

広域道路ネットワークの地震被害シミュレーションによる 被災度評価に関する検討

(株)地震工学研究開発センター 正会員○中村真貴, 正会員 馬越一也
(一財)阪神高速道路技術センター 正会員 服部匡洋, 非会員 大石秀雄
阪神高速道路(株) 正会員 篠原聖二, 正会員 高田佳彦, 正会員 西岡 勉

1. はじめに

今後発生が予想される南海トラフ地震や都市直下型地震に備えるために、阪神高速道路(株)では阪神高速全線約 260km を対象とした広域道路ネットワークの地震応答シミュレーションに着手している。地震応答シミュレーションは図-1 に示すように3つのステップで実施する。現在、阪神高速道路全線約 260km (約 9000 基の橋脚) のうち、湾岸線約 55km, 神戸線約 40km, 大阪港・東大阪線約 20km (約 5000 基の橋脚) の範囲のモデル化が完了している。本稿では、路線への影響が懸念されるいくつかの内陸活断層型地震、海溝型地震を想定し、路線へ及びず影響を本地震応答シミュレーションにより評価する。

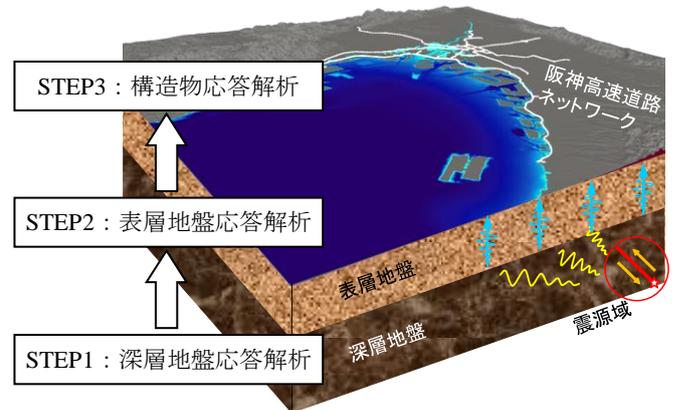


図-1 地震応答シミュレーションの方法

2. 解析モデルの構築および解析概要

STEP1 の震源断層から工学的基盤までの深層地盤応答解析は、短周期成分の計算が容易な統計的グリーン関数法と長周期成分が考慮できる剛性行列法（離散化波数積分法）を合成させたハイブリッド法により計算を行う。本検討では、内陸活断層型地震 4 ケース（1995 年兵庫県南部地震再現、上町断層帯、有馬一高槻断層帯）、海溝型地震 1 ケース（南海トラフ）の計 5 ケースを想定地震動とした（表-1）。

表-1 想定地震動

想定地震	解析手法
兵庫県南部地震再現	統計的グリーン関数法
上町断層帯地震	断層破壊が北から
	断層破壊が南から
有馬一高槻断層帯	ハイブリッド法
南海トラフ地震	短周期：統計的グリーン関数法
	長周期：剛性行列法

STEP2 の表層地盤応答解析では、深層地盤応答解析で得られた工学的基盤の加速度を入力地震動として、地震応答解析プログラム YUSAYUSA による一次元逐次非線形解析を行い、各橋脚位置の地表面の地震波を求める。表層地盤モデルは、各橋脚から最も近い関西圏地盤情報データベースのボーリングデータに基づき作成する。表層地盤の非線形特性は、同データベースの三軸試験結果に基づき、双曲線モデルで設定した。また、後述の構造物解析モデルの S-R ばねを算出する際も同じボーリングデータを用いた。

STEP3 の構造物応答解析では、表層地盤応答解析で得られた地表面の水平二方向と、深層地盤応答解析で得られた鉛直一方向の計三方向の地震波を各橋脚位置にそれぞれ位相差を考慮して入力する構造物応答解析を、地震応答解析プログラム SeanFEM により行う。解析モデルは図-2 に示すように、上部構造は線形はりモデル、下部構造は材料非線形性を考慮できるファイバーモデルとする。解析モデル作成にあたり、阪神高速地理空間情報システム（COSMOS）の既存データベースを活用して、構造物の剛性や重量、支承条件等の情報を取得し、データ入力の効率化を図っている。

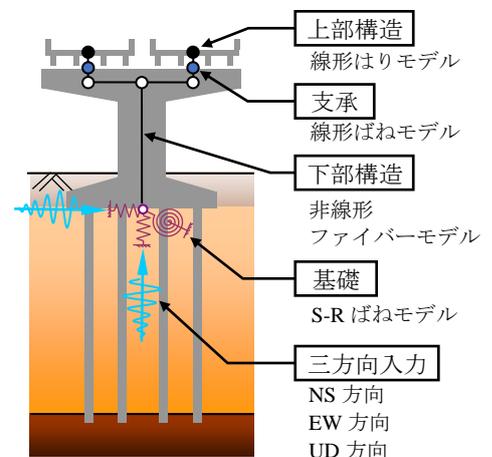


図-2 構造物モデルのモデル化

キーワード 地震応答シミュレーション, 南海トラフ, 上町断層帯, 有馬一高槻断層帯, ハイブリッド法
連絡先 〒880-0902 宮崎県宮崎市大淀 3-5-13 (株)地震工学研究開発センター TEL0985-55-0125

3. 地震応答シミュレーション結果

図-3 に各想定地震の地震応答シミュレーションにより得られた橋脚天端と基礎の相対変位を示す。兵庫県南部地震再現や有馬一高槻断層帯は震源に近い神戸線や湾岸線の北西側の路線での相対変位が大きい。それに対し、上町断層帯では断層と並行する湾岸線や、神戸線の東側（大阪側）、断層を横断する大阪港・東大阪線の相対変位が大きい。南海トラフ地震の相対変位は、他の内陸活断層型地震と比較して小さい。

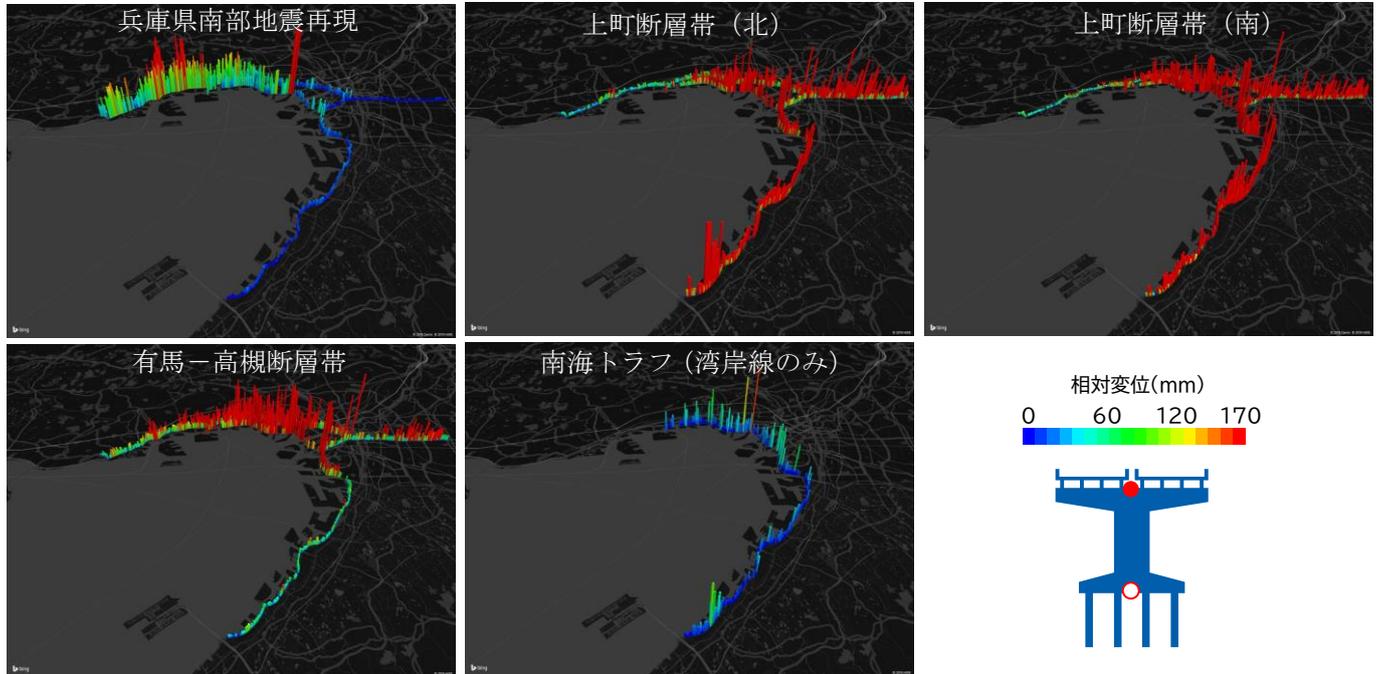


図-3 橋脚天端と基礎の相対変位

4. 被災度評価

被災度評価の一例として、上町断層帯（断層破壊が南から）と有馬一高槻断層帯の2ケースについて、伸縮継手部に発生する段差量による路線の走行性判定結果の分布を図-4 に示す。段差量は、支承タイプ毎に水平耐力を設定し、耐力に達する場合に支承が破壊すると判定し、対象支承の支承高さの1/2の段差が発生するものと仮定して算出した。上町断層帯では湾岸線全体に走行に支障となる段差が生じている。それに対し、有馬一高槻断層帯は湾岸線北側の一部区間に段差が生じる結果となった。このことから本検討の対象区間では上町断層帯のほうが被災の度合いは大きいと考えられる。

5. おわりに

構造物の地震時挙動やそれによる地震時の被災度評価の分布を3Dマップ等により概観できることは、本地震応答シミュレーションのようなネットワーク全体解析のメリットといえる。

なお、本検討は阪神高速道路(株)と(株)地震工学研究開発センターの「巨大地震発生時における阪神高速道路の全体系応答シミュレーションに関する共同研究」の成果の一部である。

参考文献

- ・ 篠原聖二, 馬越一也, 中村真貴, 本橋英樹, 服部匡洋, 大石秀雄: スーパーコンピュータを用いた橋梁ネットワークモデルの地震応答シミュレーション, 第15回日本地震工学シンポジウム, 2018.
- ・ 吉田望, 東畑郁生: YUSAYUSA-2・SIMMDL-2 理論と使用法, 佐藤工業・東京大学, 1995

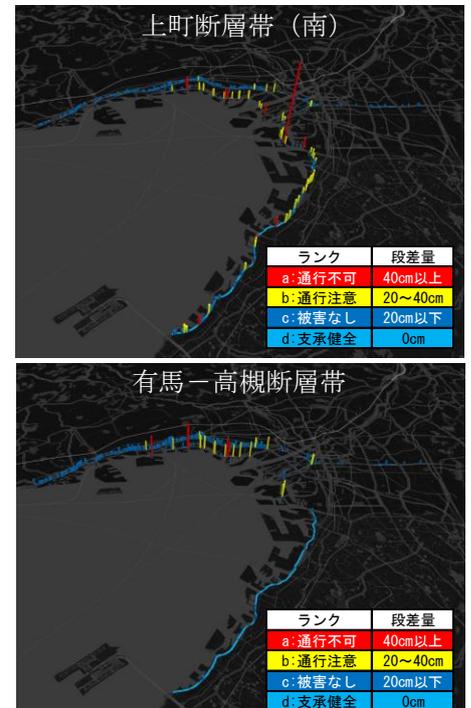


図-4 走行性判定の一例