

I-B 108 1995年兵庫県南部地震による配水管の被害分析

鳥取大学工学部 学生員 山本 明弘
鳥取大学工学部 正会員 野田 茂

1. まえがき

1995年兵庫県南部地震により、ライフラインは壊滅的な被害を受け、その重要性が改めて認識された。特に、水道管の被害は大規模であった。このため、水道施設の復旧は長期化し、被災者に多大な悪影響を及ぼした。そこで、本研究では、配水管の被害状況に着目し、その被害分析を行い、耐震化を進める上での基礎資料を得る。なお、水道管の被害の要因分析についてはこれまでも種々の観点から実施されてきている（例えば文献1)と2)）。

2. 研究方法

配水管被害の要因分析のため、マクロな分析をした上で、地図上でのミクロな分析を行う。このため、11市の配水管の被害データを収集した。11市とは、神戸市、芦屋市、西宮市、宝塚市、尼崎市、大阪市、伊丹市、豊中市、池田市、川西市と明石市である。

まず、管種や口径などの違いによる各市の被害件数あるいは被害率（箇所/km）の相違を調べ、地域特性を分析する。次に、GISを用いて、配水管の各種属性データと被害箇所を地図上に入力する。この被害箇所図を、活断層図、地震動分布図、地形地質図や地盤変状図などと比較し、配水管の被害分布の特性を調べる。なお、ここでは、紙面の都合上、芦屋市の地図情報のみを示す。

3. 分析結果の一例

11市のうち、芦屋市における配水管の被害状況（管種別敷設延長の割合、管種別被害率と口径別被害率）を図-1に示す。属具を除いた配水管の被害件数は284件である。被害率は1.54で、11市の中で最も大きい。ちなみに、神戸市の被害率は0.29、西宮市のそれは0.70である。配水管の延長距離は約185kmである。管種別の敷設延長距離の割合は図-1(a)に示す通りである。管路としてはCIPとDIPの占める割合が大きい。

管種別の被害率（図-1(b))を見ると、VPの被害が卓越している。DIPの被害率は1.19、CIPでは0.94と、他都市の被害状況（西宮市のDIPの被害率0.43、CIPの被害率（神戸市1.25、伊丹市1.07））に比べて大きいことは芦屋市の被害発生の特徴となっている。これは、芦屋市全域で地盤震動が大きかったことによる。

口径別による被害率（図-1(c))を見ると、口径が小さいほど、被害率は大きくなる傾向にある。比較的口径の大きいφ350とφ450の管路の被害率が大きい。これは、これらの管路の被害件数と敷設延長がおおの1件と0.44kmおよび6件と2.94kmのように、統計データ不足ならば管路長が短いことによるものである。ちなみに、φ100の管路の被害件数と敷設延長は76件と62.89kmである。このようなことを勘案すると、被害率だけで被害特性を正確に評価することは容易ではないと言える。なお、DIPの被害は、管体ではなく、継手部に86箇所、属具に38箇所生じた。CIPの被害は継手よりも管体に多く（管体67箇所、継手17箇所、属具2箇所）、逆にVPでは管体よりも継手の被害が多かった（管体38箇所、継手73箇所、属具25箇所）。

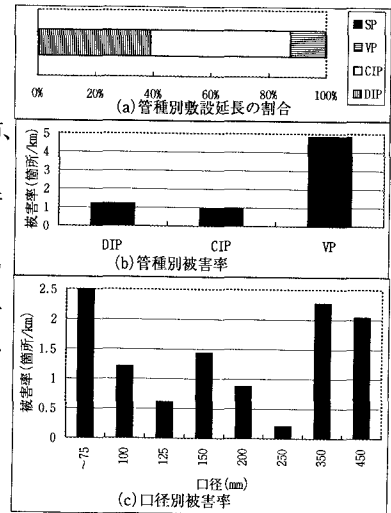


図-1 芦屋市における配水管の被害状況

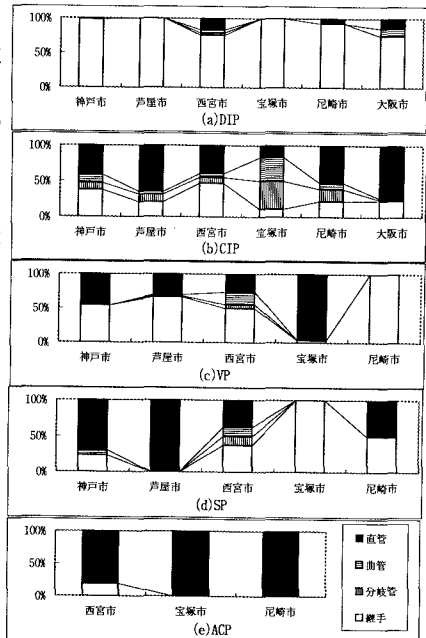


図-2 管種別に見た被害部位の割合

次に、6市（芦屋市、西宮市、神戸市、宝塚市、尼崎市と大阪市）について、管種別に見た被害部位の割合を図-2に示す。これより、DIPの被害の大多数（96%）は継手部に起っていることがわかる。なお、耐震継手の被害は見られなかった。CIPの被害については、管体被害が59%、継手被害が41%を占めている。VPについては管体被害が42%、継手被害が58%である。ACPの被害のほとんど（88%）は管体部で生じている。SPについては、管体被害が78%、継手被害が11%である。また、管種別被害部位の割合には都市の違いが大きく影響している。

次に、GISを用いて被害の地域分布特性を調べ、地盤状況などに関連させることにより、被害特性を明らかにすることを試みた。例として、芦屋市における管種別の被害箇所図を図-3に示す。同図より、DIPの被害は南部の海岸沿いにある埋立地周辺と中東部の岩園町仲ノ池付近に集中していることがわかる。大きな地盤震動に起因した地盤変状により、南部では被害が多発した。中東部では地盤変状が見られなかったが、他の地域に比べ、軟弱な地盤であったため、被害が集中して起こったものと考えられる。VPについては河川沿いに被害が多いものの、ほぼ全域に被害が分布している。なお、CIPとVPの被害が南部に見られないのは管路が敷設されていなかったためである。震度7の激震地域ではVPの被害が多く見られる。これは、DIPやCIPに比べて、VPの強度が弱いためである。その結果、図-1に示すように、VPの被害率は他の管種よりも高い値となっている。

管体部、継手部と属具別に被害箇所図を作成した結果によると、各部位の被害箇所はほぼ全域に分布していたが、南部の埋立地では継手抜けの被害しか見られなかった。これは、地盤変状に追従して、継手部で大きく伸縮したためである。

4.あとがき

本研究では、1995年兵庫県南部地震における配水管の被害状況を把握し、その被害分析を行った。その結果、従前からよく知られているように、1)ACPやVPが他の管種に比べて弱いこと、2)古い管に被害が多いこと、3)小口径の管に被害が集中して起こったことなどが改めて認識された。ちなみに、管種別の被害率については、被害の大きかった6市（芦屋市、西宮市、神戸市、宝塚市、尼崎市と大阪市）全体のACPの被害率は4.91と、他の管種に比べて極端に大きかった。このうち、管体破損が88%を占めており、口径別による被害率の違いはあまり見られなかった。VPの被害率は1.31、CIPでは0.43、DIPでは0.14、SPでは0.12であった。

GISを用いて芦屋市における配水管の被害要因の分析を行った結果、1)川沿いや海岸沿いなどの軟弱地盤周辺や埋立地に被害が多く、2)特に埋立地では継手抜けによる被害が集中していたことがわかった。地盤震動の大きさ、地盤条件や液状化の発生状況などから、被害は地域によって著しい差異を生じていた。

配水管の被害には、地盤種別、地形地質、N値や地盤震動（最大加速度、最大速度、最大変位やSI値）など、様々な要因が大きく関与する。このため、これらを考慮したよりミクロな分析を現在進めており、その結果については別途報告する予定である。

参考文献

- 1)日本水道協会工務部：阪神・淡路大震災における水道管路の被害と分析、水道協会雑誌、第65巻、第2号、pp.39～51、1996年2月。
- 2)宮島昌克、曜 恩地、北浦 勝：1995年兵庫県南部地震における上水道管路被害の定量的解析、阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、pp.299～304、1996年1月。

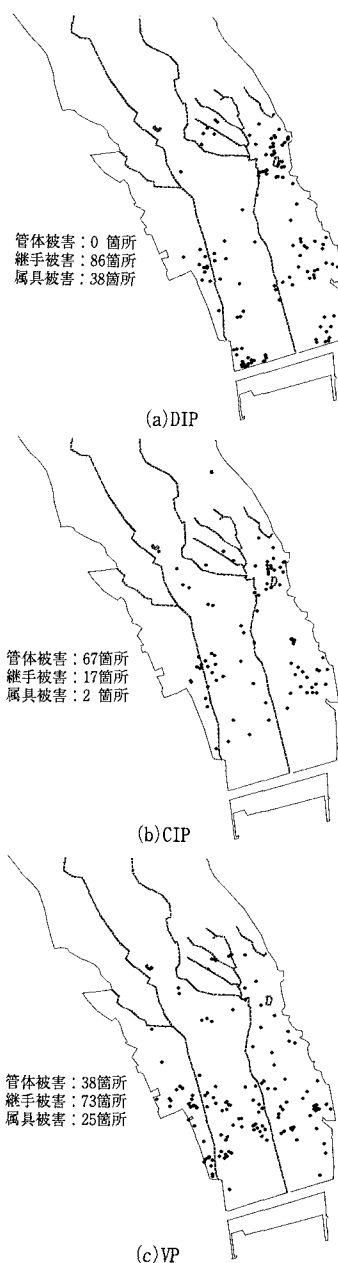


図-3 芦屋市における管種別の被害箇所図