

第Ⅲ章 木造住宅の長期使用に向けた屋根、外壁、床下の メンテナンスガイドライン

維持保全の手引き TG 委員

- 主 査 中島正夫（関東学院大学）
栗田紀之（一般社団法人 全日本瓦工事業連盟）
- 幹 事 中島光彦（一般社団法人 全国中小建築工事業団体連合会）
- 書 記 杉浦憲児（一般社団法人 全日本瓦工事業連盟）
- 委 員 石川廣三（東海大学）
武市英博（一般社団法人 全国中小建築工事業団体連合会）
近江戸征介（一般社団法人 全国中小建築工事業団体連合会）
江原正也（一般社団法人 全日本瓦工事業連盟）
石川保博（一般社団法人 全日本瓦工事業連盟）
石川弘樹（一般社団法人 全日本瓦工事業連盟）
牧田 均（一般社団法人 日本防水材料連合会）
大場喜和（NPO 法人 湿式仕上技術センター）
小林秋穂（全国陶器瓦工業組合連合会）
神谷環光（全国陶器瓦工業組合連合会）
神谷昭範（全国陶器瓦工業組合連合会）
- 委員・事務局併任 宮村雅史（国土技術政策総合研究所）

本文 目次

() 内：執筆者

1. 木造住宅の耐久性における外皮構造とその維持保全の重要性（中島正夫）	1
1.1 木造住宅構造体の性能低下要因	1
1.2 木造住宅構造体に発生する腐朽、蟻害の主たる劣化原因	1
1.3 木造住宅耐久性確保における外皮構造の役割	3
1.4 木造住宅構造体の耐久性と外皮構造の維持保全の重要性	4
1.4.1 木造住宅構造体の耐久性と外皮構造の維持保全の関係	4
1.4.2 外皮の維持保全と中古住宅評価	5
2. 木造住宅の寿命と外皮の耐用年数の考え方（宮村）	6
2.1 木造住宅の寿命	6
2.1.1 我が国の木造住宅の寿命の実態	6
2.1.2 住宅ストックと流通	6
2.1.3 住宅に対する意識	8
2.2 木造住宅の寿命と外皮耐用年数の望ましい関係	8
2.3 木造住宅外皮の各種構造と耐用年数の在り方	9
2.3.1 外皮を構成する材料の耐用年数の在り方	9
2.3.2 住宅全体の雨水浸入リスク	9
2.3.3 床下まわりの劣化リスクと推奨仕様	10
2.3.4 外壁の雨水浸入リスクと推奨仕様	10
2.3.5 屋根の雨水浸入リスクと推奨仕様	11
3. 各種外皮構造と経年劣化の傾向	12
3.1 屋根	12
3.1.1 粘土瓦葺き（杉浦）	15
3.1.2 住宅屋根用化粧スレート葺き（杉浦）	18
3.1.3 金属板葺き（杉浦）	21
3.1.4 プレスセメント瓦（杉浦）	23
3.1.5 シングル葺き（杉浦）	25
3.1.6 下葺き（牧田）	27
3.2 外壁（中島正夫）	30
3.2.1 乾式外壁材	30
3.2.2 湿式外壁材	33

3.3 外部建具まわり	36
3.3.1 防水納まり（宮村）	36
3.3.2 建具本体のうち玄関ドア（中島正夫）	39
3.3.3 建具本体のうちサッシ（中島正夫）	41
3.4 バルコニー（近江戸）	43
3.4.1 バルコニーまわりの劣化要因とシグナルの見極め	43
4. 外皮構造・仕様とメンテナンススケジュール例（宮村、栗田）	45
4.1 屋根	45
4.1.1 瓦屋根	45
4.1.2 鋼板葺き屋根	46
4.2 外壁	48
4.2.1 窯業系サイディング	48
4.2.2 金属系サイディング	48
4.2.3 モルタル外壁	48
4.3 メンテナンスを考慮に入れた LCC の参考値	50
5. LCC を踏まえた外皮構造・仕様選定の重要性	52
5.1 LCC とは（栗田）	52
5.2 屋根・外壁の構造・仕様選定と LCC（栗田）	54
5.2.1 屋根のメンテナンススケジュール（栗田）	54
5.2.2 屋根のライフサイクルコスト（栗田）	56
5.2.3 屋根のライフサイクルコストに関するアンケート結果の概要（栗田、宮村）	57
6. 外皮構造の点検およびモニタリング	62
6.1 維持保全のあり方と点検（中島正夫）	62
6.2 点検の重要性と LCC 上のメリット（中島正夫）	62
6.3 外皮各部の点検箇所と方法（中島正夫）	63
6.3.1 床下	63
6.3.2 外壁	67
6.3.3 小屋裏	73
6.4 点検結果の考え方と対応措置の取り方（中島正夫）	76
6.5 点検を容易にする設計上の工夫（中島正夫）	77
6.5.1 床下	78
6.5.2 小屋裏	78
6.5.3 屋根	79
6.6 木造構造体の予防保全としての外皮モニタリング手法の可能性と課題（武市、中島光彦）	80
6.6.1 背景と目的	80

6.6.2 センサー取り付け場所	80
6.6.3 モニタリングシステムの概要	81
6.6.4 想定される効果	82
6.6.5 課題	82
7. 木造住宅の耐久性を損なわない住まい方	83
7.1 木造住宅の耐久性と住まい方（中島正夫）	83
7.2 耐久性を損なわない住まい方（近江戸）	84
7.2.1 屋根の状態について	85
7.2.2 軒裏やひさしなどについて	85
7.3 外壁について（近江戸）	86
7.4 室内壁及び最下階の床について（近江戸）	86
7.5 外周壁の脚部基礎まわりについて（近江戸）	87

1. 木造住宅の耐久性における外皮構造とその維持保全の重要性

1.1 木造住宅構造体の性能低下要因

木造住宅における木質構造部材の劣化現象には、風化、磨耗、腐朽、虫害などがあります。このうち腐朽は、各種の腐朽菌によって木材組織が化学的に分解される現象ですから、条件さえ整えば短期間に材深部にまで被害が及びやすくなります。また、虫害のうちヒラタキクイムシなどによる害は、一般に被害部材が広葉樹材を中心とした非構造部材に限定されるものの、シロアリによる蟻害は腐朽と同じく条件さえ整えば短期間に湿潤状態や乾燥状態にある構造部材の深部にまで被害が及びやすいことから建物の安全性のほか床や壁の傾斜や床鳴りなど居住性に極めて大きい影響を与えます。

木質構造部材への腐朽、蟻害の発生にともなって、建物には各種の性能低下が生じますが、そのうち最も深刻な問題は構造安全性の低下です。すなわち写真 1.1.1 に示すように、建物の骨組みである土台、柱、はり、筋かいなどに腐朽や蟻害などの劣化が発生すると、建物そのものの耐震性、耐風性が低下してしまうほか、下地に劣化が生じていた場合はそれによって支持されていた仕上げ材の落下や損傷、あるいは建物の剛性の低下を招いたりします。これにより毎年失われる建物ストックの経済的価値は多大な額にのぼるばかりでなく、場合によっては人命が危険にさらされる状況をも生みかねないため、木造住宅の劣化原因を明らかにしてその防止を図ることは社会的に極めて重要な意味を持ちます。



写真 1.1.1 阪神淡路大震災において見られたモルタル外壁被害と構造部材の腐朽・蟻害例

1.2 木造住宅構造体に発生する腐朽、蟻害の主たる劣化原因

腐朽菌やシロアリが生育するには、栄養分となりうる木材のほか適度な温度と水分、酸素の4条件が整う必要があると言われており、木造住宅に腐朽、蟻害が生じるのは、木造住宅内部にこのような生物の生育に適した環境が形成されるからです。このうち酸素に関する条件は、地下常水面下に埋められた木杭などは例外として、地表面上に構築されている建築物の場合は常に満

たされていると考えざるを得ませんから、残る3条件が劣化発生の鍵を握っていることになります。

まず、栄養分に関する条件では、木材として防腐・防蟻薬剤処理をしていない耐朽性の低い樹種や、ヒノキなどの耐朽性が高い樹種でも辺材部分を用いた場合は腐朽菌やシロアリの栄養になり得ます。

また、外気温度は腐朽菌、シロアリのいずれをとっても我が国の気候特性からみて、ほとんどの地域はほぼ生育可能範囲に入っており、いつでも条件は満たされていると考えられます。

これに対して最後の水分は、建物の設計方針として内部には水を浸入させないようにし、また浸入したとしても早期に排水して乾燥しやすいように設計しておくことが大原則ですから、原理的には建物中の木質構造材料に水分は作用しない、しても早期に乾燥するはずです。しかし、現実には建物の構造方法や設計ミス・施工不良あるいは維持管理や資材管理の悪さ、仕上げや防水材料の劣化などの様々な原因により水分・湿分が木質構造材料に作用することによって、結果的に4つの劣化条件が全て満足されてしまうことがあります。以上のことから、水分条件は腐朽・蟻害発生の有無を決する最大の要因とされています。

ところで木造住宅に作用する水分にはその供給形態により雨水、生活用水、結露水などがあり、それらは建築的には次のような原因によってもたらされます。

①雨水

雨水は、主に屋根や外壁などの建物外周部位（ここではこの部位を「外皮」と呼びます）に作用する水であり、直接雨掛かりとなる部材以外には、防水、雨仕舞の不良個所からの漏水ならびに浸水により供給されます。屋根では、屋根材が破損したりずれたりしている不良個所から小屋組あるいは壁体の下地、骨組みへ浸水することがあり、また屋根材や規模に応じた適切な屋根勾配をとっておかないと、屋根材接合箇所から小屋組内部へ漏水することがあります。一方、外壁では、隅角部を中心とした外壁仕上げ材や目地の亀裂部分あるいは開口部枠廻り、ベランダ、下屋などの他部位との接合部の防水不良個所から雨水の浸入が生じます。さらに軒樋、縦樋の接合不良個所や排水容量の不足によるオーバーフローあるいは基礎回りの地盤における跳ね返りによっても外壁壁体へ雨水が供給されることがあります。

②生活用水

生活用水とは、人間が生活していく上で使用する水のうち、一般には台所、浴室、洗面所、トイレなどの水回りにおいて主に建物の床、壁に作用する水です。台所、洗面所、トイレでは、水栓やシンク廻りの防水不良個所、浴室では床、壁、天井などの各部位の防水・水仕舞不良箇所や浴槽と壁との取り付け部の防水シール破断箇所などから床や壁の内部に浸入し、木質構造部材に供給されます。

③結露水

結露は、空気は何らかの温度の低い物体に触れて冷やされて露点温度以下に達することにより、空気中の過剰な水蒸気はその物体表面に凝結する現象です。建築の場合は、外周壁な

どの表面温度の低い部位の表面に触れて結露するほか、各部位において適切な防湿措置がとられていない場合には、水蒸気を多く含んだ室内の暖められた空気が壁体や小屋裏などに侵入し内部結露を引き起こすことがあります。部位表面に結露する場合は、発見もしやすく乾燥もしやすいのですが、部位内部の材料表面や断熱材内部で発生する部位内結露は、発見が遅れるうえに乾燥しにくく、最も厄介な水分供給現象の一つです。また、床下や壁体内に組み込まれた給水管まわりに表面結露が生じて、結露水が供給されることもあります。

1.3 木造住宅耐久性確保における外皮構造の役割

木造住宅の耐久性能を確保する基本は、図 1.3.1、図 1.3.2 に示すように材料の耐久性能を低下させる原因となる水分・湿分を長期間継続的に作用させない対策を講じることです。この時、何らかの故障あるいは許容限度を越える事象が生じた場合、その住宅には、二重、三重に水分・湿分の作用を抑制する仕組みが組み込まれていることが必要ですし、また構造材料に生じている何らかの危険な事態を検知し、場合によりそれを容易に修補できることを支援する仕組みを備えていることも重要なポイントです。以下、それぞれの仕組み（図では「サブシステム」としています）の内容は以下のとおりです。

劣化しにくい建物環境を作るためには、第一の仕組みとして、建物周辺環境を建物の耐久性能確保上有利にしつらえることが重要になります。これは、建物の建つ地域の気候・地域特性（気温、湿度、日照時間、風雨・降雪量、卓越風向、海岸からの距離、シロアリの有無等）や局地的気象条件（周辺樹木や地形による建物周辺の風雨の流れ、湿度勾配等）などによって決まります。

つぎに第二の仕組みとして屋根や外壁などの「外皮」と呼ばれる部分の作り方があります。外皮の作り方（構法）により構造材を水分・湿分から保護する仕組みです。このための構法を区分すれば、図 1.3.2 に示すとおり、1) 雨仕舞・水仕舞構法、2) 防水・防湿構法、3) 通気・換気構法の 3 種に分類することが可能です。雨仕舞・水仕舞構法は、屋根、外壁、バルコニー、土台、水回り等で雨水、使用水が構造材に作用する前に速やかに遠ざけるための建築的手法

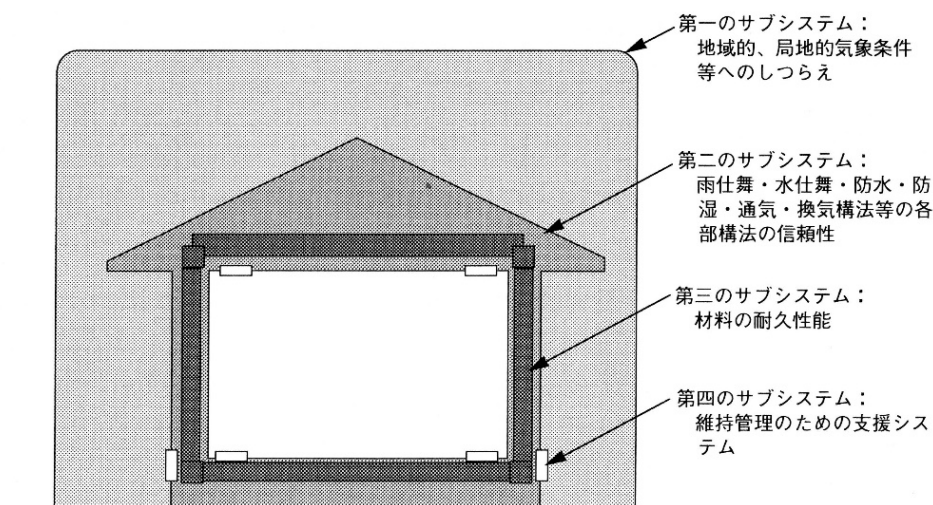


図 1.3.1 木造住宅の耐久性能確保の仕組み

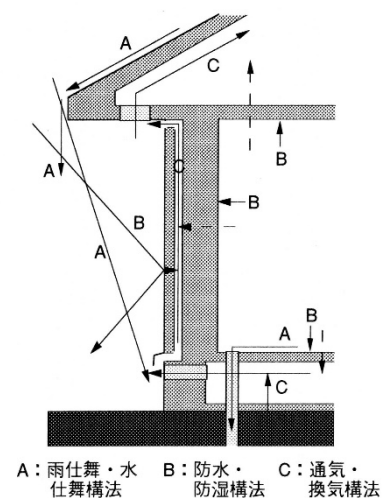


図 1.3.2 外皮による水分・湿分への対応

で各部の形状・寸法・勾配等のディテールデザインで対応したり下地・仕上げ材料の組み合わせによって対応します。一方、防水・防湿構法は雨水や使用水あるいは湿気が構造材に作用するのを防水・防湿材料によって防御する手法で、防水・防湿材料のもつ物理化学的性能に大きく依存します。この構法は多くの場合、水・湿気的作用する部位の下地・仕上げ面あるいはそれらの接合部に用いられます。さらに、通気・換気構法は、以上の構法によっても防ぎきれない水分・湿分（床下・小屋裏滞留湿気、外壁、屋根、床下等の部位内結露等）を早期に建物外に排出するための手法です。また、シロアリに対しては、わが国の代表的なシロアリであるイエシロアリやヤマトシロアリが地下シロアリであることから、地盤面にシロアリの侵入を防ぐための措置（床下面全体にコンクリートやステンレス金網を敷設する、あるいは薬剤による床下土壌を薬剤で処理するなど何らかのバリアーを設置する）をとることが重要になってきます。

1.4 木造住宅構造体の耐久性と外皮構造の維持保全の重要性

1.4.1 木造住宅構造体の耐久性と外皮構造の維持保全の関係

以上のように木造住宅構造体の耐久性を確保する上では、屋根、外壁、床下などの外皮構造部分が重要な役目を果たすことになります。これらの外皮構造部分の性能は主に設計と施工によって達成されることとなりますが、外皮は建築部位の中でも特に日射や風雨などの自然外力を強く受ける部分ですから、時間の経過とともに次第に劣化を生じることとなります。これを経年劣化といいます。これを放置しておくといかに当初の設計や施工が良くとも、いずれは外皮としての防雨性能や防湿性能、防蟻性能などが低下してしまい、初期の目的を果たせなくなります。そこで、外皮の性能を長く保つためには外皮各部の状態を適切に維持保全することが大事になります。図 1.4.1 に示すように、外皮を構成する各材料を維持保全することによりその部分の性能は初期の状態に近いレベルにまで回復し、その結果として建物の性能も回復することになります。

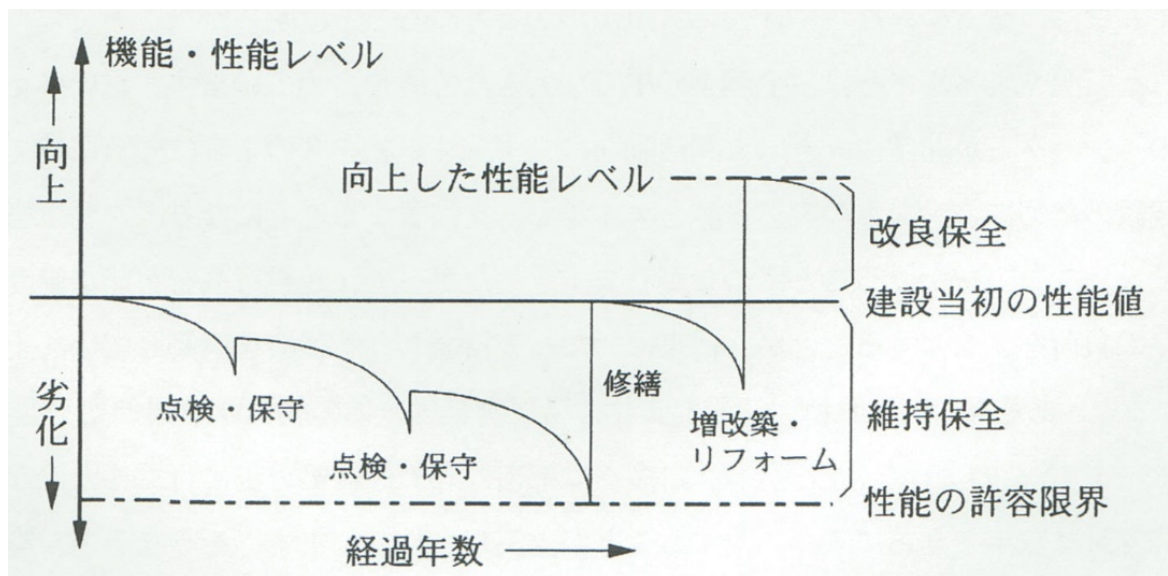


図 1.4.1 木造住宅の性能と維持保全との関係

1.4.2 外皮の維持保全と中古住宅評価

現在の中古木造住宅の評価額の算定方法は経年減価方式が基本で、建物が竣工から 20 年から 25 年経過すると土地を除いた建物だけの価値はほぼ 0 になってしまいます。これは維持保全をしている住宅でもしていない住宅でも基本的には変わることはなく、これが日本では維持保全やリフォームが欧米よりも活発に行われない大きな理由と考えられています。その結果として、わが国では相変わらず新築中心の住宅市場となっていて、中古市場が拡大しない背景を作っています。しかし、平成 26 年 3 月に国土交通省から、このような日本の住宅供給事情を新築中心の社会から中古市場を拡大した社会に変えていこうという趣旨のもと、「中古住宅に係る建物評価の改善に関する指針」が出されました。これは現在の不動産流通業界で慣行となっている経年減価方式による建物評価を改めて、個別の住宅が保有する品質・性能に基づいて建物の価値を算定する方向に評価方法を転換させていこうとするものです。この考え方を模式的に示したものが図 1.4.2 になります。

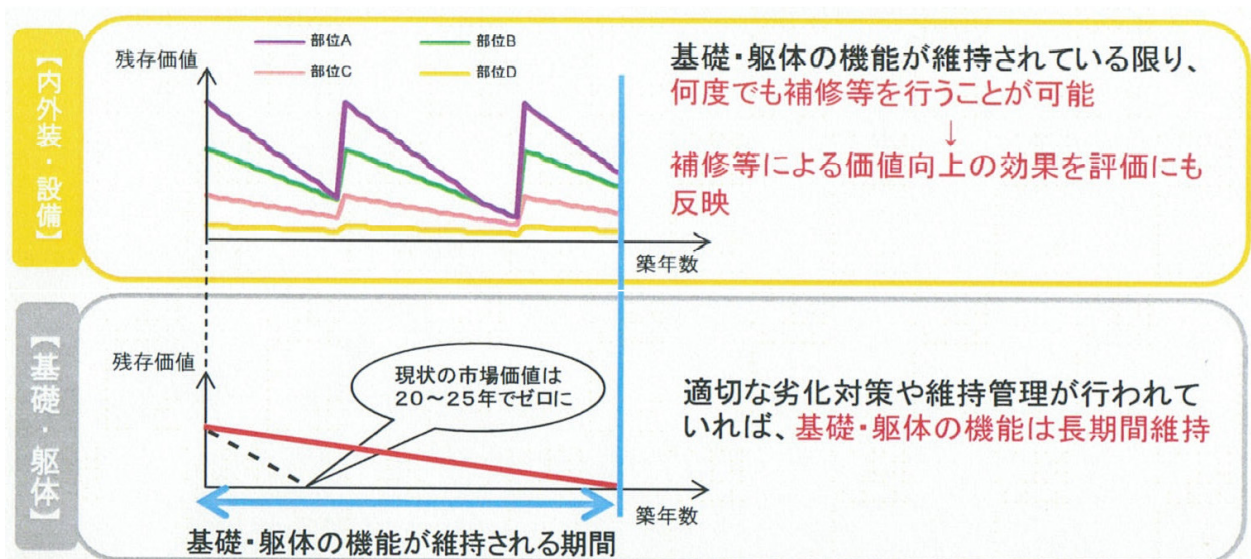


図 1.4.2 「中古住宅に係る建物評価の改善に関する指針」で示された新しい木造住宅の評価の考え方
(出典：国土交通省土地・建設産業局不動産課、住宅局住宅政策課)

これからも分かる通り、今後は維持保全を適切に実施している住宅は品質や性能が回復していると見なして年数が経過した場合でも高く評価されるようになります。維持保全を実施していくことは建物の安全性・快適性などの性能を持続させるだけでなく、資産としての価値を持続させることにもなるのです。

2. 木造住宅の寿命と外皮の耐用年数の考え方

2.1 木造住宅の寿命

2.1.1 我が国の木造住宅の寿命の実態

木造住宅の耐久性を確保するためには、防蟻対策の他、腐朽や腐食の要因となる雨水浸入や結露を防ぐ対策が必要となります。特に我が国は、梅雨や高温多湿の夏季があり、冬季には積雪の多い地域もあり、劣化しやすい環境が整っています。気候および住宅の構法、仕様が異なりますが、我が国の住宅の耐用年数を欧米諸国と比較（図 2.1.1）すると、アメリカの解体住宅の平均築後年数は約 55 年、イギリスは約 77 年となっているのに対して、我が国は約 30 年と極めて短い期間となっています。

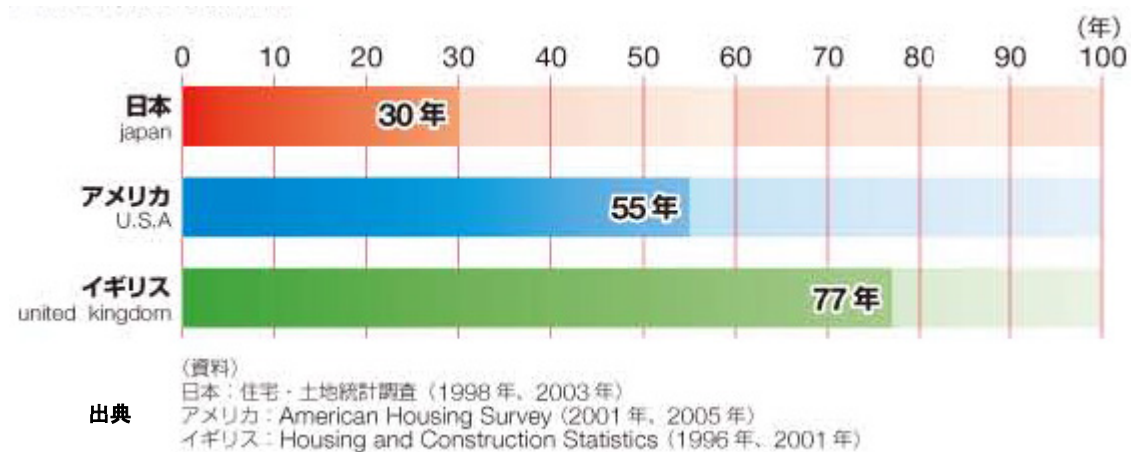


図 2.1.1 減失住宅の平均築後経過年数の国際比較の例

2.1.2 住宅ストックと流通

図 2.1.2 の建築年代別住宅ストックの推計によりますと、イギリスでは 1950 年以前の住宅は 44.9%、1981 年以降の住宅は 18.5%となっています。一方、我が国の 1950 年以前の住宅は 4.9%、1981 年以降の住宅は 60.6%となっており、欧米と著しい差が生じています。即ち、我が国は新築後 30 年程度の短期間で取り壊し、古い住宅があまり残らない状況となっています。住宅金融支援機構の調査によりますと、建売住宅を購入する平均年齢は 37.5 歳ですので、30 年後の 67.5 歳位で住宅を取り壊すことが一般的と考えられます。

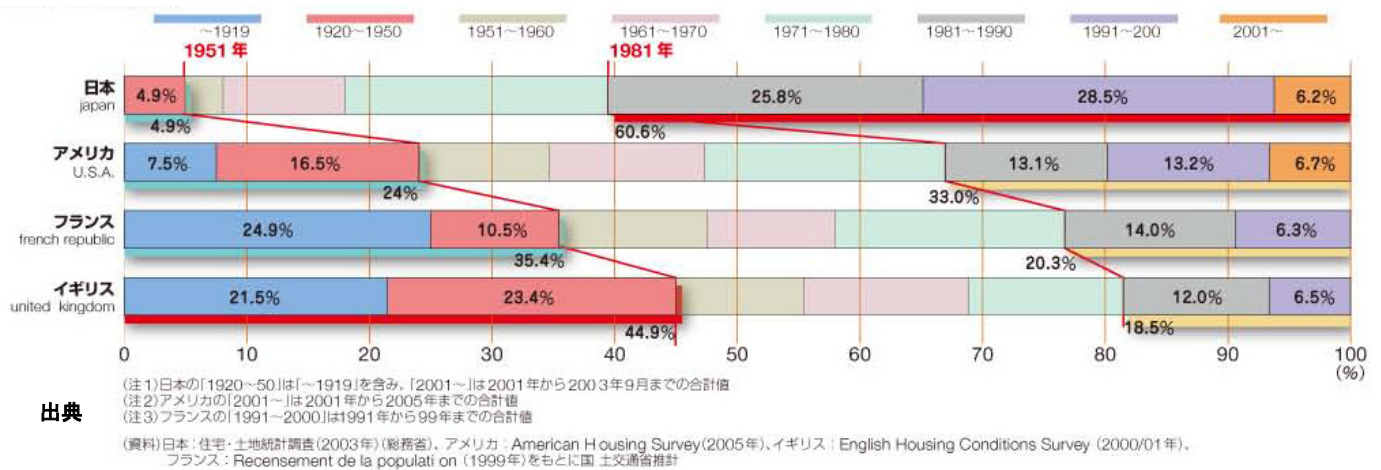
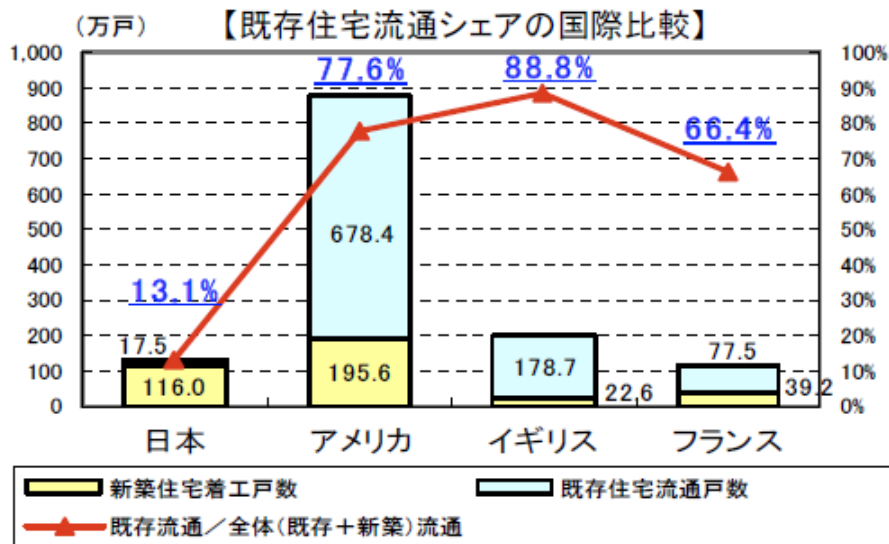


図 2.1.2 建築年代別住宅ストックの国際比較

図 2.1.3 によりますと、アメリカの住宅全体の取引戸数の中で、既存住宅の流通シェアは77.6%、イギリス 88.8%、フランス 66.4%に至っているのに対して、我が国は 13.1%と極めて低い状況となっています。このように我が国は、既存住宅を改修して居住環境を良くすることよりも、新築住宅により全てを新しくすることが好まれてきました。しかし、経済成長が鈍化し、資源の枯渇が問題視されている現在、既存住宅を維持保全、リフォーム、リノベーションすることにより、居住環境を快適にするとともに、住宅の耐用年数を長期化する機運も高まりつつあります。



(資料)

日本：住宅・土地統計調査(平成15年)(総務省)、住宅着工統計(平成15年)(国土交通省)

アメリカ：Statistical Abstract of the U.S. 2006

イギリス：コミュニティ・地方政府省ホームページ(既存住宅流通戸数はイングランド及びウェールズのみ)

フランス：運輸・設備・観光・海洋省ホームページ

図 2.1.3 既存住宅流通シェアの国際比較

2.1.3 住宅に対する意識

2015 年、内閣府の「[住宅に関する世論調査](#)」によりますと、住宅を購入するとしたら、どのような住宅がよいと思うかとの質問に対して、「新築の一戸建住宅がよい」との回答者の割合が 63.0%、「新築のマンションがよい」が 10.0%、「中古の一戸建住宅がよい」が 6.1%、「中古のマンションがよい」が 3.8%、「いずれでもよい」が 14.2%となっています。また、新築が良いと思う理由の全体を 100%とした時、「間取りやデザインが自由に選べるから」が 66.5%、「全てが新しく気持ちが良いから」が 60.9%（複数回答）となっています。構造面となる「既存住宅は耐震性や断熱性など品質に不安があるから」は、17.5%と低い値でした。住宅を取得する際は、上記のように間取り、デザイン等が優先され、新しいものが好まれています。今後は、住宅の耐久性を高めたり、住み続けたりするための関連情報を提供することにより、住まい手が我が家の長寿命化方法や補修・改修について、より一層興味を持つようにすることが肝要と思われます。

2.2 木造住宅の寿命と外皮耐用年数の望ましい関係

木造住宅に使用される木材および木質材料や接合金物などの劣化は、水分と深い関係を持っており、木造住宅を長寿命化するためには、水分を抑制する防水、雨仕舞い、防露などの技術が必要となります。

外皮からの雨漏りは、人類が住宅を建てた当初からの問題と思われますが、科学技術・防水技術が発達した現在においても不具合などにより無くなっていません。住宅瑕疵担保責任保険法人によると、瑕疵による事故のうち、9 割以上が雨漏り関係であると報告されています。（因みに住宅の品質確保の促進等に関する法律（住宅品質確保法）において、結露は瑕疵の対象となっていない。）

雨漏れを防ぐには、水密性を保つ防水機能の他、雨が掛からないようにしたり、雨の流れなどを制御したりするための雨仕舞いがあります。また、結露を防ぐには、露点が発生しないようにするための断熱に関する設計施工技術、外皮内へ水蒸気の流入を防ぐための防湿に関する設計施工技術、室内・床下・外壁・小屋裏・屋根などの湿気の滞留を防ぐための通気や換気に関する設計施工技術のほか、住まい手により室内の水蒸気発生を抑制することなどが必要になります。

また、シロアリの侵入を防ぐための基礎、床下まわりの仕様も建物の寿命に影響を及ぼします。外皮の仕様が不適切な場合、雨水浸入、結露、蟻害などにより外皮内の構造躯体（柱や梁などの骨組み）が早期に劣化することがあり、耐力壁まわりや接合部などの重要な部位が著しく劣化した場合、耐震性も低下して人命や財産を損なうことがあります。このように外皮の不適切な仕様により、外皮だけではなく、構造躯体の劣化を招き、住宅全体の寿命が短くなります。住宅を長寿命化させるためには、耐久性の高い材料や構法を選定し、施工前に推奨される納まりについて検討する必要があります。この場合、初期費用が増加することがありますが、躯体が劣化した場合、躯体材だけではなく外装材または内装材の補修・交換が必要となり、膨大な改修費用が必要になることが考えられます。従って、ライフプランを検討した上で、住宅の新築、維持保全、改

修、解体に至るまでの LCC（ライフサイクルコスト、生涯費用）を抑制する考え方が必要となります。

2.3 木造住宅外皮の各種構造と耐用年数の在り方

2.3.1 外皮を構成する材料の耐用年数の在り方

木造住宅の外皮は、内装材、躯体材、下地材、外装材などにより構成されており、それらの材料、部材、部品は、周辺環境や材料特性が異なるため、各々劣化速度、耐用年数に差が生じます。木造住宅全体として、耐用年数を合理的に確保するためには、各々の材料・部材および構法の耐用年数を予め把握し、なるべく耐用年数が近似した材料・部材により外皮を構成する必要があります。耐用年数の短い構成材料・部材を補修交換出来るように計画したり、構成材料・部材の耐用年数を調整したりすることを「service life co-ordination」と呼んでいます。

例えば、外壁に耐用年数の短い防水紙を使用した場合、耐用年数の長い外装材（サイディングやモルタルなど）を使用しても、足場を設置して外装材を剥がし、防水紙を交換し、外装材も再施工する必要が生じます。また、屋根に耐久性の低い下葺材（防水紙）を使用した場合、足場を設け、屋根材を剥がしてから、下葺き材を交換し、屋根材も再施工する必要があります。

モルタル外壁には、直張りに多い非通気構法と通気構法があり、非通気構法は初期費用を低く抑えられますが、通気層が無いため壁体内への雨水浸入や結露のリスクが高くなるとともに、遮熱性能が低下することが考えられます。建設後、雨水浸入や結露が発生した場合、膨大な改修費用が必要になる場合もあります。また、非通気構法から通気構法へ変更しようとしても、既存の開口部の厚さが薄い場合、対応出来ない場合もあります。

このように外皮を構成する材料・部材の耐用年数が周辺の構成部材と比較して極端に短い場合、前述のような工事が必要となり、多額の改修費が必要になることがあります。従って、新築時および改修時には、想定する各種の構法、材料による費用と耐用年数を比較検討する必要があります。

住宅の外皮の構法および構成材料の耐久性は、外皮の劣化だけではなく住宅全体の劣化や耐用年数に著しく影響するため、雨水浸入や結露のリスク、劣化リスクについて事前に把握する必要があります。既存の事故事例から判明した各部位のリスクや注意点について記載します。

2.3.2 住宅全体の雨水浸入リスク

一般財団法人住宅保証支援機構の「[住宅性能保証制度における事故住宅の特性分析調査](#)」では、屋根、壁、ルーフバルコニー、外壁開口部の4つの雨水浸入事故について、事故発生要因と事故リスクを分析し、以下の結果が公表されています。

- ・南四国・九州・沖縄の地域において、外壁開口部の事故のリスクが高い。
- ・北海道の地域において、屋根の事故のリスクが高い。
- ・陸屋根において、屋根の事故のリスクが高い。

- ・無落雪屋根において、屋根及び壁の事故のリスクが高い。
- ・勾配の大きな屋根において、壁及び外壁開口部の事故のリスクが高い。
- ・軒の出寸法が小さい場合、屋根、壁及び外壁開口部の事故のリスクが高い。
- ・天窓、頂側窓、ドーマー窓がある場合、屋根の事故のリスクが高い。
- ・外壁がモルタル塗の場合、壁及び外壁開口部の事故のリスクが高い。
- ・通気措置が無い場合、壁の事故のリスクが高い。

また、上記団体などでは、2015 年、日本建築学会大会で保険住宅 1000 件程度、無事故住宅 1000 件程度を抽出した調査「既存保証住宅の瑕疵危険部位等の実態調査」を発表しており、瑕疵危険部位等の事故発生要因と事故リスク分析を実施しています。

各種の仕様による雨水浸入や劣化リスクに関する情報を得て、雨水浸入事故のリスクが低い構法を選択し、住宅の耐用年数を確保することが望まれます。

2.3.3 床下まわりの劣化リスクと推奨仕様

床下まわりは、床組の湿気を防ぐとともに、シロアリの侵入を防ぐ必要があります。床下まわりは、表 2.3.1 に示す推奨仕様を採用することによって、その耐用年数を延ばすことが可能になります。

表 2.3.1 耐久性からみた床下まわりの仕様例

	推奨仕様	その他の仕様	推奨仕様のメリット
基礎の種類	ベタ基礎	布基礎	ベタ基礎は、比較的シロアリが侵入しにくい。
断熱方法	床断熱	基礎断熱	床断熱は、基礎の被覆がなくシロアリの浸入が発見しやすい。
床の高さ	高い	低い	床が高いと通気が確保され、点検が容易となる。
人通口・床下点検口	あり	なし	床下へ潜れない部分があると点検が不可能となる。
防腐防蟻処理	耐久性 D1 樹種、特定樹種、K3 同等以上の JAS 保存処理	耐久性 D2 樹種、特定樹種以外、K2 以下	製材の日本農林規格 （JAS）で規定されているヒノキ、ヒバなどの腐朽しにくい D1 樹種の心材、または JAS の K3 同等以上の処理を施すことにより、防腐・防蟻性が一定期間確保される。薬剤処理する際は、プレカット加工された後に加圧注入することが望ましい。なお、ヒノキ、ヒバなどの特定樹種であっても、心材でなければ所要の効果を発揮しない。

2.3.4 外壁の雨水浸入リスクと推奨仕様

外壁は、雨水浸入事故が最も多いことが住宅瑕疵担保責任保険法人より報告されており、軒やけらばの出や、開口部上部の庇の有無にも影響を受けます。表 2.3.2 に示す各種の仕様によって耐用年数に差が生じるものと思われます。

表 2.3.2 耐久性からみた外壁の仕様例

	推奨仕様	その他の仕様	推奨仕様のメリット
構法	通気構法	非通気構法	壁内の湿気の排出、雨水浸入防止上、重要である。
結露計算	実施	未確認	事前に結露計算を実施することにより、結露の発生を抑制する。
防湿措置	措置	なし	室内からの湿気の流入を防止する効果がある。施工方法に注意。

2.3.5 屋根の雨水浸入リスクと推奨仕様

これまで、我が国の木造建築は、軒やけらばの出（外壁から屋根が出っ張った部分）を十分に確保して、外壁部分になるべく雨が掛からないように工夫してきました。しかし、現在の木造住宅の中には、デザインの好みや斜線制限等の関係から、軒やけらばの出や庇がほとんど無いものが多く、綿密な防水対策を施していない限り、雨漏りのリスクが高くなっています。

外壁には、通気構法が一般化していますが、瓦屋根を除き直葺き構法が一般的になっています。屋根の耐久性や遮熱性能を確保するため、通気構法の採用が望まれます。

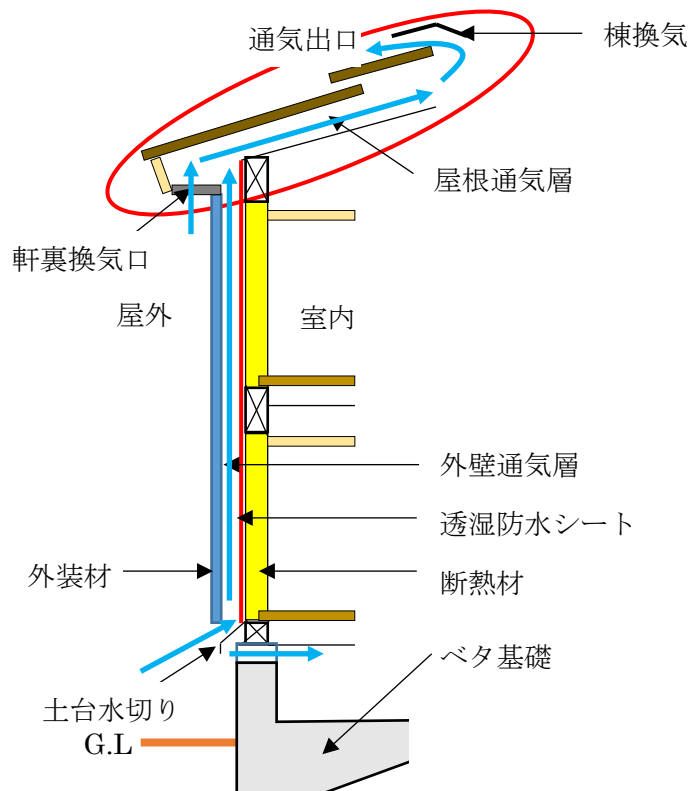


図 2.3.1 屋根通気構法の概略図と役割

3. 各種外皮構造と経年劣化の傾向

3.1 屋根

本項は 2007 年から 2015 年までの 8 年間、首都圏を中心とした約 700 棟の調査記録の中から 147 棟の事例を抽出したものを対象とし、各種の屋根材別に整理した「木造住宅の外皮経年変化事例調査シート」（表 3.1.1 参照、以下、調査シートと略す）と、調査シートを基にして屋根葺材別に各部位の劣化レベルを整理した「木造住宅屋根の経年劣化段階評価表」（表 3.1.2、以下、評価表と略す）を作成し、各種の屋根の経年劣化の傾向を示すものです。

「調査シート」は、建物情報（所在地、立地条件、竣工年、建物用途、構法等）、屋根情報（形状、勾配、下地、下葺き、栈木、葺き材、葺き構法、改修履歴等）、劣化情報（改修履歴、発生部位、事象種別、発生階、方位、劣化写真と解説、推定劣化原因等）、原状回復情報（補修・交換工事の内容と範囲等）、耐久性向上提案（より長く使うための方策提案）から構成されたものとなります。

「評価表」は、屋根葺き材別に劣化部位と改修に必要なレベルについてまとめたものであり、各種の屋根で発生している様々な劣化状況を「調査シート」により分析し、図 3.1.1 の A～I に示す 9 つの部位に分類するとともに、劣化した部位を現状に回復するために必要な屋根工事の程度をレベル 1 からレベル 3 までの 3 段階に区別して、部位と劣化状況の関係を整理したものととなります。レベル 1 は軽微な劣化あるいはその兆候、経過観察が必要となる程度、レベル 2 は明らかな劣化が局所的に進行して部分的な補修・交換工事が必要となる程度、レベル 3 はレベル 2 の劣化が屋根全面に進行し、大規模な改修・葺き替え工事が必要となる程度としました。

表内の写真をクリックすることで該当する「調査シート」が表示されるようリンクしています。

「木造住宅屋根の経年劣化段階評価表」および「木造住宅の外皮経年変化事例調査シート」には、以下の①～⑤の屋根葺き材に対応しています。

- ①粘土瓦葺き
- ②金属葺き
- ③住宅屋根用化粧スレート葺き
- ④アスファルトシングル葺き
- ⑤プレスセメント瓦葺き

今回は、各種屋根仕上げ材（粘土瓦、プレスセメント瓦、金属板、住宅屋根用化粧スレート、アスファルトシングル類）の代表的な劣化事例を抜粋したものととなります。（表 3.1.1～3.1.5）

表 3.1.1 木造住宅の外皮経年変化事例調査シートの例

物件所在地	千葉県八千代市
立 地 条 件	住宅地
竣 工 経 年	() 年 ～ () 年 = (30) 年推定
建 物 用 途	■戸建住宅 □共同住宅 □その他()
建 物 構 法	■軸組構法 □枠組壁工法 □プレハブ構法 □その他() □不明
屋 根 形 状	■切妻 □寄棟 □片流れ □入母屋 □その他() □不明
屋 根 勾 配	(4 / 10) 勾配
下 地(野 地 板)	□構造用合板 □その他の合板(コンパネ等) □パーティクルボード □硬質木片セメント板 □硬質木毛セメント板 ■木材(バラ材) □木材(幅板) □その他() □不明
防 水 下 地 (下 葺)	□アスファルトルーフィング 940 □改質アスファルトルーフィング □透湿ルーフィング ■高分子系ルーフィング □土居葺き □樹皮系 □その他() □不明
瓦 棧 木	■木質系 □プラスチック系 □その他() □不明
仕 上 げ 材	■粘土瓦 □プレスセメント瓦 □化粧スレート □金属 □アスファルトシングル・不燃シングル □その他() □不明
屋 根 構 法	■引掛棧工法(空葺) □土葺 □直葺(野地板直打ち) □通気たて棧構法 □その他() □不明
改 修 履 歴	
発 生 部 位	■平部 □軒部 □けらば部 □大棟 □隅棟 □その他棟部 □谷部 □壁際部 □トップライト □雪止 □煙突 □その他() □不明
発 生 階	□1階 ■2階 □3階 □その他() □不明
方 位	□東 □西 □南 ■北 □不明

経年変化記録 部材 (棧瓦) (説明文・写真・図)

□ひび □割れ □剥離 □欠損 □変形 □反り □縮み ■ずれ □腐食(錆) □腐朽 □変色 □汚れ
□かび □こけ □堆積物有り □シーリング切れ □その他()

30年前当時の瓦は、現在と違い
多少のねじれのある商品がある。
瓦の下に雨漏れ等がなければ、
問題なし。
経過観察



主な作用因子	□雨水 □結露水 □風 □地震 □雪 □低温 □高温 □虫 □鳥 □植物 □塩分 □踏み割れ □飛来物 □ほこり □火山灰 □化学物質 □紫外線 ■その他 (瓦のねじれ) □不明
補 修 内 容	雨漏れ等がある場合、部分交換
耐久性向上の提案	現行の商品は、ねじれが少ないため交換

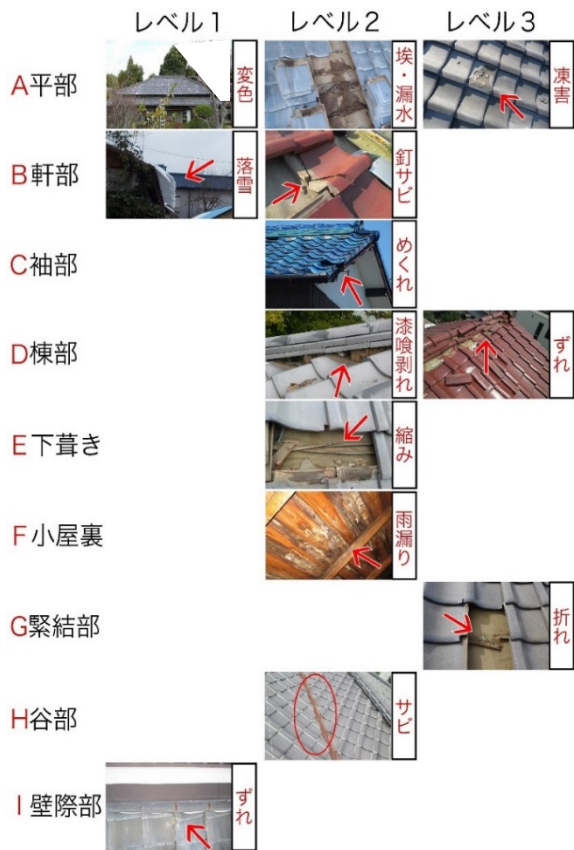


図 3.1.1 「木造住宅屋根の経年劣化段階評価表」で使用する対象部位

表 3.1.2 木造住宅屋根の経年劣化段階評価表

粘土瓦	劣化レベル1 経過観察	劣化レベル2 部分補修、部分交換	劣化レベル3 大規模改修、葺き替え
平部	 瓦のぬれ30年 いぼし変色 いぼし変色	 瓦跡き25年 瓦ひびき30年 重なり部はこりによる漏れ	 瓦のずれ多数あり30年
軒部	 落雪	 きげ釘欠損 瓦のずれ45年 鉄釘のサビ腐蝕による割れ30年 広小舞のくきり30年	 土葺きのずれ30年 鉄釘腐蝕によるサビ腐蝕のくきり35年 釘タルキの腐蝕 雨漏れによる釘の腐蝕
袖部		 袖瓦の欠落 落雪40年 風切先のくずれ 袖瓦のめくれ	 袖瓦欠落 土葺きのずれ 袖瓦欠落 袖瓦の欠落
壁際部	 半端瓦のずれ25年		 サンシヤ下部のくきり25年
棟部	 瓦のぬれ25年	 シッタの割れ シッタの割れ シッタの割れ 瓦の欠落	 棟瓦のずれ30年 棟瓦のずれ30年 棟瓦のずれ35年 棟瓦のずれ40年
谷部		 谷鉄金サビ割れ25年 谷鉄金穴割れ30年	 雪によるずれ
下葺き	 杉皮トントン葺き30年 アスファルトルーフィング材40年 瓦の下葺き 瓦の下葺き	 アスファルトルーフィング材40年	 縮み亀裂ルーフィング 縮み亀裂ルーフィング 縮み亀裂ルーフィング 縮み亀裂ルーフィング
小屋裏	 落雪	 雨漏れ 雨漏れ 天板雨漏れ	 天板の雨漏れ
緊結部	 瓦機鉄釘のさび	 釘鉄釘のさび 釘鉄釘のさび 棟瓦緊結部大まわし	 瓦機鉄釘のさび 瓦機鉄釘のさび

3.1.1 粘土瓦葺き

1) 粘土瓦とは

粘土瓦とは粘土を混練、成形、焼成した屋根材であり、いぶし瓦と釉薬瓦、無釉瓦などに分けられます。瓦の形状は、写真 3.1.1 に示す通り、伝統的な J 形、一つの山がある S 形、平らな形の F 形があります。F 形には、U タイプ、F タイプ、M タイプがあります。

全国陶器瓦工業組合連合会では、粘土瓦の[種類](#)、[性能](#)について、全日本瓦工事業連盟では[推奨される施工法](#)を紹介しています。



写真 3.1.1 瓦の主な形状

2) 粘土瓦葺き屋根の層構成

層構成は、図 3.1.2 に示す防水通気流し棧構法が推奨されます。下葦材（防水紙）は、二次防水のために使用するもので、野地（下地）の上に張ります。材料の種類は、アスファルト系、透湿系、合成樹脂系、天然素材系があります。

瓦棧木は、瓦を留め付け、ずれ防止のために使用します。材料は良質の杉、檜、松など、またはそれと同等以上の強度及び耐久性を有する合成樹脂などを使用します。

従来の瓦棧構法の場合、強風雨の際、瓦の下に浸入した雨水が、瓦棧によってせき止められると瓦棧の留め付け釘の孔から漏水する恐れがありますが、図 3.1.2 に示す瓦棧の下に流し棧を設けた「防水通気流し棧構法」を採用して瓦棧を浮かせることにより、瓦の留め付け釘が下葦材を貫通することが無くなり、留め付け釘の孔からの漏水を防ぐとともに、下葦材上へ浸入した雨水を瓦棧へ滞留させることなく屋外へ排出する効果が発揮されます。

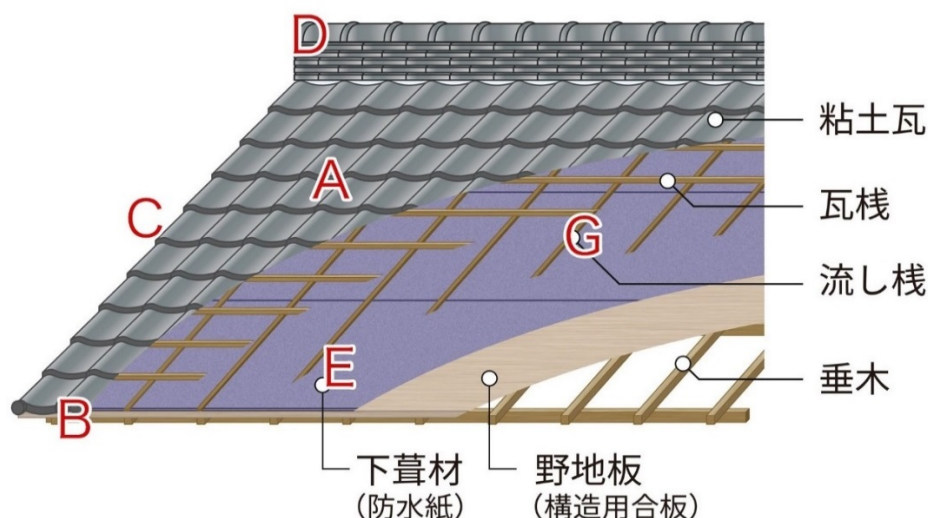


図 3.1.2 粘土瓦葺き屋根の層構成



A平部
 B軒部
 C袖部
 D棟部
 E下葺き部
 F小屋裏部
 G緊結部
 H谷部
 I壁際部

写真 3.1.2 粘土瓦の部位説明

3) 粘土瓦葺きの経年劣化

粘土瓦葺き屋根に発生する経年の現象とその発生要因を下記に示します。

①瓦のずれ、浮き、脱落、飛散

大規模な地震や台風の後、瓦のずれ、浮き、脱落、飛散などにより雨漏れの要因となることがあります。これらが発生する要因として、瓦工事の際に瓦を適切に緊結していない場合と接合具の金属腐食による経年劣化の二通りが考えられます。

瓦を適切に緊結する方法は、「[瓦屋根標準設計・施工ガイドライン](#)」に記載されています。

「D 棟部」の棧瓦は、納まりによって瓦を切断する事がありますが、陸棟際の切断した棧瓦（半端瓦）は必ず釘孔をあけ、下地に留め付けた棧木に固定させる必要があります。

また、「H 谷部」や「D 棟部」（寄せ棟屋根などの隅棟際）で三角形に切られた棧瓦（勝手瓦）は、釘等で下地に固定させ、併せて、必ず隣接する棧瓦と接着剤で固定させることが示されています。棟部の瓦が下地材などへほとんど留め付けられていない事例もありますので十分な注意が必要となります。

経年劣化を要因とした瓦のずれ、浮き、脱落、飛散は、瓦を瓦棧へ留め付ける「G 緊結部」などの金属腐食が考えられます。「G 緊結部」が著しく腐食した状態で大規模な地震や台風を受けた際、地震動や風圧により、これらの現象が発生するものと思われます。

この「G 緊結部」の金属腐食を防止する方法も「[瓦屋根標準設計・施工ガイドライン](#)」に記載されている「瓦緊結用釘」、「棟補強金物」などを使用することにより未然に防ぐことが可能となります。ここで示す瓦緊結用釘は、全てステンレス製となっており、耐食性を確保する上で重要となります。

瓦屋根を補修・改修する際もガイドラインを参考にされることを推奨します。

②瓦のひび割れ、凍害、欠落

瓦表面にひび割れ、表面剥離が見られる症状があります。焼成温度が低く、吸水した雨水が冬凍るため膨張し、ひび割れ、剥離等が発生し欠落することもあるので、現在より約 40 年以前に施工した瓦屋根に多く見られ、近年の製品においては、ほぼその症状は見られません。

③漆喰の剥離、剥落

棟積には、粘土を接着剤に使用され、表面にシッコイを塗る工法があります。経年により、表面のシッコイが剥離すると、中の土が流出し棟瓦がずれ、欠落するおそれがあるため、点検時にそのような症状が見られたら、早めにシッコイの交換工事が必要です。

現在は、粘土を使わずナンバンシッコイのみで棟積みする工法もあります。その場合、シッコイのような剥離と土の流出はなくなりますが、表面にひび割れ等が発生した場合、雨水が浸入するおそれがあるため、点検し補修が必要となります。

④小屋裏雨漏れ、野地板の腐朽

粘土瓦葺き屋根に限らず長期の雨漏れを放置していると、野地板の腐朽が起きます。野地板や垂木等の腐朽が見られると大規模な工事が必要となるため、部屋側に雨漏れの症状がでていない場合も、定期的に小屋裏点検口より野地板の点検が必要です。

3.1.2 住宅屋根用化粧スレート葺き

1) 住宅屋根用化粧スレートとは

スレートの意味は、粘板岩でできた屋根用の薄い板（天然スレート）です。ここで示す化粧スレートはセメントや有機繊維（石綿、ビニロンなど）を主原料とし、板状に成形、乾燥した後、化粧加工した平形、波形の屋根材です。現在は無石綿化されており、塗装膜を高耐候とした製品もあります。

2) 住宅屋根用化粧スレートの層構成

住宅屋根用化粧スレートの層構成は、図 3.1.3 及び一般社団法人 日本建築学会 建築工事標準仕様書 JASS 12 屋根工事が参考となります。野地の上にアスファルトルーフィング 940 同等品以上の下葺材を使用することが規定されています。

一般的に、厚さ 12mm 以上の構造用合板の上にアスファルトルーフィング 940 と同等以上の下葺材を敷いた後、メーカー指定の専用釘で化粧スレートを留め付けます。

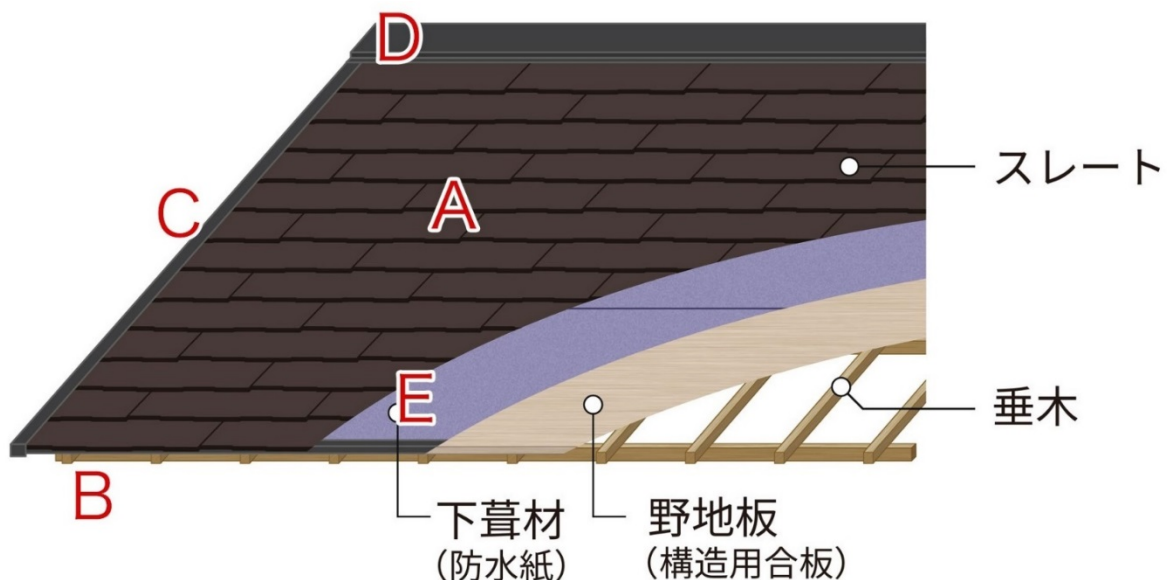


図 3.1.3 住宅屋根用化粧スレートの層構成



A平部
 B軒部
 C袖部
 D棟部
 E下葺き部
 F小屋裏部
 G緊結部
 H谷部
 I壁際部

写真 3.1.3 住宅屋根用化粧スレートの部位説明

3) 住宅屋根用化粧スレート葺きの経年劣化

仕上げ面の苔・塗膜劣化、葺き材のめくれ・再塗装時の目地詰まり、板金部のめくれ・錆、野地板・棟木下地板の腐朽等。(表 3.1.3)

表 3.1.3 で示すとおり、スレート本体の劣化は、塗膜劣化により、退色、こけの発生等があります。およそ 10 年くらいより退色が目視で分かり、その後塗膜が消失すると本体基材が吸水し、反り、破損、こけの発生により、雨漏れを起こす原因となるため、スレート専用の塗装工事をお勧めします。塗装工事の際の注意点は、本体の重なり目（目地）に入った塗料をきちんと（縁切り）作業を行わないと、毛細管現象で浸入した雨水が排出されず、雨漏れを起こすことがありますので注意してください。

また、塗装工事は、塗膜の保護と美観の向上にはなりますが、防水性能の改善にはなりません。防水性能は、スレートの下の下葺材の劣化によるもので、表面からは判断できず、小屋裏点検口より野地板を点検し、雨漏れ等の症状がある場合、葺き替えにて下葺材（防水紙）の交換となります。

葺き替え交換時期の目安は、15 年から 25 年が多いです。

葺き替え前の劣化として、台風等による本体破損によるめくれ、飛散する場合がありますので、台風後に目視にて確認することをお勧めします。

また、写真 3.1.3 で示す、B 軒部、C 袖部、D 棟部、H 谷部は、鋼板材を釘留めされていて、鋼板材等のサビによる腐食が発生します。そのまま放置していると、風によるめくれ、欠損、雨漏れをおこす原因となるため、部分交換にて補修します。

交換の目安は、15 年ぐらいから症状があるため、早めの交換をお勧めします。

表 3.1.3 住宅屋根化粧スレートの経年劣化段階評価（抜粋）

	レベル 1	レベル 2	レベル 3
A 平部	 変色	 めくれ	 反り
B 軒部			 野地腐食
C 袖部			 雨漏り
D 棟部	 もらいサビ	 棟下地腐食	 野地腐食
E 下葺き	 改質25年		 940波打
F 小屋裏			 雨漏り
G 緊結部		 棟釘サビ	

3.1.3 金属板葺き

1) 金属板とは

カラー鋼板や銅板などを成形した屋根材料。軽量性、加工性などにすぐれ、屋根の形状に制約されない設計自由度があります。断熱性の向上、発音性の低減など高付加価値化も進み、溶融55%アルミ亜鉛合金メッキ（通称：ガルバリウム鋼板）など高耐久素材の需要が増えています。

2) 金属板の層構成

金属板の多くは野地板に直に釘留めしますが、瓦棒葺きは下葺材の上に心木（木質系）を縦に留め付け、金属本体を心木に釘留めをします。（図 3.1.4）

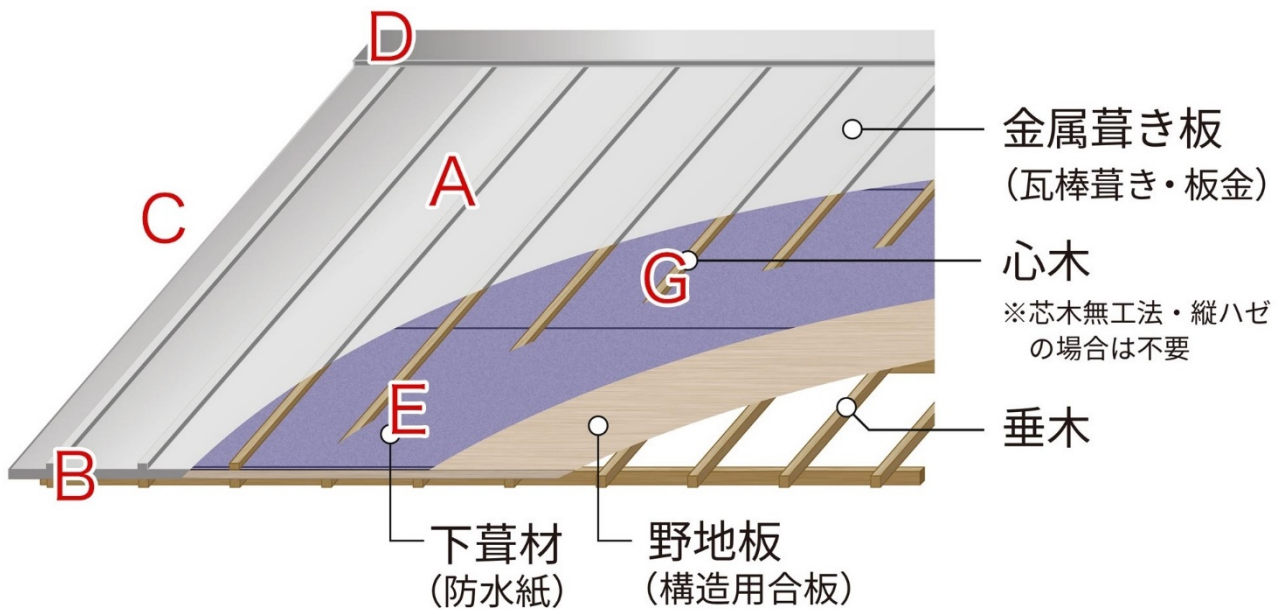


図 3.1.4 金属板の層構成



- A 平部
- B 軒部
- C 袖部
- D 棟部
- E 下葺き部
- F 小屋裏部
- G 緊結部
- H 谷部
- I 壁際部

写真 3.1.4 金属板の部位説明

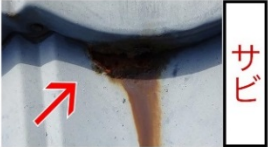
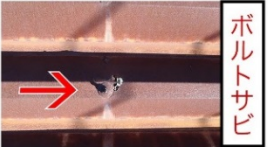
3) 金属板の経年劣化

表の 3.1.4 に示す通り、金属屋根葺きの経年劣化の症状として多くは、もらい錆・折り曲げ部・谷部錆、金属板全体の赤錆、また、屋根の端部（図 3.1.4）B 軒部、C 袖部の破風板などの木部腐朽などがあります。

使用金属板の材質、また表面塗膜の性能によって大きく違いはありますが、一般的に使用されるガルバニウム鋼板は、10 年以降より劣化現象が見られます。変色、塗膜の消失、赤錆となり、軽度の場合錆止めの補修後の塗装工事を行ってください。その際、銅板のような材質によっては、塗膜がすぐに剥離してしまうものもありますので、よく注意してください。

棟部において、木下地の腐朽により、めくれ、欠落、軒部、袖部の水切板金から野地の裏側に水が伝わり木部が腐朽する場合があります。工法によって違いはあるが、赤錆等の劣化は部分的に交換することもできますが、錆が全体に発生している場合や、錆が進行して金属板に穴があいた場合、雨漏れを起こしますので、葺き替え工事が必要となります。

表 3.1.4 金属板の経年劣化段階評価（抜粋）

	レベル 1	レベル 2	レベル 3
A 平部			
B 軒部			
C 袖部			
D 棟部			
E 下葺き			
F 小屋裏			
G 緊結部			

3.1.4 プレスセメント瓦

1) プレスセメント瓦とは

粘土瓦と同じ窯業系の材料ですが、これはセメントと砂を原料としたモルタルを型枠に入れてプレス成型、養生後に塗料で表面処理したものです。かつて石綿スレートと比較して厚みが厚いので、厚形スレートと呼ばれていました。成形性が優れています。

2) プレスセメント瓦葺き屋根の層構成

粘土瓦と同様に瓦棧に瓦を留め付ける工法です。下葺材、瓦棧、流し棧を使用します。(図 3.1.5)

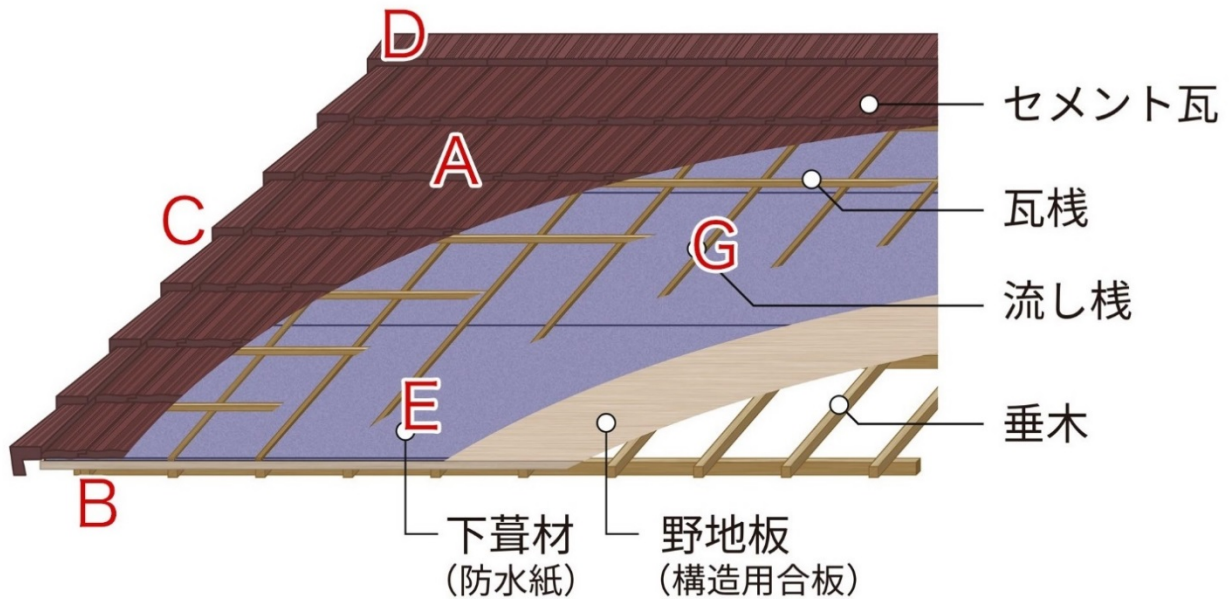


図 3.1.5 プレスセメント瓦の層構成



写真 3.1.5 プレスセメント瓦の部位説明

3) プレスセメント瓦葺き屋根の経年劣化

苔の発生、表面塗膜の劣化、塗膜層の剥離、軒釘や棟釘の錆・浮き、棟面戸の欠落、棟土の流出、基材塗膜の消失・剥離等。(表 3.1.5)

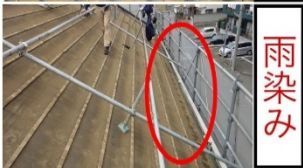
プレスセメント瓦と粘土瓦の違いは、本体表面が塗料材によって被膜されている製品です。よって表面塗膜の劣化により、退色、苔の発生、塗膜の剥離等があります。

約 10 年後からその症状は見られ、再塗装にて塗膜の保護する工事が必要となります。再塗装する際の注意点は、塗膜の下地にスラリー層を有する商品があり、塗料材がセメント基材まで含浸せずすぐに剥離する場合があります。塗装前の下地処理材をよく調べてから選択する必要があります。

また、写真 3.1.5 で示す棟部の留め付けに粘土を使用し、表面をシッキイにて止水した工法の場合、シッキイの剥離、粘土の流出、棟瓦のずれ、欠損する劣化もあります。早めに補修すればシッキイの交換、棟取り直し等部分補修で済みますが、雨漏れを起こし野地等の木部の腐朽に至ると、葺き替え、野地補修と大規模な工事になるので注意しましょう。

また写真 3.1.5 の軒部、袖部の留め付け釘の錆による腐食は、瓦の欠落のおそれがあるため、症状が見られた場合、釘の交換工事を行ってください。

表 3.1.5 プレスセメント瓦の経年劣化段階評価（抜粋）

	レベル 1	レベル 2	レベル 3
A 平部			
B 軒部			
C 袖部			
D 棟部			

3.1.5 シングル葺き

1) シングル葺きとは

語源によると、屋根葺き板。柿板（こけらいた）にあたります。日本では、屋根材料はアスファルトシングルと不燃シングル（不燃材）があります。前者は心材（無機質繊維ガラスマットなど）にアスファルトを浸透・被覆し、その上面に鉱物質の彩色砂粒を、下面には鉱物質の粉粒を焼き付け、又は圧着したものとなります。軽量で柔軟性・防水性が高いためさまざまな形状の屋根に対応できます。後者の不燃シングルは、アスファルトの代りに無機質の粉粒と合成樹脂を主成分とした塗覆材を組み合わせ、表面に彩色砂粒を焼き付け、又は圧着した不燃材です。

2) シングル葺き屋根の層構成

アスファルトシングルは接着工法と、釘留め＋接着する工法があります。共に下葺材に直に留め付けをします。（図 3.1.6）

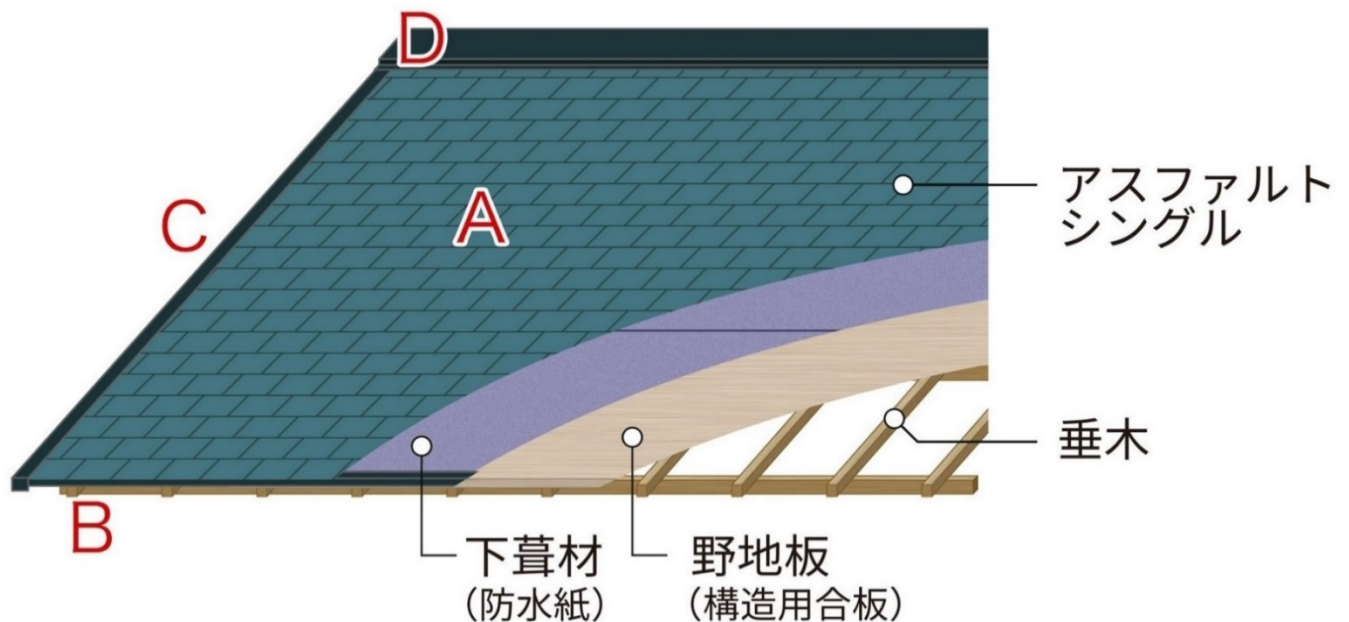


図 3.1.6 シングル葺きの層構成



- A平部
- B軒部
- C袖部
- D棟部
- E下葺き部
- F小屋裏部
- G緊結部
- H谷部
- I壁際部

写真 3. 1. 6 シングル葺きの部位説明

3) シングル葺き屋根の経年劣化

苔の発生、シングル材の下地からの剥離・欠損・砂落ち・反り・ひび割れ等。(表 3.1.6)

シングル葺き屋根の劣化で多いのは、草木の多い場所では苔が発生する場合があります。苔をそのまま放置しておくと、本体の重なり目から雨水が浸入するおそれがあるため、苔の除去をお勧めします。

また、本体の心材が繊維ガラスマット等のため、劣化が進行すると表面の砂落ち、反り等があり台風などで剥離する場合があります。

交換時期としては、15 年ぐらいから劣化状況により、葺き替え、または、シングルにてかぶせ葺きもお勧めします。

表 3. 1. 6 シングル葺きの経年劣化段階評価 (抜粋)

	レベル 1	レベル 2	レベル 3
A平部			
B軒部			

3.1.6 下葺き

1) 下葺き材（防水紙）とは

屋根に降る雨の大半は屋根材の表面を流下します。そのことで建物に水が浸入することを防いでいます（一次防水といいます）。ただし、瓦など屋根材は連続した膜を形成しているわけではないので、一定以上の風雨により隙間から水が浸入してしまいます。その浸入した水を建物に浸入させない（二次防水といいます）ためには、防水紙が必要です。防水紙はシート状の材料で、一般的には下葺き材と呼ばれています。（以降、下葺き材と表現します）なお、下葺き材の種類には、アスファルト系他、透湿ルーフィング系がありますが、実績が少なく実例の収集が困難であり、そのために劣化現象が不明のため、本稿はアスファルト系に関する記述が中心となります。

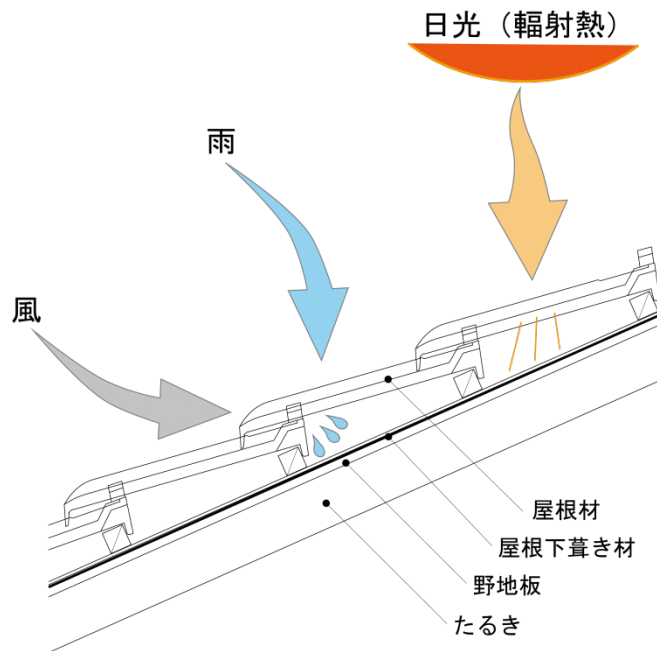


図 3.1.7 勾配屋根断面図

2) 経年した下葺き材について

下葺き材は屋根材に覆われているので、建設時や改修時以外目にはすることがありません。そのため、下葺き材の劣化状況は、屋根材を取り除かなければ確認できません。

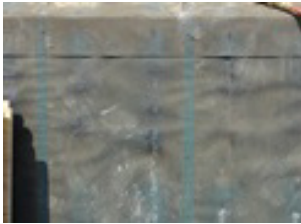
下葺き材の主な劣化因子としては、熱や、屋根材の間隙から浸入する雨水があります。熱は、図 3.1.7 のように屋根材を通して輻射熱が到達することが考えられます。下葺き材が長期間高温に晒されると、徐々に固くもろくなり、防水性能を維持することが難しくなります。また、変形を伴う現象もあります。変形が大きいと重ね幅が不足したり、くぎなどの貫通部分が広がるなど下地が露出してしまうものもあります。変形は熱の他、水分が原因の場合もあります。

主な劣化の例を表 3.1.7 に示します。

下葺き材の状態を確認するためには屋根材の撤去が必要です。屋根材を固定していた釘が抜けることにより下葺き材には孔が無数に空いてしまいます。したがって確認した下葺き材が、異常のない健全な状態だったとしても葺き替える、または、既存の下葺き材の上にかぶせ葺きする必要があります。

下葺き材の種類は多数ありますが、屋根材の施工後は判別できなくなってしまうので、設計図書には下葺き材の製造所・製品名などを記録しておく必要があります。

表 3.1.7 劣化した下葺き材の状態の例

現象	状態例	対応等
異常なし	 アスファルトルーフィング® 940  改質アスファルトルーフィング®  改質アスファルトルーフィング®	[対応] 対応の必要なし※1
割れ・裂け	 アスファルトフェルト 8kg/巻品、現在使用不可※2	[対応] すぐに交換が必要あり※3
孔の広がり	 高分子系下葺き材（現在廃番※4）	[対応] すぐに交換が必要あり※3

波打ち	 アスファルトルーフィング® 940  アスファルトルーフィング® 940	[対応] 経過観察※ 1 ただし、孔の広がりがないか、縮みがないか確認する。下地が見える状態であれば、防水紙をすぐに交換。 [特徴] 紙基材の材料※ 5 によく見られる現象
縮み	 アスファルトフェルト 8kg/巻品 現在使用不可※ 2  高分子系下葺き材 (現在廃番※ 4)  高分子系下葺き材 (現在廃番※ 4)	[対応] 経過観察※ 1 ただし、著しく縮んでいる場合、すぐに交換が必要
反り	 高分子系下葺き材 (現在廃番※ 4)	[対応] 経過観察※ 1 ただし、重ならなくなるほど反っている場合、すぐに交換が必要
発泡	 アスファルトルーフィング® 940	[対応] 経過観察※ 1 アスファルト系下葺き材の表面が劣化している現象。ただし防水機能が消失しているわけではないので、撤去しない限り漏水に至らない。
層間剥離分離	下葺き材を構成している層の剥離や分離を指します。	[対応] すぐに交換が必要※ 3

※ 1 本来対応の必要はありませんが、屋根材撤去に伴い釘も抜かれるため、釘孔が無数に空いてしまっているため、実際は下葺き材の葺き替え、または、かぶせ葺きが必要です。

- ※2 本来下葺き材として使用出来ない材料ですが、20年以上前に使用されていた可能性があります。写真は調査時に確認された例です。
- ※3 下葺き材（防水紙）の交換が必要です。下葺き材を剥がして下地材（野地）が劣化している場合は、下地材も交換が必要です。
- ※4 過去によく使用されていた下葺き材です。
- ※5 アスファルトルーフィング 940 または一部の改質アスファルトルーフィングなどが該当します。

3.2 外壁

3.2.1 乾式外壁材

1) 乾式外壁材の特徴

「乾式材料」とは水を使用せずに施工可能な材料の一般的な言い方です。モルタルなどの「左官材料」は水でセメントと砂を混ぜて施工しますから、「湿式材料」と呼ばれます。戸建木造住宅の乾式外壁材の代表例としてはサイディングがあります。これは工場で一定のサイズに製造され、それを現場で壁に固定していくだけのため、施工性が良く、地震時などにひび割れや脱落も起こりにくいとされています。

サイディングには、その基材の材質によって大きく窯業系、金属系、樹脂系、木質系の4種類がありますが、ここでは、その中でも使用量の多い窯業系サイディングを例として、経年にもなってサイディング外壁のどこにどのような劣化が生じてくるのか、その一般的な傾向を見ていきます。

2) サイディング外壁仕上げの構成

サイディングによる外壁仕上げは、写真 3.2.1 に示すように、主としてサイディング材と金物部およびサイディング材間のすき間（目地といいます）を埋めるシーリング材とで構成されています。金物部分はサイディングの裏面になるため、普通は住まい手には見ることはできません。

このうち、サイディング材自体は一般には基材と表面塗装部分とから構成されます。また、目地を現場で埋めるシーリング材は、サイディング材の幅方向および上下方向に打たれますが、サイディングが重なる上下方向の目地では予めサイディング裏面にシーリング材が接着されている場合もあります。新築後の時間経過によって、これらの各構成部分には次に述べるような経年劣化と呼ばれる性能低下現象が生じてきます。

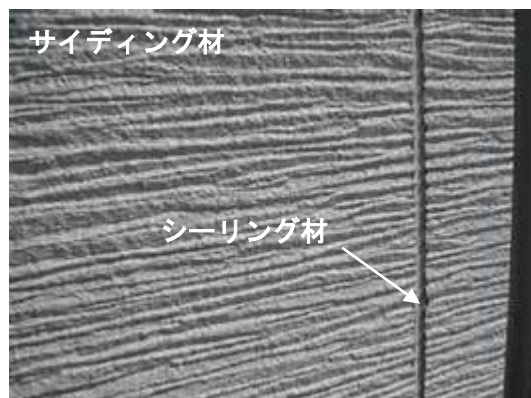


写真 3.2.1 窯業系サイディングによる外壁仕上げの例

3) サイディング外壁仕上げに生じる経年劣化

①サイディング表面のカビや藻による汚損

サイディング材の表面には多かれ少なかれ凹凸があります。そこに雨水や結露水が作用し藻の胞子が付着すると、日光を浴びて藻が繁殖し、壁面が緑色になります。その後、乾燥状態が続くと藻が死んでそれを栄養としてカビが生え、今度は表面が黒く汚損されてくる場合があります。新築後5年以内でも、水分、温度、酸素、養分の4条件が整うと、自然発生的にこのような生物による汚損が生じ、建物の美観を損なうことがあります。

②サイディング塗膜のチョーキング（白亜化）

サイディング材の表面には、防水や美装のために何らかの塗膜を形成してあるのが普通です。その塗膜が長期間にわたって屋外に曝されていると紫外線や雨水により表層から少しずつ劣化していきます。10年前後経過したサイディング材の表面を指でこすると、写真3.2.2に示すように、白い粉のようなものが付着することがあります。これをチョーキングあるいは白亜化といい、表層の塗料（樹脂）が分解したものです。この状態になると、サイディングのもともとの色が褪せてきて光沢もなくなっているはずで、再塗装をそろそろ考える時期になりつつあります。

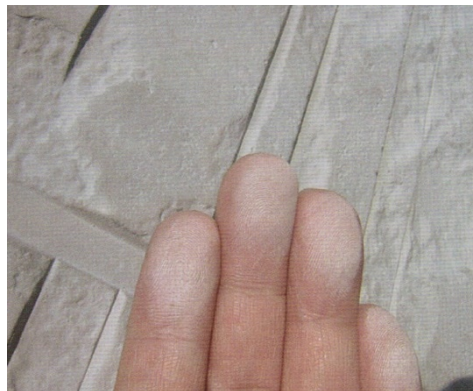


写真 3.2.2 チョーキングの例（サイディング表面を手でこすると白い粉が付く状態）
（出典：日本窯業外装材協会監修、不具合は何故起こるか、2009.6）

③サイディング材表面塗膜のひび割れ、基材の割れ

サイディング材表面塗膜のチョーキングなどの劣化を放置しておくと次第に塗膜が薄くなり、雨水などを吸収しやすくなります。吸収された雨水は日射を受けることで熱とともに湿気として内部に移動するようになり、壁体側にその湿気が出て壁体の下地や構造を傷めることもあります。また、サイディングの吸湿・放湿により湿潤・乾燥が繰り返されると、基材がひび割れを生じることもあります。こうなる前に再塗装などのメンテナンスを行うことが必要です。

④目地シーリングのひび割れ・はく離

シーリング材とは材料間のすき間を埋める不定形または定形の充填材です。主な役目は材料間のすき間から水が内部に入るのを阻止することにあります。一般には、シーリング材の

裏側にはジョイナーと呼ばれる金物があり、また防水紙もありますから、この材料が劣化したからと言ってすぐに壁体木部に水分が作用する事態に陥るということはありませんが、まずはシーリング材で止水することが確かな防水性能を維持する上では重要になります。

シーリング材は新築後 10 年程度を経過すると時間の経過とともに、光や熱の影響を受けて可塑材（シーリング材に柔軟性や耐候性を付与するための添加物）が抜けだし体積が収縮してきます。これをシーリング材の「痩せ」と呼びます。この段階になったら、本来はシーリング材を打ち替えるのが望ましいのですが、住まい手の方には判断が難しい問題です。

この「痩せ」を放置してしまうと、次にはシーリング材がひび割れるようになります。これは目視でシーリング材を観察すると表面に細かいひびが入っていることで分かります。このひび割れがサイディングとの間に生じると、「はく離」「切れ」ということになり壁の中への水分浸入を許してしまうことになります。この一連の過程を簡単な図で示せば、図 3.2.1 のとおりです。

シーリング材にはシリコン系やウレタン系など多様な材質のものがありますが、基本的には有機質ですので紫外線や水分などにより劣化していきます。西側壁面や軒の出の小さい壁面などに以上のような経年劣化が早めにでますので、日常的な清掃時などに点検しておくことが大事になります。



写真 3.2.3 シーリング材がサイディング材からはく離した状態（中央部）
（出典：NYG 監修、不具合は何故起こるか、2009.6）

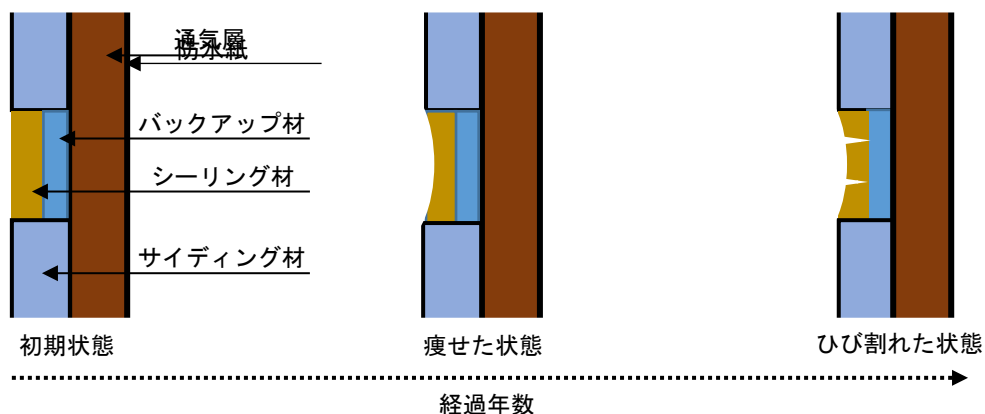


図 3.2.1 窯業系サイディングによる外壁仕上げの例

3.2.2 湿式外壁材

1) 湿式外壁材の特徴

「湿式材料」とは施工時に水などを混ぜ、それが乾かないうちに施工する材料のことで、モルタルやコンクリートのほか伝統的な左官材料などが代表的なものになります。湿式材料は施工時点では不定形ですから塗り厚や形状を自由に調整可能で柔軟性がある反面、硬化するにつれて体積が収縮してひび割れが入りやすい材料です。また、引張強度が小さいこともひび割れが生じやすい原因となっています。

湿式材料には上で述べたように様々なものがありますが、ここでは現代の木造戸建住宅の外壁材として最もよく使われているモルタル塗りを例として、経年にもなるとモルタル外壁のどこにどのような劣化が生じてくるのか、その一般的な傾向を見ていきます。

2) モルタル外壁仕上げの構成

一般的なモルタル外壁仕上げの概略を示せば、図 3.2.2 のとおりです。製材の板（ラス下地板）や合板などの上に防水紙を介して金属の網（ラス）を取り付け、そこにモルタルを何回かに分けて塗り付け、最後に仕上げ塗材を施工します。したがって、「モルタル外壁仕上げ」とは言っても、直接モルタルが見えるわけではなくて、直接見えるのは防水や美装の役目をもった塗材表面が見えることになります。施工上の瑕疵があったり大地震に遭遇しない限りは、一般にモルタル壁の下地や塗層全体に短期に劣化が生じることは考えにくく、経年にもなう劣化としては仕上げ塗材部分から始まりモルタル層に至るという経過が通常です。ここでは、これらの各構成部分に生じやすい経年劣化と呼ばれる性能低下現象について記載します。

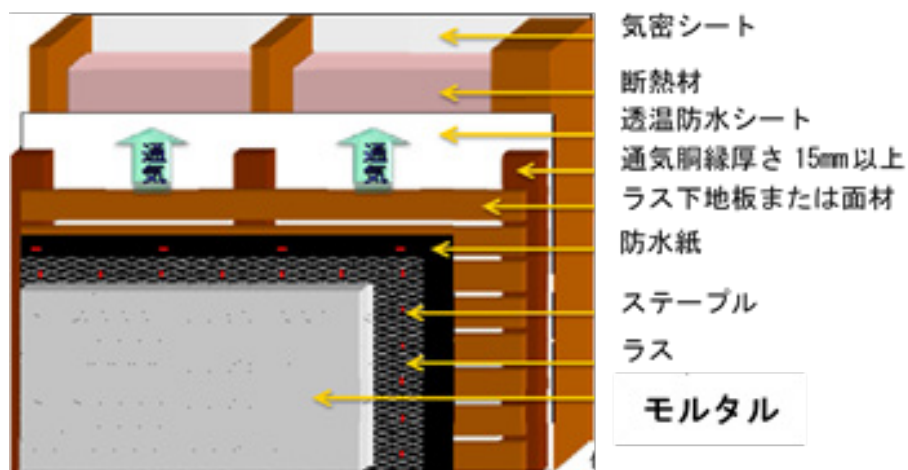


図 3.2.2 モルタル外壁仕上げの断面構成例（通気構法）

3) モルタル外壁仕上げに生じる経年劣化

①汚損

写真 3.2.4 に示すように、立地や隣家・植栽との関係あるいは仕上げ面の凹凸状況などの条件によっては、早ければ新築後数年経過するところから、塵埃、手垢、油脂、錆などの付着または藻・苔やカビなどの繁殖によって、通常の洗浄方法では除去しきれない汚れが付着することがあります。ただ、これらの汚損が生じて壁体としての機能、性能に問題は生じませんが、藻や苔が発生する環境は改善しておいたほうがよいでしょう。



写真 3.2.4 モルタル外壁仕上げの藻による汚損例

②変退色・光沢度低下

新築後 5 年から 10 年で、外壁塗膜表面の変退色（塗膜の色相、彩度、明度などが低下する現象）や光沢の低下が生じてきます。新築直後は日に当たるとつやつやと輝いていた外壁面が光を反射しにくくなり、また当初の鮮やかな色が褪せてくる状態になるのが塗膜劣化の初期の症状です。ただし、この時点ではまだ再塗装は必要ありません。経過をよく観察していくことが大切です。

③チョーキング（白亜化）（写真 3.2.2 参照）

さらに時間が経過すると、紫外線や雨水などの作用により塗膜表面の劣化が生じ、充填材が離脱しやすくなり、表面が粉末状になることがあります。サイディング材と同じように表面をこすると手に白い粉末がついてくることで分かります。立地条件や塗材種類によりますが、このような状態になるのに、おおよそ 10 年前後かかるのが一般です。このような状態が外壁の広い範囲に確認されたら、再塗装を考えるべきです。



写真 3.2.5 モルタル外壁仕上げ塗材に生じた膨れの例



写真 3.2.6 モルタル外壁仕上げ塗材に生じたひび割れおよび剥離の例

④膨れ・ひび割れ・剥がれ

チョーキングが発生している状態を見過ごしたり放置したりすると、次に塗膜に写真 3.2.5 に示すような膨れが発生することがあります。この膨れは塗膜とモルタルとの境部分あるいは塗膜層の内部で発生することがあります。いずれにせよ、塗膜のひび割れに繋がる現象ですから、これが確認されたら専門業者に診てもらう必要が出てきます。写真 3.2.6 はひび割れた塗膜の状況です。こうなると塗膜としての機能は発揮できず、雨水などが直接モルタル面に作用することになり、壁内部へ水分浸入リスクが高くなります。

⑤モルタル部分のひび割れ

モルタルは硬化・乾燥にともない体積収縮を生じ、一方で引張りに対する抵抗力にも弱いので、施工上の瑕疵などが無くてもひび割れが生じやすい材料です。ひび割れには写真 3.2.7 に示すような、ごく細い（多くの場合深さも浅い）ヘアクラックと呼ばれるものと、少し離れたところからでも目視で確認できる幅が 1mm を超えるようなひび割れなど多様なひび割れがあります。雨水浸入の観点から見れば、写真 3.2.8 に示すような 0.3mm を超えないひび割れであれば、水分は浸入しにくいと言われており直ちに補修しなくとも、経過観察をしていけばよいでしょう。

ところで、ひび割れ幅の計測の仕方ですが、建物検査の専門家は写真 3.2.9 に示すような、クラックスケールという道具を使います。これは近所のホームセンターなどにも置いてありますので、それを手に入れば簡単に調べることができます。そのような道具が手に入らない時は太さが分かっているシャープペンシルの芯を使うとおおよその幅を知ることができます。



写真 3.2.7 モルタル外壁仕上げ面に生じたヘアクラックの例



写真 3.2.8 モルタル外壁仕上げ面に生じたひび割れの例



写真 3.2.9 ひび割れ幅を知るためのクラックスケールの例

3.3 外部建具まわり

3.3.1 防水納まり

1) 要因と対処について

住宅瑕疵担保責任保険法人によると、保険事故全体のうち雨漏れ関係が9割以上であることが報告されています。特に開口部・建具（窓、ドアなど）まわり関係の雨水浸入事故の割合が著しく高くなっています。なお、[住宅の品質の確保の促進等に関する法律](#)（住宅品確法）により平成12年4月1日以降に締結された新築住宅の取得契約（請負／売買）では、基本構造部分（柱や梁など住宅の構造耐力上主要な部分、雨水の浸入を防止する部分）について10年間の瑕疵担保責任（修補請求権等）が義務づけられています。

表3.3.1に示す通り、建具関係の雨水浸入事故の要因は、建具そのものを要因としたものの他、建具まわりに施す防水テープの不適切な施工などがあります。しかし、壁内にある防水テープは、壁内にあるため建設時や改修時など、工事中しか施工状況を確認出来ません。従って、建設後に建具まわりに雨水浸入事故が発生しても、外装材を剥がさないで明確な診断をすることは困難となります。一方、建具まわりにあるシーリングは、外部から目視観察出来るので、劣化状況を容易に確認することが出来ます。なお、モルタル外壁の場合、シーリングが施されていない場合も数多くあり、特に通気層の無い直張り構法の場合は注意が必要です。また、建具まわりに水染みが確認されたとしても、必ずしも建具まわりが雨水浸入や結露が発生したとは断定出来ません。水は上から下へ流れ落ちますので、上部が要因となって、雨水などが下部の建具まわりへ流下して、内装材などへ染み出すことも数多くあります。

シーリングが劣化していたり、外装材がひび割れたりした場合は、その部分の要因は明確となりますが、内部にも雨水浸入や結露などの要因も隠れている場合もあります。例えば、建具まわりから雨漏りしていたため、検査によりシーリングが劣化していたことを確認し、足場を組んでシーリングを打ち直して工事が終了した後、台風が来て再度、雨漏りが発生することがあります。雨漏りや結露は複合的な要因により発生することもあるので注意が必要です。

住宅の防水納まりは、通気構法の場合、シーリングの劣化により雨水浸入しても、内部に通気層があり、さらに透湿防水シートにより、複合的に防水対策が施されています。従って、室内まで雨水が到達している場合は、内部の不具合が発生している可能性もあり、専門家による総合的な診断が必要と思われます。

今後、新築や改築を予定されている方は、工事前に使用材料や構法を確認するとともに、施工中に防水納まりの状態を確認することをお勧め致します。なお、引き渡し後10年以内の雨水浸入は保証されますが、結露は住宅品確法の対象となっていないので、注意が必要です。

2) シーリング防水の劣化現象と要因

独立行政法人 建築研究所の建築研究資料 No.145「[建築物の長期使用に対応した外装・防水の品質確保ならびに維持保全手法の開発に関する研究](#)」では、シーリング防水の劣化現象および不具合の種類について表 3.3.1、（一社）日本建築学会では劣化・不具合の現象を図 3.3.1 のように示しています。

表 3.3.1 シーリングの劣化現象および不具合の種類

		劣化現象の種類
防水機能関連	漏水またはその痕跡	シーリング材の破断などによる外壁部位などからの漏水またはその痕跡
	被着面からはく離	シーリング材が被着面からはく離する現象。漏水の原因となる
	シーリング材の破断（口開き）	シーリング材に発生したひび割れが目地底まで達し、完全に破断している状態。漏水の原因となる
	被着体の破壊	シーリング目地周辺の被着体にひび割れや欠落が発生する現象。漏水の原因となる
	シーリング材の変形	目地のムーブメントなどによって、シーリング材が外部方向へふくれたり、くびれたりする現象
	シーリング材の軟化	紫外線、熱などによってシーリング材が軟らかくなる現象
意匠・外観関連	しわ	目地のムーブメント、シーリング材の収縮などによって、シーリング材が波打つ現象
	汚れ	シーリング材表面の汚れ、またはシーリング材の成分の一部が被着体の表面に付着して汚れる現象
	ひび割れ	シーリング材表面に微細なひび割れが発生する現象
	白亜化	シーリング材表面が粉状になる現象 チョーキングともいう
	仕上げ材の浮き、変色	シーリング材の上に施された仕上材（塗料、仕上塗材など）がシーリング材とはく離したり、変色を生じる現象
	変退色	シーリング材の含有成分が表面にブリードし大気中のガスなどによって、シーリング材表面が変色したり、また、シーリング材表面が紫外線などにより劣化退色する現象

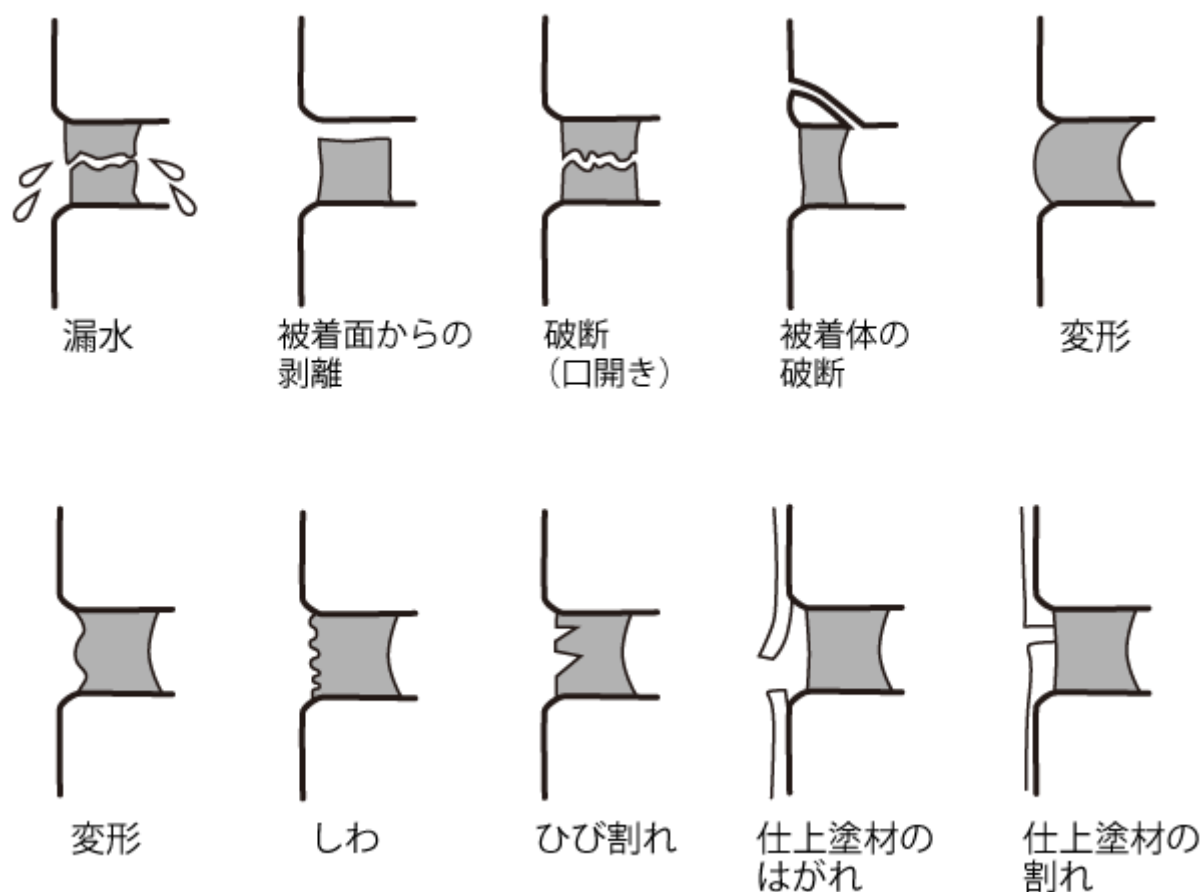


図 3.3.1 シーリング材の劣化・不具合現象模式図

(一社) 日本建築学会「外壁接合部の水密設計および施工に関する技術指針・同解説」第2版、2008 年より作図

シーリングが剥離したり破断したりした場合、雨がシーリング部分から浸入する恐れが生じます。シーリング部分から浸入した雨水は、通気層が無い場合、壁内に滞留するリスクが比較的高くなりますが、通気構法の場合、通気層と透湿防水シートがありますので、そのほとんどが通気層を流下し土台水切りより屋外へ排出されます。しかし、透湿防水シートは釘孔止水性が比較的低いので、その一部が室内側へ浸入する恐れがあります。

シーリングのひび割れが劣化により貫通している場合は、下地材や構造躯体の劣化を招く恐れがありますので、他の雨水浸入要因が無いか検査により事前の確認をするとともに、既存のシーリングを除去して、外装材メーカーなどが推奨する適切な材料と施工方法によりシーリングを打ち直すことが必要となります。

3.3.2 建具本体のうち玄関ドア

1) 玄関ドアの特徴と種類

玄関は建物への主要な出入り口部分です。そこに取り付けられる開口部材としてのドアは、人や物品のほか空気、音、熱、光、水などを選択的に透過・遮断する必要がある一方、防犯のためには容易に破壊されにくい性能などが求められます。このようなドアは、日常的に頻繁に開閉されると同時に、直接外部からのさまざまな外力（紫外線、熱、雨水、塩分、塵埃・埃など）に触れる部分となり、それらの力によって経年的に変化や劣化が進むことになります。

玄関ドアには、その材質によって大きく金属系、木質系、樹脂系の3種類がありますが、ここでは、その中でも使用量の多い金属系ドアを例として、経年にもなるとそれらドアのどこにどのような劣化が生じてくるのか、その一般的な傾向を見ていきます。

2) 玄関ドアの構成

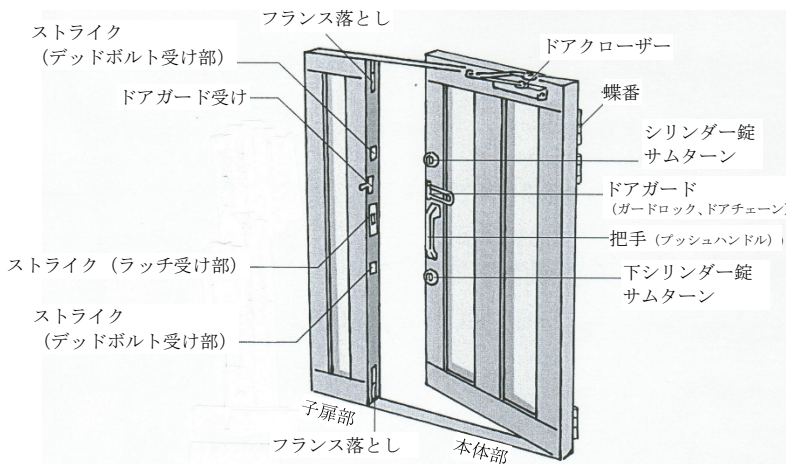


図 3.3.2 玄関ドアの構成例（親子ドアの例）
 （出典：住まいと設備のメンテナンス技術ガイド、
 住宅産業協議会、2013 年 1 月）

親子ドアを例に玄関ドアの構成例を示せば、図 3.3.2 のようになります。ドアはドア本体以外にいろいろな部品によって構成されています。それらの部品には、ドア本体をドア枠材に取り付けるための丁番やドアの開閉のための把手のほか、ドアを自動的に閉めるためのドアクローザーやドアを施錠するためのシリンダー錠とサムターン及びその相手部品となるストライク（ドアラッチ受け部）やドアガード（ドアチェーン）、子の扉部を固定

するためのフランス落としなどが主なものになります。

また、これらの部材・部品は使われている箇所によって、屋外に面するものと屋内側のものの2つに分かれることになりますが、それによって受ける劣化外力が大きく異なってくる結果、経年にもなると劣化を屋外部品か屋内部品かで異なってくるようになります。

以下、経年とともに玄関ドアに発生してくる不具合・劣化現象について紹介します。

3) 経年によって玄関ドアに生じる不具合・劣化

① ドアの外側表面の光沢や色彩の劣化

金属製ドアの主流であるアルミニウム製（正確にはアルミニウム合金製）ドアの場合、経年によってドア外側は紫外線や雨水の影響により長年の間に徐々に色薄くなってきたり、光沢が失われてくることがあります。アルミニウムの場合はドア表面を一般の塗装ではなく、工場で電解着色仕上げをしてありますので補修を塗装によって行うことは困難です。一般にはドアそのものの交換が必要になります。一部のリフォーム業者にはアルミニウム製ドアの再塗装を謳って

いるものがありますが、検討する場合は塗装の耐久性などに十分注意する必要があります。鋼製ドアの場合は、既存の塗膜をはがして下地処理をやり直した上に、再塗装をかけることで回復させることが可能になります。

② ドア表面の腐食

アルミニウムはイオン化傾向が高い金属で、それを表面に電気化学的に硬い酸化アルミの被膜を形成することで腐食から防いでいます。したがって、アルミニウム製品は鋼材などに比べると耐腐食性は高いものですが、条件によっては比較的短時間に錆が発生します。その原因別にアルミの腐食の仕方を整理したものが表 3.3.2 です。

表 3.3.2 アルミニウム製品の腐食態様

	電気化学的腐食	アルカリ腐食	酸性薬品腐食	その他薬品腐食	塩害腐食	鉄分腐食	ガス腐食	埃・泥等の蓄積による腐食
腐食の主な発生原因	塩分と水分 アルミニウムと異種金属の接触	水分 モルタルのアルカリ分	施工後のクリーニングに使用した薬品 木製額縁の染み抜きなどに使用した薬品	ガラス押えにシリコンを使用し、シリコンをはく離する薬品を使用した場合などに発生	海塩粒子の付着 埃等の蓄積 清掃やメンテナンス不足	鉄分粉の付着 埃等の蓄積 清掃やメンテナンス不足	酸性ガスの作用 煙突などからでる煤の付着	埃、チリ、細かい泥などの付着・蓄積 清掃やメンテナンス不足
発生期間	施工後約2か月～2年程度で腐食発生	同左	薬品使用後約2日～2か月程度で腐食発生	薬品使用後約1時間～2日程度で腐食発生	施工後3～5年程度で発生	施工後2～5年程度で発生	施工後2～5年程度で発生	施工後5～10年程度で発生

このうち、住宅用のドアやサッシで生じやすいのは、「環境腐食」のうちの塩分による腐食です。海に近い住宅などでは細かい塩分粒子が風に乗って飛来しやすく、それがアルミニウム製ドアの表面に付着し続けることで起こります。こまめに清掃を行っていれば塩分は洗い流されますが、長年放置しておくと、ドア表面に白い粒状の錆が生じてくる場合があります。これはアルミニウム表面を工場で電解着色仕上げする際につぶしきれなかった微細な孔に塩分が入り込み生じた化合物で、ドアを非常に見苦しくします。白い錆をアルミ用洗剤などを使って落とすことが第一ですが、それで落とすきれない場合は、ドアそのものを交換することになります。

③ ドアの開閉時の問題

ドアを開け閉めする際にドアががたついたり、十分に閉まらなかったりすることがあります。ドア自体のがたつきには、ドアとドア枠を固定している丁番が緩んでいることが考えられます。丁番のネジの締まり具合を確認して見る必要があります。また、ドアが十分に閉まらない原因としては、ドアクローザーの力が弱くなっていること、ドア自体に歪みが生じていることなどが考

えられます。ドアクローザーに関しては、クローザーの側面についている調整ネジを締め直して
みることをお勧めします。ドアの歪みは断熱性に優れた断熱ドアなどで発生することがあると
言われており、ドア内外の温度差が原因で反りが生じ、ドアが閉まりにくくなることがあります。
ただ、この歪みは数 mm 程度の微小なもののため、ストライク（ラッチ受け）の調節で対応可能
です。

3.3.3 建具本体のうちサッシ

1) サッシの特徴と種類

サッシは建物外周部に設けられる開口部材で、サッシ枠内にガラスを固定して光を入れつつ
空気、音、熱、水などを選択的に透過・遮断する性能などが求められます。このようなサッシは、
日常的に頻繁に開閉されると同時に、直接外部からのさまざまな力（紫外線、雨水など）に触れ
る部分となり、それらによって経年的に不具合や劣化が進むことになります。

サッシには、その開閉方式によって大きく分けると、引違い、押し開き、上げ下げ、回転、FIX
（嵌め殺し）などのさまざまな種類がありますが、ここでは、その中でも使用量の多い引違いサ
ッシを例として、経年にもなるとサッシのどこにどのような不具合、劣化が生じてくるのか、
その一般的な傾向を見ていきます。

2) 引違いサッシの構成

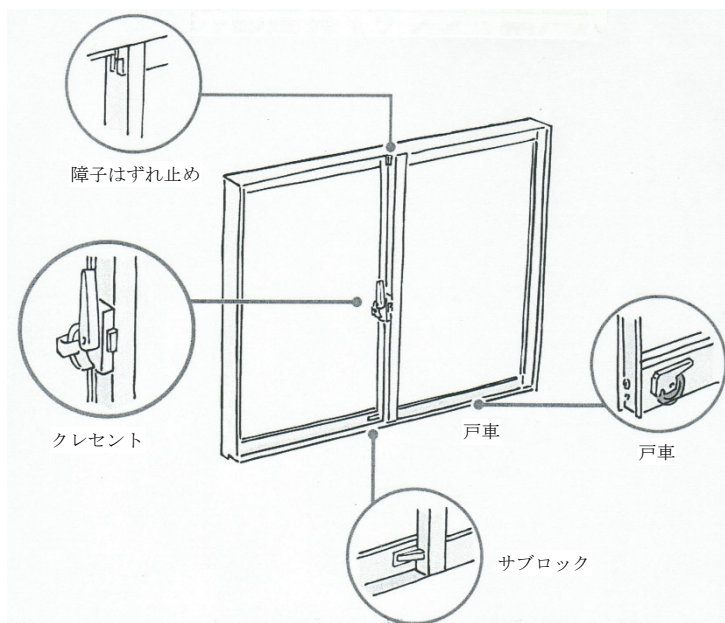


図 3.3.3 引違いサッシの構成例
（出典：住まいと設備のメンテナンス技術ガイド、
住宅産業協議会、2013 年 1 月）

引違いサッシは、図 3.3.3 に示すよう
に、サッシ枠とサッシ本体、戸車、クレ
セント（2 枚の引違いサッシを閉じる際
に使用される締め具）、ロック（万が一
クレセントが壊されてもサッシが開か
ないようにするための装置）などで構成
されています。このうちサッシ枠とサッ
シはアルミニウム製（正確にはアルミニ
ウム合金製）、クレセントはステンレス、
戸車とロックはプラスチック製が多い
ようです。

これら以外に「はずれ止め」というサ
ッシがサッシ枠のレールからはずれに
くくするための部品もついています。こ
れも多くの場合、プラスチック製です。

また、図にはありませんが、引違いサッシの外側には一般に夏の虫よけのためにアルミ枠にプラ
スチック繊維による網を張った網戸が取り付けられます。さらにガラスはサッシ本体とサッシ
ビートというゴム系の固定材で固定されます。

サッシ本体は外側が屋外に面するため玄関ドアの外側と同じような劣化を生じますが、プラ

スチック部品についてはさらに紫外線による劣化が問題になります。

3) 経年によって引違いサッシに生じる不具合・劣化

①サッシの外側表面の光沢や色彩の劣化

②サッシ表面の腐食

以上の①、②については、玄関ドアの項を参照して下さい。

③サッシ戸車の摩耗

サッシの戸車が摩耗してくると、開閉時にサッシががたついたり動きが重くなったりします。このような不具合に気が付いたらサッシを外して戸車を確認してみましょう。割れたり、すり減ったりしていたら、取り換える必要があります。戸車はホームセンターにあるものもありますが、無い場合はサッシメーカーやサッシ取り付け業者などに問い合わせてみます。

なお、この不具合を放置したまま使い続けると、サッシレールを変形させたり傷つけることになり、場合によってはサッシ本体の交換が必要になることがあるので注意しなければなりません。

④クレセントのがたつき

クレセントはサッシにビスで固定されています。このビスが緩んでくるとクレセントががたつき相手金物に掛かりにくくなったり、クレセントそのものが外れ落ちたりします。クレセントは防犯上、重要な部品ですから、緩みがみられたら直ちにビスを締め直す必要があります。

⑤サッシビートの切れ、剥がれ

引違い窓のガラスは、サッシにゴム系のサッシビートという材料で固定されています。この材料は一部が屋外に面しますから、劣化しやすい環境に置かれています。時間の経過とともに、硬くもろくなってきて、弾力性を失い、途中で切れたり縮んでしまうことがあります。ビートが縮むとビートの継ぎ目が開いてきてここから雨水が浸入してしまうことになります。隙間が小さい時は、シリコンシーリングなどで隙間を埋めることで対処できますが、隙間が大きかったり切れている場合には交換が必要になります。

⑥網戸の不具合

夏、蒸し暑い日本の住宅では、サッシを開放して風を入れるために引違いサッシの外側に防虫のための網戸を付けることが多く、網の破れ、切れなどが発生します。これは網戸の素材であるプラスチック繊維が紫外線などにより劣化し経糸や横糸が切れること、あるいは網に硬い物をぶつけたりすることで起きます。これを放置しておくと夏場、サッシを開けた場合の防虫機能が果たせなくなります。破れた範囲がごく狭い場合には、網をパッチワークの要領で張りつけて直せますが、広い範囲になった場合は網全体を交換する必要があります。

3.4 バルコニー

木造住宅のバルコニーには、下階が屋内となっているルーフバルコニーと外壁から跳ね出した片持ち型（構造一体型・既製品別付型）バルコニーがあり、中でも跳出しバルコニーは経年劣化リスクの高い部位といえます。

バルコニーの使い方における劣化リスクとしては以下のような部分があげられます。

- ① 手すり壁上端部分：上端への布団などの掛外しの繰返しを要因とした笠木金具の緩みによる漏水
- ② 床の防水層：床面に置く設備機器や植栽プランターの置き方による防水層の劣化
- ③ 床の雨水排水処理部分：床面の枯葉、土埃、ごみなどの放置を要因とした排水口の目詰まり、漏水、水があふれ出す事故が発生

3.4.1 バルコニーまわりの劣化要因とシグナルの見極め

バルコニーは生活に伴う様々な使われ方があるため、笠木取付け金具の緩みや防水層の破断および排水部分の不全などにより、漏水や結露を起こす原因となることも少なくありません。

以下に劣化要因の事例を示します。

- ① 手すり壁上端は寝具などの日干しに利用する事も多く、上端に繰返し大きな力が加えられ手摺や笠木などの固定金具が緩み漏水しやすくなります。この漏水は手すり壁や床裏が空洞となっている事から日当たりの良し悪しにより表面温度の違いが生じ、中空部に結露が発生しやすく木部が湿潤状態になり劣化リスクが高まります。（写真①&②）
- ② 長期にわたり植栽プランターや植木鉢などは直接置かず、敷板や人工芝などを介して置く事が床防水の保護にもなります。（写真③、④）
- ③ バルコニーの床は土砂やチリやほこりが堆積しやすく、放置すると排水口の目詰まりの原因となるので定期的な清掃が必要です。（写真⑤）



- ④ バルコニーの床面に、植栽用のプランターや空調機器の室外機を据置する場合など、防水層に部分的な集中荷重をかけ続けることや、寒暖の繰り返しによる防水層の伸縮が材質の劣化を早める要因となります。床面保護に人工芝やすのこなどの緩衝材を使う（写真③、④）
- ⑤ 床面に不用意に放置されるちりやほこりは、排水用のドレーンやオーバーフロー管の目詰まりを起こし排水口が1カ所の場合、併設するオーバーフロー管がともに閉塞されると、大雨などで一時的な溜り水が防水層の上端レベルに達し漏水の原因となることもあります。（写真⑤）

造り付けバルコニーの手すり壁や床裏は空洞化されているため、一時的に起きた漏水や結露はカビや腐朽の温床となりやすく、中空部に十分な換気を備えていなければ、長期にわたると腐朽などが進行することがあり、漏水につながるような使い方には十分な注意が必要です。

4. 外皮構造・仕様とメンテナンススケジュール例

建物の外皮は経年とともに劣化していきます。これを放置しておけば構造体の早期の劣化を招き、期待していた年数にわたって建物を使い続けることが困難になります。このような事態を防ぐためには、外皮部分の適切な手入れ・メンテナンスが重要になります。いつどの部分を点検し、必要に応じて補修や交換をすべきかを示したものを、ここでは「メンテナンススケジュール」と呼びます。

建物の使用開始時に予めメンテナンススケジュールを立て、それに従って建物外皮各部の点検や補修を行っていくことは、共同住宅等では資金計画の必要性からも、かねてより必須のこととなっています。しかし、戸建て住宅では、CHS 等の一部の先進事例を除けば、長期的かつ実効性のある維持保全計画は一般的に考えられていませんでした。2009 年に長期優良住宅の認定制度が施行され、30 年間以上の「維持保全計画」の提出が求められるようになったことに前後して、その雛形（例、サンプル等の意）が各所で公開されるようになってきました。その中から木造戸建て住宅に関するメンテナンススケジュールの例を以下に示します。

4.1 屋根

4.1.1 瓦屋根

2014年の日本建築学会大会の梗概「木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究、木造住宅屋根の維持保全計画とライフサイクルコストに関する考察」によると、瓦屋根の維持管理手法については、一般社団法人全日本瓦工事業連盟（以下、全瓦連）及び日本屋根外装工事業協会を母体として2009 年に活動を開始した「長期優良住宅に資する屋根工法・仕様検討委員会」（石川廣三委員長）の下での「維持管理分科会」（栗田紀之主査）において検討を進め、成果の一部は同委員会主催のシンポジウムですでに発表しています。これにLCC（ライフサイクルコスト、生涯費用）の視点を加え、拡大発展させる方向で、2011年に本共同研究に拠点を移しています。瓦屋根の維持保全方法、メンテナンススケジュール、LCCに関する技術資料が少ないため、全瓦連などの協力を得てヒアリング等の調査を行い、その調査結果を基にして図4.1.1に示すメンテナンススケジュールの案を作成しました。

瓦葺き屋根 メンテナンススケジュール								
定期点検周期 ^{※1}	1 年	5 年	10 年	20 年	30 年	40 年	50 年	60 年
点検費用 ^{※2}	約 5 万円	約 5 万円	約 5 万円	約 5 万円	約 5 万円	約 5 万円	約 5 万円	約 5 万円
補修時期の目安	1 年	5 年	10 年	20 年	30 年	40 年	50 年	60 年
補修部位	下葺き・瓦棧		部分交換	部分交換	全交換	部分交換	部分交換	葺き替え
	なんばんしつくい		部分補修	部分補修	全交換	部分補修	部分補修	
	板金		部分補修	部分補修	全交換	部分補修	部分補修	
	瓦葺き				締め直し (瓦再利用)			
屋根補修費 ^{※2}			10 万円～	10 万円～	100 万円～ ^{※3}	10 万円～	10 万円～	150 万円～ ^{※3}
とい補修費 ^{※2}			10 万円～	10 万円～	30 万円～ ^{※3}	10 万円～	10 万円～	30 万円～ ^{※3}

※1 定期点検以外でも、暴風や地震の後には、適宜点検を実施する。
 ※2 金額に、出張費、安全対策費(足場等)は含んでいない。
 ※3 築後約 30 年で瓦を再利用して締め直し、約 60 年で葺き替え(瓦交換)を想定した場合のシミュレーション。
 年数は目安であり、点検内容により、締め直し、葺き替えの時期は前後する。

補修費の目安(屋根面積約 100m² の場合)
 ・棟補修(なんばんしつくい、棟繋結材交換) ¥3,000/m² ～
 ・締め直し(なんばんしつくい、板金、下葺き、瓦棧交換) ¥10,000/m² ～
 ・葺き替え(瓦、なんばんしつくい、板金、下葺き、瓦棧全交換) ¥15,000/m² ～

図4.1.1 粘土瓦葺き屋根のメンテナンススケジュールの案

本ヒアリングによりますと、瓦屋根の劣化は、他の屋根葺き材と同様に環境条件や維持管理状況に大きく左右されるが、60年以上の耐久性が期待できるという回答が数多くありました。そこで、60年での更新（瓦から瓦への葺き替え）を仮定し、その間の点検や補修をスケジューリングしました。

ただし下葺き材（防水紙）等については、60年までの耐久性を期待できず、約30年目での更新を計画していますが、その際、瓦はいったん降ろした上で再利用して葺き直すことを想定しています。その間、およそ10年毎に点検を実施し、必要に応じた部分補修を行うことも仮定しています。また、きわめて大まかな参考値ですが、この図には面積約 100m²の屋根を想定し、点検、補修、更新（交換）にかかる費用を示しています。

4.1.2 鋼板葺き屋根

1) 鋼板

一般社団法人 日本金属屋根協会および日本鋼構造協会の「鋼板製屋根の設計・施工・保全の手引き、MSRW2014」によると、塗装鋼板の劣化は、①塗膜に変化・消耗、②亜鉛の消耗、③鉄地の腐食の順に進行し、各々の段階で特徴的な外観の変化が見られるので、定期点検時には、図4.1.2のような変化の有無に留意する必要があります。

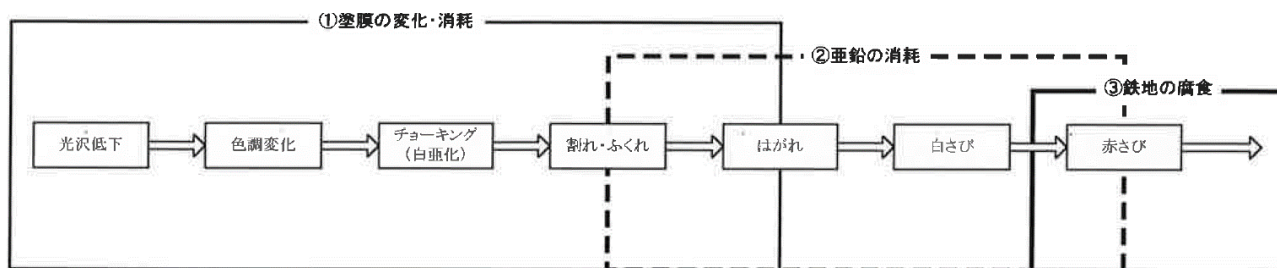


図 4.1.2 塗装亜鉛系めっき鋼板の劣化の進行

図 4.1.2 では、塗装亜鉛系めっき鋼板を例にして、定期点検での項目と判定基準の考え方を紹介します。外観から確認できる汚れや劣化に係る変化に注目し、表 4.1.1 に示す点検項目と判定基準が提供されています。同表の点検項目のほか、必要に応じて局所的な変形や凹み、浮き上がりの有無についても確認しなければなりません。屋根葺き材が局所的に凹んでいると、雨水が常時滞留することによって劣化が早まる可能性があるため、特に注意する必要があります。また、建築物の小屋裏内部からも、明かり漏れや漏水、異音の発生の有無について確認することが必要です。

2) 接合部・付属物

鋼板接合部や付属物（雪止めなど）の点検の結果、緩みが認められた場合には、締め直しを行うほか、場合によっては接合部品を交換することも必要となります。

表 4.1.1 塗装亜鉛系めっき鋼板の点検項目と判定基準の例

総合ランクと点検状況		汚れや劣化に係る点検項目						
		汚れ	変退色	チョーキング	割れ	ふくれ	はがれ	さび
A	塗膜にほとんど異常がない	中程度の汚れが見られる	少し	少し	なし	なし	なし	なし
B	塗膜にほとんど異常がないが、汚染、土、落ち葉等の堆積物が著しい	汚れがあり、土等の堆積物が見られる	少し	少し	なし	なし	なし	なし
C	塗膜にさびはないが光沢の減退、チョーキングに至っている	汚れあり	かなり	かなり白っぽい	なし	なし	なし	なし
D	塗膜にさびの発生傾向、光沢が減退、チョーキングが著しく上塗り塗膜がほとんど消失している部分もある	汚れあり	著しい	著しい	割れの傾向あり	面積 0.3% 未満	面積 0.5% 未満	面積 0.3% 未満
E	点さびが多く発生し、ひび割れ、さび、はがれが部分的に発生しているが一部活膜が残っている	汚れ著しい	著しい	著しい	多少発生	面積 0.3% 以上	面積 0.5% 以上	面積 5% 未満
F	塗装面にさび、ひび割れ、はがれが発生し、塗膜効果が全く失効している	汚れ著しい	著しい	著しい	発生	面積 5% 以上	面積 0.5% 以上	面積 5% 以上

出典：「鋼板製屋根の設計・施工・保全の手引き、MSRW2014」

4.2 外壁

4.2.1 窯業系サイディング

日本窯業外装材協会の Web サイトには、「[メンテナンスについて](#)」があり、その中に「メンテナンスの必要性」、「日常の点検」、「一般的な補修方法」、「メンテナンスに関する Q&A」、「リフォームについて」が詳しく解説されています。この中でメンテナンススケジュールの例は、図 4.2.1 に示す通りとなっています。

実施項目		5年	10年	15年	20年	25年	30年
点検	お施主様	地震、台風後他、年に1回程度実施					
	専門業者	定期点検（約5年毎に）					
サイディング			再塗装	再々塗装	再々塗装	再々塗装	
シーリング							状況に応じて張り替え
			状況に応じて部分打ち替え・全面打ち替え				

***5年に一度程度の定期的なメンテナンスをおすすめします。**

定期点検は住宅会社様のメンテナンススケジュールに沿って行ってください。また、張り替えの場合は専門家による下地を含めた診断が必要です。

*サイディングは塗装仕上の種類と建築物の地域・環境条件や使用条件（建物の形状や部位など）により劣化の進行が異なってきますので、メンテナンス時期は一概ではありません。したがってこのメンテナンススケジュールはあくまでも目安としてご活用ください。なお、サイディングの再塗装については[ご参考に②「サイディングの塗り替えについて」](#)を参照してください。

注：このメンテナンススケジュールは一般的なエナメル塗装仕様（アクリル樹脂系）について作成したものです。その他の塗装仕様（クリアー塗装など）については住宅会社様・工務店様（専門業者）へお問い合わせください。

図 4.2.1 一般的な窯業系サイディングのメンテナンスのスケジュール例

4.2.2 金属系サイディング

日本金属サイディング工業会の Web サイトには、[各種のマニュアル](#)があり、一般的なメンテナンススケジュールも掲載されています。

4.2.3 モルタル外壁

日本建築仕上材工業会の Web サイトには、「[外壁モルタル仕上の改修マニュアルー木造住宅編二](#)」がありますが、木造モルタル外壁のメンテナンススケジュールは掲載されていません。

表 4.2.1 詳細調査の判断基準（出典：建築研究所資料、No. 145）

調査・診断項目	劣化の状態	劣化原因の判定基準	劣化原因	工法の選定
仕上塗材のふくれ、はがれ	モルタルに浮きが無い	仕上塗材の内部でふくれ・はがれを生じている 裏面にモルタルが付着していない	仕上塗材の劣化	劣化原因に基づいて 4. により工法を選定する
		裏面にモルタルが付着している	モルタル層の劣化 モルタル(上塗)の硬化不良	
モルタル層の浮き・欠損	モルタルに浮き・欠損がある	上塗りが劣化している	モルタル上塗層のみの劣化	専門家に調査を依頼する
		下塗りととも劣化している	モルタル下塗層の劣化	
		下塗りは正常に硬化しているが、下塗りが浮いているように見える	ラス・ステープル・防水紙の劣化	
			下地材・下地組材の劣化	
ひび割れ	モルタルにひび割れがある	モルタルにひび割れが無い	塗膜のみの割れ	劣化原因に基づいて 4. により工法を選定する
		ひび割れ幅 0.3mm 未満		
		ひび割れ幅 0.3mm 以上	モルタル層のみの劣化 (亀甲状のクラック等)	
			ラス・ステープル・防水紙の劣化 (ラスの目付量が足りない、ステープルの留付が足りない、ラスや防水紙の重ねが少ない・はねている等)	専門家に調査を依頼する
			原因不明・下地組材・下地材の劣化 (モルタルやラス・防水紙に劣化が認められない場合)	
さび	さびがある	ラス・ステープルが錆びている	ラス・ステープルの劣化	劣化原因に基づいて 4. により工法を選定する
		下地の留付材や留付金具が錆びている	下地材・下地組材の取り付け金物の劣化	専門家に調査を依頼する

参考資料として、国立研究開発法人 建築研究所の建築研究資料 No.145「建築物の長期使用に対応した外装・防水の品質確保ならびに維持保全手法の開発に関する研究」（表 4.2.1 参照）があります。旧建設省建築研究所では、建設省総合技術開発プロジェクト「建築物の耐久性向上技術の開発」（耐久性総プロ）を 1980 年から 5 年間実施しており、その指針と解説は「外装仕上げの耐久性向上技術」（技報堂出版、1987 年）として出版され、外装塗り仕上げは、第 1 編「外装塗り仕上げ」として、各種塗料の耐用年数（表 4.2.2 参照）もまとめられています。

表 4.2.2 「耐久性総プロ」で示された標準耐用年数

区分	外装塗り仕上げの種類		標準耐用年数（年）
	例	JIS 番号	
塗料	アクリル樹脂エナメル	K5654※1	6
薄付け仕上塗材	合成樹脂エマルジョン系リシン	A6909	7
複層仕上塗材	アクリル系複層塗材 E	A6910※2	10
	アクリル系伸張形複層塗材 E※3	A6910※2	10
厚付け仕上塗材	セメント系厚塗材	A6915※2	12

※1：JIS K 5654 は 2009 年に廃止された。

※2：JIS A 6910 および JIS A 6915 は、1995 年に JIS A 6909（建築用仕上塗材）に統合された。

※3：1988 年の JIS A 6910 改正によって、「伸長形」は「防水形」として規格化されている。

これにより、設計者等の技術者が、使用環境や部位等、耐用年数に影響する要因を考慮し、耐用年数の予測を行い、目標とする耐用年数に応じた材料・部材の選択を行うことが可能となっています。これらの成果は、後に旧建設省の官民連帯共同研究「外装材の補修・改修技術の開発」（1986～1990 年）における検討に反映されています。

4.3 メンテナンスを考慮に入れた LCC の参考値

ライフサイクルコスト（以下、LCC）は、生涯費用とも呼ばれ、建築物の想定される使用年数全体の経済性を推し量る指標であり、本来、資本利子や物価変動等の様々な因子を含んでいます。

ここでは、諸条件を簡略化した上で、3 種類の屋根構法について LCC の概算を試みました。

例えば粘土瓦屋根に関しては、図 4.1.1 による維持保全費用と初期費用を仮定し、経過年数を横軸にして積算すると、一定の条件下における LCC を概算することが可能となります。粘土瓦葺きに加えて、住宅屋根用化粧スレート葺き、アスファルトシングル葺きについて以下の仮定で試算を行った結果を図 4.2.2 に示します。

- ・約 100 m²の屋根面積を想定。屋根形状は考慮しない。
- ・初期点検費用は省略
- ・更新時にも同じ材料で葺き替える。
- ・安全対策費（足場代等）を含んでいない。
- ・建築物全体のメンテナンスとの整合、建築物そのものの耐用年数、除却について考慮していない。
- ・金利や物価変動について考慮していない。

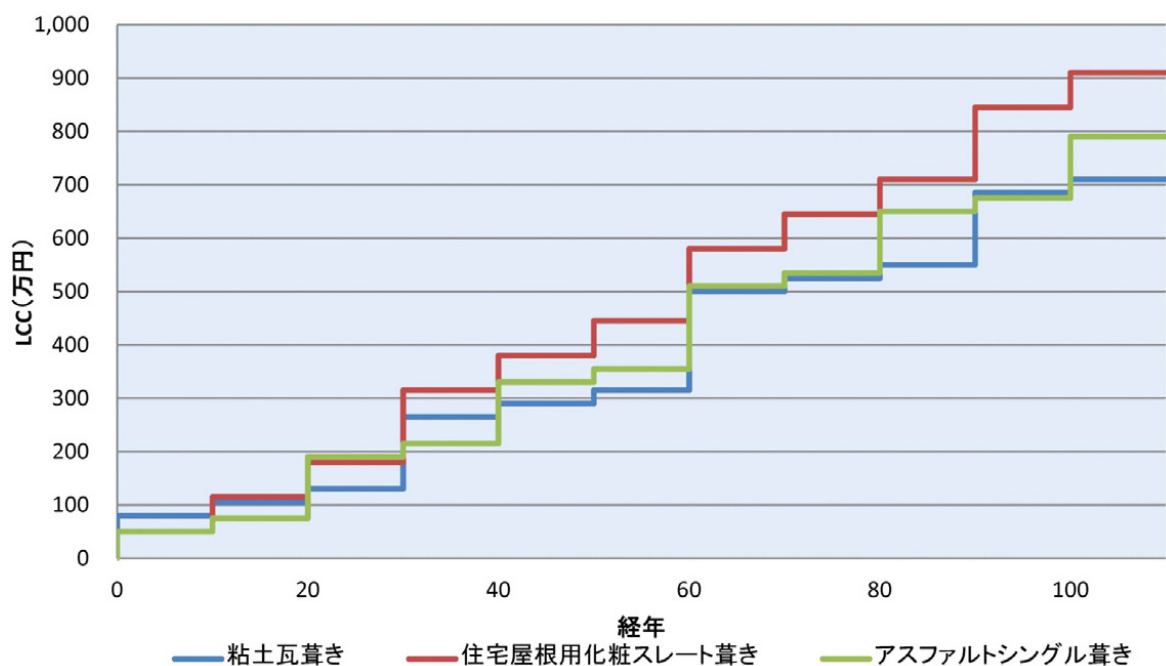


図 4.2.2 屋根のライフサイクルコストの概算試算の例

この試算例は、構法ごとの LCC の大小を比較することを目的としたものではなく、LCC の総額に対し、初期費用のそれはわずかに過ぎないことを象徴的に表すものとお考え下さい。

また、この試算は仮定した費用の精度が低いため、全瓦連青年部及び日本屋根外装工事協会を窓口とし、評価精度の向上のため、別途詳細なアンケート調査を実施しています。

5. LCC を踏まえた外皮構造・仕様選定の重要性

5.1 LCC とは

ライフサイクルコスト（Life Cycle Cost、LCC）とは、「生涯費用」と訳されます。想定される製品や構造物の使用期間全体のコストを総計し、経済性の検討をするために用いられます。通常、資本利子と物価変動の影響が加味されます。

LCC の考え方自体は古くからあるものですが、1960 年にアメリカでライフサイクルコストイングという言葉が初めて使われ、以降アメリカの政府機関を中心に LCC を用いた検討手法が開発・導入されてきました。

建築物の LCC は、建築物の企画設計段階、建設段階、運用管理段階及び解体再利用段階の各段階のコストに大別されます。一般に建築物のコストを考えると、建設費のみを対象として評価されがちですが、LCC 全体からすると保全費、修繕費、改善費、運用費（光熱水費等）、一般管理費等の割合が非常に大きいものになります。建設費は「氷山の一角」という説明がされています（図 5.1.1）。

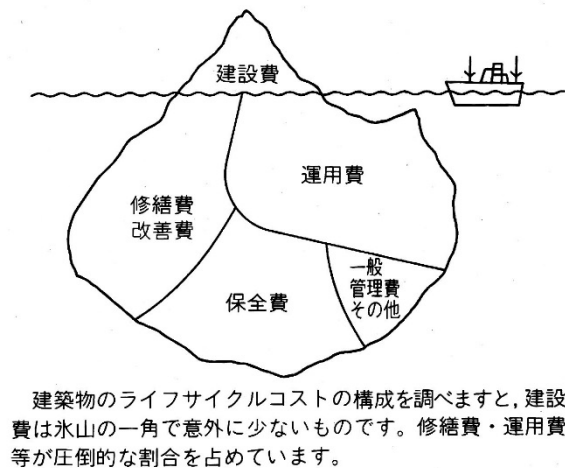


図 5.1.1 建設費とその他経費との関係^{文献 4)}

企画設計段階のコストはわずかですが、建築物の LCC の低減を図るには、企画設計段階において LCC を総合的に検討することが必要とされています。

企画設計段階で可能な具体的な LCC の低減策として、以下のような内容が挙げられます。

- (1) 建築物の省エネルギー化を図り、光熱費を低減する。
- (2) 建築物の長寿命化を図り、期間当たりのコストを低減する。
- (3) 建築物の各部材の耐用年数を把握、計画し、効率的な維持管理を実行する。
- (4) 維持管理しやすい建築物を設計する。

ここで木造住宅外皮の LCC の検討を進める上で、最も参考すべき既往の LCC 推計例として、小松、遠藤による「戸建住宅のライフサイクルコストの推計」^{文献 1)}が挙げられます。この論文で

は、①部材交換周期の推定、②リニューアル工事費用の推定、③LCC の算出の 3 つのステップで戸建住宅の LCC を推計していますが、特に①部材交換周期の推定の方法が参考となると思われるため、簡単に紹介しておきます。

この調査では、戸建住宅の居住者を対象とするアンケート調査（回答 1,553）を基本データとしています。これを区間残存推計法で分析することによって残存率関数を算出し、残存率 50%となる期間を交換周期と設定しています。例えば、図 5.1.2 は和瓦の交換周期の推計例ですが、残存率が 50%となる 20 年強が交換周期になっています。

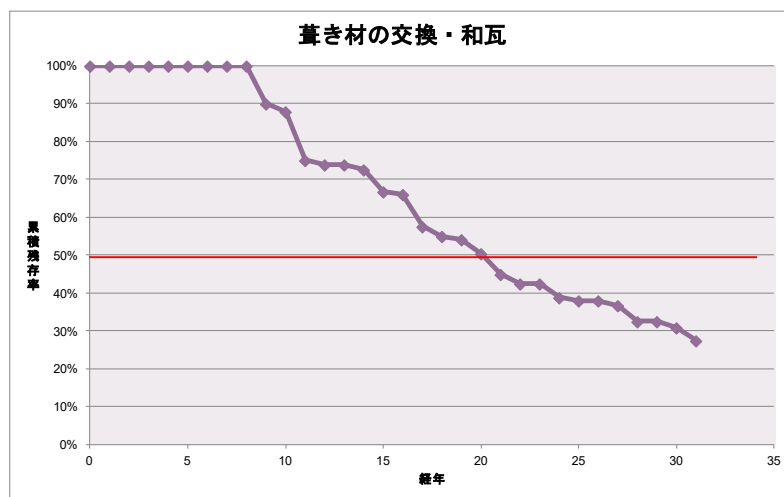


図 5.1.2 小松らの LCC 推計における区間残存推計法の例^{文献 1)}をもとに作成

推計の結果、建築物の外皮の交換周期については、表 5.1.1 のような結果を得て、LCC 推計に用いています。

表 5.1.1 小松らの LCC 推計における主な外皮の材料別交換周期^{文献 1)}より抜粋して作成

材料	総数	残存率 70%	残存率 50%	残存率 30%
和瓦の交換	567	14	20	30
洋風瓦の交換	99	15	19	22
セメント瓦の交換	100	14	21	27
石綿セメント板塗装	307	10	12	14
スレート塗装	216	10	13	19
サイディング交換	291	10	14	18
モルタルリシン交換	620	7	9	11
スタッコ仕上げ交換	217	8	9	10
プリント鋼板塗装	71	9	10	12
サイディング塗装	291	9	11	13
モルタルリシン塗装	620	10	12	15

5.2 屋根・外壁の構造・仕様選定と LCC

5.2.1 屋根のメンテナンススケジュール

建物の LCC を考慮し、維持管理計画を構築することは、共同住宅等では資金計画の必要性からも、かねてより必須当然のことです。しかし戸建て住宅では、CHS*等の一部の先進事例を除けば、長期的かつ実効性のある維持保全計画は考えられてきませんでした。2009 年に長期優良住宅の認定制度が施行され、30 年間以上の「維持保全計画」の提出が求められるようになったことに前後して、その雛形(例、サンプル等)が各所で公開されるようになってきました(図 5.2.1)。当然、屋根も含まれますが、他の部位に比べて記載内容が乏しく、また耐久性の評価も低めになっていると思われます。屋根業界から十分な情報発信がされてこなかったということもあり、全瓦連等の協力を得てヒアリング等の調査を行い、屋根の「メンテナンススケジュール」の案を作成しました。図 5.2.2 は瓦葺き屋根の例です。

*CHS: センチュリーハウジングシステムの略。旧建設省が 1980 年度から「住機能高度化推進プロジェクト」の一環として進め、1988 年に(財)ベターリビングが CHS 認定事業としてスタート。居住空間の可変性や住宅部品等の点検や交換性を向上させ、長期にわたり快適に居住できる住宅のシステムのこと。

維持保全計画書 参考様式①

部位			主な点検項目	劣化が確認された項目について、その内容	劣化箇所の補修内容（補修を行わない場合はその理由）	今回劣化箇所の補修を行わなかった場合の対応時期	点検の時期	定期的な手入れ等	更新・取替の時期、内容
構造躯体	基礎	コンクリート基礎立ち上がり	ひび割れ、欠損、沈下、換気口のふさがり、錆び、蟻道、等				5、10、15、20、25、30年		建替え時に更新
	土台	土台	基礎からのすれ・浮き、断面欠損、腐朽・蟻害		評価基準「劣化対策」において「維持保全の強化」により基準適合となる場合、対象部位の点検強化内容を記載する。		（維持保全の強化）1年ごとに点検、2年目の点検で健全であれば1、2、5、10、15、20、25、30年時期に点検	5年で防蟻・防蟻処理	建替え時に更新
	床組	大引き、床束、根田	腐朽・蟻害、傾斜、たわみ、床鳴り、振動、等				（維持保全の強化）1年ごとに点検、2年目の点検で健全であれば1、2、5、10、15、20、25、30年時期に点検	5年で防蟻・防蟻処理	20年で全面取替を検討
	軸組	柱、間柱、筋かい、胴差	傾斜、断面欠損、腐朽・蟻害、等				（維持保全の強化）1年ごとに点検、2年目の点検で健全であれば1、2、5、10、15、20、25、30年時期に点検		建替え時に更新
	小屋組	たる木、もや、棟木、小屋づか	雨漏り等の跡、小屋組の接合部のわれ				10、20、30年		建替え時に更新
屋根・外壁・開口部等	屋根	瓦ふき	ずれ、はがれ、浮き、われ、雨漏り、変形、等				5、10、15、20（取替）、25、30年		20年で全面葺き替えを検討
	外壁	サイディング壁（窯業系）	割れ、欠損、剥がれ、シーリング材の破断、等	シーリングの欠損	欠損が軽微なため	3年以内に補修	3、6、12、15（全面補修）、18、21、24、27、30年	3年でトップコート吹替え	15年で全面補修を検討
	雨樋	雨樋	破損、詰まり、はずれ、ひび、軒樋の垂れ下がり	一部脱落	交換及び固定器具の更新		3、7（取替）、10、14（取替）、17、21（取替）、24、29年		7年で全面取替を検討
	軒裏	軒裏天井	腐朽、雨漏り、はがれ、たわみ、ひび割れ				3、6、12、15（取替）、18、21、24、27、30年		15年で全面取替を検討
	開口部	屋外に面する開口部	建具周辺の隙間、建具の開閉不良、等	窓の開閉不良	1年後に窓交換の予定があるため	1年後に窓交換	5、10、15、20（取替）、25、30年		20年で全面取替を検討
	バルコニー	支持部材、床、防水	支持部材・床のぐらつき・ひび割れ・劣化、防水層の劣化、水切り金具の不具合				5、10、15、20（取替）、25、30年		20年で全面取替を検討
設備								評価基準「維持管理・更新の容易性」において「将来的な更新」により基準適合となる場合、将来的な対応内容を記載する。	
	配管設備	給水管	漏水、赤水、供給流量の不足など				5、10、15、20（取替）、25、30年	水漏れは直ちに補修	20年で全面取替を検討 コンクリート内に埋め込まれている部分は、取替の際、埋め込まない位置に配管する。 地中埋設された配管の上にコンクリートが打設されている部分は、取替の際、配管の上にコンクリートが打設されない位置に配管する。
		排水管	漏水、排水の滞留				5、10、15、20（取替）、25、30年	水漏れは直ちに補修	20年で全面取替を検討 コンクリート内に埋め込まれている部分は、取替の際、埋め込まない位置に配管する。 地中埋設された配管の上にコンクリートが打設されている部分は、取替の際、配管の上にコンクリートが打設されない位置に配管する。
		換気ダクト	換気ダクトの脱落				5、10、15、20（取替）、25、30年		20年で全面取替を検討

- 地震時や台風時の後、当該点検の時期にかかわらず臨時点検を行うものとする。
- 各点検の結果を踏まえ、必要に応じて、調査、修繕又は改良を行うものとする。
- 各点検において、劣化の状況等に応じて適宜維持保全の方法について見直すものとする。
- 計画の変更があった場合、必要に応じて維持保全の方法の変更を行うものとする。

図 5.2.1 長期優良住宅認定制度における維持保全計画書の雛形の例
（出典：長期優良住宅化リフォーム推進事業実施支援室）

通気構法メンテナンススケジュール								
定期点検周期※ ¹	1年	5年	10年	20年	30年	40年	50年	60年
点検費用※ ²	約5万円	約5万円	約5万円	約5万円	約5万円	約5万円	約5万円	約5万円
補修時期の目安	1年	5年	10年	20年	30年	40年	50年	60年
補修部位	下葺き・瓦棧				部分交換	部分交換	部分交換	葺き替え
	なんばんしゅくい		部分交換	部分交換	部分交換	部分交換	部分交換	
	板金		部分交換	部分交換	部分交換	部分交換	部分交換	
	瓦葺き				部分交換			
屋根補修費※ ²			5万円～	5万円～	10万円～※ ³	10万円～	10万円～	150万円～※ ³
とい補修費※ ²			10万円～	10万円～	10万円～※ ³	10万円～	10万円～	30万円～※ ³

※¹ 定期点検以外でも、暴風や地震の後には適宜点検をする。

※² 金額に、出張費、安全対策費(足場等)は含んでいない。

※³ 築後約30年で瓦を再利用して締め直し、約60年で葺き替え(瓦交換)を想定した場合のシミュレーション。

※ 年数は目安であり、点検内容により、締め直し、葺き替えの時期は前後する。

補修費の目安(屋根面積約 100㎡ の場合)

- ・棟補修(なんばんしゅくい、棟緊結材交換) ¥3,000/㎡～
- ・棟補修(なんばんしゅくい、棟緊結材交換) ¥10,000/㎡～
- ・締め直し(なんばんしゅくい、板金、下葺き、瓦棧交換) ¥15,000/㎡～
- ・葺き替え(瓦、なんばんしゅくい、板金、下葺き、瓦棧全交換)

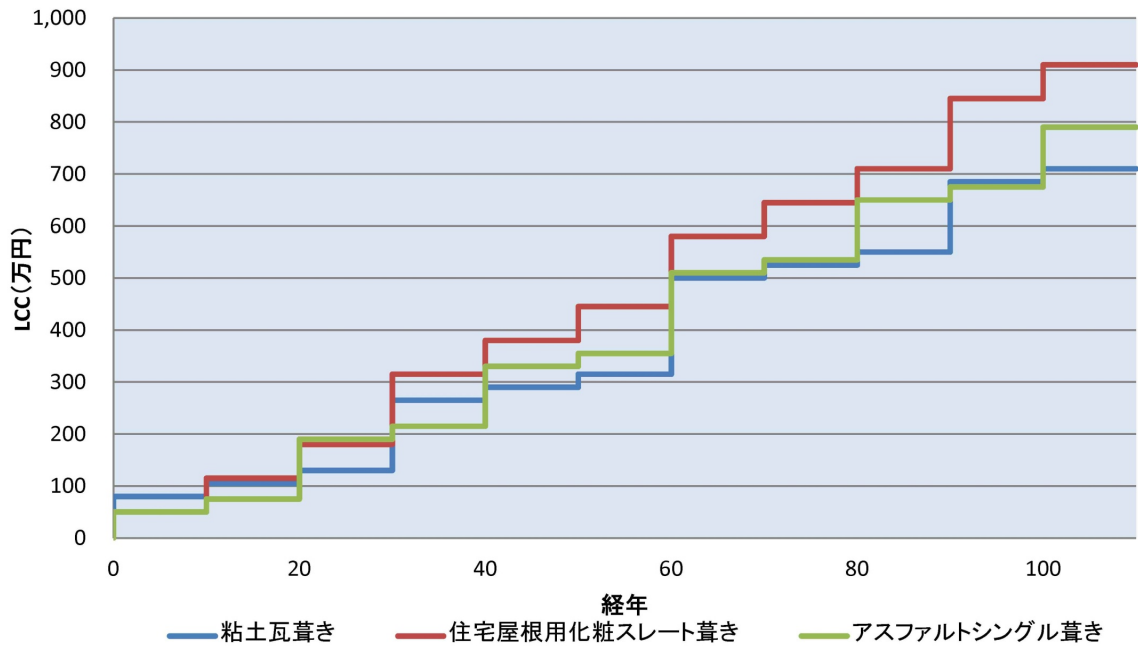
図 5.2.2 瓦葺き屋根のメンテナンススケジュールの例

粘土瓦葺きの場合、ヒアリングによると、もちろん環境条件や維持管理状況に大きく左右されますが、60 年以上の耐久性が期待できるということでした。そこで、60 年での更新(葺き替え)を仮定し、その間の点検や補修をスケジュールリングしました。ただし下葺き材等についてはそこまでの耐久性を期待できないため、約 30 年目での更新を計画しましたが、その際、瓦はいったん降ろした上で再利用して葺き直すことを想定しました。その間およそ 10 年毎に点検を実施し、必要に応じた部分補修を行うことも仮定しています。また、きわめて大ざっぱなモデルですが、面積約 100㎡ の屋根を想定し、点検、補修、更新にかかる費用を示しています。

5.2.2 屋根のライフサイクルコスト

LCC は本来、資本利子や物価変動等の様々な因子を含んでいますが、ここでは諸条件を簡略化した上で、一部の屋根構法について LCC の概算を試みました。図 5.2.2 で維持保全費用の概算を示しましたが、加えて初期費用を仮定した上、経過年数を軸に積算していけば、限定的な条件にはなりますが LCC が概算できます。図 5.2.2 の粘土瓦葺きに加えて、住宅屋根用化粧スレート葺き、アスファルトシングル葺きについて、以下の仮定で試算を行いました。結果を図 5.2.3 に示します。

- ・約 100㎡ 屋根面積を想定。屋根形状は考慮せず。
- ・初期点検費用は省略。
- ・安全対策費（足場代等）を含んでいない。
- ・建築物全体のメンテナンスとの整合、建築物そのものの耐用年数、除却について考慮していない。
- ・金利や物価変動について考慮していない。



1

図 5.2.3 屋根の LCC の概念図（試算）

5.2.3 屋根のライフサイクルコストに関するアンケート結果の概要

1) 調査目的

木造住宅の構造躯体の耐久性を向上させるためには、その保護システムとしての「外皮」、すなわち屋根や外壁の耐久性を向上させることが不可欠であり、そのような認識のもと一連の本共同研究を実施してきています。本報告はその一環として、木造住宅の屋根や外壁などを対象に、補修・葺き替えに関する実態とこれらの工事を行う専門工事業者の考えをアンケート方式により明らかにしようとするものであり、今回は屋根についての結果の一部を報告します。

2) 調査概要

a. 調査対象

全日本瓦工事業連盟および日本屋根外装

工事協会などの専門工事業を主とした団体にアンケート用紙を配布し、それらの団体に属する工事業者から 64 件の回答を得ました。

b. 調査項目

調査は回答者の属性のほか、補修・葺き替え時の諸費用（今回の報告からは除外）、屋根各部位の劣化状況、葺き替え間隔、部材交換の判断基準などに加え、近年増加しているいわゆるカバー工法（被せ葺き）の実施実態について調査しました。

c. 調査時期 調査は 2013 年 11 月から 2014 年 2 月の間に実施しました。

3) 調査結果と考察

a. 回答事業者の属性

①回答者職種

アンケートに回答した人の職種は、代表者が 47 人（73%）、幹部職が 17 人（27%）、職方が 9 人（14%）、監督が 3 人（5%）であり（複数回答可）、業務の全体を把握している立場の回答者が大半でした。

②事業規模

1～5 名が 39 社（61%）、6～10 名が 13 社（20%）、11～100 人の事業所は 12 社（18%）でした。事業規模的には、小規模から中大規模事業者まで幅広く回答がなされていたといえます。

③取扱い工事

各事業者が受注しうる工事としては、瓦工事が 63 社（98%）、化粧スレート工事が 39 社（61%）、金属屋根工事が 37 社（58%）、アスファルトシングル工事が 33 社（52%）でした。その他の工事としては、折板屋根、太陽光発電パネル、雨どいなどの取り付け工事が挙げられます。

④発注元工事の発注

中小工務店からが 35%、建て主 31%、ハウスメーカー・ビルダー30%などが主体でした。

⑤全体に占める補修・葺き替え工事の割合

件数ベースで補修・葺き替え工事が全体の仕事の半分以上を占める事業者は 37 社（58%）と過半を占め、補修・葺き替えの割合が 70%以上を占めている事業者は約 3 割でした。

b. 補修・葺き替え実態について

①屋根の補修・葺き替え発注に至るきっかけ

発注者が何をきっかけに補修・葺き替えを依頼してきたかを聞いたところ、雨漏りが最多で 52%、ついで葺き材の損傷が 20%、屋根の汚損が 5%など、屋根の機能・性能の低下をきっかけとするものが大半を占めました。一方、予定補修時期をきっかけとするものは 5%に過ぎず、屋根の補修・葺き替えが事後保全中心の形で行われている実態が浮かび上がっています。

②葺き替え間隔

屋根点検の結果から、葺き替えに至る平均的な間隔を聞いたところ、瓦は 37 年、金属板 23 年、化粧スレート 21 年、アスファルトシングル 18 年であった。瓦にはセメント瓦も含まれます。

③葺き替え時の屋根の状況

葺き替え時に観察された既存屋根の劣化状況を聞いたところ、「よくある」現象として挙げられたのは、野地板（合板含む）の腐朽 23 件、防水紙の劣化 20 件、葺き材の施工不良 15 件、留め付け釘の腐食 13 件など、葺き材の劣化とともに下地各部位の劣化が進んでいることが示唆されています。

④下地各部位の交換実態

屋根材の葺き替え時に合わせて必ず交換する部材としては、防水紙が 97%で回答したほぼ

全事業者が葺き替えに合わせて防水紙も替えています。ついで多かったのが瓦棧・流し棧の89%で、瓦葺きの場合は防水紙と瓦棧をほぼ必ず交換すると推定されます。

⑤野地板の交換原因

合板を含む野地板の交換原因で「よくある」とされたのは、カビ・腐朽・割れ・はく離が33件(51%)で最大となり、ついで「劣化はないが早めの交換をする」が13件(20%)でした。発注者に比べて専門知識をもつ事業者は、予防保全的行動をしていることが伺えます。

⑥防水紙の交換原因

防水紙の交換原因で「よくある」とされたのは、穴や亀裂の存在が合わせて46件、まくれや縮みが21件となり、防水紙の劣化が原因とする回答が大半を占めました。また野地板と同様に予防保全的に早めの交換をするとした回答が14件見られました。

⑦瓦棧の交換原因

瓦棧の交換原因で「よくある」とされたのは、腐朽28件、破損14件、反り・たわみ6件などと瓦棧自体の劣化によるとするものが多く、ついで釘の錆びが原因とするものが12件でした。

c. 他の葺き材への葺き替え工事について

①工事の頻度 他の葺き材へ変更する工事は、「よくある」とするのが57%、「たまにある」が34%であり、屋根の葺き替え時に仕上げ材を替えることが一般化していることが伺えます。

②他の葺き材への葺き替え工事にあたって調査していること（図5.2.4参照）

「必ずする」としたのは既存屋根材（下地）の点検で48件、屋根勾配の確認が41件、防水紙の確認が37件などとなっています。また3件と少数ではあるが重量計算をするとの回答もありました。

③葺き替え材の選択傾向（表5.2.1左欄参照） 瓦から他材料への葺き替え率は、化粧スレート13%、金属板9%であり、化粧スレート、アスファルトシングルは金属板への葺き替え率が高くそれぞれ31%、45%でした。

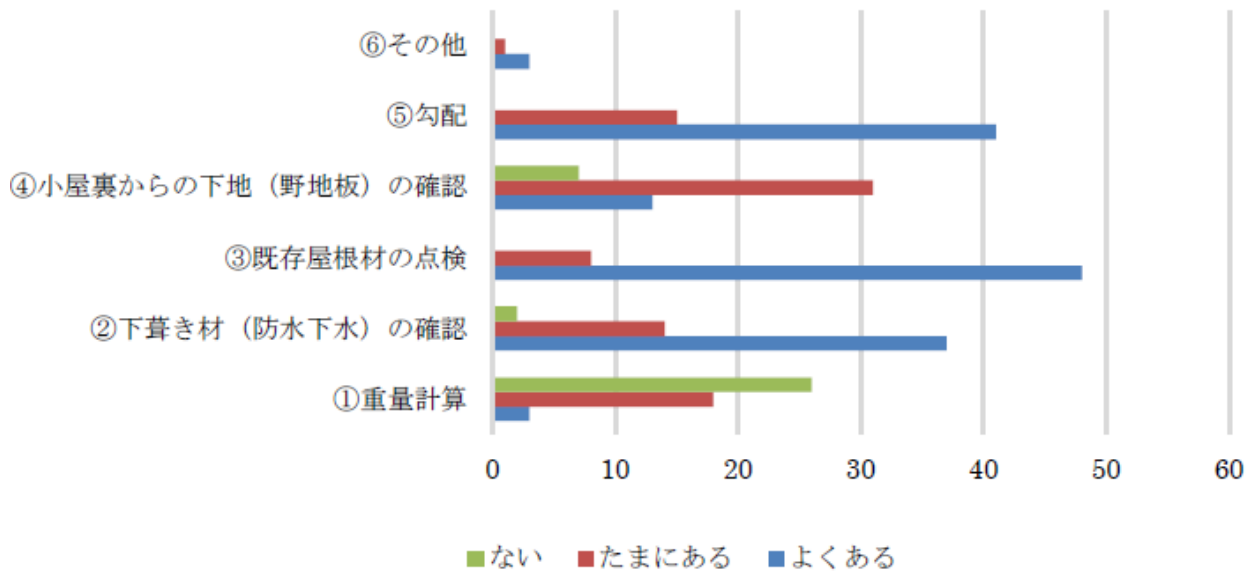


図 5.2.4 葺き替え時の事前確認内容

d. カバー工法（被せ葺き）について

①工事の頻度

既存屋根葺き材を残し新たな葺き材を被せるカバー工法を採用する頻度は、「よくある」「たまにある」とするのがそれぞれ 24%、30%、「ない」が 46%となり、カバー工法が普及しつつある傾向が見て取れます。

②カバー工法を採用しない理由

カバー工法の採用がないとした 46%の回答者にその理由を聞いたところ、そもそも要望がないとしたのが 14 件（52%）で最多であり、ついで要望はあるが工法に問題があるので断るとしたのが 10 件（37%）、要望はあるが被せる葺き材を扱っていないので断るといったのが 2 件（7%）でした。少なからぬ割合の専門工事業者が、カバー工法へ懸念を感じています。

③カバー工法採用にあたって調査していること

「必ずする」としたのは既存屋根材（下地）の点検 29 件、屋根勾配の確認 23 件、防水紙の確認と小屋裏からの野地板確認 11 件などとなっています。重量計算については、「必ずする」は 3 件と少数で、「しない」は 9 件にのびりました。

④新規葺き材の選択傾向（表 5.2.1 参照）

既存葺き材が化粧スレートの場合は、金属板による被せが 62%、同じ化粧スレートによるものが 29%、既存が金属板の場合は同じ金属板で被せるものが 69%で最多であり、化粧スレートが 19%でした。また、既存がアスファルトシングルの場合は、再度アスファルトシングルで葺く場合と金属板を被せる場合が 42%で同率でした。いずれの既存葺き材でも瓦を被せるという回答はほぼ 0 となっています。カバー工法では重量の増加が耐震上大

きな問題になるために、なるべく軽量の葺き材が選択されている結果と考えられます。

表 5.2.1 葺き替え工事（左）とカバー工法（右）における新規葺き材の選択傾向

他材料への葺き替え工事			カバー工法		
旧材	葺き替え材・選択率（％）		既存材	被せ材・選択率（％）	
瓦	化粧スレート	13	瓦	—	—
	金属板	9		—	—
化粧スレート	金属板	31	化粧スレート	金属板	62
	瓦	19		化粧スレート	29
金属板	化粧スレート	12	金属板	金属板	69
	瓦	9		化粧スレート	19
アスファルト シングル	金属板	45	アスファルト シングル	金属板	42
	化粧スレート	22		アスファルトシングル	42

4) おわりに

木造住宅屋根の補修・葺き替えの実態の一端を、屋根の専門工事業者にアンケート調査した結果、屋根の葺き替えや補修では、故障や不具合が生じてからの発注が依然として多数を占める一方、工事業者は下地などを予防的に早めに交換していました。また、下地層の取り換え率が高く何らかの耐久性向上が望まれます。カバー工法については問題を感じている業者も多く、今後技術的な指針などを検討していく必要があると思われます。

最後に本アンケート調査を実施するにあたり各専門工事業団体の方々にご協力いただきました。ここに記して心よりの感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小松幸夫，遠藤和義：「戸建住宅のライフサイクルコストの推計」，日本建築学会計画系論文集 第 534 号 pp.241-246，2000 年 8 月
- 2) 浮田哲，藤上輝之：「木造戸建住宅におけるライフサイクルコストの試算」，日本建築学会大会 学術講演梗概集（関東） No.8123，1997 年 9 月
- 3) 栗田紀之，石川廣三，中島正夫，宮村雅史：「木造住宅の耐久性向上に関わる建物外皮の構造・仕様とその評価に関する研究 木造住宅屋根の維持保全計画とライフサイクルコストに関する考察」，日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿） No.1384，2014 年 9 月
- 4) 国土交通省大臣官房官庁営繕部監修：「平成 17 年版 建築物のライフサイクルコスト」一般財団法人建築保全センター編集・発行，一般社団法人経済調査会発行，2005 年 9 月
- 5) 石塚義高：「建築経済学と LCC」，財団法人経済調査会，2006 年 9 月

6. 外皮構造の点検およびモニタリング

6.1 維持保全のあり方と点検

住宅の各部位、部材は紫外線や雨水などの外力に曝されていて、それぞれの部材の材料的性質や置かれている環境条件などにより、その性能を低下させていきます。これを放置しておけば、いかに設計、施工が良くとも、住宅が建設当初保有していた構造安全性や防耐火性、居住性、利便性、美観などの様々な初期性能が経時的に低下し、居住者の生活に不利益を与えるのみならず社会的にも好ましくない存在となってしまいます。このような事態に至るのを防ぐためには、建物を日常的・定期的に点検し、必要に応じて部材や部品の補修や交換、すなわち維持保全をすることが必要不可欠です。

このような維持保全は実施時期に応じて、事後に実施する維持保全と予防的な維持保全とに分けることができます。事後に実施するのは建物や設備機器に故障や損傷が生じて、機能や性能が低下したり停止した時点で行う維持保全行為で、住宅の場合の維持保全はほとんどがこれに該当します。これに対して予防的な維持保全とは、計画的に点検、検査、補修などを実施して、建物あるいは機器の故障や性能低下を未然に防ごうとする考え方で、自動車の車検制度などがこれに該当します。事後の維持保全は場合により補修に多大の費用がかかったり、大きな危険を放置することになりがちですから、建物の経済的価値の損失ならびにその回復費用を最小限に抑えかつ居住者の安全と安心を重視するならば、予防的な維持保全の考え方が木質住宅の維持保全にももっと導入されるべきです。

6.2 点検の重要性とLCC上のメリット

では、点検を定期的の実施して予防的に材料の補修・交換をした場合と、何か事故や不具合が発生してから事後的に補修・交換した場合とでは、どの程度経済的なメリットは生じ得るのでしょうか。

右の図 6.2.1 は、屋根を例として、定期的な点検をせずに耐用限界まで放置して補修・交換する場合（青線）と、最初は5年目に、10年目以降は10年ごとに点検し必要に応じてその都度補修して最後まで大規模改修無しに使い続ける場合（赤線）との累計の必要投資額を比較したものです。

計算の条件は個別の住宅ごとに仕上げ材や施工条件が異なりますから一概に決

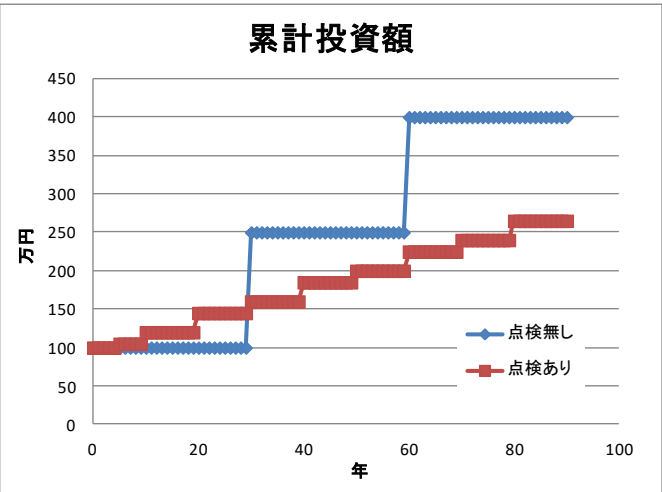


図 6.2.1 点検の有無による維持保全総額の比較

表 6.2.1 計算の仮定条件

初期建設費		100 万円
点検費用		5
補修費	10年目	10 万円
	20年目	20 万円
補修時性能回復率	部分補修	0.5
	全体更新	1
全体更新時建設費増加率		1.5
劣化係数 b		-0.111

められませんので、ここでは表 6.2.1 のように仮に設定しています。この仮定条件の精度については今後の検討を待つ必要がありますが、このシミュレーション結果から定期的に点検して大規模な補修・交換をせずに使い続けることができた場合、建物使用期間内の総支出は低く抑えられる可能性があるということが分かります。

6.3 外皮各部の点検箇所と方法

6.3.1 床下

1) 床下を覗くと見えるもの

在来軸組構法の床下を床下点検口などから覗くと図 6.3.1 に示すように、基礎の立ち上がり部分をはじめ、土台、柱脚部、筋かい下部、大引、床束、根太、火打土台、床下地などの木部のほか、断熱材、設備配管類などが設置されていることが分かります。これらの部材は、耐震性や耐風性あるいは快適性や省エネ性など建物にとって重要な性能を付与する大事な働きをしています。

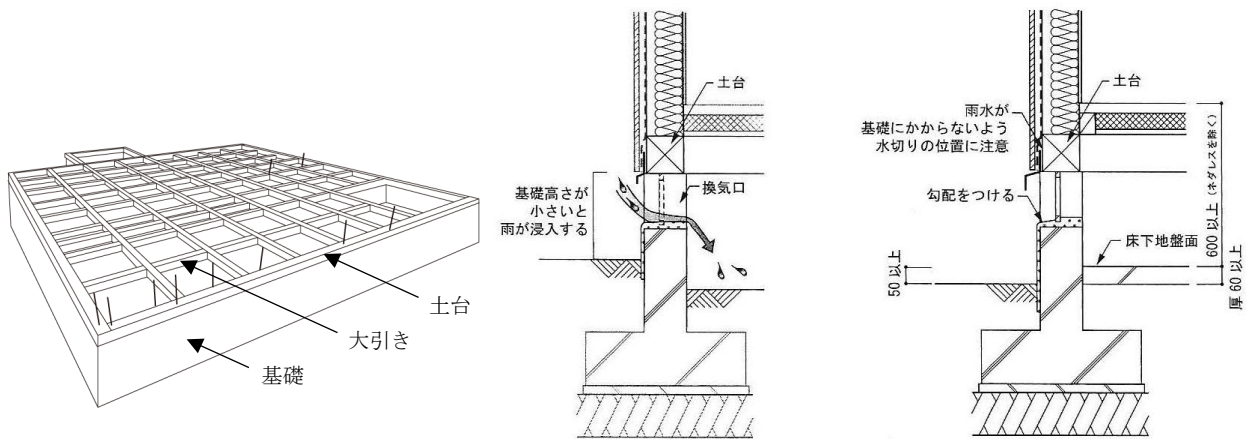


図 6.3.1 1階床組および床下の構造例

右図出典：(財)日本住宅・木材技術センター、よくわかる長持ちする住宅の設計手法マニュアル、2007)

2) 床下地盤面および床下環境の点検

写真 6.3.1 は在来構法による住宅の床下の一例を示したのですが、断熱材の残材や建設中に出たと思われるゴミが散乱しています。特に木片などはシロアリを誘因する原因ともなり得ることからこのような事例はあってはならないものですが、工事管理が行き届いていない現場では起こり得る状況です。このような自宅の床下の現状を知ることから床下点検は始まると思うことが大事です。



写真 6.3.1 ベタ基礎+在来軸組構法による1階床下の状況例

住み始めてから一度も自宅の床下を覗いたことがないという状態は無くしたいものです。

さて、床下関係の点検箇所としては、まず床下地盤と床下環境を年に1回は点検する必要があります。具体的には、表 6.3.1 に示すように、床下空間に位置する床組部材や配管類・断熱材の耐久性に重要な意味をもつ床下地盤面状態と床下温湿度、換気状態、木部、金物部の湿り具合などを中心に点検することが必要になります。

表 6.3.1 床下地盤面および床下環境の点検箇所と項目

点検対象部位	点検対象箇所など	点検項目
床下地盤面及び環境	床下の環境	木片（残材）
		木材の湿り具合
		カビ
		換気状況
		温湿度・結露状況
		土壌の状況（植物の生育、湿り気）
床下シート類（布基礎）	防湿シート	ずれ
		破れ
		めくれ、隙間
	防蟻シート	ずれ
		破れ
		めくれ
	床下防湿コンクリート	ひび割れ
		ぬれ（結露）

表 6.3.1 の下段には床下に敷かれることのあるシート類の点検項目を示してあります。これらのシート類は、床下防湿や防蟻のために敷かれることがある材料で、床下地面全面を隙間なく覆って初めて意味のあるものです。したがって、それらのシートにずれ、破れ、めくれなどが発生していないかを確認する必要があります。また、床下面がコンクリートの場合は、大きなひび割れが生じていないか、コンクリート面が濡れていないかなどを確認することが建物の耐久性上は大事な点検項目になります。

3) 1 階床組材および床下金物類の点検

床下には、写真 6.3.2 に示すように床組材のほか、土台・柱などの建物の安全性を確保する上で重要な役割を果たす多くの構造材が配置されています。これらは床の荷重を支えるばかりでなく、建物の耐震性や耐風性を確保するための住宅の中でも最も重要な構造部位です。これら

の部位は木材部分とこれを繋ぐための金物部分とからなるので、それらの実態と不具合を把握することが点検の主要目的となります。

自宅の床下に潜って、動ける範囲内で表 6.3.2 に示すような箇所と項目について点検します。腐朽やシロアリ被害の有無などは専門的な診断が必要になりますが、写真 6.3.3 のような状況が木材表面に生じていれば、被害が疑われますので、専門家に相談する必要があります。それ以外の部材の浮き、割れ、ずれ、倒れ、はずれなどは比較的簡単に目視で確認することが可能です。



写真 6.3.2 在来軸組構法による 1 階床下例（左：布基礎 右：ベタ基礎）

表 6.3.2 1 階床組材および床下金物類の点検個所と項目

床組、土台、軸組	木部 (床組、土台、軸組)	床束の浮き
		床束のずれ
		床束の倒れ
		根がらみ貫のはずれ
		根がらみ貫の欠損
		根太の折損
		木材の腐朽
		接合部の割れ
		集成材接着層の剥離
		木材のひび割れ
		木材のずれ
		蟻害
		蟻道
		シロアリの生息の有無
		食痕
		虫孔
	金物類	結露
		錆
		ゆるみ
		はずれ

注) 基礎断熱工法を採用している場合は、シロアリは基礎内側あるいは外側に施工された断熱材と基礎立ち上がり部の間から侵入することが多く注意する必要がある。



写真 6.3.3 左：土台下部の腐朽例
右：基礎立ち上がり部分に蟻道が構築され土台に達している例

4) 1階床下配管類、断熱材等の点検

写真 6.3.4 に示すように、1階床下には、構造部材以外に、設備配管類、断熱材、換気部材なども位置しています。これらは建物の機能性や快適性のほか、床下空間の乾燥を促して耐久性を確保するなど重要な役割をしている部分です。

主な点検項目は表 6.3.3 のとおりですが、床下換気部材は屋外側から点検します。また、断熱材の点検項目は断熱材の種類によって見るポイントが異なってきます。「割れ」などは発泡系の断熱材で出てくる点検項目です。



写真 6.3.4 1階床下配管の様子

表 6.3.3 1階床下配管類、断熱材等の点検箇所と項目

床下配管	設備配管等	漏水の有無
		接合部の漏水チェック
		配管の固定状況
		コンクリート貫通部分の防蟻コーキングの欠損
床下換気部材	ねこ土台	変形
		ずれ
		割れ
		腐れ（特に木質系の場合）
	換気孔、防虫金網	ぐらつき
		変形
		破損
		はずれ
		腐食
断熱材	断熱材本体	たれ下がり
		はずれ
		すき
		割れ

6.3.2 外壁

1) 外壁仕上げの種類と外壁仕上げ面に見えるもの

(1) 外壁仕上げの種類

外壁仕上げは、雨水や紫外線などの劣化外力から壁の構造体を保護する重要な部位になります。こ

ここにひび割れや欠損、劣化が生じていると構造体の劣化につながるので、日頃からの点検が必要です。

そのような外壁仕上げの種類には、大きく分けて図 6.3.2 に示すモルタル仕上げとサイディング仕上げとがあります。モルタル仕上げは、実際にはモルタルの上にさらに防水や美装を目的に何らかの塗装がされているのが普通です。また、サイディング仕上げは金属系、窯業系（セメント系）、木質系、樹脂系など様々な材質の板を張り上げるもので、通常はそれらの素地の上にさらに防水のための塗装被膜を工場または現場で形成します。目地と呼ばれる板と板の間の部分の防水にはシーリング材を埋め込みます。

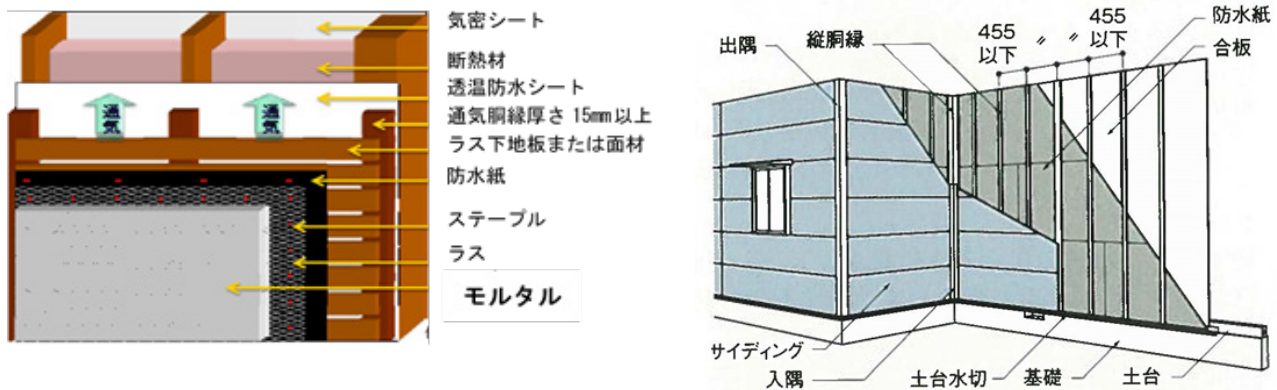


図 6.3.2 外壁モルタル仕上げとサイディング仕上げ例

(2) 外壁仕上げ面に見えるもの

外壁面を見ると、仕上げ材のほかに、窓や面格子、各種ケーブルの引き込み部分、台所や浴室の換気フード、縦樋など様々な付属物を取りついていることに気が付きます。外壁からの雨水浸入は外壁仕上げ面からもさることながら、このような外壁付属物と外壁仕上げ材との取り付け部から生じることも少なくないので気を付ける必要があります。また、近年の住宅外壁は通気構法が採用されている場合が多く、その場合には外壁下端部に吸気用の通気金物を取り付けられている場合があります。

2) 外壁仕上げ面および外壁付属物の点検

(1) 外壁仕上げ面の点検

①モルタル仕上げ

モルタル仕上げ面には様々な劣化、不具合現象が生じますが、大きくは表面塗装部分の劣化・不具合とその下地となるモルタル部分の劣化・不具合とに分けることができます。

表 6.3.4 は、それぞれの部位別に点検個所と項目を示したものです。いずれも目視ないしは手で触れる（触診）などの簡易な方法で確認可能です。

まず表面塗装部では、塗装の白亜化（表面を手でこすると白っぽい粉状の汚れがつく状態）や変退色から始まるので目視や触診により点検します。塗装部は最終的には塗装面の膨れ、割れ、欠損に至るので、そうなる前にメンテナンス（塗り替え）をすることが必要です。モルタル部では、モルタルの下地材からの浮き、ひび割れのほか、目地部や他部位との取り付け部に

おけるシーリング材の劣化などに注意する必要があります。浮きはモルタル面を木槌やドライバーの柄の部分などで軽くたたくと空洞音がすることで判断できます。シーリング材は細かいひび割れやはく離が生じていないかを目視で確認します。

表 6.3.4 外壁モルタル仕上げ面の点検個所と項目

モルタル仕上げ	モルタル部	ひび割れ
		変形
		欠損
		モルタルの浮き
		下地材の反り
		シーリング材の破断
		シーリング材の接着破壊
	表面塗装部	ひび割れ
		白亜化
		欠損
		変退色
		ふくれ
		剥がれ
		汚れ

②サイディング仕上げ

サイディング仕上げもモルタル仕上げと同様に、表面塗装部とサイディング素地部に劣化・不具合の発生が見られます。

表 6.3.5 は、それぞれの部位別に点検個所と項目を示したものです。いずれも目視ないしは手で触れる（触診）などの簡易な方法で確認可能です。



写真 6.3.5 サイディングの割れ



写真 6.3.6 サイディングの欠損

塗装部はモルタル仕上げの場合と同様の現象に注意する必要があります。また、サイディング部では、材質により異なりますが、サイディングそのものの反りや割れ（写真 6.3.5）、ずれ、はずれ、欠損（写真 6.3.6）などのほかに目地シーリング部のひび割れ、はく離などに気を配る必要があります。特に日当たりのよい壁面ではシーリング材の劣化が早く進行するので、一層の注意を払う必要があります。

表 6.3.5 外壁サイディング仕上げ面の点検箇所と項目

サイディング仕上げ（窯業系の例）	サイディング部	割れ
		反り・変形
		欠損
		はがれ
		下地材の反り
		シーリング材の破断
		シーリング材の接着破壊
	表面塗装部	ひび割れ
		白垂化
		欠損
		変退色
		ふくれ
		剥がれ
		汚れ

（1）外壁付属物の点検

①外壁開口部回り

外壁には窓や出入り口などの開口部がつきます。窓回りを例に外壁仕上げ材との取り合い部の断面を示すと、図 6.3.3 のとおりです。

これらの開口部材と外壁仕上げ材との取り合い部に隙間やひび割れがあると、そこから雨水が浸入し壁体内木部が濡れることになります。しがたって、そのような箇所の不具合状況を日常の清掃を行う中で確認していくことが外壁メンテナンスの大事な第一歩となります。

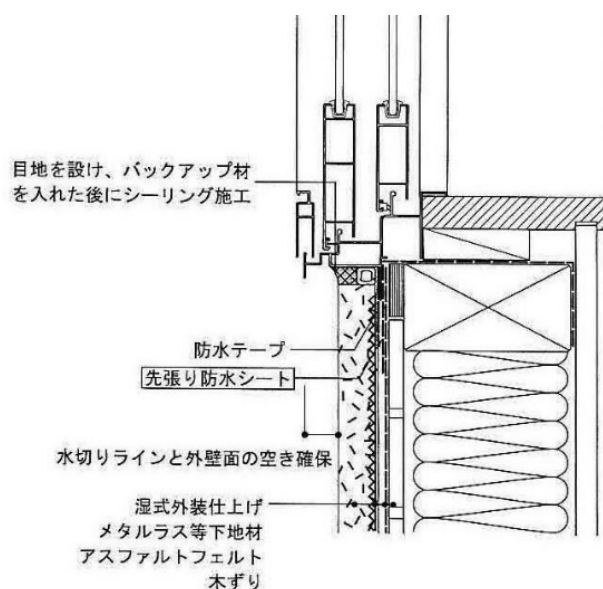


図 6.3.3 外壁開口部まわりの納まり例

表 6.3.6 に外壁開口部回りの点検項目を示しました。開口部そのものの点検に加えて、水切りなどの金属部あるいはシーリング材の劣化が重要な点検項目になります。特に開口枠回りに施工された防水用のシーリング材の劣化は、壁体内への漏水に大きく影響するので定期的に点検することが必要です。

表 6.3.6 外壁開口部回りの点検項目

出典：木造住宅工事仕様書、住宅金融普及協会、2008

外部開口部回り	開口部（アルミサッシ）	開閉状況（開閉困難）
		モヘアの隙間
		クレセントの歪み、ゆるみ
		結露・カビ
		建付不良（建具と枠との隙間）
		戸車の損傷・変形
		サッシ枠材の腐食
	水切り等金属部	錆
		はずれ
		変形
	開口部材と外壁仕上げ材間のシーリング材	ひび割れ
		はく離

②面格子・各種ケーブル引き込み箇所・換気フード・縦樋回り

さらに外壁には面格子や各種ケーブル引き込み箇所・換気フード・縦樋がついてきます。そのうち、換気フードと縦樋の取り付け詳細の一例を示すと、図 6.3.4 のとおりです。

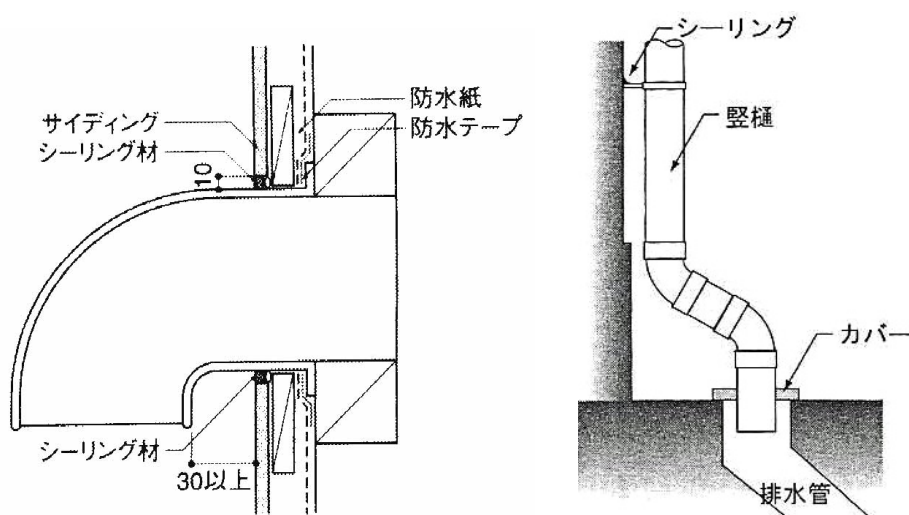


図 6.3.4 換気フードと縦樋の取り付け詳細例

表 6.3.7 に外壁付属物回りの点検項目を示しました。軒の出が十分ある住宅（600mm～900mm 以上）であれば、これらの取り付け箇所に雨水が作用する頻度が下がり漏水リスクも低

下しますが、軒の出が無い小さい住宅ではこれらの箇所からの雨水の浸入に備えて点検を定期的実施していくことが求められます。具体的には、これら外部付属物と外壁との取り付け部におけるシーリング材のはく離、割れなどの有無、縦樋を固定している金物自体の錆、はずれなどのほかに、縦樋固定金物から雨水が壁体側に伝わらないよう勾配が外に向けて確保されているかなどを確認します。また開口部に面格子が付いている場合は、それらと外壁との取り付け部の点検も必要になります。

表 6.3.7 面格子・各種ケーブル引き込み箇所・換気フード・縦樋回りの点検項目

外部造作	面格子	ぐらつき
		破損
		腐食（金属製）
		腐朽（木製）
		はずれ
		外壁取り付け部のシーリングの劣化
	ケーブル、管引込み部	シーリング材の劣化
	換気口取付け部	シーリング材の劣化
	縦樋	縦樋の割れ
		縦樋のはずれ
		樋受け金物の錆・勾配

③外壁通気層回り

近年、外壁に通気層を設ける構造が急速に普及しています。この通気層の主な役割は室内から壁体内に侵入した湿気を外部に排出することにあります。もう一つの役割には事故的に外壁仕上材を通して内部に浸入した雨水を排水することにあります。いわば常に外壁内を乾燥状態に保つための部位が通気層ということで、住宅の柱、土台、筋かいなどの軸組を腐らない状態に置いておく上で重要な役目を担っています。図 6.3.5 に示すように、この通気層は、壁の下方に吸気口があり、そこから入った空気が通気層を通過して壁上方にある排気口から出ていくことで、その機能を発揮するようになっています。したがって、壁の上下にある 2 つの通気層開口部をしっかりと開口として確保することが壁の長寿命化を図る上で重要になります。

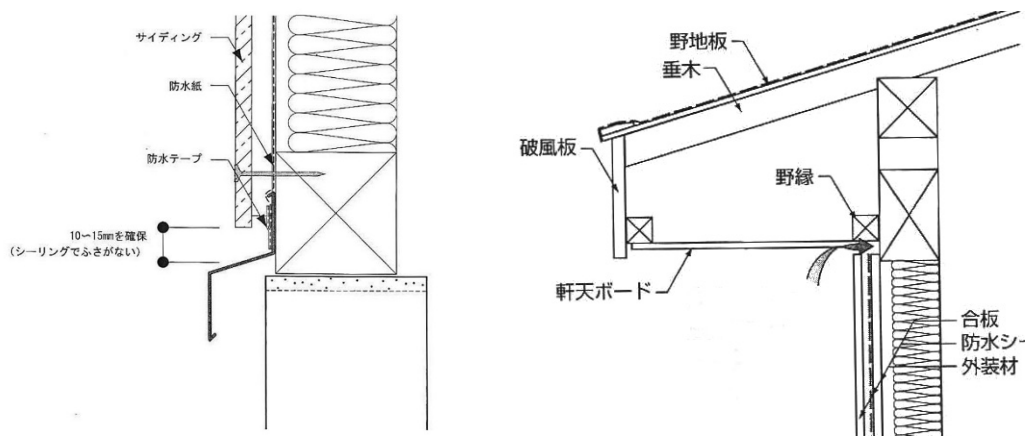


図 6.3.5 外壁通気層の吸気口回りと排気口回りの納まり

表 6.3.8 外壁通気層の吸排気口回りの点検項目

外壁	通気層の吸排気口回り	つまり
		はずれ
		がたつき
		変形
		錆

表 3.6.8 に外壁通気層の吸排気口回りの点検項目を示しました。吸気口にほこりが詰まっているか蟻が営巣していないかも含めて吸排気口回りに「つまり」がないかを確認していくことが重要です。また、それらの部分に金物を使用している場合は、そのはずれ、がたつき、変形、錆なども一緒に確認しておくといわれます。

6.3.3 小屋裏

1) 小屋裏を点検する意味

小屋裏は屋根を支える構造体が露出している空間です。小屋裏空間には、この構造体の全てが目視可能な形で存在していますから、小屋裏を点検することで屋根構造体の健全度を確認することができます。漏水を未然に防ぐためには、屋根仕上げ面（屋根上面）からの点検も必要ですが、住まい手にとっては多くの場合危険が伴うため、より安全を確保しやすい小屋裏側から点検することをお薦めします。

2) 小屋裏を覗くと見えるもの

写真 6.3.7 に示すように、点検口などから小屋裏空間を覗くと屋根の構造体である小屋組材のほかに断熱材や野地板と呼ばれる屋根下地材などが見えます。屋根の断面構成の一例を示したものが、図 6.3.6 になりますが、小屋裏を覗けば断熱材などで覆われている部分を除いて屋根構

造体のほとんどが目視できることが分かります。また、雨水が小屋裏側にまで漏洩している場合は、写真 6.3.8 に示すように野地板や小屋組材の変色・しみ跡が残って確認ができるほか、より事態が進んだ状態としての腐朽も確認することができます。

ただ、小屋裏は足場がありませんので、慣れた人でないと全体をくまなく見て歩くことは困難です。点検口から体を入れて見ることができる範囲を見るという程度に止めておいたほうが無難です。



写真 6.3.7 点検口から覗いた小屋裏の様子

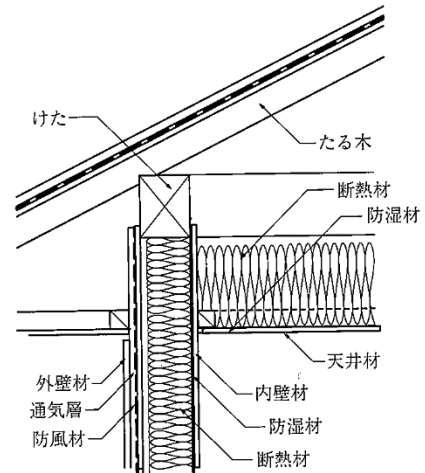


図 6.3.6 屋根の断面構成の一例

出典：住宅金融支援機構、平成 28 年度版、木造住宅工事仕様書、272P



写真 6.3.8 小屋裏漏水箇所の様子

3) 小屋裏の点検

小屋裏各部のうち、小屋組材と断熱材の点検項目を示したものが表 6.3.9 です。小屋組木部については、腐朽や蟻害などの生物劣化のほかに接合部の割れや垂木の折損なども目視により確認可能です。小屋組の蟻害は雨漏りがあればヤマトシロアリしか生息していない地域でも発生し得ますが、雨漏りがなければイエシロアリの生息地域に限られるのが一般です。小屋組材同士は羽子板ボルトや鋊（かすがい）などの金物で接合されているので、それらの錆も合わせて

確認するようにします。天井断熱材は省エネルギー性能を左右する重要な材料ですから、断熱材間にずれや隙間ができていないかを確認します。発泡系断熱材の場合はさらに割れたりしていないかも確認します。

表 6.3.9 小屋裏の点検項目（１）

小屋組材	木部	小屋束の浮き、ずれ、傾き
		小屋筋かいのはずれ、折損
		たる木の折損
		腐朽
		蟻害、蟻道
		接合部の割れ
	金物	錆び
		緩み
		はずれ
断熱材	断熱材本体	浮き（天井断熱）
		ずれ
		割れ（発泡系断熱材）
		すき間

小屋裏の点検としては雨漏りの有無や換気状態などの点検も欠かせません。また、小屋裏空間は屋根面および室内側から侵入してきた熱や湿気を小屋裏換気口から排出し、室内温度が上昇するのを防ぐとともに小屋組材を乾燥状態に保つ機能もあわせ持ちます。さらに小屋裏には様々な配線、配管類が敷設されており、その点検も必要になります。これらの点検項目を表 6.3.10 に示します。点検は基本的に目視で行い、温湿度は簡単な温湿度計で、また換気状況は肌で感じとれる程度で確認します。

表 6.3.10 小屋裏の点検項目（２）

小屋裏	小屋裏の環境	雨漏り箇所の有無
		温湿度
		換気状況
	換気口	詰まり
		破損
		脱落
	配線、配管 （電気、情報配線、空調ダクト等）	配線、配管回りからの漏水の有無
		接合部の抜け、緩みのチェック
		配管固定状況

6.4 点検結果の考え方と対応措置の取り方

点検が終わったら、その結果に対してどう対応すべきかを決めなければメンテナンスを実施したことにはなりません。そのためには一定の診断基準を設けておく必要がありますが、それには一般に次のような 6 段階の措置があります。

- ①点検した結果、その部位・部材には劣化や不具合の兆候も被害も一切ない場合・・・健全と考えられますので、特に何らかの措置をとることは不要と考えられます。
- ②点検した結果、その部位・部材に劣化の兆候（高い明らかに湿っている、床下や小屋裏の湿度が高い、材料表面に軽い変色などが見られる）はあるが、目視や打診・触診をしても明確な劣化が確認できない場合・・・その後の経過をしばらく観察し続ける必要があります。またその兆候が現れた原因としての環境を改善する必要があります。たとえば、屋根や外壁に樹木が覆いかぶさっていることが、それらの部位に劣化の兆候を招いているとすれば、樹木を伐採するなどです。
- ③点検した結果、その部位・部材に劣化を引き起こす変状が見られた場合・・・その変状を元の姿に回復させる必要があります。たとえば、屋根瓦にずれが生じていて雨漏りの原因となり得ると考えられる場合、瓦を速やかに元の位置に回復させる必要があります。
- ④点検した結果、その部位・部材に何らかの劣化が生じていたが、その程度がごく浅く、狭い範囲に限られている場合・・・劣化が生じている範囲を中心に部材を補修することが必要になります。たとえば、モルタル面のひび割れが外壁の狭い範囲に生じており、しかもひび割れ幅が 0.3mm 以内程度の小さなものである場合、専門業者に依頼してその部分を補修してもらいます。
- ⑤点検した結果、その部位・部材に何らかの劣化が生じており、その程度が深く、広い範囲に及んでいる場合・・・専門業者に見てもらった上で、部材の部分交換あるいは全面的な交換が必要になることがあります。
- ⑥点検した結果、その部位・部材に明確な劣化・不具合（長期にわたる雨漏り、水漏れ、それに伴う高含水・高湿気状態など）があるが、その原因がどこにあるのか不明な場合・・・点検・診断の専門家に依頼をして、たとえば雨水浸入箇所や結露原因の特定などをして対応措置を明確にする必要があります。

部材の補修や交換にあたっては、原状回復を原則としつつ、再発を防ぐために劣化の原因を把握してそれを取り除いておくことが重要になります。ただし、その原因には避けられるものと避けられないものとがあります。たとえば、仕上げ材で覆われている構造体が腐朽や蟻害により劣化するのは、本来あってはならない構造体への水分浸入やその滞留が生じるからですが、これは雨仕舞や防水、通気・換気などの仕組みを建物の要所に組み込むことで避けることができます。一方、屋根や外壁の仕上げ材のように直射日光を受け、雨露、塵埃に曝されて、変退色やしみ、ひび割れなどが生じるのは、建物の最も外側に用いられる「外皮」部分の材料には避けられない変化になります。これらの部位に用いられる部材は必ず、いずれかの

時点で補修したり交換したりすることが必要になります。各種点検項目ごとの点検結果に対する対応措置をまとめて示すと、表 6.4.1 のようになります。

表 6.4.1 建物外皮部分の点検結果と対応措置

出典：木造住宅の耐久設計と維持管理・劣化診断、日本住宅・木材技術センター、p.178、2002

点検項目	対応措置
変退色	塗装面：3年経過していれば状況により再塗装 ：5年経過していれば再塗装 合成樹脂：経過観察 木部：腐朽かカビか詳細調査で特定
しみ	壁紙：カビが生えていれば張替補修 木部：腐朽かカビが生じていないか詳細調査
はく離	塗装面：はく離部分をはがして補修、状況によっては全面再塗装 塗り壁：補修
膨れ	膨れ部分を補修
浮き	仕上げモルタルの場合は浮いた部分をはがして補修 壁が浮いている場合は専門業者に精密に診断してもらう
ひび割れ	モルタル：ひび割れ幅 0.3mm を超える場合は補修 タイル：ひび割れ幅 0.3mm を超える場合は補修
抜け節	補修（大きい場合は部材交換）
めくれ	調整（元に戻す）
ずれ	調整（元に戻す）
欠損	補修（著しい場合は部材交換）
脱落	補修（著しい場合は部材交換）
折損	補修（著しい場合は部材交換）
詰まり	調整（堆積物の除去）
腐朽・蟻害	軽微で荷重を受けないものは補修 広範囲な場合あるいは荷重を受けるものは専門業者に精密に診断してもらう
開口部隙間	シーリング材にひび割れ・損傷がある場合は補修 漏水が疑われる場合は専門業者に精密に診断してもらう

6.5 点検を容易にする設計上の工夫

建物の維持保全を適切に行うには、点検が重要であることは既に述べたとおりです。しかしこの点検は、点検対象や点検項目などの点検に関するソフトウェアと点検実施者を用意すれば実施できるというものではありません。建物そのものが、点検を可能とするような、あるいは

点検しやすいような構造になっているかどうか点検の実効性を確保する上で重要なカギを握ります。せっかく点検にたけた技術者がいても、建物側が点検しやすい構造になっていなければ現実には十分な点検がされないことも出てきます。そこでここでは、外皮構造のうち床下と小屋裏・屋根について、点検を容易にするための建物設計上の留意点や工夫について述べていきます。

6.5.1 床下

1) 複数の床下点検口の設置

床下点検を可能にするには、床下に入るための開口部である床下点検口を要所に設けておくことが必要です。一般には台所床下収納庫が床下への進入口になっていることが多いと思いますが、それ以外に台所から離れた場所にも点検口を設けておくことで床下全体をくまなく点検しやすくなります。押し入れやクローゼットの中などの目立たないところに 2 つ目の点検口を設けるとよいでしょう。

2) 十分な床高さの確保

点検口から床下に入れても、床高さが低いと床下空間を自由に移動してくまなく点検ができません。国の長期優良住宅認定基準にもあるとおり、最低でも 330mm の床高さ（床下地盤面（あるいはコンクリート面）から大引下端までの高さ）が必要になります。これは人が床下を比較的自由にはい回るための最低の高さになります。

3) 間仕切り基礎立ち上がり部における人通口の設置

床下点検をしやすくするもう一つのポイントは、床下にある間仕切り基礎の立ち上がり部分に人が通るに十分な大きさの人通口という開口部を設けておくことです。これがないとそれぞれの部屋の床下が間仕切り基礎で密閉されて、床下全体をくまなく移動することが困難になります。各部屋に点検口を付ければ問題は解決しますが、現実的ではありません。あらかじめ、600×300mm 程度の大きさの人通口を設けておくが大事です。

6.5.2 小屋裏

1) 小屋裏点検口の設置

小屋裏空間を点検するために、空間として区切られた小屋裏ごとに 1 箇所ずつ点検口を設けておきます。一般には押し入れやクローゼットの天井面に設けることが多いですが、荷物をどけないと出入りが面倒なことが多く、点検が疎かになる一因となります。できれば廊下の天井面に折り畳み階段をつけた点検口を設置しておくことで、必要な時に容易に小屋裏に入ることができるようになってこまめな点検が可能となります。

2) キャットウォークおよび点検用電源の設置

点検口をつけて小屋裏に入れたとしても、小屋裏をくまなく点検するためには一般には小屋梁や間仕切り桁の上を歩くことになり、かなり危険が伴います。

そこで、小屋裏に入った経験のない住まい手でも安全かつ簡単に小屋裏を見て回れるようにキ

ャットウォーク（もともとは劇場の舞台上部や工場の作業場上部に取り付けられた作業用通路のこと）を小屋裏全体が見て回れる位置に建設当初から設置しておくことが有効です。

写真 6.5.1 は公共施設の例ですが、屋内にメンテナンス用に設けられたキャットウォークの例です。戸建住宅の小屋裏にも足場板程度の簡易なものでいいので同様のものが付いていると点検が極めて容易になります。また、点検に必要な照明用の電源を確保しておくことも点検をしやすくする上で大事なことです。



写真 6.5.1 メンテナンス用のキャットウォークの例（静岡県天竜区役所）

6.5.3 屋根

1) 屋根点検用金具の取り付け

安全の観点から住まい手ができる屋根面の点検範囲は、2 階の窓から 1 階の屋根を目視で点検する程度ですが、今後住まいを建て直したり大規模修繕をする場合には、業者が屋根の点検をしやすように屋根面の棟に近い箇所に 1 箇所と屋根の上り口となる軒先近くに 1 箇所ほど点検用金具を取り付けておくことがよいでしょう。写真 6.5.2 はドイツの住宅の屋根に設けられた点検用金具の例です。このような準備をしておくことがメンテナンスの容易な屋根を作る上で重要になると思われ、日本での今後の普及を期待したいところです。



写真 6.5.2 屋根点検用金具を付けたドイツの住宅例（写真提供：岩元創）

2) 点検瓦の設置

瓦葺きの場合などは瓦そのものが健全でも、下葺き材（ルーフィング等）や下地板（野地板）が傷んでいる場合があります。屋根の専門業者は瓦の上を歩行することで下地の傷みを判断することができますが、このような状態になる前に下葺きや下地の傷みを知ることができれば、大事になる前に手を打つことができるようになります。

点検瓦は予め点検する箇所を定めておき、必要に応じて瓦を外して下地の様子を確認できるようにしたものです。点検箇所は、基本的に屋根の面ごとに最低1箇所設定するようにしますが、特に北面や日陰となる部分など、下葺き材や下地材が傷みやすい箇所を優先します。

6.6 木造構造体の予防保全としての外皮モニタリング手法の可能性と課題

6.6.1 背景と目的

木造建築物の耐久性を確保するためには、雨水浸入や結露を未然に防ぎ、木材および木質材料などの含水率を低く抑えるなど、劣化を防止する必要があります。床下や小屋裏の状態を把握するには、床下点検口や小屋裏点検口から潜り込み雨水浸入や結露の有無を確認する方法があります。点検口からライトにより光が届く部分は、その表面上の色などを確認できますが、点検口から浸入・移動して床下や小屋裏全体を直接的に点検することは困難を伴い、点検間隔も長くなります。点検間隔が著しく長い場合、その間に雨水浸入や結露が発生して劣化しやすい状態になることも考えられます。

木造住宅の性能、品質を長期にわたって効率的に維持するためには、劣化が発生してから補修をする事後保全ではなく、劣化が発生する前にその兆候をなるべく早く察知して必要な措置をとれるようにする予防保全が必要です。そのための手法として建物外皮にある木部周辺の温湿度環境や含水率などをセンサーにより監視するモニタリングシステムが注目されています。ここでは事例に基づいてその可能性と課題を紹介します。

6.6.2 センサー取り付け場所

木造住宅に関する既往の劣化実態調査のデータなどに基づいて、最も劣化リスクの高い場所の部材に表面含水率センサーや温度・相対湿度を測るセンサーを取り付けます。

具体的には、屋根や外壁からの雨水等の浸入があれば柱などをつたい最終的に土台部に水分が下りてくること、また腐朽は浴室や洗面所といった水まわりの床下で多く発生していること、さらに蟻害は浴室、玄関・勝手口、洗面所などのほか、排水廻りや居室床下でも多いことなどの調査結果に基づいて床下外周および水まわり各部へ優先的に設置する方式としました。センサー取り付け位置の例については、図 6.6.2 を参照して下さい。

一般的な木造住宅の場合の事例として、図 6.6.2 のように家の中心付近に温度・相対湿度センサーを配置（1）し、建物の外周に 10 個の表面含水率のセンサーを配置（2～11）しました。外周のセンサーは、水を使用する場所（台所と浴室もしくは洗面所）の各箇所のほか各方向別に設置しました。構造によって相対湿度センサーを複数個取り付けることは可能です。

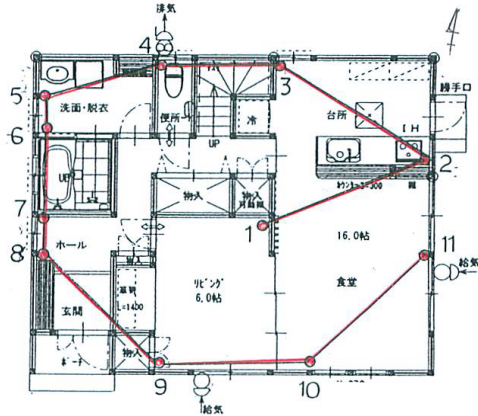


図 6.6.1 センサー配置図

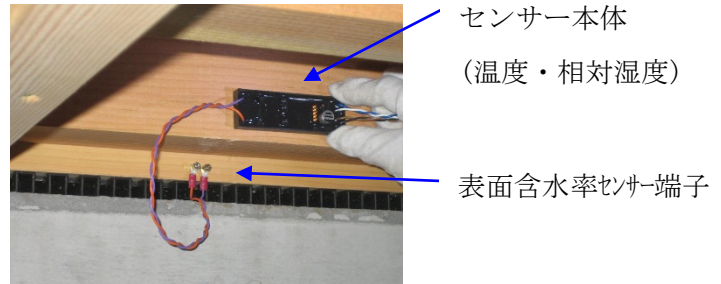


図 6.6.2 土台へのセンサーの取り付け状況

6.6.3 モニタリングシステムの概要

各センサーのデータは、1 時間（任意に変更可能）に 1 回コントローラによりデータを収集し、コントローラは収集したデータを 1 日 1 回（任意に変更可能）インターネットを通じてサーバーにデータを送信します。サーバーでは、データを保管管理し、特定されたパソコンからのアクセスによりデータをパソコンに表示させることが可能です。

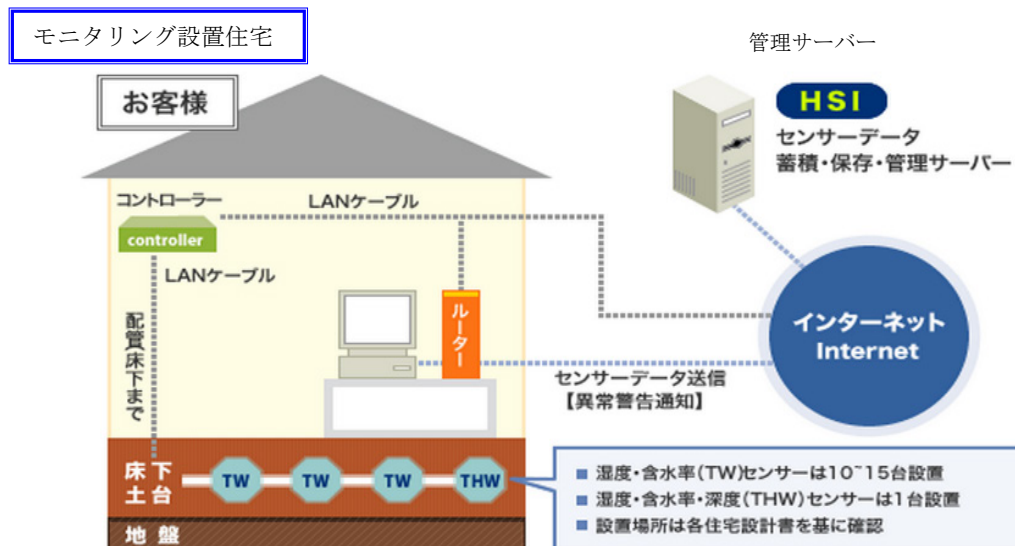


図 6.6.3 モニタリングシステムの構成図

6.6.4 想定される効果

機能別に想定される効果と効果の具体例について表 6.6.1 に示します。

表 6.6.1 想定される効果

機能	想定される効果	効果の具体例
早期発見	修繕費用の軽減 構造躯体の耐用年数の長期化	・居住者が構造躯体部分の状態を把握 ・早期発見による修繕費の軽減 －木材の腐朽を防ぐ －大規模な修繕は不要 －施工精度の向上
遠隔操作	定期診断コストの削減 早期対応によるクレームの減少	・住宅生産者によるアフターサービス時のコスト削減 ・腐朽を原因とするクレームの減少 ・クレーム対応による労力の削減
不可視箇所の測定	既存住宅等の診断	・中古住宅流通活性化 ・リフォーム時の事前診断
データ収集・集積	データのフィードバック	・将来の家造りに対し、経年データを活用 ・経年変化をデータベース化し、住宅生産者等へ提供可能

6.6.5 課題

今後の長期使用を前提とした木造住宅で必要となるであろう床下を中心としたモニタリングシステムの課題は以下のとおりです。

① センサーの床下取り付け

現在は既往の木造住宅に関する劣化調査結果などにに基づきセンサーの設置位置を決めているが、今後はそれに加えてセンサーの感度に応じた最適な取り付け位置や数を決めるガイドラインを作成していく必要があります。

② 床下以外の部位へのセンサー設置

壁面や小屋裏等へのセンサー設置と設置位置について今後検討する必要があります。本センサーの測定は点での測定ですが、より確度の高い検出性能をもたせるために面での測定（特に水濡れ）について検討が必要です。

③ センサーの耐久性

現在、各種センサーは7年間実測を継続していてとくに不具合は出ていません。水濡れなどを検知できる新しいセンサーの開発を含め、長期間の耐久性のあるセンサーの開発が必要です。

7. 木造住宅の耐久性を損なわない住まい方

7.1 木造住宅の耐久性と住まい方

木造住宅に限らず、建物は全て設計と施工が良いだけでは所期の耐久性能を維持し続けることは困難です。その建物をどう使うかによって、劣化の発生時期や程度が変わってくるからです。

図 7-1 は、昭和 55 年に 35 棟ほどの某市営木造住宅の劣化実態調査をした結果です。築年数が 26 年から 27 年経たものを、解体撤去することに伴って調査したものです。市営住宅ですから同じ間取り、材料、規模、構造の多数の住宅が 1 箇所にとまって建設されていたものを対象としたのが、この調査の特徴です。その結果分かったことは、いずれの部位、部材とも劣化率の分布がばらつきの大きいものになっており、特に雨水、使用水（水回りで使用される水）あるいは地盤面からの湿気によって生じたと思われる劣化の割合が建物によって大きく異なっているということでした。それほど広大で地形に変化のある敷地内に建っていた住宅群ではないので、地下水位や雨の作用が局所的に違っていたとは考えにくいことから、劣化率（使用木材量に対する劣化木材量の割合）の分布にばらつきが生じた大きな理由の一つは、建物ごとの使い方の差、あるいは手入れの差だったのではないかと推察されます。

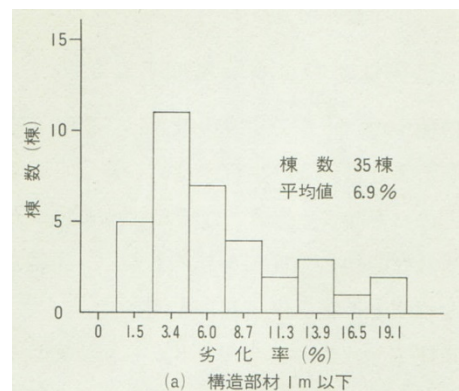


図 7.1 同一の設計による住宅 35 棟の劣化率の分布（出典：日本住宅・木材技術センター、木造住宅耐久性向上の手引き、1986）

これからも分かるように、「建物をどう使うか」というのは、二つの意味があります。一つは、まさに建物各部の使い方、特に水や湿気あるいは通気、換気への気遣いをどの程度正しくかつ継続的に行えるかということです。たとえば、脱衣室の床は浴室からの水分を毎日のように受けるため、劣化環境としては比較的厳しい部位ですが、そのような箇所の乾燥を図るために、濡れたら直ちに拭く、あるいは日中はできるだけ通気を図って床面の乾燥を心がけるなどの使い方を日頃励行することで劣化の発生を遅らせることができます。また、結露を防ぐうえでは、石油ストーブのような使用時に湿気を放出する開放型の暖房機を控えることも大事です。さらに床下換気や壁内通気に関しては、換気口、通気口を塞ぐように物を置かないことが大事ですし、通気口に付着しがちな塵埃を年に 1、2 度は清掃して取り除くことが必要になります。劣化環境が厳し



写真 7.1.1 お盆の時期における畳の乾燥と床下清掃の習慣（南紀地方）



い地方の一つである南紀地方に行けば、今でも年 2 回、盆と暮れに大掃除を実施し、その時には畳はもちろん床板、根太まではずして床下や床部材を乾燥させると

ともに、床下の清掃、点検をする習慣が今でも残っているのを見ることができます（写真 7.1.1）。このような要所のこまめな清掃も材料の劣化を遅らせる上で重要な条件になります。最近では安価にワイヤレス形式の温湿度計が手に入りますから、これらを建物要所に設置して常に各部の温湿度をモニターすることも、「建物をどう使うか」にあたって考えても良いかも知れません。

「建物をどう使うか」のもう一つの意味は、「傷んだら手入れをする」ということに代表される点検、劣化診断を基礎とした維持保全の問題です。ある地方の築 120 年（調査時点）の伝統的民家（写真 7.1.2）の耐久性能を、維持保全要因を除く樹種、床高、屋根勾配、施工の信頼性、環境条件による劣化指数などをもとに、国が監修した方法¹⁾で試算すると、設計時の推定耐久性能値は、両棟とも 55～65 年という結果になりました。この結果は、これらの建物は、現代の手法による計算結果の少なくとも 2 倍から 4 倍の寿命を実際には保ってきたことを意味しています。計算方法と入力データが正しいとすれば、その差を説明するのは試算に組み込まなかった維持保全要因しかなく、耐久設計の良し悪しとともに、木造建築物の長寿命化における維持保全の重要性をまさしく物語っているものと思われます。



写真 7.1.2 試算対象とした築 120 年の民家（土佐地方）

注） 1）建設大臣官房技術調査室監修、木造建築物の耐久性向上技術、技報堂、1986

7.2 耐久性を損なわない住まい方

経年した住宅では、外皮（屋根及び軒裏・外壁・バルコニー・1 階床及び脚部基礎まわりなど）の见えない部分に不具合が生じていれば様々な異常を知らせるシグナルが現れます。

住まい手は、住宅の耐久性を維持管理する上でこのシグナル（シミ、汚損、異音、苔生、罅割れ、変色）を見落とさないよう注意する必要があります。

また、建物の外観や外回りの点検に支障となる障害物なども、長期にわたる場合は不具合を見落とす原因ともなり、劣化の予兆を見逃すことで不具合が致命的な耐久性を脅かす一因となることも考慮しなければなりません。建物の点検のしやすさや目視が行き届く状態にすることは、不具合状態の早期発見につながることは言うまでもありません。

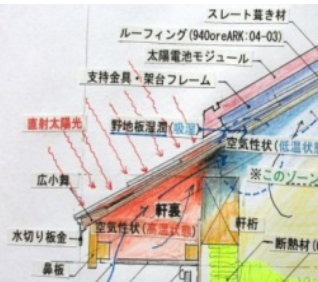
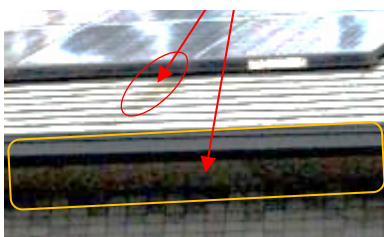
どのようなシグナルがどこにあらわれやすいか、目視で見分けられる以下のような事例を参考に、住まいの維持保全のための点検に生かしてください。

7.2.1 屋根の状態について



屋根葺き材の表面に苔が発生した事例。(葺き材の防水性が失効する:北側勾配面に多い)

太陽光発電パネル裏面の結露水で屋根面や外壁上部にシミや変色が発生する。



既存・新築を問わず、屋根面に太陽光発電システムを設置すると、小屋裏に侵入する外気に含まれる水分が日陰との温度差により水蒸気飽和を起こし結露水となって、屋根葺き面や野地板などの小屋組(軒桁)木部を湿潤させることがあります。

太陽光発電システムの設置後に発生した屋根の水垂や外壁上部にカビが発生した事例(小屋裏湿潤)

- (1) 湿潤によるカビと腐朽：外壁に接した室内側収納部の結露によるシミ痕跡やカビの発生
- (2) 雨水の浸水：外壁に後付けする設備機材や付帯施設の取り付け部分からの漏水など
- (3) 屋根裏の結露：屋根に後付けする太陽光P V設備による野地下地の湿潤
- (4) 点検障害物：基礎外周に接して設けるサンデッキや車庫用上屋と外溝土間や踏み台など

今後、新築される木造住宅は、その居住サイクルが今までにも増して長期間にわたることから、入居後の住まい方や使い方において維持保全に関する注意と関心が求められています。

長期優良住宅においては、住設機器の更新や改変・居住者の高齢化・家族構成の変化などから、改修や更新する事態も少なくありません。当然ハードウェアの劣化や物理的な損傷による補修や更新などもあります。

7.2.2 軒裏やひさしなどについて

軒先の雨だれや軒裏天井のシミ変色その他庇や軒裏の黒ズミなどは見えない部分に結露や雨水の浸入が疑われます。早期に補修が必要な状態であるか確認して下さい。

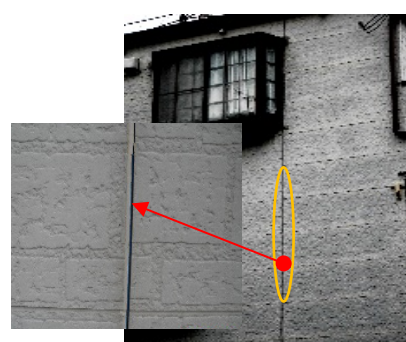


軒樋端部の雨垂れは要補修 軒裏の結露か雨漏れの兆候

軒天や庇裏に結露や漏水の疑い

7.3 外壁について

外壁に付帯する化粧オーナメントなどが雨水の浸水原因となることも少なくなく、乾式外装材の目地切れやひび割れは、見えない裏側の不正常的な状態が表面化した状態であり、放置するほど劣化が進行するので速やかに補修することが必要です。



7.4 室内壁及び最下階の床について

室内に現れる内装各部の変色やシミは、外皮に面した壁際や最下階の床などの下地や空洞部に結露もしくは漏水などが疑われる状況が多く、見逃し放置しておくことは隠蔽された構造部分の致命的な劣化につながります。



壁際の床に湿潤が発生した状態

床裏の結露により表面が黒く変色

壁の内部が湿潤し下部にカビが発生



玄関の上がり框化粧面が変色、框の心材がシロアリの食害を受けていた。壁表面の罅割れは躯体変異が原因

室内には家具や調度品で普段目にしない箇所も多く、内装に異変が起きていても発見が遅れる場合も少なくありません。特に外周に面した壁面の脚部や最下階の床面など、変色や剥離・亀裂などがみられた場合は、その周辺の下地や隠蔽された躯体に補修が必要な状態が生じている可能性が高く、早期の点検と改修が求められます。

7.5 外周壁の脚部基礎まわりについて

住まいの外回りは普段あまり注意して見るのが少なく、外皮の見えない部分で起きている異常を見逃すこともよくあることです。

特によく見られる建物外回りの不具合状態の事例を以下に示しておきます。



基礎の仕上げ面に雨垂れ状の汚れが付着している状態は床下内側の基礎にも見られます。



左の写真は、基礎の外面に張り付けられた発泡系断熱材にシロアリが遡上し、化粧として塗ったモルタルを通して変色が表面化した。サンデッキに隠されていたため発見が遅れた。



外張基礎断熱の側面の汚損状態

外壁と下端水切りの取合いが湿潤している状態

外壁の見えない躯体中空部分に結露もしくは雨水の浸入が起きますと、充填された断熱材の断熱性能が水分の影響で低下し、外気と室内の温度差により結露が増幅する傾向があります。余剰な水分が垂下し土台の保存処理された薬剤を溶出させ、その着色剤が汚損として基礎側面などに現れます。(床下側の基礎側面にも汚れが現れることが多く、点検時に注意)