

2011 年東北地方太平洋沖地震による上水道配水管網の被害分析 —茨城県潮来市及び神栖市の傾向—

筑波大学 学生会員 ○築地 拓哉 正会員 庄司 学 学生会員 那波 悟志 鹿島技術研究所 正会員 永田 茂

1. 目的 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により上水道において甚大な管路被害が発生した¹⁾。兵庫県南部地震及びそれ以降の地震に伴う上水道管路被害に関する分析は磯山ら²⁾、高田ら³⁾及び丸山・山崎⁴⁾より多々行われているが、それらを踏まえた上で本震災における被害分析が喫緊の課題となっている⁵⁾。本研究では、東北地方太平洋沖地震において上水道配水管網の被害が顕著であった茨城県潮来市及び神栖市を取り上げ、それらの被害と地震動強さとの関係を分析した。

2. 分析対象データ 潮来市及び神栖市の配水管網の被害データに対して管種及び管径の観点から分析を行う。なお、被害モードに関する情報は入手していない。地震動強さの指標としては計測震度 IJ を用い、K-NET⁶⁾、KiK-net⁷⁾ 及び気象庁⁸⁾の地震観測データを用いて空間補間により、計測震度を 250m メッシュで推定した。地盤条件は J-SHIS⁹⁾における 250m メッシュの微地形区分を用いた。被害率 R_N は被害箇所数 N_p と敷設延長 L を用い、 $R_N = N_p / L$ として算出した。図 1,2 に、各市の計測震度と敷設データ及び被害データの空間的な分布及び微地形分布を示す。

3. 被害と計測震度との関係 図 3,4 には、微地形区分毎の N_p 及び R_N と IJ との関係を示す。潮来市日の出地区においては、干拓地における被害が多く、 N_p が $IJ=5.5$ で最大となる 55 箇所となり、 R_N は $IJ=5.5$ において 1.31 箇所/km を示す。これは、利根川沿いの干拓地における液状化に起因すると考えられる¹⁰⁾⁻¹³⁾。神栖市では砂州において N_p が最大となり、それは $IJ=5.2$ で 47 箇所を示す。 R_N は砂礫質台地において最大値となり、 $IJ=5.3$ において 0.55 箇所/km となる。図 5,6 には、両市における管種毎の N_p 及び R_N と IJ との関係を示す。潮来市日の出地区においては、VP 管が全体の 96% で N_p も最大となり、 $IJ=5.5$ において 56 箇所となる。 R_N は DIP 管が最大値を示し、 $IJ=5.5$ において 1.78 箇所/km となる。神栖市では、DCIP 管及び HIVP 管の被害が多く、 N_p においては DCIP 管が最大となり、 $IJ=5.3$ において 32 箇所となる。 R_N は VP 管で $IJ=5.7$ において 0.66 箇所/km を示す。図 7,8 には、両市の管径毎の N_p 及び R_N と IJ との関係を示す。潮来市日の出地区では、100mm 以下の管径の被害が多く、管径 50mm で $IJ=5.5$ において 32 箇所となる。 R_N は 300mm において最大値を示し、 $IJ=5.5$ において 7.25 箇所/km となる。これは地区全体における $L=55.82\text{km}$ の中で管径 300mm が $L=0.41\text{km}$ となり、 L が極めて小さいため R_N が大きくなったと推察される。

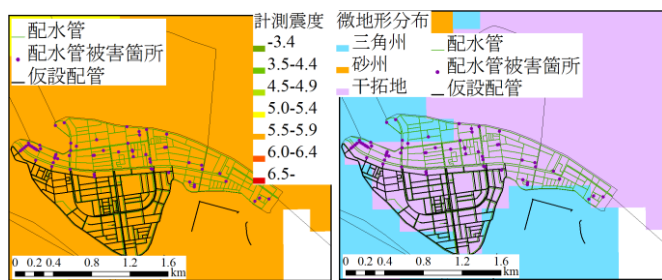


図 1 潮来市日の出地区の上水道管路網

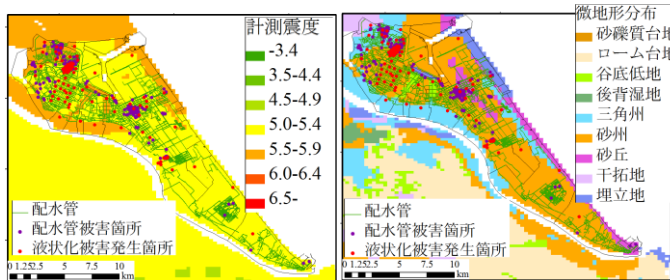


図 2 神栖市の上水道管路網

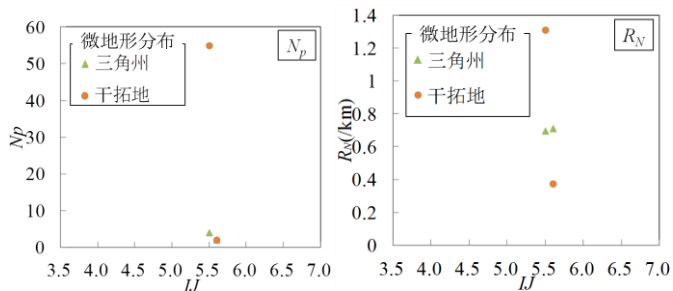


図 3 日の出地区の微地形毎の被害箇所数及び被害率

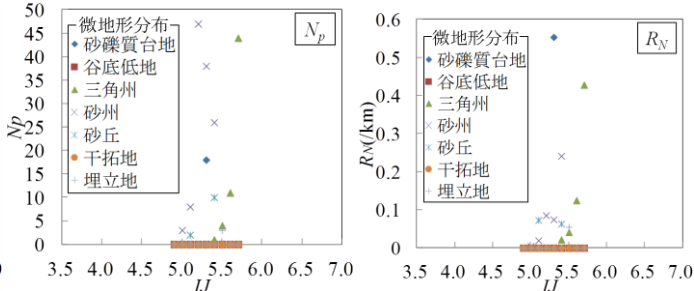


図 4 神栖市の微地形毎の被害箇所数及び被害率

キーワード 東北地方太平洋沖地震, 微地形区分, 上水道, 配水管網, 計測震度, 管種・管径

連絡先 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1 筑波大学大学院システム情報工学研究科 TEL029-853-7368

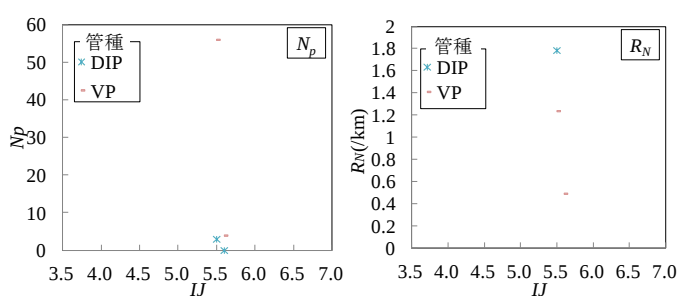


図5 日の出地区の管種毎の被害箇所数及び被害率

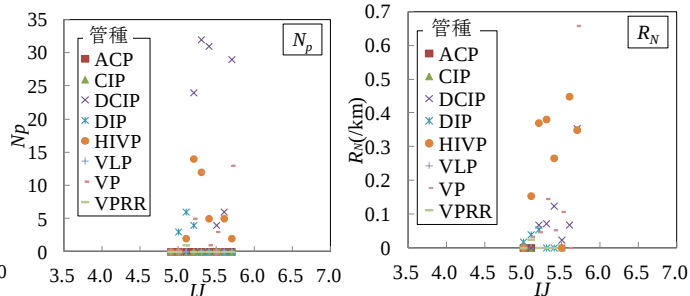


図6 神栖市の管種毎の被害箇所数及び被害率

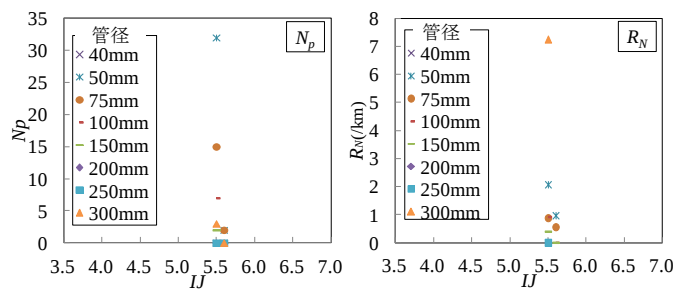


図7 日の出地区の管径毎の被害箇所数及び被害率

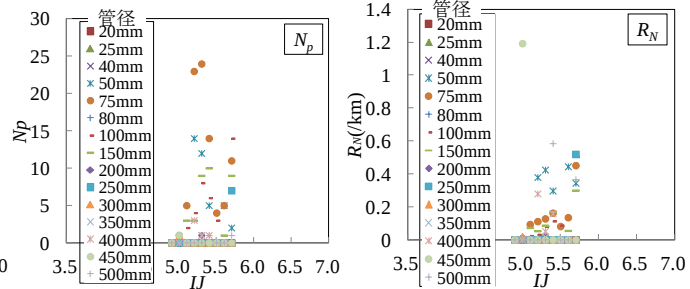


図8 神栖市の管径毎の被害箇所数及び被害率

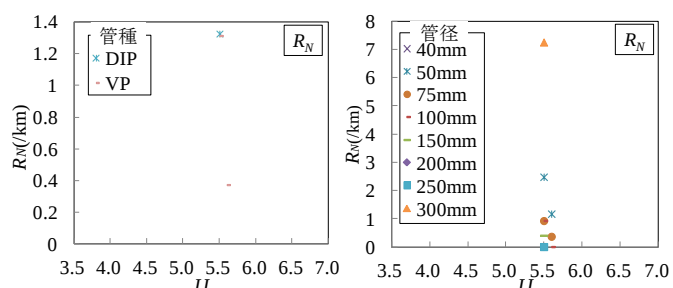


図9 日の出地区の干拓地における管種、管径毎の被害率

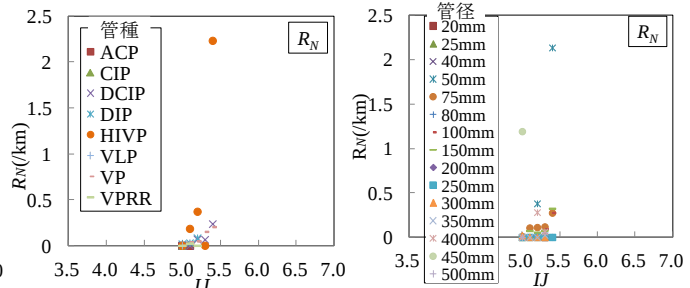


図10 神栖市の砂州における管種、管径毎の被害率

神栖市では、200mm以下の管径に被害が多く、 N_p は75mmで最大となり、 $IJ=5.3$ で24箇所となる。 R_n は450mmにおいて $IJ=5.0$ で1.19箇所/kmを示す。図9,10は、両市において支配的である潮来市日の出地区の干拓地及び神栖市の砂州における R_n と IJ との関係を管種及び管径の観点から示す。潮来市日の出地区における干拓地の管種についてはDIP管の R_n が高く $IJ=5.5$ において1.33箇所/kmとなる。管径については、300mmの R_n が最大となり $IJ=5.5$ で7.25箇所/kmとなるが、100mm未満の管径の R_n も相対的に高い。神栖市の砂州の管種はHIVP管の R_n が最大を示し、 $IJ=5.4$ で2.23箇所/kmとなる。管径は150mm以下において R_n が相対的に高く、50mmの管径で $IJ=5.4$ において最大値2.14箇所/kmを示す。

4. まとめ 本研究では、東北地方太平洋沖地震における上水道配水管網の被害を被害箇所数 N_p と敷設延長 L を用い、被害率を $R_n=N_p/L$ と定義し、微地形区分、管種及び管径の観点から計測震度との関係を分析した。

謝辞 本研究を実施するに当たり、潮来市及び神栖市の関連部局の皆様方には多大なご協力を得ました。また、本研究は筑波大学と両市との震災復興連携協定の締結に基づき、筑波大学プロジェクト「巨大地震による複合災害の統合的リスクマネジメント」(研究代表者：八木勇治准教授、研究分担者：庄司学)の助成を得て実施されました。

参考文献 1) 厚生労働省：東日本大震災関連情報 | 緊急情報 | 厚生労働省, <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000014j15.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67巻, No.2, pp.25-40, 1998. 3) 高田至郎, 藤原昌弘, 宮島昌克, 鈴木康博, 依田幹雄, 戸島敏雄：直下型地震災害特性に基づく管路被害予測手法の研究, 水道協会雑誌, 第70巻, No.3, pp.21-37, 2001. 4) 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, 第30回土木学会地震工学論文集, 第30巻, pp.565-574, 2009. 5) 鉄田泰子, 片桐信：第10章水道施設の被害, 土木学会東日本大震災被害調査団緊急地震被害調査報告書, pp.10-1-10-61, 2011. 6) 防災科学技術研究所：強震ネットワーク K-NET, <http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/> 7) 防災科学技術研究所：基盤強震観測網 KiK-net, <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/> 8) 気象庁：地震情報, <http://www.jma.go.jp/jp/quake/> 9) 防災科学技術研究所：J-SHIS, <http://www.j-shis.bosai.go.jp/> 10) Ishihara, K.: Liquefaction in Tokyo Bay and Kanto Regions in the 2011 Great East Japan Earthquake, Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan, pp.63-80, 2012. 11) Tsukamoto, Y., Kawabe, S., Kokusho, T. and Araki, K.: Soil Liquefaction Observed at Areas located along the Lower Stream of Tonegawa River during 2011 Great East Japan Earthquake, Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan, pp.731-738, 2012. 12) Wakamatsu, K.: Recurrent Liquefaction Induced by the 2011 Great East Japan Earthquake Compared with the 1987 Earthquake, Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan, pp.675-686, 2012. 13) Yasuda, S. and Ishikawa, K.: Several Features of Liquefaction-Induced Damage to Houses and Buried Lifelines during the 2011 Great East Japan Earthquake, Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, March 1-4, 2012, Tokyo, Japan, pp.825-836, 2012.