

常時微動観測による松江市街地の地盤震動特性

松江高専 学生会員 ○渡部龍正
松江高専 正会員 河原莊一郎

1. はじめに

地震動はその地域の地盤の地層、地形によって大きく影響される。そのため地震が発生した場合、同じ市町村であっても場所により震度が大きく異なるため、地震の被害に大小の差が生じることがある。

本研究では、常時微動の H/V スペクトル比を求めることにより地盤の卓越周期を検出し、松江市の地盤震動特性の推定を行うことを目的とした。また、前回の観測結果^{1),2)}と今回の観測結果を用いて、危険域の推定を行った。

2. 常時微動観測

2.1 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。

2.2 観測地点および観測方法

前回計測を行った松江市内の観測地点を図 1 に示す。今回計測を行った A, B, C 測線を図 2 に示す。今回計測を行ったのは春日町から乃木駅にかけての測線 A, 黒田から学園(母衣小学校)にかけての測線 B, 天神川に沿って東西に観測する測線 C の計 3 測線の解析を行う。また、昨年観測を行った春日町から西川津にかけての測線 D, 中原町(松江温泉駅)から学園南(くにびきメッセ)にかけての測線 E, 浜乃木 2 丁目から古志原にかけての測線 F の東西方向計 3 測線²⁾と、一昨年観測を行った黒田町から宍道湖にかけての測線 H, 浜乃木 6 丁目から北堀町にかけての測線 I, 西川津から西津田にかけての測線 J の南北方向 3 測線のデータ¹⁾も用いて、危険域の推定を行う。

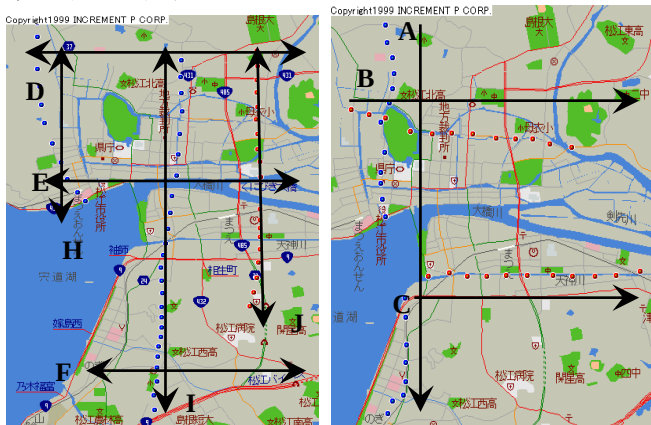


図 1 前回の観測地点^{1),2)}

図 2 今回の観測地点

常時微動観測を行う時間帯は、本来、交通振動や人間の生活振動を受けにくい早朝が好ましいが、今回は昼間でも交通量が少なく、交通振動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

やアスファルトの地面を避けて、空き地などのできるだけ表面が土になっている場所で観測を行った。

2.3 スペクトル解析

3 成分常時微動速度波形を高速フーリエ変換(FFT)によって各周期のフーリエ・スペクトルを求め、バンド幅(平均をとる有効範囲)0.8Hz で平滑化を行い、さらに上下動と水平動のスペクトルの比を取ることで H/V スペクトル比を導出した。速度計が 2 秒計なので、2 秒以上のピークはノイズとみなし、振動数 0.5Hz 以上で振動数の小さい方から、振幅 1.5 以上の最初の極大値を卓越振動数とし、その逆数を取り卓越周期を算出した。

2.4 危険域の定義

日本道路協会「道路橋示方書(耐震設計編)」では、一般的な地盤種別を次のように定めている。

表 1 地盤種別³⁾

地盤種別	地盤の特性値 $T_G(s)$
I 種地盤	$T_G < 0.2$
II 種地盤	$0.2 \leq T_G < 0.6$
III 種地盤	$0.6 \leq T_G$

I 種地盤は良好な洪積地盤および岩盤、III 種地盤は沖積地盤のうち軟弱地盤、II 種地盤は I 種地盤および III 種地盤のどちらにも属さない洪積地盤および沖積地盤に分類される。III 種地盤は建物の耐震性能に検討が必要であり、基礎についても杭基礎や地盤改良などの対策が必要である。このことから、本研究では卓越周期が 0.6s 以上の地点を危険域とした。

3. 観測結果

3.1 卓越周期と距離の関係

図 3 は卓越周期と総延長距離の関係を表したグラフである。今回観測を行った A, B, C 測線について述べる。Ave は平均卓越周期を表している。

測線 A のグラフは、春日町西原では卓越周期が 1.0s を超えているため、極めて軟弱と考えられる。また、宍道湖北岸は 0.45~0.6s と比較的大きい。乃木駅周辺も卓越周期が 0.6s と大きい。昨年度と一昨年度観測されている乃木小学校周辺は、卓越周期 0.8s と比較的大きくなっており、今回と前回に観測を行った乃木駅周辺は卓越周期 0.7s という結果になった。

測線 B のグラフは、比較的、卓越周期が小さかった。松江城内では車も少なく、開けた場所でないので風通しが悪いなど、他の観測点と比べて震動源が少ないことより、卓越周期が小さいと考えられる。

測線 C のグラフは、水面と地表面が近い所で観測を行った。天神川の改良されたコンクリートの上で観測を行ったのにも関わらず、卓越周期大きくなっている。

3.2 危険域

図1に示した南北方向の3測線と東西方向の3測線と図2の3測線の観測結果を用いて、危険域を図4の地図上に示す。これは、卓越周期が0.6s以上の地点を示した図である。

図4からわかるように、黒田、春日町、大橋川周辺、乃木駅、乃木小学校、古志原に危険域が集中している。よって、この6箇所を危険域と推定した。乃木駅周辺と乃木小学校周辺を別々に考えたのは、乃木地区は前回の観測結果¹⁾より、卓越周期0.3s以下の箇所があるので、大まかには推定できないからである。

3.3 危険域の地形

松江市内の堆積物は主に粘土、シルトであり、宍道湖岸では表面に砂州として発達した砂層が分布している。この砂の下位には上部粘土層があり、極めて軟弱である。危険域の地形を見ると、大橋川周辺では表面に砂州として発達した砂層が分布している。この砂の下位には上部粘土層があり、極めて軟弱であり、大橋川流域では上部粘土層が15m以上に達するところがある。足立ら⁴⁾は、市街地の中心部と大橋川の周辺で周期が長くなると報告している。危険域と推定した黒田町、春日町、乃木、古志原は三角州地帯であり、軟弱と考えられる。黒田町、春日町のあたりでは用水路があるため地下水面の高さが地表面とほとんど変わらない。その周辺の地盤は軟らかく、地盤沈下によって駐車場や基礎の浅い建造物などが沈むこともある。そのため卓越周期が大きく現れたと考えられる。

4. まとめ

本研究では、地盤特性を知る上で経済的かつ簡便な常時微動観測を用いて、卓越周期を算出し、松江市の地盤震動特性を調べ、危険域を推定することを目的とした。その結果、以下の知見が得られた。

- ① 松江市では大橋川、天神川周辺、春日町、黒田町などの水路や川が流れていて地下水面の高い場所や三角州地帯は、卓越周期も周りの観測地点と比べ大きい揺れやすい。
- ② 同じ地域でも乃木地区は卓越周期の値がバラバラで、乃木駅周辺は粘土層が厚く、軟弱地盤で揺れやすい。

以上のように、地盤震動特性には人工地盤、自然地盤といった地盤構造や河川など、また地下水位の高低により顕著な違いが現れる。

- 参考文献 -

- 1) 柴尾 享, 河原 荘一郎: 常時微動観測による松江市の地盤震動特性, 第59回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, pp.35-36, 2007.
- 2) 渡部 龍正, 常時微動観測による松江市の地盤震動特性及び危険箇所の推定, 第60回土木学会中国支部研究発表会発表概要集, I-39, 2008.
- 3) (社)日本道路協会: 道路橋示方書 V 耐震設計編, pp.25-26, 2002.
- 4) 足立 正夫, 元木 健太郎, 瀬尾 和, 野口 達也, 西田 良平: 島根県松江平野の常時微動特性, 土木学会第61回年次学術講演会, I-237, 2006.

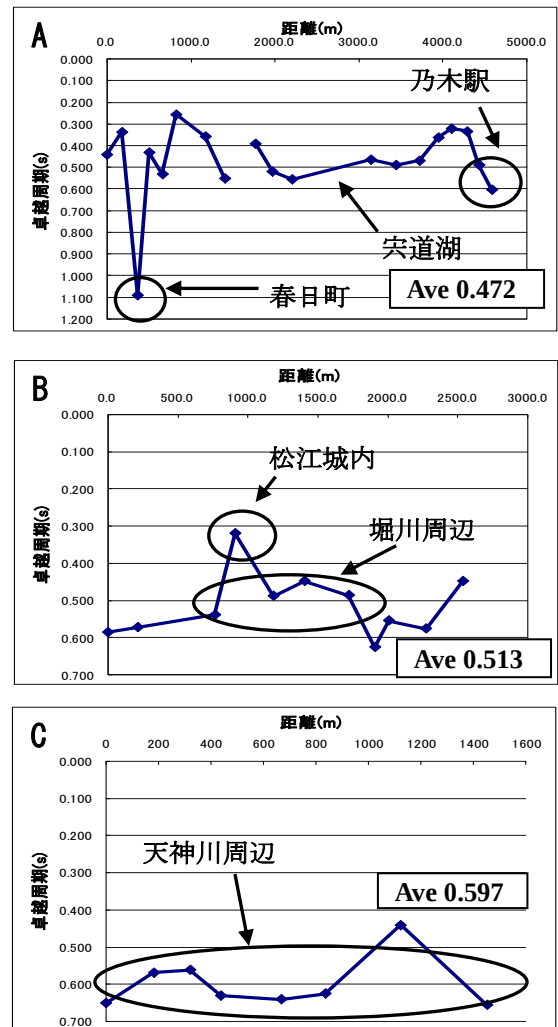


図3 卓越周期と総延長距離の関係

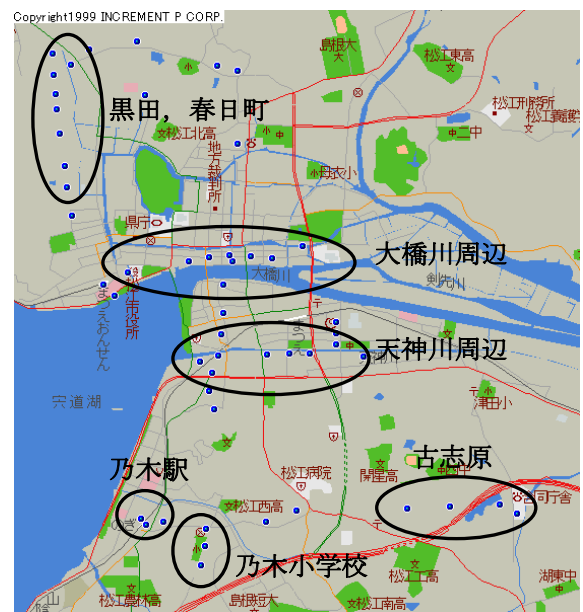


図4 危険域