

道路網データに基づく下水道延長の推定の試み

中澤良太¹・山崎文雄²・丸山喜久³・鍬田泰子⁴

¹⁻³千葉大学 大学院工学研究科 (〒263-8522 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)

E-mail: r.nakazawa@chiba-u.jp, fumio.yamazaki@faculty.chiba-u.jp, ymaruyam@tu.chiba-u.ac.jp

⁴神戸大学 大学院工学研究科 (〒657-0013神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: kuwata@kobe-u.ac.jp

日本の各自治体において地震被害想定がなされているが、これに必要なメッシュ単位の埋設管路データの整備は十分にされていない。他のデータからの推定により作成されている場合が多く、その精度に問題がある。そこで被害想定精度向上を目的として、250mメッシュ毎の下水道延長と道路延長との相関分析を行った。市街地状況を考慮するため、人口集中地区(DID)を基準にして、その内側においては道路 GIS データをもとに、外側においてはこれに建物輪郭データを加えて下水道延長を推定する方法を提案し、その精度を検証した。その結果、道路データを用いた下水道延長の推定が有効であることが示された。

Key Words : earthquake damage estimation, road network, sewer line data, building

1. はじめに

地震による被害軽減のためには、都市機能の防災戦略と早期復旧計画を立てることが有用であると考えられる。その一環として国や自治体において、地震被害想定が行われている。被害想定に使用される手法は多数あり、自治体によって異なる。近年行われた下水道の被害想定では、国土交通省の方法¹⁾が、上水道の被害想定では、日本水道協会²⁾のものや東京都の式³⁾などが用いられているが、いずれも兵庫県南部地震などの過去の被害データに基づいて構築されたものであり、2011年東北地方太平洋沖地震などの新しい被害地震が発生すると、その都度、データを取り入れて更新する必要があると指摘できる。

また、ライフライン網の被害想定は、通常メッシュ単位に行われる場合が多く、近年では250mメッシュを採用している場合が多い。しかし、各自治体において埋設管路データは被害想定に必要なメッシュ単位では整備されておらず、推定によって独自に作成される場合が多い。そのように推定されたデータを用いて計算される被害想定結果も高い精度があるとはいえない。そこで被害想定用のライフラインのメッシュデータを構築することは、被害想定精度

向上へつながると考えられる。本研究ではより精度の高い被害予測のためにGISを用いて下水道データの構築を試みる。

2. 現状の下水道延長推定法の問題点

現在、各自治体では下水道台帳の整備及び、その電子化によるデータベース化が十分には進んでいない。したがって、メッシュ単位で推定した下水道延長データを地震被害想定に用いていることが多い。神奈川県⁴⁾では各市町村の合計延長をもとに、単純に建物棟数で比例配分することで各メッシュにおける下水道延長を推定している。図-1は2009年発表の神奈川県の地震被害想定調査に用いられた250mメッシュ毎の下水道延長と建物棟数の関係を表したものである。このような推定法を用いた場合、建物数だけが推定管路延長に影響するため、高層ビルが立ち並ぶオフィス街であるか住宅密集地域であるかなどの市街地状況が考慮されない。このように推定された下水道延長に基づいて行われる被害想定精度には疑問が生じる。したがって、より正確な管路延長の推定法が求められる。

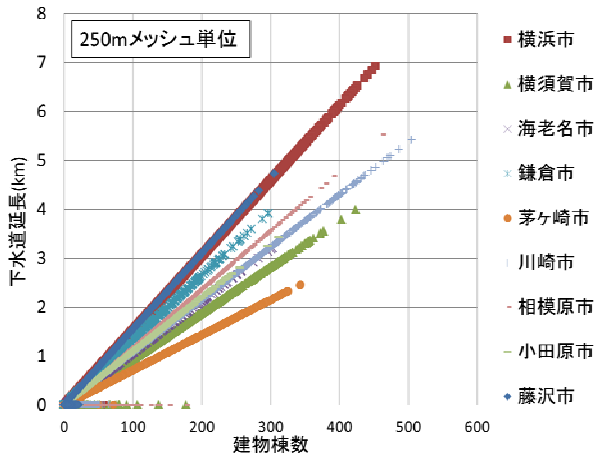


図-1 神奈川県被害想定(2009年)に用いられた下水道延長と建物棟数の関係

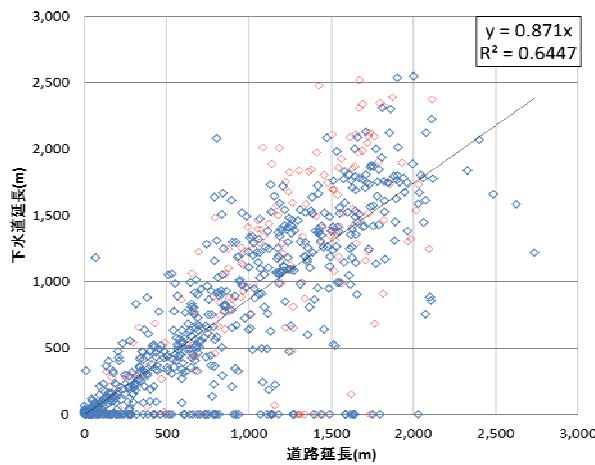


図-2 いわき市DID区域内におけるメッシュ毎の下水道延長推定(道路の幅員を考慮しない場合)

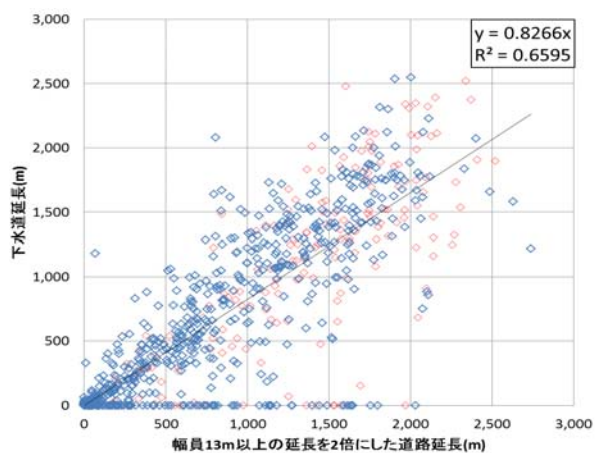


図-3 いわき市DID区域内におけるメッシュ毎の下水道延長推定(道路の幅員を考慮した場合)

3. 下水管路分布の推定

小林ら⁵⁾は、配水管は基本的に道路の下に埋設されているため、配水管と道路の間には高い空間相関

があると推測した。仙台市の配水管網を対象に、GISを用いてメッシュごとに配水管延長と道路延長の関係性を調べ、道路データに基づく配水管延長データの推定法を提案した。

本研究ではこの手法に基づいて、下水道と道路の各延長の間においても、高い相関がみられるかどうかを検討する。対象地域は埋設管の詳細なデータが得られた福島県いわき市とし、下水道管路データはいわき市より提供されたものを使用する。なお、本研究では污水管と合流管のみを延長推定の対象とし、雨水管は推定の対象から外した。また、道路データとしてインクリメント P 株式会社の道路データ(2009年)を、建物データには国土地理院の基盤地図情報(縮尺レベル 25000)をもとにして作成されたESRI ジャパン株式会社発行の「ArcGIS データコレクション スタンダードパック」の建物輪郭を使用した。

また、下水道延長を推定するにあたって市街地状況を考慮するためにDID(人口集中地区)を指標とした。DIDの内側か外側かによって、小林ら⁵⁾と同様に、別々の推定法を用いる。DID区域のデータは国土交通省が公表する国土数値情報⁶⁾よりダウンロードした2008年版を使用する

4. DID 区域における下水道延長の推定

DID区域内は、建物が密集している市街地とみなすことができ、下水道の需要も多い。そこでDID区域内においては全ての道路の下に下水管が埋まっていると考え、道路延長=下水道延長として、推定を行った。いわき市DID区域内における250mメッシュ毎の道路延長と下水道延長を比較した結果を図-2に示す。相関係数は0.803と、高い関係性が確認できた。しかしながら、両者の延長の差が大きくなっているところが見られた。そこで、これらの地点についてGIS上で詳細を確認した。まず、下水道延長が0になっているメッシュの地域については、DID区域の境界に位置していることが分かった。また、1つの道路に対して下水管が複数本埋設されている箇所が見られた。そこで、より下水道延長の推定精度を高くするために、道路の幅員を考慮して再び推定することとした。本研究で用いているIPC道路データには幅員情報が含まれており、3.0m未満、3.0~5.5m、5.5~13.0m、13.0m以上および、未調査の5分類から成っている。埋設管が平行に複数埋設されている箇所は、車線数が多く、幅員の大きい道路であると考えられ、GIS上でも実際にそのような箇所を確認できた。そこで幅員13.0m以上の道路には下水管が2本埋まっている

と仮定し、該当する道路延長を2倍にし、推定精度が高くなるか検証した(図-3)。グラフの赤いポイントは幅員13.0m以上の道路を含むメッシュであり、図-2と比較して、推定延長が変わったメッシュである。また、相関係数の値は0.803から0.812となり、わずかではあるが、推定精度が向上したことがわかるものの、メッシュによっては幅員を考慮したことで推定延長と実延長の差が大きくなってしまった。そこで幅員13m以上を含む地域について、GISで詳細を確認したところ、幅員13m以上の道路の下に3本埋設されている場合や、幅員13m以下の道路に対して複数本埋設されている場合も見られた。

5. DID 区域外における下水道延長の推定法

DID区域外では道路データと建物輪郭データを用いて下水道延長を推定する。推定の手順として、まず、建物輪郭から一定の距離のバッファを作成し、そのバッファと重なる道路ラインに下水管が埋設されているとした。なお、建物輪郭から10m, 15m, 20m, 25m, 30mの距離のバッファを作成し、より高い精度で下水道延長を推定できるバッファの大きさを検証した結果、15mのバッファを用いた推定において、抽出した道路延長と実際の下水道延長が最も近い値となった。

図-4は建物輪郭から15mのバッファを用い、上記の方法によって抽出した道路延長と実際の下水道延長の関係を250mメッシュ単位で示したものである。この結果から、相関係数は0.807と高い値を得ることが出来た。しかしながら、散布図を見ると、両者の延長に大きな差があるメッシュがあることが分かった。そこでGIS上で詳細を確認したところ、図-5のように建物データが全くないため、バッファによって道路を抽出することが出来ず、差が大きくなってしまった。この土地は現在、仮設住宅が建っており、2011年の震災以前は建物があまりない住宅用地であったと考えられる。このように各データが作成された時期の違いなどによって推定結果に影響が出てしまうことも確認できた。

6. 推定法の精度検証

本章では、これまでに示してきた推定法を他地域で用いて、現状の推定法と比較することでその精度を検証する。精度検証の対象地域は正確な下水道データ、建物データが得られた新潟県柏崎市とする。まず、現状の推定法に用いられている建物棟数と、実際の下水道延長の関係を調べた。使用する下水道

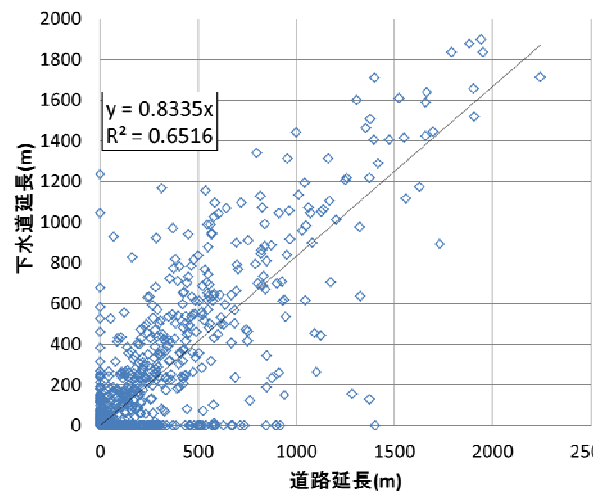


図-4 メッシュ毎の下水道延長推定(DID 区域外)



図-5 道路を抽出できなかった例

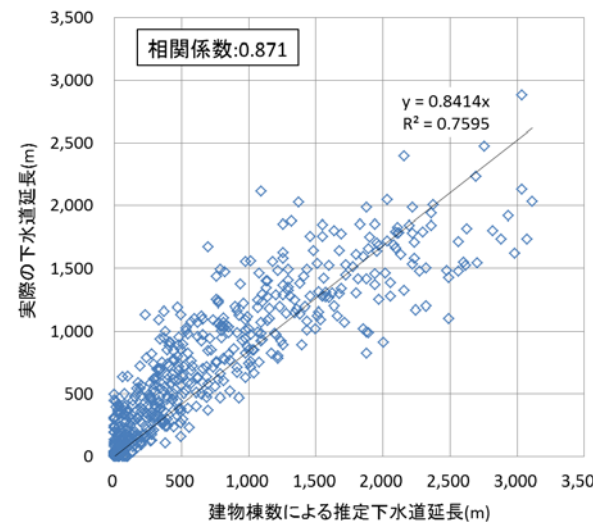
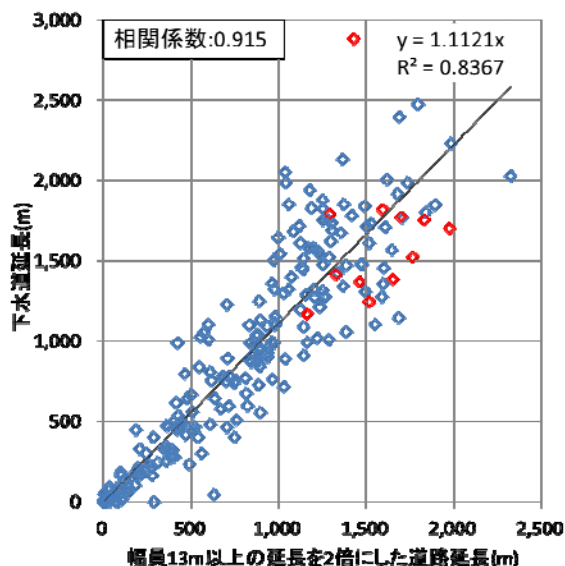
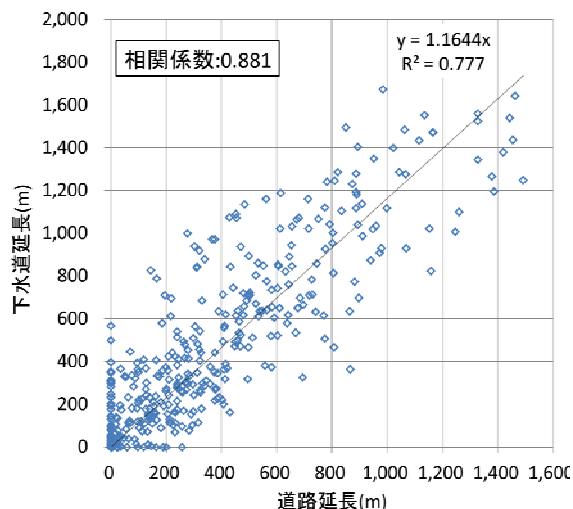


図-6 現状の推定法(柏崎市)

データは、柏崎市ガス水道局より提供されたものを使用し、建物データには、柏崎市役所税務課内の「中越沖地震関連デジタルデータ活用協議会」より提供された建物の中心点位置が与えられたものを使用した。建物棟数を用いた既存の推定法により求めら



(a) DID区域内におけるメッシュ毎の下水道延長推定（道路の幅員を考慮した場合）



(b) メッシュ毎の下水道延長推定(DID区域外)

図-7 柏崎市における下水道の推定延長と実延長との比較（250mメッシュ単位）

れる250mメッシュ毎の下水道延長と実際の下水道延長の関係を図-6に示す。また道路データを用いた250mメッシュ毎の下水道延長と実際の下水道延長の関係を図-7に示す。DID区域内における下水道延長の推定について、結果として幅員13m以上の道路の延長について考慮しない推定結果の相関係数の方がわずかながら高くなった。これについては柏崎市のDID区域内において、幅員13m以上の道路が1本しか存在しなかったことも影響していると考えられるが、求められた相関係数0.915より推定の精度は非常

に高いと言える。また、DID区域外においては、いわき市と同様に建物輪郭から15mのバッファを用いたところ、相関係数は0.816であった。しかしながら、柏崎市では建物輪郭から20mのバッファによる延長推定において、下水道延長とバッファにより抽出した道路延長が最も近くなり、相関係数は0.881となった。いわき市と柏崎市で適切なバッファの大きさは異なったが、下水道統計などから得ることが出来る市町村毎の合計管路延長と、バッファにより抽出できる道路の合計延長を比較することで、適切なバッファの大きさを検討することが出来ると考えられる。また、相関係数からこの結果を現状の推定法と比較すると、DID内とDID外で推定の方法を変えることによってより高い精度の推定結果が得られた。

7. まとめ

本研究では、福島県いわき市を対象として、道路データと建物データを用いた下水道延長の推定を行った。その際、市街地状況によって下水道の埋設状況が異なるため、DIDを指標に推定方法を分けた。DID区域内では道路の幅員を考慮した推定法、DID区域外では、建物輪郭データを用いた推定法によって、いずれも高い相関を得ることが出来た。

また、新潟県柏崎市を対象にこれらの推定法を既存の推定法と比較し、その精度の検証を行い、既存の推定法より高い推定精度を示した。特にDID区域内において、下水道延長と道路延長の高い相関を確認することが出来た。

参考文献

- 1) 国土交通省：第1回大規模地震による下水道被害想定検討委員会，資料4管路施設の被害予測手法について，2005.http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewage/info/seisaku_kenkyu/jishinhigai/04.pdf
- 2) 磯山龍二，石田栄介，湯根清二，白水暢：水道管路の地震被害予測に関する研究，水道協会雑誌，第761号，pp.25-40，1998.
- 3) 東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調査報告書，1997.
- 4) 神奈川県：神奈川県地震被害想定調査報告書，2009.
- 5) 小林朋美，山崎文雄，丸山喜久：道路網のGISデータに基づく上水道管路の分布推定，地域安全学会論文集，No.21，2013.
- 6) 国土交通省，国土数値情報ダウンロードサービス：<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>