

阪神大震災による街路閉塞現象からみた都市の防災安全性

東京大学 上西 周子*

東京大学 家田 仁**

1995年1月の阪神大震災においては、脆弱な建築物や電柱の倒壊と貧困な街路インフラに起因して、数多くの場所で街路が閉塞し、救助・消火・物資輸送などのあらゆる救援・防災活動などの局面で多大な影響を及ぼした。本研究では、こうした街路閉塞による街路の機能的な障害に着目し、1) 既往の地震における街路閉塞の発生状況と既往の防災計画のスタンスを把握するとともに、2) 航空写真を用いて街路閉塞現象を数値的に捉え、3) その発生要因を考察し、さらに 4) 街路閉塞が緊急活動に及ぼした影響を調査して、今後の防災計画や都市計画のあり方を検討した。

1. はじめに

1995年1月の阪神大震災における道路の被害としては、『国道・県道・市道を問わず、市内の至る所で亀裂や段差、歩道の損傷が数多く見られた』とされているものの、『(橋梁の倒壊などといった)他の構造物損傷が原因するものを除けば、通行が不能になるほどの(道路舗装の)構造物被害は発生していない』¹⁾。ところが、約1万軒にも上る倒壊家屋や電柱の倒壊・傾斜によって、比較的幅員の狭い数多くの街路が閉塞されたため、『被災直後の避難、救助・救援活動等に大きな影響を及ぼし』²⁾、また幹線道路の補助ルートをも欠如させ、わが国の今後の都市計画及び防災計画のあり方に大きな課題をもたらした。



写真-1 電柱の倒壊による街路閉塞の一例

キーワード：街路閉塞, 阪神・淡路大震災, 航空写真

*東京大学工学部, 03-3812-2111(6118)

**東京大学工学部, 03-3812-2111(6119)

本研究は、このような「街路閉塞」に伴う機能的障害に着目し、震災直後から進めてきた航空写真の分析による閉塞状況の把握、異なる地区間での閉塞特性の比較と発生要因の考察、閉塞に伴う種々の緊急活動への影響状況の調査結果等について報告すると共に、既往の大地震における同様の現象の発生状況と行政の対応姿勢などについてとりまとめたものである。

2. 既往地震及び既往研究における街路の機能的障害と本研究の位置付け

(1) 既往の大規模地震における街路の機能的障害の実績とその捉え方

まず、関東大震災をはじめとする既往の大規模地震では、「街路閉塞」やそれに伴う機能的障害がどのように発生し、そうした現象をわが国では防災上、どのように捉え、反映してきたのかを確認する。

(a) 関東大震災(1923年)

周知のように関東大震災では、橋梁をはじめとする多くの構造物の被害に加えて、道路自体としても、多くの箇所では亀裂や地割れ・陥没などといった構造的被害を生じた。しかし、『当市内の道路殊に主要なる大部分の道路は叙上の如く至る所に... (中略)... 電柱は倒れ電線は蜘蛛の巣の如く路上に散乱し倒壊および焼潰したる家屋は所在通路を塞ぎ乱雑狼藉至らざるなく』(横浜市)、『路上至る所、電灯、電話、電信、電車架空線が乱麻の如く路面に垂下し焼残鉄柱、煙突は算を乱して倒れ屋根瓦、煉瓦壁、

家財道具の残骸などは散乱堆積し』(東京市), などと述べられているとおり³⁾, 沿道建造物の倒壊に伴う街路の閉塞の発生は, 今回と同様に少なからぬものがあつたと想像される。

このような街路閉塞は, 例えば東京市が『当時に於ける最急務は罹災民に食料を配給するにありこれが為には自動車の運搬に待つ他なかりき。然るに市内の重要路線は交通不能の為甚だしく迂回路を巡りて漸く目的地に達するを得る有様なりしに依るも交通上如何に困却せしか想像に難からざるなり』と記しているとおり³⁾, 防災活動上の障害となった。しかし, 機動性が高く重量物の運搬に向けた自動車が, 避難, 救助, 消火, 救援その他ほとんどの防災活動にわたって利用される現在と異なり, 当時の自動車普及率は低く, 街路閉塞の実質的影響の程度も現在とは大きく異なっていたと考えられる。このため, 火災による被害が特に著しかった関東大震災においては, 都市計画上の教訓として『先づ道路の幅員を廣くし街路系統を整備し廣場, 公園等の自由空地をなるべく完備すること』(横浜市)が挙げられたが, その主な目的は, 道路幅員の増加によって『火災に際し家屋の延焼を軽減する』(東京市)ことにあつたものと考えられる³⁾。

(b) メキシコ地震(1985年)

この地震は, 震央から 400km 以上離れたメキシコシティに大きな被害をもたらし, 死者数は推定 1 万人に上る。この時, 市街地では煉瓦などを使用した建築物などが多数倒壊して, 多くの人々が下敷きとなったが, 『救助活動では重機械が重要な戦力であつた』とされている。また『首都圏内の道路および橋などの構造被害はほとんど発生しなかつたが, 建物の倒壊により, 交通不能となつた所は, 地震直後, 市の中心部に相当数発生』した⁴⁾。

ところが, 『東京に比べ道路や公園, 広場などはるかにゆったりとした公共スペースを持っている』メキシコシティでは, 『道路の閉塞も経済活動の再建に妨げになるような交通渋滞を引き起こす要因とはなっていない』状況であり, 『幹線道路網のみならず都市内道路そのものが十分な幅員をもっていることが, この際, 補助的機能を果たし, 渋滞回避に機能しているからにほかならない』と分析されている⁴⁾。そしてこの地震から, 延焼防止に重点を置き,

『防災上の観点から防災効果の高い道路についての拡幅, 道路網の整備, 公園の拡充など公共スペースの確保につとめ, 都市にゆとりを持たせるという視点からさらに積極的に都市の骨格造りを進めるべきである』と長期的課題が述べられている⁴⁾。

(c) サンフランシスコ湾岸地震(1989年)及びノースリッジ地震(1994年)

典型的な都市直下型地震であつたサンフランシスコ湾岸地震(ロマ・プリエタ地震)では, 落橋, 橋梁の損傷及び法面の崩壊などによる幹線道路 12 路線の閉鎖や, ベイブリッジの 1 ヶ月間通行不能によって, 少なからぬ損害がもたらされた。しかし, 『... 道路施設の被害ではないが, 沿道の建築物に被害があり, 倒壊の危険性があつたため通行規制をした区間もワトソンビル市内にあつた...』という記述からもわかるように, 建造物の倒壊に伴う街路の閉塞はほとんど生じていない⁵⁾。同様にロサンゼルス郊外サンフェルナドバレーで発生したノースリッジ地震の場合も, 幹線道路の構造物に大きな被害が生じたが, 平面街路の機能的な被害に触れた記述はない⁶⁾。どちらの場合も, 道路幅員が大きいこと, 都心部における沿道建築物の耐震性が高いこと, 郊外の住宅地における沿道建築物の多くがセットバックして建てられていることなどが寄与して, 関東大震災やメキシコ地震, そして阪神大震災で非常に多く発生した街路閉塞がほとんど起こらなかつたものと考えられる。これらの合衆国における地震被害からも, やはり道路網をはじめとする都市インフラの空間的余裕度を向上させることの必要性がわが国の都市における教訓として挙げられている^{7), 8)}。

(2) 地域防災計画等における街路の機能的障害への認識と取り組み

(a) 阪神大震災後の地域防災計画と街路の機能的障害

震災前の神戸市地域防災計画をみると, 緊急道路確保計画については, わずかに『家屋密集地の場合, 家屋倒壊による道路の閉塞も考えられるが, 極力歩行者の通路を確保するために障害物を除去する。付近に使用可能な重機械(ショベル, ブルドーザー等)があればこれらを使用する』と述べられているのみで⁹⁾, 自治体において街路閉塞の発生程度や, 緊急活動のための自動車利用への影響が理解され, 対応策

が十分に検討されていたとは考えにくい。

これに対して、阪神大震災後に改定された神戸市地域防災計画では、今回の地震において『住宅地などの密集している地域を中心に広域的に火災が拡大するとともに、建築物や構造物の倒壊、交通渋滞などにより緊急車両の通行や避難に支障をきたすなど市街地における都市基盤の重要性が明らかになった』と捉えられ¹⁰⁾、また、消防活動についても『対応するための人員や車両の不足、水道の断水による消防水利の問題、建築物の倒壊による消防車両の通行障害など、消防力の課題や限界が示されることとなった』とされている¹⁰⁾。

こうした状況認識を踏まえて、兵庫県や神戸市の復興計画では、延焼遮断帯や防災緑地軸、街路緑地軸の整備、街区の不燃化・高度化、道路の拡幅や消防水利の整備などによる消火困難区域の解消を推進することが挙げられている^{11), 12)}。ソフト的な方策としても緊急啓開路線として、病院など主要公共施設や市役所等防災関係機関を結ぶ路線、広域的な幹線道路による緊急輸送路ネットワーク、主要な防災点に接続する路線などを補完する路線を重点的に選定するとされた。また、制度上、道路管理者以外にも警察官、消防職員、自衛隊員などがそれぞれの緊急車両の通行障害となる障害物の除去を行えるようにするなど、諸機関による緊急時の自動車利用の効果を重要視し、市街地の道路ネットワークを積極的に確保しようとする姿勢がうかがえる¹²⁾。

他の自治体においても阪神大震災後、同様な改善傾向が見られる。例えば震災後改正された東京都の地域防災計画では、都内に13,500haにわたって存在する『木造住宅密集地域の防災性向上の推進』が特に重大な課題としてとらえられ、交通輸送機能の強化のため『交通規制、道路啓開体制の抜本的強化』が謳われている¹³⁾。また東京消防庁は『障害物排除機能を有するポンプ車の整備や消防活動用重機を導入するなど、消防活動路の確保を推進することとした』など、阪神大震災の経験を生かした防災計画の充実が指向されている¹⁴⁾。

(b) 緊急活動と街路の機能的障害

このような街路の機能障害は、各種の緊急防災活動に支障をもたらしたが、その典型的なものの一つは、消火活動に支障が生じることによって、火災の

延焼の危険性が増大することである。これは、関東大震災においても言及されているように、倒壊家屋の瓦礫が「路面焼損」することによって街路を超えて延焼していくことばかりではなく、「街路閉塞」によって消防隊が火災地点へ到達するまでにかかる時間が増大し、延焼の危険性を大きく左右する初期の消火活動に大きな影響を与えることによるものである¹⁵⁾。近年、街路閉塞による機能的障害の影響を考慮し、例えば1995年の地域危険度測定では、地震発生後にも通行可能な道路の幅員最小値として、①地盤軟弱地域、②それ以外の地域、③空地、耐火造建築物などに面した道路の3つの区分別に、それぞれ7.5m, 6.5m, 5.5mが用いられている¹⁶⁾。こうした緊急活動の分野において、街路の機能的障害を念頭に置いたより緻密な防災計画策定が指向されてきていると考えられる。

緊急活動全般については、建設省の道づくりキックオフ・レポートで『被災直後の避難、救助・救援活動等に大きな影響を及ぼした倒壊家屋などによる道路の閉塞は、道路の幅員によるところが大きく、8mの幅員がある道路では通行不可は生じなかった』²⁾と取り上げられている。しかし、これらの通行可能幅員などについても、現実的で効果的な緊急活動計画の策定のためには、今回の震災の分析に立脚したより緻密で定量的な分析が必要であろうことは多言を要さない。

(3) 震災時における街路の機能的障害に関する研究の意義と本研究の位置づけ

(a) 街路の機能的障害に関する研究の意義と展望

以上のように、阪神大震災において顕著であった建築物や電柱などの倒壊による街路閉塞は、関東大震災やメキシコ地震でも発生し、街路インフラか沿道建造物のどちらか、あるいは両方の貧弱さが寄与している可能性が示唆された。

わが国の道路インフラは、延長や幅員、歩道、空地など種々の面で未だ貧困な状況にあるが、その中でも特に土地区画整理の実施されていない市街地における街路インフラの水準は極めて低く、また、木造住宅の密集した地域が多い。そのため、わが国の都市は、この街路閉塞現象は相対的に発生しやすい状況にあると言えよう。従って、街路閉塞現象は、欧

米諸国などと比較するとわが国特有とは言えないまでも、とりわけわが国に顕著な現象と認識すべきである。

一方、現代の災害における防災上の種々の緊急活動においては、機動性の確保や重機・要員の運搬などのために自動車を利用することになる。またこれに加えて(その賛否はひとまずおいても)、被災者やその支援者が私的に自動車を利用することも少なくない。このような状況下では、街路閉塞に伴う機能的障害は、直ちに緊急活動の重大な支障となるものと考えられる。つまり、この現象とその影響は現代のわが国の地震時の都市防災上極めて重要であると言わざるを得ない。実際、各種機関の防災計画なども、前述のようにより現実を直視して対応する方向に改善されつつあることが明らかになった。

このような状況を踏まえると、街路閉塞に伴う機能的障害に関して、次のような研究のニーズと展望を挙げることができよう。まず、①今回の阪神大震災などにおける街路閉塞による機能的障害の発生状況を明確に把握し、②その発生要因を分析するとともに、③その諸活動への影響の程度を分析し、さらにそれらを踏まえて、④防災面からみた都市計画上の方策の検討や、⑤種々の緊急活動の実施計画の検討を行うことが必要と考えられる。また、より属地的にはこれらの基礎的な知見に立脚して、⑥ GIS 技術などと連携した地区の防災安全度評価の見直しにもつなげていくべきであろう。また、⑦災害発生後の街路状況の迅速な把握処理技術とその情報伝達技術の開発も望まれている。

(b) 街路の機能的障害の発生状況把握等に関する研究の現況と本研究の特徴

阪神大震災における街路閉塞による街路網の機能的障害を航空写真を用いてシステムティックに把握しようとする試みについては、筆者らによる東灘地区等の4地区における街路リンク幅員を震災前後で比較したものが最も初期のものとしてあげられる¹⁷⁾。その後、筆者らのグループに加えて、灘区を対象とした塚口ら^{20), 21), 22)}、東灘区を対象とした小谷ら²³⁾も航空写真を用いた状況把握を行った。これらは、どちらも対象地区を限定して分析するものであるが、特に小谷の研究は其中でかなり緻密な調査を行い、ミクロな視点に立った多くの成果をあげて

いる。反面、これらでは対象地区が限定されるため、地震入力や建築物の構造特性その他の地区特性のバラエティーが低く、街路閉塞の要因分析及び影響分析の面で難点がある。また、計測の際の「街路の通過可能性」の定義がやや曖昧であるという課題もあげられる^{20), 21), 22)}。

一方、碓井らの研究^{24), 25)}は、多くの学生を使って被災地広域にわたって踏査した力作で、目視によって街路の通行可能性を一つ一つ判断し、GIS データとして整理して、分布の地理的特性(まとまりの具合やそのフラクタル次元の計算など)について考察されている。航空写真による街路閉塞の計測の場合、作業効率が高い反面、撮影条件によっては計測困難な箇所も生じることがあるのに対して、地上踏査ではより着実なデータがとれる。しかしながら、碓井らの調査では”通行不能”の定義が曖昧なままに多数の別個の観察者によって計測されたため、その後の実用上の数値処理に問題が生じているように見受けられる。また、土木や都市の分野での研究に比べると、分析の上での実用上の視点がやや欠けるため、全体的に操作性の低い研究結果となっていることは否めない。

本研究の基本的目的意識も、併行するこれらの研究と共通する点が多いが、方法論的には特に次のような点が特徴としてあげられよう。

①被災度や街路インフラの整備度等の諸要因がバラエティに富むように、被災地から7つの対象地を選定して分析し、地区間の比較も行っていること。

②航空写真上での街路閉塞の計測にあたっては、解析図化機等を用いて、瓦礫による場合には幅員遮蔽率を、電柱などの倒壊による場合には電柱の3次元座標を計測し、計測者の判断の曖昧さを極力排除するとともに、その後の数値的処理が可能なGIS上のデータとして整備した。

③消防署などにおいて、実際に緊急活動に携わった人々を対象にしたインタビュー及びアンケート調査を実施し、街路閉塞の影響に関する生の情報を記録したこと。

表-1 調査対象地区の概要

調査地区名	長田 (長田区)	兵庫 (兵庫区)	三宮 (中央区)	春日野道 (中央区)	六甲道 (灘区)	魚崎 (東灘区)	芦屋 (芦屋市)
震源からの距離	14km	16km	20km	22km	25km	28km	32km
用途地域	工業・準工業 近隣商業 住居地域	商業地域 近隣商業地域 住居地域	商業地域	住居地域 第二種住専	商業地域 近隣商業地域 住居地域	第二種住専	一般住宅地区
区画整理実施区域	40%	100%	100%	100%	50%	40%	60%
震災における罹災率	40%	95%	90%	95%	35%	15%	50%
道路率	30%	33%	38%	33%	32%	19%	27%
歩道面積率	7%	11%	12%	5%	7%	3%	7%
低層建築物の割合	60%	51%	14%	66%	61%	69%	66%
建築物の木造率	高い	並	低い	高い	並	高い	高い
建築物の被災率	73%	56%	33%	25%	55%	50%	40%

3. 調査対象地区の選定

街路閉塞の状況は、地区の特性に大きく依存していると考えられる。そこで、①建築物の被災程度、②建築物の種別(建築物の木造率・低層建築物の割合など)、③用途地域(住居地域・商業地域など)、④既に区画整理がなされているか、などの地区特性を勘案して、特性の異なる 7 つの調査対象地区を選定した。各地区には平均約 400 の街路リンクがあり、かつ地区内の特性がほぼ均質と見なせるように、被災度別建物分布状況図²⁶⁾上で概ね 500~900m 四方に設定した。(表-1)

4. 航空写真を用いた街路閉塞の発生状況分析

(1) 航空写真を用いた街路閉塞実態調査の概要

主要な被災地における街路閉塞の発生状況、および、街路の幾何構造や街路インフラ整備状況などの地区特性が街路閉塞に及ぼす影響を明らかにすることを目的として、前章で選定した調査地区を対象に、航空写真を利用した街路閉塞の実態調査を実施した。ここで、航空写真は地震発生の翌日に国際航業(株)が撮影した縮尺概ね 1/5500 のものを利用した。

まず、交差点間の街路セクションを 1 つの街路リンクとし、閉塞障害物によって最も大きく遮蔽された部分の街路幅員に対する比率を幅員遮蔽率と定義した。これに基づき、分析対象地区内の各街路リンク毎に幅員遮蔽率、閉塞障害物、幅員、歩道幅員などを判読した。なお、この際、幅員遮蔽率は閉塞障害物を建築物の倒壊等による瓦礫と、電柱・信号・街路樹等のポール類、の 2 種類に分けて解析図化機及び

簡易実体鏡を利用して計測した。

これら計測した幅員遮蔽率、街路幅員、歩道幅員などから残存した通過可能な車道幅員を算出し、その他の計測データと合わせて、全体のデータベースを構築した。

表-2 通行可能性の区分

残存車道幅員	通行可能性
0~1.5m	歩行者のみ通行可能
1.5~3.0m	自転車通行可能
3.0~6.5m	1車両通行可能
6.5m~	2車両通行可能

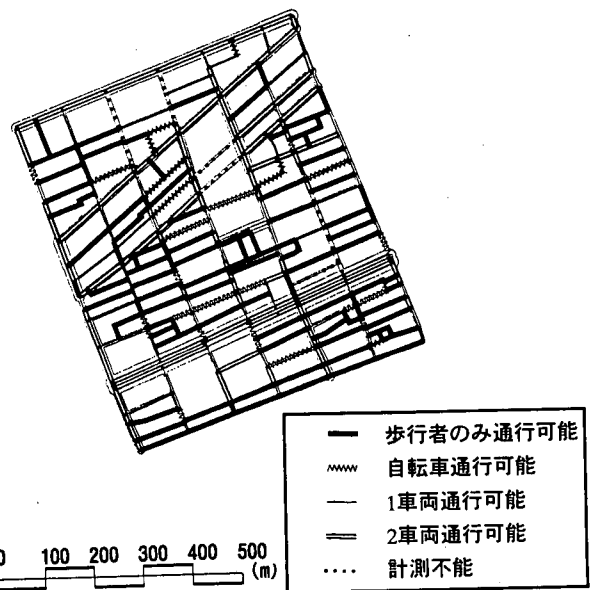


図-1 街路閉塞状況地図(六甲道の例)

(2) 街路閉塞の判読結果

(a) 街路閉塞状況

算出した通過可能な残存車道幅員(以下 Wa)を表-2のように分類して、街路閉塞状況地図を作成した。図-1は、一例として六甲道地区を示したものである。

六甲道地区では、もともとの街路網が雑然としており、街路閉塞によって多くの区画で車による接近が困難になったことがわかる。

(b) 街路幅員別にみた街路閉塞の発生状況

各調査地区の街路リンクの内、閉塞によって Wa が 3m 以下になったリンクの割合をリンク閉塞率と呼ぶ。幅員 4m 以下の街路では、建築物の被災度および低層建築物の割合の小さい三宮地区(41%)を除いた 6 地区で、リンク閉塞率が 50%を越えた。中でも、建築物の被災度および低層建築物の割合の大きかった六甲道・長田・魚崎地区では、87%, 84%, 71%と非常に高い比率となっている。なお、7 地区の平均リンク閉塞率は 63%であった。また、幅員 4-6m の街路においてリンク閉塞率が 50%を越えた地区は六甲道地区(65%)の 1 地区に止まり、兵庫・芦屋・春日野道地区では 20%を下回った。

幅員の大きな街路における 7 地区の平均リンク閉塞率は、幅員 6-8m の街路では 15%, 幅員が 8m 以上の街路では 3%となり、幅員 8m 以上の場合に初めて 7 つの調査地区の全てで 10%を下回る。これらの結果から自動車の通行の可能性という面からみると、車道幅員が 8m 以上あれば、地震時における信頼性がかなり高い、ということが出来る。ただし、三宮地区でみられたように、幅員 12-18m の街路でも、高層ビルの倒壊によって自動車の通行が困難となることがある点は注意を要する。

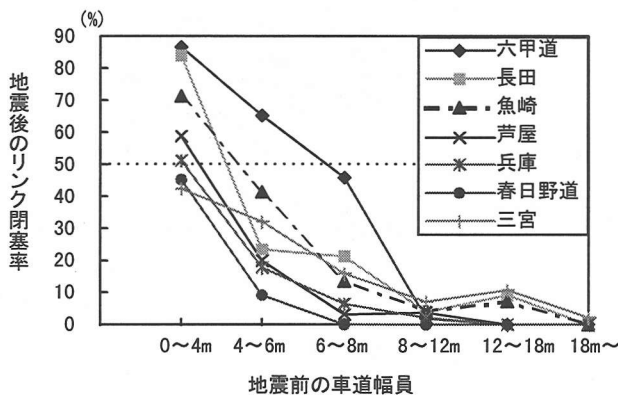


図-2 幅員別にみたリンク閉塞率

(3) 既存の街路整備状況と街路閉塞の関係

街路の閉塞現象は、既存の街路インフラの整備状況と建築物の被災程度によって影響されると考えられる。図-3 は、横軸に既存の街路インフラの整備状況を表す指標としての「地震前の街路幅員の中央

値(以下 Mb)」を、縦軸に「建築物の被災率：(全壊建築数+半壊建築数×0.5)/(全建築物-火災による損傷建築物-未調査・不明建築数)」をとり、地震後の街路幅員の中央値(以下 Ma)の概略コンターを描いたものである。

街路インフラの整備状況が低い魚崎、長田地区では建築物の被災率も高かったこととあいまって、Ma が 3.2m, 3.6m と小さくなっており、街路が壊滅的な被害を受けていたことがわかる。また、街路インフラの整備状況が比較的高い兵庫地区では、建築物の被災率が大きいにも拘わらず、Ma が 5.2m と閉塞後もかなりの街路幅員が確保されていた。一方、Mb および建築物の被災率が兵庫区と同程度であった六甲道地区では、Ma が 7 地区中最小の 2.8m になっている。この理由として、六甲道地区内では、倒壊による街路への影響度が大きいと考えられる古い木造の集合住宅が、全建築物中の 57%と非常に多く含まれていことなどが考えられる。

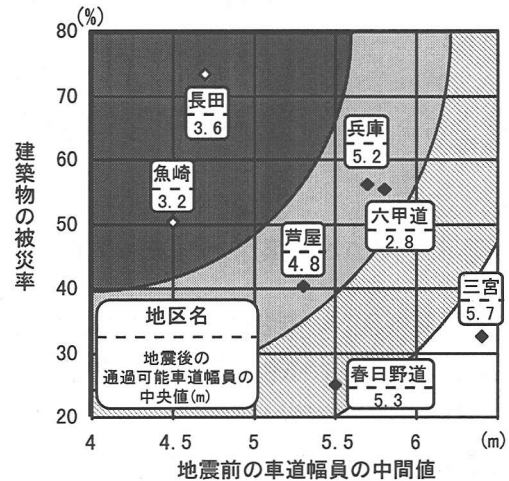
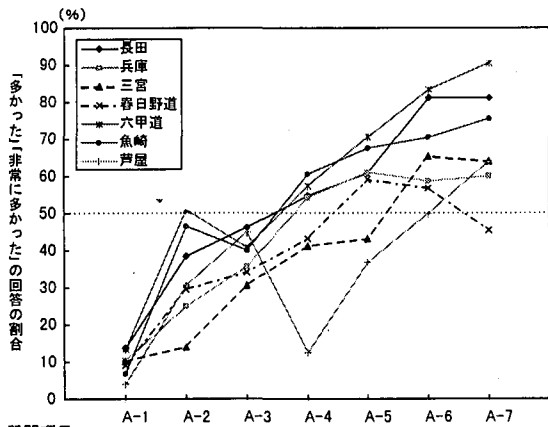


図-3 建築物の被災率などと通過可能車道幅員の関係

5. 街路閉塞の消防活動への影響分析

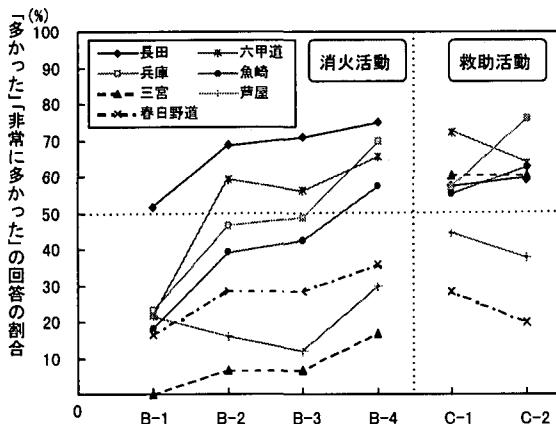
街路の閉塞が、救助・消火活動に及ぼした影響を明らかにするために、調査地区(表-1)に対応した神戸市及び芦屋市の各消防署(長田、兵庫、生田、葺合、灘、東灘)の全消防隊員へアンケート調査を実施した。アンケートでは、街路閉塞に伴う街路の機能的障害が震災後 2, 3 日の救助・消火活動に対して影響を及ぼしたと考えられる 13 のケースを設定し、これらのケースが、それぞれどの程度生じていたかを「非常に多かった」から「非常に少なかった」までの 5

段階で質問している。なお、有効サンプル数は 355 であった。



質問項目
 A-1: 倒壊物の下敷きになっている人がいるかもしれないという不安から、通行をあきらめた
 A-2: 道標となる建物・道路標識の倒壊などによって、道がわかりにくかった
 A-3: 車道が支障していたため、歩道に車輪を乗り上げて走行した
 A-4: 支障した街路を走行したことにより、車両が損傷したり、通行に苦労した
 A-5: 車両部署位置が消火・救助の活動現場から通常よりも離れてしまった
 A-6: 街路閉塞のために迂回を強いられ、走行距離がかなり長くなってしまった
 A-7: 瓦礫などによって街路がふさがれてたために通行をあきらめた

図-4 車両走行上の障害発生状況



質問項目
 B-1: 街路際にある防火水槽が瓦礫に覆われて使用できなかったり、瓦礫の撤去に苦労した
 B-2: ホースの手びろめ作業のときに街路上の瓦礫などのため、苦労した
 B-3: 街路上の障害物によって、ホースカーが使用できず、手びろめ作業を余儀なくされた
 B-4: 移動注水を行うときに、街路上の瓦礫などのために苦労した
 C-1: 街路上に瓦礫などが散在していたため、救出者の搬送に苦労した
 C-2: 街路上の瓦礫などによって、車両部署位置から現場までの資器材搬送に苦労した

図-5 消火・救助活動上の障害発生状況

(1) 調査結果および考察

図-4 より、平均して半数以上の消防隊員が、「多かった」又は「非常に多かった」と回答したケースは、(A-5), (A-6), (A-7) である。これは、車両での走行において、街路閉塞による物理的なアクセス機能の低下が大きな問題であったことを示している。

図-5 は消火・救助活動上の障害発生状況を示したものである。消火活動における障害の程度は、調査地区内の火災発生件数に影響されるため、火災件数

の多かった長田、兵庫、六甲道地区では(B-1)を除いて非常に苦労したという結果を得た。一方、火災件数の少なかった三宮・芦屋地区では、障害の程度が低く回答された。ホース 1 本の重量は約 60kg である。瓦礫によって街路が閉塞している場合、手びろめ作業や移動注水に際して、その作業労力が著しく増大し、効率が低下する可能性がうかがえる。

また、救助活動においては、車両停車位置と救助現場の距離、及び通行経路の状態が救出者や削岩機・電気ハンマードリル・チェーンソーといった重い資器材の搬送・運搬に多大な影響を及ぼしていたことが明らかとなった。

6. まとめ

本研究によって得られた結果を以下にまとめる。

1) 「街路閉塞」は、関東大震災を初めとする過去の大地震においても、街路インフラか建造物のどちらかあるいは両方の貧弱さが寄与した場合に発生しており、我が国において「街路閉塞」に伴う被害の重要性は当時から認識されてきた。しかし、こうした認識に基づく防災活動や都市計画における街路インフラの整備などにおいて実質的な対応策は必ずしも充分であったとは言えない。今回の阪神大震災では、貧困な街路インフラの整備状況に加え、古い木造家屋に代表される多くの脆弱な建築物が倒壊したことによって甚大な量の「街路閉塞」が発生した。さらに、現代社会では、救助・消火・救援などの緊急活動は多分に自動車に依存せざるを得ず、「街路閉塞」に伴う車両による通行機能の低下が、これらの諸活動に及ぼした影響は非常に大きいと言える。

2) 本研究では、今回の阪神大震災における街路の閉塞による機能的障害の発生状況を航空写真を利用することによって把握し、その発生要因と諸活動への影響を分析した。その結果、まず「街路閉塞」の発生状況として、①地区によっては 50%もの街路リンクが通過不能となっていたこと、②沿道建造物の被災程度、その種別、街路幅員、歩道幅員が地震後の通過可能幅員に強く影響していること、③車道幅員が 8m 以上の街路では、建造物の倒壊があっても車両による通過が概ね可能であること、等を確認した。

このことから区画整理の未施工の地域などにおいては、街路インフラ整備の充実が急務であると言える。ただし、車道幅員が 8m を下回る場合でも、沿道建造物を強化することによって、車による通行をある程度確保できることが示された。今後は、街路インフラの整備と、建築物の耐震性強化の両者を統合した「街路閉塞」への対応策が望まれる。

3) 震災後の救助・消火等の活動に「街路閉塞」がもたらした影響としては、①緊急車両の現場へのアクセスや、重機類の搬入を困難にしたという通行機能上の障害や、②消火活動に典型的にみられるような現場作業への障害、及び③街路網の支障によって地区内の様相が著しく変化し、震災後の諸活動に混乱をもたらしたこと、などが明らかになった。これらの影響度は街路閉塞状況の程度と強く関連していると言える。

参考文献

- 1) 神戸市：阪神・淡路大震災－神戸市の記録 1995－, 1996
- 2) 建設省道路局：あなたの声からはじまる道づくりキックオフ・レポート資料編, 1996.
- 3) 復興局：関東大震災震害調査報告 第3巻, pp. 746-760, 1923.
- 4) 東京都：メキシコ地震調査報告書, pp. 75-79, 172-175, 1986.
- 5) 国土庁防災局監修：1989 サンフランシスコ湾岸地震(ロマプリータ地震)の記録, ぎょうせい, 1990.
- 6) 大町達夫代表：1994年ロスアンジェルス地震と都市機能障害の調査研究, 1994.
- 7) 東京都：いつか東京にも？ロマ・プリータ地震東京都調査団報告書, 1990.
- 8) 東京都：ノースリッジ地震東京都調査団報告書, 1994.
- 9) 神戸市防災会議：神戸市地域防災計画 地震対策編, pp. 77, 1994.
- 10) 神戸市防災会議：神戸市地域防災計画 地震対策編, 1996.
- 11) 兵庫県：阪神・淡路震災復興計画, 1996.
- 12) 神戸市：神戸市復興計画, 1996.
- 13) 東京都地域防災計画(震災編)修正の概要, 1996, 3
- 14) 第6次東京都震災予防計画(平成7年度～12年度), 1996.
- 15) 保野健治郎：市街地の特性から見た延焼危険について, 阪神・淡路大震災神戸市域における消防活動の記録(神戸市消防局), 1995.
- 16) 東京消防庁：東京都の市街地状況調査報告, 1995.
- 17) 土木学会土木計画学研究委員会：阪神大震災の緊急提言, pp. 14-15, 1995.
- 18) 家田仁, 上西周子, 猪股隆行, 鈴木忠徳：阪神大震災における街路機能障害に関する研究－航空写真による概況把握－, 土木計画学研究講演集 18-2, pp. 357-360, 1995.
- 19) 家田仁, 上西周子：街路閉塞による道路機能障害状況に関する報告書, 国際交通安全学会研究プロジェクト報告, 1996.
- 20) 塚口博司, 戸谷哲男, 中辻清恵：道路施設の被害状況と交通特性, 立命館大学阪神・淡路大震災復興プロジェクト調査報告書, 1995.
- 21) 塚口博司, 戸谷哲男, 中辻清恵：阪神・淡路大震災における道路の被害状況と発生直後の自動車流動状況, 土木計画学研究・講演集, No. 18, 1995.
- 22) 塚口博司, 戸谷哲男, 中辻清恵：空中写真を用いた震災直後の道路被害状況分析, 阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, 1996.
- 23) 小谷通泰：地区道路の被災状況分析, 国際交通安全学会研究プロジェクト報告, 1996.
- 24) 碓井照子：GISによる阪神・淡路大震災の時系列災害データベースの作成と復興過程の分析, 平成7年兵庫県南部地震の被害調査に基づいた実証分析による被害の検証, pp. 5-96～5-104, 1996.
- 25) 碓井照子, 小長谷一之：阪神・淡路大震災における道路交通損傷の地域的パターン GISの利用による分析, 地理学評論, 621-633, 1995
- 27) 日本都市計画学会：阪神淡路大震災被害実態緊急調査被災度別建物分布状況図集 10,000分の1図, 1995.

CITY SAFETY BASED ON THE ANALYSIS OF STREET BLOCKADES IN HANSHIN EARTHQUAKE'95

Shuko KAMINISHI, Hitoshi IEDA

Street blockade was one of the most influential phenomena in Hanshin quake in January 1995 upon the disaster relief activities such as rescue, fire-fighting and relieve-logistics, which was caused mainly by the poor road infrastructure and on the fragile houses. This study tried, firstly to review what happened in several previous quakes and in the previous disaster control programs in terms of the street blockade, secondly to grasp the blockade in Hanshin quake using aerial photographs, thirdly to analyze the major causes of the phenomena, fourthly to analyze the influence on the emergency activities, and finally to discuss the desirable urban policies for the future.