

I - B437

GISを用いた地震時配水管被災危険度予測

清水建設(株) 正員 前田俊宏
 神戸大学工学部 フェロー 高田至郎
 (株) ニュージェック 正員 松本文浩
 住友金属工業(株) 正員 棚橋隆司

1. はじめに

現代都市の地震災害は、都市の複雑化に伴い従来とは異なる目新しいさまざまな様相を呈している。とくにライフラインネットワークのシステム構成は都市の膨張による超過密、生活水準の向上等に伴い複雑化し災害に対する脆弱性をより増し、新しい形態の災害発生の危険性を高めている。このことからシステムとしての機能低下を考慮した上で、よりミクロな視点で地域的な地震特性を把握し、それぞれの地域における供給システムの特徴、被害分布予測、復旧過程の予測を考慮した効率の良い耐震性の向上策が必要とされている。本研究では、兵庫県南部地震で被災した上水道システムに着目し、GIS上の配水管データベースを用いて数量化理論Ⅰ類による被災要因分析、被害率の推定、および配水管路被災危険度予測手法を提案するものである。

2. 数量化理論Ⅰ類による被災要因分析

本研究では、様々な多変量解析手法の中でも、質的な要因を変数として量的に測定された外的基準の値を説明、あるいは予測するための手法である数量化理論Ⅰ類を用いて兵庫県南部地震における配水管路の被災要因の影響の総合化と被害率の予測を行った。

表1に継手被害の分析結果を示す。また図1は継手被害率の観測値と予測値である。数量化理論Ⅰ類では分析に用いるアイテム間の関連性が強いと、アイテムの被害に対する影響の大きさが相殺される可能性が高くなるため、地質と地形、N値と地下水位、および傾斜度と傾斜変化率は一括してひとつのアイテムとして取り扱っている。また本研究では地震動情報として気象庁震度階を用いている。

表1: 継手被害の分析結果

継手被害予測結果		重相関係数 $R = 0.6867$	
アイテム	カテゴリ	度数	重相関係数
震度階	震度階6	98	-0.195
	震度階7	83	0.23
	DIP	127	-0.393
	CIP	36	0.518
管径	その他	18	1.735
	~150mm	93	-0.212
	200~250mm	45	0.412
	300mm~	43	0.027
敷設年	~1970年	67	0.477
	1971年~	114	-0.28
地形分類	硬質	8	-1.444
	段丘	31	0.416
	沖積	85	-0.123
	沿岸軟弱	57	0.611
傾斜地形分類	平地・急変化	87	-0.856
	平地・緩変化	17	0.046
	緩傾斜・急変化	11	0.083
	緩傾斜・緩変化	39	0.896
	急傾斜・急変化	25	1.332
	急傾斜・緩変化	2	2.245
断層距離	~50m	13	2.371
	50m~	158	-0.183
N値・地下水位	N<10, 高水位	12	2.915
	N=10, 低水位	99	-0.385
	N>10, 高水位	70	0.946
定数項			1.685

表1より、重相関係数が約0.7を示しており分析結果の良好なことがわかる。また図1からも十分に被害率の推定が行えることがわかる。分析の結果、継手被害は震度階7の地域、断層近傍で急傾斜・急変化を示す地形、軟弱地盤被害が発生する傾向があり、管体被害は地震動強度の影響はそれほどみられず、断層周辺部、傾斜を伴った硬質地盤、軟弱地盤で発生する傾向を示している。また属具被害は断層周辺部の傾斜地、家屋被害の多く発生した震度7を示す段丘地形での被害発生の傾向があると考えられる。

3. 被災危険度予測

ここでは数量化理論Ⅰ類による分析結果から、地域特有の地盤特性と地震動強度の違いによって相対的な被災危険度を予測する。また、危険度予測を行う地域は会下山断層から海岸部にかけての地域を選出した。GIS上ではこれらの地域は50m×50mのメッシュに分割されており、各メッシュごとに被害率を

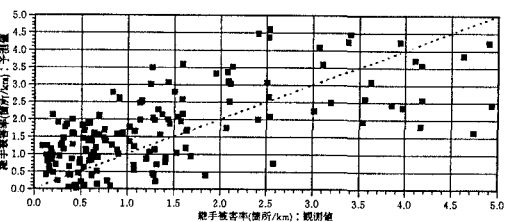


図1: 観測値と推定値の関連(継手)

キーワード: GIS, 阪神・淡路大震災, 配水管被害

連絡先: ☎657 神戸市灘区六甲台町1-1 ☎078-803-1040

予測した。また、配水管データベースでは管路網を約6mに分割して管理されている。

被害率の推定方法は、カテゴリー数量とダミー変数の線形関係を利用して算出する。6mに分割した配水管全ての点において算出した推定被害率と各点が持つ管路延長の積を求めることによって、各点における被害数が求められ、それらの被害数と管路延長を集計することでメッシュごとの推定被害率が算出される。

以上の手法により各メッシュにおける配水管被害率を推定した。推定結果は、観測被害率の高い地域で推定被害率も高くなっており、地域による相対的な被災危険度を十分に評価できるものであると考えられる。しかし、被害率の数値は、観測値よりも予測値の方が低い値となっており、本手法を用いることにより被害地点を正確に特定する精度はないが、各地域の相対的な被害発生の可能性を示す指標を得ることが可能であるといえる。図2に推定被害率の分布と数量化理論Ⅰ類の結果を用いて管路網にランダムに発生させた被害点の分布、および実際の配水管被害位置を示す。また、図3にランダムに発生させた推定配水管を使用して町丁目単位で集計を行ったものと観測値の結果を示す。図2、図3より、配水管被害位置において推定被害率も高くなっており、被害推定が精度よく行われていることが分かる。また、推定被害率は特に断層近傍の中・大口径管路の危険度が高くなっており、この地域の配水池に延びる大口径管路の耐震性の向上が急務であることがわかる。また東西南北に走る幹線下の大口径管路、および埋立地での危険度が高く、これらの管路における耐震性の向上はネットワークの冗長性の確保につながるものと考えられる。この危険度マップと被災要因分析の結果を用いることで、よりの確で迅速な防災対策が行えるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、兵庫県南部地震を対象として数量化理論Ⅰ類による配水管路の被災要因分析を行い、その結果を用いて被害率の推定を行った。実際に予測被害率を相対的な危険度として取り扱った場合、その被害発生傾向は実際の被害とも一致しており、十分に被災危険度予測に適用できるものと思われる。今後、よりミクロな地域において局所的な被害予測を行うことができるように、さらに精度の高い危険度予測を行うことが必要である。さらに、地盤特性から各地域ごとに地震被害危険度の評価を行うだけでなく、地域内の重要施設への供給機能確保を考慮した防災性能を把握していくことが望まれる。

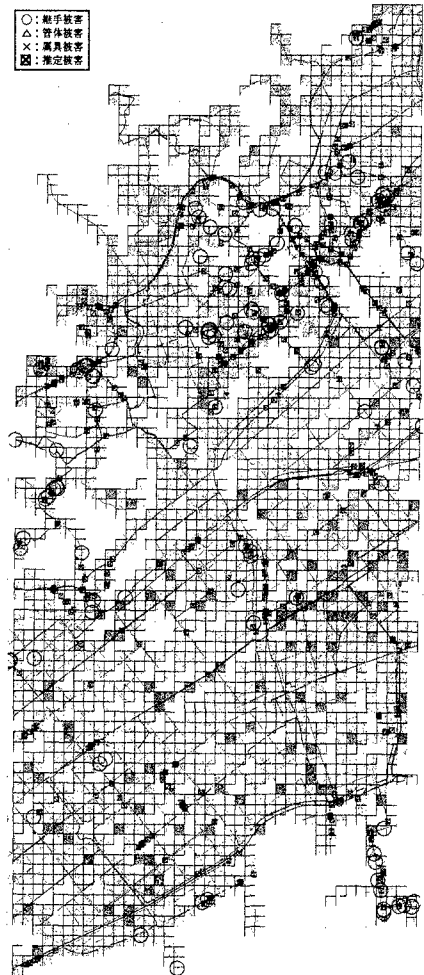


図2：推定配水管被害率と配水管被害位置

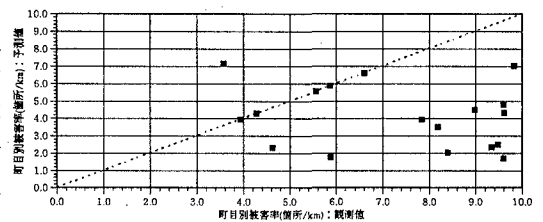


図3：町目別配水管被害率推定結果