

# 人工改変地を考慮した水道管被害予測式の高度化

09T0254W 伊藤 智大  
指導教員：丸山 喜久

## 1. 研究の背景と目的

2011年3月に発生した東日本大震災では、都市ガスや上下水道などの地中埋設管に多数の被害を発生させた。とくに被災地である宮城県仙台市では断水戸数が23万戸発生しており、水道管被害の多くが丘陵地から作成された人工改変地<sup>1)</sup>に集中した(図-1)。

現在の水道管被害予測式<sup>2), 3)</sup>では、地震動強さの関数である標準被害率曲線 $(R(v))$ と、管種 $(C_p)$ 、管径 $(C_d)$ 、地形 $(C_g)$ 、液状化 $(C_l)$ の程度等の諸条件を用いた補正係数を乗じることにより、被害率(件/km)を算出している。とくに地形係数は、多くの地形に対し係数が定義されているものの、人工改変地に関しては考慮できていない状況である。

そこで、本研究では、東日本大震災により被害を受けた宮城県仙台市を対象地として、水道管被害の分析を行った。自然地形と人工改変地の被害をGISを用いて比較し、新たに人工改変地の補正係数を設定することで、水道管被害予測式の高度化を目指すことを目的とする。

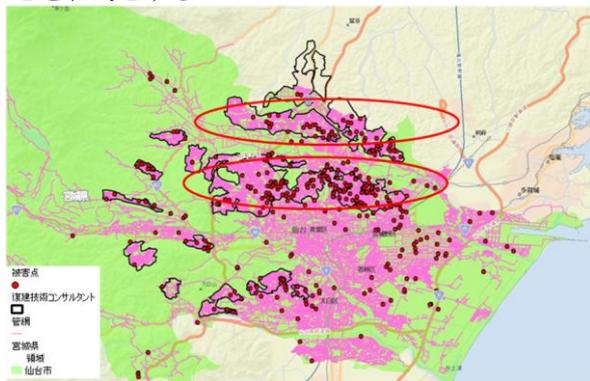


図-1 宮城県仙台市の水道管被害箇所

## 2. 水道管被害データ

本研究で用いる水道管路と被害分布のGISデータは、仙台市水道局から提供を受けた。既往の研究と同様に、水道管路と被害分布のGISデータを導・送・配水本支管に分類し使用した。被害数は437件、耐震管の被害は0件だった。

## 3. 人工改変地の抽出

復建技術コンサルタントは、造成宅地地盤図<sup>1)</sup>を公開し、造成地の切盛高を地形図の判読や空中写真測量等で推定している。しかし、すべての人工改変地について造成地盤図が整備されているとは言い難い。そこで、人工改変地を適切に評価する目的で、人工改変地の抽出を行った。人工改変地抽出の際には、土地利用細分メッシュデータ<sup>4)</sup>、地形・地盤分

類250mメッシュマップ<sup>5)</sup>、旧版地形図を使用した。

抽出方法としては、平成21年度土地利用細分メッシュで建物用地、地形・地盤分類250mメッシュマップで丘陵地と分類される地域を抽出することで、丘陵地が造成された人工改変地を推定できると考えた。推定人工改変地を造成宅地地盤図<sup>1)</sup>と比較したところ(図-2)、造成宅地地盤図<sup>1)</sup>で造成地とされている地域はほぼすべて抽出可能であった。また、1928年と1964年版の地形図を用いて検証したところ、復建技術コンサルタントのデータでは評価できなかった人工改変地も抽出しており、本研究の方法は広域の人工改変地の特定に有効であると考えられる。

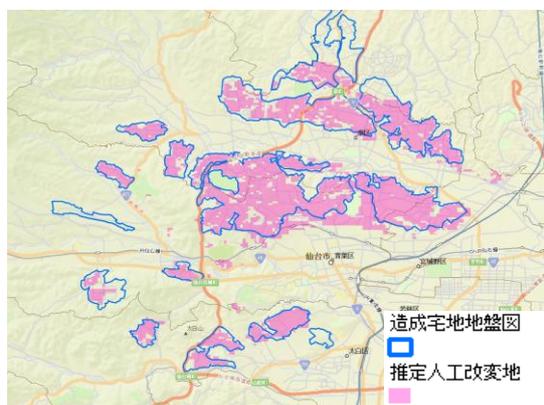


図-2 造成宅地地盤図<sup>1)</sup>と推定人工改変地の比較

## 4. 人工改変地に関する補正係数の設定

宮城県仙台市における水道管被害率と地震動強さの関係を評価するため、市内の地震観測記録を収集した。さらに、地震観測点まわりの地形・地盤情報を参照し、地震計の観測値とほぼ同程度の地震動強さと考えられる範囲を特定した。これを用いて、地震動強さごとに、人工改変地と自然地形における水道管被害率を算出し、両者を比較した。なお、被害率0の地点が含まれている場合は、地動最大速度(PGV)の値で区分を設定し、被害数と管路延長を集計し直した。その際に対応させるPGVは管路延長による重み付き平均値とした。

人工改変地と自然地形における水道管被害率を比較したところ、人工改変地における被害率の方が高かった。両者の被害率の比を算出し、その管路延長による重み付き平均をとったところ、人工改変地の被害率の方が2.4倍高いことが分かった。同様の検討を管種別で行ったところ、とくに被害数の多かったダクタイル鋳鉄管(DIP)と塩化ビニル管(VP)

について、それぞれ2.3、2.5倍と推定され、被害率の比に管種の影響はあまり見られなかった。以上の結果から、本研究では人工改変地に関する補正係数を2.4と設定することとした。

## 5. 人工改変地補正係数の影響に関する検討

前章で設定した人工改変地補正係数の効果を水道管被害予測式を用いて評価する。まず、既往の研究で提案されている配水管の標準被害率曲線<sup>2)</sup>、<sup>3)</sup>と仙台市の被害率を比較した(図-3)。なお、磯山らの研究のDIPの標準被害率曲線は、VPに関するものに管種係数0.3を乗じたものである<sup>2)</sup>。仙台市の被害率は、VP、DIPともPGVが120cm/s程度で既往式よりも小さな値を示したが、それ以外のPGVでは丸山・山崎の式<sup>3)</sup>が最も精度が高かった。そこで補正係数の影響の検討には、丸山・山崎の式<sup>3)</sup>を用いて検討することとした。

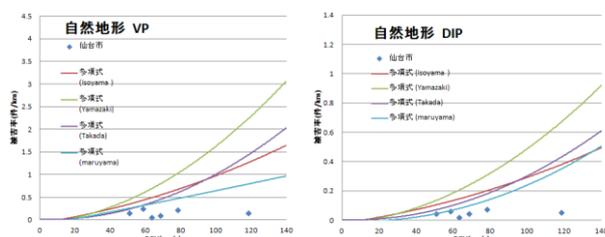


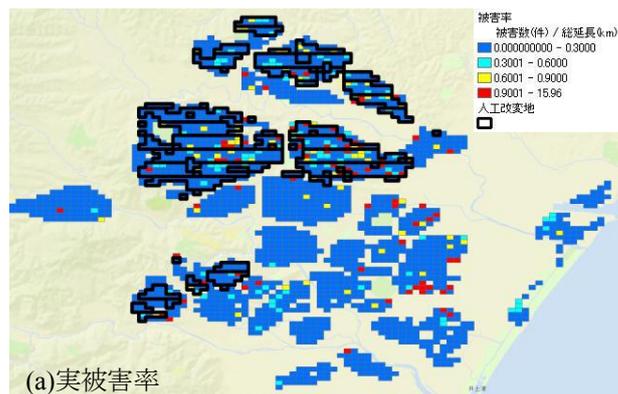
図-3 標準被害率曲線と実被害率の比較

本研究で設定した人工改変地の補正係数を丸山・山崎の式に考慮した場合(図-4(c))と考慮していない場合(図-4(b))を、実被害データ(図-4(a))と比較した。それぞれ、250mメッシュ単位の被害率で比較した。また、補正係数に関しては、地形係数( $C_g$ )のみを考慮し、人工改変地では $C_g$ として新たに人工改変地補正係数である2.4を乗ずることとした。

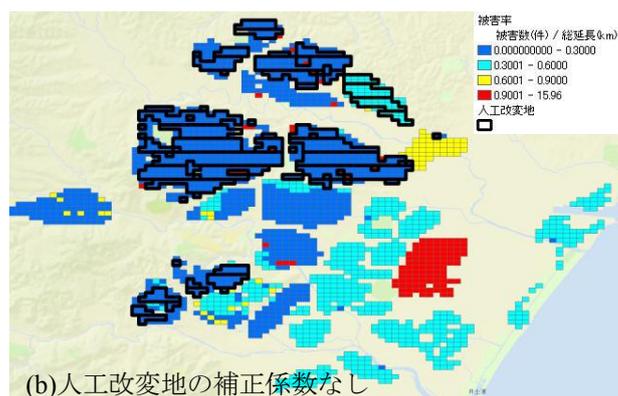
実被害データと丸山・山崎の式による推定被害率を比較すると、人工改変地に関する補正係数を導入したことによって、造成地で大きな被害率を示すことが再現された。さらに詳細な検証を行うには、地震動強さの空間分布を適切に推定することが必要である。

## 6. まとめ

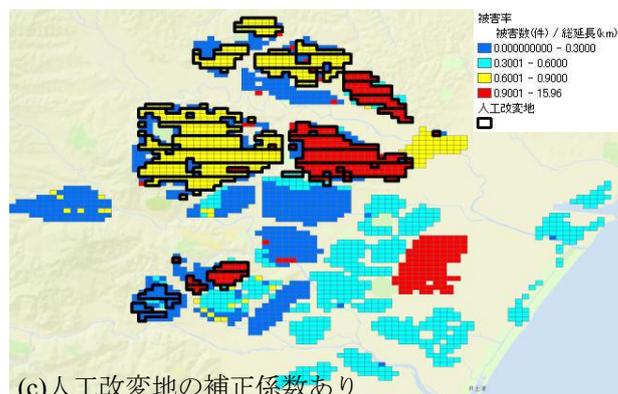
本研究では、水道管被害予測式に人工改変地を考慮できていない現状に着目し、人工改変地を推定し、自然地形と人工改変地の被害率を比較することで、新たに補正係数を設定した。人工改変地に関する補正係数を導入したことによって、造成地で大きな被害率を示すことが再現できた。今後は、東北地方太平洋沖地震をはじめとする既往地震の埋設管被害データを用いて、得られた結果の適用性について検討を行う必要がある。



(a)実被害率



(b)人工改変地の補正係数なし



(c)人工改変地の補正係数あり

図-4 仙台市の配水管実被害率と推定被害率の比較

## 参考文献

- 1) 復建技術コンサルタント：造成宅地地盤図の公開について、<http://www.fgc.jp/solution/technical/kouzou01/index.html>
- 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, pp.25-40, 1998.
- 3) 丸山喜久, 山崎文雄：近年の地震被害データを加味したマクロな配水管被害予測式の改良, 土木学会地震工学論文集, Vol. 30, pp. 565-574, 2009.
- 4) 国土政策局：国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/jpgis/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>
- 5) 若松加寿江, 松岡昌志, 久保純子, 長谷川浩一, 杉浦正美：日本全国地形・地盤分類メッシュマップの構築, 土木学会論文集, No.759/1-67, pp.213-232, 2004.