

9 寒冷地建築のポイント

9-1 寒冷地建築対策

寒冷地では、積雪や凍結など、温暖地と異なる厳しい環境条件に対する配慮が必要となります。



A

凍害対策

凍害とは、水分が凍結するときの膨張やそれに伴って発生する水分の圧力によって材料が破裂したり、仕上げ材が剥離したりする現象です。ALC も他の建築材料と同様、凍結のおそれのある寒冷地では凍害対策が必要です。

ALC の凍害防止のポイントは、水分が常時供給され過度に吸水しないようにすることです。（「ALC の凍害とメカニズム」次項参照）

原因となる主な水分は、① 結露水 ② 湿気 ③ 融雪水の3種類です。

① 結露水

結露水およびその原因となる湿気（②）は、建物が使われている間、室内側から常に多量に供給されることから最も注意が必要です。結露を生じさせないような断熱設計、防湿設計、および空調設計を行うことが第一で、万が一発生した結露水をどう処理するかが第二のポイントです。

② 湿気

湿気は、わずかな隙間から移動し低温部に接すると結露水となります。断熱層の室内側に、連続した防湿層を設け、多量の湿気の移動を防ぐことがポイントです。

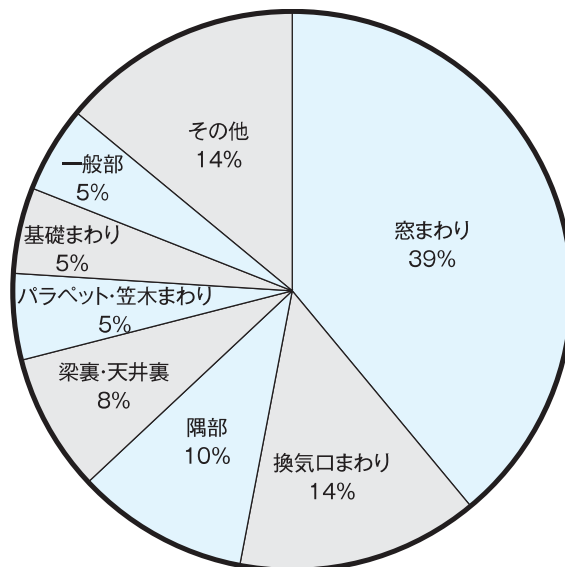
③ 融雪水

融雪水は、主に外部から供給される水分で、積もった雪が溶けて流れる経路での水処理がポイントです。ALC の凍害発生は、特定の箇所に集中しています。

▶ 図1 発生割合の高い窓や換気口のような開口部など原因となる水分が集中しやすい個所の対策が特に重要です。

凍害対策のポイントは、ALC 建築に限らず寒冷地建築物すべてに共通するものです。結露はカビや汚れの原因に、また融雪水の不適切な処理は漏水の原因になります。これらの水分は、内装材や構造躯体の腐食にもつながります。

図1 部位別凍害発生状況（1984年～1992年北海道における弊社調査結果）



- 気温の変動幅が大きい寒冷地では、室内側からの湿気による結露防止のため、透湿性（湿気を室外に放出する）を考慮した外壁仕上げを選定してください。
- 室内側は防湿層を設け透湿性を低くし、屋外側は仕上げの透湿性を高くします。壁体内への湿気の浸入を極力抑え、万一浸入した場合も結露させることなく屋外に排出するためです。室内の水蒸気発生量や外部の環境（温湿度条件、風雨・風雪の強さ）により、防湿層と外部仕上げの性能を決定してください。一般に耐久性の高いものは透湿性が低いため、特に注意が必要です。
- 透湿性が低い仕上げ材の場合は、パネルへの水分浸入防止に特に配慮してください。パネルに浸入した水分が放出されにくい透湿性の低い仕上げ材は、ふくれ、剥離などの凍害を起すことがあります。金属パネルなどの成形板では結露を生じ腐食などの原因となることがあります。断熱や室内側の防湿を十分に行って結露を防止し、また各取合い部から融雪水などの浸入がないように十分注意してください。
- 成形材仕上げの場合は、通気層を設けてください。

ALC の凍害とメカニズム

凍害は、水分が氷に変化すると体積が約 9% 膨張することや、それに伴って発生する水分の圧力によって起こると考えられています。

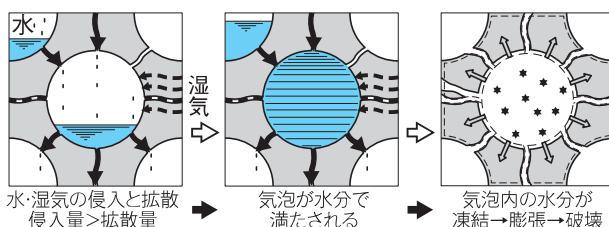
ALC は、体積で約 50% が気泡、約 30% が毛細管、約 20% が固体です。ALC 内部の水分が凍結する場合、気泡内の水分から凍結が始まり、体積で約 50% を占める気泡内が氷で満たされた後、ALC に破壊を生ずると考えられています。

実験でも ALC のなかに含まれる水の量を変えて、凍結と融解を繰り返すと体積 % で約 55% を越えないと、水分を含んでいても凍害を起さないと確認されています。

また、ALC の吸水試験の結果からは、水につけても全体が容易に 55% の含水率になることは無いことがわかります。

したがって、結露水の集中などのような過度の吸水がなければ凍害を防止出来ることがわかります。

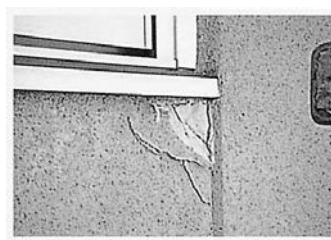
凍害メカニズム



■ ALC 凍害のパターン

パターン1 [ALC 素材の亀裂]

- ALC 内部の高含水部分が凍結、ALC を破壊

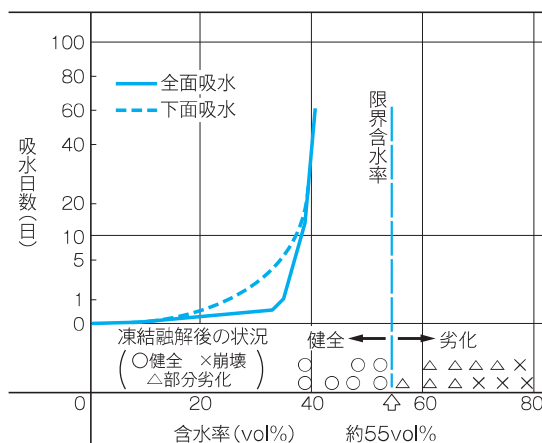


パターン2 [外装材の膨れ、剥離]

- ALC の表面付近の高含水部分が凍結、ALC の表面層を破壊（スケーリング）
- ALC と外装材の境界に浸入した水分が凍結膨張、蒸発膨張



限界飽水度法実験結果



『セメント・コンクリート』No.432,1983
(北海道大学 鎌田教授、千歩助教授、他) より

[塗材仕上げ]

複層仕上塗材（タイル状吹付仕上げ）のなかでも透湿性防水型塗材は、防水性も、透湿性も高い塗材です。壁体内に浸入した水蒸気を外部に放出する機能をもっており、内外温度差が大きく内部の水蒸気発生が多い場合に特に有効です。

 **注意** ■ 防水性の高い防水形複層仕上塗材（弾性タイル状吹付仕上げ）は、透湿性も低いいため、パネル内部の水分によりふくれが生ずることがあります。パネルに水分が浸入しないように防水や室内側の防湿を十分に行ってください。仕上げ工事前のパネルの乾燥も重要です。

警告 [タイル張り]

寒冷地^{注1}では、タイル裏面のパネルに多量の水分が浸透した場合、凍結により広い範囲にわたってタイル仕上げ面が剥離落下する危険があります。剥落した場合には、塗材仕上に比べ質量があるため危険性が増します。採用に当たっては設計面・施工面における凍害対策を十分行うほか、特に下記の点に注意が必要です。

^{注1} 当社では「寒冷地」の範囲の目安を、「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準（平成 25 年省エネルギー基準）平成 25 年経済産業省・国土交通省告示第 1 号」の 1.2 および 3 の地域区分の地区としています。

■ タイルは、透湿性の低い素材です。パネルに浸入した水分は水蒸気としてタイル面より放出されにくくなりますので、外壁取合い部の防水を確実にし、壁体内結露防止のために断熱・室内側の防湿を十分に行う必要があります。

また、サッシや換気パイプなどで生じた結露水をパネルに浸入させないために、設計・施工上の配慮を行ってください。

■ パネルおよびタイル面の適切な位置には、伸縮目地を設けてください。地震等によりタイルおよび目地にひび割れを生じるとひび割れから雨水・融雪水が浸入するおそれがあります。

■ 寒冷期の施工は、接着用モルタルの硬化不良・接着不良等が生じやすいため避けてください。

■ 現場タイル張りは、タイル施工の良否により、品質や耐久性が大きく異なります。タイル施工については、日本建築仕上学会「ALC パネル現場タイル張り工法指針・同解説（第 3 版）」^{注2}、日本建築学会「建築工事標準仕様書 JASS 19 陶磁器質タイル張り工事」、タイルメーカーおよび全国タイル業協会などで研究された設計・施工指針類に従ってください。

^{注2} 日本建築仕上学会「ALC パネル現場タイル張り工法指針・同解説（第 3 版）」では、タイル仕上げをした ALC パネルが、「室内側の設計が不適切な場合には凍害を受ける可能性が高い」との判断から、寒冷地を適用外としています。

注意 [ヘーベル SI パネル（低吸水性パネル）と凍害対策]

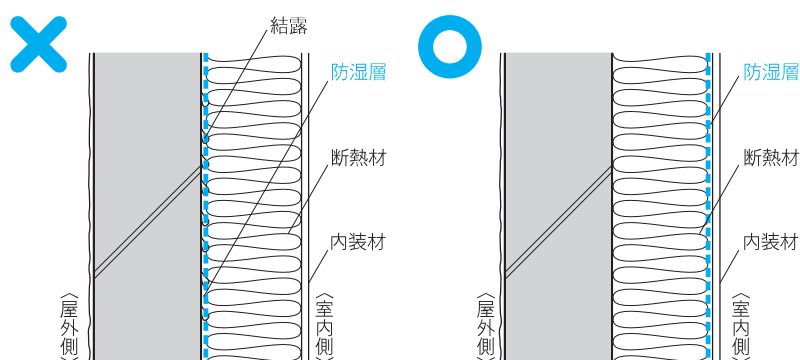
ヘーベル SI パネルは、吸水しにくいパネルですが、このことだけですべての凍害を防止することはできません。凍害のメカニズムは極めて複雑で、条件によっては^{注3}むしろ凍害が発生しやすくなることもあります。

^{注3} ヘーベル SI パネルはパネル内部に水分拡散しにくいいため、内部結露のように水分の供給状態によっては局部的に高含水率となり、普通パネルより凍害になりやすいことがあります。

室内側からパネルへの水分の浸入を防ぐために、十分な防湿と断熱が必要です。

- 防湿層は、断熱層の室内側に設けてください。断熱層の室内側より屋内側の透湿層が低いと、断熱層内部で結露するおそれがあります。▶ 図2
- グラスウールなどの水蒸気透過性の高い断熱材を使用する場合は、別途防湿層を設けてください。水蒸気発生量の多い場合など、条件によっては発泡ウレタン等の比較的水蒸気透過性の低い断熱材も別途防湿層が必要になります。
- 湿気の移動防止のためには、断熱材および防湿層を連続させ、隙間なく施工し、気密性を高める仕様としてください。わずかな隙間でも、湿気が集中し、多量に結露する場合があります。
- 気象条件、建物の使用条件、外部仕上り材の透湿性を考慮し、断熱および防湿の仕様を決定してください。

図2 防湿層は断熱層の室内側に



蒸気発生量の多い建物では、十分な排湿や防湿および結露対策を行ってください。一般の建物に比べて水蒸気発生量の多い建物や場所には、温水プール、ホテル、レジャー施設などの浴室、脱衣室、病院、食品加工工場、クリーニング工場、飲食店の厨房のほか、加湿機や開放型の暖房機（ガスや灯油の燃焼時に水分が放出される）を使用する部屋などがあります。

結露も一時的なものであれば、被害を生ずるほど水分が蓄積される前に乾燥します。しかし、常に多量の水分が供給される場合には、水分蓄積が進行し被害を生ずることになります。

- 水蒸気は、排気設備等で外部に排出してください。
- 防湿層や防水層を設け、高湿な空間を他の部分と明確に区分し、湿気が流出しないようにしてください。
- 防湿層から漏れた水蒸気も排出できるようにしてください。特に小屋裏は、天井面や天井と壁の取合い部での完全な防湿が難しいため換気を考慮してください。



A

窓・ドア

- サッシ枠やガラスの断熱性を高め、開口部の下側にヒーターを配置するなどして、結露の発生を防いでください。

▶ 図1

- サッシ枠裏面や方立材内部の結露を防ぐために、サッシ枠の室内側に発泡ウレタンを充てんするなど断熱防湿処理を施してください。▶ 図2

図1 サッシ枠やガラスの断熱性を高める

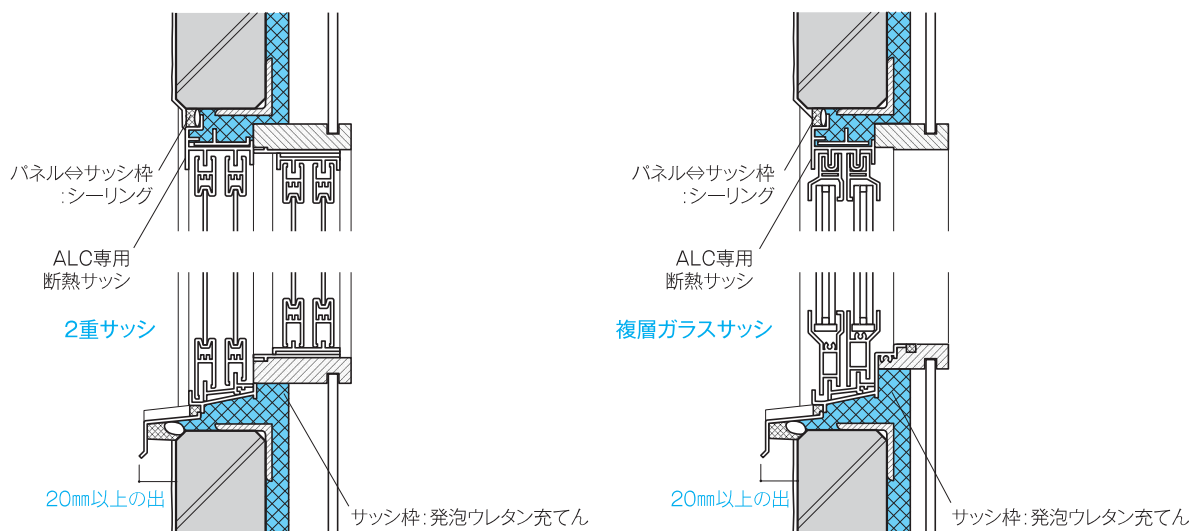
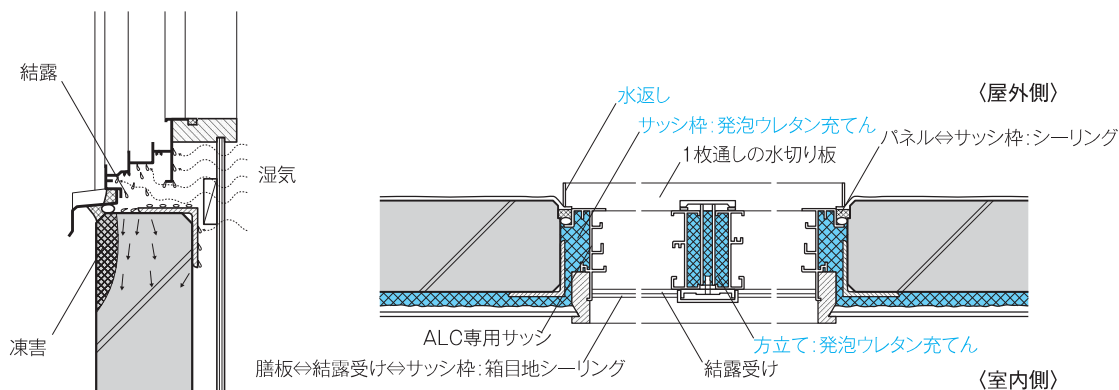


図2 サッシ枠室内側に断熱や防湿処理を施す



サッシ枠の断熱や防水が不十分

↓
枠裏の結露水が浸入

- 壁体内への結露水の浸入を防ぐため、サッシの縦枠と横枠、サッシ枠と膳板の取合い部は、シーリング材を充てんするなど確実に防水してください。▶ 図3
- サッシ下部外部のシーリング材の充てん位置は水切りの奥とし、確実に水が切れる納まりとしてください。▶ 図1
- サッシ下部外部の外装仕上塗材の上端は、水切り内部となるようにし、塗膜上端で水を受けることのないようにしてください。▶ 図4
- 浴室や厨房など湿度が100%近い環境では、開口部の結露防止は困難です。結露水をサッシから排出できる納まりとしてください（室内側が防水されていれば室内側に流し、排水できる納まりとしてください）。

図3 壁体内への結露水の防止



サッシ枠と膳板の防水が不十分
窓面の結露水が壁内に浸入

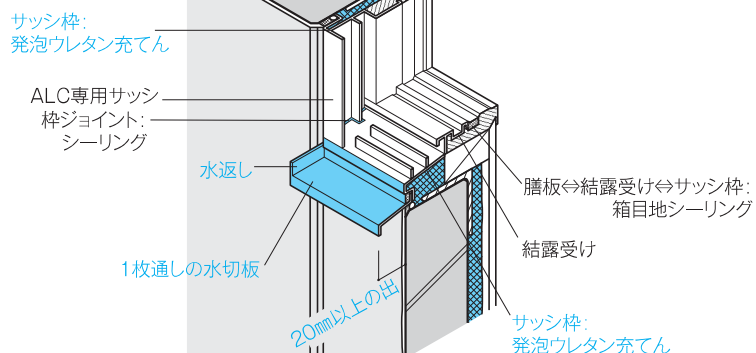
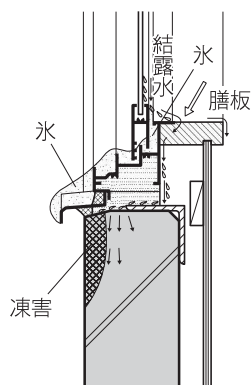
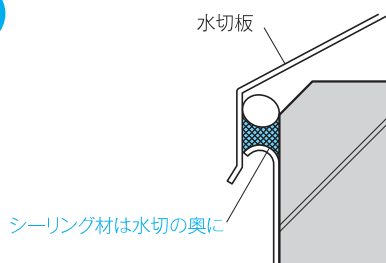
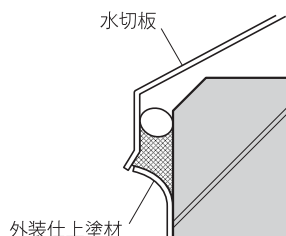


図4 サッシ下部の仕上げ外装仕上げの納まり



B 排気口・換気口

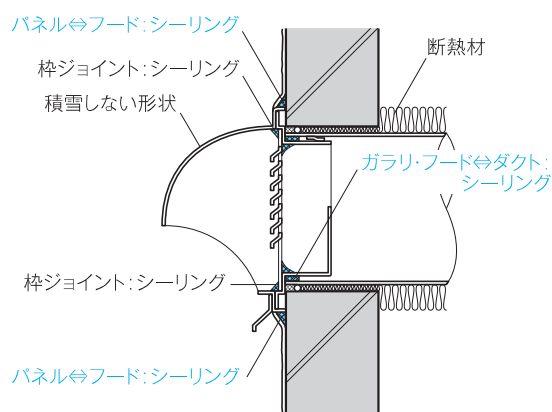
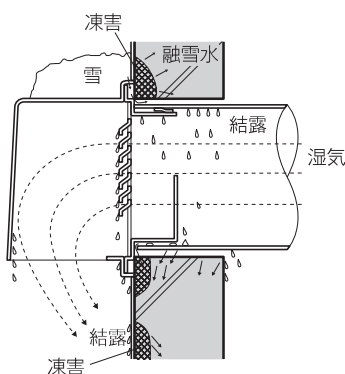
- 熱交換型の換気設備を用い、換気口部分での結露の発生を防止してください。
- 一般の換気口では、結露を防ぐことは難しいため、各ジョイントの防水を確実に行ってください。特に浴室や厨房の排気は、湿度が高いため多量の結露水が発生します。
- ダクトとパネル、ダクトとフードのジョイントはシーリング材を充てんし、結露水や湿気がパネルにふれないようにしてください。▶ 図5
- 換気フード取り付け前に、ダクトとパネルの取合い部のシーリング材の充てん済みを確認してください。

図5 ダクト、フード廻りの納まり



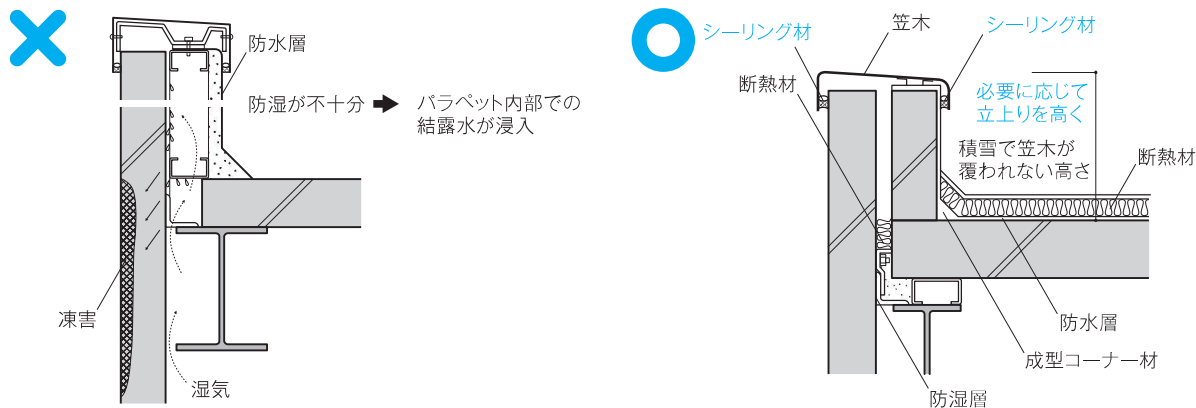
各部ジョイント防水不十分
パイプの断熱不足
フード形状不適

➡ 結露水や融雪水が浸入
➡ ダクト外側に結露
➡ 融雪水が浸入
➡ 排気が壁面で結露



- パラペットの立上がりは、必要に応じて笠木が積雪に常時覆われていることのない高さとしてください。▶図6
- 特に防水立上がりのあるパラペットでは、低温となりやすいパラペット内部で結露が発生しないように注意してください。パラペット下部または天井面には必ず断熱材および防湿層を設けてください。▶図6

図6 パラペット部注意点



[パネルと金属笠木との取合いをシーリング処理する場合]

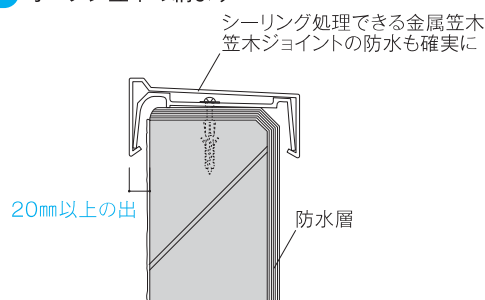
- 笠木のジョイントのシーリング処理は確実に行ってください。▶図6
- パネルとのシーリング処理は、笠木の水切りの奥とし、確実に水が切れる納まりとしてください。▶図6
- 外壁の外装仕上塗材の上端は、笠木の水切り内部となるようにし、塗膜上端で水を受けることのないようにしてください。

▶図6

[オープン笠木の場合]

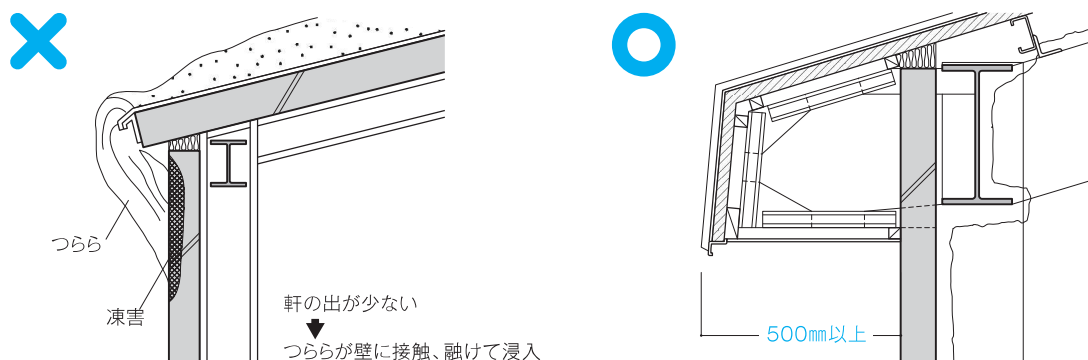
- 笠木の中に水が浸入することを前提に、屋根の防水層を外壁面側まで巻き込み、パネルの外装仕上塗材や目地のシーリング材と完全に連続させるなど、パネル防水に十分配慮してください。▶図7

図7 オープン笠木の納まり



- 出の大きな軒、あるいは急勾配屋根、鼻折れ屋根として、つららの接触によって外壁仕上げ面を損傷させないように、また融けた水が外壁面を流れないようにしてください。▶図8
- つららの発生を防止するためには、屋根や天井に十分な断熱を施し、屋根の雪を融かさないようにするなどの方法もあります。

図8 軒の出

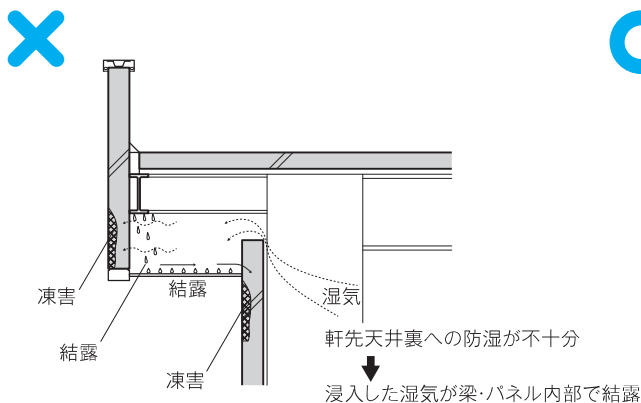


湿気が多い室内の空気が、天井裏や小屋裏に流入して温度の低い部分に接触すると結露します。天井裏や小屋裏を室内として扱うか、屋外として扱うかを明確にして結露を防止してください。

[屋外として扱う場合]

- 天井面、屋根面、壁面およびそれらの取合い部の防湿と断熱を十分に行い、天井裏や小屋裏への湿気の流入を防止してください。▶ 図9
- 天井裏や小屋裏へ流入した湿気を排出するために、大きさや個数、換気経路を検討し、湿気がよどまないように換気口を設置してください。▶ 図9
- 梁や天井の断熱材などにより換気が妨げられる場合には、梁を貫通させて換気ダクトを設ける必要があります。▶ 図10

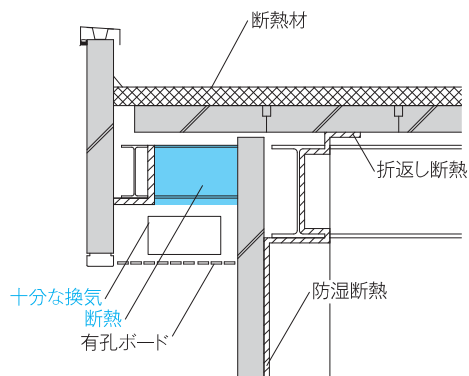
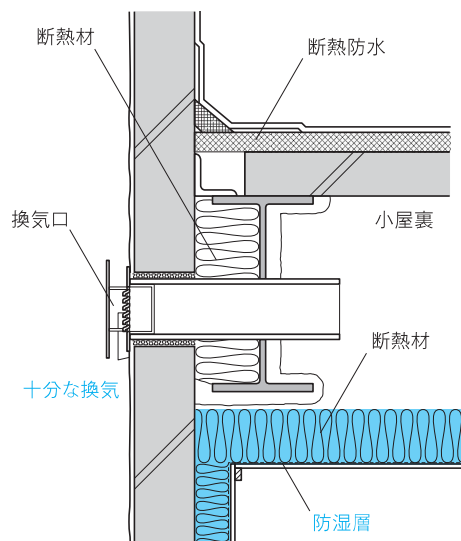
図9 軒先天井裏の防湿・断熱



[室内として扱う場合]

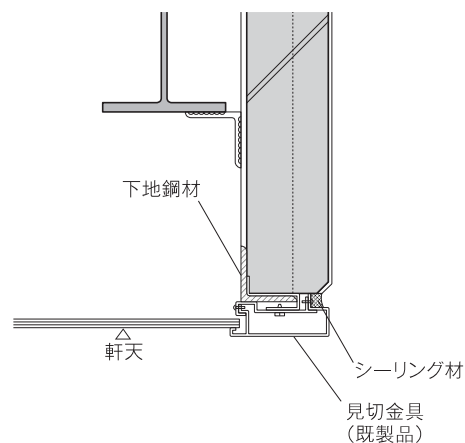
- 天井裏や小屋裏に面する屋根や外壁に十分な断熱を施し、結露を生じない環境としてください。

図10 湿気排出の換気口



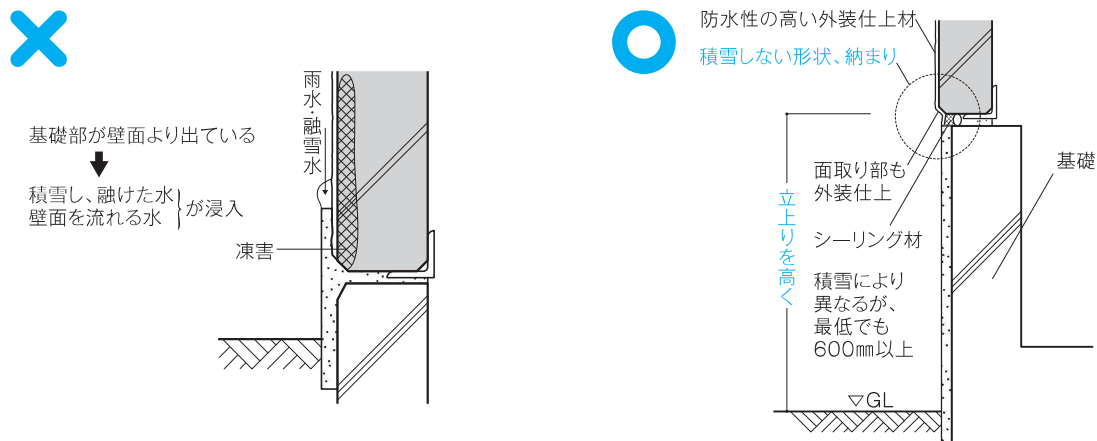
- 下がり壁などのパネル下端は、受けアングルとの取合い部などから、パネルが吸水しやすい部分です。見切金具を用い、確実に水が切れる納まりとしてください。▶ 図11

図11 下がり壁の納まり例



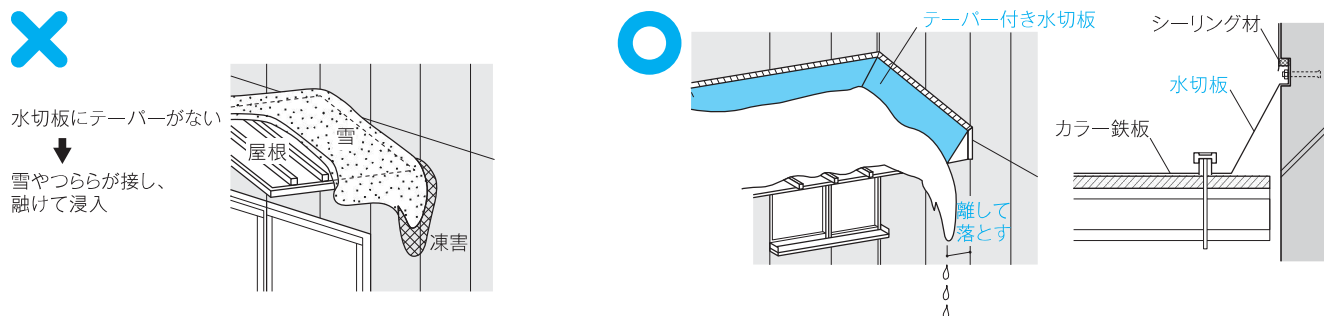
- 屋根からの落雪を含めた積雪高さを考慮し、積雪が壁パネルに常時接することがない基礎高さ、また、融雪水がパネルに接しない基礎の高さとしてください。▶ 図 12
- 基礎面を外壁面より出さない、基礎天端に勾配を設けるなどして基礎天端で水を受けないようにしてください。▶ 図 12

図 12 基礎部の納まり



- テーパー付きの水切りを設け、融雪水が壁面のパネルを流れないようにしてください。▶ 図 13

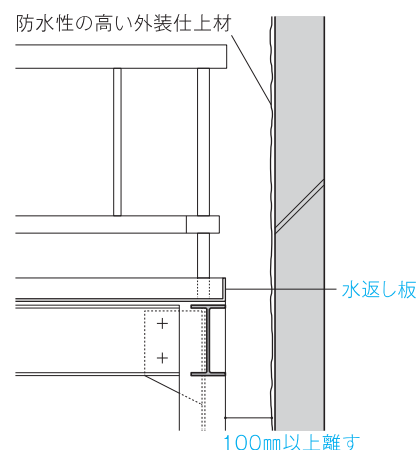
図 13 下屋の納まり



屋外階段の踊り場やささら桁、外壁の貫通梁に積もった雪が融けて、壁面のパネルを流れやすくなります。

- できるだけ内階段となるよう計画してください。
- やむを得ず屋外階段とする場合は、融雪水が壁面を流れないような水返し板などを設けてください。▶ 図 14

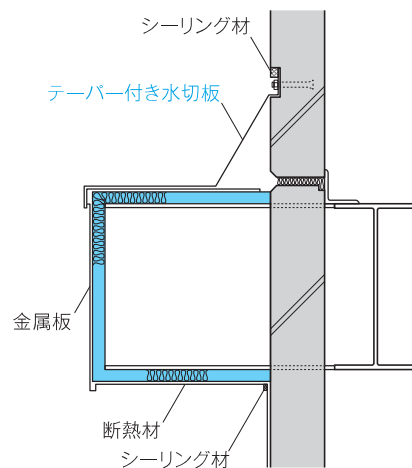
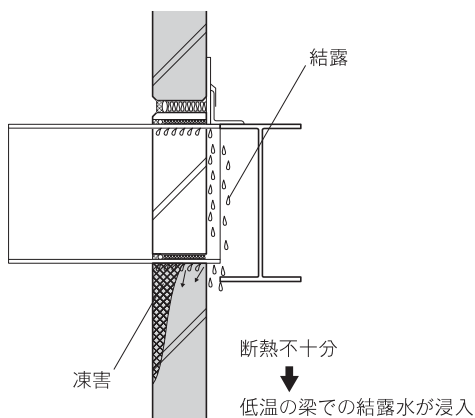
図 14 屋外階段には水返し板を



外部へ突出した梁等は、冷熱橋となり室内側で結露する原因となります。また、突出部に雪が積もり、融雪水が壁面のパネルを流れやすくなります。

- できるだけ突出部のない納まりとしてください。
- 突出部は断熱し、冷熱橋とならないようにしてください。▶ 図 15
- 融雪水が壁面を流れないように、テーパ付き水切板を設けてください。▶ 図 15

図 15 突出部の納まり



注意

K

浴室・水まわり

室内側に水や水蒸気が多量に存在し、直接水分が流入するだけでなく、結露によっても、外壁や屋根パネルに水分が浸入しやすい環境です。

- 浴室は、ユニットバスを用いると、防水対策や防湿対策は容易になります。ユニットバスの部材間接合部、排気ダクト接合部の防水気密処理は、十分確認してください。不十分な場合、天井裏や壁体との間に湿気を充満させることになります。▶ 図 16
- 多量の結露水が生じやすい開口部まわりでは、支障のないところへの結露水の流路を確保してください。
- 飲食店の厨房など水洗いする床の防水層は、少なくとも壁面の開口部下まで立ち上げ、パネルの上端小口まで防水してください。開口部に生じた結露防水処理にも有効です。▶ 図 17

図 16 浴室

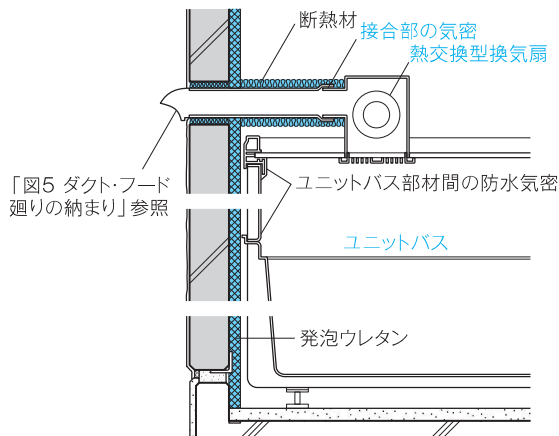
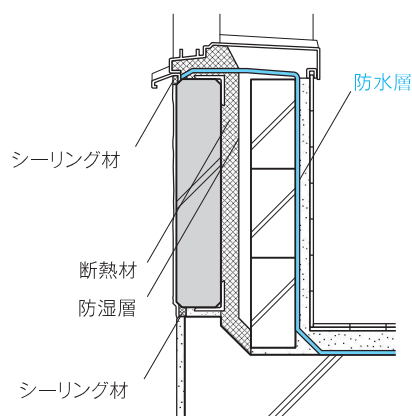


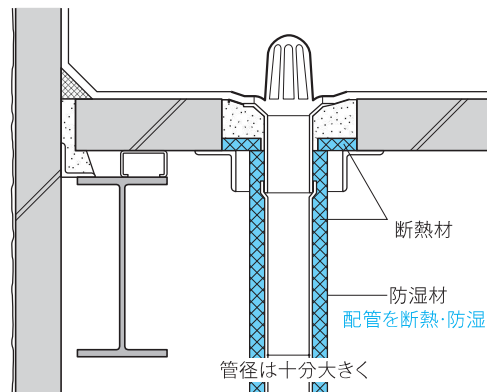
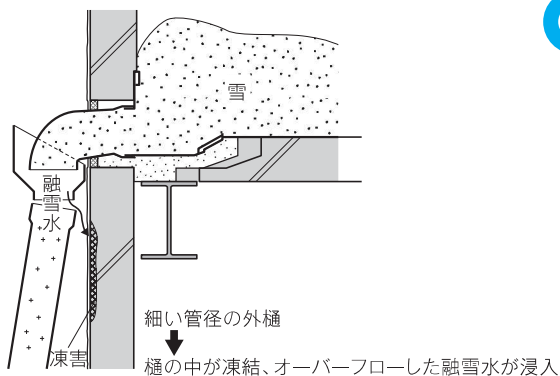
図 17 水まわり



積雪地、寒冷地での外樋は、凍結しその機能を果たせません。オーバーフローした水が漏水し、パネルの吸水の原因となる場合もあります。

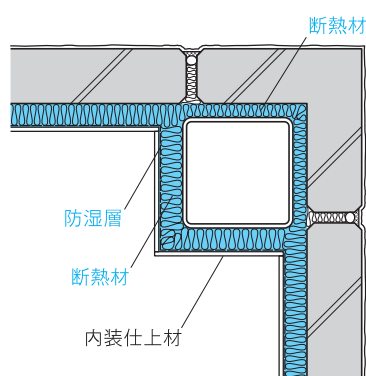
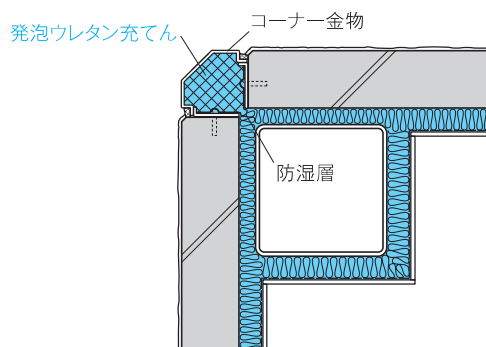
■内樋とし、冷熱橋による結露防止のため配管には断熱材を施してください。▶図18

図18 樋



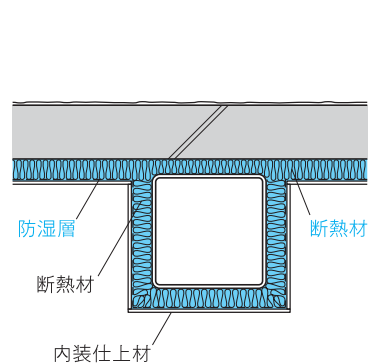
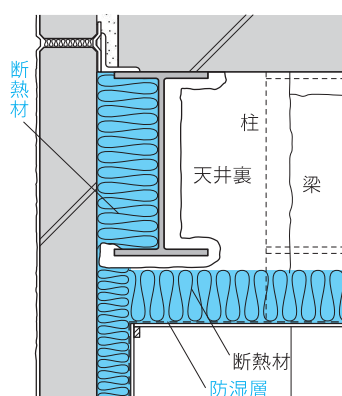
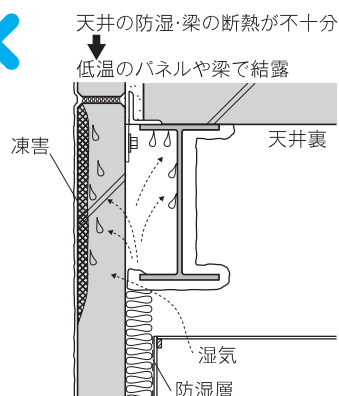
■出隅部は冷熱橋となりやすいため、十分な断熱を行ってください。▶図19

図19 出隅部の断熱



■梁部分も断熱材や防湿層が不連続とならないようにしてください。▶図20

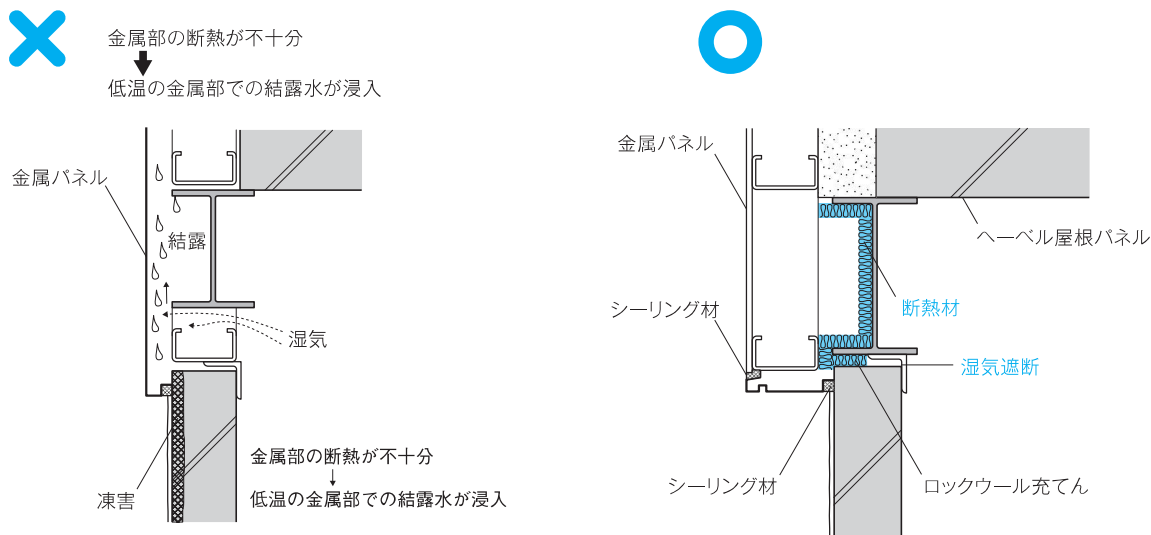
図20 柱・梁の断熱



○ スパンドレル

- 断熱性の低い金属パネルを用いる場合、低温部に湿気が触れ結露しないようにしてください。
- 梁の取合い部などの断熱や防湿を十分行ってください。▶図21

図21 スパンドレルの断熱防湿



9-3 工事管理



注意

A

へーベル工事

- 施工現場でパネルを保管する場合は、シートで養生するなどして雨や雪等からの濡れを防いでください。
- 寒冷期では、水を使用する目地モルタルや補修材は凍結に対する注意が必要です。防凍材を用いることもありますが、錆の原因となる塩化物等の成分を含まないALCに適したものを使用してください。



注意

B

パネル工事後の養生

- 仕上げ工事までの間に、降雨や降雪によりパネルが吸水し凍害が発生する場合がありますので、必要に応じシート掛け等の養生を行ってください。



注意

C

断熱・防湿工事の管理

- 断熱材や防湿層のジョイントや各部の取合い部などは、隙間を生じないように施工してください。シート状の防湿材の継ぎ目は十分に重ねしるを確保し、浮き上がって隙間を生じることのないようシートの押さえを設けてください。
- 防湿層に傷を付けて、孔をあけないよう注意してください。発泡ウレタン〈吹付け硬化ウレタンフォーム断熱材（JIS A 9526）〉の硬質な表面は、比較的透湿抵抗が高いので防湿性確保のために傷をつけないようにしてください。
- 断熱工事および防湿工事の後に行う設備工事業者の方などへも、上記の注意を確実に行ってください。

- 仕上塗材の下地処理は仕上塗材指定メーカーの仕様に従ってください。
- パネル間の目地、意匠パネルの化粧目地、基礎部、他部材との取合い部は、薄吹きになりがちですので、特に念入りに吹付けるようにしてください。▶ 図 1
- 一般に 5℃以下での工事は好ましくありません。気温が低いと、接着不良などを生じたり、エマルジョン系仕上塗材では、正常な皮膜が形成されないなどの問題があります。
- 工事は、高周波水分計によるパネルの表面含水率が 25%wt 以下の乾燥状態の時に行ってください。含水率が高いと、接着不良のために剥離したり、取り込まれた水分の蒸発・凍結による防水層・外装仕上げ材のはがれやふくれ、または内部結露や凍害が発生する場合があります。
- なお、降雨にさらされたパネルがこの条件になるためには、一般に温暖期では 3～7 日前後の自然乾燥が必要です。寒冷期は、温暖期と比較して乾燥が遅れますので、特に注意してください。

図 1 吹付け仕上げ材工事の注意

