

常時微動測定に基づく構造物の振動特性の評価

八戸工業高等専門学校 学生会員 ○木村 萌
八戸工業高等専門学校 学生会員 高嶋 ともの
八戸工業高等専門学校 正会員 杉田 尚男

1.はじめに

2011 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分頃、東北地方太平洋沖地震¹⁾が発生し、東北地方を中心に多くの被害が生じた。3 年以上が経過した今もなお余震活動が頻繁に確認されており、今後東北地方太平洋沖地震以上の規模の地震が発生する可能性があることは否定できない。そしてその際に起こりうる構造物の被害の推定は大変重要なものであるといえる。そこで本研究では、模擬地震動を作成し実際の構造物の被害を推定することを最終目標とする。また、東北地方太平洋沖地震は観測地点ごとに地震動の方向性の違いがあると研究結果が得られている²⁾。この研究結果と実際の構造物の固有周期を比較する必要がある。そのためには第一に構造物の振動特性を検討することが必要となるため、今回は八戸高専の専攻科棟を対象とし、その特性を検討するために常時微動測定を行い、固有周期を求め、さらに RD 法を用いて減衰定数を求めた。

2.解析手法

2.1 常時微動測定

常時微動測定とは、自然現象や人間活動などによる微小な振動を測定し、構造物の振動特性を評価する手法である。地震計をセットすればいつでも簡単に計測することができることから、特定地点の振動特性を把握する手段として今までにも多くの研究がなされている。今回は対象とする構造物の固有周期(固有振動数)と減衰定数を把握する目的で常時微動測定を行った。

2.2 地震計概要

今回採用した地震計(GID-SSS 地震計)は、XYZ の 3 軸加速度センサとセンサ信号をパソコンに送るためのインターフェースから構成される。なお、サンプル周波数は各軸 100 サンプル/秒で、最大計測範囲は $\pm 1.5G$ 、AD 変換器は 12bit となっている。

観測記録は、専用の地震計ソフトを用いて 3 軸加速度(gal)を計測した。

2.3 測定方法

図 1 に今回測定対象とした八戸高専の専攻科棟の平面図を示す。この構造物は、平成 16 年 3 月に建設され、RC 造 3 階建であり、建物高さは 12.5m である。なお、測定するに当たって短辺方向を X、長辺方向を Y と仮定し、それぞれの振動特性を把握する。また、常時微動は、色々な方向からの雑振動が定常的に到来することを前提としているため、その影響を強く受けにくい夜間の測定を実施した。測定時間は 5 分間(300 秒)である。

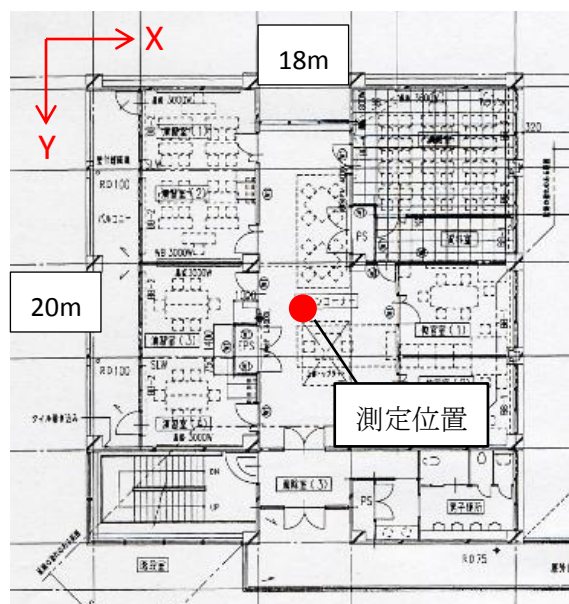


図 1 八戸高専専攻科棟 平面図

2.4 H/V スペクトル法

常時微動測定により得られた加速度波形データをスペクトル解析し³⁾、常時微動における鉛直成分と水平成分のフーリエスペクトルの比を用いて、固有周期(固有振動数)を求めた。この手法は H/V スペクトル法と呼ばれ、水平振動を鉛直振動で規準化することで振動特性を求めるものである。

今回は、X 方向と Y 方向それぞれについて、H/V スペクトル比を求めることで、両方向の固有周期(固有振動数)を算出した。

キーワード：振動特性、常時微動測定、模擬地震動

連絡先：〒039-1104 青森県八戸市田面木字上野平 16-1 電話・FAX0178-27-7313

2.5 RD 法

RD (Random Decrement) 法⁴⁾は、常時微動観測データを利用する場合に広く利用されている減衰定数の評価法である。RD 波形は、得られた加速度応答波形から極大値のピークを一つずつずらしながら重ね合わせて、減衰振動波形となり、そこから減衰定数を求める。

3. 解析結果

3.1 固有周期

常時微動測定によって得られた 3 成分の中から X 方向の加速度波形を図 2 に示す。この波形からフーリエスペクトルを算出し、H/V スペクトル比から一次卓越固有周期を求めた。X 方向と Y 方向のフーリエスペクトル比を図 3 に示す。図 3 から両方向共に明瞭なピークが見られ、X 方向は固有周期 0.18 秒程度、固有振動数 5.6Hz 程度、Y 方向は固有周期 0.20 秒程度、固有振動数 5.1Hz 程度という結果が得られた。ほぼ同じ固有周期となったが、X 方向の方がやや剛性が高いことがわかった。

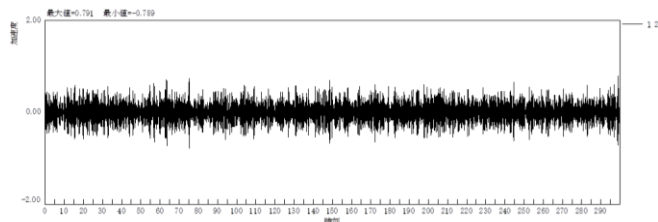


図 2 加速度波形 (X 方向)

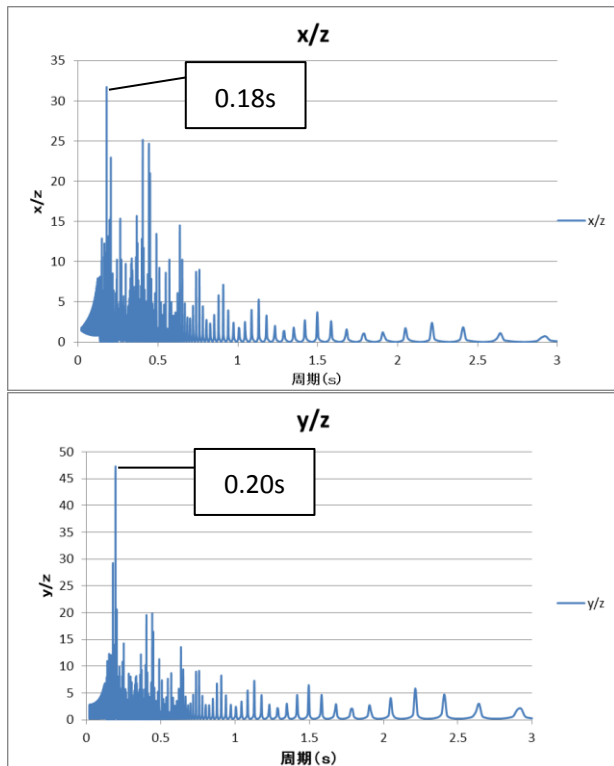


図3 フーリエスペクトル比 (上:X方向, 下:Y方向)

3.2 減衰定数

常時微動測定によって得られた固有振動数を中心としたバンドパスフィルターを掛けた常時微動波形を作成し、極大値ごとにずらし重ね合わせることで、RD 法による振動波形を求めた。図 4 は、そのうちの X 方向の振動波形である。この波形から、対数減衰率によって減衰定数を算出した結果、X 方向は約 3.65%程度、Y 方向は約 2.95%程度となった。一般的に RC 造構造物の減衰定数は 2~5%とされているため、今回の値が妥当な数値であると考えられる。

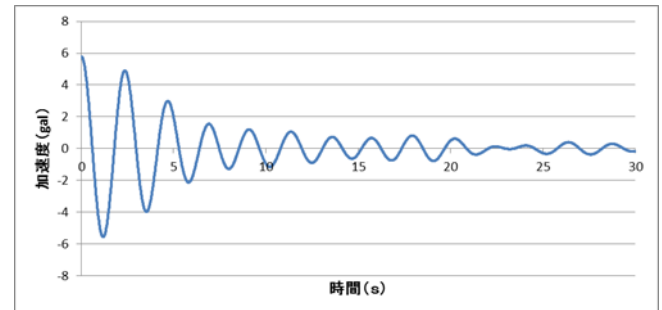


図 4 RD 法による振動波形 (X 方向)

4. まとめ

地震動による構造物の被害の推定をする第一段階として、実際の構造物の振動特性を把握する必要があるため、本研究では、八戸高専専攻科棟を対象に常時微動測定を行うことで固有周期(固有振動数)を算出し、さらに RD 法を用いて減衰定数を求めた。その結果、固有周期、減衰定数共に X 方向と Y 方向では異なった傾向が見られ、X 方向の方がやや剛性が高いことがわかった。今後は、この結果を正確に評価するためにサンプル数を増やす必要がある。そして、最終的には模擬地震動を作成し、測定によって得られた実際の構造物の振動特性と比較することで被害の推定に寄与できる。

5. 参考文献

- 1) 気象庁, 平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分頃の三陸沖の地震について(第 2 報), 報道発表資料
- 2) 古川裕也, 佐々木優輔, 杉田尚男, 東北地方太平洋沖地震及びその余震の方向性について, 土木学会東北支部技術研究発表会(平成 25 年度)
- 3) 構造計画研究所 k-WAVE for Windows Ver6.1
<http://www.kke.co.jp>
- 4) 田中幸雄, 佐々木淳, 塚越治夫, 1993. RD 法による構造物のランダム振動時の減衰評価, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 454 号