

木造中高層分野促進のための耐力壁設計法の開発

令和7年度 都市木造建築技術実証事業 成果報告会

(一社) 日本ツーバイフォー建築協会 20260303

1. 耐力壁の設計法について（枠組壁工法建築物構造計算指針より）

1. 耐力壁の設計法の概要

告示1540 第五に掲げる仕様と異なる仕様（材料は同一のものとする）の耐力壁について、壁倍率によらずに降伏耐力を接合部の特性値等から計算で求める場合に用いることを想定している。ただし、第五に掲げる仕様の耐力壁に適用することも可能である。

2. 無開口耐力壁（例）の降伏せん断耐力（ Q_0 ）

$$Q_0 = q \cdot s \cdot \frac{L}{l_0}$$

ここに、 Q_0 ：無開口耐力壁の降伏せん断耐力（N）

l_0 ：基準パネルの長さ（mm）

q ：3.3.1項に示すくぎ等接合部の1面せん断降伏耐力（N）

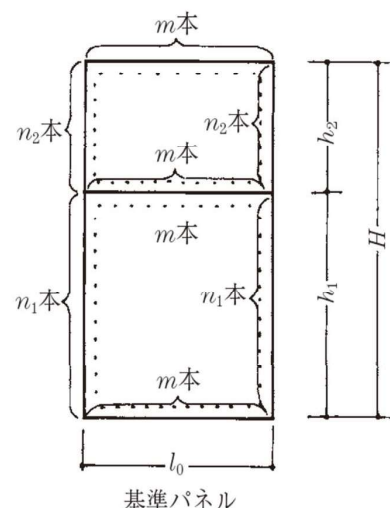
s ：くぎの本数により定まる数値で、下式により求める。

$$s = \min\left(m-1, (n_1-1)\frac{l_0}{h_1}, (n_2-1)\frac{l_0}{h_2}\right)$$

h_1, h_2 ：面材の高さ（mm）

m, n_i ：基準パネルの長さ方向及び高さ方向の面材外周部におけるくぎ本数。ただし、面材の左右または上下でくぎ本数が異なる場合は、それぞれの数値の小さいほうの値をとる。

$$m = \min(m_i \text{ 上}, m_i \text{ 下}) \quad n_i = \min(n_i \text{ 左}, n_i \text{ 右})$$



2. 実証事業の目的

背景：木造建築物の中高層化により高倍率耐力壁が必要とされている。

1) 面材と枠材のくぎ接合部のせん断耐力から計算による耐力壁の設計法の課題

- ① 中高層化により対応建物範囲が拡大しているため使用部材や耐力壁高さ関係の設計ガイドラインを定める必要がある。
- ② 近年構造用面材も多様化していることに伴い、対応面材の追加を行い計算による耐力壁の設計範囲を拡大し高倍率化対応の要望がある。

2) 高倍率耐力壁の運用上、耐力壁試験による仕様で設計する方法の課題

耐力壁試験による仕様を利用して設計する方法が取られているが試験を行った設計者のみが利用しており一般化されにくい。

3) 本事業の方向性について

- ① 耐力壁の設計法をより安全で容易に利用できるようなガイドラインを整備し、新たな面材を追加することで高倍率耐力壁を設計者の多くが利用が可能とする。
- ② 木造化のメリットが大きい5階～6階建ての中層木造の普及を推進する。

3

3. 耐力壁計算に必要なパラメーター資料

仕様	t	l0:L	h1	α	β	fs	釘	釘	m	n	q	Q1h	Q1v	Q2	Qa	Kd	Kd · Qa
	厚さ	幅	高さ	開口幅	開口高	面材 せん断	仕様	間隔	横	縦	釘 せん断	N	N	N	N	0.860	N
	9	910	2,730	0	0	3.2	CN50	50	19	56	590	10,620	10,814	26,208	10,620	0.860	9,133

	L	間隔				
m=	910	50	=	18	+1	= 19
n=	2,730	50	=	55	+1	= 56
s(h)	m					= 18
	19	1				
s(v)	n		10	h1		= 18.33
	56	1	× 910	2,730		
Q1(h)=	q	sh	L	l0		
	590	× 18	× 910	910		= 10,620
Q1(v)=	q	sv	L	l0		
	590	× 18.33	× 910	910		= 10,814
Q2=	fs	L	t			
	3.2	× 910	× 9			= 26,208

表 3.3.19 各種面材のせん断弾性係数及びせん断強度

ボードの種類	せん断弾性係数 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	
		平均値	耐力壁設計用
構造用合板 (ラワン)	400	9.8	3.2
構造用合板 (ベイマツ)	600	9.8	3.2
構造用パネル	1,400	6	2
硬質木片セメント板	1,300~1,700	2.5	0.8
普通せっこうボード 強化せっこうボード	700	0.8	0.26

表 3.3.9 各種面材を側材とするくぎ接合部の1面せん断降伏耐力

面材の種類	くぎの種類	面材の厚さ (mm)	降伏せん断耐力 (N)								
			D Fir-L	Hem-Fir	S-P-F	JS I	JS II	JS III			
構造用合板 構造用パネル	BN50	9	490	480	470	/					
		12	560	550	530						
		15	630	610	590						
		18	630	610	590						
		BN65	9	620	610				590		
			12	690	670				650		
	15		770	750	730						
	CN50 CNZ50	18	820	790	770						
		9	620	610	590				590	570	600
		12	690	670	650				660	630	660
		15	770	750	730				740	710	750
		CN65 CNZ65	18	820	790				770	780	740
9			760	740	720	730	690	730			
12	830		810	790	800	760	800				
CN65 CNZ65	15	920	900	880	890	850	890				
	18	1020	990	960	970	920	980				
	せっこうボード	GNF40	12.5	200	200	200	200	190	200		
15			210	200	200	200	200	200			
GNF50		12.5	210	210	210	210	210	210			
		15	230	220	220	220	210	220			
強化せっこうボード		GNF40	12.5	230	230	220	220	220	220		
			15	230	230	230	230	220	230		
GNF50	12.5	250	250	240	240	240	240				
	15	250	250	250	250	240	250				

4

4. 既往の研究による各種面材による計算と実験の比較

■ 検討対象面材 追加予定面材

1 構造用MDF	9mm CN50
2 構造用パーティクルボード	9mm CN50
3 構造用合板 (スギ)	9mm CN50
4 構造用合板 (ラーチ)	9mm CN50
5 構造用合板 (スギ)	12mm CN65
6 構造用パネル4 級	9.5mm CN50
7 構造用パネル3 級	11.1mm CN50
8 構造用パネル3 級	11.1mm CN65

■ くぎ一面せん断試験結果を表3に示す。

表3 くぎ接合部一面せん断試験結果

		50%下限値(kN/nail)		
		1mm	Py	Pu
1	MDF9mm CN50	0.792	0.677	1.086
2	PB9mm CN50	0.884	0.754	1.194
3	PW(SG)9mm CN50	0.609	0.563	0.915
4	PW(Larch)9mm CN50	0.726	0.633	1.068
5	PW(SG)12mm CN65	0.889	0.930	1.672
6	OSB 4級 CN50	0.782	0.661	1.071
7	OSB 3級 CN50	0.761	0.672	1.100
8	OSB 3級 CN65	1.003	0.832	1.014

備考：試験体数6体での50%下限値は 平均値から標準偏差の0.297倍を引いて算出した。

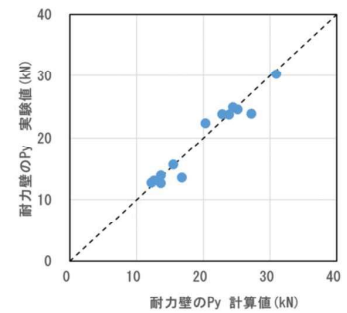


図3 降伏耐力の計算値と実験値 比較

■ 耐力壁の降伏耐力 P_{ywall} 及び終局耐力 P_{uwall} の計算幅910mm×高さ2420mmの面材を用い壁長さ1820mmの耐力壁である。耐力壁の降伏耐力 P_{ywall} は、くぎ間隔100mmの場合、くぎ接合部の降伏耐力 P_y の9倍、くぎ間隔50mmでは18倍とした。またくぎ接合部の終局耐力 P_u を用い、降伏耐力と同様の方法で耐力壁の終局耐力 P_{uwall} も算出した。枠組壁工法の耐力壁仕様を表4に示す。

表4 枠組壁工法の耐力壁仕様

No.	面材種類	厚さ (mm)	くぎ種類	外周部くぎ間隔 (mm)
1	構造用合板2級(スギ)	12	CN65	100
2	OSB 3級	12	CN50	100
3	OSB 3級	12	CN65	100
4	構造用MDF	9	CN50	100
5	構造用PB	9	CN50	100
6	構造用PB受材仕様	9	CN50	100
7	構造用合板2級(スギ)	9	CN50	50
8	構造用合板2級(ラーチ)	9	CN50	50
9	OSB 4級	9	CN50	50
10	OSB 3級	12	CN50	50
11	OSB 3級	12	CN65	50
12	構造用MDF	9	CN50	50
13	構造用PB	9	CN50	50

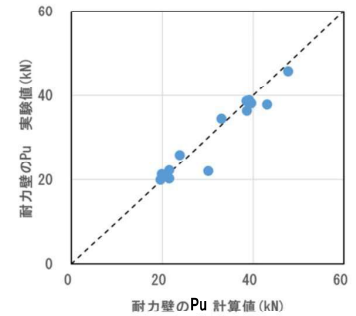


図4 終局耐力の計算値と実験値の比較

■ 計算値と面内せん断試験の結果

耐力壁の面内せん断試験は1/50radまで正負3回繰り返しを行っているため、一部実験値が小さい結果となっているものもあるが、概ね降伏耐力、終局耐力ともくぎ接合部の一面せん断試験から計算した値と一致する結果となった。図3, 4

岡部 服部 小谷 くぎ接合部一面せん断試験結果を用いた高耐力仕様枠組壁工法耐力壁の降伏耐力の計算 22129
日本建築学会大会学術講演梗概集 (中国) 2017 年 8 月

5

5. WGにおける検討課題および検証試験計画

耐力壁設計WGにおける検討課題

- ①新たな面材の追加、パーティクルボード・MDF、9、12、20mm
- ②たて枠材の使用範囲、10倍超で集成材たて枠を採用した場合の壁性能の確認
- ③整理方針としては、面材、枠材、くぎ、の組み合わせを検討する。
- ④耐力壁設計法による設計耐力壁の高さの条件の整理

* 以下は本事業以降の検討となる

- ⑤くぎせん断試験についてロケット型試験と実態では面材が枠材から離れる現象（摩擦）が考慮されていないことに関して日本工業大学（那須研究室）にて今までに検証いただいた、研究資料及び今後の実験によりせん断試験の評価法について確認を行う。
- ⑥パネル施工時における突合せ接合方法の適応範囲

現状	5倍までは	2 CN90@300で接合している
	5超10倍までは	2 CN90@200で接合している

 新面材について突合せ接合の確認を行う。

6

6. 本実証事業における試験計画

① 新規面材を採用した耐力壁面内せん断試験の実施

利用する面材

構造用合板	9、12、24	3種
構造用パーティクルボード	9	1種
一般パーティクルボード	12、20	2種
構造用MDF	9	1種
一般MDF	12、20	2種

使用する枠材

10倍を超える場合			
両端たて枠 中間合板継ぎ手	スプルス・オウシュウアカマツ集成材	406	
上下枠	ベイマツ集成材	204、206	
10倍以下はすべての部位	SPF	204、206	

使用するくぎ

面材厚 9 mm の場合	CN50	枠材204、
面材厚 12mm 以上の場合	CN65・75	枠材206、406
下枠留付くぎ10倍を超える場合	アンカーボルト+木質構造用ねじ	

7

7. 耐力壁試験実施内容

①新規対応面材の追加、既存面材厚さ拡大、面材以外の周辺部材の選定等を行うため下記仕様で耐力壁試験を実施した。

NO	壁倍率	試験体数	面材		面材	くぎの種類	外周くぎピッチ	内周くぎピッチ	端部たて枠		合板継ぎ手たて枠		頭つなぎ		上下枠		試験体高さ
			材種	厚さ					材種	規格	材種	規格	材種	規格	材種	規格	
①	8.1	1	合板	12	片面	CN50	50	200	スプEW	204	スプEW	204	DFEW	204	DFEW	204	2450
②	8.4	1	合板	12	片面	CN65	50	200	スプEW	406	スプEW	406	DFEW	206	DFEW	206	2450
③	12.5	3	合板	24	片面	CN75	50	200	スプEW	406+206	スプEW	406	DFEW	206	DFEW	206	2450
⑤	7.0	1	PB	9	片面	CN50	50	200	SPF	204	SPF	204	SPF	204	SPF	204	2450
⑥	8.8	1	PB	12	片面	CN65	50	200	スプEW	406	スプEW	406	DFEW	206	DFEW	206	2450
⑦	9.0	3	PB	12	片面	CN65	50	200	スプEW	406	スプEW	406	DFEW	206	DFEW	206	6098
⑧	13.4	3	PB	20	片面	CN75	50	200	スプEW	406+206	スプEW	406	DFEW	206	DFEW	206	2450
⑨	7.7	1	MDF	9	片面	CN50	50	200	SPF	204	SPF	204	SPF	204	SPF	204	2450
⑩	13.8	3	MDF	20	片面	CN75	50	200	スプEW	406+206	スプEW	406	DFEW	206	DFEW	206	2450

8

8. 本事業における成果

5 - ①新たな面材の追加、パーティクルボード⑤⑥⑧・MDF⑨⑩

新規の面材の性能については下記の通り、既往研究と整合する性能となった。
本験は片面仕様であるため両面となった場合は10倍を超えてくるため、枠材の仕様は本試験の仕様に準ずる必要がある。

面材	厚さ mm	試験体	壁倍率	(a) 降伏耐力 Py (kN)	(b) Pu・0.2・ $\sqrt{\mu 2-1}$ (kN)	(c) 2/3・Pmax (kN)	(d) $\gamma_0=1/150rad$ (kN)
		NO					
パーティクル ボード	9	⑤	7.0	25.3	25.0	28.7	28.4
	12	⑥	8.8	31.5	40.9	35.9	41.4
	20	⑧	13.5	48.1	63.4	55.1	57.5
MDF	9	⑦	7.7	27.6	29.7	32.1	36.1
	20	⑩	13.8	49.3	64.2	56.8	56.8

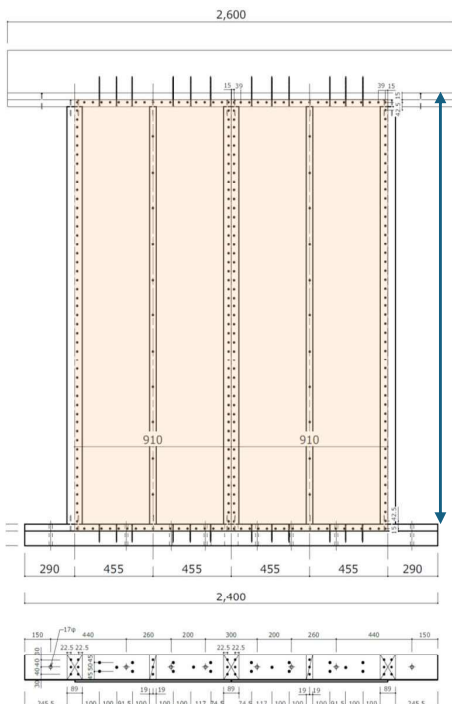
5 - ④耐力壁設計法によるの設計耐力壁の高さの条件の整理

本壁試験の内

⑥⑦ 試験体図仕様 普通パーティクルボード12mm くぎCN65 206枠材集成材
高さ：2450と6098の試験体で試験を実施したところ、従来の計算方法の高階高耐力壁に対する適用の妥当性が概ね確認された。ただし、高い壁で柱脚が破壊して面外に変形したことは今後原因等の検討を要する。また、周辺部材の仕様等は試験体の仕様を参考に検討を進める。

5 - ④耐力壁設計法によるの設計耐力壁の高さの条件の整理

⑥試験体図 普通パーティクルボード12mm くぎCN65 206枠材集成材



1. 試験体仕様

普通パーティクルボード 12mm 2415×910
くぎ仕様 CN65 外周部@50内部@200

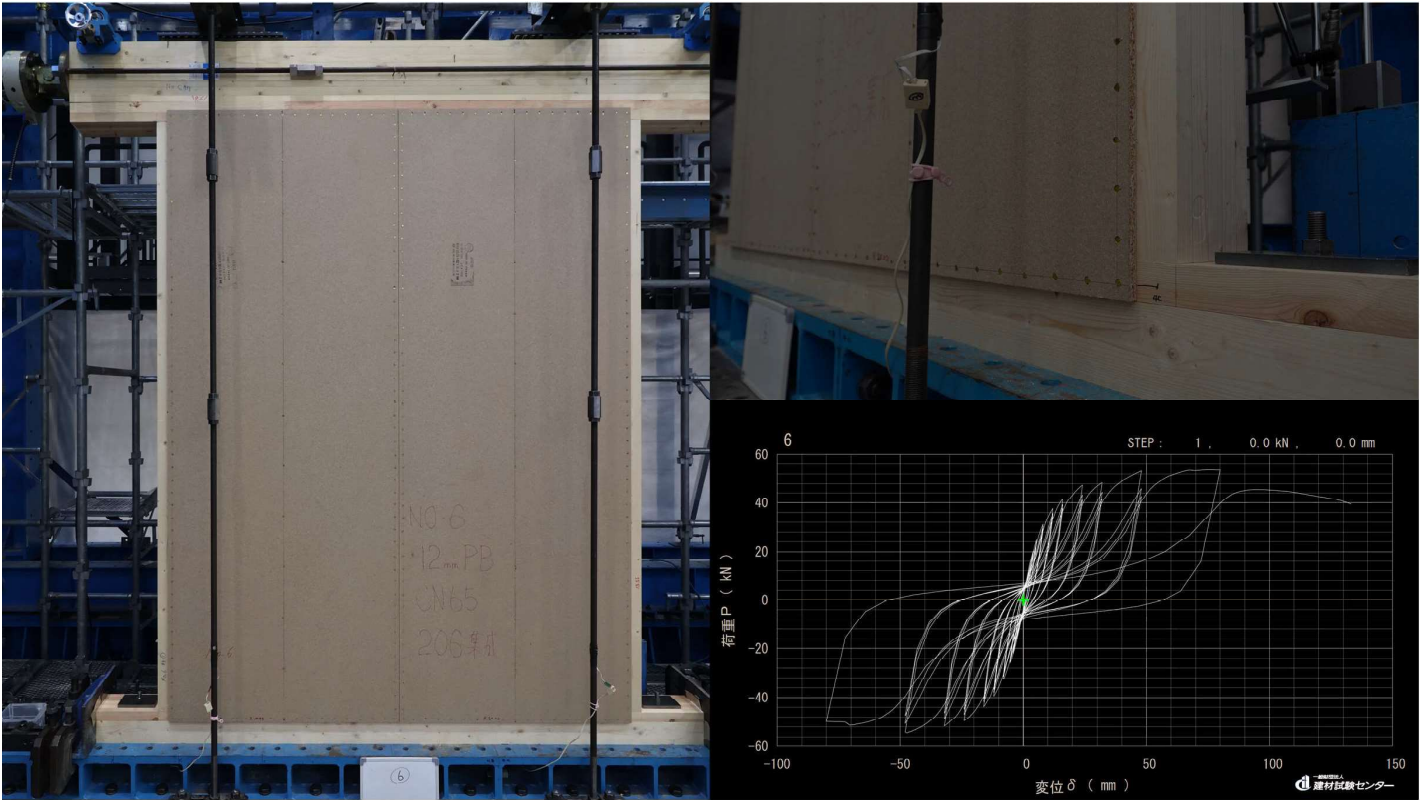
2. 試験体材料仕様

頭つなぎ	206	ベイマツ構造用集成材	E:120-F375
上枠	206	ベイマツ構造用集成材	E:120-F375
下枠	206	ベイマツ構造用集成材	E:120-F375
内周たて枠	206	SPF NO2	
端部たて枠	406	スプルス構造用集成材	E:95-F315
合板接手たて枠	406	スプルス構造用集成材	E:95-F315
加力用土台	406	スプルス構造用集成材	E:95-F315
加力用桁梁	140×240	スプルス構造用集成材	E:95-F315
構造用面材		普通パーティクルボード 12mm 3×8	
面材くぎ		CN65 (JIS)	
枠組くぎ		CN90 (JIS)	

下枠土台接合部 パネリードX 110
上枠加力桁 パネリードX 170

面材	厚さ mm	試験体	壁倍率	(a) 降伏耐力 Py (kN)	(b) Pu・0.2・ $\sqrt{\mu 2-1}$ (kN)	(c) 2/3・Pmax (kN)	(d) $\gamma_0=1/150rad$ (kN)
		NO					
パーティクルボ ード	12	⑥	8.8	31.5	40.9	35.9	41.4
		⑦	9.0	34.0	32.4	40.7	50.4

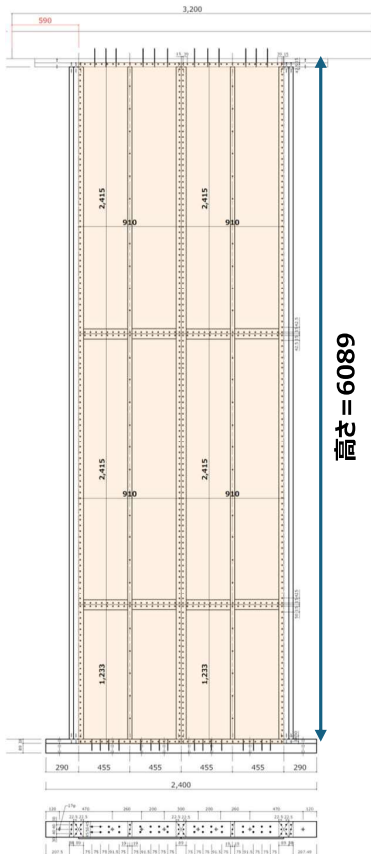
NO.6 普通パーティクルボード12mm くぎCN65 206枠材集成材



11

5 - ④ 耐力壁設計法によるの設計耐力壁の高さの条件の整理

NO.7 (3体) 試験体図 パーティクルボード12mm くぎCN65 枠材集成材 H6089



1. 試験体仕様

パーティクルボード 12mm 2415×910×2 + 1233×910
 くぎ仕様 CN65 外周部@50内部@200
 合板接手部は外周部と同じ

2. 試験体材料仕様

頭つなぎ 206 ベイマツ構造用集成材 E:120-F375
 上枠 206 ベイマツ構造用集成材 E:120-F375
 下枠 206 ベイマツ構造用集成材 E:120-F375
 内周たて枠 206 スプルス構造用集成材 E: 95-F315
 端部たて枠 206+406 スプルス構造用集成材 E: 95-F315
 合板接手たて枠 406 スプルス構造用集成材 E: 95-F315
 合板縦接手材 406 スプルス構造用集成材 E: 95-F315
 加力用土台 406 スプルス構造用集成材 E: 95-F315
 加力用桁梁 140×240 スプルス構造用集成材 E: 95-F315
 パーティクルボード 12mm 3x8×2 + 1233×910
 面材くぎ CN65 (JIS)
 枠組くぎ CN90 (JIS)

下枠土台接合部 パネリドX 110
 上枠加力桁 パネリドX 170

面材	厚さ mm	試験体		(a) 壁倍率	(b) 降伏耐力 P_y (kN)	(c) $P_u \cdot 0.2 \cdot \sqrt{\mu 2-1}$ (kN)	(d) $2/3 \cdot P_{max}$ (kN)	(e) $\gamma_0=1/150rad$ (kN)
		NO	壁倍率					
パーティクルボード	12	⑥	8.8	31.5	40.9	35.9	41.4	
		⑦	9.0	34.0	32.4	40.7	50.4	

NO.7 (3体) 試験体図 パーティクルボード12mm くぎCN65 枠材集成材 H6098

