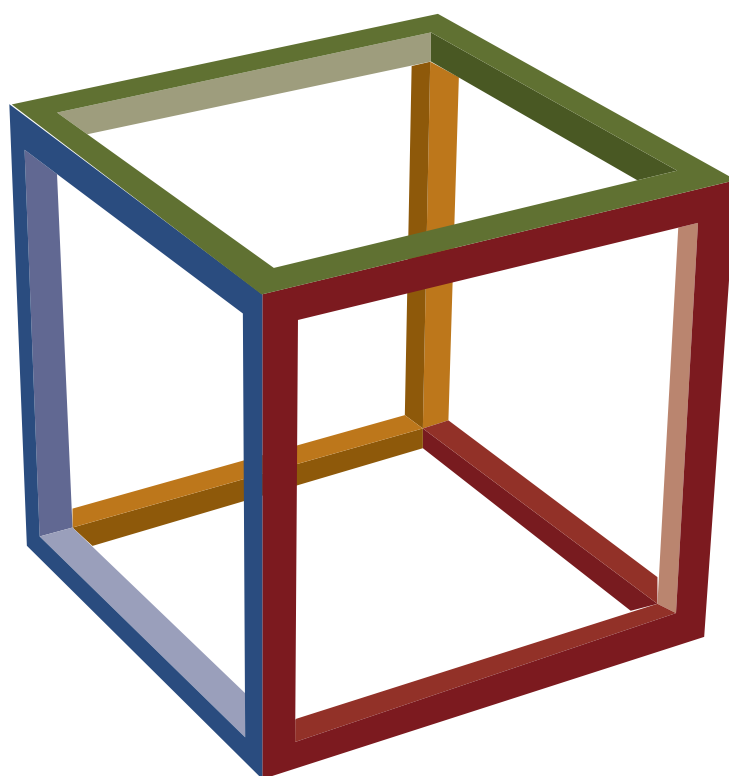

真壁木造の

長期優良住宅実現のための

技術基盤強化事業

概 要



平成 23 年 3 月

一般財団法人 住宅都市工学研究所

1

事業の目的等

(1) 事業の目的

現存する古民家の多くは内外真壁構造・瓦屋根である。

内外真壁構造は軸組が蒸れず、劣化事象が目視できるなど耐久性の高い外壁工法であるが、壁厚の限られる内外真壁構造において長期優良住宅の断熱性能・耐震性能等の諸性能を満たすには様々な技術的課題がある。

また、瓦は日本の気候風土に最も適した耐久性の高い屋根材料であるが、瓦よりも野地板等の屋根下地が先に劣化して葺き替えとなる場合が多く、瓦の耐久性を十分に活かしていないのが現状である。

本事業は「伝統的建築物の耐久性向上の知恵を継承しながら現代の要求性能に対応した内外真壁構造」、
「耐久性が高く維持管理しやすい瓦屋根及び屋根下地工法」の検討及び普及を目的とする。

(2) 事業の内容

①伝統的建築物の耐久性向上の知恵を継承しながら現代の要求性能に対応した内外真壁構造

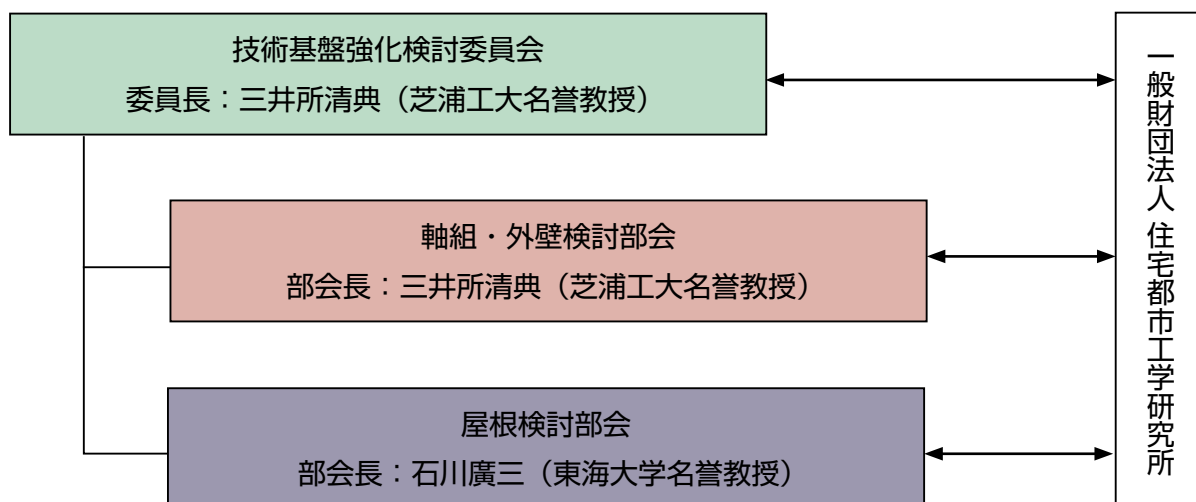
- ・内外真壁構造の実務者ヒアリング調査
- ・現代の要求性能に対応した内外真壁構造の検討
- ・内外真壁通気工法の開発
- ・真壁木造に適用できる制振・耐震工法「スケーリングフレーム」の開発
- ・真壁木造・長期優良住宅に適する金物に関する調査
- ・軸組の乾燥収縮等を抑制する木材寸法安定化技術に関する調査及び実験
- ・真壁木造の長期優良住宅実現のための手引き書【内外真壁構造編】の作成

②耐久性が高く維持管理しやすい瓦屋根及び屋根下地工法

- ・瓦の生産および使用実態に関する調査
- ・屋根下地の耐久性に関する調査
- ・高耐久瓦屋根工法検討のための基礎実験およびシミュレーション
- ・目標耐用年数の設定と手引き書【和瓦屋根編】の作成

(3) 事業の推進体制

学識経験者・実務者等による「真壁木造の長期優良住宅実現のための技術基盤強化」を設置して事業を統括する。その下に「軸組・外壁検討部会」、「屋根検討部会」を設置し、調査・検討・実験等を行う。



(4) 事業スケジュール

①軸組・外壁検討部会のスケジュール及び成果物

- ・平成 20 年度：基礎調査
- ・平成 21 年度：基礎調査・実験、工法・仕様の検討
- ・平成 22 年度：工法・仕様の検討、手引き書の検討
- ・平成 23 年度：手引き書の作成、実務者向け講習会等の開催

②屋根検討部会のスケジュール及び成果物

- ・平成 20 年度：基礎調査、工法・仕様・維持管理方法の検討
- ・平成 21 年度：基礎調査・実験、工法・仕様・維持管理方法の検討
- ・平成 22 年度：手引き書の作成

	平成 20 年度	平成 21 年度	平成 22 年度	平成 23 年度
技術基盤強化検討委員会	委員会 2 回	委員会 3 回	委員会 3 回	委員会 3 回
軸組・外壁検討部会	基礎調査	調査・実験 工法検討	工法検討 手引き書検討	手引き書作成 講習会等
屋根検討部会	基礎調査・検討	調査・実験 工法検討	手引き書作成	

2

軸組・外壁検討部会の概要

軸組・外壁検討部会の取り組みは大きく次の7つのテーマに整理できる。以下、テーマごとに、取り組みと成果についての概要を示す。

(1) 内外真壁構造の実務者ヒアリング調査

内外真壁構造を実践する際の最も重要な配慮事項の一つに、外壁の雨仕舞いが挙げられる。そこで、内外真壁構造を実践している全国9地域の設計者・施工者等に対して、雨仕舞い等の所作についてヒアリング調査を実施した。

平成21年度には東京都新宿区、埼玉県川越市、埼玉県熊谷市、富山県富山市、岐阜県高山市において実施し、平成22年度には山形県金山町、島根県大田市において実施した。平成22年度は、台風の多い九州・四国地域における雨仕舞い等の所作を調査すべく、熊本県熊本市、香川県三木町を対象とした。

調査の結果、各地域で共通するのは、①できるだけ雨掛かりを軽減する、②雨が掛かる場所は雨仕舞いを徹底する、③万一腐った部材は交換できるよう構造躯体と縁を切る、という三段構えの考え方である。平成23年度はこれらの知見を手引き書として整理する予定である。



■ 実務者ヒアリング（埼玉県川越市）



■ 実務者ヒアリング（熊本県熊本市）

(2) 現代の要求性能に対応した内外真壁構造の検討

軸組・外壁検討部会の最終目標は、「伝統的建築物の耐久性向上の知恵を継承しながら現代の要求性能に対応した内外真壁構造」の検討にある。

そのためにはまず、これからの内外真壁構造に求められる要求性能を整理する必要がある。長期優良住宅の認定基準では、劣化対策等級3、耐震等級2、省エネ対策等級4（次世代省エネ）、維持管理対策等級3が挙げられる。また、認定基準以外の性能では、軸組の寸法安定性能、外壁止水性能、制振性能、防火性能等が挙げられる。

これらの要求性能のうち、内外真壁構造における最も大きな課題は、次世代省エネ基準と劣化対策等級3における外壁通気の確保である。そこで22年度は、次世代省エネ基準を達成し、通気層を確保した内外真壁構造の層構成パターンを12通りに整理した。

平成23年度は、通気層上下端の開口部形状の検討を進めるとともに、軸組の接合部・軸組と外壁の取り合い部・開口部廻り等における止水性向上手法を検討し、手引き書として整理する予定である。

(3) 内外真壁通気工法の開発

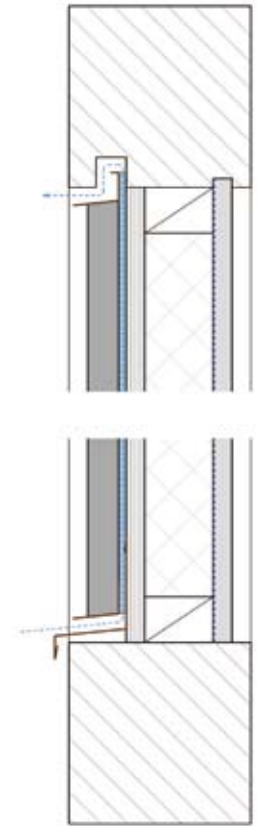
内外真壁構造における耐久性向上手法を検討する際、壁体内の結露等を防止するために、通気層を設けることが望まれる。しかし、内外真壁構造で、通常用いられている通気胴縁を用いた 18mm 厚の通気構造とすると、壁厚が大きくなり 5 寸以上の太さの柱・梁が必要となるため、部材の調達や施工等に大きな負荷がかかる。

このような課題を解決するために、排湿性能等を有する 5mm 厚の通気シートを用いた内外真壁通気工法を検討し、排湿性能・防水性能・通気性能等の検証を行った。

平成 21 年度は、通気層の主要な性能である排湿性能の検証を行った。試験結果から一定の排湿性能を確認し、防露に対する安全性を検証できた。

内外真壁通気工法は、空気を土台（胴差）上端から取り入れ、胴差（軒桁）下端から排出する。通気層の出入口（開口部）を直接外気に開放するため防水性能（＝止水性能）の確保が重要になってくる。そのため、平成 22 年度は、内外真壁通気工法の防水性能等を確認するため、開口部形状を変えた 6 つの試験体を作成し、防水試験等を行い、開口部の形状と漏水の関係性を検証することができた。

今後は、通気性能・防水性能・施工性・デザイン性を兼ね備えた開口部形状を検討し、防水試験により性能検証を行う予定である。



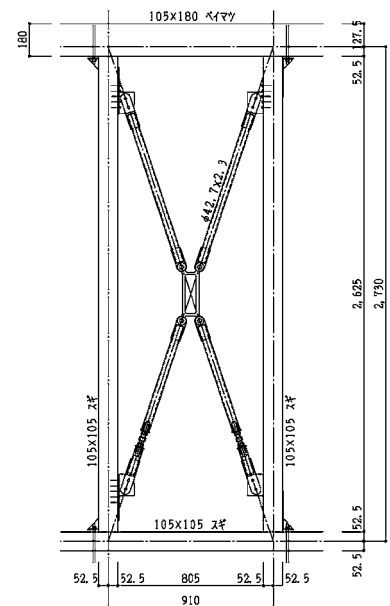
■ 内外真壁通気工法イメージ

(4) 真壁木造に適用できる制振・耐震工法「スケーリングフレーム」の開発

スケーリングフレーム（以下、SF という。）は、金属の降伏を利用した制振・耐震構造である。一般的な材料の組合せで製作できる、基準法の壁倍率として評価できる、耐久性が高い、本体幅を薄く抑えることができる等のメリットがあり、内外真壁構造の長期優良住宅にふさわしい制振・耐震構造として、平成 21 年度から開発に取り組んでいる。

平成 21 年度は SF の基本的な制振・耐震性能を確認することができたが、製作方法が大きな課題とされた。そこで平成 22 年度は製作方法を改良し、アルミニウム製 SF、鋼製 SF の静的加力試験を行った。その結果、安価な鋼材を用いて、壁倍率 2.5 ～ 3 倍の耐震性能を有しながら、地震力を効果的に吸収できる SF を開発できる見通しがついた。

一方で、SF の制振効果をシミュレーションにより検証した。その結果、標準的な住宅モデルにおいて、1 階の耐力壁の半分を SF に置き換えた場合、地震による振幅を半分に抑えることができるという結論を得た。地震時の建物損傷を大幅に軽減できることから、長期にわたり住宅を維持していく上で、非常に有効な工法であると考えられる。



■ スケーリングフレームの例

今後は、SFの動的加力試験を実施し、静的加力試験のみでは把握できなかった速度依存性等を明らかにし、内外真壁構造への高い対応性を検証する予定である。

(5) 真壁木造・長期優良住宅に適する金物に関する調査

内外真壁構造・長期優良住宅において、どのような接合金物がふさわしいかについての知見を得るための調査である。現在流通している接合金物の整理、及び代表的な金物メーカー・プレカット業者等のヒアリングから、内外真壁構造・長期優良住宅における金物の要件を、以下の7点に整理した。

- ①真壁納まりに適したコンパクトなサイズであること
- ②気密性・断熱性・防水性・結露への適切な配慮が検討されていること
- ③余裕をもった耐力を有すること
- ④無垢材に対応できること
- ⑤受け材への取り付けルールが明確であること
- ⑥優れた耐久性を有すること
- ⑦増し締め・点検・交換の容易性に配慮されていること

今後、設計者等が接合金物を選択する際の有効な指標ができたと同時に、金物メーカー等に対する開発要件を整理できたと言える。

また、土台、通し柱、梁等の部位ごとに、金物使用時に課題となる気密性・断熱性・防水性等の対応策を図解することで、設計・施工上の留意点を整理することができた。

(6) 軸組の乾燥収縮等を抑制する木材寸法安定化技術に関する調査及び実験

内外真壁構造は、屋外に柱・梁等の構造材をあらわすため、構造材の乾燥収縮による壁際からの雨水の浸入、構造材そのものの割れからの雨水の浸入等の課題がある。これを解決する技術の一つとして、木材の寸法を安定化させる技術（以下、DS処理という。）が存在する。

平成21年度は、既存の木材の改質技術、特に防腐・防蟻技術について、整理・類型化することで、今後の研究開発の基礎とした。

平成22年度は、DS処理の検証実験を行い、その効果と実用性を明らかにした。105×300、150×150、240×240の断面を有する杉材について、DS処理したものと未処理のものを乾燥させた結果、DS処理材は収縮が少なく、また木口割れ・端部割れも観察されず、高い寸法安定効果を確認できた。また、DS処理が木材の強度に与える影響がないことも、実大曲げ実験から明らかにした。

一方、DS処理は水に対して溶脱性があるため、外部については何らかの皮膜（ガラス塗料も含む）を形成する必要がある。そこで、木材に塗布する塗装についても検証実験を行った。木材の耐久性を高める効果の高いガラス系塗料が、防蟻についても高い効果を発揮することを確認できた。これらの技術は、今後真壁木造の長期優良住宅を推進していく上で、実用性の高い技術として位置付けることができよう。

(7) 真壁木造の長期優良住宅実現のための手引き書【内外真壁構造編】の作成

平成 23 年度は、過去 3 年間の成果を手引き書としてとりまとめ、設計者・施工者等の実務者向けの講習会を開催する予定である。

手引き書は、大きく 3 章から構成される。第 1 章は「内外真壁構造のすすめ」として、内外真壁構造のメリット（軸組が蒸れない、劣化現象が目視できる）や国内外の実例を紹介する。第 2 章では「伝統的建築物に学ぶ雨仕舞いの所作」として、全国の実務者から得た知見を紹介する。第 3 章は「これからの内外真壁構造」として、これからの内外真壁構造に求められる要求性能を整理した上で、要求性能を満たす内外真壁構造の工法例や止水性向上の留意点を図解で説明する。

また、内外真壁構造・長期優良住宅にふさわしい接合金物の紹介や、内外真壁構造への活用が期待される通気シート、スケーリングフレーム、木材寸法安定化技術についても紹介する予定である。

3

屋根検討部会の概要

屋根検討部会では、粘土瓦を真壁構造による長期優良住宅の屋根に最もふさわしい屋根材として位置づけ、住宅の長期使用に対応する瓦屋根を実現する上での問題点を明らかにすると共に技術的な諸課題を解決するため、以下の調査研究を行った。

(1) 瓦の生産および使用実態に関する調査

1) 瓦生産地におけるヒアリング調査

粘土瓦生産地の内、石州（島根）、淡路（兵庫）、三州（愛知）、菊間（愛媛）、小松（石川）の代表的な瓦工場の視察、各地の瓦工業組合、各県立の工業あるいは産業技術センターにおけるヒアリングを実施し、産地毎の瓦の特色、生産と出荷の実態、原料と製法、品質と性能、耐久年数、技術開発および瓦屋根普及への取り組み状況を把握した。



■ 石州瓦の調査（島根県大田市）

2) 工務店および屋根工事業に対するアンケート調査

在来木造住宅を主に建設している全国の工務店および粘土瓦の施工を行っている屋根工事業に対して、広くアンケート調査を実施し、使用瓦の産地と種類、下地および下葺き材・棧木・緊結材の種類と寸法、葺き工法、葺き替え工事の実施状況と葺き替え時の下地劣化の状況、瓦屋根の耐久性を高めるための工夫・提案について回答を得た。

これを通じて現行の瓦屋根工法および耐用年数の実態、屋根工事に対する施工者の認識を把握することが出来た。このうち、瓦の葺き替えについては、全数葺き替えが必要になる年数を築後60年以上とする回答がある一方で、大多数の回答者が築後15～50年での瓦の葺き替え時に下葺き材、野地板の張り替えを経験しており、瓦屋根の長期使用に際しては、現状で瓦に比べて耐用年数の短い下地の耐久性向上が課題であることが明確になった。

(2) 屋根下地の耐久性に関する調査

1) 経年屋根の下地劣化状況に関する調査

解体住宅1棟で実施した屋根下地劣化状況実態調査および外部の団体で実施された同種の調査結果に基づいて、経年木造住宅屋根下地の劣化状況の把握と原因分析を行った。

主な劣化現象としてホコリの堆積、下葺き材の変形、破断、釘孔の空き、野地板の腐朽と剛性低下があり、木部の腐朽の原因は下葺きからの浸水と結露によるもので常時低温となる



■ 下地劣化状況調査

方位の屋根面に集中すること、野地板の材質ではバラ板では被害が少なく合板の劣化が多いこと、下葺き材上面に堆積したホコリによる排水支障が浸水を促進すること、屋根断熱構法の屋根下地で著しい結露被害が見られることなど、下地の耐久性を向上させる上で構法改善のための有用な知見が得られた。

2) 長期の使用に対応する瓦屋根の下地材料、構法に関する調査

下地構成材料の耐久性について情報を収集すると共に、長期の使用に対応する瓦屋根構法の要件である①瓦の隙間から浸入するホコリと雨水の滞留防止と排出容易性②下葺き材の長期止水性確保③野地板および小屋組部材の結露防止と乾燥容易性に関して、現行の一般的構法より優れていると考えられる伝統構法、海外の構法事例、外部団体で提案されている構法事例を調査し、それぞれの特徴と問題点について検討した。また、瓦下地の点検手法に関してこれまで各方面で得られている知見を収集した。

(3) 高耐久瓦屋根工法検討のための基礎実験およびシミュレーション

以上の調査を通じて、瓦屋根の長期耐久性を評価する上で屋根面からの浸水と小屋裏の温湿度環境の複合的な影響を受ける下地木材の長期含水性状に関する情報が不足していることが明らかになったため、以下の一連の実験とシミュレーションを行った。

1) 瓦屋根の水密試験

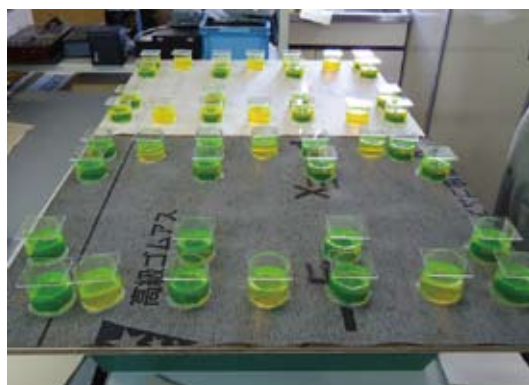
J形粘土瓦で葺いた約1.8×1.8mの片流れ屋根モデルに各種の降雨量と風速の組合せで散水送風試験を行い、瓦重ね部から下地面に浸入する水量と風雨条件の関係について基礎データを得た。



■ 瓦屋根の水密試験体

2) 瓦屋根下地面への散水試験

一般的な瓦の施工状態に基づいて作成した、上記と同規模の瓦屋根下地モデルに対して、瓦層からの浸入量を想定した散水試験を行い、下地面上および下葺き材の重ね部、釘孔部における浸入雨水の挙動について基礎的な知見を得た。



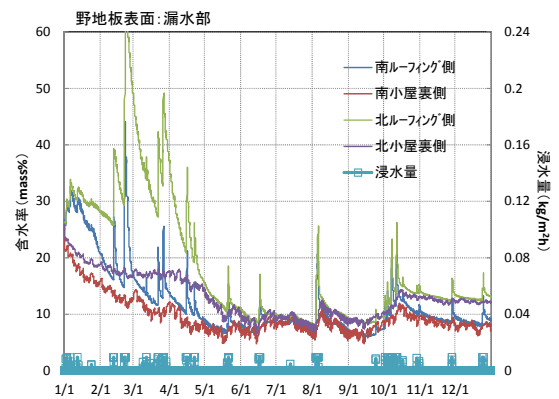
■ 下葺き材の止水性試験

3) 経年劣化を考慮した下葺き材の止水性試験

野地板に敷設した下葺き材に複数の栈木固定釘および瓦緊結釘を打ち込んだ状態で各種の条件で温冷および散水を繰り返し与えた試験体、および経年住宅の屋根面から採取した同様の構成の下地試験体について、釘貫通部分に水頭圧を与えて透水試験を行い、屋根材下で温冷の繰り返しおよび水分の影響を受ける下葺き材の釘貫通部分の経年後の止水性能評価の基礎データを得た。

4) 屋根葺き材からの浸水の影響を考慮した下地木材の長期含水性状のシミュレーション

上記各試験の結果を総合して、現行の一般的瓦葺き工法において降雨時瓦の隙間から浸入し下葺き層を貫通して野地板面に達する可能性のある水量を風雨の条件に応じて推測する方法を導いた。この水分量を、従来の結露計算で考慮されている屋根層内各部の熱、水分移動に加味して長期間の野地板含水性状のシミュレーションを行い、浸水の影響を考慮しない計算では支障が無いと評価されてきた地域、屋根層構成においても水分の継続的蓄積が生じ得ることを確認した。



(4) 目標耐用年数の設定と手引き書【和瓦屋根編】の作成

上記の各調査研究の結果を踏まえ、長期優良住宅の瓦屋根で目標とする瓦および屋根下地の更新時期の大枠を設定した。また、この目標を実現する上で必要な屋根構成材料および小屋裏を含めた瓦葺き屋根構法の配慮事項を整理し、「真壁木造の長期優良住宅実現のための手引き書【和瓦屋根編】」として取りまとめた。

一般財団法人 住宅都市工学研究所