

道路ネットワークを用いた善福寺川流域の模擬雨水・下水道管路網の構築と評価

首都大学東京 都市基盤環境学域 学生員 ○TRAN DUY HAI
 首都大学東京 都市基盤環境学域 正会員 天口 英雄
 首都大学東京 都市基盤環境学域 正会員 河村 明

1. はじめに

都市流域における雨水流出機構は、地表面の不浸透域からの直接流出と、これが道路の側溝などから雨水・下水道管路網を経て河川に至るまでの流出など、表面流出および雨水・下水道管路網流出の2つの排水システムから構成されている。都市流域を対象とした分布型流出モデルの表面流出には、人工物の少ない山地流域に適用される DEM (Digital Elevation Model) を活用したグリッド型のモデルが数多く提案されており、直接流出量を算定する土地利用データおよび地表面流の流下方向を解析する DEM により雨水追跡が行われている。雨水・下水道管路網流出に用いられるデータは、対象都市流域の管路網を管理している自治体より入手した電子データ、あるいは紙媒体の下水道台帳から分布型雨水流出モデルを構築することが前提となっている。下水道台帳などから雨水・下水道管路網データを作成するためには、まず図面をコンピューターにスキャンをして取り込み、次いで管路やマンホールの位置座標と管路の直径などの属性データを付加するので膨大な作業時間を必要とする。一方で下水道台帳などの実データの入手が出来ない場合は、モデルを構築すること自体が非常に困難である。既存の地盤高、道路および建物などの GIS データを活用して膨大な作業時間を必要とせずに対象流域の模擬的な雨水・下水道管路網データを構築することが出来れば、任意の都市流域における分布型洪水流出モデルデータを迅速に作成することが可能となる。そこで本研究では雨水・下水道管路網が一般的に道路の下に埋設されていることに着目し、道路ネットワークデータを用いて模擬雨水・下水道管路網データを構築し、実データとの比較を行った。

2. 対象流域の概要

神田川は、三鷹市の井の頭池にその源を発し、途中善福寺川と妙正寺川を合流して隅田川に流入する東京都内の代表的な都市河川である。本研究では、善福寺川流域(流域面積約 18.3km²、流路延長約 10.5km)を設定した。対象流域の下水道は合流式で整備されており、汚水は下水道幹線により下水道処理場に送水されている。図-1 a) は、東京都 1/2500 地形図より構築した神田川上流域の地物データ GIS を示したものである。地表面の全要素数は 226830、建物および道路の流域面積に対する面積率はそれぞれ 35%、18%である。図-1 b) は、実際の雨水管路網の現況図である。

3. 雨水管路網データの構築

図-2 は道路ネットワークを活用した雨水管路網データの構築手順であり、①道路ネットワークデータの作成、②管底高の設定、③管路直径の設定の順で進めていく。まず高度な地物データ GIS から道路要素を抽出し、独自の手法により道路ネットワークデータを作成し、ノードをマンホール、リンクを管路として設定する。この道路ネットワークデータの構築手法の特徴は、ネットワークの直進性が高く、道路幅の狭い道路の作成が可能で、道路幅の情報も付加することができることである。河川への放流管が橋付近に集中している特徴を考慮して橋に接続する道路を小領域の境界として設定する。管路内の全雨水が放流管から河川に排水されるように、小領域

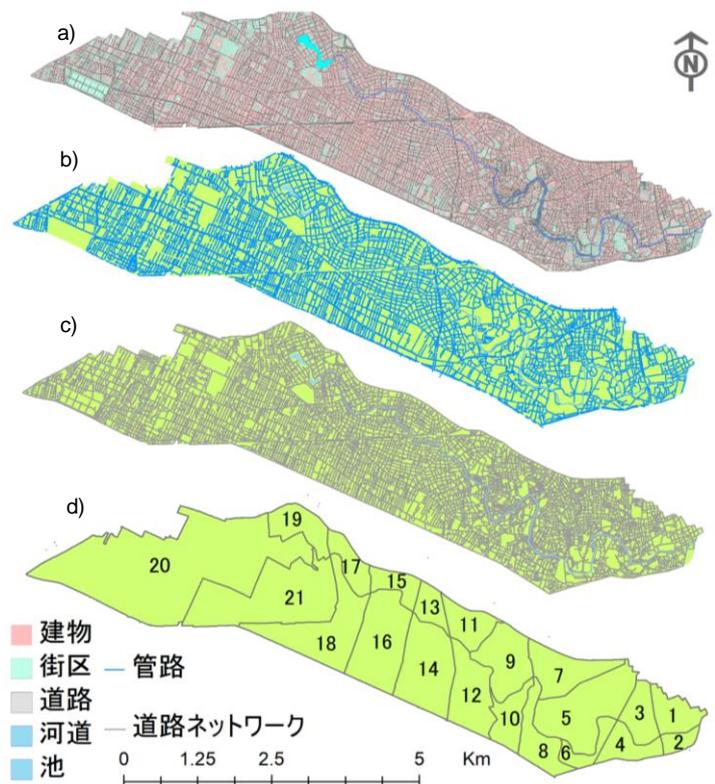


図-1 地図データ, a) 神田川上流域の土地利用地物要素, b) 雨水・下水道管路要素, c) 本研究で用いた道路ネットワークデータ, d) 小流域分割図

キーワード 都市流域, TSR モデル, 雨水管路網データ, 道路ネットワークデータ

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 E-mail : tran-duy-hai@ed.tmu.ac.jp

の最下流端に位置する放流管の管底高は河床高+0.5mとして設定し、管路勾配は上流側に向かって1/100として管底高を設定する。この際、地盤高と管底高との差(深度)が1mから5mの範囲に収まらない場合には管路勾配を補正するなどして全管路の管底高を設定する。次いで管路直径は、降雨強度式に適用する到達時間および個々のマンホールから雨水・下水道管路への流入に寄与する雨水面積(土地利用毎の面積と流出係数)を用いて合理式によりピーク流量を求めて設定する。到達時間は、既に設定されている管底高により管路の下流方向を判別しながら、最上流側から対象のマンホールまでの最大管路延長を求め、管路内平均流速などにより計算し、求めた到達時間を降雨強度式に代入して管路毎に降雨強度を設定する。マンホール地点の雨水面積は、マンホールを母点とするボロノイ図を支配領域として、この中に含まれる各土地利用地物の面積と流出係数を掛け合わせたものを利用し、上流から下流に向かって順に雨水・下水道管路毎の雨水面積を求めた。こうして求めた任意の管路地点の雨量と雨水面積から管路流量を算定し、平均流速を用いて管路直径に換算して模擬雨水・下水道管路網データの構築が完了する。

本手法の善福寺流域への適用では、図-1 c)に示す本研究で用いた道路ネットワークデータを作成し、橋の配置から流域を21の小流域に分割(図-1 d)するとともに、合理式による管路流量の算定には土地利用地物要素に応じた3つの流出係数(道路:0.90, 建物:0.95, その他:0.30)を設定²⁾し、管路内平均流速²⁾は1.2m/sを用いて管路直径を求めた。

表-1は本研究で構築した模擬雨水・下水道管路網データと実雨水・下水道管路網データの概要を示したものであり、図-3は構築データした管路直径の空間分布を示したものである。図-3より、小領域として設定した最下流端の放流口に向かって管路直径が徐々に大きく設定されていることが分かる。構築データの管路数がマンホール数よりも圧倒的に多い理由は、網目状に全ての交差点等で管路が接続していることが原因である。実データでは交差点で管路が接続せずに樹枝状となっている箇所が多くマンホール数が管路数よりも多い。総管路延長(容量)についても同様に、構築データは全ての道路に管路が埋設されていると仮定したことが要因となって、全ての道路に管路が埋設されていない実データに対し、総管路延長および総管路容量の値は大きくなっている。管路直径の分布の傾向は似ているが、本研究で構築したデータは実データに比べ、管路直径が2.0mと大きい管路が多い結果となったことも影響している。

4. むすび

本研究では、神田川支川の善福寺川流域を対象に、道路ネットワークデータを活用して模擬的な雨水・下水道管路網データの構築を行った。構築した雨水・下水道管路網データは河道に向かって管底高が低くなり、雨水を河川へ放流できることが確認され、管路直径は概ね実データに類似していることが確認された。本手法を用いることで、実際に埋設されている雨水・下水道管路網データの入手が困難な場合でも、容易に入手可能な道路ネットワークから、短時間で雨水・下水道管路網データを構築することができることを確認した。今後は、対象流域の洪水流出解析により流量ハイドログラフの再現性についての検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 田内裕人, 天口英雄, 河村 明, 古賀達也, 萩原陽一: 都市域の道路形状特性に着目した新たな道路ネットワークデータの自動構築手法, 土木学会論文集 F3, Vol.;70, No.2, pp.115-122, 2015.
- 2) 東京都下水道サービス株式会社: 管渠再構築設計の手引き, 平成 17年 7月

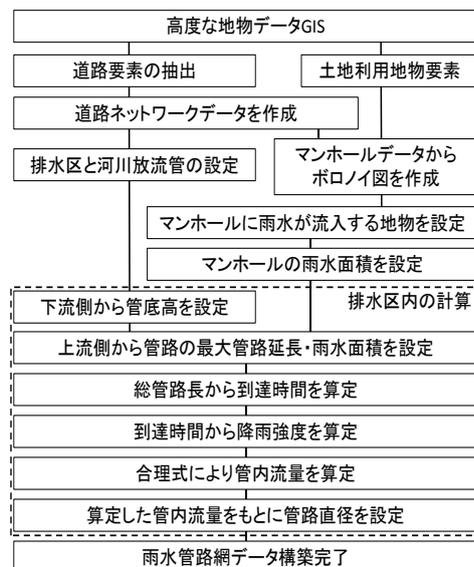


図-2 データ構築のフローチャート

表-1 構築データの概要

	実データ	構築データ
マンホール数(個)	20,897	22,254
管路数(個)	17,737	25,856
総管路延長(m)	474,190	614,633
総管路容量(m ³)	329,396	376,644



図-3 構築データした管路直径の空間分布