

IV Re NE-ST 改修

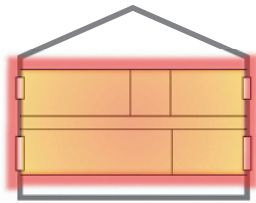
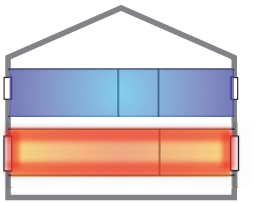
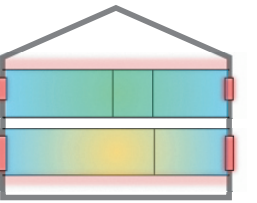
1. 住宅の改修パターン

1) 鳥取県の住宅仕様の変遷

住宅の改修は、住宅の仕様や予算など様々な条件があることを考慮し、以下の3つの改修パターンを示して普及を進めます。県としては未来に残す住宅の性能として全面改修『Re NE-ST』（リネスト）を推奨します。

Re NE-STでは、表4-1に示すように全面改修が対象です。全面改修には、基礎や軸組のみを残して改修する工法と既存の壁や床などを部分的に残して改修する工法があります。前者は、新築に準じた施工になるため本稿では割愛し、後者である既存部分を残す改修方法について解説します。

表4-1 住宅の改修パターン

| パターン | 全面改修『Re NE-ST』 | ゾーン改修 | 部分改修 |
|---|---|---|--|
| イメージ |  |  |  |
| 工事概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・家全体を断熱材で包み込む改修です。 ・基礎や軸組のみを残して全面改修する工法と既存の壁や床などを部分的に残して改修する工法があります。 | <ul style="list-style-type: none"> ・居間や浴室、トイレ、寝室など生活空間を限定した改修です。 | <ul style="list-style-type: none"> ・窓など熱が逃げやすい箇所を部分的に改修します。 |
| 対象者（ターゲット） | <ul style="list-style-type: none"> ・住宅購入を検討する世帯（新築に代わる新たな選択肢として普及を図る） ・買取再販事業者 など | <ul style="list-style-type: none"> ・普段使用しない部屋が多い、コストを抑えて改修したい世帯（子供部屋等が余っている、高齢になり1階で生活したい） | <ul style="list-style-type: none"> ・コストをかけず、少しでも省エネ・快適性を向上させたい世帯 ・一定の断熱性があり、さらに性能を向上させたい世帯 |
| 断熱性能 (外皮平均熱貫流率 [W/(m ² ・K)]) | 0.48 (T-G1) | 断熱範囲は0.48 (T-G1相当) | ZEH ～国の省エネ基準 |
| 認定 | あり | なし | なし |
| 光熱費削減 | ◎ | ○ | △ |

2. 既存部分を残した住宅改修手法の概要

住宅の既存部分を残した改修手法は、外壁と間仕切壁、天井・屋根、床・基礎の各部位において工法があり、それらを組み合わせて施工します。ここでは、その基本的な考え方について説明します。

1) 既存部分を残すことの意味

住宅事業者の業務の主流が、スクラップ&ビルドから性能向上を伴った改修にシフトして行くことに疑問を感じる人は少ないでしょう。既にあるものに、必要な修理や改善を加えて長く使い、資源を節約しゴミの発生を防ぐことが、未来の住まいづくりにも求められています。

構造材のみを残して古い内外装材を撤去すると、ほぼ全てがゴミになります。今あるものを活かし資源の節約とゴミの発生を抑え、点検や修理が必要なところのみ解体し、極力、既存下地の上に新規の内外装を行い、不要になった建材でも存置可能なら利用して解体撤去せず、長く住むことが大切です。

既存部分を活用したことで、施主からは「材をケチって古材を使いまわしている」、「手抜きだ」と言われる可能性があります。施主への丁寧な説明と理解が必要です。

2) 断熱気密の基本的な考え方

改修の対象となる住宅では、断熱・気密施工が行われていない場合があります。暖かくするための改修を行うには、連続した断熱・気密を行うことが基本になります。

図4-1は、断熱・気密層の途切れやすい主な部位を示しています。特に壁や床、下屋、桁周りなど、各取合い部に注意が必要です。

グラスウールなどの繊維系断熱材を壁内に挿入する「充填断熱工法」の場合、壁内の断熱材を外側に押し付けて施工した場合や、幅に対して寸足らずな場合には、図4-2に示すように断熱性能が落ちます。これは壁内に床下などからの気流が入ること、壁内で対流が生じることが原因です。対策は、袋入りグラスウールであれば、寸足らずにならないサイズで、耳を室内側の柱や間柱へしっかり留め付けて施工することです。

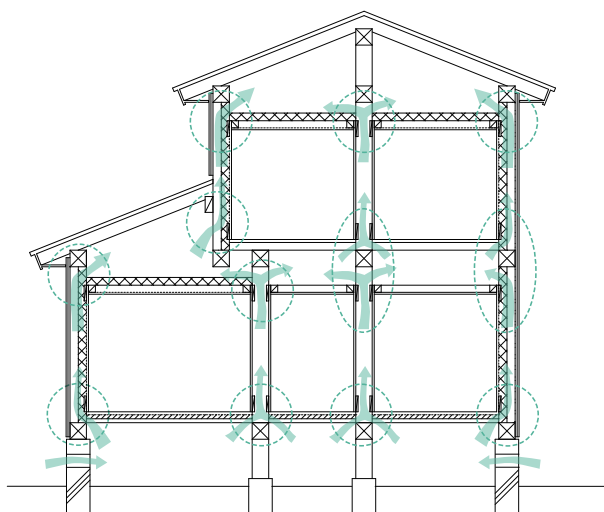


図4-1 断熱・気密が途切れやすい部位

熱貫流率単位：W/(m²·K)

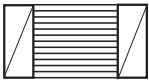
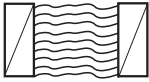
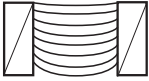

| 施 工 状 態 | | |
|---------|---|---|
| (a) |  | 良い施工状態 0.36 (100mm) |
| (b) |  | 壁内幅より4cm大きいグラスウールを、押込んだ状態 0.44 (84mm) |
| (c) |  | 壁内幅より4cm大きいグラスウールを、両端を押込んで入れた状態 0.80 (46mm) |
| (d) |  | グラスウールの寸法が小さく、柱との間に各1cm隙間ができた状態 0.54 (67mm) |

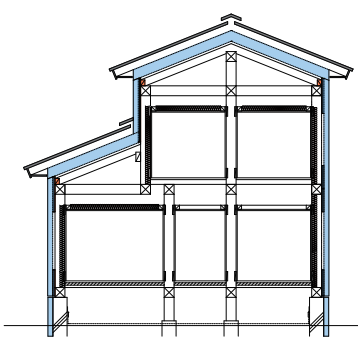
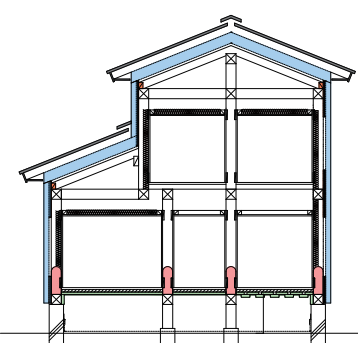
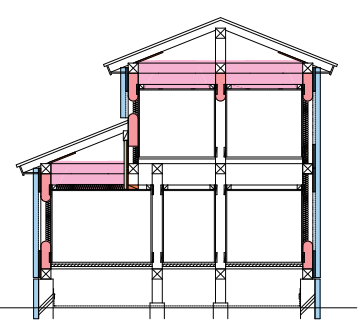
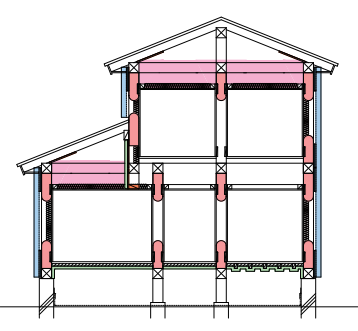
図 4-2 充填断熱工法の場合の壁内への施工不備と断熱性能の関係

出典：寒地住宅の省エネルギーに関する研究，北海道立寒地建築研究所調査研究報告書 No.43,1983

断熱・気密の途切れを、新築住宅と同じ方法で連続させるには、たいへんな手間がかかりますし、十分な性能向上を多くの場合に期待できません。このため、既存の壁などを残す場合、躯体構造の外側で断熱気密層を確保する「外張り断熱工法」が効果的です。また、外張り断熱工法とする場合でも、屋根周りの改修工法を「屋根断熱工法」とするか「天井断熱工法」とするか、床・基礎周りの改修工法を「基礎断熱工法」とするか「床断熱工法」とするかによって、考え方が大きく異なります。表 4-2 に主な改修工法の組み合わせ例を示します。

Re NE-STの基準値である $UA \leq 0.48$ [W/(m²·K)]を改修で実現するためには、外壁の外張断熱材は押出法ポリスチレンフォーム板3種で75mm以上、天井断熱の断熱材は、高性能グラスウール16Kで300mm以上、吹き込みグラスウール18Kで400mm以上、床断熱を吹付け硬質ウレタンフォームA種1で行う場合は75mm以上、グラスウールで行う場合は高性能グラスウール16Kで150mm、窓は樹脂サッシのLow-eペアガラス等が目安です。

表 4-2 主な改修工法の組み合わせ例

| | | | | |
|--|--|---------|---------|---------|
| <p>①外張・基礎断熱工法</p>  | 外壁 | 間仕切壁 | 屋根・天井 | 床・基礎 |
| | ・外張り断熱工法 | ・そのまま | ・屋根断熱工法 | ・基礎断熱工法 |
| | <p>特 徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 高い気密性を確保 (Re NE-ST推奨C値1.0cm²/m²が可能) ○ 住みながら改修が可能 × 既存の屋根材を取り払い新たに施工するためコスト増 | | | |
| <p>②外張・床断熱工法</p>  | 外壁 | 間仕切壁 | 屋根・天井 | 床・基礎 |
| | ・外張り断熱工法 ・下部気流止め | ・下部気流止め | ・屋根断熱工法 | ・床断熱工法 |
| | <p>特 徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 高い気密性を確保 (Re NE-ST推奨C値1.0cm²/m²が可能) ○ 住みながら改修が可能 × 既存の屋根材を剥がす × 床下空間が低いと吹付け硬質ウレタンフォームの施工できない | | | |
| <p>③外張・天井・基礎断熱工法</p>  | 外壁 | 間仕切壁 | 屋根・天井 | 床・基礎 |
| | ・軸間気流止め ・外張り断熱工法 | ・そのまま | ・天井断熱工法 | ・基礎断熱工法 |
| | <p>特 徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 既存の屋根、下屋はそのまま × 天井や内装壁の一部を剥がして気流止め施工が必要 × 気密性能が外張り断熱工法よりもやや劣る | | | |
| <p>④外張・天井・床断熱工法</p>  | 外壁 | 間仕切壁 | 屋根・天井 | 床・基礎 |
| | ・軸間気流止め ・外張り断熱工法 | ・上下気流止め | ・天井断熱工法 | ・床断熱工法 |
| | <p>特 徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 既存の屋根材はそのまま × 天井や内装壁の一部を剥がして気流止め施工が必要 × 気密性能が外張り断熱工法よりも劣る × 床下空間の高さが低いと吹付け硬質ウレタンフォームの施工ができない | | | |

① 外張・基礎断熱工法とする場合

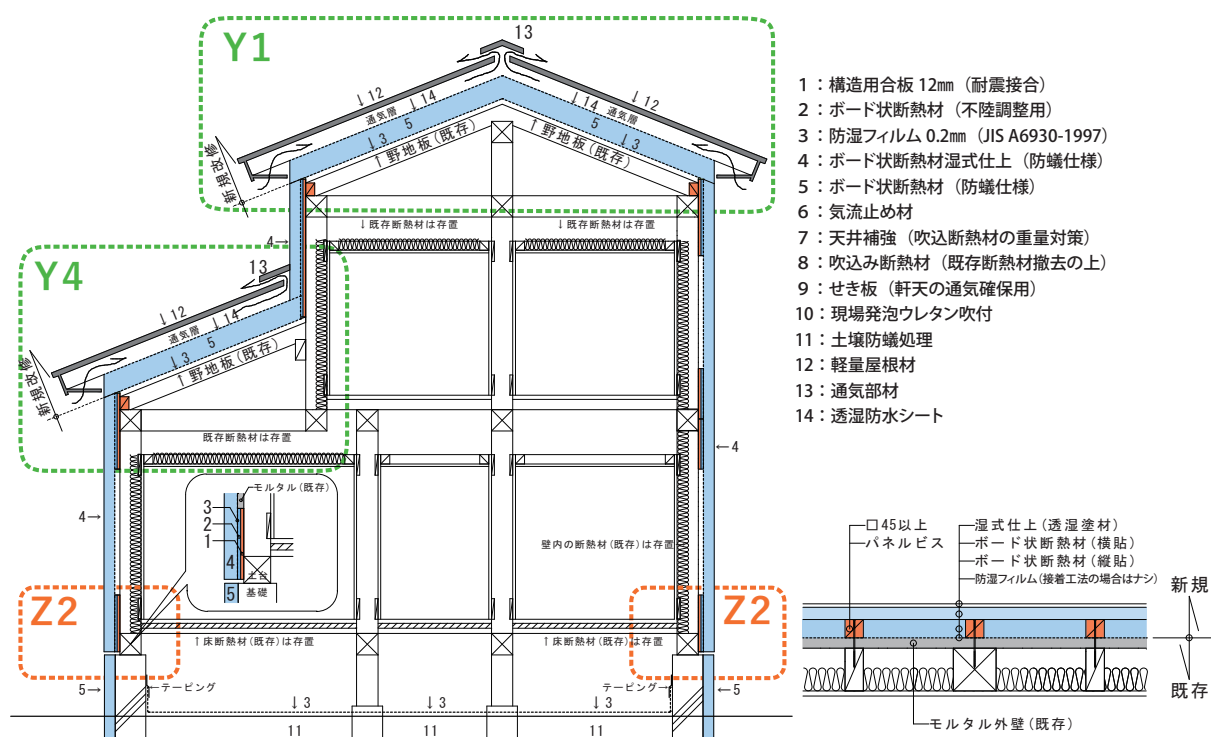
図 4-3 に外張・基礎断熱工法の例を示します。

内装材や床材、天井材をそのままにしながら、屋根材を剥がし、外壁から屋根にかけて気密層と断熱層で覆います。外壁部分は、土台や桁周りの外装材を部分的に剥がして構造材の劣化状況を確認し、状況によっては補修した上で、構造用合板で耐震補強し付加断熱材と外装材を施工します。耐震改修工法は地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部のホームページの資料^{*}を参照してください。

屋根は、屋根材を剥がした後、垂木に構造用合板を施工した上に気密層を設置し断熱材、透湿防水シート、通気層、屋根材を施工します。

基礎断熱工法と組み合わせると、基礎から土台、外壁、屋根を通して気密層が連続するため、新築並みの相当隙間面積 $C=1.0\text{cm}^2/\text{m}^2$ 以下を実現することも可能です。基礎断熱工法では、床下地盤面の防湿処理が必要です。

^{*} <http://www.hro.or.jp/list/building/koho/pdf/taishindannetu.pdf>



図中の Y1 は 屋根の外張断熱改修工法 (P46)、Y4 は 下屋部分 (P49)、Z2 は 基礎断熱工法 (P52) を参照

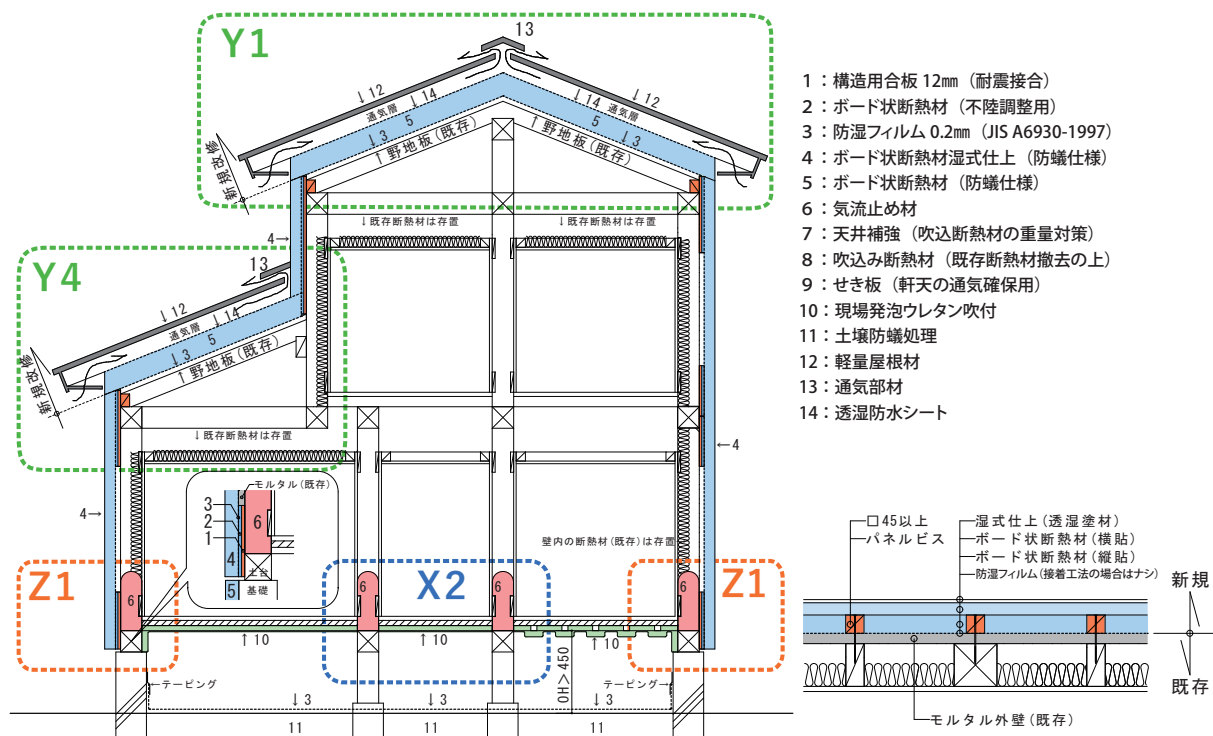
図 4-3 外張・基礎断熱工法

② 外張・床断熱工法とする場合

図4-4に外張・床断熱工法の例を示します。

①の工法を床断熱工法にした場合です。床断熱の施工は、床下の地盤面と大引き上までの高さが450mm以上確保できる場合は、吹付け硬質ウレタンフォームで断熱気密施工が可能です。この場合は、比較的容易で安価に断熱・気密性能を高めることが可能です。使用するウレタンは30倍発泡品とすることで、吹き付け後に垂れずに硬化するため断熱気密性能を確保できます。

床下空間の高さが低く、吹付け硬質ウレタンフォームを施工できない場合は、床を剥がして断熱材を施工し、床合板で気密層を形成します。この際、外壁と床の取り合い部分、間仕切壁と床の取り合い部分に気流止めと断熱材施工が必要です。



図中の Y1 は 屋根の外張断熱改修工法 (P46)、Y4 は 下屋部分 (P49)、Z2 は 基礎断熱工法 (P52)
X2 は 間仕切壁 (P45) を参照

図4-4 外張・床断熱工法

③ 外張・天井・基礎断熱工法とする場合

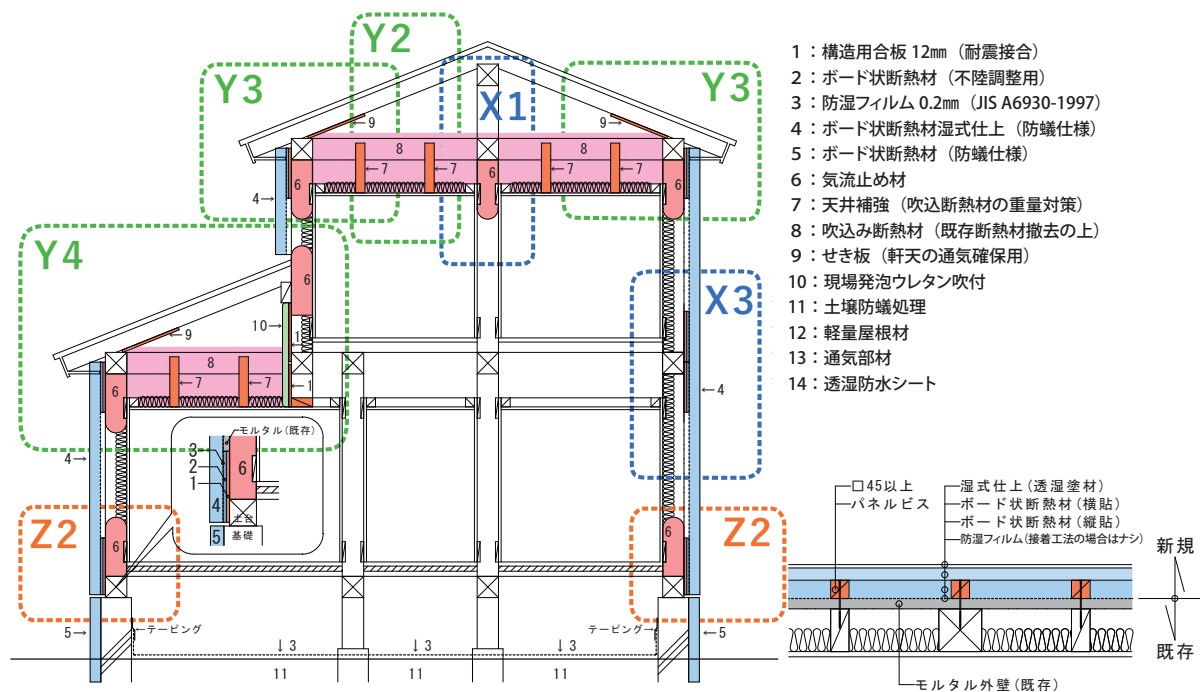
図 4-5 に外張・天井・基礎断熱工法の例を示します。

外壁は①の工法と同様に付加断熱します。屋根及び下屋を天井断熱工法とします。この工法の特徴は、屋根材を剥がさずに改修できることです。また、内装材もほとんど手を付けなくても可能です。

施工のポイントは、付加断熱材の厚さの確保です。既存外壁の室内側に防湿フィルムが施工されていても、取合い部で不連続になっている可能性があります。既存外装材の外側に付加する断熱材の厚さを確保すれば、多少防湿層に断点があっても壁内結露を防ぐことができます。

気密層は、外壁の外側に施工する付加断熱を利用します。つまり、既存外装材の外側に土台から最上部の桁まで連続するプラスチック系断熱材で気密層を構成します。

次に、外壁と天井の取り合い部分の気密層の連続が重要です。外壁の最上部と天井の間には気密性を確保できるように気流止めを施工します。また、下屋の場合は、天井と下屋内の壁部分の気密層が断点になりやすいので注意が必要です。

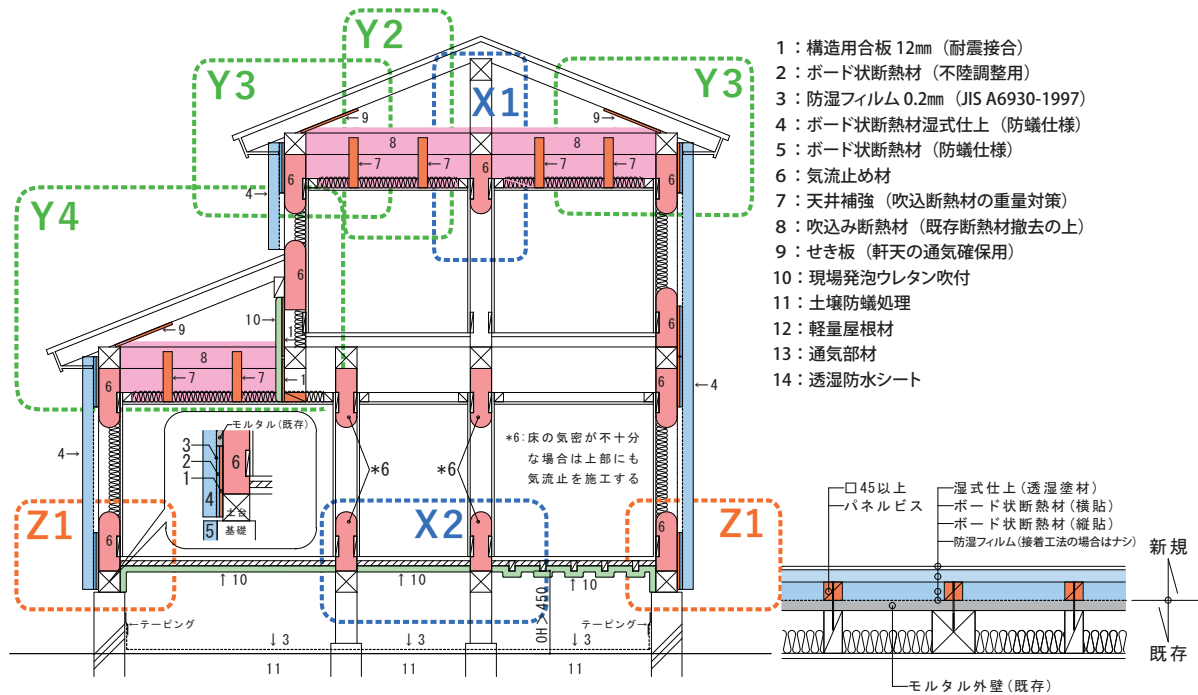


図中の Y2とY3は 天井の断熱改修工法 (P47、48)、Y4は 下屋部分 (P49)、Z2は 基礎断熱工法 (P52)
 X1は 間仕切壁 (P45)、X3は 外壁の改修工法 (P44) を参照

図 4-5 外張・天井・基礎断熱工法

④ 外張・天井・床断熱工法とする場合

図4-6に外張・天井・床断熱工法の例を示します。③の工法の基礎断熱を床断熱工法とした場合です。
床断熱の施工は、②の工法と同様です



図中の Y2とY3は 天井の断熱改修工法 (P47、48)、Y4は 下屋部分 (P49)
 X1とX2は 間仕切壁 (P45) を参照

図4-6 外張・天井・床断熱工法

3) 天井と屋根の断熱気密工法

断熱改修を行う場合の工法選択として最も重要な部分が天井と屋根です。表 4-3 に両工法の特徴を示します。屋根断熱工法は、費用は高みますが、住みながら改修が可能で断熱、気密、耐震性能（水平工面）を確実に高めることができます。天井断熱工法は手軽ですが、天井部分での防湿気密性能を高めることが難しく、また外壁と天井の取り合い部分の気流止めの施工が必須であり、高い技術力が必要になります。

表 4-3 屋根断熱工法と天井断熱工法の特徴

| | 屋根断熱工法の特徴 | 天井断熱工法の特徴 |
|-------|--|--|
| メリット | <ul style="list-style-type: none"> 外壁・間仕切壁の気流止め施工が不要 高い気密性能を確保可能 住みながら改修が可能 | <ul style="list-style-type: none"> 改修費用が安い |
| デメリット | <ul style="list-style-type: none"> 既存の屋根材を剥がすため材料費や足場費用などが高む | <ul style="list-style-type: none"> 気密性能を高めることが難しい 外壁や間仕切壁と天井の取合い部分に気流止めが必要 下屋の気密施工が必要で施工が難しい 住みながら改修しにくい |

現場調査の結果や解体・撤去を行える部位から工法を選択するフローを 図 4-7 に示します。

「天井の解体」、「屋根材の撤去」を行えるかどうかで工法を選択肢が変わります。

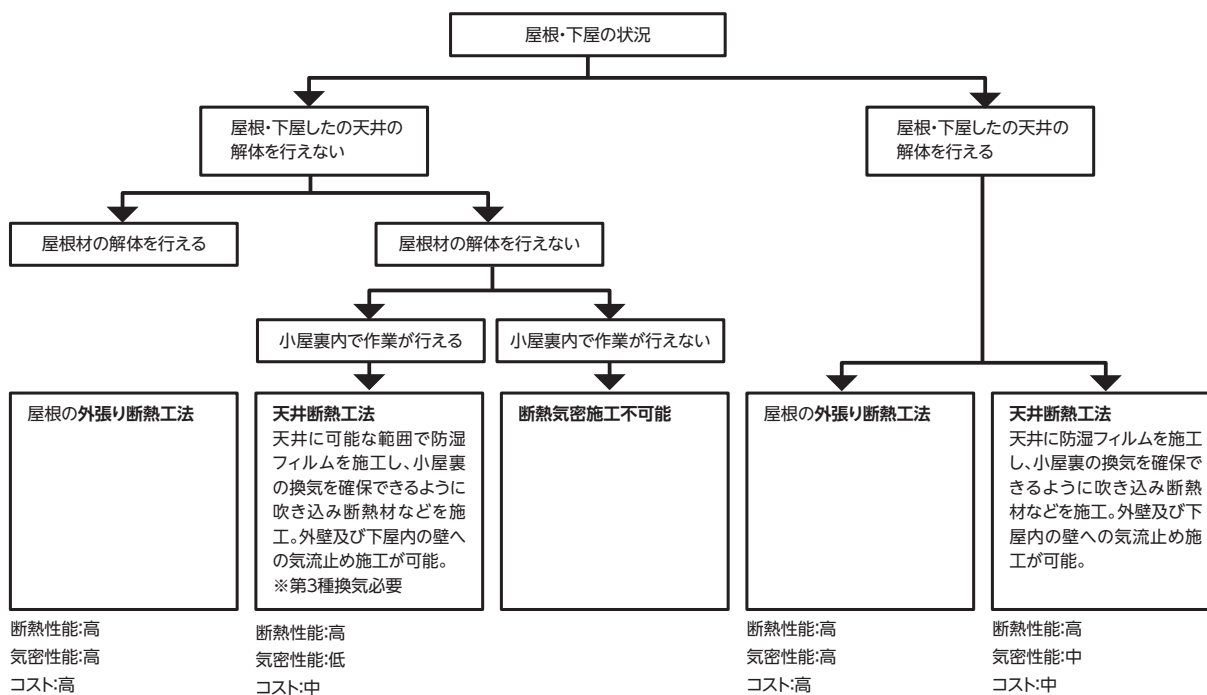


図 4-7 屋根・下屋の状況からみた改修工法選択のフロー

4) 基礎断熱工法と床断熱工法

基礎断熱工法とするか床断熱工法とするかによって、外壁や間仕切壁の気流止めの要否が変わります。

表 4-4 に両工法の特徴を示します。

基礎断熱工法は、蟻害の危険性が指摘されていますが、後述する対策を取ることでリスクを低減できます。

床断熱工法において吹付け硬質ウレタンフォームを使用する場合は、断熱・気密性能を確保できますが、繊維系やプラスチック系のボード状断熱材を使用する場合は性能向上が難しくなります。

表 4-4 基礎断熱工法と床断熱工法の特徴

| | 基礎断熱工法の特徴 | 床断熱工法の特徴 |
|-------|--|---|
| メリット | <ul style="list-style-type: none"> 外壁・間仕切壁の気流止め施工が不要 高い気密性能を確保可能 住みながら改修が可能 | <ul style="list-style-type: none"> 床下空間の高さが450mm以上ある場合は吹付け硬質ウレタンフォームの施工が可能で、住みながら施工可能 |
| デメリット | <ul style="list-style-type: none"> 基礎の外側に断熱するとシロアリ被害に遭いやすいと言われている | <ul style="list-style-type: none"> 天井、下屋、床の気密施工が困難なため基礎断熱工法より気密性能が劣る 外壁、間仕切壁の上下部で気流止めが必要 床下空間の高さが低い場合は、床を剥がして根太間に断熱材を施工するため住みながら改修が不可能 |

基礎・床の断熱工法を選択する場合、床下空間の高さと床下地盤面の防湿措置が関係します。図 4-8 及び図 4-9 に、床下空間の高さの違いによる改修工法選択のフローを示します。

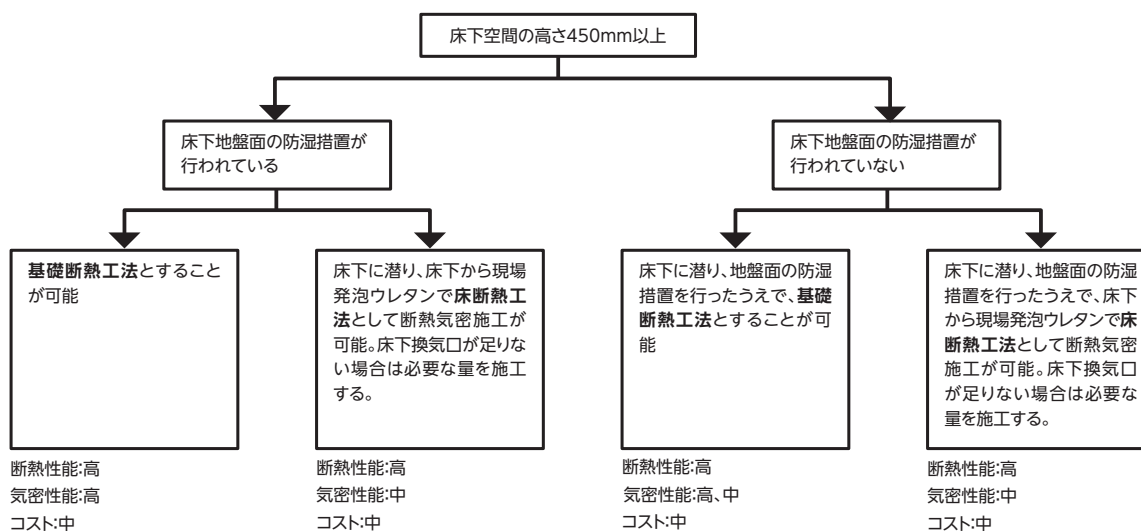


図 4-8 床下空間の高さが 450mm 以上の場合の改修工法選択のフロー

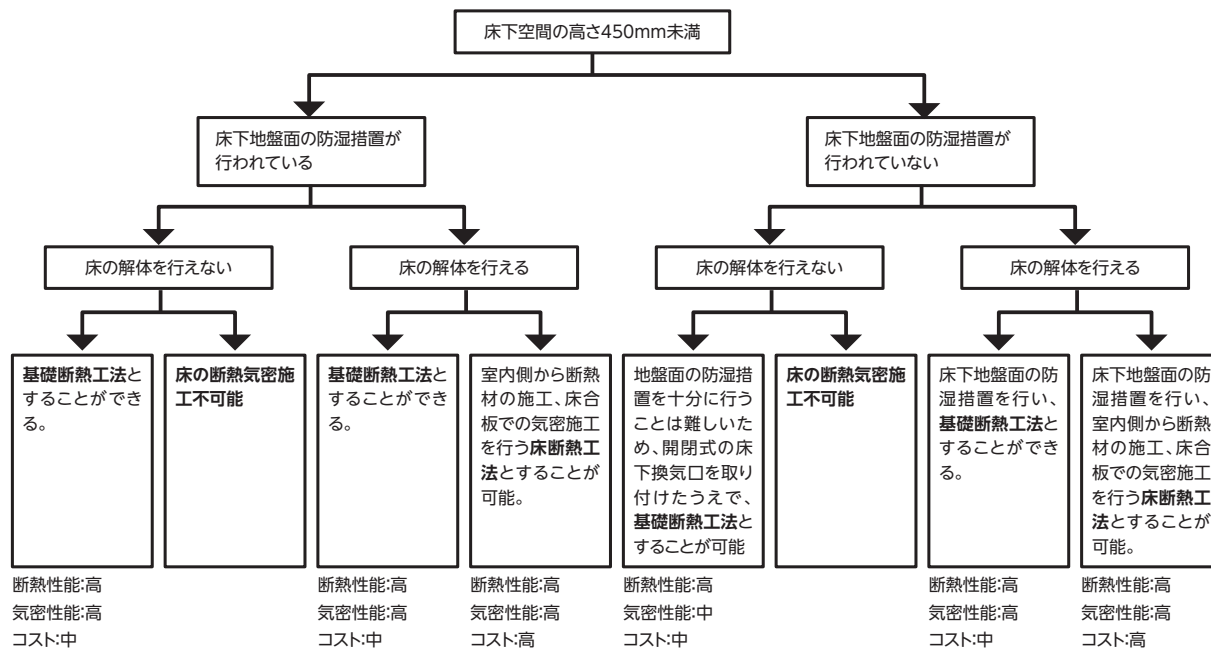


図 4-9 床下空間の高さが 450mm 未満の場合の改修工法選択のフロー

3. 外壁及び間仕切壁の改修工法

1) 外壁の改修工法

① 断熱気密の考え方

新築住宅では断熱材の室内側に設置した防湿フィルムで、防湿と気密の両方の役割を兼用するのが一般的な考え方です。室内側の防湿フィルムは確実な施工を行えば透湿抵抗が高いため、外壁側に構造用合板が施工されていても通気層と併用することで壁内結露の発生リスクは小さくなります。

既存壁を残した断熱気密改修では、既存壁の室内側の防湿層が施工されていても新築の性能は期待できないため、断熱性能が高まり室内の相対湿度が高くなると壁内結露の発生リスクが高くなります。

この対策には、外壁の外側に断熱材を追加することが効果的です。外側の断熱材の性能の目安は、東京の場合では、外壁の内側の断熱材の熱抵抗値に対して外側の断熱材の熱抵抗を1.5倍程度以上確保すれば安全です。

例えば、既存住宅の外壁内の断熱材を「住宅用グラスウール10K相当 50mm」とします。この断熱材の熱抵抗値は、 $1.0 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ なので、押出法ポリスチレンフォーム断熱材 3種bA ($\lambda=0.028 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) であれば50mm以上、フェノールフォーム断熱材1種2号EII ($\lambda=0.018 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$) であれば30mm以上あれば問題ありません。図4-10は、既存の断熱材を「住宅用グラスウール10K相当 50mm」、付加断熱を押出法ポリスチレンフォーム断熱材 3種bA 50mmとした例です。付加断熱の熱抵抗値は $1.8 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ です。外気温を -5°C 、室温を 20°C に設定し定常計算をすると、既存外壁の裏面(室内側)表面温度はおよそ 10°C になります。露点温度が 10°C の温湿度の条件は 20°C の時に相対湿度はおよそ50%ですので、室内側の防湿層が機能していなくても壁内結露は生じにくくなります。

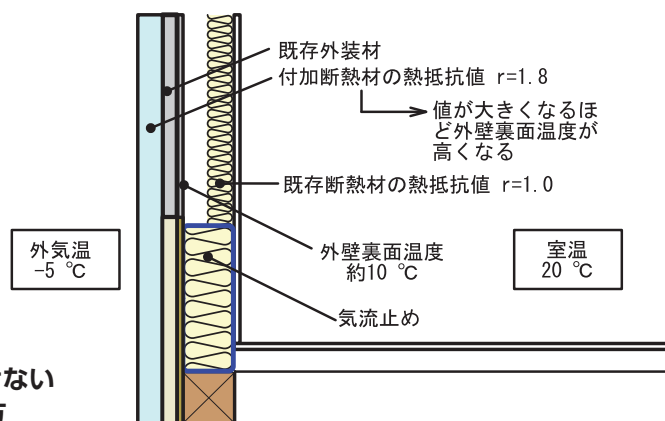


図 4-10 壁内結露を生じさせない付加断熱材の考え方

気密層は設置位置に関わらず、連続していることが重要です。気密層に不連続な部分があると、相当隙間面積が目標値 ($1 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ 以下) に達しません。防湿または防湿気密層に使用できる材料は、防湿フィルム・乾燥木材・基礎コンクリート・気密テープ等です。また、改修工事であることから、隙間を合板等で塞いだうえで吹付け硬質ウレタンフォームを吹き付けた場合は同等とみなします。

気密層に使用できる材料は、透湿防水シート・継ぎ目を気密テープ張りした合板などです。

② 外壁の断热気密改修工法

A. 既存の外装材を撤去しない場合

最初に、外壁の土台周り、階間の胴差周り、桁周りで **図 4-11** に示すように外壁の一部を剥がし、構造材や断热材の状況を確認して、劣化が見られれば、補修します。

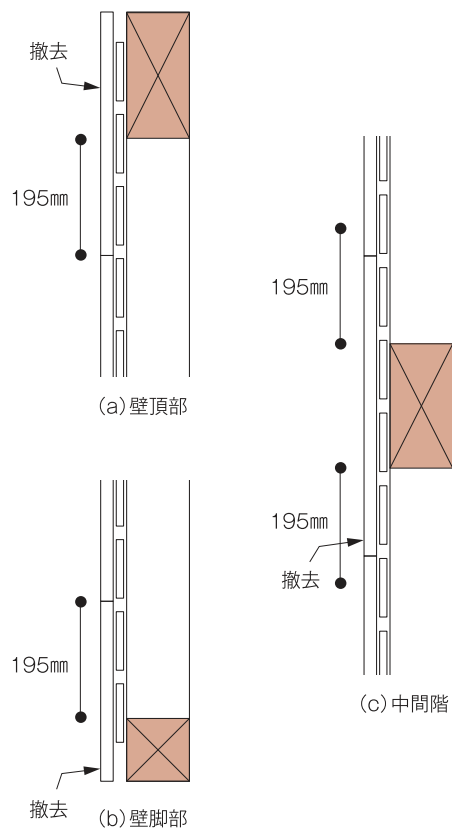


図 4-11 外壁の一部を剥がして劣化状況を確認



写真 4-1 土台周りの確認



写真 4-2 柱下部の劣化

次に、外装材を剥がした部位に気流止め材を施工します。気流止め材の施工位置は、**図 4-12** (1) の外張・基礎断熱工法の場合は基本的に不要です。(2) の外張・床断熱工法の場合は土台周り（間仕切壁下部含む）のみ、(3) の外張・天井・基礎断熱工法では、天井断熱（下屋含む）と土台周り（間仕切壁下部含まない）、(4) の外張・天井・床断熱工法では、全ての取合い部に必要です。気流止め材の詳細はP26を参照してください。

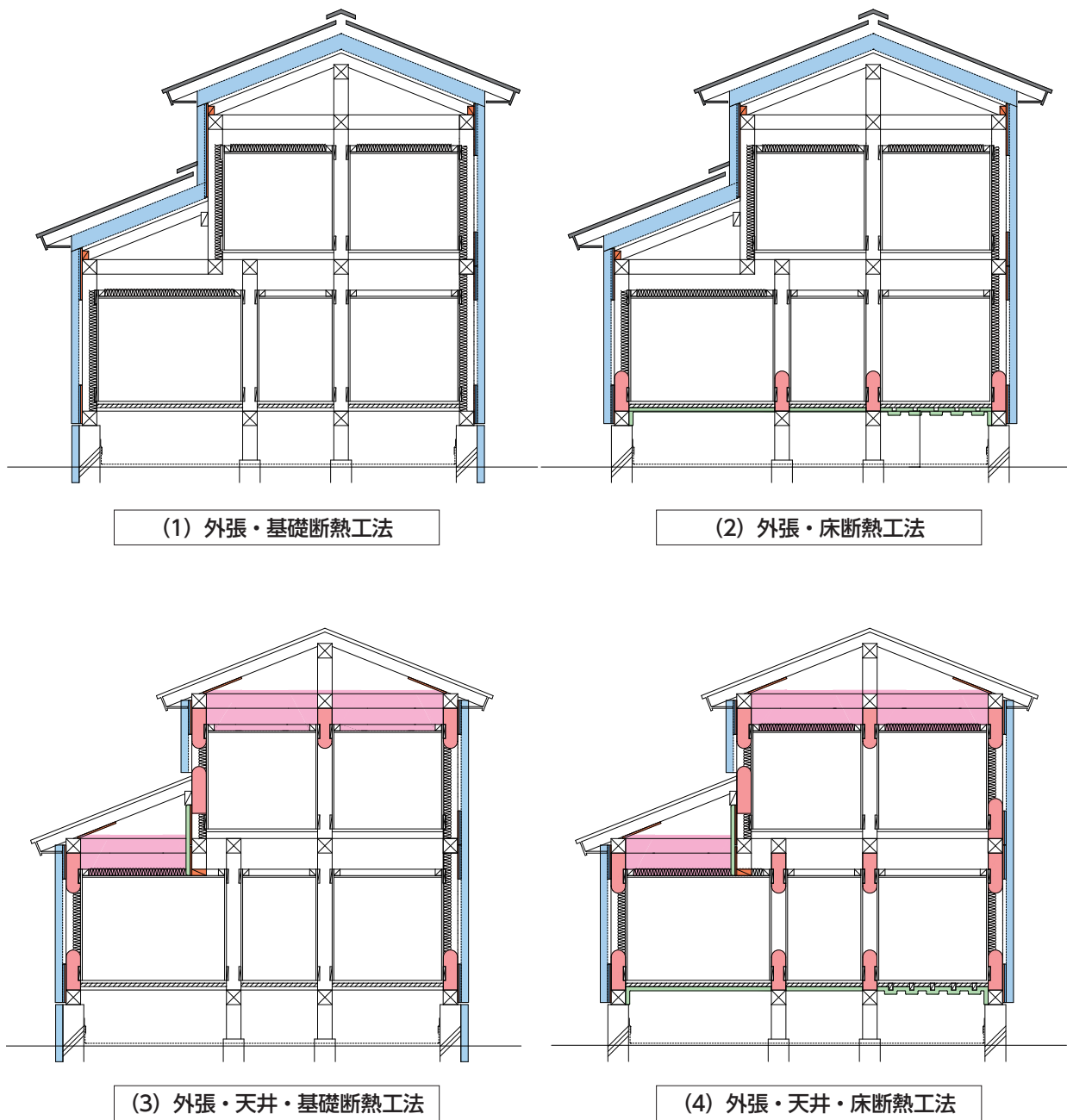
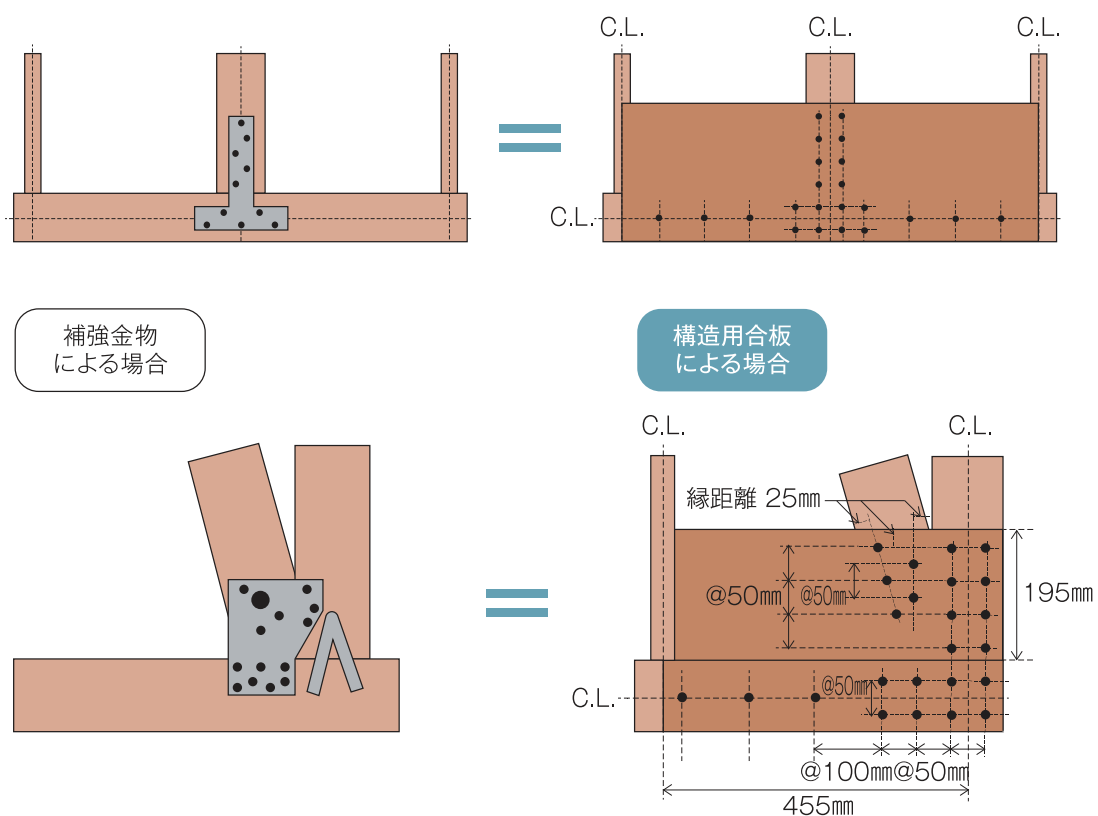


図 4-12 気流止めの設置位置

IV Re NE-ST 改修

気流止め材を壁内へ挿入し穴を開けて膨らませた後、所定の方法で構造用合板を施工し耐震性能を高めます。構造用合板の張り方は **図 4-13** のように決まっており、金物相当の耐力を発揮します。



▶ 詳細は北海道立総合研究機構建築研究本部ホームページ
<http://www.hro.or.jp/list/building/koho/pdf/taishindannetu.pdf>

図 4-13 基礎周りなどへの構造用合板の施工

既存外壁に通気層がある場合は、最上部と最下部を胴縁と気密テープ、発泡ウレタン、気密パッキンなどを使用して塞ぎます。最下部には、900mm程度の間隔で水抜きの際間を設けます。

既存外壁がモルタルの場合は、構造上問題となる大きな亀裂が無ければ、上から胴縁をビス留めすることで、壁の耐力に算入できます。

既存の外装材の外側に断熱材を施工した上に湿式の仕上げを行う工法もあります。

EPS (ビーズ法ポリスチレンフォーム) を既存外装に張り付け、薄い樹脂モルタルで仕上げる工法 (通称: EPS外張り工法) で、以前からヨーロッパなどで施工されているものです (図 4-14、 図 4-15)。外装材を剥がして、合板で補強するか、外装材を残して、その外側にEPSを二層に施工し、湿式仕上げを行います。窓まわりは抱き施工が可能のため、納まりが簡単で綺麗です。

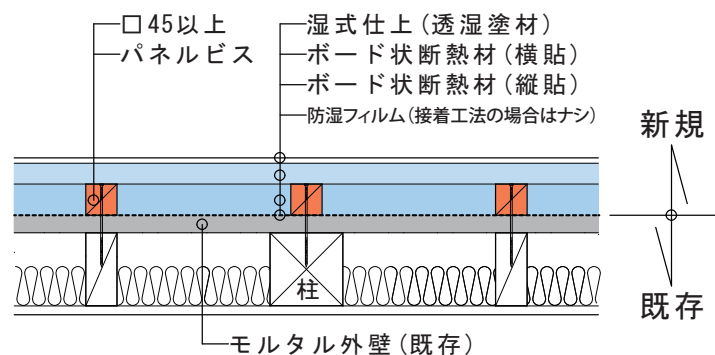


図 4-14 EPS を用いた湿式断熱工法の例

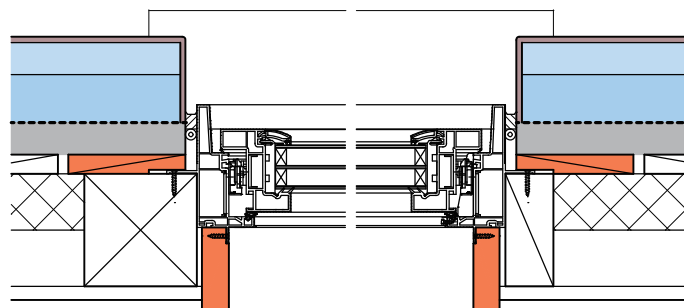


図 4-15 開口部の納まりの例

B. 既存の外装材を撤去する場合

既存の外装材を撤去する場合は、軸組の外側に構造用合板等を全面に張ることで、耐震補強を行うことができます。この場合、事前に土台や柱の下部などの状態を確認し、腐朽等が生じている場合は、健全な状態に修復します。

床断熱工法による改修の場合、外壁の上下端部に気流止めが必要です。外装材を剥がした際に、気流止めを施工します。

外装材を剥がすため、壁内の断熱材を交換することはできませんが、軸組の室内側で防湿気密性能を高める改修は難しいことから、軸組の外側で防湿気密層を形成します。

既存の壁内で結露を発生させないためには、外張り断熱はできるだけ厚いほうが有利です。外張り断熱材が、(1) ①に示した条件を確保していれば、構造用合板の外側に防湿フィルムで防湿気密層を設けても、内部結露は生じにくくなります。 **図 4-16**

外張り断熱材として繊維系断熱材を使用する場合には、一般的に縦か横に450mm程度の間隔で木下地を設け、その間に断熱します。外装材の重さにもよりますが、発泡プラスチック系断熱材を使用する場合は、100mm程度以下の厚さであれば、木下地を設けなくて全面的に張ることができます。

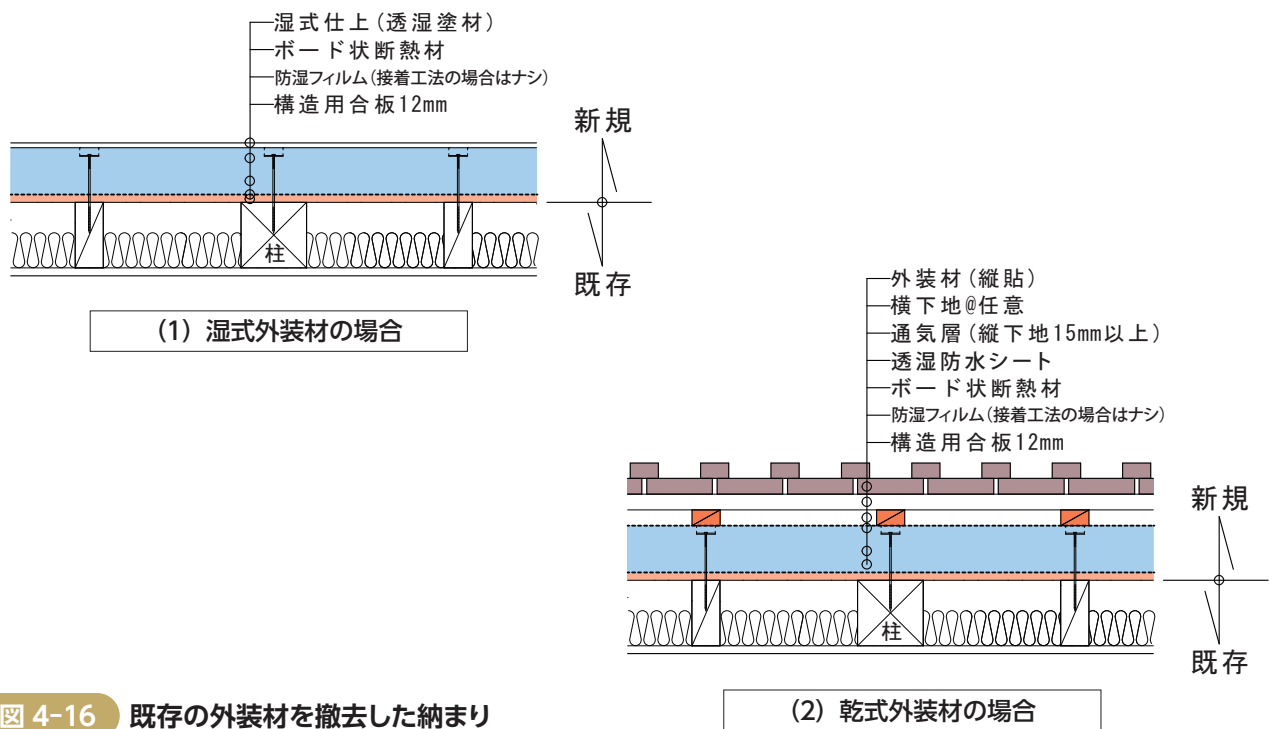


図 4-16 既存の外装材を撤去した納まり

C. 階間部 (X3)

外壁と中間階の階間との取合い部は、外張・天井・床断熱工法の場合には、気流止め材が必要です。気流止めは乾燥木材を留め付けるか、グラスウールを詰めて施工を行ってください。気流止めを行うことで防湿層が連続することが理想ですが、難しい場合は空気の移動を止める事を優先して施工を行います。 **図 4-17**

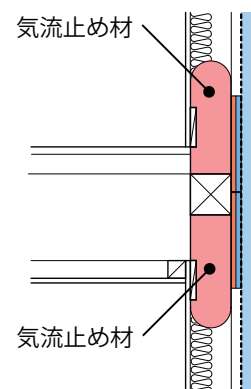


図 4-17 外壁の胴差廻りの気流止め施工

2) 間仕切壁部分

① 天井と間仕切壁の取合い部 (X1)

小屋裏の空間に作業が行える高さがある場合は、小屋裏に入り間仕切壁と天井の取合い部分から気流止め材を挿入します。小屋裏側から作業や挿入が難しい場合には、室内の壁上部を開口し気流止め材を挿入します。 **図 4-18**

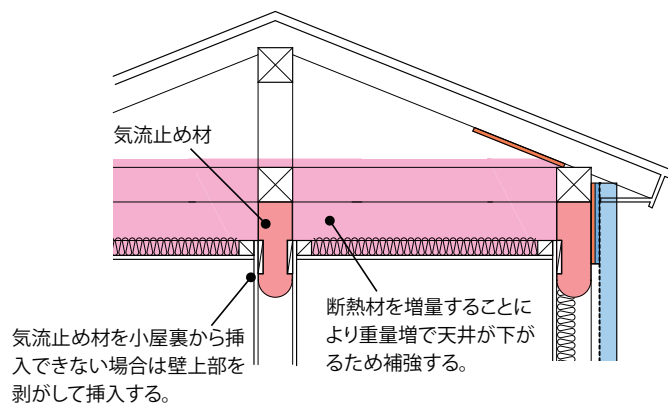


図 4-18 天井と間仕切壁の取合い部の防湿気密改修例

② 床と間仕切壁の取合い部 (X2)

基礎断熱改修を行う場合には、 **図 4-19** (1)に示すように、この部分で気流止め材を施工する必要はありません (**図 4-19** (1))。床断熱工法で改修を行う場合は、 **図 4-19** (2)に示すように気流止め材が必要です。

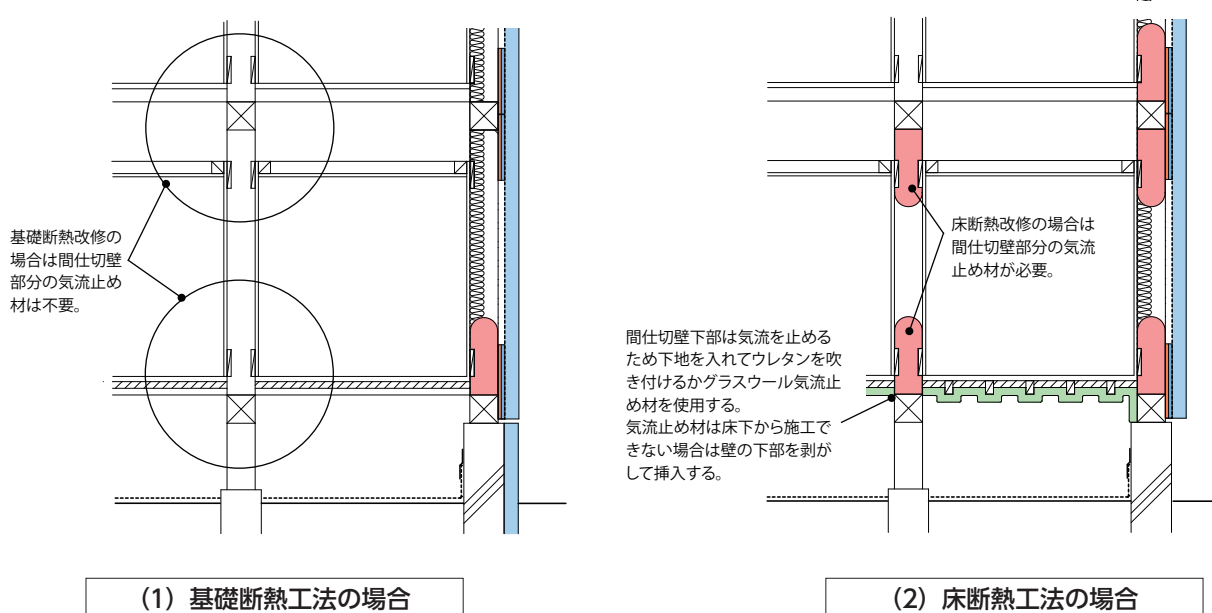


図 4-19 床と間仕切壁の取合い部の納まり例

4. 屋根及び天井の改修工法

1) 屋根の外張り断熱による改修工法 (Y1)

屋根材を剥がし、野地板と屋根垂木を桁の先端部で切断し、外壁と屋根の野地板へ防湿フィルムを切れ目なく施工します。

その上にプラスチック系断熱材を敷き込みます。断熱材の上に屋根用の透湿防水シートを敷き込み、新たに屋根垂木を流して通気層を形成し、合板を施工して仕上げます **図 4-20**。屋根の通気層は少なくとも45mm以上の厚さを確保し、軒天換気孔、棟換気孔と連通させます。

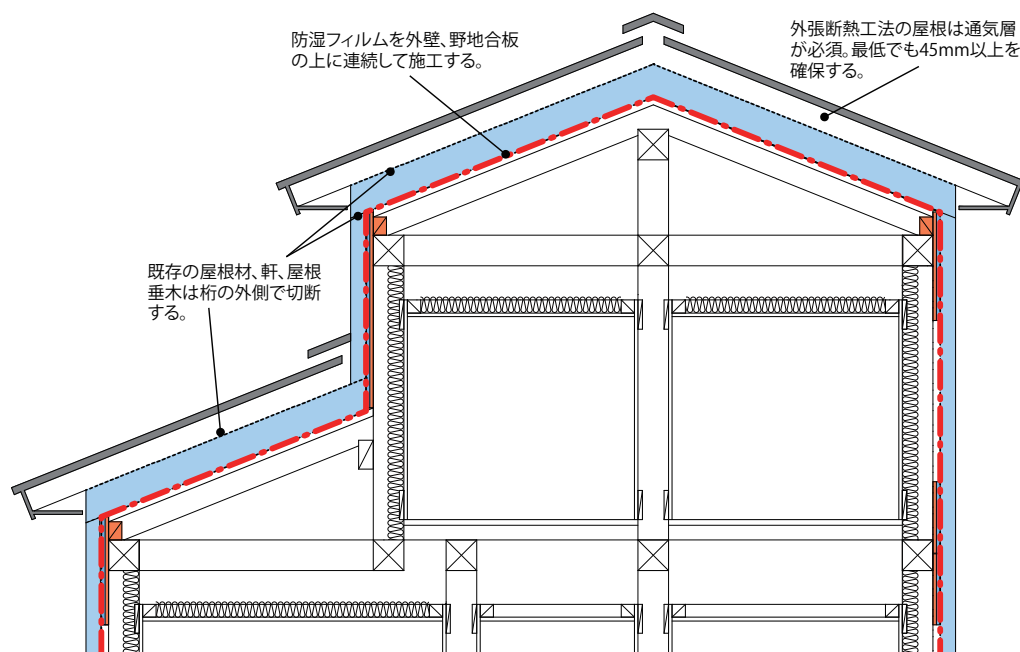


図 4-20 屋根の外張り断熱改修の例

2) 天井断熱による改修工法 (Y2)

天井内は梁や柱、天井吊木などがあるため、マット状の繊維系断熱材を敷き込むと隙間が生じます。隙間を防ぐために断熱材を二重に重ねて施工しても端部に隙間ができやすく、**写真 4-3** のように温度低下の原因になります。

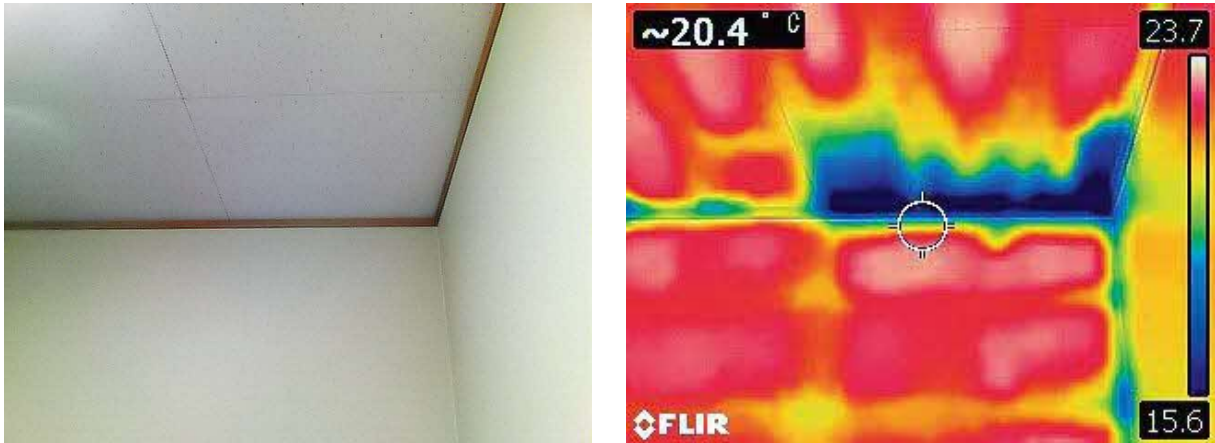
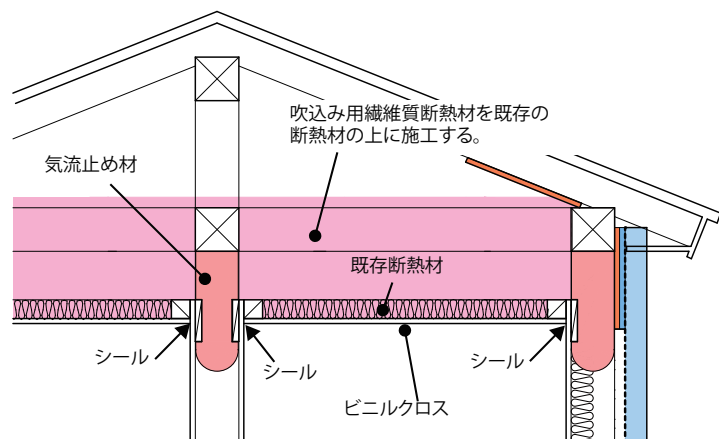


写真 4-3 天井にマット状のグラスウール 100mm を二重に施工した現場の熱画像

北海道などの寒冷地では、繊維系断熱材をバラ状にして吹き込み施工する「ブローイング工法」が主流です。近年は鳥取県でも施工が可能になっています。

天井に防湿フィルムが施工されていれば、天井の断熱材をブローイング工法で吹き増します。

防湿フィルムが施工されていない場合は、本来は天井を解体して防湿フィルムを施工してからブローイング工法で断熱することが必要ですが、代替策として天井面の仕上げをビニルクロス張りとした上で、端部をシールします。また、(6) 換気設備に示すとおり、24時間の第3種換気とし、室内側を減圧化して小屋裏への湿気の流出を防ぐようにします。



天井の防湿・気密は重要。
天井を剥がして外壁から天井、間仕切壁部を通す防湿フィルムの施工が原則。
実際には、ビニルクロスと端部のシールを丁寧に行う。

図 4-21 天井断熱による改修例

① 外壁と天井の取合い部 (Y3)

天井にブローイングで断熱材を施工する場合は、軒天換気口の通気を妨げないようにします。特に、屋根勾配が緩い場合は、塞がりやすいので天井の外壁側の一部を剥がして邪魔板や通気部材（ダンボール製などの既成品がある）などを設置してからブローイングを施工します。

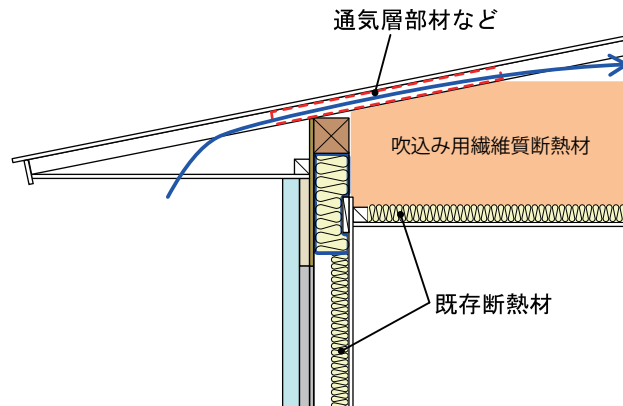


図 4-22 天井へのブローイング断熱材施工の留意点

外壁と最上階天井部の取合い部分は、壁内の気流が小屋裏へ抜ける通り道になるため、[図 4-23](#) に示す対策を行う必要があります。いずれの方法も桁周りの外装材を剥がして壁内へ気流止めなどを施工します。

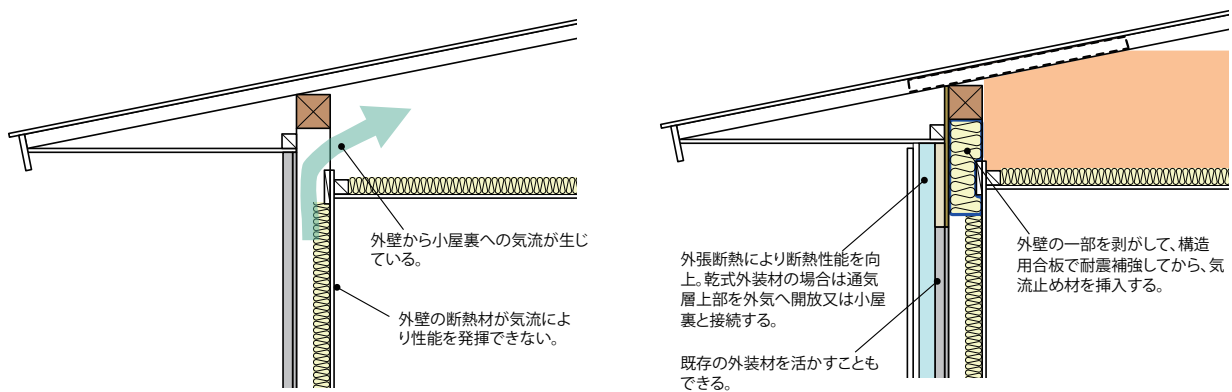


図 4-23 外壁と天井の取合い部の例

3) 下屋部分 (Y4)

下屋と外壁の取合い部では、**図 4-24** (1) に示すように断熱材が途切れやすく、気密もとれていません。天井断熱工法で改修する場合は、(2) に示すように、外壁との取合い部には気流止め材を挿入します。下屋の天井部分はブローイング工法で断熱材を吹き込みますが、下屋の室内側の壁部分に上部の外壁と連続する断熱材・気密材を施工する必要があります。これらの施工は、下屋の天井を外して下側から施工を行うか、屋根材を剥がし上側から行う必要があります。

屋根断熱工法とする方法もあります。Y1で示したとおり、野地板の上に防湿フィルムを施工しプラスチック系断熱材で屋根断熱とする方法、天井を外せる場合は天井裏から垂木間にA種1の吹付け硬質ウレタンフォームを施工し、屋根断熱にする方法もあります。

天井断熱にする場合は、下屋の小屋裏空間の換気が行えるように軒天換気孔などを設けます。

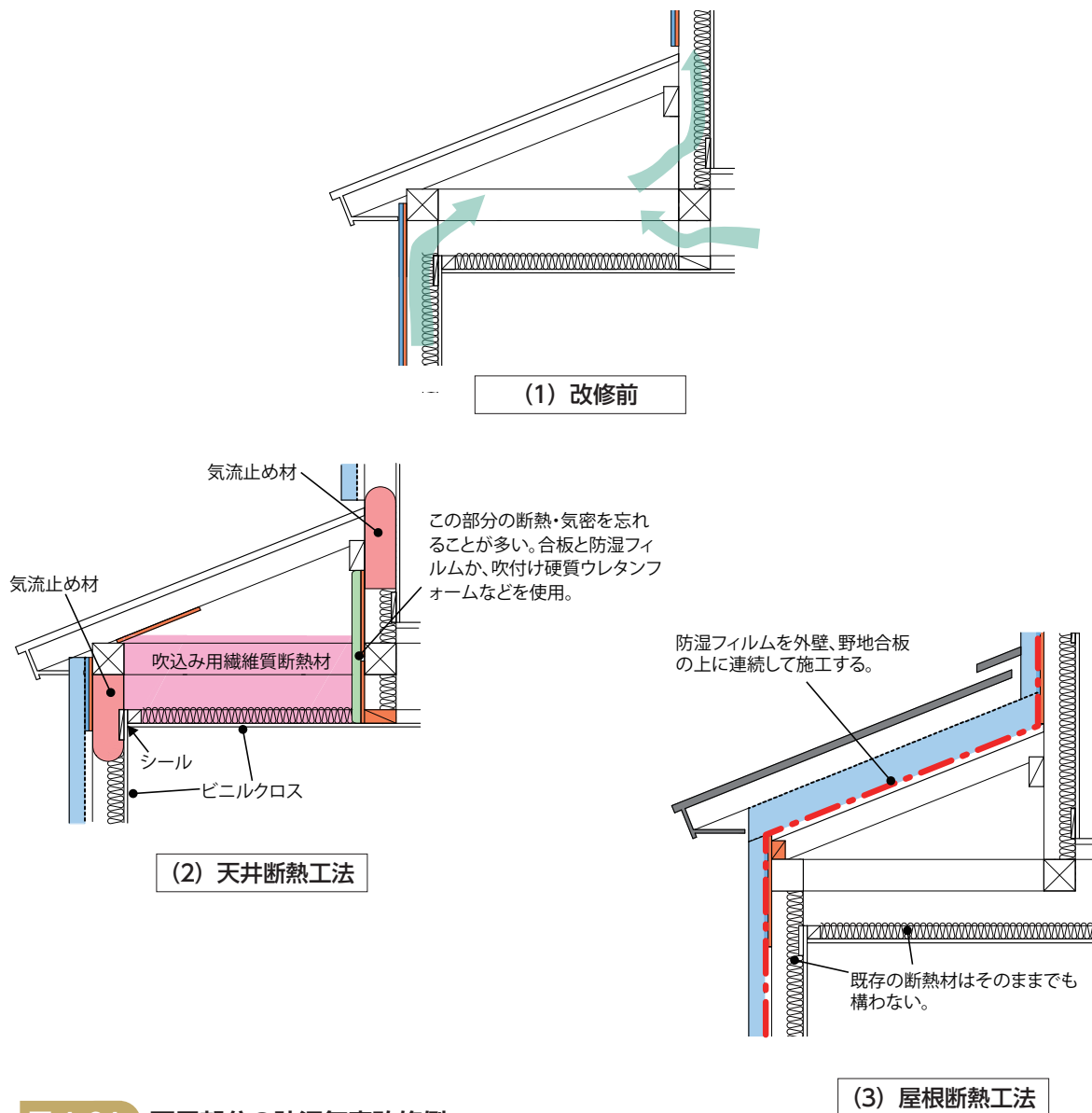


図 4-24 下屋部分の防湿気密改修例

5. 基礎・床の改修工法と防蟻対策

1) 床下の防湿措置

基礎断熱工法と床断熱工法を問わず、地盤面からの湿気による木材の腐朽等のリスクを軽減し、住宅を長持ちさせるために床下地盤面の防湿措置は必須です。

床下に土間コンクリートが、隙間なく施工されている場合はコンクリートが防湿層の役割を果たします。床下に土間コンクリートが施工されていない場合は、地盤面に防湿フィルムを施工し乾燥砂で押さえます。

2) 床断熱工法 (Z1)

床組を解体せずに改修する場合は、床裏全体にA種1の吹付け硬質ウレタンフォームを施工する方法が最も性能を確保しやすくなります。繊維系断熱材やボード状のプラスチック系断熱材を用いた施工は、限られた床下空間の中で、床下から断熱材を隙間なく施工することや床面での気密性の確保が難しいこと、外壁や間仕切壁取合い部に気流止め材の施工が必要になるためお勧めできません。

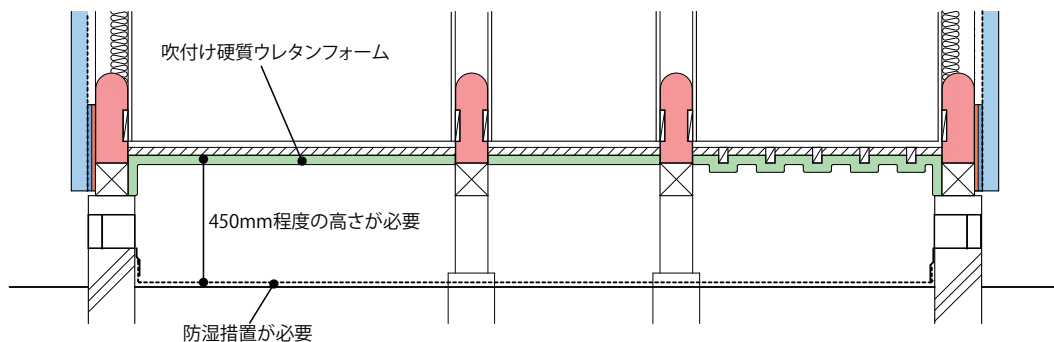


図 4-25 床下へ吹付け硬質ウレタンフォームを施工する断熱気密改修例

吹付け硬質ウレタンフォームを用いる場合にも、外壁と床の取合い部、間仕切壁と床の取合い部の気流止めが必要です。図 4-26 に考え方を示します。左側は、間仕切壁と土台、根太の取合い部分に側根太を新しく取りつけてその上から吹付け硬質ウレタンフォームを施工する例です。側根太を施工せずに施工すると隙間を埋めることができない場合があるので下地をしっかり作った上で吹付けます。下地を作れない場合は、右の図のようにグラスウール等を間仕切壁下部に詰め込み気流止めします。

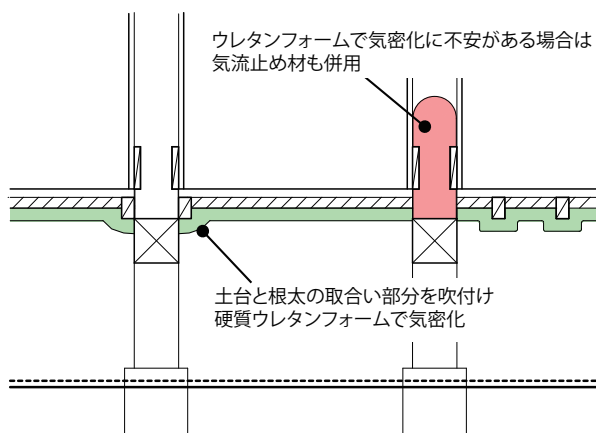


図 4-26 気流止めの考え方

吹付け硬質ウレタンフォームは表 4-6 に示す2種類の仕様が多く使われています。A種1のウレタンは施工精度良く吹き付ける事で防湿層としても機能します。A種3のウレタンは防湿層としての性能は期待できませんので、ウレタンの種類は計画段階でよく確認してください。

※ウレタンの種類と発泡率の違いについて

住宅の断熱に使われる吹き付けウレタンと呼ばれる断熱材には、A種1 (A種1H) とA種3と呼ばれる2種類のものが多く使われます。A種1のウレタンは30倍発泡ウレタン、A種3のウレタンは100倍発泡ウレタンと呼ばれることもあります。熱伝導率や透湿率、接着強さなどがJISにより規定されています。

表 4-6 吹付け硬質ウレタンフォームの規格

| JIS A 9526 : 2015 | A種1 (30倍発泡) | A種3 (100倍発泡) |
|-------------------|------------------|-----------------|
| 熱伝導率 | 0.034W/(m・K) 以下 | 0.040W/(m・K) 以下 |
| 透湿率 | 9.0ng/(m・s・Pa)以下 | 規定なし |
| 接着強さ | 80 kPa 以上 | 規定なし |

A種はフロン類を含まないことを表しており、1は非耐力性で壁、屋根裏などの用途に適したものの、3は低密度非耐力性で壁などの充填断熱工法の用途に用いるものです。Hは高い断熱性を表す記号で、A種1Hの熱伝導率は $0.026\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 以下と定義されています。

床下内に潜ってウレタンの吹き付けを行う場合、A種1の吹き付け硬質ウレタンフォームを使うようにします。

床断熱工法では、基礎の長さ4m以下ごとに有効面積 300cm^2 以上の換気孔を設けます。

3) 基礎断熱工法 (Z2)

図4-27に示すように、基礎断熱工法で改修するためには、基礎の外側若しくは内側へ断熱材を後張りします。繊維系断熱材を用いる工法もありますが、ここではプラスチック系断熱材を用いる場合を説明します。基礎の断熱材は、地盤面に埋め込まれている程度で必要な断熱効果は得られます。

基礎断熱工法による改修の要点は、基礎の天端と土台間の隙間を塞ぐことと、床下地盤面の防湿措置です。基礎の天端と土台間の隙間はシリコンシーリングや現場発泡ウレタンなどでシールする方法がありますが、この方法は隙間が生じやすいのと、経年で劣化が生じるので、手間はかかりますが、図に示すように、防湿フィルムを基礎と基礎断熱材の間に先張りする方法が効果的です。この方法では、防湿フィルムをシロアリが食べることができないため防蟻効果も期待できます。

※基礎断熱工法とする場合の注意点

基礎断熱工法は、一般的に床下換気口を設けませんが、床下地盤面の防湿措置が十分ではない場合に、床下での結露を生じる場合があります。次に示す地盤面の防湿措置が行えない場合は、冬季以外に温度によって自動的に開口する床下換気口^{注1)}を取り付けます。

- 地盤面に防湿フィルムを敷き詰めて、シート相互の継ぎ目、束との取り合いや基礎との取り合い部分をブチルテープで留めつけて、乾燥砂を敷き詰めてフィルムを押さえることができる
- 地盤面に防湿フィルムを敷き詰めて、束との取り合いや基礎との取り合い部分をブチルテープで留めつけた上で、モルタルで押さえることができる

注1) 基礎に後付けできる丸型(200Φ)の製品がある。気温が下がるとバイメタル(ニッケルとチタンなどの合金バネ)で自動的に開口する。

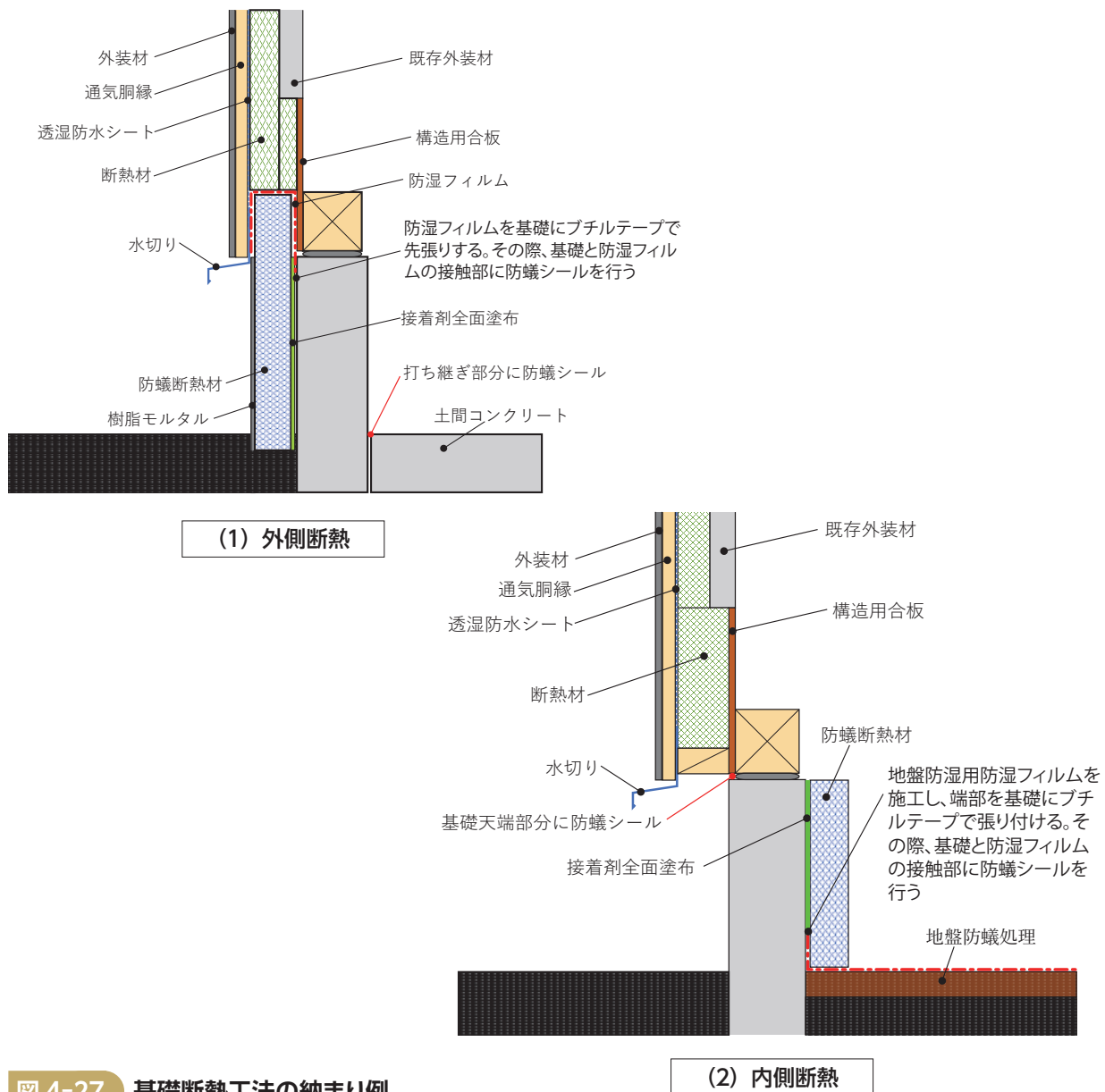


図 4-27 基礎断熱工法の納まり例

4) シロアリ対策

基礎断熱工法に用いる発泡プラスチック断熱材は、シロアリ被害が懸念されるので、防蟻性能を有する発泡プラスチック断熱材を用います。防蟻性能を有する発泡プラスチック断熱材は、防蟻剤処理断熱材として公益社団法人日本木材保存協会が認定した製品を用います。

断熱材の後貼りは接着剤を用いて行いますが、この接着層に隙間があると、シロアリはそこに蟻道をつくり上がってきます。このため、接着剤は断熱材全面に塗布して、隙間ができないように施工します。ただし、部分的にわずかな隙間が残ると想定されるため、基礎壁天端と基礎断熱の境界部分や断熱材の目地部分など、要所にシーリング材を用いて、シロアリの侵入経路を絶つようにして下さい。以下に、基礎断熱後貼り施工の要点を示します。

基礎断熱工法を施工する際の要点

- 基礎断熱工法による改修は、基礎形状が「べた基礎」であってスラブと基礎壁等におけるコンクリート打継ぎ部をシーリングにより処置した場合に適用することを推奨します。
- 布基礎に土間コンクリートが設置されている住宅において基礎断熱工法を採用する場合は、シロアリが侵入する隙間をシーリングにより確実に処置してください。
- 布基礎のみで土間コンクリートを設置していない住宅において基礎断熱工法を採用する場合には定期的にシロアリの被害の有無を調査し、被害が確認された場合の対策について施主へ説明して下さい。
- 基礎壁側面は、接着面の泥や汚れなどをきれいに洗浄して下さい。
- 接着面の不陸が大きい場合、接着不良やシロアリの侵入経路となりうる隙間が生じる恐れがあるため、下地調整モルタル等を用いて不陸調整を行って下さい。
- 防蟻剤混入シーリングは、シロアリを寄せ付けない忌避効果を有した防蟻剤が混入されているので、適宜、使用して下さい。ただし、基礎断熱のシーリング施工において、最も重要なポイントは、シロアリの侵入経路となる隙間を絶つことです。
- 接着面の乾燥後に、土台と基礎コンクリート天端の間を、隙間が生じないように連続シール処置して下さい。
- 断熱材の貼り付けには、断熱材メーカーが推奨する接着剤を使用して下さい。接着剤の塗布量が少ないと、後々剥がれてくる恐れがあるので、規定の施工要領に従って貼り付けて下さい。
- 基礎壁天端と基礎断熱の境界部分や断熱材の目地部分を連続シール処置して下さい。可能な場合には、基礎フーチングと断熱材の境界も、適宜、連続シール処置して下さい。
- その他、防湿フィルムを貼り付けた気密テープと基礎壁コンクリートの境界、蟻返しを設けた場合は、その蟻返しと基礎壁コンクリートの境界なども、適宜、連続シール処置して下さい。

COLUMN

基礎断熱工法におけるシロアリ対策

日本の木造住宅におけるシロアリ被害の多くは、シロアリが土中から床下に入り込んで、住宅の木部にまで達することによるものです。基礎の外側に断熱を施す基礎断熱工法においては、シロアリが断熱材内部に蟻道をつくって木部にまで達し、住宅の構造材が食害されて大きな被害を生じることがあります。したがって、シロアリ被害が懸念される地域において基礎断熱工法を採用する場合、公益社団法人日本木材保存協会が認定した防蟻剤処理断熱材を用いることが推奨されます。

防蟻性能を有する発泡プラスチック断熱材の野外防蟻効力試験について

シロアリが多数存在する野外試験場（沖縄県、琉球大学農学部試験場）にて、防蟻剤処理断熱材を2005年から15年間暴露した結果を示します。住宅基礎を模したコンクリート柵外周面に防蟻剤処理断熱材を設置し写真4-4、シロアリの這い上がりや食害の状況等について定期的に観察を行いました。写真4-5に防蟻剤処理断熱材、写真4-6に一般の未処理断熱材を示します。未処理断熱材の断面には蟻道が確認できるのに対し、防蟻剤処理断熱材には蟻道が認められず、コンクリート柵上に置かれた木部にも食害は認められませんでした。



写真 4-4
試験状況



写真 4-5
防蟻剤処理断熱材



写真 4-6
未処理断熱材

資料提供：デュポン・スタイロ株式会社

6. 開口部の改修手法

住宅全体に占める開口部からの熱損失は、約5割近くを占めるため、窓の改修は断熱性能向上に大きく貢献します。Re NE-ST [外皮平均熱貫流率 0.48 W/(m²・K)以下] とする場合は、必須となります。

窓の改修方法は、「ガラスのみ交換」「既存サッシを高断熱サッシへ交換」「内窓を付加」の主に3つの工法があります。

1) ガラスのみ交換

改修のターゲットである昭和56年から平成12年までの住宅では、引違いのアルミサッシに単板ガラスを組み合わせた窓が一般的です。既存の単板ガラスが入ったアルミサッシにペアガラスを入れることはできません。入れることができるのは真空ガラスです。真空ガラスはガラス部分の熱貫流率は単板ガラスと比べて1/4程度となるため、サッシを含めた平均の熱貫流率は向上します。しかし、既存のアルミサッシの気密性が低いこと、アルミサッシ枠の断熱性能が低いことからRe NE-STではガラスのみの交換はおススメしません。

2) 既存サッシを高断熱サッシへ交換

住宅に用いられる主な窓の熱貫流率を表4-7に示します。アルミサッシ単板ガラスの熱貫流率は6.51です。これを寒冷地などで普及しているペアガラスやトリプルガラスの樹脂サッシへ交換すると大きな性能向上が期待できます。

表4-7 主な窓の熱貫流率

| No. | サッシ種類 | ガラス種類 | 中空層内の気体 | 中空層厚さ [mm] | ガラス全体厚さ [mm] | 熱貫流率 [W/(m ² ・K)] |
|-----|-------------|--------------------|---------|------------|--------------|------------------------------|
| ① | アルミ | 単板 | — | — | 3 | 6.51 |
| ② | アルミ+樹脂 (二重) | 単板+複層 | 空気 | 12 (複層部分) | 18 (複層部分) | 2.33 |
| ③ | 樹脂 | 低放射複層 (Low-E 複層) | 空気 | 12 | 18 | 2.33 |
| ④ | 樹脂 | 低放射複層 (Low-E 複層) | アルゴンガス | 12 | 18 | 1.90 |
| ⑤ | 木製もしくは樹脂 | 三層低放射複層 (Low-E 複層) | アルゴンガス | 別記 *1 | 27 ~ 36 | 1.5 |

*1 主なガラス構成には、FL4+A12+FL4+Ar12+(Low-E)FL4,(Low-E)FL3+Ar9+FL3+Ar9+(Low-E)FL3などがある。
(FLはフロート板ガラスを、A12は空気層12mm、Arはアルゴンガスを示す。)

しかし、サッシの交換には、サッシ周囲の外装材を部分的に剥がす必要があります。モルタル壁の場合は、周囲を剥がして元に戻す施工が可能です。サイディングの場合は、既存のサイディングと同じものを取り付けることは不可能ですので、廻り縁を設けるなど工夫が必要です。

(2) で示したように、外壁部分に断熱材を付加して性能向上を図る工法では、開口部周りの処理も容易です。

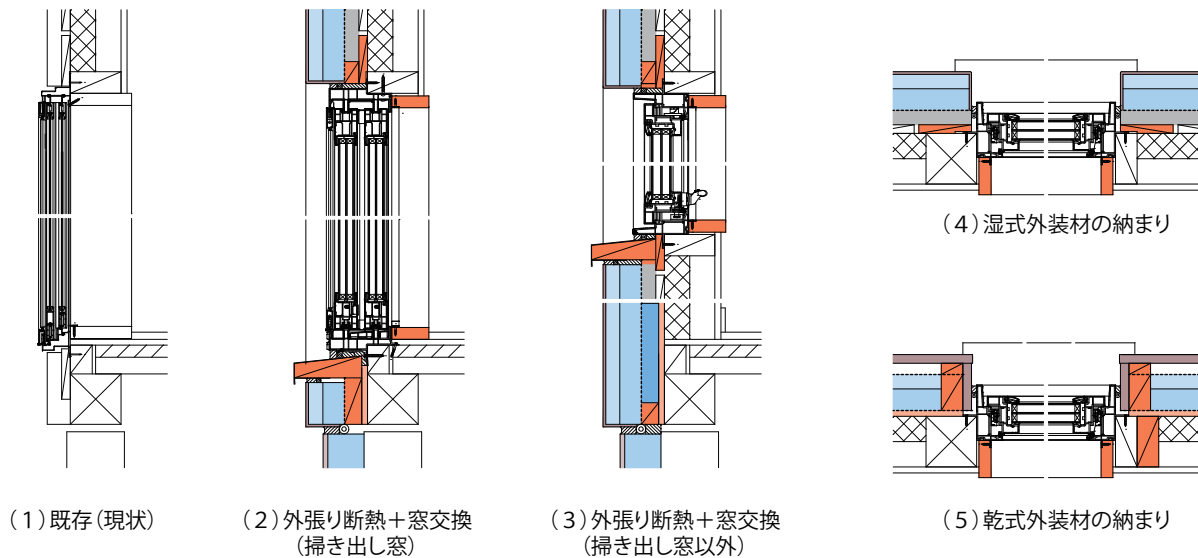


図 4-28 高断熱サッシへの交換例

既存サッシ周囲の外装材を剥がさずに枠を残して交換する方法もあります。

図 4-29 に示すように既存窓の障子を取り外し、既存の古いサッシ枠を残したまま、新しい窓を取り付ける改修方法です。既存の外壁を傷めずに新しい窓を取り付けることができます。玄関ドアの改修方法としては一般的ですが、この方法で窓を交換すると、窓の大きさが若干小さくなるので注意が必要です。

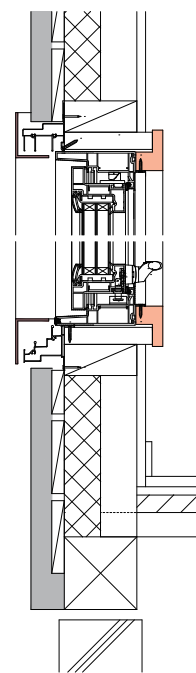


図 4-29 既存サッシ枠を残した交換例

3) 窓を付加

手軽な工法は、既存サッシをそのままに、サッシの室内側に内窓を追加施工する方法です。工事日数を要せず、断熱性を高めることができます。

一般的に、既存のアルミサッシの内側に樹脂サッシを追加する場合、既存サッシは樹脂サッシに比べて気密性能と断熱性能が劣るため、2重サッシとしても外側のサッシ部分で結露を生じにくくなりますが、既存サッシの性能が追加するサッシより高い場合は、結露しやすくなるので注意が必要です。

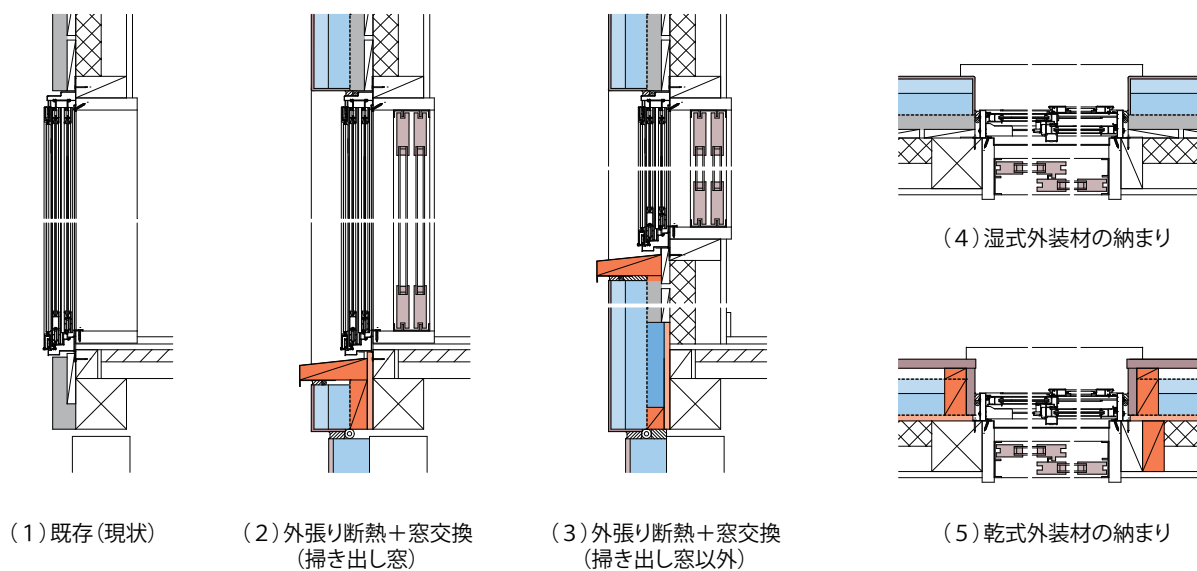


図 4-30 内側へ窓を付加する例

7. 浴室と脱衣室の断熱改修工法（部分断熱）

在来浴室をユニットバスに交換したり、ユニットバスを新しいものに交換したりする工事は、相談件数の多いリフォームです。近年では脱衣や浴室の寒さが引き起こす家庭内事故の事例が報道されることもあり、浴室のリフォームのニーズが更に高まっています。断熱リフォームは本来であれば家全体を断熱で包むことが望ましい形であり、部分的な部屋の断熱改修は後々間仕切り部分が無駄になる可能性もあります。しかし、脱衣と浴室に関しては、それ以外の部屋との間仕切りに断熱材があることは必ずしも無駄にはなりません。断熱は、温度差のある空間を温度差がある状態で維持する為のものであり、他の部屋よりも高い温度が適切な脱衣や浴室から、他の部屋に熱が流れる事を防ぐのは一定の意義があると言えます。

せっかく脱衣や浴室をリフォームするのであれば、その空間だけでもしっかり断熱気密をすると、断熱空間の快適性や熱的安全性が劇的に向上することは勿論、追い炊き運転軽減等により給湯エネルギーの削減効果も期待できるようになります。

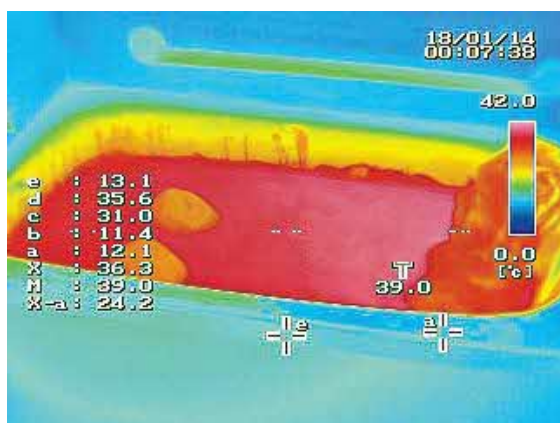


写真 4-7



写真 4-8

写真は、同じ家の浴室の断熱改修前の熱画像と断熱改修後の熱画像を比較したものです。なるべく同条件で比較が出来るよう、同じ時期、同じ時間帯としています。断熱改修前は壁や床が11~13°Cと冷たい為、湯温が39°Cでようやく寒くないと言える状態を保っていたのに対し、断熱改修後は床や壁が19°C程度と冷えていない為、湯温が35°C程度のぬるま湯でも、寒さを感じなくなりました。



写真 4-9

既存浴室及び脱衣室の解体を行う。木材の痛み具合に応じて適宜補修や交換を行う。



写真 4-10

土の防蟻処理を行った後、ユニットバス用の土間コンクリートを打設する



写真 4-11

既存タイル部分と土間部分はボード系断熱材を施工した。窓は既存よりも小さくしたため、残りの空間はボード系断熱材にて埋めた。



写真 4-12

壁や天井はグラスウールを使用した。種類が違っているのは、在庫品を使っているためであり性能的な意味は無い。



写真 4-13

浴室や脱衣からの湿気が間仕切壁や天井裏に侵入しないようポリエチレンフィルムで防湿処理を行う。換気用のフレキダクトも熱橋となるため保温すると良い。



写真 4-14

洗面脱衣室は床断熱としたが、地面からの湿気が上がってこないよう防湿処理をする事と、浴室の基礎断熱部分と断熱気密防湿ラインが連続するように気をつけて施工する。

浴室周りの部分断熱改修であっても家全体の断熱改修であっても、断熱気密防湿の基本は同じです。浴室周りの改修はニーズが高く、断熱工事の範囲としては金額的にも敷居が低いことから、大工さんが慣れるための工事としては丁度よい難易度です。元々お湯という熱源がある空間のため、暖房設備を設置しなくても暖かさが増し、断熱工事後の効果を体感しやすく高い満足度が得られます。最近では断熱浴槽や断熱浴室というユニットバスの製品も登場しておりますが、その断熱の厚みは15~30mm程度であることが多く十分とは言えないため、プラスαで空間全体を断熱することでより高い快適を作ることが出来ます。浴室内の高い温度が維持されるため、浴室内の水分が蒸発しやすくなり、改修前よりも多くの水分が発生するようになります。その水分が断熱改修を行っていないエリアに流出すると、非暖房室での結露が増えることとなります。そうならないよう、浴室と脱衣のみを部分改修する際は、換気扇の設置を必ず計画し、浴室に湿気が発生している時間は換気扇を回してもらおうよう、使い方の説明をしなければなりません。

8. 換気設備

断熱気密改修時には、結露リスクと空気質低下を避けるため、必ず換気設備を計画します。また、換気は暖房と深く関係しています。部分間欠暖房では、局所換気設備を使った第3種換気が基本となります。特に、天井断熱改修の住宅では、小屋裏結露リスクを避ける上で、室内からの漏気を軽減する第3種換気は、大変重要です。

全室暖房とする場合は、ダクトレスの熱交換換気装置も選択肢となるでしょう。

1) 空気の流れのデザイン

最上階を天井断熱で改修した場合、天井面で十分な気密改修をすることは困難です。図4-31に示すように、3種換気設備を24時間運用することで、小屋裏への漏気を極力小さくすることが期待できます。また、LDKなどの主要室から、個室への空気の流れを抑えることができるため、温度の低い個室での結露障害を軽減することが可能です。

この時、壁に自然換気口は設けません。天井面には必要な自然吸気口に相当する以上の自然開口が残されています。機械換気を連続運転することで、適切な空気の流れを作ることが可能です。

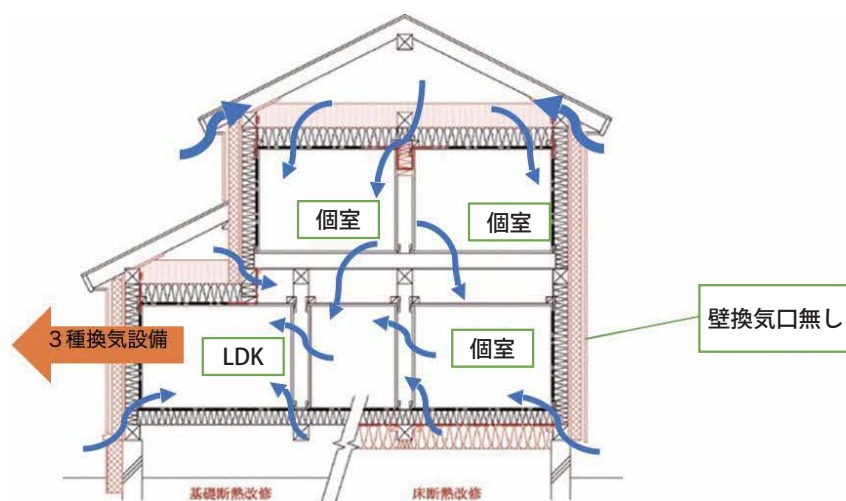


図 4-31 改修後の換気の計画

2) 換気設備の選択

① 24時間換気機能のついたキッチンレンジファン

24時間換気機能付きのレンジファンは、通常商品として24時間換気機能のない商品とほぼ同じ価格で販売されています。24時間換気を運転することで、外風による騒音や逆流、虫の侵入を軽減することが期待できます。また、24時間換気運転時には、ほぼ無音で、調理臭を連続して排出してくれるため、改修後の環境改善にも有効です。写真 4-15 は、P社製の装置ですが、各メーカーで販売されています。



写真 4-15 24時間換気機能がついたレンジフードファンの例

② 既存設備の活用

既存の換気設備としては、台所のレンジファンや便所、浴室などの排気ファンが考えられます。24時間換気機能のない既存の台所レンジファンは、最小風量でも24時間換気の必要換気量を大幅に超えます。騒音も大きく寒さの原因となるため、連続運転は難しいと考えられます。

便所や浴室に換気装置が設けられている場合、これを活用することは可能です。動作確認と、騒音や寒さ、居住者の意識などから、24時間運転に耐えられるかを総合的に検討します。一般に、24時間換気モードの無いファンは、騒音や風量の面から、居住者が連続運転を嫌がる例が多いと考えられますので、注意が必要です。

③ ダクトレス呼吸型換気

通気する蓄熱体を内蔵し、一定時間ごとに給気と排気を繰り返すことで、熱回収をする外壁付け換気装置です。複数の換気装置を集中制御するものです。暖房していない居室で運転すると内部結露が許容範囲を超えることがあります。全室連続暖房と合わせて使うことが望ましいでしょう。

9. 耐震補強法

北海道が公開している「耐震性と断熱性を併せて向上させる工法」は、外壁の土台、胴差、桁周りの外装材の部分的に剥がし、構造体の状態を確認した上で、気流止めによる断熱改修、構造用合板の部分張りによる耐震性能向上改修が行えるものです。

全国どこでも行える工法です。北海道立総合研究機構建築研究本部のホームページにパンフレットが公開されていますので参考にしてください。

※ <http://www.hro.or.jp/list/building/koho/pdf/taishindannetu.pdf>

また、鳥取県では「低コスト耐震改修工法」を進めています。これは、内部からは既存の壁や床、天井を壊さずに補強し、外部からは外壁撤去を行わずに補強する工法であり、工事費だけでなく工期も短縮することができます。

※ <https://www.pref.tottori.lg.jp/262445.htm>

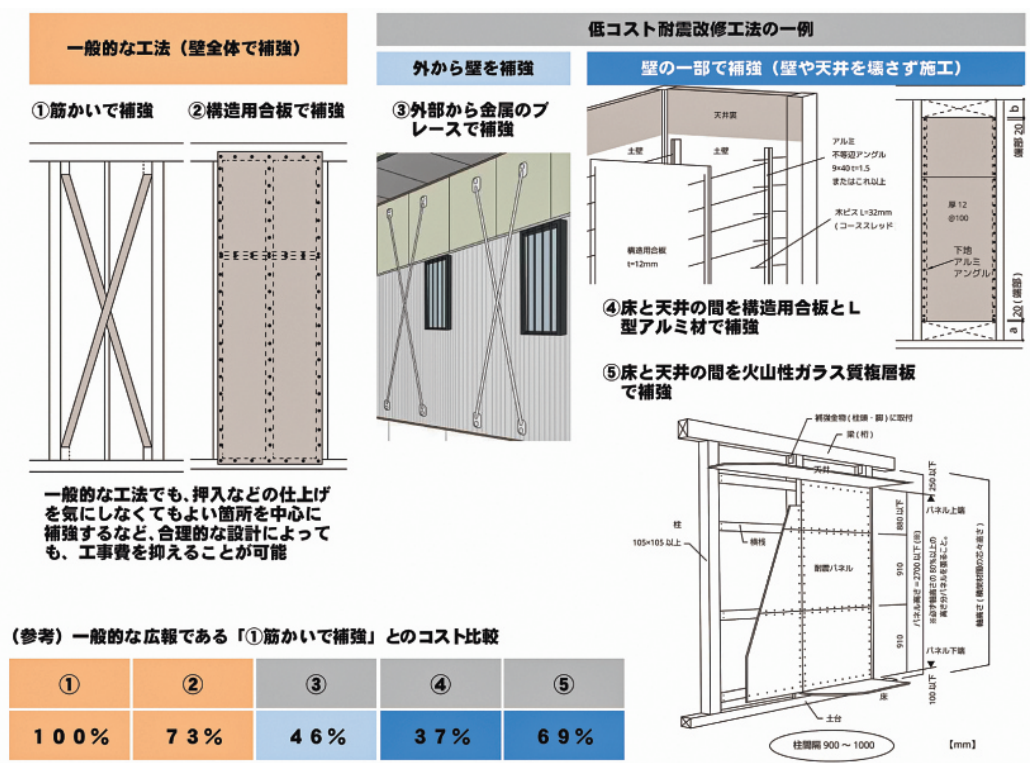


図 4-32

(参考)
木造住宅低コスト耐震補強の手引き —愛知建築地震災害軽減システム研究協議会
<http://www.aichi-gensai.jp/guidebook.html>

10. 気密測定の実施

気密測定は住宅等の気密性能を指標である「相当隙間面積（C値）」を測るために実施します。JIS A2201「送風機による住宅等の気密性能試験方法」に従って測定を行います。

基本的な測定方法は、住宅等の開口部に送風機を取付けて、建物内外に圧力差を生じさせて、その風力と圧力差から総相当隙間面積を算出します。C値は総相当隙間面積を実質延床面積で除した値です。ここでは、測定方法（減圧法の場合）の要点を示します。

1) 試験装置の構成

試験装置は、通常、送風機、流量調整器、流量測定装置、圧力差測定器（差圧計）、温度計などから構成されています。

試験装置の設置の例を、**写真 4-16** に示します。



写真 4-16 気密性能試験装置の設置例

2) 試験方法

① 測定時の建物条件

住宅の気密測定時の建物条件は、「建物条件1：外皮だけを対象とする場合」、及び「建物条件2：局所換気を使用される設備を含めた外皮を対象とする場合」の二通りがあります。建物条件2は、建物運用時を想定した建物条件です。

測定は通常、建物条件1に従います。ただし、目的に応じて建物条件2を選択してもよいこととします。

◎建物条件1の測定（外皮だけを対象とする場合）

建物条件1は外皮を測定対象とし、24時間全般換気及び局所換気などに使用される全ての換気設備をテープなどで気密処理を行い実施します。

この時の測定時の建物条件は以下によります。

- a) 建物全体は、建物外皮の気密性を試験するので単一空間として圧力が応答するように各室のドアなどを開放します。ただし、建物外皮に接しない押入のふすまやクローゼット、カップボードの扉は除くことができます。また、住宅の気密性能は、基本的に建物の完成状態で測定します。
- b) 屋根断熱の小屋裏、基礎断熱の床下・地下空間などは、出入り口のドア及び改め口があれば開放し、室内側とします。出入り口のドア及び改め口がない小屋裏・床下空間などは外気側とみなします。建物内にある車庫は外気側にあるとみなしますので、室内に通じるドアは閉めた状態にします。
- c) 同時給排気ファン及び台所、トイレなどの排気ファンは停止します。また、自然排気型または強制排気型の燃焼機、暖炉、空調機(エアコン)などは停止します。
- d) 開口部、同時給排気口及び換気口が建物外皮に取り付けられている場合、または配管やダクトが外皮を貫通している場合は、**表 4-8** のように処理します。**写真 4-17** に、台所のレンジフードファンの目張り例を示します。

◎建物条件2の測定（局所換気を使用される設備を含めた外皮を対象とする場合）

建物条件2は建物外皮及び局所換気設備（台所レンジ、トイレ、浴室などの間欠運転によるもの）を対象とします。

この時の測定時の建物条件は、台所レンジ、トイレ、浴室などの局所換気を使用される設備についてはシャッターなどの閉鎖機構がある場合は閉じた状態とし、閉鎖機構がない場合はそのままの状態とします。ただし、これら局所換気設備が24時間全般換気による換気経路に該当する場合は対象外とし、テープなどで気密処理を行い実施します。これら以外の部位については、建物条件1に従った開閉状態とします。

【ポイント】 建物完成時や断熱・気密性能向上リフォーム完成時に測定した後、数年が経過した時点の性能を測定することも考えられる。このため、後年の測定時に活用できるように、現時点の測定における装置設置箇所、目張り状況、延床面積算定根拠等を確実に記録・保管しておくことが重要です。



写真 4-17 台所レンジフードファンの目張り例

表 4-8 開口部・給排気口などの処理の仕方

| 処理の仕方 | 番号 | 部位 | 開閉状態など | | 備考 |
|-----------------|----|------------------------------|-----------|--|--------------|
| | | | 建物条件1 | 建物条件2 | |
| 目張りしないで閉じるだけの場所 | 1 | 建物外皮にあるドア・窓 | ロック(施錠)だけ | | - |
| | 2 | 天井・床下改め口 ⁽¹⁾ | 普通に閉めた状態 | | |
| | 3 | ドアなどの郵便受け | 普通に閉めた状態 | | |
| | 4 | 車庫に通じるドア | 普通に閉めた状態 | | |
| | 5 | 基礎と床の両方を断熱している地下へ通じるドア | 普通に閉めた状態 | | |
| テープなどで目張りを行う場所 | 6 | 換気レジスター | 目張り処理 | | 空気漏れのないようにする |
| | 7 | 台所レンジファン | 目張り処理 | 閉鎖機構を持つ場合は閉じた状態とし、ない場合はそのままの状態とします。ただし、24時間全換気の換気経路に該当する場合は目張り処理を行います。 | - |
| | 8 | 換気扇・天井扇(ファン) | 目張り処理 | 閉鎖機構を持つ場合は閉じた状態とし、ない場合はそのままの状態とします。ただし、24時間全換気の換気経路に該当する場合は目張り処理を行います。 | |
| | 9 | FF式以外の煙突の穴 | 目張り処理 | 気密処理なし | |
| | 10 | 屋外へ通じる排水管 ⁽²⁾ | 封水の状態 | | |
| | 11 | 集中換気システムの給排気ダクトの屋外側出入口 | 目張り処理 | | 空気漏れのないようにする |
| 開ける場所 | 12 | 建物外皮の外側にある開口部 ⁽³⁾ | 普通に開けた状態 | | 必ず開ける |

注(1)実質延べ床面積に算入しない小屋裏及び床下で、天井、床に設けられた改め口を指す。

(2)建物外皮の配管やダクトの貫通部回りはそのままとし、目張りはしない。(3)例えば、玄関の風除室やサンルームなど。

② 試験時の条件

a) 試験時の外部風速

試験時には、外部風速が3 m/s以下であることを確認します。この風速の確認は、風速計を用いて測定を行うか、またはビューフォート風力階級を用いて、風力階級2を超えていないことを確認します。風速計による風速の確認は、建物周辺の庭、道路などの広い場所で、約1.5mの高さで行うことが望ましいです。

なお、外部風速が3 m/sを超えた場合にあっては室内外の圧力差が3 Pa以下であることが確認できると測定を行うことができます。

b) 試験時の室内の空気温度

試験時の室内の空気温度は、5～35℃の範囲とします。また、室内の空気温度はできるだけ均一となるようにします。

煙突効果によって建物内外に発生する圧力差の影響が試験時と誤差とならないように、建物内外の温度差(K)と測定対象建物高さまたは測定対象部との高さ(m)との積が200(K・m)以下で測定することが望ましいです。

③ 測定手順

a) 測定前の確認・記録

測定に入る前に、建物が「建物条件1(外皮だけを対象とする)」または「建物条件2(局所換気に

使用される設備を含めた外皮を対象とする)」に示す条件であることを確認し、記録します。また、外皮の概略を図面で確認するとともに観察し、記録します。

b) 試験装置の設置

試験装置の設置場所は、建物の気密性に影響しないような外皮の開口部とし、できるだけ小さい窓などを選択します。外部に微風速がある場合は、風下側の開口部に設置し、風の影響を避けるようにします。試験装置の排気口と開口部との接続は適切なふさぎ部材を用い、隙間があればテープなどでシールし、気密にします。

c) 気温の測定

室温の測定位置は、正しい室温を測定するために日射及び暖房機の放射の影響を受けない測定室のほぼ中央部とします。外気温の測定位置は外皮の近傍で、日射の影響を受けず、風通しの良い場所とします。室温及び外皮温は試験前後において測定します。

d) 圧力差の発生

圧力差は、送風機を流量調整器によって徐々に回転させ、室内空気を屋外に排気して減圧（減圧法）によって発生させます。

e) 圧力差の測定

圧力差の測定のためにチューブ先端は、圧力差を正しく測定するために室内にあっては測定時の試験装置の送風の影響を受けにくい場所に、また、屋外にあっては試験装置の送風及び外部の風の影響を受けにくい場所に設置します。設置箇所は通常、室内外とも1ヶ所とします。

f) 圧力差測定器のゼロ点の確認

圧力差を測定する前に、チューブを外して圧力差測定器の差圧のゼロ点を確認します。

【注記】圧力差測定器などの電子機器は、電源投入後10分間程度は安定しないので、十分に暖機運転してから測定に入るようにします。

g) 試験前の室内外の圧力差の測定

測定前に試験装置の整流筒などの開口を塞ぎ、試験前の室内外の圧力差（ ΔPO ）を30秒以上測定します。その時のデータ数は10以上とし、平均圧力差が $\pm 3 \text{ Pa}$ 以内であることを確認して測定に入ります。測定終了後、再び室内外の平均圧力差を測定し、試験の前後で $\pm 1 \text{ Pa}$ 以上の差がある場合は測定をやり直します。

なお、圧力差ゼロ調整を行うことができる測定装置にあっては、ゼロ調整後に測定に入ることができます。この場合であっても、測定終了後に室内外の平均圧力差を測定し、試験の前後で圧力差が変化していないことを確認します。試験の前後で $\pm 1 \text{ Pa}$ 以上の差がある場合は測定をやり直します。

【注記】試験前の圧力差は、真の圧力差を求めるために補正值として使用します。

h) 通気量の測定

通気量は、送風機の流量調整器によって圧力差を変えて、圧力差の測定範囲をほぼ等間隔となるように5点以上測定する。圧力差の測定範囲は、通常 $10 \sim 50 \text{ Pa}$ とします。微風速のある場合は、風の影響を小さくするために $30 \sim 70 \text{ Pa}$ の高めの圧力差で測定します。

圧力差の測定は、安定した状態の平均値とし、 1 Pa まで読み取ります。また、各圧力段階の通気量は、圧力の安定した時の平均値を整数で読み取ります。

i) 測定回数

圧力差を最小値から最大値まで段階的に変化させた時の通気量の測定を1回とし、測定回数は3回とします。ただし、測定結果にばらつきが大きい場合は測定回数を増やします。

V 改修後に行うこと

1. 竣工後検査

1) 断熱性能の確認

住宅全体で断熱性能を発揮させるためには、断熱構造とする屋根・天井・壁・開口部・床・基礎がすっぽりと途切れることなく連続して断熱されている必要があります。

外壁と床の取合い部、開口部の収まり、階間、外壁と天井の取合い部、下屋と外壁の取合い部などの要所で断熱材がきちっと連続し、隙間がなく、均一に施工されていることを確認します。

取合い部の断熱材が連続していなかったり、断熱材に隙間や不均一なところがあると、そこから熱が逃げ、寒さを感じるとともに、結露が発生する原因になります。

2) 断熱材施工箇所の結露判定

壁（外壁、間仕切り壁）と床、壁と天井の取合い部などに断熱材（気流止め）が適切に施工されずに隙間が生じている場合、床下の冷気が壁に入り込み、住んでいて寒さを感じるとともに、壁内結露を生じさせる原因となります。そのため、断熱気密の改修・施工後に、壁の上下に適切に気流止めが施工されていることを確認します（外張・基礎断熱工法は除く）。

また、内部結露を防ぐためには、断熱材の中に水蒸気を侵入させないことが重要です。そのためには、防湿フィルム等を用いて防湿層（気密ライン）を適切に設ける必要があります。そして、防湿層も断熱構造と同様に連続させることが重要です。断熱気密の改修・施工後に、気密ラインが連続して施工されていることを確認します。

さらに、外気に面する壁に設置されているスイッチボックス、コンセントボックス、テレビコンセントなどの周りに気密防水テープが適切に施工（シール）されていて、床下の冷気が室内に入り込んでいないことを確認します。

3) 24時間換気の設置の確認

24時間換気システムとは、換気扇やファンなどの機械を使って、家中の空気が全て入れ替わるように換気して、24時間、常に新鮮な空気を維持するためのシステムです。屋外からの空気を取り入れる「給気」と、室内の空気を外に排出する「排気」を行います。

施工後、住宅全体の換気計画に従って24時間換気設備が適切に設置されているかどうかを確認し、換気扇・ファンなどの機械が問題なく動作するかどうかを確認します。

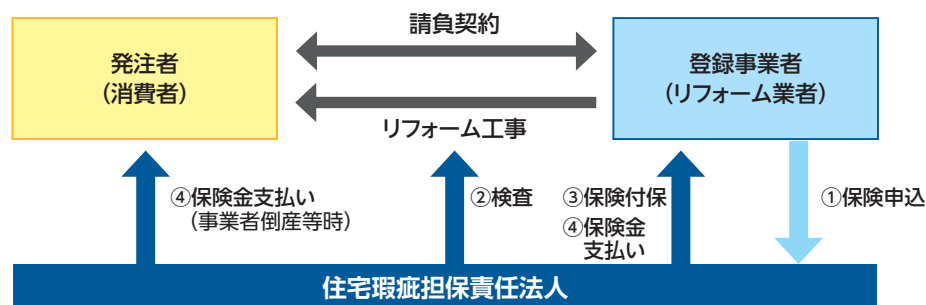
また、換気ダクト方式が導入されている場合は、小屋裏や床下にある換気ダクトの接続状況（脱落の有無）を確認します。

2. 保証と履歴保管

1) リフォーム瑕疵保険

リフォーム工事に対する保険として、リフォーム瑕疵保険があります。リフォーム事業者を被保険者とし、リフォーム工事を実施したすべての部分が保険の対象となります。

リフォーム瑕疵保険は、リフォーム時の検査と保証がセットになった保険制度です。住宅専門の保険会社（住宅瑕疵担保責任保険法人）が保険を引き受けます。



◎特徴1：保険加入事業者は公開されます

リフォーム瑕疵保険へ加入する事業者は保険法人へ事業者登録することが必要です。保険法人では登録された事業者について、保険利用件数などの情報も公開します。

◎特徴2 第三者検査員（建築士）による現場検査を行います

リフォーム瑕疵保険では、リフォーム工事の施工中や工事完了後に、第三者検査員（建築士）による現場検査を行います。

◎特徴3 工事に欠陥が見つかった場合、補修費用等の保険金が事業者に支払われます

リフォーム瑕疵保険では、後日、工事に欠陥が見つかった場合に、補修費用等の保険金が事業者（事業者が倒産等の場合は発注者）に支払われます。

住宅瑕疵担保責任保険法人は、国土交通大臣が指定した住宅専門の保険会社です。現在、5法人が指定されています。いずれも全国を対象に業務を行っており、事業者はこの中から自由に選択して保険契約を締結することができます。

- 株式会社住宅あんしん保証
- 住宅保証機構株式会社
- 株式会社日本住宅保証検査機構
- 株式会社ハウスジーメン
- ハウスプラス住宅保証株式会社（以上、並びは五十音順）

2) 工事履歴保管

工事履歴（情報）とは、いつ、だれが、どのような改修・リフォーム等を行ったかを記録した情報をいいます。住宅の改修・リフォームの設計、施工等の内容を記録した住まいの「履歴書」です。改修によって高い省エネ性能及び耐震性能などが確保された住宅の維持管理を適切に行うには、工事履歴情報が不可欠です。Re NE-STの基準では、工事履歴の保管を義務づけています。以下のいずれかの方法によって保管する必要があります。

- 一般団法人住宅履歴情報蓄積・活用推進協議会の会員の住宅履歴情報サービス機関が提供するサービスを利用する。
- 上記会員ではない住宅履歴情報サービス機関が提供するサービスや履歴情報保管システムを利用する。
- 工事を行った施工事業者・リフォーム事業者が独自にデジタル情報として保管するとともに、発注者にもデータ等を渡す。

[鳥取県既存住宅改修技術テキスト作成ワーキング]

主 査 福島 明 (北海道科学大学名誉教授)
委 員 山本 亜耕 (株式会社山本亜耕建築設計事務所代表)
委 員 服部 倫史 (株式会社 シー・アイ・エス 計画研究所代表取締役社長)
委 員 平川 秀樹 (北海道科学大学工学部准教授)
委 員 植松 武是 (北海学園大学工学部教授)
委 員 菊澤 里志 (株式会社キクザワ代表取締役)
委 員 森 亨介 (凰建設株式会社)
委 員 廣田 誠一 (地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部北方建築総合研究所)
委 員 飯泉 元気 (地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部北方建築総合研究所)
事務局 吉野 利幸 (一般社団法人北海道建築技術協会専務理事)

[とっとり健康省エネ改修検討ワーキング]

小田原 勤 (株式会社小田原工務店代表取締役社長)
松本 晃一 (福山建築代表取締役社長)
田上 知明 (やまのすみか株式会社代表取締役)
渡部 敏春 (株式会社ミヨシ産業総合支援部部长)

とっとり健康省エネ住宅改修 Re NE-ST [技術講習会テキスト]

令和 4 年 5 月

■企画・発行 鳥取県
生活環境部くらしの安心局住まいまちづくり課
〒680-8570 鳥取県鳥取市東町一丁目 220 番地
TEL:0857-26-7398 FAX:0857-26-8113
E-mail:sumaimachizukuri@pref.tottori.lg.jp

■編集・制作 とっとり断熱改修テキスト作成ワーキング
(一般社団法人 北海道建築技術協会内)