

# 既存木造建物の外壁改修のための タイル化粧パネルの取り付け強度に関する研究

## STUDY ON THE ATTACHING STRENGTH OF THE TILE FACED PANELS FOR THE EXTERNAL WALL'S REPAIR OF ORIGINALLY EXISTING WOODEN HOUSES

平居孝之\*<sup>1</sup> 藤田東一\*<sup>2</sup> 大谷俊浩\*<sup>3</sup> 井上正文\*<sup>1</sup>  
Takayuki HIRAI Toichi FUJITA Toshihiro OTANI Masafumi INOUE

Most of old wooden houses are necessary to reconstruct or to repair. So the repair system of external wall using tile faced panels has been promised. In this paper the execution method of attaching the tile faced panel to an originally existing frame of old wooden houses over the existing wall finish is studied.

The tile faced panel of 10.9kg/m<sup>2</sup> in mass is used. The tile faced panel is screwed by the steel nails (3 pieces/m<sup>2</sup>) to the wooden frame of existing old wooden houses. The nail is screwed so that the pulling out strength of one nail must be greater than 1000N, meanwhile the maximum load applied by wind on one nail is 310N. Then the safety factor is 3.22.

The pulling out strength of the nails screwed to the wooden frame of existing old wooden houses is examined.

Almost all wooden frame of the existing old wooden houses has the pulling out strength of nail greater than 1000N. Then it is considered that this execution method to repair the external wall using tile faced panels is available.

キーワード：タイル化粧パネル、外壁改修、木造建物、軸組、ビス引抜き強度

Keywords：Tile faced panel, Repair of external wall, Wooden house, Frame, Pulling out strength of nail

### 1. はじめに

現在、木造建物は年間約50万戸<sup>1)</sup>が建設され、その多くが現在も使用中であり、築年数の経ったものは改築または改修の必要に迫られている。

そのような状況のなか、経済的で意匠性に優れた外壁改修工法として、既存の外壁仕上げをそのまま残し、タイル化粧パネルを木造建物の軸組にビスで取り付ける方法が有望視される。この外壁改修工法の開発には、タイル化粧パネルを取り付けることのできる施工方法を作成し、そのために必要な強度を既存木造建物の軸組が有していることを明らかにすることが必要である。

そこで本研究では、タイル化粧パネルの取り付けに必要な軸組を構成している木材の強度の検討と、既存木造建物の軸組の強度の簡易試験法の開発を行った。また既存木造建物について、その簡易試験法で検査を行い、新材の強度と比較することで既存木造建物の軸組の劣化状況の検討を行った。

### 2. 木造建物の軸組の強度の簡易試験法の開発

既存木造建物の軸組の強度検査方法については、強度の推定が信頼できること、かつ経済的で簡易なものが必要であり、既存の外壁を取り外さずに検査できることが望ましい。

そこで図1に示すようなビスを図2に示すような鋼材片に通してから軸組の木材にねじ込み、鋼材片を引張る試験法を考案した。鋼材片は1000Nの引張力でくびれの所が切断するように作製したものである。図3のように鋼材片を釘抜きで引張り、

材質：鋼(JIS G 3539 SWCH22A)に  
ダクロタイズド処理  
(亜鉛やクロム酸等による表面処理)  
ねじ山ピッチ：3mm

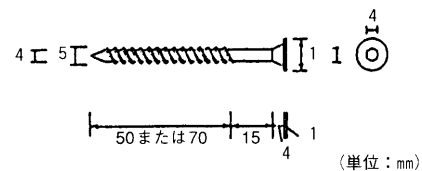


図1 ビス

材質：ステンレス(JIS G 4305 SUS304)  
引張強さ 520 N/mm<sup>2</sup>以上  
厚さ：0.8mm  
くびれ位置幅：2.5mm  
計算破断強さ：1040 N

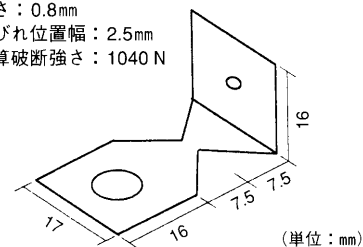


図2 鋼板片

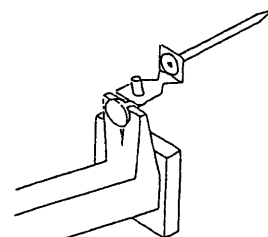


図3 ビス引抜き試験方法

銅板片が切断されればその軸組は後で述べる必要強度を充たし、ビスが引き抜けた場合は必要強度を充たしていないことになる。既存の仕上げにビスの通る直径6mmの孔をあけるだけでビス引抜き試験を行うことができるので、経済的で確実な検査が可能である。

### 3. 外壁改修パネルとその取り付け方法

外壁改修パネルは、図4に示すような385×1820mm、質量10.9kg/m<sup>2</sup>のタイル先付けパネルを用いる。

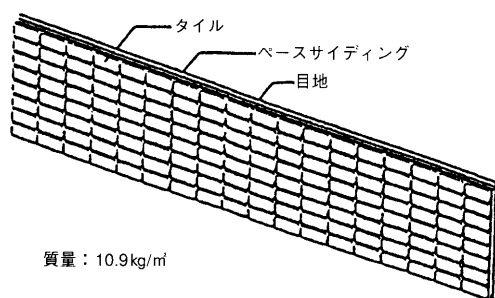


図4 外壁改修パネル

外壁改修パネルの施工方法は、まず、既存木造建物の外壁を目視や打診で調査し、さらに2.で述べた検査法を用いて軸組の強度の調査を行う。強度の調査は、北面の両側出隅および中央付近の3ヶ所の土台、および土台から上方300mmの位置の柱について行い、また目視や打診調査による不良箇所についても行う。

仕上げがモルタルのように硬い場合、ビスのねじ込みの前にタップ式ドリルを用いて仕上げに直径6mmの孔をあけてねじ込みを行う。調査の結果、必要な強度に満たない場合は、適当な補強等により必要な強度を満たすようにする。

次に、既存の外壁仕上げの上から、既存の柱および間柱に対して18×60mmの胴縁を縦に取り付ける。胴縁の取り付けは、図1に示すようなビスを用いて縦60cm間隔以下で、3本/m<sup>2</sup>以上、軸組に35mm以上ねじ込んで取り付ける。外壁改修パネルは、その胴縁に長さ16mmのビスで取り付ける。

## 4. 外壁改修パネル取り付け強度の検討

### 4.1 外壁改修パネルに生じる荷重

外壁改修パネルは外装材に相当し、その構造強度は建築基準法施行令第39条により風圧ならびに地震その他の振動および衝撃によって脱落しないようにしなければならないとされている。

地震荷重は、日本建築学会非構造部材の耐震設計指針・同解説および同じく耐震設計・施工要領より、0.3Gの加速度が水平方向に作用した場合の地震力となる。そのためパネル質量をM[kg/m<sup>2</sup>]とした場合、地震力Qは式(1)になる。

$$Q = 0.3 \times 9.80665 M \text{ [N/m}^2\text{]} \quad \dots\dots\dots (1)$$

風による荷重は、建築基準法施行令第87条より速度圧に風力係数を乗じた風圧力となる。外壁改修パネル取り付け位置の高さをh[m]、風力係数をkとするとすると風圧力Wは式(2)になる。

$$W = 9.80665 k (60\sqrt{h}) \text{ [N/m}^2\text{]} \quad \dots\dots\dots (2)$$

外壁改修パネルを木造軸組から引き剥がす方向へ生じる荷重Pは、自重と地震力の合力、または自重と風圧力の合力のうち、パネル取り付け面に垂直に作用する引張力の大きな方である。水平面から取り付け面への角度を $\theta$ とすると、外壁改修パネルに生じる荷重Pは、 $0 < \theta < \pi/2$ のときは式(3)となり、 $\pi/2 \leq \theta < \pi$ のときは、自重による荷重項がゼロになるため式(4)となる。取り付け面の角度に合った式のうち、大きい方の荷重を採用する。

$$\begin{aligned} &0 < \theta < \pi/2 \text{ のとき} \\ &P = \{9.80665 M \cos \theta + Q \sin \theta\} \quad \text{or} \\ &\{9.80665 M \cos \theta + W\} \text{ の大きい方 [N/m}^2\text{]} \\ &\dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\pi/2 \leq \theta < \pi \text{ のとき} \\ &P = \{Q \sin \theta\} \quad \text{or} \quad \{W\} \text{ の大きい方 [N/m}^2\text{]} \\ &\dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

1本のビスが負担する荷重Tは式(3)または(4)で求めた荷重を使用ビス本数で除すればよいので、1m<sup>2</sup>あたりの使用ビス本数をSとすると式(5)となる。

$$T = P/S \text{ [N]} \quad \dots\dots\dots (5)$$

### 4.2 垂直な外壁面に施行する場合に必要なビスの引抜き強度

図4の外壁改修パネルを取り付ける建物を、閉鎖形で、高さを一般的住宅の高さである10m、風圧力に関わる係数を最大のものである0.5<sup>2)</sup>を採用し、外壁改修パネルを垂直な外壁面に、1m<sup>2</sup>あたりビス3本を用いて取り付けるとすると、外壁パネルに生じる荷重Pは式(4)で $\theta = \pi/2$ より、風圧力の方が大きくなり、 $P = W = 930.3 \text{ N/m}^2$ となる。すると、式(5)より、 $T = 310.1 \text{ N}$ となる。

そこで、1本のビスの必要な引抜き強度を1000Nとすれば、安全率3.22となり、外壁改修パネルを取り付けることは問題ないものと考えられ、外壁改修パネル取り付けに必要な既存木造建物の軸組のビスの引抜き強度を1000Nと設定する。

## 5. 既存木造建物の軸組の劣化状況

### 5.1 既存木造建物の軸組からのビス引抜き試験

築16～25年経過し、現在も居住中の木造住宅を選定し、東

西南北の各外壁面において、図5のように土台、柱45cm高さ、柱90cm高さの位置にねじ込んだビスの引抜き試験を行った。なお、ビスは図1に示す長さ70mmのものを用いた。

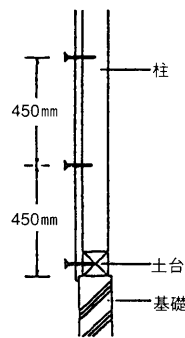


図5 試験位置

ビスねじ込み位置の外壁は仕上げモルタルをタップ式ドリルにて径6mmの孔を明け、ビスの先端が木材に直接当たる状態とした。このとき仕上げ材の厚みを測定した。次に、ビスをスクリュードリルにてねじ込み、図6に示すように建研式接着力試験機を用いてビスを引き抜き、最大荷重を測定した。

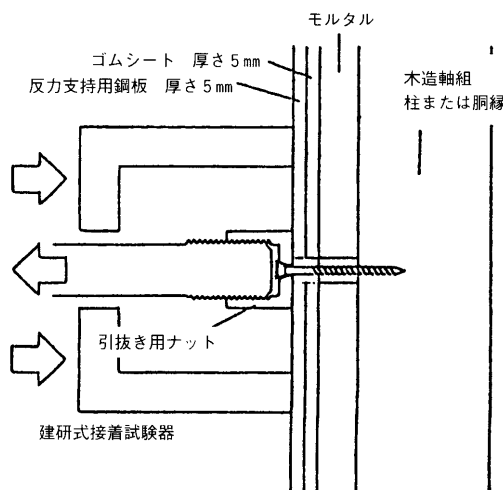


図6 外壁改修パネル

試験結果を表1～5に示す。なお、表中のねじ込み長さは、引抜き用ナット、反力支持用鋼板およびゴムシートの厚さ20mmと、既存外壁仕上げの厚さを引いた値である。

5.2 新材のビス引抜き試験

木材の劣化状況の基準として、各種新材のビス引抜き試験を行った。

試験体は、一辺10.5cm正方形断面で長さ50cmのものを各2体作製し、室内にて気乾状態にした。

試験は、試験体1体につき10、20、30mmのいずれかの深さでビスをねじ込み、5.1と同様の試験方法で行った。

試験結果を表6に示す。

5.3 劣化状況の考察

図7にビスねじ込み深さと引抜き強度の関係を示す。No.1～No.5が既存木造建物の測定結果である。図中の直線は、比

表1 既存木造建物No.1  
(軸組工法、モルタル塗り塗装仕上げ、築19年、大分市、市街地、日当たりやや悪い、地盤の水分が多い)

測定箇所	ねじ込み深さ (mm)			引抜き強度 (kN)		
	①	②	③	①	②	③
東北面 1	28	22	19	3.53	2.94	5.88
東北面 2	49	49	49	4.61	4.90	4.61
東南面	27	23	34	4.61	4.90	4.61
西北面 1	34	33	27	3.97	5.20	4.71
西北面 2	31	32	30	3.92	3.53	5.10
西南面 1	30	31	32	0.59	3.53	5.10
西南面 2	29	32	33	3.53	4.02	3.14

\*①：土台、②：柱45cm高、③：柱90cm高

表2 既存木造建物No.2  
(軸組工法、モルタル塗り塗装仕上げ、築21.5年、大分市、市街地、日当たり良、地盤の水分が少ない)

測定箇所	ねじ込み深さ (mm)			引抜き強度 (kN)		
	①	②	③	①	②	③
東面 1	30	25	28	2.94	2.26	2.65
東面 2	29	27	24	2.94	2.55	2.55
西面	22	24	—	3.43	2.94	—
南面 1	28	27	23	3.14	2.94	2.94
南面 2	23	—	30	3.33	—	2.84
北面 1	25	—	27	2.45	—	1.57
北面 2	18	—	29	2.55	—	1.27

\*①：土台、②：柱45cm高、③：柱90cm高

表3 既存木造建物No.3  
(軸組工法、木質サイディングボード塗装仕上げ、築23年、大分市、郊外住宅団地、日当たり普通、地盤の水分がやや多い)

測定箇所	ねじ込み深さ (mm)			引抜き強度 (kN)		
	①	②	③	①	②	③
東面 1	40	38	40	2.60	3.68	4.51
東面 2	41	38	40	4.12	3.14	4.51
西面	32	30	—	3.82	2.70	—
南面	38	40	38	1.08	2.75	1.77
北面 1	32	27	28	3.43	1.18	1.67
北面 2	46	37	33	5.20	3.39	2.01

\*①：土台、②：柱45cm高、③：柱90cm高

較用新材のスギとヒノキの原点を通る回帰直線である。新材に比べ既存木造建物の軸組のビス引抜き強度はかなりのばらつきが見られ、回帰直線より右下にあるものは劣化等の理由により強度が低下していることが考えられる。

ビス引抜き強度はねじ込み深さに比例する<sup>3)</sup>ため、所定のねじ込み深さに換算して比較する必要がある。そこで、図7の新材の引抜き強度の回帰直線から約5000Nと十分な強度を有し、

表4 既存木造建物No.4

(軸組工法、モルタル塗り塗装仕上げ、築25年、大分市、郊外住宅団地、日当たり普通、地盤の水分が多い)

測定箇所	ねじ込み深さ (mm)			引抜き強度 (kN)		
	①	②	③	①	②	③
東面1	32	30	31	3.14	2.35	2.75
東面2	33	31	30	4.12	3.04	2.55
西面	33	33	32	4.22	4.71	4.22
南面1	23	24	24	3.53	2.75	2.75
南面2	27	27	27	5.59	5.69	3.33
北面	31	23	32	3.92	2.84	3.73

\*①：土台、②：柱45cm高、③：柱90cm高

表5 既存木造建物No.5

(2×4工法、モルタル塗り塗装仕上げ、築25年、大分市、郊外住宅団地、日当たり普通、地盤の水分が多い)

測定箇所	ねじ込み深さ (mm)			引抜き強度 (kN)		
	①	②	③	①	②	③
南面1	43	43	43	3.95	5.48	4.06
南面2	43	43	43	3.82	4.10	3.07
北面1	43	43	43	3.89	3.81	2.70
北面2	43	43	43	4.02	3.77	3.25

\*①：土台、②：柱45cm高、③：柱90cm高

表6 既存木造建物No.6

(2×4工法、モルタル塗り塗装仕上げ、築16年、愛知県知多市、日当たり普通)

木材種	ビスねじ込み深さ (mm)		
	10	20	30
スギ	0.98, 1.86	2.26, 3.33	3.82, 4.61
ヒノキ	1.67, 1.67	2.06, 2.26	4.51, 4.71
実生スギ	0.78, 0.78	1.27, 1.37	2.75, 3.33
アヤスギ	1.08, 1.27	1.57, 1.86	2.16, 3.33
タノアカ	1.57, 1.57	1.77, 2.35	3.82, 4.12
ウラセバル	0.49, 1.37	1.37, 1.57	2.06, 2.45
ヤブクグリ	1.27, 1.57	2.35, 3.14	4.51, 4.61

かつ実用的なねじ込み深さと考えられる35mmをねじ込み深さと想定した。図8に表1～5に示したNo.1～No.5の既存木造建物で測定したビス引抜き強度を35mmのねじ込み深さに換算した強度分布を示す。No.1の1箇所のビスを除いていずれもビス引抜き強度は1000Nを超えており、35mm以上の深さにビスをねじ込むという仕様で施工したときに、築20年程度経過した既存木造建物の軸組を構成している木材はタイル化粧パネルを取り付けるのに必要な強度を有している、タイル化粧パネルによる補修が可能であると考えられる。

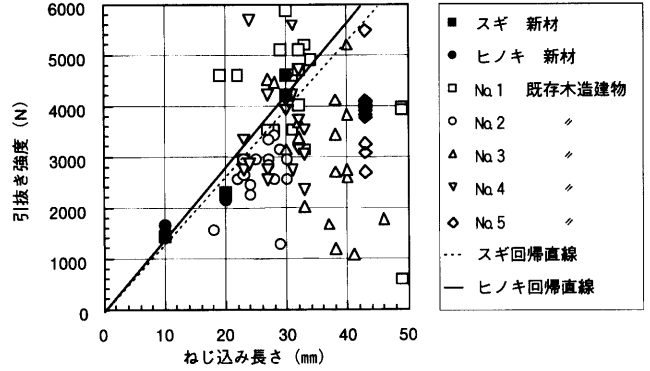


図7 ビスねじ込み深さと引抜き強度の関係

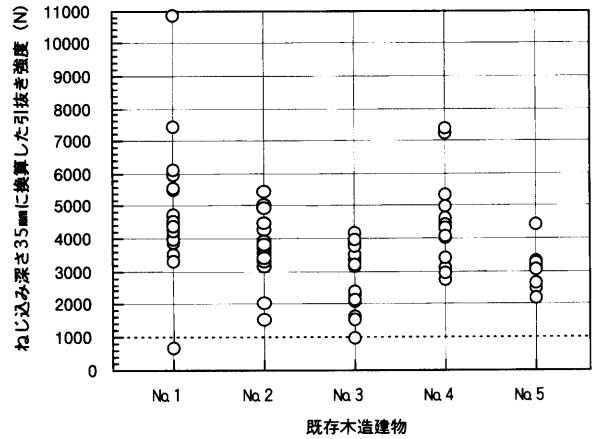


図8 ねじ込み深さを35mmに換算したときの引抜き強度

## 6. まとめ

既存木造建物のタイル化粧パネルによる外壁改修について、外壁改修パネルの取り付けに必要な軸組を構成している木材の強度を検討し、築16～25年経過した木造建物の軸組の強度をビス引抜きによって測定した結果、以下のことが分かった。

(1) 質量10.9kg/m<sup>2</sup>のタイル化粧パネルを垂直な外壁面に1 m<sup>2</sup>あたり3本のビスで取り付ける場合、軸組を構成する木材からの必要な引抜き強度をビス1本あたり1000Nとすると、安全率は3.22となることが分かった。

(2) 築20年程度経過した木造建物において軸組に35mm以上の深さにねじ込んだビスの引抜き強度は1000N以上あると考えられるので、タイル化粧パネルによる外壁の改修が可能である。

## 謝 辞

本論文を作製するにあたり、INAX建材商品開発室高田利博氏に多大なるご助力を賜りました。ここに記して深謝致します。

## 参考文献

- 1) 総務庁統計局：「住宅統計調査報告」
- 2) 建築基準法施行令 第87条
- 3) 林業試験場：「木材工業ハンドブック 改訂3版」, 丸善株式会社

\*1 大分大学工学部福祉環境工学科 教授・工博  
\*2 INAX建材技術研究所  
\*3 大分大学工学部福祉環境工学科 助手・工修

Prof., Dept. of Human Welfare Engineering, Faculty of Engineering, Oita Univ., Dr. Eng.  
INAX, Technical Research Laboratory Building Material Headquarters  
Research Associate, Dept. of Human Welfare Engineering, Faculty of Engineering, Oita Univ., Mr. Eng.