

## 常時微動観測による安来平野の地盤震動

|       |      |     |     |
|-------|------|-----|-----|
| 松江高専  | 学生会員 | ○池田 | 聖司  |
| 松江高専  | 正会員  | 河原  | 荘一郎 |
| 広島市役所 |      | 亀井  | 充   |
| 松江高専  |      | 福田  | 恭司  |

### 1 はじめに

鳥取県西部地震における島根県内のアンケート震度<sup>1)</sup>において、同じ市町村内でも地域によって地震の感じ方に震度にして1～2程度の差があり、また実際に地域によって被害が異なっていたことがわかった。島根県において特に被害の差が大きかったのが震央近傍の安来市で、アンケート震度からも顕著な差があることがわかった。そこに着目し、地盤特性を知る上で最近注目されている常時微動を用いて安来平野の地域別の卓越周期を測定することとした。

地盤構造や地盤震動特性を推定するためには、従来ボーリング調査などが多く用いられているが、経済的なことを考えると、それらの適用には限界がある。そこで、計器の移動・設置がしやすく、簡便であるため常時微動を用いて地盤震動特性の推定を行なうこととした。

### 2 安来平野の地形概要

安来市は北流して中海に注ぐ飯梨川・伯太川などが形成した沖積低地と、東部より南部にかけてめぐる300m級の山地、およびその山麓にある丘陵地に囲まれている。

### 3 常時微動観測の概要

#### 3.1 計測機器

計測機器として(株)物探サービスの可搬型データ収録・処理装置(GEODAS-10A-24DS)と速度計(CR4.5-2S地表用微動計)1台を使用した。

#### 3.2 観測地点および観測方法

今回観測を行った地点を図1に×で示す。常時微動観測を行なう時間帯は、本来、交通振動や生活振動の影響を受けにくい夜間、早朝が好ましいが、今回は、昼間でも交通量の影響を受けにくい午後1:30～4:00の間とした。また、コンクリートやアスファルトの路盤を避けて、できるだけ表面が土になっている部分で観測を行った。センサーに速度計を用いて、各地点において、水平2方向と上下方向の計3方向の振動をサンプリング周波数100 Hzで200秒間計測した。

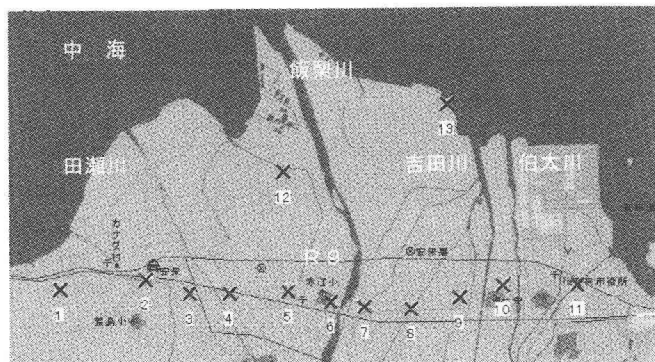


図1 測定地点

### 4 常時微動

#### 4.1 常時微動とは

地盤は平穏時においても至る所で微小な振動(振幅:数～数十 $\mu$ m程度、周期:0.1～数秒程度)が観測される。この震動源は遠方からの交通機関や工場、工事などによる人工的振動や潮汐・火山活動などによる自然振動が、地盤中を複雑に重なり合いながら伝播して生じたものとされ、一般に微動と呼ばれている。この微動は伝播する過程において、その地盤特性を表した固有の性質を有しているとされ、地盤の震動特性を検討する重要な資料として利用されている。微動の卓越周期は地震動特性と調和的であることが知られており、微動観測で得られた観測波形をスペクトル解析によって、調査地の表層地盤の卓越周期や増幅特性の推定が可能となり、耐震設計資料としての地震工学分野への適用が図られている。

#### 4.2 常時微動のH/Vスペクトル比への適用

常時微動は測定地点の振動特性を大きく反映している。しかし、常時微動には振動源の特性も含まれ、ある地点の微動振幅は、測定した時間・季節によって少しずつ変化するため、振動源に影響されない振動特性を得るためには、2地点で測定した常時微動を比較して、相対的な揺れやすさを評価する方法が考えられる。このため、2地点で得られた常時微動のスペクトル(周波数あるいは周期ごとの振幅)の比を計算し、それを比較する方法が良く用いられる。これにより振動源の変動によらずに計

測地点に固有な卓越周期などを評価することができる。その場合、最低2組の地震計が必要で、同時に計測が行なわれていることが望ましい。これを1組の地震計で評価する方法が提案され、最近では広い範囲で適用されている。その方法とは、1地点において観測した常時微動の3成分観測記録のうち、水平動のスペクトルを上下動のスペクトルで除したスペクトル比をとることで、振動源の影響を受けない安定した地盤増幅特性が得られるとしている。同じ地点で異なる時間に観測した常時微動のスペクトルは、水平動のみあるいは上下動のみであれば大きくばらついている。これに対して水平/上下の比を取ったスペクトルは安定しており卓越周期もはっきり分かる<sup>2)</sup>。この事より簡便に地盤振動特性を把握することが可能である。そのため広範囲の地震動特性の評価を比較的容易に実施することができ、地震防災のための地盤特性の簡易評価に用いられている。その簡便性が評価され、日本だけでなく国外でも広く用いられている。

#### 4.3 安来平野の常時微動 H/V スペクトル比

得た常時微動の速度データを高速フーリエ変換(FFT)により、フーリエ・スペクトル(以後、スペクトルとはフーリエ・スペクトルのことを指す)を求め、バンド幅 0.4 Hz で平滑化を行い、さらに水平動と上下動のスペクトル比を計算することによって H/V スペクトル比を導出した。今回行なった観測では、地表に基礎岩盤が露出している荒島町方面と沖積層の広がる赤江・飯島・安来町方面で卓越周期に大きな差が出た。ここに、No.2 荒島駅と No.6 赤江小グランド、No.13 なかうみ農村公園の3地点を比較することとする。3点の H/V スペクトル比を図2に示す。

#### 5 考察

H/V スペクトル比から地盤の卓越周期を読み取ると、No.2 荒島駅は 0.2 s、No.6 赤江小グランド側は 0.9~1.0 s、No.13 なかうみ農村公園では 0.9 s となった。他の測定地点で得られた卓越周期をみると、主に飯梨川より西側は卓越周期 0.2~0.4 s、東側はほぼ 1.0 s となった。図3は国道9号線に沿って No.1 を始点として各測点を No.11 間で結び、横軸を No.1 からの総延長距離、縦軸を各測点の卓越周期を示した図である。飯梨川を境に卓越周期に大きな差がある。

卓越周期は沖積層では厚さに比例し、一般に卓越周期が大きくなれば、地盤の揺れも大きくなる。以前行われ

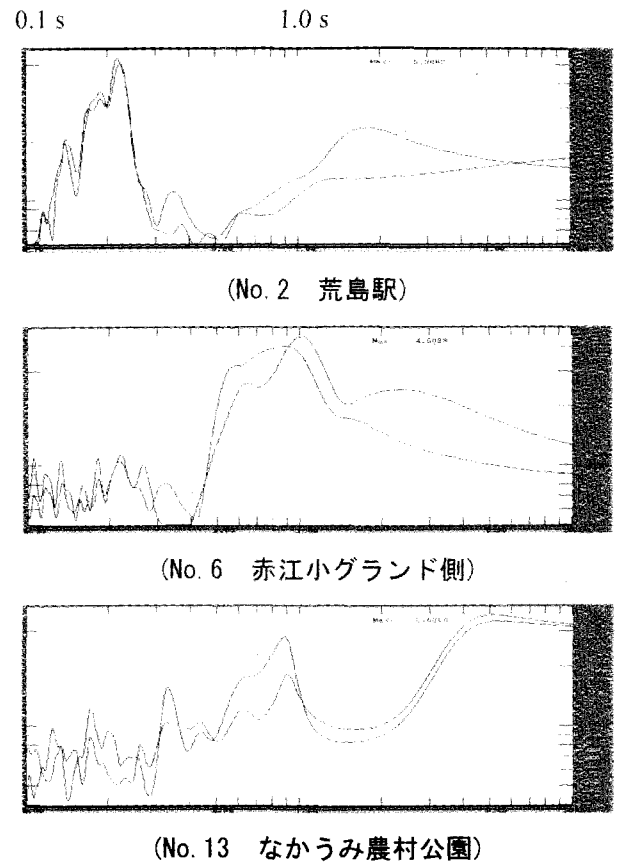


図2 H/V スペクトル比

たアンケート震度(計測震度と等価)と測定した地域別に比較すると、アンケート震度が荒島町(No.2 荒島駅)4.5、赤江町(No.6 赤江小グランド側)5.7、東赤江町(No.13 なかうみ農村公園)5.3と震度にして1以上の差があることから今回の測定は概ねよい対応関係が得られた。

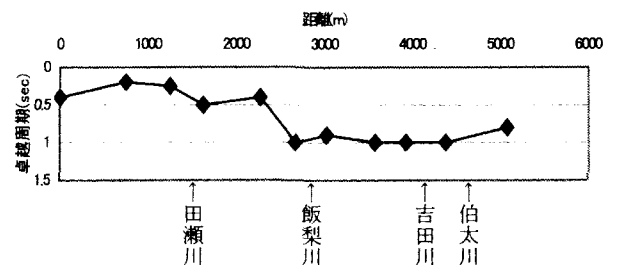


図3 国道9号線沿の卓越周期

#### 参考文献

- 1) 河原莊一郎, 森伸一郎: 鳥取県西部地震における島根県内のアンケート震度に及ぼす地形・地盤の影響, 第11回日本地震学会シンポジウム, pp.451-454, 2002
- 2) 大熊裕輝, 松岡昌志, 山崎文雄, 原田隆典: 宮崎県における常時微動 H/V スペクトル比を用いた地震動の推定, 土木学会論文集, No.696/I-58, pp.261-272, 2002.1