

常時微動測定による大学校舎の耐震性と地盤の関係の考察

前橋工科大学 学生会員 ○鈴木秀晴
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、特に地盤条件の変化点で多くみられる¹⁾。このような地盤条件の不連続点を挟む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(以下、スペクトル比)を算出することで簡易に地盤を評価する方法が提案されている²⁾。本報告は前橋工科大学校舎の常時微動を測定し、校舎の耐震性と地盤との関係を考察したものである。

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(以下、PU)を設置した場合、一方の測定点PU2がある硬地盤では振動が小さく、もう一方の測定点PU1がある軟地盤では振動が大きい。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比の形状が異なり、この2地点のスペクトル比を(c)図に示す。このようにスペクトル比がピーク形状を示す場合、建物は地震被害を受けやすく、地盤が2地点において異なっていると判断し、反対にスペクトル比がほぼ一定値を示す時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。

3.測定場所

今回の常時微動測定は本学の新研究棟で行った。この建物は杭長19mのPHC杭で支えられている。図-2に示すように、測定は長方形の建物の長軸方向(EW方向)と短軸方向(NS方向)の中心線上で、建物の両端付近の内側(1階及び3階)と外側の地盤で行い、EW方向とNS方向それぞれの離れた2地点を同時にUD、NS、EWの1成分ずつ測定した。測定機器は東京測振(株)製のSPC-51である。

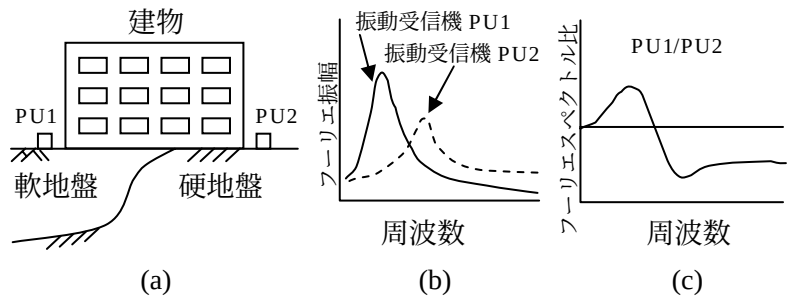


図-1 常時微動測定を用いた構造物の健全度判定法²⁾

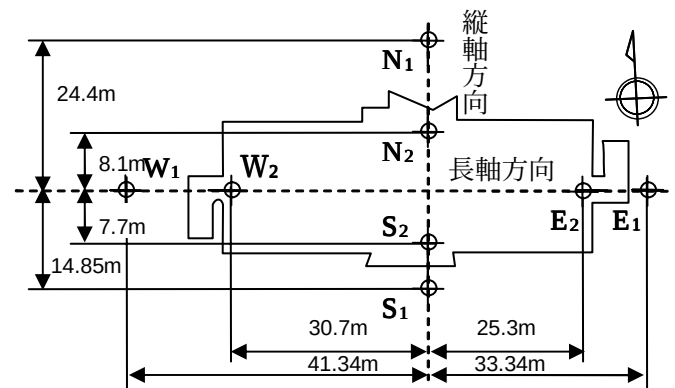


図-2 新研究棟での常時微動測定位置(平面図)

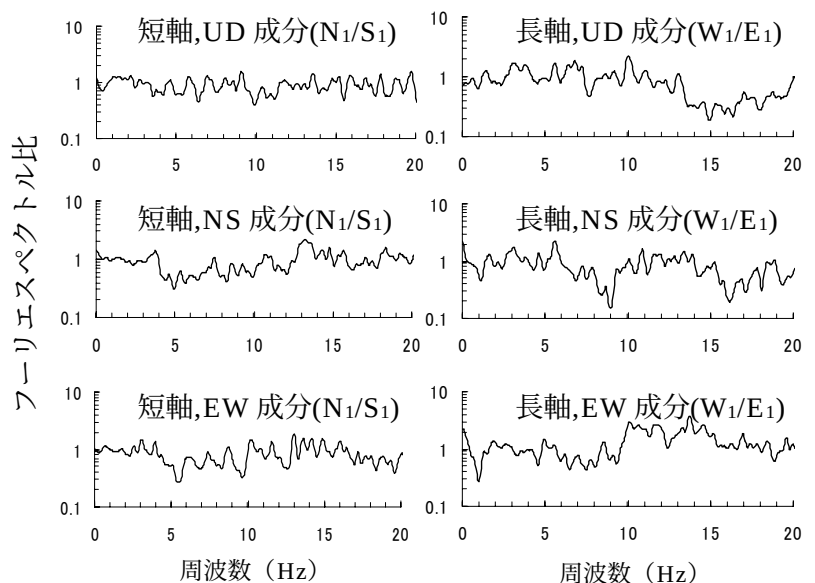


図-3 フーリエスペクトル比

(新研究棟周辺地盤,長軸方向測線,短軸方向測線)

4.測定結果

観測された波形をみると,新研究棟外側の地盤は内側の1階床よりも長軸方向測線,短軸方向測線ともに NS,EW 成分の振幅が大きく,UD 成分は同様の形状を示す傾向が見られた。建物内側でみると,3 階の波形は 1 階の波形に長周期の波が加わっているのが確認できた。これらの測定により得られた波形を用いて 2 地点のスペクトル比を求めた。解析にはサフリング周波数 200Hz,要素数 4096 個でフーリエ解析を行い,その際スペクトルの平滑化に Hanning ウィンドウ³⁾を 10 サイクル繰り返し行った。

図-3 に新研究棟地盤の長軸方向測線及び短軸方向測線測定での 3 成分のスペクトル比(N_1/S_1 と W_1/E_1)を示す。図に示すように,特に低周波数領域においてスペクトル比はほぼ 1.0 の一定値を示し,既往の研究を参考にすると,このようなスペクトル比の形状を示すこの建物は,2 地点の地盤状態が等しいと評価できて地震被害を受けにくいと言える²⁾。また,同じく新研究棟の内側,1 階及び 3 階のスペクトル比も長軸方向測線及び短軸方向測線のどちらでも同様な結果を示したため,ここでも 2 地点の地盤が等しいと考えられるため,新研究棟は一般的な地盤に立地していると考えられる。

5.地盤状態

図-4 は大学敷地内の平面図であり,昭和 41 年(No.1, No.2 の位置),平成 7 年(No.3, No.4 の位置)及び平成 12 年(No.5, No.6 の位置)の土質調査位置を示し,図-5 にはその結果より得られた土質柱状図と標準貫入試験の N 値を示している^{4)~6)}。図-5 によると,常時微動測定を行った新研究棟の地盤状態を示す No.3, No.4 は,ともにほぼ同様の状態を示している。また, No.1~No.6 より大学敷地内の表層地盤はロームを主とする地盤(前橋泥流)であり,どの調査位置においても,およそ深さ 5m 付近の礫混じりシルト質ロームにおいて極軟弱層が存在し, N 値が小さい値を示しているが,それ以降は深さ方向に比例して N 値が増加し,深さ 17~18m 付近の密な火山砂礫層,または玉石層に到達すると N 値が極大値を示し,20m 以深は N 値 50 以上の砂礫層となっているため,この地盤はほぼ水平方向に一般的な成層状態になっていると考えられる。このことは,前述の常時微動のスペクトル比がほぼ 1.0 の一定値を示すことと対応している。

6.おわりに

地盤の常時微動を測定して前橋工科大学校舎の耐震性を推定した結果,以下の結論を得た。測定場所の新研究棟両端の内外のフーリエスペクトル比がほぼ 1.0 の一定値を示し,このことは土質調査結果から得られる水平方向にほぼ一般的な地盤構造であることと対応していることが分かり,この建物は地震被害を受けにくいと推察できる。

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) 大崎順彦:鹿島出版会,地震動スペクトル解析入門,1985.2.
- 4) 建築基礎設計研究所(株)編:昭和 41 年前橋工業短期大学新築工事地盤調査,1966.2.
- 5) 群馬県建築設計センター編:H7.8 年度前橋市立工業短期大学校舎新築工事,1995.9.
- 6) 群馬県建築設計センター編:H12,13 年度前橋工科大学校舎新築建築工事,2000.3.

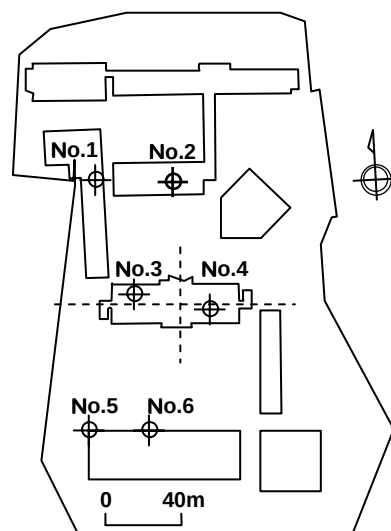


図-4 大学敷地内平面図^{4)~6)}

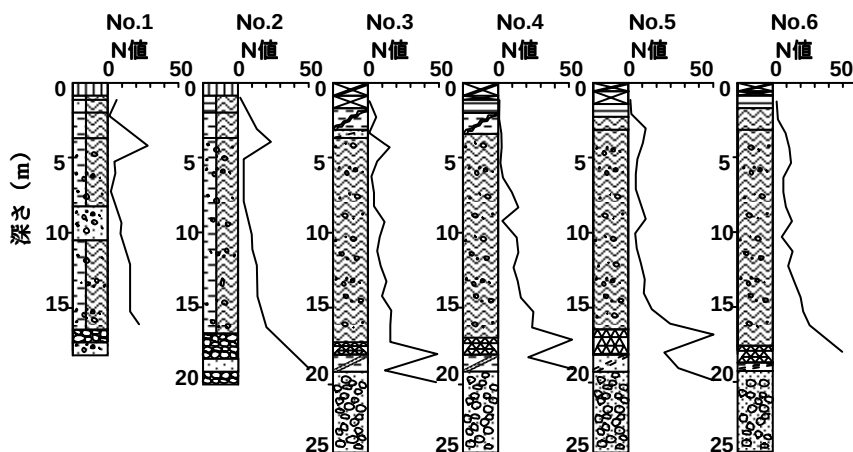


図-5 地盤状態(調査位置 No.は図-4 参照)^{4)~6)}