

中京地域におけるグリーン関数データベースの作成と詳細な地震動予測

その2 予測地震動による建物応答

正会員 ○千賀英樹 *1 平井 敬 *2
同 福和伸夫 *3

地震動予測 長周期地震動 中京地域
養老-桑名-四日市断層 建物応答 免震応答変位

1. はじめに

その1では、グリーン関数の相反性を利用する地震動の計算手法が、特に長周期帯域の地震動予測においても有効であることを示した。その2では、その予測した地震動と既往の予測結果との関係を考察し、免震建物の時刻歴応答解析を行い、予測地震動が建物の応答に与える影響を検討する。

2. 検討の方針

本論での予測地震動の妥当性検証のため、まず司・翠川(1999)¹⁾の距離減衰式との比較を行い、愛知県防災会議地震部会による被害予測²⁾に用いられた地震動との関係について考察する。次いで予測地震動が免震建物の地震時応答に与える影響を確認する。ここでは仮想の基礎免震構造の中層建物を想定し、RC造ラーメン構造7階建て、高さ30mの事務所建物として設定する。免震装置構成は天然ゴム系積層ゴム支承およびオイルダンパーとし、免震層の固有周期が4秒となるように設定する。また減衰定数は $h_v = 0.31$ とする。尚、これらの設定は告示免震³⁾にて規定される技術的基準を満足する程度の免震性能を有している。時刻歴応答解析の検討モデルは、上部構造を多質点せん断系モデルとし、復元力特性をTri-linearモデルとする。免震層の天然ゴム系積層ゴム支承は弾性モデル、オイルダンパーは速度依存型Bi-linearモデルとする。本論で検討する予測地震動および検討地点を表1および表2、図1に示す。

表1 検討する予測地震動

略称	予測地震名称および予測方法	M
EQ1	養老-桑名-四日市断層帶の地震(本論の予測結果) 短周期域:統計的グリーン関数法 長周期域:有限差分法によるグリーン関数の重合させ	7.8
EQ1a	養老-桑名-四日市断層帶の地震(愛知県H.15) 統計的グリーン関数法(全周期域)	7.8

表2 検討地点

略称	検討地点	略称	検討地点
地点1	名古屋駅	地点4	金山
地点2	伏見	地点5	名古屋大学東山キャンパス
地点3	栄	地点6	飛島村

Green's function database of the Chukyo area and detailed ground motion prediction

Part 2: Building response to the predicted ground motion

尚、本論では表層地盤の影響を受けにくい長周期地震動に着目しているため、表層地盤の増幅は考慮しない。

3. 既往の予測結果との関係

図2に、 $V_s = 400$ m/s相当の工学的基盤面における最大速度と司・翠川(1999)¹⁾の距離減衰式を比較して示す。各地点とともに、概ね標準偏差の範囲に対応しており、本手法による予測地震動は妥当なものであるといえる。

図3に、各検討地点の擬似速度応答スペクトル(工学的基盤, $h = 5\%$)を示す。各地点共に地震波の到来方向である東西方向の応答値が大きく、名古屋駅、伏見および金山地点では3~4秒周期域での応答値が100 cm/sを超えており、告示スペクトル(2000)⁴⁾より大きい結果となっている。また、EQ1とEQ1aを比較すると、同じく東西方向の長周期域での応答値に大きな差異が確認できる。一方、南北方向については両者は比較的近い値であるが、EQ1の方がやや長周期側にピークがシフトしている。これはEQ1aは全周期域において統計的グリーン関数法を採用しているのに対し、EQ1では長周期帯域を有限差分法によって計算したことによるものと考えられる。

4. 予測地震動による建物応答

免震建物の応答変位を図4に示す。免震周期である4秒に対して、3~4秒付近に地震動のピークを有する名古屋駅、伏見および金山地点において、東西方向の免震層変形は20cm程度であり、これは積層ゴムのせん断歪100%に相当する。また、丘陵地の比較的軟弱な名古屋大学では、他地点より免震応答変位が小さいことが確認できる。次にEQ1とEQ1aを比較すると、地震動の長周期成分のエネルギーの差がそのまま免震層変形の差となっており、内陸型の地震に対しても地盤構造モデルを反映した長周期地震動を考慮する必要性が確認できる。一方、伊勢湾沿岸部に位置する飛島村では、他の地点と異なりEQ1とEQ1aの大小関係が逆転する。この地域は、他地点より地震基盤面が深く、EQ1の震源域にも比較的近いこともあり、実建物の設計においてはより詳細な検討が必要と考えられる。

SENGA Hideki, HIRAI Takashi and FUKUWA Nobuo

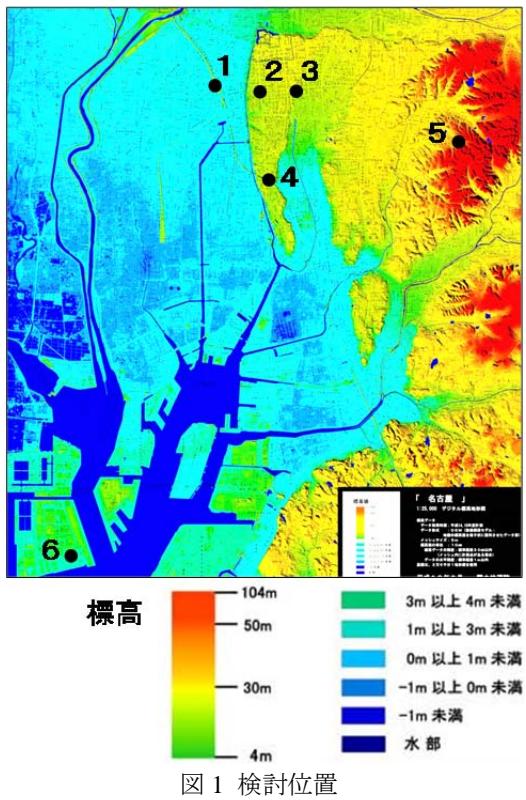


図 1 検討位置

5.まとめ

その1で予測した予測地震動を基に、距離減衰式および既往の予測結果との比較を行い、免震建物の地震時応答に与える影響を検討した。今後、南海トラフの地震や他の内陸地震に対する検討を行う予定である。

謝辞：本論の検討に当たり、愛知県防災会議地震部会による予測地震動を利用させていただきました。また国土地理院の標高図を使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 司・翠川「断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式」日本建築学会構造系論文集 第523号、63-70、1999.9
- 2) 愛知県防災会議地震部会：愛知県東海地震・東南海地震等被害予測調査報告書－想定地震に基づく被害想定
- 3) 平成12年建設省告示第2009号
- 4) 平成12年建設省告示第1462号

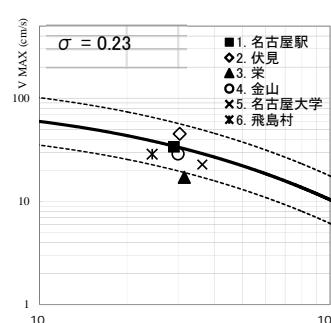


図 2 距離減衰式

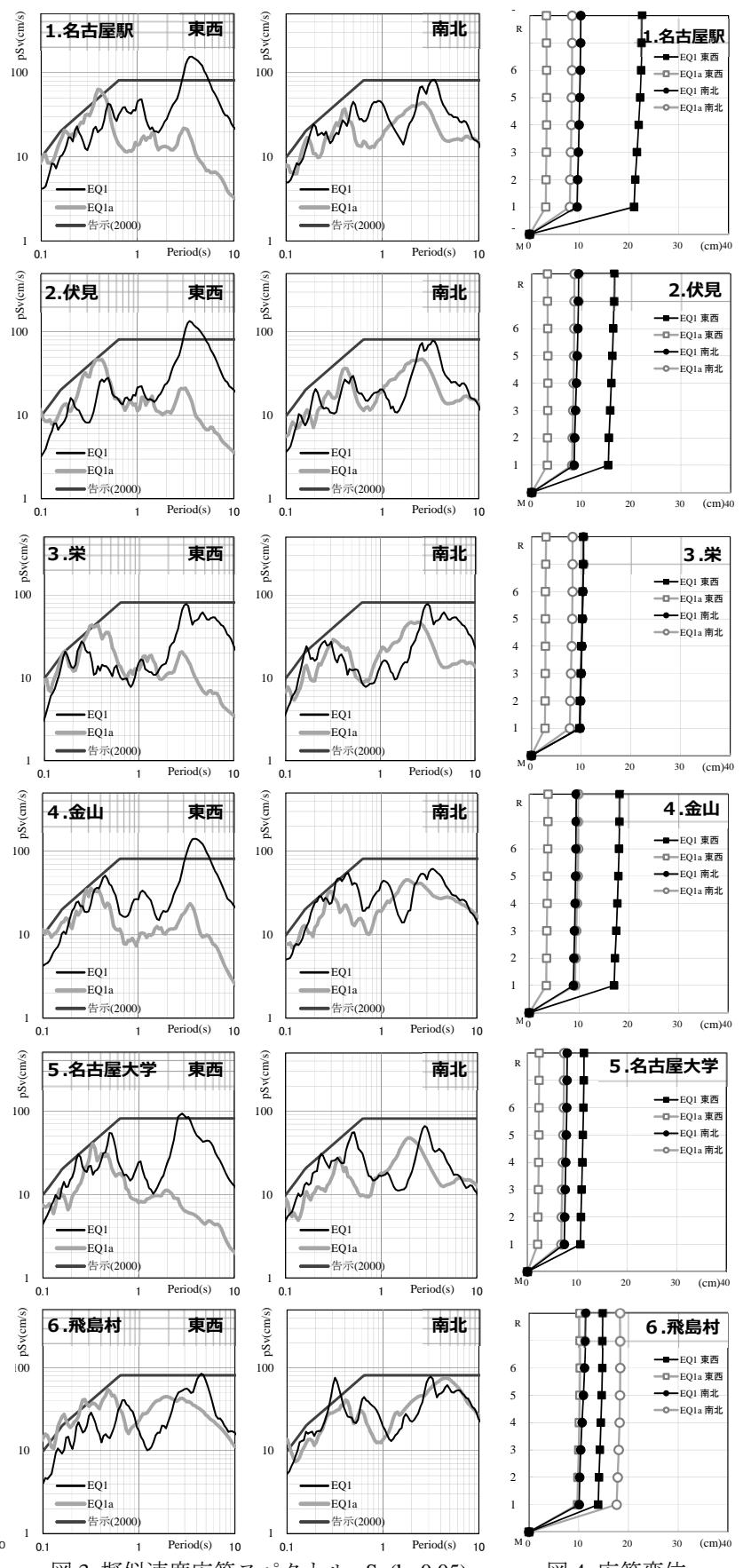


図 3 擬似速度応答スペクトル pSv(h=0.05)

図 4 応答変位

*1 株式会社竹中工務店 修士（工学）

*2 名古屋大学大学院環境学研究科 助教 博士（工学）

*3 名古屋大学減災連携研究センター 教授 工博

*1 Takenaka Corporation, M. Eng.

*2 Assistant Prof., Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr. Eng.

*3 Prof., Disaster Mitigation Research Center, Nagoya Univ., Dr. Eng.