

神戸大学工学部 学生会員 ○伊佐 政晃
神戸大学大学院 正会員 鋤田 泰子

1. はじめに

兵庫県は、1995年の兵庫県南部地震を契機に、県が管理する地震計を増強して、災害時の情報収集、被害予測ができるシステムを構築している。2013年4月13日に淡路島付近で発生した地震時にはこのシステムが起動したが、算出された被害予測は実被害よりも過大評価したものであった。過大評価の原因の1つとして、震源近くで観測された地震動には構造物被害の影響が少ない短周期成分が卓越していたため、被害に対応しない高い計測震度が算出されたことが挙げられる。地震動が観測される度に、短周期が卓越する加速度を記録する地震観測点が1地点でもあれば、地震被害を過大評価することが懸念される。本研究では、兵庫県内の観測点の中から、実被害との誤差が生じやすいとされる短周期成分（周期0.1~0.5s）が卓越する傾向にある観測地点（以下、強震特異地点）を特定することを目的としている。

2. 地震観測点と分析で用いる地震観測記録

地震観測点は(独)防災科学技術研究所のK-NETの27箇所とKiK-netの15箇所、県が管理する観測点69箇所の全111地点を対象とする。分析で用いる地震観測記録は近年発生したマグニチュード5.0以上の5地震である。地震観測点を図-1に5地震の概要を表-1に示す。

表-1 5地震の概要

地震	地震発生日時	震源の位置	Mj (Mw)	震源深さ (km)	観測数 (箇所)				距離減衰式
					K-NET	KiK-net	県管理	計	
A	2010年7月21日6時19分	奈良県	5.1	58	20	6	17	43	安中
B	2011年6月4日1時57分	島根県東部	5.2	11	15	9	4	28	安中
C	2011年7月5日19時18分	和歌山県北部	5.5	7	23	9	40	72	安中
D	2011年11月21日19時16分	広島県北部	5.4	12	24	10	25	59	安中
E	2013年4月13日5時33分	淡路島付近	6.3 (5.8)	15	27	11	67	105	Kanno et al

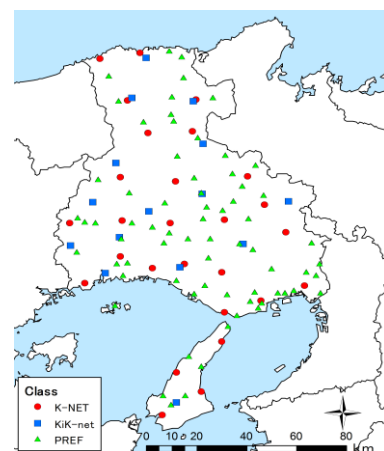


図-1 地震観測点

3. 強震特異地点の特定の手法

強震特異地点の抽出手法では、様々な要因による地震動のばらつきを考慮しながら、既往の距離減衰式の推定値と観測値との差異を比較する(図-2 参照)。距離減衰式は安中式¹⁾、Kanno et al²⁾式を用いる。距離減衰式の適用地震の違いから地震A、B、C、Dには安中式を、地震EにはKanno et al 式を適用する。分析には、PGA、周期0.1、0.5、1.0、2.0sの加速度応答スペクトル値(5%減衰)を用い、以降これらを加速度指標値 a_{kn}^{obs} と表記する(観測点を k 、PGAまたは各周期の加速度応答スペクトルの指標を n とする)。まず、統計上の信頼性を確保するため、5地震の内、3地震以上で観測記録が得られている観測地点に限定した。対象観測地点は111地点のうち61地点に絞られた。次に、地震観測で得られた地表での加速度指標値に対して、表層地盤の増幅の影響を除くため、基準地盤(AVS30=300m/s)での加速度指標値 a_{kn}^{obs} に換算する。基準地盤に補正後の加速度指標値 $a_{kn}^{obs'}$ と距離減衰式による推定加速度指標値 a_{kn}^{pre} の常用対数の差分をとり、対数差分 ε_{kn} とする。また、地震特性、観測地点の地盤特性、加速度指標による対数差分 ε_{kn} のばらつき

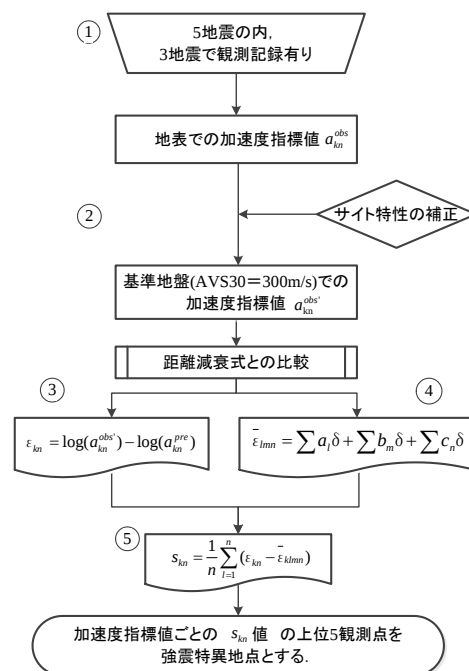


図-2 分析のフロー

きを考慮するため、それぞれの要因を説明変数にして回帰分析により対数差分平均 $\bar{\varepsilon}_{mn}$ を求める。ここで、 l を地震、 m を地盤特性(AVS30)の区分、 n を指標とする。距離減衰式との対数差分 ε_{kn} から、回帰分析により得られた対数差分平均 $\bar{\varepsilon}_{mn}$ を減算し、最後に観測された地震数 n で $\varepsilon_{kn} - \bar{\varepsilon}_{mn}$ を平均した値を、地震間のばらつきを考慮した観測点 k におけるPGA または各周期の加速度応答スペクトルの指標 n の強震特異値 s_{kn} とする。本分析では、加速度指標別に s_{kn} 値の上位5観測点を強震特異地点と設定した。

4. 強震特異地点の特定

5地震の内、3地震以上で観測記録が得られている観測地点は、K-NETで25地点、KiK-netで10地点、県管理で26地点となった。これらの観測地点について、周期0.1s, 0.5s, 1.0s, 2.0sの加速度応答スペクトル別に s_{kn} 値と上位5観測地点(強震特異地点)を図-3に示す。ここで、簡略化のために、各指標値における s_{kn} 値を $s(\text{PGA})$, $s(T=0.1s)$ のように示す。図-4,5は $s(T=0.1s)$, $s(T=0.5s)$ の分布を示しており、赤い地点は当該周期で強い加速度を示す観測地点である。

観測点HYG005, HYGH03, HYGH11, PRF055は、 $s(T=0.1s)$ または $s(T=0.5s)$ の強震特異地点として表れているが、 $s(T=1.0s)$ と $s(T=2.0s)$ では強震特異値 s_{kn} が小さい(強震特異値0以下の)観測地点である。つまり、0.1~0.5sの短周期で卓越するが、構造物被害に影響があるとされる1.0~2.0sの長周期では小さい加速度を示す地点であることがわかる。このような観測地点では、一般的な表層地盤の増幅特性を考慮しても、それ以上に短周期成分が卓越することが考えられ、実被害よりも過大に被害予測されることが危惧される。フェニックス防災システムに属するPRF055は、被害予測の際に過大評価を招く要因となり得る。

5. まとめ

兵庫県内の地震観測点の内、4観測地点で0.1~0.5sの短周期に卓越するが、構造物被害に影響がある1.0~2.0sの長周期でむしろ小さい加速度を示す地点があった。しかし、本分析には対象とした地震記録に限りがある。今後データを追加して抽出精度を上げるとともに、特異地点についてはローカルな地盤特性についても検討が必要である。

【謝辞】

兵庫県域の地震観測地点の調査にあたり、(独)防災科学技術研究所の観測記録を利用致しました。また兵庫県企画県民部災害対策局に地震計の加速度記録の資料を提供して頂きました。ここに記して謝意を示します。

【参考文献】

- 1) 安中正, 山崎文雄, 片平冬樹: 気象庁 87 型強震計記録を用いた最大地動及び応答スペクトル推定式の提案, 第 24 回地震工学研究発表会, pp.161-164, 1997
- 2) Kanno, T., Narita, A., Morikawa, N., Fujiwara, H. and Fukushima, Y.: A New Attenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Record Data, *Bull. Seism. Sco. Am.*, 96, pp.879-897, 2006

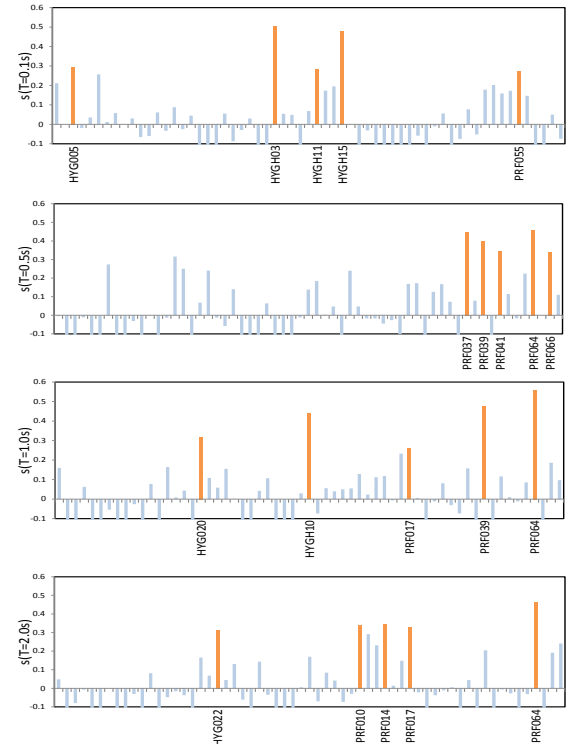


図-3 強震特異値 s_{kn} (上から順に、周期 0.1, 0.5, 1.0, 2.0s の加速度応答スペクトルの強震特異値 s_{kn})

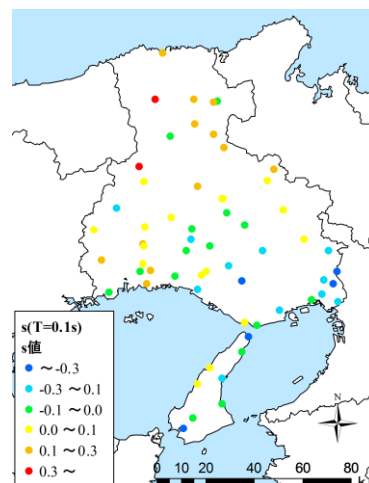


図-4 $s(T=0.1s)$ 分布

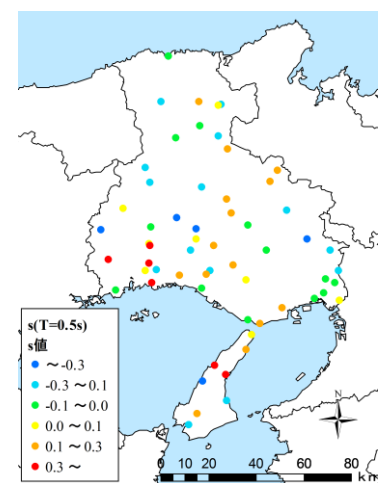


図-5 $s(T=0.5s)$ 分布