

寄贈

佐々木

弘

阪神・淡路大震災 における下水道復旧の記録

平成7年7月

神戸市下水道局

震災文庫

11

110

目 次

	ページ
I. 地震の概要	1
1. 本震の概要	1
2. 余震の状況	3
3. 地震の特徴	3
4. 被害の概要	3
(1) 人的被害と建物の被害	
(2) ライフラインと交通の被害	
(3) 市民生活への影響	
II. 神戸市の下水道事業の概要	5
1. 下水道整備状況	5
(1) 管渠	
(2) ポンプ場	
(3) 処理場	
2. 下水道の管理体制	6
(1) 処理場・ポンプ場の管理	
(2) 管路施設の管理	
III. 下水道の被害状況と復旧	8
1. 地震発生後の活動体制	8
(1) 地震発生直後の状況	
(2) 災害復旧体制	
2. 処理場・ポンプ場の被害状況と復旧	8
(1) 被害状況の調査	
(2) 被害の状況	
(3) 応急復旧状況	
(4) 恒久復旧計画	
3. 管路施設の被害状況と復旧	21
(1) 被害状況の調査	
(2) 被害状況と応急復旧	
4. 災害査定	29
5. 排水設備の被害状況と復旧	30
IV. 震災後の反省と教訓	33
V. 復興計画	35



写真1 ビルの倒壊状況



写真5 中央区の教会の倒壊状況



写真2 木造家屋の倒壊状況



写真6 火災現場の状況



写真3 神戸市役所2号館6階の倒壊状況 下水道局は5階



写真7 ポートアイランドの液状化の状況



写真4 三宮生田神社社殿の倒壊状況



写真8 神戸港の護岸の破壊状況



写真9 阪神高速道路高架橋の倒壊状況



写真13 避難所の状況



写真10 JR線の高架橋の倒壊状況



写真14 避難所の状況



写真11 阪神電車高架橋の倒壊状況



写真15 避難所の洗面施設



写真12 阪神電車高架橋の破壊状況



写真16 避難所の仮設トイレ



写真17 避難所の仮設トイレの内部



写真20 東灘処理場流入水路の破壊



写真18 東灘処理場護岸の滑動による地盤沈下



写真21 東灘処理場連絡橋基礎の傾斜

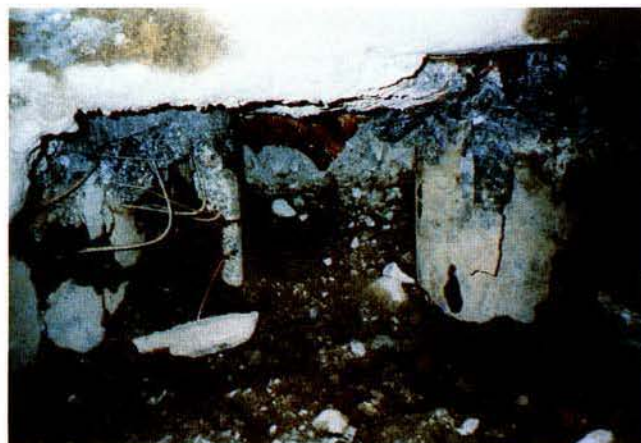


写真22 東灘処理場管理本館基礎杭の破壊



写真19 東灘処理場の地盤沈下と道路の破壊



写真23 東灘処理場配管群の変形



写真24 東灘処理場管理本館入口の段差



写真27 東灘処理場配管廊ジョイントの目開き



写真25 東灘処理場エアレーションタンクジョイントの目開き



写真28 東灘処理場配管廊の漏水

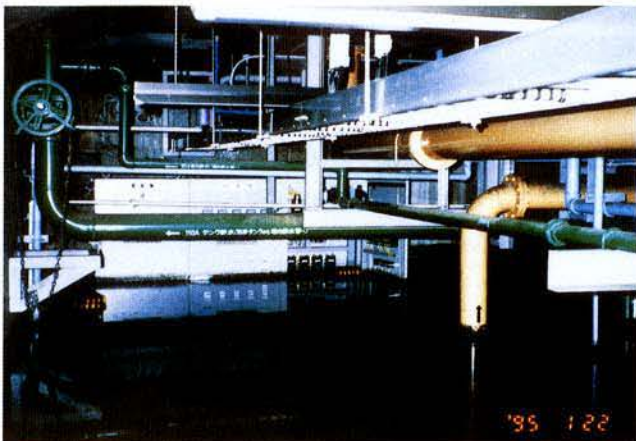


写真26 東灘処理場配管廊の水没



写真29 東灘処理場最終沈殿池の破壊



写真30 中部処理場脱臭ダクトの破壊



写真34 西部処理場の地盤沈下



写真31 中部処理場エアレーションタンク上屋の破壊

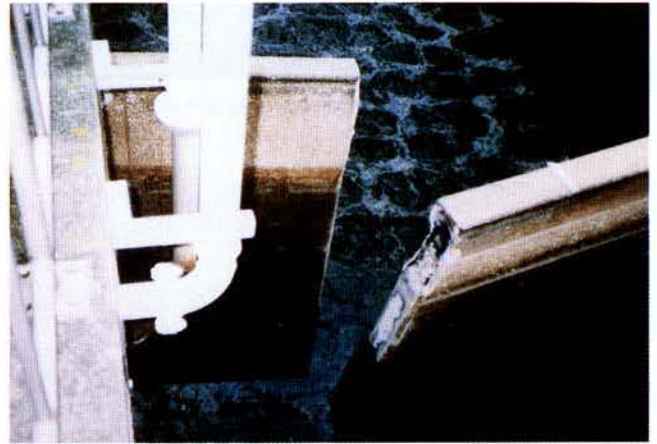


写真35 西部処理場エアレーションタンク阻流壁の破壊



写真32 中部処理場最終沈殿池の漏水



写真36 西部処理場給泥ポンプ室基礎の破壊



写真33 中部処理場連絡通路取付け部の破壊



写真37 西部処理場エアレーションタンク流入管の破壊



写真38 西部処理場最終沈殿池の破壊



写真41 ポートアイランド第1ポンプ場の泥水流入

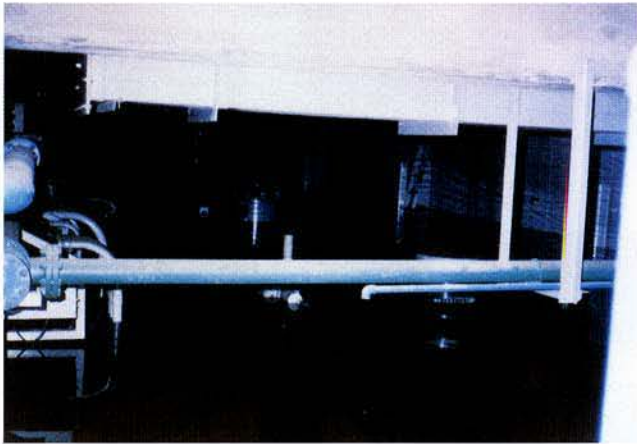


写真39 西部処理場汚水ポンプ室の水没



写真42 ポートアイランド第3ポンプ場自家発電機の水没

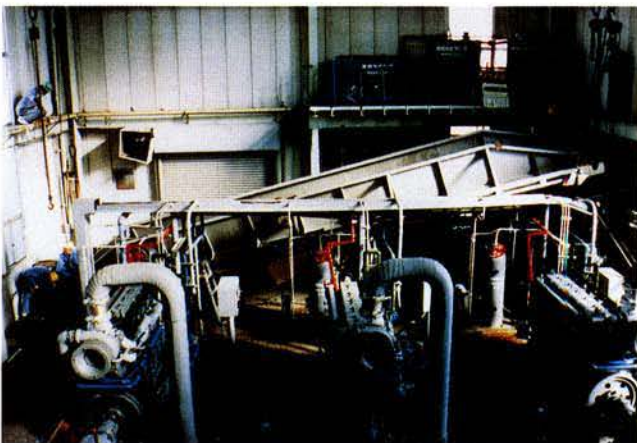


写真40 湊川ポンプ場天井クレーンの落下



写真43 東灘処理場仮処理施設締切り板の設置状況



写真44 東灘処理場仮処理施設スクリーンの設置



写真48 東灘処理場仮処理施設の汚泥脱水設備



写真45 東灘処理場仮処理施設の仮設沈殿池



写真49 東灘処理場最終沈殿池の復旧状況



写真46 東灘処理場仮処理施設の汚泥浚渫船



写真47 東灘処理場仮処理施設の台船を用いた汚泥濃縮槽



写真50 東灘処理場最初沈殿池流入管の復旧状況

□ 周方向の亀裂

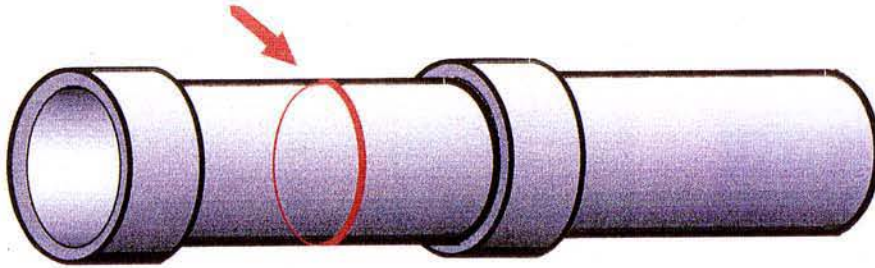


写真51 汚水枝線の円周亀裂



写真52 汚水枝線の円周亀裂の拡大写真

□ 継手の抜け・ずれ

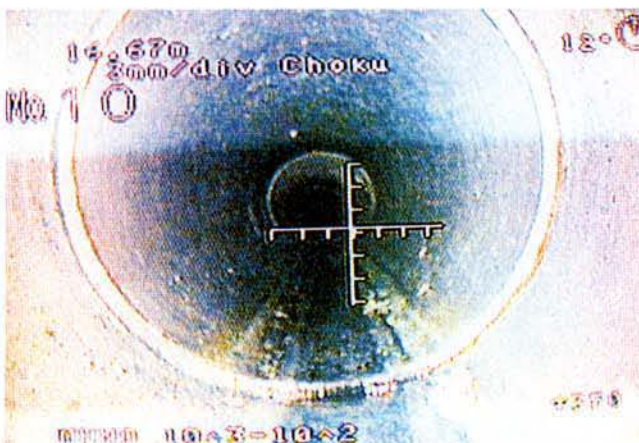
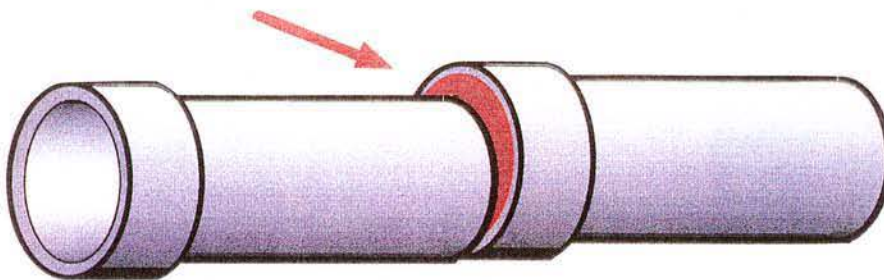


写真53 汚水枝線ヒューム管継ぎ手部の離脱

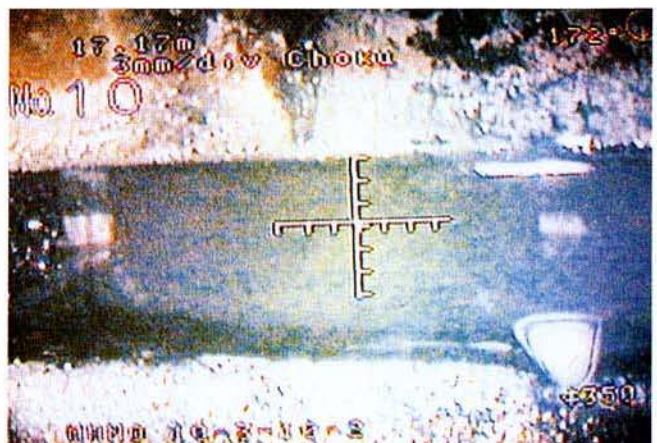


写真54 汚水枝線ヒューム管継ぎ手部の離脱拡大写真

□ 管渠の破壊（陶管）

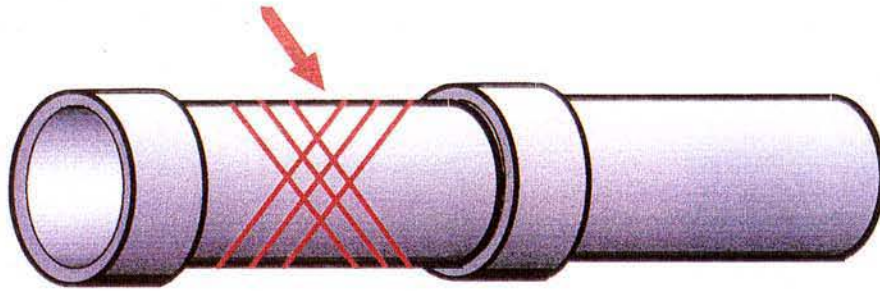


写真55 汚水枝線陶管の破壊

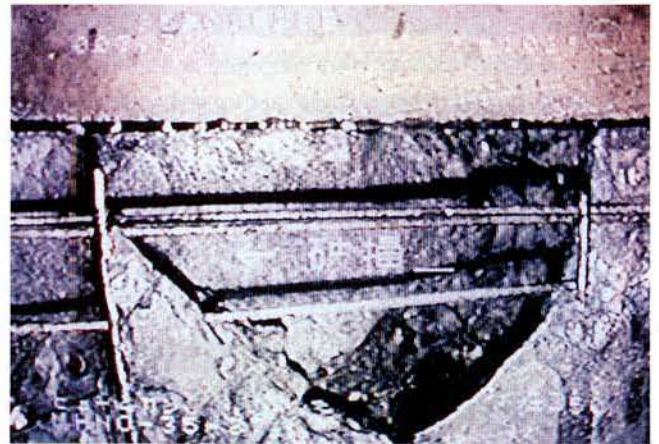


写真58 マンホール管口付近のヒューム管破損の拡大写真

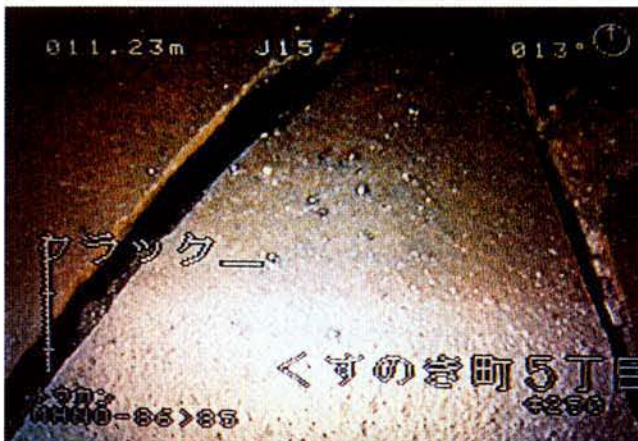


写真56 陶管破壊の拡大写真



写真59 汚水マンホールの損壊

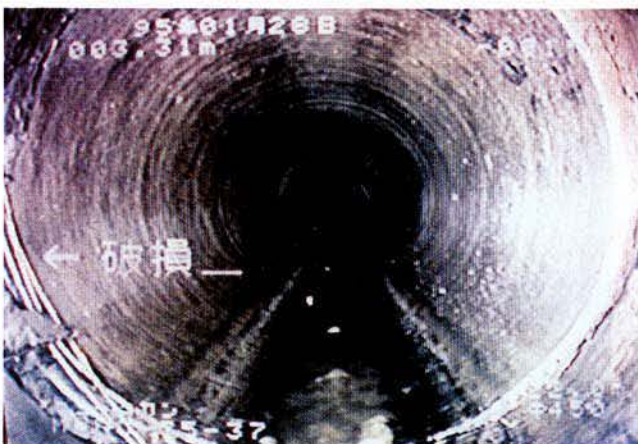


写真57 マンホール管口付近のヒューム管の破損



写真60 マンホール蓋のずれ



写真61 鳴尾御影污水幹線シールド二次覆工コンクリートの縦断亀裂

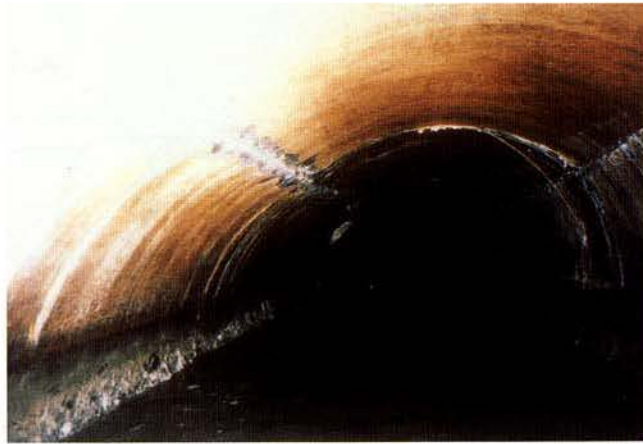


写真65 葦合灘污水幹線ヒューム管の縦断亀裂



写真62 鳴尾御影污水幹線シールド二次覆工コンクリートの円周亀裂



写真63 高速鉄道（地下鉄）大開駅の崩壊による路面の沈下

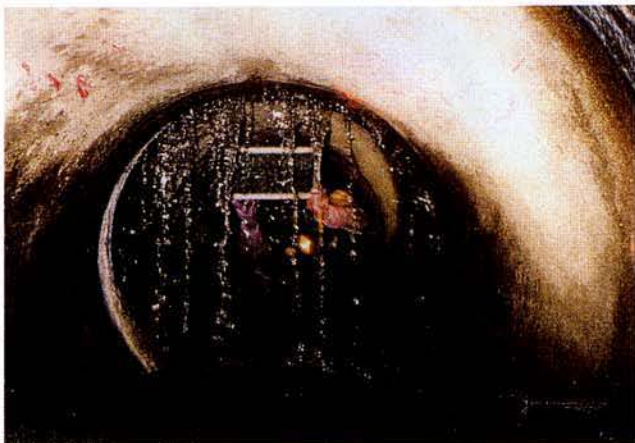


写真64 葦合灘污水幹線伏越管（ヒューム管）円周亀裂による漏水

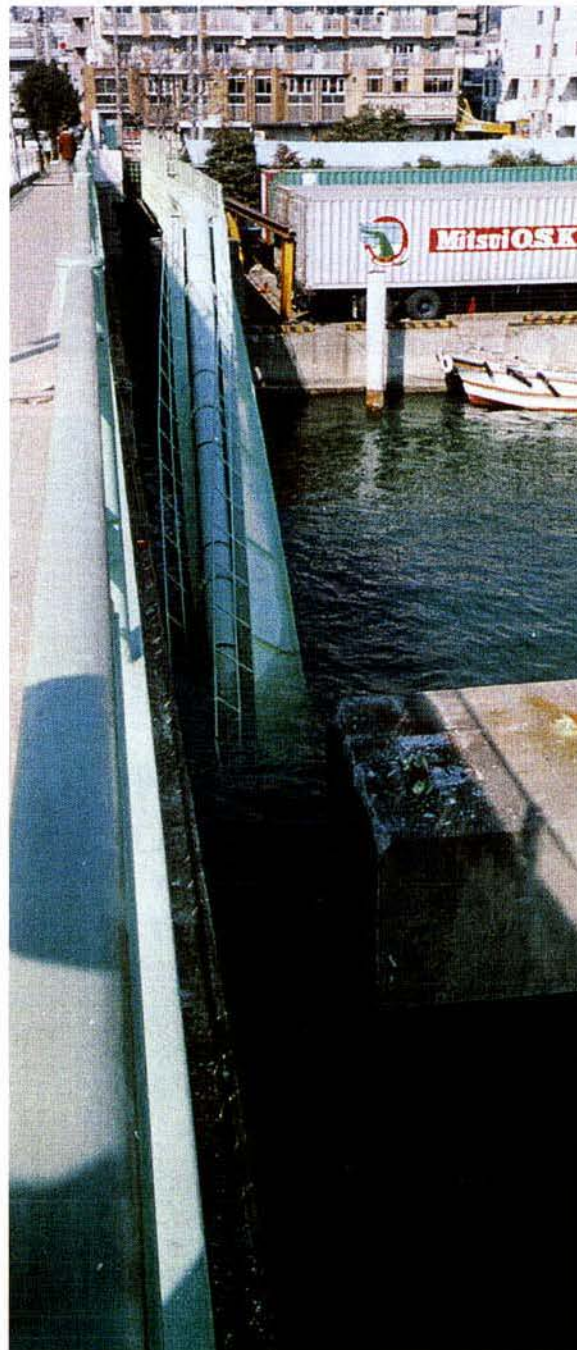


写真66 水管橋深江大橋ポンプ場（圧送管φ600mm）の落下



写真67 新在家雨水幹線、運河護岸の側方流動によるボックスカルバートの破損



写真70 神前雨水幹線石積側壁の崩壊



写真71 大都市の管路施設被害調査支援隊の作業車の集結

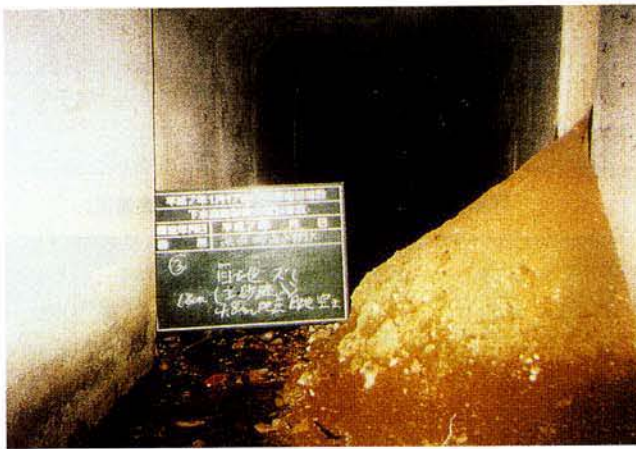


写真68 浜田雨水幹線プレキャストボックスカルバート継ぎ手部の離脱



写真72 大都市の管路施設被害調査支援隊の作業状況（東灘区）

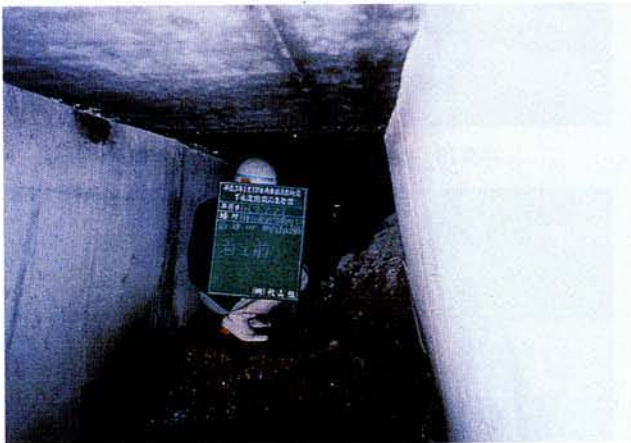


写真68 神前雨水幹線の継ぎ手部の離脱



写真73 大都市の管路施設災害査定業務支援隊 設計作業（太山寺保養所）



写真74 取付管の被災状況（東灘区）



写真77 共同排水管の被災状況（須磨区）



写真75 共同排水管の被災状況（兵庫区）



写真78 排水管と接続ますの損傷（東灘区）



写真76 接続ますの損壊（東灘区）



写真79 接続ます取付管の損壊（東灘区）



写真80、81 排水設備（取付部）と接続ますの損壊（東灘区）

震災文庫 11-110



平成7年1月17日に起こった阪神・淡路大震災により、神戸市は未曾有の大被害を被りました。電気、ガス、水道、道路と同じように、ライフラインとしての下水道も大きな被害を被りました。

この記録は震災以降の下水道復旧の過程を、現在把握している状況をもとにまとめたものです。

この体験がいくらかでも今後の下水道事業における震災対策に役立つことができればよいと思っています。今後、情報の整理を進め、より具体的な記録として残していけるよう精査していきたいと思います。

お気付きの点がありましたらお知らせいただければ幸いです。

I. 地震の概要

1. 本震の概要

平成7年（1995年）1月17日午前5時46分、淡路島北部を震源とするマグニチュード7.2の大きな地震が発生した。本震の概要は表-1のとおりである。

この地震により神戸と洲本で震度6を観測したほか、東北地方南部から九州にかけての広い範囲で有感となった。各地の震度分布は図-1のとおりであり、日本の半分以上の地域が有感区域となっている。

表-1 本震の概要

名称	平成7年（1995年）兵庫県南部地震
発生日時	平成7年1月17日（火）午前5時46分
震源地	兵庫県淡路島北部（北緯34.6°、東経135.0°）
震源の深さ	14 km
規模	マグニチュード 7.2
震度	最大震度7（日本気象庁震度階）
最大加速度	818 gal

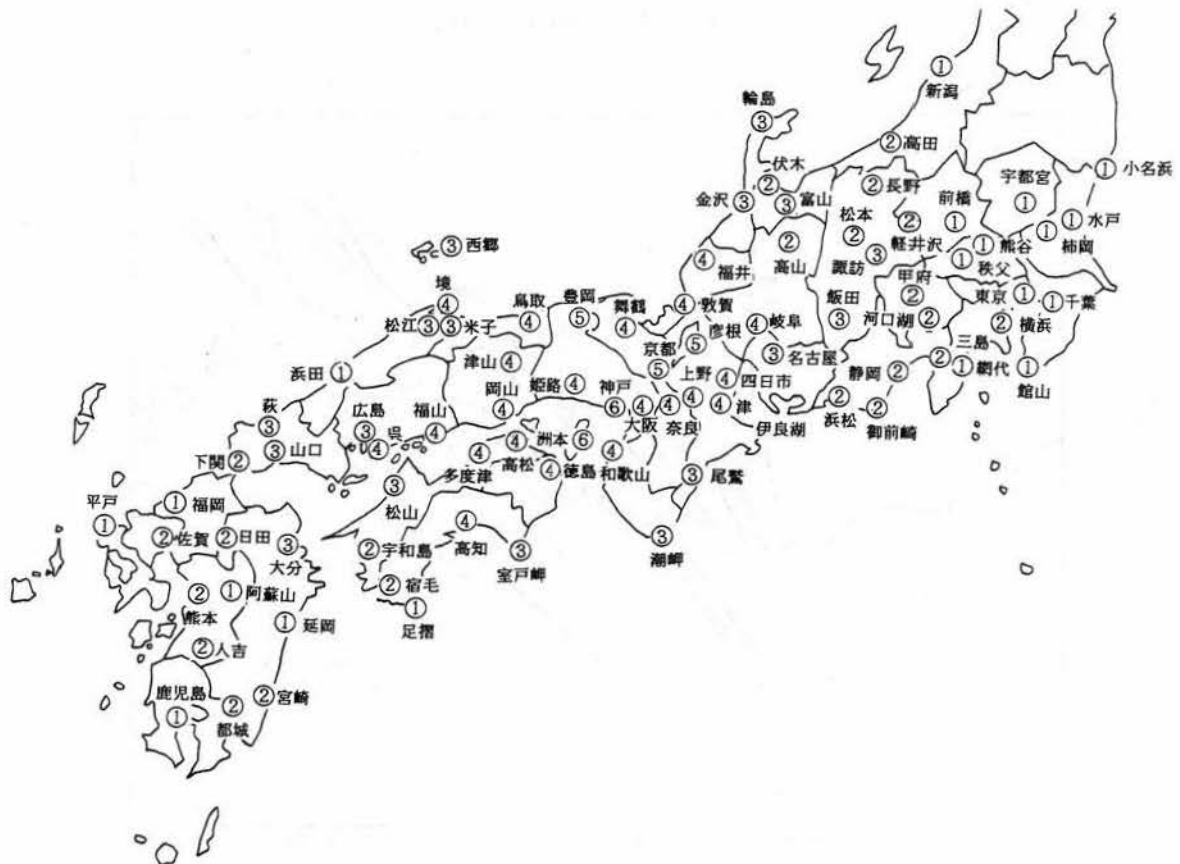


図-1 日本各地の震度分布

その後の気象庁の地震機動観測班による現地調査の結果、阪神間と淡路島北部の一部地域では気象庁が震度階を制定して以来初めて震度7の激震であったことが判明した。その地域を図-2に示す。震度7の地域は、今回の地震の原因であった断層の方向に沿って分布している。図-3に断層図を示す。

また、今回の地震による津波はなかった。

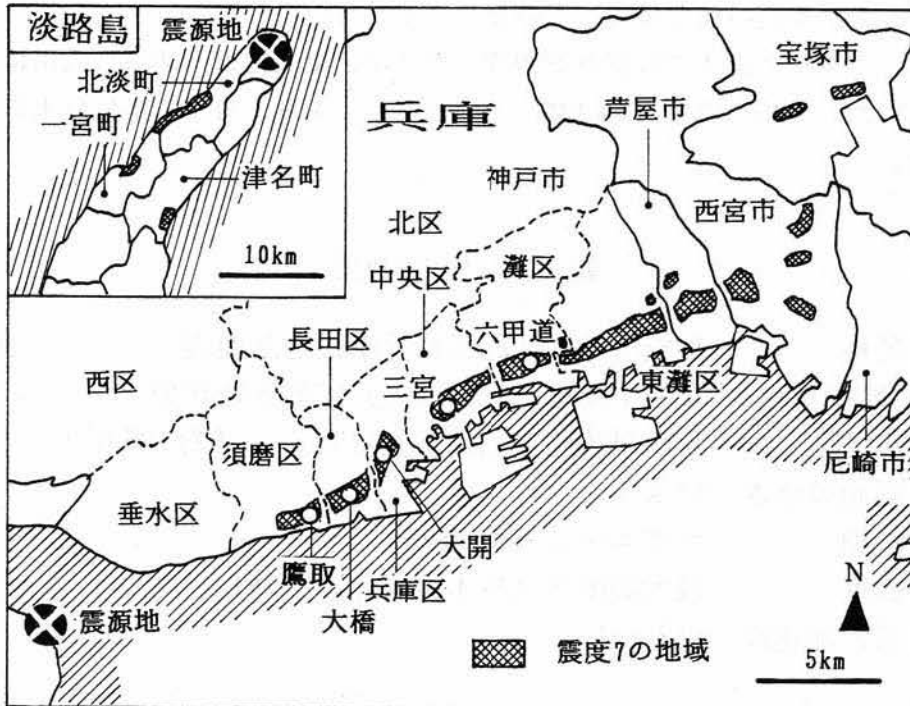


図-2 震度7の地域の分布

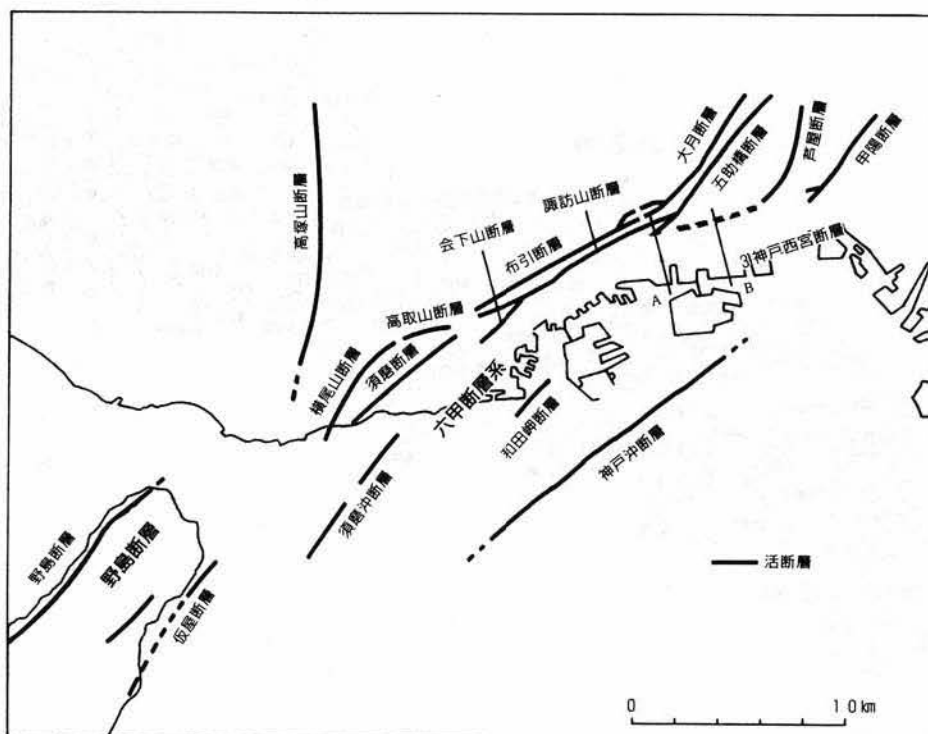


図-3 断層図

2. 余震の状況

今回の兵庫県南部地震では多数の余震が発生しているが、その多くは本震の震源地の北東または南西方向に連なる断層沿いを震源としている。図-4に震源の分布図を示す。平成7年4月30日現在、有感地震が231回、そのうち震度4以上を記録したものが8回あり、無感地震を含めると1,903回に達している。なお、この余震で最大のものは1月25日23時16分（震度4）に発生している。

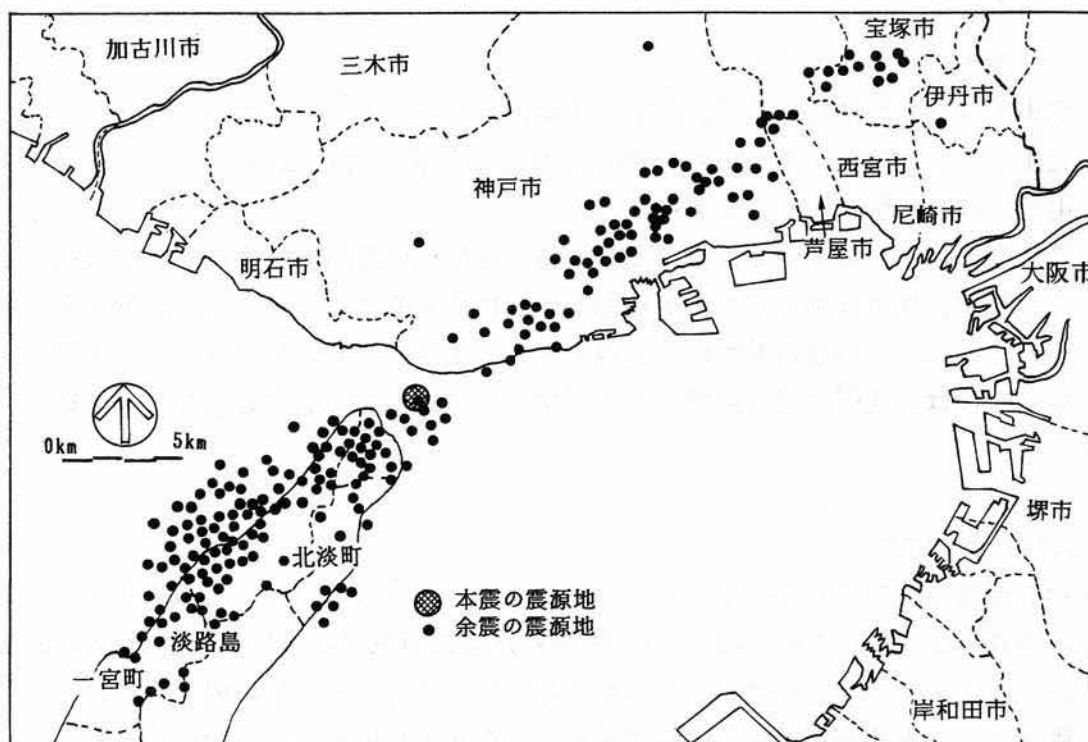


図-4 震源の分布図

3. 地震の特徴

今回の地震は神戸市を始め、都市部を中心に非常に大きな被害をもたらした。

第1の特徴は、神戸市を含む阪神地域で発生した大都市直下型地震であり、その震源が大都市に非常に近い位置であったことである。

第2の特徴は、深さ14 kmという比較的浅い部分で発生した地震であり、大きなエネルギーが一挙に解放されるタイプであったことである。このため、地震の継続時間が約20秒と短い反面、揺れの振幅が18 cmと観測史上最大になるという強い地震であった。

4. 被害の概要

(1) 人的被害と建物の被害

人的には、建物の倒壊や火災により非常に多くの人々が死亡したり、負傷し、関東大震災以来の大きな被害をもたらした。

古い木造住宅の密集した地域において、地震による大規模な倒壊や火災が発生し、設計上の想定をはるかに上回る揺れのため、大規模な建物にも大きな被害をもたらした。

これらの被害の概要は表-2のとおりである。

表-2 神戸市内の人的被害と建物の被害（平成7年5月31日現在）

死 者	3, 8 9 1人
行方不明者	1人
負 傷 者	1 4, 6 7 9人
倒壊焼失家屋	9 4, 1 0 9棟

(2) ライフラインと交通の被害

大都市を直撃した地震のため、電気、水道、下水道、ガスなどのライフラインにも大きな被害が発生した。電気と水道が市内の100%で供給が停止したのをはじめ、ガスは約80%が停止し、電話は約25%が通話不能となった。

設計震度をはるかに上回る揺れのため、特に高架橋の道路、鉄道に壊滅的な被害をもたらした。このため、鉄道は神戸市の市街地部を中心に全面的にストップし、高速道路もほとんど通行不能となった。一般道路も地盤の陥没や建物の倒壊のため、いたるところで通行止めとなった。地震直後は、通行可能な道路に車両が集中して大渋滞を引き起こし、交通網は完全にマヒした。

(3) 市民生活への影響

建物の倒壊や焼失で非常に多くの住民が家を失い、学校や公園などの避難所に避難した。神戸市の避難所は、ピーク時で599カ所、避難者数は222,127人にのぼった。建物の倒壊等を免れた住民も、ライフラインが遮断されたため非常に不自由な生活を余儀なくされた。

避難所では、水道の断水のため、プールの水をトイレ用水として活用したところもあったが、水を少量しか流さずに水洗トイレを使ったため、すぐに詰まって使えなくなったトイレが続出した。当初は環境局のバキューム車で処理していたが、環境局が仮設トイレ（全てくみ取り式）の対応に追われたため、1月24日から避難所の水洗トイレ等の詰まりの処理は下水道局で担当することになった。当初は避難所専属の処理班を配置し、その対応を行ってきたが、公共下水道の閉塞件数が増加してきたため、公認業者の中から1社に専任業者として処理業務を委託した（3月末まで）。

なお、避難所では膨大な数の避難者に既設のトイレだけでは対応できなくなったため、ピーク時で550カ所、3,027基の仮設トイレが設置された。仮設トイレの尿尿は、最大25台のバキューム車で収集され、下水処理場へ運搬されて処理された。

また、家屋が無事であった住民も、水道の断水のために水洗トイレが使用できない状態となった。このため、住民は飲料水に加えて雑用水も確保し、水洗トイレ用水として使用した。それだけの水を給水車などから運ぶことは大変な重労働であり、トイレを利用しても少量の水しか流さないことが、その後、トイレや排水設備のつまりの要因となった。

II. 神戸市の下水道事業の概要

1. 下水道整備状況

神戸市は、昭和26年に下水道事業に着手して以来、今日まで順次事業を進めてきた。その結果、平成6年3月末の下水道人口普及率は、97.4%に達している。

排除方式は、地形的特性と従来からあった雨水排水路の有効利用とを考慮して、分流式が採用されている。(東灘処理区に一部合流式がある)

神戸市は六甲山を境にして、大きく2つの区域に区分される。1つは六甲山の南側で古くから市街化の進んでいた区域であり、もう一つは六甲山の北側と西側で人口の増加に伴って比較的近年に市街化した区域である。今回の地震で大きな被害を受けたのは、前者の区域である。

表-3 神戸市の下水道整備状況(平成5年度末)

全 市 面 積	54,580 ha
市街化区域面積	19,505 ha
汚水管渠整備面積	16,029 ha
全 市 人 口	1,509,800 人
処理区域内人口	1,470,200 人
人 口 普 及 率	97.4 %
稼働中の処理場数	7 カ所
稼働中のポンプ場数	23 カ所
汚水管路延長	3,315 km
雨水管路延長	484 km

六甲山の南側と西側の区域に位置する6つの処理区は神戸市単独の公共下水道であり、処理場と管路の全てを神戸市が管理している。一方、六甲山の北側に位置する区域は武庫川上流流域処理区と加古川上流流域処理区との2処理区に分けられ、兵庫県が管理する流域下水道に接続している。

神戸市の下水道整備状況を表-3に示す。

(1) 管 渠

神戸市では、分流式を採用しているため、管渠は汚水管渠と雨水管渠との2種類に分類され、それぞれ各処理区別の管渠延長は表-4のとおりである。

表-4 処理区別の汚水・雨水管渠延長(平成5年度末)

処 理 区 名	汚水管渠延長 (km)	雨水管渠延長 (km)
東 灘	717	75
ポートアイランド	28	4
中 央	787	109
鈴 蘭 台	185	33
垂 水	620	109
玉 津	567	102
武庫川流域関連	237	42
加古川流域関連	174	10
合 計	3,315	484

(2) ポンプ場

地形的な理由などにより、汚水や雨水を自然流下によって流せない場所にポンプ場を設置しており、市内に23カ所の施設がある。その内訳は、汚水中継ポンプ場が12カ所、雨水排除ポンプ場が8カ所、汚水中継・雨水排除両用ポンプ場が3カ所である。

(3) 処理場

神戸市公共下水道の処理場で現在稼働しているのは7カ所である。各処理場の計画諸元は表-5のとおりである。各処理場で発生する汚泥は脱水ケーキとして東部スラッジセンターに運搬され、そこで一括して焼却され、焼却灰は尼崎沖にあるフェニックス事業（大阪湾広域臨海環境整備事業）に埋立て処分されている。

表-5 各処理場の計画諸元（平成5年度末）

処理場名	運転開始年月	計画処理人口（人）	計画処理区域面積（ha）	計画処理能力（m ³ /日）	現有処理能力（m ³ /日）
東灘	昭和37年10月	399,000	4,004.0	350,000	225,000
ポートアイランド	昭和55年5月	44,600	436.0	40,570	20,300
中部	昭和33年11月	411,000	3,821.0	77,900	77,900
西部	昭和40年4月			256,000	161,500
鈴蘭台	昭和43年9月	100,000	1,052.0	48,000	43,825
垂水	昭和49年8月	350,000	3,295.4	245,000	133,890
玉津	昭和56年8月	206,900	4,570.0	150,000	75,000
計		1,511,500	17,178.4	1,167,470	737,415

※中部・西部は中央処理区にあって、1処理区で2処理場となっている。

2. 下水道の管理体制

神戸市の下水道事業の運営は、総勢447名の職員で行っている。これは、下水道施設の管理、建設、下水道使用料等の徴収、財源の確保、下水道に関する市民への対応など全ての業務を行う人員が含まれている。このほか管理、サービスの充実のため、神戸市下水道公社が設立されており35名の派遣職員がいる。

(1) 処理場、ポンプ場の管理

処理場、ポンプ場の運転管理は、市内の7つの処理場に設置されている管理事務所の職員が担当しており、その体制は表-6のとおりである。

夜間にも勤務体制をとっているのは3管理事務所のみであり、他の処理場は全て昼間勤務のみで運転されている。地震が発生した時刻は通常の勤務時間外であり、夜間勤務のある東灘、中部、西部の3処理場にのみ職員が勤務していた。

しかし、処理場の夜間勤務がないことの代替措置として、神戸市では処理場やポンプ場の敷地内や近辺に職員の待機宿舎を全市で35戸設置しており、災害発生時には即座に出務できる体制となっている。

表-6 下水処理場、ポンプ場の管理体制

管理事務所名	職員数	夜間人員	所管処理場	所管ポンプ場
東部管理事務所	60	6	東灘処理場	魚崎、大石、本庄、深江大橋
PI管理事務所	14	—	PI処理場	PI第1、第2、第3
中部管理事務所	41	4	中部処理場	湊川、和田岬、浜中、宇治川、島上
西部管理事務所	48	4	西部処理場	明泉寺、丸山、外浜、南駒栄
鈴蘭台管理事務所	20	—	鈴蘭台処理場	
垂水管理事務所	31	—	垂水処理場	塩屋、舞子、神明
西神管理事務所	30	—	玉津処理場	吉田、上池、岩岡

※向洋管理事務所	(13)	—	東部スラッジセンター	向洋
----------	------	---	------------	----

※神戸市下水道公社への委託管理 ()内は派遣職員数

(2) 管路施設の管理

市内4カ所の事務所の職員が、日常の維持管理を行っている。担当する職員数は26名である。維持管理の内容としては、定期的な浚渫、清掃および点検のほか、市民などからの通報に関する対応を行っている。

夜間、休日においては、管路閉塞等に関する市民の通報を受け付け、また、現場へ出勤する業務を委託することにより、24時間対応できるようにしている。

Ⅲ. 下水道の被害状況と復旧

1. 地震発生後の活動体制

(1) 地震発生直後の状況

地震が発生した時刻は、午前5時46分であり、ほとんどの職員は自宅にいた。この時に勤務していた下水道局の職員は3つの処理場の夜間勤務者14名である。これらの職員は夜が明けず停電している暗闇のなかで、お互いの無事を確認しあいそれぞれ手分けして処理場の被災状況を点検し、可能な対応を行った。また、夜間勤務のない処理場では警報により待機宿舎の職員が出勤し、可能な限りの対策を講じた。

一方、神戸市では、震度5以上の地震発生時には自動的に全職員に出勤要請がなされることとなっている。

しかし、現実には、交通手段の遮断や職員自身の被災などで、全ての職員が勤務することは不可能であった。それでも、自家用車や自転車、徒歩でなんとか出勤できた職員を中心に災害対策本部を設置し被災状況の把握に努めた。当初は情報が混乱し、なかなか正確な情報が収集できない状態であった。出勤した職員数がある程度多くなった段階で、職員が処理場や市内各地に赴き、情報収集と調査を実施した。

このようにして、次第に被害の状況が明らかになった。

(2) 災害復旧体制

被害の状況が明らかになるにつれて、その被害が甚大であることが判明した。その状況を踏まえて、下水道局では表-7に示す体制を組織してその復旧にとりかかった。神戸市全体としては被災者が非常に大きな数にのぼり、下水道の復旧のみならず、被災者の救済や避難所の援助などにも下水道局の職員を派遣する必要があった。

表-7 地震発生直後の下水道局の体制

班	業 務	人員	1/17出勤人数
情報連絡班	神戸市全体と下水道局内の連絡調整	26名	105名
応援班	避難所、区役所などへの応援	26名	
排水設備対策班	排水設備の破損や閉塞に関する通報の処理とその修繕の連絡調整	13名	
管路施設緊急対策班	管路施設に関する被害状況の把握、通報の処理、応急復旧工事の実施	108名	
処理施設緊急対策班	処理場、ポンプ場施設に関する被害状況の把握、応急復旧工事の実施	30名	
管理事務所	処理場、ポンプ場の運転管理、被害状況調査、応急復旧	244名	140名
計		447名	245名

2. 処理場、ポンプ場の被害状況と復旧

(1) 被害状況の調査

ア. 1月17日の緊急調査

各管理事務所では、夜勤者と出勤できた職員で、緊急調査を行った。この緊急調査は、最低限の処理場機能が確保されているかどうかと薬品やガスの流出などで二次災害を起こす恐れがないかの2点に的を絞って、ごく短時間で実施した。この結果、各被害状況に応じて取り得る最善の対策を検討し、即座に実施した。

その後、出勤してきた職員の数が増えるにしたがって、施設の全体的な調査を行い、被害状況の把握に努めた。

イ. 1次調査

1次調査は調査期間を1月18日から1月25日までの1週間程度として、全体のかなり詳細な被害状況を把握するために実施された。

土木建築施設に関しては、本市職員と設計コンサルタントとで1班当たり4～5名の調査班を数班組織して被害状況を調査した。

機械電気設備の調査は、本市職員とプラントメーカーとで機器の作動状況等を中心に調査した。

この調査により、池の水替えを必要とする調査や、工事が必要な調査を除き、ほぼ被害の概略は把握できた。

ウ. 2次調査

2次調査は、池の水替えや工事を実施しながら、被害の全体をより詳細に把握し、復旧工事の設計作業が進められることを目標とした調査である。期間は1月26日より4月30日頃までで、約3カ月間である。ただし、稼働している施設については、部分的にその運転を停止して調査を行う必要があり、この調査は現在も一部継続している。

調査は、本市職員と支援の日本下水道事業団職員に加えて、工事業者、設計コンサルタントとで実施した。調査に要した労力は明確な数値では表現できないが、非常に膨大な作業であった。表-8は日本下水道事業団の支援状況である。

表-8 日本下水道事業団の支援状況

	期 間	延人員
1次調査	平成7年1月18日～1月25日	20名
2次調査	平成7年1月26日～3月13日	432名
計		452名

(2) 被害の状況

機能面で支障をきたすような大きな被害を受けた箇所は、処理場が3カ所、ポンプ場が6カ所、污泥焼却施設1カ所であった。処理場では東灘処理場で処理機能が完全に停止したのをはじめ、西部処理場が処理機能20%に、中部処理場が処理機能50%にそれぞれ低下した。ポンプ場では、大石ポンプ場、ポートアイランド第1、第2、第3ポンプ場、湊川ポンプ場及び神明ポンプ場の機能が停止した。また、污泥処理施設は東灘処理場の処理水を利用して運転しているため、機能停止をやむなくされた。

他の処理場、ポンプ場でもほとんど何らかの被害を受けており、全く被害がなかったのはわずか3ポンプ場のみである。表-9に処理場の被害状況、表-10に機能が停止したポンプ場の被害状況の概要を示す。

表－9 処理場の被害状況

処理場名 (現有処理能力)	処理機能の 被害状況	被害状況の概要
東灘処理場 (225,000 m ³ /日)	処理機能が停止	流入水路破壊、処理施設・建築施設の基礎杭破壊、運河護岸崩壊、放流渠破損、水処理設備水没と破損、連絡橋破損、場内舗装大破
ポートアイランド処理場 (20,300 m ³ /日)	機能低下なし	放流渠破損、施設不等沈下、場内舗装破損、渡り廊下破損、汚泥脱水機破損
中部処理場 (77,900 m ³ /日)	処理機能が50%に低下	地下室大量漏水、施設不等沈下、処理施設クラック、場内舗装破損、脱臭ダクト破壊、ガスタンク傾斜
鈴蘭台処理場 (43,825 m ³ /日)	機能低下なし	エレベーター棟ずれ、場内舗装破損
西部処理場 (161,500 m ³ /日)	処理機能が20%に低下	初沈流入・流出水路破損、エアタン流入管破損、施設不等沈下、処理施設クラック、場内舗装大破、放流渠破損、汚水ポンプ等水没、配管類変形、初沈・終沈汚泥かき寄せ機変形脱落
垂水処理場 (133,890 m ³ /日)	機能低下なし	護岸破損、施設クラック、場内舗装破損
玉津処理場 (75,000 m ³ /日)	機能低下なし	施設クラック、場内舗装破損、汚泥脱水機被災配管類変形
東部スラッジセンター (600 t/日)	処理機能が停止	冷却水遮断、煙道破損、場内舗装破損

表－10 機能が停止したポンプ場の被害状況

ポンプ場名	能力 (m ³ /分)	被害状況
大石ポンプ場	汚水 81.6	停電と自家発電機冷却水槽破損による機能停止
PI第1ポンプ場	汚水 13.0	管渠からの泥水流入による水没での機能停止
PI第2ポンプ場	汚水 1.0	管渠からの泥水流入による水没での機能停止
PI第3ポンプ場	汚水 1.0	管渠からの泥水流入による水没での機能停止
湊川ポンプ場	雨水 417.0	燃料配管の破損による機能停止
神明ポンプ場	汚水 2.3	吐出管破損による機能停止

ア. 東灘処理場

東灘処理場は、東部第3工区と称する埋立地に位置し、その地盤はけって良好なものではないことや埋立ての護岸の崩壊などの原因により、神戸市の処理場の中では最大の被害を被った。その被害状況を図－5に示す。

東灘処理場では、魚崎ポンプ場から処理施設へ汚水を送水する導水渠が破壊し、送水不能になるとともに、配管廊からの大量の地下水の湧水により、水処理設備が水没し、通常の処



図-5 東灘処理場の被害状況

理機能が全て失われた。

ただ、東灘処理区は一部合流式の処理区があり、魚崎ポンプ場では併設されている雨水ポンプの運転をして急造の消毒設備とスクリーン設備を介して汚水を排除することができた。

まず、第1の被害の特徴は、地盤の液状化と側方流動により、処理施設のすぐ北側に位置する運河護岸の横ずれが生じ、処理施設も大きな被害を受けたことである。護岸と処理施設との距離は、最も近い場所で10m程度であり、護岸は最大2.5m程度の横ずれが生じ、処理施設周辺の地盤も最大2m程度沈下したり、側方に移動した。このため、護岸沿いに位置するポンプ場から最初沈殿池に汚水を送水する管渠がその継ぎ手部分で完全に破断し、汚水の送水が不可能となった。また、運河に比較的近い所に位置する管理棟、発電機棟、脱水機棟、濃縮タンク、ガスタンク、砂ろ過施設の基礎杭が破壊しそれぞれの施設が傾斜し構造物の安定性が損なわれてしまった。この状況の概念図を図-6に示す。

場内の道路は完全に破壊され、そこに設置されていた配管類は大変形を起こし、ほとんど機能しない状況となっていた。

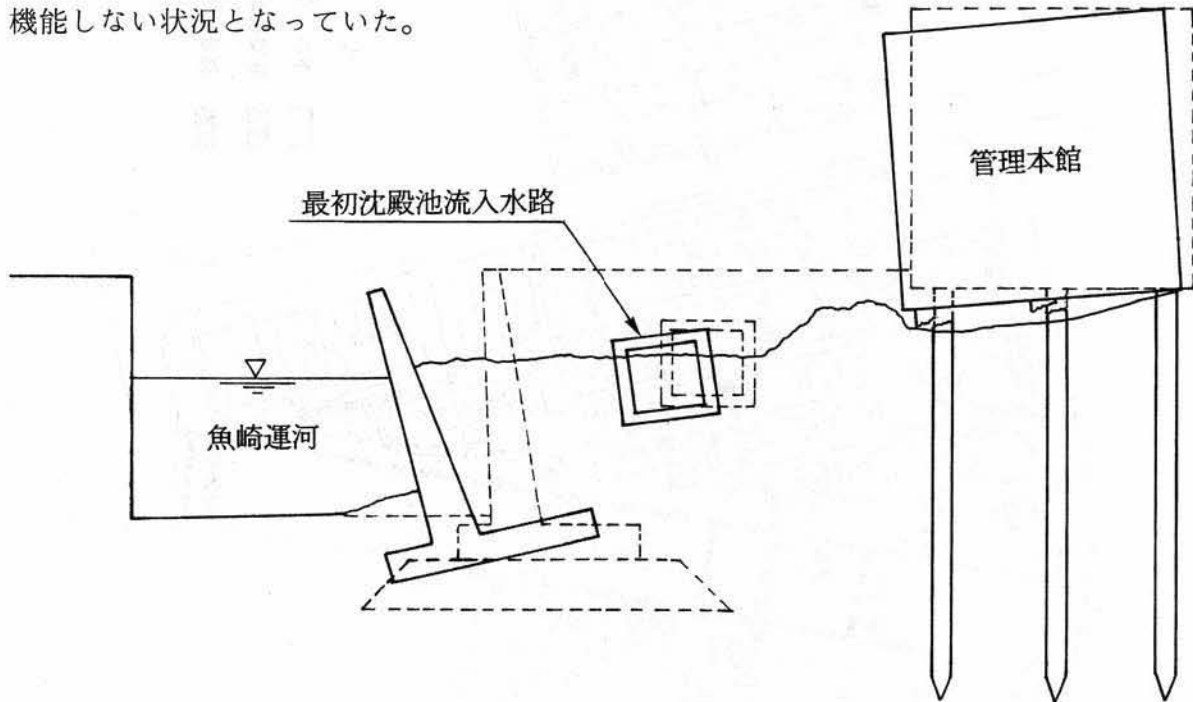


図-6 東灘処理場運河護岸の横ずれ、傾斜による処理施設の被害状況

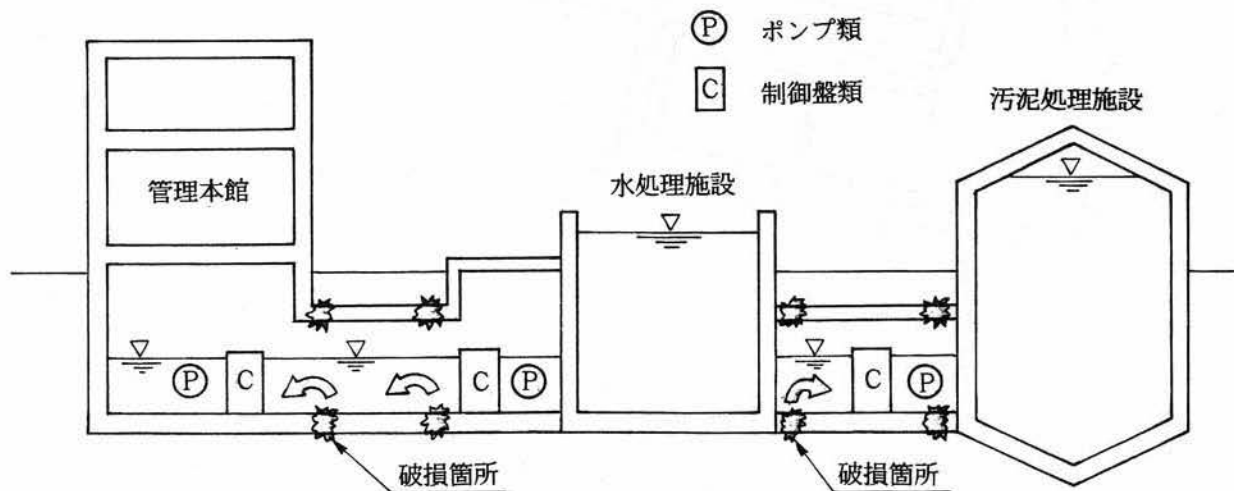


図-7 東灘処理場配管廊破損に伴うポンプ類、電気制御盤の水没状況

第2の特徴として、護岸から離れた場所でも地震による衝撃と液状化の影響を受け、本場のエアレーションタンクと最終沈殿池の基礎杭が破壊されてしまった。また、地下の配管廊のエキスパンションが破壊され、大量の地下水が配管廊に流れ込み、ここに設置されていたポンプ類や電気の制御盤、操作盤が水没してしまい、それらが全て使用不能となった。この被害の状況の概念図を図-7に示す。

第3の特徴としては、大きな揺れにより被害が処理場内全般に及んでいることである。沈殿池の汚泥かき寄せ機のほとんどがレールから脱落したり、分場の阻流壁が破壊するといった被害が生じている。

また、放流管は地盤の変形の大きな箇所破損し、付近の土砂が流入し、断面の大部分が埋没していた場所もあった。

イ. ポートアイランド処理場

ポートアイランド処理場は人工の島ポートアイランドに位置する。この処理場は沖積粘土の圧密沈下を促進するためのサンドドレーンと埋め立て土の強度を上げるサンドコンパクションパイル工法との併用による地盤改良を行い、杭基礎を用いず建設されている。

処理場周辺の地盤がほとんどの場所で液状化しているのに対し、処理場の敷地内は全く液状化しなかった。このため、場内の地盤沈下の程度も小さく、埋立地の割には非常に小さな被害で済み、処理機能にはなんら影響を受けることがなかった。

しかし、処理施設の不等沈下が一部で促進され、水処理施設の継ぎ手部が拡大した。他には、管理棟と機械棟との間の連絡通路の破損や放流管最下流の護岸付近での破断などが見受けられた。また、液状化した砂が流入し遠心脱水機の運転に支障をきたした。

ウ. 中部処理場

中部処理場では、最終沈殿池に蓋類、角落し等が落下し、チェーンが外れるなどして処理機能が50%に低下したが、被害を受けなかった施設を使用して全流入汚水を処理することができた。

当処理場は比較的基礎地盤がよく、地盤の沈下も少なかったため被害も小さかったようである。ただ、神戸市で最も古い処理場であり、施設が老朽化しており、水処理施設の側壁や建築物にかなりのクラックが発生した。また、排気用の煙突が折れて脱臭設備の上に落下し、施設を破壊する被害が発生した。

独立した構造物の間を水路や配管などで接続している部分は、それぞれの構造物の揺れの違いにより、過剰な変位を受けて破損した。

エ. 鈴蘭台処理場

鈴蘭台処理場は比較的内陸部に位置し、強固な岩盤の上に建設されているため、ほとんど被害を受けなかった。汚泥脱水機棟の横に増設したエレベーター棟のずれと、場内の舗装が一部沈下した程度の被害であった。

オ. 西部処理場

西部処理場は埋立地に建設されたもので、一部地盤改良工事が実施されているものの、こも地盤の条件はよくない場所である。神戸市の処理場の中では2番目に大きな被害があっ

た。

ここでは、第1系列のエアレーションタンク流入管の破損及び送気配管廊最末端部の座滅により送気配管廊に多量の浸水があり、管廊に接続している第1系列の送風機補機室及び汚水ポンプ室へ汚水が逆流し、送風機補機及び汚水ポンプが水没した。このため第2系列のみしか運転できない状態となり、全体の処理能力が20%に低下した。

第1の被害の特徴としては、第1系列の最初沈殿池からエアレーションタンクへ汚水が流入する配管が破損したことである。最初沈殿池とエアレーションタンクとの揺れの違いにより、これが破損したと考えられる。8池のうち6池はヒューム管であり他の2池は可撓管が設置されているが、可撓管にはこのような被害は発生しなかった。その概念を図-8に示す。このエアレーションタンク流入管は地下約3.0mにあり、水圧がかかっているため汚水が土中を通して次に記す送気配管廊末端部へ噴出した。

第2の被害の特徴は、第1系列の汚水ポンプ室から水処理施設へ汚水を送水する導水管の下にエアレーションタンクへの送気配管廊があり、その末端部は最初沈殿池出口水路の地下部にあり、この部分に応力が集中し座滅したことである。この部分からの浸水は激しく毎分4～5m³であった。導水管の破損や最初沈殿池流入水路及び流出水路の破損による漏水もこの管廊に流入した。これらの漏水は管廊を逆流して送風機補機室及びそれに隣接する汚水ポンプ室に溜まり、やがて汚水ポンプ及び送風機の補機を水没させた。その概念を図-9に示す。

第3の被害の特徴は、埋立ての護岸の横ずれにより、場内の地盤が沈下したり側方流動したことによる被害である。東灘処理場ほどの大きな被害は受けなかったが、放流渠の目開きや護岸沿いの施設の沈下や傾斜を引き起こした。

これらの他にも、最終沈殿池躯体の傾斜及び汚泥かき寄せ機の軸心のずれやフライトチェーンのレールやスプロケットからの脱落・変形、加圧浮上濃縮タンク給泥ポンプ室基礎の破壊、各種配管類・ベルトコンベアのずれや傾斜・不等沈下、場内舗装大破などの被害があった。

なお、第2系列及び管理本館については地盤改良がなされていたので、構造物にはほとんど被害がなかった。消化タンクの構造物も被害はほとんどなかった。

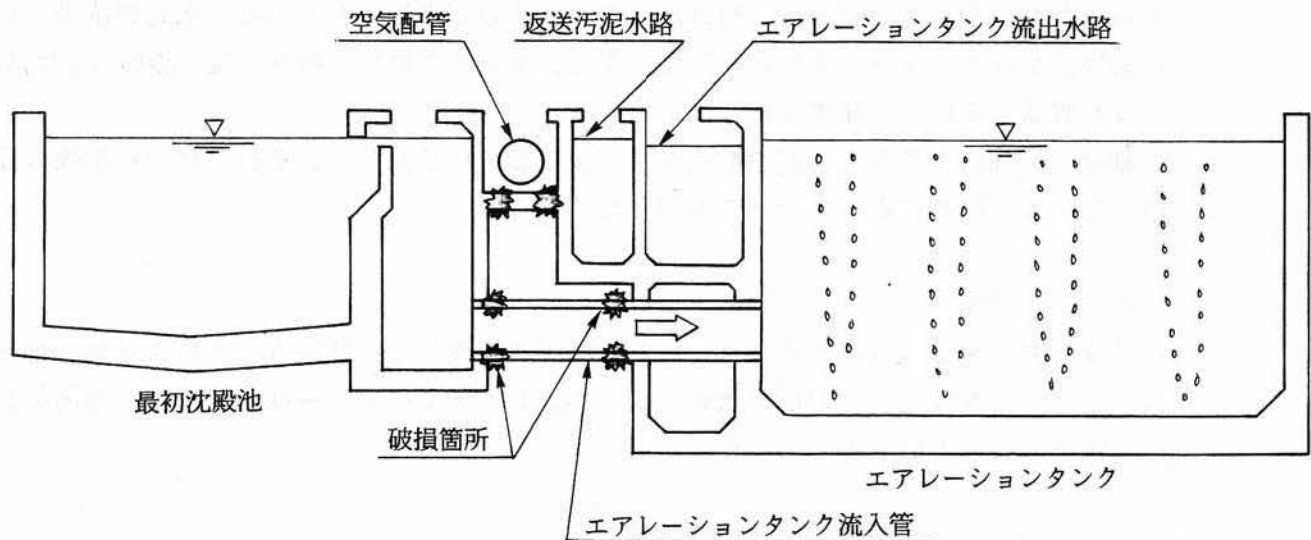


図-8 西部処理場エアレーションタンク流入管の破損状況

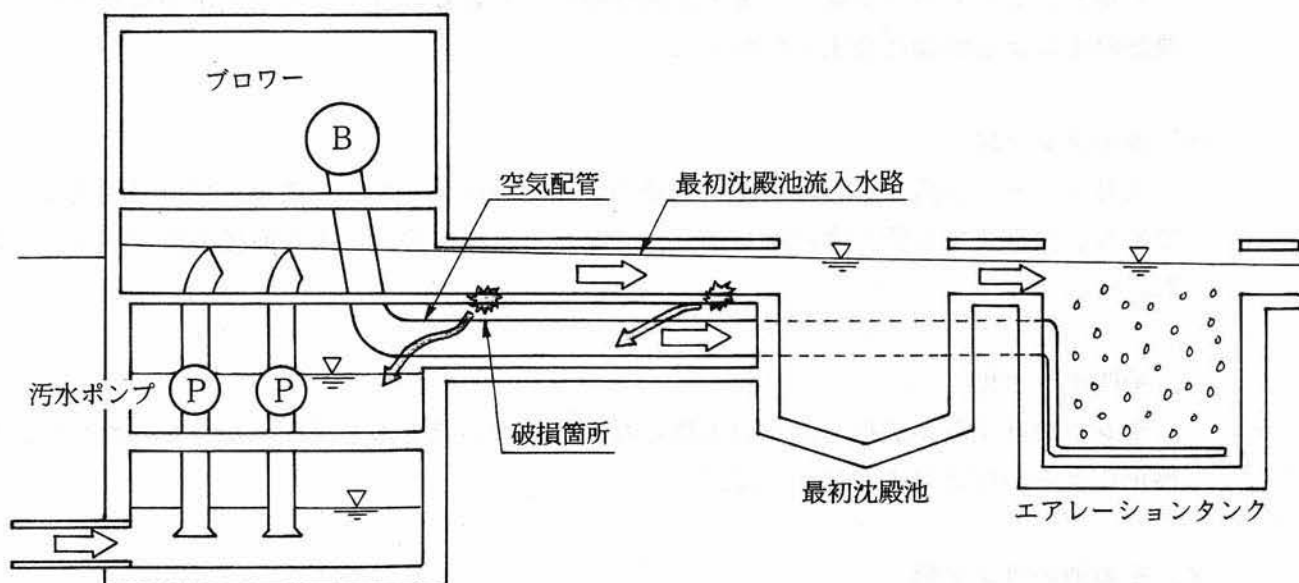


図-9 西部処理場流入水路破損によるポンプ室の水没状況

カ. 垂水処理場

垂水処理場は埋立地の上に建設された処理場であるが、岩盤の海底面を埋立てたものであり、また埋立て材料が良かった事などが起因し、それほど大きな被害は受けなかった。場内の舗装が一部破損したり、施設の一部にクラックが生じた程度であった。

埋立ての護岸は南東の隅角部を中心に最大1.2m程度移動したが、ケーソンが水平移動したのみで安定しており、また付近に重要な構造物もなくこれによる大きな被害はなかった。

キ. 玉津処理場

玉津処理場は今回の地震での被害が比較的小さな地域に位置しており、大きな被害はなかった。一部の地盤の沈下やそれに伴う配管類の変形、および施設エキスパンションの目開きなどの被害が発生した程度である。

ク. 東部スラッジセンター

東部スラッジセンターでは、東灘処理場の砂ろ過水を冷却用水として使用していたため、東灘処理場の機能停止により運転できなくなった。

施設そのものの被害は少ないが、電気集じん機の碍子の破損、灰出しコンベヤの損傷のほか煙道の破損と場内道路の沈下等の被害が発生している。

ケ. 大石ポンプ場

大石ポンプ場は、停電と自家発電機の冷却水槽の破壊に伴い、ポンプの動力を確保することができなくなり、機能が停止した。幸いポンプ場への流入水量が少なく、ポンプ場をバイパスして汚水を流下させることができ、機能停止による大きな問題は生じなかった。

コ. ポートアイランド第1、第2、第3ポンプ場

ポートアイランド第1、第2、第3ポンプ場は、周辺地盤の液状化により污水管渠が破断し、ポンプ場に泥水が流入した。これにより機器が水没し、機能が停止した。

しかし、これらポンプ場の全流入区域が断水しており、ほとんど流入水がなかったため、機能停止による問題は発生しなかった。

サ. 湊川ポンプ場

天井クレーンが落下し、燃料配管を破損し機能が停止した。このポンプ場は雨水ポンプ場であり、復旧までの間に降雨がなかったことから、機能停止による直接の問題は生じなかった。

シ. 神明ポンプ場

ポンプの吐出管が破損し送水が不能となった。幸いほとんど流入水がなかったため、機能停止による問題は発生しなかった。

ス. その他のポンプ場

上記の他のポンプ場では、ポンプの芯ずれや場内舗装の沈下などの被害が発生したが機能に直接影響するような被害は発生しなかった。ただ、圧送管路系統の支障により送水できなくなったポンプ場に前述の魚崎ポンプ場と深江大橋ポンプ場及び向洋ポンプ場の3ポンプ場がある。

(3) 応急復旧状況

機能面で支障のある処理場ポンプ場については、機能回復のための復旧工事を緊急的に実施し、5月1日には全ての処理場、ポンプ場の機能を回復することができた。

処理場の応急復旧の経緯を表-11に、ポンプ場の応急復旧時期を表-12に示す。本格的な復旧には、まだかなりの時間を要し、ほぼ完全な形に復旧できるのは、東灘処理場が平成9年度末、西部処理場が平成8年度半ば、他の処理場、ポンプ場が平成7年度中の予定である。

表-11 処理場の応急復旧の経緯

月日	東灘処理場	中部処理場	西部処理場
1. 17	処理機能100%停止	処理機能50%に低下 全流入量を二次処理	処理機能20%に低下
1. 21	運河にオイルフェンスを設置		
1. 24			処理機能50%に回復 全流入量を二次処理
1. 27	関西電力より仮受電		
2. 7	簡易沈殿処理開始		処理機能60%に回復
2. 9		処理機能100%回復	
3. 3	簡易沈殿池の水流傾斜板、凝集剤 注入設備、脱水設備の工事着手		処理機能70%に回復
3. 7			処理機能100%回復
3. 20	凝集沈殿処理を開始		
3. 27	運河の浚渫と汚泥脱水を開始		
5. 1	全流入量の二次処理を再開		

表-12 ポンプ場の応急復旧時期

ポンプ場名	大 石	PI第 1	PI第 2	PI第 3	湊 川	神 明
復旧月日	1.24	1.26	1.19	2.7	1.21	1.18

ア. 東灘処理場

東灘処理場では、処理機能が完全に停止したが、断水のため流量も少く雨水ポンプを用いて消毒とスクリーニングのみで、汚水の排除機能だけは当初より確保することができていた。

このため復旧工事は、処理機能の早期回復に向けて、地震の翌日の1月18日より着手した。

まず、水没している地下配管廊の水替えを行うとともに漏水箇所の止水工事を実施した。水没した機器類については、乾燥等に対応できるものと交換が必要なものとに分類して整備した。沈殿池のフライトの脱落なども、池の水替えを行って順次修理していった。完全に破断していた最初沈殿池流入管は耐震性を考慮して、鋳鉄管に管種を変更して埋設した。放流管は破損のひどい箇所は上部からの堀削により、破損の小さい箇所は内部からの補修で対応した。

これらの復旧工事が完了して通常の処理機能が回復したのは5月1日であり、震災発生後100日以上の間を応急復旧に要した。

一方、応急復旧にかなりの時間を要することが当初より予想されたため、公共用水域の水質保全を考慮して、幅40mの運河を長さ約300mの区間で締め切り、仮沈殿池を建設することとした。その概念図を図-10に示す。

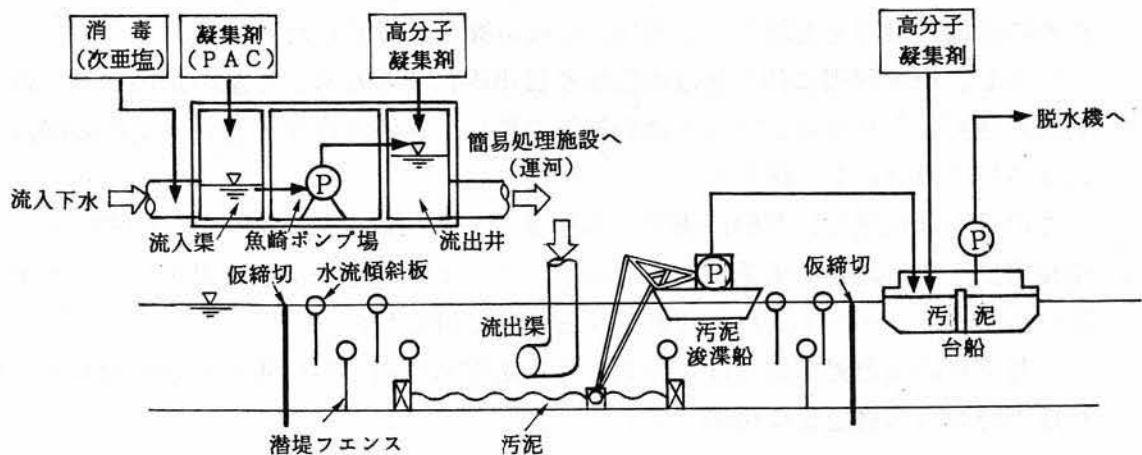


図-10 東灘処理場仮処理施設の概要

1月21日建設工事に着手し、2月7日完成し簡易沈殿処理を開始した。また、3月3日より簡易沈殿池の水流傾斜板、凝集剤注入設備及び仮設脱水設備の建設工事に着手した。3月20日には、凝集沈殿処理を開始し、3月27日には運河の浚渫と汚泥脱水を開始した。

運河の浚渫と汚泥の脱水は沈殿汚泥がなくなるまで5月1日以降も継続している。

イ. 中部処理場

中部処理場では、処理機能が50%に低下したが、全流入水の二次処理を行っていた。復旧工事は1月18日より着手し、最終沈殿池の落下物の撤去やクラックの補修などの工事を実施した。処理機能が100%回復したのは2月9日である。

ウ. 西部処理場

西部処理場では、処理機能が第2系列のみの20%に低下したため、流入水量が少いとはいえ数日間は過負荷の運転を余儀なくされた。

応急復旧工事は地震当日の1月17日から実施された。水没している第1系列の汚水ポンプ室の水替えを行い水没したポンプ類の整備を行うとともに、最初沈殿池流入管の漏水の止水工事を実施した。1月24日にはこれらの工事が完了し、第1系列の一部が運転可能となった。この時点で、処理機能は50%確保されており、全流入水の二次処理を再開できた。

次の段階の調査で最初沈殿池からエアレーションタンクへの流入管が破損していることが判明し、その補修工事にとりかかった。全流入水を処理する必要性からエアレーションタンクの全ての運転を停止することができないので、1池か2池ずつ順次補修していった。この補修にはかなりの時間を要し、処理機能は2月7日に60%に、3月3日に70%にそれぞれ回復し、3月7日に100%に回復した。

エ. 東部スラッジセンター

東部スラッジセンターは、東灘処理場の被災により、冷却用水の供給を受ける事ができなくなり運転を停止した。東灘処理場の復旧には相当の時間を要するために代替措置を検討し、冷却水に海水を利用することが決定された。これに向けて、海水取水設備工事と海水対応のための設備工事等を実施し、2月14日に仮の機能を復旧した。

しかし、海水利用に伴う施設の損傷を最小限にするため、3基の炉のうち1基のみを海水利用の運転としており、かつ1週間運転の後には1週間洗浄するという工程の繰返しのため能力は当初の半分以下に落ちた。

このような状況で、各処理場では当初はエアレーションタンクのMLSSを上げるなど汚泥を極力出さない運転を実施した。しかし、このような運転にも限界があり、汚泥脱水ケーキは一部フェニックス事業に直接処分することで対応した。

5月1日の東灘処理場の運転再開に伴い処理水の利用が可能になり配管ルート補修を経て6月当初から本格運転に復帰している。

オ. 大石ポンプ場

1月24日に電気の供給が再開され、ポンプ場の機能を復旧した。

カ. ポートアイランド第1、第2、第3ポンプ場

液状化した泥土を浚渫し、水没した機器の整備を行うなどの復旧工事を実施し、1月19日に第2ポンプ場、1月26日に第1ポンプ場、2月7日に第3ポンプ場が機能を復旧した。

キ. 湊川ポンプ場

破損した重油配管を補修し、1月21日に機能が回復した。

ク. 神明ポンプ場

破損した吐出配管を補修し、1月18日に機能が回復した。

(4) 恒久復旧計画

ア. 東灘処理場

東灘処理場は、非常に大きな被害を受けており、相当大規模な復旧工事を実施する必要がある。主な施設の復旧工事概要は表-13及び図-11のとおりである。運河護岸の滑動により被災した管理本館や汚泥脱水機棟は位置を変更して建設するなど、地震に強い施設となるよう計画されている。

本格的な復旧工事が完了するのは平成9年度末の予定である。ただ、これらの復旧工事は稼働中の処理場の復旧であり、何段階かに分けて実施される予定であり、その工程はおよそ表-14のとおりである。

表-13 東灘処理場の復旧概要

施設名	復旧概要
最初沈殿池 流入管	耐震性を考慮して、ボックスカルバート構造を铸铁管2条に変更し、現位置に復旧
管理本館	運河護岸の滑動による地盤崩壊で被災したため、位置を変えて滞水池上部に建設
水処理施設	本場のエアレーションタンク、最終沈殿池全系列を、ほぼ現在の位置で形状を変えて建設 水処理施設建設時の処理能力低下を補うため、分場第4系列の機械、電気設備を増設
送風機室	本場水処理施設復旧に併せて、その覆蓋上部に建設
脱水機棟	運河護岸の滑動による地盤崩壊で被災したため、位置を変えて現在の本場水処理施設6、7池付近に建設
砂ろ過施設 浮上濃縮槽	現位置で撤去、復旧
発電機室	塩素混和池上部に建設
運河護岸	現在の護岸を補強して復旧

表-14 東灘処理場の復旧計画

復旧計画	期間	復旧内容
暫定復旧	7年1月 ～5月	最初沈殿池流入管復旧、水処理施設・管廊漏水の止水、 水没した機器の復旧
第1期計画	7年5月 ～	本場エアレーションタンクと最終沈殿池5～7系列を撤去し、 脱水機棟を建設、浮上濃縮槽、砂ろ過池は現位置で撤去、復旧
第2期計画	8年度 ～	分場第3系列の供給開始後、本場エアレーションタンクと最終 沈殿池1～4系列を現位置で撤去、復旧 上部は覆蓋し、そこに送風機室を建設 管理棟を滞水池上部に建設
第3期計画	未定	管理棟、脱水機棟を撤去し、そこに不足分の水処理施設を 増設

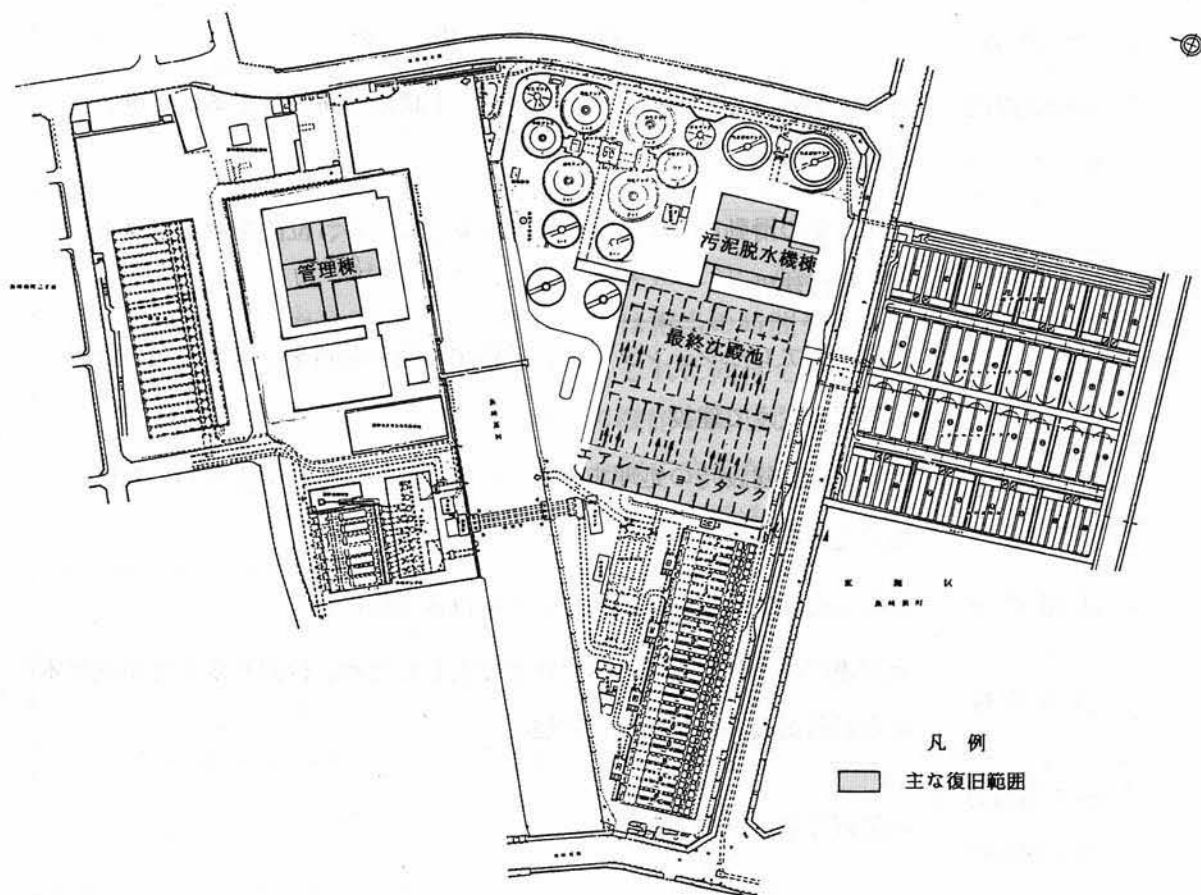


図-11 東灘処理場の復旧計画平面図

イ. 西部処理場

西部処理場では、今回の被害の状況をふまえて、次のような復旧を予定しており、これらの復旧が完了するのは平成8年度の予定である。

- 最初沈殿池とエアレーションタンクの間、配管廊を建設し、そこにエアレーションタンク流入管や返送汚泥配管を集約し、構造物の接続部分には可撓管を設置する。
- 空気配管廊については現在ある空間を閉塞し、ポンプ室への汚水の流入がないようにする。

ウ. 他の処理場、ポンプ場

他の処理場、ポンプ場は原形復旧を原則に、おおむね平成7年度中に復旧を完了する予定である。

3. 管路施設の被害状況と復旧

(1) 被害状況の調査

ア. 1月17日の緊急調査

地震発生当日は、汚水幹線を中心に道路や建築物の状況から推察できる下水道管路の被害状況や汚水の大規模な溢水の有無に関して調査した。この段階で得た情報は、地下鉄の駅の崩壊による管路の破壊と阪神高速道路の橋脚の変位による管路閉塞など、下水の排除機能に大きな支障がある被害であった。

イ. 1次調査

汚水幹枝線と雨水幹線の1次調査は迅速に被害状況を収集することを目的とし、地表面、主な道路交点にあるマンホール内等の目視によって調査した。北区および西区は道路管理者の道路情報を基に調査を行った。調査内容は路面の変状、マンホールの浮上、沈下、構造物（マンホール、管渠）の損傷状況、流水状況、土砂の堆積状況、接続ますの外観、応急措置の方法などである。

この調査により、2次調査を実施する範囲を決定する資料を作成した。

調査期間は平成7年1月18日（水）～1月22日（日）の5日間である。調査範囲のうち東灘区～垂水区の約5,270haは、本市職員と土木工事業者、管路維持協会の設計コンサルタント職員とで1班当たり4～5名の調査班を構成し、1行政区につき2班を投入して実施した。北区、西区の約120haについては本市職員のみ为数班で調査した。

汚水幹線の1次調査はマンホールからの流水状況の調査と、深夜の水量が少ない時間帯での管内調査を実施した。

ウ. 汚水枝線の2次調査

1次調査の結果から管路施設の被害予想区域図を作成し、2次調査の実施範囲を決定した。2次調査は区域内の全てのマンホール及び管きょを目視し、マンホールの破損、ズレ等の状況と管きょの破損、ズレ、タルミ等の状況を調べ、管きょ部には5cm以上の勾配のタルミ、半断面以上のマンホール間の側方ズレ箇所を対象に管きょの被害状況をテレビカメラで詳細調査した。調査期間は平成7年1月23日～3月10日であるが、家屋倒壊等により調査不能であった路線は現在も調査を継続している。なお、この調査は本市以外に政令指定都市及び岡山市・倉敷市の支援を得て実施し、1日当たり最大33台のテレビカメラを投入して調査した。表-15に各都市の支援状況を示す。

2次調査の実施範囲は当初の段階で面積4,120ha、延長820kmと計画されたがその後の調査によって面積5,390ha、延長は1,179.6kmに拡大された。調査対象区域を図-12に示す。平成7年5月末までの調査の実績は次のとおりである。

目視による調査	・調査対象延長	1,179,600m
	・調査済延長	1,121,116m
	・調査不能延長	58,484m

TVカメラによる調査 ・調査対象延長 64,806m

・調査済延長 64,150m

表—15各都市の支援状況

都市名	現 地 調 査		査 定 設 計		延人員計
	期 間	延人員	期 間	延人員	
札幌市	1/24～2/10	22	2/14～3/5	126	148
仙台市	1/25～2/10	152	2/14～3/5	40	192
千葉市	1/29～2/10	146	2/14～3/5	42	188
東京都	1/18～2/11	674	2/14～3/5	41	715
川崎市	1/25～2/10	409	2/14～3/4	43	452
横浜市	1/25～2/10	432	2/14～3/5	49	481
名古屋市	1/25～2/10	364	2/14～3/5	44	408
京都市	1/21～2/11	296	2/14～3/5	68	364
大阪市	1/23～2/11	472	2/14～3/5	49	521
広島市	1/25～2/10	271	2/14～3/5	40	311
北九州市	1/25～2/10	169	2/14～3/3	38	207
福岡市	1/27～2/10	158	2/14～3/3	38	196
大都市計		3,565		618	4,183
岡山市	1/27～2/10	85		—	85
倉敷市	1/27～2/17	148		—	148
近隣都市計		233		—	233
合計		3,798		618	4,416

エ. 汚水幹線の2次調査

2次調査は、1次調査の結果、再調査を要するものについて実施した。汚水幹線は流量が多く内部の調査は実施しにくいいため、非常に苦労した。深夜でも水量がそれほど減少しない路線は潜水夫や、特殊な台船付きテレビカメラによる調査を実施したり、処理場、ポンプ場の低水位運転を行って調査を実施した。調査対象は32幹線で延長83,900mである。

オ. 雨水幹線の2次調査

2次調査の実施範囲は当初の段階で面積4,120ha、延長260kmと計画されたがその後の調査によって面積約6,000ha、延長は約378kmに拡大した。

調査方法は管内の全スパンを目視で調査した。調査期間は平成7年1月23日～3月3日までである。なお、この調査は設計コンサルタントと土木工事業者の協力で1班あたり3名程度で15班構成して実施した。

平成7年5月末までの調査の実績は次のとおりである。

調査対象幹線 898幹線 377,600m

カ. 取付管及び接続ますの調査

- (1) 取付管と接続ますの被害調査とその応急復旧作業は、神戸市土木協力会70社に応援を求め、とくに被災の著しい東灘区～垂水区の5,270ha内に設置している全ての取付管・接続ますを対象にローラー的に実地した（ローラー作戦）。調査の方法は下水道台帳図をもとに接続ますの蓋を開け、取付管は手鏡等を用いて目視で被害状況の確認を行った。また被害箇所は応急復旧を行うという方法で実地した。

調査・復旧体制は、1班当り調査隊3～4名、作業隊5～6名の編成で、全市30班を投入して実地し、2月1日から作業開始、3月10日までにほぼ完了した。

調査結果は、対象箇所数約120,000カ所のうち倒壊物等で接続ますの位置不明があったが、

約2分の1が調査でき、約4,298カ所の応急復旧を行った。

- (2) 更に、全市処理区域を対象に、市民から寄せられる上水道給水装置の応急復旧を行うとき、同時に排水設備の点検と合わせて取付管及び接続ますの点検業務を神戸市管工事業協同組合に緊急委託した。(委託期間1/23～3/11)

その結果は、24業者で1639戸の点検を行い、取付管55カ所、接続ます121カ所の被害が確認され、応急復旧を実地した。

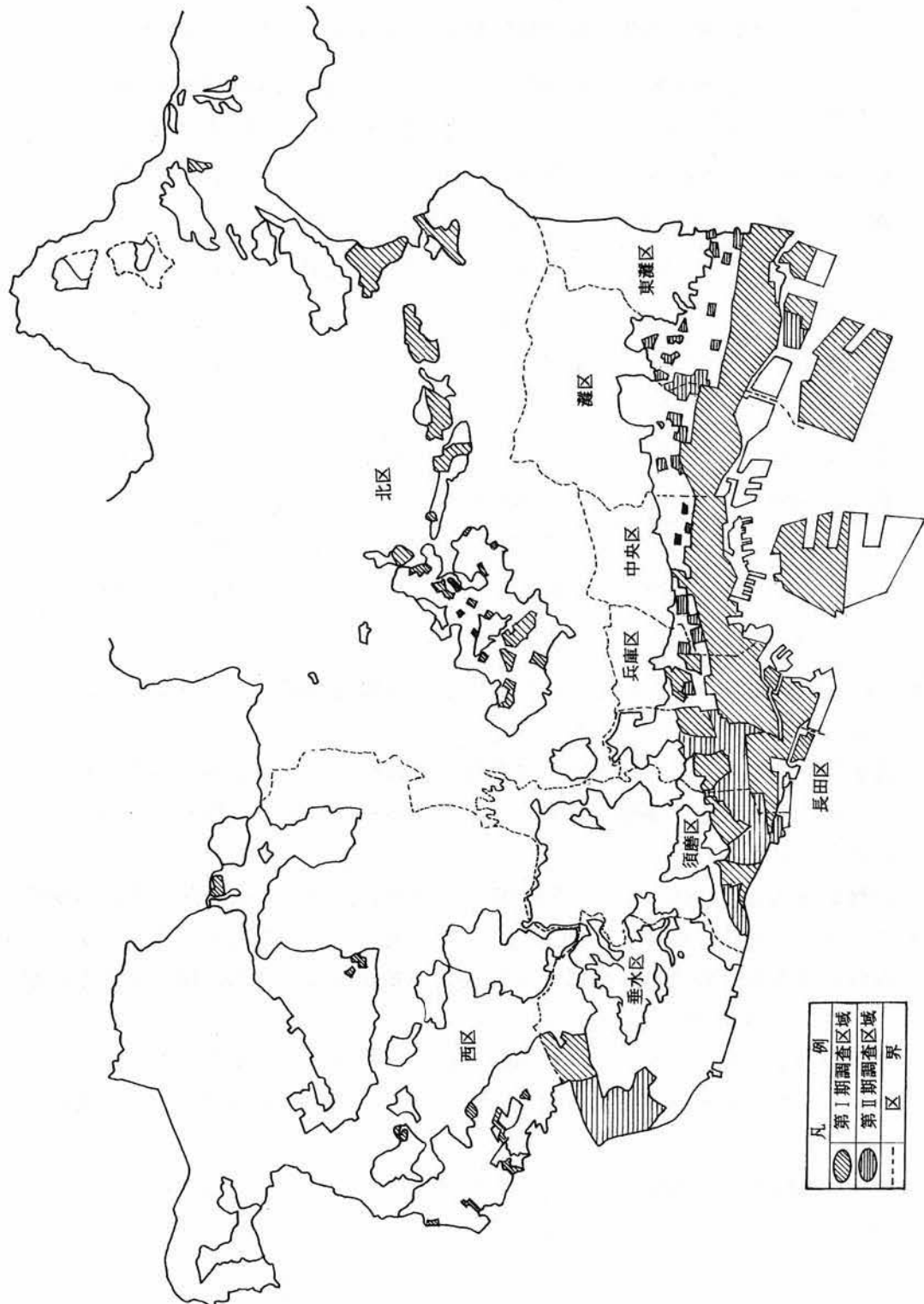


図-12 汚水枝線2次調査区域(概略図)

(2) 被害状況と応急復旧

ア. 汚水枝線

汚水枝線の被害状況と応急復旧状況の数量を、各行政区毎に集計したのが表-16である。被害が大きかった地域は、地震による揺れが大きかった区域とほぼ一致し、中央区、東灘区、兵庫区などで被害延長が大きくなっている。しかし、下水道管路の被害状況と路面の被害状況はかならずしも一致していない。管路の流下能力に支障のある箇所については応急復旧を実施している。

表-16 汚水枝線の被害状況と応急復旧 5月31日現在

行政区	調査対象 延長(m)	被害延長 (m)	応急復旧処置件数(件)				
			管渠	マンホール	取付管	閉塞	合計
東灘区	220,500	10,225	49	726	1,433	794	3,002
灘区	151,600	3,223	14	109	478	317	918
中央区	145,500	16,902	36	285	750	274	1,345
兵庫区	171,900	8,332	22	43	455	183	703
長田区	177,600	4,395	101	133	1,104	159	1,497
須磨区	101,600	1,151	28	55	651	64	798
垂水区	100,500	1,775	20	90	489	58	657
西区	6,100	319	2	7	10	1	20
北区	104,300	2,131	10	240	97	39	386
合計	1,179,600	48,453	282	1,688	5,467	1,889	9,326

被害の特徴はおよそ以下のとおりであり、その概要を図-13~15に示す。

- ・陶管の大部分が破壊していた。
- ・管本体の被害として、管継ぎ手の離脱や管体のクラックが多数みられた。
- ・マンホールと管との挙動の違いによりマンホール付近で管体やマンホールが破損したものが非常に多かった。
- ・地盤が液状化した場所では、管が蛇行したり、接合部が抜け落ちる被害が発生した。
- ・マンホールや取付管の破損箇所から土砂が流入し、管が閉塞したものが多数あった。
- ・取付管は本管接続部やます接続部の被害が多かった。また、接続ますも地盤の変位で破壊されたものが多数見受けられた。
- ・路面の動きによりマンホールの蓋がずれたものが非常に多かった。
- ・ブロックマンホールが多数設置されているが、このブロックがずれたものが多く見受けられた。
- ・地盤が液状化した場所では、マンホールが浮上したものがあった。

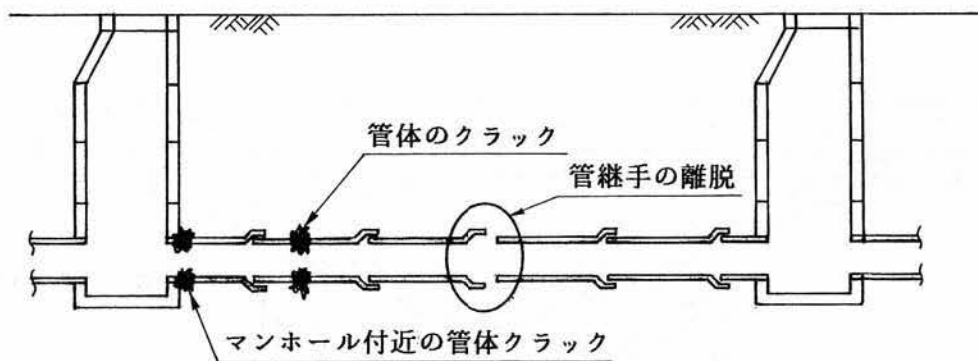


図-13 汚水枝線の被害の状況

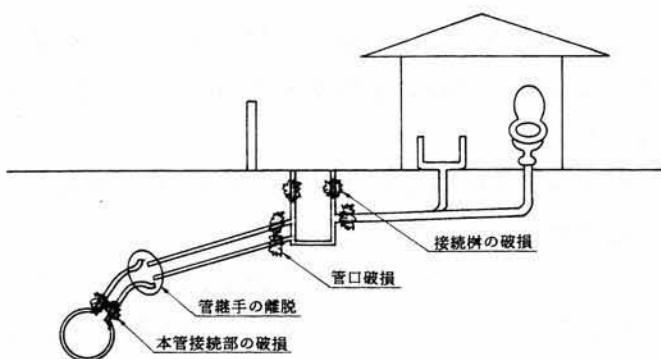


図-14 取付管、接続ますの被害状況

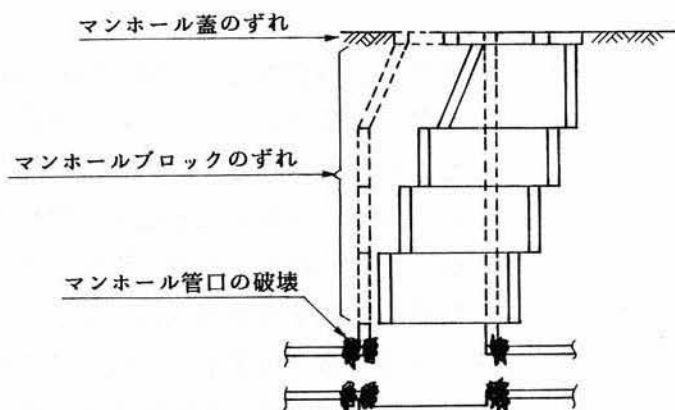


図-15 マンホールの被害状況

イ. 汚水幹線

汚水幹線の被害状況を表-17に示す。

表-17 汚水幹線の被害状況 5月31日現在

項目	幹線数	延長 (m)
調査延長	32	83,900
被災延長	27	4,500

汚水幹線は埋設深度が深く、能力に支障を及ぼすような被害は比較的少なかった。応急的な復旧を要するような被害があったのは、神戸高速鉄道大開駅（地下駅）の崩壊により被災した浜崎汚水幹線、土砂閉塞した生田低区幹線、管路が落下した深江大橋水管橋、破壊の程度が大きかった葺合灘汚水幹線などである。図-16に浜崎汚水幹線の被害状況を示す。

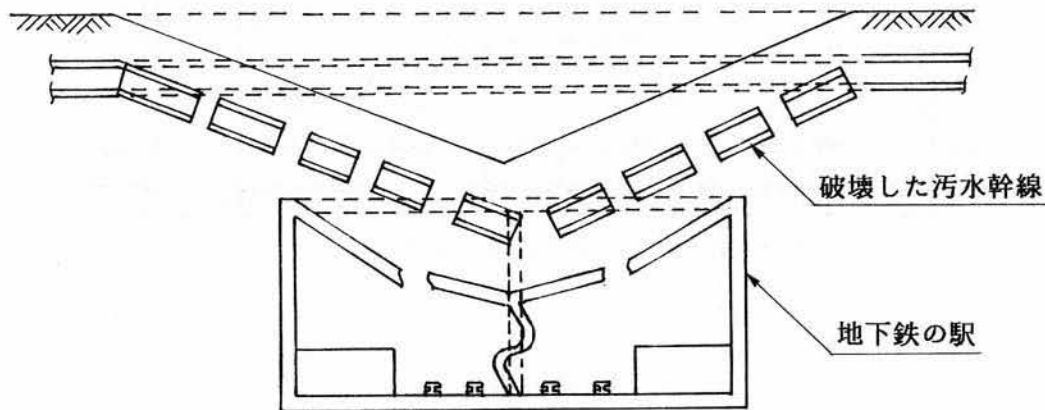


図-16 浜崎汚水幹線の被害状況

河川などの横断部で伏越し管を設置している箇所では、管体と伏越し室との接続部での被害が多く見受けられた。これは構造の違いにより地震時の挙動が異なり、ここに被害が集中したものと思われる。その状況を図-17に示す。

シールドトンネルなどにも、縦断的なクラックや円周方向のクラックがはいったものもあったが、比較的軽微な補修で復旧できる程度の被害であった。

浜崎汚水幹線は陥没箇所を迂回してバイパスルートを設置することで、生田低区幹線は工事中の共同溝に仮排水することでそれぞれ応急復旧した。また、深江大橋水管橋は仮設配管の設置で、葺合灘汚水幹線はライナープレートを用いた補強で対応した。

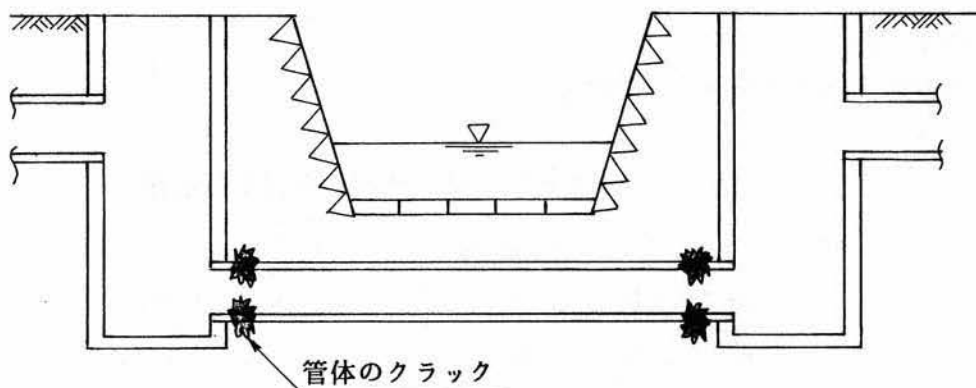


図-17 河川横断部の伏越し管の被害状況

ウ. 雨水幹線

雨水幹線の被害状況を、各行政区毎に集計したのが表-18である。この被害の分布も污水枝線と同様の傾向が見られる。また、応急復旧の状況を表-19に示す。

表-18 雨水幹線の被害状況 5月31日現在

種別 行政区	調査対象		被害状況				
	幹線数	延長	マンホール損傷		管渠損傷		
	(本)	(m)	小(箇所)	大(箇所)	小(箇所)	大(箇所)	延長(m)
東灘区	151	74,800	393	43	99	107	1,083
灘区	80	39,900	101	10	53	96	972
中央区	177	57,500	172	61	81	121	1,549
兵庫区	91	44,300	141	37	62	69	780
長田区	98	41,300	62	29	50	67	730
須磨区	80	22,600	26	7	47	52	564
垂水区	138	54,600	38	7	57	38	326
西区	42	12,300	5	0	0	7	130
北区	41	30,300	0	0	2	5	175
合計	898	377,600	938	194	451	562	6,309

備考 損傷の程度……小 モルタル補修等の軽微な補修で済む被害

大 部分的にやりかえる等の改築を必要とする被害

表-19 応急復旧の状況 5月31日現在

	閉塞	損傷	土砂堆積	合計
件数	50	354	13	417

雨水幹線の被害は大きく分ければ、次の4つに分類される。

- ・河川や海岸の護岸付近で護岸の被災に伴い雨水幹線が被災したもの(図-18)。
- ・プレキャスト製品の目地が開き、土砂が流入したもの(図-19)。
- ・ラーメン構造となっていないボックスカルバートの側壁が転倒したり破壊したもの(図-20)。
- ・石積み水路の石積が崩壊したもの(図-21)。

これらの他にも、マンホールのずれや管体にクラックの入ったものなども見受けられた。

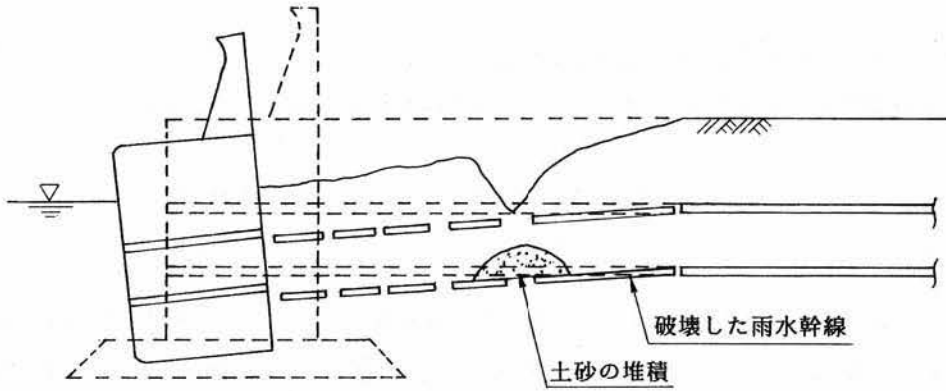


図-18 護岸付近の雨水幹線の被害状況

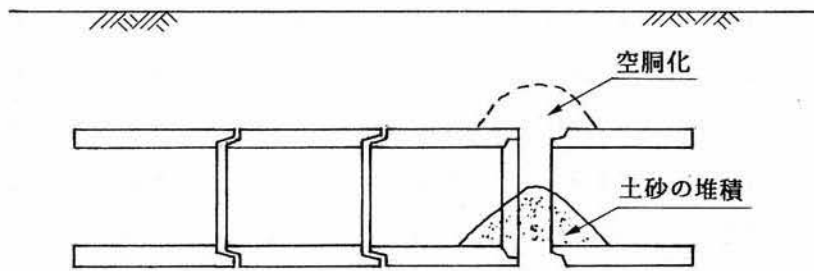


図-19 プレキャスト製品の目地の開きにより土砂が流入した状況

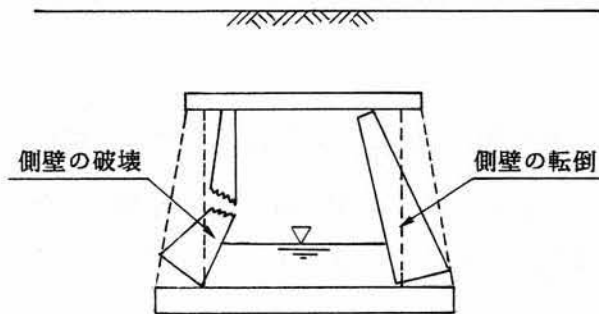


図-20 ボックスカルバートの側壁の転倒や破壊

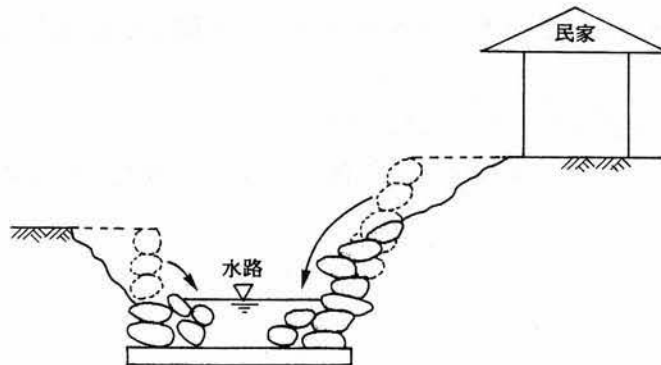


図-21 石積水路の石積の崩壊

4. 災害査定

この震災で神戸市の下水道は全ての処理場を含む市域の広い範囲で被災しているため、災害復旧事業は平成6年度から8年度までの長期を予定している。その全体事業費と年度割を表-20に示す。また、被災箇所の復旧と並行して建設省及び大蔵省の係官による災害査定事務も進行している。

災害査定は平成7年3月6日～10日の第1次査定から7月24～28日の第8次査定までで全体の査定設計件数の約半数にあたる231件が終了した。その実績表を表-21に示す。

表-20 災害復旧事業費

(単位：百万円)

	全 体	平成6年度	平成7年度	平成8年度
災害復旧事業	37,000	19,100	15,100	2,800
処 理 場	15,900	7,330	5,770	2,800
ポ ンプ 場	1,500	570	930	—
汚水幹枝線	12,000	6,000	6,000	—
雨水幹枝線	7,600	5,200	2,400	—

表-21 災害査定件数実績表（第8次まで）

査定No.	期 間	災害査定件数 (査定件数/累計)					事業費進捗率
		処理場	ポンプ場	汚水	雨水	合計	
第1次	平成7年3月6日～10日	10/10	6/6	0/0	0/0	16/16	2.3%
第2次	3月22日～24日	0/10	0/6	16/16	10/10	26/42	7.2%
第3次	4月17日～21日	13/23	9/15	8/24	7/17	37/79	12.7%
第4次	5月15日～19日	9/32	3/18	12/36	15/32	39/118	17.3%
第5次	6月7日～9日	4/36	2/20	5/41	7/39	18/136	19.7%
第6次	6月19日～23日	5/41	2/22	10/51	8/47	25/161	30.3%
第7次	7月3日～7日	3/44	1/23	21/72	22/69	47/208	35.1%
第8次	7月24日～28日	6/50	0/23	8/80	9/78	23/231	94.4%
全体(予定)		71	31	171	139	412	

5. 排水設備の被害状況と復旧

- (1) 各家庭に設置されている排水設備は、その埋没深度が浅く、また、建物と併設されているため地震の揺れや地盤の破壊などによって多大な被害を受けた。

排水設備はそれぞれ個人で管理するものであるが、神戸市にも相談や修理業者の問い合わせ等の電話が殺到した。これらの市民の要望に対応するために、民間の排水設備工事業者の団体である神戸市管工事業協同組合に、主に業者紹介や相談の窓口を設置し、その情報の一元化を図り、迅速な対応を実施することができるようにした。ここへは、神戸市の職員も応援に出動し、24時間体制で市民の要望に対する連絡調整や業者の指導を行った。

- (2) また、各家庭の排水設備を通じ、汚水を公共下水道に早く取り込むため、各戸の接続ます及び取付管の総点検（ローラー作戦）を、被災地を中心に約12万カ所にわたり実施した。

- (3) 排水設備の修理は、神戸市公認下水道工事業者（以下「公認業者」という）を中心に修理、改築を行うものとし、市からも、緊急修繕の要請を行い、5月末までに14,464件を受け付けている。特に、震災当初から2月中は、公認業者が水道復旧に手をとられて、排水設備の修理に迅速に対応できる業者が少なかったため、トイレのつまりや排水管の破損による宅内ますの溢出に対し、公認業者による地区別の緊急修繕班4班を編成するとともに、避難所のトイレ等のつまりを解消するための専任業者を別途要請し、対応した。避難所のトイレ等のつまり修理は3月末まで下水道局で担当し、学校で約50件、その他避難所で約40件の修理を行った。

- (4) 市民が大震災により、損傷した排水設備の復旧に対し、当面の市民の経済的負担を軽減するため排水設備修繕貸付金制度（無利子融資）の利用や、償還開始日の延長（平成8年4月まで）を決定し、市民及び公認業者に呼びかけた。この制度のPRは、震災広報やテレビ、ラジオ等のマスコミを通じ行ったが、当初、多くの市民からの問い合わせがあり、修繕に困っている市民の実態が明らかになった。

- (5) 修理受付の状況と排水設備の修理受付の内容はそれぞれ表-22、表-23のとおりである。

表-22 修理受付件数の状況（5月31日現在）

区 分	1月 (24日～)	2月	3月	4月	5月	合 計
管工組合窓口受付	372 (162)	2,361 (315)	1,440 (395)	569 (468)	290 (331)	5,032
下水道局受付	34	76	16	13	17	156
業者直接受付	964 (580)	4,811 (843)	1,877 (925)	836 (1,112)	698 (1,075)	9,186
避難所の応急修理 (管工組合窓口受付)	22	45	14	8	1	90
合 計	1,392 (742)	7,293 (1,158)	3,347 (1,320)	1,426 (1,580)	1,006 (1,406)	14,464

() は各月末の処理継続累計件数

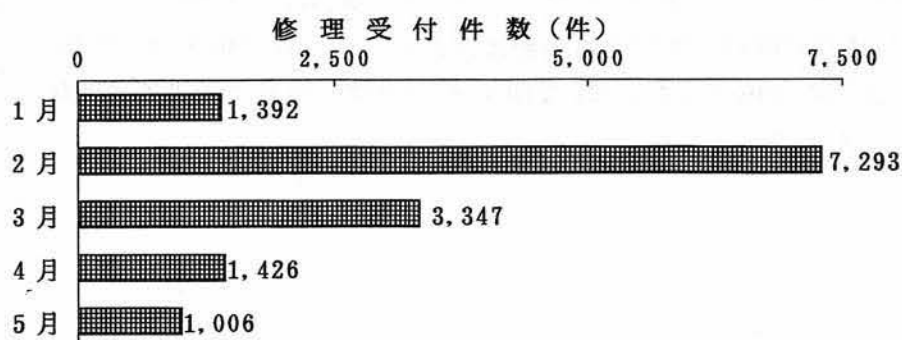


図-22 排水設備の修理受付件数 (5月31現在)

表-23 排水設備の修理受付内容 (管工組合受付分 5月31日現在)

区 分	1月 (24日～)	2月	3月	4月	5月	合計
ますの破損率	28	334	222	51	0	635
排水管の破損	186	951	601	283	124	2,145
トイレの損傷	37	259	146	54	23	519
トイレのつまり	131	609	255	104	116	1,215
取付管、接続ます破損	11	100	100	32	10	253
そ の 他	1	153	130	53	18	355
合 計	394	2,406	1,454	577	291	5,122

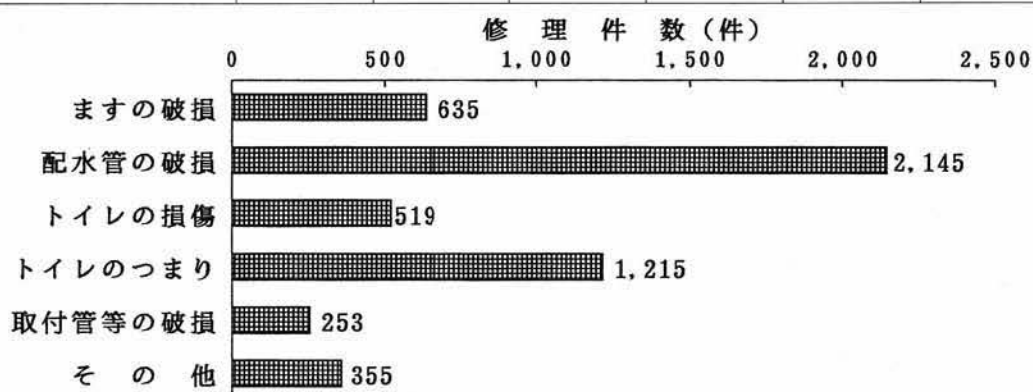


図-23 排水設備の修理内容 (5月31日現在)

- (6) 震災後1～2週間は窓口への相談件数は1日当たり20～40件であったが、24時間体制を報道機関に発表した1月29日以降は1月30日の155件を最高に、初めの1週間は1日当たり平均118件もの相談があった。また業者への修理依頼もピーク時で1日当たり500件にも達した。このため1週間程度の修理待ちの状況がその後3カ月以上も続いた。ただ、トイレのつまりなどは、ラバーカップの使用法を教えることによって依頼者の自助努力で解決したのも3分の1ほどあった。

その後、水道の復旧に併せて修理依頼件数は減少してきたが、修理内容は排水管の損傷等を伴うなど修理に半日から2～3日を要するものが増加し、市民の修理待ちの状況はなかなか改善されなかった。(簡単な修理で2～4日、排水管の損傷を伴うものは1～2週間の修理待ち。)4月以降は、倒壊家屋の解体撤去等による共同排水管の損傷等の修理依頼が増えた。共同排水管に関するものは、費用負担や土地所有者の承諾等で関係住民の調整を要するものがほとんどである。

IV. 震災後の反省と教訓

今回の震災では、いままで考えられなかった様々な状況が発生した。それらを、ハード・ソフト両面にわたり、困ったこと、助かったこと、有益だったことにまとめ、今後の復旧に生かしていかなければならない。次表に震災直後に下水道局職員から出た意見をまとめた。

	困ったこと	助かったこと・有益だったこと
処理場 ポンプ場 スラッジセンター	<ul style="list-style-type: none"> ◆7カ所の処理場の全てが被災した。そのうち3カ所の処理場では処理機能の停止や低下の影響が出た。 ◆6カ所のポンプ場で揚水機能が停止した。 ◆3カ所のポンプ場で圧送管路が破断して送水が出来なくなった。 ◆配管では構造物との境目付近や屈曲部、土の上の配管架台に支えられたものに破損、損傷が多かった。 ◆構造物では接続部、伸縮継ぎ手部に破損、ずれ、くいちがいが多く漏水の原因になるとともに補修に困難を極めた。 ◆断水により冷却水、機械用水が止まり、発電機、ポンプ、ボイラー等に影響が出た。 ◆処理水に頼っていたスラッジセンターの冷却水が途絶え、海水での冷却を余儀なくされ、汚泥焼却能力の低下を来した。 ◆汚泥焼却能力の低下は処理場内での貯留にも限界があり、脱水ケーキでのフェニックスへの処分に頼らざるを得なかった。 ◆交通の大渋滞は脱水ケーキなどの運搬に時間がかかるため運搬費用の高騰を招いた。 ◆長期にわたる都市ガスの停止により風呂や水質試験に支障が出た。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇液状化対策を施していた処理場や岩盤上に基礎のある処理場は大きな被害を免れた。 ◇東灘処理場は隣接している運河に仮の沈殿池を設けることができた。 ◇断水の影響で震災後しばらく流入水量が少なかった。 ◇東灘処理場を除き、停電が1日以内であり復電が早かった。 ◇石油連盟の協力があり燃料油の不足が起らなかった。 ◇待機宿舍の職員の出勤が早く効果的であった。 ◇消化脱水ケーキに限られたが、フェニックスが処分を受け入れてくれた。 ◇市内の川をせき止めることにより、どうしても必要な淡水を確保できた。 ◇処理水をトイレ用や清掃用に利用できた。(ポートアイランドほか) ◇垂水処理場の用地の一部が救援物資の基地や災害復旧の拠点として活用された。 ◇消化ガスの利用が出来る処理場では風呂や暖房は停止しなかった。 ◇水質器具や薬品棚に転倒防止金具を取り付けてあり、破損を免れた。
管渠	<ul style="list-style-type: none"> ◆震災直後にどこが、どれだけ被災しているのかわかる手段がない。 ◆被害調査や復旧作業について明確な基準が不備であった。 ◆被害の範囲が広く指揮系統、役割分担などに組織的な対応が困難であった。 ◆倒壊家屋等により調査不可能な箇所が多かった。 ◆海岸部の幹線より海水の浸入がみられ、処理場での負担となっている。また汚水幹線は常に流量があるため被害箇所がわかりにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇沈下対策のため可撓継ぎ手を採用していたところでは管路の破断が少なかった。 ◇応急処置を行うことにより、流下能力に支障がでたり、路面に溢水したりしたところが多かった。 ◇台帳システムのデータのバックアップを業者と契約していた。 ◇台帳システムは名古屋市と同じシステムなので、その出力装置を借りて台帳図面の入手が出来た。

	困ったこと	助かったこと・有益だったこと
管 渠	<ul style="list-style-type: none"> ◆テレビカメラによる管内の確認に多くの時間と費用を要した。 ◆交通渋滞の道路上での調査や作業には危険と困難がつきまとい、かつ移動に多くの時間を費した。 ◆マンホールの蓋とブロック、マンホールと管渠の接続部の損傷が多かった。 ◆地表の状況と地中の状況は必ずしも一致していないので、調査の延長が当初の見込みより多くなるなど予想がつきにくかった。 ◆庁舎が崩壊し台帳システムの出力装置の設置場所に困った。 ◆開かないマンホール、開けにくいマンホール、位置のわからないマンホールや接続ますの確認などに時間を要した。特に接続ますは、主に宅地内に設置しているため被害確認のできない箇所が多数あった。 ◆接続ますを主として宅地内に設置しているため、倒壊家屋の等の解体・撤去時に排水設備とともに破損されたケースが多かった。これは、降雨時に雨水混入量の増加の要因にもなった。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇バイク隊による一次調査が機動力があり効果的だった。 ◇全国からの支援で、テレビカメラ等の器材が終結され、確保できた。 ◇取付管やますの被災箇所について、面的に調査と修理を同時に行っていたローラー作戦が、水道給水後のトラブルを少なくするのに効果があった ◇水道の断水期間中にかなりの応急復旧工事ができた。
排水設備	<ul style="list-style-type: none"> ◆排水設備の損傷が多く、初期は公認業者が水道復旧に手を取られており、また公認業者自身が被災しているなど組織的な対応が取れなかった。 ◆排水設備と公共下水道との区分はもとより、水道、ガスのことまで市民からの問い合わせがあり混乱した。 ◆排水設備の修理費用に公費負担を求められる場合があった。 ◆共同排水設備の修理における関係者の調整が困難であった。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇問い合わせ窓口を広報紙等でPRを行った結果、問い合わせ件数は著しく増えたが混乱は少なくなった。 ◇トイレのつまりなどは簡単な修理方法を教えることにより、市民が自ら修理を行い公認業者への依頼が減った。 ◇水道の未通水が長期にわたったため、修理も段階的、地区別の要請となりピークカットができた。
その他 共 通	<ul style="list-style-type: none"> ◆情報・通信が錯綜し、初期の緊急連絡や復旧作業の手配などに支障が出た。 ◆庁舎の崩壊による執務場所の確保と交通手段の分断による早期出勤が困難であった。 ◆非常時の体制で多数の職員が出動していたが、食事の確保が困難であった。 ◆他都市の支援を受け入れる体制が不慣れであった。 ◆同一の新聞社から何度も同じ内容の取材を受けるのに、手を取られた。 	<ul style="list-style-type: none"> ◇大都市や他都市の早期支援により調査や復旧作業がはかどった。 ◇他の自治体の経験者によるアドバイスが効果的であった。 ◇支援の基地を周辺市に設置してもらうことが出来た。(大阪・大阪市北部下水道管理事務所、姫路・JS兵庫西エース) ◇神戸市西区に無傷の保養所が開いており、支援隊の調査、設計拠点とすることが出来た。 ◇周辺の商店がまだ開いていない時に他都市からの食事の差し入れがあり、非常に助かった。

V. 復興計画

平成7年6月30日、神戸市は1日も早い市民生活の安定と都市機能の回復を図るため「安心」、「活力」、「魅力」、「協働」の4つをまちづくりの目標として掲げ、未来に誇れる新しい神戸の創造を目指して「神戸市復興計画」をまとめた。その中で下水道は“安全都市づくり”（第3章）を支える“防災都市基盤”（第3節）の1つとして位置付けされ、次のように表現されている。（以下「神戸市復興計画」から抜粋）

事業の実施にあたっては、緊急性が高く、費用対効果の大きいものから優先的に実施していく必要がある。

〔現状と課題〕

今回の震災では、住宅地の密集や断水等により広域に火災が拡大するとともに、交通渋滞やライフラインの復旧に時間を要したことにより、その後の都市生活に大きな影響をもたらした。この教訓を生かし、迅速な消防活動・救援活動が展開でき、速やかに都市生活の安定を確保できる防災力の強い都市をつくるのが、次世代に向けた私たちの責務であるといえる。

このため、快適で便利な都市生活を支えるうえで欠かせない上下水道やエネルギー供給施設などのライフラインについては、災害時においても安定した市民生活を維持するため、安全性と信頼性の高い構造・システムにしていかなければならない。

〔方針〕

- (1) 神戸の地形・地盤特性を踏まえ、自然と共生し、災害対策を実施する。
- (2) 防災緑地軸を格子状に配置し、それらをつなぎ災害に強い都市をつくる。
- (3) 広域的な連携により、都市の防災力を高める。
- (4) 災害に強いライフラインネットワークの整備により、市民生活の安定を図る。

〔方策〕

災害に強いライフラインネットワークの整備

水道、工業用水道、下水道、電気、ガス、通信等、都市活動や市民生活になくしてはならないライフラインについては、供給源・ライン等を強化するとともに、処理機能を充実する。さらに、災害に強く環境への負荷を低減する循環型供給処理体系を確立することにより、システム全体のネットワークを確立する。

○下水道の強化

被災した管渠やポンプ場、処理場の耐震化を図るとともに、処理能力の増強、処理場間のネットワーク、幹線の多系統化等を推進することにより、災害時にも機能できる下水道処理システムを確立する。また、高度処理を実施し、消火用水や親水空間等への利用を推進する。

さらに、既存の雨水幹線の強化や能力不足の解消に努めるとともに、雨水遮集幹線やポンプ場の整備を進める。

主な施策

施策名	目的及び内容	概ね5年以内を実施する事業
管渠の強化	被災した箇所を中心に、耐震化及び整備水準の向上を進める。	<ul style="list-style-type: none"> • 汚水幹枝線の耐震化（推進） • 雨水幹枝線の耐震化（推進）
処理場の強化	被災した箇所を中心に耐震化を進めるとともに、震災復興に関する新たなまちづくりに伴う汚水量の増大に対応するため、能力の増強を行う。	<ul style="list-style-type: none"> • 処理場の耐震化（着手） • 処理能力の増強（着手）
代替機能の確保	処理場間のネットワーク、幹線の多系統化を進めることにより、災害時の被害を最小限に食い止める下水道を構築するとともに将来の汚水量の増大に対応する。	<ul style="list-style-type: none"> • 幹線の多系統化（着手） • 処理場間のネットワークの形成（着手）
高度処理水の有効利用	高度処理水を利用した親水空間を整備し、災害時の消火用水などへの活用を図る。	<ul style="list-style-type: none"> • ポートアイランド処理場及び鈴蘭台処理場周辺での処理水活用（着手）
海水の有効利用	緊急時に、遮集幹線に海水を引き込み、消防水利として活用を図る。	<ul style="list-style-type: none"> • 本庄遮集幹線の布設（着手）
雨水対策の整備水準の向上	2次災害を防止するため、雨水対策の整備水準の向上を図る。	<ul style="list-style-type: none"> • 雨水遮集幹線の建設 • 雨水ポンプ場の整備

○施策の体系

