

I - B 500

兵庫県南部地震後の各種ライフラインの復旧活動における相互影響について

東京大学大学院 学生員 秦 康範
東京大学生産技術研究所 正会員 目黒公郎

1. はじめに: 兵庫県南部地震とそれを原因として引き起こされた阪神・淡路大震災を見るに, 防災に関する組織や機関が相互にうまく協調して, 最適に対応したとは思えない状況が多く見られた。個々の会社や組織が「独自の最善」に向けて全力で対応したことは認められるが, それが「全体としての最善」に近い形になっていたかどうかという疑問であり, 「全体としての最善」に向けた相互協力体制が整備されているとは言い難い。

一方, 兵庫県南部地震以降おびただしい数の報告書が出版され研究がなされている。しかしながら地震による被害が広範囲に渡っているため, 時系列的にまとめられている資料やデータはあるが, 同時に空間的な分析が行われているものは極めて少ない。本研究では, 兵庫県南部地震におけるライフライン事業者の対応を取りあげ, 復旧・復興活動を時間・空間的に見直し, 分析を試みることによって, 相互協力体制のあり方を探った。

2. 総合的地震防災システムとは: 図1は, 総合的地震防災システムの概念を示したものである。地震発生をはさんでその前後に平時と災害時があり, 災害抑止対策(Mitigation), 災害対応システム(Preparedness), 最適復旧/復興戦略(Optimum Recovery/Reconstruction Strategy)の施策が, それぞれ地震発生後のどのフェーズに主に働くのかを示している。Mitigation は地震外力を主にハードの強度(抑止力)を高めることで, 外力としての地震が被害につながらないようにする立場である。ハードの性能はある想定された外力に対して耐え得るようように設計/建設される。また, 必要以上に高い抑止力を持つことも経済性などを考えれば現実的ではない。つぎに Mitigation により発生の阻止できなかった被害の伝播を小さくしようとするのが Preparedness である。そして平時に向けて, 復旧/復興活動を適切に行おうとするのが Optimum Recovery/Reconstruction Strategy である。また, これらの施策の実施, 立案は平時に行われるべき事柄であり, そのための基本に災害現象/プロセスの理解(knowing hazard)がある。また災害による影響は単に構造物の物理的被害に留まらず, 物理的被害に基づく機能障害となって複雑に絡み合った社会全般に波及していく。そのため対策の具体化には, 関連する様々な分野(理工学, 人文社会, 行政, 企業, マスメディア, 住民など)の研究成果や活動の総合化が求められることになる。なお本研究は, 総合的な地震防災シ

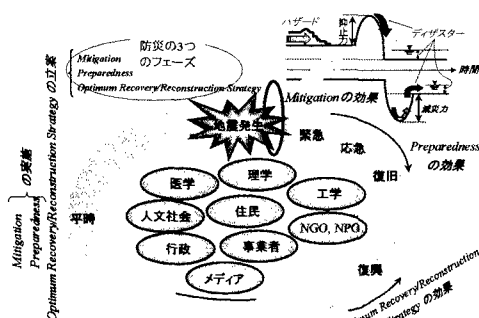


図1 総合的地震防災システムの概念図

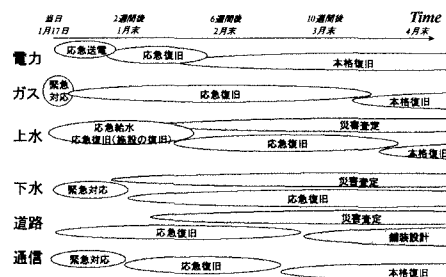


図2 ライフラインの復旧のフェーズ

ステムの枠組みの中で, 最適復旧/復興戦略に向けた基礎的な研究として行った。

3. 調査概要

(1) ライフラインを取りあげるにあたって: 「社会的影響が大きい」、「システム間に相互の影響がある」、「復旧に時間を要する」といった理由からライフラインを事例として取りあげた。図2は, ライフラインごとの復旧期における各フェーズを示したものである。例えば電力の場合, 6日間で機能的な復旧は終了したが, その時点では, 他のライフラインは機能復旧どころか, 被害の把握や緊急対応に追われていたことがわかる。また全ての電力の復旧作業がこの時点で終了していたわけではなく, その後も復旧作業は行われている。一般に地震後のライフラインの問題としては, 緊急対応と機能復旧が取りあげられ議論されることが多い。しかし復旧・復興期における戦略も重要であり, それは他のライフラインの状況を考慮して行われるべきものであることを意味している。

(2) 利用したデータ: 上水道は, 神戸市水道局から提供いただいた町丁目ごとの配水管の復旧開始日及び復

キーワード: 復旧, 復興, ライフライン, 相互影響, 地震被害

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東大生産技術研究所 C 棟 Fax.03-3485-7796

旧完了日のデータを使用した。ガスは、大阪ガス(株)から提供いただいたセクターごとの本・支管の復旧開始日、内管の復旧開始日、復旧完了日のデータを使用した。なお電力・通信・下水道についても、詳細データの入手ができ次第検討する予定である。

(3)対象地域：被害の甚大であった震度 7 の地域を含む、神戸市(長田・兵庫・中央・灘・東灘区)を対象とした。この地域には町丁目が 1606、セクターが 119 個含まれる。

4. 調査結果と分析：ライフラインの復旧活動を妨げた要因として、まず施設や設備の物理的被害が考えられる。しかし兵庫県南部地震においては物理的被害の大きさだけでなく、他の要因がいくつか挙げられている。ライフラインの多くが道路に埋設されていたり、電柱を介して架空されており、復旧活動に際しては道路を占有しなければならぬ。また復旧活動激しい道路渋滞に妨げられ、作業者が土地に不案内であったことも手伝い現場到着の遅延等もしばしばだった。一方、家屋倒壊などにより道路閉塞が発生し、また倒壊家屋は屋内修繕を困難なものにした。ライフライン事業者に対するインタビュー調査からも、復旧活動を妨げた要因として、道路渋滞、倒壊家屋、道路閉塞などの影響が大きかったとの認識を得ている。そこで復旧活動を妨げた要因の中でも、単独のライフライン事業者では対策が困難である道路混雑、家屋倒壊、他のライフラインの復旧活動などを取り上げ、復旧活動における相互の関係について分析する。

図3は上水道の復旧開始時期と復旧に要した日数の関係を示したものである。復旧開始時期に復旧に要した日数の上限が支配されていることがわかる。これは上水道の復旧に際し、時間の経過とともに復旧を妨げる要因が解消されていったと考えられることから、道路混雑の影響を端的に示しているものと推測される。次に図4はガスの復旧活動とセクターに含まれる建物全壊数¹⁾との関係を示したものである。丸の大きさはセクターに投入された班数を示している。これを見ると、建物被害の大きな地域ほど復旧の開始時期が遅いことがわかる。なおセクターごとに投入された班数の推定にあたっては、ガスの復旧活動におけるトータルの班数²⁾を利用し、同時期に復旧作業を行っているセクターに対しては、均一に班が投入されていると仮定し、時期ごとの 1 セクター当たりの投入班数を推定した。次に差し水の影響を見たのが図5である。建物被害が小さいセクターにおいても復旧歩掛りの悪い地域があることがわかるが、これらの地域は差し水の影響が大きい地域であった。

5. まとめ：ライフラインの復旧・復興の障害となった道路/交通状況、建物倒壊、差し水の影響について、復

旧・復興活動の実データをもとに示した。復旧・復興活動は相互に影響しており、単独のライフライン事業者の努力だけでは解決できない問題があることがわかった。このことは相互協力体制づくり、情報の共有化が重要であることを示唆するものといえる。

今後の課題としては、システム相互の関係の定量的な記述、電力・通信といった今回取りあげなかった他のライフラインの復旧活動とのインタラクション、コンセンサスの得られる目的関数の設定などが挙げられる。

謝辞：本研究に当たって、データの提供ならびにインタビュー調査に快く応じて頂いた神戸市水道局、(株)大阪ガスをはじめ関西のライフライン事業者の関係各位に厚く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建設省建築研究：平成 7 年兵庫県南部地震被害調査最終報告書、1996. 3.
- 2) (社)日本ガス協会：阪神・淡路大震災と都市ガス、p.82, 1997. 1.

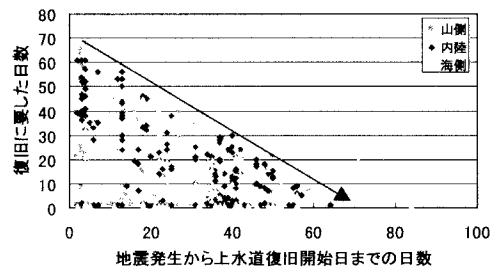


図3 上水道の復旧開始時期と復旧に要した日数

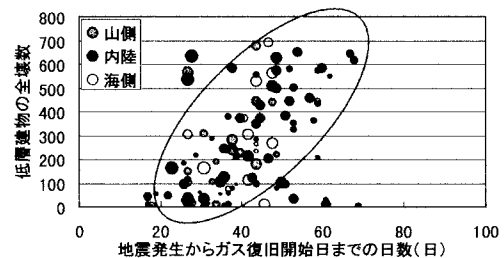


図4 ガスの復旧活動と建物倒壊

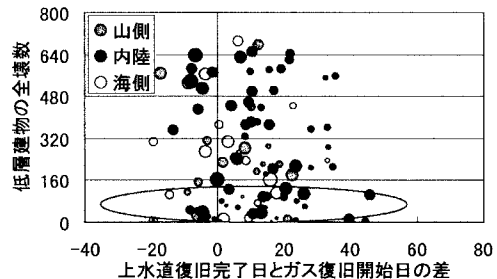


図5 上水道とガスの復旧活動における相互影響