

斜め格子耐力壁の開発とその評価：
簡易モデルの提案・施工性検証・実務者へのヒアリングを通して

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 公開日: 2023-04-26 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 竹内, 実帆子 メールアドレス: 所属: 大阪市立大学
URL	https://ocu-omu.repo.nii.ac.jp/records/2011591

斜め格子耐力壁の開発とその評価
-簡易モデルの提案・施工性検証・実務者へのヒアリングを通して-
DEVELOPMENT AND EVALUATION OF LATTICE BEARING WALL
-THROUGH PROPOSAL OF SIMPLE MODEL, CONSTRUCTABILITY EVALUATION,
AND INTERVIEWS WITH PRACTITIONERS-

建築計画・構法分野 竹内 実帆子
Architectural Planning & Building System Mihoko TAKEUCHI

兵庫県南部地震では地震による死者のうち死亡原因の約 9 割は家屋、家具等の倒壊によるものであり、以来建物の耐震性向上の重要性が叫ばれてきた。本研究では大阪府に多く現存する長屋の耐震改修をターゲットとし、通風、採光を確保しつつ周辺の接合部に高い強度の金物補強が不要となるように耐力は低く靱性が高い格子耐力壁を開発した。そして簡易モデルの提案、施工性検証、実用化に向けたヒアリングにより評価を行い、耐震改修における本耐力壁の有効性を明らかにした。

In the earthquake that occurred, about 90% of the deaths caused by the earthquake were due to collapsed houses and furniture, and the importance of improving the earthquake resistance of buildings has been emphasized ever since. In this research, targeting the seismic retrofitting of tenement style wooden house in Osaka Prefecture, a lattice bearing wall with low bearing capacity and high toughness was developed to ensure ventilation and lighting and to eliminate the need for high-strength metal reinforcement in the surrounding joints. We proposed a simple model, verified its constructability, and conducted interviews to evaluate its practical use, and clarified the effectiveness of this wall in seismic retrofitting.

1. はじめに

1-1. 背景・目的

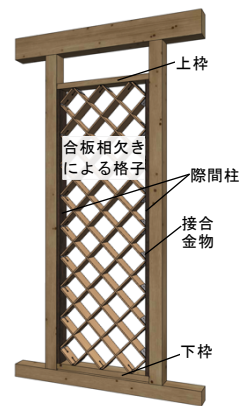
近年更新時期を迎えた木造住宅の耐震改修を進める必要性が高まっているが、特に長屋には現行の耐震基準を満たしていないものも多く見られる。長屋は道路に面して開口部を有することが多いが、面材耐力壁等によって耐震改修を行おうとすると、道路に面する開口部を塞ぐ必要があるため長屋の居住性や魅力を損なう恐れがある。また耐力が高い耐力壁の場合、周辺接合部に高い耐力が必要となる。

そこで通風と採光を確保しつつ、周辺の接合部に高い強度の金物補強が不要となるように最大耐力は低く靱性が高い格子耐力壁を開発した。本耐力壁は合板を相欠きして組み合わせた斜め格子とそれを接合する金物で構成されており、相欠き部はモーメント抵抗しないので素人による施工も可能となり耐震改修の促進に寄与できると考えられる。本研究では本耐力壁について①簡易モデルの提案により性能推定を可能とすること、②施工性検証により素人施工の可能性を示すこと、③実務者による評価や意見を踏まえた本耐力壁の活用法を提案することを通して、総合的な評価を行う。

1-2. 本耐力壁の特徴

通風、採光の効率を上げるために薄い構造用合板を用いること、周辺の金物等による補強を最小限とする

ため耐力は低く靱性が高いことが、本研究で扱う耐力壁の特徴である。耐力壁の概要を図 1 に示す。構造用合板（特類 2 級、12mm 厚）を斜めに格子状に組み、交差部は相欠きとした。端部は金物および際間柱、上枠、下枠を介して柱に接合した。下枠から上枠までの高さを天井高より低く抑えることによって、天井、床を撤去せず設置することができる。開口部は飾り棚やマガジンラックとしての利用も可能である。また既存躯体の歪みや誤差は際間柱や上下枠の寸法で調整可能である。 図 1 耐力壁イメージ



2. 壁の面内せん断試験

2-1. 試験概要

試験方法は柱脚固定式面内せん断試験方法¹⁾に準拠した。見かけの変形角 1/450, 1/300, 1/200, 1/150, 1/100, 1/75, 1/50rad.毎にそれぞれ正負 3 回繰り返し加力を行い、その後は最大荷重の 80%に荷重低下するか、約 1/15rad.に到達するまで載荷した。

2-2. 試験体の概要

試験体仕様を図 2, 図 3 及び表 1 に示す。格子の間隔が小さな試験体を K1、格子の間隔の大きな試験体を K2 とした。金物形状および合板との接合方法は試行錯誤

誤的に決定した²⁾。合板と金物の接合は耐力壁の靱性を保つためにスリットを設け、金物に開けたタップ穴に六角ボルト M6×15 またはトラスねじ M6×16 を接合した。試験体数は各仕様 3 体ずつとした。

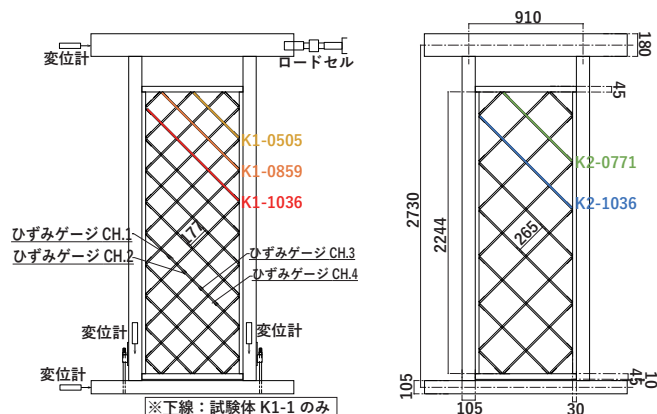


図 2 試験体図 (左から K1 型, K2 型)

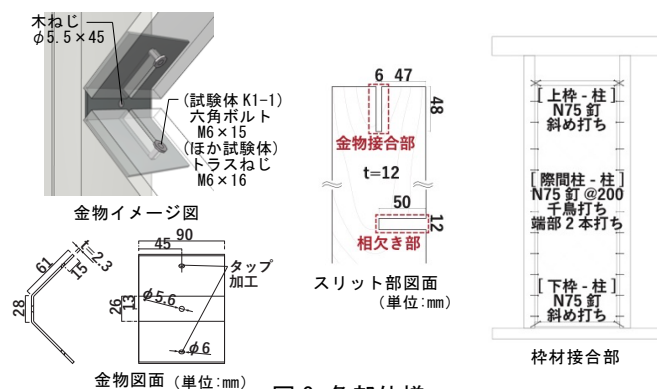


図 3 各部仕様

表 1 使用材料

柱, 土台	梁	隙間柱	上枠, 下枠	合板	金物
スギ (無等級)	ベイマツ (E120)	スギ (無等級)	スギ (無等級)	構造用合板 (特類 2 級)	亜鉛めっき鋼板 (SGHC)
105×105mm	105×180mm	30×100mm	45×100mm	t=12mm	t=2.3mm

2-3. 試験結果

各試験体の荷重-変形角関係 (正側包絡線のみ) を図 4 に示す。柱, 梁, 土台のみで構成されたフレームのみの試験結果も併せて示す。壁基準耐力は K1 型で 3.15[kN/m]、K2 型で 2.56[kN/m]であった。

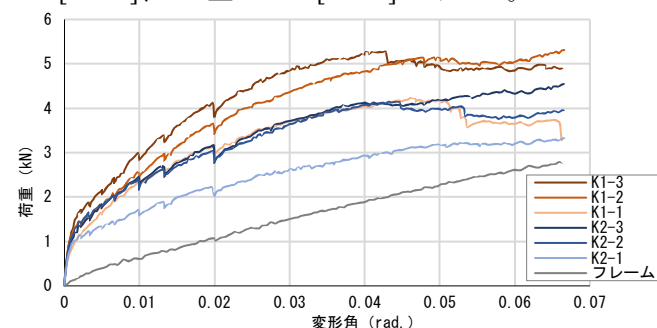


図 4 荷重-変形角

2-4. 試験体の変形状

約 1/15rad.時の代表的な破壊性状を図 5 に示す。引張側合板端部はスリットを設けたことで合板の破壊が見られないまま変形した (図 5-a)。また各試験体にお

いて最も短い圧縮側合板については目視では変形や破壊が確認できなかった (図 5-b)。全ての試験体において約 1/20rad.付近から上枠と柱を接合している N75 釘が徐々に抜け始め (図 5-b)、最も短い部材を除く圧縮側合板は 1/15rad.付近で座屈破壊が生じた (図 5-c)。各試験体の約 1/15rad.時の圧縮側合板の反曲点位置 (赤丸) と座屈形状を図 6 に示す。座屈形状は目視で確認した変形を拡大して示した。試験体 K2-1 を例としたメカニズムを図 7 に示す。最も短い部材以外の圧縮側合板はそれぞれ相欠き部分で引張側合板に拘束されることで S 字に座屈した。また各試験体において反曲点位置が異なることがわかった。図 6 の圧縮側合板の端部横に記した文字列は「部材長さ-端部から反曲点位置までの格子の数 (一様に座屈した場合は全格子数)」である (以下、バネ名称という)。また図 8 に示す試験体 K1-1 において計測した曲げひずみ値から、図 6 で示した座屈形状が正しいことがわかる。

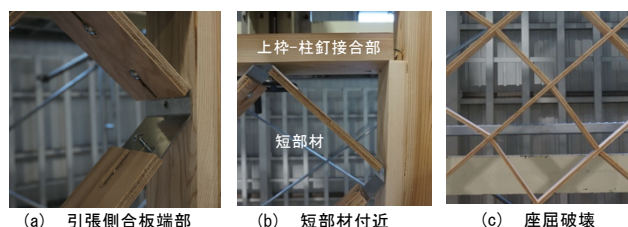


図 5 代表的な破壊性状

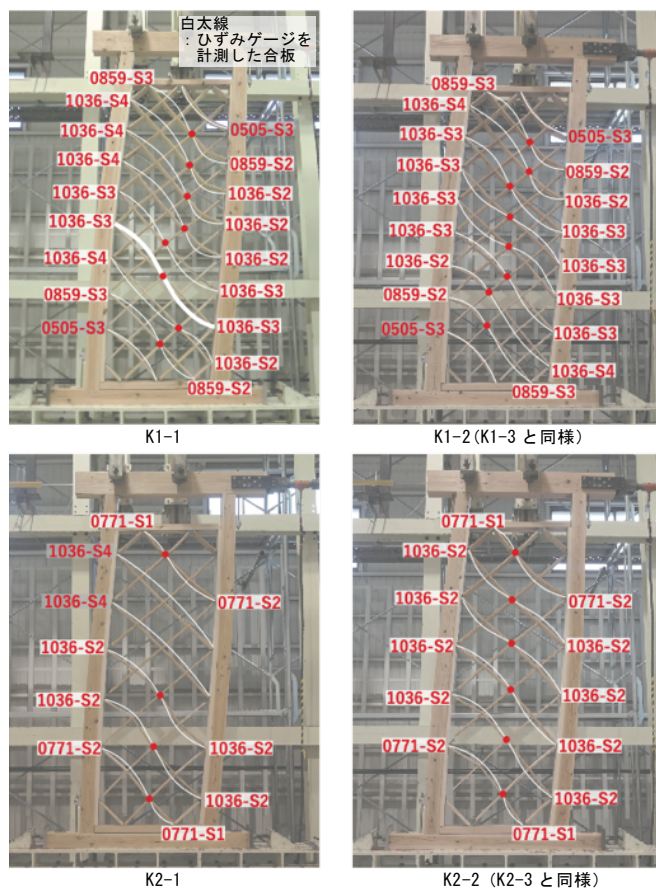


図 6 試験体変形状況 (約 1/15rad. 時)

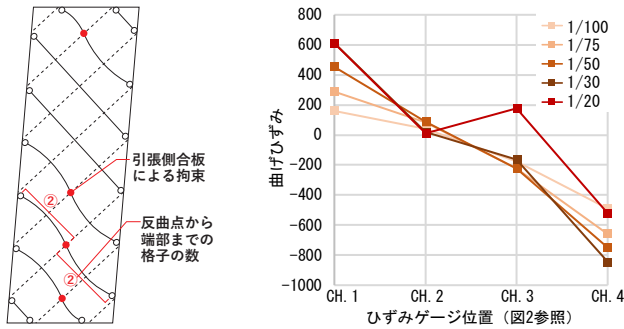


図 7 メカニズム (例:K2-1) 図 8 K1-1 曲げひずみモード

3. 簡易モデルの提案

3-1. 簡易モデル化の方針

壁試験の結果より変形状況が異なる 4 つの簡易モデルを作成し SNAP ver.7 (任意形状立体フレームの弾塑性解析ソフト) を用いて増分解析を行った。壁試験により、引張側合板は座屈の拘束をしているが耐力上の影響は小さいと判断し、壁試験結果を参考にして図 9 のように圧縮側合板のみの簡易モデル (M1-1, M1-2, M2-1, M2-2) を作成した。圧縮側合板の座屈形状に応じて圧縮側格子要素の両端にバネを設け、接合はピンとした (バネ名称は図 6 参照)。

解析を行うために簡易モデルのバネに入力する各部材の耐力と剛性を表 3 に示すように定めた。圧縮側合板のうち細長比が大きなもの座屈破壊し、細長比の小さなものは圧縮破壊する。座屈挙動時の破壊荷重は様々な文献 (例えば 3) で用いられているオイラーの座屈荷重を用いた。座屈挙動時の剛性は要素試験を行って定めた。木質構造設計基準 4) では、弾性座屈と非弾性座屈の境界となる限界細長比は 100 と定義されているため、座屈破壊が想定される細長比 100 以上の部材について座屈試験を行った。また、オイラーの座屈荷重についても合板の曲げヤング係数の平均値とばらつきを求めるため曲げ試験を行った。一方で、圧縮側合板で最も短い部材である細長比が 100 未満の部材について、壁試験の際に目視では変形や破壊が確認できなかったことから、簡易モデルには弾性バネを用いた。

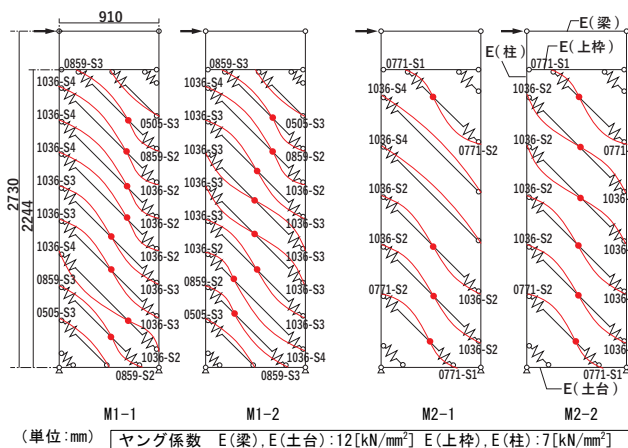


図 9 簡易モデル図

表 3 バネ入力値

細長比 λ	種類	耐力	剛性
λ ≥ 100	バイリニアバネ	式 (1) により算出 (曲げ試験により 曲げヤング係数を定める)	式 (2) により算出 (座屈試験により 基準剛性を定める)
λ < 100	弾性バネ	-	式 (3) により算出

3-2. 簡易モデルのバネの設定方法

壁試験における各部材の座屈挙動から、簡易モデルのバネ入力値を定めた。表 4 に各壁試験体のモデルパターンを示す。座屈形状の違いから M1 型では全 64 通り、M2 型では全 16 通りのモデルを持つことが推定できる。本研究では、壁試験の破壊状況から読み取った 4 つのモデルのほか耐力が最大および最小と予想される各モデルについても解析を行った。

前述で示したように細長比 100 以上の部材は、バネの耐力に以下に式 (1) で示すオイラーの座屈荷重 P_{cr} を用いた。

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \quad (1)$$

E: 曲げ試験から得られた曲げヤング係数
I: 断面 2 次モーメント
L: 反曲点位置から合板端部までの長さ (座屈長さ)

剛性については、オイラーの座屈荷重と同様に長さの 2 乗の逆数に比例していると考えた。そこで、座屈試験を行ったのち基準長さを定め、得られる剛性の平均値を基準として式 (2) によって算出した。

$$K_{(\lambda \geq 100)} = K_{基} \times \frac{L_{基}^2}{L^2} \quad (2)$$

L_基: 基準長さ
L: 求める剛性の座屈長さ
K_基: 基準とした試験体の剛性平均値

次に細長比 100 未満の部材については解析に用いる剛性を式 (3) のように算出した。

$$K_{(\lambda < 100)} = \frac{EA}{L} \quad (3)$$

L: 部材長さ
A: 断面積
E: 圧縮ヤング係数

圧縮ヤング係数を基準値から算出するが、文献 9) に定められている基準値 4500 N/mm² は下限値であるため、曲げ試験によって得られた曲げヤング係数の変動係数で基準値を除いた値を圧縮ヤング係数とした。

3-3. 要素試験

座屈試験はアムスラー万能試験機により荷重速度 2 mm/min で単調加力として行った。座屈試験方法を図 10 に示す。加力は試験体が座屈破壊するまで行うものとし、試験体は両端をナイフエッジ加工して V ブロックで受けることで両端ピンとして扱った。座屈試験体図を図 11 に示す。格子を構成している圧縮側合板のうち細長比 100 以上の計 5 種類を対象とした。試験体は 3 枚の構造用合板 (特類 2 級, 12 mm 厚)

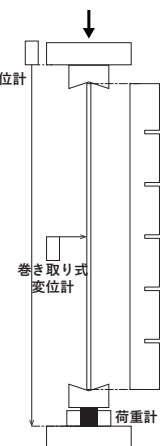


図 10 座屈試験方法

から切り出し、試験体数は各 6 体とした。

また、座屈試験に用いた合板と同じ材を用いてヤング係数の平均値を算出することを目的とし、曲げ試験を行なった。曲げ試験概要を図 12 に示す。加力方法は 3 点曲げとし、加力点変位を測定した。加力速度は 2mm/min とした。試験体は座屈試験と同じ合板 3 枚からそれぞれ 4 体ずつ取り出した計 12 体とした。

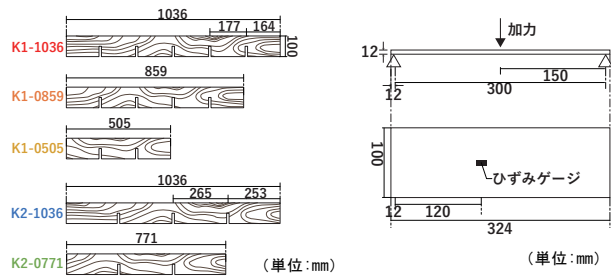


図 11 座屈試験体図 図 12 曲げ試験概要

3-4. 要素試験結果

座屈破壊状況の例を図 13、各試験体の最大荷重と剛性の平均値を表 5 に示す。試験体は全てスリット部付近で座屈破壊が見られた。また、曲げ試験により得たヤング係数の平均値等を表 6 に示す。



図 13 破壊状況

ここで、試験結果と式(1)～(3)の比較を行った。図 14 に座屈試験結果と曲げ試験から用いたヤング係数の平均値 5%下限値、5%上限値、文献 4)に記されている基準値を用いて求めたオイラーの座屈荷重を併せて示す。解析にヤング係数の平均値から算出したオイラーの座屈荷重を用いることが妥当であると言える。図 15 に座屈試験結果から得られた剛性、式(2)から得られた剛性を示す。ここで、基準剛性は細長比が最も大きく試験体端部の変形の影響を最も無視できると考えられる K1-1036 の剛性を用いた。K1-0505 の実験値が式(2)よりも低い、これは試験体端部の変形の影響と考えられる。以上より解析に式(2)を用いることが妥当であると言える。細長比 100 未満の部材の剛性は表 6 より 7042N/mm²とした。バネ特性値の終局変位 δu は各座屈試験体の終局変位の平均値とした。全試験体の終局変位を図 16 に示す。また、座屈試験結果より任意の座屈長さとの関係式(4)を算出した。

$$\delta u = 0.0214L - 7.18 \quad (4) \quad L: \text{任意の座屈長さ}$$

表 5 最大荷重と剛性

試験体	Pmax 平均 (kN)	剛性平均 (kN/mm)
K1-1036	0.59	0.44
K1-0859	0.72	0.59
K1-0505	2.05	1.11
K2-1036	0.60	0.59
K2-0771	1.05	0.91

表 6 ヤング係数実験値

平均値 (N/mm ²)	標準偏差 (N/mm ²)	変動係数	5% 下限値 (N/mm ²)	5% 上限値 (N/mm ²)
7885	1730	0.22	5039	10731

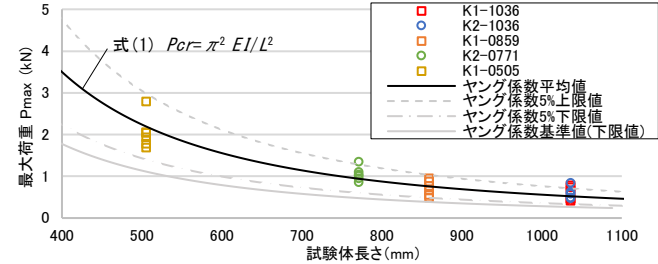


図 14 座屈試験における耐力と式(1)の比較 (λ ≥ 100)

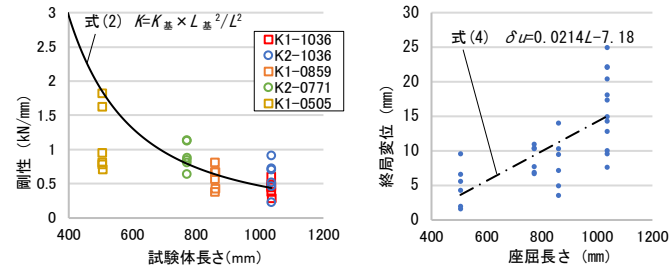


図 15 座屈試験における剛性と式(2)の比較 (λ ≥ 100) 図 16 終局変位-座屈長さ

4. 解析

4-1. バネ特性値

式(1)～(4)によって求めた各バネの耐力、剛性、終局変位を表 7 に示す。式(4)による終局変位が 0 以下となる場合は終局変位を耐力/剛性とした。

表 7 バネ特性値

	バネ名称	耐力 [kN]	剛性 [kN/mm]	終局変位 [mm]		バネ名称	耐力 [kN]	剛性 [kN/mm]	終局変位 [mm]
M1 型	1036-S4	1.17	0.99	7.60	M2 型	1036-S4	0.52	0.44	14.99
	1036-S3	2.09	1.76	3.90		1036-S2	2.09	1.76	3.90
	1036-S2	4.69	3.96	0.21		0771-S2	2.12	1.79	3.82
	0859-S3	2.11	1.78	3.85		0771-S1	8.47	7.15	1.18
	0859-S2	4.74	4.00	0.17					
	0505-S3	2.19	1.85	3.62					

4-2. 解析結果

図 9 に示した 4 つの簡易モデルについて、変形角 1/15rad.までの層間変位増分解析をおこなった。解析結果と壁試験結果の比較をする際、モデルの梁-柱、上枠-柱はピン接合でありフレームの耐力は耐力負担をしないため、壁試験結果はフレーム分の耐力を除いた。図 17 に各モデルの解析結果を示す。赤い点はいずれかのバネが式(4)で算出した終局変位を超えた点を示す。ある部材が終局変位を超えた後も壁試験で得られた荷重は上昇しているが、これは引張側合板が各圧縮側合板を連結することで座屈拘束が起こっていることによると考えられる。また、壁試験結果は引張側合板端部とねじ頭との摩擦力が効くことにより約 1/200rad.までの剛性が高くなっていると推測する。

各仕様の 1036 部材について、M1 仕様では全て 1036-S3 同士の組み合わせであるモデル、M2 仕様では全て 1036-S2 同士の組み合わせであるモデルが最も耐力が高くなると予想し、M1 仕様では 1036-S2 と 1036-S4 の組み合わせであるモデル、M2 仕様では全て 1036-S4 であるモデルが最も耐力が低くなると予想した。それらの解析結果を図 18 に示す。

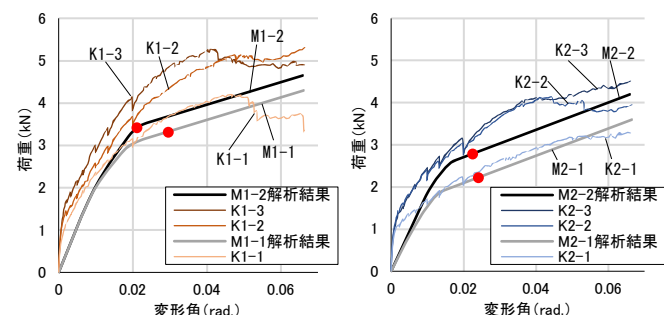


図 17 モデル解析結果 (左:M1 型, 右:M2 型)

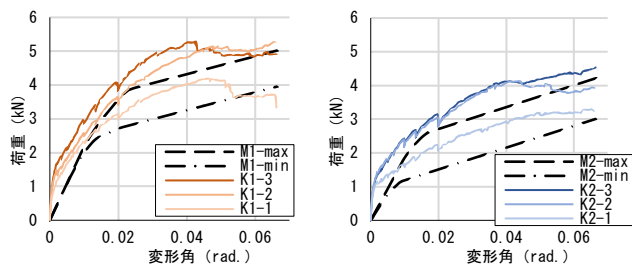


図 18 予想最大値と予想最小値 (左:M1 型, 右:M2 型)

5. 施工性検証

5-1. 全体施工検証

開発時には構造性能のみならず総合的に評価するべきであると考え、施工性の評価を行った (表 8)。本研究では大阪府の 2 階建て住宅において本耐力壁 3 体の施工を行い、施工時の記録及び施工者へのヒアリングを行った。施工者は筆者及び大阪公立大学の講師、学生の計 3 名であり、調査に 0.5 日、施工には 2 日要した。i. 調査において既存の柱の状態によって隙間柱の寸法が変わるため既存の状態を正確に把握することが求められると分かった。iii. スリット加工に関しては、少し危険であるとともに加工精度がどの程度耐力に影響するか心配であるという意見を得た (表 8 下線部) ため加工精度の構造性能への影響を明らかにする必要がある。手順 ii., iv. ~ v. は比較的容易であった。

5-2. スリット施工検証

5-2-1. 検証概要

スリットの誤差が耐力壁の構造性能に与える影響を明らかにするため、また、簡易モデルでは反映できないそれを補うためスリット施工検証を行った。本検証では、素人を対象としてスリット施工誤差の検証を行い、その結果を踏まえ誤差を意図的に反映させた壁試験体を用いた壁の面内せん断試験を行った。

5-2-2. 施工精度検証

大阪公立大学の学生及び卒業生 10 名を対象としてスリットの施工を行い、施工誤差の測定及び被験者へのアンケートを行った。施工は構造用合板 4 枚を重ね、相欠き部のスリットは格子材を横に倒した状態で丸鋸を垂直に持ちスライドさせる一般的な方法、金物接合部のスリットは格子材を横に倒した状態で丸鋸を水平に持ちスライドさせる方法とした (図 19)。スリット

表 8 全体施工検証 (3 体分)

手順	施工内容 要した時間	施工の様子	施工者	記録及びヒアリング
i. 調査	柱間寸法計測 柱の傾き計測 約 3 時間		1 名 ・筆者	レーザー墨出し器とメジャーを使用し計測した。 【a1】「計測はちゃんとやっておいた方が良かったと思った。」
ii. 桀材施工	隙間柱削り 桀材釘打ち 約 6 時間		2 名 ・筆者 【a1】	計測した柱の傾きに合わせ電動カンナにより隙間柱を斜めに削った後、桀材を釘打ちして接合した。 【a1】「やってみるとそんな難しくなかった。レーザー等の道具があると簡単にできると思う。電動カンナは絶対欲しい。釘打ちはエア工具で打つと早いけど手で打つ方が綺麗になるかも。上桀・下桀を打つスペースを 250mm は確保したい。床ベタ付けなら簡単かも。」
iii. スリット加工	1) 相欠き部スリット加工 2) 金物接合部スリット加工 約 4 時間		2 名 ・筆者 【a1】 【a2】	1) 相欠き部スリット加工…格子材 (: ひのき材を用いた) をまとめて横に倒した状態で丸鋸を用いて加工した。 2) 金物接合部…始めは格子材を横に倒した状態 (写真中央) で丸鋸を上下にスライドさせたが、途中から格子材と作業台の脚を固定し水平に丸鋸をスライドさせる方法 (写真下) に切替えた。 【a1】「スリットをどれくらい大きくして良いのが心配。金物接合部スリットは水平に切る方法はすごく簡単になった。」 【a2】「相欠き部スリットはある程度慣れていたかなり簡単。スリットの精度を出さなくても良いなら、それを分かった上で施工した方が気が楽。」
iv. 格子組	格子組み (地組み) 金物取り付け 約 30 分			床に置いた状態で、格子を中央から組みそのまま接合金物を取り付けた。 【a2】「真ん中から組むという手順は欲しい。金物は締め付け過ぎたらだめ。」
v. 設置	格子嵌め込み 格子接合 約 50 分		2 名 ・筆者 【a2】	組んだ格子を桀材の中に嵌め込み、金物の中央に開いた孔からねじで桀材と接合させた。ここで金物のねじ締め付けも行った。

幅の測定は電子ノギスを用い、1 箇所につき計 6 点寸法を測定した。測定結果を図 20 に示す。相欠き部及び金物接合部のスリット幅の誤差は全て $\pm 2\text{mm}$ 以下の精度であり、相欠き部スリットは丸鋸の使用経験回数により施工精度の差が生じたが、金物接合部スリットは差が生じなかった。

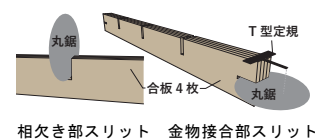


図 19 施工方法

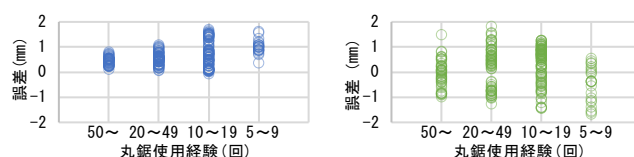


図 20 スリット施工誤差 (左:相欠き部 右:金物接合部)

5-2-3. 壁の面内せん断試験

施工誤差検証の結果を踏まえ、スリット幅寸法を標準寸法から $+2\text{mm}$ の誤差を意図的に設けた試験体による壁の面内せん断試験を行った。試験方法及び試験体仕様は 2 章に示したものと同様である。格子の小さな試験体を S1 仕様、大きな試験体を S2 仕様とし、5 仕様の計 9 体を用いて試験を行った (表 9)。

試験結果を図 21 に示す。試験体 S1-1-1-1 は $1/15\text{rad.}$ 付近で左下の土台に割れが生じたため、急激に耐力が低下している。破壊性状は 2 章で示した K1, K2 仕様と同様であった。また、約 $1/15\text{rad.}$ 時の座屈変形状況は 4-2. で述べた各仕様の予想される最大性能と最小性能を示すモデルの中間に荷重変形特性が位置するもので

あった。試験結果と標準寸法の試験体 K1, K2 仕様を比較すると最大耐力や変形性能にあまり差が生じていないことから、スリット施工に誤差が生じてでも構造性能は低下しないと判断した。これは圧縮側合板により耐力を保持しているというメカニズムに合致している。引張側合板の座屈拘束力についても、相欠き部スリットの誤差の影響により低下すると予想していたが、圧縮側合板のスリット幅が押し潰されて変形することで標準寸法仕様の試験体と比べて大きく低下しなかった。

表 9 スリット施工誤差

試験体名	図 21	格子	試験体数	相欠き部スリット	金物接合部スリット
S1-1-1		小	3	誤差反映【12→14mm】	誤差反映【6→8mm】
S2-1-1		大			
S2-1-0					
S2-0-1					
S2-0-0					
			1	誤差なし【12mm】	誤差なし【6mm】
				誤差なし【12mm】	誤差なし【6mm】

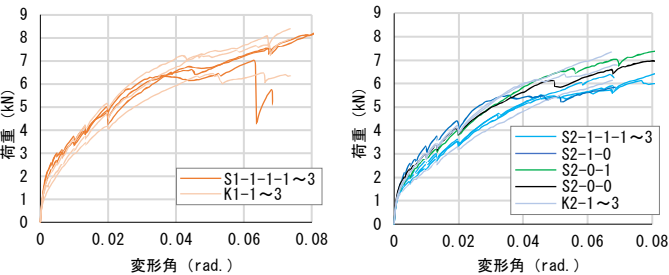


図 21 荷重-変形角 (左:S1 仕様, 右:S2 仕様)

6. 実用化に向けたヒアリング

6-1. ヒアリング概要

実用上の評価のため、本研究では行政、建築家、構造家の計 6 対象にヒアリングを行った (表 10)。

構造性能は靱性の高い点に、施工性については天井や床を撤去せずに設置可能であることや最大耐力が低く周辺の金物補強や基礎の補強に高い性能を要しないことから簡易的な施工が可能な点に、高い評価を得た。基礎補強は高価であり耐震改修の促進を阻害する要因となっていることから、簡易的な施工が可能となれば本耐力壁の利用により耐震改修を促進させることができると考える。しかし、築年数の古い既存木造住宅において柱・梁接合部の仕口等の確認は重要であるため、部分的な天井の撤去は必要となる場合がある。簡易的な施工を実現させるため上記箇所の検討や実績の積み重ねが今後の課題となる。

6-2. 本耐力壁の活用法

ヒアリング結果から耐震改修の実態を踏まえ、それらと調和させた本耐力壁の活用方法を提案する。従来

技術と組み合わせて用いる【増強型】、施工困難箇所を補うためや、十分な耐震性能確保のため用いる【補填型】、簡易的な耐震改修の手段とする【簡易型】、既に改修を終えた物件に用いる【追加型】を挙げる (図 22)。いずれも本耐力壁を分散させて設置する等から壁の増量が見込まれるため、通風、採光が可能である本耐力壁の特徴は大変有意義である。しかし、行政による補助金制度は上部構造評点に条件が設けられていることが多々あり、補助金の取得を狙うと【増強型】に限られることが多い。そこで、評点に条件を設けず少しでも耐震性能を向上させる簡易的な改修も耐震改修の選択肢に入るとより耐震改修の促進に繋がると考える。

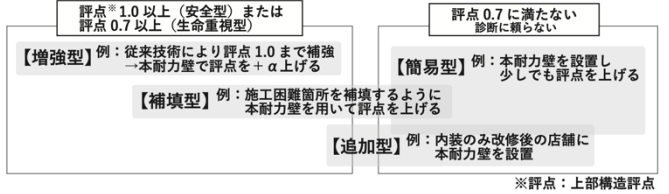


図 22 本耐力壁の活用方法の案

7. まとめ

本研究では通風、採光が可能で耐力は低く靱性が高い耐力壁を開発し、以下の事項を明らかにした。

①簡易モデルは高い精度で性能を推定できることがわかった。さらに簡易モデルから考えられる本耐力壁の最大性能と最小性能を示したことは部分的な耐震改修において極めて有意義であると思われる。

②比較的容易な施工が可能であること、また技術的な裏付けとしてスリット加工の精度が構造性能に影響しないことを明らかにし、素人施工の可能性を示した。

③実務者から得た多角的な評価や意見を踏まえ、耐震改修の現状や課題と適応させた本耐力壁の具体的な活用方法を示した。

8. おわりに

本耐力壁は格子の拘束により変形能力が高いこと、また、簡易的な施工が可能であることから、長屋を始めとした木造住宅の耐震改修への活用に適していると言える。今後は本耐力壁を用いた設計、施工を増やし既存木造住宅の更なる耐震化に貢献することを目指す。

参考文献
1)日本建築防災学会/国土交通大臣指定耐震改修支援センター: 2012 年度改訂版 木造住宅の耐震診断と補強方法, 2012
2)竹内実帆子 他 4 名: 耐震改修に適した斜め格子耐力壁の開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 構造 III, pp.391~392, 2021
3)神戸渡 他 3 名: 軸材としての厚物合板の耐圧縮性能に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集 第 78 巻 第 684 号, pp.355-361, 2013 年 2 月
4)日本建築学会: 木質構造設計基準・同解説・許容応力度・許容耐力設計法, 2006

表 10 ヒアリングの概要及び結果

	[O 市]	[U 市]	[A 市]	[R]	[B]	[S]
属性	行政 (3 名)	行政 (2 名)	行政/地域活動団体 (2 名)	建築家/地域活動団体	建築家	構造設計者
	密集市街地対策・木造住宅耐震化	M 地区まちづくり・文化財保護活用等	住宅政策・空き家活用	長屋や町屋の改修・K 地区まちづくり	建築設計 (主に木造住宅改修)	木造構造設計
耐震改修の実態	部分的に基礎の条件等はあるが、他で何か補えるところがないかと思う。	基礎補強には膨大な費用がかかる為、簡易な補強への補助を目指している。	長屋は除却が難しく住み続けなければならない場合が多く少しでも耐力を上げるべき。	①基礎は無視して壁量だけ取るようにしている。②店舗は借りて自ら改修することが多い。	①長屋の改修は大抵 1 軒。②基礎が無い場合も多いため低倍率の壁を分散すべき。	構造計算はせず、建物の要点や弱点を見抜いた補強している。
本耐力壁の評価	①天井や床を壊さず可能な点や改修の選択肢が増えることが良い。②一部の变化をつけたために用いると良い。	①耐力の裏付けがあると行政としても使いやすい。②店舗での利用に適している。③改修が終わった家に使えそう。	①木という素材が良い。②事例を積み上げることが必要。③DIY のレベルは若干超えているのではないかな。	①天井と床を撤去せずに設置可能である点が素晴らしい。②開発費用等による流通費用が高くなる心配はある。	①隙間柱施工がポイント。手間はかかるが、撤去をしない点でコストは抑えられる。②廃材の利用も考えられる。	①靱性が高く評価できる。②弱点となりやすい仕口等の確認は重要である。③安すぎても説得力に欠ける。