

第3編【造り手向け】リスク分析・評価ガイドライン

第IV章 木造住宅の水分に起因する劣化リスク分析・同解説

劣化リスク分析ＴＧ 委員

主 査 土屋喬雄（東洋大学）

幹 事 大場喜和（NPO 法人 湿式仕上技術センター）

書 記 坂根昇（透湿ルーフィング協会）

委 員 石川廣三（東海大学）

西多 致（前東海大学）

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）

金田正夫（一般社団法人 中小建設業住宅センター）

神谷愼吾（一般社団法人 日本防水材料連合会）

榎本孝之（NPO 法人 住宅外装テクニカルセンター）

神戸睦史（NPO 法人 湿式仕上技術センター）

神谷昭範（全国陶器瓦工業組合連合会）

近藤 肇（屋根換気メーカー協会）

委員・事務局併任 宮村雅史（国土技術政策総合研究所）

委員 西田和生（ ” ” ）

本文 目次

() 内：執筆者名

1. 木造住宅の劣化要因としての水分（石川）	1
1.1 水分に起因する建築物の不具合と劣化現象	1
1.2 木材の生物劣化と水分	2
1.3 外皮内の木材を湿潤させる水分	3
1.4 外皮構造の変化と水分に起因する劣化リスクの増大	3
2. 木造住宅の水分に起因する劣化リスクの所在と種類（石川）	6
2.1 木造住宅の水分に起因する劣化リスクの所在	6
2.2 木造住宅の水分に起因する劣化リスクの種類	6
2.2.1 外皮の設計に起因するリスク	6
2.2.2 外皮の施工に起因するリスク	8
2.2.3 住まい方に起因するリスク	10
2.2.4 維持管理に起因するリスク	10
2.2.5 情報伝達に関わるリスク	11
3. 木造住宅の水分に起因する劣化リスクを形成する要因と問題点	13
3.1 外部環境に関わる要因（土屋）	13
3.1.1 地域特性	13
3.1.2 特殊な立地環境（土屋・近江戸）	15
3.2 使用材料に関わる要因（神谷慎吾）	16
3.2.1 材料の水分	16
3.2.2 適用外の部材	18
3.2.3 不適切な組み合わせ	20
3.3 工事管理および工程に関わる要因（大場）	22

3.3.1 工事管理に起因する要因.....	22
3.3.2 工程に起因する要因.....	23
3.4 外皮構造の計画・構成・納まりに関わる要因	23
3.4.1 基礎に関わる要因（土屋・近江戸）	23
3.4.2 外壁に関わる要因（神谷昭範）	24
3.4.3 屋根に関わる要因（神谷昭範）	36
3.4.4 バルコニーに関わる要因（土屋・近江戸）	59
3.4.5 開口部に関わる要因（土屋）	61
3.5 付属物の設置に関わる要因（神谷昭範）	63
3.5.1 外構	63
3.5.2 屋根・バルコニー.....	63
3.5.3 外壁	65
3.6 維持管理の計画、実施に関わる要因（金田）	66
3.6.1 雨樋に関わる要因.....	66
3.6.2 バルコニーや屋上の排水口に関わる要因	67
3.6.3 浴室に関わる要因.....	67
3.6.4 床下換気に関わる要因	68
3.6.5 サッシの結露に関わる要因.....	68
3.6.6 屋根・外壁に関わる要因	68
3.7 住まい方に関わる要因（坂根）	69
3.7.1 表面結露発生やカビ発生を起こしやすい行動.....	69
3.7.2 外力の作用	71

1. 木造住宅の劣化要因としての水分

1.1 水分に起因する建築物の不具合と劣化現象

水分は様々な機構で建築材料の劣化要因になる。表 1.1.1 に水分による建築材料の代表的な劣化機構とその具体例を示す。これらの劣化機構は、木造住宅各部の構成材料において経年的に認められるものであるが、木造住宅の耐久性上、最も影響が大きく、かつ、比較的短期間に顕著な劣化を引き起こすのは木材の生物劣化である。木材の生物劣化と水分の関係については、次項で別途扱う。

表 1.1.1 水分による建築材料の劣化機構例

劣化機構	具体例
水を伴う化学反応による膨張、生成物の溶解	Ca化合物の浸食 コンクリートのアルカリ骨材反応
水分挙動に伴う繰り返し応力	岩石等の風化作用、接着層の剥離
吸収水分の凍結・融解の繰り返し	コンクリート・セラミックスの凍害
電解質水溶液のイオン化作用	金属の腐食
木材腐朽菌、木材食害虫の生育環境形成	木材の生物劣化

また、建築物内外に存在する水分は、建築物の各部位に様々な不具合を引き起こす。表 1.1.2 に水分に起因する不具合の代表的な事象と原因、発生部位を示す。

表 1.1.2 水分に起因する建築物各部の不具合

原因	不具合事象	部位
雨水	雨水浸入、雨漏り	屋根、外壁、バルコニー、開口部
	汚れ、伝い水	外壁
	排水不良・水溜まり	外部床、屋根、バルコニー
積雪	すが漏り、つらら、雪庇	屋根、庇
使用水	漏水	地下、水槽、配管
雨水・地中水・湿気	湿潤	床下、外壁、断熱材
湿気	カビ、表面結露	窓面、内壁面、天井面、床面
	内部結露	小屋裏、壁内
含有水分	ふくれ	露出防水層、塗膜
地下水	圧密沈下・液状化・凍上	基礎

これらの不具合は必ずしも構成部材の劣化を伴わない機能不全であるが、特に外皮内で発生し、気付かずに長期間放置されると周辺部材の劣化につながる。

実際の建築物で起きる不具合や劣化発生のメカニズムには水の状態変化が複雑に関係しているものが多い。その例を表 1.1.3 に示す。

表 1.1.3 不具合および劣化事象に関わる水の状態変化

事象	発生メカニズム
表面結露	気体(室内湿気)→(低温表面で凝縮)→液体→(流下、浸透)
凍害 (凍結融解作用)	液体(雨水、融解水)→(材料の細孔に浸入)→(凍結)→固体→(体積増加)→(水圧発生)→(応力発生)→(融解)→液体→(繰り返し)
屋根のすが漏り	固体(積雪)→(屋根面の熱で融解)→液体→(軒先へ流下、凍結)→固体→(アイスダム形成)→液体(上方からの流下水)→(ダムでせき止められ、オーバーフロー)→天井面、室内へ漏出
壁内結露(夏型)	液体(雨水)→(材料の細孔に浸入)→(日射熱で気化)→気体→(壁内に拡散移動)→(低温表面で凝縮)→液体→(浸透、漏出)

このような状態変化が、通常の気象条件の下で起こりえることが、建築物の劣化要因としての水分の特徴であり、劣化原因の究明や対策を難しくしている。

1.2 木材の生物劣化と水分

木材の生物劣化で直接水分と関係するのは木材腐朽菌による分解、すなわち腐朽である。図 1.2.1 に示すように、木材は大気中においては空気の温湿度条件に応じた一定の水分を含有し、この状態を気乾状態という。この水分は木材の細胞壁を構成する木材繊維に吸着され、周辺の空気が乾燥すると放出され、湿潤すると再度吸着して空気の湿度を一定に保つ作用があり、調湿作用として知られる。

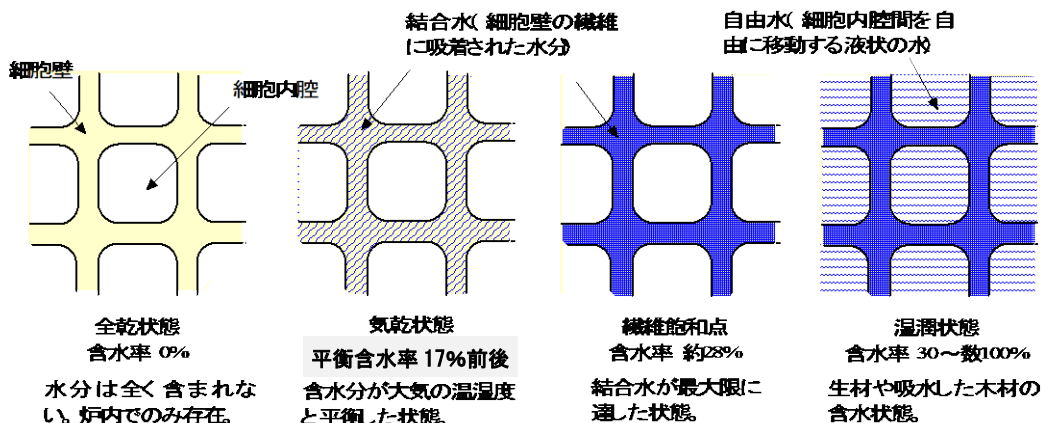


図 1.2.1 木材の細胞構造（木口面）と含水状態の模式図

腐朽菌は空中や雨水中に存在するが、木材に付着しても気乾状態の含水分では生育できず、繊維飽和点を超えて細胞内に自由水が存在するようにならないと生育できない。すなわち、気乾状態の木材であれば液状の水で濡れるような条件が必要となる。また、腐朽菌の生育には酸

素を必要とするから、自由水の量が多すぎても生育できず、最適な含水率の範囲が存在する。腐朽危険最小含水率は30%と言われている。しかし、いったん腐朽が始まると水分が生成されるため、周辺の木部の含水率が30%以下でも腐朽は進行することに注意が必要である。なお、木材上の腐朽菌の発芽、菌糸の生育と水分の関係、および水分履歴に応じた腐朽進行速度については、本報告書のⅥ章で詳しく扱われている。

1.3 外皮内の木材を湿潤させる水分

木材は気乾状態では腐朽しないから、屋内に置かれた木材はもちろん、屋外に露出した木材であっても、過度に頻繁に雨がかりする条件でなければ腐朽する恐れは少ない。これに対して、近年の木造住宅で主流となっている大壁造の軸組材、小屋組材、外壁や屋根の下地材のように、外皮に内蔵された木材の場合は、表面が外気に直接触れないため、特に外皮内が外気との通気が不十分な条件では、液状の水分が外皮内に発生すると木材の湿潤による劣化リスクが高い。

外皮内の液状水分の発生源として主なものは、浸入雨水、結露水、配管等からの漏水である。このうち、漏水は住宅本体の問題ではないのでリスク分析の対象外とするが、建築計画上適切なメンテナンスが容易に行える配慮が必要である。

外皮の雨水浸入リスクについては、本報告書の第Ⅴ章「木造住宅外皮における雨水浸入リスクの評価手法」において詳しく扱われる。結露は外皮内外の空気に含まれる水蒸気が凝結することによって発生するが、その水蒸気発生源としては、地中の水分、建設時に構成材が含有する初期水分、工事中の降雨時に基礎に滞留したり、下地材が吸収した雨水、調理や入浴などを含め、室内で発生する水蒸気、外皮内に浸入し、滞留したり外装材に吸収保持された雨水などがある。これらが外皮内に浸入して水蒸気圧を高め、結露のリスクを増大させる。

1.4 外皮構造の変化と水分に起因する劣化リスクの増大

寺社建築では何世紀も経た木造建造物が数多く現存し、住宅でも江戸期に建てられた古民家が各地に残っている。これらの建築物外皮は雨仕舞を主体とした開放的な構成である。ほとんどが真壁造で、躯体木部は外気に露出しており、雨で濡れても直ぐ乾く条件にあった。また、劣化個所の発見が容易でメンテナンスしやすい構造とも言える。冷暖房もなく、基本的に室内は外気と同じ環境であったので、結露のリスクも皆無に近い。これらの建築では特に冬期の居住性は劣悪であったが、耐久性に関しては、木部は極めて好適な環境にあったと言える。

住宅の構造は昭和中期頃から大壁造が主体になったが、一部の地域を除いて断熱や気密化は普及しておらず、外皮の構造は隙間が多く、内部を自由に空気が通り抜けるような住宅が一般的であった。このため、内部結露発生リスクは低く、また、外皮表面から雨水が浸入しても比較的容易に放散できる条件にあった。

写真 1.4.1 に、築 40 年の木造住宅の解体時に、内装を撤去した後のモルタル塗り外壁内部を示す。モルタル層には多数のひび割れが発生し、防水紙も破断していた。外壁面への散水を実施したところ、内部への浸水も確認された。ラス下地板には浸水痕と見られる変色した部分が

あったが、腐朽は無く、健全であった。柱にも一切劣化は生じていない。この住宅の外皮構造は、まさに上に述べたような条件が当てはまり、雨水浸入が起きていたにも拘わらず、木部の劣化が抑制されたと考えられる。



写真 1.4.1 モルタル外壁解体調査事例

(東京都小金井市、1969 年建築、2009 年調査、濡れ跡は散水実施時のもの)

近年、木造住宅の外皮構造は急速に変化している。省エネ基準の段階的強化に伴い、高気密、高断熱化が進むかたわら、軸組構法においても構造用面材の使用が一般化し、剛床構造のような新しい構法も採用が増えている。これによって躯体内空間の気積は減少し、内外の密閉度が高まっている。また、床下、壁内、小屋裏の外皮区画が独立し、相互間の空気の流通が生じなくなっている。断熱によって外皮の層間に温度差が生じ、密閉度が高まった結果、内部結露発生リスクは著しく高まっている。

一方、特に都市部で顕著な傾向として、軒の出寸法が年々短くなり、全く軒の出がない、俗に軒ゼロと呼ばれるようなデザインの住宅も増えており、外壁面が容易に雨がかりするようになっている。また、防水納まり上問題が多いルーフバルコニーの採用も一般化し、外皮の雨水浸入リスクも高まる一方と言える。

写真 1.4.2 に 2×4 工法の 3 階建て木造住宅で、建築後 5 年半という著しく早期に確認された躯体の劣化事例を示す。竣工は 2004 年で、外皮の構造が上述のように変化した後の建築である。写真は外装材（ラスモルタル直張り構法にセラミックタイル接着張り仕上げ）を解体した状態で、躯体の枠組材が腐朽している。原因は外装材のひび割れ部からの雨水浸入による長期湿潤と考えられている。

その他にも至るところで外壁の構造用面材の合板が黒く変色し、全断面が欠損して大きな貫通孔ができていた状態であった。浸入雨水を発生源とする結露も発生していたと考えられる。被害個所の上部は陸屋根でパラペット納めになっており、壁面は常時雨がかりする状態であった。密閉度の高い外皮内空間にいったん水分が浸入すると、極めて高い劣化リスクとなることを示す事例と言える。



写真 1.4.2 木造住宅外壁内部劣化事例

(埼玉県東川口市、2004 年竣工、2011 年調査)

この事例に代表されるように、近年の木造住宅の外皮構造は、従前の外皮構造に比べて、住宅の建設と使用の過程で起こりえる雨水浸入や内部結露発生につながる様々な誤りに対して、極めて許容度が小さいものになっている。このため、木造住宅の設計、施工、流通、使用、維持管理の各段階で、水分に起因する劣化リスクを高める要因を明確にして、極力リスクを回避するとともに、リスクを容認する場合には適切な対応策を講じる必要がある。以下の各節では木造住宅の水分に起因する劣化リスクの所在と種類、およびその内容について述べる。

2. 木造住宅の水分に起因する劣化リスクの所在と種類

2.1 木造住宅の水分に起因する劣化リスクの所在

木造住宅が水分の影響により比較的早期に劣化を生ずるリスクの所在は、住宅の計画・供給・使用の各段階に広くわたっている。その主要な項目を挙げれば以下の如くである。

- (1) 外皮の設計に起因するリスク
- (2) 外皮の施工に起因するリスク
- (3) 住まい方に起因するリスク
- (4) 維持管理に起因するリスク
- (5) 情報伝達に関わるリスク

2.2 木造住宅の水分に起因する劣化リスクの種類

2.2.1 外皮の設計に起因するリスク

1) 設計と条件の理解不十分

住宅におよぼす水分の作用は地域により様々である。風雨の強さや風向きには地域差があり、また多雪寒冷地でのすが漏り、沿岸地での塩害、降灰地での排水支障など地域特有の問題がある。また、敷地周辺の地形や敷地造成過程によっても雨がかり、風当たり、水はけなどの条件により、外皮からの浸水リスクや地中水分による湿害リスクが高まる場合がある。

かつての地域密着型の住宅建設においては地域性や敷地固有のリスクへの適切な対応が経験則で成り立っていたが、住宅産業の規模や営業範囲の拡大に伴う設計と条件の多様化、従来住宅建設に不向きとされてきた地域での住宅地の開発、敷地の狭小化に伴う隣棟間隔の減少、さらには地域の伝統的住宅様式と脈絡のない新規な住宅デザインへの指向などの変化に伴って、こうした経験則が生かされにくい状況が生まれており、これらが雨水浸入や湿害発生リスクを増大させている。

2) 浸水や結露を招きやすい部位形態の採用

屋根、外壁、バルコニー等の外皮各部位の形態について、雨水浸入リスクを増大させる共通的な要因として以下が挙げられる。

- (1) 雨がかりの厳しさ
- (2) 流下雨水の集中しやすさ
- (3) 排水支障発生時の危険度
- (4) 表面の雨水および浸入雨水の滞留
- (5) 施工が複雑な取り合いの存在
- (6) 保守点検の難しさ

また、結露発生リスクを増大させる部位形態の共通的な要因として以下が挙げられる。

- (1) 外皮内空間全体の通気に有効な換気口配置が困難
- (2) 外皮内空間全体の通気に有効な通気経路の確保が困難
- (3) 外皮内空間の気積が不十分
- (4) 日影による局部的低温部の形成

具体的な例として、近年木造住宅デザインの変化と共に採用が増えている、ルーフバルコニー、陸屋根、三方がパラペットとなっている緩勾配屋根、軒の出が極端に小さい立面形状等については、上掲の要因の多くが当てはまることから水分に起因する劣化のリスクを多くはらんだ部位形態とすることができる。

一方、在来の木造住宅で一般的に採用されてきた部位形態にも問題は皆無ではない。雨水浸入リスクが高い部位形態の典型的な一例として、下屋の軒先が直交する外壁面と取り合う形態（壁止まり軒先）が挙げられる。この部位は屋根上方の壁面を濡らす雨水と、屋根面壁際の流下雨水が一点に集中し、二次止水層である屋根の下葺き材と壁の防水紙の取り合いが複雑で不適切施工となり易いために漏水事故が頻発することが知られている。

雨水浸入、結露発生リスクを内在した外皮部位形態の要因は他にも多数あり、これらは３節において具体的に詳述される。

部位形態の選定は、住宅の基本計画に関わる部分であり、設計によってある程度までリスクの高い部位形態の採用を回避することは可能であるが、住宅に求められる設計上の要求は耐久性の他にも数多くあり、兼ね合いが難しいところである。

3) 浸水や結露、躯体木部の長期湿潤を招きやすい層構成、構法・仕様の採用

外皮各部位の層構成、構法・仕様について、雨水浸入リスクを増大させる共通的な要因として以下が挙げられる。

- (1) 部材緊結具の相互貫通による層間の浸入雨水移動経路の形成
- (2) 外装材支持部材、建具枠他の層間横断部材による浸入雨水の滞留と室内側への移動
- (3) 二次止水層の止水性能不十分
- (4) 外装材の保水と放散水分の室内側への拡散経路
- (5) 浸入雨水の排出口の不備

また、結露発生リスクと関連する層構成、構法・仕様の要因として以下が挙げられる。

- (1) 断熱層内外各層の透湿抵抗比
- (2) 層内の温度勾配
- (3) 断熱層外気側の通気措置
- (4) 熱橋の形成
- (5) 構成材の吸放湿特性

また、躯体木部の長期湿潤化リスクに関わる要因として木部周辺の通気条件がある。

外壁において、外装材を躯体に密着して取り付ける、いわゆる直張り構法は、雨水浸入に関して上掲の要因が多く当てはまり、リスクが大きい。これに対して外装材と躯体の間に通気層を設ける、いわゆる通気構法においては、通気層が浸入雨水の移動経路を分断し、排出経路として機能するため、リスクは軽減される。通気構法において、通気層は室内側から移動する水蒸気の排出路となるため、壁内結露発生および躯体木部の長期湿潤化リスクの軽減にも役立つ。

屋根においては、現行では屋根材を直接野地板面に葺く構法が主流であるため、外壁の直張り構法と同様の浸水リスクがあるが、今後通気構法を採用することによりリスク軽減が期待される。

外皮の結露発生リスク評価の際、通常考慮される水分は、空気中の湿気と構成部材の含水分のみであるが、雨水浸入を考慮すると結露発生リスクは著しく高まることが事例調査やシミュレーションで分かっており、雨水浸入リスクの高い層構成、構法・仕様の採用は結露発生リスクの増大にもつながる。

相対的に透湿抵抗の高い部材によって構成され、部位区画相互間の通気が行われなくなっている近年の住宅外皮構造においては、いったん躯体部分に浸入した水分は長期間乾燥せずに滞留し、従前の比較的気密性が不十分であった住宅構造では耐久性上さほど問題にはならなかった雨水浸入が、躯体木部の長期湿潤化をもたらし、早期劣化につながる。

雨水浸入、結露発生、躯体長期湿潤化リスクに係る外皮の層構成、構法・仕様の要因は他にも多数あり、これらは3節において具体的に詳述される。

4) 設計図書における工事仕様詳細の欠落

実質的に設計者不在で進められることも多い木造住宅の工事においては、作成される設計図書の内容は必ずしも十分ではない。設計図面に浸水防止や結露発生防止上重要な各部納まりの詳細図が無く、仕様書に使用材料や工事方法の詳細が明記されていない場合、これらの決定は施工者の裁量にゆだねられることになる。その結果、コスト削減優先で性能が不十分な低品質の材料が選定され勝ちになり、また施工者の経験や知識が不十分な場合は誤施工によるリスク増大に結びつく。

a. 外皮構法・仕様の適正な選択についての理解不足

前述のように、水分に起因する木造住宅の劣化リスクには外皮の構法・仕様が重要な関連を持つ。構法・仕様採用の最終的な決定権は発注者にある。受注者が提示する標準仕様の他に如何に優れた構法・仕様があっても、発注者がそれを望まない限り採用されることはない。しかし、実際には住宅の設計において、耐久性に関わる構法・仕様の選択に発注者が関わることは稀である。その理由は発注者自身の耐久性に対する無関心にもある。

一般の発注者は住宅設備、建具など日常生活において直接触れる部分の仕様、あるいは省エネ性能など居住性やコストに関わる部分には多大な関心がある反面、耐久性に寄せる関心は極めて薄い。その結果として外皮の構法・仕様の採用は作り手まかせとなり、前項で指摘した設計図書での工事仕様の不明確さと相まって、より劣化リスクの大きい、低位の構法・仕様の採用に傾くのが現状である。

5) 工事監理の不在

多種多様な部材が複雑に組み合わせられる木造住宅外皮の納まりに関しては、わずかな作業手順の誤りや施工漏れが雨水浸入や結露発生につながる。如何に適切な構法・仕様が選ばれ、設計図書に明記されていても、工事においてその内容が正しく実現されなければ無意味である。

設計図書の記載の通りに工事が行われるよう監督、指導、確認することが工事監理の目的であるが、前述のように設計者の関与が必ずしも一般的でない木造住宅の工事においては、監理そのものが実施されず不適切な施工があっても見過ごされたままになる恐れが少なくない。

2.2.2 外皮の施工に起因するリスク

1) 低品質材料、不適合材料の使用

本来、適切な材料の選定と設計図書への明記は設計行為の範囲であるが、木造住宅工事においては、材工発注の場合など、材料の選定が工事担当者の裁量に任される場合が多いため、本節で取り上げた。

住宅外皮の構成部材の製品の中には、形状や使用方法が同種の製品であっても、所定の防水、防露の目的を果たす上では性能が不十分な製品が市場に流通しているのが実態である。工事担当者がコスト削減を優先するあまり、本来使用すべき製品に替えてこのような製品を使用することも稀ではなく、その製品が防水・防湿機能材料である場合は直接湿害のリスクを増大させ、構造用材料、接合材料の場合であっても、ひび割れ発生などから湿害リスクに結びつく恐れがある。

不適合材料使用による湿害発生リスクの例として、外壁防水シートと防水テープの不適合によるしわと水みちの発生、木材保存剤との接触による透湿防水シートの防水性能低下、木材保存剤との接触による板金部材の腐食発生などがある。

不適合材料使用の原因の多くは工事担当者に正しい情報が伝わっていないことであるが、不適合の認識はあっても資材の準備不足のため、工程に迫られて施工者が手持ちの他の材料で代用してしまうケースもある。

2) 不適切な材料水分管理

外皮構成部材の含水分は内部結露発生の重要な要因である。プレカット工法の普及に伴って躯体には乾燥材の使用が一般化しているが、地域により伐採後の乾燥が不十分な、いわゆるグリーン材が使用されるケースもまだある。また、胴縁など二次構造材の水分管理はほとんどなされていない。

現場に搬入された資材や、既に建て方を終えた躯体の降雨に対する養生が不十分で湿潤する場合もある。湿潤した部材の十分な乾燥を待たずに施工を進めると、特に近年の密閉度の高い外皮構造においては完成した外皮内に水分が長期間滞留する他、日射熱で高温化した部材から外皮内に水分が拡散し、内部結露を拡大する危険がある。

3) 不適切な工具使用、工事方法の採用

防水性能に直接影響をおよぼす工具使用の例として、下葎き材、防水シートなどの二次止水層の固定に用いるハンマータッカーやその上にラス等を施工する際のエアータッカーなどの工具の不適切な使用、自動釘打ち機で栈木等を施工する際にワイヤ連結釘を使用したための止水層の損傷のケースがある。

下地への密着確保が重要な防水材料の施工では、適切な下地処理、プライマーの使用、圧着作業などが特に重要であるが、作業部位の施工条件、作業者の経験や技量などの要因で適切な工事が行われず、防水の欠陥となることも多い。

基礎コンクリート立ち上がり部、土間コンクリートとの打ち継ぎにおいて、型枠やフォームタイ、作業手順の不適切な採用により生じた貫通空隙が、ヤマトシロアリの侵入経路となって躯体木部の被害を招く例もある。

4) 不適切な工事管理、工程管理

木造住宅の外皮は多種多様な部材で構成され、関係する職種も多い。各専門工事の施工期間は

比較的短く、天候や労務事情による工程の変動の影響も大きい。従って、各専門工事の流れを調整し、劣化発生につながる取り合い部の誤施工を未然に防ぎ、工程上の不適切状態を是正するために綿密な工事管理は極めて重要である。しかし、一部の大手業者を除いて、現場の管理体制が十分整っていない木造住宅の工事においては不適切な工程や作業環境での工事实施が多くのトラブルに結びついているのが実態である。

不適切な工事管理が水分に起因する外皮の劣化リスクに結びつく例として、基礎コンクリートの乾燥不十分状態で施工した躯体木部の湿潤、外装材未施工状態での放置による防水紙、下葺き材の劣化、他業種による損傷、異業種施工取り合い部での作業順序誤りによる防水納まり不良、未施工発生、低温時の防水テープ施工による密着不良などのケースがある

2.2.3 住まい方に起因するリスク

1) 想定しない室内温湿度環境

住宅の住まい手の生活習慣や行動パターンは年齢、性別、生育歴により様々で、また、快適と感じる室内温湿度条件も個人差が大きい。また、温湿度に影響する冷暖房、加湿、除湿機器の使い方は、身体条件、経済観念、生活信条等によっても異なる。

住宅室内の温湿度条件が設計で想定する条件と異なり、著しい高湿化や、床・壁・天井面の低温化が生じると結露発生やカビ発生のリスクとなる。

住まい方が高湿化、局部的低温をもたらす具体的な例として、入浴や調理、開放型暖房機や加湿器の使用、大量の植物や水槽の設置などによる多量の水蒸気の発生、24 時間換気装置の意図的な運転停止、局所暖房、床下温度が室内と同等になることを想定している基礎断熱構造において室内から床下へ十分熱が供給されない場合などがある。

2) 想定しない外力の作用

木造建築は鉄筋コンクリート造建築等に比べて動きが大きく、従前は木造の下地にメンブレン防水工事を適用することは稀であったが、近年の木造住宅では、躯体一体型のバルコニーや陸屋根の採用が一般化し、雨水浸入対策として防水層や防水テープ、シーリング材等による水密化の比重が増している。

建築物の動きの主要因は温度や水分の変化、地震や風等の外力であるが、バルコニーや陸屋根は、生活の場の一部として物干し場、鉢類の置き場などに利用されることが多く、作用外力として居住者の行動や、器物の衝撃が無視できない。具体的な例として、人の寄りかかりや布団干しがもたらす繰り返し加力によるバルコニー手すり壁笠木や手すり子取り付け部の防水処理の損傷、物干し竿や重い植木鉢等の落下による防水層の破損などがある。

木造下地の場合、いったん防水層の損傷が発生すると、浸入雨水によって躯体木部の劣化に発展するリスクは極めて大きい。

2.2.4 維持管理に起因するリスク

1) 浸水、湿害発生につながる異常事態の放置

住宅を長く使い続けるうちには、ホコリの堆積、飛来物、小動物、植物の繁茂、人為的な工作物の設置や造園などの要因によって、外皮内外の環境が新築時と変化し、これらを放置したままにすると、しばしば雨水浸入や結露その他の湿害発生につながる。

典型的な例として、落ち葉や異物で、とい・ドレンが詰まり発生する溢水事故がある。特に近年短期間集中豪雨の発生が増加する傾向があり、この種の事故が発生するリスクが高まっている。その他、床下換気口や通気層下端開口周辺の植物による換気障害、布基礎周辺の盛り土による雨水の床下への浸入、建築物周辺に伸びた樹木の強風時の振動による屋根材や外装材の破損などがある。

2) 定期的点検、必要な補修の不実施

外皮構成部材の経年劣化は避けられないものであり、また、台風や地震で外装材のズレや損傷が起きることもある。これらに対して適切な時期に点検と必要な補修が行われないと浸入雨水等による躯体の劣化が早期に進行する恐れが高まる。外皮の劣化や損傷は居住者が普段目にする外壁面では気付きやすいが、屋根面や床下では気付かれずに放置され勝ちである。

適切な維持保全の実施の有無は、住宅所有者の意識、関心度と経済的余裕に左右される面が大きいが、一方で必要なメンテナンスと実施スケジュールに関わる情報が住宅の所有者に十分伝わらないこと、アクセス不能の部位の存在や、点検用の安全設備、点検口の不備など、適切なメンテナンスの実施を妨げる住宅構造がリスクを高める要因となる。

3) 不適切な補修、改修

リフォーム工事等において採用される補修・改修構法や施工法が原因で、雨水浸入や排水不良、結露発生を招くことがある。新築工事では、外装材や二次止水層の上下の取り合いは雨仕舞の原則に従い、下方の部材の外側に上方の部材を重ねることによって浸水防止を計るが、リフォーム工事においては既存の構造の解体を最小限にするため、取り合いを逆順序としたり、浸水防止をシーリング材での止水のみに依存することも多く行われ、その結果多くのトラブルを招いている。

雨水浸入につながる不適切な補修、改修の具体的な例として、下屋の屋根をかぶせ葺き構法で改修する場合の壁際で雨押さえ立ち上がりを外付けとする、既存外壁と新設外壁の取り合いで防水紙を不連続のまま施工する、化粧スレートの再塗装時に重ねの開口を塗料で塞ぎ、縦目地から入った雨水が排出されず雨漏りになったなどがある。また、防湿、排湿措置を伴わない不適切な断熱補強により、壁内の低温化でそれまで発生していなかった内部結露を招いた例もある。

2.2.5 情報伝達に関わるリスク

1) 住まい手の外皮仕様選択および維持管理に関わる情報提供の不足

住宅の耐久性に関わる適正な外皮構法・仕様に関する発注者の選択を妨げている最大の障害は、構法・仕様と耐久性グレード、ライフサイクルコストの関連についての明確な情報が発注者に理解できる形で公開、提示されていないことである。現在、家電や自動車などの耐久消費財の購入時に、一般消費者は製品の選択の参考としてカタログ等で製品の仕様や性能と価格について多くの情報を入手することができる。それより遙かに高額で長期間使用する住宅の耐久性に関わる仕様と性能についての情報提供が立ち遅れていることは大きな問題であり、住宅の劣化リスクを増大させている要因として認識されるべきである。

情報提供の不足は維持管理が適切に行われない場合の早期劣化原因の一つとしても指摘される。かつての地域密着型の住宅建設では、工事受注者は建築後も施主との密接なコミュニケーション

ョンを保ち、このことが適切な時期と方法によるメンテナンス実施につながっていたが、現在の住宅供給においては、工事受注者と施主の関係は希薄になり、完成後はほとんどコミュニケーションが途絶える。その結果、必要なメンテナンスについてのアドバイスが得られず、適切なメンテナンス時期を逸して劣化を進行させてしまうケースもある。

また、補修・改修工事が新築時の工事業者とは無関係のリフォーム業者によって実施されるため、既設工事の詳細が不明のまま工事が進められて不具合を招くことも起こりやすい。不具合の防止には、既設工事における外皮の構法・仕様に関する記録が施主に提供され、保存されることが有用であるが、この種の情報提供のシステムが確立していないことも維持管理の不備による劣化リスクの一因となっている。

2) 作り手の材料選定、構法詳細、工事計画、施工要領決定に関わる有用な情報の不活用

外皮各部位の適切な設計・施工の拠り所として、日本建築学会建築工事標準仕様書（JASS）をはじめ、様々な公的機関、業界団体が刊行する標準仕様書、設計施工基準、指針や施工要領があり、材料、構法に関する推奨仕様や雨水浸入や劣化防止の対策が示されている。しかし、木造住宅工事の現場では、これらの推奨仕様に合致する工事が必ずしも行われていない現状がある。

国土技術政策総合研究所で木造住宅のモルタル外壁工事の設計および施工の実態を把握するために、全国の左官工事業者を対象に行ったアンケート調査¹⁾の結果によると、地域によってこれらの推奨仕様に合致しない構法・仕様による工事が多く行われている実態が明らかになっている。同じアンケートでの、設計施工に際して参照する公的仕様書、指針類についての設問に対する回答では、比較的参照度が高い一般社団法人 日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 15 左官工事でも参照している業者の比率は 50%にとどまり、その他の標準仕様書、設計施工基準、指針や施工要領の参照される度合いはずっと低く、外皮工事の実施現場でこれらの有用な情報が活用されていないことが不適切施工発生背景となっていることを示唆している。

3) 異業種施工取り合い部位の工程連携に関わる情報授受の不足

屋根と壁の取り合いなど、異業種による工事が交錯する部分で、取り合いの形態によりそれぞれの業種の施工範囲が位置的に明確に分離せず、重なり合う場合がある。こうした場合、専門工事業間の工程を調整し、的確な納まりを実現するのは工事管理の機能であるが、綿密な工事管理の実施が期待しにくい木造住宅の工事においては、工程の連携が上手く行かず、部材の張り重ね順序の誤りや、施工漏れなどにより、雨水浸入につながる不適切な施工が発生しやすい。こうした事態を招く原因として、専門工事の発注時に、この種の取り合い部の施工の詳細についての明確な情報が与えられず、工事業毎の工事分担範囲と責任の所在が不明のまま工事が進められることが指摘される。

異業種施工取り合い部位における不具合の発生は、ある程度木造住宅の生産システムが抱える構造的な問題であり、将来的には同一部位についての一連の工事を同一職種が実施する、多能工化などの方向も模索されている。

引用文献

- 1) : 国土技術政策総合研究所 資料 第 779 号、「木造住宅モルタル外壁の設計・施工に関する技術資料」204～264P、調査年月：2009 年 8 月

3. 木造住宅の水分に起因する劣化リスクを形成する要因と不具合

3.1 外部環境に関わる要因と不具合

3.1.1 地域特性

1) 強風雨地域

水分に起因する劣化リスクとして降雨が最大の要因であることは明らかである。屋根材からの浸入、外壁クラックからの浸入、各部取り合いからの浸入等は皆降雨に起因する。特に雨水の浸入リスクを高めるのが強風を伴う場合である。瓦屋根を対象とした実験によれば、風速が 15 m/s を超すと急激に雨水の浸入量が増すことが明らかになっている。また外壁の場合、1メートル近い高さまで通気層内を雨水が吹き上がるといわれており、防腐処理した通気胴縁の使用が望ましい。風雨の同時発生頻度は、都市により発生パターンに相違があるので、設計時にはこれらのことを十分に認識し、万全を期すよう計画することが重要である。

2) 寒冷・多雪地域

わが国は、太平洋側の寒冷地域と日本海側の多雪地域に大きく分類することができる。多雪地域では12月前後から4月前後まで降雪があり、その間屋根に雪が積った状態がつづく。屋根と雪との界面では 0℃、100%が長期間継続するため、屋根材からの浸水や屋根材への透水のリスクが高まり、野地板等の腐朽に繋がる恐れがある。また、天井断熱が不完全で暖気が漏れ小屋裏空間が温まるとすが漏り（すが漏れともいう＝ice dam）が発生し、野地板や栈木の腐朽リスクが極めて高くなる。多雪地域では断熱・気密の徹底が重要である。野地板裏面に通気層を有する屋根断熱で野地板裏面を外気気流により冷やすことによりすが漏りを防ぐことができる。

寒冷地域に限らず冬期には夜間放射（放射冷却ともいう）により屋根外表面温が外気温より 4～5℃、外壁面で 2～3℃低くなり、凍害発生リスクが高まる。また、内部結露発生リスクも高まる。屋根面に露を結び、日射が当たる 8～9 時頃まで継続する。これはほぼ毎日繰り返されるので、屋根材間の隙間や屋根材表面から浸水や吸水がおこると劣化リスクが増大する。

夜間放射とは、地表面と天空大気との間で行われる長波長放射で、次式で近似される。

$$J_{nit} = C_b \left(\frac{T_a}{100} \right)^4 \left\{ (0.474 - 0.076\sqrt{f}) \{ 1 - (1-k)c / 10 \} \right\}$$

ここに、

J_{nit} : 夜間放射量 (W/m^2)

C_b : 黒体の放射定数($= 5.67 W/m^2 K^4$)

T_a : 地表付近の空気の絶対温度(K)

f : 地表付近の空気の水蒸気分圧(mmHg)

k : 雲高による修正係数

上層雲時: $k = 0.8$

中層雲時: $k = 0.3$

下層雲時: $k = 0.15$

c : 雲量 快晴 = 0 全天雲 = 10

(出典: 最新 建築環境工学「改訂4版」2016/2/ 井上書院)

図 3.1.1 は宇都宮の標準気象データによる計算結果で、夜間放射量は、昼間は少なく夜間から

明け方にかけて大きくなり 110 W/m^2 近くになる。その結果、外壁表面温が外気より $2\sim 3^\circ\text{C}$ 低くなり結露が発生している。とくに北側では日中の蒸発が少なく、結露付着量が増大しやすい。また、屋根面では夜間放射の影響をより強く受け外気温より $4\sim 5^\circ\text{C}$ 低くなるため結露量（露）は多くなる。屋根の勾配が緩いほど夜間放射の影響は大きい。場合によっては一日中濡れていることがある。凍結・融解を繰り返すことにより層状剥離、剥がれ等が生じ著しい劣化につながる恐れがある。とくに吸水性の高い屋根材では注意が必要である。湖沼周辺や盆地のような湿潤地域ではこれらの傾向が倍加されるので、吸水性の低い屋根材や防水性の高い塗膜材の採用が望ましい。

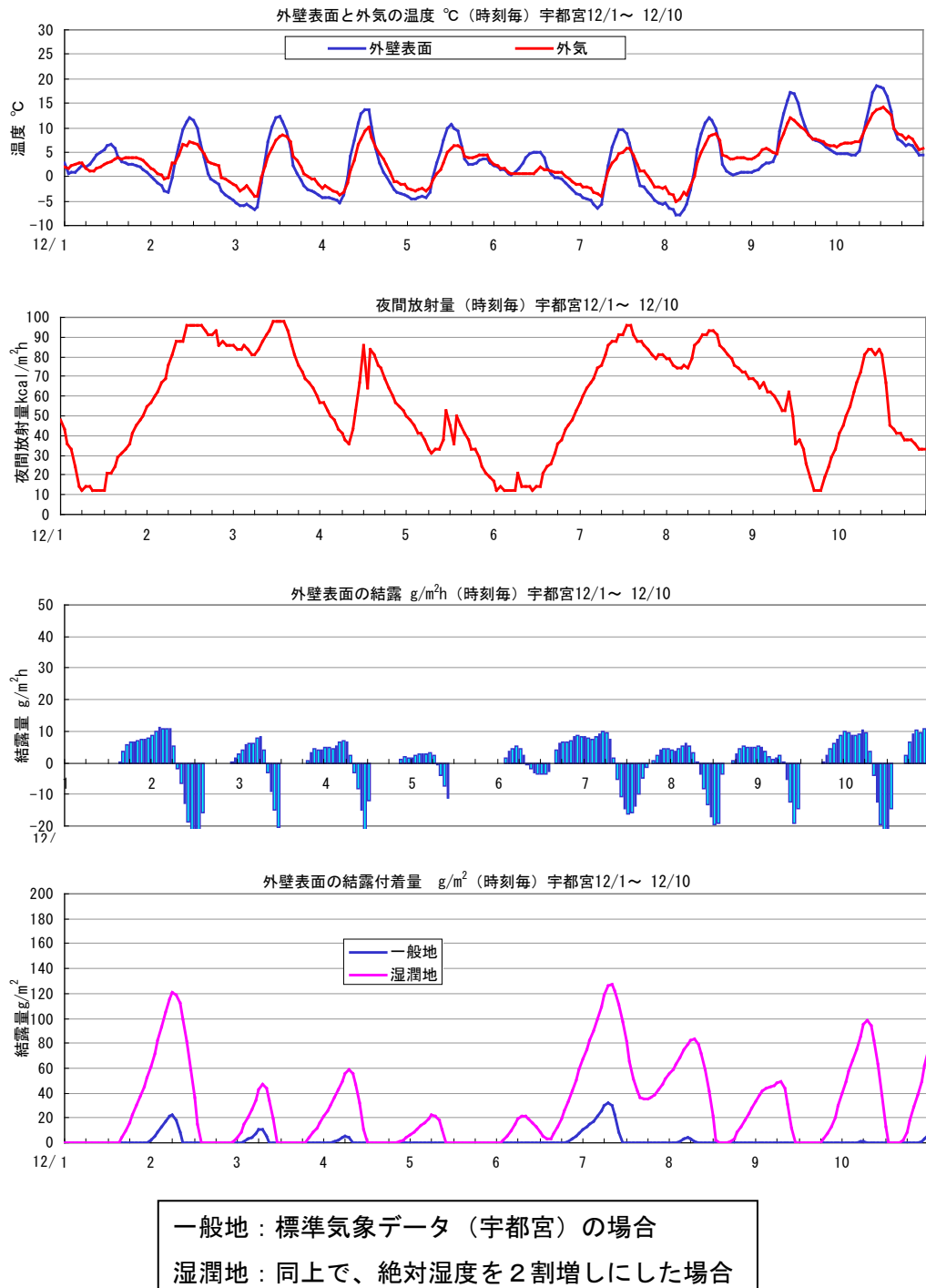


図 3.1.1 放射冷却による外壁面（北壁）の結露例 宇都宮

3) 降灰地域

鹿児島県桜島周辺地域のように降灰のある地域では、屋根材の隙間から灰が浸入し、瓦棧の如き横棧に堆積して浸入雨水の流下を妨げ、野地板や棧木の腐朽の原因となる。横棧を浮かせる縦横棧木構法が有効であるといわれている。

また、関東ローム層など地盤が表しになっている立地環境でも同様のことが言える。

3.1.2 特殊な立地環境

1) 崖上敷地

崖上敷地では下から吹き上げる強風により、屋根—外壁取り合い部、けらば、軒天等の開口から雨水の浸入リスクが高まる。崖際に近いほどリスクが増す。

2) 川沿い、湿地帯、盆地、沿岸地帯

川面では流速と同じ速度の風が起こっている。川が蛇行する地点の敷地ではこの風に常時曝されることになる。川面から蒸発した水蒸気をたっぷり含んだ空気に覆われるので、湿害のリスクが高まる。湖沼でも同じことがいえ、常時風の方角を考慮した配置計画が必要である。湿地帯や盆地も高湿度になりやすく、湿害のリスクが高い。とくに床下での結露被害が発生しやすいので注意が必要である。

海に接した山沿いの地域では海陸風（昼間は陸側が温まって海側から風が流れ、夜は逆に暖かい海側に向かって冷たい陸側から風が流れる現象）が発生し、昼夜を問わず水蒸気を多く含んだ空気が陸側に流れる。盆地状地形では毎朝、地表近くに湿度の高い空気の滞留が起きる。いずれの場合も湿害発生リスクが高まる。これらの地域では屋根や外壁には雨水や朝露等に対し吸水率の低い材料選択が重要である。先に述べたような山が迫った沿岸部や湖沼周辺盆地のような湿気の高い地域では結露や凍結・融解の発生頻度が増大するので、吸水性の低い外装材・屋根材と防水性の高い塗膜材の採用を検討すべきである。

3) 傾斜造成宅地、段型造成宅地、棚田・水田跡地の宅地化

傾斜地では斜面に沿って流下した雨水や湧水が敷地内に流入するため、宅地土壌地下水の上昇、流水の長期滞留が生じ、床下・基礎部の高湿潤化を招きやすい。適切な側溝や排水施設の設置により速やかに排水することが大切である。新造の傾斜造成宅地では、法面土砂崩落により基礎外周の地盤面が嵩上げされ、ベタ基礎打継部から内土間への逆浸水が起こることがあるので外周基礎周辺の地盤の高さの変化などに注意が必要である。棚田・水田跡地では地盤が湿潤しているため、床下空間が高湿化し土台、床組木部等が腐朽しやすく、床下地盤や土間の防湿処理の徹底が要求される。とくにベタ基礎の立上りや基礎と防湿コンクリートとの打継ぎ部は竣工後の乾燥収縮により隙間が発生することがあるので配筋を施したコンクリートの一体型の打ち込みが望ましい。

※、建屋の基礎土間に地下湧水による冷却が発生し易い。

(土留宅地側にトレンチや水抜き排水管等による排水措置が必要)

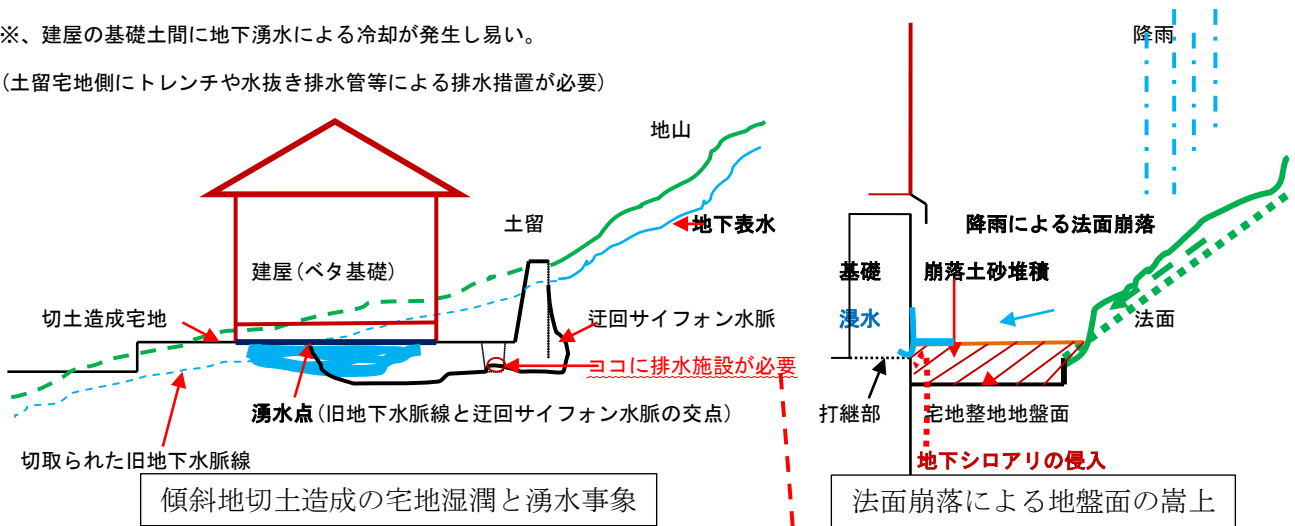


図 3.1.2 傾斜地造成宅地に発生し易い立地環境の劣化リスク要因概略図



上段の土留 湧水による宅地の湿潤状態

排水管を埋設したトレンチ(砂利埋戻し) 打

打継に残るセパ金物 浸水状態

写真-1 段型造成宅地の湧水による湿潤状態

写真-2 排水トレンチ施設 写真-3 打継部からの浸水

3.2 使用材料に関わる要因と不具合

3.2.1 材料の水分

水分を多く含んだ材料（特に木質系材料）を使用して施工した場合、材料から蒸発した水分による結露などによる湿度の高い環境でのカビや腐朽菌の発生、木材の乾燥過程での材料の変形などによる不具合が発生する。

1) グリーン材の使用

伐採時、木材の含水率は樹種や心材か辺材かで変わるが、ヒノキやスギなどの針葉樹の心材で30～60%程度はある。木材を乾燥させることにより含水率が減少し、軽くなるだけではなく、強さなどの力学的性質も向上する。乾燥が不十分で初期水分を多く含んだ木材（グリーン材）はその後に乾燥していく過程で変形や収縮、割れがおきる。このようなグリーン材を使用した場合、木材の放湿乾燥による変形、収縮、割れで躯体や下地の変形が起ることで風の巻き込み、防水上の不具合が発生する場合がある。また、木材より放湿された湿気により屋根壁の取り合い部分など通気・換気の取り難い箇所、出来ない箇所に結露が発生し、カビや腐朽菌の発生につながる。乾燥の不十分な木材は腐朽しやすいため原則としてグリーン材は使用せず、KD材（人工乾燥材）、AD材（天然乾燥材）などの十分乾燥された木材を使用する。JAS製品の含水率規格を表3.2.1に示す。

表 3.2.1 JAS 製品の含水率規格

品 名	含水率 (%)
製材<人工乾燥材> 針葉樹（構造用以外）	15 以下
広葉樹	13 以下
葉樹の構造用製材<乾燥材> D25	25 以下
D20	20 以下
D15	15 以下
枠組壁工法用構造用製材<乾燥材>	19 以下

2) 現場保管時の湿潤

乾燥木材であれば雨などで一時的に濡れた程度であれば天気が良ければ 1 週間程度で元の含水率となる。しかし、現場保管時の養生不足により降雨、夜露などで木材が濡れ、そのまま使用することで表面に吸水した水分を放出し、結露する事がある。特に建築物の内部に使われる場合は通気・換気が十分にとれないことが多く、結露しやすいので注意が必要である。また、通気の悪い場所で乾燥しない状態が続くとカビや腐朽菌の発生につながる。従って、保管は写真 3.2.1 のように 4 面を十分な防水性のあるブルーシートで養生するなど降雨や夜露などで木材が吸水し、表面の含水率を上げないように注意しなくてはならない。



写真 3.2.1 木材の現場保管の例

3) 基礎コンクリートの過剰水分

コンクリート硬化後、降雨などで基礎コンクリートに過剰水分のある状態で木部が施工されると床組み・床裏の湿潤結露が発生する。また、床下の湿気が壁体内に流れ込む事により、壁内、小屋裏に結露が発生する。過剰水分による床下の結露の状態を写真 3.2.2 に示す。この事により室内空間や収納部にカビや腐朽菌が発生する。従って、基礎コンクリートが濡れている場合は適度な状態まで乾燥させる必要がある。また、降雨が予想される場合は写真 3.2.3 のように十分な防水性のあるブルーシート等で養生することも必要である。



写真 3.2.2 過剰水分による床下の結露



写真 3.2.3 施工現場での養生例

3.2.2 適用外の部材

本来の使用目的とは異なった部位へ部材を使用することはその部位への適合性に劣り、部材本来の性能を発揮出来ないため不具合が発生する。

1) 使用適用外の箇所への防水紙の使用

a. モルタル下地用防水紙

モルタルは乾燥収縮や建築物の動きなどでひび割れが発生することがあり、このひび割れから壁体内への雨水の浸入を防ぐ性能が防水紙には必要である。モルタル下地用の防水シートとして現在は使用されないアスファルトフェルト 8kg や 17kg を使用することにより防水・防湿性能の不足、耐久性や強度不足によりステープルからの漏水が発生することがある。

また、これらのモルタル下地用の使用に適さないアスファルトフェルトは寸法安定性も劣るので波打ちも大きく、モルタル層の厚さが不均一になる。これによりモルタル層にひび割れが多く発生し、漏水、モルタル層の剥落をおこすことがある。写真 3.2.4（モルタルを撤去後の状況）のようにアスファルトフェルト自体も破れたりすることがあるのでモルタル下地用に適した防水シートとしてアスファルトフェルト 430 や改質アスファルトフェルトを用いて施工しなければならない。

モルタル外壁の表層の塗膜の劣化、ひび割れ、シーリングの無い窓まわりの隙間などがあると、浸入した雨水によりモルタルの含水率が高まる場合がある。その後、天候が回復してモルタル表面が日射を受けて温度が上昇すると、層内の水分が水蒸気化して裏面側に放散する。モルタル裏面の防水紙がアスファルト系防水紙の場合、透湿抵抗が比較的高いので、躯体側への水蒸気の流入をかなりの程度まで抑えることが可能となる。一方、モルタル裏面に透湿防水シートを使用すると、その水蒸気は躯体側へ流入し、下地材や躯体材の含水率を高める恐れがある。モルタル外壁下地に透湿防水シートを使用する場合は、外壁を通気構法とするか、上記の水分移動に関して安全性が確認された製品を選択することが肝要となる。



写真 3.2.4 耐久性不足によるアスファルトフェルト 8kg のやぶれ

b. 屋根下葺き材

屋根下葺き材としてモルタル下地用途のアスファルトフェルト 430 等を使用することにより、防水性能、強度などの耐久性が不足し、写真 3.2.5 のようにアスファルトフェルトが脆くなったり、写真 3.2.6 のように波打ったりする（葺き土の撤去後のアスファルトフェルト表面なので土埃で白くなっている）。下葺き材の強度、耐久性不足により、釘やステープルの孔が広がり漏水が発生し、通気・換気が不十分であると野地板の含水率が高まり腐朽することがある。このようなことがないように十分な防水性能と耐久性、強度のある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等の屋根下葺き専用品を使用しなければならない。



写真 3.2.5 アスファルトフェルトの波打



写真 3.2.6 アスファルトフェルトの劣化

2) 透湿防水シートの紫外線曝露による劣化

透湿防水シート施工から外皮（屋根、壁）の施工までに長期間放置された場合、紫外線や熱の影響により劣化し、防水性能（耐水圧）が低下してしまうことがある。写真 3.2.7 に長期間の紫外線曝露により表面のフィルムが劣化した状態を示す。このような状態になってしまうと致命的なので外皮の施工後、漏水などの問題が発生する前に、できるだけ早く、出来れば 1 週間程度で外皮を施工する事が好ましい。

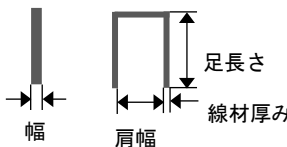


写真 3.2.7 透湿防水シートの紫外線による劣化

3) ステープルの緊結耐力不足

線径、足長不足による緊結耐力が不足するステープルを屋根下葺き材、防水シートの留め付けに使った場合、外皮（屋根、壁）施工前の風雨により屋根下葺き材、防水シートが剥がれてしまうことがある。また、外皮（屋根、壁）施工後でもしっかりと留めつけられないので風であおられシートのばたつきが発生することもある。住宅金融支援機構の「木造住宅工事仕様書」では屋根下葺き材の留め付けは足長 16mm 程度、防水シートは波形ラスを取り付ける場合の足長さは 19mm 以上とする必要があると記されている。

表 3.2.2 ステープルの適用例

	用 途	品 名 (JISA5556)	寸 法 (mm)			
			足長さ	肩幅	幅	線材厚み
屋根用		1016J	16	10	1.2	0.6
		1010J	10	10	1.2	0.6
ラス用		1019J	19	10	1.2	0.6
		1025J	25	10	1.2	0.6

3.2.3 不適切な組み合わせ

部材個々の性能は使用目的に対して十分な性能があっても部材の特性にあったものを組み合わせないと個々の部材の性能を打ち消しあったり、接触することによる部材相互の劣化により不具合が発生する事がある。

1) 透湿防水シートとブチル系防水テープ

透湿防水シートとブチルタイプ防水テープ（非膨潤タイプを除く）との貼り合わせ部分が経年変化により写真 3.2.8 のようにしわが発生し、水みちを形成することがある。これにより窓枠から壁内への漏水が発生する。また、防水テープの粘着剤の油分が透湿防水シートへ浸透することで透湿性、防水性が失われる。このようなことのないように防水テープは透湿防水シートの製造メーカーの推奨品を使用する。

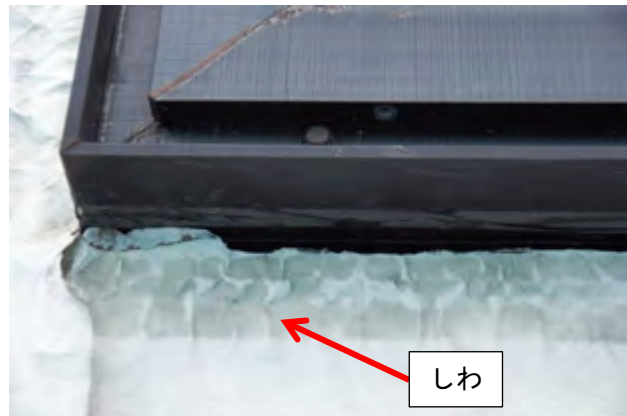


写真 3.2.8 防水シートへの影響

2) 防腐防蟻剤と金属板

銅やホウ素を含む防腐防蟻剤で処理された木材、合板は鋼板を腐食させることがある。防腐防蟻処理された木材を下地材や胴縁などに使用し、長期にわたり湿潤状態が続く環境下でガルバリウム鋼板等の水切りなどと接触する状態が続くと、電食や化学反応により腐食する。この現象により写真 3.2.9 のように金属板の塗膜や基材が劣化し、雨仕舞や意匠に支障が生じることがある。直接接触する可能性のある部分は、通気や換気を十分に確保し乾燥させるか、防水テープ等で絶縁し水分との接触を避けるか、耐久性の高いステンレス等の基材を用いる等の対策をとることが望ましい。



写真 3.2.9 金属水切りの腐食

3) 透湿防水シートと防腐防蟻剤

防腐防蟻処理された木材を通気胴縁として使うケースが増えており外装材の施工前に降雨があると防腐防蟻剤の薬剤成分が雨水で溶け出し、種類によっては透湿防水シートの撥水性が低下し、防水性を低下させる。防腐防蟻処理されている胴縁を使用する場合は施工中雨水で濡らさぬよう、胴縁施工後は外装材を速やかに施工する、または防腐防蟻処理されていない木材を

使うなど、十分に注意が必要である。写真 3.2.10 は防腐防蟻剤の影響で、降雨により透湿防水シートの裏側に漏水した例を、写真 3.2.11 は防腐防蟻剤の影響で透湿防水シートが透明化（=防水性低下）した状況を示す。

透湿防水シートに対する防腐防蟻剤の影響については各種の報告がある。市販されている透湿防水シートも単一素材、複合素材など構造的には各種有り、防腐防蟻剤も油溶性、水溶性、薬剤も銅系、ホウ酸系など各種有り、すべての組み合わせにおいて大きな問題が発生しているわけではないが、十分な注意が必要である。



写真 3.2.10 透湿防水シートへの影響

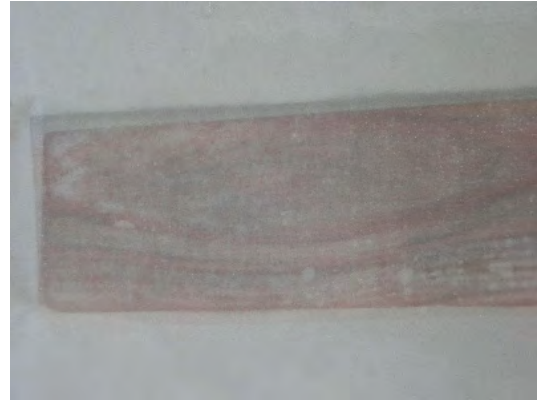


写真 3.2.11 透湿防水シートの透明化

含水率の高い材料（特に木質系材料）を使用して施工した場合、材料から蒸発した水分による結露などによる湿度の高い環境でのカビや腐朽菌の発生、木材の乾燥過程での材料の変形などによる不具合が発生する。

3.3 工事管理および工程に関わる要因と不具合

木造住宅の設計施工の監理・管理については、一般的に設計監理は実質化しておらず、施工者による施工管理に委ねられる場合が多数を占める。従って本項では「施工管理」としての「工事管理」および「工程」に関わる要因について述べる。

3.3.1 工事管理に関する要因と不具合

ここでは本共同研究の全体的総覧としての「木造住宅の劣化リスクを高める外皮の設計・施工要因リスト」の項目に従い、工事管理に起因する不具合の要因と不具合について代表例を列挙し解説を加える。

1) 材料・施工部位の養生、劣化防止

- a. コンクリートの過剰水分を看過、初期水分による結露発生や乾燥収縮クラックの多発
- b. 透湿防水シートの施工後の養生不良により、紫外線等によるシートの早期劣化
- c. バルコニー手すり壁の天端を足場として使用、防水層損傷や天端の変形等による漏水
- d. 屋根葺き材・外壁仕上げ材を施工する前の養生不足、初期水分による結露
- e. シール材施工前の足場撤去により、シール材未施工や不完全な施工

これらは工事管理者の材料等の品質管理不足、工程管理不足から発生するもので、施工組織と

しての問題である。

2) 異業種間工程の不適切な連繫（管理者の各職能への指示不適）

- a. 屋根板金役物と外壁材の緊結忘れによる漏水等
- b. 先張り防水シートの不適切な施工による漏水
- c. 水切りと防水紙または防水シートの収まり不良による漏水
- d. シール剤の充填不良（外壁・開口部まわり）による漏水

これらは近年の構法・建築材料の変化で、従来の職能の知見・経験不足から発生する場合も多く、一連工程の職能の多能工化により解消する可能性もあるが、現状では、工事管理者の各職能への指示の徹底が求められる。

3) 施工管理

- a. 不適切な工具の使用、不適切な作業により、材料の不具合発生
- b. 低温時の防水テープ施工等、材料特性に関する知見不足による品質管理不適

施工管理については、各施工組織により形態が異なり、元請施工者が材料・施工を一括管理する場合や、各職能が材料・施工を請け負う、若しくは施工のみを請け負う場合等があり、それぞれのケースに対応した施工管理体制の構築が求められる。

3.3.2 工程に起因する不具合の要因

工程に起因する不具合の要因は、新素材の開発や多種の機能性材料等の出現に伴い、構法・層構成の変化により多様な専門職が一連の工程に関わるようになり、効率性等の問題から従来の工程では対応できなくなってきたことから生じているものと考えられる。

1) 基礎

基礎の工程については従来からそれ程変化しているわけでは無いが、鉄筋工事・コンクリート工事が従来の木造住宅の簡易な考え方から、RC 構造としての施工方法に変わっており、その工程における品質管理の認識不足が不具合発生の要因となっている。

2) 外壁

外壁の工程が尤も従来の工程と変化している。前述のように構法・層構成の変化による多様な職能の出現が整理されないまま、従来の工程に従っているところに不具合発生の要因がある。ここは本共同研究の「異業種取り扱い部の問題点とリスク分析」を参照されたい。

3) 屋根

屋根についても前項同様である

3.4 外皮構造の計画・構成・納まりに関わる要因と不具合

3.4.1 基礎に関わる要因

1) べた基礎（土間部）および防湿コンクリート（土間コン）の水抜き孔未設置

施工中の降雨水が排出されず、コンクリートに吸収されるため、竣工後の初期の段階で床下の高湿潤環境をもたらし、カビの発生や木部の腐朽につながるリスクが高まる。水抜き用の孔を設置し、竣工直後に塞ぐとよい。孔の設置の代りに養生シートで全面を覆うのも一つの方法である。

2) べた基礎外周外側土間（犬走り等）から基礎打継部を通して浸入する雨水

基礎外周に接して設ける犬走り等の土間コンクリートは一体化が難しく、その隙間から雨水の浸入やシロアリの侵入が発生する。さらにべた基礎と布基礎脚部との打継ぎからも床下に浸入・侵入し、劣化リスクを高める原因となる。外構施設の土間は隔離するか差筋等で基礎と一体化するように造らなければならない。

3) 布基礎脚部と土間取り合い部の不適正な防湿処理

土間防湿措置として防湿シートを用いる場合、布基礎立ち上り部で防湿シート端部にまくれ等により隙間が生じ地盤面から水分が漏洩して劣化リスクを高める場合がある。端部をテープで留め、乾燥砂で押さえる方法が有効である。ただし、ブチル系防水テープを使用する場合、コンクリートのアルカリ反応により接着剥離を起こすので注意が必要である。

4) 床下換気経路の阻害

床下をコンクリート基礎で区切る場合、まわりとの繋がりがなく閉塞状態となると湿気がこもり劣化リスクが増大する。全ての区画で換気が行われるよう適切に換気口を配置することが重要である。

5) 基礎断熱構法

一般的に基礎断熱構法では換気口は設置しない。そのため竣工後夏を迎える場合に湿害のリスクが高まる。とくに温暖地では換気口を設けておき春秋の中間期に換気すると良い。梅雨期から夏期は換気口を閉じないと床下空間の湿度が上昇し湿害が発生し易いので注意が必要である。冷房運転時に室内空気を床下空間を経由して外部に排出できるよう計画することも有効である。

3.4.2 外壁に関わる要因

3.4.2.1 外壁形状

1) R 付き（曲面がある）壁面

- a.形状が不適合のサッシの枠材との取合い部からの浸水リスクがある。サッシの適合曲率半径内の使用を順守する。
- b.水切り板金の不連続部からの浸水リスクがある。板金の繋ぎ目から浸入しやすいため、R 付き連続板金の使用を順守する。

3.4.2.2 層構成

1) 直張り構法（湿式）

- a.外装材（モルタル等）から浸入した雨水がステープル等の防水シートを貫通する箇所から浸入し、下地が劣化するリスクがある。経年で発生したクラックや開口部まわりとモルタルの間から雨水が浸入する。浸入した水はモルタルと防水紙の空隙が水みちとなり流下する。水みちにあるステープル等の防水紙を貫通する箇所や開口部サッシフィンの防水シートと両面テープの間にできるピンポールなどから浸入して、下地へ浸水する。含水した下地は防水紙と内壁の防湿シートに挟まれているため、乾燥できない。高含水状態が続き下地木材が腐朽する。

対策としては、モルタルのひび割れ防止措置（補強ラス・ガラスネット）や外壁用塗膜防水材を使用することがある。

2) 直張り構法（乾式）

- a. 外装材から浸入した雨水がステープル等の防水紙を貫通する箇所から浸入し、下地が劣化する

リスクがある。外装材の目地や継ぎ目から浸入した雨水は外装材と防水紙が密着している部分で滞留する。滞留部分に外装材留め付け釘やステープル等の防水紙を貫通する箇所から下地へ浸水する。

対策としては、通気構法とすることがある。

3) 不適切な透湿抵抗比の層構成

- a. 壁体内の結露発生リスクがある。外壁下地に透湿抵抗の大きい構造用面材を使用する場合、室内側の防湿層がしっかり施工されていないと室内から流入した湿気が構造用面材の室内側で結露する。

断熱材の外気側を境界として、室内側の透湿抵抗が外気側より 2 倍以上であることが望ましい。(5・6・7 地域の場合)

対策としては、室内側には別張りの防湿シート（住宅用プラスチック系防湿フィルム JIS A 6930 の A 種以上）を施す。

表 3.4.1 望ましい透湿抵抗比（室内側／外気側）（数値以上）

地域	1・2・3	4	5・6・7
屋根または天井	6	4	3
その他の部位	5	3	2

4) 防湿層の納まり不良（一般部）

- a. 水蒸気の浸入による壁内結露発生リスクがある。室内からの浸入を防ぐために、防湿層の連続性が求められる。防湿フィルム同士は下地のある部分で 30 mm 以上重ね合わせ、ボード等で挟みつけたり、防湿フィルムを他部材（柱等）に留め付ける場合はフィルムを 30 mm 以上留め付け、ボード等で挟みつけることとなっているが、施工者が理解していない場合がある。サッシまわりや床との取合いは連続性を欠くケースも見られる。

また、袋入り断熱材の場合、袋入り断熱材同士の縦重ねの部分を突き付けで施工すると防湿層の連続性が途切れてしまう。

対策としては、施工者に防湿層の連続性の重要性を理解させ、施工を徹底させる。

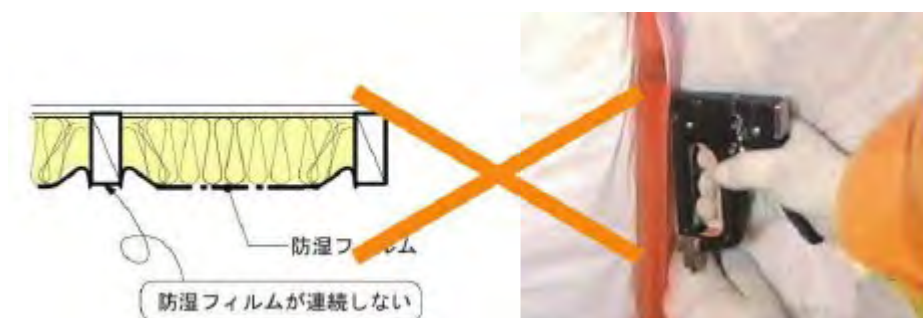


写真 3.4.1 防湿フィルムの施工不良（防湿層の不連続）

（[住宅省エネルギー技術 施工技術者講習テキスト](#)—施工編より抜粋：

一般社団法人「木を活かす建築推進協議会」企画・発行）

5) 防湿層の納まり不良（局部：コンセント・スイッチ部）

- a. 水蒸気の浸入による壁内結露発生リスクがある。コンセントボックスや配管まわり等は防湿層を貫通する。防湿層と付属部との隙間から室側の水蒸気が浸入し、壁内結露となる。

対策としては、防湿層の開口部と付属物との隙間をテープ等の気密補助材を使用して塞ぐことがある。



写真 3.4.2 防湿フィルムの施工不良（コンセントボックス）

6) 通気層の厚さ不足

- a. 単層下地構法においてモルタル塗付けの際にリブラスがたわみ、通気層が狭くなり、壁内が乾燥しにくい状態となる。単層下地構法は下地材を使用しないため、モルタル塗付けの際、縦胴縁間で強く押し付けると通気層が狭くなる。特に、上下の端部ではリブラスがたわみやすい。通気層が部分的に閉ざされてしまうと通気が阻害され、壁内の乾燥が不十分となり結露発生のリスクとなる。

対策としては縦胴縁間の端部には、ヨレ止め胴縁を施して、たわみを防ぐことなどがある。ヨレ止め胴縁は下屋上、軒、出窓庇、霧除け庇、土台、開口部まわりなどに取り付ける。

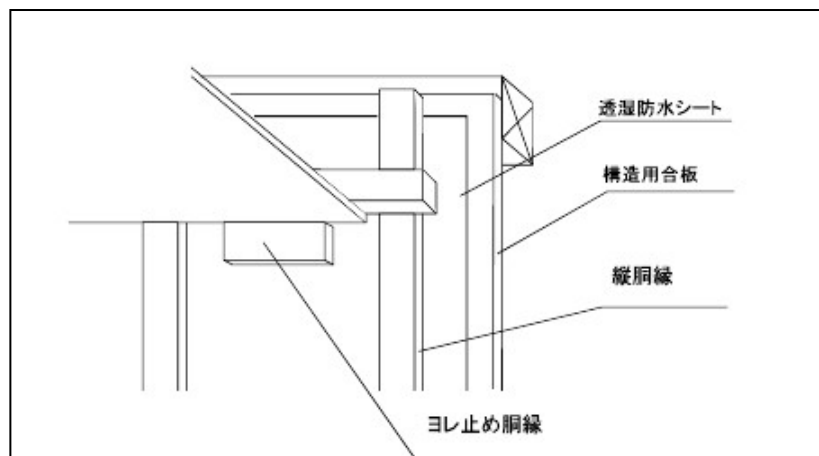


図 3.4.1 ヨレ止め胴縁

7) 通気経路の確保

- a. 横胴縁が通気経路を塞ぐリスクがある。開口部まわりを含む全体の横胴縁を繋げて施工すると外装材から浸入した雨水を排水することができないため、雨水浸入リスクとなる。また、通気・排気経路も閉ざされるため、結露発生リスクとなる。

対策としては、横胴縁の長さは 1820 mm 程度以下とし、両端に 30 mm 程度の隙間を設ける。

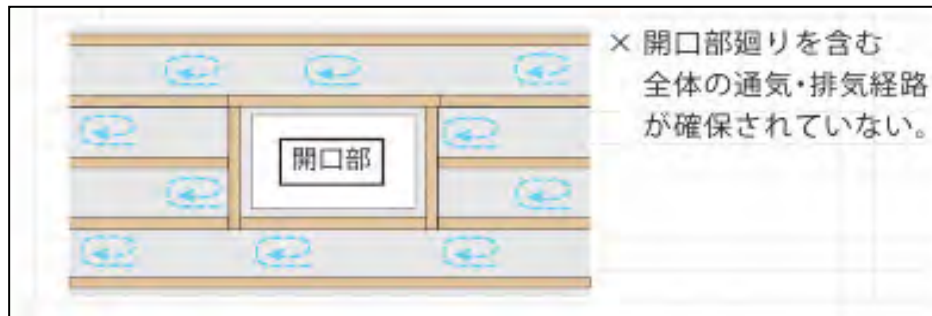


図 3.4.2 横胴縁による通気・排気経路閉鎖

- b. 吸気口と排気口が確保されていないリスクがある。通気経路の上下端部の取合い部で、経路を塞いでしまうと、雨水の排水や通気が妨げられる。雨水浸入や結露発生リスクとなる。

対策としては、施工者に通気経路の確保を徹底させる。

8) 透湿防水シートへの現場発泡断熱材の施工

- a. 断熱材の発泡により透湿防水シートがはらみ、通気層が閉塞するリスクがある。透湿防水シート裏面に直接現場発泡断熱材を吹き付けると透湿防水シートの性能・品質に影響を及ぼす恐れや、発泡断熱材が膨らみ、外壁通気構法の通気層を阻害する恐れがある。

対策としては、面材等を使用して、直接吹き付けないようにする。

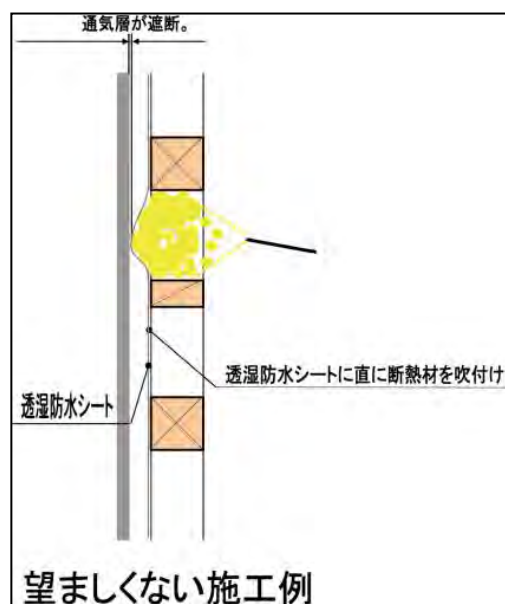


図 3.4.3 現場発泡断熱材による通気・排気経路閉鎖（出典：[日本透湿防水シート協会](#)）

3.4.2.3 各部納まり

1) 軒天と外壁の取合い部の防水不備

- a. 強風雨時、取り合い部間隙から浸入した雨水による雨漏りと下地が劣化するリスクがある。天井下地用野縁・軒天井材で外壁の透湿防水シートを止める場合がある。この場合、風雨の吹き上げ等により雨水が軒天井材から壁内へ浸入して雨漏りとなる。また、通気層が閉ざされている場合は、下地が腐朽劣化する。

対策としては、透湿防水シートを垂木下まで施工し、軒天井材から浸入した雨水を通気層で排出する。

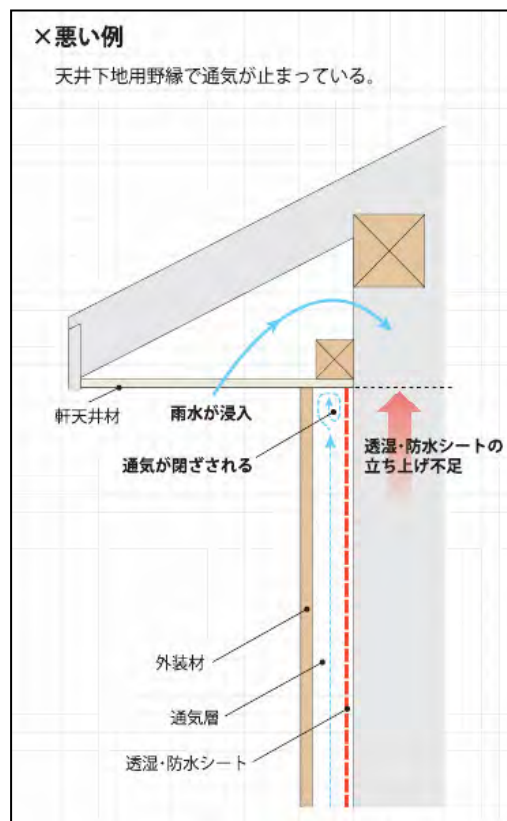


図 3.4.4 軒天と外壁の取合い部の防水不備

2) 庇の上端や両端と外壁材の不適切な納まり

- a. 強風雨時、取り合い部間隙から浸入した雨水による雨漏りと下地が劣化するリスクがある。庇の上端は強風雨時に外壁材と底板金の立上げから雨水が吹き上がる。壁の透湿防水シートと立上げ部の防水テープ処理などを行わないと立上げを乗り越えて庇や壁内へ浸水する。また、庇の両端部と外壁材とはシーリング処理することになっているが、少しでも隙間があると外壁通気層内へ浸水する。浸水した水は庇をとめるねじなどから下地へ伝わるため、下地が劣化する。対策としては、庇と外壁の施工を適切に行うことである。

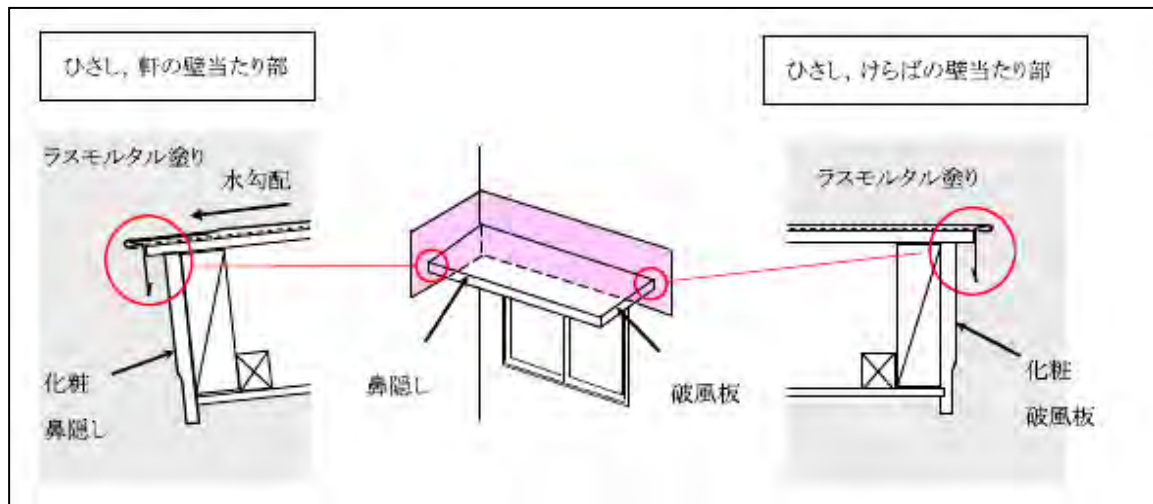


図 3.4.5 底の取合い部の注意箇所

3) 下屋との取り合い

- a. 跳ね返り・吹き上げ雨水が雨押えの立上りから浸入するリスクがある。2階屋根からの下屋屋根材や雨押え板金に雨水が滴下して、その跳ね返りや強風雨時に屋根面に沿って吹いた風の吹き上げによる雨水が外壁の透湿防水シートと雨押えの立上りの隙間から浸入して、立上りを越えて壁内へ浸水する場合がある。

対策としては、透湿防水シートと雨押えの立上り部を両面テープで貼り付けて、隙間をなくすることがあるが、上部で透湿防水シート内へ浸入した雨水は排水できないデメリットもある。

- b. 捨て水切りに浸入して、オーバーフローするリスクがある。流れ壁では、下屋と壁の取合い部に捨て水切りが設置されている。下屋の先端が壁止りとなっている場合、流量が多いと捨て水切りの先端の止め加工を越えて、壁内へオーバーフローする場合がある。同様に雨押えの先端も止め加工を越えて、壁内へオーバーフローする場合がある。

対策としては、立上り高さのある壁止まり役物板金を使用して、オーバーフローを防止する。

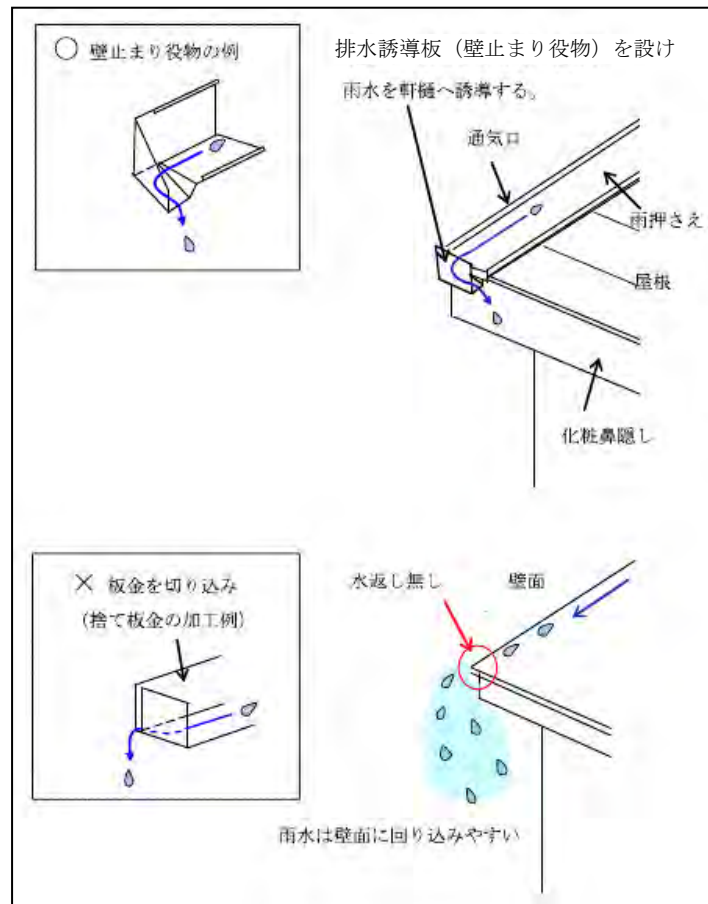


図 3.4.6 壁止まりの取合い部

4) サイディング（窯業系・金属系）のコーナー役物に純正品外の釘を使用

- a. コーナー役物から漏水するリスクがある。釘打ちの際に、コーナー役物のひび割れが発生して漏水するリスクがある。
 - b. 電位差による電食が発生するリスクがある。
 - c. シール切れやサイディング材が割れるリスクがある。
- 対策の一つとしては純正品の釘を使用することがある。

5) 化粧幕板の不適切な取り付け

- a. 幕板と外壁面材との接合部から浸水するリスクがある。外壁の上下で異なる材料を使用する場合、その部分で肌別れを起こしやすく隙間から浸水しやすい。化粧幕板を使用する場合、上面で水が滞留したり、下面でまわり込みやすい。対策としては、幕板の上に中間水切りを設置したり、シーリング処理をする必要がある。

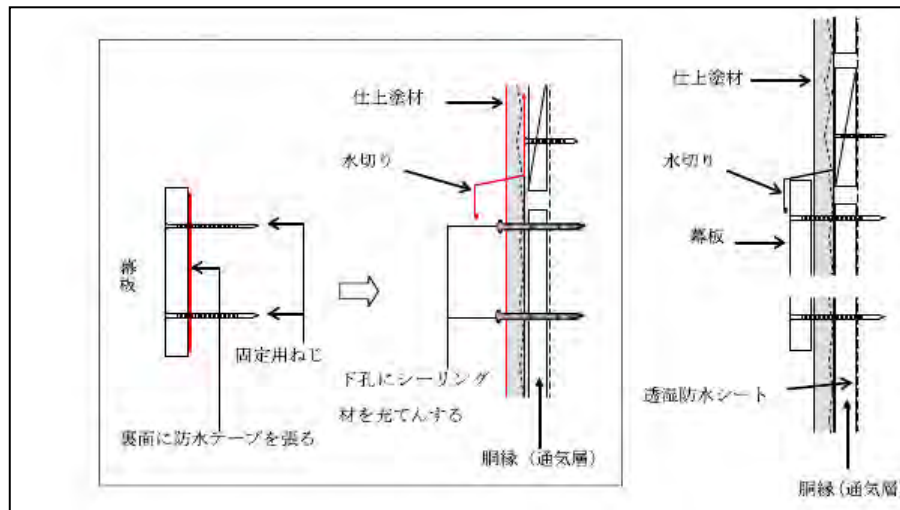


図 3.4.7 幕板の納まり（単層下地通気構法の例）

6) 壁貫通部（換気孔、配線、エアコン配管など）

- a. 貫通物と防水紙の取合いから浸水するリスクがある。特に、貫通物が屋内側に下り勾配になっていると雨水を導きやすい。また、1カ所の貫通孔に配線などが何本も束ねてある場合、内側の配線にはシーリングすることがむずかしいため、隙間から雨水が浸入するリスクとなる。

対策としては、貫通物が屋内側に上り勾配となるように設置する。特に、壁など後工事によって、貫通物が動いてしまい、逆勾配となることがあるので注意が必要である。

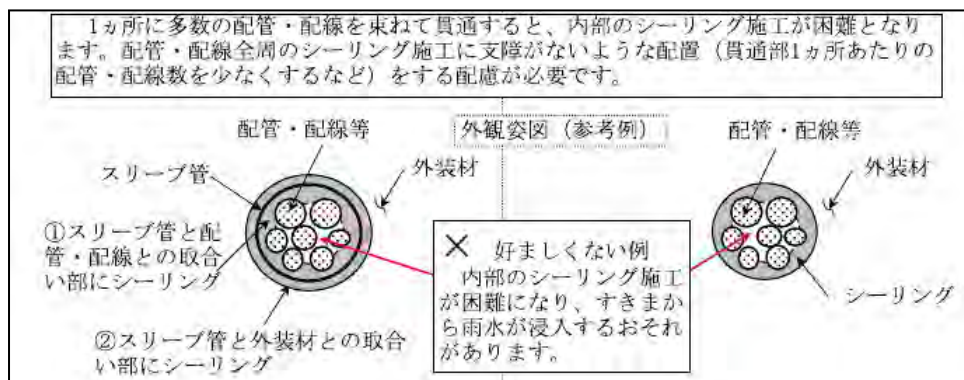


図 3.4.8 壁貫通部の配管（好ましくない例）

- b. 貫通物と防水紙の取合いから漏気するリスクがある。貫通物まわりで防水紙に隙間があると、外気と繋がっている通気層と防水紙内とで、空気が出入りする。断熱材の効果を低減させるリスクがある。

対策としては、シーリング材や防水テープで貫通物とシーリング材と防水紙を一体に密着させる。

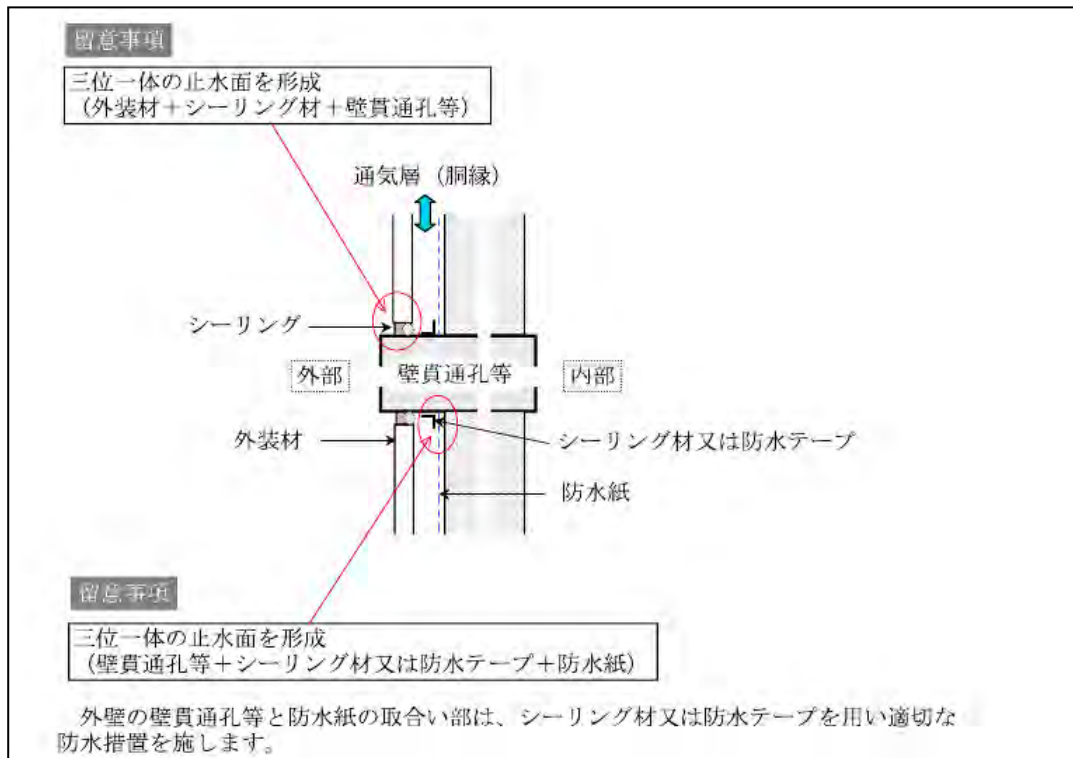


図 3.4.9 壁貫通部の配管（好ましい例）

7) 不適切なシーリング目地

- a. 紫外線劣化によるシーリング切れ・剥離からの漏水リスクがある。特に、直射日光が当たる外壁面は紫外線劣化によるシーリング切れ・剥離が早期に発生する。



写真 3.4.3 サイディングのシーリング切れ・剥離

- b. プライマー不良によるシーリング剥離部からの漏水リスクがある。シーリング材と外装材がしっかり接着されることが重要であり、プライマー処理により接着性が確保される。プライマーがしっかり施工されていない場合、接着不良となり、シーリングと外装材の間で剥離し、そこ

から雨水浸入する。

- c. 不適切なシーリング幅によるシーリング切れからの漏水リスクがある。外装材によって決められた目地寸法を逸脱していると、シーリング材の幅に影響を与える。不適正なシーリング幅はシーリング切れを助長し、そこから雨水浸入する。
- d. 3面接着によるシーリング切れからの漏水リスクがある。目地に充填されたシーリング材が外装材の相対する2面と目地底の3面で接着されているため、外装材の動きを緩衝しきれずに、シーリングに切れや破断が発生して、そこから外装材内へ雨水浸入するリスクがある。

8) 防水紙の重ね部のめくれ、口開き

- a. 防水紙裏面への浸水および下地が劣化するリスクがある。防水紙がたるみなどのある状態で設置されると風雨時にたるみから防水紙裏面へ浸水することがある。下地が濡れることで劣化するリスクとなる。



図 3.4.10 防水紙のたるみによる不具合（出典：国総研資料 第 779 号、20P）

- b. 通気層の閉塞による結露発生リスクがある。防水紙の重ね部でたるみやしわが発生すると通気層を閉塞し、通気が妨げられ結露発生リスクがある。

9) 防水紙のステーブルの打ち損じ

- a. 防水紙裏面への浸水および下地が劣化するリスクがある。下地材の繋ぎ目や節などに防水紙のステーブルを留め付けると防水紙が損傷する。そこに雨水が到達すると防水紙裏面へ浸水し、下地の劣化へつながる。

10) 防水紙の波打ち、しわによる水みち

- a. 防水紙裏面への浸水および下地が劣化するリスクがある。防水紙の波打ちやしわが発生するとその部分が水みちとなる。水みちにステーブルが留め付けてあるとその部分から防水紙裏面へ浸水し、下地が劣化するリスクとなる。また、防水紙の横重ね部に下地がなく、防水紙の端部に留め付けがない場合は、防水紙の端部にしわやたるみが発生して雨水が横重ね部から下地へ浸入する。

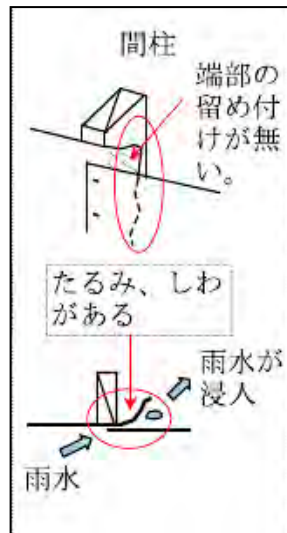


図 3.4.11 防水紙のしわによる不具合

11) 防湿層の納まり不良（袋入り断熱材の重ね）

- a. 水蒸気の浸入による壁内結露発生リスクがある。袋入り断熱材は防湿フィルムを、壁上部は胴差・桁に、横は柱・間柱に、下端は床合板にそれぞれ 30 mm 以上重ねステーブルで留め付けることになっている。しかし、施工不良により断熱材がずり落ちたり、柱間に防湿フィルムごと断熱材を押し込んだりして、隙間が発生する。その隙間から室内の水蒸気が壁体内へ浸入して内部結露が発生する。

12) 防湿層の納まり不良（貫通物まわり：コンセント・スイッチ部）

- a. 水蒸気の浸入による壁内結露発生リスクがある。貫通物まわりやコンセント・スイッチ部は断熱材をその形にカットして隙間なくはめ込む必要があるが、施工が面倒であるので貫通部をよけて押し込み、貫通部まわりに隙間を発生させるリスクがある。

13) 透湿防水シート下端に水切りがない

- a. 水切りが無い場合、雨水がシート下端をまわり込み、土台を濡らすリスクがある。外壁面や壁内に浸入して流れ落ちる雨水は、土台下端に沿ってまわり込みやすい。また、地面から跳ね返る雨水も土台を濡らす。土台が高含水率になると腐朽や蟻害が発生するリスクとなる。
対策としては、土台水切りを設置することで改善できる。

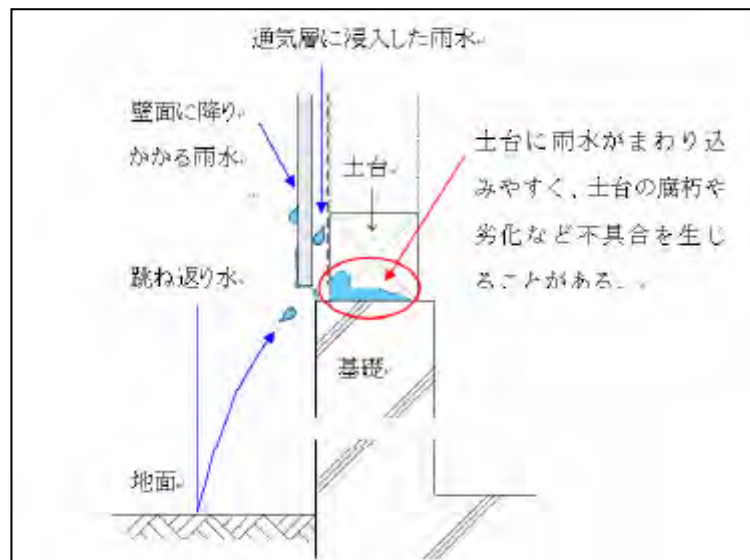


図 3.4.12 土台水切りがない事例

14) 単層下地通気構法の軒天部の通気が適切でない（モルタル塗り、横胴縁）

- a. 横胴縁が通気経路を塞いで、通気量が確保できないリスクがある。モルタル塗付けの縦胴縁間の端部には、よれ止め胴縁として横胴縁を設置したときに、通気経路を塞ぐ恐れがある。縦胴縁間にあるよれ止め胴縁の長さを短くして、通気経路を塞がないように注意する。

3.4.2.4 施工不良

1) 防湿層の不備（一般部）

- a. 水蒸気の浸入による壁内結露発生リスクがある。袋入り断熱材は防湿フィルムを、壁上部は胴差・桁に、横は柱・間柱に、下端は床合板にそれぞれ 30 mm 以上重ねステープルで留め付けることになっている。しかし、施工不良により断熱材がずり落ちたり、柱間に防湿フィルムごと断熱材を押し込んだりして、隙間が発生する。その隙間から室内の水蒸気が壁体内へ浸入して内部結露が発生する。

2) 透湿防水シートが垂木下端まで張り上げられていない

- a. 透湿防水シートの裏面に雨水が浸入するリスクがある。天井下地用野縁・軒天井材で外壁の透湿防水シートが止める場合がある。この場合、風雨の吹き上げ等により雨水が軒天井材から壁内へ浸入して雨漏りとなる。また、通気層が閉ざされている場合は、下地が腐朽する。

対策としては、透湿防水シートを垂木下まで施工し、軒天井材から浸入した雨水を通気層で排出する。

3) ステープルの浮きや防水紙の損傷

- a. ステープルをハンマータッカーなどにより留め付ける際の仕方が弱すぎまたは強すぎ、または下地面材の節部分でのステープルが座屈すると防水紙が損傷するリスクとなる。外装材内へ雨水が浸入すると防水紙の損傷部から雨水が浸入する。

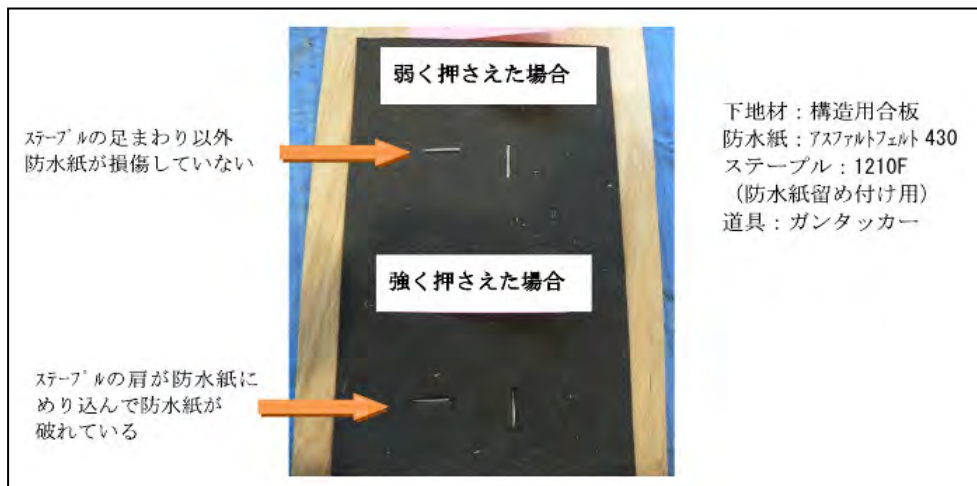


写真 3.4.4 ハンマータッカーの強弱による防水紙の損傷（出典：国総研資料 第 779 号、17P）

4) ラス下地板の目透かし部へのハンマータッカー打ちによる防水紙の損傷

- a. ラス下地板の目透かし位置が防水紙により見えないため、打ち損じて防水紙を損傷するリスクがある。外装材内へ雨水が浸入すると防水紙の損傷部から雨水が浸入する。

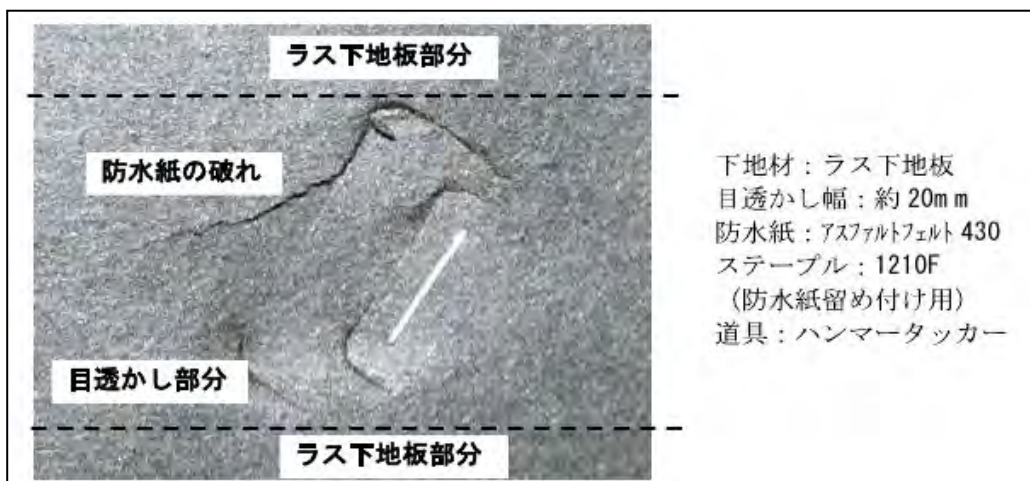


写真 3.4.5 ハンマータッカーによるステーブル打ち損じ（出典：国総研資料 第 779 号、18P）

3.4.2.5 維持保全

1) トップコートの劣化

外壁塗装のトップコートが消失すると塗膜の劣化が促進され、漏水するリスクがある。

2) 作業スペースの不足

維持保全をする足場設置などの作業スペースが不足していると修繕ができず、漏水するリスクがある。

3.4.3 屋根に関わる要因（神谷昭範）

3.4.3.1 屋根形状・寸法・方位等

1) 片流れ

- a. 漏水リスク

(1) 水上側軒先の雨仕舞の不良

風雨をもっとも受けやすい屋根面の一番高い位置で、野地板と破風板の取り付け部ができる。野地板から破風側に伝い水が流れた場合、小屋裏に入りやすい構造になっている。対策としては、野地板と破風板との防水層の一体化や水切り形状で伝い水を防ぐ必要がある。

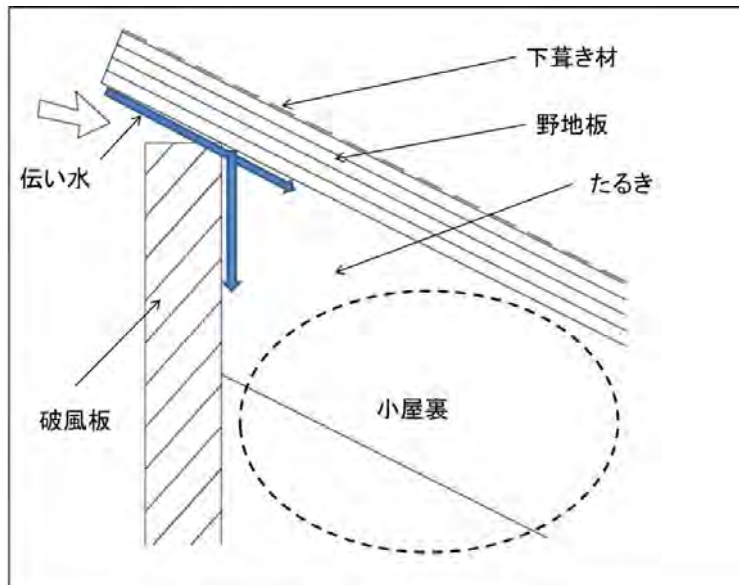


図 3.4.13 片流れ屋根棟頂部断面図（野地板と破風板の取り付け部）

(2) けらば（屋根の妻側の端部）からの浸水（屋根面の流れ長さの延長）

単純に考えると切妻屋根の2倍の流れ長さとなり、けらばの軒先部での捨て水切りに流れる水量も2倍となる。対策としては、けらばの捨て水切りの形状を変更して排水量を多くすることや、土・埃が捨て水切り内に溜まらない構造とすることがある。また、けらばの下葺き材の強化（増し張りなど）も必要である。



写真 3.4.6 片流れ屋根（けらば部、流れ長さが長くなっている状態）

(3) 軒先部の漏水

けらばの捨て水切り内の流速が増し、軒先側に水がまわり込む。対策としては、軒先の下葺き材の強化（増し張りなど）が必要である。

b. 結露発生リスク

(1) 北側斜線を考慮した北面屋根

この場合、屋根勾配を 6 寸（角度が 30° ）以上にすると冬至頃は 1 日中、屋根面が日陰となる。壁や室内から小屋裏に入った湿気が北面野地に吸湿されやすく高含水傾向となり、結露発生リスクが高まる。



写真 3.4.7 片流れ屋根（北面・6 寸（ 30° ）勾配）

(2) 太陽光パネル設置の南面片流れ屋根

太陽光パネル設置部分と太陽光パネルが設置されていない部分では、野地の温度差が大きくなる。太陽光パネルが設置されていない部分の野地は高温となり乾燥して湿気を放出し、その湿気は太陽光パネル設置部分の下で 1 日中日陰となっている野地部分へ移動する。切妻屋根であれば夜間、北面への移動もあり緩和される。しかし、太陽光パネルを大量に設置するために、急増している片流れ屋根ではパネル下の野地は高含水傾向となり、結露発生リスクが高まる。



写真 3.4.8 片流れ屋根（南面・太陽光パネル設置）

対策としては、どちらも小屋裏換気を十分に確保することが必要である。また、野地面通気と透湿性のある下葺き材を使用して、野地上から排湿することも有効である。

2) 棟違い

a. 雨押え部、棟頂部の納まり不良による漏水リスク

(1) 棟違い（片方の屋根面の軒先が同じで、棟の高さが異なる屋根の低い棟が屋根面と交わる部分）の雨押え部

雨押え部では、野地裏側へ下葺き材の立ち上がり不足による漏水がある。対策としては、下葺き材を野地裏面で必ず立ち上げ、その量は **250 mm** 以上とする。立ち上げた下葺き材は軒天井等で隠す。

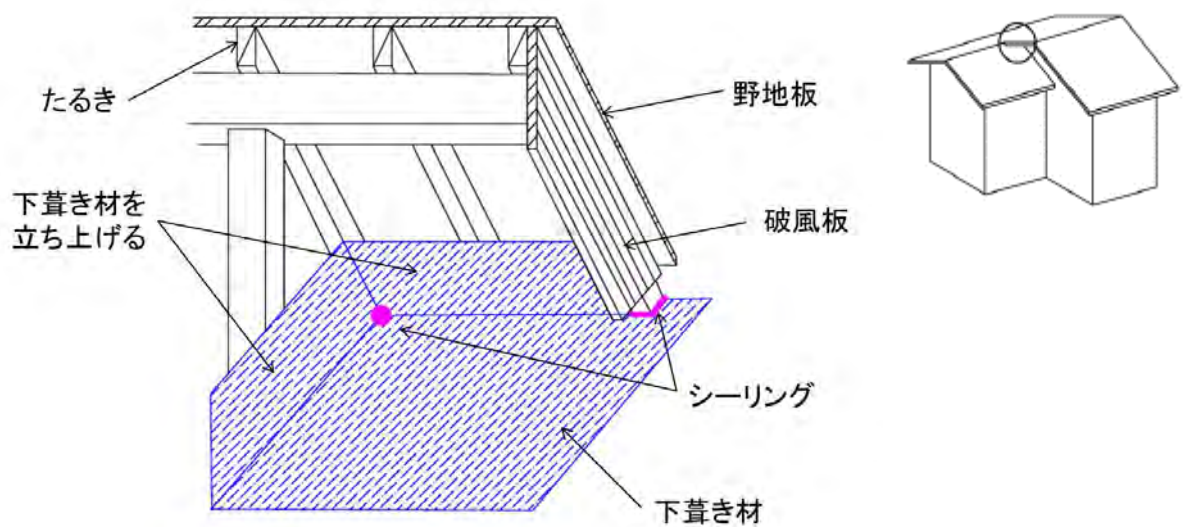


図 3.4.14 棟違い部（雨押え部の下葺き材立ち上げ）

(2) 棟違いの棟頂部

棟頂部では、上部野地と棟頂部に入れる捨て水切りとの隙間からの漏水がある。対策としては、上側野地板を切り欠いて、屋根材が入り込む隙間を作製する。切り欠いた隙間部分に、まず捨て水切り部材を設置する。捨て水切りの立ち上がり部分は破風板の内側となるように、破風板を後施工とする。各屋根葺き材の施工手順（指示書）通りに施工する。

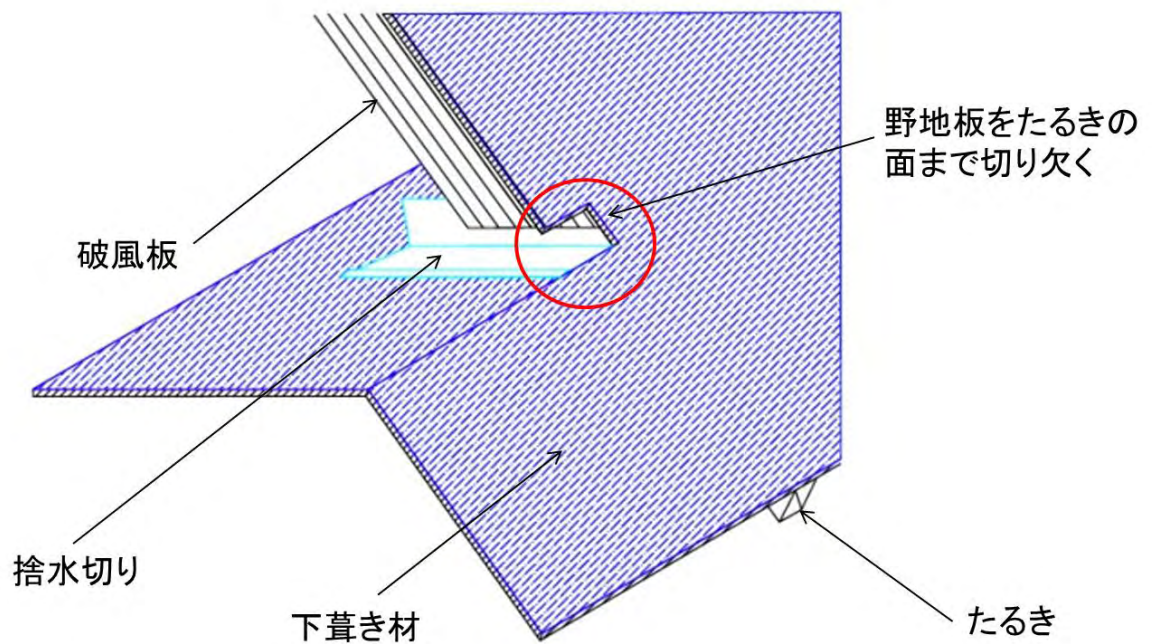


図 3.4.15 棟違い部（棟頂部の切り込み）

3) 越屋根

壁際の雨仕舞の不良による漏水リスク

越屋根では、壁際の納まりが屋根の最頂部にもあるため、下屋の壁際にくらべ強風雨を受けることによる漏水がある。対策としては、壁際の捨て水切り・雨押え部を施工手順（指示書）通り、確実に施工する。

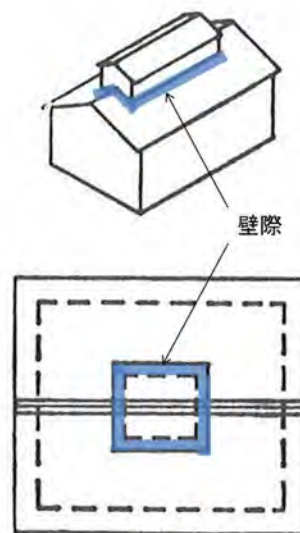


図 3.4.16 越屋根

4) 寄棟（登り棟、隅巴部）

取合い部からの漏水・下地劣化リスク

風雨時に屋根葺き材表面を横走りした水が屋根葺き材と棟との隙間から下葺き材上に浸入する。対策としては、下葺き材の増し張りや耐久性のある下葺き材を採用する。

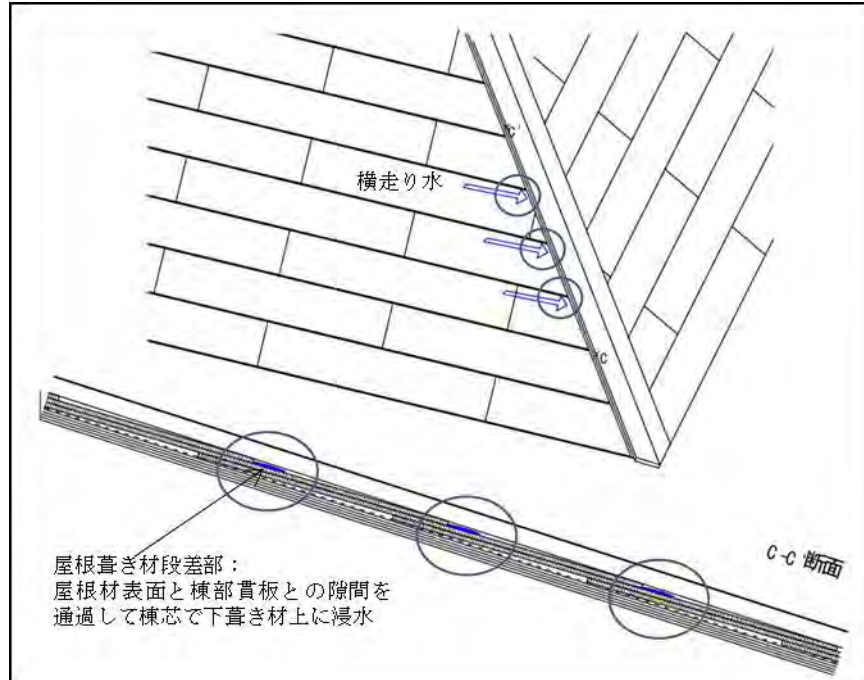


図 3.4.17 寄棟

5) 寄棟の平棟部の長さが短い

換気不良（棟換気がとりづらい）・下地劣化リスク

平棟部の長さが短いために、棟換気に必要な開口面積をとることができず、小屋裏換気不足となる。小屋裏が高湿となり、下地が劣化する。対策としては、換気量が多い換気部材の使用や野地面での換気部材の使用、登り棟設置可能な換気部材の使用がある。

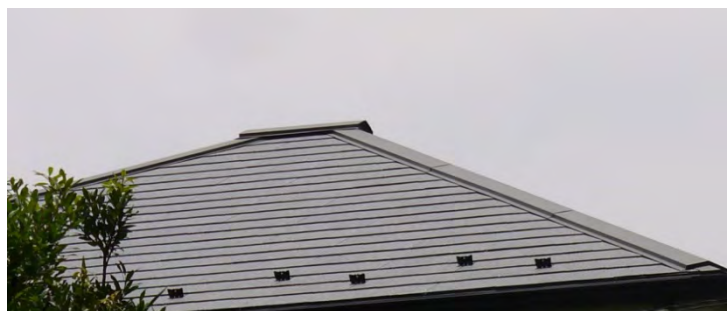


写真 3.4.9 寄棟（平棟部の長さが短い事例）

6) 谷、陸谷、内樋

a. 落とし口の詰まりによるオーバーフローリスク

雨水とともに、落ち葉、ごみ、土埃などが流れこみ、落とし口を塞いでしまうことで、大雨時にオーバーフローが発生する。対策としては、落とし口を詰まりにくい形状にする。

b. 谷板金の腐食による漏水リスク

腐食、酸性雨・滴下水によるエロージョンによる漏水のリスクがある。対策としては、谷、樋の材質を貴な金属、耐食性の高い塗装・めっきを施した金属とすることや材料の厚みを増やすことがある。



写真 3.4.10 滴下水によるエロージョン事例

7) 下屋（大屋根より一段下げた位置に取り付けられた屋根）

a. 漏水リスク

(1) 屋根下葺き材の立ち上げ不足

壁際の雨仕舞の不良による浸水・防水紙裏への雨滴吹き込み（跳ね返り、吹き上げ）のリスクがある。屋根の下葺き材と壁の防水紙の取合い部において、屋根の下葺き材の壁への立ち上げが不足すると、風雨時の吹き上げにより、壁内へ漏水する。

(2) 屋根と壁の取合い部の手順違い

先に壁の防水紙を施工して、屋根の下葺き材との順番が逆になると、壁の防水紙の上を流れる水を屋根の下葺き材が受けることができず、小屋裏へ漏水する。対策としては、壁の防水紙下端に防水テープを施し、屋根の下葺き材と密着させる。屋根の下葺き材の壁への立ち上がり寸法 250 mm以上を順守する。また、屋根の下葺き材を先行設置する。

b. 換気不足または小屋裏換気がないことによる結露リスク

具体的には、下記 3 つの事例がある。

- (1) 下屋の形状によっては、軒天・2 カ所（2 方向）で換気孔を設置することができない場合
- (2) 屋根葺き材によっては、野地面換気部材を設置できない場合
- (3) 壁の防水紙から流下する雨水が小屋裏へ浸入するリスクを考慮して、雨押え換気を設置できない場合（壁の防水紙の裏面の伝い水が屋根下葺き材の開口部に浸入する）

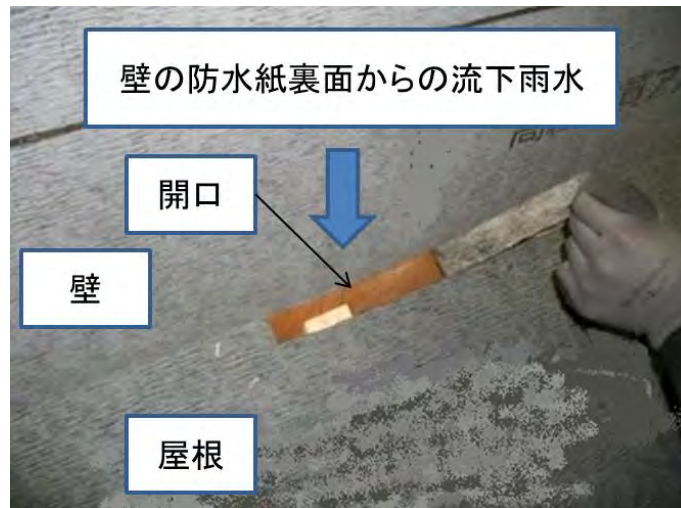


写真 3.4.11 下屋換気孔の開口

対策としては、必ず2方向の換気孔を設置して通気経路を確保し、換気が促進されるような配慮が求められるため、壁の防水紙上を流下する雨水が排水できる雨押え換気部材を開発する。

8) 陸屋根

a. 雨水浸入リスク

(1) 下地の挙動による防水層の損傷のリスク

下地の強度不足によるもので、対策としては下地剛性を確保する必要がある。また、わずかな下地挙動は発生するため、対策としては、防水層を下地追従性の高い仕様とする。

(2) パラペット笠木からの浸水および下地劣化のリスク

パラペット笠木部から防水紙・鞍掛シート（笠木部の防水性を高めるための上部から掛ける防水紙）上面への雨水浸入ルートはいくつかある。

- ①笠木継ぎ手のジョイント・シーリング部から浸入
- ②笠木と外・内壁との取り付け部からの浸入
- ③笠木を留める下地木部の継ぎ手部からの浸水



写真 3.4.12 笠木の継ぎ手

下地への浸水ルートもいくつかあり、下地劣化へと繋がる。

④笠木取り付け金物緊結具（釘）貫通孔

⑤防水紙三面交点のピンホール

⑥ステープル孔などの防水紙損傷部

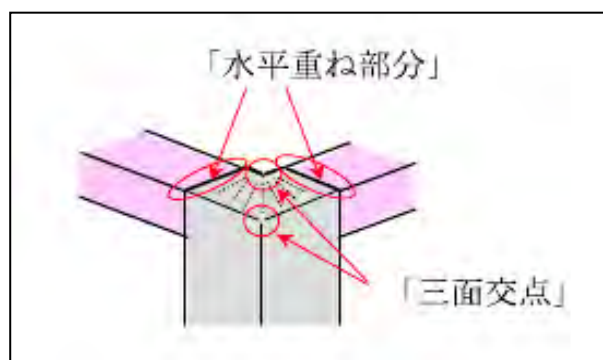


図 3.4.18 防水紙三面交点

対策としては、笠木継ぎ手のジョイント・シーリングの維持管理や笠木と壁の取り合い部の防水対策、笠木下地の継ぎ目処理、笠木取り付け金物緊結具（釘）貫通孔の防水処理、防水紙三面交点のピンホール防水処理、防水紙の適切な施工などがある。

(3) 陸屋根へのアクセス方法の不備によるリスク

陸屋根へのアクセス方法不良によるメンテナンス不足のため、ドレン詰まりによる躯体内への浸水のリスクがある。陸屋根へのアクセスが施されていないことが問題であり、対策としては、容易なアクセスを確保する。また、必ずオーバーフロー管を設置し、さらに、ドレンおよびオーバーフロー管の詰まりを防止する立体カバーを設置する。

b. 結露発生リスク

換気の取り方が不明確または取れない仕様による換気不足由来の小屋裏の結露発生がある。デザイン優先の納まりや防水との兼ね合いで小屋裏からの換気ルートを確保することが困難な場合がある。対策としては、設計段階で、デザイン・防水・換気の全てを考慮した設計・材料・構法の選定が必要である。

9) マンサード屋根（写真 3.4.13 参照、切妻屋根形状の変形で下部の勾配をさらに急にした屋根形状）

a. 腰折れ部（屋根面の途中で勾配が変化している部分）の雨仕舞の不良・漏水リスク

腰折れ部の納まりは各屋根葺き材により、下地の納まりや雨仕舞の施工手順が異なるので注意が必要である。腰折れ部では、施工中に下葺き材を破る恐れがあるので、腰折れ部分の段差部は歩行しない。

b. 換気不良による結露発生・下地劣化リスク

換気経路の屈曲による換気駆動力の低下により換気不良が起きることがある。特に、屋根断熱における断熱材と野地合板間の通気層が屈曲部の母屋・断熱材の厚み・配置により狭小部分ができ、換気駆動力が低下して換気不良が発生する恐れがある。

対策としては、室内側の防湿層の強化や通気層の狭小部分をなくすことがある。



写真 3.4.13 マンサード屋根

10) 方形

a. 漏水リスク

雨仕舞の不良、雨漏りのリスクがある。

対策としては、耐久性のある下葺き材の採用、下葺き材の増し張りや雨仕舞の施工手順の順守などがある。

b. 結露発生・下地劣化リスク

棟換気がとりにくく、換気不足となるリスクがある。軒天給排気や瓦の場合、軒天吸気、野地面排気を行うことはできるが、他の屋根材では棟換気を設置する場所がない。

対策としては、方形用棟換気、隅棟用棟換気装置の開発などがある。

11) パラペット付き屋根

a.漏水リスク

(1) 内樋がオーバーフローするリスクがある。

対策としては、樋容量の強化がある。

(2) 笠木まわりの腐食による漏水・下地劣化のリスクがある。

対策としては、笠木まわりの防水強化がある。

b. 結露発生・下地劣化リスク

換気の取り方が不明確または取れないため、換気不足による小屋裏の結露発生リスクがある。特に、パラペットにより一日中日陰となる野地部分は、日射が当たる野地部分から、湿気が移動する。日陰のため、乾燥されず高湿化となり、結露が発生する。

対策としては、パラペットの笠木下に換気孔を設置して、小屋裏から排湿する。



写真 3.4.14 パラペット付き屋根

12) 大屋根

漏水リスク

大屋根では、流れ長さが大きくなると軒先側で雨水流量が大量となり漏水するリスクがある。

対策としては、各屋根材が規定している勾配に対する流れ長さの限度を順守する。大屋根はリスクが大きいから、耐久性のある下葺き材を採用や下葺き材の増し張りすることなど、さらに、より

信頼性の高い例えばホールレス構法を採用して、下葺き材上で暴露する貫通孔をなくすことがある。

13) 緩勾配屋根（全般）

a. 漏水リスク

緩勾配屋根では、屋根面の流下水の速度が遅く少しの障害物などで滞留しやすいため、漏水リスクがある。

対策としては、各屋根材の適用範囲内の勾配とすることや緩勾配はリスクが大きいから、耐久性のある下葺き材を採用や下葺き材の増し張りすること、さらに、より信頼性の高い例えばホールレス構法を採用して、下葺き材上で暴露する貫通孔をなくすことなどがある。

b. 換気不足リスク

小屋裏の気積（空間の体積）・高低差の不足による換気不足となるリスクもある。

対策としては、棟換気の採用や換気口面積の拡充することや外壁通気層を小屋裏へ流入させ、高低差を確保することがある。

14) 急勾配屋根（全般）

a. 付属物の落下リスク

急勾配屋根では、屋根材や付属設置物の自重がせん断方向に大きくなるリスクがある。

対策としては、長期的にも落下しないように、強固に取り付ける必要がある。

b. 維持管理が不足するリスク

点検するために足場が必要となり、安価に行うことができないリスクがある。

対策としては、点検時に安全帯を掛けることができる安全帯支持金具をあらかじめ、屋根に設置しておく。

15) 葺き材の適用範囲未満の勾配

漏水・下地劣化リスク

葺き材の適用範囲未満の勾配では、屋根葺き材の重ね部からの雨水浸入と下葺き材下への浸水と下地劣化のリスクがある。また、風雨時に屋根葺き材から下葺き材上に大量に雨水浸入する。下葺き材上も勾配が緩いために排水がスムーズではない。屋根葺き材や瓦桟木や下葺き材の膨らみで滞留した雨水が下葺き材貫通孔から下葺き材下へ浸水し、下地劣化へつながる。

対策としては、原則、適用範囲未満は禁止であるが、建築主へリスクを周知させた上で、耐久性のある下葺き材を採用や下葺き材の増し張りすること、さらに、より信頼性の高い例えばホールレス構法を採用して、下葺き材上で暴露する貫通孔をなくすことなどがある。

16) 軒・けらばの出不足

a. 漏水リスク

- (1) 軒・けらばの出不足では、屋根一壁の取合い部から浸水するリスクがある。屋根一壁の取合い部は防水紙の連続性確保が徹底しにくく、施工者も屋根業者・壁業者・大工と3業者が絡むため、責任が不明確である。軒・けらばの出がある程度あれば、浸水を防ぐ処置が行なわれていなくても直接雨がかりしないため、問題は少ない。軒・けらばの出不足では、取合い部に雨がかりするため浸水する。

対策としては、建築主へリスクを周知した上で、屋根壁の防水紙を一体と考え、連続性があるように施工することや野地や破風や壁の取合い部の防水強化などがある。

(2) 壁面への雨がかり量が増加するため、サッシまわりなど壁から浸水するリスクがある。2階サッシ上部への雨がかり量が特に増加するため、2階サッシまわりから壁内へ雨水浸入し、その水が1階サッシ上部で室内側へ浸水する。対策としては、壁面の防水強化がある。

b. 結露発生リスク

軒・けらばの出不足は軒天換気口が設置しづらいため、換気不足による結露発生のリスクがある。1つは小屋裏換気を行うため、軒天に設置する吸気・排気口が設置できない。もう1つはけらば側の妻壁内通気層の排気口が設置できない。

対策としては、出不足でも設置できる小屋裏換気口やけらば側の妻壁内通気層用換気材の開発がある。



写真 3.4.15 軒・けらばの出不足屋根

17) 屋根面への日照不足

結露発生・下地劣化リスク

屋根面への日照不足では、屋根面の温度が低くなるので、結露が発生しやすく乾燥しにくい。ため、下地劣化するリスクがある。特に、寄棟の北面や片流れ屋根の北面、下屋の北面、太陽光パネル設置部分の下面などは、屋根面への日照が不足する。他の屋根面や壁など日照を受ける部分では、下地は温度が高くなり、湿気を排出するために、その湿気が日照不足屋根面に移動してきて、高湿化となる。

対策としては、小屋裏換気を促進したり、屋根面通気構法などを採用する。

3.4.3.2 層構成、断熱および換気・通気

1) 屋根下葺き材の上に浸入雨水が停滞しやすい納まり

雨水浸入リスク

屋根下葺き材の上に浸入雨水が停滞しやすい納まりでは、屋根葺き材、瓦桟木、下葺き材の膨らみなどで雨水が停滞し、釘孔などから雨水が浸入するリスクがある。下葺き材と密着して

いる化粧スレート、アスファルトシングル、金属縦葺きの屋根葺き材などは、密着面で雨水が滞留する。瓦など瓦桟木を下葺き材へ留め付ける屋根葺き材は、瓦桟木が下葺き材と密着している部分で雨水が滞留する。

対策としては、屋根葺き材から浸入した雨水を下葺き材上で排出しやすい構造とする。例えば、流し桟木構法や屋根葺き材の下に排水可能なスペースがある構法、また、膨らまない下葺き材を採用することである。

2) 不適切な透湿抵抗比の天井－屋根の層構成

結露発生リスク

不適切な透湿抵抗比の天井－屋根の層構成では、防湿層の不備による小屋裏、断熱材、屋根下地での結露が発生するリスクがある。屋根下地に構造用合板を使用し、下葺き材にアスファルトルーフィングを使用することで、屋根面での透湿抵抗が高くなる。そのため、天井断熱材の室内側に透湿抵抗がさらに高い防湿シートを配置する必要がある。

3) 天井断熱・桁上断熱構法の断熱・気密（防湿）欠損

結露発生リスク

天井断熱構法・桁上断熱構法では、断熱・気密（防湿）欠損により室内の湿気が小屋裏へ流入すると小屋裏で結露が発生し、小屋組材、金物が劣化するリスクがある。透湿抵抗値が $80 \text{ (m}^2 \text{ h mm Hg/g)}$ の防湿シートに直径 36 mm の孔が開いた場合、透湿抵抗値は $5 \text{ (m}^2 \text{ h mm Hg/g)}$ に低下する。これを具体的な現象で表現すると、防湿シート付（耳付）の断熱材の施工において、防湿シートに長さ 1 m にわたって幅 1 mm の隙間がある場合と同等であり、防湿シートがないのと等しい。対策としては、施工者への教育、現場管理による瑕疵の回避がある。



写真 3.4.16 屋根断熱の防湿欠損

4) 屋根断熱構法の断熱材の上部における通気不良

結露発生・下地劣化リスク

屋根断熱構法の断熱材の上部における通気不良では、通気断面積の不足や断熱材の膨らみによる通気層の閉塞や通気層の軒先・棟部の開放不足や垂木による通気経路の阻害などにより、屋根下地の結露や劣化が促進するリスクがある。とくに、垂木で区切られている各通気層の軒

先部の吸気不足・棟部の排気不足が考えられる。

対策としては、設計により必要な換気能力を求め、有効通気面積に応じて、断熱材と下地のスペースが確保できる部材を使用する。さらに、通気層ごとに吸気・排気が可能となるように連通していることが必要である。現場管理による瑕疵の回避も必要である。

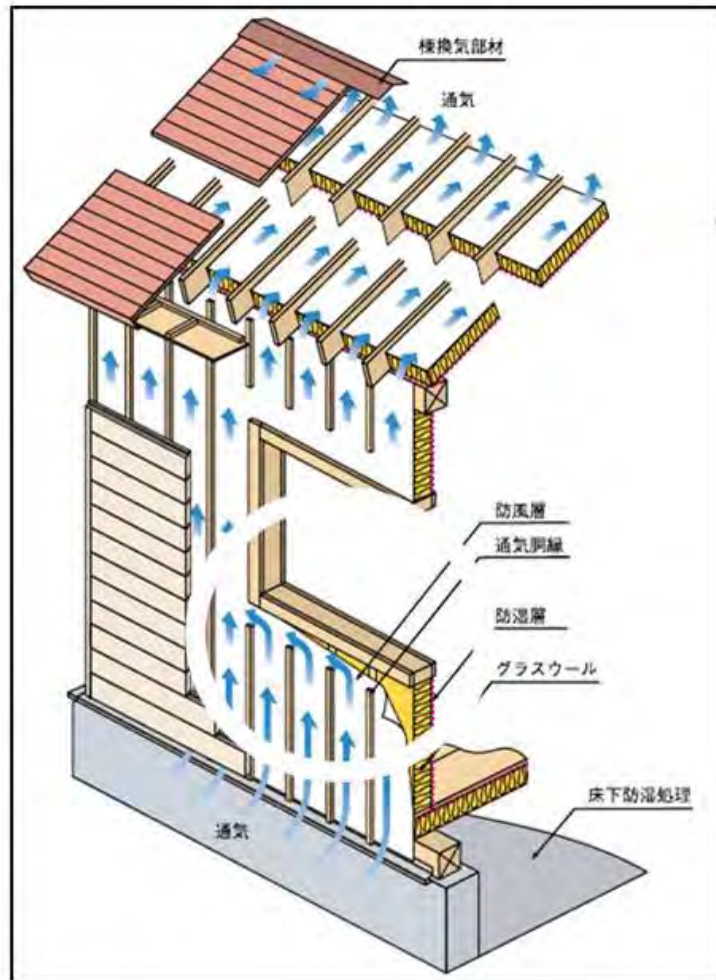


図 3.4.19 屋根断熱構法の通気

(グラスウール断熱材 充填断熱施工マニュアルより抜粋：硝子繊維協会)

5) 屋根断熱構法の室内側防湿層の施工不備

通気層内結露発生リスク

屋根断熱構法では、室内側防湿層の施工不備によって水蒸気が浸入し、通気層内で結露が発生するリスクがある。屋根断熱では小屋裏空間のような緩衝空間がなく、狭い屋根層内で断熱材・通気層・下地との温度差が大きくなるため、室内側防湿層の施工不備で水蒸気が浸入した場合、低温部で結露が発生する。

対策としては、防湿層を連続させることが重要で、現場管理による瑕疵の回避が必要である。



写真 3.4.17 屋根断熱構法の防湿層施工

([グラスウール断熱材](#) [充填断熱施工マニュアル](#)より抜粋：硝子繊維協会)

6) 屋根断熱構法の棟木や登り棟等の垂木先端部の突き合わせによる通気阻害

結露発生リスク

屋根断熱構法では、棟木や登り棟等の垂木先端部の突き合わせによって、通気経路が閉塞し、換気・乾燥不足となり、結露が発生するリスクがある。

対策としては、棟木に垂木を完全に落とし込まないことや棟木付近で桁行方向に連通する構造とする。また、登り棟等では垂木頂部に空間を設け、連通を図る必要がある。



写真 3.4.18 垂木を棟木へ落とし込み通気阻害

7) 屋根断熱構法の外壁通気層との連続性

結露発生リスク

屋根断熱構法では、外壁が通気構法の場合は、外壁通気層との連続性が確保されていないと、結露が発生するリスクがある。軒の出がない場合など、外壁通気層の排気口が設けられない場合に外壁通気層内で結露発生することもある。

対策としては、外壁通気層を屋根断熱の通気経路へ連続性を持たせ、棟で排気する必要がある。

8) 小屋裏空間利用する室内側収納部による小屋裏換気阻害

結露発生リスク

小屋裏空間利用において室内側に収納を設置する場合に、収納部によって小屋裏換気が行えないことによる結露発生のリスクがある。小屋裏空間利用の場合、その部分は屋根断熱となるため、小屋裏換気は設置することができない。

対策としては、屋根断熱部分はその外側に通気経路を確保する必要がある。また、一部分のみ屋根断熱とする場合でも、軒先部と棟部の通気経路の連通に注意する。また、仕切られる各小屋裏空間・屋根断熱通気層ごとに吸気・排気孔に連通する。また、屋根断熱部分と小屋裏断熱部分との境界の壁に対する防湿層・断熱材の位置関係を間違えないように注意する。



写真 3.4.19 小屋裏空間利用（小屋裏空間と屋根断熱が入り組む）

9) 小屋組の構造金物

結露発生リスク

小屋組の構造金物等が冷橋（断熱された建築物の室内側と外側が直接つながっていて、低温なる部分のこと）となって結露が発生するリスクがある。屋根面では、日射・放射冷却の影響が大きく、屋根面と小屋裏では大きな温度差が発生する時間帯がある。その場合、小屋組の構造金物や屋根葺き材緊結具ではその温度差に影響され、低温側で結露が発生する。

対策としては、各層で排湿を図り、低湿に保つことである。小屋裏は小屋裏換気により低湿化、屋根面は野地面通気や透湿下葺き材により低湿化する。



写真 3.4.20 小屋組構造金物の結露

3.4.3.3 各部納まり

1) 屋根突出物（棟換気、天窗（トップライト）、煙突など）

漏水リスク

屋根突出物（棟換気、天窗（トップライト）、煙突など）では、突出物と屋根葺き材、下葺き材との取合い部から浸水するリスクがある。突出物にそって、下葺き材を立ち上げる必要がある。下葺き材の立ち上げ部の角はピンホールが発生しやすい。また、天窗（トップライト）が傾斜屋根面の途中にある場合、天窗（トップライト）の水上側が流下水を受ける形となり、その部分は水量が増える。さらに、左右に流し軒側の屋根葺き材上へ排水しなければならず、これらの経路において屋根葺き材との取合い部から漏水を起こしやすい。

対策としては、各取合い部の防水強化が必要となり、下葺き材のピンホール部分はテープやシーリング処理をしっかりと行う。

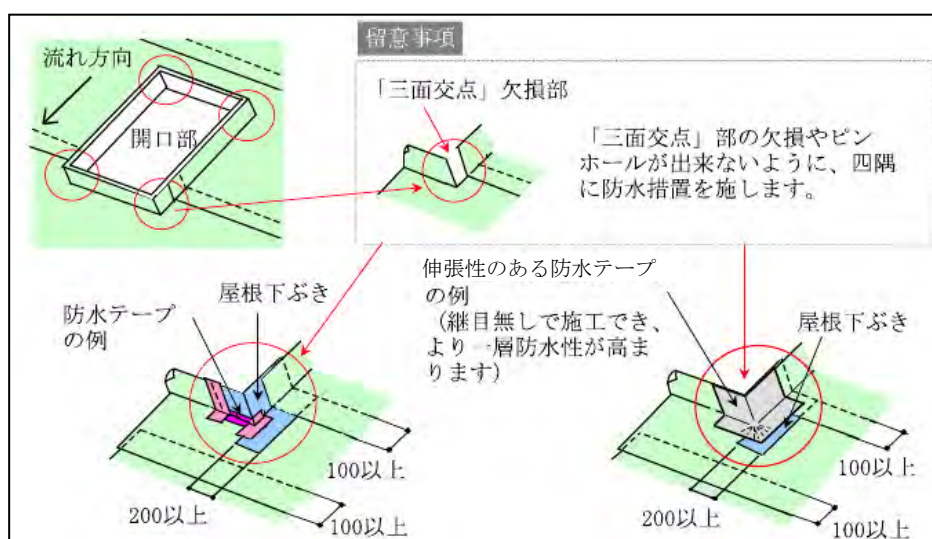


図 3.4.20 天窗（トップライト）まわりの三面交点

2) 壁止まり軒先部

漏水・下地劣化リスク

壁止まり軒先部では、雨仕舞不良による外壁内への雨水浸入やその外壁下部にサッシなどの開口部がある場合は、雨漏りや下地の劣化につながるリスクがある。先張りシートを取合い部に入れ、直接躯体への雨水浸入を防いでも、捨て水切り上面の流下水量によっては、外壁内部に浸入する。外壁の防水紙にステープルなどの欠損があると室内側へ浸入して雨漏りとなる。また、下部にサッシなどの開口部があると、サッシ上で水が溜まり、防水紙とサッシフィンとのテープ処理の弱点部分から浸水する。

対策としては、壁止まり役物板金を使用して、外壁内への浸入を防ぐことや外壁内へ浸入した雨水を排水できる構造にすることがある。また、壁止まり下部にはサッシなどの開口部を設置しない設計の配慮も必要になる。

3) 軒先、けらばの納まり不良

下地腐朽リスク

軒先、けらばの納まり不良では、野地合板の木口面からの吸水による野地合板の腐朽リスクがある。軒先は屋根葺き材の重ね部から浸入した雨水が軒先部に流下するため、軒先水切りで樋へ排水する必要がある。軒先水切りを設置しない場合もしくは下葺き材の上に軒先水切りを設置した場合、軒先野地合板木口面から吸水することになる。けらばでは、登り淀にけらば水切りを留め付けることになっているが、登り淀を設置せず、合板の木口面に釘で留め付けると合板木口面に水が滞留するため、木口面から吸水することになる。

対策としては、水切りを正しい設置方法で取り付ける必要がある。また、屋根面と破風を防水紙で連続性を持たせると木口面からの吸水を防ぐことができる。



写真 3.4.21 けらば水切りを合板木口面に留めた釘孔

4) 平板形屋根葺き材のけらば包みの納まり

雨水浸入リスク

平板形屋根葺き材のけらば包みの納まりでは、屋根葺き材のけらば側端部から捨て水切り（屋根面には露出しない隠れた水を排出する水切りのこと）へ浸入する。強風雨などで大量に

浸入するとオーバーフローして、屋根葺き材の釘孔から浸水するリスクがある。また、けらばの捨て水切りには経年で、土埃が堆積する。土埃が捨て水切りと屋根葺き材の隙間を塞ぐと通常の降雨時でも捨て水切りを流れる水がオーバーフローして、下葺き材上へ溢れる。下葺き材と屋根葺き材との間にも土埃が堆積すると下葺き材上を流れず、屋根葺き材の棟側端部で滞留する。滞留した雨水は屋根葺き材を留めている釘に伝わって、下葺き材の釘孔を通過して下地へ浸水する。

対策としては、けらば部分の下葺き材を2重貼りにすることや通気構法にして、屋根葺き材と下地との間に空間を設けることで、捨て水切りの溝を深くでき、土埃の堆積を防ぐことができる。

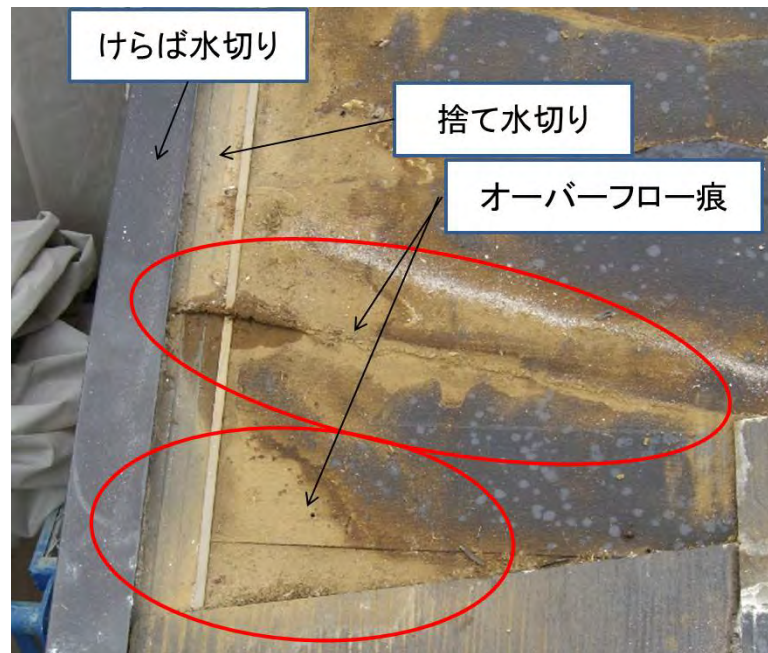


写真 3.4.22 土埃によりけらば水切りからオーバーフローした雨水痕

5) 下葺き材の波打ちによる水みちの形成

雨水浸入リスク

下葺き材の波打ちによる水みちの形成では、下葺き材裏面への浸水、下地・垂木の劣化リスクがある。下葺き材の材質によっては、施工後、下葺き材自体が膨れる現象が発生する。膨れにより表面が波打ち状態となり、波の谷部分が水みちとなる。その部分に屋根葺き材の釘等の貫通部が来ると屋根葺き材の重なり部から浸入した水は水みちを流れ、その釘等を伝わって下葺き材裏面へ浸水する。それが頻繁に発生すると下地・垂木が腐朽劣化する。

対策としては、下葺き材が膨れない材質のものを選択することや通気・ホールレス構法として、下葺き材の曝露面に貫通部などが表れないようにする。



写真 3.4.23 下葺き材の波打ちによる水みち

6) 屋根葺き材緊結具の下葺き材貫通部

雨水浸入リスク

屋根葺き材緊結具の下葺き材貫通部では、下葺き材裏面への浸水、下地・垂木の劣化リスクがある。屋根葺き材緊結具の下葺き材貫通部は屋根葺き材の種類にもよるが、1 m²あたり 25 箇所となる。下葺き材の釘孔止水性試験では、10 本中 2 本まで漏水しても合格となる。つまり、下葺き材では完全に釘孔止水できないということである。屋根が 100 m²とすると釘孔は 2500 箇所となり、その内 2 割（500 箇所）は漏水する可能性がある。

対策としては、下葺き材の釘孔止水性が高い材料を選択することや通気・ホールレス構法として、下葺き材の曝露面に釘等の貫通部などが表れないようにすること、下葺き材裏面へ浸水しても、透湿性のある下葺き材により排湿して、下地・垂木を高湿化させないようにすることがある。

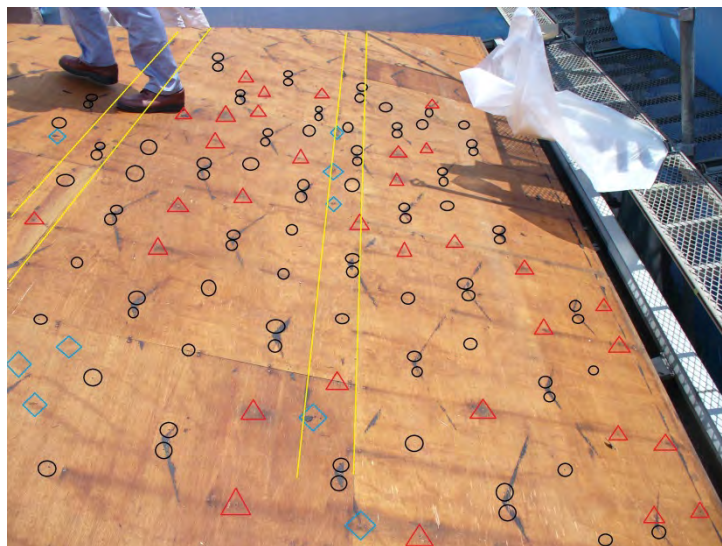


写真 3.4.24 下葺き材貫通孔からの浸水痕

(赤△：浸水痕、黒○：浸水なし、青◇：ステーブル浸水痕)

3.4.3.4 施工不備

1) 瓦・スレートの踏み割れ

漏水リスク

瓦・スレートの踏み割れでは、踏み割れが発生した部分から下葺き材上へ集中的に浸入する水で雨漏りとなったり、室内まで伝わらず発見が遅れ、下地劣化が進行するというリスクがある。瓦の場合、施工後に瓦工事業者以外の人が屋根に上がると踏み割れを発生させることが多くある。スレートの場合は、施工時に、下地強度や施工者の釘の打ち方などにより、ヘアークラックが常時発生している。施工直後は気付かないが、経年により大きな割れへと成長する。

対策としては、瓦・スレートの踏み割れが発生して下葺き材上へ浸入しても、すみやかに排水できる通気・ホールレス構法を採用することがある。スレートの場合は、通気構法を採用することで下地強度が上がるため、ヘアークラックの発生を防ぐことができる。また、定期点検を行うことで、早期に割れを確認して補修することがある。



写真 3.4.25 化粧スレートの踏み割れ

2) 金属板のハゼのつぶれ

漏水リスク

金属板のハゼ（金属板端部の折り返し部）のつぶれでは、毛細管現象により雨水が呼び込まれるリスクがある。銅板など柔らかい材質のハゼ部分を踏むことで、ハゼのつぶれが発生する。

対策としては、ハゼがつぶれやすい材料の場合、施主に告知して、専門業者以外屋根に上がらせないことを徹底することがある。

3) 下葺き材の重ね寸法の不足

雨水浸入リスク

下葺き材の重ね寸法の不足では、重ね部からの雨水浸入のリスクがある。平部の縦重ね 200

mm以上、横重ね 100 mm以上などが規定されている。

対策としては、施工者に下葺き材の施工要領を周知徹底させることがある。

4) 下葺き材納まり箇所の張り重ね不良・ピンホール

雨水浸入リスク

下葺き材納まり箇所の張り重ね不良・ピンホールでは、下葺き材裏面への浸水、野地・垂木の劣化リスクがある。陸棟部・隅棟部・谷部・壁際部などは張り重ね寸法が規定されている。

また、立ち上げのコーナー部などはピンホールが発生する。

対策としては、施工者に下葺き材の施工要領を周知徹底させることがある。

5) 瓦葺きの勝手（半端瓦の緊結不良）

脱落するリスク

瓦葺きの勝手（半端瓦の緊結不良）では、地震時に脱落が発生するリスクがある。湿式（土や南蛮漆喰）で棟部を施工する場合、半端瓦を躯体へ緊結せず、土などで固めるという旧構法がある。

対策としては、瓦ガイドラインに適合する構法で施工する。具体的には、半端瓦 1 枚ごとに孔を開け、躯体と緊結し、大きさの小さいものは接着剤で留め付ける。また、冠瓦・のし瓦も 1 枚ごとに躯体と連結させる。

6) 化粧スレート再塗装後の縁切り不良

雨水浸入リスク

化粧スレート再塗装後の縁切り不良では、毛細管作用による雨水の呼び込み現象や化粧スレート内に浸入した雨水が排水できず下地へ浸水するリスクがある。化粧スレートでは、横方向にはスレートの重なり部、縦方向にはスレートとスレートが突き合わせになっている継ぎ目がある。降雨時、その部分からスレートの重なり内部へ毛細管作用により雨水浸入する。スレート重なり内部へ浸入した水は、やがて、スレートの重なり部の軒先側から排水される。再塗装後は、縁切りといって、スレート重ね部の軒先側を塞いでいる塗料をカッターなどで切る作業を行なう。しかし、この縁切りをしっかりと行わないと浸水が発生する。スレートの重なり部の軒先側が塞がれるため、内部へ浸入した水は排水されず、釘孔から下地へと浸水する。

対策としては、必ず縁切りするように施工者に徹底を図る必要がある。また、スペーサーをスレート重なり部の軒先部に差し込んだままにすることで、塗料の縁を切る方法もある。しかし、この場合、常にスレートの軒先部に隙間ができるため、風雨による雨水浸入が発生するので、スペーサーの嵌め殺しは推奨できない。



写真 3.4.26 化粧スレートの縁切り不足

7) 面戸塞ぎの不備

雨水浸入リスク

面戸（隙間を埋める板状の物）塞ぎの不備では、雨水浸入のリスクがある。金属縦葺きなどは棟部において、溝部分と棟板金との隙間を塞ぐために、面戸を使用する。この面戸で塞ぐことの不備があると風雨時に雨水浸入する。

対策としては、施工者に施工要領の遵守を徹底することがある。

8) 下地面材の節へのステープル打ち

雨水浸入リスク

下地面材の節へのステープル打ちでは、ステープルの座屈によって下葺き材の孔が拡大し、雨水浸入するリスクがある。

対策としては、ステープルの座屈によって下葺き材の孔が拡大した場合は、打ち損じたステープルは取り除き、その部分に下葺き材を増し張り・補修して、雨水浸入を防ぐ必要がある。

3.4.3.5 維持保全

1) 下葺き材表面への塵芥の堆積

a. 雨水浸入リスク

下葺き材表面への塵芥の堆積では、下葺き材裏面への浸水、下地・垂木の劣化リスクがある。対策としては、塵芥の堆積がオーバーフローや滞留に繋がらないような構造として、メンテナンス頻度を少なくすることや塵芥が堆積しやすい部分を掃除しやすい構造とすることなどがある。

3.4.4 バルコニーに関わる要因

1) 手摺壁天端と外壁取合い部からの雨水浸入

手摺壁天端と外壁取合い部は三方向の面が交差する個所で、三面交点（ピンホール）が生じやすいため、雨水の浸入による木部の腐朽リスクが非常に高い部位である。この現象はすべての形態のバルコニーに共通して当てはまる。標準的な仕様として、外壁の捨て防水シートおよび手摺壁天端に鞍掛けシートを施した上から防水テープを張り重ね入隅部の止水処理を施した後、そ

の上から外壁の防水シートおよび手摺壁天端に防水シートを鞍掛け状に被せる手順で納めることが「住宅金融支援機構の技術基準対応解説図」に示されている。その場合、長期間材質の劣化や粘着剥離が生じない安定した性能の防水テープを使用すべきである。

さらに、この部分に施される防水テープは単純な平面ではなく三次元的な面処理をしなければならないことから、一般的な防水テープではなく、柔軟性に富んだ伸張性のあるものを使用すべきである。樹脂等で三面成型された防水カバーを被せ防水テープは平面状態で押え貼りする方法も有効であり、検討に値する。

2) 手摺壁天端と外装材との取合い部からの雨水浸入

手摺壁天端と外装材との取合い部や手摺壁天端と笠木との取合い部には隙間があり、雨水が浸入し易い個所である。手摺壁天端の上枠材を濡らさないよう何重にも防水材で覆うのも一つの方法であるが、一たび雨水が浸入すると乾燥しづらくなるので、そのバランスが必要とされる。強風雨が頻発する地域では防水に重点をおくことが有効であろうが、そうでない地域では放湿に重点を置くことの方が望ましいであろう。通気構法の場合には浸入した雨水を排除できるよう排出口を設けること、横胴縁を用いるときには浸入雨水が滞留しないよう適切な措置を講じることが肝要である。

3) 手摺壁天端と笠木との取合い部からの雨水浸入

手摺壁天端と笠木との取合い部には隙間があり、雨水が浸入し易い個所である。場合によっては手摺壁と外壁取り合い部から浸入した雨水が伝わってくるので注意が必要である。

4) 笠木の継ぎ手からの雨水浸入

笠木と笠木との継ぎ手から雨水が浸入するリスクがあるので、防水には十分な配慮が必要である。

5) 笠木固定用ビス貫通部まわりからの雨水浸入

笠木を固定するための金具をビスで留め付ける場合、防水層を貫通させるため雨水が浸入し木部を劣化させる。両面防水テープで鞍掛けフェルトを天端上枠材に密着させて貼りつけ、さらにビスの先孔に止水材を充填またはブッシングを介入させ雨水の浸入を極力少なくするよう務める必要がある。

6) 歩行床からの雨水浸入

バルコニーの床は屋根同様、外気温湿度、日射、紫外線、風雨、土埃など外部環境の影響を強く受ける部位である。主に表面層とその下の断面層との構成部材の線膨張率の相違から防水層の亀裂や破断が生じ漏水に至るリスクが高い。床下地材の留め付け不良や含水率の上昇による膨張も原因の一つである。また、防水層四周の取り合い部からの雨水浸入も発生する。防水層四周の立ち上りは 150mm 以上とし、排水用樋とオーバーフロー管の設置も忘れてはならない。とくにルーフバルコニーの場合には、床裏空間を濡らしたり、居室にまで漏れ出したり甚大な被害をもたらす恐れがあるため、厳格な設計と確実な施工が要求される。歩行床は、人の歩行に加え飛来物の落下、植木鉢や点検用梯子等の衝撃や局部圧縮等により防水層が破断されやすいので注意が必要である。

7) ドレン排水口まわりのFRP防水層の張掛かり不足による雨水浸入

F R P防水層の張掛かり不足により、ドレン排水口まわりから雨水が浸入し、下地材を濡らすリスクがある。F R P防水層の張掛かりを十分にとり、雨水の浸入を防ぐことが必要である。

8) ドレンの固定不良による雨水浸入

ドレンの固定不良によりドレンが動きやすくなり、防水層の剥離や亀裂が生じて漏水につながるリスクがある。ドレンの固定は確実に行わねばならない。

9) オーバーフロー配管の不適切な設置による雨水浸入

オーバーフロー管をサッシ取り付け位置より高くつけてしまい、サッシから漏水した事例もあるので、オーバーフロー管の設置位置には十分な配慮が必要である。

10) ドレン排水口とオーバーフロー管の清掃不備による雨水浸入

土埃や落ち葉などがドレンに詰まると排水不良になり雨水の長期滞留やオーバーフローにより雨水が浸入する恐れがあるので、定期的な清掃の必要性を居住者に伝えておくことも重要である。

11) 手摺壁天端防水層保護用面材の設置による通気層出口の閉塞

手摺壁天端の防水層を保護する目的でサイディング等の面材を上面に敷き置く場合、通気層出口を塞いでしまうと通気が阻害され腐朽に繋がるリスクが増す。通気層出口を確保するため有孔面材等の使用が望ましい。

12) 歩行床裏懐空間への室内からの水蒸気浸入による結露

ルーフバルコニーの場合、歩行床裏懐空間の天井側に断熱材が設置されるが、防湿、気密が不完全だと室内の水蒸気が懐空間に浸入し、結露を引き起こすリスクが高まる。防湿層付き袋入りグラスウールを敷設するだけでは不完全で、別張り防湿層を設けるべきである。

13) 歩行床裏懐空間の換気不足による結露

歩行床裏懐空間の換気経路の出入り口が不備のために換気不足が生じ結露発生に繋がる。換気経路の出入り口を明確にし必要換気量を確保することが重要である。

14) 物干し金具の不適切な取り付けによる雨水浸入

物干用金物等を手摺壁に取付ける場合、受け材のない個所に留め付けると、留め付け金具の貫通部や外装材の破損部等から雨水が浸入するリスクがある。通気胴縁間に通気路を施した下地受材を設け、透湿防水シート面に直接取付けてはならない。

15) 手摺壁に設けた風抜き・装飾用開口からの雨水浸入

手摺壁で四周を囲むと通風が悪くなる。それを防ぐために風抜き窓として手摺壁部分に開口を設けることが多い。様々な化粧枠や飾り格子などをあしらって外観デザインのアクセントとしても利用される。この様な手摺壁部分に開口を設ける場合、多数の入隅と三面交点や枠、格子取り付け貫通部を造ることになり、バルコニー自体はもとより建築物全体にも漏水による劣化リスクを及ぼす一因となる。

3.4.5 開口部に関わる要因

1) サッシフィン継ぎ目の防水シーラー周辺からの雨水浸入

サッシフィン継ぎ目の防水シーラーに凹凸があると、防水テープが密着せず、雨水の浸入が起こりやすい。とくに輸入サッシには十分気をつける必要がある。

2) サッシフィン留め付け釘頭突起部からの雨水浸入

サッシフィン留め付け釘の留め付けが不十分で釘頭に突起部があると、防水テープが密着せず水みちが形成されて雨水浸入のリスクが高まる。

3) 高肉厚フィン使用による雨水浸入

高肉厚のフィンを使用すると、防水テープが密着しづらく水道が形成されて雨水浸入のリスクが高まる。

4) 防水テープを貼る順序の間違いによる雨水浸入

両面防水テープをサッシ上枠から縦枠の順に貼るなど間違った順序で施工すると、防水紙を伝わってきた水が上枠の防水テープを伝い、縦枠の防水テープとの重なり部から裏面に浸入する。防水テープを貼る順序は、防水紙と同様下部から上部へとしなければならない。

5) 縦横防水テープのはみ出しによる雨水浸入

縦枠の防水テープを上下枠の防水テープよりはみ出すように貼ると、その厚みからできる隙間から雨水浸入のリスクが高まる。

6) 外付け・半外付けサッシ上枠への流下水処理不全による雨水浸入

壁止まり軒先部では、雨仕舞不良による外壁内への雨水浸入が発生する。浸入水は下部のサッシに流下して上枠に滞留し、防水紙とサッシフィンとのテープ処理の弱点部分から室内側へ移動し雨漏りや下地の劣化につながるリスクがある。2階サッシ上部から浸入した雨水が1階サッシ上部に流れ込み室内側へ浸水する場合もある。

対策としては、壁止まり役物板金を使用して、外壁内への浸入を防ぐことや外壁内へ浸入した雨水を排水できる構造にすること、開口部まわりの防水紙とサッシフィンを留めている両面テープとのピンポールなどが生じない入念な施工を行うことが必要である。また、壁止まり下部にはサッシなどの開口部を設置しない設計の配慮も必要である。

7) サッシ枠まわり防水処理不全による雨水浸入

サッシ枠まわりに防水テープを貼る場合、接着面の下地に段差があると、防水テープの接着不良を起こし、雨水浸入のリスクが高まる。段差を解消させるために、面合わせを取ることが必要である。

8) 防水テープと透湿防水シートとの接着不良による水みちの形成

防水テープで透湿防水シートを留め付ける場合、透湿防水シートにしわがでやすく水みちの形成が発生する。ローラーやヘラで圧着させる必要がある。3.2.3 1) で述べたとおり、透湿防水シートとブチル系防水テープ（非膨潤タイプを除く）との貼り合わせ部分に経年変化により「しわ」が発生し、水みちを作ることがある。これにより窓枠から壁内への漏水が発生する。また、防水テープの粘着剤の油分が透湿防水シートへ浸透することで透湿性、防水性が失われる。防水テープは透湿防水シートの製造メーカー推奨品を使用することが望ましい。

9) 防水テープの圧着不足による水みちの形成

四方防水テープ貼りの場合（先張り防水シートなし）、防水テープを貼る順番や貼り方を誤り、また四隅の重ね部を入念に圧着しないと雨水が浸入する恐れがある。

10) シャッターボックス背面の不完全な防水処理による雨水浸入

シャッターボックスを設置する場合、取り付け金具が防水紙を貫通し、止水処理が甘いと雨水の浸入リスクが高まる。入念な止水処理が必要である。

シャッターボックスのフィンと横胴縁を密着させて施工するなど、不完全な防水処理による雨水浸入リスクがある。

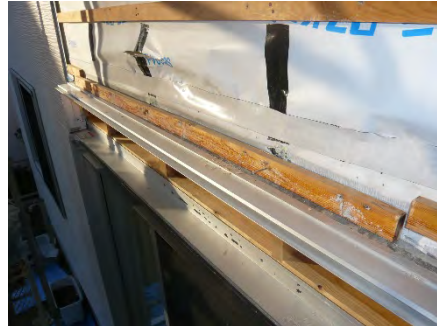


写真 3.4.27 シャッターボックスのフィンと横胴縁の密着による排水不良

3.5 付属物の設置に関わる要因

3.5.1 外構

1) 宅地内排水を妨げる付属物の設置

- a. 宅地内排水を妨げる付属物の設置では、排水不良による床下への浸水リスクがある。宅地の基礎部分には基礎内から外へ排水出口が貫通している。排水出口にフラワーボックスなどの付属物が設置されると排水が妨げられ、基礎内の排水管から漏水することがある。
- b. 基礎を貫通している配管もある。その配管周辺部にフラワーボックスやガーデニングの置物などの付属物が置かれ、雨水が溜まると、配管を伝わって基礎内へ浸水することがある。

対策としては、基礎部分から出ている排水出口や配管周辺部には、付属物を設置しないようにする。

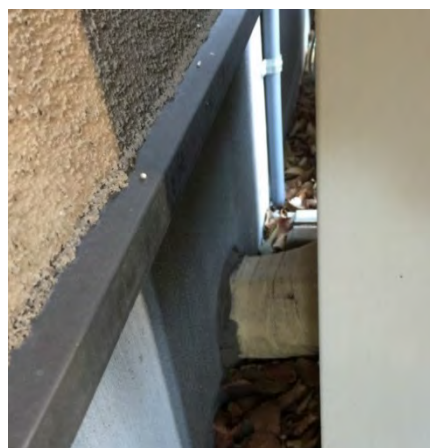


写真 3.5.1 基礎を貫通している配管

3.5.2 屋根・バルコニー

1) 太陽光発電パネルの葺き材を貫通した取付け

- a. 太陽光発電パネルの葺き材を貫通した取付けでは、支持金物固定具の下葺き材貫通部からの浸水リスクがある。既存の屋根葺き材の上に、太陽光発電パネルを設置する場合、屋根葺き材の表面に設置した支持金物固定具を屋根葺き材・下葺き材を貫通して、下地にねじで留め付ける。屋根葺き材の貫通部はブチルテープおよびシーリングで止水する。下葺き材の貫通部はシーリングで止水する。特に、下葺き材の貫通部はその上に屋根葺き材があるため、下葺き材が見えない状態でシーリングするため、実際に予定通りのシーリングが施されたか確認できない作業となっている。

支持金物固定具を留め付けているねじ部分には雨水が流れるので、ねじ（ねじの溝）を伝って浸水しやすい。屋根葺き材の貫通部の止水処理が経年劣化すると屋根葺き材下側へ浸水する。また、太陽光支持金物固定具とは関係なく、屋根葺き材の重なり部からも下葺き材表面へ雨水浸入し、下葺き材表面を流下する。そのため、ねじの下葺き材貫通部まわりの止水処理が完全ではないと下地へ浸水する。

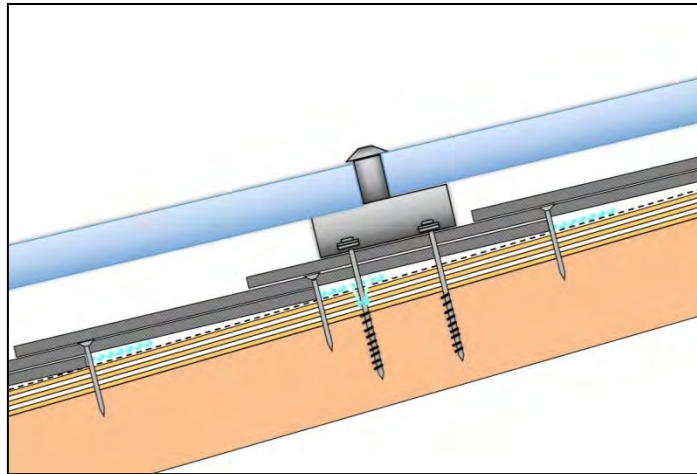


図 3.5.1 太陽光支持金物固定具用ねじと下葺き材上の雨水の位置関係

- 対策としては、新築の場合、屋根葺き材との一体施工により下葺き材の貫通部の止水処理を完全に行うことがある。また、下葺き材を貫通しない支持方法や下葺き材の貫通部の止水性を屋根葺き材表面から施工しても確保できる支持方法がある。
- b. 屋根面の温度が低くなることによる結露発生および乾燥不足のリスクがある。太陽光パネル下部の屋根面は1日中日陰となる。同じ方位の屋根面で、パネル設置されていない部分は日射があたり温度が高くなるため、下地の湿気が放湿され乾燥する。放湿された湿気は日陰で温度低下しているパネル下の下地へ移動する。そのため、パネル下の下地は高湿化が進み、結露発生しやすく、乾燥不足となる。
- 対策としては、小屋裏換気を促進させることで、パネル下の下地が高湿化することを防ぐ。また、野地面通気を促進することで、屋根面での温度差を軽減させる。さらに透湿性のあるルーフィングを使用することで下地の高湿化を防ぐ。
- c. 放射冷却により太陽光パネルは温度低下する。それに連結している支持金物固定具、ねじは金

属素材であるため、太陽光パネルの影響を受け温度低下する。ねじは小屋裏に突き出ているため、熱橋となり、条件によりねじ頭（その周辺）やねじ胴部（その周辺）で結露が発生する。結露水を吸水して下地が高湿化する。

対策としては、小屋裏換気を促進させることで小屋裏温度を低下させ、熱橋が軽減できる。

3.5.3 外壁

1) 後施工の配管・配線の貫通する箇所

- a. 後施工の配管・配線の貫通する箇所では、貫通部と防水紙の取合いから浸水するリスクがある。後施工の貫通部では、外皮表面をパテやテープ、シーリングなど処理する。しかし、通気構造の場合、その下の防水紙と貫通部を止水することはできない。そのため、防水紙を流下する水が貫通部から室内側へ浸入することがある。

対策としては、貫通部の勾配をわずかにとり、配管を伝わる水が室内側から室外側へと流れるようにすることや、後施工の貫通部は雨がかりがほとんどない箇所とすることがある。

- b. 換気ダクトなどはあらかじめ設備業者が配管を外壁に設置している場合、その後、異業者が知らずに取付勾配を動かして、内下がりの勾配としてしまうと浸水するリスクがある。

対策としては、壁など施工する最終の取付け業者が取付け前に、取付勾配を確認してから取付ける必要がある。



写真 3.5.2 換気ダクト 外下がり取付勾配確認

2) たて樋の取付け金物の不備

- a. たて樋の取付け金物の不備では、樋表面の流下水が金物を伝わって壁内に浸入するリスクがある。たて樋の取付け金物の取付け勾配が外部から内部へ流れるようになっていると金物を伝わって壁内へ浸入する。外壁がサイディングで、たて樋の取付け金物がシーリング目地に留められている場合、シーリング材の劣化が進行すると金物を伝わって壁内へ浸入する。また、金物と外壁の境をシーリングしていない場合も浸入する。

対策としては、たて樋の取付け金物の設置位置・方法を施工者に正しく伝え、理解させることが必要である。



写真 3.5.3 たて樋の取付け金物の取付け勾配が外部から内部へ

3.6 維持管理の計画、実施に関わる要因

3.6.1 雨樋に関わる要因

1) 雨樋の枯葉によるつまりから起きる腐朽

軒樋に枯葉が溜るとやがて腐敗土化して集水桝や呼び樋の断面積を狭め、徐々に流れが悪くなって雨水が樋から溢れるようになる。(写真 3.6.1) 溢れた雨水は樋の外側を伝わって流れ始め、縦樋を柱に留めている樋受け金物から柱部へ浸水する。含水が増した柱は壁内の通気が悪いと乾かない状態が長く続いてシロアリや腐朽菌による生物劣化が発生するリスクが高まる。柱に防腐剤を塗布する手法は一時的な効果に留まるので、雨樋に溜まった枯葉を日常的に清掃する等の浸水の原因を取り除く根本的な解決が求められる。腐朽菌、シロアリ等の生物劣化については第VI章 1 木材の水分と腐朽に詳述されているので参照されたい。



写真 3.6.1 軒樋に溜まった枯葉

2) 樋の破損放置による壁内、柱部への浸水

雪止めがなかったり、軒樋受け金物の間隔が 303mm(1 尺)を超えたりすると大雪が降った時に軒樋破損や変形が起きやすくなる。(写真 3.6.2) 変形すると枯葉が詰まったときのような状況が生まれる。防止のためには新築時の対応が最善だが、事が起きてからでも可能なので、大雪後に軒樋の目視を行い、変形が確認されたらその時点で適切な対処をおこなう。対応を怠ると木部

の腐朽につながる可能性が高くなる。また塩ビ製の雨樋は紫外線による経年劣化が起きるので雪止めや樋受金物が適正でも、大雪で破損することもあるので大雪の後の点検が求められる。



写真 3.6.2 雪で曲がった軒樋

3) その他の要因

a. 金属製雨樋の塗装

金属製の雨樋の塗装は定期的に塗り替えを行わないと錆が深部に進行し部位の機能が損なわれ、取り換えなくてはならなくなる。とりわけ軒先等の外部まわり鉄部の水下端部は水切れが悪いため錆が発生しやすい。錆が進行する前の防錆塗装による維持管理が必要になる。

b. 呼び樋と集水桝の日常的な清掃

枯葉によるつまりを防ぐため日常の樋の清掃が求められるが、2階の屋根の軒樋になると、住人の手では事実上清掃は無理であり、屋根職人等の専門家に依頼しなければならない。費用も掛かり結局清掃ができないまま放置されるケースが多い。

c. 軒樋に枯葉を詰まらせない部品をとりつける

市販の部材で見つけることができる。網状の部品を軒樋内に入れるか、軒樋上端に被せることで枯葉が軒樋内に入らないようにすることが可能となるが、思うような効果を上げてない場合もあるので吟味がいる。

d. 軒樋をやめる

屋根からの落雪により雨樋が壊れやすい場合や落葉の多い地域では軒樋をやめるのは解決の一つとなる。日常の保守も不要となり、部品に頼る弱点も解決するが、地面に雨が落ちるので跳ね返りを防ぐ工夫が必要になる。雨落ちと言って砂利を落下部に敷く方法などがある。

3.6.2 バルコニーや屋上の排水口に関わる要因

バルコニーやルーフバルコニーの排水口にごみがつまり排水不良から水溜りが生まれ、掃き出し窓下枠と防水立ち上がりが取り合う部分より漏水が生じることがある。排水口が見える状態の時は屋根の軒樋と違って発見も清掃もし易く清掃も行き届くが、物が置かれその影に隠れてしまうと気が付かないまま、ごみが溜りやすい。日常の意識的な清掃が求められる。

3.6.3 浴室に関わる要因

1) 入浴に伴う水分によるカビの発生

浴室は浴槽の湯やシャワーからの水分で床や壁まわりが濡れるため、入浴終了後長時間その

ままで放置するとカビが発生するリスクが高くなる。とくに冬期には外気に面する開口部や壁で大量の結露水が付着した状態が継続した場合、専用の換気扇のみではカビの発生を抑えることが難しい場合がある。家族全員の入浴終了後に浴室内の水滴を拭き取り、換気扇を回すことが効果的である。外気に面する開口部がある場合には、昼間窓を開けておくことで乾燥が期待できる。いずれにせよ、小まめな手入れが必要で、煩雑で労力を要するが日常欠かせない作業である。また、換気扇は汚れやすいので、フィルターの定期的な清掃も必要である。

2) 浴室出入口サッシ下の木部腐朽

在来構法による浴室では、浴室の出入口サッシ下などが劣化している事例がある。入浴中の掛け水やシャワーの水が浴室の出入口サッシにかかり易く下部に溜まるためである。入浴後、換気を十分に確保した上で、出入口まわりの滞留した水を拭き取るなどの手入れが効果的である。

3.6.4 床下換気に関わる要因

1階床下木部はシロアリや腐朽菌によって劣化しやすい。床下換気が不十分な場合、地面からの水蒸気が床下にこもり木部がシロアリや腐朽菌の生育しやすい含水状態になることが要因であり、防蟻剤の散布は根本的な解決にならない。床下の高さを十分にとり、床下にコンクリートや土中からの水蒸気発生を少なくする配慮が求められる。換気口まわりに通風を阻害するものを置かないようにする注意が必要である。

3.6.5 サッシの結露に関わる要因

冬のアルミサッシのような金属建具の枠まわり、ガラス面に結露が激しく起こる事例が多い。又家具後ろの外部に面する壁面や押入れの外部に面する壁面にカビ跡の黒いシミをよく見かけますが、これは日常生活に伴い発生した水蒸気が露点温度以下となった壁面で結露が発生しカビが繁殖した跡とみることができる。(写真 3.6.3) 冬期の結露は開口部まわりで発生しやすく、付着結露水が $50\text{g}/\text{m}^2$ 以上になると流下し下部の木部を濡らすリスクがあるので、定期的に結露水をふき取る必要がある。



写真 3.6.3 家具背面外壁ビニールクロス面のカビ跡（黒いしみ）

3.6.6 屋根・外壁に関わる要因

屋根仕上げ材と外壁の外装材は、経年劣化により剥離、割れ、塗膜の剥がれ等が発生するものがあり下地材の腐朽につながるリスクがあるので、定期的な点検と適切な補修を行うことが重要である。シーリング材の寿命は一般に 7～10 年が目安で紫外線を浴びるところや防水性が求

められるところは5年が限界ともいわれており、定期的な補修が要求される。日常の維持管理が行き届かないとシーリング部から内部に水がまわり込みやすくなる。一旦内部に入ってしまうと一般には換気が十分でないために含水状態が長く続いて木部の腐朽につながる。特に開口部まわりは浸水が起り易い個所であり重点的に維持管理すべきである。

3.7 住まい方に関わる要因

3.7.1 表面結露発生やカビ発生を起ししやすい行動

1) 室内で洗濯物を干す。

脱水した後の洗濯物には、乾いている時の重さと同じぐらいの水分が含まれている。積雪寒冷地の冬や長雨の時には室内で干さざるを得ないが、十分換気に気を付けなければならない。衣類乾燥機やサンルームを使うのもよい方法であるが、衣類乾燥機は湿気が屋外に排出されるものを選ばなければならない。

2) 加湿器などの過度の使用

結露防止の原則の一つは原因となる湿気をできるだけ出さないようにすることが一番である。加湿器の使用量は最小限にとどめ、暖房器にやかんをのせたりすることは避けるようにする。

3) 水槽や植物を部屋に置く。

金魚鉢や水槽・植木鉢は、加湿器と同じようなもので、たくさん置かないほうが良い。そして、これらの数に応じて、換気を心掛ける必要がある。

4) 浴室の戸を開け放しにする。

入浴時の浴室は、高温で湿度100%の空気が充満しており、これが内側に流入しないように、出入りはできるだけ速やかに、長時間ドアを開け放しにしないようにする。また、使用後は換気をするなどの注意が必要。浴室の乾燥をも考慮すると、換気扇による場合は30分～1時間、窓開けでは2～3時間程度あるいはそれ以上の換気が必要になる。

5) 開放型暖房器（石油ストーブ、ガスストーブ、ファンヒーターなど）の使用。

現在暖房に使用される機器としてはエアコンを使用することが多くなったが、減少傾向にあるとは言え、暖房効率、コストの面からいまだに開放型の燃焼機器、例えば、石油ストーブ、ガスストーブ、ファンヒーター、あるいは瞬間湯沸し器が使われている。開放型の暖房器では1時間当たり200ml程度の水蒸気が発生する。そして、これらが直接間接に結露の大きな要因になると考えられる。湯沸し器は使用時間がそれほど長くないので、暖房器のほうが問題である。

結露対策の第一は暖房機器を湿気の発生がないものに替える事である。換気についても、開放型燃焼機器を使用する場合には、小さな換気扇をつけてこれを常時運転するぐらいの配慮が必要である。換気扇を併用しない場合には、換気用の小窓や換気口を開け放しておく、あるいは1時間に1～2回数分間の換気を心掛けるべきである。また、二酸化窒素などによる空気汚染を防ぐためにも換気は重要となる。

6) 24 時間換気装置の意図的な運転停止

2003 年 7 月 1 日より建築基準法の改正に基づき 24 時間換気設備の設置が義務づけられた。その背景には住宅資材に含まれる化学物質が人体に悪影響を及ぼし、シックハウス 症候群やアレルギーなどの症状を訴える人が増加したことにある。24 時間換気システムを稼働させると室内外の空気循環がよく働くため、化学物質などによる汚染を最小限に食い止めるだけでなく、結露も発生しにくくなる。

ところが、換気システムが稼働していると「室内が寒い。」と感じたり、春先の花粉によるアレルギー反応を心配して、換気システムを 24 時間稼働させない家庭も少なくない。しかし 2003 年以降の新築物件は 24 時間換気システムの設置が義務付けられているため、それが稼働している前提で防露設計がなされている。したがって、スイッチを止める事により、結露が発生するリスクが大きくなる。

熱交換換気を使えば冷暖房効率は損なわれにくくなっている。また給気ファン用フィルター の技術向上が花粉やマイクロサイズの粉塵を住宅内へ浸入させにくくしているので、24 時間稼働させなければならない。

換気システムには次の 3 種類がある。

a 第 1 種換気システム

給気と排気を機械で強制的に換気を行うシステム。風通しにやや難のある立地に建築される住宅や高气密高断熱住宅など確実に給気と排気を行いたいのであれば、有効な換気システムである。マイナス面では給気・排気に機械を使っているので電気代などのランニングコストが他の換気システムに比べ高くなる。

b 第 2 種換気システム

給気は機械で強制的に換気を行うが、排気に関しては自然換気を行う。強制換気で給気を行い、室内の空気は気圧が高くなり外部へ自然に流れようとする。その働きを利用して排気は自然換気に任せる。排気も強制的に行う第 1 種換気システムと比較すると電気代などのランニングコストは安くなる。しかし、建築物の気密によっては室内の湿気が外部へ排気されず、壁などへ侵入し、壁体内結露が発生する可能性もある。

c 第 3 種換気システム

排気は機械で強制的に換気を行うが、給気に関しては自然換気を行う。第 2 種換気システムの逆。第 3 種換気システムでは排気を強制的に行うため壁体内結露の危険性は第 2 種換気システムに比べ軽減される。また、電気代のランニングコストを抑えることができるので需要は高い。給気に関しては自然換気方式なので各居室にそれぞれ給気口を設置する必要がある。

7) 壁・床に接して家具などを置く。

部屋の隅は空気がよどみ、暖房をしても温度は低く湿度は高くなりがちである。こういったところに家具などを置くとさらに空気の流通は悪くなり、低温・高湿度になって結露が発生しやすくなる。家具などは、壁や床に直接接しないように、家具の下や後ろ側に 2~5cm 程度の空間を設けて置くようにする。押し入れの中のものも、壁にはつけずに置くといった配慮が必要に

なってくる。

8) 床下換気口の近くに物を置く。

床下は高湿度になりやすいところで、床下の湿気は土台や室内にも影響する。したがって、床下の換気を促進することも重要である。そのため、換気口付近には物を置かず、いつも空気の流通がはかれるようにしておく必要がある。

9) 家の中で低温の場所がある。

結露は、冷えた場所で発生する。したがって、家の中に極端に冷たい場所や冷えた部屋をつくらないことが重要であり、しっかり断熱をして、できるだけ家全体を暖冷房するようにすべきである。そうでなくとも、できるだけ締めきりの部屋をつくらないように、また、廊下・トイレなども暖まるように工夫が必要である。

10) 不適切な室内温湿度の設定

室内の温度や湿度は、外気や建築物性能の影響を受けながら、最終的には暖冷房・換気などの住まい方によって決定される。建築物や設備が良くても温度や湿度の設定が適切でなければ、つまり住まい方次第で、結露は避けられない。日常の生活状態で結露が生じないような低い湿度となっている場合には、住まい方を変える必要はない。しかし、問題は高い湿度の場合で、目安として 60%程度を超えないよう気を付けなければならない。しかし逆の場合もあり最近では高気密、高断熱の住宅も少なくなくエアコンを使用した場合、過乾燥になりやすい。湿度調節の目安として温湿度計はできれば各部屋に設置したほうが良い。

3.7.2 外力の作用

建築物の動きの主要因は温度や水分の変化であるが、バルコニーなどは、生活の場の一部として物干し場、鉢類の置き場などに利用されることが多い為住まい方次第では、建築物に損傷を与え、その部分からの浸入雨水などにより木造躯体の劣化を引き起こすことがある。バルコニー手すり、壁笠木、物干しにぶら下がったり、上に乗ったりなど過度に負荷のかかるようなことはしない。負荷をかけすぎると固定しているビスなどが緩みそこが、雨水の浸入経路になり、躯体を劣化させるリスクが発生する。

引用文献

結露防止ガイドブック (財) 建築環境・省エネルギー機構 平成 4 年 6 月 20 日