

耐力劣化域を含む面材壁の荷重変形関係評価法

せん断挙動 トリリニアモデル 面材壁
耐力劣化 エネルギー法

正会員 ○ 津田 康生*1
同 井戸田秀樹*2
同 花井 勉*3
同 山根 光*4

1. はじめに

既往の研究¹⁾では、釘に作用するせん断力の向きと軸材の繊維方向とのなす角(軸材角度)が釘のせん断挙動に与える影響を実験に基づいて考察した。その結果に基づき、本研究では任意釘配列の面材壁の荷重変形関係の推定法を耐力劣化域まで含めて提案する。

2. せん断力を受ける面材釘のトリリニアモデル

せん断力を受ける面材釘1本の荷重変形関係は、図1に示すように降伏点(d_y, P_y)、最大耐力点(d_{max}, P_{max})、耐力の80%低下点(d_{80}, P_{80})の3点を特性値とするトリリニアモデルで表現する。各特性値は、既報¹⁾に示す面材の境界条件に留意した軸材角度 0° と 90° に対する釘のせん断実験結果から文献²⁾に従って求め、それを(1)~(6)式に適用することで任意の軸材角度に対して行うことができる。

図2はこうして得られた面材釘のトリリニアモデルと実験結果との対応を示したものである。実験で得た軸材角度が 0° と 90° の特性値と軸材の材料特性は表1、及び表2の通りである。いずれの軸材角度においても両者は良い対応を示している。

3. 面材壁の荷重変形関係の評価法

2章で示した釘1本のトリリニアモデルを用い、面材壁の荷重変形関係の評価する。

ここでは、以下の3点を仮定し、計算を進める。

- 合板は剛体とする。
- 軸材の曲げ変形、せん断変形、及び軸方向変形は無視し、各部材の仕口はピン接合とする。
- 文献³⁾と同様、軸組の任意の変形角(γ_N)をxモードの回転角(θ_x)とyモードの回転角(θ_y)に分解できるものとする((7)式)。

$$\gamma_N = \theta_x + \theta_y \tag{7}$$

まず軸組の任意の変形角時における各釘の軸材角度(θ)とすべり量(δ_{ij})を(8)~(11)式で算出する。

$$\delta_{xi} = y_i \times \theta_x \tag{8}$$

$$\delta_{yj} = x_j \times \theta_y \tag{9}$$

$$\delta_{ij} = \sqrt{\delta_{xi}^2 + \delta_{yj}^2} \tag{10}$$

$$\theta = \tan^{-1}(\delta_{xi} / \delta_{yj}) \tag{11}$$

ここに、 y_i, x_j : 中立軸位置から各釘列までの距離、 δ_{xi}, δ_{yj} : 各釘のx, yのそれぞれの方向のすべり量である。

そして算出した軸材角度に応じたトリリニアモデルを作成し、図3に示すようにエネルギーの釣合いにより面材壁全体のせん断耐力(P)を算出する。層間変形角は、

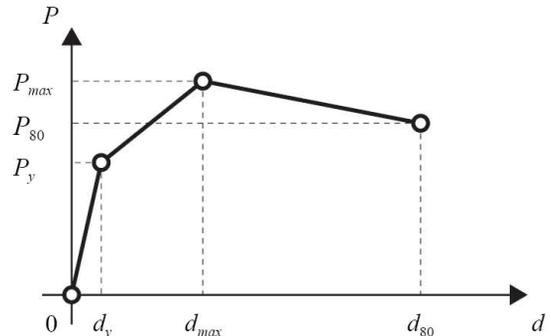


図1 釘のせん断挙動のトリリニアモデル

降伏耐力: P_y
$$P_{y\theta} = \frac{P_{y0} \times P_{y90}}{P_{y0} \times \sin^n \theta + P_{y90} \times \cos^n \theta} \tag{1}$$

最大耐力: P_{max}
$$P_{max\theta} = \frac{P_{max0} \times P_{max90}}{P_{max0} \times \sin^n \theta + P_{max90} \times \cos^n \theta} \tag{2}$$

終局耐力: P_{80}
$$P_{80\theta} = 0.8 \times P_{max\theta} \tag{3}$$

降伏耐力点の変位: d_y
$$d_{y\theta} = \frac{d_{y0} \times d_{y90}}{d_{y0} \times \sin^n \theta + d_{y90} \times \cos^n \theta} \tag{4}$$

最大耐力点の変位: d_{max}
$$d_{max\theta} = \frac{d_{max0} \times d_{max90}}{d_{max0} \times \sin^n \theta + d_{max90} \times \cos^n \theta} \tag{5}$$

終局耐力点の変位: d_{80}
$$d_{80\theta} = \frac{d_{800} \times d_{8090}}{d_{800} \times \sin^n \theta + d_{8090} \times \cos^n \theta} \tag{6}$$

表1 トリリニアモデル作成時の値一覧

合板端部境界条件	軸材角度 [°]	P_y [kN]	P_{max} [kN]	d_y [mm]	d_{max} [mm]	d_{80} [mm]
浮上がり拘束なし	0	0.62	1.18	0.60	6.20	11.0
	90		0.98			
浮上がり拘束あり	0	0.62	0.98	0.78	8.06	14.3
	90					
係数: n		P_{max} : 2.3 (拘束なし), d_{max} : 1.5, d_{80} : 2.6, その他: 2.0				

表2 軸材の素材特性

樹種	含水率 [%]	密度 [g/cm ³]	平均年輪幅 [mm]
スギ	12.5	0.44	3.3

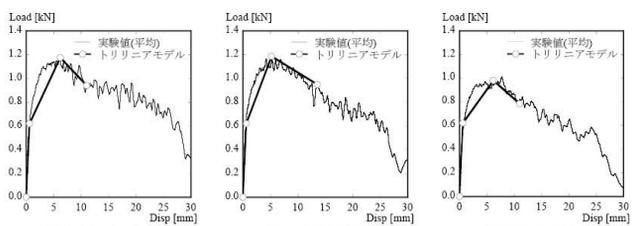


図2 面材釘実験結果とトリリニアモデルとの比較

An Estimation Method of Load-Deformation Relationship of Shear Wall Including Degradation of Strength

TSUDA Yasuo, IDOTA Hideki, HANAI Tsutomu, YAMANE Hikaru

軸組の変形角に面材のせん断変形を直列ばねとして考慮することで算出する。

4. 検証実験および評価法の精度検証

軸材の仕口をピン接合とし、軸材に曲げ変形が生じない面材壁試験体で検証実験を行う。

4.1 実験概要

表3に試験体一覧、図4に試験体図を示す。荷重は単調荷重である。軸材にはスギ材、JAS2級の構造用合板、及びN50釘を使用した。

曲げ変形等を生じさせないために軸材は120mm角とし、図4(b)に示すように仕口は鋼製治具とクレビスを用いたピン接合とした。また柱のねじれを拘束するため合板を軸材の両面に張った。

4.2 実験、及び精度検証結果

図5に実験から得られた面材1面あたりの荷重変形関係、既往の耐力評価法³⁾の計算結果、及び提案する手法の計算結果を示す。

本研究で提案した手法による荷重変形関係は、釘ピッチや試験体高さに関わらず実験結果と良い対応を示し、概ね評価できている。

5. まとめ

1. 軸材角度を考慮した釘1本あたりの一面せん断挙動のトリリニアモデルの作成方法を提案した。
2. エネルギーの釣合いにより耐力劣化域を含む面材壁の荷重変形関係を評価できることを確認した。

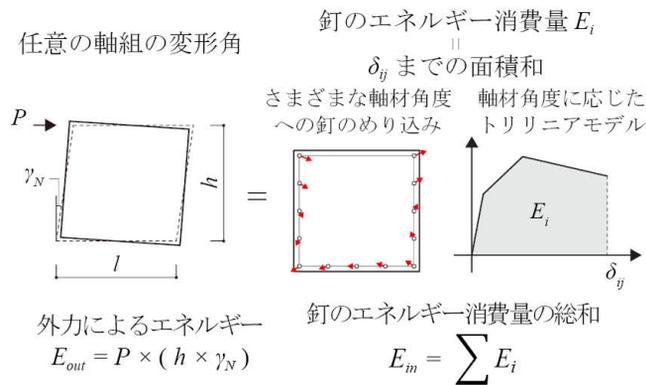


図3 面材壁の消費エネルギーの概要

表3 試験体一覧

試験体名	高さ [mm]	釘打ち位置	釘ピッチ [mm]	荷重方法
W910-4@150-M	910	四周	150	単調
W1820-4@150-M	1820		200	
W910-4@200-M	910		各辺1本	
W910-4				
W910-3@150-M	910	梁以外	150	
W910-2a@150-M		柱のみ		
W910-2b@150-M		柱1本・梁		

*1 名古屋工業大学大学院 社会学専攻 博士前期課程
 *2 名古屋工業大学大学院 社会学専攻 教授・工博
 *3 えびす建築研究所 代表取締役・博士(工学)
 *4 えびす建築研究所 修士(工学)

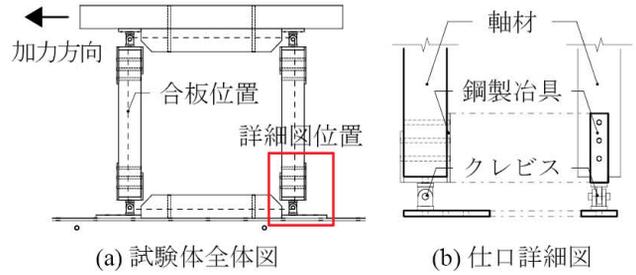


図4 試験体図

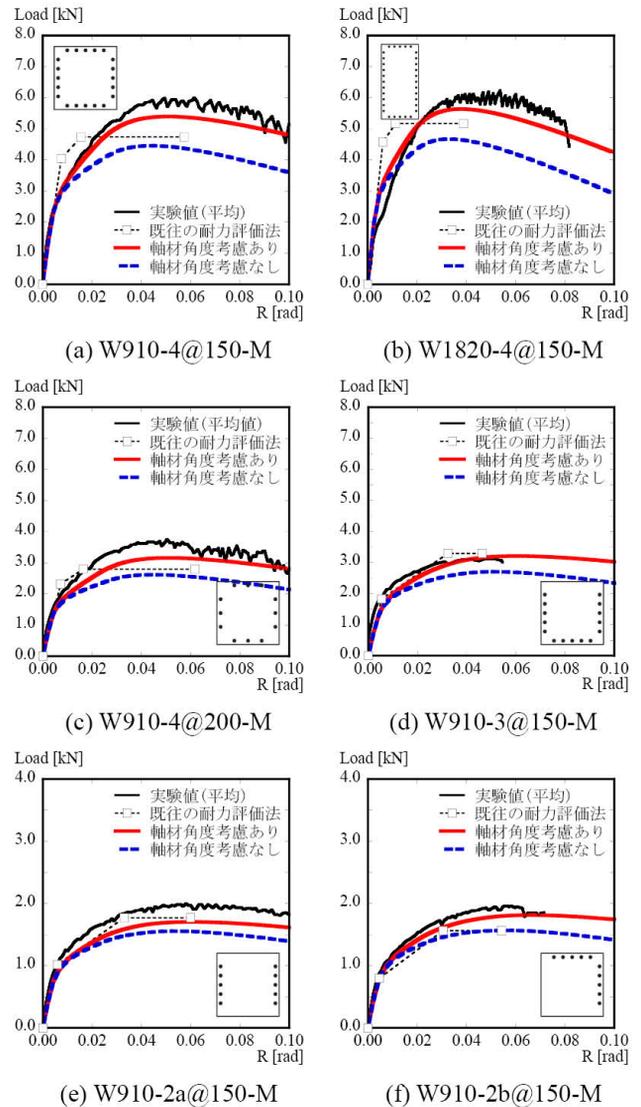


図5 評価法の精度検証結果

【参考文献】

- 1) 津田康生, 井戸田秀樹, 原田かほり, 花井勉: 軸材角度および合板の境界条件を考慮した面材釘のせん断挙動 その1 実験装置および試験体概要, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.459-460, 2016.8
- 2) (財)日本住宅・木材技術センター: 木造軸組工法住宅の許容応力度設計(2008年版), 2010.4
- 3) 村上雅英, 稲山正弘: 任意の釘配列で打たれた面材壁の弾塑性挙動の予測式, 日本建築学会構造系論文集, 第519号, pp.87-93, 1999.5

*1 Grad. Stud., Nagoya Institute of Technology
 *2 Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
 *3 President, Ebisu Building Laboratory Co., Dr.Eng.
 *4 Ebisu Building Laboratory Co., Mr.Eng.