

平成21年度国土交通省補助事業

# 長期優良住宅等実現のための技術基盤 強化を行う事業報告書

## 3階建て木造軸組構法の設計法検証

平成22年3月

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

## 目次

### 第1編 試験体仕様

第1章 実験の目的と概要	1
1.1 実験の目的	3
1.2 実験の概要	3
1.3 実施体制	4
第2章 要素実験	7
2.1 接合部試験	9
2.1.1 試験の内容	9
2.1.2 試験体	9
2.1.3 試験方法	12
2.1.4 試験結果	14
2.2 非構造要素を含む耐力壁試験	21
2.2.1 試験の内容	21
2.2.2 試験体	21
2.2.3 試験方法	31
2.2.4 試験結果	33
2.3 構成材料	88
2.3.1 構成材料の調査概要	88
2.3.2 各構成材料の調査方法および結果	89
2.4 水平構面	96
2.4.1 試験の内容	96
2.4.2 試験体	96
2.4.3 試験方法	103
2.4.4 試験結果	106
第3章 木造3階建住宅の仕様・構造計算書	141
3.1 仕様表、平面図、立面図	143
3.1.1 仕様	143
3.1.2 平面図、立面図	144
3.2 構造図	147
3.2.1 試験体1	147
3.2.2 試験体2	157
3.2.3 試験体3	167
3.2.4 試験体4	177
3.3 構造計算書	187
3.3.1 試験体1	187

3. 3. 2	試験体 2	232
3. 3. 3	試験体 3	277
3. 3. 4	試験体 4	322
第 4 章	施工記録等	367
4. 1	施工日程、施工写真	369
4. 2	試験体重量、積載重量	381
第 5 章	入力波と事前解析	387
5. 1	入力波	389
5. 1. 1	模擬地震動	389
5. 1. 2	入力波への変換方法	392
5. 1. 3	入力変位データ	394
5. 2	有限要素法による解析	396
5. 2. 1	解析モデル	396
5. 2. 2	復元力特性	396
5. 2. 3	入力波	399
5. 2. 4	事前解析の結果	399
5. 3	拡張個別要素法による解析	407
5. 3. 1	はじめに	407
5. 3. 2	解析理論	407
5. 3. 3	解析モデルの概要	407
5. 3. 4	事前解析 1 の結果	413
5. 3. 5	事前解析 2 の結果	419
5. 3. 6	まとめ	407

## 第 2 編 実験結果－1

第 1 章	震動台実験工程	1
1. 1	加振日と実験内容	3
1. 2	計測方法（加速度計、変位計、ひずみゲージ）	7
1. 2. 1	試験体 1	10
1. 2. 2	試験体 2	25
1. 2. 3	試験体 3	38
1. 2. 4	試験体 4	53
1. 3	画像変位計測	66
1. 3. 1	計測方法と高速度カメラ配置および測定精度	66
1. 3. 2	測定位置	67

1. 3. 3	三次元変位計測実施実験	69
1. 3. 4	振動台テーブル変位の画像計測結果と変位計測結果の比較	69
1. 3. 5	画像計測の精度評価	76
1. 3. 6	振動台テーブル加速度の画像計測結果と変位計測結果の比較	78
1. 3. 7	画像変位計測結果 (試験体 1 : 中地震波応答)	80
1. 3. 8	画像変位計測結果 (試験体 2 : 中地震波応答)	88
1. 3. 9	画像変位計測結果 (試験体 3 : 中地震波応答)	96
1. 3. 10	画像変位計測結果 (試験体 4 : 中地震波応答)	104
1. 3. 11	画像変位計測結果 (試験体 1 : 大地震波応答)	112
1. 3. 12	画像変位計測結果 (試験体 2 : 大地震波応答)	120
1. 3. 13	画像変位計測結果 (試験体 3 : 大地震波応答)	129
1. 3. 14	画像変位計測結果 (試験体 4 : 大地震波応答)	137
1. 3. 15	画像変位計測結果 (試験体 3 : X 方向加振大地震波応答)	145
第 2 章	入力実行波と評価	155
2. 1	試験体 3, 4 加振分 (2009. 10. 19)	157
2. 2	試験体 1, 2 加振分 (2009. 10. 26, 27)	157
第 3 章	ステップ波加振による固有振動数と減衰定数	163
第 4 章	地震入力の結果	173
4. 1	試験体 1	175
4. 1. 1	Y 方向 5 % 加振	175
(1)	加速度波形時刻歴波形	175
(2)	層せん断力-層間変位曲線	191
(3)	最大加速度	196
(4)	最大層せん断力	197
(5)	最大層間変位, 最大層間変形角	198
(6)	柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	197
(7)	水平構面の変位時刻歴波形	216
(8)	HD 金物軸力-変位曲線	223
(9)	筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力-変形曲線	236
4. 1. 2	Y 方向 90 % 加振	243
(1)	加速度波形時刻歴波形	243
(2)	層せん断力-層間変位曲線	259
(3)	最大加速度	264
(4)	最大層せん断力	265
(5)	最大層間変位, 最大層間変形角	266
(6)	柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	267

(7) 水平構面の変位時刻歴波形	290
(8) HD金物軸力一変位曲線	301
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力一変形曲線	314
4. 1. 3 Y方向160%加振	321
(1) 加速度波形時刻歴波形	321
(2) 層せん断力一層間変位曲線	337
(3) 最大加速度	342
(4) 最大層せん断力	343
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	344
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	345
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	368
(8) HD金物軸力一変位曲線	379
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力一変形曲線	392
4. 2 試験体2	399
4. 2. 1 Y方向5%加振	399
(1) 加速度波形時刻歴波形	399
(2) 層せん断力一層間変位曲線	415
(3) 最大加速度	420
(4) 最大層せん断力	421
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	422
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	423
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	440
(8) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力一変形曲線	447
4. 2. 2 Y方向90%加振	454
(1) 加速度波形時刻歴波形	454
(2) 層せん断力一層間変位曲線	470
(3) 最大加速度	475
(4) 最大層せん断力	476
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	477
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	478
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	501
(8) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力一変形曲線	512
4. 2. 3 Y方向160%加振	519
(1) 加速度波形時刻歴波形	519
(2) 層せん断力一層間変位曲線	535
(3) 最大加速度	540

(4) 最大層せん断力	541
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	542
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	543
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	566
(8) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力-変形曲線	577

## 第2編 実験結果-2

第4章 地震入力の結果	1
4.3 試験体3	3
4.3.1 Y方向5%加振-1回目	3
(1) 加速度波形時刻歴波形	3
(2) 層せん断力-層間変位曲線	19
(3) 最大加速度	24
(4) 最大層せん断力	25
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	26
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	27
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	42
(8) HD金物軸力-変位曲線	49
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力-変形曲線	64
4.3.2 Y方向5%加振-2回目	71
(1) 加速度波形時刻歴波形	71
(2) 層せん断力-層間変位曲線	87
(3) 最大加速度	92
(4) 最大層せん断力	93
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	94
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	95
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	110
(8) HD金物軸力-変位曲線	117
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力-変形曲線	132
4.3.3 Y方向5%加振-3回目	139
(1) 加速度波形時刻歴波形	139
(2) 層せん断力-層間変位曲線	155
(3) 最大加速度	160
(4) 最大層せん断力	161
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	162

(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	163
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	178
(8) HD金物軸力－変位曲線	185
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	200
4. 3. 4 Y方向112.5%加振	207
(1) 加速度波形時刻歴波形	207
(2) 層せん断力－層間変位曲線	223
(3) 最大加速度	228
(4) 最大層せん断力	229
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	230
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	231
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	252
(8) HD金物軸力－変位曲線	263
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	278
4. 3. 5 Y方向150%加振	285
(1) 加速度波形時刻歴波形	285
(2) 層せん断力－層間変位曲線	301
(3) 最大加速度	306
(4) 最大層せん断力	307
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	308
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	309
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	330
(8) HD金物軸力－変位曲線	341
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	356
4. 3. 6 X方向5%加振	363
(1) 加速度波形時刻歴波形	363
(2) 層せん断力－層間変位曲線	379
(3) 最大加速度	384
(4) 最大層せん断力	385
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	386
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	387
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	402
(8) HD金物軸力－変位曲線	409
4. 3. 7 X方向130%加振	424
(1) 加速度波形時刻歴波形	424
(2) 層せん断力－層間変位曲線	440

(3) 最大加速度	445
(4) 最大層せん断力	446
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	447
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	448
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	469
(8) HD金物軸力-変位曲線	476
4. 3. 8 X方向165%加振	491
(1) 加速度波形時刻歴波形	491
(2) 層せん断力-層間変位曲線	507
(3) 最大加速度	512
(4) 最大層せん断力	513
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	514
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	515
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	536
(8) HD金物軸力-変位曲線	543

## 第2編 実験結果-3

第4章 地震入力の結果	1
4. 4 試験体4	3
4. 4. 1 Y方向5%加振-1回目	3
(1) 加速度波形時刻歴波形	3
(2) 層せん断力-層間変位曲線	19
(3) 最大加速度	24
(4) 最大層せん断力	25
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	26
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	27
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	42
(8) HD金物軸力-変位曲線	47
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力-変形曲線	51
4. 4. 2 Y方向5%加振-2回目	58
(1) 加速度波形時刻歴波形	58
(2) 層せん断力-層間変位曲線	74
(3) 最大加速度	79
(4) 最大層せん断力	80
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	81



(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	82
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	97
(8) HD金物軸力－変位曲線	102
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	106
4. 4. 3 Y方向5%加振－2回目	113
(1) 加速度波形時刻歴波形	113
(2) 層せん断力－層間変位曲線	129
(3) 最大加速度	134
(4) 最大層せん断力	135
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	136
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	137
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	152
(8) HD金物軸力－変位曲線	157
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	161
4. 4. 4 Y方向112.5%加振	168
(1) 加速度波形時刻歴波形	168
(2) 層せん断力－層間変位曲線	184
(3) 最大加速度	189
(4) 最大層せん断力	190
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	191
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	192
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	213
(8) HD金物軸力－変位曲線	222
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	226
4. 4. 5 Y方向150%加振	233
(1) 加速度波形時刻歴波形	233
(2) 層せん断力－層間変位曲線	249
(3) 最大加速度	254
(4) 最大層せん断力	255
(5) 最大層間変位, 最大層間変形角	256
(6) 柱脚・柱頭の変位時刻歴波形	257
(7) 水平構面の変位時刻歴波形	278
(8) HD金物軸力－変位曲線	287
(9) 筋かい歪み時刻歴, 負担せん断力－変形曲線	291
第5章 損傷観察記録	299
5. 1 試験体1	301

5. 1. 1	加振後	301
5. 2	試験体2	334
5. 2. 1	加振後	334
5. 2. 2	解体調査	370
5. 3	試験体3	385
5. 3. 1	加振後	385
5. 3. 2	解体調査	445
5. 4	試験体4	462
5. 4. 1	加振後	462
5. 4. 2	解体調査	491
第6章	まとめ	507
6. 1	実験結果	509
6. 2	実験結果の評価	509
6. 3	結言	512
6. 4	今後の検討課題	512