

在来軸組工法木造住宅の構造設計手法の開発
その20 片流れ下屋の水平せん断実験

正会員○堀内 宏樹*1 同 稲山 正弘*2
同 井戸田秀樹*3 同 加藤 征宏*4

1. 序

在来軸組工法に基づく木造骨組は、耐力壁や屋根、下屋等のせん断要素を各軸材が結びつける形でモデル化することができる。このうち屋根や下屋は、床面と同じ様な水平構面としての力学的特性を把握しておけば、耐力壁のような鉛直構面と組み合わせることで簡便な立体解析モデルが構築できることになる。しかし、下屋に関しては、屋根勾配や接合のディテールに加え、垂木の2階壁面からの抜けや垂木と母屋のすべりなど、その力学的特性に大きな影響を与える要因が多く存在し、これらの影響を定量的に評価できるだけの実験データが準備されているとは言い難いのが現状である。

そこで、本実験は片流れタイプの下屋に関し、下屋の持つ水平構面としての力学特性を把握するとともに、耐力の改善を目的とした構造上のディテールを提案することを目的とする。

2. 実験概要

2.1 試験体概要

在来軸組工法の最も一般的に使用されるディテールを考慮し、垂木6本分、スパン2.7mを2階の柱、垂木掛けとともにモデル化した。試験体一覧を表1に、試験体概要を図1に示す。パラメータは垂木せい、垂木の止め方、端垂木と2階柱の接合方法である。推奨タイプの試験体は、図2に示すように端垂木と柱を山形プレートVPで接合し、柱からの垂木の引き抜けに対して考慮したディテールとした。

2.2 実験方法

試験体の支持は、2階外壁に相当する支点を固定支持の反力点とし、桁は鉛直変位のみを拘束することで下屋面としての境界条件を設定した。

荷重は、桁両端に2本のオイルジャッキを設置し、それぞれを交互に押し引きすることで桁に材軸方向の繰り返し荷重を与えた。荷重プログラムは、目標降伏変位 d_{y0} (せん断変形角にして1/300)に対する変位振幅が $1/2\sqrt{2}$, $1/2$, $1/\sqrt{2}$, 1 , $\sqrt{2}$, $2 \dots$ 倍と等比間隔になるように設定し、1サイクル内の最大荷重が経験最大荷重の80%を下回った段階、あるいは屋根のせん断変形角が1/30を越えた段階で荷重を終了した。

変形については、桁の載荷点における水平面内変位の

表1 試験体一覧

試験体名	梁・桁断面	屋根	屋根止め方	垂木断面	垂木止め方	端垂木の接合
A45-N	120×180	構造用合板 厚=9mm	N38くさ @150	45×45 (@450)	N90 胴大	通常
A45-R				40×75 (@450)	2-N75 斜め打ち	推奨
A75-N						通常
A75-R				推奨		

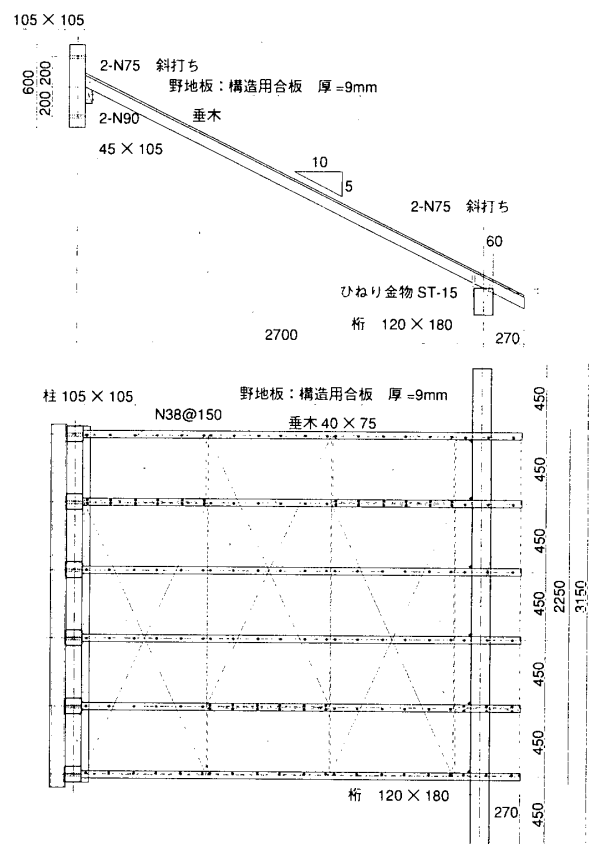


図1 試験体概要 (A75-N)

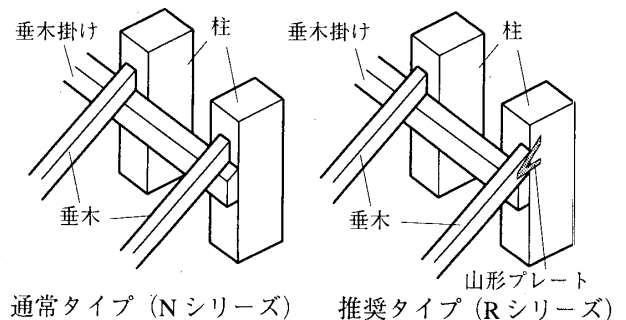


図2 端垂木-柱接合詳細

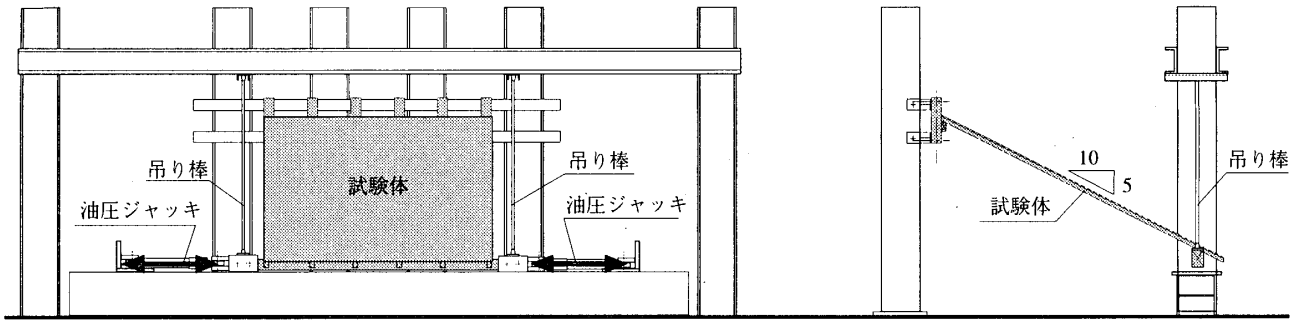


図3 実験装置概要

桁方向 d_x と梁方向 d_y , 2階柱からの垂木の抜け $N_1 \sim N_6$ を対象に測定を行った。また, 吊り棒の軸力変動も測定した。

3. 実験結果および考察

図4は, A45シリーズの試験体について載荷点における桁方向変位 d_x と荷重 P の関係を示したものである。また, 表2は, 履歴曲線の包絡線とエネルギー的に等価になるような完全弾塑性型の荷重変形関係を求めたときの各パラメータで, 最大耐力 P_{max} , 目標降伏点荷重 P_y , 同変位 δ_y , 初期剛性 K , 仮想降伏点荷重 P_u , 同変位 δ_u を示す。いずれの試験体もスリップ型の復元力特性を示しているが, 垂木せいに関わらず端垂木に金物を取り付けたRタイプ試験体の方が2倍近い最大耐力を示した。これは, 破壊モードが端垂木の柱からの抜けによって生じているためであり, 端垂木と柱との接合が下屋面全体の力学特性改善に大きく貢献できることを示している。また, 垂木せい75mmの試験体でも端垂木の接合ディテールと耐力に関しては同様の結果が得られた。

図5は, A45シリーズの試験体について桁の実測変形量から得られた屋根面の回転変形量 θ_k と, 垂木の2階外壁からの抜け量から換算した屋根面の回転変形量 θ_r を比較したものである。Nシリーズ試験体では, 垂木の抜けによって生ずる屋根面全体の回転変形量が, 桁位置での測定値の約80%に達しているのに対して, Rシリーズ試験体では, 端垂木と柱とを接合する山形プレート部に大きな変形がみられない間は約65%であった。山形プレート部が破壊後は, 垂木の抜けによる回転変形量は, 80%程度まで上昇し, Nシリーズとほぼ同じ程度となった。このことは端垂木の抜けが下屋面の水平せん断挙動に大きく関わっており, 端垂木の抜けを拘束することで耐力上昇が図られることになる。また, A75シリーズでも同様の結果になった。

4. まとめ

本実験によって得られた結果は以下の通りである。

- 1) 片流れタイプの下屋は端垂木の2階柱からの引き抜

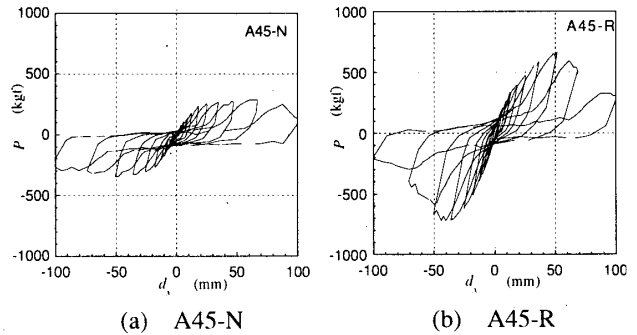


図4 荷重 - 桁方向変形関係

表2 完全弾塑性モデルパラメータ

	P_{max} (kgf)	P_y (kgf)	δ_y (mm)	K (kgf/mm)	P_u (kgf)	δ_u (mm)
A45-N	287	200	14.6	13.7	266	19.5
A45-R	665	309	11.7	26.4	613	23.2
A75-N	387	220	8.4	26.4	354	13.4
A75-R	685	389	20.1	19.4	632	32.6

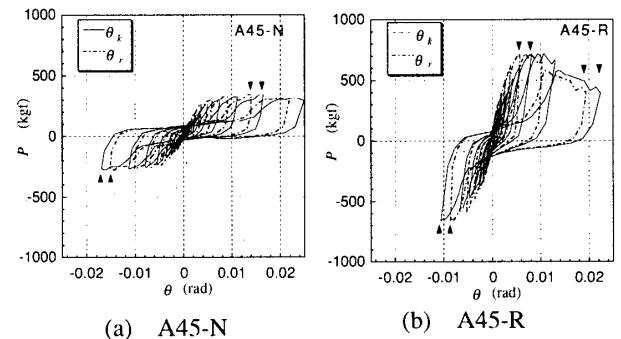


図5 屋根面の回転変形量 (実測値 & 垂木抜け量からの換算値)

けによって耐力が決定されるため, 屋根面のせん断剛性とともには垂木の抜けも考慮した評価を行う必要がある。2) 端垂木と柱の接合に金物を用いることによって耐力は2倍程度の上昇が期待できる。

参考文献

- 1) 財団法人 日本住宅・木材技術センター:「木質建材利用合理化事業報告書」, 平成10年, 3月

*1 名古屋工業大学大学院
 *2 稲山建築設計事務所 代表取締役・工博
 *3 名古屋工業大学社会開発工学科建築系助教授・工博
 *4 愛知産業大学建築学科教授・工博

Graduate School, Nagoya Institute of Technology
 Director, Inayama Architect, Dr. Eng
 Assoc. Prof., Dept of Architecture, Nagoya Inst. of Tech., Dr. Eng
 Prof., Dept of Architecture, Aichi Sangyo University, Dr. Eng