

## コーダ波を用いた強震時の地盤の剛性率低下と回復過程の検出 - 2000年鳥取県西部地震 -

### Detection of Drop and Recovery Processes of Ground Shear Modulus by Using Coda Waves at the 2000 Western Tottori Earthquake

# 澤崎 郁 [1]; 佐藤 春夫 [1]; 中原 恒 [1]; 西村 太志 [1]

# Kaoru Sawazaki[1]; Haruo Sato[1]; Hisashi Nakahara[1]; Takeshi Nishimura[1]

[1] 東北大・理・地球物理

[1] Geophysics, Science, Tohoku University

sawa@zisin.geophys.tohoku.ac.jp

安芸博士は、コーダ波のスペクトル比から地盤増幅特性の相対比を簡便に求める方法を提案し、Phillips and Aki (1986) の論文ではカリフォルニアの広い地域にわたって増幅特性の空間分布を求めている。この考えを上下方向の配置に適用すると、地表とボアホール孔底に設置された2つの地震計の記録のスペクトル比から地盤の増幅特性を推定することができる。

軟弱な地盤が強いひずみを受けると、剛性率が低下し減衰定数が増加することがある。そのため、強震時のサイト応答は弱震時に比べピーク周波数が低周波側にシフトするが、ピーク周波数の時間変化を追うことで、一旦低下した剛性率が回復する過程を追うことができる。本研究では、KiK-net 観測点 TTRH02 (鳥取県日野町) における地表と地中のスペクトル比から、2000年10月6日に発生した鳥取県西部地震 (MJMA7.1, 35.3 °N, 133.4 °E) 時の剛性率低下と、その後の回復過程を検出したので報告する。

TTRH02 観測点には地表と地中 100m に強震計が設置されている。また、検層から、地表から 11m までは S 波速度 210m/s の砂礫層 (第四紀)、11-100m は S 波速度 340-790m/s の花崗岩および安山岩 (古第三紀, 白亜紀) から成る層であることが分かっている。なお、本震時の震央距離は 7km、水平 2 成分の合成最大加速度は、地表で 1109gal、地中で 607gal であった。

まず、本震時の剛性率の低下と回復過程を調べる。S 波着信時刻から 280s 後までの波形を 10s ごとに切り出し、各時間窓について地表と地中のスペクトル比の時間変化を計算した。その結果、S 波着信から 10s の時間窓のスペクトル比には 1-2Hz にピークがあること、そのピークの振幅は約 20 であることがわかった。その後、10-50s の時間窓ではピーク周波数が 2-4Hz に移るとともに振幅が 30-90 にまで増加し、50s 以降ではさらに高い 4-5Hz に移動した。その後、280s 後までピークは周波数と振幅共に安定していた。

次に、本震の3ヶ月前に発生した前震と、本震の3日後から4年後までに発生した59個の余震について、地中と地表の S コーダ波のスペクトル比を求めた。用いた地震は全て震央距離 20km 以内にあり、マグニチュードは 3.0-4.5、地表での水平 2 成分の合成最大加速度は 10-180gal の範囲にある。時間窓は全ての地震について S 波着信後 10-30s に設定した。本震発生から 10 日以内に起こった余震ではピーク周波数が 5-6Hz にあり、本震の 50s 以降のコーダ波について求めたスペクトル比のピーク周波数よりもやや高い値を示した。時間が経つごとに余震のピーク周波数は増加し、本震の2年後には前震時の値である 7-8Hz に近づいた。また、7-9Hz におけるスペクトル比も本震から時間が経過するごとに増大し、前震時の値に近づく傾向が見られた。

続いて、地盤のひずみ量の時間変化を調べた。ひずみ量は、地表の加速度記録を積分して速度記録に変換し、その振幅を表層付近の S 波速度で割ることで推定した。計算の結果、本震の S 波着信から 10s 以内のひずみは最大で  $6 \times 10^{-3}$  に達し、剛性率の低下が生じると考えられている  $10^{-4}$  以上のひずみは 40s 後まで続いていたことが分かった。一方 40s 以降では、強い余震が発生したときを除いて、ひずみは常に  $10^{-4}$  以下であった。また、前震と余震の S 波着信後 10-30s におけるひずみ量は、 $10^{-4}$  よりも十分小さかった。

本震の S 波着信時の大きなひずみにより剛性率が低下し、0-10s でのスペクトル比のピークは 1-2Hz と低い値を示したが、ひずみ量の減少に応じて剛性率が回復し、50s 以降でのピーク周波数は 4-5Hz へと移った。その後4年間の観測から、ピーク周波数はさらに高くなり、前震時の値 7-8Hz へと回復してきていることが明らかとなった。

謝辞: 本研究では防災科学技術研究所の基盤強震観測網のデータを使用させていただきました。ここに記して感謝いたします。