

# 木造軸組住宅の断熱施工

## 付加断熱工法編

充填断熱施工編・外張断熱施工編と合わせてご利用ください

～ **設計：施工上の注意点と内部結露判定** ～

# はじめに

- 代表例として、
  - ・充填断熱には繊維系断熱材
  - ・外張断熱には発泡プラスチック系断熱材を用いた付加（併用）断熱工法について説明したものです。
  
- 壁の付加断熱の場合の施工フローや注意点などについて記載しています。
  
- 断熱施工の詳細につきましては、「充填断熱工法編」、「外張断熱工法編」を参照ください。

# 付加断熱施工上の注意点

- 1) 充填する繊維系断熱材の室内側にはJISA6930 A種の透湿抵抗以上の防湿層を施工してください。グラスウール・ロックウール各社の50 $\mu$ 以上の付属防湿フィルム付きの製品がこれに該当します。
- 2) 躯体内部が、室内側の防湿層と躯体外側の透湿抵抗の高い発プラ系断熱材で囲まれるため、構造材や造作材、壁外側に貼る面材は、十分乾燥したものをを用いる必要があります。
- 3) 発プラ系断熱材を外張断熱に使用した場合、「住宅瑕疵担保履行法」の防水層の3条確認により透湿防水シートを省略する事が可能です。施工の詳細は各断熱材製造会社にお問い合わせください。
- 4) 防火地域・準防火地域の場合の適用可否につきましては、各断熱材製造会社にお問い合わせください。

# 外壁付加断熱工法 施工フロー図

□ 天井断熱・床断熱の例 [屋根断熱・基礎断熱もあります]

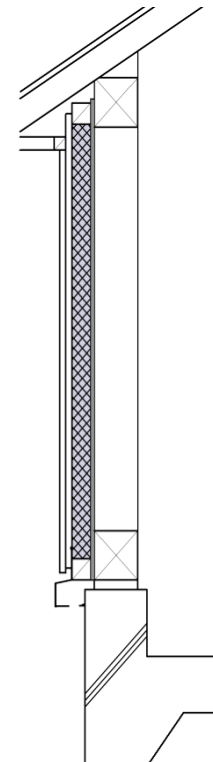
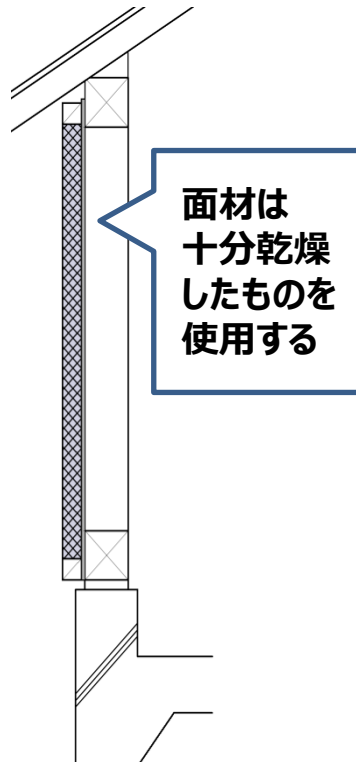
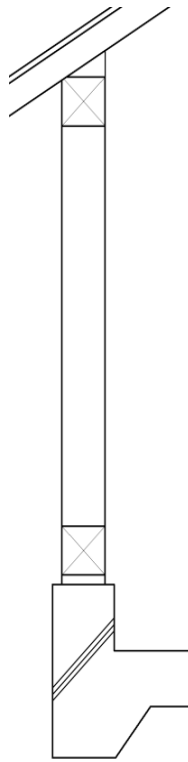
①  
躯体



②  
面材施工  
外張断熱



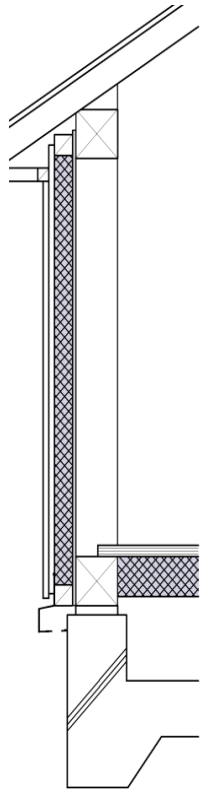
③  
サイディング施工  
通気層の設置



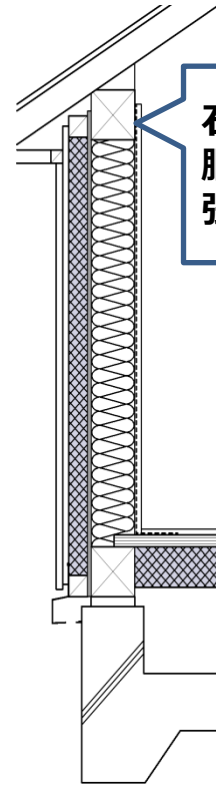
# 外壁付加断熱 施工フロー図



④  
床断熱  
合板施工



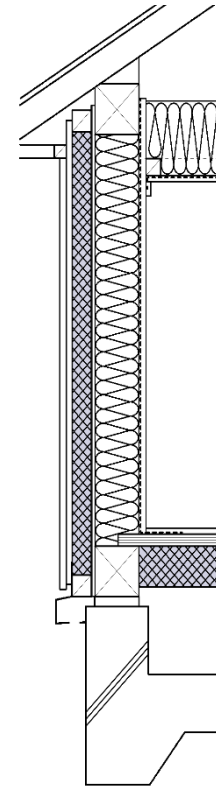
⑤  
充填断熱  
石こうボード施工



石こうボードは  
胴差・梁等まで  
張り上げる



⑥  
天井断熱  
石こうボード施工



# 付加断熱工法における内部結露

繊維系充填断熱材の外気側に透湿性の低い発泡プラスチック系断熱材を施工する付加断熱工法は繊維系断熱材の内部結露が懸念されるので、生じないことを確認してから採用するようにします。

内部結露の確認は一次元定常結露計算や非定常計算等で行うことが示されていますが、一次元定常結露計算は他の計算方法に比べ比較的簡易で結露が生じやすく安全側の結果となるので本資料では一次元定常計算で結露の有無を確認した結果を次ページ以降に示しました。

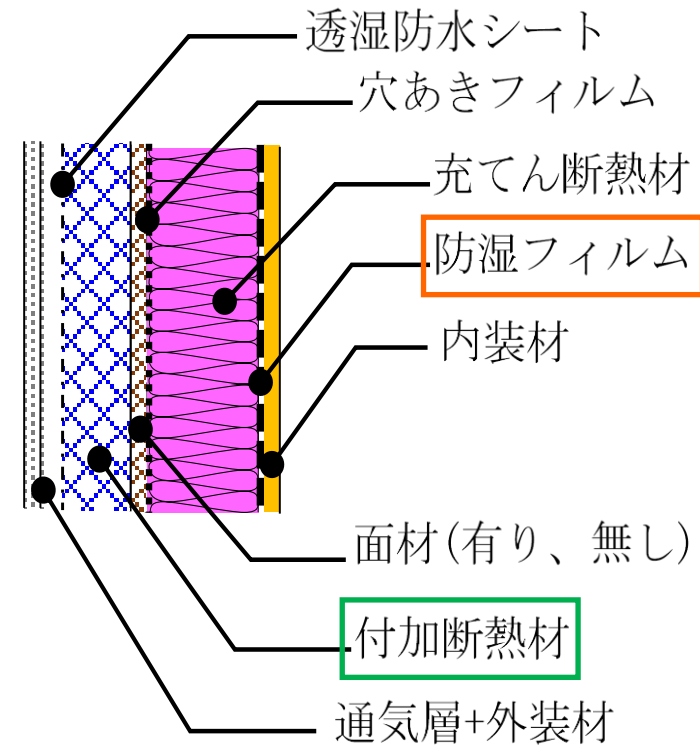


図-1 内部結露の確認をした付加断熱工法の壁構成

※ 長期優良住宅認定等に係る技術的審査マニュアルの一次元定常結露計算による確認方法に従い確認したものです。

# 断熱等性能等級における 結露の発生を防止する対策に係る 内部結露計算等の取り扱いについて

内部結露計算条件変更 【住宅高断熱化・地域区分移行等考慮】  
令和4年10月1日以降の設計住宅性能評価申請から適用

## 〈内部結露計算条件（一次元・定常）〉

	【変更後】		【変更前】	
	温度	相対湿度	温度	相対湿度
室内	15℃	60%	10℃	70%
外気	建設地の最寒月の平均気温*1 [℃]	70%	建設地の最寒月の平均気温 [℃]	70%

\* 1 2001年～2010年まで  
標準年EA気象データ（拡張メタス気象データ/株式会社気象データシステム）

## 国土交通省住宅局住宅生産課

事務連絡 事務連絡  
令和4年7月22日  
登録住宅性能評価機関 殿

国土交通省住宅局住宅生産課

断熱等性能等級における結露の発生を防止する対策に係る  
内部結露計算等の取り扱いについて

住宅性能表示制度の評価方法基準（平成13年国土交通省告示第1347号）第5の5の5-1（3）「ハ 結露の発生を防止する対策に関する基準」においては、掲げられた対策と同等以上の結露の発生を防止に有効な措置が講じられていることが確かめられた場合には、防湿層や通気層を設けなくともよいこととしており、具体的には、部位の一般部の層構成及び内外温湿度条件に応じた一次元の定常計算により層構成内部で結露域が生じないことを確認することとしています。

今般、近年の新築住宅の高断熱化や新しい地域の区分への移行などを踏まえ、当該計算に係る室内条件及び外気条件を下表のとおり変更しますので、令和4年10月1日以降の設計住宅性能評価の申請については、変更後の室内条件及び外気条件を用いて計算されていることを確認するようお願いいたします。

住宅型性能認定についても令和4年10月1日以降に新規で認定申請する場合は同様の取扱いとします。また、令和4年9月30日以前に取得した住宅型性能認定及び特別評価方法認定については、令和4年10月1日以降に当該認定を用いて設計住宅性能評価の申請ができることとします。

なお、特別評価方法認定の取り扱いについては、一般社団法人 住宅性能評価・表示協会が公開している「計算の結果による温熱環境（結露の発生を防止する対策）に関する試験ガイドライン」を参照してください。

〈内部結露計算条件（一次元・定常）〉

	【変更前（現行）】		【変更後】	
	温度	相対湿度	温度	相対湿度
室内	10℃	70%	15℃	60%
外気	建設地の最寒月の平均気温 [℃]	70%	建設地の最寒月の平均気温 [℃]*	70%

\*変更後の外気条件「建設地の最寒月の平均気温[℃]」については、「拡張メタス気象データ/株式会社気象データシステム」の2001年から2010年までの標準年EA気象データを用いることとします（暖房期間における構造熱機部の室内側最低表面温度を算定するための建設地の最寒月の日最低気温の平年値[℃]についても同様の取扱いとします。）。

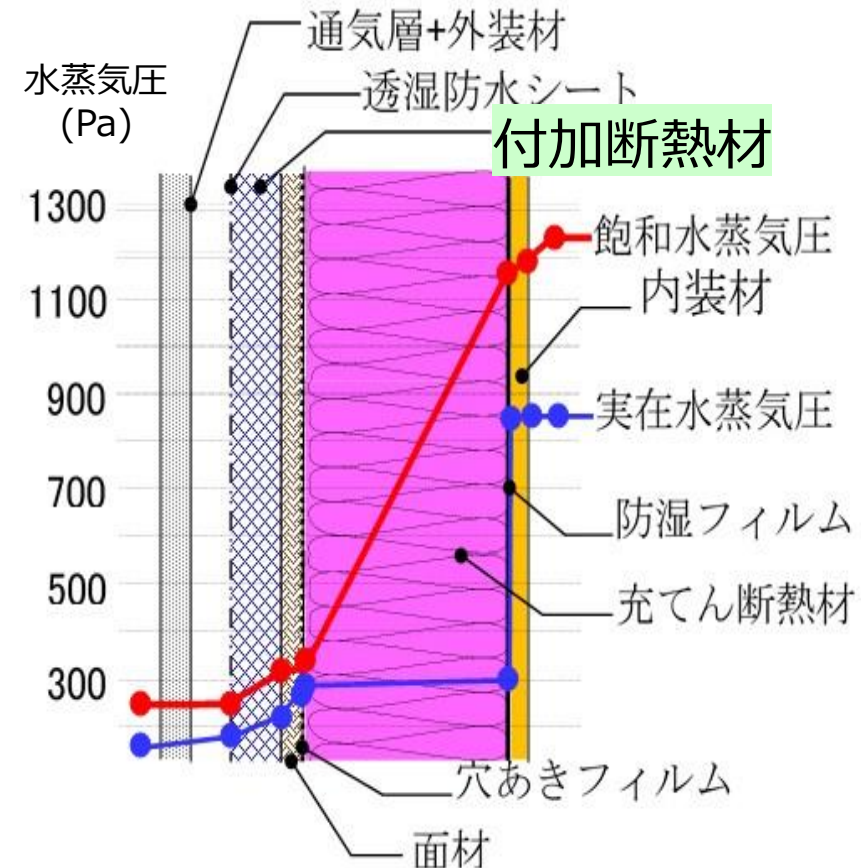


## 付加断熱工法の内部結露計算例

材料	厚さ (mm)	熱伝導率 (W/mK)	透湿比抵抗 (msPa/ng)	透湿抵抗 (m <sup>2</sup> Pa/ng)
石膏ボード	12.5	0.22	0.0252	0.00032
防湿フィルム	—	—	—	0.082
充てん断熱材	105	0.036	0.00588	0.00062
穴あきフィルム	—	—	—	0.00305
面材	9	0.16	0.901	0.01801
付加断熱材 <sup>※1</sup>	25	0.028	0.28	0.007
透湿防水シート	—	—	—	0.00019
通気層 (カテゴリーII)	18	0.11 <sup>※2</sup>	—	0.0017

※1. 計算例で各断熱材の性能で確認は行っている。

※2 表面熱伝達抵抗 (m<sup>2</sup>K/W) を記載している。



# 付加断熱工法の防露性能 計算結果概要

温湿度：室内= 15℃ 60%RH 外気= -10.8℃ 70%RH

No	外気温	透湿防水シート	通気層	付加断熱材				面材	充てん断熱材			防湿層	内装材	充てん断熱材 外気側境界の 飽和水蒸気圧 — 実在水蒸気圧 (Pa)	防露性						
		透湿抵抗 (m <sup>2</sup> sPa/ng)	カテゴリ- II	種類	厚さ (mm)	λ (W/mrK)	透湿比 抵抗 (msPa/ng)	合板 厚さ (mm)	付属 穴あき フィルム	厚さ (mm)	λ (W/mrK)	透湿 抵抗 (m <sup>2</sup> sPa/ng)	石膏 ボード (mm)								
1	-108	0.00019	18mm 以上	EPS1	25	0.034	0.57	12	有り	105	0.038	0.082	125	27.85	○						
2				EPS2		0.036	0.57							20.48	○						
3				XPS1C		0.036	0.57							20.48	○						
4				XPS3A		0.028	0.57							55.94	○						
5				FF	0.020	1.15	28.30							○							
6	-108			0.00019	18mm 以上	EPS1	25	0.034	0.57					12	無し	105	0.040	0.082	125	53.95	○
7						EPS2		0.036	0.57											46.25	○
8						XPS1C		0.036	0.57											46.25	○
9						XPS3A		0.028	0.57											83.33	○
10						FF	0.020	1.15	53.82											○	

\*1 防湿層：JIS A6930:1997 住宅用プラスチック系防湿フィルム 50μm以上 \*2 λ：熱伝導率

\*3 穴あきフィルム透湿抵抗：0.00305 (m<sup>2</sup>・s・Pa/ng)

\*4 EPS1,2：ビーズ法ポリスチレンフォーム XPS1C,XPS3A：押出法ポリスチレンフォーム(スキン無し) PF：フェノールフォーム

\*5 発泡プラスチック系断熱材の透湿抵抗比は、JISの透湿係数の上限規格値ではなく透湿係数の実体値を元に求めた。

# 付加断熱工法の防露性能 計算結果概要

温湿度：室内= 15℃ 60%RH 外気= -10.8℃ 70%RH

高性能繊維系断熱材：充填断熱材の断熱性能を32mW/mKとしたときの結露判定結果

No	外気温	透湿防水シート	通気層	付加断熱材				面材	充填断熱材				防湿層	内装材	充てん断熱材 外気側境界の 飽和水蒸気圧 — 実在水蒸気圧 (Pa)	防露性					
		透湿抵抗 (m <sup>2</sup> Pa/ng)	カテゴリ II	種類	厚さ (mm)	λ (W/mK)	透湿比 抵抗 (m <sup>2</sup> Pa/ng)	合板 厚さ (mm)	付属 穴あき フィルム	厚さ (mm)	λ (W/mK)	透湿 抵抗 (m <sup>2</sup> Pa/ng)	石膏 ボード (mm)								
1	-10.8	0.00019	18mm 以上	EPS1	25	0.034	0.57	12	有り	105	0.032	0.082	125	2.74	○						
2				EPS2	30	0.036	0.57							2.02	○						
3				XPS1C	30	0.036	0.57							2.02	○						
4				XPS3A	25	0.028	0.57							27.06	○						
5				FF	25	0.020	1.15							729	○						
6	-10.8			0.00019	18mm 以上	EPS1	25	0.034	0.57					12	無し	105	0.032	0.082	125	20.67	○
7						EPS2	25	0.036	0.57											14.30	○
8						XPS1C	25	0.036	0.57											14.30	○
9						XPS3A	25	0.028	0.57											44.98	○
10						FF	20	0.020	1.15											12.34	○

\*1 防湿層：JIS A6930:1997 住宅用プラスチック系防湿フィルム 50μm以上 \*2 λ：熱伝導率

\*3 穴あきフィルム透湿抵抗：0.00305 (m<sup>2</sup>・s・Pa/ng)

\*4 EPS1,2：ビーズ法ポリスチレンフォーム XPS1C,XPS3A：押出法ポリスチレンフォーム(スキン無し) PF：フェノールフォーム

\*5 発泡プラスチック系断熱材の透湿抵抗比は、JISの透湿係数の上限規格値ではなく透湿係数の実体値を元に求めた。

発泡プラスチック系断熱材の必要断熱厚みは種類にかかわらず30mm以上であれば内部結露発生はありません。

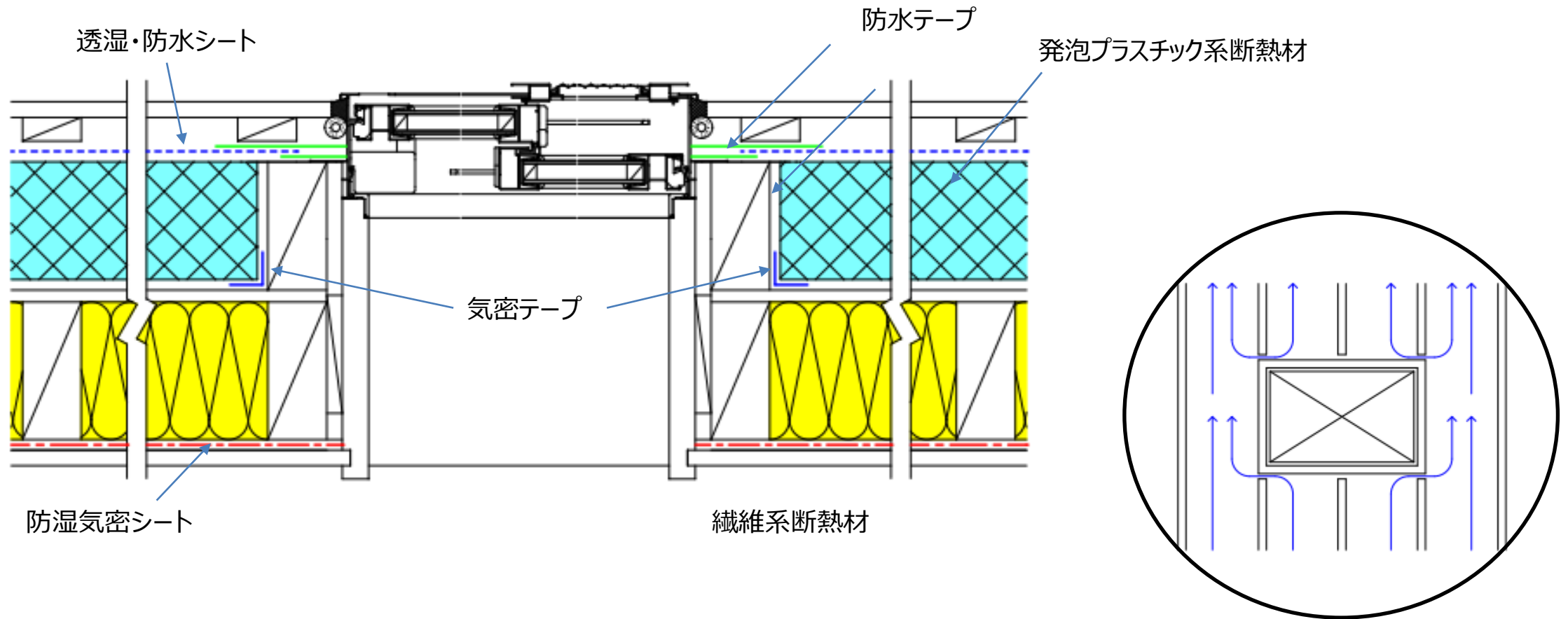
# 内部結露が生じないことを確認した仕様

- 対象地域：全国
  - 内装材：石膏ボード12.5mm以下
  - 室内側防湿フィルム+充てん断熱材(厚さ105mm以下,熱伝導率0.036W/m・K以上)  
充填断熱材
    - ① 袋入りグラスウール、袋入りロックウール  
※室内側付属防湿フィルム・外気側穴あきフィルム付き
    - ② 防湿フィルム+グラスウール、ロックウール、セルローズファイバー、インシュレーションファイバー断熱材  
※ 付属防湿フィルム又は防湿フィルムの透湿抵抗  
：0.082m・s・Pa/ng以上（JIS6930:1997住宅用防湿フィルム50μ以上）
  - 面材：無し又は合板9mm以下及びMDF9mm以下、パーティクルボード9mm以下
  - 付加断熱材(※アルミ箔など透湿性の低い材料が積層されたものは除く)
    - ① ビーズ法ポリスチレンフォーム 25mm以上（地域・充填断熱仕様によって違います）
    - ② 押出法ポリスチレンフォーム 25mm以上（地域・充填断熱仕様によって違います）
    - ③ フェノールフォーム 20mm以上（地域に・充填断熱仕様によって違います）  
※アルミ箔など透湿性の低い材料が積層されたウレタンフォーム(ボード)等をご検討の場合、メーカー、協会にお問合せください。
  - 透湿防水シート：JIS A 6111:2016と同等の透湿性  
→透湿抵抗：0.00019m<sup>2</sup>・s・Pa/μg以下
  - 通気層+外装材：通気層厚さ18mm以上(通気経路上に障害物がある場合を含む)
- これ以外の仕様は、確認を行っていないもので結露が生じるということではありません。

# ～ 施工：上位等級における納まりと注意事項 ～

# 外壁（開口部周り）

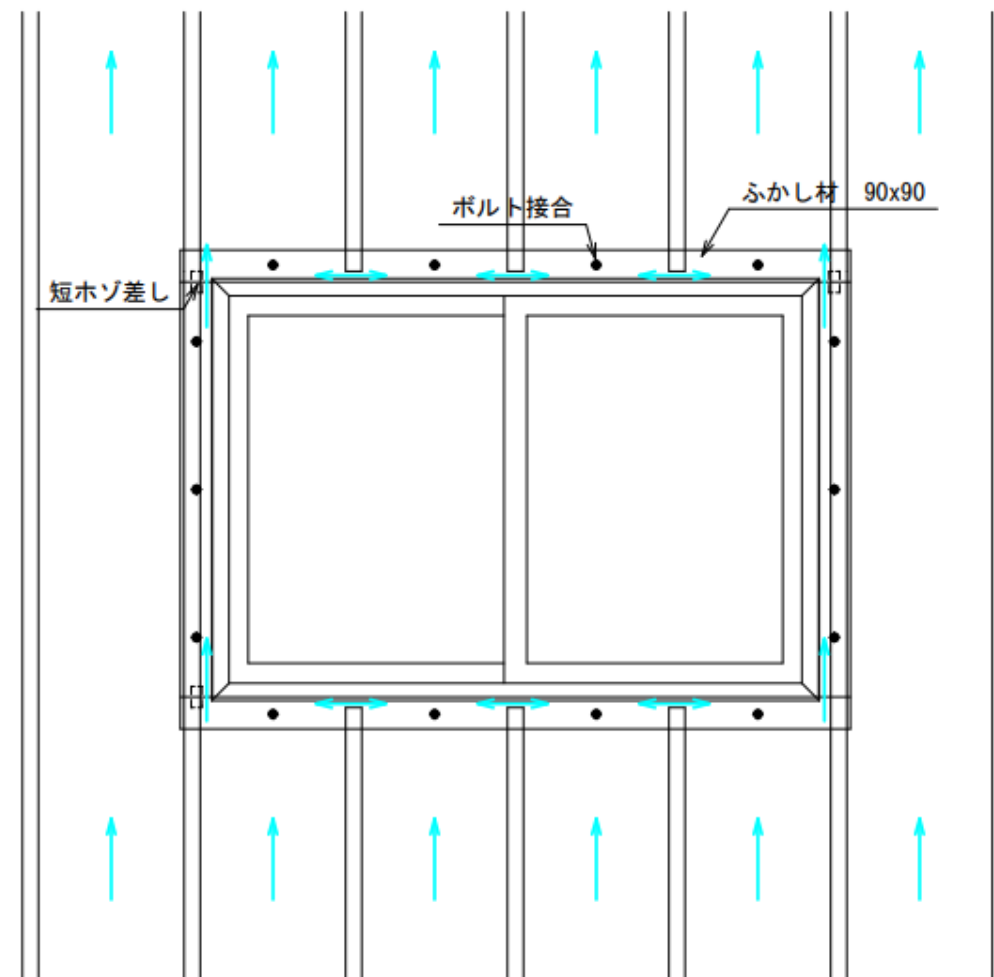
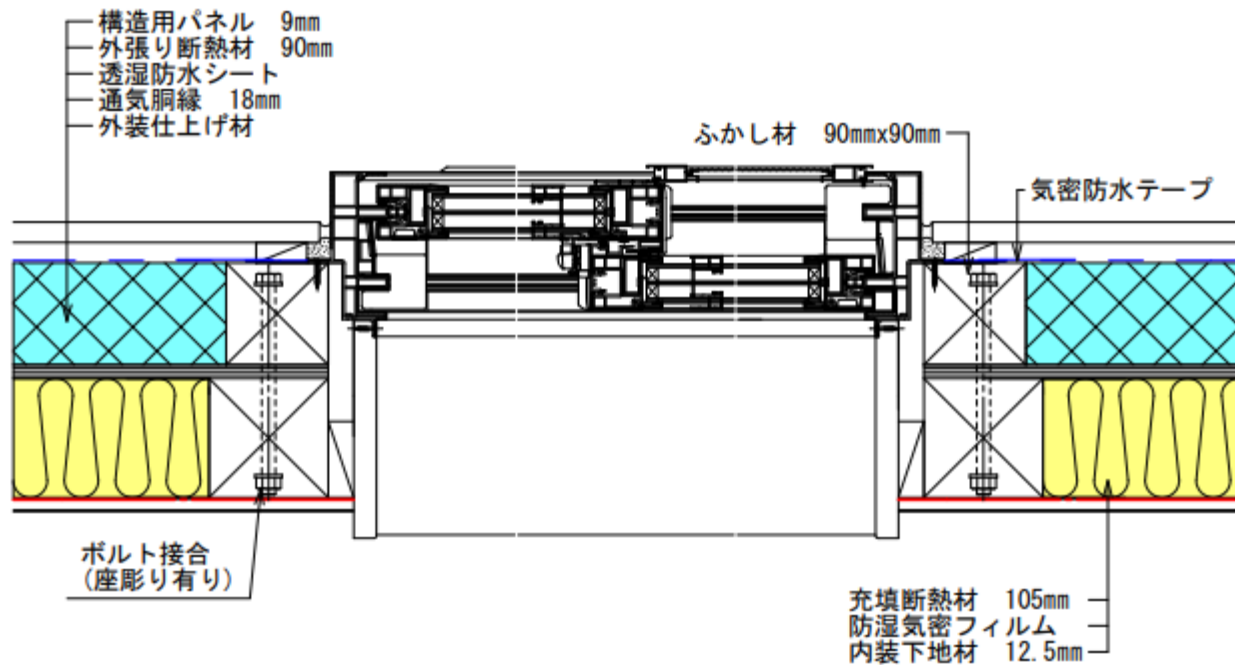
- 窓台等は分離窓台とし、構造用面材を介して発泡プラスチック系断熱材と同厚の調整ふかし材を施工しサッシを取付けます。
- 発泡プラスチック系断熱材の上に透湿防水シートを施工します。(開口部周りは防水テープで施工します。)
- 通気胴縁：外装材目地部は、厚18×幅90mm 以上、その他は厚18×幅45mm 以上を標準とし、外張り専用ビスで柱・間柱に固定します。
- なお、サッシ廻りは通気胴縁を突付けとせず 30mm 程の隙間を設け通気路を確保します。



# 外壁（開口部周り）：調整ふかし材



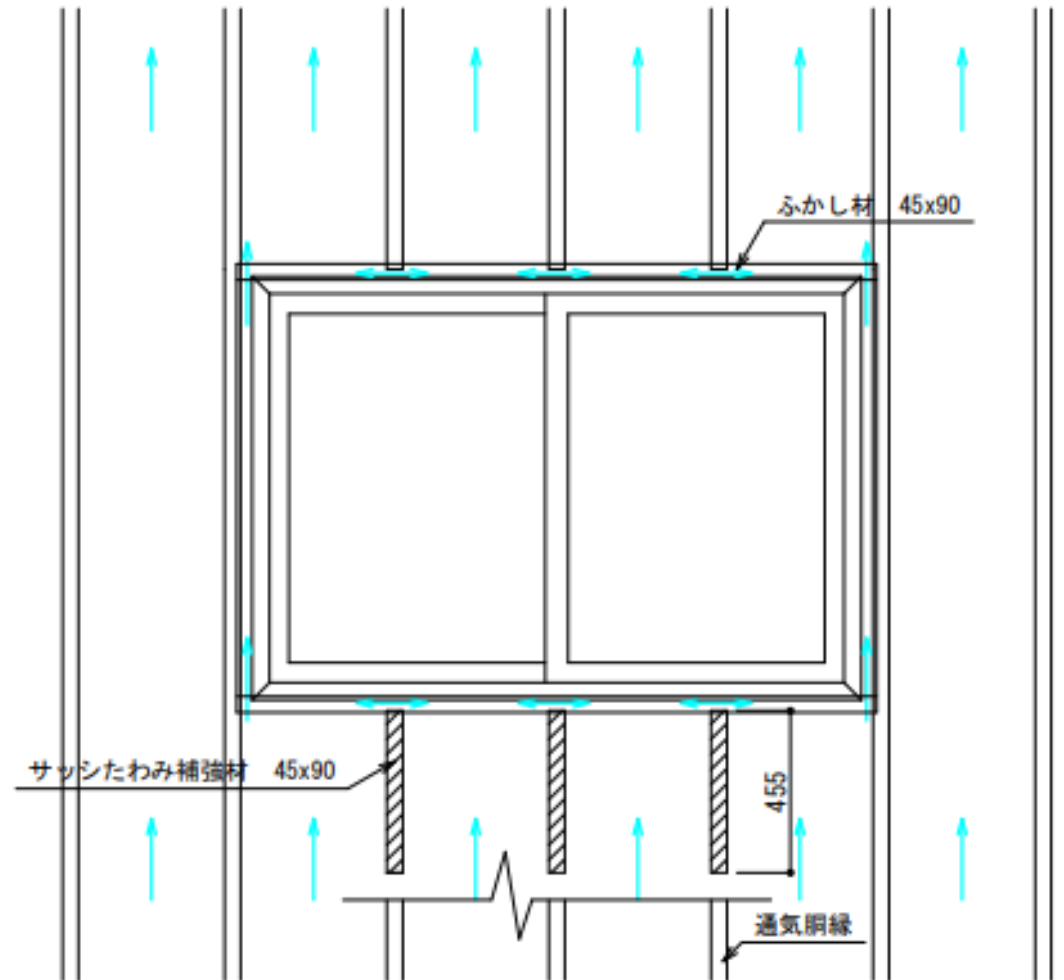
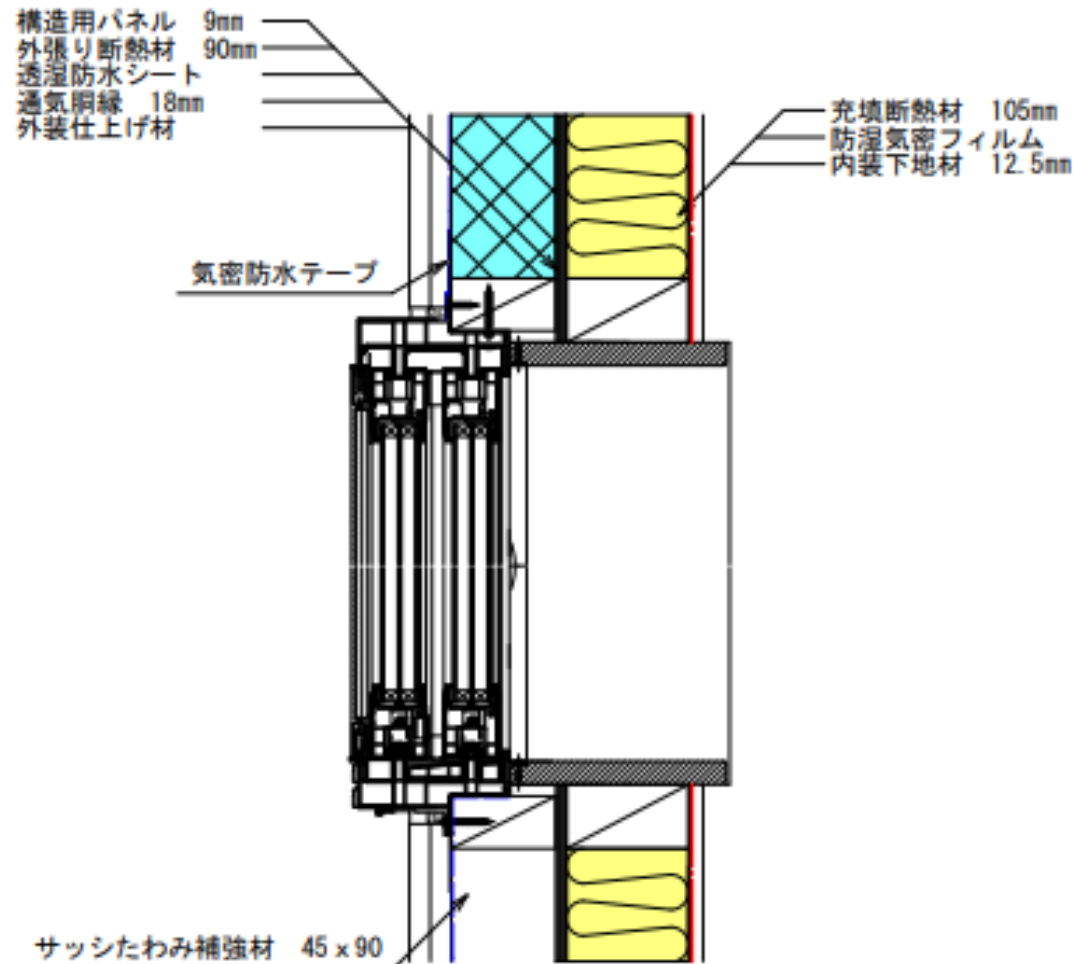
# 外壁補強（調整ふかし材受け：ボルト接合）例 1



- 転び止め／たわみ防止を考慮して外張り断熱材のふかし材は90x90をボルト接合としています。
- 結合ボルトは室内外と連続していますので結露対策を取ってください。



# 外壁補強（調整ふかし材受け：たわみ補強材）例 2



- 窓台の下にたわみを防止する補強材を柱/間柱に固定します。

# 外壁補強（調整ふかし材受け：たわみ補強材）



# 外壁（入隅・出隅）

- 外張り断熱材が厚い場合、通気胴縁幅に留意する必要があります。（※出隅部では、例）断熱厚み90mm + 固定幅 = 150mmなど、特注サイズが必要となる場合があります。）
- 入隅では通気胴縁が確実に固定されるように受け材を設けます。



① 構造用合板等の面材を施工します。



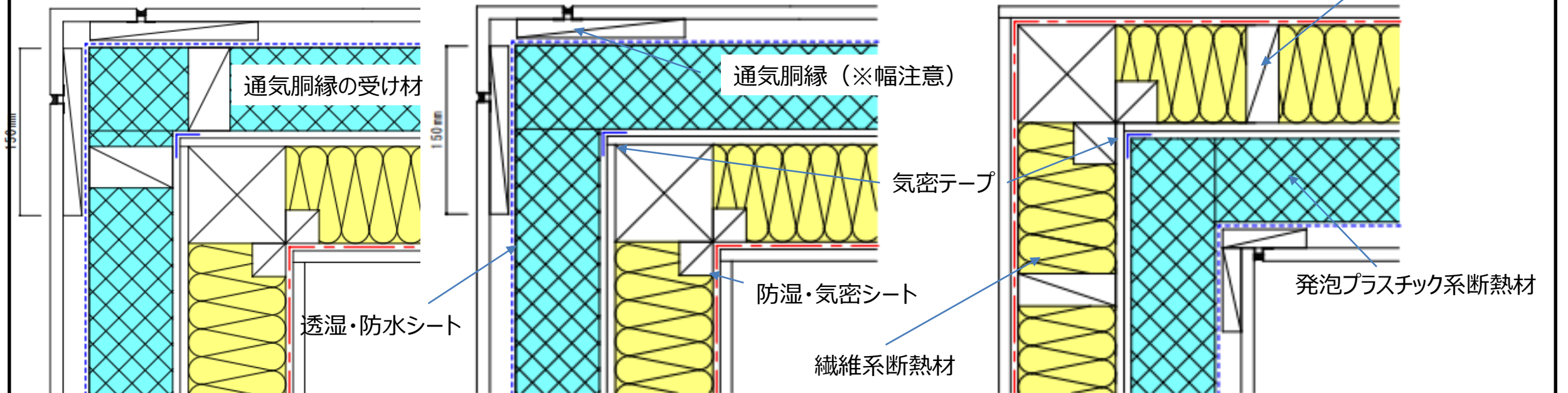
② 出隅へふかし材として面材を施工します。



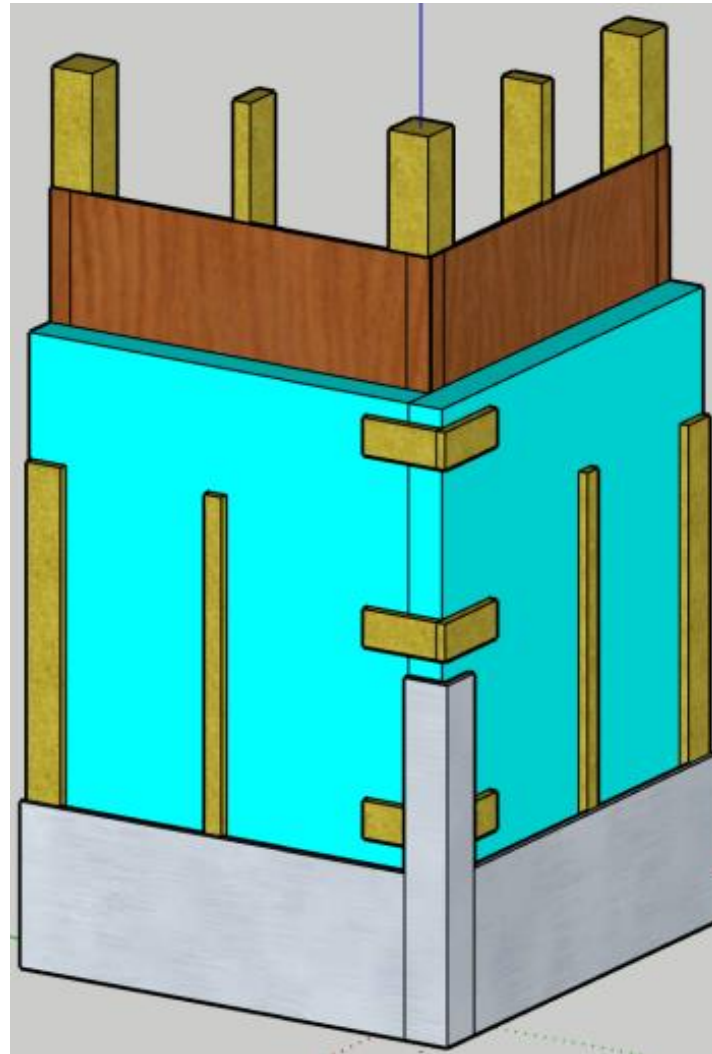
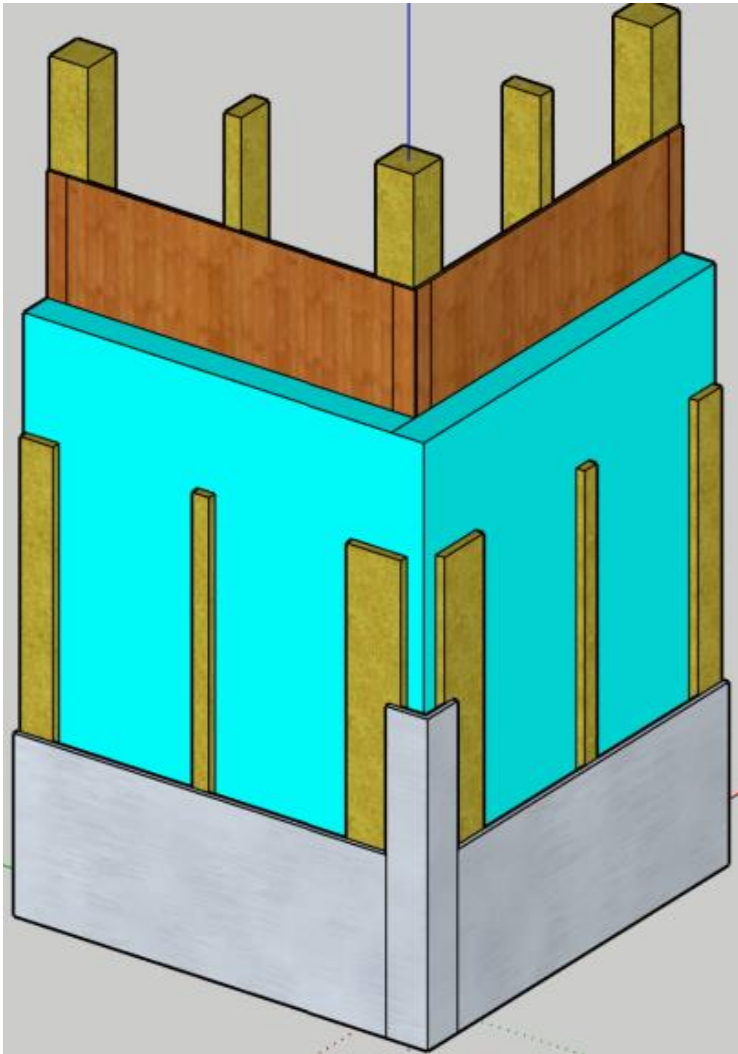
③ 断熱材を取り付けます。



④ 専用ビスで通気胴縁を取り付けます。



## 外壁 出隅部の通気胴縁の例



- 出隅部の通気胴縁は、断熱厚み90mm + 固定幅 = 150mmなど、特注サイズが必要となる場合があります。右図の様に断片的に胴縁を取り付けても可能です。

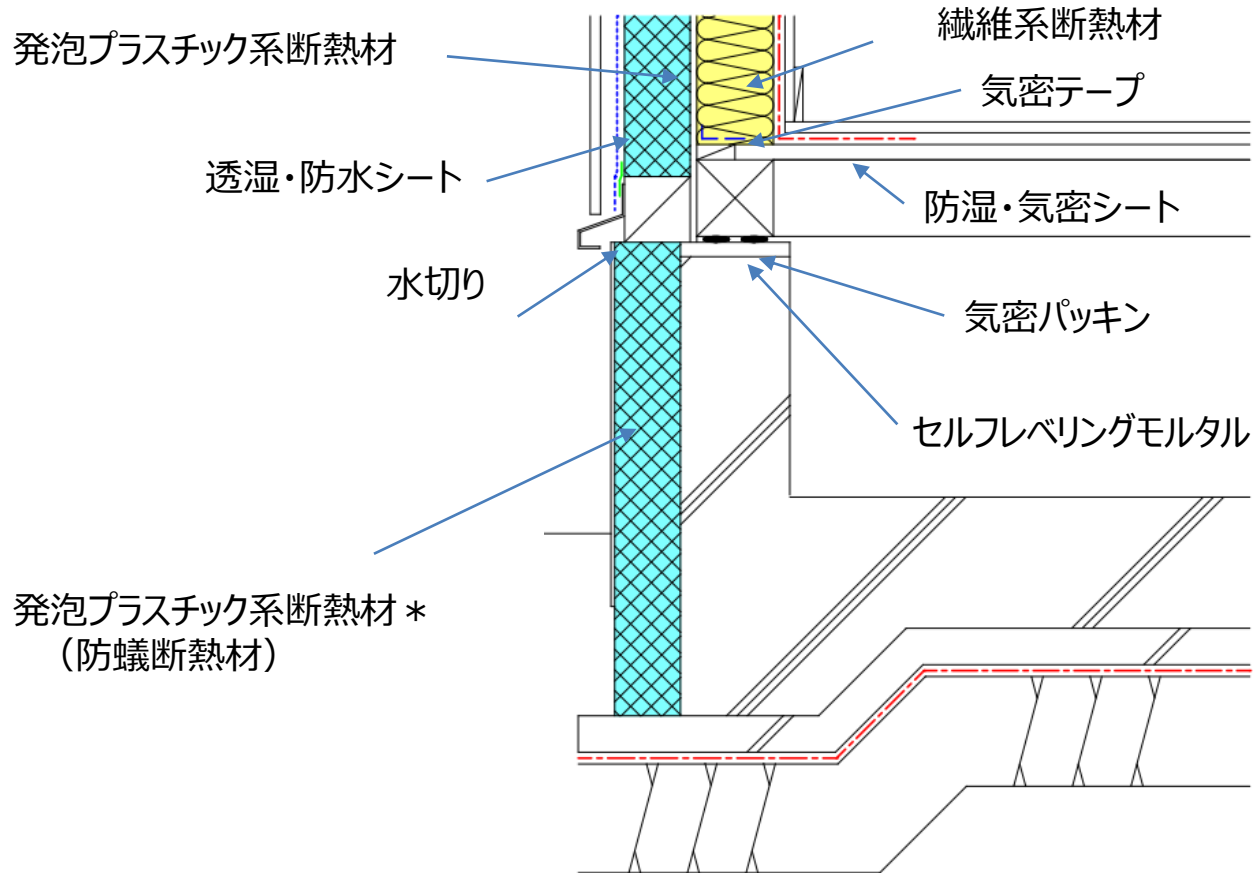
# 外壁 出隅部の通気胴縁



※縦貼りサイディング施工のとき

# 外壁（基礎・外断熱）

- 基礎断熱された床下空間は室内として扱われるので床下換気口や床下部の気流止めは不要です。
- 土台や床などを構成する木材の防腐措置等は人体に影響がないことが確かめられたものとするか、防腐・防蟻措置の不要な材種の木材を使用します。
- 床下空間は少なくとも300mm以上の高さを確保する等して点検口及び人通口を通過して床下の全ての部分が点検できるようにします。
- 施工途中の降雨対策として、予め土間面に水抜き穴を設け、最終的に塞ぐ措置をする場合があります。



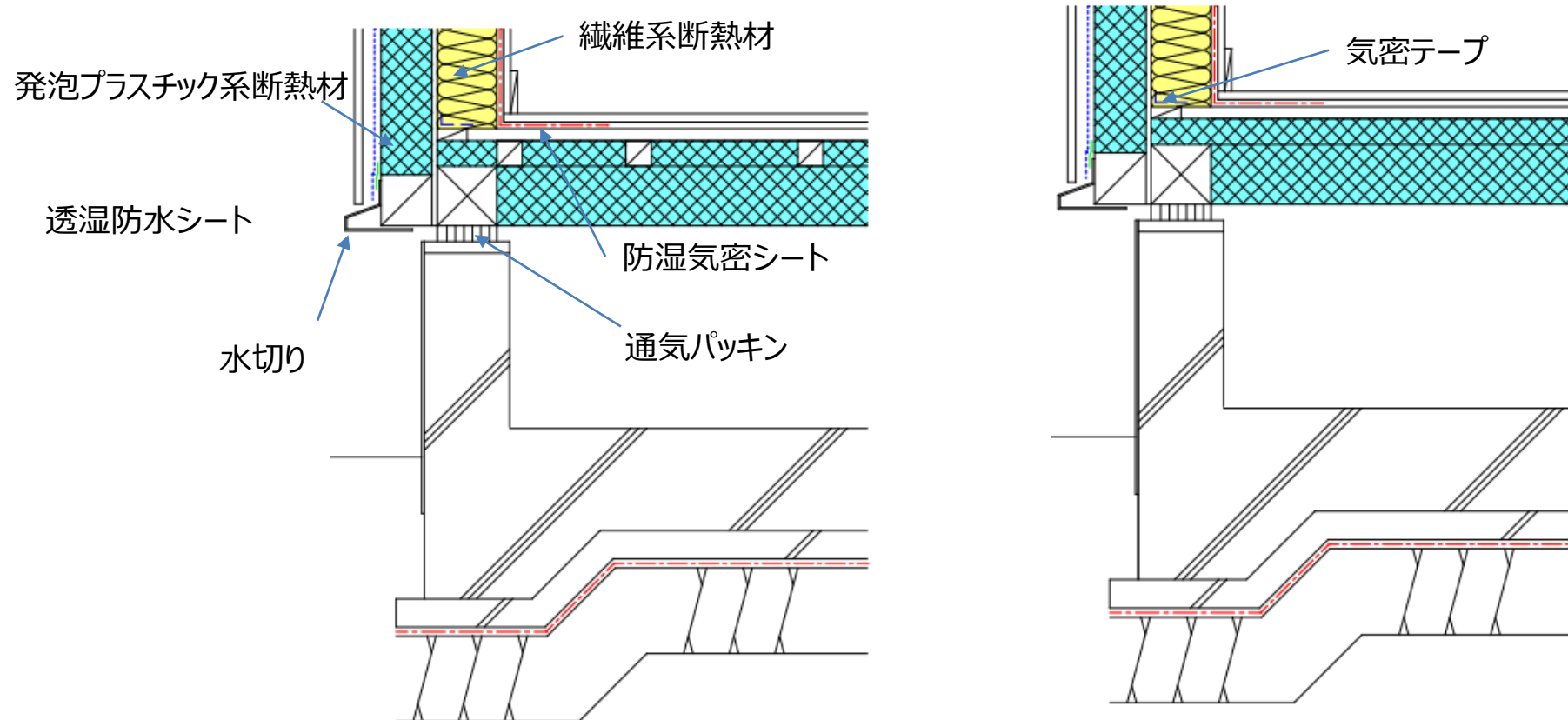
\*：断熱材の中をシロアリが這い上がり構造材等を食害する恐れがありますので、シロアリ生息地域では地盤を土壌処理をしたり、使用する断熱材においては公益社団法人木材保存協会から認定を受けた防蟻断熱材等、防蟻性能の有効性や耐久性が確認された材料の使用を推奨します。具体的な防蟻方法に関しては、部材メーカーの施工要領に沿って施工してください。

※基礎構造は、1-2地域は布基礎又は土間床構造、3地域以西は土間床構造としてシロアリの侵入を防止するような構造としてください。

※基礎断熱とする場合は床断熱は不要です。

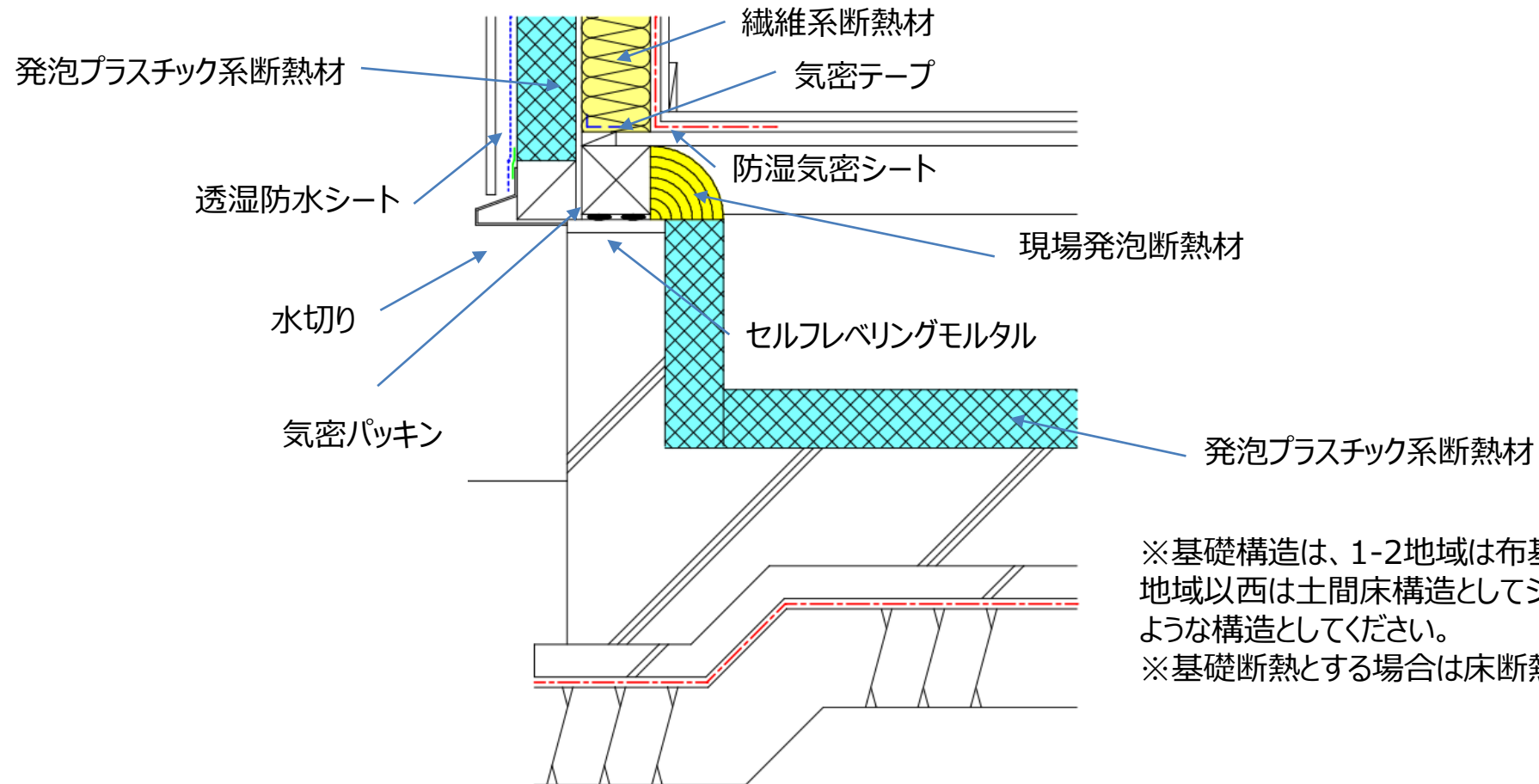
# 壁・床断熱

- 大引間に充填施工する断熱材は、断熱材受け金具などで支持してください。根太間に施工する断熱材は大引の上に載せ掛けてください。
- たるみ、ずれ、隙間などが生じないように断熱材を施工してください。
- 外気が室内に流入しないよう当該部分に気流止め、又は断熱材を隙間なく施工してください。
- 壁の防湿シートの床合板への折返し見込みは30mm以上を確保してください。
- 床に防湿フィルムを張らない場合(床合板で気密層を形成する場合)、床合板等の継目は気密テープで処理するか、実加工付きを使用、又は床合板等を大引や土台などの下地材がある部分で突き合わせて、その突合せ部を釘などで留付けるなどの気密処理を行ってください。



# 壁・基礎断熱（内断熱）

- 基礎内側の断熱材は、同時打込み若しくは後張りで施工してください。後張りに使用する接着材は、各社の要領に従って選定してください。
- 断熱材の継ぎ目は隙間が生じないように施工してください。隙間が生じているときは現場発泡ウレタンなどで補修してください。
- 内張断熱材と土台取り合い部分は、現場発泡ウレタンなどで断熱処理してください。
- 土台アンカーボルトやホールダウン金物等の屋内側に出た金属部分は、現場発泡ウレタンなどで断熱処理してください。



※基礎構造は、1-2地域は布基礎又は土間床構造、3地域以西は土間床構造としてシロアリの侵入を防止するような構造としてください。

※基礎断熱とする場合は床断熱は不要です。



# 壁・基礎断熱（内断熱）

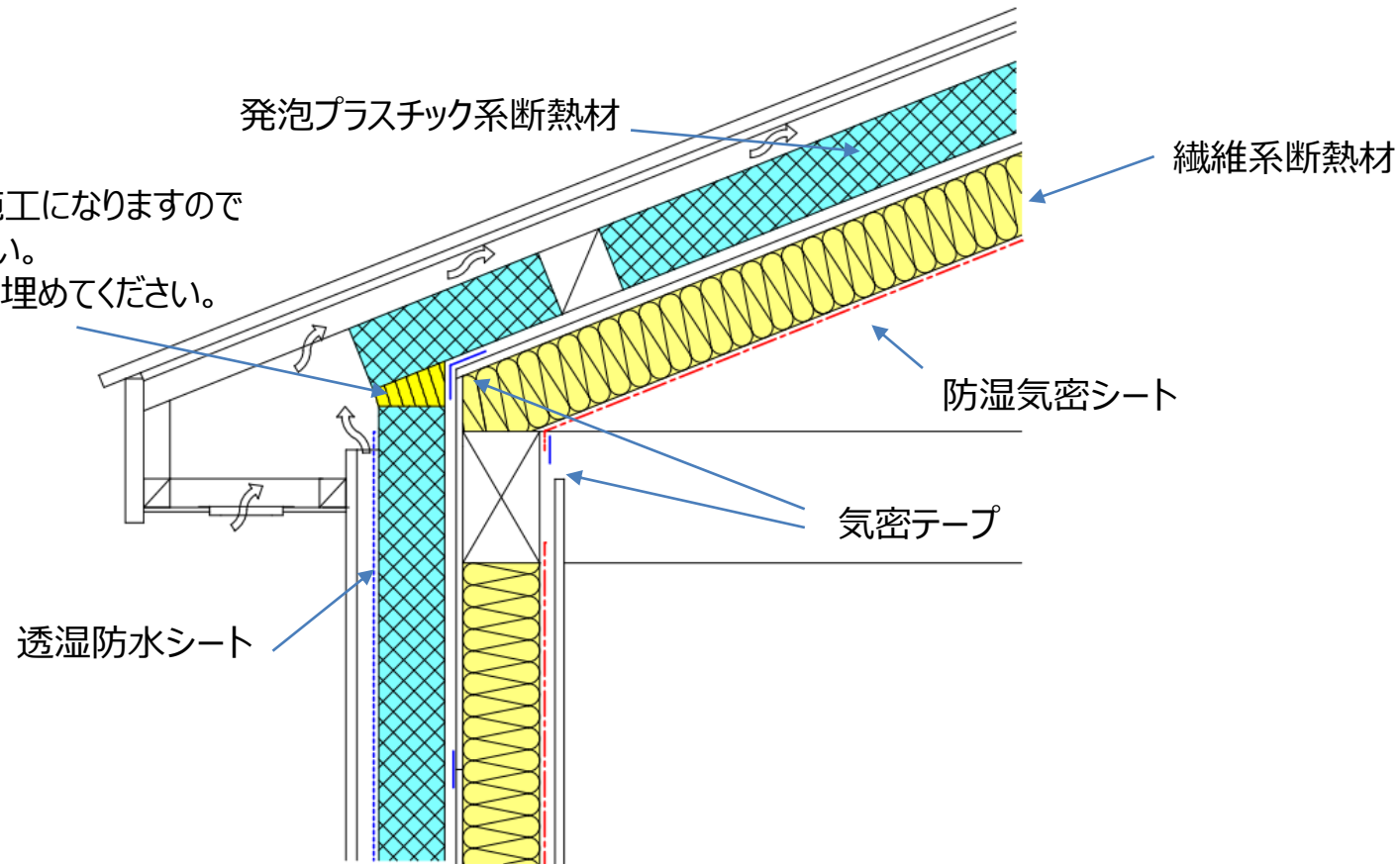


# 壁・屋根断熱

- 屋根の外張り断熱は転び留め等の下地を用いて、しっかりと固定させます。
- 壁の外張り断熱は、柱と直行するよう設置した木下地を用いる場合と専用部材を用いる場合があります。
- 壁、天井共に通気ルートの確保が重要です。専用部材を使用する場合は部材メーカーの施工要領に沿って施工してください。
- 防湿シートの掛かりは少なくとも30mm以上を確保し、タッカー留めの上から石膏ボード等で圧着させます。30mmが確保できない場合は気密テープで固定させます。

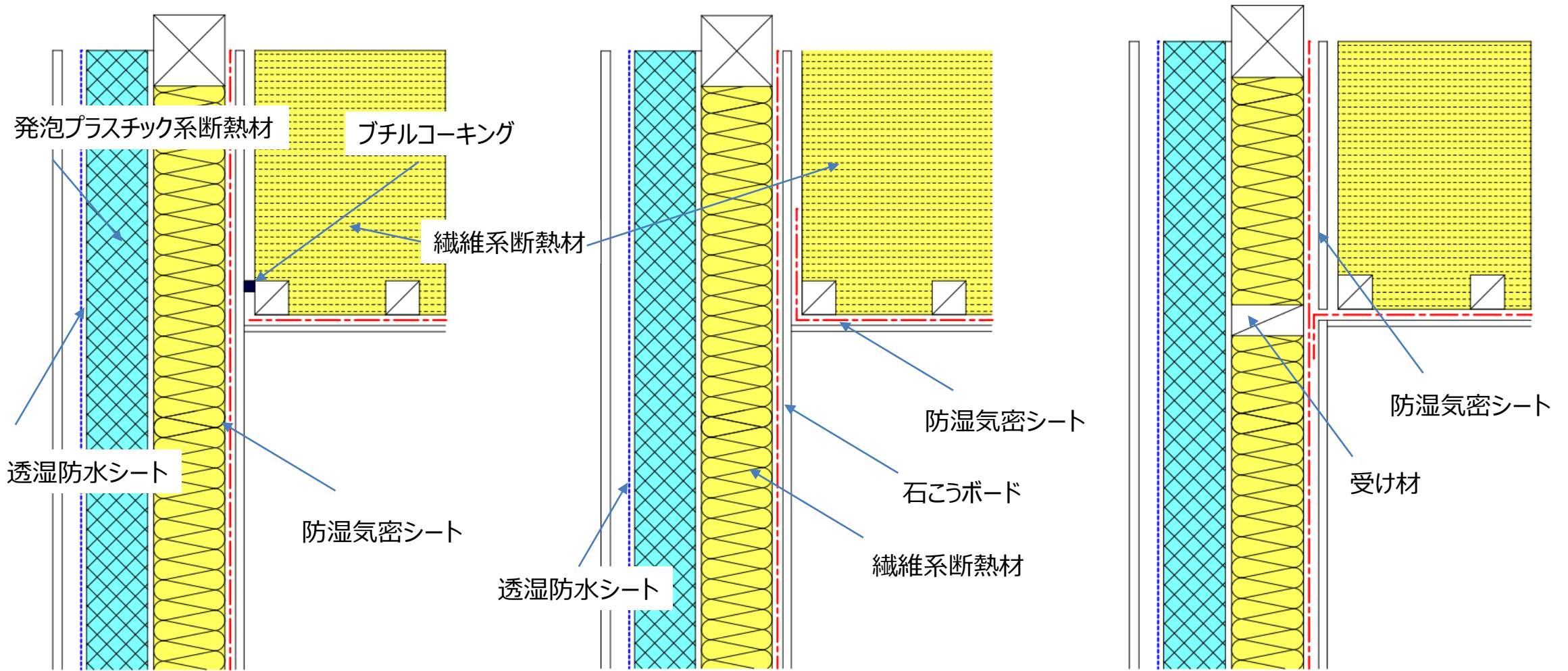
## 現場発泡断熱材

※屋根断熱施工後に壁断熱施工になりますので断熱材は屋根勝ちとしてください。  
すき間は現場発泡断熱材にて埋めてください。



# 壁・天井断熱

- 天井の断熱材下面に防湿フィルムを密着させ、その下に石膏ボード等の天井材で防湿気密フィルムを押し付けるように施工します。
- 天井の野縁と壁の石膏ボードのあいだにプチルコーキングや先貼りの防湿気密フィルムを挟みつけるなどして気密をとります。



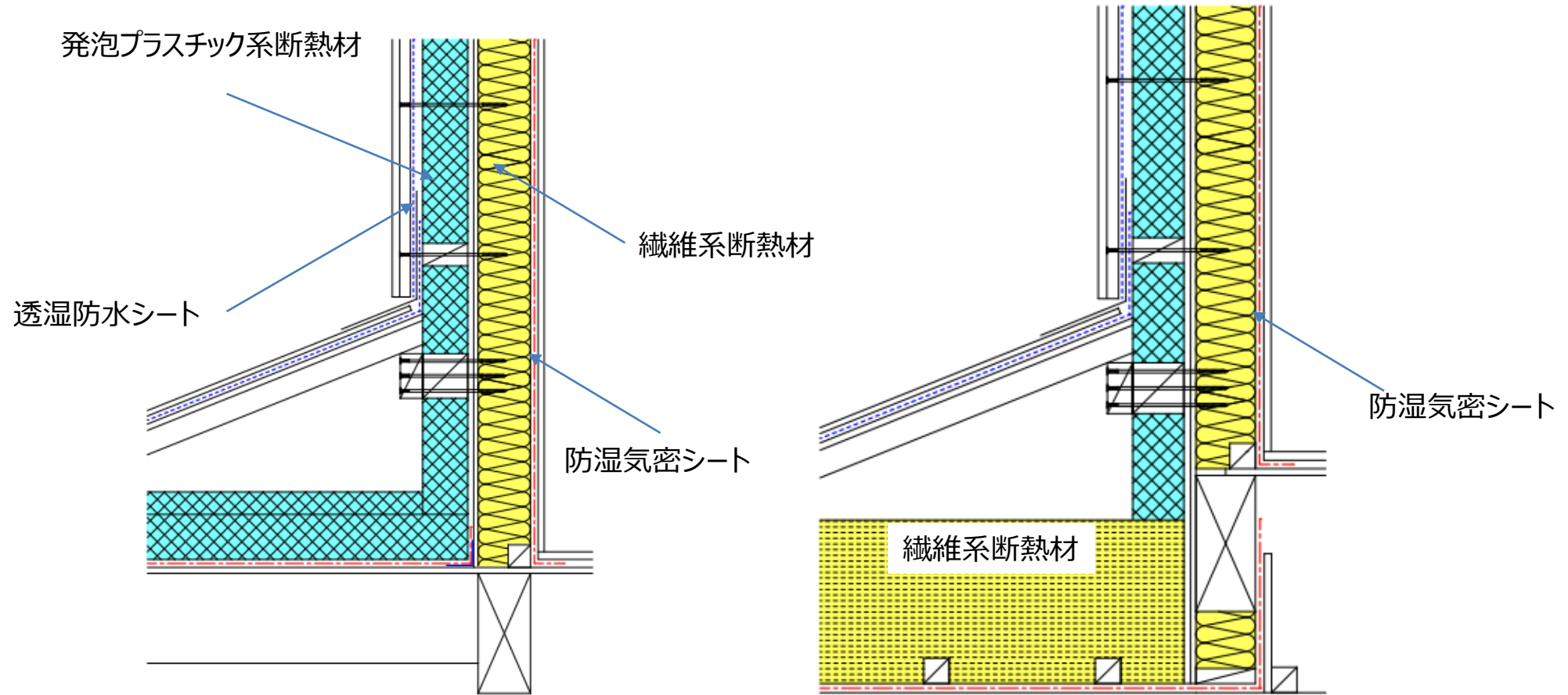
# 壁・下屋断熱

## (1) 桁上断熱 (左図)

- 桁の天板高さが揃うように設計します。
- 垂木施工前に、桁上及び壁の断熱・気密施工を行います。

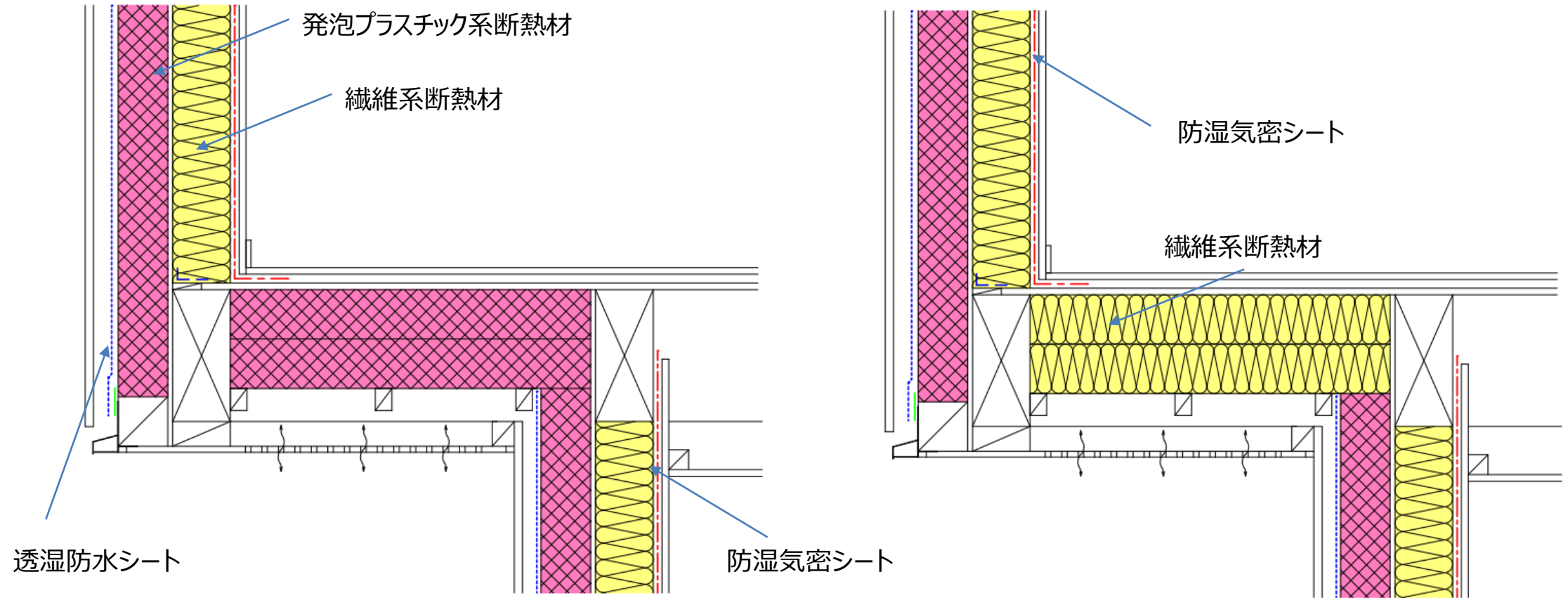
## (2) 天井断熱 (右図)

- 2階外壁の下に下がり壁を作り、断熱壁を作り石膏ボードを張ります。この部分の天井と下がり壁は、気密をとるために防湿フィルムを張ります。
- 下がり壁部分には断熱材 (吹込み) を施工します。



# 床断熱・外接床

- 2階壁の防湿気密フィルムは30mm以上重ねをとり、仕上げ材で押える。
- 床合板の継ぎ目の処理を行う。
- 断熱材の落下防止のため受け材などを設置する。



# 床断熱・外接床



# <防火構造等の認定の小屋裏の防火被覆の必要性の有無について>

防火材料等関係団体協議会（一般財団法人 日本建築防災協会）「防火材料等の認定や運用にかかる質問・回答集」（改定：平成29年6月）で以下の記載がされています。

対象となっている部位が外壁の屋内側とみなせる場合は、外壁として認定を受けている仕様の屋内側被覆に準じなければなりません。ただし、対象部位が軒裏で遮られている場合は不要です。「建築物の防火避難規定の解説2016、日本建築行政会議編集、(株)ぎょうせい発行」に示されている図は、以下のとおりです

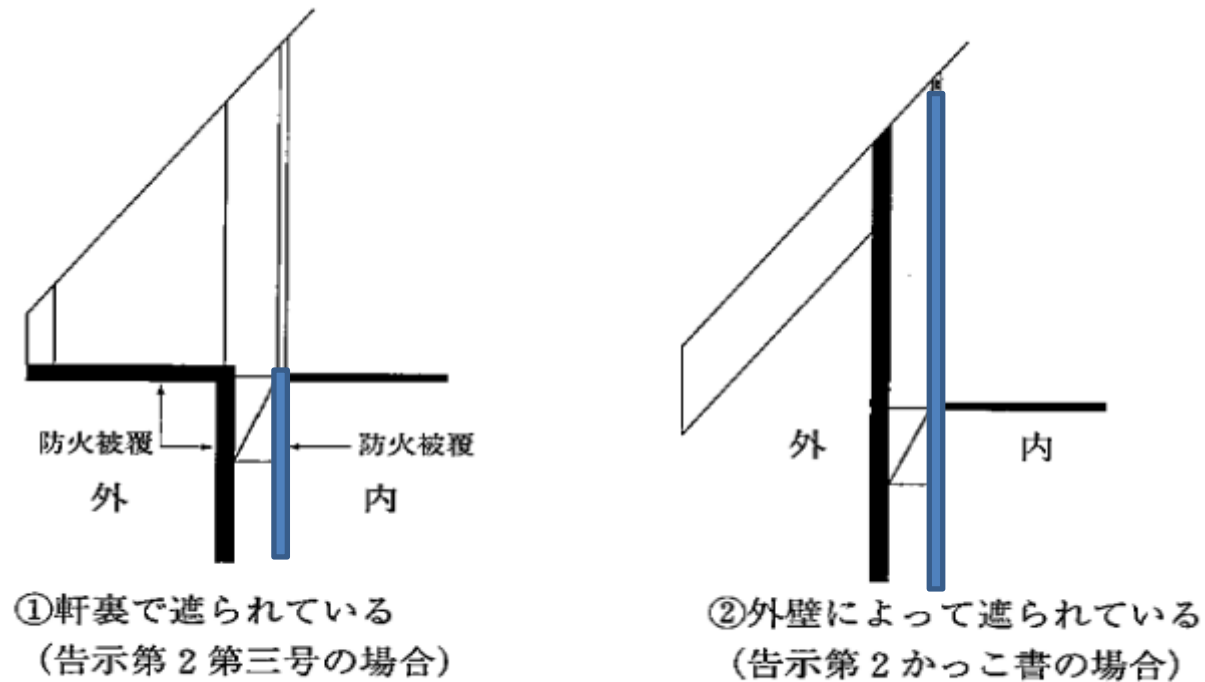


図 外壁及び軒裏の防火構造