

堆積盆地における地盤と超高層建物との共振現象に関する研究

その 1 大阪平野の地盤周期の分析と強震動予測

正会員 ○寺島芳洋*¹ 同 高橋広人*²
同 福和伸夫*¹ 同 護 雅史*¹

大阪平野 長周期 地盤震動特性
卓越周期 経験的グリーン関数法 東海・東南海・南海地震

1.はじめに

低減衰長周期建築物の場合、その固有周期が地震動の卓越周期と近接すると、小振幅でも揺れが長く継続することで、振幅が育ち建築物の応答が大きくなる。このため高層建築物の耐震設計においては堆積盆地において長く継続する強震動の策定が重要となる。

東北地方太平洋沖地震では、震源域から約 600km 離れた大阪平野において、建物と地盤との共振によりある超高層建物で最大片振幅約 130cm の揺れが観測され、内装材剥離・昇降機停止等の被害が生じた。震源域からの距離が約 1/5 に相当する南海トラフを震源とする地震では、さらに大きな被害を受ける可能性が高い。

本研究は、大阪平野における地盤震動特性を分析し、仮想の超高層建物について、強震動予測結果に対する地震応答性状を調べるものである。その 1 では、大阪平野における地震観測記録に基づく分析と、南海トラフを震源とする地震の強震動予測を行う。

2.検討に用いた地震観測点と地震記録

図 1 に検討対象地点の分布と検討に用いた地震の震央分布を、表 1 に地震の一覧を示す。地盤震動特性の分析には表 1 中の※印の付いた 7 地震を用いた。地震記録の分析は、観測地点と震央の位置関係から波形をラディアル成分とトランスバース成分に変換し、非定常スペクトルを参考に表面波部を切り出して行った。ラディアル成分の波形は UD 成分とのスペクトル比を求め、トランスバース成分の波形は積分して速度波形とした後フーリエ変換し、スペクトル振幅を RMS 値で基準化した。

表 1 検討に用いた地震の一覧

ID	Date	Lat.	Lon.	Dep.	Mw
EQ001※	2000.10.06 13:30	35.3	133.4	11	6.6
EQ002	2000.10.31 01:43	34.2	136.4	38	5.5
EQ003※	2001.03.24 15:28	34.1	132.7	50	6.8
EQ004	2004.01.06 14:50	34.2	136.7	38	5.2
EQ005※	2004.09.05 19:07	33.0	136.8	13	7.2
EQ006※	2004.09.05 23:57	33.2	137.1	11	7.5
EQ007	2004.09.07 08:29	33.3	137.2	11	6.5
EQ008※	2005.03.20 10:53	33.7	130.2	11	6.6
EQ009	2009.08.11 05:07	34.8	138.5	20	6.2
EQ010	2011.02.21 15:46	33.9	135.4	56	4.8
EQ011※	2011.03.11 14:46	38.1	142.9	20	8.7
EQ012※	2011.03.11 15:15	36.1	141.3	35	7.8

3.地盤震動特性

図 2 に各地震に対して求めた H/V スペクトルを、図 3

に、RMS 値で基準化した速度フーリエスペクトルを観測地点別に示す。図 2 には大阪平野の既存の地盤モデル¹⁾による各地点の一次元の速度構造より求めたレイリー波基本モードの H/V を、図 3 にはラブ波基本モードのミディアムレスポンスを重ねて示した。

図 2 より、H/V スペクトルの卓越周期は地震によって異なっており、ばらつきの幅は 1 秒程度あるように見える。図 3 の速度フーリエスペクトルも地震間の卓越周期のばらつきは 1 秒程度である。なお、このばらつきに到来方向の影響は確認できなかった。

地盤モデルに基づくレイリー波基本モードの H/V 比と観測 H/V スペクトル、ラブ波のミディアムレスポンスと速度フーリエスペクトルの卓越周期はそれぞれ概ね対応している。一般に地盤モデルは複数の地震から重合平均した H/V スペクトルに適合するようにチューニングされる²⁾。しかし、上記のように観測記録の卓越周期が 1 秒程度ばらつきのある場合、地盤モデルをいかに設定するかは、耐震設計においては検討すべき問題点と考える。

4.東海・東南海・南海地震の強震動予測

経験的グリーン関数法による強震動予測を行った。震源は中央防災会議 (2003)³⁾によるモデルを用い、破壊開始点は足摺岬沖とした (図 1)。要素地震は、地震により卓越周期にばらつきが見られることを考慮し、多くの地震を用いることを念頭に、表 1 中の※印のない 5 地震を用いた。応力降下量はスペクトルインバージョン^{例えば 4)}及び震源が近接する 2 地震のスペクトル比⁵⁾によるコーナー周期から設定した。波形合成は壇・佐藤 (1998)⁶⁾の方法を用い、Q 値は川瀬・松尾 (2004)⁷⁾による値を用いた。

図 4 に各観測点における想定地震の強震動を速度波形として、図 5 に想定地震と東北地方太平洋沖地震擬似速度応答スペクトルを並べて示す。図 4 よりいずれの地点も 300 秒程度継続する予測結果が得られた。図 5 より、想定地震の卓越周期は図 2 や図 3 に示された卓越周期と概ね対応し、スペクトルレベルは東北地方太平洋沖地震の約 5~10 倍である。

5.まとめ

大阪平野における地盤震動特性を分析し、想定東海・東南海・南海地震の強震動予測を行った。(参考文献はその 2 に示す)

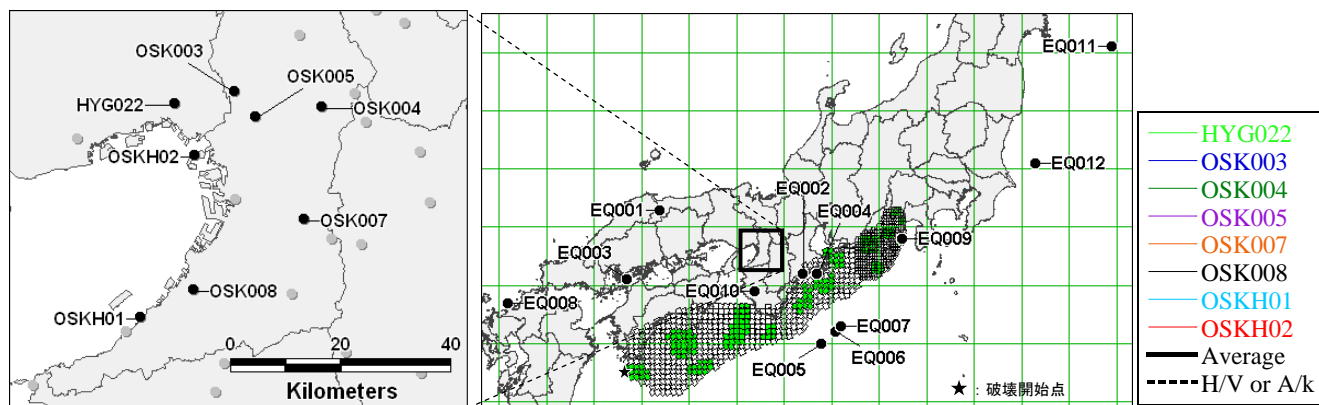


図1 検討対象地点の分布（左）と想定東海・東南海・南海地震の震源モデル（右）

※凡例は、図2, 3, 5で共通

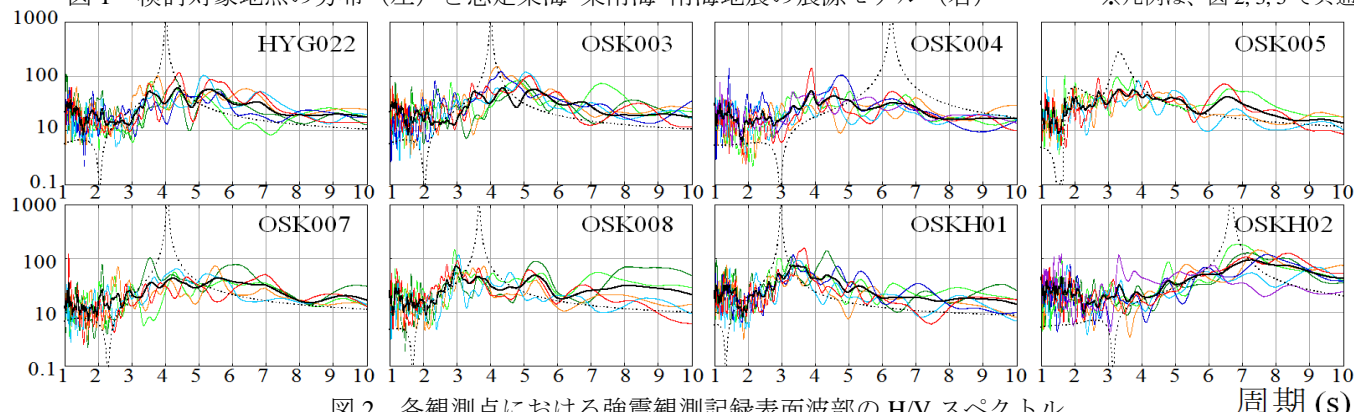


図2 各観測点における強震観測記録表面波部の H/V スペクトル

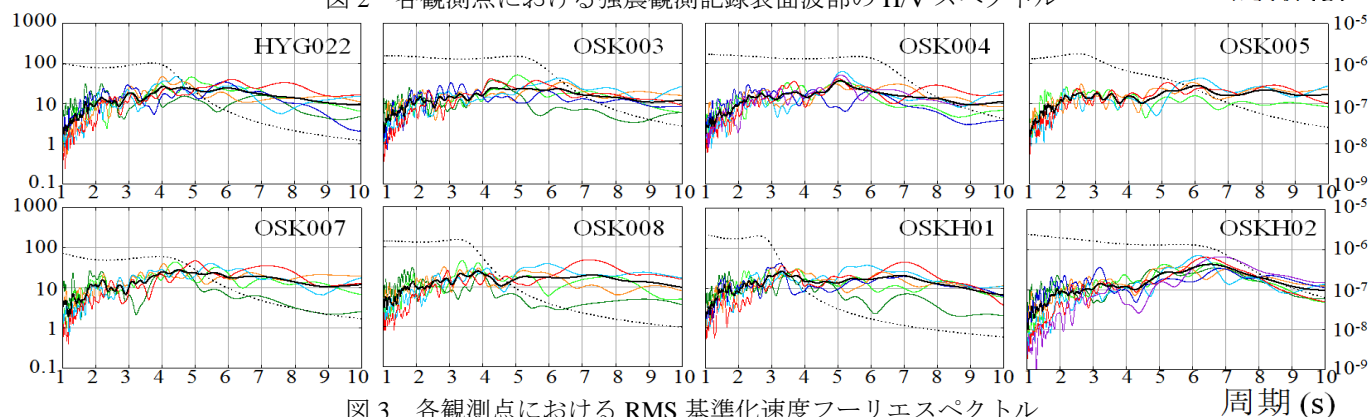


図3 各観測点における RMS 基準化速度フーリエスペクトル

※左目盛：フーリエ振幅スペクトル，右目盛：ミディアムレスポンス

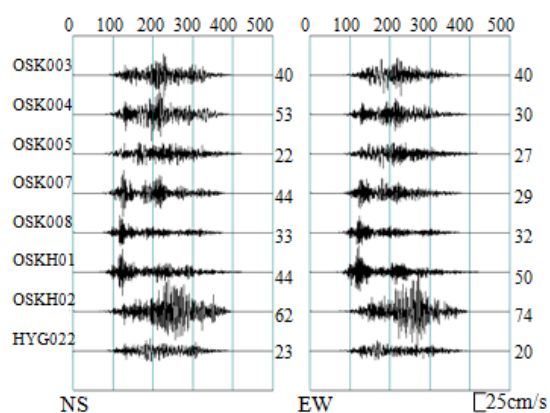
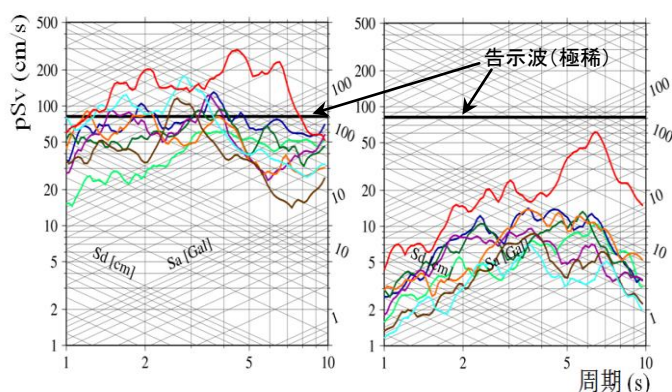


図4 想定東海・東南海・南海地震による地動速度波形



(1) 想定東海・東南海・南海地震 (2) 東北地方太平洋沖地震

図5 擬似速度応答スペクトル (h=5%)

*¹ 名古屋大学

*² 応用地質株式会社

*¹ Nagoya University

*² OYO Corporation