

微動計測に基づく木造住宅の施工段階に応じた振動特性

正会員	小谷菜央	*1
同	○吉岡隆道	*2
同	平井敬	*3
同	永野康行	*4

木造住宅	微動観測調査	固有振動数
固有周期	建設途中	施工

1. はじめに

わが国では、多くの地震が発生し、木造住宅においては多くの被害を受けている。一方で、建設途中の木造住宅においては、施工中に発生した地震により工期の延長及び工費の増加が考えられる。そのため、施工段階に応じた建物の振動特性を知ることによって今後の地震が発生した際の対策のための基礎的知見となる。そこで、本研究では施工途中の木造住宅を対象に微動計測を実施し、固有振動数及びその推移について検討することを目的とする。これにより、建設過程の木造住宅の振動特性が明確化し、今後の建設段階における建物被害への対策を講じるための助言となりえる。

2. 研究方法

2.1. 検討対象の木造住宅

2 階建て木造住宅の建設過程における微動計測を、① 2025 年 1 月 15 日と② 3 月 3 日の 2 回実施した。本調査では 21 分間以上の微動観測を行った。図 1 に対象建物の(a)1 階及び(b)2 階平面を示す。(b)には計測位置 A 点と B 点を示す。A は①と②の両日において 2 階床面の隅角部に位置する通芯である柱の近くに設置し、B は②の実施日のみ 2 階床面の中央部に設置した。微動計には白山工業株式会社製 JU210 と JU410 を使用した。サンプリング頻度はいずれも 100 Hz とし、周波数特性が同一となるように計測条件を設定した。また、建設途中の木造住宅における施工状況等については、表 1 に示す。

表 1 微動計測時点における建設対象の施工過程		
対象期間	①	②
年月日	2025/1/15	2025/3/3
観測時刻	15:08~15:29	14:59~15:24
施工段階	上棟時	構造躯体完了時
施工状況	柱・大梁の設置	柱・大梁の設置
	耐力壁は未設置	耐力壁の設置
	金物は未設置	金物の設置
	屋根は未設置	屋根の設置
	外壁は未設置	外壁の設置

2.2. データの処理方法

対象期間①及び②について NS 成分・EW 成分の微動加速度記録をもとにアンサンブル平均のフーリエ振幅スペクトルを算出し、固有振動数を読み取った。スペクトルの重合を行う際のサンプル波形長さは 10.24 s とした。次に、NS 成分の固有振動モードについて RD 法により減衰定数を求めた。また、対象期間②では計測位置 A と B の NS 成分・EW 成分の加速度データから 2 階床を剛床と仮定したときの東西・南北方向の並進運動加速度とねじれ角加速度を推定した。

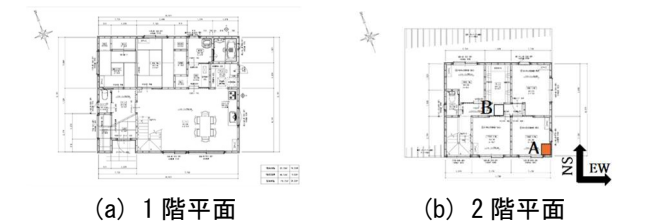


図 1 1・2 階平面図及び微動計の設置位置

3. 分析結果

3.1. アンサンブル平均のフーリエ振幅スペクトルの比較

対象期間ごとの微動記録より求めたフーリエ振幅スペクトルを図 2 に示す。①1/15 時点と②3/3 時点の位置 A での観測結果をもとにアンサンブル平均のフーリエ振幅スペクトルを縦軸、振動数を横軸に示す。フーリエ振幅スペクトルのピーク振動数（以下、固有振動数とみなす）は、①についてはおよそ 8.0 Hz、②についてはおよそ 11.0 Hz であることが分かった。両者を比較すると、およそ 3.0 Hz の増加が見られた。このことは、対象建物の変化として、耐力壁と外壁の設置及び接合金物の緊結により建物全体の剛性が大きくなったためであるといえる。また、②の時点では屋根の設置により屋根荷重の増加も見られたが、微動観測調査の結果では質量の増加よりも剛性の増加による影響が大きく見られたといえる。

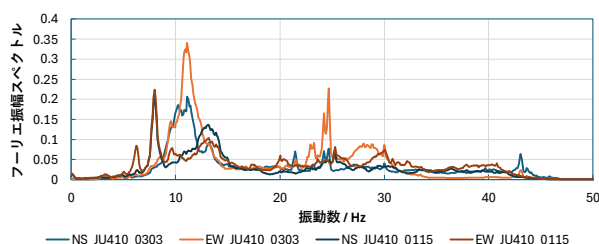


図2 対象期間 1/15、3/3 時点での観測位置 A での
フーリエ振幅スペクトル

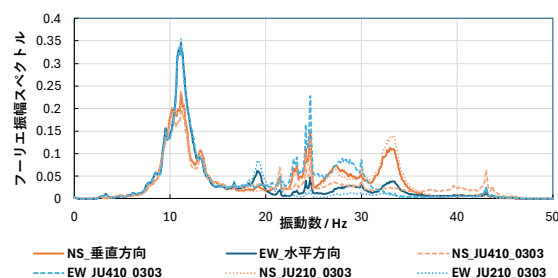


図3 対象期間 3/3 時点での並進運動の
フーリエ振幅スペクトル

3.2. RD 法による減衰定数及び各振動数の比較

対象期間①及び②の微動記録において卓越の見られた振動数成分に対し、RD 法により減衰定数を求めた。その結果を表 2 に示す。表 2 には①及び②におけるピーク振動数が明確であった NS 成分のデータを使用した。なお、① 7.0~9.0 Hz、② 10.0~12.0 Hz の振動数範囲でそれぞれバンドパスフィルターを施した微動波形に対して RD 法を適用した。①では減衰定数 2%、②では減衰定数 8.5%であった。以上より、対象期間①と②を比較すると、固有振動数の増大とともに減衰定数の増加が見られた。このことから、建設過程において耐力壁の設置等による剛性の増加に加え、減衰の効果の増加が見られたことが分かった。

表 2 建設対象における RD 法による算出結果

	固有振動数	減衰定数
単位	Hz	%
①	8.0	2.0
②	11.0	8.5

3.3. 2 点観測による並進・ねじれ成分の検討

対象期間②における微動計 2 点の記録を基にした東西・南北方向の並進運動加速度とねじれ角加速度を推定した。NS, EW 方向の並進運動観測のフーリエ振幅スペクトルを図 3、ねじれ角加速度のフーリエ振幅スペクトルを図 4 にそれぞれ示す。図 3 より、並進運動の NS, EW 成分はともに固有振動数 11.0 Hz であった。一方、ねじれ振動は振動数 25.0 Hz にピークがみられた。この結果と図 2 の結果を比較すると、図 2 の対象期間②のフーリエ振幅スペクトルでは NS, EW 成分とも 11 Hz 付近と 25 Hz 付近にピークがみられるが、前者は 2 階床の並進運動、後者はねじれ振動をそれぞれ反映したものと解釈することができる。

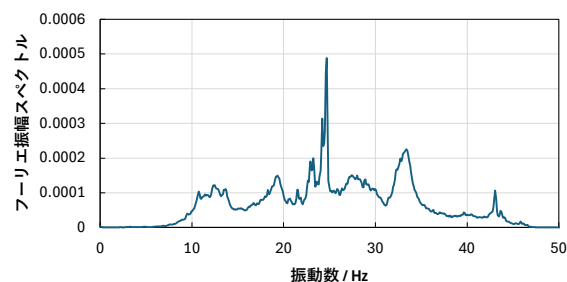


図4 対象期間 3/3 時点でのねじれ角加速度の
フーリエ振幅スペクトル

4. まとめ

本報告では、建設途中の 2 階建て木造住宅を対象に、微動観測調査を実施し、各建設段階における固有振動数と減衰定数等の推移を検討した。①1/15 時点、②3/3 時点での固有振動数・減衰定数を比較すると、①8.0 Hz・2.0%、②11.0 Hz・8.5%であり、建設の進捗とともにそれぞれ増加したことが分かった。これは、耐力壁の設置、接合金物の緊結により建物の剛性が全体として増加したことが要因であると考えられる。また、②においては微動計 2 点の計測による、2 階床を剛床と仮定したときの東西・南北方向の並進運動加速度とねじれ角加速度について着目し、検討を行った。その結果、先述の固有振動数 11.0 Hz は NS, EW 方向の並進運動成分のものであることが分かった。詳細な振動特性の推移については、設置部材の質量等の計測を行う必要があり、固有振動数の推移との関係についての検討を行うことが今後の課題である。

謝辞

本研究は企業・大学院連携研究として、公益財団法人ひょうご科学技術協会の支援を受けて実施されたものであり、関係各位に感謝致します。

*1 株式会社東畑建築事務所 修士(学術)

*2 株式会社明神総合建設 代表取締役

*3 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科 准教授・博士(工学)

*4 兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科 教授・博士(工学)

*1 Tohata Architects and Engineers Co., Ltd., MPhil.

*2 President, Myojin Construction Co., Ltd.

*3 Assoc. Prof., Grad. Sch. Dis. Res. and Gov., Univ. Hyogo, Dr. Eng.

*4 Prof., Grad. Sch. Dis. Res. and Gov., Univ. Hyogo, Dr. Eng.