第Ⅰ部門　　GISを用いた兵庫県南部地震における水道配水管被害特性の評価

神戸大学工学部　フェロー会員　高田　至郎
神戸大学大学院　学生員　前田　俊宏
(株)栗本鐵工所　正会員　○辻野　洋慶

1. はじめに

兵庫県南部地震により淡路島から神戸・阪神地区におけるライフライン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様々な方法が考えられるが，耐震性向上を考える上で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(Geographic Information Systems:地理情報システム)を用いて，兵庫県南部地震による実際の上水道配水管被害と，地盤条件などの様々な要因との関連性を見いだすことにより，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，アンケート震度との関連性について考察する．

2. GISによる上水道配水管被害特性の評価

2.1 地質分類と上水道配水管被害の関連

ここでは地質分類と被害形態別・口径別配水管被害の関連について考察する．対象とした地域は，東灘区から須磨区にかけての六甲山麓から南側の地域である．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項目の被害形態別に，また，小口径(0-149 mm)・中口径(150-299 mm)・大口径(300 mm以上)の3項目の口径別に分類した．地質分類ごとの被害形態別配水管被害率(箇所/km)を図1に，また，口径別配水管被害率(箇所/km)を図2に示す．また，ここでは，埋立地Aを人工島，埋立地Bをその他の埋立地と区分している．

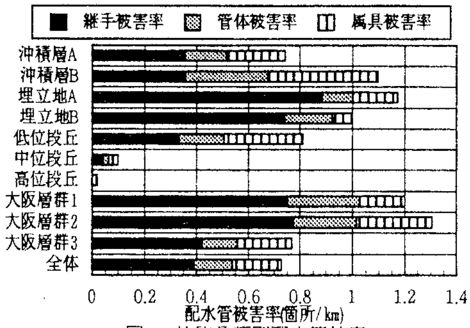

図1　地質分類別配水管被害

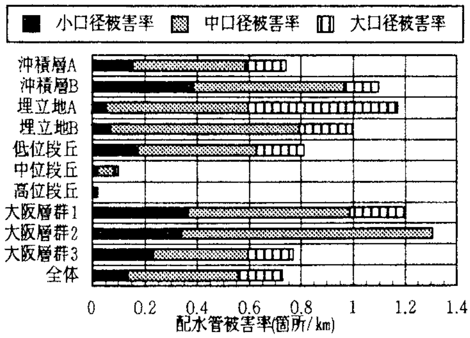

図2　口径別配水管被害

大阪層群2において最も被害率が高く，それ以外の大阪層群においても高い被害率となっている．大阪層群は堆積年代が中位段丘や高位段丘に比べ古く，それらに比べ地盤が硬化しているはずであるが，段丘地盤におけるよりも高い被害率となっている．このことから，大阪層群において被害率が高くなっている原因は，大阪層群の地質の特質によるものではなく，断層の影響を受けたためであると考えられる．次に埋立地では，埋立地A・埋立地Bにおいて共に被害率が高くなっている．埋立地では，継手被害が約75%，中口径以上の被害が90%以上を占めており，これが埋立地特有の被害状況になっている．この現象は，液状化が発生することにより，管体に浮力などが作用し，口径が大きくなるにつれて，管体に作用する力が増大するためであると考えられる．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．とくに沖積層Bで被害率が高くなっている．沖積層Bは河川沿いや海岸付近に見られる地質であり，被害内訳は管体被害率が高い．これは河川周辺の表層

Shiro TAKADA，Toshihiro MAEDA，Hiroyoshi TSUJINO

土塊が管軸直角方向に急激に側方変位したため，管体がその急激な地盤変位に追随できなかったためである．その他に，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甚大となることが確認された．また，地質分類が一様に分布する地域であっても，地形分類の分布が異なれば発生する被害には差が生じることも確認された．以上のように，地質・地形分類により，特有の現象が起こることから，同程度の被害率であっても被害形態は異なることが知られた．

2.2　断層と上水道配水管被害の関連

神戸市街地では，家屋の全壊被害が既存断層の南側に平行に帯状に広がっているため，配水管被害も断層地形と何らかの関連があるのではないかと考えられる．ここでは，断層と配水管被害の関連について検討する．対象とした断層は渦ヶ森・長田・諏訪山断層で，断層の北側では配水管被害がほとんど発生していないため，断層の南側について調査を行った．図3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3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．この差は地形の差異にあると考えられる．このことから断層地形が配水管被害におよぼす影響は異なると考えられる．また，断層からの距離が0.6-1.0 km付近から再び全体被害率が増加し，被害率が高い状態が続く傾向がある．この付近は家屋の全壊被害の広がる震度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．被害形態別に見てみると，継手被害率は全体被害率と同じような変化を示しているが，管体・属具被害に関しては，断層との関連性はそれほど現れていない．

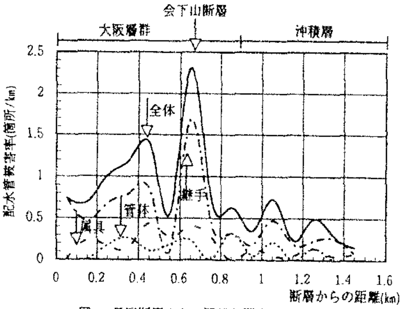

図3　長田断層からの距離と配水管被害率

2.3　アンケート震度との関連

筆者らは，兵庫県南部地震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[1]と配水管被害率の関係を示す．図4より，配水管の被害は地盤の影響を強く受けると考えられるが，気象庁震度階が増加するに従い，配水管の被害率も概ね増加している傾向が見られる．しかし，震度階が小さくても被害率が高い地域もある．この原因としては，埋立地など液状化の影響を受けた地域では地中と地表での地震動には差が生じたためであると考えられる．

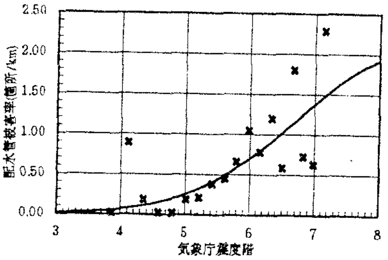

図4　気象震度階と配水管被害率

3.　まとめ

① 地質・地形分類により被害の程度・形態には差があり，被害発生のプロセスも異なる．また，地質が一様に分布する地域においても，地形が異なれば被害発生状況は異なる．

② 断層地形により配水管被害に及ぼす影響は異なるが，断層近傍で一般に配水管被害率が高くなる傾向があり，断層地形が配水管被害に大きな影響を与える．

参考文献　1) 太田裕ほか：アンケートによる地震時の震度の推定，北海道大学工学部研究報告第92号，1979