

I-494

地中構造物の実測地震時ひずみを用いた地盤ばね定数の算出について

中部電力（株） 土山茂希, 早川 誠
 浩洋設計（株） 吉田 望, 中村 晋

1. はじめに

地中線状構造物の現行耐震設計指針では、構造物を弾性床上の梁と仮定した応答変位法により構造物の断面力を計算する場合が多い。ここでは、濃尾平野の軟弱地盤地帯である愛知県津島市にて昭和56年2月より昭和60年6月までの約4年間実施した地盤と地中送電用洞道の地震観測記録を基に地盤ひずみを算出し、洞道の実測地震時ひずみと比較することにより応答変位法による耐震設計に用いる地盤ばね定数について検討を行った結果について示す。

2. 観測概要

図-1に示すように、地震計を地表の一边が約100mの三角形の頂点に配置し、さらにN03地点には、設計基盤に相当するGL-42mにも地中地震計を設置した。また、動ひずみ計を図-1に示す3断面において洞道軸方向の鉄筋に設置した。

3. 地震観測記録より算出した地盤ひずみ

洞道軸方向の地盤ひずみ（ $\varepsilon_{gx}(t)$ ）は、地表における地震観測点を頂点とする三角形の内部のひずみが一定と仮定し、各点の地盤変位より（1）式により算出した。

$$\varepsilon_{gx}(t) = [B] \{U(t)\}^T \quad (1)$$

ここで、 $[B]$ はひずみ変位マトリックス、 $\{U(t)\}$ は各点の洞道方向および洞道直交方向の変位成分ベクトルである。

地震観測期間に得られた地震のうち、地震規模の大きな長野県西部地震（昭和59年9月14日発生； $M = 6.8$ ）および東関東地震（昭和57年7月23日発生； $M = 7.0$ ）について、図-2、3に地盤ひずみと洞道の③断面における軸ひずみを比較して示す。

地盤ひずみと洞道の軸ひずみの波形は両地震とも良い対応を示しており、他の地震記録についても同様な傾向が見られた。

ひずみの最大値について見ると、東関東地震では洞道の軸ひずみの最大値が 13μ であり地盤ひずみの最大値（ 35μ ）の約2.5倍程度となっている。一方、長野県西部地

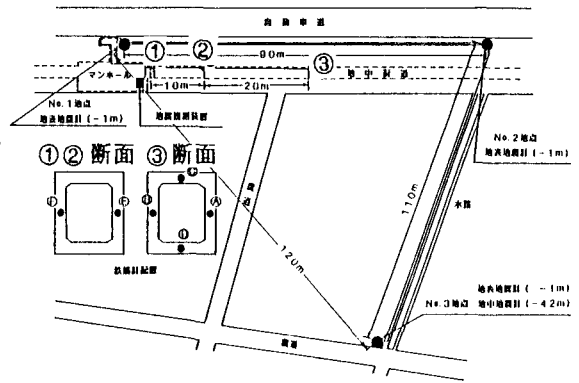


図-1 地震計の配置

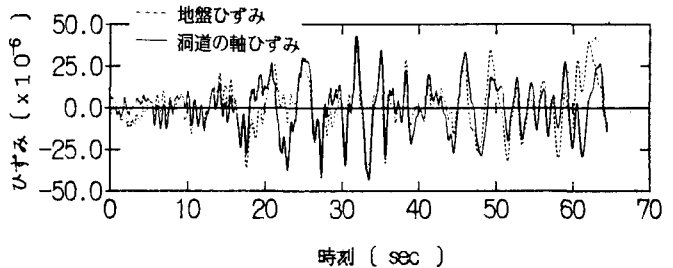


図-2 地盤および洞道のひずみ（長野県西部地震）

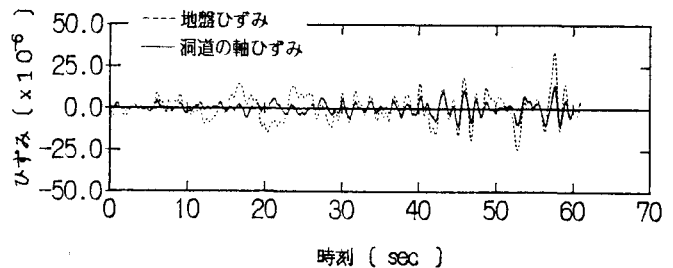


図-3 地盤および洞道のひずみ（東関東地震）

震では洞道の軸ひずみと地盤ひずみの最大値は同程度（約 40μ ）となっている。他の地震記録については、洞道の軸方向ひずみの最大値が約 10μ より大きい場合、地盤ひずみと洞道の軸方向ひずみの最大値は同程度であった。

4. 地盤ばね定数

洞道—地盤系を弾性床上の梁にモデル化し、その洞道軸方向の釣合方程式より得られる洞道ひずみと地盤ひずみの関係より、地盤ばね定数は（2）式の様に示される。

$$K(\omega) = EA \left(\frac{\omega}{C(\omega)} \right)^2 \frac{\alpha(\omega)}{1 - \alpha(\omega)} \quad (2)$$

ここで、 $EA (=7.0 \times 10^6 \text{ t})$ は洞道の軸剛性、 $C(\omega)$ は地震動の伝播速度、 $\alpha(\omega)$ は洞道軸方向のひずみと地盤ひずみのスペクトル比、 ω は円振動数を示す。

両地震に関する洞道軸方向のひずみと地盤ひずみのスペクトル比を図-4, 5に示す。ここで、洞道の軸ひずみについてスペクトル解析を実施した結果、周期 1.0秒以上の周波数成分が卓越していたので、周期 1.0秒以上のスペクトル比について示した。

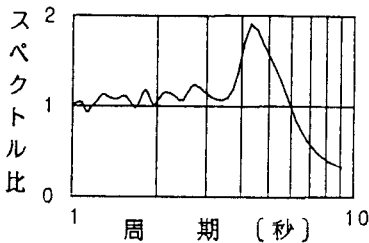


図-4 洞道軸方向のひずみと地盤ひずみのスペクトル比（長野県西部地震）

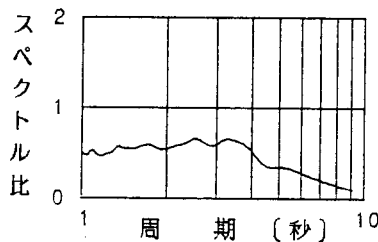


図-5 洞道軸方向のひずみと地盤ひずみのスペクトル比（東関東地震）

長野県西部地震については、スペクトル比が約1 またそれ以上となっており、地盤の変位が洞道にほぼ伝達されている。また、東関東地震では、スペクトル比つまり地盤変位の洞道への伝達率が 0.5～0.6程度となっている。この2つの傾向が他の地震記録にも見られる。

この結果を用い（2）式より洞道—地盤間の地盤ばね定数を算出した。ここで、地震動の伝播速度 $C(\omega)$ は、地震波動の洞道への入射角 16.6° と地震動の伝播方向および伝播直交方向の平均伝播速度¹⁾ 1400m/sec より $1400/\cos(16.6^\circ)$ とした。また、長野県西部地震についてはスペクトル比が 1.0以上であるため地盤ばね定数は、算出出来ないので東関東地震について地盤ばね定数を算出した。その結果を図-6に示す。

地盤ばね定数は、周期 1.0秒付近で約 120t/m^2 であり周期の増加に伴い低下している。

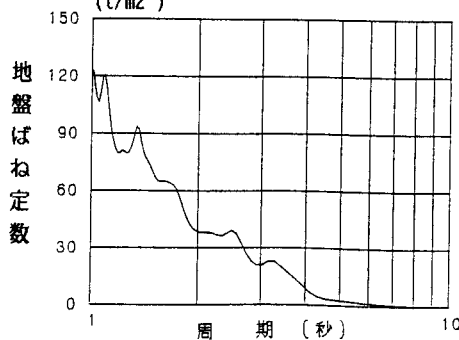


図-6 地盤ばね定数

参考文献

- 1) 土山茂希, 早川誠, 古田望, 中村晋, 濃尾平野における地震動の伝播特性（その1）, 第22回土工学研究発表会, 1987, 6