

地震時における東京都の緊急道路網の形状特性

久保 謙治¹・川上 英二²

¹学生員 埼玉大学大学院理工学研究科建設工学専攻 (〒338-8570 浦和市下大久保255)

²正会員 工博 埼玉大学教授 工学部建設工学科 (〒338-8570 浦和市下大久保255)

震災時における交通の確保は、消火をはじめ負傷者の搬送、緊急物資の輸送、ライフラインの復旧等の応急対策活動を行う上で不可欠である。東京都では、大地震の発生直後の交通混乱を最小限度にとどめ、被災者の安全な避難と応急対策に必要な緊急車両の通行を確保することを最重点として、緊急道路網を指定しており交通規制を実施する。本研究ではこの東京都が指定した緊急道路網の形状に着目し、地震後における各道路の機能低下の発生を確率事象として扱い、その渋滞状況の平常時からの変化を解析した。

Key Words : Earthquakes, lifelines, highways, roads, transportation systems, serviceability

1. 序文

活発な地震帯上にある本邦において地震災害を検討する場合、地震災害の程度に及ぼす交通システムの被害の程度の影響は非常に大きい。交通システムの機能低下が地震直後における消防車、救急車、災害復旧車などの緊急車の活動を妨げ、二次災害を増大させるのみではなく、地震後長期にわたって日常生活および産業活動に支配的な影響を及ぼすことが過去の災害の例より明らかである。これら交通システムの地震後における挙動を分析し、検討することは防災上重要であると考えられる。本論文では、交通システムとして東京都が指定した緊急道路網¹⁾

を取り上げ、まずシステムを構成する各施設の地震による破壊の発生する確率が推定可能であるものと仮定した。次に、モンテカルロシミュレーションと交通量配分の手法を用いてシステムの地震後における機能低下の程度を評価、また地震後における各道路の役割を評価した。

2. 解析手法

解析に用いた東京都の道路ネットワークは東京都が指定した緊急交通路から構成されるものを考え、図1のようにモデル化した。ノード数は346個、リ

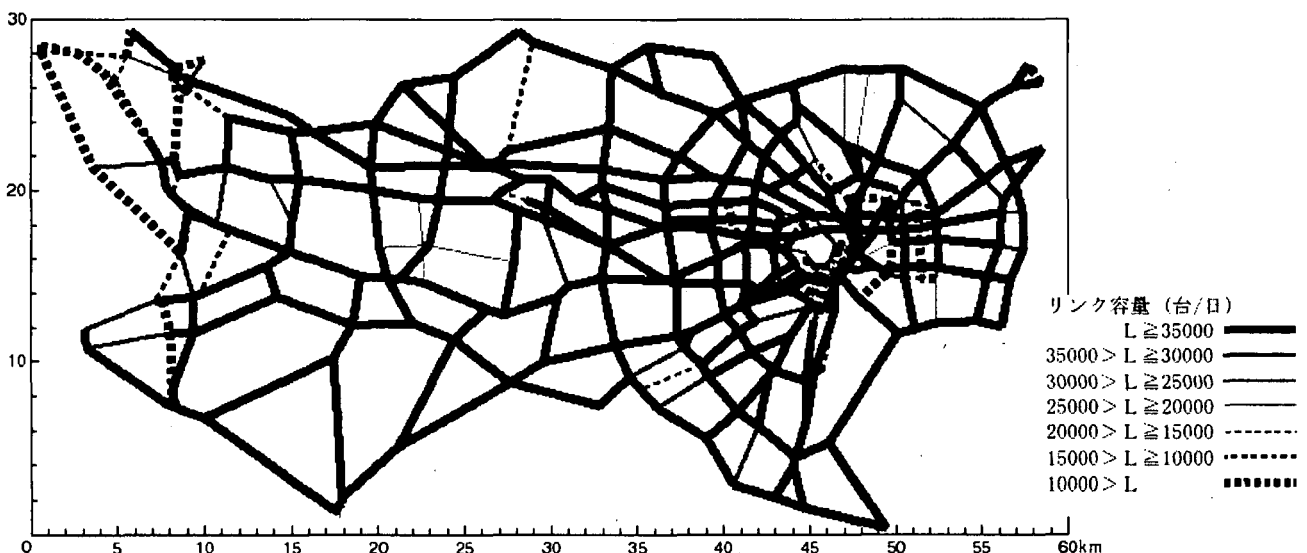


図1 平常時における東京都内のリンク容量の分布

リンク数は579個である。これには首都高速道路および高速自動車国道は含まれていない。また、東京都に隣接する神奈川県、埼玉県、千葉県の影響を反映させるためにダミーリンクを43個設定した。

本解析では、まず東京都が平成元年度に行ったパーソントリップ調査²⁾による各県の全目的自動車OD表(表1)を用いて平常時の詳細なOD分布交通量を想定した。この際、東京都を区部と市郡部に分けて考え、隣接する神奈川県、埼玉県、千葉県の影響も考慮した。東京都からの発生交通量の構成(図2)を見ると、東京都内を行き先とする交通が約87%、東京都から神奈川県、埼玉県に向かう交通が各々約5%、千葉県が約3%となっている。

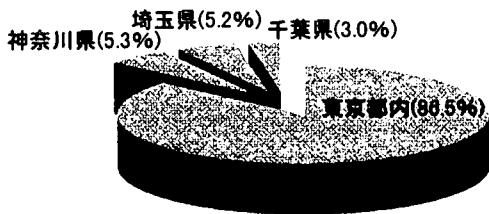


図2 東京都からの発生交通量の構成²⁾

平常時のリンク容量は、各ゾーンの発生吸引交通量から節点間のOD分布交通量を推定し、道路網を考慮して交通量配分を行った。その際に、道路は平常時の交通量では渋滞しておらず、混雑度は道路によらず同一の値であると仮定した。そして、道路の容量は平常時における配分交通量の丁度二倍とした。平常時における東京都内のリンク容量の分布(図1)を見ると、市郡部の交通量は西部では少なく、区部の交通量は県境付近では交通量が比較的多い結果となった。

混雑度と走行速度の関係(図3)は、混雑度<0.5では各運転者が最短時間のルートを一定の制限速度(時速40km)で走行すると仮定した。そして地震により道路の交通容量が減少した場合、その道路の混雑度、すなわち地震後の交通容量に対する地震後の配分交通量の割合が増加すると、走行速度が減少するという関係を用いて解析を行った。

阪神大震災では幅員の狭い道路が建物被害や火災、電柱等の倒壊により通行不能となり、交通容量を低下させる要因となった。本解析ではこれらを確率事

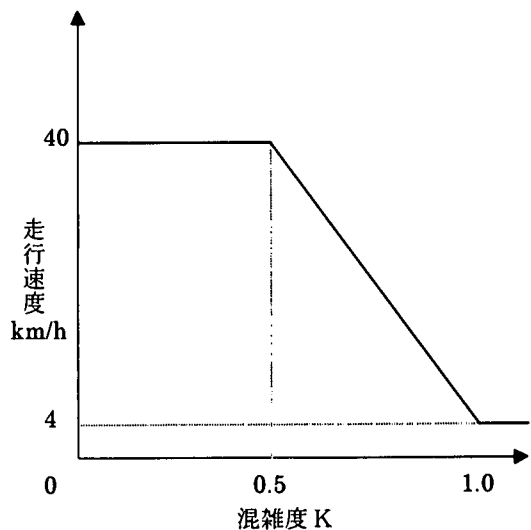


図3 混雑度と走行速度の関係

象であると考え、1kmあたりの破壊確率を道路によらず一定値($0.5 \times 10^{-3}/\text{km}$)に設定した。また、破壊程度も分布するものと考え、容量の減少の程度と関連付けた。地震後のODとしては、本研究では単純化のため平常時のODを用いた。そしてシミュレーションを多数回繰り返すことにより地震に対する道路交通システムの機能上の耐震性評価を行った^{4) 5)}。

3. 解析結果

本研究では、道路の容量減少の発生を確率事象であると考え、地震に対する道路交通システムの機能上での耐震性の評価を、混雑度と犠牲度の二つのパラメータを用いて表現した。

地震後における東京都内の混雑度のシミュレーションを100回行った解析結果の各道路に対する中央値を図4に示す。混雑度は地震後の配分交通量を地震後の交通容量で割ったもので、道路の混雑状況を表す指標となる。このようにほとんどの道路が混雑する結果となったが、区部に注目してみると都心部はすいているが、遠ざかるにつれて混雑度が高くなっている。そして県境付近と多摩地区の道路が地震発生後に混雑するという結果が得られた。

表1 全目的自動車OD表²⁾ (台/日)

	東京区部	東京市郡部	神奈川	埼玉	千葉	発生交通量
東京区部	3088609	148834	196374	231823	162940	3828580
東京市郡部	138396	1639523	115177	70196	5071	1968363
神奈川	178552	115835	4445686	14232	13856	4768161
埼玉	222485	70540	13793	3917220	39159	4263197
千葉	153556	5548	13324	38498	3583693	3794619
吸引交通量	3781598	1980280	4784354	4271969	3804719	18622920

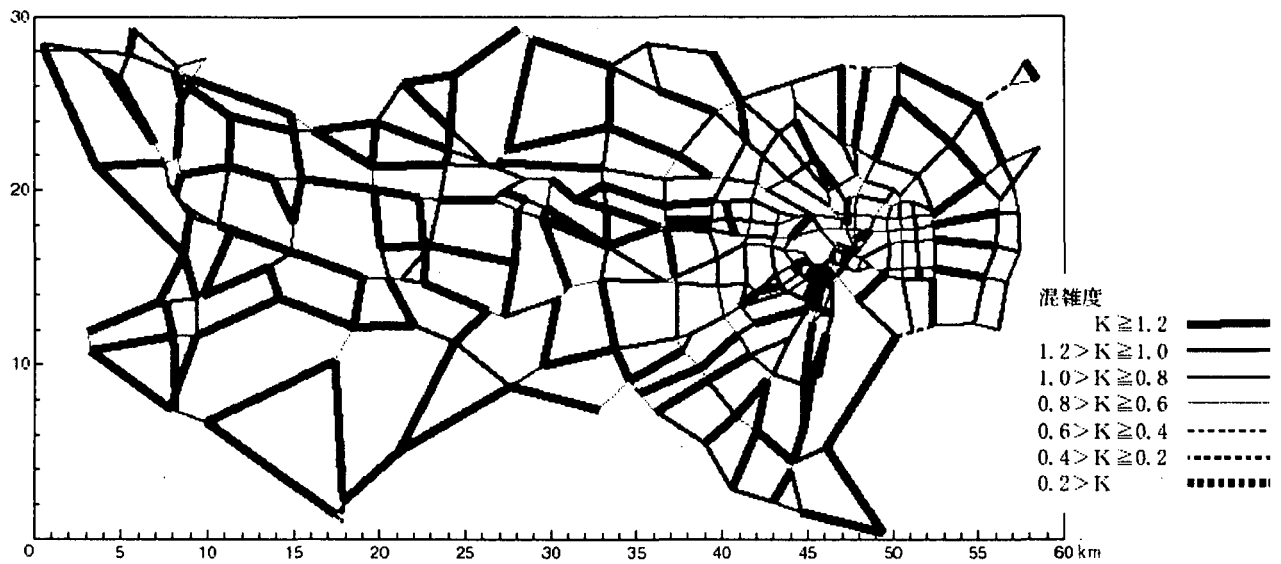


図4 地震後における東京都内の混雑度の分布 (中央値)

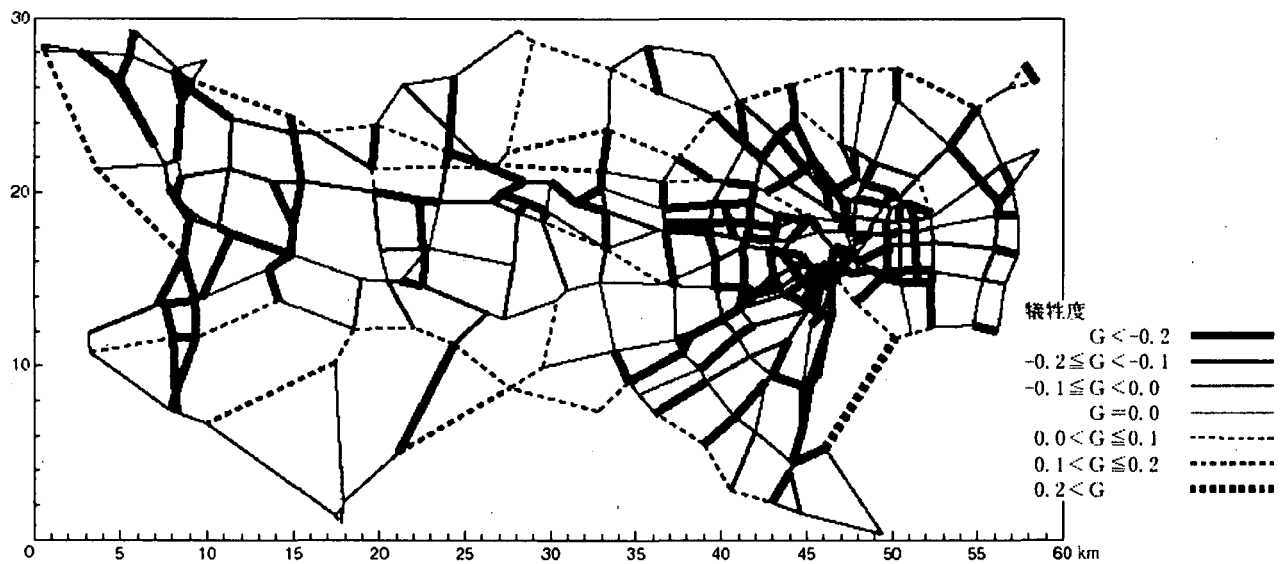


図5 地震後における東京都内の犠牲度の分布 (中央値)



図6 東京都内の平常時混雑度の分布³⁾

地震後における東京都内の犠牲度のシミュレーションを100回行った解析結果の中央値を図5に示す。犠牲度は平常時の配分交通量から地震後の配分交通量を引いたものを平常時の交通容量で割ったもので交通量の増減の程度を表す指標となる。区部を見ると環状方向の交通量は地震後もあまり変化せず、放射状の交通量は平常時に比べてかなり増加している（犠牲度が負の値を示す）ことがわかる。また多摩地区ではリンク長の長い道路が地震により輸送機能が低下し、リンク長の短い道路に迂回による交通が集まるという結果が得られた。

東京都の道路交通センサスによる実際の平常時混雑度（図6）をみると、東京区部におけるほとんどの主要な道路で混雑度が1.0以上であり、都心から放射状に伸びる道路では混雑度が1.25以上、環状方向では環状七号線が2.0以上と非常に高くなっている。また、多摩地区では多摩地区内の各拠点間を結ぶ道路と、区部と多摩地区を結ぶ道路で混雑度が高い。地震後には図6の平常時混雑度に図4の地震の混雑度への影響を重ね合わされた結果が発生することが想定される。

また、地震後における東京都内の各道路に対する混雑度（K）と犠牲度（G）の関係を図7に示す。システムにまったく破壊が生じていない平常時には、混雑度は0.5、犠牲度は0を想定している。（0.5,0）を中心とし、この図上の位置により各リンクの分類が以下のようにできる。

- ・ T1領域
容量の減少の程度が著しく、交通量が減少するにもかかわらず混雑しやすいリンク
- ・ T4領域
容量が減少し、交通量が増加することにより混雑しやすいリンク
- ・ $G = -K$ 線上, $G > 0$
破壊しにくいが他の直列なリンクが破壊するために交通量は減少し、すきやすいリンク
- ・ $G = -K$ 線上, $G < 0$
破壊しにくいが他の並列なリンクが破壊するために交通量が増加し、混雑しやすいリンク
- ・ T2領域
破壊するが他の直列なリンクの破壊により交通が他の並列なリンクに迂回し、すきやすいリンク

図7の解析結果を見ると、地震後には各道路の容量が減少することにより、平常時に比べて概して混雑しやすい事がわかる。しかし、その様子は一概ではなく、地震後の各道路の役割は一つ一つの道路に注目してみるとそれぞれ違うことがわかる。システムの耐震性を向上させるためには、容量を増加させるべきリンク、強度を高めるべきリンクなどに区分する必要がある。

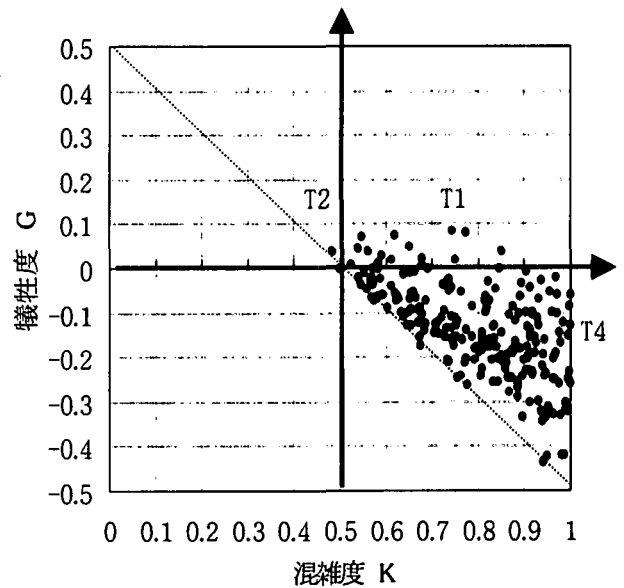


図7 混雑度Kと犠牲度Gの分布（中央値）

4. まとめ

地震時における道路交通システムの機能の安全性を検討する場合、各道路の局所的な地形・地質条件、道路の構造的強度条件などにより評価される道路の耐震性のみならず、道路交通システムの機能面から見たシステム各部分の地震に対する安全性の検討が必要である。また、道路交通システムの各部分が所定の機能を保持するために必要なシステムの形状と道路網としての耐震性を検討する必要があり、これらは防災上重要な問題である。

本研究では、地震発生後における道路の機能低下の発生を確率事象として検討し、各道路の機能上の評価を行った。今後シミュレーションのケースを増やすとともに、地形・地質条件、道路の構造的強度条件など各種パラメーターを詳細に与えれば各道路の重要度がさらに明らかになるものと思われる。

参考文献

- 1) 東京都防災会議：東京都地域防災計画，震災編（平成10年修正），1998.
- 2) 東京都市圏交通計画協議会：東京都市圏総合都市交通体系調査報告書，現状把握編，1989.
- 3) 道路交通センサス，1990.
- 4) 川上英二，久保謙治：第3回都市直下地震災害総合シンポジウム論文集，pp.505-508，札幌，1998.
- 5) 川上英二：道路交通システムの機能上の耐震性の一評価方法，土木学会論文報告集，第327号，1982.