

仙台高専高学年棟の東北地方太平洋沖地震前後の 常時微動固有周期変化

仙台高等専門学校専攻科学生 大内 壮
 仙台高等専門学校 飯藤将之
 仙台高等専門学校 藤田智己

1.はじめに

仙台高専（旧宮城高専）の校舎群は、1999年から新築あるいは耐震改修されたものがほとんどであり、これまで耐震改修を機に常時微動測定を行ってきた。4・5年生の教室のある高学年棟は、2001年に竣工し、新築校舎の中では最も新しい建物である。しかしながら2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の際には、他の棟に比べて見かけ上最も多くの被害が生じた。本建物については2009年12月23日に常時微動実測を行っていたこともあり、東北地方太平洋沖地震本震と4月7日余震の後に常時微動測定を行い、固有周期の変化について考察する。

2.常時微動測定

図1に仙台高専高学年棟1～4層の伏図を、写真1に建物の西側立面を示す。構造は鉄筋コンクリート構造で地上4階建て、基礎は直接基礎、高さは18.8mである。1・2層がほぼ純ラーメン構造であり、3・4層の張間方向に耐震壁のような周辺固定の壁があるが、ゴムで周辺柱・壁と縁を切っている。南側の腰壁についてもスリットで柱とは縁が切っている、張間方向・桁方向ともDsは0.3で設計されている。

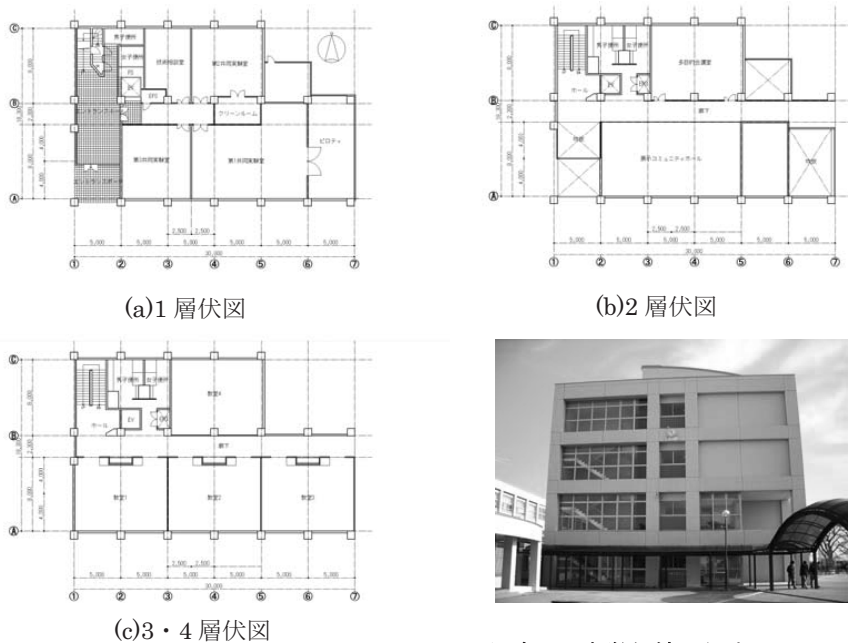


図 1. 高学年棟伏図

写真 1. 高学年棟西側立面

常時微動測定の実施日と地震発生の時系列を表1に示す。2009年12月23日の測定は特に目的をもって行ったものではないが、結果的に被害地震発生前の測定データとして使用する。常時微動測定の感振器には振動技研 MTKH-1C を用い、

1階と4階に感振器を置き、変位の同時測定を行った。時間刻みは0.02秒で、測定時間は本前が48秒間、本震後は163.84秒間データを収録した。2011年3月28日と4月16日の実測では、常時微動実測とともに、4階壁を人力加振して、自由振動波形も集録した。

表 1. 地震と微動測定の時系列

地震発生	常時微動測定	測定内容
	2009年12月23日	微動のみ
2011年3月11日		
	2011年3月28日	微動+強制加振
2011年4月7日		
	2011年4月16日	微動+強制加振

3.地震前後の固有周期変化

常時微動測定した結果をフーリエ解析したのちバンド幅0.3HzのParzenウィンドウで平滑化し、1階と4階のスペクトル比から固有周期を読み取った。図2と図3にフーリエスペクトルとスペクトル比を、桁行(EW)方向、張間(NS)方向別々に示す。

桁行(EW)方向では、2009年に4.0Hz付近にピークがあり微動固有周期は0.25秒程度であったと思われる。3月11日の地震後の図ではピークが2.8Hz付近にスライドしており、

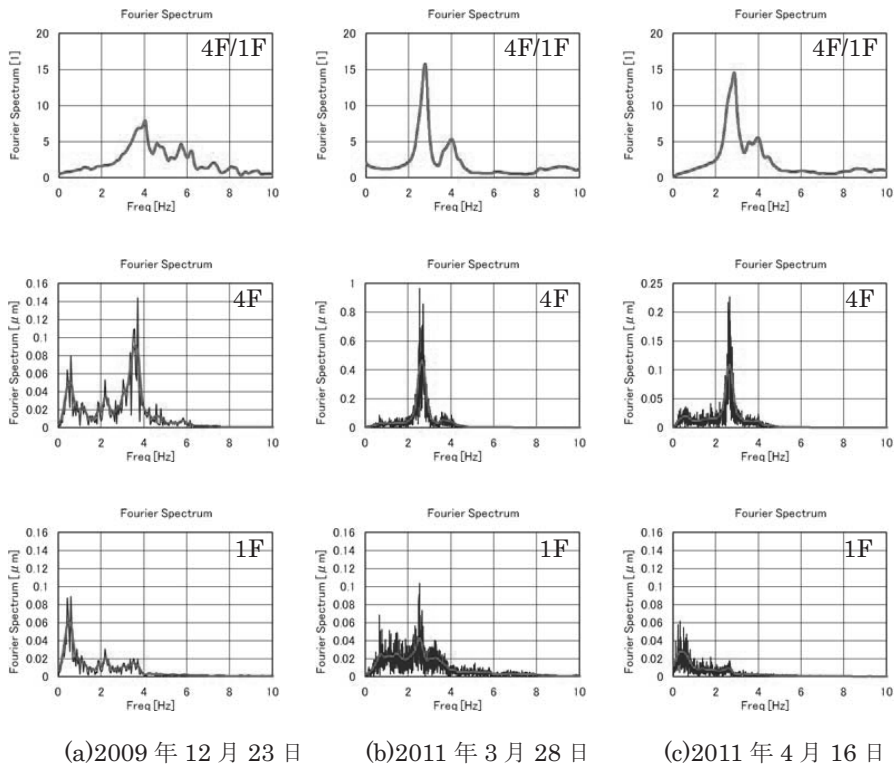


図 2. 桁行(EW)方向のフーリエスペクトルとスペクトル比

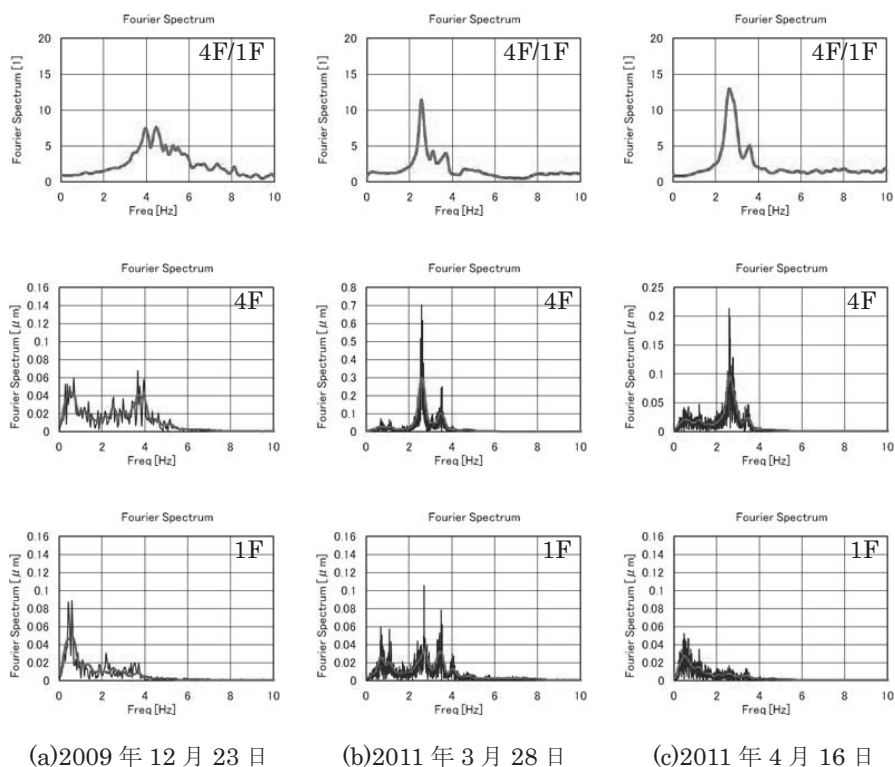


図 3. 張間(NS)方向のフーリエスペクトルとスペクトル比

周期で 0.36 秒程度である。4 月 16 日の実測でも 0.35 秒程度であり、4 月 7 日の地震による変化は現れていない。

張間(NS)方向でも桁行(EW)方向と同様の傾向が見られ、2009 年の微動固有周期は 0.23 秒程度であり、3 月 11 日の地震後のピークは 2.6Hz 附近に移動しており、固有周期が 0.39 秒程度まで伸びたと考えられる。4 月 16 日の結果では 0.38 秒であり、4 月 7 日の地震による影響は認められない。

桁行方向、梁間方向とも、スペクトル比において最大ピークの付近に小さなピークが見られるが、これはねじれ振動によるものだと考えられる。固有周期の伸びの原因の一つとして非耐力壁の抵抗が考えられる。桁行方向では南側の腰壁について、スリットがあるもののタイルの剥落が目立ち、構造要素として機能したと考えられる。張間方向では、3・4 階の非耐力壁が周辺固定の壁であり、やはりタイルの剥落が目立ち地震時に抵抗したと思われる。

固有周期の伸びを剛性低下に換算すると、桁行(EW)方向で 49%、張間(NS)方向で 36% となる。この値に関しては、建物の損傷程度に比べて大きな低下と思われるため、強制加振による自由振動を行い、検討した。

4.強制加振による自由振動

2011年3月28日と4月16日ともに強制加振後の自由振動実験を行っているが、4月16日に測定した自由振動を図4に示す。

桁行(EW)方向では固有振動数が2.5Hz程度、固有周期0.39秒程度、また対数減衰率により算出した減衰が約4%となり、張間(NS)方向では固有振動数が2.6Hz程度、固有周期が0.38秒程度、減衰が約5%となった。常時微動と自由振動の固有周期は、桁行(EW)方向、張間(NS)方向ともにほとんど一致しており、常時微動のスペクトル比のピークの読み取りが妥当であると考えられる。

剛性低下の要因については、大地震により非構造要素の抵抗がなくなったということの他、損傷度I程度の軽微な損傷が起きたとも考えられる^[1]。即ち、菅野式による剛性低下率 α_y が約0.3であると考えれば、実測での剛性変化0.49と0.36は、降伏には達しない剛性低下と考えることができる。従って、躯体が無被害と軽微な損傷の中間程度の被害を受けたとも考えられる。これら考えられる二つの要因については、今後高学年の修繕工事後に再度常時微動を測定し、検討すべき課題であるとする^{[2],[3]}。

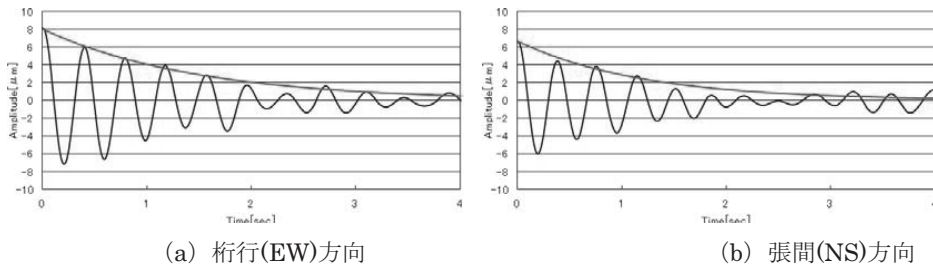


図4. 2011年4月16日測定自由振動

6.まとめ

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震とその余震により、外装仕上げや耐力を負担しない部材に損傷を受けた仙台大専高学年棟の常時微動実測を行い、固有周期の変化について検討した。その結果、同地震後、固有周期の伸びが確認された。同建物は、2005年8月の宮城県沖の地震と2008年6月の岩手・宮城内陸地震も受けているが、その際には大きな被害は認められず、今回の損傷の要因把握、更に地震動強さと被害対応の検討を進めたいと考える。

参考文献

- [1]日本建築防災協会：“震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針”（第2版），pp.15-41 および pp.152-161，2002.2
- [2]鶴村香苗，川瀬博：“微動測定に基づく地震前後におけるRC造中低層建物の振動特性比較”，日本建築学会構造系論文集，第627号，pp.717-723，2008.5.
- [3]野路利幸他：“常時微動測定にもとづく福井市の学校建築の振動特性（その3）”，日本建築学会学術講演梗概集，Vol.B，No.2，pp.561-562，2009.8.