

高速道路の構造物被害と長期的影響を考慮した耐震化優先度評価の一考察

岐阜大学大学院工学研究科 非会員 ○井上公究
岐阜大学 正会員 杉戸真太
岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 久世益充
中日本高速道路株式会社 非会員 福島淑人
ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 非会員 丹羽健友

1. 背景と目的

高速道路は、災害時には復旧・救援活動のための緊急輸送路として重要な役割を担う。2011年の東北地方太平洋沖地震では、前述の目的で、地震後早期に高速道路を中心とした緊急輸送路が整備された¹⁾。

ところで、東海地域では、南海トラフで発生する海溝型巨大地震による広域的な被害の危険性が指摘されている。加えて、発生頻度は少ないが、都市域近傍で甚大な被害を与える危険性のある内陸直下型地震への備えも重要である。当該地域には、東名・名神高速道路と新東名・新名神高速道路が整備されている。両路線は国内の三大都市圏を結び、地震時においても、平常時と同等の交通輸送機能を維持できることは、地域の復旧・救援活動に大きく影響すると思われる。

本研究では、既往研究²⁾で整備された東名・名神自動車道(三ヶ日IC～関ヶ原IC)の各種データを用いて、構造物の被災の危険性と復旧性を考慮した耐震化優先度評価を試みた。

2. 研究概要

図1に研究の流れを示す。これまでの研究で構築されたデータベースを基に、高速道路の耐震化優先度評価を行う。具体的には、構造物の脆弱度、ならびに復旧性についてそれぞれ評価した指標を検討し、耐震化優先度の総合的な評価を行う。

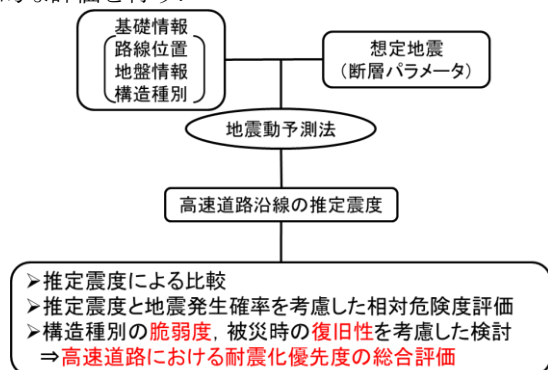


図1 研究の流れ

3. 影響度の評価手法

高速道路路線における、構造物の影響度 σ は、次式に示すように、相対危険度 F 、構造物特性 S 、路線重要度 I の積によって求めている。

$$\sigma_i = F \times S_i \times I \quad (1)$$

ここに、本研究では構造物特性 S_i として、次式に示すように、脆弱度 V を考慮した影響度 σ_1 、復旧性 R を考慮した影響度 σ_2 を算出し、考察することとした。

$$\begin{aligned} \sigma_1 : S_1 &= V \\ \sigma_2 : S_2 &= (1 - R) \end{aligned} \quad (2)$$

3.1 影響度評価のためのパラメータ設定

(1) 対象地域の相対危険度： F

外力指標は、既往の研究²⁾で提案されている、震度と想定地震によって大きく異なる地震発生確率を考慮した、対象地域の相対危険度 F を用いる。想定地震は、海溝型地震として東南海地震と東海地震の連動型地震である想定複合型地震、内陸型地震は、猿投～高浜断層帯地震、養老～桑名～四日市断層帯地震、富士川河口断層帯を選定した。想定地震の30年地震発生確率³⁾と、4地震の全てを考慮した対象路線の相対危険度は式(3)のように定義している。

$$F_j = \sum_{i=1}^4 \left\{ \left(\frac{p_i}{p_1} \times \frac{\delta_{i,j}}{\delta_{1,\max}} \right) / F_{\max} \right\} \quad (3)$$

ここに、 δ_{ij} は地震 i による地点 j での推定震度、 δ_{1j} は地震1による対象路線域での最大震度、 $F_{\max}$ は全ての想定地震による F_j の最大値を示している。図2に30年地震発生確率と震度を考慮した50m単位の相対危険度を1kmごとの平均値として表したものを示す。

(2) 脆弱度： V

脆弱度は構造種別ごとの被災確率に相当するものとして、震度ごとにランク分けを行った。その一例として、震度6弱の脆弱度を表1に示す。表1に示すように、土構造物の脆弱度を高く、耐震化が行われていると考えられる橋梁やトンネルの脆弱度を低く設定した。

(3) 復旧性： R

長期的な復旧を考える場合に、被災した高速道路がすぐに早い段階で復旧できるかが重要となる。そこで、表1に示すように、構造物の復旧性(所定の日数で通行可能となる可能性)を設定した。前述の脆弱度に対して、落橋やトンネル崩落のような大きな被害を受けた場合は、復旧に相当時間を要すると考えられるため、土構造物に対して低い値を設定した。

表1 脆弱度と復旧性

構造種別		脆弱度 (震度6弱)	復旧性 (1週間)
盛土		0.6	0.7
切土		0.3	0.7
橋梁		0.1	0.1
トンネル	開口部	0.1	0.5
	内部	0.1	0.1
構造境界		0.6	1.0

(4) 重要度: I

重要度は、高速道路の社会的重要性として、高速道路が通行できなかった場合、一般道を迂回した場合の所要時間の増加量を重要度として定義した。具体的には、式(4)に示すように、高速道路通行による所要時間に対する、迂回通行による所要時間の比とした。重要度 I の算出結果を図2に示す。

$$I = \frac{\text{一般道利用所要時間 (分)}}{\text{高速道路利用所要時間 (分)}} \quad (4)$$

3.2 影響度の評価結果

構造物の脆弱度を考慮した影響度評価 σ_1 と構造物の復旧性を考慮した影響度評価 σ_2 の算出結果を図3に示す。算出結果は、50mごとに算出した値を、1kmごとに平均化している。相対危険度 F 、構造物特性 S 、路線重要度 I から、区間ごとの相対的な比較により、耐震化優先度評価を行うことが可能であると思われる。

図3に示すように、脆弱度の高い土構造物の多い区間は比較的復旧性が良いため、 σ_1 は高いが σ_2 は低い傾向を示す。区間ごとで比較すると、東名三好 IC～豊田 IC 間では、橋梁と土構造物が交互に存在する区間があるため、

σ_1 、 σ_2 の両方が高い値となった。大垣 IC～岐阜羽島 IC 間は、橋梁が多い区間であるため、一般道を迂回する距離が長く、重要度の高い区間である。前述のように比較的橋梁が多いことから、 σ_1 は他の区間と大きな差は見られないが、 σ_2 が高い値となるため、復旧性を考慮する場合の耐震化優先度は比較的高い区間であると思われる。

4. まとめ

本研究では、東名・名神高速道路の耐震化優先度評価を行うために、地域ごとに異なる地震危険度や構造物の被災の危険性と復旧性を考慮した影響度評価を試みた。影響度評価に用いた構造物のパラメータの設定については、過去の被災事例や復旧事例を調査し、適切なパラメータ設定の基で再検討を行う必要があると思われる。想定地震としては、より詳細な評価を行うために、例えば、震源が特定されていない地震を追加した検討も必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局: 東日本大震災を踏まえた緊急提言: http://www.thrmlit.go.jp/road/ir/shouinkai/pdf/110825/10_sankou2.pdf.
- 2) 久世益充・井上公究・杉戸真太・平井英章: 地域地震危険度を考慮した基幹交通ネットワークの耐震化優先度の基礎的検討, 土木学会第66回年次学術講演会, I-403(CD-ROM), 2011.
- 3) 地震調査研究推進本部, <http://www.jishin.go.jp/main/>

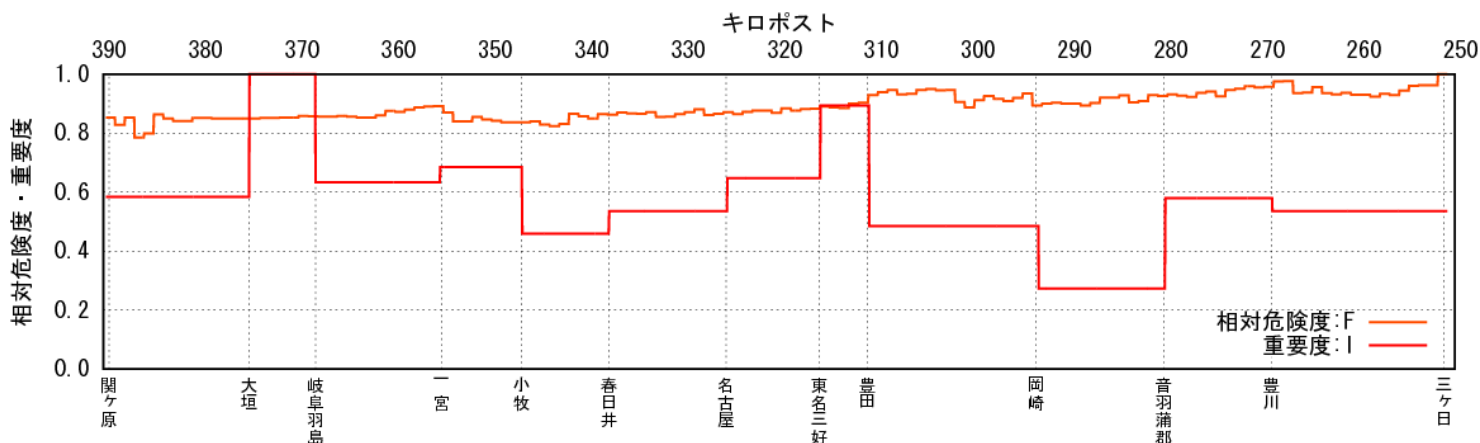


図2 相対危険度 F と重要度 I の比較

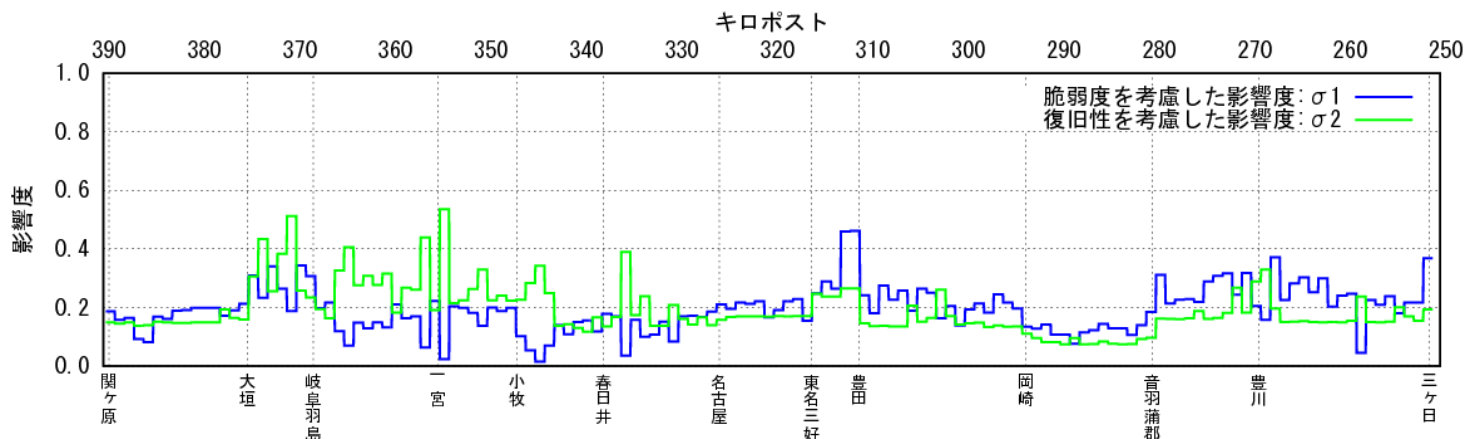


図3 影響度 σ_1 と影響度 σ_2 の比較