

仲上m分布に基づく地震波エンベロープのゆらぎの測定

Measurement of statistical fluctuations in seismogram envelopes based on the Nakagami-m distribution

中原 恒^{1*}, カルコーレ・エドワルド¹

Hisashi Nakahara^{1*}, Eduard Carcole¹

¹東北大学大学院理学研究科

¹Graduate School of Science, Tohoku Univ.

はじめに

地震波エンベロープは、地下の短波長不均質構造を推定するための情報源であり、コーダ波部分は地下の散乱強度の推定に利用されてきた。観測されるエンベロープ形状を見ると、ゆっくりと変化する成分に、激しく振動する成分が重畳していることが分かる。これまで散乱強度の推定のために使用されてきたのはゆっくりと変化する成分である。一方、激しく振動する成分については、その統計的特徴がレイリー分布によって記述されることがTakahara and Yomogida (1992)により指摘されていたが、Carcole and Sato (2009)はより一般的に仲上m分布に従うことを指摘した。さらに、中原・カルコーレ (2009)は、仲上m分布に基づき、最尤法によりエンベロープ振幅のゆらぎを定量的に推定する手法を開発した。本研究では、その手法の実データへの適用結果について報告する。なお仲上m分布において、分布を特徴づけるm値は、エンベロープの2乗振幅の期待値の二乗を分散で規格化した値になり、エンベロープのゆらぎが大きいほど小さくなる。そのため、m値によってエンベロープのゆらぎを特徴づけることができる。

解析手法

m値の推定にあたっては、中原・カルコーレ (2009)の手法を使用する。地動速度記録とそのヒルベルト変換とから計算される解析信号のエンベロープを用いて、最尤法により導かれたコーダQとm値に関する非線形方程式を数値的に解く。コーダQはMSエンベロープを規定し、m値はそれからのゆらぎを規定する。

データ解析と結果

本研究では、防災科研Kik-netのIWTH13, IWTH17, IWTH02の3観測点を使用する。震央距離200km以内のイベントで、S波が良好に記録されたものを解析対象とする。地表と地中の地震計で、加速度記録を速度記録に変換した後、1-2, 2-4, 4-8, 8-16, 16-32Hzの周波数帯において、東西、南北、上下の各成分の直達S波走時の1.5倍から震源経過時間の80秒までの部分を解析に使用した。ノイズはP波到着前3.5秒前から1秒前までの2.5秒間、信号は震源経過時間77.5sからの2.5秒間の時間窓でエネルギーを計算し、S/N>2を満たす記録のみを選択する。

解析の結果、コーダQに関しては、1-2Hzで約100で、周波数とともに大きくなり、16-32Hzで約2000と求められた。これらの値は既往の報告例 (Carcole and Sato, 2010)とも調和的である。

一方、m値に関しては、低周波数でイベント毎のばらつきが大きい、周波数が高くなるにつれてそのばらつきが小さくなっていくこと。また、イベントによってはm値が有意に1とは異なることもあるが、すべてのイベントについて平均をとるとその値はかなり1に近づくことが分かった。次に、m値の震源距離依存性を見るために、震源距離におおむね比例する直達S波走時とm値の関係を調べた。その結果、直達S波走時が小さいほど、そして高周波になるほどm値のば

らつきが小さいことが分かった。これは、様々な方向から数多くの波が到来するほど振幅のゆらぎが小さくなると解釈できるかもしれない。

謝辞 本研究では、防災科学技術研究所のKik-netの強震記録と気象庁・文部科学省の一元化震源カタログを使用させていただきました。

キーワード:地震波エンベロープ,ゆらぎ,仲上m分布

Keywords: seismogram envelope, fluctuation, Nakagami-m distribution