

I-450

高密度強震観測記録に基づく平面地盤ひずみの試算

豊橋技術科学大学 学員 京久野 渉
建設省土木研究所 正員 田村 敬一
〃 〃 相沢 興

1. はじめに

応答変位法による耐震設計では、地震時に地盤に生ずる変形（地盤ひずみ）を正しく評価することが重要であるが、実測記録に基づき地盤ひずみについて検討した事例は必ずしも多くない。そこで、本小文は相良地区高密度強震観測場で得られた記録をもとに、有限要素法の手法を用いて地震時の平面地盤ひずみについて検討した結果をとりまとめたものである。

2. 相良地区高密度強震観測場の概要¹⁾

相良地区高密度強震観測場は静岡県御前崎の北に位置する相良町内に展開されている。本地区は駿河湾に注ぐ萩間川沿いの地区であり、萩間川沿いの後背低地、駿河湾沿いの砂丘および周辺丘陵地から構成されている。このような地形・地盤条件を考慮して、強震計は、図1に示すように丘陵地から萩間川の後背低地に至る測線および後背低地から砂丘に至る測線を中心として、合計10地点に配置されている。

3. 平面地盤ひずみの計算方法

地盤ひずみを算出するためには地震動の変位を求める必要がある。そのため、観測で得られた加速度記録から変位を求める方法としては、振動数領域で強震計の特性を補正するためのフィルターをかけ、数値積分を行う方法を用いた。ここで、フィルターの低振動数側および高振動数側の遮断振動数は、それぞれ、1/5Hzおよび20Hzとした。次に、変位から地盤ひずみを計算するために、図2に示すような i 、 j 、 m の3観測点から構成される三角形を考え、各頂点での x 、 y 方向の変位がそれぞれ与えられているものとする。ここで、有限要素法の手法²⁾を用い、三角形内の点 (x, y) における変位 $u(t), v(t)$ を次式のように x 、 y の一次関数で仮定する。

$$\begin{aligned} u &= \alpha_1 + \alpha_2 x + \alpha_3 y \\ v &= \alpha_4 + \alpha_5 x + \alpha_6 y \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 α_i ($i=1\sim6$)は未定定数であるが、3頂点の座標および変位を与えることにより定めることができる。式(1)により変位 u 、 v が求められれば、地盤ひずみ $\{\epsilon\}$ は次のように求められる。

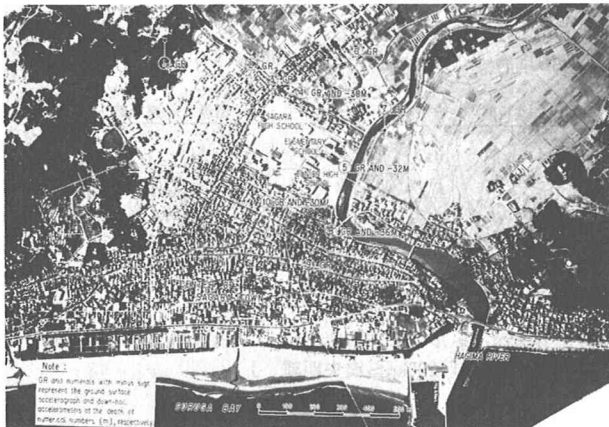


図1 相良地区の高密度強震観測場

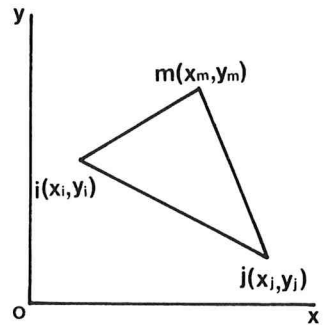


図2 地盤ひずみ計算用の三角形

$$\begin{aligned} \{\varepsilon\} &= \{\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}\}^T \\ &= \left\{ \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial v}{\partial y}, \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right\}^T \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、式(2)による地盤ひずみ $\{\varepsilon\}$ は、式(1)に示したように変位を座標の一次関数で表しているため三角形内では一定となり、この意味では本解析で求められるひずみは三角形内の平均的なひずみに相当する。また、平面ひずみ場においてはせん断ひずみが0となる方向が存在し、その方向の伸縮ひずみは主ひずみと呼ばれる。主ひずみ $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ は次のように求められる³⁾。

$$\begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{Bmatrix} = \frac{\varepsilon_x + \varepsilon_y}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{\varepsilon_x - \varepsilon_y}{2} \right)^2 + \frac{\gamma_{xy}^2}{4}} \quad (3)$$

4. 平面地盤ひずみの試算

上述の手法により、相良地区高密度強震観測場で得られた記録をもとに地震時の平面地盤ひずみの試算を行った。一例として1983年3月16日静岡県西部の地震（マグニチュード5.7）の際にNo.4, No.5およびNo.6地点で得られた記録より求めた地盤ひずみの波形を図3に示す。また、そのもととなった加速度および変位の波形例として、No.5地点おける波形を、それぞれ、図4および図5に示す。さらに、同地震による主ひずみおよびせん断ひずみの最大値の分布を示すと図6のようになる。図6および相良地区の地盤条件を合わせて考慮すると、丘陵地から後背低地に向かって地盤条件が変化しているNo.3-No.4-No.10の観測点の組合せで地盤ひずみが最も大きく、次いで、軟弱層の厚いNo.4-No.5-No.6の組合せから求めた地盤ひずみが大きいものと考えられる。一方、地盤条件が比較的良好な海岸砂丘上に位置するNo.8-No.9-No.10の組合せから求めた地盤ひずみは小さくなるものと考えられる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所:土木研究所における・・・, 土木研究所資料, 第1847号,
- 2) Zienkiewicz: The Finite Element Method・・・,
- 3) 川元眺万: 応用弾性学

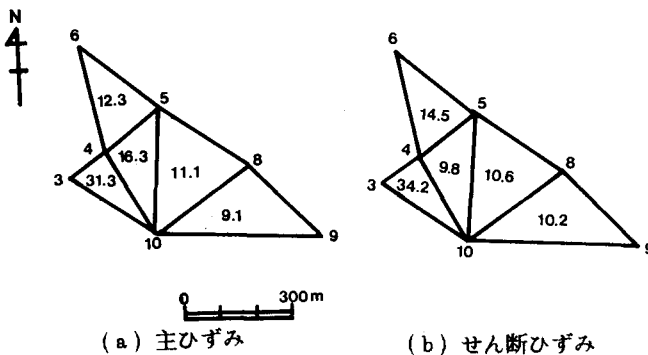


図6 最大地盤ひずみの分布 (1983.3.16)

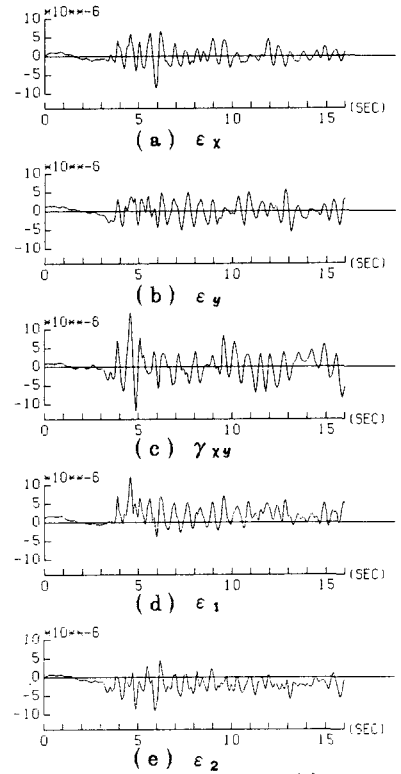


図3 地盤ひずみの試算例
(1983.3.16, No.4-No.5-No.6)

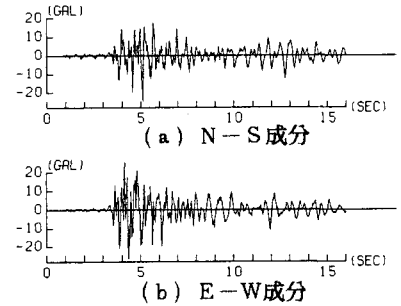


図4 加速度波形の例 (No.5地点)

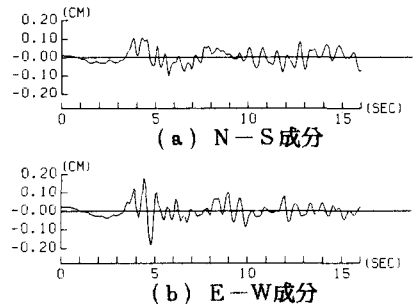


図5 変位波形の例 (No.5地点)