

利用者便益から見た全国幹線交通ネットワークの耐震信頼性評価と耐震性向上による影響分析 A Reliability Analysis of Nationwide Transportation Network against Earthquake Risk

村木康行、高橋 清、家田 仁

By Yasuyuki MURAKI **, Kiyoshi TAKAHASHI *** and Hitoshi IEDA ***

1. はじめに

本研究では、地震発生を考慮した場合の全国幹線交通ネットワークにおける弱点箇所の把握を目的とし、交通ネットワークが地震によって被災した際に交通流動が受ける影響を分析するモデルを構築した。またモデルのアウトプットとして、影響の度合いを表現するための指標を提案し、様々な視点から地震に対する交通ネットワークの信頼性評価について分析を行った。

本研究が構築したモデルの特徴は、複数の交通機関を考慮した全国レベルの交通ネットワークにおいて旅客・貨物両者への影響評価が可能なことである。また、a)日本各地で地震が発生する可能性を考慮していること、b)各トリップが代替交通機関に迂回する可能性、およびトリップの取りやめを考慮していること、c)交通流動が被る損失を貨幣タムで算出できること等が特徴となっている。さらに、ネットワークにおける弱点箇所を把握するために、リンク毎にその途絶がきたす損失を表現する指標として途絶影響度の提案を行った。

2. 既往の研究

災害時の交通ネットワーク信頼性に関する主な研究は、1) 連結信頼性に着目した研究、2) 時間信頼性に着目した研究、3) フローの変動に着目した研究、4) ODペア毎の時間的ロスに着目した研究、という形でまとめることができる。

若林ら¹⁾は、信頼性グラフ解析理論に基づいて交通ネットワークの信頼性を解析する方法を提案している。これは、各リンクの通行規制確率が与えられたとき、ミニマルパス・カットの概念を用いて、ネットワーク上の任

意点間の到達可能信頼度を算出するものである。南ら²⁾は、代替ルートの存在とその所要時間から経路代替性指数を定義している。そしてこの指数をもとに、山口県南西部の道路ネットワークにおいて、整備費用最小となるような計画を求めている。川上³⁾は、伊豆半島の道路網を対象に、平常時ネットワーク・地震発生後の被災ネットワークにおけるリンクフローを算出し、その変動を混雑度・犠牲度として表現している。この研究の特徴は、分布交通量の配分を行い、各リンクのフロー変動に着目しているところにある。朝倉ら⁴⁾は、四国の道路ネットワークにおいて、過去の通行規制実績の各状態でネットワーク配分を行い、許容所要時間超過による中止トリップ数の割合からODペア間信頼度を求めている。

上述された研究はいずれも地域レベルのネットワークを対象としているが、阪神・淡路大震災の際のように、一地域のリンク途絶の影響が全国に及ぶことを鑑みると、交通ネットワークの信頼性解析を全国規模で行うことは重要であると考えられる。また、これまでの研究の多くは対象交通機関を道路とし、対象交通流動は旅客に限られているが、対象交通機関を拡張し、より現実の姿に近い形で信頼性解析を行うことが望まれる。国土庁⁵⁾が、複数の交通機関を考慮した全国の交通ネットワークを対象として、地震災害の影響を一般化費用の増加として求めている。しかし、災害の程度を与件として分析を行っており、被災地域のリンクは全て途絶するといった現実性に乏しい仮定を設けている。

以上の背景より、著者ら⁶⁾は地震が全国レベルの交通ネットワーク及び交通流動に与える影響に関して分析を行った。この研究では、地震発生ポイントと発生マグニチュードを確率的に決定し、その地震発生による交通施設の被災パターンの予測と、被災ネットワークで上でのリンクフローの算定を行った。この結果、地震発生に伴う全国レベルでの交通流動への影響を分析することが可能となった。しかし、ネットワークを評価する項目としてはフローの変動を分析するにとどまっている。

*キーワード：防災計画、リスク・マネジメント
耐震信頼性評価

**正員、工修、東日本旅客鉄道(株)

***正員、工博、東京大学大学院社会基盤工学専攻
(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1

TEL.03-3812-2111 ext.6116, FAX.03-5800-6868)

3. 交通リンク途絶影響評価モデルの構築

以上のような研究を、ネットワークにおけるリスクポイントの把握やリダンダンシーを有するネットワークの効率的整備へと最終的につなげていくためには、リンク毎にその途絶がきたす損失を表現するような指標が必要であると考えられる。

そこで本研究では、以上の問題意識より図1に示すようなモデルを構築した。本モデルは、交通ネットワークの被災状況を再現するサブモデルと、各交通機関別の交通量を算定するサブモデルの2つから構成され、算定されたリンクフローをもとに各評価指標が導出される。ある地震発生地点と地震規模が与えられたときに、その地震発生による交通ネットワークの被災状況とリンクフローを算定するのが1シミュレーションである。

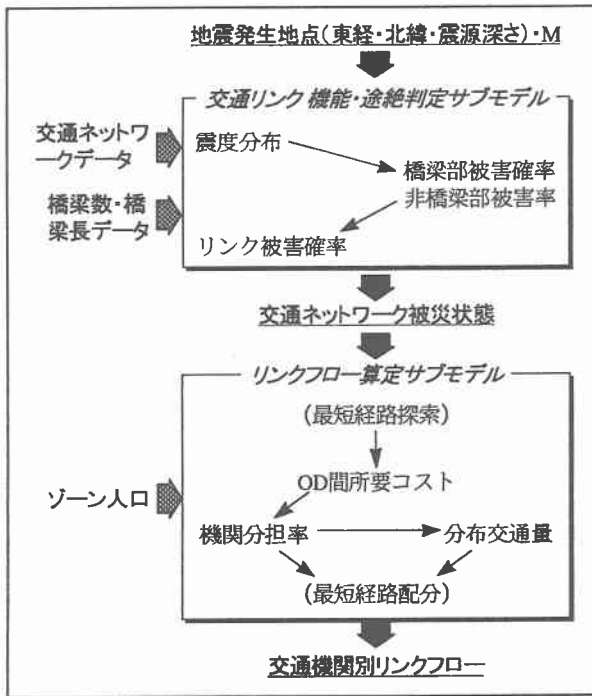


図1 交通リンク途絶影響評価モデル

(1) 交通リンク機能・途絶判定サブモデル

本サブモデルは、発生した地震の位置と規模に応じて、交通ネットワークを構成する各リンクが途絶するか否かを判定するものである。

今回対象とする地震は日本周辺で発生した既往地震のうち、発生地点と発生規模について記録が残っているM6.0以上の167回の地震とする。この167回の地震について、1つずつシミュレーションを行い、全てのリンクについて被害の判定を行うことで、交通ネットワークの様々な被災パターンを想定する。

リンクの被害判定については以下のプロセスで行う。

まず、各リンクをいくつかのセクションに分割し、各セクションが位置する地点の震度 I を次の距離減衰式⁷⁾を用いて求める。

$\Delta \geq 100\text{km}$ のとき

$$I = M_k + 2\ln(100/\Delta) - 0.00183(\Delta - 100)$$

$\Delta \leq 100\text{km}$ のとき

$$I = M_k + 2\ln(r_0/r) - 0.01668(r - r_0) \quad (\text{式1})$$

M_k : 河角による地震の規模

Δ : 震央距離(km) r : 震源距離(km)

r_0 : $\Delta = 100\text{km}$ における震源距離(km)

次に、各セクションの被害確率 P_s を求める。ここでいう被害とは、リンクが途絶に至るような、あるいは施設の機能が完全に停止するような被害のことである。

今、被害判定のセクション(長さ l km)が、橋梁部(平均橋梁長 l_B km/橋、平均橋梁数 n_B 橋/km)とそれ以外の非橋梁部で構成されているとする。また、震度が I のとき、橋梁の被害確率が $p_B(I)$ 、非橋梁部の被害率が $v_{nB}(I)$ 件/kmと表されるとする。このとき、各橋梁が同種のものでかつ各橋梁での被害発生が独立であると仮定すると、セクション中の橋梁 $n_B l$ 本のうち x_1 本で被害が発生する確率 $P_B(x_1)$ は次式の2項分布として表される⁸⁾。

$$P_B(x_1) = {}_{n_B l} C_{x_1} \cdot p_B^{x_1} \cdot (1 - p_B)^{n_B l - x_1} + \varepsilon_1 \quad (\text{式2})$$

また、非橋梁部における被害の発生箇所が全くのランダムかつ独立であると仮定すると、セクション中で x_2 件の被害が発生する確率 $P_{nB}(x_2)$ は次式のポアソン分布として表される。

$$P_{nB}(x_2) = \frac{\{v_{nB}(1 - n_B l_B) \cdot l\}^{x_2}}{x_2! \exp\{v_{nB}(1 - n_B l_B) \cdot l\}} + \varepsilon_2 \quad (\text{式3})$$

ε_1 、 ε_2 は不確定項であり、地震が発生したとき近接した地点でも実際には被害の程度に差があることを考慮する意図がある。ただし、式2、3はこのままでは厳密には確率を与えないため、 $P_B(x_1)$ 、 $P_{nB}(x_2) > 1$ または $P_B(x_1)$ 、 $P_{nB}(x_2) < 0$ となる場合は、それぞれ $P_B(x_1)$ 、 $P_{nB}(x_2) = 1$ 、 $P_B(x_1)$ 、 $P_{nB}(x_2) = 0$ とした。そして、セクションの被害確率 P_s 、リンクの被害確率 P を次式により求め、リンクの被害判定を行う。

$$P_s = 1 - P_B(0) \cdot P_{nB}(0) \quad (\text{式4})$$

$$P = \text{Max}_s P_s \quad (\text{式5})$$

被害の判定はリンクの被災確率がある基準値を超えるか否かにより判定されるが、本研究では基準値を0.5とし、基準値以上の被害確率を示したリンクは途絶していると判定することとした。

なお、この確率 $p_B(I)$ 、被害率 $v_{nB}(I)$ 件/km というデータは、過去の地震の被害調査データに基づいて各自治体がまとめており、この存在を念頭において上のような仮定を行っている。

(2) リンクフロー算定サブモデル

本サブモデルは、(1)で想定された交通ネットワーク被災状態において分布交通量をネットワーク配分し、各リンクのフローを算定するものである。

まず、交通ネットワークの被災状態において各交通機関毎に最短経路探索を行い、OD 間所要コスト X_k を求める。リンクコストには、各種料金と所要時間の組み合わせで構成される一般化費用を用いる。そして、この X_k から、次式のような集計ロジットモデルにより交通機関 k の機関分担率 P_k を求める。式 6 はある交通ネットワークが被災した際のトリップの転換を考慮していることとなる。

$$P_k = \exp(aX_k) / \sum_{k=1}^K \exp(aX_k) \quad (式 6)$$

a : パラメータ K : 交通機関選択肢数

次に、式 6 を導出する際に出てくるログサム形の式で、各交通機関別の所要コスト X_k を、OD 間期待最小コスト EMC としてまとめ (式 7)、

$$EMC = \ln \sum_{k=1}^K \exp(aX_k) / a \quad (式 7)$$

この EMC と発着地のゾーン人口 P_i 、 P_j から、次式のような重力モデルにより、ij 間の分布交通量 n_{ij} を算定する。

$$n_{ij} = k P_i^\alpha P_j^\beta (EMC_{ij})^{-\gamma} \quad (式 8)$$

k 、 α 、 β 、 γ : パラメータ

式 8 は交通ネットワークが被災した際、所要コスト EMC_{ij} が増加し分布交通量が減少する、すなわちトリップの取りやめが生じる可能性を示している。

式 7、8 により算定された機関分担率と分布交通量を乗じることで機関別分布交通量を推計する。そして、これを各交通機関の被災後のネットワークに最短経路配分することにより、ネットワーク被災状態のリンクフローが算定される。

(3) 評価指標

算定されたリンクフローをもとに交通ネットワークの信頼性を評価するための指標を、以下のように定義する。いずれの指標も、各シミュレーション結果を集計し発生地震回数により除すことで、発生地震 1 回あたりの期待値として表現されている。

①リンク損壊確率 (リンク毎)

$$\sum_{m=1}^n d_m / n$$

②リンクフロー変動量 (リンク毎)

$$\sum_{m=1}^n (f_m - f_0) / n$$

③OD ペア損失費用 (OD ペア毎)

$$\sum_{m=1}^n \Delta C_{ij}^m / n$$

④途絶影響度 (リンク毎)

$$\sum_{m=1}^n \sum_i \sum_j \delta_{m,l_k} \delta_{ij,l_k} \Delta C_{ijk}^m / n$$

d_m : m 回目シミュレーション時の状態 (1=途絶、0=機能)

n : シミュレーション回数 (今回は $n=167$)

f_m : m 回目シミュレーション時のリンクフロー

f_0 : 通常時リンクフロー

δ_{m,l_k} : m 回目シミュレーション時リンク l_k が途絶するとき 1

δ_{ij,l_k} : 通常時リンク l_k を経由する OD ペアについて 1

ΔC_{ijk}^m : 機関 k のネットワークが被災することにより ij 間 OD ペアが被る損失

①は、複数回行ったシミュレーションによる途絶回数を表現しており、交通ネットワークを構成する各リンクが地震に対して如何なるリスクを保有しているかを示す指標となっている。

②は、交通ネットワークが被災することで変動する交通量の期待値を表している。この値が正となるのは、災害時に代替ルートとして有効に機能するリンクであり、負となるのは災害時にルート変更を余儀なくされる交通量が多いリンクであると考えられる。

③は、図 2 で示されるように地震 m の発生により ij 間の分布交通量が被る損失額 ΔC_{ij}^m の期待値である。

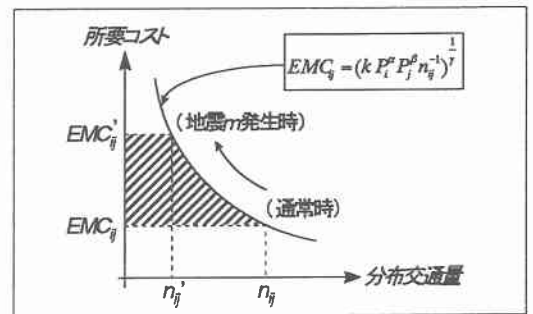


図 2 ij 間分布交通量が被る損失 ΔC_{ij}^m

最後の指標④はネットワークにおける弱点箇所を示す指標である。ネットワークの弱点箇所とは、途絶するリスクが高く、途絶するとその影響を受ける交通量が多く、また迂回ロスが大きいといった条件を持つリンクであると考えられる。これは、リンク損壊確率が大きいにも関わらずリンクフロー変動量が大きく負であり、通常時そ

のリンクを利用する OD ペアが被る損失額 ΔC_{ij} が大きいことを意味している。この状況を表現しているのが④の指標である。

今回提案した指標は、複数の交通機関の存在を前提とした全国レベルのネットワークを評価するものとなっており、

- a)日本各地で地震が発生する可能性を考慮している
- b)各トリップが代替交通機関に迂回する可能性、および取りやめられる可能性を踏まえている
- c)交通流動が被る損失を貨幣タームで算出できる

点が特徴である。また、ネットワークにおける弱点箇所を把握するために、「リンク毎にその途絶がきたす損失を表現する指標」として途絶影響度を定義した。

4. シミュレーションによる現行ネットワークの耐震信頼性評価分析

(1) シミュレーションの設定条件

今回対象とする交通流動は旅客及び貨物とし、それぞれ全国幹線旅客純流動調査データ(H7)、全国貨物純流動調査データ(H7)を全国 169 のゾーン間 OD データに分割したものをを用いた。また、旅客流動については鉄道、道路、航空を、貨物流動については道路を対象交通機関とし、表1に示したネットワークデータを使用した。

表1 ネットワークデータ

交通機関	ネットワーク	ノード数	リンク数
航空	定期路線・空港アクセス	263	2103
鉄道	新幹線・在来線	402	1104
道路	高速道路・一般国道	1038	4354

これらのデータを用いて、式 6、8 中の未知パラメータを推定した結果、表2のような値が得られた。そして、通常時の交通ネットワークにおいて交通量配分を行った結果、概ね現状を再現していることが確認された。

表2 パラメータの推定結果

	旅客		貨物
	仕事目的	私用	
a	-7.2404	-5.6491	*
自由度調整済決定係数	0.9273	0.8619	*
k	5.710×10^{-10}	1.271×10^{-7}	9.000×10^{-8}
α	0.9934	0.7000	0.7885
β	0.9212	0.7014	0.8040
γ	1.174	2.911	1.420
自由度調整済決定係数	0.8856	0.6241	0.7413

また、震度 I と橋梁被害確率 p_B 、非橋梁部被害率 v_{nB} の関係式は、過去の地震の被害調査データに基づいて各自治体が行っている地震被害想定等^{9),10)}を参考に、以下のように設定した。また、平均橋梁長 l_B 、平均橋梁数 n_B については、各種統計書^{11),12)}に基づいて、県別・路線別の値を用いた。なお、不確定項 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ は正規乱数値を採用した。

$$\begin{aligned}
 p_B &= 0.493I - 2.82 \\
 v_{nB} &= 0.490I - 1.94 \quad (\text{鉄道}) \\
 v_{nB} &= 0.0556I - 0.221 \quad (\text{道路})
 \end{aligned}
 \tag{式 9}$$

(2) シミュレーション結果

以下、シミュレーション結果の一部を紹介する。

図4は、鉄道のリンク損壊確率を示したものである。

各棒グラフの下部は、リンク上に位置しており、その高さが損壊確率を表す。東海道新幹線の名古屋～京都間で最大値(0.0719)をとり、これは道路の場合の最大値(0.0539)より若干大きい値である。リンク損壊確率が大きい地域は、北から順に釧路周辺、仙台周辺、東京～静岡周辺、大阪～兵庫周辺、大分周辺となっている。

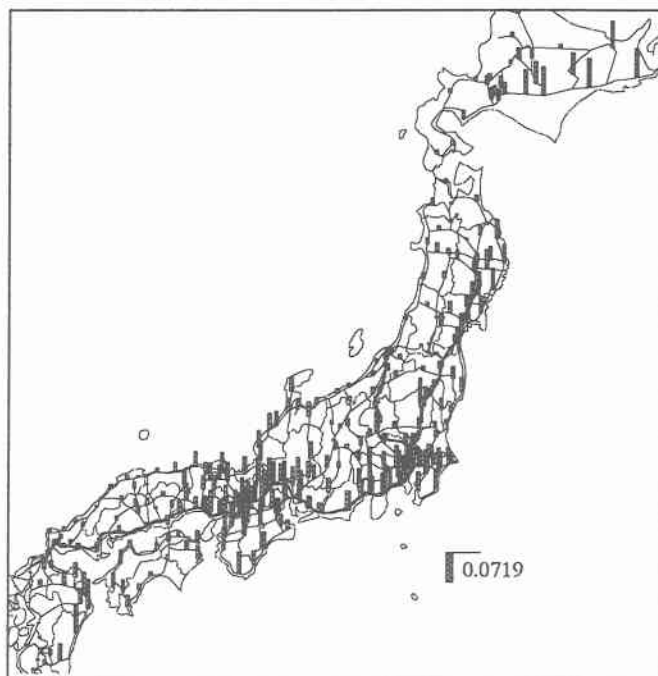


図4 リンク損壊確率(鉄道)

図5～7は、旅客流動のリンクフロー変動量を各交通機関毎に示したものである。なお、リンク毎に変動が正となる場合、負となる場合で分けて期待値をとっている。鉄道ネットワークにおいては、全体的に交通量が減少する傾向が見られる。一方、道路ネットワーク、航空ネットワークにおいては全体的に交通量が増加する傾向が見られる。このことから、地震発生リスクを考慮した場合、

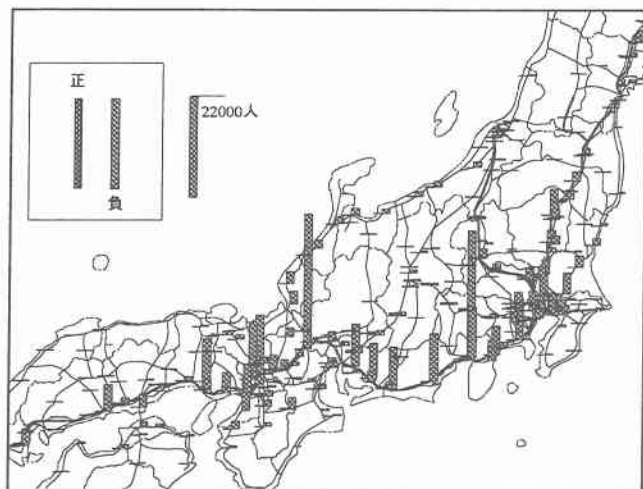


図5 リンクフロー変動量(旅客・鉄道)

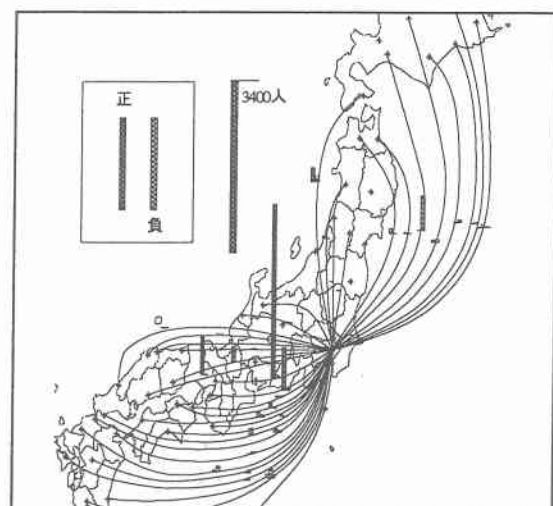


図7 リンクフロー変動量(旅客・航空・羽田発着分)

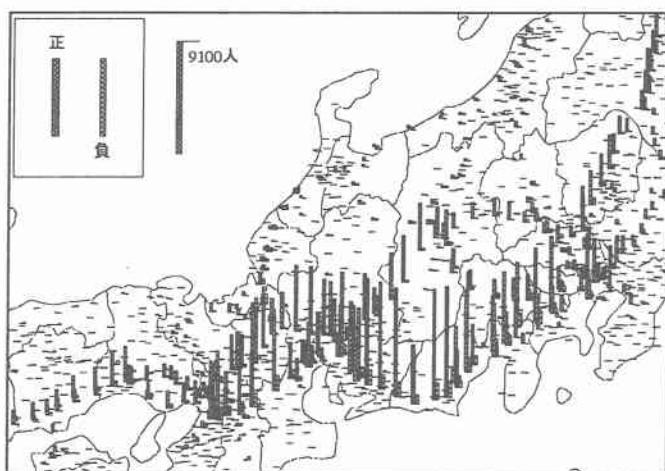


図6 リンクフロー変動量(旅客・道路)

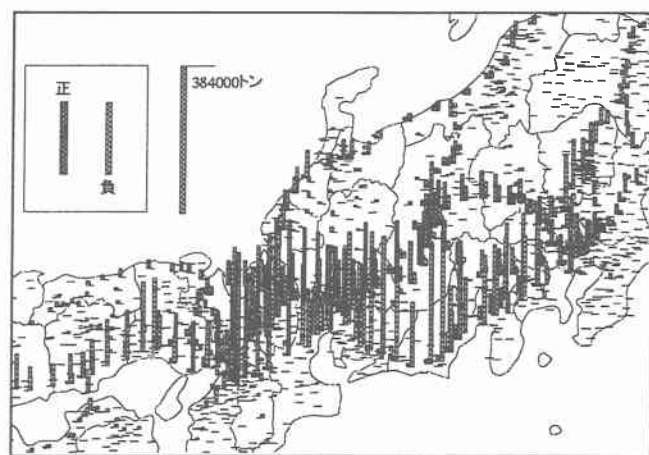


図8 リンクフロー変動量(貨物・道路)

鉄道利用者が他交通機関に転換する、あるいはトリップそのものを取りやめる傾向にあることがわかる。特に東海道新幹線において減少分が大きいが、これは通常時交通量が多いにも関わらず途絶する可能性が高いことによる。さらに、東名高速道路、中央自動車道や羽田-伊丹・関空・岡山・広島間の航空路線で増加分が大きく、これらのルートが代替経路として有効に機能することが考えられる。

なお、一部の航空路線で減少傾向が見られるが、これは空港へのアクセス・イグレス部分の交通機関が被災しているか、または、滑走路に支障が生じていることによる。

図8は、貨物流動のリンクフロー変動量を示したものである。通常時、交通量が集中している太平洋側の主要幹線から、災害時には中央自動車道、名神高速道路といった内陸ルートに迂回していく傾向があることがわかる。図9は、鉄道ネットワークの途絶影響度を示したものである。東海道・山陽新幹線をはじめとして、東北新幹線、

根室本線、北陸本線、紀勢本線等の途絶影響度の値が大きくなっている。また、上述したように途絶影響度は、3つの要因が組み合わさって算出される指標であるが、いずれが決定要因となっているかを示したのが図中のレーダーチャートである。根室本線、紀勢本線は有効な代替ルートがないため、また東北新幹線は一度途絶するとその影響を受ける交通量が多いため、途絶影響度の値が大きいものとなっている。そして、東海道新幹線はいずれの要因値も大きく、このことが途絶影響度最大の路線であるという結果につながっているものであると考えられる。

一方、道路ネットワークの途絶影響度を表したのが図10である。旅客流動に対する途絶影響度では、東名高速道路の値が最大となるが、貨物流動分も合わせると兵庫県湾岸の4リンク(阪神高速及び第2神明道路リンク)の値が甚大なものとなる。このうちの2リンクは、兵庫県南部地震によって実際に途絶した箇所である。そして、

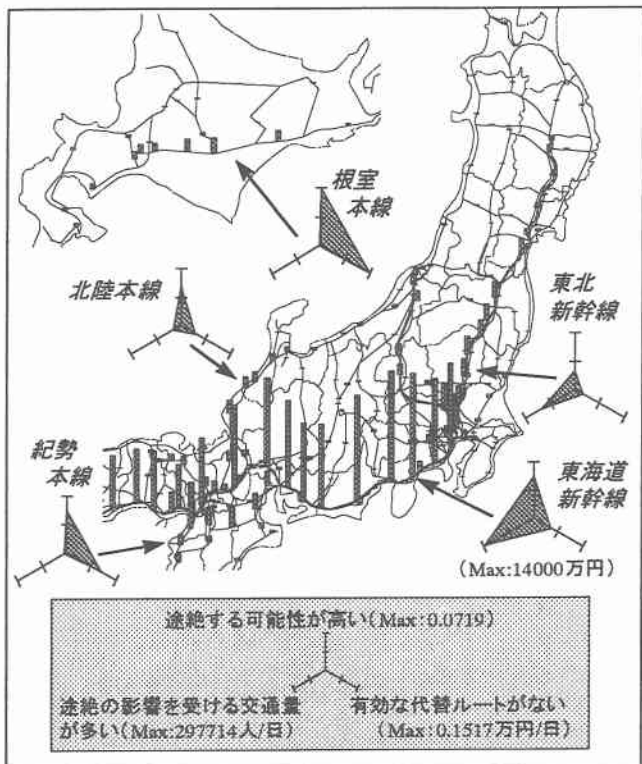


図9 途絶影響度(鉄道)

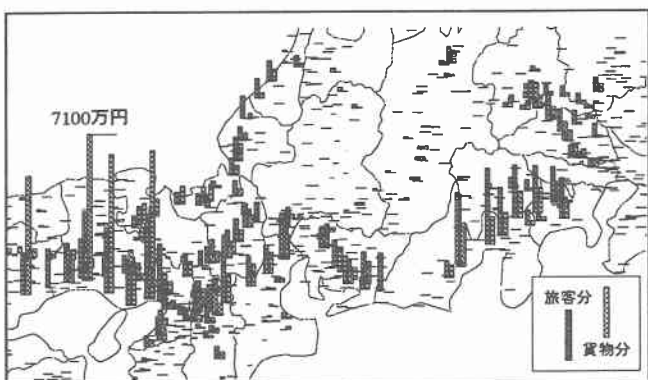


図10 途絶影響度(道路)

複数回行っているシミュレーション中から兵庫県南部地震を取り除いて計算した場合においても、これらのリンクの途絶影響度が相対的に大きいという結果に変わりはない。この地域の高速道路は湾岸に集中しており、地震が発生すると同時に途絶してしまう可能性が高い。さらにこれらが途絶した際、迂回ロスが小さくて済むような代替ルートが現状では存在していないため、このような結果になっているものと考えられる。

5. ネットワークの改善効果分析

前章で把握された現行ネットワークの弱点箇所に対して、これらの改善に寄与するであろう各種施策の実施効果を分析した。ここでは、(1)中央新幹線(東京-新大阪)の新設、(2)東名高速道路(東京 IC-小牧 IC)の耐震補強の2つを取り上げる。

(1) 中央新幹線新設効果

① 設定条件

東京-名古屋間は中央本線と、名古屋-新大阪間は関西本線と並行して中央新幹線リンクを設定し、それぞれ対応区間の営業キロを参考にリンク長を決定した。また、リンクコスト、平均橋梁長、平均橋梁数等については、既存の新幹線リンクの各値を参考に設定した。

なお、リンクの耐震強度としていくつかのレベルを設定した。具体的には、式9を式10のように修正し、レベルkのリンクでは現行のものより震度にしてk相当、被害が生じにくいものとして考える。レベル0のリンクは、現行のネットワークと同程度の強度であることを意味し、レベル2のリンクは、兵庫県南部地震と同程度の地震が発生しても概ね機能するようなものとなっている。

$$\begin{aligned}
 p_B &= 0.493(I - k) - 2.82 \\
 v_{nB} &= 0.490(I - k) - 1.94 \quad (\text{鉄道}) \\
 v_{nB} &= 0.0556(I - k) - 0.221 \quad (\text{道路}) \quad (\text{式10})
 \end{aligned}$$

② 分析結果

表3は、各レベルの強度を持つ中央新幹線を新設することで、期待被害額がどのように変化するか示したものである。なお期待被害額とは、式11に示したようにODペア損失費用の総和を意味する。

$$\text{期待被害額} = \sum_i \sum_j \Delta C_{ij} \quad (\text{式11})$$

表3 中央新幹線の新設効果

	現在	レベル0	レベル1	レベル2
期待被害額(万円)	93520.4	96305.4	92216.3	89244.1

表3から、レベル0の中央新幹線を新設すると、期待被害額は増加してしまうことがわかる。中央新幹線を新設することで、通常時の交通ネットワークのサービスレベル、地震発生後の交通ネットワーク被災状態のサービスレベルはいずれも向上する。しかし、通常時サービスレベルの向上度の方が大きいため、その差として計算している期待被害額が増加する形となっている。実際、交通ネットワークが改善されると、交通流動はこの存在を前提として行動するようになるため、地震が発生し、交通ネットワークが被災した際に感じる相対的な損失は、増加してしまう可能性は十分にある。ルートを新設する際には、通常時の利便性向上や周囲への開発効果のみならず、災害時の役割、ネットワークのサービスレベルも想定して強度等を決定する必要がある(今回の分析にお

いては、少なくともレベル1の強度を持つ中央新幹線の
新設が必要) と言える。

(2) 東名高速道路耐震補強効果

① 設定条件

東名高速道路東京 IC-小牧 IC に相当する計 40 リンク
の橋梁部被害確率、及び非橋梁部被害率算定式を、(1)
と同様に式 10 を用いて修正し、途絶しにくくなるよう
に設定することでどのような効果が現れるか分析した。

② 分析結果

東名高速道路が途絶しにくくなると、まず通常時ここ
を利用している交通流動が迂回するの必要がなくなる。また、
東名高速道路が新たに代替ルートとして有効に機能
するという効果がある。図 11 は、東名高速道路の耐震
補強を行うことで、東海道新幹線の途絶影響度がどの程
度変化するか図示したものである。

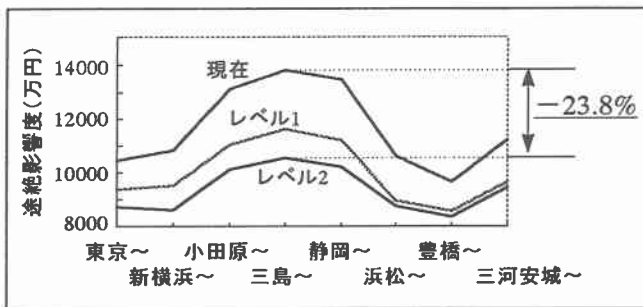


図 11 東海道新幹線の途絶影響度の変化

この図から、東名高速道路の強度をレベル2まで上げ
ると、三島-静岡間の途絶影響度の値が 23.8%減少する
ことがわかる。このように、道路ネットワークの耐震補
強が、他モードの弱点箇所の改善にも大きく寄与するこ
とがわかる。阪神・淡路大震災以降、全国各地で耐震補
強工事が進められているが、今後その優先順位や整備方
法の決定の際には、他モードネットワークへの影響など
も含めた、より総合的な評価・判断に基づいて行われる
必要があると言える。

6. まとめ

本研究では、地震が発生した際の交通ネットワーク、
交通流動への影響を予測するモデルを構築した。また、
このモデルを用いたシミュレーションにより、現行の全
国幹線交通ネットワークを構成する各リンクの特徴を把
握し、弱点箇所・整備優先箇所を抽出した。

今後の課題としては、地震の発生確率の設定などをは
じめとし、各設定をより精緻なものとした上で費用対効

果を算出し、最適整備方法及び防災投資のあり方等を提
示することが挙げられる。

参考文献

- 1)若林拓史「交通ネットワーク信頼性解析への信頼性グ
ラフ理論適用の考え方」土木計画学研究・講演集 No.10,
pp.125-132 1987
- 2)南正昭「道路網における代替ルートの整備水準の一評
価法に関する研究」土木学会論文集 No.530/IV-30,
pp.67-77, 1996
- 3)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, pp.1-12, 1982
- 4)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
- 5)国土庁計画・調整局総合交通課：交通システムの信頼
性向上に関する調査, 1996
- 6)高橋清、田中伸治、家田仁、村木康行：全国交通ネッ
トワークにおける地震発生リスクのリンク及びリンク
交通量への影響評価,土木計画学研究・論文集 No.15,
pp.345-350, 1998
- 7)嶋悦三：わかりやすい地震学,鹿島出版会 1980
- 8)小林正美：道路交通網の地震時信頼度解析に関する研
究,昭和56年度都市計画別冊(16), pp.205, 1981
- 9)東京都：東京における直下地震の被害想定に関する調
査報告書(被害想定手法編), 1997
- 10)埼玉県：大規模地震被害想定調査報告書,1992
- 11)運輸省鉄道局:鉄道統計年報,1996
- 12)全国道路利用者会議「道路統計年報」 1996

本研究では、現行の幹線交通ネットワークにおける弱点箇所、整備優先箇所を把握することを目的として、地震の発生が交通ネットワーク及び交通流動に及ぼす影響を予測するモデルを構築した。本モデルの特徴は、各トリップの代替交通機関への転換やトリップ取りやめの可能性を考慮している点、交通流動が被る損失を貨幣タームで算出できる点である。さらに、地震が日本各地で発生する可能性を考慮したシミュレーションを行い、各リンクの途絶リスク、交通量の変動、リンクの途絶が交通流動にもたらす時間的・金銭的ロス等について現行ネットワークの耐震信頼性を評価した。その結果、災害時の交通流動変化の傾向が把握でき、東海道新幹線や東名高速道路、兵庫県湾岸の高速道路等がネットワーク上の弱点箇所であることが明らかになった。

A Reliability Analysis of Nationwide Transportation Network against Earthquake Risk

By Yasuyuki MURAKI , Kiyoshi TAKAHASHI and Hitoshi IEDA

After the Hanshin Earthquake, it was insisted that improvement of the nationwide transportation network was necessary. In the event of another earthquake, damage to the network could cause problem, especially if there were a lack of substitute routes. For the purpose of identifying the weak points of the network, the author built a model to estimate the influences on the network and the traffic flow when an earthquake happens in some place, and developed indicators to evaluate the reliability of the network. Each indicator considers the risks of earthquakes around Japan. The simulation, using the model and indicators, clarifies the tendency for the traffic flow of each link to increase or decrease in the damaged network. Thus, the author could understand the weaknesses of the network, that is, identify the links which have high possibilities of being damaged by earthquakes, or which could cause great increase of costs to traffic flow once they are damaged.