

第2章 建物外皮の省エネルギー改修

建物外皮に関する省エネ改修設計では、居住者に対するヒヤリングや建物診断から明らかとなった断熱材の施工状況から、改修する部位の優先順位を検討します。一般的には、まず無断熱の部位を断熱化することから始めます。また、既に設置されている断熱材が特に劣化していなければそのまま利用し、その断熱性能が十分発揮できるように、床下では断熱材のたるみなどの補修、天井では断熱材を敷き直しや欠損部分の充填などの対策を施します。

2.1 改修方法の選択

前段では与条件・要求条件の把握、および建物診断の結果を踏まえて省エネルギー改修の目標像を設定しましたが、それを実現するために、どの部位をどのような工法で改修すべきかについて検討します。

2.1.1 改修規模の検討

改修設計では、居住者に対するヒヤリングや建物診断から明らかとなった断熱材の施工状況から、改修する部位の優先順位を検討します。一般的には、まず無断熱の部位を断熱化することから始めます。また、既に設置されている断熱材が、結露などによる原因で特に劣化していなければそのまま利用することとし、その断熱性能が十分発揮できるように、床下では断熱材のたるみなどの補修、天井では断熱材を敷き直しや欠損部分の充填などの対策を施します。

表1 改修規模の比較

改修規模	改修の概要	長 所	短 所
①部位改修	<ul style="list-style-type: none"> 既存の断熱材が壁や天井などに施工されている 屋根・天井、外壁、床、開口部などの無断熱の部位を断熱改修する 	<ul style="list-style-type: none"> 床や屋根であれば安価に改修できる工法がある 内外装の工事を伴わない断熱改修を実施できる 工期が短かく(1日～3日程度)、住まいながらの改修が可能である 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の断熱材の性能が低い場合、目標とできる性能値は中程度で、快適性の向上を期待 無断熱の部位全てに断熱材を施工しない場合(外壁を改修しない場合など)は、建物全体の断熱区画が形成できない
②全体改修	<ul style="list-style-type: none"> 屋根や外装の修繕、室内の改装、設備更新など、他の改修工事(耐震改修、バリアフリー改修など)と合わせて断熱改修を実施する 大掛かりな改修工事となる 	<ul style="list-style-type: none"> 高性能な断熱材を全ての部位に施工することができるため、高い断熱性能の改修目標レベルを目指すことができる 耐震改修やバリアフリー改修などの組み合わせが容易である 	<ul style="list-style-type: none"> 断熱工事の範囲にとどまらない壁等の躯体を含む改修工事となり、費用がかかる 関連工事が多くなり工期が長くなる(概ね1.5ヶ月～) 工法によっては住まいながらの改修が困難である
③部分改修	<ul style="list-style-type: none"> ライフステージの変化に合わせて、中心的な生活の場を断熱改修する 1階の範囲、もしくは、部屋単位での改修を行う 	<ul style="list-style-type: none"> 利用頻度の高い部屋の局所間欠暖房に効果的 比較的短工期で安価に工事が実施できる 	<ul style="list-style-type: none"> 非暖房室との温度差が大きくなる(ヒートショックの問題) 非暖房室への結露対策が必要である

例えば、築 20 年程度の住宅の場合、壁には断熱材が施工されていますが、床や天井は断熱されていないケースがよくあります。改修する住宅がそれに該当する場合、床や天井の全面に断熱材を充填します。この方法は、部位ごとの改修(以下、①部位改修)と呼び、無断熱であった部位が断熱化されることで、建物全体に連続した断熱区画が形成されます。部位改修は、既存断熱材をそのまま活かすことが基本であるため、平成4年基準程度の断熱性能が改修目標の目安となります。

さらに、平成 11 年基準を上回るレベルの断熱性能を目指すような高度な目標を設定する場合は、既存断熱材を撤去・更新したり補強したりして、全ての部位の性能を強化する建物全体に及ぶ大掛かりな改修(以下、②全体改修)を検討します。

また例えば、居住者のライフステージ等の変化に伴って常時使用する部屋が減り、1階の居室(居間、和室、食堂)などに生活空間が集中している場合などは、その居室群を部分的に改修(以下、③部分改修)する選択肢もあります。このように、改修規模も様々なケースが想定できますが、個々の状況に応じて最適解を検討することが必要です。

表1に3つのケースに関してそれぞれの特徴を整理しました。

2.1.2 建物外皮の基本構成

建物外皮の改修によって形成される新たな建物外皮は、室内で発生した湿気を壁や屋根の内部に侵入させないようにすることが基本です。建物外皮の構成によっては、それが冬期に内部結露を引き起こす原因となります。結露を防止するための基本的な考え方は、断熱層を中心に室内側に透湿抵抗の高い材料で防湿層を形成し、外側は透湿抵抗の低い材料で透湿性を確保しながら、防水・防風の機能を持つ防風層の構成とすることです(図1)。そして、壁と屋根、壁と床などの取り合い箇所で、切れ目無く連続して施工されていなければなりません。

改修の対象となる既存住宅の多くは築 20 年程度で、断熱が適切に施工されていない場合があります。このような住宅を改修する場合は、外壁の外側に断熱材を施工する外張断熱工法を選択すると、十分な断熱層を新たに形成することができます。一方、外壁の内と外から仕上げ材を撤去して改修する方法では、新たな防湿層の設置が求められます。

また、室内側からの改修で外装を更新しない場合は、内部結露を防止するために、防湿層の設置に加え室内湿度を低く保つ等の対策が不可欠です。内装仕上げ材にビニルクロスを施工することも、壁内への水蒸気の侵入量を低減するうえで一定の効果が期待できます。しかし、壁と天井・床などの取り合い箇所で防湿層が連続していない場合、基本的には室内の水蒸気発生量を減らし、湿度を低く保つことが必要です。

また、換気設備改修を同時に実施し十分な換気回数を確保することや、床下や小屋裏に必要なに応じて換気口を設置するなどの対策も検討する必要があります。

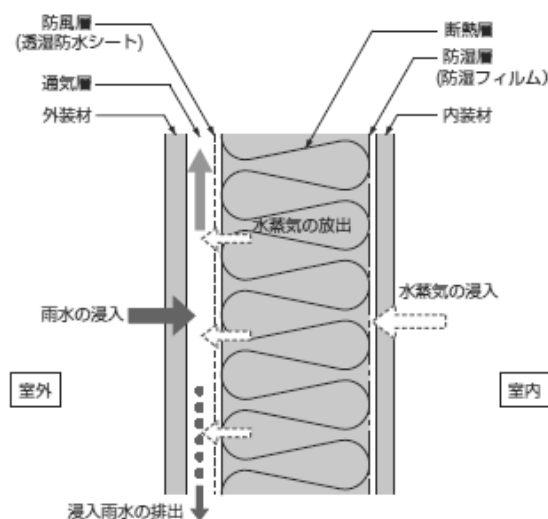


図1 建物外皮の基本構成(外壁縦断面)

※断熱改修工事による防露性能への影響については、2.2.11 で詳しく解説しています。そちらも参照してください。

表2 改修による断熱層の形成

部位	断熱材の位置	改修による断熱層の形成
屋根	野地板の外側	野地板の外側に断熱材を設置し、通気層を確保して断熱層を形成する。一般に、透湿抵抗があり吸水率が低い断熱材を用いることが多いので防湿層は必要ない。断熱区画が屋根面になるので、その室内側となる小屋裏に断熱材がある場合は撤去し、妻壁に断熱材を設置して換気口を塞ぐ
	垂木間	垂木間に断熱材を設置すると湿気が侵入した場合、野地板の裏面で結露する可能性が高い。必ず垂木下端に防湿シートなどで防湿層を形成し、野地板の裏面に通気層を採る建物外皮の構成とする。断熱区画を屋根面とする場合、小屋裏の断熱材は撤去し、妻壁に断熱材を設置し換気口は塞ぐ。屋根面及び天井面の二重断熱層とする構成もある
天井	小屋裏(天井裏)	防湿フィルム付きの断熱材、もしくは、防湿層を室内側(天井面)に設置して、断熱層を形成する。温暖地の場合、防湿フィルム付きの断熱材を隙間なく施工すれば小屋裏での結露発生の危険性は低い。ただし、必ず小屋裏換気の対策を講じること
外壁	軸組みの外側	軸組みの外側に断熱材を設置し透湿防水シートなどで防風層を設ける。新規の外装下地に通気層を確保し断熱層を形成する。一般に透湿抵抗の高い断熱材を用いることが多いので防湿層は必要ない。既存の断熱材は残したままでもよい
	柱・間柱間 室内側	外装を撤去し外側から断熱材を充填する場合は、建物外皮の再構成が可能である。室内側からの充填で外装を更新しない場合は、防湿層の設置に加え室内湿度を低く保つ等の対策が不可欠である
床	根太間・床上	既存床に合板と同等の防湿性と気密性を有する材料が最も室内側にあれば、防湿層の設置は必要ない。ただし、床下は開放空間とし湿気を換気し易い状態を確保すると共に、室内湿度を低く保つなどの対策が不可欠となる
基礎	基礎の外側	基礎の立ち上がり部分を防湿層とし、透湿抵抗が高く吸水率が低い断熱材を用いて断熱層を形成する。床下は、室内と同等扱いとなるため、基礎は湿気対策として防湿コンクリートもしくはベタ基礎である必要がある

2.1.3 各部位の断熱改修工法の概要

各部位の断熱改修工法には、大きく分けて建物外皮の内側から改修する工法と外側から改修する工法があります。以下に、各部位の断熱改修工法の概要について解説します。

1) 屋根

既存の屋根材を撤去して施工する①外張断熱工法と、既存野地板面に建物の内側（小屋裏）から断熱材を施工する②吹付断熱工法、垂木間に断熱材を施工する③充填断熱工法の3種類があります。どの工法も部位改修もしくは全体改修に適した工法です。

工法	概要
①外張断熱工法	既存の屋根材を撤去し野地板の上面に断熱材を貼付けます。
②吹付断熱工法	小屋裏から野地板の裏面に断熱材を吹付けます。天井面に断熱材がある場合は、残して2重断熱とする方法と、天井と断熱材を撤去して小屋裏を室内化する方法があります。吹付け作業は専門業者の施工となります。
③充填断熱工法	小屋裏から垂木間に断熱材を充填します。既存天井面を撤去して勾配天井などに改装する場合に適しています。野地板裏面での結露に注意し防湿対策が重要になります。

2) 天井

小屋裏に断熱材を設置する場合と、室内側から天井面に断熱材を設置する場合とに分類されます。小屋裏での断熱化には、①吹込断熱工法と②敷込断熱工法があります。特に敷込断熱工法は、改修規模を問わずに採用できますが、吹込断熱工法は、小屋裏全体を対象に施工するため、部位改修もしくは全体改修に適しています。室内側からの断熱化は、③張付断熱工法となります。断熱材の厚み分だけ天井が下がるため、薄くて断熱性の高い断熱材を選択します。また、天井面の断熱材は間仕切壁などにより断熱区画を連続させることが難しいため、部分改修に適しています。

工法	概要
①吹込断熱工法	綿状の断熱材を専用機械で吹込みます。施工前に外壁・間仕切壁上部の隙間にこぼれ防止として気流止めを設置します。吹込み作業は専門業者の施工となります。
②敷込断熱工法	防湿フィルム付きのマット状断熱材を隙間無く敷詰めます。
③張付断熱工法	既存天井面を下地として断熱材を貼付けます。

3) 壁（外壁・間仕切壁）

躯体の外側から施工する①外張断熱工法と、室内側から施工する②充填断熱工法、③張付断熱工法の3種類があります。外張断熱工法、充填断熱工法は全体改修に適しており、同時に耐震改修と組み合わせると効率的です。また、室内側から施工する張付断熱工法は、断熱材の厚み分だけ室内が狭くなるため、薄くて断熱性の高い断熱材を選択します。間仕切り壁などにより断熱区画を連続させることが難しいため部分改修に適しています。

工法	概要
①外張断熱工法	既存外装を撤去するかもしくは既存外装を下地として躯体の外側に断熱材を設置します。
②充填断熱工法	既存外装を撤去もしくは室内側の内装を撤去して、柱・間柱間に断熱材を充填します。この場合は新築工事と同様の施工方法となります。
③張付け断熱工法	既存内装を下地として断熱材を貼付けます。防湿対策が重要です。

4) 床（最下階床）

床下から根太・大引き間に断熱材を設置する①充填断熱工法と、室内側から床材上面に設置する②張付断熱工法があります。充填断熱工法は、既存床材はそのままで床下から施工する方法と、床の修繕などに組み合わせて、床材を剥がして根太・大引き間に設置する施工方法の2種類です。

床下からの充填断熱工法は部位改修もしくは全体改修に適しています。一方、室内からの張付断熱工法は、間仕切壁などにより断熱区画を連続させることが難しいため部分改修に適しています。ただし、断熱材の厚み分だけ床が上がるため、薄くて断熱性の高いボード状断熱材を選択するとともに、敷居部分のバリアフリー対策が必要です。床を剥がす場合は、新築と同等の扱いとなります。

工法	概要
①充填断熱工法	床下もしくは室内側から根太間や大引き間に断熱材を充填します。床下から設置する場合は、断熱材を根太・大引き間に充填して落下／垂れ下がり防止用の受け材を設置します。室内側からの施工では、床仕上げ材を撤去し新築と同様の施工となります。
②張付断熱工法	室内側から床材に断熱材を貼付けます。敷居部分に段差を吸収する対策が必要です。

5) 基礎

基礎は、床で断熱区画を設けない場合に断熱します。工法は、基礎の外側もしくは内側から断熱材を貼付ける①基礎張付断熱工法です。張付断熱工法は、外壁と共に外張断熱工法として採用する場合などの全体改修に適しています。また、シロアリ対策として防蟻処理済み断熱材を選択したり、金属メッシュで物理的にシロアリの進入を防いだりする必要があります。

工法	概要
①基礎張付工法	基礎の外側もしくは内側に断熱材(防蟻対策品)を貼付けます。

6) 開口部

窓ガラスだけを交換する①アタッチメント工法とサッシごと取替える②カバー工法、③カット工法、室内側に窓を追加する④二重化工法があります。アタッチメント工法、カバー工法、二重化工法は部分改修に、カット工法は全体改修または部分改修に適しています。

工法	概要
①アタッチメント工法	既存サッシはそのままで、ガラスだけをアタッチメントを介して高性能ガラスに交換します。
②カバー工法	既存サッシに新たにかぶせる形で新たにサッシを設置します。
③カット工法	外壁をカットして既存サッシを取り除き、新たにサッシを取付けます。
④二重化工法	室内側に内窓を追加します。

7) 外壁・間仕切り壁上下（気流止め部位）

壁体内に流入する外気の侵入を抑える工法として、外壁・間仕切壁の上下の隙間を塞ぐ①気流止め工法があります。気流止め工法は、断熱区画が躯体の内側(充填断熱工法)の場合に必要となります。

工法	概要
①気流止め工法	外壁・間仕切り壁の上下端(小屋裏、床下、階間)に隙間なく断熱材(気流止め部材)を挿入します。

2.1.4 断熱材の種類と設置部位

断熱材の種類は大きく分けて3つに分類されます。住宅用の断熱材としては、最も需要が高いグラスウールなどの①無機繊維系断熱材、プラスチック系原料に発泡剤を用いて微細な気泡を内包させた成形板の②発泡系断熱材、③真空断熱材の3種類です。

それぞれの断熱材は、材料の特質に応じて異なる特徴が有りますが、改修計画においては、材料の断熱性や防湿性、部位に適した扱いやすさが問われます。どのような断熱材を選択すべきか、これは、現場での施工性と改修後の性能を大きく左右する検討項目です。ここでは、建物外皮の断熱改修で利用される代表的な断熱材と、屋根や外壁、床下などの部位ごとに、扱いやすい断熱材の種類を整理しました。

- ・ 屋根:屋根材の修繕工事との組み合わせや住まいながらの改修工事の場合、外張断熱工法による発泡プラスチック系断熱材の採用が考えられます。また、小屋裏から野地板面への吹付断熱工法による現場発泡断熱材(硬質ウレタンフォームなど)なども適しています。ただし、高発泡ウレタンフォーム(JIS A9526 に規定するA種3)等の透湿抵抗が低い断熱材を使用する場合は、野地板の裏面での結露が懸念されるため、通気層や防湿層による防露対策を合わせて行う必要があります。
- ・ 小屋裏/天井:梁や束、吊木などが配置され、かつ、桁周辺は非常に狭いため、容易に変形できる無機繊維系断熱材を選択します。その中でも、狭い個所や複雑に入り組んだ場所に充填しやすい吹込み用のバラ状断熱材は、小屋裏(天井)に非常に適しているといえます。
- ・ 壁:外装の修繕工事や住まいながらの改修工事の場合、外張断熱工法の採用が考えられます。外張りに適応する断熱材は、発泡プラスチック系、無機繊維系ともに利用される事例が多くあります。断熱材の種類によっては胴縁を設置する必要があるため、その部分の熱橋や断熱層の防湿性を十分に考慮します。また、室内から改修する場合も、前述した断熱層の基本構成を検討しながら断熱材の特徴を踏まえて選択します。
- ・ 床:床下からの充填断熱工法であれば、ボード状の無機繊維系断熱材が適しています。床下から根太間に充填するためには、断熱材にある程度の柔軟性が必要です。硬すぎると自由が利かなくなり施工性が悪くなります。
- ・ 気流止め:気密性を高めるための気流止め工法は、非常に狭い隙間に断熱材を充填する作業となるため、形を自由に変えられる無機繊維系断熱材が有利です。また、部分的に充填できない場合は、スプレー缶タイプの現場発泡断熱材を併用することが望まれます。

建物外皮の断熱改修を住まいながら実施する場合は、室内の養生を充分に行ってください。特に無機繊維系断熱材は、材料の切断時などに細かい繊維が飛散するため注意が必要です。施主に断熱材の特徴を説明すると共に、施工時の状況なども同時に伝える必要があります。

表3 断熱材の種類と特徴

分類	名称	形状	材料としての特徴	断熱施工上の留意点	
繊維系断熱材	無機繊維系	グラスウール	マットボード バラ状(吹込み用)	ガラスを繊維状にしたもので、空ビンや廃棄ガラスなども原料にできる。安価であり、耐熱性、吸音性に優れる。密度、繊維径により断熱性能を調整できる。透湿性が高い	日本の木造住宅では最も使用されてきた断熱材。袋入り(マット状)、ボード状、バラ状(吹込み用)など様々な形状で販売されているので、施工状況に応じて適したものを選択する。充填断熱、外張断熱(ボード状のもの)、吹込みなど、様々な施工が可能。ただし、グラスウールだけでは透湿性が高いので、防湿には十分留意して施工する必要がある。また、袋入りのものを施工する場合には、断熱欠損の防止や気密性の確保にとりわけ注意しなければならない
		ロックウール	マットボード バラ状(吹込み用)	製鉄高炉のスラグや玄武岩を原料として、それらを短い繊維にしたもの。安価であり、耐熱性、吸音性に優れる。特に耐火性に優れているため、耐火被覆材として用いられている。透湿性が高い	袋入り(マット状)、ボード状、バラ状(吹込み用)など様々な形状で販売されているので、施工状況に応じて適したものを選択する。充填断熱、外張断熱(ボード状のもの)、吹込みなど、様々な施工が可能。ただし、ロックウールだけでは透湿性が高いので、防湿には十分留意して施工する必要がある。また、袋入りのものを施工する場合には、断熱欠損の防止や気密性の確保にとりわけ注意しなければならない
	木質繊維系	セルローズファイバー	バラ状(吹込み用)	古紙やパルプを繊維状にほぐし、難燃・撥水処理したものの。材料自体はリサイクル品であるので、安価である。吸音性と吸放湿性に優れる。透湿性が高い	ほとんどは専門業者による吹込み工法による施工となるので、その分、割高となるが、断熱欠損がほとんどない良質な施工となる。もちろん、透湿性が高いので、防湿には十分留意して施工しなければならない
	その他の繊維系	羊毛断熱材	マット	羊毛をマット状に整形したものの。吸音性に優れる。透湿性が高い	まだ、市場シェアは低い。基本的には、グラスウールやロックウールと同様に、防湿性、気密性、断熱欠損に留意して施工しなければならない
		ポリエステル断熱材	マット	廃ペットボトルなどを繊維状にした断熱材。吸音性に優れる。透湿性が高い	
発泡系断熱材	発泡プラスチック系	ビーズ法 ポリスチレンフォーム	ボード ビーズ(粒状)	ポリスチレン樹脂のビーズを予備発泡させ、金型に充填し加熱発泡させ成型したもの。比較的安価である。繊維系に比べれば、透湿性は低い。押出法ポリスチレンフォームなどよりは透湿性が高い	主にボード状のものを、外張工法、充填パネル工法、根太間の断熱などとして用いる。透湿抵抗は繊維系断熱材に比べれば高いが、防湿性と気密性には一応、留意しなければならない

表3 断熱材の種類と特徴(続)

分類	名称	形状	材料としての特徴	断熱施工上の留意点	
発泡系断熱材	発泡プラスチック系	押出法 ポリスチレンフォーム	ボード ポリスチレンまたはその共重合体に発泡剤、添加剤を溶融混合し、連続的に押出発泡成形しボード状にしたもの。独立気泡構造なので、熱伝導率は繊維系のものと比較すれば小さく、通気性は低い。比較的剛性もあり、吸水率が低い。透湿性が低いので、材料内部での結露のリスクが低い	外壁・屋根に関しては、主に外張工法や充填パネル工法として用いられる。吸水性が低いので、地下室や基礎、土間の断熱には多用される。透湿性が低いので、地域によっては防湿層を省略できる	
		硬質ウレタンフォーム	ボード 液状(吹付け用)	原料は樹脂と発泡剤。工場ではボード状に成形したものと、現場で発泡させるタイプのもがある。独立気泡構造なので、熱伝導率は繊維系のものと比較すれば小さく、通気性は低い。また、現場発泡には連続低密度タイプ(A種3)のもがあるが、これは連続気泡構造なので、透湿性が高く、熱伝導率も繊維系並みである	ボードについては、外張工法、充填パネル工法などとして用いる。透湿性が低いので、地域によっては防湿層を省略できる。現場発泡は、基本的に専門の業者が施工を行う。小さな隙間にも充填発泡できるので、高气密の施工が可能。製品により透湿抵抗が異なり、防湿層の省略の可否は地域と製品によって異なる。基本的に高発泡品(A種3)は防湿が不可欠
		フェノールフォーム	ボード	フェノール樹脂に種々の変性を行い、発泡硬化させて得られた製品。独立気泡構造であり、その気泡が小さいので、熱伝導率が小さく、透湿性が低い。不燃性、低発煙性のため準不燃材として認定されている。やや高価	外壁・屋根に関しては、主に外張工法や充填パネル工法として用いられる。透湿性が低いので、地域によっては防湿層を省略できる
	無機発泡系	炭酸カルシウム発泡体	ボード	炭酸カルシウムを発泡させたもの。独立気泡構造なので、透湿性や通気性は低く、材料内部での結露のリスクは低い。不燃材である。高価	まだ、市場シェアは低いが、基本的には、発泡プラスチック系のボード状断熱材などと同様にして施工する
		発泡ガラス	ボード	ガラス微粉末に発泡剤を加えて焼成した多泡質ガラス断熱材。独立気泡構造なので、透湿性や通気性は低く、材料内部での結露のリスクは低い。シロアリの食害を受けない。高価	
真空断熱材	ウレタン、スチレンなど	ボード	数ミリ厚の発泡プラスチック系断熱材などの気泡を真空にして、アルミ箔で密封したもの。熱伝導率は最も小さい。高価。四周にアルミ箔の耳部分が必ず生じる		

2.2 断熱・遮熱・気密改修

2.2.1 断熱・遮熱・気密改修工法の一覧

ここでは、木造住宅に適した断熱・遮熱・気密改修に関わる 16 種類の手法を取り上げます。以下の表4には、部位毎に適用可能なその 16 種類を含む多様な手法を列記し、省エネルギー改修計画の基礎情報を整理しました。

表4 断熱・遮熱・気密改修手法の一覧

部位	改修内容	手法の概要			適性
		基本方針	既存部の処理	改修方法	
屋根	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根の外側から断熱改修する ・小屋裏を室内と同等扱いとする ・断熱材の施工位置を屋根に変える ・壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根材および防水層を撤去する ・既存の天井断熱材がある場合は撤去する ・小屋裏換気口がある場合は閉鎖する 	<ul style="list-style-type: none"> ・野地板の上部に断熱材を敷設する ・新規に野地板を設置し、防水層から屋根を葺き換える →手法1:屋根外張断熱工法	部位・全体
			<ul style="list-style-type: none"> ・板金屋根(瓦棒葺き)を下地とする ・既存の天井断熱材がある場合は撤去する ・小屋裏換気口がある場合は閉鎖する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の板金屋根の上に断熱材を敷設する ・新規に野地板を設置し、防水層から屋根を葺き換える。 →屋根外張断熱工法	部位・全体
	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏側から断熱改修する ・小屋裏を室内と同等扱いとする ・断熱材の設置位置を屋根に変える ・壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根はそのままとする ・既存の天井断熱材がある場合は、撤去する ・小屋裏換気口がある場合は閉鎖する 	<ul style="list-style-type: none"> ・垂木間に断熱材を充填、または、断熱材を吹き付ける →屋根充填断熱工法 注1)断熱材と野地板の間に通気層を確保する →屋根吹付断熱工法 注2)断熱材の種類によって注1)を考慮する	部位・全体	
	遮熱	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏側から遮熱改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根はそのままとする ・既存の天井断熱材がある場合は残して活用する ・既存屋根に棟換気口を設置する 	<ul style="list-style-type: none"> ・垂木下端に遮熱フィルムを貼付ける →手法2:屋根遮熱工法	部位・全体
壁) 下屋(下	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・下屋が取付く胴差の下端から下屋天井までの範囲を断熱改修する ・階間部分を塞ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> ・下屋の天井の一部を撤去、もしくは、点検口を設ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・胴差から天井までの間(下り壁)を合板などによって塞ぎ、断熱材を設置する →下り壁充填断熱工法	全体

部位	改修内容	手法の概要			適性
		基本方針	既存部の処理	改修方法	
天井	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏側から断熱改修する ・断熱材を追加もしくは入替える ・壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井はそのままとする ・既存の天井断熱材がある場合は、原則として残して活用する(湿気・結露などで劣化し、状態が悪い場合は撤去する) 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存断熱材は敷直す ・天井裏に断熱材を敷込む ・小屋裏換気が無い場合は、換気口を設置する →手法3:天井敷込み断熱工法 関連工事)小屋裏気流止め工法、階間気流止め工法	部位・全体・部分
天井	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏から断熱改修する ・断熱材を追加もしくは入替える ・壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井はそのままとする。 ・既存の断熱材がある場合は、原則として残す(防湿層としての利用を検討する) 	<ul style="list-style-type: none"> ・防湿シートを敷設する(既存断熱材で置き換える場合、施工困難な場合は省略できる) ・小屋裏に断熱材を吹込む ・小屋裏換気が無い場合は、換気口を設置する →手法4:小屋裏吹込断熱工法 関連工事)小屋裏気流止め工法	部位・全体
		<ul style="list-style-type: none"> ・室内側から断熱改修する ・断熱材の位置を室内側に変える ・既存断熱材がある場合は付加する ・壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井を下地とする ・既存の断熱材がある場合は、そのままとする 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井に室内側から断熱材を貼付ける ・下地材を設置し内装を仕上げる →手法5:天井内張断熱工法 関連工事)階間気流止め工法	部分
	気密	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏から気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井はそのままとする 	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏から外壁および間仕切壁の上端部に気流止めを設置する →手法6:小屋裏気流止め工法	体部位・
		<ul style="list-style-type: none"> ・室内側から気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・天井付近の壁を帯状(幅 200mm程度)に撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> ・撤去した内壁から気流止めを挿入する ・撤去部分を補修し、内装を仕上げる →階間気流止め工法	部分

部位	改修内容	手法の概要			適性
		基本方針	既存部の処理	改修方法	
外壁	断熱	<ul style="list-style-type: none"> 外壁の外側から断熱改修する 断熱材を充填もしくは入替える 天井(屋根)・床の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> 外装材を撤去する 既存の断熱材がある場合は撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 外壁側から柱、間柱間に断熱材を充填するか、あるいは断熱材を吹付ける →外壁充填断熱工法(新築同等) →外壁吹付断熱工法(新築同等)関連工事)小屋裏気流止め工法、床下気流止め工法 	全体
		<ul style="list-style-type: none"> 外壁の外側から断熱改修する 断熱材の施工位置を軸組みの外側に変更する 屋根・床の断熱材との連続性を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 外装材を撤去する 既存の断熱材がある場合は撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 軸組みの外側に断熱材を貼付ける 下地材を設置し、外装を仕上げる →外壁外張断熱工法(新築同等)関連工事)小屋裏気流止め工法、床下気流止め工法 	全体
		<ul style="list-style-type: none"> 外壁の外側から断熱改修する 断熱材の設置位置を軸組みの外側に変更する 既存断熱材がある場合は付加する 屋根・床の断熱材との連続性を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 外装材を撤去する 既存の断熱材がある場合は残して活用する 	<ul style="list-style-type: none"> 軸組みの外側に断熱材を付加する 下地材を設置し、外装を仕上げる →外壁外張断熱工法(付加断熱)関連工事)小屋裏気流止め工法、床下気流止め工法 	全体
			<ul style="list-style-type: none"> 外壁を下地とする 既存の断熱材がある場合は、残して活用する 	<ul style="list-style-type: none"> 外装材の上に断熱材を設置する 下地材を設置し、外装を仕上げる →手法7:外壁外張断熱工法関連工事)小屋裏気流止め工法、床下気流止め工法 	全体
外壁・間仕切壁	断熱	<ul style="list-style-type: none"> 室内側から断熱改修する 断熱材を充填もしくは入替える 天井(屋根)・床の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> 内装材撤去する 既存の壁断熱材がある場合は撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 室内側から柱、間柱間に断熱材を充填、または、吹込む 下地材を設置し、内装を仕上げる →外壁充填断熱工法(新築同等) →外壁吹込断熱工法(新築同等)関連工法)階間または小屋裏気流止め工法、幅木または床下気流止め工法 	部分
		<ul style="list-style-type: none"> 室内側から断熱改修する 断熱材を付加する 天井(屋根)・床の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> 内壁を下地とする 既存の断熱材がある場合は残して活用する 	<ul style="list-style-type: none"> 内装材の上に断熱材を設置する 下地材を設置し、内装を仕上げる →手法8:外壁内張断熱工法関連工法)階間または小屋裏気流止め工法、幅木または床下気流止め工法 	部分

部位	改修内容	手法の概要			適性
		基本方針	既存部の処理	改修方法	
床	断熱	<ul style="list-style-type: none"> 床下から断熱改修する 断熱材を充填もしくは入替える。天井壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> 床はそのままとする 根太間に断熱材がある場合は、撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 根太や大引間に断熱材を充填する 落下防止の受材を設置する →手法9: 床下充填断熱工法 (無機繊維系断熱材) →手法10: 床下充填断熱工法 (発泡プラスチック系断熱材) 関連工法) 床下気流止め工法 	部位・全体・部分
			<ul style="list-style-type: none"> 床はそのままとする 根太間に断熱材がある場合は撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 根太間に断熱材を吹付けるか、もしくは吹込む →床下吹付断熱工法 →床下吹込断熱工法 注) 狭小空間での吹付工法は、作業者が安全な環境で施工が行えるように十分な対策を講じること 関連工法) 床下気流止め工法 	部位・全体・部分
床	断熱	<ul style="list-style-type: none"> 室内側から断熱改修する 断熱材を充填もしくは入替える 壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> 床材を撤去する 既存の断熱材がある場合は撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 根太間に断熱材を充填する 床材を仕上げる。 →床充填断熱工法(新築同等) 関連工法) 床下気流止め工事 	部分
		<ul style="list-style-type: none"> 室内側から断熱改修する 断熱材を付加する 壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> 床はそのままとする 根太間に断熱材がある場合は、残して活用する 	<ul style="list-style-type: none"> 床材の上に根太を設置する 根太間に断熱材を設置する 床材を仕上げる。 →床上張付断熱工法 関連工法) 床下気流止め工事 	部分
床	気密	<ul style="list-style-type: none"> 床下から気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> 床はそのままとする 	<ul style="list-style-type: none"> 外壁や間仕切壁の下端に気流止めを設置する →手法11: 床下気流止め工法 	部位・全体
		<ul style="list-style-type: none"> 室内側から気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> 床はそのままとする 幅木回りを撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 幅木部分(外壁及び間仕切壁の下端)を撤去し、気流止めを設置する 幅木回りを補修する →幅木気流止め工法 	部分
		<ul style="list-style-type: none"> 和室の畳下地を気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> 畳を上げて、荒板を撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> 合板を張付ける 根太と敷居等、畳厚さ分の隙間(4周)に気流止めを設置する →畳床気流止め工法 	部分

部位	改修内容	手法の概要			適性
		基本方針	既存部の処理	改修方法	
基礎	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎の外側又は内側で断熱改修する ・床下を室内と同等扱いとする ・断熱材の設置位置を変更する ・壁の断熱材との連続性を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の床断熱材がある場合は撤去する ・床下換気口を閉鎖する 	<ul style="list-style-type: none"> ・床下の防湿対策を行う ・基礎の外側又は内側に断熱材(防蟻対策品)を張り付ける ・外張りした場合は、断熱材の表面を仕上げる →手法 12:基礎外張断熱工法	部位・全体
開口部	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシのガラスを交換して断熱改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシからガラスを取り除く 	<ul style="list-style-type: none"> ・アタッチメントにより、高性能ガラスを設置する →手法 13:アタッチメント工法	部位・部分
	断熱・気密	<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシを残し、高性能サッシを追加して断熱・気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のサッシはそのまま残す 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のサッシの室外側または室内側に高性能サッシを追加する →手法 14:2重化工法	部分
		<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシの枠を利用して断熱・気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のサッシ枠を活かす 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のサッシ枠を残し(障子は撤去)、その上に新規サッシをかぶせるように設置する →手法 15:カバー工法 関連工法:外壁外張断熱工法	全体・部分
		<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシを本体ごと交換して断熱・気密改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のサッシを撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシに変わる高性能サッシを設置する →手法 16:カット工法 関連工法:外壁外張断熱工法	全体・部分
断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・既存ドアを取り外して断熱ドアに交換する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存のドアを丁番から取り外す 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存ドアを断熱ドアに交換する →ドアチェンジ工法	部分	
建具内部	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・内部建具に断熱材を充填し、断熱改修する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存建具を撤去する 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材を充填した内部建具に交換する 	部分
雨戸	断熱	<ul style="list-style-type: none"> ・雨戸に断熱材を設置する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存雨戸を取り外す 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存雨戸を断熱雨戸に交換するか、断熱材を充填(張り付ける)する 	部分

■つくば実験棟の概要

独立行政法人建築研究所内(茨城県つくば市)に実際に建てられた実験棟(延べ床面積 134.98 m²)は、築25年程度の平均的な木造戸建住宅の仕様を想定しています。本書の基礎データを得るために、断熱改修の施工および性能に関して様々な実証実験が行なわれました。実験棟の詳しい仕様等は、第3章に掲載してあります。

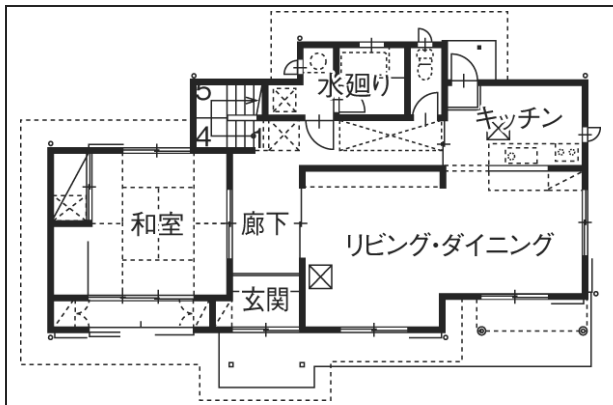


図1 1階平面図 (80.33 m²)

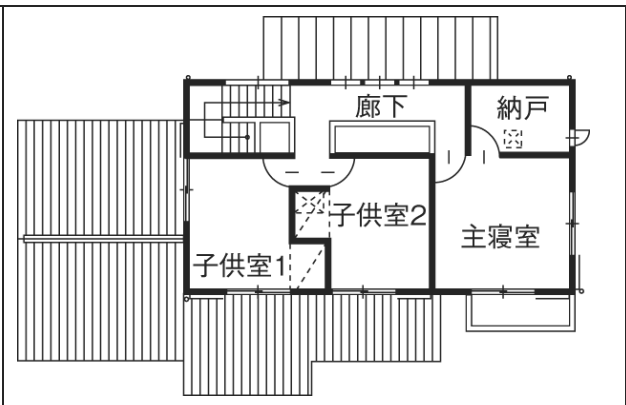


図2 2階平面図 (54.65 m²)

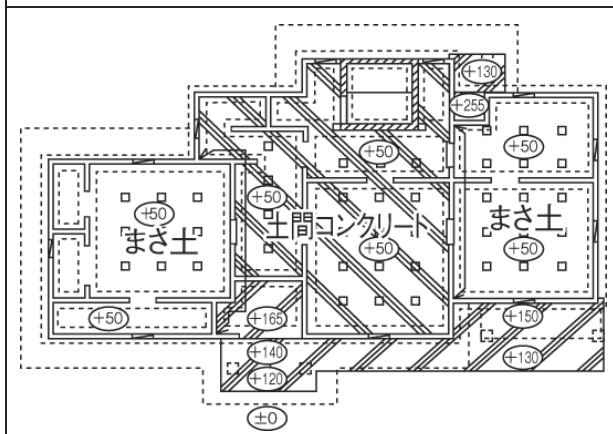


図3 基礎伏図



図4 外観写真(南・東面)



図5 外観写真(北・西面)



図6 内観写真(LD)

2.2.2 断熱・気密・遮熱改修工法の種類

ここで解説する改修手法は、在来軸組木造による一般的な戸建住宅を想定し、それに適応しやすいものに焦点を合わせました。

表5は、多くの木造住宅が抱える断熱・遮熱・気密の問題をそのテーマごとに、木造の実験住宅(図1～6)を用いて、省エネルギー改修手法に関する施工性と性能について検証し、その結果をまとめた一覧です。

各改修手法は共通のフォーマットに整理され、工法の概要、改善効果、施工手順などについて詳しく解説しています。また、建物外皮の省エネルギー改修に関する設計や施工の際に参考となる情報も掲載していません。ただし、新たに実証実験ができなかった工法については、既往の知見を援用しました。

手法は、屋根、天井、外壁、床、基礎、そして開口部と「部位」を中心に整理し分類されています(表5)。従って、「部位改修」であれば改修を検討している対象部位の手法を参照し、検討を進めることができます。「全体改修」や「部分改修」であれば、部位毎の手法の組合せを検討した上で、それぞれの取合い部分の納まりに注意し、建物全体の検討を行ってください。

また、断熱改修工法で採用している断熱材の仕様は、平成11年基準の地域区分の中からIV地域における断熱材の熱抵抗の基準を部位毎に確認し検討しました。例外として、手法8 外壁内張断熱工法は、既存断熱材(グラスウール 10K50mm)があることを前提に断熱材の仕様を検討しています。

表5 改修手法の一覧

部位・分類		工法名称	
1) 屋根	遮熱改修	手法1	屋根外張断熱工法
		手法2	屋根遮熱工法(遮熱シート)
2) 天井	断熱改修	手法3	小屋裏敷込断熱工法
		手法4	小屋裏吹込断熱工法
		手法5	天井内張断熱工法
	気密改修	手法6	小屋裏気流止め工法
3) 外壁	断熱改修	手法7	外壁外張断熱工法
		手法8	外壁内張断熱工法
4) 床	断熱改修	手法9	床下充填断熱工法(無機繊維系断熱材)
		手法10	床下充填断熱工法(発泡プラスチック系断熱材)
	気密改修	手法11	床下気流止め工法
5) 基礎	断熱改修	手法12	基礎外張断熱工法
6) 開口部	断熱改修	手法13	アタッチメント工法
		手法14	2重化工法
	断熱・気密改修	手法15	カバー工法
		手法16	カット工法
7) その他	断熱改修		吹付断熱工法
			吹込断熱工法
	気密改修		和室畳床の気密工法

2.2.3 改修工法の解説

各改修手法は、見開き2ページの構成で解説されています。ここでは、ページごとに示されている解説の内容を紹介します。

■工法の概要・施工図を掲載するページ

改修コストの試算条件

1)断熱仕様

- 断熱材の仕様は、平成 11 年基準における地域区分の中からIV地域における断熱材の熱抵抗の基準に基づき部位毎に検討しています。

2)目安となる費用の算定条件-1

- コストの目安は、つくば実験棟を基に、実際の改修工事を想定し、その工事内容に応じて必要な建材・部材、断熱材を積算しました。
- 既存建物の改修対象部位の解体費用、断熱を施工する工事費用、内外装などの仕上げ工事が伴う場合の費用等、その総額を手法ごとに算出しました。

■施工手順を具体的に紹介するページ

3)目安となる費用の算出条件-2

- 積算に用いた材料費の単価は、2009 年版の建設物価や積算資料を用いました。また、それらの資料に掲載されていない製品などは、メーカーのカタログ価格の 80%を計上しました。
- 運搬・諸経費として 10%を計上し、税抜き価格を表記しています。
- 断熱材確認等の既存の状態に関する現地調査費用は、物件の状況により大きく異なるため、含んでいません。ただし、開口部は室内での採寸となるため、費用に計上しています。
- 積算した総額を手法ごとの施工面積(もしくは施工長さ)で割り算し、目安となる単価を算出しました。

※これらの条件を基に算出した単価はあくまでも目安であり、実際の改修費用を決定するための根拠となるものではありませんので、必ず案件ごとに積算して下さい。

2.2.4 屋根の断熱・遮熱改修

1) 手法1 屋根外張断熱工法 (暑さ・寒さ対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・建物外側からの工事であるため、住まいながらの改修が可能。主に夏期の2階居室等の「焼け込み現象」に効果がある。また、冬期の熱損失も抑えられる ・屋根材を剥がし、防水層から工事を行う。屋根材の葺き替え等の修繕工事の際に同時に施工すると効率的である ・連続的な断熱材の配置、防湿・気密性を確保しやすく、既存建物に対して効果的な断熱化が可能だが、大掛かりな工事となる
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・屋根に使用するため透湿抵抗が高く吸水率が低い発泡プラスチック系断熱材を選択する ・夏期の熱線反射を考慮し、遮熱フィルムを張り付けた断熱材も有効である 【断熱材】A種押出法ポリスチレンフォーム(XPS)3種bt=120mm(60mmの断熱材を2層張り) 【副資材】断熱材用栈木 60×45(2層張り)、通気垂木 45×35、野地板、防湿シート、気密テープ、防水シート(ルーフィング)、長ビス、屋根材
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・特に夏期の2階居室等の温熱環境が改善される ・構造材や補強金物の熱橋が無くなるため、冬期の結露などの発生を抑えることができる ・躯体の外側で屋根を覆うため、連続的な気密性を確保しやすい ・構造体への外部熱負荷が軽減され劣化防止につながる
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の垂木は軒桁の端部で切り落とし、外壁の断熱材を屋根の断熱材に連続させる ・通気垂木は、屋根垂木を兼ねるため、軒の出を考慮した断面寸法とする。また、外壁と屋根の通気層を連続させ、棟換気を設けて排気できるように設計する ・高い断熱性能を確保する場合は、一度に厚いものを貼付けるのではなく、多層張りとする。その際、断熱材の付きつけ部を一層目と二層目で変える ・小屋裏空間を室内と同等とし、妻壁に断熱材がない場合は充填する
関連工事	<p>【関連工法】手法7 【関連工事】屋根材の葺き替え</p>
参考価格	<p>23,000円/㎡(撤去、仮設、断熱工事、仕上工事、諸経費)</p>
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
		
<ul style="list-style-type: none"> ・既存の屋根(小屋裏)に断熱材がある場合は取除く ・既存屋根材とルーフィングを剥がし、野地板や垂木の腐朽、劣化、雨漏り跡等を確認する ・問題がある個所は、垂木や野地板を取替える 	<ul style="list-style-type: none"> ・野地板の継ぎ目を気密テープ等の気密補助材で目貼りする ・透湿抵抗が高くない断熱材を採用する場合は、野地板の上に、防湿シートを施工する 	<ul style="list-style-type: none"> ・下地垂木を設置し、断熱材を隙間が生じないように敷込み、継ぎ目を、気密テープ等の気密補助材で目貼りする
4	5	6
		
<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材の上面に、長ビスを用いて通気垂木を設置する 	<ul style="list-style-type: none"> ・通気垂木の上面に、新規の屋根下地として野地板を施工する 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存垂木と断熱材、通気層(通気垂木)の位置関係
7	8	9
		
<ul style="list-style-type: none"> ・野地板に通気層の排気口となる棟換気口の隙間を確保する 	<ul style="list-style-type: none"> ・野地板の上にアスファルトルーフィングを敷込む 	<ul style="list-style-type: none"> ・棟換気材を設置し、屋根を葺替える ・耐震性を考慮すれば軽量の屋根材が良い
<p>施工のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存の小屋裏換気口がある場合は塞ぎます。小屋裏は、室内の温熱環境と同等になるように施工します。 ・通気垂木は、断熱材を挟み込んで既存垂木に長ビスで固定します。留め付けに使用するビスは、軸径が太く通気垂木の割れ防止機能を有する専用ビスを使用することが望まれます。 ・屋根と外壁の取り合い部分は、断熱層および防湿・気密層に隙間が生じないように気密補助材(気密テープ等)を用いて措置し、連続性を確保します。 ・下屋の断熱材は、外壁の断熱材と隙間が生じないように突きつけ、気密テープなどの気密補助材を用います。また、隙間がある場合は、現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)等で処理し断熱気密層の連続性を確保します。 ・外壁と下屋の取合い部分は、断熱・気密・防水の納まりが複雑になるので、事前に手順を充分検討の上、施工を進めます。 ・施工時の降雨に備え、養生に十分注意します。 		

2) 手法2 屋根遮熱工法（遮熱シート）（暑さ対策）

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・主に夏期に高温となる小屋裏の温度環境を改善する、住まいながらの改修が可能な遮熱改修工法 ・既存の天井等に手を加えることなく、押入やクローゼットの天井から小屋裏に入り施工する。遮熱材は、垂木の下端に貼付ける ・垂木間を通気層として熱気を排気する必要があるため、棟換気口がない場合は、同時に改修が必要となる
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・アルミをシート状に加工したものが一般的だが、塩ビ系の素材と貼合わせ柔軟性があるものが適している ・シートに穴の開いた製品を採用すれば野地板面の湿気を放出でき、夜間の放射冷却による野地板裏面の結露対策となる <p>【遮熱材】遮熱シート／通気穴あり(0.91m×50m、t=4mm) 【副資材】タッカー 【その他】足場板L=1.2m程度(梁上に渡して狭小部分の足場とする)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存建物に棟換気口が設置されていない場合、以下が必要となる <p>【換気口】棟換気材、軒裏換気材(換気開口材、穴あき珪カル板等) 【副資材】コーキング、棟押え部材(補修用)</p>
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏温度を低減(約-10℃)できる ・居室への「焼け込み現象」を解消できる
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・垂木間を通気層とするため、熱気が棟木部分で棟換気口に流れ込むように隙間を確保する ・遮熱シートの重なりを10~20cm程度確保する。その場合、材料同士の気密性に配慮する必要はない ・夏期の小屋裏は非常に高温となるため、送風機等で小屋裏内の空気を排出・攪拌しながら作業を行なう
関連工事	<p>【関連工法】手法3、手法4、手法5 【関連工事】屋根の棟換気口と軒裏の給気口の設置(未施工の場合)</p>
参考価格	2,700円/㎡(遮熱工事、換気工事、諸経費)
参考図面(瓦屋根の場合)	<p>のし瓦</p> <p>垂木間を通気層とするため、熱気を排気する棟換気口と空気を取り込む軒裏給気口の設置が必須条件となる</p> <p>棟換気口</p> <p>遮熱シート：0.91m×50m、t=4mm (穴ありタイプ)</p> <p>棟木</p> <p>通気層：熱気の流れ</p> <p>小屋裏換気口</p> <p>母屋</p> <p>軒裏給気口</p> <p>棟換気口から熱気が排気されるように、棟木の下端で遮熱フィルムを水平に貼付け、垂木下端に空間を確保する</p> <p>母屋と束の取り合い部分は、形状が複雑となるため、母屋下端で水平に貼付けると施工しやすい</p>

施工手順の解説		
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・施工個所の既存のし瓦を幅約 1.5m(部品 900mm+両脇 300mm 程度)の範囲で取外す ・防水紙及び野地板(合板)をカットして換気口(幅25mm程度)を開ける ・換気部材の本体を設置し、防水紙の納まりを補修する 		
<ul style="list-style-type: none"> ・換気部材に設置した椽木に排気口を釘止めし、部材間の隙間をコーキングする 		<ul style="list-style-type: none"> ・外したのし瓦を再利用し、積み直して完了
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・遮熱シートは、熱線反射アルミフィルムにエアキャップを貼付けた製品を選択 ・熱によって野地板から放散される湿気を拡散、排出するために、細かな穴が開けられている(野地板裏面の結露対策) ・遮熱シートを天井の点検口もしくは押入の天井等から搬入できるサイズに分割(材料延長の約半分)にする 		<ul style="list-style-type: none"> ・換気のルートは、軒先に設置された給気口(ここでは、穴開き珪酸カルシウム板)から給気し、垂木間を通して棟の換気口へ空気が流れる ・設置されていない場合は新設する
<ul style="list-style-type: none"> ・棟換気口から熱気を排出するため、野地板に開けられた換気開口部分 		
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・遮熱シートはエアキャップを室内側に向けて、垂木と母屋下端にタッカーで固定する ・素材に柔軟性があれば、小屋裏の狭い空間でも取り扱いやすい ・遮熱シートは、100～200mm 程度重ねて固定すれば、気密テープは使用しなくてもよい 		<ul style="list-style-type: none"> ・母屋と束の取り合い部分は、形状が複雑となるため、母屋下端で水平に貼付けると施工しやすい。束部分は、シートに切り込みを入れて巻き込む ・垂木間を通過してきた空気が棟の換気口にたどり着くように、棟木の下端で遮熱フィルムを水平に納める
<ul style="list-style-type: none"> ・遮熱シート張り付けに要する作業時間の目安は、約 10 m²/1時間・人である(実験実測値) ・夏期における作業の場合は、小屋裏が高温となるため送風機等を用い、空気を循環すると作業効率も上がる 		
施工のポイント		
<ul style="list-style-type: none"> ・垂木間の熱気を排出するために棟換気口と軒裏給気口の設置が必須条件となります。 ・棟換気口から熱気を排出できるように、棟木の下端で遮熱シートを水平に貼付け垂木下端に空間を確保します。 ・遮熱シートは、母屋と平行に貼付けると効率的です。また、母屋と束の取合い部分は、形状が複雑となるため、母屋の下端で水平に貼付けると施工しやすくなります。 ・軒桁回りは、空間が狭く非常に作業が困難で、かつ、足場板等を梁や吊木に掛け渡し、横になった状態での作業となります。時間を要するので作業工程に注意して下さい。 		

2.2.5 天井の断熱・気密改修

1) 手法3 小屋裏敷込み断熱工法 (暑さ対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・主に夏期の小屋裏にこもった熱気が室内に与える「焼け込み現象」を解消する、住まいながらの改修が可能な断熱改修工法 ・夏期の冷房効率が改善されると共に、冬期の暖房対策としても効果がある ・押入れ等の天井から小屋裏に入り、ロール状の無機繊維系断熱材を天井面に敷き込む ・解体等を伴わないため、半日～1日ほどで工事を完了することができる
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・柔軟性のあるロール状の無機繊維系断熱材で防湿シート付きが適している <p>【断熱材】マット状グラスウール防湿フィルム付き (GW) 16Kt=100 (430mm×1370mm)</p>
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・夏期の小屋裏からの「焼け込み現象」が解消される
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏換気を十分に確保する ・グラスウール同士の重なりや吊木回りなどに隙間を生じないように敷込む ・ダウンライト等の照明器具類の養生 (断熱材が被らないよう堰を設けること) や、断熱材施工対応型の照明器具への交換が必要となる ・無機繊維系断熱材は、搬入時や切断時に細かな繊維が飛散するため、室内の養生を充分に行うこと
関連工事	【関連工法】手法2、手法4、手法6
参考価格	1,800 円/㎡ (断熱工事、諸経費)
参考図面	<p>マット状グラスウール (防湿フィルム付き) 16K t=100 防湿フィルムを室内側に向けて設置する。</p> <p>小屋裏換気口</p> <p>気流止め: グラスウール 10K t=100mm</p> <p>気流止め 既存断熱材</p>

施工手順の解説		
1	2	3
		
<p>・押入れがある場合は、押入れ天井から小屋裏に入り、施工することができるため、解体等を伴わない</p>	<p>・下屋や階間に断熱材を敷設する場合は、天井の一部を切断し、進入口を開ける</p> <p>・進入口は、施工後に点検口として納めるか、もしくは、切断した天井材を復旧し、クロス等の内装仕上げを施す</p>	<p>・北側の下屋などへ進入する場合は、ユニットバスの天井点検口が有効である</p>
4	5	6
		
<p>・吊木を挟んで設置する場合は、断熱材同士の密着(連続) 具合等を確認し、隙間の生じないように留意する</p>	<p>・下屋部分などの狭い部位では、ロール状に丸めたグラスウールを搬入した後、設置方向に向かって断熱材の反発力を利用して敷込む</p>	<p>・階間となる天井裏の範囲は、写真のように、2本の丸棒の上にグラスウールを乗せて、設置すると施工性がよくなる</p>
7	8	9
		
<p>・下屋等の幅の狭い部分では、断熱材が重ならないように、幅に合わせて断熱材のサイズ(430mm+470mm 等)を組み合わせる。写真は、断熱材が重なり空隙ができた様子</p>	<p>・梁間に密実に充填された断熱材の設置例</p>	<p>・改修の現場で密実に充填された断熱材の設置例(写真6)</p>
施工のポイント		
<p>・防湿フィルム付きの断熱材を選択し、防湿フィルムを室内側に向けて設置します。</p> <p>・断熱材同士が重なり、空隙が生じないように敷込みます。重ならないようにするためには、事前診断の際に断熱材の設置に障害になる吊木などの間隔を測定し、その寸法に合った断熱材の幅を合わせます。→430mm+470mm、395mm+430mm など</p> <p>・階間などの狭い部分で作業者が入れない場合は、長さ 1.2m ほどの棒を2本使い、進入口から断熱材を搬入後、その上を滑らせるように挿入すると、施工性が向上します(写真6)。</p>		

2) 手法4 小屋裏吹込み断熱工法 (暑さ対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・主に夏期の小屋裏にこもった熱気が室内に与える「焼け込み現象」を解消する、住まいながらの改修が可能な断熱改修工法 ・夏期の冷房効率が改善されると共に、冬期の暖房対策としても効果がある ・押入れ等の天井から小屋裏に入り、バラ状断熱材を天井裏に吹き込む。専門の施工業者による工事となる ・バラ状の断熱材は、小屋裏の細部まで行渡り密実に充填できるため、改修の施工に向いている ・解体等を伴わないため半日～1日ほどで工事を完了できる
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・バラ状断熱材の素材としては、無機繊維系、木質繊維系、ポリエステル樹脂など様々な種類がある 【断熱材】バラ状グラスウール(BGW) 13Kt=210mm、 間仕切壁、外壁上部のこぼれ止め(気流止めグラスウール) 【副資材】防湿シート 【その他】吹込み断熱工専用機材(専用トラック)
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・夏期的小屋裏からの「焼け込み現象」が解消される ・天井面の気密性が向上する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏換気を十分に確保する ・ダウンライト等の照明器具類の養生(断熱材を被せないように堰を設けること)や、断熱材施工対応型の照明器具への交換が必要となる ・外壁回りに既存のグラスウールが設置されている場合、その断熱材が桁下まで上がっている箇所にこぼれ止め(気流止め)の施工は必要ない ・天井に断熱材がある場合は、その上に断熱材を吹き込むことができる(防湿フィルム付きの製品の場合) ・新築の現場であれば天井面に防湿シートを設置するが、その施工が困難な改修現場(温暖地)では、天井面にビニルクロスなどの透湿抵抗が高いものが貼り付けてある場合に限り、防湿シートを省略することができる。 ・無機繊維系断熱材は、搬入時や切断時に細かな繊維が飛散するため、室内の養生を充分に行うこと
関連工事	【関連工法】手法2、手法3、手法6
参考価格	4,300 円/㎡(断熱工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<ul style="list-style-type: none"> 断熱材の吹込み用機材を搭載した専用のトラック この車輛から専用ホースで小屋裏まで吹込み用グラスウールを送る 2t トラック程度の駐車スペースの確保が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 押入れがある場合は、押入れ天井から小屋裏に入り施工できるため、解体等を伴わない 材料の搬入も同様に押入れ天井から。写真はこぼれ止め(気流止め)用の搬入状況 	<ul style="list-style-type: none"> バラ状グラスウールがこぼれないよう、カットした断熱材で間仕切上部を塞ぐ 外壁回りは、桁の高さまで既存の断熱材が上がっている場合、こぼれ止めの施工を省略できる
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<ul style="list-style-type: none"> 450×450mm 程度にカットしたグラスウールで、点検口回りの養生を行う ダウンライト等の照明器具が設置されている場合も同様に囲いを作り、断熱材が被らないように養生を行う 	<ul style="list-style-type: none"> 吊り束等に吹込む厚さを確認する目盛を設置する 防湿フィルムは、温暖地であれば軒先や吊木廻りなど、施工が困難な箇所は、省略することもある(天井の防湿抵抗が高い場合) 	<ul style="list-style-type: none"> 吹込み用ホースの搬入は、2階小屋裏の場合は、居室の窓やバルコニーから行う
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 
<ul style="list-style-type: none"> 目盛を目安にして吹込みを開始する 1人が小屋裏で吹込み作業を行い、他の1人が吹込み用グラスウールを機械に順じ投入する 	<ul style="list-style-type: none"> 全体に吹込んだ後に、エアブローで厚さを平均的にならして完成 実際に吹込む厚みは空気を含むため 210mm よりも大きくなる場合もある 	<ul style="list-style-type: none"> 軒先の狭い部分まで、密実にグラスウールが吹込まれたか確認する
<p>施工のポイント</p>		
<ul style="list-style-type: none"> 外壁回りは、既存の断熱材が設置されていて、かつ、桁下まで上がっている場所は、こぼれ止め(気流止め)を施工する必要はありません。 既存の天井断熱材がある場合は、防湿フィルムの方向を確認した上で敷き直し、断熱材が欠損している部分には同等の断熱材を追加して、その上からバラ状断熱材を吹込むことができます。 延べ床面積約 120 ㎡の住宅の小屋裏(60 ㎡内外)であれば3時間程度で工事は完了します。 		

3) 手法5 天井内張断熱工法 (暑さ・寒さ対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・天井材を下地として発泡プラスチック系断熱材を貼付ける断熱改修工法 ・住まいながらの改修が可能だが、間取りの変更など内装の更新に伴うリフォームと併せて行うと効率的に施工できる ・12畳程度の部屋の場合、概ね半日程度で断熱工事は完了するが、クロスの上塗り工事まで含めると2日間は必要。また、部屋の家具などを移動する必要がある ・LDK や寝室など、部屋単位での改修工事に適している
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・室内側に貼付けるため、薄くて断熱性能が高く透湿抵抗の高いボード状の発泡プラスチック系断熱材が適している <p>【断熱材】A種押出法ポリスチレンフォーム(XPS)3種 bt=20mm ※階間の天井を想定した断熱仕様</p>
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・夏期は外部の暑い空気の流入を防ぎ、冬期は暖房により暖められた空気の外部への流出を防ぐ ・天井面の気密性能が向上する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材と石膏ボードの厚みによって、天井面が既存の天井よりも30mm程度低くなるため、部屋が狭く感じる場合がある ・部屋単位で施工する場合、廊下などとの温度差が生じる可能性があることを事前に施主に周知する
関連工事	<p>【関連工法】手法8、手法9、手法10 【関連工事】内装の更新、間取り変更</p>
参考価格	6,600 円/m ² (断熱工事、仕上工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
 <ul style="list-style-type: none"> ・天井に設置されている照明器具を取りはずす ・配線を延長できるか確認する ・断熱材や石膏ボードをビスで固定する際に、目安となる天井野縁の位置をあらかじめ壁側に墨出する 	 <ul style="list-style-type: none"> ・断熱材は軽量なため片手で押さえながら、ビス留めすることができる ・墨出した位置に留めつける位置を合わせながら、2人から3人で1組の貼付け作業となる 	 <ul style="list-style-type: none"> ・天井面の配線などを引き出しながら、隙間無く断熱材を貼付ける ・天井照明などがある場合は、復旧の際に取付け下地材となる合板や角材を設置する
4	5	6
 <ul style="list-style-type: none"> ・壁際や入隅・出隅などは、回り縁との間に隙間が生じやすい ・隙間には細く加工した断熱材や、缶タイプの現場発泡ウレタンなどで充填する ※施工実験であったため、回り縁を撤去しなかったが、実際の現場では、取り除いて断熱材を設置する。ただし、凹凸がある場合は、隙間が生じやすい 	 <ul style="list-style-type: none"> ・断熱材の施工完了後、石膏ボードを順次貼付ける ・気密性を考慮し、断熱材と石膏ボードの突き付け部が重ならないようにずらして貼付けるとよい ・石膏ボードは重量があるため、中央で1人が押さえ端部を別の作業員がビスで固定するなど2～3人1組の作業となる 	 <ul style="list-style-type: none"> ・固定箇所は、両端と中央の3列を300mm ピッチで固定する ・石膏ボードを貼付けた後、仕上げの壁紙等を貼付け、回り縁を設置する ・壁に設置されたエアコンと天井の間隔が狭い場合は、予めエアコンの位置を調整する必要がある
施工のポイント <ul style="list-style-type: none"> ・断熱材と石膏ボードの厚みによって、天井高さが既存の天井よりも数センチ低くなるため、予め施工者に確認することが必要です。 ・断熱材や石膏ボードを加工するための作業場所を室外に確保することが必要です。 ・天井に取り付けてある照明器具を一時撤去・復旧するため、電気工事が必要です。 ・断熱材の施工は、ほぼ隙間無く連続的に貼付けることが可能です。ただし、断熱材の加工が必要な壁際、入隅・出隅などでは隙間が生じやすくなるため注意が必要です。 ・天井面に断熱材を貼付けることで、壁付けのエアコン上部との隙間が狭くなる場合、メンテナンスの際に前面カバーが開けられなくなることも予想されます。設備機器の設置状況は、事前診断時に確認が必要です。 ・改修する部屋は、一時的に荷物の移動が必要になります。そのため、この工法は間取りの変更や内装の更新時、もしくは、賃貸アパート等の空き室改修時等に適しています。 		

4) 手法6 小屋裏（階間）気流止め工法（気密性能の向上）

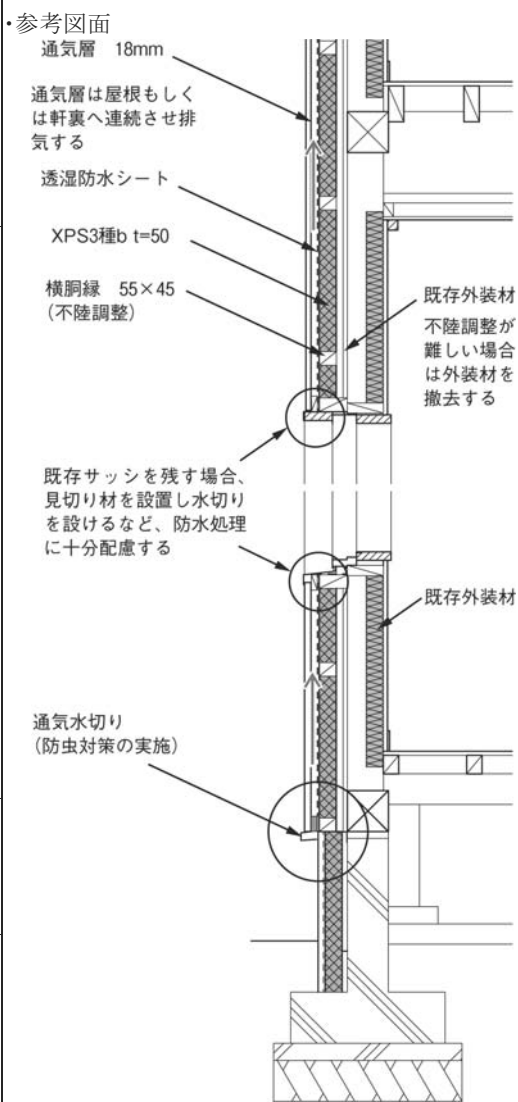
工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・冬の冷気が壁体内を流れ外壁や間仕切り壁の室内側表面温度が低下することを防ぐ、住まいながらの改修が可能な気密改修工法 ・小屋裏へは押入れ等の天井から入り、無機繊維系断熱材をポリ袋に詰めて圧縮したものを壁の上部から差し込む。その他の方法として無機繊維系断熱材を短く切断し、折り曲げて挿入する方法もある(手法11 床下気流止め工法と同様) ・小屋裏の施工は、短時間で容易に実施することができる ・施工が容易なため、他の断熱改修工法と組み合わせて実施すると効果的
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・柱、間柱の隙間に充填するため、柔軟性のある無機繊維系断熱材が適している。メーカーによっては、専用部材が用意されている 【断熱材】気流止め専用グラスウール(GW)16Kt=150mm(395mm×430mm) 【副資材】ポリ袋、気密シート、気密テープ 【その他】掃除機(ポリ袋を圧縮する時に使用)
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・壁体内に冷気が流れなくなるため、室内側壁面の温度低下や、温められた室内空気の熱損失を防ぐことができる ・コンセントボックスや壁と床・天井取合いの隙間等からの冷気が流入することを防ぐ
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・小屋裏換気を十分に確保する ・気流止めと柱、間柱の間に隙間が生じないように施工する ・外壁回りだけでなく、間仕切り壁にも施工する ・冬期の壁体内結露を防ぐため、室内の湿度上昇に注意する(防湿層が室内側で連続して確保されている場合は問題ない) ・無機繊維系断熱材は、搬入時や切断時に細かな繊維が飛散するため、室内の養生を充分に行う
関連工事	【関連工法】手法3、手法4、手法5、手法8
参考価格	1,300 円/m(気密工事、諸経費)
参考図面	


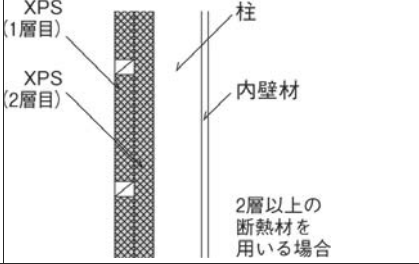




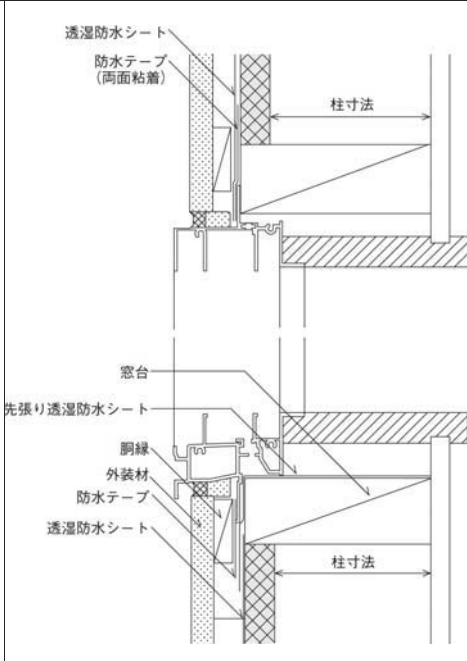
施工手順の解説		
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<p>・小屋裏の気流止めには、あらかじめ柱の間隔に合わせてカットされた高性能グラスウールを圧縮したものを使用する ・グラスウールは厚みがあるため、ポリ袋に詰めた後、掃除機で空気を抜き取り圧縮すると、壁体内に入れやすくなる</p>	<p>・圧縮グラスウールの製作は現場で行い、「袋詰め、圧縮、縛る」を流れ作業で行うと効率が良い</p>	<p>・グラスウールを袋に詰めた状態から掃除機で空気を抜く時は、片手でポリ袋の口と掃除機のホースを押さえながら、もう片方の手でポリ袋を軽く押さえると四角い形を保ったままきれいに圧縮できる</p>
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<p>・圧縮グラスウールを小屋裏の外壁、間仕切り壁の隙間に上から差し込む。圧縮すると非常に薄くなり隙間に挿入しやすく、作業効率が良くなる ・カッターで袋を切り、空気を入れて膨らませ、隙間を塞ぐ</p>	<p>・間柱間隔が狭い部分では、間隔に合わせて圧縮用のグラスウールをカットし、同様の工程にて圧縮してから、間柱間に差し込み袋をカッターで切る</p>	<p>・サイズの合わない圧縮グラスウールを折って使用することは、間柱と圧縮グラスウールの間に隙間が生じるため、避けたほうが良い</p>
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 
<p>・下屋部分の小屋裏では、壁に施工されている断熱材と壁との間に圧縮グラスウールを差し込む</p>	<p>・下屋の下り壁は、胴差から1階天井の階間に繋がる部分を、気密フィルムと気密テープにより塞ぎ(※1)、垂木掛けと2階外壁の取合い部には、圧縮グラスウールを差し込む(※2)</p>	<p>・胴差と1階天井の隙間が広く開いていない場合は、圧縮グラスウールを差し込むことで気流止めとすることもできる(※3)</p>
<p>施工のポイント</p>		
<p>・気流止めを使用した圧縮グラスウールは、「袋詰め→掃除機による圧縮→袋の口を閉じる」という現場での一連の作業が必要となります。袋を閉じる際に上手く縛ることができないと、挿入前に膨らみ始めてしまうことがあり、製作に多少の慣れが必要となります。 ・これらの圧縮グラスウールの製作には、人工と時間が掛かりますが(100枚作成するのに3人で約50分)、小屋裏で圧縮グラスウールを挿入する作業は効率よく短時間で行えます。 ・間柱間隔が狭い部分に、気流止めを折り曲げて縦にして差し込むと、折り曲げた山の部分と間柱間に隙間が生じるため(写真6)、間柱間隔に合わせて切断したグラスウールを使用します。 ・下屋回りの施工は、階間(1階天井裏)に通じる下り壁部分の封鎖や外壁上部への挿入など作業空間が狭いため、非常に困難です。実際の改修現場では、設置できない箇所があるので、事前診断の際に確認が必要です。 ・下屋の天井に進入口を開ける場合は、進入口の復旧、クロス貼替えなどが発生します。気流止め単独の工事が難しい場合は、水回りの修繕等の改修工事と一緒に実施してください。</p>		

2.2.6 外壁の断熱改修

1) 手法7 外壁外張断熱工法 (暑さ・寒さ対策)

<p>工法の概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・建物外側からの工事であるため、住まいながらの改修が可能な断熱改修工法 ・モルタル外装の場合は、その上に直接断熱材を施工することができる。また、既存の断熱材がある場合は、残して活用する。ただし、劣化や腐朽箇所、不陸が著しい場合等は、外装を撤去する。既存の外壁断熱材がある場合についても同様である ・足場などが必要になると共に、関係工事が増えるため大掛かりな改修となる。従って、外装の模様替えの際に同時に実施すると効率的である ・充填断熱に比較して、防湿・気密性を確保しやすく、熱橋防止も含めた効果的な断熱化が可能
<p>使用材料</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・外壁に使用するため、透湿抵抗が高く吸水率が低い断熱材が適している。基本的に発泡プラスチック系断熱材が考えらるが、無機繊維系の断熱材であれば、不陸に対応しやすい ・無機繊維系断熱材の場合は、特に防水処理を考慮すること <p>【断熱材】A種押出法ポリスチレンフォーム(XPS)3種 bt=50mm 【副資材】下地横胴縁55×45、通気胴縁18×45、気密テープ、透湿防水シート、長ビス、外装材(サイディング等)</p>
<p>改善効果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・構造材や補強金物の熱橋が無くなるため、結露の発生を抑えることができる ・躯体の外側で建物を覆うため、連続的な気密性を確保しやすい ・構造体への外部熱負荷が軽減され、劣化防止につながる
<p>留意点</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・室内空間を狭めることが無い代わりに外側にふけるため、敷地に作業足場も考慮した余裕が必要 ・高い断熱性能を確保する場合は、一度に厚いものを貼付けるのではなく、多層貼りとする(目安は50mm以上の場合) ・モルタル等の自重が大きい外装材の場合は、通気胴縁の取り付けに受け材を用いると共に、ビスの剪断強度を考慮し、そのピッチと製品を検討する ・通気層は必ず18mm程度確保し、屋根に連続させ棟換気等で排気する。軒下で排気しても問題ない ・建築基準法を遵守し、外装材を選択すること。特に防火・準防火地域内、第22条地域内の場合は、既存不適格にならないように注意する
<p>関連工事</p>	<p>【関連工法】手法1、手法12、手法15、手法16 【関連工事】外壁の模様替え、耐震改修等</p>
<p>参考価格</p>	<p>21,000 円/㎡(仮設、断熱工事、仕上工事、諸経費)</p>



施工手順の解説			
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 	
<ul style="list-style-type: none"> 既存の外壁に断熱材がある場合は残しても問題ない 既存の外壁仕上材(モルタルリシン仕上げ)は、大きく不陸している個所や腐朽個所を確認する その状況が劣悪な場合は、外壁を剥がす。問題なければ活かしてその上に施工する 	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材の厚さと同等の横胴縁を設置する 横胴縁で既存外壁の不陸を調整する 間隔は、455mm 内外 外壁下端には、通気層の導入口となる部材を設置する 図版は多層張りであるが、IV地域の場合は、1層(使用材料参照)で平成 11 年基準の性能を確保できる 	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材を横胴縁の間に設置し、ビスで仮固定する 断熱材の突合せ部分に気密テープを貼り付ける 	
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 	
<ul style="list-style-type: none"> 断熱材の上に透湿防水シートをタッカーで横胴縁に留めつける。シートは重ねをとり、端部を気密テープで張り合わせる 透湿防水シートの上に、通気層を形成する縦胴縁 18×45 を設置する 	<ul style="list-style-type: none"> 開口部廻りは、断熱材の厚さ分の窓台を新規に取り付け、適切な防水処理を行ない、水切りを被せる 新規に開口部を設置する場合は(※1)を参照のこと 雨戸は、断熱材を設置するため撤去する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 縦胴縁の上にサイディング等の乾式仕上げ材を張り付ける 	
<p>施工のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱材を貼付ける際、突き付け部に隙間が生じないように、突き付け部を柱や下地材のある所に合わせます。 屋根や床、基礎等との取り合い部分は、断熱層および防湿・気密層に隙間が生じないよう気密補助材(気密テープ等)を用います。 留め付けに使用するビスは、軸径が太く通気胴縁の割れ防止機能を有する専用ビスを使用することをお勧めします。 <p>※1 新規に開口部を設置する場合は下記の要領で施工します。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① サッシ下枠の窓台に先貼り防水シートを貼る。先貼り防水シートの切断幅は 300mm 以上とし、垂れ下がり幅 200mm 以上、窓上の覆い 100mm 以上、左右の立ち上げ 100mm 以上を確保する ② サッシ枠を取付けた後、両面粘着タイプの気密防水テープを、サッシ枠の釘打ちフィンまわりに施工する。テープの幅は 75mm 以上が望ましく、サッシ枠下部→左右たて部→上部の順に施工する ③ たて部と上部は、気密防水テープに透湿防水シートを抑えつけ、しわが生じないように貼合わせる ④ 下部は、先張り防水シートの下に、透湿防水シートをもぐり込ませる 			

2) 手法8 外壁内張断熱工法 (暑さ・寒さ対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・内装材を下地として発泡プラスチック系断熱材を貼付ける断熱改修工法 ・住まいながらの改修が可能だが、間取りの変更など内装の更新に伴うリフォームと併せて行うと効率的に施工できる ・施工には、12 畳程度の部屋の場合、概ね1日程度で完了するが、クロスの上塗り工事まで含めると 2 日間が必要。また、部屋の家具などを移動する必要がある ・LDK や寝室など、部屋単位での改修工事に適している
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・室内側に貼付けるため、薄くて断熱性能が高く透湿抵抗の高いボード状の発泡プラスチック系断熱材が適している 【断熱材】A種押出法ポリスチレンフォーム(XPS)3種 b t=20mm ※既存断熱材(グラスウール 10K 50mm)が設置されている場合の断熱材仕様。無断熱の場合は、上記の断熱材厚では平成 11 年基準を確保できない
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・夏期は外部の暑い空気の流入を防ぎ、冬期は暖房により暖められた空気が外部に流出するのを防ぐ ・壁面の気密性能が向上する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査を行い家具、壁面のスイッチ、コンセント、エアコンなどの状況を確認する ・部屋の状況によっては、家具の移動、エアコンの取外しなどが必要となることを事前に施主に周知する ・部屋単位で施工する場合、廊下などとの温度差が生じる可能性があることを事前に施主に周知する
関連工事	<ul style="list-style-type: none"> 【関連工法】手法5、手法9、手法 10、手法 11 【関連工事】内装の更新、間取り変更、設備改修(キッチンなど)
参考価格	7,100 円/㎡(断熱工事、仕上工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・事前診断時に、壁面に設置されているコンセント、スイッチボックス、換気扇、エアコンの位置やサイズを確認する ・壁面に設置されているコンセント、スイッチボックス、換気扇、エアコンなどを一時取り外す ・壁面に設置されているコンセントやスイッチ類は、壁厚が増すため、手前に引き出す必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材を貼付ける前に、窓や扉回りに枠材を付け足す。出幅は、断熱材と下地材(石膏ボードなど)の厚みによって調整する 	<ul style="list-style-type: none"> ・壁面への施工は、定尺の断熱材を一方の壁際から順次貼付けていく。定尺で入らない箇所については、その都度採寸しカットして貼付ける ・断熱材同士、断熱材と壁の入り隅などとの間に隙間が生じないように施工する ・断熱材は、間柱にビスで固定する。間柱の位置は事前に墨出ししておく
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・既存の壁に取り付けられている幅木に合わせて断熱材に切り欠きの加工を施す ・間仕切壁等に見切り材の枠が突出している部分も同様に切り欠きを施し貼付ける ・幅木、見切り材等は取外すことも考えられる 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材を貼付けた後に、下地の石膏ボードを設置する ・石膏ボードは、間柱にビスで固定する。間柱の位置は事前に断熱材上に墨出ししておく 	<ul style="list-style-type: none"> ・回り縁や幅木を取り付け、内装を仕上げる
<p>施工のポイント</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材と石膏ボードの厚みによって、既存の壁よりも厚みが増し部屋が狭くなるため、予め居住者に確認することが必要です。 ・断熱材や石膏ボードを加工するための場所を室外に確保することが必要です。 ・壁面に取り付けてあるスイッチ、コンセント、エアコンを一時撤去・復旧するため、電気工事が必要となります。エアコンを移動する際には冷媒管に余裕があるか確認が必要です。 ・断熱材は、ほぼ隙間無く連続的に貼付けることが可能です。ただし、断熱材の加工が必要な壁の入り隅・出隅などでは隙間が生じやすくなるため注意が必要です。 ・改修する部屋は、一時的に荷物の移動が必要になります。そのため、この工法は間取りの変更や内装の更新時、もしくは、賃貸アパート等の空き室改修時等に適しています。 		

2.2.7 床の断熱・気密改修

1) 手法9 床下充填断熱工法（無機繊維系断熱材）（寒さ対策）

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・冬の底冷えや床面の接触温度環境を改善する、住まいながらの改修が可能な断熱改修工法 ・施工は、既存の床に手を加えることなく、和室床やキッチン等の床下収納庫から床下に入り行う ・断熱材は、床下から根太間に充填し、受け材を設置して固定する ・施工の難易度は、床下の基礎から大引き下端までの高さによって変わる。450mm くらいの高さがあると比較的容易に施工可能だが、床下空間での作業に慣れが必要
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・ボード状断熱材が適している。特に専用の製品は、根太間のサイズにカットされているため、現場加工を抑制した施工が可能 【断熱材】ボード状グラスウール(GW ボード)32Kt=80mm(切欠き品) 【断熱受材】PPバンド(金物または胴縁材等)
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・1階床面の接触温度が向上する ・1階室内の上下温度差が小さくなる
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・床下換気を十分に確保する ・断熱材の落下・垂れ下がり防止のため、受材を設置する ・断熱材と根太、大引き間に隙間が生じないよう留意する ・無機繊維系断熱材は、搬入時や切断時に細かな繊維が飛散するため、室内の養生を充分に行う
関連工事	【関連工法】手法7、手法8、手法11
参考価格	12,000 円/㎡(断熱工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・始めに、充填する根太間の寸法を採寸する。寸法と箇所数をメモする ・床下が土敷きの場合は、養生シートを全面敷き込むと、作業性が良くなる 	<ul style="list-style-type: none"> ・採寸した寸法に断熱材をカットする。ボードタイプのグラスウールは、カッターで容易に切断できる 	<ul style="list-style-type: none"> ・カットした断熱材の裏面に、寸法を記載すると、床下で充填箇所を特定しやすくなる
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・根太間への断熱材の挿入は、定尺の場所から開始する ・始めに片側の切欠き部分を大引き上に押込み、次に中央部を少し折り曲げるようにして、反対側も同様に押込む。最後に中央部を押し上げ充填する 	<ul style="list-style-type: none"> ・外壁や間仕切壁回りなどの定尺以外の部分は、事前にカットした断熱材を、裏面の寸法を確認しながら充填する 	<ul style="list-style-type: none"> ・配管回りはグラスウールボードに穴を開け設置する ・材料の柔軟性を活かし、穴を若干小さめに加工することで、隙間無く配管回りを埋めることができる
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材は、密度の高いボード状であることと、端部の切欠き部分が大引きに掛かっているため、たわむことも落下する様子も見られない 	<ul style="list-style-type: none"> ・落下防止措置を施す ・断熱材中央部に、荷造りなどに用いられるプラスチックのバンド(PPバンド)をタッカーで1列固定する 	<ul style="list-style-type: none"> ・落下防止に、新築用の受金物を利用することもできる ・ただし、床下でのビスによる固定は作業性が悪く、作業時間を多く費やすことになる
<p>施工のポイント</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ・床下は空間が狭く、束・根がらみなどにより自由に動いたり複雑な作業を行うことが困難です。そのため、床下での作業を極力単純化できるように、事前の準備や外部での加工作業が必須となります。 ・事前準備では、始めに根太間のサイズを採寸しメモを取ります。次に、メモの寸法を元に断熱材をカットします。カットした断熱材には、裏面にサイズを記載すると識別しやすくなります。 ・断熱材の充填は、断熱材の加工を不要な定尺部分を先行的に設置します。その作業の間に不定形部分の断熱材の加工を行うと効率よく施工することができます。 ・高密度なボード状無機繊維断熱材は適度な硬さのため、少々きつめでも根太間に挿入することができます。また、狭小部や配管廻りなどにも隙間無く充填することができます。 ・関連する工事の気流止めは、断熱材を根太間に充填する前に施工する必要があります。 ・搬入、設置の際にグラスウールが室内に飛散しないよう、十分な養生対策を取ることが必要です。 		

2) 手法 10 床下充填断熱工法（発泡プラスチック系断熱材）

（寒さ対策）

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・冬の底冷えや床面の接触温度環境を改善する、住まいながらの改修が可能な断熱改修工法 ・施工は、既存の床に手を加えることなく、和室床やキッチン等の床下収納庫から床下に入り行う ・断熱材は、床下から大引き間に充填し、受け材を設置して固定する ・施工の難易度は、床下の基礎から大引き下端までの高さによって変わる。450mm くらいあると比較的容易に施工可能だが、床下空間での作業には慣れが必要
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・ボード状断熱材が適している 【断熱材】 A種押出法ポリスチレンフォーム(XPS)3種 bt=60mm、もしくは、t=30mm 2層張り 【副資材】 気密テープ、缶タイプの現場発泡ウレタン、PPバンド(固定方法によっては必要となる)
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・1階床面の接触温度が向上する ・1階室内の上下温度差が小さくなる
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材と大引き間に隙間が生じないようにする ・床下換気を十分に確保する
関連工事	【関連工法】手法7、手法8、手法 11
参考価格	12,400 円/m ² (断熱工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
		
<ul style="list-style-type: none"> ・充填する大引き間の寸法を採寸する。寸法と箇所数をメモする ・断熱材を寸法に合わせて加工。カッターにて簡単に切断が可能だが、刃を垂直に入れ端部までしっかり引かないと、部分的に欠損することがある 	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の住宅では、大引き間の寸法に比べ、断熱材の搬入に利用する点検口や床下収納庫などの間口が小さい。また、大きなサイズの断熱材は、床下での取回しが難しい ・そのため、折りたたんで搬入できるように断熱材を2つ繋ぎ合わせた形に加工する 	<ul style="list-style-type: none"> ・在来軸組み構法の木造住宅であれば、通常大引き間の内寸が820mmとなる ・その場合、床下での取回しや作業性を考慮して320mmと500mmの断熱材を繋ぎ合わせる ・410mm×410mmでは、床下で開く時に体が邪魔になる
4	5	6
		
<ul style="list-style-type: none"> ・大引き間への挿入は、山折りにした状態で大引き間に差し込み、最後に頂部を押込む。落下防止のため、四隅と中央をビスで固定する ・PPバンドを利用して、落下防止とすることも可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材を大引き間の内寸に合わせて加工すると、多少きつめに挿入できる ・そのため、大引きと断熱材の間にはほとんど隙間は生じていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材同士を突き付ける部分では隙間が生じやすい ・隙間は、現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)などで塞ぐ
7	8	9
		
<ul style="list-style-type: none"> ・キッチンや洗面所・トイレなどの配管が床下に延びている部分は、断熱材を配管部分だけ切り抜き充填する。残った隙間は、スプレー缶タイプの現場発泡断熱材で塞ぐ 	<ul style="list-style-type: none"> ・発泡プラスチック系の断熱材であるためたわみは見られない 	<ul style="list-style-type: none"> ・大引き間に充填すると、根太高さ分の隙間が生じる。根太間の空気層に外気が流入しないように隙間を塞ぐことが肝心となる
施工のポイント		
<ul style="list-style-type: none"> ・床下は、空間が狭く束・根がらみなどにより、自由に動いたり複雑な作業を行うことが困難です。そのため、床下での作業を極力単純化できるように、事前の準備や外部での加工作業が必須です。 ・事前準備では、始めに大引き間のサイズを採寸しメモを取ります。加工作業は、メモの寸法を元に断熱材をカットします。切り出した断熱材には、サイズを記載すると識別しやすくなります。 ・大引き間に充填した場合、根太高さ分(約55mm)の空隙(空気層)が生じます。前提条件として、この根太間の隙間に外気が入り込まないように、外壁・間仕切り壁の気流止を設置したり、大引きと断熱材、断熱材同士の取合い、配管周りなどの隙間を十分に塞いだりする必要があります。 ・隙間の部分には、現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)を使用すると密実に塞ぐことができます。 		

3) 手法 1 1 床下気流止め工法 (気密性能の向上)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・冬の冷気が壁体内を流れることによる外壁や間仕切り壁の室内側表面温度の低下を防ぐ、住まいながらの改修が可能な気密改修工法 ・床下へは床下収納や和室の畳を一次撤去して入り、壁最下部の根太と土台の隙間に無機繊維系断熱材を差し込む ・施工の難易度は、床下の基礎から大引き下端までの高さによって変わる。450mm くらいの高さがあると比較的容易に施工できる ・小屋裏の気流止めと同時に施工することが必須
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・根太と土台の隙間に充填するため、柔軟性のある無機繊維系断熱材が適している。断熱材の入らない極狭部には、現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)を使用する 【断熱材】マット状グラスウール(防湿フィルム付)(GW)10Kt=50mm 【副資材】養生シート
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・壁体内に冷気が流れなくなるため、室内側壁面の温度低下や温められた室内空気の熱損失を防ぐことができる ・コンセントボックスや、壁と床・天井との取合いの隙間等から冷気が流入することを防ぐ
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・床下換気を十分に確保する ・気流止めと柱・間柱の間に隙間が生じないように留意する ・外壁回りだけでなく、間仕切り壁にも施工する ・冬期の壁体内結露を防ぐため、室内の湿度上昇に注意する(防湿層が室内側で連続して確保されている場合は問題ない) ・無機繊維系断熱材は、搬入時や切断時に細かな繊維が飛散するため、室内の養生を充分に行うこと ・外装にクラックや漏水の形跡がある場合は、断熱・気密改修の前に補修対策を実施すること
関連工事	【関連工法】手法8、手法9、手法 10
参考価格	900 円/m(気密工事、諸経費)
参考図面	<p>既存断熱材</p> <p>気流止め QW10K t=50mm (430mm×1370mm)</p> <p>場所によっては、片側しか入らない場合もある</p>



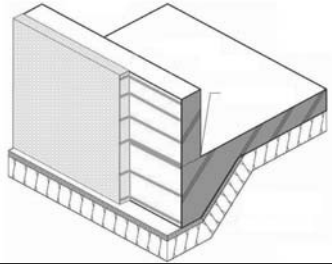
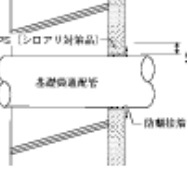

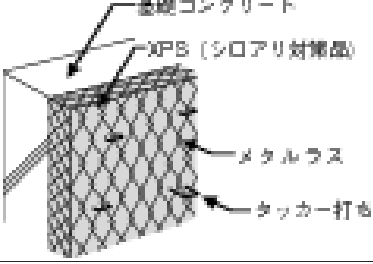
施工手順の解説		
1	2	3
		
<p>・床下気流止め用にグラスウール(430mm×1370mm)を1/3 にカットし、挿入しやすいサイズに加工する</p>	<p>・カットしたグラスウールを、何枚かまとめてポリ袋に入れると、床下での持ち運びが効率良く行える</p>	<p>・床下へは、和室の畳を取り外し下地の荒板を撤去して進入する。もしくは、床下収納庫を取り外しても進入が可能である</p>
4	5	6
		
<p>・グラスウールは、防湿フィルム側を外側にして棒状に丸める</p>	<p>・外壁、間仕切壁下部の隙間に、カットしたグラスウールを丸めてから指先で押込むように挿入する</p>	<p>・大壁の間仕切壁では、隙間が大きいこともある。その場合は、間仕切り壁の両側からグラスウールを挿入するか、グラスウールを大きめにカットする</p>
7	8	9
		
<p>・和室では畳の厚さ分根太が下がっているため、根太と土台が平行に設置されている箇所は間隔が狭く、挿入し難い</p>	<p>・和室は、荒板と敷居の間に大きな隙間が生じているため、忘れずに気流止めを挿入する</p>	<p>・階段の床下にも、壁とささらに隙間があるため、気流止めを入れ忘れないように注意する</p>
<p>施工のポイント</p>		
<p>・気流止めは、外壁及び間仕切り壁下部だけでなく、和室の荒板と敷居の間(写真8)や階段室の間仕切り壁の隙間(写真9)にも忘れずに設置してください。</p> <p>・床下における外壁や間仕切り壁の隙間は、根太の方向や根太と間柱の位置関係によって変わります。そのため、柔軟性のあるグラスウールを裁断して丸めた部材は、挿入しやすく細かな隙間を塞ぐことに適しています。</p> <p>・指が入らないほど狭い箇所には、補助的に現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)を使用し、充填して隙間を塞ぐ方法が適しています。</p>		

2.2.8 基礎の断熱改修

1) 手法12 基礎外張断熱工法

(寒さ対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・建物外側からの工事であるため、住まいながらの改修が可能な断熱改修工法。また、外壁の外張断熱工法と同時に行なうと効果的である ・床下の防湿・防蟻対策が必要となるため、予め土間(防湿)コンクリートがある場合やベタ基礎の場合は簡易に工事ができる。土が露出している床下の場合は、一度床を剥がして、防湿コンクリート等を打設する必要があり、大掛かりな工事となる ・防蟻処理が行なわれている床下は、有害物質が残留している場合があるため、この構法は採用できない
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・土に接する場所であるため、透湿抵抗が高く吸水率が低い断熱材で、かつ、防蟻処理が施されている発泡プラスチック系断熱材を使用する 【断熱材】A種押出法ポリスチレンフォーム(XPS)3種b t=50mm シロアリ対策品 【副資材】防蟻接着剤、メタルラスモルタル
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・床下が室内と同等の温熱環境となるため、収納庫としての利用や土間コンクリート部分を蓄熱体として利用することもできる ・構造体への外部熱負荷が軽減され、劣化防止につながる
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・エアコンの室外機や給湯器の配管、貯湯タンクなどによって連続的に断熱材が設置できない場合があるため、事前調査が重要 ・基本的に断熱材は基礎の下端(フーチン上端)まで挿入する必要があり、また、紫外線劣化等に配慮して養生し、なるべく早く基礎外装を仕上げる ・基礎天端と土台との隙間から漏気しないように気密対策をすると共に、壁と基礎との断熱材の連続性を確保する ・床下の防湿施工に十分に配慮する。また、メンテナンスのための点検口を設置する ・防蟻処理がなされている床下の場合で、処理後5年以上経過していないものは、有害物質が残留している場合があるため、この工法は採用しない ・シロアリ対策は、断熱材だけではなく、基礎周辺の土壌に対策を施すと甚大な被害を未然に防ぐことができる(健康被害には十分配慮する)
関連工事	【関連工法】手法7、手法11(外壁を改修しない場合)
参考価格	9,800 円/㎡(断熱工事、仕上工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
		
<ul style="list-style-type: none"> ・事前調査の際に基礎回りの状況を確認する ・特にエアコン室外機や配管との取り合いを確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎廻りをフーチンの深さまで掘り起こす ・床下換気口は、断熱材を用いて塞ぐ。その際、防蟻接着剤を用いて4周をとめる ・断熱材を基礎の外側から貼付ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材とコンクリートの隙間からシロアリが這い上がらない様に、防蟻接着剤を線状に切れ目無く塗布する
4	5	6
		
<ul style="list-style-type: none"> ・基礎を貫通する配管回りについても防蟻接着剤を充填する 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材の突合せ部分に防蟻接着剤を塗りつける 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材の上にメタルラスをタッカーで貼付ける ・メタルラスに仕上げモルタルを塗る
施工のポイント		
<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材の継目は隙間が生じないように施工します。 ・断熱及び気密欠損が生じないよう、基礎天端と土台の間に、現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)、もしくは、気密テープ等の気密補助材を用いて断熱気密を連続させます。 ・床下換気口がある場合はそれを塞ぐと共に、漏気に注意する必要があります。また、床下地盤の防湿施工(土間(防湿)コンクリートの打設など)に充分配慮します。 ・床下点検口等を設置し、定期的に床下空間を点検できるようにします。 		
●シロアリ対策について		
<p>・様々なシロアリ対策の薬剤や断熱材がありますが、それらの対策を行っていても被害を受ける事例は多くあります。そこでシロアリ被害を最小限に抑える対策として物理的に侵入を防ぐ方法があります。以下の対策を基礎外断熱工法と共に検討することをお薦めします。</p> <p>・基礎及び断熱材の天端に金属製の板や専用のシートを設置し、シロアリが断熱材に侵入しても基礎から上には這い上がれないようにする「蟻返し」という方法があります。被害を拡大させない方法として有効です。ただし、連続的に設置されていないと、切れ目から土台や柱へ侵入されてしまう場合があり、また、改修の場合は、基礎の天端に設置できないことが課題です。</p> <p>・その他に、特殊なステンレスメッシュ(シロアリが侵入できない構造のメッシュ)を利用する方法もあります。ステンレスメッシュは、断熱材の外側に専用のモルタルで設置します。ただし、既存住宅への施工は、構造的な制限がある場合があり、費用も高くなる傾向があります。</p>		

2.2.9 開口部の断熱・気密改修

1) 手法13 アタッチメント工法 (窓廻りのコールドドラフト対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシの障子を利用して、高性能なガラスをはめ込む簡易的な開口部の断熱改修工法 ・冬期における窓廻りのコールドドラフトを緩和する対策として有効 ・通常のガラス交換と同等の作業であるため、暮らしながらの改修が可能で、既存住宅の全ての窓ガラスを交換しても1日程度で完了する。他の開口部改修工法に比べ最も安価
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・交換するガラスは、高性能単板ガラス、複層ガラスなど、目標とする性能によってその選択を検討する 【ガラス】アタッチメント付き Low-E 複層ガラス (FL3 + 空気層5~6mm + FL3) 【副資材】戸車、ゴムパッキン
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・冬季における窓廻りのコールドドラフトによる不快感を緩和できる ・ガラス面の結露が減少する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・サッシの形状によりはめ込むガラスが、網戸と干渉することがある。事前調査の際に網戸とのクリアランスを確認されたい ・ガラスのみの交換であるため、サッシの気密性を高めることはできない ・アタッチメント部分によって有効採光面積が若干減少するため、予め居住者への事前確認が必要 ・シングルガラスのサッシの場合、複層ガラス化による荷重の増加に対応した戸車でないため、その荷重負荷が許容範囲にあるか否かを確認する必要がある ・荷重が超過したガラスを使用したことによって戸車などが破損した場合、メーカー保障の対象外となるため注意する
関連工事	【関連工事】日射遮蔽改修(2.3 参照)
参考価格	30,000 円/m ² (ガラス工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
<p>1</p> 	<p>2</p> 	<p>3</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・事前に既存サッシのガラスを採寸する ・戸車やパッキン、窓台の状況も確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ・搬入されたアタッチメント複層ガラス 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシを取り外し、作業場へ運ぶ
<p>4</p> 	<p>5</p> 	<p>6</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・既存サッシのビスを緩めて障子の一部を取り外し、ガラスを取り除く 	<ul style="list-style-type: none"> ・アタッチメント複層ガラスを障子にはめ込む ・気密性を改善するために、サッシのゴムパッキンを交換する(劣化していない場合は状況判断する) 	<ul style="list-style-type: none"> ・左側のサッシが、施工前、右側が施工後の状況。既存の状態に比べガラスの面積が若干減少する
<p>7</p> 	<p>8</p> 	<p>9</p> 
<ul style="list-style-type: none"> ・サッシを設置する前に、戸車、クレセントを調整し、潤滑油を吹く ・すべりが悪い場合は、戸車を交換する 	<ul style="list-style-type: none"> ・取り外したガラスは、産廃処理業者を通してリサイクルする 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工後の全体像
<p>施工のポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・サッシの種類、はめ込むガラスの種類によっては網戸と干渉することがあるため、事前に確認します。干渉する恐れがある場合は、複層ガラスの空気層の厚みを調整します(6mm→5mm程度)。 ・ガラスの交換だけでは気密性を高めることはできないため、気密性の改善が必要な場合は、サッシごと交換する工法をお勧めします。 		

2) 手法14 2重化工法

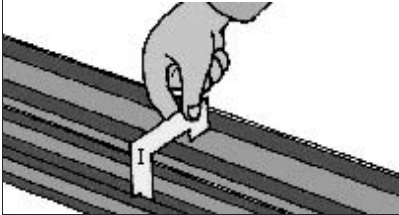
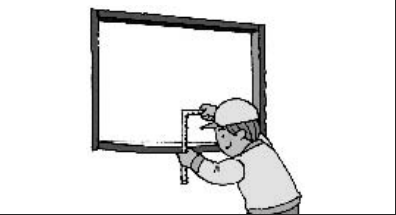
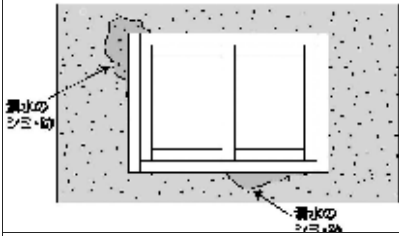
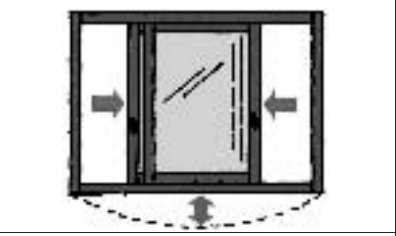

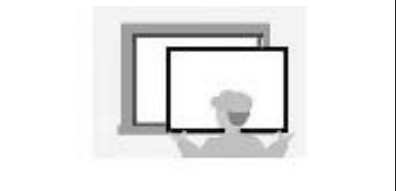


(窓廻りの断熱・気密対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・冬期の窓回りからのコールドドラフトや隙間風を改善する断熱・気密改修工法で、住まいながらの改修が可能 ・施工は、既存のサッシに手を加えず、室内側の額縁や床に対して建具(サッシ)を追加設置する ・室内側からの作業で一ヶ所の標準的な施工時間は1～2時間程度で完了する
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・追加するサッシは、金属(アルミ)製、樹脂(PVC)製、木製のサッシと、単板ガラス、複層ガラスの組み合わせにより、目標とする性能によってその選択を検討する 【内窓本体】金属(アルミ)製、樹脂(PVC)製、木製 【ガラス】単板ガラス、複層ガラス
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・窓面からのコールドドラフトが抑えらると同時に、窓廻りの気密性が向上する ・窓面の結露が減少する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・内窓の取付けスペースが無い場合は、追加で額縁工事が必要となる ・取付け箇所には重量がかかるので、必要な場合は補強工事が必要 ・室内側に取り付けるので、約10cm程度部屋が狭くなる
関連工事	<p>【関連工法】手法7、手法8 【関連工事】日射遮蔽改修(2.3参照)</p>
参考価格	<p>185,000円/箇所(サイズ1730×1660樹脂サッシシングルガラス材工、仕上工事、諸経費)</p>
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
		
<ul style="list-style-type: none"> 内窓を取り付ける場所の開口寸法を測る 設置箇所のスペース、強度を確認し、施工後の安全性を確保する その際、下記の内容に留意する/額縁工事の必要性追加工事(額縁の補強など)の有無搬入時の障害物のチェック 	<ul style="list-style-type: none"> 測定した寸法に従って加工・組立てた枠及び障子を搬入する。必要に応じて養生をする カーテンレールなど、施工時に邪魔になるものを取り外す 	<ul style="list-style-type: none"> 取り付ける既存の額縁の出幅が足りない場合、増枠を取り付ける
4	5	6
		
<ul style="list-style-type: none"> 増枠はビスで固定することが多いので、既存の額縁にビス打ち出来ることが前提条件である 増枠は、各社が用意しているものを使用しても良いし、造作工事で別途用意することも可能 	<ul style="list-style-type: none"> 額縁に障子を乗せて重さに耐えられない場合、柄や金具などを取り付けて補強する 	<ul style="list-style-type: none"> カーテンレールなど付属品を付け直す場合は、内窓取付けの邪魔にならないタイミングで行う(なお2~6の工事は必ず全てを行うわけではないので、打合せによって決める)
7	8	9
		
<ul style="list-style-type: none"> 内窓の枠を、額縁にタッカーやビスなどで決められた位置に固定する 	<ul style="list-style-type: none"> 枠の固定は、各社所定の方法に従って行う 額縁との間に隙間ができないように確実に固定する 	<ul style="list-style-type: none"> 障子を吊り込み、障子や枠の調整を行う 枠と障子の間に隙間が無いことを確認する クレセントがある場合は、かかり具合の確認を行う
施工のポイント <ul style="list-style-type: none"> 改修工事の場合、額縁がゆがんでいることがあるので、確実に測定することが重要です。 内窓の取付け位置は、外窓の召合せや金物(クレセントやハンドルなど)とぶつからないように設置して下さい。 ある程度のゆがみはサッシの構造で吸収できますが、その範囲を超える場合は、額縁とサッシ枠の間にカットしたベニヤなどを敷き、隙間はシールなどで塞ぐなど、枠のゆがみに対応することが必要です。どの程度対応できるかは各メーカーによって異なるので、事前に確認して下さい。 既存の額縁が重さに耐えられることが前提となるので、必ず窓台などの状況を確認して下さい(大きさやガラスの種類にもよりますが、障子は1枚 20kg を超えることもあります)。なお、増枠は、額縁の見込みを増やすためのものなので、それ自体に重さを支える機能はありません。 		

3) 手法15 カバー工法 (窓廻りの断熱・気密対策)

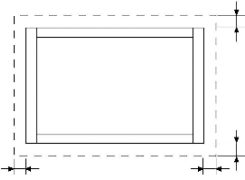
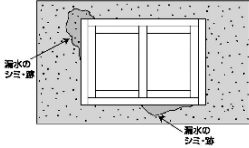

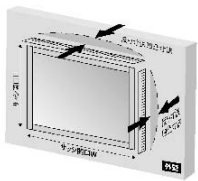
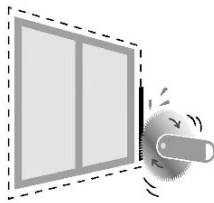



工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> 古いサッシの枠を残したまま新しいサッシとカバーモールを取り付ける開口部の断熱・気密改修工法で、既存の窓や外壁を傷めない ゴミや音の発生が少なく、1日で作業が完了する
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> 交換する窓等は、金属(アルミ)製、樹脂(PVC)製のサッシと、単板ガラス・複層ガラスの組み合わせにより、目標とする性能によってその選択を検討する 【窓本体】金属(アルミ)、樹脂(PVC) 【窓枠】カバーモール用窓枠(MDF+HPJシート) 【部材】カバーモール、カバーモール用ケーシング、カバーモール用下枠、カバーモール用水切り化粧カバー
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> 開口部の断熱性能及び遮音性能が向上する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> カバー工法が採用できるサッシは限定されるので、各メーカーのカタログ、施工マニュアルなどを参照されたい サッシ以外にも玄関ドア、玄関引戸、勝手口などもメーカー毎に製品の設定がある。また、浴室の窓には使用できない場合がある 外装材にアスベストが含まれている場合もあるので、部分的な解体時には、事前の調査を十分に行う
関連工事	<p>【関連工法】手法7、手法8 【関連工事】外壁の修繕工事、日射遮蔽改修(2.3参照)</p>
参考価格	<p>340,000円/個所(サイズ1600×1600樹脂複層ガラス材工、仕上工事、諸経費)</p>
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
		
<ul style="list-style-type: none"> カバー工法が適用できるサッシであるか確認する。また、枠に傾き・ねじれがないか確認する 	<ul style="list-style-type: none"> 枠の対角の差が規定値以内であることを確認する 	<ul style="list-style-type: none"> 上枠・下枠のそり寸法が規定値以内であることを確認する
4	5	6
		
<ul style="list-style-type: none"> 開口周りに漏水によるしみ・跡がないことを確認する 	<ul style="list-style-type: none"> ねじ込みトルクが十分であることを確認する 	<ul style="list-style-type: none"> 下枠の垂れ下がりがないことを確認する
7	8	9
		
<ul style="list-style-type: none"> 既存のサッシの障子だけを取り外す 	<ul style="list-style-type: none"> 既存のサッシの枠にベース材を取り付ける 	<ul style="list-style-type: none"> 新しいサッシを取り付ける
10	11	
		
<ul style="list-style-type: none"> カバー材を取り付ける 	<ul style="list-style-type: none"> サッシ周りに防水処理を施す 	
施工のポイント <ul style="list-style-type: none"> 旧サッシ枠の形状を必ず確認し、旧サッシへのカバーモール使用の可否を判定してください。 上下枠の網戸レールの位置がそろっていない場合、カバーモールは使用できないので注意してください。(例: 下枠がレール式、上枠がドブ溝式の網戸仕様のサッシ) 2階以上の窓にカバー工法を採用する場合、足場を確保する必要があります。 アスベストを含有する外壁材の切断(破砕)を行う場合には、「石綿障害予防規則」(法令)に基づく措置を必ず行なってください。 		

4) 手法16 カット工法

(窓廻りの断熱・気密対策)

工法の概要	<ul style="list-style-type: none"> ・既存の開口部周辺の外壁をカットし、古いサッシを全て取り外した後に、新しいサッシとモールを取り付ける開口部の断熱・気密改修工法 ・左官工事、塗装工事等が不要で、1日で作業が完了する
使用材料	<ul style="list-style-type: none"> ・交換する窓等は、金属(アルミ)製、樹脂(PVC)製のサッシと、単板ガラス、複層ガラスの組み合わせにより、目標とする性能によってその選択を検討する 【窓本体】金属(アルミ)、樹脂(PVC) 【窓枠】カットモール用窓枠(MDF+HPJシート) 【部材】カットモール、内装調整アングル、アルミ箔付防水テープ
改善効果	<ul style="list-style-type: none"> ・開口部の断熱性能及び遮音性能が向上する
留意点	<ul style="list-style-type: none"> ・カット工法が採用できるサッシは限定されるので、各メーカーのカタログ、施工マニュアルなどを参照されたい ・新しいサッシは既存のサッシと同じサイズを原則とする(新規サッシのサイズが既存と合わない場合は、採用するメーカーによってサッシサイズの考え方が異なるため必ず確認する) ・入隅の場合や窓の真上に庇などがある場合、カット工法は採用できないので注意する。外壁の厚さにも留意する必要がある ・外装材にアスベストが含まれている場合もあるので、部分的な解体時には、事前の調査を十分に行う
関連工事	<ul style="list-style-type: none"> 【関連工法】手法7、手法8 【関連工事】外壁の修繕工事、日射遮蔽改修(2.3参照)
参考価格	355,000円/個所(サイズ1690×2030樹脂複層ガラス材工、仕上工事、諸経費)
参考図面	

施工手順の解説		
1	2	3
		
・既存のサッシの周囲に、カットするための十分なスペースがあるか確認する	・開口周りに漏水によるしみ・跡がないことを確認する	・外壁の厚さを確認する
4	5	6
		
・外壁材の反り・凹凸寸法を確認する	・外壁をカットして、既存のサッシを取り外す	・新しいサッシを取り付ける
7	8	
		
・サッシ周りに防水処理を施す	・カバー材を取り付ける	
施工のポイント		
<ul style="list-style-type: none"> ・玄関ドア・玄関引戸・勝手口ドア(土間納まり)・店舗引戸・土間シャッターにカット工法を採用する場合、土間部分の埋め戻し工事が発生します。 ・取付け作業に必要なスペース・足場を確保する必要があります。 ・外壁の厚さにより使用するモールの種類が異なるので注意してください。 ・アスベストを含有する外壁材の切断(破砕)を行う場合には、「石綿障害予防規則」(法令)に基づく措置を必ず行ってください。 		

2.2.10 その他の断熱・気密改修

様々な断熱改修の手法を紹介してきましたが、その他にも断熱性や気密性等を向上する有効な改修手法があります。ただし、施工する部位や断熱材の種類によって、高い専門性を求められると共に、施工の際に十分に注意しなければならないことがあります。ここでは、断熱専門業者による施工が必要とされる吹付けや吹込み等の工法について、特殊な方法を紹介します。

1) 床下と小屋裏の吹付断熱工法

新築の木造住宅において吹付断熱工法が、高気密・高断熱化する手法としてよく採用されています。断熱改修としても採用できる工法ですが、施工箇所が床下や小屋裏の場合、特別な注意が必要です。それは、現場発泡ウレタン等を吹付ける際の発泡ガスの取扱いです。床や天井を剥がさないで施工する場合は、狭い場所へ潜り込んでの作業となり、作業員へのガスマスクと新鮮空気の供給が不可欠です。また、体が自由に動かせない体勢での作業となる場合も多く、吹付け厚さの不ぞろいや欠損が発生しやすくなります。

こうした場合の工事を検討する場合は、必ず専門の断熱施工業者への確認が必要となります。図7は、床下に施工している事例ですが、この手法によって複雑で隙間の多かった床の断熱性と共に気密性も高めることができました。改修の場合、気流止め等を挿入できない部分にも、この工法であれば十分に断熱材を充填することが可能です。図8では、断熱材が行き渡った結果、既存壁と床の隙間から床上へ吹き付けた断熱材が出てきている様子が伺えます。改修の効果が高い工法ですが、作業員のリスクを伴う場合がありますので、事前に十分な打合せをすると共に、施工会社の経験を確認してください。

また、気流止め施工で断熱材を充填できない箇所は、補助的に現場発泡断熱材(スプレー缶タイプ)を利用することがあります。充填断熱と適宜組み合わせると効果的です。



図7 床下への吹付け施工の様子



図8 床下から吹付けた断熱材が壁と床の隙間から床上に漏れ出した様子

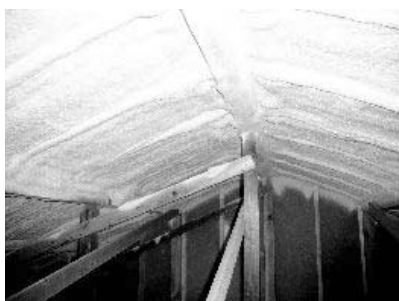


図9 垂木の高さ分の断熱材を吹付けた様子



図10 天井を撤去して工事を行えば、新築の場合と同等の施工状況となり安全

2) 壁体内への吹込断熱工法

壁体内へ断熱材を充填する方法は、壁を剥がして充填する方法が一般的ですが、大掛かりな工事となりがちです。壁体内へ断熱材を吹込む場合も、バラ状の無機繊維系断熱材や木質繊維系断熱材を用いると同等の工事となり手間が掛かりますが、ここでは壁に穴を開け、簡易的に壁体内に断熱材を充填する例を紹介しします。

図 11 の施工状況は、粒状のビーズ法ポリスチレンフォーム(EPS 直径3mm 程度)を壁体内(間仕切壁)へ吹込んでいる様子です。壁の上部に直径 60mm 程度の穴を開けるか、もしくは壁を一部撤去し、そこから送風機によって充填を行ないました。押し入れの天井や新たに点検口を設け、そこから階間や小屋裏を通じて壁の上端から断熱材を充填することも可能です。施工上の注意点は、コンセントやスイッチボックスから断熱材が漏れ出ることを防ぐために、気密施工等で用いられるコンセントカバーを用いること、そして、壁の下端に必ず気流止めを挿入することです。また、2階の場合は、壁の下端に気流止めを挿入することが難しい場合が多いので、この工法は1階の壁に向いているといえます。また、この断熱材は静電気を帯びやすいため、十分に充填できない場合があることが報告されています。この事例の場合は問題となりませんでした。この事例の場合は問題となりませんが、充填されていることを確認しながら工事を進めてください。



図 11 壁体内へ EPS を吹き込む様子



図 12 吹込みに使用した送風機

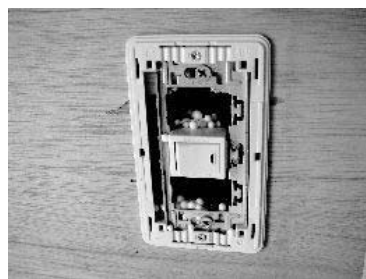


図 13 養生が不十分であったためスイッチボックスから漏れ出た EPS

3) 和室の床回りの気密工法

和室の畳を上げるとその下には荒板(下地板)がありますが隙間を開けて施工されているため、住宅の気密性を著しく下げる原因の一つであると考えられます。

この荒板を合板に交換し、合板のジョイント部分に気密テープを貼付けると、床の面剛性を高めると共に気密性を向上させることができます。その際、敷居や板間との取り合い部分の隙間も塞ぐ必要があります。これは、根太が畳の厚さだけ下げて設置されているため、荒板と敷居などの間には、30mm 程度の隙間が生じています。この隙間に気流止めと同様の方法で、繊維系断熱材を充填すると床面全体の気密性能が高まります。簡易に実施できる気密改修のひとつです。さらに、簡単に気密性を高める方法としては、気密フィルム等を畳下に敷き込むことも有効です。



図 14 畳下地の荒板の隙間



図 15 荒板と敷居の隙間



図 16 ●荒板と敷居の間に気流止めを充填

2.2.11 断熱・遮熱・気密改修における注意事項

1) 断熱改修工事による防露性能への影響

断熱改修によって気密性能が向上すると、同時に室内湿度が上昇し、部分的に結露を発生する可能性があります。この問題は加湿する開放型暖房設備の使用を控えることや、生活習慣の改善、換気システムの導入などによって緩和することができます。木部の劣化やカビ発生の原因となる結露の防止の観点から十分注意する必要があります。

本書で改修対象と想定している昭和 55 年基準相当の住宅では、平成 11 年基準で必須となっている防湿気密層の連続性が保たれていない物件が多く、室内の水蒸気が内外壁や小屋裏などに侵入しやすい構造となっています。特に、当時の関東以西の温暖地における施工現場では、関係者の間で内部結露に関する認識が低かったため、このような物件が多いと考えられます。

図 17 は防湿層付き断熱材の施工事例の写真ですが、外壁に充填された断熱材が胴差に到達していないことや、土台に架かる根太に邪魔されて断熱材の室内側に隙間が生じていることがわかります。このような施工状態では、壁内気流や濃度拡散によって水蒸気が侵入し、内部結露が発生しやすくなります。ただし、建設当時の温暖地では局所的に間欠暖房を行う生活習慣や、建物自体の低い気密性能が幸いし、実際には結露による実害がそれ程発生しなかったと考えられています。

また、断熱改修工事によって居室の湿度が上昇した場合、それとともに壁内や床下等の湿度も上昇すると考えられます。図 18 は、断熱改修前後(断熱改修工事は床の断熱と気流止めのみ)の外気と、室内及び壁内など各部位の絶対湿度の日平均値の関係を示したグラフです。居室における絶対湿度の上昇とともに、1階天井裏に位置する階間空間や床下、および付属防湿層の外側に位置する断熱材外気側の絶対湿度もともに上昇しています。

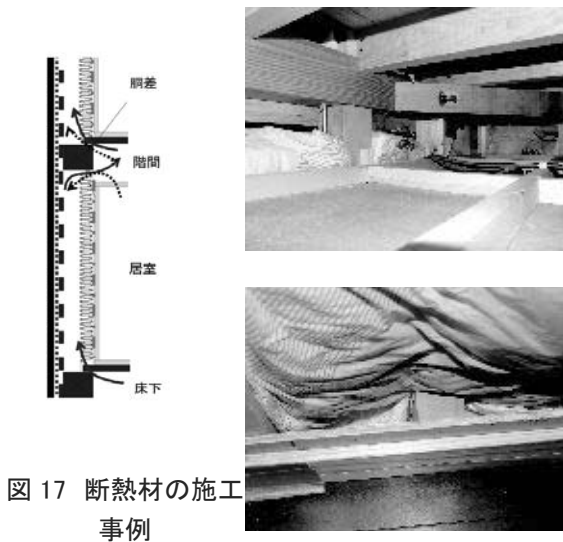


図 17 断熱材の施工事例

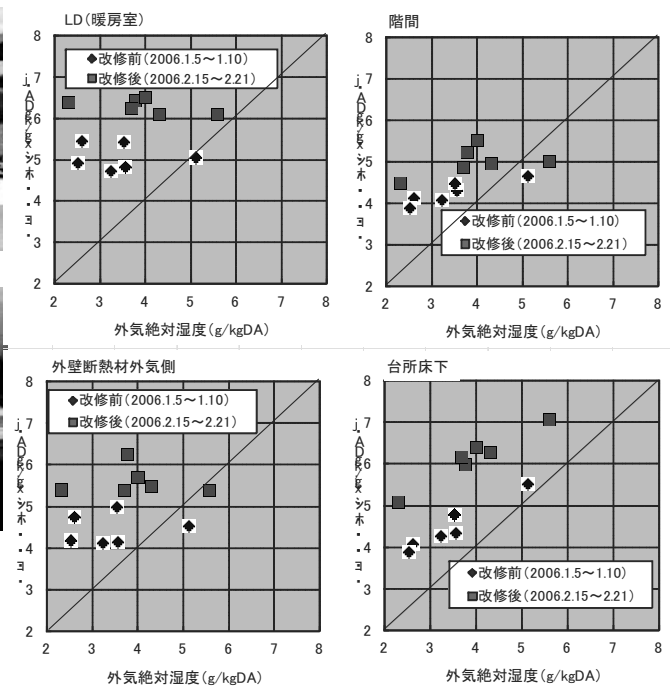


図 18 断熱改修前後の日平均値絶対湿度

図 19 は実験住宅における断熱改修工事後の絶対湿度の変動を示したグラフです。室内は朝方と夕方に暖房運転を行い、相対湿度を 50%程度に維持しています。外壁の断熱材外気側の値は、防湿層の外側にもかかわらず、外気よりも室内の変動パターンに近いことが読み取れます。

また、図 19 の床下空間については、地盤面の状態(べた基礎か布基礎)や水平方向の位置によって変動が異なります。その原因は、通気止めや断熱材の施工によって、壁内空隙の隙間性状や空気移動の経路が変化したことによるものと考えられます。

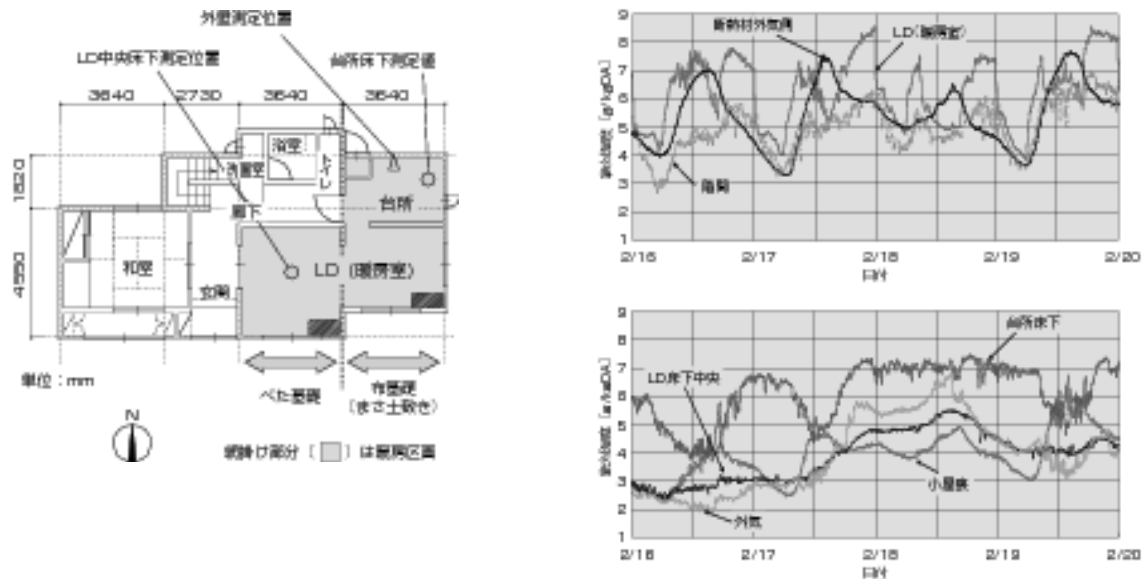


図 19 実験住宅における断熱改修工事後の絶対湿度変化

2) 生活上の注意事項

以上のように、断熱改修工事によって住宅内の湿度に変化が生じると予想されます。温暖地における一般的な改修物件は外皮の防湿措置も完全ではないため、内部結露を防止するためには、室内湿度を低く保ったり、高湿な状態の時間帯をできるだけ短縮したりするなどの生活上の対策が不可欠となります。本書が対象とする改修住宅の立地はIV地域以南に限定されますが、内部結露防止のために以下の対策を推奨します。

① 生活習慣の改善による水蒸気発生抑制

- ・開放型暖房機器の使用を控える。
- ・こまめに換気を行う。特に暖房・調理中や入浴後は注意する。
- ・加湿器の使用や洗濯物の室内干しを控える。

② 設備機器の導入等による湿度制御

- ・ルームエアコン(ヒートポンプ)や密閉型暖房器具(FF式暖房機)を導入する。
- ・換気システムを設置する。
- ・床下地盤の防湿工事を行う。

また、Ⅲ地域以北の外気温度が低い地域や、IV地域でも 24 時間連続暖房を行なう住宅では、防湿層を連続させる等、内部結露対策が必要と考えられます。