

斜め方向加力を受ける在来軸組構法箱形模型の地震応答

仮動的試験
偏心

最大応答変位
正負線返し試験
水平構面
合板耐力壁

正会員
○内田 知利^{*1}
正会員
安村 基^{*2}

1. 緒言

本研究は、偏心を有する箱形模型について斜め方向加力の仮動的実験を行い、耐力壁の配置が建築物の地震応答に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

2. 試験体

試験体は、図1に示す実大の1/2縮尺を想定した幅、奥行き共に1828mm、高さ1320mmの在来軸組構法箱形模型で、柱、土台は60×60mm、梁および桁は60×140mmのスギ製材(密度0.38g/cm³、ヤング係数7.02GPa、含水率11.5%)であった。柱を442mm間隔に配置し、柱と横架材の仕口には直径6mm、長さ70mmの丸鋼を挿入した。耐力壁部分には、寸法443×1180mm、厚さ5.5mmのラワン合板(JAS1類1等)を柱および横架材にN25鉄丸釘75mm間隔で釘打ちした。耐力壁端部の柱脚にはホールドダウンボルトを想定した羽子板ボルト(カネシン製SB-E2)を柱の両側に、柱頭には片側にM12ボルトで繋結し、基礎(鉄骨フレーム)および桁材とM12ボルトで繋結した。水平構面には、梁材を442mm間隔に配し、桁材と根太受け金物(カネシン製JH-S204、4-ZN40)により繋結した。443×886mm、厚さ12mmのラーチ合板(構造用合板JAS特類2級)の4周を梁材、桁材および受け材(204材)にN38鉄丸釘75mm間隔で釘打ちした。耐力壁および水平構面の概要を図2に示す。試験体はXおよびY方向構面にそれぞれ4枚、試験体全体で8枚の耐力壁(1枚の長さは442mm)を有し、図2および表1に示すような偏心を持たないS(C)2222から大きく偏心を持つS4400までの4種類を用意した。

3. 試験方法

試験体の土台を反力床に繋結した鉄骨フレームにM12アンカーボルト12本で繋結し、桁端部に試験体の対角方向に水平力を加えた。図1に示すように加力は図4の治具により、てこの原理を用いて行った。てこ上方のロッドを試験体上部と、下方のロッドを油圧式アクチュエータ(島津製作所製150kN、±200mm)と繋結した。ロッドの両端にはユニバーサル・ジョイントを設けた。荷重はアク

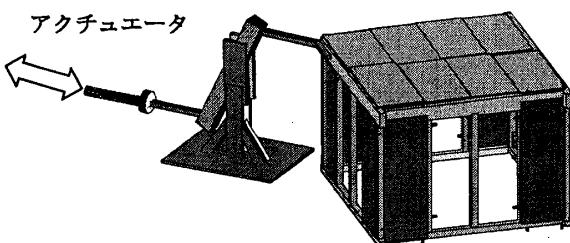


図1. 箱形模型試験体概要(2222)

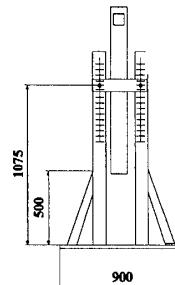


図4. 加力治具(立面図)

Earthquake response of box type model constructed by conventional timber construction method subjected to lateral forces in diagonal direction

UCHITA Kazutoshi and YASUMURA Motoi

チュエータの先端に取り付けたロードセル(TCLM-5B、容量50kN)により測定し、試験体の変位はひずみゲージ式変位変換器にて試験体頂部水平方向、脚部水平方向、脚部鉛直方向の変位を測定した。まず、C2222について、ISO 16670の加力経歴に準拠した正負線返し水平加力試験を行った(Du=60mm)。この結果を基に、S2222、S2420、S3311、S4400について仮動的水平加力実験を行った。試験に用いた地震波は1940年EL Centro NSで、最大加速度が684galになるよう基準化した。これは、X、Y構面への入力がそれぞれ482galであることを想定したものである。入力地震波の時間軸は、模型の相似則(表2参照)を考慮し1/2とした。慣性質量は2t、減衰定数は2%と仮定した。

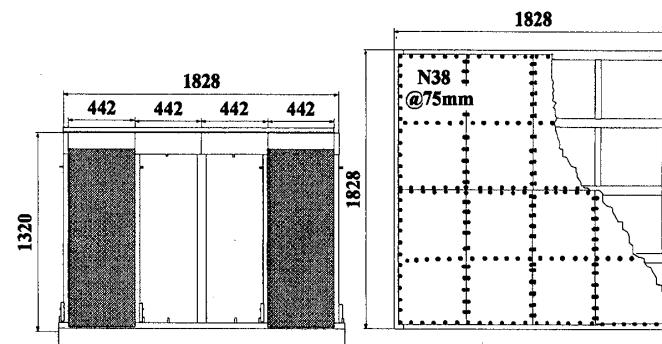


図2. 耐力壁および水平構面の概要

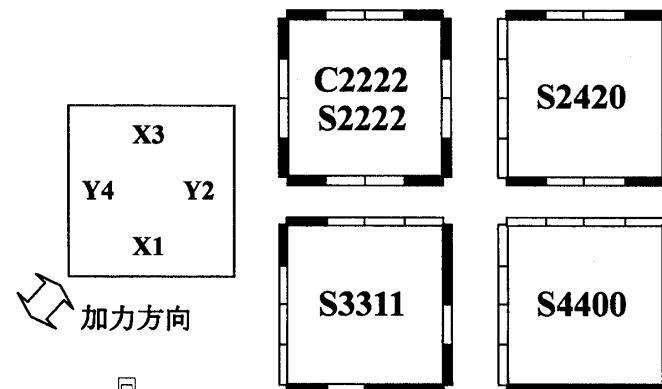


図3. 試験体種類

表1. 各構面における耐力壁数

試験体	X1	Y2	X3	Y4
S(C)2222	2	2	2	2
S2420	2	4	2	0
S3311	3	3	1	1
S4400	4	4	0	0

表 2. 相似則

物理量	相似則 $\lambda = 2$
長さ	$1/\lambda$
密度	1
加速度	1
ヤング係数	1
時間	$1/\lambda$

表 3. 正負繰返し実験結果 (C2222)

構面	初期剛性 K(N/mm)	降伏耐力 Py(kN)	降伏変位 Dy(mm)	最大耐力 Pmax(kN)	最大耐力時変位 Dmax(mm)	終局耐力 Pu(kN)	終局変位 Du(mm)	荷重(kN)
X1	561(574)	2.49(2.41)	5.11(4.85)	4.9(4.82)	22.9(30.8)	4.26(4.30)	22.9(30.8)	3.92(3.79)
Y2	652(706)	2.57(2.64)	4.4(4.57)	4.9(4.82)	23.3(24.5)	4.32(4.45)	23.4(24.6)	3.79(4.07)
X3	552(499)	2.56(2.75)	5.73(5.19)	4.9(4.82)	37.9(53.7)	4.27(4.18)	57.1(53.7)	3.9(3.93)
Y4	489(603)	2.55(2.39)	6.06(5.19)	4.9(4.82)	34.9(55.2)	4.47(4.82)	48.5(55.2)	3.9(4.07)

()内は負の値

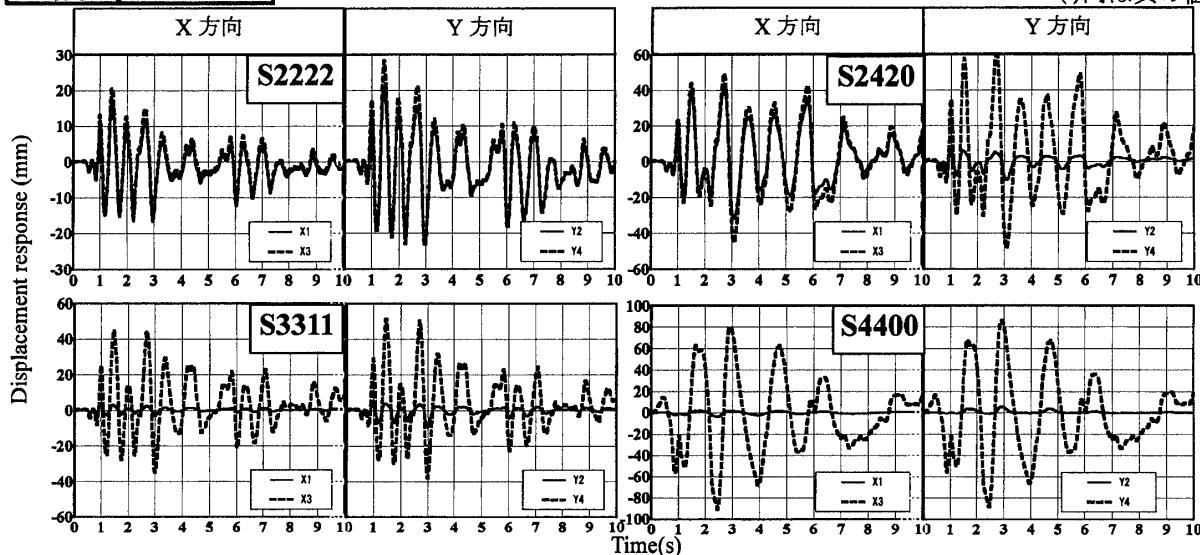


図 5. 仮動的実験結果

4. 結果および考察

正負繰返し実験の結果を表 3 に、仮動的実験における各試験体各構面の応答変位を図 5 に、最大応答変位を表 4 に、最大応答変位時の水平構面の変形を図 6 に示す。図 6 では変形量がわかりやすいように試験体寸法を 1/6 に縮小した。

正負繰返し実験における各構面の変形性状は 1/200 程度までは同様な性状を示したが、その後変形が Y2, Y4 構面に集中し破壊した。仮動的実験において、S2222 では各構面の応答はほぼ同様で、最大応答変位は 17~28mm であった。S2420 では X1, X3 の応答変位はほぼ同様で 42mm より 49mm であったが、Y2 の応答変位は 6.3mm であり、62mm の Y4 は Y2 の 10 倍程度の応答となった。S3311 では X1, X3 の応答変位は 3mm より 45mm、Y2, Y4 の応答変位は 4mm より 51mm で、X3 より Y4 の応答変位は X1, Y2 の約 14 倍となった。S4400 で

は X1, X3 の応答変位は 1.8mm より 80mm、Y2, Y4 の応答変位は 5.5mm より 86mm で、X3 より Y4 の応答変位は X1, Y2 の約 15~40 倍となった。耐力壁が均等に配置された S2222 では、水平構面のせん断変形はほとんど見られず、並進していた。Y 方向のみに偏心を有する S2420 では、若干のせん断変形が見られた。両方向に偏心を有する S3311 より S4400 ではせん断変形は小さく、回転が生じていた。

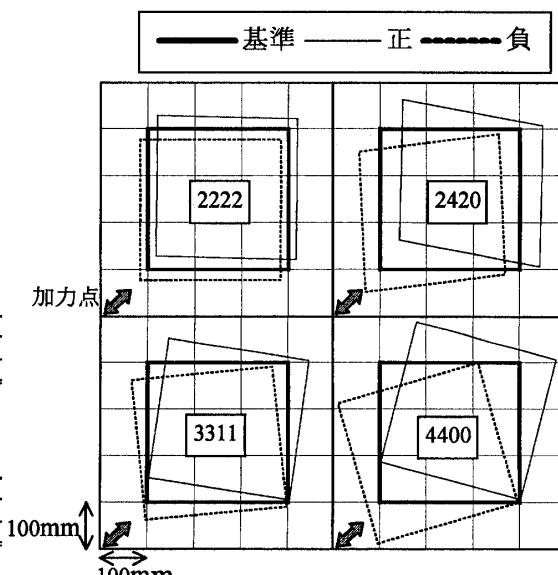


図 6. 水平構面の最大応答変位時の変形

表 4. 最大応答変位の比較

試験体	S2222		S2420		構面	
	最大応答変位(mm)		最大応答変位(mm)			
	+	-	+	-	+	
X1	17.4	-16.8	1.44	2.96	X1	42.7
X3	20.7	-15.8	1.44	2.96	X3	49.4
Y2	21.2	-22.5	1.45	2.95	Y2	6.30
Y4	28.4	-23.6	1.44	2.96	Y4	62.3
試験体	S3311		S4400		構面	
構面	最大応答変位(mm)		最大応答変位(mm)		構面	
	+	-	+	-	+	
X1	2.96	-2.97	1.43	3.00	X1	1.79
X3	44.9	-34.8	1.46	3.00	X3	79.8
Y2	3.96	-9.60	1.40	3.00	Y2	5.57
Y4	51.4	-38.0	1.47	3.00	Y4	86.1

*1 静岡大学大学院農学研究科 大学院生

*2 静岡大学農学部環境森林科学科 教授・農博

Graduate Student, Graduate School of Agriculture, Shizuoka Univ.

Prof., Faculty of Agriculture, Shizuoka Univ., Dr. Agr.