

液状化地域における地中埋設管路被害率 (その2)

神戸大学工学部 正員 高田 至 郎
舞鶴工業高等専門学校 正員 ○高 谷 富 也
大阪ガス(株)供給部 正員 小 川 安 雄

1. まえがき

電気、ガス、水道、通信等のライフライン施設が地震により被害を受けることは、都市機能に重大な影響を及ぼす。このため、過去の地震による埋設管路の被害率を、管種、管径および液状化地盤別に整理し、被害率の特徴や傾向を把握しておくことは、防災や復旧対策を立てる上で重要であると考えられる。そこで、著者らは、近年に起きた地震により被害を受けたガスおよび水道の埋設管路の被害率を管種、管径および液状化地盤別に調査し、地盤加速度と各種管路の被害率の関係について考察した。今回は、地盤ひずみと埋設管路の被害率の関係に注目して、被害地点における地盤加速度より地盤ひずみを推定する簡易手法を提案し、得られた地盤ひずみと埋設管路の被害率の関係、並びに非液状化および液状化地域における管路の被害率と地盤ひずみの関係について調べる。

2. 地盤ひずみの推定について

本研究は、近年に起きた地震¹⁾を対象として、被害地点における地盤加速度より地盤ひずみを推定し、得られた地盤ひずみと埋設管路の被害率の調査を管種別、非液状化および液状化地域別に行った。以下に、地盤加速度より地盤ひずみを求める簡易推定方法について述べる。

- ①調査結果より得られた被害地点の最大加速度 a_{max} (gal) と地震のマグニチュード M に対して、次式に示す加速度のアテニュエーション式²⁾より震央距離 Δ (km) を求める。なお、この震央距離 Δ は被害地点における地盤特性などを含んだものとなっている。

$$a_{max} = \begin{cases} \frac{111 \times 10^{0.534M}}{(\Delta + 30)^{1.856}} & (\Delta \geq \Delta_0) \\ 99.6 \times 10^{0.0864M} & (\Delta < \Delta_0) \end{cases} \quad \dots\dots (1)$$

ただし、 $\Delta_0 = 1.06 \times 10^{0.242M} - 30$ である。

- ②式(1)より求められた震央距離 Δ を用いて、被害地点における最大速度 v_{max} を次式に示す速度のアテニュエーション式²⁾より推定する。

$$v_{max} = \begin{cases} \frac{2.65 \times 10^{0.360M}}{(\Delta + 30)^{0.893}} & (\Delta \geq \Delta_0) \\ 2.52 \times 10^{0.114M} & (\Delta < \Delta_0) \end{cases} \quad \dots\dots (2)$$

- ③図-1に示すように最大振幅比 a_{max}/v_{max} と平均振動数 f_a とはかなり良い相関がある³⁾。本研究では、この平均振動数 f_a の代わりに卓越振動数 f_p を用いて、最大振幅比 a_{max}/v_{max} より卓越振動数 f_p を算出し、卓越振動数 f_p より表層地盤の固有周期 T_p ($=1/f_p$) を求める。

- ④図-2に示す表層地盤の固有周期 T_p と地震動の見かけの伝播速度 c の関係より、伝播速度 c を求める。

- ⑤次式より地盤ひずみ ε を算出する。

$$\varepsilon = v_{max}/c \quad \dots\dots (3)$$

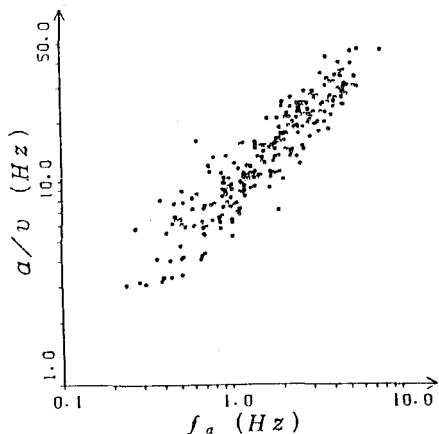


図-1 最大振幅比と平均振動数の関係³⁾

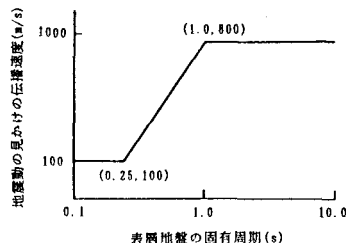


図-2 表層地盤の固有周期と地震動の見かけの伝播速度の関係⁴⁾

3. 地盤ひずみと管路の被害率の関係について

前節において地震波動の面より求められた地盤ひずみと管種別の被害率の関係、並びに非液化化および液化化地域における管路被害率と地盤ひずみの関係について調べる。

図-3～6は、それぞれ鋼管、铸铁管、塩化ビニール管および石棉管の被害率と地盤ひずみの関係を示したものである。なお、参考として、鋼管および铸铁管については、浜田ら⁵⁾によって求められた液化化地域における管路の被害率も併せて図示しておいた。これらの図より、埋設管路に被害が発生している地点の地盤のひずみは0.1%以上となっており、浜田らによる結果とほぼ同じ程度の値となっていることがわかる。しかしながら、管種の違いによる影響は地盤ひずみと被害率の関係に

は明確には現れていない。一方、図-7は非液化化および液化化地域における埋設管路の被害率と地盤ひずみの関係を示したものである。この図より、非液化化および液化化地域における地盤ひずみに顕著な差異が見られないが、液化化地域における埋設管路の被害率は非液化化地域のものに比べて、大きな被害率となっており、これは浜田らの結果と同じ傾向を示していることがわかる。

4. あとがき

本研究は、地震被害を受けた埋設管路の被害率と被害地点における地盤ひずみを地震波動の面より推定し、管種別の被害率と地盤ひずみの関係並びに非液化化および液化化地域における被害率と地盤ひずみの関係について調べた。その結果、地盤ひずみが0.1%以上の地点に埋設管路の被害が発生していることが明らかとなった。最後に、本研究を遂行する上で資料の提供および貴重な御意見を頂いた徳島大学工学部の沢田 勉先生に感謝します。

参考文献

- 1) 高田、高谷、小川、岡：平成3年度関西支部年次学術講演会、I-57、1991。
- 2) Kameda, Sugito and Goto : Proceedings of Third International Earthquake Microzonation Conference, Vol. III, pp.1463-1473, 1982。
- 3) 沢田、平尾、山本、川手：第21回地震工学研究発表講演概要集、pp.41～44, 1991。
- 4) 日本ガス協会：ガス導管耐震設計指針、1982.3。
- 5) 浜田、安田、磯山、恵本：土木学会論文集、第376号/Ⅲ-6、pp.221～229、1986。

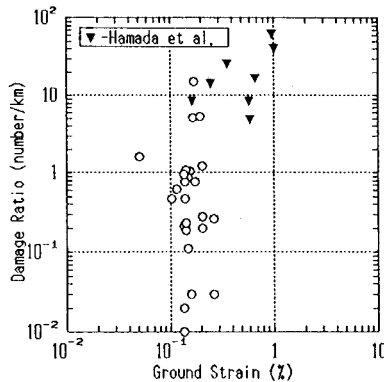


図-3 鋼管の被害率

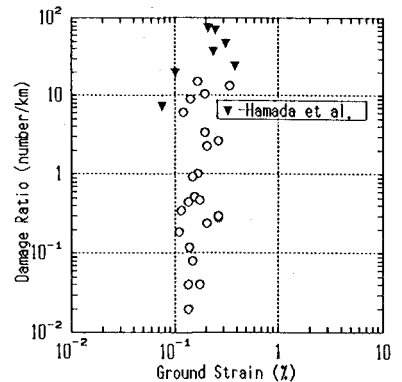


図-4 铸铁管の被害率

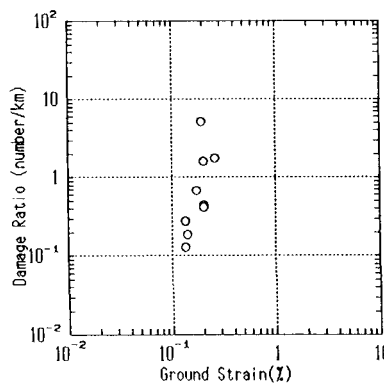


図-5 塩化ビニール管の被害率

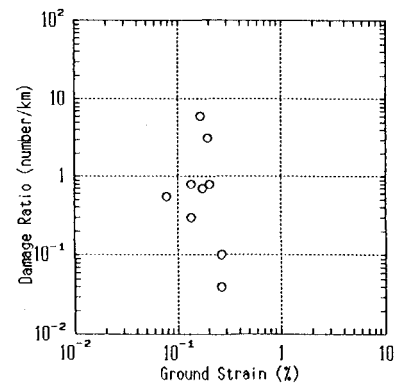


図-6 石棉管の被害率

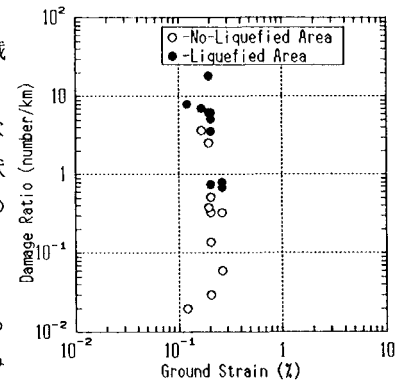


図-7 非液化化および液化化地域における被害率