

油壺における弾性波速度精密連続測定 (2)

A precise, continuous measurement of seismic velocity at Aburatsubo, Japan (2)

山村 恵子[1], 佐野 修[2], 歌田 久司[3], 深尾 良夫[3], 中尾 茂[3], 武井 康子[3]
Keiko Yamamura[1], Osam Sano[2], Hisashi Utada[1], Yoshio Fukao[3], Shigeru Nakao[4], Yasuko Takei[5]

[1] 東大地震研, [2] 山口大・工, [3] 東大・地震研

[1] ERI, Univ. of Tokyo, [2] Faculty of Engng, Yamaguchi Univ., [3] Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo, [4] ERI, Univ of Tokyo, [5] ERI, Univ. Tokyo

三浦半島油壺において従来の歪, 大地の比抵抗連続観測に加え弾性波速度その場測定を1998年11月から開始し, 海洋潮汐に起因する約0.3の周期変動を検出した. 弾性波速度と歪の潮汐変動に相関があり, 弾性波速度の潮汐変動は応力変化によるものと考えられる. 弾性波速度変化の応力に対する感度は $10^{(-6)} \sim 10^{(-5)}/\text{Pa}$ である. 地震に伴って弾性波速度がステップ状に約0.3低下し一週間かけて回復する現象も検出した. 歪では対応するステップ状の変化や回復過程は見られない. 地震に伴う弾性波速度変化と潮汐変動とは別のメカニズムに支配されている可能性がある.

はじめに

神奈川県三浦半島油壺の東京大学地震研究所油壺地殻変動観測所において, 従来から行われている歪, 大地の比抵抗連続観測に加え, 弾性波速度その場測定を1998年11月から開始し海洋潮汐に起因する約0.3の周期変動を検出した (Yamamura et al., 1999年合同大会). 約1年にわたる弾性波連続測定の結果, 弾性波速度と歪の潮汐変動の詳細な比較が可能になった. また, 地震に伴う弾性波速度変化を検出した.

観測概要

海岸付近の高さ約10mの崖下に掘られた壕内の壁に発信子と受信子を埋め込んで測定を行う. 測線距離は約12m, 岩盤は安山岩質凝灰岩である. 発信子には圧電素子を使用し, 10kHzの超音波を繰り返し発生させて重合処理した波形を30分おきに記録する. 波形の相互相関をとってP波相対走時を読み取り, 記録パルスの半値幅を読み取って減衰の指標とした. 速度の測定精度は約10ppmである.

潮汐変動

海洋潮汐による荷重変形に伴う振幅数百nの周期的変動が歪では既に観測されていたが, P波速度においても1/4日, 1/3日, 1/2日・一日・二週間の周期的変動を検出した. 面積歪が収縮の時に弾性波速度は増加する極性を持つ. 収縮によって媒質中の空隙が閉じ, 実効的な弾性定数が増加する為に弾性波速度が増加すると考えられる. 歪に対するP波速度変化の感度は $10^{(-5)}/n$ strainのオーダーである. 現地付近で採取したサンプルの弾性定数を用いて応力に対する感度に換算すると, $10^{(-6)} \sim 10^{(-5)}/\text{Pa}$ のオーダーである. 現地で採取したサンプルは脆弱で弾性波速度の応力に対する感度を実験室で測定するのが難しい. Herz-Mindlinモデルを用いてP波速度の応力に対する感度を見積もると $6 \times 10^{(-7)}/\text{Pa}$ となり, 観測値の方が感度が良い. その場測定から得られる対応力感度の方が室内実験で求められた感度よりも10倍以上大きいことはDe Fazio et al. (1973), Yukutake et al. (1988)によっても指摘されている. 半日潮に対する一日潮の相対的な大きさが, 弾性波速度変化では歪に比べて小さい. これはP波速度変化のメカニズムに周波数依存性がある可能性を示唆している. 半値幅は測定値にばらつきが多いが, 弾性波速度変動と相関の良い半日周期の変動が時折明瞭に認められる. 弾性波速度が増加するとき半値幅が減少する極性を持つ.

地震によるステップ状変化

地震に伴う弾性波速度のステップ状の減少と回復過程は釜石鉾山で報告されている(Sano et al., 1997). 油壺においても1999年9月13日の千葉県北西部地震に際し, 地震後速度がステップ状に約0.3%減少し約一週間かけて回復する現象を検出した. 歪では地震波の通過に伴う瞬間的な変化は見られるが, 弾性波速度変化に対応するステップ状の変化と回復は顕著に認められない. 弾性波速度の潮汐変動は歪と相関が良く, 応力変化を反映していると考えられるが, 地震に伴う弾性波速度変化は別のメカニズムが支配している可能性がある.