

非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討
その6・耐力壁仕様に関する実験及び解析的検討

正会員 ○中村 亮太*1 飯田 秀年*1 花井 勉*2
正会員 高岡 繭子*3 大橋 好光*4

中大規模木造建築 構造用合板 構造用MDF
弾塑性解析 耐力壁試験 軸組構法

1. はじめに

その6では、昨年度タイロッド式で耐力壁性能を確認した仕様(No.11,12)の実際の納まり仕様としての柱脚固定式耐力壁試験を実施し比較を行う。また、試験体を模擬した解析モデルの構築方法及びその妥当性の検証について報告する。

2. 耐力壁試験体

試験体一覧を表.1に示す。その3で示した耐力壁仕様(No.11,12)に、その4にて報告したドリフトピンタイプの柱脚金物(HD-D9)を配置して柱脚固定式にて試験を行った。

表.1 耐力壁仕様

No.	壁仕様	面材	接合具	壁面材と床面材の隙間 /壁面材と柱の隙間
19	大壁	MDF9mm 片面	CNZ65@100×2列千鳥	0mm / —
20	真壁	合板24mm 片面	CNZ75@75×2列千鳥	12mm / 20mm

MDF: 構造用MDF, 曲げ強度区分30、PB: 構造用PB, 曲げ強度区分18
構造用合板24mm: 特類2級, 表面国産カラマツ, その他スギ

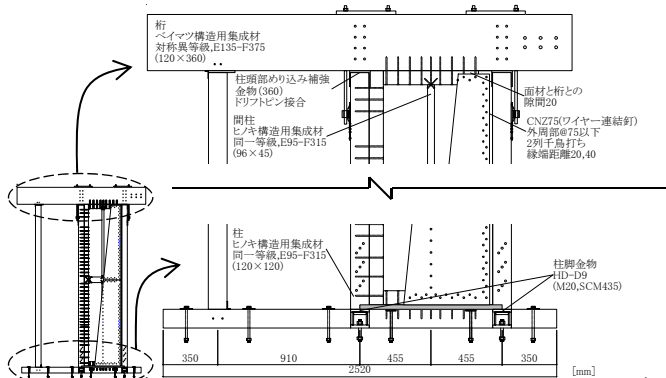


図.1 試験体図例 (No.20)

3. 加力方法及び測定方法

試験方法は、柱脚金物を試験装置に固定した柱脚固定式とし、加力は正負交番繰返し載荷とした。加力サイクルは見かけのせん断変形角で、1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50[rad]とした。試験概要を図.1に示す。測定方法についてはその2¹⁾を参照されたい。

4. 実験結果

4.1. 包絡線、破壊性状

横軸を見かけのせん断変形角とした包絡線を図.2に示す(参考としてNo.11,12を併せて示す)。合板24mm厚を用いたNo.22は大きな荷重低下することなくタイロッド式と同様に1/15radまで載荷できた。No.21は1/30rad程度で

釘のパンチングアウト等が生じ荷重低下した。

4.1. 構造特性値

構造特性値を表.2に示す。柱脚固定式試験なので見かけのせん断変形角評価で $0.2Pu\sqrt{2}\mu-1$ で耐力が決定している。No.19は相当壁倍率10倍、No.20は相当壁倍率15倍程度であった。これは同仕様のタイロッド式試験結果とほぼ同じである。

以上より、タイロッド式耐力壁試験で目標性能を達成する仕様であれば、柱脚固定式試験でも大きな耐力低減なく評価できることが分かった。

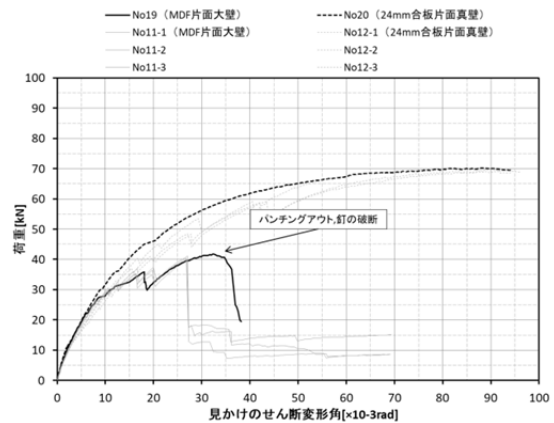


図.2 包絡線 (見かけのせん断変形角)

表.2 構造特性値 (見かけのせん断変形角)

評価項目 \ 試験体No.	No. 19	No. 20
Pmax (kN)	41.7	68.6
Py (kN)	24.6	37.6
$0.2Pu\sqrt{2}\mu-1$ (kN)	17.8	28.2
2/3Pmax (kN)	27.8	45.8
$P_{1/450}, P_{1/300}$ (kN)	27.0	28.6
ハ ⁰ イニア剛性 (10 ³ kN/rad)	3.4	2.9
終局変位 (10 ⁻³ rad)	36.2	66.7
短期基準せん断耐力 (kN)**	17.8	28.2
壁長さ1mあたり (kN/m)**	19.6	31.0
相当壁倍率**	10.0	15.8

5. 解析モデルの設定

解析モデルは以下の方針により、図.3のように設定した。

なお、解析は正側方向(図.3左方向)について行うこととし、それに合わせて各要素を配置する。

【A】柱脚金物部は、柱脚金物試験結果¹⁾から設定した引張ばねを配置する(図.4a)。

【B】柱頭のホールダウン金物(+めり込み補強金物)部

には、2-M16の材長を考慮し軸ばねとして配置する。

【C】 壁面材は壁実験結果より、面材のせん断性能をブレース要素として配置する。

【D】 面材釘や受け材ビスはせん断ばねとして配置する。たて方向の接合具（柱等）はたて方向の力のみ抵抗し、よこ方向の接合具（桁等）はよこ方向の力のみ抵抗すると仮定する。

ここで用いる面材の釘、受材のビスのせん断特性は、別途実施した一面せん断試験結果から設定する（図.4 b,c,d）。1本当たりの特性に、各方向（鉛直、水平）の本数を乗じた特性をせん断ばねとして配置する。

面材-受材-軸組となる部分は、各要素を直列ばねとしてモデル化する。

【E】 柱頭柱脚の横架材へのめり込みは、壁実験においてめり込み補強金物によりほぼ生じないことを確認したため、圧縮ばねは剛とする。

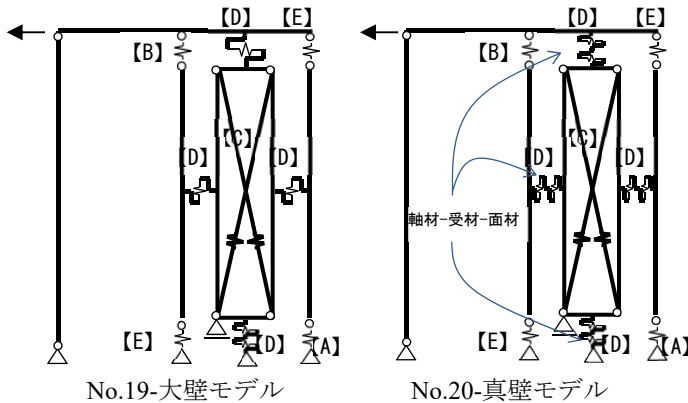


図.3 解析モデル概要

6. 実験結果と解析結果の比較

解析により得られた荷重変形関係と柱脚固定式耐力壁試験結果を比較したものを図.5,6に示す。いずれも概ね実験結果と一致する結果となったが、No.20は第2降伏点以降が実験に比べ低く評価される結果となった。これは、解析の第2降伏点以降の【D】（鉛直方向）、特に柱-受材の評価(図.4 d)がやや低かったためと推察される。

なお、実験においても釘接合具が先行して破壊（釘頭のめり込み、パンチングアウト、釘の破断）しており、解析結果と同じ傾向となることが分かった。

7. まとめ

- ・タイロッド式耐力壁試験にて目標性能を達成する仕様であれば、柱脚固定式試験でも大きな耐力低減なく評価できることが分かった。
- ・金物試験や釘、ビスの一面せん断試験などの要素試験で得られたデータから各要素のばねを設定し構築した解

析モデルは、柱脚固定式耐力壁試験の結果を概ね再現することができた。

- ・ここでは実験を模擬した解析モデルとしたが、柱脚金物や面材、接合具の組合せを変えた場合も、各要素を適切にモデル化することにより耐力壁特性の推測が可能と思われる。今後、要素試験の蓄積が望まれる。

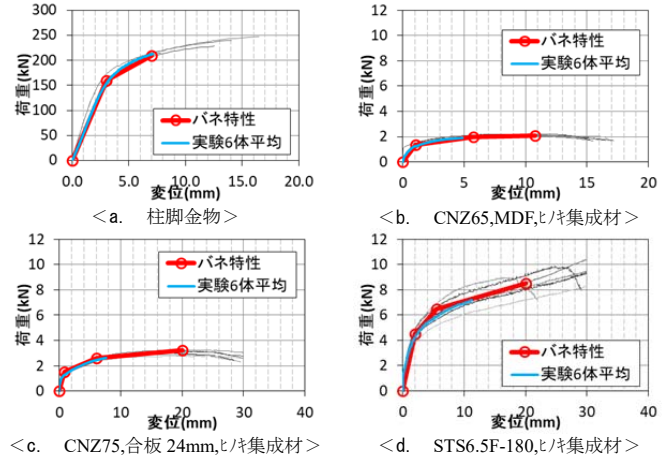


図.4 各要素のバネ特性

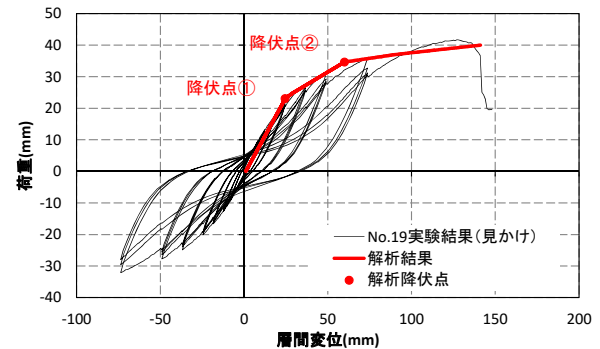


図.5 No.19 (MDF 大壁) と解析結果の比較

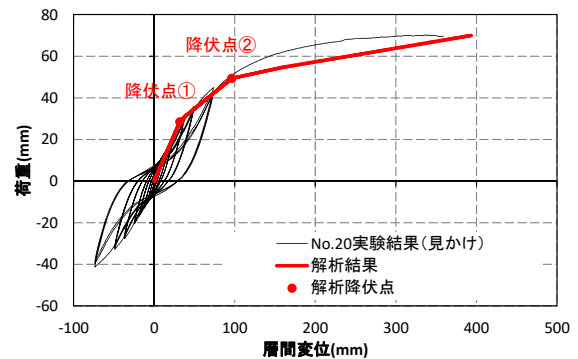


図.6 No.20 (合板真壁) 実験と解析結果の比較

なお、本事業は、「林野庁の令和元年度 合板・製材・集成材国際競争力強化・輸出促進対策」のうち、「CLT建築実証支援事業」のうち「CLT等木質建築部材技術開発・普及事業」として一般社団法人 木を活かす建築推進協議会が実施したものである。

参考文献

- 1) 大橋好光 他：非住宅・中大規模木造用の高倍率、高階高耐力壁及び接合金物の開発検討(その1~4)、日本建築学会大会学術講演梗概集 C-1、2020.9、pp327-334

- *1 えびす建築研究所
- *2 えびす建築研究所、工博
- *3 フリーランス
- *4 東京都市大学名誉教授・工博

- *1 Ebisu Building Laboratory Co.
- *2 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.
- *3 Freelance, Mr.Eng.
- *4 Prof. Emeritus, Tokyo City Univ., Dr.Eng.