

○八木健太郎*, 田代喬**, 戸田祐嗣*

*名古屋大学大学院工学研究科, **名古屋大学減災連携研究センター

1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変動により、洪水外力・氾濫被害の増大が懸念されている。洪水氾濫対策の検討に有効な数値解析は、堤内地の地形や道路・建物を精密に表現可能な高解像度空間情報によって精度が向上する。しかし、河川の氾濫には実績データが少ないことから、解析結果の再現性を評価することは難しい。本研究では、最大浸水深と流体力の2つの指標から解析結果の精度の向上を目指し、それぞれの特性や、実績データの少ない状況における氾濫解析のあり方について考察した。

2. 対象領域

本研究では、2000年9月東海豪雨における新川破堤の外水氾濫を対象とした。東海豪雨により、新川流域では、3箇所破堤し、内水氾濫を含んだ総氾濫面積では約19km²に及ぶ深刻な浸水被害となった(愛知県河川堤防緊急強化検討会)。本研究では新川左岸部の破堤を取り扱う。当該箇所の破堤は、延長約100mに達し、この外水氾濫入による氾濫面積は約5km²と推定されている(武田ほか, 2003)。図-2.1に新川流域浸水実績図(新川流域総合治水対策協議会, 2005)を示す。図中には流域において東海豪雨時の実績最大浸水深がいくつか示されている。



図-2.1 新川流域浸水実績図

表-3.1 解析条件

| 項目 | 概要 |
|-------|--|
| 氾濫流量 | 愛知県河川堤防緊急強化検討会による実績データと再現計算から推定 |
| 格子サイズ | 5m×5mの矩形構造格子 |
| 地盤高 | 基盤地図数値標高モデル(5m)(国土地理院) |
| 建物占有率 | 基盤地図情報(国土地理院)の道路ライン、建築物ポリゴンデータから作成 |
| 粗度 | 計算領域内一様条件。n = 0.03, 0.1, 0.2, 0.3の4ケース |
| 初期条件 | 破堤前の越水開始時点を t = 0 s |

3. 方法

本研究では、氾濫解析にiRIC Nays2D Flood (iRIC Project)を用いた。計算条件は表-3.1に示すとおりである。氾濫流量は越水開始時刻をt=0sとしてハイドログラフを図-3.1に示す。建物占有率は道路に囲まれた区間を1つの街区として、街区に占める建物の面積割合をArc View 10.3 (ESRI ジャパン)で算出した。

4通りの粗度係数を入力した解析結果において、最大浸水深・流体力をそれぞれ指標とし、精度の高いと思われる粗度の値を選出する。流体力の実績値に関しては、木造家屋の倒壊等限界図(国交省, 2015)と実際の家屋被害状況(名大, 2015)を照合して推定する。最大浸水深を比較する地点は、新川流域総合治水対策協議会(2005)に実績値が記載された8地点、流体力は名大(2015)により家屋が半壊した1地点において比較する。また、倒壊限界図の妥当性を確認するために、土木学会・地盤工学会合同調査団(2016)を参照し関東・東北豪雨時の鬼怒川氾濫において、家屋被害が生じた地点の流体力を合せてプロットした。

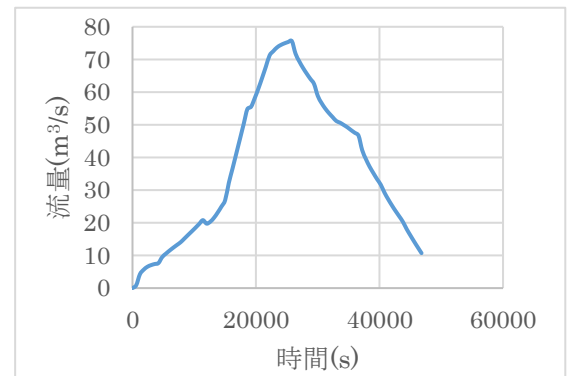


図-3.1 氾濫流量グラフ

4. 結果と考察

図-4.1にそれぞれの粗度の値における各地点の最大浸水深を縦軸に解析値、横軸に実績値を用いて示す。地点ごとに、実績値と解析値の大小関係にばらつきがあることが分かる。また、破線はそれぞれのケースの線形近似を示し、 y （縦軸）と x （横軸）の関係式を併記した。傾きに注目すると、粗度の値が大きくなるごとに最大浸水深の解析値は大きくなり、近似線の傾きは1に近づくことから、粗度係数が $n=0.3$ のとき、最も再現性が高くなった。

図-4.2には、国交省（2015）に掲載されている家屋被害と流体力の関係に本解析の結果を併記して示す。佐藤等の曲線は、流速の2乗と浸水深の積が $1.5 \text{ (m}^3/\text{s}^2)$ となる曲線で、これを超えると家屋に被害が生じることを表す（佐藤ほか、1989）。鬼怒川の4点はそれぞれ大きく家屋被害を受けた地点の流体力を示しており、倒壊、滑動などの家屋被害が生じていることが確認された。新川の氾濫解析（4ケース）では、粗度係数が0.03のときのみ、家屋被害の発生領域に位置する様子が確認された。

以上から、最大浸水深を実績値に近づけるための粗度係数は、 $n=0.3$ と推定された一方、家屋の破壊状況を鑑みた関係によると、 $n=0.03$ とする解析の方が実態に即した結果を示した。後者では、家屋被害状況という定性的な関係に依拠しているが、流体力を指標にとることで浸水深・流速を要素として含めることが可能である。過去に生じた水害を扱う場合、痕跡水深などの最大浸水深を基準としてフィッティングした解析結果では、流体力を過小評価する可能性が高いことが分かった。氾濫流による堤内地の構造物への被害想定などを行う場合には、家屋被害状況からの流体力逆推定も検討に値すると言えよう。

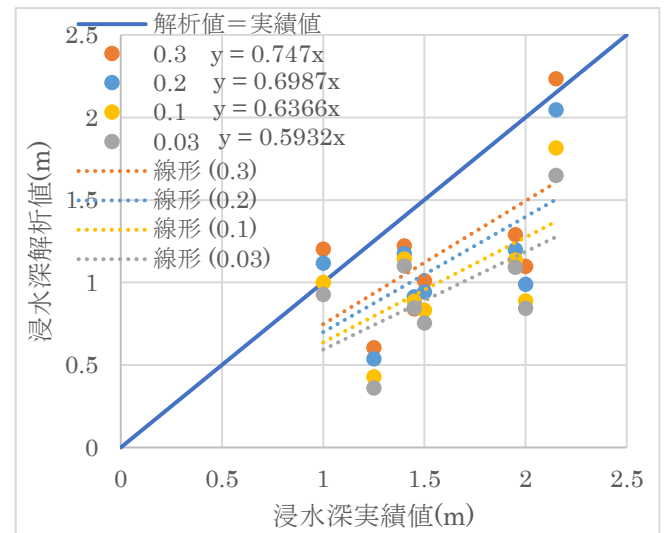


図-4.1 最大浸水深の解析精度

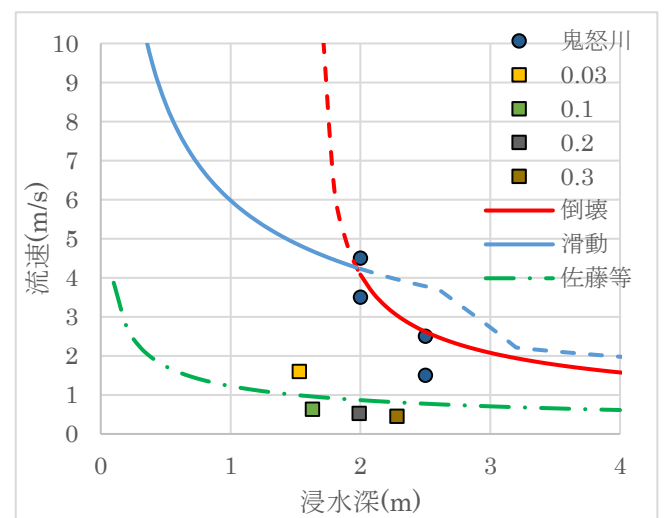


図-4.2 家屋被害と流体力の関係

<参考文献>

愛知県河川堤防緊急強化検討会：愛知県河川堤防強化緊急強化検討会報告書。

iRIC Project : Nays2D Flood, <http://i-ric.org/ja/software/7/>.

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（2015）：洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）。

国土交通省国土地理院：基盤地図情報サイト，<http://www.gsi.go.jp/kiban/>。

佐藤智・今村文彦・首藤伸夫：洪水氾濫の数値計算及び家屋被害について—8610号台風による吉田川の場合，第37回水理講演会論文集，pp.331-336，1989。

新川流域総合治水対策協議会（2005）：新川流域浸水実績図。

武田誠・松尾直規・山中威士・山口義一・中村昌允（2003）：東海豪雨における庄内川の洪水解析，水工学論文集，第47巻，pp.901-906。

名古屋大学減災連携研究センターライフライン地盤防災寄附研究部門（2015）：平成26年度調査・研究活動報告書。

2015年関東・東北豪雨災害 土木学会・地盤工学会合同調査団関東グループ（2016）：平成27年9月関東・東北豪雨による関東地方災害調査報告書。