

急斜面上の市街地を対象とした氾濫解析モデルの適用性の模型実験による検証

岡山大学 学生会員 ○小川 俊
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

1. 序論

平成 26 年 8 月 19 日から 20 日の豪雨災害により、広島市安佐南区の八木地区では大規模な土石流が発生し甚大な被害を受けた¹⁾。同地区は急斜面上に位置しており、災害時は道路上に激しい流れが発生した²⁾ため、避難が困難な状況であった。このような急斜面上の市街地における常流場と射流場が混在する氾濫流況を考慮した避難計画については十分な検討がなされていない。

近年、我々は三角形非構造格子を用いた二次元浅水流モデルで建物形状まで解像した氾濫解析を実施しており³⁾、本解析モデルで土砂災害発生前の市街地の流況を予測することが避難計画の策定に有効であると考えた。ただし、これまで本解析モデルを急斜面上の市街地へ適用していないため、再現性を検証する必要がある。

そこで、本研究では急斜面上の市街地における氾濫流況を対象とした模型実験を実施し、本解析モデルの適用性について検証した。

2. 模型実験

図-1, 2 に模型実験の概要を示す。長さ 6m×幅 40cm×高さ 60cm の直線水路内に急斜面上の市街地模型を設置し、上流側より一定流量を与えた。建物模型の配置は直線と曲線の 2 種類とし、それぞれ斜面の勾配を 1/10 と 1/6 とした計 4 ケース行った。表-1 に実験条件を示す。

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(960fps, 2 秒間)、PIV 解析より求めた。図-2 の青枠と緑枠は撮影範囲を示している。また、水深は、図-2 の紫線で示す観測線に沿ってそれぞれ 3 断面を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、文献³⁾と同様に三角形格子における有限体積法を用いて二次元浅水流方程式を離散化した。計算格子は格子生成ソフト SMS9.0 を使って作成し、格子サイズは約 1.25cm とした。また、建物境界および水路側壁には non-slip 条件を与え、上流端は一定流量、下流端は流出境界とした。解析結果には流況がほぼ定常となるまで助走計算を行った後の瞬間値を用いた。

4. 結果と考察

図-3, 4 に縦断的な水深分布の比較を示す。それぞれ

点が実験結果、実線が計算結果、点線が実験と計算の誤差を示しており、赤色が 1/10 勾配、青色が 1/6 勾配である。いずれのケースにおいても、流れの三次元性が強くなる水衝部では再現性が落ちるものの、各断面での水面形は概ね実験結果とよく一致している。水路と建物の面積比は直線配列と曲線配列で等しくなっているが、平均水深は Case2 の方が高くなっており、建物配置により抵抗の大きさが違うことが明らかである。これは建物の影響を粗度で表現する従来のモデルでは考慮できないため、本解析モデルの有効性が示された。

図-5, 6 に水深平均流速ベクトルを示す。直線分布では道路上は一様に射流場になっており流速が非常に大きくなっている。一方、曲線分布は流況が複雑化し、射流場と常流場が混在している。また、全体的に流速は小さくなる傾向が確認できる。急斜面における避難計画には、浸水深だけでなく流況まで考慮する必要性が示され、市街地のレイアウトを合理的に表現できる本解析モデルは有効であると考えられる。ただし、PIV 解析結果と計算結果は直線分布ではよく一致しているが、曲線分布はやや差異が大きい。特に PIV 解析の撮影範囲境界付近で非合理的な流向を示している。今後、本解析モデルの流況の再現性を検証するために、PIV 解析の撮影範囲および画像処理方法について改善する必要がある。

5. 結論

本研究では、急斜面上の市街地を対象に氾濫の模型実験とその解析を行い、氾濫解析モデルの再現性を検証した。得られた結論は以下の通りである。

本解析モデルは、水深については水衝部を除き概ね良好に再現可能である。また、流速については PIV 解析の精度が低いため、再現性の検証が十分ではないが、建物を表現することで合理的に流況を再現できていると考

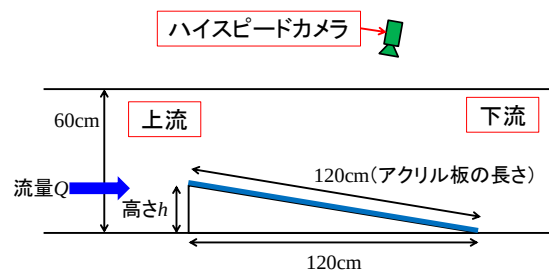


図-1 実験水路の側面図

キーワード 急斜面, 氾濫解析, 二次元浅水流モデル, 模型実験

連絡先 〒701-0304 都窪郡早島町早島 3145-5

T E L 086-483-1195

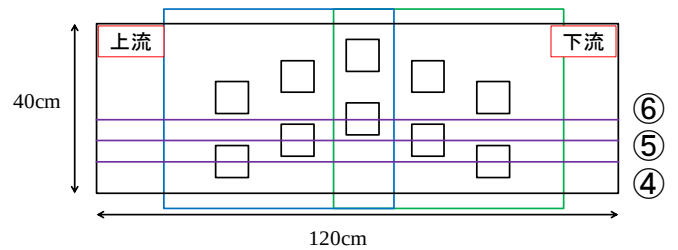
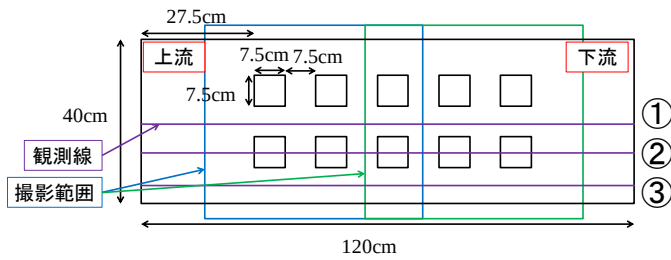


図-2 建物模型の配置（直線配置（左）と曲線配置（右）で左端を上流端とした。）

表-1 実験条件

	勾配	高さ h (cm)	建物配置	流量 Q (l/s)
Case1	1/10	120	直線	5.25
Case2	1/10	120	曲線	5.25
Case3	1/6	200	直線	3.73
Case4	1/6	200	曲線	3.73

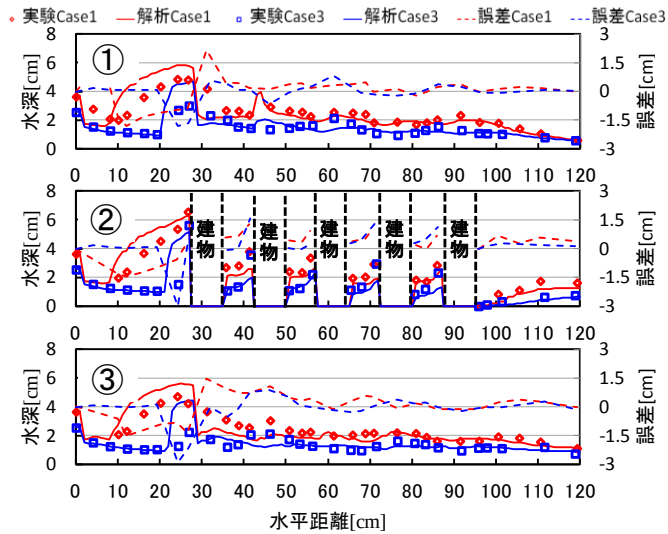


図-3 水深の縦断分布（直線配列）

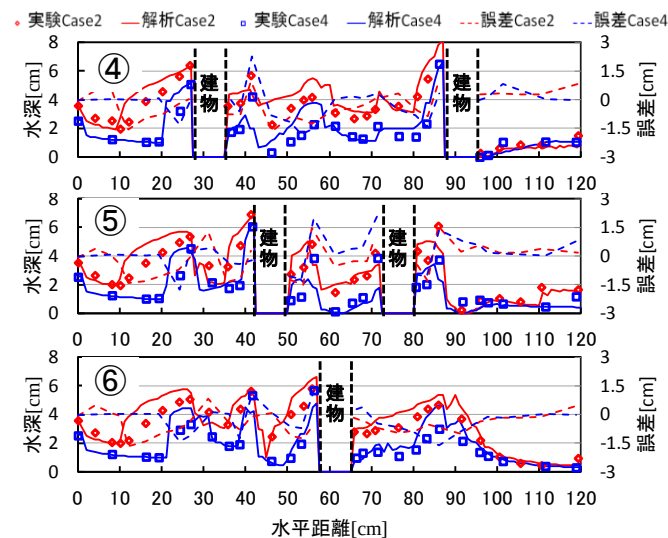


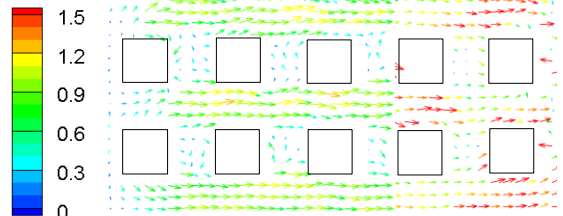
図-4 水深の縦断分布（縦断配列）

えられる。今後、PIV 解析の改良を行い、流速の再現性について詳細に検討するとともに、現地へ適用し、避難計画の作成方法について検討する予定である。

参考文献

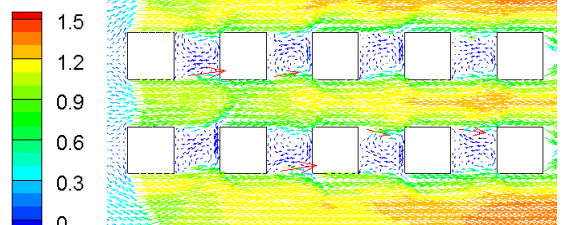
1) 水工学委員会災害調査団(2015)：平成26年8月広島豪雨災害調

Vel[m/s]



(a) PIV 解析結果

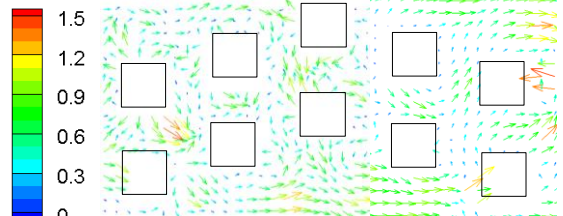
Vel[m/s]



(b) 計算結果

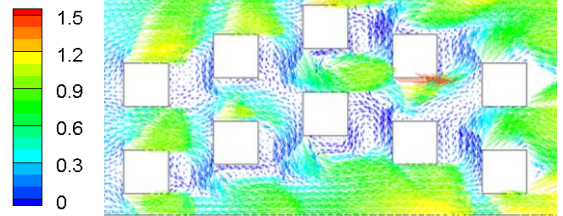
図-5 Case1 の PIV と解析の流況比較

Vel[m/s]



(a) PIV 解析結果

Vel[m/s]



(b) 計算結果

図-6 Case2 の PIV と解析の流況比較

査報告書

- 2) 砂防学会 2014 年 8 月広島大規模土砂災害緊急調査団広島市防災士ネットワーク (2015)：平成26年8月20日広島豪雨災害体感集
- 3) 赤穂良輔ら (2015)：岩手県釜石市街地における 2011 年東北地方太平洋沖地震津波の氾濫解析，土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 71, No.1, pp.16-27, 2015.