

クロスラミナパネルを用いた7階建木造建築物の震動台実験

その2 振動実験結果

正 ○岡部 実 1*、Ario Ceccotti 2*、安村 基 3*

正 箕輪親宏 4*、河合直人 5*、清水秀丸 6*、須藤昌照 1*

クロスラミナパネル 震動台実験 応答変位

1. はじめに

前報に続き、試験体を震動台に設置しセンサーを取り付けた後、加振を行ったのでその結果を報告する。なお振動実験は、前報の共同研究の他、防災科学技術研究所と(財)ベターリビングとの共同研究に基づき実施された。

2. 入力地震波

(独)防災科学技術研究所 E-defense の3次元震動台を用い10月19日と10月23日の2日間加振を行った。入力地震波は、Nocera Umbra 波(1997 Italy)、JMA 神戸、柏崎刈羽 R1 の3種類を表1に示す10条件で入力した。また1D及び3Dの100%加振前後に2方向インパルス波加振(X、Y方向各300gal)により建物の振動特性を把握するためのデータを収録した。入力波のX方向は試験体短手方向、Y方向は試験体長手方向とし、3次元加振では、地震波N-S成分、E-W成分のうち最大加速度が大きい成分を試験体のY方向に入力した。



写真1 試験体震動台設置状況

入力地震波でNo.1～No.7が1日目加振、No.8以降が2日目の加振としている。

表1 入力地震波と最大加速度

No.	入力地震波	加振方向	入力加速度 (gal)		
			X方向	Y方向	Z方向
1	Nocera Umbra E-W	1D Y方向	----	350(70%)	----
2	Nocera Umbra E-W	1D Y方向	----	500(100%)	----
3	JMA KOBE N-S	1D Y方向	----	500(60%)	----
4	JMA KOBE E-W	1D X方向	300(50%)	----	----
5	JMA KOBE N-S	1D Y方向	----	820(100%)	----
6	JMA KOBE E-W	1D X方向	600(100%)	----	----
7	JMA-KOBE	3D X, Y, Z	600(100%)	820(100%)	340(100%)
8	柏崎刈羽 R1	3D X, Y, Z	155(50%)	340(50%)	204(50%)
9	JMA-KOBE	3D X, Y, Z	600(100%)	820(100%)	340(100%)
10	柏崎刈羽 R1	3D X, Y, Z	311(100%)	680(100%)	408(100%)

No.6加振終了後1時間の補修、No.7からNo.8に掛け2日間の補修及び補強、No.8、No.9加振後1時間の補修を行った。

3. 測定

震動台及び各階中央に3軸サーボ型加速度計を設置した。またX方向短辺中央、Y方向長辺中央にひずみゲージ式加速度計を各辺と平行に設置、また4隅にひずみゲージ式加速度計を鉛直方向に設置した。層間変位は、床・天井から変位測定用治具を介しインダクタンスタイプ変位計(1層、2層)及びひずみゲージ式変位計(3層以降)で測定した。層間変位は3層までは、X方向、Y方向とも両端及び中央の3カ所、4層以降はX方向、Y方向とも両端辺中央部2カ所としている。パネル下端部及び上端部の鉛直方向変位を試験体隅角部で測定した。壁-床パネル相対変位、壁-壁パネル相対変位についても低層階で測定を行った。ホールダウン金物に用いたM24ボルトにひずみゲージを貼り、3層までの隅角部でボルトのひずみを測定した。測定点合計は266点となる。

4. 結果及び考察

(1) 固有振動数及び減衰定数

加振前後の固有振動数の変化を図1に示す。加振前の固有振動数はX方向(短手)で2.34Hz、Y方向(長手)で3.32Hzであった。No.5のJMA KOBE 1D100%加振前後で加振方向の固有振動数が減少する傾向が見られ、1日目JMA KOBE 3D加振終了後ではX方向で1.76Hz、Y方向で2.93Hzになった。2日目の加振では、100%入力を繰り返すたびにY方向(長手)の固有振動数が減少したが、X

方向の固有振動数は変化が少ない結果となった。1日目から2日目の間に行った改修によりX方向の補強がなされたことで、固有振動数が下がらない結果になったと推測される。

図2に固有振動数とインパルス加振における自由振動曲線から求めた減衰定数の関係を示す。X方向で0.060～0.070、Y方向で0.045～0.065の減衰定数を示し、固有振動数の減少に伴い減衰定数が増加する傾向が見られた。

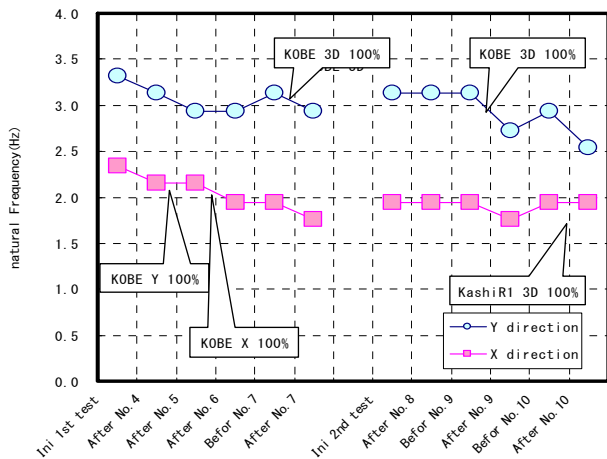


図 1 加振による固有振動数変化

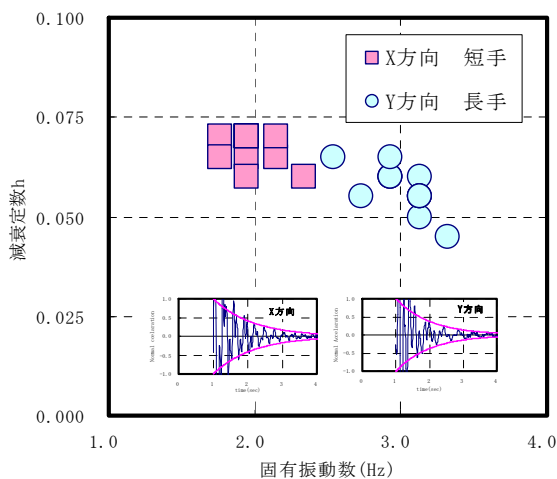


図 2 固有振動数と減衰定数の関係

(2) 最大応答変位

図 3に No.9 JMA KOBE 3D 100% 加振時の X 方向、Y 方向層間変位を示す。X 方向では 3 層目 (X1 通) が 68.6mm (1/45rad) で最大となり、Y 方向では 2 層目 (Y3 通) が 44.4mm (1/70rad) で最大となった。1 階部分には大きな地震力が作用するが、ホールダウン金物が基礎の H 型鋼に緊結され、また隅角部ではホールダウン金物を外壁側にも配置していることから、パネルの浮き上がりに対して抵抗したのに対し、2 階、3 階はクロスラミナパネルを介してホールダウン金物を固定するため、層間変形が最大となった。また 2 階パネルに比べ 3 階パネルは厚さが薄くなることも X 方向で変形が大きくなる原因と考えられる。図 4に No.9 JMA KOBE 3D 100% 加振時の頂部リサージュ図を示す。JMA KOBE 3D 100% では X 軸 (短手) 最

小変位時に Y 軸 (長手) 最大変位を示し、頂部変位と点对称となる位置の試験体隅角部のパネルの浮き上がり変位が最大値を示した。特に 2 階部分は No.7 の JMA KOBE 3D 100% 加振でホールダウン金物が損傷を受けた部分である。2 日目の加振までに柱脚部の改修補強を行うことが可能であったことで、2 回目の JMA KOBE 3D 加振において、パネルの浮き上がりは見られたものの、大きな損傷は受けることはなかった。

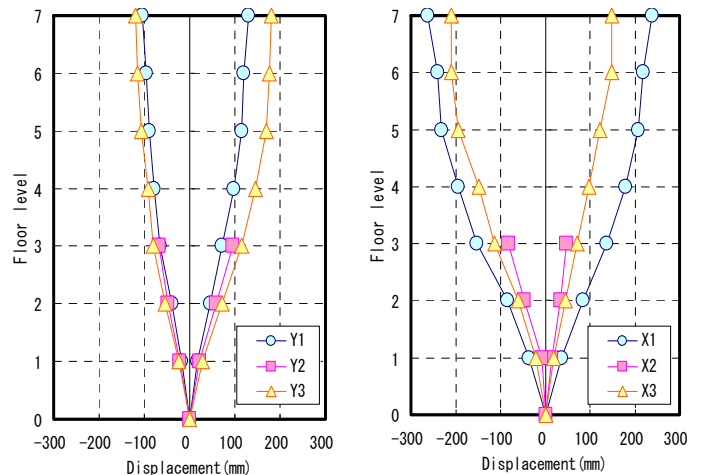


図 3 No.9 JMA KOBE 加振時 X・Y 層間変位

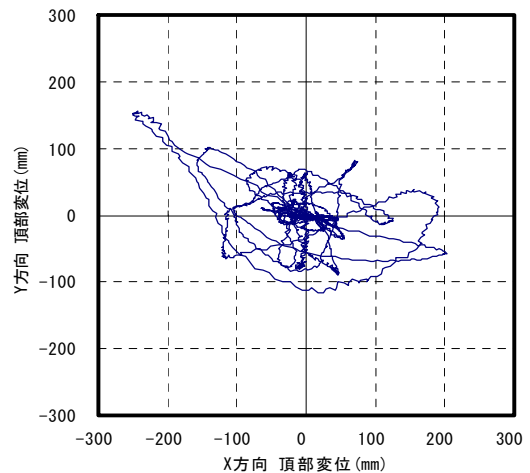


図 4 No.9 JMA KOBE 加振時 頂部リサージュ図

5. まとめ

振動実験の結果を生かし、欧州でのクロスラミナパネルを用いた大規模木造建築物の建設が増加することを期待する。強度の低い木材をクロスラミナパネルに加工し、大規模な木造建築物を建設するヨーロッパの発想には、敬意を表したい。

*1 バッターリベンゲつくば建築試験研究センター

*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

*6 防災科学技術研究所 E-defense 研究員 博士 (工学)

*1 Center for Better Living Tsukuba Building Research and Testing 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

*6 Researcher, NIED, Dr. Eng.