

上水道管路網の耐震診断法に関する検討

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
 金沢大学大学院工学研究科 片原 道男
 金沢大学工学部 ○車古恵美理

1. はじめに

1995年兵庫県南部地震を教訓として、建物などの耐震診断・耐震補強が活発に行われている。しかし、上水道をはじめとするライフラインはその敷設延長距離が膨大であることから、効率的な診断法を開発する必要がある。本研究では、上水道管路網に注目し、簡易診断法と詳細診断法の2段階診断法を提案するとともに、神戸市を対象にケーススタディを行う。

2. 兵庫県南部地震と被害の概要

1995年1月17日5時46分に、淡路島北部(北緯34.6度、東経135.0度)で、震源深さ14.3km、マグニチュード7.2の地震が発生した。この地震により多くの建築構造物・土木構造物の倒壊・大破という大被害がもたらされた。また地下構造物である配水管の被害も多く、全体では4000件以上に上った。管の被害形態としては、ダクタイル鋳鉄管においては、継手の抜けによる漏水が顕著であった。一方鋳鉄管と硬質塩化ビニル管では、継手の抜けや破損、及び管体破損が見られ、鋼管では、溶接継手の破損及び管体の破損があった。

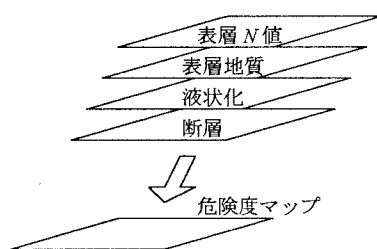


図1 要因の重ね合わせ法

3. 簡易診断法

配水管の被害には、様々な要因が関与する。本研究では表層付近の N 値、表層地質、液状化の有無及び断層に着目し、各指標ごとにランク付けをすることにより、危険度マップを作成する。更に図1に示すように各マップを重ね合わせ、危険度ランクの和により診断地域における危険地区の特定を行う。つぎに管路についての評価を行う。ランク付けにおいては、神戸市から大阪市にかけての被害率を基とし、被害率1(件/km)未満を1、1(件/km)以上を2とした。ここでいう被害率とは、約290m×約230mのメッシュにおける被害件数を敷設距離で除したものであり、1km当たりの被害件数を表す。

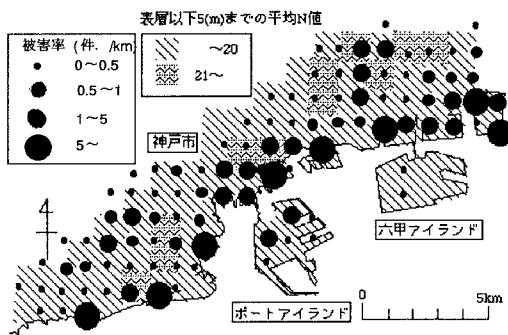


図2 表層以下5mまでの平均 N 値と被害率

3.1 表層付近の N 値と被害の関係

図2に、地表面から地下5mまでの平均 N 値と被害の関係を示す。この図から平均 N 値20を境に、被害が少なくなっていることが分かる。そこで地表面の平均 N 値20以下をランク2とし、21以上をランク1とおく。

3.2 表層地質と被害率の関係

表1に、表層地質と被害率の関係を示す。埋立地が最も被害が多く、ついで自然堤防・砂州の被害が多くなっている。そこで基盤岩・洪積層・沖積層をランク1、自然堤防・砂州・埋立地をランク2とおく。

表1 表層地質別被害率²⁾

表層地質	被害率(件/km)
基盤岩・洪積層等	0.811
沖積層	0.898
自然堤防・砂州	1.095
埋立地	1.769

3.3 液状化の有無と被害率の関係

表2に液状化の有無と被害率の関係を示す。液状化の起こらなかった地域は、液状化の起こった地域よりも明らかに被害が少ないことが分かる。そこで、管路に被害を及ぼす程度の液状化の可能性が無い地域をランク1、可能性のある地域をランク2とおく。ここで液状化地盤の推定には F_L 値を用いる。液状化層の沈下率は、5%~10%と言われており50cm以上の地盤沈下で被害が増大することから、液状化層厚5m以上を管路に被害を及ぼす可能性のある液状化地盤とする。

3.4 活断層と被害率の関係

今回のような直下型地震の場合、活断層からの距離が被害に大きく影響してくる。断層線から1km以内の範囲をランク2、その他の地域をランク1とする。

3.5 管種・管径と被害の関係

表3に管径と被害率の関係を示す。表3から管径が大きいほど壊れにくいということが分かる。今回の解析対象地区は、ダクタイル鋳鉄管の占める割合が高く、管種についての被害との相関性はあまり見られなかった。ただし耐震継手、耐震補強の効果がよく現れていた。

4. 詳細診断法

簡易診断法で危険とされた地域の、補強すべき管路について修正伝達マトリックス法を用いて管路破壊モード解析を行い被害点を推定する。または特に診断を必要とする管路網について、解析を行う。

5. 神戸市におけるケーススタディ

神戸市における簡易診断結果と被害の関係を図3に示す。図から危険度のランクが一番低い4の地域で被害がほとんどなく、ランクの一番高い7に被害が集中しておりよい対応を示しているといえる。ただしランク7である六甲アイランドなどでは、耐震継手の効果により被害が少なくなっている。。このような簡易診断結果を基にランク7の地域などでは詳細診断法を行う必要がある。

6. 今後の課題

本研究で開発した簡易診断法は、現段階では十分なものであるとは言えない。したがってさらなる精度向上を目指すための今後の課題を以下に示す。

(1)簡易診断法におけるランク付けを、兵庫県南部地震以外の地震から検証する。(2)簡易診断法の指標に微地形、古地形などの情報を増やす。(3)詳細診断を神戸市で行う。

謝辞 本研究の一部が文部省科学研究費（基盤研究（C）、No.08650545、代表 宮島 昌克）の補助によって行われたことを記し、深謝いたします。

〈参考文献〉

- 1)神戸市：神戸の地盤、神戸市、1980.
- 2)社団法人 日本水道協会：兵庫県南部地震による水道管路の被害と分析、1996.8.

表2 液状化別被害率²⁾

液状化の有無	被害率(件/km)
有	0.74
無	3.508

表3 管径別被害率²⁾

管径(mm)	被害率(件/km)
~φ75	1.898
φ100~φ150	0.926
φ200~φ250	0.937
φ300~φ450	0.783
φ500~	0.513
不明	0

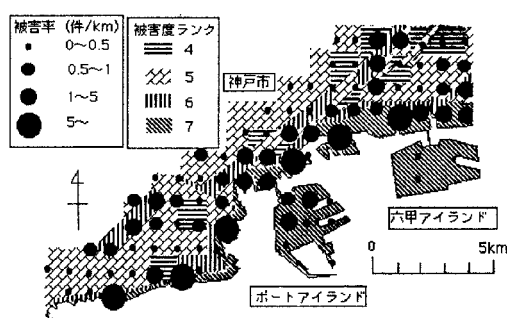


図3 神戸市における簡易診断結果