

神戸大学大学院 学生員○北田敬広  
 神戸大学工学部 7:00- 高田至郎

1. はじめに

ライフライン施設の耐震性向上を図るには、詳細なライフライン被災分析を行い、被災メカニズムを把握することが重要である。これまで、地中管路に関する分析として灘・東灘区といった特定地域において、配水管被害と配水管敷設方向および地震動との関連について分析を行ったところ、断層走行方向に対して直交方向の地中埋設管路が並行方向の管路よりも相対的に被害率が高いことが知られた。そこで本項ではさらに複数の地域の配水管路に関しても同様の分析を行い、地中埋設管路被害と方位特性との関係についてさらなる検証を進めていくこととする。また新たにガス管路についても被災傾向の把握を行う。

2. 兵庫県南部地震における地震動の特徴

図 1 は神戸市域において観測された強震記録から、地震動変位の粒子軌跡をそれぞれスケールと方位を合わせて描いたものを示している。本図から淡路・六甲断層系の断層線に直交した方向に地震動が卓越しており、堆積層の厚い海側で大きな変位振幅が、山側では比較的小さな変位振幅を示していることが知られる。このことは地中埋設管路の被害に何らかの影響を与えていると考えてよい。

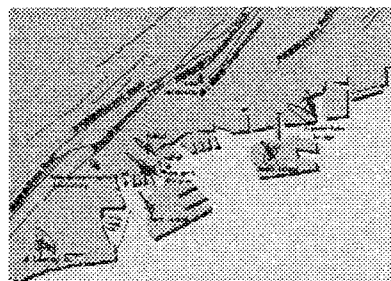


図 1 地震動の卓越方向<sup>[1]</sup>

3. 配水管敷設方向と被害率の関連

図 2 に示すように、各対象断層を基軸とったとき、その軸からの角度を 30 度ごとに 6 つのエリアに分割する。その上で各地域における地中管路データ 1 点 1 点の始点終点の x 座標、y 座標をもとに断層走向方向からの角度を決定した。具体的に図のエリア 3、4 に属する地中管路は断層に対して垂直方向に近い方向を成しており、エリア 1、6 に属する地中管路は断層に対して水平方向に近い方向を成している管路であるといえる。今後、とくに敷設距離が他のエリアよりも大きく、被害に関して対照的なエリア 3 と 6 の管路に着目していくことにする。

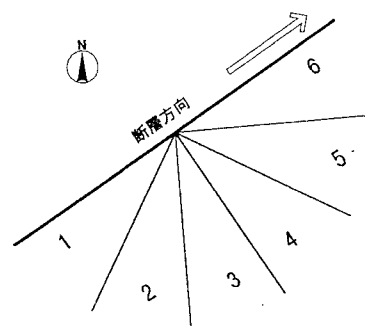


図 2 配水管敷設方向のエリア分け

配水管に関して分析地域を中央区、灘・東灘区、兵庫区、須磨区とし、それぞれに関して近傍にある諏訪山、五助橋、会下山、須磨断層を対象

断層とした。また、沿岸部埋立地域における配水管被害が断層からの影響を受けるというよりも地盤の液状化による影響を大きく受けることを考慮して埋立地を除外して分析を行った。他のエリアと比較して配水管敷設延長の大きいエリア 3 とエリア 6 の被害率を各地域ごとに比較したものを表 1、図 3 に示す。このエリア 3、6 はそれぞれ断層走向方向に直交、並行に近い方向になっている。総体的に断層に直交方向であるエリア 3 の被害率のほうが断層に並行方向よりも配水管被害率が高い値となっているのがわかる。また、配水管被害の大きかったとされる、灘・東灘区域と中央区の配水管路に関して 2 つのエリア間に被害率に顕著な差が生じているのに対し、被害の少ない地域ではそれほど差が生じていない。このことから配水管被害の大きかったとされる地域では地震動の

表 1 各地域におけるエリア別敷設距離・被害件数・被害率

対象地域	敷設距離(km)	エリア3	
		被害件数	被害率(件/km)
灘・東灘区	152.05	150	0.99
中央区	74.92	61	0.81
兵庫区	51.13	28	0.55
須磨区	46.24	22	0.48

エリア6		
敷設距離(km)	被害件数	被害率(件/km)
228.83	166	0.73
107.85	44	0.41
60.93	23	0.38
59.42	26	0.44

このことから配水管被害の大きかったとされる、灘・東灘区域と中央区の配水管路に関して 2 つのエリア間に被害率に顕著な差が生じているのに対し、被害の少ない地域ではそれほど差が生じていない。このことから配水管被害の大きかったとされる地域では地震動の

卓越方向が配水管被害に与える影響は大きかったと予想される。

#### 4. ガス管路被害傾向

ガス管路被害は対象地域を中央・灘・東灘区とし、表2に大阪ガス公表データ<sup>[2]</sup>と今回分析に用いたデータとの比較を示す。また図4、5、6にそれぞれガス管路の口径・管種・年代別被害率を示す。一般に支管に分類される口径100mm以下の管路の被害率が高く、配水管被害が小口径管に多いと同様の傾向が伺われる。管種においては、ねじ継手のガス管路が大きな被害を受けていることが明らかである。敷設年代別に被害程度を比較すると1975年を境にそれ以前の管路と以後の管路において被害差が顕著であることがいえる。1975年以降に新設された管路（大阪ガスでは1979年以降、耐久性に優れたポリエチレン素材のガス管導入を図っており、実際今回の地震においてポリエチレン管に関しては被害がみられなかった<sup>[3]</sup>。）は被害数が少ないものの、1955-1970年代前半に敷設された管路に関しては十分に耐震化が間に合っていないということが推測される。なお、ガス管の敷設方向と被害率の関係について、その結果および考察は講演にゆずる。

表2 被害データの比較

		大阪ガス公表被害データ (供給停止エリア)	使用被害データ (神戸市中央・灘・東灘区)
導管	高圧導管	被害なし	被害なし
	中圧導管	14箇所	2箇所
	低圧導管	4440箇所	1171箇所

#### 5. まとめ

上記3地区におけるガス管路の被災傾向として、口径が小さい・管種においてねじ継手を有している・敷設年代が1975以前、の管路において被害率が高くなっている。

断層に対して直交方向に埋設された水道配水管路が断層に対して並行方向の水道配水管路よりも被害が大きくなることが分かった。

一般的に、断層に対して垂直方向の地中管路被害が大きくなった原因として、配水管に入力される地震動の卓越方向が影響していると考えられる。地震動は断層に直交方向が卓越するために、断層に直交方向の地中管路に対しては管軸方向の地震動が卓越することになる。このことにより地中管路の管軸方向が引張あるいは圧縮され、とくに継手部においては継手の抜け被害が多くなり、その他では管体において管軸方向座屈が生じるなど全体的に並行方向の地中管路よりも被害率が高くなったと考えられる。断層近傍に埋設される管路の耐震設計には、かかる方位特性による相違を配慮する必要がある。

(参考文献)

- 【1】森 健：活断層近傍における地震動観測およびアスペリティモデルによる強振動予測に関する研究，神戸大学大学院自然科学研究科修士論文，pp.7-8，1998.2
- 【2】阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告 ライフライン施設の被害と復旧，pp401-462，1997.9
- 【3】小川安雄：第10回日本地震工学シンポジウムパネルディスカッション 大阪ガスの地震防災対策，pp91-94，1998.11

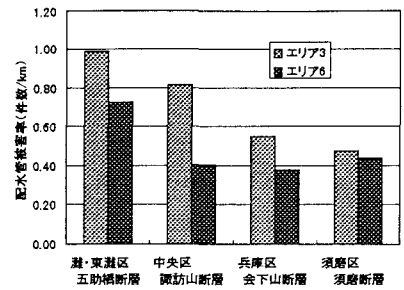


図3 各地域における敷設方向別被害率

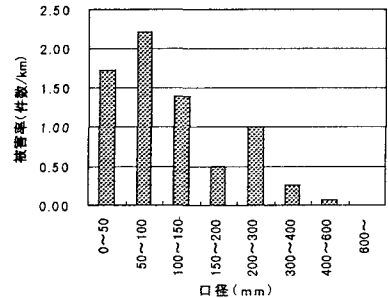


図4 口径別被害率

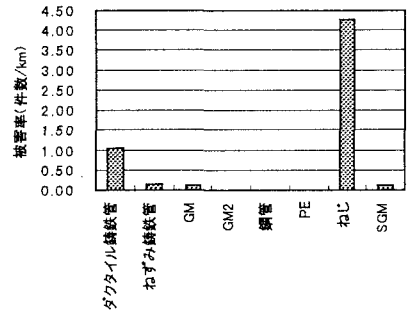


図5 管種別被害率

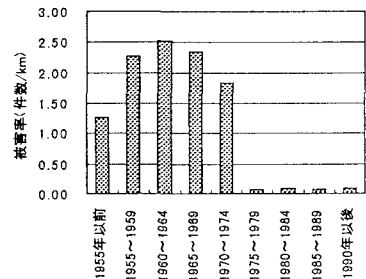


図6 年代別被害率