

常時微動測定による建物の耐震性と地盤の関係の研究

前橋工科大学 学 生 会 員 中田良輔

前橋工科大学 フェロー会員 那須 誠

1. はじめに

構造物の地震被害は地盤条件に大きく影響され特に地盤条件の不連続点(変化点)において多くみられる¹⁾。建物を挟んだ2地点において常時微動測定を行い、そのフーリエスペクトル比を算出することで地盤の健全度を評価する方法が既存の研究で提案されている²⁾。本研究では大学管理棟の常時微動を測定し建物の健全度と地盤との関係を考察する。また、建物の地震被害例として2005年宮城県沖地震で起きたスポパーク松森の被害をとりあげ、余震観測結果から建物被害と地盤との関係を考察する。

2. 常時微動測定を用いた構造物の健全度判定法²⁾

図-1に常時微動測定を用いた構造物の健全度判定法を示す。(a)図のように地盤条件の異なる建物の両端の地盤に振動受信機(PU1、PU2)を設置した場合、一方の測定点PU1がある軟地盤ではPU2より振動の振幅が大きく周期が長い。よって、硬地盤と軟地盤では(b)図に示すようにフーリエスペクトルの形状が異なり、この2地点のスペクトル比は(c)図のようになる。このようにスペクトル比がピーク形状を示す場合、地盤が2地点において異なっていて建物は地震被害を受けやすいと判断し、反対にスペクトル比がほぼ一定値を示す場合は一様な地盤であり建物は地震被害を受けにくいと判断する。地盤の力学的性質の不連続点の境界を、スペクトル比を求めて簡単に求めることができる。

3. 大学管理棟における常時微動測定結果

今回の常時微動測定は東京測振(株)製のSPC-51を使用し、測定は建物のNS方向(短軸側)とEW方向(長軸側)の2測線で行う(図-2)。また微動は各々の測線でUD、NS、EWの3成分ずつ測定する。測定波形をフーリエ変換し、2点間のフーリエスペクトル比(北側N/南側S、西側W/東側E)を求め構造物の健全度を評価する。図-3にフーリエスペクトル比曲線を示す。この図をみると多少のバラツキはあるものの、数Hz以下の低周波領域においてフーリエスペクトル比はほぼ1.0の値を示してお

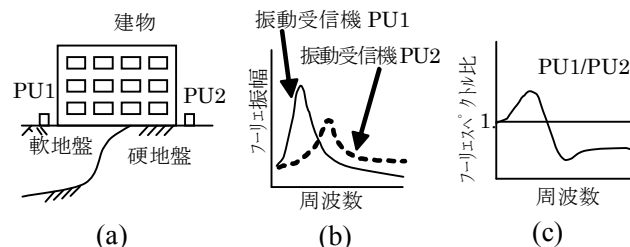


図-1 常時微動測定を用いた構造物の健全度判定法²⁾

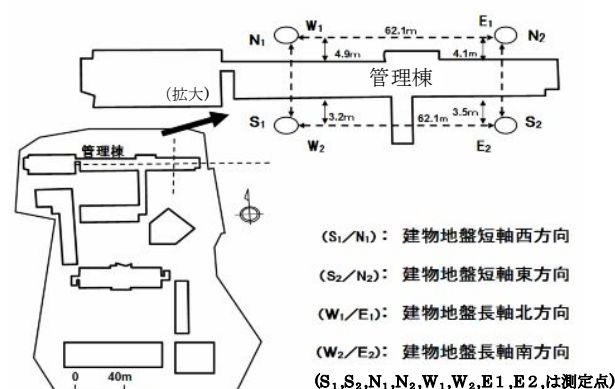


図-2 前橋工科大学管理棟の常時微動測定位置

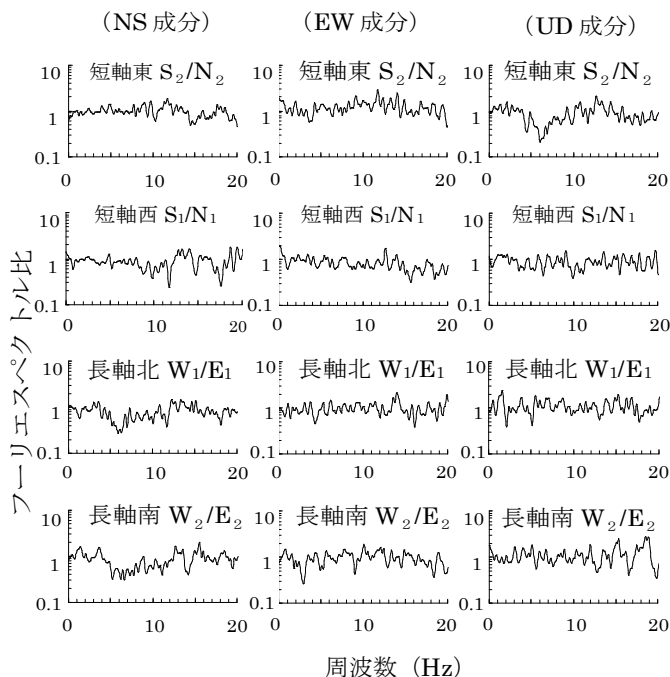


図-3 フーリエスペクトル比曲線

キーワード 常時微動 フーリエスペクトル比 地盤条件の不連続点

連絡先 〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 Tel:027-265-7342 E-mail:nasu@maebashi-it.ac.jp

り、管理等は地震被害を受けにくいと推定できる。また、短軸側線より長軸側線の方が測定距離が長いいためか、スペクトル比のバラツキが大きかった。

4. スポパーク松森の被害の余震観測結果からの考察

今回は、図-5 におけるスポパーク松森周辺のA、B、C、D地点の計4ヶ所における余震観測の結果^{3) 4)}を用いて、ここの天井被害と地盤の関係について考察した。スポパーク松森は七北田川沿いの沖積低地で軟弱地盤に建てられ、地表面より10数m以深は軟岩となっている。一方松森小学校の地盤の表層は主に盛土から構成されている。スポパーク松森の建物は半径約31.5mの円形平面を有する鉄骨造2層の建築物で基礎底深さ地下2.15～3.185mで杭基礎が採用されている。天井被害は建物南東側の吹き抜けになっている1階部分で生じ、南端部の基礎周辺にも損傷が生じた^{3) 4)}。文献3)の水平成分のスペクトル比をImage to graph プログラムによって数値化し(図-6、観測点は図-5参照)、Excelによって比B/A、C/A、D/Aの比を計算した(図-7)。図(a)～(c)の3つのグラフを比較すると、B/Aのスペクトル曲線は低周波数領域で1以上の値を示し駐輪場の地盤の方がスポパーク松森より大きく動くことが分る。C/Aのスペクトル比曲線には大きいピーク値があり、盛土造成敷地と沖積低地地盤では地盤状態が大きく異なることがわかる。D/Aのスペクトル比曲線は大きいピーク値をもっており、D地点の地盤はA地点の地盤より動きやすいことを表している。従って今回の被害については、図-8に示すようにしっかりと根入れされた杭基礎をもつスポパーク松森の基礎と建物が、周囲の地盤の動きに大きく抵抗し、急激な偏土圧を受けたために天井被害という大きな被害が発生したことが推案される。

5. おわりに

以上に述べたように地盤の常時微動を測定してその特性を把握しておけばその場所で建物が地震被害を受けやすいかどうかを予測することが出来るし、地盤状態に適した対処方法により地震被害を軽減できると思われる。最後に、スポパーク松森の余震観測データでお世話になった東北大学大学院の源栄正人、佐藤健両先生に厚く御礼を申し上げます。

参考文献 1) 那須誠：地震による被害構造物と無被害構造物の地盤の違い，土木建設技術シンポジウム2003論文集 pp. 299-306, 2003. 7. 2) 那須誠：構造物の健全度判定装置，特許公報，第2549482号，1996.8.8. 3) 第24回日本自然災害学会学術講演会概要集山本優他：仙台市松森周辺における余震・微動観測と地盤震動特性 pp37-38, 2005.11 4) 日本建築学会編：宮城県沖を震源とする地震による天井落下被害速報、2005.8.22、AIJ ホームページ

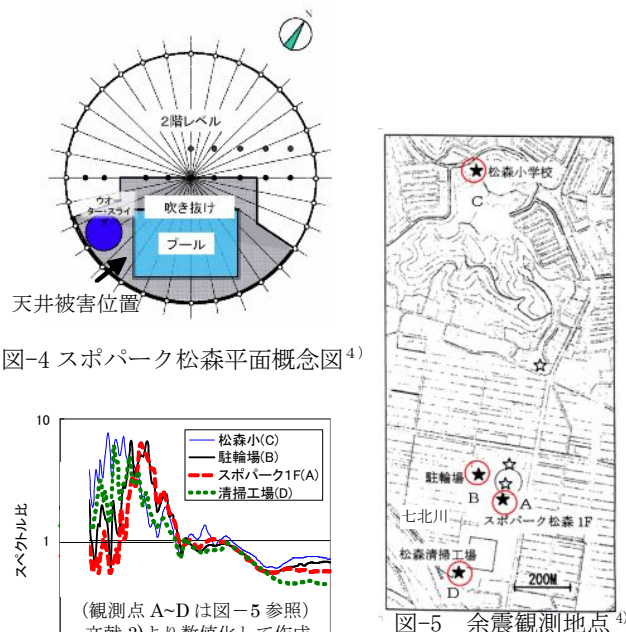


図-4 スポパーク松森平面概念図⁴⁾

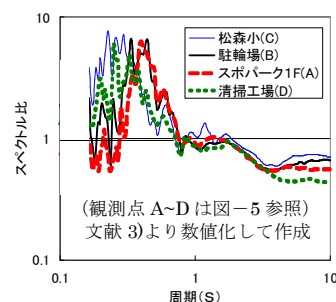


図-6 余震観測のフーリエスペクトル比

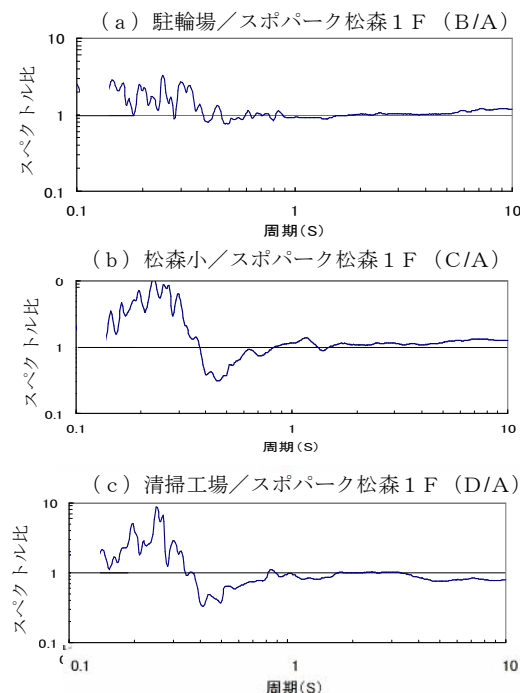


図-7 各点の余震観測記録とスポパーク松森1Fとのフーリエスペクトル比の比曲線

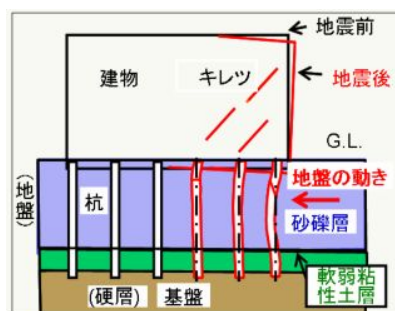


図-8 地盤と建物の地震被害と基礎の関係の推定図¹⁾