兵庫県南部地震後における上水道の復旧活動と復旧を妨げた要因の影響について

東京大学大学院　学生員　秦　康範
東京大学生産技術研究所　正会員　目黒公郎

１．はじめに

1995 年兵庫県南部地震によってライフラインは極めて大きな被害を受けた．なかでも人々の日常的な生活には欠かせない上水道の機能的な復旧には，9 割の復旧までに約 2 ヶ月，トータルでは約 3 ヶ月を要し社会的に大きな影響を与えた．

本研究の目的は，最終的にはライフライン全体を見渡した立場からの最適復旧戦略の構築であるが，ここではまずライフラインの復旧活動を阻害した要因の影響分析を試みる．具体的には，上水道の復旧活動を対象とし，復旧を妨げた要因と復旧活動との関係について調査する．

２．復旧活動を妨げた要因

上水道の復旧活動を妨げた要因としては，1. 多数の管路被害の発生，2. 建物倒壊の瓦礫による道路の閉塞，3. 激しい交通渋滞による作業者の現場到着遅延および資機材運搬支障，4. 阪神水道企業団からの送水量の制限などがあった．4については，既往の研究[1]があるので，ここでは 1および 2についてその影響を調べることとする．また，3の交通状況については今後の課題とする．なお，本研究では上水道の供給施設のうち，配水管路の復旧を対象としている．

３．研究対象地域と研究に使用したデータ

本研究では，阪神地域の中でも被害の特に甚大であった震度 7 の地域を含む，神戸市（長田，兵庫，中央，灘，東灘区）を研究対象地域とした（**図１**）．上水道の配水管被害箇所については，神戸 JIBANKUN[2]のデータを利用した．研究対象地域には，配水管被害件数が 1,517箇所含まれている．上水道の復旧状況については，神戸市水道局から提供いただいた町丁目ごとの配水管の復旧完了日のデータを使用した．建物倒壊や火災に関しては，建設省建築研究所提供のデータ[3]を使用した．また，分析を行うにあたって，研究対象地域を山手幹線以北（山側），国道 43 号線以南（海側），その間を内陸として 3 つの地域に分けた．これは神戸市では山間部から勾配に応じて配水区域が決まっており，上水道のネットワークの構成をある程度反映させることをねらったものである．また，震度 7 の帯に代表されるように，地域によって建物被害の状況が異なることや沿岸部での液状化地域を区別する目的がある．**図２**は地域別の復旧率のカーブである．**図３**は松下ら[4]が典型的な復旧率の回復パターンを配水区域レベルで分類したものである．両者を比べると

図１　研究対象地域（神戸市の長田・兵庫・中央・灘・東灘区）

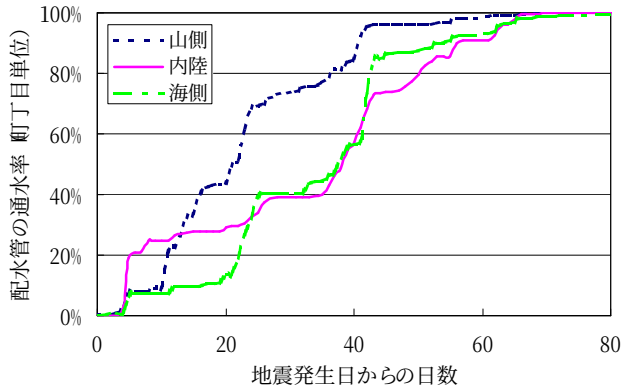

図２　地域別の復旧率

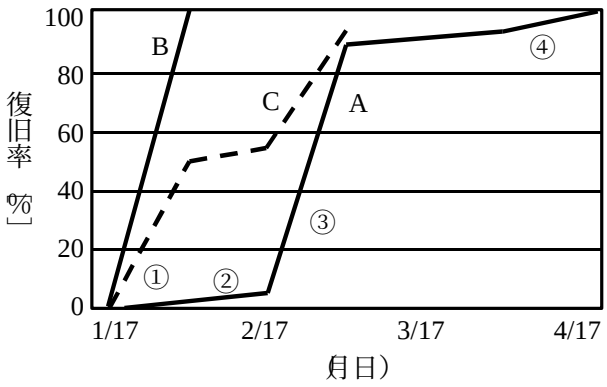

図３　復旧率の回復パターン[4]

山側の復旧カーブはＢとＣの重ね合わせ，内陸および海側はＡとＣの重ね合わせで表現できそうなことがわかる．配水区域の詳細な情報がなくても復旧パターンの重ね合わせにより，概ね対象とする地域の復旧パターンが評価できるものと思われる．

４．上水道の復旧と配水管路被害や建物倒壊の影響

まず，町丁目ごとに通水時期と配水管路被害箇所数の

キーワード：復旧，ライフライン，復旧阻害要因，上水道，地震被害
〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東大生産技術研究所Ｂ棟　Fax.03-5452-6438

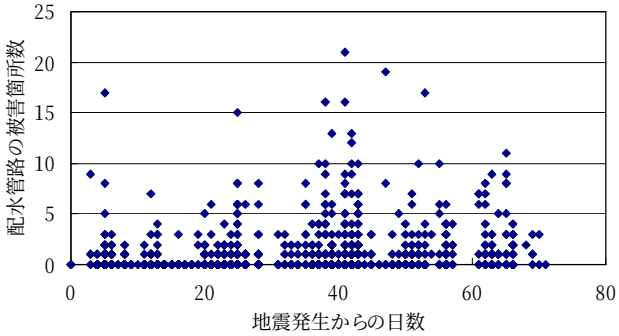

図４　通水時期と配水管被害箇所数の関係（全体：町丁目ごと）

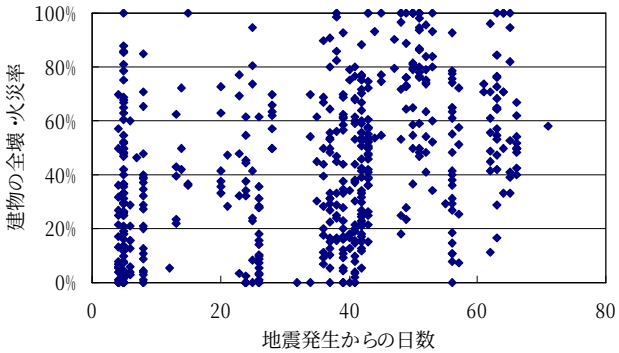

図５　通水時期と建物被害の関係（内陸：町丁目ごと）

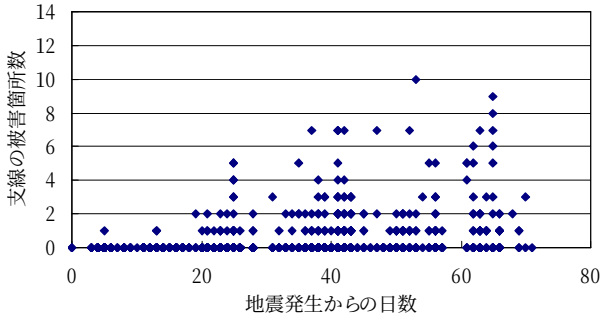

図６　通水時期と支線の被害箇所数の関係（全体：町丁目ごと）

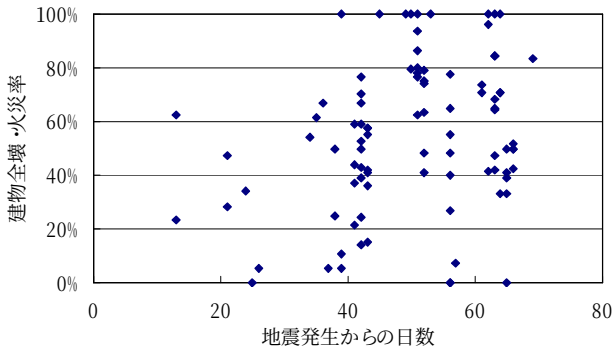

図７　通水時期と建物被害の関係（内陸：町丁目ごと）

表１　配水管路の修繕と復旧時期との関係

管種	通水前に修繕	通水後に修繕
幹線	253	137
支線	605	520

関係を調べた（**図４**）が，両者の間にはあまり関連は見られない．次に，建物倒壊との関係を調べたのが**図５**である．これも先程と同様にあまり相関は見られない．そこで，被害箇所を幹線および支線に分類した上で，被害箇所が含まれる町丁目の復旧時期と被害箇所の修繕時期が，どのような関係にあるのかを見たのが**表１**である．上水道は漏水しながらの通水が可能なため，幹線で約1/3，支線で約1/2の被害箇所が通水後に修繕されていることがわかった．幹線の水張り後に支線の復旧が行われるため，幹線よりも支線の被害箇所数と復旧時期の相関は高いと推測される．そこで，通水後に支線の修繕を行った被害箇所を除外して，通水時期と支線の被害箇所数との関係を調べた（**図６**）．その結果，修繕した被害箇所数が大きい地域は，復旧に時間がかかっていることがわかった．また，被害箇所数からその地域の復旧に要する日数の下限をある程度決められそうな形となっており，地域（山側・内陸・海側）に関係なくこのような結果が得られた．次に，支線の被害箇所数が0のものを除外して，復旧時期と建物被害の関係について地域別に分析を行った（**図７**）．**図５**と比較してわかるように，**図５**において早い時期に復旧が終了している地域は，修繕した管路被害が皆無の地域であった．また，修繕すべき被害箇所が1つでもあれば，ほとんどの地域で復旧まで地震発生から30日以上必要だったことがわかった．

５．まとめ

上水道の復旧活動とそれに大きく影響したと報告されている管路被害，および建物倒壊の影響について，実データを基に考察を行った．その結果，そのままでは単純な相関が見られなかったが，管路種別や通水時期と管路被害箇所の修繕時期の関係に着目することで，復旧活動に対する管路被害箇所数や建物倒壊の影響がより鮮明になった．

６．今後の課題

今回の分析により，通水後の漏水個所の特定がある程度可能になった．これにより，ガス復旧を大きく妨げた差し水の影響について，上水道とガスの相互の復旧活動を踏まえた評価ができるのではないかと思われる．今後は，ライフラインの復旧を妨げたいくつかの要因をパラメータとし，復旧に伴うライフライン相互の影響も踏まえたモデルの構築に向けて研究を進めたい．

参考文献

1) 関西水道事業研究会：市民の視点に立った水道地震被害予測及び震災時用連絡管整備に関する一考察，1996.3.
2) 神戸市，（財）建設工学研究所：神戸の地盤ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽ 神戸JIBANKUN」，神戸の地盤研究会，1999.
3) 建設省建築研究：平成７年兵庫県南部地震被害調査最終報告書，1996.3.
4) 松下・橋上・小西：阪神・淡路大震災における復旧過程の分析とその短縮方策の検討，ダクタイル鉄管，pp.25-30，1999.10.