

有限要素法を用いた在来軸組構法壁体の時刻歴地震応答解析

正会員 ○安井 森平*1
同 安村 基*2

時刻歴応答変位 荷重・変形関係 合板貼り耐力壁 脚部引抜き力

1. 緒言 在来軸組構法壁体について有限要素法による時刻歴地震応答解析を行い、既往の仮動的実験の結果¹⁾と比較することにより、解析モデルの妥当性を検討した。
2. 試験体 仮動的実験および解析に用いた試験体を図1に示す。試験体は幅3000mm、高さ2948mmの在来軸組構法で、無開口型(B)、窓型(W)、ドア型(D)、縦スリット型(S)の4種類を用意した。詳細については文献¹⁾を参照されたい。
3. 試験方法 試験体右端部にアクチュエータを緊結し、仮動的水平加力実験を行った。実験に用いた地震波は1940年El Centro NSを最大加速度400galに基準化したものを用いた。慣性質量は、合板貼り耐力壁の壁倍率(2.5)をもとに、無開口型で7.5t、それ以外で5tと定めた。全ての試験において減衰常数は2%と定めた。柱脚部に設置したホールダウンボルトに歪みゲージを貼付し、生じた歪みより柱にかかる引き抜き力を算出した。
4. 解析方法 有限要素法解析プログラムEFICOBOIS²⁾を用い、図1に示す試験体について時刻歴地震応答解析を行った。図2に窓型の解析モデルの概要を示す。柱、梁を梁要素、合板を面要素とし、それらを接合要素により緊結した。梁は弾性と仮定し、面材は直交異方弾性とした。面材と軸組を緊結する釘接合部を非線形バネ要素とし、軸材同士は線形バネで緊結した。面要素と梁要素を緊結する接合要素の相対変形は面要素と梁要素の形状関数をもとに計算した。柱脚、

柱頭部のホールダウン金物は水平方向および回転は自由とし、垂直方向にのみに働く線形バネでモデル化した。釘接合部の履歴モデルを図4に示す。履歴モデルは、Foschiモデルによる包絡線(1)、最大耐力以後のトリリニア直線(2)、(3)および(4)、下り曲線接線の傾き(K0)、最加力時曲線の接線の傾き(Ky)、定点P1、P2、などのパラメータよりなる(詳細は、文献²⁾参照)。パラメータ(P0、K0、K1、K2、K3、D1、D2、Dmax、Dy、P1、P2)を釘接合部試験の結果より求め、これらを用いて仮動的実験と同条件にて時刻歴地震応答解析を行った。

5. 結果と考察 図5に仮動的実験および解析(以下FE-model)による応力・応答変位関係を、図6に仮動的実験、FE-modelおよび1質点モデル³⁾(以下LM-model)による時刻歴応答変位の比較を、表1に最大応答変位を示す。窓型においては実験値とFE-modelおよびLM-modelの最大応答変位に差がみられたが、窓型以外では³⁾者は近い値を示した。これは、試験体の個体差によるものと考えられる。図7にFE-modelにおける最大応答変位時の水平力、柱脚部ホールダウンに生ずる軸力および柱Dに生ずる引抜き力の実験値(D)を示す。両端の柱A、Dにかかる引抜き力は水平力とほぼ同じになった。開口が大きくなるに従い柱B、Cにかかる軸力は大きく

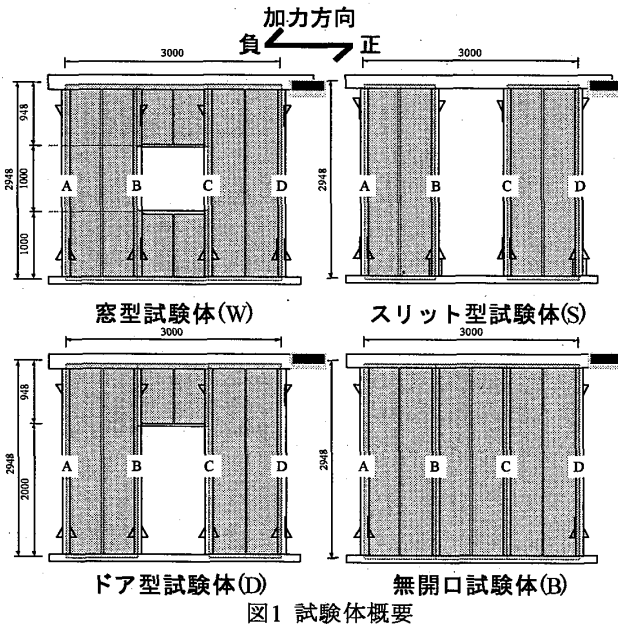


図1 試験体概要

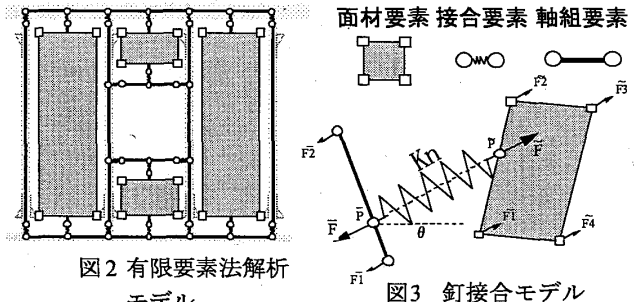


図2 有限要素法解析モデル

図3 釘接合モデル

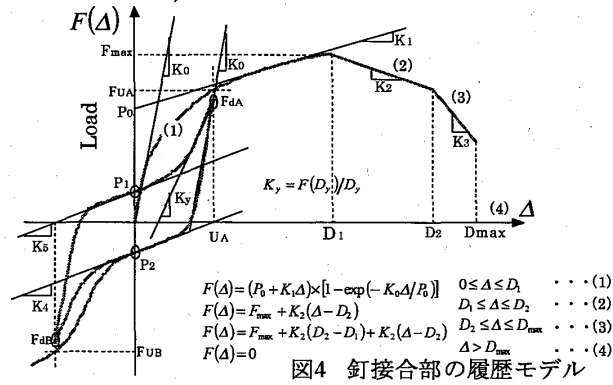


図4 釘接合部の履歴モデル

なった。負方向加力時における柱Dにかかる引抜き力は実験値と解析値はほぼ等しくなった。

6. 文献

- 1) 安井、安村、鎌田：在来軸組構法有開口耐力壁の地震応答（その1、その3）AIJ大会梗概集（2003年9月）
- 2) Richard N. Yasumura M. Davenne L., (2003) Prediction of seismic behavior of wood-framed shear walls with openings by pseudodynamic test and FE model, J Wood Sci, 49: 145-151
- 3) Yasumura M., (2003) Pseudo-dynamic tests on conventional timber structures with shear walls, Proceedings of CIB-W18, paper 36-15-5

表1 最大応答変位、最大応答変位時水平力

試験体の種類	最大応答変位(mm) (実験値に対する比)		最大応答変位時水平力(kN)		
	正方向	負方向	正方向	負方向	
無開口(B)	実験値	53.8	-70.6	22.0	-21.6
	FE-model	52.0 (0.97)	-69.9 (0.99)	27.9	-30.9
	LM-model	49.6 (0.92)	-59.8 (0.85)	20.6	-21.3
窓(W)	実験値	39.1	-34.5	23.6	-22.4
	FE-model	32.4 (0.83)	-55.0 (1.59)	17.0	-26.7
	LM-model	29.8 (0.76)	-53.2 (1.54)	18.7	-21.0
ドア(D)	実験値	42.8	-52.1	18.6	-25.1
	FE-model	43.2 (1.01)	-64.8 (1.24)	19.5	-23.9
	LM-model	33.8 (0.79)	-58.0 (1.11)	18.5	-20.5
スリット(S)	実験値	43.8	-60.0	17.0	-21.0
	FE-model	52.2 (1.19)	-68.2 (1.14)	18.9	-20.7
	LM-model	44.5 (1.02)	-64.7 (1.08)	17.7	-19.0

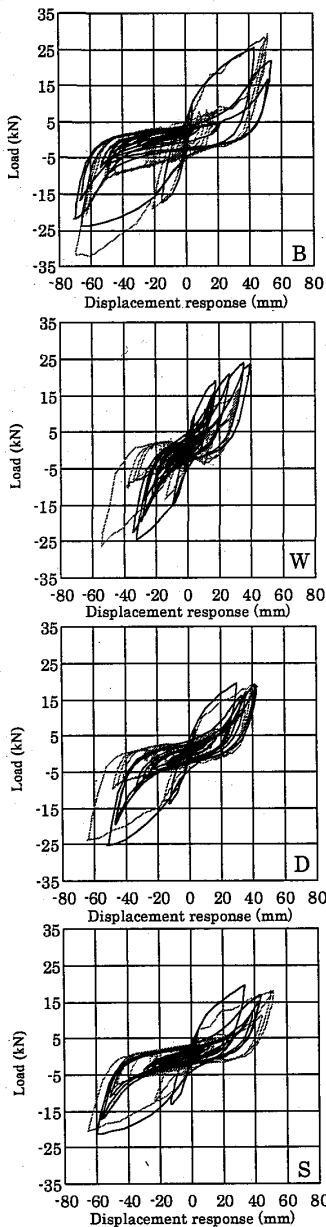


図5 荷重変位関係

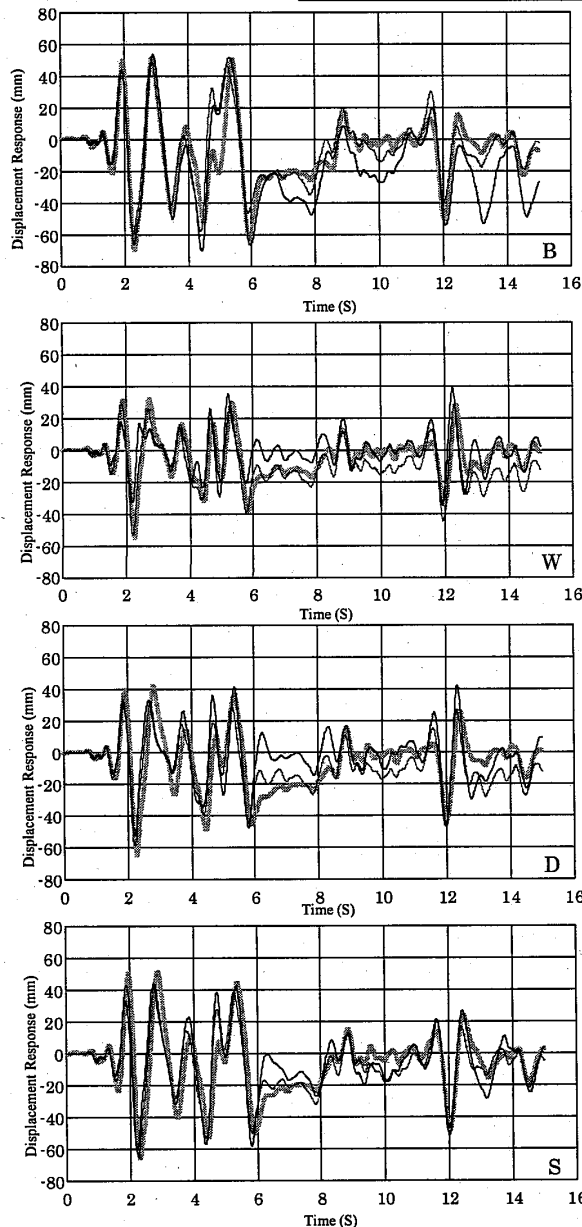


図6 時刻歴応答変位

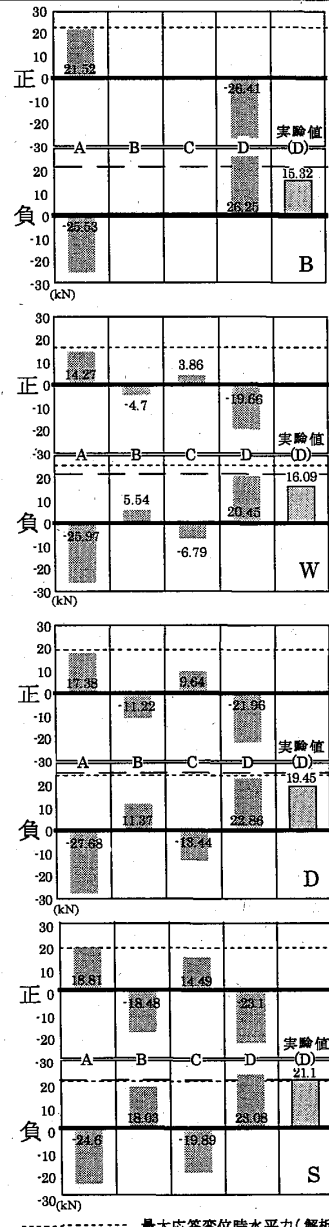


図7 最大応答変位時における柱脚部の引き抜き力(上:正方向下:負方向)

*1静岡大学大学院農学研究科修士課程 学生

*2静岡大学農学部森林資源科学科 助教授・農博

Graduate Student of Shizuoka University

Assoc. Prof. Dept. of Forest Resources Science, Shizuoka University, Dr. Agr.