

第 I 部門

上水道を考慮した工業用水道管路の復旧戦略と効果

神戸大学工学部

学生員 ○武市 淳

神戸大学大学院工学研究科

正会員 鋤田 泰子

1. はじめに

地震時には住民への生活用水の確保だけでなく、産業活動の維持のためにも工業用水道を安定供給できることが期待される。兵庫県南部地震において神戸市の工業用水道は、導・送・配水の管路が同時に被害を受けたため、復旧の順序、体制作りが困難であった。通常、管路の復旧では上流側から区間を区切り、試験通水によって漏水箇所を特定し修繕するのが一般的であるが、地震時は水源施設も同様に被害を受けたため、試験通水に用いる水が確保できなかつた。また、工業用水道送水幹線において甚大な管路被害が生じたため、被害箇所を挟み東西で水供給および復旧戦略が異なることとなった。本研究では東西で分断された工業用水道に対して神戸市が講じた上水道を利用した復旧戦略の有効性を評価し、さらに工業用水受水企業へ与えた影響について分析する。

2. 兵庫県南部地震時の神戸市工業用水道の復旧¹⁾

神戸市の工業用水道は上水道とは異なるシステムを有しており、単一系統・自然流下式で神戸まで運ばれた水を本山調整池および奥平野調整池においてポンプ加圧することにより沿岸部に集中する受水企業に配水している。図-1 に工業用水道管路網と 1995 年の兵庫県南部地震における管路被害状況を示す。被害概要として、地盤の軟弱な沿岸部および埋立地において被害が集中していることが分かる。

また、灘・東灘区の区境である石屋川付近において送水幹線に甚大な被害が生じたことが特徴的であった。そのため、神戸市は石屋川を挟んで東西で異なる復旧戦略を策定した。

東側は通常の復旧戦略を用いたため上流側水源施設と管路の復旧完了を待つ必要があり、そのことが東側全体の復旧を遅れさせた。一方で、西側では上流側と分断されているため、試験通水に用いる水の水源確保が急務となった。そこで新神戸トンネルの湧水の利用と、さらには優先的に復旧が行われた上水道の奥平野浄水場からの転用が策としてとられた。これらの水は奥平野調整池に集められ、中部配水管・西部配水管には自然流下送水され、東部配水管・灘配水管にはポンプ加圧することで逆流して送水された。これが兵庫県南部地震における工業用水道の復旧戦略として特筆すべき点である。

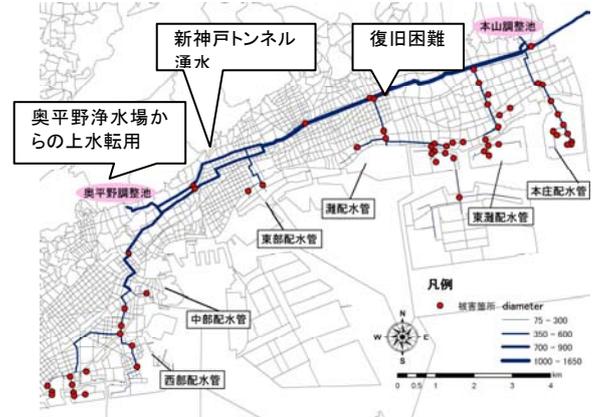


図-1 神戸市における復旧戦略

3. 復旧戦略の有効性評価

本研究では復旧戦略として上水道を転用させたことの有効性を評価する。評価においては、石屋川より西側において上水道を転用せず、東側と同様に上流側から復旧する方法と比較を行い、各配水区の復旧完了日で比較を行う。管路復旧作業は作業人員や作業期間によって推定できるとして、兵庫県南部地震時の記録¹⁾に基づいて上水道を転用しない場合の復旧日数を算定した。管路復旧方法としては、上流側から幹線を優先して復旧していくこととし、復旧作業員は図-2 の当事者の人数と同じとした。

図-3 は西側に位置している配水区から順に工業用水道の配水区別の上水道・工業用水道の復旧期間を示している。上水道を転用しない場合、下流側の復旧が遅れるため、配水区が西側になるにつれて復旧工事の開始が遅れていることが確認できる。最西にある西部配水区では最大 40 日工業用水道の復旧が遅れることがわかった。また、東側の

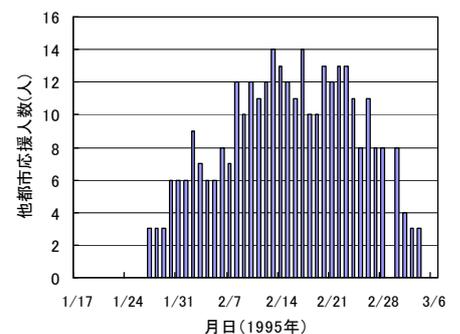


図-2 工業用水道の応援人数

本庄や東灘配水区においては、作業人員が他の配水区の作業に分散されるため実際の復旧よりもやや遅くなった。しかし、西側の企業の方が受水率が高いため、最終的には配水量で 66.7 万 m³ 分（全受水企業実給水量総計で 12 日分）の断水を軽減したことになる。以上より、奥平野調整池における上水道の転用等の措置の効果は非常に大きかったといえる。

4. 工業用水受水企業への影響

工業用水道受水企業における工業用水道復旧戦略による影響について分析した。地震時の受水企業数は 82 社あり、大部分は製造業である。工業用水道の日配水量は 5.5 万 m³ であり、給水能力では市全体の上水道のその約 1/6 に相当する¹⁾。地震時のライフライン供給停止は、企業の操業停止および操業再開の遅延等多大な損失へと波及する。操業停止の要因はライフライン供給停止だけでなく、企業の施設被害や緊急時の対応能力も検討すべきであるが、本研究ではライフラインの供給にのみ着目して復旧日数を比較した。図-4 は受水企業のライフラインの復旧日数を比較したものである^{2), 3)}。まず電力復旧は早期に完了しているのが特徴として挙げられる。一方で、電力以外ではいずれも地震後 1 ヶ月半から 3 ヶ月にかけて復旧している。操業開始に全てのライフラインが必要であるとすれば、工業用水道復旧に上水道を転用しなかった場合、西部・中部配水区の 16 社で工業用水道の復旧が最も遅くなり、操業開始に影響が出ていたと考えられる。企業の生産活動に与える影響を考えると、工業用水道を早期に復旧させた奥平野調整池での措置は非常に有効であったといえる。

5. 結論

本研究では兵庫県南部地震時に神戸市が講じた上水道転用による復旧対策の有効性と受水企業へのライフライン供給への影響について分析した。

- ・ 上水道転用による復旧戦略をとっていなければ、受水企業で最大 40 日工業用水道の復旧が遅れることがわかった。単一系統の工業用水道であるため、災害時に備えてシステムに冗長性を持たせるか上水道を転用させる方が有効であるといえる。
- ・ 受水企業側では、上水道転用による復旧戦略がなければ工業用水道の復旧がライフライン供給の中で最も遅れる企業 16 社が出るのが分かった。企業側での施設の被害や地震時の対策を考慮して、ライフライン供給停止が企業の操業に与える影響について今後検討していく必要がある。

【謝辞】 本研究の遂行にあたり神戸市水道局から貴重な資料を提供して頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

【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，p.59, p.131, 1996
- 2) 社団法人土木学会：阪神・淡路大震災調査報告 ライフライン施設の被害と復旧，pp. 374-377, 1997
- 3) 高田至郎，原山絵巳子，今西立彦：水・ガス供給システムの復旧日数予測式とその検証，(財)建設工学研究所論文報告集，第 45 号，pp.75-90, 2003



図-3 復旧工事の経過

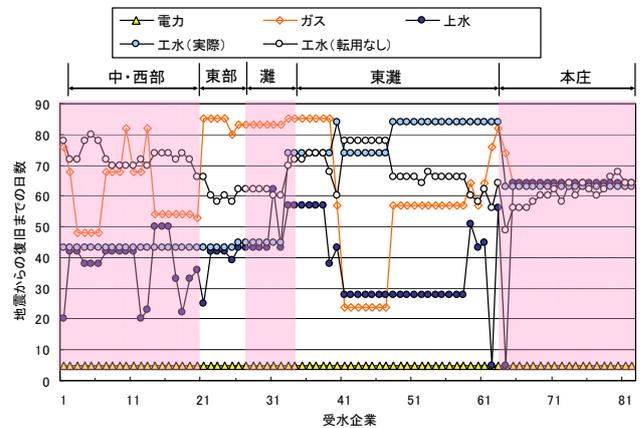


図-4 ライフラインの復旧状況