

II-60

地表流と下水道流をリンクした都市洪水氾濫解析*

東北大学工学部 学生会員 ○佐藤 聡一郎

横浜市 清宮 洋

東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

近年コンクリートで覆われた都市部では、洪水の際、内水氾濫の被害が顕著となる。そのため、対象域の下水道システムを検討し、内水氾濫を的確に捉える必要がある。本研究では、清宮らにより構築された都市洪水氾濫解析モデルを用いて、多様な降雨パターンを与えることによって、対象域の下水道システムの効果を検討していく。

2. 氾濫解析モデル

(格子設定)

まず、街区・道路・交差点の情報を数値地図2500から読み取る。街区は複数の弧を連結してポリゴンとして表される。道路は弧をもとにラインとして表され、交差点はポイントで表される。まず、読み込んだすべてのポリゴン、ライン、ノードに番号を振る。そしてそれぞれの図心座標を計算する。次に座標をもとに各道路ラインの両端にある交差点ノード番号を認識する。これをすべて認識することにより道路全体をひとつのネットワークとみなすことができ、さらに、すべての街区ポリゴンの周囲に位置する道路ライン番号を、図心座標をもとに認識する。これにより複雑地形を含んだ格子設定を行える。

次に下水道システムを把握する。上記の道路・街区・交差点の格子設定と同様に、下水管をライン、マンホールをノードとして考えて下水道システムを構築する。対象域の下水道システムを図2-1に示す。

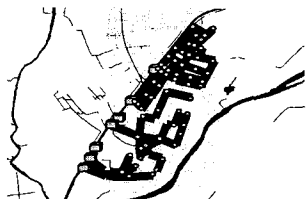


図2-1 対象域の下水道システム

(数値解析)

本研究では、流出計算に以下の4つの式を用いる。

$$\text{連続式: } \frac{dh}{dt} = \frac{1}{A} \sum qB + r_e$$

$$\text{運動量式: } q = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} h$$

$$\text{完全越流の場合 } (h_1/h_2 < 0.45) : q = 0.35h_1\sqrt{2gh_1}$$

不完全越流 ($0.45 < h_1/h_2 < 0.8$) 及びもぐり越流の場合

$$(0.8 < h_1/h_2) : q = 0.91h_2\sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

h : 基準面から上方にとった水面変位, q : 単位幅流量, A : 格子面積, B : 格子幅 n : 粗度係数, R : 径深, I : 動水勾配, g : 重力加速度, h_1 : 越流水深, h_2 : 下流水深

まず地表面流出においては、連続式と運動量式から各格子の時間ステップごとの水位・流量を求める。街区および道路における計算では、粗度係数を区別した。街区: $n=0.067$, 道路: $n=0.043$ とする。また、街区における建物の占有率から、下式により街区への流量通過率を計算する。これにより、街区での流量を抑制して道路で多く流れるようにする。

$$\beta = \sqrt{1 - \lambda} \quad \beta: \text{流量通過率}, \lambda: \text{建物占有率}$$

下水道流出においては、連続式と運動量式からマンホール水位及び連結するマンホール間の下水管渠内流量を求める。地表面からの都市マンホールへの落ち込み流量は本間の越流公式から算出し、マンホール水深が地表面の標高未満であれば完全越流とし、地表面の標高以上であれば不完全越流及びもぐり越流として地表面への逆流量を算出する。また、ポンプ排水は下水管内で吸引を行いポンプ場に連結するマンホールから上流側へ順に排水容量を満たすまでマンホール水位を差し引いていく。

3. 降雨条件・対象域・地盤高

下水道システムのポンプ排水能力から、合理式を用いて降雨強度を求める。この値を、下水道システムの許容降雨量とする。そしてその雨量から、2000年の東海豪雨の際の降雨パターンを基にして20時間分の降雨強度を与える。

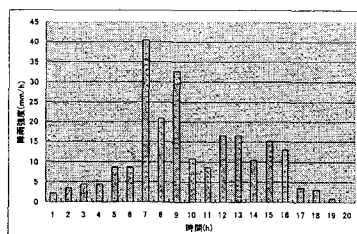


図3-1 降雨条件

対象領域は、2000年の東海豪雨の際において被害が顕著であった新川と庄内川の間に位置する西枇杷島町の全域と上流の名古屋市西区の一部であり、地盤高は10mの格子スケールに分割しその分布を図3-2に示す。



図3-2 対象領域の地盤高

4. 解析結果

解析結果をGISでグラフ化して5時間ごとに下に示す。

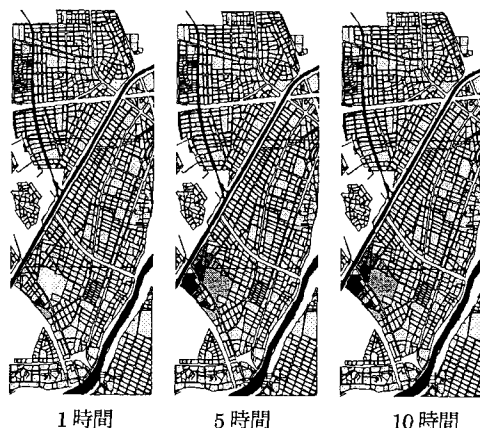


図4-1 解析結果（1時間—10時間）

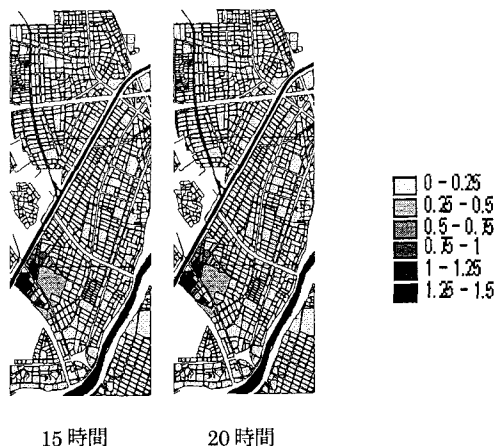


図4-1 解析結果（15時間・20時間）

5. 結論

まず、このエリアの下水道システムの許容降雨量は合理式により40.4mm/hと求められた。しかし、5時間目においては1mほどの浸水をしている地域があることがわかる。これは低地へ向かって雨が流入していった結果、低地においては許容降雨量をこえた降雨と同様の現象になったと考えられる。実際、今回の計算においては20時間目においても浸水が激しいのは低地だけとなっており、低地にほぼ降雨が集まっていることがわかる。

つまり、この対象領域では低地の部分を含め総合的に考えると、下水道システムが合理式で求めた許容降雨量までの降雨に対応している、ということはいえないということがわかった。

参考文献

- 1) 清宮洋：GISを用いた都市洪水氾濫解析，東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修士学位論文。
- 2) 国土地理院：数値地図2500（空間基盤データ）—愛知2，愛知4，1997。
- 3) 名古屋市緑政土木局河川部計画課：下水道台帳平面図，1998。
- 4) 西枇杷島町建設部：都市下水道台帳—施設平面図，縦断面図，一般図，2000。
- 5) 北海道地図株式会社：GISMAP，Terrain
- 6) 松本順一郎・西堀清六：下水道工学〔第3版〕