

技術レポート No.26

阪神・淡路大震災と水道

— 被害状況・総括・復旧工法・水運用など —

阪神・淡路大震災 被災・支援水道事業者／団体 共著

平成9年3月

財団法人 水道技術研究センター
神戸大学人社系図



02000090950

阪神・淡路大震災と水道

— 被害状況・総括・復旧工法・水運用など —

阪神・淡路大震災 被災・支援水道事業者／団体 共著

平成9年3月

The Hanshin-Awaji earthquake disaster, and Water supply
-Summery of Damages, Restoration methods, Water operation, etc.

CONTENTS

1. (Special contubution) Earthquake counter measures for water supply system
2. Damages of water supply system and their teachings in Hyogo Prefecture
3. Damages of water supply system and their teachings in Osaka Prefecture
4. Damage restoration projects in Hanshin Water Supply Authority
5. Restoration of water supply system in Kobe City
6. Water operation and water quality control in case of earthquake in Kobe City
7. Future earthquake-resistant measures in Kobe City
8. Damages and countermeasures for water quality analysis facilites
9. Restoration methods of Nikote pond and distribution reservoir in Nishinomiya City
10. Restoration and countermeasures for water supply system in Ashiya City
11. The Hanshin-Awaji earthquake disaster, and water supply in Toyonaka City
12. Damages and improvement measures for small scale private water supply
13. Others

Japan Water Research Center

2-8-1 Toranomom Minato-ku

Tokyo 105 Japan

はじめに

阪神・淡路の大震災の社会に与えた衝撃は大きなものでありました。水道の分野でも、被災された各水道事業体にとって、応急対応やその後の復旧事業の推進は、ひとことでは表現できないほどの苦労があったことと思います。

特に、水道はライフラインのひとつとして市民生活の基盤を支えるものであり、その被災水道の早期復旧は市民の最大の願いでありました。

水道の応急対応や復旧等には、周辺事業体をはじめ全国の関係者から心温まる災害対策支援が大きな役割をはたしました。もちろん、復旧事業の中核は被災した水道事業体が担われ、その努力により早期の復旧が可能となりました。その間には、多くの前例のない取り組みや工法の採用など関係者のご苦心が多々あったことが推察されます。

早いもので、震災後かなりの時間が経過しましたが、被災地域も少し落ち着いて、地震の際の対応や今後の展望等を考えることが可能な時期となったように思います。このような時期に、水道事業体の受けた被害状況、被害を克服した貴重な方法、経験等を記録することは意義あることではないかと思い、昨年の春以来、関係者の皆様に執筆の労をお願いしてまいりましたが、今般、その成果が出版できるとなりました。

本書は、阪神・淡路大震災における水道施設の被害の総括、応急対応を含めた復旧状況、その工法、被災時の水運用の状況、水質管理等についてまとめており、関係者の皆様に大いに役立つものと考えております。

最後に、ご執筆いただきました埼玉大学の藤田先生、神戸市をはじめとする各都市等の皆様に厚く御礼申し上げます。

平成9年3月

(財)水道技術研究センター

専務理事 藤原 正弘

執筆者（敬称略）

埼玉大学理工学研究科
教授 藤田 賢二

兵庫県企業庁水道課
課長補佐兼計画係長 百々 順一

大阪府環境保健部環境衛生課
水垣 勝廣

阪神水道企業団建設部建設課
主幹 三島 和男

神戸市水道局浄水課
課長 佐渡谷伸夫

神戸市水道局配水課
課長 安藤 伸雄

神戸市水道局技術部
主幹 平林 龍彦

神戸市水道局水質試験所
所長 矢野 洋

神戸市水道局計画課
課長 池田 忠幸

大阪市立環境科学研究所
福永 勲

西宮市
水道事業管理者 平瀬 和彦

芦屋市水道部
次長 青木 昭

豊中市水道局工務部
部長 長 伸一

財団法人兵庫県予防医学協会
前川 朝彦

姫路『こころのケア』ネットワーク
代表 岸岡 孝昭

横浜市水道局南部配水管理所
渋谷 和雄

阪神・淡路大震災と水道

—被害状況・総括・復旧工法・水運用など—

—目 次—

はじめに

| | |
|---|-----|
| 1. (特別寄稿) 水道の地震対策 | 1 |
| 2. 兵庫県下の水道施設の被害と教訓 | 5 |
| 3. 大阪府下の水道被害と教訓 | 31 |
| 4. 阪神水道企業団の災害復旧事業 —猪名川浄水場及び大口径管路の復旧工法— | 41 |
| 5. 神戸市での施設復旧 | 55 |
| 6. 神戸市での地震時の水運用と水質管理 | 81 |
| 7. 神戸市での今後の耐震化対策 | 95 |
| 8. 水質試験施設の被害状況と対策 | 111 |
| 9. 西宮市のニテコ池・配水池の復旧工法 | 117 |
| 10. 芦屋市の水道施設の復旧と対策 | 127 |
| 11. 豊中市の阪神・淡路大震災と水道について | 139 |
| 12. 簡易専用水道の被害と改善策 | 147 |
| 13. その他 | |
| (1)災害ボランティアに参加して | 153 |
| (2)芦屋市への長期派遣を終えて | 165 |

(特別寄稿)

1. 水道の地震対策

埼玉大学理工学研究科

教授 藤田賢二

1. 復旧容易な水道

ながらく、われわれは関東大震災の地震動の強さを基に構造物を造ってきた。「関東」の地震動に耐えられるのであれば、すべての地震に耐えられると思ってきた。「関東」を空前絶後の地震だと信じていたのである。1995年の「阪神・淡路」における地震動は「関東」のそれを上回る強さであった。当たり前のことであるが、過去に起きた最大のものが将来にわたって最大であるわけではない。愚かというべきかもしれないが、このことを、恐ろしい犠牲を払って知ったことになる。

爾後、われわれは「阪神・淡路」を基準に構造物を造っていくことになる。しかし、「阪神・淡路」を凌駕する地震がいつかは起きる。絶後ではないのである。だからといって、無限に丈夫な構造物を造ることはできない。考慮外の巨大地震が起きれば壊れる。われわれは、壊れることを前提に、壊れたあと復旧が容易な施設を設計し、造っていく必要がある。

2. 水供給の責任

水道は都市の水供給に責任を負っている。「国民皆水道」の標語は国民への水供給を水道のみにするということでもあった。飲料水のみならず、洗浄用水も消火用水も、すべて水道が責任を負うということである。結果として、都市への水供給はほぼ水道だけになり、水道はそれに応えて、信頼性の高いシステムをつくりあげた。その結果、都市は水道の存在を前提に造られることになる。

したがって、水道はいかなる場合にも水を供給する義務がある。しかし、施設が大破するような異常時には、住民の自助努力にも期待すべきである。この高い民度を誇る国民は、災害時にただ座して水の配給を待っていては、髀肉の嘆をかこつことになる。住民が自らが水を得られるような基盤づくりをしておく、という責任のとりかたもあるのである。

戦後、大陸から引き揚げの途中、1ヵ月以上の収容所生活を強いられた。数千人規模の収容所に、数ヵ所の給水栓と井戸しかなかったが、水にまつわる混乱を見たことはない。水のありかさえ分かっていたら、避難民でも住民でも安心なのである。

次に述べる「井戸の設置」も水道の水供給の責任と住民の自助努力とを組み合わせた都市施設の一つとして、水道が積極的に関与すべきことである。

3. 井戸のすすめ

今回の震災が起きる直前の1994年11月、ところも神戸市で催された本センター、当時の水道管路技術センター主催の国際会議で講演する機会があった。その折、災害に備えて公園などの避難場所に井

戸を設けることを水道の仕事にすべきであると述べた。震災後、かなりの期間、水を求める住民の姿が放映されるのを見て、その感をますます深めたものである。

スイスのジュネーブの公園には、どこでも井戸があって、手押しポンプが備えてある。押せば水がほとぼしり出る。呼水は要らない。地震のないスイスでも異常時の備えができているのである。公園の近所の人たちは皆ここに井戸があって、いつでも水が求められることを知っているものと思われる。これが大切なことである。災害時には水道職員は多忙をきわめる。住民が自ら水を確保するすべを知っていれば、水の供給側と需要側の双方にとって安心である。

いま、飲料水はボトルで供給することができるが、災害後ある程度時間がたてば、食器洗浄水や洗濯用水や浴用水が必要になる。これらは、ボトルの水では無理でも、手押しの井戸ポンプがあれば、相当程度まかなうことができる。

今回の震災では、全国からの応援を得て、給水車による応急給水が行われた。しかし、震災の後には、道路が壊れ、崩壊した建築物が道路をふさぎ、救急車両によって交通が混乱する。このような中では、給水車の運行にも支障がでる。いつ来るか分からない給水車を待つ住民にもいらだちがつる。各市では緊急用貯水タンクを設置してはいる。しかし、緊急用貯水タンクは容量に限りがあるし、タンクから給水を開始するために係員が現場に赴く必要がある。

公園や校庭に井戸を掘削することは水道局の管轄外であるかもしれない。しかし、都市への水供給の責任を全うするためには、水道が積極的に関係部署と協力して、井戸の掘削を推進し、管理を受け持つような努力をするべきである。

4. 水道が加害者にならないために

今回の地震には数々の^{ぎょうこう}僥幸があった。起きた時間が早朝まだ始発電車が動く前であったことはよくいわれる。神戸市役所の水道局が入居している階が潰れるという不幸はあったが、早朝であるため、人的被害がなかったのは幸いであった。

われわれの立場から、もう一つの僥幸は渴水であったことである。もし水が湛水していたら、まちがいなく堰堤が決壊したと思われる貯水池がある。人命と家屋・家財に甚大な被害をもたらしたであろう。僥幸を当たり前と考えることが大切である。

谷あいには造られる堰堤や山腹に造られた配水池、傾斜地近傍に敷設された管類が破壊すれば、大きな二次災害をもたらす。構造物が壊れた場合にどのような二次災害が起き得るかをシミュレーションし、水道が加害者にならないよう、点検と対策を講じておく必要がある。

5. 給水管について

大地震においては、給水管の被害が甚大になる。給水管は件数が多いだけに、一層復旧の速度を遅らせる。今回の震災でも、給水管からの漏水のために、配水管の復旧が遅れたと聞いている。このことから、給水管の耐震化をすすめる動きがある。しかし、震災後現地を見て感じたことは、サイコロのように家が転がってしまうような大地震では、給水管を耐震化・頑丈化することが果たしてよいことなのか、疑問である。

むしろ、給水管には一ヵ所弱いところをつくって、管が離脱するような構造にしたほうが、水道シ

システムを助けることになるのではないかと考えている。管が抜け出すと同時に止水できるような機構が設けられていれば、上流の水道システムに被害が及ばない。鉛管の取り替え工事、直結給水対策としての逆止弁の設置工事などと平行して、このような機構を施工すればよいであろう。

6. 災害直後の応急復旧組織

復旧作業の体制や組織が全国的につくられていると聞いている。結構なことである。混乱のなかでは、とくに組織の命令系統が明確になっていることが肝要で、日頃から緩い緊急対応組織をつくっておく必要がある。災害直後の現場で見聞すると、緊急の組織づくりには人脈が大切であったようである。大地震では、県・地方単位の広域的な組織になる。また、救援を依頼したり、時には救援を断ったりするために、組織の頭に立つ人は他都市との人的なつながりが豊富な人がよい。災害になれば、現役の人は多忙をきわめるから、引退直後の大都市の水道局長などが適任であるように思う。

新潟市のような過去の被災経験都市の知恵が大いに役立ったと聞いている。今回の地震で、さらに経験者が増えたことになる。このような経験者を柔らかく組織化しておくことも一法である。

さらに、実際に現場で復旧工事に従事する人を確保する必要がある。水道局では、「合理化」によって、現場作業員の人数が減つつある。どうしても民間の協力を求めなくてはならない。しかし、指定工事店制度が変わることになり、水道局と工事店との関係が従来とは異なってくるものと思われる。そのことを考慮のうえ実際作業者を確保するための方策を考える必要がある。

7. 被災したときのための情報整理

いっぽう、自分の水道が被災することを想定して、助けてもらうための情報を整理しておく必要がある。給水栓類の回転方向、回転具の形、給配水管種、継手の形などの情報、管網の図面類を整理して、必要とあらば、全国の水道関係者がアクセスできるようにしておくべきである。

管網を整備してブロック化しておくことは、単に災害への備えというだけでなく、漏水発見など平常の維持管理にも役立つ。管路や施設の復旧手順を都市ごとに整備しておくことも、緊急の場合に役に立つ。復旧手順を考える過程で、整備すべき弱点も発見できるであろう。

2. 兵庫県下の水道施設の被害と教訓

兵庫県企業庁水道課 課長補佐兼計画係長

百々 順一

1. はじめに

平成7年1月17日(火)午前5時46分に発生したマグニチュード7.2の兵庫県南部地震は、観測史上初の震度7を記録し、阪神・淡路地域で甚大な被害を及ぼした。(表2-1)この地震により、兵庫県内で6,394名もの死者、24万7,486棟におよぶ家屋の全半壊・焼失などの被害を生じ、水道、電気、ガスなどのライフラインに壊滅的な被害を与えた。地震直後には本土側9市淡路側1市7町の全戸数140万戸のうち、90%に相当する126万5,730戸が断水した。震災に伴い251件の火災が発生し、断水に伴う消火用水の不足などにより、神戸市では大火となるなど、約83ヘクタールが焼失した。

この報告は阪神・淡路大震災に伴う兵庫県下の水道の被災状況と、復旧への対応経緯ならびにこの過程での得られた教訓、課題について、とりまとめたものである。

表2-1 地震の概要

| | | | | |
|---------|----------------------------|------------|---------|----------|
| 命名(気象庁) | 平成7年兵庫県南部地震 | 兵庫県下の地震の被害 | | |
| 発生日時 | 平成7年1月17日午前5時46分 | (1)人的被害 | 死者 | 6,394名 |
| 震源地 | 兵庫県淡路島 (北緯34.6度 東経135度) | | 行方不明 | 2名 |
| | | | 負傷者 | 40,071名 |
| 震源の深さ | 14km | (2)建物被害 | 全・半壊家屋 | 240,030棟 |
| 規模 | マグニチュード7.2 | | 全・半焼家屋 | 7,456棟 |
| 最大加速度 | 東西方向 617gal | (3)避難所 | 最大時21市町 | 1,153ヶ所 |
| | 南北成分 818gal | | | 316,678名 |
| | 上下成分 322gal | | | |

2. 水道の被害と復旧

(1)被害の概要

ア. 断水の概要

兵庫県南部地震による兵庫県下における水道の被害の概要は表2-2のとおりである。地震の発生直後には、阪神・播磨地域の9市、淡路地域の1市7町で126万5,730戸で断水した。これら10市7町では全戸数140万3,000戸(給水人口349万5,000人)のうち、約90%に相当する戸数で断水した。特に神戸市、尼崎市、西宮市、芦屋市、伊丹市、津名町、淡路町、北淡町、東浦町の5市4町では全戸断水した。

表 2-2 兵庫県南部地震による兵庫県下の水道の被害の概要 (その1)

| 市町名 | 水道施設名 | 地震発生直後の 断水戸数等 (断水率%) | 復旧日 | 被災概要 | 被害額 (百万円) |
|-----|------------------------|-------------------------------|---------------|---|--------------|
| 神戸市 | 市街地水道 北神水道 六甲山水道 | 650,000戸(100) | 4月17日 全戸通水 | 布引・鳥原・千苅貯水池の一部 損壊、千苅導水路一部圧潰、上 ヶ原浄水場破損(緩速ろ過池、 急速沈殿池、排水処理施設、場 内配管破損)、会下山低層配水 池接合弁離脱による漏水 配水管損傷1757箇所 神戸大橋、六甲大橋添架部等の 損傷 給水管破損 | 31,600 |
| 尼崎市 | 上水道 | 193,300戸(100) | 1月31日 | 配水管破損130箇所 給水管破損 | 303 |
| 西宮市 | 南部水道 北部水道 | 157,000戸 (95.8) 断水は南部全域 | 3月28日 | ニテコ池貯水池堤体崩壊、北山 貯水池堤体一部崩壊、鯨池浄水 場導水管損傷、鯨池浄水場破損 (沈殿池・葉注設備・排水処理 設備)、越水浄水場配水池破損 鳴尾浄水場沈殿池破損、配水管 破損1,019箇所、 給水管破損 | 4,586 |
| 芦屋市 | 上水道 | 33,400戸(100) | 3月22日 | 芦屋川取水口崖崩れにより全壊 導水路破損、奥山浄水場沈殿池 ろ過池底版等破損、第1中区・ 低区配水池破損、配水管破損 408箇所、給水管破損 | 1,482 |
| 伊丹市 | 上水道 | 66,000戸(100) | 2月2日 | 瑞ヶ池貯水池の堤防敷亀裂・陥 没、淀川導水管破損、武庫川導 水管破損、浄水場排水処理施設 破損、沈殿池破損、配水管破損 58箇所、給水管破損 | 747 |
| 宝塚市 | 上水道 | 50,000戸(67.9) | 2月7日 | 川下川導水路トンネル亀裂損傷 生瀬浄水場傾斜板破損、送水管 破損、米谷加圧所送水ポンプ破 損、配水管破損254箇所、給水 管破損 | 221 |
| 川西市 | 上水道 | 10,000戸(20.0) | 1月25日 | 久代浄水場傾斜板破損、浄水場 監視CRT破損、配水管破損32箇 所、最明寺川横断水管橋部破損 給水管破損 | 69 |
| 明石市 | 上水道 | 78,000戸(70.3) | 1月31日 | 野々池貯水池堤体亀裂損傷、地 下水取水設備機械損傷、明石川 浄水場沈殿池目地損傷、浄水場 消毒用配管損傷、配水管破損 85箇所、給水管破損 | 208 |

表2-2 兵庫県南部地震による兵庫県下の水道の被害の概要(その2)

| 市町名 | 水道施設名 | 地震発生直後の断水戸数等 (断水率%) | 復旧日 | 被災概要 | 被害額 (百万円) |
|-------------|-------------|--|----------------------|--|--------------|
| 三木市 | 上水道 | 9,700戸(39.6) | 1月21日 | 緑が丘配水池、自由が丘配水池 亀裂損傷、脇川浄水場沈殿池 躯体亀裂、配水管破損35箇所、 給水管破損 | 498 |
| 洲本市 | 上水道 | 900戸(6.0) | 1月18日 | 配水管破損 給水管破損 | 1 |
| 津名町 | 上水道 簡易水道 | 5,600戸(100) | 1月29日 | 送水管破損、配水池敷の破損 配水管破損64箇所、給水管破損 | 177 |
| 淡路町 | 上水道 | 2,600戸(100) | 1月24日 | 導水管破損、浄水場配管破損 取水・送水ポンプ損傷、配水管 破損9箇所、給水管破損 | 6 |
| 北淡町 | 上水道 簡易水道 | 3,400戸(100) | 2月11日 | 取水ポンプ損傷、送水管損傷 撫配水池損傷、配水管破損214 箇所、給水管破損 | 1,176 |
| 一宮町 | | 2,100戸(70) | 1月29日 | 浄水場配管損傷、配水管破損64 箇所、給水管損傷 | 51 |
| 東浦町 | 上水道 | 3,200戸(100) | 1月24日 | 取水ポンプ損傷、河内浄水場沈 殿池破損、配水管損傷13箇所 | 8 |
| 五色町 | 上水道 | 500戸(17.2) | 1月18日 | 配水管破損 | 10 |
| 緑町 | 上水道 | 30戸(1.7) | 1月17日 | 配水管破損 | 0.5 |
| 西淡町 | 上水道 | 断水なし | | 配水管破損 | 1 |
| 南淡町 | 上水道 | 断水なし | | 配水管破損 | 0.5 |
| 阪神水道 企業団 | 水道用水 供給 | 通常時1日あた り75万 m^3 が17日 送水量29万 m^3 | 3月1日 | 大道取水ポンプ場ポンプ室損傷 第1期導水管損傷、猪名川浄水 場(沈殿池・ろ過池伸縮継手損 傷)尼崎浄水場洗浄水槽支持柱 亀裂、甲山浄水場(法面崩壊、 排水処理施設破損)配水管破損 | 14,576 |
| 兵庫県営 水道 | 水道用水 供給 | 神出浄水場から 神戸市への送水 停止 | 1月21日 神戸市送 水再開 | 神出浄水場導水管損傷、送水管 損傷1箇所 | 43 |
| 合計 | | 1,265,730戸 (90.2%)で断水 | | | 55,764 |

(出典 兵庫県生活衛生課及び神戸市調べ)
1996年10月末現在

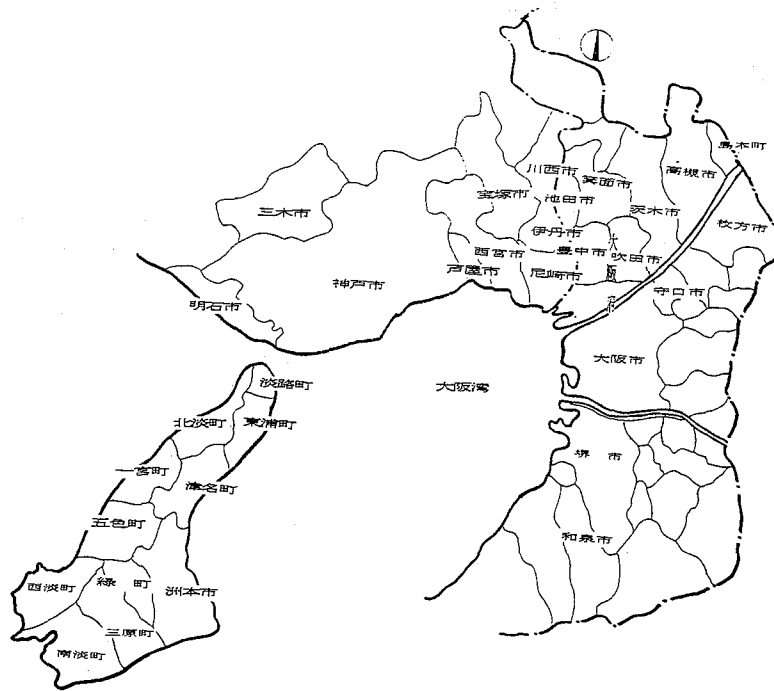


図 2 - 1 主な断水市町の位置図

イ. 断水の解消

兵庫県下での断水解消の経緯は表 2 - 3 に示す。断水した兵庫県下の10市 7 町のうち、震災当日に緑町、翌18日に洲本市、五色町が復旧したが、いずれも淡路島南部の市町で被害も比較的軽微であったため、断水は 9 市 5 町で継続した。21日に三木市が、24日に淡路町、東浦町が復旧し、1 週間以内にあわせて 2 市 4 町が復旧した。1 週間後の24日の断水率は45.1%で、震災直後の17日に比べ断水戸数はほぼ半減した。

2 週間目には川西市(25日)、津名町、一宮町(29日)、尼崎市、明石市(1 月31日)の 3 市 2 町が復旧し、あわせて 5 市 6 町が復旧した。2 週間後の 1 月31日には、淡路地域では北淡町を除いて復旧が完了し、淡路地域の断水率は3.2%となった。兵庫県下全体では神戸市、西宮市、芦屋市、宝塚市、伊丹市、北淡町の 5 市 1 町が断水しており、全体の断水率は33.7%となった。

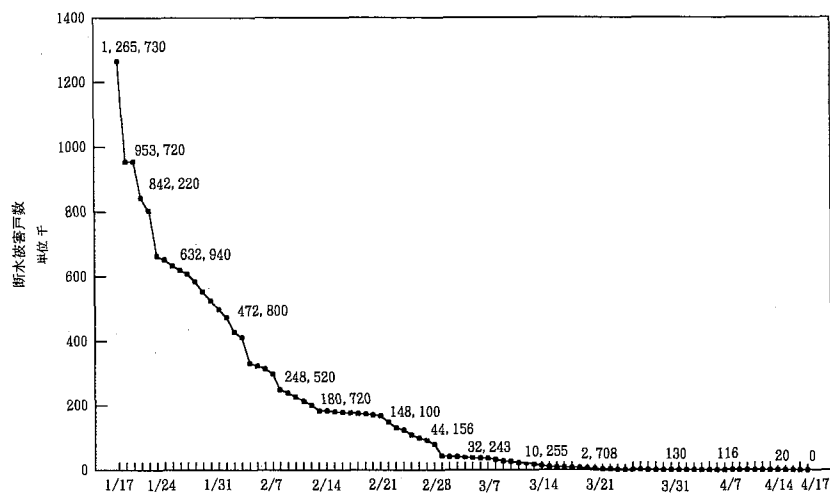


図 2 - 2 兵庫県南部地震による断水被害戸数の推移

表 2-3 兵庫県南部地震による断水被害解消の経緯

兵庫県南部地震による断水被害戸数

上段：断水戸数

下段：断水率(%)

| 市町名 | 全戸数 | 1月17日 | 1月24日 | 1月31日 | 2月7日 | 2月14日 | 2月21日 | 2月28日 | 3月7日 | 3月14日 | 3月21日 | 3月31日 | 4月7日 | 4月14日 | 4月17日 | 仮復旧完了日 |
|-----|-----------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|-------------|-------------|------------|-----------|--------|
| | | | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | 15:00現在 | |
| 神戸市 | 650,000 | 650,000 100.0% | 373,200 57.4% | 286,800 44.1% | 200,700 30.9% | 140,100 21.6% | 123,100 18.9% | 41,400 6.4% | 32,000 4.9% | 10,100 1.6% | 2,600 0.4% | 130 0.0% | 116 0.0% | 20 0.0% | 0 0.0% | 4月17日 |
| 尼崎市 | 193,300 | 193,300 100.0% | 15,000 7.8% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | 1月31日 |
| 西宮市 | 163,800 | 157,000 95.8% | 133,000 81.2% | 133,000 81.2% | 32,400 19.8% | 30,600 18.7% | 19,000 11.6% | 256 0.2% | 193 0.1% | 135 0.1% | 88 0.1% | 0 0.0% | | | | 3月28日 |
| 芦屋市 | 33,400 | 33,400 100.0% | 33,400 100.0% | 25,000 74.9% | 14,700 44.0% | 10,020 30.0% | 6,000 18.0% | 2,500 7.5% | 50 0.1% | 20 0.1% | 20 0.1% | 0 0.0% | | | | 3月22日 |
| 伊丹市 | 66,000 | 66,000 100.0% | 18,500 28.0% | 17,600 26.7% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | 2月2日 |
| 宝塚市 | 73,600 | 50,000 67.9% | 26,000 35.3% | 4,200 5.7% | 500 0.7% | 0 0.0% | | | | | | | | | | 2月7日 |
| 川西市 | 50,000 | 10,000 20.0% | 40 0.1% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | 1月25日 |
| 明石市 | 111,000 | 78,000 70.3% | 30,000 27.0% | 5,000 4.5% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | 1月31日 |
| 三木市 | 24,500 | 9,700 39.6% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | | 1月21日 |
| 小計 | 1,365,600 | 1,247,400 91.3% | 629,140 46.1% | 471,600 34.5% | 248,300 18.2% | 180,720 13.2% | 148,100 10.8% | 44,156 3.2% | 32,243 2.4% | 10,255 0.8% | 2,708 0.2% | 130 0.0% | 116 0.0% | 20 0.0% | 0 0.0% | |
| 洲本市 | 14,900 | 900 6.0% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | | 1月18日 |
| 津名町 | 5,600 | 5,600 100.0% | 600 10.7% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | 1月29日 |
| 淡路町 | 2,600 | 2,600 100.0% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | | 1月24日 |
| 北淡町 | 3,400 | 3,400 100.0% | 2,800 82.4% | 1,200 35.3% | 220 6.5% | 0 0.0% | | | | | | | | | | 2月11日 |
| 一宮町 | 3,000 | 2,100 70.0% | 400 13.3% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | 1月29日 |
| 東浦町 | 3,200 | 3,200 100.0% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | | 1月24日 |
| 五色町 | 2,900 | 500 17.2% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | | 1月18日 |
| 緑町 | 1,800 | 30 1.7% | 0 0.0% | | | | | | | | | | | | | 1月17日 |
| 小計 | 37,400 | 18,330 49.0% | 3,800 10.2% | 1,200 3.2% | 220 0.6% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 0 0.0% | 4月17日 |
| 合計 | 1,403,000 | 1,265,730 90.2% | 632,940 45.1% | 472,800 33.7% | 248,520 17.7% | 180,720 12.9% | 148,100 10.6% | 44,156 3.1% | 32,243 2.3% | 10,255 0.7% | 2,708 0.2% | 130 0.0% | 116 0.0% | 20 0.0% | 0 0.0% | 4月17日 |
| | | 10市7町 | 8市3町 | 6市1町 | 4市1町 | 3市 | 3市 | 3市 | 3市 | 3市 | 3市 | 1市 | 1市 | 1市 | 1市 | 4月17日 |

2月に入って2日に伊丹市、7日に宝塚市が復旧し、3週間後の2月7日には断水率は17.7%となった。2月11日に北淡町が復旧し、淡路地域の全市町の復旧が完了し、残るのは神戸市、西宮市、芦屋市の3市のみとなった。

6週間後にあたる2月28日には、神戸市、西宮市、芦屋市の3市でも、家屋倒壊、地すべりの恐れのある区域、岸壁周辺の区域等の困難地区を除いて一応の仮復旧が完了した。最終的に断水が完全に解消したのは、芦屋市で3月22日、西宮市では3月28日であった。神戸市では10週後の3月31日に、港湾岸壁周辺の130戸のみとなり、最終的に完全解消したのは4月17日であった。

(2)事業別の被害の概要

ア. 被災地域の水道の概要

兵庫県の南部地域は瀬戸内気候区に属しているため年間降水量が少なく、神戸・阪神地域にあっては地形的に水源となる大河川がないこと、さらに淡路地域にあっては、島であるという条件から、ともに水資源の確保が重要な課題となっていた地域である。

このため、神戸・阪神地域の神戸市・尼崎市・西宮市・芦屋市の臨海部4市では、太平洋戦争前の1936年から、わが国初の水道用水供給事業である阪神上水道市町村組合（現在の阪神水道企業団の前身）を形成して、県外の琵琶湖・淀川水系に水源を求めていた。阪神水道企業団は5次にわたる拡張事業を実施しており、現在の給水能力は約103万 m^3 /日であった。

また、阪神地域から播磨地域にかけての他の市町においても、高度経済成長とともに都市化が進展し急激に水需要が増加し、将来の水源不足が見込まれたために、1970年度から県内河川の一庫ダム等を水源とし、14市12町を対象として兵庫県企業庁による兵庫県水道用水供給事業（兵庫県営水道）が開始されていた。一方、淡路地域では、淡路広域水道企業団が水道用水供給事業の建設を進めていたが、震災当時は給水開始はしていなかった。

したがって、被災地域では、阪神水道企業団と兵庫県営水道の2つの大規模な水道用水供給事業が実施されていた。

イ. 阪神水道企業団の被害状況

阪神水道企業団では尼崎、甲山、猪名川浄水場の3浄水場を有していたが、猪名川浄水場の被害が最も大きかった。猪名川浄水場では沈殿池のエキスパンションジョイントが開いて漏水し、ろ過池や流出渠でも漏水した。しかしながら漏水はあったものの、何とか浄水処理を継続することができた。甲山、尼崎浄水場についても被害は生じたものの、浄水処理への大きな影響はなかった。甲山浄水場では排水処理施設周辺で土砂くずれが発生し、排水処理施設の運転が困難となったが、沈殿池内の汚泥界面を高めて対応した。また、尼崎浄水場でも、塩素注入機の故障で一時送水を停止したが、1月19日より浄水処理を再開できた。

被害は、管路を中心に発生した。導水管については、第一期導水管が破損し、復旧に長期間を要した。他に4本ある導水管で対応したが、猪名川浄水場では震災当時、施設の一部を取り壊して、高度浄水処理施設への改造工事中であったため、冬季の通常給水量にあたる64万 m^3 /日以上送水するためには第一期導水管が復旧させる必要があった。応急復旧後も漏水が激しく、通常期の2～3割増しの水供給が必要となったため、復旧実施のための水量の確保に苦勞する一因となった。

このほか送水管、配水管についても、西宮市、芦屋市への送水管などの破損がひどく、1月末に主要

な管渠の修理を終えたが、西宮市内の一部配水管については時間を要し、最終的に3月1日に復旧が完了した。

ウ. 兵庫県営水道の被害状況

兵庫県企業庁の行っている水道用水供給事業（計画給水量75万m³/日 6年度最大給水量約24万m³/日）については、激震地域から離れていたことや施設が比較的新しかったこともあり、浄水場には大きな被害がなかった。主な被害は神出浄水場（神戸市西区）から神戸市への送水管が延長30mにわたり道路陥没のために破損したが、1月21日に復旧した。このほか、吞吐ダムからの導水管にも被害があったが、送水には支障はなかった。多田浄水場（川西市）では、停電により当日、午後3時まで送水することができなかったが、送電再開とともに送水を再開できた。

エ. 神戸市の被害状況

地震発生と同時に停電、事故および施設の機能停止により一時的には全市65万戸で断水状態に陥った。浄水場は、本山浄水場が取水不能などの影響があったが、75%を阪神水道企業団からの受水に依存しているため、全体への影響はあまりなかった。配水池についても、会下山低層配水池を除いて、ほとんど影響がなかった。

しかし配水管路は管体、継手、属具に多くの被害を生じて、復旧に長期を要する原因となった。配水管漏水が1,757ヵ所あった。給水管の修繕件数は公道下で1万4,561件、宅地内で7万5,023件、合計8万9,584件であった。

その他の被害としては水道局本庁舎が圧潰し、図書類が取り出せなかったため、被害状況の把握や復旧計画の立案に支障が出た。神戸市では最終的に4月17日に復旧完了した。

オ. 西宮市の被害状況

地震当日は、北部地区を除いて、15万7,000戸で断水した。貯水池については、ニテコ池の堰堤が崩壊寸前になり、北山ダムの法面の石張り部分の一部が崩壊になるなどの被害があった。

鯨池浄水場、越水浄水場、鳴尾浄水場で配水池や沈殿池、ろ過池に亀裂が生じ、機械設備等に被害が発生したが、浄水処理は可能であった。南部地区水道の需要量の57%は阪神水道企業団からの受水に依存していた。

配水管及び給水管被害が甚大であったため、神戸市、芦屋市と同様に、断水が長期化した。配水管漏水が1,019ヵ所あり、給水管についても公道上で4,820件、宅地内で3万6,417件の被害があったが、3月28日に復旧が完了した。

カ. 芦屋市の被害状況

震災直後は、全戸3万3,400戸で断水した。自己水源の占める割合は全体の21%だったが、芦屋川からの取水路が土砂くずれて使用できず、浄水場は取水不能となった。全体の79%を占める阪神水道企業団からの送水管も、余震の影響等で復旧が遅れた。

施設別の被害としては、奥山浄水場の芦屋川からの取水口が、右岸の崖崩れで全壊して取水不能となったほか、浄水場沈殿池や緩速ろ過池の側壁・底版の伸縮目地部にクラックが発生した。配水池では、第1中区配水池の底版にクラックなどの被害が生じた。

管路については配水管漏水が408ヵ所、給水管の公道下修理が382件、宅地内修理が2,934件あった。

キ. 尼崎市の被害状況

地震直後には、停電のため、自己水源の神崎浄水場と阪神水道企業団の猪名川及び尼崎浄水場で配水ポンプが停止したが、神崎浄水場が午前5時55分、阪神水道企業団の猪名川浄水場が午前6時、尼崎浄水場が午前6時30分に、それぞれポンプを再起動して、送水を再開した。この間、一時的に全19万3,300戸で断水状態となった。

尼崎市の自己水源である柴島取水場（大阪市東淀川区）から神崎浄水場への取水、導水、浄水、配水施設については大きな被害はなかったが、阪神水道企業団の尼崎浄水場で消毒設備が故障したため、配水量がかなり減少した。また給・配水管の破損箇所からの漏水が、同時多発したことにより、配水ポンプの元圧があがらず、地盤の高い市北部地域で断水状態となった。また、液状化現象を起こした市南部および東北部の一部地区では、給・配水管が壊滅的被害を受け、断水状態となった。

配水管漏水については130ヵ所、給水管漏水については公道下で1,629ヵ所、宅地内漏水で1万1,695ヵ所の合計1万3,324ヵ所であった。

市の北部約1/3の地域で水圧が上がらず、断水が続いたが、1月31日に完了した。

ク. 伊丹市の被害状況

地震直後は停電により、全6万6,000戸で断水した。電力復旧後は北部地域を中心に2万2,000戸まで減少した。浄水場の被害については、排水処理施設の脱水機が損傷を受けたが、浄水場の機能を停止させるほどの重大な支障ではなかった。

伊丹市では、淀川よりの導水管φ1000mm（PC管）及び武庫川からの導水管φ500mmが損傷した。特に、淀川からの導水管が損傷したことにより、給水能力が半分程度に低下したため、猪名川からの取水と瑞ヶ池と昆陽池の貯水池水源を活用しつつ、給水量の確保に努めた。千僧浄水場以南の地域には、自然流下により給水することができたが、市北部地域に対しては給水圧があがらないため、県営水道多田浄水場からの直送区域を除いては、断水が継続することとなった。

淀川系の導水管が1月29日に復旧したので、ようやく配水圧を高めて2月2日に復旧することができた。配水管については漏水が58ヵ所あり、給水管修理については公道下で176ヵ所、宅地内では4,720ヵ所で行った。

ケ. 宝塚市の被害状況

震災当日は、5万戸で断水した。当初、断水しなかったのは、小浜浄水場と小林浄水場周辺の低層部ならびに県営水道供給区域であった。断水は、これらの地域以外の市南部の高台地域を中心に発生した。

宝塚市の施設別の被害状況としては、川下川貯水池の導水路斜坑トンネル異常（湧水の異常湧出し）などがあり、浄水施設としては生瀬浄水場の沈殿池傾斜板の破損、小林浄水場ろ過池表洗管が破損などがあつたが、浄水施設の被害は、比較的軽微であった。

被害は、配水管を中心に発生し、配水管漏水が254ヵ所あつた。また米谷下加圧所のポンプ設備が損傷（3基）したことも断水が長期化した原因となった。給水管漏水については、公道下で868件、宅地内で1万2,000件発生し、仮復旧は2月7日に完了した。

コ. 川西市の被害状況

地震発生直後、停電により、南部の自己水源の井戸（浅井戸、深井戸）、浄水処理、加圧送水ポンプ等が機能停止した。市北部及び中部の県水からの受水区域では停電により、県営多田浄水場、向陽台中継ポンプ場から各配水池への送水が停止したため、市の給水対象の20%にあたる1万戸で一時断水した。

送電再開とともに、県水受水区域の送水が可能となり、断水は JR 宝塚線川西池田駅南側の南花屋敷地区の600戸で継続した。配水管漏水が32ヵ所あり、給水管については、公道下で128件、宅地内で1,530件発生し、仮復旧は1月25日に完了した。

サ. 明石市の被害状況

地震当日は7万8,000戸で断水した。浄水場被害はあまりなかったが、管路被害が著しかったため、断水が継続し、配水管漏水が85ヵ所、給水管については公道下で569件、宅地内漏水が1万2,353件あり、1月31日に仮復旧が完了した。公道下の給水管については、ポリエチレン管を採用していたため、これらについてはほとんど被害がなかった。

シ. 三木市の被害状況

三木市では、地震発生直後、全2万4,500戸中40%にあたる9,700戸で断水した。水道施設の被害としては、緑が丘配水池（PC造 容量4,000m³）、自由が丘配水池（鋼製パネル組立式 容量260m³）が損壊し、ともに解体・撤去された。

管路については配水管損傷が35ヵ所、給水管については道路部で43ヵ所、宅内給水管で365ヵ所発生した。応急給水については自市のみで対応し、給水車2台で応急給水を行った。復旧については、翌1月18日には断水戸数が20戸となり、1月21日には仮復旧が完了した。

ス. 淡路地域の被害状況

淡路地域は、1市10町から成り立っているが、水道の被害は北部を中心に発生し、地震直後は淡路地域でも1市7町1万8,330戸で断水したが、洲本市、五色町、緑町については断水規模も小規模であった。被害が大きかったのは北部の淡路町などの5町であり、とりわけ野島断層が活動した北淡町の被害が大きかった。

淡路地域では、震源に極めて近く被害も激烈であったにもかかわらず、水道の仮復旧は北淡町を除いてすべて1月中に完了した。

1月17日に緑町が、翌1月18日には洲本市と五色町が、1月24日には淡路町と東浦町が、1月29日津名町、一宮町が完了し、2月11日の北淡町を最後に復旧が完了した。

北淡町の被害としては、施設については浄水場沈殿池の傾斜板落下、配水池壁面亀裂などであったが、管路被害が最も大きかった。津名町も配水管等の管路被害が中心であった。

(3)兵庫県下の被害金額

ア. 被害金額

兵庫県下10市9町2水道用水供給事業の被害金額は、表2-2のとおりであり、557億6,400万円であった。神戸市の316億円、阪神水道企業団の145億7,600万円、西宮市の45億8,600万円、芦屋市の14億8,200万円、北淡町の11億7,600万円などが主要な被害である。

このほか1億円以上の被害が生じたのは、伊丹市(7億4,700万円)、尼崎市(3億300万円)、宝塚市(2億2,100万円)、明石市(2億800万円)、津名町(1億7,700万円)の7市2町1水道供給事業であった。

イ. 災害復旧

災害復旧に際して、今回の震災では、従来の災害とは比較できないほど甚大な被害が発生したため、水道施設の災害復旧事業について、「阪神・淡路大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律」により、1964年の新潟地震以来の補助率8/10(通常1/2)の特別措置がなされた。また、従来は

補助の対象外であった給水管についても、最初の止水栓までの間について、補助率1/2の補助がなされた。さらに、被災した施設について、通常は原形復旧のみが補助対象として認められるが、今回は耐震性を加味した復旧についても補助の対象となった。

(4)施設別の被害状況

ア. 水道施設の被害の概要

a. 貯水施設

貯水池については、西宮市のニテコ池の上・中・下池の堤体崩壊で、下池堰堤が崩壊寸前になった。池の下流は人口密集地域であり、大きな二次被害が生ずる恐れがあったので、緊急放流により決壊を免れた。西宮市北山貯水池第1ダムのリップラップも一部崩壊したが、全面的な機能停止には至らなかった。

b. 取水施設

取水施設については、芦屋市で上水道取水口が土砂くずれで取水不能となった。他には明石市の深井戸取水施設の一部が取水不能となった。

c. 浄水施設

阪神水道企業団の猪名川浄水場などで、コンクリート構造物の目地が開いて多量の漏水が発生し、その他の市町でも、躯体の亀裂などが発生したが、何とか送水は継続することができた。

その他の被害としては、傾斜板、傾斜管の脱落や、ろ過池表洗管の破損が多発した。薬品注入設備の配管についても損傷が多発したが、特に阪神水道企業団の尼崎浄水場などで、塩素滅菌配管設備の損傷により、一時的に送水ができなくなった。

排水処理施設については、阪神水道企業団の甲山浄水場の法面崩壊により、排水処理設備が使用不能となった。伊丹市でも脱水機が損傷した。

d. ポンプ場

ポンプ場の被害としては、阪神水道企業団の西宮ポンプ場場内で、配水管が12ヵ所破損し、修理完了までに多くの時間を要したため、西宮市内配水管の復旧に長期を要した一因になった。

e. 配水池

配水池の被害としては、神戸市では会下山低層配水池の接合井の取付部が離脱し、池水が流出し、一時的に使用不能となった。神戸市の他の配水池の被害は軽微なものであった。

他の市町では、三木市の緑が丘配水池(PC造)が全周亀裂、自由が丘配水池も壁体変形のため使用不能となり、解体撤去を行った。このほか、淡路地域の北淡町の撫配水池が亀裂損傷を受けた。

f. 水道局局舎等の建築物

神戸市では、水道局のあった市役所2号館6階が圧潰したため、図書類が取り出せず、被害状況の把握や復旧計画の立案に支障が出た。また、水道局東部営業所では上部の市営住宅圧潰により退去、西部センターでは一部類焼するなどの被害を受けて、情報収集や発信などに多大な支障をきたした。

このほか、阪神水道企業団猪名川浄水場や西宮市越水浄水場の管理棟においても、柱、梁等に亀裂が発生し、西宮市越水浄水場では活性炭倉庫(木造)が全壊した。

イ. 管路システムの被害

最も被害が大きかったのは導水・送水・配水の各管路システムであり、管路が破損してあまりに甚大

表2-4 構造物の種類毎にまとめた被害の概要

| 構造物の種類 | 被害の概要 | 被害施設名 |
|--|---|--|
| 貯水・取水施設 | 土堰堤の崩壊 堰堤遮水壁(リップラップ)の崩落 河川右岸の崖崩れで埋没 | 西宮市ニテコ貯水池 西宮市奥池貯水池 芦屋市芦屋川取水口 |
| 浄水施設 ブロック形成池 薬品沈澱池 急速ろ過池 緩速ろ過池 排水処理設備 その他の設備 | 流入渠のせり出しによる漏水 伸縮目地の損傷 排泥弁室の漏水 集泥設備の水没 伸縮目地の損傷 傾斜管・傾斜板の損傷, 落下 流出渠壁に亀裂発生 洗浄排水管の損傷 表洗管の破損 下部集水装置の破損によるろ材の流出, クレータ現象 壁・底版に亀裂, 漏水 伸縮目地の損傷 脱水機の支柱に亀裂発生 法面崩落に伴う建屋使用不能 ポンプ室の壁に亀裂発生 場内配管の沈下, 蛇行, 漏水 薬品貯留槽の破損 電機計装設備の電線破断 無線鉄塔のズレ | 阪神水道企業団猪名川浄水場 同上 同上 同上 同上, 同甲山浄水場, 芦屋市奥池浄水場 同上, 西宮市鯨池浄水場, 同鳴尾浄水場 阪神水道企業団猪名川浄水場 同甲山浄水場 同尼崎浄水場 神戸市上ヶ原浄水場 同上, 芦屋市奥山浄水場 同上, 芦屋市奥山浄水場 阪神水道企業団猪名川浄水場 神戸市上ヶ原浄水場 阪神水道企業団甲山浄水場 同, 猪名川浄水場 神戸市上ヶ原浄水場ほか 西宮市鯨池浄水場, 同丸山浄水場 西宮市越水浄水場ほか 神戸市奥平野浄水場 |
| 管理棟 | 柱・梁等に亀裂発生 クレーン支柱に亀裂発生 | 阪神水道企業団猪名川浄水場 同上, 西宮市鳴尾浄水場 |
| ポンプ場 | 柱・梁等に亀裂発生 場内配管からの漏水 クレーン支柱に亀裂発生 | 阪神水道企業団甲東ポンプ場 同上, 同西宮ポンプ場 |
| 配水池 | 池内伸縮目地部で縦亀裂発生 接合井取付部の離脱, 池水流出 底版に亀裂発生 コンクリートブロック積み隔壁崩壊 | 神戸市会下山低層配水池 同上 西宮市越水浄水場, 同鳴尾浄水場 西宮市武庫川浄水場 |

な被害を受けたことにより、ライフラインとしての水道システムがダウンし、断水が長期化する主因となった。

a. 導水管

導水管については、阪神水道企業団の第一期導水管が破損し、復旧に長期間を要したため、各市の復旧用水確保が困難となる原因となった。この管路は、戦前からの鉄筋コンクリート管であり、老朽管の更新についての教訓を残した。

b. 送水管

送水管については、阪神水道企業団や神戸市の送水管などで被害が発生した。

神戸市では、本山送水管路トンネルが一部圧潰したほか、送水管（鉄筋コンクリート管1000mm）継手漏水や湧水送水管（鉄筋コンクリート管300mm）の亀裂・継手漏水などがあった。

c. 配水管

配水管および給水管には、大きな被害が生じ、広い範囲で長期間にわたる断水が生ずる結果となった。これらの被害は、地震発生とともに同時多発的に生じたため、多量の漏水により短時間に管内の水がなくなった。また被害箇所数が多かったため、水圧が上がらず、漏水カ所の特定が困難な原因となった。

配水管の被害率を、1 km あたりの被害率で比較すると、芦屋市で2.22カ所/kmと最も多く、西宮市でも1.05カ所/kmと多かった。神戸市については、被害の少なかった地域も含まれているので、0.44カ所/kmとなっている。

管路の被害としては、継手の離脱が最も多く、500mm 以上では空気弁などの属具の破損が多かった。しかし、六甲アイランドなどの埋立地では、不同沈下に対処するため耐震性継水管が使用されており、今回の地震でほとんど被害がなかった。

d. 給水管

給水管についての被害では、西宮市で約25%の戸数で給水管が損傷したのをはじめ、各市町での被害率が高く全体で全戸数の約13%にあたる約18万2,000戸で被害を受けた。

表 2-5 兵庫県における給・配水管の被害件数

| 市町名 | 配水管延長 (km) | 配水管 被害件数 | 配水管被害率 (件/km) | 全世帯数 | 給水管被害件数 | | | 被害率 (%) |
|--------|---------------|-------------|------------------|-----------|---------|---------|---------|------------|
| | | | | | 道路上給水管 | 宅内給水管 | 計 | |
| 神戸市 | 4,002 | 1,757 | 0.44 | 650,000 | 14,561 | 75,023 | 89,584 | 13.8 |
| 尼崎市 | 847 | 130 | 0.15 | 193,300 | 1,629 | 11,695 | 13,324 | 6.9 |
| 西宮市 | 966 | 1,019 | 1.05 | 163,800 | 4,820 | 36,417 | 41,237 | 25.2 |
| 芦屋市 | 184 | 408 | 2.22 | 33,400 | 382 | 2,934 | 3,316 | 9.9 |
| 伊丹市 | 439 | 58 | 0.13 | 66,000 | 176 | 4,720 | 4,896 | 7.4 |
| 宝塚市 | 560 | 254 | 0.45 | 73,600 | 868 | 12,000 | 12,868 | 17.5 |
| 川西市 | 471 | 32 | 0.07 | 50,000 | 128 | 1,530 | 1,658 | 3.3 |
| 明石市 | 624 | 85 | 0.14 | 111,000 | 569 | 12,353 | 12,922 | 11.6 |
| 三木市 | 424 | 35 | 0.08 | 24,500 | 43 | 365 | 408 | 1.7 |
| 9市合計 | 8,517 | 3,778 | 0.44 | 1,365,600 | 23,176 | 157,037 | 180,213 | 13.2 |
| 津名町 | 90 | 64 | 0.71 | 5,600 | 128 | 0 | 128 | 2.3 |
| 淡路町 | 32 | 9 | 0.28 | 2,600 | 48 | 152 | 200 | 7.7 |
| 北淡町 | 72 | 214 | 2.97 | 3,400 | 49 | 0 | 49 | 1.4 |
| 一宮町 | 69 | 64 | 0.93 | 3,000 | 62 | 1,000 | 1,062 | 35.4 |
| 東浦町 | 52 | 13 | 0.25 | 3,200 | 50 | 650 | 700 | 21.9 |
| 5町合計 | 315 | 364 | 1.16 | 17,800 | 337 | 1,802 | 2,139 | 12.0 |
| 9市5町合計 | 8,832 | 4,142 | 0.47 | 1,383,400 | 23,513 | 158,839 | 182,352 | 13.2 |

*津名町、北淡町については、宅内給水管の被害件数については不明となっている。

給水管については、可撓性がないため、被害率が高まった。明石市や芦屋市では、配水本管からメーターボックスの間でポリエチレン管を採用していたため、この部分における被害はほとんどなかった。

3. 兵庫県の対応と地震対策への教訓

ここからは兵庫県の阪神・淡路大震災に対して行った対応の経緯と、今回の体験をもとに、震災対応における教訓と課題についてまとめた。これについては、いろいろな批判や意見はあるかもしれないが、今回の復旧にあたったものとして、正直に考えをまとめてみたものである。

(1)震災当日（1月17日）の対応

ア. 対応

地震当日ただちに設置された県の第一回災害対策本部会議での知事の指示は、食料、毛布等とともに、水の確保を行うことであった。本庁への参集職員が少なかったため、保健環境部職員から依頼を受けて、17日午前10時ごろから、企業庁より県内各市町及び隣接の大府府、京都府、奈良県の各府県営水道事業者及び大阪市水道局に対して給水車の手配を要請した。庁舎の電話は役立たず、緑の公衆電話が最後の切り札だった。

各団体からの給水車の派遣了解の返事を頂いて、被害市町と連絡をとり、おおよその断水状況の情報をもとに当面の給水車手配を割り当てた。各団体からの給水車は17日夜から各市に到着、順次応急給水を開始した。

陸上自衛隊は、兵庫県知事からの要請を受けて、災害救助の活動を開始し、給水車の派遣もこれにもとづいて実施された。しかし給水車の不足が見込まれたため、17日夜、給水車の配車計画を策定し、さらに自衛隊に給水車の増車依頼を行った。この計画では、防災計画にある3リットル/日・人を意識せず、1リットル/日・人以上確保できるよう各市町の人口をベースに配車計画を考えた。これについては、2日目以降は全国各地から官民を問わず給水車の応援が続々と得られたため、3リットル/日・人以上の給水が十分確保されたと推察する。

海上自衛隊も、独自の判断で17日午前9時すぎ、呉港から補給艦を派遣し、18日より神戸港などで応急給水を開始した。海上保安庁や大阪市港湾局の給水船も、西宮市の鳴尾港などで、17日夜より給水車や市民への応急給水を開始した。これら給水船舶は、各市町の浄水場や配水池などとともに、給水車に対する給水補給拠点としてその効果を発揮した。

県から国に対して、17日午後、緊急応援、復旧のための人的支援を要請した。しかし、既に厚生省水道環境部では既に17日午前中に、独自の判断で水道整備課担当官を現地に向けて派遣していただいていた。さらに、全国の水道主幹行政部局に対して、応急給水のための給水車の派遣ならびに給水資材の提供について要請するとともに、応急復旧のために提供可能な人材、資材についての情報収集を開始した。日本水道協会も、厚生省と連携して、応急復旧支援のための体制づくりを開始した。

イ. 発災直後の対応の教訓と課題

a. 被災直後の対応について

今にして思えば、即時に実施すべきことは、厚生省、近隣府県、関係団体への連絡、応急給水車の手配ならびに応急給水実施方針の策定などであったが、厚生省への状況報告をただちに行うことまでは考えが及ばず、当日は県内及び近隣府県に連絡することしかできなかった。

発災直後の対応は、出勤できた職員の臨機応変の判断で対処せざるをえなかった。責任者がいない場合の権限の委譲についてマニュアル化しておく必要がある。

b. マニュアル（詳しいマニュアルと一枚もののマニュアル）

地域防災計画などのマニュアル等を読む余裕も全くなく、目の前の状況と対応しながら一から対応策を作るしかなかった。しかし「災害対応はコロンブスの卵である。」ということばのとおり、平時では、誰でもすぐ思いつくようなことがなかなか思いつけなかった。平常時からいろいろなケースを想定して議論を行った上で、詳しいマニュアルを作成しておくべきだったし、同時に、災害発生時には、マニュアルを読む余裕がなかったのも、最低これだけやれという簡単な一枚もののマニュアルも必要であった。

c. 人的ネットワークの重要性

近隣府県への給水車の緊急派遣を要請した際、近畿水道用水供給事業連絡会や関西水道事業研究会などを通じて得られていた人的ネットワークが有効であった。

d. 応急給水原単位について

応急給水の応援の要請に際しては、断水規模に対して、どれだけの給水車台数があるのかがわからなかった。断水戸数あたりの必要給水車数を表した給水車原単位を作成しておく必要がある。

配水管の被害カ所数についても、同様に震度から簡易に推定しうるような式が必要である。これによって、震度、断水戸数、人口等から必要な応急給水、応急復旧の規模が判断できるのではないかと考える。

e. 職員の確保

職員の出勤の確保が困難であったのには2通りのケースがあった。まず被災地周辺の職員については、職員の家庭そのものが被災しており、たとえ家族に被害がなくとも、散乱しているガラスや家具を目の前にしてただちに出勤することが困難となったケースがある。水道や災害対応の職員は万一の際は家庭のことはある程度犠牲にしてでも出勤する必要があるが、平常時より、家族と話し合っただけで十分理解を求めておく必要がある。

一方、遠隔地職員については、家庭で被害がなくとも電車等の通勤手段が不通となったことにより出勤できなくなった。地震後作られたマニュアルの中には、出勤不能時にはもよりの出勤先をマニュアル化してあるものも多いと聞くが、水道などの災害対策上不可欠な本庁職員については、たとえ徒歩によってでも本庁に駆けつけるようマニュアル化する必要がある。

f. 通信システム

- ① 当日の庁内の電話は受話器をとっても無音で発信はできなかったが、受信のみは可能であり、浄水場からは被害状況の報告の電話を受けることはできた。発信については10台あまりのロビーのカード式の公衆電話機のみが他府県等と連絡できる唯一の手段であった。
- ② 県内各市町への連絡については、県営水道の神出浄水場（神戸市）へ連絡をとったところ、電話が比較的順調に通じるということだったので、神出浄水場から各市町へ給水車支援について依頼して、その結果により、配置市町を決定した。
- ③ 県の防災通信用としては、衛星通信システムが採用されていた。しかし、この衛星通信システムについて、使用法は職員にはあまり徹底されていなかった。（現在では、内線電話帳に非常時対応の通信手段のページが設けられている。）

パソコン通信やインターネットによる電子メールなどさまざまな通信手段も必要であるが、普段から使いなれている必要がある。

- ④ 兵庫県では国の行政電話網に参加していたため、厚生省内線に直結できたので、特に夜間の電話連絡に効果を発揮した。
- ⑤ 携帯無線電話は、今回の震災では、きわめて有効であったが、芦屋市に対しては芦屋市内 NTT の交換機容量等の関係で、数日以上たっても一般加入電話、携帯電話ともなかなか通じなかった。被災市町との連絡においても、苦情殺到でなかなか連絡がつかなかった。非常時を想定して、隠し電話番号も必要であると思われる。

(2) 応急給水

a. 混乱の72時間

震災後の3日間はまさに「混乱の72時間」であった。当初は、全員で鳴りっぱなしの電話に対応するのがやっとという状況で、職員も徹夜で対応したが、冷静な判断がなかなかできなかった。電話の情報については、どれが重要な電話であるのかという重要性の判断や得られた情報の整理が難しかった。混乱の中で、責任分担の明確化、職務分担の確立が必要であったが、電話への対応が精いっぱいであった。誰が何をやるかという業務分担ができたのは、ようやく20日になってからで、復旧工事と応急給水、広報・情報の3つに職務分担を行った。

18日以降、自衛隊、他府県・県内の市町及び民間ボランティア団体等からの応援を受け、給水車による応急給水を行うとともに、飲料水メーカーなどから提供されたボトルウォーターによる飲料水供給も行い、順次応急給水の体制が整った。

厚生省の依頼で全国の水道事業体等から派遣された給水車は、東日本方面からの給水車は阪神水道企業団の猪名川浄水場を、西日本方面からの給水車は神戸市の奥平野浄水場をそれぞれ目標に集合し、そ

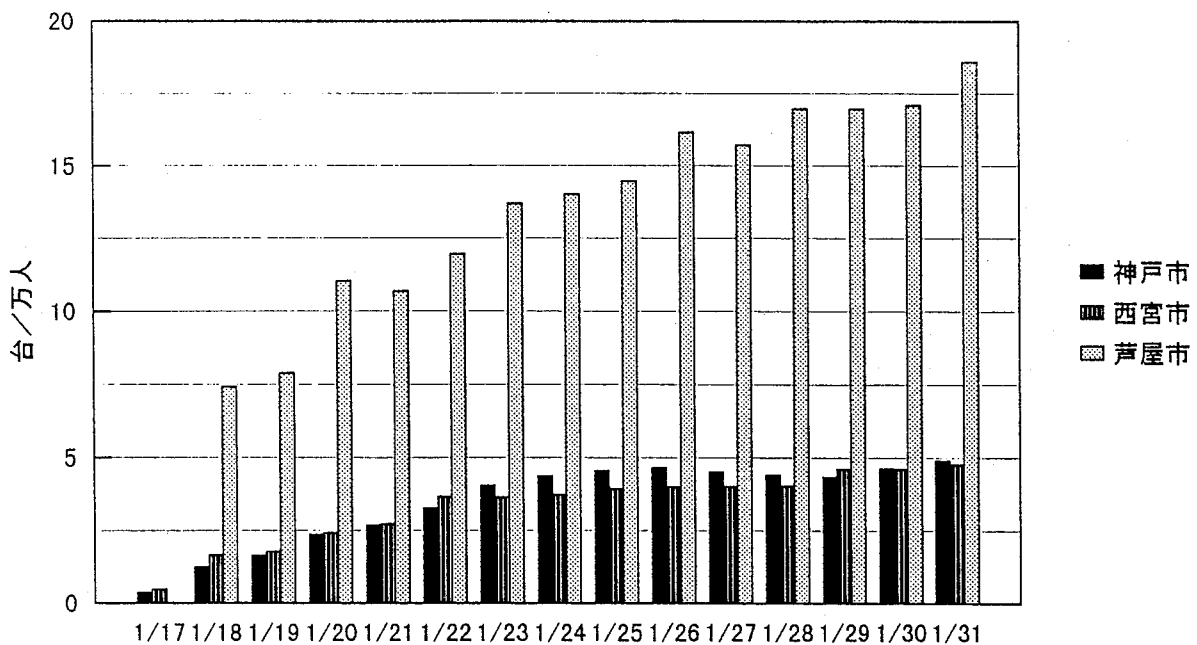


図2-3 神戸市・西宮市・芦屋市の1万人あたりの応急給水車台数

の後、各市町の要望、調整に基づいて、配置市町を決定したが、受け入れ先の調整については、かなり混乱した。

断水人口あたりの給水車台数を比較すると、被災後4日目の1月20日になっても神戸市と西宮市では1万人あたり2.4台しかなかったが、芦屋市では11台と市町間にかなりばらつきが生じた。この要因としては、各市町の給水車配置は、各市町の判断によったため、食事の提供や宿泊場所の確保といったいわゆる後方支援のままならない状況下での他団体からの応援の受け入れが混乱したことや、芦屋市に対しては電話がほとんどつながらなかったことなどが考えられる。震災直後の3日間でも1人1日3リットルを給水するためには3往復可能であったとして1万人あたり2 m³車で5台程度は必要であったと推察する。

b. 医療用水

今回の震災で特に問題となったのは、医療用水の確保であった。当初は医療用水がそれほど大量に必要だということがわからなかった。各市町では、給水車等の不足から、公立病院中心の給水にせざるを得ないという状況だった。各医療機関から人工透析などの医療用水が不足しているという声が出始めたため、1月21日より県企業庁が、神戸・阪神地区の各医療機関へ直接連絡をとり、病院からの要望があり次第給水を行うという体制をとった。当初は、全国から支援物資として提供されたポリタンクに神出浄水場などで水をつめて医療機関に給水した。特に前年、大渇水になった香川県内から大量にポリタンクが送られてありがたかった。企業庁では、水道部門のみならず、他の開発担当職員も動員して連日水詰め作業を行った。

さらに1月24日からは、航空自衛隊炊飯車用の5 m³加圧給水車や各水道事業体の加圧給水車を病院専用に運用し、各病院の高架水槽等へ直接送水することにより医療用水を確保した。このようにして、県から送水した医療用水は、1月21日から47日間に55医療機関に対して、延べ8,850m³であった。

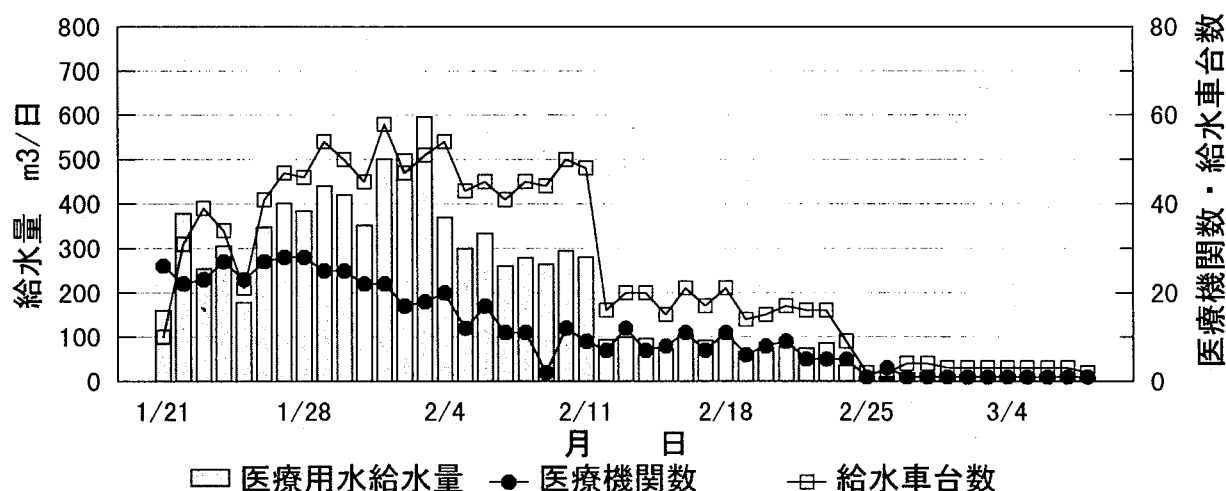


図2-4 兵庫県企業庁による医療用水の給水状況

c. 生活用水の給水

震災から日数が経過するにつれて水使用量が増加した。学校等の避難所ではプール貯留水などをトイレ用水などの生活用水に使用したため、プールの貯留水が減少した。万一の消火用水への不安も生じたため、生活用水確保の要望が寄せられた。そこで、建設業界の協力を得て、散水車やコンクリートミキ

サー車などを使って、1月22日から各避難所のプールなどへ給水を開始し、3月9日までの47日間に54ヵ所の学校へ延べ8,168m³の生活用水を給水した。

d. 応急給水

給水車等による給水は、兵庫県内で延べ2万8,518台で行われ、これに携わった人員は7万657人であった。全国からの支援としては、自衛隊から給水車250台、建設省及び全国46都道府県の水道事業者651団体からの給水車866台、その他民間からも102団体より給水支援を受けた。支援の給水車の延べ台数は2万4,542台であり応援人員は延べ5万4,961人であった。応急給水のピークは1月25日で自市町職員も含めて、2,136人の人員で835台の給水車を利用して行われた。給水車の台数で見ると神戸市で432台、西宮市で134台、芦屋市で124台とこの3市で690台と全体の83%を占めた。

また、船舶による給水は、海上自衛隊より11隻、海上保安庁より4隻、大阪市港湾局より1隻、民間7隻の船舶を使用して行われた。

イ. 応急給水についての教訓と課題

a. 応急給水

応急給水についての反省点としては、市民レベルからみれば、給水地点がわからなかったということである。震災後、市民に対して実施された調査で、被災後の住民が必要とした情報の第一位はライフラインに関する情報であった。

「どこで水が得られるのか。」という個別の給水地点に関する情報を初期の段階からラジオ、テレビ、新聞等を使い、各市町の水道部局から広報すべきだったが、当初はなかなかマスコミを積極的に使って広報することはできなかった。被災直後、給水車が不足していたこと、道路の混雑がひどかったことなどにより、応急給水が困難を窮め、連続して安定した応急給水の実施が困難であったことがその最も大きな理由であると考えられる。

今後の対応としては、医療とライフラインの命に関わる情報のみで特定のラジオ局を専用に放送させ

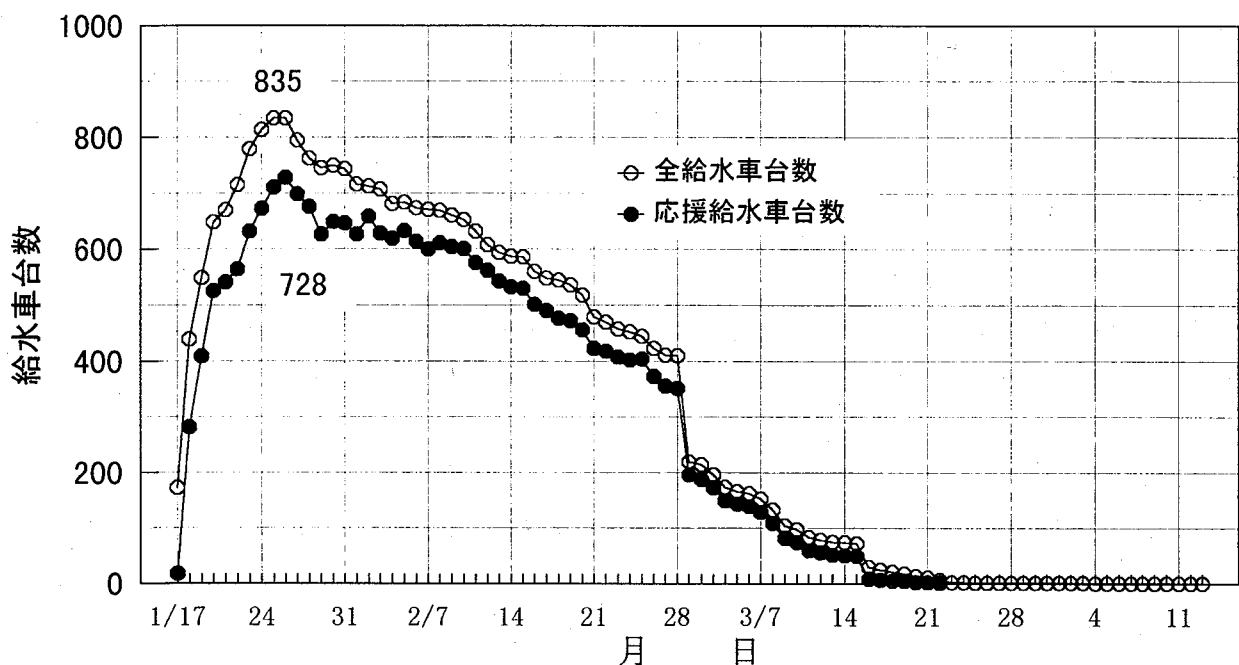


図2-5 応急給水の実施状況

てもらうことが最も望ましいが、たとえ専用放送化ができない場合でも、毎時何分から水道の情報を流すという定時性の確保は必要である。

b. 広報のあり方

広報にあたっては、マスコミとの信頼性確保に努力したが、取材する新聞社からも「このような事態の中で安易な行政批判をしようとは思っていないから、我々を信用してくれ」といわれた。新聞社からは「今市民に伝えたいことは何か」と取材を受け、新聞一面のライフライン情報として、たとえば「生水には気をつけて」などと掲載していただき、協力していただいた。

一方、反省事項としては、マスコミからの問い合わせに忙殺された面もあり、マスコミに、FAXでのデータ提供などが必要だったのかもしれないが、積極的に情報を提供することはできなかった。

c. 応援受け入れをめぐる混乱について

全国から応援給水に続々と駆けつけていただいたが、一部市町では受け入れ調整に手間取った。これは、応援に来ていただきたいということと、一方で「食う寝るところに住むところ」いわゆる後方支援、兵站補給が十分にできないということで、矛盾した状況になったためである。この結果、市町間の応急給水車の配置状況にかなり大きな差異が生じた。

d. 応急給水の給水戦略

① 自衛隊の給水支援

自衛隊の長所としては食料や宿泊所などの後方支援を自立してやってくれることである。ただし、自衛隊の給水車は全国から来るため、到着には時間がかかるため、初期には必要量を確保できない場合もある。初期対応は水道事業体で行い、できるだけ早く応急給水を自衛隊中心に切り替えて、各水道事業体の支援内容を応急給水から復旧工事へ変更する必要がある。

② 初期の混乱が収まった後の応急給水については、事務系職員が中心にならざるをえない。道案内者については、水道部局以外の職員やボランティア等の活用が必要である。

③ 運搬給水場所

運搬給水は小学校区単位で行う必要がある。中学校単位で実施した市もあったが、小学校区は、面積的には1キロ四方程度が基本となっており、中学校単位では、老人などには負担がきつすぎたと思われる。

明石市では、地震対策に整備していた飲料水袋詰め装置を使い、1リットル詰め飲料水を生産することにより、比較的公平にかつ迅速に応急給水を実施できた。

また、住民が浄水場などの運搬給水車への補給拠点にマイカーで来たため、自衛隊給水車が運搬給水拠点に入れなくなったというケースもあったので、これらの補給拠点へのマイカーは制限する必要がある。

応急復旧の完了した幹線にはできるだけ早く共同給水栓に切り替えて、夜間でも応急給水が利用できるよう便宜を図る必要がある。芦屋市では、大量に共同給水栓を設置したので、運搬給水の業務の軽減にも役だった。

④ 医療用水

透析病院の水の使用量(1人あたり200リットル)を今回はじめて知った。当初は公立病院以外にはなかなか給水できていなかったが、救急病院、腎臓透析病院などへの給水確保が重要であった。一病院で

50m³/日程度は必要であり、航空自衛隊の大型加圧給水車を連ねて、医療用水の大量供給を確保した。水道事業者は緊急対応マニュアルに医療機関リストを加えておく必要がある。医療用水については、加圧給水車を優先使用する必要があるため、近隣府県や自衛隊の給水車の保有状況、近隣のビール、酒造会社等の大型給水車についても情報を把握しておくべきである。

1月29日から2月4日までの7日間の18病院への給水記録をもとに病床数あたりの給水量を示したのが図2-6である。平均して1病床あたり51リットル/日の給水がなされていた。これをもとに1万人あたりの水需要量を算出すると人口1万人あたり平均病床数が136床であるため6.9m³/日となる。2m³車で3往復可能として計算すれば1、2台が必要と考えられる。ただし実績の平均であるため、もっと余裕を見込む必要がある。

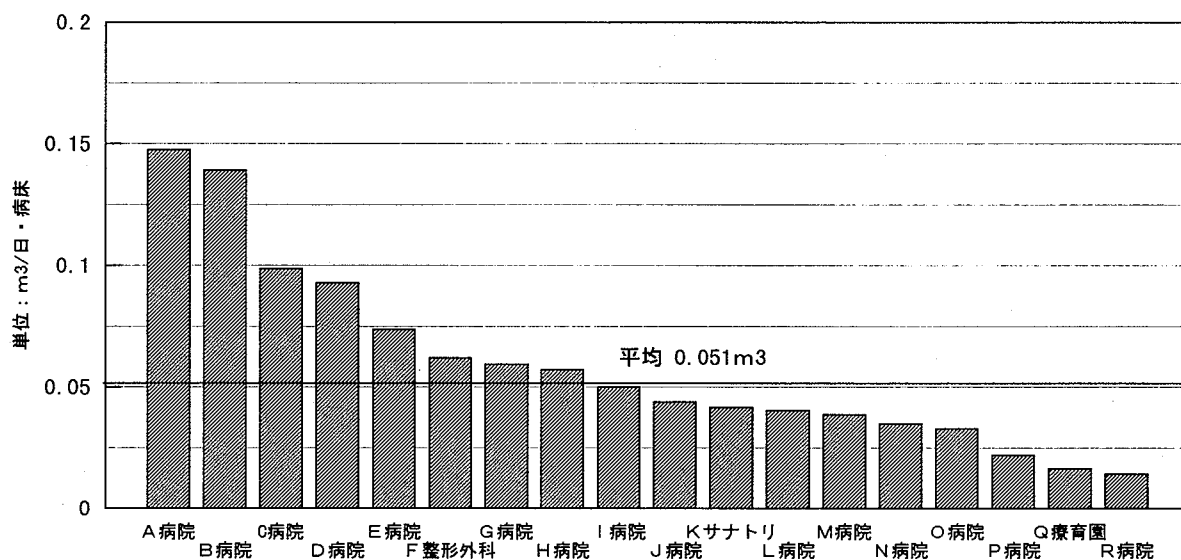


図2-6 1病床あたりの医療用水応急給水量

e. 休養・休息の重要性

初期対応においては、当初はほとんど睡眠もとらず、情報収集や調整を行った。連続の徹夜は72時間ぐらいが限界で、後は頭の真ん中が真っ白になったような異常な心理状態が続いた。長期戦を覚悟した戦力温存が必要だが、なかなかうまくいかず、全員が消耗してしまった。危機の最中には、悲観的な考えに陥りやすく、「朝のこない夜はない。」のだが、なかなか発想を切り替えることが困難であった。

危機の中で、順次、休養をとることが必要であるが、休むことが悪と行ってしまってなかなか休めなかった。そうした時に新潟市からの伝言として「新潟地震後、数年して、職員が次々となくなったから、兵庫県の被災地域でもあまり無理をするな」という助言を頂いた。危機にある時、休養・休息の重要性を忘れがちになるが、適切に休養・休息をとることが仕事を冷静に判断する上でも職員の健康管理の上でも必要だった。

このほかにも、さまざまな困った局面で北海道、秋田などの震災を体験した自治体に助言・サポートを求めた。体験者でなければ、わからない貴重なアドバイスをいただいた。

(3) 応急復旧

ア. 応急復旧についての対応状況

県の災害対策本部における水道に関する業務は、保健環境部と協力しつつ、県営水道事業を行って

る企業庁が中心となって行うこととなった。県の地域防災計画では、水道の確保は水道行政を担当している保健環境部が担当することになっていたが、遺体の処理やがれきなどのさまざまな業務が保健環境部に集中したことから、淡路地域を保健環境部が、神戸・阪神地域、播磨地域を県企業庁が受け持ち、情報収集や調整を行い、資料のとりまとめ、各報道機関との対応等も企業庁を中心に行うことになった。

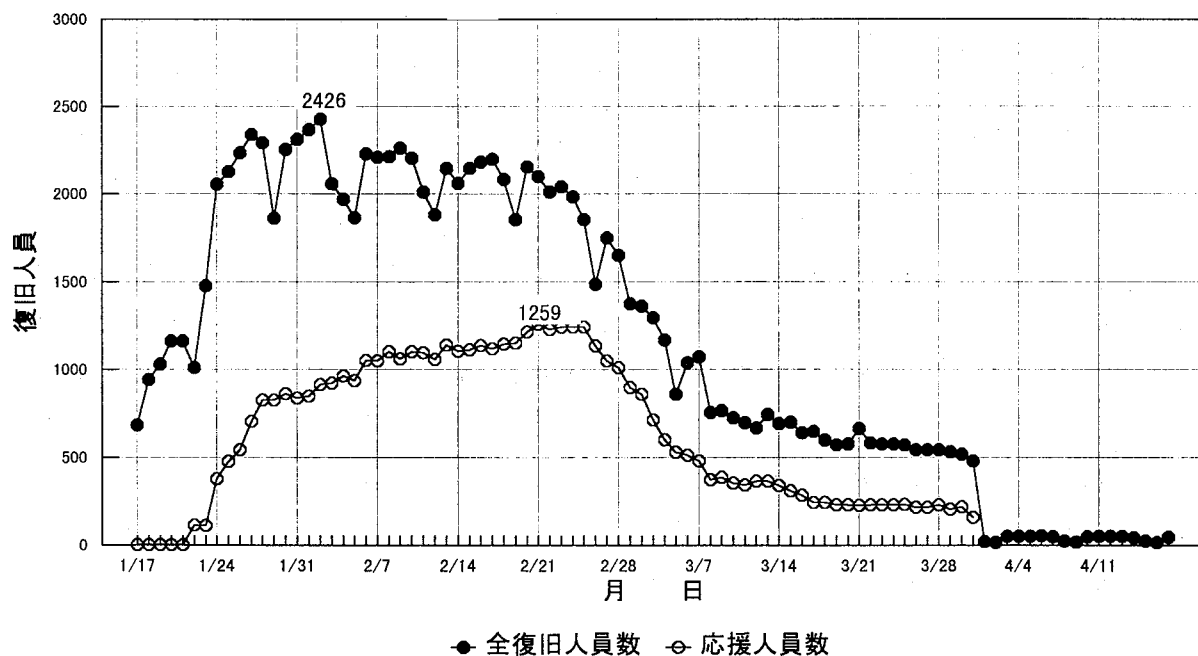
被災した各水道事業体は給水車による懸命の応急給水を実施しつつ、順次、応急復旧工事に着手した。しかし応急給水の実施が緊急の課題であったことや、地震後の混乱等により、体系的な応急復旧はなかなか実施できなかった。

厚生省から派遣された担当官は18日より兵庫県庁に常駐し、被害状況の確認を行うとともに、応急給水や復旧工事について協議を開始した。以後3月11日まで、厚生省の担当官が自ら車を運転して県の職員とともに、被災地を駆け回り、各市町とさまざまな調整を行っていただいた。厚生省の迅速で的確な支援は震災後も混乱している現地の県、市町職員にとって本当にありがたかった。

厚生省がとりまとめた応急給水及び復旧工事に提供可能な資材リストは直ちに被災市町に配布するとともに、日本水道協会や各府県と協力として、応急復旧支援のための各事業体からの工事部隊の派遣調整を行った。

とくに被害のひどかった西宮市、芦屋市については復旧工事が遅れぎみであった。西宮市は独自の力で復旧を試みており、復旧までに4ヵ月という見込みであった。そこで兵庫県と厚生省の調整により、西宮市には(社)日本水道協会から、芦屋市に対しても、(財)水道管路技術センター(現 水道技術研究センター)から補佐的な立場の技術者の派遣支援を受けることになった。このようにして、両市においては、復旧戦略の検討に入り、本格的な復旧作業を開始し、厚生省や日本水道協会の要請を受けて、全国から水道事業体の支援が順次得られて、復旧作業は軌道にのっていった。

さらに1月27日には、水道施設の早期復旧を図るため、厚生省及び県の協議により大阪府水道部に西宮市、芦屋市、宝塚市水道復旧支援本部を設置して、復旧資材、人材派遣等の情報整理等をお願いすることにし、県職員を大阪府水道部に派遣した。



● 全復旧人員数 ○ 応援人員数

図2-7 応急復旧工事の作業人員

また、給水設備などの修繕に必要な管工事技術者の派遣については、兵庫県内各市町及び隣接府県に対して、管工事公認組合の斡旋を依頼した。被災各市町に他市町の管工事公認組合を斡旋し、管工事公認組合同士の協力により、給水設備などの修繕にあたることとした。この方式は、明石市や尼崎市など配水管の被害ヵ所が比較的少なく、給水管復旧に直ちに取り組めた団体では、特に効果を発揮した。

また、震災発生当時は前年度夏からの渇水が続いていたが、県営水道においては、復旧促進のために多田浄水場からの送水量を緊急増量して対応した。猪名川水系一庫ダムにおいては、水資源開発公団の貯水率が12%という極めて厳しい渇水状況にあり、30%という厳しい取水制限が実施されていたが、1月18日から近畿地方建設局ならびに水資源開発公団の判断により、緊急対応として取水制限を超過した取水の許可をいただいた。これにより宝塚市、伊丹市、川西市の県営水道給水区域の断水状況を大きく軽減することができた。

イ. 復旧作業についての教訓と課題

a. 復旧の見通しについて

復旧の見通しの発表にあたっては、各市町の考えと合わせることに努めた。一部市町については、具体的な見通しが立てることが困難であったが、県の上層部やマスコミから、いつごろ復旧できるかと問われると「見通し立たず」と答えるわけにはいかなかった。ガス協会では、過去の地震の復旧経験から、投入可能人員等から復旧見通しを算出していた。水道については具体的な算出根拠がなく、やむを得ずガス会社の復旧見通しより1週間短く設定して発表した。水道についても早急に復旧速度原単位のような指標を整備する必要がある。

復旧見通しの発表について、1月中は「復旧は2～3週間」でずっと通したが、2月1日に新聞等から厳しい批判を受けたので、「2月末日」といった具体的な表現に変更した。これについても各市町の現場からの批判はあったと聞いているが、市民の側からは具体的な見通しが立たないと納得してもらえなかったと考える。

b. 復旧戦略

復旧にあたっては、上流部の幹線から直すか、流しながら直すかの判断がカギとなった。上流部の幹線から直すのが原則だが、尼崎市など被害が比較的被害が小さかった市町では、全面断水を避けて、通水しながら直すという方針をとった。

西宮市などでは、当初、これほどの被害想定が見込めなかったので通水を行いながら、漏水箇所を見つけてこれを修理する作戦がとられた。しかし、配水管、給水管ともにあまりに損傷ヵ所が多かったので漏水といった形で見つけることが困難であった。どちらの方法を選択するかは、被害の大きさによるわけで、水道は地下構造物であるだけに見極めが難しかった。

被害が激甚であった地域においては、配水池等からの配水幹線から順次圧力テストを行って試験通水を行い復旧する作戦が取られた。配水本管から配水支線に移った段階で給水管の止水栓を閉めて、圧力確認をする必要があったが、倒壊家屋のガレキの下に止水栓が埋まっており、公道上であってもガレキの撤去に、元の所有者の同意が必要であったことなどにより、なかなか止水栓を締めることができず、復旧に手間取る一因にもなった。雪国では冬季の凍結事故時に、止水栓が見つからない場合は、給水管の一部を切断して、木栓で仮止めするような工法を採用していると聞いた。こういったことも参考にすべきであろう。

c. 復旧資材・人材の確保

水道部局の技術職員の確保が重要で、応急給水業務から出来るだけ早く切り離すことが必要である。

他のガス、電気、NTTに比較して、水道は復旧にあたる工事業者の規模が小規模である。指定工事店制度を少なくとも県レベルにまで広域化、一本化が必要すべきである。

他市からの公認業者の応援に際しては、ほとんどの市町では、公認業者組合間のジョイントという形で協力していただき復旧が促進に効果を発揮した。

資材については、広域的な共同備蓄と平素からの情報交換が重要である。復旧用資材について、混乱した状況下で、ファックス等で送られた紙の情報にもとづき必要な資材を検索するのは、困難な作業であった。パソコン通信などに基づくデータベース化が必要であり、これにより迅速な情報検索が可能となる。

d. 厚生省の迅速で的確な危機対応

県職員とともに、現地で水道施設復旧のための情報収集や調整を行っていただいた。特に、混乱した現地の状況下で、復旧体制が確立できたのは厚生省担当官の冷静な判断のおかげと感謝している。

e. 復旧の指揮者について

誰が指揮をし、誰が戦略、戦術の立案を行うのかも重要な課題である。初期対応で疲弊している組織をサポートするために、外部の人間が補佐的な役割を果たすこともきわめて有効であった。

西宮市、芦屋市への技術補佐役としてそれぞれ、日本水道協会ならびに水道管路技術センターから派遣を受けて、各市の中での水道管路の復旧戦略を立てていただいた。独力で復旧したいとの声もあったが、震災直後の混乱の中で、あせる気持ちとは裏腹になかなか冷静に考えをまとめられなかった。芦屋市においては、市の組織も小さいため、応急給水支援の後方支援（食事や宿舎など）にかかりきりにならざるをえず、阪神水道企業団からの配水管の損傷もあり、本格復旧になかなかとりかかれぬ状況にあった。両市ともそれぞれ補佐的役割の人に、復旧戦略を建てていただいたからの復旧スピードはめざましいものであった。

f. 大阪府への支援本部設置

現地での通信状況の混乱を見て、厚生省担当官から、被災地から離れた大阪で支援に関する情報整理を行う方がよいとのアドバイスがあり、大阪府水道部に復旧支援本部を設置し、兵庫県職員を大阪府へ派遣して大阪府職員とともに日本水道協会等との支援調整を行った。

g. 電話の限界

コミュニケーション手段としての電話には限界があった。電話では状況が見えないため、現地に行って、初めて現場の混乱がわかったというケースもあった。このため県職員を直接、各市町に派遣常駐させて、調整ならびに情報收拾を行った。

(4)復旧の状況と淀川などからの緊急取水

地震当日の1月17日に緑町、18日に洲本市と五色町、21日に三木市及び県営水道の仮復旧が完了した。24日に淡路町と東浦町が復旧し、震災後1週間には45.1%まで復旧した。25日に川西市が、29日に津名町、一宮町が、31日に尼崎市、明石市がそれぞれ仮復旧を完了し、5市6町が復旧したが、神戸市、芦屋市など5市1町でなお33.7%が断水状態にあった。

2月にはいって、伊丹市（2月2日）宝塚市（2月7日）の順に仮復旧が完了し、3週後の2月7日

には3市1町の17.7%まで低下した。さらに、2月11日に北淡町が完了した後は、神戸市、西宮市、芦屋市の3市のみとなった。

残る神戸市、西宮市、芦屋市の3市においては、配水管等の損傷が激しく、漏水量が予想以上に激しいため、通常期の数割増しの配水量が必要となった。4週後の2月14日前後には配水量の不足により、復旧速度はなかなかあがらなかった。阪神水道企業団からの送水量については、通常とほぼ同量の送水ができたが、配水量を増量するためには、淀川からの第1期導水管の復旧が必要となった。

そこで、各市の配水量を確保するため、県営水道から神戸市への給水量を緊急増量するとともに、緊急対応策として建設省近畿地方建設局の許可を得て、神戸市と西宮市が共同で淀川から取水している上水・工水共同導水管を活用して、一時的に上水を緊急取水する許可を得た。これにより、配水量不足の一部を解消することができた。

このほかに、復旧が早く完了した尼崎市では、神崎浄水場系の自己水を優先的に使用することにより、阪神水道企業団からの受水量を減少させ、他の神戸市などの被災市への送水量を確保するという努力も行われた。

また、武庫川水系においても、前年からの渇水により神戸市の千苜貯水池の貯水率が12%(2月11日)となり、震災の被害があまりなかった神戸市北区で夜間時間断水を実施するかどうかの決断に迫られた。しかし、下流利水団体の協力を得て、西宮市とともに武庫川からの水利権なしの緊急取水を行うことにより、断水を回避することができた。

阪神水道企業団の淀川からの第1期導水管は、2月19日に復旧し、配水量が増量出来たため、以後復旧は順調に進んだ。仮復旧の目途としていた6週後の2月28日には西宮市と芦屋市の復旧がほぼ完了し、神戸市についても、家屋倒壊等の困難地区を除いて、仮復旧が完了したが、依然断水率は3.1%であった。

芦屋市の完全復旧は3月22日、西宮市は3月28日であった。神戸市も10週後の3月31日には港湾岸壁の130戸のみとなり、最終的に断水を完全解消したのは4月17日であった。

こうして様々な困難な局面もあったが、北は北海道から南は沖縄県まで全国の43都道府県の241水道事業者等から最大で1,259人、延べ4万7,433人の支援を受け、県内の市町職員、水道工事業者などもあわせると1日最大2,426人、延べ10万6,115人が応急復旧作業に従事した。

(5)震災に伴う水質管理

ア. 水質管理についての対応

地震後、配水管などからの漏水が激しく、汚水との混入の恐れがあったので衛生上の措置として、被害が著しかった阪神水道企業団、神戸市、西宮市などで消毒強化が行われた。厚生省では、水道水と汚水の混入による細菌等による汚染が懸念し、井戸水や破裂した水道管からの水を飲まないように注意を促す広報を神戸市などに依頼するとともに報道機関を通じて被災地域に呼びかけを行った。テレビでも震災直後から公共広告機構が「人を救うのは人しかない」という啓発広告の中で「水、水あるからもっていつて。そやけど生で飲まんといてな。ぽんぽんこわすよってに」という広告を頻繁に放送したので、市民の衛生意識の啓発にかなり役立ったものと推定される。

給水開始後の水質についても、検査が実施され、通水当初は赤水等の高濁度水がみられたが、短時間で回復した。ビル、マンション等の受水槽以降の水質管理については、水道法第20条による指定検査機

関が他府県の指定検査機関の協力も得て、検査を行ったが、冬季であったことも幸いして、水質的な問題はなかった。

イ. 水質管理についての教訓と課題

下水の混入の恐れがあったので、クリプトスポリジウム症の発生の懸念も出たが、とりあえず塩素消毒の確保を図るということとした。煮沸勧告の実施についても検討したが、煮沸用の熱源もない状況でかえって不安を広げることになるため穏やかな方法によらざるを得なかった。夏場でなかったことや、O-157の大規模流行の以前であったのが不幸中の幸いだった。

今後の対応として、水道取水口上流で下水処理場が破損し機能停止になった場合なども想定して、煮沸勧告について、どのように行うかよく検討しておく必要がある。

ウ. その他

a. トイレの確保

今回、断水で本当にもっとも被災市民を困らせたのはトイレの問題である。兵庫県庁では震災直前に井戸を掘り直していたので、本庁のトイレは平常通り使えて、業務に支障がなかったが、主要官公庁では井戸を非常用代替え水源として整備すべきである。

また、公園の下に下水道管を引き込んでマンホールを代用簡易トイレとして利用できるような工夫がいる。

b. 水道事業の広域化が重要

電気、電話、ガスなどに比べて、水道は市町村単位の事業形態をとっており、復旧体制の整備に時間がかかった。将来も、現在のままの形態で水道事業を行うことについては、危機管理面からみても問題がある。今後、水道事業の広域化、大規模化を一層進めていくことが必要と考える。このことが今回の震災の最大の教訓と考える。

4. おわりに

最後に、今回の震災では厚生省、建設省、自衛隊、海上保安庁などの国の諸機関をはじめ、(社)日本水道協会、(財)水道技術研究センターや全国の水道事業体の皆さん、さらには民間ボランティアの皆さんにも大変お世話になった。

当時の寒空のもと、震え上がり、打ちひしがれていた被災者にとって、全国の水道事業関係者の皆様のはるばる遠方より応急給水や水道復旧に駆けつけていただいたことが、何よりの励ましとなり、再び立ち上がる勇気を与えていただいた。震災直後から流れ始めたテレビの「人を救うのは人しかない」というスポットCMに胸があつくなる思いがしました。

この紙面を借りまして、全国の水道事業関係者の皆さんに、改めて心からお礼を申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1]兵庫県：阪神・淡路大震災－兵庫県の1年の記録 1996年6月
- [2]阪神水道企業団水道施設耐震化検討委員会：阪神水道企業団施設耐震化計画報告書 1995年6月
- [3]神戸市水道局：阪神・淡路大震災水道復旧の記録 1996年2月
- [4]西宮市水道局：「阪神・淡路大震災 水道復旧の記録」 1995年4月
- [5]青木 昭：「阪神・淡路大震災による芦屋市水道の被害と復旧」、水道管路技術情報
No30 1996(1) pp.12-16
- [6]尼崎市水道局：阪神・淡路大震災 水道復旧の記録 1996.3
- [7]伊丹市災害対策本部：阪神・淡路大震災の概要 1995年4月
- [8]日本水道協会工務部：兵庫県南部地震による水道施設の被害状況調査について（その1）
水道協会雑誌 vol 65(3)1996, p160-194
- [9]日本水道協会工務部：兵庫県南部地震による水道施設の被害状況調査について（その2）
水道協会雑誌 vol 65(4)1996, p131-158
- [10]川西市水道部：阪神・淡路大震災 復旧の記録 1995年8月
- [11]明石市水道部：兵庫県南部地震 水道の記録
- [12]大阪府建設技術協会：阪神・淡路大震災に伴う各機関の対応と経過 上水道施設の被害と復旧
全建 大阪ニュース39号 1996年5月 pp24-27
- [13]厚生省生活衛生局水道環境部：阪神・淡路大震災にともなう水道施設復旧のための基本的考え方
について 1995年3月
- [14]日本水道協会工務部：阪神・淡路大震災における水道管路の被害と分析
水道協会雑誌 vol 65(2)1996, p39-51
- [15]日本水道協会工務部：阪神・淡路大震災における日本水道協会と水道事業者の対応
水道協会雑誌 vol 64(10)1995 pp56-63
- [16]東京都水道局経営計画部：兵庫県南部地震 神戸市支援活動の記録 1995年11月
-

3. 大阪府下の水道被害と教訓

大阪府環境保健部環境衛生課

水垣 勝廣

阪神・淡路大震災により、大阪府では気象庁の観測によると震度4を記録した。

この地震により府域では、30名の方々が亡くなられ、負傷者が3,581名となるなどの人的被害を受けた。また、96,015棟の住宅が全壊や一部損壊し、火災が32件発生するなど、兵庫県下よりは軽度とはいえ大きな被害を受けた。

1. 阪神・淡路大震災による大阪府下の水道施設の被害状況

(1)水道施設の被害の概要

大阪府下の水道は、平成6年度では、用水供給事業は大阪府営水道、泉北水道企業団の2事業あり、また、上水道事業は府下33市10町1村のうち1町を除く全ての市町村で実施されており、更に、山間部の集落については、39の簡易水道事業により給水していた。

これらの水道事業体のうち、阪神・淡路大震災による被害は、府営水道と20市町の上水道事業で発生しており、簡易水道では幸いにも被害がなかった。

なお、給水装置の被害を含めると26市2町にも達している。

この水道施設の被害を見てみると、被害の程度が大きかったのは、豊中市や大阪市などの府北部、臨海部の市であった。また、水道施設の被害の内訳としては、配水管等の管本体の破損や管継ぎ手部の離脱が多くあり、他には濾過池洗浄用高架水槽或いは高架式配水池の支柱の破損、及び配水池等のコンクリート壁の亀裂等であった。

なお、府下の水道事業体の水源的役割を果たしている府営水道では、浄水場、ポンプ場等7施設で

表3-1 阪神・淡路大震災による大阪府下の被害状況

| | | |
|-------|------|------------|
| 死者 | | 30 人 |
| 負傷者 | 重傷 | 175 人 |
| | 軽傷 | 3,406 人 |
| 住宅の被害 | 全壊 | 895 棟 |
| | (世帯) | 3,409 世帯 |
| | 半壊 | 7,227 棟 |
| | (世帯) | 17,214 世帯 |
| 一部損壊 | | 87,893 棟 |
| | (世帯) | 136,355 世帯 |
| 火災 | | 32 件 |

最大1時間30分の停電や、送水管路の空気弁等からの漏水が16ヵ所発生した。停電により一時的に濁りが発生したが送水への大きな影響はなく、又漏水箇所についても市町村水道への供給に影響を与えるものではなかった。

このように水道事業体では浄水場等に被害を受けたが、幸いにも浄水処理機能に大きな影響はなかった。しかし、市町村水道の配水管や給水管さらにはビルやマンション等の受水槽施設などに被害を受けたことから、地震直後には約2万2千戸が断水し、府民の生活に大きな影響を与えた。

市町村水道等では復旧に努めた結果、平成7年1月19日には、給水装置を除き配水管等の応急復旧は完了した。

(2)配水管を除く水道施設の被害状況

府下の水道事業体において、配水管を除く水道施設に被害を受けたのは、大阪府営水道と9市の水道であった。これらの被害を施設別に見ると表3-2のようであった。

表3-2 配水管を除く水道施設の被害状況

| | |
|------|--|
| 取水施設 | 取水ポンプ場電源引込柱の基礎破損（池田市水道） 表流水の取水口の一部陥没（枚方市水道） 取水ポンプフランジ部破損（高槻市水道） 取水施設地下共同溝の継手部より漏水（大阪府営水道） |
| 導水施設 | 導水管路RC造りボックスカルバート目地破損（池田市水道） 受水管フランジ継ぎ手箇所より漏水（箕面市水道） |
| 浄水施設 | 濾過池洗浄用高架水槽支柱部の破損及び本体と管接続部の破損（吹田市水道） " 高架水槽の基礎部分が破壊、タンク部破損（摂津市水道） 濾過機基礎コンクリートの破損（吹田市水道） 沈殿池漏水、傾斜管の一部破損（大阪府営水道） 薬注管破損（枚方市水道） 濾過池、沈殿池のひび割れ、目地の破損（枚方市水道） 排水処理脱水機の器具破損（池田市水道） 場内給水管、汚水管の破損（池田市水道） 停電による施設稼働不能（大阪府営水道） |
| 送水施設 | 送水管継ぎ手部の破損（大阪市水道） 水管橋伸縮継ぎ手部よりの漏水及び管の移動（大阪市水道、大阪府営水道） 停電による施設稼働不能（大阪府営水道） |
| 配水施設 | 高架式配水池支柱部亀裂（箕面市水道） 配水池の法面崩壊（箕面市水道） 配水池底盤より漏水（堺市水道） |
| 建築物等 | 管理棟等の壁面にクラック（大阪市水道、枚方市水道、大阪府営水道） 場内等道路舗装一部陥没ひび割れ（枚方市水道、大阪府営水道） 建築物周囲の地盤陥没（大阪府営水道） 外周壁面にクラック（茨木市水道） |

表3-3 阪神・淡路大震災による配水管被害箇所数

| 地域 | 配水管延長(Km) | 被害箇所数 | 被害率(件/Km) |
|--------|-----------|-------|---------------------|
| 大阪市域 | 4,910 | 277 | 0.056 |
| 北大阪地域 | 3,351 | 157 | 0.047 (参考:豊中市0.121) |
| 東部大阪地域 | 3,684 | 15 | 0.004 |
| 南河内地域 | 2,136 | 2 | 0.001 |
| 泉州地域 | 4,465 | 37 | 0.008 |
| 計 | 18,546 | 488 | |

(3)水道管路の被害状況

大阪府下の配水管延長は、平成5年度末では18,546kmであった。阪神・淡路大震災により、この配水管で488ヵ所の被害を受けた。地域別に被害箇所を見てみると、表3-3に示すとおり大阪市域の277ヵ所、北大阪地域の157ヵ所と続いている。また、被害率についても大阪市域の0.056件/km、北大阪地域の0.047件/kmと続いており、大阪市域、北大阪地域での被害が大きかった。

なお、北大阪地域の中でも豊中市が特に大きな被害を受けた。

また、被害を受けた管の種類、口径及び管体部或いは継手部における被害状況をみると、表3-4及び表3-5のとおりであった。

铸铁管の100mm~150mmに多くの被害があった。また、管体部に多くの被害を受けているが、これらは、戦前に布設されたインチサイズの铸铁管など経年管が大部分を占めていた。また、継手部は铸铁管の印籠継手、A型継手、ダクタイル铸铁管のT型及びA型継手及びビニール管の継手などが離脱

表3-4 大阪府下の水道における配水管の種類及び口径別被害件数

| | ~50 | 75 | 100 | 150 | 200 | 250 | 300~ | 被害件数計 |
|------------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-------|
| 铸铁管(ダクタイル铸铁管を含む) | | 21 | 143 | 140 | 23 | 4 | 15 | 346 |
| 鋼管 | 15 | 3 | 4 | 2 | | | 11 | 35 |
| ビニール管 | 52 | 4 | 5 | 3 | 2 | | | 66 |
| その他 | 2 | 1 | | | | 1 | | 4 |
| 計 | 69 | 29 | 152 | 145 | 25 | 5 | 26 | 451 |

他に弁・栓等の属具類の被害37件

(参考) 大阪府域の水道の全配水管延長：管種別布設延長距離及び経年管延長距離

| | | 铸铁管 | ダクタイル | 鋼管 | 石綿管 | ビニール | その他 | 計 |
|--------|--------|-------|--------|------|------|-------|------|--------|
| 布設延長距離 | 距離(Km) | 3,087 | 12,729 | 173 | 446 | 2,050 | 62 | 18,546 |
| | 割合(%) | 16.6 | 68.6 | 0.9 | 2.4 | 11.0 | 0.3 | |
| 経年管延長 | 距離(Km) | 2,742 | 4,557 | 144 | 409 | 861 | 28 | 8,740 |
| | 割合(%)* | 88.8 | 35.8 | 83.2 | 91.7 | 42.0 | 45.2 | |

注：経年管とは布設後20年以上経過した管をいう。 *は布設延長距離に対する割合

表3-5 大阪府下の水道において被害を受けた配水管のうち管本体或いは継手部における被害状況

| | | 管体部 | 継手部 | 計 |
|-------|----|-----|-----|-----|
| 铸铁管 | 印籠 | 134 | 43 | 177 |
| | A型 | 71 | 33 | 104 |
| ダクタイル | T型 | 1 | 27 | 28 |
| 铸铁管 | A型 | 12 | 21 | 33 |
| | K型 | 0 | 1 | 1 |
| 鋼管 | | 5 | 32 | 37 |
| ビニール管 | | 6 | 58 | 64 |
| その他管 | | 4 | 40 | 44 |
| 計 | | 233 | 255 | 488 |

する等多くの被害を受けた。

(4)給水管等の被害

給水管等の被害は、府域で21,476件発生した。このうち、分水栓から止水栓までの被害件数は3,514件であった。

この給水管の被害について、表3-6に豊中市の例を示しているが、この例を見ると、止水栓までの総被害件数288件であり、継手部分の被害が266件と92%を占めており、また、直管部分の被害が22件であった。

また、豊中市では、止水栓以降で1万件余りの被害が発生しており、これらの復旧に市職員などが昼夜奔走したが、地震発生後3日間は処理してもそれをはるかに上回る修理の申し込みがある状況が続いていたことから、1月20日から25日の6日間、府域の水道事業者による復旧応援を行った。

一方、受水槽式水道である簡易専用水道については、豊中市域を例にとると、調査ができた460施設のうち46.3%に当たる213施設に被害が見られた。このうち受水槽で被害があったものは、71施設、高架水槽では47施設、配管では149施設であった。水槽の被害は、パネルが破損したり、架台から大幅にずれるなどであり、配管では、破損など槽周辺の被害が比較的多かった。

水道事業者の施設の耐震化等については、後に述べる「大阪府水道地震対策基本方策」に基づき計

表3-6 給水管の被害状況：豊中市の止水栓までの例

| | 継ぎ手部分 | 直管部分 | 計（件数） |
|------|-------|------|-------|
| ビニール | 162 | 7 | 169 |
| 鉛管 | 31 | 15 | 46 |
| 鋼管 | 18 | 0 | 18 |
| 分水栓 | 34 | 0 | 34 |
| 止水栓 | 21 | 0 | 21 |
| 計 | 266 | 22 | 288 |

画的な取り組みを行っていくこととしているが、給水管や受水槽式水道についても被害が多くあり、これにより漏水や断水が発生したことから、給水管等についても地震対策を進める必要がある。例えば、給水管については、継手部分を少なくできる管材や継手部分に伸縮性のあるものの採用やサドル分水栓の移動防止を行うとか、又、受水槽式水道については、直結給水への変更や槽本体と配管との揺れ方が異なること或いは剛性が異なることなどから槽周辺の配管が被災しており、適切なフレキシブル継手の採用や受水槽等のアンカーボルトの引き抜き強度の強化などの対策が必要と思われる。

2. 被害額及び災害復旧事業

府営水道と市町村の水道施設の被害額は、約1,042百万円であった。市町村水道では20事業者が被災していたが、復旧費用が国の災害復旧費補助金交付要綱の基準以上のものは、大阪市、豊中市、池田市、箕面市、吹田市、摂津市の6市の水道であり、これら市では、国庫補助金を得て復旧工事を行った。

また、今回の震災では、通常の災害とは比較できないほどの甚大な被害を受けたことにより、「阪神・淡路大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律」が制定され、補助率が8/10の特例措置が設けられたが、大阪府域では豊中市が適用された。

その他にも、従来では国庫補助対象外となる給水装置について、最初の止水栓までは配水管復旧に必要なことから標準復旧費の1/2補助がなされたが、この制度により大阪市など4市水道が補助を受けた。また、通常は被災施設の原形復旧が原則であるが、今回は耐震性を向上させるものも補助対象とされ、豊中市におけるダクタイル鋳鉄管K型継手のものをS型継手に布設替えることや、箕面市における高架式配水池支柱の被災の炭素繊維巻き立て工法による復旧などが採択された。

しかしながら、管路は多数被災したものの、被災部分が管路の一部であり、被災部分や被災区間のみをS型継手に変更してもシステムとして効果が十分に発揮できないなどの理由から、耐震工法の採用は少なかった。

災害復旧国庫補助に係る災害査定として、表3-7に示す災害復旧事業について、大蔵省、厚生省の現地調査が平成7年3月から11月にかけて3回実施された。

これら事業者では、多数の水道施設に被害を受け極度に混乱しており、また断水や漏水が発生していたことから、一部で復旧工事が先行され、結果的に証明できる写真は不十分なものもあったが、工

表3-7 災害復旧国庫補助事業

| 事業者名 | 復旧内容 |
|-------|--|
| 大阪市水道 | 送水管・配水管（水管橋漏水含む）・給水装置の復旧 |
| 豊中市 " | 配水管（耐震継手の復旧を含む）・給水装置の復旧 |
| 池田市 " | 取水ポンプ場受電引込柱・導水管ボックスカルバート・排水処理施設の機器・送水管・配水管・給水装置の復旧 |
| 箕面市 " | 高架式配水池支柱部補強復旧、送水管・配水管・給水装置の復旧 |
| 吹田市 " | 洗浄用高架水槽の復旧（解体・代替水槽との配管布設） |
| 摂津市 " | 洗浄用高架水槽の復旧 |

事記録などにより被災事実を確認していただくとともに、6市の水道では膨大な工事設計書や関連資料を鋭意整備するなどにより、順調に査定していただき、国庫補助金として約316百万円が交付された。

3. 阪神・淡路大震災の教訓と大阪府における水道地震対策について

(1) 阪神・淡路大震災の教訓

阪神・淡路大震災では、大阪府域においても水道施設に大きな被害を受け、断水するなど多数の府民生活に影響を与えた。この水道施設の被害状況や応急給水、応急復旧活動さらには被災された水道への応援活動を通じ、次のような点が重要であるとの教訓を得た。

- ・ 震災直後の的確な応急対策の実施のためには、広域的な指揮命令系統の統一や、応急復旧体制の整備、応援受け入れ体制の整備、さらには迅速な状況把握を行うための体制整備が不可欠である。
- ・ 被災者は、災害時においても「水道部局」からの給水を期待しており、水道事業者としては応急給水体制の整備も重要である。
- ・ 大規模災害に対しては1つの水道事業者や自治体では十分な対応を行うことは不可能であり、広域的な非常時相互応援体制を整備することが必要である。
- ・ 大阪府下の水道システムを直下型地震にも耐えられるものとして次世代に引き継ぐためには、新たな耐震基準に基づく基幹施設の計画的な耐震化や相互連絡管等のバックアップシステムの構築を段階的に進めていくことが重要である。

(2) 大阪府水道地震対策基本方策の策定

震災時においても応急対策として府民へ早急で、きめ細かな給水を行うなど「府民が安心する給水を確保」するためには、都市行政や防災行政との連携や他の水道事業者から応援を受けるなどの体制を整備するとともに水道施設の耐震性の強化等の震災に強い水道システムの構築が必要であり、また、大阪府域では、用水供給事業者である府営水道が、大阪市など2市3町を除き（このうち平成9年度には1市1町が新たに供給対象となる）市町村水道に用水を供給している特性もあることから、府営水道と受水市町村等の水道が一体となって対策を推進していくことが重要であるとの考えの基に、大阪府域での地震対策の基本方針を定めることとした。この基本方針を定めるために、平成7年9月に学識経験者、水道事業者及び大阪府の行政部局等の方々に構成する「大阪府水道地震対策調査委員会」（委員長には住友京都大学教授）を設置し、この委員会で精力的に検討していただき、平成8年9月に「大阪府水道地震対策基本方策」として取りまとめた。

① 大阪府域で大規模地震が発生した場合の被害と復旧期間の予測

大阪府では地域防災計画の中で次の4つの活断層での直下型地震を想定している。

- ・ 大阪市から北に延びる上町断層
- ・ 大阪府の東部を南北に延びる生駒断層
- ・ 大阪府北部を東西に横切る有馬高槻構造線
- ・ 和歌山県下で大阪府との境に東西に延びる中央構造線

このため、水道の地震対策を考えるにあたって、これらの活断層が活動し、地震が発生した際の被

害を予測し、それに基づき検討していくこととした。

これら活断層の活動による水道の被害は、表3-8及び表3-9に示すように、最大被害発生時には大阪市を除く府域の水道事業者では、送配水管で8,190件、また、給水管では261,338件の被害が発生し、これら水道施設の被害による断水人口は、455万人余りに達すると予測された。

更に、阪神・淡路大震災での復旧事例から復旧日数をシミュレーションすると、現況の施設と神戸市の事例と同程度の復旧作業数では、復旧するまでに67日かかり、また、神戸市の事例と比較して大きな断水率を示していることから、阪神・淡路大震災時以上の不便を府民が感じることが予想された。

②目標及び目標達成のための基本方策

この基本方策では、阪神・淡路大震災時の切実な被災者の声を可能な限り反映するとともに、医療機関・避難所等の重要施設への優先的な応急給水・復旧を行うなど災害弱者への給水の確保に対しきめ細かな配慮を行うなど府民の視点に立った対策を講じていくこととしている。

表3-8 大阪府域の水道管のブロック別被害件数の予測

| ブロック | 送配水管被害件数(件) | 給水管被害件数(件) | 対象地震動 |
|------|------------------|--------------------|------------------|
| 北大阪 | 3,364 | 107,312 | 上町断層系 |
| 東部大阪 | 2,370 (2,622) | 75,679 (83,642) | 上町断層系 (生駒断層系) |
| 河南 | 705 | 22,490 | 上町断層系 |
| 阪南 | 1,751 | 55,857 | 上町断層系 |
| 合計 | 8,190 | 261,338 | 上町断層系 |

表3-9 ブロック別、地震別の被害状況の予測

| ブロック | 給水人口 (万人) | 復旧開始時被害状況(上段:断水率(%)) (下段:断水人口(万人)) | | | |
|------|--------------|---------------------------------------|-------|-------|--------|
| | | 有馬高槻断層 | 生駒断層 | 中央構造線 | 上町断層 |
| 北大阪 | 171 | 67 % | 35 % | 12 % | 91 % |
| | | 114 万人 | 60 万人 | 21 万人 | 155 万人 |
| 東部大阪 | 199 | 46 | 83 | 19 | 79 |
| | | 92 | 164 | 37 | 157 |
| 河南 | 76 | 17 | 49 | 37 | 56 |
| | | 13 | 37 | 28 | 42 |
| 阪南 | 165 | 17 | 23 | 42 | 61 |
| | | 27 | 38 | 69 | 101 |
| 合計 | 611 | 41 | 49 | 26 | 75 |
| | | 246 | 299 | 155 | 455 |

阪神・淡路大震災時に水の供給を断たれた被災者が受けた苦しみは、大きく分けると

- ・ 復旧までの期間が長かった。
- ・ 応急給水の量が十分でなかった。
- ・ 給水場所からの水の運搬が辛かった。

という3つの要因に集約される。

これらの要因に十分対応するために、地震対策の基本目標として、応急復旧の期間、応急給水の目標水量、給水場所からの水の運搬距離の3つの目標を掲げている。

目標は次のとおりである。

○応急復旧の期間

阪神・淡路大震災では、断水が4週間以上に及ぶと、肉体的、精神的に限界に達することから

- ・ 市町村水道の復旧期間の目標は概ね4週間とする。
- ・ 府営水道の復旧期間の目標は1週間とする。

○応急給水の目標水量及び給水場所からの運搬距離

応急給水量は、日時の経過とともに増加させていく。それに応じて、水の運搬にともなう負担が増加しないよう水を運搬する距離を短くしていく。

| | 初めの3日間 | 1週目後半 (4～7日目) | 2週目 (8～14日目) | 3～4週目 (15～28日目) |
|-------------|----------------------|---------------------------------|---|---------------------------------------|
| 応急給水量(ℓ/人日) | 3 生きるための 最小限の水 | 3～20 簡単な炊事 1日1回のト イレの水 | 20～100 3日に1回の風 呂、洗濯 1日1回のトイ レの水 | 100～250 震災前とほぼ 同じ水準 |
| 運搬距離等 | 避難所 | 避難所 給水拠点 | 近くの広場 など (250m程度) | 最寄りの交差 点～前面道路 など(100～10 m程度) |

この目標達成のために実施していく対策等の一部を列举すると次のようである。

○応急対策の実施

- ・ 府営水道を中心に受水市町村等の水道を一つの組織にまとめた応急対策体制や、他府県からの応援を受け入れる広域的な相互応援体制を整備する。
- ・ 最も水を必要としている医療機関、福祉施設、避難所等の重要施設については優先的に応急給水を行うようにしておく。
- ・ 応急対策に必要な資機材の備蓄、配送等の方策を定めるとともに他からの受け入れ方策を定

める。

- ・ 応急給水時の給水車への水の供給基地として配水池などの応急給水供給拠点には、自家発電装置等や車両への積み込み作業を迅速に行える待機場所の確保などの整備を行うとともに避難所等給水拠点の整備を行う。
- ・ 府営水道においては、送水管に設置されている空気弁のうち病院や避難所等の重要施設の周辺の空気弁を消火栓としても活用できる応急給水栓付き空気弁に変更して、応急給水供給拠点を整備する。
- ・ 迅速な応急対応を行うための情報通信システム等の整備を行う。

○施設の耐震化

- ・ 管路の耐震診断に基づく構造物の耐震化を推進する。管路については、市町村水道では地域の特性を踏まえ、石綿セメント管や老朽管の更新を優先しながら耐震化を推進する。

目標としては、人口密度や配管密度が高く被害件数が多くなると予想される人口集中部については、第一段階で1 km メッシュ、2 段階で500m メッシュ、最終段階で200m メッシュの耐震管路網の構築を、また、一般市街部では第一段階で1 km メッシュ、最終段階で500m メッシュの耐震管路網を、更に、その他地域では1 km メッシュの耐震管路網の構築を行う。

- ・ 上記の管路網の整備と並行して医療機関、福祉施設、避難所その他の重要施設への給水ルート耐震化を最優先に進め、順次、水管橋や伸縮可撓管の補強及び配水ブロック化やループ化など、一部の施設が被害を受けてもバックアップできる施設の整備などを推進することとしている。

これら地震対策の達成年次として、応急体制・応急対策施設の整備は概ね5年後、また、地震対策事業全体の概成は20年後としている。

表3-10 地震対策の実施による復旧日数及び4週目の断水率（上町断層系）

| 項目 | 目標年次 | 主な事業 | 復旧日数 | 4週目の断水率・断水人口 |
|-------------|--------|--|----------------|--------------|
| 現状施設のまま | | 現状施設、現状対応 | 67日 (約10週目) | 40% 243万人 |
| 応急体制・施設の整備 | 概ね5年後 | ・府下の水道の相互応援体制の確立 ・応急対策施設の整備 ・地震事故対策連絡管・分岐の整備 | 48日 (約7週目) | 23% 143万人 |
| 地震対策事業全体の概成 | 概ね20年後 | ・耐震管路網の整備 ・水道施設の耐震化 ・バックアップ施設の構築 ・情報管理システムの整備 | 28日 (4週目) | 0% 0万人 |

4. おわりに

阪神・淡路大震災の教訓を基に、大阪府下の水道を地震に強いものとするために、大阪府水道地震対策調査委員会を設置し、「大阪府水道地震対策基本方策」を策定した。今後、この「大阪府水道地震対策基本方策」を指針として、各水道事業者においてはそれぞれの状況に応じた施設の耐震計画や応急対策の実施計画を策定していただくこととしている。そのため、府としても、現在更に、各水道事業者での地震対策の計画が比較的容易に策定出来るよう、水道事業者の協力のもとにモデルとしての地震対策案を具体的に検討しているところである。また、各水道事業者での具体的な地震対策が推進され、震災時にもしなやかに対応できる水道の構築が図られるよう、技術上の面などで出来る限りの支援をして参りたいと考えている。

最後になりましたが、この基本方策を策定するにあたっては、京都大学の住友教授初め委員の皆様方、さらにはデータを提供していただいた水道事業者の皆様方に大変ご尽力を賜っており、この場をお借りして御礼申し上げます。

4. 阪神水道企業団の災害復旧事業 —猪名川浄水場及び大口径管路の復旧工法—

阪神水道企業団建設部建設課

主幹 三島 和男

1. はじめに（概要）

阪神水道企業団の施設は大阪市から神戸市にかけての阪神地域に建設されており、平成7年1月の阪神・淡路大震災（兵庫県南部地震）では甚大な被害が生じた。当企業団は昭和11年に設立され、昭和17年から給水を開始しており、創設以来供用している1期淀川導水管等の管路や尼崎浄水場、昭和32年から供用している2期中部配水管等の経年化施設が大きな被害が生じた。

また、大都市圏に発生した直下型地震であり、被害の大きさは地質、地盤と密接に関連があり、断層等地盤の変化界や埋土や盛土地盤に設置された施設には大きな被害が生じた。当企業団の施設では西宮市内では甲陽断層に近接する地域の管路や埋土地盤に建設された猪名川浄水場（3・4期施設）の施設の被害が大きなものとなっている。

阪神・淡路大震災で被災した施設は、今後は同規模の地震では壊れることがないように耐震性の向上を図る復旧を行うこととした。猪名川浄水場については、被害の著しかったフロック形成池4池を改築するとともに地盤改良を行う。被災した経年管路については、大口径管路（内径1200mm以上）は既設管内鋼管挿入工法（パイプインパイプ工法）で、中小口径管路（内径600mm以上）はS型ダクタイル鋳鉄管等への布設替により耐震化を図ることとした。

本稿では猪名川浄水場及び大口径管路である1期淀川導水管の復旧方法について報告する。

2. 施設の被害状況と復旧事業

(1)施設の概要

阪神水道企業団の施設概要図を図4-1に示す。施設はその建設時期により大きく2系統に区分され

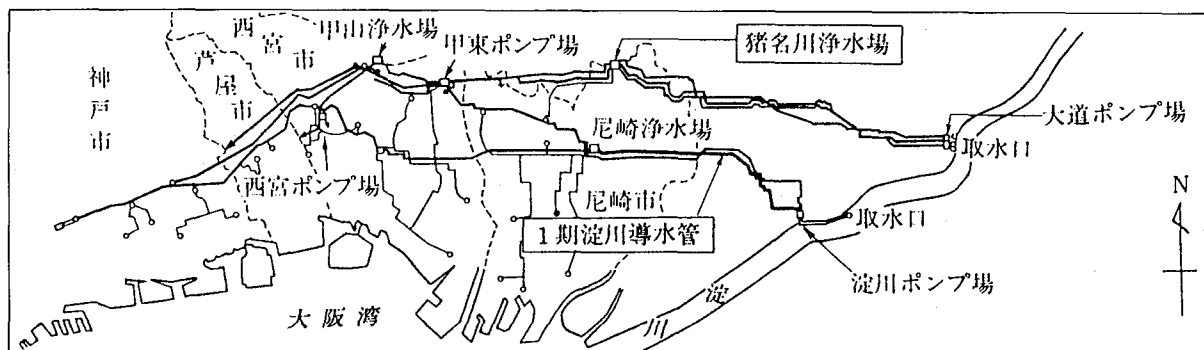


図4-1 阪神水道企業団施設概要図

る。一つは淀川系統で、淀川下流の柴島地点（大阪市淀川区）で取水し、淀川ポンプ場から導水し尼崎浄水場（施設能力213,000m³/日）、甲山浄水場（施設能力160,000m³/日）で浄水し越木岩送水路で神戸市へ送水するものであり、1期事業（昭和17年度完成）及び2期事業（昭和32年度完成）で建設された。もう一つは大道系統で淀川下流の大道地点（大阪市東淀川区）で取水し、大道ポンプ場から導水し猪名川浄水場（施設能力675,000m³/日：平成6年度）で浄水し、甲東ポンプ場を經由し芦部谷送水路で神戸市方面へ送水するものである。3期事業（昭和38年度完成）及び4期事業（昭和44年度完成）で595,000m³/日の施設を建設し、さらに昭和53年度から事業を実施している5期事業（計画施設能力675,000m³/日）も3・4期施設に併設するように建設している。地震時には、神戸方面への送水トンネルを除く管路及び浄水施設の約25%の80,000m³/日分の施設が完成していた。5期事業完成後には1,289,900m³/日の浄水施設能力を有することになるが、地震発生時には5拡完成施設と合わせて1,048,000m³/日の浄水施設能力であった。

(2)基幹施設の被害状況と復旧事業

浄水場及びポンプ場等の基幹施設は7ヵ所のうち6ヵ所で被害があった。被害状況及び復旧方法を表4-1に示す。基幹施設の被害の大きさを図4-2に示すように復旧事業費で比較すると、猪名川浄水場の被害が最も大きく基幹施設全体の約88%を占めている。

猪名川浄水場は3期、4期及び5期と建設時期の異なる3系統の施設があるが、被害は3・4期に集中している。5期施設では沈殿池・傾斜管の破損を除き、構造物には被害が生じていない。また、3・4期施設の一部は池を埋め立てた地盤に施設を建設したが、これらの施設での被害が著しい。設計基準及び地盤の違いにより被害状況に大きな差が生じた。

猪名川浄水場より建設年次の古い尼崎浄水場（昭和17年度完成）及び甲山浄水場（昭和31年度完成）

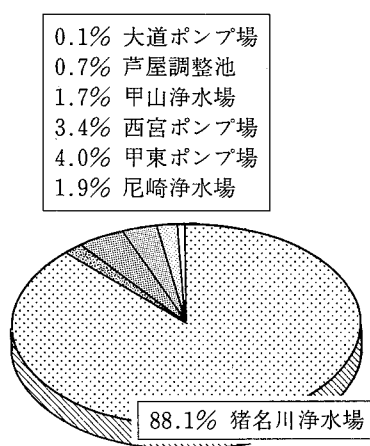


図4-2 事業費の割合（基幹施設）

表4-1 基幹施設の被害及び復旧方法

| 施設名称 | 被害箇所 | 被害状況 | 建設年度 | 応急復旧方法 | 本格復旧方法 |
|--------|---------|--------------------------|---------|--------------------------------------|------------------|
| 大道ポンプ場 | ポンプ室 | 水槽下のスラブ損傷 | S38 | 亀裂部にエポキシ樹脂注入後、鋼材で補強 | 応急復旧＝本格復旧 |
| 猪名川浄水場 | フロック形成池 | 流入渠せり出し2ヶ所、漏水 | S38 | 底版下に発泡ウレタン等注入 | 1～4号池流入渠新設 |
| | | 伸縮目地損傷4池、漏水 | S38 | 底版下に発泡ウレタン注入 伸縮目地部にゴム製止水板を接着 | 1～4号池フロック形成池新設 |
| | | 基礎杭損傷（円周方向にヘアークラック 約60%） | S38 | 底版下に発泡ウレタン注入 | 地盤改良 |
| | 沈殿池 | 伸縮目地損傷6池、漏水 | S38～S44 | 底版下に発泡ウレタン注入 伸縮目地部にゴム製止水板を接着 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | | 傾斜装置破損6池 | H5、6 | なし | 1～4号池傾斜管再設置 |
| | | 流出渠（7池分）伸縮目地損傷4ヶ所 | S44 | 発泡ポリプロピレンを目地損傷部に充填し、 その後エポキシ樹脂を塗布 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | | 基礎杭損傷（円周方向にヘアークラック 約60%） | S38 | 底版下に発泡ウレタン注入 | 地盤改良 |
| | 砂ろ過池 | 流出渠～消毒池連絡渠側壁亀裂、漏水 | S44 | 急結セメント、ホースによる止水 | 連絡渠～消毒池一部新設 |
| | | 洗浄水槽受梁亀裂多数 | S44 | 亀裂部にエポキシ樹脂注入 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 排水処理棟 | 脱水機支持柱亀裂4ヶ所 | H3 | 亀裂部にエポキシ樹脂注入 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 機械室 | 柱亀裂6ヶ所 | S38 | 亀裂部にエポキシ樹脂注入 2箇所は鋼板接着 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 薬注室 | 柱亀裂3ヶ所 | S44 | 亀裂部にエポキシ樹脂注入 | 応急復旧＝本格復旧 |
| 尼崎浄水場 | 薬注設備 | 注入配管破損 | S44 | 一部布設替 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 混和池 | 側壁損傷、漏水 | S17 | エポキシ樹脂注入 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 砂ろ過池 | 側壁損傷、漏水 | S17 | 無収縮モルタルで補修 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | | 表洗管破損12池 | S34 | 切断・接合 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | | 洗浄水槽支持柱全16本亀裂 | S17 | 鋼材で支持後、無収縮モルタルで補修 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 場内配管 | ろ過池流入管φ1,200HPが継手より漏水 | S31 | 内面補修 | 応急復旧＝本格復旧 |
| 甲東ポンプ場 | 薬注設備 | 注入配管破損 | S62 | 破損した配管及びビットの原形復旧 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | ポンプ室 | 小柱（クレーン用）亀裂22ヶ所 | S39～S40 | | フープ筋を増強しコンクリート打設 |
| | 電気室 | 梁亀裂1ヶ所 | S39 | 仮設サポート設置 | 鋼材による梁補強 |
| | 送配水管 | 5ヶ所漏水 | S39～S45 | 漏水部止水またはDIP管で接合 | 構造部取合い部に可撓管設置 |
| 西宮ポンプ場 | 管理棟 | 伸縮目地損傷2ヶ所 | S17 | シート養生 | エキスパンションカバー取付 |
| | 送配水管 | 12ヶ所漏水 | S18 | 管切断・接合 | 布設替（可撓管設置） |
| 甲山浄水場 | 沈殿池 | 伸縮目地損傷2ヶ所、漏水 | S31 | シリコンシール充填 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 砂ろ過池 | 圧力室亀裂3池、漏水 | S31 | 急結セメント＋浸透性防水 | 応急復旧＝本格復旧 |
| | 排水処理設備 | 法面崩落に伴う運転不能 | H3～H4 | 移設 | 応急復旧＝本格復旧 |

では構造物は半地下式であり、地上式の猪名川浄水場より被害程度が軽微であることから、構造物の形式も被害の程度に寄与していると考えられる。頭部に重量が集中する洗浄水槽等を支持する部材の被害が猪名川浄水場、尼崎浄水場及び大道ポンプ場で生じ、甲東ポンプ場では走行クレーンの支持柱が座屈により損傷した。

復旧については、地震発生後直ちに各施設において漏水箇所の補修、水没機器等の補修等の応急復旧を実施した。本復旧については、設計基準が現行以前のものであり耐震性に乏しいものは現状に復旧しても今回と同程度の地震では再度被害が生じることになるため耐震性を向上することとした。ただし、尼崎浄水場は甲山浄水場と統合し新浄水場を建設する計画を考慮し、本格的な耐震化は行わず補修構造物の補強を実施する程度に留めた。猪名川浄水場については被害の著しいフロック形成池の改築、損傷した基礎杭を地盤改良により補強することとした。座屈によりせん断破壊が生じた柱については、鋼板や鉄筋により補強を行う。構造物と管路の取合部については可撓管を設置することとした。

(3)管路の被害状況

管路（総延長181km）は、地震直後には被害が判明しなかった2期淀川導水管の2ヵ所を含め、127ヵ所で被害が発生しているが、表4-2に被害の概要及び復旧方法を示す。管路被害の大きさを図4-3に示すように災害復旧事業費で比較すると、布設年次の古い1期及び2期管路の被害が大きく、1・2期合わせて管路事業費の約92%を占める。これらの管路は鉄筋コンクリート管や普通鑄鉄管であり、鋼管やダクタイル鑄鉄管の使用割合が大きい3・4期管路の被害は小さくなっている。プレストレストコンクリート管路である3期猪名川送水管の被害が大きかったことから、管種と被害との関連が見られる。また、5期事業で建設した大道導水路、猪名川送水路及び甲東送水路等の管路は管種としては鋼管及びダクタイル鑄鉄管（K型）を採用し、大半はシールド工法及び推進工法により施工したものであり被害は発生していない。

管路は地盤変状により被害が発生しており、3期芦部谷送水路・水管橋は橋台支持地盤の変状により橋軸方向に245mmの変位が生じ伸縮管が破損した。地盤の液状化により1期中部配水管は流出し、2期東部配水管、2期中部配水管及び4期中部配水管は継手の破損やA型メカニカル継手の抜け出し等の被害が生じた。また、管路の被害が、①西宮市西部で“震災の帯（震度7地帯）”の北側に隣接し甲陽断層が縦断する地域に布設された、4期西宮送水管、1期中部配水管、4期中部配水管、2期西部配水管及び4期西部配水管等や、②甲陽断層が縦断し六甲花崗岩と大阪層群が入り組んだ甲山事業所付近では、

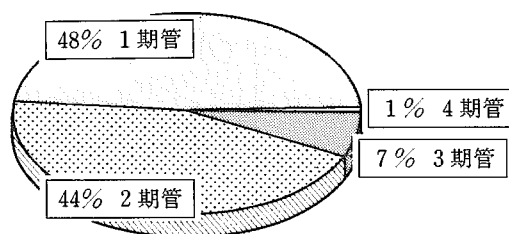


図4-3 事業費の割合（管路）

表4-2 管路の被害状況及び復旧方法

| 管路名称 (口径) | 延長 | 管種 | 敷設年度 | 被害状況 | 応急復旧方法 (復旧日) | 本格復旧方法 |
|--------------------------|--------|----------------|---------|--|--------------------------------------|------------------------|
| 1期淀川導水路 (φ1,200) | 8,248m | HP,CIP,SP,DIP | S12~S16 | φ1,200 HP継手より漏水23箇所 | 内面補修 (2/19) | パイプインパイプ |
| 2期淀川導水管 (甲東~甲山) (φ1,200) | 2,633m | SP,DIP,CIP | S25~S31 | φ1,200 DIP継手より漏水1箇所 φ1,200 CIP継手より漏水1箇所 | 漏防金具取付 (6/1) | パイプインパイプ |
| 3期猪名川送水路 (φ1,000~φ1,700) | 6,577m | PCP,SP,DIP | S33~S39 | φ1,700 PCP継手より漏水5箇所 | 管圧調整, 水抜17°設置 (2/1) | パイプインパイプ |
| 3期甲東送水路 (φ1,500) | 2,741m | SP,DIP | S33~S39 | φ1,500 DIP継手抜け出し5箇所 | 管切断・接合3箇所 内面修理2箇所 (2/1) | 可撓管設置, 布設替え |
| 4期西宮送水路 (φ350~φ1,200) | 3,126m | SP,DIP | S39~S46 | φ1,200 DIP継手抜け出し1箇所 | 管切断・接合1箇所 (1/27) | 〃 |
| 3期芦部谷送水路・水管橋 (φ2,100) | 80m | SP | S33~S39 | φ2,100 SP水管橋伸縮管部破損 | 仮押さえ (1/27) | 水管橋架替 |
| 2期東部配水管 (φ300~φ700) | 9,259m | CIP,SP,DIP | S25~S31 | φ600 CIP印電継手抜け出し2箇所 φ400 CIP印電継手抜け出し3箇所 | 管切断・接合2箇所 (2/10) 管切断・接合3箇所 (2/10) | 応急復旧=本格復旧 応急復旧=本格復旧 |
| 1期中部配水管 (φ200~φ500) | 7,573m | CIP,SP,ACP,DIP | S12~S16 | φ400 仕切弁破損3基 | 弁取り替え (2/13) | 応急復旧=本格復旧 |
| | | | | φ300 ACP管破損 | 布設替え DIP L=58m (2/13) | 〃 |
| | | | | φ200 CIP管破損 (道路崩壊) | 布設替え DIP L=180m (2/18) | 〃 |
| | | | | φ200 CIP泥吐き管破損 | 取り替え (2/13) | 〃 |
| 2期中部配水管 (φ300~φ500) | 6,992m | CIP,SP,DIP | S25~S31 | φ500 CIP印電継手抜け出し1箇所 | 管切断・接合1箇所 (2/9) | 布設替え |
| | | | | φ400 CIP印電継手抜け出し15箇所 | 管切断・接合15箇所 (2/9) | 布設替え |
| | | | | φ350 CIP印電継手抜け出し3箇所 | 管切断・接合3箇所 (2/9) | 布設替え |
| | | | | φ300 CIP印電継手抜け出し3箇所 | 管切断・接合3箇所 (2/9) | 布設替え |
| 4期中部配水管 (φ300~φ800) | 6,501m | SP,DIP | S39~S46 | φ400 DIP継手抜け出し1箇所 | 管切断・接合1箇所 (1/20) | 応急復旧=本格復旧 |
| | | | | φ300 DIP継手抜け出し2箇所 | 管切断・接合2箇所 (1/28) | 〃 |
| 2期西部配水管 (φ200~φ350) | 1,708m | CIP | S25~S31 | φ350 CIP印電継手抜け出し33箇所 | 管切断・接合33箇所 (2/24) | 布設替え |
| | | | | φ300 CIP印電継手抜け出し14箇所 | 管切断・接合14箇所 (2/28) | 布設替え |
| | | | | φ300 CIP管破損 | 布設替え DIP L=104m (2/27) | 応急復旧=本格復旧 |
| 4期西部配水管 (φ350~φ600) | 2,491m | DIP | S39~S46 | φ600 DIP継手抜け出し5箇所 | 管切断・接合5箇所 (1/28) | 布設替え |
| | | | | φ350 DIP継手抜け出し1箇所 | 管切断・接合1箇所 (1/28) | 応急復旧=本格復旧 |

| | | | | | | | | |
|--------|------------------------|--------------------|----------------|---------------|-------------|--------------------|--------|---------|
| 被害箇所集計 | 遠心力鉄筋コンクリート管 (HP) 23箇所 | プレストレストコンクリート管 5箇所 | 鑄鉄管 (CIP) 78箇所 | 石綿管 (ACP) 1箇所 | 鋼管 (SP) 1箇所 | クワイク鑄鉄管 (DIP) 16箇所 | 仕切弁 3基 | 計 127箇所 |
|--------|------------------------|--------------------|----------------|---------------|-------------|--------------------|--------|---------|

注: 布設替えは延長等に関係なく1箇所として計上

3期芦部谷送水路・水管橋、2期中部配水管・上が原線及び3期甲東送水管等の被害が著しい。

管路の復旧については、地震発生直後から漏水箇所の応急復旧を行った。しかし、被害は鉄筋コンクリート管や普通鑄鉄管等の管の材質や継手の構造から耐震性に乏しく、布設後長期間を経過した経年管や複雑な地盤構成により地震時に大きな被害が生じる地盤に布設された管路に被害が集中していたため、これらの管路については応急復旧後に耐震性の向上を目的とした本復旧工事を行うこととした。

管径が大きく被害が広範囲に生じた1期淀川導水管、2期淀川導水管及び3期猪名川送水管については、被災区間をパイプインパイプ工法により本復旧を行うこととした。口径の小さな2期中部配水管や2期西部配水管等は耐震性に富むS型ダクタイル鑄鉄管等に布設替を行うこととした。

3. 猪名川浄水場の災害復旧

猪名川浄水場は被災した6ヵ所の基幹施設のうち最も被害が大きく、被害の著しかったブロック形成池の改築工事や基礎杭が損傷した沈殿池の地盤改良等の耐震性の向上を図る本復旧工事を実施したので、猪名川浄水場の復旧工事について説明する。

(1)猪名川浄水場の被害状況

猪名川浄水場の被害状況位置図を図4-4に示す。施設の被害は3・4期施設に集中し、平成5年度に一部完成した5期施設は沈殿池・傾斜管の破損を除いて被害が生じなかった。3・4期施設の大半は池を埋めた地盤に建設した施設であることや施設設計基準の違い等によるものと考えられる。

猪名川浄水場の被害としてはブロック形成池、凝集沈殿池及びろ過池等の伸縮目地損傷による漏水の

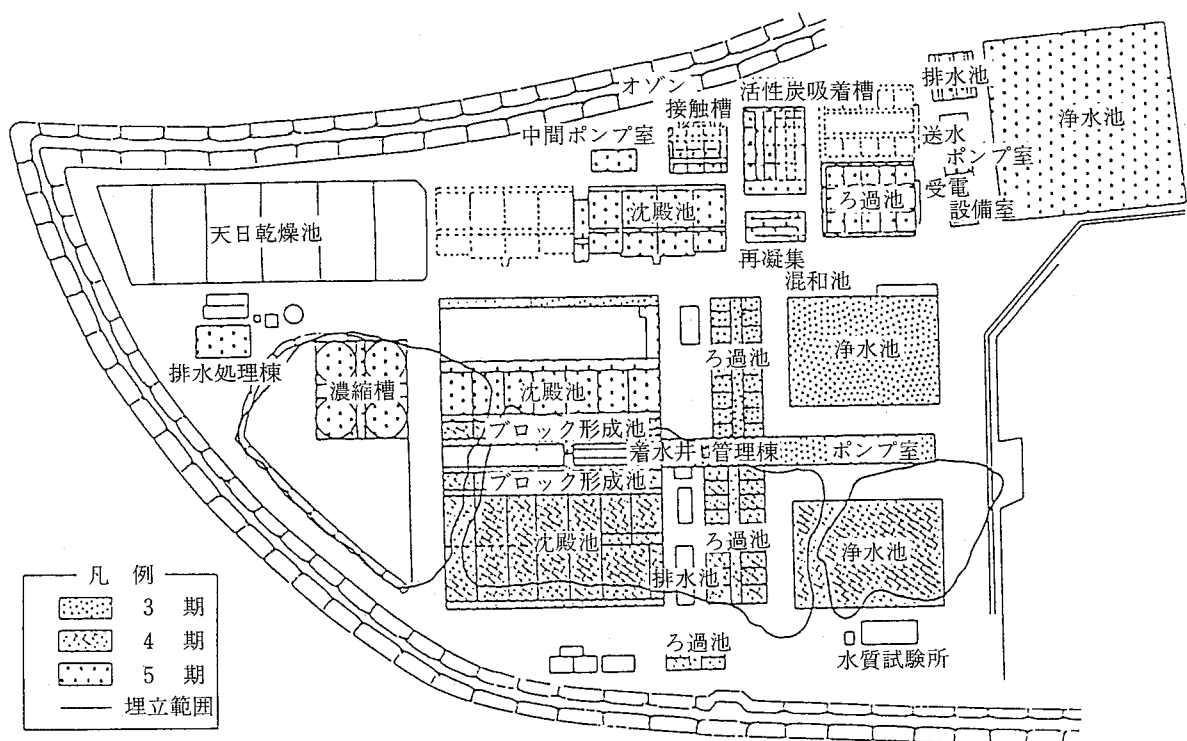


図4-4 猪名川浄水場・被害状況位置図

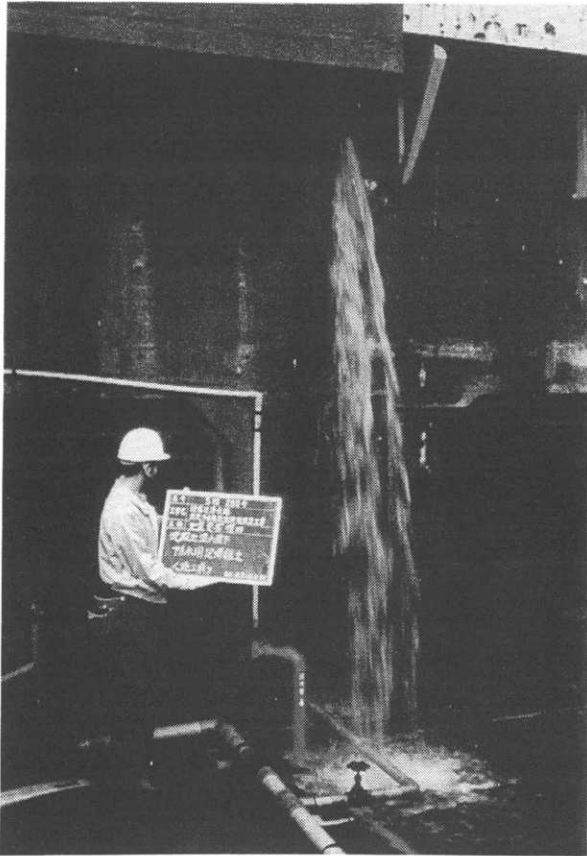


写真4-1 フロック形成池・流入渠の損傷

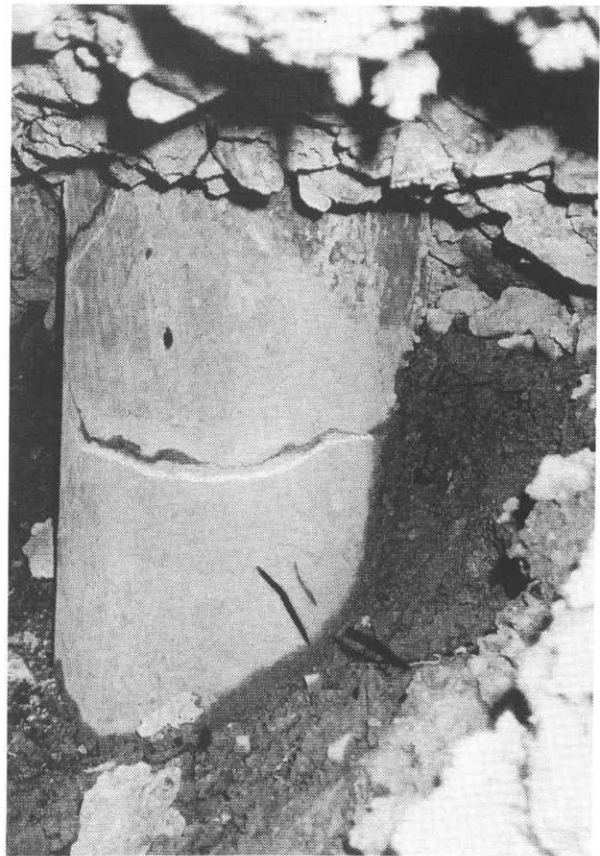


写真4-2 沈殿池基礎杭の損傷

発生（写真4-1）、沈殿池・傾斜管の損傷、フロック形成池及び沈殿池基礎杭の損傷（写真4-2）、機械室等の柱の損傷（写真4-3）、場内配管等の損傷による漏水等が確認されている。

被災箇所については被災直後から応急復旧工事を実施した。伸縮継手の破損箇所はゴム止水板等を取り付けた。傾斜管については撤去し再度設置した。せん断破壊が生じた柱については、亀裂部分にはエポキシ樹脂を注入し、コンクリート柱表面を鋼板（4.5mm）で補強した。フロック形成池、沈殿池等の底部は液状化により地盤が流出し最大25cmの空隙が生じており、空隙充填を目的に発泡ウレタン等を注入した。しかし、液状化により破損した沈殿池等の基礎杭の復旧、特に被害が著しく補修では対応できないフロック形成池4池及びフロック形成池・流入渠の改築を本復旧工事として実施することとした。

(2)猪名川浄水場の復旧工事

今回の地震被害の特徴として、臨海部の埋立地だけでなく内陸部においても古池の埋立地や旧河道部等で液状化が発生したことが報じられている。今回、被害の著しい3・4期施設は池（深さ約10m）を埋め立てた地盤に建設したものであり液状化により基礎杭が損傷したものと考えられる。また、場内の農業用水池のタイロッド式護岸が池方向にふくれる変位が生じたが、これは液状化に伴う側方流動によるものと考えられることから液状化が発生したことを裏付けている（写真4-4）。

基礎杭の一部を試掘し被害状況を調査したところ約60%の杭が上端部で水平方向に亀裂が生ずる等の被害が生じており、地震時の水平力には抵抗できない状態である。また、地震後に提案された、道路橋示方書・同解説“兵庫県南部地震により被災した道路橋に係わる仕様（案）”により、土質調査結果を用いて液状化について検討を行ったところ、埋め立て部分の大部分は液状化判定を必要とする土質（ D_{50} ：

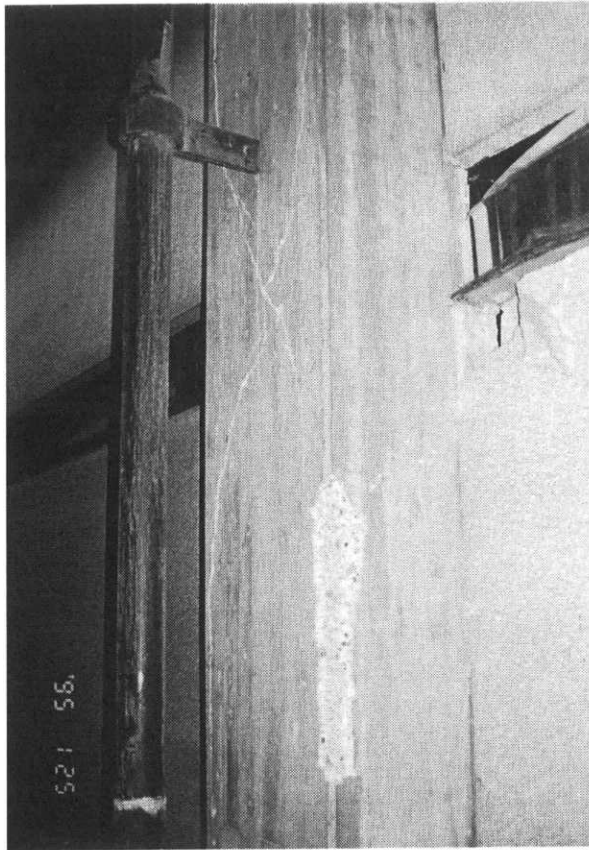


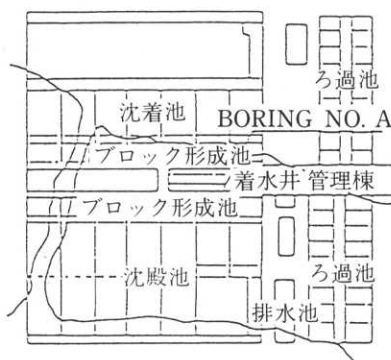
写真4-3 機械室柱の損傷



写真4-4 護岸鋼矢板の変形

0.021~20.0mm) であり、液状化抵抗値 FL が 0.2 から 1.3 の範囲にあり、多くは地震時には液状化する範囲 (FL < 1.0) にあり、液状化に対策が必要と考えられた (図 4-5 参照)。

被災後、沈殿池等の底部の空隙充填を目的として発泡ウレタンを注入したが、これは土砂流失を防止するための一時的な対応にすぎず、水平支持力の確保及び液状化対策を目的とした復旧工事を実施する必要が生じた。復旧工事の実施にあたり、①通常被災後3年間とされる災害復旧工事の工期内で実施す



BORING 標高: KP+8.36 計画地盤高: KP+8.00m
 地下水位: KP+6.00 上載荷重: 0.00tf/Sq.m
 KSO: 0.15 CZ: 1.00 CG: 1.20 CI: 1.10 Ks: 0.20

| 柱状図 | 土質区分 | 深度 (m) | N 値 | | | | FC (%) | D50 (mm) | FL | 判定 |
|-----|---------|--------|-----|----|----|----|--------|----------|------|----|
| | | | 10 | 20 | 30 | 40 | | | | |
| | 粘性土 (C) | 5 | | | | | 8.0 | 5.6 | — | ○ |
| | | | | | | | 5.0 | 8.1 | — | ○ |
| | | | | | | | 5.0 | 5.9 | 0.51 | × |
| | | | | | | | 7.0 | 3.3 | 0.57 | × |
| | | | | | | | 9.0 | 4.5 | 0.62 | × |
| | | | | | | | 9.0 | 4.5 | 0.66 | × |
| | | | | | | | 51.0 | 0.07 | 1.10 | ○ |
| | | | | | | | 81.0 | 0.01 | — | ○ |
| | | | | | | | 10.0 | 3.6 | — | ○ |
| | | | | 10 | | | | | | |

○: 液状化しない ×: 液状化する —: 判定対象外

KSO: 標準設計水平震度

CZ: 地域別補正係数

CG: 地盤別補正係数

CI: 重要度別補正係数

Ks: 地表面での設計水平震度

FC: 細粒分含有率 (%)

D50: 土の平粒径 (mm)

FL: 液状化に対する抵抗率

図4-5 液状化の判定

ること、②施設能力に余裕がなくほとんど全ての施設が被災している現状では、基幹浄水場である猪名川浄水場の浄水能力を大きく減ずることはできない等の制約がある。そのため、沈殿池を撤去し新設することは不可能であり、既存構造物の改築等は最小限とし、地盤改良等による本復旧工事の実施を検討した。

一般に液状化対策としては、発生防止対策と液状化による被害を軽減する対策とがある。今回は既存構造物の改築を行わないものであるから、発生を防止する対策が必要である。発生防止対策としては表4-3に示すようなものがあるが、今回は地盤にセメントミルクを注入し地盤を固化することで地盤強度を増大すれば、水平支持力を確保できることになるので、現場条件を考慮し深層混合工法を採用することとした。地震から復旧事業における沈殿池の断面図を図4-6に示す。

被害の著しいブロック形成池4池及びブロック形成池・流入渠（一部）は改築することとした。改築にあたり構造計算は現基準で行った。被害の多かった伸縮目地については可能な限り間隔を長くとりとし、止水板は図4-7に示す伸縮可撓吸収型を採用することとした。

地盤改良工事については、平成7年12月から実施している。ブロック形成池等の改築工事は平成8年3月に着手し8年7月に完了した。

表4-3 液状化対策

| 原 理 | | 対 策 | 概 要 図 | 工 法 | 特徴・留意点 | 既設構造物への適用性 |
|---------------------|---|-------------|-------------|---|---|--|
| 液状化抵抗の増大 液状化発生防止 | ① | 密度の増大 | 締固め | バイブロレーション サドコンパクションパイル ロッドコンパクション 動圧密 生石灰パイル等 | 新規大規模改良の場合には効果的 騒音・振動等が問題となる | 振動およびこれに伴う地盤の体積変化により既設構造物に悪影響を与えるため、事実上適用不可 |
| | ② | 粒度の改良 | 置 換 | 掘削置換 | 置換量・置換深度によっては経済性が問題となる（新設時の埋戻しとして粒度を選定できれば効果的） | 建築物等、大型構造物の直下および周辺の置換は不可 ライフライン等の軽量・線状構造物に対しては適用可 |
| | ③ | 強度の増大 | 固 化 | 浅層混合 深層混合 薬液注入等 | 他の工法に比べて高強度を期待することも可能 改良深度・範囲によっては経済性が問題となる | 機械的慣によらない薬液注入の場合には適用可 |
| | ④ | 飽和度の低下 | 水位低下 | ウエルポイント パイプウェル等 | 遮水工法との併用が効果的 一般的に、水位を下げ続けることは、経済的にも周囲への影響面からも問題がある | 対象構造物および周辺構造物の沈下を招く恐れがある |
| | ⑤ | 有効応力の増加 | 水位低下 盛 土 | ウエルポイント パイプウェル 載荷盛土等 | 同 上 盛土上に構造物を新設するような場合は効果的 | 同 上 |
| | ⑥ | 過剰間隙水圧の発生防止 | 排 水 | 砕石ドレーン | 数十年に及ぶ長期間の排水能力を保持する必要がある | 周辺環境の制約が許せば可能 |
| | ⑦ | 過剰間隙水圧の伝播防止 | 遮断壁構築 | 地中壁・鋼矢板 砕石ドレーン等 | 構造物による押さえ効果を期待するために、構造物と縁を切るのが効果的 | 同 上 |
| | ⑧ | せん断変形防止 | 変形拘束 | 地中壁・鋼矢板 | 同 上 | 同 上 |

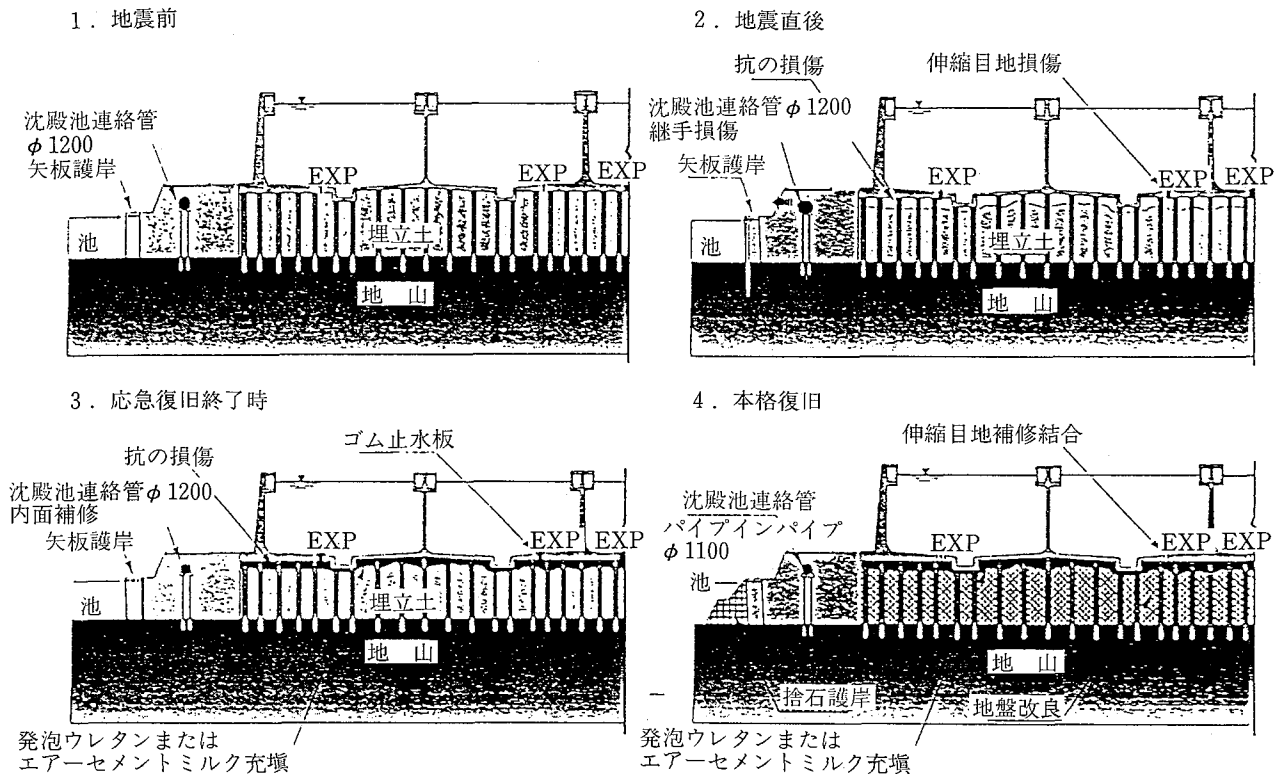


図4-6 沈殿池断面図

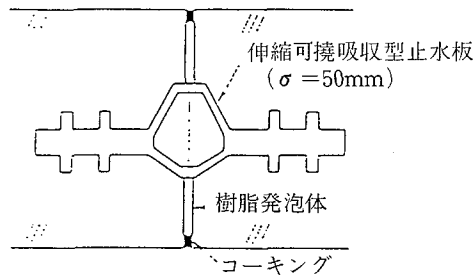


図4-7 耐震用止水板

4. 1期淀川導水管の災害復旧

1期淀川導水管は経年化した鉄筋コンクリート管であり、全区間にわたり被害が生じていたので既設管内に鋼管を挿入するパイプインパイプ工法による復旧工事を行った。管路の復旧工事の事例として1期淀川導水管の復旧工事について説明する。

(1) 1期淀川導水管の被害状況

1期淀川導水管は大阪市淀川区の淀川導水ポンプ場から尼崎市内の尼崎浄水場までの管径φ1200mm、延長8.2kmの管路であり、そのうち約7.5kmは鉄筋コンクリート管であり、昭和17年から供用している管路である(図4-8参照)。地震により神崎川周辺でコンクリート管の継手部から漏水23ヵ所が確認された。管内面からの調査により、漏水は継手に可撓性や伸縮性がないためにモルタルコンポのカラー継手に緩みが生じ漏水が発生したものと考えられた。管路は市街地の道路下であり交通量も多いため開削工法による補修が不可能であり、内面から継手部にゴム製止水板を取り付ける内面修理工(23ヵ所)と目地修理工(65ヵ所)を実施した。これらの応急補修に約1ヵ月を有し、2月19日に通水を開始

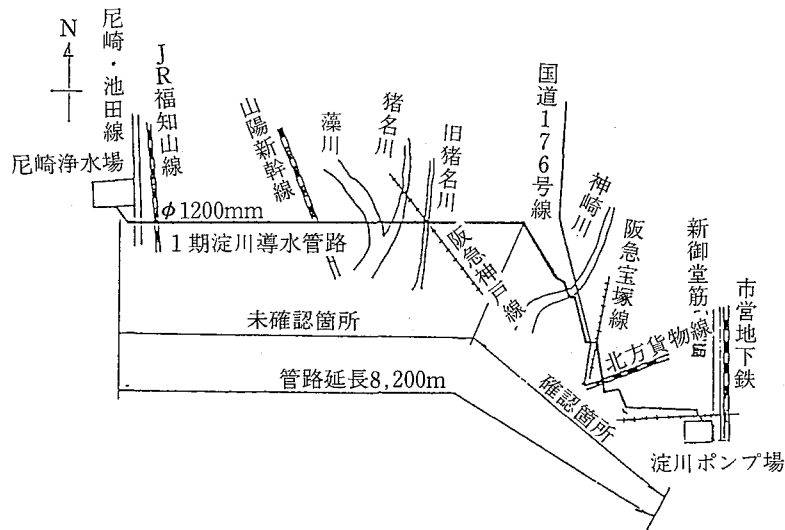


図4-8 1期淀川導水管位置図

した。通水開始時点の導水量 $4,800\text{m}^3/\text{h}$ では異常が見られなかったが、導水量を $5,300\text{m}^3/\text{h}$ (管圧 25m)に増量したときに尼崎浄水場に近い部分4ヵ所で漏水が生じた。導水量を $4,000\text{m}^3/\text{h}$ に減量し管圧を 18m に低下したら漏水も解消したため、その後は導水量を制限する運転管理を行うこととした。

(2) 1期淀川導水管の復旧工事

1期淀川導水管はそのほとんどが、継手に可撓性、伸縮性を有していない鉄筋コンクリート管路である。地震直後には導水管上流部の神崎川周辺で漏水が発見され、通水開始後導水量を増加したときに下流部の浄水場近辺で漏水が生じたため、管路全体に被害が生じていることが確認された。そのため、耐震性の向上を目的とする本復旧工事を行うことが必要と考えた。復旧方法としては、①開削工法による鋼管またはS型ダクタイル鋳鉄管への布設替 ②推進工法による鋼管またはS型ダクタイル鋳鉄管への布設替 ③既設管内に鋼管を挿入するパイプインパイプ工法 等が考えられた。管路が市街地道路下に布設されているため①開削工法での施工は不可能である。そこで、②推進工法と③パイプインパイプ工法を比較すると、③パイプインパイプ工法の方が工事費が安価である。また、1期淀川導水管と同径の鉄筋コンクリート管路である1期尼崎送水管はパイプインパイプで管路更新を行っていたが、今度の地震で被害が生じなかった。このような理由から1期淀川導水管は③パイプインパイプ工法により本復旧工事を行うこととした。

パイプインパイプ工法の断面図を図4-9に示すが、内径 1200mm の鉄筋コンクリート管内に内径 1130mm の鋼管を挿入しコンクリート管と鋼管との空隙はモルタルで充填する。市街地での施工であり、作業用の立坑を減らす目的で曲管通過部については巻込鋼管を採用した。巻込鋼管は鋼管を縮径したも

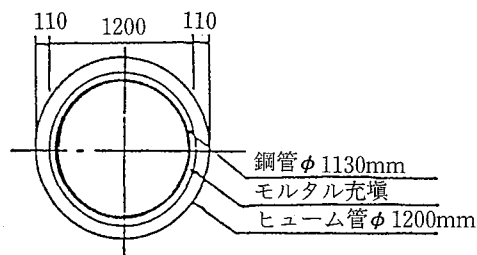


図4-9 管路断面図

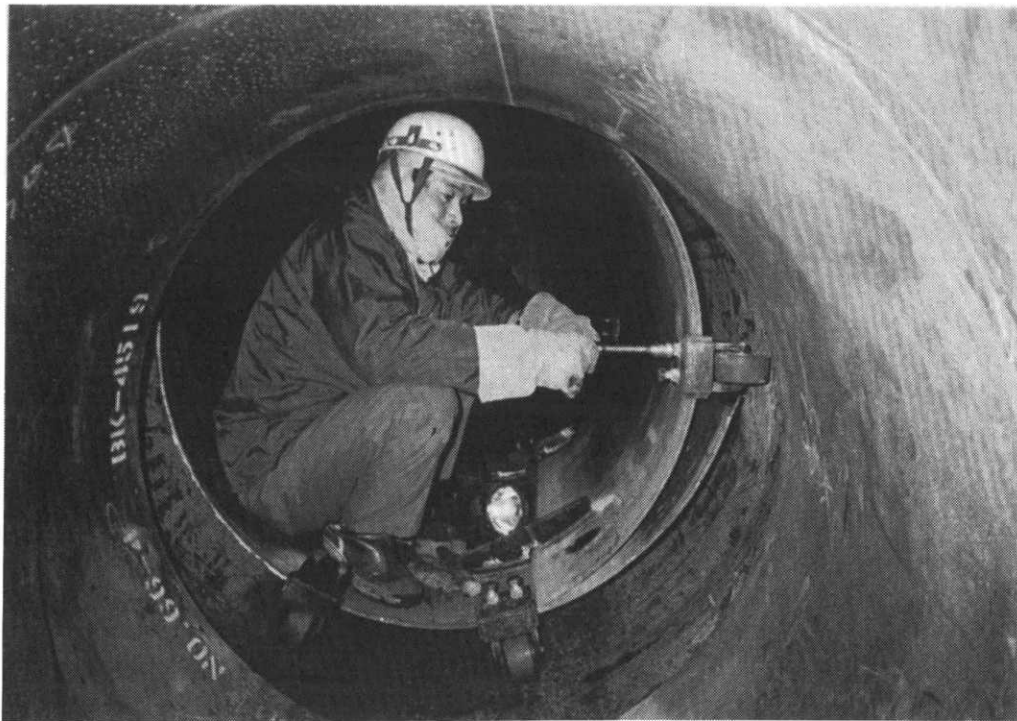


写真4-5 巻込鋼管

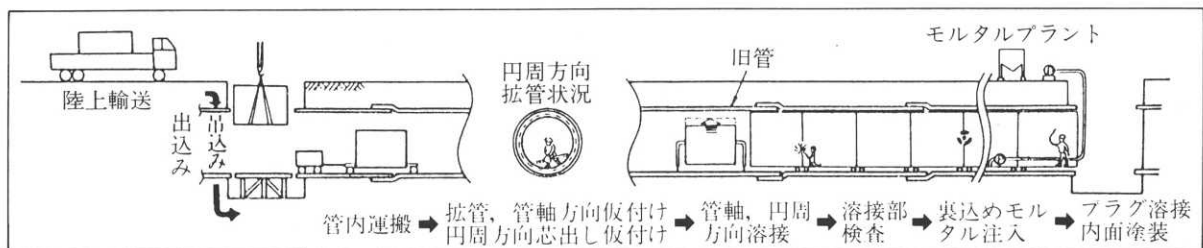


図4-10 パイプインパイプ工法施工手順

のであり、縮径した状態で管内を運搬し、拡管後に管軸方向及び円周方向を溶接する(写真5)。パイプインパイプ工法の施工手順は図4-10に示す。

1期淀川導水管のパイプインパイプ工事については、平成7年11月に着手し8年11月に完了した。

5. おわりに

阪神・淡路大震災で被害を受けた施設については、厚生省等の御支援により今後は同規模の地震で被害が生じないように耐震性の向上を目的とする復旧工事が認められ、当企業団でも被害の著しかった猪名川浄水場や1期淀川導水管等で耐震復旧工事を実施することとなった。1日も早く耐震復旧工事を完成させることが我々の使命である。

また、当企業団は経年化施設も多いことから、施設更新と合わせての施設の耐震化が今後の大きな課題である。被災後、当企業団内に住友恒京都大学教授を委員長とし、学識経験者や行政機関、水道事業者等関係者で“水道施設耐震化計画検討委員会”を組織し、今後の施設計画の提言を受けた。

提言では、今後の施設整備の目標としては、万一、施設の一部に被害を受けた場合でも当該部分の応急復旧は1週間以内で行えることとする。そのため、目標を短期(平成12年)、中期(平成22年)及び長

期（32年）に分けて計画的に実施することとしている。

当企業団の給水対象である神戸市、尼崎市、西宮市及び芦屋市が位置する兵庫県・阪神地域は水資源に恵まれないため、これら4市給水量のうち当企業団からの受水量が70%以上を占めており、阪神水道が水源の役割を果たしている。そのため、今後とも安定給水を果たすためには、災害復旧事業が完了後には、被災しなかった施設の耐震性を向上することがこれからの課題である。

（参考文献）

- 1) 三島和男：阪神水道の災害復旧事業、土木学会誌1996年4月号
 - 2) 岡本知久・村上恵一：阪神水道企業団の災害復旧事業の概要、第40回日本水道協会関西支部技術研究発表会
 - 3) 道清圭策・橋本利明他：阪神・淡路大震災における猪名川浄水場の被害状況と復旧方法、日本水道協会研究発表会、平成8年5月
 - 4) 地盤工学会 阪神大震災調査委員会：阪神・淡路大震災調査報告書、平成8年3月
 - 5) 道路協会 兵庫県南部地震道路橋震災耐震委員会：兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様（案）、平成7年2月
 - 6) (株)熊谷組建設総合本部液状化対策技術推進室：地盤の液状化対策技術資料、平成7年4月（内部資料）
 - 7) 豊島誠之輔・中田欽也他：阪神・淡路大震災における導水管路の被害状況と復旧方法、日本水道協会研究発表会、平成8年5月
 - 8) 阪神水道企業団水道施設耐震化計画検討委員会：阪神水道企業団施設耐震化提言書、平成7年6月
-

5. 神戸市での施設復旧

神戸市水道局浄水課長

佐渡谷 伸夫

神戸市水道局配水課長

安藤 伸雄

(1) 震災前から地震直後まで

1. 概論

神戸市は自己水源に乏しく、阪神水道企業団を通じて主要な水源を淀川に求めており、六甲山を縦断している2本の浄水送水トンネル(標高約90m)から各配水池を通じて自然流下で配水している。本市は給水人口約150万人、日平均配水量約60万 m^3 となっており、その施設と被災の概要を図5-1、表5-1に示す。

幸いにして、配水池までの基幹施設は、地盤条件が良好なこともあり、一配水池を除いて構造的被害は比較的少なかった。また、多重無線を用いたテレメータ・テレコントロール設備も被害は僅かで、復旧に際して最大の情報源となった。

本市の水道システムは、配水池から自然流下となっているので、地震と同時に全市が停電したさいも、直ちに配水停止することはなかった。しかし、想定を大きく上回る地震動により、管路は壊滅的ともいえる被害を受け、地震後数時間で主要配水池のほとんどが、断水状態となった。

その後は、当局職員をはじめ他都市、自衛隊、民間から多数の応援を得て、応急給水と復旧に努め、

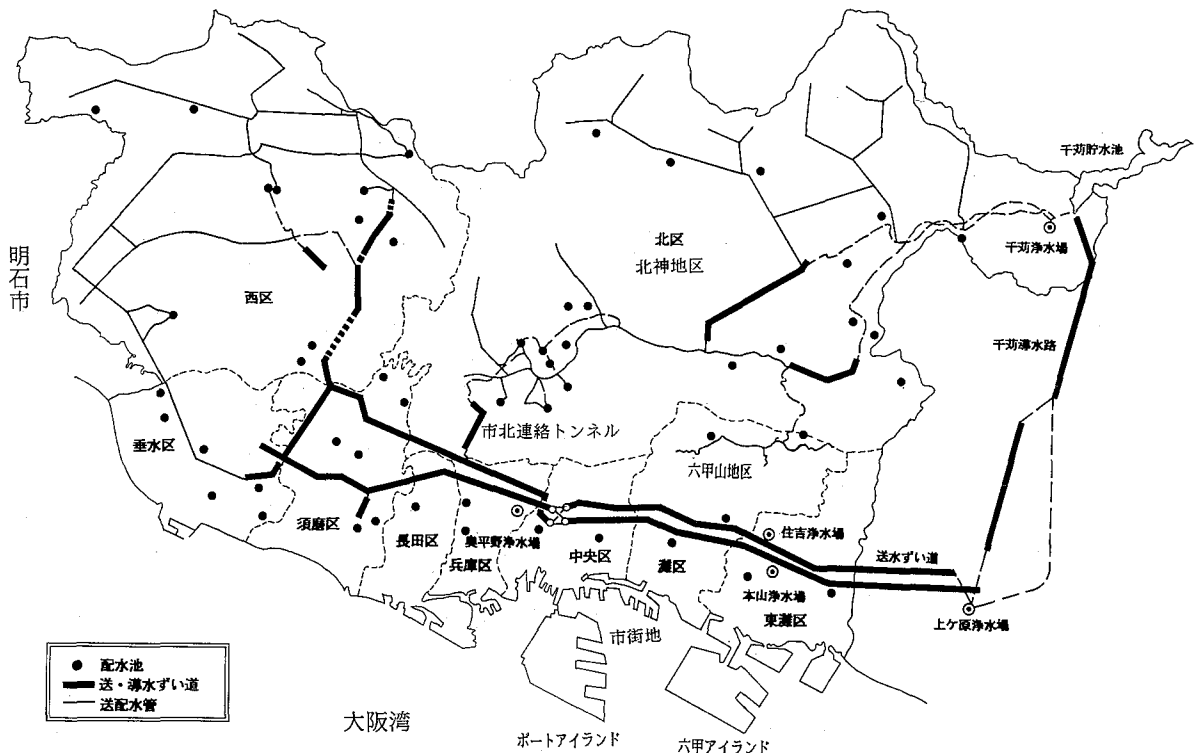


図5-1 神戸市の水道施設

通水率は平成7年2月末で93.6%、3月末に99.98%となり、4月17日に応急復旧が完了した。

ここでは、本市における地震前から震災経験を踏まえた将来計画まで、3章にわたって時系列的に記述する。

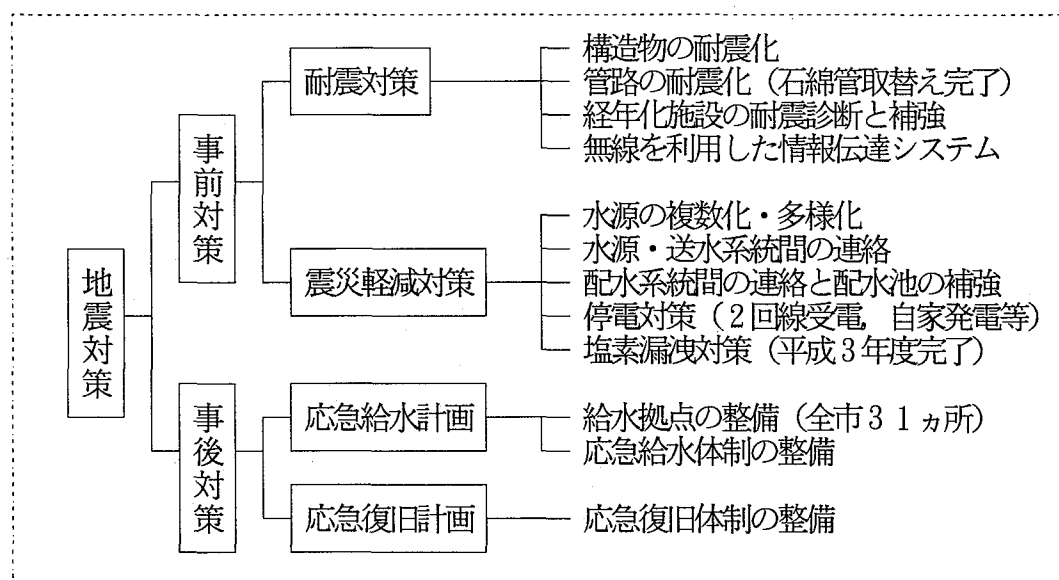
表5-1 水道施設と被災の概要

| 主要施設名 | 数量 | 施設内容 | 主な被災 |
|-------|------------|---|------------------------------|
| 自己水源 | 貯水池 | 有効容量 13,345千m ³ 供給能力 169,000m ³ /日 | ・ダム天端手すり部クラック ・管理用道路壁一部崩壊 |
| | 取水場 | 供給能力 31,000m ³ /日 | ・本山原水取水管漏水 |
| 浄水場 | 7箇所39池 | ろ過能力 308,500m ³ /日 | ・上ヶ原場内各所で被災 |
| ポンプ場 | 46箇所 231台 | 84送水系統 | ・烏原坑内送水ポンプ水没 |
| 配水池 | 119箇所 239池 | 有効容量 501,270m ³ | ・会下山配水池水漏出 |
| 導水路 | 43.3 km | トンネル部 15.6 km | ・千苅導水トンネル一部損壊 |
| 送揚水管路 | 259.7 km | トンネル部 48.2 km | ・本山管路トンネル一部圧潰 |
| 配水管 | 4,002.0 km | ダクタイル鉄管 3,452.1km | ・管の折れ抜け等 1,757件 |

2. 震災までの地震対策

水道が生活基盤施設あるいは社会基盤施設として、重要な役割を担っていることから、平常時はもとより地震時においても、ライフライン機能を確保しなければならない。そこで、関西圏は経験上から地震が少ないと信じる人も多かったが、当局は施設の耐震化を推進すると共に、大事故を含めた緊急時の対応策を準備していた。その体系は表5-2の通りであり、主なものを以下に記す。

表5-2 神戸市水道における従前の地震対策の体系



2-1 配水管の整備

水道水の需要増大に対処するとともに、配水管事故を減らす等のため、配水管の整備を継続して実施しており、石綿管や無ライニング管は、既に布設替えがほぼ完了していた。その後も、铸铁管及びビニル配水管をダクティル化して、管路の強化と耐震化の向上に努めていた。被災時におけるダクティル化されていない铸铁管の布設延長は、320kmで全延長の8%にまで減少していた。

他方、埋立地や幹線配水管については、耐震継手構造のダクティル管を布設し、250km布設した時点で震災となったが、その耐震効果は特筆すべきものであった。

2-2 テレメータ・テレコントロール

本市の水道は系統が複雑なので、適切な水運用を行うには自動監視システムを用いた情報の一元化が必須である。これは非常時においても機能する必要があるため、子局から管理センターまでは中継局を経由する、信頼性の高い無線を採用している。テレメータによる約2,600個のデータが5分毎に自動的に収集され、約500台の機器がテレコントロール可能となっている。このシステムは通常時は勿論、今回の災害時においても十分に活用できた。

2-3 給水拠点計画

本市では、災害時においても1人1日3リットルの飲料水を7日分は確保して、概ね半径2kmに1カ所の割合で、給水拠点を設置する計画を進めていた。

これは2池構造の配水池を利用したもので、1つの池の出口に大きな地震動や異常流量を検知して、自動的に作動する緊急遮断弁を設けて、非常時にも一定量の飲料水を確保して給水拠点として利用するものである。もう一方の池は、上流からの送水が可能な限り配水を続けて、消火用水への活用を配慮している。

配水池に緊急遮断弁を取り付ける工事は昭和61年度にスタートし、震災時には21カ所が整備されており、そのうち18カ所で有効に機能して、初期の応急給水には特に役立った。

なお、給水拠点から遠い六甲アイランドには、容量600m³の緊急貯水槽が建設中であったが、数カ月の差で、地震には間に合わなかった。

表5-3 緊急遮断弁設置配水池（21カ所）の作動状況

| 作動状態 | 池数 | 確保水量 | 備考 |
|---------|----|----------------------|------------------|
| 有効に作動 | 18 | 42,000m ³ | 3リットル/人・日で9日分を確保 |
| 遮断弁は作動 | 1 | 0 | 配水池接合部が躯体から離脱 |
| 遮断弁が不作動 | 2 | 0 | 制御盤の異常 |

2-4 緊急給水用具の備蓄

本市では、通常の工事断水、事故による広域断水等に対応するために、緊急給水用具を各事業所で分散備蓄していた。

表5-4 緊急給水用具一覧（合計容量259m³）

| | |
|--------|--|
| 給水タンク車 | 3.5 m ³ 1台、2 m ³ 4台（全て圧送式） |
| 給水タンク | 2 m ³ —4個、1 m ³ —23個 |
| 携行缶 | 18リットル—1,812個、10リットル—18,369個 |

3. 初動体制

3-1 被害規模と職員の出動状況

災害時の対応マニュアルとして、神戸市地域防災計画及び水道局防災組織計画があったが、今次の地震は想定を遙に超越したものであった。

平成8年1月12日の統計によると死者4,512人、負傷者14,679人、避難者236,899人になった。一方、平成7年8月31日時点での建物被害は、全壊家屋67,421棟、半壊家屋55,145棟、全半焼家屋7,388棟になっている。当局職員も1名が死亡し、218名の自宅が半壊半焼以上の被災となった。

神戸市は震源に近かったため、市街地を中心に大きな被害を受けた反面、新興住宅地となっている丘陵地帯の被害は比較的少なかった。沖積層地帯に発展した市街地に居住していた者は、地鳴りと共に下から突き上げられ、死に直面した人、瓦礫の中からの救助活動や消火作業に従事し、あるいは家族等を避難所に誘導した人もいた。一方、住宅地に住んでいる職員は、被災状況が判らないまま、市街地に到達して茫然とした者が多かった。

このような状態のなか、当局職員の約7割が当日中に、所属もしくは他の事業所へかけつけた。休職、長期出張職員等を除き、水道サービス公社派遣職員を含んだ職員の出動状況を図5-2に示した。

地震当日は、被害規模が把握出来ない状況であったが、広範囲に断水していることは確かだったので、タンク車による応急給水が復旧の第一歩となった。

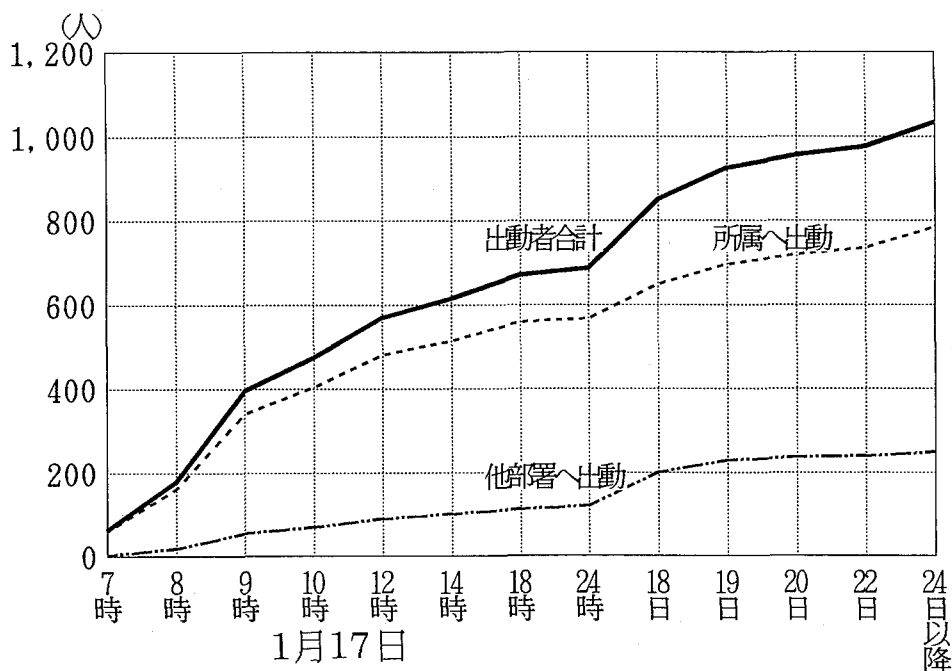


図5-2 職員の出動状況

3-2 水道局本庁舎等の被災

水道局本庁舎は、市役所2号館8階建ての6階にあり、水道局専用フロアとなっていた。この建物は昭和32年の建築で、4階までは鉄骨鉄筋コンクリート製、5階以上は鉄筋コンクリート製である。直下型地震による強烈な上下動、及び南北方向の揺れにより、6階部分の柱に座屈破壊が生じて、7階以上が2m近く北側に変位した状態で、崩れ落ちた。このため、水道局本庁の各部課の図面や書類等は、

応急復旧時には、全く利用できなかった。

1番最初は、水道局の運転手4名の控室である1号館地下の小部屋を対策本部とした。その後、一会議室を確保したものの、水道施設に関する図面類はもとより、紙、鉛筆もない状態からスタートせざるを得なかった。

また、東部営業所も入居しているビルの損壊により、まず書類を持ち出す作業から始まった。西部センターは、付近一帯が火災となり隣接のビルまで全焼し、水道局にも延焼したが、消防当局の努力により、一部類焼の被害に止めることができた。しかし、職員は重要書類の持ち出し、消火協力、鎮火後に持ち出し書類の再搬入、及び夜間照明設備などの業務が必要であった。

これら庁舎の被災により、情報の把握が一層困難となり、応急復旧にも影響を与えることとなった。なお3月になってから、2号館7階の鉄筋コンクリート床面を破砕して、比較的多くの書類を取り出すことができた。



写真5-1 水道局フロアの掘出し作業

(2)水源から配水池まで

1. 貯水施設

貯水施設は、千苧貯水池、布引貯水池、烏原貯水池の3カ所で、その概要は表5-4の通りである。

表5-4 貯水施設の概要

| 貯水池名 | 完成年 | 場所 | 型式 | 有効貯水量 | 地震時の貯水量 | 貯水率 |
|-------|------|-----|-------------|---------------|--------------|-------|
| 千苧貯水池 | 大正8 | 北区 | 重力式粗石モルタル積み | 11,612千 m^3 | 1,948千 m^3 | 17.3% |
| 布引貯水池 | 明治33 | 中央区 | 重力式粗石コンクリート | 417千 m^3 | 194千 m^3 | 46.6% |
| 烏原貯水池 | 明治38 | 兵庫区 | 重力式粗石モルタル積み | 1,315千 m^3 | 486千 m^3 | 37.0% |

各貯水池について地震直後に局職員による緊急調査を実施するとともに、1月25日から26日にかけて建設省、土木研究所等による現地調査が行われ、2月4日と8日には神戸大学桜井春輔教授による現地調査を実施した。

1-1 千苧貯水池

千苧貯水池は前年からの大濁水で、当日の貯水率は17.3%まで低下していた。当日の緊急調査では問題になるような被害は認められず、後日の専門家による調査でも、堤体に特に変状は無く、ダム天端手すり部にクラックが生じた他、左岸側余水吐きへの管理用道路の崖が数カ所崩落している程度の被害であった。

1-2 烏原貯水池

烏原貯水池は、右岸堤体で以前からあった堤体を垂直に割るクラックが助長された程度で、堤体中央部下流面で水面より高いところから水が1カ所にしみ出ているが、地震との関係については不明確であった。

1-3 布引貯水池

布引貯水池は、左岸余水吐き下流に崖崩壊4カ所、左岸側の布引断層に沿って地割れが見られた。堤体の垂直クラックは以前からあったものが地震で多少広がった可能性がある等の被害があった。また、堤体及び基礎岩盤の排水口からの排水量が全体で約6倍に増加した。

以上、3カ所の貯水池については地震後直ちに対策を必要とするような被害、変状、安全管理上重大な問題は発生しなかったが、「神戸市水道局ダム研究会」を再開し、貯水池の地震による被害評価と対応策の検討を行った。その結果、布引貯水池については、①堤体や排水孔からの漏水を減少させるために漏水防止工が必要である ②現行のダム基準を満たすために適当な時期に堤体の補強工事が必要であるとの提言を受け、平成7年10月より堤体と基礎岩盤にモルタルグラウトを行う災害復旧工事に着手した。(工期 平成7年9月～平成9年3月、グラウト工 約1,700t)

地震直後から、各貯水池への流入水量に変化が見られ、特に烏原貯水池では通常は4,000 m^3 /日の流入量が21日には22,000 m^3 /日、23日には31,000 m^3 /日と増加し、1月末まで2万 m^3 /日台を継続し、2月に入って1万 m^3 /日を割るようになった。

一方、貴重な自己水源として取水している各種トンネル湧水(JR新幹線トンネル、北神急行トンネル、道路トンネル等から発生する湧水)の量も地震後、一時的に全体で約4倍に増加し、1年後ほぼ平常に戻

った。

2. 導水施設

導水施設の内、大きな被害を受けたのは神戸市の北端に位置する千苺貯水池から西宮市北東部にある上ヶ原浄水場へ導水する、大正8年に完成した頂径1.8mの馬蹄形コンクリート隧道（延長約8.4km）と、昭和2年に完成した1.8m×1.5m馬蹄形コンクリート隧道（延長約5.1km）を中心とする千苺導水路である。地震時、この導水路は千苺貯水池の大湧水により断水していたが地震直後、それまではわずかな量であった漏れ水が数倍に増加するとともに濁度も急上昇した。特に、芦屋断層の北東側末端付近に位置する昭和初期に完成したコンクリート隧道は全路線にわたって相当な被害を受けた。千苺導水路の被害状況と復旧方法は表5-5の通りである。

表5-5 千苺導水路の被害状況及び復旧方法

| 路線 | 被害状況 | 復旧方法 |
|--------|---|--|
| A C | 部分的に微細なひび割れがみられるがほとんど影響は見られない | |
| D | 全体に幅0.6～6mmのひび割れが水平・横断方向に発生 斜め方向のひび割れも認められ、ひび割れの段差は最大で15mmあった | ・ダクタイル鋳鉄管(PI形 ϕ 1500)による ハ°イプ・イントソル工L=3、400m ・工期 H8.6～H9.3 |
| E | 全域に幅0.1～20mmのひび割れが水平・横断方向に発生 ひび割れの段差は最大15mm、側壁・アーチ部のコンクリートが崩落し、近傍の内空断面が高さ、幅ともに3～5cm縮小した部分あり | ・ダクタイル鋳鉄管(PI形 ϕ 1,350)による ハ°イプ・イントソル工L=4、900m ・水管橋架設(ϕ 1350、3ヶ所) ・推進工(ϕ 1350)L=81m |
| F | 全域に幅0.1～5mmのひび割れが水平・横断方向に発生 ひび割れの段差は最大で10mmあった | ・工期 H7.11～H9.3 |
| G | 全域に幅0.1～20mmのひび割れが水平・横断方向に発生 ひび割れの段差は最大で23mmあった、特にアーチ部コンクリートの剝落、内空断面が幅で28cm縮小、高さで18cm拡大し左右に35mm食い違う等一番被害が大きい | ・鋼製支保工11ヶ所 200基189m ・クラック補修等の応急復旧 |
| H | 全域に幅0.2～7mmのひび割れが水平・横断方向に発生 ひび割れの段差は最大で5mmあった | |

その他に、住吉川から取水し本山浄水場(8,000m³/日、急速ろ過)に導水する本山導水路(昭和27年布設、 ϕ 300mmコンクリート管、L=155m)が数ヶ所で漏水したため、応急的に ϕ 250mmVP管を河川敷に仮配管した。本格的な復旧は、災害対策で河川に計画された緊急避難道路内に ϕ 300鋳鉄管(360度コンクリート巻き)で布設を計画している。また、導水管路の途中に設置されている除砂池にもオーバーフロー管、ドレン管の損傷、周辺石積みの崩落等の被害があった。

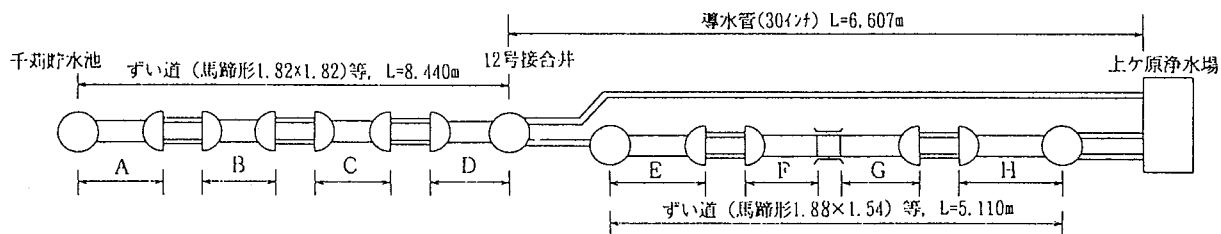


図5-3 千苺導水路概要図

3. 浄水施設

神戸市では7カ所の浄水場が稼働していた。各浄水場の概要は、表5-7の通りである。

表5-7 神戸市の浄水場の概要

| 浄水場名 | 場所 | 処理能力 (m ³ /日) | 施設完成年 | 浄水方式 |
|------|-----|--------------------------|----------|-----------|
| 上ヶ原 | 西宮市 | 125,700 | 大正7、昭和6 | 急速ろ過、緩速ろ過 |
| 住吉 | 東灘区 | 5,500 | 昭和10、平成7 | 急速ろ過 |
| 本山 | 東灘区 | 8,000 | 昭和27 | 急速ろ過 |
| 奥平野 | 兵庫区 | 60,000 | 昭和58更新 | 急速ろ過 |
| 六甲山 | 灘区 | 1,000 | 昭和43 | 急速ろ過 |
| 千苺 | 北区 | 108,000 | 昭和42、51 | 急速ろ過 |
| 有馬 | 北区 | 300 | 昭和27 | 緩速ろ過 |

浄水場のうち、大きな被害を受けたのは、上ヶ原浄水場であった。上ヶ原浄水場は上水道と工業用水道の共同施設である。地震時、上ヶ原浄水場の水源である千苺貯水池は大濁水に見舞われており、北神地区の濁水対策上前年の夏頃から上ヶ原浄水場への導水は停止しており、上水道は緩速ろ過池の維持用運転のみで、工業用水道が通常の運転をしていた。

地震によって緩速ろ過池、排水処理施設、送水管路等いたるところで被害を受け、応急復旧→通水→漏水の繰り返しで、とにかく送水が開始されたのは、約1ヵ月後であった。

表5-8 浄水場の運転再開状況

| 浄水場名 | 場所 | 運転再開日時 |
|------|-----|----------|
| 上ヶ原 | 西宮市 | 2月20日 |
| 住吉 | 東灘区 | 整備工事中 |
| 本山 | 東灘区 | 2月14日 |
| 奥平野 | 兵庫区 | 1月17日16時 |
| 六甲山 | 灘区 | 1月21日 |
| 千苺 | 北区 | 1月17日9時 |
| 有馬 | 北区 | 1月17日12時 |

その他の浄水場では、本山浄水場では洗浄水槽の入水、送水管の破損、水槽 (RC製) のクラック発生等の被害があり、運転再開が遅れた。その他は軽微な被害ですみ、電力の復旧とともに順次運転を再開した。各浄水場における運転再開状況は表5-8の通りである。

また、浄水場の被害状況と復旧方法は表5-9の通りである。

表 5-9 浄水場の被害状況と復旧方法

| 浄水場名 | 場所 | 被害状況 | 復旧方法 |
|------|-----|---|---|
| 上ヶ原 | 西宮市 | <ul style="list-style-type: none"> ・上水送水管(Ø1200PC管)継手漏水多数 ・急速沈でん池伸縮継手から漏水 ・逆洗排水(Ø300铸铁管)洗砂排水(Ø150VP管)返送管継手漏水 ・洗浄水槽入水管(Ø450铸铁管)送水管(Ø600铸铁管)継手漏水 ・緩速ろ過池駆体にクラック漏水、下部集水装置損壊によるろ過砂陥没 ・連絡管(着水井～沈でん池Ø900铸铁管)継手漏水 ・排水処理施設送泥管(Ø400～100铸铁管)継手漏水、管体損傷漏水 ・排水処理施設濃縮槽傾斜板脱落損傷 ・排水処理施設周辺地盤沈下、石積みクラック、移動等 ・排水処理施設各種機器連絡配管損傷 ・場内各所石積み、舗装部にクラック | <ul style="list-style-type: none"> ・内面から漏水防止板で止水、通水したが、漏水箇所が管路全体にあり、引き替えまでの間Ø600mm鋼管で仮配管 本格的にはØ1200mm耐震継手铸铁管で布設替え ・弾性材でシーリング ・Ø300は管再使用、Ø150は新VPで布設替え ・継手漏水修理、本格復旧で布設替え ・駆体クラックの補修、下部集水装置の補修(耐震化) ・耐震継手铸铁管で布設替え ・漏水箇所多数のため別ルートで仮配管(Ø300铸铁管)、本格復旧は耐震継手铸铁管に布設替え ・傾斜板取替 ・石積み修復、地盤整形 ・工期 H7.12～H9.3 |
| 本山 | 東灘区 | <ul style="list-style-type: none"> ・洗浄水槽入水管(Ø75FC)送水管(Ø400FC)漏水 ・洗浄水槽周辺石積崩落、舗装沈下 ・洗浄水槽にクラック発生 | <ul style="list-style-type: none"> ・铸铁管で布設替え ・応急復旧 ・応急復旧 |
| 奥平野 | 兵庫区 | <ul style="list-style-type: none"> ・沈でん池検水管(Ø50VP)漏水 | <ul style="list-style-type: none"> ・応急復旧 |
| 有馬 | 北区 | <ul style="list-style-type: none"> ・階段周辺の陥没、石積みの崩壊 | <ul style="list-style-type: none"> ・応急復旧 |

4. 送水施設

送水施設のうち、大きな被害を受けたものは「本山管路トンネル」と「熊内管路トンネル」であった。両施設ともに、阪神水道企業団から受水した浄水を送水トンネルから分岐して、東灘低層配水池及び熊内低層配水池へ送水する管路トンネルである。

その被害状況と復旧方法は表5-10の通りである。

表 5-10 送水施設の被害状況と復旧方法

| 施設 | 被害状況 | 復旧方法 |
|----------|---|--|
| 本山管路トンネル | <ul style="list-style-type: none"> ・トンネルのコンクリート覆工にクラック多数発生 ・トンネルのコンクリート覆工の圧壊 ・$\phi 1000$mmPC管継手漏水 5ヶ所 ・$\phi 300$mmヒューム管(湧水排水管)継手漏水, 管体亀裂漏水 多数 | <ul style="list-style-type: none"> ・応急的に$\phi 1000$mmPC管継手部コーキング ・本格的には$\phi 1000$mm耐震継手鑄鉄管に布設替え(L=340m) ・トンネルの圧壊部は鋼製支保工でクラック部は樹脂等で補修 ・工期 H7.10~H8.6 |
| 熊内管路トンネル | <ul style="list-style-type: none"> ・トンネルのコンクリート覆工にクラック多数発生 ・トンネルのコンクリート覆工の崩落 ・$\phi 1000$mmPC管継手漏水 | <ul style="list-style-type: none"> ・被災箇所が部分的であったため継手部のコーキング後被災部分を中心に17mmϕでトンネルを閉塞 ・工期 H7.10~H8.2 |

5. 配水施設

神戸市には当時配水池119ヶ所239池、ポンプ場46ヶ所231台の施設が稼働していた。

これらの施設のうち被害を受けたものは、配水池で38ヶ所、ポンプ場で8ヶ所であった。

配水池については、会下山低層配水池を除いて配水に直ちに影響のあるものはなかった。会下山低層配水池は会下山断層の近傍に位置し、当初は配水池と弁室との接続部に約10cmの開きが生じた他、伸縮継目の開き・駆体コンクリートに発生したクラックによる漏水が著しかった。クラック等の応急復旧後、片池を供用しながら詳細に調査した結果、耐震性に問題のあることが判明し全面的に改修することとした。

その他の配水池の被害は、池内導流壁 (FFU 製) の損傷、周辺舗装の損傷、側溝の損傷、石積みのクラック・崩壊、駆体伸縮継目の開き、コンクリートのクラック発生等が主なものであり、順次原状に復旧した。

ポンプ場については、場内舗装、側溝、石積み等の損傷のほか、建屋にも損傷が見られたが軽微なものであり順次原状に復旧した。

6. 受配電設備及び機器

6-1 受配電設備

受電電圧20KV から200V までの施設は98ヶ所あったが、被害状況と復旧方法は表5-11の通りである。

表 5-11 受配電設備の被害状況と復旧方法

| 被害状況と発生場所 | | 復旧方法 | |
|--------------------------------------|-----------------------|------|--|
| 1. 引込柱に傾き発生 | 1. 藤原ポンプ場 | 北区 | 建ち直し及び支線増設 |
| | 2. 熊内ポンプ場 | 中央区 | |
| 2. 配電盤の基礎ボルト 損傷 電気室床面陥没に よる | 1. 住吉浄水場 | 東灘区 | チャンネルベースの外側にL金具を溶接し、基礎ボルトにて再固定 チャンネルベースの下部、外側に金具を溶接し、基礎ボルトにて応急復旧 本復旧は、床面の復旧と時期を合せて実施 |
| | 2. 上ヶ原浄水場 | 西宮市 | |
| 3. 変圧器の基礎ボルト 損傷により変圧器 移動 | 1. 下谷上ポンプ場 | 北区 | 変圧器を元の位置に戻し、新規に振れ止め金具を取付け再固定する |
| | 2. 丸山ポンプ場 | 長田区 | |
| 4. モルト式変圧器の 高低圧分離サース | 1. 上ヶ原浄水場 | 西宮市 | 分解、再取付けの予定 |
| | 2. 狩場台ポンプ場 | 西区 | |
| 5. 高圧ケーブル保護管 の損傷 | 1. 上ヶ原浄水場 | 西宮市 | FEPにて保護、土木工事とあわせて配線復旧 |
| 6. 特高圧遮断機、断 路器作動不全 (空気操作式) | 1. 名谷ポンプ場 (20kv受電) | 垂水区 | 空気配管の点検整備と遮断器の固定金具の増設 |

6-2 自家発電設備

神戸市では、1) 配水量の約75%を阪神水道企業団と県営水道から浄水で受水しており、それぞれの受水点は送水トンネル又は配水池である 2) 需要家への給水はすべて配水池を経由した自然流下方式で、配水池の配水側ではポンプを設置していない の理由から停電が発生しても即時に断水にならないので、自家発電設備は浄水場、送水ポンプ設備駆動用に設けていなかった。

地震時の自家発電設備は テレメータ中央管理室空気調和設備へ供給用のものの他坑内ポンプ場の湧水、排水ポンプ駆動並びに照明・換気設備への給電用に4ヵ所設置されていた。被害状況と復旧方法は、表5-12の通りである。

表 5-12 自家発電設備の被害状況と復旧方法

| 被害状況と発生場所 | | 復旧方法 | |
|---------------------|-----------|------|------------------------|
| 1. 冷却水断水により 動作不全 | 1. 烏原ポンプ場 | 兵庫区 | 水配管設置 (ポンプ用モータ、操作盤が水没) |

6-3 直流電源設備

直流電源設備は、受変電施設操作電源、計装設備用として蓄電池103ヵ所、インバータ81ヵ所設置されていたが、被害状況と復旧方法は、表5-13の通りである。

表 5-13 直流電源設備の被害状況と復旧方法

| 被害状況と発生場所 | | | 復旧方法 |
|---|-------------|-----|--|
| 1. 蓄電池架台基礎が 破損又はキュービク ル型蓄電池台車ストッ パ損傷 | 1. 再度接合井 | 中央区 | 損傷部を新規に作成し、再固定 |
| | 2. 西舞子配水池 | 垂水区 | |
| | 3. 天王谷ポンプ場 | 兵庫区 | |
| | 4. 横尾配水池 | 須磨区 | |
| | 5. 平野接合井 | 中央区 | |
| | 6. 有馬計器室 | 北区 | |
| 2. 蓄電池の損傷 | 1. 会下山中層配水池 | 兵庫区 | 蓄電池を取替及び触媒栓の取替 |
| 3. 直流電源盤及びイン バータ盤傾斜(床面 の陥没による) | 1. 上ヶ原浄水場 | 西宮市 | ファンベースの下部、外側に金具を溶接し、傾斜を修正、本格復旧は床面の改修時に |

6-4 ポンプ等負荷設備

ポンプ設備は、ポンプ場46ヵ所、ポンプ231台が設置されていたが、被害状況と復旧方法は表5-14の通りである。

表 5-14 ポンプ設備の被害状況と復旧方法

| 被害状況と発生場所 | | | 復旧方法 |
|---|-----------|-----|--------------------------------------|
| 1. 調整池送水ポンプ 用電動機絶縁不良 湧水・排水ポンプ 用操作盤絶縁不良 | 1. 烏原ポンプ場 | 兵庫区 | メーカー工場にて分解整備 |
| | | | 現地にてリレー、スイッチ等交換 |
| 2. 送水ポンプ機側盤 据付架台損傷 | 1. 鶴甲ポンプ場 | 灘区 | 鋼板製点検歩廊に溶接により再固定 |
| 3. 排水処理施設各種 操作盤傾斜 | 1. 上ヶ原浄水場 | 西宮市 | ファンベース下部、外側に金具を溶接し、傾斜を修正、本復旧は床面の改修時に |

6-5 無線テレメータ設備

全市域の送配水施設(ポンプ場44ヵ所、配水池119ヵ所等)を奥平野管理センターより、テレメータ・テレコントロールするシステムで、中央監視局1ヵ所、中継局3ヵ所、子局55ヵ所が全般的に重大な損壊もなく、地震発生直後からほぼ正常に稼働しており、NTT電話回線が渋滞不通の状況下で唯一各施設の状況を把握する手段として有効に動作した。被害状況と復旧方法は表5-15の通りである。

表5-15 無線テレメータ設備の被害状況と復旧方法

| 被害状況と発生場所 | | | 復旧方法 |
|--------------------------|--------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1. 鉄塔の傾斜 | 1. 奥平野管理センター | 兵庫区 | 挫屈部補強 |
| 2. 鉄塔上の航空障害 灯落下、避雷針損傷 | | | 取替 |
| 3. 監視制御用CRT転倒 | | | 固定 |
| 4. 子局装置基礎ボルト 損傷 | 1. 住吉 2. 高取 3. 押部谷 | 東灘区 長田区 西区 | チャンネルベースの外側にL金具を溶接し基礎ボルトで固定 |
| 5. 無線機特性管理値 逸脱 | 1. 神出 | 西区 | 現地で調整 |

(3)配水管から給水装置まで

1. 応急給水

緊急遮断弁の作動により飲料水が確保された配水池を、最初の給水基地とするべく、配水池の器具庫に格納されている応急給水器具を組み立てて、給水タンク車や携行缶による給水を、震災当日より開始した。しかし、タンク車による運搬給水は、交通渋滞や運搬地点の遠さ、水量不足などにより限界があった。

1-1 応急給水方法

応急給水は、人工透析病院や小中学校、避難所を主な対象に、給水タンク車や携行缶を積んだトラックを用いた。この方法は、激しい交通渋滞の中では1日に3～4回位の給水となり、給水量が全く不足していた。多くの住民は寒風のなか、給水車が来るまで根気よく並んで待ち、停電したマンションの住民は、エレベータを使用できず、階段を上下して水を運んだ。本市における緊急用給水資機材の備蓄量だけでは不十分であり、住民サイドにおいても水を運搬保管する道具を持たず、ペットボトルや鍋、やかん類を利用する者が多かった。

電力が1月23日に全市の応急送電を完了したのに対して、同じライフラインでも地中に配管された水道の復旧は容易ではなく、その間の応急給水に職員の多くが従事した。しかし、日時の経過とともに住民の量的要求が増大し、タンク給水に精力を注げば復旧作業が遅れるというジレンマが生じた。他都市や民間からの応援が増えるにつれて、応援者が地理を理解できた段階で、応急給水は応援者が主体で実施できるようになった。

一方、鉄道の不通による自動車交通の増大に加えて、行方不明者の搜索や損壊した建物の取り壊し撤去作業による通行規制により、道路交通が極度に渋滞しており、緊急車両でも走行出来ない事態も発生した。そこで、水量の不足や市民間の公平を配慮して一時的に給水停止していた、被害の少ない区域の配水を再開し、タンク給水区域の縮小を図った。パイプによる給水を行わなければ対処不能になることが明らかになったので、その後、配水管路の復旧に従って、

- | |
|-------------------------------------|
| ① 通水した管路の消火栓に、ホースを接続した仮設共同給水栓を設置 |
| ② 倒壊家屋等が障害となり、配水管の修繕が困難な路線には、仮設管を布設 |
| ③ 宅地内では、少なくとも一給水栓を確保した。 |

これは、住民の大きな労力となる水運搬を減らし、合わせて応急給水の負担軽減となった。

消火栓に設置した給水栓は、主に他都市から支援されたもので、都市名が明記されており、それぞれ工夫したものであった。

また、容量1 m³程度のゴムや帆布製の折り畳み式タンクが数都市から支援され、避難所に設置して、給水タンク車から直接市民に給水せずに、仮設タンクに注水する事により、タンク車の稼働効率を向上できた。

1-2 応援給水

当局は1月17日13時、相互応援協定を結んでいる12大都市に対して応援給水を要請したほか、厚生省、神戸市、兵庫県及び日本水道協会等を通じて、水道事業体や自衛隊に応援を要請した。

しかし、要請するまでもなく、近隣都市からは自発的な応援を震災当日から頂いた。翌18日には、海上自衛隊などによる給水船からのタンク給水が自主的に開始された。給水拠点が山ろく部の配水池を主体としていたこともあり、海からの給水船による給水タンク車や、一般市民への応急給水は非常に効果的、効率的であった。

応援給水のピークは1月25日で、83都市、民間20団体、自衛隊から合計804人と432台の給水車が給水作業に従事した。

その後も連日300台を超える給水車による作業が続けられた。

表5-16 応急給水の規模

(1) 給水車

| | 団体数 | 延べ人数 | 延べ台数 | 期間 |
|-------|-----|--------|--------|-----------|
| 自治体 | 156 | 17,208 | 7,448 | 1/17-3/22 |
| 陸上自衛隊 | 1 | 11,053 | 5,365 | 1/18-3/15 |
| 民間 | 54 | 2,366 | 1,260 | 1/17-3/19 |
| | 211 | 30,627 | 14,073 | |

(2) 給水船

| | 係留箇所数 | 期間 |
|-------|-------|-----------|
| 海上自衛隊 | 6 | 1/18-3/31 |
| 海上保安庁 | 2 | 2/1-3/24 |
| 民間 | 3 | 1/24-3/10 |
| | 11 | 延べ423隻 |

2. 配水管の被害と復旧

2-1 漏水

今回の地震では、とりわけ配水管と給水管の被害が甚大で、想像を超える漏水が生じた。地震発生時刻頃は、水使用量の少ない時間帯であり、地震直後の配水量のほとんどが漏水と推定される。多量の漏水が生じた割には地上漏水やその痕跡が少なかったことから、漏水の多くが地下水流と合流したり、地震で生じた地盤の亀裂を通して、破損した下水管内や河川に流入したと考えられる。当初は管路の被害規模は予測できなかったが、通水再開後の配水量が異常に多く、あらためて被害規模の大きさが判ってきた。

日々の配水量中で、どれだけ漏水していたかを算出するため、健在であったテレメータデータを利用した。これは、深夜配水量の時間最小値を震災前と比較して、その増分を震災による漏水の増加量と見なした。

漏水の指標としての最小流量の増加量図に、通水率及び2ヵ年の配水量を比較して、図5-4が得られた。この図及び図6-1から判るように、2月中旬は水源量(受水量)が不足したため、給水区域の拡大を抑えて漏水の調査修繕に努めた。2月下旬からは、本市が受水している阪神水道の送水量が回復してきたので、通水率を100%近くまで急速に上げた。そのため、漏水量も急増したものの、修繕の進捗につれて最小流量の増加量は、漸減していく過程をとっている。

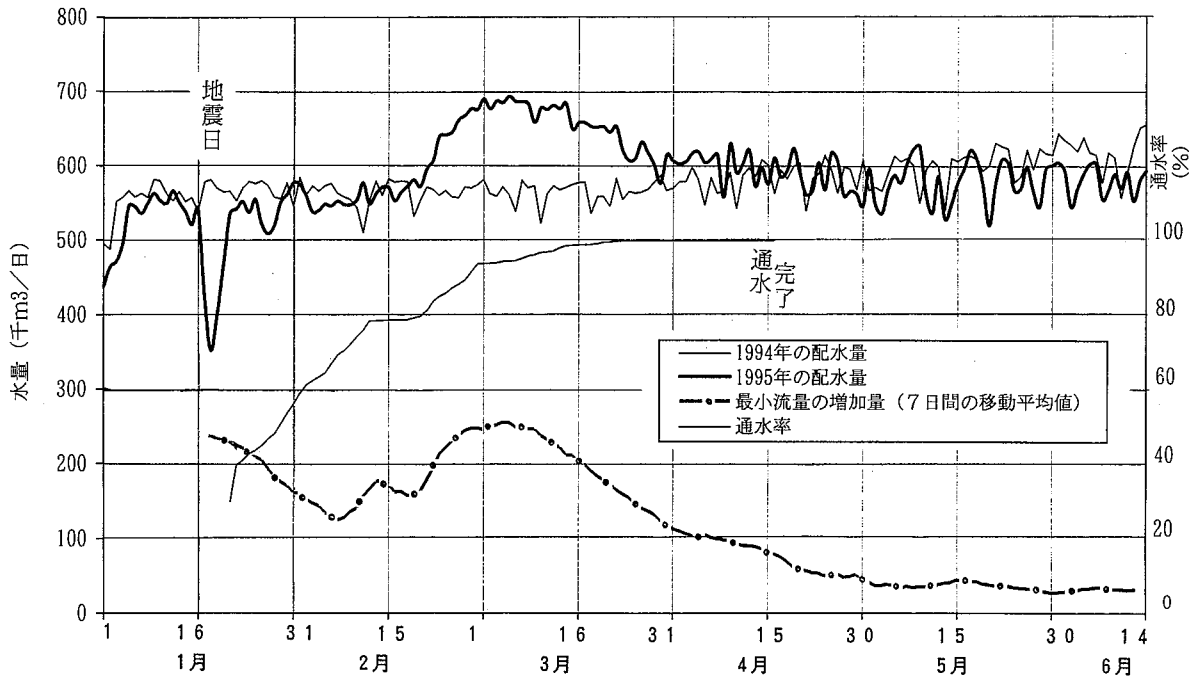


図5-4 配水量と最小流量の増加量

2-2 火災

地震発生の直後から神戸市では同時多発的に火災が発生し、消防局の資料によると、午前6時までの火災発生件数54件、当日では109件、地震後10日間では175件になった。

神戸市における消防車の保有台数は100台であり、消防当局による初期消火は困難を極めた。また消防車が到着しても、水圧低下のため使用できない消火栓が多かったとされている。特に火災の多かった市西部地域は、当日の夜から重点的に緊急配水を試みたが、被災した管路からの漏水が多く、火災地点には到達しなかった。

他市の応援ポンプ車隊は合計182隊860人が地震当日に到着し、河川水や海水も活用したが、延べ消失床面積は長田区を中心に82万㎡に達した。このような事態における消防用水の確保について、市レベルでの対応策が新たな課題となっている。消防局資料によると、平成6年度における公私設防火水槽は約1,300基であった。

【地震時に長田消防署で仮眠していた一署員の手記（消防機関紙から抜粋要約）】

揺れが終わった直後、1階受付に駆けつけ、無線機をもって玄関に出ると、西方向のビルの間から赤い炎が見えた。消防本部へ無線送信した時から、1昼夜に及ぶ消火活動が始まる。

消防署から200mの距離にある長田区川西通に急行する。道路は陥没し、建物は倒壊、僅かに残る耐火建築物も傾斜した状態で、私にとって考えもつかない大地震が神戸を襲ったと直感した。

第1現場では3名を救出、消火活動を開始したが、すぐ水が出なくなった。河川水利を求めて湊川に転戦、このとき区内では10数ヵ所で火災が発生しており、長田消防署の当直署員24名、消防車5台、救急車2台の陣容で対処しなければならなかった。

私は、第1現場（5時51分到着）、第2現場（6時20分到着）、第3現場（9時40分到着）、第4現場（14時到着）と転戦、火災は時間と共に焼失面積が増加し……

2-3 復旧順序

地震当日は、神戸市の水量の3/4を供給している阪神水道企業団からの送水が一時的に停止し、送水再開後も送水量は大幅に減少した。翌18日からは少しずつ送水量が回復してきたので、配水池に貯溜してから順次、配水の再開を試みた。しかし、漏水により水圧が上がらず、末端まで届かない状態であり、これでは漏水点さえ発見できない。

そこで、改めて復旧方針の概要を定めた。それは既設バルブによって通水区間を区分して、まず試験通水する方法で、漏水があれば修繕してから次の区間に移ることにした。

通水する配水区域の優先順序は、以下のように取り決めた。

| |
|-------------------------------|
| ① 被災地や医療機関が多く、給水人口が比較的多い配水区域 |
| ② 配水管の破裂・漏水被害が比較的少ないと思われる配水区域 |
| ③ 地滑り、土砂崩れなどの危険性が少ない地域 |

一配水区域における復旧順序は、今回の経験を踏まえて図5-5に示す復旧順序で、迅速かつ公平に行うのが望ましいと考えている。

| 応急復旧順序 | 第1段階 | 第2段階 | 第3段階 | 第4段階 | 通水目的 |
|-----------------------------|------|------|------|------|----------------------|
| ① 幹線への通水を行い、約3千戸単位のブロックを構成 | ■ | ■ | | | ・幹線への通水 ・特定地点への給水 |
| ② 大規模避難所、総合病院への路線に通水 | | ■ | | | |
| ③ 重要公共施設、給水拠点への路線に通水 | | ■ | | | |
| ④ 被害の小さい区域に対してブロック通水 | | ■ | | | ・各戸給水 |
| ⑤ 通水作業の困難な区域に対してライン通水 | | | ■ | | |
| ⑥ 通水に日時を要する区域は仮設配管・仮設給水栓で通水 | | | | ■ | |

図5-5 一配水区域における復旧順序

2-4 復旧体制

地震当初、職員は主に応急給水に従事していたが、他都市からの給水応援者の増加に伴い、応急復旧に移行していった。配水管を管理している事業所は、管路に通水するための復旧修繕体制に全員が組み込まれた。漏水調査担当職員や工事監督職員も通水作業に従事し、本庁や他事業所からの応援職員が、主に復旧工事の事務関係を受け持った。

一方、数日後には多数の復旧工事応援者が、日本水道協会の調整で他都市から集まり始めた。バルブ

類のキャップ寸法が他都市と違っていたり、給水材料の相違、復旧方法の考え方が微妙に異なっていたりするなど、応援者との円滑な連携が軌道に乗るまでに試行錯誤を要した。

2-5 修繕方法と修繕記録

復旧を災害復旧工事として行うには、修繕方法の統一が必要なので、被災状況を把握できていない段階であったが、基本的な修繕方法を示した。すなわち、当面は配水管の通水を最優先とし、本格復旧や耐震化は応急復旧後に実施するものと考えた。そこで、修繕の材料調達が容易で、一般的な工法に限定した。その結果、道路部の配水管の修繕は原則として以下の通りとした。

① 管の被災部は切断して、継ぎ輪と短管で復旧する。

② 修繕後は掘削土砂で埋め戻す。

③ 舗装は、常温アスファルトによる仮復旧とする。

また、工事費算定、災害復旧査定、本格復旧及び耐震化の資料とするため、修繕に当たっては、被災データと工事データを記録・写真撮影するよう努めた。極度の混乱の中での作業が予想されたので、最小限必要なデータとして、埋設状況（深度、土質、地下水）、埋設管（口径、材質、継手形式、属具）、被災状況（道路、管体、継手）及び使用材料に限定した。

さらに、被災に関する解析に必要なデータは、応急復旧と並行して収集整理することが重要である。当時は水道局に人的余裕はなくデータ収集が危ぶまれたが、製造会社等から協力を得て、応急復旧と並行して調査作業が行われた。悪条件の中で収集されたデータは、完全とは言えないまでも、その後の解析に大変役立っている。

2-6 漏水調査

管を修繕するには、被災箇所を発見するために、漏水調査から入らなければならない。被災後しばらくは、局職員と他都市からの応援者により、復旧作業の一環として実施していた。しかし、通水直後に地上に現れた漏水を修繕しても、管内水圧が上がらず、多大の水が地下に漏出していると考えざるを得なかった。地下漏水を発見するには、技量と経験を要する。当局職員は他都市職員と共に、通水作業に従事する必要があったので、1月下旬から漏水調査専門業者を投入して、主に地下漏水の早期発見に努めた。

この漏水調査は、試験通水後に行った漏水修繕と並行して実施された。調査は、漏水箇所から発生する漏水音を検知する漏水探知器を用いて、配水管路上の地表面に順次接地して探知する方法によって行われた。

作業は騒音の少ない深夜に行ったが、異常事態の下での作業であり、深夜という時間帯以外にも色々な悪条件があった。例えば、

① 漏水箇所が多数のため、管内の水圧が低下し、漏水音が小さかった。

② 道路上に倒壊した建物が多い区域で、余震の危険のなかでの作業であった。

こういう環境の下で、通水区域の拡大に応じて漏水調査を進め、また1回目の調査で発見出来なかつ

た漏水を見つけるために、繰り返し漏水調査を実施した。そして、1月下旬から約3ヵ月間に、延べ4,310人で約3,700件の漏水を発見した。これらの修繕により、日量に換算して推定合計10万 m³の漏水を減少させ、4月下旬には有効率を80%程度にまで回復することができた。

2-7 他都市からの応援

道路部配・給水管の修繕件数は約14,000件となり、延べ55,000人が復旧作業に従事した。その内31,000人は他都市の職員や水道関連業者の応援者であった。応援に関しては、厚生省や日本水道協会からも素早い支援を受け、日水協や大阪市職員が交代で神戸水道対策本部に駐在して、各事業所に配属された水道事業体間の調整業務を続けた。

(1) 応急復旧作業

配水管及び給水管の応急復旧の応援作業隊は、他都市水道局職員と水道工事業者合わせて5～10名で1班を構成しており、すぐに当局と打合せを行い、当局の指示の下で作業を開始した。

断水中は、倒壊家屋の止水栓を閉止し、当局と協同でバルブ操作に当たったが、作業量に比して当局職員が不足しているため、各応援隊に地域を指定して、当該地域内は全面的にお願いすることとした。

応援者は、宿泊地と作業現場間の往復に時間を要するため、早朝に宿舎を出て、夜間に戻ることであり、夜は作業内容を図面に記録し、数量を計算する業務が継続された。配水管バルブ開閉器の寸法が違っていたり、止水栓の開閉器が不足したりのトラブルはあったものの、応援者が慣れるにつれて、通水が進捗し始めた。各都市からの応援者は、7日から10日で交代しており、引き継ぎも当事者間で行われた。

(2) 食料の確保

被災したなかで多数の応援隊を受け入れるには、食料の確保が緊要と考えたが、当初は神戸市内にある弁当業者は製造不能であり、近隣都市まで出向いて御飯のみの弁当を入手する状況であった。

20日からは、営業を再開した業者から1日2,530食の弁当が調達可能となり、1月27日から3食分を確保できた。調達した弁当数は全部で28万食、1月28日が最大で5,700食を記録した。

(3) 宿泊施設

応援者が各事業所に配置される前の一泊目は、給水車の拠点となった奥平野浄水管理事務所の会議室や仮眠室、次に当局研修厚生施設の北野会館、たちばな職員研修センターを宿泊施設として用いた。

また、配置が決まっても、各事業所の収容力は明らかに不足しており、公共施設も被災者の避難所となっているなか、最終的には以下の施設を利用した。

| |
|--|
| ① 各事業所及び局施設 |
| ② 局内休止施設を改修（旧北センター庁舎、旧有馬口庁舎） |
| ③ 市の保養所、公共施設、民間施設（医師会館、寮） |
| ④ 応援隊が独自に確保（三田市内、東灘区内） |
| ⑤ 他都市による応援簡易宿泊所の建設（東灘区本山南、北野浄水場跡、須磨離宮公園） |

これらの宿泊者は、延べ57,000人に達した。

宿泊設備に必要な寝具類についても、調達には苦勞した。他都市から寄贈された防寒着、軍手、携帯

カイロは、大いに役立った。

2-8 本格復旧

補助事業としての災害復旧は、原形復旧を基本としているが、破裂や漏水した部分のみを修繕して原形復旧するだけでは、耐震性に関しても十分とはいえない。そこで補助基準に関して、兵庫県を通じて厚生省に要望し、厚生省の尽力により、災害査定要項が以下のように改定された。

① 耐震形継手を有する管に取り替える工事、及び漏水箇所を含めた一定区間の管を取り替える工事が、補助事業で認められた。

② この配水管復旧工事については、補助率が8/10となった。

この改定を踏まえて、配水管の応急修繕をした箇所と道路面の亀裂変状から、漏水事故には至っていない管の被災区間を推定把握し、別に定めた神戸市水道耐震化指針を勘案して、早期に本格復旧を要する路線を本格復旧路線として選定した。

これらのうち、厚生省の計5回に及ぶ災害査定で、配水管延長にして117kmの復旧工事が、国庫補助事業として認められた。この事業は、平成8年度末までに完了する必要があるため、大幅な事業量の増加に対処すべく、関係部署は他課の応援を得るなどして、工事の設計及び施工管理に精力を傾注している。

この工事は神戸市水道施設耐震化基本計画に基づいて、今後も継続される予定である。

3. 給水装置の被害と復旧

建築物が破壊されれば、建物内の水道設備の被害は避けられない。また建物周りが沈下すれば、その境界付近で被害を受ける。そこで、給水装置の被害件数は特に膨大であり、とにかく専門業者の応援を必要とした。水道対策本部は地震当日、まず神戸市管工事業共同組合の事務所に連絡したが、神戸市の公認業者も200社のうち8割が全・半壊等の被災を受けている状態であった。各事業所も毎年協定している寒波時の緊急応援要請を準用して、独自に管轄内の公認業者に連絡して、大変な状況のなかで応援を依頼した。

要請を受けた神戸市管工事組合は、災害対策本部を設置して局職員と同様に給水管の修繕に取り組んだ。また全国の水道事業者や全国管工事業共同組合連合会、あるいは個々の市町村管工事組合へ要請し、多数の応援者が神戸に集まった。

3-1 道路部給水管の復旧

応援隊には、区域を分割して、担当区域内の道路部水道管の復旧について、全面的にお願いする方法をとった。そこで、神戸市と応援隊あるいは応援隊相互の連絡調整が特に重要であった。

応援内容は、弁栓操作から掘削、配管および漏水調査までの全てだったので、工種別の専門者と使用する資機材が必要であった。給水管の止水栓を開閉する器具が不足したので、新たに開栓具の製作を必要とした。作業は地道なものだが、給水管の修繕により始めて給水が可能となるので、住民から感謝され大変やり甲斐があったとの報告が多かった。

3-2 宅地内給水装置の修繕

宅地内の水道設備は、市民負担による修繕が原則であるが、応急措置として当局の費用負担により、まず漏水した給水管の止水及び宅地内に、最低1つの給水栓の使用を確保した。これは、

| |
|----------------------------|
| ① 市民の水運搬作業を軽減するため |
| ② 配水管に早期通水するため、給水管漏水を仮止水する |
| ③ 個々に市民負担で対応できる状況ではない。 |

等の理由からである。

宅地内給水装置の修繕は、当局の作業指示伝票により、各管工事組合単独、あるいは管轄の応援水道事業体と共同で行った。家屋の倒壊が工事の支障となり、道路部分の掘削を伴うものもあったため、重機やダンプも活用して作業を進めた。3月にはいると、仮設給水管を布設して各家庭に給水する作業が多くなった。

3-3 メータ装置

地震後、2月5日になって神戸市対策本部が出した建物被災棟数から、水道メータの損失は10万個程度にのぼると推定した。そこで、仮設住宅建設計画や満了メータ取り替え作業の中断を考慮して、3月末までに3万8千個を発注した。契約担当課の業務は休止状態となっていたので、製造会社に電話での仮発注となった。

遠隔指示式大型メータ(50mm以上で計1,560個)は、1割強のメータ本体指針値と、メータ近傍に設置している遠隔指針値に差が生じた。

最終的には約68万個のうち、震災により亡失したメータ48,000個、撤去したメータ49,500個、土砂混入などによるメータ故障2,500個となり、市域の仮設住宅に設置されたメータ数は、23,500個となった。

4. 配・給水管の被害分析

神戸市を襲った都市直下型地震の、ライフライン施設に及ぼす被害特性を把握し、被害要因とメカニズムを調査しており、次のような点が明らかになっている。

4-1 被害分布特性

(1) 建物全壊被害の分布

建物の被害は、「震災の帯」呼ばれるように、神戸市街地に帯状に広がる特徴的な被害分布を見せた。この地域は配水管被害も同様に広がっているが、ポートアイランド等海岸沿いや六甲山麓部は、建物被害は少なく配水管被害が多い。

このように両者の被害分布は、必ずしも一致はしていない。これは、配水管が地中に埋設されているため、建物被害に比べ地盤の影響を強く受けるためであると考えられる。

(2) 地質

一般に表層地質は、堆積年代が古いものほど硬化しており、被害が生じにくい。まず、沖積層地域では建物の被害と同様に、破裂事故が多発している。段丘地域においては、堆積年代の最も新しい低位段丘における被害は著しいが、中位、高位と堆積年代が古くなるに従い、被害は減少傾向にある。

段丘より堆積年代の古い大阪層群において、配水管の被害は甚大であったが、これは大阪層群が六甲山南縁沿いの断層線近傍に分布していることから、断層地形が大きく影響していると思われる。

埋立地では、家屋の全壊被害は微少にも係わらず、配水管被害は多数発生している。これは液状化現

象の影響が卓越した結果と思われる。

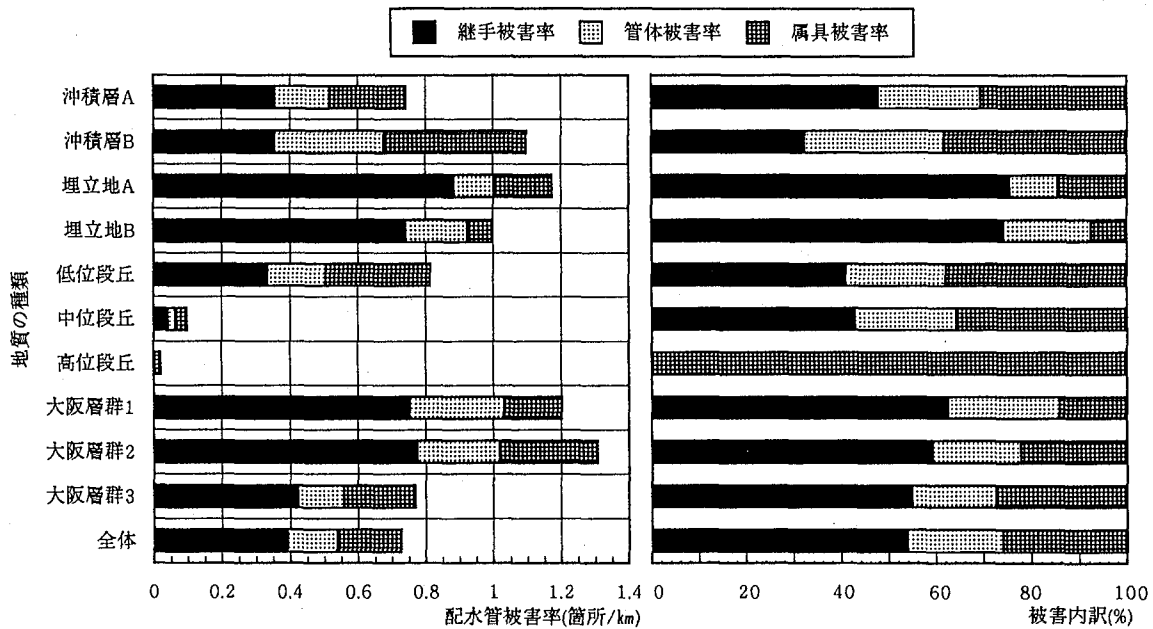


図5-6 地質分類別配水管被害率

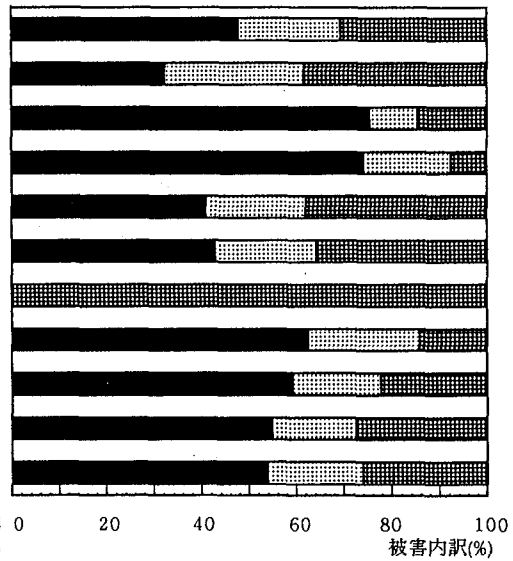


図5-7 配水管被害の形態別内訳

(3) 地形

配水管の被害率は、海岸沿いに形成された砂州において最も高くなっている。管体被害は砂州と後背低地の境界部で多発している。これは、砂州から後背低地にかけて、表層土塊が側方変位したため、管体はその軸直角歪みに耐えられずに、破壊したと考えられる。

全般的に、天井川から扇状地にかけての傾斜地形、砂州から後背低地にかけての傾斜地形など、傾斜地における被害が甚大であった。他には各地形の境界部や、いくつもの地形が複雑に入り組む地域で被害が多発している。

(4) 断層

断層近傍で配水管の被害率が高くなっており、やはり断層地形が配水管被害に大きな影響を与えている。断層からの距離が、0.6~1.0km 付近の家屋に全壊被害が集中しているのは、地震動が断層により増幅した可能性があり、配水管被害も増える傾向がある。

4-2 配水管の管種別被害状況

震災による配水管の被害は、ダクティル管への布設替えが功を奏し、管体被害は比較的少なかったものの、地震動が管体メーカー等の想定を上回ったために、継ぎ手の離脱が大変多く、被害件数の6割以上を占めている。

一方、離脱防止型の耐震継手を使用した管は、地盤条件の悪い地域で延長250km 布設されていたが、その被害は確認されておらず、耐震継手管の耐震効果が実証された。

属具については、大口径管についている双口空気弁の破損が目立った。空気弁と弁室壁との間隔が狭く、両者の振動特性の相違で、弁が弁室壁に激突したケースが考えられる。

表5-17 震災による配水管の被害形態

ダクタイトルの管の管体被害は、管体直下の鋼材等による局部損傷6件と、暗渠上側に布設されていた管が不等沈下により破損した4件がある。

4-3 水管橋

市街地を中心にして、水管橋の被害も大きいものとなった。東灘区から須磨区までの水管橋435カ所（上水419カ所、工水16カ所）を目視調査して、被害程度を下記のように分類した。

| | | 管体自体の被災度 | | | |
|----------|---|----------|----|---|-----|
| 構造全体の支障度 | | a | b | c | 計 |
| | A | 298 | 29 | 0 | 327 |
| | B | 51 | 18 | 3 | 72 |
| | C | 25 | 7 | 4 | 36 |
| | 計 | 374 | 54 | 7 | 435 |

〔注〕

- A, a：被害は軽微で、十分使用可能
- B, b：一部損傷、修理で使用可能
- C, c：大破しており、再使用は困難

調査した水管橋の内、3割強が被災しており、特徴的には、

| |
|------------------------|
| ① 地盤の側方流動による橋台の破壊や転倒 |
| ② 伸縮継ぎ手の損傷、橋脚部ブラケットが脱落 |
| ③ 管の変形、座屈が挙げられる。 |

4-4 埋め立て地

市域が狭隘な神戸市は、海岸沿いに幾重にも埋め立て地を造成している。その埋め立て地の多くが液状化した。ポートアイランドにある水上消防署で受付勤務をしていた署員の地震体験が、消防機関紙に記載されている。

| 管種 | 管口径 (mm) | 管体被害件数 | | | 継手部被害件数 | | | | | 属具被害件数 | 合計 (件) |
|---------------|----------|--------|-----|-----|---------|----|----|----|-----|--------|--------|
| | | 直管 | 異形 | 小計 | 抜け | 破損 | 突込 | 不明 | 小計 | | |
| ダクタイトル 鋼鉄管 | 75以下 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 0 | 18 | 4 | 22 |
| | 100-150 | 4 | 1 | 5 | 414 | 0 | 1 | 2 | 417 | 110 | 532 |
| | 200-250 | 2 | 0 | 2 | 145 | 0 | 0 | 1 | 146 | 18 | 166 |
| | 300-450 | 3 | 0 | 3 | 106 | 0 | 2 | 0 | 108 | 19 | 130 |
| | 500以上 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 2 | 0 | 11 | 13 | 24 |
| 小計 | | 9 | 1 | 10 | 692 | 0 | 5 | 3 | 700 | 164 | 874 |
| 普通・高級 鋼鉄管 | 75以下 | 6 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 9 |
| | 100-150 | 90 | 64 | 154 | 38 | 4 | 0 | 1 | 43 | 29 | 226 |
| | 200-250 | 32 | 25 | 57 | 54 | 3 | 0 | 0 | 57 | 9 | 123 |
| | 300-450 | 23 | 6 | 29 | 34 | 2 | 0 | 0 | 36 | 8 | 73 |
| | 500以上 | 4 | 3 | 7 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 16 |
| 小計 | | 155 | 98 | 253 | 131 | 9 | 0 | 1 | 141 | 53 | 447 |
| ビニル管 | 75以下 | 11 | 0 | 11 | 12 | 1 | 0 | 0 | 13 | 0 | 24 |
| | 100-150 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | 小計 | | 11 | 0 | 11 | 12 | 1 | 0 | 0 | 13 | 1 |
| 鋼管 | 75以下 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 100-150 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| | 200-250 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 |
| | 300-450 | 3 | 1 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | 500以上 | 2 | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 5 |
| 小計 | | 9 | 1 | 10 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 14 |
| 管種不明含む | 75以下 | 19 | 0 | 19 | 34 | 1 | 0 | 0 | 35 | 22 | 76 |
| | 100-150 | 106 | 68 | 174 | 512 | 5 | 1 | 3 | 521 | 264 | 959 |
| | 200-250 | 37 | 25 | 62 | 211 | 4 | 0 | 1 | 216 | 59 | 337 |
| | 300-450 | 31 | 8 | 39 | 155 | 3 | 2 | 0 | 160 | 67 | 266 |
| | 500以上 | 7 | 3 | 10 | 24 | 2 | 2 | 0 | 28 | 81 | 119 |
| 合計 | | 200 | 104 | 304 | 936 | 15 | 5 | 4 | 960 | 493 | 1,757 |

「縦揺れでもなく、横揺れでもない体がねじ切られるような揺れだった。揺れが納まるまで何もできず、ただ柱にしがみついているのがやっとだった。揺れが納まりかけたころ、再び地鳴りとともに今度は、庁舎と道路の間に亀裂がはいり、泥水がすごい勢いでカーテンのように噴き出し、建物ごと飲み込んでしまうのではないかと思えるほどだ。一瞬のうちに当たり一面、泥水が川のように流れていた。」

この地域の被害は大きく、ダクタイト管継手の抜け出しが顕著であった。

一方、昭和54年頃から埋め立て地に採用している耐震継手管路線では、被害はほとんど生じておらず、耐震効果が明確に実証された。漏水を生じさせなかった耐震管路が、当地震によりどの様に挙動したかを検証するため、管内にテレビカメラを挿入して、継手の胴付き隙間を計測して、管の挙動を分析した。

ポートアイランド内φ300配水管路L=53.8mについて胴付き隙間量は、以下のものであった。

表5-18 地盤状況と継ぎ手部の伸縮

| 継手 No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 距離 (m) | 0.0 | 5.9 | 11.9 | 18.0 | 24.0 | 30.0 | 35.9 | 41.8 | 47.8 | 53.8 |
| 隙間量(mm) | 158 | 153 | 157 | 158 | 152 | 124 | 85 | 77 | 77 | 124 |

この隙間量から胴付き隙間の規定値75mmを控除して、継ぎ手部の位置と伸縮量を図5-8に示した。

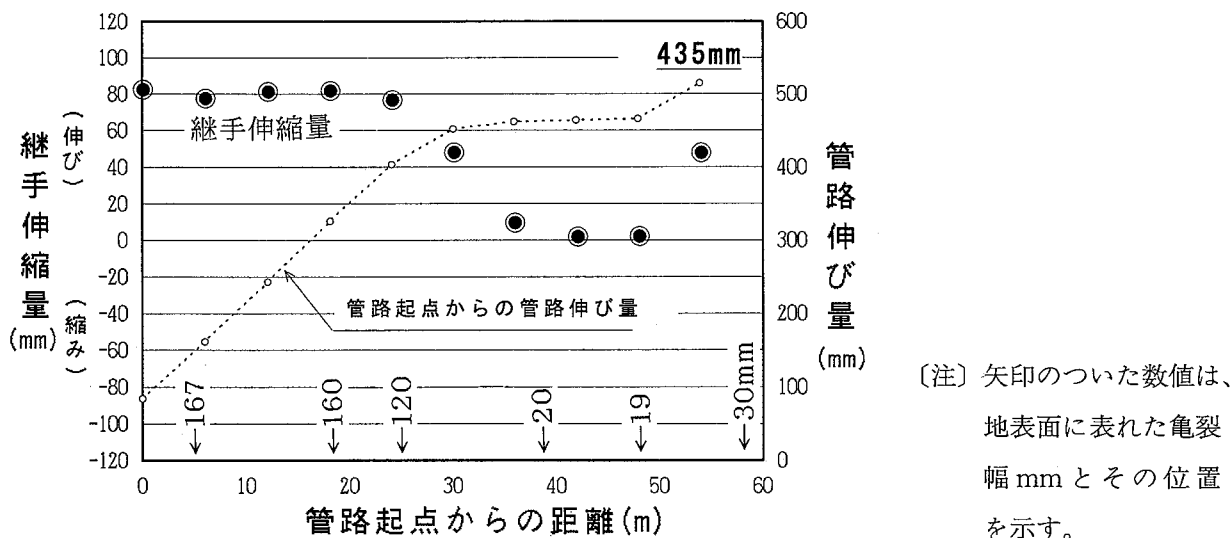


図5-8 継ぎ手部の位置と伸縮量

- ① この区間で管路は44cm伸長しており、伸び率=0.8%になったが、管体に異常は発見されなかった。
- ② No.1~5 は伸びの上限を示している。この区間では地表に10cm以上の亀裂が3ヵ所出現したため、連鎖的に離脱防止機構が働いたものと考えられる。

4-5 給水装置の被害分析

神戸市における給水管は、ビニル管を主体にしており、耐衝撃性硬質塩化ビニル管を多用してきた。HIVPは強度、経済性、耐久性ともに優れたものであったが、地震動に耐えるには柔軟性に欠けていた。主な破損箇所は以下の通りで、断面及び拘束条件の変移点付近に被害が多い。

| | | | |
|-------|---|----------|---|
| 道路部 | <ul style="list-style-type: none"> ・分水栓、止水栓部の抜け ・VPの継手（エルボ、チズ、ソケット） ・サドル分水栓の移動 | 家屋内 | <ul style="list-style-type: none"> ・壁内立ち上がりの継ぎ手部 ・分岐部 ・給水器具との接続部 |
| 宅地埋設部 | <ul style="list-style-type: none"> ・VP立ち上がりの継手部 ・大型メータのフランジ部 | ビル、マンション | <ul style="list-style-type: none"> ・高置水槽、受水槽 ・水槽、ポンプ周りの配管フランジ部 |

一方、効果的に機能した設備もあった。

| | |
|---------------------|--|
| 公道止水栓の設置 | <ul style="list-style-type: none"> ・公道上給水管に設けていた止水栓を閉止することにより、宅地内修繕に先駆けて、配水管を優先的に復旧できた。 |
| ビル、マンションに散水栓設置を義務づけ | <ul style="list-style-type: none"> ・受水槽以下設備を修復するまでの応急給水に役立った。 |
| 埋立地対策 | <ul style="list-style-type: none"> ・建物との境界部に設置した、地盤沈下に追従する可撓管 |
| 受水槽 | <ul style="list-style-type: none"> ・損傷を免れた受水槽の水は、緊急水として利用した。 |

被災件数を道路上と宅地内に分けて分類したものを下表にまとめた。

表5-19 道路上給水装置

| 修繕部分 | | 件数 |
|---------|------|-------|
| 管体 | 鋳鉄管類 | 52 |
| | 鉛管 | 321 |
| | ビニル管 | 3,287 |
| | 鋼管他 | 61 |
| 属具 | 止水栓 | 1,616 |
| | 分水栓 | 385 |
| | ユニオン | 239 |
| | 割丁字管 | 18 |
| | メータ他 | 5 |
| 5m以上の配管 | | 173 |
| 仮設工事 | 共用栓 | 24 |
| | 専用栓 | 205 |
| その他 | | 66 |
| 合計 | | 6,452 |

表5-20 宅地内給水装置

| 応急修繕内容 | 件数 |
|---------------------------------------|--------|
| 公道・宅地内の第1止水栓までの給水管修繕 | 80 |
| マンション・公園・公共施設・私道・宅地であっても屋外に共用応急給水栓を設置 | 447 |
| 屋内・外で5m以上の仮配管をした応急給水管工事 | 611 |
| メータ上下流を問わず個人専用に応急給水栓を設置 | 5,045 |
| 上記以外の屋外・屋内工事 | 14,612 |
| 止水栓での止水または断水器を使用してコマ止め | 9,117 |
| 修繕に行った時、既に第三者により修理済 | 4,024 |
| 当局が確認した破裂漏水件数合計 | 33,936 |

〔注〕(1)表5-19は平成7年5月末迄の修繕伝票全11,823枚のうち、修繕材料を使って修繕した件数のみ分類したもの
(2)表5-20は平成7年3月末迄の作業伝票全52,461枚のうち、漏水に関する修繕件数のみ分類したもの

[参考文献]

水道復旧の記録

H8.2 神戸市水道局

水管橋調査

日本水道鋼管協会

阪神・淡路大震災における配水管被害分析

H8.3 (財)建設工学研究所

ダクタイル鉄管 No.61

日本ダクタイル鉄管協会

阪神・淡路大震災における消防活動の記録

H8.5.25 神戸市消防局

6. 神戸市での地震時の水運用と水質管理

神戸市水道局技術部主幹

平林 龍彦

神戸市水道局水質試験所長

矢野 洋

(1)水運用（水量管理）

1. はじめに

水運用は被害と水源の状況が異なる市街地水道と北神水道ではそれぞれ違ったものとなった。

市街地の水運用は確保された水量に応じて、下記の4つの期間に分けて考えられる。

①震災初期；受水量が相当量増えるまでの期間、②給水拡大期；給水区域を拡大していった期間

③拡大低迷期；給水区域拡大が低迷していた期間、④給水復旧期；拡大再開から全体が復旧する期間

一方、北神水道は比較的被害が軽く、千苅浄水場の立上がりも早かったが、渇水の状態にあった。北神水道へは震災直前まで市街地より市街地北神連絡隧道を通してバックアップしていたところであり、震災復旧の期間にあっても北神水道の渇水に対処するための水運用を配慮する必要があった。

このような水運用の中心的な問題は「確保された水をどこに優先的に廻すか」の選択の問題ではなかったかと思われる。この選択に当たっては、被災市民への配慮、応急給水作業を軽減するための効率的な水配分、復旧作業（漏水調査）のための水配分など通常の水運用にはない様々な要素を考慮する必要があった。

水配分のような基本的な方針は対策本部を中心に決められてきたが、何が問題になりどのように考えて、対応してきたか、現場側で考えたことも交え、時間経過に沿う形で報告したい。

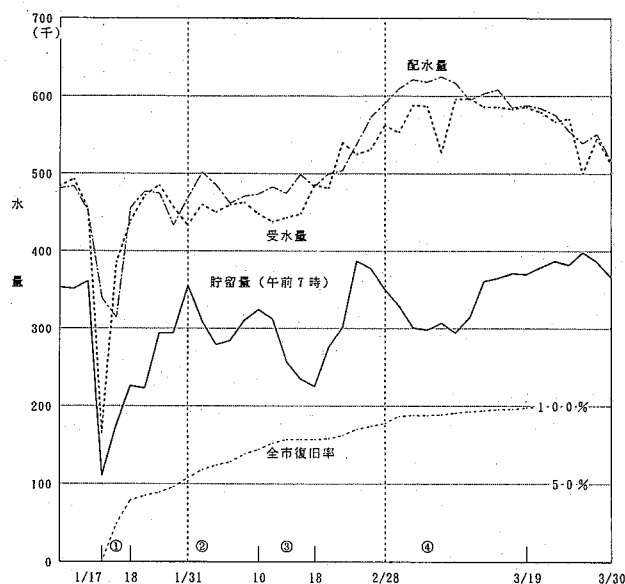


図6-1 市街地水量と復旧率の変化

2. 管理システムの状況

2-1 テレメータシステムの被害状況

管理本館の4階の管理室も激しい揺れに見舞われ、4台の操作卓上のディスプレイ（CRT）が次々と転げ落ちたが、幸い大した損傷はなくそのまま使用できた。また無線機やコンピュータを初め中央監視局の設備にもほとんど被害はなく、地震と同時に発生した停電（午前10時に復電）に対しても CVCF 無停電電源が働き、センタ機能は停止しなかった。

テレメータ子局は転倒・破損などの直接的な被害はなかったが、振動によりカードが緩むなどの障害

が2件発生した。また、一部の無線子局は長時間停電による蓄電池枯渇のため機能が停止した。NTT 有線局は無停電化されていない局があり、停電と同時に一部が機能停止したが殆ど復電と共に復帰した。

SV 監視情報を送る制御盤や一部の電磁流量計を除き水位計等の計測機器の多くは無停電化されており、殆ど損傷も受けなかった。

このように部分的には停止していたが、全体の状況を概括するに必要な情報は収集されていた。

120ヵ所のほとんどの配水池が空になるという被害から立ち上がるためには情報が不可欠であり、テレメータシステムがほとんど被害を受けなかったのは幸運であった。

なお、昭和52年に発注した現システムは400galの地震に耐える仕様をしていた。

表 6-1 各時刻における機能停止子局数

| 時刻 (設置数) | 無線系 (43) | 有線系 | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | NTT (16) | 自営業 (12) |
| 17日7時 | 2 | 3 | 0 |
| 8時 | 2 | 2 | 0 |
| 11時 | 2 | 4 | 0 |
| 18時 | 5 | 3 | 1 |
| 24時 | 2 | 3 | 1 |
| 18日7時 | 2 | 3 | 1 |

2-2 管理室の状況

管理室の操作卓と向かい合って設置されている大型文字警報表示盤に全ての警報が表示される。

テレメータで送られてきた最初の警報は、激しい振動により中継局のドアの防犯チェックが働いたことを知らせるものであった。同時に管理本館の一階に設置された3台の地震計から警報が発せられた。また、故障には至らなかったが、激しい揺れのために親局と中継局の無線機の故障発生と故障解除のメッセージが繰り返され、ブザーがけたたましく鳴り響いていた。

これらの警報を皮切りに、各所の停電や水位下限警報等が発信され、1時間の間に出力された各種の警報は300件であった。また、17日中に出された警報メッセージは1,800件であった。(但し、件数は元の原因が同じであっても現象が異なり複数のメッセージが出ている場合、各々を挙げている)

室内はテレメータから次々と送られて来る警報音と警報表示盤の文字板が反転する音が絶え間なく室内に流れ、騒然とした雰囲気であった。

当直のオペレータはこのような異常な事態に直面し、とっさに何をなすべきかとまどったが、とりあえず激しい揺れが収まって後、上司に連絡を入れ、異常事態の発生を伝えた。

その後、直に消防署との連絡を試みたが、電話が不通になっていた。1時間足らずして着信は回復したが、正午過ぎまで発信不能(呼出し音がない)で他の事業所との連絡や情報収集が円滑にできなかった。

地震直後に阪神水道や千苅浄水場が停止したが、これらの連絡は3時間経って入った。

2-3 緊急遮断弁の作動

地震計が警報レベル3(250gal以上)を検知して、直ちに遮断弁制御用コンピュータから21ヵ所の全ての緊急遮断弁に向け逐次全閉指令が発信された。5時52分前後には自動的に遮断弁が閉じられたが、この自動動作の段階では7ヵ所の遮断弁が作動していなかった。これらの遮断弁に対しては暫くして緊急遮断弁操作卓から手動で弁閉指令を送ったが、最終的には、3ヵ所の遮断弁が機能せず、水を確保できなかった。この内の1ヵ所については遮断弁は全閉したが配水池と弁室との接合部分から漏水したことによるものであった。他の2ヵ所は激しい振動により弁制御装置に異常が発生したためと思われる。

なお、遮断弁のオンライン動作試験は半年毎行っており、直近の試験では特に異常は認められていなかった。

最初の不動作の原因は判然としなかったが、無線回線の輻輳渋滞による可能性が高いため、震災後に全閉指令を何度も発信し動作を確実にするように改造した。

結局、確保した水量は約4万2千 m^3 であり、一人当たり1日3 $\frac{1}{2}$ の飲料水が必要とすれば、150万市民に対して約9日分の飲料水を確保したこととなる。

3. 震災初期

3-1 受水量の停止、断水、送水停止

地震直前には阪神水道から22,500 m^3/h を受水していたが、広域に発生した停電により送水が全面的に停止した。また、北神水道においても千苺浄水場（唯一の浄水場）からの送水量1,800 m^3/h も停電により8時43分まで停止した。

地震発生10分後の05時55分に、早くも東垂水中層配水池が警報下限水位に達していた。（東垂水は被災甚大地区ではないが800mmの配水本管が抜けた）

転倒したディスプレイを元に戻し、各配水池の水位のチェックを始めたが、主要な配水池（配水量が多い配水池）の水位が激しい勢いで下がっていきつつあるのが見られた。

通常、配水管の大破裂事故などがあった場合、その配水池の水位を保つ水量操作が行われる。当該配水池への送水量を増やし、続いて受水量を増やす。

そして、この増量した受水量が事故点に到達するまでに時間を要するので、この間隧道内での濁水の発生などに配慮して、隧道の水位を著しく下げないようにする。このため状況によっては、比較的余裕がある配水池あるいは受水点に近い配水池への送水量を絞って、受水量が到着するまでの時間稼ぎを行う。しかし、今回は様相が異なり、多くの配水池で、同時に発生したため到底水位を保つに十分な水量が送れないと判断した。

通常配水池の貯留量は7時半に最大になる。地震発生時の朝6時頃には配水池の貯留量は比較的多く、35万 m^3 であった。6時の通常総配水量は9,400 m^3/h

（平均総配水量は23,000 m^3/h ）程度であるが、地震

直後にはこの10倍を上回る96,000 m^3/h の水が流出した。日量に換算して230万 m^3 となる。

震災直後、伊丹市の自宅から管理センタへの道中で見た新幹線や阪神高速道路の惨状から推測して阪神水道が停止していることが想像された。暫く経った7時35分には隧道の最上流接合井である本山接合井が警報下限（0.86m）を割り、阪神水道が停止していることが十分想像できた。

早晚、市街地の全ての配水池が断水することが予想された。実際、時間的に遅い早いはあるが、市街地の全ての配水池が空になった。

表6-2 時刻ごとの空になった配水池数

| 時刻 | 池数 | 通常配水量[m^3 /日] | 流失貯留量[m^3] |
|-----|----|------------------|----------------|
| 7時 | 13 | 176,900 | 42,800 |
| 8時 | 25 | 271,500 | 84,700 |
| 9時 | 33 | 301,700 | 102,300 |
| 10時 | 41 | 320,700 | 113,800 |
| 11時 | 53 | 384,600 | 147,200 |
| 12時 | 56 | 394,700 | 154,300 |

通常配水量は、1月11日の当該配水池配水量の合計
流失貯留量は、震災直前の当該配水池の貯留量の合計

なお、北神水道の渇水対策として市街地水道より支援送水（北神送水量の35%にあたる18,000m³/d）を行っていたが送水ポンプ制御盤の浸水というトラブルもあり、7時前に送水を停止した。

3-2 マニュアル制御への切替

平成元年より、送水制御の大部分は直接コンピュータからオンラインで行われている。震災前もコンピュータを使っていたが、事故や災害にまで対処できるものではなかった。このため、地震発生から1時間後にコンピュータ制御からマニュアル制御に切り替えた。

これは必ずしも送水量を直ちに変更するために行った処置ではなく、しばらくはコンピュータが設定していた送水量を継続していた。コンピュータ制御は送水量の平準化（平均化）を目指しており、配水量が少ない冬季であったこともあり、震災直前に設定されていた各所の送水量は平均量に近いものであった。しかし、結局は配水池の水位を確保することなど到底期待できないため、大規模事故での対応と同様、送水隧道を空にしないように、送水隧道から配水池への送水量を順次絞って行った。送水隧道の水量は下流（西）に行くほど時間的に遅くまで確保できるため、西に位置する配水池への送水は（配水池水位は零を示していても）昼12時頃まで継続していた。その後、市街地の全ての送水弁をセンタより閉止した。この時、送水隧道の総貯留量は通常量の60%の45,000m³程であった。

もはやこの頃には、阪神水道からの受水量も少量（2,000m³/h）であり、管理センタから何らかの水量操作をする余地はなかった。各配水池の貯留状況をまとめ本部へ報告した。

3-3 火災地区への送水

午後、まだ貯留量は減り続けていたが、後の受水量の回復に向け、どのように給水を再開するかを予め検討し、センタ（配水管理事務所）と協議しておいた。その結果、一旦配水池にある程度水を貯めて後配水弁を絞って適当と思われる配水量に調整する方式を採ることとした。この方法により水量の管理がやりやすく、配水管の状況に合せられると考えたためである。

夕刻になっても管理センタの四階の管理室の窓から長田、兵庫地区の火事の煙が幾筋も上がっているのが見えていた。僅かな水量しか確保されていなかったが、これらの地区を受け持つ板宿低層と奥平野低層配水池からできるだけ早く配水する旨、対策本部に連絡した。

16時に奥平野浄水場（奥平野低層へ送水）を能力（60,000m³/d）近くで再開した。

20時各々の配水区域を所管するセンタと打合せ、奥平野低層；3,500m³/h、板宿低層；2,000m³/hで配水を開始した。残念ながら、漏水が多量であるため消火栓で放水できる水圧まで上らなかった。

4. 給水の拡大

4-1 配水弁の調整

18日7時30分、阪神水道が13,500m³/hの送水となり、給水再開の見通しが立った。

この段階では給水順序は明確に決められていなかったが、まず被害甚大区域と思われる低層・中層配水池あるいは医療機関を抱えた配水池10ヵ所が選ばれた。

午前中に水を溜め、どの程度の配水量に調整するか、各センタ（配水管理事務所）と電話で打合せ一時的に予定配水量を4,800m³/hとした。なお、実配水量は4,500m³/hであった。

流量調整を集合配水弁（流量計下流側）で行う予定であったが、めったに使用しない弁であるために不安があり、個別配水弁（流量計上流側）で行った。しかし、個別弁で絞った場合、負圧によりエアが

発生し、流量計が正常に動作しなかった。このため配水池を楯として配水量を把握した。これは試行錯誤の大変手間の掛かる作業であった。いくつかの水栓作業が同時進行し、作業現場や各センタとの通信で多忙を究めた。配水池運用日報、漏水推定表等を作成し各所へファックス伝送を開始した。

4-2 被害の少ない配水池からの給水

全体の貯留量がなお増加しつつあったので、震災直後の配水量からみて被害が少ないと推定される5ヵ所のポンプ揚水配水池に送水した。そして、これらの配水池については先の配水弁調整方式を採らず、震災前の状態（配水弁全開）で配水した。配水池に計算通り水が揚まっているかチェックしながら管理センタからポンプを制御する方法を採った。

なお、これらの配水池のその後の配水量は比較的正常日の配水量に近いものであった。

4-3 送水隧道の漏水

当初、隧道の送水量が増えるに伴い、隧道の途中で大きな漏水がないか心配された。これは隧道の水収支を計算すれば推測できることであるが、ある程度の精度を得るには長時間のデータを要する。大雑把には、送水を開始して全体貯留量がほぼ期待通りの増加に転じ、収支バランスから見て、それほど大きな漏水はないと確信できた。その後3ヵ月間のデータで精査した結果、震災前と殆ど変わらない数値であった。但し、地震で狂いが生じた堰式調定流量計の補正を行う必要はあった。

なお、これは必ずしも隧道が無傷であることを意味しない。

4-4 給水区域の拡大

受水量も暫時増加し、貯留量も回復する見通しとなったので、通水する配水池を増やしていった。

新たに通水する配水池は各センタと調整しながら
 ①被害が大きいが給水が急がれると思われる地区、
 ②被害が少ないと推定される地区、を選定し、配水池に貯水後配水量調整を行った。

一方、既に通水している被災地域でも給水量の増量が求められており、暫時配水弁を調整し、拡大していった。

給水地区の拡大に当たって、被災地区であっても漏水が多いため、むしろ配水管の被害が少ない未通水地区に廻す方が、応急給水の労力が復旧作業に廻せて有効であるとの考えもあり、調整が行われた。

当然、増やせる水量は配水量を上回る受水量であり、これを見込みながら各配水池に割振る訳であるが、変動する配水量は予想が難しいため、まず、全体貯留量の増減傾向で給水の拡大の可否を評価した。

また一方、水は住民への給水以外にも漏水調査・修繕を進めるためにも必要である。修繕は各管轄センタでの被害や管網の状況により下記の①～③のよ

表 6-3 市街地各配水池の通水開始日

| 日付 | 通水率 (%) | 通水開始配水池 |
|---------|---------|--|
| 1/17(火) | — | 阪神住吉、阪神本山、奥平野低層、板宿低層 |
| 18(水) | — | 東灘第1低層、東灘第2低層、灘低層、灘中層 熊内低層、板宿中層、東垂水中層 学園特1、福谷中層、落合特1中区 須磨特1低区、下畑高層、栄特1低区 狩場台中区、天王谷特1 |
| 19(木) | — | 奥平野高層、須磨特1高区、鶴特2低区 鶴特2高区、平野中層、狩場台高区、布施畑高層 |
| 20(金) | 23.8 | 天神中層、北野中層、西垂水第2高層 栄特1中区、栄特1高区 |
| 21(土) | 29.8 | 横尾特1、篠原低層 |
| 22(日) | 39.5 | 北野高層、会下山中層、東白川特2、学ヶ丘中層 |
| 23(月) | 40.8 | 多聞中層 |
| 25(水) | 43.5 | 鶴甲特2、六甲特3、落合特1高区 友ヶ丘特1、押部谷特1低区、鶴甲高層 |
| 27(金) | 46.6 | 諏訪山特1、灘高層 |
| 28(土) | 47.9 | 西神低層、車台特1、布引特1、会下山低層 満ヶ森特3、満ヶ森特2 |
| 29(日) | 50.6 | 烏原高層、押部谷特1高区、中山高層 |
| 30(月) | 53.4 | 天神特1、天王谷高層、雲雀丘特1 西舞子中層、神出高層、灘特1 |
| 31(火) | 55.9 | 大日ヶ丘特1、岩岡中層、住吉特2 |
| 2/1(水) | 58.8 | 六甲特2、舞子中層 |
| 3(金) | 62.2 | 鷺田特1、荒神山特2、荒神山減圧槽 |
| 4(土) | 63.2 | 鉄拐特1 |
| 5(日) | 64.2 | 塩屋高層、新塩屋高層、青谷特1、赤塚山特1 |
| 6(月) | 66.7 | 花山特1、長峰山特1 |
| 7(火) | 69.1 | 甲南特1 |
| 9(木) | 72.0 | 東灘第3低層 |
| 10(金) | 74.1 | 住吉特1 |
| 19(日) | 79.1 | 板宿高層、十文字山特1高区・低区 |
| 22(水) | 83.6 | 高取特1 |
| 3/10(金) | 96.1 | 高取高層 |

うに異なった方法が採られ、これが配水量に反映されることになった。

- ①倒壊家屋が多く、修繕が困難なため、家屋の除去まで通水量を大幅に絞った地区。
- ②管網を適当なブロックに区切り、水圧を調整しながら逐次漏水調査を行った地区。
- ③多量の水を使うが、広い範囲で水圧を上げ、漏水箇所を目に触れ易くする方法を採った区域。

5. 給水拡大低迷期

5-1 市街地貯留量の減少

1月末には市街地貯留量は震災前の水準にまで回復したが、その後低下していった。しかし、阪神水道の修復の進捗による増量が予定されていたこともあり、給水区域の拡大は従来のペースで続けられた。実際は、①阪神水道の施設で被災した箇所が新たに発見され増量予定が遅れたこと、②遅れていた芦屋市・西宮市への給水が始まったこと、③市街地の貯水池がほとんど底をついたこと、などにより配水量が受水量を大きく上回る事態となった。

このまま推移すれば最小貯留量(23時貯留量)が20万 m^3 を割り、既に配水している区域を断水させることなく水量操作することが困難と予想された。この水量操作が難しい主な理由は、送水の幹線が圧力管路でなく、量的に①時間遅れがある②流れ方向がある開水路隧道であることによる。もし、送水管が圧力管路で繋がっていれば送水量が自由に配分(配水量を見ながら刻々と修正)できるが、上記の特性を持つ隧道であるため自由な配分が困難であり、相当の精度の予測に基づき送水量の配分が要求される。

5-2 減圧給水

2月3日に対策本部より各センタへ漏水調査の効果を上回り配水量が多い区域の減圧給水の指示が出された。また、ブロック割りが既に行われている地区の夜間配水量は消防局と協議して防火上必要な水量に絞るなどの措置を採り、一時的に貯留量が回復した。しかしその後も、阪神水道の被害個所の発見による減量と制御できない給水量の拡大等があり、再度貯留量が低下し始めた。

2月10日頃より給水拡大のペースを大幅に落としたが、なお貯留量が低下したため、12日に、①漏水量が多く効率が悪いと推定される配水池と②被災軽微地区で断水期間が短かった配水池の13ヵ所を選定し、配水弁を絞った。しかし配水弁を絞ることにより後者の高台地区からの苦情が殺到したため1日にして元に戻した。

なお、この時の減量効果は8,000 m^3/d と推定される。

結局、いずれの場合も、既に給水されている地区の水を再度停めることは困難であった。

5-3 コンピュータによる支援プログラムの作成

貯留量が減少し始めた頃、水量管理が難しくなると予想し、コンピュータによる支援プログラムの作成に着手した。時間的余裕がないため、オンライン制御までのプログラム化は困難であり、各配水池への送水量を算出し人間に提供するものとした。考え方は、部分的な断水を起こさず、一斉に断水が発生するとしても断水までの時間を最長とし、その間受水量の回復を待つものである。このためには各配水池の断水までの時間(余裕率)を均等にする必要がある。各配水量を予測し、余裕率が均等になる送水量を求めるという多量で複雑な計算をする必要があり、コンピュータの力を利用した。

2月14日の市街地最低貯留量(23時)がかかって経験しない17万 m^3 (内トンネル4万 m^3)を割ったが、1ヵ所の断水もなく乗り切ることができた。

6. 給水の再拡大から復旧

2月15日より、①阪神水道の復旧が進み受水量が増加したこと、②給水拡大を停したこと、③この期間漏水の修理が進んだことにより、貯留量が増加した。さらに、2月19日より阪神水道の大幅な増量が可能になり、再び給水拡大を開始した。また、翌20日より工業用水の施設を通じて淀川から緊急取水することが認められた。(認可取水量は62,000m³/d、実績取水量は28,000m³/d)

この時期確保された全市水源量は64万 m³/d 程であったが、2月20日頃より再び始まった給水拡大により配水量が大幅に増加していき、3月初頃より夏季の最盛期に匹敵する配水量(68万~70万 m³/d)がしばらく続いた。この給水拡大により2月22日から貯留量は減少に転じた。しかし、配水量の増加分の多くは漏水量であり、漏水の修理体制が整い成果が十分期待でき、それ程深刻な事態にならないと考えられた。また、先の2月中旬頃の水量操作の経験により少々貯留量が下がっても乗り切れる自信ができていた。結局、3月1日から9日の間、最小貯留量は23、24万 m³台で推移し、特別な問題もおこさなかった。以後漏水修理の進展により貯留量は回復し、3月19日には通常の水準に戻った。

この時点で通水率は99%を越えたが、この後も配水量は更に減少し、3月末には60万 m³/d となり、漏水量も減少したことが伺える。このように年度末には通水できない極一部の地区を残し、ほぼ100%に給水された。

7. 北神水道の渇水への対応

北神水道の渇水に対する対応策は右表の通りである。震災により市街地からの支援送水は市街地の復旧が一段落する3月18日頃までは市街地に余剰水量が生れた時に行われた。

余剰水量は基本的に市街地貯留量で判断され、貯留量が回復した時点で行った。

3月18日までに3回支援送水を行った。2回目は受水量の増加が見込まれていたこともあり支援送水を行ったが、増量予定が遅れ、結果的に市街地の水量操作を苦しめた。

2月17日、千苺浄水場の近くの武庫川からの緊急取水が認可されて後、4月17日の終了までは緊急取水設備をフル稼働させてきたが、水質の問題もあり、3月18日以降は市街地の余剰水を優先させて北神に送水することとした。各々の貯留量を指標としてとして細かい手順作成し水量管理を行った。

表6-4 北神水道渇水対応

| 月 日 | 支援水量 | 内 容 | |
|------|--------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1/16 | 18,220 | 千苺貯水池 198万m ³ 、貯水率 17.5% | 市街地優先での水量調整 *記載なき日は水量が零 |
| 17 | 4,750 | 震災によりポンプ停止、坑内浸水 | |
| 23 | 20 | 浸水被害復旧 | |
| 24 | 5,040 | | |
| 25 | 1,1050 | 北センターから管理事務所へ支援要望 | |
| 27 | 140 | | |
| 28 | 18,140 | 1回目、市街地貯留増加により支援送水 | |
| 29 | 16,090 | (1/28~1/30) | |
| 30 | 10,530 | 北センター渇水対策開始、2/1節水PR | |
| 2/7 | 1,670 | 局全体渇水対策会議、2/20夜間断水予定 | |
| 8 | 10,040 | 2回目、市街地貯留増加により支援送水 | |
| 9 | 9,920 | (2/8~2/11) | |
| 10 | 9,830 | 神戸新聞「北区夜間断水へ」問合せ殺到 | |
| 11 | 8,030 | 武庫川緊急取水許可、関係団体との同意 | |
| 14 | 0 | 夜間断水中止の新聞発表 | |
| 17 | 0 | 武庫川緊急取水開始(2万m ³ /日) | |
| 21 | 6,080 | 坑内・坑外ポンプ2台運転可能 | |
| 22 | 13,450 | 3回目、市街地貯留増加により支援送水 | |
| 23 | 15,170 | (2/21~2/26) | |
| 24 | 10,840 | | |
| 25 | 2,360 | | |
| 26 | 6,100 | 武庫川の水質悪化、前塩で対処 | |
| 28 | 0 | 貯水量過去最低 128万m ³ | |
| 3/7 | 0 | 三田市から応援給水(千m ³ /日) | |
| 11 | 2,020 | | |
| 12 | 3,060 | | |
| 16 | 5,900 | 久々のまとまった降雨、後川 14mm | |
| 17 | 7,880 | 溪流が6万m ³ /日程度で雨の効用少ない | |
| 18 | 2,860 | | |
| 19 | 11,540 | | |
| 20 | 11,650 | | |
| 21 | 11,840 | 西鈴仮設ポンプ6台運転 | |
| 22 | 8,230 | (支援区域の拡大) | |
| 4/1 | 21,980 | | |
| | | この間 14,000~27,000m ³ /日 | |
| 16 | 27,040 | 武庫川緊急取水停止 | |
| 17 | 29,430 | | |
| 18 | 31,280 | | |
| | | この間 25,000~34,000m ³ /日 | |
| 5/1 | 27,850 | 降雨、後川 20mm | |
| 13 | 25,070 | 千苺貯水池溢流、降雨、後川 116mm | |

(2)水質の監視と管理

震災後、神戸市内はほぼ全面的に断水状態となり、以降、応急給水から始まり通水再開・復旧と約10週間の苦難の戦いとなった。水質の監視面では、まず最初に実施されたのは応急給水拠点での水質検査で、ついで市内各配水池に送水され、市内に試験通水を始めた1月18日には衛生上の安全性を考え、次亜塩素酸ナトリウム注入量の増量による消毒強化を図った。同じく18日より通水の再開と、ともに水の流れに従い、送水トンネルの接合井・配水池及び市内給水栓で当初簡易な水質検査を開始した。その後、通水が進むとともに市民の水質への関心も回復しはじめ、市内の主な避難所での検査を実施し、安全性への不安の解消に努めた。以下に神戸市での震災後の水質の監視及び管理の状況についてと今後の問題点について報告する。

1. 消毒の強化

震災後、市街地では配水管系統が至る所で破損し著しい漏水状態が現出し、水道水のバクテリア等による汚染も考えられ安全性に不安も生じ始めていた。このため、市民への衛生上の安全措置として、塩素消毒の強化を図った。消毒の強化は震災翌日の試験通水の始まった1月18日午前中より、千苧浄水場など自己水源系で次亜塩素酸ナトリウムの注入量を増加し、浄水場出口での遊離残留塩素が通常約2倍量の1.5mg/ℓとした。また、浄水受水の阪神水道企業団にも自己水源系と同様、浄水場出口で1.5mg/ℓとなるよう要請し実施された。なお、県営水道には、この配水区域は被害も少なく、漏水量も比較的少ない状況であったため、浄水場出口で0.9mg/ℓを目安に消毒強化を要請し、速やかに増量強化された。この消毒強化後、配水池や市内給水栓での検査で、遊離残留塩素は0.5～1.3mg/ℓの範囲で検出された。このため、今回の震災のように、水温の低い冬期でもあり、安全性は十分に保たれたものと考えられる。なお、消毒の強化措置は完全復旧の3月末までを考えていたが、その後発生した一連のオウム事件のため、5月の連休明けまで継続された。

2. 水質の監視状況

震災後の水質監視は当初応急給水拠点、送水トンネル接合井、配水池、給水栓と水の流れに従い、さらに市民の水道水質への不安解消のため、主な避難所等の水質検査を実施した。また、通水区域が拡大するにつれ市民から(a)飲用としての可否、(b)水道水か否かの漏水調査等の諸依頼が数多く寄せられた。震災以降6月まで、千苧貯水池での濁水に関係したものを含めると、震災関連の水質監視の総検査件数は計1,430件となり、月別推移状況については図6-2に示す通りである。通水の再開に伴い1～2月には配水池・給水栓の検査件数が373件、2～3月に避難所での件数は462件が最も多く検査を実施している。なお、千苧貯水池の厳しい濁水の発生を反映して185件と多くの検査数となっている。月別件数では2月が最も多く、688件の検査を実施している。

2-1 応急給水時の水質監視

水質監視は震災発生日の1月17日より開始し、当初は現地で遊離残留塩素、色、濁り、外観について測定を実施した。19日からは7項目(大腸菌群、pH、臭気、色度、濁度、電気伝導度、遊離残留塩素)にわたって検査を実施し、いずれの箇所も残留塩素が滞留時間の経過とともに減少傾向を示していたが、

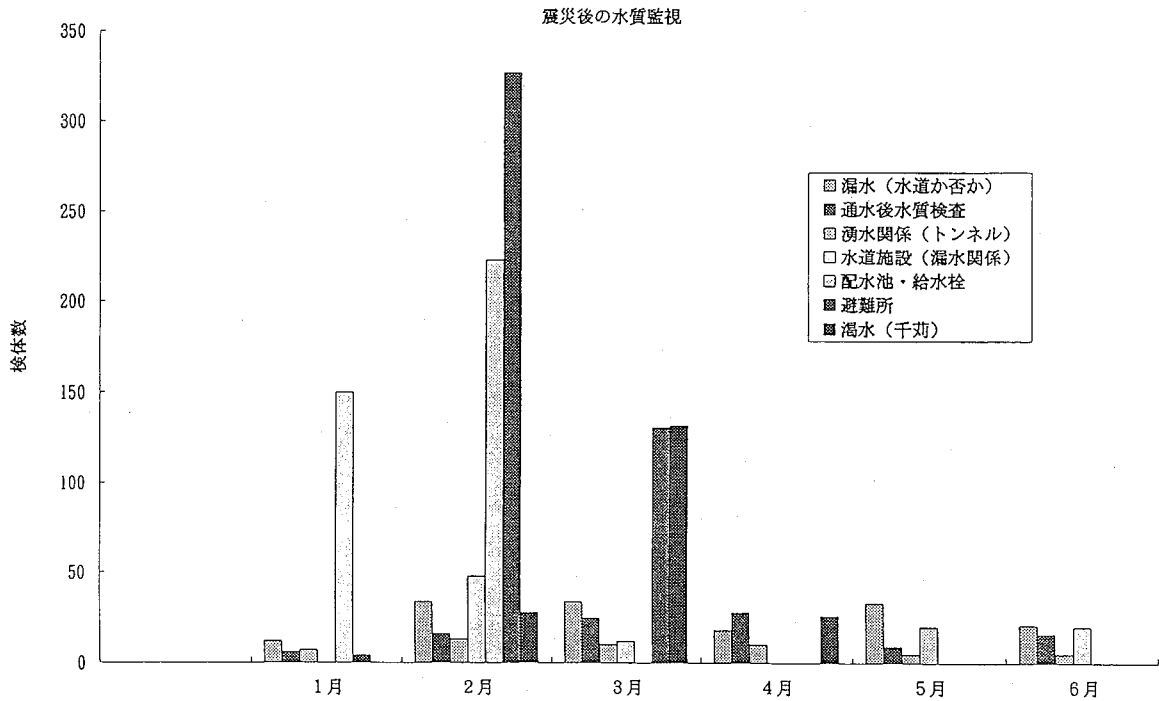


図6-2 震災後に水質監視された検査件数の推移 (1月~6月)

問題になるような減衰状況ではなかった。

また、応急給水のために自衛隊、全国水道事業者等から各種のポリタンクやポリパックが寄せられたが、材質、形状、色、容量等は各事業者でさまざまだった。さらに、市民やマスコミ関係者からは「これらの容器の水は何日間ほど保管できるか」といった問い合わせが多数寄せられた。このため、今回実際に使用された白、赤、青、灰及び黒色のポリタンクを用い、平成8年2月28日~3月5日に直射日光下と屋内間接光下での残留塩素、一般細菌、大腸菌群、pH等の経時変化を緊急に調査した。結果は図6-3(1)、(2)に示すように直射日光下においては、白色のものでは遊離残留塩素が1.4mg/lであったものが、5時間で0.19mg/l、24時間で0.01mg/lまで急激に減少する結果となった。しかし、5日間放置しても一般細菌、大腸菌群は検出されなかった。これが赤色のものになると、5日間でも0.38mg/lの遊離残留塩素が検出された。また、間接光下においては白色で、24時間で0.88mg/l、5日間で0.32mg/l検出された。今回の震災が真冬期の最も寒い時期であり、夏期での状況も今後想定する必要があり、また市民・マスコミから、あの混迷状況の中でさえ、トリハロメタンについての問い合わせがかなりあった。このことより、初夏(6/5~6/12)の屋外、屋内での残留塩素、大腸菌群、一般細菌、トリハロメタン等

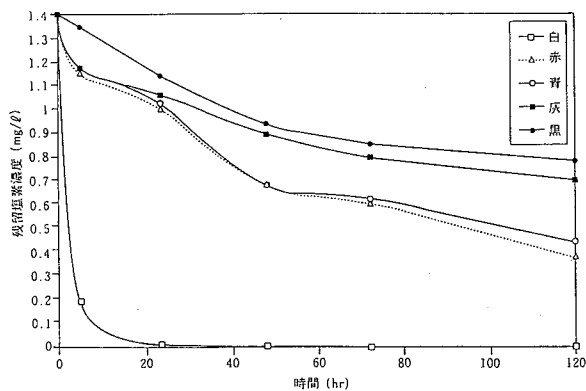


図6-3(1) 応急給水用ポリタンクの冬期の屋外での残留塩素推移

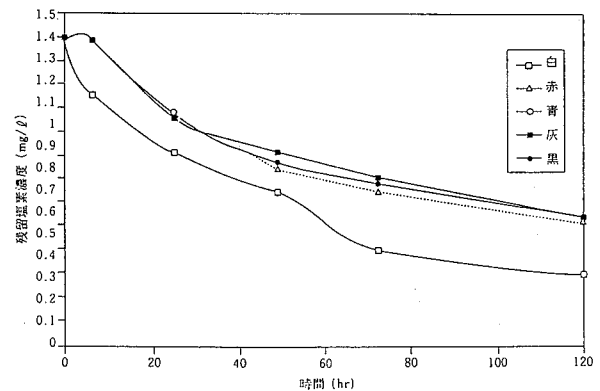


図6-3(2) 応急給水用ポリタンクの冬期の屋内での残留塩素推移

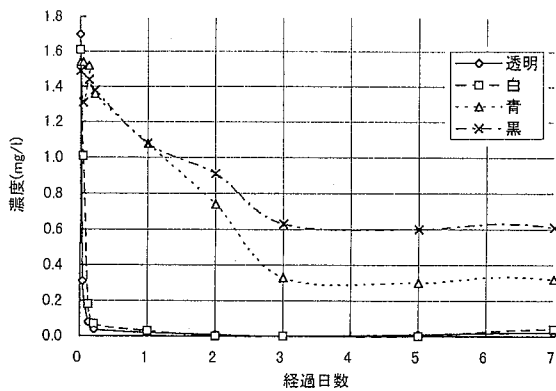


図6-4(1)応急給水用ポリバック及びポリタンクの夏期の
屋外での残留塩素推移

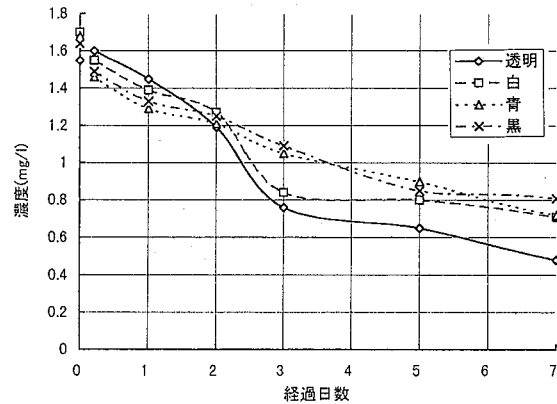


図6-4(2)応急給水用ポリバック及びポリタンクの夏期の
屋内での残留塩素推移

の水質の経時変化をみた。図6-4(1)、(2)に残留塩素、図6-5(1)、(2)にトリハロメタンの屋内・屋外でのそれぞれの経時変化を示す。残留塩素は屋外では透明なポリバックで、1時間後に1.7mg/lのものが0.3mg/l、5時間後には0.0mg/lに減少している。白色では5時間で0.1mg/l、24時間で0.0mg/lと急激に減少している。また、減少の度合いは青色、黒色の順で、黒色では7日後でも0.6mg/l残留していた。なお、屋内での減少率は屋外ほど色によってさほど変化がでなかったが、やはり減少の大きい順から、透明>白>青>黒となっている。トリハロメタンは屋外では透明のものは1日目で0.045mg/lと最高になるが、以降かなり減少傾向を示している。また、白色では1日目に0.054mg/lを最高にじょじょに減少する。黒色・青色は2・3日目に0.062~0.064mg/lとそれぞれ最高となり、以降減少傾向を示している。また、屋内では透明以外はほぼ同様の傾向を示し、経時的に増加傾向を示し5日目に0.062~0.068mg/lと、それぞれ最高となり、7日目には減少している。なお、透明では2日目に0.044mg/lと最高になるが、比較的低い値で5日目まで同様の値を示し、7日目には減少をしている。トリハロメタンは水温の上昇、光化学反応等により、影響を受けその濃度に差がでたものと考えられるが、いずれも水質基準値の70%以下であった。また、大腸菌群、一般細菌は7日目でもすべての試料で全く検出されることはなく、水質的には外部からの汚染が無ければ、夏期でも問題ないことが分かった。

2-2 給水開始後の水質監視

送水が回復し市街地への給水の再開に伴って、配水池及び市内給水栓についての水質検査を震災翌日の18日より実施した。検査項目は1月19日~2月12日は7項目(大腸菌群、pH、臭気、色度、濁度、電

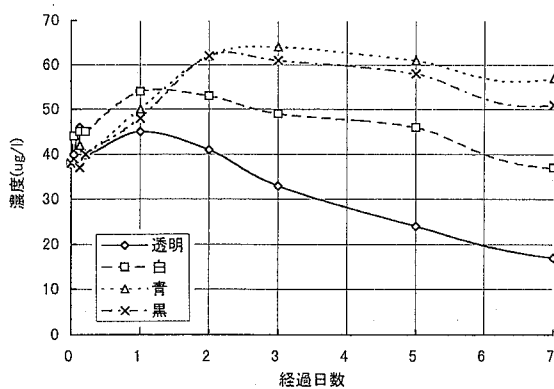


図6-5(1)応急給水用ポリバック及びポリタンクの夏期の
屋外でのトリハロメタン推移

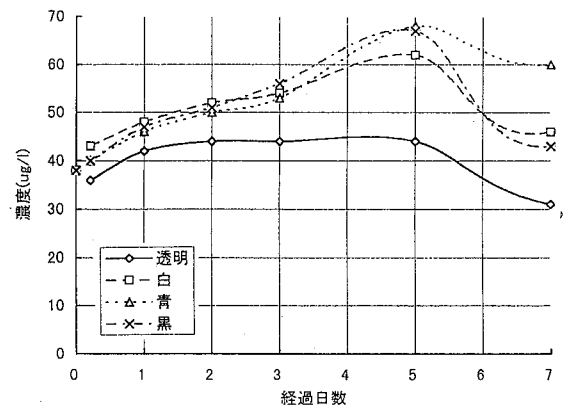


図6-5(2)応急給水用ポリバック及びポリタンクの夏期の
屋内でのトリハロメタン推移

気伝導度、遊離残留塩素)を、2月13日からは11項目(一般細菌、塩素イオン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、過マンガン酸カリウム消費量の4項目を加え)に増加させた。3月31日までに、配水池延べ191ヵ所、給水栓延べ200ヵ所の監視を実施した。通水当初は、赤水等の高い濁度水がみられたが、それも短時間で回復し、遊離残留塩素は十分に検出され、また、大腸菌群も不検出で水質的に問題はなかった。また、2月8日から15日にかけて、貯水池、各原水及び浄水の計15ヵ所で基準項目、監視項目の一部、環境基準項目等の66項目について検査を実施し、水質的に問題のないことを確認した。また、3月には倒壊ビルや家屋の撤去工事等で問題となったアスベストについて、電子顕微鏡及び顕微鏡で検査を実施したが、検出されることなく問題はなかった。

2-3 主な避難所等での水質監視

水道水の供給が市街地で再開された後も、市民は飲料として使用する事を躊躇し、通水後の給水栓に「この水道水は飲めません、沸かしてから飲んで下さい」といった貼り紙等が多くみられる状態で、給水タンク車等からの運搬給水に頼る傾向があり、またマスコミ関係者より直接水質試験所に「水道の水を飲用して大丈夫か」等の問い合わせがかなり寄せられた。このため、市街地への給水状況を把握し、水道水への信頼を取り戻して、被害の大きかった地域の市民に安心して飲んで頂くために、避難者数の多い学校等の主な避難所で、1月28日より、水道の給水の有無を電話で確かめた後、水質検査を実施した。また、給水の再開されていない場合は、通水され次第検査すること伝え、連絡を依頼し、連絡のあり次第、試験所から直接出向き、各避難所の状況を確認しながら順次水質検査を実施していった。検査は上記の配・給水施設と同様当初7項目、後に11項目について実施された。応急復旧がほぼ終了した3月31日までに345ヵ所(検査試料数462件)で水質検査を実施し、水質的に問題のないことを確認した。この水質結果を各避難所に通報し、タンク車による応急給水の必要のないことを伝え、自衛隊等の応急給水部隊の撤退が可能となるよう、また、市民に水道の安全性に対する不安の払拭に努めた。また、図6-6に示す如く、水質検査を実施した避難所は被害の集中した市街地が大部分となっている。このため、被害の酷かった地域の多くの避難所等の水質検査を通じ、市内の水道復旧状況も把握でき、また訪

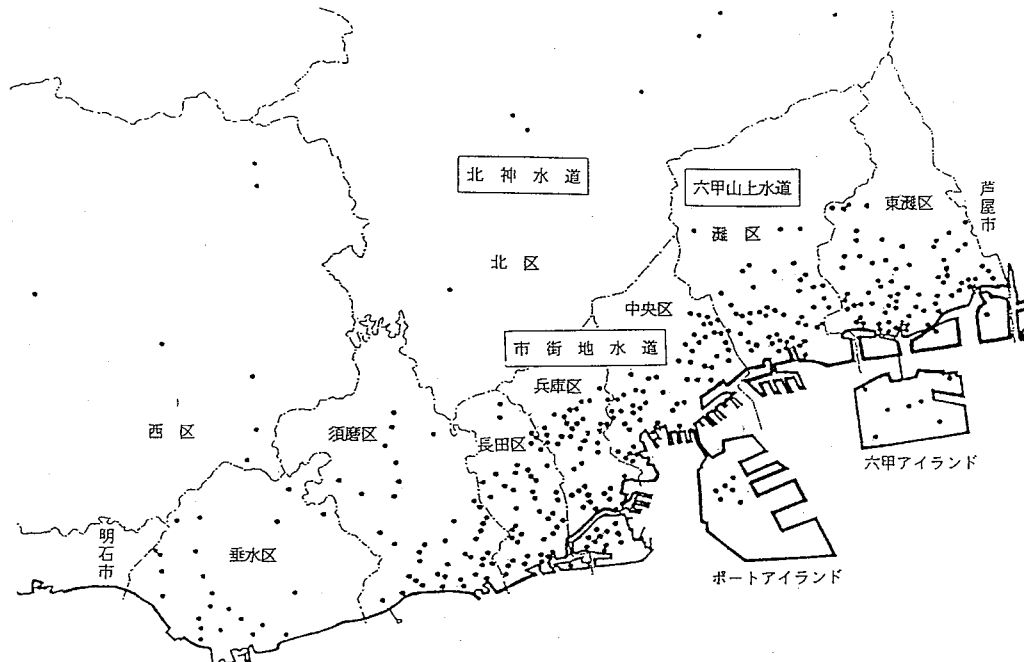


図6-6 震災後の避難所等の水質検査箇所一覧

問先の避難所での水道に関する市民の要望も直接聞くこともでき、各センタに連絡し対処した事例も多くあった。

2-4 自動水質監視システムでの監視

神戸市では、接合井、配水池は残留塩素をテレメータで31ヵ所に、配水管末は残留塩素、pH、濁度及び水温の4項目をNTT回線を使って11ヵ所に水質の自動監視局を設置し、リアルタイムでの監視を実施している。幸い、震災後の送・給水の回復に伴い、電極で測定する残留塩素、pH値及び水温は監視が可能となったが、濁度は異常値が表示され、現地での調整が必要であった。また、配水管末の1子局は臨海部の埋立地にあり、震災時の液状化現象によって、敷地の沈降により、検水管が破損し、その修理にかなりの時間を要した。また、奥平野管理センタのテレメータシステム及び水質試験所の親局とも震災による影響はなかった。このため、通水後の連続的に且つリアルタイムでの監視が可能となり、水質の監視業務にとって、大変効果的であった。

神戸市では8年度中に市内の公園の地下に設置される4ヵ所の緊急貯水槽に、上記の水質項目に色度、電気伝導度及び水圧を加え、7項目の水質監視局を設置予定であり、今後とも水質監視の自動化を進め、災害時等の水質監視の強化を図って行きたい。

2-5 震災後の水質依頼試験

震災後の依頼試験内容は、(a)飲料可能か否か、(b)漏水関連(水道水かどうか)、(c)地下水、湧水関連の水質等が寄せられ、震災の影響の色濃く残っていた6月までの集計で410件となっていた。この内市民からの依頼については152件となっていた。特に飲料可否および漏水関連の依頼ではビル等受水槽以下の依頼がそれぞれ約35%を示していた。震災後の緊急時には、これら簡易専用水道について、その対応には衛生関連部局等とも十分に協議する必要があることが判明した。

3. 神戸市水道局の耐震化計画と水質管理

神戸市水道局では今回の震災で市民からの災害対策本部に寄せられた市民の声から、市民の不安や焦りの声、正常な市民生活への復帰を求める声を重視して、応急復旧期間を4週間以内で終えることを目標として掲げ、神戸市水道施設耐震化基本計画を策定した。このため、水質の分野でも、水質監視と管理及び市民に対する水道水の安全性の確保を目標において、水質担当職員の緊急配備体制及び水質検査体制の整備を図っていく必要がある。

これには、(a)緊急連絡による水質試験所への参集、(b)施設の被害把握、(c)水質検査体制の準備、(d)参集職員からの情報収集、(e)災害対策本部との連絡調整等初動体制のマニュアル化の必要があり、神戸市では、現在震災の経験を加味し、各部課ごとにマニュアルづくりを行っている。

初期の水質監視・管理活動は市民の要望から考え、震度5以上で緊急遮断弁の作動した配水池及び市内の公園等に設置された緊急貯水槽に設置された応急給水拠点での水質監視が重要なものとなる。神戸市では「運搬給水拠点」として、拠点配水池を現行の21ヵ所を29ヵ所に、大容量貯水槽を4ヵ所、合計33ヵ所を整備増強する予定である。

今回のように市内での全面断水に至った場合には、通水再開と共に水の流れに従い、浄水場出口、浄水受水地点、送水トンネル接合井、配水池、市内給水栓と、さらに市民への水道水への信頼回復のために学校等の主な避難所での水質検査の実施が重要な課題となってくる。表6-5に震災後の応急復旧に

表 6-5 震災後の応急復旧に伴う水質の監視・管理計画
(神戸市水道施設耐震化基本計画の復旧目標に従い作成)

| 地震発生からの日数 | 検査箇所 | 検査項目 | 備考 |
|-----------|--|--|---|
| 地震発生～3日まで | 浄水場 送水トンネル接合井 給水拠点配水池 大容量貯水槽 | 残留塩素 色、濁り(外観) pH値、電気伝導度 臭気 大腸菌群 | ・衛生上の措置(消毒強化) ・浄水場パトロールの開始 ・現地検査が主体 ・自動水質監視システムの活用 |
| 10日まで | 浄水場接合井 通水後の配水池 市内給水栓 学校等の防災拠点 | 残留塩素 大腸菌群 一般細菌 pH値、臭気 濁度、色度 電気伝導度 | ・試験室での検査 ・交通渋滞での採水業務の困難性 ・漏水調査のためのトリロリン測定 |
| 28日まで | 避難所 仮設給水栓 接合井 浄水場 | 上記の8項目に 塩素イオン 硝酸性窒素及び 亜硝酸性窒素 KMnO ₄ 消費量 の3項目追加 | ・学校、病院、福祉施設を中心に水質監視 ・依頼試験の増大 ・採水業務は2名づつで4班編成 |

(a)初期水質監視(3日まで)では、接合井、応急給水拠点(21+8箇所)、大容量貯水槽(4箇所)を計画

(b)3日以後の試験については、職員出勤及び検査体制を整備し、浄水場、通水された配水池、避難所、仮設給水栓等検査箇所と検査項目の増加させる。

伴う水質の監視・管理の計画とスケジュールを示す。震災後応急復旧の終了すると考えられる4週間後(28日)までを0-3日、4-10日、11-28日の3段階に分け通水再開後の水の流れに従い、管理・監視を進めていく。なお、検査項目については、初期は残留塩素、色、外観、濁度、電気伝導度、臭気、pH値等現地で測定可能な項目と大腸菌群(特定酵素基質法-MMO-MUG法)を、次いで適宜項目を増やし、28日までには塩素イオン、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、過マンガン酸カリウム消費量の3項目を加え、11項目を目処に実施し、全項目については検査体制が整い次第、早急に実施していく必要がある。

4. 災害時の水質管理上の課題

震災等災害時に、公衆衛生上の安全性の確保、また市民の水道水に対する信頼の確保が復旧・復興を進めていくことが、最も重要なこととなる。今回の震災で得られたあまりに多くの経験から、今後に備えた水質監視・管理体制の整備が必要であることは言うまでもないが、ここでは水質に関する課題について触れる。

4-1 消毒の強化等衛生確保について

①今回の震災では冬期の発生であり、水温も低く、水系の感染症等の問題は発生しなかったが、水温の高くなる夏期では、当然これら公衆衛生上の観点から、さらなる消毒強化が必要になってくる。一方、災害時には交通事情等が極度に悪くなるため、例えば市販次亜塩素酸ナトリウムの頻繁な搬入等が困難となる恐れもあり、納入方法、貯留槽の増量等も視野に入れた体制の整備が必要になってくる。現在、水道法(第22条)及び同施行規則(第16条)では病原生物に汚染されるおそれのある場合又は病原生物に汚染されたことを疑わせる場合には、供給水の遊離残留塩素を通常の0.1mg/ℓから0.2mg/ℓ以上に

と2倍以上とすることが義務付けられており、今回は浄水場出口で1.5mg/ℓとした。しかし、浄水場出口で遊離残留塩素の量を如何ほどに設定するのか、今後被害状況及び季節を考慮し論議していく必要がある。なお、応急給水時に場合によっては消毒剤（塩素酸カルシウム等の錠剤）を水道事業者や衛生関係部局で用意し、運搬給水タンク等に注入することも考えておく必要もある。

②阪神淡路大震災の丁度1年前の1994年1月17日アメリカ、カリフォルニア、ノースリッジ地区でマグニチュード6.8の大地震が発生し、やはり水道施設に多大な被害を与えた。震災発生後、覆蓋のない配水池への塩素処理の中断、水道施設の安全性調査に時間を要する等のため、震災発生後3時間には飲料水に供する水の煮沸をすることを報道通知している。また、MWDSC (Metropolitan Water District of Southern California) ではクロラミン処理を遊離残留塩素処理に替え、3 mg/ℓの注入を行っている。

③今後、地震等災害時に水道施設での衛生上の安全性が脅かされると判断された場合には、「飲用に供する水はすべて煮沸する」ことなどを広報する体制をマニュアル化し、災害対策本部の中で関係部局と十分に検討し、対処することも想定しておく必要がある。

4-2 水質情報の収集・監視と広報について

災害時の混乱状況下では、市民の不安を取り除き、水道水の安全性を確保するために、情報収集と市民への情報提供等を如何に図るか、十分に検討する必要がある。また、緊急時の水質監視のために、検査体制を簡便化し、ハンディな水質計測器（遊離残留塩素、濁度、電気伝導度等）を備え、現地で監視を行うことが是非とも必要で、かつ有用である。また、リアルタイムでの監視のため水質自動監視体制の構築も非常に有効であり、今後さらなる整備充実が必要である。

4-3 水質監視・管理に係わる相互応援体制

この度の震災でも、大腸菌群の迅速・簡便検査のための特定酵素基質法の資機材を日本水道協会及び一部水道事業者より送付して頂き、緊急時の検査体制を整え対処した経緯がある。今後発生する恐れのある大地震が夏期とか、水質試験施設がさらに大きな被害を被った場合には、被害の状況により、水質の監視、管理のため他水道事業者等への応援要請の必要性も出てくるものと考えられる。このため、各水道事業者では応援及び応援の受け入れ体制について、ハード及びソフト両面からの整備と、また、一水道事業者だけでなく、全国レベルでの水質監視・管理に関するマニュアル化とシステムの整備が必要である。

〔参考文献〕

- 1) 神戸市水道局：阪神・淡路大震災－水道復旧の記録（速報）、神戸市、1995
 - 2) 神戸大学工学部：兵庫県南部地震緊急被害調査報告書（第1報／第2報）、1995
 - 3) 神戸市水道局：神戸市水道施設耐震化基本計画、神戸市水道局、1995
 - 4) McReynolds, L. etc. : LA's rehearsal for the big one, JAWWA, Vol. , No.5, 65-70, 1995
 - 5) Tanaka, S.S. : Shaken in to action, JAWWA, Vol. , No.5, 71-75, 1995
 - 6) 神戸市水道局：阪神・淡路大震災－水道復旧の記録、神戸市、1996
-

7. 神戸市での今後の耐震化対策

神戸市水道局計画課長

池田 忠幸

神戸市では、震災後の耐震化対策を考えるにあたり、まず復旧工事が最盛期の平成7年3月初旬に学識経験者や水道の有識者からなる「神戸市水道復興計画検討委員会」を発足させ、今後の神戸市のとるべき耐震化対策について議論が行われ、平成7年6月に「神戸市水道耐震化指針」という形で提言を受けた。平成7年7月には、この指針に基づき「神戸市水道施設耐震化基本計画」を策定し、その後この計画をさらに具体化した事業計画を立て、平成8年度から復興事業を実施している。

この章では、本市が震災後に行った復興計画策定の経過、すなわち指針策定から基本計画の策定及び事業化へ至った背景のほか、ソフト面の対策や財政への影響について報告する。

1. 神戸市水道耐震化指針

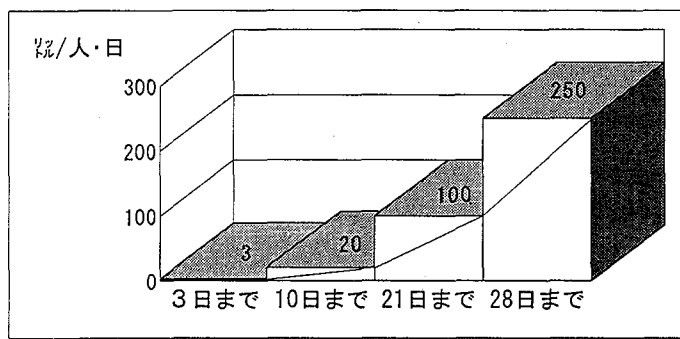
この指針は、「災害に強い施設づくり」「早期復旧が可能な施設づくり」を行うために、神戸市水道の施設整備の方向を定めるものである。基本姿勢として、今回程度の地震が発生しても、市民が安心して水道を使えるよう「市民の視点」に立ち、震災後水道局に寄せられた「市民の声」を活かすとともに、地理条件、産業等「神戸らしさ」を反映した水道整備を目指すものである。

震災の反省と教訓なども踏まえて、①4週間以内の応急復旧、②経過日数に応じた応急給水量の確保、③防災拠点における水の確保、など5つの計画目標(図7-1)を掲げ、短期及び中長期的に実施すべき耐震化方策が示されている。

指針策定にあたっては、神戸市水道復興計画検討委員会の中で①市民の声、②震災の反省と教訓、③神戸らしさ、④水道施設の被害、等についての議論が行われた。神戸市における震災後の耐震化対策の検討フローを図7-2に示すが、以下ではこれらの内容に沿って順に説明したい。

計画目標

- 目標1. 応急復旧期間は4週間以内
- 目標2. 応急復旧の目標水量を設定



主な給水方法

- 3日まで：運搬給水、耐震貯水槽からの給水(1km以内)
- 10日まで：幹線付近の仮設給水栓(250m以内)
- 21日まで：支線上の仮設給水栓(100m以内)
- 28日まで：仮配管による各戸給水や共用栓(10m以内)

- 目標3. 防災拠点における水の確保
- 目標4. 公平な復旧
- 目標5. 民生の安定への協力

図7-1 耐震化の計画目標

1-1 市民の声

神戸市水道復興計画検討委員会では、阪神・淡路大震災を経験した市民が、今後水道を安心して使えるよう、「市民の視点」に立った復興計画とするための議論が行われた。

震災発生から全市応急復旧完了に至る期間において、神戸市水道局災害対策本部には苦情、要望、問い合わせ等、合計2,398件の電話が寄せられた。表7-1には、これら「市民の声」が震災発生からの経過日数に対してどのように変化していったかをまとめている。

1週目の「いつ、どこに行けば水があるか」ということから、日数の経過とともに水量増加の要求、給水場所や時間帯への要求と、要請内容が細かく程度の高いものになってきている。

通水見通しの問い合わせにおいても、同様により細かく具体的な内容を必要とするようになってきている。感情の面でも、当初からの不安感に加えて「いらだち」「あせり」「悲痛」「怒り」と変化し、当時の市民の置かれていた状況が汲み取れる。

このような市民の声に対して、的確に、きめ細かく応えることは、刻々と変化する状況のもとでは非常に難しいことであったが、この市民の声を今後の計画に生かしていくことが、水道の復興を図る上での原点であると考えている。

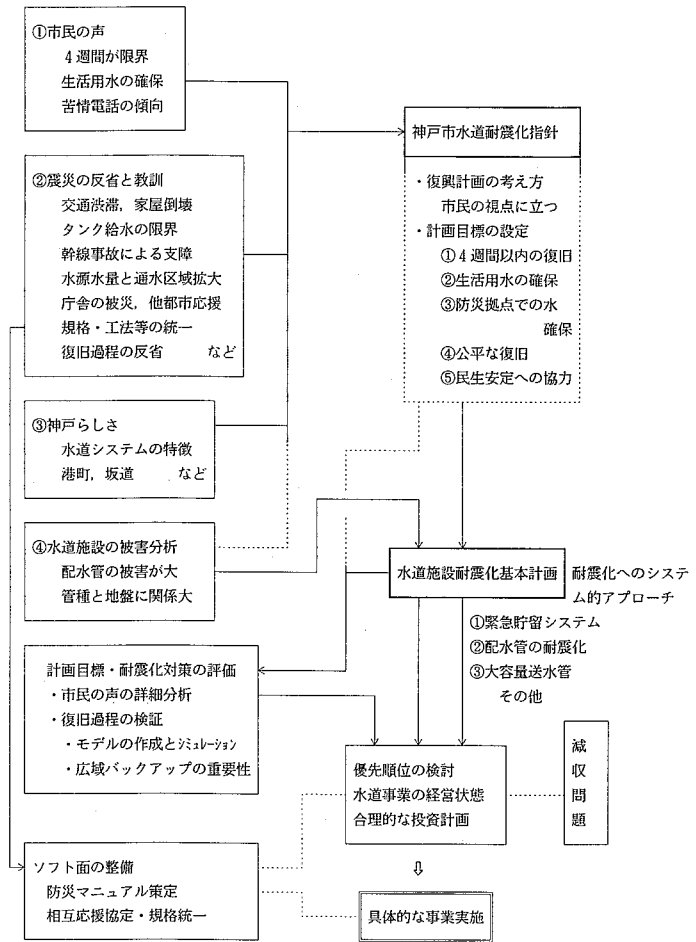


図7-2 神戸市における耐震化対策の検討フロー

表7-1 電話問い合わせからみた「市民の声」

| | 第1週目(1/18 ~ 24) | 第2週目(1/25 ~ 31) | 第3・4週目(2/1 ~ 14) | 第5週目以降(2/15 ~) |
|------------|--|--|---|------------------------------------|
| 市民からの問い合わせ | 通水の見通し 復旧の見通しは？ | 具体的かつ正確な情報がほしい いつ水がでるのか？ | 詳しい情報提供がない 広報が伝わらない | 我慢も限界だ |
| 応急給水 | 給水車はいつ、どこに来るのか (場所、時間) 人工透析病院からの給水要求 | 給水車の広報をせよ (もっと近くまで来てほしい/ 来ていてもわからない) 避難所に給水タンクを設置せよ (量・回数をふやせ) | 水が十分給水されない (量・回数+時間帯) (近くは出ているのに--) | 水汲みがつらい、疲れた |
| 漏水その他 | とりあえず水を止めてほしい (漏水通報多数) | 風呂に入りたい (漏水通報多数) | 通水できないと言われたが なんとかしてほしい。 (漏水通報多数) | 何回も連絡したがどうなっ ているのか。 (漏水通報多数) |
| key word | 知りたい | いらだち | 不安、あせり | 怒り、悲痛な声 |

神戸市水道復興計画検討委員会の議論の中では、市民の我慢の限界と実行可能性との調整を行った結果、4週間以内の応急復旧などの計画目標が位置づけられた。

1-2 震災の反省と教訓

阪神・淡路大震災から得られた反省と教訓を整理すると、次のような事項が挙げられる。

- (1) 従前から進めてきた緊急遮断弁設置計画は、今回運搬給水のための水を確保でき有効であった。
しかし、幹線道路の交通渋滞と倒壊家屋による道路の封鎖が運搬給水の重大な障害となった。また、日数の経過につれトイレ・風呂用など生活用水に対する需要が増大しており、運搬給水にも限界があるため、できるだけ早い時期に管路による応急給水に切り換える必要がある。
- (2) 配水管は今回最も大きな被害を受けた。配水管の耐震化対策としては、従前から進めてきた管路のダクタイル化だけでは十分でなく、今回被害の大きかった場所等での耐震継手管の使用が不可欠である。
- (3) 今回神戸市の最重要の基幹施設である2本の送水トンネルの被害は幸いにして軽微であった。しかし、これらが被災した場合の市民生活に与える影響は甚大であり、これらをバックアップするためのシステムを考えておく必要がある。
- (4) 震災復旧においては、漏水を覚悟のうえで通水を行うため、確保できる水量により通水区域が制約される。これに対しては用水供給事業者での耐震化対策のほか、隣接市町村や周辺の大規模事業者との連絡管等により広域バックアップ体制を整備していく必要がある。
- (5) 給水管については、VP管またはHIVP管の被害が多く、漏水により管内の水が急速に消滅する原因となった。今後の地震対策では、給水管の材質・工法について再検討する必要がある。
- (6) 水道局庁舎の被災や交通の遮断により情報が途絶し、本庁及び各事業所では状況把握と分析、対策の立案、マスコミ対応など業務に混乱をきたした。今後、情報システムの拡充や、危機に対処ができる柔軟な組織づくり、震災対策マニュアルなど、ソフト面で検討していく課題は多い。
- (7) 巨大災害が発生した場合、1つの都市だけでは対応に限界があるため、他都市から応援を受ける前提で、費用負担・宿舎・指揮系統などについて事前の協定および器具や部品などの規格統一及び分散備蓄もすすめる必要がある。

以上の震災の反省と教訓と、後述する復興計画及び計画目標との関係をまとめたのが図7-3である。

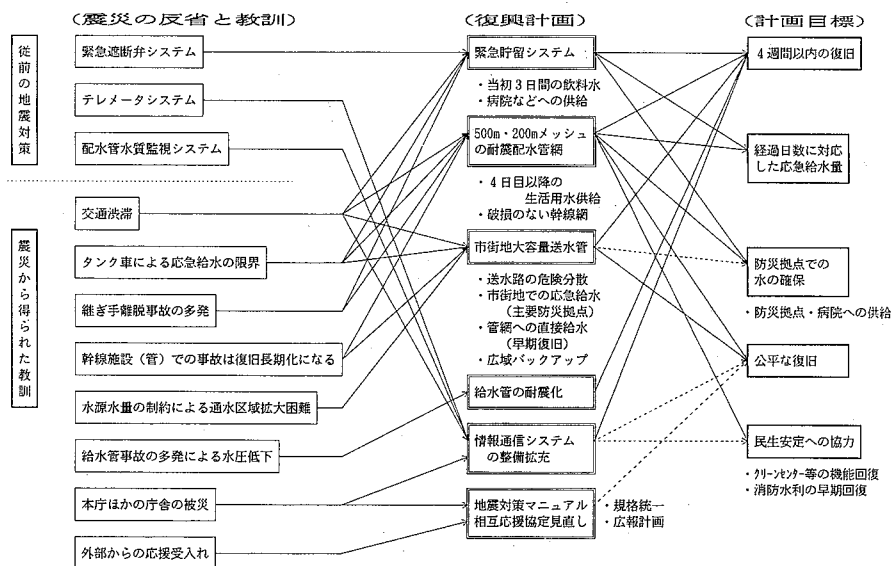


図7-3 震災の反省と教訓と復興計画・計画目標の関係

1-3 神戸らしさ

復興計画の策定に当たっては、地域の気象及び地理・地形等の自然環境や道路・交通、産業活動等の社会経済的環境を考慮して、その地域に最もふさわしいものとする必要がある。

神戸市水道復興計画検討委員会の議論の中では、計画に「神戸らしさ」を反映するという趣旨から、「港町」「坂道」「人工島」「人口・産業の集中地区が東西に細長い」「臨海部の工業地帯」「六甲山」及び「市内に大きな水源がない」などのキーワードを抽出し、次のような耐震化対策が導かれた。

- ① 港湾の防災拠点や臨海部へ至るルートの耐震化
- ② 市民の水の運搬距離を短くするための給水拠点数の増加
- ③ 人工島への施設の二重化と島内での大容量貯水槽の設置
- ④ 災害時の道路情報の把握や警察等との連携による円滑な緊急輸送の確保
- ⑤ 阪神水道企業団や兵庫県営水道への信頼性の高い構造やシステムの要望
- ⑥ 広域的なバックアップ施設の整備

以上の「市民の声」「震災の反省と教訓」「神戸らしさ」のほか、水道施設の被害分析も図7-2のように事業化へ至る検討の過程、特に事業の優先順位を決定する際にこれらの分析結果を反映させた。内容については前章までで報告してあるのでここでは省略する。

1-4 計画目標達成のための管路耐震化方策

震災が発生すれば、水道局は市民に応急給水を行いながら、同時に施設の復旧を行っていかねばならない。

計画目標として設定した「経過日数に応じた応急給水量の確保」を実現するためには、給水車による運搬給水では限界があるため、段階的に管路を利用した仮設給水栓による応急給水に切り替えていく必要がある。また、応急給水量は水の運搬距離に比例するものと考え、これに対応した復旧方法（通水方法）及び耐震化方策を考える必要がある。

応急給水量の増加と早期復旧を同時に実現する施策として、500mメッシュ（幹線）、200mメッシュ（支線）の配水管網の耐震化が神戸市水道復興計画検討委員会の議論の中から導き出された。これらの議論をまとめたものが図7-4である。

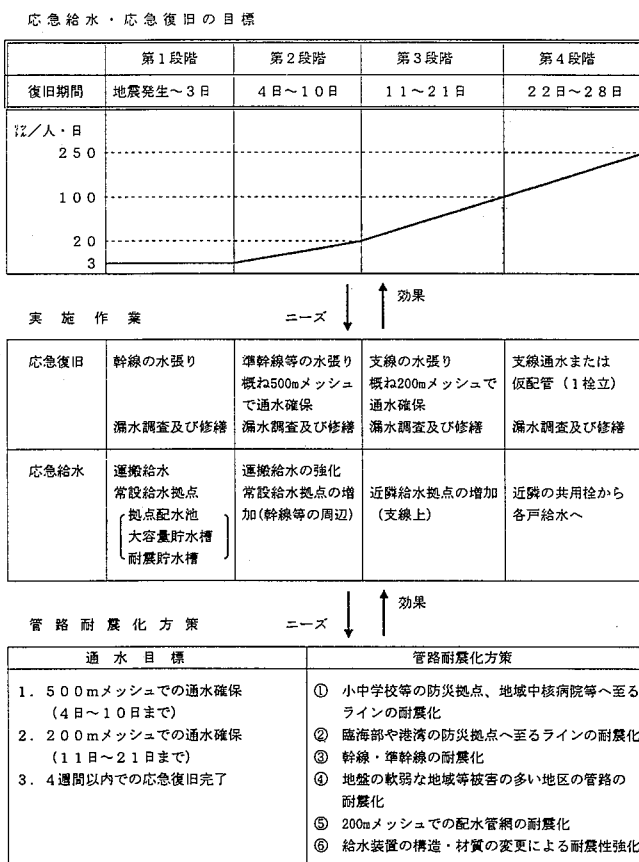


図7-4 計画目標達成のための管路耐震化方策

2. 計画目標及び耐震化対策の評価

2-1 市民の声の詳細分析

関西水道事業研究会¹⁾では、神戸市水道局災害対策本部に寄せられた電話内容を分析し、水道の通水率を用いて「未通水人口当たりの電話件数」を算出している。(図7-5)これは、水が出ない市民の不満の程度を現しているものと考えられるが、震災発生から約4週間後の2月21日過ぎから件数が急激に増加しており、水が出ない市民の不満がこの時期に限界に近づいていることがわかった。

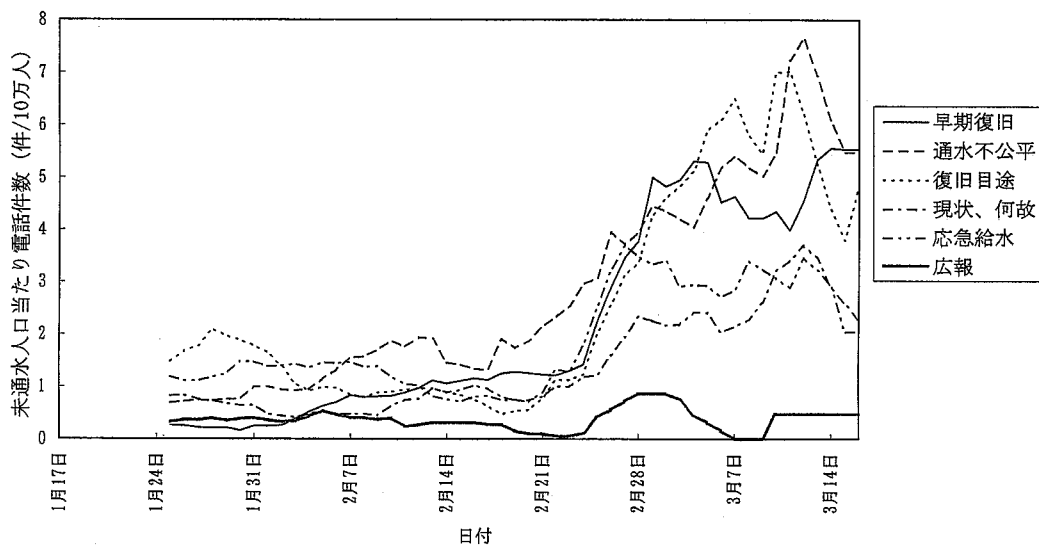


図7-5 要望別未通水人口当たり電話件数グラフ

また、図7-6「応急給水への要望別未通水人口当たり電話件数」では、震災発生から約4週間後の2月21日過ぎから応急給水栓への要望が急速に高まっていることがわかった。この結果より、応急給水に関しては早期にタンク給水から応急給水栓による給水に切り替えることを目標とし、これを実現するための施策を講ずる必要があると言えよう。

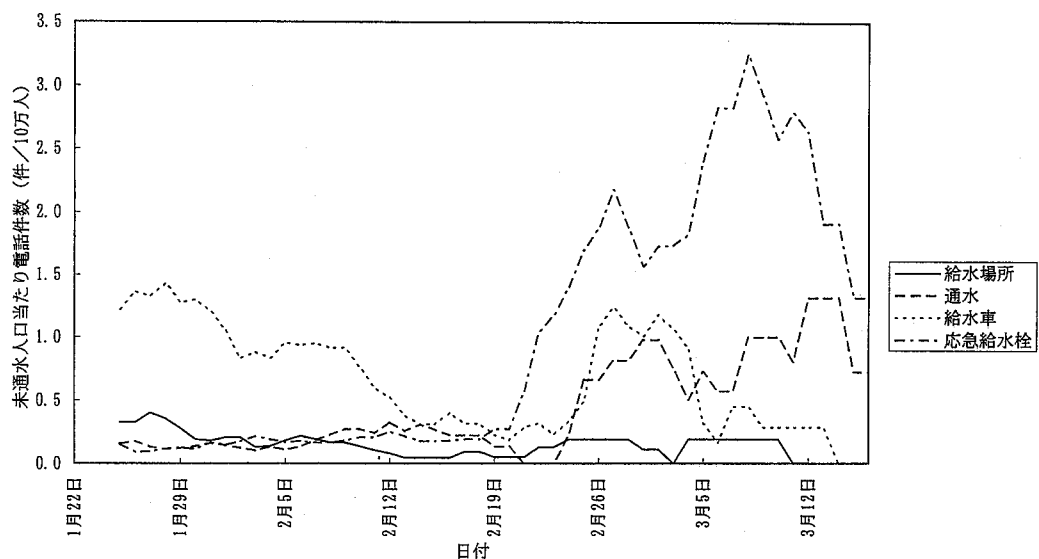


図7-6 応急給水への要望別未通水人口当たり電話件数

2-2 復旧過程の検証

同研究会では、神戸市における実績をもとに復旧原単位（従事者数当たりの復旧速度など地震被害と復旧応援を行う際の基本データ）を求め、復旧過程を表す数値モデルを作成した。このモデルを用いて復旧シミュレーションを行った結果、震災対策としては施設の耐震化を進めつつ他都市からの応援を得て復旧するのが市民生活への影響から見ても効率的であることが示されている。

また、大規模事業体間を連絡する広域連絡管の整備が、今回のような震災における水源水量の不足を補い、復旧作業の遅延を回避するのに有効であることも検証している。

3. 神戸市水道施設耐震化基本計画

3-1 計画の概要

この計画は神戸市水道耐震化指針を受け、神戸市の水道施設耐震化のマスタープランとして策定した。耐震化指針に示された計画目標を達成できるよう、具体的な耐震化方策として図7-7のような構成になっている。

主要なものとして、①緊急貯留システムの整備、②配水管の耐震化、③市街地大容量送水管の整備、があり、計画の3本柱となっているほか、基幹施設の耐震化、建築物等の耐震化、電気・計装設備の耐震化、給水装置の耐震化などで全体の施策体系が構成されている。

(1) 緊急貯留システムの整備

震災発生から当初3日間の飲料水を確保するため、運搬給水基地として拠点配水池（緊急遮断弁設置）29ヵ所と大容量貯水槽4ヵ所の合計33ヵ所を整備し、飲料水の備蓄システムを構築する。（平成7年度末現在26ヵ所整備済）

なお、運搬給水基地の整備基準及び確保目標水量は次の通りとした。

① 混乱期等における給水タンク車の移動距離を考慮して、概ね半径2 kmに1ヵ所とし、全市街地をカバーする。

② 運搬給水基地において貯留する水量は、防災拠点以外の避難所等などへの給水として3 l / 人・日×3日間分必要であるが、さらに、病院・福祉施設などへの給水や防災拠点への補給等を勘案して、3 l / 人・日×7日間程度確保する。

(2) 配水管の耐震化

4週間以内の応急復旧、経過日数に応じた水量の確保等、耐震化基本計画の計画目標を達成するため、

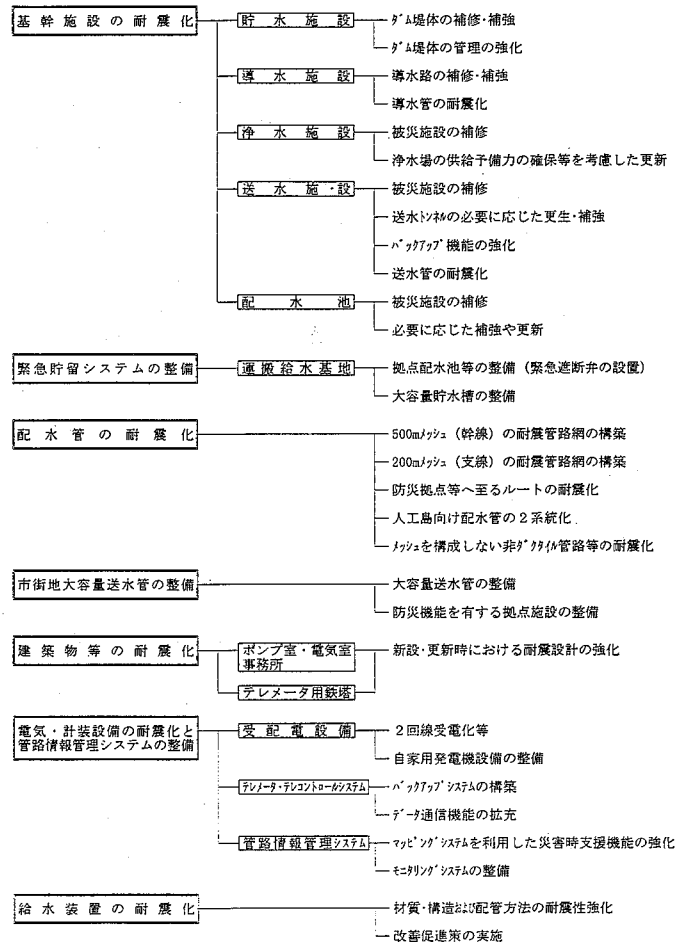


図7-7 水道施設耐震化の体系

- ① 500m メッシュ（幹線）、200m メッシュ（支線）の管網の耐震化
- ② 防災拠点、福祉施設等や港湾へ至る路線の耐震化
- ③ 人工島への供給管の2系統化
- ④ 配水池系統相互の連絡管の設置及び耐震化
- ⑤ 幹線に近接した消火栓の設置（消火用水の早期確保）

などを行っていく。（応急給水のイメージを図7-8に示す）

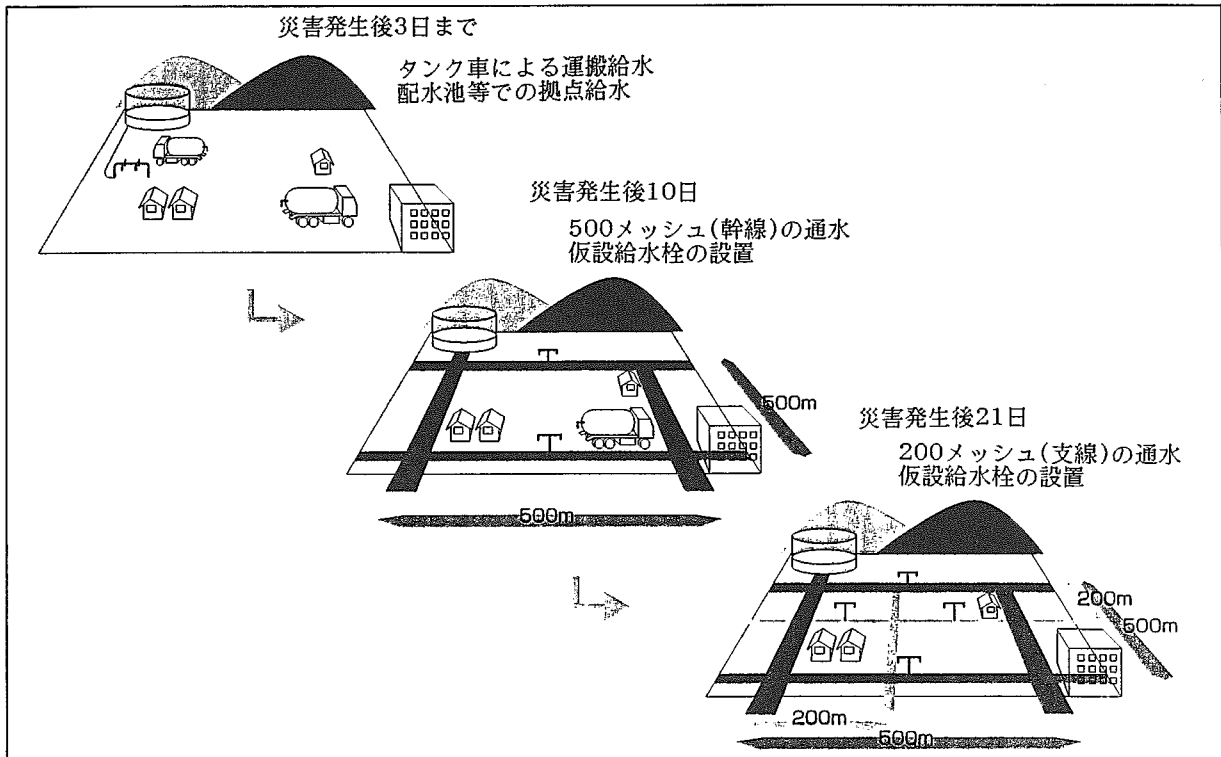


図7-8 応急給水のイメージ図

(3) 市街地大容量送水管の整備

現在、六甲山を貫通している2本の送水トンネルとの危険分散を図り、人口密集地での応急給水に対応できるよう、新たに市街地を通過する幹線道路に大口径の送水管を整備する。

- ・整備区間〔第1期〕 東灘区市境～奥平野浄水場
- 〔第2期〕 県庁付近～JR須磨駅付近
- 〔第3期〕 JR須磨駅付近～垂水区名谷接合井

この施設を利用して、災害時に配水池を経由せず、直接管網に試験通水できるため、復旧工事の短縮を図ることもできる。

3-2 事業化について

神戸市水道施設耐震化基本計画では、この計画をすべて実現するには多額の投資が必要となり、また長い年月を要することから、優先度の高いものから、順次具体的な事業実施に移していくこととしている。

神戸市では、基本計画の実施にあたり今後15カ年で行うべき優先度の高い施設整備を第I期の事業計画として整理し、平成8年度から事業を行っている。

緊急貯留システムの整備では、緊急遮断弁設置4ヵ所及び大容量貯水槽の整備3ヵ所を配水池の新

設・増設や、公園整備のタイミングに合わせて行うなどにより、平成14年度までに全市33ヵ所の整備を完了する予定にしている。

配水管の耐震化では、配水管被害と地盤の関係の分析結果を踏まえ、この事業計画により全市の防災拠点等へ至るルート及び500mメッシュの実質的な耐震化(地盤が悪い箇所等を中心とした耐震化)が15年後に実現できるものと考えている。

大容量送水管の整備では、市境から本市の水道システムの中心である奥平野浄水場内の既設送水トンネル接合井までの第1期区間の15年後完成を目指しており、このうち東灘区の東灘低層配水池までの区間(本線2.9km、支線0.9km)は厚生省の国庫補助事業であるライフライン機能強化費の中でモデル事業として取り上げられ、現在着工に向けて鋭意取り組んでいるところである。

4. ソフト面の対策

災害が発生した場合に、市の災害対策のよりどころとなるものは、地域防災計画である。

地域防災計画は、災害対策基本法第42条の規定に基づき、市域において地震や風水害等の災害が発生した場合、市が実施すべき事務又は業務に関し、また地域内の関係機関の協力業務を含めて、総合的かつ計画的な対策を定め、市民の生命、財産を災害から守るための計画である。神戸市地域防災計画は、神戸市長を会長とする「神戸市防災会議」によって決定され、毎年見直しを行っている。

神戸市は、阪神・淡路大震災によって各方面に大きな被害を受けた。神戸市各部局や防災関係機関は懸命に消火活動や人命救助、被災者の救援活動、応急復旧活動等に取り組み、その中で、多くの問題点や課題、教訓を得た。

神戸市防災会議では、平成7年3月に地震対策部会を設置し、このような経験に基づいて、従来の地域防災計画地震対策編を抜本的に見直し、平成8年3月に新しい地域防災計画地震対策編を策定した。また、地域防災計画風水害編の見直しも行い、平成8年6月にこれらをあわせて、新しい神戸市地域防災計画とした。

4-1 神戸市地域防災計画地震対策編について

(1) 概要

平成8年3月に策定された神戸市地域防災計画地震対策編は、「総括」「地震防災対応マニュアル」「防災事業計画」「防災データベース」からなり、うち「総括」と「防災データベース」は平成7年度に完成し、他は平成8年度以降に作成することとしている。

「総括」は、総則、予防計画、応急対応計画、災害復旧計画から構成されている。

(2) 応急対応計画

「総括」のうち、応急対応計画は、防災マネジメントを具体化したもので、18章からなっており、次のような特色がある。

① 初動体制

震度5弱以上の地震が発生した場合に「神戸市災害対策本部」を設置するとともに、全職員が災害対策にあたる。

激甚な災害発生時には、初動期に消火、救急・救助活動等人命救助に係わる活動を実施する機関（消防署、警察、自衛隊、海上保安庁、日本赤十字社、区災害対策本部）が、相互に情報を共有化し的確で合理的な初動対応を一体的に実施するため「災害時初動対応チーム」を区単位で編成する。

市レベルでの調整は市本部内に設置される災害時初動対応調整所で行う。

② 広域連携・応援体制

地震発生直後、地震規模、被害規模及び初動期情報等により現有の人員、資機材、備蓄物資等では対応困難と判断した時、法律や表7-2に示すような相互応援協定等に基づき速やかに公共団体及び防災関係機関に応援要請を行う。

表7-2 主な応援協定一覧

| 応援協定名 | 協定先 | 協定内容 |
|---------------------------------|-------------------|---|
| 13大都市災害時相互応援に関する協定 | 東京都及び政令都市 | 大規模災害時に総合的な相互応援を行う |
| 神戸市及び隣接市町の災害時における相互応援協定 | 神戸市及び隣接市町(6市2町) | 各市町域で災害が発生した場合に応急対策活動の相互応援を行う |
| 近畿地方及び隣接県等の県庁所在都市との相互応援協定 | 近畿地方及び隣接地域の県庁所在都市 | 災害時の広域応援体制を構築するため県庁所在都市と順次協定を締結する ※平成8年9月に岐阜市と締結 |
| 兵庫県広域消防相互応援協定 | 兵庫県内の市町等 | 相互の消防広域応援体制を確立して、大規模又は特殊な災害に対応する |
| 兵庫県自治体病院開設者協議会災害初動時相互応援協力に関する協定 | 兵庫県下自治体病院開設者 | 災害医療初動時に自治体病院間で相互応援協力をを行う |
| 12大都市水道局災害相互応援に関する覚書 | 東京都及び政令都市(千葉市を除く) | 災害時の施設の応急復旧及び給水活動の相互協力をを行う |
| 緊急時における生活物資確保に関する協定 | コープこうべ | 緊急時に食糧、生活物資、安定供給を行うことによりパニック防止等を図る |

③ 自主防災活動

自主防災組織として、地域福祉活動と地域防災活動の密接な連携を図りつつ、これらの活動に積極的に取り組む防災福祉コミュニティを育成する。

④ ライフライン復旧対策

災害時のライフラインの早期復旧を図るため、災害時ライフライン情報システムを構築し、ライフライン各社の復旧情報を集約する。

また、ライフライン復旧連絡部会を設置し、復旧事業を合理的に進めるため、ライフライン各社の復旧事業の調整協議、復旧に係わる関連情報の共有化、情報交換を行う。

さらに、各ライフラインごとに復旧システムを定めた。

4-2 大都市水道局間の災害相互応援について

12大都市(東京都及び政令指定都市(千葉市を除く))の水道局では、従来から「12大都市水道局の災害相互援助に関する覚書(平成3年5月1日から適用)」があり、今回の震災時に大都市から多大の応援をいただいた際にも、この取り決めが大きなよりどころとなった。

一方で、そのような活動の中から様々な教訓も得ることができた。このため、災害時における水道事業体の相互応援の重要性を考慮し、こうした今回の震災における貴重な経験を基に、従来の覚書の見直し補強について、震災後、12大都市間で協議を進め、平成8年6月1日から新たな覚書を適用することとなった。そこでは、今回の震災における貴重な経験を踏まえて、次の(1)から(3)に掲げるような新たな取り決めがされた。

また、この覚書は、神戸市の地域防災計画のなかでは、広域連携・応援体制の一翼を担うものとして位置づけられている。

(1) 応援本部の設置

応援体制の早期確立と被災した大都市の負担軽減のため、応援都市の指揮命令系統を一元化する「応援本部」を設置できるものとした。

(2) 初動体制の強化

① 応援幹事都市の設置

新たに各都市ごとに、被災した場合の「応援幹事都市」をあらかじめ取り決めた。第1順位の応援幹事都市も同時に被災する場合を想定し、応援幹事都市は第2順位まで決めた。

応援幹事都市は、情報通信手段が途絶している状況にあっては、現地出動し災害状況の早期把握に努め、また、被災都市による応援要請を受けて、被災都市に代わって他の大都市に応援要請を伝達し、さらに、応援本部の業務の統括を行うなどの業務を担当する。

② 被災した大都市の震度階に対応し、応援する大都市の体制整備にかかる基準を表7-3のとおり定めた。

(3) 平常時の情報交換等の充実・強化

① 災害時に必要な物資の相互補完や使用資材の規格統一等、資材の共有化にかかる理念を掲げた。

② 各都市の施設管理等に関する情報交換内容の充実に努めることとした。

③ 各都市における災害対策マニュアル、応援受入れマニュアルの作成及び交換に努めることとした。

表7-3 応援する大都市の体制整備の基準

| | 注 意 体 制 | 警 戒 体 制 | 非 常 体 制 |
|-------------|---|--|--|
| 応援する都市の体制 | 情報収集及び連絡活動を主として行うが、状況によりさらに高度な配備に迅速に移行できる体制とする。 | 情報収集及び連絡活動を行うとともに、応援幹事都市の調整に基づき、出動できる体制づくりを行う。 | 情報収集及び連絡活動を密に行うとともに、応援幹事都市の調整に基づき、被災都市に向けて直ちに出動できる体制とする。 |
| 被災した大都市の震度階 | 震度4の地震が発生したとき | 震度5の地震が発生したとき | 震度6の地震が発生したとき |

4-3 広報について

今後重点を置くべき防災対策について、市民がどのように考えているかを、神戸市が平成8年5～6月に全世帯を対象として行ったアンケートからみると、図7-9に示す結果となっている。震災時の体験を色濃く反映し、1位は「水道、電気、ガスなどライフラインの強化」となっており、2位は「救急医療体制の充実」である。それに続いて「市民への正確で迅速な情報伝達手段の整備」があげられており、情報への関心の高さとともに、今回は情報の入手に苦労したことがうかがわれる。

災害時に市民の不安を軽減するために、必要な情報を的確に提供することは重要である。今回の震災時に市民が必要とした情報は、水道に関していえば、自分の水の入手方法であり、自分の家の通水時期であった。これは大渋滞のなかを巡回する給水車の到着時刻など刻々と変化する情報や被害の大きい地域の復旧予定などの未確定の情報も求められたということの意味する。

今回の震災で問題点となった点を必ずしも解決するには至っていないが、神戸市の現在の取り組みについて述べる。

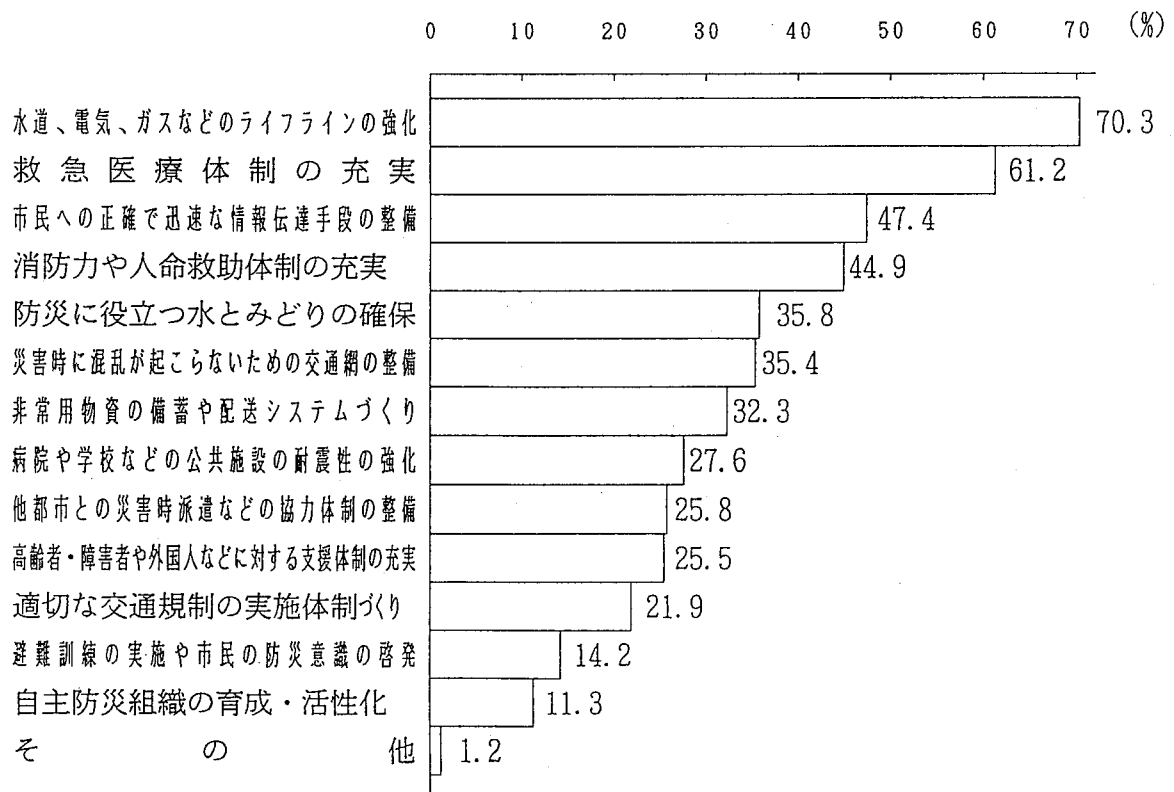


図7-9 今後重点を置くべき防災対策（市民アンケートから）

(1) 防災通信情報ネットワークの整備

災害対策本部が迅速に情報を収集、伝達し、区本部、防災機関や地域防災拠点である学校等との情報の共有化を図るため、災害情報ネットワークを整備しようとしている。このため市・区役所や消防署、地域防災拠点等を光ケーブルや無線・衛星等の複数の情報通信システムで結ぶ次世代総合防災通信ネットワークと消防局情報システムの一体化を目指している。

また、災害初動期の情報の空白時間をできるだけ短くするため、市職員の出勤途中での情報収集や元消防職員を中心に編成する災害情報パトロール隊が被災現場の映像情報を防災拠点に設置される次世代総合防災通信ネットワークの端末を経由して、市本部に送ることを検討し、システムの構築に合わせて具体化を図ることとしている。

(2) 情報提供手段の多様化

災害時の混乱の中で市民に情報を周知するためには、可能な限り多様な広報手段が講じられるべきである。このため、既存の媒体の活用はもちろんであるが、新規の媒体の活用も検討している。このなかで、水道局としてのFAX情報提供サービスを始めており、今後、CATVやインターネットなどの活用も検討している。

また、地域に密着した情報を提供するため、防災福祉コミュニティなどの地域組織との連携についても検討していきたい。

5. 財政と財源

5-1 震災の水道財政への影響

今回の震災が神戸市の水道財政に与えた影響は極めて大きかった。その影響は、大きく2種類に分け

ることができる。1つは、震災による施設の被害とその復旧に要する費用であり、もう1つは断水に伴う水道料金の減免や、給水戸数の減少などによって使用水量が減ったことに伴う給水収益の減少がもたらす影響である。

(1) 水道施設の被害額

今回の震災による水道施設の被害額を表7-4に示す。

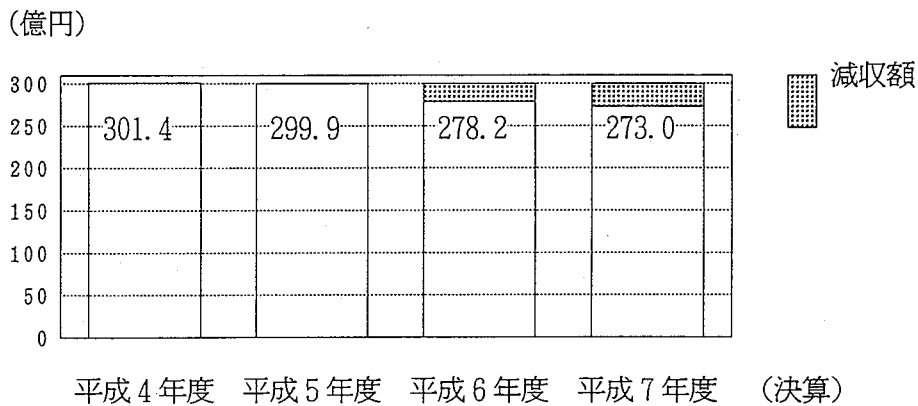
表7-4 水道施設の被害額一覧

| 項目 | 導水・浄水施設 | 配水施設 | 給水装置 | その他 | 合計 |
|-----|---------|-------|------|------|-------|
| 被害額 | 95億円 | 183億円 | 24億円 | 14億円 | 316億円 |

(2) 給水収益の減少

今回の震災の影響による給水収益の減少は図7-10と推定され、震災前の水準に戻るまでには数年を要すると考えている。

図7-10 給水収益の減少



5-2 国による財政支援

(1) 災害復旧に対する財政支援

水道施設は「激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律（以下激甚法）」の対象施設ではなかったため、関係機関に激甚法なみの高率の国庫補助等を要望した結果、「阪神・淡路大震災に対処するための特別の財政援助及び助成に関する法律」に水道施設の災害復旧に関する補助が盛り込まれるとともに、一般会計繰出制度が創設された(図7-11)。また、他都市応援にかかる旅費、手当、宿泊費等についても、応援都市に対して特別地方交付税措置がとられることとなった。

●配水管等施設

従来の財政支援

| 災害復旧費 | | |
|-----------|-----|------|
| 国庫補助対象基本額 | | 単独事業 |
| 国庫補助 | 企業債 | 企業債 |
| 1/2 | 1/2 | |



阪神・淡路大震災に係る財政支援

| 災害復旧費 | | | | |
|-----------|--------|------|--------|-----|
| 国庫補助対象基本額 | | | 単独事業 | |
| 国庫補助 | 一般会計繰出 | 企業債 | 一般会計繰出 | 企業債 |
| 8/10 | 1/10 | 1/10 | 1/2 | 1/2 |

一般会計繰出については、一般の単独災害復旧事業債を発行し、元利償還について交付税措置。

(2) 耐震化等復興事業に対する財政支援
 災害復旧については、前項のような財政措置がとられたが、今後の耐震化等の復興事業に対しては、現在のところ次のような財政支援が行われている。

まず、営業収入の減少に対しては、減収補填債の発行が認められた。また、厚生省の国庫補助事業として「ライフライン機能強化事業」が創設され、この中で大容量送水管の一部区間の建設がモデル事業に採択されたほか、管路では災害復旧で施工した区間に隣接した区間の耐震化が補助対象として認められた。

●給水装置施設
 従来の財政支援

| |
|--------|
| 災害復旧費 |
| 補助制度なし |



阪神・淡路大震災に係る財政支援（第1止水栓まで）

| 災害復旧費 | | | | | |
|-----------|------------|-----|------------|-----|----------|
| 国庫補助対象基本額 | | | 単独事業 | | 宅地内 |
| 国庫補助 | 一般会計 繰出 | 企業債 | 一般会計 繰出 | 企業債 | 自己 資金 |
| 1/2 | 1/4 | 1/4 | 1/2 | 1/2 | |

一般会計繰出については、一般の単独災害復旧事業債を発行し、元利償還について交付税措置。

●庁舎関係
 従来の財政支援

| |
|-------|
| 災害復旧費 |
| 企業債 |



阪神・淡路大震災に係る財政支援

| 災害復旧費 | |
|--------|-----|
| 一般会計繰出 | 企業債 |
| 1/2 | 1/2 |

一般会計繰出については、一般の単独災害復旧事業債を発行し、元利償還について交付税措置。

図7-11 災害復旧に対する国の財政支援

5-3 今後の課題

神戸市の水道財政は震災後、経営が著しく悪化し、さらに今後も非常に厳しい経営状況が続くと見込まれることから、市長の諮問機関である神戸市上下水道事業審議会に今後の水道事業経営について検討を依頼し、平成8年10月に答申を得た。

この答申において、水道施設の耐震化については、コストアップの要因となることから、事業を進めるにあたっては、事業の効果・優先度を考慮しながら水道財政に過度の負担とならないようにしなければならないとしている。

一方、水道施設の耐震化や濁水への対応は、一面で都市の防災機能を高める要素もあり、公共性が高いことから、一般行政の施策とも位置づけられるため、経費については一水道事業体だけで負担すべきものではないと指摘している。また、震災に伴う減収についても、水道事業の通常努力では対応できるものではなく、国の責任において対応すべきものであることから、今後も耐震化事業に対する補助制度とともに、引き続き国に対して財政支援を要望していく必要があると提言している。

神戸市水道事業は、震災の影響もあって、事業創設以来の厳しい財政状況におかれているが、この答申を尊重して財政の健全化に取り組み、安全で良質の水を安定して給水するという水道事業の使命を果たしていかなければならないと考えている。

〔参考文献〕

- 1) 関西水道事業研究会「市民の視点にた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（関西水道事業研究会耐震計画分科会報告書）」平成8年3月
-
-

8. 水質試験施設の被害状況と対策

大阪市立環境科学研究所

福永 勲

神戸市水道局水質試験所長

矢野 洋

(1)はじめに

震災後、水道・ガス・電気・交通網等ライフラインは一瞬にし寸断され、水質試験機関では施設、機器および職員動員等に多大な被害が生ずるに到った。幸いに試験機関の建物の倒壊・火災発生等の被害報告はみられなかったが、建屋自体の破損、水質測定機器、実験室の諸施設、薬品類の破損、諸実験器具の破損等、その被害は甚大なものであった。ここでは、典型的な事例として神戸市水道局水質試験所での状況と、阪神間の水質測定機関の事例として日本水環境学会水測定機関分科会で実施された「阪神淡路大震災による水環境への影響と対策」に関するアンケート及び兵庫県下の水道事業者への聞き取り調査結果について報告する。

(2)水道事業者での被害状況

1. 神戸市での被害および対策

神戸市の水質試験所は諏訪山西の山麓部の段丘層に位置しており、且つテレメータ施設を備えた奥平野管理センタの2・3階にあり、1階に設置してあった緊急遮断弁用の地震計は3台とも作動し、震度5以上の揺れがあったことを示していたが、比較的被害は少なかった。

1-1 水質試験所建屋

建屋自体は差ほどの被害はみられていないが、西側壁面及び東側壁面に若干のクラックが入り、特に東側壁面ではグフト設置部分から強い降雨時に水漏れが発生するようになった。また、各部屋のドアに少しズレが生じたが、若干の修繕で現在のところ問題はない。

1-2 試験室内

走査電子顕微鏡が壁に衝突し、壁面に亀裂が入り、また、電子解析用の窒素ガスボンベ保管箱の転倒により、保管箱自身が若干破損した程度で比較的軽微であった。試験室内では実験台上に置かれた蒸留水用の5ℓガラスビンが落下転倒したり、試薬ビンが破損し床に散乱した。

冷蔵庫内の薬品類と試薬ビンが多数転倒破損し清掃および試薬調整等のため、以後かなり日時を要した。

1-3 薬品庫

薬品庫では木製の棚上に酸、アルカリ剤及び有機溶剤等別々にプラスチック製バットに分け保管してあったが、棚から落下し、かなりの薬品ビンが破損した。幸い発火等はしなかったが、数種の薬品の混合と反応で刺激臭が立ち込めた。しかし、薬品庫の清掃整頓は震災当日開始し、余震に備え応急に転倒防止を施し対処した。

1-4 測定機器

ガスクロマトグラフ質量分析計：横付の炭酸ガスポンベが転倒し、ロータリーポンプが破損。

高感度プラズマ発光分光質量分析計（ICP-MS）

：ダクト部分の破損、Q ポールモジュールの電圧不良。

走査型電子顕微鏡：壁面との衝突により電子接続部が断線

透過型電子顕微鏡：外見上は問題はなかったが、鏡筒が激しく揺すられ、レンズ部分及び冷却装置に問題が生じ、5ヵ月後に修理の必要が出てきた。

1-5 対策及び今後に向けて

- ① 試験所自体は平成9年度に奥平野管理センタの新築移転に伴い、現管理棟が水質試験所とし拡張される予定であり、現在建物耐震化等の精密な調査を実施しており、改良等をしていきたい。
- ② 試験室内は試験所の改修時に対処することとし、ガスポンベはいずれも固定処置を施した。
- ③ 薬品庫では全ての薬品類はプラスチック製のバットに薬品類毎に分離保管し、棚に転倒落下防止用のステンレス製固定棒を設置した。
- ④ 測定機器は震災後専門業者による調整を実施し、破損部品等は交換するなど対応可能であった。一方、電子顕微鏡や顕微鏡撮影装置等では、2～3ヵ月後に問題が生じた事例があり、今後十分に注意していく必要がある。

2. 阪神間及び大阪府下の水道事業体

全水測定機関のアンケートの集約については次項で述べるとして、阪神間及び大阪府下の水道事業体の水質試験施設について神戸市以外の9水道事業体から回答が寄せられた。被害状況は全体的には施設の立地条件もあるが、その内容から具体的な被害状況とその後とられた対策について、神戸市の場合と同様に記述する。水道事業体の試験施設は甚大な被害を被った公害研究所や衛生研究所等と比べ、全体的その被害は小さい傾向であったが、西は明石市から東は西宮市までが比較的被害が大きかった。

2-1 水質試験所等建屋

建屋のある地盤が1～2 cm 沈下した例、あるいは壁に若干の亀裂が入ったり、外壁のタイルが一部落ちた事例は報告されているが、大部分の施設は被害が軽微であるかほとんどなかった。

2-2 試験室内

ライフラインの被害としては停電が30分ないし1.5時間で、都市ガスの使用不可が最大40日間であった。なお、ライフラインの中で水道の復旧は通電の再開と同時であったことは、ほとんどの試験施設が浄水場内等に位置していることから当然といえよう。

実験台関係では、実験台の移動やそれに伴って流しや注入口の破損が見られた。2段重ねされたロッカーや棚等は落下していることが多かった。酸の入った瓶の破損によって、排水路が侵されたり、またガラス器具類の転倒・転倒破壊例は多く報告されていた。

2-3 薬品庫

薬品庫や実験台上の試薬棚から試薬が落下した例は少なくなかった。有機溶剤や酸などが落下して実験台や床が損傷している例があった。いずれもバットやトレー等に入れて滑り止めをすることが必要であった。

2-4 測定機器

ガスマスの周辺機器(オートサンプラー及びパージトラップ等)、分光光度計のディスプレイ、実体顕微鏡の転倒・落下破損、ポンベの転倒、精製水製造装置破損などが報告されている。

2-5 対策および今後に向けて

対策としてすでに述べた神戸市と同様の内容が多くみられたが、受電設備の固定化、配管の耐震化、自家発電機用燃料の備蓄方法の検討、器具類との接合にフレキシブル継ぎ手の採用、ガスの緊急遮断弁などの報告が多かった。その他、情報関係についてはデジタル回線と交換機の完全2重化、回線のループ化、情報チャンネルの耐震化、業務用無線の活用などが提案されている。

3. 水測定機関での被害(日本水環境学会の調査結果)

今回の大震災で水システム全体の被災の状況を把握し、今後の対策を立てるために日本水環境学会は「阪神・淡路大震災による水環境への影響と対策」に関する特別研究委員会を設置し、その中に4分科会を設けて多方面からの調査検討を行った。そのうち水測定機関分科会では、水環境の中で重要な役割を果たす測定機関への影響と被災状況及びその後の復旧状況をアンケート及び現地調査によって調査し、その中から危機管理の教訓を得ることとした。本項ではその概略を紹介する。

3-1 アンケート方法

京阪神の水測定に係わる地方自治体の研究機関、浄水場、下水処理場の水測定室、大学、民間会社など約150機関にあらかじめ、電話などでアンケートの主旨を伝え協力を依頼した。そこで、ほとんど被害がなくアンケート対象にはならないか、あるいは該当の水測定室を持たない機関はアンケート対象から外した。その結果、兵庫県下50機関(回答を得た機関41-以下同じ)(そのうち神戸市内22(20))、大阪府下29(25)機関、京都府下2(2)機関、計81(72)機関を対象として、以下の内容のアンケート冊子(13ページ)を委員が分担して持参又は送付した。その後、72機関から回答の後返送していただき集計した。回答して頂いた機関の種類別内訳は大学7、地方自治体研究所5、公的水測定機関8、浄水場10、下水処理場14、民間機関28であった。

3-2 アンケート内容

アンケート内容は表8-1に示すように、(a)地盤、建物、ライフラインの被害状況、(b)実験室内の状況、(c)現場設置型水質測定装置の被災状況に分けて、一部は択一式で、他は自由記述式で被災の実態とそこから得られた対策などの危機管理の教訓について回答を求めた。

表8-1 アンケートの概要

| | |
|--|------------------|
| 1. 地盤、建物、ライフラインの損傷について | |
| 1-1. 地盤の損傷、 | 1-2. 建物の被災状況、 |
| 1-3. ライフラインの被災状況とその復旧状況、 | 1-4. 水測定に関する業務内容 |
| 2. 実験室内の状況について | |
| 2-1. 据え付け設備(調度品)等の被災状況、(1)薬品棚、(2)実験台、(3)書棚、(試料)整理棚、(4)機器類、(5)情報データの破損、(6)危険物倉庫、(7)有害廃棄物の貯留に関する被害、(8)実験動物飼育室の被害状況、(9)バイオハザード関連のトラブル | |
| 2-2. 今回の地震が実験中に発生した場合に予想される人的被害と防止対策 (1)人的被害の予想、(2)人的被害の予想原因、(3)避難路(非常口)の状況、火災発生に対する消火設備や訓練等の有無 | |
| 2-3. 防災設備全般について | |
| 3. 現場設置型水質測定装置の被災について | |
| 3-1. 現場測定装置の概要、 | 3-2. 測定装置の被災状況 |
| 3-3. 現場測定装置の復旧について、 | 3-4. 復旧に要した期間と費用 |
| 3-5. 測定値の変化について、 | 3-6. 今後の耐震対策について |

3-3 アンケート結果

①ライフラインの被害状況

図8-1にみられるように神戸市では最もライフラインへの影響が大きかったが、電気の回復が早く、アンケートには再起動マニュアルの徹底が大切であるとの指摘があった。ガスの復旧が最も遅れたのはその性格上やむを得ないことであった。アンケート対象機関では西宮市への影響が神戸市と同程度に大きく、しかし、隣り合わせの尼崎市では一部断水したが、電気、ガスへの影響は軽微であった。兵庫県以外の府県では、1時間程度の停電、あるいは掛かりにくくなった電話などが最も大きい影響で、ライフラインへの影響は比較的少なく済んだ。なお、図中において、兵庫県はそれぞれ尼崎市、西宮市、神戸市を、大阪府は大阪市を除く地域における集計を示し、本稿の以降の図についても同様である。これらの中で、アンケートから非常用電源の整備率を見ると、公的機関で40%強で、私的機関では20%未満であった。図8-2に見られるように、その中で下水処理場、浄水場、地方研究機関での整備率は比較的高いが、大学関係は低く、今後整備が望まれる。また、非常用揚水の準備では、給水車に頼ることが多かった。受水槽、プール、池の水等を利用したとの報告もあり、今後水量、水質の管理と簡易配管設備などの充実が望まれる。

②実験室内の状況

まず実験台について、図8-3にみるように、あれほどの重量物が大きく移動するという事例が、神戸市、西宮市、尼崎市は勿論のこと、それ以外でも報告されている。その際に、水周りを中心とするラ

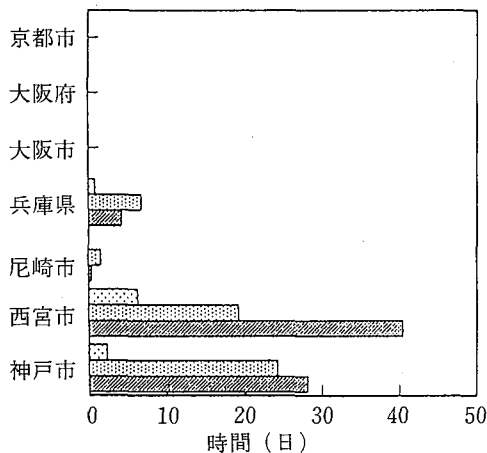


図8-1 ライフラインへの影響

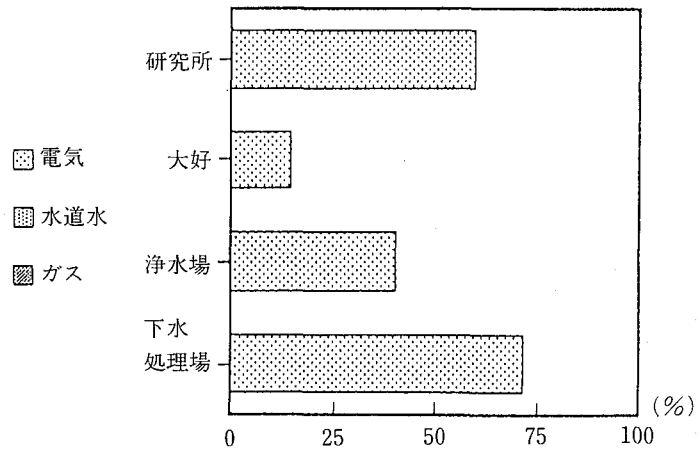


図8-2 自家発電装置の整備状況

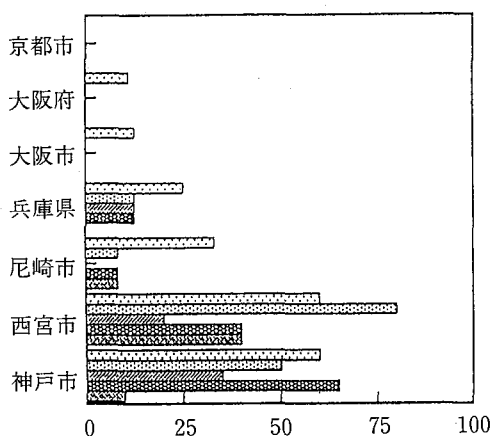


図8-3 実験台の被災

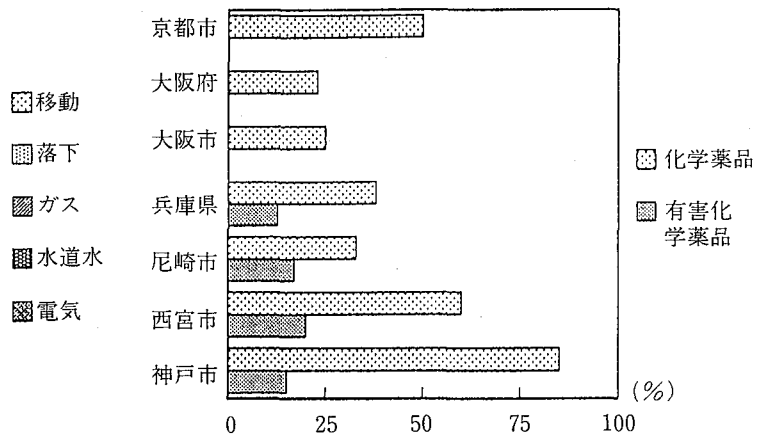


図8-4 薬品の落下

イフラインの破損がみられ、フレキシブル配管などの対策が望まれる。薬品棚や本棚からの薬品、本、資料の落下や転倒は震源地に近いところは勿論であるが、図8-4に見られるように震度4の大阪府下でも25%が被害を受けている。今後、転倒防止や有害薬品被害を最小限に食い止める対策が必要である。ガスボンベの被災について、常日頃ある程度の対策はすべての所で取られてきたが、震度が想像を絶するものであったので、有効に機能していないところも多かった。幸い宮城県沖地震のように昼間ではなく、地震発生が未明であったために、2次災害につながらなかった。架台自体の固定と、可燃性ガスの屋外設置が必要であろう。測定機器への影響について、神戸市内では、測定機器の80%以上が落下破損して、原子吸光光度計、ガスクロマトグラフ、ガスクロマトグラフ質量分析計といった高価な機器が使用不能になっている。機器固定の重要性が再確認された。その中でも、クリーンルームのような室内ボックスに設置された機器に破損がほとんど無かったという報告もあり、貴重な経験事例となった。

③緊急連絡網など

緊急連絡網について80%以上で設定されていたが、その周知率は75%で、実際に機能したのは20%程度というアンケート結果となっている。その他、非常口の整備、消火設備、消火訓練、避難訓練なども結果として不十分であったことが再認識された。

4. 水質自動監視機器の破損状況

4-1 神戸市の状況

神戸市での自動水質監視に関する詳細については、6章の(2)の2-4に詳しく記載しているが、テレメータ系で31ヵ所の残留塩素計を設置し、またNTT回線で配水管末に11ヵ所の残留塩素、pH、濁度、水温の4項目の水質監視局を市内の配水区域に設置している。震災後、送・配水の回復に伴い、各現地監視局は順次回復し、データを親局に送付するようになってきた。なお、配水管末の1監視局(子局)は臨海部の埋め立て地域にあり、液状化現象によって検水管が破損し、その修理にかなりの時間を要した。これら自動水質監視システムが大きな被害もなく作動したことにより、震災後の混乱時期リアルタイムでの監視が可能になり、非常に効果的であった。

4-2 阪神間での水質自動監視装置

神戸市を含め大阪府下および阪神間全体で水道システムも含めて99の現場設置水質測定装置がアンケートの調査対象となったが、表8-2にみられるように異常のあったのは8台のみで予想外の低い被災率であった。それも現場測定機器の被災よりも、建屋、通信制御部、データ処理部、検水管の破損・故障によるものであった。現状では、自動停止、自動復帰機能を持っているところも少なくないことも分かった。

表8-2 現場設置型水質自動測定装置の被害状況

| 地 域 | 水質測定装置数 | トラブル発生装置数 | 自動停止機能設置数 |
|-----|---------|-----------|-----------|
| 神戸市 | 43 | 1 | 1 |
| 西宮市 | 0 | 0 | 0 |
| 尼崎市 | 10 | 3 | 3 |
| 兵庫県 | 0 | 0 | 0 |
| 大阪市 | 33 | 0 | 0 |
| 大阪府 | 10 | 0 | 4 |
| 京都市 | 0 | 0 | 0 |
| 滋賀県 | 4 | 4 | 0 |
| 合 計 | 100 | 8 | 8 |

5. 復旧への努力と危機管理の教訓

関係者の努力で現在かなりの復旧をみているが、これら経験から危機管理の教訓も得られており、各種の報告も出されているように、各方面でさらにマニュアル作り等に活かされて行くであろう。現在までのところ、中間的断片的な内容を集約したに過ぎないが、水測定機関の部分に限って教訓を個条書きにすれば、以下のようなろう。

- ・関係者間、データ管理の情報伝達手段の確保。
- ・機器、薬品棚、ポンペなどの転倒・落下、破壊防止。
- ・有害物質、細菌の散逸防止、ケミカル及びバイオハザード（P3）施設の保護。
- ・ライフラインの確保、火災、有害ガスの発生防止。
- ・水測定機関の緊急時支援体制の整備

今後、特に水測定機関の震災時等緊急支援体制の確率などが最も重要なことと考えられるが、応援を要請し支援を受ける側および支援する側双方のマニュアルづくりの必要が痛感される。

6. おわりに

今回の震災が勤務時間帯での発生でなかったため、幸いに水測定機関施設内での人的被害の報告はなかったが、既に各機関では測定機器、薬品戸棚等の倒壊防止などの何らかの諸対策が執られているのがアンケート結果からみられる。さらに各機関では相互支援体制も具体的に提案されており、今後に向けて大いなる教訓となっている。

最後に日本水環境学会特別研究委員会および神戸市からのアンケート調査にご回答頂いた各水測定機関の皆様にご心より感謝するとともに、この調査結果が今後何かのお役に立てればと考えている。

〔参考文献〕

- 1) 奥野年秀：兵庫県南部の都市直下型地震における環境研究機関の被害と復旧
日本水環境学会誌、Vol.18、No.7、593-600、1995
 - 2) 神戸市環境保健研究所、大震災の中で、神戸市環境保健研究所所報、23、71-84、1995
 - 3) 日本水環境学会平成7、8年度特別研究会：阪神・淡路大震災による水環境への影響と対策
(中間報告)、1996、3
 - 4) 日本水道協会：兵庫県南部地震による水道施設の被害状況等調査について(その1)
日本水道協会雑誌、Vol.65、No.3、1996
 - 5) 福永勲：阪神・淡路大震災における水測定機関への影響と危機管理
日本水環境学会誌、Vol.19、No.5、365-368、1996
-

9. 西宮市のニテコ池・配水池の復旧工法

西宮市水道事業管理者

平瀬 和彦

ニテコ池

1. ニテコ池（貯水量 91,000m³）被災状況

西宮市南部地域の西部に位置する越水浄水場（施設能力18,600m³/日）に隣接するニテコ貯水池（上池31,000m³、中池17,500m³、下池42,500m³）の上堤と中堤が崩壊し、下池へ泥水が奔流したが、下堤は全面にわたって亀裂、陥没、法面崩壊が発生していたが破堤しなかった為に、かろうじて下流密集住宅への瀑流を免れた。なお、同時に最上堤も崩壊したが、バス路線であったため、道路復旧事業として早期復旧を行った。

主な被害として、

- (1) 下堤（長さ133.0m・アースダムの被災延長125.0m）
 - ①上流側法面の陥没及び石張・ブロック張等の崩壊
 - ②下流側法面の法面崩壊及び亀裂
 - ③堤頂部の亀裂及び陥没
 - ④下流法面部石積の滑動及び崩壊
 - ⑤余水吐の底版・頂版・側壁のクラックと崩壊
 - ⑥排水塔基礎のせん断破壊、連絡橋及びゲートの破損
- (2) 中堤（長さ85.0m・アースダムの被災延長85.0m）
 - ①堤体が崩壊
 - ②上・下流法面のブロック張・石張・張芝の流出
 - ③余水吐の崩壊
 - ④底樋及び底樋用ゲートが全壊
 - ⑤底樋用連絡橋が落下し、崩壊
 - ⑥底樋用連絡橋の橋脚（ゲート操作台）にクラックを生じ傾斜
- (3) 上堤（長さ82.3m・アースダムの被災延長82.3m）
 - ①堤体が崩壊
 - ②上・下流法面のブロック張・石張・張芝の流出
 - ③余水吐の崩壊
 - ④底樋及び底樋用ゲートが全壊
- (4) 上池・中池右岸側の護岸（被災延長229.0m）

- ①護岸の5ヶ所が巾7～25mにわたる法面崩壊
- ②護岸法面の石張、石積にクラックが生じ傾斜
- ③擁壁の破損
- (5) 上池・中池左岸側の護岸（被災延長190.0m）
 - ①上池・中池の全域で法面崩壊
 - ②全石張が崩壊・流出

2. 復旧の概要

(1)下堤の復旧

①計画洪水流量

ため池整備事業実施基準より、既往最大降雨量88/hrをもって各堤の洪水ピーク流量を定め、洪水調節能力を考慮しないものとして20%増の降雨量で算出。

| | 上 堤 | 中 堤 | 下 堤 |
|-------------------------------------|-----|-----|-----|
| 設計洪水流量 QP (m ³ / s) | 4.5 | 5.4 | 6.6 |

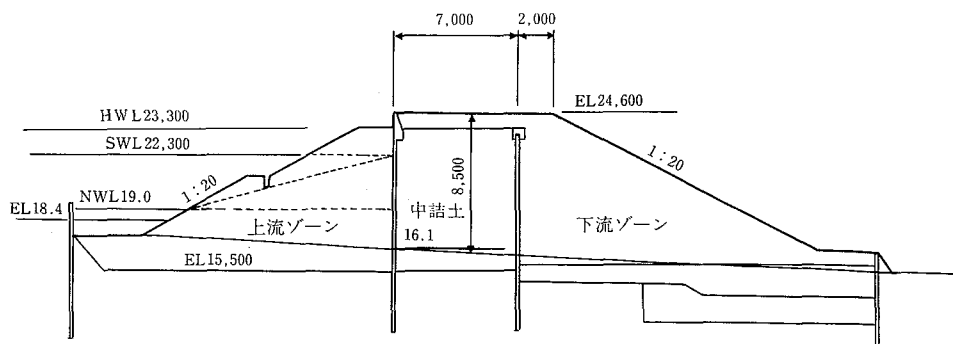
サーチャージ水位（洪水時に常時、満水位を越えて人為的、計画的、かつ、一時的に貯留される流水の水位）

②サーチャージ水位 (S.W.L)

1/50確立降雨の下池への最大流入量は2.84m³/sで、底樋からの最大放流量1.416m³/sであり、必要貯水量22,300m³の時、S.W.L22.30mとなった。

③常時満水位 (N.W.L)

常時19.0m迄の水位とする。



下堤標準断面図

④余裕高、天端標高、堤頂巾

ため池整備事業実施基準により

余裕高 1.3m

標高 24.6m

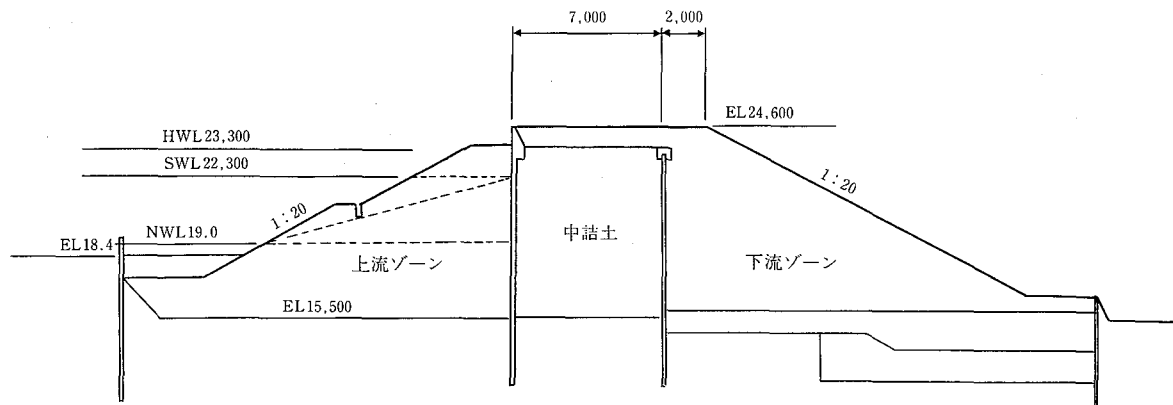
堤頂巾 9.0m

⑤法面勾配

ため池整備事業実施基準では、1：2.2の法面基準だが、堤頂巾に5mの余裕があるので、最小勾配の1：2.0を採用し、安定性については、すべり計算により安全性を確認した。

⑥工法の選定

上堤・中堤の全壊した崩壊土砂が池内に流出し、7年6月梅雨期迄に下堤の復旧をしなければ、さらに下流の人家密集市街地へ流出することが予想され、早期完成の必要があることから二重締切工法を選定した。



下堤標準断面図

⑦二重締切矢板安定計算

7本のボーリング調査の結果、基本的な堤体形状の下面に、今回の地震で緩んだ地盤があるが、N値10程度を境として強度が急に良好となり、地山（大阪層群・沖積層）である事が確認され、支持力も十分期待できるものであった。

堤体土砂の排除手順に従って安全性を確認。

鋼矢板 V型

震度 $K_h=0.15$

腐食代 片面1mm（タイロッド共）

継手効率 60～80%

安全率 $F=1.20$ 以上

許容応力 仮設時+地震時=1.5倍

水位 H.W.L 23.330

仮設時 21.100

⑧材料と試験

復旧作業開始後も西宮の交通事情は悪く、資材の搬出入は、きわめて困難な状況であったが、旧堤体材料の再利用は含水比が高く、貯水池内に仮置きし、爆気では作業ヤードが不足し長期間を要することから、矢板中詰土は購入材とし、上・下流ゾーンの材料は、透水性が確認でき、締固め強度が確保できる配合として、現地土にクラッシャーラン0.7を混合し、セメント系固化材を少なめに(平均50 kg/m³)混合することとした。

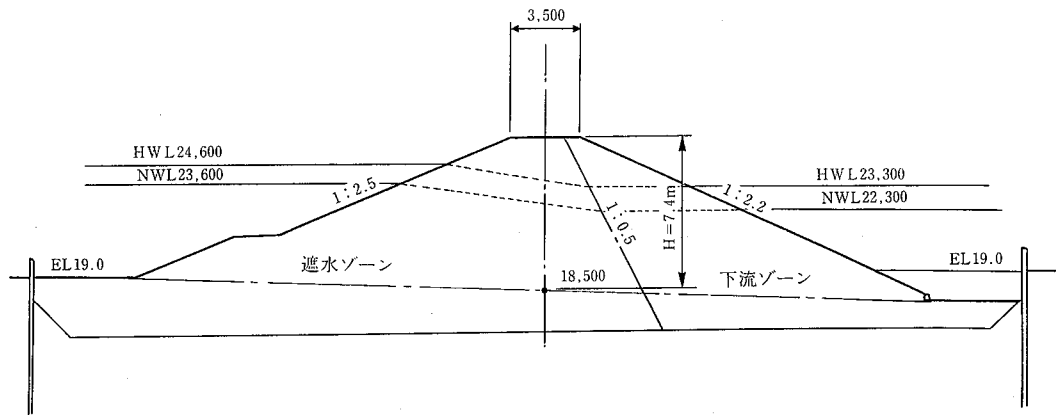
(イ) 中詰購入土(赤穂産)盛土試験：4 Ton級振動ローラー転圧8回以上

(ロ) 現地土+クラッシャーラン(1:0.7)+セメント系固化材

盛土試験：20Ton級ダンピングローラー転圧8回以上

(2)中堤の復旧

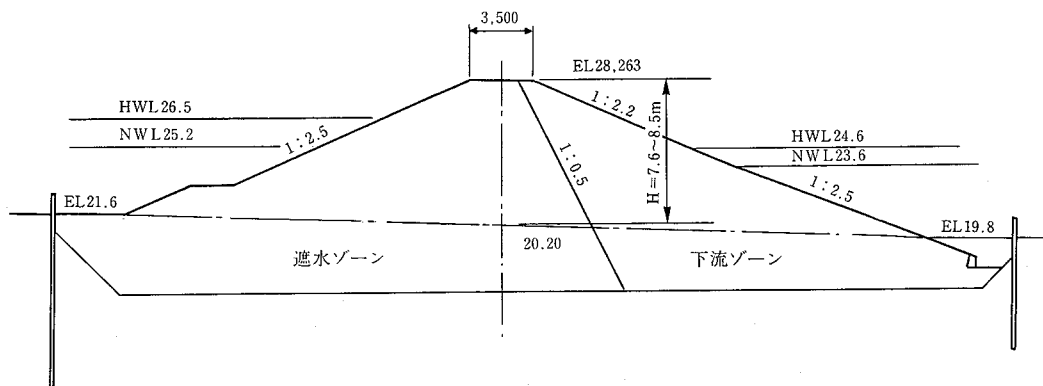
- ①旧堤体流用土+クラッシャーランを1:0.7で混合使用。
- ②常に上流側水位が高いため、上流側に遮水ゾーンを配した。



中堤標準断面図

(3)上堤の復旧

- ①旧堤体流用土+クラッシャーランを1:0.7で混合使用。
- ②中堤同様上流側に遮水ゾーンを配した。

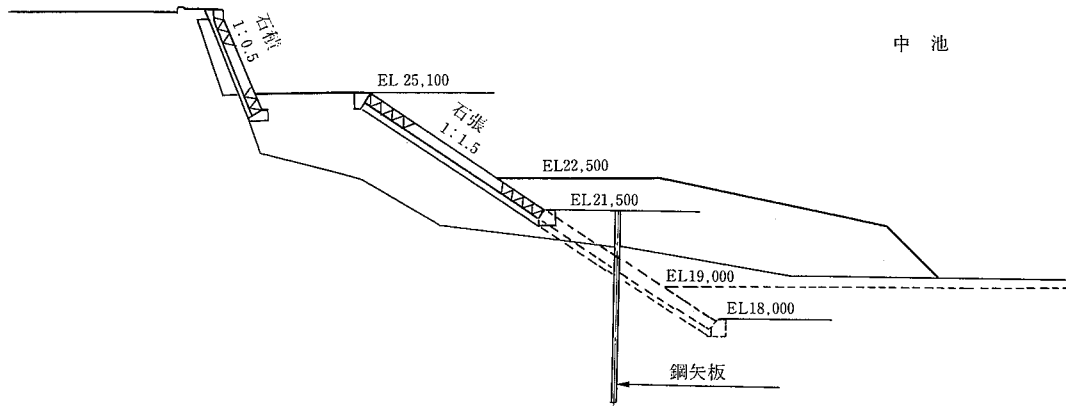


上堤標準断面図

(4)右岸側護岸の復旧

①中池右岸

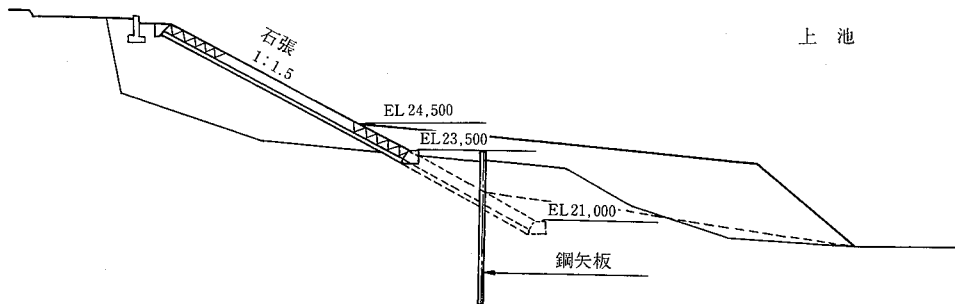
現形復旧を基本に石積（法勾配1：0.5）と石張（法勾配1：1.5）の2段構造とし、基礎天端高EL18.0mだったものを安全性を高めるため、EL21.5m迄上げ、法面円弧すべり計算で地震時安全率1.20を満たす必要から、基礎部の地盤改良と共に全面に、鋼板ですべり抑止を行った。



中池右岸断面図

②上池右岸

被災以前同様、石張（法勾配1：1.5）構造とし、中池右岸と同様安全性向上のため、基礎天端高EL21.0mをEL23.5m迄上げ、地盤改良と全面鋼矢板を施工した。



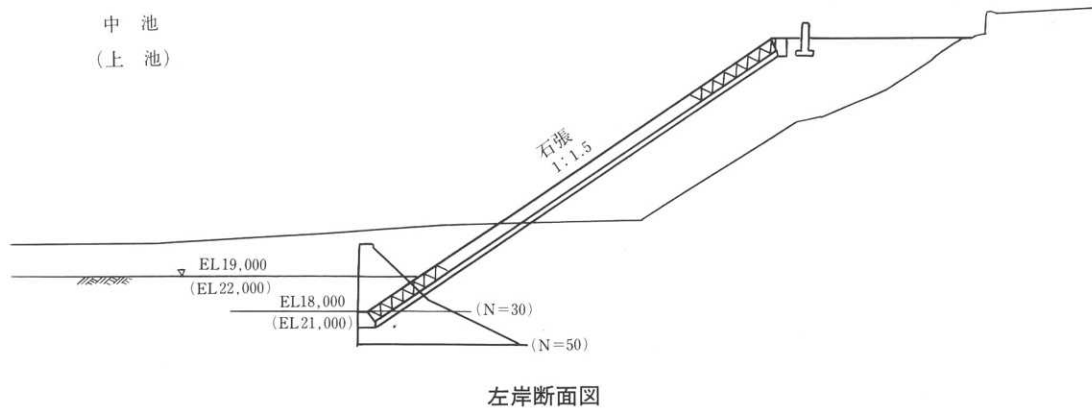
上池右岸断面図

右岸側護岸工法比較表

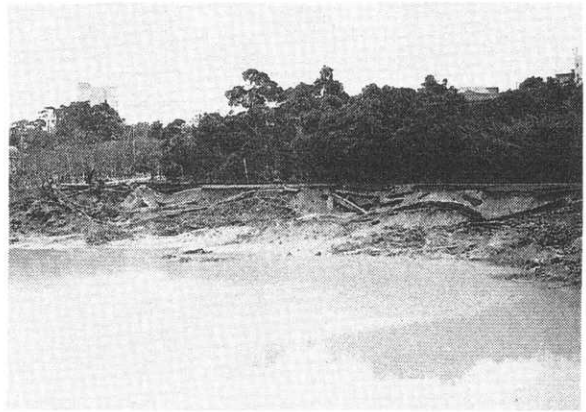
| | 従来の工法（石張） | 矢板工法 |
|-----|-----------|------|
| 概略図 | | |

(5)左岸側護岸の復旧

ボーリング調査結果で、石張工の基礎部において、N=23の良好な地盤が確認されており、基盤を通るすべり破壊は考えられないため、現形復旧の石張（法勾配1：1.5）構造とし、安全性向上のため、上堤との取合部では、石張と張芝の2段構造とした。



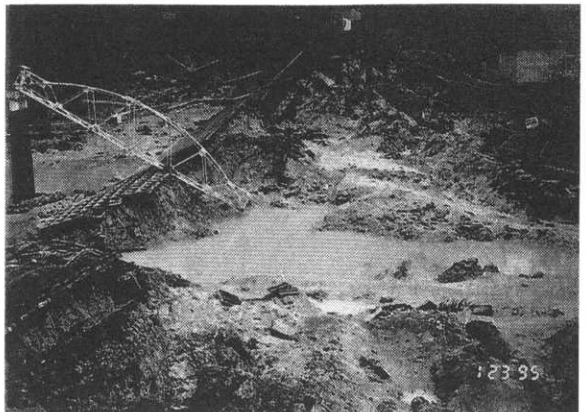
中池・下池間堤体破壊状況



上池東側堤体道路部位損壊状況



下池堤体破壊状況



中池・下池間堤体破壊状況

| |
|------------|
| 越水浄水場第1配水池 |
|------------|

1. 第1配水池（容量7,000m³）の被災状況

底版及び側壁の中央部を横断して、最大幅20mmのクラックが発生し、調査結果ではクラックが躯体を貫通しており、応急的にVカット（幅20cm・深さ10cm）し、エポキシコーキングで仮復旧した後も、1,100m³/日～1,600m³/日（16～22%）の漏水が生じている。

周囲の状況調査でもクラック延長線上の石積擁壁崩壊や、地盤の段差発生などから、配水池真下に断層があると考えている。

2. 配水池の復旧

基礎地盤のボーリング調査では、基礎低面下側2～3mに、地震によって土質状況が変化して、ゆるくなった砂・シルト状の層が存在しており、N値も3以下と基礎地盤として適していないのと、復旧工事で長期にわたって配水停止が困難なことから、移転復旧を採用することとし、他の配水池と水位高を合わせ相互運用を図るため、適当な標高とスペースが必要となり現在不使用の普通沈殿池の敷地に決定した。

①復旧の概要

RC 幅37.20m×長さ44.05m×有効水深5.0m

V = 7,000m³

掘削 9,130m³

埋戻 7,830m³

Con ガラ及び残土処分 2,800m³

Con 打設 3,521

鉄筋 542 t

場内配管 DILPS II形 φ100～φ600mm ℓ=1,765m

ポンプ設備復旧

送水ポンプ φ125×2.0m³/分×70m×45KW = 2台

配水ポンプ φ125×3.4m³/分×40m×37KW = 2台

緊急遮断弁 φ600mm 1台

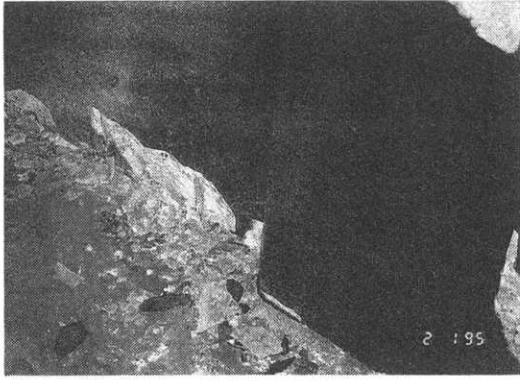
電気計装設備復旧

ポンプ操作盤 6面

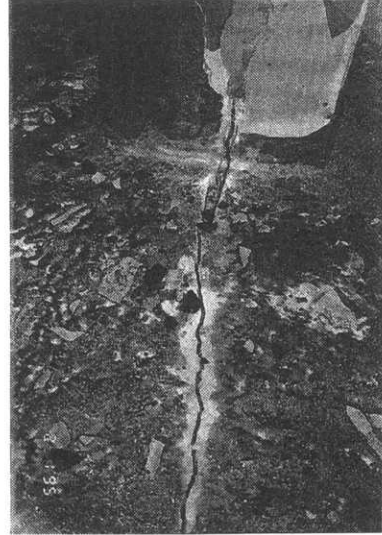
緊急遮断弁盤 1面

無停電電源盤 1面

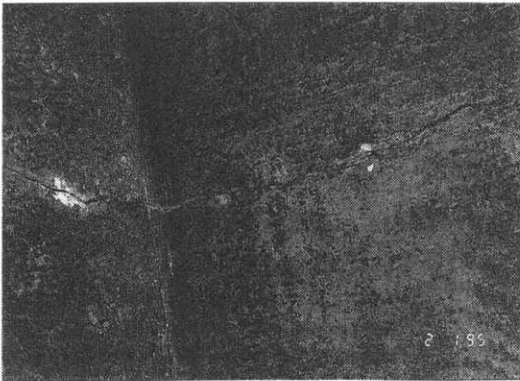
計装機器盤 5面



池内損傷状況



池内断裂損傷状況



池内断裂損傷状況



池外断裂損傷状況（浄水漏水）



越水浄水場とニテコ池

給水用機器保管場所

平成8年11月18日現在

給水車

| 場 所 | 種 類 | 数 量 |
|--------|-------------------------|-----|
| 越水浄水場 | 給水タンク車(3ト) 神戸88 そ 40-01 | 1台 |
| 鯉池浄水場 | 給水タンク車(3ト) 神戸88 そ 40-00 | 1台 |
| 甲子園配水所 | 給水タンク車(2ト) 神戸88 ひ 30-52 | 1台 |
| 丸山浄水場 | 給水タンク車(2ト) 神戸88 は 86-74 | 1台 |
| | 小 計 | 4台 |

| | | |
|-------|--------------------------|----|
| 丸山浄水場 | 給水車用アルミタンク(2ト) | 1台 |
| 丸山浄水場 | 給水車用アルミタンク(1ト) | 1台 |
| 越水浄水場 | 給水車用ステンレスタンク(2ト)「給水車に積載」 | 1台 |
| | 小 計 | 3台 |

ポリタンク

| | | |
|--------|---------------------|-----|
| 越水浄水場 | ポリタンク(1ト)(備品番号 631) | 1個 |
| 北山浄水場 | ポリタンク(2ト) | 3個 |
| 北山浄水場 | ポリタンク(1.2ト) | 8個 |
| 北山浄水場 | ポリタンク(1ト) | 18個 |
| | 小 計 | 30個 |
| 丸山浄水場 | ポリタンク(1.2ト) | 2個 |
| 鳴尾浄水場 | ポリタンク(0.6ト) | 2個 |
| 鳴尾浄水場 | ポリタンク(0.5ト) | 13個 |
| 鳴尾浄水場 | ポリタンク(0.3ト) | 3個 |
| | 小 計 | 18個 |
| 甲子園配水所 | ポリタンク(1.2ト) | 8個 |
| | 合 計 | 58個 |

携行容器

| 場 所 | 種 類 | 個 数 |
|----------------|-----------------------------|--------------------|
| 本 局 (維持課) | 携行容器(西宮市 18缶) (西宮市 10缶) | 45個 34個 |
| | 小 計 | 79個 |
| 鳴尾営業所 | 携行容器(西宮市 18缶) (西宮市 10缶) | 17個 24個 |
| | 小 計 | 41個 |
| 甲子園配水所 | 携行容器(西宮市 18缶) (西宮市 10缶) | 70個 149個 |
| | 小 計 | 219個 |
| 武庫川浄水場 | 携行容器(30缶) (18缶) (10缶) | 8個 370個 134個 |
| | 小 計 | 512個 |
| 越水浄水場 | 携行容器(40缶) | 18個 |
| 北六甲台中継 ポンプ場 | 携行容器(18缶)中古品 | 170個 |
| 茨山台中継槽 | 携行容器(出光灯油 18缶)新品「県より寄付」 | 261個 |
| | (JOMO 18缶)新品「県より寄付」 | 100個 |
| | (水用 18缶)新品「県より寄付」 | 25個 |
| | (MOBIL 10缶)新品「県より寄付」 | 259個 |
| | 小 計 | 815個 |
| 合 計 | 携行容器(40缶) | 18個 |
| | 携行容器(30缶) | 8個 |
| | (18缶) | 1,058個 |
| | (西宮市) | (132個) |
| | (10缶) | 600個 |
| (西宮市) | (207個) | |
| | 合 計 | 1,684個 |
| 甲子園配水所 | 三角携行袋(10缶) | 1,375枚 |
| 本 局 | 三角携行袋(10缶) | 200枚 |
| | 合 計 | 1,575枚 |
| 本 局 | 携行袋(10缶) | 42,000枚 |
| 本 局 | 携行袋(5缶) | 12,000枚 |

災害用備蓄品台帳

購入年月日：平成8年4月

震災復興対策室

| 品 名 | 形 状 | 数 量 | 単 位 |
|----------------|--------------------|------|-----|
| 6人用ドームテント | ミノ 231A-566 ミレビ×グレ | 2 | 張 |
| キャンプマット | ミノ 23EA-410 | 9 | 枚 |
| 寝袋(3シーズン用封筒型) | ミノ 23JM-220 ミレビ×グレ | 9 | 枚 |
| キャンピングセット(17点) | ミノ 19CS-5110 | 2 | 組 |
| (内 訳) | コ ッ ヘル | (1点) | |
| | ガ ス コ ン ロ | (1点) | |
| | ラ ン タ ン | (1点) | |
| | キュービージャグ | (1点) | |
| | お皿セット | (1点) | |
| | マザ板セット | (1点) | |
| | バッグ(各1) | (1点) | |
| | スプーンセット | (5点) | |
| | 食器セット | (5点) | |
| | | 計17点 | |
| カートリッジ | | 12 | 個 |
| 仮設給水栓 | | 11 | 基 |

給水用機器保管総数

平成8年11月18日現在

| 種 類 | 給水車 | 給 水 タ ン ク | | | | 計 |
|--------|-----|-----------|------|---------|------|-----|
| | | 2ト | 1.2ト | 1ト | 1ト以下 | |
| 西宮市水道局 | 4台 | 5個 | 18個 | 20個 | 18個 | 61個 |
| | | 携 行 容 器 | | 携 行 袋 | | |
| | | 1,684個 | | 57,150枚 | | |

備蓄資材

| 種 類 | 数 量 |
|--------|-------------------|
| 配水管布設材 | 建設改良工事・材料支給につき 1式 |
| 給水管布設材 | 建設改良工事・材料支給につき 1式 |

10. 芦屋市の水道施設の復旧と対策

芦屋市水道部次長

青木 昭

あの阪神・淡路大震災から早や2年が経ちました。忘れもしない2年前の1月17日未だ夜も明けきらない暗闇の午前5時46分に瀬戸内海の淡路島を震源地とした都市直下型のマグニチュード7.2の大地震が起こり、阪神・淡路地域を中心に明石市から東は大阪市にかけての広い範囲に被害が及びました。まだ1年前の事のようにあの未だかつて経験をしたことないすさまじい揺れと轟音が目の前に浮かんできます。

芦屋市は、全市域で壊滅的な大きな被害が発生し、死者440人、負傷者3,700人余、建物の全壊4,722棟（全体の30.6%）、半壊4,062棟（全体の26.3%）、一部損壊4,786棟（全体の31.1%）と市内全体の88%の建物に大きな被害が起こりました。

芦屋市の水道施設も最上流の取水口から、貯水池、導水管、浄水場、送・配水管から給水管まで甚大な被害を受け、1月17日の午前9時頃には未だかつてなかった全市断水という非常事態になりました。

17日当日の午後からやっと少ない職員で一部の病院・避難所に応急給水を開始し、2日目からは全国の自治体、自衛隊、民間団体の117団体、延車輛3,600台、延人数10,400余人の応援を頂き3月の上旬まで53日間にわたり応急給水を受けました。

その間に応急復旧は、市全域が断水状態の中で被災直後の被害調査ができずに遅れたことと、復旧班が市内工事業者、民間業者の班しか編成することができず復旧の開始にも手間どり、本格復旧計画の目度も立たない中で、1月19日の1自治体を先頭に、全国各地からの応援要望が殺到しました。

全国の自治体、民間団体の応援をえて、やっと1月23日に本格復旧計画がたち、全国48自治体、民間4団体延べ5,745人の応援を得て、震災2週間の1月31日には復旧率を30%とし、3週間後の2月7日には60%復旧し、6週間後の2月27日には復旧できない一部を除き全市域を復旧することができました。

1. 施設の被害と復旧

水道施設は、最上流の取水口から貯水池、導水路、浄水場、ポンプ池、配水池、送配水管と末端の給水装置まで全てに被害が発生し被害額は14億円余にのぼりました。

応急復旧は1月18日からテレコントロール、配水池、送・配水管、給水管の修理を開始し6週間後の2月27日に完了（通水率96%）しました。残る4%（L=7.3km）の配水管は家屋や電柱等の倒壊のため通水することができず、その後完全通水できたのは平成7年7月までかかりました。

給水管（φ50m/m以下）は仮管で復旧通水したものが多く、この本復旧は家屋の壊体撤去が長く続いたため平成8年の夏頃までかかりました。

2年経った現在でも市内の配水管、給水管の漏水が平常時の年よりも多くまだ影響が続いている状態です。

芦屋市の災害復旧は、表10-1のとおりで平成9年1月には全て完了しました。

表10-1 阪神・淡路大震災による上水道施設被害と復旧（その1）

| 番号 | 系統 | 施設区分 | 場 所 | 被 害 状 況 | 工 事 内 容 | 復 旧 状 況 | | | 施 工 年 度 | | | 備 考 |
|----|----|----------|------------|---|--|---------|-----|---|---------|---|----|-------------|
| | | | | | | 仮復旧 | 本復旧 | | 7 | 8 | 以降 | |
| 1 | 奥池 | 〔取〕 取水口 | 奥池町22先（本谷） | 構造物のクラックによる漏水 | 止水モルタルによる破損部の補修 | | ○ | ○ | | | | |
| 2 | | | 奥池町18先（榑谷） | 〃 | 〃 | | | ○ | ○ | | | |
| 3 | 〃 | 〔貯〕 貯水池 | 奥山貯水池（奥池） | リップラップ崩壊（700㎡）、取水塔の傾斜及び関連施設破損 | 貯水池水位変動による堤体測量調査 リップラップ崩壊箇所のボーリング調査 リップラップ崩壊箇所のリップラップ材料の上乗せによる復旧 仮排水路トンネル閉塞復旧・取水塔撤去及び連絡管復旧 余水吐漏水復旧・奥池橋樑台復旧 | | ○ | ○ | ○ | | | 取水口崩落岩除去岩使用 |
| 4 | 〃 | 〔導〕 導水路 | 奥池町22～貯水池 | 法面崩壊による導水管路（φ1200）の露出 導水路構造物（管路共）のクラック、人孔の破損 | H杭（L=10m）打込工法及び土のう積による管路保護復旧 崩壊部（道路、法面）及び施設の復旧 管路調査、止水モルタルによる破損部の復旧 | ○ | ○ | ○ | ○ | | | 法面復旧（建設省施工） |
| 5 | 奥山 | 〔取〕 取水口 | 奥山1番地先 | 岩石崩落（3000㎡）による取水施設の全壊 | 旧関電取水施設の整備による仮取水施設（土工・配管工事） | ○ | | ○ | | | | |
| 6 | | | | | 〃（水門設備工事） | ○ | | ○ | | | | |
| 7 | | | | | 〃（計装設備工事） | ○ | | ○ | | | | |
| 8 | | | | | 応急取水ポンプ設置 | ○ | | ○ | | | | |
| 9 | | | | | 沈砂池、暗渠クラック復旧 | | ○ | ○ | | | | |
| 10 | | | | | 岩石除去、取水施設復旧（計装設備について仮取水施設再利用） | | ○ | ○ | ○ | | | 岩石除去（建設省施工） |
| 11 | 〃 | 〔導〕 導水路 | 〃 | 導水管（φ500）の管理用通路L=700mの区間に落石 | 導水管及び管理通路点検、落石撤去復旧 | | ○ | ○ | | | | |
| 12 | 〃 | 〔浄〕 調整池 | 前処理施設 | 側壁・床面のクラックによる漏水 | クラック及び破損部にエポキシ樹脂注入復旧 | | ○ | | | ○ | | |
| 13 | 〃 | 〔浄〕 着水井 | 奥山浄水場 | 側壁のクラックによる漏水 | 〃 | | ○ | ○ | | | | |
| 14 | 〃 | 〔浄〕 沈殿池 | 〃 | 側壁・床面のクラックによる漏水 | 〃 | | ○ | ○ | | | | |
| 15 | 〃 | 〔浄〕 ろ過池 | 〃 | 緩速ろ過池（17a×27.4m=465.8㎡×4池）側壁・床面のクラックによる漏水 ろ過水管・排水管の破損による漏水 | 〃（2池仮復旧） ろ過池底版部ボーリング調査 底版部配筋補強・側壁部エポキシ樹脂注入・全面ライニング防水復旧 ろ過水管・排水管復旧 | ○ | | ○ | | ○ | | |
| 16 | 〃 | 〔浄〕 集合井 | 〃 | 側壁のクラックによる漏水 | クラック及び破損部にエポキシ樹脂注入復旧 | | ○ | ○ | | | | |
| 17 | 〃 | 〔浄〕 場内配管 | 〃 | φ100損傷（石綿管） | DIP管入替復旧 | | ○ | ○ | | | | |

〔取〕=水施設〔導〕=導水施設〔浄〕=浄水施設〔配〕=配水施設〔送〕=送水施設〔給〕=給水施設〔貯〕=貯水施設

表10-1 阪神・淡路大震災による上水道施設被害と復旧（その2）

| 番号 | 系統 | 施設区分 | 場 所 | 被 害 状 況 | 工 事 内 容 | 復旧状況 | | 施工年度 | | | 備 考 |
|------|--------------------------|----------------------|----------|--|---|------|-----|------|---|-----|-----|
| | | | | | | 仮復旧 | 本復旧 | 7 | 8 | 9以降 | |
| 18 | 〃 | 〔浄〕 管理棟 | 〃 | 柱、壁等のクラック | クラック修理及び内装修復 | | ○ | ○ | | | |
| 19 | 〃 | 〔浄〕 土地 | 〃 | 県道側石積みH=7.0mのクラック発生 | 石積み等破損部の補強及び復旧 | | ○ | ○ | | | |
| 20 | 〃 | 〔浄〕 コンクリート | 〃 | 各施設間の計装架線の破断 | 高区～第一中区計装架線の取替 | | ○ | ○ | | | |
| 21 | 〃 | 〔送〕 ポンプ井 | 朝日ヶ丘ポンプ場 | ポンプ池クラック漏水、流出入管及び定水位弁室破損 石積のクラック及び沈下、法枠陥没 | φ150mmD I P 仮配管、仮弁室設置 | ○ | | ○ | | | |
| | | | | | φ75mm V P 仮配管 | ○ | | ○ | | | |
| | | | | | φ150mmD I P 配管、弁室復旧 | | | ○ | ○ | | |
| | | | | | ポンプ池のクラック及び破損部にエポキシ樹脂注入復旧 | | | ○ | ○ | | |
| | | | | 石積、法枠等の補強及び復旧 | | | ○ | ○ | | | |
| 22 | 阪 水 | 〔配〕 配水池 | 第一中区配水池 | 側壁・床面のクラックによる漏水 | クラック及び破損部にエポキシ樹脂注入補修 | | ○ | ○ | | | |
| 23-1 | 〃 | 〔配〕 配水池 | 第二中区配水池 | 擁壁及びU字溝陥没 | 擁壁補強、U字溝陥没復旧 | | ○ | ○ | | | |
| 23-2 | 〃 | 〔配〕 配水池 | 低区配水池 | 配水池周辺土間及びU字溝陥没 | 土間及びU字溝陥没復旧 | | ○ | ○ | | | |
| 24 | 六 龍 | 〔貯〕 貯水池 | 六龍荘浄水場 | 側壁・床面のクラックによる連絡管破損 | クラック及び破損部にエポキシ樹脂注入、連絡管補修 | | ○ | ○ | | | |
| 25 | 〃 | 〔浄〕 ろ過池 | 〃 | 側壁・床面のクラックによる漏水 | 〃 | | ○ | ○ | | | |
| 26 | 〃 | 〔配〕 調整池 | 落合調整池 | 側壁のクラックによる漏水 | 〃 | | ○ | ○ | | | |
| 27-1 | 奥 池 奥 山 六 龍 阪 水 | 〔送〕〔配〕〔給〕 送・配・給水管 | 市内全域 | 配水管、仕切弁等の破損による漏水 | 破損部補修、布設替、仕切弁・空気弁修理及び設置φ75～φ450-362箇所 (配) | ○ | ○ | ○ | | | |
| | | | | | 応急共同仮設栓設置100箇所 (給) | ○ | | ○ | | | |
| | | | | | 給水装置・道路部382件・宅地内2846件 (給) | ○ | ○ | ○ | | | |
| | | | | | 漏水調査（音聴調査等） (配) | | | ○ | | | |
| 27-2 | 奥 池 奥 山 六 龍 阪 水 | 〔送〕〔配〕〔給〕 送・配・給水管 | 市内全域 | 芦屋川、宮川水管橋損傷による漏水 | φ150～φ450 L=100m S II 復旧 (配) | | ○ | ○ | ○ | | |
| | | | | φ75～φ300破損による漏水 | φ75～φ300 L=3600m S II 復旧 (配) | | ○ | ○ | ○ | | |
| | | | | φ250～φ500破損による漏水 | φ250～φ500 L=900m S II 復旧 (送) | | ○ | ○ | ○ | | |
| | | | | 本管復旧による仮管撤去(DIP)(PEP) | φ20～150D I P P E P L=2900m (給)(配) | | ○ | ○ | ○ | | |
| 28 | 湖 見 | 材料倉庫 | 湖見町 | 建物の液状化による建物傾き、屋根クラック、門扉、側溝等破損 | 鉄骨柱補強及び壁面復旧、床レベル調整、屋根全面葺替、内外面塗装、門扉、側溝等復旧 | | ○ | ○ | ○ | | |
| 29 | 奥 山 | 〔取〕 管理用道路 | 奥山 | 切土法面崩壊 | 崩壊法面岩撤去及び落石防護網復旧 | | ○ | ○ | ○ | | |

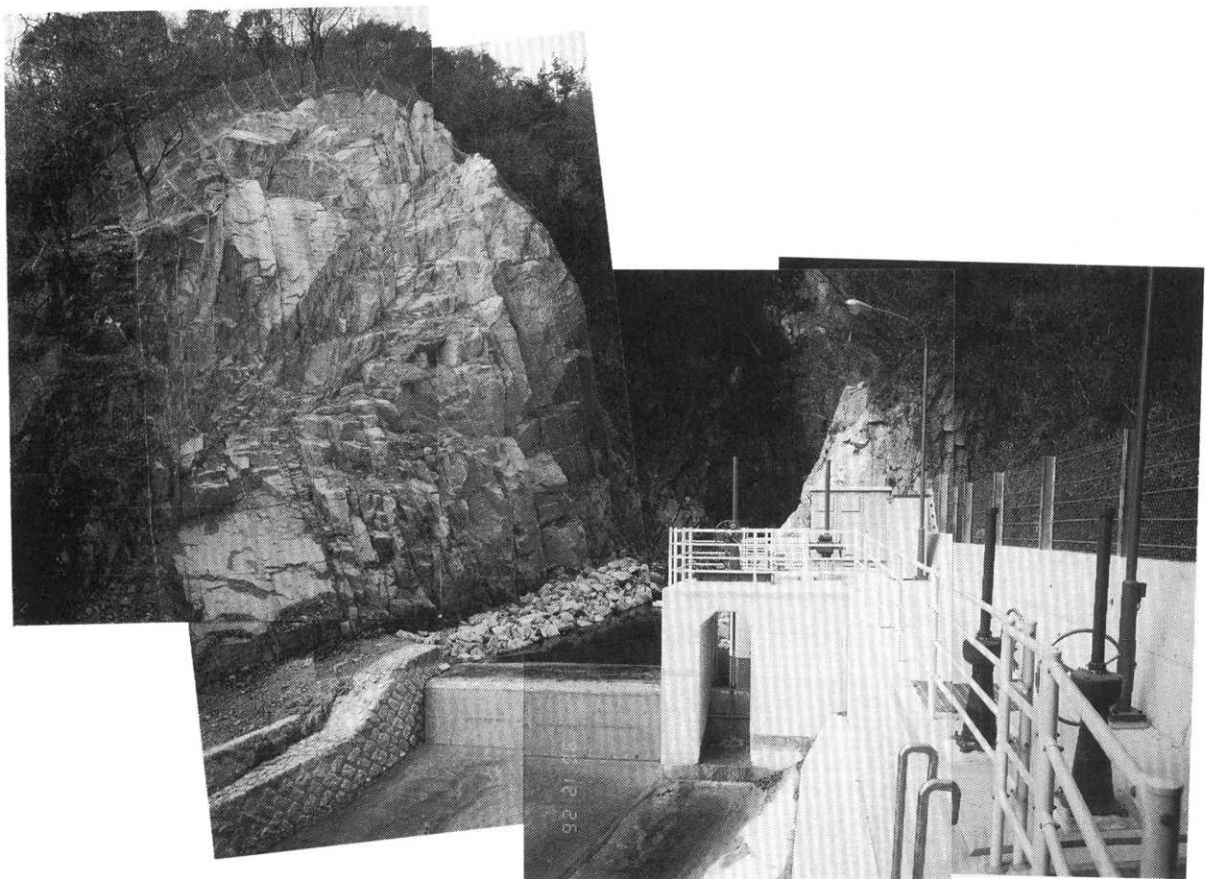
〔取〕=水施設 〔導〕=導水施設 〔浄〕=浄水施設 〔配〕=配水施設 〔送〕=送水施設 〔給〕=給水施設 〔貯〕=貯水施設

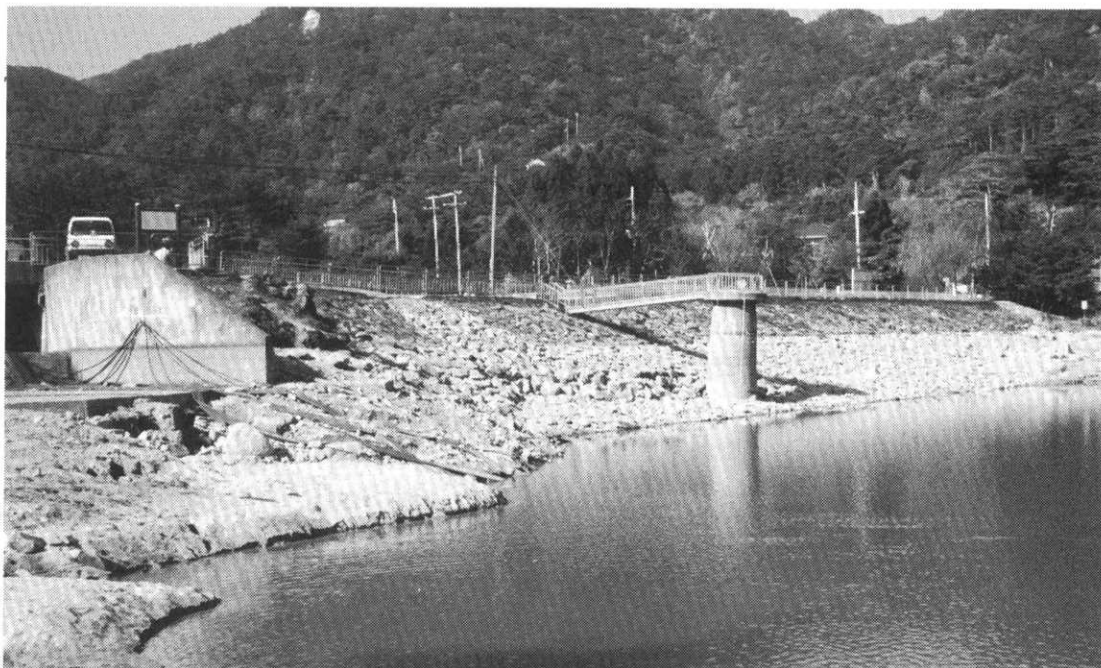
(上) 芦屋川取水口が崖崩れの土石により埋没全壊

取水口斜面が幅20m高さ50mにわたり崩壊(土石4,000m³)し、堰堤(幅8m高さ18m)、取水口(幅1m高さ1.5m)、導水路(断面1.0m×0.8m~1.2m延長19m)が埋没全壊した。

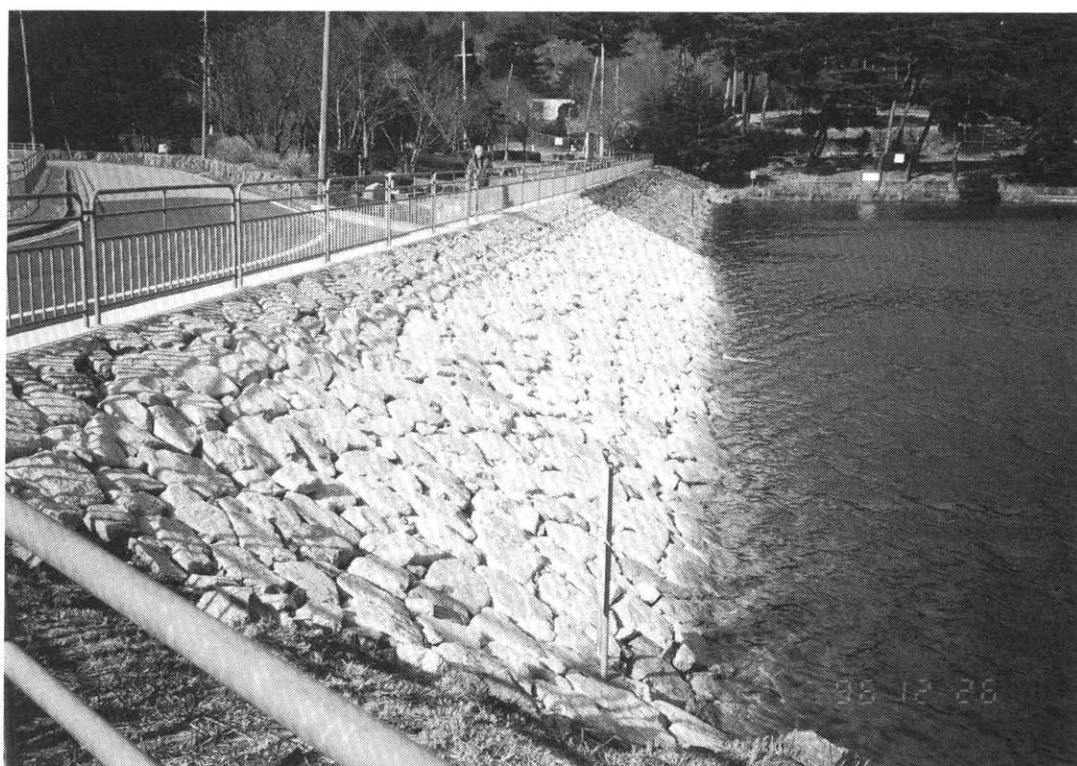
(下) 完全復旧した芦屋川取水口

崩壊した土砂(4,000m³)を除去後、山腹防護工を施し導水路の覆蓋化を構じ復旧





奥山貯水池（奥池）のリップラップが崩落，堤体天端の沈下，取水塔の傾斜が発生



完全復旧した奥山貯水池（奥池）

ゾーン型アースダムのリップラップ (700m²) 上乗せによる復旧，取水塔撤去と折損した連絡管を復旧

○ 被害と復旧

(1) 取水口

芦屋川の取水口は右岸の山が崩落し、岩石4,000m³で全壊で取水不能となったので、緊急に同川上流600mに仮取水口施設をつくり本取水口完成の平成8年11月まで応急取水を続けることになりました。

本取水口は4,000m³の岩石除去から始まり、山腹防護工を施し、より災害に強い取水口とするため、導水路の覆蓋化を講じ復旧した。

(2) 導水路

取水口から貯水池までの鉄筋コンクリート開渠(1,500m/m×1,500m/m~1,200m/m×1,200m/m)と鉄筋コンクリート管(φ1,500m/m~φ900m/m)は目地の開きとコンクリート管全ての継手にクラックが入り漏水し、入孔も多くがズレて破損が起こり全ての目地、継手部を止水モルタルで復旧した。

(3) 貯水池

1971年完成したロックフィルダムは、ダム本体に変状は見られなかったが、リップラップの崩落(700m²)、天端の沈下、取水塔の傾斜が起こった。

これらは、

- ①貯水池水位変動による堤体測量調査
- ②リップラップ崩落箇所のボーリング調査
- ③リップラップ崩落箇所にリップラップ機の上乗せによる復旧
- ④取水塔撤去と連絡管の復旧
- ⑤余水吐の漏水復旧
- ⑥橋台の復旧

(4) ろ過池

緩速ろ過池(17m×27.4m=465.8m²)4池全体が、側壁、床面のクラック、ろ過水管、排水管の破損による漏水が起こりろ過不能となった。

これらは

- ①ろ過池底部のボーリング地質調査
- ②ろ過池底版部の配筋補強と側壁部はエポキシ樹脂注入
- ③ろ過池内5面をライニング防水加復旧

4池完全復旧は平成8年10月で1年7ヵ月を要した。

(5) 送・配水管

a) 被害

送・配水管、仕切弁、空気弁の被害はφ75m/m~φ450m/mまで362件あった。

- ①形態別の被害は継手の抜け(0.539件/km)、継手部破損(0.414件/km)と同じくらいに直管部破損(0.499件/km)が多かった。
- ②口径別では、φ75m/m以下で3.440件/kmで多く、口径が大きくなるとφ200m/m~φ250m/mでは0.984件/kmと被害は少なくなっている。

③表層地質では自然堤防・砂州（3.724件/km）が最も被害が高く、次に沖積層（2.812件/km）で埋立地は2.476件/kmであった。

④液状化については、液状化のあった所（液状化率50%）で3.709件/kmに対し、液状化の顕著な所（液状化率100%）では2.683件/kmと小さくなっている。

これは液状化率100%の埋立地（S. 54完成）は、殆ど耐震化していたので、一部の耐震化していない管路・継手での被害であった。

⑤管種別

- ・ダクタイル管の被害は殆どが継手の抜け（1.269件/km）で、埋立地で被害が多く（2.250件/km）、液状化の顕著な所（液状化率100%）でも2.381件/kmと被害が多かった。

- ・铸铁管は直管部の破損（0.786件/km）が一番多く、口径が大きくなると共に被害は減少している。埋立地には布設していなかったため被害はなかった。

- ・硬質塩化ビニール管は、被害の殆どが継手部破損（1.788件/km）、管体部破損（1.017件/km）である。また、自然堤防・砂州は9.410件/kmと非常に被害が多かった。

⑥属具

今回の地震では属具類の破損が多く、最大ではφ300m/m仕切弁のフランジ部が破壊し、65件の被害があった。そのうち仕切弁が80%以上で多く、以外は空気弁で特に小口径のφ100m/m以下の仕切弁（80%）に被害が集中し、その殆どがフランジ部、弁本体の破壊によるものであった。

b) 復旧

震災直後から応急復旧で本復旧したものと仮復旧した箇所があり、被害が集中して発生したところと仮管の箇所φ20m/m～φ150m/m(DIP、PEP)×L=2,900mは撤去し、新しくφ75m/m～φ500m/m×L=4,500mを耐震継手で平成8年度までに本復旧を終わった。

(6) 給水管

a) 被害

公道内の被害はφ13m/m～φ50m/mまで382件、民地内2,934件の破損等の被害が市内全域わたって発生しました。

①給水管に一番多く使用しているVP管の被害が多かった。

- ・公道から民地内の立上り部
- ・地中から建物に入る管、立上り管のエルボ、チーズの破損

②ビニールライニング鋼管

- ・民地内の立上り部のエルボ、受水槽までのネジ部の折れ

③ポリエチレン管

公道の給水分岐用（φ13m/m～φ25m/m）に使用していたが漏水は殆ど無かった。

b) 復旧

給水管の復旧は震災直後から送・配水管の復旧に合わせ応急復旧時にその殆どを修理し、残る仮管給水中のものも平成8年12月には本復旧することができた。

2. 防災計画と対策

(1) 緊急貯留システム

今回と同程の地震では、全ての被災はまぬがれないことから、施設の復旧回復までの間応急給水が必要で、緊急時の給水拠点として平成8年度から「耐震性飲料・消火兼用貯水槽」を計画的に設置していく。

| 名 称 | 容 量 | 震 災 前 | 震 災 後 |
|-------------------|-------------------|-------|--|
| 耐震性飲料・ 消火兼用貯水槽 | 100m ³ | 0基 | 1基（平成8年度完成） 平成8年度から計画的に避難所（小学校 他）、防災拠点に計12基設置していく。 |

(2) 応急給水用機材

震災前は給水タンク1基、給水槽9、ポリタンク50個の常備しかなく、全国の自治体、自衛隊、民間団体から延車輛3,600台、延人数10,400余人で53日間にわたり応援いただき給水しました。又ポリタンクも同時に何千余持って駆けつけていただき非常に助かりました。

本市でもその後機材の点検と整備を進めており、機材の分散保管と日常点検管理を強め対応できる体制をつくっていく。

表10-2 応急給水用機械

| 種 類 | 容 量 | 数 量 | |
|--------------|-------------------|------|--------|
| | | 震災以前 | 震災以後 |
| 給水車（圧力ポンプ式） | 2.0m ³ | 0台 | 1台 |
| 給水タンク（車両搭載用） | 1.0m ³ | 1基 | 1基 |
| 応急給水槽（ " ） | 1,000ℓ | 4袋 | 4袋 |
| "（ " ） | 250ℓ | 5袋 | 5袋 |
| ポリタンク | 20ℓ | 0個 | 100個 |
| " | 18ℓ | 50個 | 600" |
| " | 10ℓ | 0" | 1,600" |
| ポリバケツ | 45ℓ | 0" | 130" |
| ポリ給水袋 | 10ℓ | 100" | 100" |

(3) 防災計画と対策

阪神・淡路大震災では、取水口から末端の給水装置まで全市域の水道施設に甚大な被害を受けました。

芦屋市水道では、「芦屋市水道復興計画検討委員会」を設置して、災害時のライフラインの被害を最小限に食い止め、都市機能を維持できる都市基盤の整備を図るため、災害に強く早期復旧ができる水道施設を構築するために、「芦屋市水道耐震化指針」を策定した。

1. 耐震化の計画目標

1) 応急復旧の目標

今回の震災では応急復旧に6週間(42日間)も要したが、この教訓を踏まえ対応策を検討し、応急復旧は3週間以内に終わることを目標とする。

2) 応急給水の目標

応急給水の目標は、施設の復旧が進捗するにつれ段階的に増加していくことにする。

段階が進むにつれて応急給水所を増やし、市民が近い場所から給水を得られるようにする。

3) 計画の期間

計画策定にあたっては、基幹施設、管路等の耐震化については、概ね5年以内に実施するものを「短期計画」、概ね20年以内に実施するものを「中長期計画」とする。

2. 耐震化対策

◎耐震化対策の基本方針

①「災害に強い水道施設づくり」

地震が発生しても、十分な耐震性及び機能を有する施設づくりをする。

②「早期復旧ができる施設づくり」

被災後、早期に復旧できる施設を整備する。

③「地震時の体制づくり」

被災後の給水の確保と、被害施設の早期復旧ができる体制を確立する。

1) 基幹施設(貯水池、取水口、浄水場、配水池)

(1) 短期的対策

被災施設の調査を行い、施設の修理等により耐震性の向上を図る。

(2) 中長期的対策

施設の更新等に併せて耐震性の高い施設にするとともに、バックアップ機能の強化を図る。

2) 管路

(1) 短期的対策

送・配水管で今回被災箇所で大きな被害が出た地区等では、耐震性継手管に布設替える。

(2) 中長期的対策

① 配水幹線(φ250mm/m以上)と配水支管の準幹線は、優先して耐震継手管に布設替えしていく。

② 地震による被害を少なくし、早期復旧ができる施設にするため、浄水場、配水池を基本にした配水ブロックの重要度の高い幹線から耐震管路に整備していく。

- ③ 災害時に緊急性の高い施設（避難所、病院等）への路線は、耐震管路に整備していく。
 - ④ 埋立地への供給管路については、複数系統にし、バックアップできる系統とする。
- 3) 緊急貯留システム・給水拠点
- 施設の復旧回復までの間必要な応急給水のための、緊急時の給水拠点、運搬給水拠点、応急給水栓を整備する。
- (1) 短期的対策
 - 防災拠点（学校、公園等）に「耐震性飲料・消火兼用貯水槽」を設置していく。
 - (2) 中長期的対策
 - ①運搬給水拠点
 - 緊急時の給水拠点となる配水池に緊急遮断弁を整備し、水の確保を行い運搬給水をする。
 - ②応急給水栓
 - 配水幹線、配水支管の応急復旧に伴い、仮給水を拡大していくため、消火栓を整備する。
- 4) 水管橋（短期的対策）
- 橋の支承部には、伸縮可撓管等で耐震化と管体強度の向上を図る。
- 5) 管路の付属設備（短期・中長期的対策）
- 仕切弁、空気弁、消火栓の弁体強化や、配管方法の変更を検討する。
- 6) 給水装置の構造（短期・中長期的対策）
- 給水装置の耐震性強化について検討し、給水装置施行基準を改正し、改善を行う。
- 7) 監視、制御システムの整備（中長期的対策）
- 緊急時の監視、制御を行うためのシステムを構築する。
- 8) 広域的バックアップ
- 隣接する水道事業者と、相互応援が可能となる連絡管によるバックアップ機能の整備を検討する。
- 9) 地震時の体制の確立
- 以下の方策を検討する。
- (1) 震災時のマニュアルを作成する。
 - (2) 相互応援体制の確立
 - 大地震が発生した時には、応急給水、応急復旧には多大の人と資機材が必要である。このため、(社)日本水道協会関西地方支部を中心とした相互応援体制の確立が重要である。
 - (3) 応援体制の確立
 - 水道管工事業者、資材メーカー、他行政機関、ボランティア組織等とも応援体制の整備を進める必要がある。
 - (4) 資機材の備蓄
 - 資機材は、他都市との相互応援協定により点検し整備することと、材料の規格統一を図ることが必要である。
 - (5) 通信・情報連絡体制の整備
 - ①応急給水・復旧工事用の携帯電話等の整備
 - ②阪神水道企業団（用水供給）と緊急時でも連絡可能な専用回線等の整備

(6) 広報活動の整備

今回の大震災では、人員・広報車の不足により広報活動が不足し、市民の不安解消のための早期情報伝達が遅れた。市民は通水の見通しや、応急給水箇所に関することを求めており、これらに対応するには、被害状況を的確に把握し、復旧計画を早く立てることが重要である。

このためには、復旧本部の通信・情報手段を確保し、連絡を密にしておく必要がある。

市広報紙（災害情報）、マスコミ、CATV等の活用を図り整備していく。

以上の「耐震化指針」により今後短期、中長期的対策を計画的に実施していく。

11. 豊中市の阪神・淡路大震災と水道について

豊中市水道局工務部長

長 伸一

1. はじめに

豊中市は大阪市の中心部より、15分～20分という利便性に富んだ場所に位置している。したがって戦後の復興期には大きく人口の急増を見るに至り、上水道水源、給水方法にも大きな課題をかかえながら成長してきた経過があり、人口40万人の住宅都市である。

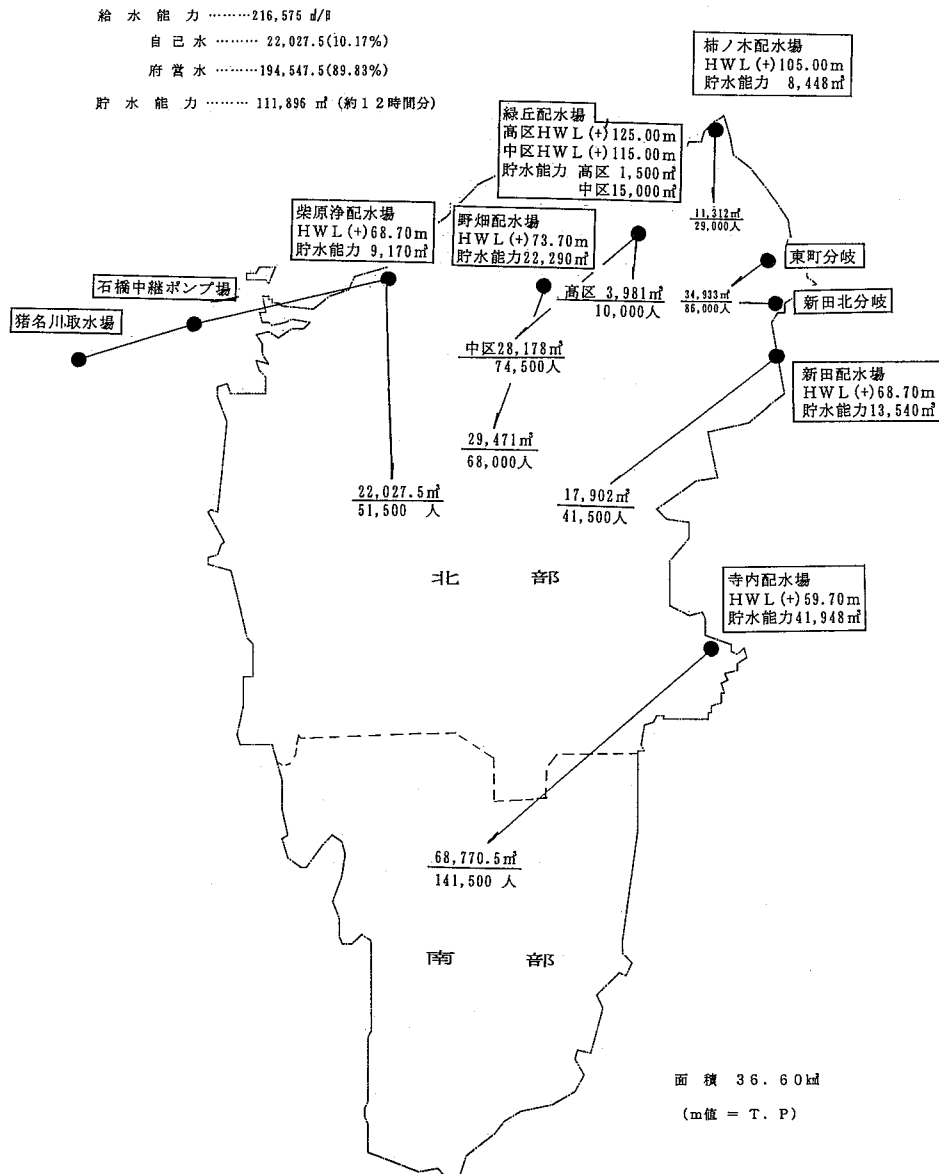


図11-1 豊中市基本計画図

水源については、府営水道に係る受水が約90%、一級河川の猪名川による取水が10%である。

阪神淡路大震災では、豊中市は大阪府下で最大の被害を受け、災害救助法の適用を受けた。被害の概要については、死者10名、負傷者2,496名家屋の全半壊4,914名（15,000世帯超）に達し、電気・ガス・上下水道などライフラインも被災し、市民生活に大きな影響を及ぼした。

2. 水道の被害

水道施設のうち、浄配水池の損傷は地震直後の売電の送電停止を一時的に被ったが、構造体については幸いにも、皆無に近い状態であった。一方配水管の破損は80件、給水管288件、屋内漏水9,967件と一般家屋の損傷による給水装置による被害が集中した。

このことにより、地震直後の時間配水量は、最大で平常時の3.5倍に達し、配水池水位が急激に低下したため、大阪府営水道に送水増量を要請すると共に応急措置としてのバルブ操作を行い、貯水量の確保に努めた。

配水管・給水管の被害による断水の応急給水対象は最大時約4,000戸（2.6%）、配水圧力の低下による影響は122,000戸と全世帯の80%に及んだ。

3. 応急復旧

復旧の方法として関西地域では過去において、寒波による給水装置の破損復旧のみで地震によるような被害の大きさは想像もしえない事であった。地震直後より24時間対応の当直電話が鳴りやまず、対応できる事は住所氏名を修繕依頼の伝票に表現するのみで、頭の中は真っ白であったと、その日の委託職員は述懐していた。

修繕依頼の経過としては、地震発生後の3日間に集中し復旧方法としては一戸一栓の復元にとどめる事としたが水道局と公認業者だけでは対応不能であり、府下で組織している府営水道協議会からの申し出もある中で、1月20日～25日の6日間に18市町101班222名の応援を受けた事により応急復旧作業が飛躍的に進み1月29日には、申込みに対する未処理はゼロとなり、第一次応急復旧体制を終結することが出来た。

この間各市の応急班は地理不案内の為、案内員と交渉役として事務職員を配置し、不足する車両は大阪府営水道より一時借用10台を数えた。また、応急給水の必要性から局の手持ちタンク2基の他、消防

表11-1 漏水復旧修繕体制

| | 修 繕 復 旧 班 体 制 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-----|-------|----|-------|-----|------|----|-----|-----|---------|-----|-----|-----|--------|----|-----|-----|------|-----|------|-----|
| | 屋 内 修 繕 | | | | | | | | | | 道 路 修 繕 | | | | | | 合 計 | | | | | |
| | 局直営 | | 市公認業者 | | 他市等応援 | | 市民対応 | | 家調査 | | 左隣調 | | 小計 | | 局直営 | | 業者 | | 漏水調査 | | 小計 | |
| 班 | 人 | 班 | 人 | 班 | 人 | 人 | 人 | 人 | 人 | 班 | 人 | 班 | 人 | 業者数 | ローア委託班 | 班 | 人 | 業者数 | 班 | 人 | 業者数 | |
| 一次体制計 | 175 | 350 | 22 | 41 | 101 | 222 | 120 | 14 | 28 | 312 | 761 | 90 | 179 | 94 | | 90 | 179 | 94 | 402 | 940 | 94 | |
| 二次体制計 | 137 | 275 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 21 | 137 | 321 | 17 | 50 | 30 | 62 | 16 | 17 | 128 | 30 | 154 | 449 | 30 | |
| 合計 | 312 | 675 | 22 | 41 | 101 | 222 | 120 | 53 | 21 | 449 | 1082 | 107 | 229 | 124 | 62 | 16 | 107 | 307 | 124 | 556 | 1389 | 124 |
| ※ 一次体制……1/17～1/29（13日間） 二次体制……1/30～2/12（14日間） | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・屋内漏水修繕復旧体制＝延449班 1,082人→*他市応援17市町、市公認業者22班 ・道路漏水修繕復旧体制＝延107班 307人→ 124業者 ・全体漏水修繕復旧体制＝延556班 1,389人→ 124業者 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

本部よりの応援車両を受けながらの対応であった。

1月30日以後は新たに第二次復旧体制を整え、全半壊家屋の漏水調査を行うと共に、道路パトロール隊を編成して「ローラ作戦」を展開し、道路や量水器付近の漏水発見に努めた。

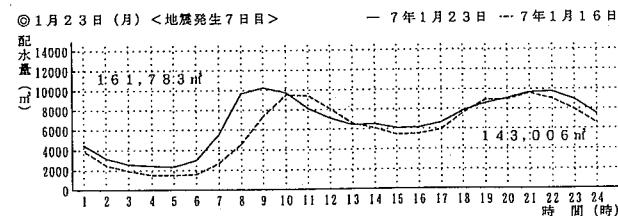
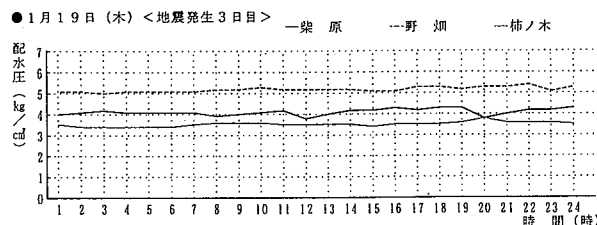
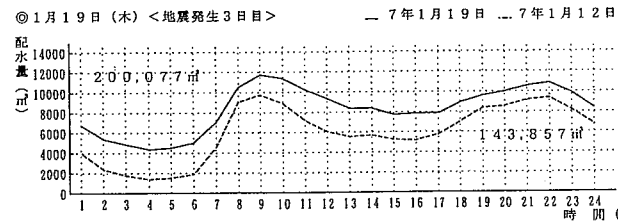
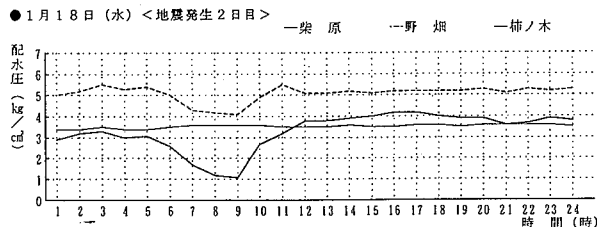
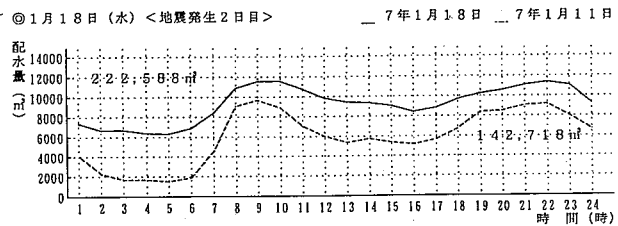
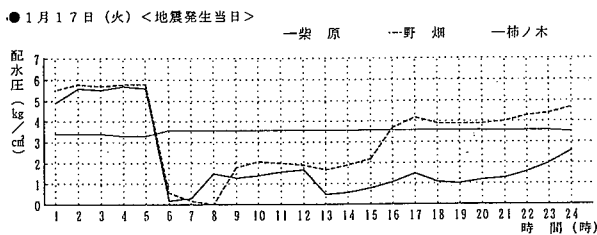
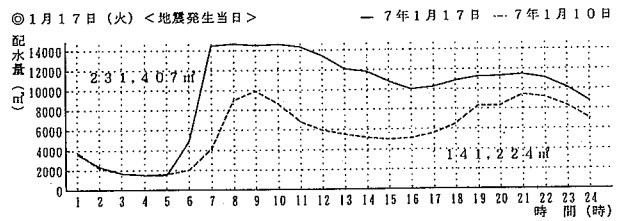
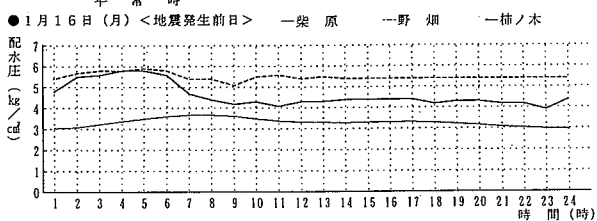
この間屋内修繕の申込みも平常に近い状況を見極めながら2月12日に第二次体制を終息し、以後漏水調査については、車両交通やその他の騒音による関係で、昼間調査が困難であり職員の体力限界を考慮し調査計画を見直し2月21日より委託による作業を開始した。この業務の必要性は地震発生前の配水量と比較した場合、日量にして約10,000m³程度の漏水が考えられ無効水量の減と二次災害の防止の観点から短期間に行うことが責務であった。

漏水調査の委託概要は

| | |
|-----------|---------|
| 戸別音聴調査 | 84,673戸 |
| 路面音聴・確認調査 | 218.4km |

漏水調査を実施する地域は配水系統より漏水量が多いと判断した区域を選定、北部地域については昼間に戸別音聴調査を行い、南部地区では昼間に戸別音聴調査を行い夜間に路面音聴調査を行い漏水の疑いがある箇所については確認調査を行った。調査期間としては実質17日間で調査員は215班、430名で行った。

これらの復旧にかかる、作業の内、配水管関係、配水管より量水器部までの給水装置の一次側については、局の直営部隊、市内の建設業者、一部の大手建設業者によって復旧してきたが、作業にかかる一



環の内、写真については、くれぐれも現状がよく理解出来るよう撮影する事と指示していたが、ほとんど完全に近いものはなく、国庫補助査定時に説明する資料不足となった。

大災害時の復旧時に多少の無理があると思うが、それらに携わる職員として後の事項を考えると、大きな資料となる現状表現としては写真だけである事は改めて考えさせられた。

4. 他市への応援

市域内の応急復旧のメドがついた段階で、豊中市よりも被害の大きい兵庫県下について、府営水道協議会並びに大阪府営水道が既に応援体制に入っている西宮市への派遣要請があり、応援方法について、西宮市との協議を行った。

内容としては、配水管の復旧状態が進展していない現状では、応援給水が未だ欠如しているとの事で2月1日よりタンク車による給水を、2班4名とし24時間派遣で2月28日まで行った。また配水管の復旧が進展するに従い仮設給水栓設置に1班3名体制で臨んだ。

西宮市応急給水体制とその対象人員

2月1日～2月28日 58班 116名 延2,761名

仮設給水栓設置体制とその対象戸数

2月13日～3月13日 29班 87名 延 424件 を処理

5. 復旧に関する検証

断水に関しては、加圧配水区域における管内水の漏水により加圧ポンプの過電流に起因する運転不能と集合住宅等の受水槽の一次・二次側管路の破損と停電に伴う揚水ポンプの停止及び通電時の運転機能不全によるものが特徴としてあげられる。

屋内漏水等の復旧処理の難点は甚だしい交通停滞による現場到達時間のロスが大きく交通対策を大きく訴えたい。

漏水箇所については、建物の基礎周辺が46%、壁の中34%、床下20%となっており復旧修理に建物の一部破壊を伴う等相当の手間が必要となるものが多く、単純な破損ではなかった。このように地震災害の復旧は生半可な体制での対応では住民の安心は得られない。

大阪府をはじめ府下各市町の応援をいただいたお陰で短期間での復旧が完了しえたことは、誠にありがたく、この経験は今後の災害対策に十分に活かしていかなければならない。応援を受けたことについて事後の職員アンケートの結果に「応援を受けて自分達の士気が上がった。」との表現があり、応援を行うことによる相互の精神的高揚は、非常に重要であると考えられる。

6. 今後の地震対策について

大阪府では、用水供給事業としての府営水道と各受水市町村の水道が連携し市民に給水を行っており両者が一体となった災害対策が必要であり、このため大阪府においては、学識経験者、市町村代表者を加えた「大阪府水道地震対策調査委員会」が設立され、府下市町村における地震対策の計画目標等について基本的な指針を平成8年10月に策定された。この中では今日の震災におけるデータを基にして、府

営水道を中心に各受水市町村の水道を一つの組織として応急体制の整備や情報通信、また復旧期間の設定が取り決められている。

本市においても、今日の貴重な経験と「大阪府水道地震対策基本方策」に基づき計画案を策定している最終段階にあります。

この基本理念としては

- 1) 地震は最大の被害をおよぼす時間に発生する恐れがあり壊滅的な打撃を与える。

多数の死傷者の発生、生活活動にとってのライフラインの破壊経済への長期的な影響など、計り知れない被害

- 2) 被災地域と非被災地域とのアクセスが途絶または混乱する。

交通機関の運休、道路網の途絶と遮断及び停滞によって復旧、復興作業の妨げとなる。

- 3) 通信等の手段が不通となる。

電話回線等の通信が不能となり、安否情報の確認あるいは復旧作業に支障が生じることとなる。

- 4) 火災等の副次的災害の発生により被害が拡大する。

火災の発生等により死傷者の増加、家屋の焼失により被害が拡大し、復旧規模の範囲が広がる。

- 5) 被害に地域的落差が生じる。

大地震は被害を広域的に起こすが、激震地とその他で被害に差が生じ、情報支援等に違いがある。

等であるが最大の死傷者、最大の物的被害が生じる時刻に突然発生するものとしてとらまえてはならない。

したがって水道については、地震に強い施設作りを計画的に進める中で、現有施設の耐震評価を行い、優先順位を定めて実行に移す一方、実際に地震が発生したことを想定して諸対策を事前に確立しておくべきである。

そのため、地震の規模想定、被害状況の把握手段、災害対策本部の設置、応急給水、応急復旧、応援対策、情報収集及び広報活動、市民、企業の役割分担、地震対策教育、訓練、防災情報等である。

したがって想定する地震動としては「大阪府水道地震対策基本方策」及び今後想定される「大阪府地域防災計画」、「豊中市地域防災計画」に基づき地震の規模を「7」とする。

震度階「7（激震）」加速度400以上では家屋の倒壊が全体の30%に及び山崩れ、地割、断層が生じることとなる。

水道施設の被害想定

策定過程における本市水道施設の主要構造等耐震アンケート結果による判定及び管路の活断層別被害シュミレートによると次のとおりである。

- 1) 基幹施設及び付属設備

取水施設、池、タンク構造物、浄配水場本館ポンプ場上屋等及び電気、計装設備について、耐震評価項目による結論は、全体を通じて緊急かつ根本的な対策を講じる必要があるものはなかった。今後詳細な耐震診断を実施すべきとする指摘があった。これは現状の施設、設備の一般評価であって、例えば伸縮可撓管の未設置によって、施設と管路の接続部分が不同沈下等で折損し、本来の機能が運用出来ない事が想定される。

表11-4 断層別の被害件数

| 活断層 | 発生数(件) |
|---------|--------|
| 有馬高槻構造線 | 208 |
| 生駒断層 | 75 |
| 中央構造線 | 29 |
| 上町断層 | 424 |

2) 管路(導・送・配水管)

管路については有馬高槻構造線、生駒断層、中央構造線及び上町断層の4活断層を震源として管種別、継手別、布設年次別及び布設工法別に分類して判定された。

この結果は表11-4のとおりであるが最も当市の被害率の高い上町断層(豊中一塚付近 約32km)を震源とする「7」の地震の場合、総被害件数は424件と見込まれる。

給水管路については、管路の被害から本市分を推定すると約6,870件の発生となるが、宅地内給水装置を予測すると、約34,500件の発生が懸念される。

したがって、耐震施策の状況を考慮し確立するものとする。

耐震化については、第1段階は、給水及び供給拠点の整備、通信情報システムの整備を中心に概ね5年とする。第2段階は、主にバックアップ施設の整備を中心に概ね10年を目標とする。第3段階は、管路の

表11-5 耐震化施策の目標年次

| | | 第1段階 | 第2段階 | 第3段階 | 第4段階 |
|---------------|-----------------|-------|--------|--------|------|
| | | 概ね5年後 | 概ね10年後 | 概ね20年後 | 最終目標 |
| 施設の耐震化 | 管路の耐震化 | ← 1 → | ← 2 → | ← 3 → | |
| | 給水装置の耐震化 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 主要構造物の耐震診断 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 主要構造物の耐震化補強 | ← 1 → | ← 2 → | ← 3 → | |
| 応急給水対策の整備 | 応急給水供給拠点の整備 | ← 1 → | | | |
| | 給水供給拠点施設の整備 | ← 1 → | | | |
| | 応急対策資機材の確保 | ← 1 → | | | |
| | 応援受入拠点の整備 | ← 1 → | | | |
| | 応急復旧管理設備の整備 | ← 1 → | ← 1 → | | |
| バックアップシステムの整備 | 緊急遮断弁の整備 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 送水管の整備 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 予備水源の活用 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 配水池容量の増加 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 耐震型緊急貯水槽の整備 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 隣接事業間連絡管の建設 | ← 1 → | ← 2 → | | |
| | 電源の地震対策 | | ← 1 → | ← 2 → | |
| 情報交換システムの整備 | 情報通信システムの整備 | ← 1 → | | | |
| | 応急対策情報交換システムの整備 | ← 1 → | | | |
| | 施設台帳のデータベース化 | | ← 1 → | ← 2 → | |

耐震化を除いた整備がほぼ終了する時点として概ね20年を目標とする。第4段階はそれ以降とし、引き続き最終目標を目指して整備することとなっている。この方針をふまえた本市の耐震化施策の現状も含めた具体的目標は当面次のとおりである。

1) 施設の耐震化

重要施設給水ルート確保、水管橋の補強、配水ブロック化、老朽管の更生及び布設替、地盤変状箇所対策、屈曲部、施設接合部位対策及び耐震管路網の整備等の対策を考慮しつつ、次の施策を計画的に進める。

① 配水幹線（本管）整備

柴原幹線500mmの更生工事を、平成9年度（1997）調査設計及び平成10年度（1998）に施工を予定する。

寺内系統配水幹線の 신설を平成12年度（2000）から順次実施する。

② 配水ブロック化の推進

現況4ブロックに加え緑丘配水場系統の小ブロック（9ブロック）を平成10年度（1998）からの系統切り換えに伴い順次実施する。

寺内系統の小ブロック化を平成10年度（1998）から1ブロック毎に実施する。

③ 老朽管の更生工事等の推進

FC管のダクタイル化について、平成9年度（1997）以降で順次施工を予定する。

④ 耐震管の採用

口径200mm以上の中大口径管は、耐震管を全面採用し計画的に進める。

口径200mm以下についても、地盤等布設条件により耐震管を採用する。

2) 応急給水対策の整備

① 給水タンク車の配備

給水タンク車（2トン）2台の配備を行った。

② 応急資機材等の備蓄基地の確保

給水タンク車の車庫並びに資機材の備蓄基地を確保した。

3) バックアップシステムの整備

① 給水供給拠点の整備

緑丘配水場（有効容量16,500トン）の平成9年度（1997）完成による貯水能力アップの実現

② 施設接合部位の対策

既設配水池について緊急遮断弁及び伸縮可撓管を平成10年度（1998）から、年1ヵ所ずつ設置する。なお、緊急遮断弁は、当面流出側に設ける。

③ 導送水管の整備

猪名川－柴原間の導水管450mmの更生工事を平成10年度（1998）から4年間で実施する。

④ 耐震型緊急貯水槽の設置

市内36箇所（100トン）を展望しつつ当面、現在施工中（島田小学校校庭）の他、平成9年度（1997）に1箇所（豊南小学校校庭）設置する。

⑤ 配水系統管のバックアップ機能の強化

緑丘配水場系統の送水管幹線を平成9年度（1997）竣工を予定する。

配水幹線調整バルブ3ヵ所について平成9年度（1997）に新設を予定する。

⑥ 近隣都市連絡管の設置

箕面市との連絡管を平成9年度（1997）に施工を予定する。池田市へ応援給水管路の策定を依頼する。

4) 情報交換システムの整備

平成13年度（2001）以降に導入を図るべく準備作業を開始する。

7. おわりに

その他の項目についてここでは省略するが、市民生活の安全確保の視点から前記の整備計画は絶対必要である。その財源について一般会計からの支援と市民との十分なコンセンサスを得る中で、局負担区分の明確化を推進することが必要である。

〔参考文献〕

大阪府水道地震対策基本方針

豊中市水道地震対策指針（案）

12. 簡易専用水道の被害と改善策

財団法人兵庫県予防医学協会

前川 朝彦

1. はじめに

平成7年1月17日未明、阪神地区並びに淡路島を襲った大震災。

あれから2年目を迎え、人々の暮らしもようやく平静を取り戻しつつあるようですが、依然仮設住宅等では不自由な生活を強いられている方々もいらっしゃるのが現状であり、一日も早く震災前の活気を取り戻していただけるよう祈らずにはられません。

さて当協会も振り返ってみますれば、地震により建物取壊しの被害にあいまして、復興に努めてまいり2月6日より事務所を移転して検査業務を再開致すことができ、これも皆様からのご支援、ご声援をいただきましたおかげであり、深く感謝をいたしておるところでございます。

当初は、建物の倒壊による通行止や通行規制で大渋滞を起し、協会付近（神戸市東灘区）は車での移動が困難な状態のため、被害の少ない地域から直行、直帰体制で検査（水道法第34条の2第2項に基づく簡易専用水道定期検査）を行い、検査業務と共に貯水槽に与えた震災の被害状況を観察しました。

2. 震災から平成8年3月末までの被害施設の状況

平成8年3月末迄に取壊し予定の128施設の用途別分類は共同住宅57施設、事務所ビル24施設、店舗19施設、学校6施設、工場、寮が各5施設、ホテル4施設、病院3施設、体育館2施設、研修所、興業場、倉庫が各1施設で水槽の被害状況は表12-1のとおりです。

表12-1 水槽の被害状況

(件)

| | 受水槽取替 | 高置水槽取替 | タンクレス式 | 直圧給水 | 検査件数 |
|------|-------|--------|--------|------|-------|
| 東灘区 | 20 | 26 | 10 | 6 | 350 |
| 灘区 | 6 | 16 | 3 | 2 | 155 |
| 中央区 | 30 | 48 | 7 | 5 | 515 |
| 兵庫区 | 6 | 19 | 0 | 13 | 156 |
| 北区 | 7 | 17 | 0 | 3 | 338 |
| 長田区 | 10 | 18 | 5 | 7 | 156 |
| 須磨区 | 17 | 20 | 5 | 6 | 290 |
| 垂水区 | 2 | 31 | 9 | 9 | 364 |
| 西区 | 1 | 11 | 1 | 3 | 271 |
| 神戸市計 | 99 | 206 | 40 | 54 | 2,595 |
| 芦屋市 | 9 | 9 | 8 | 0 | 235 |
| 明石市 | 7 | 14 | 6 | 1 | 410 |
| 宝塚市 | 2 | 9 | 0 | 0 | 311 |
| その他 | 7 | 2 | 0 | 0 | 576 |
| 合計 | 124 | 240 | 54 | 55 | 4,127 |

タンクレス式：一旦受水槽に貯溜した水をポンプ又は小型圧力水槽を用い直送して給水する方式

3. 現場検査における被害項目

(1) 水槽周囲の状態

●液状化 ●沈下 ●流入管・揚水管等配管の破損及び漏水 ●水槽固定金具やボルトの外れ（変形） ●水槽移動 ●給水管等配管支柱架台の移動

(2) 本体の状態

●架台の沈下による水槽の傾斜 ●水槽天板及び側壁パネルの亀裂及び破損 ●鉄筋コンクリート製水槽の内外壁の亀裂・剝離及び漏水 ●側壁及び底部パネル接合部からの漏水 ●天板パネルの陥没 ●内壁天板脱落 ●サクシヨン管等配管取付部破損並びに漏水 ●電極取付部外れ ●水槽固定金具による亀裂及び漏水 ●一体式水槽接合部の亀裂及び漏水

(3) 水槽上部の状態

●水槽傾斜による雨水溜水 ●流入管からの漏水による溜水

(4) 水槽内部の状態

●配管の振動及び断水による沈積物 ●ボールタップの故障 ●電極棒防波管脱落 ●流入管脱落 ●水槽内隔壁の亀裂及び破損 ●梯子の脱落 ●支柱脱落

(5) マンホールの状態

●蓋亀裂並びに破損 ●蓋施錠部や蓋蝶番部の破損及び変形

(6) オーバーフロー管の状態

●オーバーフロー管の亀裂及び破損 ●既製防虫網の脱落

(7) 通気管の状態

●通気管の笠の破損 ●既製防虫網の脱落

(8) 水抜管の状態

●水抜管の亀裂及び破損並びに漏水

(9) 給水管の状態

●給水管の亀裂及び破損並びに漏水

4. 改善策

(1) 地下室に水槽のある施設について。

①液状化で水槽室が汚れたが、断水のため復旧に時間がかかった施設が見られました。

②出入口が床のはめ込み式ハッチしかないため、補修機材の搬入ができず復旧に時間のかかった施設が見られました。

③水槽室天井の亀裂からの漏水や側壁から多量の湧水が流入してきた施設が見られました。

以上の状況等から、水槽の設置場所はグランドレベルからの地上式が理想である。

(2) 水槽架台の沈下による水槽の傾斜について。

①コンクリート製で傾斜の大きなもので、FRP製に取替えた施設が見られました。

②コンクリート製で上部に雨水の溜っているもので新たに排水口を設置した施設が見られました。

③FRP製のは架台鉄骨を持上げて補修している施設が見られました。

- (3) 流入管、揚水管等の配管、又は取付部の破損や漏水は各配管にフレキシブルジョイントの取付けが必要であろうと思われます。
- (4) 架台からの水槽の落下や移動、又固定金具による亀裂や漏水は、今後幅広の固定金具に取替える必要があらうと思われます。
- (5) 水槽側壁パネルの破損（上部補強枠のない水槽）は側壁接合部の上部まで補強枠の取付けが必要であらうと思われます。
- (6) マンホールの施錠部及び蝶番部の破損は樹脂製のものに多く見られたので、金属製のものに取替えることが必要であらうと思われます。
- (7) オーバーフロー管は下り管部分を建物の側壁に固定していたため、揺れの違いで破損したものが多く見られたので、下り管は水槽本体側に固定する方が安全であらうと思われます。
- (8) オーバーフロー管が水槽内部で立ち上っているもので内部で固定されていないものは、内部で破損して槽内の水が流れ出たものや接合部から漏水したものが見られたので、内部で固定する必要があらうと思われます。
(7)及び(8)の結果よりオーバーフロー管は気相部に取付ける方が安全であらうと思われます。
- (9) FRP 製パネルタンクでパネル中央に通気管が取付けてあるものは、パネルが破損したり陥没していたものが見られたので、通気管はパネルの端に取付ける方がよいであらうと思われます。
- (10) 上記以外は一般的な補修で対応できているものと思われます。

5. 被害状況事例

写真12-1 水槽（給水塔）周辺沈下（約50cm）

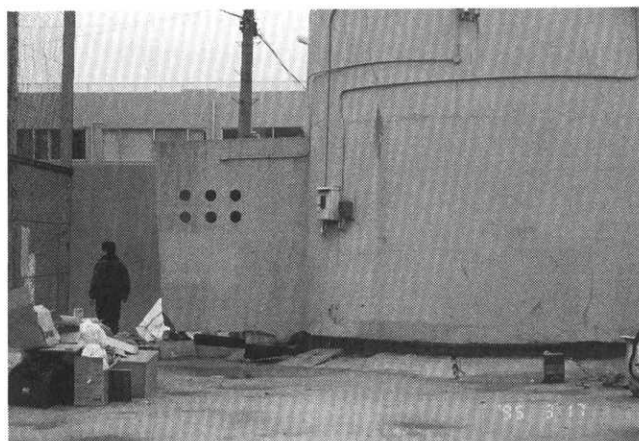


写真12-2 水槽本体固定不良で落下

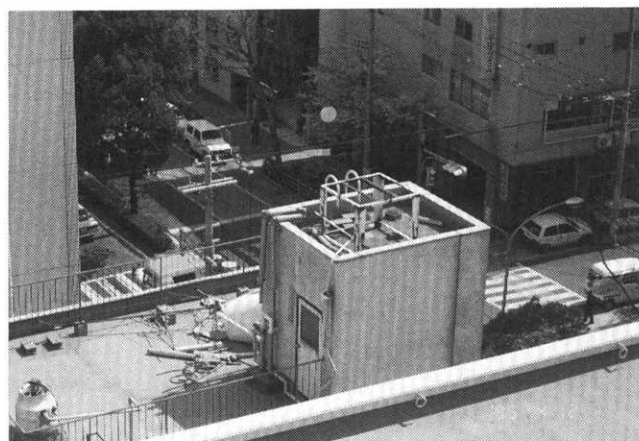


写真12-3 水槽破損

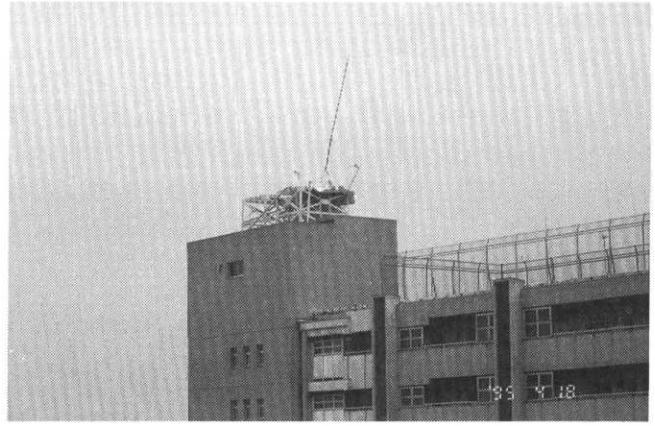


写真12-4 水槽破損



写真12-5 水槽側壁破損

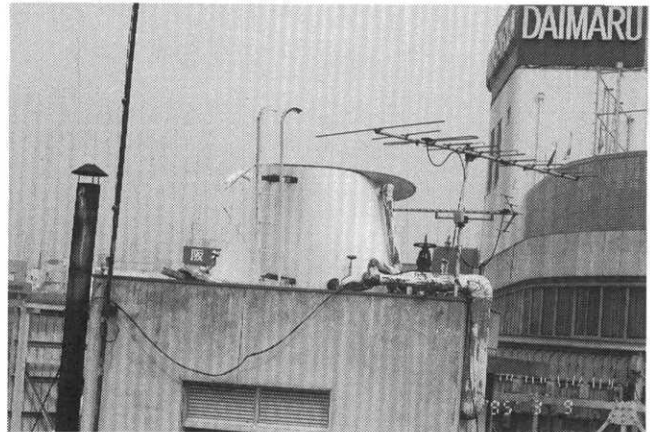


写真12-6 水槽天板破損

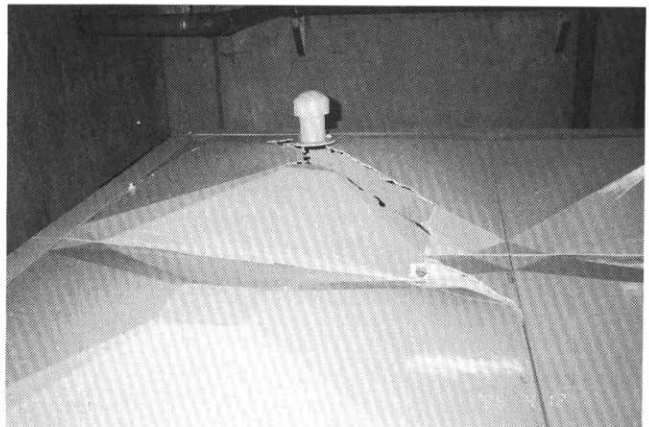


写真12-7 水槽側壁破損（補強枠なし）

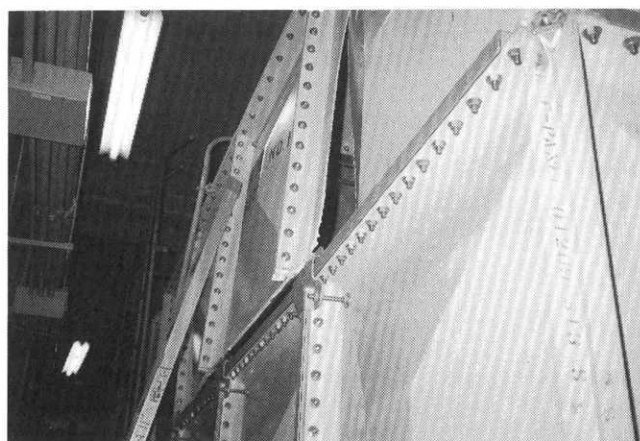


写真12-8 水槽マンホール破損
蓋取付部が変形し隙間が出来たものが見られた



写真12-9 水槽マンホール破損
樹脂製取付部と施錠部も破損

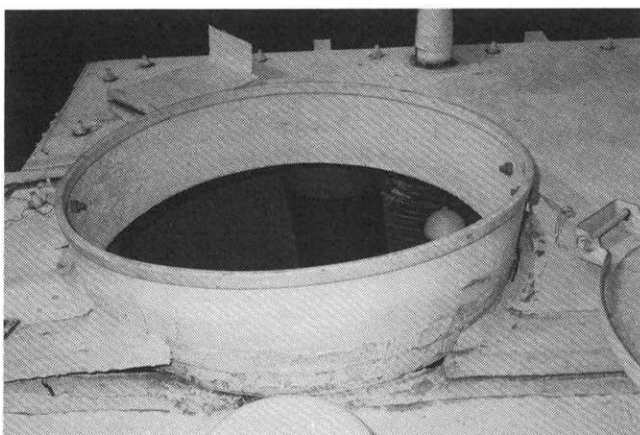


写真12-10 水槽オーバーフロー管
破損
（建物の壁に固定）



6. まとめ

今回の地震では、コンクリート製受水槽には比較的被害が少なかったのに比べ、FRP製のものは建物の壁の落下や周辺の構造物が倒れて破損したものが多数見られました。

以上の結果を踏まえて考察を行えば、非常時における生活用水の確保などの点から見れば貯水槽は多大なる貢献を行ったと思われませんが、反面被害を受けた水槽からは、地震を含めた自然災害に備えて、FRP製水槽の場合は今まで以上の強度の確保、耐震性等と併せて、建物から離れた場所（給水車の進入が容易）に設置することにより、被害が最小限に食い止められるであろう事が推察されました。

7. おわりに

今回の報告は、検査業務を遂行しながら水槽の被害状況を観察して参りまして、その結果を発表させていただいた訳ではありますが、当初はやはり業務を最優先していたこと、また被害状況の写真撮影では被災して被害を受けた箇所を撮影する訳で後ろめたさもございました故、十分な調査が行えませんでした。

今となっては、非常に残念に思われますが、今回の報告が今後の貯水槽のあり方について考えて行くに当たり一助になれば幸いかと存じます。

なお、今後も引き続き調査を行っていき、少しでも将来に役立てることの出来る資料を提供できるよう努力して行く所存でございます。

13. その他

(1)災害ボランティアに参加して

(元姫路市水道局建設課建設第二係長)
(姫路市建設局手柄山整備事務所係長)
姫路『こころのケア』ネットワーク代表
岸岡 孝昭

1. 活動への動機（一握りのおむすび）

平成7年1月17日(火)5時46分『ゴーッ』と突き上げるような地響きと軋むような音で目を覚まし飛び起きる。コンクリート壁にダンプカーが直撃したような響きと異常音である。姫路市内での地震体験である。(姫路市の震度は4中震)

家族の安全を確認した後、趣味で収集している備前焼が気になり、収納部屋に入り一つ一つ手に取り被害を確認する。一輪挿しの花瓶が壊れただけである。その後テレビのスイッチを入れるが、映し出されるのは、スタジオの混乱状況が映されるだけで、画面からは被害状況は入ってこない。勿論震源地・震度も分からず、ことの重大さを知る術もなく、いつものように出勤する。仕事につくがどうしても気になりテレビ・ラジオをつけ情報収集する。被害は刻々と変化し発表の都度、死亡者数は増加の一途である。

被害状況の凄まじさは、言葉にいい表すことの出来ない状況と認識しつつも、県下でありながら姫路から遠く離れた土地で起きている位しか思わなかった。しかし、午後になり被災の全容が画面から出てき、死亡者数が増えつづけるのに驚き・悲しみ・災害の悲惨さに心を傷めました。究めつけは阪神高速道路の635mに及ぶ転倒である。安全であるべき道路が見るに哀れな姿で無残に倒れている。市内各所から、火の手が上がり気が狂ったように猛威を振っている。それでも画面を点として捉えるだけで、パノラマとして捉えられず、想像を絶する災害が起きているとは、気持ちで整理出来なかった。ただライフラインが寸断され、水不足が起きていると直感し市として応援に行かなければと思う気持ちを上司に伝えるが『県から要請がない』と返事が帰ってくるだけである。〇〇市は何時着くか分からないが、飲料水をトラック一杯に満載し出発したとか、〇〇は救援物資を積んで走りだしたの放送を聞き、何故行かないのかと歯ざしりするが組織の一員では成す術もない。当日救援に行くことが出来ない縦割り行政の弊害を身を持って体験する(この事が以後のボランティア活動に繋がる)。この時点でも私自身他人事と思っていたのかも知れない。テレビ画面から飛び出てくる数字・被害状況にただただ無表情、無感動に一コマ一コマを追いかけているだけである。『大変だ』という薄っぺらい言葉では表現出来ない最悪の事態と思いつつ、余震に脅えながら一晩中テレビをかけっぱなし情報収集をする。

明けて18日、重苦しい気持ちを引きずりながら出勤すると県から要請があり、姫路市は芦屋と西宮に給水応援に行くといわれ、率先して芦屋市の応援部隊に参加する。午後1時30分庁舎南の広場で出陣式をする。何か戦場に出発するような重々しい空気である。10数台の救援車両をパトカー先導で職員の見送りを受け出発である。通行止めになっている中国縦貫道路をひたすら東に進む、西宮北インターを下り南下するにしたいが、上下線とも大渋滞でサイレンを鳴らすが行けない。車中では始めは被害状

況等々について話していたが、新神戸駅を通過し山手幹線に入ると、話し声も段々と途絶え静かになり、気持ちが次第に沈んでいく。言語化出来ない情景にただ呆然と目をやり、足を震わせているだけであった。ショックを受け、こみ上げる感情で身体が震え放して涙も出てこない。余りの悲惨さに頭のなかにはパニックである。

道路に倒れかかった家屋、1階のオープンスペースが座靴したビル、木造2階建てがまるでプレス機に押し潰された家屋とか、子どもの手を取り年老いた老人を背負い右往左往している被災者はまるで戦火を逃れさまよう難民である。地下鉄大開駅の陥没ヵ所に車両がうずくまっている。何で道路が1.5~2.0mも落ち込んでいるのか理解できなかった。サイレンは鳴りっぱなしで、緊急車両で大混雑をきたしている。殉職者が出た兵庫署のけなげな活動は心の印画紙に強烈に焼きつく。同僚の救出は後回しに活動している。そっと給水袋を手渡したのは自然な成り行きである。

パトカー先導といっても緊急性がない。通れない道路に突っ込んで引き返し、落差をよけ気を使いながら進んでいく。平常時であれば1時間30分位で着くが到着したのは10時頃であった。芦屋市役所周辺の大混雑・鳴りっぱなしのサイレン・救援物資が地下に持ち込まれている。一寸の隙間に身体をよじりながら水道局に行く、空腹さを辛抱できずお弁当のお願いをする。当然のことと思いついたが、この重大さを理解するには時間がかからなかった。他の都市は自分たちの食べ物も勿論、大量の救援物資を持ち込んでいる。それに引き換え私たちは何しに来たのか。給水応援に来たことは確かであるが、県の要請で来てやっているという思いがこの有り様である。自給自足の気持ちをすっかり忘れていた。これが救援に来た者の考え方。当然の如く弁当を要求している自分を思い出すたびに悲しさと侘しさが交差する。いまをもって自責の念である。講演に呼ばれる度に喋ってしまう。その都度鳥肌が立つ思いである。この時の罪悪感がそれ以後の、ボランティア活動の原動力になった一つである。姫路城という世界の文化遺産を誇りに思うが果たしてころはどうか、外敵に攻め込まれたことなく落城の危機もなく外様大名が代々城主を勤め典型的な保守的な土地柄で育った私に、一かけらの相互扶助の気持ちが無いことに気づくが事遅しで、事実は事実として捉え、ころ痛む思いで空腹を満足させる。あくる朝、長蛇の列に並び公衆電話で職場にころの嘆きを訴える。勿論2日目からは弁当持参になる。2年近くたってもこの事が、心の傷となっている。何とも言えないやり切れない気持ちの空白を埋め、ころの傷を癒すには時間とボランティア活動が必要である。ころの罪悪感を癒していくことが自分に課せられた責務であるところ誓いました。それ以後、公務で給水応援と復旧応援に従事し通算11日行きました。作業終了後、毎回芦屋市役所に避難されている避難者と接触してきました。これも自然な成り行きであった。ロビー、廊下、執務室に避難され、足を忍ばせながらの訪問である。うつろな目で一点を呆然と見つめておられる人、無表情な人、うつむき加減で精気のない人、家族で肩を寄り添い何を喋るでもなく時を刻んでいる人等に、声かけをしていくが上手く行かない。ただじっと互いに顔を見つめているだけであるが、姫路から給水応援に来ていると話の糸口を見つけるが話が続かない。回数を重ねながら堰を切ったように、ころのつらさを吐き出され一気に泣き崩れる人、私も耐えきれず手を取り合い泣き崩れたことも有りました。主人が毎日倒壊家屋の前へ行くと呆然と一日中立ちすくんでいる事を心配そうに話される人。ピアノの下敷きになり入院している娘さんを気づかわれる老婦人。退職金で新築したばかりの家屋が全壊と涙ながらに話される老夫婦。この夫婦とは何回もお会いしたが、ある時お会いに行くがいらっしやらず、心配になり「隣人に何か有りました？」と聴くと急に体調が崩れ救急車

で入院されると聞きびっくりする。先日お目に掛かったときは、元気にされていたのに、避難場所の急激な環境変化（市役所の執務が始まると日中は通路に避難されている人の休息場所が無くなった）で体調を崩されたとか。居場所の無い避難生活に、ストレスが溜りに溜った結果の入院である。多数の方とお会いしたが、今はどうされているかは知る由もない。

こんな事もありました。利用したトイレの余りの汚れに仲間と共に掃除をしました。生まれて初めてのトイレ掃除を素手でしました。この事もごく自然な成り行きで身体が動きました。

活動への動機はもう一つあります。

地域で民生児童委員をしていますが、震災発生後1週間後に人工透析患者6名を公民館で受け入れました。（病院のベッド不足で各所に緊急避難される）たらい回しで陶酔仕切っておられる患者さんを厄介者扱いする関係者の冷たい対応を見て心痛め落ち込みました。柔軟に物事を考えず緊急時の対応のなさ、一夜の宿は提供できたが、翌日別のところへ転送される。その後6名の内4名が亡くなれたと聴かされた。人間として非常時にどう対応できるかが問題であると改めて認識させられる。あの時仲間とできる範囲で温かいところを持って接することができていたらと今も患者の顔が浮かびます。

自己を振り返り非常時の対応のまずさ、怒り、動けなかったことが、その後のボランティア活動へのエネルギーと変わっていった。ライフワークとしてカウンセリングを勉強していたことも幸いした。この時に活かさないで何の為の学習か、実践するのは今しかないと自分に言い聞かせ、こころの空白を埋め自己形成をはかるには、『今この時』に活動しないで、何時動けると活動場所を模索しました。組織にしがみついているとは思存分活動できないと、自分を活かせる団体を求めました。

2. 枠組みからの歩みだし

公務派遣が終わりに近づき活動場所を求めていた時、目に止まったのが大阪YWCAのこころのケアネットワークボランティア募集であり、いても立ってもおれず早々にアタックする。運良く芦屋に現地本部があり果敢に訪問するが、責任者が不在で肩透かしにあうが、再度訪問し快く受け入れていただく。はやる気持ちを抑えながら所定の手続きを済ませ活動の一步が始まる。まさか今日までボランティア活動するとは？ 驚異である。継続できたことすら不思議であるが、見えない不思議な魅力に取りつかれていることは確かである。

たかちゃんのボランティア日記（日々の活動記録から抜粋）

○ライフライン復旧業務（1/18～1/19から2/8～2/10）で通算で11日間従事する。

○2/12～2/14（芦屋西山教会）

ボランティア前線基地（教会）の呼びベルを恐る恐る押す。中から何方か出てこられ快く迎えていただきホッとする。早速朝のミーティングに参加し、先輩女性と自転車で灘区へ向かう。道路の凹凸とアップダウンで何時パンクするか分からない悪路に閉口する。解体作業から発生するアスベストが心配で、マスクを手に入れる。

初めての訪問はテント村である。ライフライン復旧作業中に芦屋市役所で訪問活動をしていたが、やはり緊張するが、抵抗なく入ることが出来た。若い母親に子どもの退行現象について会話し、手にしていたパンフレットを手渡す。次の訪問先は青陽養護学校である。対策本部で活動の了解を取り、先輩と分かれ避難所に入っていく。足の踏み場も無いほどの混乱である。開口一番YWCA……と言っただけで

宗教家に間違われ面接を拒否され嫌な思いになる。(この時期、いろんな宗教が入り込み、人の弱みにつけ込む宗教は許せないと思ったのもこの時期である)

・59才の男性が、強引に私の手を引き話を聴いてほしいと寄って来る。九州から7人出稼ぎに来て同じアパートに住み込み仲良く仕事していた。地震前日も鍋をつつき酒を酌み交わしたのに……と話された後、絶句し泣き崩れる。私は何もできずただただ手を握るだけであった。アパートが崩壊し全員生き埋めになった。自分は必死に明かりを求め3時間後自力ではい上がり呆然としている所を助けてもらったが、仲間6人と二度と会うことが出来ない。最年長の私が生き残り申し訳ない。田舎に帰ることもできない。帰省しても仲間の家族に顔を会わすことができず、かける言葉もないと一気に吐き出される。余りの悲劇に言葉を失ってしまい、ただただ頷くだけである(下手な慰めは支援に繋がらない)。ひたすら傾聴するだけである。田舎に帰りたい気持ちと帰れない気持ちが交差し、何とも言えない気持ちを訴えられる。私自身どこまで聴けたか……。感情を抑え抑えしながら話されていることが、痛いほど伝わってくる。しかし、何の手助けもできない。初っぱなから凄い人と会い千尋の谷に突き落とされた気持ちである。

・50歳の男性。一言ぶっきらぼうに、全壊でも半壊でも形が残っていれば、未だそこに我が家があると思う。しかし、撤去されてしまうとこれで何もかも無くなったと淋しさがこみ上げてくる。

・活動後のふりかえりは心休まり楽しい一時である。互いに活動を褒めあい、励まし合うことが次につながり仲間意識が生まれる(仲間との出会いが、ゆるやかなネットワークに繋がる)、感情・感動・感性を出し合い共有することと新しい出会いの素晴らしさは、活動した者しか味わえないものである。

・姫路駅に下車するが足が地についていない。完全にハイ状態で自分を見失ってしまう。何事も無かったように、平然と生活されている人を見て、苛立ちを感じるが……震災当初から温度差を感じる。リュックを背負った震災ルックは私だけであるが何の抵抗もない。家路につき家内が『ご苦労さん』と言ってくれたことが一番嬉しかった。

○2/24～2/25 (第二回目)

・二回目となれば少し落ちついて活動が出来た。JRが繋がっていないので代替えバスを乗り継ぎ3時間で芦屋に着く(通常では50分)。参加するだけで疲れてしまう。

・平野小学校避難所で子ども達に絵を描いてもらう。倒れた家を描き、家の目から涙を出し早く直してねえと描いた女の子。真っ黒なクレヨンで阪神高速道路の転倒を描いた男の子。自動車、電柱、家が倒れ黒クレヨン一色で描き上げた男の子。この子はよく父親とドライブに行っていたようである。子どもは親の生活再建の忙しさに、いい子になり子どもらしさを隠し、内に秘めているところをこのような形で表現している。言語化できない子どもたちに支援を是非しなければならないと思った時期である(それ以後、姫路の仮設住宅で子ども中心のイベントを数回実施する)。

・活動後のふりかえりで、行政に対する不平不満が報告される。私も何度も聴く、持っていき場所のない心の怒りを行政に向けられているようでもある。同じ仲間として耐えられない時もあった。

○3/18～3/19 (第三回目)

・新1年生の女の子が、地震で新しい机とランドセルを無くし、悲しみを母親に訴えるが、買えば済むこととあって、駄々をこねている我が子を叱る母親(その現物が大切である)。ペットとか人形等大切なものを失った人は、肉親を亡くしたのと同じぐらい辛いことだと話す理解してもらったか? 退行現

象について話される若い母親が目につく。

- ・ボランティア（鬱病）のボランティアをする。辛い思いが共有出来ると活動に参加されるが、そう甘くはない。一日中付き合いへとへとになる。あぁ一疲れた。
- ・前進しているのか、バックしているのか分からないぐらいの急坂をあえぎながら六甲を登る。たどり着いた所に8名の避難者、地震後2ヵ月経っているのに風呂に入っていない。何故と尋ねると、『折角生き延びた命を大切にしたい、もし湯冷めでもして肺炎になったら元も子もなくなる』と……。家に帰るまで入らないと……。前途を悲観して一つしかないいのちを絶つ人がいるが、老婆のように大切にしてほしい（訪問先の避難者が鉄道に飛び込み自殺する。一人の自殺者に対して10人の自殺未遂者と100人の自殺願望者がいることを知る。以後の活動で願望者と正面から取り組みその事実と向き合う）。遠隔地でボランティアの訪問がないらしく感謝の気持ちを身体一杯で伝えられ、感激する。
- ・退行現象の子どもとダンボール遊びをする。ダンボールが子どもにとって一番の安全な所である（無邪気な子どもに関わり私がエネルギーをもらう）。

○3/24~25（第四回）

- ・地震で倒れかかった芦屋川の桜に、一輪誇らしげに開花している。自然のたくましさを目の当たりにし、被災者にもこころの春が訪れ、一輪のサクラの美しさが被災者にも届くよう願わずにおれない気持ちになる。
- ・姫路に一時避難している生徒の担任教師と話す。繊細な子どもだから、転校先で打ち溶けて皆に可愛がって貰っているか色々心配されている。児童委員として情報を収集し新学期に転校先の先生に伝えることとする（特別扱い？ に馴染むことが出来ず、市内の別の学校に転校する。姫路で美容院を開店され生活再建が軌道に乗る。今も関わりを持っている。）。
- ・避難所に数人の警察官がいて、緊迫した空気が漂っている。60過ぎの男性が酒を飲み凶器でボランティアを脅迫したらしい。長期の避難生活でイライラが募っているのだろう。ボランティアは明日撤退する事になっていた。最後に大変な土産をもらったものだ。年度変わりで各所でボランティアの撤退が始まる。ボランティアが、引き潮のように一気に去ってしまう避難所がある。仮設住宅への転居が進むが、始まったばかりである。全ての避難所が閉鎖になるには日時がかかる。その間の運営は住民自身で運営される。自立が始まりつつある。

○4/1~4/2（第五回）

- ・〇〇大学の避難所訪問をする。仮設住宅が当たらないと朝から中年男性が酒盛りをしている。ボランティアさんも飲まんかといわれ飲むが周囲の住民が気になる。仕事がなく時間を持て余し気味、この頃からアルコールに関する報道が多くなる。ボランティアとして程々にとか、酒害について話せる雰囲気ではない（潜在的なアルコール依存症の方もいて社会問題化するが、ボランティアは社会資源に繋ぐ役目である）。
- ・3人の兄弟が体育館の中でしょんぼりしている。新学期を向かえ子どもの人数が少なくなる。何回も訪問するが打ち解けない。無気力・無表情で表情の変化がない。母親の理解もなく関わりが持てない。親の目を盗みながら関わりを持つが、見つかったら連れ戻される。新学期を機会に無理して殆どの方が、避難所を出ていかれる。生活再建で子どもの関心が薄れている（子どもの支援が忘れられている）。
- ・ボランティア活動に対して迷いが生じる。要援護者の『気持ちに添う』ことの難しさを日々体験する。

気持ちに添うこととは、話が聴けることであり、相手の気持ちをくみ取り共有することと理解した。

○4/6 姫路の仮設住宅で活動開始する記念する日である。話の切り出しができない。冷静さを装うが緊張の連続で、ハイ状態のまま戸別訪問をしている。

仮設住宅での活動は初めてで、入居者は引っ越しの片付けと急激な環境の変化で、取りつく間もないほど緊張され、警戒されている。ポチポチ気長に活動していきたい。

○4/15 神戸での活動は、今日から日帰りの定点訪問になる。

・二浪の青年と面接。地震で人生観が変わった。なるようにしかならない。じたばたした所で自分の思うように行かないのが人生と開き直りである。希望が高かったが、来年は是非とも何処かに合格したいと力強く伝えてくれた。来年の健闘を祈る。

・避難所の関心ごとは、仮設住宅の入居である。早く皆さんの行き先が決まればと思う毎日である。

○4/29 ヤングママ（離婚）との面接。

・退行現象の子ども（3人）と関わり自分の事はすっかり忘れていたヤングママ。ふと気づいたとき身体の不調に気づき病院へ行くと胃潰瘍と言われる。長期の避難生活でストレスもピークに達す（身体の不調を訴えられる人が多くなる）。

○5/20 休みを取り2週間ぶりに参加する（一回休んでも気後れする）避難者が次々と仮設住宅へ転居され避難所が閑散となる。寂しさが増してくる。取り残された人のイライラがボランティアに降りかかる（ボランティアのストレス消化が問題である）。

○5/21 日本テレビが私たちの活動を追いかける。初めての体験で緊張する。気になり活動が出来なかった。良い経験をさせてもらった。インタビューでは、思ったことの半分も話せない。

○5/22 初めて東灘のテント村へ行く。どんな人が避難されているのか、不安な気持ちで訪問する。小さなテントに親子3人生活されている様子を見て、想像を絶する過酷な環境に閉口する。

○5/25 姫路の仮設住宅で民生委員とチラシ（連絡先）を持って一軒一軒訪問する。老人の一人暮らしが気になる。目は虚ろな目、頻繁な訪問活動が必要である。

○5/31 手持ち金が400円しかなく、今日の生活費がないと泣きつかれる。日銭が欲しいと言われたので知り合いの土建屋を紹介する。

○6/12 担当の民生委員がパニックで『SOS』、話を聴くがバーンアウト寸前である。一人で何もかも取り込まれ、疲れがピークに達している。（残念ながらバーンアウトされ委員を辞任される）もう少し私が、関わりを持って活動を分散すれば良かった。（残念である）委員の立場上秘守義務を守られ一人で関わろうと無理された（2次被害者で……これからも出てくると思う）。

○6/13 神戸に帰りたいが交通費がないので2000円用立ててほしいと頼まれ貸す。後日返済してもらったが、返してくれないと一時でも人を疑ったことが残念です。活動中それ以後はお金を貸さないことにしたが……（気持ちだけであった）

○6/20 次々と入居者が入ってくる。右も左も分からず日常生活上の相談があり、的確にお知らせする。仮設住宅内の不陸整正をする（雨上がりの水たまり解消）。

○6/27 アルコールを飲んで千鳥足の方が気になる。訪問をすると『いいちこ』を買いに行ってくれと頼まれるが断る。ビールを日に6本飲んでいる人等々いろんな人が、アルコールで淋しさを癒している。今後は気になる。

○7/9 姫路『こころのケア』ネットワーク正式発足する。発足会に20名のボランティアが参加する。今後継続的に活動する事を確かめあい、活動方針を決める（当初から残っているメンバーは3名のみ現在の会員は20名である。活動を継続することは難しい事である）。

19才の子どもを亡くされた女性と面接中、急にフラッシュバックに陥られ、どう対応してよいか分からず、一瞬パニックになる。症状は知っていたが、体験したのは初めてである（その後度々症状が出る）。

○7/15 大阪で活動報告会。初めてのことで緊張する。（以後東京その他で報告会・ボランティア講座・仮設訪問の現状・災害時における心の心理等々について講演）ボランティア活動の中から吸収したものを皆さんとともに共有し共に考えるときである（活動実践を発表する機会が多く、楽しい一時である）。

自殺防止センターのチラシ（一人で悩まないで）を配付したり、棚付けの手伝いをする。

民生委員と協力し自治会設立への下準備をする（設立後継続的に支援をするが悩みの種である）。

『広報こうべ』の一括申込みの手続きを代行する。

○7/27 家の直ぐ前にゴミ集積場があり、悪臭で辛抱出来ないと訴えられる。行政に申し込むが、作ったものは閉鎖できないと言われ頭にきている。この暑さで生ゴミの悪臭に悩まされノイローゼになる。ボランティアと住民でゴミ集積場の変更をする（貧乏していても心まで貧乏していない、何故こんな仕打ちにあわされる。と涙ながらに訴えられそれに答える）。

○7/29 ボランティア（7グループ）が協力して夏祭りをする（大変な賑わいである）。

○7/30 仮設で初めて死亡者が出る。自治会活動が軌道に乗っていないので協力してご会葬の手伝いをする。

○7/31 保健所において、巡回健康診断をしてもらう。

自治会設立へ扮装する。

○8/4 アルコール依存症患者（女性）を保護する。福祉関係者は人権とか何とか言って逃げたしまい、仕方なく保健所・警察等々に連絡しながら保護していただくが、連絡から問題解決まで12時間もかかり閉口する（以前民生委員として関わった経験が生かされる）。

○8/7 仮設内で活動するボランティアのネットワーク化の準備をする。

○8/13 長期間不在されていた方と会い一安心。留守にするときは、近所の人に連絡して外出していただけないかと伝えるが、人と関わりたくない、話もしたくないと言われる。嫌がられるのであれば無理して訪問する必要があると思ひ、飛ばして戸別訪問活動する（その人が亡くなり、27日間も発見出来なかった。孤独死である。仮設住宅の孤独死が問題になりつつある）。マスコミはボランティアとしてどうですかとインタビューされるが、どう答えていいのかわからない。只残念で自責の念の一言である。ボランティアに責任が有るのかとも思う。

○8/21 他のボランティアが撤退し寂しくなる。入居者が一段落して学生が引き上げる。

○8/23 水道水が神戸に比べ美味しくないと言われる。馴染んでいただくまで時間が必要である。

○8/29 被災者復興支援会議『いどばた会議』を企画開催する。住民の思いが一気に爆発する。

○9/9 仮設住宅の一言『好き好んで姫路に来ているのではない、神戸市内に収容場所がないから行政に協力し仕方なく、渋々来ているのだ。友達が島流しにあったようなものだと言っている』

○9/15 仮設住宅で初めてイベントをする。国産最高級の肉を使い、焼き肉パーティー（100人分）を

実施する。ボランティア仲間の結束と顔を売り込む。大成功である（企画書を入念に作ったが、慣れるに従い、アバウトになって行くが結果的にその方が旨く行く）。

○9/17 仲間から電話が入り、戸別訪問で『死にたい』『身寄りがない』『仕事がない』『死ぬことは怖くない』『死んだら瀬戸内海に遺骨をまいて』と言われ落ち込んでいるボランティアがいると聞き、ボランティアのケアをする（ボランティアの電話相談に乗ることが多くなる）自分自身のケアも必要になりつつある。

○9/24 二回目の焼き肉パーティー後、ボランティア団体のトラブルに巻き込まれる。活動の縄張りとか色々他の団体の軋轢に悩む（活動が安定すれば周囲を見渡し各団体間の中傷が生まれる。誰のためのボランティアかフィードバックする機会である）。

○10/2 精神弱者が隣近所に迷惑をかけ、強制的に保護をしていただく（鬱病とアルコール依存症・共生の時代といわれるが、ここを傷めている人には受け入れにくい環境である、今後の心配である）。

○10/3 福祉の街づくりで実践発表する。（約800人参加）報告会やマスコミに取り上げられるとプレッシャーがかかる。活動のエネルギーにしていきたい。

○10/4 初めて仮設支援連絡会（被災地で活動する NGO 団体）に出席する（情報の収集と団体間のネットワークが必要になる）。

○10/7 市内2ヵ所でふれあいセンターが開所する。今後はふれあいセンターを中心に活動が始まる。運営費の用途によって問題が生じないように、運営協議会にボランティアも参加させるべきだと窓口の社会福祉協議会に申し込むが受け入れられず残念（他所で使い込みとか不鮮明とか問題が生じる。マスコミで話題になるたびに、市内の仮設でも役員と住民がトラブルことがしばしば起きる。ボランティア団体も参加すべきだったと思う）。

○10/14~15 子どものふれあいキャンプに参加する（この頃から言語化できない子どものケアが問題になりつつある）。

○10/18 安否の確認が取れないと連絡があり、民生委員と警察官立会いで確認をする。（入居者が病氣入院中であった。住民間でも確認が取れないコミュニティがまだまだ発達していない。この頃から仮設内での孤独死が問題になる（7~8月も発見出来なかった事例もある。121人を越える孤独死が出ている））。

○10/25 活動が日常的になり疲れが気になる。活動すればするほど不思議な魅力に取りつかれる。最大の課題は、援護者と要援護者との距離間の取り方である（この頃から気づきがあったが、結果的には依存をさせる羽目になり、離脱するのに苦勞する。距離間の取り方は各人各様であるが、力量の範囲で取ることである。言葉で理解できても実践では難しい。居心地がよくなり、深入りしすぎ結果的には依存させてしまう。まさに共依存に陥りやすい）。

○10/27 復興住宅の募集が始まるが、家賃が高額で応募者はない。

○10/28 住宅内で赤ちゃんの置き去り事件が生じる。夫婦間のストレスが子どもの虐待になる。

ベニヤ板一枚では、プライバシーが確保できず、隣人とのトラブルが絶えない（隣のいびきが聞こえる。勿論電話の話などは筒抜けである）。

○11/3 イベントチラシを勝手に部屋に入れたと、くっつかかれる。住民のイライラが残っている（活動なんか嫌と思うことがしばしば生じる。その度に活動の原点に帰り気を取り直す）。

○11/5 神戸のボランティア団体と大イベント（300人分の炊き出しとバザー等）をする。ネットワークの必要性を再確認する。

住民に、ボランティア仲間のケアが必要だと言われ気づかなかった自分にショック（課題を持った人で、活動休暇を伝えるが後味の悪いことが暫くのあいだあった）。

○11/8 新聞社から遠隔地仮設から明るい話題を報道したいと協力依頼あり、協力する事にする。

○11/12 被災児童（5人）を連れハイキングに行く。何もかも束縛される団地内から自然の中で一時でも自由に、子どもらしく伸び伸びと子どもらしく活動してくれた。

今後も姫路市内に仮設住宅があるかぎり活動を続ける。

被災地では、復興住宅住民と旧住民との新しい街づくりが始まりつつある。復興住宅ができ人が行き来する街になってはじめて、復旧から復興への歩みの始まりと思う。器だけの建築物が乱立しても、こころの復興は始まらない。山手は山手らしい街づくり、下町は下町らしい匂いのする街づくりを被災住民のニーズを十分に取入れた街づくりを進めてほしい。社会的弱者と日々接した私の気持ちである。

以後の活動記録は、紙面の関係上割愛します。

3. おわりにあたり

ボランティアには三段階あり、先ずあたえられた仕事を責任を持ってやり遂げる。二つ目は創意工夫して活動する。三つ目は仲間を募りグループを組織立てる事だと思ふ。地震後の2年間を振り返って見るに、私たちボランティアグループは、勢いで見境もなく一気に上りつめ地盤・組織も未整備で、活動資金も不足しております。しかし、住民ニーズは増加の一途で、辞めるわけにはいきません。エネルギーが続くかぎり活動していきます。山積する課題は色々ありますが、良き仲間と一つ一つ問題解決に努め質の向上を図ることによって、ボランティアの自己形成に繋がって行く。

大阪YWCA『こころのケアネットワーク』に参加し、素晴らしい仲間の出会いと、量り知れぬ体験と実践をさせていただきました。非常の緊急事態であるが、ボランティア研修に特に力を入れていただき、人間関係と人間理解、活動後の振り返りの必要性を繰り返し繰り返し教えていただきました。

今後ボランティアを養成し、育てて行くことがリーダーの使命と思っております。震災当初から3月まで全国各地から若者を中心に150万人のボランティアが参加し、ボランティア元年とマスコミは、はやし立てました。しかし、振り返ってみるに、ボランティア2年に繋がっているか疑問である。夏休みには、多数の仲間がUターンしてくれると受入れ体制を整えたが、期待を裏切られる結果となる。何故帰ってこなかったか、検証しなければならない。一つには、活動後のデイブリーフィングが無かったと思う。先ず活動の意義を考えそれを表現する事から、活動を分析・計画・行動・評価・お祝いをすることが継続に繋がると思う。全てに通じることであるが、特にボランティア活動で、活動実現する過程で関わった全ての人を巻き込み一人一人の活動を認め、全員で達成できたことを評価し、各人に感謝の気持ちを表すことである。組織の柔軟さ（条件さえ整えば誰でも参加出来る）、グループワークでの仲間意識、自己成長、たえずボランティアの質の向上を図るため研修会を実施し、活動の中からオーガナイズを学び取る組織作りが大切である。

新たな人との出会いでネットワークが出来上がってきました。その中から知りえた物の大きさは、今後私がライフワークとして活動していく上で計り知れない財産となって行くでしょう。財産を蓄えるだ

けでなく、今後地域で如何に活かしていくかが問題である。

継続活動の難しさも知りました。私たちグループも当初から活動している仲間は二人しか残っておりません。長期に関わっていくには、解決しなければならない問題が山積しております。家族の理解、職場の理解、資金的なこと、それ以上に何故自分がボランティアをしているのか、活動の価値観をしっかりと認識しておかないと潰れてしまう。個性溢れる社会であるが、個という自分を確立しておかないと外敵に流されることがある。活動していることが変わり者、そんな事をする間があれば……他にすることがないのか、と社会の目は、ボランティア活動に対して冷たい。一昨年はボランティア元年と言われたが、果たして2年はあるのか疑問である。世間の目を気にしながら活動していくには、並々ならぬ意志が必要である。温かい見守りがあればどれだけ勇気づけられるか。当初から参加している27才の主婦は2歳の子どもの手を引きながら、自分のペースで無理なく活動を継続している。勿論休日のイベントは家族で参加してくれる。まさにボランティアの鏡である。自分の鏡を曇らせないように生きていくことの素晴らしさを、彼女から学ぶことがしばしばあります。活動したいが、障害があると言っている人は活動が出来ないと思います。ローマの諺で『暇のないのは、奴隷だけである』と言われる。

要は、気持ちの問題であり、参加する勇気だと思う。最初は戸惑いもありますが、案外仲間が温かく迎えてくれると思う。気持ちの持ち方一つで自分を活性化できる場所があります。将来の高齢化社会では、相互扶助のボランティアが社会を支える基盤になります。そのためにも是非手短かな所で活動してほしい。退職後のライフワークは退職後に考えるのではなく、気がついたときから取り組まなければならない。ライフワークが生きがいでありたい。それも楽しみながら社会貢献できる内容であれば素晴らしいことだと思う。

本年度の人事院勧告にボランティア休暇の導入がありました。〔勧告抜粋〕

ボランティア休暇の導入

ボランティア活動については、阪神・淡路大震災を景気としてその意義、必要性についての認識が社会一般に浸透するとともに、高齢社会に対応するための多様な活動の一つとしてその重要性が認識され、各方面からその活動を支援していくことの必要性が打ち出されている。

ボランティア活動は、行政や民間部門等の活動と相互に協力していく中で、今後社会的に重要な役割を担うものとの認識が広まってきている。職員がボランティア活動に参加することは、行政とは異なる側面から市民生活に触れることとなるなど、視野を広め、ひいては行政面でもより良い効果をもたらすものと考えられる。

本院としては、このような状況を踏まえ、人事行政の側面からもボランティア活動を支援していくことが適当と認め、これに参加しやすくするためのきっかけとなるものとして、職員がボランティア活動に参加する場合に取得できる休暇を設けることとしたい。……と勧告されている。

私がボランティア活動の中で、不思議な魅力に取りつかれ活動の醍醐味を味わっていることは、職場では味わえない「人との出会い」「自己責任の中での自由な創意工夫」「(組織(オーガナイズ)を組み立てる楽しさ)」「無報酬で働く喜び」「専門家との繋がり」等々数えきれない要因でボランティアホリックに取りつかれている。

息長く継続活動することの必要さは理解できても、住民のニーズ量の多さでどうしても無理してしまいます。自覚症状と仲間のアドバイスで救われることがしばしばある。公務員として組織に縛られず、

外から組織を見つめる機会に恵まれたことに感謝しております。

市民の生の声を聞き、行政に対する不平不満の多さにただただ驚くばかりである。行政の枠組みでは、みいだすことのできない事項が沢山あります。

公務員のペルソナを被り自己防衛するよりも、自由な発想で自己表現できる場所があれば、人生を有意義に送ることができ、自己成長の中から社会貢献出来る。活動そのものが楽しみであり、生きがいで有りたい。

ボランティア活動が、ライフワークになれば素晴らしいことである。まだまだ未熟な団体であるが、急がず慌てず高齢化社会に対応できる、地域福祉ボランティアグループに育てていきたい。

最後になりましたが、震災に遭い一日も早い生活再建を願いながら、2年近く不自由な暮らしを強いられている被災者の恒久住宅への入居が急務である。都市基盤の復興に比べ、生活再建は遅れている。就労の機会に恵まれず仕事の確保も容易ではない。仮設住宅での孤独死も130人を越えている。私たちボランティアのできることは限りがあります。遠隔地仮設（姫路）は、今後復興住宅の入居が進むに連れ徐々に解消されていくが、被災地では今後も長期的に仮設住宅は存続すると思う。新たに誕生する復興住宅での生活がスタートする。下町で長年生活された人が、高層住宅の孤独感に耐えることができるだろうか、高齢者の支援は万全か、経済再建は出来るだろうか心配は尽きない。真の生活再建は官民一体で長期な関わりが必要である。震災に遭ったことは運が悪かったの一言では済まされない。日本のどこにいても『明日は我が身』の問題として捉え、風化させることなく心の片隅に1995年1月17日午前5時46分の阪神淡路大震災を留めてほしい。

全国からかけつけていただいたボランティアの皆さん本当に有り難うございました。兵庫県民の一員として感謝の気持ちを忘れることはありません。

(2)芦屋市への長期派遣を終えて

横浜市水道局南部配水管理所

渋谷 和雄

1. はじめに

平成7年1月17日早朝に発生した阪神・淡路大震災は、死者6,400人余りを出し、我々が今までに考えていた以上の大きな被害を与えた。水道施設においても未曾有の被害を受け、兵庫県の南部地域を中心に断水が発生し、生活用水はもちろん大火災の消化に支障を及ぼすなど社会生活への影響を与え、国民に水道施設の重要性を痛感させた。

大震災の当日から、横浜市は被災地の一つである神戸市に、応急給水や消化活動、人命救助などの目的で水道局及び消防局などの職員を派遣した。水道局は、3月中旬まで引き続き職員を増員派遣し、神戸市内の早期給水再会に向け協力を行ったが、このような中で、私は震災2ヵ月後に、神戸市長田区の水道未復旧地区に応急復旧作業の一員として1週間余り参加した。派遣前の印象は、事前に震災被害の復旧状況をテレビなどの報道により見聞きすると共に、派遣された職員より水道施設の被害及び復旧状況が入っていたこと、公共交通機関が大部分開通し神戸市には横浜から半日程度で行くことが出来たことから、不安なく現地に向かった。そして現地では、大震災の被害状況と水道が出ない不自由な市民生活を自分自身の目で見ることにより、水道施設の早期復旧の必要性を強く感じて無我夢中で復旧作業を行った。

芦屋市への長期派遣は、神戸市への派遣1ヵ月後の4月であった。芦屋市も、徐々に復旧していることを新聞やテレビの報道により聞いていたが、水道施設の復旧状況については情報が少なく、また、どのような業務を手伝うのか不安な気持ちで現地に向かった。今回は、私が1年間の芦屋市水道部で応援を行った中での体験や感想を記述する。

2. 震災による被害状況

芦屋市の主な被害状況は、JR芦屋駅付近及び三条町の一部が震度7を記録したことから、死者429人（平成7年10月30日現在）建物の全壊4,722棟（平成7年9月30日現在）であった。また、道路の被害は全市の26%、橋梁の被害は12ヵ所（全橋梁数81ヵ所）に上った。

水道の被害状況は、震災直後に全市が断水となる壊滅的な状況となったが、主な被害状況は以下の通りであった。

(1)取水・導水施設は、奥山貯水池の本堤が数ヵ所崩壊や破損するほか、取水塔が傾斜する被害を受けた。また、奥山取水口は、岩石の崩落により全壊したため、取水不能となった。この他、導水施設は、一部に法面崩壊により管路が露出したり、管路にクラックが入る被害を受けた。

(2)浄水施設は、調整池、着水井、沈殿池、ろ過池などの側壁や床版全体に、クラックが入る被害を受

◆ 芦屋市の建物被害状況



出典元 芦屋市

芦屋市の建物被害状況

けたことから、これらの場所から漏水が発生した。また、管路についても破損による漏水が発生したため使用が出来ない状況となった。

(3)送・配水管及び給水管は、ポンプ場や配水池のコンクリート構造物にクラックが発生したことによる漏水や震災のため、一部の石積みや法枠の沈下・陥没が発生した。管路については、全市で破損や折損が発生し、特に JR 線から国道43号線の間や六甲山の山麓にある三条町近辺や海岸付近の浜芦屋地区が大きな被害を受けた。

3. 応援復旧体制

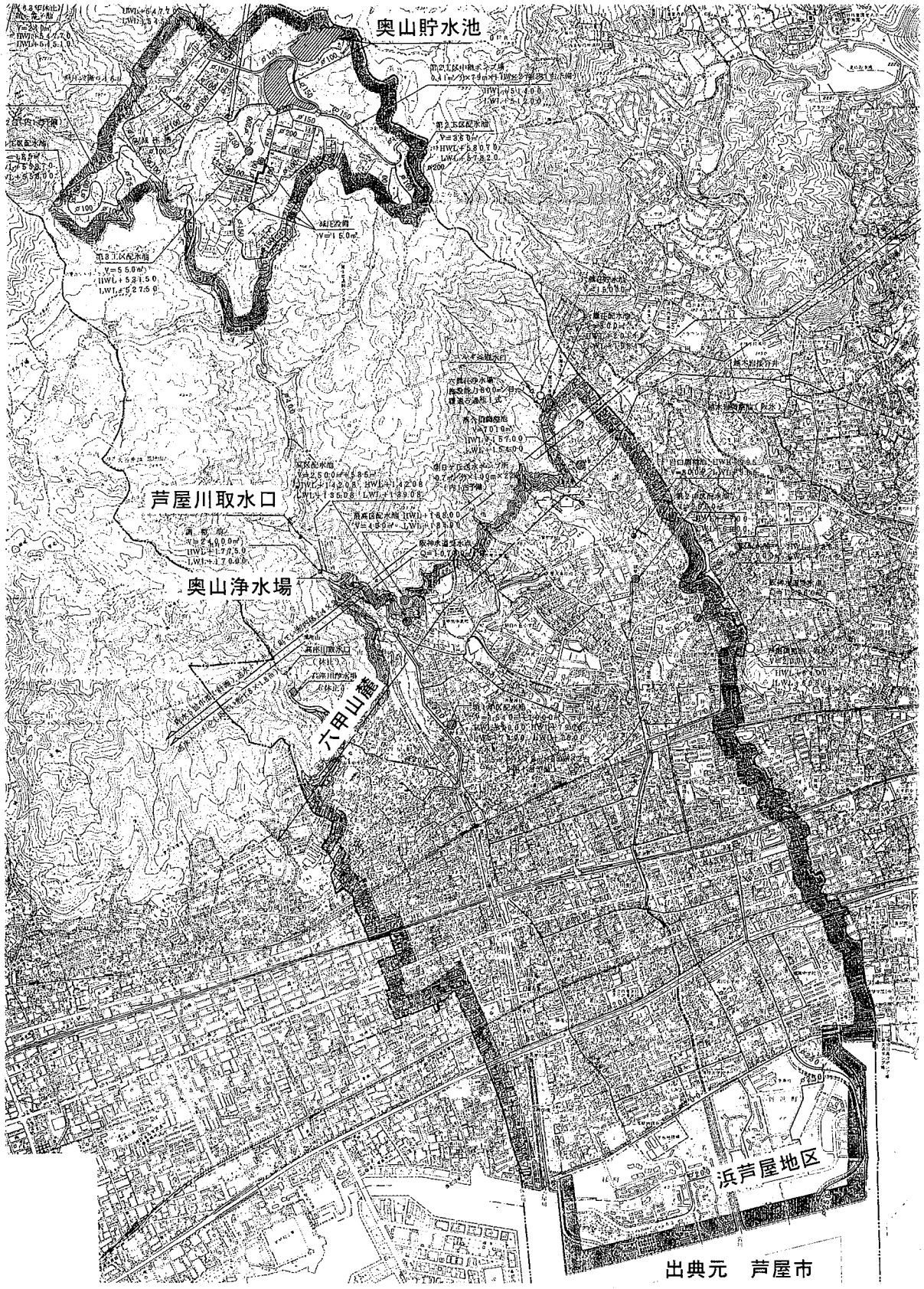
水道部への応援は、私を含め2都市の職員が参加しての災害復旧の支援業務であった。最初の支援業務は、震災当時に他都市の水道事業者や企業の協力により応急復旧された工事に係る費用算出であった。この業務は、応急復旧を行う際に、記録された工事日報と工事写真から被害状況、工事範囲、工事内容（配管材料、配管延長）を把握し設計・積算を行った。復旧のための工事規模は、配管延長が平均して2 m から3 m と小規模であったが、工事件数は約2,000件と膨大な件数となり、手間のかかる業務となった。業務の中で苦勞したことは、応急復旧された工事に係る費用が災害復旧費として国庫補助対象となることから、審査資料として、応急復旧工事費算出の基礎資料として使用されるので、統一した書類を作成する必要があることである。工事日報や工事写真は、応援に来た水道事業者によって作成及び撮影方法に違いがあり、さらに同一事業者内でも、作業をする班によって作成方法に違いがあるなど整理するのに、人員や時間が多量に必要となった。災害復旧の書類作成方法については、被災地職員の作業量の軽減や効率化を考えると、全国で統一されたマニュアルの作成が望まれる。

4. 震災復興にあたって

私の支援業務は、震災復興工事の発注に先立ち、主に「阪神・淡路大震災に係る災害復旧費調査要領」に基づく査定用設計書及び実施設計書を作成することであった。

水道施設の復旧状況は、応急復旧工事が進むにつれ震災復興に主力が注がれる状況になった。復興工事の設計にあたって対応した主な内容を挙げると、①震災時に大きな被害を受けた地域や地形・地盤が変動した地区の水道施設は、既設管を移設した後、本復旧に着手することとしたことから、震災前の地形図や既設配水管系統図と震災後の被害資料及び写真を基に工事区間を決定した。②被災箇所が多い地区では、道路の舗装状況が仮復旧であったり、地割れの跡がまだ残り段差が付いていたり道路形態がずれていた状況であったことから、布設替え工事については、震災前の舗装種別の調査や最新の地下埋設物の状況を調査し布設位置を決定した。③道路形態は震災前のように復旧することを道路管理者から指示があったことから、震災前の道路地図を基にすると共に、道路崩壊部については、改修工事の際施工されるであろう杭基礎の位置を考慮するほか、他企業が計画するルートをも考慮した。④現状の被害状況や将来の状況を見込み、伸縮性、可撓性及び離脱防止機能を有する配管材料の使用や安定給水確保の点から、布設長を伸ばしたり、布設管の増径を盛り込んだ。⑤安定給水確保のための増径及び管網整備に係る工事案件及び、給水管及び給水装置などについては査定対象外とした。

以上の内容を基にして、実施工事に関する設計図書及び、国の査定に使用する設計書の2種類を作成した。査定に使用する設計書は、「原形に復旧する」という基本方針から、実施設計用の図面に震災状況



が確認できる写真を添付したほか、地盤崩壊がある場合は、図面上で崩壊位置が確認出来るよう表示した。そのうえ、査定対象以外の工事内容は実施設計図書から除く必要があり、ほぼ同様な作業を2回繰り返す状況となった。このため、災害復興事業に係る職員は、常に繁雑な思いにさせられ、多くの時間と職員数が必要となることを痛感した。

5. 水道施設の復興状況

(1) 取水、導水施設

最初に驚かされたのは、取水施設の一つである取水口が震災により大きな被害を受けた状況を見たときであった。取水口は、対岸の崖崩れにより施設全体が岩石により埋まり、使用不能の状態となっており、地震の恐ろしさを再認識させられた。このため、既設の取水口は年単位での復興が出来ない状況と考えられたことから、既設取水口より上流にある、旧取水口を仮補修して使用を開始した。なお、岩石に埋まった取水口は、震災から半年以上経っても崖の崩壊が続いており、復興工事が開始できない状況であったが、平成8年2月頃より、取水口の上流に落下した岩石の除去作業に着手した。

(2) 浄水施設

浄水施設では、奥山浄水場の緩速ろ過池において、震災の際に出来たクラックにより、全てのろ過池から漏水が発生した。このため、浄水処理施設の早急な復旧を目的に、比較的漏水量の少ない2池のクラック部にモルタルを注入する工法により応急修繕を行い浄水ろ過を再開した。なお、緩速ろ過池の本復旧は、クラックが大きく入っていた底版のコンクリート部を取壊し、新たに鉄筋コンクリートにて造り直すと共に、側壁は、クラック部分の防水モルタルを削り、防水モルタルを再塗装した後、ろ過池内面全体にエポキシ樹脂ライニングを塗布し防水効果を高めた。

しかしながら、ろ過池の復興に際しては、被害状況及び緊急補修工事の内容を考えた場合、新規にろ過池を造り直すことが最良であると考えられた。そのためには、工事に必要な資金確保と工事期間中の代替施設などを完備することが必要であると思われた。以上の点から、重要施設を築造する場合は、震災時に備え地盤及び地形状況や施設の余裕率などを検討することも必要と考えられる。又、相互連絡管の整備なども充実することが安定給水の強化につながると感じた。

主な水道施設復興事業案件名

| 事業案件名 | 内容 |
|-------------------------|--|
| 三条町地内配水管 災害復旧工事（その1） | SⅡ形ダクタイル鋳鉄管φ150mmを 約180m布設。 |
| 三条町地内配水管 災害復旧工事（その2） | SⅡ形ダクタイル鋳鉄管φ100mmを 約180m布設。 |
| 浜風町地内 送水管災害復旧工事 | S形ダクタイル鋳鉄管φ500mmを 約370m布設。 |
| 松ノ内町地内JR横断 配水管災害復旧工事 | JR跨線橋にSⅡ形ダクタイル鋳鉄管 φ300mmを約120m添架及び布設。 |

(3)配水施設

配水管の復興については、水道部単独で施工できる工区についてのみ工事を開始した。しかし、六甲山の麓では一部地域でいまだに地盤変動があることや、他のライフライン企業との調整が必要な地域については復興工事に着手できない状況であった。今後は、道路管理者及び他のライフライン企業との工程調整を十分行い、復興工事に早期に着手し、市民サービスの向上と安定給水の強化に努めることが必要と思われる。



ビルが倒壊し、道路をふさいだ。
上宮川町付近

道路に家屋が倒れ込んだところも
多かった。茶屋之町付近

芦屋浜では多くの場所で
液状化現象がみられた

芦屋浜の防潮堤沿いの道路は
陥没した

芦屋浜全域に液状化現象が
見られた。
潮見町西浜公園内の遊歩道

芦屋浜の海岸沿いの道路にも大きな亀裂が
入った

地割れ

出典元 芦屋市

被害状況の写真

6. 市街地の復興状況

私が芦屋市に着任した時点では、震災で大きな被害を受けた家屋が一部地域を除いて、震災当時の状態のままで放置され、この状況は夏頃まで続いた。夏が過ぎた頃から、市内の各所で全・半壊した家屋が解体される風景を見ることが出来ると共に、その跡地が更地となり、市街地内に突如として大きな広場が出現した。

一般的に、更地部については、新築する風景が見られるが、都市整備に指定された地域は、地区全体での道路整備や建物の建ぺい率の変更などが原因し、個人の判断で新築することが許可されないことから、プレハブ住宅やコンテナを利用した仮設住宅の建設が目につくようになった。芦屋市庁舎についても、震災で半壊という大きな被害を受けたことから、大部分の部署が、他の場所に建築されたプレハブ建物の中で業務を行う状況となっていた。私の派遣期間が終了した平成8年3月頃になると、住宅地では、一部で家屋解体が残っているものの、徐々にであるが新築家屋が建ち始めた。しかし、JR芦屋駅周辺や都市整備指定地区については、建設の動きが見られなかった。

7. あとがき

大震災の巨大な力により破壊された市街地を見るたび、私は、地震に対する恐怖と、自然界の中に造られた構造物の脆弱性が強く印象に残ると共に、震災後1年以上経過しても復旧に取りかかることが出来ない状況が、いかに自然界とうまくつきあって行かなければならないかを痛感させられた。現在、我が国は地震の活動期に入っているとの学識経験者の報告の通り、各地で中規模の地震が発生している。このため、阪神・淡路大震災のような被害の発生を受けないよう各水道事業者は、施設の耐震補強や耐震管の整備などいわゆるハード面の整備が急がれる。また、応急給水の確保のための循環式地下貯水槽の設置、応急給水体制の確保、復旧方法等の考え方を整理するなどソフト面の整備を急ぐことも必要と考える。現在、水道協会が水道施設耐震工法指針・解説を改訂中と聞く。改訂内容には阪神・淡路大震災を教訓とし、新しい時代の水道施設を強く意識した内容とも聞いている。この改訂版の早期出版が待たれるところである。この他、震災などの災害復旧に係る補助基準については、応急復旧や災害復興の項で述べたように、補助金の算出基準の見直しを行い、水道事業者から災害復興などに支出する財政負担の軽減を要望したい。

プライベートの面でいえば、宿舎で2人から3人が同室で生活したため、プライバシーが守りにくかったことが思い出される。震災直後であり贅沢のことと思うが、長期にわたる派遣については、ある程度プライバシーの保護についても配慮することも必要と思われる。

最後に、私の派遣受入先であった、芦屋市職員の皆様に対し心より感謝すると共に、芦屋市市民の皆さんには、早く復興事業が完了し震災前の市民生活に戻ることを願います。

ガンバレ 芦屋市！

阪神・淡路大震災と水道

— 被害状況・総括・復旧工法・水運用など —

頒布価格 4,100円 (送料共)

会員頒布価格 2,300円 (送料共)

初 版 平成9年3月31日

共 著 阪神・淡路大震災被災・支援水道事業者／団体

発行者 藤原 正弘

発行所

財団法人水道技術研究センター

〒105 東京都港区虎ノ門2-8-1

虎ノ門電気ビル

電話 03(3597)0211(代)

* 技術レポートシリーズ *

| | 書 名 | 著 者 | 会員頒布価格 (送料共) 円 |
|-------|--|---|-------------------|
| No. 1 | 水道管路の破損と機能劣化 | 小林 康彦 | 1,230 |
| No. 2 | 水道管路の研究開発の方向 | 小林 康彦 | 1,780 |
| No. 3 | 水道管路における電食防止対策の実施 | 名和 秀瞭 | 1,260 |
| No. 4 | 水道管路の情報管理システムの展望 | （財）水道管路技術センター | 1,140 |
| No. 5 | 水道管路と災害 | 小出 崇 | 1,640 |
| No. 6 | 高圧給配水システムとその実施例 | 坂本 弘道 | 1,300 |
| No. 7 | パソコンによる水道管路の設計例 | 鈴木 宏男 | 1,450 |
| No. 8 | 水道管路の漏水防止 | 谷口 元 | 1,480 |
| No. 9 | 水道管路におけるマッピングシステムの実施例 | 斉藤 豊 | 1,740 |
| No.10 | 水道計画のための水需要予測の実際 | 小泉 明 | 1,460 |
| No.11 | 配水ブロック計画の実施例 | 鎌田晟雄他 | 1,410 |
| No.12 | 配水管網解析の基礎と応用 | 高桑 哲男 | 2,000 |
| No.13 | 水道実務者のポンプ基礎知識 | 佐藤 良男 | 1,500 |
| No.14 | 地震被害の事例とその教訓 | 小出 崇他 | 2,470 |
| No.15 | 水道用バルブの基礎知識 | 水道バルブ工業会 | 1,510 |
| No.16 | ダクタイル鋳鉄管の基礎知識 | 日本ダクタイル鉄管協会 | 1,530 |
| No.17 | 水道用ポリエチレン管・架橋ポリエチレン管・ポリブテン管の基礎知識 | 日本ポリエチレンパイプ工業会・架橋ポリエチレン管工業会・ポリブテンパイプ工業会 | 1,750 |
| No.18 | 水道用鋼管の基礎知識 | 日本水道鋼管協会 | 1,780 |
| No.19 | 水道用硬質塩化ビニル管の基礎知識 | 塩化ビニル管・継手協会 | 1,520 |
| No.20 | 実務者のための漏水調査 | 全国漏水調査協会 | 1,400 |
| No.21 | 高水準管路への挑戦 | （財）水道管路技術センター | 1,340 |
| No.22 | 管路内の残留塩素濃度管理に関する事業体事例集 | 管路内水質変化とその防止対策検討会編 | 2,160 |
| No.23 | 大深度水道施設の施工技術 —大深度水道管路構想に実現に向けて— | （財）水道管路技術センター 大深度水道管路布設技術研究会 | 2,400 |
| No.24 | 鉛管対策の実施例と欧米の状況 | 杉山 博 山内善雄 小苗三代治 鈴木 繁 戸田守彦 | 1,420 |
| No.25 | 阪神・淡路大震災の支援活動 —厚生省の現地情報収集・支援調整及び民間からの支援活動の記録— | 厚生省水道整備課 （財）水道管路技術センター会員関係協会/団体 （財）水道管路技術センター | 1,400 |
| No.26 | 阪神・淡路大震災と水道 —被害状況・総括・復旧工法・水運用など— | 阪神・淡路大震災被災・支援水道事業体/団体 | 2,300 |

財団法人 水道技術研究センター 〒105 東京都港区虎ノ門2-8-1 虎ノ門電気ビル
電話03(3597)0211(代)FAX03(3597)0215

☆本書のご注文は、直接当センターへお申し込みください。