

コーダ規格化法を用いた東北地方におけるサイト増幅特性の推定

Site amplification from coda waves in northeastern Honshu, Japan

竹本 帝人 [1]; 古村 孝志 [2]; 齊藤 竜彦 [2]
Teito Takemoto[1]; Takashi Furumura[2]; Tatsuhiko Saito[2]

[1] 東大地震研; [2] 東大総合防災情報研究センター
[1] ERI, Univ. Tokyo; [2] CIDIR, Univ. Tokyo

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/teito/>

はじめに

表層地盤における S 波の増幅 (サイト増幅) 特性の定量的な理解は、震源と伝播経路における地震波の伝播特性と並んで強震動評価・予測に欠くことができない。本研究の目標は、2008 年岩手宮城内陸地震 ($M_{JMA}7.2$) や、2008 年の岩手県沿岸北部の地震 ($M_{JMA}6.8$) で強い加速度を記録した、東北地方のサイト増幅特性の地域性を詳しく評価し、強震動の生成の関係を明らかにすることである。

本研究では、周波数ごとのサイト増幅値を詳しく調べるために、コーダ規格化法 (e.g. Phillips and Aki, 1986) を用いた。S 波走時の 2 倍以降のコーダ部分の振幅は震源距離によらず、サイト増幅値と地震の規模のみによるという性質を持つことは良く知られている。その性質を利用すると、同じ地震について各観測点間でコーダの振幅を比較することにより、各観測点のサイト増幅値を見積もることができる。観測点間の周波数ごとの観測点間の振幅の比は、直達 S 波もコーダ波も大きく変わらず、コーダ波振幅比のほうがイベントごとの変動が小さい (Tsujiura, 1978)。すなわちコーダ波の振幅を比較すれば直達 S 波の振幅の比を安定して求めることができる。

使用データと解析手法

本研究で用いた地震データは、震源の深さが 20km 以内、 $M_{JMA}4-6$ 程度の地震で、震源距離が 100km 以内の KiK-net の地表記録である。この条件は、振幅を比較する地域内でコーダ Q が等しく (コーダ波の時間減衰の様子が等しい) なるように与えた。

データ解析では、まず観測波形にバンドパスフィルター (1-2Hz, 2-4Hz, 4-8Hz, 8-16Hz) を掛け、3 成分 2 乗合成エンベロープを作成する。次に地震発生時から 70 秒から 80 秒の間の平均 2 乗振幅値を求める。観測点 i での地震 j によるコーダ波の振幅 $A_{i,j}(f)$ は、 $R_i(f)$ と $S_j(f)$ の積に比例する (R はサイト増幅値、 S は地震の規模)。この方程式を多数の地震と観測点の組み合わせに対して作成し、 R と S を最小二乗法により求める。このとき、サイト増幅値の平均が 1 となるような拘束条件を与えた。

結果

低周波数側 (1-2Hz) では北上高地において周囲より小さなサイト増幅値 (平均の約 0.4 倍から約 0.6 倍) が得られ、仙台平野や北上盆地では大きな (平均の約 3.5 倍) サイト増幅値が得られた。高周波数側 (8-16Hz) では、概して東北日本の前弧側 (太平洋側) のサイト増幅値が大きい傾向が得られた。低周波数側では地質年代が古いほどサイト増幅値が小さいという対応が見られた。一方高周波数側では地質年代とサイト増幅値の間に目立った関連が見られなかった。特に、IWTH02(玉山) では、4-8Hz の周波数領域において非常に大きなサイト増幅値 (平均の約 5.0 倍) が見られたが、ほかの周波数では平均的な増幅値であった。なお玉山では先述の 2008 年の岩手県沿岸北部の地震において、K-NET・KiK-net 強震観測網で最大加速度値 (1019gal) を記録しており、サイト増幅特性による影響が考えられる。

次に、求められたサイト増幅値を用いて、岩手宮城内陸地震で観測された、周波数毎の最大加速度値 (PGA) を補正した。その結果いずれの周波数帯域でも PGA の距離減衰のばらつきを小さくすることができた。例えば 4-8Hz では最小二乗法により求めた距離減衰式からの標準偏差が 0.77 から 0.56 へと小さくなり、サイト増幅値が正しく求められていることが確認できた。こうして求められた、周波数ごとのサイト増幅値を広帯域の地震波形に対して適用することにより、想定地震の震度や PGA の予測に役立てることができる。

謝辞

防災科学技術研究所の KiK-net の観測データを使用しました。