

街路閉塞の発生による通行障害を回避するための街路網防災計画の検討* A Basic Study on a Street Network Planning against Street Blockades

南 正昭** 林 達也***

by Masaaki MINAMI and Tatuya HAYASHI

1. はじめに

都市内街路では、震災の発生に伴い街路が閉塞し、救急交通や避難交通等の緊急の交通に支障を生じる場合がある。震災時や震災後の通行を確保するための街路網の評価や整備計画の立案は、都市内の防災対策において重要な課題である。

既に震災に伴う街路閉塞の発生については、理論的あるいは実証的なくつもの研究が試みられてきている。家田ら¹⁾は、阪神・淡路大震災の経験から、道路幅や木造建物等の閉塞の要因を明らかにするとともに、緊急活動に及ぼした影響を調査した。赤倉ら²⁾は、既存の実証データと比較しつつ、閉塞発生をモデル化しシミュレートすること試みている。また塚口ら³⁾、李ら⁴⁾、塚口ら⁵⁾は、以前より街路網を対象に、震災による孤立地区の発生の回避や通行の確保を目的とした研究を蓄積している。これらの研究により、街路閉塞の要因やその影響の大きさ、あるいは閉塞がもたらす影響を小さくするための街路網評価の視点等が整理されてきた。

しかし、たとえば家田ら¹⁾に指摘されるように、街路網の整備計画を閉塞要因との関係を踏まえて如何に立案していくかという観点については、まだ多くの課題が残されてきている。

本研究では、宇部市の街路を対象とし、街路閉塞要因について、現地調査に基づいたデータベースを作成し、閉塞道路区間の発生や孤立地区の発生をシミュレートすることで、閉塞の通行に及ぼす影響を評価することを試みる。閉塞に至る条件設定を変更することで、保持されるネットワーク構造の変化を調べる。閉塞要因の補修・補強が、ネットワーク構

* キーワード：防災計画、道路計画
** 正会員 博士（工学）山口大学工学部社会建設工学科（〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16番1号、Tel. (0836) 85-9307, Fax. (0836)85-9301）

*** 三友（株）

造に及ぼす影響を調べ、整備計画を立案する方策について検討する。

2. 研究の方法

(1) 研究の構成

本研究の全体構成は、図1のようである。まず震災による街路閉塞の発生に関する既存研究から、街路閉塞の要因を設定する。

評価対象地域を選定した上で、閉塞危険要因に関するデータを現地調査より収集し、データベースを作成する。

街路閉塞要因の組み合わせから、閉塞の発生条件を複数設定し、その各々について街路の連結と閉塞を表現するネットワーク図を作成する。これにより街路閉塞の発生時に通行が確保できるか否かを街路網のネットワーク構造の観点から評価することを試みるとともに、補修・補強箇所について検討する。

(2) 対象地域

評価対象地域は、山口県宇部市の山口大学工学部周辺の街路網とした（図2）。車両が通行できる街路を全て抽出し、評価対象街路としている。評価対象街路の総延長は約3.65km、総沿道建築物数は205

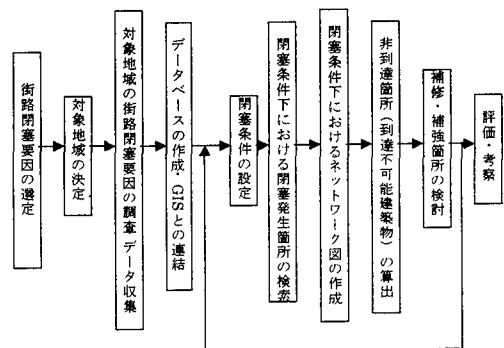


図1 街路網防災計画の検討プロセス

戸である。評価対象街路は、それへの出入りができる道路網により外部と連結しているものとした。

(3) 街路閉塞要因

阪神・淡路大震災を対象とした既存研究^{1) 3)}によると、主要な街路閉塞要因として沿道建築物、塀、電柱・電線、道路幅員等があげられる。本研究で街路閉塞要因は、図3に示した上述の各要因を対象とするが、現段階で沿道建築物、塀・擁壁および街路の3つの要因について、データ収集を行い基礎的な分析を行った。

すべての評価対象街路について、以下に述べる街路閉塞要因を調べた。

(4) データ収集およびデータベースの構築

評価対象地域で現地調査を実施し、沿道建築物、塀・擁壁および街路に関する表1に示す調査データ項目について、目視および測定によりデータを収集した。

沿道建築物については、材質（鉄筋コンクリート、木造）、高さ（階数）、街路の端からの距離（m）、築年数（10年オーダー）、塀・擁壁については、材質（コンクリートブロック、木、鉄柵）、高さ（m）。また街路そのものについては、幅員（m）、街路の材質（アスファルト、コンクリート、土、砂利）、歩道の有無、歩道の幅員について調査を行った。

より厳密には、沿道建築物や塀等に関する耐震診断結果等の耐震性を直接表現するデータを入手することが望まれるが、現状において入手可能な上述のデータを用いて分析を進めることとした。

対象地域の全ての沿道建築物について、上述のデータを整理し、データベース作成の上、GISを用いて空間表示を行っている。

(5) 評価の考え方

救急車や消防車等が対象地域内の各建築物へ到達できるか否かという観点から街路網を評価する。具体的には、対象街路網 $(G_o(E, V))$ は、街路閉塞要因の状態 (S_j) により閉塞を生じネットワーク構造を変える $(G_{S_j}(ES_j, VS_j))$ 。対象街路網に外部から道路が接続するノード $(V_j, (j=1\sim m))$ から、到達不可能な沿道建築物数 (NBS_j) を評価指標とする。どこが閉塞するかは、地震動の規模や閉塞要因等に規定される。本研究では、閉塞に至る条件設定を、閉

塞要因を用いて設定し、閉塞が生じた際に代替経路を用いても外部から到達できない沿道建築物数を算出する。閉塞箇所の空間分布から街路網の構造的な課題を解析するというアプローチをとることとした。

(6) 整備計画への展開

事前に閉塞の可能性のある沿道建築物を改修・補強しておくことで、閉塞を回避し、建築物への到達を確保することが可能である。設定した閉塞条件に該当する沿道建築物の中で、どこを改修・補強しておくことが、ネットワークを保持する観点から望ましいかを検討する。

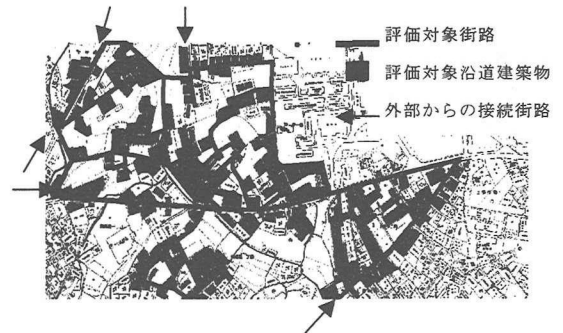
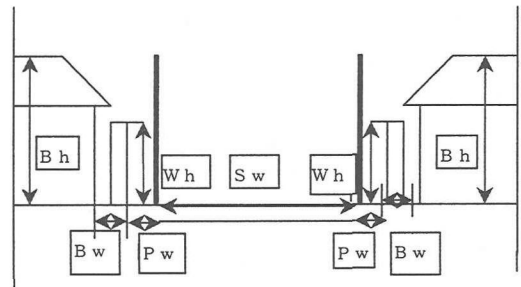


図2 対象街路網



Bh : 建築物の高さ、Wh : 塀・擁壁の高さ
Sw : 街路幅員、Pw : 歩道幅員
Bw : 建築物の道からの距離

図3 街路閉塞要因

表1 調査データ項目

建築物	高さ(Bh)、道からの距離(Bw) 築年数(By)、材質(Bm)
街路	幅員(Sw)、材質(Sm)
歩道	幅員(Pw)
塀・擁壁	高さ(Wh)、材質(Wm)

3. 評価事例・考察

本研究においては、2章において記した調査結果に基づき、街路閉塞条件を設定し、各条件下における街路網図を作成する。本稿では、沿道建築物ならびに塀・擁壁について街路閉塞条件を設定した場合について分析結果を例示する。

図4から図9は、各閉塞条件下での街路網を示している。図中で、対象街路網の外部から到達が可能な街路を太線で、設定した閉塞条件に該当する沿道

建築物の位置を黒塗りで表している。この沿道建築物の位置で、地震時に街路閉塞が発生すると想定している。

図4、図5、図6は、沿道建築物について、材質が木造、街路幅員が6m以下、道から建築物への距離が2m以下のものについて、築年数を10年以上（閉塞条件1_1）、20年以上（閉塞条件1_2）、30年以上（閉塞条件1_3）と変更し、街路網のネットワーク構造の変化をみたものである。

到達不可能沿道建築物数(NB)は、各ケースについて

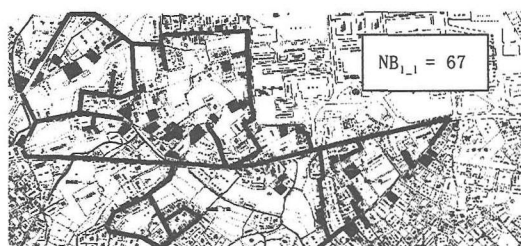


図4 閉塞条件(1_1)の街路網
(Bm=木造, Bw<2.0, Sw<6, By>10)

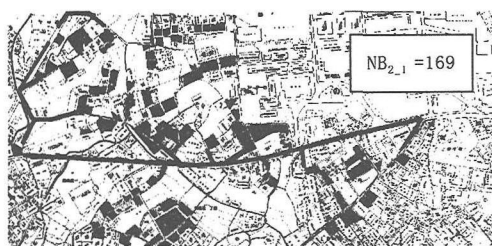


図7 閉塞条件(2_1)の街路網
(Wm=コンクリート, Sw<6, Wh>1.0)

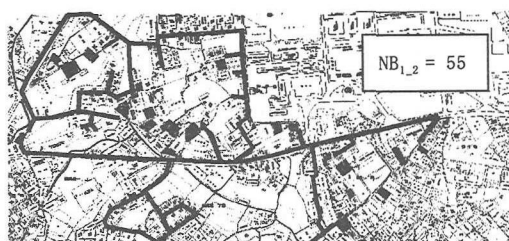


図5 閉塞条件(1_2)の街路網
(Bm=木造, Bw<2.0, Sw<6, By>20)

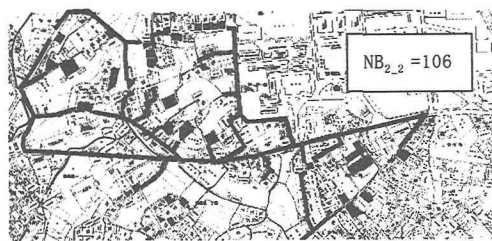


図8 閉塞条件(2_2)の街路網
(Wm=コンクリート, Sw<6, Wh>2.0)

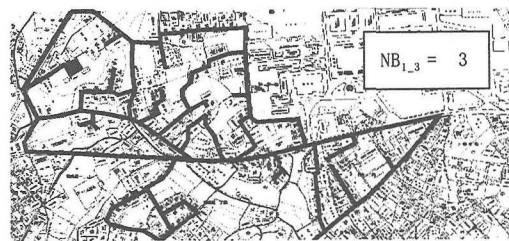


図6 閉塞条件(1_3)の街路網
(Bm=木造, Bw<2.0, Sw<6, By>30)

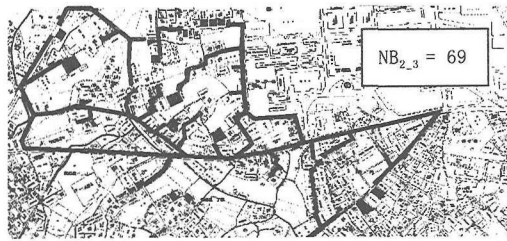


図9 閉塞条件(2_3)の街路網
(Wm=コンクリート, Sw<6, Wh>3.0)

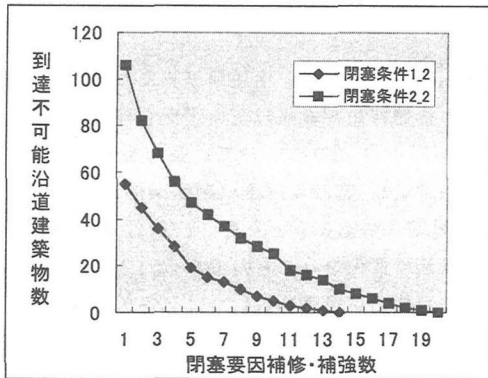


図10 閉塞要因補修・補強数と到達不可能建築物数の関係

て、 $NB_{1_1}=67$ 、 $NB_{1_2}=55$ 、 $NB_{1_3}=3$ と算出された。本研究で対象とした街路網は、比較的狭い街路が多く、また袋小路も多い。対象街路網内では、図4から図6の中央部および右下部において、閉塞に伴う通行障害の発生を考慮する必要があることが窺える。

図7、図8、図9は、塀・擁壁について、材質がコンクリート、街路幅員が6m以下のものについて、高さを1m以上（閉塞条件2_1）、2m以上（閉塞条件2_2）、3m以上（閉塞条件2_3）と変更し、同様に街路網のネットワーク構造の変化をみたものである。

到達不可能沿道建築物数(NB)は、各ケースについて、 $NB_{2_1}=169$ 、 $NB_{2_2}=106$ 、 $NB_{2_3}=69$ と算出された。図7から図9の左下部に特徴的に示されるように、1経路のみで到達可能な地区への出入口部の街路に閉塞が発生した場合、その地区全体への到達が困難になる可能性が生じる。同様に、2経路で到達可能な地区についても、その両方の出入口付近で街路閉塞が発生した場合、到達が困難となる建築物が多数発生することになる様子がみられる。このように閉塞条件に該当する沿道建築物について、必ずしも閉塞が生じるとはいえないが、どの沿道建築物のどの閉塞要因に注意を要するかを調べるのが可能である。

図10は、閉塞要因の補修・補強数と到達不可能沿道建築物数との関係を示したものである。閉塞条件1_2（図5）および閉塞条件2_2（図8）の各ケースについて、該当する建築物あるいは塀・擁壁を一つ

ずつ閉塞しないように補修・補強したものと仮定したとき、対象街路全体で到達不可能な沿道建築物数が NB_{1_2} あるいは NB_{2_2} から減少し、解消する様子を表している。

街路網としての防災対策を進め、地震時における到達不可能沿道建築物を解消するためには、街路閉塞要因の街路網上の位置から、補修・補強の緊急度を検討する必要があることが示唆される。

4. おわりに

災害発生直後において、街路に生じる閉塞の発生を正確に把握し対策を講じることは、非常に難しい課題だと考えられる。しかし街路網上での閉塞の発生が、ネットワークを通して、各建築物への到達の可能性を左右する以上、どの位置の閉塞発生要因を、誰が補修・補強するかを費用負担も含めて明らかにすることが望まれる。街路網の防災性を高めるためには、建築物の補強、電線の移設・埋設、街路の拡幅等、複数の主体による複合的な施策を立案する必要がある。

本稿では、街路閉塞条件を設定し、街路網のネットワーク構造との関係から、閉塞を回避し外部からの緊急交通を確保するための補修・補強箇所を探索することを試みた。街路網の防災計画を、それに關わる各主体間で調整しながら構築していくことを目標に、研究を発展していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 家田仁、上西周子、猪俣隆行、鈴木忠徳：阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響，土木学会論文集，No. 576/IV-37, pp. 69-82, 1997.
- 2) 赤倉康寛、高橋宏直、中本隆：大規模地震による街路閉塞予測シミュレーションの構築，土木学会論文集，No. 632/IV-45, pp. 77-92, 1999.
- 3) 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閉塞状況に関する研究，阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp. 377-388, 1997.
- 4) 李燕、塚口博司：到達可能ノード率による街路網防災性評価について，阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp. 407-414, 1997.
- 5) 塚口博司、李燕、吉野崇、田中正浩：防災性を考慮した街路網構成に関する研究，阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集，pp. 425-432, 1997.