

I - 804

兵庫県南部地震における上水道施設の被害と復旧

神戸大学大学院 学生員 嘉嶋崇志
神戸大学工学部 正 員 高田至郎

1. システムの概要

阪神地域には大きい河川などの水源がないために、各自治体は独自の貯水池を築くか、琵琶湖・淀川水系を水源とする阪神水道企業団や兵庫県から供給を受けて水供給システムを構築している。例えば神戸市では、布引、烏原、千苅にダムを築いて水源を確保しているが、これら水源の1日あたりの供給能力は20万 m^3 であるために必要供給量の25%を賄うのが限界である。そこで残りの75%は阪神水道企業団から61.9万 m^3 、兵庫県水道用水供給事業から1.6万 m^3 の供給を受けて補っている。

2. 被害の概要

(1) 機能被害

ライフラインの中でも市民生活にとって重要な水供給システムであるが、今回甚大な機能的損害を受けた。最優先供給先であるべき病院において断水が起きたことはその顕著な例である。さらに、地震直後の同時多発火災に対して、配水管の被害のために消火栓から水を取水できず、消火作業に困難な状況を生み出してしまった。飲料水に関しては生命に関わる問題等は生じていないようであるが、現在のように複合化している都市機能の中における水供給システムの重要性が改めて認識させられた形となった。

具体的には配水管の損傷や受水槽・高架水槽の被害が著しいために病院・避難所に水を供給できなかった地域があった。また、配水池の漏水が原因となって供給不能となる自治体もあった。復旧初期段階において尿処理機能（便所）が水不足のために働かず悪臭や衛生的な問題が生じた。地震当日の昼頃まで停電であったために、自家発電用の冷却水がうまく循環せず水を送り出せない浄水場もあった。神戸市では中央と各浄水場間との情報集に手間取り迅速かつ潤滑な供給体制に支障をきたしている。以上のようにライフライン特性を如実に表した被害が多数あったが、日常生活が断水のために多くの制約を受けたことはいままでのない。

(2) 設備被害

(a) 導水・送水管渠

阪神水道企業団では3期甲東送水路（ $\phi 1,500\text{mm}$ ）で5箇所、4期西宮送水路（ $\phi 1,200\text{mm}$ ）2箇所の被害があり、3期芦部谷送水路（鋼管、 $\phi 2,100\text{mm}$ ）の水管橋伸縮継手が破損した。兵庫県水道では浄水送水管（ダクタイル鋳鉄管、 $\phi 700\text{mm}$ ）が1箇所被害を受けたことが確認されているが、供給地点が被災地外であるために浄水送水管の被害は少ないようである。神戸市では上ヶ原浄水場内送水管（ $\phi 1,200\text{mm}$ ）、会下山中層送水管（ $\phi 500\text{mm}$ ）等で10数箇所の被害が生じている。本山送水管路トンネルの上部が圧潰したために送水管（PC管、 $\phi 500\text{mm}$ ）の継手部からの漏水と、湧水送水管（HP管、 $\phi 300\text{mm}$ ）の管体亀裂が確認されている。芦屋市では浄水送水管の被害に22箇所（ $\phi 200\text{mm} \sim \phi 700\text{mm}$ ）（道路等の崩壊3箇所および仕切弁など4箇所を含む）の被害があった。伊丹市では武庫川からの導水管（鋳鉄管、 $\phi 500\text{mm}$ ）が継手部で離脱し、淀川から園田配水場経由の導水管が（PC管、 $\phi 1,000\text{mm}$ ）直管部の折損を受ける2箇所の被害を受けた。また、浄水送水管（ $\phi 400\text{mm}$ ）で1箇所の被害があった。宝塚市では浄水送水管で8箇所の被害があった。

(b) 配水・給水管渠

莫大な数の被害が予測されている配・給水管渠であるが、現在知られている段階ですでに配水管のみで1,500箇所を越えている。阪神水道企業団では合計73箇所の被害が報告されている。神戸市では3月7日現在で配水管被害1,422箇所、給水管被害で10,135箇所の計11,557箇所、これに宅地内での被害40,474箇所を加えると合計52,031箇所の被害が報告されている。六甲大橋の $\phi 700\text{mm}$ の鋼管が落下し、神戸大橋の $\phi 600\text{mm}$ の鋼管が座屈・溶接部せん断破壊、 $\phi 900\text{mm}$ のダクタイル鋳鉄管の継手差し口が受け口に差し込む被害があった。西宮市でも宅地内を含めて10,580箇所の被害があった。明石市では85箇所の被害があり、尼崎市では配水管被害

箇所が130箇所、宅地内の給水管を含める12,516箇所、宝塚市では宅地内を含めて、7,800箇所の被害があった。とくに被害が多かったのは近年造成された逆瀬台地区、きよしが丘配水池の南側地区、阪急売布神社駅からJRにかけての地区である。伊丹市で宅地内を含めて4,875箇所、芦屋市で232箇所の被害が報告されている。今回の地震における被害特徴としては、折損や亀裂よりも継手部の離脱が多いこと、空気弁や仕切弁に被害が目立つことと、幹線は古いものを除いて被害が少ないことがあげられる。伸縮可とう管や耐震継手に被害が少ないことから、それら構造の耐震性も確認できた形となった。

3. 復旧活動

3月6日までの神戸市の通水率累計を図1に示す。通水率は3月13日現在でも97.1%で、地震発生後約2ヵ月経ても完全復旧には至っていない。これは配水管の水圧が十分に保持できないために漏水箇所の特定に時間を要していることと、被害箇所数が多いにも多いためだと考えられる。また、道路の損壊、交通渋滞により復旧調査・作業が遅れること、狭幅員道路では思うように工事車両等が入れないために工事に時間を要することや道路上に倒壊家屋がある場合は被害状況調査自体ができないということも影響している。さらに、他の事業者の復旧作業により異常のない管路が損傷を受けたりしたことがあったことが報告されている。神戸市では、給水タンク車による給水活動は地震当日午後から始め、兵庫県、自衛隊、他都市からの応援部隊を含め最大432台で行った。図2に給水タンク車の推移を示す。配水管の復旧にあわせて仮設水道を随時設置し復旧活動の遅延に対応した。

4. 耐震化の方針

宝塚市では今回の復旧は予算とのかねあいから現状復旧となったが、これを機会に耐震継手・耐震管路に数設替えすれば、掘削・埋め戻しが1度で済むために工事に伴う断水時間を短縮できることが考えられる。そのため、今後、現状復旧と耐震材料採用による改良復旧の経済的バランスを検討するシステムが必要となるであろう。神戸市では配

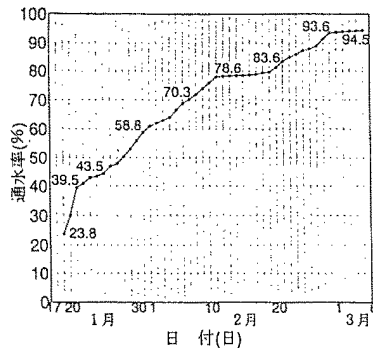


図1 神戸市の通水率累計

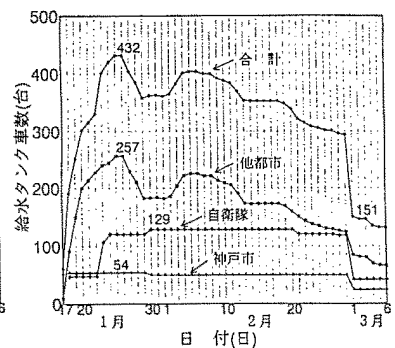


図2 神戸市の給水タンク車の推移

水池に緊急遮断弁を設置していたために応急給水用の水量を確保できたこと、配水池系統ごとにブロック化を進めていたために被害把握が容易であったことや耐震継手に被害がなかったことなどを勘案して今後緊急遮断弁の設置や配水系統のブロック化、耐震継手の採用を進めていく方針である。また、主要管路では伸縮可とう管を採用していたために管路出口での被害がなかったことから伸縮可とう管の採用を積極的に進める予定である。耐震設計については一般にコンクリート造りの施設は震度法により、水平震度0.2とし、とくに重要なもの、例えば浄水場については0.3として設計している。また、PCおよび鋼製タンクについても0.3を採用しており大半の施設は、地形・地質の良好な場所を選定して作っている。しかし、配水池が小高い丘陵地のうえにあるような場合、地震動が増幅されることがあるので、このような地点に建設した会下山配水池においては、地震応答解析を行い、水平震度0.57で設計している。今後、必要に応じてこのような詳細な解析を行い、安全性の確保につとめる必要がある。

今後、通水率の初期段階における立ち上がりを如何に早くするかということと、復旧過程における経済性と耐震性という相反する問題の均衡点をどのように決定するかということが課題となってくる。つまり、個々の施設の耐震性と都市システム全体としての耐震性のバランスを勘案しながら、ライフラインの地震時信頼性の向上をはかるという課題を包括的なパラダイムの中で捉えていく必要がある。

謝辞：本稿をまとめるにあたり神戸市水道局の関係者の方々には大変お世話になりました。ここに記して厚く御礼申し上げます。