

## I-648

## 地盤ひずみの微動記録についての一考察

東京理科大学 正会員○森地重暉  
東京理科大学 正会員 今村芳徳

日本技術開発(株) 正会員 佐伯宗大  
東京理科大学 学生員 高野 工

## 1 はじめに

常時微動による地盤の調査等は、地盤表面の層構造を知るのに適しているといわれている。また、計器の設置や移動が容易であるために、広範囲での地盤の調査に適用されたり、大地震後に被災地に行って地盤調査だけでなく余震の観測も可能になる。その他、土木構造物の耐震性の診断にも用いられている。

著者等は、地中構造物等の耐震設計に基礎的資料になると思われる地盤ひずみの地震時観測を継続してきた。同一地点で地盤ひずみと速度の微動観測を行い、両者の観測結果を併せ検討すると、微動の性質がより明らかになると考えたので、その一例を提示する。

## 2 実測方法

地盤に生ずる微動の観測には、速度計型式の常時微動計(SPC-35E:東京測振(株))を用いた。水平動2成分、上下動1成分のもので、固有周期は1秒である。本測定器の有効な振動数範囲は0.5~10Hzである。サンプリング間隔は1/100秒で、1回の測定時間は連続5分間とした。その測定を1時間毎に1日分、即ち24回行った。

地盤ひずみの測定は次のように行った。地盤の自由表面の3方向の垂直ひずみの測定を目的とした。地表に拡がった正三角形の頂点の位置に鉄杭(外直径:75mm)を打ち込み、微動により生ずる鉄杭間の相対変位を差動トランス型変位計(DS-100型:東京測振(株))により測定した。サンプリング間隔は1/100秒であった。この地震観測設備では、常時微動観測器とは異なり微動観測に対する起動が自動的ではないので、手動的に起動した。1回の観測継続時間は30~40秒とした。人間活動の少ない夜間と朝方を観測時間に選び、適当な時間間隔で16個の時刻歴データを得た。

## 3 実測結果とその検討

## 3.1 常時微動の観測結果について

データの処理は次のように行った。1回の観測データ(デジタルデータ:30000個)の中、3成分が定常的と思われる20.48秒を選び出す。この作業を1回の観測データに対して3度行い、合計で72個のデータを選ぶ。3成分に対して高速フーリエ変換(FFT)を施す。その一例が図-1(a)に示されており、図より、各成分ともほぼ3Hz付近にピーク値をもつことが分かる。各

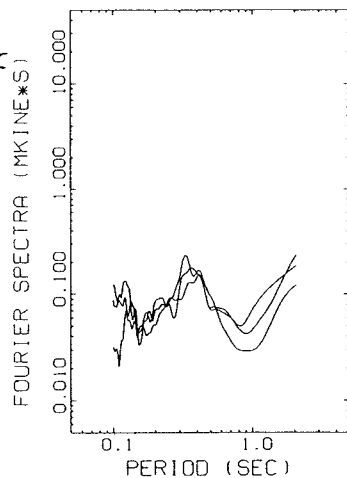
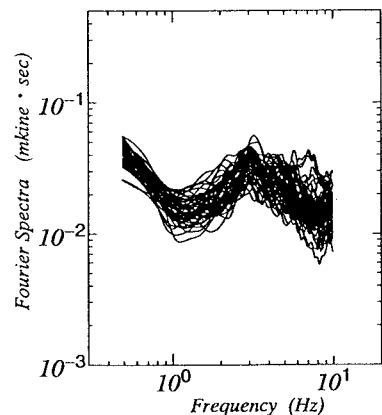


図-1 (a) 原スペクトル



(b) 原スペクトルの重ね書きスペクトル

成分のスペクトルを全て重ね書きすると図-1(b)に示される通りになる。この図より、得られた常時微動は3Hz付近で卓越する振動数をもつことが分かる。

### 3.2地盤ひずみの常時微動について

ひずみ記録の解析では、各時刻歴の中から比較的定常的であると思われる10.24秒間のデータを2つ取りだし、合計で32個のデータを選び出す。測定システム自体のノイズは微動記録測定に対して影響を及ぼす。そこで、ノイズの程度を調べるために、用いた棒状変位計を天井よりひもで2か所吊るして水平にし、入力のない状態でノイズを測定した。得られたデータから各時刻歴データと同じサンプル数のデータを取りだしFFTを施す。次に時刻歴データにFFTを施し、実数部分の振幅、虚数部分の振幅の双方の絶対値が小さくなるようにノイズのものを加えるか、または差し引くことでノイズに対する補正とする。このようにして、得られた振動数領域のデータをフーリエ変換し、補正後の時刻歴データとした。

以上のような処理を施した後に、不変量である主ひずみ $\sigma_1$ と最大せん断ひずみ $\tau_{max}$ を算定しそれらのフーリエスペクトルを求めた。しかし、最大せん断ひずみは常に正であるため、微動との比較では不適当と考えたので、せん断ひずみを用いることにした。合計32個の主ひずみ $\sigma_1$ とせん断ひずみ $\tau_{max}$ のスペクトルの重ね書きを図-2に示す。

図-2より、主ひずみ $\sigma_1$ よりもせん断ひずみ $\tau_{max}$ の支配的な振動数域では、3Hz近辺に卓越した振動数があり、これは常時微動の結果と類似している。一例として、1つの観測データのフーリエスペクトルの2.5~4.5Hzの範囲だけ取り出して逆変換し、得られたひずみの微動記録について、主ひずみ $\sigma_1$ と最大せん断ひずみ $\tau_{max}$ の比の確率密度分布と主ひずみ方向の確率密度分布を求めると図-3(a)、(b)に示すようになる。即ち、ひずみ状態は、純せん断状態に近い状態を示し、主ひずみ方向は一定方向が卓越しており、地震観測の場合と類似している<sup>(1)</sup>。

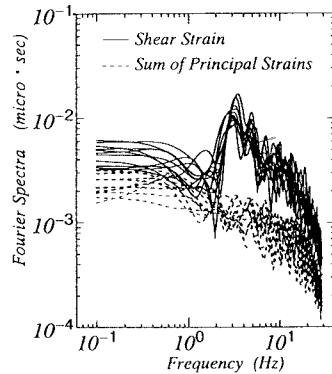


図-2 せん断ひずみと主ひずみ $\sigma_1$ の重ね書きスペクトル

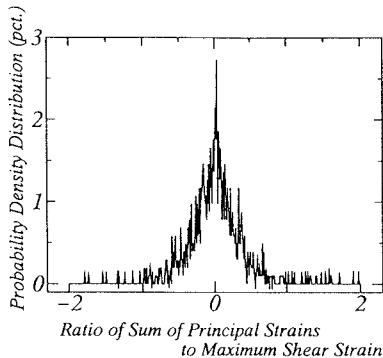
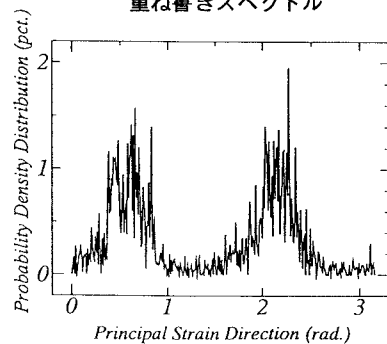


図-3 (a)  $(\epsilon_x + \epsilon_y) / \gamma_{max}$  確率密度分布



(b) 主ひずみの方向 $\theta$ の確率密度分布

### 4 結び

地盤ひずみの常時微動を観測し、速度の常時微動観測結果と併せ検討した。双方の最も卓越する振動数は類似しており、その付近では、ひずみは地震観測結果と同様純せん断状態に近く、また、主ひずみ方向は一定方向が卓越している。

### 参考文献

- (1) 森地 重暉・今村 芳徳・佐伯 宗大：地震時に生ずる地盤ひずみの観測結果について、第9回日本地震工学シンポジウム論文集，pp. 205~210，1994年12月。