

水・ガス供給システムの復旧日数予測式とその検証

神戸大学大学院 学生会員 ○原山絵巳子
 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
 東海旅客鉄道(株) 正会員 今西 立彦

1. 目的

兵庫県南部地震においては構造物の倒壊といった物理的被害のほかライフラインの停止による間接的被害が社会的にも大きく影響を与えた。本研究では、兵庫県南部地震をモデルケースに、都市の規模を考慮した水およびガス供給機能復旧日数予測手法を検討すると共に、予測式を構築し、その検証を試みる。

2. 水供給機能復旧予測式

兵庫県下では10市7町において断水が発生した。神戸市においては最大91日の復旧日数を要したが、淡路島における復旧活動は比較的スムーズに進められた。阪神・東播地区と淡路地区で分類すると、阪神・東播地区の方が淡路地区より全般的に復旧日数を要していることが知られた。

本研究では、配水管1kmあたりの給水戸数が復旧日数と相関があることに着目し、説明変数として、都市の規模を示す配水管1kmあたりの給水戸数と配水管被害の程度を示す配水管被害率を用いて通水率90%到達日数を重回帰分析により分析を行った。結果を式(1)に示す。

$$Day_{90} = 0.38 \cdot x_1^{0.86} \cdot x_2^{0.59} \quad (R^2 = 0.79) \quad \text{式(1)}$$

Day_{90} : 通水率90%到達日数(日)

x_1 : 配水管1kmあたりの給水戸数(戸/km)

x_2 : 配水管被害率(件/km)

式(1)を図示したものが図-1である。

芸予地震、鳥取県西部地震、能登半島沖地震、釧路沖地震、日本海中部地震、宮城県沖地震、新潟地震についてこの復旧日数予測式を用いた各自治体の予測復旧日数と実復旧日数との関係を図-2に示す。新潟地震における新潟市（この図に収まらない範囲にある）、日本海中部地震における能代市以外においてはほぼこの復旧予測式の妥当性が知られた。

新潟市においては、修理通水方式が採られたため、完全復旧には3箇月を要している。また、新潟地震が発生した1964年と水道が急成長を遂げている最中で管路も職員の対応も耐震化が十分でなかった。能代市においては、他の市と比べ被害率と液状化による被害が著しかった為、予測と実日数とは大きく異なっている。予測式は兵庫県南部地震のデータを元としているため、被害率3.0件/km、配水管1kmあたりの給水戸数250戸という兵庫県南部地震のデータ範囲を超えると予測日数と実復旧日数との差異が生じる傾向にある。

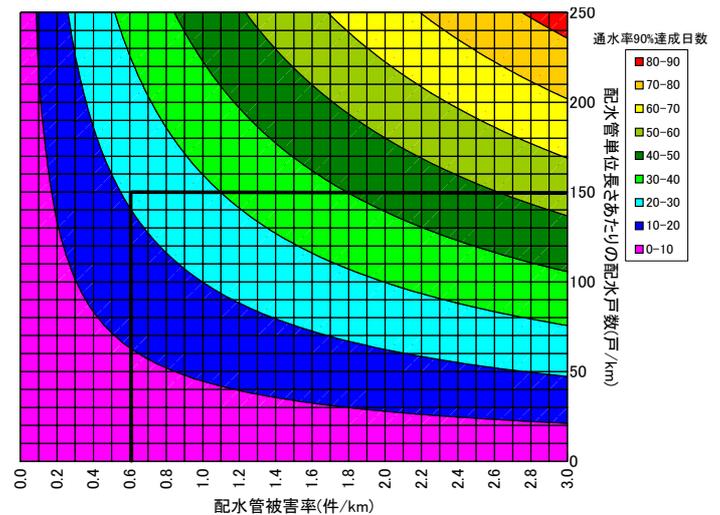


図-1 復旧日数予測図

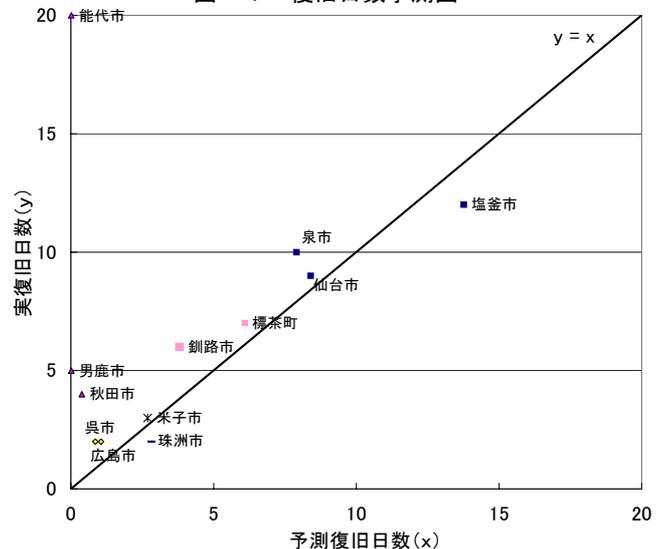


図-2 予測復旧日数と実復旧日数の関係

キーワード 兵庫県南部地震、水供給機能復旧、ガス供給機能復旧、復旧日数予測

連絡先 〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部 TEL 078-881-1212

3. ガス供給機能復旧予測式

兵庫県南部地震において供給が停止されたのは5つのミドルブロックであり、神戸を中心に阪神間の約857,400戸への供給が停止された。被害の大半を占めたのは低圧導管で、中圧導管の被害はいずれも軽微であった。復旧作業はセクター（作業の単位）毎に検査・修繕を行う修繕作業と、係員が顧客を訪問し、顧客の立会いの下でガス供給を再開する開栓作業の大きく二つに分けられる。セクター単位にこの作業を繰り返す。需要家の家を一軒一軒訪ねる必要が有るため、水道より復旧に時間を要する傾向にある。

復旧作業は、被害の少なかったブロックからそれに隣接するブロックへと続いている。復旧人員が十分足りていたという状況の下での進捗である。セクターごとの配水管の総延長、顧客数はほぼ同じことから、顧客数や、都市の疎密を表すパラメータである導管1kmあたりの顧客数は復旧日数の増減に寄与しないと考えられる。数量化I類分析の結果により、家屋倒壊率による影響が大きい、低圧導管被害率と導管1kmあたりの需要家数も無視できないことが知られた。家屋倒壊率、低圧導管被害率、導管1kmあたりの需要家数を説明変数、復旧日数を被説明関数として重回帰分析を行った結果、式(2)が得られた。

$$d = 8.56 \cdot x_1^{0.059} \cdot x_2^{0.18} \cdot x_3^{0.34} \quad (R^2 = 0.99) \quad \text{式(2)}$$

d : 予測復旧日数

x_1 : 家屋倒壊率(%)

x_2 : 低圧導管被害率(件/km)

x_3 : 導管1kmあたりの需要家数(軒/km)

兵庫県南部地震における市区、日本海中部地震、そして宮城県沖地震に適用すると(図-3)、予測より実日数の

のほうが小さい傾向にあるものの概ね妥当な結果が得られている。2変数を説明変数としたものより3変数を説明変数に用いたものの方が相関の高い予測が出来た。兵庫県南部地震において、ガスの場合は水道と違って家屋の倒壊がガス復旧工事を妨げる大きな要因となったため、家屋倒壊率を含め3変数を用いた復旧日数予測式が高い精度となっている。

4. まとめ

(1) ①水道事業単位での復旧予測に関するパラメータの検討を行った。単に建物倒壊率のみでは要復旧日数を十分に説明し得ないことが知られた。②配水管単位長さあたりの給水戸数という新たなパラメータを導入することにより、都市型災害による被害拡大を定量的に評価した。③通水率90%日数を重回帰分析により定式化を行い良好な結果が得られた。これにより、地域特性を考慮に入れた通水率90%日数をきわめて簡便に予測することが可能となった。④この復旧日数予測式を過去の地震に適用できるかどうか検証した結果、特殊な場合を除いてある程度良好な結果が得られた。これにより目標復旧日数を予測し、防災計画や復旧戦略策定に役立てることができる。

(2) ①兵庫県南部地震におけるガス施設被害および復旧状況について整理し、復旧にどのような原因がどの程度影響したのか復旧予測に関するパラメータの検討を行った。水道と比較すると家屋倒壊がガス復旧に大きく影響を及ぼしたが、水道と同様に都市の疎密を表す必要性が有ることが知られた。②都市の粗密を表すパラメータとして導管1kmあたりの顧客数と導管被害率を用いることによって、復旧日数予測式を提案した。ガスの場合水道よりも家屋倒壊による影響が大きいため家屋倒壊率を含め3変数を用いる結果となった。③本式を他の地震に適用した結果、概ね良好な結果が得られた。水道の場合と同様に、被害と都市の粗密を考慮しておおよその復旧日数を予測することができ、耐震化や復旧戦略の策定に役立てることができる。

参考文献

- ・ 阪神・淡路大震災と都市ガス 日本ガス協会 1997.1
- ・ 阪神・淡路大震災 水道復旧記録 神戸市水道局 1996.2
- ・ 地震被害の事例とその教訓 水道管路技術センター 1994.2 その他多数のため割愛

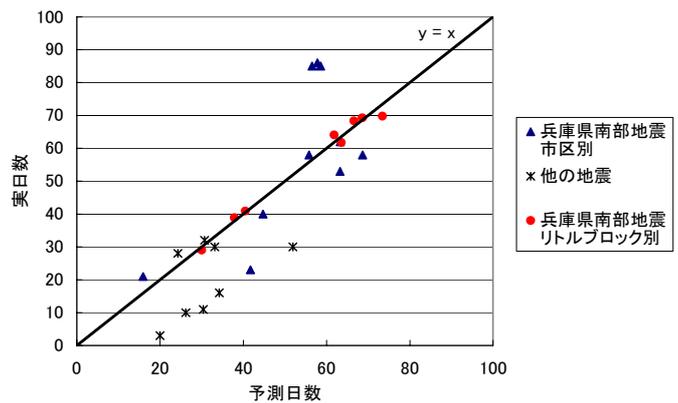


図-3 予測復旧日数と実復旧日数