

クロスラミナパネルを用いた3階建木造建築物の振動実験

正 ○岡部 実 *1 正 Ario Ceccotti *2
 // 安村 基 *3 // 箕輪親宏 *4
 // 河合直人 *5

クロスラミナパネル 振動実験 応答変位
 固有振動数 減衰定数

1. はじめに

挽き板を直交積層し面的に接着したクロスラミナパネル(以下 XLam)を用いた建築物が10年ほど前からヨーロッパを中心に建設されている。イタリア CNR-IVALSA は、XLam を用いた木造建築の信頼性向上のため、SOFIE プロジェクトを組織し、耐震性能検証のため、XLam を用いた木造3階建建築物の振動実験を実施したので報告する。

なお本研究は、CNR-IVALSA と防災科学技術研究所の共同研究により行われた。

2. 試験体

試験体は7m×7m、高さ10mの3階建てで、屋根面は切り妻とし棟木が加震方向と平行となる構造物ある。建物を構成するXLamは、壁パネルが高さ2.95m、幅2.34m、厚さ85mm、床パネルは幅2.34m(一部幅1.30m)、長さ7.0m、厚さ142mmとなっている。パネルの接合は、直径6mmで長さが260mm, 180mm, 140mm, 100mmの4種類のスクリーネジを用い固定した。またパネル下端部にはホールダウン金物とL形金物を配し、パネルの回転や水平移動を拘束している。建物は、1階部分の加震方向の開口面積を変えることで3つのフェーズの実験を行った。フェーズAは南北開口1.2m、フェーズBは2.3m、フェーズCは南面のみ開口4mとし偏心壁配置とした。建物全景を写真1を、図1に1階平面図(フェーズB)を示す。



写真1 試験体 南面全景
(フェーズC 南側開口4m)

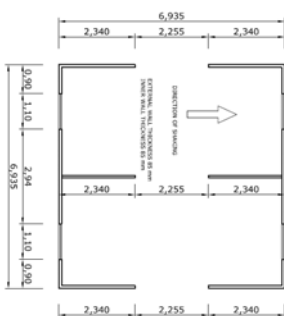


図1 1階平面図
(フェーズB)

固定荷重、積載荷重に相当する鉄板錘を、300kg/m²となるよう、1,2階床面に15トン均等に設置し、おもり端部はストッパーを配しスクリーネジで固定した。試験体は、建物自重が22トン、鉄板錘が30トン、合計52トンとなっている。

3. 加振方法及び測定方法

振動台は、防災科学技術研究所大型耐震実験施設の振動台(水平方向14.5m×15.0m)を用いた。入力地震波は、兵庫県南部地震におけるJMA KOBE N-S波、E1 Centro N-S波及びNocera Umbra E-W波(Italy 1997)の3種類とした。最大加速度レベルは0.15G、0.5Gを基本とし、フェーズCでは、JMA KOBE 0.82G、Nocera Umbra 1.2G、JMA KOBE 100kine(0.9G)を最後に追加した。また地震波入力前後に振動台変位1mmのステップ加振及びランダム波加振を行った。

測定は、振動台、2階床面、3階床面、頂部の加振平行方向及び直交方向の加速度(サーボ型加速度計)、不動点タワーに設置した変位計による各層水平絶対変位(ワイヤー式とレーザー式併用)及び建物内部に設置した変位計での層間変位(インダクタンス式及びひずみゲージ式)の測定を行った。またパネル端部の鉛直方向の変位、パネル間相対変位(ひずみゲージ式)及び1階ホールダウン固定M16ボルトの軸力(センターホール型荷重計)も合わせて行った。

4. 結果及び考察

(1) 固有振動数

各フェーズにおいて地震波加振前後での建物の固有振動数変化を図2に示す。フェーズAからフェーズCに実験が進むと1階部の開口面積が大きくなることから、固有振動数は下がる。また各フェーズとも最大加速度レベルが小さい入力から徐々に大きな入力を行っているため、同一フェーズでの初期と最後では約0.5Hz~1.0Hz固有振動数が下がる傾向が見られた。最後に入力したKOBE N-S波100kineの加振では、1Hz固有振動数が下がる結果となった。

(2) 減衰定数

ステップ加振における自由振動曲線から減衰定数を算出した。固有振動数と減衰定数の関係を図3に示す。本実験の木造建築物では、加振前の固有振動数が6Hz~4.5Hz程度、減衰定数は4%~5%であった。また固有振動数はフェーズが進み、かつ加振が繰り返されることで低下する傾向を示したが、減衰定数は大きく変化していない結果となった。

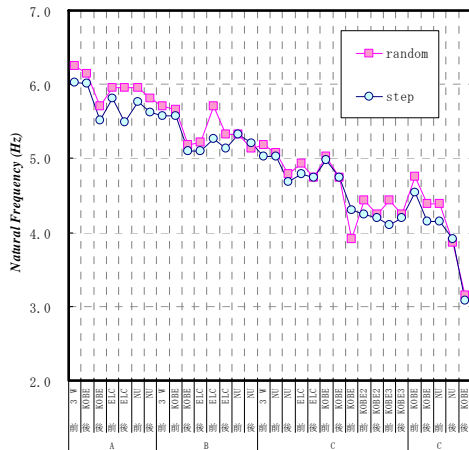


図 2 各フェーズでの加振前後の固有振動数

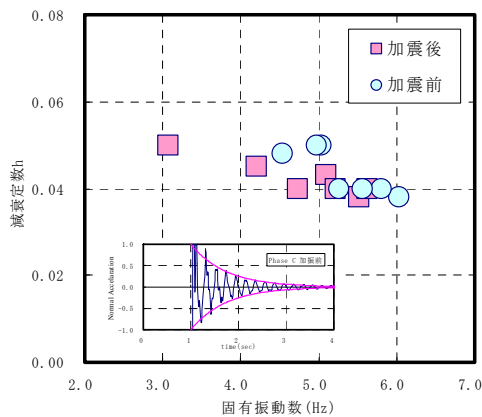


図 3 固有振動数と減衰定数の関係

(3) 最大応答変位比較

0.5G 入力におけるフェーズ毎の応答変位比較を図 4 に示す。全てのフェーズで 1 階の応答に比べ、2 階の応答変位が大きい傾向が見られた。またフェーズが進むにつれて 1 階応答変位は増加傾向が見られるものの、その他の階では、明確な傾向を示していない。フェーズが進むことで 1 階部分の開口が大きくなることから、1 階応答変位が増加したものと考えられる。3 階の応答変位が小さいのは、屋根面に錘を設置していないこと、また 2 階の応答変位が大きいのは、パネル端部の金物固定が、木材と木材になっているのに対し、1 階は金物の片側が H 形鋼に緊結されているため、2 階の変形が大きくなったことや、鉄板錘による鉛直力が 1 階の方が大きく、パネルの回転を拘束したことなどが考えられる。パネル端部の鉛直方向変位の動きなど詳細な検討が必要であり、今後の課題としたい。

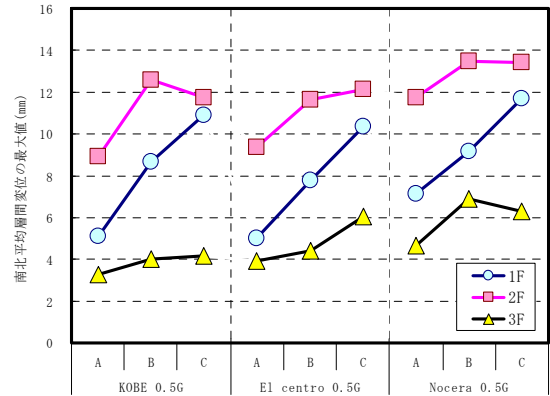


図 4 最大応答比較 (0.5G 入力)

(4) 1 階の復元力と応答変位

図 5 は、測定した加速度と建物の質量から 1 階の復元力 (荷重) を計算し、全ての加振における荷重と応答変位の最大値を算出しプロットした結果を示している。図中の実線は、事前に行われた XLam パネルの静的試験結果⁽¹⁾から、単位長さ当たりの耐力と剛性を算出し、振動実験試験体の加振方向壁長さを乗じて算出したもので、フェーズ毎に示した。振動実験から求めた荷重-変位は、静的加力で得られた包絡線に対し高めの値となった。直交壁の効果などが考えられる。

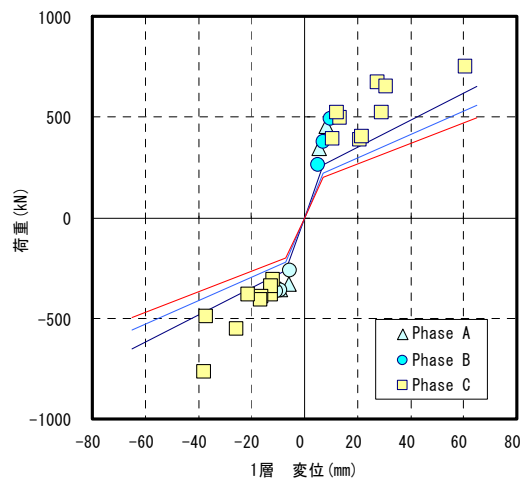


図 5 振動実験による 1 階荷重-応答変位の最大値

謝辞 本実験の計画・実施・報告にあたり、CNR-IVALSA Maurizio Folesa 氏、Marco Pio Lauriola 氏に、またデータ整理では静岡大学農学部長江氏に多大な協力を得た。ここに記して謝辞とする。

参考文献

(1) Ario Ceccotti, Maurizio Folesa and Marco Pio Lauriola et al.: SOFIE Project – Seismic tests on multistory wood buildings made of solid wood panels, Proceeding of WCTE2006 Portland USA, 2006

*1 ベターリビング筑波建築試験センター 主席試験研究役 農修

*2 CNR-IVALSA Tree and Timber Institute

*3 静岡大学農学部環境森林科学科 教授・農博

*4 防災科学技術研究所 研究参事 博士 (工学)

*5 建築研究所構造研究グループ 上席研究員・工博

*1 Center for Better Living Tsukuba Building Test Laboratory

*2 Director, CNR-IVALSA Tree and Timber Institute

*3 Prof. Dept. of Environment and Forest Resources Science, Faculty of Agriculture, Shizuoka Univ., Dr. Agriculture

*4 Scientific Research Adviser, NIED, Dr. Eng.

*5 Chief Research Engineer, Dept. of Structural Engineering, BRI, Dr. Eng