

VII-149

兵庫県南部地震により被災した水道の復旧過程

鳥取大学大学院 学生員 重富 洋一
鳥取大学工学部 正会員 細井 由彦
鳥取大学工学部 正会員 城戸 由能

1. はじめに

現代社会において地震時のライフラインの被災と復旧の遅れは、広範囲にわたって影響を及ぼし都市生活に大きな支障を来すため、前もって被害を予測しその影響をを最小限に抑えようと、すみやかに復旧が行えるような対策を検討しておくことが重要である。そのためには被害の発生と復旧に影響を及ぼす要因を知ることが重要である。そこで本研究では上水道システムに注目し、兵庫県南部地震の被害復旧過程を例にとり、被害の発生と通水率の回復過程および応援による修理復旧に影響を及ぼした要因を検討した。

2. 復旧による通水率の変化

通水率の復旧過程を初期段階、全体的な復旧、最終段階の三つに分け、それぞれの特性を示す指標を定義する。それらを用いて各段階における復旧と配水管の被害や倒壊家屋などとの関係、各市町との関係について考察を行った。一般に通水率は、初期に急激あるいはゆっくりと立ち上がり、やがてほぼ一定のペースで復旧が進み、最終段階でまた復旧のペースが異なることがある。そこで最終段階における停滞を示す復旧指標 F_d を以下のように定義した。 $F_d = (d_{95} - d_{90}) / d_{95}$ (1)

t_i : 1月18日（地震翌日）の通水率、 t_d : 1月20日の通水率、 d_i : 地震翌日から t_d を通水率とする日までの日数、 d_{95} : 通水率95%に到達するまでに要した日数、 d_{90} : 通水率90%に到達するまでに要した日数
地震当日は停電が起こり、一時的に水が供給されなかったことが多く、水道施設そのものの被害を反映した通水率ではないと考え、水道施設の停電の解消した地震翌日の通水率を初期の通水率 t_i として採用した。

3. 復旧特性

初期の通水率 t_i と配水管の被害率との関係を図1に示す。芦屋市を除く各市町が被害率0.1~1.1（カ所/km）の間に集中しており各市町の管網特性に関係なく被害率が高くなるにつれて初期の通水率は低くなっている。川上¹⁾は配水管の被害率0.1~1.0（カ所/km）の間で初期通水率が大きく変化すると述べているが、図1においてもその傾向が見られ被害率が1.0（カ所/km）を越えると100%断水が発生している。図2は断水が100%の状態が継続した日数を示している。被害率が1.0（カ所/km）を越えている芦屋市、西宮市、北淡町の三市町のみ地震発生から数日間断水が続いており、特に最も被害率の高かった芦屋市では一週間以上も断水が続いた。

全体的な復旧として全、半壊建物数と復旧日数 d_{95} との関係を図3に示す。傾向は神戸市、芦屋市、西宮市の阪神水道企業団に水源を依存しているグループ、津名町、一宮町、北淡町の淡路島のグループ、残りの市町のグループの三つのグループに分かれている。淡路島の市町は木造建築が多いため全、半壊建物数割合が高い割には復旧日数が短くなっている。また阪神水道企業団に水源を依存している三市は残りのグループに比べて非常に復旧に日数を要している。これは阪神水道企業団の導水路の破損により水量不足の影響を大きく受けたためであると考えられる。以上のことより上位施設の被害の影響が復旧にかなりの支障をきたしており、被害を受けた場合の別ルートの確保、複数ルートによる水の確保などが重要であると考えられる。

最終段階における復旧として全、半壊建物数と最終復旧指標 F_d との関係を図4に示す。両者の間にはほぼ正

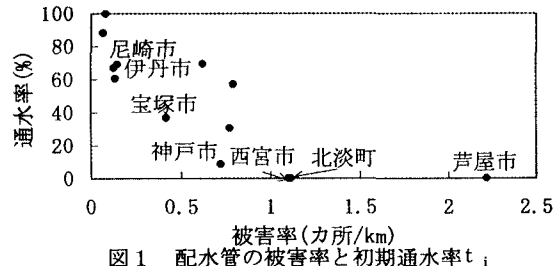
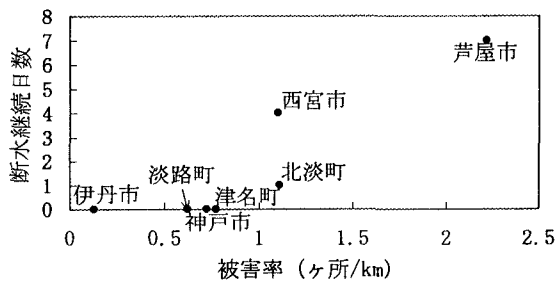
図1 配水管の被害率と初期通水率 t_i 

図2 断水日数

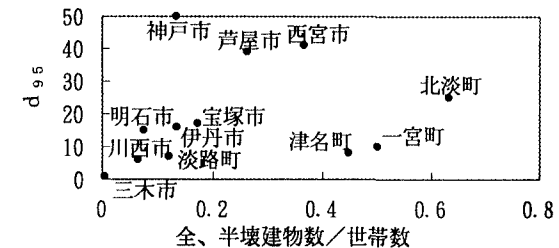


図3

の相関が見られる。このことは破壊された建物の瓦礫が、復旧の最終段階において障害物となることを示していると考えられる。西宮市では全、半壊建物数割合が高いにもかかわらず F_d の値が低くなっており、最終段階において復旧がスムーズに行われたと考えられる。これに対して宝塚市は全、半壊建物数割合に対して F_d の値が高くなっている。宝塚市は山地を開発したところが多く、配水区に高低差が多くあるとともに、崖崩れ等で工事に入れないところもあった。このため瓦礫以外によっても復旧が阻害されたものと考えられる。

4. 応援による修復復旧

応援による修復復旧の効率を市ごとに比較するため神戸市、尼崎市、西宮市における道路（配、給水管）のデータを用い、図5に延べ応援人数に対する延べ修繕件数を示す。延べ応援復旧人員1人当たりの修繕件数は、平均で神戸市0.5、尼崎市0.3、西宮市1.3（件／（人・日））と西宮市が非常に高い値を示しており、西宮市は効率よく修繕が行われたと考えられる。また神戸市と尼崎市はほぼ同じ値を示しているが、神戸市は復旧に最も日数を要しており倒壊家屋や交通渋滞などの道路事情のために修繕が効率よく行われなかったと考えられる。次に図6に延べ修繕件数に対する通水率を示す。延べ修繕件数100件あたりの通水率の上昇をみると、平均で神戸市0.04、尼崎市3.7、西宮市3.6（％／（件・日））と神戸市が非常に低い値を示しているが、給水戸数が多いためであると考えられる。また最も通水率の上昇がみられた尼崎市が、配水管1km当たりの給水戸数が最も集中しており、人口が密集している地域のほうが復旧が行いやすいと考えられる。

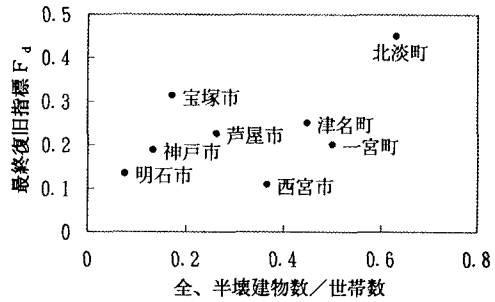


図4 全、半壊建物数割合と最終復旧指標 F_d

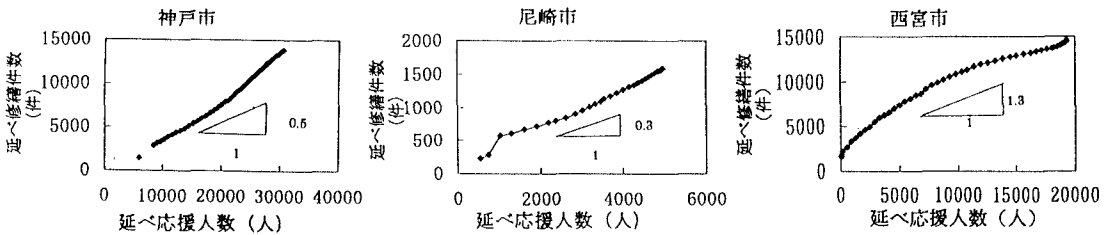


図5 延べ応援人数と延べ修繕件数

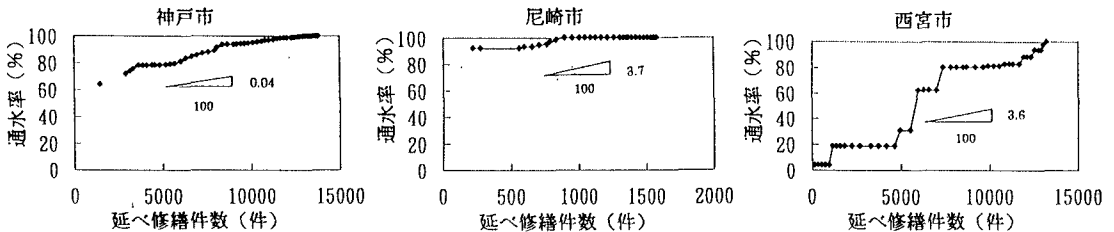


図6 延べ修繕件数と通水率

5. まとめ

復旧過程は各市町により異なっている。初期段階における復旧には、配水管の被害が非常に関係があり被害が大きすぎると断水してしまう。復旧日数には、配水管の被害や上位施設の被害が影響を及ぼしている。最終段階における復旧には、倒壊家屋や瓦礫により工事がスムーズに行われていなかったと考えられる。本研究を進める上でご協力頂いた野田茂（鳥取大学）、野島暢呂（広島工業大学）、上月康則（徳島大学）の各氏と調査にご協力頂いた水道関係者の方々に謝意を表す。本研究は土木学会中国支部平成7年度研究活動助成金(B)の助成を受けて行われた。

1) 川上英二：震災フォーラムNO. 3、土木学会誌第81巻第1号、P42, 1996