

## 第4章 建物外皮の熱遮断技術（要素技術の適用手法・2）

### 4.1 V地域における断熱外皮計画

古来、温暖地では萱葺きの厚い断熱屋根、大きな熱・湿気容量の土壁、開放的な間取りと窓配置で四季を過ごし、一方、寒冷地では木造軸組の中におがくずを入れ厳しい冬を過ごしていました。方向は異なりますが、それぞれ地域で生まれる材料を最大限に活用し、快適な生活を実現する知恵があります。

近年、断熱は省エネルギーと均一な居住環境実現のための要素技術として脚光を浴びていますが、ここでは、なるべく本来の目的に忠実に、様々な住宅形態に適応し、適時適温を実現する‘身近な技術’としてのいくつかの「断熱手法」を紹介していきます。

#### 4.1.1 断熱外皮計画の目的とポイント

##### 1 暖房エネルギーを抑制する

- 断熱外皮計画は、住宅の室内と室外との境界(外皮)における熱の出入りの抑制を目的としています。断熱化をはかった住宅は、無断熱の住宅に比べ、はるかに少ないエネルギーで室内の温熱環境を快適にすることができます。
- 図1は、年間の暖房費について、省エネルギー基準の平成11年基準、平成11年基準と平成4年基準の中間の断熱水準、平成4年基準、昭和55年基準の各断熱水準ごとに比較したグラフです。断熱が手厚くなるほど暖房費が抑制されます。
- 逆にいえば、少ない費用とエネルギーで、より広い室内空間の暖房が可能になります。

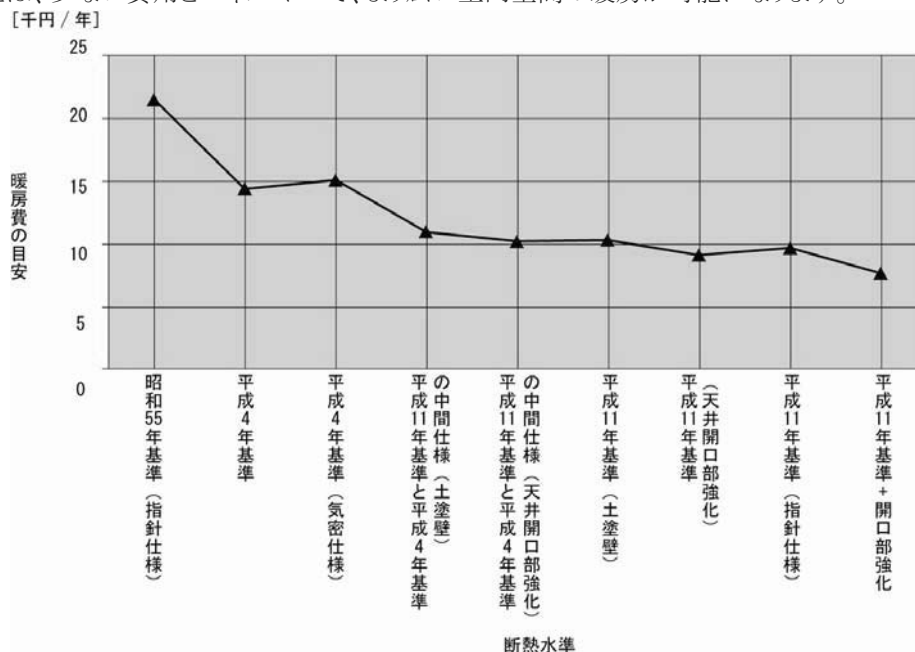


図1 断熱水準の違いによる年間暖房費の比較(鹿児島)

■設定条件: 部分間欠暖房: 在室時間帯のみを暖房することとし、室温 20℃に設定

- 住宅には、太陽からの日射により取得されるエネルギー(日射取得熱)や、生活の中で発生するエネルギー(内部発熱)があります。図2は、室温を上昇させるエネルギーとして、断熱化により暖房エネルギーが削減され、日射取得熱と内部発熱の寄与する割合が増えるイメージを表したものです。

- ・日射取得熱と内部発熱は、断熱がされていなければ短時間のうちに外へ逃げてしまいますが、断熱化をはかることによって、室温を上昇させるために有効なエネルギーとなります。

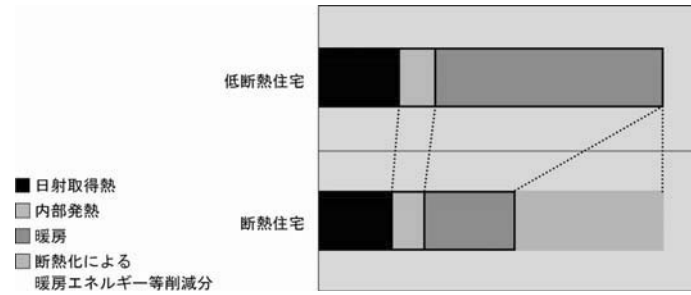


図 2 室温を一定水準まで上昇させるエネルギーの割合(概念図)

## 2 自然室温を維持する

- ・図 3 は、暖房していない部屋の室温(自然室温※)の変化を断熱仕様ごとに示したグラフです。グラフが示すように、断熱水準が上がるほど外気温に比べて室温が高くなります。
- ・非暖房室でも、暖房室からの熱の流入や日射取得熱・内部発熱により室温が上がります。断熱化をはかることにより、より高い室温を維持することができます。

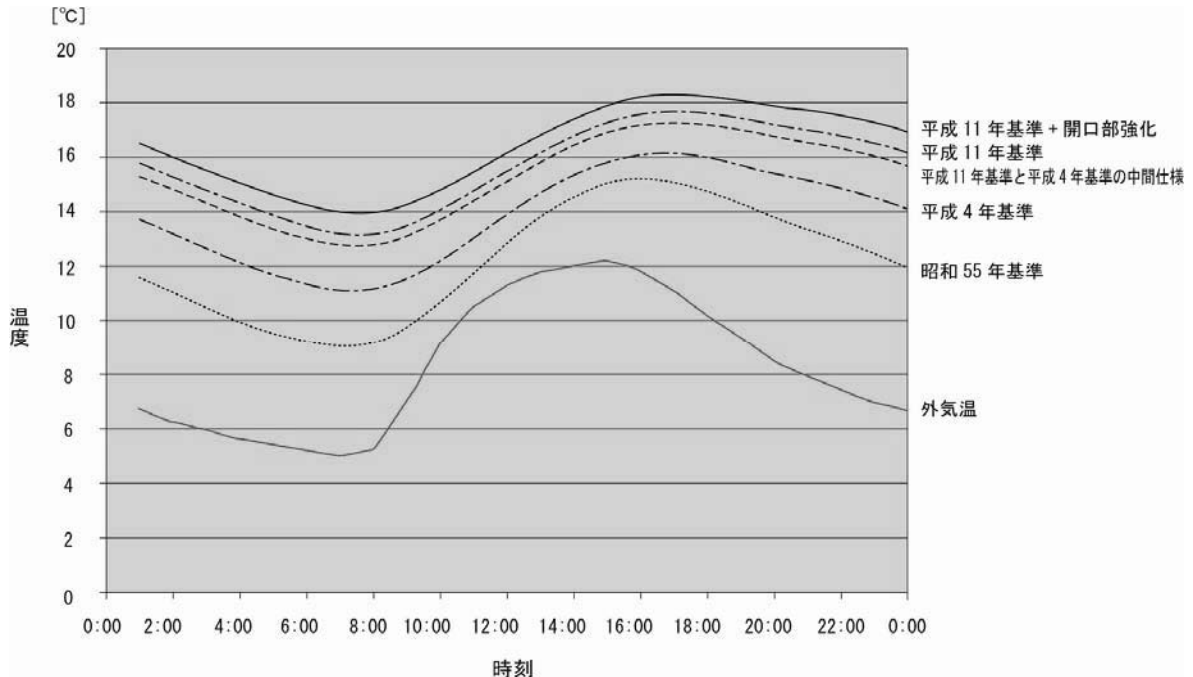


図 3 断熱水準と1月の平均的な自然室温との関係(鹿児島・1階便所)

※ 自然室温: 日射取得熱や内部発熱のみによる、暖冷房設備を使わないときの室温。  
ここでは、居室のみを部分間欠暖房している状況における、非暖房室である1階便所の自然室温を示しています。

## 3 壁や床、窓の表面温度を室温に近づける

- ・室温は低くないのだけれど、何となく寒く感じる……、といった経験をもつ方は多いと思われます。それは、室温(空気温度)と人が感じる温度(体感温度)に大きな差がある場合です。
- ・一般に居住空間における体感温度は、以下に示すように、周囲の窓・壁・床等の表面温度(平均放射温度)と室温の平均と考えられます。

体感温度の簡単な計算式

$$\text{体感温度} \approx \frac{\text{表面温度} + \text{室温}}{2}$$

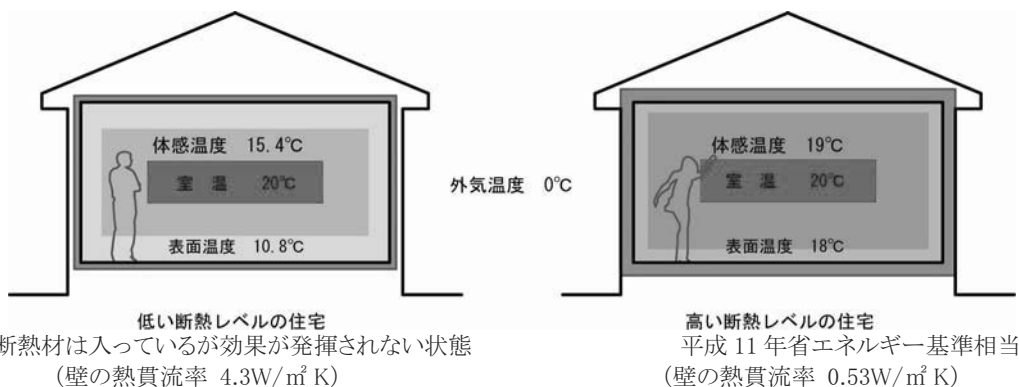


図 4 室温・表面温度と体感温度

- ・図 4 は、無断熱またはほとんど断熱がなされていない住宅と、ていねいな断熱がなされた住宅の室温と体感温度の違いを示しています。左図では、断熱が乏しいために壁の表面温度が低く、暖房により室温を 20°C にしても、体感温度は 15.4°C にしかなりません。一方、右図では断熱がしっかりなされているために、躯体の表面温度が室温に近づくので、左図と同じく室温 20°C とすれば、体感温度を 19°C とすることができます。
- ・このように、空気温度だけ上げるのでは十分な暖かさは得られません。断熱化によって壁などの表面温度を室温に近づけ、体感温度と室温の温度差を小さくすることが必要です。

#### 4 足元の温度を上げる

- ・寒さを感じる原因のもう 1 つに足元が冷えるという現象があります。これは断熱不足や漏気によるものです(図 5)。せっかく暖房しても、室内の上方は暖かいが足元が寒いというのでは快適とはいえません。
- ・床をはじめとした断熱性能の強化(断熱材の設置および漏気の防止)により、床の表面温度を上げ、室内の上下温度差や温度むらを小さくすることができます。

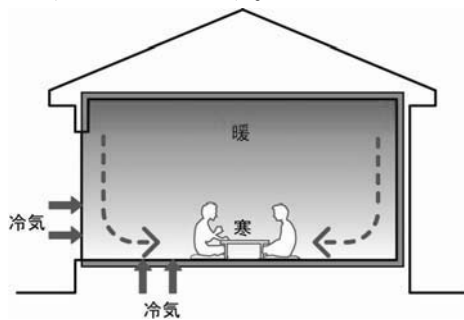


図 5 室内の上下温度差

#### 5 屋根からの日射熱を遮り上階室の暑さを和らげる

- ・夏の水平面は、多量の日射熱を受けます(図 6)。そのため、夏の屋根面の温度は 60~70°C にも達します。
- ・屋根や天井の断熱を強化することで、屋根が受けた日射熱が室内に入ることを防ぎ、上階室の暑さを和らげることができます。
- ・ただし、屋根断熱の場合には通気層(約 30 mm 以上)、天井断熱の場合には小屋裏換気が不可欠となります(詳細については「4.3 V 地域における日射遮蔽手法」参照)。

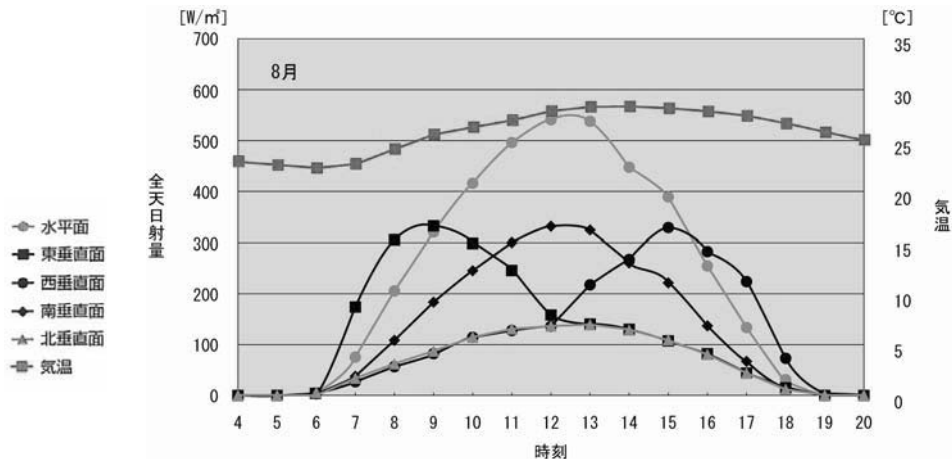


図 6 方位による全天日射量の違い(鹿児島・8月の月間平均値)

#### 4.1.2 断熱外皮計画による省エネルギー目標レベル

##### 1 目標レベルの定義

・断熱外皮計画による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 から 4 までとし、暖房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します。

レベル 0	暖房エネルギー削減	なし
レベル 1	暖房エネルギー削減率	30%程度(40%程度)
レベル 2	暖房エネルギー削減率	50%程度(50%程度)
レベル 3	暖房エネルギー削減率	55%程度(60%程度)
レベル 4	暖房エネルギー削減率	65%程度(70%程度)

- ・各目標レベルは、既存の省エネルギー基準<sup>\*1</sup>をもとにして、住宅の熱損失係数<sup>\*\*2</sup>により設定されます。
- ・2000 年時点における標準的な暖房エネルギー消費量は、部分間欠暖房が 5.0GJ(エネルギー消費量全体の 7%程度)、全館連続暖房が 13.4GJ(同 13%程度)となります(6.1 参照)。

※1 省エネルギー基準

昭和 54 年に制定された「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(「省エネ法」)に基づき定められた基準です。昭和 55 年に制定後、平成 4 年、平成 11 年に改正・強化され現在に至っています。昭和 55 年基準は「旧省エネルギー基準」、平成 4 年基準は「新省エネルギー基準」、平成 11 年基準は「次世代省エネルギー基準」と呼ばれることがあります。また、それらは住宅性能表示制度の評価方法基準における省エネルギー対策等級の等級 2、3、4 にほぼ対応するものです。

※2 熱損失係数

熱損失係数とは、一般的に「Q値」と呼ばれており、住宅の断熱性能を数値的に表す指標です。値が小さいほど断熱性能が高いことを表します。熱損失係数は、外壁、天井、床などの住宅の各部位から逃げる熱量(熱損失量)および換気・漏気にもなる熱損失量を計算し、住宅の延床面積で除して算出します。室内外の温度差が 1°C の時、住宅内部から外部へ逃げ出す単位時間(秒)、床面積 1 m<sup>2</sup>当たりの熱量(ジュール)です。

##### 2 目標レベルの達成方法

- ・断熱外皮計画による省エネルギーの各目標レベルは、基準となる熱損失係数の値を満たすような断熱手法を適用することにより達成することができます(表 1)。
- ・自立循環型住宅としての断熱レベルの比較対象となるレベル 0 は、昭和 55 年省エネルギー基準あるいはそれ以下の住宅を想定しています。また、レベル 2 は平成 4 年省エネルギー基準のⅢ地域相当の断熱性能としています。
- ・なお、目標レベルと住宅性能表示制度の「省エネルギー対策等級(温熱環境に関すること)」における等級との対応関係も表 1 に示しますので、参考として下さい。

表 1 断熱外皮計画の目標レベル

目標レベル	省エネルギー効果 (暖房エネルギー削減率)		熱損失係数	対応する省エネルギー基準	住宅性能表示制度・ 省エネルギー対策等級に よる等級
	部分間欠 暖房	全館連続 暖房			
レベル 0	0	0	8.3W/m <sup>2</sup> K以下	昭和 55 年省エネルギー基準 相当等の断熱水準	等級 1(昭和 55 年基準に 満たない場合) または等級 2(昭和 55 年 基準相当の場合)
レベル 1	30%程度	40%程度	4.6W/m <sup>2</sup> K以下	平成 4 年省エネルギー基準 相当の断熱水準	等級 3
レベル 2	50%程度	50%程度	3.3W/m <sup>2</sup> K以下	平成 11 年省エネルギー基準 と平成 4 年省エネルギー基 準の中間相当の断熱水準	等級 3
レベル 3	55%程度	60%程度	2.7W/m <sup>2</sup> K以下	成 11 年省エネルギー基準相 当の断熱水準	等級 4
レベル 4	65%程度	70%程度	2.1W/m <sup>2</sup> K以下	平成 11 年省エネルギー基準 を超える断熱水準	等級 4

### 3 対象とする住宅構法

- ・本章では、次の 2 つの住宅構法を取り上げ、それぞれの構法特性に配慮した断熱技術について解説し、目標レベルに到達するための断熱外皮計画のための手法を例示します。
  - a. 一般的な在来木造住宅
  - b. 伝統的な在来木造住宅(代表例として土塗壁)
- ・本章が対象としているのは、南九州等の蒸暑地(省エネルギー基準による地域区分の V 地域)の住宅です。この地域では、在来木造住宅といっても、様々な構法があり地域の特徴が反映されています。
- ・本章は、断熱を主体として住宅構法を検討するのではなく、そうした構法のそれぞれにふさわしい断熱手法を検討していただくことを重視しています。そのため、伝統的な在来木造住宅の代表として土塗壁を取り上げ、大壁を中心とする一般的な在来木造住宅と併せて断熱の手法を解説します。

#### 4.1.3 断熱外皮計画の検討ステップと目標レベルの設定

##### 1 断熱外皮計画の検討ステップ

ステップ1 ライフスタイルの指向などの条件の確認と目標レベルの設定

住まい手のライフスタイルの指向、住宅構造、建設費用等の条件を確認し、その条件に適した断熱水準の目標レベルを検討・設定します。

- 1) ライフスタイルの指向の確認
- 2) 断熱工事予算の確認
- 3) 住宅の構造・形態の確認
  - ・一般的な在来木造住宅
  - ・伝統的な在来木造住宅(土塗壁)



ステップ2 断熱計画の検討

住宅の断熱外皮計画の基本的な計画について検討します。

- 1) 断熱方法の検討(充填断熱・外張断熱・併用断熱)
- 2) 目標レベルごとの断熱計画手法の検討  
(部位への配分: 部位バランス型・部位強化型)



### ステップ3 断熱技術の検討

具体的な断熱技術、工法について検討します。

#### 1) 躯体の断熱技術の検討

- ・断熱材の種類と施工の配慮
- ・断熱層の基本構成
- ・気流止めの設置
- ・断熱材の施工
- ・各部位の断熱方法の検討

#### 2) 開口部の断熱技術の検討

- ・窓の選択
- ・サッシの選択
- ・内外付属物による断熱強化
- ・断熱戸の使用による効果

## 2 ライフスタイルの指向などの条件の確認と目標レベルの設定

断熱外皮計画の検討の第1ステップとして、住まい手のライフスタイル、住宅へのニーズなどを把握・整理し、目標レベルを設定します。

### 1) 温熱環境への希求度

- ・温暖地や南九州等の蒸暑地における室内温熱環境の質を表すものとして、室内の上下間や室間の温度むら(温度差)、暖房を止めた後の室温の低下が代表的な指標となります。
- ・表2に、目標レベルに応じたそれら2つの指標を示します。
- ・1)は暖房時における暖房室と非暖房室の温度差、2)は明け方頃における外気温と自然室温(なりゆき温度)との差です。どちらも断熱水準に対応して変化します。
- ・表2の数値の差は、それほど大きくは感じられないかもしれませんが、人が感じる快・不快の境は、わずかに1~2°Cの差が大きく影響します。
- ・これらを参考に、住まい手がどの程度の温熱環境を望んでいるのかを確認した上で、目標レベルを設定して下さい。

表2 断熱水準と温度差

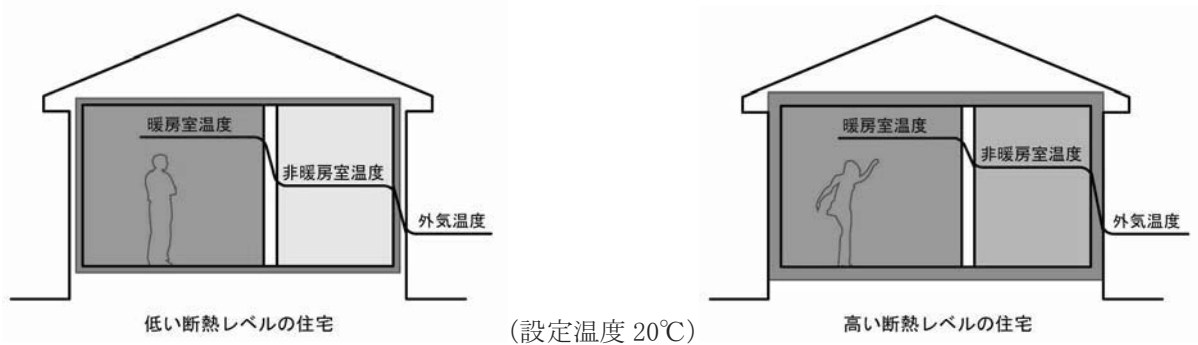
断熱水準	1)暖房時の暖房室と非暖房室	2)外気温と室温(自然室温)※
レベル0	7°C程度	4°C程度
レベル1	5.5°C程度	6°C程度
レベル2	4°C程度	7.5°C前後
レベル3	3°C程度	8°C前後
レベル4	2.5°C程度	9°C程度

#### ■設定条件

住宅プラン:住宅モデル(タイプA)(第6章参照)

暖房室:居間・食事室

暖房スケジュール:07:00~10:00    12:00~14:00    16:00~22:00



- 低い断熱レベルの住宅 (設定温度 20°C)
- 1) 暖房室と非暖房室の温度差: 大
  - 2) 非暖房室と外気の温度差: 小
- 高い断熱レベルの住宅
- 1) 暖房室と非暖房室の温度差: 小
  - 2) 非暖房室と外気の温度差: 大

図7 暖房室・非暖房室・外気の温度差(イメージ)

## 2) 断熱水準の向上にともなうエネルギーコスト

- ・住宅プラン、住まい方、暖冷房設備とその運転時間などの条件が全く同じであれば、たとえわずかでも断熱化をはかれば、必ず省エネルギー・省コストの効果があります。その効果は、暖房時間が長くなるほど、また暖房面積が大きくなるほど大きくなります。
- ・図8は、断熱水準ごとの年間暖冷房費用の例を示したものです。高断熱になればエネルギー消費が削減されることがわかります。部分間欠暖冷房において、レベル0の暖冷房エネルギーコスト(ランニングコスト)は、レベル1で21%減、レベル2で33%減、レベル3で34%減、レベル4で40%減となります。
- ・目標レベルを設定するための参考として下さい。

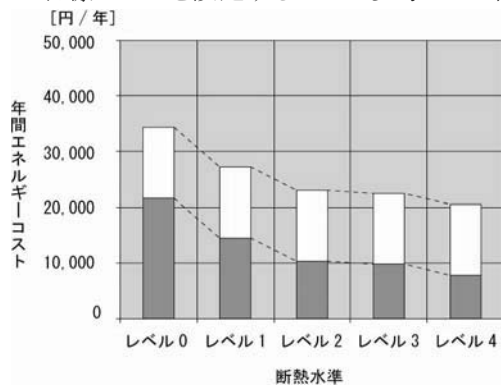


図8 断熱水準と暖冷房費用(部分間欠暖冷房)

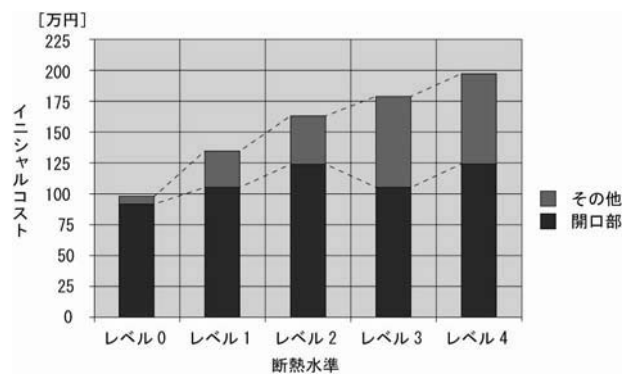


図9 断熱水準とイニシャルコスト

## 3) 断熱水準の向上にともなうイニシャルコスト

- ・断熱水準の向上にともなうイニシャルコスト増の目安を図9に示します。
- ・これらは本書で対象とする仕様について概算したものであり、あくまでも目安です。
- ・目標レベルを設定するための参考として下さい。

## 4) 住宅構造

- ・本章では在来木造住宅のうち、大壁を中心とする一般的な構造・構法の住宅の他に、伝統的な土塗壁住宅を例として取り上げることとしました。
- ・土塗壁住宅は、大壁工法の住宅に比べて、厚い断熱材を充填することが難しく、断熱と結びつきにくい住宅構造と考えられがちです。
- ・しかし、断熱外皮技術のバリエーションは数多く存在します。土塗壁の住宅であっても、その構法の特徴に適した断熱外皮技術があります。本章ではそのいくつかを紹介しますので、それらを参考にして、様々な構法に適した断熱外皮技術と目標レベルの設定をして下さい。

#### 4.1.4 断熱計画の検討

##### 1 断熱方法の選択

・木造住宅の断熱方法は、以下の充填断熱と外張断熱の2つに大別されます(図10)。

①充填断熱:柱・間柱の間、垂木の間、根太の間などの構造材の間に断熱材を充填する断熱工法をいいます。

②外張断熱:軸組、構造体の外側に断熱層を設ける断熱工法をいいます。

・住宅全体の断熱について、これらのどちらか1つの方法を選択しなければならないというものではありません。それぞれ長所・短所がありますので、住宅の部位ごとに適した方法を選択して行うことが大切です。寒冷地では断熱材の厚みを確保するため、同じ部位で充填断熱と外張断熱の両方を併用する(充填+付加断熱工法とも呼ばれています)こともあります。

・建物上部(屋根まわり)の断熱方法には、天井断熱と屋根断熱の2種類があります。天井断熱のうち桁上断熱は、まだ一般的な断熱方法ではありませんが、様々な断熱材を用いることができ、欠損の少ない断熱施工のために考案された断熱方法です。

・建物下部(床まわり)の断熱方法には、床断熱、基礎断熱、土間床断熱の3種類があります。

・こうした木造住宅の断熱方法を部位別に整理すると、表3のようになります(詳細については、「4.1.5 断熱技術の検討 1 5)各部位の断熱方法の検討」を参照して下さい)。

表3 木造住宅の断熱方法

建物部位	断熱部位	断熱方法
建物上部(屋根まわり)	天井断熱	充填断熱
		外張断熱(桁上断熱)
	屋根断熱	充填断熱
		外張断熱 併用断熱(充填+付加断熱)
外壁	外壁断熱	充填断熱
		外張断熱
		併用断熱(充填+付加断熱)
建物下部(床まわり)	床断熱	充填断熱
	基礎断熱	外張断熱(基礎の外側または内側)
	土間床断熱(玄関土間等)	

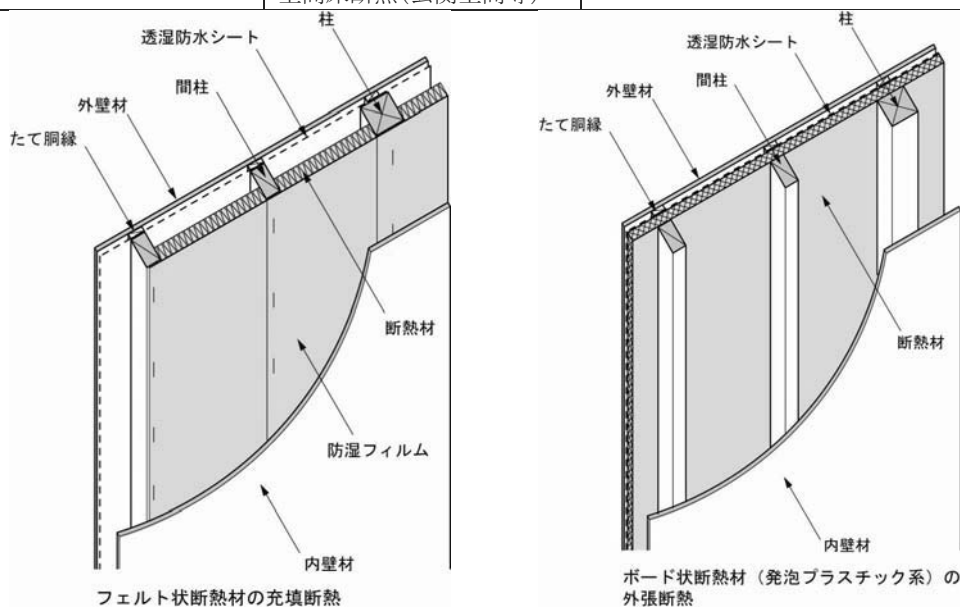


図10 充填断熱と外張断熱



## 2 各部位への断熱性能の配分

### 1) 部位バランス型 (図 11 ①)

省エネルギー基準には、設計施工の指針として、部位ごとの断熱基準(必要とされる断熱材の熱抵抗値および厚さ)が規定されています。部位ごとの断熱基準は、各部位の断熱性のバランスを考慮して設定された基準です(本書では部位バランス型と呼びます)。この基準を適用することによって、目標レベルを達成する方針を立てることができます。

### 2) 部位強化型 (図 11 ②)

住宅の構法、例えば土塗壁や真壁の場合、外壁内に厚い断熱材を充填するのには限界があります。このような場合、外壁以外の部位の断熱を強化することにより、外壁の断熱を低減することができます(本書では部位強化型と呼びます)。

「4.1.6 断熱計画の事例」では、目標レベルごとに具体的な例を示しています。

部位バランス型では、レベル3について充填断熱、桁上断熱・基礎断熱、外張断熱の3つの事例を示しています。

部位強化型では、省エネルギー基準による地域区分のV地域という蒸暑地における夏期の防暑・遮熱対策に配慮して、レベル1~3について、天井部と開口部の断熱を強化した5つの事例を示しています。

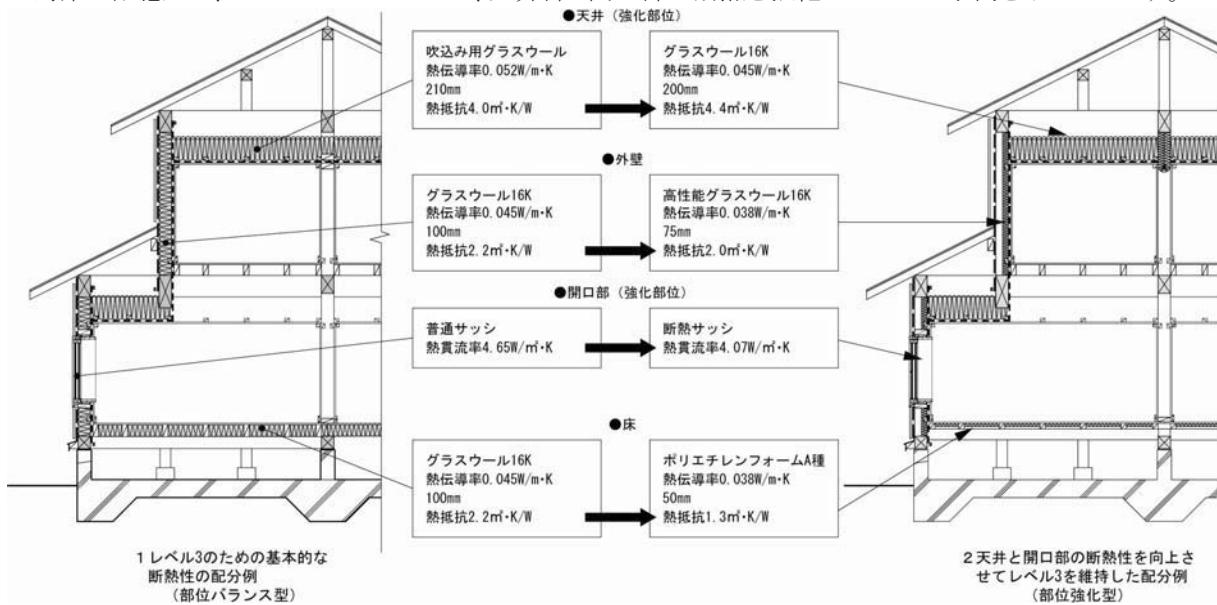


図 11 断面計画手法 (部位への配分)

熱伝導率: 材料の熱の伝えやすさの指標。材料の両側の表面温度差が  $1^{\circ}\text{C}$  のとき、単位面積、単位厚さの材料を単位時間に伝わる熱量 (単位:  $\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ )。

熱抵抗: 材料の熱の伝えにくさの指標 (単位:  $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ )。

熱貫流率: 窓や壁などの両側の気温差が  $1^{\circ}\text{C}$  のとき、単位面積、単位時間当たり伝わる熱量 (単位:  $\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$ )。窓サッシの断熱性を表すときには、熱貫流率が用いられる。

### 4.1.5 断熱技術の検討

ここでは、躯体および開口部の断熱技術について解説します。断熱技術は、省エネルギーの必要性が認識されるようになりたいへんに進歩してきました。躯体については、断熱材やその施工法に様々な改良が加えられ、施工後タレ下がるなどの欠点が改良されてきています。また開口部については、断熱サッシなど、品質・性能ともにより製品が供給されるようになっています。

## 1 躯体の断熱技術の検討

目標とする断熱性能は、単に断熱材を押し込むだけでは得られません。また、内部結露などの障害についても対応する必要があります。ここでは、断熱の基本となる躯体の断熱技術について解説します。表 4 に、各種断熱材の熱伝導率と所要の熱抵抗値を得るために必要な厚みを一覧にして示します。

### 1) 断熱材の種類と特徴

主な断熱材の種類とその特徴は、次のとおりです。

#### ① フェルト状断熱材

グラスウール、ロックウールなどの繊維系のフェルト状断熱材は、寸法の可変性、切断・施工の容易さ、安価であること、不燃性であることなどから、各部位への適用範囲が広く最も一般的な断熱材といえます。短所は、通気性があるため断熱層内に気流があると断熱性能が低下すること、柔軟性があるため施工の良し悪しによって断熱性能のばらつきが生じやすいことなどです。このため、壁と床・天井との取合い部などの通気止めを確実に行って、壁体や断熱材の内部に気流が生じないようにするとともに、躯体内部の所定の位置にしっかりと充填し、固定することが必要です。

#### ② 吹込み用断熱材

天井や屋根、壁等に吹き込んで使用するバラ状の断熱材です。種類は、グラスウール、ロックウール、セルローズファイバーなどがあります。フェルト状の断熱材に比べると、同じ厚さの場合断熱性能は若干低いですが、天井の断熱に用いる場合などには、一般に施工が容易になります。

#### ③ ボード状断熱材

床断熱や構造躯体の外側に外張断熱工法として使用することが多い断熱材です。種類は、押出法ポリスチレンフォーム、ビーズ法ポリスチレンフォーム、硬質ウレタンフォーム、ポリエチレンフォーム、フェノールフォーム(以上は発泡プラスチック系断熱材)、グラスウール、ロックウールなどがあります。一般的にフェルト状断熱材に比べると、同じ厚さの場合断熱性能が高いのが特徴です。

プラスチック系のボード状断熱材は、気泡が細かく独立性が高いほど、断熱性能は高くなります。また、吸水率が低いためフェルト状断熱材のような問題が少なくなります。短所としては火や紫外線に弱いため、軸組や構造体の外側に設ける場合は防火性能を有する外装材と組み合わせる必要があります。

#### ④ 現場発泡断熱材

吹付け硬質ウレタンフォーム断熱材などの現場発泡断熱材は、断熱施工が容易な点が最大の特徴といえますが、発泡倍率、施工環境が不適切な状態で施工されている例もみられるため、施工仕様書に基づいた施工を行うことが重要です。

表 4 必要とされる熱抵抗を得るための各断熱材の最低厚さ(d)等の早見表(単位:mm) $d = \lambda \times R_c \times 1000$

熱抵抗値 $R_c$ ( $m^2 \cdot K/W$ )	熱伝導率 $\lambda$ 単位 $W/m \cdot K$																											
	0.052	0.051	0.050	0.049	0.047	0.045	0.044	0.043	0.042	0.040	0.039	0.038	0.037	0.036	0.035	0.034	0.033	0.032	0.030	0.029	0.028	0.027	0.026	0.024	0.023	0.022		
	0.2	11	11	10	10	10	9	9	9	8	8	8	8	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	5	5	5		
0.3	16	16	15	15	15	14	14	13	13	12	12	12	12	11	11	11	10	10	9	9	9	9	8	8	7	7		
0.4	21	21	20	20	19	18	18	18	17	16	16	16	15	15	14	14	14	13	12	12	11	11	10	10	9	9		
0.5	26	26	25	25	24	23	22	22	21	20	20	19	19	18	18	17	17	16	15	15	14	14	13	12	12	11		
0.6	32	31	30	30	29	27	27	26	26	24	24	23	23	22	21	21	20	20	18	18	17	17	16	15	14	14		
0.7	37	36	35	35	33	32	31	31	30	28	28	27	26	26	25	24	24	23	21	21	20	19	19	17	17	16		
0.8	42	41	40	40	38	36	36	35	34	32	32	31	30	29	28	28	27	26	24	24	23	22	21	20	19	18		
0.9	47	46	45	45	43	41	40	39	38	36	36	35	34	33	32	31	30	29	27	27	26	25	24	22	21	20		
1.0	52	51	50	49	47	45	44	43	42	40	39	38	37	36	35	34	33	32	30	29	28	27	26	24	23	22		
1.1	58	57	55	54	52	50	49	48	47	44	43	42	41	40	39	38	37	36	33	32	31	30	29	27	26	25		
1.2	63	62	60	59	57	54	53	52	51	48	47	46	45	44	42	41	40	39	36	35	34	33	32	29	28	27		
1.4	73	72	70	69	66	63	62	61	59	56	55	54	52	51	49	48	47	45	42	41	40	38	37	34	33	31		
1.5	78	77	75	74	71	68	66	65	63	60	59	57	56	54	53	51	50	48	45	44	42	41	39	36	35	33		
1.7	89	87	85	84	80	77	75	74	72	68	67	65	63	62	60	58	57	55	51	50	48	46	45	41	40	38		
1.8	94	92	90	89	85	81	80	78	76	72	71	69	67	65	63	62	60	58	54	53	51	49	47	44	42	40		
2.0	104	102	100	98	94	90	88	86	84	80	78	76	74	72	70	68	66	64	60	58	56	54	52	48	46	44		
2.1	110	108	105	103	99	95	93	91	89	84	82	80	78	76	74	72	70	68	63	61	59	57	55	51	49	47		
2.2	115	113	110	108	104	99	97	95	93	88	86	84	82	80	77	75	73	71	66	64	62	60	58	53	51	49		
2.3	120	118	115	113	109	104	102	99	97	92	90	88	86	83	81	79	76	74	69	67	65	63	60	56	53	51		
2.5	130	128	125	123	118	113	110	108	105	100	98	95	93	90	88	85	83	80	75	73	70	68	65	60	58	55		
2.6	136	133	130	128	123	117	115	112	110	104	102	99	97	94	91	89	86	84	78	76	73	71	68	63	60	58		
2.7	141	138	135	133	127	122	119	117	114	108	106	103	100	98	95	92	90	87	81	79	76	73	71	65	63	60		
2.9	151	148	145	143	137	131	128	125	122	116	114	111	108	105	102	99	96	93	87	85	82	79	76	70	67	64		
3.0	156	153	150	147	141	135	132	129	126	120	117	114	111	108	105	102	99	96	90	87	84	81	78	72	69	66		
3.1	162	159	155	152	146	140	137	134	131	124	121	118	115	112	109	106	103	100	93	90	87	84	81	75	72	69		
3.2	167	164	160	157	151	144	141	138	135	128	125	122	119	116	112	109	106	103	96	93	90	87	84	77	74	71		
3.3	172	169	165	162	156	149	146	142	139	132	129	126	123	119	116	113	109	106	99	96	93	90	86	80	76	73		
3.5	182	179	175	172	165	158	154	151	147	140	137	133	130	126	123	119	116	112	105	102	99	96	91	84	81	77		
3.6	188	184	180	177	170	162	159	155	152	144	141	137	134	130	126	123	119	116	108	105	101	98	94	87	83	80		
3.8	198	194	190	187	179	171	168	164	160	152	149	145	141	137	133	130	126	122	114	111	107	103	99	92	88	84		
4.0	208	204	200	196	188	180	176	172	168	160	156	152	148	144	140	136	132	128	120	116	112	108	104	96	92	88		
4.1	214	210	205	201	193	185	181	177	173	164	160	156	152	148	144	140	136	132	123	119	115	111	107	99	95	91		
4.2	219	215	210	206	198	189	185	181	177	168	164	160	156	152	147	143	139	135	126	122	118	114	110	101	97	93		
4.5	224	220	225	221	212	203	198	194	189	180	176	171	167	162	158	153	149	144	135	131	126	122	117	108	104	99		
4.6	240	235	230	226	217	207	203	198	194	184	180	175	171	166	161	157	152	148	138	134	129	125	120	111	106	102		
5.0	260	255	250	245	235	225	220	215	210	200	195	190	185	180	175	170	165	160	150	145	140	135	130	120	115	110		
5.2	271	266	260	255	245	234	229	224	219	208	203	198	193	188	182	177	172	167	156	151	146	141	136	125	120	115		
5.5	286	281	275	270	259	248	242	237	231	220	215	209	204	198	193	187	182	176	165	160	154	149	143	132	127	121		
5.7	297	291	285	280	268	257	251	246	240	228	223	217	211	206	200	194	189	183	171	166	160	154	149	137	132	126		
6.0	312	306	300	294	282	270	264	258	252	240	234	228	222	216	210	204	198	192	180	174	168	162	156	144	138	132		
6.6	344	337	330	324	311	297	291	284	278	264	258	251	245	238	231	225	218	212	198	192	185	179	172	159	152	146		
住宅用グラスウール	10K			16K			20K			24K			32K															
高性能グラスウール																												
吹込用グラスウール		GW-1								30K																		
		GW-2								35K																		
		(38)																										
住宅用ロックウール													マット・フェルト		ボード													
吹込用ロックウール					25K							65K																
A種ビーズ法 ポリスチレンフォーム保温板						4号				3号			2号	1号							特号							
A種押出法 ポリスチレンフォーム保温板										1種												3種						
A種硬質 ウレタンフォーム保温板																				1種	2種	2種	2種	2種	2種	2種	1号	
建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム										A種3											A種1	A種2						
A種ポリエチレンフォーム保温板									1種 1号 2号			2種				3種												
A種フェノールフォーム保温板														2種 1号 3種 2号		2種 2号						2種 3号					1種 1号 2号	
吹込み用 セルローズファイバー										25K																		
										45K																		
										55K																		
断熱材のグループ	A1	A2			B			C			D		E		F													

K=kg/m<sup>3</sup>(密度) ※GW-1は施工密度13K,GW-2は施工密度18K

出典:「住宅の省エネルギー基準の解説(改訂第3版)」(財)建築環境・省エネルギー機構発行

表4の使用方法(例)

例1:「A種ポリエチレンフォーム保温板 2種」の熱伝導率は、当該断熱材の行を右に追って「2種」の列を特定し、上にたどることによって表の最上部に熱伝導率 0.038W/m・Kを見出すことができます。

例2:「住宅用グラスウール 16K」を用いて熱抵抗値 4.0 m<sup>2</sup>・K/Wを得るための必要厚さは、住宅用グラスウールの 16Kの縦欄と熱抵抗の目標値 4.0の横欄とが交わる 180 mmであることがわかります。なお、住宅用グラスウール 16Kの熱伝導率は 0.045W/m・K にあたります。

## 2) 断熱層の基本構成

- ・住宅内では、4人家族が生活している場合、人体からや生活行為によって、1日に約3～5ℓの水分が発生します。冬期に、これらの水分が壁や屋根の内部に浸入しそのまま放置されると、冷やされて内部結露が生じてしまいます。これを防ぐために室内側には極力連続して防湿層<sup>※1</sup>を設置するなどの措置が必要となります。
- ・防湿層のわずかな隙間から浸入した水分、断熱材や木材、合板などに含まれる水分が断熱材の中で滞留し、結露が生じる危険性があります。それを防止し、構造体内の乾燥を促進させるため、外壁通気層、床下換気、小屋裏換気などを設け、断熱材の外側を外気に開放させます(図13)。
- ・断熱材にグラスウール等の繊維系断熱材を用いる場合は、断熱材の外側に、透湿性・防風性のある防風層<sup>※2</sup>を設ける必要があります。この防風層には、外装材等から浸入する雨水が構造体内部を湿潤化させないよう、防水性もしくは撥水性のある材料を選択します。
- ・以上のように、断熱材の室内側には透湿抵抗の高い防湿層を、断熱材の室外側には透湿性・防風性・防水性のある防風層を施工し、通気層等を設けるのが断熱層の基本構成となります(図12)。
- ・また、一般的な木造住宅では、およそ30㎡程度の木材が使われます。竣工後、この木材に含まれている水分が、壁などの構造体内部に放出されることとなります。この水分により、一時的に内部結露が生じる危険性が少なくないため、木材は乾燥材(重量含水率20%以下)を使うことが内部結露防止のために大切です。

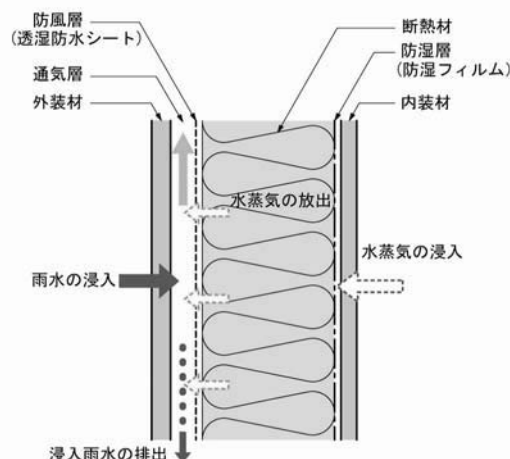


図12 断熱層の基本構成(外壁の例)

### ※1 防湿層:

室内で発生する湿気が、構造体内部に浸入することを防ぐための層です。防湿層を形成する防湿材には防湿フィルムと、部位によっては合板を用いることができます。防湿フィルムによる場合には、防湿フィルム付き断熱材の「付属防湿フィルム」を用いる方法と、別途、防湿フィルムを施工する「別張り防湿フィルム」があります。

### ※2 防風層:

防風層は、断熱効果の維持や構造体の耐久性維持のために湿気を排湿する透湿性、冷気が構造体内に侵入することを防止するための防風性、外装材等からの雨漏りを構造体内部に浸入させないための防水性もしくは撥水性が要求される層です。防風層を形成する防風材には透湿防水シートなどが用いられています。

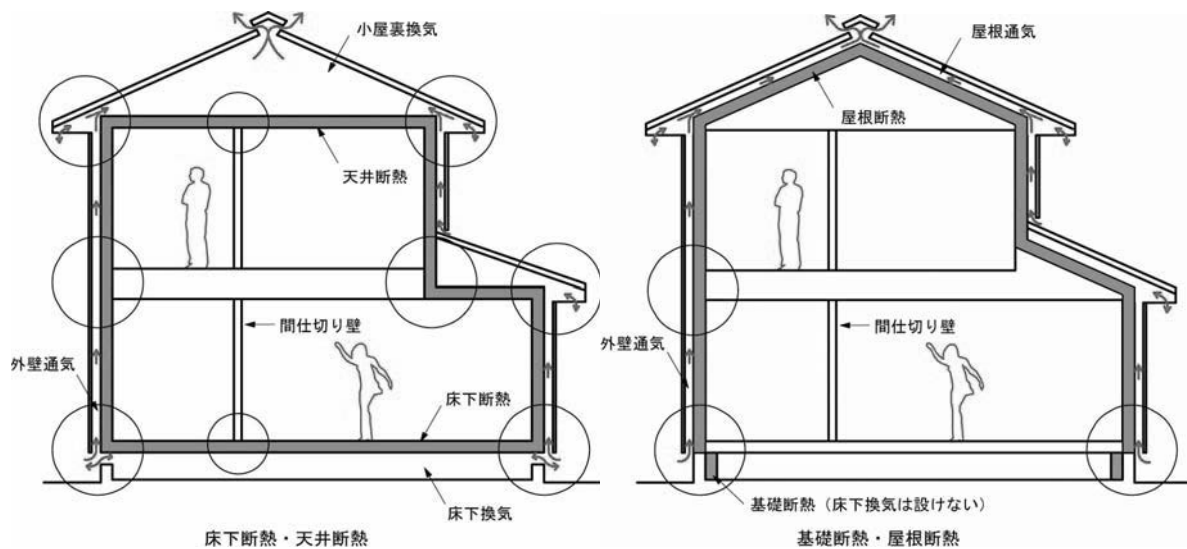


図 13 断熱層外側における各種の換気・通気措置

### 3) 気流止めの設置

従来の木造軸組構法は、床下、壁内、小屋裏などの構造空隙が連続しており、そこに生じる躯体内気流によって柱・梁などの構造木材の乾燥維持がはかられてきました。

しかし、現在の断熱住宅で多く用いられている充填断熱では、そうした構造体内部に断熱材を充填するので、躯体内気流が生じると断熱性が十分得られなくなることがあります。断熱効果を十分に発揮させるためには、床下から壁(外壁・間仕切り壁)への気流と、壁から小屋裏への気流を止める必要があります。そのために、壁の上下端部に「気流止め」を設置します。

気流止めは、充填断熱の場合に必要なになりますが、外壁を外張断熱として屋根断熱や基礎断熱を用いる場合などでは不要です。

気流止めの主な方法には、以下の4種類があります。

方法1: 床下地合板や内装下地ボード等の面材により気流止めを行う

床下地合板や壁・天井下地の石膏ボード等の面材によって気流止めをする方法です。ただし、断熱レベルをレベル3または4とする場合、外壁と小屋裏(天井)との取合いの気流止めでは、防湿フィルムと組み合わせて気流止めをする必要があります。床に合板や実付きの床材を用いる場合や間仕切り壁では防湿フィルムは不要です。

方法2: 栈木により気流止めを行う

気流経路をふさぐことのできる所要の大きさの木材を取り付けることによって、気流止めをする方法です。

方法3: 防湿フィルムと押さえ材等により気流止めを行う

防湿フィルムを取り付けて気流止めをする方法です。ただし、防湿フィルムの端部は単にタッカー留めするだけではなく、下地(桁など)や受け木と防湿フィルム押さえ(幅40mm、厚さ15mm程度以上の木材)でしっかりと挟んで取り付ける必要があります。

方法4: 専用部材等により気流止めを行う

グラスウール専用部材の充填や防湿フィルムを桁に留め付けることのみによる気流止めです。この方法は、レベル1または2のみには適用できますが、より確実な気流止めが求められるレベル3または4には適用できません。

気流止めの設置位置とその方法を整理すると、表 5 のようになります。また、次頁以降に、各部位の気流止めの納まり例を工法別に示しますが、床との取合いを方法 1 とし、小屋裏(天井)との取合いを方法 2 とするなど組み合わせは自由です。これらを参考に気流止めの措置を検討して下さい。

表 5 部位ごとの気流止めの方法

気流止め位置		気流止めの方法	適用レベル
外壁	小屋裏(天井)との取合い部	方法 1 防湿フィルム+内装下地ボードによる気流止め	レベル 1~4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 3 防湿フィルムと押さえ材による気流止め	
		方法 4 防湿フィルムのみによる気流止め	レベル 1・2
	床との取合い部	方法 1 床下地合板による気流止め	レベル 1~4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 3 防湿フィルムと受け木による気流止め	
		方法 4 専用部材による気流止め	レベル 1・2
間仕切り壁	小屋裏(天井)との取合い部	方法 1 防湿フィルム+天井下地ボードによる気流止め	レベル 1~4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 4 専用部材による気流止め	レベル 1・2
	床との取合い部	方法 1 床下地合板による気流止め	レベル 1~4
		方法 2 栈木による気流止め	
		方法 4 専用部材による気流止め	レベル 1・2

① 外壁-1 (内壁が大壁の場合)

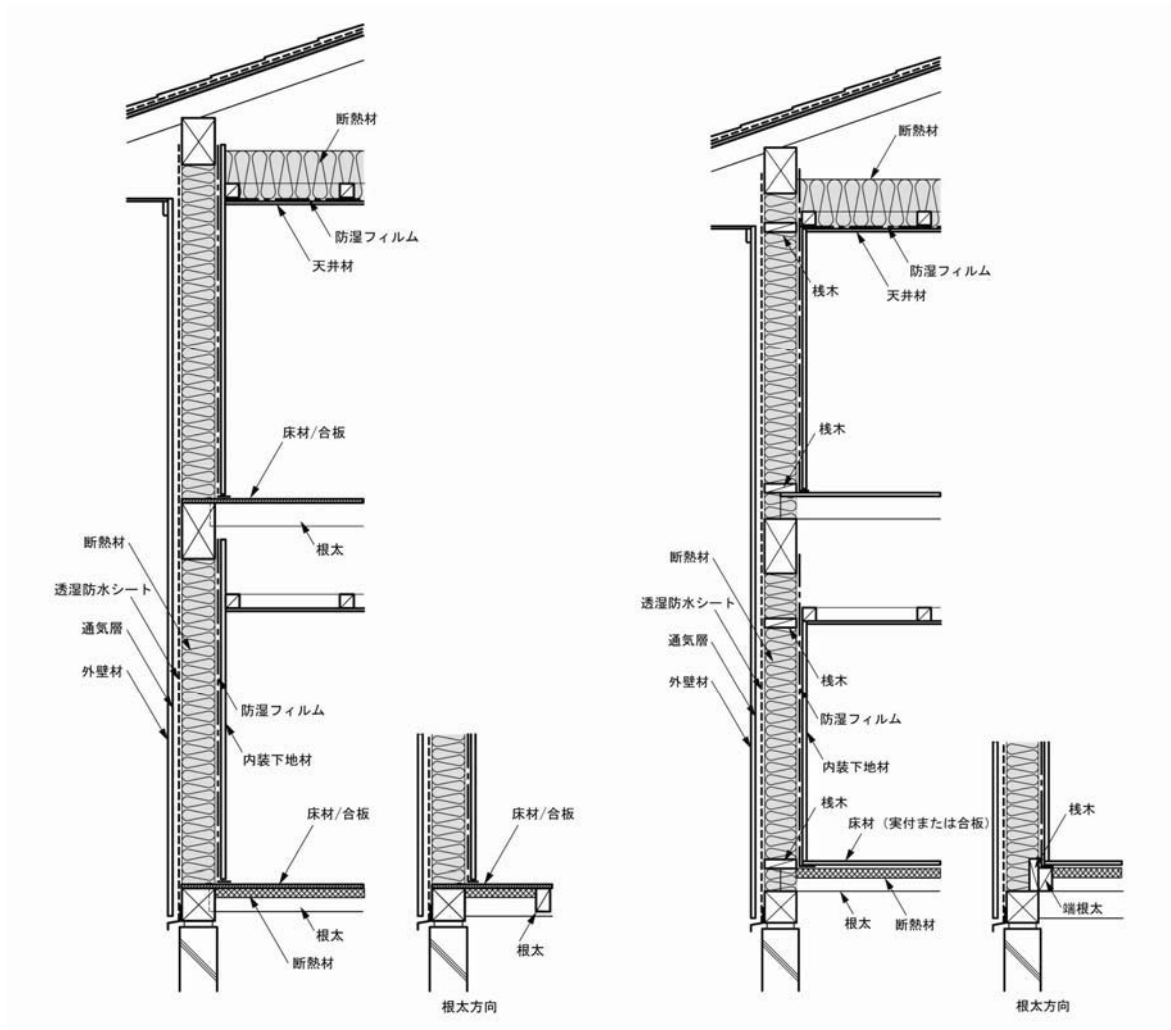


図 14 方法 1 による気流止め例

図 15 方法 2 による気流止め例

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルム+内装下地ボードによる気流止め]
- 床との取合い部  
[床下地合板による気流止め]

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[栈木による気流止め]
- 床との取合い部  
[栈木による気流止め]

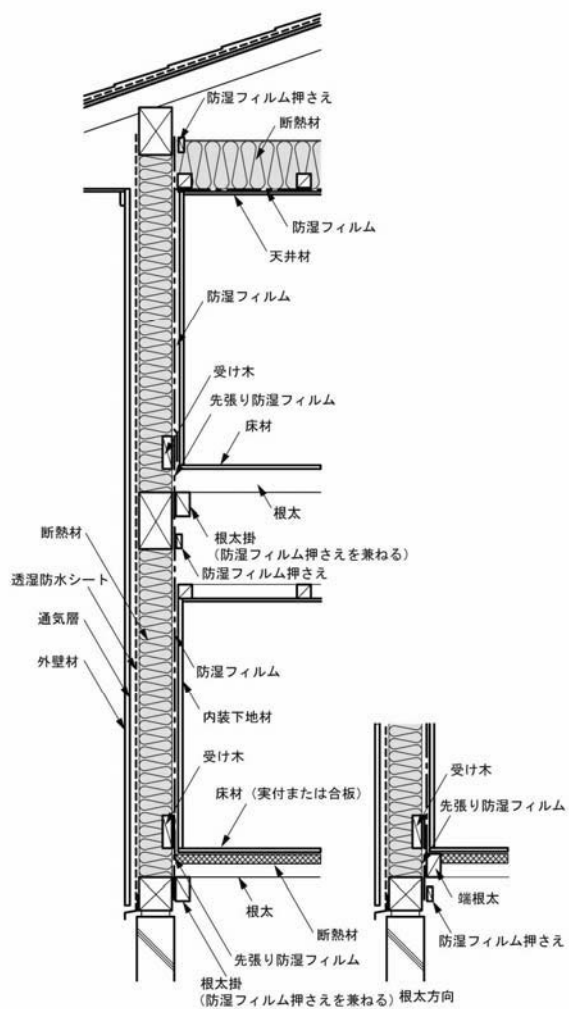


図 16 方法 3 による気流止め例

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルムと押さえ材による気流止め]
- 床との取合い部  
[防湿フィルムと受け木による気流止め]

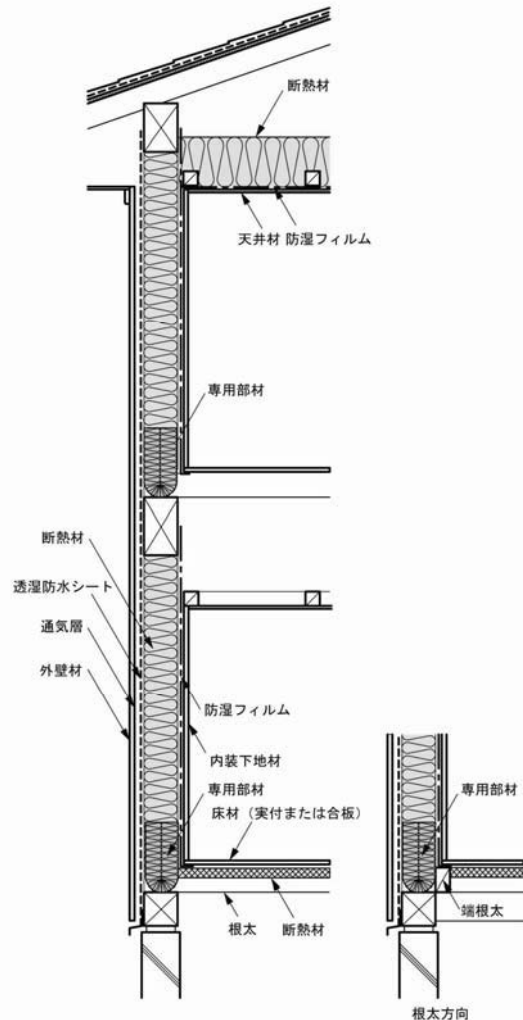


図 17 方法 4 による気流止め例

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルムのみによる気流止め]  
<レベル 1・2 のみ適用>
- 床との取合い部  
[防湿フィルムと受け木による気流止め]



② 外壁-2 (内壁が面材張り真壁の場合)

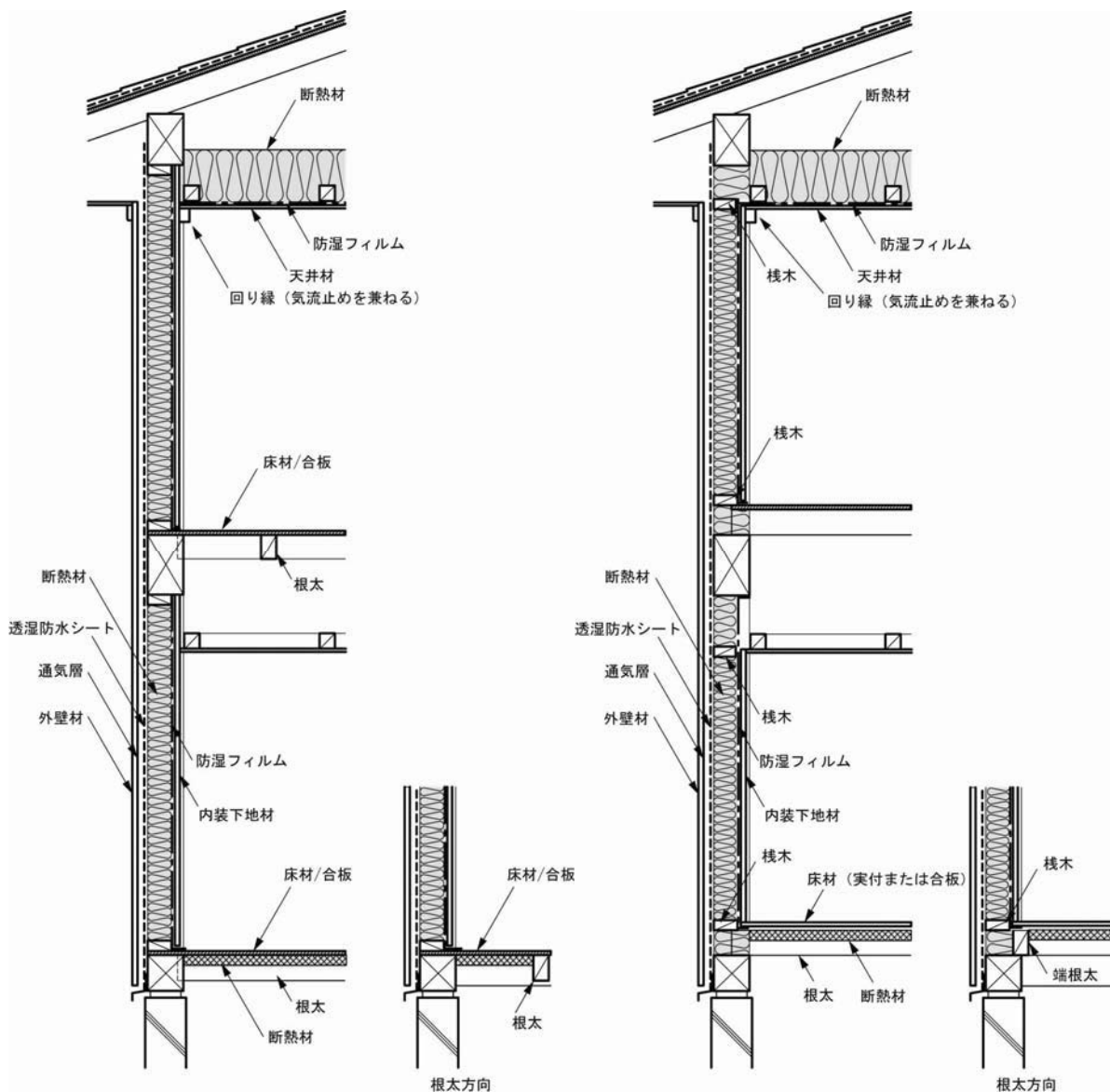


図 18 方法 1 による気流止め例

図 19 方法 2 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルム+内装下地ボードによる気流止め]
- ・床との取合い部  
[床下地合板による気流止め]

- ・小屋裏(天井)との取合い部  
[栈木による気流止め]
- ・床との取合い部  
[栈木による気流止め]

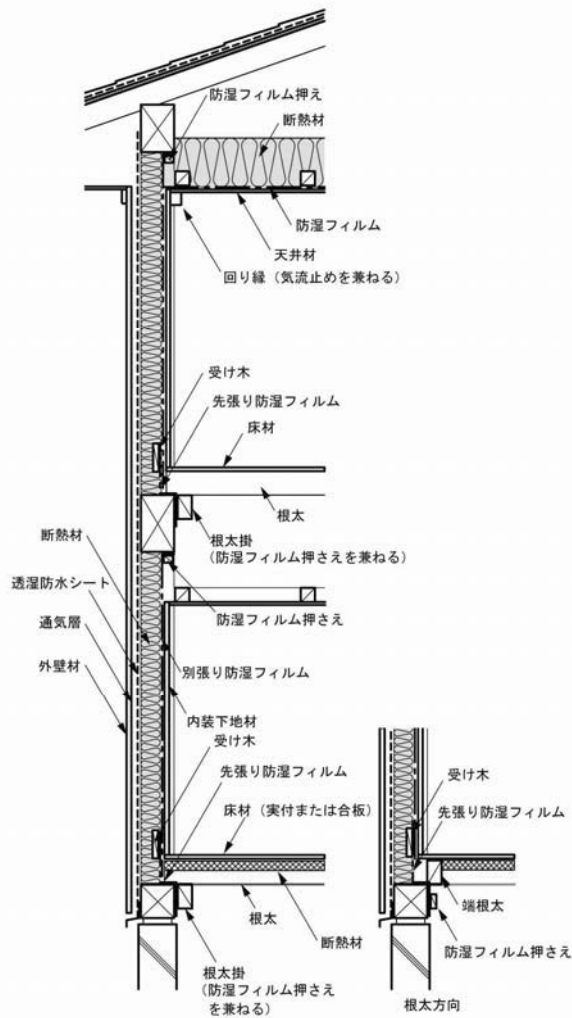


図 20 方法 3 による気流止め例

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルムと押さえ材による気流止め]
- 床との取合い部  
[防湿フィルムと受け木による気流止め]

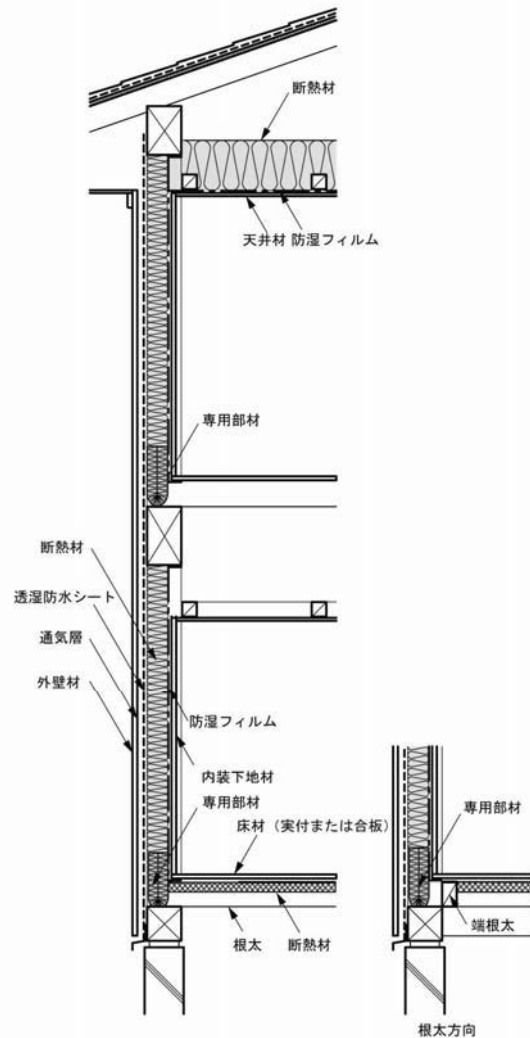


図 21 方法 4 による気流止め例

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルムのみによる気流止め]  
<レベル 1・2 のみ適用>
- 床との取合い部  
[専用部材による気流止め]  
<レベル 1・2 のみ適用>

③ 外壁-3  
(内壁が大壁で面材耐力壁の場合)

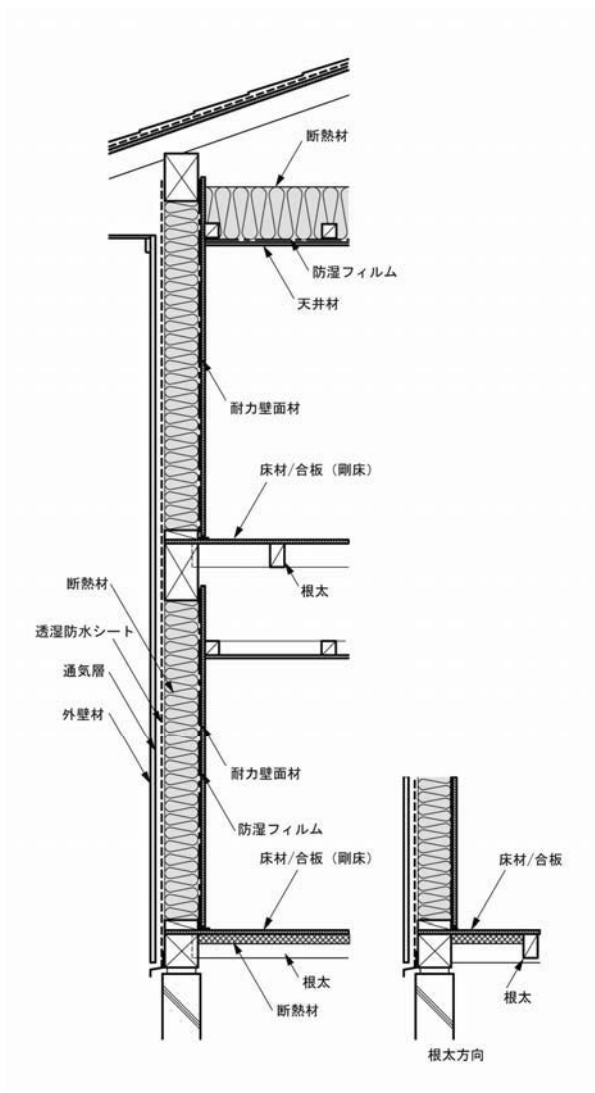


図 22 方法 1 による気流止め例

\* 気流止めの考え方は図 14 の例と同様ですが、さらに内壁を面材耐力壁として用いた場合の例です。

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルム+耐力壁面材による気流止め]
- 床との取合い部  
[床下地合板による気流止め]

④ 外壁-4  
(内壁が真壁で面材耐力壁の場合)

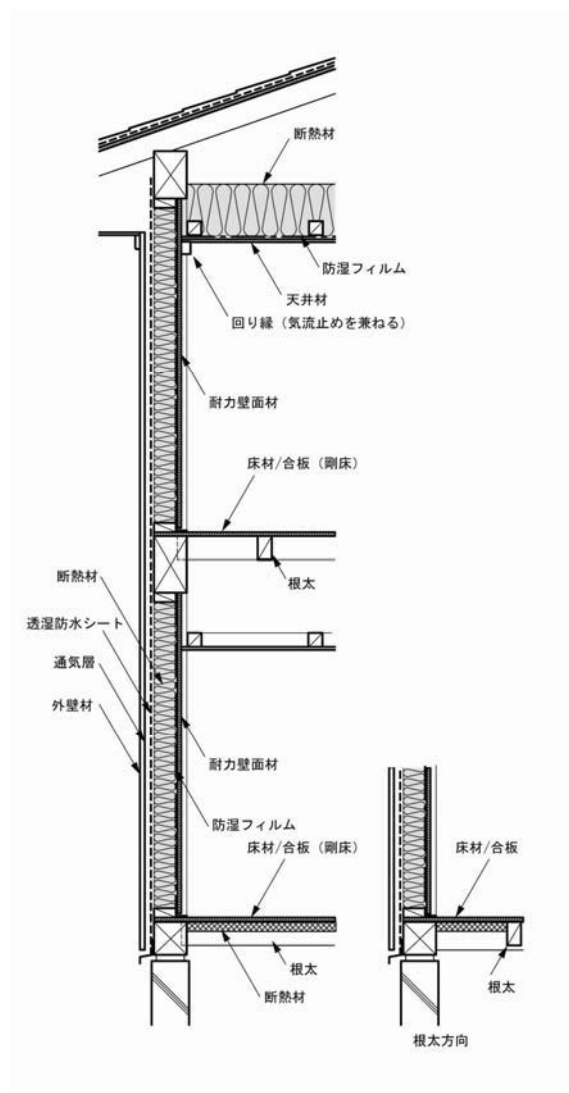


図 23 方法 1 による気流止め例

\* 気流止めの考え方は図 18 の例と同様ですが、さらに内壁を面材耐力壁として用いた場合の例です。

- 小屋裏(天井)との取合い部  
[防湿フィルム+耐力壁面材による気流止め]
- 床との取合い部  
[床下地合板による気流止め]

⑤ 外壁-5 (土塗壁の場合)

図 24、図 25 は外壁を土塗壁とした場合の、壁構成および床・天井との取合い部の納まり例です。土塗壁は湿気容量が大きいので、室内側の防湿フィルムは不要です。また、その構成自体が気流を止めますので、別途気流止めを設置する必要はありません。

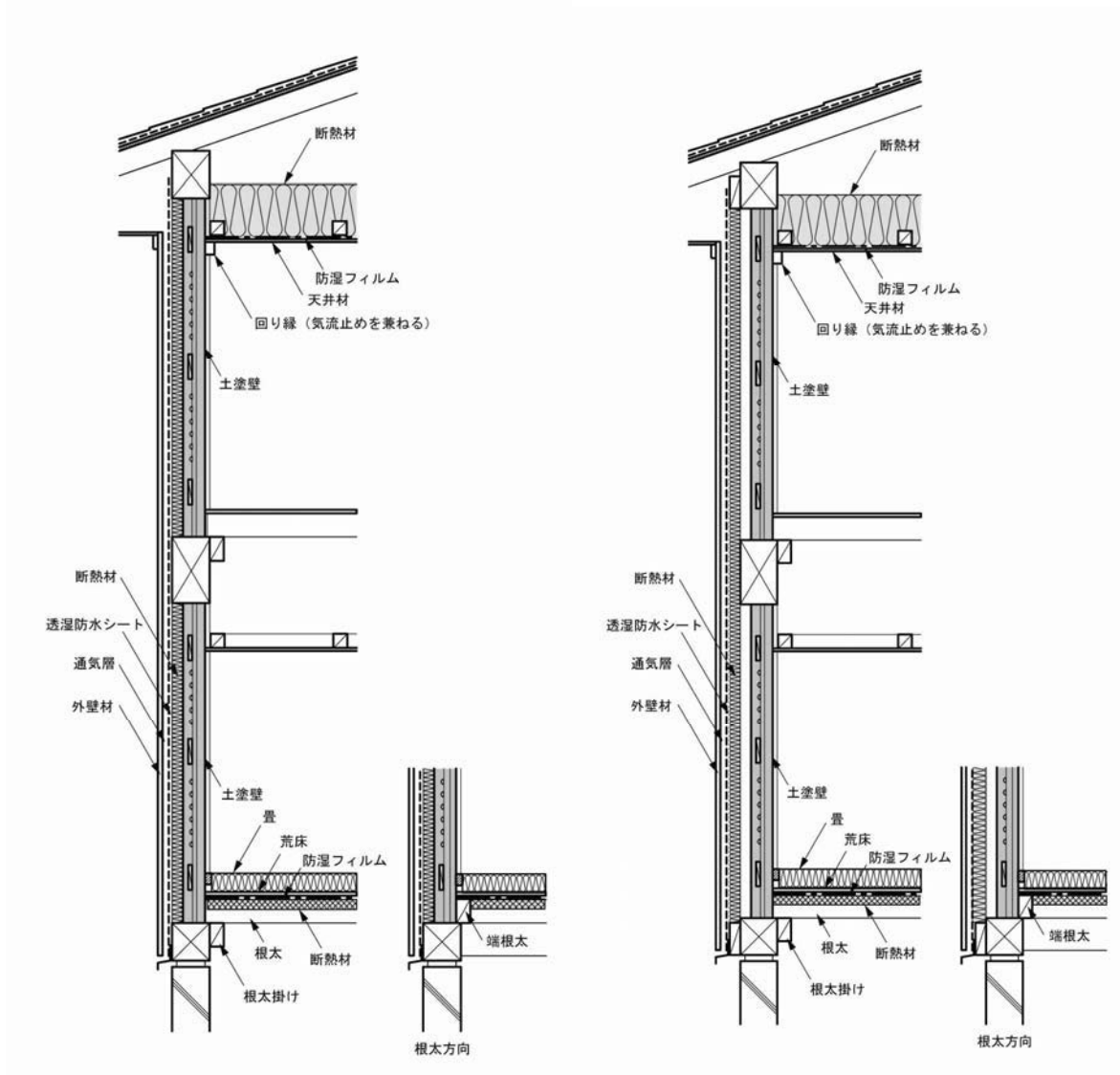


図 24 充填断熱

図 25 外張断熱

## ⑥ 間仕切り壁-1 (非耐力壁の場合)

2階建て住宅で、外気に接しない1階天井ふところ部分は、室内と同じ温熱環境とみなされます。そのため、この部分には気流止めは不要です。間仕切り壁で気流止めが必要となるのは、最下階床下と間仕切り壁との取合いおよび間仕切り壁と小屋裏との取合い部分となります。

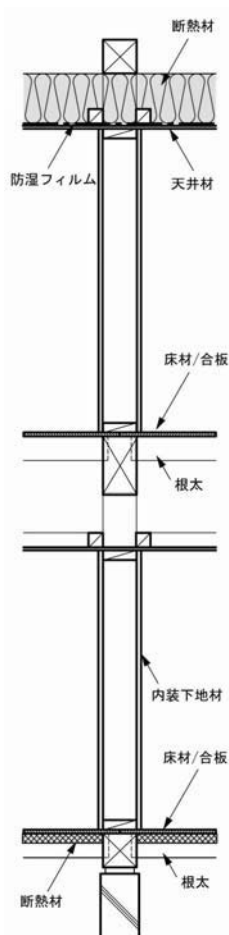


図 26 方法 1 による気流止め例  
 ・小屋裏(天井)との取合い部  
 [防湿フィルム+天井下地ボードによる気流止め]  
 ・床との取合い部  
 [床下地合板による気流止め]

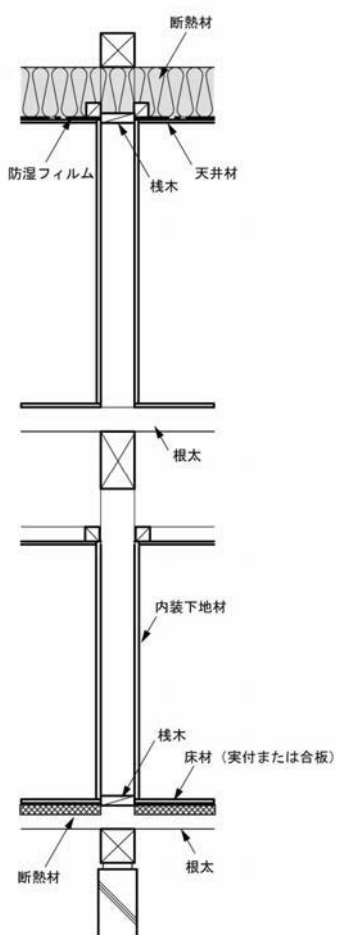


図 27 方法 2 による気流止め例  
 ・小屋裏(天井)との取合い部  
 [栈木による気流止め]  
 ・床との取合い部  
 [栈木による気流止め]

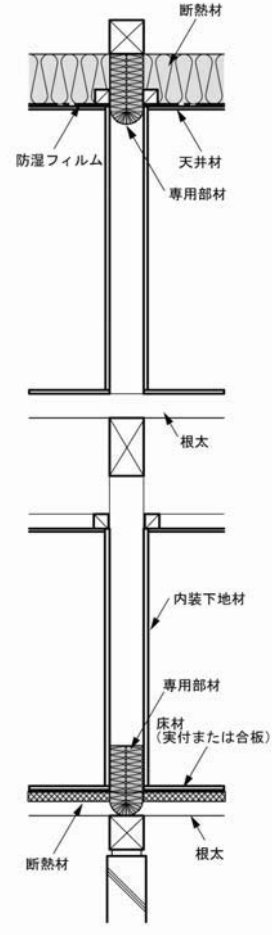


図 28 方法 4 による気流止め例  
 ・小屋裏(天井)との取合い部  
 [専用部材による気流止め]  
 <レベル 1・2 のみ適用>  
 ・床との取合い部  
 [専用部材による気流止め]  
 <レベル 1・2 のみ適用>

⑦ 間仕切り壁-2

(大壁で面材耐力壁の場合)

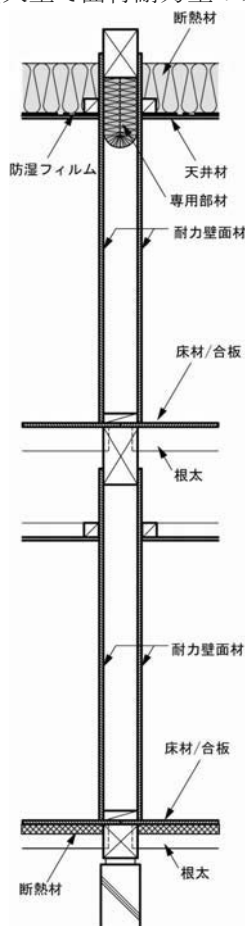


図 29 方法 1 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部  
[耐力壁面材による気流止め]
- ・床との取合い部  
[床下地合板による気流止め]

⑧ 間仕切り壁-3

(真壁で面材耐力壁の場合)

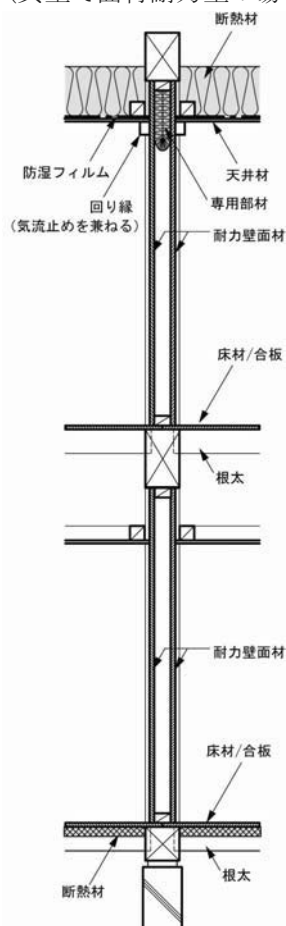


図 30 方法 2 による気流止め例

- ・小屋裏(天井)との取合い部  
[耐力壁面材による気流止め]
- ・床との取合い部  
[床下地合板による気流止め]

⑨ 間仕切り壁-4

(土塗壁の場合)

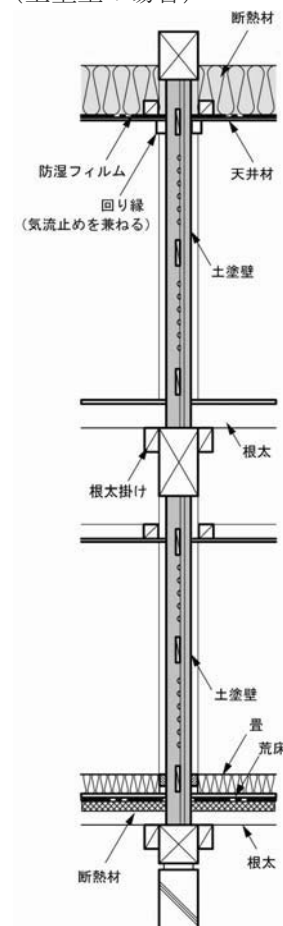


図 31 土塗壁の例

- ・土塗壁は、その構成自体が気流を止めています

4) 断熱材の施工

断熱材は、周囲の木枠との間に隙間(断熱欠損)が生じないように施工します。防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、耳幅が大きく余裕のある袋入断熱材の使用が推奨されます(図 32)。

防湿フィルムは、別張り防湿フィルムについては厚さ 0.1 mm 以上のものを使用するのが一般的です。また、防湿フィルム付き断熱材については 0.05 mm 以上の防湿フィルムが付属しているものの使用が推奨されます。いずれの場合も長期的な耐久性を考慮して、JIS A 6930(住宅用プラスチック系防湿フィルム)を満たす防湿フィルムを使用します。



製品例



施工例

図 32 耳幅の大きな防湿フィルム付き袋入断熱材

## 5) 各部位の断熱方法の検討

### ① 床断熱

- ・断熱材の自重や木材の乾燥収縮により、施工後、有害なたるみやずれ、床材との間に隙間が生じないように断熱材を選定するか、施工後にたるみが生じないように断熱材受け材を設けます。
  - ・床下地盤面には地盤防湿措置を行い、床下換気口を設けるなどして床下換気措置を行います。
  - ・床下地合板を施工する場合は、合板により防湿・気密をはかることができます。
  - ・断熱レベルをレベル 3 または 4 とする場合は、次のいずれかの防湿措置が必要です。
- 合板を施工する場合：床合板の突き付け部（継ぎ目）は、下地材（根太等）の上とし、合板の四周を釘打ちする。下地のないところで合板を継ぐ場合は、突き付け部を気密テープでシールする。
- 合板を施工しない場合：実付きの床材を使用しない場合は、別途、防湿フィルムで防湿気密層を設ける。

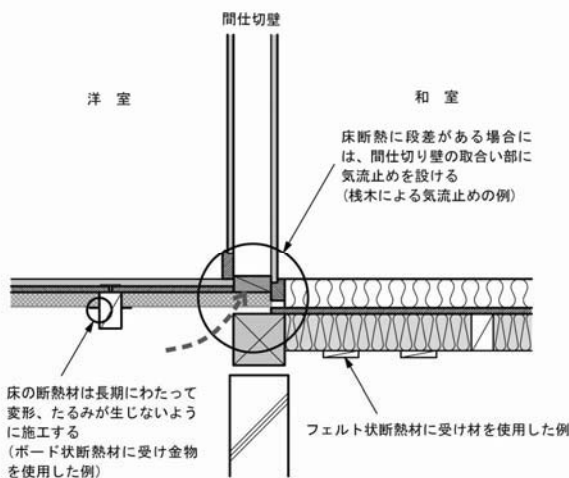


図 33 床の断熱



図 34 ボード状断熱材の施工状況

### ② 基礎断熱

- ・断熱材の設置位置は、基礎の外側、内側または両側のいずれかとします。断熱材は、プラスチック系ボード状断熱材など、吸水性の小さい材料を用います。
- ・基礎断熱の場合、床下は室内側扱いとなるため基礎天端と土台の間には気密パッキン材を施工するなど、隙間が生じないようにします。外気に通じる床下換気口は不要です。土台に床合板を直接留め付ける場合は、居室と床下空間は、温度・湿度ともに近似した環境とするために床面換気口を設けます。また、床組材は防腐、防蟻性の高い樹種を用い、地盤面の防湿はべた基礎を採用するなどにより、床下での薬剤を使った防腐措置を避けることができます(図 35)。

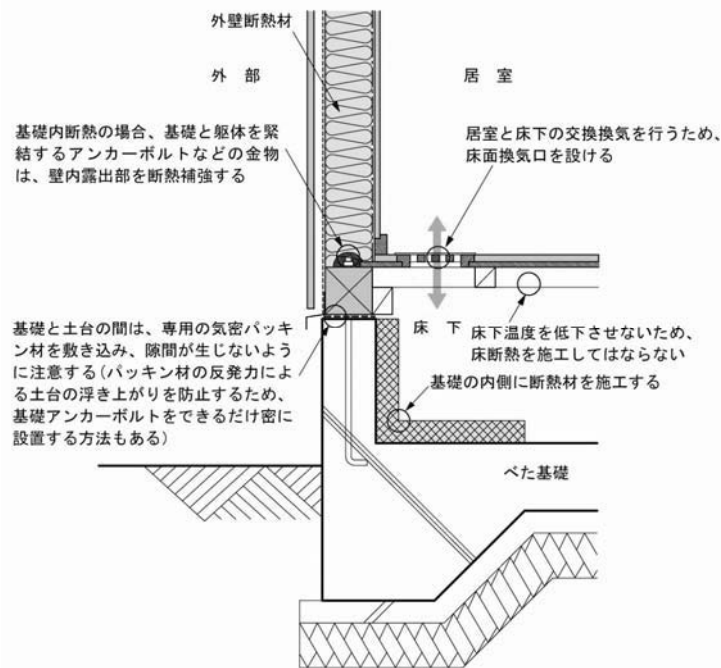


図 35 基礎断熱

- ・浴室まわりの断熱も省エネルギーや健康性の観点から重要となります。断熱施工の難しい浴室の床については、基礎断熱によって断熱することが推奨されます(図 36)。

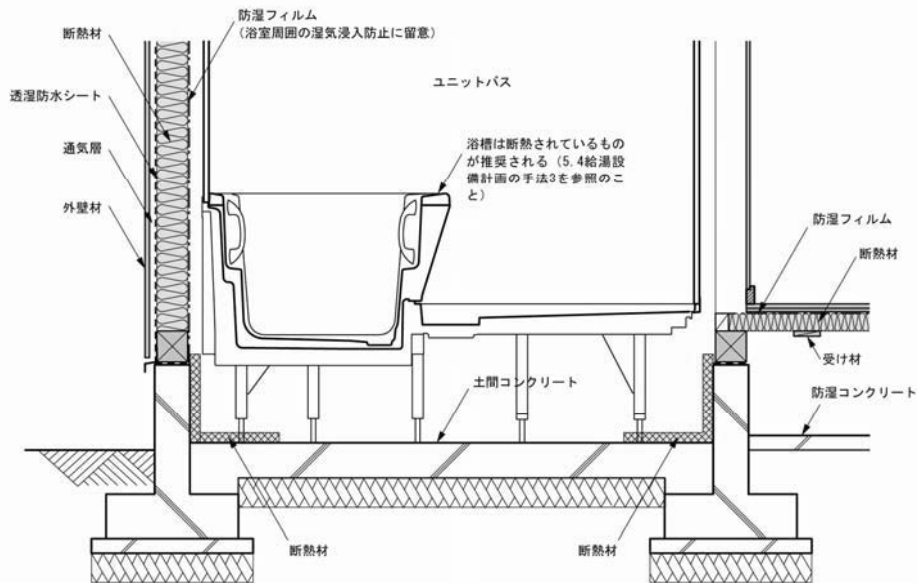


図 36 基礎断熱(浴室土間部分)

### ③ 土間床断熱

- ・玄関土間などの断熱方法には、土間周囲の基礎を断熱する基礎断熱による方法の他に、図 37 に示すように土間下に透水性の小さな断熱材を施工する土間床断熱があります。施工の容易さや確実さを考えると、玄関土間などには土間床断熱が適しています。



- ・土間床断熱の場合は、他の断熱施工の場合と異なり、土間コンクリートを打設する前に断熱材を敷き込むこととなりますので、施工の手順に注意する必要があります。

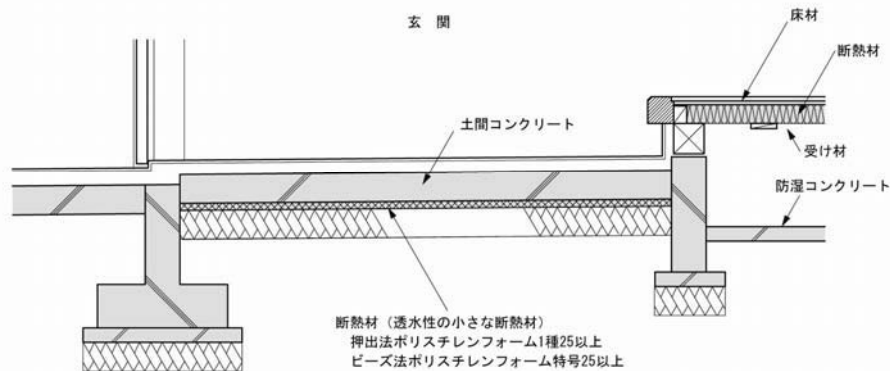


図 37 土間床断熱

#### ④ 外壁断熱

- ・外壁の上下端部には気流止めを設けます。
- ・断熱材は土台から桁までに、長期間経過してもずり落ちないように、またたるみがないように施工します。
- ・筋かい、配管部分に隙間ができないように断熱材を施工します。
- ・プラスチック系ボード状断熱材を使用する場合は、極力弾力性のある断熱材を使用し、隙間なく充填します。
- ・断熱層の屋外側には、厚さ 15～20 mm 程度の通気層を設けることが推奨されます。通気層には、排湿による壁体内結露防止、外装材からの漏水の排水、夏期の排熱の効果があります。防風層に透湿防水シートを用いる場合には、通気層がふさがらないように下地を工夫します。
- ・防湿措置については、目標レベルごとに、次のように施工します。
  - レベル 1・2: グラスウール等の繊維系フェルト状断熱材を使用する場合は、防湿フィルム付き断熱材を使用し、相互の耳を柱・間柱で重ね合せてタッカーで留めます。上下に耳のない断熱材の場合は、図 39 のように耳をつくって桁、胴差、土台などに留め付けます。
  - レベル 3・4: グラスウール等の繊維系フェルト状断熱材を使用する場合で、防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、耳幅が大きく、しっかりとした防湿フィルムが付属している断熱材を用います。相互の耳を木下地の部分で重ね合せ、四周をタッカーで留めます。防湿フィルム付き断熱材を使用しない場合は、別張り防湿フィルムを用いて防湿措置を行います。重ね合せのない防湿フィルムの端部は、下地と防湿フィルム押さえで挟んで取り付けます。
- ・外張断熱とする場合、充填断熱の場合と同様に、通気層を設けることが推奨されます。繊維系フェルト状断熱材を用いる場合には防風層を施工します。プラスチック系ボード状断熱材を用いる場合は、継ぎ目に気密テープを貼るか防風材(透湿防水シート)を張ります。
- ・土塗壁は湿気容量が大きいので、室内側の防湿措置は不要です。

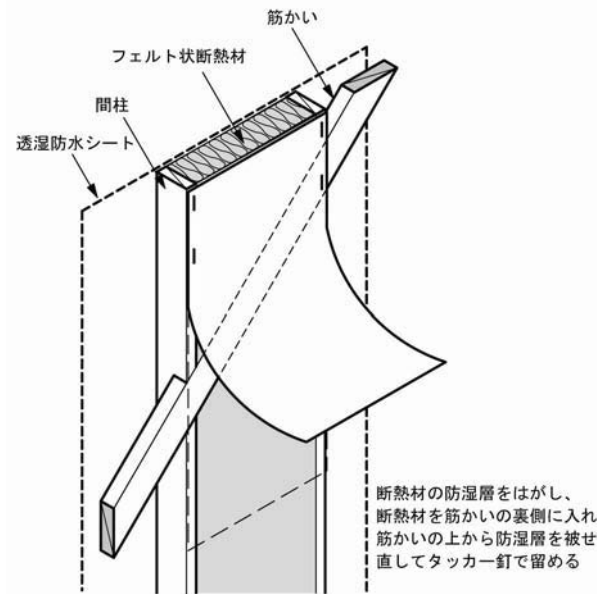


図 38 外壁断熱(筋かい耐力壁の防湿層付き断熱材)

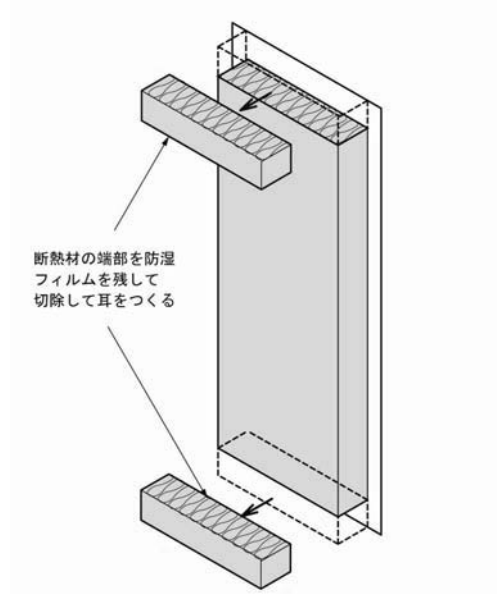


図 39 外壁断熱(耳のない断熱材の施工)

### ⑤ 天井断熱

- 天井の断熱材は、天井と外壁の取合い部、間仕切り壁との交差部、吊り木周囲の部分、断熱材相互などに隙間が生じやすい部位といえます。断熱材に隙間が生じないように注意して、壁と連続するように天井全面に施工します。
- 標準的な天井下地でフェルト状断熱材を用いる場合は、野縁受けと平行な方向に断熱材を敷き込み、吊り木の部分に切れ目を入れるなどして、隙間が生じないように施工します(図 40)。防湿措置として、別張り防湿フィルムを張るか、または防湿フィルムが裏打ちされている専用のせっこうボード(防湿フィルム付きせっこうボード)を使用します。

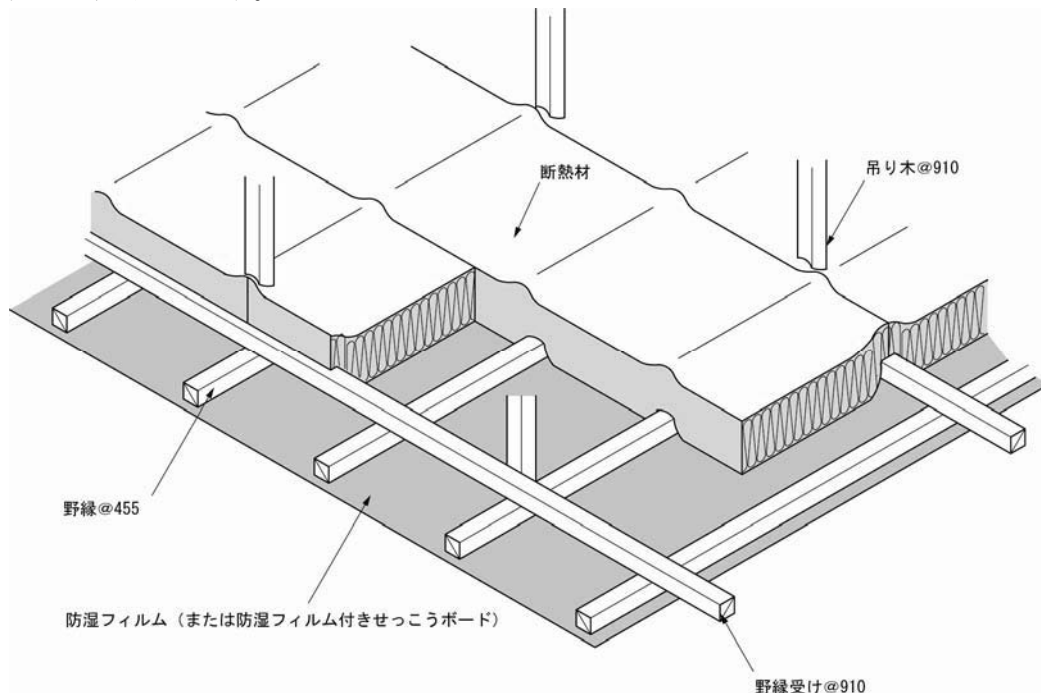


図 40 天井断熱-1

- 防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、野縁間に断熱材を押し込み、野縁の下面で防湿フィルムの耳を重ね合わせて留め付けます。150 mm以上の断熱材とする場合には、断熱材を2層とし、まず野縁受けと平行な方向に断熱材を敷き込んだ後、次の断熱材を野縁間に下方より設置して耳を留め付けます(図41)。
- また、天井に垂木工法を導入し、防湿フィルム付き断熱材を用いる方法もあります(図42)。欠損の少ない断熱施工をすることができます。
- フェルト状断熱材では、隙間が生じやすいことから、吹込み(ブローイング)断熱工法による天井断熱の方法も推奨されます(図43)。
- 小屋裏換気は必ず確保します。吹込み断熱材を使用する場合など、天井の断熱材が小屋裏換気経路をふさぐおそれのある場合は、該当する部分にせき板を設置するなどの工夫を講じます(図43)。

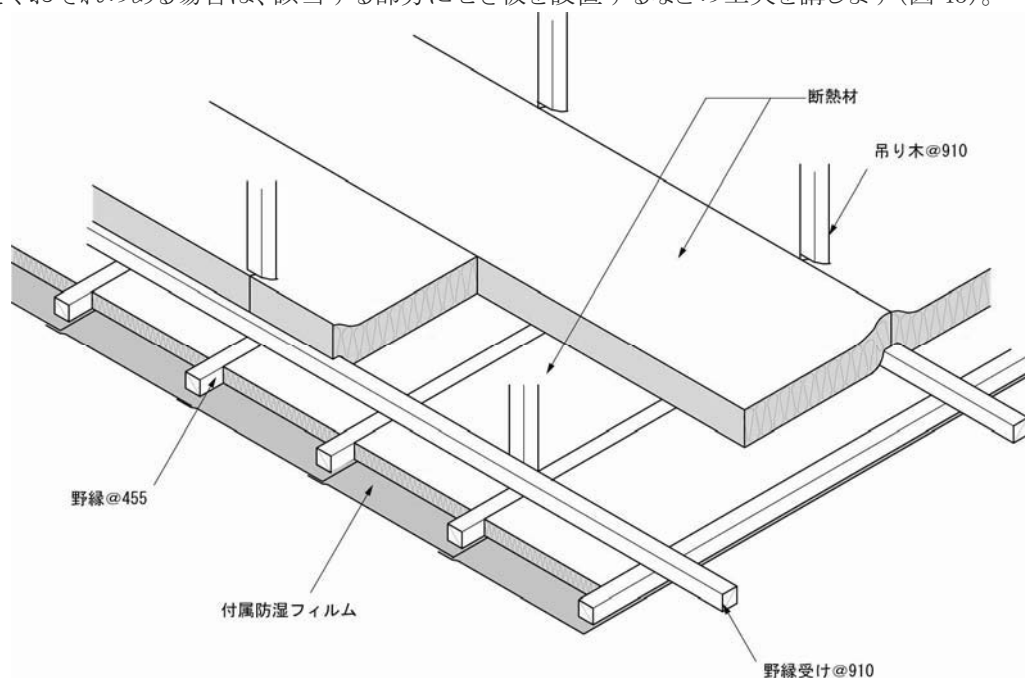


図41 天井断熱-2

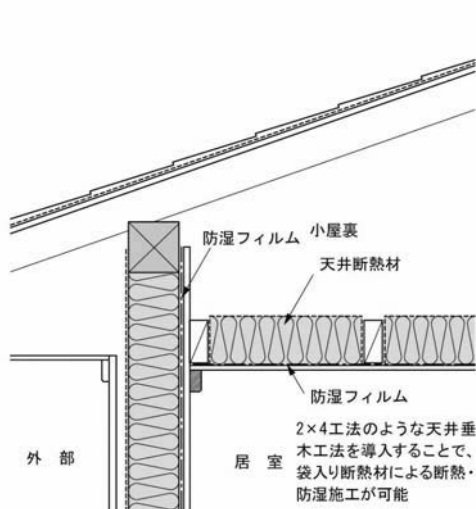


図42 天井垂木工法による天井断熱

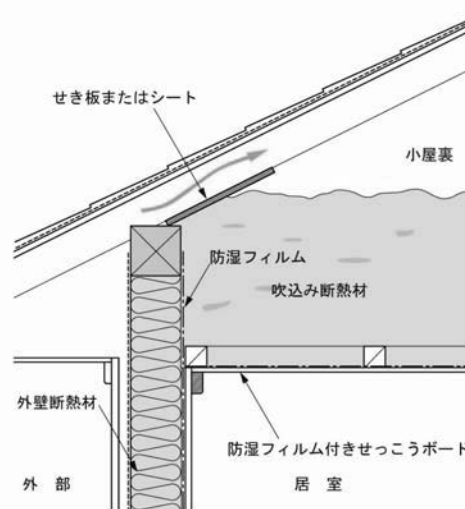


図43 ブローイング工法による天井断熱

### ⑥ 桁上断熱

- 桁上断熱は、桁や小屋梁の上端を揃えて合板を張り、その上に断熱材を施工して外張断熱とする断熱手法です。断熱材の種類や厚さが限定されない、容易に施工ができる、間仕切り壁の気流止め対策が不要になるなどの長所があります(図 44)。
- 防湿については、施工した合板により防湿層が確保されます。
- 天井断熱と同様、小屋裏換気は必ず確保します。緩勾配屋根の場合は、天井の断熱材が小屋裏換気経路をふさがないように、該当する部分にせき板を設置するなどの工夫を講じます。

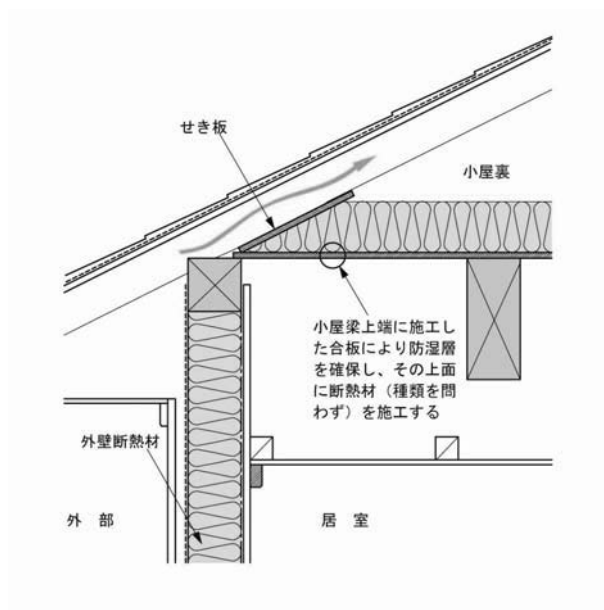


図 44 桁上断熱

### ⑦ 屋根断熱

- 屋根断熱とする場合、断熱材、防湿層の施工は外壁と同じです。
- 内部結露の防止、夏期の排熱促進のため、断熱材の外側には厚さ 30 mm以上の通気層を設けることが推奨されます。とくにプラスチック系ボード状断熱材(種類によるので耐熱性を確認)を使用する場合、屋根面は高温となるので、断熱材の劣化防止のために通気層を確実に設ける必要があります(図 45)。ただし、瓦屋根(土なし)の場合には、下葺き材と瓦の間に空間ができるので、通気層を省略することができます。

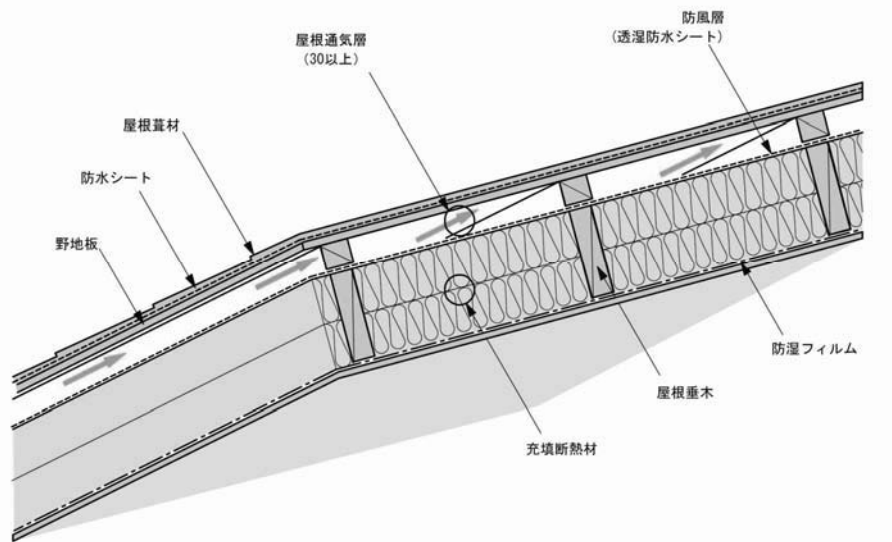


図 45 屋根断熱

### ⑧ 下屋

- 下屋は、図 46 のように、上階の外壁と連続する下がり壁の部分を外壁とみなして防湿フィルム付き断熱材を施工します。
- 下屋部の小屋裏から1階天井ふところへの気流を止めるために、気流止めが必要です。

- ・気流止めには、断熱レベルがレベル 3 または 4 の場合には、図に示すように防湿フィルムを押さえ材で留め付けるか、その部分に合板等の面材を張り、四周を釘留めします。レベル 1 または 2 の場合には、防湿フィルム付き断熱材の防湿フィルム部分を四周タッカー留めができるように耳をつけて留めるなどの方法で気流止めをします。
- ・下屋部の小屋裏の天井部分は、「⑤天井断熱」と同様に施工します。

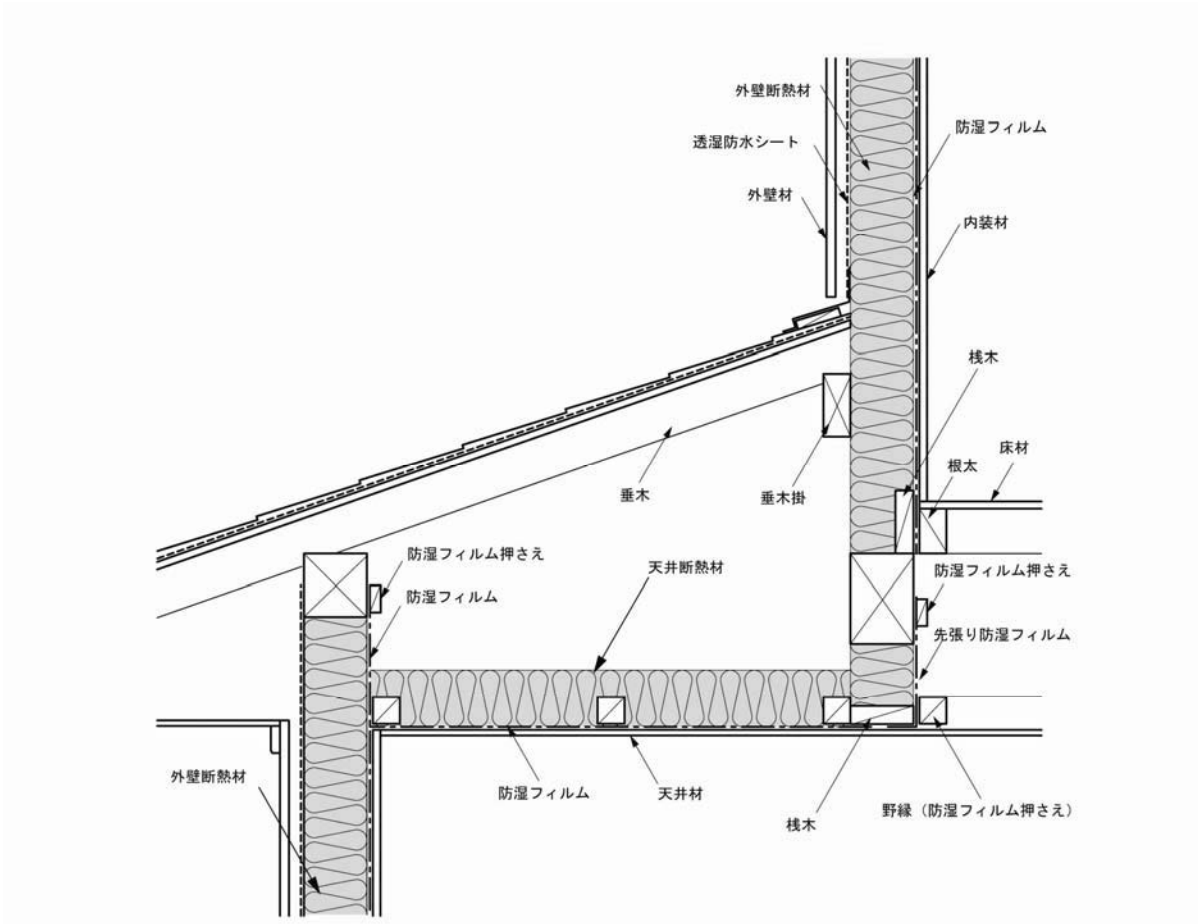


図 46 下屋の断熱

## 2 開口部の断熱技術の検討

サッシ、ドアなどの開口部には、熱・空気・光・眺望など屋内外をつなげる機能と同時に、建物外皮の一部としての断熱性や防犯性が要求されます。このうち断熱性については、建物外皮の中で弱点となりやすい部位ですので、目標レベルに応じた性能のあるものを選択することが大切です。

表 6 開口部の断熱性能(熱貫流率)

建具の構成	ガラスの仕様	代表的な熱貫流率(W/m <sup>2</sup> ・K)
(一重)木製またはプラスチック製	低放射複層(A12)	2.33
	層複層(A12×2)	2.33
	層(A12)	2.91
	層(A6)	3.49
(一重)金属・プラスチック(木)複合構造製	低放射複層(A12)	2.33
	放射複層(A6)	3.49
	層(A10~A12)	3.49
	層(A6)	4.07
(一重)金属製熱遮断構造	低放射複層(A12)	2.91
	放射複層(A6)	3.49
	層(A10~A12)	3.49
	層(A6)	4.07
(一重)金属製	低放射複層(A6)	4.07
	層(A6)	4.65
	層(A12以上)	4.07
	層(A12未満)	4.65
	単板	6.51

※(A12)など:

複層ガラスの後にある(A12)などのAはAir、その後の数値はガラス間の空気層の厚さを示しています。A12は、空気層が12mmです

## 1) 窓の選択

最近の窓は、アルミ製や樹脂製、木製、およびその複合のサッシ枠があり、ガラスには複層ガラス、低放射複層ガラス、真空ガラスなど多様なバリエーションがあります。設計・施工にあたっては、建設地域、日射量、日照時間、方位、断熱性能などのバランス、コストなどを考慮して検討する必要があります。とくに窓面積については、室の用途と眺望、温熱環境、光環境および通風性などを考慮して決定します。表7は、住宅の断熱性能と冬期日射量の観点から、窓面積とガラス等の選択について整理したものです。住宅の断熱性能が高いほど開口部を大きくするメリットがでてきます。

表 7 断熱性能・冬期日射量の観点からみた窓の選択

地域の特徴	断熱性能の低い住宅(レベル0) 一般的な断熱性能の住宅(レベル1)	断熱性能の高い住宅 (主としてレベル2・3・4)
冬期日射量が多い地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>窓面積を大きくすると日射熱の有効利用に非常に効果がある。</li> <li>複層ガラス(3-A12-3)、低放射複層ガラスなどを使用。場合によっては断熱戸を併用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>窓面積を大きくすると日射熱の有効利用に効果がある。</li> <li>南面は複層ガラス(3-A12-3)+断熱戸併用、そのほかの方位は低放射複層ガラスなどを使用。</li> </ul>
冬期日射量が多い地域	<ul style="list-style-type: none"> <li>窓面積を大きくしても日射熱取得の効果は少ない。</li> <li>複層ガラス(3-A12-3)、低放射複層ガラスなど。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>窓面積を大きくすると日射熱の有効利用に効果がある。</li> <li>低放射複層ガラスなどを使用。</li> </ul>

## 2) サッシの選択

### ① 断熱サッシ(金属製熱遮断構造サッシ、樹脂サッシ、木製サッシ)

一般に使用されているアルミ製サッシは、熱伝導率が非常に大きいために、サッシ枠で結露することが少なくありません。金属製熱遮断構造サッシ(断熱サッシ)は、サッシ枠を外部側と内部側とに分割し、硬質ウレタン等の熱を通しにくい材料でつないだサッシです。窓の断熱性能が向上しますので、アルミ製サッシを用いる場合は、金属製熱遮断構造サッシとすることが推奨されます(図46)。また、熱伝導率の低い樹脂ま

たは木でつくられたサッシは、さらに断熱性能が高くなります。

## ② 複層ガラス

複層ガラスとは、ガラスとガラスの間の中空層に乾燥空気もしくはアルゴンなどの希ガスを充填したもので、単板ガラスに比べて断熱性能が格段に向上します(図 47)。また、ガラス表面を加工して断熱性能を高めた低放射複層ガラスや真空ガラスなどもあります。

複層ガラスには、中空層の厚さにいくつかの仕様がありますが、同じガラス厚の複層ガラスでも、中空層が 6 mm のものより 12 mm の方が断熱性能に優れています。断熱性能を考え、可能であれば中空層 12 mm のものを選択することが推奨されます。

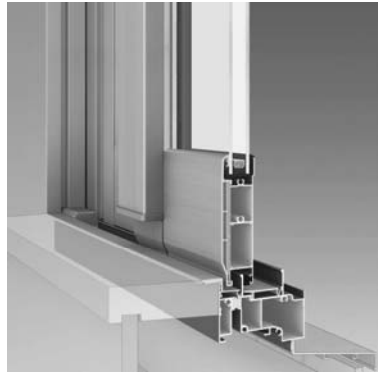


図 46 金属製熱遮断構造サッシの構造

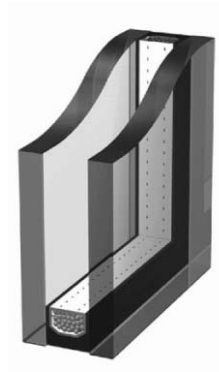


図 47 複層ガラスの構造

## 3) 内外付属物による断熱強化

開口部には通常、内側にカーテンやブラインド、外側に網戸や雨戸などの付属物を取り付けます。これまで、これらの付属物による断熱性能向上効果を定量的に見込むことはあまりなされませんでした。10%弱の省エネルギー効果のあることがわかっています。

## 4) 断熱戸の使用による効果

開口部は他の部位に比べて断熱性能が低いため、断熱戸(断熱雨戸)を使用することにより、快適性と省エネルギー性が格段に向上します(図 48)。

内側断熱戸は、外窓での結露や断熱戸自体の熱反り、収納の問題などいくつかの課題がありますので、あらかじめ検討しておく必要があります。とくに結露は、カビの発生や建物躯体の汚損、腐朽などに直接結びつくため注意が必要で、室内の湿度調整と空気の流れのコントロールに配慮することが大切となります。

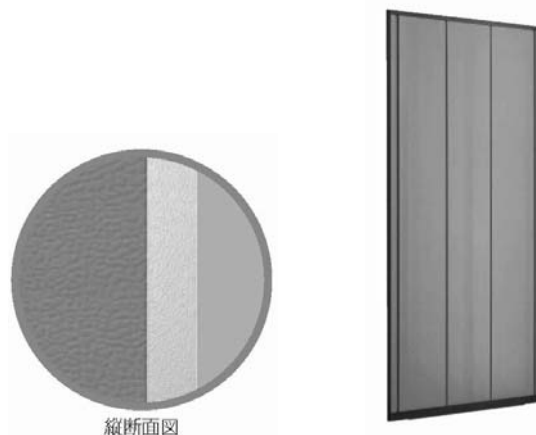


図 48 断熱戸の例

#### 4.1.6 断熱計画の事例

ここでは、各目標レベルの部位バランス型および部位強化型の断熱計画の事例を紹介します。

部位バランス型については、断熱レベルのレベル3で各部位の断熱方法を変えた計画事例を示します。

部位強化型については、一般的な在来木造住宅と土塗壁による伝統的な木造住宅におけるレベル1から3までの計画事例を示します。前述したとおり、開口部や天井の断熱を強化することにより、目標レベルに到達することができます。

なお、レベル4の例を示していませんが、レベル3の仕様をもとにガラスやサッシ枠の断熱性の向上や断熱戸を加えるなど、開口部の一層の断熱強化を行う方法により、達成することができます。

表8 断熱水準と断熱計画事例の対応

断熱水準	部位バランス型	部位強化型	
		一般的な在来木造住宅	伝統的な在来木造住宅(土塗壁)
レベル1		事例[1] 開口部強化	
レベル2		事例[2] 天井および開口部強化	事例[4] 開口部強化
レベル3	事例[6] 充填断熱	事例[3] 天井および開口部強化	事例[5] 開口部強化
	事例[7] 桁上断熱および基礎断熱		
	事例[8] 外張断熱		

また、気流止めについては、解説した様々な方法のうち、断熱レベルごとに典型と考えられる以下の方法を例示することとしました。

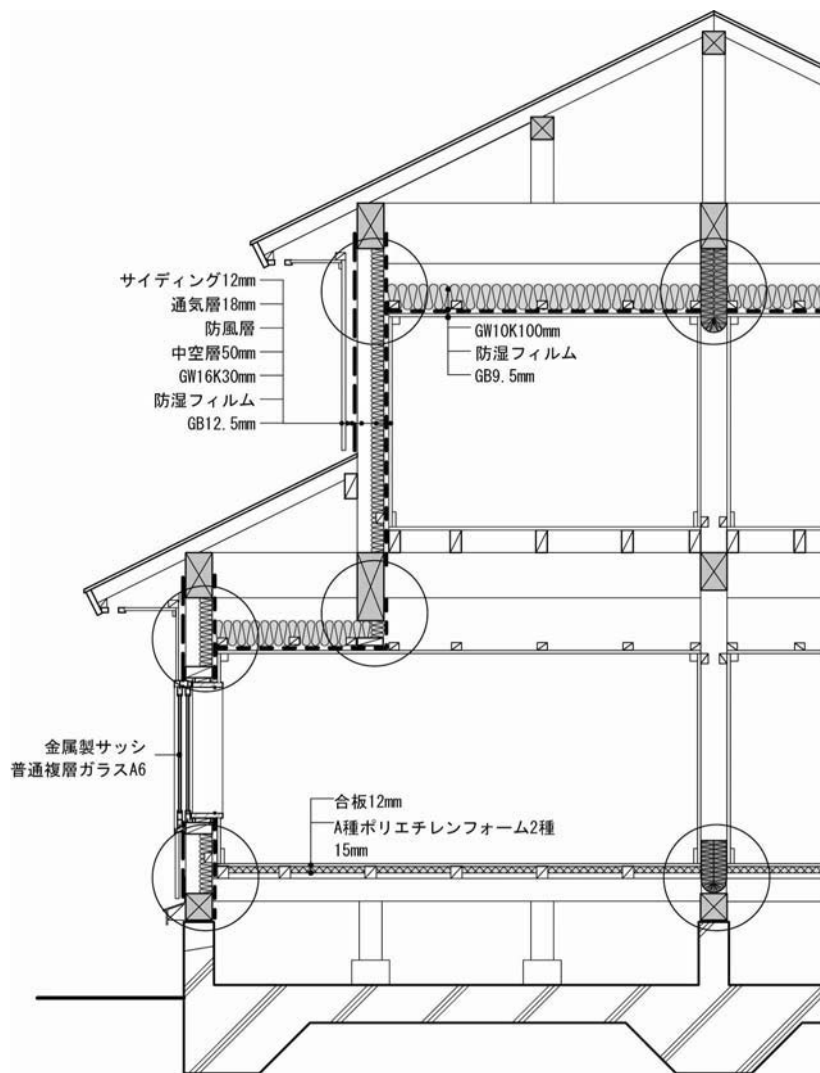
- レベル1または2の計画事例については、主として、防湿フィルム(外壁)および専用部材(間仕切り壁)による気流止めを用いる。
- レベル3の計画事例については、主として、防湿フィルムと押さえ材(外壁)および栈木(間仕切り壁)による気流止めを用いる。



## 断熱計画事例 [1] レベル1 部位強化型（開口部）

- ・平成4年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・部位バランス型の仕様に比べて、開口部の断熱強化をはかったことで、壁の断熱仕様が緩和されている点に特徴があります。
- ・図中○で囲んだ取合い部については、断熱層の内側等に冷気が侵入することを防ぐために気流止め措置が必要です(他の事例についても同様)。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

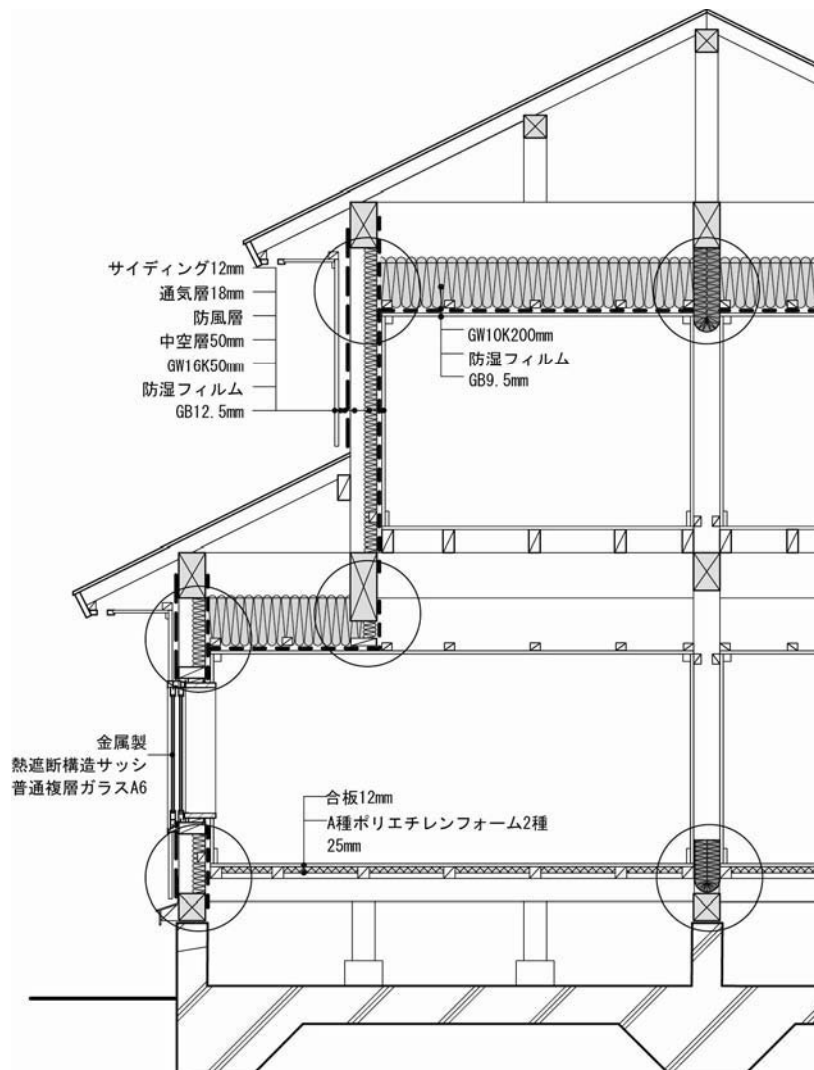
部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)	平成4年基準の熱抵抗基準 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 10K100 mm	2.0	1.8 以上
外壁	グラスウール 16K30 mm	0.67	0.7 以上
床・基礎	A種ポリエチレンフォーム 2種 15 mm	0.39	0.5 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス	4.65(熱貫流率( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))	6.51(熱貫流率( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5~0.7 回/h程度※		1.0 回/h

※ 断熱材、開口部の組み合わせによる断熱性は、平成4年基準並であるか気流止めに留意することで躯体の気密性の向上が期待できる。

## 断熱計画事例 [2] レベル2 部位強化型 (天井および開口部)

- ・平成 11 年省エネルギー基準と平成 4 年省エネルギー基準の中間的な断熱水準に対応した仕様です。
- ・冬期の室内の温度環境の改善に加えて、V 地域における夏期の防暑性能の向上をはかるために、主として天井を断熱強化している点に特徴があります。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

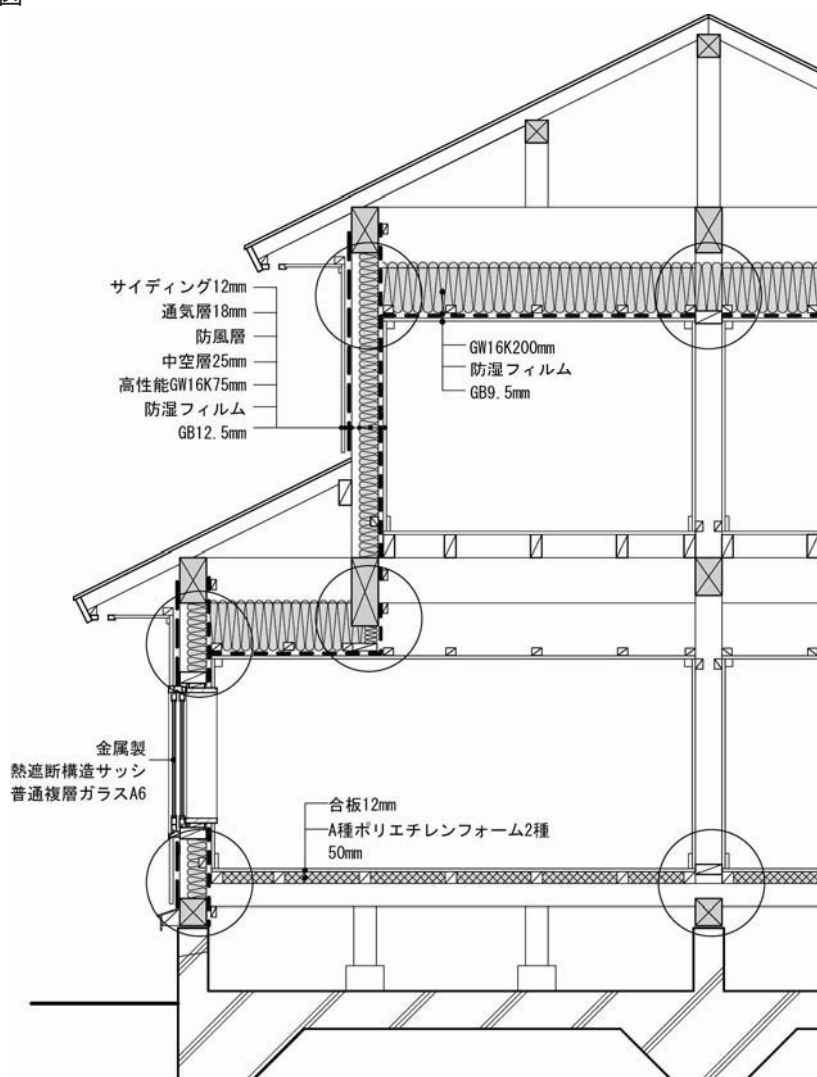
部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 4 年基準の熱抵抗基準 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 10K200 mm	4.0	1.8 以上
外壁	グラスウール 16K50 mm	1.1	1.8 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 25 mm	0.65	1.8 以上
開口部	6 mm 中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ	4.07 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ )) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5~0.7 回/h 程度※		1.0 回/h

※ 断熱材、開口部の組み合わせによる断熱性は、平成 4 年基準並であるか airflow 止め に留意することで躯体の気密性の向上が期待できる。

### 断熱計画事例 [3] レベル3 部位強化型（天井および開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・冬期の室内の温熱環境の改善に加えて、V 地域における夏期の防暑性能の向上をはかるために、天井面（屋根）と開口部を断熱強化しています。一方で、外壁・床（基礎）の要求断熱性能を低減し、これらの部位の施工簡易化をはかった点に特徴があります。

断面詳細図



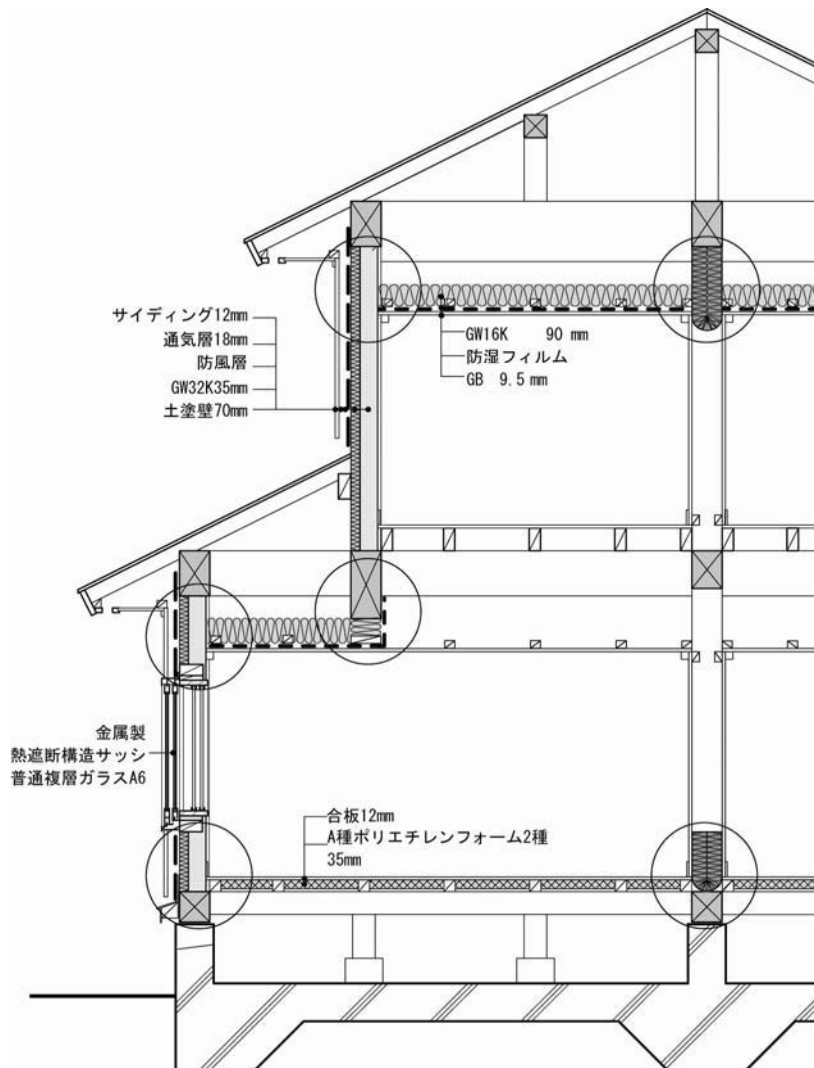
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K200 mm	4.44	4.0 以上
外壁	グラスウール 16K75 mm	1.97	2.2 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 50 mm	1.31	2.2 以上
開口部	6 mm 中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ	4.07 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ )) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h 程度		0.5 回/h

## 断熱計画事例 [4] レベル2 土塗壁による住宅の部位強化型（開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準と平成 4 年省エネルギー基準の中間的な断熱水準に対応した仕様です。
- ・外壁断熱は、土塗壁外側の構造空隙にグラスウールボード 32K35 mm同等以上の断熱材を充填します。
- ・土塗壁以外の内壁等がある場合には、下図のように上下端に気流止めを設けることが大切です。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

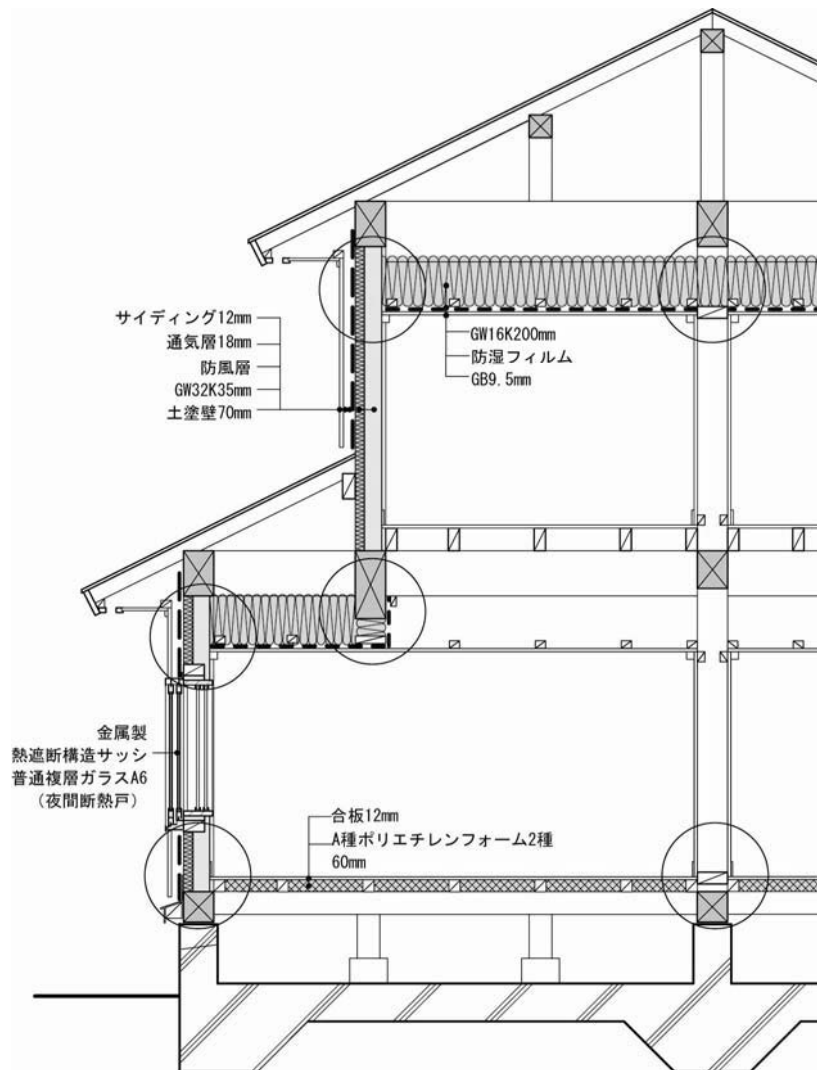
部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 4 年基準の熱抵抗基準 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K90 mm	2.0	1.8 以上
外壁	グラスウール 32K35 mm	0.97	1.8 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 35 mm	0.92	1.8 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ	4.07 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ )) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5~0.7 回/h 程度※		1.0 回/h

※ 断熱材、開口部の組み合わせによる断熱性は、平成 4 年基準並であるか気流止めに留意することで躯体の気密性の向上が期待できる。

### 断熱計画事例 [5] レベル3 土塗壁による住宅の部位強化型（開口部）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・外壁断熱は、土塗壁外側の構造空隙にグラスウールボード 32K35 mm同等以上の断熱材を充填します。
- ・開口部は断熱強化をし、さらに夜間は断熱戸を設けています。

断面詳細図



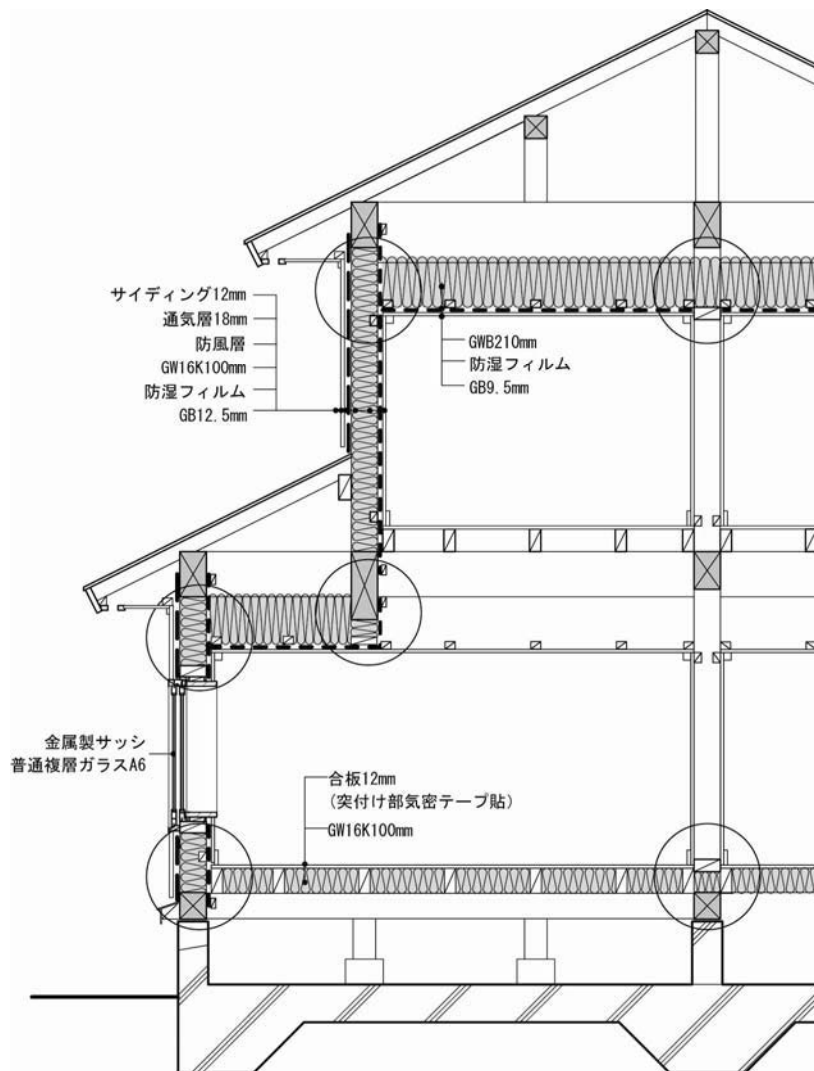
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K200 mm	4.44	4.0 以上
外壁	グラスウール 32K35 mm	0.97	2.2 以上
床・基礎	A 種ポリエチレンフォーム 2 種 60 mm	2.2	2.2 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス + 金属製熱遮断構造サッシ + 夜間は断熱戸 (熱抵抗値 $R=0.36$ 以上) 併用	3.06 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ )) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

### 断熱計画事例 [6] レベル3 部位バランス型 (充填断熱)

- 平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- 天井、外壁、床のすべてに充填断熱工法を用いた例です。

断面詳細図



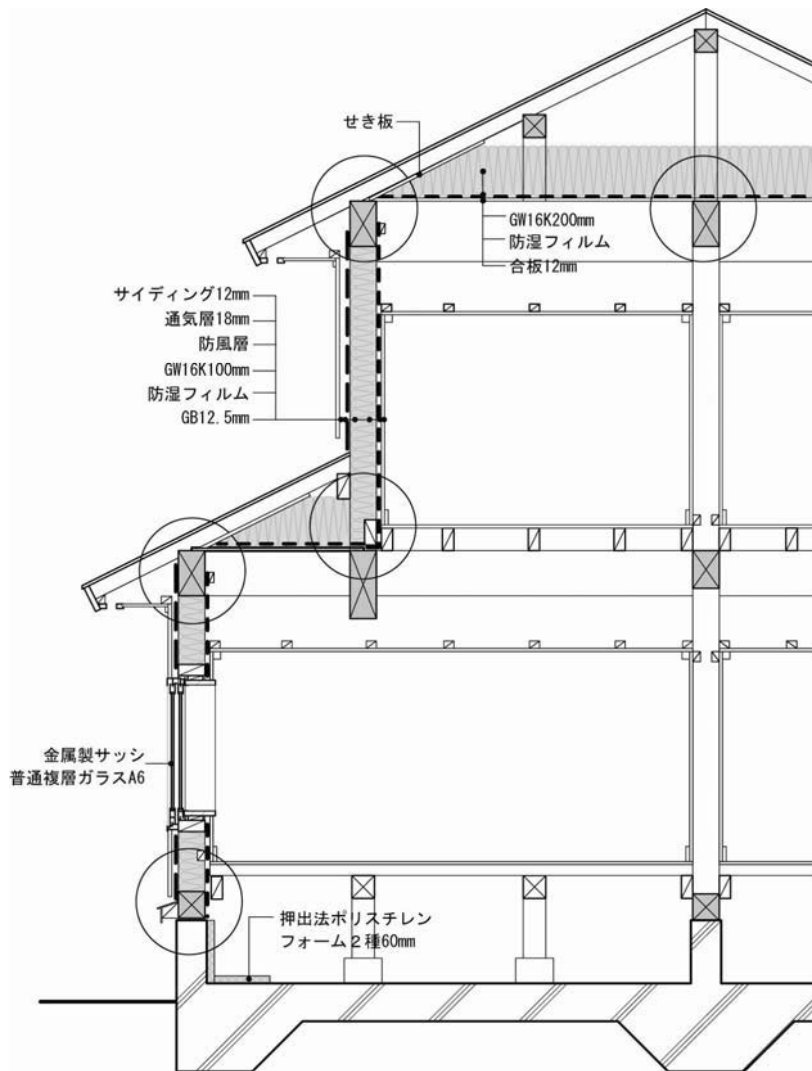
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $m^2 \cdot K/W$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ( $m^2 \cdot K/W$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	吹込み用グラスウール 210 mm	4.0	4.0 以上
外壁	グラスウール 16K100 mm	2.2	2.2 以上
床・基礎	グラスウール 16K100 mm	2.2	2.2 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス	4.65 (熱貫流率 ( $W/m^2 \cdot K$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $W/m^2 \cdot K$ )) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

### 断熱計画事例 [7] レベル3 部位バランス型（桁上断熱および基礎断熱）

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応した仕様です。
- ・天井断熱を桁上断熱とし、外壁を充填断熱、床まわりをV地域にした例です。
- ・桁上断熱は、まだ一般的な断熱方法ではありませんが、欠損の少ない断熱施工のために検討された断熱方法です。小屋梁の上に合板を施工し、その上に断熱材を敷き込むので断熱材の間に隙間が生じにくく、防湿層の施工も容易です。

断面詳細図



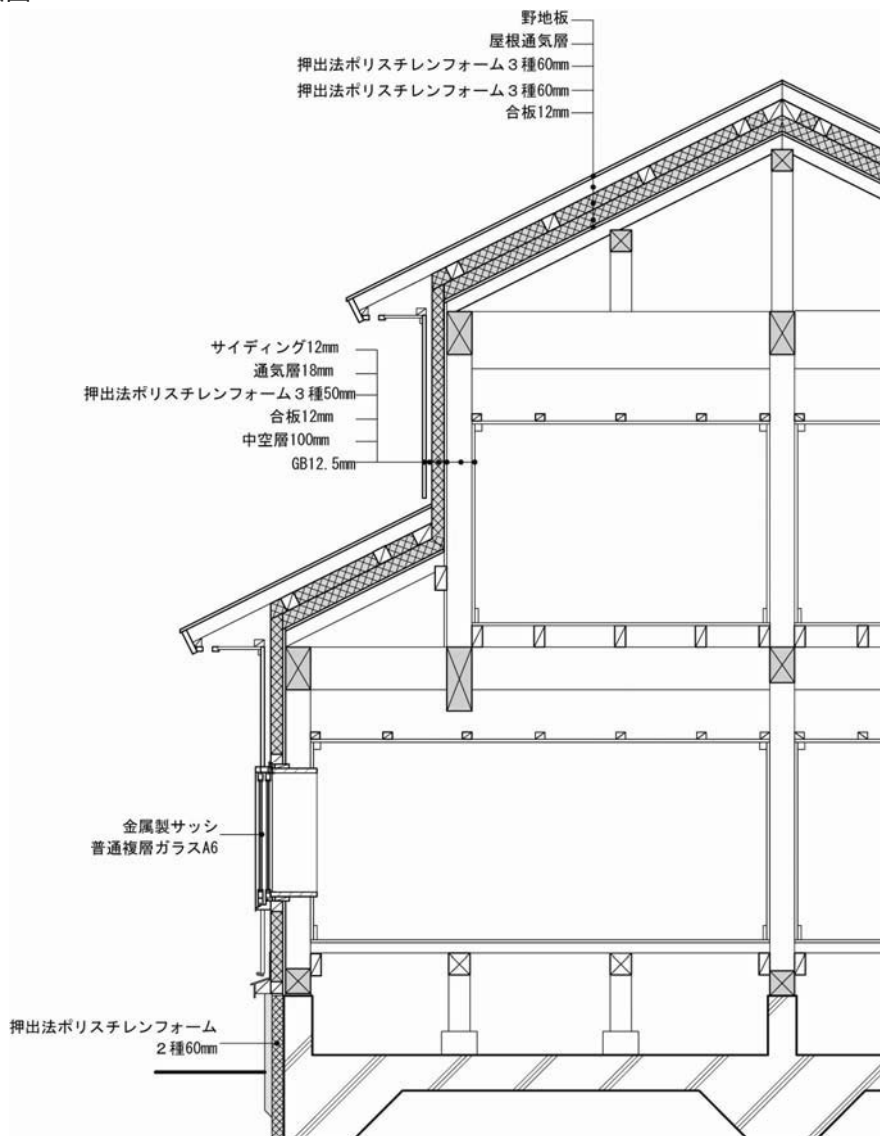
各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ( $\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	グラスウール 16K200 mm	4.44	4.0 以上
外壁	グラスウール 16K100 mm	2.2	2.2 以上
床・基礎	押出法ポリスチレンフォーム 2種 60 mm	1.75	1.7 以上 (基礎断熱部分)
開口部	6 mm中空複層ガラス	4.65 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}$ )) 以下
換気回数 (冬期の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h

### 断熱計画事例 [8] レベル3 部位バランス型 (外張断熱)

- ・平成 11 年省エネルギー基準に対応したものです。
- ・屋根断熱、外壁外張断熱、基礎断熱の例です。

断面詳細図



各部位の断熱仕様

部位	断熱仕様	熱抵抗値 ( $m^2 \cdot K/W$ ) (開口部は熱貫流率)	平成 11 年基準の熱抵抗基準 ( $m^2 \cdot K/W$ ) (開口部は熱貫流率)
屋根・天井	押出法ポリスチレンフォーム 3種 60 mm × 2	4.2	4.0 以上
外壁	押出法ポリスチレンフォーム 3種 50 mm	1.7	2.2 以上
床・基礎	押出法ポリスチレンフォーム 2種 60 mm	1.75	2.2 以上
開口部	6 mm中空層複層ガラス	4.65 (熱貫流率 ( $W/m^2 \cdot K$ ))	4.65 (熱貫流率 ( $W/m^2 \cdot K$ )) 以下
換気回数 (冬の漏気量)	0.5 回/h		0.5 回/h



## 4.2 VI地域における日射遮蔽手法

蒸暑地のうちVI地域(沖縄県)は、一年のほとんどの期間を通風や冷房で過ごすことが多く、冷房エネルギーの削減や快適性の向上のためには、住宅内に侵入しようとする日射を上手に遮る「日射遮蔽」が大切です。

蒸暑地ほど暑さの厳しくない温暖地の日射侵入対策は開口部が中心となりますが、VI地域では、開口部に加え、屋根や外壁の遮熱、さらに建物周辺の環境などを上手に利用することが大切です。

### 4.2.1 日射遮蔽の目的とポイント

#### 1 冷房エネルギーを削減する

- ・日射は住宅内の温熱環境にたいへん大きな影響を与えます。夏期や中間期では、日射熱によって上昇する室温を通風や冷房によって下げる必要が高まりますが、室内に流入する日射熱(日射侵入量)が多ければ多いほど通風の活用可能性は限定され、冷房エネルギーの負担が増えていきます。
- ・日射遮蔽の目的のひとつは、文字どおり日射を遮蔽することにより、日射侵入量を低減させ、冷房エネルギーを削減することにあります。VI地域では暖房に比べて格段に冷房の必要性が高く、省エネルギーのための日射遮蔽の重要性は極めて高くなります。

#### 2 室内を涼しく保つ

- ・夏期や中間期に室内を涼しく保つためには、通風と合わせて日射遮蔽が重要です。日射遮蔽を効率よく行うには、建物外皮の各部位が面する方位に配慮する必要があります。日射侵入量を抑制することにより、室温の上昇を抑えるとともに屋根や外壁の内側の表面温度の上昇を抑えることが可能になります。

#### ポイント 日射遮蔽対策を検討するための予備知識となる基本的事項

##### ① 直達日射と天空日射

- ・日射には太陽から直接届く直達日射と青空(大気)や雲等で散乱してから届く天空日射があります(図 a)。天気がよいときには、直達日射量は多く、天空日射量は少なくなります。また、地面などから反射して届く日射量も無視できません。

##### ② 方位による日射量の違い

- ・建物に当たる日射量は、季節と建物部位が向いている方位により異なります(図b)。太陽高度の高い夏期における日射量は、屋根などの水平面で極めて大きくなり、垂直面である窓・壁については、東西の面で大きく南面の方が小さくなります。こうした日射の特徴を理解することが有効な日射遮蔽対策につながります。

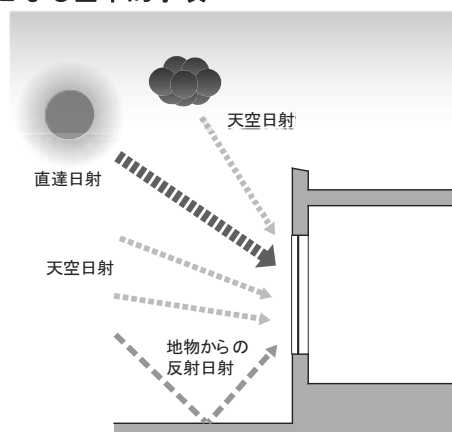
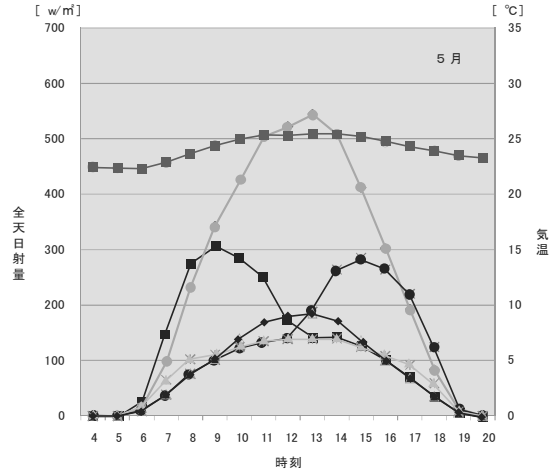
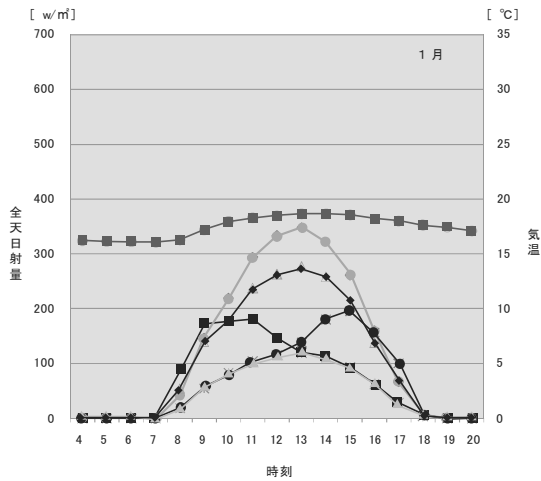
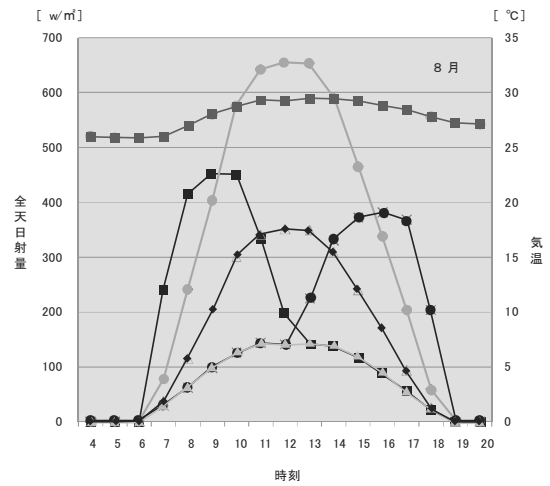


図 a 直達日射と天空日射



● 水平面  
 ■ 東垂直面  
 ● 西垂直面  
 ▲ 南垂直面  
 ▲ 北垂直面  
 ■ 気温



図b 水平面と外壁面が受ける全日射量(那覇市・5月、8月、1月の月間平均値)

### ③ 透明部位と不透明部位による透過日射量の違い

- 図cに示すように、窓ガラスのような透明部位と、屋根・外壁などの不透明部位とを比べると、透明部位からの日射量のはるかに大きくなります。したがって透明部位の窓については、十分な日射遮蔽対策が必要となります。
- また、開口部の内部で日射を遮蔽する内部遮蔽に比べ、外部で日射を遮蔽する外部遮蔽の効果の方が大きくなります。VI地域では、とくに雨端(深い庇)や花ブロックによる外部遮蔽が効果的です。
- 不透明部位の屋根については、まず日射反射率を高くすること、断熱化およびよく換気される通気層を設けること、または小屋裏換気を行うことが日射遮蔽対策となります。

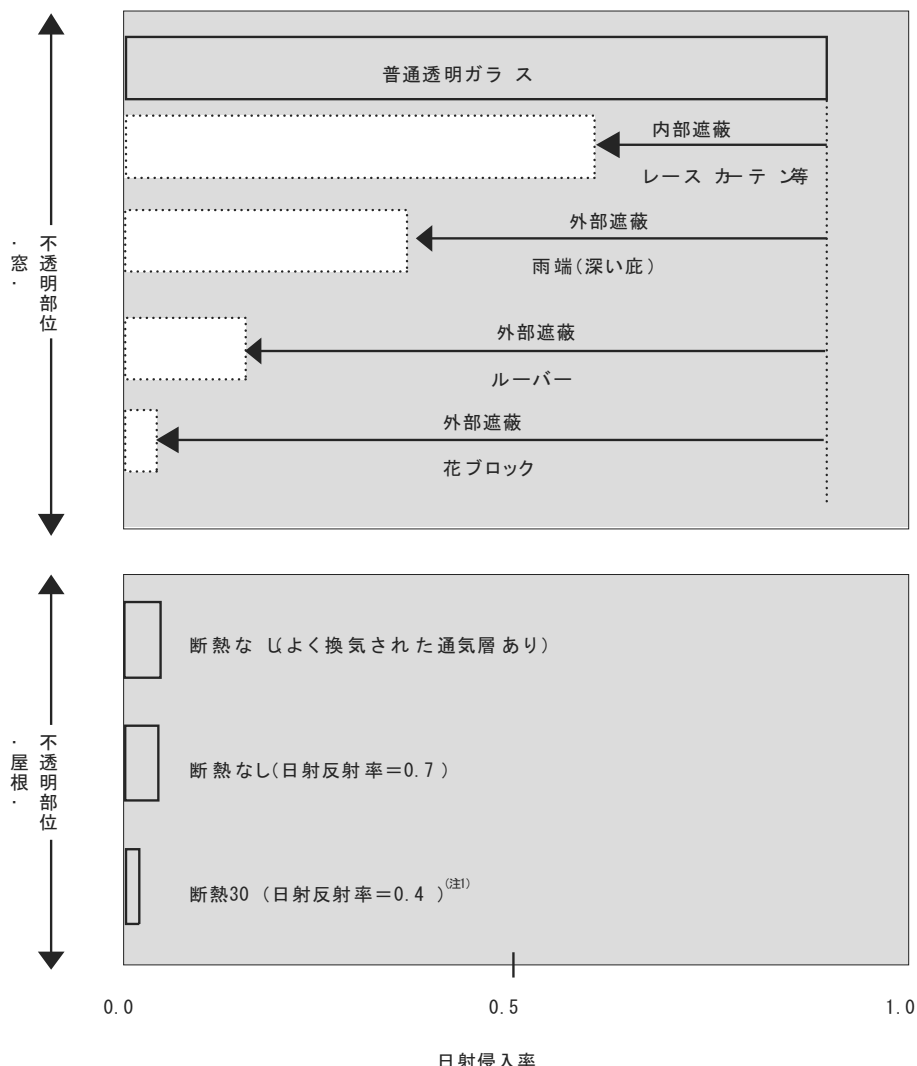


図 C 窓と屋根の日射侵入率の比較

## 4.2.2 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル

### 1 目標レベルの定義

- 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 から 4 までとし、冷房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します(表 1)。
- 冷房エネルギーの削減率は、「隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数」(以下「M 値」といいます。)と強い関係があり、M 値を小さくすることで冷房エネルギーの削減効果が高まります。
- M 値は、次の A~C の住宅の設計条件や仕様によって決定される数値であり、住宅の延べ床面積に等しい水平面に入射する全天日射量に対する、その住宅の室内に侵入する日射熱量の比に一致します。
  - 立地条件(方位・隣戸等との関係)
  - 外部遮蔽装置 — 建築に付属する庇等の部材の有無(手法1)
  - 躯体の日射遮蔽対策 — 外皮(主として屋根)の日射反射・通気・断熱の措置(手法2)
- M 値と冷房エネルギー消費量の関係は、このうち外皮(屋根)の日射遮蔽対策の種類によって異なります。

す。

- 屋根の日射反射率を高くする場合は、通気または断熱の措置を講じる場合よりも、同等のM値でも高い効果が得られます。採用する屋根の日射遮蔽対策ごとに、目標レベルを達成できるM値を確認し、それよりも小さなM値となるよう日射遮蔽対策を検討して下さい。

表1 日射遮蔽対策の目標レベルと達成方法

目標レベル	省エネルギー効果 (冷房エネルギー削減率)	M 値	
		屋根の日射遮蔽対策が 通気または断熱による場合	屋根の日射遮蔽対策が 日射反射による場合
レベル0	削減なし	0.135 超	0.150 超
レベル1	10%削減	0.135 以下	0.150 以下
レベル2	20%削減	0.10 以下	0.125 以下
レベル3	25%削減	0.08 以下	0.115 以下
レベル4	30%削減	0.065 以下	0.105 以下

- 2000年時点における標準的な冷房エネルギー消費量は10.3GJ(エネルギー消費量全体の16%程度)となります(6.1 p.339 参照)。
- レベル0は、日射遮蔽対策を講じない住宅、すなわち日射を遮蔽する隣戸等がない立地で、庇等の外部遮蔽装置を設置しないで、かつ、躯体の日射遮蔽対策をとくに講じない住宅を想定しています。前記のA～Cの条件や仕様の組み合わせにより、最大で30%程度の冷房エネルギーを削減できます。

#### ポイント M値(隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数)とは

「隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数」とは、平成11年省エネルギー基準で使用されている通常の「夏期日射取得係数」を基本として、本書において新たに定義された日射遮蔽性能の指標です。本来の夏期日射取得係数は、「建物による遮蔽がないと仮定した場合に取得できる日射熱量に対する実際に建物内部で取得される日射熱量の冷房期間中の平均的な比率」を表すものですが、その算出においては建物周囲の隣戸等の遮蔽物、外装材表面等の日射反射率、躯体の外側に設けられる通気層の効果については通常考慮されていませんでした。「隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数」はそれらの要因を考慮することで、より広範な日射遮蔽対策の効果を加味することを意図した指標です。従来の夏期日射遮蔽取得係数は $\mu$ 値と呼ばれますが、区別のため隣戸の影響等を加味した夏期日射取得係数はM値と呼ぶこととしました。

## 2 目標レベルの達成要件

目標レベルは、前述したようにM値により決定されます。ただし、このM値を計算で求めるのはかなり複雑であることから、本書では、M値の決定に関係する立地条件、外部遮蔽装置(手法1)および躯体の日射遮蔽対策(手法2)を例示し、それらを選択して目標レベルに適合するかどうかを確認できるようにしています。

なお、M値を計算で判断する方法や、M値から冷房負荷を計算により求める方法についても、本節のコラムで解説しています。

### 1) 立地条件(隣戸等による日射遮蔽)

- 住宅の外壁に当たる日射は、周囲の建物等(隣戸等)により遮蔽されることがあります。すなわち、同じ日射でも、住宅が受ける日射の影響は、隣戸等までの距離、隣戸等の階数、周囲の植栽などによって異なります。
- 隣戸等による日射遮蔽の効果は、方位係数で表されます。方位係数が小さいほど高い日射遮蔽効果があります。

- ・本書では、隣戸等までの水平距離の違いにより、立地1から立地3までの3つの典型的な立地区分を設定しました(表2)。日射の影響の受けやすさは、立地1<立地2<立地3の順に高くなります。

立地1……主に都市内など隣戸等が接近した位置にある立地  
 立地2……都市近郊など隣戸等がやや接近した位置にある立地  
 立地3……主に郊外など隣戸等が接近した位置にない立地

表2 立地区分の要件および方位係数(那覇、3/25~12/14)

立地区分	方位	隣戸等までの水平距離	方位係数
立地1	北	6m以内	0.31
	東	3m以内	0.26
	南	6m以内	0.41
	西	3m以内	0.32
立地2	北	6m超10m以内	0.34
	東	3m超10m以内	0.35
	南	6m超10m以内	0.44
	西	3m超10m以内	0.42
立地3	北	10m超	0.39
	東	10m超	0.39
	南	10m超	0.49
	西	10m超	0.47
水平面		—	1.00

- ・表2では、各立地の要件となる、北、東、南および西の4方位にある隣戸等までの水平距離と、それによって決まる方位係数を示しています。4方位すべての水平距離を満たす立地区分を選定することとし、4方位のうちある方位における水平距離が表2の値を超えているために日射の影響を受けやすくなる場合には、当該方位の水平距離を満たしている立地区分に相当するものとして下さい(例えば、隣戸等までの水平距離が、北6m、東3m、南8m、西3mの場合は、立地2となります)。
- ・なお、方位については、真南±45°以内に面する側を南の方位として扱って下さい。
- ・建物の周囲に連続した植栽等を計画し、明らかな日射遮蔽効果が見込まれる場合には、より日射の影響を受けにくい立地区分として扱うことが妥当と考えられます。
- ・隣戸等による日射遮蔽効果についての詳細は、「4.2.3 2 立地条件の確認と建物配置の検討」で解説します。

## 2) 日射遮蔽手法

- ・冷房エネルギーの削減に効果のある日射遮蔽手法として、本書では以下のものを取り上げています。
  - 手法1 外部遮蔽装置による日射遮蔽手法
  - 手法2 躯体による日射遮蔽手法
- ・各手法の詳細については、「4.2.4 日射遮蔽の手法」で解説します。
- ・目標レベルへの適合を判断するために、各手法について典型的と考えられる仕様を設定しています。この仕様を参考にして、設計仕様の検討を行って下さい。

### ① 手法1：外部遮蔽装置

- ・建築に付属する庇、花ブロックおよび外付け遮蔽部材(ルーバーなど)といった部材(以下「外部遮蔽装置」といいます。)は、日射遮蔽に効果があります。このうち庇は、窓庇間距離(窓上端から底下端までの距離)、窓高さ、庇の出、庇の幅などが、日射侵入量に影響します。また、花ブロックを設置すると日射遮蔽

効果は飛躍的に高まります。

- 外部遮蔽装置による日射遮蔽の効果は、遮蔽係数で表されます。遮蔽係数が小さいほど高い日射遮蔽効果があります(p.177 参照)。
- 本書では、外部遮蔽装置の仕様をクラスに分けて設定していますので、設計仕様に見合うクラスを選択して下さい(表3、図1)。クラス0 はあまり工夫されていない仕様で、クラス1<クラス2<クラス3 の順に日射遮蔽効果は高くなります。

表3 外部遮蔽装置のクラスと仕様

外部遮蔽装置のクラス	方位	遮蔽係数	庇 <sup>*1</sup>			花ブロック・ルーバー等
			窓庇間距離 [mm]	窓高さ [mm]	庇の出 [mm]	
クラス-1	—	1.0(全方位)	クラス0を満たさない			—
クラス0	北	0.64	0	900 以下	200 以上	—
	東	0.75	0	1300 以下	200 以上	—
	南	0.65	400 以下	2000 以下	600 以上	—
	西	0.65	400 以下	1300 以下	600 以上	—
クラス1	北	0.64	0	900 以下	200 以上	—
	東	0.65	400 以下	1300 以下	600 以上	—
	南	0.52	400 以下	2000 以下	1000 以上	—
	西	0.53	400 以下	1300 以下	1000 以上	—
クラス2	北	0.49	400 以下	900 以下	600 以上	—
	東	0.53	400 以下	1300 以下	1000 以上	—
	南	0.43	400 以下	2000 以下	1500 以上	—
	西	0.43	400 以下	1300 以下	1500 以上	—
クラス3	北	0.49	400 以下	900 以下	600 以上	—
	東	0.53	400 以下	1300 以下	1000 以上	—
	南	0.43	400 以下	2000 以下	1500 以上	—
	西	0.06	400 以下	1300 以下	1500 以上	花ブロック <sup>*2</sup>

※1 庇の幅は窓の幅以上であることを前提としている。 ※2 外壁と花ブロックの間には庇を設定。

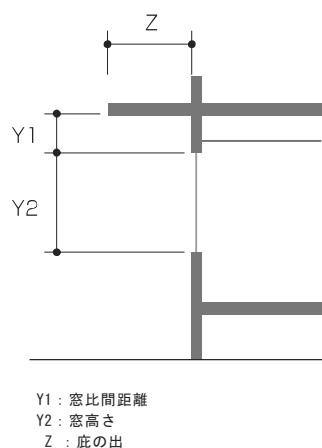


図1 庇と各部の構成

- 表3では、各クラスの要件となる、北、東、南および西の4方位に向く外部遮蔽装置(庇や花ブロック・ルーバー等)の仕様と、それによって決まる遮蔽係数を示しています。4方位すべての外部遮蔽装置の仕様を満たすクラスを選定することとし、4方位のうちある方位における外部遮蔽装置の仕様が表3よりも日射遮蔽効果が低い仕様とみられる場合には、当該方位の外部遮蔽装置の仕様に見合うクラスに該当するもの

として下さい。

・なお、方位については、真南±45° 以内に面する側を南の方位として扱って下さい。

## ②手法2: 躯体による日射遮蔽手法(外皮)

- ・屋根および外壁のコンクリート躯体については、通気層の有無、断熱措置および表面の日射反射率などが日射侵入量に影響します。これらの日射遮蔽対策の組み合わせはさまざま考えられますが、VI地域ではとくに日射を直接受ける屋根の対策が重要であるほか、以下のような特徴がみられます。
- ・断熱は日射侵入量の抑制に効果はありますが、夜間等における室内からの放熱も同時に抑制することから、VI地域の場合には一概に断熱化が勧められるものではありません。
- ・屋根面の日射反射率を高めると、通気層や断熱の効果は小さくなります。
- ・屋根に断熱を施すと、通気層の効果はあまり得られません。
- ・こうした特徴に鑑み、M値を判断するために、屋根および外壁躯体の仕様を次の4タイプ設定していますので、設計仕様に見合う仕様を選択して下さい(表4)。各仕様とも外壁は無断熱としています。また、仕様1はとくに日射遮蔽対策を講じていない基準となる仕様に相当します。

仕様1 : 無断熱・無対策

仕様2 : 無断熱・屋根通気(屋根面上に換気される通気層を確保する)

仕様3 : 屋根断熱(屋根に断熱を施す)

仕様4 : 無断熱・屋根反射(屋根表面の日射反射率を高める)

表4 日射遮蔽対策のための躯体仕様

躯体仕様のタイプ	外壁		日射		屋根		日射		躯体を通じた日射侵入量の比率 <sup>※3</sup>
	通気層	断熱措置	反射率 <sup>※1</sup>	侵入率	通気層	断熱措置	反射率 <sup>※1</sup>	侵入率	
仕様1 無断熱・無対策	なし	なし	0.4	0.097	なし	なし	0.4	0.118	100%
仕様2 無断熱・屋根通気	なし	なし	0.4	0.097	あり	なし	0.4	0.054	58%
仕様3 屋根断熱	なし	なし	0.4	0.097	なし	あり <sup>※2</sup>	0.4	0.022	37%
仕様4 無断熱・屋根反射	なし	なし	0.4	0.097	なし	なし	0.7	0.059	61%

※1 日射反射率とは、外壁および屋根の屋外側仕上げ材表面の日射反射率をいい、各値は次の特性をもつ。

0.4: 反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗装など) 0.7: 反射性が高い(白色系塗装など)

※2 屋根の断熱措置については、押出法ポリスチレンフォーム保温板2種30mmを施した場合の日射侵入率を示す。

※3 躯体を通じた日射侵入量の比率は、躯体仕様1を100%(基準)とした場合の比率で示す。また、日射侵入量は次式により算定した。

日射侵入量=外壁面積×外壁の日射侵入率+屋根面積×屋根の日射侵入率(p.344 住宅モデル・タイプAの面積を採用)

躯体を通じた日射侵入量は、M値のうちの躯体を通じた日射取得の寄与分(10m超の方位係数を与えた場合)に相当する。

## 3 目標レベルの達成方法

- ・VI地域における住宅モデルをもとに、立地1・立地2・立地3のそれぞれにおいて、躯体の日射遮蔽仕様と外部遮蔽装置のクラスを組み合わせM値を試算した結果を示します(表5)。
- ・表5のM値は、躯体および開口部の仕様を表6のように設定して試算しています。
- ・躯体仕様が同じでも、外部遮蔽装置による対策を手厚くすることにより、レベルが高くなる場合があります。

表5 外部遮蔽装置・外皮の組み合わせによる日射侵入係数(M 値)

(1) 立地1

躯体仕様のタイプ		外部遮蔽装置※							
		クラス0		クラス1		クラス2		クラス3	
		北	200 以上	北	200 以上	北	600 以上	北	600 以上
		東	200 以上	東	600 以上	東	1000 以上	東	1000 以上
		南・西	600 以上	南・西	1000 以上	南・西	1500 以上	南・西	1500 以上・花
仕様1	無断熱・無対策	0.166 (レベル 0)		0.159 (レベル 0)		0.151 (レベル 0)		0.148 (レベル1)	
仕様2	無断熱・屋根通気	0.102 (レベル1)		0.095 (レベル3)		0.087 (レベル3)		0.084 (レベル3)	
仕様3	屋根断熱	0.070 (レベル3)		0.063 (レベル4)		0.055 (レベル4)		0.052 (レベル4)	
仕様4	無断熱・屋根反射	0.107 (レベル3)		0.100 (レベル4)		0.092 (レベル4)		0.089 (レベル4)	

(2) 立地2

躯体仕様のタイプ		外部遮蔽装置※							
		クラス0		クラス1		クラス2		クラス3	
		北	200 以上	北	200 以上	北	600 以上	北	600 以上
		東	200 以上	東	600 以上	東	1000 以上	東	1000 以上
		南・西	600 以上	南・西	1000 以上	南・西	1500 以上	南・西	1500 以上・花
仕様1	無断熱・無対策	0.173(レベル 0)		0.165(レベル 0)		0.156(レベル 0)		0.151(レベル 0)	
仕様2	無断熱・屋根通気	0.109(レベル1)		0.101(レベル1)		0.092(レベル3)		0.087(レベル3)	
仕様3	屋根断熱	0.077(レベル3)		0.069(レベル3)		0.060(レベル4)		0.055(レベル4)	
仕様4	無断熱・屋根反射	0.114(レベル3)		0.106(レベル3)		0.097(レベル4)		0.092(レベル4)	

(3) 立地3

躯体仕様のタイプ		外部遮蔽装置※							
		クラス0		クラス1		クラス2		クラス3	
		北	200 以上	北	200 以上	北	600 以上	北	600 以上
		東	200 以上	東	600 以上	東	1000 以上	東	1000 以上
		南・西	600 以上	南・西	1000 以上	南・西	1500 以上	南・西	1500 以上・花
仕様1	無断熱・無対策	0.180(レベル 0)		0.171(レベル 0)		0.161(レベル 0)		0.155(レベル 0)	
仕様2	無断熱・屋根通気	0.116(レベル1)		0.107(レベル1)		0.097(レベル3)		0.091(レベル3)	
仕様3	屋根断熱	0.084(レベル2)		0.075(レベル3)		0.065(レベル4)		0.059(レベル4)	
仕様4	無断熱・屋根反射	0.121(レベル2)		0.112(レベル3)		0.102(レベル4)		0.096(レベル4)	

※ 外部遮蔽装置の欄は、各クラスの要件(p.167 表3)のうち、庇の出および花ブロック等の有無のみを示す。

表6 躯体および開口部の標準的な仕様

無断熱	外壁、屋根とも断熱材なし
屋根通気	屋根上に敷ブロック、板状パネル等の設置(p.183 図13)
屋根断熱	押出法ポリスチレンフォーム保温板 2種 30mm(断熱材の熱抵抗値 0.8 m <sup>2</sup> ・K/W)
屋根反射	屋根面の日射反射率 0.7 以上(白色系塗料など)
開口部(共通)	普通単板ガラス+レースカーテン

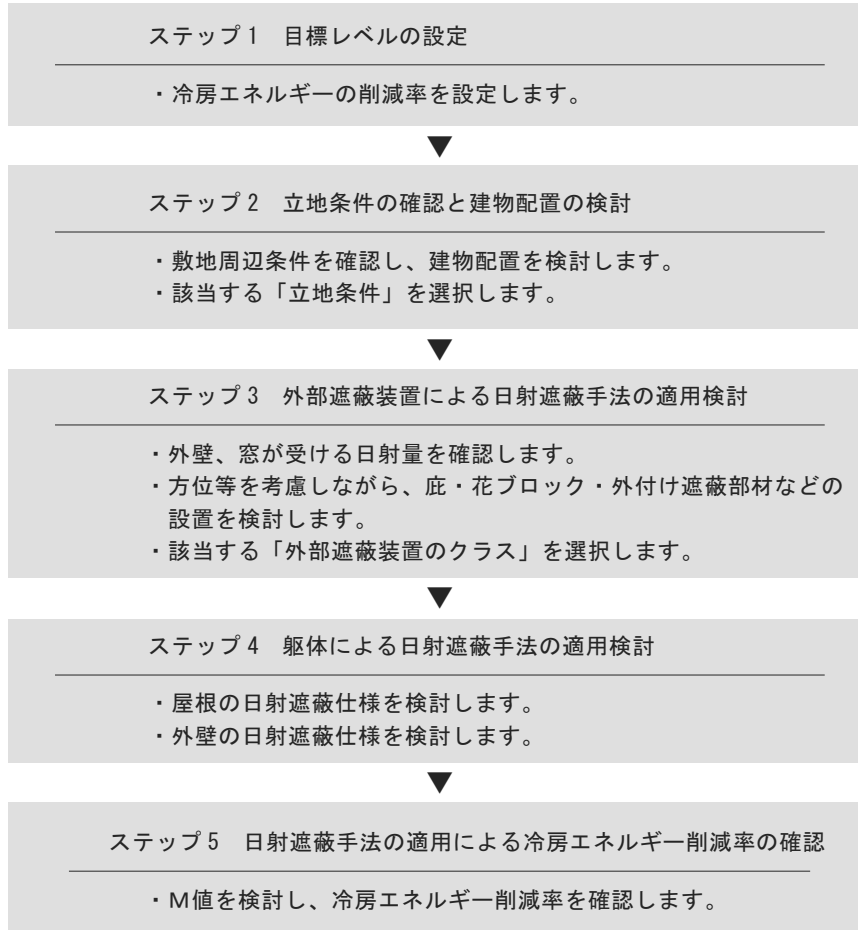
※1 屋根反射の場合を除き、屋根面・外壁面の日射反射率は 0.4 以上(コンクリート、淡色系塗料など)

※2 開口部の日射侵入率は 0.56



## 4.2.3 日射遮蔽技術の検討ステップと立地条件の確認等

### 1 日射遮蔽技術の検討ステップ



### 2 立地条件の確認と建物配置の検討

- ・住宅の外壁に当たる日射は、隣接する建物や、例えば傾斜地の場合には斜面など(以下、「隣戸等」といいます)により遮蔽されることがあります。遮蔽の効果は、[遮蔽物となる隣戸等との高低差÷隣戸等までの水平距離]の比率によりほぼ決まります。隣戸等は外壁間の水平距離で10m以内にある場合、日射遮蔽の効果があります。
- ・隣戸等との高低差の関係は大きく分けて3つのケースがあり、日射遮蔽効果(方位係数)は以下のように異なります(図2、図3)。
- ・ケース①のように、検討対象住宅の周囲10m以内に隣戸等がない場合(例えば、平屋建て住宅の向かいに建物がない場合や、2階建て住宅の向かいに平屋建ての建物がある場合の2階室)には、日射は遮られません。
- ・ケース②のように、検討対象住宅と同じ階数の隣戸等がある場合(例えば、平屋建て住宅の向かいに平屋建ての建物がある場合や、2階建て住宅の向かいに2階建ての建物がある場合)には、日射が遮蔽されます。
- ・ケース③のように、検討対象住宅よりも1階分高い隣戸等がある場合(例えば、平屋建て住宅の向かいに2階建ての建物がある場合)には、ケース②より高い日射遮蔽効果があります。
- ・このような住宅周辺の状況も踏まえ、日射の当たりやすい部位から重点的に日射遮蔽手法を適用すること

で、効率的に日射遮蔽性能を高めることができます。

- 一方、屋根面の日射も隣戸等により遮蔽されることがあります。しかし、屋根面の日射が隣戸等により遮蔽されるのは、早朝や夕方など、太陽高度が低く日射量が小さい時間帯です。屋根面に対する日射量が大きな昼間の時間帯にはあまり遮蔽されません。また、遮蔽されるのは屋根の端の方で、中央付近はあまり日影にはなりません。そのため、屋根面については、隣戸等による日射遮蔽は考えないこととします(すなわち、屋根の方位係数は、周辺状況に係わらず1として扱います)(図4)。

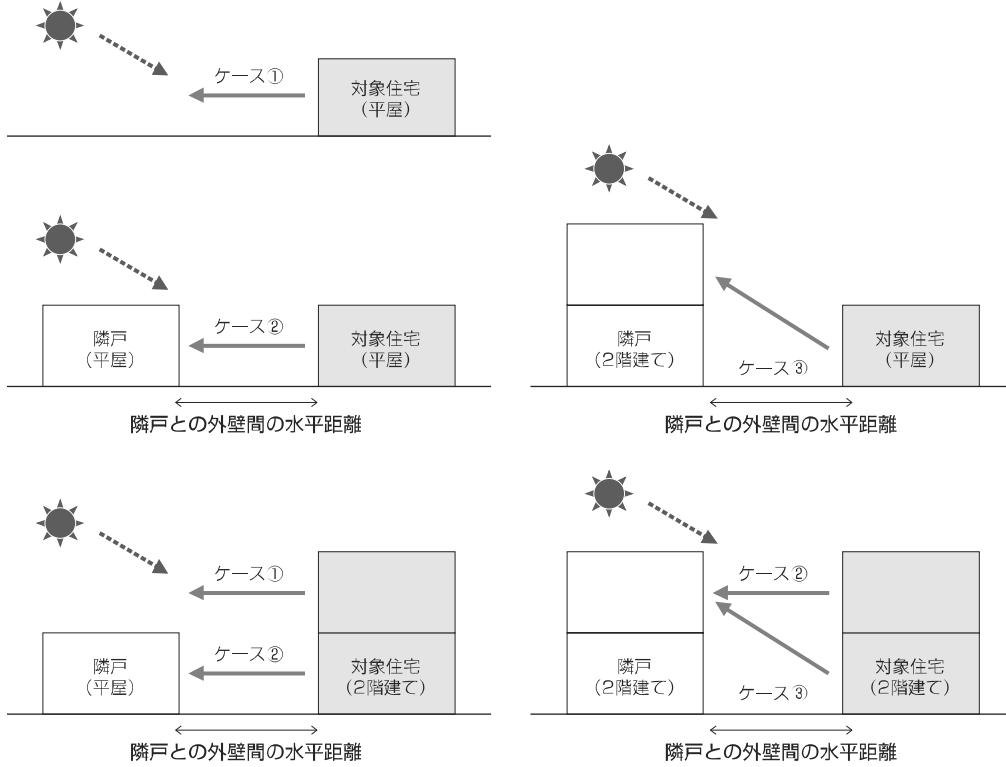
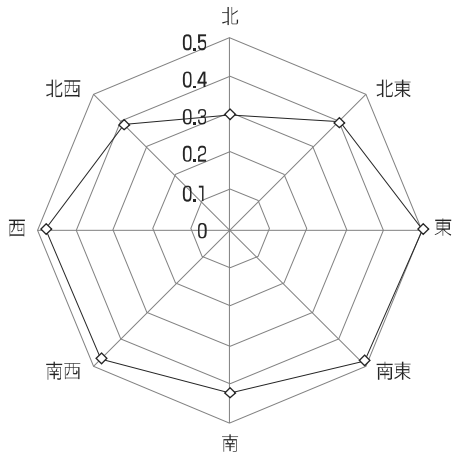
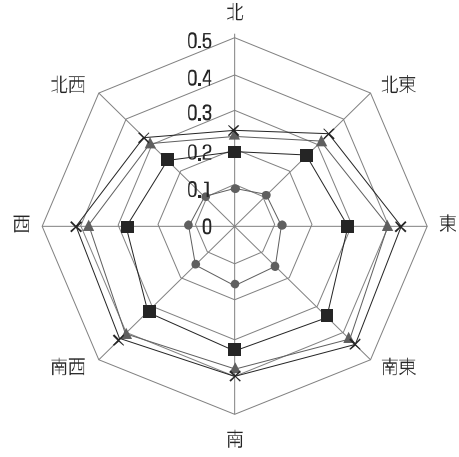


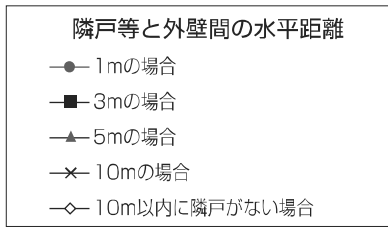
図2 隣戸等との高低差の関係



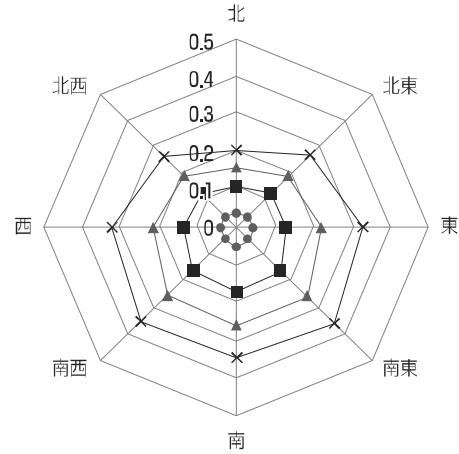
ケース①：周囲の10m以内に隣戸等がない場合



ケース②：検討対象住宅と同じ階数の隣戸等がある場合

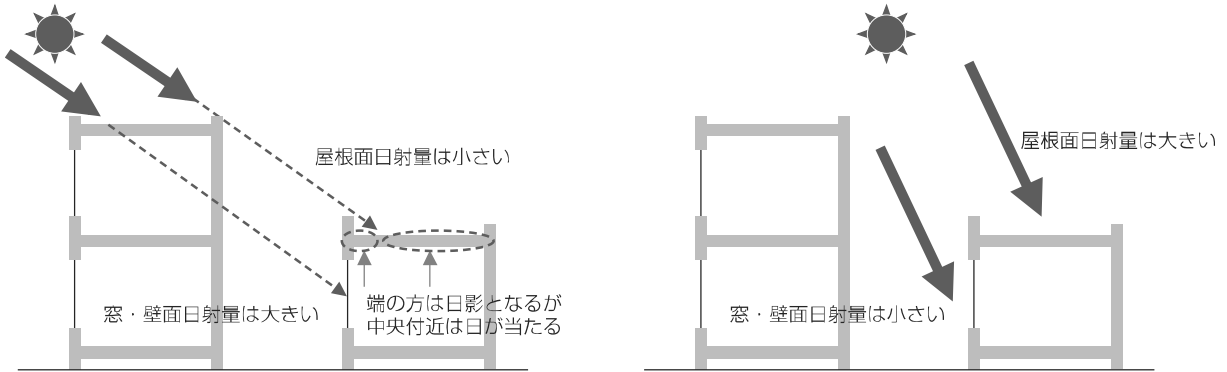


グラフ中の方位は壁が向いている方位を示す。



ケース③：検討対象住宅よりも1階分高い隣戸等がある場合

図3 隣戸等の有無による方位係数の違い：那覇、3/25～12/14(冷房期間)



(A) 太陽高度が低い時：隣戸等により遮蔽される

(B) 太陽高度が高い時：隣戸等により遮蔽されない

図4 隣戸等による屋根への日影

## 4.2.4 日射遮蔽の手法

### 手法1 外部遮蔽装置による日射遮蔽手法

- ・庇、花ブロックおよびルーバーなどの外付け日射遮蔽部材といった、窓の外側に設置する装置により日射を遮蔽する手法です。一度室内に入ってしまった日射熱は、排出される前に室温を上昇させてしまうため、日射遮蔽は窓の屋外側で行う必要があります。
- ・雨端や壁面全体を覆う花ブロックを用いた場合、窓だけでなく、壁面に入射する日射を遮蔽する効果もあります。
- ・外部遮蔽装置による日射遮蔽の効果は、遮蔽係数で表わされます。遮蔽係数が小さいほど高い日射遮蔽効果があります。

$$\text{遮蔽係数} = \frac{\text{外部遮蔽装置を設置した場合に窓に入射する日射量}}{\text{外部遮蔽装置を設置していない場合に窓に入射する日射量}}$$

#### 1 庇

- ・庇は主に、窓や壁に対し上方から入射する直達日射を遮蔽します。そのため、庇による日射遮蔽効果は、太陽高度が高いときに直達日射が当たる南側で、かつ、天気の良いときに最も高くなります。また、庇の出寸法が大きいくほど遮蔽効果は高くなります(図5、図6)。
- ・窓や壁面に対し、日射は正面ばかりではなく斜め方向からも入射します。そのため、庇は奥行きが浅い小庇を窓ごとに設置するよりも、複数の窓で1つの庇が連続するような、幅の広い庇を設置する方が遮蔽効果は高まります(図6)。
- ・東西面では、太陽高度の低い位置から日射が当たるため、窓の下部では庇による遮蔽効果が低くなります(図6、図7)。このような場合には、花ブロックやルーバー等を併用すると、庇では遮蔽しにくい窓の下部に対する遮蔽効果がより高くなります。
- ・庇の設置高さは、窓のすぐ上であることが、遮蔽効果を高めます(図7)。霧除けなどは、なるべく窓のすぐ上の高さに設置することで、小さな庇でも高い日射遮蔽効果を発揮することができます。

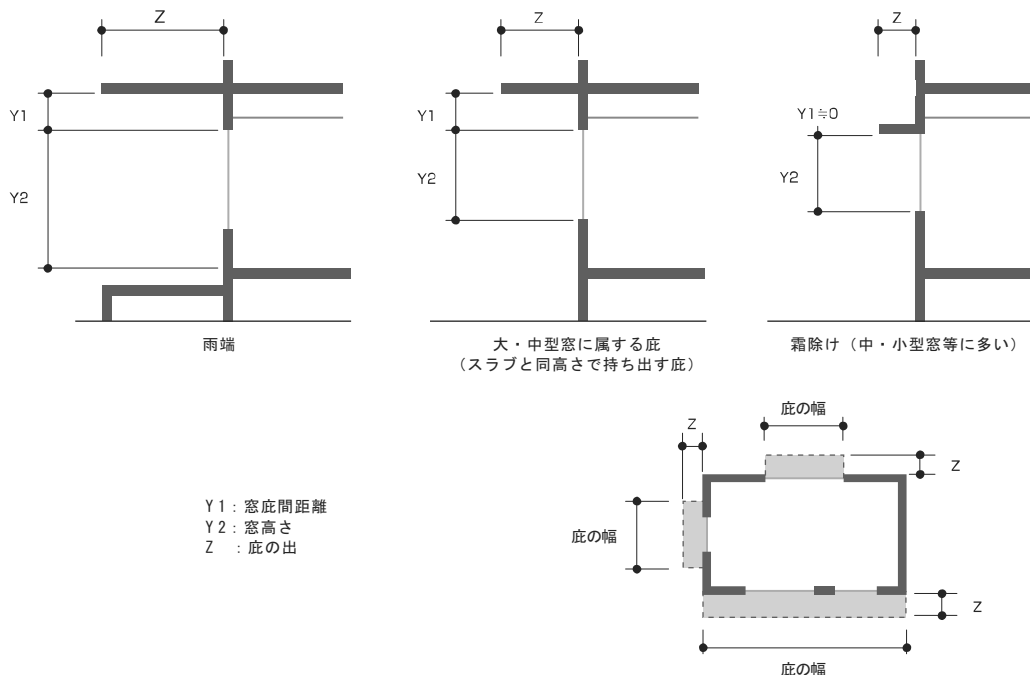
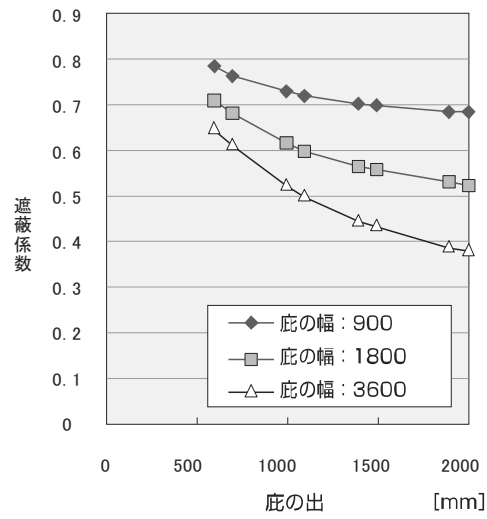
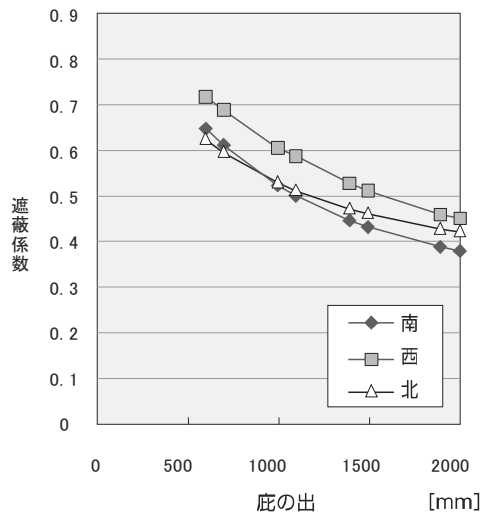


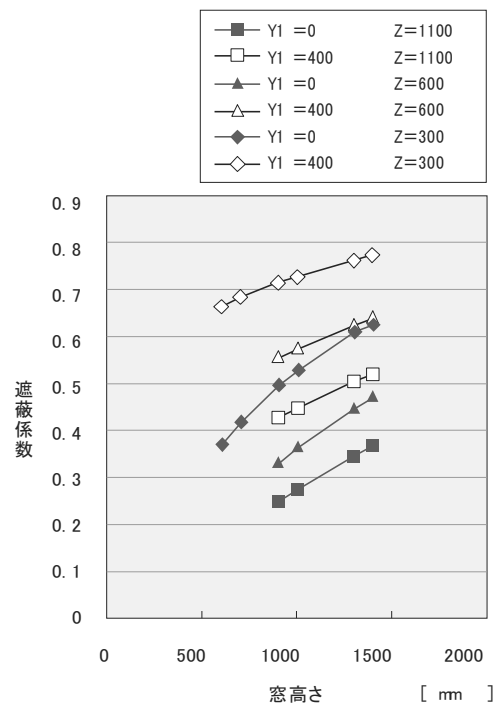
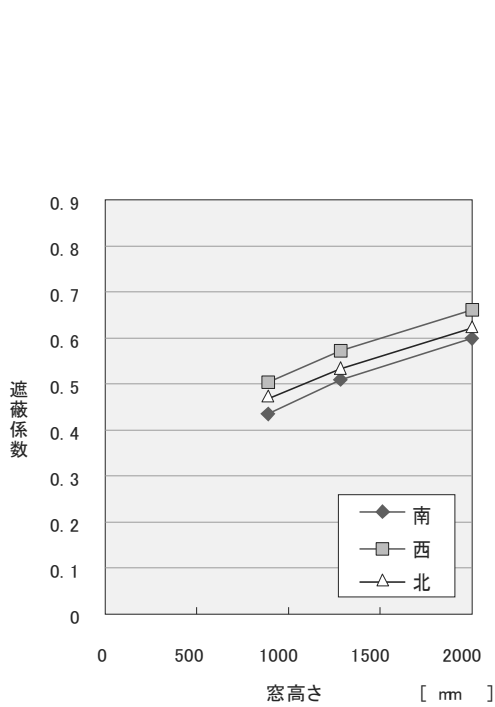
図5 代表的な庇の形態と寸法



( A ) 設置方位の違いによる遮蔽係数  
窓庇間距離400mm、窓高さ2000mm、庇の幅3600mm

( B ) 庇の幅の違いによる遮蔽係数  
窓庇間距離400mm、窓高さ2000mm、設置方法 南

図6 庇の出寸法と遮蔽係数の関係



( A ) Y1 = 400 ・ Z = 1100、庇の幅1800の場合

( B ) 庇の幅1800、設置方位が南側の場合

図7 窓高さと遮蔽係数の関係

## 2 花ブロック

- 花ブロックは、西面などの太陽高度の低い時間帯に日射が当たる部位で、高い日射遮蔽効果を発揮します。
- 図8のような寸法の花ブロックでは、遮蔽係数は、0.1 以下となります(表7)。この値は、庇の併用等により、窓面と花ブロックの隙間の上部から日射が入らないことを前提としています。
- 花ブロックは、空隙の面積が小さいほど日射の遮蔽効果が高くなります。一方、日射を遮蔽することは、自然光を遮蔽することですので、室内の明るさへの配慮も必要となります。南面の太陽高度が高い時間帯に日射が当たる部位では、庇を用いて直達日射を遮蔽しつつ拡散光を採り入れ、西面など太陽高度の低い時間帯に直達日射が当たる部位では、花ブロックやルーバーなど(次項参照)を用いると、採光とのバランスのとれた日射遮蔽を行いやすくなります。

表7 花ブロックの遮蔽係数

方位	遮蔽係数
北	0.03
東	0.06
南	0.02
西	0.06

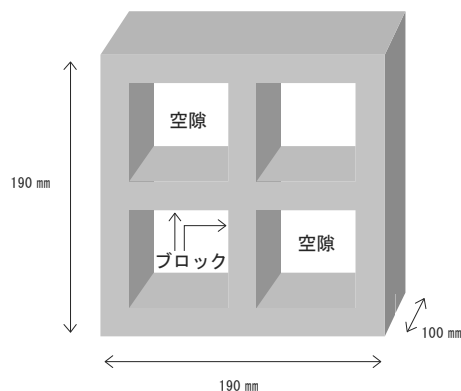


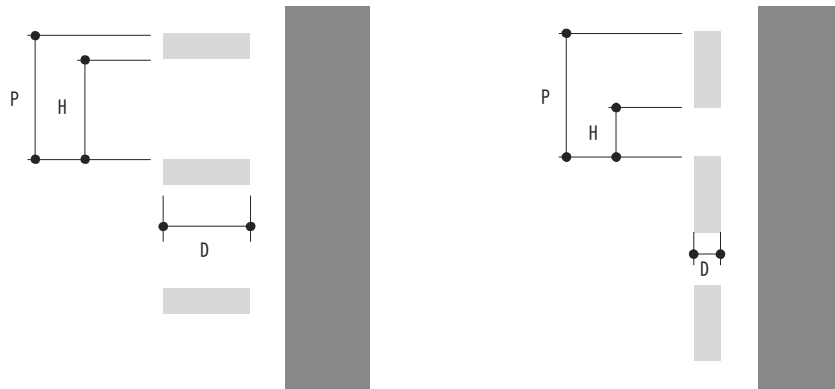
図8 花ブロックの形状の例



図9 花ブロックの使用例

## 3 外付け日射遮蔽部材 (ルーバーなど)

- ルーバーなどの外付け日射遮蔽部材は、花ブロックと同様に窓等を面的に覆うことで日射遮蔽を行い、西面などの太陽高度が低い時間帯に直達日射が入射する部位でも、高い日射遮蔽効果を発揮します。また、可動ルーバーの場合には、時間帯や天候に応じ、日射量が多いときには日射遮蔽を優先し、日射量が少ないときには採光や眺望の確保を優先させることができます。
- ルーバーは隙間(H)が小さいほど、厚み(D)が大きいくほど、日射遮蔽効果が高くなります(図10、図11)。
- (A)のように、隙間(H)が大きいルーバーの場合には、ルーバーの隙間から拡散光が入りやすく、屋外の眺望も得やすくなります。居室の窓に設置する場合で、ほかに窓がない場合には、このような形状として、採光・眺望と日射遮蔽のバランスを取るとよいでしょう。
- (B)のように、隙間(H)が小さなルーバーは日射遮蔽効果が高くなります。東西面が日当たりのよい場合に用いると効果的です。



P=100、H=80、D=50の場合 遮蔽係数は約0.25

P=100、H=30、D=15の場合 遮蔽係数は約0.15

(A) 拡散光を取り入れ眺望を確保するタイプ

(B) 日射遮蔽効果が高く厚みを抑えたタイプ

図 10 ルーバーのタイプと寸法

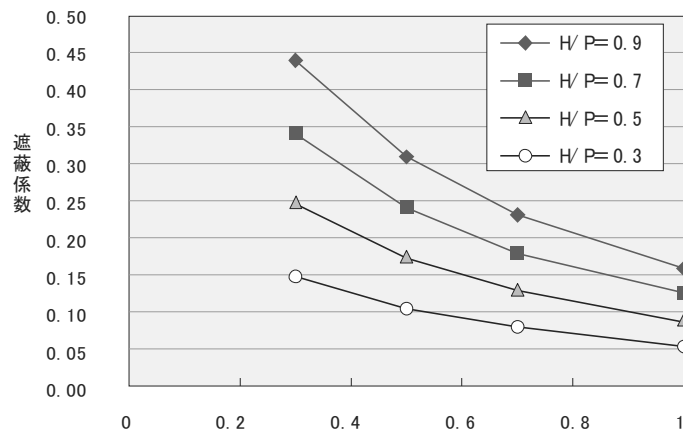


図 11 ルーバーを設置する場合の遮蔽係数

(ルーバーがない場合を1とした、ルーバーがある場合の日射量の比率)



図 12 ルーバーの使用例

## 手法2 躯体による日射遮蔽手法

### 1 躯体の日射遮蔽性能と対策

- VI地域の住宅構造で主流を占めるコンクリート造は、躯体そのものの熱容量が大きく、日射熱により躯体が温まってしまうとなかなか冷めにくいいため、日射熱に対する対策を何も講じないと、夜間、それらの熱が室内に放熱され、不快な温度環境をもたらします。
- それを防止するためには、屋根と壁に共通して、コンクリート躯体の外側に換気される通気層を設け躯体への日射熱の流入を通気層によって排熱することで抑制するか(通気)、躯体の内側もしくは外側に断熱材を施工するか(断熱)、躯体外表面の日射反射率を高めるか(日射反射)の、いずれかの対策が必要となります。
- 夏期において壁体に侵入する熱は、室内と外気の温度差により発生する貫流熱と、日射熱侵入熱(直達日射量と天空日射量の合計)の2種に分かれます。断熱は前者と後者、日射反射と通気は後者の熱の侵入削減に有効です。

- 各対策の特徴は以下の通りです。

#### ①通気

通気による対策は、その通気層部分の換気回数に関係します。屋根への敷ブロックや板状パネル等の敷き込みによる通気層は、一般に外気に開放される空隙が設けられており、必要な換気量は確保されているものと考えられます。

#### ②断熱

断熱による対策は、直達日射が当たり外表面温度の高温となる屋根を中心とする部分において有効です。住宅全体の断熱を高めることは、冬期の温熱環境を向上させるメリットがある反面、夏期において室内からの放熱を妨げる副作用があります。

#### ③日射反射

日射反射による対策として、直達日射を反射するための外装の日射反射率を向上させる方法があります。日射反射率の高い白色や淡色系の一般塗料、もしくは遮熱塗料を躯体表面に塗布する方法がありますが、長期的な紫外線劣化や外装表面の汚れなどで性能が低下することが考えられますので、これらによる場合は、定期的に清掃や塗り替えなどのメンテナンスにつとめる必要があります。

- 屋根および外壁の躯体に対するこれらの対策には、さまざまな組み合わせがありますが、必ずしも複数の措置を講じることや、措置の水準を手厚くすることが冷房エネルギー削減につながらない場合もあります。

- 次節以降、外皮のうち屋根および外壁の躯体に係わる日射遮蔽性能とその対策について解説します。窓は、大きな日射侵入部位ですが(p.166 ポイント③参照)、温暖地などで有効なガラスやフレームといった窓の種類を選択による対策(複層ガラスや低放射複層ガラスの使用など 4.3 参照)は、室内側から屋外への放熱を抑制するために、VI地域では適切な方法とはいえません。VI地域では、一般的に用いられている普通単板ガラスの金属製(アルミ)サッシが基本となります。

## 2 屋根

### 1) 日射遮蔽手法と効果

- 屋根は日射の影響を最も受ける部位であるため、外皮の中で窓に次いで日射遮蔽措置が求められる部位です。
- 屋根の日射遮蔽対策の相互関係については、以下の特徴があります。



①日射反射を高めれば、断熱を施してもその効果はあまり現れません。

②日射反射を高めるかまたは断熱を行えば、通気層を設けてもその効果はあまり現れません。

このことから、日射反射、断熱、通気の対策をいずれかを選択して講じることが、効率的と考えられます。

・明るい色の建材を用いることができない場合(意匠上の理由や、日射反射による近隣への迷惑防止等の理由で)、手法3(外壁の日射遮蔽手法)において解説する遮熱塗料を用いる方法もあります。

・沖縄によくある屋根付きのバルコニーの屋根は、十分に換気された通気層を確保しているとみなすことができ、1階部分の屋根の日射遮蔽対策として有効と考えられます。天窓などを設ける場合は、そのような日射遮蔽の工夫があるときに限り通風上で有効になりますが、そうでなければ日射遮蔽対策上で勧めることはできません。

・表8は、屋根の仕様の違いによる日射侵入率を表したものです。縦方向に断熱材の熱抵抗値および対応する仕様の違いを、横方向に通気層の有無、日射反射率の違いを並べ、それらの各条件における日射侵入率の値を示しています。

・無断熱の場合でも、通気や日射反射の対策を講じることによって、無断熱に比べて日射侵入率を低減できることがわかります。

・また、通気や日射反射の対策を講じなくても、断熱を施すことにより、日射侵入率を低減できることがわかります。断熱のレベルを上げることで日射侵入率の値は小さくなりますが、断熱材の熱抵抗値 0.8 m<sup>2</sup>・K/W 程度(押出法ポリスチレンフォーム保温板2種30mm相当)以上を確保した場合、夜間等における放熱を抑制することから、断熱厚を増すことによる冷房エネルギーの削減効果は小さいものとなります。

・表8の日射侵入率は、数値計算でM値を判断する場合に、用いることができます。

表8 屋根の仕様の違いによる日射侵入率

断熱材の熱抵抗値 [m <sup>2</sup> ・K/W]	対応する省エネルギー基準等	断熱材の仕様例	通気層なし			通気層あり		
			日射反射率 0.1	日射反射率 0.4	日射反射率 0.7	日射反射率 0.1	日射反射率 0.4	日射反射率 0.7
0	—	無断熱	0.179	0.118	0.059	0.082	0.054	0.026
0.5	昭和55年基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種20mm	0.048	0.032	0.016	0.039	0.025	0.013
0.8	—	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種30mm	0.033	0.022	0.011	0.029	0.019	0.009
1.1	公庫基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種40mm	0.025	0.017	0.008	0.023	0.015	0.007
1.3	平成4年基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板2種50mm	0.022	0.015	0.007	0.020	0.013	0.006
1.7	—	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種50mm	0.017	0.011	0.006	0.016	0.010	0.005
2.5	平成11年基準	押出法ポリスチレンフォーム保温板3種75mm	0.012	0.008	0.004	0.011	0.007	0.004

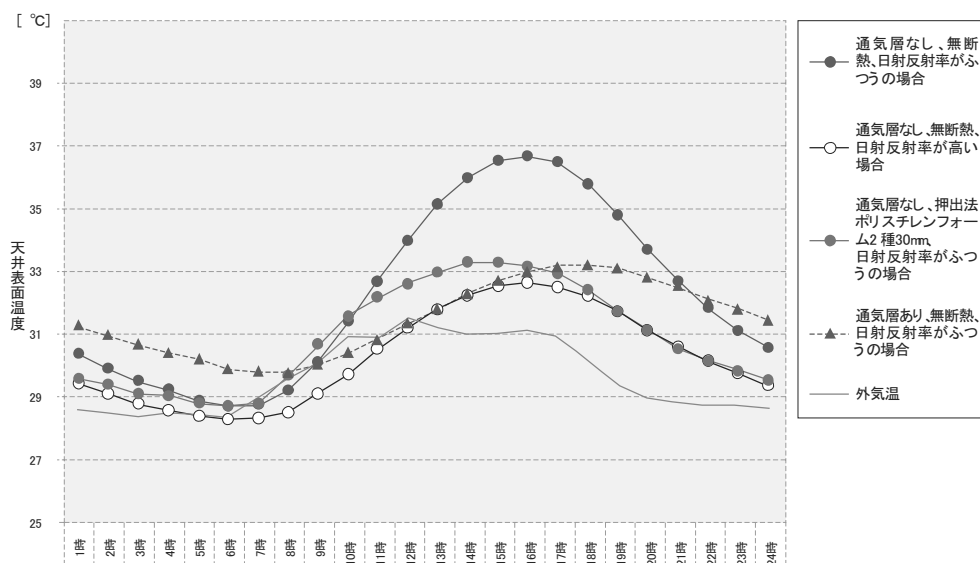
※1 日射反射率

0.1: 反射性が低い(濃色系塗料など) 0.4: 反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗料など)、0.7: 反射性が高い(白色系塗料など)

※2 公庫基準: 沖縄振興開発金融公庫監修 公庫融資住宅工事仕様書(平成19年7月)環境共生住宅基準 省エネルギータイプ

## ポイント 屋根の仕様の違いによる天井表面温度の推移

- ・図は、代表的仕様の屋根に関する夏期における天井表面温度を示したものです。
- ・無対策の条件(通気層なし、無断熱、日射反射率がふつう)に比べて、日射反射率を高めた場合は、昼間で4℃程度、明け方でも0.4℃程度低くなっています。また、断熱材を設ける対策では、昼間で3.5℃程度、午前0時で1℃低くなっています。
- ・一方、通気層を設ける対策では、昼間で3.5℃低くなりますが、午後10時から午前8時の間は無対策の条件よりも表面温度は高くなっています。夜間において表面温度の低下しにくい理由は、夜間放射による放熱が通気層によって抑制されてしまうためと考えられます。



■計算条件:8月1日～10日の時刻別平均 検討対象室:東南の和室(非冷房室) 外壁:通気層なし、無断熱 反射率はふつう、庇:非設置

図 屋根の仕様の違いによる 天井表面温度の推移

## 2) 代表的な日射遮蔽仕様

屋根の日射遮蔽手法のうち、通気層の代表的な仕様を例示します(図13)。

- ・屋根面上部に敷ブロックを設置するなどにより通気層を設ける方法は、日射侵入対策のほか、屋根スラブの耐久性向上に大きな効果があります。
- ・敷ブロックなどの端部は外気に開放させ、通気層内が十分に換気される構造とすることが必要です。また、通気層厚さは最低でも30mm以上確保することが望まれます。屋根下地及び屋根材を留め付ける金物類は耐腐食性(防錆性)に優れた材質のものを使用して下さい。
- ・VI地域で一般的な敷ブロックによる方法は、新築ばかりでなく既存住宅にも比較的簡単に適用できますが、その場合は既存屋根の許容積載荷重に注意する必要があります。

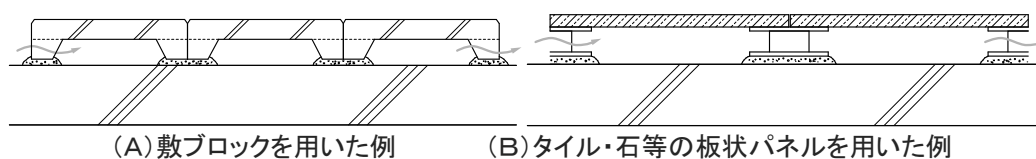


図13 屋根通気層の例

### ポイント 材料表面の日射反射率・長波長放射率

- ・図は、主な建築材料について日射反射率および長波長放射率に関する数値を示しています。
- ・材料表面の日射吸収率 A1 は下の横軸に、日射反射率 A2 は上の横軸に示しています。日射を透過しない建築材料の場合、 $A1 + A2 = 1$  の関係にあります。外装表面の遮熱性能を検討するときに、該当する材料の数値を参照して下さい。
- ・材料表面の長波長放射率 B1 は左の縦軸に、長波長反射率 B2 は右の縦軸に示しています。これらの値も日射を透過しない建築材料の場合、 $B1 + B2 = 1$  となります。通気層や中空層内部の遮熱設計を検討するときに、その数値を利用します。

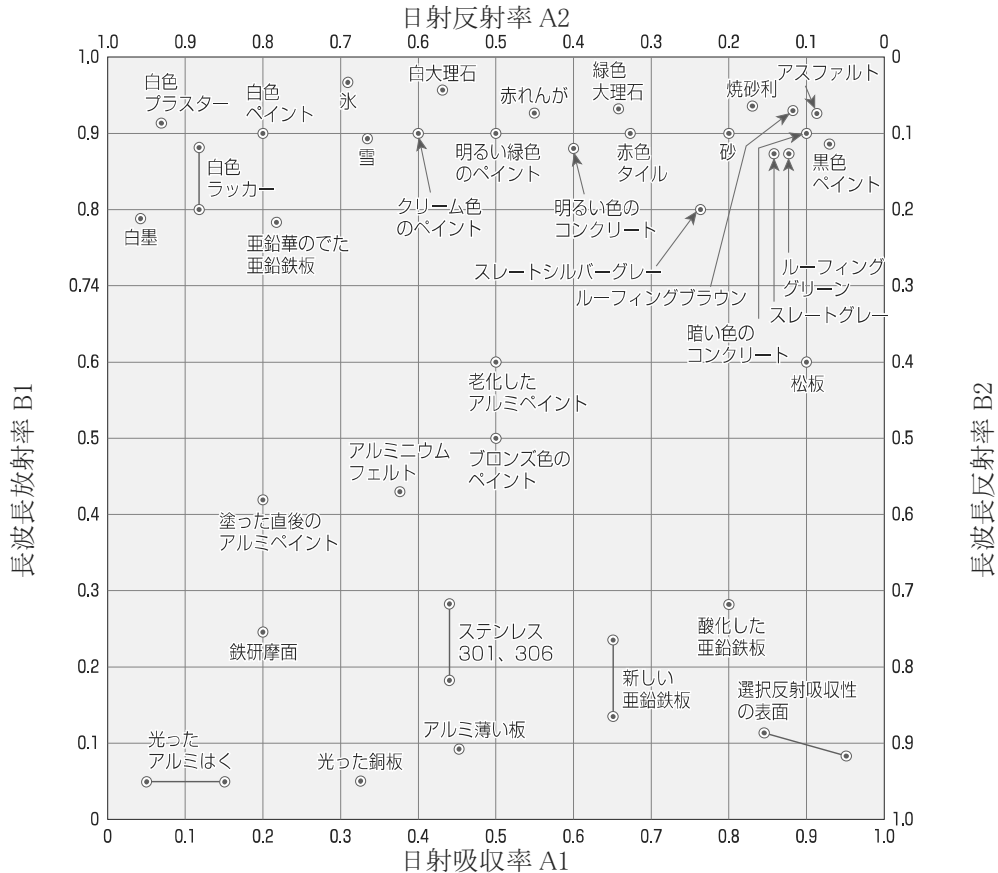


図 材料表面の日射反射率・長波長放射率

参考:「建築設計資料集成1 環境」(p.122)、日本建築学会編 丸善 1978年

### 3 外壁

- ・外壁の日射遮蔽対策としては、まず雨端や花ブロック等によって開口部とともに外部日射遮蔽を行うことが大切です。
- ・立地条件による方位係数(図3)を確認して、隣戸等による日射遮蔽効果が、雨端や花ブロック等を設置した場合に比しても十分と認められるようであれば、それらの設置を省略することも可能です。
- ・雨端や花ブロック等による対策が採れない場合には、屋根と同じ対策(通気、断熱、日射反射)の採用を検討せざるを得ませんが、通気および断熱については、夜間等における放熱を抑制する副作用がある点に留意のため、M値計算による詳細な確認が必要です。また、日射反射については、とくに明るい色や光を反射するような材料の使用には、近隣への配慮が必要な場合があります。
- ・可視光の反射率を抑えて、日射反射率を高めたい場合、遮熱塗料の特性を生かす方法もあります。
- ・表9は、外壁の仕様の違いによる日射侵入率を表したものです。縦方向に断熱材の熱抵抗値および対応

する仕様の違いを、横方向に通気層の有無、日射反射率の違いを並べ、それらの各条件における日射侵入率の値を示しています。

表 9 外壁の仕様による日射侵入率

断熱材の熱抵抗値 [m <sup>2</sup> ・K/W]	対応する省エネルギー基準等	断熱材の仕様例	通気層なし			通気層あり(参考)		
			日射反射率	日射反射率	日射反射率	日射反射率	日射反射率	日射反射率
0	昭和 55 年基準 平成 4 年基準	無断熱	0.157	0.097	0.064	0.077	0.050	0.032
0.3	平成 11 年基準	ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板 15mm	0.067	0.043	0.029	0.045	0.030	0.019

※1 日射反射率

0.1:反射性が低い(濃色系塗料など) 0.4:反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗料など)、0.6:反射性がやや高い(遮熱塗料など)

※2 通気層の工法・材料については、耐久性等への配慮を含め、検討の余地があると考えられます。

### 4.3 V地域における日射遮蔽手法

日射遮蔽は、夏期・中間期において建物内に侵入しようとする日射を上手に遮ることにより、太陽熱の過度な流入を抑制し、冷房エネルギーの削減と快適性の向上を実現することを目的とした技術です。

開口部における日射遮蔽は、冬期の日射取得との両立をはかり、自然風利用や昼光利用を損なうことのないように計画することが大切です。

#### 4.3.1 日射遮蔽の目的とポイント

##### 1 冷房エネルギーを削減する

- ・日射は住宅内の温熱環境にたいへん大きな影響を与えます。冬期では、より多くの日射熱を取得することにより室温を上昇させ、暖房エネルギーを削減することができますが、夏期では、日射熱によって上昇する室温を冷房によって下げる必要があるため、日射量が多ければ多いほど冷房エネルギーの負担が増えていきます。
- ・日射遮蔽の目的は、文字どおり日射を遮蔽することにより、室内に流入する日射熱を低減させ、冷房エネルギーを削減することにあります。

##### 2 室内を涼しく保つ

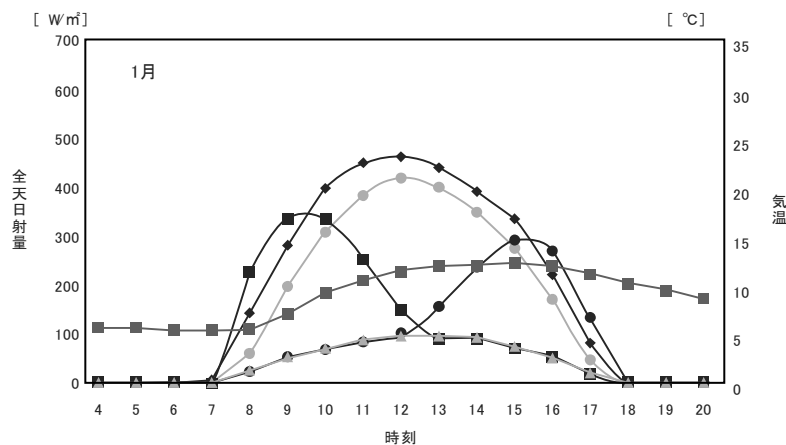
- ・夏期や中間期に室内を涼しく保つためには、通風と合わせて日射遮蔽が重要です。日射遮蔽を効率よく行うには、建物外皮の各部位の方位特性に配慮する必要があります。日射熱の流入を抑制することにより、室温の上昇を抑えるとともに内壁面等の表面温度の上昇を抑えることが可能になります。

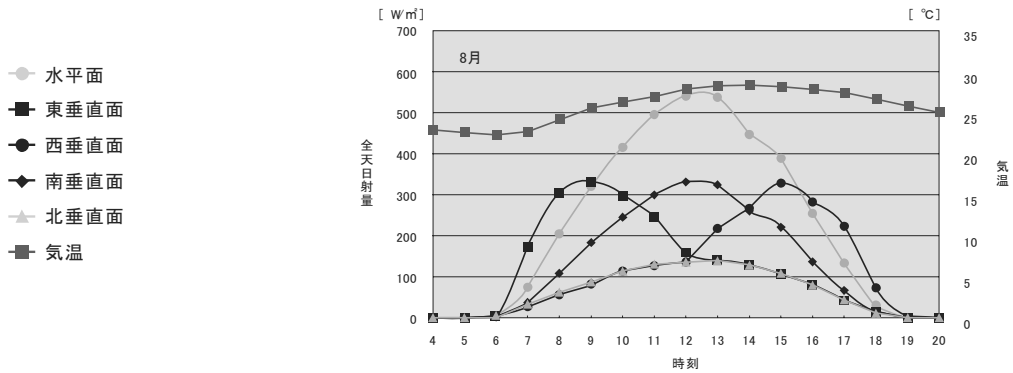
#### ポイント 日射遮蔽対策を検討するための予備知識となる基本的事項

##### ① 方位による日射量の違い

- ・建物に当たる日射は、季節と建物部位の向きによって変わります(図 a)。太陽高度の高い夏期における日射量は、屋根などの水平面で極めて大きくなり、垂直面である壁については、東西の面が大きく南面の方が小さくなります。こうした日射の特徴を理解することが有効な日射遮蔽対策につながります。

図 a  
方位による  
全天日射量の違い  
(鹿児島・1月と8月の  
月間平均値)





## ② 透明部位と不透明部位による透過日射量の違い

- ・図bに示すように、窓ガラスのような透明部位と、屋根・外壁などの不透明部位とを比べると、透明部位からの日射量ははるかに大きくなります。したがって透明部位の窓については、十分な日射遮蔽対策が必要となります。
- ・また、開口部の内部で日射を遮蔽する内部遮蔽に比べ、外部で日射を遮蔽する外部遮蔽の効果の方が大きくなります。
- ・不透明部位の屋根・外壁については、まず、断熱化が日射遮蔽対策となります。とくに屋根は多量の日射熱を受け、夏期の屋根面の温度は 60～70℃にも達しますが、高断熱化をはかることにより日射遮蔽効果が高まります。次いで日射反射率の高い材料を用いるなどの手法を検討します。

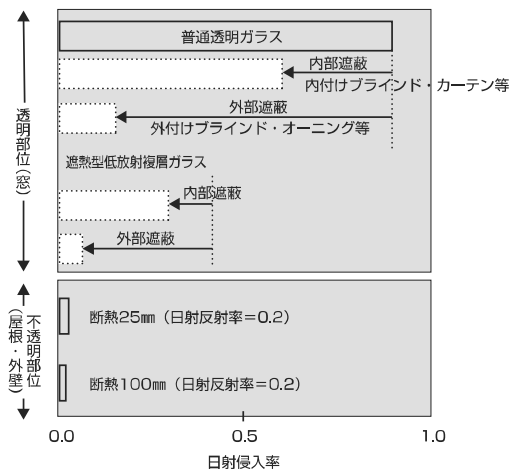


図 b 窓と屋根・外壁の日射遮蔽性能の比較

## 4.3.2 日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベル

### 1 目標レベルの定義

- ・日射遮蔽対策による省エネルギー目標レベルは、以下のレベル 1 から 3 までとし、冷房設備に消費されるエネルギーの削減率を表します(表 1)。
- ・冷房エネルギーの削減率は、主開口面が面する方位によって、同じレベルでも異なる値となります。主開口面を選び出し、それが南、南東または南西、東または西のうち、いずれの方位に面するか確認して下さい。これらの中間の方位に面する場合は、近い方位を選んで下さい。
- ・主開口面は、各方位に面する開口部(ここでは窓を対象とします)のうち、他の方位に比べて開口部面積が著しく大きいことが条件となります。主開口面を選ぶ際の条件を例示しますので、参考として下さい(以下のうち、いずれかであること)。

- 住宅の延床面積に対する当該方位に面する開口部面積の割合が 15%程度以上である。

b. 当該方位に面する開口部面積が、他方位に面する開口部面積の3倍程度を超えている。

・冷房エネルギーの削減率は、主開口面が南に面する場合で、日射遮蔽措置をとくに講じないレベル0の状態を基準としています。主開口面が南東または南西、東または西に面する場合、レベル0では冷房エネルギーが増加することになるので、とくに注意が必要です。

表1 日射遮蔽対策の目標レベルと省エネルギー効果

目標レベル	主開口面の方位		
	南	南東または南西	東または西
レベル0	冷房エネルギー削減なし(基準条件)	冷房エネルギー増加率30%	冷房エネルギー増加率10%
レベル1	冷房エネルギー削減率15%	冷房エネルギー削減率20%	冷房エネルギー削減率20%
レベル2	冷房エネルギー削減率30%	冷房エネルギー削減率25%	冷房エネルギー削減率25%
レベル3	冷房エネルギー削減率45%	冷房エネルギー削減率35%	冷房エネルギー削減率35%

・部分間欠冷房の場合、2000年時点における標準的な冷房エネルギー消費量は5.7GJ(エネルギー消費量全体の8%程度)となります(6.1参照)。  
 ・日射遮蔽には、開口部、屋根、外壁などいくつかの部位が関連しますが、本書ではこれらのうち、冷房エネルギーの削減効果が試算により確認された「開口部の日射遮蔽手法」に着目します。各目標レベルは、開口部の日射遮蔽手法を講じることにより得られる「開口部の日射侵入率」の値が指標となります。

## 2 目標レベルの達成方法

### 1) 目標レベルと開口部の日射侵入率

・日射遮蔽による省エネルギーの目標レベルは、開口部の日射侵入率の基準値を満たす対策を講じることにより達成することができます(表2)。  
 ・日射侵入率は、入射する日射熱のうち室内側へ流入する熱の割合を表したもので、日射熱取得率とも呼ばれています。この値が小さいほど、日射遮蔽性能が高いことになります。  
 ・開口部の日射侵入率の基準値は、開口部の方位により変わります。北寄り(真北±30°の範囲)に面する開口部は、日射取得量が他の方位に面する開口部に比べて小さいので、日射遮蔽対策の必要性も相対的に小さくなり、日射侵入率の基準値は他の方位に面する開口部よりも大きい値となります。  
 ・目標レベルを達成させるためには、真北±30°の範囲およびそれ以外(真南±150°)の範囲に面する開口部のそれぞれについて、基準となる日射侵入率に相当する日射遮蔽対策を講ずることが必要になりますので注意して下さい。  
 ・開口部の日射侵入率は、既存の省エネルギー基準に準拠して設定しています。レベル1は平成4年省エネルギー基準に、レベル2は平成11年省エネルギー基準に準拠し、レベル3はさらにその上位に位置する性能としています。

表2 日射遮蔽対策の目標レベルと達成方法

目標レベル	開口部の日射侵入率の基準値		準拠する省エネルギー基準
	真北±30°の範囲	左記以外の範囲	
レベル0	0.79程度	0.79程度	-
レベル1	0.79以下	0.60以下	平成4年省エネルギー基準
レベル2	0.55以下	0.45以下	平成11年省エネルギー基準
レベル3	0.55以下	0.30以下	-

・この3つのレベルの違いを図示すると、図1のようになります。

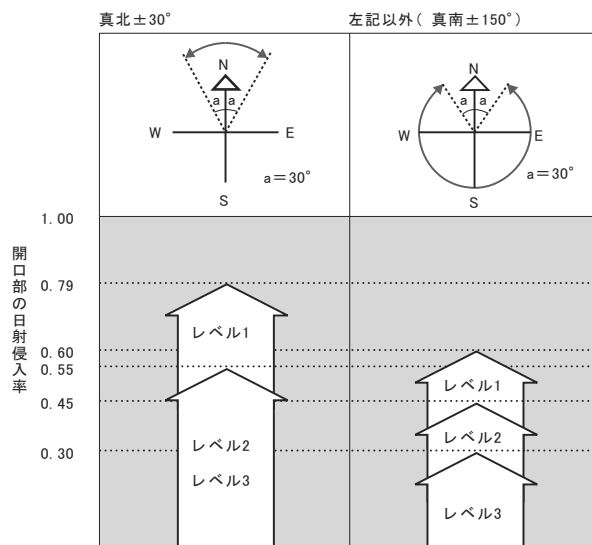


図1 方位別の開口部の日射侵入率の基準値

## 2) 開口部の日射侵入率の算定方法

開口部の日射侵入率は、ガラス、カーテン・ブラインド等の日射遮蔽部材および庇・軒等(庇等といいます)の各部位の対策の手厚さの程度によって決まります。これらを組み合わせた場合、次式の簡易計算法により、開口部の日射侵入率を求めることができます。

開口部の日射侵入率＝ガラスの日射侵入率×日射遮蔽部材の遮蔽係数×庇等の遮蔽係数

- ガラスの日射侵入率はガラスの仕様により、日射遮蔽部材の遮蔽係数は部材の種類により、庇・軒の遮蔽係数は庇等の有無と設置する方位により、それぞれ定められた値があります。該当する値を上式に代入して、開口部の日射侵入率は求められます。
- ガラス、ブラインド等の日射遮蔽部材のそれぞれの性能向上の比率は、そのまま組み合わせ時の日射遮蔽性能の違いとして表れます。
- 庇等がないかまたは庇等があっても図2の条件を満たさない場合は、遮蔽係数は1となり、庇等による日射侵入率の低減効果を見込むことはできません。開口部の高さに応じて庇・軒の出寸法を調整する必要があります。
- ガラス、日射遮蔽部材、および庇等を組み合わせた開口部の日射侵入率の算定結果を表3に示しますので、活用して下さい。
- 表中の色の違いは、レベルとの対応関係を表しています。

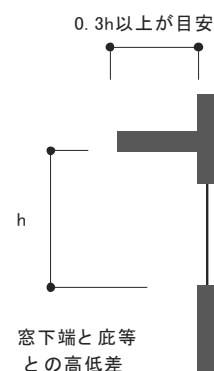


図2 日射遮蔽に有効な庇等

## 3) 屋根、外壁等の扱い

屋根や外壁等の不透明部位については、「4.1 V地域における断熱外皮計画」に示されている断熱が施されていれば、日射侵入率は透明部位に比べてはるかに小さくなることから、目標レベルの達成に関する要素として扱いません。しかし、屋根や外壁は面積が大きく、全体として冷房負荷への影響が少なくないことから、「4.3.4 日射遮蔽の手法」の中で取り上げ、それぞれの手法について解説しています。



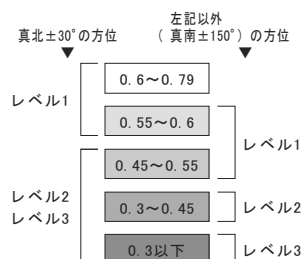


表3 ガラス・日射遮蔽部材・庇等の組み合わせによる日射侵入率

(1) 庇等なし

ガラスの仕様	日射遮蔽部材の種類				
	なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド
普通単板ガラス	0.88	0.56	0.46	0.38	0.19
普通複層ガラス	0.79	0.52	0.44	0.37	0.17
普通三層複層ガラス	0.71	0.50	0.44	0.38	0.16
断熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.63	0.48	0.43	0.37	0.15
断熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.62	0.47	0.43	0.37	0.15
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.42	0.32	0.29	0.26	0.11
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.43	0.33	0.30	0.26	0.11
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス2種、空気層 6 mm)	0.39	0.31	0.28	0.25	0.10
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス3種、空気層 6 mm)	0.28	0.23	0.21	0.19	0.08
遮熱複層ガラス(熱線吸収ガラス、空気層 6 mm)	0.57	0.41	0.36	0.31	0.13
熱線反射ガラス2種単板	0.48	0.38	0.34	0.31	0.12
熱線反射ガラス3種単板	0.35	0.31	0.28	0.25	0.10
熱線吸収ガラス単板	0.68	0.47	0.41	0.35	0.15

(2) 庇等あり／真南±30° 以外の方位

ガラスの仕様	日射遮蔽部材の種類				
	なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド
普通単板ガラス	0.62	0.39	0.32	0.27	0.13
普通複層ガラス	0.55	0.36	0.31	0.26	0.12
普通三層複層ガラス	0.50	0.35	0.31	0.27	0.11
断熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.44	0.34	0.30	0.26	0.11
断熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.43	0.33	0.30	0.26	0.11
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.29	0.23	0.20	0.18	0.07
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.30	0.23	0.21	0.18	0.08
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス2種、空気層 6 mm)	0.27	0.21	0.19	0.18	0.07
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス3種、空気層 6 mm)	0.19	0.16	0.15	0.13	0.06
遮熱複層ガラス(熱線吸収ガラス、空気層 6 mm)	0.40	0.29	0.25	0.22	0.09
熱線反射ガラス2種単板	0.34	0.27	0.24	0.22	0.08
熱線反射ガラス3種単板	0.24	0.21	0.20	0.18	0.07
熱線吸収ガラス単板	0.47	0.33	0.28	0.25	0.11

(3) 庇等あり／真南±30° 以外の方位

ガラスの仕様	日射遮蔽部材の種類				
	なし	レースカーテン	内付ブラインド	紙障子	外付ブラインド
普通単板ガラス	0.44	0.28	0.23	0.19	0.09
普通複層ガラス	0.39	0.26	0.22	0.19	0.09
普通三層複層ガラス	0.36	0.25	0.22	0.19	0.08
断熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.32	0.24	0.22	0.19	0.08
断熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.31	0.24	0.22	0.19	0.08
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 12 mm)	0.21	0.16	0.14	0.13	0.05
遮熱型低放射複層ガラス(空気層 6 mm)	0.21	0.17	0.15	0.13	0.06
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス2種、空気層 6 mm)	0.20	0.15	0.14	0.13	0.05
遮熱複層ガラス(熱線反射ガラス3種、空気層 6 mm)	0.14	0.11	0.10	0.10	0.04
遮熱複層ガラス(熱線吸収ガラス、空気層 6 mm)	0.29	0.20	0.18	0.16	0.07
熱線反射ガラス2種単板	0.24	0.19	0.17	0.15	0.06
熱線反射ガラス3種単板	0.17	0.15	0.14	0.13	0.05
熱線吸収ガラス単板	0.34	0.24	0.20	0.18	0.08

### 4.3.3 日射遮蔽技術の検討ステップと目標レベルの設定

#### 1 日射遮蔽技術の検討ステップ

##### ステップ1 敷地周辺状況の確認・目標レベルの設定

- ・敷地周辺状況から建物が受ける日射を確認します。
- ・眺望などの条件を考慮しながら日射を考慮した開口部の配置計画を検討し、日射遮蔽対策の目標レベルを設定します。



##### ステップ2 開口部の日射遮蔽手法の検討 手法1

- 1) 日射遮蔽に効果のある窓の選択
- 2) 日射遮蔽部材を利用した開口部の日射遮蔽
- 3) 庇等を利用した開口部の日射遮蔽



##### ステップ3 屋根の日射遮蔽手法の検討 手法2

- 1) 日射反射率の高い屋根材の使用
- 2) 小屋裏換気による日射遮蔽(天井断熱の場合)
- 3) 屋根の通気措置による日射遮蔽(屋根断熱の場合)



##### ステップ4 外壁の日射遮蔽手法の検討 手法3

- 1) 日射反射率の高い外壁材の使用
- 2) 外壁の通気措置による日射遮蔽



##### ステップ5 その他の日射遮蔽手法の検討 手法4

- 1) 照返しの防止措置
- 2) 庭木による日射遮蔽措置

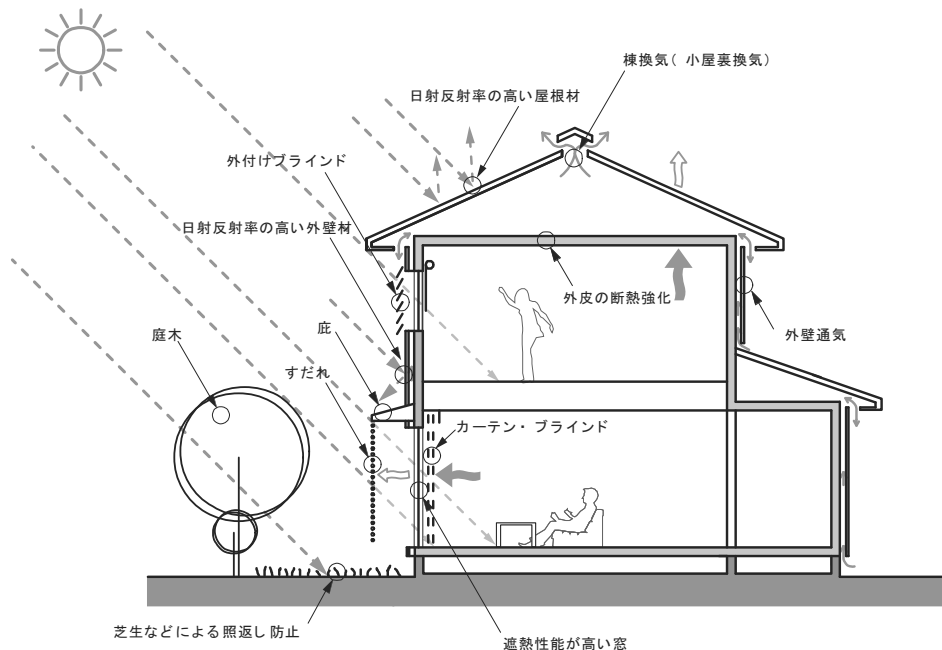


図3 日射遮蔽手法の全体像

## 2 敷地周辺状況の確認等と目標レベルの設定

・敷地周辺状況の確認と、日射の状況を考慮した開口部の配置計画を通して、開口部の日射遮蔽の目標レベルを設定します。

### 1) 敷地周辺状況の確認

- ・日射遮蔽の必要性は、夏期および中間期に建物が受ける日射量により変わります。そのため敷地周辺の状況を確認し、建物が受ける日射量を想定することが必要です。
- ・敷地周囲が建物に囲われ、日影となる時間が極めて長くなる敷地や、都市内の狭小敷地で隣家との隣棟間隔が小さい敷地などでは、日射量が小さくなる場合があります。こうした場合には、日射遮蔽対策の必要性は低くなると考えられます。

### 2) 日射を考慮した開口部の配置計画

- ・夏期に日射を極力遮蔽し、冬期に逆に取り入れるためには、開口部の方位を南寄りとすることが大切です。
- ・道路や隣家等との関係、あるいは眺望等を考慮して、東西に開口部を設けざるを得ない場合には、日射遮蔽部材の活用が不可欠となります。
- ・南寄り(真南 $\pm 30^\circ$ )に面して開口部を設けた場合、庇等による日射遮蔽効果をより大きく見込むことができます。

## 4.3.4 日射遮蔽の手法

### 手法1 開口部の日射遮蔽手法

- ・開口部の日射遮蔽対策が講じられていない場合には、夏期および中間期において、建物室内の温度の上昇をまねき快適性が著しく損なわれるほか、冷房エネルギーの大幅な増加の要因となります。
- ・図4は、外付けブラインドと内付けブラインドを設置した窓面の温度を比較したものです。内付けブラインドのように室内側で遮蔽する場合、日射を受照する窓面は大きなパネルヒーターのように温度が上がって

ることがわかります。

- 開口部の日射遮蔽手法には表 4 に示す種類があり、条件に応じて適切に手法を選択することが必要です。

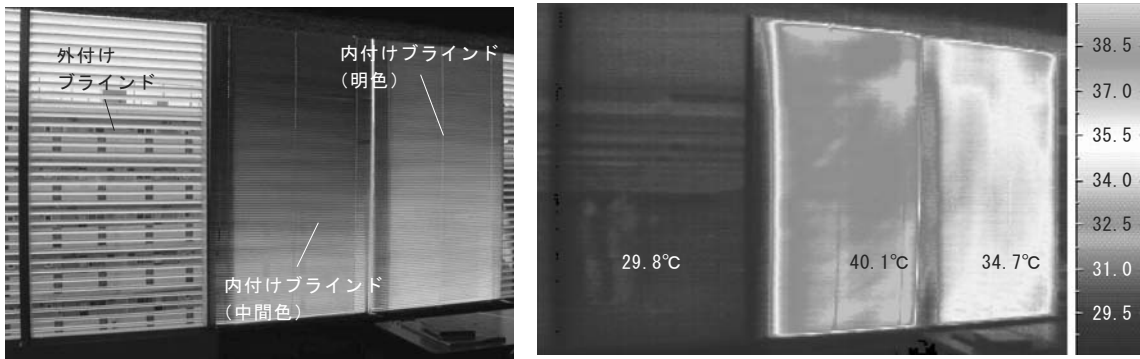


図4 ブラインドを設置した場合の窓面温度の比較

表4 開口部の日射遮蔽手法と効果

開口部の日射遮蔽手法	概要	効果	
1) 日射遮蔽に効果のある窓の選択	サッシおよびガラスに遮熱性能の高いものを使うことによる日射遮蔽手法	中	
2) 日射遮蔽部材を利用した開口部の日射遮蔽	外付け日射遮蔽部材	外付けブラインド等の開口部の外側に設ける付属部材を利用した日射遮蔽手法で、全方位にわたって効果が期待できる	大
	内付け日射遮蔽部材	カーテンやブラインド等の開口部の室内側に設ける付属部材を利用した日射遮蔽手法	小
3) 庇等を利用した開口部の日射遮蔽	庇を利用して開口部から侵入する日射を遮る手法で、取り付け方位と出寸法によって日射遮蔽の効果が変わる	南面で大	

## 1 日射遮蔽に効果のある窓の選択

- 窓自体により日射を遮る手法で、ガラスとフレーム(枠・框)の日射反射率および熱貫流率によって日射遮蔽効果が変わります。
- 開口部は、断熱性の面で弱点となる部位でもあります。日射遮蔽の観点と合せて、断熱外皮計画を考慮して、適正な窓を選択することが必要です。
- ガラスの種類、フレーム(枠・框)の材料・面積によって、適正な仕様の窓を選択します。

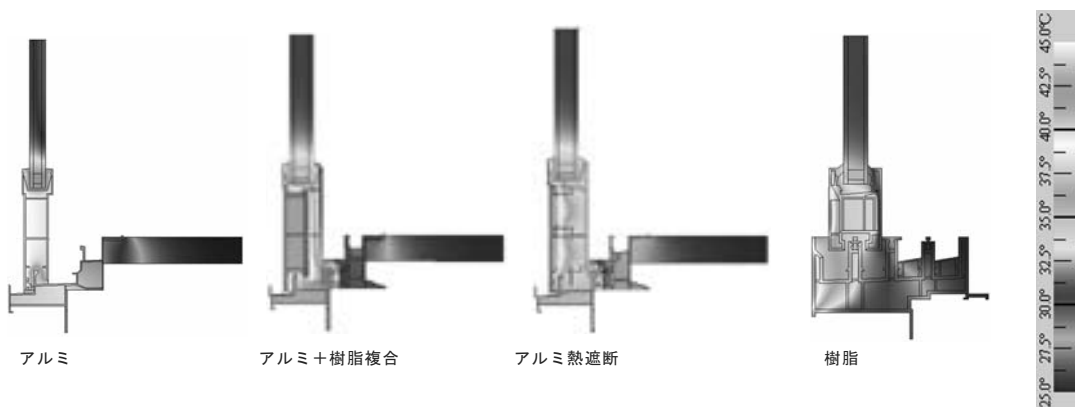


図5 各種フレーム断面における温度分布図

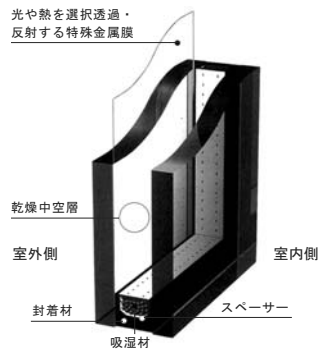


図6 低放射複層ガラス



図7 ブラインド内蔵複層ガラス

## 1) ガラスの種類と日射遮蔽効果

一般的には単板ガラス、複層ガラス、断熱型低放射複層ガラス、遮熱型低放射複層ガラス、ブラインド内蔵複層ガラスなどがあげられます(図6、図7)。これらの特性は表5のとおりです。

表5 ガラスの種類と特性

ガラスの種類	特性	効果
単板ガラス	最も一般的な透明の平板ガラスで日射をほとんど透過する	小
普通複層ガラス	2枚の板ガラスの間に乾燥空気を封入することで断熱性を高めたガラスであるが、日射のほとんどを透過する	小
断熱型低放射複層ガラス	室内側のガラスに断熱性と保温効果に優れた特殊金属 Low-E 膜をコーティングした複層ガラスで、やや日射遮蔽効果がある	小～中
遮熱型低放射複層ガラス	室外側のガラスに遮熱性と断熱性に優れた特殊金属 Low-E 膜をコーティングした複層ガラスで、日射遮蔽効果がある	中
ブラインド内蔵複層ガラス	複層ガラスの中空層にブラインドを組み込んだガラス。高い断熱効果とともに、ブラインドの開閉によって、光のコントロール効果も併せもっており日射遮蔽にも有効である	中～大

## 2) フレーム(枠)の種類と日射遮蔽効果

一般的には金属製、金属製熱遮断構造、金属・樹脂複合、樹脂、木製、金属や樹脂を被覆した木製等のサッシがあげられます。これらの特性は表6の通りです。

表6 フレーム(枠)の種類と特性

フレームの種類	特性	効果
金属製(アルミ)	熱伝導率が大きく、最も吸収日射熱を室内に伝えやすい	小
金属製熱遮断構造	熱伝導率が大きいアルミ部材を、樹脂材料を使って室外側と室内側に熱的に分離し、熱を伝えにくくしたもの	中
金属・樹脂(木)複合	室外側は耐久性に優れたアルミ、室内側は熱を伝えにくい樹脂や木を使って、熱を伝えにくくしたもの	中
樹脂、木製	熱伝導率が小さく最も吸収日射熱を室内に伝えにくい	大

## 2 日射遮蔽部材を利用した開口部の日射遮蔽

- ・窓の屋外側や屋内側にブラインド、ルーバー、スクリーンなどの日射遮蔽効果をもつ部材を設置して開口部から侵入しようとする日射を遮る手法です(図8)。
- ・可動性のある日射遮蔽部材を用いることにより、季節・時刻・天候の変化や、眺望・風通しの要望などの生活要求に応じて、取り外しなどの調整を行うことが可能になります。
- ・通風利用、昼光利用と住宅のデザインを考慮して、適切な仕様、機構の部材を選択することが大切です。
- ・日射遮蔽部材には外付け部材と内付け部材とがあります。内付け日射遮蔽部材を用いた場合、窓を透過

して日射遮蔽部材の表面に当たる熱のほとんどは室内に放熱されますので、外付け日射遮蔽部材ほどの効果は期待できません(図9)。

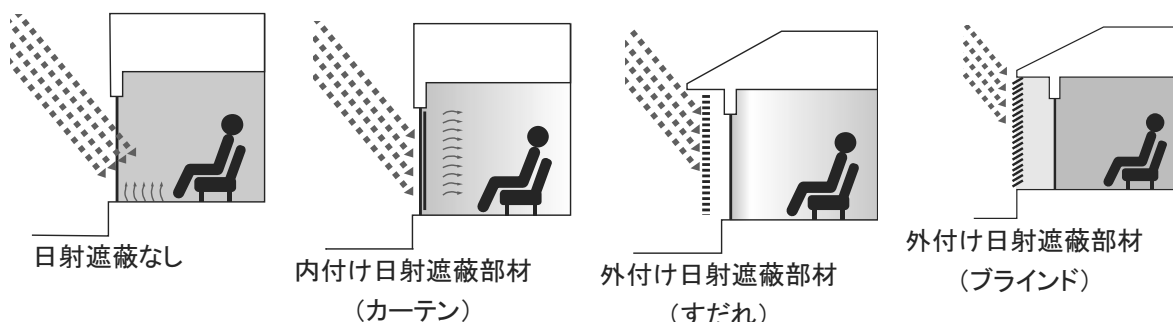


図8 開口部の日射遮蔽部材の有無・位置による効果の違い

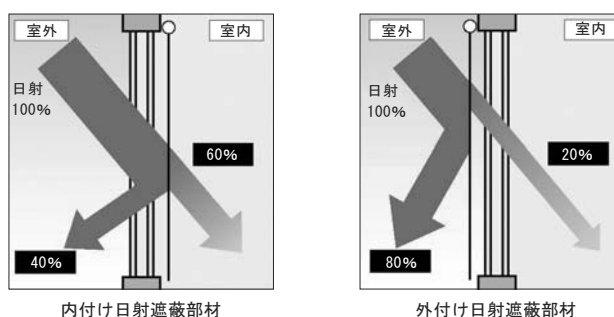


図9 日射遮蔽部材の位置による効果(イメージ)

### 1) 外付け日射遮蔽部材の計画手法

- ・外付け日射遮蔽部材にはブラインド、ルーバー、オーニング、すだれ、スクリーンなどがあります。
- ・外付け日射遮蔽部材は操作性がよいもの、風によるバタツキや騒音を生じにくいものを選択する必要があります。また、地域の風向や風速を考慮して、安全上支障のない位置に設置する必要があります。
- ・各部材の特性は表7の通りです(図10～図14)。

表7 外付け日射遮蔽部材の種類と特性

外付け日射遮蔽部材	特性	効果
スクリーン	開閉により日射と視線制御が可能であるが風に対して弱い	中～大
すだれ	収納性・耐久性に劣るが安価	中～大
オーニング	開口部とは直接対面しないので眺望性がよい	中～大
ブラインドシャッター	ブラインドとシャッターの機能を併せもつ高機能部材	大
ブラインド	日射と視線制御の自由度が高いが風に対して弱い	大
ルーバー	羽根は回転するが上下に稼働しない固定型	大



図10 スクリーン



図11 すだれ



図12 オーニング



図13 ブラインドシャッター



図14 ルーバー

## 2) 内付け日射遮蔽部材の計画手法

- ・内付け日射遮蔽部材にはブラインド、紙障子、ロールスクリーン、レースカーテンなどがあります。
- ・各部材の特性は表8の通りです(図 15、図 16)。

内付け日射遮蔽部材 特性		効果
レースカーテン	日射と視線制御が可能、目の粗さや色によって日射遮蔽の効果は変わる	小
ロールスクリーン	日射と視線制御が可能、色によって日射遮蔽の効果は変わる	小～中
紙障子	日射と視線制御が可能、色によって日射遮蔽の効果は変わる	中
ブラインド	日射と視線制御の自由度が高い、色によって日射遮蔽の効果は変わる	中



図15 紙障子

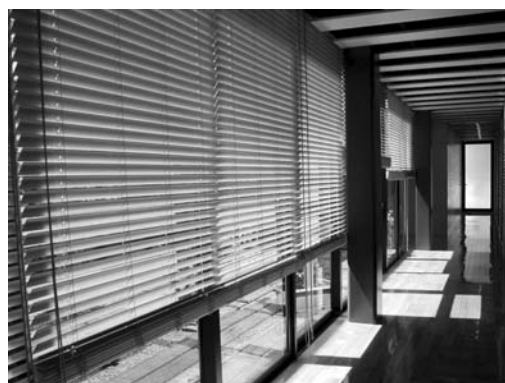


図16 木製ブラインド

### 3 庇等を利用した開口部の日射遮蔽

- 屋根や下屋の軒、霧除け庇等を利用して開口部から侵入しようとする日射を遮る手法です(図 17)。庇等が取り付け方位と出寸法によって夏期の日射遮蔽効果は変わります。方位に応じて適正に計画することが大切です。
- 太陽高度が低い時間帯での受照面となる東面または西面では、庇等の水平部材による日射遮蔽の効果はあまり期待できません。これに対して、南面の開口部では太陽高度が高いため、庇等の効果は十分に期待できると考えられます(図 18)。



図17 庇等を利用した日射遮蔽の例

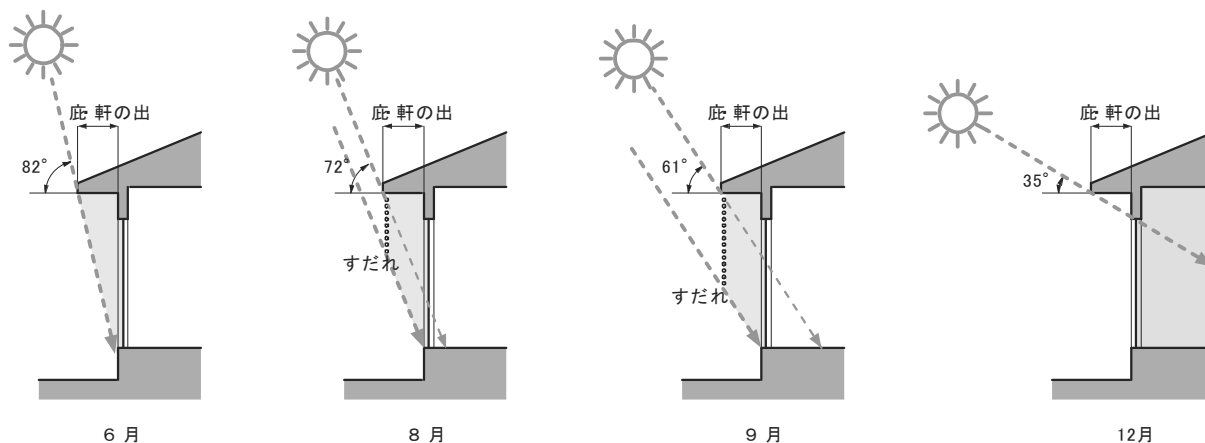


図18 庇等による効果のイメージ(南面)

#### ポイント 方位を配慮した庇等の計画手法

- 南面の開口部では、出寸法を窓下端と庇等の下端の高低差の3分の1以上の長さとした庇等を設置することで、日射遮蔽に有効と考えられます。
- 東西面の開口部では、庇等のみでは南面ほどは日射遮蔽効果が期待できませんので、日射遮蔽部材を設置するなど他の手法との併用が有効と考えられます(図)。

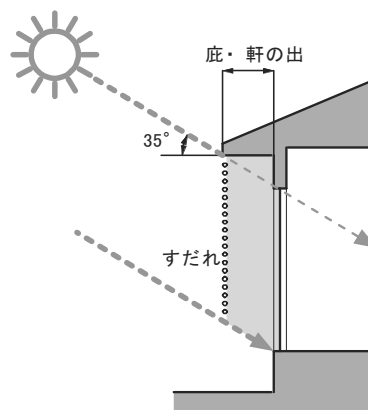


図 庇等による効果のイメージ(東西面)



## 手法2 屋根の日射遮蔽手法

・屋根面は日射受照時間が長時間となるため、断熱に加えて日射遮蔽対策が重要となります。屋根面からの室内への熱流入、天井面からの熱流入や放射熱を抑制する対策が必要です。

### 1 日射反射率の高い屋根材の使用

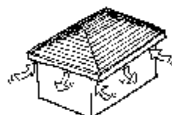
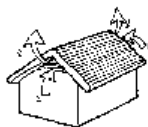
- ・屋根面の日射反射率を高めることによって、日射遮蔽効果を高めることができます。
- ・建材は色によって日射反射率や吸収率が大きく異なり、一般に暗色よりも明色の方が、また、磨き瓦等のツヤのある材料の方が日射反射率が高く、温度の上昇を抑えられます。屋根材や外壁材なども建物外表面に明るい色の建材を用いることで、日射遮蔽効果が高まります。
- ・明るい色の建材を用いることができない場合(意匠上の理由や、日射反射による近隣への迷惑防止等の理由で)、手法3(外壁の日射遮蔽手法)において解説する遮熱塗料を用いる方法もあります。

### 2 小屋裏換気による日射遮蔽(天井断熱の場合)

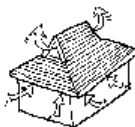
- ・天井断熱を行っている住宅で、屋根の日射遮蔽効果を高めるために、小屋裏換気量を大きく取るとはとでも有効と考えられます。
- ・小屋裏の換気回数は、5回/h以上とすることが望まれます。
- ・小屋裏換気手法と小屋裏換気量については、図19を参考に検討を行い、換気口面積を十分確保するようにして下さい。ただし、図に示している換気口面積の割合は、本来は結露防止上の理由から提案されている目安であり、必要最小限の値を表しています。日射遮蔽のためには、より多くの換気口面積を確保することが大切です。図20は小屋裏換気を重視した住宅の例で、軒下の壁面には多数のガラリが設けられています。
- ・2階に二重天井を設置しない小屋裏現し天井の住宅にあつては、小屋裏換気による排熱は期待できませんので、屋根面の日射遮蔽性能の向上をはかります。

①小屋裏給排気 (1/200以上)

②軒裏給排気 (1/250以上)



③軒裏給気 (1/900以上) + 小屋裏排気 (1/900以上)



④軒裏給気 (1/900以上) + 排気筒排気 (1/1,600以上)

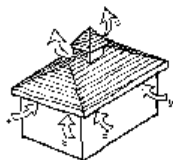


図19 小屋裏換気口の設置方法



図20 小屋裏換気を重視した住宅の例

### 3 屋根の通気措置による日射遮蔽（屋根断熱の場合）

- 屋根は日射により温度が上がり、室内側への放熱を生じさせます。とくに屋根断熱を行っている住宅では、屋根から室内に放熱される熱量を抑制するために、通気層を設けることがとても有効です(図 21)。
- 通気層の寸法は可能なかぎり大きく取ることとし、30 mm程度以上確保することが望まれます。
- 屋根頂部には棟換気部材を設けます。
- 通気量の確保のため、胴縁の配置などに配慮が必要です。
- 通気層の出入り口の開口は、雨水の浸入防止に配慮しながら、可能なかぎり大きく取ります。

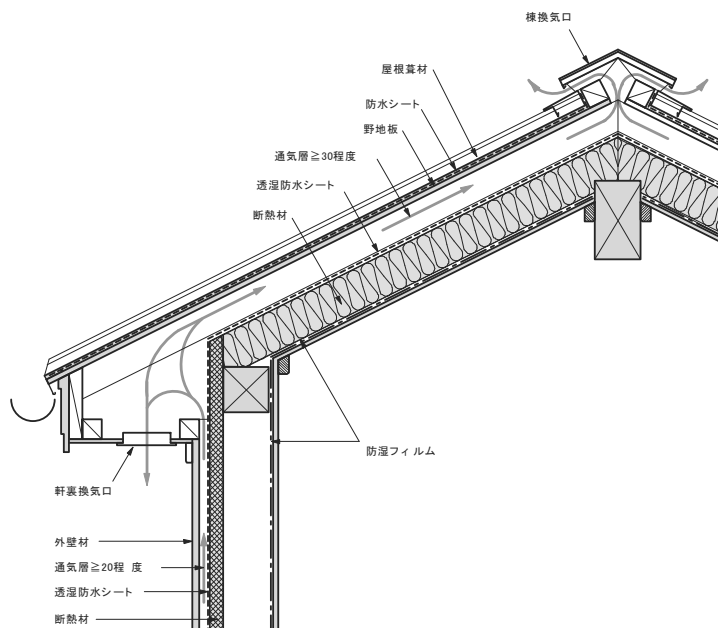


図21 屋根の通気措置(屋根断熱の場合)

#### 手法3 外壁の日射遮蔽手法

- 外壁の日射遮蔽対策の基本は、屋根面と同様、断熱性能を向上させることです。「4.1 V地域における断熱外皮計画」を参照して外壁の断熱性能の向上をはかり、かつ、外壁面で吸収された日射熱の室内への流入を抑制する対策を検討していきます。

#### 1 日射反射率の高い外壁材の使用

- 外壁材の色(日射反射率)の違いによって受熱量は違ってきます。可能なかぎり、白に近い色の外壁材を使用することが望まれます。
- 遮熱塗料は、近赤外域の反射率を高めたもので、その分日射反射率が高い塗料です(図 22)。日射反射率は、暗い色より明るい色の方が高いので、暗い色を採用する場合で日射反射率を高くしたい場合に用います。

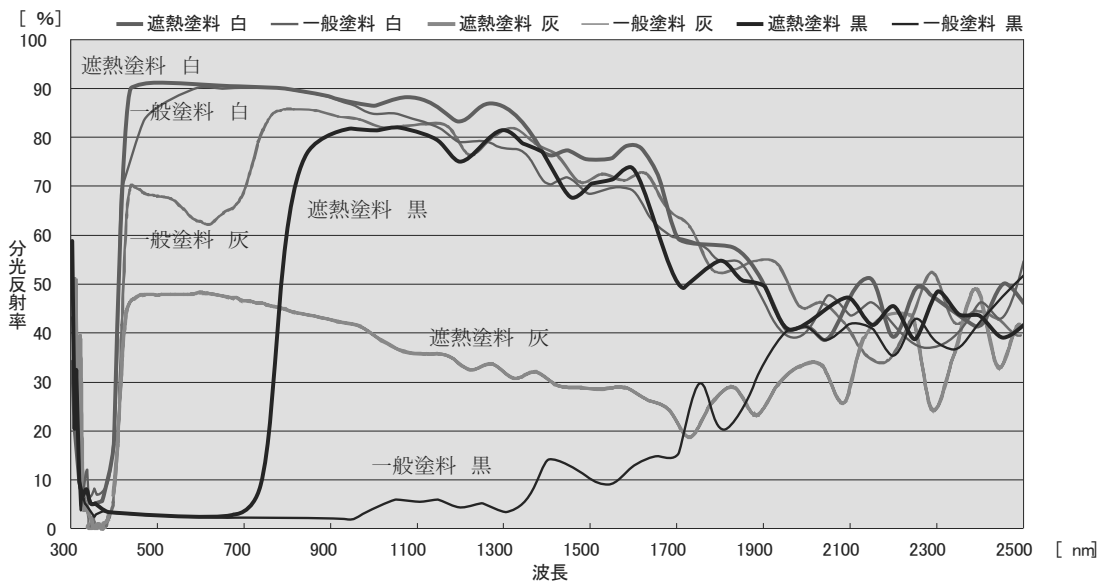


図22 遮熱塗料の反射率の測定結果

## 2 外壁の通気措置による日射遮蔽

- 外壁は日射受照により温度が上がり、室内側への放熱を生じさせます。外壁材を張る工法の場合には、外壁材から室内側に放熱される熱量を抑制するために、通気層を設けることが有効です(図23)。通気層は、雨水の浸入防止や壁内に溜まった湿気の放出にも有効です。
- 通気層の寸法は 20 mm程度確保することが望まれます。
- 通気層の出入り口の開口は、可能なかぎり大きく取ります。
- 通気層の確保のため、胴縁の配置などに配慮が必要です。

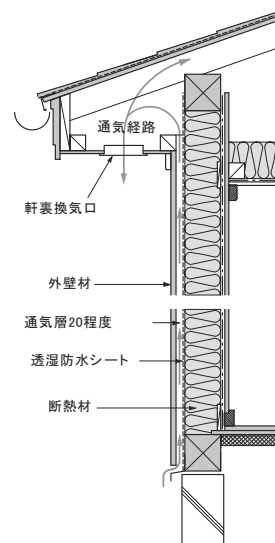


図23 外壁の通気措置

## 手法4 その他の日射遮蔽手法

### 1 照返しの防止措置

- 地表面やベランダ、バルコニー、近隣建物の屋根や壁などからの照返しによる開口部を通しての室内への受熱も考えられます。
- こうした室内への受熱をできるだけ軽減できるように、照返し面の材料・仕上げについて検討が必要です。

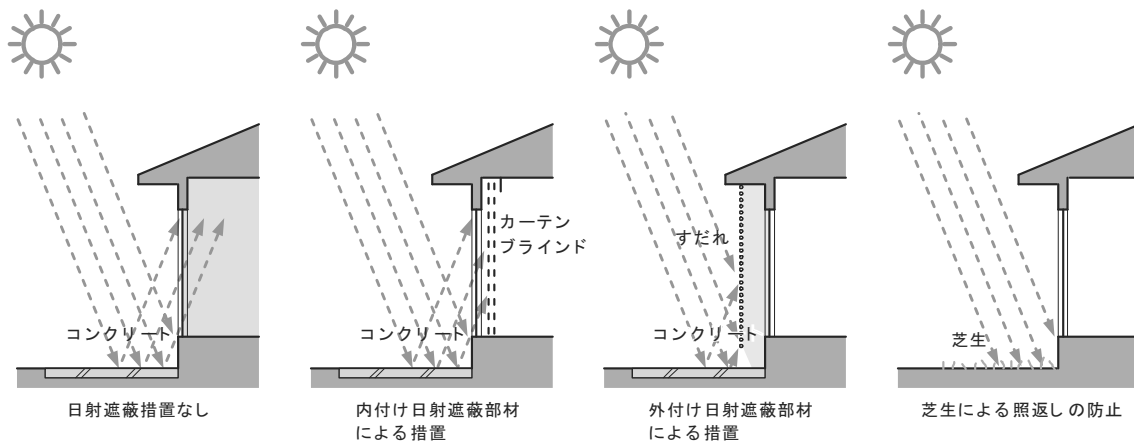


図24 照返し防止措置のイメージ

### 2 庭木による日射遮蔽措置

- 庭のある家では、建物周囲の樹木も日射遮蔽に有効な役割を果たすことが期待できます(図 25)。
- 落葉樹は、夏期に日射を遮り、冬期には落葉して日差しをそれほど遮らないので、室内の快適性向上に役立てることが出来ます(図 26)。



図25 庭木、壁面緑化を日射遮蔽に生かした住宅地の例

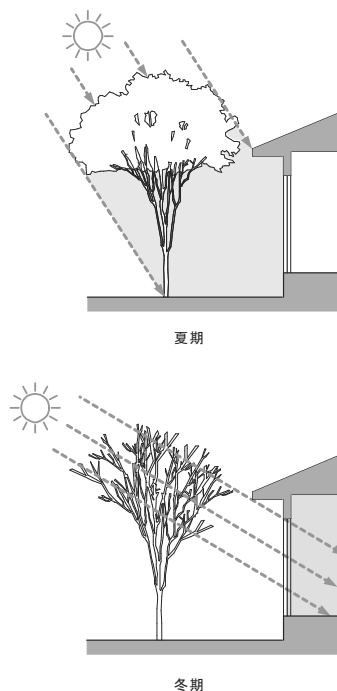


図26 庭木による日射遮蔽措置