

建物への流入・流出を考慮した氾濫解析モデルの検討

中部大学工学部都市建設工学科 学生会員 ○阿部将也
 中部大学工学部都市建設工学科 正会員 武田 誠
 若鈴コンサルタンツ (株) 正会員 中島勇介
 中部大学大学院工学研究科建設工学専攻 学生会員 村瀬将隆
 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、外水氾濫・内水氾濫を対象とした都市浸水の研究が進められており、検討に用いる解析モデルも高度になっている。道路に沿った水の流れを考慮するために道路ネットワークモデル¹⁾や非構造格子モデル²⁾が検討されているが、ここでは汎用性を考えてデカルト座標系のモデルを基礎とする。中島・武田ら³⁾は建物占有率を考慮したモデルを用いて建物の有無による浸水解析の特性を検討した。本研究では、中島・武田ら³⁾のモデルを活用し、さらに建物への水の流入・流出を考慮し計算結果へ与える影響を考察した。なお、本研究ではGISの活用法も検討している。

2. 解析モデル

本研究では、建物占有率を考慮した氾濫解析モデルを基に、建物への氾濫水の流入と建物内の水深の変化を考慮する。紙面の都合上、氾濫解析モデルの詳細は中島・武田ら³⁾を参照されたい。ここでは、建物の側壁のドアや窓で氾濫格子との水の受け渡しを行う。その流量は以下の越流公式を用いて計算する。

$$h_2 / h_1 \leq 2/3 \quad Q_e = \mu L h_1 \sqrt{2gh_1} \quad (1)$$

$$h_2 / h_1 > 2/3 \quad Q_e = \mu' L h_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)} \quad (2)$$

ここに、 $h = H - z_n$ または $h = H_h - z_n$ により水深を求め、水深が大きい方を h_1 、水深が小さい方を h_2 とした。また、地上での水位を H 、建物内での水位を $H_h = h_h + z_n$ (h_h は建物内の水深、 z_n は建物の基礎高さ)、建物への流入幅を L とし、 μ を0.35、 μ' を0.91 とした。建物内の水深の変化は以下の連続式で表現する。

$$A_h \frac{\partial h_h}{\partial t} = \sum Q_e \quad (3)$$

ここに、 A_h : 建物の面積、 h_h : 建物内の水深、 $\sum Q_e$: 建物の側壁からの流入流量である。25m格子の地盤

高を図-1に示す。ここでは、建物の影響のみを考えるために、荒子川や中川運河などの小河川は非計算領域として取り扱った。

建物モデルと格子内の構造を図-2、図-3に示す。流入する建物は居住水準⁴⁾を満たしている普通建物を対象とし、5mメッシュの地盤高を基に建物の地盤高の平均値を算出し使用した。また、ビルなどの構造物は建物内に浸水しないと仮定した。建物への流入幅 L となるドアや窓の長さは側壁の外周長さの約1/3と仮定した。図-3のように建物の敷地面積が格子で区切られた場合は、「区切られた建物の面積の中で最も広い面積を持つ格子と水の受け渡しを行う」とした。普通建物の面積、基礎高さ、外周長さの算出は国土地理院の建物データ、地盤高データを基にGISを活用し作成した。

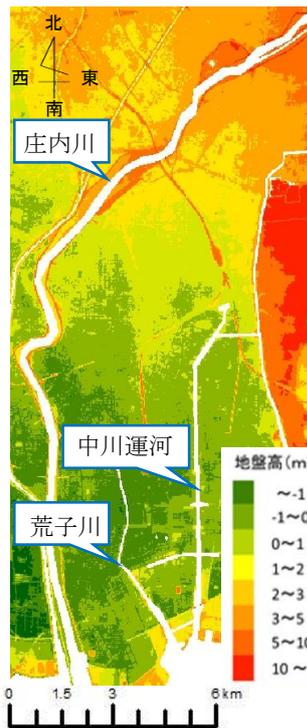


図-1 地盤高

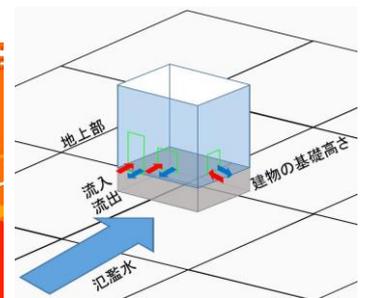


図-2 建物モデル

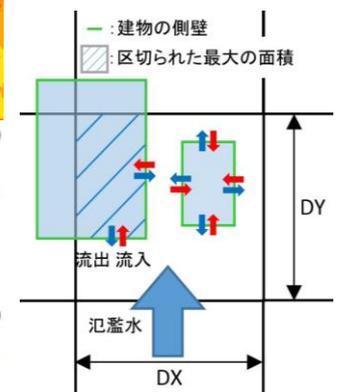


図-3 格子内の構造

3. 計算条件

河川の上流端には、庄内川の計画高水流量を基にピーク値が4400m³/sとなる流量ハイドログラフを与えた。河川の下流端には、洪水ピーク時に満潮となる大潮の水位を与えた。破堤は計算開始19時間後に河口から17km地点において100m幅で破堤(破堤箇所の堤防天端が堤内地地盤高に置き換わる)させ、計算時間は36時間とした。

4. 計算結果および考察

図-4に、建物への流入・流出の有無による計算終了時点の最大浸水深の分布を示す。建物への流入・流出を考慮した場合は、考慮しない場合に比べて黒破線で囲まれている地域で若干ではあるが最大浸水深が小さくなっている。また、全体の氾濫水の広がりも狭くなっている。このことから、建物への流入・流出を考慮することで陸地の浸水が低下したことが示された。図-5に、建物への流入・流出の有無による破堤から3時間後の黒破線で囲まれた地域の陸地と建物内の浸水深を示す。本図から、建物への流入・流出を考慮した場合の方が、陸地の浸水が遅れていることが分かる。図-6に、建物への流入・流出の有無による、計算終了時の氾濫水量と最大浸水深を対象とした浸水深別の氾濫面積を示す。本図から、建物への流入・流出を考慮することで氾濫面積が全体的に小さくなり、陸地の氾濫水の約20%の水量が建物内に入っていることが示された。しかし、約5%の水量に誤差が生じ、質量保存則を満たさなかった。これは、破堤点付近の陸地と建物内の大量の水のやり取りなどが考えられ、検討が必要である。

5. おわりに

本研究では、建物への流入・流出を考慮した氾濫解析を行い、建物モデルの考慮により浸水解析への影響を検討した。その結果、建物が多い地域では陸域の浸水深は小さくなることを示した。さらに、建物への流入・流出を考慮することにより、浸水の拡がりに遅れが生じた。

建物内の浸水を表現することで、建物の基礎高さの違いが考慮でき、建物内の浸水の変化も検討することができる。これらは、建物被害や被害額の評価に有益と考える。

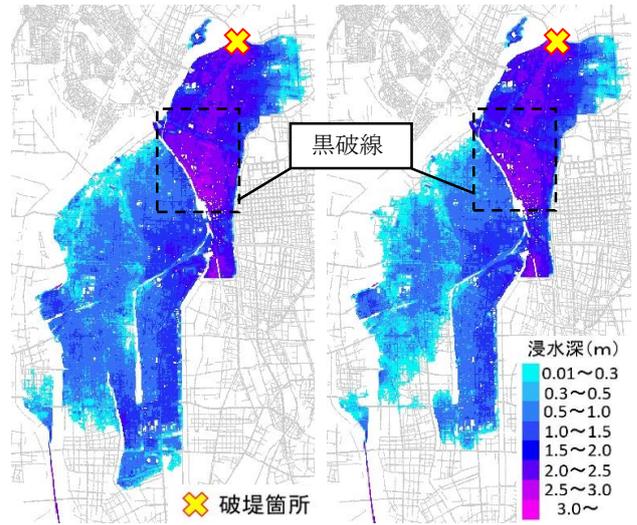


図-4 最大浸水深
(左：建物への流入なし、右：建物への流入あり)

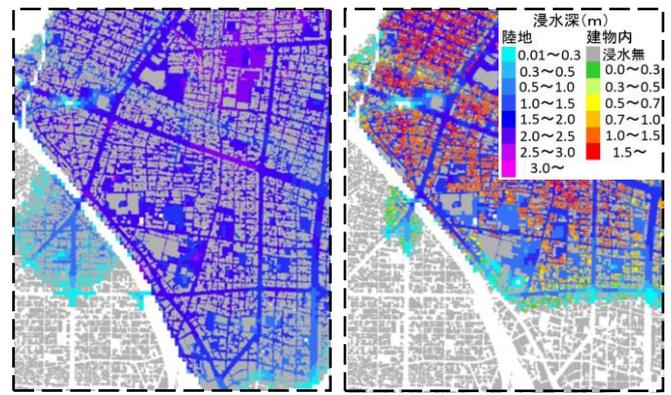


図-5 陸地と建物内の浸水深
(左：建物への流入なし、右：建物への流入あり)

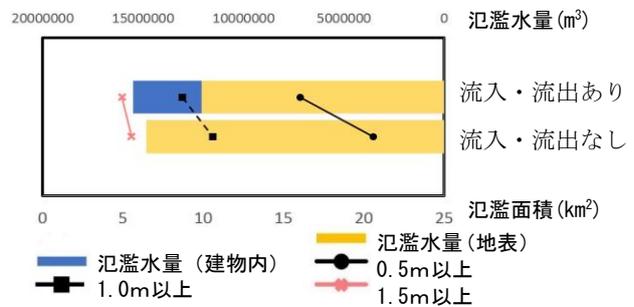


図-6 氾濫水量と氾濫面積

参考文献

- 1) 関根正人・児玉香織：東京23区を対象とした豪雨時浸水リスク評価とアンダーパスの冠水事前予測，土木学会論文集B1(水工学),Vol.71,No.4,1_I543-1548,2018.
- 2) 河池健司・中川一：都市域におけるオンサイト貯留施設による内水氾濫軽減効果の検討，土木学会論文集B1(水工学), Vol.74,No.4,1_I537-1542,2018.
- 3) 中島勇介、武田誠、松尾直規：建造物を考慮した名古屋の浸水解析、平成29年度土木学会中部支部研究発表会、名古屋大学、2018年3月、平成29年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集、pp143-144.
- 4) 国土交通省：住生活基本計画、2016.3 <http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/>. (平成30年12月7日確認)