠は撮影範囲を示している。また、水深は、図-2 の黄色で示す観測線に沿ってポイントゲージで縦断的に測定した。

3. 数値解析

本研究では仮想的な透過壁をもつ建物群モデルを採用した。本モデルでは、主要な道路の側線と格子線を一致させ、次式よりフラックスを与える。

$$Q = C \times \frac{h_{in} + h_{out}}{2} \sqrt{2g(h_{out} - h_{in})} \quad (1)$$

ここで、 S_p は透過面積、 V_p は透過速度、 h_{out} と h_{in} はそれぞれ境界線の外側と内側の水深、 B は当該セル境界長さである。また、 C は透過係数を表している。

ここで、式(1)を用いた場合、建物群内への浸水が進み、建物群内と主要道路内の水深が一致した時点で、建物群内への流入が生じず、不透過壁として作用することになる。実際には、浸水後も建物群内の水は流動するため、式(1)のみでは、主要道路内の水量が過大となると考えられる。

そこで、本研究では、建物群壁を式(1)に示した半透過壁および図-4 に示すスリットを設定することで、市街地レイアウトを効率的に表現できるモデルを検討することとした。スリット部分では、通常の浅水流方程式に基づいて通過フラックスを計算する。また、スリットの開口率を r とし次式より与えた。

$$r = \frac{d}{D} \quad (2)$$

$$d = \sum w \quad (3)$$

ここで、 d はスリット幅、 D は建物群1辺の長さ、 w は建物群内の縦断道路幅を表している。計算条件を表-1 に示す。

4. 結果と考察

各ケースにおける水深の計測データを図-5, 6 に示す。図-5 と図-6 を比較すると図-6 では占有率が変化しても、縦断水位の違いはない。また図-5 のケースで変化している条件は縦断方向の道路の本数と占有率である、このことから縦断水位に影響してくるのは占有率ではなく、建物群内の縦断方向の道路の本数が影響している。

図-7 に C.case4 における解析結果と実験結果の比較を示す。解析に用いる透過係数 C を変化させ、実験結果と同じ箇所での計算結果との差を出し、それらの和が最小となる透過係数 C を求めた。それぞれの実験ケースに適した条件を表-2 に表しており、縦断道路の本数と開口率が対応していることがわかる。また表-3 は C.case4 のモデルのメッシュサイズを粗くして計算し、実験ケースに

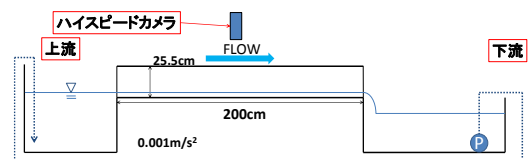


図-1 実験水路の側面図

キーワード 建物群、市街地氾濫解析、模型実験

連絡先 〒700-0081 岡山市北区津島中3-1-1 岡山大学大学院環境生命科学研究科

T E L 086-251-8151

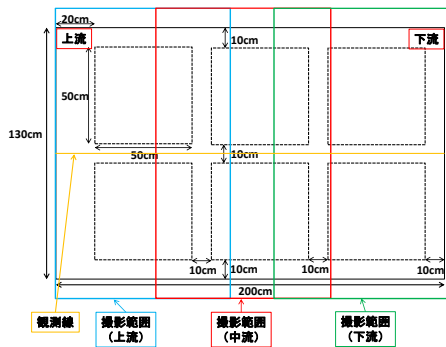


図-2 実験水路平面図

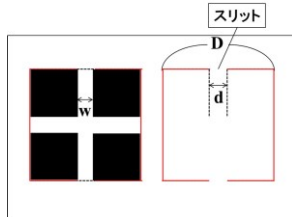


図-4 スリットモデル

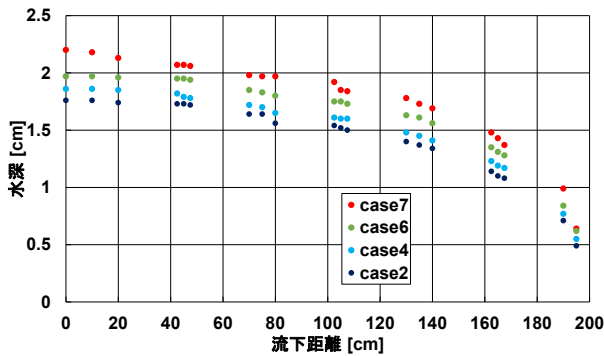


図-5 実験縦断水位比較 横1本

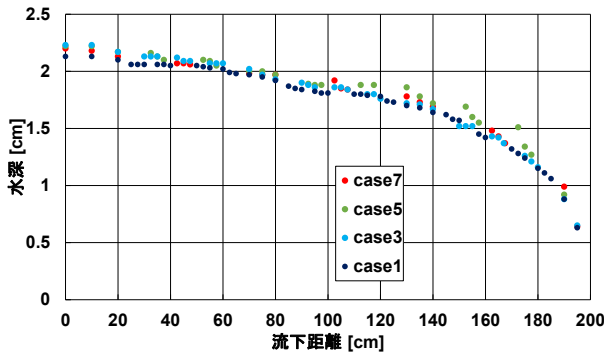


図-6 実験縦断水位比較 縦1本

適した条件を表している。メッシュサイズを粗くすることにより最も再現性が高くなる開口率，透過係数が変わっていることが分かる。今後，格子サイズについての検討を行う必要がある。

5. 結論

本論文では模型実験を行い，建物群を用いた市街地氾濫解析の透過係数に関する実験的検討を行った。得られた結論は以下の通りである。

今回の実験より建物群内に存在する建物群内の縦断道路は水の流れに大きく影響し，横断道路はほとんど影響がないことが示された。また，建物群内の縦断道路が増

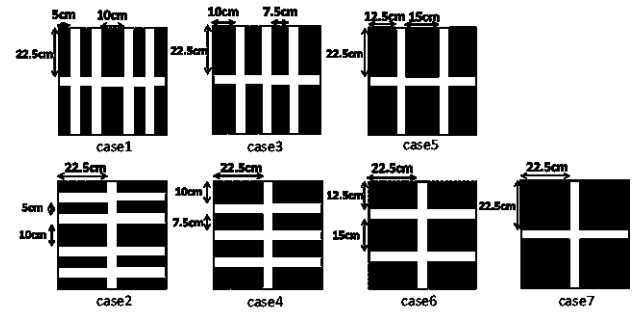


図-3 建物配置ケース

表-1 計算条件

		透過モデル	スリットモデル
C.case1	建物モデル	-	-
C.case2	建物群モデル	○	-
C.case3	建物群モデル	○(側壁 $c=0$)	○

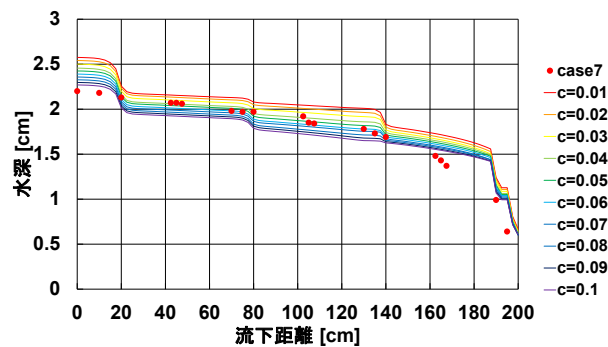


図-7 C.case4 $r=0.1$ 水深比較

表-2 透過係数 メッシュサイズ(細)

実験ケース	縦断道路(本)	開口率 r	透過係数 C
case7	1	0.1	0.06
case6	2	0.2	0.06
case4	3	0.3	0.05
case2	4	0.4	0.09

表-3 透過係数 メッシュサイズ(粗)

実験ケース	縦断道路(本)	開口率 r	透過係数 C
case7	1	0.2	0.05
case6	2	0.3	0.04
case4	3	0.3	0.1
case2	4	0.4	0.09

えると，主要道路の水深が下がることが示され，解析モデルに縦断道路の影響を考慮したものが必要と考える。また今回の数値解析の結果より透過モデルだけでは不十分であり，スリットモデルと組み合わせることにより実験値と数値計算の値が合うことが示された。

透過係数の検討においては，細かいメッシュサイズで計算したときに合致する透過係数と粗いメッシュサイズで計算したときに適する開口率，透過係数に差異が生じたため，今後，開口率，透過係数および格子サイズに関する更なる検討が必要である。

参考文献

- 1) 赤穂良輔，石川忠晴，張秋松：半透過建物群モデルを用いた釜石市街地の津波氾濫解析，日本流体力学会年会，2015。