

伝統的木造住宅の垂れ壁付き構面振動台実験

その4 実験結果と昨年度との比較

正会員	桂川 晋 <sup>*1</sup>	同	河合 直人 <sup>*2</sup>
同	五十田 博 <sup>*3</sup>	同	岡部 実 <sup>*4</sup>
同	中川 貴文 <sup>*5</sup>	同	御子柴 正 <sup>*6</sup>
同	新津 靖 <sup>*7</sup>		

伝統的木造住宅 垂れ壁付き独立柱 振動台実験

1. はじめに

昨年度、伝統的木造住宅の耐震要素である垂れ壁と柱で構成された構面の振動台実験が実施<sup>1)</sup>され、柱脚固定の有無による挙動の違いを確認した。本報では昨年度と同様の振動台実験を柱が細い場合について実施し、柱脚固定の有無による違いと柱の太さの違いによる挙動の比較をすることを目的とする。

2. 試験体概要

昨年度と同様に、垂れ壁を有する長さ 5.46m の 2 構面を直交壁で支えた箱型の試験体を準備した。試験体を図 1 に示す。1 体目は、柱脚と礎石を固定した「柱脚固定」、2 体目は柱脚と礎石を固定しない「柱脚固定無し」である。昨年度の「柱脚固定無し」では 1 階床面に構造用合板を張ったものと撤去した仕様を用いたが、今年度は構造用合板を張ったものだけとした。また倒壊防止の目的で振動台と直交壁にワイヤーを設置し、425mm 以上の変形が出ないようにした。昨年度との違いは柱の断面を 150mm 角から 135mm 角にしたことと、差鴨居と足固めを 50mm 下に設置したことである。その他加振スケジュールについて、若干の差異はあるが、以下では共通した内容について比較を行う。詳しくはその 1 を参照願いたい。

3. 実験結果

3-1. 最大変位応答 各地震波における今年度と昨年度の桁の最大変位応答を図 2 に示し、「柱脚固定無し」の柱脚と層間変位の最大変位応答を図 3 に示す。ここで変位は試験体東側に設置した計測用タワーから計測した桁と柱脚部の絶対変位であり、2 構面の平均値とした。層間変位は梁の変形量と柱脚の変形量の差とした。

「柱脚固定」の最大応答変位は入力レベルに応じて徐々に大きくなり、値も正負がほぼ対称になっていることがわかる。昨年度と比較すると「柱脚固定」では今年度の細い柱の変形が大きく、JMA 神戸 NS 波 100%R では倒壊防止のワイヤーが効き、正側に昨年度の倍以上の 430mm の変形を計測した。「柱脚固定無し」でも、今年度の BCJ L2 100%では負側に 280mm 移動し、今年度の JMA 神戸 NS 波 100%R や昨年度の同レベルの加振と比較しても大きな変形量を計測した。また図 3 に示すように層間変位は加振によらずほぼ一定であることがわかるが、昨年度よりも今年度の方がその変形量は大きい。これらは入力した地震動の特性や正負に対する柱脚の滑り現象の違いが影響していると考えられる。

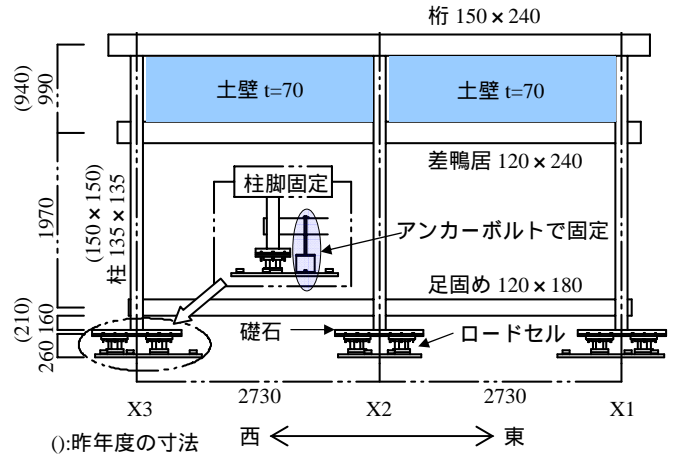


図 1 試験体立面図

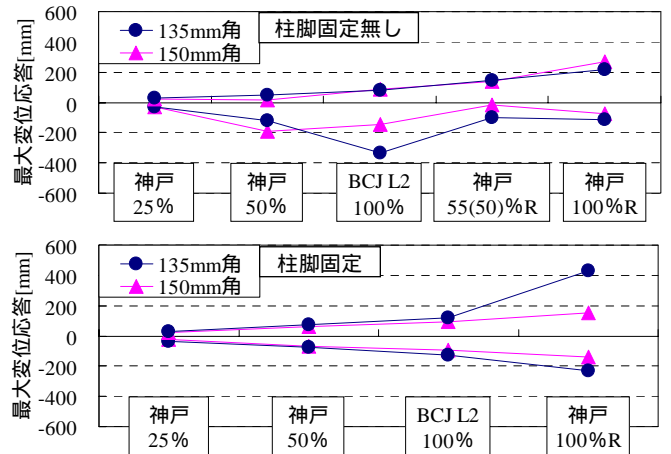


図 2 桁の最大変位応答

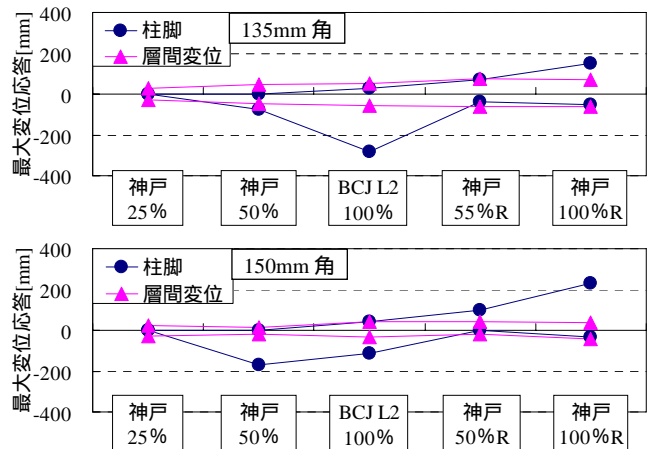


図 3 柱脚固定無しの最大変位応答

**3-2. 破壊性状** 「柱脚固定」では JMA 神戸 NS 波 50% で土壁の隅部に小さな割れが見られた。BCJ L2 100% で柱に亀裂が生じ、JMA 神戸 NS 波 100%R で全ての柱が折損した。他にも込柱の曲げ破壊、雇い材のせん断破壊などが生じた。「柱脚固定無し」では JMA 神戸 NS 波 50% で、土壁の隅部に小さな割れが見られ、BCJ L2 100% で込柱の曲げが見られた。主な破壊性状を写真 1、2 に示す。



写真 1 今年度(135mm 角)の破壊性状

昨年度の主な破壊性状は土壁のせん断亀裂、端柱の折れ、差鴨居の長ほそのせん断破壊などで、ともに土壁面内や柱-差鴨居接合部での損傷が目立った。しかし今年度の実験では土壁や柱-差鴨居接合部の損傷は小さく、柱が細くなったため、「柱脚固定」では柱の曲げ破壊が生じた。



写真 2 昨年度(150mm 角)の破壊性状

**3-3. 上部構造荷重-変位関係** JMA 神戸 NS 波 100%R で計測された上部構造荷重-変位関係を図 4 に示す。荷重は桁上加速度の平均値に、試験体上部の質量(3557kg)を乗じて算出した。変位は、桁の絶対変位の平均値である上部変位及び、上部変位から柱脚部の絶対変位の平均値を引いて算出した層間変位の 2 種類とした。

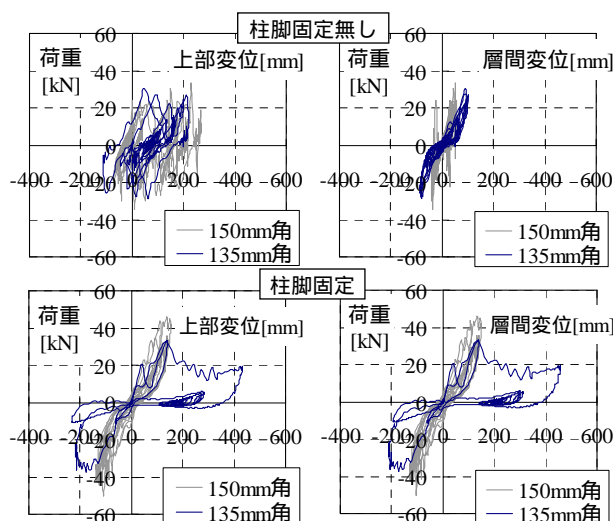


図 4 上部構造荷重-変位関係

最大荷重は昨年度と同様、「柱脚固定」が大きな値を示した。今年度の「柱脚固定」の最大荷重は 37kN で昨年度と比較すると 13kN も低い値を示した。「柱脚固定無し」でも今年度の方が小さい値を示したが、荷重が 20~25kN 程度で頭打ちになっており、脚部の摩擦が切れ滑り始める境界は昨年度とあまり変わらなかった。

**3-4. 振動特性係数** ステップ波加振で計測された桁上加速度より算出した振動特性係数(固有振動数及び減衰定数)を図 5 に示す。なお昨年度は「柱脚固定」においてアンカーボルトの締め直しを行っているが今年度は行っていない。振動特性係数は三角波からも算出しておりステップ波と大きな差がみられた。これはステップ波と三角波の振幅の差によるものと考えられる。本報ではステップ波加振より算出した振動特性係数について考察する。

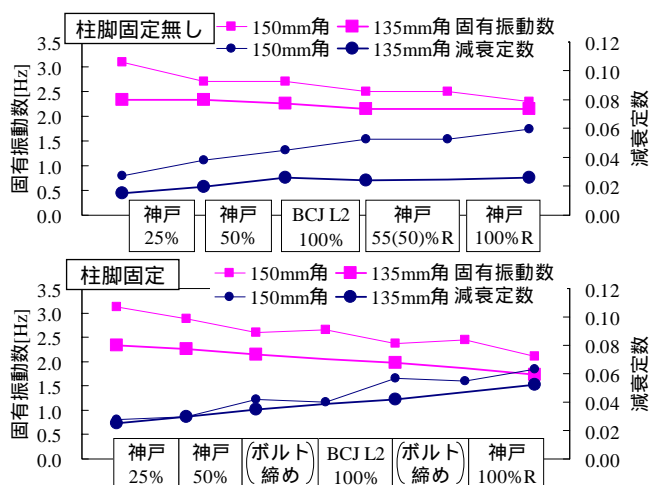


図 5 振動特性係数 (〇):昨年度実施

今年度の振動特性係数は昨年度とほぼ同様の推移を示したが、「柱脚固定無し」では BCJ L2 100%と JMA 神戸 NS 波 100%R を加振しても値に大きな変化は見られず、上部構造に大きな損傷を受けることなく一定の剛性を維持していたことがわかる。昨年度の振動特性係数と比較すると、まず全体的に今年度の方が小さい値を示し、柱が細くなることで剛性が低下したことがわかる。「柱脚固定」では JMA 神戸 NS 波 100%R 加振前と加振後では破壊性状が大きく異なったが、固有振動数及び減衰定数に大きな違いは見られなかった。

**4. まとめ**

昨年度の 150mm 角の柱を用いた振動台実験と比較することで、桁や上部構造の変形量は今年度の細い柱の方が大きいということがわかった。また破壊性状にも違いが見られ、「柱脚固定」では昨年度は主に土壁面内のせん断破壊であったが、今年度は柱の曲げ破壊が生じた。

**参考文献** 1) 和田幸子ほか 伝統的木造住宅の垂れ壁付き構面振動台実験 その1 日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1、2008

**謝辞** 本実験は建築研究所「伝統的木造建築物の保全に資する構造・防火関連の技術開発」(委員長:坂本功慶応義塾大学教授)の一環として、防災科学技術研究所との共同開発で行ったものである。ご指導・ご協力いただいた関係各位に感謝いたします。

\*1 信州大学大学院 修士課程  
 \*2 建築研究所 構造研究グループ 首席研究員 博士(工学)  
 \*3 信州大学工学部 准教授 博士(工学)  
 \*4 ベターリビングつくば建築試験研究センター 主席試験研究員 農修  
 \*5 建築研究所 材料研究グループ 研究員 博士(農学)  
 \*6 防災科学技術研究所 主任研究員  
 \*7 東京電機大学情報環境学部 教授 博士(工学)

\*1 Graduate Student, Graduate School of Engineering, Shinshu Univ.  
 \*2 Chief Research Engineer, Dept. of Structural Engineering, BRI, Dr. Eng.  
 \*3 Associate professor, Shinshu Univ, Dr. Eng.  
 \*4 Center for Better Living Tsukuba Building Research and Testing Lab ,Ms Agr.  
 \*5 Research Engineer, Dept. of Building Materials and Components, BRI, Dr. Agr.  
 \*6 Senior Researcher, NIED,  
 \*7 Professor, Tokyo Denki Univ, Dr. Eng.