

木造住宅・建築物等の整備推進に関する調査・普及・技術基盤強化 成果報告

事業の名称	木造住宅・建築物等の整備推進に関する技術基盤強化を行う事業
事業者情報	事業者名：日本木材防腐工業組合 事業担当者名：関澤外喜夫 連絡先：03-3584-0913
補助事業の区分	木造住宅・建築物等の整備推進に関する ①調査を行う事業 ②普及を行う事業 ○③技術基盤強化を行う事業
1. 事業の概要 長期優良住宅の認定基準における劣化対策の評価は、通常の維持管理が前提となっている。木材や木質部材の劣化対策の評価は、評価方法を定めた当初においては、現在使用できない CCA や強力な薬剤を前提としており、現在使用可能な防腐・防蟻薬剤にもとづく劣化対策においては、当初想定した通常の維持管理とは管理の要求が変わってきていることが想定されている。 そこで、長期優良住宅の認定基準における劣化対策の評価や、通常の維持管理のあり方をより適切なものとするためには、劣化対策技術の内容を見直し、維持管理点検の方法や頻度との関係を整理する必要がある。 長期優良住宅の正しい理解と普及を推進するためには、これらについて技術的な資料を収集し、必要に応じて改善点、修正点の根拠となる知見を蓄積していく必要がある。耐久性については、促進劣化試験の信頼性が不確実なことから、当初措置として施す劣化対策の有効性に関する永続的な追跡、測定が不可欠である。また、維持管理点検の手法やその頻度との関係で劣化対策技術の位置づけを検討する必要がある。 本事業においては以下の 2 つの項目について実際の建築物におけるデータ収集も含めた劣化対策に関する技術的な資料を収集し、長期優良住宅実現のための技術基盤として必要な整理を行う。 ①長期に使用する木材、木質材料等の強度劣化機構の解明とその予測手法の開発 1) シロアリの種類と生息条件 を整理し、劣化外力の実態を把握する。 2) 木材、木質材料の生物劣化と強度の関係を実験的解明する。 3) 保存処理薬剤の現状と実態を把握し、効力の持続時間を劣化試験等により把握する。 4) 1) ～3) により、長期優良住宅の各性能（耐震、耐風、省エネ性、維持管理容易性等）が担保されない限界状態を定義し、その限界状態に至る過程と時間の推測方法について検討する。 5) 実大の住宅において、劣化対策技術の有効性やその継続時間を検証するための実験条件や検証方法を検討する。 ②木造住宅の長期性能の劣化の早期発見のための実用的な検査・診断、維持管理手法の確立とその実効性確保の検討 1) 木造住宅の検査・診断、維持管理の方法・頻度についての現状と実態を調査して把握する。 2) 長期優良住宅における劣化対策技術と検査、診断、維持管理の方法・頻度との関係を整理する。 3) 劣化対策技術と検査・診断、維持管理の方法・頻度との組み合わせの有効性を実大の住宅において検証するための実験条件や検証方法を検討する。	

事業の名称	木造住宅・建築物等の整備推進に関する技術基盤強化を行う事業
2. 事業で得られた成果 今年度の各 TG における検討成果を要約すれば、以下のとおりである。 1) 各種シロアリ分布、被害実態に関する検討 全国のシロアリ防除業者を対象に被害実態アンケート調査を実施した。 ヤマトシロアリの現在の野外分布北限は北海道名寄市（北緯 44 度 37 分、東経 142 度 46 分）であり、これまでの被害家屋の北限は北海道留萌市（北緯 43 度 96 分、東経 141 度 64 分）であるが、今回の調査結果では、被害家屋の北限は北海道札幌市（北緯 43 度 7 分、141 度 35 分）であった。また、北海道におけるシロアリ被害の現状を防除業者に直接ヒアリングしたところ、以下の状況が明らかとなった。 (1)べた基礎の普及により、北海道の家屋におけるヤマトシロアリ被害は激減した。 (2)ヤマトシロアリは羽アリの群飛により駆除の連絡が入るが、この時点で家屋の部材への被害が認められないケースがほとんどであり、被害件数として数字に表れない。 2) 建築加害菌に関する検討 本 TG では、最新の遺伝子配列を利用した木材腐朽菌同定手法を建築害菌の同定に適用し、菌糸や子実体が明確ではない住宅等の腐朽部材から木材腐朽菌を検出し、建築害菌に関する知見を広げることが目的に検討をおこなった。その結果、木材腐朽菌を定性、定量する手法の一つとして、GAPDH 遺伝子の利用が有効であることが示された。また、mRNA やタンパクの発現解析にも適用できる点から、今後環境中の木材腐朽菌の動態モニタリングを行う上で GAPDH および本酵素遺伝子は重要なツールになると考えられた。以上の内容から豊富なデータベースを利用した ITS 領域による菌叢解析と、GAPDH 遺伝子による定量的な菌叢解析手法を組み合わせ、より詳細な木材腐朽菌のモニタリングが可能になることが示唆された。 3) 保存処理の耐久性と耐久性能に関する検討 品確法の「防腐及び防蟻に有効な薬剤」については、日本農林規格や日本工業規格をはじめとする諸規格によって規定されているが、それらの薬剤で処理された保存処理木材の効力の持続性については、一部の注入処理用木材保存剤について屋外暴露 20 年以上の長期試験の実績があるものの、その他多くの木材保存剤では注入処理用木材保存剤で 10-15 年、表面処理用木材保存剤では 2 年程度の試験実績しかないものがほとんどである。また、屋外暴露の劣化環境は通常の住宅内の劣化環境よりもはるかに厳しいことから、屋外暴露で求められた耐用年数をそのまま保存処理木材を住宅部材として使用した際の耐用年数とすることは適切ではない。そこで、本 TG では、保存処理木材を適切に管理された住宅の構造用部材として長期間使用した際の耐久性を予測することを目的に促進曝露試験をおこなった。その結果、一部の有効成分については、50℃や 80℃という高温に曝すことにより、薬剤の揮散や分解が促進され、たとえ 3 ヶ月という短期間であっても残存量が大幅に減少することが明らかとなった。ただし、各薬剤の傾向を明らかにするためには、暴露試験を継続し、さらにデータを蓄積する必要があると考えられた。 4) 耐久性向上措置としての新構（工）法の健全度実態調査 本 TG では、現代木造住宅に適用されている新たな構（工）法（外断熱、高気密高断熱、べた基礎、床下・小屋裏換気、壁体通気、金物等）に関する実態調査を昨年度に引き続き実施し、これらの耐久性を検証することにより耐久性を向上させるための措置等について検討した。本年度は、新構（工）	

法の耐久性能の実態を調査するために大手ハウスメーカーに加えて保険保証検査会社を中心としたヒアリング調査と資料収集を実施し、一部会社については事故調査事例に関する資料等の提供をいただきその分析・整理を行った。その結果、昨年度の調査結果と同様に雨仕舞など水（分）に関連する箇所等が事故例の大部分であり、特にバルコニーを含めた外壁に被害が集中している状況が看取された。

5) 接合部の強度劣化評価

生物劣化被害を受けた接合部の強度評価を行うために、イエシロアリと腐朽菌による被害試験体をそれぞれ作成し、それらをもとに接合部強度試験を実施した（腐朽菌による試験体は腐朽度が不足しているため、強度試験は未実施）。強度試験した接合部試験体の劣化状況は、密度、ピロディン、レジストグラフ、超音波、画像データなどを用いて記録するとともに、収集したデータをもとに接合部の性能を評価する上で有効な非破壊パラメータを検討した。

6) 構造躯体が許容しうる湿潤状態の検討

本 TG では、構造躯体が許容しうる湿潤状態を検討する観点から、雰囲気湿度が周期的に変動する際の誘導期と対数増殖期における腐朽進行に関する実験を行った。その結果、誘導期については、菌糸接種後 1 ヶ月程度で若干の質量減少率増加が見られたが、その値は 1～3%と僅かであるため、菌糸定着時間の判定は難しく今後の推移を見守る必要があることが示唆された。対数増殖期の腐朽進行についても同様であった。また、腐朽菌生育の上で栄養となりうる既存建物における木材の窒素含有量調査を実施し、その結果、結露や雨水の影響が生じる部位で窒素含有量高い値を示すことが分かった。

7) 小屋裏換気口の要求性能に関する検討

本 TG では現行の省エネ基準に準拠する性能を持つ建物を対象に、躯体の隙間性状や防湿・気密性能に着目した実験を行い、小屋裏換気面積の要求性能を検討するためのデータ収集を行った。今年度は、実験だけでなく多数室換気を考慮したシミュレーション計算を行い、気密性や屋根形状の影響について考察を加えた。その結果、既往の知見と同様、小屋裏湿度性状には気密性能の確保が重要であること、小屋裏へ繋がる外壁通気層が小屋裏換気に寄与することなどの知見が得られた。

8) 接合金物の耐久性評価に関する検討

本 TG では、長期優良住宅の接合金物の耐久性基準や JIS 基準に反映させることを目的に、木造住宅における接合金物および接合具の劣化特性を明らかにするためのいくつかの実験を実施した。今年度は、特に腐食が著しくなるとされる保存処理木材あるいは酸性度の高い樹種と接触している金物の腐食実験を中心に実施した。実験は防錆処理 18 種と保存処理木材 14 種、無処理木材 2 種の全組み合わせについて、屋外曝露試験と耐湿試験の 2 種を実施した。試験場所は、北海道、つくば、横浜、京都の 4 箇所とした。実験開始後 3 ヶ月経過した時点での結果は、銅を含む保存処理木材では亜鉛メッキ系の金物に腐食が多く発生し、その他の組み合わせでは比較的安定していることが分かった。また耐湿試験よりも屋外曝露試験結果のほうが、若干結果が厳しくなることが分かった。無処理の樹種との反応性では、ベイマツのほうがベイツガよりもわずかながら腐食性が高いことが分かった。

9) 長期優良住宅における維持管理に関する検討

本 TG では長期優良認定における維持保全計画の現状を把握するとともに、維持管理の基本となる点検の周期、部位や方法のマニュアル化に資する知見を体系化することを目的として、工務店やハウスメーカーに対する実態調査を実施した。その結果、①建設業者の規模が大きくなるほど、独自の維持保全計画を作成している傾向が高くなり、規模が小さい業者は公的な第三者機関が作成した維持保全計

画を参照、引用している傾向があること、②長期優良住宅に対する取り組みはビルダーの地域や規模に余り関わらず、関心が高いビルダーは積極的に採用していると考えられる一方、関心がないビルダーは導入する予定が今後もないこと、③長期優良住宅の認定には費用がかかるため、どうしても顧客の希望に合わせた対応が主であるが、自社基準が長期優良住宅の認定以上であったビルダーなど、技術力が高いビルダーは全棟を長期優良住宅に対応させるなど積極的な対応が全国各地で見られること、などが分かった。また、点検の周期に関する理論的手法に関する検討を行った結果、定期点検・改修に替わる建物の維持管理手法として、点検・改修周期に信頼性工学の概念を取り入れた新しい予防保全の検証が望まれることなどが分かった。

事業の名称	木造住宅・建築物等の整備推進に関する技術基盤強化を行う事業
3. 今後の展望及び成果の普及方法(課題) 各 TG における今後の課題は、概略以下のとおりである。 1) 各種シロアリ分布、被害実態に関する検討 次年度はヤマトシロアリおよびイエシロアリの野外での生息分布北限を実態調査などをもとに確認するとともに、各気象因子とシロアリ分布との関係の解析を行い、総合的にシロアリによるハザードを検証し、最終的にシロアリハザードマップの作成・提案を行う。 2) 建築加害菌に関する検討 更なる腐朽菌の遺伝子解析を行うにあたっては、今後全国に所在する多くの木造住宅から腐朽材の収集を行い菌のモニタリングを行う。なお、その際には関係する機関、団体に協力を依頼し、腐朽材の入手を円滑に進める仕組みづくりを行う。 3) 保存処理の耐久性と耐久性能に関する検討 本年度実施した促進暴露実験を継続するとともに、次年度はさらに次の2点について検討を加える。 ①暴露開始時の有効成分濃度が有効成分減少速度に影響を及ぼす可能性があることから、初期濃度を変えた試験体を調製し、有効成分の初期濃度と減少速度との関係を求める。なお、この研究では濃度設定が重要となることから、木粉に木材保存剤を滴下した試験体を用いて実験をおこなう。②本年度使用した試験体の寸法は10×10×20mmと、土台等と較べると体積に対する表面積の割合が非常に大きな値となっていた。そこで次年度は土台角等を想定したモデル試験体を作製し、促進暴露試験を実施する。 4) 耐久性向上措置としての新構（工）法の健全度実態調査 今後は、本年度から調査を開始した事項調査事例等の調査対象をさらに広げ調査を継続実施し、最終成果物である「耐久性確保のためのマニュアル案（仮称）」を検討するとともに、現状までの調査結果から、壁、屋根等に内部の状況等を簡易に把握できる点検口や維持管理上必要と考えられる装置など木造住宅の耐久性能を向上させるための措置等の検討を含め、他 TG と連携し具体的な耐久性向上のための仕様等についても検討を行う予定である。 5) 接合部の強度劣化評価 今後、イエシロアリによる喰害および簡易型ファンガスセラーにおける腐朽を促進させ、蟻害程度、腐朽程度応じた強度試験を実施する予定である。また、屋外暴露試験で劣化させた材の接合部強度試験を行うとともに、イエシロアリによる被害を発生させた接合部強度試験体の強度試験結果と非破壊パラメータを比較し、そこから強度を一定の精度で評価できる指標を作成する予定である。 6) 構造躯体が許容しうる湿潤状態の検討 本実験を継続し数ヶ月から半年程度の曝露後の結果を得られれば、構造躯体が許容しうる湿潤状態の判断に有用な知見の収集が可能と思われるため、今後も継続して検討を進める予定である。また、窒素含有量に関しては、今後は今回の調査の結果を勘案し、木材の窒素含有量を考慮した菌糸定着時間の検討を行う予定である。 7) 小屋裏換気口の要求性能に関する検討 今年度は、小屋裏換気口の組み合わせのうち、「軒のみ」、「妻換気のみ」が終了した。今後は、「軒+妻」、「軒+棟」についての組み合わせを検討するとともに、さらに防湿を緩和した条件で「軒のみ」、	

「妻換気のみ」、「軒+棟」に関する組み合わせについて実験を行う予定である。

8) 接合金物の耐久性評価に関する検討

今回の実験結果の評価方法はあくまで相対的なものであり、絶対評価の目安となる標準試験体の赤錆発生には現段階では至っていない。今後引き続き、観察を継続していくことが必要である。また、今後の取り組み課題としては以下のことがあげられる。

- ・乾燥空間曝露試験 ・接合金物、接合金具の発錆時性能検証試験 ・環境因子の定量化
- ・発錆に関する樹種の影響調査 ・赤錆、白錆面積の定量評価（画像解析）

9) 長期優良住宅における維持管理に関する検討

本年度は、長期の維持保全計画とその実施状況の現状調査を行った。今後は、点検周期、点検部位・方法を中心に、現状及び課題を各種保険保証検査会社などが蓄積している事故データなどを調べて明らかにすることが必要である。その結果を踏まえて、維持管理技術や体制の最適化に関する資料を取りまとめるとともに、他の TG の結果を参照して最適な点検周期、頻度に関する資料を整備する。

以上、今年度は本研究プロジェクトの 2 年目であり、準備段階であった昨年度に比べれば各 TG ともに一定の成果をあげつつある。しかしながら、耐久性研究は成果を見るまでには時間を要する部分がつきまとうことも事実であり、検討項目によっては未だ十分な成果が得られていないものもある。実験方法の見直し、効率的な試験体の収集など、修正すべき点を洗い出した上で、来年度の研究課題に望むことが必要である。