

## 概要

木造戸建て住宅において、筋違い耐力壁と同様に広く一般的に用いられているのが合板張り耐力壁である。軸組構法による小規模な住宅（いわゆる4号建築物）であれば、昭和56年建設省告示第1100号に定められた仕様を守ることによって壁倍率2.5（短期基準せん断耐力に換算すれば4.9（kN/m））の性能を有するものとして使用することが可能であり、国土交通大臣認定を取得した仕様を採用すれば、最大で壁倍率5.0（短期基準せん断耐力9.8（kN/m））までの性能が担保された耐力壁として使用することが可能である。

中層大規模木造建築物においても、地震力などの外力に抵抗する耐震要素として汎用性の高い重要な部材となり得るが、中層大規模木造建築物などでは、戸建て住宅に比べてより高いせん断性能が要求されるため、住宅用途として認められている告示や大臣認定の性能では不十分である可能性が高い。

そこで、構造計算により任意仕様の合板張り耐力壁のせん断性能を求めることになるが、ここで大きな問題となるのが、構造用合板などの建築物に使われる構造用面材料（構造用合板、構造用パネル（OSB）、パーティクルボード（PB）、中密度繊維板（MDF）など）には、基準強度や許容応力度が定められていない、という点である。そのため、材料単体の強度や許容応力度を元に構造物の設計をすることはできず、面材張り耐力壁やストレススキンパネルのように、構面としての性能を実験的あるいは理論的に求めて、それを元に許容耐力を設定、運用せざるをえないという実態がある。しかも、この構面としての性能の求め方は、戸建て住宅に使用する性能レベルであれば、財団法人や業界団体などが発行している技術書<sup>1,2)</sup>に記載された方法に倣えば、建築主事確認でも問題なく認められる場合が多いが、中層大規模木造建築物用の耐震要素となると、そのような技術書の適用範囲を超えてしまうため、同様の計算手法を採用したとしても、その構造安全性については評価機関で構造評定などの評価を受ける必要が生じる可能性もある。

そこで本設計データでは、中層大規模木造建築物に使用するための合板張り耐力壁の性能について、実験的に検証した結果と、既往の計算手法に則って求めた理論値を掲載し、その適合性の検証を行っている。

## 力の伝達方法

合板張り耐力壁に伝達された外力（せん断力）は、軸組材から釘接合部を介して構造用合板に伝達される。変形は、軸組材の変形（柱・横架材の曲げ変形）、釘接合部のせん断変形、構造用合板の面内せん断変形の3種類が複合されたものとなるが、一般的には釘接合部のせん断変形が最も大きく、釘接合部の一面せん断性能を元にして壁のせん断性能を予測することが可能である。

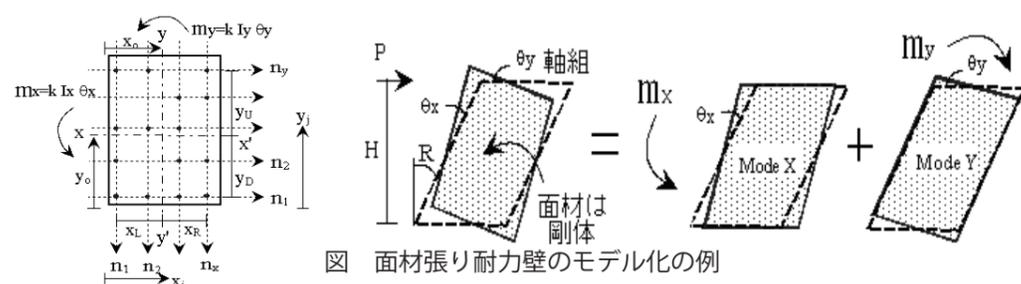


図 面材張り耐力壁のモデル化の例

## 使用する接合具

合板張り耐力壁に使用する接合具としては、構造用合板を留め付ける釘（N釘、CN釘）が最も重要である。釘は、昭和56年建設省告示第1100号で規定される合板張り耐力壁に用いられる普通鉄丸釘（N釘、JIS A 5508）、あるいは平成13年国土交通省告示第1541号で規定される枠組壁工法の合板張り耐力壁に用いられている太め鉄丸釘（CN釘、JIS A 5508）が一般的であり、国内どこでも購入できるのが特徴である。

本設計データのような厚さ24mm、28mmの構造用合板を用いるのであれば、釘の長さは75mm程度（N75釘、又はCN75釘）が最適である。75mmより短い釘を使う場合は、軸組材への打ち込み深さが短くなるために引き抜き抵抗が弱まり、釘接合部のせん断性能としては粘り強さが低下する傾向がある。一方、75mmよりも長い釘を用いる場合には、胴部径も太くなるために釘の引き抜けが起きにくくなり、釘頭が合板を貫通するような破壊（パンチングアウト）を起こす危険性が高まる。

釘接合部の性能については、用いる面材料の厚さや密度（樹種）、軸組材の密度（樹種）、釘の種類や長さなどによって様々に変化するものである。よって、耐力壁の設計の際には、実際に使用する材料を用いた釘接合部になるべく近い一面せん断データを収集するか、もしくは実験的に確認するなどしてより正確なデータを元に耐力壁の性能予測をすることが望ましい。

## 柱頭柱脚接合

面材張り耐力壁の性能を十分発揮させるためには、軸組の柱頭柱脚接合部が先行して破壊しないことが重要である。そのため、柱頭柱脚接合部には先行破壊を防ぐ目的で様々な接合金物が使用されるが、プレート状の補助金物から住宅用のHD金物、あるいは木質ラーメンフレームなどで多用される鋼板挿入ボルト接合やGIR接合、LSB接合等、その目的や耐力壁の性能に応じて必要な金物が選択的に使用されている。

本設計データでは、「接合具／LSB基礎実験」の結果を受けて柱脚金物にLSB接合を使用し、柱頭には市販の住宅用HD金物を使用した。LSB接合に関しては、国内数社が製造・販売しており、その技術情報などはLSB研究会<sup>3)</sup>が詳しい。

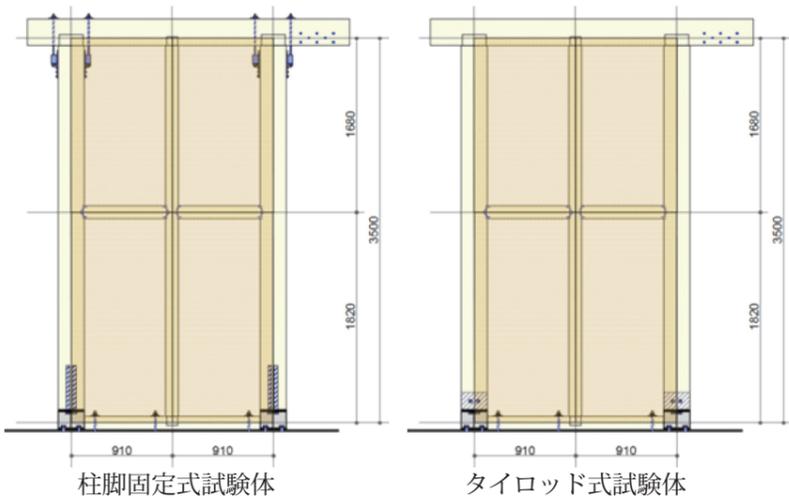
## 設計における考え方と適用範囲

合板張り耐力壁の設計に用いる釘接合部のデータや、耐力壁のモデル化の手法については既に多くの研究実績があり、参考となる書籍<sup>1,2)</sup>も多いが、それらの多くは一般的な住宅に適用する耐力壁を想定してモデル化等されたものであり、中層大規模木造建築物に用いるような高強度耐力壁についての検証がなされているわけではない。よって、釘間隔を極端に狭めたり、非常に太い釘を打ったりすると、想定外の破壊を起こす危険性もあるので注意が必要である。

## 文献

- 1) (財)日本住宅・木材技術センター編：木造軸組工法住宅の許容応力度設計、2008
- 2) 枠組壁工法建築物設計の手引・構造計算指針編集委員会編：2007年枠組壁工法建築物構造計算指針、(社)日本ツーバイフォー建築協会、2007
- 3) ラグスクリーボルト研究会 HP <<http://universetest.ciao.jp/lbs2/>>

● 姿図・寸法



【使用材料】

柱・梁：240mm × 150mm (スギ集成材、E55-F225)、土台・間柱・同つなぎ：120 × 150mm (スギ集成材、E55-F225)  
 合板：24 × 910 × 1820 (構造用合板特類2級、全層スギ)  
 接合具：CN75@50 × 2列打ち  
 柱脚金物：LSB(φ25) + ボックス金物<柱脚固定式>、鋼板挿入ボルト(2-M12) 接合+ボックス金物<タイロッド式>

● 適用条件

軸材で作ったフレームに、構造用合板を釘打ちした耐力壁に適用する。柱脚柱頭接合部はピン接合とし、先行破壊しないよう接合金物等で緊結するものとする。面材の留め付けは釘(N釘またはCN釘)を使用することとし、ビスは接合具のデータが一般的でないため適用除外とする。

● 概要

一般的な住宅に多用される構造用合板張り耐力壁であるが、中層大規模木造建築においても、せん断力抵抗要素として重要な部材となり得る。中層大規模木造建築物では高いせん断耐力が要求されるが、軸組材に関しては住宅用よりも太い断面の部材を、構造用合板は厚さ24mm、28mmといった厚物合板を用い、釘打ち間隔を狭めることによって比較的容易に要求性能を満たす性能を得ることが可能である。本仕様では、国産スギ材の適用可能性を検証するため、スギ集成材とスギ合板を組み合わせている。柱頭柱脚接合部は、先行破壊を防ぐために金物等を使って緊結する必要があるが、住宅用のHD金物ではなく、より高耐力のLSB接合やGIR(グルードインロッド)接合などを採用する必要がある。

● 接合具(メーカー、入手方法等)

CN釘(一般流通品)、LSB((株)カネシン)、ボックス金物(注文製作品)

● 問い合わせ先 URL

<http://www.jpma.jp> <日本合板工業組合連合会>

● 理論式①

面材と軸材が剛体、軸材同士はピン接合と仮定し、釘1本のせん断データより耐力壁要素の許容せん断耐力と剛性を算定する。詳細は、(財)日本住宅・木材技術センターの「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」を参照のこと。

● 理論式②

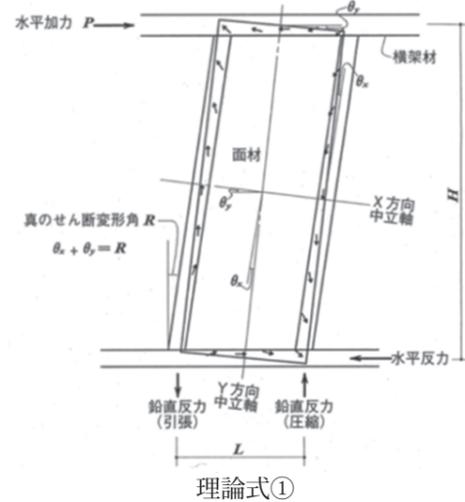
枠組材の曲げを無視し、釘と面材に作用するせん断力が平行であると仮定し、釘1本の降伏せん断耐力と本数のかけ算により許容せん断耐力を算定する。詳細は、(社)日本ツーバイフォー建築協会の「枠組壁工法構造計算指針」を参照のこと。

● 計算式

—

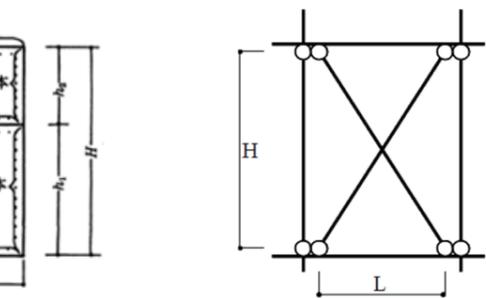
● モデル化

要素モデル：



等価モデル：

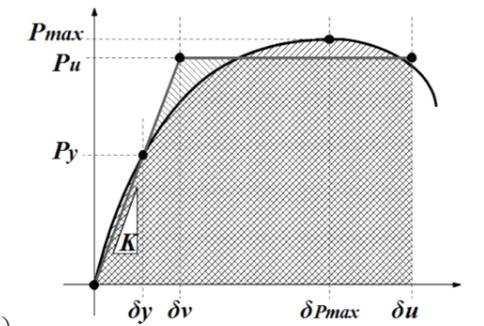
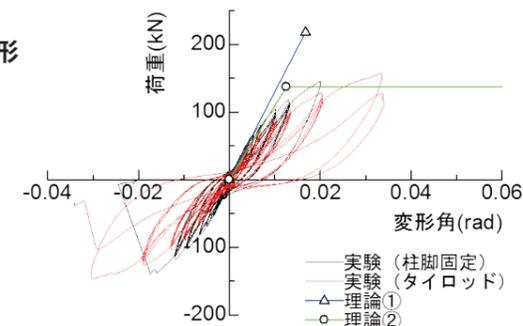
耐力壁のせん断剛性を等価たすきブレースの軸剛性に置換する



● 特性値

	K (kN/rad/m)	Py (kN/m)	Pmax (kN/m)	Pu (kN/m)	$\delta_y$ ( $10^2$ rad)	$\delta_v$ ( $10^2$ rad)	$\delta_{Pmax}$ ( $10^2$ rad)	$\delta_u$ ( $10^2$ rad)
実験(柱脚固定)	6773	42.1	79.9	68.6	0.62	1.01	2.00	2.00
実験(タイロッド)	7091	46.0	86.4	73.9	0.65	1.04	2.65	2.91
理論①	7176	69.3	—	119.8	0.97	1.67	—	—
理論②	6010	44.3	—	75.4	0.74	1.25	—	12.7

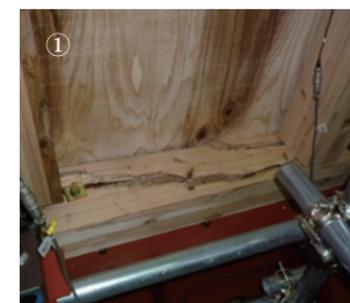
● 荷重変形



(注：実験値が壁長1.82mのため、計算値も壁長1.82mに換算)

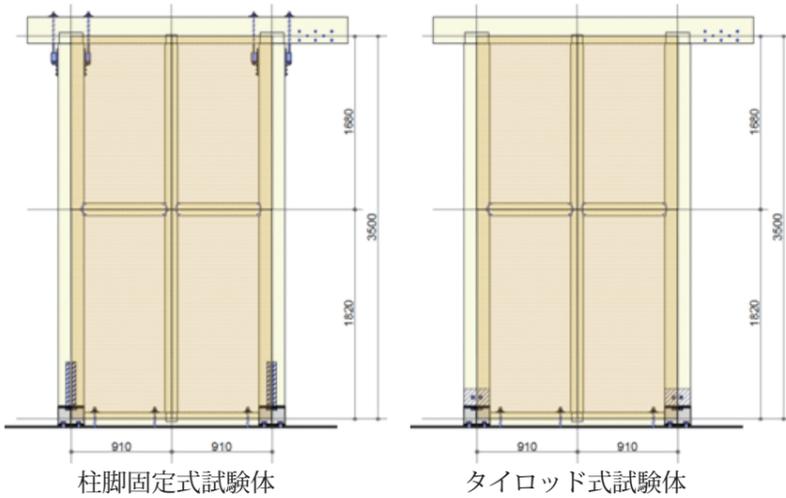
● 破壊性状

- ・タイロッド式：①土台の割裂。②柱材の曲げ破壊。
- ・柱脚固定式：③柱脚LSB接合部のせん断破壊。



要材  
 材料  
 接合具  
 部組材立  
 接合部  
 屋根  
 柱  
 梁  
 ブスレ  
 壁  
 床  
 集成材  
 LVL  
 製材  
 合板  
 その他

● 姿図・寸法



【使用材料】

柱・梁：240mm × 150mm (カラマツ集成材、E95-F270)、土台・間柱・同つなぎ：120 × 150mm (カラマツ集成材、E95-F270)  
 合板：28 × 910 × 1820 (構造用合板特類2級、全層スギ)  
 接合具：CN75@50 × 2列打ち  
 柱脚金物：LSB(φ25) + ボックス金物<柱脚固定式>、鋼板挿入ボルト(2-M12) 接合+ボックス金物<タイロッド式>

● 適用条件

軸材で作ったフレームに、構造用合板を釘打ちした耐力壁に適用する。柱脚柱頭接合部はピン接合とし、先行破壊しないよう接合金物等で緊結するものとする。面材の留め付けは釘(N釘またはCN釘)を使用することとし、ビスは接合具のデータが一般的でないため適用除外とする。

● 概要

一般的な住宅に多用される構造用合板張り耐力壁であるが、大規模木造建築においても、せん断力抵抗要素として重要な部材となり得る。大規模木造建築物などでは、高いせん断耐力が要求されるが、軸組材に関しては住宅用よりも太い断面の部材を、構造用合板は厚さ24mm、28mmといった厚物合板を用い、釘打ち間隔を狭めることによって比較的容易に要求性能を満たす性能を得ることが可能である。本仕様では、軸組材にはカラマツ集成材を、面材には厚さ28mmのスギ合板を用いている。柱頭柱脚接合部は、先行破壊を防ぐためにHD金物等を使って緊結する必要があるが、住宅用のHD金物ではなく、より高耐力のLSB接合やGIR(グルードインロッド)接合などを採用する必要がある。

● 接合具(メーカー、入手方法等)

CN釘(一般流通品)、LSB((株)カネシン)、ボックス金物(注文製作品)

● 問い合わせ先 URL

<http://www.jpma.jp> <日本合板工業組合連合会>

● 理論式①

面材と軸材が剛体、軸材同士はピン接合と仮定し、釘1本のせん断データより耐力壁要素の許容せん断耐力と剛性を算定する。詳細は、(財)日本住宅・木材技術センターの「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」を参照のこと。

● 理論式②

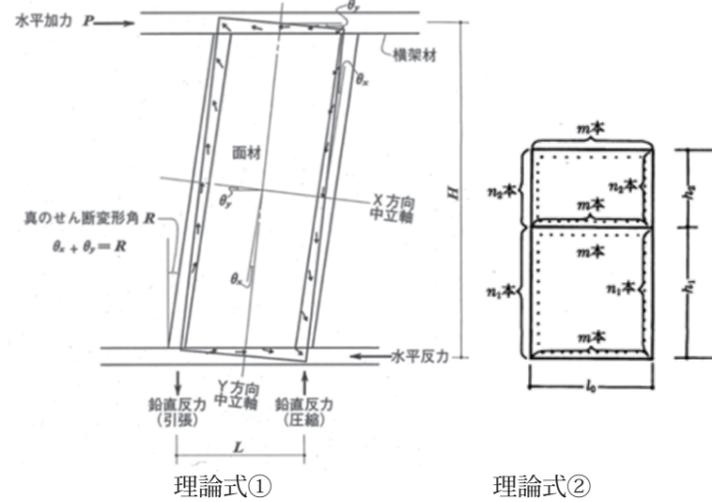
枠組材の曲げを無視し、釘と面材に作用するせん断力が平行であると仮定し、釘1本の降伏せん断耐力と本数のかけ算により許容せん断耐力を算定する。詳細は、(社)日本ツーバイフォー建築協会の「枠組壁工法構造計算指針」を参照のこと。

● 計算式

—

● モデル化

要素モデル：



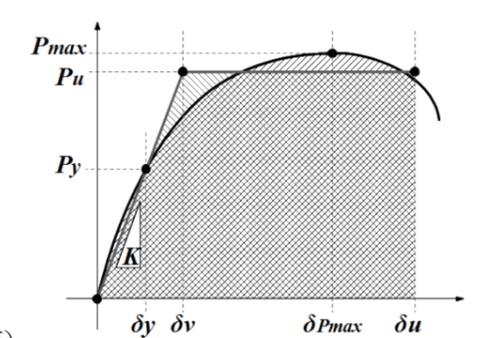
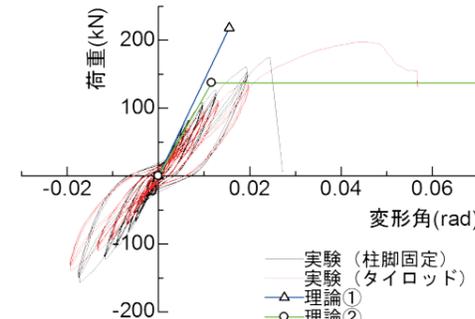
等価モデル：

耐力壁のせん断剛性を等価たすきブレースの軸剛性に置換する

● 特性値

	K (kN/rad/m)	Py (kN/m)	Pmax (kN/m)	Pu (kN/m)	δy (10 <sup>2</sup> rad)	δv (10 <sup>2</sup> rad)	δPmax (10 <sup>2</sup> rad)	δu (10 <sup>2</sup> rad)
実験(柱脚固定)	6782	49.3	96.2	83.5	0.73	1.23	2.44	2.44
実験(タイロッド)	7475	57.2	108.6	96.7	0.76	1.29	3.43	3.79
理論①	7726	69.3	—	119.8	0.90	1.55	—	—
理論②	6452	44.3	—	75.4	0.69	1.17	—	12.6

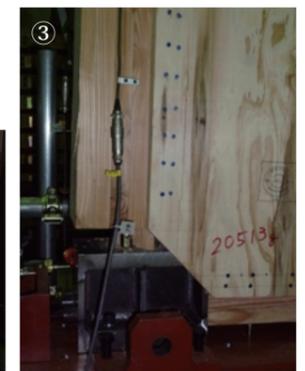
● 荷重変形



(注：実験値が壁長1.82mのため、計算値も壁長1.82mに換算)

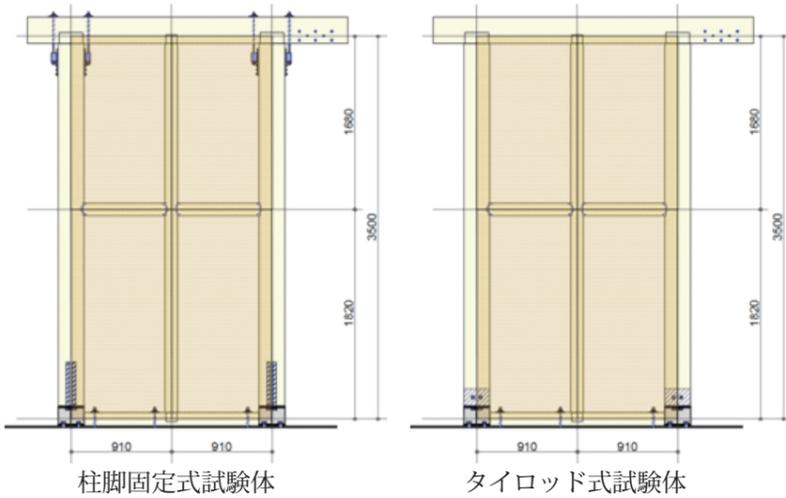
● 破壊性状

- ・タイロッド式：①間柱・胴つなぎの割裂と釘の引き抜け。  
②合板の面内せん断破壊。
- ・柱脚固定式：③柱脚 LSB 接合部のせん断破壊。



要材  
 要素  
 接合具  
 部組材立  
 接合部  
 屋根  
 柱  
 梁  
 ブスレ  
 壁  
 床  
 集成材  
 LVL  
 製材  
 合板  
 その他

● 姿図・寸法



【使用材料】

柱・梁：240mm × 150mm (カラマツ集成材、E95-F270)、土台・間柱・同つなぎ：120 × 150mm (カラマツ集成材、E95-F270)  
 合板：28 × 910 × 1820 (構造用合板特類 2 級、全層カラマツ)  
 接合具：CN75@50 × 2 列打ち  
 柱脚金物：LSB(φ 25) + ボックス金物<柱脚固定式>、鋼板挿入ボルト (2-M12) 接合+ボックス金物<タイロッド式>

● 適用条件

軸材で作ったフレームに、構造用合板を釘打ちした耐力壁に適用する。柱脚柱頭接合部はピン接合とし、先行破壊しないよう接合金物等で緊結するものとする。面材の留め付けは釘 (N 釘または CN 釘) を使用することとし、ビスは接合具のデータが一般的でないため適用除外とする。

● 概要

一般的な住宅に多用される構造用合板張り耐力壁であるが、大規模木造建築においても、せん断力抵抗要素として重要な部材となり得る。大規模木造建築物などでは、高いせん断耐力が要求されるが、軸組材に関しては住宅用よりも太い断面の部材を、構造用合板は厚さ 24mm、28mm といった厚物合板を用い、釘打ち間隔を狭めることによって比較的容易に要求性能を満たす性能を得ることが可能である。本仕様では、カラマツ集成材とカラマツ合板を組み合わせ、最大の性能を得る事を目的としている。柱頭柱脚接合部は、先行破壊を防ぐために HD 金物等を使って緊結する必要があるが、住宅用の HD 金物ではなく、より高耐力の LSB 接合や GIR (グルードインロッド) 接合などを採用する必要がある。

● 接合具 (メーカー、入手方法等)

CN 釘 (一般流通品)、LSB ((株) カネシン)、ボックス金物 (注文製作品)

● 問い合わせ先 URL

<http://www.jpma.jp> <日本合板工業組合連合会>

● 理論式①

面材と軸材が剛体、軸材同士はピン接合と仮定し、釘 1 本のせん断データより耐力壁要素の許容せん断耐力と剛性を算定する。詳細は、(財) 日本住宅・木材技術センターの「木造軸組工法住宅の許容応力度設計」を参照のこと。

● 理論式②

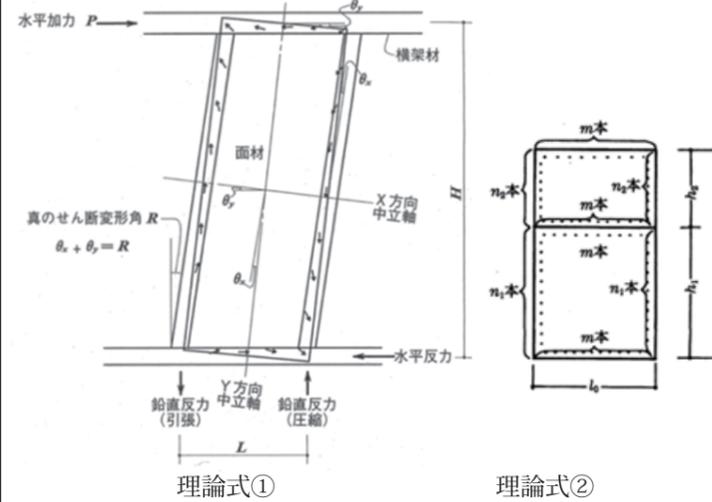
枠組材の曲げを無視し、釘と面材に作用するせん断力が平行であると仮定し、釘 1 本の降伏せん断耐力と本数のかけ算により許容せん断耐力を算定する。詳細は、(社) 日本ツーバイフォー建築協会の「枠組壁工法構造計算指針」を参照のこと。

● 計算式

—

● モデル化

要素モデル：



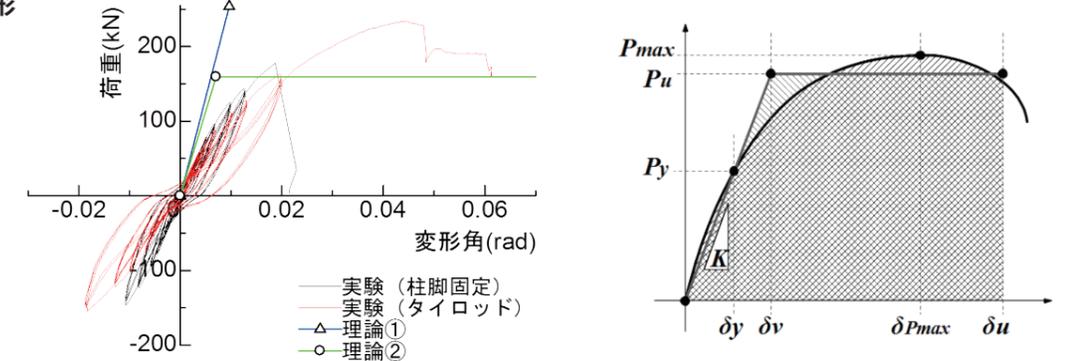
等価モデル：

耐力壁のせん断剛性を等価たすきブレースの軸剛性に置換する

● 特性値

	K (kN/rad/m)	Py (kN/m)	Pmax (kN/m)	Pu (kN/m)	$\delta_y$ ( $10^{-2}$ rad)	$\delta_v$ ( $10^{-2}$ rad)	$\delta_{Pmax}$ ( $10^{-2}$ rad)	$\delta_u$ ( $10^{-2}$ rad)
実験 (柱脚固定)	7982	53.2	97.7	84.0	0.67	1.05	1.87	1.87
実験 (タイロッド)	8830	64.4	128.6	112.5	0.73	1.27	3.33	4.92
理論①	14460	80.6	—	139.4	0.56	0.96	—	—
理論②	12420	65.3	—	87.7	0.53	0.71	—	13.7

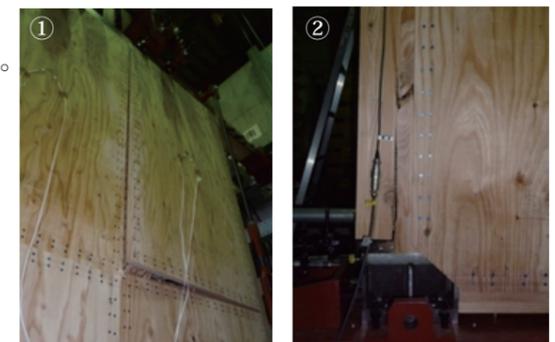
● 荷重変形



(注：実験値が壁長 1.82m のため、計算値も壁長 1.82m に換算)

● 破壊性状

- ・タイロッド式：①間柱・胴つなぎの割裂と釘の引き抜け。
- ・柱脚固定式：②柱脚 LSB 接合部のせん断破壊。



要材

接合具

部組材立

接合部

屋根

柱

梁

1/2スレ

壁

床

集成材

LVL

製材

合板

その他

### 構造システムと施工の注意点

合板張り耐力壁は、構造用合板を釘で軸組材に留め付けるだけで、高度な加工や施工技術を必要とせず、容易に高耐力を得る事ができる耐震要素である。また、合板の厚さや樹種、釘の種類やピッチを変えることで性能をある程度自由に操作することが可能であり、中層大規模木造建築物のような高耐力部材を必要とする建築物にも適用することが可能である。

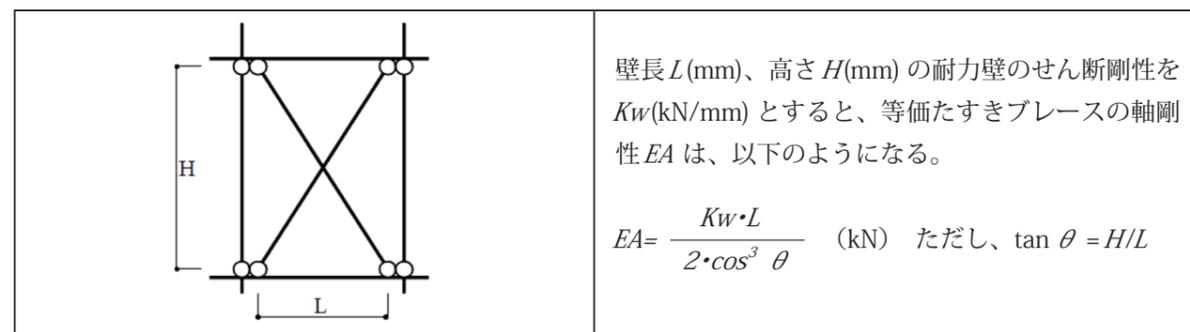
施工の際は、定められた釘ピッチを遵守すること、合板材縁部からの距離（縁距離）を確実に確保すること、軸組材側の縁距離も同様に確保すること、釘頭を過度にめり込ませないことが重要である。また、合板耐力壁が十分に性能を発揮するために、柱頭柱脚接合部が先行破壊しないよう、適切に金物を使用するなどして補強することが必要である。

### 解析モデル

解析モデルとしては、軸組材接合部は回転抵抗不要なピン接合でよく、釘接合部を含む構造用合板は、等価軸剛性を持つブレースに置換することでモデル化が可能である。

しかし、合板張り耐力壁は初期変形時より非線形な挙動を示し、厳密には直線域を持たない挙動を示すため、そのブレース置換時の剛性を、耐力壁の荷重変形関係のどの剛性を採用するかで解析結果も変わってくる。弾性解析の範囲であれば、耐力壁の荷重変形関係を完全弾塑性モデル化（バイリニア化）した時の剛性を使うことで問題は無いと思われるが、より詳細な解析をする場合、終局までを考慮した解析をしたい場合などには、耐力壁の性能をマルチリニア化して各変形時の割線剛性を用いると良い。

本設計データでは、実験結果をバイリニア化して剛性、終局耐力、降伏点変形角、終局変形角等のデータを掲載したが、このデータは試験体1体の実験結果から導き出したデータであり、実験結果のバラツキや耐久性を考慮した低減、施工のバラツキなどを考慮した低減などを見込んでいない。よって、解析の際にはそれらを設計者の方で適切に判断して安全側の数値を用いることが重要である。



合板耐力壁のモデル化

### バリエーション

住宅用の耐力壁は、単位耐力壁の壁長が 0.9 ~ 1.0m 程度、壁高が 2.4 ~ 3.0m 程度の範囲内で使用することが多いが、中層大規模木造建築物では、壁長が 1m 以上、壁高が 4 ~ 5m 程度と大型の構面になることが考えられる。軸組材に関しては断面の大きな部材を使用することは可能であるが、構造用合板に関しては製造装置の関係から、特別に大型のパネルを製造することはできない。よって、合板の JAS 規格に定められた寸法範囲内で、製造可能な材料寸法を考慮しながら構面のモジュールなどを決定していくことが必要となる。

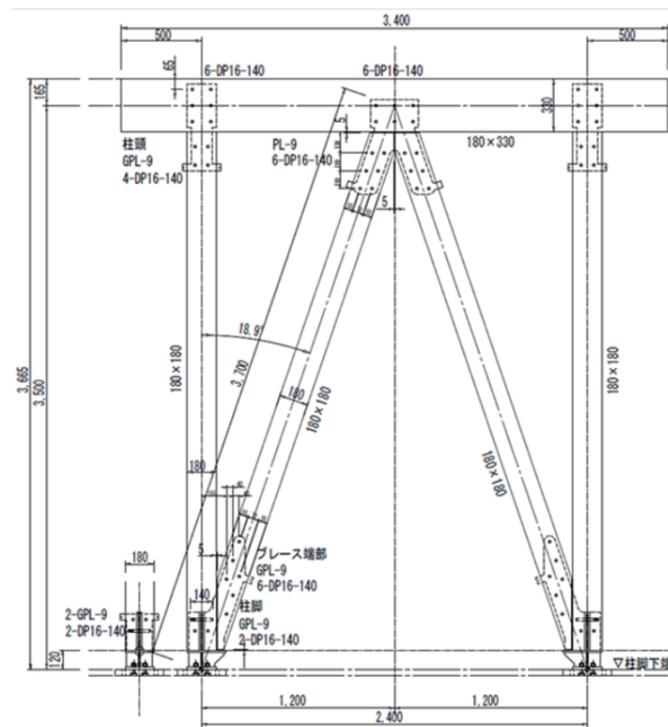
また、本設計データでは大壁仕様の耐力壁のデータを紹介したが、構造用合板を柱間にはめ込んで真壁的に使用することも考えられる。これについてはまだ十分な検討がなされていないので、実験・解析などを行った上で、その運用については設計者の判断で実施することとなる。

住宅レベルの耐力壁は壁倍率という指標でその性能が表現される。一方、中大規模木造建築においては、必要なせん断耐力を有する壁を設計することにある。接合部の設計自体は日本建築学会「木質構造設計規準・同解説」に基づいて接合部単体、複数本配置の接合部の許容耐力を求めることが可能である。しかしその計算は複雑である上に、接合部の配置によっては、計算上生じないとみなしているブレースや柱脚接合部に軸力以外の曲げモーメントなどが生じる。その力によって想定外の割り裂きが生じ、所定の性能が発揮されない場合もある。また、「木質構造設計規準・同解説」では降伏耐力が示されているものの、終局耐力や変形性能などは定量的に示されていない。よって、許容応力度計算によってその耐震安全性を確保するが、鉄骨造のルート1のように標準せん断力係数の割増しもなく、さらに保有耐力接合は現実的に無理な上に、母材自体も脆性的に破壊する。よって、許容応力度計算のみによって確保される耐震安全性は相対的に住宅レベルの構造や他の構造に比べて低くなることも危惧されるところである。

そこで本資料では典型的なブレース架構についてその許容せん断耐力を示すとともに、保有水平耐力や変形性能についても示している。典型的なブレースとして、鋼板挿入ドリフトピン接合とボルト接合を選択した。さらにボルト接合に対してはブレース材を2材に分け、施工の容易性について配慮している。

また、本資料中にはここで示したブレース端部接合部、柱頭柱脚接合部についての接合部実験の結果についても示している。そこには「木質構造設計規準・同解説」で計算される許容耐力も示してあり、接合部実験と設計値の比較、さらに接合部実験の結果と本資料の結果を比較することにより、ブレース架構の設計に資する資料として構成している。

● 姿図・寸法



【使用材料】

- ブレース材 180mm × 180mm (カラマツ E95-F270)
- 桁材 180mm × 330mm (カラマツ E95-F270)
- 柱材 180mm × 180mm (カラマツ E95-F315)
- 鋼板 9mm (SS400)
- 接合具 ドリフトピンφ 16

● 適用条件

特になし。

● 概要

集成材を用いたブレース耐力壁。各接合部は鋼板挿入型接合とし、木材と鋼板を緊結する接合具にはドリフトピンを用いている。

● 接合具 (メーカー、入手方法等)

ドリフトピン

● 問い合わせ先 URL

—

● 理論式

—

● 計算式

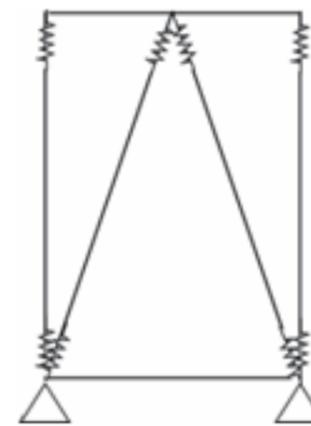
・ 終局耐力

ブレース端部の終局せん断耐力  $P_a$  を水平力に置換し、既往の実験による係数 2.4 をかける。

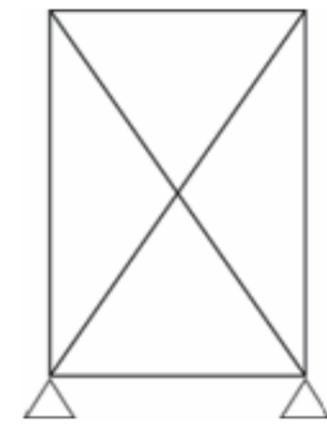
$$P_u = P_a \times \frac{1.2 \times 2}{\sqrt{1.2^2 + 3.5^2}} \times 2.4$$

● モデル化

要素モデル：



等価モデル：

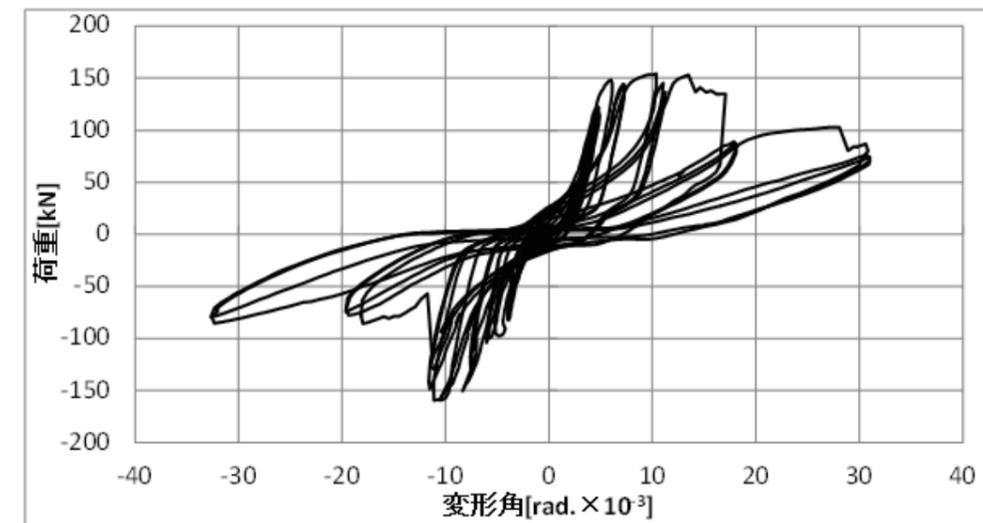


● 特性値

最大荷重 [kN]	終局耐力 [kN]	剛性 [kN/rad]	構造特性係数	短期許容せん断耐力 [kN]
154.5	142.5	29115	0.41	69.6

※剛性は 0.2Pmax から 0.4Pmax の傾きから算出した。

● 荷重変形



● 破壊性状

- ・ ドリフトピンの曲げ降伏。引張側ブレースでドリフトピンの配置列に沿ったせん断破壊が生じた後、圧縮側ブレースによる突き上げ力による桁の曲げ破壊。

要材  
素料

接合具

部組  
材立

接合部

屋根

柱

梁

ブ  
スレ

壁

床

集成材

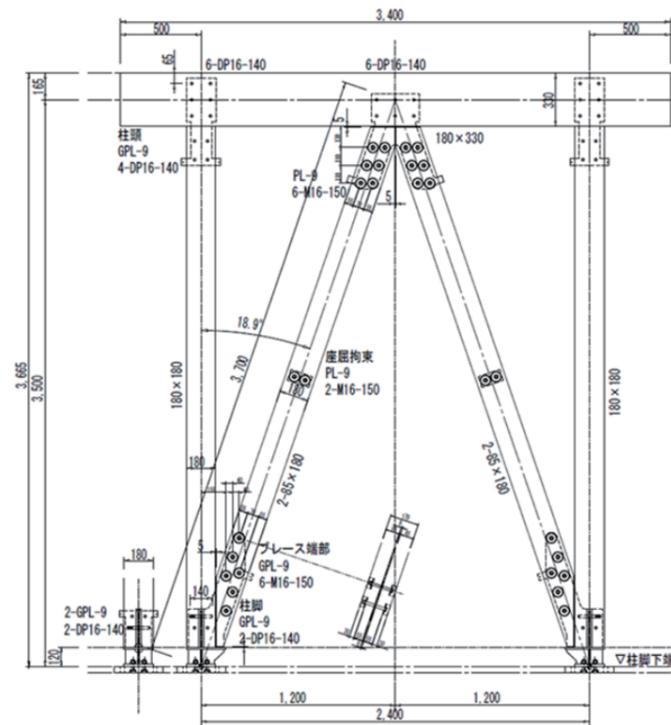
LV

製材

合板

その他

● 姿図・寸法



【使用材料】

- ブレース材 2-85mm × 180mm (カラマツ E95-F270)
- 桁材 180mm × 330mm (カラマツ E95-F270)
- 柱材 180mm × 180mm (カラマツ E95-F315)
- 鋼板 9mm (SS400)
- 接合具 ブレース端部 ボルト M16
- 桁・柱・柱脚 ドリフトピン φ 16

● 適用条件

特になし。

● 概要

集成材を用いたブレース耐力壁。各接合部は鋼板挿入型接合とし、木材と鋼板を緊結する接合具にはブレース端部ではボルトを、桁・柱接合部および柱脚接合部ではドリフトピンを用いている。

● 接合具 (メーカー、入手方法等)

ボルト

● 問い合わせ先 URL

—

● 理論式

—

● 計算式

・ 終局耐力

ブレース端部の終局せん断耐力  $P_a$  を水平力に置換し、既往の実験による係数 2.4 をかける。

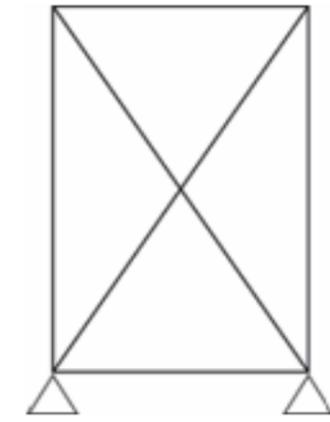
$$P_u = P_a \times \frac{1.2 \times 2}{\sqrt{1.2^2 + 3.5^2}} \times 2.4$$

● モデル化

要素モデル：



等価モデル：

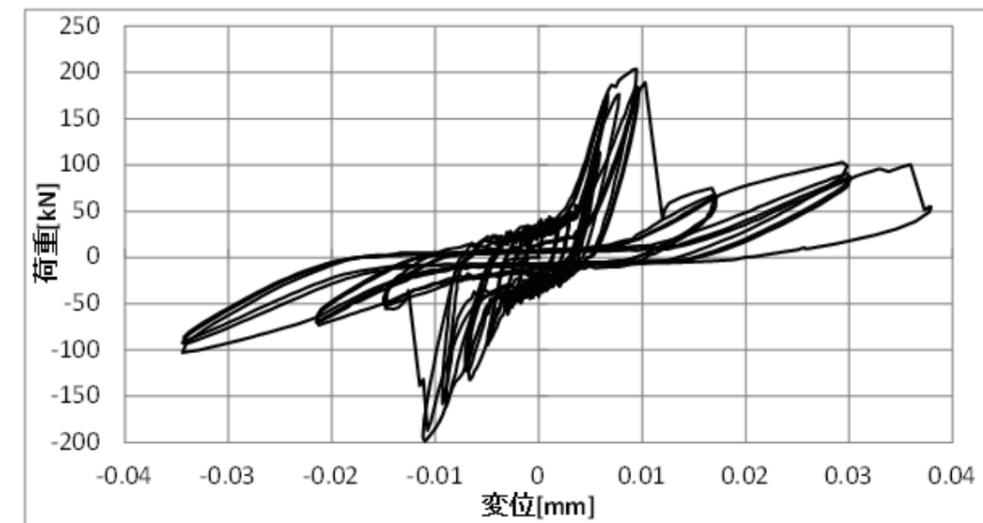


● 特性値

最大荷重 [kN]	終局耐力 [kN]	剛性 [kN/rad]	構造特性係数	短期許容せん断耐力 [kN]
203.7	190.8	33933	0.80	47.8

※ボルトのすべりによるガタの影響を避けるため、剛性は 70kN から 110kN の間で算出した。

● 荷重変形



● 破壊性状

・ ボルトの曲げ降伏。引張側ブレースでボルトの配置列に沿ったせん断破壊が生じた後、圧縮側ブレースによる突き上げ力による桁の曲げ破壊。

要材  
素料

接合具

部組  
材立

接合部

屋根

柱

梁

ブ  
ス  
シ

壁

床

集成材

LVL

製材

合板

その他

## 構造システムと施工の注意点

いわゆるブレース構造であり、構造システムとして木造の特徴はないが後述するようにモデル化においては、鉄骨造と異なる配慮が必要となる。

## 解析モデルと断面算定

木質構造の接合部は母材以上の強度、剛性にすることは難しい。よってブレース材や柱梁のヤング係数や断面性能のみによってモデル化した場合には変形が小さく計算されるため、本実験のせん断力-変形関係を用いてブレース置換モデルを用いるか、接合部の軸力-変形性能と母材のヤング係数と断面性能から求まる軸力-変形関係の直列バネを計算によって用いる、あるいはモデル上に付加することによりモデル化する。

## バリエーション

本資料の実験では逆V型のブレース架構とした。ブレース下部を通り抜け空間として利用することも可能としている。K型、V型などの構成も可能である。

近日掲載予定

要材  
素料

接合  
具

部組  
材立

接合  
部

屋根

柱

梁

1ブ  
スレ

壁

床

集成  
材

「 $\Sigma$ 」

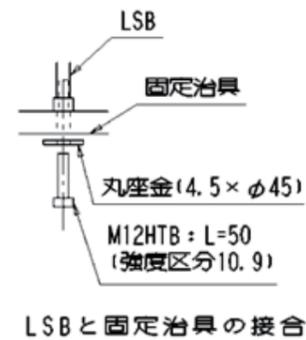
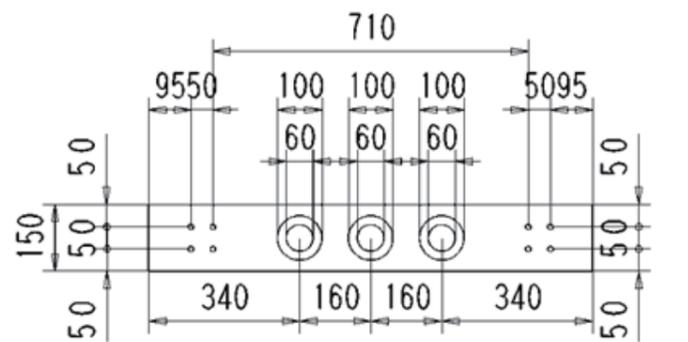
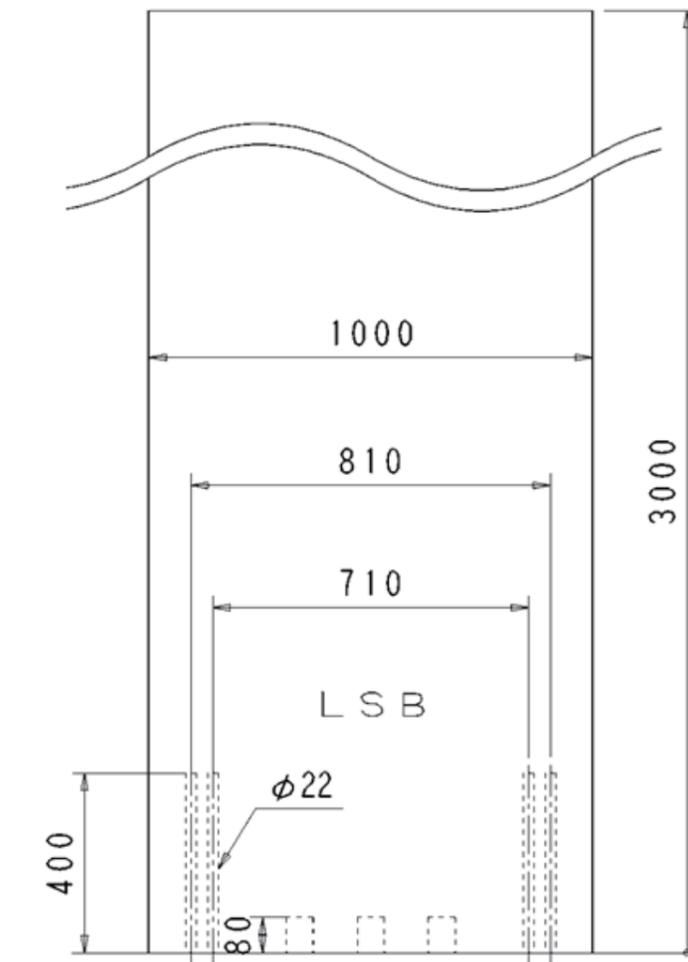
製材

合板

その他

● 姿図・寸法

単位 (mm)



【使用材料】

- 壁パネル：スギ単板積層材 (LVL) 120E-1 級 50V-43H 厚 150 × 幅 1000 × 高さ 3000mm
- 金物：ラグスクリーボルト + ハイテンションボルト、φ 45 座金、M12 ナット

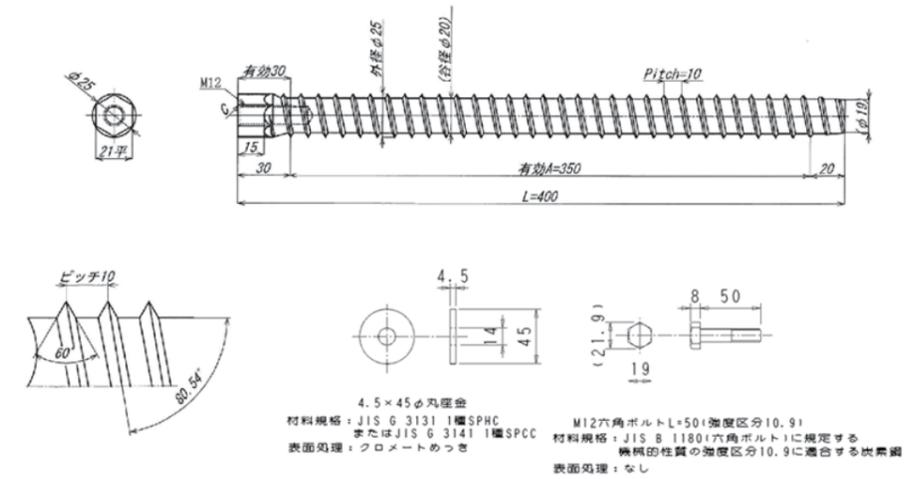


図 試験に用いた LSB 及びハイテンションボルト

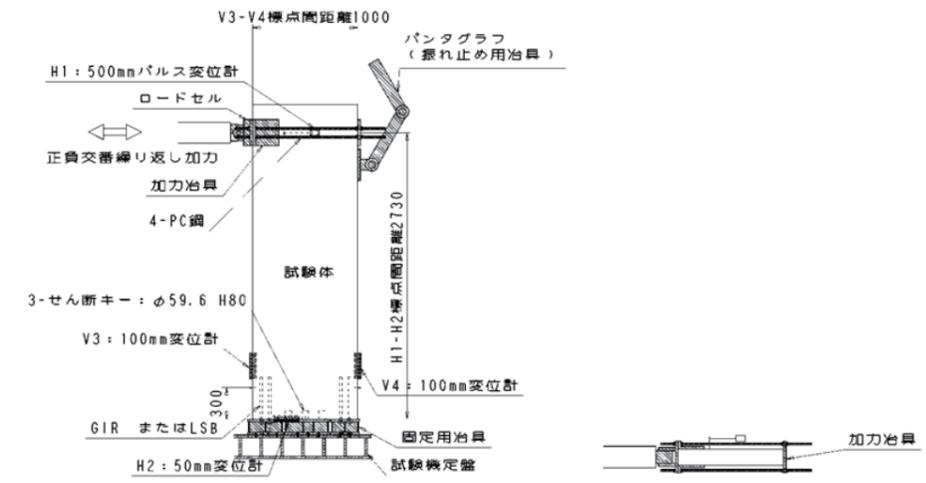


図 試験方法

● 適用条件

● 概要

柱脚部用の金物として LSB (Lug Screw Bolt) を用いて厚板 LVL (厚さ 150mm) を組み合わせることで S 造・RC 造の建築物にハイブリット構造部材として使うことが可能な高耐力の壁を設計し、その性能を確認した。

● 接合具 (メーカー、入手方法等)

○ 木材接合金物

商品名：φ 25 ラグスクリーボルト (LSB)、M12 六角ボルト L=50 (強度区分 10.9)

製造者：株式会社カネシン

販売者：株式会社カネシン

● 問い合わせ先 URL

[www.kaneshin.co.jp/](http://www.kaneshin.co.jp/)

要材

接合具

部組材立

接合部

屋根

柱

梁

1ブスレ

壁

床

集成材

LVL

製材

合板

その他

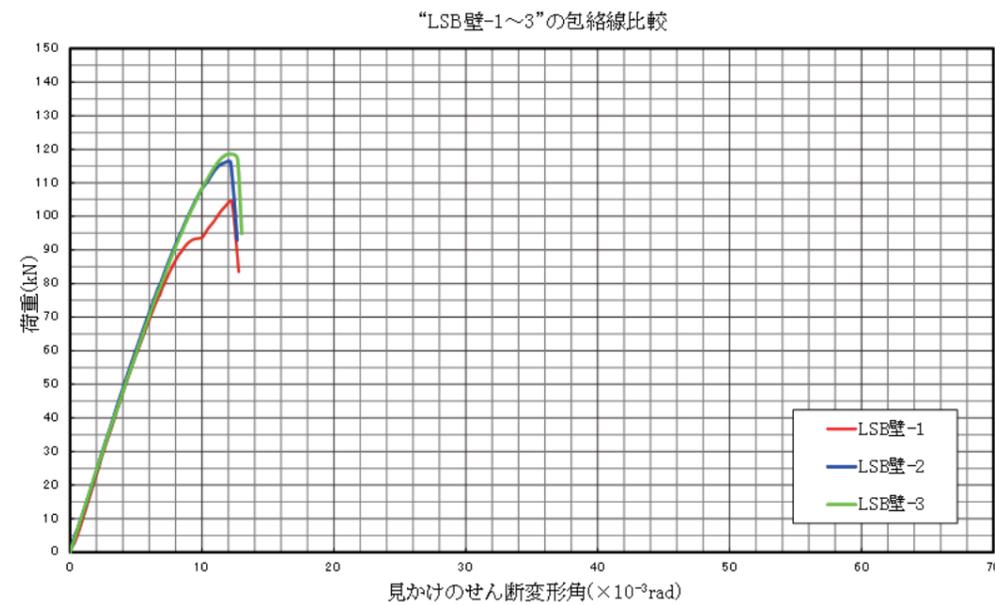
● 理論式

● 計算式

● 特性値

試験体記号	加力方法	降伏耐力 $P_y$ [kN]	終局耐力 $P_u$ × (0.2/Ds) [kN]	2/3 $P_{max}$ [kN]	1/120rad. 時の荷重 [kN]	最大荷重時	
						$P_{max}$ [kN]	$\delta_{max}$ [rad.]
LSB 壁 -1	正負交番 繰返し加力	68.34	27.57	69.61	94.15	104.41	12.26
LSB 壁 -2		63.23	29.04	77.41	89.10	116.12	12.16
LSB 壁 -3		65.07	29.55	79.05	94.71	118.57	12.21
平均		65.55	28.72	75.36	92.65	113.03	12.21
標準偏差		2.59	1.03	5.04	3.09		
変動係数		0.040	0.036	0.067	0.033		
ばらつき係数 <sup>*2</sup>		0.981	0.983	0.968	0.984		
短期基準せん断耐力 $P_0$		64.30	28.23	72.95	91.17		
短期許容せん断耐力 $P_a$		64.30	28.23	72.95	91.17		
壁倍率		—	14.40	—	—		

● 荷重変形



“LSB壁-1”  
荷重-見かけのせん断変形角曲線及び包絡線

“LSB壁-2”  
の荷重-見かけのせん断変形角曲線及び包絡線

“LSB壁-3”  
の荷重-見かけのせん断変形角曲線及び包絡線

グラフ中の記号

- :  $P_y$
- ▲: 2/3 $P_{max}$
- ◆: 1/150rad.
- :  $P_{max}$

● 破壊性状

- ・ LSB のめねじに入っているハイテンションボルト（土台への固定用金物）の引張り破壊による荷重低下が確認された。
- ・ 高い耐力が確認されたが、変形性能は低かった。

要材

接合具

部組材立

接合部

屋根

柱

梁

1/スレ

壁

床

集成材

LVL

製材

合板

その他

近日掲載予定

要材  
素料

接合  
具

部組  
材立

接合  
部

屋根

柱

梁

1ブ  
スレ

壁

床

集成  
材

「 $\Sigma$ 」

製材

合板

その他