

I-B 435

GISを用いた阪神・淡路大震災による配水管被害特性の評価

神戸大学大学院 学生員 前田俊宏  
 神戸大学工学部 フェロー会員 高田至郎  
 栗本鐵工所 正員 辻野洋慶

1. はじめに

1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災により、各施設には大きな被害が発生した。とくにライフライン施設など、重要な都市基盤施設は壊滅的な被害を受けた。ライフライン施設の耐震性向上には種々の方法が考えられるが、地盤に付随する様々な条件を無視することはできない。そこで本研究では、GISを用いて阪神・淡路大震災による上水道配水管被害と、地盤条件などの要因との関連性を見出すことにより、地震によるライフライン施設の地域被害特性を評価することを目的としている。本研究ではとくに、配水管被害と地質・地形分類、断層、液状化による地盤ひずみ、アンケート震度との関連性について評価し、上水道配水管の被害の発生プロセスについて考察を行う。

2. GISによる配水管被害特性の評価

2.1 地質・地形分類との関連

ここでは地質・地形分類と被害形態別・口径別配水管被害の関連について考察する。対象地域は神戸市東灘区から須磨区にかけての六甲山麓南側の地域である。地質分類ごとの被害内訳として継手被害・管体被害・属具被害の3項目の被害形態に分類した。地質分類ごとの被害形態別配水管被害率(箇所/km)をそれぞれ図1に示す。図1より大阪層群において高い被害率となっている。これらは、周辺の断層地形の影響を受けたためであると考えられる。次に埋立地においても被害率が高くなっている。埋立地では継手被害が約75%以上を占めており、埋立地特有の被害状況となっている。また、埋立地と同じく比較的軟弱な地盤である沖積層・低位段丘でも被害率は高くなっている。とくに河川沿いや海岸付近に見られる沖積層Bで被害率が高くなっており、その被害内訳は管体被害率が高い。これは河川周辺の表層土塊が管軸直角方向に急激に側方変位したため、管体とその急激な地盤変位に追従できなかったためと考えられる。その他、石屋川付近のように傾斜が急で地形が複雑に入り組んでいる地域では被害は大きくなることが確認された。以上のように、被害の発生過程の違いから、地質・地形分類により被害状況が異なることが示された。

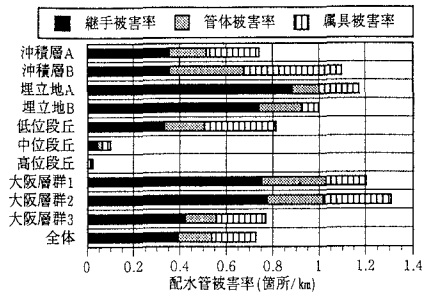


図1：地質分類別配水管被害率

2.2 断層地形と上水道配水管被害の関連

神戸市街地では、建物被害が既存断層の南側に平行に带状に広がっている。これらの被害における断層の影響は非常に大きく、配水管被害についても同様に断層地形と何らかの関連があると考えられる。そこで、渦ヶ森・長田・諏訪山断層を対象として、断層と配水管被害の関連について検討する。図2に長田断層からの距離(km)と配水管の形態別被害率(箇所/km)との関係を示す。図2より会下山断層付近で被害率が最も高く、その後被害率が減少していることから、この付近の配水管は会下山断層とその周辺地形の影響を強く受けたと考えられる。このような傾向は渦ヶ森断層近傍においても見られるが、諏訪山断層近傍では顕著ではない。このような差は、周

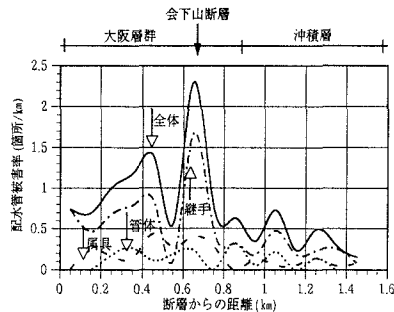


図2：長田断層からの距離と配水管被害率

辺地形分布の特色により生じると考えられる。また、断層からの距離が0.6～1.0km付近において再び被害率が高くなる傾向がある。この付近は建物被害の広がる震度7地域にあたり、地震動の増幅現象が生じたと考えられており、激しい地震動により配水管被害が増大したと思われる。

### 2.3 液状化による地盤ひずみとの関連

ここでは、液状化地域における地盤ひずみと配水管被害の関連について考える。対象とする地域は神戸市中央区のポートアイランドで、ここでは静的な有限要素法を応用して永久変位ベクトルからひずみ分布の作成を行った。本研究では変位ベクトルデータとして、濱田、磯山、若松により作成されたポートアイランドの表層地盤の永久変位ベクトル図を使用した<sup>1)</sup>。配水管被害率とひずみの関係を図3に示す。図3によると、ひずみと被害の相関の最も高いのは管軸方向引張りひずみであり、管軸方向引張りひずみが約1%のとき被害率は3.0箇所/km程度になることがわかる。また管軸直角方向ひずみについてもやや相関が見られるものの、それほど大きくはない。また鉛直せん断ひずみについては、被害率とほとんど相関のないことがわかる。ポートアイランドにおける配水管被害はその約8割がダクタイル鋳鉄管のメカニカル継手の離脱や緩みなどの継手被害であり、これらは液状化による影響が大きいと思われる。図3より、ダクタイル鋳鉄管が液状化発生時において管軸方向、あるいは管軸直角方向に2%～3%の大きなひずみを生じても管体自体は破損しないが、メカニカル継手は地盤の管軸方向引張りひずみが1%～2%程度になれば、大きな被害を生じることがわかった。

### 2.4 アンケート震度との関連

筆者らは地震後、阪神・淡路大震災に関するアンケート調査を実施した。ここでは、町丁目ごとのアンケート震度と配水管被害との関連について考える。図4にアンケート震度から変換した気象庁震度階と配水管被害率の関係を過去の地震における被害率とともに示す<sup>2)</sup>。図4より全体的には、震度の増加に従い配水管の被害率の増加する傾向が見られる。しかし、震度が低い地域においても、高い被害率を示すところもある。このような現象を生じる地域としては、液状化の激しい地域、急傾斜地で地質・地形の入り組んだ地域、断層周辺の地質・地形の複雑な地域などが挙げられる。以上のことから、配水管被害を生じさせる要因は震度だけではなく、各地域の地質の特色が非常に強く関連していることが知られた。

## 3. まとめ

阪神・淡路大震災における、神戸市上水道配水管被害を地域的な地盤条件と関連づけて考察した。その結果、配水管被害の要因として、各地域の震度のほかに、地質・地形の影響、断層による影響、液状化による地盤ひずみの影響が大きく関連していることが示された。このことから、ライフラインの耐震性を考慮する上でこれらの地盤条件の考慮が不可欠であると考えられる。今後、各地盤条件がどのように被害に結びついているのか、その被害メカニズムを明らかにするとともに、定量的な評価を行っていく必要がある。

### <参考文献>

- 1) Masanori H. etc. : The 1995 Hyogoken-Nanbu Earthquake Liquefaction, Ground Displacement and Soil Condition in Hanshin Area, 1995.
- 2) 高田至郎：ライフライン地震工学，共栄出版，1983.

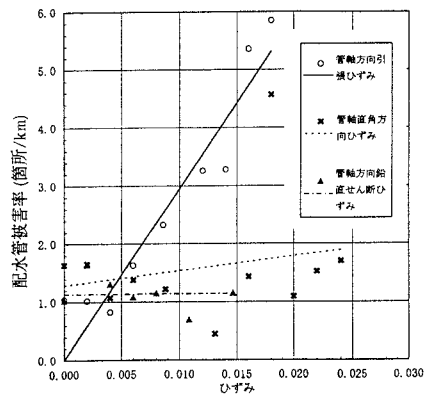


図3：液状化による地盤ひずみと配水管被害率

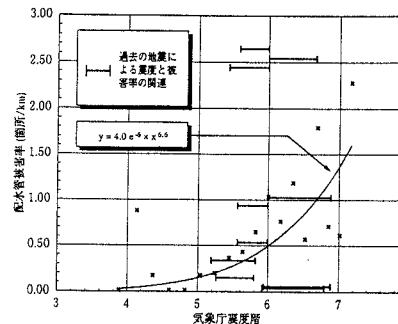


図4：震度階と配水管被害率