

## 震災による地区道路被害の実態と地区内交通流動に及ぼす影響の分析\*

Analysis of Actual Situation of Street Blockades Caused  
by the Earthquake and Its Influence on Traffic Flow\*

浦中邦彦\*\*、小谷通泰\*\*\*、前野達也\*\*\*\*、伊藤美由紀\*\*\*\*\*

By Kuniaki URANAKA, Michiyasu ODANI, Tatuya MAENO and Miyuki ITOU

Street blockades, caused by the Great Hanshin-Awaji Earthquake, results in the difficulties in residents' evacuation and the delays in rescue activities. In this study, we revealed the actual situation of street blockades and traffic flow in a case study area in Kobe City by using aerial photographs taken immediately after the earthquake. We also analyzed the influence of street blockades on the decrease in accessibility of emergency vehicles.

**Keywords :** the Great Hanshin-Awaji Earthquake, Street blockades,  
Emergency vehicles, Accessibility

### 1. はじめに

阪神・淡路大震災では、都市間ならびに都市内幹線道路が大きな被害を受けただけでなく、地区内の道路でも家屋の倒壊や火災等により、損壊・閉塞が数多く生じた。そして、こうした地区道路の閉塞により、直後は、住民の避難路が絶たれた地区がみられたり、また、負傷者や倒壊家屋の中に閉じ込められた人々の救助・救援のために緊急車両の進入や重機の搬入が困難となった。また、倒壊家屋の撤去に地区によって数ヶ月を要したため<sup>1)</sup>、震災直後のみならず比較的長期間にわたって、道路の閉塞状況は解消されなかった。この結果、避難所等への救援物資や日常生活物資の輸送に支障をきたしたり、ガス・水道などの復旧工事の妨げとなったほか<sup>2)</sup>、小学校等への通学路の確保が困難となった。

そこで本研究は、この震災で特に被害の大きかった神戸市東灘区東部地域を対象として、主として航空写真をもとに震災直後の地区内の細街路の閉塞状況を明らかにするとともに、地区内での交通実態を示す。そして、災害時における緊急・救援車両の進入を確保

するという観点から地区内での車による移動性を定量的に示すことによって道路閉塞による交通流動への影響を分析する。

### 2. 対象地域と調査方法の概要

調査対象地域は、神戸市東灘区東部地域（一部芦屋市を含む、約325ha）である。図-1は対象地域の道路網を、幅員とともに示したものである。図に示すように、当該地域は、北端を山手幹線（途中で行き止まり）、南端を国道43号線と接し、地区内を国道2号線が東西に貫通している。対象地域内では、町丁別にみた建物の全半壊率は、80%を越える地区もみられ、地区全体としての倒壊率も50%を上回っている。また地域内の道路総延長のうち、47.1%が幅員6m未満であり、4m

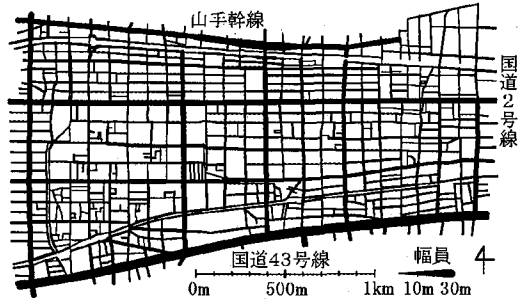


図-1 調査対象地域の道路網（東灘区東部地域）

\* ネット：阪神・淡路大震災、道路閉塞、緊急車両、アクセシビリティ  
\*\* 学生員 神戸商船大学  
\*\*\* 正会員 工博 神戸商船大学輸送情報系 助教授  
(〒658 神戸市東灘区深江南町5-1-1 Tel 078-431-6260)  
\*\*\*\* 正会員 J R貨物  
\*\*\*\*\* ケイテック

以下の狭幅員道路も総延長の12.4%を占めている。

(なお、国道2号線や国道43号線のように中央分離帯がある道路は上下線別に、片側車線の幅員ごとに延長を集計処理した。)

閉塞状況の調査は、対象地域全域をカバーする航空写真(平成7年1月17日、1/4000および18日、1/5000、国際航業撮影)を用いて、閉塞箇所的位置と状況あるいは原因を確認した。なお、判読が困難な場合には、筆者らが行った踏査結果や、対象地域内に居住している学生・教官へのヒアリングをもとに確認作業を行った。調査対象とした道路区間は、最終的には1,711区間に達した。なお道路の閉塞状況は、歩行者・自転車、および自動車の通行可能性から、図-2に示す4段階に分類した。

また交通状況については、17日および18日の両日の航空写真から、リンク別の走行車両および駐車車両台数を日別に進行方向別で、貨物車と乗用車の車種別にカウントした。

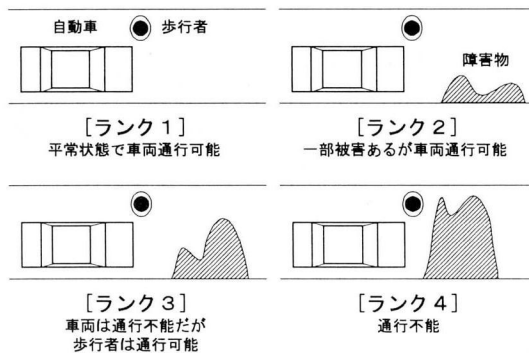


図-2 道路の閉塞ランク

### 3. 道路閉塞状況の実態

#### (1) 道路ネットワークの閉塞状況

対象地域内の各道路リンクごとに閉塞状況を、先の4つの閉塞ランクに分けて線種で示したものが図-3である。これによると、1,711区間のうち30.5%にあたる521区間で何らかの被害が生じている。これを閉塞の度合いの小さい順に見てみると、ランク2は191区間、ランク3は185区間そしてランク4は145区間であった。また、閉塞状況の地域内での分布を見てみると、対象地域南端の国道43号線では、阪神高速道路が倒壊した

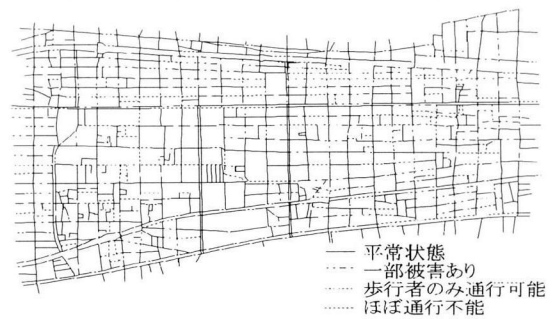


図-3 道路の閉塞状況

区間が見られるが、このような特殊なケースを除くと、国道2号線や山手幹線など幹線道路では、重大な閉塞はあまり見られない。これに対して、地区内の細街路では閉塞箇所が数多く見られ、特に国道2号線より北側の地区、また地区東部の神戸市と芦屋市の境界付近で閉塞が著しい。

#### (2) 幅員別の閉塞状況

図-4は、道路の閉塞状況を道路幅員ごとに道路延長の構成比で示したものである。ここでは、道路幅員を7段階に分けている。この図より、国道43号線上の高速道路の倒壊により片側車線(16m以上)で車が全く「通行不能」となったケースを除けば、幅員が狭くなるにつれて、閉塞ランク、すなわちその度合いは大きくなり、閉塞箇所も増えている。また、詳細にみても幅員が12m以上であれば、道路が一部被害を受けたとしても自動車が通行する余地が確保されているが、幅員が6~8mになると自動車が通行不能の割合が

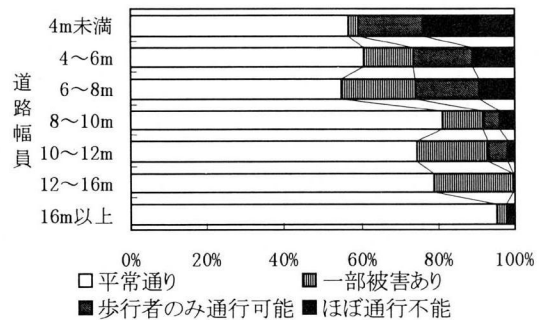


図-4 道路幅員別閉塞状況

約25%になっており、歩行者が通れないところも約10%と急激に増加している。さらに、幅員4m未満の道路になると自動車が通行不能の割合は40%に増え、歩行者が通る余地のない道路の割合も25%と増加し被害が次第に大きくなっているのがわかる。このように、幅員が12m以上であれば、通常の住居系の地区であれば道路としての機能を果たしており、幅員8mを境として震災時の道路被害状況に大きな差を生じている。

### (3) 閉塞要因の分析

閉塞要因としては、様々な要因が見られるが、ここでは道路リンクごとに、その閉塞の度合いを決定づけた、つまりそのリンクの閉塞状況に最も大きな影響を及ぼした要因を分析した。図-5は、閉塞要因の頻度分布と、要因別の閉塞ランクの構成比率を示したものである。これより、複数もしくは単独の家屋の倒壊、さらにアパート・マンションの倒壊が数多く見られ、その他、火事、電柱や塀の倒壊などが見られる。

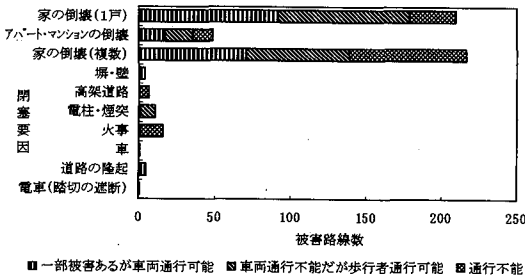


図-5 道路区間ごとにみた道路閉塞の最大要因の頻度分布

## 4. 自動車交通の実態

### (1) 走行車両

図-6は、震災直後における道路閉塞が発生したネットワーク上に、航空写真より読み取った1月18日15時の交通流動実態を示したものである。図中では車両が通行不能であった道路区間を点線で、また各リンク長あたりの走行車両台数を線の太さで示している。この図から、幹線道路や準幹線道路では渋滞が発生しており、特に、山手幹線から国道2号線へ合流する地点などで道路混雑が著しい。これに対して、地区内では道路が閉塞しているために、ほとんど自動車の交通流動はみられない。しかし地域の東北隅では、細街路で

あるにもかかわらず渋滞がみられ、幹線道路の混雑を避けるために抜け道となっていたことがわかる。

次に表-1は、1月17日、18日の両日について総走行車両台数を方向別に、幹線道路とその他の道路に分けて集計したものである。これによると、南北方向よりも東西方向の方が車両台数が多く、特に東西では東行の台数が多くみられ、被災地外(大阪方面)へ向かう車両が多かったことがわかる。次に両日を比較すると、17日に比べて18日は全体的に車両台数は減少傾向にある。しかし、幹線道路の東西方向の貨物車台数は、特に西行で増加しているが、これは、救援物資輸送の活発化によるものと推測される。また、その他の道路については、幹線道路上の車両台数に比べてその比率はきわめて小さい。

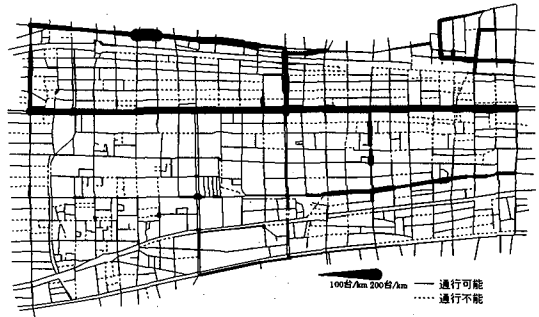


図-6 走行車両の分布(1月18日)

表-1 方向別の走行車両台数

		17日		18日	
		幹線	その他	幹線	その他
東 西 方 向	東行	1021	77	1078	77
		(135)	(0)	(178)	(2)
	西行	491	69	218	99
		(8)	(1)	(82)	(1)
東西合計		1512	146	1296	176
		(143)	(1)	(260)	(3)
南 北 方 向	北行	109	63	122	106
		(0)	(5)	(10)	(8)
	南行	248	56	72	64
		(62)	(2)	(9)	(4)
南北合計		357	119	194	170
		(62)	(7)	(19)	(12)

### (2) 駐車車両

図-7は、同じく航空写真から読み取った1月18日15時の駐車車両実態を地図上に示したものである。図中

では図-6と同じく、路上駐車台数についてはリンク長あたりの台数を線の太さで、校庭や学校等の空地の駐車台数については円の大きさとそれぞれ示した。これによると路上駐車車両は、幹線道路でも交通量の少ない区間や、大きなマンションの周辺、さらに住民の避難場所となった公園・学校等の周辺道路に多くみられる。

また、表-2は、1月17日、18日の両日の駐車場所別にみた駐車車両台数を示したものである。日別に比較すると、路上駐車の数値は両日でほぼ等しく、路外駐車台数は、17日から18日にかけて約900台減少しているのに対して、避難場所の校庭や公園などへ乗り入れて駐車した車両台数は、約550台増加している。このことから、多数の被災者が車を持ち出して避難していたことが推測できる。

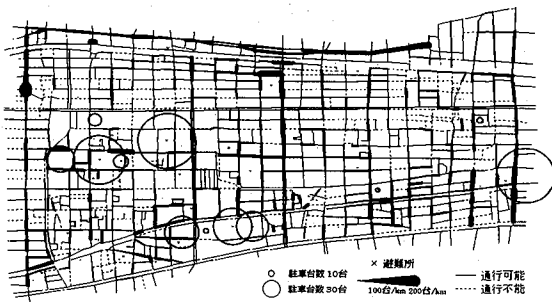


図-7 駐車車両の分布(1月18日)

表-2 場所別の駐車車両台数(台/日)

	17日	18日
路上	2431	2336
路外駐車場	6100	5169
空地等避難所	72	608

## 5. 自動車による移動性の評価

### (1) 通行不能リンク長と孤立ノード数

車にとって通行不可能な道路は、閉塞リンク3と4の区間に相当し、またこうした道路閉塞区間の発生により周辺地点から全く到達することができなくなったノード(以後、「孤立ノード」という)が生じている。

対象地域全体では車の通行可能なリンク長は、通常に比べると13.9km(総道路延長の20.4%)が失われ、

孤立してしまったノードも64地点(総ノード数の5.7%)見られた。このうちの21地点では、歩行者も自動車もアクセスが困難であり、避難または救助・救援活動を行う上で問題となった地点といえる。

### (2) 車による移動性の考え方

震災直後の緊急・救援車両による移動性が、道路閉塞によってどのように低下したかを以下の方法により定量的に分析することを試みた。すでに3.で述べたように、幅員別の閉塞状況の結果から、幅員が12mを超える道路では、阪神高速道路の倒壊といった特殊な場合を除いては、自動車の通行に支障をきたすような被害はきわめて限られていた。そこで、これら幅員を満たしている幹線道路、またはこれに準ずる道路では、車両が通行可能であることを前提として、これらの道路で囲まれた範囲をひとまとまりの地区と考えた。そして、こうした地区の外周道路から地区内へ、または地区内から外周道路への車による到達可能性に着目して、地区間を比較した。具体的に以下の3通りの指標を算出することとした。

- ①通行不能リンク長の比率・・・平常時に車が通行可能であった地区内の道路リンクの総延長(外周道路を除く)のうち、閉塞されて通行不能となったリンクの総延長の比率。
- ②孤立ノード数の比率・・・地区内の全てのノード数(外周道路上のノードを除く)のうち、道路閉塞により孤立したノード数の比率。
- ③最短経路長の伸び率・・・平常時に対する道路閉塞時における最短経路長の伸び率。ただし、最短経路長は、外周道路上に位置する地区4隅のノードから、地区内の各ノード(外周道路上のノードを除く)までとし、平常時と閉塞時の各場合について、4本の経路長の平均値を求めた。なお、孤立ノードでは伸び率は無限大となるので計算対象から除外した。

### (3) 地区間での移動性の比較

本研究では、対象地域全域を、幹線道路及びそれに準ずる道路で8つの地区に区切った。図-8は、これらの地区ごとに上述の3指標の値を求め、これら指標を用いて地区間を比較した結果を示している。また、図-9はそれぞれの地区別に、車両による通行不能リンクや孤立ノードの位置、および最短経路長の伸び率を図

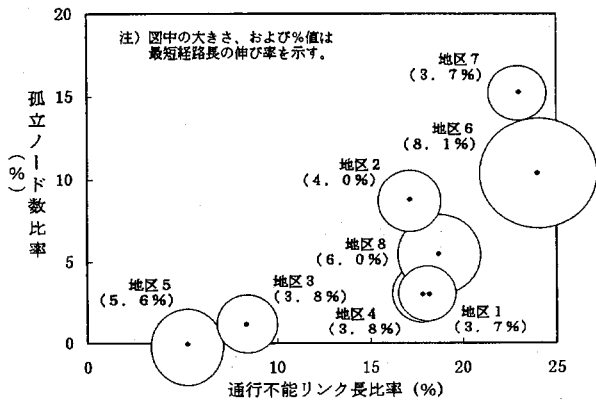


図-8 地区間での車による移動性の比較

示したものである。

図-8から明らかなように、通行不能リンク長比率が増大するにつれて、孤立ノード数の比率もほぼ増加する傾向にある。しかし、同じ通行不能リンク長の比率であっても孤立ノード数の比率には地区間で差が見られるが、これはネットワーク形状の特質や、閉塞道路区間のネットワーク上での発生位置に起因するものである。また、最短経路長の伸び率は、リンク長比率や孤立ノード数比率とは必ずしも明確な関連は見られない。

次に地区別に見てみると、最短経路長の伸び率を除

いて考えると、地区6、7で車の移動性が最も低下しており、図-9に示すようにこれらの地区では孤立ノードが密集して発生している箇所が存在する。こうした箇所は、いずれも道路網が4m未満の狭幅員道路のみで構成されており、しかも沿道に老朽家屋が集中して立地している。そして、これらの2地区に次いで移動性の低下が見られるのは、地区1、4、8、7であり、地区6、5は比較的被害が小さいことがわかる。

また、最短経路長の伸び率を地区ごとにみても、地区6では地区全体としての平均値が最も大きく、しかも多数の孤立ノードが発生している上に、到達できたとしても迂回を余儀なくされた地点数が多かったことがわかる。一方、他の地区では、地区内で伸び率が局所的に大きな値を示している場合が多い。こうした最短経路長の伸び率を大きくする要因としては、閉塞区間の存在とともに、地区内の道路密度が低かったり、外周道路の一部で閉塞区間が生じるなどのほか、踏切等の存在で横断可能な箇所が限定され代替ルートが得にくいことが挙げられる。

#### (4) 道路リンクの重要度の算出

個々のリンクについて、地区内での移動性を確保する上での重要度を分析した。そこで先の8つの地区別

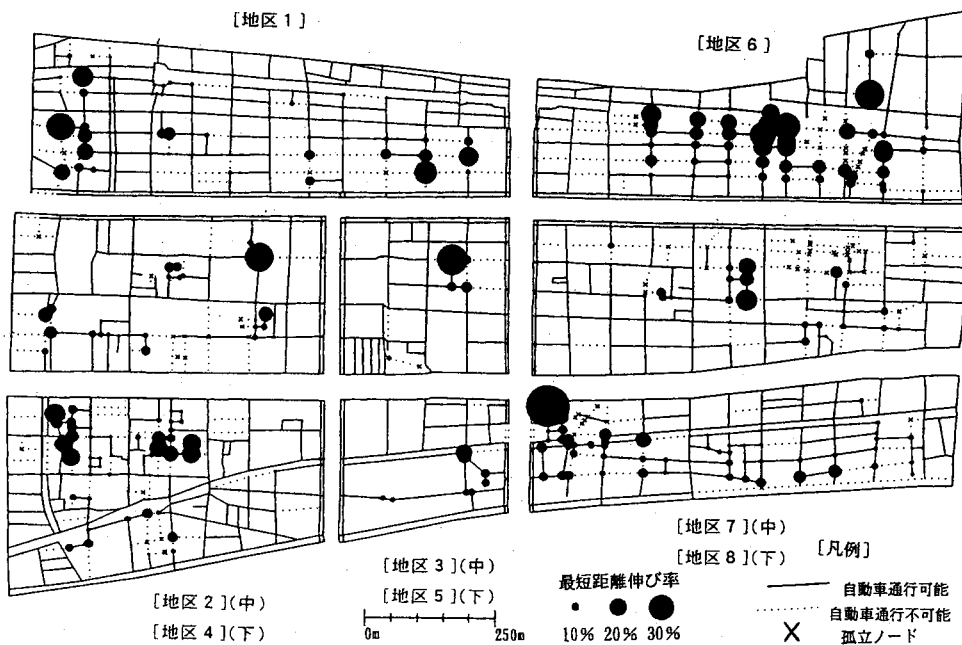


図-9 地区別に見た車による移動性

に、道路リンクごとに、そのリンクだけが閉塞されたと仮定した時と、全く閉塞が生じていない時について、先と同様にして最短経路長の伸び率を算出した。そしてこの伸び率を各リンクの重要度を示す指標とした。図-10は、地区ごとに算出結果を表示したものである。図中では、伸び率を、その大小によって3段階に分けて図示した。これによると、格子状に道路網が整備されている地区では、代替路が得やすいことからリンクの重要度は低くなっている。一方地区の外周道路や、踏切道などの代替路の得にくいリンクとそれにつながる道路などでは、重要度が高くなっており、災害時にこれらの道路が閉塞しないようにすることが重要であると考えられる。

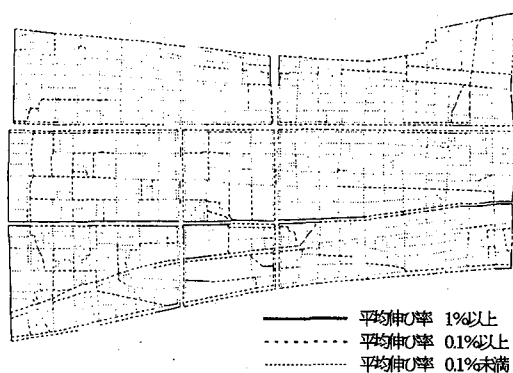


図-10 道路リンクの重要度の算出結果

## 6. おわりに

本研究では、航空写真を用いて震災直後の地区道路の閉塞実態や交通流動の実態を示すとともに、車両の移動性がどのように低下したかを定量的に分析した。本研究で得られた成果を要約すると以下の通りである。

①震災直後の航空写真を用いることによって、道路区間別に閉塞状況を4つのランクに分類して把握することが可能となった。

②道路幅員が12m以上であれば、通常の住居地区なら道路としての機能を果たしており、幅員8mを境として震災時の道路被害状況に大きな差がみられた。

③道路閉塞の要因としては、電柱や塀の倒壊、火災などもみられたが、そのほとんどが沿道家屋の倒壊であった。

④車による混雑区間は概ね幹線道路であり、地区内では、道路閉塞のためほとんど交通流動がみられなかった。また、駐車車両は地区内の道路、特に学校・公園等の避難場所の周辺に多くみられ、自動車を持ち込んで避難した被災者がみられたことがわかった。

⑤迂回率の算定や孤立ノードの抽出などにより、緊急車両などの自動車による地区内への進入のしやすさが低下した地点を明らかにすることができた。また、迂回率によるリンクの重要度の分析により、格子状道路の有効性、踏切道などの代替性の低い道路の重要度を示した。

一方、今後に残された課題としては、

①本研究での成果をもとに、沿道条件や道路条件などを説明変数として、地区道路の被害状況を予測できるモデルを作成したい。

②異なる地区ですでに同様の調査結果が報告されており<sup>3)~5)</sup>、これらの成果との比較検討や、地区による特性などの検討が必要である。

最後に、本研究は国際交通安全学会研究プロジェクト「阪神・淡路大震災交通調査」の一環として行ったものである。付記して感謝の意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) 小谷・日野・楢濱：被災地の復興過程に関するCGプレゼンテーション、土木学会関西支部年次学術講演会、1996年
- 2) 大阪ガス：がす糧、社内報2、3月号、1995年
- 3) 塚口・戸谷・中辻：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、1996年
- 4) 徳永・武政・細身：市街地特性と被害状況に関する基礎的分析、阪神・淡路大震災に関する学術講演会、1996年
- 5) 家田・上西・猪俣・鈴木：阪神大震災における街路機能被害に関する研究～航空写真による概況把握～、土木計画学講演集18(1)、1995年