

阪神淡路大震災からみた街路網の防災性指標に関する基礎的研究

A Basic Study On the Index of Road Network Concerning Disaster Prevention

李 燕* 塚口博司**

Yan LI, Hiroshi TSUKAGUCHI

1. はじめに

阪神・淡路大震災において、道路をはじめとして、鉄道・港湾・空港といった交通基盤施設は大きな被害を受けた。特に、市街地における一般道路が寸断され、緊急車両がスムーズにアクセスできない閉塞エリアが広範囲にわたって発生し、救援・救助活動に大きな支障を与えた。このため、人々の住居に直接アクセスする街路を含めた街路網が、非常時における避難経路や緊急車の通路として、重要な役割を果たしていることおよびその防災性向上の緊急性が再認識されたと言える。

従来の街路網計画の研究においては、街路網の防災性を考慮したものが少なく、実際の街路網計画においても、避難経路の配置、緊急車両の進入のための幅員の確保などは、小規模の災害を想定したものがほとんどであり、大地震のように、街路そのものが機能しない可能性があることを考えてはいない。そのため、街路網の防災性を計画・評価する基本である街路網の防災性指標およびその基準値さえ未だに明らかにされていないのが現状である。

街路網の防災性からみれば、大地震で一部分の街路が不通になっても、緊急車両がスムーズにアクセスできないような閉塞エリアが発生しないようにしなければならない。このような視点から、本研究は、激震を受けた神戸市灘区の一部の市街地を対象に、こうした閉塞エリアを示した上、街

路網構成の視点から防災性に関わる指標を考察し、災害に強い街路網の計画に役立つ知見を得ることを目的とする。

ここで閉塞エリアとは、対象地区外からの緊急車両がアクセス不可能な交差点（ノード）を中心とするエリアのことを意味し、また、便宜上、このようなノードを閉ノードと呼び、その他のノード、すなわち、対象地区外からの緊急車両がアクセス可能なノードを開ノードと呼ぶことにする。

2. 対象街路網及びその閉塞状況

本研究の対象地区としては、今回の地震で震度7の被害を受けた神戸市灘区東部の都賀川、主要地方道山麓線、山手幹線、阪神電鉄で囲まれた市街地を設定した（図1）。このエリアにおける幅員4m以上の街路のすべてを取り上げて街路網を構成した（図2）。街路の閉塞状況は車両が通行可能と通行不可能の2レベルに分け、1995年1月18日にアジア航測によって撮影された空中写真から判読した¹⁾。対象街路網及びそのリンクの被災状況、そしてノードの開閉状況は図3に示すとおりである。閉ノードは41個、開ノードは204個で、閉ノードの内、ほとんど（36個）がそのノードに結合しているリンクの閉塞によるものであることがこの図から読みとれる。

なお、ノードの開閉を判断する際、対象地区外からの緊急車両の進入口としては、図3に○印で示すように、幹線道路からの7個所の出入口を設定した。これは、都市全体の被災状況から、一定の幅員を有する幹線道路は完全に不通になることは少なく、これらの道路を利用して、被災地以外からの緊急車両は確実に対象地区の入り口までアクセスできると考えたからである。

キーワード：地区交通計画、交通網計画

* 正員、工博、立命館大学理工学部
（住所：滋賀県草津市野路町1916
Tel: 0775-66-1111、Fax: 0775-61-2667）

** 同上

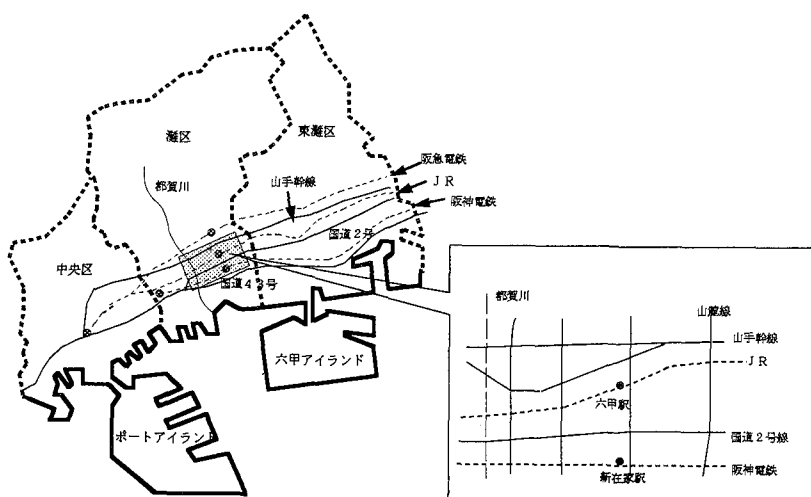


図1 研究対象地区

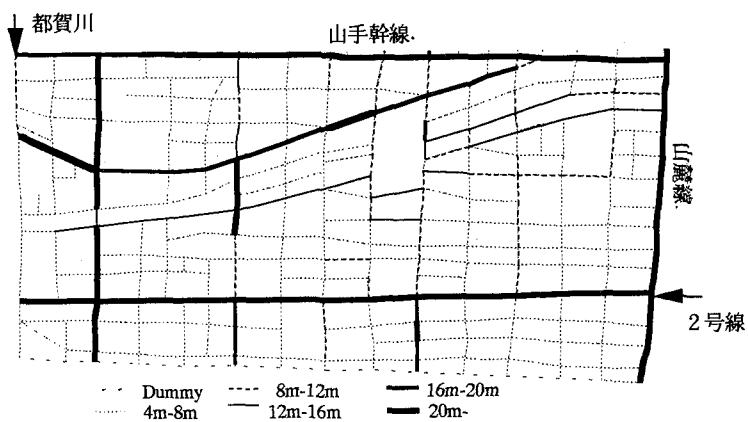


図2 対象道路網

ノード数	245
リンク数	427
幅員ランク	
20m～	68
16m～20m	17
12m～16m	25
8m～12m	47
4m～8m	255
ダミー	15

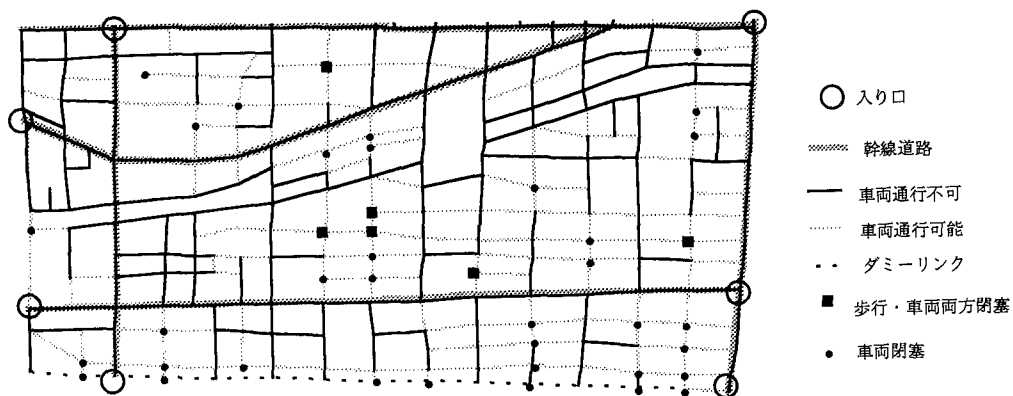


図3 対象道路網の閉塞状況

3. 防災性指標の抽出

ノードが閉塞した直接的な原因は結合しているリンクのすべてが建物の倒壊等によって通行不能になったことであるが、このような状況が街路網構成によって影響されるか否かを分析することも必要である。

ノードの開閉に関係がありそうな街路網構成上の指標として、次に示す3つの側面の計11個の指標を考える。

1) ノードに起終点をもつリンクの特徴

指標No.1 リンク数

指標No.2 最長リンクのリンク長

指標No.3 最短リンクのリンク長

指標No.4 リンク長の総和

指標No.5 これらのリンクの中の最大幅員

指標No.6 これらのリンクの中の最小幅員

指標No.7 幅員の総和

2) ノードと幹線道路との位置関係

指標No.8 ノードから幹線道路までの経路距離

指標No.9 ノードから幹線道路までの直線距離

3) ノードの対象地区における位置

指標No.10 最も近い入り口までの経路距離

指標No.11 最も遠い入り口までの経路距離

対象街路網のノードを開ノードと閉ノードとの2グループに分け、上述のノードの指標それぞれについて、両グループの平均に差があるか否かをt検定によって調べた。それぞれのt値およびその有意性を表1に示す。

同表から分かるように、ノードに起終点をもつリンクの特徴に関する指標のうち、幅員に関する3つの指標すべて(No.4、No.5、No.6)において開閉両グループの間に統計的有意な違いがある。これに対して、リンク数や長さに関する指標(No.2、No.3、No.4)は有意でないという結果が得られた。

有意である指標は次章で検討するが、ここではまず有意でない指標について考察してみる。

理論的には、結合リンク数(No.1)が多けれ

表1 開閉両グループのt検定の結果

指標No.	t 値	有意性
1 リンク数	-1.65	
2 最長リンク	1.75	
3 最短リンク	0.82	
4 総長	0.13	
5 最大幅員	-6.82	**
6 最小幅員	2.15	*
7 幅員総和	5.99	**
8 幹線まで経路距離	-4.01	**
9 幹線まで直線距離	-3.92	**
10 最近入口への距離	-1.09	
11 最遠入口への距離	-0.13	

** 1%の有意性

* 5%の有意性

ば多いほど閉塞しにくい、図2からも分かるように、対象街路網のほとんどのノードの結合リンク数が3か4になっており、極端に多いかあるいは少ないことが少ないことが、ノードの開閉に影響がないと判定された理由であると思われる。リンク長に関する指標が有意でない結果にも同様な理由が考えられよう。

対象地区への入り口とノードの位置に関する両指標(No.10、No.11)がノードの開閉に影響しないという結果は妥当的であると考えられる。

4. 防災性指標の検討

上述のように、11個の指標についてt検定を行った結果、そのうちの5個の指標には開閉両グループの間に統計的有意な違いがあることが分かった。しかし、統計的有意であることは必ずしも街路網計画に対しても有用であるとは限らない。以下では、その有用性を検討したうえ、街路網計画への知見を得ようとする。

表2は指標5、6、7のそれぞれについて開閉両グループの特徴を示している。これより、次のことが分かる。

1)指標5、すなわち最大幅員を見てみると、幅員のランクが大きくなるほど閉塞しにくくなる。

表2 指標5、6、7のランク別開、閉ノードの数

指標No. 5	開	閉	指標No. 6	開	閉	指標No. 7	開	閉	閉／開
4m-8m	70	34	4m-8m	178	41	0m-8m	6	7	0.538
8m-12m	23	7	8m-12m	12	0	8m-16m	18	4	0.182
12m-16m	23	0	12m-16m	6	0	16m-24m	49	23	0.319
16m-	88	0	16m-	8	0	24m-	131	7	0.051

表3 指標10、11のランク別開、閉ノードの数

指標No.10	開	閉	閉／開	指標No.11	開	閉	閉／開
0-50m	92	3	0.032	0-50m	95	2	0.021
50-100m	48	15	0.238	50-100m	49	17	0.258
100-150m	37	16	0.302	100-150m	40	15	0.273
150-200m	19	4	0.174	150-200m	14	7	0.333
200m-	8	3	0.273	200m-	6	0	0.000

最大幅員が12m以上を有するノードのすべてが開ノードである。言い換えれば、幅員12m以上の街路でつながっている地域は閉塞しないという結果になる。

- 2) 指標7、すなわち幅員の総和を見てみると、24m以上になると閉塞する率が急減することが分かる。

総合すると、結合リンクの幅員総和が24m、あるいはその中の1本の幅員が12m以上の場合、閉塞しにくいということが言える。

一方、表3は指標8、9、すなわち幹線道路への経路距離と直線距離のそれぞれについて開閉両グループの特徴を示している。この表から分かるように、両指標とも距離の増加につれてノードの閉塞率が高くなるという結果は得られない。統計的に両グループにおいて違いがあるというt検定の結果を得られたのは、0m～50mランクにおいて開閉両グループ間に差があることと思われる。しかしながら幹線道路との距離が0m～50mであることは、幹線道路に面しているということであり、これらのノードを除くと、ノードの開閉状況は幹線道路までの距離と関係しないと言えよう。ちなみに、0m～50mランクのノードを除いて開

閉両グループ間の差をt検定したところ、有意水準5%で両者に差がないという結果が得られた。

5. おわりに

本研究は神戸市灘区の一部の地区における幅員4m以上の街路網を対象として、激震を受けた後のノードの閉塞状況に関する統計的分析を行った。その分析によって、ノードの開閉は結合リンクの数、長さ等に関係なく、結合リンクの幅員総和および構成だけに関係していることが分かった。具体的に、結合リンクの幅員総和が24m、あるいはその中の1本の幅員が12m以上の場合、閉塞しにくいということが明らかとなった。これらの指標を満たす街路網の構成およびその一般性について研究することを今後の課題にしたい。

参考文献

- 1) 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論文集、1996.1、土木学会。