

ライフライン復旧から見た都市の余裕空間整備課題に関する研究*

A Study on the Subject of Urban Space for the Securer Lifeline System against Disasters

塚本 直幸**、 波床 正敏***

By Naoyuki TSUKAMOTO and Masatoshi HATOKO

In this paper, first, we analyze the role of the urban space at the time when the lifeline facilities and telecommunications get defective, based on the database of the newspaper articles on the Hanshi-Awaji Earthquake Great Disaster; the database which were made in this research. The analysis is attempted from the viewpoint of the citizens' effort to overcome the defects and the actions by the facilities and telecommunications companies. In the basis of the analysis, the problems in the current procedures of making space are considered. This paper concludes it is important to take consideration of the position and role of the lifeline system at the earlier stage of urban planning. It should be also emphasized to make a new way to decide the width of roads not only from traffic volumes but from its space function.

Lifeline Facilities, Urban Space Plan

1. 研究の背景と目的

阪神・淡路大震災においては、電気、ガス、電話、上下水道などのライフラインシステムに強く依存した高密度都市の災害脆弱性が露呈したことから、震災復興計画においてもライフラインの強化・確保が重要な課題となり¹⁾、またそれぞれのライフライン事業者による復旧過程においても信頼性向上のための方策が示されている²⁾。今後これらを実現するにあたって、これら施設の収容空間およびライフラインシステムが万一機能停止に陥った場合の補完的な選択を可能とする余裕空間の2点について、空間整備上の課題があるものと考えられる。

そのため、本研究は被災地においてライフラインの機能低下に対して市民がどのような対応行動をとり、またライフライン事業者による復旧作業と今後の信頼性向上策について考察することで、安全都市

づくりに資するライフラインシステム整備のための都市の空間整備に関する知見を得ることを目的としている。本研究で用いたデータは、震災関連の新聞記事および各ライフライン事業者との懇談結果、事業者の作成した各種資料⁽¹⁾である。

2. ライフライン機能低下に対する人々の対応と都市空間

(1) ライフライン機能低下に対応した代替活動

ライフラインの機能低下に関して発災後約2週間までの「救助・救急・消火」「健康維持」「衣食」の面での影響がきわめて大きいことがわかっている³⁾。

そこで、別途作成された震災関連新聞記事データベースより³⁾、発災後2週間(1月末)までのライフラインの大幅な機能低下時に、それを補うために人々がどのような代替的な対応行動を行ったかを調査した。ライフラインと代替活動のキーワードでヒットした記事数は217件であり、行動内容を分類して記事例と内訳記事数を表1に示す。内訳数の和が合計と一致しないのは、1件の記事に複数の内容が含まれている場合もあるからである。

* キーワーズ：ライフライン、防災計画、都市計画

** 正会員、工博、大阪産業大学工学部土木工学科
(大阪府大東市中垣内3-1-1、TEL 0720-75-3001、
FAX0720-75-5044)

*** 正会員、工修、大阪産業大学工学部土木工学科

表1 ライフライン損壊に対応した代替活動の分類と記事例・記事件数

ライフライン種類	主要な被害内容	記事件数	ライフラインの機能停止・低下を補うための代替活動 (各セル内は記事内容例、右下の数字は記事件数)				
			援助物資の搬入	被災地外への避難・移動・買い出し	避難所・学校等災害拠点での代用品等の利用	ストック品の利用	別ルート・別手段の利用
電気 ガス 上水道	煮炊き不能による食料不足	94	・猪名川町が6千個のおにぎりを阪神間6市に送る ・西神戸サティは加古川方面からバイクや自転車、徒歩で、水やパンカップめん、弁当を運び込む 48	・大阪市内などのホテルに個人客に加え、企業から従業員と家族のために部屋を予約する電話が殺到 ・国道2号は「避難ロード」と化する 34	各地の避難所でボランティアによる炊き出し 17	どの店も食料品はあつという間に売り切れ、開店休業状態 2	
上水道	消火用水、飲料水、生活用水の不足	62	・東灘区の周辺で給水車による給水が始まる ・自衛隊員は1万3千人が現場入りしたほか、補給艦などで飲料水千6百トン、非常食15万食を輸送 37		東大阪市は2リットル入りポリ容器約6百個分の飲料水を神戸市、西宮市に贈った 26	・神戸市東灘区で民家3軒の古井戸の水で消火活動 ・神戸市中央区三宮の火事は数百メートル離れた神戸港から海水をホースでくみあげるなどして消火 6	
電話	連絡困難	24			NTTは無料公衆電話を特設し、業務用トランシーバー無線250台と、業務用移動無線400台以上、携帯電話500台以上を兵庫など地元自治体に無償貸与 8		・フジタは東京と大阪支店と衛星回線をつなぎ放しの状態にして情報収集などに活用 ・アマチュア無線が情報伝達に威力を発揮 19
電気 ガス	暖房不能	12	大阪府泉大津市は特産の毛布千枚を送った 12				
ガス 上水道	入浴不能	10	美方郡温泉町は神戸市内にあるゴルフ場のふるへ、毎回10トンの温泉を贈る 1	城崎温泉旅館協同組合が城崎温泉の無料招待を計画し5台の貸し切りバスが城崎郡城崎町を訪れた 2	神戸市須磨区の公園では、自治会がプレハブの浴場をオープン 6	神戸市中央区中山手通りの「やまと湯」は、井戸水を張り、まきをたいて営業を再開した 1	
ガス	暖房不能、遺体火葬不能	7		西宮市と芦屋市は合同で、京都市に向けて自衛隊ヘリによる遺体の空輸を始めた 3	神戸市の兵庫区など6区で大阪ガスがカセットコンロ本体とボンベを無料配布した 3	遺体保存用のドライアイスが不足し食品冷凍に使うドライアイスのすべてを回した 1	
電気	照明不能、緊急医療不能	7		治療困難のため大阪市内の病院にヘリコプターで患者を移送 5	関西電力は移動電源車を出動させる 2	国立明石病院では医師らが懐中電灯の明りを頼りに治療をする 1	
下水道	下水処理不能	1	県内のし尿処理業者らでつくる県水質保全センターは24日までに、播磨や但馬を中心に延べ75台のバキュームカーを被災地に派遣した 1				
合計		217					

代替活動は表1に示すように5種類に類型化できる。通常ならばライフライン・ネットワークを経由して届くものが来ないために、その代替となるものを外部から運んで来る、外部に求める、供給源そのものを被災地に設置する、これまでにストックされている代用品を利用する、類似の別ルートを用いるといった対応がなされた。

(2) 代替活動に都市空間が果たした役割

表1の整理結果から、ライフライン損壊のもとでこれらを代替するための都市空間が果たした役割を抽出すればは以下の4点に分類できる。

1) 被災地からの避難・搬出路

発災直後の断水によって消火活動が妨げられ、火災からの避難に用いられた。また、断水・停電・ガス供給停止により、病院での十分な緊急治療が不可能となり、重病・重症者については大阪市等被災地外への搬出が行われた。また、ガスの供給停止により遺体の火葬ができず、自衛隊のトラック等により遺体が他都市の火葬場へ運ばれた。さらに、震災後の日常生活においても断水や煮炊きができないため、飲料水・食料品あるいは洗濯・入浴のために被災地から外部への移動が多数見られた。

2) 補完物資・援助物資の搬入路

これはライフライン・ネットワークの代替として道路ネットワークが用いられた例であると言える。例えば、飲料水不足や煮炊き、暖房、洗濯等が不能のために飲料水・食料・衣類等の各種の援助物資の搬入路として用いられた。また、給水車、移動電源車、衛星無線車、カセットコンロ、仮設トイレ等、本来ならば専用の地点に設置されている供給処理施設・基幹施設のポータブル施設を、被災地のオープンスペースに設置するために、その移送・搬入路として用いられた。

なお、表1にも一例あげられているが、倒壊建物による道路閉塞や交通渋滞が多数発生したために、道路の側方余裕を利用してオートバイ、自転車、徒歩による搬入例も多く見られた。

3) 駐車空間・援助物資のストック・配布空間

学校、公園、緑地等のオープンスペースは避難所としても多く利用されたが、同時に補完物資・援助物資の配布・配給のための空間として、あるいは非

常用公衆電話、仮設トイレ、移動電源車等の代替施設の設置空間として利用された。またこれらの搬入車の駐車空間として、あるいは援助物資のデポジットや配布・配給のためのスペースとして道路空間も用いられた。

4) 地域コミュニティ維持のための空間

いち早くライフラインが復旧した地域の路上での営業再開や近隣商店街による洗濯機無料供用、あるいは配給の際の情報交換等、地域コミュニティのつながりを維持する空間として利用された。

3. 事業者の復旧活動・整備方策と都市空間

(1) 復旧活動、今後の整備方策の概要

ライフライン事業者との懇談および事業者の作成した資料に基づいて、復旧活動および今後の整備方策の概要について述べる。

事業者による復旧活動として、需要家に対する応急対応と施設の復旧作業とに分けることができる。応急対応措置として、応急給水、カセットコンロの配布、電源車による電力供給、移動式公衆電話の設置等がなされた。また、復旧作業のために多大な人員・資材を投入して、長期間にわたり破損した施設の修理、交換がなされた。

また、今回の震災を教訓として災害に強いライフラインシステムとするために、次のような方策が図られており、一部すでに実施されている。

(a) 信頼性の向上

信頼性確保は、施設の耐震性能に代表される対災害頑健性の向上と拠点施設の分散やシステムの多重化等のシステムリダンダンシー向上の2点に分けられる。

ライフラインシステムは階層的なネットワーク構造を有している。それ故、上位の階層にある基幹施設や供給幹線の損壊は、システム全体に大きな影響を与える。今回の震災では、全般的にこれらの上位施設に大幅な機能低下をもたらす大きな物理的被害は見られなかったが、発電・送電・変電施設、都市ガス製造・貯蔵施設、電話局、浄水場・配水場、下水処理場・ポンプ場等の基幹ノード施設のより一層の耐震性強化が計画されている。また、各種の供給幹線、通信幹線、下水幹線等の幹線リンクについて

も、管路施設の構造的強化・フレキシビリティ向上が図られている。特に、幹線共同溝、供給管共同溝、電線共同溝等の共同溝を軸としたネットワークづくりは、頑健性向上に大きな役割を果たす。また、需要家に直結する下位の階層にある施設についても、管材や継手の改良・更新により頑健性の向上が進められている。

重要な機能が1点、1ルートに集中していると、そこが被害を受けた時の影響は甚大となる。そこで、基幹施設の分散化、幹線ルートの多系統化・ループ化によるリダンダンシー向上が計画されている。電力では都市型発電所、ガスでは中央指令サブセンター、電話では通信センターの分散化の構想・計画がある。また、リンク施設についても、電力供給系統の二重化、通信回線の2ルート化・ループ配線整備、大容量配水幹線の新たな布設計画等があり、これらによって被害状況に応じて系統を切替え機能を維持することとしている。

(b) 被害の最小化

被害規模は、被害を受けたエリアの広さ、被害の継続時間、二次災害の状況等により表すことができる。例えば、都市ガス事業においては、二次災害防止の観点よりミドルブロックでの供給停止を行ったために、被害エリア・被害継続時間の双方で大規模な被害となった。これを教訓として、ミドルブロックの細分化が図られている。また他の事業者においても、リダンダンシーなシステム構築により、迅速に系統を切り替えて被害範囲を最小限に食い止めるための整備が行われている。

(c) 迅速な復旧・緊急対応

今回の震災では、一応の復旧までに電力で約1週間、電話で約2週間、ガス・上水道は約3カ月を要し、その間都市活動・都市生活に多大な影響をもたらした。また、復旧までの間様々な緊急対応が事業者からなされたが十分とは言えなかった。そこで、復旧を迅速に進め、緊急的な対応を行うために以下のことが重要視されている。

- 1) 指令・応援および他機関との連係を含めた復旧初動体制の整備・充実
- 2) 浅埋敷設・共同溝等復旧しやすい施設構造、布設形態
- 3) 前進・後方支援等復旧基地スペースの確保

- 4) 復旧に必要な施設維持管理情報システムの構築
- 5) 指揮・連絡・情報収集、他機関との情報交換のための通信システムの整備
- 6) 復旧資材搬送のための緊急路線の確保
- 7) 警察・消防・病院等重要機関および学校・避難所・地域防災拠点等ライフスポットへの電源車・移動電話局・CNGボンベ・給水車・非常トイレ等の重点的配備
- 8) ライフスポットへの配電塔・ハウスレギュレータ・光アクセス装置・応急給水基地等の恒久的防災施設の設置

(2) 都市の空間整備に関する課題

災害に強いまちづくりを目指したライフラインの整備方策・整備計画は、事業者が単独で実施可能なものとまちづくりと一体となって進めなくてはならないものに分けることができる。例えば、ライフライン・ネットワークの信頼性向上を目的として、配管施設・電線の地中化計画が掲げられているが、配管施設・電線そのものの耐震性強化は事業者単独で実施可能であるにしても、それらを収容する空間の整備は都市計画の側での課題であるといえる。

そこで、ライフライン事業者の復旧活動および今後の整備方策のうちで、都市の空間整備との関連性の強い事項を表2に示す。

まちづくりと関連するライフライン整備については、リンク系施設の収容空間の確保、供給ノード施設・結節施設整備のためのライフスポット的なオープンスペースの確保、異常時の復旧活動のための道路・オープンスペース確保が重要である。

(a) ライフラインの収容空間

まず、個々のライフライン・システムをひとつのネットワーク・システムとして見た場合、ネットワークを構成する要素たるリンクの部分の収容空間の整備があげられる。表2に示したように、ライフライン・ネットワークの信頼性向上を図るために、管路・電線の地中化あるいは系統の二重化方策等が整備方向となっているが、これらのリンクは道路用地空間を主に通過しており、これらを収容する道路空間の余地が必要となる。特に、幹線共同溝、電線地中化等は、各自治体の復興計画でも大きな課題としてあげられている。

表2 復旧と空間整備に関連する事例

分類	事例
顧客への応急対応上の問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・道路事情による応急給水の遅れ ・道路混雑により県外からの給水は1日1回が限度 ・道路事情により、カセットコンロの配布に遅れ
復旧工事に関する問題点	<ul style="list-style-type: none"> ・交通事情による復旧資材の収集、工事に遅れ ・工事車両駐車スペースの確保 ・掘削等工事スペースの確保 ・道路閉塞による工事箇所への到達困難 ・道路への倒壊家屋のがれきによる工事困難 ・工事用資材仮置きスペースの確保 ・復旧工事基地の確保
整備方策における都市空間利用	<ul style="list-style-type: none"> ・地域防災拠点、ライフスポットにおける非常用供給・処理施設の設置 ・共同溝ネットワーク ・電線共同溝 ・管渠のネットワーク化 ・光情報通信ネットワーク ・下水の二条管化

また、たとえネットワークが機能しなくなっても、非常用の供給処理施設をライフスポットに恒常的にあるいは応急的に設置する計画があるが、そのためのオープンスペースにおける余地空間が必要である。

(b) 応急措置、復旧資材の移送・搬入

発災直後の緊急対応局面から数週間～数カ月後の完全復旧の段階まで、全国的支援も含めてライフライン復旧のための大量の資材の移送・搬入に道路が用いられた。しかし、道路閉塞や道路渋滞により迅速な対応が困難であった。

(c) 復旧基地

復旧工事のための人員や資材の基地のための空間の確保が重要である。

(d) 復旧工事のための空間確保

復旧工事車両の路側駐車、工事資材の仮置き、掘削スペース等を確保するために道路の側方余裕が利用されたが十分ではなかった。

4. 都市の余裕空間整備方策

防災性に優れた都市づくりに資するライフライン整備を行うためには、余裕空間の整備が重要であることを述べた。そのために、以下のような事項について具体化を図る必要がある。

(1) まちづくり・地域防災マスタープランへのライフライン施設の位置づけ

防災拠点の配置と各ライフラインシステムのネットワーク構造は、空間的広がりに関して類似の階層構造を有している。これらは地域的に一致するものではないが、まちづくりにおける防災拠点の配置計画・機能計画に、ライフライン施設整備が重要な役割を果たすことは明らかであり、可能な限り階層の整合性をとっておくことが重要である。そのため、マスタープラン作成の早い段階からライフライン事業者の参画を求め、都市計画とライフライン施設整備の協調を図るべきである。

(2) ライフライン施設設置を考慮した街路計画・オープンスペース計画の作成

街路はライフライン・ネットワークの収容空間を提供し、また公園・緑地等の地域ライフスポットは供給ノード施設の設置空間を与える。ライフスポットの連続性や連結性の確保の重要性を考慮すれば、これらにつながるライフラインとその商用空間を提供する街路計画とは整合することが望ましい。都市の空間計画においてライフライン施設の収容を十分に考慮した計画の立案が不可欠である。

(3) 平常時と非常時に兼用できる施設整備

大都市はすでに高密度な土地利用がなされ、空間的にも予算的にも直ちに防災上必要な水準のライフライン整備を行うことは困難である。安全都市づくり面からの整備は重要であるとは言え、何十年、何百年に一度の震災あるいはその他の災害だけのために多大な投資を行うことについて、社会的合意形成が得られるとは思えない。そこで、正常時に利用されているものを非常時には転用できる仕組み、あるいは、災害時のみに機能する施設ではなく、正常時には環境空間・アメニティ空間等として機能するような施設空間、あるいは需要が突出した場合の一時的容量増対策として機能するような施設のアイデア

が求められる。

(4) 設置基準・構造基準の見直し

施設の設置やそれを収容する空間構造については、多くの基準があるが、防災上の観点より見直しが必要である。例えば道路内の配管埋設を浅くすることによって、道路掘削作業が簡単となり、災害からの復旧時間も短縮されるが、電線共同溝を除いて現行基準では認められていない。また、施設の収容や災害時の緊急路線の確保のためには、広幅員の道路が必要となるが、現行道路構造令では主に道路の交通機能に基づいて幅員が定められており、防災上の空間機能より幅員を決定する手順がないのが現状である。

特に、都市の余裕空間を生み出し、またライフラインネットワークの重要な代替路として機能しうる道路空間の整備について、現行道路構造基準との関連で述べておく。

都市における余裕空間創出のための重要な構成要素たる街路・道路空間の整備については、従来より居住環境整備事業、歩行者専用道路整備事業、シンボルロード整備事業、コミュニティ道路、緑道等の事業制度が実施されているが、ベースには道路の標準幅員と横断面構成の基準を定める道路構造令がある。余裕のある道路空間確保のための課題を以下に示す。

1) 自動車交通流動を基本とした道路機能分類により道路の級種区分がなされ、それに基づいて幅員が決定されるため、交通量の比較的小さい箇所において余裕空間をもたらす広幅員道路の位置づけが困難。

2) 道路の側方余裕を生み出す植樹帯、環境施設帯の標準幅員が限定されている。

3) 交通機能のみならず、道路が持つ多様な空間機能から道路幅員を決定する手順がない。

現行の構造令は広幅員道路の整備を妨げているわけではないが、昭和50年7月15日の通達「道路の標準幅員に関する基準（案）について」において、その趣旨として「道路幅員、横断面構成要素及びその幅員は道路構造令により道路の種類、道路の存する地域および計画交通量に応じ定めることになっているが、従来これらの規定の適用にあたり、道路幅員、横断面構成要素及びその幅員が多種多様になる

きらいがあったのでそれらの標準化を図ること。」と述べられている⁵⁾。しかも道路の級種区分は交通機能を中心として設定されており、それに基づいて歩道等の最小幅員が規定されているため、余裕空間を生み出すための根拠となる道路の空間機能を取り込んで、沿道状況に合わせて幅員・横断面構成を弾力的に決めることは困難である。

現在、道路構造令の改訂作業中であり、中間答申『21世紀に向けた新たな道路構造のあり方』の中で、「人間の復権、良好な環境の創造」、「ゆとりのある道路構造・道路空間」が主要課題としてあげられており、すでに歩道の最小幅員の拡大等の一部改正がなされた。復興過程における防災余裕空間整備の観点より、たとえ交通量が比較的小さい箇所であっても必要なところでは地域の実状に合わせた柔軟な対応が可能なことが望まれる。

5. まとめ

本研究では、ライフライン損壊時に被災地の市民やライフライン事業者の実際の行動、今後の整備方策を分析し、都市空間の整備課題について述べた。今後は、これらを実効あるものとするための整備手法等について検討したい。

補注：

(1) 日本都市計画学会関西支部震災復興都市づくり特別委員会下に設けられた復興都市インフラ研究部会、都市ライフライン研究会におけるライフライン事業者との2カ年度にわたる討議・検討の結果の引用である。詳細な報告書は平成9年秋に公開予定。

参考文献：

- 1) 例えば 兵庫県 (1995)、阪神・淡路震災復興計画、「災害に強く、安心して暮らせる都市づくり」
- 2) 日本都市計画学会関西支部震災復興都市づくり特別委員会 (1996)、「これからの安全都市づくり」、pp.48 - 62、学芸出版
- 3) 天野光三、塚本直幸他 (1996)、「人々のニーズから見た都市インフラ整備課題に関する考察」、阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、pp.789 - 794
- 4) 財団法人日本道路協会 (1988)、「道路構造令の解説と運用」、p.61
- 5) 建設省道路局企画課 (1993)、「道路技術基準通達集」、p.57、ぎょうせい