

震災時の連結信頼性からみた住区内街路網構成の評価

Evaluation of Street Network Reliability Considering Street Blockade by Earthquake Disaster

堀健一**、石田東生***

By Kenichi HORI** and Haruo ISHIDA***

Hanshin-Awaji Earthquake damaged streets terribly. A lot of streets were blockaded by collapsed buildings and structures along them. Damage to street functions caused severe trouble in post-earthquake emergency activities such as refuge, fire fighting, lifesaving and rescue. The aim of this study is to develop a method for the evaluation of street network reliability considering street blockades by earthquake from viewpoint of post-earthquake refuge and rescue activities, and to examine a street network which is connective even under a large disaster. First, we develop a simulation model for the estimation of 'possibility of refuge and rescue' at each point in a residential area, using a parameter 'probability of street blockade', and propose three indexes to evaluate street network reliability derived from 'possibility of refuge and rescue'. Second, in order to set up the parameters required in this model, we analyzed the relationship between the damage to street functions and several street characteristics such as the width of streets and the structure and density of buildings along streets, in some residential area in Nishinomiya City. Last, applying this method to some artificial networks, we clarified the influence of network pattern on street network reliability.

Keywords: street network reliability, street blockade, disaster prevention plan

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

平成7年1月17日の阪神・淡路大震災では、道路面自体の損傷、沿道の建物やその付属物の倒壊等によって多くの街路が閉塞した。そのため、特に住区内では、住民の避難活動、消防活動、救出活動、救援物資輸送等が、目的地まで大きな迂回を強いられたり、最悪の場合、到達できないなど、地震後の緊

急活動に大きな支障をきたした。阪神・淡路大震災において多くの住区内街路網において連結性能が保たれなかったことがうかがえる。

災害時においても連結性能が保たれる、すなわち連結信頼性が高い街路網、例えば「震災時であっても自動車でアクセスできないエリアを生じない程度」の街路整備の必要性が言われており、具体的にどれだけの整備水準、網間隔、網構成が住区内で必要となるかについての検討が必要とされている。

本研究では、住区内街路網を対象に、震災時における連結信頼性からみた街路網構成の定量的評価を行う方法を提案する。さらに、それを整備水準の異なる複数の街路網構成案に適用し、それらの評価結果を比較、検討することによって、街路の整備量、網間隔、網形態による連結信頼性への影響の違いを考察する。

*キーワード：道路網信頼性、街路閉塞、防災計画

**正員 修士 (株)三菱総合研究所

(〒100 東京都千代田区大手町2-3-6,
TEL:03-3277-0761, FAX:03-3277-3473)

***正員 工博 筑波大学社会学系 教授

(〒305 茨城県つくば市天王台1-1-1,
TEL:0298-53-5073, FAX:0298-55-3849)

(2) 研究の構成

まず、2. で関連する既存研究を整理し、本研究の特徴をまとめる。次に、3. では本研究で提案する評価方法について述べる。特に、住区内各街路の震災時における街路閉塞率を用いて、住区内各地点の避難、救援可能性（以下、「地点別到達確率」）を算出するシミュレーションの方法、算出された地点別到達確率を用いた街路網全体の連結信頼性の評価方法について述べる。4. では、まず西宮市内6地区における街路被害実態調査の概要を述べ、その結果から、シミュレーションの前提条件となる街路閉塞率の設定を行う。さらに、評価対象となる街路網構成案の設定を行う。以上を踏まえて5. では、4. で設定した街路網構成案の震災時の連結信頼性からみた評価を行い、街路の整備量、網間隔、網形態による街路網連結信頼性の違いについて考察する。最後に6. において本研究の成果と今後の課題をまとめる。

2. 従来の研究と本研究の特徴

(1) 従来の研究

本研究の主眼とする住区内街路網を対象にした震災時の連結信頼性の評価に関係する従来の研究は、大きく a) 道路網の信頼性に関する研究、b) 阪神・淡路大震災時の街路閉塞に関する調査・研究の2つに分けることができる。

このうち、a) については、従来から平常時、災害時を問わず道路網の信頼性を検討する研究が多岐に渡りなされてきた^{1)~3)}。それらの多くは広域道路網、都市内主要道路網を対象に実規模の道路網への適用を考えており、そのため、計算負荷を軽減するための近似解法、簡便法を構築することに特に力を入れてきた。その一方で、住区内街路網に適用した研究はほとんど見られない。広域道路網を対象とした従来の研究は、一本の道路を「線」として捉えており、過去の災害における道路被害発生率や通行規制のデータを参考に、街路の通行可能確率を延長当たりの値で与えているが、住区レベルという小さなスケールを扱う場合は、延長よりもむしろ、幅員や沿道建物の建て込み度合いなどが大きな影響を及ぼす可能性がある。すなわち、一本の街路をその幅員、

延長、その沿道状況も含めて、より「面的」に扱う配慮が必要となる。また b) は、阪神・淡路大震災時に撮影された航空写真の解析を通して、街路の閉塞状況について調査している^{4)~7)}。これらの研究では、街路閉塞要因に、地区単位の特性（地区特性）として、沿道建物の種別や被災度や用途地域など、単一街路単位の特性（街路特性）として、幅員、歩道・街路樹の有無などを取り上げて、それら閉塞要因と閉塞状況との関連について検討している。しかしながら、単一街路ごとに、閉塞状況と沿道建物の種別（木造建物、堅牢建物の割合、階数）や建て込み具合との関連を詳細に抽出しようとする調査は行われておらず、単一街路の通行可能性について閉塞要因との関連性が十分検証されたわけではない。また、調査結果から阪神・淡路大震災時におけるアクセス不能地点の存在や緊急、救援車両の移動性の低下程度、平常時と比べた避難迂回発生の度合いの検討などが行われているが、震災時の連結信頼性からみて望ましい街路の整備量、網間隔、網形態について十分議論されたわけではない。

(2) 本研究の特徴

(1) を踏まえ、本研究では次に示す3つの特徴を有する分析を行う。

a) シミュレーション方法

仮想的な住区モデルを設定して、震災時の避難活動、救援活動を想定したシミュレーションを行い、その結果から、震災時の住区内各地点の地点別到達確率を算出する。

b) 被害実態調査と街路閉塞率の設定

西宮市内6地区を対象に、阪神・淡路大震災時の街路閉塞状況と街路特性、沿道特性の関連について実態調査を行ない、その調査結果から街路特性、沿道特性別に数段階に街路閉塞率を設定する。それより、街路特性、沿道特性による街路閉塞率の違いが街路網の連結信頼性の評価に反映される。

c) 街路網連結信頼性の評価

住区内の地点別到達確率について、住区内で最も低い到達確率、完全に到達できる地点の割合、住区内全地点の到達確率の単純平均を検討することで、各構成案ごとの連結信頼性を検討するための「最小到達確率」「完全到達地点率」、「平均到達確率」

指標を提案する。また、街路網構成案による連結信頼性の違いを視覚的に明示するため、地点別到達確率の住区内における分布を等高線グラフ（地点別到達不可能確率分布グラフ）を用いて表す。

3. 震災時の連結信頼性からみた住区街路網構成の評価方法

(1) 評価方法の全体構成

本研究で提案する住区内街路網構成の評価方法は図1に示すように a) 条件設定、b) シミュレーション、c) 評価の3段階からなる。a) では、評価対象となる街路網構成案の設定および街路網を構成する各街路の街路閉塞率の設定を行う。次に b) では、a) における街路網構成、街路閉塞率をインプットとして、避難・救援活動を想定したシミュレーションを行い、震災時の住区内各地点の避難、救援可能性である地点別到達確率をアウトプットとして算出する。最後に c) において、b) で算出した地点別到達確率より到達不可能確率分布グラフの作成、連結信頼性指標の算出を行い、それらを比較検討して各街路網構成案の評価を行う。

(2) 前提条件の設定

ここでは、1) 街路網構成案、2) 街路閉塞率の設定を行う。まず 1) においては、評価対象となる街路網構成案を設定する。ここで想定しているのは、広幅員の外周道路に囲まれた大きさ 1km 四方の住区であり、街路網は住区を南北 24×東西 8 の街区に分割する矩形グリッドを基本形とする。ここでの街区一つの大きさは建設省による区画整理の標準的な街区規模に一致する。また大きさ 1km 四方とはペリーの近隣住区概念における住区の基本的大きさである。設定した具体的な街路網構成案は、4. において説明する。2) では、1) で設定された街路網を構成する各街路に、震災時の街路閉塞率を設定する。この設定に当たっては、各街路の属性（幅員、沿道の土地利用等）を考慮して数段階で設定する。本研究では、阪神・淡路大震災時の街路被害と街路特性、沿道特性との関連を西宮市内6地区における実態調査で明らかにし、その結果に基づき設定した。調査概要と結果、設定した街路閉塞率は4. で述べる。

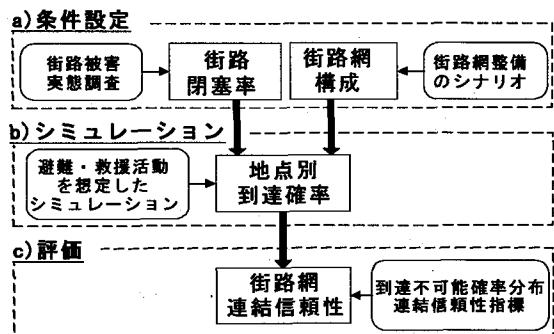


図1 評価方法の全体フロー

(3) シミュレーション

本研究では、住区内街路網の連結信頼性を検討するために、救援の場合は、トリップの発生地から住区内各地点まで到達可能である確率を算出する。同様に避難についても、住区内各地点からトリップの目的地まで到達可能である確率を算出する。（以下、まとめて「地点別到達確率」を表す）それらを算出するためのシミュレーションについて以下に述べる。

a) 避難、救援トリップの仮定

ここで、避難トリップ、救援トリップに関して、次のような仮定をおく。

- ①救援トリップの発生地、避難トリップの目的地は住区の外周道路である。
- ②住区内の発生集中点は、全交差点（各ノード）および全街路の沿道（各リンクの中点）である。
- ③救援トリップは自動車（消防車、救急車を想定）、避難トリップは歩行によって行われる。
- ④救援トリップ、避難トリップは発生地から目的地まで最短経路で行われる。その距離をそれぞれ、「救援距離」、「避難距離」とする。

b) 地点別到達確率算出のためのシミュレーション

以下にシミュレーションの手順を示す。

- ①平常時の街路網を設定。
- ②各リンクに震災時の街路閉塞率を設定
ただし、街路特性、沿道特性別に数段階で設定。
- ③各リンク毎に疑似乱数を発生させ、②の街路閉塞率を用いて閉塞状況を判定する。通行不可と判定されたリンクを①の平常時の街路網から削除する。
①～③で一つの震災時の街路網が作成される。
- ④住区内各地点の「救援距離」「避難距離」を算出

する。到達不可能な場合は、距離を ∞ とする。

②～④をシミュレーション回数分繰り返す。

- ⑤シミュレーション回数のうち、救援（避難）が可能であった回数（救援距離（避難距離）が ∞ 未満の値の回数）、の割合を救援時（避難時）地点別到達確率とする。

(4) 街路網連結信頼性の評価

a) 評価指標

街路網構成案の連結信頼性を評価するための指標として、地点別到達確率を用いて、式（1）～（3）に示す「最小到達確率」「完全到達地点率」「平均到達確率」という指標を各々定義する。

$$MP_K = \min_i (P_{iK}) \quad (1)$$

$$PP_K = NP_K / N \quad (2)$$

$$TP_K = \frac{1}{N} \sum_i P_{iK} \quad (3)$$

MP_K : 構成案 K の最小到達確率

PP_K : 構成案 K の完全到達地点率

TP_K : 構成案 K の平均到達確率

P_{iK} : 構成案 K の地点 i の地点別到達確率

NP_K : 構成案 K の到達確率が 1.0 である地点数

N : 住区内の地点総数（トリップ発生集中心点）

「最小到達確率」は住区内で最も到達確率が低い地点の到達確率を示す。マックスミニマムの視点で連結信頼性をみる指標である。「完全到達地点率」は住区内で到達確率が 1.0 である地点、すなわち必ず到達することができる地点の割合である。代替経路の多い街路網構成においてはこの値が高くなる。「平均到達確率」は住区内到達確率の単純平均である。住区全体としての連結信頼性の高さを表現する。

b) 地点別到達不可能確率分布グラフの作成

住区内における地点別到達確率の分布を等高線グラフによって表す。ただし、実際にグラフを作成するに当たっては、等高線グラフの見やすさを考えて、到達確率を 1 から引いた値「地点別到達不可能確率」を用いる。したがって、グラフ上で「山」が高い地点ほど到達確率が低く、救援、避難の可能性が低い

ことが示している。3 指標との関連は、「山」が高いほど、最小到達確率が低く、「平地」の部分が広いほど、完全到達地点率が高いことを示している。また、「山」全体の体積が大きいほど、平均到達確率が低い。

4. 評価の前提

(1) 西宮市内 6 地区の街路被害実態調査

a) 調査の概要

阪神・淡路大震災時の街路閉塞状況と、その閉塞要因と考えられる幅員、歩道の有無などの街路特性、沿道の建て込み度、木造建物率などの沿道特性との関連性を把握することを目的として実態調査を行った。調査対象地区は表 1 に示す西宮市内の 6 地区である。街路特性、沿道特性にばらつきがでるように整備履歴、用途地域に着目して、原則として震度 7 を記録した地域から地区を選定している。

表 1 調査対象地区の概要

地区名	地区面積 (ha)	道路面積率 (%)	整備履歴	土地利用 (用途地域)
西宮駅前	43.7	31.7	戦災復興区画整理	商業・工業系
甲子園口	49.1	19.7	戦前区画整理	住居系・商業系
安井町	39.4	16.0	耕地整理	主に住居系
西福町	10.2	23.4	同和地区対策で道路整備	主に住居系
西宮北口	33.9	15.7	整備水準低	主に住居系
森具	18.7	15.3	整備水準低	住居系

表 2 調査項目の定義

調査項目	定義
街路閉塞状況	被災なし～通行不可の 4 段階で判断
街路幅員 (m)	リンクの最小幅員を計測
木造建物率 (%)	沿道木造建物数 ^{注1)} / 沿道建物数 ^{注2)}
建て込み度 (戸/m)	沿道建物数 / リンク長
木造建て込み度 (戸/m)	沿道木造建物数 / リンク長
ガワ－アン	ガワ: 区画街路・幹線街路のリンク アン: ガワリンクに囲まれた街区内リンク

注 1) 「木造建物」: 国土基本図における非堅牢建物

注 2) 「沿道建物」: 街路の端からの距離が (3m × 階数) 以下の建物
国土基本図で階数の記載のない建物は全て 2 階建と見なした。

この調査対象地区内の全ての街路に対して交差点で区切られるリンクを設定し、リンクごとに調査項目を判定・判読した。閉塞状況の調査には中日本航空(株)が平成7年1月18日に撮影した航空写真(縮尺 1/5000)を用い、街路幅員などの街路特性、沿道特性の調査には国土基本図(1/2500)を用いている。なお、街路閉塞状況は、①被災なし(平常通り車両通行可)、②車両の通行が可能(一部被災あり)、③歩行者の通行のみ可能(車両による通行は不可)④通行不可の4段階で判定する。他の調査項目とその定義は表2にまとめた。街路特性として幅員、沿道特性として木造建物率、建て込み度、木造建て込み度、「ガワ」と「アン」⁸⁾を取り上げている。

「ガワ」と「アン」とは、街路基盤が貧弱な状況での、比較的広幅員の街路に面したひとかわの敷地(ガワ)とこれら街路に囲まれた地区の内部(アン)とを、最中の皮とアンコに例えた表現である。アンにおいては狭小な敷地の木造建物が建て込み、またそれらの建物は前面道路幅、接道の状況から建て替えが進まず、老朽化が進んでいる場合が多い。ひとたび大地震が起こったときは、街路閉塞が発生しやすく、震災時における避難可能性、救援可能性が低いと考えられる。本来、そのアン状況をいくつかの街路閉塞要因に分析し、ガワと比較・検討することが望ましいが、ここでは、その第一段階として、ガワ・アンを区別をダミー変数的に扱う。西宮市史の面的基盤整備に関する記述および国土基本図から面的基盤整備による区画街路を推定し、ガワとアンをリンクの区別を行った。面的整備による区画街路および幹線街路を「ガワ・リンク」、その区画街路(ガ

ワ)に囲まれた街区内(アン)にできた面整備によらない街路を「アン・リンク」とした。面的基盤整備が行われている西宮駅前、甲子園口、安井町の3地区でのみで調査している。

b) 閉塞状況と街路特性、沿道特性の関連

分析対象となったのは6地区合計1309リンクである。幅員については、4m未満の狭隘街路が約30%、6m未満の割合は65%である。また、木造建物率が1.0であるリンクが約60%を占めている。建て込み度、木造建て込み度については、0.10戸/mまでに50%、0.20戸/mまでに95%が分布している。

幅員別の街路閉塞状況を図2に示した。幅員が狭いほど、歩行、車両の通行が不可であるリンクの割合が増加している。また、10~12mの幅員があれば、ほぼ車両の通行が確保されており、既存調査^{4)~7)}と同様の結果がでている。

図3は幅員別、木造建て込み度別、アン・ガワ別に歩行通行不可能リンクの割合(以下、街路閉塞率)を示した。この図からわかることを以下に挙げる。

- a) 幅員が狭いほど街路閉塞率が高い。
- b) 特に2~4m幅員の街路においては、同じ幅員であれば、沿道の木造建物が建て込んでいるほど街路閉塞率が高い。
- c) 面整備によってできた区画街路で囲まれた部分、いわゆる「アン」にある街路は、同じ4~6m幅員の「ガワ」の街路に比べて街路閉塞率が高い。

以上より、特に2~6m程度の幅員の街路において

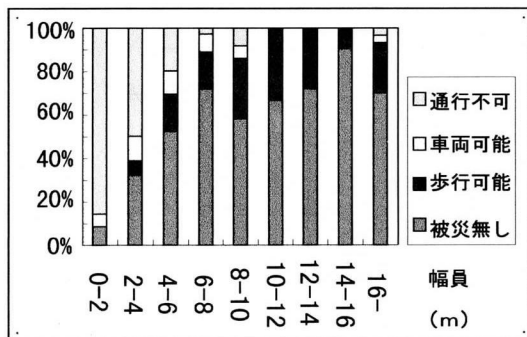


図2 街路幅員と街路閉塞状況

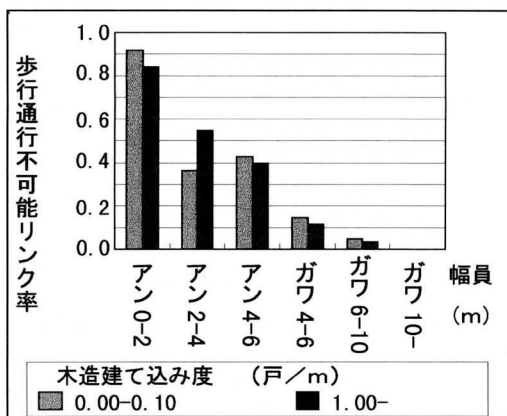


図3 幅員別木造建て込み度別アン・ガワ別歩行通行不可能リンク率

は、同じ幅員であっても木造建て込み度、アン・ガワといった沿道特性により街路閉塞率が変わってくることがわかる。すなわち、街路拡幅だけではなく、何らかの形で沿道の木造建物率や建て込み度を下げることができれば、その街路の街路閉塞率を下げる事が可能であることを示しており、いわゆる修復型の地区整備が地区の防災性向上に効果があることを示唆している。

(2)シミュレーションの妥当性の検証

3. で提案したシミュレーションの妥当性を検証する。調査対象 6 地区について、a) 阪神・淡路大震災時の街路閉塞状況を再現した街路網、b) 地震想定時街路網におけるシミュレーションの結果から救援、避難についての到達不可能地点率を算出し、比較する。ただし、(1)において幅員別木造建て込み度別アン・ガワ別に算出した通行不可能リンク率を街路閉塞率の設定値として表 3 に示した。トリップ発生・集中点は住区内の各交差点とし、シミュレーション設定回数は 100 回とした。算出した地区別到達不可能地点の割合(救援時)を図 4 に示す。面的整備水準が低い地区(図中下の地区)ほど救援不可能地点率が高くなっている。いずれの地区においても、阪神淡路大震災時(実績値)と地震想定時(推定値)がほぼ一致しており、シミュレーションの妥当性は確保されていると見てよい。

(3)街路網構成案の設定

3. で述べた評価方法を適用する街路網構成案の設定を行う。表 4 に示すように、区画整理型、耕地整理型、スプロール型の市街地を想定し、それぞれについて複数の構成案を設定した。A はグリッド型の街路網において、街路幅員が 4m と 6m の場合の比較を行う。B はアンにできた袋小路を接続することの連結信頼性への影響を検討する。C について、C3 までは、C1 を基準として 9m 幅員骨格街路の網間隔の変化による影響を検討する。さらに C3 を基準とし、C4 は面整備により 4m 幅員のアンリンクを幅員はそのままにガワリンク相当の閉塞率とするケース、C5 は骨格街路の幅員を 9m から 12m に拡幅したケースである。最低幅員街路に対する整備と骨格街路拡幅との比較を行う。具体的に設定した住区街路網を図 5 に示す。

表 3 街路閉塞率の設定

街路閉塞率		救援(車両)		避難(歩行)	
幅員	木造建て込み度	0.0	0.0	0.0	0.1
		0.1	0.1	0.1	0.1
～2m		—		0.855	
2～4m		—		0.363	0.551
4～6m	アン	0.333	0.500	0.405	
	ガワ	0.200	0.430	0.136	
	区別なし	0.184	0.429	0.138	0.271
6～10m		0.100	0.149	0.043	
10m～		0.000		0.000	

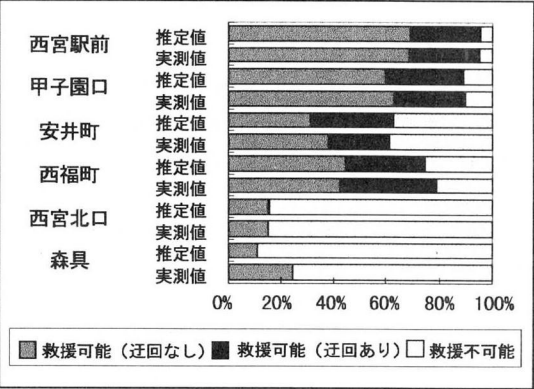


図 4 地区別救援到達不可能地点の割合

表 4 街路網構成案の設定

	構成案名	想定市街地シナリオ	道路面積率(%)
A1	4m 均一グリッド	グリッド型	15.5
A2	6m 均一グリッド	街路拡幅	21.1
B1	耕地整理(袋小路あり)	耕地整理型	13.3
B2	耕地整理(袋小路解消)	アンにできた袋小路解消を想定	14.2
C1	骨格街路整備(整備前)	スプロール型	15.5
C2	骨格街路整備(9m 幅員、500m 間隔)	骨格街路整備を想定	16.4
C3	骨格街路整備(9m 幅員、250m 間隔)	整備する間隔と幅員の違いを検討	18.3
C4	骨格街路整備(9m 幅員、250m 間隔) + 面整備		18.3
C5	骨格街路整備(12m 幅員、250m 間隔)		19.9

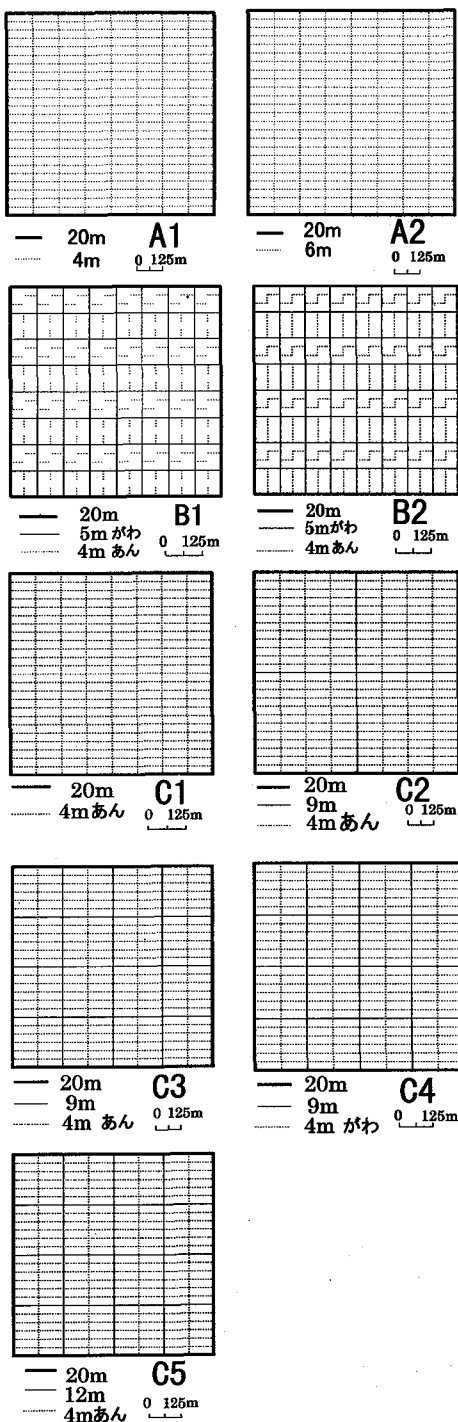


図 5 街路網構成案(A1~C5)

5. 連結信頼性からみた街路網構成の評価

3. で提案した評価方法を、4. で設定した街路網構成案に適用し、街路網構成の震災時連結信頼性からみた評価を行う。街路閉塞率には表 3 の設定値を用いた。ただし、木造建て込み度は 0.10 で一定としている。シミュレーション回数は 50 回とした。図 6 は B シナリオの避難時の到達不可能確率分布グラフ、図 7 は A、C シナリオの救援に関する同グラフを示す。これからわかることを以下に挙げる。

a) スプロール地区 (C1) における街路網に比べて、区画整理などによるグリッド型街路網は非常に高い連結信頼性を示している。特に、6m 幅員街路によるグリッド型街路網の場合 (A2) は地区内で孤立してしまうことはほとんどありえない状況 (平均到達確率 0.99) にある。震災時の避難、救援を考えると、常に 4 方向に経路をもつ、経路代替性の高いグリッド型街路網が望ましいといえる。

b) 街路整備水準が低い地区 (C1) に対する骨格街路の整備、すなわち骨格街路整備の震災時の連結信頼性からみた有効性が明らかになった。骨格街路の網間隔が狭くなるほど連結信頼性が向上している。(救援時平均到達確率 0.55 から 0.80) (図 7. c~e)

c) 骨格街路自体の幅員をさらに広くする (C5) ことによる連結信頼性の向上はほとんど見られず (避難時平均到達確率の C3 からの伸びは 0)、むしろ C4 のように、アンの街路や区画街路のように閉塞率が高い街路を拡幅するか、あるいは沿道の木造建て込み度を下げるなどして、その閉塞率を下げることが街路網の連結信頼性の向上に寄与することが明らかになった。

d) 図 6. a、6. b において、極端に到達不可能確率が高い (避難時、最小到達確率 0.38) 地点は、耕地整理による正方グリッドのアン部分に生じた袋小路の端点である。このように、袋小路は震災時の避難、救援を考えると非常に望ましくない。しかし、袋小路接続 (B2) による 2 方向避難の確保で到達確率が向上する (同 0.60) ことが定量的に示された。個々の建築物の建て替え、セットバック等によるスペース創出により、袋小路の解消を図っていくことが付近の避難や救援の可能性を高める上で重要である。

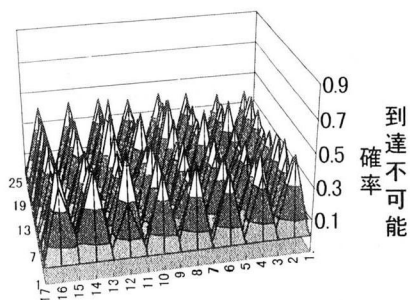


図 6.a 避難到達不可能確率分布 B1: 袋小路あり

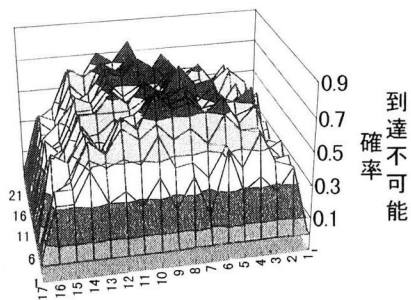


図 7.c 救援到達不可能確率分布 C1: 整備前

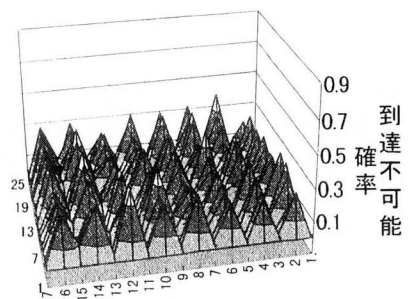


図 6.b 避難到達不可能確率分布 B2: 袋小路接続

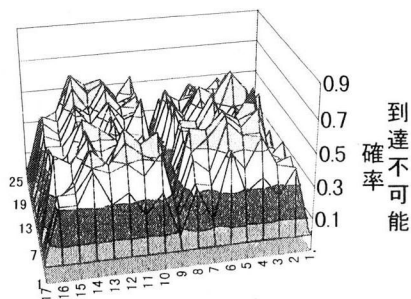


図 7.d 救援到達不可能確率分布 C2: 9m、500m

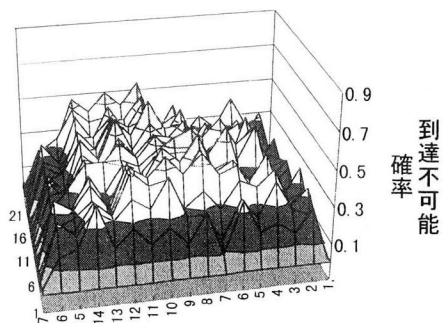


図 7.a 救援到達不可能確率分布 A1: 4m幅員

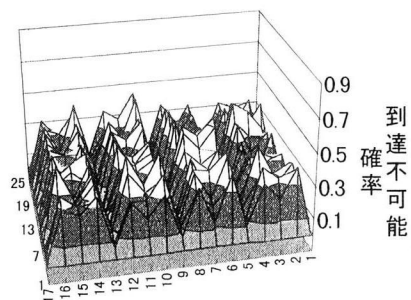


図 7.e 救援到達不可能確率分布 C3: 9m、250m

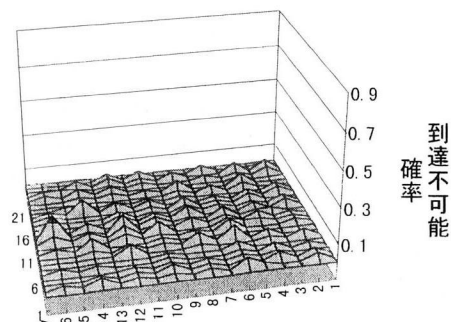


図 7.b 救援到達不可能確率分布 A2: 6m幅員

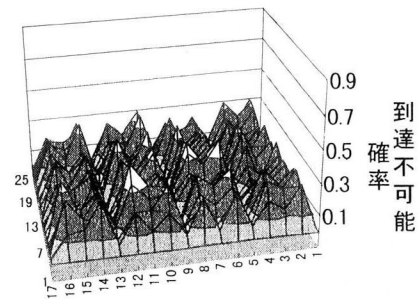


図 7.f 救援到達不可能確率分布 C4: 面整備

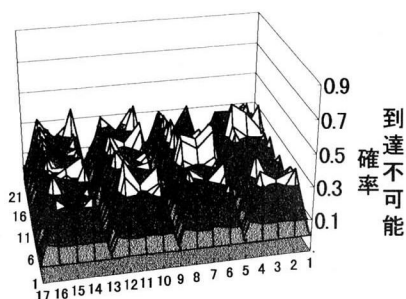


図 7.g 救援到達不可能確率分布 C5: 12m、250m

表 5 各構成案の連結信頼性指標値

評価指標		最小到達		完全到達		平均到達	
構成案		確率 :MP		地点率 :PP		確率 :AP	
構成案名	番号	救	避	救	避	救	避
		援	難	援	難	援	難
4m幅員均一グリッド	A1	0.36	0.36	0.00	0.00	0.72	0.72
6m幅員均一グリッド	A2	0.86	0.98	0.62	0.95	0.99	0.99
耕地整理(袋小路あり)	B1	0.00	0.38	0.00	0.17	0.40	0.86
耕地整理(袋小路解消)	B2	0.06	0.60	0.00	0.20	0.46	0.90
骨格街路整備(整備前)	C1	0.12	0.42	0.00	0.00	0.55	0.78
骨格街路整備(9m幅員、500m間隔)	C2	0.22	0.54	0.00	0.09	0.67	0.85
骨格街路整備(9m幅員、250m間隔)	C3	0.46	0.62	0.01	0.28	0.80	0.90
骨格街路整備(9m幅員、250m間隔+面整備)	C4	0.56	0.90	0.04	0.71	0.87	0.99
骨格街路整備(12m幅員、250m間隔)	C5	0.48	0.62	0.30	0.30	0.84	0.90

6. まとめと今後の課題

(1) 本研究の成果のまとめ

本研究では、震災時の連結信頼性からみた住区内街路網構成の評価を行うため、避難、救援活動を想定した単純な仮定に基づくシミュレーションを提案した。同時に、街路網の連結信頼性を評価するための3つの指標、および住区内の地点別到達不可能確率分布を等高線グラフで表現する方法を提案した。また、西宮市 6 地区における街路被害実態調査を行い、震災時の街路閉塞率と沿道建物の建て込み状況等との関連を把握した。その成果に基づき、シミュレーションモデルを再現性の高いものとした。最後に、評価方法を複数個設定した仮想的な住区モデル

に適用して、構成案の道路量、網間隔、網形態の違いによる評価の違いを定量的に比較検討し、その結果、街路整備水準に低い住区における骨格街路の整備、袋小路解消等の効果を定量的に示した。

(2) 今後の課題

本研究の今後の課題として以下の4点を挙げる。

a) 平常時における評価との比較

大地震発生は数十年かそれ以上の年数に一度であり、防災だけを考えた投資は説得力がなく、効率性からみても事業化されない場合が多い。そのため、「平常時において沿道環境が快適、安全で、かつそれが非常時にも機能する」街路網が望ましい。そうした両面からみて望ましい街路網とはどれだけの整備水準であるかを定量的に検討する必要がある。

b) 街路網構成案の設定

街路網構成案は今回設定した構成案が全てではなく、もっと多くのパターンが考えられる。例えば、区画整理事業においても公共用地率や減歩率はそれほど変動がない。したがって、面積率一定のもとでより望ましい街路網構成の検討は必須である。

c) パラメーターの設定

シミュレーション時に、木造建て込み度を一定として地点別到達確率の計算を行なったが、住区内である種の分布に従うなどいくつかのケースを設定した結果を算出したい。そのことにより、街路整備だけでなく、沿道建物への修復型整備の震災時連結信頼性に対する影響の検討が可能となる。

d) 住区内の他の公共施設、オープンスペースとの関連

住区内には公共用地として街路のほかに、公園、小学校等が存在し、それらは、阪神・淡路大震災時にも見られたように、避難場所として機能する。今回の検討では、住区の外周道路を避難トリップの目的地として考えたが、住区の中央に配置された防災拠点、オープンスペースに対する避難、救援に関する分析も必要であろう。

参考文献

- 1) 災害時について、例えば、朝倉康夫・柏谷増男・為広哲也：災害時における交通処理能力の低下を考慮した道路網の信頼性評価モデル、土木計画学研究・論文集、No.12、pp.475～484、1995年8月

- 2) 平常時について、例えば、加藤文教・門田博知・浜田信二：道路の信頼性評価の簡便法、土木計画学研究・論文集、No.4、pp.181～188、1986年10月
- 3) 従来の道路網研究の総括として、岡田憲夫・若林拓史・多々納裕一：社会基盤整備の計画・管理のためのリスク分析的アプローチ、土木学会論文集、No.464/IV-19、pp.33～42、1993年
- 4) 家田仁・上西周子・猪俣隆行・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、No.18、pp.847～850、1995年
- 5) 塚口博司・戸谷哲夫・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、pp.701～705、1996年1月
- 6) 徳永幸久・武政功・細見隆：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論文集、pp.761～766、1996年1月
- 7) 青木英輔・石田東生・大野栄治：震災時の街路閉塞による避難迂回からみた街路網の安全性、土木計画学・講演集、No.19、pp.47～50、1996年11月
- 8) 大方潤一郎・新妻俊樹・小林重敬：幹線街路沿道の立体的土地利用実態に関する研究―東京目黒通りについて―、都市計画学会論文集、No.29、pp.169～174、1992年11月