

# モルタル仕上木造住宅の外付鋼板耐震補強工法の開発

## その1 工法の目的と実験の概要

準会員 ○田中葵\*<sup>1</sup> 正会員 高木次郎\*<sup>2</sup>  
 正会員 大向智之\*<sup>3</sup> 同 堀口泰次郎\*<sup>4</sup>  
 同 田中里奈\*<sup>4</sup> 同 遠藤俊貴\*<sup>5</sup>  
 同 湯本茂樹\*<sup>6</sup>

木造住宅 耐震補強 モルタル仕上壁  
 鋼製薄板 壁倍率 水平耐力

### 1. はじめに

木造住宅は全国に約 2500 万戸存在し、そのうち 34% の 850 万戸の耐震性能が不足していると推定されている<sup>1)</sup>。1995 年の阪神淡路大震災では、5500 人の死者のうち約 8 割の死因が木造住宅の倒壊による圧死であった<sup>2)</sup>。大規模地震に備えた木造住宅の耐震化は急務であるが、進捗は思わしくない。補修工事費用の高さや居住者の一時退去が必要になることが原因として挙げられる。

著者ら<sup>3)</sup>は、鋼製薄板（以下、鋼板）を耐震要素兼新規外装材として用いる木造住宅の耐震補強工法の開発と改良を行ってきた。本工法は居住者の一時退去が不要であることに加え、耐久性や外観の向上も期待できる。また、構面全体で補強することで局所的な補強工法に比べ、柱脚に発生する引張力を緩和する効果も期待できる。既存木造住宅の課題を複合的に解決する工法を提案し、耐震補強への意識の向上を促すことを意図する。本報では工法の概要を整理し、耐震性能の評価方針を示す。また、実地適用における多様な状況を想定した試験体仕様を整理し、実大壁水平耐力試験の概要について述べる。

### 2. 工法の概要

耐震性能が不足している木造住宅の 73% の 625 万戸が新耐震基準以前に建てられており、主な外壁材はモルタル仕上である<sup>4)</sup>。これより、適用対象を築 30 年以上のモルタル外壁仕上住宅とした。工法の概要を図 1 に示す。モルタル仕上の上から防水テープとゴムスペーサーを介して厚さ 0.5 mm の鋼板（図 2）をゴムパッキン付きのドリルビス（以下、ビス）で既存木架構に固定する。ゴムスペーサーは不陸調整のために用い、モルタル仕上の上から防水テープで定着させる。ゴムスペーサーとブチルゴム防水テープ、ビスのパッキンによりビス孔からの漏水を防止する。既存木架構と鋼板の接合には、ビス（φ6mm × 115 mm）を用いる。柱に対しては 200 mm 間隔、土台と梁に対しては鋼板（図 2）の各凹部に 113.63 mm 間隔で鋼板とモルタル仕上、木架構をビス固定する。既存木架構に加わった地震力をビスを介して鋼板に伝達し、同様に鋼板から基礎へと伝達する機構とする。既往実験<sup>5)</sup>および地震被害<sup>6)</sup>では、タッカー釘の破断を伴うモルタルの剥落が報告されている。従って、モルタル壁自体は耐震要素

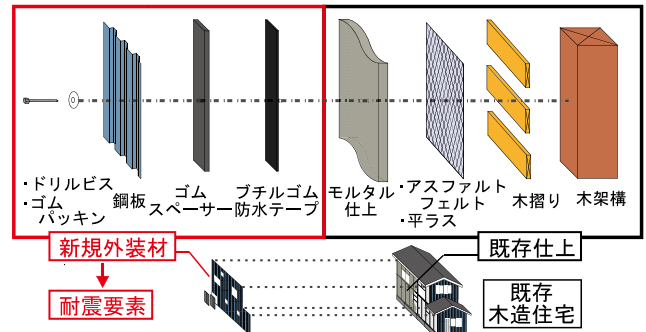


図 1 工法の概要



図 2 鋼板の断面形状

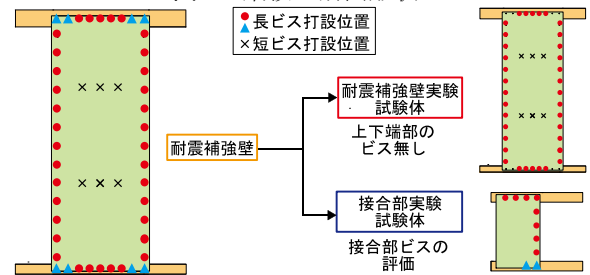


図 3 耐震壁と接合部の試験体構成の考え方

としての耐力評価は高くない。本工法では既存住宅の外壁を鋼板で覆い、モルタル仕上の剥落を防止し耐震要素とする。また、既存外壁の上から直接鋼板を固定するため工期とコストを縮減し、工事期間中の居住者の利便性を確保する。

### 3. 性能評価方針

本工法の鋼板とビスは、耐震壁と柱と横架材の接合部の両方の補強に機能させる。柱脚柱頭近傍の鋼板の上下端部 2 本ずつのビスは接合部の一部として機能すると考える（図 3）。柱脚柱頭近傍以外のビスが耐震壁として機能すると考え、耐震壁試験体にはそれらのビスのみ設ける。

### 4. 試験体仕様

既存外壁の状態に応じた耐震壁の性能評価を可能にするため、複数の試験体の仕様を設定した。耐震壁の 4 辺をビスで固定可能な場合を A シリーズとし、3 辺のみ固定可能な場合を B シリーズとした。

標準試験体の構成を図 4 に示す。健全なモルタル仕上外壁に鋼板補強を行った場合を標準試験体 (A1) とする。同一仕様の A1 試験体を 3 体用意し、ばらつきの影響を評価する。試験体幅は木造住宅の柱間距離を考慮し、910 mm とし、高さは 2730 mm とした。木材はスギ (無等級) を使用し、柱と土台は 105 mm × 105 mm、梁は 180 mm × 105 mm の断面寸法とした。梁及び土台と柱の仕口はホゾとし、N90 釘を 2 本用いて固定した。梁上に試験体の面外方向への変形を拘束する治具を設けた。断面寸法 9 mm × 90 mm、長さ 950 mm の木摺りを 23 mm 間隔を設け 1-N50 釘で木架構に固定する。アスファルトフェルトとプラスは、タッカー一釘を使用し 120 mm 間隔で留め付ける。厚さ 15 mm のモルタルにゴムスペーサーとブチルゴムテープを介して、鋼板をパッキン付きの φ6mm × 115mm のビス (以下、長ビス) で固定する。また、構面外の座屈を防ぐために φ6mm × 35 mm のビス (以下、短ビス) を打ち込んだ (図 3)。標準試験体とその他の試験体の相違点を示した外壁状態を表 2 に示す。

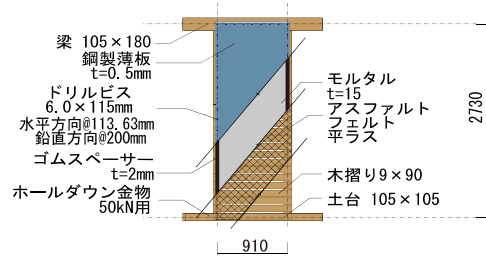


図 4 標準試験体の構成  
表 1 個別試験体仕様

試験体記号 (名称)	既存外壁の状態	仕様
A1 (標準)	欠損や劣化がほぼ存在しない健全な既存モルタル仕上外壁である。	本文中に記載。
A2 (開口有)	設備などの開口部が存在する。	壁中央に 500 mm × 500 mm の開口を設ける。
A3 (欠込有)	隣接スパンの庇等により既存壁の側面に欠込が存在する。	壁端部に 500 mm × 500 mm の開口を設ける。
A4 (モルタル無)	既存仕上の欠落範囲が大きいことやひび割れが甚大でモルタルが耐震要素として機能しない。	木架構と鋼板の間のみモルタルを設ける。
A5 (モルタル無小開口)	既存モルタル仕上のひび割れが甚大でかつ、鋼板に設備等の小開口が存在する。	φ150 の小開口を設ける。木架構と鋼板の間のみモルタルを設ける。
A6 (部分合板置換)	モルタルの欠落範囲に部分的に合板 (t=12) を設け、釘で柱に固定できる。	モルタル仕上と合板置換が存在する。それぞれは接合しない。合板を耐震要素として評価する。
A7 (全面合板置換)	モルタル仕上全面を合板に置換する。	合板 (t=12) は鉛直方向に 3 分割し、合板同士は接合しない。合板を耐震要素として評価する。詳細は後述その 3 に記載。
B1 (入隅)	建物の入隅部分の壁で一方の側柱にビス固定できない。	片側の柱芯から 102.5 mm までの範囲にモルタル仕上げとビス固定無し。詳細は後述その 4 に記載。
B2 (軒勝)	壁上部に庇、バルコニーが存在し、壁上部の梁にビス固定できない。	上部梁下端から 500 mm の範囲でモルタル仕上げとビス固定無し。詳細は後述その 4 に記載。

## 5. 実大壁水平耐力試験の試験概要

「木造の耐力壁及びその倍率 性能試験・評価業務報告書」<sup>7)</sup> (以下、方法書) に準拠して耐震壁の水平耐力試験を行う。実験概要を図 5 に示す。柱脚部は 1 本の柱に対して 2 つのホールダウン金物 (50kN 用) により土台下の治具に固定した。梁上に試験体の面外方向への変形を拘束する治具を設けた。油圧ジャッキにより梁端部に水平力を加え、ロードセルにより荷重を測定した。変位は、試験体全体の絶対変位と部材間の相対変位を測定した。柱頭部 (A, D)、柱中央部 (B, E)、柱脚部 (C, F) でそれぞれの鉛直変位及び水平変位を測定する。梁端部では水平変位 H1、土台中央では水平変位 H8 を測定する。相対変位測定器 (図 6) により、木架構とモルタル、鋼板のそれぞれの間で発生する相対変位を測定する (図 5A-F)。载荷方法は、各試験体の柱頭部に水平方向に正負交番繰返し加力とする。载荷スケジュールは、梁端部の水平変位を試験体高さで除した真のせん断角が 0.22, 0.33, 0.50, 0.67, 1.0, 1.3, 2.0% の同一変形段階において各 3 回の正負交番静的繰返し载荷とし、その後は正方向へ単調漸増で破壊するまで加力した。

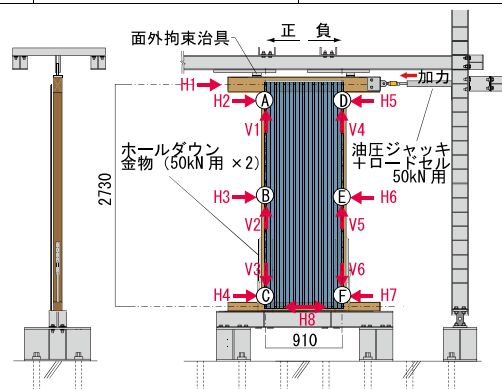


図 5 実験概要図

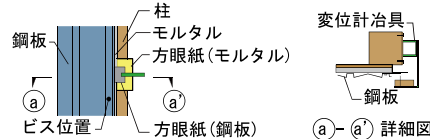


図 6 相対変位測定器

## 6. まとめ

耐震性能が不足している既存モルタル仕上木造住宅に鋼板を用いることで耐震性能を向上させる工法を提案した。本工法ではモルタルの剥落を防止し、モルタル仕上を耐震要素として機能させる。また、構面全体を補強す

ることで柱脚部に発生する引張力を緩和する。鋼板の上下端部のビスは接合部の一部として機能し、その他のビスが耐震壁を構成すると考え、実耐力実験と接合部実験により評価する方針とした。実地適用における様々な状況を想定して、多様な試験体仕様を設定した。

参考文献と謝辞は続編でまとめて示す。

\*1 首都大学東京都市環境学部建築都市コース 学部生  
\*2 首都大学東京都市環境学部建築都市コース 准教授・Ph D  
\*3 大和ハウス工業株式会社 修士 (工学)  
\*4 首都大学東京都市環境科学研究科建築学域 大学院生  
\*5 EQSD 一級建築士事務所 博士 (工学)  
\*6 日本鐵板株式会社

\*1 Undergraduate Student, Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ.  
\*2 Associate Prof., Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ., Ph.D.  
\*3 Daiwhouse Industry Co.Ltd, M. Eng.  
\*4 Graduate Student, Div. of Architecture and Urban Studies, Tokyo Metropolitan Univ.  
\*5 EQSD Structural Consultants, Dr.Eng  
\*6 NIHON TEPPAN Co.Ltd.