

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評価

岐阜大学流域圏科学研究センター 正会員 久世益充
 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
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 非会員 平井英章

1. 背景と目的

災害時には緊急輸送路として、地域の復旧・救援活動に重要な役割を果たすことが期待されている高速道路は、緊急時においても極めて重要な交通輸送ライフラインである。しかし、2009年の駿河湾沖地震における相良牧之原IC付近の被災事例¹⁾のように、地震により高速道路路線上の1箇所でも被災すると、一般道とは異なって極端な迂回が必要となり、その影響は一般道へ波及し、周辺地域の復旧の長期化に多大な影響を及ぼすと考えられる。

高速道路網の被害を軽減し、地震時においても、平常時と同等の交通輸送機能を維持するためには、施設の耐震化などの事前の地震対策が必要となる。効果的な施設の耐震化を進めるためには、高精度の被害予測を行い、構造的・機能的に弱点となる地点を特定し、優先的な耐震化を実施することが要求される。

本研究では、地震発生確率が大きく異なる複数の想定地震が存在する地域において、基幹交通ネットワーク、すなわち高速道路路線に対する耐震化優先度評価についての検討を行う。具体的には、東名・名神高速道路における三ヶ日IC～八日市ICを対象に、丹羽²⁾が整備した位置情報、地盤情報に構造情報を加えた検討を行う。さらに、全想定地震による対象路線域内での相対危険度を算出し、検討を行う。

2. 基礎データの整備

構造種別データ(盛土/切土/橋梁/トンネル等)については、既存のデータと³⁾同様に、0.05キロポスト(以下KP)ごとに整備した。具体的には、まず、構造種別データについて、既存の構造種別データ(三ヶ日IC～豊田IC)³⁾と同様に、50m単位で整備した。地盤データは、丹羽²⁾が整備した、既存のボーリングデータよりモデル化したものを用いた。なお、ボーリング地点に疎密が見られたため、ボーリングデータが得

られない地点については、メッシュ地盤データベースの地盤モデルを補完的に用いることとした。

3. 想定地震の選定と震度予測結果

想定地震については、対象路線に及ぼす被害の影響を考慮し、路線直下もしくは近傍に断層が広がっている海溝型、内陸型地震を選定した。

図1に対象路線と設定した想定地震の断層位置を示す。同図の括弧内は、30年地震発生確率の最大値⁴⁾を示している。複合型東海地震(東南海、東海の連動型)は地震発生確率が高く、予想される震度の広がりを考えると多大な影響を与えると思われる。一方、内陸型地震は、海溝型地震と比べ地震発生確率は低いが、断層直上にある路線では高震度が予想されるため、路線構造物への被害が考えられる。

図2に想定複合型東海地震、想定養老-桑名-四日市断層帯地震による震度予測結果を示す。図中の下の横軸は、対象区間のIC名を示す。中央防災会議⁵⁾と地震調査研究推進本部⁴⁾が発表している断層パラメータを参考に設定し、強震動予測モデル(EMPR)⁶⁾を用いて、工学的基盤面上の時刻歴波形を算出した。さらに丹羽²⁾が整備した表層地盤モデルを用いて、地震動応答解析(FDEL)⁷⁾により地表面地震動を求め、計測震度を算出した。図中下部にある灰色線はボーリングデータのある地点を示す。2章で述べたように、ボーリング地点が100m以上存在しない区間については、メッシュ地盤モデルを割り当てた。なお、後述の相対危険度評価では、三ヶ日IC～関ヶ原IC間の評価を行う。

図2において、断層規模の違いにより、複合型東海地震では広範囲で高い震度レベルとなっている。養老-桑名-四日市断層帯地震では、断層近傍の大垣IC～関ヶ原IC周辺では高震度が予測されるが、それ以外の区間では比較的小さい震度レベルとなっている。

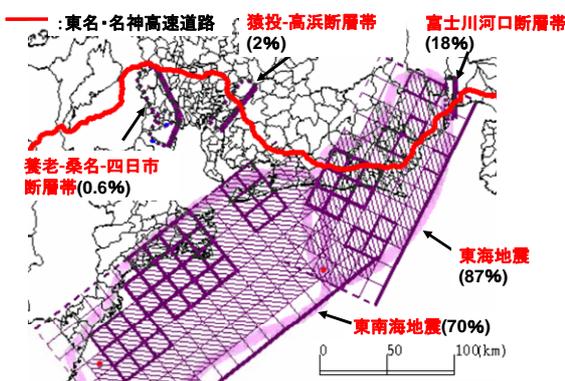
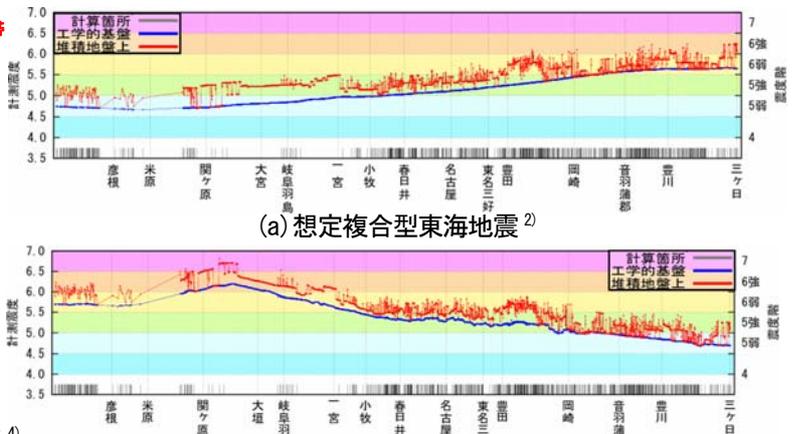


図1 対象高速道路路線図と想定地震活断層(文献2)に加筆、括弧内の数字は30年地震発生確率⁴⁾を示す)



(a) 想定複合型東海地震²⁾
 (b) 養老-桑名-四日市断層帯
 図2 震度予測結果

キーワード 震度予測 高速道路 耐震化優先度評価

連絡先 〒501-1193 岐阜市柳戸1番1 岐阜大学 流域圏科学研究センター 久世益充 TEL058-293-2427

4. 相対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評価

本研究で設定した4つの想定地震は地震発生確率が大きく異なっている。対象路線全域の耐震化を進めるにあたり、定量的な優先度評価が必要となるため、各想定地震の地震発生確率を考慮した相対的な優先度評価を試みた。

外力として推定震度値を取りあげ、各想定地震による対象路線全域における相対危険度 $r_{i,j}$ (i は各地震を、 j は地点位置を示す)を以下により定義する。

$$r_{i,j} = \frac{\delta_{i,j}}{\delta_{1,max}} \quad (1)$$

ここに、 $\delta_{i,j}$ は地震 i による地点 j での推定震度、 $\delta_{1,max}$ は複合型東海地震による対象路線域での最大震度を示している。また、複数の想定地震がある場合の各地震の30年地震発生確率 P_i を考慮した対象地域の相対危険度 R_j を以下のように定義する。

$$R_j = \sum_{i=1}^4 \left(\frac{P_i}{P_1} \times \frac{\delta_{i,j}}{\delta_{1,max}} \right) \quad (2)$$

図3に式(2)で得られた内陸型地震(3地震)を総合化して、1km区間毎に平均値を算出した相対危険度 R_j を示す。図4には、式(1)で得られた複合型東海地震の相対危険度 $r_{i,j}$ と、式(2)を用いた全ての想定地震を総合化した相対危険度 R_j を比較したものを示す。

図4より、全ての想定地震による相対危険度と海溝型地震単独の相対危険度を比較すると、海溝型地震と内陸型地震で地震発生確率が大きく異なるため、結果としては海溝型地

震のみを考慮した相対危険度と大きく変わらない結果となる。しかし今回の評価では、微少ではあるが、内陸型地震の推定震度が高震度の区間では、危険度が増分している結果となっている。

5. まとめと今後の課題

本研究では、基幹交通ネットワークを対象とした耐震化優先度評価を行うために、複数の想定地震による相対危険度を算出した。地震発生確率の異なる4地震による危険度指標を表すことができ、高速道路の耐震化優先度評価に活用できると考えられる。

今後の課題として、高速道路の構造形式による脆弱さや区間交通量による重要度等を考慮した総合的な危険度評価による耐震化優先度評価を検討する必要がある。

参考文献

- 1)NEXCO 中日本高速道路株式会社: ニュース一覧, 駿河湾を震源とする地震による東名高速道路の復旧状況: http://www.c-nxco.co.jp/info/traffic/traffic_display.php?id=1495
- 2)丹羽健友・久世益充・杉戸真太・黒木孝司: 基幹交通ネットワークにおける地盤データベース整備と耐震化優先度評価の基礎的検討, 第29回日本自然災害学会概要集, pp201~202, 2010.
- 3)門脇嘉宏: 基幹交通ネットワークを対象とした耐震化優先度評価の基礎的検討, 岐阜大学卒業論文, 2009.
- 4)地震調査研究推進本部, <http://www.jishin.go.jp/main/>
- 5)中央防災会議: 東海地震に関する専門調査会, <http://www.bousai.go.jp/jishin/chubu/index.html>
- 6)Sugito, M., Furumoto, Y. and Sugiyama, T.: Strong Motion, Prediction on Rock Surface by Superposed Evolutionary Spectra, 12th, World Conference on Earthquake Engineering, Paper No.2111, 2000.
- 7)杉戸真太・合田尚義・増田民夫: 周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察, 土木学会論文集 No.493/III-27, pp.49~58, 1994.
- 8)Michael A. Cassaro: LIFELINE EARTHQUAKE ENGINEERING, Technical Council on Lifeline Earthquake Engineering Monograph No.4, pp156~pp165, 1991.

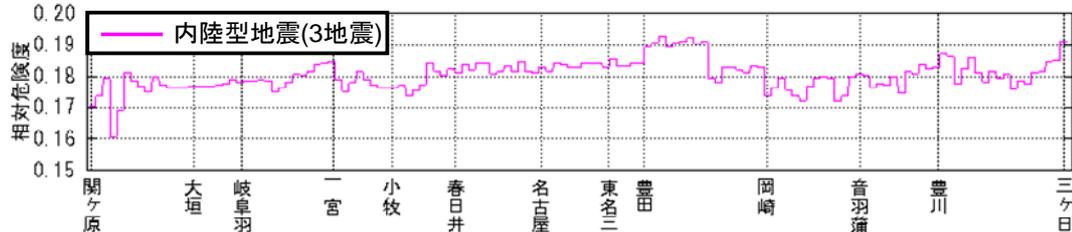


図3 複合型東海地震における相対危険度(30年地震発生確率87%で正規化)

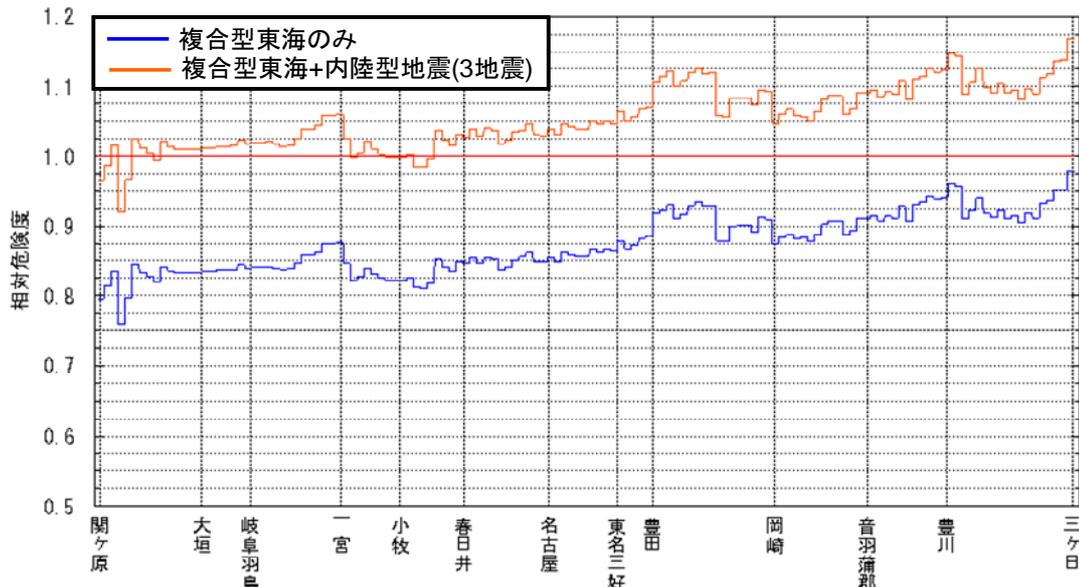


図4 全ての想定地震を考慮した相対危険度と複合型東海地震単独の相対危険度との比較(30年地震発生確率87%で正規化)