

1993年能登半島沖地震における地盤動特性と被害

金沢大学工学部 正会員 ○池本 敏和 正会員 北浦 勝
 金沢大学工学部 正会員 宮島 昌克 学生 松川 晃之
 金沢工業大学 正会員 鈴木 有

1) はじめに

1993年2月7日午後10時27分頃に発生した能登半島沖地震はマグニチュード6.6と石川県を襲った地震としては1948年の福井地震以来の大きなものであった。地震後、被害の大きかった珠洲市において地盤の液状化や地震動による建物の損傷に関する詳細な調査を行った。その後、8月から9月にかけて珠洲周辺の地盤において常時微動観測を実施した。本研究では、その観測結果をもとに地盤動特性を評価し、地盤破壊や建物の損壊について比較検討を行った。

2) 常時微動観測

a) 測定方法

1993年8月23日～25日、28日～9月3日、27日～30日の午後10時頃から午前5時頃にかけて常時微動の観測を行った。測定点は全部で157点であり、大きく3地区に分けられる(①飯田・野々江・正院・蛸島地区、②三崎地区、③狼煙地区)。測定には、アンブとピックアップに㈱東京測振社製のサーボ型加速度計SAG17とSAタイプを、データレコーダにTEACのDR-M₂を用いた。各測点ではNS・UD・EWの3方向成分を1組として、速度と加速度をそれぞれ0.02秒間隔で6200個のデータをサンプルした。

b) 解析方法

中村の方法^{*1}に基づき、各測点において水平動/上下動スペクトル比(以下、スペクトル比)を求め、このスペクトル比の卓越周期、そのときのスペクトル比の値を増幅倍率と呼ぶことにする。データの1024個から3方向成分のフリーエ速度スペクトルをそれぞれ求めた。また、NS成分とEW成分については小林らが提案している水平二成分合成法^{*2}を用いて合成した水平動スペクトルとして表した。次に、水平動と上下動スペクトルを別々にバンド幅0.49HzのParzenウィンドウで平滑化した。以上のことを3回繰り返した後、相加平均してから水平動と上下動の比をとって各測点における常時微動のスペクトル比を求めた。

3) 被害の概要

今回の建物被害の特徴は旧来、比較的良好で安定した地盤と考えられていた珪藻泥岩地帯で斜面の崩壊が発生し、それらの地盤崩壊で家屋が破壊されたこと、また、海岸部の埋立地あるいは河川沿いの平地で液状化現象が発生し、建物の沈下や基礎の破断に伴う被害が生じたことがあげられる。建物の被害の主因は振動破壊(主に軟弱地盤での地震動の増幅による)、地盤破壊(斜面崩壊、表層地盤の滑動、砂質地盤の液状化)、建物の老朽化などがあげられる。例えば、正院町正院にある市営住宅では特に液状化による地盤沈下の被害が多く見られた。また、三崎町森腰における住家の損壊は地盤振動によるものと考えられる。

4) 考察

解析結果を図2に、常時微動の測定線に沿う地質断面図を図3に示す。図2と図3を比較すると、沖積層厚が深くなると、卓越周期が長くなっているといえる。同様に増幅倍率についてもこの関係が認められた。特に金川の左岸は液状化現象によって建物の被害のあったところであり、ここは沖積層が浅い地区である。今回の地震動は震源に近いこともあり、地震動そのものに高い振動数成分が含まれていたことから、基盤と比較的浅い表層を有する地盤が共振し、浅い地盤で大きな地震波の増幅があったのではないかと考えられる。従って液状化した地区は、必ずしも沖積層が厚い地区とは一致していなかった。また常時微動の測定線を調べてみると、

固有周期が短く、増幅倍率が大きいところの建物の被害が比較的大きかった傾向が見られる。このことについては現在検討中である。

5) おわりに

1993年能登半島沖地震の被害のあった珠州市周辺において、人家のあるところをほぼ網羅した常時微動測定を行った。解析結果の一部と地質断面図との比較を行ったところ、両者には比較的良好な相関があるのがわかった。現在、建物の被害と常時微動による地盤振動特性との関係について調べているところである。これらの関係について講演時に発表する予定である。

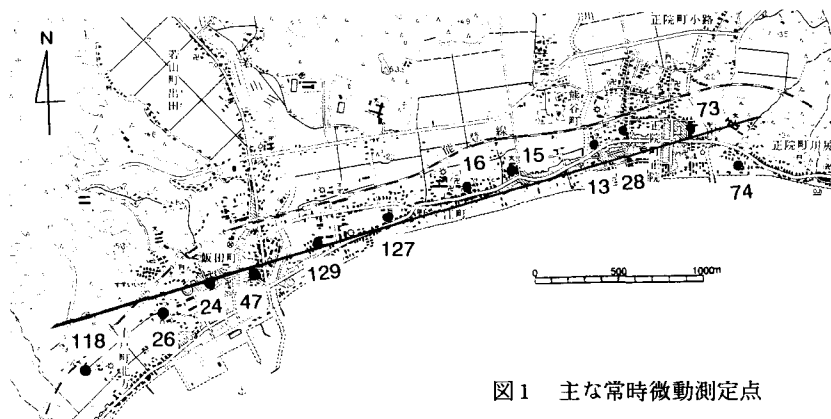


図1 主な常時微動測定点

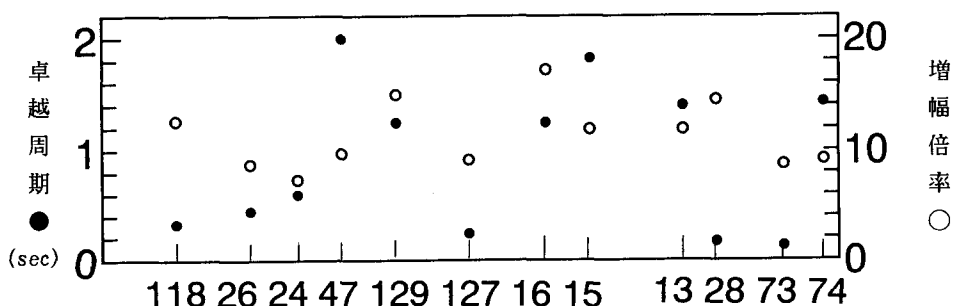


図2 各測点におけるスペクトル比から求めた卓越周期と増幅倍率

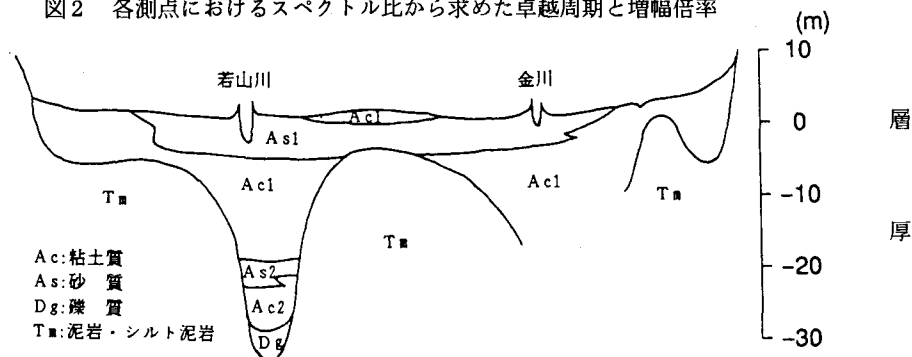


図3 測線における断面地質図*3

参考文献 1)中村：常時微動に基づく表層地盤の地震動特性の推定，鉄道総研報告，1988.
 2)小林他：常時微動の安定性について，第14回自然災害シンポジウム，1977.
 3)石川県地盤図編集委員会：石川県地盤図，北経調査研究報告集，第66号，1982.