

冗長性指数を用いた上水道の応急復旧戦略の有効性の検討

攻玉社工科短期大学 正会員 ○山本欣弥

鹿島建設㈱ 正会員 永田茂, 景山耕平, 平山康典

高橋祐治, 大保直人

1. はじめに

過去の事例から見ても一定規模以上の地震では、水道施設に被害が発生している。特に 1995 年の兵庫県南部地震では、完全復旧までに約 2.5 ヶ月を要し¹⁾、社会生活に多大な影響を与えた。この影響を軽減するためには、停止した機能を速やかに回復することが重要であり、このためには、地域特性、ネットワーク形状および被害状況、復旧資機材および応急復旧班の数や配置等のさまざまな要因の影響を考慮した、適切な応急復旧戦略を事前に検討しておくことが必要である。

本研究では、復旧資機材および応急復旧班の数などは一定として、ネットワーク形状および被害状況に着目した応急復旧シミュレーションを行い、冗長性指数を用いた応急復旧戦略の有効性を検討する。

2. 応急復旧戦略の比較

冗長性指数によって定義される冗長性指数 $R_E^{(2)}$ の値が大きいノードを優先する応急復旧戦略(復旧 R_E)と、4 種類の応急復旧戦略(復旧①から④)との比較を行う。復旧①は、給水量が最大となるように応急復旧する戦略である。同様に、復旧②は応急復旧日数が最小となるように、復旧③は給水量/応急復旧日数が最大となるように、復旧④は応急復旧日数/延長が最小となるような戦略である。

復旧 R_E では、冗長性指数が最大の受給ノードを選択し、その受給ノードと供給ノードを結ぶリンクを応急復旧する。つぎに、応急復旧したリンクの被害発生確率 P_f を 0 として、再度、各受給ノードの冗長性指数を算出する。これを、応急復旧完了まで繰り返す。それに対して、復旧①から④では、あらかじめ、供給ノードと各受給ノード間の被害箇所数が最小となる経路(経路 A)、および、応急復旧する全リンクの被害箇所数の合計が最小となる経路(経路 B)を探索しておき、この経路上のリンクにのみ着目して順序を選択する戦略である。

3. 数値計算例

図-1 に示す 6 箇所の低層配水地区(A 地区～F 地区)の主要配水管路網を解析対象として³⁾、数値計算を行う。計算には、主要な配水管等をリンクとし、浄水場、配水池等のソースを供給ノード、下層の小口径配水管路網を簡略化して給水量あるいは給水人口を持つ受給ノードとするモデルを用いる。リンクの被害率(箇所/km)の推定には、地表面最大加速度(PGA)による水道管路の被害推定式⁴⁾を用いる。冗長性指数は、受給ノードごとに算出する。また、応急復旧計算には、次の仮定を設ける。i) 応急復旧班数は 1 班とし、同時に複数のリンクの応急復旧作業は行わない。ii) 応急復旧速度(歩掛り)は、管径に応じて、それぞれ 0.3, 1.0, 2.0(箇所/班・日)とする⁵⁾。iii) 配水池側から順次応急復旧する。iv) 受給ノードは供給ノードと連結されれば所定の給水量を得られる。

図-2 に、A 地区から F 地区の復旧 R_E による応急復旧曲線と、経路 A と経路 B 上で求めた復旧①から④の応急復旧率の最大値と最小値を、それぞれ示す。図中に黒の実線で示した復旧 R_E による応急復旧曲線は、C 地区においてはほぼ平均値的な値を示し、また、B 地区においては応急復旧完了日が遅れている。しかし、その他の地区では、ほぼ復旧①から④の応急復旧曲線の最大値に近い値を示している。

4. おわりに

冗長性指数を用いた応急復旧戦略は、あらかじめ探索経路を決定せずに、比較的早い応急復旧戦略を提示しており、他の戦略と比較しても、優れた復旧率を示している。このことから、十分に有効性があると考えられる。今後は、本手法を実際の配水管路網に適用して、実用性の確認を行う予定である。

キーワード 地震, 上水道, ネットワーク, 応急復旧, 冗長性指数

連絡先 〒141-0031 東京都品川区西五反田 5-14-2 攻玉社工科短期大学 TEL 03-3493-5671

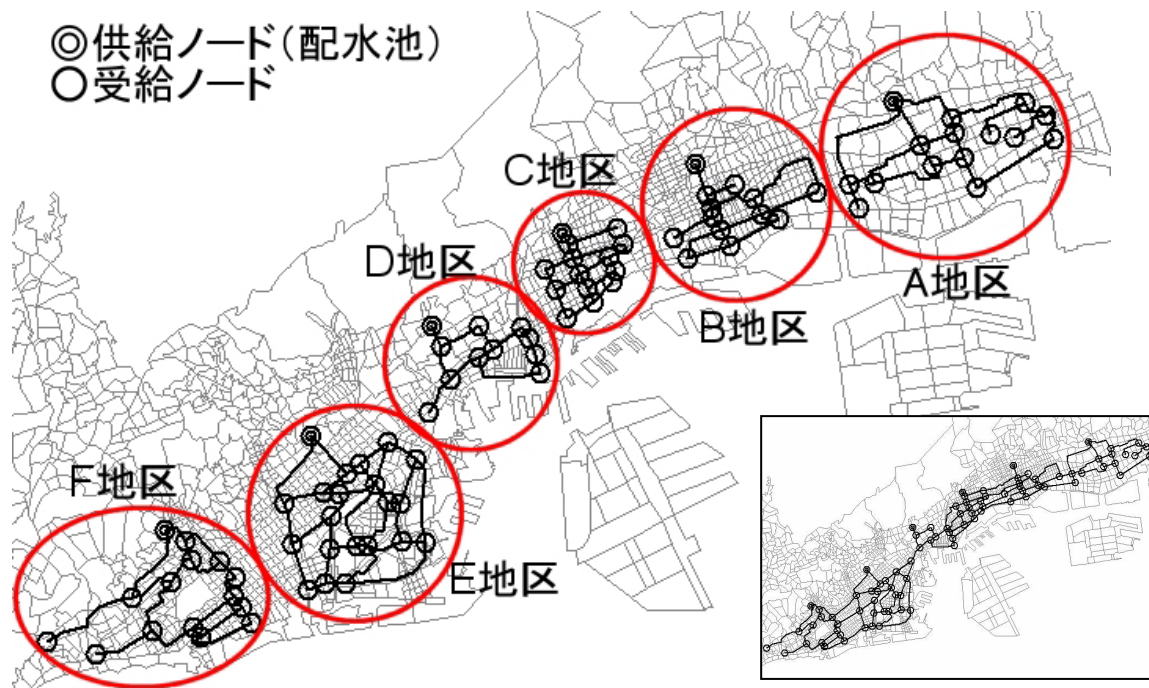


図-1 数値計算に使用した配水管ネットワーク

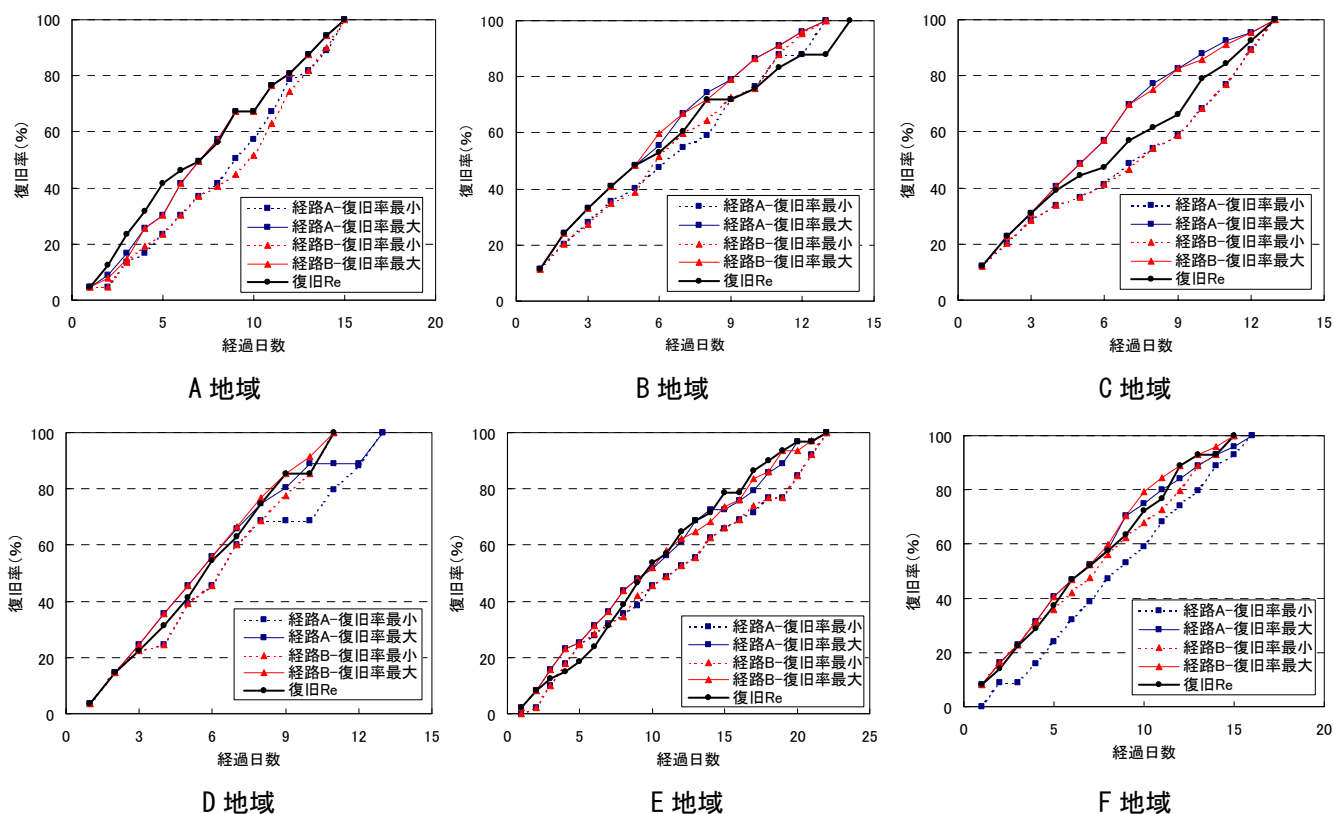


図-2 各地域における応急復旧戦略別の応急復旧率

謝辞 解析モデルの作成には神戸市水道局より提供していただいた資料を用いている。また、本研究は、文部科学省が推進している大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として行ったものである。

参考文献 1) 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，平成9年9月。2) 山本欣弥，星谷勝，大野春雄：冗長性指数によるライフラインシステムの地震時リスク解析，土木学会論文集，No.682/I-56，pp.373～382，平成13年7月。3) 神戸市水道局：神戸市水道一般平面図，平成12年（2000年）4月作成。4) 磯山龍二，石田栄介，湯根清二，白木暢：水道管の地震被害予測に関する研究，水道協会雑誌，第67巻，第2号（第761号），pp.25-40，1998.2。5) 財団法人水道技術研究センター：震災時水道施設復旧支援システム開発研究報告書，平成14年3月。6) 山本欣弥，永田 茂：冗長性指数を用いた上水道ネットワークの復旧戦略の検討，土木学会 第58回年次学術講演会概要集(CD)，I-352，pp.703～704，平成15年9月。