

地震仙台市泉区の盛土造成地における 水道管の地震時被害分析

15T0204H 飯田 ちひろ
指導教員：丸山 喜久

1. 研究背景と目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、人的被害や建物被害など甚大な被害が多数発生した。人的被害や建物被害の他にも、上下水道やガス・通信網などのライフラインや交通網にも大規模な被害が発生した。本論文で扱う水道については、東北から関東の広範囲で断水し、宮城県内を中心にピーク時の断水戸数は約 220 万戸以上に達した。

宮城県仙台市では、東北地方太平洋沖地震によって、導水・送水・配水本支管に 437 か所、給水管に 522 か所、弁・栓などの属具に 105 か所の被害が発生した¹⁾。2011 年度時点での仙台市水道局の給水人口は 1,028,015 人、給水戸数は 468,910 戸である。この地震によって、約 23 万戸で断水し、断水人口は約 50 万人（断水率約 50%）に及んだ²⁾。震災発生から 1 ヶ月で 90%程度の復旧が完了したが、4 月 7 日の余震（M7.1）、4 月 11 日の余震（M7.0）によって新たな断水も発生した。これによって、復旧までの間住民は水道を使えない生活を余儀なくされた。

公開されている宅地造成地盤図、土地条件図、地質図を用いて管路被害と地盤との関係を分析した研究では、丘陵の宅地造成地で水道管被害が多いことが示された。全被害件数の約 60%は丘陵の宅地造成地盤内で発生しており、宅地造成地盤の被害率 0.183 件/km はそれ以外の地盤の被害率 0.057 件/km と比べて 3 倍以上の値であることが明らかになっている¹⁾。

そこで、本論文では、東北地方太平洋沖地震における仙台市の丘陵の宅地造成地の水道管路被害の発生状況に基づき、盛土および切土分布と管路の被害発生状況の関係を分析する。これによって、今後の丘陵の宅地造成地の水道管の耐震化を進める際の基礎資料とすることを目的とする。

2. 本研究で利用したデータ

本研究は地理情報システム(GIS)を用いて行った。本研究は、2011 年東北地方太平洋沖地震の際に丘陵の宅地造成地に被害がとくに集中した仙台市泉区南光台周辺を対象とした（図-1）。本研究で用いた切土・盛土分布の空間データ(5m メッシュ)は、ガス導管に関する被害分析を行った既往研究³⁾のものを利用した。このデータは、国土交通省の「大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説」⁴⁾の手

順に基づき、造成前と現況の地形データを比較し、3 次元データ化して差分をとることで空間データを作成したものである。

上水道管の敷設データと地震による被害のデータに関しては、仙台市水道局から提供を受けたマッピングシステムによる管路敷設データおよび導水・送水・排水管被害データ⁵⁾を用いて分析を行った。

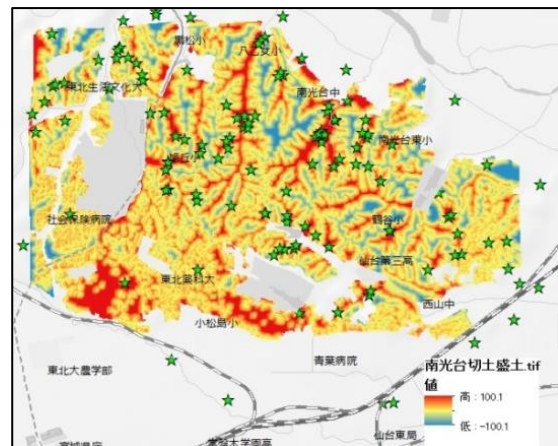


図-1 仙台市泉区南光台周辺の切土・盛土分布と上水道管路の被害位置(赤が盛土・青が切土)

3. 上水道管路の被害と切土・盛土厚さの関係性

前章で説明したデータを用いて、南光台周辺の水道管被害状況を分析した。図-2 は、切土・盛土厚さと上水道管路の被害数の関係である。図-3 は、切土・盛土厚さと上水道管路の被害率の関係である。なお、被害率は管路 1km あたりの被害数と定義した。上水道管路の埋設深さが 1.2m 以上であることを考えると、盛土厚さが 1.2m より浅い場合には切土部に導管が埋設される可能性があるため、本研究では切土と盛土の境界を厚さ 1.2m に設定し、盛土厚さが 1.2m 以上となる範囲を盛土部と定義する。また、図中では管種および管径の違いは考慮していない。

図-2、図-3 から、切土と盛土厚さに対する管路被害数や被害率の違いは大きい。切土部での被害率については、管路延長の母数が切土厚さが大きい範囲で小さいため、被害率の信頼性がやや低い範囲も一部存在するが、全体的には切土部での被害は非常に少ないことがわかる。

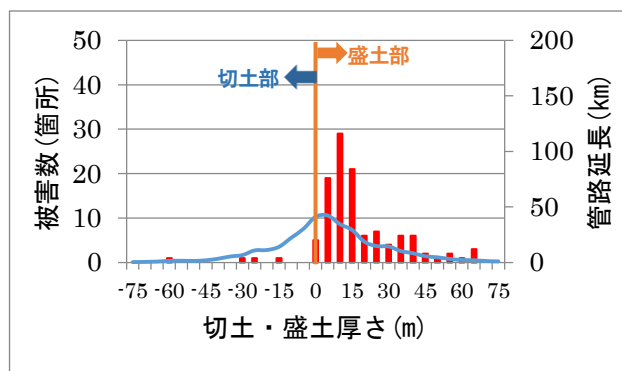


図-2 切土・盛土厚さと上水道管路被害数

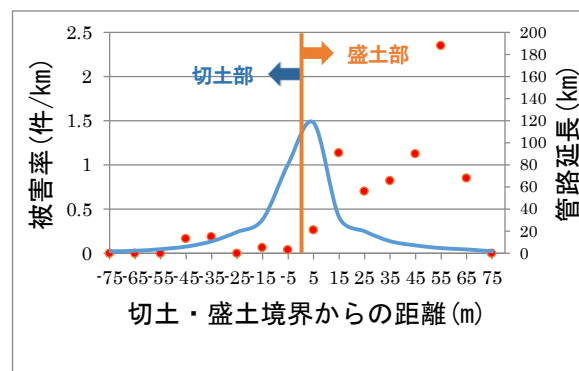


図-5 切土・盛土境界からの距離と上水道管路被害率

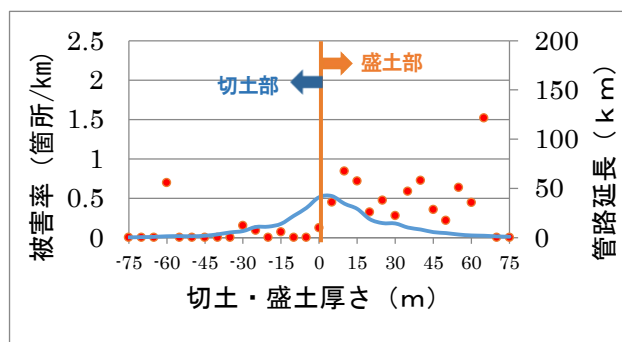


図-3 切土・盛土厚さと上水道管路被害率

4. 切土と盛土の境界部に関する被害分析

本研究では、前述の通り、上水道管の埋設深さを考慮し、5m メッシュで整備した切土・盛土厚さが1.2m 以上となる部分を盛土部とみなすことにした。これに基づいて、盛土と切土の境界メッシュを切土・盛土厚さから選定し、上水道管路の被害状況を切土・盛土境界からの距離に着目して整理した。

図-4 は切土・盛土境界からの距離と管路被害数の関係、図-5 は切土・盛土境界からの距離と被害率の関係を示している。切土と盛土の境界から盛土側に被害が増加していることがわかる。また、被害率の最大値は境界部から盛土側に 10～20m 離れた位置に発現される。これは、地盤歪みが切土・盛土境界よりもやや盛土側で最大値となっていることを示唆しているものと考えられ、不整形地盤の地震応答特性の評価に有用な結果と考えられる。

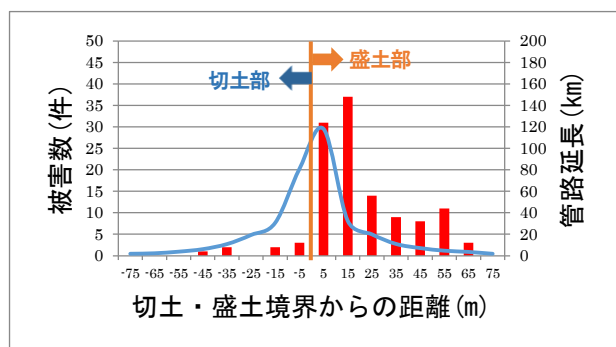


図-4 切土・盛土境界からの距離と上水道管路被害数

5. まとめと今後の課題

本研究は、仙台市泉区南光台周辺の盛土・切土分布の空間データを利用し、水道管の被害分析を行った。その結果、南光台周辺では、盛土部に被害が集中していることを定量的に示した。特に、切土・盛土境界を堺に、盛土部に被害が多く出ていることがわかった。被害率の最大値は、切土と盛土の境界部から 10～20m 程度離れた位置に発現された。

本研究では、東北地方太平洋沖地震における一部地域の被害分析だけを行っているため、丘陵の宅地造成地に関する普遍性の高い被害分析や被害予測には至っていない。今後の丘陵の宅地造成地における水道管の耐震化を進めるためには、同地震で被害を受けた宮城県仙台市折立周辺や緑ヶ丘周辺などの他地域に関する分析や、他地震での被害状況についても調査し、本研究の知見の適用性に関して評価する必要がある。

参考文献

- 1) 永田茂, 西野雅夫, 鈴木清一: 東日本大震災における上下水道管路施設の被害分析, 土木学会大 67 回年次学術講演会講演概要集, pp.415-416, 2012.
- 2) 仙台市水道局: 東日本大震災 仙台市水道復旧の記録, 2012.
- 3) 猪股渉, 丸山喜久: 盛土造成地における低圧ガス管の地震時被害分析, 第15回日本地震工学シンポジウム論文集, pp.1179-1187, 2018.
- 4) 国土交通省: 大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説, 2007.
- 5) 丸山喜久, 伊藤智大, 若松加寿江, 永田茂: 東北地方太平洋沖地震における宮城県仙台市の水道管路被害状況の分析, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol.70, No. 3, pp. 377-388, 2014.