

兵庫県南部地震における下水道施設の被害と復旧

神戸大学大学院 学生員 松本 隆史
 神戸大学工学部 正会員 高田 至郎

1. はじめに

兵庫県南部地震により神戸市を中心に様々な土木構造物が甚大な被害を被った。そこで、本報告では、3月9日現在までの下水道施設に関する報告をまとめ、被害状況とその対策を中心に述べる。

2. システムの概要

神戸市の下水道管路施設の処理区域は16,029.1ha、管渠延長は汚水が3,315km、雨水が484kmであり（平成5年度決算資料より）、雨水管のうち60%は開水路になっている。処理方式は主に分流式を採用しているが一部沿岸地域では合流式となっている。神戸市内には下水処理場が7カ所、ポンプ場が23カ所、スラッジセンターが1カ所の他、六甲水リサイクル、降雨情報リーダーサイトがある。また、7処理場の処理能力は合計で73,7415m³/日、ポンプ場は汚水が764m³/分、雨水が7622.1m³/分、東部スラッジセンターは600t/日である。

3. 被害の概要

3.1 機能被害

神戸市の下水道施設では7処理場のうち3処理場（東灘、中部、西部）で被害により処理機能に支障を来した。東灘処理場では躯体破損のため、ポンプ場からの送水不能や管廊水没により機能が全面停止した。中部処理場、西部処理場では処理施設の被害によりそれぞれ処理能力の約50%、約20%で運転した。東部スラッジセンターでは東灘処理場の処理水を冷却水に使用しているため機能を停止した。ポンプ場は15汚水ポンプ場のうちポンプ場5カ所、雨水ポンプ場11カ所のうちポンプ場1カ所で機能を停止したが3月9日現在で復旧している。管渠敷設延長は約3,800kmであり地震直後、約6,000ha（整備面積約14,200ha）に被害が予想された。処理場への流入状況から汚水管では、東灘、中部、西部、ポートアイランド関係に損傷があると考えられる。

3.2 設備被害

表1 管路施設の被災状況（汚水幹線）

単位 幹線数：本 延長：m 3月9日現在

項目	幹線数	累計	進捗率・摘要
調査対象延長	32	83,900	①
調査中延長	4	3,900	②/① 5%
調査済み延長	28	80,000	③/① 95%
一部破損	23	67,100(管渠破損延長4,273)	東灘水管橋/亀屋橋/六甲橋/生田橋/兵庫南/今石橋等
異常なし	5	12,900	龍尾橋/船水/船水/船水/船水

3.2.1 基幹設備

表1および2に神戸市の管路施設の被災状況を示す。神戸市では市街地の主要幹線3本が被災したが、応急措置により現在のところ流下能力に支障は来していないが海水などの侵入の被害がある。流域下水道管渠のような大口徑で地下深くに埋設された下水道管渠については被害は軽微である。ポートアイランドでは、マンホールが地表面より浮き出た状況になっている箇所も見られる。雨水管について、暗渠部分は下水道管と同様だが、開水路部分については土砂の堆積、底部の破損、側壁の倒壊などが多数存在すると報告され、大半については応急措置がなされたが、なお雨水の疎通能力の低下の可能性もある。表3に神戸市以外の市町村を含んだ管渠被災状況を示す。

表2 管路施設の被災状況（雨水幹線）

単位：m 3月9日現在

項目	累計	進捗率・摘要
調査対象延長	377,600	① 東灘3・4区/六甲アイランド/ポートアイランドを初
調査済延長	375,300	②/① 99%

3.2.2 建物設備

神戸市の東灘処理場では液状化現象により場内道路の陥没、配管の亀裂が見られた。配管類の破断箇

表3 下水道管渠の被災状況（市町村別）

単位：km 2月14日 16時現在

公共下水道名	①全体延長	②要復旧延長	③復旧延長	通水率(%)
神戸市	3315.4	57.4	51.1	99.8
尼崎市	1018.8	90.0	10.8	92.2
明石市	511.8	6.3	4.2	99.6
川西市	797.8	70.0	2.9	91.6
芦屋市	186.9	60.0	11.0	73.8
伊丹市	401.5	6.3	6.3	100.0
川西市	305.0	0.3	0.3	100.0
宝塚市	394.5	6.0	6.0	100.0
公共下水道計	6931.7	296.3	89.8	97.0
流域下水道計	64.3	0.0	0.0	100.0

※1 管渠の通水率は次式により算出する。

$$\text{通水率} = \frac{\text{①} - (\text{②} + \text{③})}{\text{①}} \times 100$$

※2 通水率は、損傷を受けていても通水可能な管渠も含んだ率。

所は多数あり、かき寄せ機のチェーンがはずれた他管廊及び送風機室の補機室の水没等の被害があった。中部処理場では、管廊からの大量の漏水によって送風機室が浸水した。エアレーションタンク、終沈各池で漏水及び沈下が見られた。西部処理場では初沈流入水路に亀裂が生じ機械室が浸水して、電気室などが水没した。終沈かき寄せ機が脱落、エアレーションタンクエキスパンションが破断、舗装部全般が破壊及び沈下した。他の処理場では処理機能に影響のあるような被害は見られなかった。

4. 緊急対応

神戸市の下水道施設の中で中部の処理場については、系列毎に点検修理を行い、1週間程度で復旧し、現在は高度処理を行っている。西部処理場では第1系列が使用不能となり、第2系列のみが運転可能であったので一部の汚水についてはバイパス放流を行った。1月24日に第1系列の8池のうち3池が使用可能となり、この時点で全量の汚水処理を開始した。現在は高度処理を行っている。東灘処理場では導水渠の損傷が激しく、処理施設に水を送れていない。また、処理施設の機械類が損傷したり、エキスパンションジョイント部が破断し、その復旧につとめており、導水路の修復と同時に処理が行えるように準備中である。現在流入している汚水（通常の流入量が3,000～5,000m³/日であるが、現在15,000m³/日流入しており、その大部分が海水とのことである）を、魚崎運河に放流していたが、水質汚濁の懸念が生じたので、運河を締め切り運河そのものを簡易沈殿池として沈殿処理を行っている。この沈殿池は40×300×3mの大容量になっている。神戸市以外の市町村の処理場で被害を受けたところについては仮復旧が終わり高級処理を行っている。

下水道管渠の調査は、山手幹線より南側の市街地を対象とし、各市等の協力の下、マンホール間での目視・見通し調査（総延長1,000km）およびビデオカメラ調査（100km）が短期間に効果的になされている。管の破断が発見されたのは神戸市では数箇所でありバイパスや仮管で応急処置が終了している。雨水管については大半について応急処置がなされている。

5. 耐震化の方針

これまでの処理場の液状化対策実施概要を表4に示す。東灘処理場とポートアイランド処理場、西部処理場、垂水処理場が埋立地に建設され、それぞれの処理場では、支持力を向上させるための地盤改良や杭基礎などは実施していた。また、液状化対策はポートアイランドのみ実施している。

表4 液状化対策実施概要

処理場名	事業内容
東灘	基礎杭の建設
ポートアイランド	サンドドレーン工法、サンドコンパクションバイブル工法の実施
西部	バイプロコンポーザー工法の実施
垂水	地盤改良の実施および基礎杭の建設

今後は、阪神・淡路大震災で下水道施設に大きな被害が出たことを踏まえ、幹線管渠などの耐震継ぎ手化や圧送管の2条化、管渠のネットワーク化および処理能力の増強に伴う処理場の増設を検討している。

最近建設される処理場の水処理施設は、地下に建設されることが多く、その上部空間は市民の憩いの場や公民館などの公共の目的を持ったものとして整備されることが多くなってきている。このようにして構築された施設は、地震時には地盤と同時に動くあるいは構造自体が強固であるため、被害が小さかった。

6. まとめ

- (1) 下水道終末処理場建設地の地盤対策を推進する必要がある。ポートアイランドの処理場が機能を損なわなかったことからこのことの有効性が示される。
- (2) 護岸近辺で植栽や散策路などを配して護岸の影響を少なくするような処理場配置を考える必要がある。
- (3) 適正な規模の施設毎を一体としてエキスパンションジョイントを少なくする、継手を改善するなど施設設計上の配慮や設備の改善が重要となる。
- (4) 情報の収集場所の崩壊もあり、情報の分散化やネットワーク化が必要となる。
- (5) 今後、仮管や運河による沈殿処理などの緊急・応急的な対策から本来の下水道機能の回復まで段階的に迅速かつ計画的に対策が推進される必要がある。

【謝辞】 今回の調査内容については、神戸市下水道局の関係者の方々にお世話になりました。ここに記してお礼申し上げます。