

中華人民共和国「JICA 住宅における省エネルギー技術向上プロジェクト」

## 第4章 技術協力成果品(1)

# 中国寒冷地域住宅省エネルギー 設計・施工ガイドライン

中国建築設計研究院

2009年1月

---

# 目 次

1 総則.....	4-5
1.1 意義.....	4-5
1.2 本ガイドラインの位置づけ.....	4-5
1.3 省エネルギー目標.....	4-5
2 設計の要点.....	4-5
2.1 建築計画と建築設計.....	4-5
2.1.1 建築群の計画.....	4-5
2.1.2 建築設計.....	4-6
2.1.3 内装付住宅の普及.....	4-7
2.2 外皮構造設計の要点.....	4-12
2.2.1 外皮構造伝熱係数制限値.....	4-12
2.2.2 外皮構造断熱設計条件.....	4-13
2.2.3 外皮構造サッシの断熱設計.....	4-15
2.2.4 外皮構造の日射遮蔽設計.....	4-17
2.2.5 外皮構造における冷熱橋取り合い部分の処理.....	4-18
2.3 自然採光、通風設計の要点.....	4-23
2.3.1 自然採光.....	4-23
2.3.2 自然通風.....	4-24
2.3.3 太陽エネルギーのパッシブ利用.....	4-25
2.4 暖房・空調設計の要点.....	4-26
2.4.1 冷熱源の設計.....	4-26
2.4.2 暖房システムの設計.....	4-30
2.4.3 暖房設備の設置.....	4-32
2.4.4 省エネルギーの制御.....	4-33
2.5 再生可能エネルギーの利用.....	4-37
2.5.1 太陽熱利用技術.....	4-37
2.5.2 太陽光発電技術.....	4-37
2.5.3 地中熱源エネルギーの利用技術.....	4-37
2.6 機械換気設備設計の要点.....	4-38
2.6.1 機械換気システムの設計.....	4-38
2.6.2 機械換気設備.....	4-50
2.7 建物の熱特性設計計算.....	4-56
2.7.1 省エネルギー目標の設定.....	4-56
2.7.2 室内設計計算パラメータの設定.....	4-56
2.7.3 伝熱係数の計算と防露計算.....	4-57
2.7.4 熱消費指標の計算.....	4-63

<b>3 施工の要点</b> .....	4-65
<b>3.1 外皮構造断熱施工の要点</b> .....	4-65
3.1.1 外皮構造内断熱施工の要点.....	4-65
3.1.2 外皮構造外断熱の施工.....	4-72
<b>3.2 暖房システム施工の要点</b> .....	4-84
3.2.1 暖房システムの施工.....	4-84
3.2.2 暖房設備の設置.....	4-86
<b>3.3 機械換気システム施工の要点</b> .....	4-88
3.3.1 一般規定.....	4-88
3.3.2 配管及び部品の設置.....	4-88
3.3.3 機械換気設備.....	4-89
3.3.4 騒音防止対策.....	4-89

## 付録

<b>1 代表的事例</b> .....	4-90
<b>1.1 北京の事例 1</b> .....	4-90
1.1.1 工事概要.....	4-90
1.1.2 省エネルギー技術.....	4-90
1.1.3 外観写真.....	4-93
<b>1.2 大連の事例</b> .....	4-93
1.2.1 工事概要.....	4-93
1.2.2 省エネルギー技術.....	4-94
1.2.3 外観写真.....	4-97
<b>1.3 蘭州の事例</b> .....	4-97
1.3.1 工事概要.....	4-98
1.3.2 省エネルギー技術.....	4-98
1.3.3 外観写真.....	4-99
<b>1.4 北京の事例 2</b> .....	4-100
1.4.1 工事概要.....	4-100
1.4.2 省エネルギー技術.....	4-100
1.4.3 外観写真.....	4-102
<b>1.5 北京の事例 3</b> .....	4-102
1.5.1 工事概要.....	4-103
1.5.2 省エネルギー技術.....	4-103
1.5.3 外観写真.....	4-106
<b>1.6 胶州の事例</b> .....	4-107
1.6.1 工事概要.....	4-107
1.6.2 省エネルギー技術.....	4-107
1.6.3 外観写真.....	4-109

---

<b>1.7 北京の事例 4</b> .....	4-109
1.7.1 工事概要.....	4-109
1.7.2 省エネルギー技術.....	4-110
1.7.3 外観写真.....	4-113
<b>1.8 北京の事例 5</b> .....	4-113
1.8.1 工事概要.....	4-113
1.8.2 省エネルギー技術.....	4-114
1.8.3 外観パース.....	4-117
<b>1.9 天津の事例</b> .....	4-117
1.9.1 工事概要.....	4-117
1.9.2 省エネルギー技術.....	4-117
1.9.3 外観パース.....	4-120
<b>1.10 文登の事例</b> .....	4-120
1.10.1 工事概要.....	4-120
1.10.2 省エネルギー技術.....	4-121
1.10.3 外観写真.....	4-123
<b>1.11 北京の事例 6</b> .....	4-124
1.11.1 工事概要.....	4-124
1.11.2 省エネルギー技術.....	4-124
<b>1.12 北海道の事例 1</b> .....	4-125
1.12.1 工事概要.....	4-125
1.12.2 省エネルギー技術.....	4-125
1.12.3 外観写真.....	4-130
1.12.4 評価.....	4-130
<b>1.13 北海道の事例 2</b> .....	4-131
1.13.1 工事概要.....	4-131
1.13.2 省エネルギー技術.....	4-131
1.13.3 評価.....	4-137
<b>1.14 北海道の事例 3</b> .....	4-138
1.14.1 工事概要.....	4-138
1.14.2 省エネルギー技術.....	4-138
1.14.3 外観写真.....	4-142
1.14.4 評価.....	4-142

## 1 総則

### 1.1 意義

本ガイドラインは、我が国の省エネルギー及び環境保護政策を実行し、持続可能な発展のための戦略目標を実現することを目的とし、また寒冷地域の住宅建築の熱環境を改善し、暖房及び空調のエネルギー効率を高めることによって、中国『住居建築省エネルギー設計基準』の実用性を強め、建築分野における省エネルギーを徹底するために制定した。

### 1.2 本ガイドラインの位置づけ

現在、我が国の寒冷地域における住宅建築が適用されている省エネルギー基準は、『民間建築省エネルギー設計基準（暖房住居建築部分）』（JGJ26-95）であり、北京など一部の先進地域においては、さらに厳格な省エネルギー基準である『住居建築省エネルギー設計基準』（DBJ11-602-2006）を採用している。本ガイドラインは、我が国の省エネルギー戦略目標に照準を合わせ、北京『居住建築省エネルギー設計基準（DBJ11-602-2006）』（以下『基準』と略称）の実施を目標として作成した。

本ガイドラインは、我が国が日本の JICA 日本国際協力機構と第四期「中国住宅省エネルギー技術向上プロジェクト」を通じて共同で作成したものであり、日本の技術と経験を中国の実情に合わせて取り入れ、日本の省エネルギー分野の専門家による指導の下で作成したものである。

本ガイドラインは、中国寒冷地域の住宅建築分野で規範として使用されることを目的に作成したが、その他の地域でも参考とすることができる。

本ガイドラインが、今後国が公布する寒冷地域住宅省エネルギー関連の、設計施工基準や規範に適合しない場合は、国の公布する基準や規範どおりに実施すること。

### 1.3 省エネルギー目標

我が国の建築分野における省エネルギー計画は、1980 年を基準として、3つの段階（省エネルギー達成目標 30%、50%、65%）に分けることができるが、本ガイドラインに関連する技術的施策は 65%の省エネルギー達成を目標に実施する。

## 2 設計の要点

### 2.1 建築計画と建築設計

#### 2.1.1 建築群の計画

##### 2.1.1.1 住宅の建築用地は、溪谷や低地、谷底など窪んだ土地を選定すべきではない。

建築用地は、気候区分により選定すべきである。寒冷地域においては、「霜の洞窟」現象を防止するため、一般に溪谷や低地、谷底等の窪んだ土地に建築することは勧めない。そのような場所には、冬は冷気流が集まりやすくなり、「霜の洞窟」を形成する。したがって、窪地の底部や下半層部分に位置する建築物を、同じ室内温度に保つためには暖房のエネルギー消費が多くなる。

2.1.1.2 住宅団地を計画することに当たって、冬は防風、夏は自然通風の有効利用を考えるべきである。

建築用地選定の際は、冬は防風、夏は自然通風の有効利用という問題にも注意しなければならない。寒冷地域においては、冬に冷風が入り込むことによって、暖房のエネルギー消費が増えることを避けなければならない。

2.1.1.3 建物の向きは南北または南北に近い向きで建設することが望ましく、主な部屋は冬の主風向を避けなければならない。(北および北西) (『基準』5.2.1を参照のこと)

計算により次の事が証明されている。建物主体の向きについては、もし南北方向を東西方向に変えるとエネルギー消費指数はおよそ5%増え、空調のエネルギー消費または室外日射遮蔽に係るコストは大幅に増加する。

2.1.1.4 住宅の日照基準は表2.1.1.1に規定されている。古い住宅地を改築する場合は状況に合わせて数値を下げて良いが、大寒の日照1時間という基準を下回らないほうが良い。(『都市居住区計画設計規範』5.0.2.1を参照のこと)

表 2.1.1.1 (『都市居住区計画設計規範』5.0.2-1を参照)

建築気候区分	I、II、III、IV 気候区		IV 気候区		V、VI 気候区
	大都市	中小都市	大都市	中小都市	
日照基準日	大寒			冬至	
日照時間 (h)	2	3			1
有効日照時間帯 (h)	8 ~ 16			9 ~ 15	
計算始点	最下階の下端				

日射は居室の熱環境と建築エネルギー消費に直接影響し、また居住者の心理に影響を与える重要な要素でもある。このため、省エネルギー住宅設計においては、日照の分析は不可欠なポイントである。

住棟の間隔については、日照条件を満たすことを基本に、採光、通風、消防、耐震、配線・配管の埋設、視線の遮蔽などの条件を総合的に考慮して決めるべきであると我が国の『都市居住区計画設計規範』で規定されている。また、住宅の日照基準は上の表の規定に適合しなければならない。古い住宅地を改築する場合は状況に合わせて数値を下げて良いが、大寒の日照1時間という基準を下回らナイほうが良い。例えば、北京地区の新築住宅の日照時間は2時間以上を条件としている。

## 2.1.2 建築設計

2.1.2.1 寒冷地域の住棟建築の外形は平坦且つシンプルで、直線型、折線型、曲線型のような外観でなければならない。住宅団地の計画・設計の際には、单元型住棟(階段を中心とした縦ラインの複数住戸単位。一つの階段と各階少数の住戸から成る。)を位置をずらして大規模につ

なげて配置することや、塔式住棟(エレベーターを中心に各戸を配置した高層住棟)をつなげた形で配置しない方がよい。

位置をずらしてつなげた住棟や塔式住棟は外気に触れる外壁が比較的広く、住棟単体の体形係数を増やすため、省エネルギーに有効ではない。寒冷地域については、省エネルギー建築の形態は体形係数が小さいという条件だけでなく、冬の日射による熱吸収が十分であること、さらに冷風を避けるのに有利であることが必要である。しかし、この3つの条件を満たすのに必要な体形係数はいつも同じではない。後者は地域や向き、風環境の影響が極めて大きい。このため、省エネルギーの形態を具体的に選択するには、その地域の冬の気温と日射の強さ、建物の向き、外皮の四方向の断熱状態、局部的の風環境の状態など様々な要素の制約を受けることになる。したがって、熱吸収と熱損失の状態を具体的に比較検討し、さまざまな要素を最適な状態になるよう組み合わせる必要がある。

**2.1.2.2 建物の体形係数は高層・中高層住宅では0.3、中層住宅では0.35、低層住宅では0.45以下となるようにする。(『基準』5.1.3を参照のこと)**

体形係数は、建築の熱特性を表す重要な指標であり、建物の階数、規模、形状などの要素と関係している。建物の暖房エネルギー消費のうち、外皮の伝熱による熱消費量が占める割合は極めて高く、建築物の体形係数が大きいほど、外に熱を伝える外皮の面積も大きくなる。このため、建物の多様な機能を満たしながら、建物の外形の凹凸や不揃いをなるべく減らし、建物の体形係数を下げるようにする。

### 2.1.3 内装付住宅の普及

#### 2.1.3.1 スケルトン住宅の課題

近年、中国経済の発展とともに、住宅市場も著しい発展を遂げてきた。不動産産業は国内内需産業として重要な役割を担って経済の発展に貢献している。住宅不足問題を緩和した一方、年々増える建築エネルギーの消費が、国内産業の省エネルギーの重点となり、取り込んでいく必要がある。

中国の国内の民間住宅はほとんどスケルトン住宅のまま販売されているため、内装工事は購入者によって行われている。ここ数十年、中国の住宅市場は盛んになり、大量のスケルトン住宅が供給されてきた。住宅不足問題を緩和したと同時に、多くの問題を生じている。

1、購入者の入居時期がバラバラなため、内装工事は長い期間に渡って行われているケースが多い。入居済の住民にとっては迷惑になっている。(工事騒音・振動、生活者と工事者動線の錯綜)

2、建材の無駄な使用及び大量に発生するゴミ問題。内装工事に伴うゴミは、中国の建築廃棄物の大部分を占めている。

3、内装工事によって主要構造である壁を傷つけるという問題が生じて、安全性の問題まで発展する。

4、内装工事の発注等は日常生活に影響を及ぼすほど煩雑で、内装の煩わしさを感じる購入者が増加している。

5、内装工事の時間が短縮されことによって、内装工事の品質にばらつきが出る。結果的に資源の無駄使いになる。

6、内装工事を行って、改装記録を残さないケールが多い。将来の改築やメンテナンスに不利である。

7、購入者が内装に使う建材の性能や施工上の注意点に対し、理解が不十分なため、傷を付けたり、或いは実用性に欠ける内装となるケースが発生している。

8、配管はすべて壁に埋設するため、修理や点検がしにくい上、改修は大変な工事になる。

以上は中国のスケルトン住宅における代表的な問題である。内装付きで住宅を販売する場合は、以上の問題のある程度解決或いは緩和することができる。従って、建築資源の無駄使いを軽減させ、購入者の生活品質を高めることができる。

### 2.1.3.2 内装付住宅普及の意義

内装付住宅は単なる部屋を綺麗に飾ることだけではなく、住宅建材を合理的、効率的に配置することによって、安全かつ実用的な住宅を実現することになる。また住宅省エネルギーの面においても、大きな役割を果たしている。内装付住宅は居住環境の快適さを保障し、合理的な部屋の配置、高性能、高品質建材の使用によって、建設ゴミの排出を低減させ、資源の総合利用率を高められる。また、内装付住宅の普及によって、人々の生活習慣や住宅環境、ライフスタイルが改善されると同時に建材の開発、省エネルギー建材の普及、住宅産業チェーンの発展を促すこととなる。

### 2.1.3.3 内断熱技術の応用

内断熱技術は外壁の内側に断熱措置を施す技術である。外断熱に比べると、施工方法は豊富で、経済的、作業が容易である等の特徴がある。しかし、室内空間が狭くなることや、施工時に材料が複層することから、内装工事と配管工事を同時に施工する必要がある。図 2.1.3-1 を参照のこと。

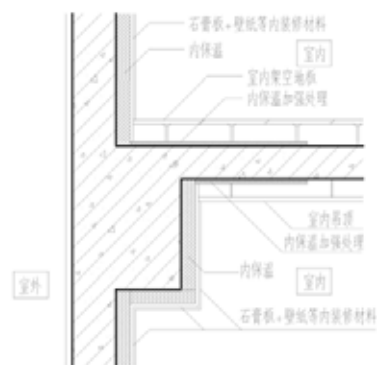


図 2.1.3-1 内断熱と内装工事の同時施工



### 2.1.3.4 配管技術

#### 1. 建物の躯体（スケルトン）とインフィルを分離する工法

建物の躯体とインフィルの耐用年数は異なり、躯体については70年以上に対し、インフィルの耐用年数は一般的には10～30年である。内装付住宅は躯体を傷めないという前提の下で、内装或いは改修工事を行うことが出来る。即ち、建

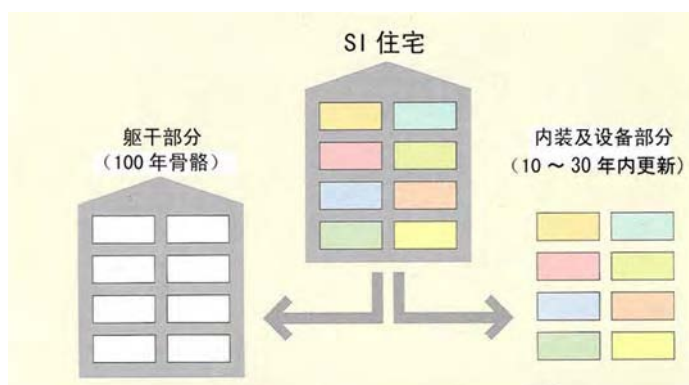


図 2.1.3-2 SI住宅の概念図

物の躯体とインフィルを分離する工法である。(SI技術)。図 2.1.3-2 を参照のこと。

#### 2. 給排水管の設置

排水管は床の下部に設置することが出来る。暖房給湯管、給水管、生活用給湯管は床の下部、或いは天井内部に設置することができ、一部の配管は壁に埋設することも出来る。図 2.1.3-3 と 2.1.3-4 を参照のこと。

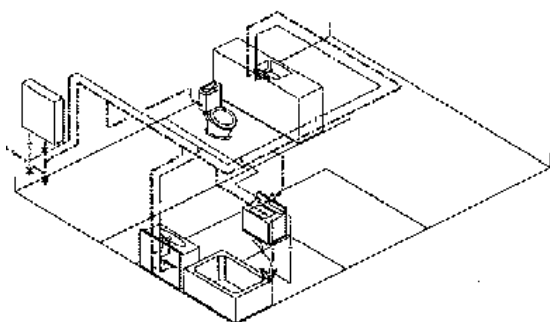


図 2.1.3-3 天井内設置工法

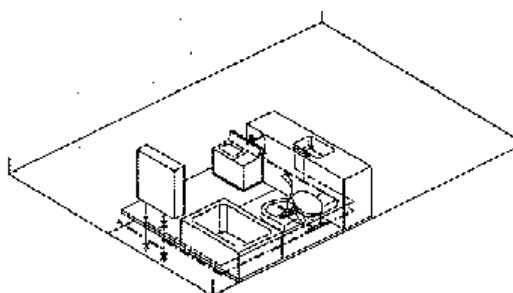


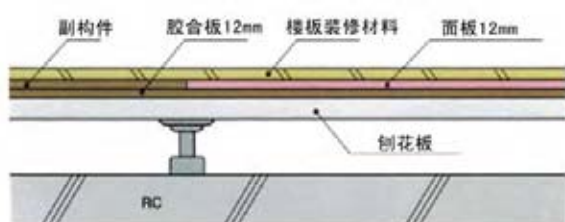
図 2.1.3-4 壁埋設工法

#### 3. 乾式床暖房の応用

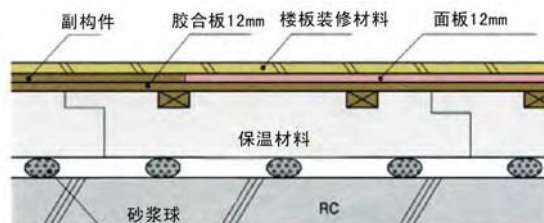
乾式床暖房システムは伝統的なコンクリート埋込式床暖房と異なり、予め製造する軽量型床暖房システムとも呼ばれている。保温基板と樹脂加熱パイプ、アルミ箔、軽鉄下地材、二次分集水器などを一体化した薄いユニットパネルである。パネルの厚さは12mmで、加熱パイプの外径は7mmである。

乾式床暖房システムは立ち上がり速度が優れ、施工に必要な期間が短い、またコンクリートスラブに与える負担が小さく、メンテナンスや改修がやり易いというメリットがある。

乾式床暖房システムの代表的な構造と工法は図 2.1.3-5 と 2.1.3-6 を参照のこと。



\*図 2.1.3-5 束立工法



\*図 2.1.3-6 直置き工法

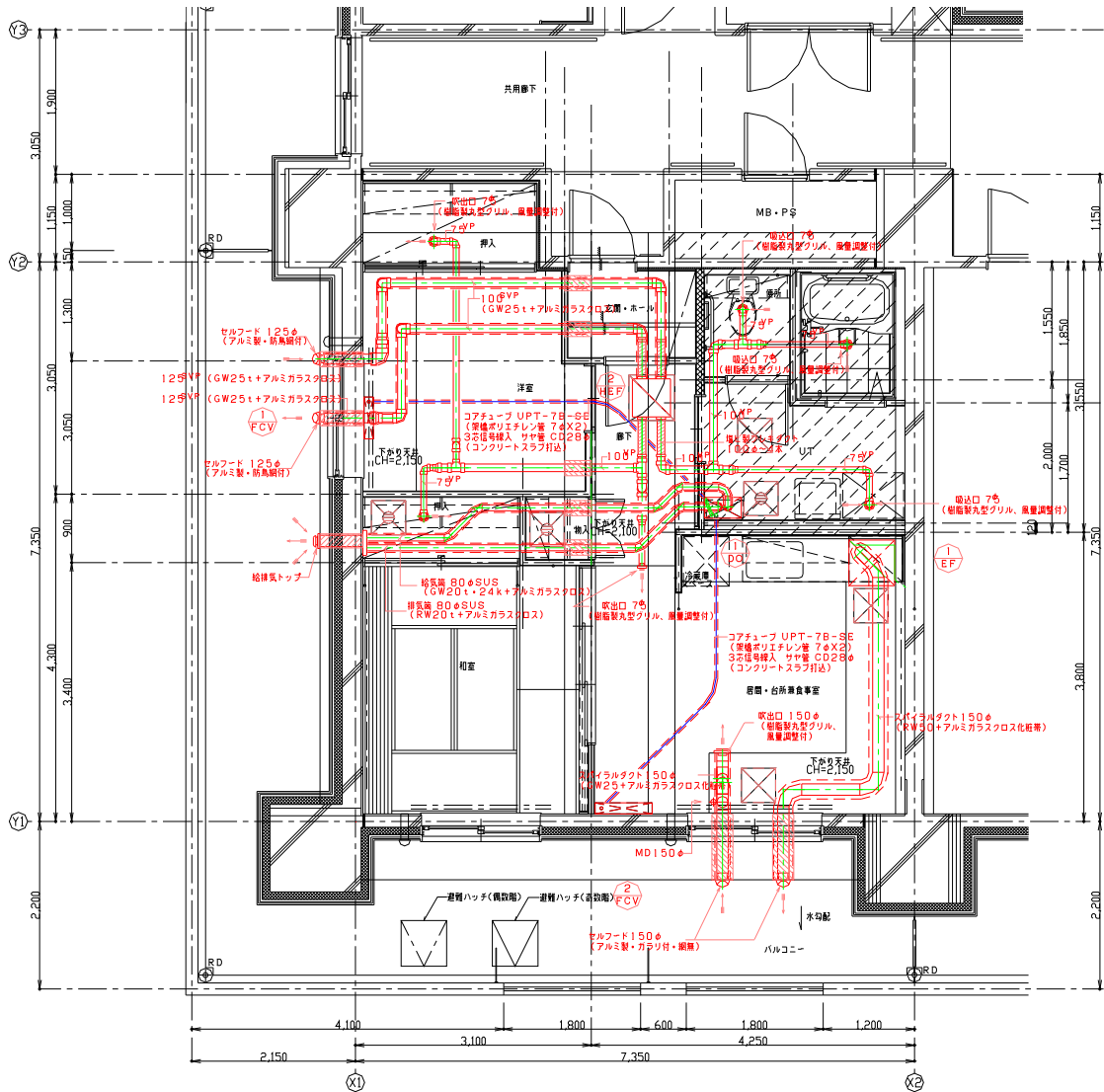
#### 4. ダクトの設置

##### 1) 外気換気システム

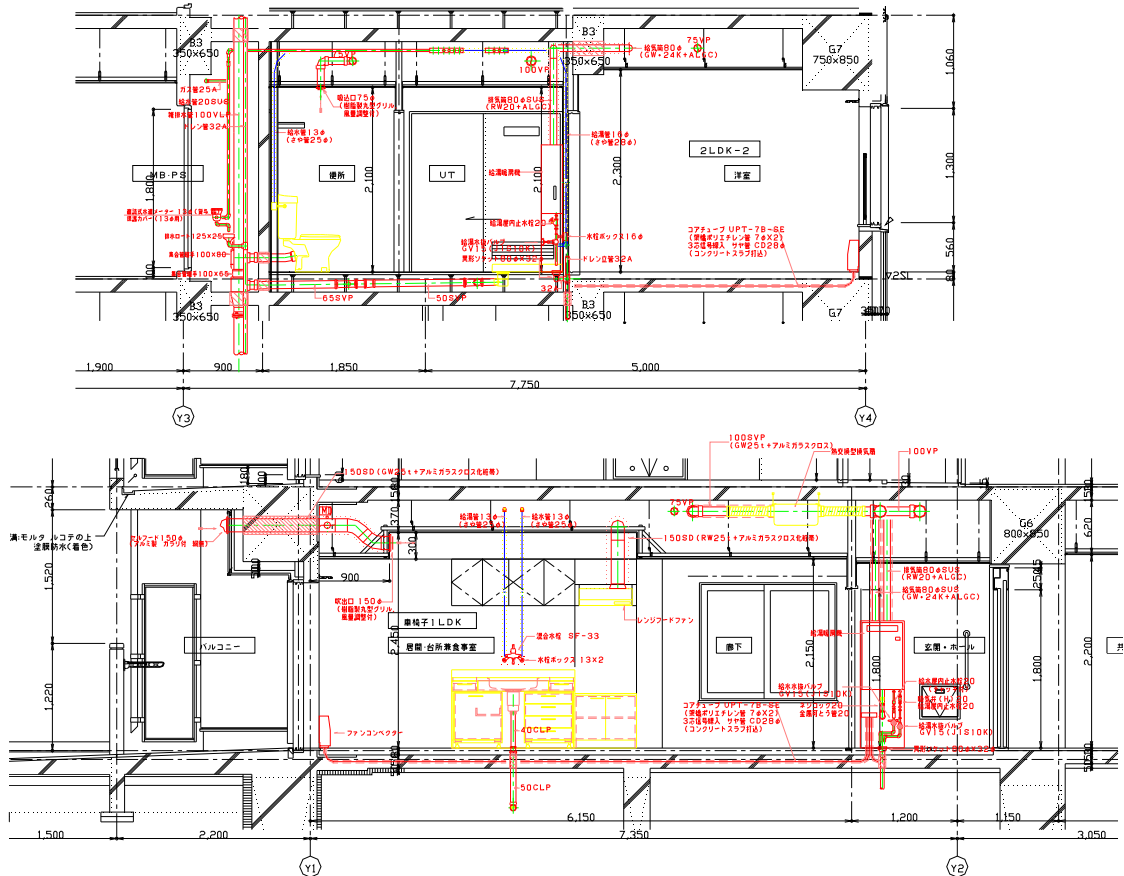
外気換気システムは室内の空気質を高めることが出来るが、天井内部のスペースを多く使うため、内装設計する際に、換気システムとダクト用スペース、天井高さ及びダクトの経路、必要換気量、開口部の位置などを総合的に考慮しなければならない。換気効果を保証すると同時に室内の景観を損なわないようにする。図 2.1.3-7 と 2.1.3-8 は日本における代表的な居室換気的设计図で、熱回収型外気換気システムを採用している。

##### 2) 水平式排気システム

内装付住宅は洗面所とキッチンの水平式排気を実現している。換気設備と排気ダクトは天井内に設置することが可能なため、室内の使用空間に影響を与えない。また縦型排気システムの排気の拡散の問題を解決できる。図 2.1.3-7 を参照のこと。



\*図 2.1.3-7 居室通風平面図



\*図 2.1.3-8 居室通風立面図

## 2.2 外皮構造設計の要点

### 2.2.1 外皮構造伝熱係数制限値

#### 2.2.1.1 外断熱伝熱係数制限値

外断熱建築物の外皮構造各部位(バルコニーのガラス戸を含む)の平均伝熱係数は、表 2.2.1.1 に規定する数値以下となること。適合しない場合は、「参照建築対比法」で調べた上、校正と計算の調整をしなければならない。(『基準』5.2.2.1を参照のこと)

表 2.2.1.1 外皮構造各部位の平均伝熱係数制限値 [W/(m<sup>2</sup>·K)] (『基準』表 5.2.2 を参照)

住宅 タイプ	屋根の非 透明部分 (メゾネ ットタイ プ)	外壁	外窓/バ ルコニー /扉のガ ラス/屋 根の透明 部分	バルコ ニー扉 下部の 芯板	外気に 触れる 床	非暖房 空間上 部のス ラブ	出窓上 部、底 部、側 壁	伸縮目地 (両側壁 内断熱を 行った場 合)	非暖房階段室 (或いは外廊 下)	
									内壁	住戸 扉
4階以上 の建物	0.60	0.60	2.80	1.70	0.50	0.55	0.80	0.80	1.50	2.00
3階以下 の建物	0.45	0.45								

### 2.2.1.2 内断熱伝熱係数制限値

外皮構造の内断熱各部位の平均伝熱係数は表 2.2.1.2 に規定する数値以下となること

表 2.2.1.2 外皮構造各部位の平均伝熱係数制限値\* [W/(m<sup>2</sup>·K)]

部 位		伝熱係数制限値
屋根または天井		0.27
壁		0.39
床	外気と接触する部分	0.27
	その他の部分	0.38
地面、床周辺	外気と接触する部分	0.47
	その他の部分	0.67

### 2.2.2 外皮構造断熱設計条件

#### 2.2.2.1 外壁は外断熱とする

外皮構造壁の断熱には外壁外断熱と外壁内断熱の二種類の工法がある。

(a) 外壁外断熱：外壁外断熱工法とは、外壁の外側を全て断熱材で覆う工法である。この工法は熱工学において、構造的な熱橋の発生を減少させることが出来、居住面積に影響を与えないというメリットがある。しかしこの工法には、表面仕上げ材の制約や、高コスト、寒冷地域における表面仕上げ材の耐久性、耐火性など様々な技術的な課題が残っている。

(b) 外壁内断熱：外壁内断熱工法とは、外壁の内側に保温層を施す工法である。外断熱と比べると、工法が豊富で、低コストなどの利点があるが構造的な熱橋部分が発生し易いため、施工時に断熱補強をする必要がある。

現在外壁外断熱の技術は成熟していることや、熱環境、躯体の耐久性、結露の防止などの要素を考えると外壁の断熱には外断熱工法を推奨する。

また、同一建物でも、部位により異なる断熱工法を採用しても良い。例えば、最上階居室の保温環境を改善するために、屋根には外断熱を施し、その他の部分には内断熱工法を採用しても良い。单元（階段を中心とした縦ラインの複数住戸単位。一つの階段と各階少数の住戸から成る）の住戸環境と省エネルギーを改善するために、妻壁は外断熱とし、バルコニーと庇がある面の外壁は内断熱をすることも出来る。この方法は投資対保温効果の最適化を実現することが出来る。

2. 鉄骨造など軽量構造の住棟では、外壁に通気層を設ける対策を施した方がよい。

（『基準』5.2.4.4 を参照のこと）

分析による見解：一般構造の住棟では、冬の暖房に係る省エネルギーの条件により決められた外皮伝熱係数規制値が、夏の防熱条件に概ね符合する。しかし、鉄骨造の住棟などの外壁仕上げ材には軽量のものが採用されることが多く、それにより東西方向の外壁や屋根の内側表面温度は基準を超えやすくなる。このため、通気層を設ける対策を施すと室内の熱環境や省エネルギーの

---

目的を比較的容易に達成することができる。

#### 2.2.2.2 外壁で詳細な構造設計を必要とする部位（『基準』5.2.6を参照のこと）

1. 外壁外断熱では、コンクリートの張り出した部分や壁に取付ける付属物を減らす必要がある。

2. 外壁の外断熱建材については、外窓は外壁の主体部分の外側に設置した方がよい。出来ない場合は、外窓（外ドア）外側の四方の壁に断熱処理を施す必要がある。

3. 伸縮目地は、内部に断熱材を充填するか、その他の断熱対策を施す必要がある。ジョイント両側の壁が内断熱で、伸縮目地の外側を塞ぐ場合は、両側の内断熱壁の平均伝熱係数は $0.8W/(m^2 \cdot K)$ 以下とする。

4. 住棟の出入口扉は格子扉にしない方がよい。格子扉の開口部には保温対策のため、いつでも閉められるよう信頼性のある対策を施した方がよい。

外断熱システムでは、張り出した部材や窓枠外側の周囲の壁面に「熱橋」が生じやすく、かなりの熱損失になる。このため、建築構造設計においては特に慎重になる必要がある。

原則的に、壁に取り付ける部材を最小限に減らす必要があり、面接触から点接触に替えて「熱橋」の面積を減らすこともできる。非耐力のモールディングには、できるだけ軽量の断熱材料を取り入れる。

熱損失を減らすため、できるだけ外窓は外側に移動させるか、壁面に平行に取り付け、窓枠周りの「熱橋」面積を減らし、「熱橋」がある部分は処理をする必要がある。

伸縮目地内部は柔軟な断熱材で充填し、壁体の収縮などに対応できるようにする。住棟の出入口扉を格子扉にしない方がよいというのは、格子扉にした場合は、格子部分を透明な材料で塞ぐ必要が出てくるためである。

#### 2.2.2.3 外皮構造の断熱性能を高め、夏季における室内熱環境を改善するための措置（『基準』5.2.4を参照のこと）

1. 屋根は通気屋根構造を採用する。

2. 外窓の開閉可能面積は、部屋の面積の $1/15$ を下回らないようにする。

3. 鉄骨造など軽量構造の住棟では、外壁に通気層を設ける対策を施した方がよい。

東・西向き外窓の日射の負荷は、夏期の空調によるエネルギー消費に与える影響が大きく、効果的な屋外日射遮蔽設備を設置することは、空調の省エネルギーのための重要なポイントとなる。東・西向きの外窓面積が小さく、補助的な部屋の場合は、屋外に日射遮蔽設備を設置しなくてもよい。

通気屋根は夏期の空調エネルギー消費を減らし、夏期の室内熱環境を改善するのに大きな効果がある。また、実施することは容易で追加投資も少ないため、広く採用を勧める。

外窓の開閉可能面積の規定は、主に夏の通風と室温を下げるためであるが、春、夏、秋に通風

量が多くなるので室内の熱環境と空気質を改善することにもなる。《夏暑冬冷地域における居住建築省エネルギー設計基準》(JGJ75-2003)では「外窓の開閉可能面積は所在部屋床面積の8%、即ち1/12.5を下回ってはならない」と規定している。

分析による見解：一般構造の住棟では、冬の暖房に係る省エネルギーの条件により、決められた外皮伝熱係数規制値が、夏の防熱条件に概ね符合する。しかし、鉄骨造の住棟などは外壁に軽量の仕上げ材が採用されることが多く、それにより東西方向の外壁や屋根の内側表面温度は基準を超えやすくなる。このため、通気層を設ける対策を施すと室内の熱環境や省エネルギーの目的を比較的容易に達成することができる。

### 2.2.3 外皮構造サッシの断熱設計

2.2.3.1 外窓の面積は大きくなり過ぎないようにする。窓壁面積比は次の条件を満たす必要がある。(『基準』の5.3.1を参照のこと)

1. 方位別の窓壁面積比は、表2.2.3.1-1の規定値を超えてはならない。

表2.2.3.1-1 方位別の窓壁面積比規定値(『基準』表5.3.1-1を参照)

方位	建築のタイプ	窓壁面積比の規定値
北(東寄り 45°から西寄り<60°まで)	—	0.30
東(北寄り<45°から南寄り 45°まで) 西(北寄り<30°から南寄り 60°まで)	南北向き板状住棟	0.15
	東西向き板状住棟、塔状住棟	0.30
南(東寄り<45°から西寄り<30°まで)	—	0.50

2. 窓壁面積比が既定値を超える場合は、「参照建築対比法」を使い比較検討し、計算の調整をする必要があるが、全ての方位の窓壁面積比はその最大値を超えてはいけない。

表5.3.1-2 方位別の窓壁面積比最大値(『基準』表5.3.1-2を参照)

方位	窓壁面積比最大値
北(東寄り 45°から<西寄り 60°まで)	0.4
東(<北寄り 45°から南寄り 45°まで)	
西(<北寄り 30°から南寄り 60°まで)	
南(<東寄り 45°から<西寄り 30°まで)	0.70

注：1.バルコニードア上部とその他の外ドア(透明部分)は窓面積として計上し、ドア板(非透明部分)は窓面積に計上しない。

- 2.南向きの外窓とは、隣接建築や自身の建物の他の部位に遮られていない外窓のことを示す。具体的な規定は

以下の通りである：

(1) 大寒前後に短期的に遮られる南向きの外窓は南向きとする。

(2) 南壁に窪み部分がある場合、その開口部の幅をB、深さをDとする。(B/D) 2の場合は、窪み部分の中の南窓と壁は南向きとみなす。B/D<2の場合は窪み部分の中の南窓と壁は東向き・西向きとみなす。

(3) 東・西壁に窪み部分がある場合、その開口部の幅をB、南窓中心線から窪み部分の辺までの長さをDとする。

(B/D) 1の場合は窪み部分の中の南窓と壁は、同じく東向き・西向きとみなす。そうでない場合は、窪み部分の中の南の窓はすべて北向きとみなす。窪み部分の南東角の窓と、南西角の窓はともに東・西向きとみなす。

3.北壁の窪み部分の東・西向きの窓と壁は、すべて北向きとみなす。

### 2.2.3.2 外窓は複層ガラスを採用する。(『基準』5.2.1を参照のこと)

複層ガラスの保温性能が優れているため、このように規定した。

### 2.2.3.3 陸屋根の天窗の面積は屋根総面積の5%を超えてはならない。勾配屋根の窓面積は採光条件を満たす窓面積最低値の1.2倍を超えてはならない。(『基準』5.3.2を参照のこと)

陸屋根と勾配屋根の窓面積に対する要求が異なる理由は、陸屋根の居室は、側壁に窓を設置することにより採光問題を解決できる。そのため、天窗が占める割合については比較的厳格な規定を設けた。一方勾配屋根の部屋は一般的には側壁に窓を設置することは出来ないため、屋根に窓を設置し採光する以外に方法がない。天窗の伝熱係数に対する要求はその他の窓と同じで、表2.2.1.1の規制値に適合しなければならない。

### 2.2.3.4 住宅には出窓を採用すべきではない。特に北向きは出窓を採用すべきではない。

(『基準』5.3.3を参照のこと)

出窓は平窓に比べ、ガラス部分の面積と外皮面積を増加させる。これは省エネルギーには不利で、とくに北向きは不利である。また、窓の突出が多いのは安全を脅かす原因となる。さらに、出窓は開け閉めが難しく、不便なのでなるべく避け、北向きの場合は採用しないようにする。

### 2.2.3.5 気密性能が高い外窓(バルコニー扉を含む)を採用し、その気密性等級は国家基準『建築物外窓の気密性能レベル及び検査方法』(GB/T7107-2002)に基づいて選び、そのレベルは4級を下回ってはならない。詳細なデータは表2.2.3.5-1と表2.2.3.5-2の通りである。

(『基準』5.3.4を参照のこと)

表2.2.3.5-1 外窓断熱性能レベル(W/m<sup>2</sup>·K)

	1	2	3	4	5
レベル指標値	5.5	5.5> K 5.0	5.0> K 4.5	4.5> K 4.0	4.0> K 3.5
レベル	6	7	8	9	10
レベル指標値	3.5>K 3.0	3.0> K 2.5	2.5> K 2.0	2.0> K 1.5	K < 1.5

注：《建築物外窓断熱性能レベル及び検査方法》(GB/T 8484-2002)から抜粋。



表 2.2.3.5-2 建築物外窓の気密性能レベル表

レベル	1	2	3	4	5
目地の長さごとの レベル指標値 $q_1 / (\text{m}^3 / (\text{m} \cdot \text{h}))$	6.0 $q_1 > 4.0$	4.0 $q_1 > 2.5$	2.5 $q_1 > 1.5$	1.5 $q_1 > 0.5$	$q_1$ 0.5
単位面積ごとの レベル指標値 $q_2 / (\text{m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h}))$	18 $q_2 > 12$	12 $q_2 > 7.5$	7.5 $q_2 > 4.5$	4.5 $q_2 > 1.5$	$q_2$ 1.5

注: 《建築物外窓断熱性能レベル及び検査方法》(GB/T 7107-2002)より。

## 2.2.4 外皮構造の日射遮蔽設計

### 2.2.4.1 外窓の室内側での日射遮蔽対策

1. 建物の外窓は室内側での日射遮蔽を積極的に活用する。

建物の内側での日射遮蔽は、住宅建築で最もよく行われる日射遮蔽方法である。室内側日射遮蔽はガラスなどを通して室内に入る輻射を遮断するもので、眩しさと光の反射を大幅に減少させ、紫外線照射を軽減し、快適な室内環境を作り、エネルギーも節約できる。室内側日射遮蔽は経済的で、調節も自由にでき、設置や取り外しに便利であるので、住宅建築では最も多く見られる日射遮蔽対策である。

室内側日射遮蔽は種類が多く、居住者が自分で作ったシンプルな布カーテンもあれば既製品の巻きカーテンやブラインドなどがある。薄い色のカーテンは濃い色より日よけの効果が高い。理由は、薄い色は反射する熱量が多く、吸収する量は少ないからである。ブラインドは使う人の要望に合わせて角度が調節でき、日射遮蔽、採光、通風の必要性を総合的に満たすことができる。

### 2.2.4.2 外窓の屋外側日射遮蔽対策

1. 夏季における外窓の日射遮蔽省エネルギー設計には、屋外側日射遮蔽を第一に選択するべきである。

屋外側日射遮蔽は、室外で日射を遮蔽することができるので、断熱に有効であるといえる。

2. 建築の形式や建物の外観に合った日射遮蔽方式を選択するべきである。

屋外側日射遮蔽方式の使用は、居住者個人の事だけではなく、建物の外観までその影響を及ぼすこともある。様々な日射遮蔽設備は建物の姿を雑然としたものにしてしまう。不適当な日射遮蔽対策は断熱に有効ではない上、居住生活に不便をもたらす。この点について、建築士は建物を設計する際、デザインと合わせて十分に考慮する必要がある。

3. 南向き或は東南、西南向きの部屋は水平式日射遮蔽を採用する。水平式日射遮蔽を採用する場合は、季節や時間による日陰の変化をよく考慮しなければならない。

住宅建築の中で最も多い日射遮蔽方法は、固定水平式日射遮蔽である。太陽の方位や高度が異なる状況下では、日射遮蔽用部材が作り出す日陰の範囲は変化する。このため、水平式日射遮蔽の場合は、季節や時間による日陰の変化をよく考慮しなければならない。水平式遮蔽板は、窓の上部から照射する太陽光を遮蔽するのに適している。このため、緯度が低い地域や夏期においては、太陽高度が高く、建物の影は短いので、水平式遮蔽板は十分な効果が得られる。寒冷地域の場合は南向きか南東・南西向きの部屋に使用した方がよい。

4. 低層住宅は必要な条件が整えば、緑化による日射遮蔽を採用することができる。高層の塔状建築物や、建築主体が東西向きの住宅に関しては、主要な居住スペースの西向きの外窓に可動式外日射遮蔽設備を設置すべきであり、東向きの外窓も可動式外日射遮蔽設備を設置するのが望ましい。(『基準』5.2.4.1を参照のこと)

緑化による日射遮蔽では、それぞれの窓の向きに適した樹木を選定する必要がある。また、樹木の直径や高さも考慮して、窓の日射遮蔽が必要な時間の太陽の方位や高度に基づいて、樹木の種類や形、植栽する位置を正確に決めなければならない。樹木の位置は日射遮蔽という観点からだけでなく、通風や採光、視線の遮断などへの影響も減らすよう考慮する必要がある。

東・西向きの外窓の日射の負荷は、夏季空調のエネルギー消費に与える影響が大きいため、効果的な屋外側日射遮蔽設備を設置することは、空調の省エネルギーの重要なポイントとなる。東・西向きの外窓の面積が小さくかつ補助的な部屋の場合は、屋外に日射遮蔽設備を設置しなくてもよい。

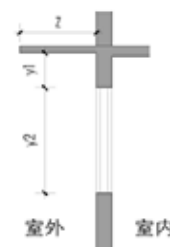


図 2.2.4.2-1 水平式日射遮蔽

5. 水平式日射遮蔽は、庇の出寸法が庇下部から窓下端までの合計長さの 0.3 倍を超える時に、有効な日射遮蔽が出来る。即ち  $z/(y1+y2) \approx 0.3^*$  である。

また、この 0.3 倍の庇の長さは南 ± 45° の範囲内において、夏の直射日光を低減させ、冬季の日照獲得の妨げにならないため、有効的な日射遮蔽対策である。〔図 2.2.4.2-1〕。

## 2.2.5 外皮構造における冷熱橋取り合い部分の処理

### 2.2.5.1 熱橋取り合い部分処理の必要性

断熱材が床スラブ、屋根スラブ、パラペット、梁などにより分断される部位(下図)において、外気に接する壁などが冷やされることにより、冷熱が床スラブ等を伝わって室内に侵入してくる。この熱を室内に伝えてしまう部分を熱橋(ヒートブリッジ)と言う。

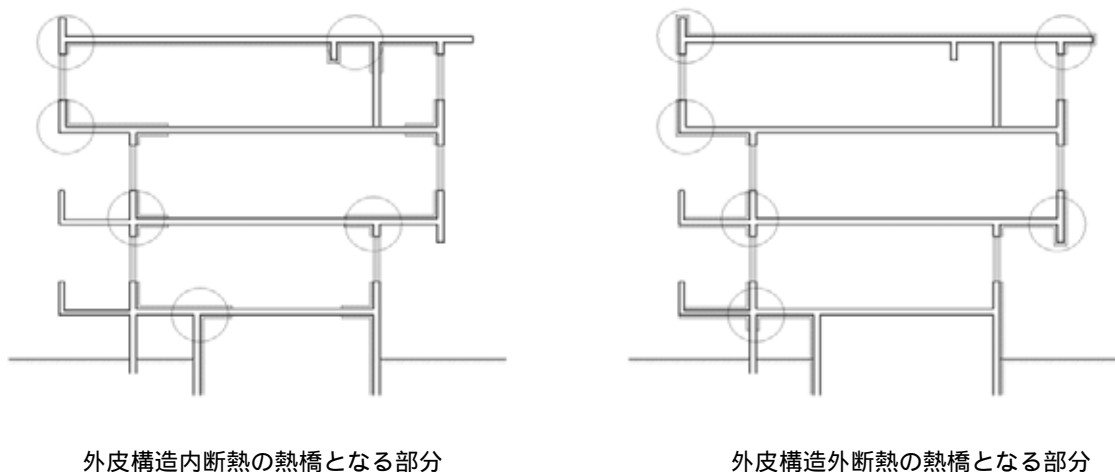
この熱橋による影響は以下の通りである。

1. 冷たい空気が室内に侵入することにより、暖房負荷が増加する。
2. 熱橋部分の表面温度の低下により、結露が発生する。
3. 熱橋部分の温度が低ため、室温度のムラが発生し、居住環境に影響をもたらす。

このように熱橋部分はさまざまな弊害を生むことから、熱橋部分を極力なくすことや熱橋による影響をなるべく少なくするような断熱補強を行うことが重要である。

### 2.2.5.2 外皮構造熱橋部分の断熱措置

#### 1. 外皮構造で熱橋が発生し易く、断熱補強を行う部位 (図 2.2.5.2-1) \*



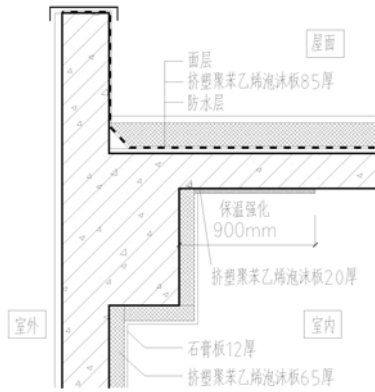
外皮構造内断熱の熱橋となる部分

外皮構造外断熱の熱橋となる部分

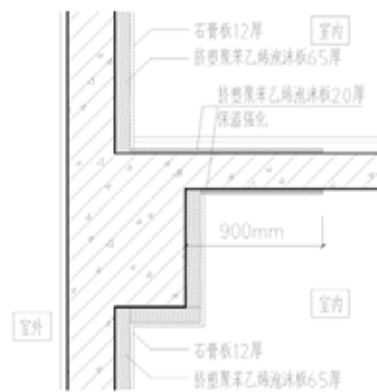
図 2.2.5.2-1 外壁断熱の熱橋となる部分

#### 2. 内断熱の代表的な熱橋部位の構造 (図 2.2.5.2-2) \*

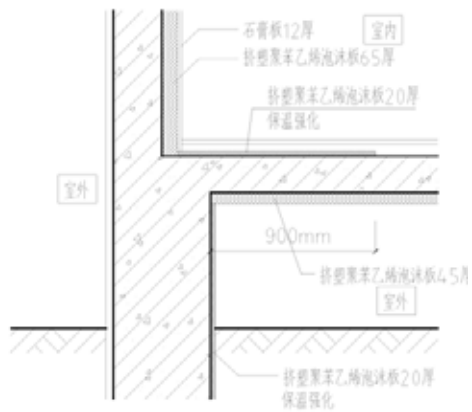
- a) 内断熱の屋根熱橋部分の断熱補強範囲は 900mm とする。
- b) 内断熱の床スラブ熱橋部分の断熱補強範囲は 900 mm とする。
- c) 内断熱の最下階床スラブ (地下室無し) 熱橋部分の断熱補強範囲は 900 mm とする。
- d) 内断熱の屋外バルコニー熱橋部分の断熱補強範囲は 900 mm とする。
- e) 内断熱の張り出し熱橋部分の断熱補強範囲は 900 mm とする。
- f) 内断熱屋根部分で梁の熱橋部分の断熱補強は梁せい<sup>g</sup>が 900 mm 以内の場合、断熱補強範囲は 900 mm とする。
- g) サッシと躯体の間の断熱補強は発泡ウレタンフォームを充填する。
- h) 室外から室内に貫通する配管の熱橋部分の断熱補強範囲は 1.0 ~ 1.5m である。



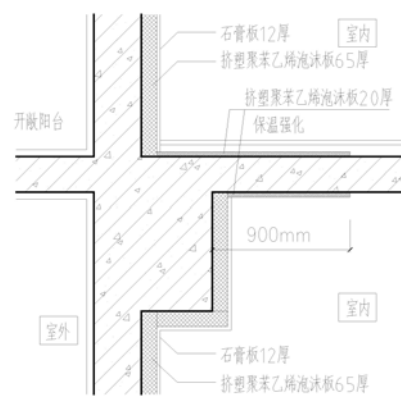
a) 屋根熱橋部分の断熱補強措置



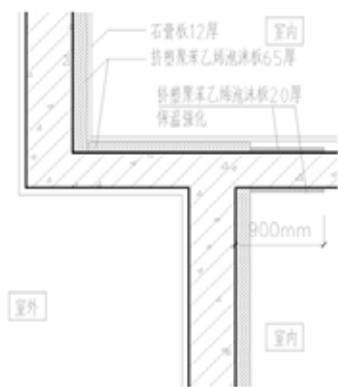
b) 床スラブ熱橋部分の断熱補強措置



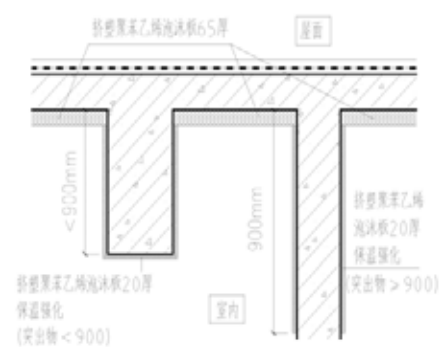
c) 最下階スラブ（地下室無し）熱橋部分の断熱補強措置



d) 屋外バルコニー熱橋部分の断熱補強措置



e) 張出し部分熱橋の断熱補強措置



f) 屋根の梁熱橋部分の断熱補強措置

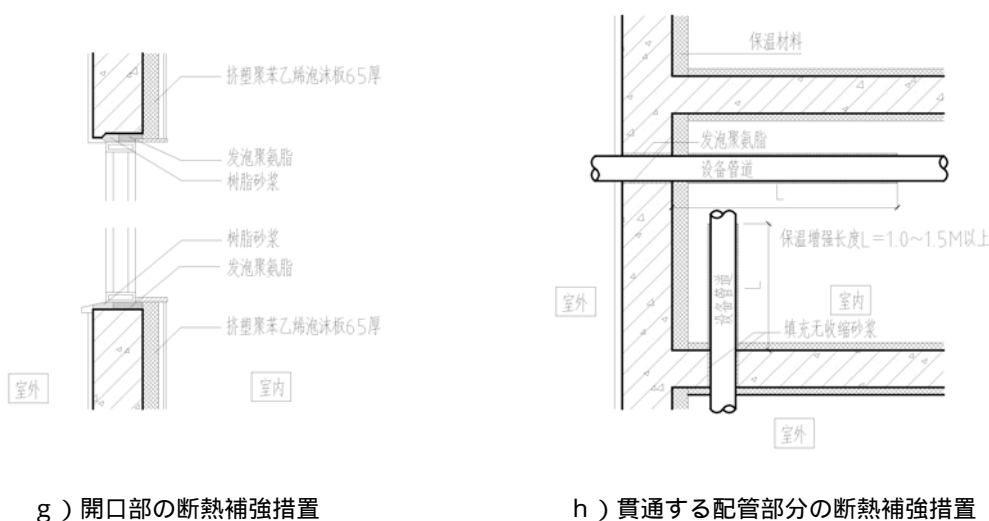
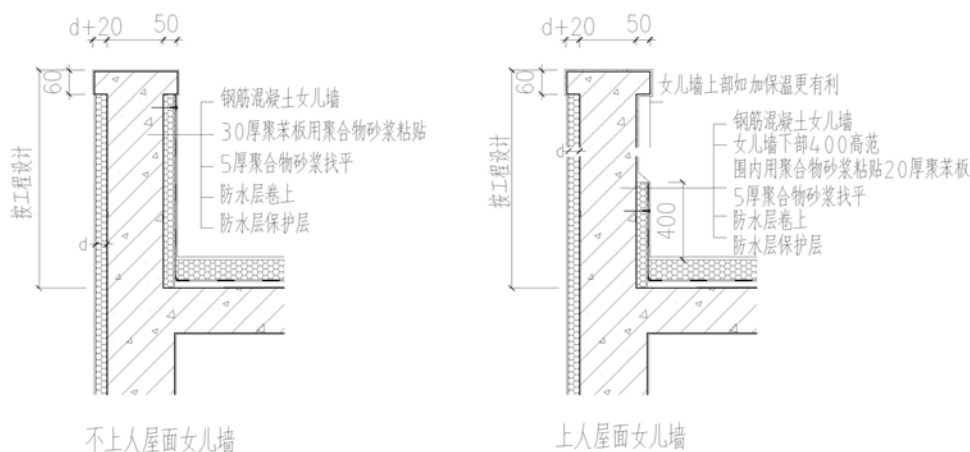


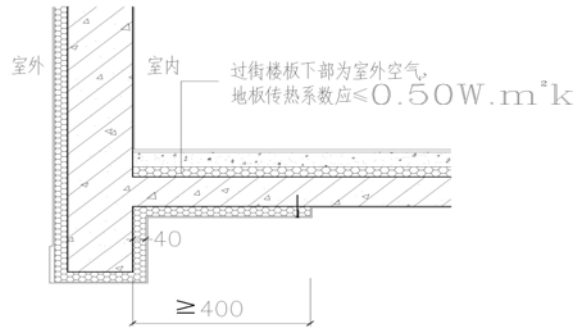
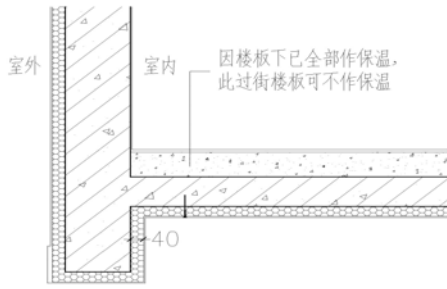
図 2.2.5.2 - 2 内断熱の代表的な熱橋部分

3. 外断熱の代表的な熱橋部位の構造 (図 2.2.5.2-2) (88J2-9 壁-外壁外断熱省エネ率 65% を参照のこと)

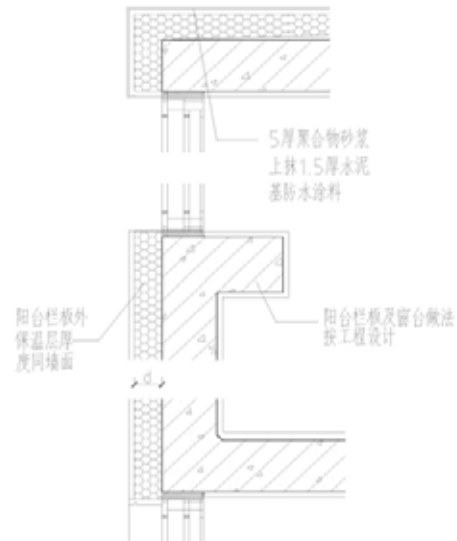
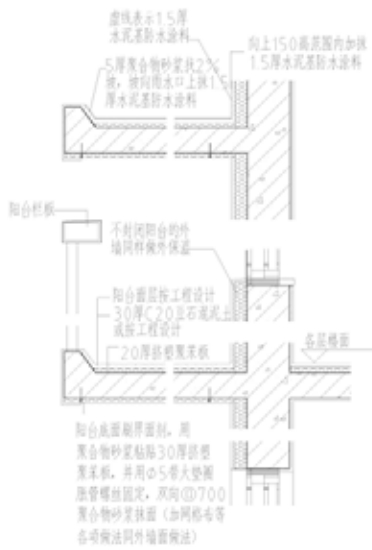
- a) 屋根と手摺壁の熱橋の断熱補強について、非歩行屋根の断熱補強範囲は手摺壁の天端まで、または構造スリットを使う。歩行屋根の断熱補強高度は 400 mm とする。
- b) 床スラブ底面熱橋の断熱補強は、床スラブの底面全体に断熱材を敷設するか、内断熱に切替えても良い、その場合は底部に 400 mm の断熱材を敷設する。
- c) 屋外バルコニー熱橋の断熱補強は、バルコニー床スラブの内側と外側に万遍なく断熱材を敷設する。
- d) 屋内バルコニー熱橋の断熱補強は、バルコニーの外壁に断熱材を設け、主要壁面にも同時に断熱補強する。
- e) サッシと躯体の間の断熱補強には発泡ウレタンフォームを充填する。
- f) 出窓の熱橋の断熱補強は出窓の外側に断熱材を設ける。



a) 屋根と手摺壁の熱橋部分の断熱補強措置

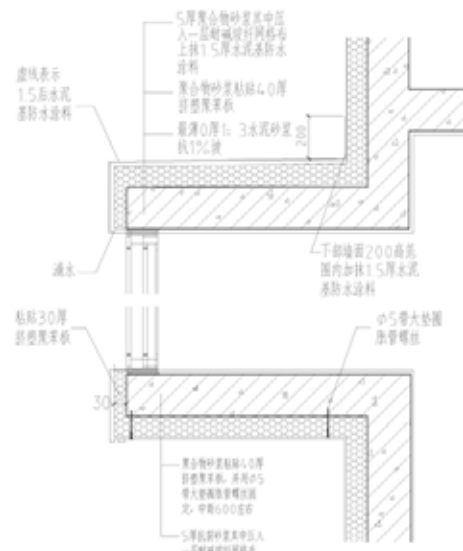
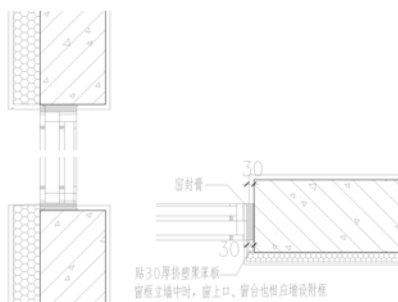


b) 床スラブ熱橋の断熱補強措置



c) 屋外バルコニーの熱橋断熱補強措置

d) 屋内バルコニーの熱橋断熱補強措置



e) 躯体開口部の熱橋の断熱補強措置

f) 出窓の熱橋の断熱補強措置

图 2.2.5.2-3 外断熱の代表的な熱橋部分

## 2.3 自然採光、通風設計の要点

### 2.3.1 自然採光

2.3.1.1 住宅は自然採光を最大限に利用する。

2.3.1.2 住宅の室内採光は表 2.3.1.2-1 の基準(『住宅設計規範』GB50096-1999 5.1.3 を参照)を満たすこと。

表 2.3.1.2 居住建築の採光係数基準値 (『住宅設計規範』GB50096-1999 表 5.1.3 を参照)

部屋の名称	側面採光	
	採光係数最低値 $C_{min}(\%)$	窓床面積比 ( $A_c/A_d$ )
居間(リビング)、寝室、台所	1	1/7
階段室	0.5	1/12

注：1. 窓床面積比は自然採光を利用する部屋の側窓開口面積  $A_c$  とその部屋の床面積比  $A_d$  である。

2. 本表は 類光気候地域の普通単板ガラス窓を計算基準としているため、ほかの光気候地域或いは異なる種類の窓を採用する場合は、現在実施している国家基準である『建築採光設計基準』の関連規定に基づいて調整しなければならない。

3 床面から 0.50m 以内の窓の開口部面積は、採光面積に計上しない。窓の天端から床までの高さは 2m を下回らないこと。

居住建築の採光は採光係数の最低値を基準にすべきである。本項は国家基準である『建築採光設計基準』の規定に従わなければならない。設計の段階においては、室内の良好な自然採光を保障するために、2.3.1.2 条項にある各種の部屋の窓床面積比指標に基づいて、設計しなければならない。

本表は 類光気候地域の一般的な単板ガラス窓を計算基準としているため、他の光気候地域の採光係数最低値と窓床面積比は『建築採光設計基準』に従って実施しなければならない。

本条項の規定は側面採光に適し、採光面積は有効採光面積を基準に計算しなければならない。床面から 0.50m 以内の窓は日射範囲が狭く、得られる照度は少ないため、採光面積に計上しない。光を多く取り入れ室内照度の均一性と、一定量の光を取り入れるために、窓の天端から床面までの距離は 2m を下回らないほうが良い。採光口の上に幅 1m 以上の外廊下やバルコニーなどの遮断物が存在する場合は、有効採光面積は採光面積の 70% で計算して良い。フラット式天窓を採用する場合は、有効採光面積が増大するため、採光基準に基づいて、採光面積を計算しなければならない。

2.3.1.3 奥行きが深くない部屋は側窓採光が適している。

採光口の位置の違いにより、側窓採光(側壁に取り付ける)と天窓採光(天井に取り付ける)の2種類に分けられる。側窓採光はさらに単一面側窓と二面側窓に分けられ、側壁のある建物すべてに採用できる。これは最も多い採光口の形式であるが、それを通した日光の照射範囲は限られているため、奥行きが深くない部屋だけに採用できる。

2.3.1.4 天窓を設ける時は、フラットな天窓を採用する。フラットな天窓は天井中央部に近

---

い場所に設置することが望ましい。ガラスの内側に結露が発生するのを防ぐために、フラットな天窓には高断熱ガラス(複層ガラスやコーティング処理した複層ガラス等)を使用することが望ましい

フラット型天窓は採光効率が高いだけでなく、配置も自由で、照度も均等である。屋根にフラット型天窓を取り付ける場合は、その設置位置が光の均等度や採光係数平均値に影響を与える。ある実験により、屋根中央部の棟に近い位置に設置した場合に、室内の光の均等度と採光係数の平均値は最大値になることが実証された。

フラット型天窓は水平または水平に近い角度で、空に面しているため、直射日光が室内に入りやすく、室内の照度が不均等になってしまう。そのため、晴れの多い地域では、直射日光を拡散する対策を施す必要がある。その方法として、開口部にオパールガラス、すりガラス、コーティングガラスを取り付ける。または、透明なガラスの下に格子状のルーバーを取り付けると効果がある。寒冷地区においては、天窓に高断熱ガラス(複層ガラスやコーティング処理した複層ガラス等)を使用して、ガラス内側の結露が発生を防ぐ。

**2.3.1.5 住宅建築物の採光については、採光口に合わせて特定の装置や対策を施すことで採光を制御し、室内の光環境を改善した建物の省エネルギーを実現する。**

住宅の採光は、採光口単体だけでは理想の採光状態が得られないことがあり、側窓採光と天窓採光のどちらであっても直射日光の侵入を阻止することは出来ない。また、大部分の住宅は片側採光を採用しているが、部屋の奥に行くほど照度が不均一になるという問題がある。このため、採光口に合わせて特定の装置や対策を施すことで採光を制御し、室内の光環境を改善した建物の省エネルギーを実現することが極めて重要である。

## 2.3.2 自然通風

**2.3.2.1 居住建築の設計は自然通風を充分に利用しながら室内空気の流動を上手く制御し、通風効率を上げ、空調の負荷を低減させる。(『基準』6.5.1を参照のこと)**

自然通風の利用は省エネルギーと室内の空気質を改善するための重要な措置である。計算によると、通風は夏季の室内温度を下げ、空調エネルギー消費の削減に大きく貢献している。1回/hの換気で計算すると、標準建築の夏季における空調エネルギー消費は9.8 W/m<sup>2</sup>となり、10回/hの換気で計算すると、夏季における空調エネルギー消費を4.2 W/m<sup>2</sup>に削減することができる。そのため、設計時には、まず自然通風の利用を考慮し、出来る限り空調を使わない、或いはその利用を最小限にしなければならない。

**2.3.2.2 キッチンやトイレ・浴室の汚れた空気が居間に入り込まないようにし、さらにそれら部屋の排気が、室外から再度他の部屋に入り込まないようにしなければならない。**

室内の空気質を確保すると同時に省エネルギーを実現するには、室内外の気流をうまく調整し、通風と換気の有効利用率を高める必要がある。室外の清潔で新鮮な空気はまず居間に入り、その後キッチン、トイレ・浴室に達するようにする。キッチンやトイレ・浴室の汚れた空気が居間に



入り込まないようにし、さらにそれらの部屋の排気が室外から再度他の部屋に入り込まないように注意する。

**2.3.2.3 給気口は排気口の真正面に設置し、気流が直線を描いて通るようにする。排気口を低い位置に設置することで、室内の空気流動速度が高まる。**

一般的には、給気口は排気口の真正面に設置し、気流が一直線に通るようにする。しかし、給気口が大きく空いていない場合、室内の他の場所は気流の効果を得にくくなる。給気口と排気口を対角線上にずらして設置すると、気流の経路が長くなり、効果を得られるエリアが広がる。給気口と排気口との距離が近すぎると、気流の経路が狭く、偏った状態になり、室内の通風効果が小さくなる可能性がある。給気口、排気口共に負圧状態の壁に設置されている場合、もしくは部屋に一つしか開口部がない場合は、室内の通気状態は悪くなる。

さらに注意が必要なのは、給気口と排気口の相対高度である。理由は、給気口が高い場所に設置されている場合、気流は天井に沿って移動し、人の身体に当たらない。給気口を比較的低い場所に設置しないと気流は人の身体に何ら効果をもたらさない。また、排気口の位置も風速に影響を与える。排気口が低い場所であれば、室内の空気流動も大きくなる。

**2.3.2.4 主に使用する部屋は、一般的には夏に風が当たる場所（通常は南向き）に配置し、風が当たらない場所には補助的な部屋を配置することが望ましい。**

**2.3.2.5 「内廊下式住宅」については、奥行きが比較的深いので、吹き抜ける風を作るのが難しい。このため、扉や窓は同一軸線上に設計し、気流の迂回路や抵抗を減らさなければならない。また、廊下が比較的長い場合は、中間の最適な位置に通気口を設置することを検討するか、階段室を風の出口として利用してもよい。**

**2.3.2.6 室内の通風は外庭、内階段、勾配のある屋根と総合的に計画し、自然通風環境を整える。**

**2.3.2.7 部屋の奥行きは深すぎない方がよい。良好な通風を確保するため、部屋の奥行きと高さの比率値Aについて、以下の基準を満たさなければいけない。**

- 1) 片側通風の部屋については、Aは2.5以下であること。
- 2) 窓が向かい合って設置され、吹き抜ける風がある部屋は、Aは5以下であること。
- 3) 部屋の奥行きは15mを超えない方がよい。

### **2.3.3 太陽エネルギーのパッシブ利用**

#### **2.3.3.1 太陽エネルギーのパッシブ利用の重要性**

国民経済の発展につれ、エネルギーの需要量は日増しに増えている。エネルギーの利用状況は厳しくなり、また既存エネルギーの大量利用によって、環境に大きな負荷を与えている。太陽エネルギーは再生可能エネルギーの一つとして、無尽蔵に存在する。また環境に負荷を与えないので、未来型エネルギーの重要な部分となる。我が国は太陽エネルギーの豊富な国の一つ

---

であり、住宅建築の単位建築面積におけるエネルギー利用量は多くない。また太陽エネルギー利用の技術も比較的成熟していることから、住宅建築における太陽エネルギーの利用は経済的だけでなく、環境保全の有効的な措置にもなる。また、再生可能エネルギー利用の重要な手法と成りうるものである。

### 2.3.3.2 太陽エネルギーパッシブ利用の技術手法

1. 太陽エネルギーのパッシブ利用はを建築設計と結びつけなくてはならない。その応用技術手法は地域の気候条件や建築設計条件によって異なる。

2. 太陽エネルギーのパッシブ利用による建築設計は以下の4つの段階で構成される。

1) 地域の気候特徴を把握し、制御すべき要素を明確にする。

2) それぞれの気候要素を制御する技術と方法について研究する。

3) 建築設計と結びつけ、太陽エネルギーのパッシブ利用の計画を立て、様々な技術的計画実行の可能性を分析し、実行可能な技術的ルートを探る。

4) 室外の気候特徴と結びつけて、年間を通した運転という条件下での全体的制御と使用策略を確定しなければならない。

3. 太陽エネルギーのパッシブ利用によって「パッシブ式太陽エネルギー住宅の暖房供給」を実現させる。

パッシブ式太陽エネルギー住宅は機械を動力として使うことなく、建築の外皮構造を通じて、熱吸収、蓄熱、放熱のプロセスを実現し、太陽エネルギーによる暖房供給の目的を達成する住宅のことを言う。一般的には、直接窓から太陽光を取り入れるか、或いは太陽光を集熱パネルに集め、空気の循環によって熱を室内に送り込む。

4. パッシブ式太陽エネルギーの温室効果及び煙突効果を十分に利用し、建築物の通風と室温を下げることを実現させる。

## 2.4 暖房・空調設計の要点

### 2.4.1 冷熱源の設計

1. 居住建築の暖房や空調の熱源と冷源は、資源の状況、環境保護、エネルギー効率の応用、経済的負担が居住者の許容範囲内かどうか等の総合的要素により、技術的、経済的な分析を経て決定しなければならない。（『基準』6.1.3を参照のこと）

経済発展に伴い、人々の生活レベルが向上しつづける中、空調や暖房設置へのニーズは年々高まっている。居住建築において集中システムの空調、暖房方式を選択するか、住戸別の空調、暖房方式を選択するかは、その地域のエネルギー源の状況、環境保護などの要素に基づき、詳細な技術的、経済的分析を通して決定する。また、設備や運転費用についての居住者の支払い能力も考慮する必要がある。

2. 集中熱源または集中冷源を採用する場合は、以下の原則に適合しなければならない。

- 1) 都市の熱供給網の範囲内にあり、暖房の熱源は優先的にその熱供給網を利用すること。
- 2) 条件が整っている場合は、電気・熱源・冷源の併用システムを利用すること。
- 3) 太陽エネルギー、地中熱源エネルギーなどの再生可能資源を積極的に利用すること。

(『基準』6.1.4を参照のこと)

エネルギーの総合効率、暖房品質、環境保護、防火や安全対策、衛生条件、建築工事費と暖房費用等の多くの要素を比較検討すると、集中暖房には大きなメリットがあるといえる。そのうち、とりわけコジェネレーションの都市の熱供給網の熱源エネルギー効率については、優位性が最も顕著であるため、優先的に利用すべきである。

地下水源のヒートポンプシステムを採用する場合は、国家基準『地中熱源ヒートポンプシステム工程技術規範』(GB 50366-2005)の規定に適合しなければならない。

我が国は今年、再生可能な資源の利用について、「エネルギー供給全体に占める再生可能な資源の割合を2020年までに15%前後に引き上げる。」という明確な要求を打ち出した。このため、建築分野においても積極的に再生可能なエネルギーを利用すべきである。

#### 2.4.1.1 冷源選択プラン

1. 住居建築には暖房と通風設備を設置するべきであり、また空調設備を設置するか、空調を設置できる位置と設置条件を予め準備しておくようにしなければならない。(『基準』6.1.4を参照のこと)

室内空気質の条件を満たすため、暖房を設置している部屋も、分散型空気調節をしている部屋も、共に通風条件を整える必要がある。通風方式には自然通風と機械通風が含まれる。

寝室、居間(リビング)は良好な自然通風を確保するべきである。住宅設計条件に制限があり、単一方位型住宅を選択せざるを得ない場合は、扉上部の通風窓、下部の通風ガラリ、或いは機械換気装置など有効な対策を施し、寝室や居間(リビング)の良好な通風条件を確保するようにする。

住居建築に分散型空調を採用する場合は、室外機の設置に関して、建物の外観の他に夏の冷却熱の排出と冬の熱量吸収条件を十分考慮し、さらに熱汚染や騒音も防止しなければならない。

2. 住居建築に分散型空調を採用し冷房と暖房を行う場合は、現行の国家基準『室内空気調節器エネルギー効率限定値およびエネルギー効率等級』(GB 12021.3-2004)に適合し、エネルギー効率等級2級の空調機器を選定しなければならない。住居建築に戸別空調(ヒートポンプ)システムを採用する場合は、選定したユニットの公称運転状況の冷却性能係数(COP)は『蒸気圧縮循環冷水(ヒートポンプ)ユニット住戸用と類似用途の冷水(ヒートポンプ)ユニット』(GB/T 18430.2-2001)の規定に適合しなければならない。

3. 公称冷却量が7100Wを超えるモータ駆動圧縮機の単元(階段を中心とした縦ラインの複数住戸単位。一つの階段と各階少数の住戸から成る。)式空調、ダクト送風式や屋上設置型空

調ユニットを採用する際は、定格冷却運転で規定の条件下で使用した場合、そのエネルギー効率比（EER）は表 2.4.1.1 の規定値を下回ってはならない。

表 2.4.1.1 単元式空調のエネルギー効率比 （DBJ01-621-2005 表 4.5.5 より）

タイプ		エネルギー効率比（W/W）
風冷式	ダクト無しの場合	2.60
	ダクトありの場合	2.30
水冷式	ダクト無しの場合	3.00
	ダクトありの場合	2.70

#### 2.4.1.2 熱源選択プラン

1. 集中熱源を備え、下記条件の中で1つでも符合しないものがあれば、設計時に普通電力放熱器または家庭用電気ボイラーなどの直接電熱式の熱供給設備を採用するべきではない。

1) 電力供給政策のサポートがある、また電力費用が優遇されている住宅団地。

2) ガス源がなく、また石炭や石油を使う場合に環境保護や消防基準に厳格な制限がある住宅

3) 夜間電気代の安い時間帯の供給電力を使って蓄熱でき、尚且つ昼間の電気代の高い時間帯に蓄熱式ボイラーを使わない住宅。（『基準』6.1.5を参照のこと）

寒冷地域の電力生産は主に火力発電によるが、火力発電の平均電力転換効率は33%で、さらに輸送・配電効率を加えると90%となる。電気放熱器、電気温風器、電気給湯器などによる直接暖房供給は、エネルギーの低効率応用になる。省エネの要件を満たしている石炭、石油、またはガスボイラーなどの暖房供給システムのエネルギー総合効率より低くなり、コージェネレーションシステムの総合効率と比べると更に低くなる。

寒冷地域は一年を通して3～5か月の暖房必要期間があり、暖房によるエネルギー消費の割合が高い。近年、暖房用電力の割合が年々上昇しているため、冬のピーク時の負荷も急速に増大し、電力網の稼働にも支障を来し、冬季電力が不足する省や市もある。蓄熱機能のないボイラーや直接電熱による暖房をむやみに普及させると、電力負荷の特性を更に低下させることになり、人々が日常使用する電力にも影響が出てしまう。このため、一般には直接電熱による集中暖房方式は採用するべきではない。もちろん、住宅建築の立場からは、居住者が直接電熱方式を選び分散型の暖房を設置することを制限しているわけではない。

2. 冬季稼働性能係数が1.8を下回る場合は、空気源ヒートポンプユニットの熱供給は採用しない方がよい。（『基準』6.1.6を参照のこと）

冬季稼働性能係数 = 冬季室外空調温度計算時のユニット熱供給量（W） / ユニット入力効率（W）。水冷式ユニットと比べ、空気源ヒートポンプユニットは、電力消費と価格は高いが熱供給機能を備えている。集中熱源未稼働時に暖房設置工事を前倒ししたり延長したりする場合の使用に適しており、この場合の運転性能係数は比較的高いが、集中熱源が稼働した後はヒートポン

プによる暖房は採用するべきではない。しかし、冬の室内温度が低い時に継続的に稼働させる場合は、ユニットの性能係数は極めて小さくなり、ヒートポンプユニットの省エネルギーの優位性が無くなるため、そのような状況下では使用しない方がよい。

3. ボイラーの選定については、その地域で長期的に供給されている燃料の種類に相応するものを選び、ボイラーが確実にかつ低コストで稼働することを保証しなければならない。

#### 4. 石炭ボイラー室

1) 独立して建設された石炭集中ボイラー室のボイラー1台の容量は7.0MW以上となるようにする。比較的規模の小さい住宅地については、ボイラー1台の容量は状況に合わせて小さくしてもよいが、4.2MWを下回らない方がよい。ボイラー室のボイラー設置総数は2台以上5台以下が望ましい。

2) 石炭ボイラーの最低定格熱効率率は表 2.4.1.2-1 の規定に適合しなければならず、ボイラーの負荷率は50%を下回ってはならない。

表 2.4.1.2-1 石炭ボイラーの最低定格熱効率 (%)

石炭の種類および発熱値	ボイラー容量 (MW)				
	2.8	4.2	7.0	14.0	> 28.0
(発熱値 15500~19700 kJ/kg)	73	74	78	79	80
(発熱値 > 19700 kJ/kg)	74	76	78	80	82

3) 地域のボイラー室は熱源プラントを設けた間接熱供給システムを採用する。

#### 5. ガスボイラー室

1) ガスボイラー室の設置原則:

各ボイラー室の熱供給面積は、高層建築に供給する場合は7万㎡以下、中低層建築に供給する場合は4万㎡以下、またボイラー室の熱供給半径は150m以下であることが望ましい。条件の制限を受け、熱供給面積が大きくなった場合は、技術とコストの面から比較し、区域を分けて熱源プラントを設けた間接熱供給システムを採用するかどうかを決定する。

ボイラー台数は多すぎない方がよく、適正台数は2~3台である。

ガスボイラー1台の負荷率は30%以上とする。

2) モジュール式ユニットボイラー室は、住棟単位で設置した方がよい。熱供給総面積が比較的広い上に各棟に設置できない場合は、ボイラー室も分散して設置する。ボイラー室毎のモジュール数は4~8個で、10個以内にとどめるべきである。また熱供給総量は1.4MW以下が望ましい。

#### 6. ガスボイラーの選定

1) ガスボイラーは全自動ボイラーを採用し、定格熱効率が2.1MW以上のガスボイラーを採用する。その燃焼装置は自動制御比率調節方式で、ガス量と燃焼空気量を同時に調節できる機

能を持ったものを採用すべきである。定格熱効率が2.1MW以下のボイラーには、比率制御式燃焼装置を採用するのが望ましい。

2) ガスボイラーの熱効率合格指標は、表2.4.1.2-2の規定に適合しなければならない。

**表2.4.1.2-2 ガス工業用ボイラー熱効率合格指標（『基準』表6.2.4より）**

定格蒸発量 D(t/h)	定格熱供給量 Q(GJ/h)	熱効率 (%)
1	2.5	86
1<D 2	2.5<Q 5	87
2<D 8	5<Q 20	88
8<D 20	20<Q 50	90
20<D 35	50<Q 87.5	92

注：1GJ/h≈0.28MW

3) 集中熱源の条件が備わっておらず、環境アセスメントを経た結果、戸別用ガス暖房設備が必要となった場合は、戸別用ガス暖房設備の選定について、以下の省エネルギー条件に適合しなければならない。

定格熱量と暖房負荷が適合し、容量は大きすぎないこと。

ガス温風暖房の定格熱効率は80%を下回らないこと。

ガス温水暖房の定格熱効率は $(84+2lgP)\%$ を下回らない。Pは熱出力(kW)である。

ガス量と燃焼空気量を同時に自動調節できる機能を持った製品を選ぶこと。

ガス温水暖房の付帯循環水ポンプは、システムの特性と整合していること。

## 2.4.2 暖房システムの設計

### 2.4.2.1 熱媒体輸送供給システムの設計

1. 給水と循環水の横主管の設計：

1) 給水と循環水の循環路は均等に配置し、各共用縦管の負荷が近くなるようにする。

2) 給水と循環水の配管は優先的に地下空間に設置し、住棟に地下が無い場合は、給水と循環水の配管を床下ピットの中に設置してもよい。

2. 共用縦管の配置は以下の原則に基づいて決定しなければならない。

1) 住棟の平面レイアウトと屋外共用スペースの特徴に合わせる。

2) 一对の縦管は各階一つの住戸のみに連結してもよいし、各階複数の住戸に連結してもよい。複数に連結する場合は、縦管は負荷に近い住戸システムに連結した方がよい。

3) 各階に設置する熱媒体集配装置が各住戸システムに連結するのを除いて、一对の共用縦管に連結されるシステムは、40個以内に抑えたほうがよい。

3. 共用縦管の設計については、以下の条件を満たさなければならない。

1) 垂直維持対策のために、下分式双管システムを採用した方がよい。

2) 共用縦管から住戸システムに連結する分岐管には、閉鎖・調節機能のあるバルブを取り付ける。

3) 共用縦管は屋外に設置する方がよく、閉鎖・調節機能のあるバルブや住戸用熱量計と共に、密閉できる配管シャフトか配管室に設置した方がよい。

4) 住戸用熱量計を住戸内に設置する場合は、閉鎖・調節機能のあるバルブと熱量表示装置は屋外に設置するべきである。

5) 下分式双管縦管の頂点には集気装置と排気装置を取り付け、下部には排水装置を取り付ける。

4. 酸化鉄は熱量計の磁気部品に悪影響を及ぼす恐れがあるため、配管直径が比較的小さい行き還り管と共用縦管は、条件が整えば亜鉛メッキ加工のボルトで接続した方がよい。

5. 行き還り管と共用縦管は住戸内システムと接続する前に、設置場所に関わらず、高断熱材を使用し断熱を強化しなければならない。

#### 2.4.2.2 住戸内暖房システムの省エネルギー設計

1. 住戸別熱量検針独立システムは、居住者が自ら各部屋の室温調節と制御ができるシステムにしておくこと。

2. 放熱器暖房システムの温度調節と制御設備：

1) 二重管式と放射二重管式システムには、それぞれの放熱器の上に高抵抗手動調節弁または自動二方弁温度調節弁を取り付けること。

2) 水平単管放熱器直列連結壁体貫通式システムは、それぞれの放熱器の上に手動三方弁調節弁または自動三方弁温度調節弁を取り付けること。

3. 床暖房システムの主な部屋にはそれぞれ支系路を設置しなければならない。熱媒体集配装置のそれぞれの支系路には全て調節制御バルブを取り付けなければならない。調節バルブは自動調節と手動調節のどちらでもよい。

4. 夏冬共用で住戸式空調システムを採用する場合は、空調の温度調節器に冷房用と暖房用の切り替え機能を備えていなければならない。

5. 調節バルブは頻繁に操作する部材であるため、耐久性のある製品を選び、柔軟な調節が可能で、頻繁に調節しても漏水しないものを使用する。

#### 2.4.2.3 設計図作成の要点

1. 居住建築暖房システムの施工図設計は、以下の規定に符合しなければならない。

1) 暖房する部屋それぞれについて、暖房設計熱負荷を計算しなければならない。

2) 室内温水暖房システムは水力平衡計算を的確に行い、関連する循環路間(共通部分は含まない)の計算圧力損失の相対的な差は15%以下とする。循環路の配置と管の直径を調節して条件を満たすことができない場合は、さまざまな対策を施してシステムの水力平衡を保つようにする。

---

2. 単体建築施工図では、建物の熱力入口に以下の内容を明記しなければならない：

- 1) 設計熱負荷及び単位床面積あたりの暖房設計熱負荷指標。
- 2) 行き還り水温度、定格設計行き還り水温度、定格流量。
- 3) 室内側の行き還り水圧差（静態均圧バルブ、流量制御バルブ、差圧制御バルブの抵抗を含まない）。

注：同一熱供給システム内のあらゆる建物（公共建築を含む）の熱力入口には全て明記しなければならない。

3. 屋外熱源配管施工図の熱力入口には以下の内容を明記しなければならない。

- 1) 定格流量。
- 2) 室内側の行き還り水圧差（静態均圧バルブ、流量制御バルブ、差圧制御バルブの抵抗は含まない）。
- 3) 各熱力入口の作動差圧。

注：同一熱供給システム内のあらゆる建物（公共建築を含む）の熱力入口には全て明記しなければならない。

### 2.4.3 暖房設備の設置

#### 2.4.3.1 暖房設備の選定プラン

熱快適性や経済・技術面等を総合的に比較検討し、居住建築の暖房設備は放熱器暖房と低温水式床暖房を優先的に採用する。

#### 2.4.3.2 放熱器の設計要点

1. 放熱器の選定。
  - 1) 住宅の放熱器は、コンパクトで手入れしやすく、鋼管に劣らない耐用性のあるタイプのものを採用する。
  - 2) システムの類型や熱源と配管の作動管理条件などの要素に基づき、耐用年数を判断する。
  - 3) 鋳鉄製の放熱器を採用する場合は、内部に異物が入らないタイプを採用する。
  - 4) スチール製の放熱器を採用する場合は、内部が腐蝕しないタイプを採用しなければならない。水質は「熱供給システムの水質及び防汚技術規定」（DBJ01-619-2004）を満たし、暖房を使用しない時期も満水状態にしてメンテナンスすること。
  - 5) アルミ製の放熱器を採用する場合は、内部が腐食しないタイプを採用する。水の pH は製品の条件に合わせなければならない。
2. 放熱器は以下の原則に基づいて設置しなければならない。
  - 1) 室内温度を均一にするには、まず窓下に設置し、その次に熱負荷が最も大きい壁に設置する。
  - 2) 室内の設備や家具の配置とのバランスを考慮する。
  - 3) 住戸内配管の長さをなるべく短くする。

#### 2.4.3.3 低温水式床暖房の設計要点

1. 低温水式輻射熱床暖房システムは、住戸毎にシステムを区分し、給水器と集水器を設置



すること。住戸内の主要な部屋は、それぞれ循環路を分けて加熱管を敷設する。

2. 同一の給水器または集水器に連結した同じ直径の各加熱管の長さは、なるべく差がないようにし、120mを超えないようにする。

3. 加熱管の設置：床面の温度を均一にするために、高温の加熱管は優先的に外窓、外壁側に設置し、渦巻状や平行（直列）型を採用すること。

4. 加熱管の配管間隔：床面の放熱量、室内空気の温度設計、平均水温、床面の熱伝導抵抗等に基づいて計算し決定すること。

5. 加熱管の選定：常用される加熱管には、ポリブチレン（PB）、クロスリンクポリエチレン（PE-X）、耐熱ポリエステル（PE-RT）、アルミ複合管（XPAP）等があるが、暖房システムの実際の圧力設計や配管材設計の循環圧力によって選定すること。

6. 加熱管の水流速度は 0.25m/s を下回らないようにし、それぞれの循環路の抵抗損失は 30kPa 以内に抑えること。

7. どの循環路も加熱管の取水・排水口はそれぞれ給水器と集水器に連結させること。給水器と集水器の直径は行き還り主管の直径より小さくならないようにし、最大断面の流水速度は 0.8m/s を超えないようにする。給水器、集水器の循環路の支流は 8 本を超えないようにする。循環路の支流の行き管と還り管にはすべて閉鎖可能なバルブを設置する。

8. 給水器手前の給水連結管には、水流方向に向かって、濾過器、熱量計装置（熱量条件に合ったシステム）とバルブを設置する。集水器後方の環り温水連結管には、閉鎖可能なバルブを設置しなければならないが、必要に応じて均圧バルブに替えてもよい。

9. 給水器の取水主管と集水器の排水主管の間には、バイパス管を設置した方がよい。バイパス管にはバルブを取り付け、暖房システムの配管を洗浄する際に、加熱管に水が流れ込まないようにする。

10. 給水器と集水器には手動または自動の排気バルブと排水バルブを取り付けなければならない。

#### 2.4.4 省エネルギーの制御

##### 2.4.4.1 熱源の省エネルギーの制御

1. ガスボイラー室直接暖房給湯システムについては、全ての稼働期において、ボイラーの行き還り水温および流量の規定値と、ユーザー側の行き還り水温および流量についての要求とが一致しない場合、それぞれ熱源側とユーザー側に合わせて二段ポンプシステムを設置しなければならない。（『基準』6.3.1を参照のこと）

それぞれの行き還り水温と流量に対する条件は、ボイラーの種類によって異なる。ボイラーの運転中は、これらの数値の許容範囲を超えないようにしなければならない。ガスボイラーの排ガス露点は 58 前後であるため、ユーザー側の還り水温が 58 より低い場合、排ガスの凝結が起こる。それにより、炭素鋼製のボイラーは腐蝕を起こす可能性が大きく、ボイラーの耐用年数に

---

影響する。二段ポンプシステムを採用すれば、熱源側とユーザー側共にそれぞれの要件にかなうよう水温や流量を調節できる。ボイラーの腐蝕や安全の基準も満たし、システムの省エネルギーの需要も満たすことができる。

2. 2台以上のガスボイラーを設置するときは、複数台のボイラーを正常に運転させる集中制御装置を設置する。(『基準』6.3.2を参照)

コンピュータでボイラーを集中制御するのは、複数台のボイラー全体を効率よく、かつ腐蝕を起こさないように運転するためである。

3. 石炭ボイラー室にはコンピュータによる運転管理・モニターシステムを設置し、石炭投入量・送風量・吸風量等を自動調節する。また、『高効率石炭ボイラー室設計規定』(CECS 150:2003)の自動制御と省エネルギーに関する規定を満たさなければならない。(『基準』6.3.3を参照のこと)

コンピュータによる運転管理・モニターシステムを設置することで、熱供給の管理レベルが上がり、ボイラーを最も良い状態で運転させることができるので、高効率な省エネルギー実現の目標を達成できる。

4. ガスボイラー室の直接熱供給システムと熱源プラントの熱供給システムには、熱供給量の自動制御装置を取り付け、室外気温等の気象条件の変化に基づき、熱源側とユーザー側のシステムを総合的に自動調節する。(『基準』6.3.4を参照のこと)

熱供給量の自動制御装置の働きは、システムの総合調節であるため、システム全体に過剰供給がなくなる。熱供給量の自動制御装置には気候補正器や定量計等を設ける。また、各種製品の機能や制御方法には、室外気温等の変化に基づき自動的にユーザー側のシステムに対し、質調節または量の調節を行う機能が備わっているものとする。

熱供給量の自動制御装置が正常に作動するためには、熱供給システムが水力平衡に必要な条件を満たし、各部屋の放熱器に温度制御バルブが設置されていなければならない。これにより、全てのシステムに均等に熱供給を行うことができる。

#### 2.4.4.2 配管内の流量バランス

##### 1. 熱媒体集中輸送供給システムの設計：

1) 室外配管の水力平衡を計算する場合は、各循環路間(共用部分は除く)の圧力損失の相対差が15%以下となるようにする。この条件を満たさない場合は、熱源プラントと建物の熱力入口に手動均圧バルブを取り付けること。必要な場合は、同一熱供給システムの建物内のシステム状況に応じて、自動流量制御バルブまたは自動差圧制御バルブを取り付ける。

2) 一定の条件下における電力使用量と供熱量の比率は、『公共建築省エネルギー設計基準』GB50189-2005)第5.2.8条の規定に符合しなければならない。

3) 熱媒体輸送供給システムの熱損失を抑制する。室外配管の断熱層の厚さは、表2.4.4.2の条件に従い選定する。

表 2.4.4.2 暖房熱供給配管の断熱層厚最小値  $\delta_{\min}$  (『基準』付録 D より)

保温材料	直径 (mm)		断熱層厚最小値
	公称直径 (mm)	外径 D	min
ロックウールまたはミネラルウールの配管材 $\lambda_m = 0.0314 + 0.0002t_m$ (W/m·K) $t_m = 70$ $\lambda_m = 0.0452$ (W/m·K)	25 ~ 32	32 ~ 38	30
	40 ~ 200	45 ~ 219	35
	250 ~ 300	273 ~ 325	55
グラスウールの配管材 $\lambda_m = 0.024 + 0.00018t_m$ (W/m·K) $t_m = 70$ $\lambda_m = 0.037$ (W/m·K)	25 ~ 32	32 ~ 38	25
	40 ~ 200	45 ~ 219	30
	250 ~ 300	273 ~ 325	50
硬質ポリウレタンフォーム保温管 $\lambda_m = 0.02 + 0.00014t_m$ (W/m·K) $t_m = 70$ $\lambda_m = 0.03$ (W/m·K)	25 ~ 32	32 ~ 38	20
	40 ~ 200	45 ~ 219	25
	250 ~ 300	273 ~ 325	45

注：1 表中  $\lambda_m$  は断熱材層の熱伝導係数； $t_m$  は断熱材層の平均使用温度で、配管内の熱媒体と配管周囲の空気の平均温度を取る。

2 断熱層厚最小値は、『民用建築省エネルギー設計基準』(JGJ26-95)表 5.3.3 のデータと第 5.3.5 条の規定に基づき算出した結果である。

4) ユーザ側が変流量システムの場合、循環水ポンプは変速制御型を採用すること。

2. 手動均圧バルブ、自動流量制御バルブ、自動差圧制御バルブは以下の原則に基づいて選定する。

1) 手動均圧バルブを採用する場合は、バルブの流通能力及び両端の差圧に基づき、均圧バルブの直径と開度を定める。

2) 自動流量制御バルブを採用する場合は設計流量により機種を選定すること。

3) 自動差圧制御バルブを採用する場合は、制御すべき圧力差により配管と同じサイズのバルブを選定すること。また、流量は設計最大値を下回らないようにすること。

4) 自動流量制御バルブ、自動差圧制御バルブ、電動均圧二方弁バルブ、自動均圧電動調節バルブを採用する場合は、バルブオーソリティー値 S を 0.3~0.5 に維持しなければならない。

3. 熱力入口の水供給管圧力計(またはその他圧力計の測定子)は手動均圧バルブ(その他制御バルブ)の下流側に設置し、還り管の圧力計(またはその他圧力計の測定子)は手動均圧バルブ(その他制御バルブ)の上流側に設置すること。圧力計の精度と計量指示領域は室内シ

---

ステムの圧力に合わせること。

#### 2.4.4.3 熱計量装置

1．居住建築の暖房システムには以下のような計量装置を設置する。

1) ボイラー室出口及び熱源プラントの熱交換器の二次温水出口には、総熱量を測る熱量計を設置する。

2) 各棟に住棟熱量計を設置する。

3) 住戸別熱分配装置を設置する(またはその対策を施す)。

2．閉塞防止対策。

1) 暖房供給システムの水質については、北京地区基準『暖房給湯システムの水質及び防汚技術規程』(DBJ01-619-2004)の関連規定に従う必要がある。

2) 熱源プラントの熱交換器の一次水と二次水入口には濾過器を設置する。

3) 濾過器の具体的な設置については『暖房給湯システムの水質及び防汚技術規程』(DBJ01-619-2004)の関連規定に従う。

3．熱量計選定の原則。

1) 住戸用熱量計。

システムの設計流量に基づき、熱量計の定格流量がそれに合うよう、住戸熱量計の機種を選定する。

住戸熱量計の温度センサーとその設置について。a. 熱量計製造会社が対応製品として提供している商品を採用する。b. 直接配管に挿入する短いプローブか、プローブを直接挿入できるボールバルブを選定すること。c. 住戸内に設置する必要がある場合は、温度センサー内蔵の一体型を採用すること。

住戸用熱量計は、電池内蔵型で、有効耐用年数が5年以上でなければならない。

2) 建物の暖房入口の熱量計と熱源管理用熱量計。

システム設計流量の80%に熱量計の定格流量が合うよう、建物入口の熱量計と熱源管理用熱量計の機種を選定する。

建物入口の熱量計と熱源管理用熱量計に合わせて使用する温度センサーは、セットとして使用する商品の取り付け方や、使用条件に従い正確に設置すること。

建物入口の熱量計は電池内蔵型の方がよい。熱源管理用熱量計は外付け型の電源でもよい。

建物入口の熱量計は流量計と積算計の一体型の方がよい。熱源管理用熱量計は流量計と積算計が分離したユニット型の方がよい。

## 2.5 再生可能エネルギーの利用

### 2.5.1 太陽熱利用技術

1 . 太陽熱温水システムは温水利用の条件、及び日照と管理条件に合わせて、建物と整合性を持たせて設計しなければならない。安全で便利、また衛生的で快適性にも優れ、経済的にもメリットがあるシステムであり、設置とメンテナンスも比較的容易である。

2 . 太陽熱温水システムの選定については、建物のタイプ、使用条件、設置条件等の要素を考慮して決める必要がある。

3 . 既存の建物の上に増設または改造して太陽熱温水システムを設置する場合は、建築構造の安全性を審査し、建築構造とその他安全性に関わる条件を満たさなければならない。

4 . 太陽熱温水システムには補助エネルギーとしての加熱設備を設置した方がよい。

5 . 太陽エネルギー集熱器部材表面の反射が眩しくならないよう対策を施す必要がある。

6 . 設計と運転の2つの段階において、太陽熱温水システムが建物と整合性を持って設計されているかについて、技術面と経済面から評価を行わなければならない。

### 2.5.2 太陽光発電技術

1 . 太陽光発電システムの設計は、太陽光発電システムの施工と設置空間の事前確保のために、建築工事のその他の専門設計とバランスを取り、あるいは組み合わせて行うべきである。

2 . 太陽光発電を利用する場合、その地域の年間日射量は4200MJ以上、年間日照時間は1400h以上ある方がよい。

3 . 太陽電池、太陽光発電ユニットやパネルの選定及び設計と配置については、建物に合わせて行う。発電効率、電気と構造の安全性、利便性と美観を総合的に考慮しながら、太陽光発電建築ユニットを優先的に採用する。また建築モジュールとバランスを取りながら、設置、衛生面、メンテナンス、部分交換の可否などの条件を満たす必要がある。

4 . 太陽光発電ユニットやパネルをケーブル、またはその主要輸送ケーブルに接続する際は、GB/T20047.1『太陽光発電(PV)ユニット安全鑑定第一部分：構造要件』の関連要件を満たさなければならない。作業員が接触したり近づいたりする可能性のある場所には、太陽光発電システムに感電警告表示を取り付けたり、感電防止の安全対策を施す必要がある。

5 . 系統連系太陽光発電システムは、相応の系統連系保護機能を備え、計量装置を設置する。

### 2.5.3 地中熱源エネルギーの利用技術

地中熱源エネルギーの有効利用により、居住建築のエネルギー消費を節約することができる。以下の地中熱源ヒートポンプシステムは、居住区あるいは住戸用の空調(ヒートポンプ)ユニットの冷熱源とすることができる。

1 . 土壌熱源ヒートポンプシステム；

2 . 表層地下水熱源ヒートポンプシステム；

---

3．地表水（淡水・海水）熱源ヒートポンプシステム；

4．汚水熱源ヒートポンプシステム。

また、地下資源が破壊されたり汚染されたりしないように、国家基準『地中熱源ヒートポンプシステム工程技術規範』GB 50366 の各関連規定を必ず遵守しなければならない。特に表層地下水（井戸）は慎重に熱源（放熱源）として利用し、地下水は全て同一帯水層に人工涵養すること。

## 2.6 機械換気設備設計の要点

### 2.6.1 機械換気システムの設計

#### 1. 換気の目的

住宅の寮内においては特有の空気汚染源が存在する。換気の対象となる物質としては、表 2.6.1.1 に掲げるようなものがこれまでに指摘されている。そのため、このような汚染物質を屋外に排出するか、或いはきれいな外気を室内に取り入れることによって汚染物質濃度を希釈するかして、汚染物質の濃度を許容範囲内に維持する必要がある。

#### 2. 換気量の不足は次のような弊害を生み出す。

（1）建築材料や内装材などからホルムアルデヒド、VOC などの化学物質が発散されることにより、表 2.6.1.2 のような健康障害をもたらす。また、酸素の欠乏や二酸化炭素の増加により人体に影響を及ぼす。表 2.6.1.3 と表 2.6.1.4 を参照のこと。

（2）室内に呼吸やコンロの燃焼による二酸化炭素やタバコのヤニなどが部屋に残りやすくなる。

（3）室内の高湿度化、空気の滞留などによるカビ・ダニなどの発生をもたらす。

**\*表 2.6.1.1 住宅室内の空気汚染源**

発生源		発生する主な汚染物質又は換気対象物質
建材	合板、パーティクルボード、中密度繊維板(MDF)、壁紙用接着剤、複合フローリング	ホルムアルデヒド
	ビニル壁紙	ホルムアルデヒド、可塑剤
	畳・カーペットの防虫剤	フェニトロチオン他
	油性ペイント、油性ラッカー、油性ニス、断熱材用接着剤	トルエン、キシレン
	土台部分の防腐・防蟻・土壌処理剤 現場施工の木材保存剤	有機リン系薬剤、ピレスロイド系薬剤
器具、設備類	暖房器具、厨房器具等の燃焼器具	一酸化炭素、窒素酸化物、ホルムアルデヒド、浮遊粉塵(煙粒子、燃焼核)、炭化水素類、二酸化炭素、水蒸気、調理油
	家具	ホルムアルデヒド
人、ペット	呼吸、新陳代謝	二酸化炭素、水蒸気、体臭等臭気、アンモニア、微生物(ダニ、細菌、ウイルス)
	喫煙	一酸化炭素、窒素酸化物、タバコ煙・臭気、各種発癌物質
生活用品	掃除用洗剤	アンモニア、塩素
	化粧品スプレー	フロン、プロパン、亜硝酸、塩化メチレン
その他	土壌、コンクリート、レンガ	ラドン
	高湿の部位	カビ

**\*表 2.6.1.2 住宅において発生する主な化学物質とそれによる健康被害**

化学物質	症状
ホルムアルデヒド	鼻、咽頭の刺激、流涙、くしゃみ、せき、吐き気、呼吸器障害、発がん性
トルエン	倦怠感、知覚異常、吐き気
キシレン	眼・咽頭の刺激、知覚障害、吐き気
パラクロロベンゼン	眼・鼻・のどの刺激、咽頭痛、悪心、嘔吐、肝・腎機能低下
エチルベンゼン	眼・皮膚・気道の刺激、中枢神経への影響
スチレン	眼・皮膚・気道の刺激、喘息

**\*表 2.6.1.3 酸素 (O<sub>2</sub>) 濃度の影響**

濃度 (%)	濃度変化の影響など
約 21	正常大気
20 ~ 19	常圧では、直接生命には関係しないといわれるが、燃焼器具がある場合は不完全燃焼による CO の発生が急増し始める。
16	常の呼気中の濃度
16 ~ 12	脈拍・呼吸数の増加、めまい、頭痛
15	燃焼器具の火が消える
12	短時間に生命の危険があるとされる。
7	死亡

**\*表 2.6.1.4 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 濃度の影響**

濃度 (%)	濃度変化の影響など
0.03 (0.04)	標準大気
0.04 ~ 0.06	市街地外気
0.1	一般的な許容濃度
0.2 ~ 0.5	相当不良
0.5	安全保障限界 (米国労働衛生)
2	呼吸深さ、呼吸量 30% 増加
3	作業劣化、生理機能の変化、呼吸が 2 倍になる
4	通常の場合の呼気の濃度
4 ~ 5	呼吸中枢を刺激し、呼吸深さ・回数を増す。 呼吸時間が長ければ危険
8	10 分呼吸すれば、強度の呼吸困難・顔面紅潮・頭痛を引き起こす。
18 以上	致命的

3. 換気には自然換気と機械換気の二種類の方法がある。本章では、機械換気の設計要点について述べる。機械換気とは機械のファンを使用し、室内と室外の空気を交換させ、それによって室外の新鮮空気を取り入れると共に、室内の汚染物質を除去し、室内空気を正常な状態に保て、人間の健康を保障するものである。

機械換気システムの設計には、換気システムプランの選定と、換気設備の選定と設計図の作成などのポイントがある。

#### 2.6.1.1 機械換気システムの選定プラン

##### 1. 換気方式の分類

##### 1) 機械給気+機械排気 (以下は H1 換気方式という)

この方式はの給気と排気が機械によって行われる。複数の部屋で給排気を行う場合、機械を使



用するため、各部屋の給排気量と圧力差を調整することで空気の流動を容易に制御できる。

また、通常の給排気ファンによる換気法以外、熱交換器による換気法もある。この換気法では室内の熱が室外に逃げるのが防げるため、熱交換器でその熱を回収することで、給気が通常の外気より高い温度を保つことができ、空調のエネルギー消費の低減につながる。

#### 2) 機械給気+自然排気 (以下は H2 換気方式という)

この方式は給気ファンと自然排気口によって構成される。気密性の低い建物では、給気が吸気される部屋の近くの外壁から漏れやすいため、高い気密性を保持することが重要である。

また、外気が給気口より直接室内に入るため、冬季では温度の低い空気が入って、給気口廻りの温熱環境を悪化させるため、注意が必要である。

#### 3) 自然送風+機械排気 (以下は H3 換気方式という)

この方式は排気ファンと自然給気口によって構成される。普通は便所や台所など汚れた空気の生じる場所に取り付けられ、そこで負圧になるため、汚れた空気の拡散を防ぐことができる。

この方法は H2 方式と同じく、冬季において冷たい空気が自然給気口から入ってくるため、室内において、違った位置に温度差の不均衡が生じやすい。

### 2. 換気方式の選定

どういう換気システムを選ぶかは経済性と室内環境質という二つの面で総合的に考慮し手、決めなければならない。

1) 経済性を重要視するなら、表 2.6.1.4 を参考にし、H2 か H3 換気法を選ぶとよい。この二つの方式では給排気設備のうち、片方だけ使用すればよいからである。

H2 と H3 方式法比較すれば、H3 は便所や台所などの汚れた空気の排気にも使えるに対し、H2 はできないため、住宅換気システムに使用するなら、H3 方式のほうが効果的である。

2) 室内環境質を重要視するなら、以下のことで比較しなければならない。

外部の騒音を軽減させるためなら、風道付きのユニットを選び、風道消音ボックスまたは消音チューブを取り付けると良い。

外部の埃を防ぐため、除塵フィルターをつける必要な場合もあるが、風道付きの換気システムなら質の高い防塵効果が期待できる。

冬季に冷たい空気が直接室内への侵入を防ぐため、全熱交換システムを採用すると良い。このシステムでは室内と外気の熱交換が行えるため、室内へ外気より温度の高い空気の導入が可能となる。

\*表 2.6.1.4 各換気方式の比較

		H1 換気方式				H2 換気方式		H3 換気方式	
		風道 有 熱交 換有	風道有 熱交換無	風道無 熱交換有	風道無 熱交換無	風道有	風道無	風道有	風道無
経済性	イニシャルコストの節約	×	△	×	△	○	◎	○	◎
	ランニングコストの節約	△	○	△	○	○	◎	○	◎
	メンテナンス費用の節約	△	△	△	○	△	◎	△	◎
室内環境性	外壁の給気口からの騒音が軽減	◎	◎	△	×	×	×	×	×
	満足の行く給気効果	◎	◎	○	○	◎	○	△	△
	空気の流動を制御	◎	◎	×	○	○	△	◎	○
	汚染発生源の排気を兼ねる	◎	◎	×	◎	×	×	◎	◎
	ファンによる室内騒音を軽減	◎	◎	△	△	○	△	○	△
	汚れた空気の侵入を防ぐ	○	○	×	×	○	×	○	×
	冷気は室内への直接侵入を阻止	◎	×	◎	×	×	×	×	×
天井の高さを高める	×	×	◎	◎	×	◎	×	◎	

◎：非常によい； ○：よい； △：普通； ×：良くない

3) 表 2.6.1.4 を見ると、H2 換気方式と H1 換気方式の「ダクト無し熱交換あり」、 「ダクト

無し熱交換無し」の得点が最も低いため、住宅の換気システムにはあまり応用されていない。  
 (以下の本ガイドラインの内容にはH2換気方式とH1換気方式の「ダクト無し熱交換あり」と「ダクト無し熱交換無し」は含まれていない)。

### 2.6.1.2 機械換気システムの設計要点

#### 1. H1換気方式

H1換気方式の分類方法は表2.6.1.2-1を参照すること、システムの特徴は表2.6.1.2-2を参照すること。

**\*表 2.6.1.2-1 H1換気方式の分類**

給気箇所	換気箇所	熱交換機の有無
居室(居間・食事室・寝室等) 集中給気	廊下	有り(全熱交換型)
	居室(居間・食事室・寝室等)	有り(顕熱交換型)
	浴室・洗面所・便所・台所	無し

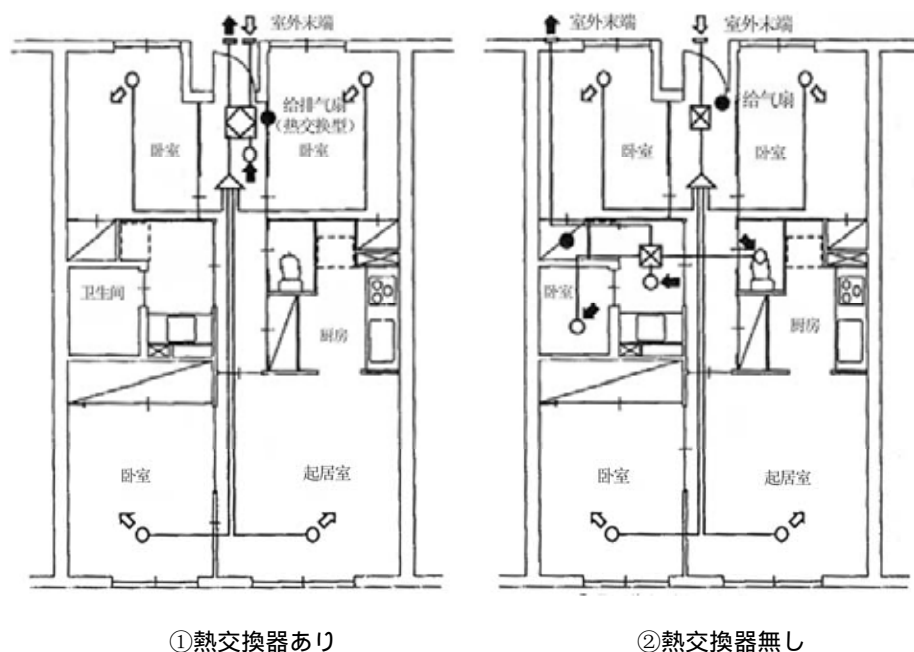
**\*表 2.6.1.2-2 H1換気方式の特徴**

メリット	デメリット
<p>各居室に給気口を設置した場合、確実に新鮮空気の供給を行うことができる。特に外気風の影響がほとんどなく、給気が可能となる。</p> <p>熱交換器を用いることで、外気の予熱及び保湿効果(全熱式のみ)省エネルギー効果が得られる。</p> <p>導入外気に対して、花粉の除去などの一次処理が行いやすい。</p>	<p>機器及び施工に要するコストが比較的高い。</p> <p>システムの消費電力が増すため、第3種換気設備に比較してランニングコストがやや高い。</p> <p>フィルターの清掃頻度が高い。</p> <p>風量設計に際して、熱交換器を有するものは有効換気量率を考慮する必要がある。</p> <p>専用のダクトスペースが必要である。</p> <p>外壁や梁の貫通口が、給気用と排気用の2種類必要である。</p>

H1の換気方式を採用する場合は居室部分にダクトスペースを確保する必要がある。また、ダクトが交差する箇所の高さの処理が必要である。

図2.6.1.2-1( )は熱交換器を採用した場合の典型的な吸気・排気システムである。この

システムは各部屋に給気し、廊下で集中排気をするものである。図 2.6.1.2 -1( )は熱交換器を採用しない場合の例である。給気設備と排気設備をそれぞれ設置し、給気設備からの空気はダクトを通して各部屋に送り込む。同時にダーティーゾーンの換気扇によって排気を行う。



\*図 2.6.1.2-1 H1 換気方式

2. H3 換気方式の設計要点

H3 換気方式の分類は表 2.6.1.2-3 を参照のこと、システムの特徴は表 2.6.1.2-4 を参照のこと。

\*表 2.6.1.2-3 H3 換気方式の分類

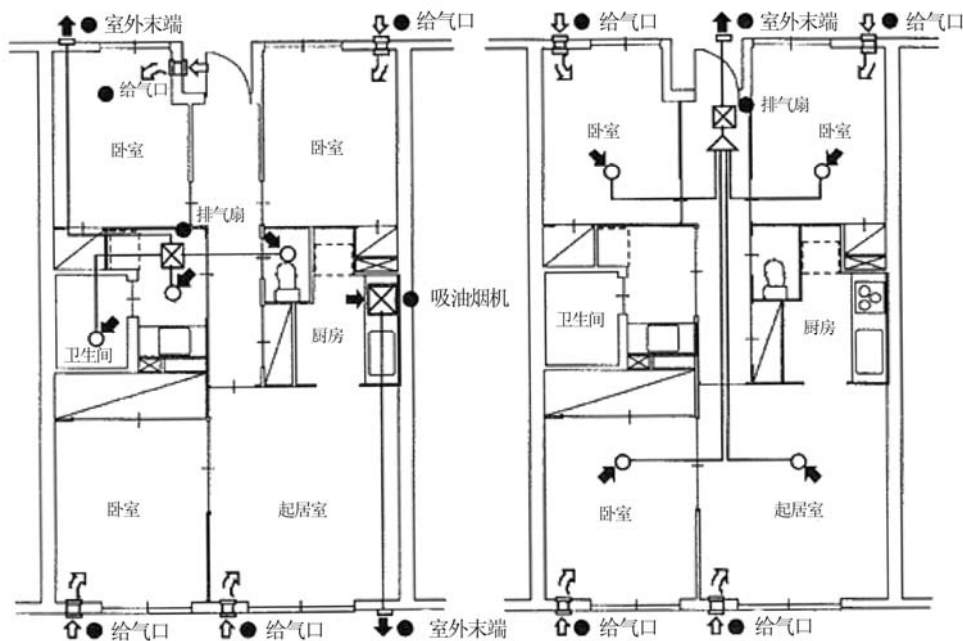
排気箇所	ダクトの有 無	備考
浴室・洗面所・便所・台所	有り	局所換気用の送風機を利用して常時換気を行う
	無し	当該箇所毎に外壁を貫通する排気装置を設置する
居室(居間・食事室・寝室等)	有り	ダクトを用いて各居室から排気を行う
	無し	外壁を貫通する小型排気ファン

**\*表 2.6.1.2-4 H3 換気方式の特徴**

メリット	デメリット
<p>排気側だけのダクト・室内末端の設置で済むため、H1 換気方式と比較して、コストや設置スペースが節約しやすい。</p> <p>外壁や梁において、ダクト用の貫通口を設ける数が H1 換気方式と比較して少ない。特に台所、洗面所、便所などの換気扇を利用する方式では最小限となる。</p> <p>外壁末端は排気側となるため、給気の場合と比べて目詰まりを起こしにくい。</p> <p>室内が負圧となるため、外壁内部に室内空気（湿気）の侵入がなく、壁体内結露発生の可能性が少ない。</p>	<p>H1 換気方式では熱交換器を用いて余熱で外気を暖めることが可能だが H3 換気方式が難しい。</p> <p>外壁の給気口・窓周囲・その他から外気が入り込むため、建物周辺の空気質が悪い場合は汚染された空気が室内に入る可能性がある。</p> <p>高層になるほど風の影響が大きくなり、強風時には設計通りの換気が行えない居室ができる可能性がある。</p> <p>居室に排気のための室内末端を設ける場合は、天井裏にダクトスペースを確保する必要がある。</p> <p>室内が減圧されるため、天井裏等からの空気汚染物質の漏出に対応する措置が必要である。</p>

図 2.6.1.2-2 ( ) はキッチンのレンジフードファンまたはバスルーム、洗面所、便所などの換気扇が低風量で継続的に換気を行う事例である。レンジフードファンやダークティーズーンの換気扇は通常は単独運転している。居室の外壁に給気口を設ける場合、断熱措置を取らなくてはならない。この方式の特徴として、一つのファンが回っている時、他のダクトには逆流現象が起きる。そのため、ダークティーズーンの換気ダクトの適切な位置に、逆流防止弁をつける必要がある。気密性の低い住宅では気流のショートサーキットが起きることがあり、居室の換気が設計通りに行かないため、この換気システムを採用すべきではない。

図 2.6.1.2 -2( ) は集中排気ファンとダクトを使った排気の実例である。この方式を採用する場合は、室内にダクトのスペースを確保必要がある。また、ダクトが交差する部分は高さの処理にも注意を払う必要がある。また、室内では負圧になっているため、局部換気の部分に逆流防止弁を設置する必要がある。



① 局部換気設備を採用した集中排気方式

② 各居室に排気端末を設置した方式

\*図 2.6.1.2-2 H3 換気方式

### 3. 機械換気システム設計における計算方法

1) 機械換気システムの換気計算は主に風量計算と換気ダクトの圧力損失の計算がある。設計の流れは図 2.6.1.2-3 を参照のこと。

#### 2) 設計風量計算

換気量を設計するに当たり、まず対象建築物の必要換気回数を決めなければならない。換気回数とは一時間当たりの室内空気交換回数の値である。夏季では室内換気回数を少なくとも一時間一回を確保し、冬季においては一時間 0.5 回を確保しなければならない。次は対象空間の容積を決める。この容積は居室面積かける室内高さで算出され、それに換気回数をかけて必要換気量を算出する。

#### 3) 換気ダクトの圧力損失の計算

圧力損失を計算する前に、換気経路の方向を決める必要がある。また、ダクト経路を決めるに当たっては、換気ユニットの配置や、ダクト径と種類、また梁や柱などの建築部材との位置関係を総合的に考えなければならない。

設計風量で換気した場合、換気経路（ダクト及び端末換気口）の圧力損失は次の計算方法一と二で算出される。また、一と二以外の適切な計算法を用いて算出してもよい

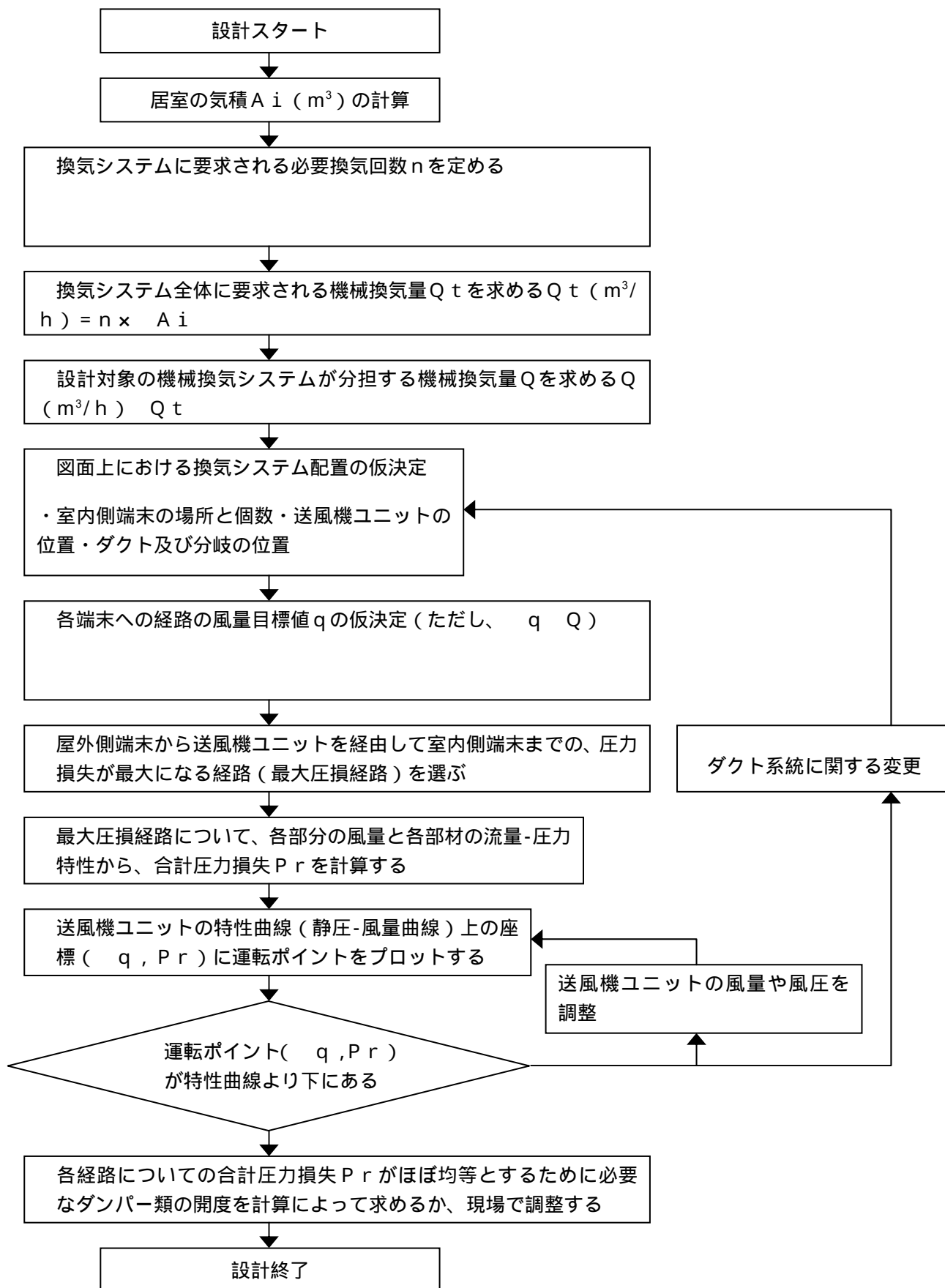


図 2.6.1.2-3 機械換気システムの設計フロー

計算法一（詳細法）

$$Pr = \rho \cdot Pv \cdot (Qo/Qso)^2 + l \cdot Pv \cdot (Ql/Qsl)^2 + ( \sum i \cdot Li/Di + \sum Bi ) \cdot Pv \cdot (Ql/Qsl)^2$$

Pr : 圧力損失の合計(単位:Pa)

o: 外部端末換気口の圧力損失係数

l: 室内端末換気口の圧力損失係数

: ダクトの摩擦係数

D : ダクトの直径(単位:m)

L : ダクトの長さ(単位:m)

B: 検証単位によって算出される曲がり等局部の圧力損失係数の合計

PV : ダクト径に対応して定める基準動圧(単位:Pa)

$$PV=0.5 \cdot \rho \cdot (Qs/3600/A)^2$$

=1.21kg/m<sup>3</sup> (20℃の空気の密度)

A:ダクトの断面積(単位: m<sup>2</sup>)

Q:設計風量(単位: m<sup>3</sup>/h)

Qs:ダクト径、端末換気口の接続径に対応する基準風量(単位: m<sup>3</sup>/h) (表 2.6.1.2-5)

**\*表 2.6.1.2-5 基準風量 Qs**

ダクト径 (mm)	50	75	100	125	150	200
基準風量 Qs (m <sup>3</sup> /h)	30	60	120	180	240	300

計算法二（簡略法）

$$Pr = 21.8 \cdot (4.5 + (L/D + m \cdot k) \cdot f) \cdot (Q/QL)^2$$

Pr: 圧力損失の合計(単位:Pa)

L : 経路の長さ(単位:m)

D : ダクトの最小径の部分の径(単位:m)

m : 曲がりと分岐の合計(単位:個)

k : 曲がり係数(表 2.6.1.2-6)

f : 摩擦係数(表 2.6.1.2-7)

Q : 最小径部分の風量の最大値(単位: m<sup>3</sup>/h)

QL: 制限風量(表 2.6.1.2-8)



**\*表 2.6.1.2-6 曲り係数K**

ダクト種別	硬質ダクト	アルミ製 フレキシブルダクト	塩化ビニル製 フレキシブルダクト
曲がり係数K	7.33	20.0	16.7

**\*表 2.6.1.2-7 摩擦係数**

ダクト種別	硬質ダクト	アルミ製 フレキシブルダクト	塩化ビニル製 フレキシブルダクト
摩擦係数	0.03	0.05	0.08

**\*表 2.6.1.2-8 制限風量 QL**

ダクト径 (mm)	50	75	100	125	150	200
制限風量 $Q_L$ (m <sup>3</sup> /h)	42	95	170	265	380	680

4) 送風機の選定

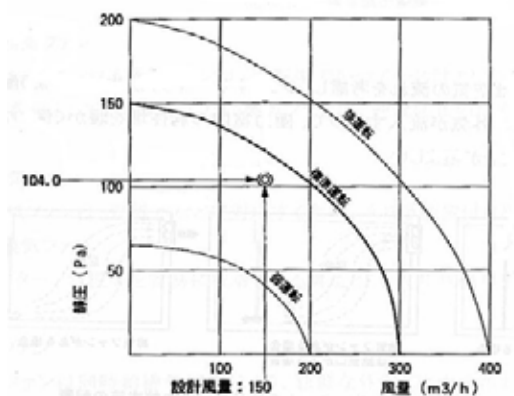
設計風量と経路の圧力損失から、送風機P-Q線図を用いて機器を選定する。

P-Q線図はX軸（横軸）が風量、Y軸（縦軸）が送風機の機外静圧（風を送る力）を表しており、この値が経路の圧力損失より大きければ設計風量を得ることが出来る。

P-Q線図上に設計風量と圧力損失の交点を記入し、このポイントが図に示された曲線上、若しくは曲線より下になる機種を選定する。

設計風量は当該機器が配分する全ての経路の合計風量である。また、圧力損失は当該機器が配分する全ての経路の最大値を用いる。

図2.6.1.2-4はあるタイプの換気ファンのP-Q線図である。例えば、設計風量150 m<sup>3</sup>/hと最大圧損経路の圧力損失合計値Pr=104.0 Paの交点をこの図上に記入すると、標準運転の特性曲線より下に位置するので、この換気ファンによって、目標風量を確保することが出来ることが分かる。



**図 2.6.1.2-4 静圧-風量特性曲線**

### 2.6.1.3 設計図作成の要点

居住建築の機械換気システムの設計図は以下の規定に従わなければならない。

1. 換気する各部屋に対し、換気風量の設計計算を行う。
2. ダクト型換気システムについて、流量計算を行い、関連する循環路間（共通部分は含まない）の計算圧力損失の相対的な差は15%以下とする。
3. 換気設備性能のパラメータ表を作成する。
4. 通風換気平面図には次の内容を反映させる。
  - 1) 換気設備本体と端末給排気口の設置位置および高さを確定し、明記する。
  - 2) 換気ダクトの平面位置、ダクトの径、および高さ、ダクトが集中する部分を総合的に検討し、必要に応じて、部分詳細図を作成する。
  - 3) 外壁に設置する換気口の大きさ、平面位置、高さおよび開口部の大きさを明記する。

### 2.6.2 機械換気設備

#### 2.6.2.1 機械換気設備の選定プラン

##### 1. パイプファン

小風量の局所式換気扇であり、H3換気で用いられることが多い。外壁に穴を開けて壁に直接設置するタイプとなる。図2.6.2.1-1と2.6.2.1-2を参照すること。

設置も容易であり、ダクトの設置が不要なので、インシャルコストが安価である。また、消費電力も少なくランニングコストも安価となる。

##### 2. ダクト型換気扇

ダクトにより各部屋より排気を集約させ一度に排気できるシステムである。H1とH3のいずれの換気方式でも使用することが出来る。（下の図2.6.2.1-3と2.6.2.1-4はH3換気方式の事例）

H3換気の場合は、機器に加えダクトや制気口も必要なるため、パイプファンよりはやや高価となる。



図 2.6.2.1-1 パイプファン



図 2.6.2.1-2 パイプファン応用イメージ

また、ダクト型換気扇はダクトが必要となるため、ダクトが通る部分は天井高を低くする必要

がある。

消費電力はダクトの抵抗などにより静圧が大きくなるため、パイプファンよりはやや大きくなる。



図 2.6.2.1-3 ダクト型換気扇



図 2.6.2.1-4 ダクト型換気扇の応用イメージ図

### 3. 全熱交換器

H1 換気方式に適応している。即ち給排気を同時に行う。

熱交換器の換気システムは、主に大型空調機などで使われる回転型熱交換器と、小型の機器でよく使われる静止型熱交換器がある。

1) 回転型熱交換器の中心的な部品はローターである。ローターは特殊な複合繊維、またはジュラルミンが主体で、外側は蓄熱吸湿材料で覆われている。また、蓄熱吸湿材は波状に加工された板と平面状の板が、交互に重ね合わされた円形の蓄熱層を構成している。層と層の間には蜂の巣状の空気通路が多数形成されている。図 2.6.2.1-5 を参照。

ローターを設備の中心に固定し、回転しながら逆方向に流れる排気と外気の間で熱交換を行う。

2) 静止型全熱交換器は、ハニカム状の特殊な加工紙を交互に重ね合わせ、多層に形成した静止型の浸透式エレメントを採用した方式となる。図 2.6.2.1-6 を参照のこと。

基本的には稼働部は無く、給気と排気の経路が完全に分離しているため、回転型に比べて空気の漏洩量は少なく、細菌などの移行率もきわめて小さい。

住宅においては、風量が少ないことや駆動部が少ないことによるメンテナンスの簡易性などから静止型が一般的である。

使用時の注意事項は次の通りである：外気温度は $-10$  を下回ると、排気側に氷の結晶が発生してしまう。外気温度は $-10$  を下回る場合は、熱交換器に入る前に予熱を行わなければならない。また、外気が熱交換器に入る前にフィルターを通し、濾過させなければならない。

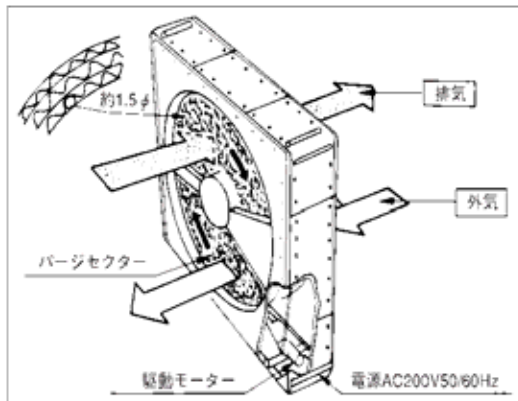


図 2.6.2.1-5 回転型熱交換器

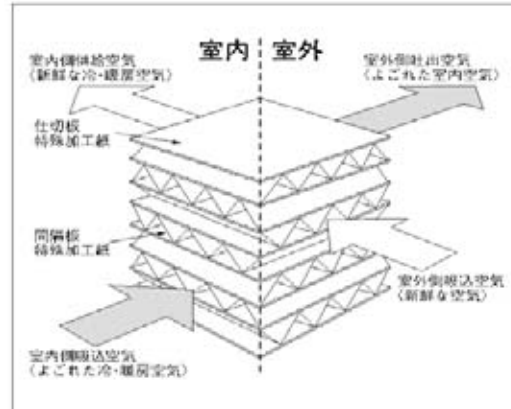


図 2.6.2.1-6 静止型全熱交換器

全熱交換器システムは給排気を同時に行い、排気の熱や水分を全熱交換器により、回収させるので、外気をそのまま室内に導入する方式に比べて、負荷の軽減や吹出し空気によるコールドドラフトが軽減される。

また、システムとしては、熱交換モードと一般換気モードの切り替えが出来る機器がある。中間期において、内部発熱が大きく、外気のほうが低い場合には、一般換気モードにすることによって無駄な冷暖房負荷を削減できる。

## 2.6.2.2 機械換気設備の設計要点

### 1. 換気ファン及び関連部材

#### 1) 屋外端末

給気のために屋外端末には、ホコリ、花粉、虫、鼠等の侵入を防止する工夫が必要である。ただし、これらを防ぐために細かい金網等が付いていると、虫の死骸や塵埃などが詰まるため、定期的に清掃が必要である。このため、簡単に掃除できるよう、設計時に十分配慮する必要がある。

また、給気口及び排気口のが近接していると、汚れた排気の一部が再び室内に給気されることがあるので、配慮が必要である。また、給気口と排気口の位置を決定する際は、当該建物（又は住戸）だけではなく、隣接建物（又は隣接住戸）の屋外端末位置についても考慮すべきである。例えば、「分かり易い住宅の設備・換気」（空気調和・衛生工学会編）によると、“同一住戸の場合は、最低 450mm以上の離隔をとり、他の建物（他住戸）の場合は、最低 2000mm以上離隔をとることが望ましい”としている。

また、屋外端末は屋外の風によって、換気能力が低下しないように防風へ配慮する必要がある。特に高層住宅の場合は、風の影響を考慮して防風性に優れたベントキャップを選定すると共に風の影響の少ない位置に屋外端末を設置する必要がある。

#### 2) 室内の給気口及び排気口

居室の給気口及び排気口は空気の流れを考慮し、ショートサーキットが生じないように配置する、

図 2.6.2.2-1. また、冬季において、給気口からは冷たい外気が流入するので、極力室内の居住域を暖かく保つため、設置位置は床面より 1.6m 以上の高さとするのが望ましい。

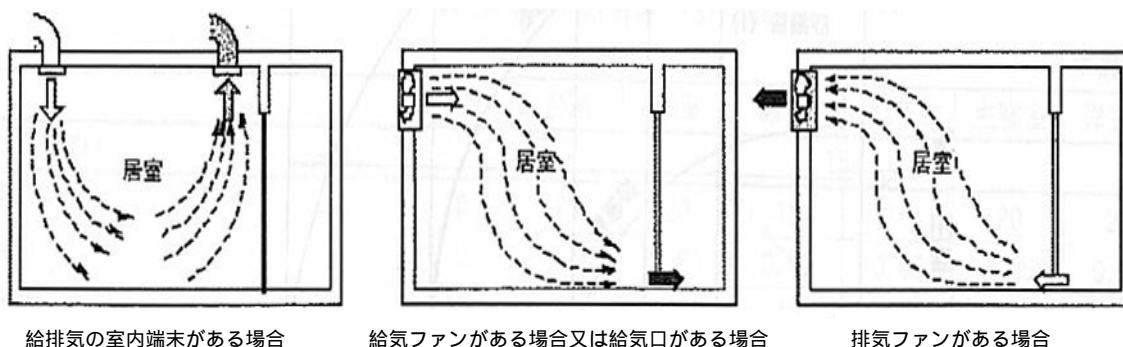


図 2.6.2.2-1 ショートサーキットが生じない室内端末等の配置

エアフローの中で、ダークゾーンで発生した汚染物質が居室へ逆流しないよう注意しなければならぬし、居室の空気浄化のためには新鮮空気を優先的に居室へ供給することが望ましい。このため、居室はエアフローの中で、出来るだけ風上に配置すべきである。図 2.6.2.2-2 を参照のこと。

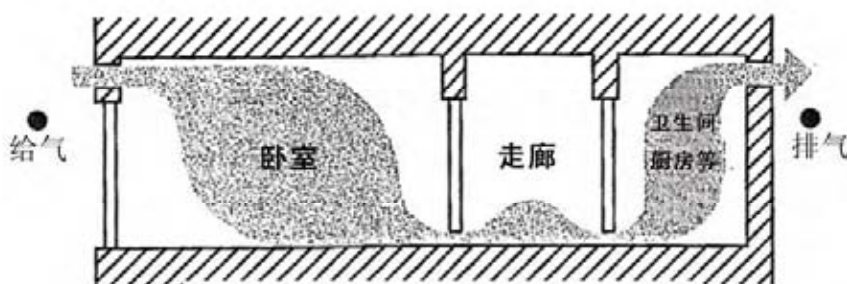


図 2.6.2.2-2 住宅内のエアフロー

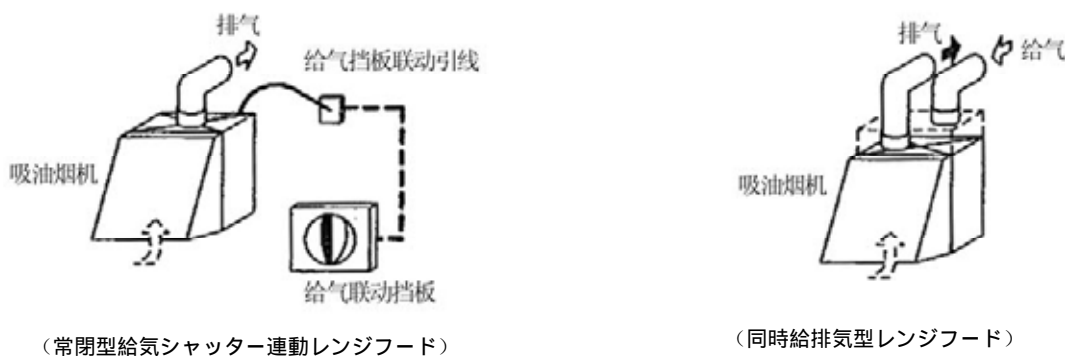
### 3) 熱交換型換気ファン

熱交換型換気ファンは同時給排気機能により、新鮮な外気と室内の汚れた空気の間で熱交換を行い、外気を室温に近づけて給気するため、ドラフトによる不快感の低減と省エネルギーの効果がある。熱交換の方式には、全熱交換型と顕熱交換型 2 タイプがある。顕熱交換型は顕熱交換(空気温度の交換)のみを行うものである。全熱交換型は顕熱交換と潜熱交換(空気中の湿分の交換)の両方を行うもので、給気の湿度調整効果があり、熱回収効果も顕熱型よりやや高いが、環気(排気)の給気への混入が比較的多いというデメリットもある。

熱交換型換気システムを導入する場合、機械換気量の設計において、「有効換気量率  $\eta$ 」を考慮しなければならない。「有効換気量率  $\eta$ 」とは、熱交換装置における環気(排気)及び装置周辺空気の給気への混入する割合を示すもので、通常は  $\eta=0.85 \sim 1.0$  の値となる。必要換気量を  $Q$  とすると機械換気量は  $Q/\eta$  になる。

### 4) 台所用レンジフードファンの給気口

台所のレンジフードファンは使用時において大風量の排気運転を行うため、建物の気密性が高いと内外差圧が大きくなる。内外差圧が過大な状態では、玄関ドアの開閉に不具合な力が作用して開けにくくなったり、半密閉型燃焼器具において廃ガスの逆流が生じる事がある。このような状況を避けるため、レンジフードファンの運転に連動して開放される常閉型給気口の設置、或いは同時給排気型レンジフードを設置する必要がある。図 2.6.2.2-3 を参照のこと。



\*図 2.6.2.2-3 レンジフードファンの給気

## 2. 雨仕舞と防火

### 1) 雨仕舞

屋外端末に用いるベントキャップなどは、雨仕舞・防風性能の優れたものを選ばなくてはならない。上部に庇等がある場合は、雨等の吹き込みの恐れが少ないため、平型ベントキャップを使用しても問題は少ないが、外壁に直接、屋外端末を設置する場合は、丸型ベントキャップ等の雨仕舞に優れた形状のものを使用すべきである。

ベントキャップ類はその構造上、雨水の浸入を完全に防止することは難しいため、浸水した雨水を出来るだけ早く屋外に排出するよう施工を考慮しなければならない。雨水対策には接続部のコーキングと適切な配管勾配の設定について説明する。図 2.6.2.2-4 を参照のこと。

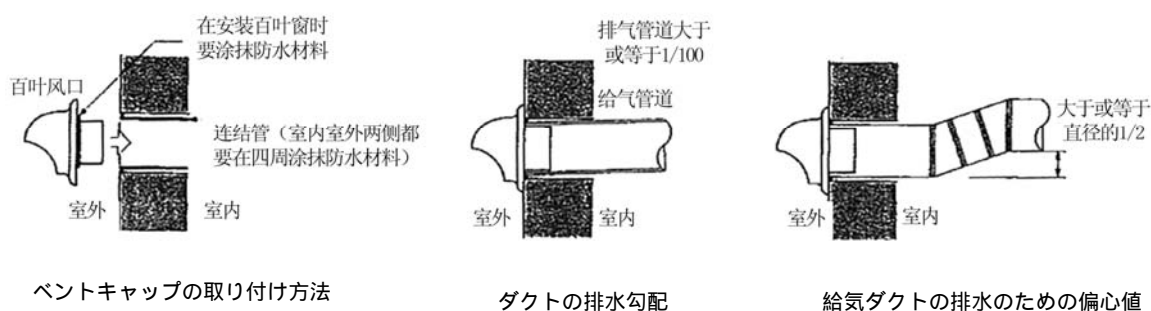


図 2.6.2.2-4 屋外ベントキャップの取り付け

### 2) 防火

メタルラス張り、ワイヤラス張り、または金属張りの木造物に換気ファンを施設する場合は、メタルラス張り、ワイヤラス張り、または金属板は換気ファンの金属部分と電氣的に接触しない



ように施設しなければならない。図 2.6.2.2-5 を参照のこと。

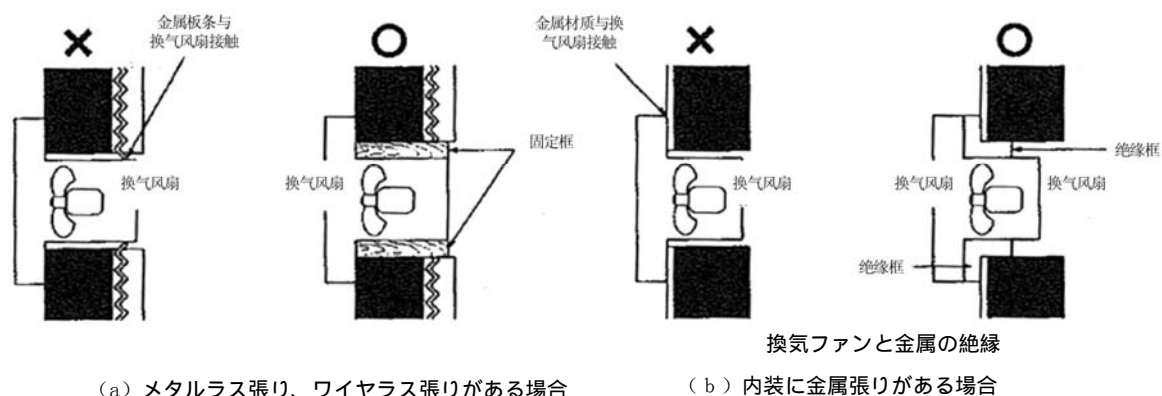


図 2.6.2.2-5 換気ファンと金属の絶縁

### 3. ダクトの納まり

#### 1) ダクト設置スペースの確保

ダクトを使用する機械換気システムの設計においては、送風機ユニットと室内側給排気口及び屋外側給排気口を結ぶダクトの設置スペースが必要であることを考慮しなければならない。

屋内では、ダクトを水平に伸ばすための空間を、天井裏等に確保する必要がある。また、ダクトを垂直に伸ばすための空間を内壁内部に確保したり、立てシャフトを設けて確保する。いずれにしても、無理にダクトを押し込まざるを得ない状況では、ダクトがつぶれたり、必要以上に曲げが発生し、換気装置としての機能が確保出来ない恐れがある。特にダクトをUターンさせるような機器の配置や施工は避けるべきである。

屋外の取合い部では、屋外端末付近のダクトが逆勾配とならないように設置スペースを確保する。排気ダクト内は湿気を含んだ空気が流れるため、ダクト内で結露することがある（局所換気を併用する場合の排気ダクトは特に注）。この結露水を外部に排水できるように外部に向かって勾配を取ることが望ましく、鉄筋コンクリート造の梁貫通スリーブ口径はダクト勾配を考慮して設計しなければならない。

#### 2) ダクトを不必要に長く引きまわさない。

ダクトを空気が通ることによって圧力損失が生じる。このため、強力で消費電力の大きな送風機が必要となるので、ダクトはなるべく直線的に最短経路を通るようにする。

### 4. ダクト及び機器の断熱

給気システムのダクト及び機器は、冬季の冷たく乾燥した外気を導入するため、ダクトの外側に結露することがある。

排気システムのダクト及び機器は、冬季の室内の暖かく湿った空気を排出するため、躯体の断熱層の外側に露出しているとダクト内部で結露が発生することがある

ダクトシステムは断熱境界の室内側に設置することが基本であるが、やむを得ず小屋裏等断熱境界の外側に設置する場合は、ダクトに保温措置を施さなければならない。ダクトの保温及び結

---

露防止の具体的方法は以下の通りである。(一般規定として参考可能)

1) 給気システムのダクト及び機器は全て断熱する(熱交換型換気システムの場合は熱交換装置から外壁までの間を断熱すれば良い)。

2) 排気システムのダクト及び機器で断熱境界の外側にある部分は全て断熱する(全熱交換型換気システムの場合は断熱境界の外側を断熱する必要は無い)。

3) 排気ダクトで断熱境界の内側にある部分について、金属性ダクトは外壁より 2m程度、それ以外のダクトは外壁より 1m程度を断熱する(全熱交換型換気システムの場合は熱交換装置の外気側を断熱する必要は無い)。

## 2.7 建物の熱特性設計計算

### 2.7.1 省エネルギー目標の設定

1. 冬季における暖房の省エネルギー目標は、1980年の『住宅汎用設計暖房エネルギー消費基準』の65%とする。

2. 夏季における空調のエネルギー消費を抑制するためには、外窓の日射遮蔽、開閉可能面積、空調や通風設計などの各要素において、有効な省エネルギー対策を講じるとよい。(『基準』3.0.2を参照のこと)

空調のエネルギー消費と暖房のエネルギー消費には、多くの異なる特徴がある。例えば、空調の使用周期は比較的短く、エネルギー消費は断続的であり、局地的に使用される。空調の負荷には冷負荷と除湿負荷がある。冷負荷の中には太陽輻射の冷負荷と換気によるものが大きな割合を占め、外皮の伝熱要素が占める割合は比較的小さい。このため、建物の断熱機能を改善することで、空調のエネルギー消費を約65%節減するというのは現実的でない。年間動態負荷シミュレーションによると、夏季の空調のエネルギー消費は年間エネルギー消費の約20%を占め、前述の空調の負荷に時間的、空間的特徴を考慮して修正を加えると、空調のエネルギー消費は十数パーセントになる。以上の理由から、空調のエネルギー消費には量的規制をかけず、一般的な条件のみ提示する。

### 2.7.2 室内設計計算パラメータの設定

1. 冬季における暖房の室内設計計算パラメータは以下の通りである。

1) 寝室、居間の室内設計温度は18℃以上とする。

2) 換気回数は1時間あたり0.5回以上とする。(『基準』3.0.3を参照のこと)

この規定は、冬季における暖房の室内熱環境についての最低条件を提示したもので、暖房エネルギー消費を計算、比較する際の根拠でもある。通風・換気は主に外窓の風圧と熱圧の影響下における空気の通過によるもので、外窓の機密性が比較的高い場合に窓を開けて換気することも含む。1人あたりの建築面積が32m<sup>2</sup>、高さ2.55m、換気体積が建物体積の0.6倍、換気回数1時間あたり0.5回で計算すると、1人あたり約24.5 m<sup>3</sup>/hとなる。住戸が昼夜通して満員になること



は考えられないため、基本的に衛生基準の条件を満たしている。

2. 夏季における空調の室内設計計算パラメータは以下の通りである。

1) 寝室、居間の室内設計温度は 29 以下とする。

2) 換気回数は、空調を利用して温度を下げる時は、1 時間あたり 1 回以上とする。自然通風で温度を下げる時は、1 時間あたり 10 回以上とする。(『基準』3.0.4 を参照のこと)

この規定は、夏季における空調が設置された室内熱環境の最低条件を提示したもので、空調のエネルギー消費を計算、比較する際の統一基準とする。

室内設計温度とは、空調のエネルギー消費を計算、比較する際の空調使用期間の温度である。つまり、室温が 29 に達した時に空調は作動し、26 に下がった時に空調は停止するというものである。

夏季の空調使用期間において、室内外の温度差が比較的小さい、人々が寒冷期以外に換気する習慣があることを考慮し、換気回数を増やしたのである、空調使用時は 1 時間あたり 1 回以上とする。外気温が室温より低い時は、主に換気により室内で発生した熱と侵入した太陽輻射熱を排出しなければならない。計算によって次のことが証明されている。換気回数を増やすと夏季における空調エネルギー消費を低減する効果は顕著であり、1 時間あたりの換気回数を 10 回とすることも可能である。建物の平面配置が合理的で窓の開閉可能面積が適度であれば、その条件は満たすことができる。

### 2.7.3 伝熱係数の計算と防露計算

1. 伝熱係数の計算公式

1) 伝熱係数の基礎計算公式

$$K = 1 / \left( \frac{1}{\alpha_n} + \sum \delta_i / \lambda_i + \frac{1}{\alpha_w} \right) \quad (2.7.3-1)$$

ただし:  $K$  —— 伝熱係数  $[W/(m^2K)]$ ;

$\alpha_n$  —— 内表面の熱交換係数  $[W/(m^2K)]$ ;

$\alpha_w$  —— 外表面の熱交換係数  $[W/(m^2K)]$ ;

$\delta_i$  —— 材料層の厚さ (m);

$\lambda_i$  —— 材料の熱伝導係数  $[W/(mK)]$ 。

2) 平均伝熱係数の計算公式

外壁が周囲の熱橋の影響を受ける場合、その平均伝熱係数は次の式で計算すること。

$$K_m = \frac{K_p \cdot F_p + K_{B1} \cdot F_{B1} + K_{B2} \cdot F_{B2} + K_{B3} \cdot F_{B3}}{F_p + F_{B1} + F_{B2} + F_{B3}} \quad (2.7.3-2)$$

ただし:  $K_m$  —— 外壁の平均伝熱係数  $[W/(m^2K)]$ ;

$K_p$  ——外壁主要部位の伝熱係数 [W/(m<sup>2</sup>K)];  
 $K_{B1}, K_{B2}, K_{B3}$  ——外壁周囲の熱橋部の伝熱係数 [W/(m<sup>2</sup>K)];  
 $F_p$  ——外壁主要部位の面積 (m<sup>2</sup>);  
 $F_{B1}, F_{B2}, F_{B3}$  ——外壁周囲の熱橋部の面積 (m<sup>2</sup>)。外壁主要部位と周囲熱橋部に  
 ついては図2.7.3-1を参照のこと。

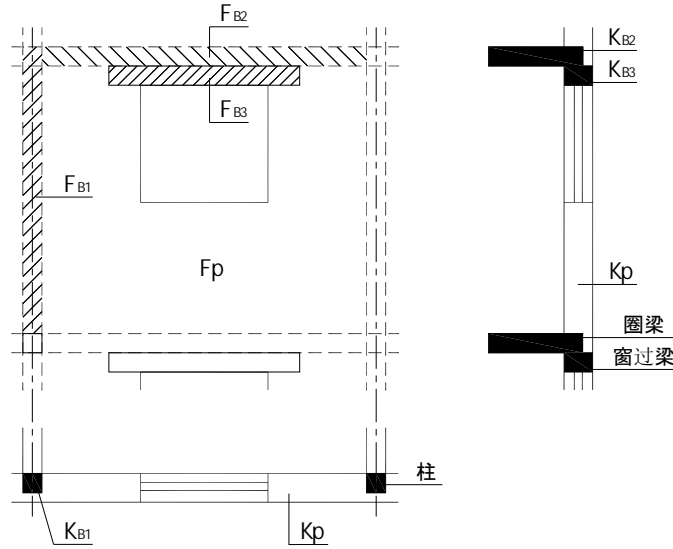


図 2.7.3-1 外壁主要部位と周囲熱橋部のイメージ図

## 2. 熱橋部の伝熱係数の計算\*

### 1) 熱橋部の断熱補強対策

外壁に内断熱工法を採用する場合は、断熱材が床スラブや戸境壁等の構造体により分割されるため、外壁に構造熱橋が生じる。熱橋の影響を避けるため、以下の基準に基づき断熱補強しなければならない。表 2.7.3-1 を参照のこと。

\*表 2.7.3-1 熱橋部の断熱補強規格

施工方法	補強範囲 (mm)	断熱材の種類、厚さ (mm)		
		a	b	c
内断熱	900	25	25	20

注: a: ビーズ法ポリスチレンフォーム保温材 (EPS) 1,2,3号/押出法ポリスチレンフォーム(XPS)第1種/PF保温板第2種1号

b: ビーズ法ポリスチレンフォーム保温材 (EPS) 特号/押出法ポリスチレンフォーム (XPS) 第2種/PF保温板第1種1号、2号

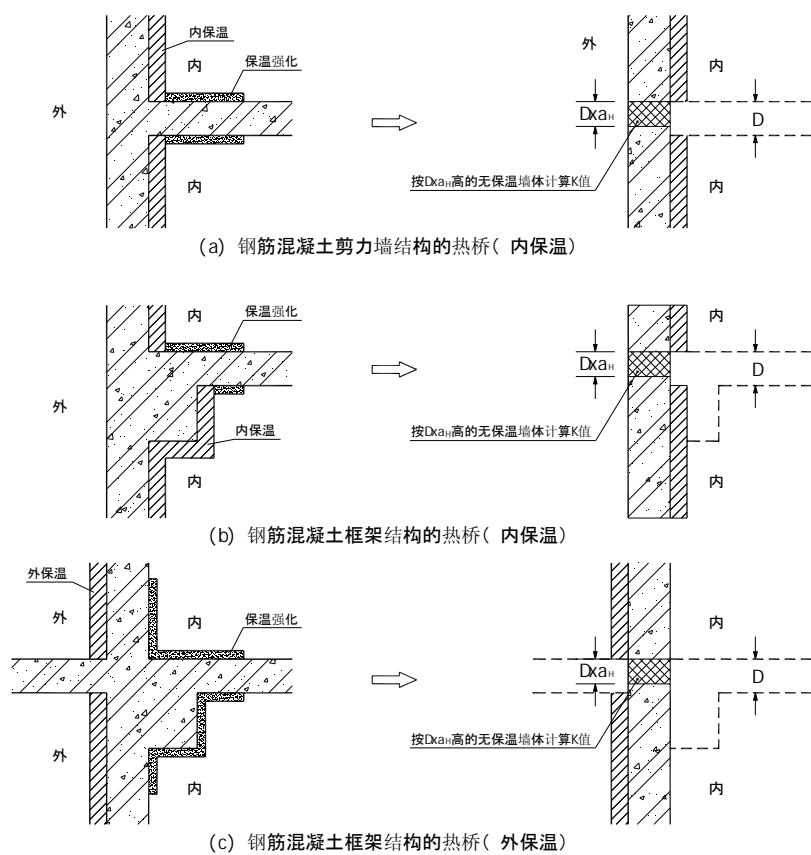
c: 押出法ポリスチレンフォーム (XPS) 第3種/硬質 PUF ボード

### 2) 計算公式

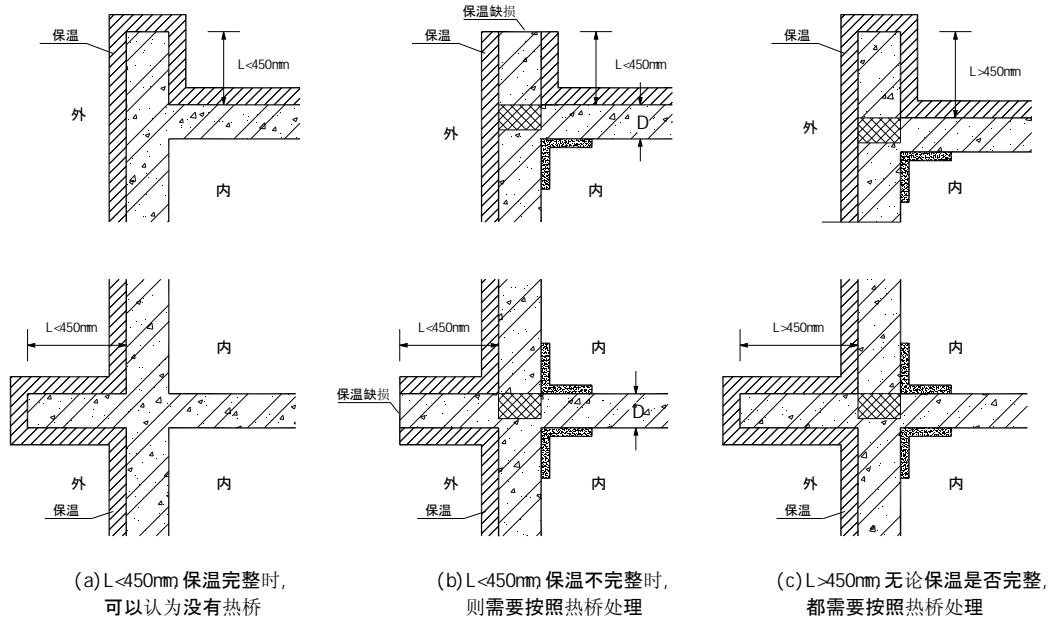
熱橋の形状、断熱補強の工法に応じて、熱橋部の伝熱係数は次の式で計算すること。

$$K_B = a_H K_H \quad (2.7.3-3)$$

ただし、 $K_B$ ——熱橋部の伝熱係数 [W/(m<sup>2</sup>K)];  
 $K_H$ ——熱橋部を断熱しない場合の伝熱係数 [W/(m<sup>2</sup>K)];  
 $a_H$ ——低減係数。表2.7.3-2を参照のこと。  
 $a_H$ ——熱橋部の形状、断熱工法に応じて乗じる係数。0.5、0.75または1.0とする。  
 表2.7.3-2の使用方法については、図2.7.3-2と図2.7.3-3を参照のこと。



\*图2.7.3-2 構造熱橋部の計算上の取扱い例





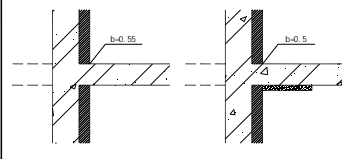
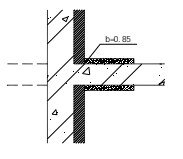
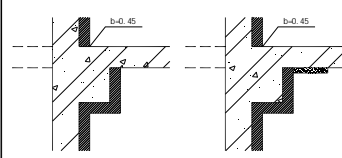
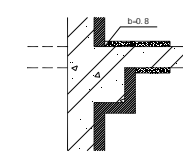
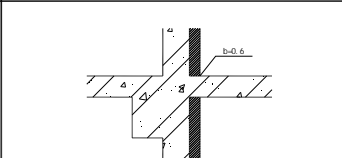
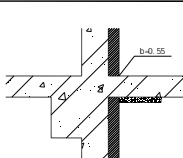
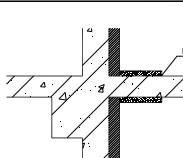
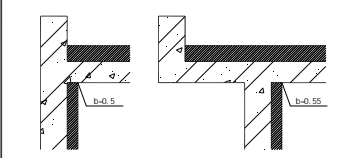
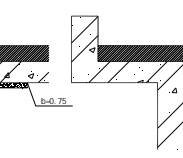
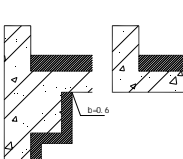
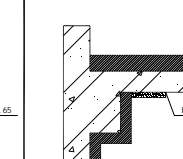
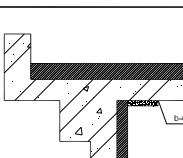
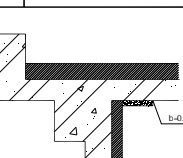
**\*図 2.7.3-3 断熱材を貫通する突起物がある場合の計算上の扱い例**

(図の上段はパラペット廻り、下段はバルコニー庇廻りを想定)

計算の際に間違いやすいのは、図 2.7.3-3 の外壁と屋根との取り合い部分と外壁とバルコニー床スラブ、庇との取り合い部分である。つまり前者の保護壁、後者のアーム等張り出し部分の処理方法である。特に外断熱の場合、断熱材で張り出し部分がある程度覆えば、その部分は熱橋と見なさなくてもよいという見方もあるが、それは誤解である。鉄筋コンクリートのフレームの張り出し部分の長さが 450mm を超える場合は、全ての張り出し部分が断熱材で覆われたとしても、または「ガイドライン」の中で述べた外側や内側に断熱補強を施したとしても、公式 2.7.3-3 に基づいて伝熱係数を計算しなければならない。



表 2.7.3-2 構造熱橋形状、断熱工法、断熱補強仕様に応じた低減係数  $a_H$  と熱橋部の最低表面温度係数  $b$

(a) 内保温工法 (  一般保温部分  保温強化部分 )

	折減係数	折減係数 $a_H$		
		1.0	0.75	0.5
(外壁和隔墙、外壁和楼板的节点部分) T型及+型热桥部	钢筋混凝土剪力墙结构			
	钢筋混凝土框架结构1			
	钢筋混凝土框架结构2			
护墙等部分	钢筋混凝土剪力墙结构			
	钢筋混凝土框架结构1			
	钢筋混凝土框架结构2			

—適用条件—

- 1 躯体鉄筋コンクリート厚さ：外壁 120~200mm， 屋根、床スラグ 150~250mm。
- 2 熱橋部の断熱補強の仕様：上表に掲げる熱橋部分の片面もしくは両面の断熱補強仕様については表 2.7.3-1 によるものとする。

(b) 外保温工艺 (  一般保温部分  保温强化部分 )

	折減係数	折減係数 $\alpha_H$		
		1.0	0.75	0.5
(外牆和隔牆、外牆和樓板的节点部分) T型及十型热桥部	钢筋混凝土剪力墙结构			
	钢筋混凝土框架结构1			
	钢筋混凝土框架结构2			
护墙等部分	钢筋混凝土剪力墙结构			
	钢筋混凝土框架结构1			
	钢筋混凝土框架结构2			

—適用条件—

- 1 躯体鉄筋コンクリート厚さ：外壁 120~200mm， 屋根、床スラグ 150~250mm。
- 2 熱橋部の断熱補強の仕様：上表に掲げる熱橋部分の片面もしくは両面の断熱補強仕様については表 2.7.3-1 によるものとする。

3. 防露計算\*

熱橋部の熱伝導性は他の部位より高いため、結露対策には特に注意を払う必要がある。冬季に熱橋ができる部分は表面結露が発生しないと判断した場合は、表 2.7.3-2 中の数値を用いて以下の公式に基づいて表面の最低温度を計算し、その値が居住スペースの露点温度（例えば 15℃、70%の条件下）または開口部の最低表面温度（ガラス表面、サッシ表面）より高いことを確認

する必要がある。これは、簡易方法のひとつである。

$$\text{冬季構造熱橋の最低表面温度} = \theta_{\text{out}} + (\theta_{\text{in}} - \theta_{\text{out}}) \times b \quad (2.7.3-4)$$

$\theta_{\text{in}}$  は室内温度、 $\theta_{\text{out}}$  は室外気温、多くは各地の最も寒い月の平均室外気温を用いる。bは表2.7.3-2中の各種断熱構造に記載した0.45~0.85の数値である。室内外の温度差とこの係数を乗じると、構造熱橋周囲の最低温度が算出できる。

#### 2.7.4 熱消費指標の計算

1. 建物の熱消費指標の計算では、補助的な部屋も含めた全室の平均室内計算温度16℃、暖房日数125日、暖房期の室外平均気温-1.6℃という条件に統一すること。

2. 建物の熱消費量は、外皮の伝熱による熱消費量と空気の侵入による熱消費量によって構成される。暖房システムによって供給される熱を必要とし、建物内部における炊事、照明、家電、人体からの放熱は除外しなければならない。

建物の熱消費量指標は次の式で算出すること。

$$q = q_1 + q_2 - q_3 \quad (2.7.4-1)$$

ただし、q——建物の熱消費量指標 (W/m<sup>2</sup>);

q<sub>1</sub>——単位面積あたりの外皮の伝熱による熱消費量 (W/m<sup>2</sup>);

q<sub>2</sub>——単位面積あたりの空気侵入による熱消費量 (W/m<sup>2</sup>);

q<sub>3</sub>——単位面積あたりの建物内部における炊事、照明、家電、人体からの放熱。3.8 (W/m<sup>2</sup>) とする。

#### 3. 外皮の伝熱による熱消費量 q<sub>1</sub>

単位面積あたりの外皮の伝熱による熱消費量は、次の式で各外皮について計算した後、集計すること。

$$q_1 = \frac{(t_i - t_e)}{A_0} \sum_{i=1}^m \varepsilon_i K_{mi} F_i \quad (2.7.4-2)$$

ただし、t<sub>i</sub>——全室の平均室内設計温度、一般住宅建築の場合は16℃とする。

t<sub>e</sub>——暖房期の室外平均気温 (℃);

A<sub>0</sub> ——建築面積 (m<sup>2</sup>);

ε<sub>i</sub> ——外皮伝熱係数の修正係数。表2.7.4-1より採用すること。

K<sub>mi</sub> ——外皮の平均伝熱係数[W/(m<sup>2</sup>·K)]。土壌に接し、断熱層のないコンクリートスラブの場合は、周囲の伝熱係数は0.52 W/(m<sup>2</sup>·K)とし、それ以外の部分の伝熱係数は0.30 W/(m<sup>2</sup>·K)とする。

F<sub>i</sub>——外皮面積 (m<sup>2</sup>)。

表 2.7.4-1 外皮伝熱係数の修正係数  $\epsilon_i$  (『基準』表 4.0.3 より)

部位		南	東、西	北	水平
屋根 (勾配屋根を含む)	非透明	--	--	--	0.91
	透明	--	--	--	0.50
外壁 (バルコニー扉下部を含む)		0.70	0.86	0.92	--
外窓	バルコニーあり	0.50	0.74	0.86	--
	バルコニーなし (屋内バルコニーの外窓を含む)	0.18	0.57	0.76	--
外ドア		0.70	0.86	0.92	--

- 注: 1. 屋内バルコニーでない場合はバルコニー扉上部の透明部分の  $\epsilon_i$  値は同じ方向に設置された外窓の値を採用する。バルコニー扉下部の非透明部分の  $\epsilon_i$  値は同じ方向に設置された外壁の値を採用する。
2. 非暖房階段室の内壁とドア、非暖房スペース上部の床スラブ、伸縮目地、沈下目地、耐震壁等の  $\epsilon_i$  値は、温差修正係数  $n$  値で代替する。  $n$  値は「民間建築熱特性設計規範」(GB50176-93) から採用する。下表を参照のこと。非暖房階段室の内壁とドアの  $n$  値は、現在の断熱状況に基づいた熱平衡計算により算出されたものである。

温差修正係数  $n$  値

外皮とその状況	温差修正係数 $n$ 値
通風層のある平屋根、勾配屋根の天井、外気が通る暖房なし地下室の上部の床スラブ等	0.90
外ドア、窓のある非暖房階段室と隣接する内壁とドア	0.30
非暖房地下室上部の床スラブ:	
外壁に窓がある場合	0.75
外壁に窓がなく、屋外地面より上にある場合	0.6
外壁に窓がなく、屋外地面より下にある場合	0.4
外ドア、窓のある非暖房室と隣接する間仕切り壁	0.7
外ドア、窓のない非暖房室と隣接する間仕切り壁	0.4
伸縮目地、沈下目地	0.3
耐震壁	0.7

3. 土壤に接する床面、 $\epsilon_i = 1$ 。  
 4. 内天井の外壁と外窓は、北向きの数値とする。

#### 4. 空気侵入による熱消費熱 $q_2$

単位建築面積あたりの空気侵入による熱消費量は、暖房スペースの体積の換気回数により算出される。計算公式は次のとおりである。

$$q_2 = \frac{(t_i - t_e)(C_p \cdot \rho \cdot N \cdot V)}{A_0} \quad (2.7.4-3)$$

ただし、 $q_2$ ——単位建築面積あたりの空気侵入による熱消費量 ( $W/m^2$ );

$C_p$ ——空気の重量比熱 ( $0.28Wh/kg \cdot K$ );

$\rho$ ——空気の密度 ( $1.3kg/m^3$ );

$N$ ——換気回数 (0.5 回/h);

$V$ ——暖房スペースの換気体積 ( $m^3$ )。階段室を暖房しない場合、建物体積  $V_0$  は 0.6、

つまり  $V=0.6V_0$  とする。階段室を暖房する場合、建物体積  $V_0$  は 0.65、

つまり  $V=0.65V_0$  ( $m^3$ ) とする。

$V_0$ ——建物外部表面積と最下階地面で包囲する体積 ( $m^3$ )。



### 3 施工の要点

#### 3.1 外皮構造断熱施工の要点

##### 3.1.1 外皮構造内断熱施工の要点\*

###### 1. 外皮構造の内断熱工法の概要

断熱工法	概要	下地材+仕上材	特徴 (選択の根拠)
1. 断熱材接着工法 [後張工法]	複合板(発泡プラスチック保温材+石膏ボード又は合板)を適切な接着剤で躯体に貼付ける工法。	複合板(発泡プラスチック保温材+石膏ボード又は合板)+クロス貼、塗材	A 現場加工がやや難しく、加工精度も必要となる。B 均一な厚みで施工することができるため断熱性能のばらつきが少ない。
2. 断熱材打込工法	断熱材をあらかじめ型枠内面に取付けておき、コンクリートを打込む工法。発泡プラスチック保温板で打込み工法に適した性能を有するものを使用する。	複合板(発泡プラスチック保温材+型枠材) + クロス貼、塗材	A 工期の短縮、コストの節減が図れる。B 通常の型枠大工で施工できる。C 建込み時において精度が要求される。D 打込み後のコンクリート面の確認が難しい。E コンクリートを打込む柱、梁のフレーム部分とブロック積みの外壁部分とで施工が分かれるため、工種が増えてしまう。
3 断熱材現場発泡工法 (現場発泡型)	硬質ウレタンフォーム原液を現場に搬入し、専用の機械を用いて、液を被着体に吹き付けると同時に硬質ウレタンフォーム断熱材を形成する工法。	吹付硬質ウレタンフォーム(現場発泡品) + 木軸下地または軽鉄下地の上、石膏ボード(または合板) + クロス貼、塗材	A 継目の無い断熱層が得られ、曲面や窓まわりの施工も容易である。断熱部位の形状に合わせて施工することができるため断熱欠損が発生しにくい。B 自己接着性が高く、木材・コンクリートなどにも接着し、栈木・接着剤・金具等が不要である。C 断熱厚を調整しやすい。D 表面の平滑は得にくい。E 施工技術が要求される(専門職が必要、施工条件がある。F 緻密な断熱層を形成するために、何度かに分けて施工する必要があるが、施工後施工精度を確認することが困難。G 発泡ウレタンの場合、表面層をカットすると防湿性に影響することから注意を要する。また、吹付け現場では可燃性蒸気が発生しやすく、溶接火花や直火等から引火しないように十分な注意が必要。

注：発泡プラスチック保温材とはビーズ法ポリスチレンフォーム保温材(EPS)、押出法ポリスチレンフォーム保温材(XPS)、硬質ウレタンフォーム保温材等を示す。

2. 各工法の特徴から、断熱材後張工法と断熱材現場発泡工法を推奨する。断熱材打込工法は推奨しない。

### 3.1.1.1 断熱材後張工法の施工要点

#### 1. 材料

1) 内断熱の断熱材後張工法で使用する断熱材は、発泡プラスチック保温材と石膏ボード、又は合板の複合板である。

2) 断熱材には、ポリエチレンフォーム保温材、押出法ポリスチレンフォーム保温材、硬質ウレタンフォーム保温材、フェノール発泡保温材等がある。

そのうち、押出法ポリスチレンフォーム保温材は一般的によく使われている。

3) 保温複合板(発泡プラスチック保温材+石膏ボード又は合板)は発泡プラスチック保温材を工場で接着、または現場で接着したものである。

(図 3.1.1.1-1)

4) 発泡プラスチック保温材複合板の標準寸法は 910mm×1820mm とする。製品の反り許容差は、長辺方向及び短辺方向それぞれ±12mm 以内とし、四隅の角度の許容差は±0.5° 以内とする。

5) 発泡プラスチック保温材に使用する石膏ボードの厚さは 9.5mm 又は 12.5mm とする。この石膏ボードに発泡プラスチック保温材を工場において接着、または現場で接着により裏打ちしたものとす。発泡プラスチック保温材裏打ち石膏ボードの標準寸法及び製品の反り許容差は上記の保温複合板の条件による。

6) 断熱材張り及び外皮部分(天井用及び壁用)用接着剤は無溶剤型変成シリコン系接着剤とする。

7) 梁側面、梁底面(幅 300mm 以上の場合)又は天井面(直張り)に断熱材を張り付ける場合に使用するプラスチックピンは、断熱材の重さに対し十分な耐引抜き強度をようするものとし、断熱材メーカーの仕様による。なお、材質は燃えにくく、断熱性を損なわないものとする。



図 3.1.1.1-1 発泡プラスチック保温複合板



図 3.1.1.1-2 保温材の保管



図 3.1.1.1-3 下地の調整及び清掃

## 2. 施工要点

1) 断熱材は直射日光を避けて保管しなければならない。(図 3.1.1.1-2)

2) コンクリート下地の乾燥は 30 日以上とする。ただし、気象条件により短縮することが出来る。

3) コンクリート下地についている汚れ、付着物及び結露は除去及び清掃後、十分に乾燥させる。(図 3.1.1.1-3)

4) 接着剤塗布に先立ち、発泡プラスチック保温材側にカッターナイフでスリットを入れる。(ボードの剛性を弱め、下地になじみやすくするための切込み) なお、スリットの深さは裏打ち合板又は石膏ボードに達しない程度とする。(図 3.1.1.1-4)



図3.1.1.1-4 スリットの加工

5) 接着剤の塗布量は  $500\text{g}/\text{m}^2$  を標準とする。櫛状のコテを使い、接着剤を裏面に塗布する。櫛状のコテは接着剤メーカーが指定するものを使う必要がある。

(図 3.1.1.1-5) (図 3.1.1.1-6)



図3.1.1.1-5 接着剤の塗布

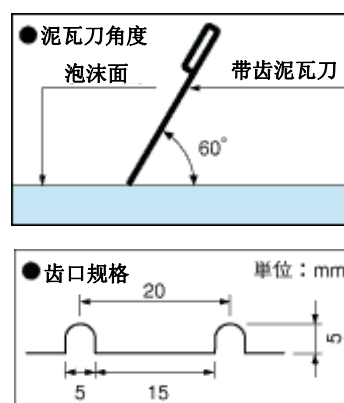


図3.1.1.1-6 櫛状のコテ

6) 断熱材は接着材塗布後、直ちに張り付けること。張り方はずれ、曲がり等がないよう手で圧着し、更に接着剤の塗布部分に当て木をして木づち等で軽くたたく。ボード目地は突付けとする。(図 3.1.1.1-7) (図 3.1.1.1-8)



図 3.1.1.1-7 接着剤の塗布完了状



図 3.1.1.1-8 貼り付け、圧着

7) 梁側面及び幅 300mm以上の梁底面に発泡プラスチック保温材裏打ち石膏ボード及び裏打ち合板を張り付ける場合は図 3.1.1.1-9 により接着剤とプラスチックピンを併用し留めつける。

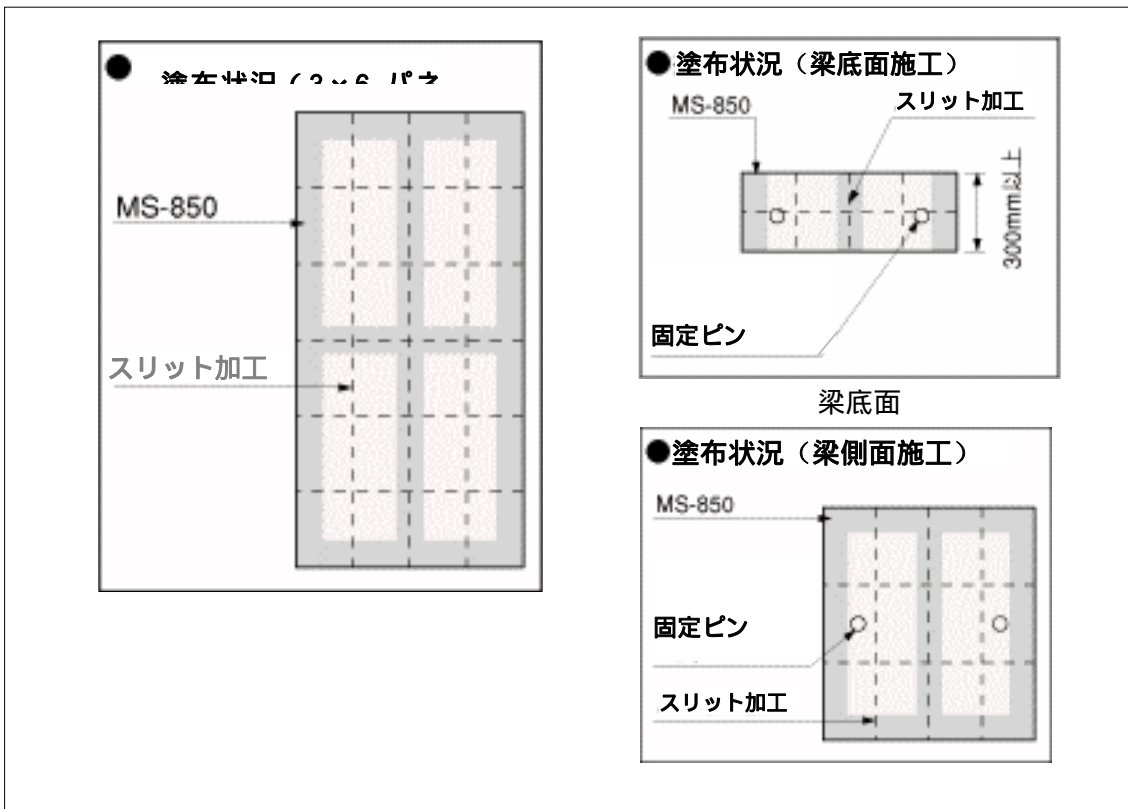


図 3.1.1.1-9 接着剤塗布及びスリット位置標準

8) 直張り天井に発泡プラスチック保温材裏打ち石膏ボード及び裏打ち合板（単体貼りを除く）を貼り付ける場合は、接着剤とプラスチックピンを併用し留めつける。プラスチックの留めつける位置は図 3.1.1.1-10 による。

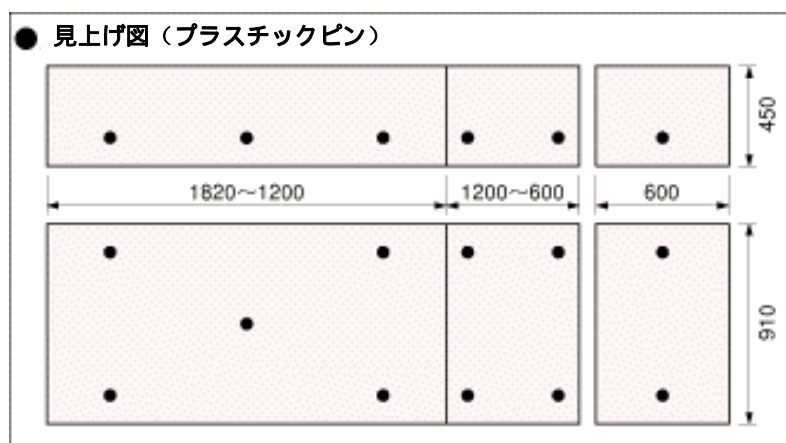


図 3.1.1.1-10 天井部分のプラスチックピンの標準位置

9) プラスチックピンの躯体への打ち込み長さは 20-25mm，ピン頭は径 15mm 程度とする。

### 3.1.1.2 断熱材の現場吹付け工法の要点

#### 1. 材料

1) 現場吹付け用ウレタンフォームは表 3.1.1.2-1 の性能を満たさなければならない。

表 3.1.1.2-1 吹付け硬質ウレタンフォームの性能

品質 \ 種類		A			B	
		1	2	3	1	2
原液粘度	mPa·s/20℃	80—1500				
圧縮強さ（最小値）	kPa	80	170	—	100	170
熱伝導率（最大値）	mW/(m·K)	32	32	40	22	22
接着強さ（最小値）	kPa	80	100	—	100	100
透湿率（最大値）	ng/(m·s·Pa)	9.0	4.5	—	4.5	4.5
燃焼性	燃焼時間は 120 秒以内で、かつ燃焼長さは 60mm 以下であること。					

注：吹付け硬質ウレタンフォームの種類は表 3.1.1.2-2 による

表 3.1.1.2-2 吹付け硬質ウレタンフォームの種類

種類	記号	説明
A1	NF1	発泡剤として二酸化炭素を用い、フロン類（注）を用いないもの。壁、屋根裏等の用途に適する非耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液。
A2	NF2	発泡剤として二酸化炭素を用い、フロン類（注）を用いないもの。冷蔵庫等の用途に適する耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液。
A3	NF3	発泡剤として二酸化炭素を用い、フロン類（注）を用いないもの。壁等の充填断熱工法（注）用途に用いることができる低密度性非耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液。
B1	FC1	発泡剤としてフロン類（注 1）を用いるもの。壁、屋根裏等の用途に適する非耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液。
B2	FC2	発泡剤としてフロン類（注 1）を用いるもの。冷蔵庫等の用途に適する非耐力性吹付け硬質ウレタンフォーム原液。

注：①フロン類とは、オゾン層を破壊する物質及ハイドロフルオロカーボン（HFC）をいう。

②充填断熱工法とは、軸組みの間、構造空間に断熱材を充填する断熱工法をいう。

2) 吹付け硬質ウレタンフォーム原液の保管及び取扱いについての留意事項：

A. 原液は危険物ですので、消防法・衛生法などの規定に従って、保管及び取扱う必要がある。

B. 保管場所を決め、その周囲を鋼製パイプ等で区画し、火気厳禁、立入禁止等の表示を行い、消化器などを適切に配置する。

C. 使用中の原液ドラム缶などは、水が混入すると発火したり、ガスが発生することがあるので、雨水等が混入しないよう十分注意しなければならない。

D. ドラム缶などは、直射日光にさらされないようにシートなどで覆うなどして、高温にならないように、また冬期は材料が 0 以下にならないように配慮する必要がある。

E. 原液が直接皮膚や目に触れないように、断熱材製造メーカーの仕様に従って、保護具（保護めがね、防毒マスク等）を着用する。

2. 施工要点

1) 下地処理

a) 下地面の大きな不陸は、断熱層の厚さの確保及び仕上げ材の取付けに影響するので事前に補修する。

b) 下地面の水分、油分、汚れ及びホコリ等ははく離の原因となるので除去すべきである。

2) 吹付け前の養生・準備（図 3.1.1.2-1）

a) 建具枠等の化粧回りの吹付けをする時は、ポリエチレンシート等により汚染が無いよう養生する。



図 3.1.1.2-1 養生、準備



b) 風がある時は、現場発泡断熱材が飛散するのでシートなどで養生する。

c) 換気の少ない場所では、酸欠状態になり易いので、強制換気の対策を講ずる必要がある。

### 3) 吹付け

a) 吹付け面の温度及び乾燥度は、発泡性及び付着製に大きな影響を及ぼすので、性能表等により適切な条件で施工する(吹付け面の温度が5℃以上で施工すること)。

b) 躯体からボルト、パイプ等の金物類は冷・熱橋となり結露し易いので、金物回りは入念に施工する。

c) 施工面に、約5mm以下の厚さになるように下吹きする。その上に総厚さが30mm以上の多層吹きとし、各層の厚さは各々30mm以下とする。ただし、1日の総吹付け厚さは80mmを越えないものとする。なお、吹付け厚さの許容差は-0から+10mmとすれば良い。(図3.1.1.2-2)(図3.1.1.2-3)

d) 吹付け作業の困難な狭い場所では、ガンスプレーとしないで、簡易発泡ポンペ又は付塗りとする。

e) 作業者は吹付け作業中にワイヤゲージ等を用いて随時厚みを測定する。所定の厚さに達していない箇所は補修吹きを行い、逆に厚く付き過ぎて表面仕上げ上支障となる箇所は、カッターナイフ等により表層を除去する。(図3.1.1.2-4)

### 4) 安全管理

安全管理上のポイントは、吹付け作業中及び作業後において断熱材に火気が接触しないように火気厳禁を遵守することにある。特に吹付け後、あとの工程での鋼材の溶接・溶断作業は極力避けた工程管理を行う。どうしても避けられない場合でも断熱材に直接火気が接触しないように不燃材料で完全に養生する。また、間接的でも鉄骨等を伝わって断熱材に熱が伝わることがないよう万全の措置が必要である。



図3.1.1.2-2 吹付け作業



図3.1.1.2-3 吹付け作業後



図3.1.1.3-4 測定

### 3.1.2 外皮構造外断熱の施工

#### 1. 外皮構造外断熱工法の概要

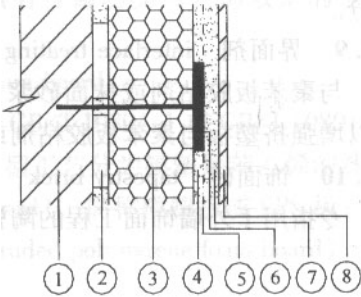
工法	概要	下地材 +仕上材	特徴 (選択の根拠)
1. 断熱材貼付工法	適切な接着剤を使い、断熱材を外壁の外側に貼り付け、仕上げ塗装する工法。	ポリスチレンボードまたは押出ポリスチレンボード+塗料、仕上げモルタル、仕上げ用レンガ等。	A 貼付技術が要求される。 B 長期の使用により劣化する危険性がある。 C 仕上げ面の耐久性が要求される。
2. 通気層付き外断熱工法	断熱層の空気層を利用し、外断熱効果を強める外壁外断熱工法。	ポリスチレンボードまたは押出ポリスチレンボード+空気層+仕上げ面複合材料。	A 断熱層に通気層が含まれているため、断熱効果が強い。 B ある程度の貼付技術が要求される。 C 仕上げ面の耐久性が要求される
3. 断熱材の乾式外断熱工法	軽鉄下地を設置して断熱材を仕上げ面と外壁躯体の間に充填する工法。	繊維系保温材料+金属仕上げパネル	A 乾式施工であるため、貼付ける必要がない。 B コストが高い。 C メンテナンスが容易。 D 空気層があるため、断熱効果が強い。

#### 3.1.2.1 断熱材貼付工法の施工の要点 (ポリスチレンボード+メッシュクロス+ポリマーモルタル外断熱システムを例とする。『外壁外断熱施工技術規程』DB11/T 584-2008) 参照。)

##### 2. 基本構造 (表 3.1.2.1-1)



表 3.1.2.1-1 外壁外断熱の基本構造

躯体壁	基本構造						仕上層	
	粘着層	断熱層	モルタル層			上塗り層		
			下地層	補強材料	補助連結部品			
各種レンガ壁、コンクリート壁、	ポリスチレンボード接着剤	ポリスチレンフォーム	モルタル下塗り	亜鉛メッキ溶接金網	耐アルカリ性グラスファイバーメッシュクロス、	機械用アンカーピン	モルタル塗り	塗料、仕上げモルタル、仕上げタイル等

3. 基本材料の要点

1) ポリスチレンボード

断熱材には EPS と XPS が含まれるが、それらの性能指標や許容偏差は表 3.1.2.1-2 と表 3.1.2.1-3 の条件を満たさなければならない。ポリスチレンボードの寸法は、幅が 1200mm 以下、高さが 600mm 以下であること。

表 3.1.2.1-2 ポリスチレンフォーム断熱材の性能指標

項目	指標			
	EPS 断熱材	XPS 断熱材		
		コーティングあり	コーティングなし	
伝熱係数、w/ (m·k)	0.042	0.030	0.032	
表面密度、kg/m <sup>3</sup>	18	—		
溶結性	断裂湾曲負荷、N	25	—	
	湾曲変形、mm	20	10	
寸法の安定性、%	1.0	1.2		
水蒸気透過係数、ng/(Pa·m·s)	2.0~4.5	1.2~3.5		
吸水率、% (v/v)	4	2		
燃焼性	E	E		

表 3.1.2.1-3 ポリスチレンボードの許容偏差

項 目		許容偏差	項 目	許容偏差
厚さ mm	50 以下	±1.5	高さ mm	±1.5
	50 以上	±2.0	対角線との差 mm	±3.0
幅 mm	900	±1.5	辺の平行度 mm	±2.0
	>900	±2.5	表面精度 mm	±1.5

2) ポリスチレンボード接着剤の性能指標については、表 3.1.2.1-4 を参照のこと。

表 3.1.2.1-4 ポリスチレンボード接着剤の性能指標

項 目		指 標
密着力、MPa (セメントモルタルに使用)	常温	0.60
	耐水	0.40
密着力、MPa (EPS に使用)	常温	0.10
	耐水	0.10
密着力、MPa (XPS パネルに使用)	常温	0.20
	耐水	0.20
躯体壁との密着力、MPa		0.3
使用可能時間、h		2
ポリスチレンボードとの適合性、mm		剥離厚さ 1.0

3) モルタル塗装の性能指標については、表 3.1.2.1-5 を参照のこと。

表 3.1.2.1-5 モルタル塗装の性能指標

項 目		指 標
密着力、MPa (EPS に使用)	常温	0.10
	耐水	0.10
	耐凍結融解	0.10
密着力、MPa (XPS パネルに使用)	常温	0.20
	耐水	0.20
	耐凍結融解	0.20
柔軟性	耐圧強度/耐折強度 (セメントベース)	3.0
吸水量、g/m <sup>2</sup>		1000
モルタルとの密着力 (仕上げタイル張りの場合) MPa (XPS パネルに使用)	常温	0.5
	耐水	0.5
	耐凍結融解	0.5
使用可能時間、h		2
ポリスチレンボードとの適合性、mm		剥離厚さ 1.0

4) 補強材

a. 耐アルカリ性グラスファイバーメッシュクロス

その性能指標については、表 3.1.2.1-6 を参照のこと。

表 3.1.2.1-6 耐アルカリ性グラスファイバーメッシュクロスの性能指標

項 目	指 標
単位面積あたりの重量、g/m <sup>2</sup>	160
断裂変形、%	5
耐アルカリ断裂強度保留率（縦横方向）、%	50
耐アルカリ断裂強度（縦横方向）、N/50mm	750

b. 亜鉛メッキ溶接金網

後熱亜鉛メッキ溶接金網（成型後に熱メッキを施したもの）または機械編みの融解亜鉛メッキ金網を採用しなければならない。その性能指標については、表 3.1.2.1-7 を参照のこと。

表 3.1.2.1-7 亜鉛メッキ溶接金網の性能指標

項 目	指 標	
	後熱亜鉛メッキ溶接金網	亜鉛メッキ鋼線金網
鋼線直径、mm	0.8~1.0	0.8~1.0
網目の大きさ、mm	12~26	六角形対辺の長さ 23~28
メッキ層重量、g/m <sup>2</sup>	122	50
溶接部分の引張り強度、N	65	—
断裂、一箇所/m	1	—
溶接剥離、一部分/m	1	—

5) 機械用アンカーピン

機械用アンカーピンの金属部品は防腐処理を施すこと。プラスチック部品はポリアミド（PA6 または PA6.6）、ポリエチレン（PE）またはポリプロピレン（PP）等の原料で製造されたものを使用し、リサイクル原料は使用しないこと。性能指標については、表 3.1.2.1-8 の条件を満たさなければならない。

表 3.1.2.1-6-8 機械用アンカーピンの主な性能指標

試験項目	技術指標
引張り強度、kN	C25 以上のコンクリート中、 0.60

アンカーピンの長さや差込み深さは、躯体壁材料と設計の条件に基づき、メーカーの使用説明書を参考にして決定すること。

6) 外装仕上げ面の材料

a. 軟質パテ

性能指標については、表 3.1.2.1-9 の条件を満たすこと。

表 3.1.2.1-9 軟質パテの主な性能指標

試験項目		性能指標
施工性		塗付けがスムーズ
初期耐断裂性		ひび割れなし
密着力、MPa	標準状態	0.6
	凍結融解を繰り返した後	0.4
耐水性、96h		異常なし
耐アルカリ性、48h		異常なし
柔軟性		直径 50mm、ひび割れなし
吸水量、g/10min		2

b. 建築塗料

適合基準の条件を満たすこと。外断熱システムとの適合性があること。

c. 仕上げモルタル

性能指標については、表 3.1.2.1-10 の条件を満たすこと。

表 3.1.2.1-10 仕上げモルタルの主な性能指標

項目		指標
初期乾燥耐断裂性		ひび割れなし
密着力、MPa	標準状態	0.50
	経年劣化後	0.50
圧折比		3
吸水量、g	30min	2.0
	240min	5.0
耐塩害性		塩害がないこと

d. 仕上げタイル

性能指標については、表 3.1.2.1-11 の条件を満たすこと。

表 3.1.2.1-11 仕上げタイルの主な性能指標

試験項目	性能指標
吸水率、%	0.5~6.0
1枚あたりの面積、cm <sup>2</sup>	150
厚さ、mm	8
単位面積あたりの重量、kg/m <sup>2</sup>	20
耐凍結性	凍結融解実験後にひび割れや破損が無い
裏面の状態	溝加工

e. 仕上げタイル用接着剤

セメントベースの接着剤を採用すること。その性能指標については、表 3.1.2.1-12 の規定を満たすこと。

表 3.1.2.1-12 仕上げタイル用接着剤の主な性能指標

試 験 項 目		性 能 指 標
仕上げタイル引張り密着力、 MPa	本来の強度	0.5
	浸水後	0.5
	熱劣化後	0.5
	凍結融解を 繰り返した後	0.5
20 分間放置後、MPa		0.5
横方向の変形、mm		1.5

f. 目地材

性能指標については、表 3.1.2.1-13 の規定を満たすこと。

表 3.1.2.1-13 目地材の主な性能指標

項 目		指 標
仕上げタイル引張り密着力、 MPa	本来の強度	0.1
	浸水後	0.1
	熱劣化後	0.1
	凍結融解を 繰り返した後	0.1
横方向の変形、mm		2.0
吸水量、g	30min	<2
	240min	<5
28 日間の線形収縮率、mm/m		<3.0
耐塩害性		塩害がないこと

7) その他の材料

a. ポリエチレン丸棒または角棒

伸縮目地の充填に用いるもので、シーリング剤のパッキングの材料になる。直径(幅)は目地幅の 1.3 倍。

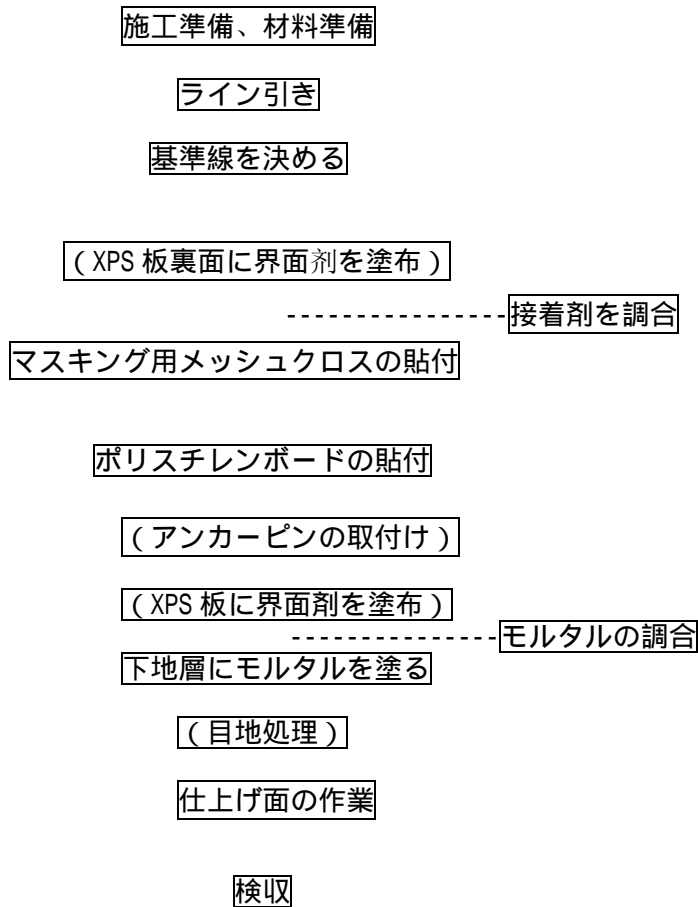
b. 建築用シーリング剤

ポリウレタン、シリコン、アクリルエステル製の建築用シーリング剤を採用すること。その性能指標は JC482、GB16776、JC/T484 の関連規定を満たす以外に、外断熱システムとの適合性があること。

#### 4. 施工要点

##### 1) 施工工程

次のプロセスに従って施工を行う。カッコ内は選択工程。



2) 施工に当たっては以下の点について注意しなければならない。

a. 躯体壁は工程の検収を経て品質基準を満たすものとする。また、壁表面の汚れは剥離剤できれいに取り除き、表面の平坦度が劣る部分は削り取って補修をする。壁表面に張り出している設備や配管の連結部品は取付けが完了していること。

b. 作業環境と下地温度は 5 以上、風力は 5 級以下とする（5 級は風速 8～10.7m）。雨天時は施工しないこと。

c. 夏季の施工時は施工面が直射日光に当たるのを避け、必要に応じて足場に日よけシートを掛け、壁面を隠すこと。万一施工中に突然雨が降り出した場合は、有効な対策を施し、雨水で壁面が濡れるのを防ぐこと。

3) 図面に基づく墨出し

建物の立面設計と外断熱の条件に基づき、外ドアと窓の水平・垂直ライン、伸縮目地、装飾ライン、飾り溝ライン等を引く。

4) 基準線の決定

建物角部（出隅、入隅）およびその他必要な場所に下げ振りを掛け、各階の適切な場所に水

糸を掛けることにより、ポリスチレンボードの垂直度と平坦度を調節する。

#### 5) XPS 断熱材の裏に界面剤を塗布する

XPS 断熱材を使用する場合、システムの必要に応じて XPS 断熱材と壁の接着面に界面剤を塗り、準備しておく。

#### 6) ポリスチレンボードの接着剤配合

接着剤は調合基準に従い正確に計量し、確実に均一になるまで機械攪拌する。一回の調合量は使用可能時間内の量以下とする。十分に攪拌された接着剤は、直射日光や風が当たらない場所に置き、使用可能時間を過ぎた後は使用しないこと。

#### 7) マスキング用メッシュクロス of 貼付

貼り付けたポリスチレンボードの縁が剥き出しになっている部分（伸縮目地・建物沈下目地・温度目地等溝の両側、ドア・窓部）には、すべてメッシュクロスでマスキングすること。マスキング用メッシュクロスは裏返した後すぐにポリスチレンボードに貼り付けること。

ドア、窓、開口をメッシュクロスで補強する部分が三層になるのを避けるため、マスキング用メッシュクロスを貼り付ける時は、補強メッシュクロスと重なる部分を切り落とすこと。（45°の方向に沿って切り落とす）

#### 8) ポリスチレンボードの貼付

板は水平に並べ、上下は溝がはまるように貼り、出隅、入隅は交互にずらして貼り付けること。ポリスチレンボードのジョイント部分は、ドアや窓の開口部の四隅に残しておかないこと。ポリスチレンボードの貼り付け方法には、点状接着と線状接着がある。点状接着は壁表面の平坦度が劣る場合に適しており、線状接着は壁表面の平坦度が高い場合に適している。点状接着を採用する場合、塗装仕上げでは接着面積率は40%以上とし、タイル仕上げでは接着面積率は50%以上とする。ポリスチレンボードの側面には接着剤を塗布しないこと。

ボードを貼り付ける際は、軽く均等にボードを押さえ、随時2mのゲージと下げ振りで平坦度と垂直度を検査すること。縁にはみ出た接着剤を丁寧に取り除き、板の間に接着剤がないようにする。板の隙間は確実に接合し、隙間の幅が2mmを超えた場合は、適度な厚みのあるポリスチレン片、または発泡ポリウレタンで充填する。隙間の幅が1.5mm以下の場合はサンドペーパーや専用の研磨機で研磨し、研磨後は表面の粒や埃を取り除くこと。

不規則な部分にポリスチレンボードを貼付した場合は、現場で裁断してもよいが、切り口とボード表面が垂直になるように注意すること。壁面全体の縁や角には短辺の寸法が300mm以上のポリスチレンボードを採用すること。

#### 9) アンカーピンの取付け

アンカーピンの取付けは、ポリスチレンボードを貼付してから少なくとも24時間後に行うこと。打ち込み深さは設計基準に従うこと。ねじ込み、または打ち込み式でアンカーピンを取付ける。

---

タイル仕上げ面の場合、設計したアンカーピン配置図の位置に穴を開け、ソケットを埋め込む。

10) XPS 断熱材に界面剤を塗布する

XPS 断熱材を使用する場合、システムの必要に応じて XPS 断熱材と壁の接着面に界面剤を塗り、準備しておく。

11) モルタルを調合する

調合基準に従い正確に計量し、確実に均一になるまで機械攪拌する。一回の調合量は使用可能時間内の量以下とする。十分に攪拌されたモルタルは直射日光や風が当たらない場所に置き、使用可能時間を過ぎた後は使用しないこと。

12) 下地層にモルタルを塗布する

ポリスチレンボードの取付け完了 24 時間後、かつ検査検収後に行うこと。

ポリスチレンボードの下地層にモルタルを塗布する際は、厚さは 2~3mm とする。ドア、窓の開口部四隅と出隅入隅に使用した補強メッシュクロスはモルタルの中に塗り込むこと。具体的な方法は付録 A 出隅入隅の処理方法と、開口部の処理方法を参照のこと。

タイル仕上げの場合はソケットに保護処理を施した後、下地層にモルタルを塗布する。

下地層のモルタル塗布の施工は、ポリスチレンボードの取付け終了後 20 日以内に行うこと。ポリスチレンボード取付け後は、すぐにモルタルを塗布できないため、相応の界面処理を施すこと。

13) クロスメッシュを敷く

モルタル塗布の可能時間内に、クロスメッシュをよく引っ張ってから、下地層のモルタルに貼り、中央から四隅に向かって、コテを使ってモルタルに塗り込む。しっかり押さえて平坦に均し、メッシュクロスに決して皺が生じないようにする。貼り付ける際に接続部分がある場合、接続部分の長さは 80 mm 以上とする。

仕上げタイルの場合は、クロスメッシュを敷いた後、アンカーピン（ナット付帯）をソケットにねじ込む（または打ち込む）。

二層のグラスファイバーメッシュクロスを採用する場合は、しっかり固定したメッシュクロスの上にモルタルを塗付すること。厚さは約 2mm で、その後上述の規定にしたがって、更にもう一層のメッシュクロスを敷く。

14) 上塗り層にモルタルを塗付する

下地層に塗付したモルタルが凝固する前に、上塗り層にモルタルを塗付する。厚さは 1~2mm とする。メッシュクロスを覆うかメッシュクロスの輪郭が少し見えるくらいがよい。膨れが生じるのを防ぐため、モルタル塗布面をしきりに揉むことは厳禁とする。

タイル仕上げの場合、上塗り層にモルタルを塗付する際の厚さは 2~3mm とする。

モルタル塗布の総厚さは表 3.1.2.1-14 の上塗り層のモルタル厚さの範囲内に抑えるとよい。



表 3.1.2.1-14 上塗り層のモルタル厚さ

仕上げ面	塗料	タイル	
		単層	二層
層数	単層	単層	二層
モルタル塗布総厚さ、mm	3~5	4~6	6~8

モルタル塗布の施工は、伸縮目地、片持ち梁台（挑台）等自然に止められる部分で間隔を置き、後の施工作業の連係がとりやすいようにすること。連続する壁面で作業を止める必要がある場合は、上塗り層のモルタルが、敷いたクロスメッシュを完全に覆わないようにすること。クロスメッシュの継ぎ目の平坦度に規定外の偏差が出ないように、クロスメッシュと下地層のモルタルで階段状の勾配を作る必要があり、その段差は 150mm 以上とする。

15) “目地” の処理

伸縮目地、沈下目地は、製品によって個別に設計するとよい。伸縮目地を施工する際は、モルタル塗布工程で一本ずつはめ込み、モルタルが凝固し始めたら引き出し、目地周りを整え直す。目地内に発泡ポリエチレンの丸棒（角棒）を充填しパッキングする際は、更に 2 回に分けてシーリング剤を充填する。充填する厚さは目地幅の 50%~70%とする。沈下目地はそれぞれの目地幅と位置により、金属のカバープレートを設置し、釘やネジが確実に固定されるようにする。具体的な方法は付録 A 伸縮目地、沈下目地の施工方法を参照のこと。

16) 補強層の施工方法

塗装仕上げの場合、最下層とその他補強が必要な部位の耐衝撃性を考慮し、モルタルの上塗り後に更にメッシュクロスを敷き、モルタルを塗付する。モルタル塗布面の総厚さは 5~7mm に調整する。

17) 仕上げ面の作業

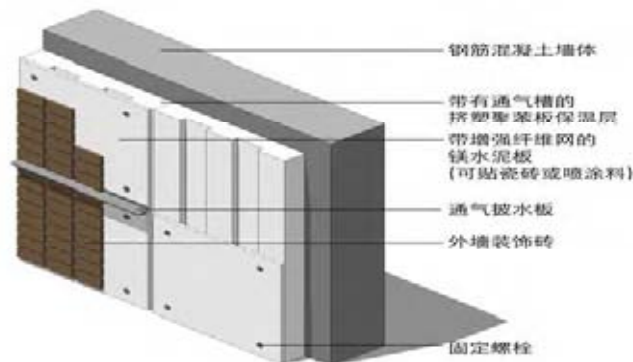
モルタル上塗り層のベースが仕上げ面の施工に適する状態になれば、仕上げ面の作業を行うことができる。

仕上げ面には塗料、仕上げモルタル、タイルなどの方法を選択できる。具体的な施工方法は仕上げ下面施工の関連基準にしたがって行う。

タイル仕上げを選択する場合は、サンプルでの試験に合格した後、上塗りモルタルの施工から 7 日以内に行うこと。

3.1.2.2 外断熱通気外壁の施工要点\*：

外断熱通気外壁とは、断熱層中の空気層により外断熱の効果を強化する外壁外断熱の工法である。この工法は断熱層の真空層の断熱方式とは区別される。空気層の位置により、この外壁外断熱の工法は、「断熱層に通気層を備えた方式」と「外壁の複合板に通気層を備えた方式」の 2 種類に分



3.1.2.2-1 断熱層に通気層を備えた方式の外断熱通気外壁の工法

けられる。

### 1. 断熱層に通気層を備えた方式の外断熱通気外壁の工法（図 3.1.2.2-1）

- 1) 鉄筋コンクリートの躯体壁は、壁面を平坦にし、断熱層と密着させること。
- 2) 通気層に押出ポリスチレンフォームの断熱層を備えている場合は、通気層はすべて清潔に保ち、順調な通気が確保できるようにすること。
- 3) ファイバーメッシュ強化マグネシウムセメント板は、断熱層との間に通気層を形成し、外壁に仕上げ上げタイル貼付や塗料の吹き付けにも用いられる。
- 4) 外壁の仕上げ上げタイルは、外壁タイルの物理的性能の条件を満たし、ファイバーメッシュ強化マグネシウムセメント板と密着させること。
- 5) 通気防水板は雨よけと通気孔への空気の取り込みに用いられる。
- 6) 固定ネジは通気層の保護板と断熱層を外壁に固定するのに用いられる。ネジをコンクリートの前面に固定する場合は、プラスチックのカバーをし、冷橋が生じないようにすること。

### 2. 断熱層に通気層を備えた外断熱通気外壁の工法（図 3.1.2.2-2）

1) 鉄筋コンクリートの躯体壁は、壁面を平坦にし、断熱層と密着させること。

2) 押出ポリスチレンフォームの断熱層は、躯体壁と密着させること。

3) 通気孔を備えたコンクリート複合セメント板は、溝のある側と断熱層を接合し、通気層を形成する。

4) 板間通気付属部品は、板の間の通気層をつなげる。

5) 外壁タイルは、外壁タイルの物理的性能の条件を満たし、通気層を備えたコンクリート複合板と密着させる。

6) 固定ネジは、通気層を備えたコンクリート複合板と断熱層を外壁に固定するのに用いられる。ネジをコンクリートの前面に固定する場合は、プラスチックのカバーをし、冷橋が生じないようにすること。

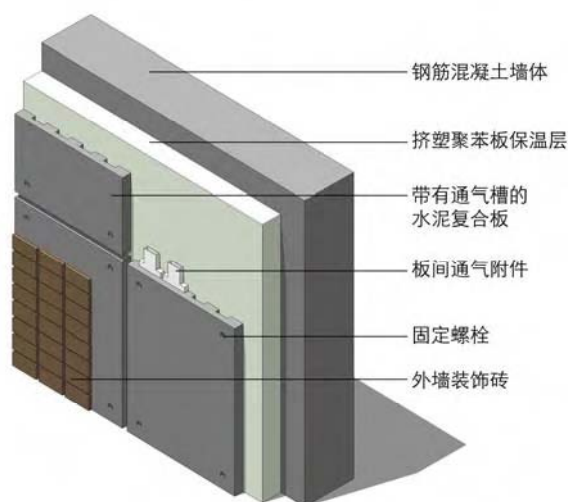


図 3.1.2.2-2 断熱層に通気層を備えた外断熱通気外壁の工法

### 3.1.2.3 断熱材乾式工法の施工要点（図 3.1.2.3-1）

1. 乾式工法の外壁断熱材は、一般に繊維系の断熱材である。

#### 2. 施工の順序

a) 軽鉄下地受け金物の設置

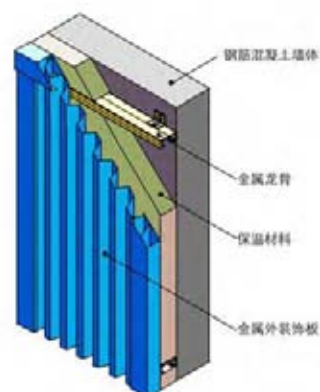


図 3.1.2.3-1 断熱材の乾式施工工法

- b) 軽鉄下地の設置
- c) 断熱材の設置
- d) 透湿防水シートの設置
- e) 金属外装パネルの隅出し
- f) 金属外装パネルの水切りの設置
- g) 金属外装パネルの設置
- h) 内側凹角カバーの設置
- i) 外側凸角カバーの設置
- j) 上部と窓部防水板の設置

### 3. 隅出し

設置開始のための隅出しについては、外角上の軽鉄下地には垂直基準線が必要であり、これを金属外装パネルの設置基準の線とする。

### 4. 腰水切り役物の取付け (図 3.1.2.3-2)

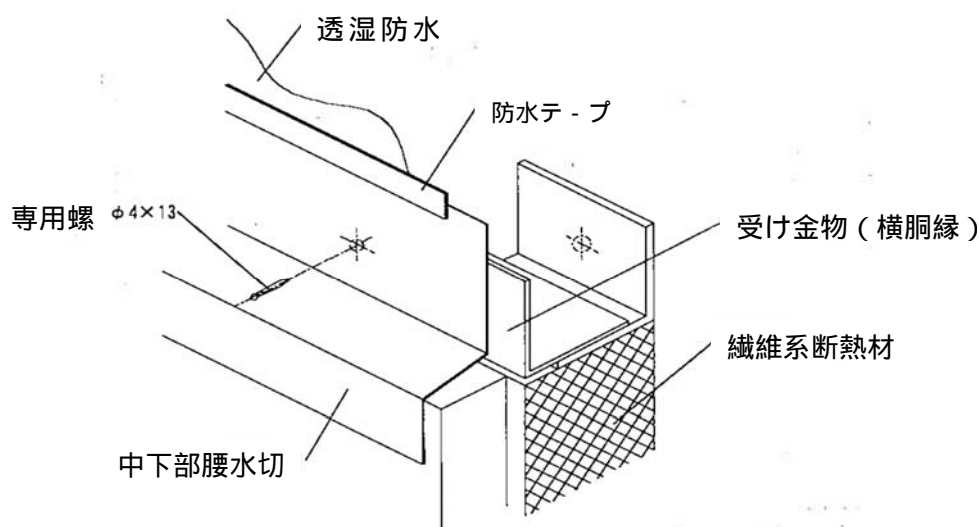


図 3.1.2.3-2 腰水切りの構造

この作業は本体取付けに先立つ作業である。各役物は定尺 3700mm で、ジョイント部では 100mm 程度、重ね接合代をとること。(重ね接合部に樹脂シールを充填すること)

### 5. 金属外装パネル建て込み (図 3.1.2.3-3)

本体に切粉が付着した場合は必ず拭き取らなければならない。本体取り付け用ビスは受け金物に適切に取り付ける。(本体建てこみにおいては、通気工法のために 10mm 程度の通気口を確保すること。) 本体に差し込む深さは 15mm とする。

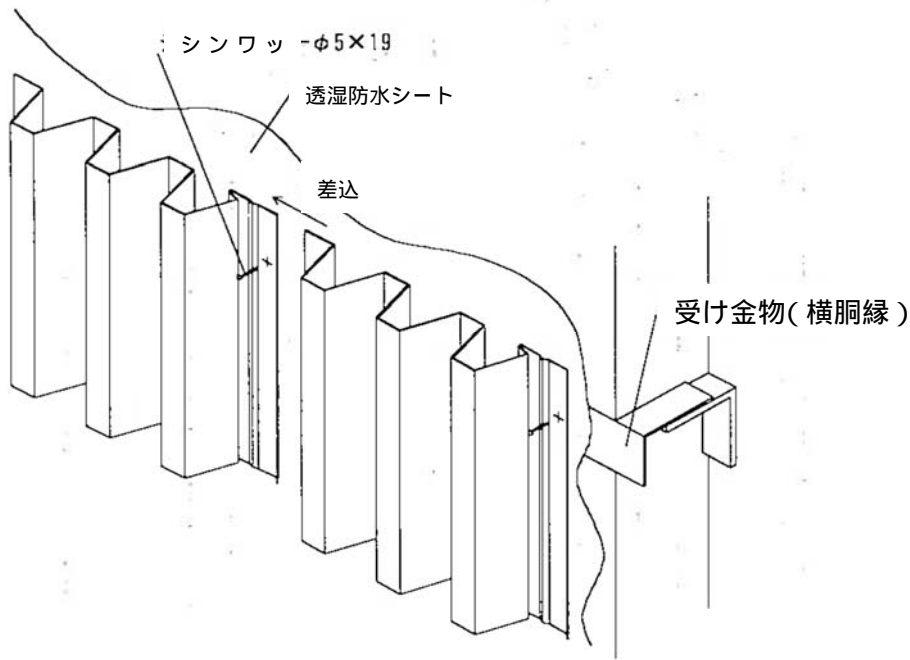


図 3.1.2.2-3 本体の取付け

本体は長尺または高所の場合、本体の揚重は重心を求めなければならない。パネルを所定の位置に取付ける際に、当金をしてドリルビスで横胴縁に留め付ける。本体を下地受け金物(横胴縁)に取り付ける際に、締めすぎないように注意しなければならない。同時に透湿防水シートが所定の位置に付いていることを確認する。

6. 本体の切断

本体の切断に当たっては、本体成形品に切粉が付着しないように十分除去、清掃しなければならない。

7. 出隅、入隅カバーの取付け (図 3.1.2.3-4)

8. 入隅カバーは、本体建て込みと同時に施工する。

9. また、本体の切り欠きは原則、幅方向 1/3 程度残すようにしなければならない。

10. 切り欠き部には種々の作用力が集中し易くなるため、持ち運び、取付け施工時には特に本体の折れに注意しなければならない。

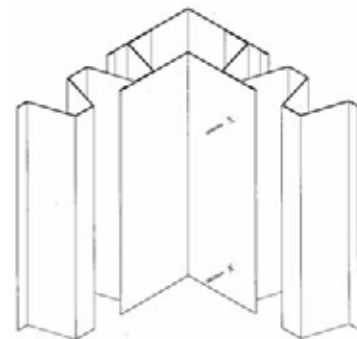


図 3.1.2.3-4 入隅カバーの取付け

## 3.2 暖房システム施工の要点

### 3.2.1 暖房システムの施工

#### 3.2.1.1 一般規定

1. 配管直径が 32mm 以下の場合はネジで接合する。配管直径が 32mm より大きい場合は溶接を採用する。

2. 配管直径 100mm 以下の亜鉛メッキ鋼管には、ネジで接合する方式を採用し、タッピングの際に損傷した亜鉛メッキ層表面、および露出しているネジ山の部分には、防錆処理を施すこと。配管直径が 100mm より大きい亜鉛メッキ鋼管は、フランジかスリーブ式の専用管材で接合し、亜鉛メッキ鋼管とフランジの溶接部分には亜鉛メッキを 2 度施すこと。

### 3.2.1.2 配管及び部品の設置

1. 配管を設置する際の勾配について、設計に明記されていない場合は、以下の規定を満たさなければならない

1) ガスと水が同じ方向に流れる温水暖房配管と凝結水配管については、勾配は 0.3% とし、0.2% を下回らないこと。

2) ガスと水が逆方向に流れる温水暖房配管については、勾配は 0.5% 以上とする。

3) 放熱器の支管の勾配は 1% とし、勾配の向きは排気や排水をしやすい向きにすること。

2. 平衡装置の型番と設置場所及び設計草案、また固定用の台の構造と設置場所については、設計条件を満たさなければならない。

3. 均圧バルブと調節バルブの型番、規格、公称圧力及び設置場所については設計条件を満たさなければならない。設置した後は、システムのバランスを取りながら、テストと調整を行い、その標示をすること。

4. 熱量計、スチームトラップ（不要物除去装置）、浄化装置、濾過器、バルブの型番、規格、公称圧力、設置場所については、設計条件を満たさなければならない。

5. 暖房システムの引き込み装置と、各住戸別熱量検針システムの住戸へ入る部分の装置については、設計条件を満たさなければならない。設置場所は検査、メンテナンス、調査に便利な場所にすること。

6. 放熱器の支管の長さが 1.5m を超える場合は、支管に留め具を取り付けること。

7. 主管に垂直または水平に支管を溶接する場合は、主管に穴を開ける際に出る金属くずや管壁等の廃棄物を配管内に残さない。また、支管を溶接する際は、主管に差し込まないようにすること。

8. 直径 32mm 以上の溶接配管の曲がりを自然な形で補整する場合は熱処理方法を用いること。プラスチック配管と複合配管については、必ず直角のエルボを使わなければならない場合以外は、管を直接曲げて湾曲を作る。

9. 配管、金属の固定台、設備の防腐剤と塗装は確実に付着させ、めくれ、気泡、たれ、塗り残し等の不備がないようにする。

10. 暖房配管設置についての許容偏差は表 3.2.1.2 の規定を満たさなければならない。

表 3.2.1.2 暖房配管設置についての許容偏差と検査方法 (GB50242-2002 表 8.2.18 より)

番号	項目		許容偏差	
1	横管の 縦・横方向 の曲がり (mm)	1m につき	管径 100mm	1
			管径 > 100mm	1.5
		全長 (25m 以上)	管径 100mm	≧13
			管径 > 100mm	≧25
2	縦管の 垂直度 (mm)	1m につき	2	
		全長 (5m 以上)	≧10	
3	曲がり管	楕円率 ( $D_{max} - D_{min}$ ) / $D_{max}$	管径 100mm	10%
			管径 > 100mm	8%
		非平坦度 (mm)	管径 100mm	4
			管径 > 100mm	5

注:  $D_{max}$ ,  $D_{min}$ : それぞれ配管の最大外径と最小外径を表す

### 3.2.2 暖房設備の設置

#### 3.2.2.1 放熱器の設置

1. 放熱器を組み立て後、または、ユニット単位で出荷される放熱器は設置前に水圧検査を行う。設計上、試験圧力を問われない場合は、作業圧力の 1.5 倍とする。ただし、0.6Mpa を下回らないようにする。

2. ユニット式放熱器のスペーサーについては以下の条件を満たさなければならない:

1) ユニット式放熱器のスペーサーは既成品を使用し、組み立てた後のスペーサーの露出は 1mm 以下にすること。

2) 放熱器のスペーサーの材質は、設計上問われない場合、耐熱ゴムを採用すること。

3. 放熱器の固定台やブラケットは位置を正確に、また確実に埋設すること。放熱器の固定台やブラケットの数は設計及び取扱説明書の条件を満たすこと。

4. 設置する際、放熱器の背面から仕上げ後の壁面までの距離は、設計及び取扱説明書の条件を満たすこと。設計書に明記されていない場合は 30mm とする。

5. 放熱器設置についての許容偏差は表 3.2.3.1 の規定を満たさなければならない。

表 3.2.3.1 放熱器設置についての許容偏差 (GB50242-2002 表 8.3.7 より)

番号	項目	許容偏差 (mm)
1	放熱器背面から壁面までの距離	3
2	窓の中心線または設計位置までの寸法	20
3	放熱器の垂直度	3

6. 鋳鉄製またはスチール製の放熱器表面の腐食防止剤や塗装は確実に付着させ、色は均一で、めくれ、気泡、たれ、塗り残し等の不備がないようにすること。

### 3.2.2.2 低温水式床暖房システムの設置

1. 加熱管は設計図で定められた配管距離と方向に従い敷設する。加熱管は真直ぐ設置し、管と管の距離の設置誤差は 10mm 以下とする。加熱管の敷設前は、施工図と照合させて、加熱管のタイプ、管径、壁の厚さが設計条件を満たしているか査定する。また、加熱管の外観品質について、及び管内部の異物の有無についても確実に検査を行うこと。加熱管の設置を中断・完了した場合、開口部分は随時塞がなければならない。

2. 加熱管が曲がっている場合は、円弧の頂点部分に力を加えて(しっかり支え)、留め具で固定し、通りが悪い部分がないようにする。加熱管の湾曲半径は管外径の 6 倍以上であることが望ましい。

3. 充填層内部に埋め込まれた加熱管には継ぎ手は取り付けないこと。

4. 施工検収後に加熱管の破損が見つかり、継ぎ手を取り付ける必要がある場合は、異なる材質のプラスチック製の加熱管を参考にして、ホットメルト接合やスリーブ式、圧着式の銅製継ぎ手を採用する。銅製継ぎ手を採用する際は、さらに外部に腐食防止及び保護対策を施さなければならない。銅管は機械接合や溶接接合を行う方がよい。継ぎ手の種類に関わらず、仕上げ面にははっきりと明記する。

5. 加熱管には以下の固定方法を採用することができる：

- 1) 遮熱板、または複合表層を持つ遮熱板に、固定金具で加熱管を直接固定する。
- 2) 遮熱層に敷いた網の上に、コードバンドで加熱管を固定する。
- 3) 遮熱層表面に設置された専用固定台か留め具に直接固定する。
- 4) 遮熱層表面の突起の間の溝に直接固定する。

6. 加熱管の固定点の間隔は、ストレート管では 0.7~1.0m、曲がり管では 0.2~0.3m が望ましい。

7. 分水器等、集水器附近、及びその他加熱管が比較的密集した部分において、管と管の間隔が 100mm 以下の場合は、加熱管外部にソフトタイプのさや管を付ける等の保温措置を施す。

8. 加熱管が床面から出た部分から分水器等・集水器に接続する部分までの曲がり部分は床の仕上げ層から露出しないようにする。加熱管が床面から出た部分から、分水器等・集水器下部のボールバルブの接続部分までのむき出しの配管部分は、その外部をさや管で覆うこと。さや管は仕上げ面から 150~200 mm 高くすること。

9. 加熱管と分水器等・集水器の装置及び管材との接合は、スリーブ式、圧着式を用いて確実に挟んで圧着させること。継ぎ手は銅製が良い。銅製の継ぎ手が直接 PP-R または PP-B に接触する面はニッケルをメッキすること。

10. 加熱管循環路の設置は、なるべく(伸縮目地)を突き抜けないようにする。突き抜ける場合は、長さ 100mm 以上の両端が均等なソフトタイプのさや管を取り付けること。

11. 分水器等・集水器は加熱管を敷設する前に設置すること。水平に設置する際は、一般的には

---

分水器を上、集水器を下に設置する。中心距離は 200mm、集水器の中心は床面から 300 mm 以上にすること。

#### 12. 伸縮目地の設置

1) 内壁・外壁、柱、ドア等と接する所には、切れ目のない伸縮目地を敷設する。伸縮目地の接合部は、重なり部分を作り接合する。重なり部分の幅は 10mm 以上とする。伸縮目地は壁、柱などと確実に固定し、床の遮熱層と密着させること。伸縮目地の幅は 20mm 以上が望ましい。伸縮目地にはポリスチレンまたは高発泡性ポリエチレンのプラスチックフォームを使用する。

2) 床面積が 30 m<sup>2</sup>以上、または辺の長さが 6m 以上の場合は、6m 以下の間隔で伸縮目地を設置すること。伸縮目地の幅は 8mm 以上とする。伸縮目地には高発泡性ポリスチレンまたは水膨張性弾性シーリング材を使用した方がよい。

3) 伸縮目地は遮熱層の上端から充填層の上端まで設置する。

#### 3.2.2.3 補助設備の設置

1. ポンプ設置前の基礎コンクリートの強度、位置、高さ、サイズ、ボルト穴の位置は、設計の規定を満たさなければならない。

2. ポンプ試運転時のベアリング温度上昇については、説明書の規定を満たすこと。

3. 貯水タンクの固定台または台座の設置について、そのサイズと位置は設計の規定を満たし、平坦で牢固に埋設すること。

4. 貯水タンクの排水ホースと放水ホースは、排水地点近くに設置するが、排水管と直接連結しない。

5. 縦型ポンプの防振装置には、運転時の安定性を保つため、スプリング式の防振器は採用しない方がよい。

6. 熱交換機は最高作動圧の 1.5 倍で水圧試験を行い、蒸気部分は蒸気供給圧力に 0.3Mpa 加えた圧力を下回らないようにし、温水部分は 0.4MPa を下回らないようにする。

7. シェルチューブ式熱交換器の設置について、設計上問われなければ、ヘッダーから壁や屋根までの距離は換熱管の長さを下回らないようにすること。

### 3.3 機械換気システム施工の要点

#### 3.3.1 一般規定

機械換気システムは国家基準「通風と空調工程施工品質検収規範」(GB50243-2002)と「通気管技術規定」(JGJ141-2004)の基準により施工を行うこと。また、「建築設計防火規範」(GB50016-2006)と「高層民間建築設計防火規範」2005 年版 (GB50045-95)の防火関連規定を厳守すること。

#### 3.3.2 配管及び部品の設置

ダクトには金属ダクト、硬質塩化ビニルダクト、フレキシブルダクトを採用できる。



### 1. 換気ダクトの施工

換気ダクト等各部位の連結については、材料と施工方法の面で注意する必要がある。長期使用の場合は、脱落や空気の漏れを防ぐため、粘着性のあるビニールテープ等の材料は使用しないこと。配管の施工時には、力を入れて押さえたり曲げたりしないこと。それにより、規定外の圧力消耗となり、実際の換気量が設計値に達しない。

### 2. 室内通風口の施工

室内通風口を天井などに設置する場合、通風口の施工方法の説明書を参考にし、天井底部の基礎部材に確実に設置すること。高い気密性が要求されるスペースに通風口を開ける場合は、シーリング材やテープを使って結合部位を処理し、気密性に影響が出ないようにすること。

3. 換気設備の主要機械、室内用末端機器、室外用末端機器は風量の測定と検査が可能な位置に設置すること。

4. 換気装置の構造部材は風量測定がしやすい材料を選定すること。

## 3.3.3 機械換気設備

1. 機械換気設備は設置方法の説明書を参考に設置し、建物の壁や床スラブに振動が伝わらないようにすること。

2. 設備の主要機械が吊り天井の内部に隠れている場合は、メンテナンスしやすいように面積が比較的大きい点検修理用出入口を開けておくこと。

3. 機械換気設備をダクトの前に接合する場合、排気口から異物が機械内部に入り込むことにより正常な使用に影響が出ないようにすること。

4. 機械換気システムの施工完了時は、各末端機器の風量を確認すること。

## 3.3.4 騒音防止対策

### 1. 換気主要機器の騒音

換気主要機器の設置が規定にしたがっていない場合、設備の振動により大きい騒音が生じる。このため、まず設置規定を確認し、設置するべき位置について考慮しなければならない。本体の設置位置は寝室などの居室付近を避けること。また、防音配管を使用し、設備の騒音が居室内部に入らないよう考慮すること。

### 2. 室内の騒音

居室のドアや窓に通気対策を施す場合、ドアや窓の防音性は確保しにくくなる。このため、静かな居室環境を保つためには、ドアや窓の通気措置を施さない換気方式を採用すること。

### 3. 室外の騒音

壁に設置した換気扇は随時空気の流通経路にあるため、空気の振動による騒音は室内に入りやすい。室外からの騒音を避けるためには、防音カバーを使用したり、ダクト方式の換気方法を採用すること。