

道路ネットワークデータを活用した雨水管路網データ構築手法の提案

首都大学東京	都市環境科学研究科	学生員	○雨宮 尚広
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	天口 英雄
首都大学東京	都市環境科学研究科	正会員	河村 明
首都大学東京	都市環境科学研究科	学生員	田内 裕人

1. はじめに

都市流域における雨水流出機構は、主に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過程には、山地流域など人工物の少ない自然流域に適用される DEM (Digital Elevation Model) を活用したグリッド型モデルが用いられ、直接流出量を算定するための土地利用データと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。一方で、雨水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や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が、これらの実データ入手が出来ない場合のモデル構築は非常に困難である。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雨水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、雨水管路網が道路に埋設されているという特徴に着目し、道路ネットワークデータを活用した雨水管路網データ構築手法を提案する。

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、井の頭池から善福寺川合流点までの神田川上流域(流域面積約 11.8km²、流路延長約 9km)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高度な地物データ GIS を示したものである。地表面の全要素数は 104,342、建物、道路、緑地、舗装地の流域面積に対する面積率はそれぞれ 29%、16%、9%および 3%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 は提案する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管路直径の設定の手順で進めていく。先ず高度な地物データ GIS から道路要素を抽出し、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。そして、河川への放流管が橋付近に集中している特徴を考慮し、橋に接続する道路を小領域の境界として設定する。小領域では管路内の全雨水が放流管から河川に排水されるように、放流管の管底高を河床高+0.5m として設定し、上流側に向かって管路勾配 1/100 として管底高を設定していく。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、降雨強度式に利用する到達時間と各マンホールから雨水管路への流

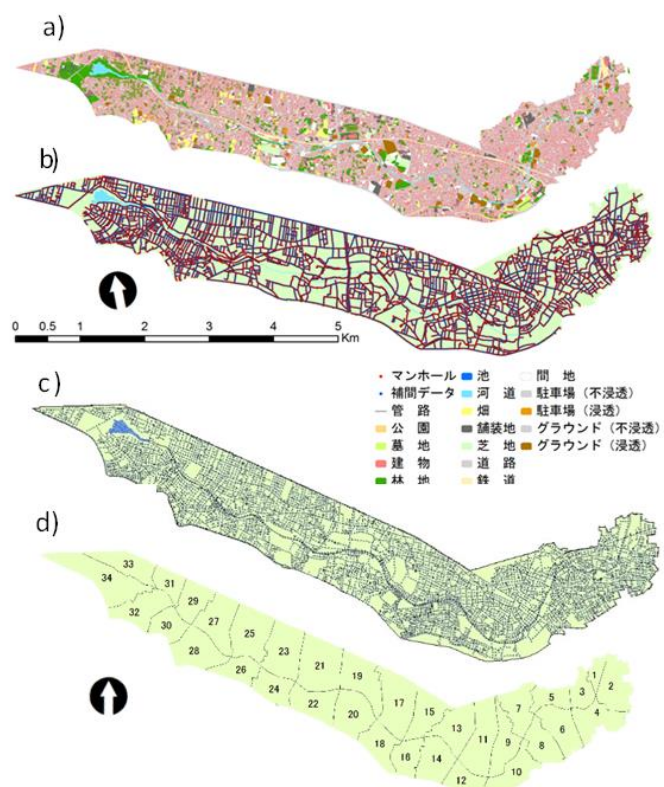


図-1 地図データ, a) 神田川上流域の土地利用地物要素, b) 雨水・下水道管路要素, c) 本研究で用いた道路ネットワークデータ, d) 小流域分割図

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: amemiya-naohiro@ed.tmu.ac.jp

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．そこで、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、最上流側から各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される到達時間を降雨強度式に代入して管路毎に雨量を設定する．これと同時に、各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設定し、上流から下流に向かって順に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雨水管路網データの構築が完了する．

本手法の神田川上流域への適用では、図-1 c) に示す道路ネットワークデータを作成し、橋の配置から流域を 34 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雨水管路網データと実雨水管路網データの概要を示したものであり、図-3 は構築データの管底高と管路直径の空間分布について、図-1 d) の小流域番号 28 を示した図である．図-3 より、マンホール底高は河川沿いで 2~3m，河川から離れた標高の高い場所では 4.5m に設定され、管路は地盤高が低く河道への放流管に接近するにつれて大きな直径が設定されており、適格にデータ構築されていることを確認した．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、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いが、両者の数自体に大きな違いは無い．総管路延長（容量）については、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（図-4）．

4. むすび

本研究では、道路ネットワークデータを活用した雨水管路網データを構築する手法の提案を行った．本手法を神田川上流域に適用した結果、構築された雨水管路網は河道に向かって、管底高が低くなり、雨水を河川へ放流することができると確認され、管路直径は実データに近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、短時間で雨水管路網データを構築することができることを示した．今後は、洪水流出モデルに適用させた場合の結果を実データと比較する予定である．

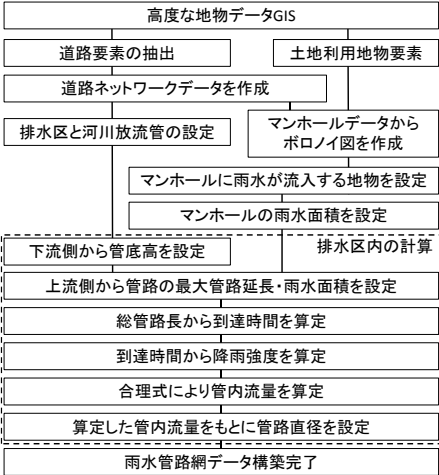


図-2 データ構築のフローチャート

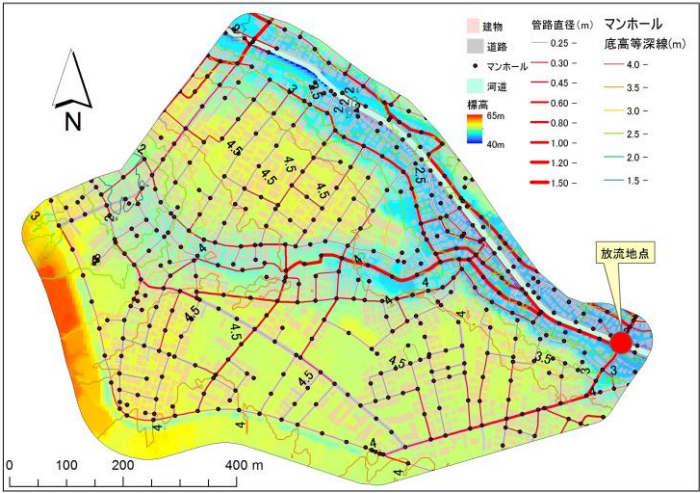


図-3 構築データの管底高と管路直径の空間分布

表-1 構築データの概要

	構築データ	実データ
マンホール数	8,857 個	9,632 個
管路数	10,671 本	9,904 本
総管路延長	344,674m	268,641m
総管路容量	103,289m ³	69,636m ³

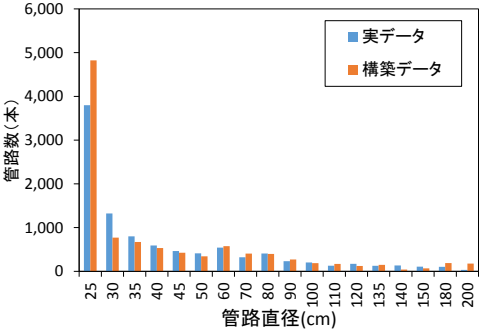


図-4 管路直径度数分布の比較

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