

マイクロシミュレーションを活用した震災後道路ネットワークの容量分析

Microsimulation-based Analysis of Traffic Volume for Post-Quake Transportation Networks

屋井研究室 04M30246 鳥居 広顕 (Hiroaki Torii)

Keywords : 交通マイクロシミュレーション, 震災後道路ネットワーク, 道路閉塞

Keywords : Microscopic Traffic Simulation, Post-Quake Transportation Networks, Road Blockage

1. はじめに

阪神・淡路大震災では、震災後の道路交通渋滞が大きな社会問題となった。建築物の倒壊等の影響で交通容量の小さくなった道路ネットワークに、様々な目的の車両が流入した。その結果、深刻な交通渋滞が発生し、消火活動や救助活動、救援物資輸送活動などの応急対策が大きく阻害された。震災後に起こり得る交通渋滞に対する対策としては様々なものが考えられるが、震災後の道路状況、交通状況は非常に複雑であり、加えて我が国の場合、都市型大規模震災の先例が阪神大震災のみであることから先例の教訓に倣うことができず、どのような対策を採るべきかを検討することは難しい。このような状況においては、震災後交通状況を詳細に表現した上で様々な施策の検討を可能とするシミュレーションシステムなどの施策検討ツールが有用であると考えられる。

以上のような問題意識に基づき、本研究では、震災後の交通問題に対する施策検討ツールとしてのマイクロシミュレーションシステムの有効性について検討する。具体的には、これまでに構築した関東首都圏約 30km 四方の平常時における広域ネットワーク¹⁾をベースとしたシステムを、震災後の分析が可能なシステムへと拡張し、災害後の道路状況を再現可能な震災後交通マイクロシミュレーションシステムを構築する。

対象地域としては、道路閉塞危険度が比較的高いと予測される川崎区を選定した。また、シミュレーションを行う状況としては、震災直後の消火活動や救助活動が一旦落ち着いた後で、交通流の状況がある程度定常化した段階(約3日後)を想定した。

なお、本研究で使用するマイクロシミュレーションシ

ステムは、画面上で車両1台1台の挙動を視覚的に確認することができ、一般の人でもシミュレーション結果の概略を理解しやすいため、地域住民と行政間のコミュニケーションツールとしても資すると期待される。

2. 対象地域

昨年度までの広域シミュレーション対象地域について、例えば、木造住宅の建築年代別存在割合(図1)を見ると、阪神・淡路大震災で被害が多かった1981年以前(建築基準法改正前)の木造住宅が相対的に多いことが分かる。図2に川崎区内の災害路ネットワークを表すが、で囲んだ部分は他の地域に比べ木造住宅が密集しており、特に建物倒壊による道路閉塞被害の発生が懸念される。また、この地域には昭和21年の計画決定以降、整備が行っていない都市計画道路も存在する(図2点線)。

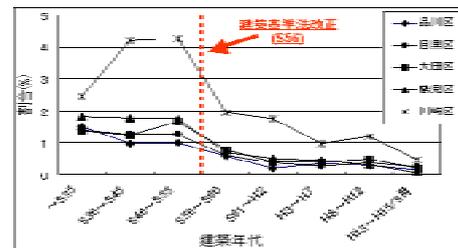


図1: 木造住宅の住宅総数に対する建築年代別比率²⁾



図2: 密集市街地と未整備の都市計画道路

3. 震災後交通マイクロシミュレーションの構築

3.1 想定地震

本研究では、川崎市地震被害想定(平成9年)³⁾の「プレート間地震」の発生を想定する(表1)。これは、中央防災会議の「南関東地域直下の地震対策に関する大綱(平成4年)」に倣い、フィリピン海プレート上面、南関東地域直下のプレート間地震を想定したものである。この想定のもとで、図3に示す手順に沿って震災後の交通ネットワークデータを構築した。

表1：想定する地震の概要

規模	M7.0
川崎区の最大震度	6弱
発生時刻	冬の夕方
気象条件	北北西の風・強風 8[m/s]
建築物	約 25 万棟
人口	1202811[人]

3.2 基礎データの設定

現地調査に基づいて細街路の車線数や道路幅を分類し、シミュレーションにインプットした(図4)。また、震災後に重要な発生集中拠点となる避難所や給水拠点についても、その出入口位置を確認の上、個別にゾーンとして設定した。一方、市街地は各避難所の圏域毎に分割し、表2のようにゾーン設定した。なお、細街路設定後、平常時のODを用いてシミュレーションを実行した結果、実測断面交通量と推計断面交通量の相関が0.7強と、昨年度までと同様ある程度の再現性が維持されていることを確認している。

3.3 震災後道路状況のシミュレーションへの反映

建物倒壊による道路閉塞状況は、産業技術総合研究所が行ったシミュレーション結果を用いて設定する。震災後の道路閉塞データは、川崎区内一律で400[gal]の加速度を設定の上、各リンクについて周辺建物の倒壊の有無を確率的に計算し、倒壊があった場合は該当リンクの最狭隘路幅を算出することで得られる。各リンクに対して200回の繰り返し計算結果が得られており、これを道路ネットワークデータに変換した。各リンクの閉塞幅は、200回の試行の上位75パーセンタイル値、及び、90パーセンタイル値の2通りの基準によって与えた。最狭隘路幅を道路ネットワークデータに変換する際には、道路を一方通行、両側通行、さらに、それぞれを細街路、幹線道路に分類した。その上で、シミュレーション上では“通行不可の設定”、“制限速度の変更”により、リンク毎の最狭隘路幅を表現した(表3)。このとき、車両が通行可

能な最小車線幅を2.5[m]としているが、建物倒壊による道路閉塞以外にも歩行者や駐車車両など様々な障害が考えられる。そこで、車両通行可能最小車線幅を3.0[m]とした場合のネットワークについても検討する。これらに、道路被害が全く起こっていないネットワークを加え、表4に示す全5種類の道路ネットワークを整備した。

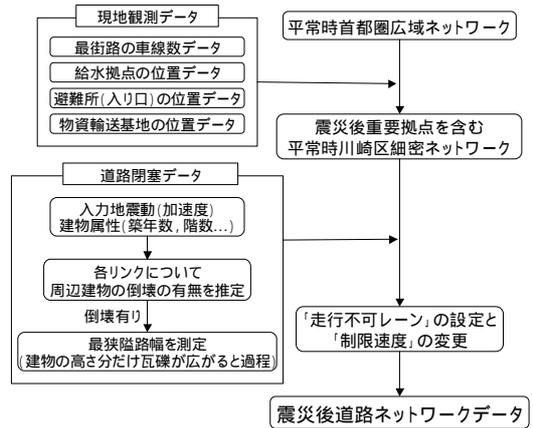


図3：震災後道路ネットワーク構築フロー



図4：細街路入力後道路ネットワーク(川崎区)

表2：ゾーン設定

重要拠点的分類	川崎区内の箇所数 (設定ゾーン数)
避難所対象エリア	33
避難所	33
病院	10
給水拠点	22
物資輸送拠点 (中継基地)	5
外部ゾーン	5

表3：最狭隘路幅のシミュレーション上での設定

道路種別	平常時道路状況		閉塞状況入力方法		有効車線数 (片側分)	
	車線幅	制限速度 (km/h)	最狭隘路幅	制限速度 (km/h)		
一方通行	幹線	4前後	30より大きい	0 ~ 2.5	x	0
				2.5 ~ 3	15	1
				3 ~ 4	30	1
				4 ~ 6.5		1
				6.5 ~ 7	(+15)/2	2
				7 ~ 8	(+30)/2	2
				8 ~ 10.5		2
				10.5 ~ 11	(*2+15)/3	3
				11 ~ 12	(*2+30)/3	3
				12 ~ 14.5		3
	14.5 ~ 15	(*3+15)/4	4			
	15 ~ 16	(*3+30)/4	4			
	16 ~ 18.5		4			
	18.5 ~ 19	(*4+15)/5	5			
	19 ~ 20	(*4+30)/5	5			
	20		5			
	細街路	3~4	30以下	0 ~ 2.5	x	0
				2.5 ~ 3	15	1
				3 ~ 5.5		1
				5.5 ~ 6	(+15)/2	2
6 ~ 8.5					2	
8.5 ~ 9				(*2+15)/3	3	
9 ~ 11.5					3	
11.5 ~ 12				(*3+15)/4	4	
12 ~ 14.5					4	
14.5 ~ 15				(*4+15)/5	5	
15		5				

* は“平常時どおり”、xは“完全閉塞”を示す。

表4：作成ネットワーク

採用する最狭隘路幅 [パーセントイル値]	車両通行可能最小車線幅 [m]
75	2.5
75	3.0
90	2.5
90	3.0
道路被害無し	

3.4 震災後ODの作成

OD交通量行列は、一般車両、救援物資輸送車両、緊急車両（人の搬送をする一般車両を含む）の3種類に分けて作成した。一般車両ODは、避難、物資調達、安否確認、通勤の4つの目的別に、川崎市基礎統計データ⁴⁾と地震被害想定³⁾、阪神大震災時の調査研究⁵⁾に基づいて作成した（図5）。緊急車両についても同じ資料から推定した。一方、物資輸送車両ODは、川崎市地域防災計画⁶⁾に基づいて、ゾーン毎に必要な物資量を推定して算出した。

なお、時間帯別交通量については、阪神大震災の調査データ⁷⁾において、ピーク時間帯には一日総交通量の20[%]が発生しているという報告があり、これに準拠して作成した。

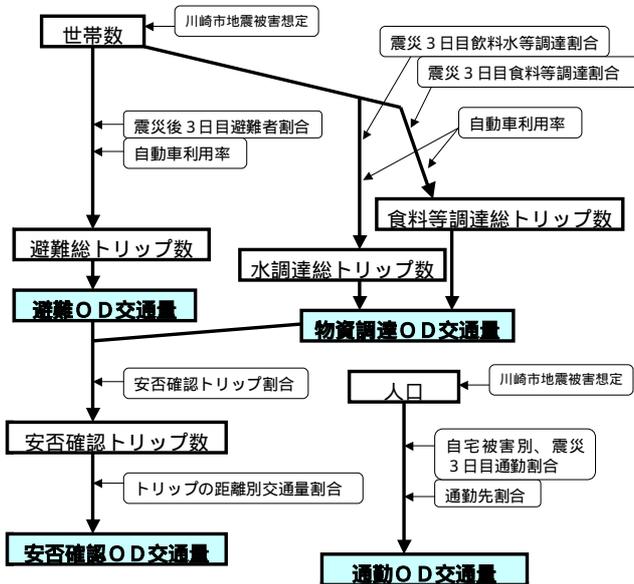


図5：一般車両OD作成フロー

ところで、川崎区は、東京、横浜という大都市に挟まれていることから、通過交通や外部からの流入交通が多く、これらの影響を無視できない。そこで、まず夕方ピーク時間帯（16～18時）の平常時広域交通シミュレシ

ョンを行い、平常時の交通量を推計した。次に、震災後内内・内外交通量の平常時交通量に対する割合が約40[%]⁸⁾であることから、外部交通量を平常時の40[%]と設定した。しかし、川崎区が外部交通の影響を受けやすいと考えられることから、2割増（48[%]）とした場合のデータも、比較検討のために用意した。

4. 震災後交通マイクロシミュレーションの適用

4.1 震災後交通状況の把握

構築した5種類のネットワークに対して、外部OD交通量が異なる2種類のODパターンのデータを適用し、ピーク時間帯2時間（外部交通16～18時）のシミュレーションを行った。図6には、閉塞データ：75パーセントイル値、車両通行可能最小車線幅：2.5[m]、外部交通量：48[%]の場合の平均速度分布を示しており、車両が制限速度の大きい幹線を細街路よりも優先的に選択していることが伺える。特に、国道15号（図4の点線部分）が他の幹線道路や細街路に比べて平均速度が低下している。これは、給水拠点や物資輸送中継基地、大規模な病院が比較的集中している駅周辺を発生集中拠点としている車両が多いことが1つの原因であると考えられる。以上の傾向は、全てのパターンに共通に見られる現象である。

次に、各ネットワークの総所要時間を比較したものが図7、図8である。ネットワーク被害の大小による有意な差は見られなかったが、この理由として以下の2点が考えられる。1つ目は、作成した全てのネットワークにおいて、どれも幹線道路の被害が生じなかったことである。2つ目は、閉塞した地域から閉塞していない道路へのアクセスに要する時間がシミュレーションでは考慮できていない点である。シミュレーションでは、発生ゾーンに含まれる複数のリンクからランダムに車両が発生するが、設定の関係上、閉塞した街路からは発生しない。その結果、各車両は通行可能なリンクのみから発生する。加えて、幹線道路から離れた地域ほど細街路の閉塞被害が大きい傾向も見られる。以上のことから、閉塞せずに残った幹線に近い細街路から、車両が相対的に多く発生し、これらが直ぐに幹線に流入したことが推察される。

一方、外部交通量を増加させた場合、全てのネットワークパターンにおいて所要時間の増加が見られたが、大規模な渋滞が起きるほどの深刻な状況は、どのパターンにおいても生じなかった。

次に、図2の点線で示した都市計画道路を含めたネットワークについても、閉塞データ:90パーセント値、車両通行可能最小車線幅:3.0[m]の場合と道路被害無しの場合についてシミュレーションを行った。図7、図8に見られるように、都市計画道路の整備により、目的地までの所要時間が減少していることが確認できる。また、所要時間が10分以上となる緊急車両台数については、閉塞状況や外部交通量に関わらず大幅に減少し、その減少幅は最大で約45[%]になることが分かった(図9)。

4.2 考察

以上より、川崎区の現況の道路ネットワークは、今回想定した震災時の各種交通条件のもとでも、平常時と比べてそのパフォーマンスにそれほど大きな相違は生じないこと可能性が示唆された。一方、エリア内で計画されている都市計画道路については、災害時の緊急車両の通行状況の改善に大きく寄与し得る可能性が示唆された。

但し、前述のとおり、本システムでは閉塞地域から閉塞していない道路へのアクセスについては考慮できておらず、今後は、この影響を考慮できるようにシステムの改良を行う必要がある。

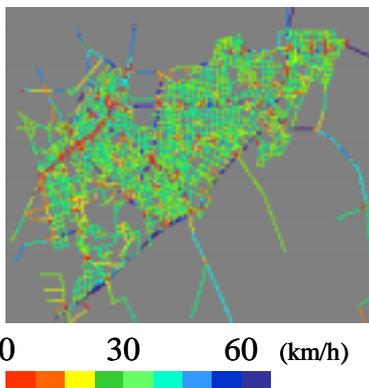


図6:平均速度分布(閉塞データ:75パーセント値、車両通行可能最小車線幅:2.5[m]、外部交通量:48[%])

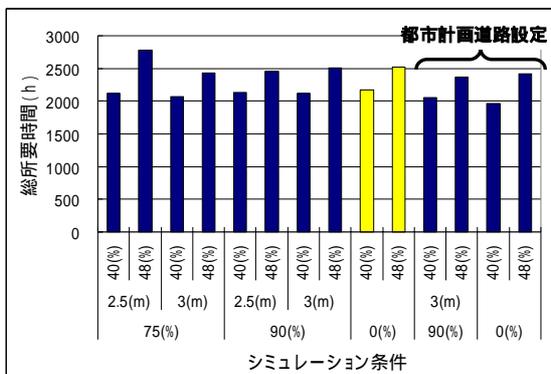


図7:総所要時間(全車両)

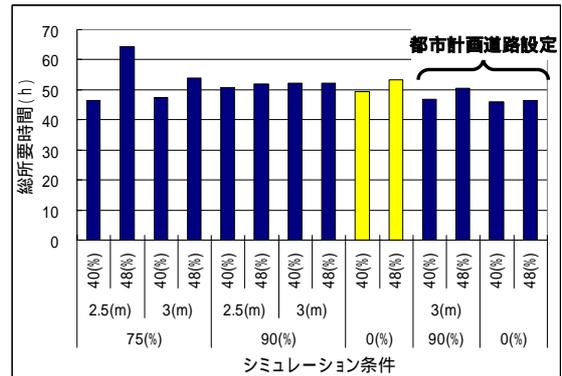


図8:総所要時間(緊急車両)

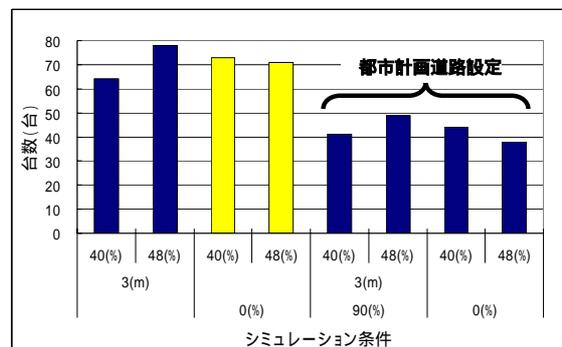


図9:所要時間10分以上の緊急車両台数

5. おわりに

本研究では、震災後の交通状況の分析に資するために、細街路や避難所などの詳細な状況を反映した震災後交通マイクロシミュレーションシステムを構築し、川崎区における震災後の交通状況の評価を行った。さらに、施策分析のケーススタディーとして都市計画道路の整備効果を分析した。

<参考文献>

- 1) 例えば、伊藤徳子、鳥居広顕、屋井鉄雄、福田大輔: マイクロシミュレーションによる広域細密ネットワーク解析の実用限界に関する研究 新道路研究会成果報告会資料, 2005.
- 2) 総務省統計局: 住宅・土地統計調査, 2003.
- 3) 川崎市地震被害想定(平成9年): 川崎市ホームページ (<http://www.city.kawasaki.jp>)
- 4) 平成12年国勢調査結果: 川崎市ホームページ (<http://www.city.kawasaki.jp>)
- 5) 大規模災害時におけるマイカー交通規制のあり方に関する調査研究: 飯田恭敬, 平成11年度国際交通安全学会調査研究報告書, 2000.
- 6) 川崎市地域防災計画(平成15年度版): 川崎市ホームページ (<http://www.city.kawasaki.jp>)
- 7) 松本誠, 小谷通泰, 峠尾哲哉, 今井幸秀: 震災時におけるマイカーの利用行動に関する考察, 第2回阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集, p.513-520, 1997.
- 8) 第4回パーソントリップ調査データ: 川崎市ホームページ (<http://www.city.kawasaki.jp>)