

氾濫解析における小河川と下水道の影響に関する研究

中部大学大学院工学研究科建設工学専攻 学生会員 ○ケン インヒ
 中部大学工学部都市建設工学科 正会員 武田 誠
 中部大学工学部都市建設工学科 フェロー 松尾 直規

1. はじめに

近年、局地的豪雨や洪水時の破堤による浸水被害が多く見られる。例えば、2016年8月31日には、台風10号の影響によって北海道南富良野町で空知川の堤防決壊による氾濫が生じ、200人が孤立状態になった¹⁾。仮に大都市で大規模な洪水氾濫が生じた場合、氾濫水は小河川、下水道システム、地下鉄や地下街などの地下空間施設を伝って、拡がることが考えられる。大規模な浸水を対象とする場合、計算領域や計算時間が多大となること、全体の浸水現象に対して相対的に影響が小さいと考えること等から、小河川や下水道システムの影響は無視されて計算される事例も多い。豪雨による内水氾濫の再現計算では、小河川や下水道システムの影響が解析結果に大きく反映されるので、その水理を解く物理モデルが開発されている。本研究では、名古屋における大規模浸水を対象として、地下鉄や地下街を考慮し、小河川を堤防高までの地盤高格子（河川は満水と仮定）とする解析を基礎として、そのモデルに小河川と下水道システムにおける氾濫水の挙動のモデル化を加えて解析を行い、大規模浸水に対する小河川や下水道システムの影響について検討する。

2. 解析の概要

本研究では洪水流を1次元不定流モデル、地表面氾濫流をデカルト座標の平面2次元不定流モデルで解析し、互いを越流公式で接続している。また、地下鉄線路の水の挙動はスロットモデルを考慮した1次元不定流モデルで表現している。なお、紙面の都合上、詳細は武田・西田ら²⁾を参照されたい。地表面氾濫域の計算では25m幅の計算格子を用い、取り扱った小河川が掘り込み河川であるので、河川格子には周辺の地盤高の最大値を与えている。

(1) 小河川のモデル化

小河川の水理を考慮する場合、荒子川、中川運河、堀川、新堀川の断面データに基づき、格子の地盤高を下げた河床高とし、水の挙動は平面2次元不定流モデルで解析した。小河川格子では氾濫水の流入後小河川格子を流下し、越水が生じた場合には、氾濫域に水が拡がることになる。また、荒子川と中川運河の各河口には水門が設置され、小河川の水位を調節するためのポンプ所が存在する。本解析では、各ポンプ所の排水能力に基づき、小河川の水位が維持水位を超える場合には、この2箇所から氾濫水を排出した。堀川、新堀川の大部分は感潮河川であり、名古屋港の潮位変動の影響を受ける。本モデルではこのような水理現象も表現している。

(2) 下水道システムのモデル化

下水道内の水理は、満管流れと開水路流れが共存するので、スロットモデルを考慮した1次元不定流モデルを用いて表す。なお、下水道管線は約10mの格子で分割し、簡単のため矩形断面とする。下水管の余水吐で河川へ自然排水され、さらに、ポンプによる排水も存在する。

3. 解析条件

ここでは、庄内川の破堤による名古屋市内の浸水を対象とする。庄内川上流端流量には計画高水流量を想定し、2011年9月19日20時～21日8時の庄内川志段味と矢田川瀬古の流量の合算値の1.3倍を洪水流量（ピーク流量：4400 m³/s）として与えた。また、河川の下流端水位には当時の名古屋港潮位を与えた。上流端流量のピーク時間（計算開始後19時間）と名古屋港の大潮の最大潮位時間を合わせ、このピーク時間に100m幅で河口から15km地点の左岸側の堤防が破堤する。破堤は破堤箇所の堤防天端が堤内地の地盤高に置き換わることで表現した。中川運河と荒子川では、平常時水位がT.P-1.212mとT.P-2.71mであり、維持水位（T.P-1.012mとT.P-2.11m）を超える場合は河口ポンプ所が一定流量（15 m³/sと59.3 m³/s）で排水する。また、

下水道は管径 100mm 以上のものを対象とし、余水吐およびポンプ施設により周辺の河川へ排水される。

なお、本研究では、小河川を陸域格子としたものを「基本」とし、小河川の水理を考慮したものを「小河川考慮」、小河川と下水道の水理を考慮したものを「下水道考慮」と記した。

4. 解析結果および考察

まず、基本と小河川考慮の比較を行うことで、小河川を考慮することの氾濫計算上の特徴を明らかにする。図-1 に基本と小河川考慮の最大浸水深の分布を示す。破堤箇所から中川運河までの地域には浸水深の違いはみられないが、破堤箇所から離れた地域には浸水深の違いがみられ、基本の結果は浸水深を大きく見積もる結果となっている。

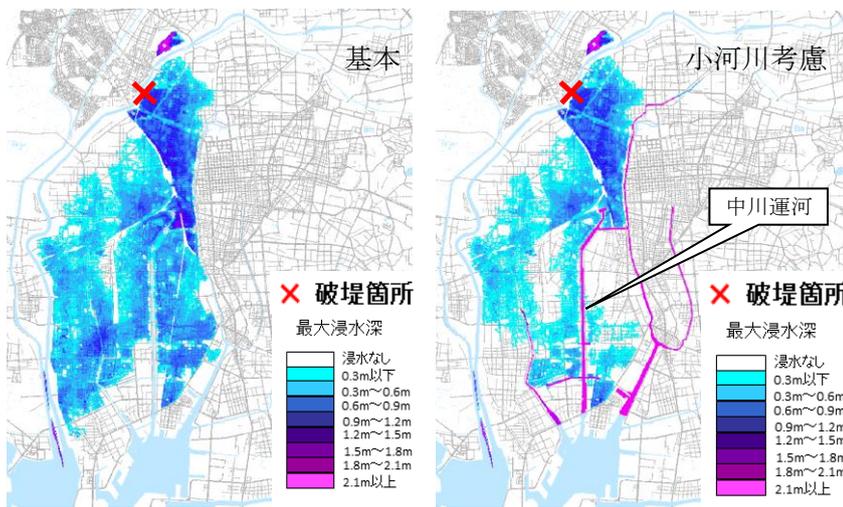


図-1 基本と小河川考慮における最大浸水深

下水道考慮の場合、下水道内の浸水は地上の浸水よりも遠方に拡がり、地表面浸水の結果は、河川考慮の場合と同様であった。また、地上の氾濫水量の時間変化を図-2 に示す。本図から氾濫初期の様子は、3つのケースとも同様の傾向を示しているが、途中から3つに分かれ、基本の条件よりも小河川考慮の方が河川へ流下することから氾濫水量は低下し、河川への排水機能を持つ、下水道を考慮した方がさらに氾濫水量は低下することが分かる。これらは、定性的な観点から妥当な結果である。さらに、図-3 は、計算終了時の地表面の氾濫水量と地下空間（地下街・地下鉄駅と地下鉄線路）の浸水水量を示している。本図から、計算終了時は地表の氾濫水量には変化がみられるが、地下空間の水量は同程度であることが分かる。

5. おわりに

本研究で得られた成果をまとめれば以下のとおりである。

- 1) 小河川を考慮する場合、破堤箇所から小河川までの浸水の広がりには変わりなかったが、河川への流入により氾濫水の拡がりが低下し、川を渡って新たな浸水が生じることが示された。
- 2) 小河川を含めて下水道を考慮する場合、小河川を含めた場合と同様の結果となったが、排水が早く進む特徴も示されていた。
- 3) 地下空間への浸水量には、大規模な浸水深が大きく影響するので、それぞれの取り扱いにおける差異は小さい結果となった。

参考文献

- 1) 毎日新聞ホームページ, 台風10号 北海道にも被害 南富良野町で空知川堤防決壊
<http://mainichi.jp/articles/20160831/k00/00e/040/215000c> (2015年9月27日確認)
- 2) 武田 誠・西田貢士郎・村瀬将隆・川池健司・松尾直規: 地下鉄を考慮した都市の浸水解析, 第21回地下空間シンポジウム, 2016.

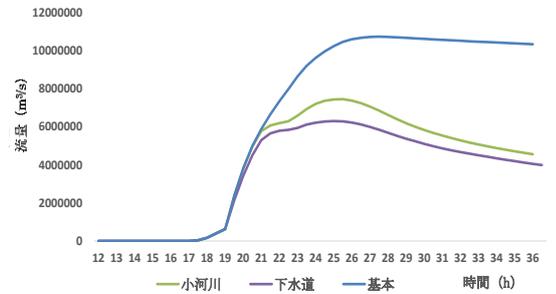


図-2 地表面浸水量の時間変化

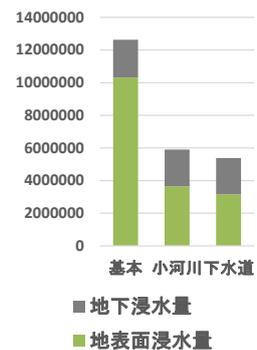


図-3 計算終了時の地下と地表面の総浸水量