

I-B 110 1994年三陸はるか沖地震による上水道被害に関する多変量解析

金沢大学工学部 正会員 村田 晶
 金沢大学大学院自然科学研究科 正会員 宮島 昌克
 金沢大学工学部 正会員 北浦 勝

1. はじめに

1994年三陸はるか沖地震は12月28日21時19分頃発生し、三陸はるか沖を震源とするマグニチュード7.5の地震であった。八戸の震度は6であった。八戸測候所における本震の最大加速度についてはNS成分で604.2gal, EW成分で489.9gal, UD成分で94.4galとなっている。また、1995年1月7日にマグニチュード6.9の最大余震が発生した。本研究では、八戸市及びその周辺町村における上水道管路被害の特徴の分析、並びに、数量化Ⅱ類を用いた八戸市中心部における被害要因の多変量解析を行う。

2. 1994年三陸はるか沖地震における被害要因分析

八戸市中心部における東西方向4km×南北方向3kmを分析対象に、配管図、管種・管径別敷設距離などが得られている、口径50mm以上の配水管被害48箇所について分析を行う。管路被害要因として、管種、深さ0～5mにおける平均N値、道路橋示方書¹⁾により推定した固有周期、重複反射理論²⁾により推定したせん断ひずみなどを用いる。重複反射理論で用いる設計基盤面における地震動波形については、八戸測候所で得られた強震波形を基に同理論で推定したものを用いている。また対象領域の地盤特性の分布推定にはKriging法³⁾を用いている。各要因別の被害件数を図1に示す。被害要因の特徴としては、小口径の硬質塩化ビニール管の被害が多いこと、また、液化化による被害がほとんど発生せず、固有周期0.3～0.5秒の段丘地と、段丘地と沖積地の境界部において振動成分による被害が顕著に発生したことが挙げられる。

3. 数量化理論Ⅱ類を用いた上水道配水管被害の多変量解析

被害の発生に対する評価を行うため、上水道配水管被害の有無を目的関数として解析を行う。管種など6変数をアイテムとして用いた場合の数量化Ⅱ類による解析結果を図2に示す。相関比は $\eta^2=0.607$ となっている。また、管路被害を判別する的中率は93.1%とかなり高い水準となっている。各アイテムについては、固有周期が最も判別スコアに寄与しており、後は順に地形形態、管種、平均N値、管径、埋設管路位置における地盤のせん断ひずみとなっている。せん断ひずみの偏相関係数が小さい理由としては、前述の理由でせん断ひずみに有為な差がなかったためと考えられる。つぎに、各アイテム別にカテゴリースコアを見ていくと、被害無しの要因はプラスの値に、被害有りの要因はマイナスの値をとるが、管種別ではダクトイル管以外の管種のスコアの値がマイナスとなっており、被害の要因となることがいえる。特に铸铁管、亜鉛メッキ鋼管は被害要因に大き

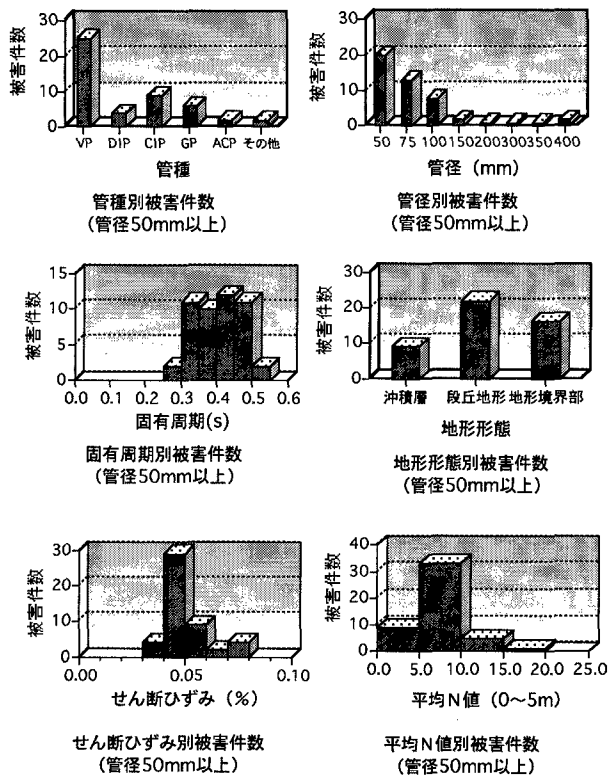


図1 各要因別被害件数

く寄与している。管径別では、被害の多かった小口径管のほうがスコアがややマイナスの値を示している。固有周期については、スコアから周期0.30～0.45秒のカテゴリが被害発生 の要因として大きく寄与していることがわかる。地形形態別では、地形境界部のスコアが被害発生に対して大きく寄与しており、被害数の多かった段丘地形よりも被害発生 の要因として大きく寄与している。平均N値については、5.0～10.0のカテゴリのほう が被害要因に寄与している。これは、段丘地、地形境界部における被害が卓越しているため、平均N値5.0以下の沖積層は今回の地震では被害要因とならなかったことを意味している。

以上のことから、今回の地震では地震動の増幅する固有周期を持つ、地形境界部に埋設される铸铁管、亜鉛メッキ鋼管が被害の要因としては最も影響する組み合わせとなる。また、地盤の固有周期と地震動の卓越周期が一致することが管路被害には最も影響することが言える。換言すれば、地震動の増幅が管路に与える影響が最も大きいことがいえる。今回の解析は実際の地震波を用いておこなっているが、今後解析対象地域で管路の被害予測を実施するには、想定地震動特性について十分に検討する必要があると考えられる。

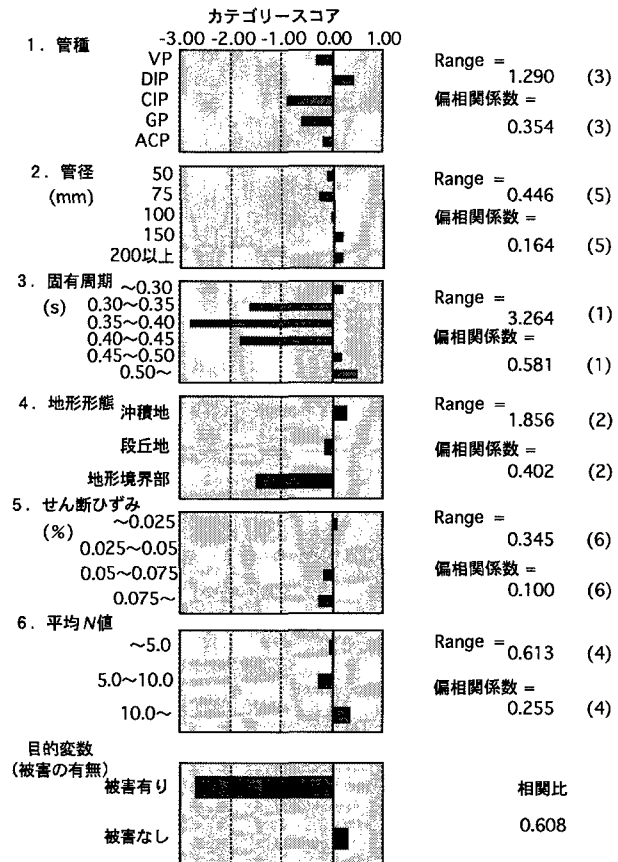


図2 数量化Ⅱ類による解析結果

4. まとめ

本論文の結論としては、以下のようになる。

1. 固有周期0.3～0.5秒の段丘地及び段丘地と沖積層の境界部における、小口径の硬質塩化ビニール管が被害を受ける傾向となる。
2. 数量化理論Ⅱ類による解析の結果、非液状化地盤においては地盤の固有周期と地震動の卓越周期が一致することが上水道管路被害に対しては最も影響する。したがって、今後解析対象地域で管路の被害予測を実施するには、想定地震動特性について十分に検討する必要がある。
3. 地盤統計手法であるKriging法を用いて地盤情報の分布を推定することにより、管路情報と対応させることで、被害要因を詳細に評価することができる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，Ⅴ 耐震設計編，p.34，pp.38-39，1990。
- 2) Schnabel P. B. , Lysmer J. and Seed H. B. : SHAKE ,A Computer Program for Earthquake Response Analysis of Horizontally Layered Sites, Report No. EERC 72-12, University of California, Berkeley, 1972.
- 3) 吉田雅徳・宮島昌克・北浦 勝：液状化領域の空間分布推定法に関する検討，第29回土質工学研究発表会平成6年度発表講演集，3分冊の2，pp.1047-1048.，1994。