

常時微動計測に基づく和歌山県内の変電所での MSR 値の評価

大阪大学 大学院工学研究科 正会員 秦 吉弥
 大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 大川雄太郎

大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 湊 文博
 大阪大学 大学院工学研究科 学生会員 山内 政輝

1. はじめに

電気・ガス・水道などのライフライン網は、多くのリンク・ノードから構成されるシステムであり、その地震危険度を評価するにあたっては、震源断層の破壊プロセスを踏まえた強震動をノード(変電所などが該当)ごとに予測する必要がある。その際、予測地震動は、対象とする変電所等の地盤震動特性を考慮したサイト固有のものとするのが望ましく¹⁾、変電所等での地盤震動特性を事前に評価しておく必要²⁾がある。

そこで本稿では、和歌山県内(一部、大阪府および三重県を含む)に存在する主要な 59 か所の変電所(いずれも関西電力(株)管理: 図-1 参照)を対象ノードとし、現地常時微動計測³⁾を行い、H/V スペクトルとその対数積分値で表される MSR 値(図-2 参照)⁴⁾に基づいて地盤震動特性を評価した結果について報告する。

2. 常時微動計測

常時微動計測は、和歌山県内(将来的なライフラインモデルの構築を踏まえ大阪府および三重県を一部含む)に存在する主要な 59 か所の変電所(いずれも関西電力(株)管理: 図-1 参照)の敷地外における極近傍で実施した(変電所敷地内での計測ではない)。写真-1 に常時微動計測状況の例を示す。計測期間は、2017 年 1 月 11~13 日の三日間である。計測は主に昼間に実施し、同型の八台の微動計(八台ともに白山工業(株)製の一体型微動探査兼地震計機器⁵⁾)を採用した。計測方向は水平二成分と鉛直成分の計三成分であり、後述する常時微動 H/V スペクトルの計算では、水平二成分の平均をとった。計測時間は、一計測点あたり三十分間の単点計測とした。

図-3 は、対象とした変電所 59 地点での常時微動 H/V スペクトルの比較を示す。H/V スペクトルの計算処理方法⁶⁾としては、まず、微動の加速度時刻歴に対して 0.1Hz のハイ・パスフィルターを施し、163.84 秒の区間(雑振動(望ましくないノイズ等)が小さい 163.84 秒間)を十区間抽出し、フーリエスペクトルの計算を行い、バンド幅 0.05Hz の Parzen Window で平滑化したのちに、H/V スペクトルを算出し、七区間の平均をとった。評価振動数の範囲としては、使用した微動計測器の性能⁵⁾などを考慮して 0.2~10Hz とした。

図-3 に示すように、対象とした変電所 59 地点ごとに H/V スペクトルの特徴(ピーク周波数、トラフ周波数、スペクトル形状など)が大きく異なっており、各変電所における地盤震動特性の有意な差異が確認できる。さらに、同図内には、変電所 59 地点での常時微動 H/V スペクトルの重ね合せによる比較とその平均も同時に示しているが、和歌山県内における主要な変電所での地盤震動特性を一つに代表させること(すなわち、予測地震動・照査地震動・設計地震動などとして代表的なものを選定すること)が極めて困難であることが読み取れる。

3. MSR 値の算定

図-4~図-7 は、変電所 59 地点における MSR 値の分布を、着目する H/V スペクトルの周波数帯域ごとに示した

ものである。図-2 は、着目周波数帯域を 0.2~10Hz とした場合の MSR 値の算定例であり、①Case1(1.0 でフラットな形状を示すケース)では $MSR = \log_{10} 1 = 0.0$ 、②Case2(5.0 でフラットな形状を示すケース)では $MSR = \log_{10} 5 = 0.7$ 、③Case3(10.0 でフラットな形状を示すケース)では $MSR = \log_{10} 10 = 1.0$ 、④Case4(一般的なピーク周波数⁷⁾やトラフ周波数⁷⁾を含む複雑なスペクトル形状を示すケース)では $MSR = 0.21$ 、とそれぞれ算定される。

図-4~図-7 は、上記算定例に習って変電所 59 地点ごとの H/V スペクトル(図-3 参照)に対する MSR 値を算定した結果を、変電所の位置情報に基づいてプロットしたものである。図-4~図-7 に示すとおり、全ての周波数帯域(0.2~10Hz)を含むケース(図-4 参照)では県内の市街地にある変電所において MSR 値が比較的高くなってい



図-1 主に和歌山県内に存在する選定変電所³⁾の分布

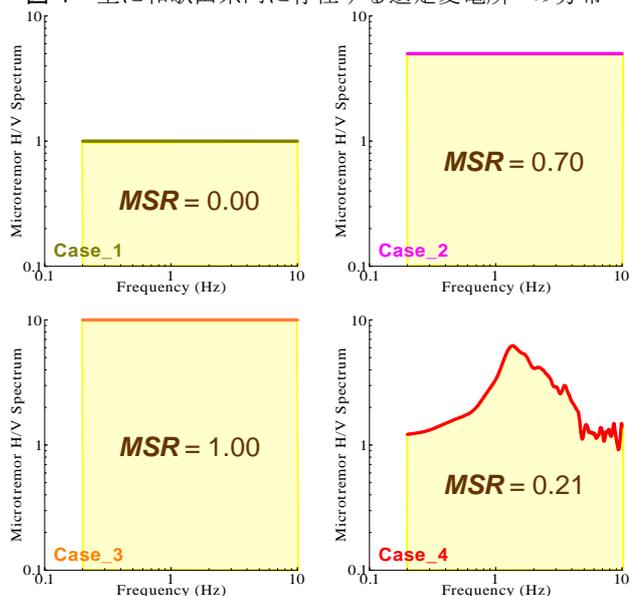


図-2 MSR 値⁴⁾の算定に関するコンセプト

キーワード: 常時微動 H/V スペクトル, 変電所, MSR 値

連絡先: 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学 大学院工学研究科 地球総合工学専攻 TEL&FAX:06-6879-7626

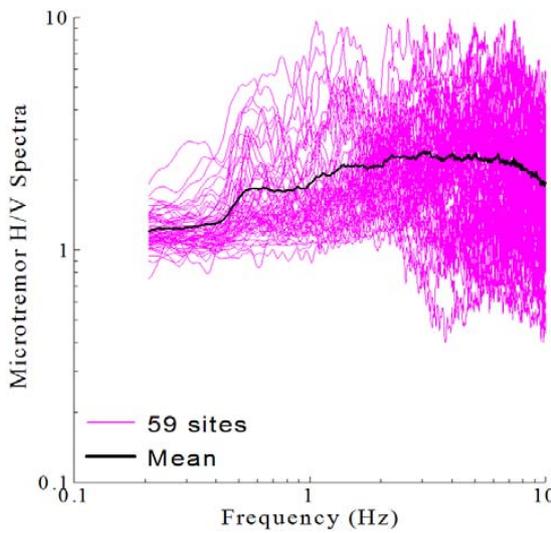


図-3 常時微動 H/V スペクトル³⁾の比較

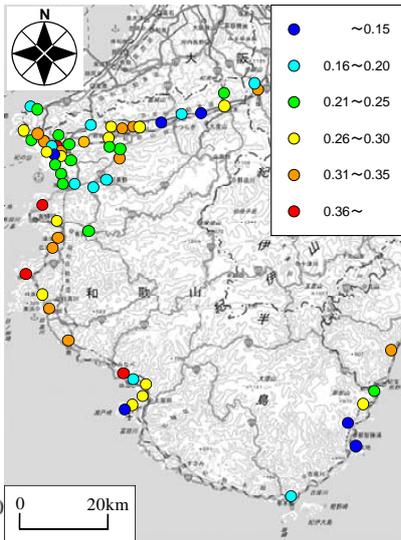


図-4 MSR 値の分布(0.2~10Hz)



写真-1 常時微動計測状況例³⁾

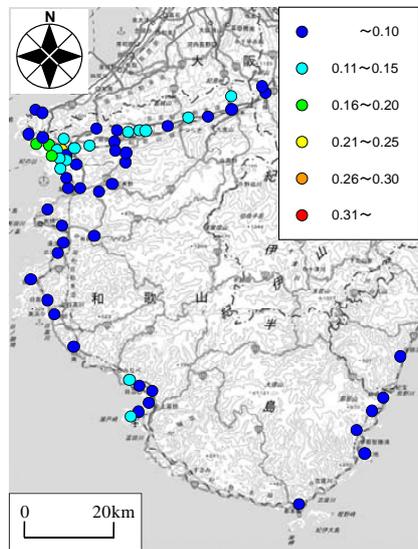


図-5 MSR 値の分布(0.2~1Hz)

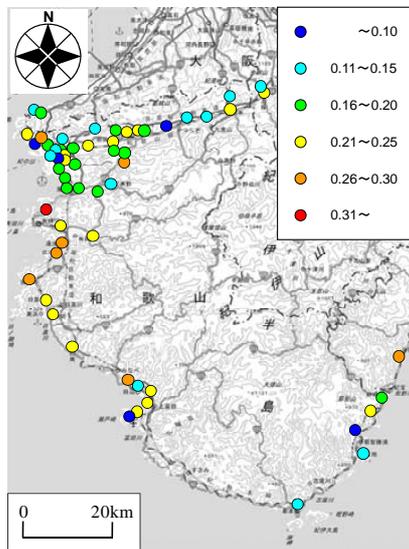


図-6 MSR 値の分布(1~10Hz)

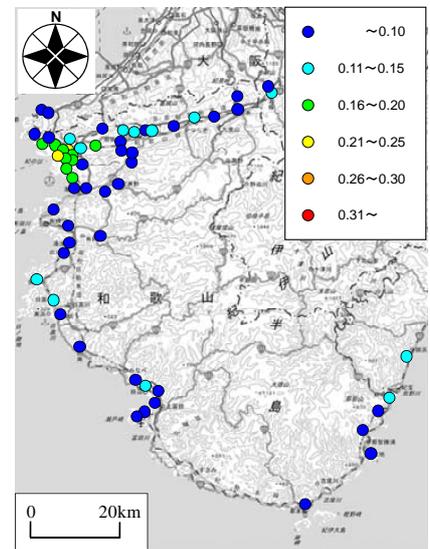


図-7 MSR 値の分布(0.5~2Hz)

るものの、特定の周波数帯域に絞ったケース(図-5、図-6、図-7 参照)では和歌山市街地にある変電所においていずれも MSR 値が大きな値を示している。和歌山市街地とその周辺には変電所が明らかに集中していることから、南海トラフ巨大地震時などによる強震動の作用によって電力供給網の断絶のリスクが高いことが示唆される。

4. まとめ

本稿では、和歌山県内に存在する主要な変電所 59 地点を選定し、これらの変電所において常時微動計測を行い、H/V スペクトルに基づき地盤震動特性を評価した。また、得られた H/V スペクトルに対数積分を施すことで MSR 値を算定し、電力供給網の断絶のリスクに関する基礎的検討を行った。今後は、評価した地盤震動特性を踏まえた南海トラフ巨大地震の強震動予測を行う予定である。

謝辞：常時微動計測の際には、変電所周辺の地域住民の皆様などにご協力・ご支援いただきました。本研究の遂行に際して、公益財団法人関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団第 22 回研究助成の一部を使用しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 例えば、後藤浩之、澤田純男：地震動予測の現状と課題、地盤工学会誌、Vol.60, No.3, pp.10-11, 2012.
 2) 秦吉弥、野津厚：被害地震の揺れに迫る一地震波形

デジタルデータ CD 付き一、大阪大学出版会、2016.
 3) 秦吉弥、湊文博、大川雄太郎、山内政輝：和歌山県内における変電所での常時微動 H/V スペクトル、平成 29 年度土木学会関西支部年次学術講演会講演概要集、2017。
 4) Hata, Y., Yamauchi, M., Okawa, Y., Minato, F. and Shibuya, K.: Evaluation of ground shaking characteristics based on MSR value –A case of the damaged residential area due to the 2016 Kumamoto earthquake sequence–, Proc. of 2nd International Conference on Performance-Based Design in Earthquake Geotechnical Engineering, Vancouver, Canada, Paper No.146, 2017.
 5) 先名重樹、安達繁樹、安藤浩、荒木恒彦、飯澤清典、藤原広行：微動探査観測システムの開発、第 115 回物理探査学会学術講演会論文集、pp.227-229, 2006。
 6) 秦吉弥、湊文博、山田雅行、常田賢一、魚谷真基：和歌山県串本町における高密度常時微動計測、物理探査、Vol.68, No.2, pp.83-90, 2015。
 7) Hata, Y., Minato, F., Ikeda, T., Yamada, M. and Yamauchi, M. and Okawa, Y.: Evaluation of ground shaking characteristics in residential land based on T/R frequency ratio of microtremor, Proc. of 4th World Landslide Forum, Ljubljana, Slovenia, Paper No.383, 2017.