

地震被害データを用いた地中埋設管路の老朽度評価

金沢大学工学部 学生会員 ○関屋 寛達
 金沢大学大学院 正会員 宮島 昌克
 大阪市水道局 正会員 村田 幸一

1. はじめに

1995年に兵庫県南部地震では、多数の水道管路に被害が生じた。震源に近い地域では大きな地震力が被害の主原因であると考えられる。しかし震源から比較的離れた地域については、地震力が比較的小さいことを考慮すると、地震力のみが原因となって生じたとは考えにくい。すなわち、管体強度の低下も大きな要因の1つではないかと推測できる。そして、管体強度低下の原因の1つとして管路の老朽が考えられる。一方で、管路の老朽は平常時における水道管路の漏水事故の原因と考えられている。日本では昭和の初期頃から鑄鉄管路が、昭和の中期頃からダクタイル鑄鉄管路が布設され始め、現在もそのような古い管路が使われている。このような管路は老朽が進んでおり、漏水事故が発生しやすいと考えられる。そのような漏水事故防止のために、水道事業体には水道管路改良の動きが見られるが、より老朽が進んでいる管路から改良しなければ非効率・不経済である。

以上より、本研究では震源から比較的離れた地域における管路被害データの分析を行うことにより、老朽によって管体強度が低下する管路の条件を明らかにする。さらにこの結果を利用して、地中埋設管路の老朽度の定量化を試みる。

2. 兵庫県南部地震における管路被害データの集計

本研究では震源から比較的離れた地域の管路被害データとして、大阪市における管路被害データを取り扱うこととする。取り扱う管路被害データは258個あり、住所・口径・布設年度・管種・継手種類などの情報を含んでいる。そこで、まず口径毎や布設年度毎などに被害件数の集計を行った。集計結果の一例として、布設年度と被害件数の関係を図-1に示した。被害件数が特に集中したのは、1932年(昭和7年)に48件、1955年(昭和30年)に105件であった。また、1937~1941年の被害件数は合計で6件と少なかったが、この時期において水道管路の布設延長が著しく減少してしまったためと推測される。すなわち、1937年の日中戦争勃発、1938年の国家総動員法公布、1941年の太平洋戦争勃発などによって鉄と人員が不足したためと考えられる。

このように被害件数は布設延長の影響を受けている可能性があると考えられるため、被害件数を布設延長で割ることで定義される被害率(件/km)の算出を行った。図-1と同様に、布設年度と被害率の関係を図-2に示した。ただし、図-2で示しているのは布設延長が1km以上であったときの被害率であり、布設延長が不明であった1932年の管路と、布設延長が1km未満の1938年、1950年、1951年、1973年、1984年、1991年の管路の被害率は除外してある。図-2では、1955年に布設された管

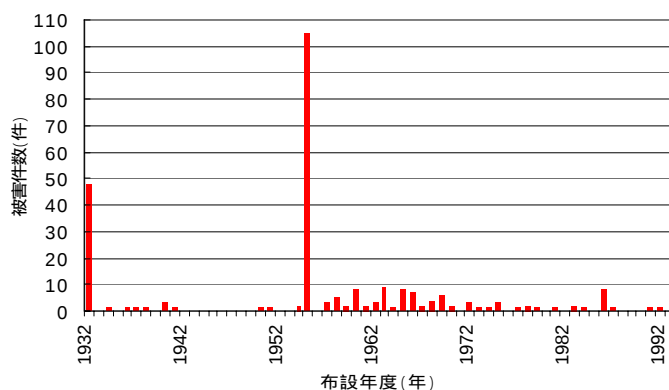


図-1 布設年度と被害件数の関係

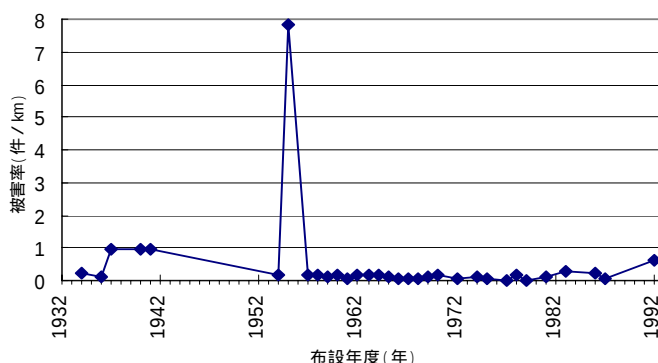


図-2 布設年度と被害率の関係

路の被害率が 7.83 件/km と他に比べて著しく大きな値であった。大阪市水道局によると¹⁾、過去の漏水事故の被害も 1954 年に布設された管路に集中している傾向があることが分かっている。本研究で扱うデータの被害傾向が過去の漏水事故と似ているため、このことから地中埋設管路の老朽度の定量化に地震被害データを用いるのは妥当であると考えられる。

また、布設年度・口径・管種・継手種類からなる 6 通りのクロス集計を行い、それぞれで被害率の算出を行った。なお、ここでも布設延長 1km 未満の管路については除外してある。ここで、布設年度と口径・管種・継手種類の 3 通りのクロス集計の結果の例を図-3 から図-6 に示す。これらの図から、1955 年の管路の被害率が高かったことと、1955 年で口径は 100mm・150mm、1955 年の高級铸铁管、1955 年で継手は鉛継手の管路において高い被害率であったことが分かる。そして残りの 3 通りのクロス集計からは、口径と管種では口径 125mm の高級铸铁管、口径と継手では口径 100～200mm・鉛継手の管路、管種と継手では鉛継手の高級铸铁管の被害率が高かったことが分かった。布設年数を除いて考えると、この結果からは口径 100～200mm・高級铸铁管・鉛継手の条件を持った管路の強度が低いことが分かる。

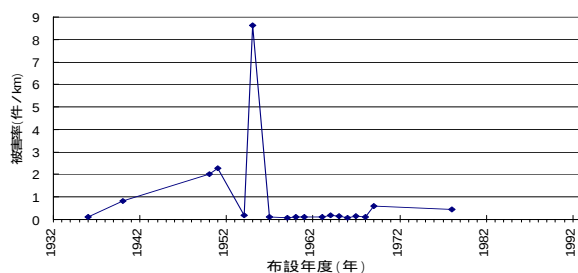


図-3 被害率と布設年数の関係 (口径 100mm)

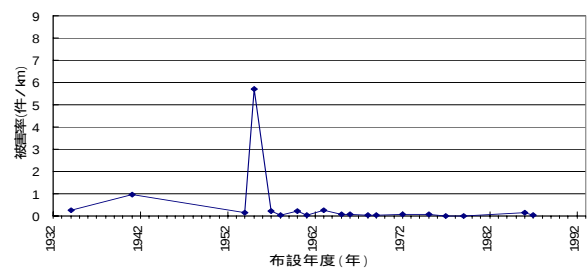


図-4 被害率と布設年数の関係 (口径 150mm)

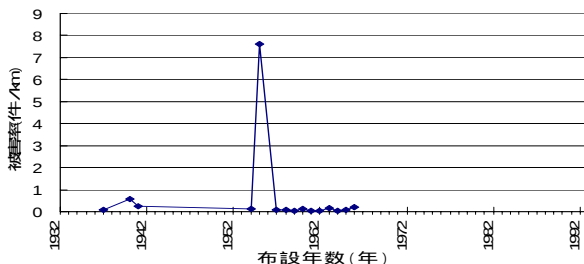


図-5 被害率と布設年数の関係 (高級铸铁管)

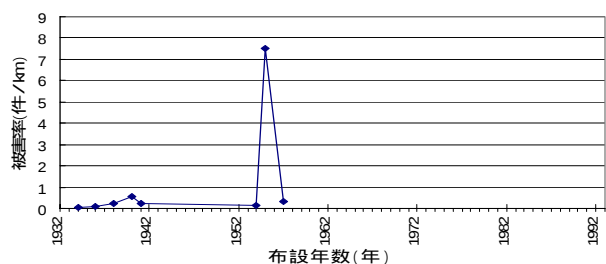


図-6 被害率と布設年数の関係 (鉛継手)

3. 管路被害地点における地震動の最大速度の評価と管路被害データの抽出

管路被害データが震源から比較的離れた地域のものであっても、河川の近くと台地では地震動強さに差が生じ、管路が破損したときの外力条件が異なっていた可能性がある。そこで、管路が破損したときの外力条件がなるべく等しくなるように被害地点における地震動の最大速度を評価し、被害データの抽出を試みる。最大速度の推定には、司・翠川の距離減衰式²⁾によって工学的基盤 ($V_s = 600\text{m/s}$) での最大速度を計算し、その値に表層地盤の増幅率を乗ずるという方法を用いた。被害地点ごとに計算した最大速度の大きさは 13.9～24.2cm/s の範囲にあり、最大でおよそ 10cm/s の違いがあった。推定結果をデータの抽出に利用すると共に、新たに加わった管路被害データの 1 つの情報として利用し、布設年度・口径・管種・継手種類の情報と絡め、さらに考察を行う予定である。

参考文献

- 1) 大阪市水道局：配水管事故未然防止の観点から見た小口径経年管の改良優先度の決定に関わる一手法。
- 2) 司宏俊，翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文報告集，pp.63-70，1999。