

富士山南東部の工学的基盤における揺れやすさのゾーニングに関する一検討

東電設計株式会社 正会員 ○新垣 芳一
 東電設計株式会社 正会員 栗田 哲史
 東電設計株式会社 正会員 安中 正
 東京電力株式会社 正会員 森 欣樹

1. 背景と目的

地震観測点が増加した昨今、観測記録を利用することで地形や地域ごとの揺れやすさの傾向が研究されている。例えば、先名ら(2009)¹⁾は常時微動観測記録の H/V スペクトル比から微地形区分に対応する地表の加速度応答スペクトルの推定手法を提案した。また野津ら(2007)²⁾は強震記録からスペクトルインバージョンで深層地盤の影響を考慮したサイト増幅特性を評価し、地域ごとのその特徴を言及した。

本研究では、複数の地震観測点の地震記録を利用することで工学的基盤における揺れやすさの傾向について空間的な分析をし、地形的および地理的な条件や地質を踏まえた揺れやすさのゾーニングを検討した。工学的基盤を対象にしたのは、設計用の地震動の多くが工学的基盤で設定されることを考慮したためである。ゾーニングの対象地域としては様々な地形と地質で形成されている富士山南東部を選定した。

2. 工学的基盤における揺れやすさのゾーニング方法

工学的基盤における揺れやすさのゾーニングのフローを図 1 に示す。フローの①から⑥は新垣ら(2013)³⁾に基づく。

本研究では対象領域周辺にある東京電力が保有する地震計と防災科学技術研究所が保有する地震計 (KiK-net と K-NET) の計 30 地点の地震記録を使用した。ゾーニングに用いる地震記録は、「気象庁マグニチュードが 5 以上」、「地震観測点から震源もしくは断層までの最短距離が 200km 以内」および「断層中心深さが 100km 以内」の 3 つの条件を満たすものに限定した。水平成分の地表観測記録から一次元波動論に基づいて算出した工学的基盤波 (2E) の減衰 5% の加速度応答スペクトルを Annaka and Nozawa (1988)⁴⁾ の加速度応答スペクトル推定式の推定値で除した値 (以下、応答スペクトル比) を算定した。算定した応答スペクトル比のうち、全体の傾向から大きく外れるものについては、地盤の特徴ではなくて地震の震源に起因するものであるから除去した。精査後の応答スペクトル比の平均値を当該地震観測地点の平均応答スペクトル比とし、揺れやすさの指標とした。平均応答スペクトル比を算出するにあたり全地震観測点合わせて 105 地震を使用した。全地震観測点の平均応答スペクトル比を図 2 に示す。全地震観測点の平均応答スペクトル比を補間処理して空間的な分布を求めた。観測点は空間的に不規則に分布するため、データを非線形最小二乗法により格子状のデータとした。空間補間に用いる代表値には平均応答スペクトル比のうち、短周期成分は固有周期の範囲が 0.02 秒以上 0.2 秒以下、長周期成分は 0.7 秒以上 2.0 秒以下の幾何平均値を

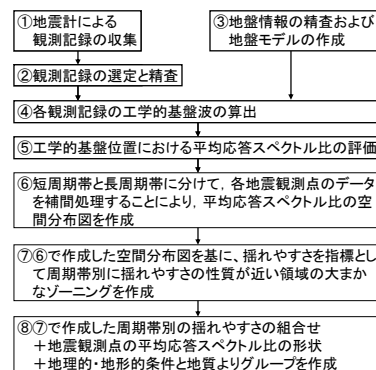


図 1 ゾーニングのフロー

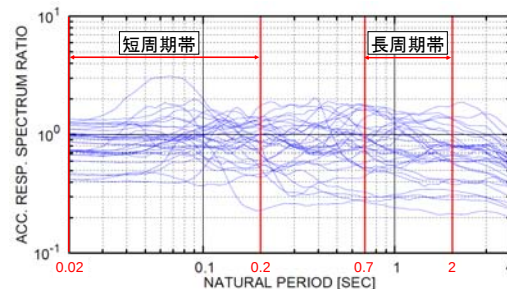
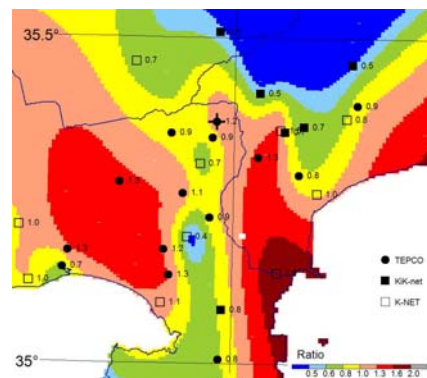
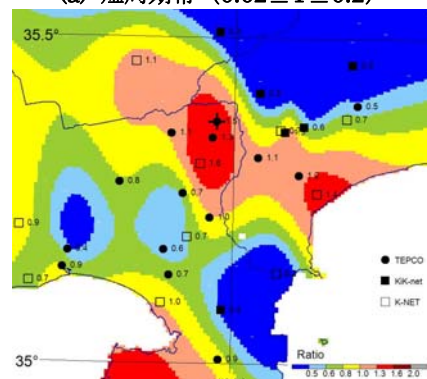


図 2 全地震観測地点の平均応答スペクトル比



(a) 短周期帯 (0.02 ≤ T ≤ 0.2)



(b) 長周期帯 (0.7 ≤ T ≤ 2.0)

図 3 平均応答スペクトル比の空間分布

キーワード 地震動, 工学的基盤, 加速度応答スペクトル, 地形

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3 丁目 3 番 3 号 東電設計株式会社 TEL : 03-6372-5621

表 1 平均応答スペクトル比の揺れやすさに関する指標

揺れやすさの指標	平均応答スペクトル比の閾値			
	0.20	0.80	1.00	2.00
短周期帯 (0.02～0.2秒)	揺れにくい	中間	揺れやすい	
長周期帯 (0.70～2.0秒)	揺れにくい	中間	揺れやすい	

表 2 周期帯別の揺れやすさに着目した平均
スペクトル比の組み合わせ (検討結果)

グループ	短周期帯 (0.02～0.2秒)	長周期帯 (0.70～2.0秒)	観測 点数
A	揺れやすい	揺れやすい	2
B	中間/揺れにくい	揺れやすい	6
C	揺れやすい	揺れにくい	5
D	中間	揺れにくい	2
E	揺れにくい	揺れにくい	4

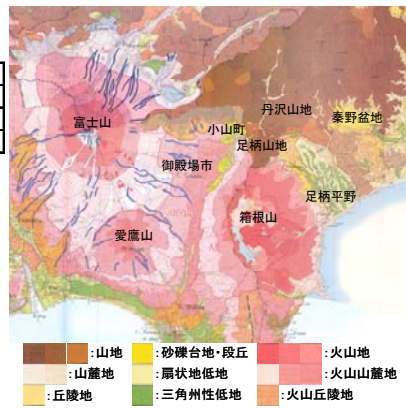


図 4 地形分類図（原図を編集）⁵⁾

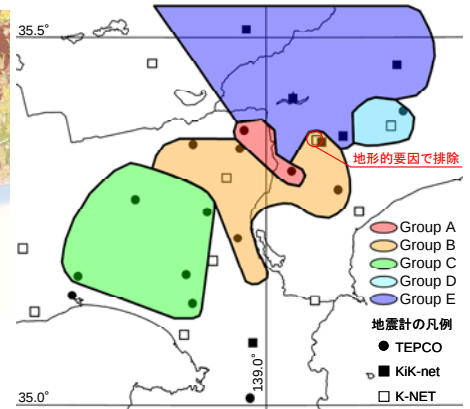


図5 ゾーニング結果の概略図

使用した。以上の結果を図 3 に示す。この図を基に周期帯別に揺れやすさの性質が近い領域について大まかなゾーニングを作成した。周期帯別の揺れやすさの指標（閾値）は表 1 の通りに設定した。周期帯別の揺れやすさの組み合わせに加えて、地震観測点の平均応答スペクトル比の形状や地理的・地形的条件と地質を考慮することにより、富士山南東部の工学的基盤における揺れやすさのグループを作成した。なお、地形的条件については国土地理院の 2 万 5 千分の 1 地形図や図 4 に示す地形分類図⁵⁾を、地質については関東地方土木地質図⁶⁾を参考にした。

3. ゾーニングの結果

以上の方法に基づくゾーニング結果の概略図を図5に示す。また各グループの平均スペクトル比の分布と平均を図6に示す。表1より周期帯毎に3種類の揺れやすさを設定したため、計9通りの組み合わせが考えられるが、今回の検討では長周期帯での「中間」が無いため6通りの組み合わせとなった。また、表2のようにBグループの「中間」と「揺れにくい」は平均応答スペクトル比の形状などから1つのグループにまとめたため、計5つのグループ分けとなった。

グループ A は小山市から足柄山地周辺のスコリアを含む地質をもつ火山山麓地で、周期に関係なく揺れやすい傾向を持つ。グループ B はグループ A の付近の御殿場市から箱根山裾野・足柄平野西部周辺の火山地・火山山麓地または丘陵地で、短周期は揺れやすくないが、長周期は揺れやすい傾向を持つ。グループ C は愛鷹山周辺の火山地・火山山麓地で、短周期は揺れやすく、長周期は揺れにくい傾向を持つ。グループ D は秦野盆地周辺の山麓地または台地で、長周期は揺れにくい傾向を持つ。グループ E は丹沢山地で、周期に関係なく揺れにくい傾向を持つ。

謝辭

本研究では、防災科学研究所による K-NET・KiK-net の地震記録および地盤データを使用しました。関係機関の皆様に謝辞を表します。

参考文献

- 1) 先名重樹, 翠川三郎: 地形・地盤分類に基づく地震動のスペクトル増幅率の推定, 日本地震工学会論文集 第9巻, 第4号(特集号), 2009年, pp.11-25.
- 2) 野津厚, 長尾毅, 山田雅之: スペクトルインバージョンに基づく全国の強震観測地点におけるサイト増幅特性とこれを利用した強震動評価事例, 日本地震工学会論文集 第7巻, 第2号(特集号), 2007年, pp.215-234.
- 3) 新垣芳一, 栗田哲史, 安中正, 森欣樹: 富士山南東部～伊豆半島北部一帯の工学的基盤における揺れやすさ分布特性, 第48回地盤工学研究発表会講演集, 2013年(投稿中)
- 4) Annaka, T. and Nozawa, Y.: A probabilistic model for seismic hazard estimation in the Kanto district, Proceedings of Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Vol.II, 1988, pp.129-132.
- 5) 土地分類図(静岡県, 山梨県, 神奈川県), 国土庁土地局国土調査課, 1971～1975年.
- 6) 関東地方土木地質図, 関東地方土木地質図編纂委員会, 1996年.

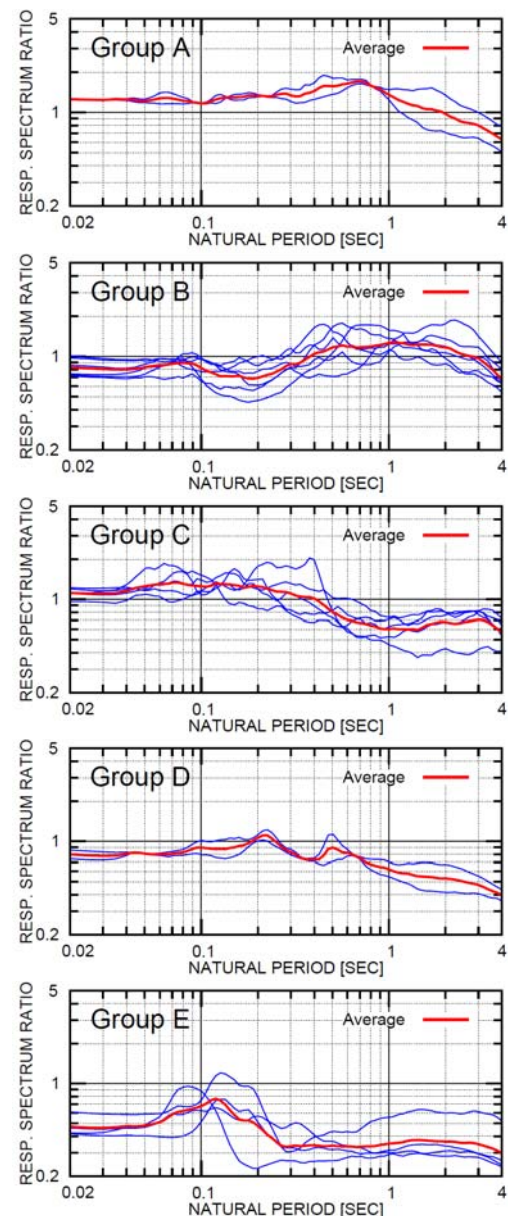


図6 各グループの平均応答スペクトル比の分布と平均値