

高周波数帯域におけるスペクトル低減特性の適切な表現方法について ～ f_{max} フィルターおよびパラメータ κ の比較～

#鶴来雅人・田中礼司(地域 地盤 環境 研究所)・
香川敬生(鳥取大学)・入倉孝次郎(愛知工業大学)

Comparison of Validity of Two Method to Express Spectral Decay
Characteristics in High Frequency Range: f_{max} Filter and Kappa

#Masato TSURUGI, Reiji TANAKA (Geo-Research Inst.),
Takao KAGAWA (Tottori Univ.), and Kojiro IRIKURA (Aichi Inst. of Technology)

1. はじめに

高周波数領域におけるスペクトル形状は ω^{-2} 則に比べ低減する傾向が見られることが良く知られている。このスペクトル低減特性を表現する方法として、 f_{max} フィルターによる方法と高周波数パラメータ κ による方法があり、我が国では前者が、諸外国では後者が採用されることが多い。これまで、著者らは我が国で発生した地殻内地震について、両方の方法でスペクトル低減特性を評価してきた[例えば、鶴来・ほか(2017), Tsurugi *et al.* (2017)]。本検討ではこれらの結果を元に、観測記録と比較することにより、スペクトル低減特性を適切に表現するのはいずれの方法なのかについて検討を行なう。

2. 解析手法

式(1)～式(4)により地震 i の平均観測スペクトル $[A_i(i, f)]$ と理論スペクトル $[A_{f_{max}}(i, f)$ および $A_{\kappa}(i, f)]$ との残差 $Err_{f_{max}}^1(i)$, $Err_{\kappa}^1(i)$, $Err_{f_{max}}^2(f)$, $Err_{\kappa}^2(f)$ を求める。ここで、 f_1, f_2 は残差を求める周波数範囲の下限および上限値で、それぞれ 10Hz および 30Hz とした。これは f_{max} フィルターの係数を求める際に着目した周波数範囲に対応する。 N_{req} は $f_1 \sim f_2$ の範囲に含まれる周波数の数、 NEQ は対象地震数である。本検討では M_j が 6.0 を超える 7 つの大地震を対象とする。

$$Err_{f_{max}}^1(i) = \sqrt{\frac{1}{N_{\text{req}}} \sum_{f=f_1}^{f_2} \{\log A_{f_{max}}(i, f) - \log A_0(i, f)\}^2} \quad (1)$$

$$Err_{\kappa}^1(i) = \sqrt{\frac{1}{N_{\text{req}}} \sum_{f=f_1}^{f_2} \{\log A_{\kappa}(i, f) - \log A_0(i, f)\}^2} \quad (2)$$

$$Err_{f_{max}}^2(f) = \sqrt{\frac{1}{NEQ} \sum_{i=1}^{NEQ} \{\log A_{f_{max}}(i, f) - \log A_0(i, f)\}^2} \quad (3)$$

$$Err_{\kappa}^2(f) = \sqrt{\frac{1}{NEQ} \sum_{i=1}^{NEQ} \{\log A_{\kappa}(i, f) - \log A_0(i, f)\}^2} \quad (4)$$

3. 解析結果

得られた $Err_{f_{max}}^1(i)$ および $Err_{\kappa}^1(i)$ を図1に、 $Err_{f_{max}}^2(f)$ および $Err_{\kappa}^2(f)$ を図2に示す。 $Err_{f_{max}}^1(i)$ は $Err_{\kappa}^1(i)$ に比べ平均的には小さく[図1]、また、一部周波数帯を除けば $Err_{f_{max}}^2(f)$ が $Err_{\kappa}^2(f)$ より小さい[図2]と言える。

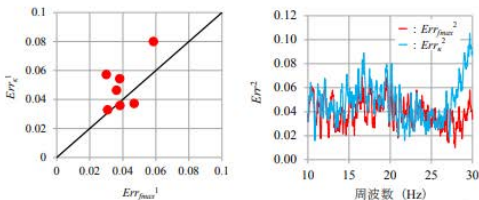


図1 得られた $Err_{f_{max}}^1(i)$ および $Err_{\kappa}^1(i)$ 図2 得られた $Err_{f_{max}}^2(f)$ および $Err_{\kappa}^2(f)$

4. おわりに

本検討では高周波数領域におけるスペクトル低減特性を適切に表現する方法について検討を行なった。その結果、対象とした 7 つの大地震については f_{max} フィルターを用いた方がパラメータ κ を用いるより観測記録との残差が少ないことが明らかとなった。しかし、その差は顕著ではなく、 f_{max} フィルターや κ に関するパラメータが観測記録に基づいて適切に評価されていれば、いずれの方法でも観測記録を良く表現することが可能であるとと言える。

謝辞: 本研究は原子力規制庁の委託研究の一部として実施した。また、Anatoly Petukhin 博士には有益なコメントを頂いた。

参考文献: 鶴来・田中・香川・入倉(2017), 日本地震工学会論文集, Vol.17, No.5, pp.109-132. Tsurugi, Kagawa, and Irikura (2017), *Proc. 16th WCEE*, No.1232.