

兵庫県内の地震観測点の震動特性分析と淡路島地震での検証

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

近年、防災科学技術研究所の K-NET をはじめ、気象庁や自治体、各事業者により多く地震計が設置され、地震時の被害把握やリアルタイム警報に活用されている。しかし、地震記録を用いて計測震度によって被害推定する場合、地震動の短周期成分が卓越すると実被害に対して震度が過大に評価されることが指摘されている。予め短周期が卓越する地震観測点を把握できれば、精度よい被害予測につながることを期待される。そこで、本研究では兵庫県内の地震観測点の観測記録を用いて、周期 0.1, 0.5, 1.0, 2.0s に着目して強い加速度を記録しやすい周期とその観測点を特定することを目的とする。さらに、2013 年 4 月 13 日に淡路島付近で発生した地震の震源近傍での地震計の特性について確認した。

2. 分析に用いる地震観測点と地震観測記録

本研究では兵庫県内の(独)防災科学技術研究所の K-NET の地震計 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 観測地点を対象とする。このうち淡路島内には 11 箇所が含まれる。用いた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。

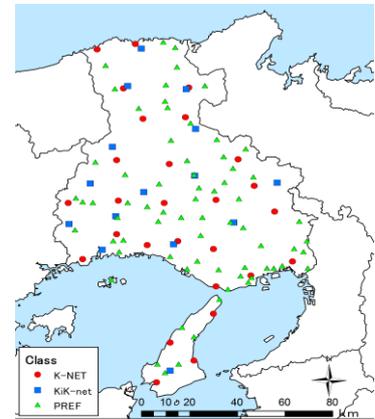


図-1 地震観測点

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

3. 強震特異値の提案

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ことで、各周期におけるばらつきを補正した加速度の大きさを表す指標として強震特異値を提案する(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

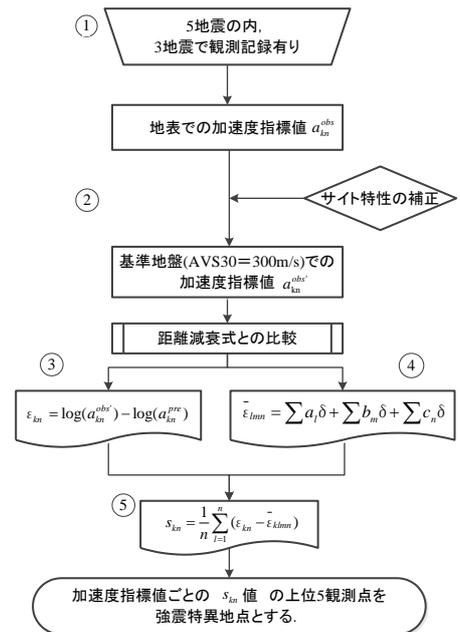


図-2 分析のフロー

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 $\bar{\varepsilon}_{mnn}$ 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 $\bar{\varepsilon}_{mnn}$ を減算し、最後に観測された地震数 n で $\varepsilon_{kn} - \bar{\varepsilon}_{mnn}$ 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。強震特異値は一般的な距離減衰や地震間のばらつきによる影響を考慮した指標であるといえる。

4. 淡路島の観測地点における強震特異値の分布

5 地震の内、3 地震以上で観測記録が得られている兵庫県域の観測地点は、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 0.1, 0.5, 1.0, 2.0s の加速度応答値別に強震特異値を示す。図中のオレンジ色はその上位 5 観測地点を示す。ここで、簡略化のために、各指標値における s_{kn} 値を $s(T=0.1s)$ のように示す。横軸でラベルのあるものは淡路島の観測点を示す。図-4~7 は淡路島の観測点における各周期の強震特異値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。周期 0.1, 0.5s で高い強震特異値を示し、かつ 1.0, 2.0s で小さい値を示す観測点は、一般的な表層地盤の増幅を考慮してもなお短周期に大きく卓越する傾向を持つ観測地点であり、計測震度が高く評価される可能性がある。

淡路島内の地震計では、そこまで周期 0.1s で高い強震特異値をもつ観測点は存在しなかったが、周期 0.5s では PRF066 の観測点で高い強震特異値を記録する傾向にあることがわかった。

5. まとめ

淡路島の地震観測点において、周期 0.1, 0.5, 1.0, 2.0s に着目し、強い加速度を記録しやすい地点を周期別に特定した。しかし、本分析には対象とした観測点や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、現地での微動観測の実施などのローカルな地盤特性についての検討も必要である。

【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 NewAttenuation Relation for Strong Ground Motion in Japan Based on Record Data, *Bull.Seism.Sco.Am.*, 96, pp.879-897, 2006

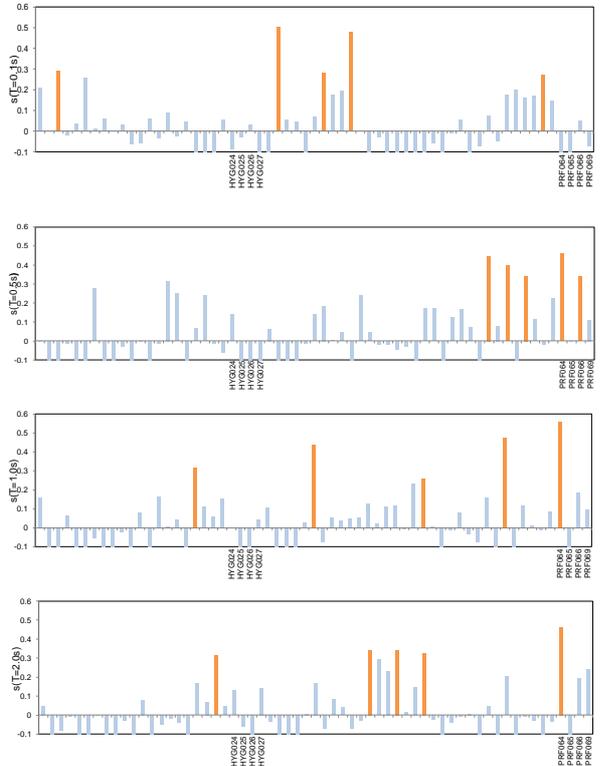


図-3 強震特異値 s_{kn} (上から順に、周期 0.1, 0.5, 1.0, 2.0s の加速度応答スペクトルの強震特異値 s_{kn})

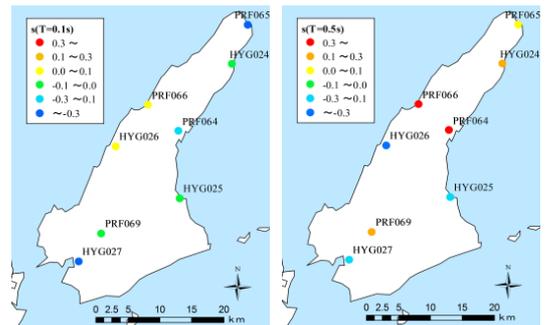


図-4 $s(T=0.1s)$ 分布

図-5 $s(T=0.5s)$ 分布

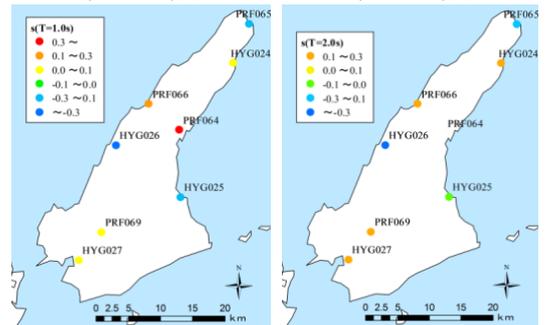


図-6 $s(T=1.0s)$ 分布

図-7 $s(T=2.0s)$ 分布