

在来軸組構法における面材と軸材間のせん断実験

指導教官 井戸田 秀樹 助教授

中坪 克己

1. 序論

地震時における屋根面上質量の慣性力を想定すると、屋根面と母屋間に垂木の倒れに伴う破壊モードが存在する。在来軸組構法ではせん断要素のせん断実験や接合部の耐荷試験などは比較的多く実施されているが、垂木の倒れのように面材と軸材間に関する実験データはほとんど報告されていない。

そこで本研究では、せん断要素と軸材間の関係として屋根に着目し、実験に基づいてその挙動を明らかにするとともに、接合要素である釘のせん断および引き抜き挙動から力学的な説明を試みる。

2. 実験概要

2.1 試験体概要 一般的な在来軸組構法を想定し、表1に示す屋根と下屋の試験体を用意した。各試験体概要を図1に、断面図を図2に示す。試験体は全て実大でパラメータは垂木断面形状、転び止めの有無、および樹種である。各部材の接合は全て釘で行い、断面45×45(mm)の垂木はN90脳天打ち、36×75(mm)の垂木はN75斜め打ちで母屋または垂木受けに接合した。

2.2 荷重方法 面材上面に取り付けた加力芯を桁行方向に荷重することによって面材と母屋間にせん断力を生じさせ、測定は野地板と母屋間の水平相対変位と垂木の回転角を対象とした。荷重は予備試験体の単調荷重実験から求められる目標降伏点変位に基づき、正負繰り返しの漸増荷重を行った。

3. 完全弾塑性モデルに基づく実験結果の考察

3.1 繰り返し荷重実験結果 屋根と下屋の代表的な試験体の荷重-変形関係を図3、4に示す。どの試験体もスリップ型の履歴特性を示し、転び止めのある試験体では耐力低下の傾向が見られるが、転び止めのない試験体では加力中の耐力低下は認められなかった。

表1 試験体一覧

試験体名	軸材断面	垂木断面	転び止め	転び止め寸法	樹種	試験体数
R45-1-s	115 × 180 (mm)	45 × 45	有り	45 × 30	すき	単調荷重1体 繰返し荷重3体
R45-0-s			無し	-	すき	
R45-0-b			無し	-	べいまつ	
R36-1-s		36 × 75	有り	30 × 45	すき	
R36-0-s			無し	-	すき	
R36-0-b			無し	-	べいまつ	
L45-0-s	105 × 105 (mm)	45 × 45	無し	-	すき	単調荷重1体 繰返し荷重3体
L45-1-s			有り	15 × 40	すき	
L45-1-b			有り	15 × 40	べいまつ	
L36-0-s		36 × 75	無し	-	すき	
L36-1-s			有り	15 × 75	すき	
L36-1-b			有り	15 × 75	べいまつ	

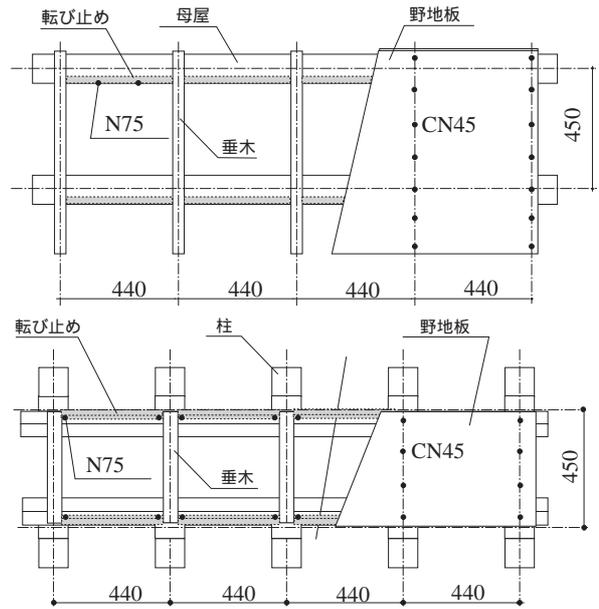


図1 屋根・下屋試験体

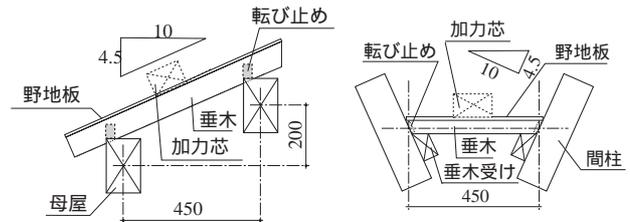


図2 試験体断面図

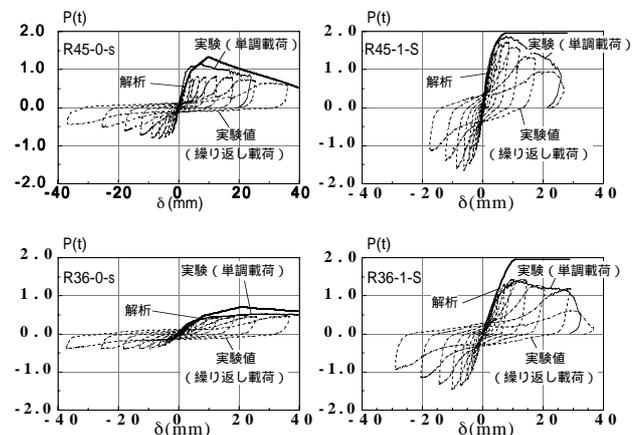


図3 屋根部実験結果 (Rシリーズ)

4. 完全弾塑性モデルの提示

実験により求められた荷重変形曲線の包絡線に基づき、エネルギー的に等価になるような完全弾塑性モデルを作成した。表2は完全弾塑性モデルにおける主要なパラメータを示したものである。

耐力に関しては転び止めの効果が大きく現れており、すぎどうしで比較すると P_{max} 、 P_u ともにR45で約2倍、R36で約3倍の耐力上昇が確認できた。なお、樹種ごとの比較では、全体的にべいまつの方が高い値を示した。

下屋については破壊性状が基本的に屋根と同様であるため、各実験パラメータの影響も屋根とほぼ同様の傾向が見られた。 P_{max} 、 P_u に関しては、L45、L36ともに転び止めによる上昇が約1.5倍、樹種による差もほぼ1.5倍となっている。

5. 釘の引き抜きとせん断挙動に基づく解析モデル

本実験の試験体は全て釘接合部の破壊で最大耐力が決定されていることから、ここでは釘の引き抜きとせん断挙動を考慮した力学モデルを考える。転び止めのない試験体では垂木の回転と、それに伴う釘の引き抜きが同時に発生するため図5に示すモデルで荷重と変形の関係を求める。また転び止めのある部材は釘の一面せん断挙動で耐力が決まることから図6に示す解析モデルを用いる。

これらの解析モデルを用いてP- δ の関係を示したものが図3、4中の太い実線である。実験結果と釘の解析モデルとの対応は初期剛性、最大耐力共に良い対応を示しており、本解析モデルで屋根面と軸材間の挙動を説明することができる。また、本解析モデルを用い垂木寸法の比率と最大耐力との関係を示したのが図7である。この曲線により、任意の垂木寸法に対する耐力を予測することができる。

6. 結論

本論文で得られた結論を下記に示す。

- 1) 在来軸組構法における面材と軸材間のせん断挙動に関する実験データを蓄積した。

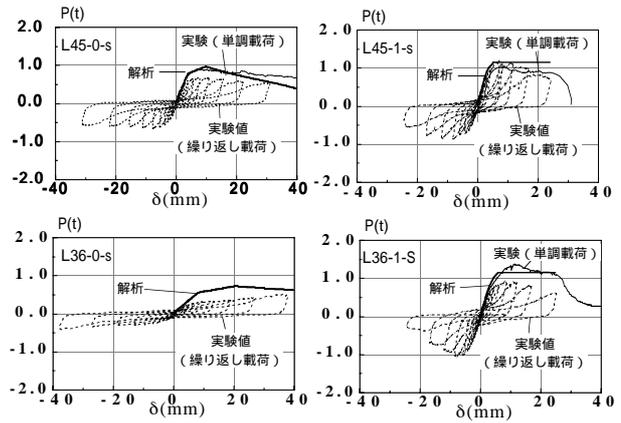


図4 下屋部実験結果(Lシリーズ)

表2 完全弾塑性モデルのパラメータ

試験体	$P_{max}(t)$	$K(t/mm)$	$P_u(t)$	$u(mm)$	$v(mm)$	u/v	S
R45-1-s	1.72	0.5	1.58	16.7	3.26	5.2	24
R45-0-s	0.86	0.28	0.78	21.9	3.01	7.71	15.8
R45-0-b	1.27	0.25	1.16	21.7	4.73	4.59	22.4
R36-1-s	1.16	0.23	1.36	26.1	5.99	4.37	31.5
R36-0-s	0.47	0.066	0.44	40.4	6.82	5.98	16.3
R36-0-b	0.68	0.07	0.64	40.3	9.81	4.44	22.5
L45-1-s	1.06	0.31	0.98	16.9	3.15	5.39	15
L45-0-s	0.67	0.23	0.67	31	2.88	10.9	19.7
L45-1-b	1.36	0.39	1.25	17.9	3.22	5.54	20.3
L36-1-s	1.03	0.25	0.93	16.9	3.81	4.41	13.9
L36-0-s	0.62	0.046	0.47	37.1	10.1	3.73	15.1
L36-1-b	1.56	0.32	1.4	13.3	4.38	3.08	15.5

P_{max} :最大耐力 K :初期剛性 P_u :終局耐力 u :終局変位 v :仮想降伏点変位
S:等価吸収エネルギー量

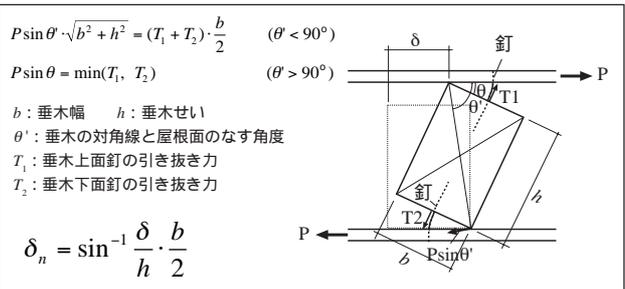


図5 垂木の回転と釘の引き抜きを考慮したモデル

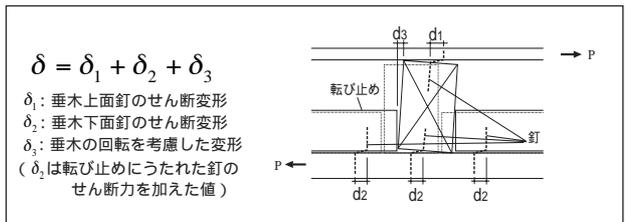


図6 釘の一面せん断挙動による解析モデル

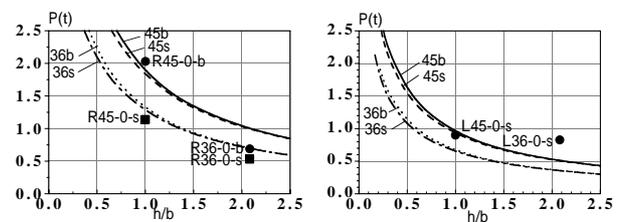


図7 垂木寸法の比重と最大耐力の対応

- 2) 釘の引き抜きとせん断挙動を考慮することにより、せん断パネルと軸材間の挙動を力学的に説明できることを示した。