

I-647

相互に離れた場所で生じた地盤ひずみの地震時観測結果の比較

東京理科大学 学生員 〇高野 工 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 小田幸平

1はじめに

兵庫県南部地震の際に地下鉄トンネルに生じた被害に見られるとおり、地中構造物の耐震性についての検討がより一層重要性を帯びてきた。著者等は、地中構造物の耐震性の調査には周辺地盤に生ずるひずみの地震時観測が重要であると考え、実施例の少ない地盤ひずみ観測を継続してきた<sup>(1)</sup>。

観測設備の機械的制約からゲージ長は1mと限定してきたが、実際の地中構造物の寸法を考慮するとより長いゲージ長での観測が望ましいと考えた。そこで、現在、観測に用いている設備と同型のものを、約1.7m離れた位置に設置し、同時観測した結果を比較検討することで、広い範囲でのひずみの性質を調べることにした。

2地盤ひずみの観測

千葉県野田市にある東京理科大学の構内の観測場所において、地盤ひずみの地震時観測を継続してきた。ここでは、地盤の自由表面に生ずる3方向の垂直ひずみの観測を目的としている。そのために、地表に拡がった一辺1mの正三角形の頂点の位置に、鉄杭(外径径:7.5mm)を打ち込み、杭間の相対変位を観測した。相対変位を差動トランス型の変位計(DS-100型:東京測振(株))により観測し、観測結果を杭間長で割ってその値をひずみとしている。観測値は1/100秒毎に記録した。

上記のように観測を継続してきたが、平成6年5月に、今まで用いた観測設備と同型のものを観測位置から約1.7m西方の場所に設置し、観測を開始した。これら2つの観測場所の土質の状態は、ほぼ同様であると考えてよい。本文では、従来からのひずみ観測設備をSTRAIN1、新たに設置したものをSTRAIN2と示すことにする。

3観測記録の比較

8個の観測結果が得られた。互いの記録波形は同時刻で似ている場合もあるが、一見すると全体的には類似してはいない。振幅は、ほぼ同程度であるが、振幅の差異については後に検討するとして、本文では、振幅以外のひずみの特性について比較検討する。

同一地震について、STRAIN1とSTRAIN2とで得られた記録から算出される各時刻の最大主ひずみとX軸(真北の方向)となす角 $\theta$ の継続時間内での確率密度分布を求め、比較する(図-1)。同図を見ると、双方の設備で得られたものは2つの山をもつ形をしており、また、ピーク値を示す $\theta$ の値はほとんど同じである。更に、今までに観測されている地震の全記録(STRAIN1で82個、STRAIN2で8個)について、横軸に古い順から地震の番号を付け、2つのピークに対応する $\theta$ の変動を表したものを図-2に示す。図中の●印がSTRAIN1についてのものであり、また、○印がSTRAIN2についてのものである。この図をみると、確率密度のピーク値を示す $\theta$ の値は地震によって差異はなく、ほぼ一定値を示すことがわかる。

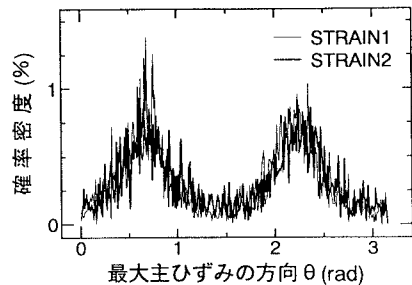


図-1  $\theta$ の確率密度分布(94.6.19)

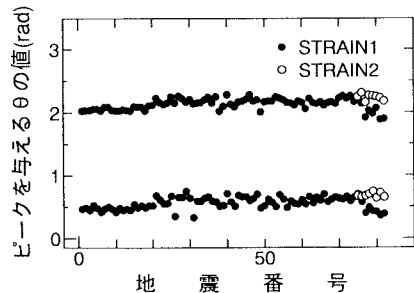


図-2 ピークを与える地震番号の関係

次に, STRAIN1とSTRAIN2のそれぞれについて, 最大せん断ひずみ ( $\gamma_{max}$ ) で主ひずみ ( $\epsilon_1 + \epsilon_2$ ) を割った値, つまり ( $(\epsilon_1 + \epsilon_2) / \gamma_{max}$ ) の記録の継続時間での確率密度分布を求め比較した(図-3). 分布図を見ると, STRAIN1, STRAIN2によるものともに0(すなわち, 純せん断状態)を中心に分布していることがわかる. また, ひずみの振幅の大きさが確率密度分布に及ぼす影響を調べるために, STRAIN1とSTRAIN2について, 最大せん断ひずみとその時刻歴での最大値の2割以上になる時刻に対して確率密度分布を求めた(図-4). 図-3と図-4を比較すると, 双方の場合とも, ひずみの値が大きくなるほど純せん断状態に近づくことがわかる.

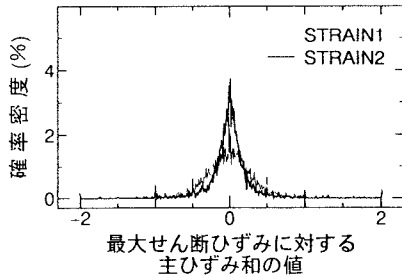


図-3 ( $(\epsilon_1 + \epsilon_2) / \gamma_{max}$  の確率密度分布(全時刻) [94.6.19]

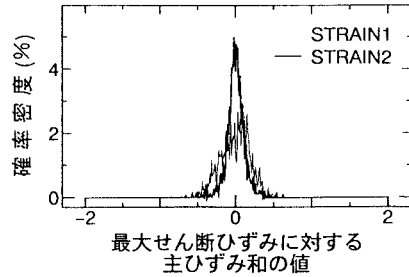


図-4 ( $(\epsilon_1 + \epsilon_2) / \gamma_{max}$  の確率密度分布(せん断ひずみの大きい時刻) [94.6.19]

図-5に示したものは, 全記録について, その  $\gamma_{max}$  と主ひずみ ( $\epsilon_1$  または  $\epsilon_2$ ) の絶対値のそれぞれの時刻歴での最大値どうしの関係である. この関係を図示すると次式のようになる.

$$\gamma_{max} = 1.76 \times (|\epsilon_1|_{max}, |\epsilon_2|_{max})^{0.97} \quad [\text{STRAIN1}]$$

$$\gamma_{max} = 1.91 \times (|\epsilon_1|_{max}, |\epsilon_2|_{max})^{1.00} \quad [\text{STRAIN2}]$$

式をみると, 純せん断状態では, 最大主ひずみの2倍が最大せん断ひずみとなるので, STRAIN1, STRAIN2ともに純せん断状態に近い状態になっていることがわかる. また, 図-3, 図-4を考え併せると, STRAIN2状態の方が, より純せん断の状態に近いといえる.

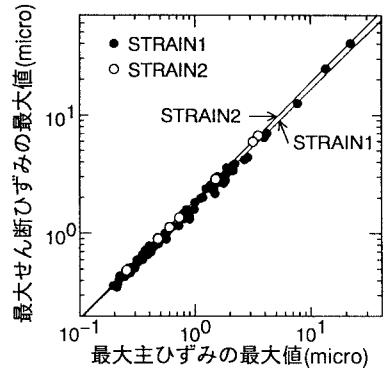


図-5 最大主ひずみの最大値と最大せん断ひずみの最大値の関係

#### 4 結び

相互に約17m離れた2地点で, それぞれ地震時に地盤表面に生ずる3方向の地盤ひずみの観測を行い, 得られたひずみの力学的性質を比較した. その結果, ひずみの性質は同様な結果を示すことが明らかになった. 2地点でのひずみは共通して次の性質がある.

- ①最大主ひずみの方向とX軸のなす角は, 地震によってあまり差異がない.
- ②当該観測場所に生ずる地表面でのひずみは, 純せん断状態に近い. また, 同一地震ではひずみが大きい時刻ほどこの傾向が強い.
- ③最大せん断ひずみの時刻歴における最大値は, 最大主ひずみの時刻歴における最大値のほぼ2倍である.

#### 5 謝辞

本研究をなすにあたり, 小川育英会には, 多大なご援助をいただきました. 深甚なる謝意を表します.

#### 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.