木質ラーメン工法の耐力試験結果及び水平耐力要素の加算則に関する検討

RACKING TESTS OF WOODEN RIGID FRAME AND THE SIMULATION OF SHEAR-DISPLACEMENT CURVES OF SHEAR ELEMENTS

坂楨義夫 ——— * 1   石川嘉崇 ——— * 2
石垣秀典 ——— * 3   上杉義則 ——— * 4
大橋好光 ——— * 5

Yoshio SAKAMAKI ——— * 1   Yoshitaka ISHIKAWA ——— * 2
Hidenori ISHIGAKI ——— * 3   Yoshinori UESUGI ——— * 4
Yoshimitsu OHASHI ——— * 5

キーワード：
木質ラーメン、接合部、回転バネ、静的弾塑性解析、加算則

Keywords：
Wooden rigid frame, Rigid frame joint, Elasto-plastic spring, Elasto-plastic Static analysis, Shear-displacement curves of shear elements

A new type of moment resisting timber joint has been developed. The joint is made up of steel plates, bolts and steel cotters. The plates and the bolts are embedded with timber element of frame structure. By combining those elements with steel cotters, moment resisting joints can be constructed easily. Static loading tests of the joint have been performed, and results of the tests made it clear that the joint have rotational rigidity and strength required from constructing moment resisting frame. And when we design the structure of wooden residence, we must use the shear elements. So, we simulate of shear-displacement curves of shear elements. In this paper, we show the results.

1. はじめに

近年、狭小間口におけるインナーガレージを有する住宅等に、木質門型ラーメン工法を取り入れた建物が増えている。この場合、構造体を木質門型ラーメン工法のみでのいわゆる純ラーメンで構成することは少なく、建築基準法施行令（以下、施行令という。）及び告示1100号（以下、告示という。）に規定されている軸組等（耐力壁）と混在させて用いることが多い。しかし、このような設計法は、現時点で確立されているとはいえない。

そこで、本報では、次の①～④の結果を示し、構造用合板と木質門型ラーメン工法を住宅に混在させて用いる場合の留意点について、報告する。

- ① 告示に規定されている構造用合板耐力壁の耐力試験を実施した。
- ② 木質門型ラーメン工法の一例について、実大の試験と柱一はり接合部及び柱脚接合部の試験を実施した。
- ③ 柱一はり接合部と柱脚接合部の試験結果から、木質門型ラーメン工法の荷重－変形角関係を解析にて模擬した。
- ④ 構造用合板と木質門型ラーメン工法の耐力の加算方法について検討した。

2. 水平せん断性能試験及び接合部試験

本章では、まず、木造軸組工法住宅で一般的に採用されている構造用合板耐力壁のせん断性能を把握するために、耐力試験を実施し、その結果を示す。（2. 2節）

そして、今回提案する木質門型ラーメン工法の実大試験とその柱一はり接合部及び柱脚接合部の試験を実施し、そのせん断性能を把握することを目的とする。（2. 3節及び2. 4節）

2. 1 剛性及び短期基準せん断耐力の算出方法

住宅の構造設計を許容応力度等計算によって行う場合、施行令及び告示で壁倍率が定められているときの剛性及び許容せん断耐力の算出は、以下によるとされている。¹⁾

$$K=150 \times Pa$$

$$Pa=\text{壁倍率} \times Po \times \text{壁長}$$

ここに、 K : 壁の剛性, Pa : 許容せん断耐力 (N)

$$Po : \text{短期基準せん断耐力} (=1.96 \times 10^3 \text{ N/m})$$

また、短期基準せん断耐力 (Po) の算定は、以下によるとされている。

$$Po=\min(Py, Pu \times (0.2/Ds), Pmax \times 2/3, \text{特定変形時の耐力})$$

ここに、 Py : 降伏耐力, Pu : 終局耐力

Ds : 構造特性係数, $Pmax$: 最大荷重

2. 2 耐力壁の水平せん断性能試験

(1) 試験体と試験方法

試験方法及び試験結果の評価方法は、参考文献¹⁾に示される標準試験法と評価法に準拠した。

本試験で実施した構造用合板耐力壁及び軸組等の試験体緒元を表1(a)、(b)に示す。試験体の外形は、幅 $2P \times$ 高さ $3P$ ($1820\text{mm} \times 2730\text{mm}$) とし、面内せん断試験方法は、無載荷柱脚固定式を採用した。なお、標準試験法では1種類につき試験体数が3体と規定されているが、本報告では1体とした。本試験で採用した載荷スケジュールは、 $1/450\text{rad} \sim 1/50\text{rad}$ まで、標準試験法に準じた設定とした。また、終局時の破壊モードを確認するために $1/15\text{rad}$ を1サイクル、 $1/10\text{rad}$ を0.5サイクル加力した。

本報告の一部は、2007年度日本建築学会大会学術講演梗概集に発表した。

*1 ハウスプラス住宅保証㈱ 評定部長・修士(工学)

(〒105-6126 港区浜松町2-4-1 W.T.C ビル26階)

*2 電源開発㈱茅ヶ崎研究所 上席研究員・博士(工学)

*3 ハウスプラス住宅保証㈱ 評定部・博士(工学)

*4 ハウスプラス住宅保証㈱ 評定部・修士(工学)

*5 武蔵工業大学工学部建築学科 教授・博士(工学)

*1 Houseplus Corporation, Inc., M. Eng.

*2 Senior Researcher, Chigasaki Research Institute, Electric Power Development Co., Ltd., Dr. Eng.

*3 Houseplus Corporation, Inc., Dr. Eng.

*4 Houseplus Corporation, Inc., M. Eng.

*5 Prof., Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.

JAS 構造用合板 厚 12mm		
くぎ	ピッチ	壁倍率
N50	@150mm	2.5

試験体幅：1P×2		
部 位	樹 種	寸 法 (mm)
柱	スプル（集成材）	105×105
は り	ベイマツ（集成材）	105×180
土 台	ペイツガ（製材）	105×105
間 柱	ペイツガ（製材）	27×105

面内せん断試験の荷重－変位関係を図 1 に、試験結果を表 2 に示す。ここで、試験体数が 1 体なので、ばらつき係数等を考慮していないが、告示に示される壁倍率の傾向は、概ね再現できている。

表 2 試驗結果一覽

最大耐力 Pmax	構造特性 係数(Ds)	降伏耐力 Py	Pmax ×2/3	終局耐力 Pu	特定変位 時耐力 (1/120)	参考倍率 (※1)	壁倍率 (※2)
18.12	0.248	10.47	12.08	13.08	12.61	2.93	2.5

※ 2 告示による倍率

(1) 試験体と試験方法

柱－はり接合部は、柱及びはりに埋め込まれた特殊ボルトと金属プレート等特殊ナットで固定し、柱－はり相互のプレートをくさび状の金物で接合した。柱脚部は、柱に埋め込まれた特殊ボルトと柱脚金物を特殊ナットで接合した。

載荷は、はり材の中央高さ位置（材軸位置）に加圧治具を取り付け、その治具と加力装置を連結して行った。加力方法は正負交番繰り返し加力とし、履歴の同一変形段階で3回行った。繰り返し履歴

は見かけのせん断変形角が $1/450$ 、 $1/300$ 、 $1/200$ 、 $1/150$ 、 $1/100$ 、 $1/75$ 、 $1/50\text{rad}$ の正負変形時とし、最大荷重に達した後、最大荷重の 80% 荷重に低下するまで加力するか、試験体の見かけの変形角が $1/15\text{rad}$ 以上に達するまで加力した。なお、見かけの変形角が $1/15\text{rad}$ を超えても最大荷重の 80% まで荷重が低下しない場合には、見かけの変形角 $1/15\text{rad}$ を終局変形角とし、その時の荷重を最大荷重とした。

部 材	種 類	断面(mm)
柱	欧州アカマツ集成材(E120 F345)	120×300
はり	欧州アカマツ集成材(E120 F345)	120×390
柱・はり 接合部	特殊ホルト(S45C)	φ 16×504
		φ 16×294
柱脚接合部	特殊ホルト(S45C)	φ 16×504

図2 接合部金物詳細

図 3(a) 木質門型ラーメン工法の試験体

図 3(b) 木質門型ラーメン工法の試験体と試験装置

写真1 試験体写真

(2) 試験結果

各試験体における荷重－見かけの変形角曲線を図4に、引張側加力時の包絡線を図5に示す。また、試験結果及び短期許容せん断耐力を、それぞれ表4(a)、(b)に示す。

各試験体の荷重－見かけの変形角曲線から、履歴サイクルが終了する1/50radまでは勾配が一樣で弾性的な性状を示していることが分かる。その後1/30rad付近で最大耐力となり、柱脚の接合部破壊による耐力低下で試験終了となる。

試験体の破壊性状は、No.1、No.2、No.3とも柱脚の特殊ボルトが破断している。各試験体とも接合部破壊後急速に耐力の低下を起こすぜい性的な破壊性状を示している。この破壊性状から、特殊ボルトの接合耐力が試験体の最大耐力に大きく関係していると考えられる。柱脚の破壊状況の写真を写真2に、柱脚のボルト破断の荷重ステップを図5の包絡線図中に示す。また、表4(a)の試験結果には試験体の構造特性係数(Ds)を示しており3体の平均値は約0.57である。これは、構造用合板(0.25)と比較してかなり高い数値である。なお、最終的な試験結果として表4(b)に短期許容せん断耐力を算出して示しているが、試験体のぜい性的性状を反映して構造特性係数(Ds)により決定される耐力($P_u \times 0.2/D_s$)が短期基準せん断耐力として採用されている。このとき、短期基準せん断耐力の算出には、ばらつき係数を乗じている。

図4 荷重－見かけのせん断変形角関係

図5 No.1、No.2、No.3 包絡線

表4(a) 試験結果一覧

項目	試験体記号	No.1	No.2	No.3
最大荷重(kN)	P_{max}	61.56	62.30	59.95
最大荷重の2/3(kN)	$2/3P_{max}$	41.04	41.53	39.97
最大荷重時の γ ($\times 10^{-3}$ rad)		36.13	34.74	30.45
降伏耐力(kN)	P_y	32.88	32.32	32.55
降伏変形角($\times 10^{-3}$ rad)	γ_y	10.71	10.69	11.83
終局耐力(kN)	P_u	57.54	57.40	56.78
終局変形角($\times 10^{-3}$ rad)	γ_u	42.93	44.18	34.88
初期剛性(kN/($\times 10^{-3}$ rad))	K	3.07	3.02	2.75
降伏点変形角($\times 10^{-3}$ rad)	γ_v	18.75	18.98	20.64
塑性率	μ	2.29	2.33	1.69
構造特性係数	D_s	0.53	0.52	0.65

表4(b) 短期基準耐力の算出

試験体	P_y (kN)	$2/3P_{max}$ (kN)	$P_u/D_s \cdot 0.2$ (kN)	1/120時耐力 (kN)
No.1	32.88	41.04	21.77	27.10
No.2	32.32	41.53	21.95	26.64
No.3	32.55	39.97	17.52	23.90
短期基準せん断耐力算出に用いる数値 (No.1-No.3平均値 $\times$ ばらつき係数)	32.25	40.43	19.18	24.84

※短期基準せん断耐力は、 $P_u/D_s \cdot 0.2$ で決定されている。

写真2 柱脚の破壊状況

2. 4 柱－はり接合部及び柱脚接合部の水平加力試験

(1) 試験体と試験方法

柱－はり接合部は、木質門型ラーメン工法で採用した柱及びはり部材を特殊ボルトと金属プレート及び特殊ナットで留め付けている。柱脚試験体は、柱と柱脚金物を特殊ボルトと特殊ナットで留め付けた接合部である。各試験体の部材一覧を表5に示す。また、各試験体の全体図を図6(a)、(b)に示す。試験体数は柱－はり接合部及び柱脚接合部とも3体とした。

柱－はり接合部試験は、はり材を試験装置に固定し、柱材の上部中央に加力装置を取り付けて水平载荷を行った。また柱脚接合部試験は、柱脚金物を試験装置に固定し、载荷方法は柱－はり接合部試験と同様とした。ここで、加力の方法は、両試験とも木質門型ラーメンの試験と同様とした。

(2) 試験結果

柱一はり接合部試験体の引張側加力時の包絡線を図7に、柱脚接合部試験体の引張側加力時の包絡線を図8に示す。また、これらの包絡線を参考文献¹⁾の評価法によって完全弾塑性型にモデル化して求めた構造特性値を表6及び表7に示す。図7、図8には、この完全弾塑性型の履歴を同時に示す。

柱一はり接合部試験体は、最大耐力に達した後も金属プレートの変形で回転角を吸収するじん性的な破壊性状を示した。一方、柱脚試験体は、柱と柱脚金物を接合する特殊ボルトが破断して最大耐力に達するぜい性的な破壊性状を示した。この破壊性状は、木質門型ラーメン工法の実大の水平加力試験結果と同様の傾向が見られた。

図 6(a) 柱一はり接合部試験体

図 6(b) 柱脚接合部試験体

表 5 試験体の部材一覧

試験体	種類		断面(mm)
柱一はり接合部	梁	欧州アカマツ集成材(E120 F345)	120×390
	柱	欧州アカマツ集成材(E120 F345)	120×300
	金物	特殊ボルト(S45C)	φ 16×504
		金属プレート(S45C)	φ 16×294
		特殊ナット(S45C)	88×130
柱脚接合部	柱	欧州アカマツ集成材(E120 F345)	φ 25×17
	金物	特殊ボルト(S45C)	φ 16×504
		柱脚金物(S45C)	120×300
		特殊ナット(S45C)	φ 25×17

図 7 柱一はり接合部包絡線

図 8 柱脚接合部包絡線

表 6 構造特性値一覧 (柱一はり接合部)

項目	試験体記号	柱一はり No.1	柱一はり No.2	柱一はり No.3	平均
最大モーメント(kN・m)	Mmax=	44.45	43.32	43.47	43.74
最大モーメントの2/3(kN・m)	2/3Mmax=	29.63	28.89	28.98	29.16
Mmax時のθ(×10 ⁻³ rad)		31.63	33.53	35.03	33.39
降伏曲げ耐力(kN・m)	My=	25.46	23.96	22.35	23.92
降伏回転角(×10 ⁻³ rad)	θy=	7.04	6.51	7.75	7.10
終局曲げ耐力(kN・m)	Mu=	41.13	39.98	39.92	40.34
終局回転角(×10 ⁻³ rad)	θu=	57.73	56.16	60.71	58.20
初期剛性(kN・m)/(×10 ⁻³ rad)	K=	3.61	3.68	2.89	3.39
降伏点回転角(×10 ⁻³ rad)	θv=	11.38	10.87	13.84	12.03
塑性率	μ=	5.07	5.17	4.39	4.87
構造特性係数	Ds=	0.33	0.33	0.36	0.34

表 7 構造特性値一覧 (柱脚接合部)

項目	試験体記号	柱脚 No.1	柱脚 No.2	柱脚 No.3	平均
最大モーメント(kN・m)	Mmax=	54.57	53.08	55.8	54.48
最大モーメントの2/3(kN・m)	2/3Mmax=	36.38	35.39	37.2	36.32
Mmax時のθ(×10 ⁻³ rad)		35.07	31.48	41.91	36.15
降伏曲げ耐力(kN・m)	My=	30.79	27.28	29.21	29.09
降伏回転角(×10 ⁻³ rad)	θy=	12.56	9.4	10.92	10.96
終局曲げ耐力(kN・m)	Mu=	50.89	51.11	51.11	51.03
終局回転角(×10 ⁻³ rad)	θu=	39.9	34.08	43.55	39.17
初期剛性(kN・m)/(×10 ⁻³ rad)	K=	2.45	2.9	2.68	2.67
降伏点回転角(×10 ⁻³ rad)	θv=	20.77	17.61	19.1	19.16
塑性率	μ=	1.92	1.94	2.28	2.04
構造特性係数	Ds=	0.59	0.59	0.53	0.57

3. 静的弾塑性解析

本章では、柱一はり接合部及び柱脚接合部の試験結果を用いて、木質門型ラーメン工法の荷重－変形角関係を簡易な解析モデルで追跡することを目的とする。

3. 1 解析モデル及び解析方法

解析モデルは、柱一はり接合部及び柱脚接合部の試験結果のモーメント－回転角関係を完全弾塑性型にモデル化した結果を用いて、そのスケルトンカーブを決定する。

モーメント－回転角関係をトリリニア型とし、第一折れ点は降伏点、第二折れ点は終局点をそれぞれ採用する。採用した回転バネの緒係数を表7にまとめて示す。表8には、解析モデルに用いた断面性能を示す。柱及びはり部材の曲げ・せん断・軸力成分を弾性の線材、接合部について、柱一はり接合部及び柱脚とも回転バネを弾塑性とした平面門型フレームとする。また、本モデルのスケルトンカーブを図9に示す。柱脚の支持条件は、回転以外は、固定とする。

ここで、この解析モデルの略図を図10に示す。解析方法は荷重増分解析法を採用し、層間変形角で1/10に達するか、層せん断力が最大荷重に達するまで荷重を与える。

3. 2 解析結果及び考察

解析結果の荷重－変形角関係と実大試験の木質門型ラーメン工法の荷重－変形角関係の包絡線を重ねて図11に示す。図11から解析結果は、試験結果を概ね追跡できていることを確認した。しかし、解析の最大耐力は、試験結果より大きく評価している。今後、この原因を考察したい。

この解析結果から、住宅に今回提案する木質門型ラーメン工法を用いる場合、柱一はり接合部及び柱脚接合部の各々の要素試験結果から簡易な解析モデルで木質門型ラーメンの荷重－変形角関係をある程度、推定できると考える。

表 7 回転バネの緒係数

	柱一はり接合部	柱脚接合部
初期剛性 (kNm/rad)	3414	2645
降伏耐力 (kNm)	23.9	29.1
最大耐力 (kNm)	43.7	54.5
第二勾配の剛性低下率	0.264	0.384
第三勾配の剛性低下率	0.001	0.001

表 8 断面性能一覧表

		梁	柱
断面積	A (mm ²)	4.68×10 ⁴	3.60×10 ⁴
断面 2 次	Iz (mm ⁴)	5.93×10 ⁸	2.70×10 ⁸
モーメント	Iy (mm ⁴)	5.61×10 ⁷	4.32×10 ⁷
弾性係数	Eb(kN/mm ²)	10	10
接合部剛性	K(kN・mm/rad)	3.39×10 ⁶	2.67×10 ⁶

図9 柱-はり接合部・柱脚接合部のモデル化

図10 解析モデル図

図11 荷重-変形角関係

4. 耐力要素の加算

4.1 概要

木造住宅を許容応力度計算で構造設計をする際に、それぞれの耐力要素の許容せん断耐力の和を住宅全体の耐力とする手法が、多く行われている。本章では、この手法が、木質門型ラーメン工法と構造用合板を混在させた住宅の構造設計に採用可能かを探ることを目的とする。

4.2 検討方法

まず、住宅全体としての耐震性能を把握するために、木質門型ラ

ーメン工法に負担させる応力の割合を変化させて、試験結果の各耐力要素の同一変形角における荷重を足し合わせる。

そして、各々の耐力要素の短期基準せん断耐力の単純加算と耐力要素の同一変形角で荷重を加算した荷重 (P) - 変形角 (γ) 関係から完全弾塑性型にモデル化した後に、参考文献¹⁾の評価方法により算出した短期基準せん断耐力 (以下、「層としてのせん断耐力の算出方法」と呼ぶ) とを比較する。

次に、木質門型ラーメン工法の応力の負担割合を 50%程度と想定して、住宅に構造用合板と今回提案している木質門型ラーメン工法を 1 : 1 の割合で混在して用いる場合を考える。そして、各々の耐力要素 P-γ 関係と層としてのせん断耐力の算出方法による P-γ 関係について考察する。

さらに、これら耐力要素を 1 : 1 の割合で並列につないで、静的増分解析を実施する。このとき木質門型ラーメンのモデル化は、3.1で述べた通りとした。また、構造用合板のスケルトンカーブは、降伏点 P_y を折れ点とする完全弾塑性型とした。

4.2 結果

まず、表 9 に同一変形角からの耐力算出と耐力の単純加算の結果を示す。すべての割合において、単純加算の耐力が耐力を高く評価している。また、このとき構造用合板耐力壁の混在割合を高くした場合の方が、耐力を高く評価する傾向にある。逆に、木質門型ラーメン工法の比率を高くしていくと単純加算と同一変形角での耐力算出は、近似する傾向にある。

次に、図 12(a)に今回実施した試験の構造用合板耐力壁及び木質門型ラーメン工法の P-γ 関係の包絡線を示す。さらに、同一変形角における荷重を足し合わせた P-γ 関係を同図に合わせて示す。また、それぞれの P-γ 関係を完全弾塑性モデルに置換した結果を図-12(b)に示す。なお、ここで用いる P-γ 関係については、試験体数の関係からばらつき係数及び低減係数は、乗じていない。木質門型ラーメン工法については、統計処理前の No.1 の結果のみを示した。このときの混在の割合は、1 : 1 である。同時に、図 12(a)に、静的弾塑性解析の結果を示した。ここに示す解析結果は、概ね試験結果を追跡していると考えられる。

4.3 考察

今回の試験結果から構造用合板の P_o の決定要因は、 P_y である。また、木質門型ラーメン工法の P_o の決定要因は、 $P_u \times (0.2/D_s)$ である。このように P_o の決定要因が異なる耐力を加算して、住宅の耐力を算出する方法は、各耐力要素が破壊するときの変形状態において、各耐力要素が負担する水平せん断力の和として求める必要がある。各々の耐力要素の単純加算のみのでは、住宅の耐力を危険側で設計をする可能性がある。

また、変形角 γ のクライテリアを 1/150 と設定すると木質門型ラーメン工法部の許容耐力は、ラーメン工法部の終局耐力の 40%程度の低いところに決定されており耐力として有効に寄与していない。純ラーメン工法で住宅を設計するには、変形角に十分注意する必要がある。同時に P-γ 関係から終局耐力の高い木質門型ラーメン工法とそれ以外の耐力壁を組み合わせる住宅を設計する際は、耐力要素の組み合わせ方に工夫が必要になる。

さらに、耐力要素の単純加算で住宅を設計する際には、木質ラーメン工法の応力負担の割合を想定して木質門型ラーメンを配置する

必要がある。住宅の層としての構造特性に十分配慮する必要がある。

表 9 セン断耐力の単純加算と層としてのせん断耐力の比較

ケース	混在させる割合 ラーメン	合板	Pmax	Ds	Py	Pmax × 2/3	Pu × (0.2/Ds)	γ _特	P0	単純加算 (kN)	耐力比
A	1	1	78.87	0.486	41.60	52.58	30.31	37.35	30.31	32.24	0.94
B	1	2	96.60	0.431	49.12	64.40	40.74	54.30	40.74	42.71	0.95
C	1	3	114.42	0.409	58.74	76.28	50.51	69.84	50.51	53.18	0.95
D	1	4	132.24	0.380	66.98	88.16	62.06	90.64	62.06	63.65	0.98
E	1	5	150.05	0.376	76.64	100.04	71.30	104.91	71.30	74.12	0.96
F	1	6	167.87	0.373	86.46	111.91	80.54	119.16	80.54	84.59	0.95
G	1	7	185.69	0.371	96.33	123.79	89.75	133.38	89.75	95.06	0.94
H	1	8	203.51	0.369	106.52	135.67	99.05	147.82	99.05	105.53	0.94
I	1	9	221.33	0.367	117.12	147.55	108.45	162.60	108.45	116.00	0.93
J	1	10	239.14	0.365	127.72	159.43	117.85	177.38	117.85	126.47	0.93
K	2	1	140.32	0.501	74.28	93.55	52.28	63.22	52.28	54.01	0.97
L	3	1	201.77	0.512	107.19	134.51	73.92	88.31	73.92	75.78	0.98
M	4	1	263.22	0.515	139.53	175.48	95.79	113.99	95.79	97.55	0.98
N	5	1	324.67	0.518	172.33	216.45	117.61	139.53	117.61	119.32	0.99
O	6	1	386.12	0.520	205.22	257.41	139.43	165.06	139.43	141.09	0.99
P	7	1	447.57	0.521	238.12	298.38	161.24	190.60	161.24	162.86	0.99
Q	8	1	509.02	0.522	271.01	339.35	183.06	216.14	183.06	184.63	0.99
R	9	1	570.47	0.523	303.94	380.31	204.87	241.67	204.87	206.40	0.99
S	10	1	631.92	0.524	336.99	421.28	226.68	267.18	226.68	228.17	0.99

記号 Pmax : 最大耐力 (kN)
Ds : 構造特性係数
Py : 降伏耐力 (kN)
Pu : 終局耐力 (kN)
γ_特 : 特定変形角時の耐力 (=1/120)
P0 : 短期基準せん断耐力 (kN)

図 12(a) 試験の P-γ 関係と解析の P-γ 関係

図 12(b) 完全弾塑性モデル

5. まとめ

- ① 告示に示された構造用合板耐力壁の荷重 - 変形関係などの基礎データを示すことができた。
- ② 木質門型ラーメン工法の 1 つの方法を示すことができた。
- ③ 木質門型ラーメン工法の応力解析の 1 つの手法について示すことができた。
- ④ 構造用合板と木質門型ラーメン工法を 1 つの住宅で混在させた場合の耐力評価法に関する一例を示すことができた。
- ⑤ 門型ラーメン工法の終局耐力は大きな値を示すが、許容耐力は、それよりもかなり小さい値で決定されることが分かった。
- ⑥ 木質門型ラーメン工法と構造用合板耐力壁を混在させて住宅を設計する場合、それぞれの耐力要素の剛性及び許容耐力の設定は、住宅としての変形角のクライテリアを設定したうえで決定する必要がある。
- ⑦ 今回の木質門型ラーメン工法の試験及び解析結果は、長期荷重を考慮していないので、今後の検討課題としたい。

(謝辞) 本報告をまとめるにあたり、多大なるご協力をいただきました (株) 原工務店に深く感謝の意を表します。

(参考文献)

- 1) 木造軸組工法住宅の許容応力度設計 (財) 日本住宅・木材技術センター
- 2) 建築技術 2007 年 5 月号 特集 木質ラーメン構法で住宅をつくる
- 3) 大橋好光他: 集成材による柱-梁接合部の強度実験 (その 7~その 9) 日本建築学会大会学術講演梗概集 1994 年 C 分冊, pp.45-50
- 4) 坂田弘安他: ドリフトピン・ハンガー接合システムを用いた木質半剛接合部の力学的挙動に関する研究 (その 1~2) 日本建築学会大会学術講演梗概集 2006 年 C 分冊, pp.125-129
- 5) 小松幸平他: 雄ネジタイプのラグスクリーボルトを用いた木質ラーメン構法の開発 (その 1~2) 日本建築学会大会学術講演梗概集 2006 年 C 分冊, pp.131-134

[2007年10月18日原稿受理 2007年12月10日採用決定]