

令和5年度 国土交通省補助事業

住宅の省エネルギー 設計と施工 2023

〈改正〉平成28年 省エネルギー基準対応

8地域版
(主に沖縄県)



令和5年度 国土交通省補助事業

住宅の省エネルギー

設計と施工

【8地域版（主に沖縄県）】

【改正】平成28年省エネルギー基準対応

一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

目次

第1章

沖縄の気候特性	005
1. 基本的特徴	006
2. 気象特性	007
2.1. 気温、湿度、降水量、日射、太陽紫外線	007
2.2. 風向と風速	013
2.3. 台風	014
3. 地域ごとの特徴	015

第2章

沖縄の住宅づくり	021
1. 沖縄の住宅づくりの歴史	022
1.1. 伝統的な住宅づくり	022
1.2. 戦後から現在までの住宅づくり	024
2. 沖縄の住宅づくりの基本条件	026
2.1. 夏期に快適な住宅	026
2.2. 高い湿度への対応	027
2.3. 台風への対応	028
2.4. さまざまな沖縄特有の条件への対応	029

第3章

省エネルギーのための住宅設計	031
1. 建築による手法と設備による手法	032
1.1. 建築による手法と設備による手法	032
1.2. 削減対象のエネルギー用途と要素技術	034
2. 断熱・遮熱計画	036
2.1. 断熱・遮熱による手法	036
2.2. 断熱・遮熱設計の考え方	038
3. 気候風土適応住宅	040
3.1. 気候風土適応住宅とは	040
3.2. 沖縄県における気候風土適応住宅	040
4. 配置計画	040
4.1. 方位と建物の配置	042
4.2. 住宅の平面構成とバッファゾーン	043
5. 開口部の計画	044
5.1. 自然風の利用	044
5.2. 開口部の設け方	045
5.3. 昼光利用	047

本テキストに記載の断熱に関する施工方法、納まり等の解説および図版、写真等は、断熱設計および施工の基本的な考え方(理論)に基づいて代表的な例を示したものです。

6. 遮熱等による手法	048
6.1. 庇と軒、雨端(アマハジ)	048
6.2. 日射遮蔽部材	049
6.3. 花ブロック	051
6.4. 屋根通気ブロック	051
6.5. 遮熱塗料	051
6.6. 屋上緑化	052
6.7. 壁面緑化	052

第4章

省エネルギーのための住宅づくり(施工).....053

1. 外皮性能確保のための配慮事項	054
1.1. 断熱材の施工に関する基準	054
1.2. 気密性能の確保	055
1.3. 防露性能の確保	055
1.4. 夏型結露を原因とする「湿害への基本的な対策」	056
2. 木造軸組工法の施工	057
2.1. 外壁の断熱	057
2.2. 天井の断熱	065
2.3. 屋根の断熱	068
2.4. 小屋裏換気の確保	070
2.5. 下屋の断熱	071
2.6. 床・基礎の断熱	072
3. 鉄筋コンクリート造の施工	075
3.1. 断熱工法の特徴	075
3.2. 屋根の断熱	076
3.3. 外壁の断熱	078
3.4. 床・基礎の断熱	079

第5章

参考資料.....081

1. 建材	082
1.1. ガラスの種類	082
1.2. 断熱材	083

あとがき.....087

※本文中の図版・写真等の出典・出所等は、図版等のタイトル近傍に付記していますが、付記していないものは巻末を参照ください。

第 1 章

沖縄の気候特性

1. 基本的特徴

沖縄県は日本の南端に位置し気候区分は亜熱帯に属しています。周辺を海洋に囲まれていることから亜熱帯海洋性気候とも呼ばれます。近海を黒潮（暖流）が流れており、高温多湿な蒸暑地域です。

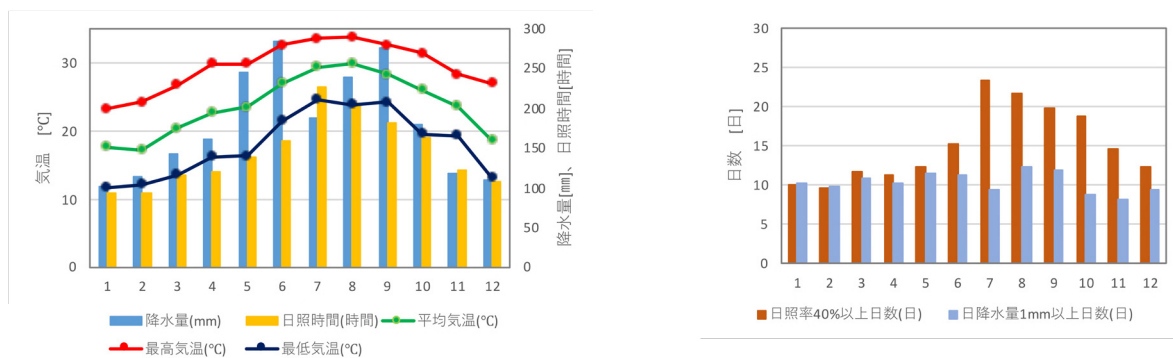
海洋性気候の特徴として夏と冬の気温差が小さいことが挙げられます。例えば、那覇の7月の平均気温は約29℃で2月は約17℃と差は12℃程度です。これは国内の他の地域と比べると小さく、温暖な気候といえます。特に冬は比較的湿度が低く快適です。

湿度は年間を通して高く、那覇で年平均約73%（P008 図1.2.2）です。

降水量は那覇で年間2,000mm程度であり、国内の他の地域の約800～4,000mmと比較すると雨の多い地域に属します。降水量は梅雨と台風が大きく影響され、5,6月と8,9月が多くなります。

日照時間は晴れの日が多い7月が最も多く、曇りや雨の日が多い2月は少なくなります。年間の日照時間は国内の他の地域と比較すると平均的であり特に長いとはいえません。しかし、太陽の南中高度が高いため、日射のエネルギーが強く、年間を通しての日射量は大きくなります。

平均風速は約5m/sであり、日本国内でも特に風の強い地域です。周囲を海に囲まれている小さな島であることから、常時海からの風が吹いており、夏の蒸し暑さを和らげる一方で、冬の強い風は体感気温を下げてしまいます。



注・気温は、最高気温、最低気温の平均値がないため2022年の月平均気温とした。・気温以外は、1991年から2020年の平均値とした。・いずれも、気象庁データを用いた。

図 1.1.1 那覇の気象概要

年間を通して平均7.7個の台風が接近します。これは国内他地域の2倍以上の頻度で、8～9月の最盛期には月平均2個が接近します。沖縄付近で速度を落としながら北西から北東へ進行方向を変えることも多く、その分滞留時間が長く、被害が拡大する傾向にあります。

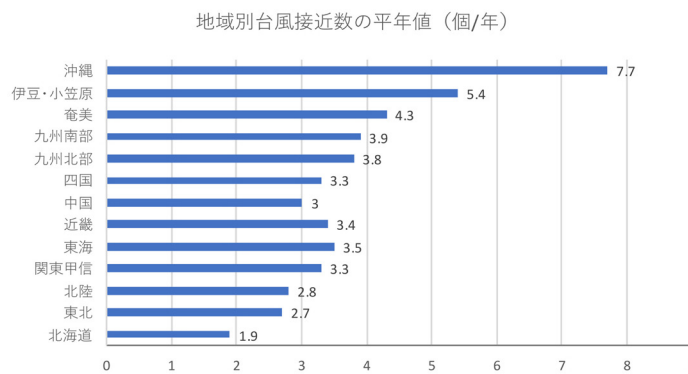


図 1.1.2 地域別台風接近数の平均値（個/年）

月別台風発生数・接近数および上陸数の平均値（1991年から2020年までの平均値）2023年版理科年表

2. 気象特性

2.1. 気温、湿度、降水量、日射、太陽紫外線

(1) 気温

図 1.2.1 は那覇と3都市の気温を比較したものです。蒸暑地といわれる沖縄は、年間の温度差が小さく、また一日の温度差も小さいのが特徴です。日差しの強い夏でも日最高気温の月別平均値が 30℃を超える月は少なく、冬でも日最低気温の月別平均値は 15℃前後で、日最低気温が 10℃を切る日はほとんどありません。

また、過去の記録をみても、最高気温は 35.6℃と札幌よりも低く、また冬期の最低気温も 4.9℃より下がったことはありません。

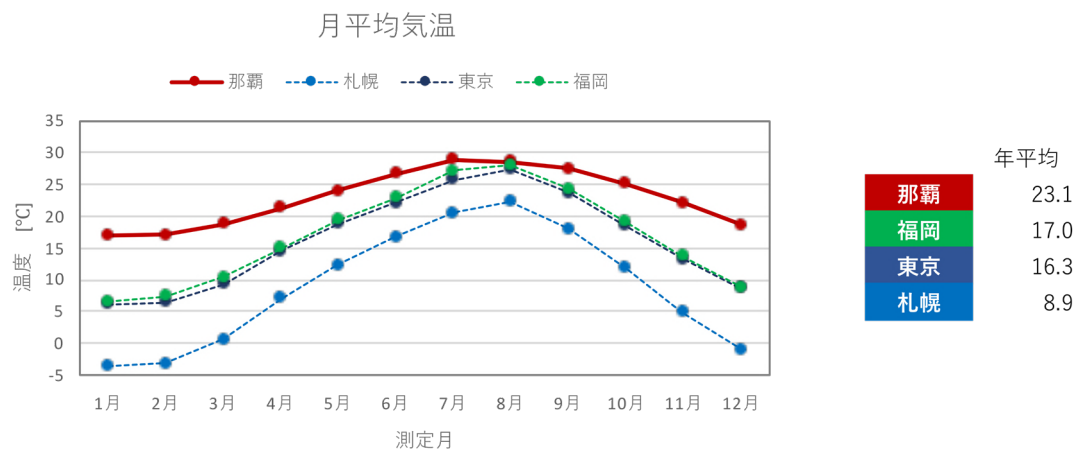


図 1.2.1 月平均気温
(1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成)

表 1.2.1 気温の最高および最低記録 (℃) (2023 年版理科年表より作成)

地点	最高気温		最低気温		統計期間
	温度	年月日	温度	年月日	
那覇	35.6	2001.08.09	4.9	1918.02.20	1890-2021
福岡	38.3	2018.07.20	-8.2	1919.02.05	1890-2021
東京	39.5	2004.07.20	-9.2	1876.01.13	1875-2021
札幌	36.2	1994.08.07	-28.5	1929.02.01	1876-2021

(2) 湿度

図 1.2.2 は那覇と 3 都市の湿度を比較したものです。那覇の年平均の湿度は約 73%であり、他の都市と比較すると年間を通して高くなっています。

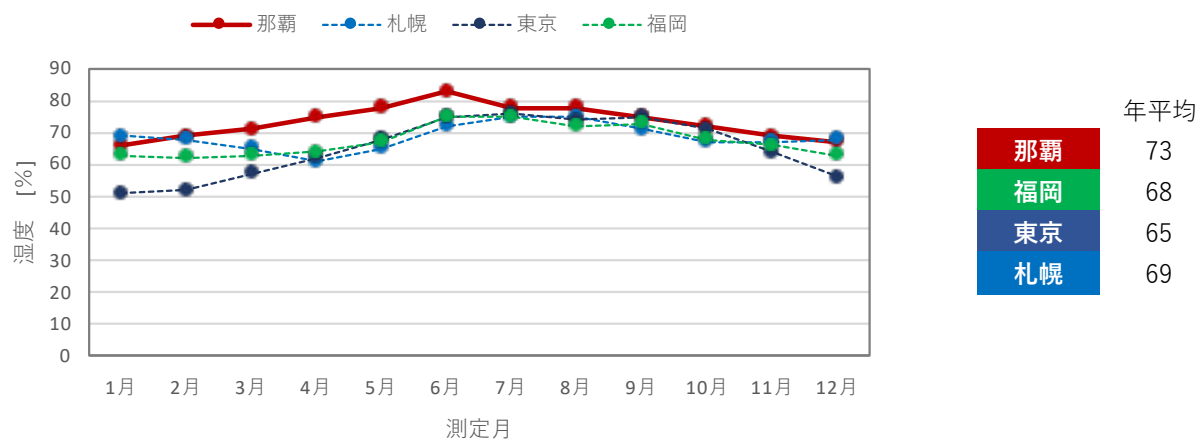


図 1.2.2 月平均湿度
(1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成)

図 1.2.3 は国内 80 地点で観測された湿度のヒストグラム（度数分布図）です。近海を流れる黒潮から湿った風が供給されることが影響し、高温多湿な日本の中でも那覇は特に湿度の高い地域に属しています。

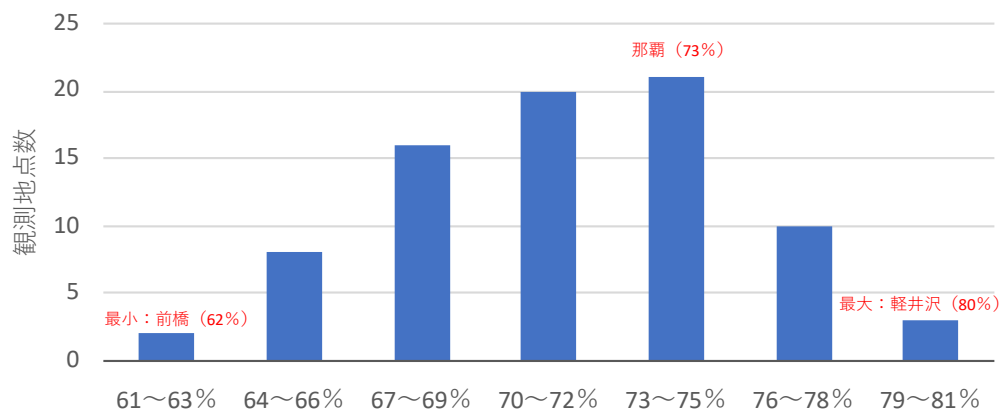


図 1.2.3 国内 80 地点の年平均湿度の分布
(1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成)

(3) 降水量

図 1.2.4 は国内 80 地点で観測された年間降水量のヒストグラム（度数分布図）です。那覇の降水量は 2,161mm で、全国平均（約 1,735mm）より 2.5 割程度大きく、国内では比較的降水量が多い地域であることがわかります。

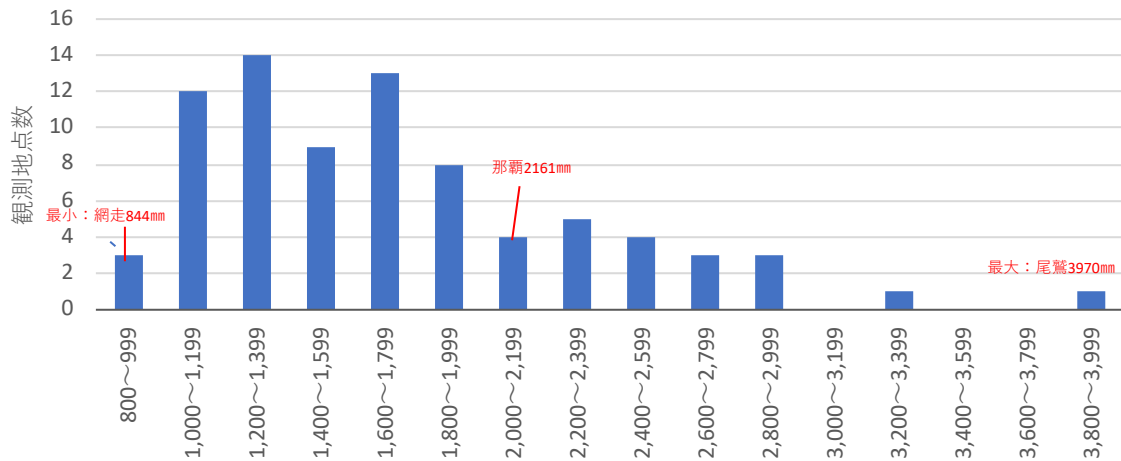


図 1.2.4 国内 80 地点の年間降水量（mm）の分布
（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成）

図 1.2.5 は那覇と 3 都市の月別降水量を比較したものです。他の都市と比較して冬期でも比較的降水量が多いことがわかります。また夏期においても晴天日の多い 7 月以外の降水量は多くなっています。

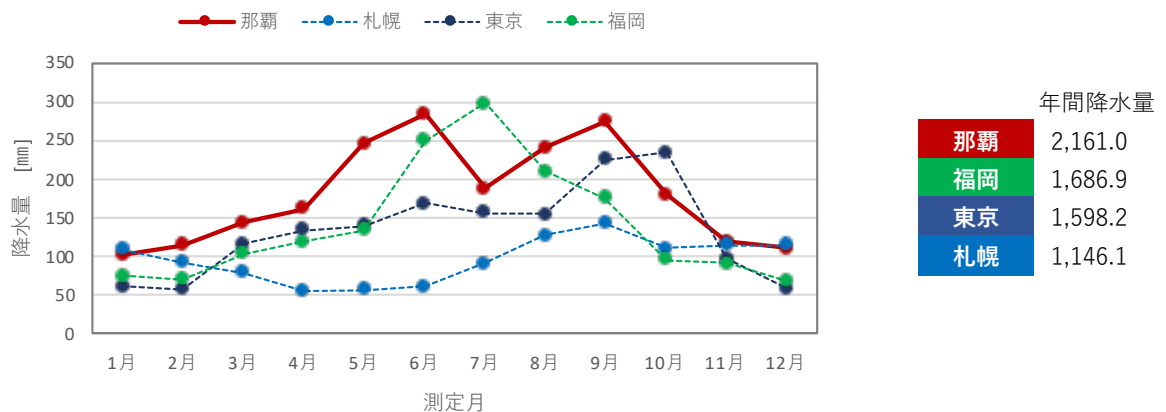


図 1.2.5 降水量の月別平年値（mm）
（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成）

(4) 日射

図 1.2.6 は那覇と東京の、夏至と冬至に於ける水平面と垂直面（方位別）の日射量を表したものです。

日射量は、季節と方位によって異なります。

夏至においては、那覇、東京ともに水平面の日射量の多くが大きな山を描いていますが、東西からの日射もあることがわかります。しかし、南面における日射量は、緯度の低い那覇ではごくわずかしかなりません。

冬至においては、那覇、東京とも、夏至に比べ南面（南西、南東含む）の日射量が格段に多くなっています。水平面と東西面においては那覇の方が東京より多くなっています。

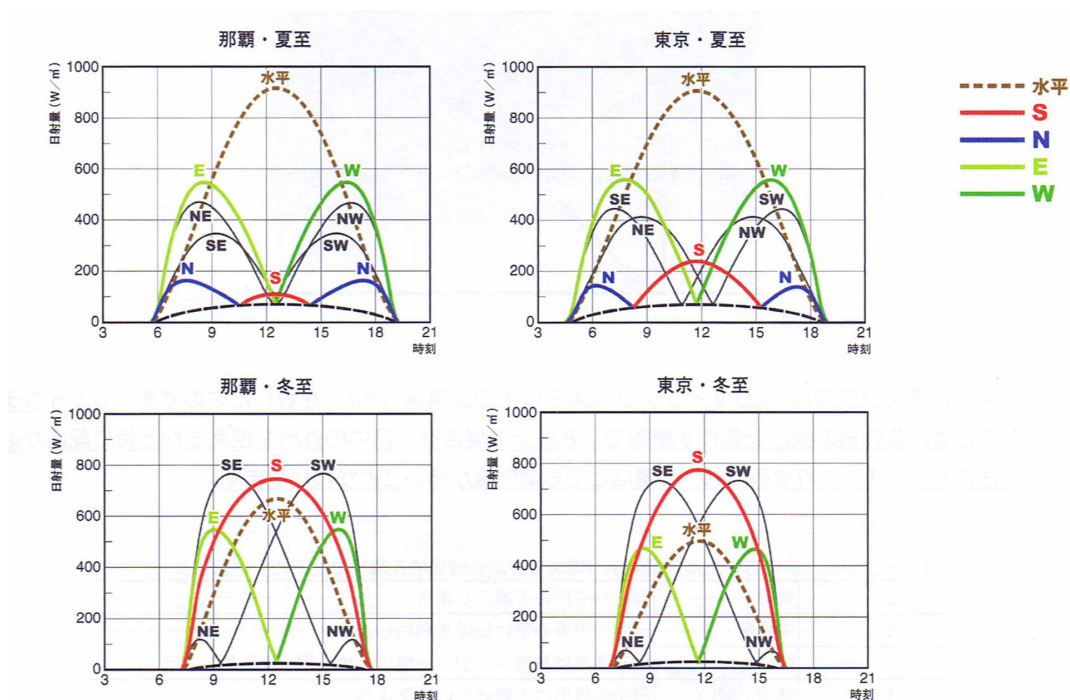


図 1.2.6 各季節晴天日の日射量

出典：「建築設計資料集成 1」、日本建築学会編、1978 年

従って、沖縄での建物に当たる日射量は、図 1.2.7 のように、夏は屋根面への日射が特に強く、東西面から入りますが、南面からはほとんど入りません。冬は屋根面と南西からの日射量が多くなります。

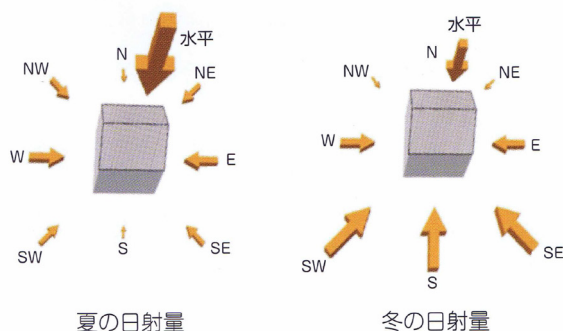


図 1.2.7 沖縄における夏と冬の日射量

出典：「風土に根ざした家づくり手引書」（沖縄県土木建築部住宅課、2015、作図：沖縄県建築士会 調査研究委員会）

図 1.2.8 は那覇と3都市の日照時間を比較したものです。年間の総時間数では、東京と札幌の差は1割程度で、これらの都市間での違いはあまりみられません(観測地80地点の平均は約1,870時間で、この4都市の中では福岡が平均に最も近い)が、那覇では7月の日照時間が非常に多くなっているのに対し、冬から梅雨の時期に当たる1～5月は一番少なくなっています。

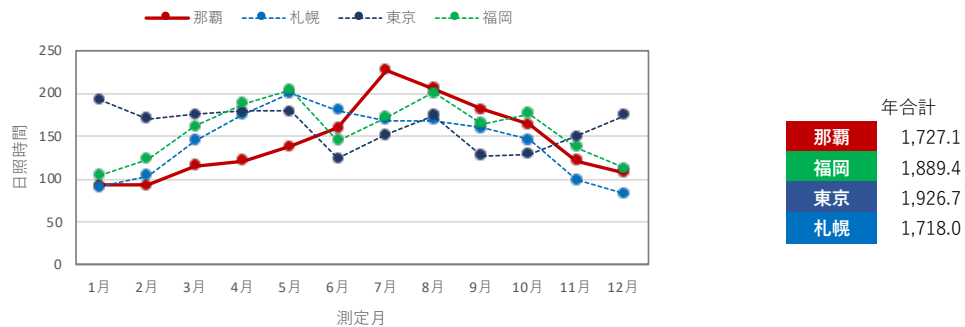


図 1.2.8 日照時間の月別平年値 (h)
(1991 年～2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成)

しかし、図 1.2.9 の全天日射量の比較をみると那覇が東京の15%程多くなっていて、明らかに違いがあります。これは、太陽高度が高いために単位水平面積当たりの日射エネルギーが強く、日照時間よりも大きな影響を及ぼしたことが主な理由です。

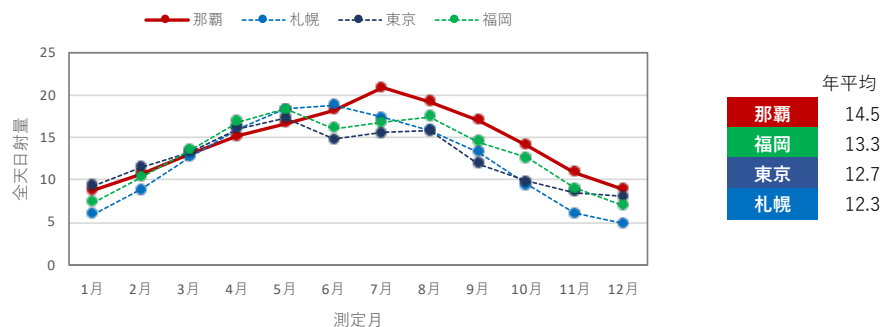


図 1.2.9 全天日射量の日積算量の月別平年値 (MJ/m²)
(1991 年～2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成)

図 1.2.10 は石垣島を含む全国4地点での直達日射量(全天日射から拡散光の影響を除いた直射光による日射量)の比較です。夏期には石垣島の日射量が圧倒的に多いことがわかります。建物設計時には材料の耐久性等に対して沖縄のこの強烈な日差しを考慮する必要があります。

また、建物への強い日射を避けることや、太陽光や太陽熱を活用することが、省エネルギーの観点から有効です。

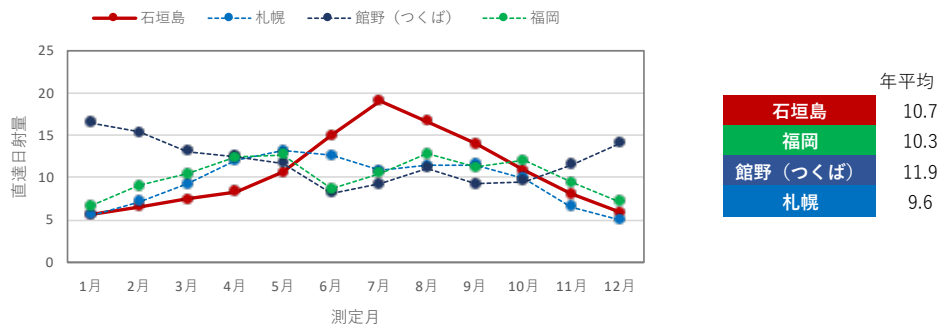


図 1.2.10 直達日射量の日積算量の月別平年値 (MJ/m²)
(1991 年～2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成)

(5) 太陽紫外線

紫外線は、大気層を通過して地上に届く間に空気の分子や雲などに、反射、吸収、散乱されて減衰します。したがって、太陽光が斜めから入り、光路が長い場合は紫外線量は少なく、真上から太陽光が入り、光路が短い場合は、紫外線が多くなります。沖縄の夏期は、太陽の南中高度が高いので、より多くの紫外線をうけます。外壁や屋根などに使われる樹脂素材や塗料は、紫外線に弱く劣化が進行しやすいので、選択の際に配慮が必要です。

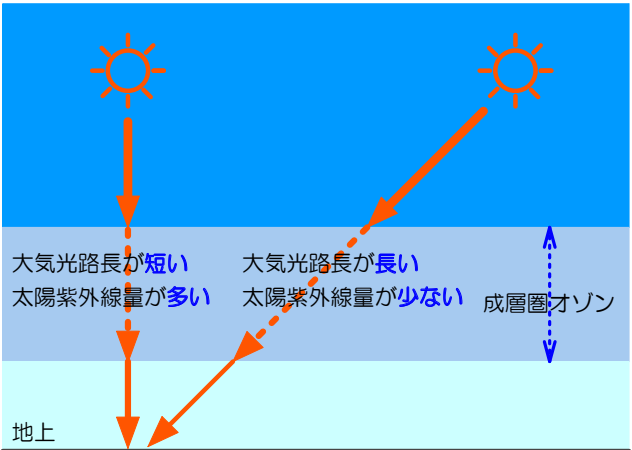


図 1.2.11 太陽南中高度と紫外線

また、図 1.2.12 は、「UV インデックス 8 以上の出現率 (%)」を表したものです。UV インデックスとは、紫外線の強さを表わす指標で、8 以上の場合は、日中の外出を控えるなど特に配慮が必要とされています。これをみても、那覇はとても紫外線が強いことがわかります。

表 1.2.2 UV インデックスに応じた紫外線対策（環境省「紫外線環境保護マニュアル」による）

1～2	弱い	安心して戸外で過ごせます
3～5	中程度	日中は出来るだけ日陰を利用しよう
6～7	強い	出来るだけ長袖シャツ、日焼け止め、帽子を利用しよう
8～10	非常に強い	日中の外出は出来るだけ控えよう
11+	極端に強い	必ず長袖シャツ、日焼け止め、帽子を利用しよう

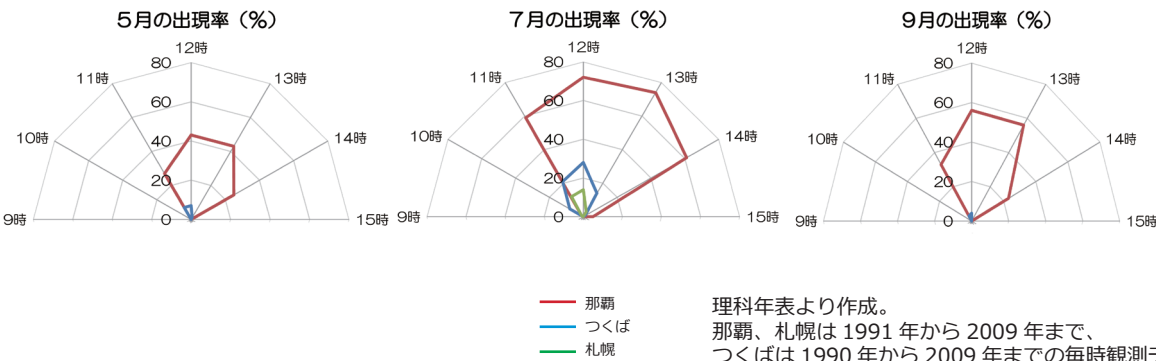


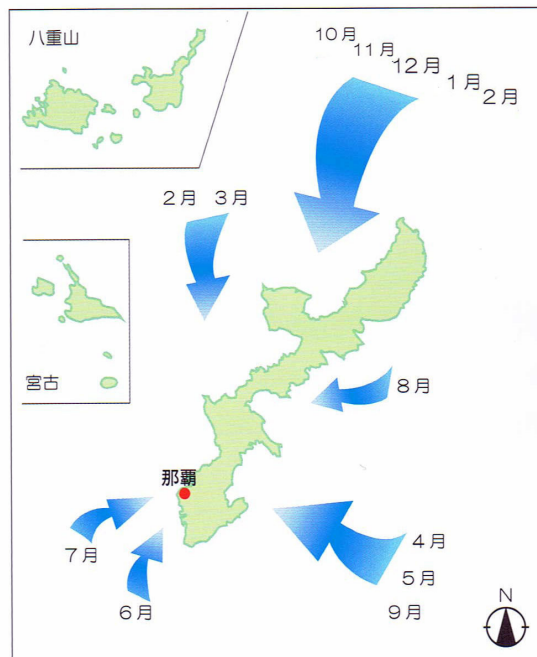
図 1.2.12 光路による太陽紫外線量の違い

2.2. 風向と風速

(1) 風向

図 1.2.13 は那覇市における風向を示したものです。年間を通してあらゆる方向から風が吹いていることがわかります。夏は東南および東南東、冬は北北東からの風が卓越しています。

表 1.2.3 那覇市の最多風向の月別平均値（16 方位・頻度％）
（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表から作成）



月	風向	頻度 (%)
1	NNE 北北東	22
2	N 北	20
3	N 北	16
4	ESE 東南東	12
5	E 東	11
6	SSW 南南西	24
7	SE 南東	16
8	SE 南東	15
9	ESE 東南東	13
10	NNE 北北東	30
11	NNE 北北東	29
12	NNE 北北東	27
年	NNE 北北東	15

図 1.2.13 月ごとの風向きの違い（那覇市：気象庁データ）

出典：「月ごとの風向きの違い（2005～2014 年那覇市）」（気象庁ホームページより）

(2) 風速

図 1.2.14 は那覇と 3 都市の風速の比較を示したものです。那覇では年間の平均風速が 5.3m/s に達し、他の都市と比較して年間を通して風速が大きいことが明らかです。

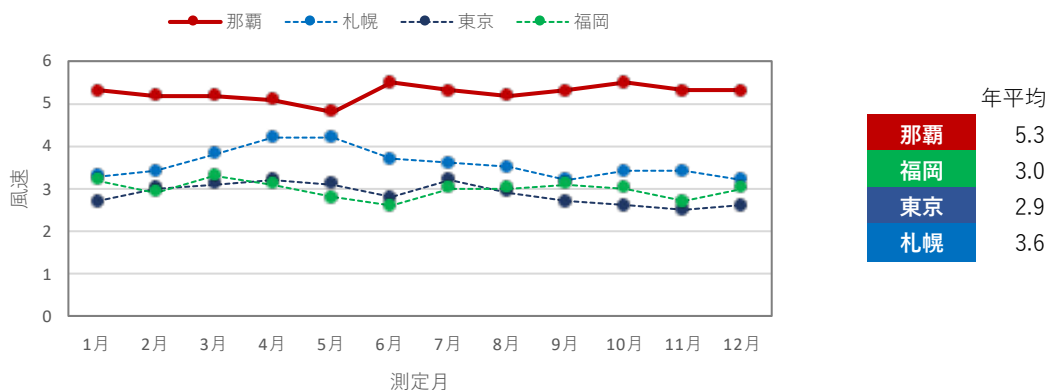


図 1.2.14 月平均風速

（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成）

2.3. 台風

沖縄は台風銀座といわれるほど、多数の台風の通り道になっています。台風の進行方向右側の地域では東寄りの風が強く吹くので、開口部の配置や仕様にも配慮が必要です。さらに台風の進路によっては、中心付近が通過した後の「返し風：ケーシカジ」が接近中の風より強い場合があります。

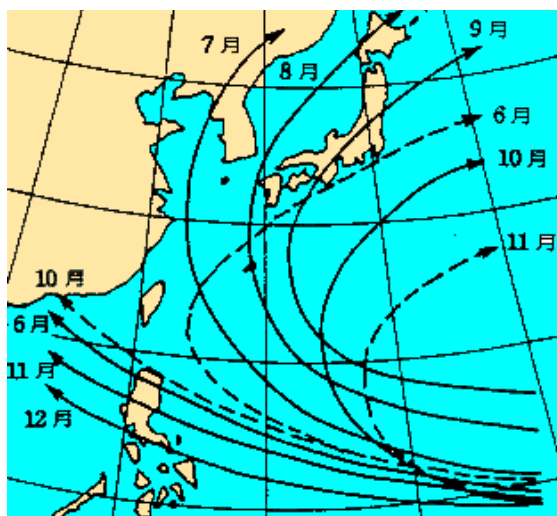


図 1.2.15 台風の月別の主な経路
(実線は主な経路、破線はそれに準ずる経路)
出典：「台風の月別の主な経路」(気象庁ホームページより)



写真 1.2.1 2003 年の台風 14 号マエミー被害状況

表 1.2.4 は過去に県内で記録された最大瞬間風速のランキング（上位 5 つ）を示したものです。

これら 5 つの中で宮古島で観測された台風が 3 つも入っています。地表付近の風は周辺地形の影響を強く受けるため、最大標高 110m 程度で山など風を遮るものが少ない宮古島では、強風が吹きやすく、実際にこれまでに多くの被害が報告されています。

沖縄県内全般でも人口密集地は自然の障害物の少ない平野部に多いことから、県内における建物の設計には強風に対する配慮が必須です。

表 1.2.4 県内で観測された最大瞬間風速の大きな台風

順位	名前	国際名称	最大瞬間風速(m/s)	観測年月	観測地点	備考
1	第 2 宮古島台風	Cora	85.3	1966年9月	宮古島	国内最大値
2	台風21号	Dujuan	81.1	2015年9月	与那国島	
3	第 3 宮古島台風	Della	79.8	1968年9月	宮古島	
4	台風14号	Maemi	74.1	2003年9月	宮古島	
5	台風12号	Emma	73.6	1956年9月	那覇	

出典：「わが家の台風対策」p1 表に名前・国際名称を追記
発行：大同火災海上保険（株）監修：（公社）沖縄県建築士会

3. 地域ごとの特徴

沖縄県内の有人島は北端の伊平屋島、南端の波照間島、東端の北大東島、西端の与那国島と、東西約 840km、南北約 330km の広大な範囲に広がっています。気象特性も地域ごとに相異があります。例えば、本県は亜熱帯気候に分類されますが、近年の地球温暖化の影響を考慮して先島諸島を熱帯気候に分類する考え方もあります。県内の代表値としては通常那覇市の観測値が用いられますが、以下に示す4地域に区分して、その気象特性について簡単に述べます。図 1.3.2 ～図 1.3.4 にこれら4地域の気温・湿度・風速の比較図を示します。

①沖縄本島中南部（本島読谷村以南）

②沖縄本島北部（本島恩納村以北）

③宮古島、および大東島（離島低平型地域） 以下の低平型の島を含む

宮古島周辺諸島、および伊良部島・多良間島・粟国島・波照間島・伊江島他

④八重山諸島（離島起伏型地域） 以下の起伏型の島を含む

石垣島と西表島周辺諸島、および伊平屋島・久米島・与那国島・慶良間諸島他

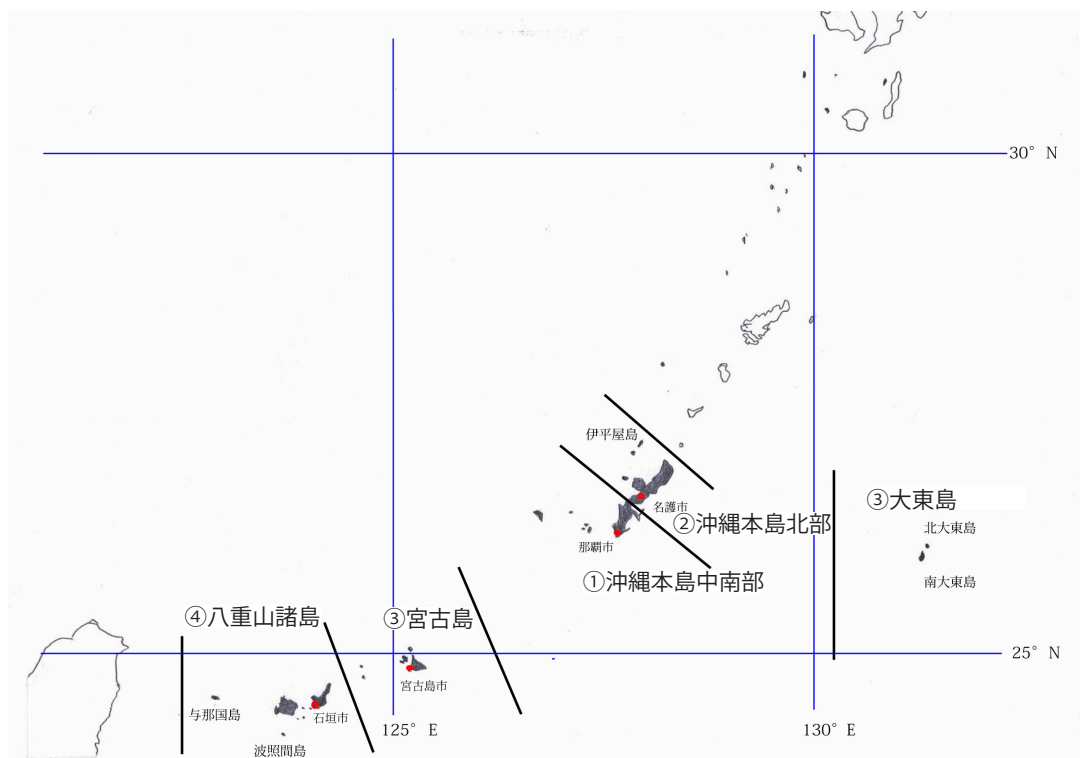


図 1.3.1 南西諸島（4地域区分）

地形条件より地図区分の位置と異なる場所に位置する島があります（粟国島、波照間島、伊江島、久米島、慶良間諸島など）。

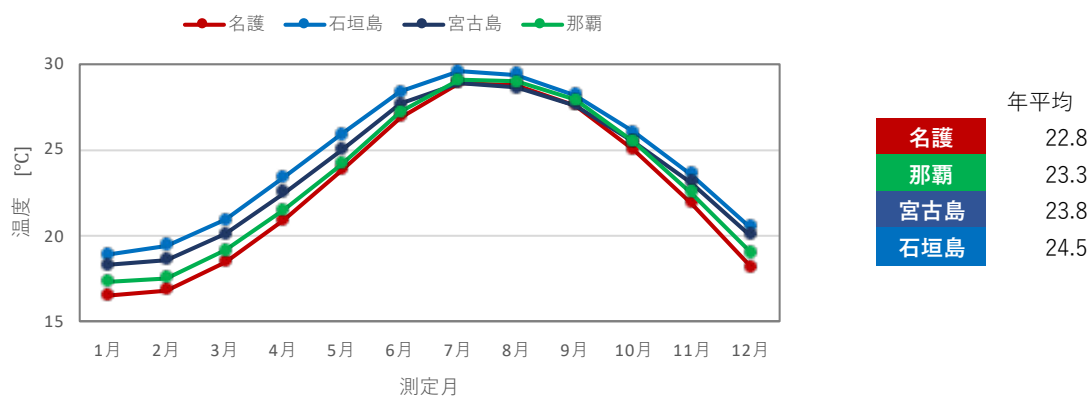


図 1.3.2 月平均気温（4つの地域の比較）
（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成）

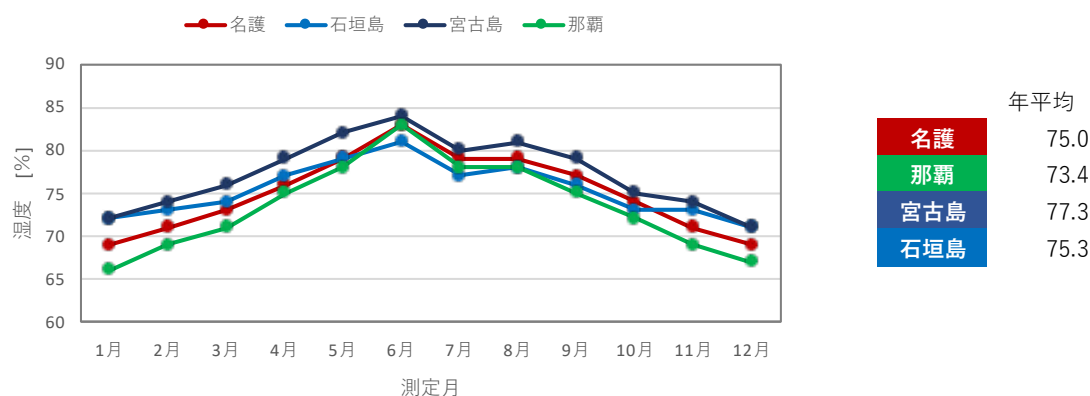


図 1.3.3 月平均湿度（4つの地域の比較）
（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成）

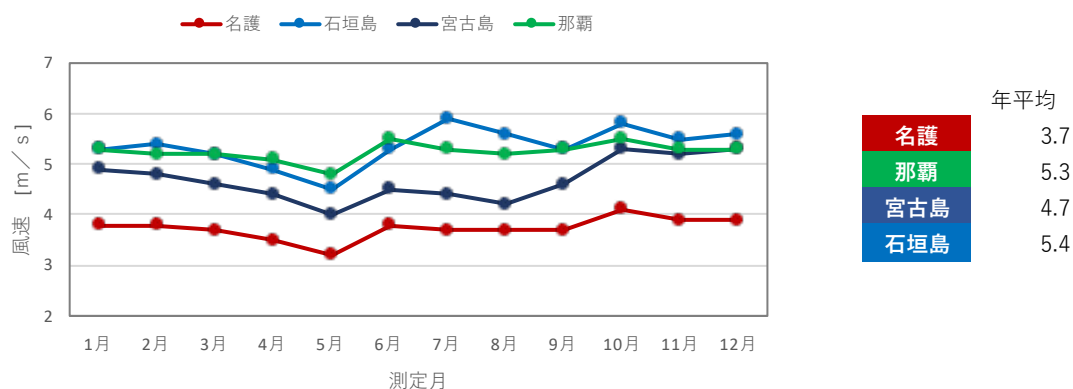


図 1.3.4 月平均風速（4つの地域の比較）
（1991 年～ 2020 年までの平均値、2023 年版理科年表より作成）

表 1.3.1 地域ごとの気象の特徴

地域区分	①本島中南部	②本島北部	③宮古島、大東島	④八重山諸島
代表地点	那覇市	名護市	宮古島市	石垣市
緯度 ※1	26° 12' 42" N	26° 35' 25" N	24° 48' 18" N	24° 20' 26" N
経度	127° 40' 44" E	127° 58' 38" E	125° 16' 54" E	124° 9' 21" E
温度 夏※2	29.1℃	28.9℃	28.8℃	29.5℃
冬※3	17.4℃	16.7℃	18.5℃	19.2℃
湿度 夏※2	78%	79%	81%	78%
冬※3	68%	70%	73%	73%
年平均風速	5.3m/s	3.7m/s	4.7m/s	5.4m/s
地域内人口※4 (全人口に対する割合)	約123.2万人 83.9%	約12.9万人 8.8%	約5.4万人 3.7%	約5.3万人 3.6%

※1 緯度・経度は代表地点の市役所の位置とした。

※2 夏は7月と8月の平均値を表す。

※3 冬は1月と2月の平均値を表す。

※4 沖縄県統計WEBサイト「推計人口地域別人口／2023年3月31日公表」による。

(1) 沖縄本島中南部

那覇市中心部は、東京都中心部（35° 41' N）より約 9.5°低い緯度に位置します（緯度 1°は距離で約 110km に相当するので、1,000km 以上南に位置します）。本島中南部の最高標高は南城市糸数城跡付近の約 193m で、地域全体としてはほぼ平坦な地形が広がっていて、県内では中庸の気候となっています。風向は、夏期は南東風、冬期は北風が卓越します。風の日変化は海風の影響が強く、局地風は海から河川や谷に沿って内陸へ吹き込むと考えられます。この地域には那覇市・浦添市・沖縄市・うるま市等の人口の多い市町村が存在し、県内人口（約 147 万人：2023 年 3 月時点）の多くが集中しています。市街地では人工物の集積と被覆によって地表面温度が上昇しやすい傾向にあります。

(2) 沖縄本島北部

名護市は那覇の北方約 45km に位置します。中核拠点都市である名護市の市街地に人口の集中がみられますが、それ以外は農村や漁村がまばらに点在する人口密度の低い地域です。北部地域には本島最高標高の与那覇岳 (503m) があり、地域全体が山地とそれを囲む丘陵地です。

夏 (7 ～ 8 月) の平均気温は那覇と同程度ですが、冬 (1 ～ 2 月) は那覇より 0.7℃程度低くなっています。湿度は夏・冬共に那覇とほぼ同じです。平均風速は年間を通して 4 地域の中では最も小さい値となっています。

この地域の特徴的な点は、冬の平均気温が 4 地域の中で最も低いことで、本島最北端の「奥」では冬の最低気温が 15℃を下回ります。体感的には北部地域は那覇よりも 1 ～ 2°くらい寒いとの印象があります。

(3) 宮古島および大東島（離島低平型地域）

宮古島市中心部の緯度は那覇から南北距離で約 150km 南に位置します。

低平型の島々は、宮古島の標高 114.6m が最高点で、伊良部島、竹富島、波照間島、鳩間島、多良間島などの島々は標高 60m 以下です。(南大東島と北大東島は最高地点が標高 75m 程度) 大半の島が裾礁に囲まれて、沖合には台礁が発達しています。宮古島、伊良部島、来間島などの島々の間の内海には多くの離礁が分布し、宮古島と伊良部島間の海底の表層部は全てサンゴ礁堆積物によって埋められています。多良間島、宮古島には大規模な砂丘が発達しています。大東島は隆起環礁からなるカルスト台地で、島の中央部が低くなったすり鉢状の地形です。

宮古島市では、夏 (7 ～ 8 月) の平均気温は那覇と同程度ですが、冬 (1 ～ 2 月) は 1.1℃程度高くなっています。湿度は、夏冬共に 2 ～ 5%程度高い値となっています。年平均風速は、那覇より 0.5m/s 程度小さいのですが、最大風速の平均値は他の地域と比較してやや大きな値となっています。豊富な風を利用した風力発電が行なわれています。

平坦な島では、台風時の強風で例年大きな被害がもたらされます。

(4) 八重山諸島（離島起伏型地域）

八重山諸島は沖縄最南端で他の地域よりも熱帯性の自然環境を持つ八重山圏域の島々や日本最西端の与那国島が属します。石垣市中心部の緯度は那覇から南北距離で約 200km 南に位置します。

起伏型の島々には、豊かな山林が広がります。西表島の 90% が熱帯性の森林です。沖縄県最高峰の於茂登岳 (526m) をはじめ、石垣島と西表島には標高 200 ～ 400m 台の山地が形成されています。島の海岸線ぞいに海岸段丘や海岸低地が発達して平坦な可住地を形成し、市街地や集落の多くが分布しています。

石垣市の夏 (7 ～ 8 月) の平均気温は那覇と比較して 0.4℃程度高く、冬 (1 ～ 2 月) は 1.8℃高くなっていて、冬に温暖であることが特徴です。夏の湿度は那覇と同程度ですが、冬は 5%程度高い値となっています。風速は 4 地域の中では最も大きい値を示します。西表島と与那国島の降水量は 2,300mm を超えています（那覇は年間 2,000mm 程度）。

memo

第 2 章

沖縄の住宅づくり

1. 沖縄の住宅づくりの歴史

1.1. 伝統的な住宅づくり

(1) 集落形態

伝統的な沖縄の集落は、台風や外洋の荒波から守られるように、珊瑚礁、砂浜、防風防潮林の緩衝帯で幾重にも囲まれた場所で、地形に寄り添うように築られました。

また、集落の内部においても、耐強風型の形態がみられます。たとえば、道はほどよく曲がり、Y字、T字路になっています。更に、各々の屋敷は、フクギや石垣で囲まれており、それらの連なりでも緩衝帯を構成しています。それは、まるで珊瑚礁のポーラス（多孔質）な構造のようでもあります。

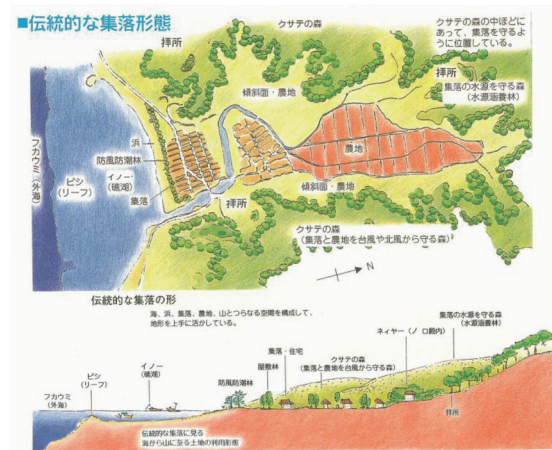


図 2.1.1 伝統的な集落形態

出典：平成 27 年風土に根ざした家づくり手引き書 沖縄県土木建築部住宅課 P2 より



写真 2.1.1 ~ 6 伝統的な集落のポーラスな構造と珊瑚

(2) 配置計画と平面計画・断面計画

集落だけではなく、各々の敷地と住戸においても、自然に呼応してつくられてきました。屋敷囲いのフクギなどの防風林は、冬の北風や台風を和らげる緩衝帯となり、更に、夏は涼風を招く効果があります。

平面計画でも、表の道のパブリックゾーンから住まいのプライベートゾーンの間の領域性に段階があり、住空間はプライバシーのグラデーションで構成されています。台風の常襲地で蒸暑地の沖縄では、このように「閉じつつ開く」手法で、環境共生の知恵を育んできました。

断面計画では、小屋組を高くし、熱い空気がこもらないようにしたり、雨端（アマハジ）などにみられるように深い軒の出を設けることで、雨除けや日射遮蔽とともに、外部と内部をつなぐ空間としても、有効に使われていました。

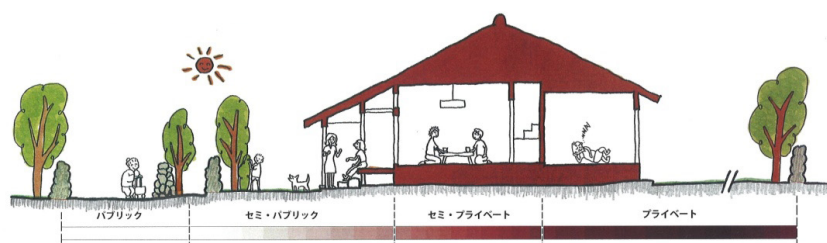


図 2.1.2 沖縄の伝統的な住宅とプライバシーのグラデーション

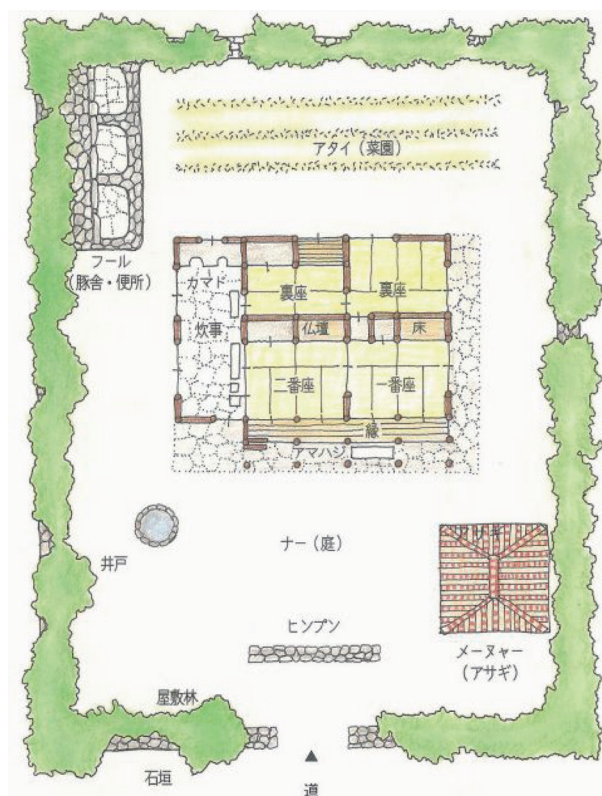


図 2.1.3 沖縄の伝統的な住宅の間取りと配置

出典：平成 27 年風土に根ざした家づくり手引き書 沖縄県土木建築部住宅課 P3 より

1.2. 戦後から現在までの住宅づくり

(1) 応急規格住宅から鉄筋コンクリート造住宅の登場まで

沖縄本島の中南部地域は、沖縄戦で壊滅状態となり住宅を失いました。米軍政府が規格住宅と呼ばれる一部屋約六坪の応急住宅の材料と部材を供給し住民が自力で建設するところから、戦後の住宅づくりが始まりました。

軍事基地建設などによる土地収収などによって小さな宅地が密集する住宅地がつくられ、住宅づくりは伝統的な住宅と異なった厳しい環境のもとで取り組まれました。

1950 年頃から島外からの木材が流通するようになり、木造住宅が建設されるようになりました。施工状態が悪い上、密集地で通風条件の取れない宅地に多数の木造住宅が建設され、白蟻や台風の被害を多く受けました。

米軍は 1950 年代以降に軍事基地建設を進め、基地建設に用いたコンクリート技術は民間の建設技術として広がりました。沖縄でのセメント生産も可能となり、コンクリートブロックの使用や R C 造が一般の住宅に広まりました。

台風に耐える堅牢な住宅として、補強コンクリートブロック造+木造屋根などの形を経て R C 造住宅が主流となっていきました。1961 年以降は非木造住宅の建設数が木造住宅を超えました。



写真 2.1.7 密集した敷地に建てられた住宅



写真 2.1.8 コンクリートと木造屋根を併用した住宅

(2) 沖縄の気候風土に適した住宅づくりの探求

1970年代以降の新築住宅の大多数はR C造となり、建築士が設計する戸建R C造住宅が沖縄の住宅づくりの一般的な形として定着しました。

R C造は台風には強いが、コンクリートの熱容量の高さのために昼間の日射による蓄熱、気温と湿度が変化した場合の結露といった沖縄の環境のもとでの課題があります。沖縄の気象条件に適したR C造住宅のあり方が継続して探求されてきました。

1980年代以降、沖縄県は「沖縄型住宅」の開発研究など、沖縄の気候風土に適した住まいづくりのあり方に関わる取り組みを進め、近年の「風土に根差した住まいづくり手引き書」に至っています。

2000年代以降は、「自立循環型住宅への設計ガイドライン（蒸暑地版）」の提示や環境省、国土交通省によるモデル住宅の事業も行われました。

これらの取り組みで、住宅の周囲の環境の作り方、通風のあり方、庇や花ブロックなどによる日射熱の遮蔽などが幅広く検討されてきました。2010年頃以降には、遮熱（建物が外部の熱を取り入れる前に遮ること）と断熱（建物が受けとめた熱が内部に伝わることを遅らせること）を区別する考え方の理解が広がりました。

表 2.1.1 沖縄県や国などによる取り組み

年度	事業等名称
1985-87	沖縄型住宅開発事業(沖縄県土木建築部住宅課)
1997	風土に根差した住まいづくり手引き書(沖縄県土木建築部住宅課)
2006-2007	沖縄地域における環境共生住宅推進事業(沖縄県土木建築部住宅課)
2009	新たな沖縄型住宅の提案(沖縄振興開発金融公庫)
2009	21世紀環境共生型住宅のモデル整備による建設促進事業(宮古島市) 「宮古島市エコハウス(市街地型・郊外型)」(環境省)
2009-2010	沖縄型環境共生住宅のすすめ(沖縄県土木建築部住宅課)
2010	自立循環型住宅への設計ガイドライン(蒸暑地版) (建築環境・省エネルギー機構発行、国土技術政策総合研究所 建築研究所監修)
2010	地域住宅モデル普及促進事業 かたあきの里(国土交通省)
2011-2013	「アジアの蒸暑地域における低炭素型戸建て住宅設計技術に関する研究」 (建築研究所)
2011-2014	沖縄県スマートエネルギーアイランド基盤構築事業(亜熱帯型省エネ住宅の実証) (沖縄県商工労働部産業政策課)
2015	風土に根差した住まいづくり手引き書・改訂版(沖縄県土木建築部住宅課)
2015	亜熱帯型省エネ住宅ガイドライン(沖縄県商工労働部産業政策課)
2017	沖縄らしい気候風土適応住宅形成事業(沖縄県土木建築部建築指導課)

沖縄の住宅省エネルギー基準は、当初は本州の住宅の基準がほぼそのまま踏襲されていましたが、これまでの取り組みや知見を生かし、2013（平成 25）年や 2019（令和元）年の改定により、より沖縄の気候と住宅特性に相応した基準に変化しつつあります。

また、近年は木造の着工戸数も増えています。

2. 沖縄の住宅づくりの基本条件

2.1. 夏期に快適な住宅

(1) 日射熱への対応

亜熱帯気候に属し夏期の日差しが強烈な環境にある沖縄で最も重要なことは、日射熱を室内に侵入させないことと日射の遮熱対策を行うことです。

室内に日射を侵入させない方法として、急な雨をしのぎつつ涼風を取り入れることができる雨端（アマハジ）や深い庇等があり、軒先に花ブロックやルーバーを併設すると朝夕の太陽高度が低い日射熱侵入の低減にも有効です。

その他、緑化（壁面、屋上）、遮熱塗装、通気ブロックの敷設等も遮熱対策として有効です。



写真 2.2.1 雨端（アマハジ）

(2) 風の利用

沖縄は他県には見られない程良い自然風が年間を通して流れており（「第1章2.2.風向と風速」参照）、夏は、南からの風を利用して通風と排熱を行うと、涼しい室内環境を得ることができます。

また、風の出入口である開口部の配置と高さを工夫することで、より効果的に風を利用する事ができ、湿度が高い時でも通風を上手に利用すれば、カビの発生を減らし、室内の不快感を低減することができます。

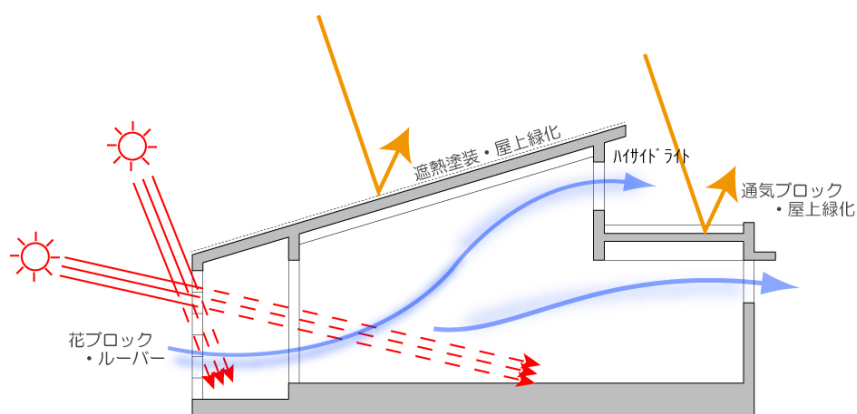


図 2.2.1 日射熱への対応と通風活用のイメージ

(3) 空調機器の効果的な使用

できるだけ自然風を利用して室内の排熱・排湿を行なった後に空調機器を使用する工夫や、空調機器の温度を高め設定できる扇風機や天井扇の活用は、冷房の使用時間を抑えることができ、省エネルギーにつながります。

2.2. 高い湿度への対応

沖縄は高温多湿な蒸暑地域に属していますので、快適に過ごすためには、通風や調湿作用の高い材料を活用する等の工夫が考えられます。

通風については、夏の南からの風に加え、乾いた北風を利用して排湿を行うことも有効です。

また、人が触れる部分の材料やその時の体調で快適さの感じ方は異なってきますし、生活の仕方を工夫することで快適さを感じることができます。それらが空調時間や設定温度に影響し省エネルギーにつながります。

ポーラス（多孔質）な杉材などの無垢材は、触れる面が水分を吸い取りサラサラ感を味わえますが、ウレタン塗装などの表面に膜を張った材料は、濡れてベタつき不快に感じます。空調しない時の快適さは、室内の建築材料や肌着の素材等の適切な選択によっても向上させることができます。吸湿作用のある素材は、湿気を吸排出することにより室内の湿度調整をしてくれますが、音鳴りや変形、シミがつきやすいなどの欠点を持っています。素材のサラサラ感が快適さを感じさせ、冬に素材の温かさ、夏に素材の冷たさを感じることもできます。

同じ室温でも石と木では暖かさや冷たさが異なります。チークなどの固い木と杉などの柔らかい木でも異なります。新建材などが開発され、きしみや床なりが少なく、防汚、防菌や掃除のしやすいメンテナンスフリーの材料が多くなり、表面に膜を張った傷や変形がない材料を使用する傾向がありますが、素材の持つ特徴を理解し、安全で快適な室内環境の形成が必要です。

また、地球の気候変動の影響により沖縄における平均気温、日最高気温と日最低気温、真夏日の日数、及び熱帯夜の日数等の統計をみると、近年は上昇傾向にあります（「沖縄の気候変動監視レポート2022」沖縄気象台発行）。これにより、日々の暮らしの中では冷房設備の稼働時間が長くなり、かつ冷房温度が低く設定されるようになりがちです。

室外の高温多湿な空気が、冷房などで冷やされ温度が低くなっている部分に触れると壁内で結露が生じ、耐久性等を損なうおそれがあります。これらの夏型結露に伴う湿害を防止するには、「第4章 1. 4. 夏型結露を原因とする「湿害への基本的な対策」（P056）に示すような対応が必要です。



写真 2.2.2 ポーラスな杉やムチ（琉球漆喰）を使った室内

2.3. 台風への対応

台風の通り道に位置し、6月～11月を中心に毎年、多くの台風が接近する沖縄では、省エネルギーに寄与すべく室内に自然風を積極的に取り入れる一方で、台風や強風を制御することも必要です。沖縄における省エネルギー対策はこの台風への対応と両立する必要があります。

台風時の飛散物からガラスを守るため、開口部の外側に雨戸や開閉式ガラリを取り付けたり、バルコニーや雨端を花ブロックやルーバーで囲う工夫は、通風や適度なプライバシーを確保しつつ日射遮蔽にも寄与するものになります。

日射遮蔽物の設置や日射の侵入を防ぐための大きな庇等は、暴風雨に耐える強度とすることが重要です。



写真 2.2.3 通風・遮熱軽減・台風対策等を同時に行う
ルーバー・花ブロックによる日射遮蔽の事例



写真 2.2.4 ルーバー内部（洗濯干場）の様子



写真 2.2.5 台風対策を兼ねた開閉式ガラリ



写真 2.2.6 台風対策を兼ねた雨戸

2.4. さまざまな沖縄特有の条件への対応

(1) 塩害

一般に海岸から 5km 以内の範囲は、常に潮風の影響を受ける塩害要注意地域といわれていますが、周囲を海に囲まれている沖縄県全域は、ほぼ塩害要注意地域です。

特に台風時には、強風にあおられた海塩粒子が飛来します。

鉄筋コンクリート造の建物は、コンクリートの強アルカリ性によって内部の鉄筋周囲に保護膜を形成し、鉄の発錆を防いでいますが、コンクリートは空気中の二酸化炭素と反応し、徐々にアルカリ性の性質が失われていきます。(コンクリートの中性化)

沖縄における建物のコンクリートは、塩害と中性化の複合劣化を受けて内部の鉄筋の腐食速度を速めていきます。そして、腐食した部分は膨張し、更なるひび割れや剥離を生じさせることがあります。そのため、コンクリートのかぶりを十分にとることやコンクリート表面および鉄骨等の鋼材表面に合成樹脂などのコーティングを施すことを行い、台風が飛来した後は、外壁を十分に水洗いする事が重要です。



写真 2.2.7 コンクリートの劣化：剥離・剥落、鉄筋の断面欠損の状況
出典：平成 27 年風土に根ざした家づくり手引き書 沖縄県土木建築部住宅課 P24 より

(2) 蟻害

沖縄県で家屋に被害を及ぼすしろありは地下しろありのイエシロアリ、ヤマトシロアリ、乾材しろありのダイコクシロアリ、アメリカカンザイシロアリの4種です。最も大きな被害を及ぼすのがイエシロアリです。地中から蟻道を延ばし家屋に侵入します。



写真 2.2.8 床下の蟻道



写真 2.2.9 蟻土

提供：(一社) 沖縄県しろあり対策協会

近年、基礎部分に断熱材を使用した基礎断熱工法が普及していますが、しろありの被害も発生しています。地面に近い箇所に断熱材を使用する際には、防蟻性能が高い断熱材を使用し、基礎と断熱材を防蟻剤入接着剤で接着する等の注意が必要です。



写真 2.2.10 ダイコクシロアリの被害



写真 2.2.11 断熱材の被害

提供：(一社) 沖縄県しろあり対策協会

第 3 章

省エネルギーのための住宅設計

1. 建築による手法と設備による手法

1.1. 建築による手法と設備による手法

省エネルギー化のための手法には、図 3.1.1 のように「建築による手法」と「設備による手法」があります。そしてそこに住む人の「住まい方」もエネルギー消費の多寡に影響します。各手法の担う役割を把握したうえで全体計画をすすめましょう。

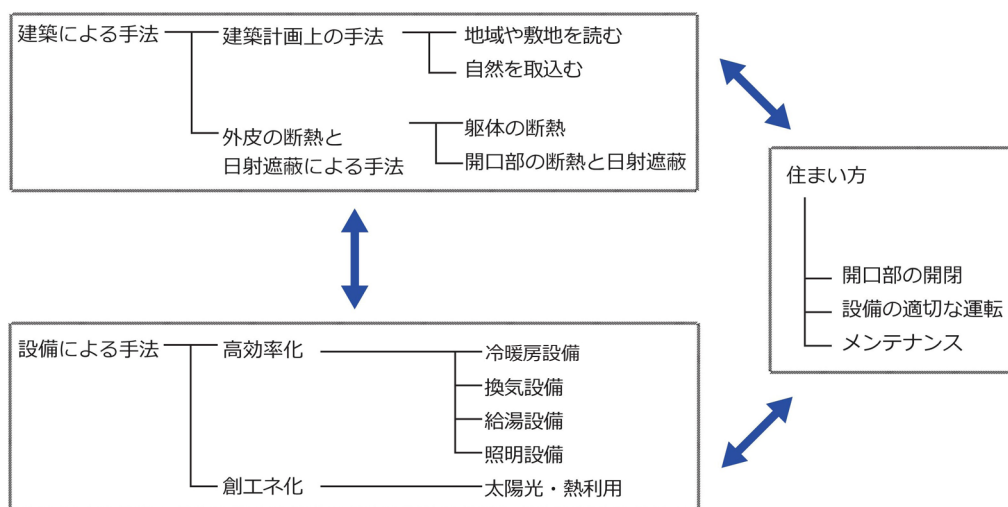


図 3.1.1 建築による手法と設備による手法と住まい方

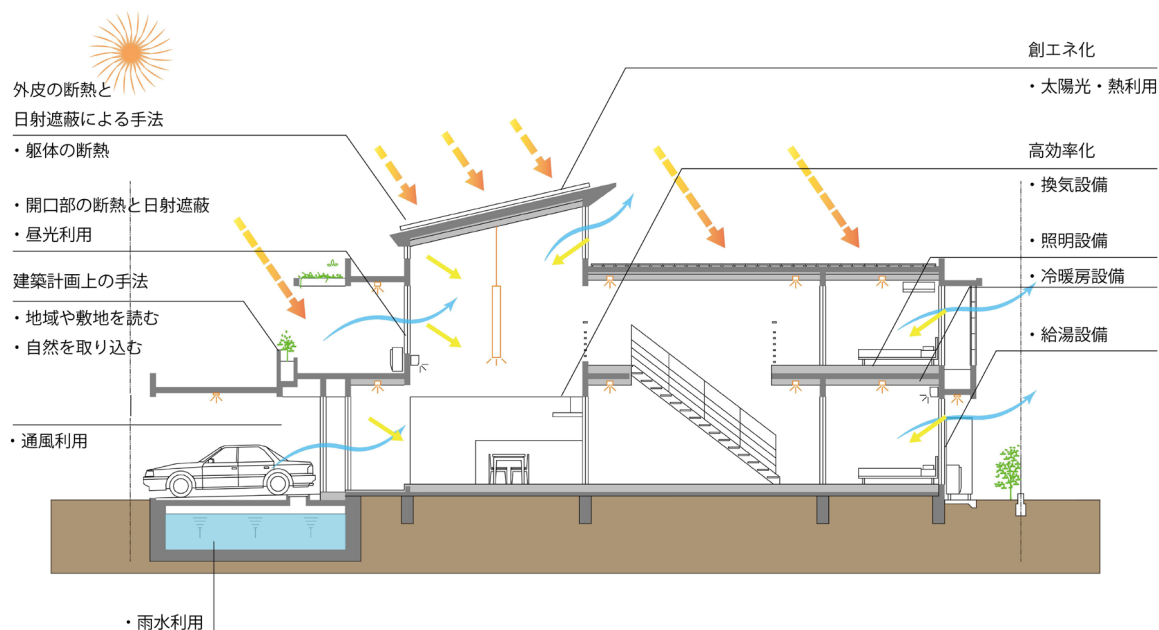


図 3.1.2 建築による手法と設備による手法（断面）

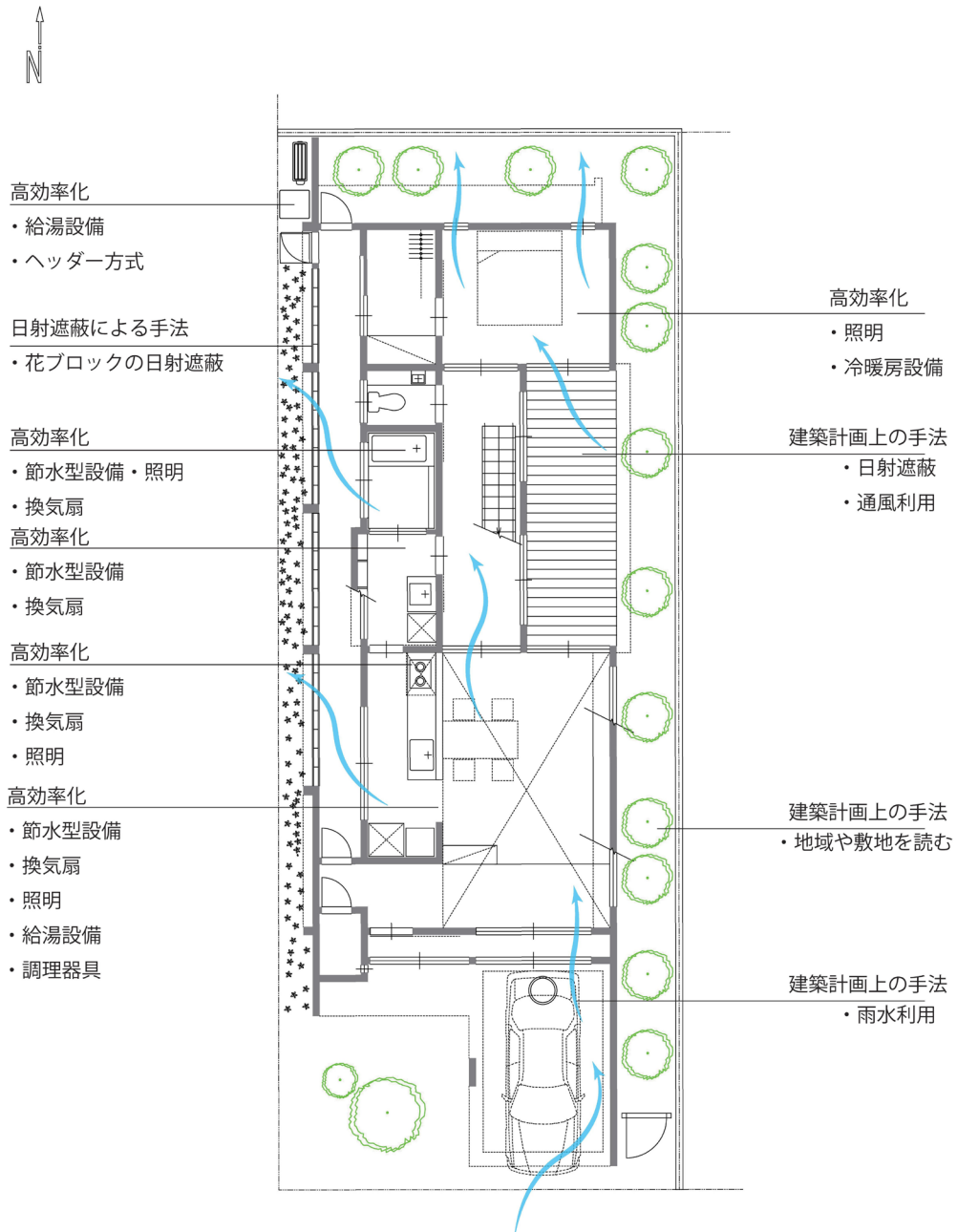


図 3.1.3 建築による手法と設備による手法（平面）

1.2. 削減対象のエネルギー用途と要素技術

住宅で消費されるエネルギーは冷暖房、換気、給湯、照明、その他（家電等）に分類されています。表 3.1.1 は、削減できるエネルギーを建築による手法、設備による手法、創エネによる手法の要素に分けたものです。

表 3.1.1 エネルギー用途と要素技術の関係

要素技術		削減対象のエネルギー用途（○印）					
		冷房	暖房	換気	給湯	照明	その他（家電）
建築による手法	自然風の利用・制御	○		○			
	昼光利用					○	
	日射熱の利用		○				
	断熱外皮計画	○	○				
	日射遮蔽手法	○					
設備による手法	高効率化	冷暖房設備計画	○	○			
		換気設備計画			○		
		給湯設備計画				○	
		照明設備計画					○
		高効率家電調理機器の導入					○
		節湯型機器の利用			○		
	創エネ化	太陽光発電	○	○	○	○	○
		太陽熱給湯			○		

（1）冷房エネルギー

蒸暑地域の季節風を見てみると 4 月から 9 月にかけて南側から清涼の風が吹き、風の通りの良い室内環境を計画することが大切です。冷房設備を使用する場合は扇風機などを利用して室内の空気を攪拌することでエネルギー削減につながります。10 月から 3 月にかけて乾燥した北風が吹きます。外気温の高い時期でも乾燥した北風を室内に取り入れた室内環境を計画することで、室内の湿度を抑えて心地良い室内環境となり、冷房設備に頼らない室内環境となります。風通しの良い計画は、開口や庇・雨端などの計画と係わります。また、開口部には日射遮蔽に有効な外部ルーバーや室内カーテンのような付属部材を使用します。

（2）暖房エネルギー

蒸暑地域は暖房を使用する期間が短いのが特徴ですが、日射熱を利用して暖房エネルギーを削減することができます。そのためには室内に取り入れた日射熱を利用した計画が必要となります。熱損失を少なくするには、室内カーテンなどの付属部材を取り付け、開口部（ガラス）からの熱損失を小さくすることが大切です。日中に取り入れた日射熱を室内カーテンのような付属部材を使用して夜間に熱損失を少なくする工夫が必要となります。なお、レースカーテン等建築的に取り付けられていない付属部材は、省エネ基準では評価の対象になりませんので、ご注意ください。

（3）換気エネルギーに関して

浴室や便所・台所などに設置する換気設備は、それぞれの室内環境を衛生的に保つことを目的とした技術です。入浴後に自然風を利用した換気を行うことで、除湿や臭気をより早く取り除く環境となります。局所換気を採用しながらエネルギーの削減となります。

（４）給湯エネルギー

蒸暑地域は夏期に日照時間が長いことが特徴です。太陽熱給湯を採用した場合は、給湯設備の石油、ガスの給湯設備を効率よく組み合わせて計画するとエネルギー削減につながります。

外気温度が高いことも蒸暑地域の特徴です。ヒートポンプ給湯機は外気温度が高いほど効率よく給湯することが出来る設備です。温暖な地域の特徴を上手く活用して給湯環境を整えることがエネルギー削減へとつながります。

（５）照明エネルギー

蒸暑地域は日の出も日の入りも遅いのが特徴です。その他の地域と比べても日没が遅いことで人工照明が必要な時間が短くなり、照明器具を長時間使用する時間を抑えることが可能な地域です。

自然採光を室内に取り入れた昼光利用計画では、外と室内の明るさの明暗比を小さくすることが大切です。自然昼光の光源はとても明るく感じられるため、室内が暗く見える原因となり照明器具に頼る環境になりがちであり、外と内の明るさを制御することが重要です。

夜間に照明器具による点灯や消灯を人感付き明暗センサーなどを利用して配置することにより、照明エネルギーの削減効果をより高めることが可能になります。

（６）要素技術の交互作用について

8地域の省エネルギー削減には、自然環境をうまく取り入れながら計画していくことが重要です。それぞれの要素技術は、他の要素技術の影響を受けながら変わっていきます。個別での評価だけでなく複合的に検討していくことが住宅全体の省エネルギー効果の評価へとつながります。

【参考】省エネルギー対策の違いと一次エネルギー消費量

図 3.1.4 は、省エネ基準に適合した住宅（外皮仕様、設備仕様共に仕様基準レベル）と、外皮の遮熱性能の向上と高効率な設備機器を導入した住宅の一次エネルギー消費量を比較したグラフです。住まい手に省エネルギー対策の効果等を説明する際の参考としてください。

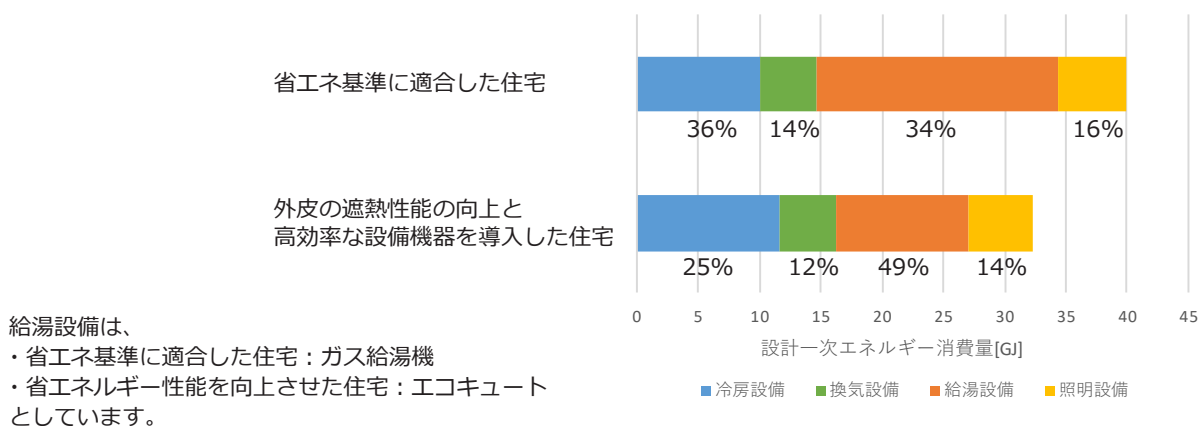


図 3.1.4 省エネルギー性能の違いによる一次エネルギー消費量比較

2. 断熱・遮熱計画

2.1. 断熱・遮熱による手法

「断熱」と聞くと、寒冷地に於ける寒さ対策を連想しがちですが、蒸暑地においては、夏は室外からの日射熱侵入を防ぎ、冬は室内から外部への熱損失を低減させます。また建物外皮を断熱・遮熱することは、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効果もあります。

(1) 部位別の熱取得（日射熱侵入）と熱損失の割合

図 3.2.1 は、那覇の RC 造戸建住宅における、各部位の夏の日射熱侵入と冬の熱損失の割合を示したものです。夏の日射熱侵入は窓＞壁＞屋根の順となり、冬の熱損失は壁＞窓＞床の順となります。

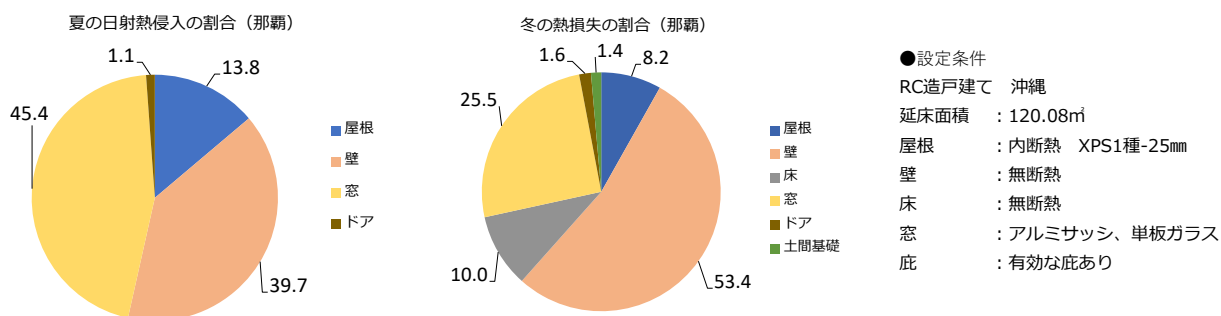


図 3.2.1 那覇の RC 造戸建住宅の日射熱侵入と熱損失の割合
(外皮平均熱貫流率 U_A 、冷房期の平均日射熱取得率 η_{AC} の計算による)

(2) 断熱仕様別の平均日射熱取得率 η_{AC}

図 3.2.2 は、断熱仕様の違いによる冷房期の平均日射熱取得率 η_{AC} を比較したもので、「屋根断熱、庇、付属部材無し、単板ガラス仕様」を 100 とした場合の数値です。屋根断熱の効果が大きく、屋根断熱にさらに庇等を加えることで約 5% 効果が高まります。

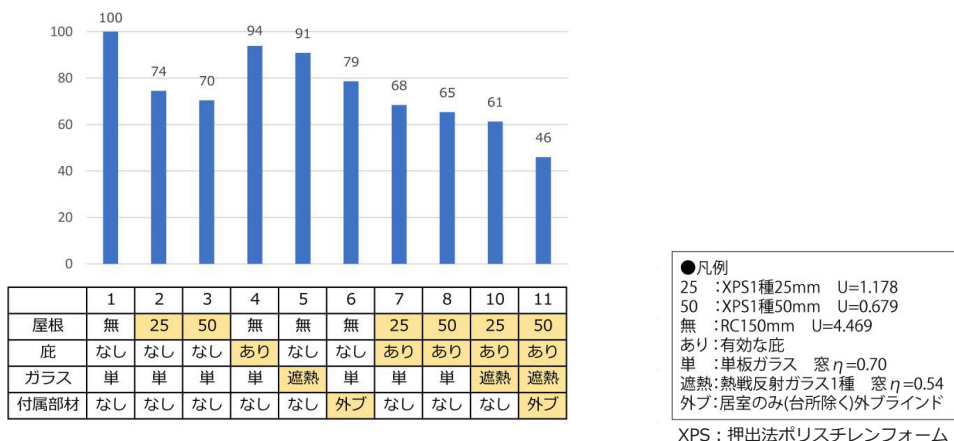


図 3.2.2 断熱仕様と冷房期の平均日射熱取得率
(外皮平均熱貫流率 U_A 、冷房期の平均日射熱取得率 η_{AC} の計算による)

(3) 屋根の日射熱取得率

図 3.2.3 は、通気層なしの屋根の断熱仕様の違いによる日射熱取得率のグラフです。同じ日射反射率の材料を用いても、屋根の断熱性能が高まると、日射熱取得率は低下します。

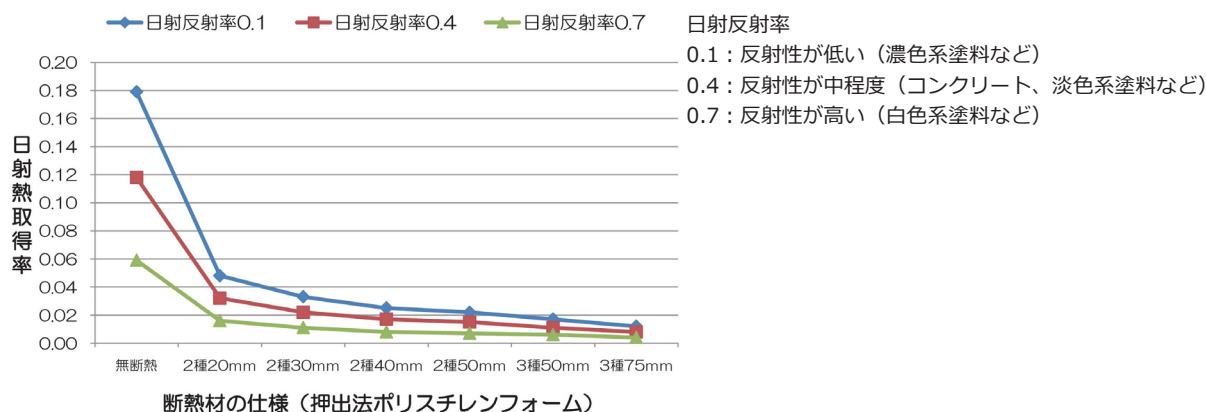


図 3.2.3 屋根の断熱仕様の違いによる日射熱取得率

((一財) 建築環境・省エネルギー機構発行「自立循環型住宅への設計ガイドライン (蒸暑地版) p.182 を参考に作成)

(4) RC 造における断熱・遮熱化の効果

図 3.2.4 は、RC 造 (熱容量・大) の断熱と無断熱における、冷房や通風の有無による室温変化を示しています。

- ① 通風なしのときは、夜間において無断熱のときのほうが低温となるが、日中は断熱すると高温化が抑制されている。
- ② 通風をした場合は、夜間は断熱の有無に関わらず気温の高低差は小さく、日中は無断熱のほうが高温となっている。
- ③ 間歇冷房のとき、熱容量の大小にかかわらず、非冷房時に無断熱の方が高温となっている。

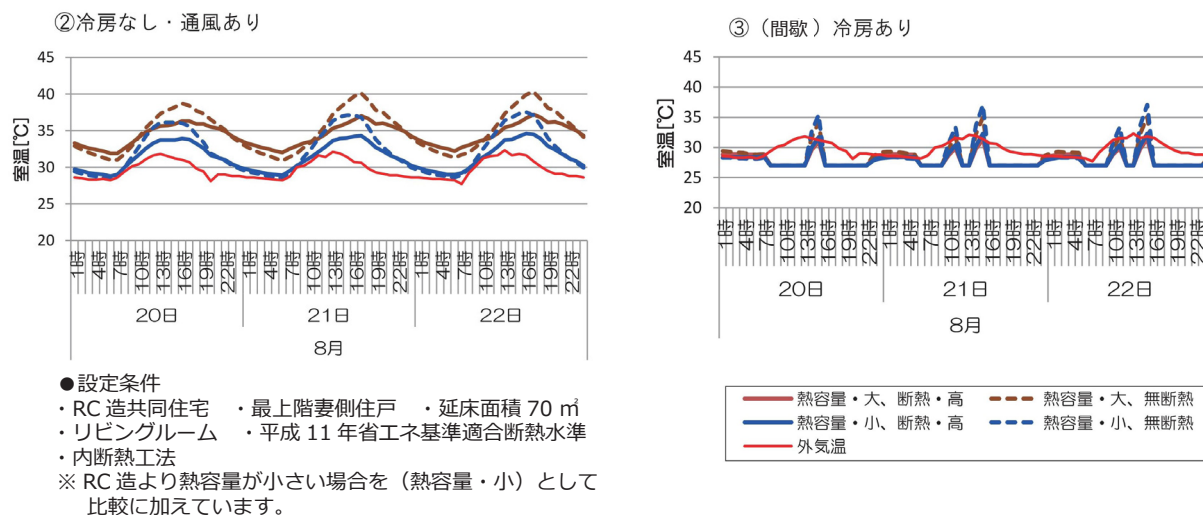


図 3.2.4 RC 造における断熱化の効果

2.2. 断熱・遮熱設計の考え方

断熱・遮熱設計において躯体外皮の基本となる性能は断熱性能と防露性能です。

(1) 断熱性能

断熱化は夏期の日射遮蔽のためにも有効です。また、冬期においても、数少ない日数とはいえ、寒さから私たちの生活を守ってくれます。

断熱欠損を生じさせないために、適切な厚さの断熱材を隙間がないように連続させることが大切です。取合い部にも隙間が生じないように、断熱層を連続させます。

(2) 防露性能

結露には、壁体内で起こる内部結露（木造の場合）と、躯体等の表面で起こる表面結露があります。

1) 木造の防湿層について

木造の場合、蒸暑地域以外では、一般的に、断熱層内への湿気の侵入を防ぎ、内部結露を生じさせないために、断熱材の室内側に防湿層を設ける必要があります。

しかし、沖縄では冬期間が短く、かつ壁体内が露点以下になることはないので、防湿層は必要ではありません。こちらについては、「第4章 1.4. 夏型結露を原因とする「湿害への基本的な対策」(P056)で詳しく述べますので、そちらを参照してください。

2) 木造の防風層と通気層について

通気層は、室内側から万が一壁体内に入ってしまった湿気が結露しないよう外部に逃がすための層です。防湿層と同様、沖縄では、壁体内が露点以下になることはありませんが、漏水対策には有効です。設置の際には、塩害やシロアリ対策についても考慮するようにしてください。

外壁に通気層を設ける場合は、通気層からの外気を断熱材内部へ侵入するのを防ぐための防風層を設置する必要があります。

3) RC造の防露性能について

RC造の建物で生じる結露は、表面結露です。表面結露は、躯体の室内側の表面温度と、室内の温度および水蒸気量に起因します。

特に、冷房で冷やされたコンクリートに、外部から湿気を多く含んだ暖かい空気が触れると、結露が発生します。この場合、コンクリートを冷やしすぎないことや、コンクリートに直接湿った空気を触れさせないようにすることが大切です、それには、断熱化をすることが肝要です。

memo

3. 気候風土適応住宅

3.1. 気候風土適応住宅とは

「気候風土適応住宅」とは、地域の気候及び風土に応じた特徴（①様式・形態・空間構成、②構工法、③材料・生産体制、④景観形成、及び⑤住まい方など）を多面的に備えていることにより、省エネ基準に適合させることが困難であるものとして国土交通大臣が定める基準に適合する住宅のことをいいます。

令和元年の建築物省エネ法改正に伴い、国が定める要件と同等であると認める基準を特定行政庁が独自に定めることができるようになりました。沖縄県では令和元年国土交通省告示第 786 号第 2 項に基づき「沖縄県における気候風土適応住宅認定基準」が独自に定められています。

3.2. 沖縄県における気候風土適応住宅

沖縄県は、亜熱帯地域に位置し、強い日射、年間を通して吹く強い風、高い湿度、台風による暴風等の気象条件下にあり、日射による熱が建物に伝わる前に遮蔽したり、内部の熱を風によって逃がすなど、内外の境界を上手につくることで、環境を調整する技術が発達してきました。

これらを背景として、沖縄県における「気候風土適応住宅」とは、次の 2 つの目的を達成する技術を用いた住宅をいい、「**緩衝領域型住宅**」と呼んでいます。

- ・目的 A：日射による熱を内部に侵入させないための技術的工夫
- ・目的 B：熱や湿気を内部にこもらせないための技術的工夫

対象は以下のとおりです。

- ・延べ床面積 300 m²未満の住宅に限ります。
- ・構造は問いません。

※設計及び基準一次エネルギー消費量の検討は必要になります。

沖縄県のホームページに「風土に根ざした家づくり手引書 令和4年度版」(図3.3.1)が掲載されています。この手引書では、沖縄の風土と自然条件や風土に根ざした家づくりの様々な工夫、沖縄の気候風土適応住宅等について記載されています。

https://www.pref.okinawa.jp/site/doboku/jutaku/kikaku/fuudo/fuudo_hp.html

なお、この手引書は、気候風土適応住宅以外の住宅にも有効な工夫、手法が掲載されていますので、適宜参考にしてください。



図3.3.1「風土に根ざした家づくり手引書 令和4年度版」表紙
出典：沖縄県ホームページ 土木建築部 住宅課

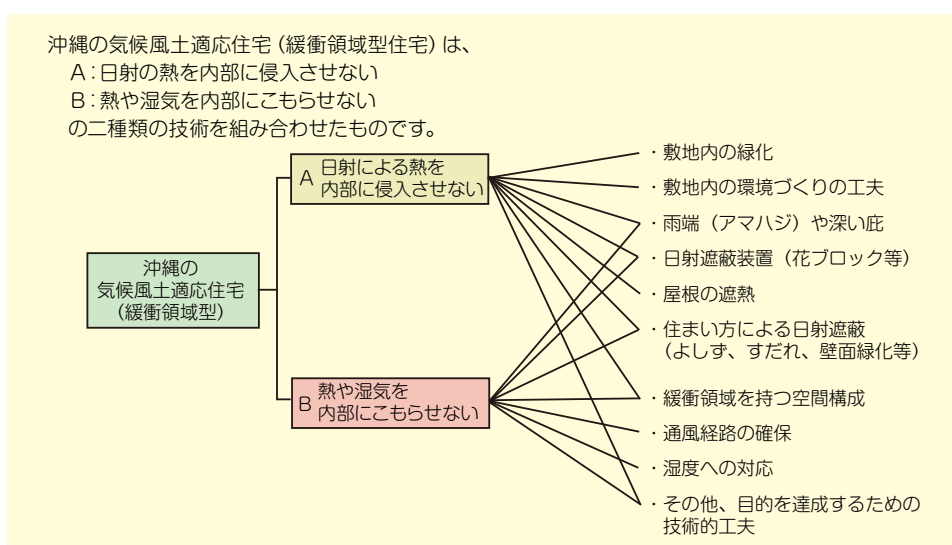


図3.3.2「風土に根ざした家づくり手引書 令和4年度版」掲載の気候風土適応住宅の解説図
出典：沖縄県ホームページ 土木建築部 住宅課

4. 配置計画

4.1. 方位と建物の配置

敷地の中のどこに住宅を配置するかによって、住まいの環境の基本条件が定まります。

周囲の建物の密度、どちらに建物があるか、将来の建て込みの予測などを判断し、敷地の中のどこを空けるか、どちら側に開口部を向けられるかを判断します。

東西南北それぞれの方位ごとに、日射熱の制御、通風、採光などを計画します。

南側は夏期の太陽の南中高度が高いため、庇により日射を遮ることが有効です。夏期には南風を呼び込むことができます。

東側と西側は夏期の午前あるいは午後の日射を庇だけでは遮ることができないため、日射遮蔽が課題となります。一方で洗濯物干しに有効に活用することや、平面計画によりバッファゾーンを設ければ熱を受けとめるとともに除湿の効果が期待できます。

北側は夏季は比較的涼しく採光条件が安定している場所として活用することができます。ただし、朝と夕方には北東、北西からの日射を受けることに注意する必要があります。冬期に強い季節風を受けることへの配慮も必要です。

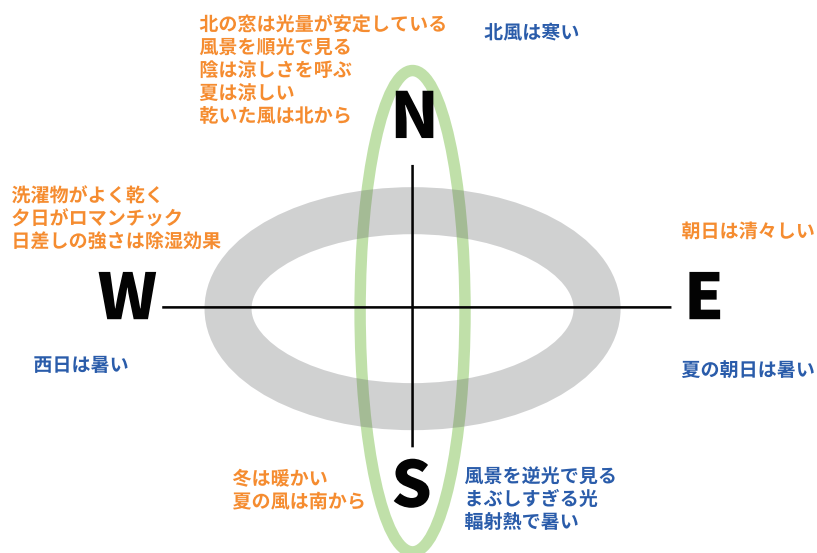


図 3.4.1 方位ごとの特性

4.2. 住宅の平面構成とバッファゾーン

気象データ（第1章参照）をもとに、敷地内の建物の配置を考え、日射の当たり方、風の向きなどを考慮した平面構成を計画します。

西側には西日による日射熱が居室に伝わらないよう、緩衝空間（バッファゾーン、図3.4.2、図3.4.3のピンク色）を水回りの諸室、洗濯物干、居室以外の物入や収納のための部屋を配置することが有効です。これらの部屋の乾燥をうながす利点もあります。

軒や袖壁などの工夫を行うことで、強い南からの日射や西からの日射を遮る場所（図3.4.2、図3.4.3の青色）をつくり、その場所を通る涼しい風が通り抜けるよう平面計画を立てることが有効です。



図 3.4.2 平面構成による対応の例

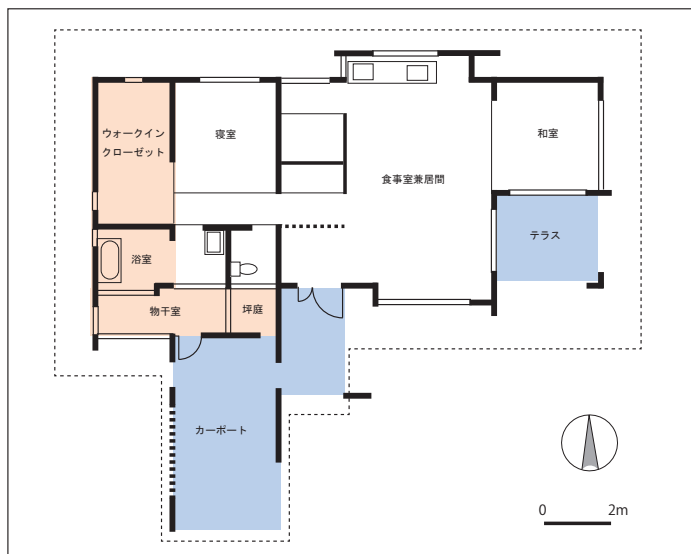


図 3.4.3 平面構成による対応の例

5. 開口部の計画

5.1. 自然風の利用

住宅内部では、前述のように日射遮蔽してもなお、窓から侵入してくる熱や、屋根や壁から伝わってくる熱が、少なからずあります。さらに日々の生活においても、調理や入浴、照明器具や家電製品などからの熱や、人体からも熱を発生しています。これらの室内の熱は、積極的に排熱をし、溜めない工夫が必要です。自然風による排熱は、清涼感も得られますし、省エネルギーにも繋がります。自然風の利用は、周囲の環境に大きく左右されます。周囲が開けた敷地では、開口部を風上側に向けて配置すると、多くの通風量を得ることができますが、反対に周囲が密集している敷地では、隣接する建物との関係に左右されますので、開口部の配置に留意し、風の通り道を設計しましょう。

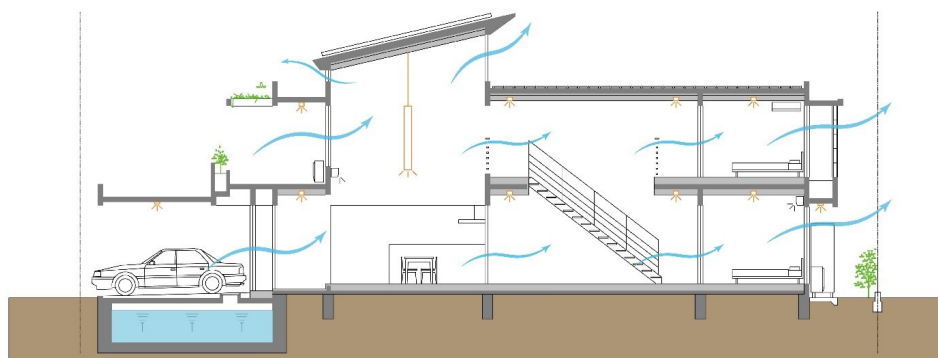


図 3.5.1 自然風の利用（断面）

また、自然風を上手に室内に取り入れるためには、風の「入口」と「出口」を作ることが大切です。「入口」を設けただけでは、風が通り抜けられません。できるだけ間仕切りの少ない開放的なプランとし、閉じられた部屋の場合は、2方向以上の開口部を設けましょう。開口部が1箇所しか設けられない場合は、隣接する部屋との内部建具を工夫して風の通り道を確保しましょう。

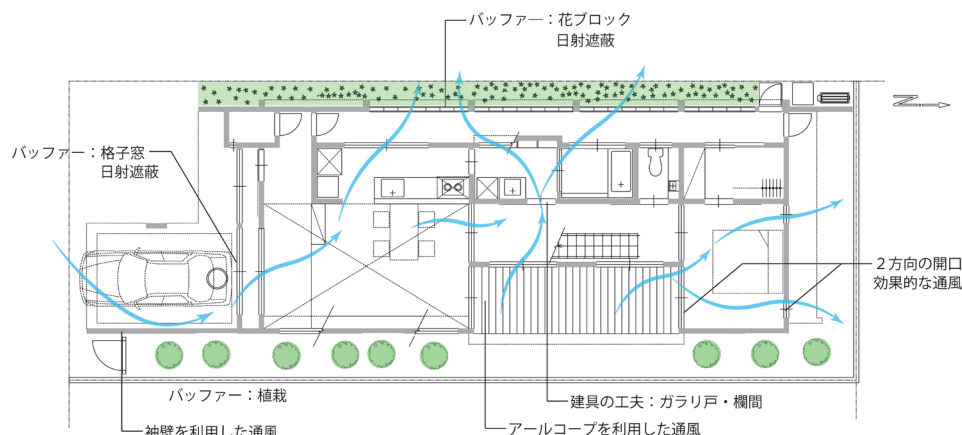


図 3.5.2 自然風の利用（平面）

5.2. 開口部の設け方

(1) 風の流れと開口の関係

部屋に2つの開口部がある場合は、両方とも大きな開口部を確保できれば大きな通風量が得られますが、大きさに差がある場合はどのような変化が起きるかを風シミュレーションを計算してみました。

図3.5.3のように風上側と風下側の窓の大小により、室内の気流の変化が異なります。

(a) の風上側の開口部を小さくした場合は、開口から入り込む風は流入速度が増し、風下側に行くに従って風が緩やかに流れています。風下側の開口から出ることの出来なかった風は、室内の壁に当たり、風上側に戻る結果となっています。風の流れの結果から、風の通り道にいる人は、強い冷涼感を感じられ、風下側の人は緩やかな風を感じる環境となり、両側は風の動きが少ない環境になります。

(b) の風上側の開口を大きく取り風下側に小さな開口を設けた場合は、逆の結果として現れてきました。部屋全体に緩やかな風が行き渡り、心地よい風の通りの良い室内環境になります。大きな開口を設けることが出来ない場合は、小さな開口をいくつか設けることで風を部屋全体に行き渡らせるような計画が出来れば、大きな開口と同じような効果が得られます。

図3.5.3のように風上側と風下側の窓の大小により、室内環境は異なります。平面計画では室内用途に適した開口と大きさを計画していくことが大切です。

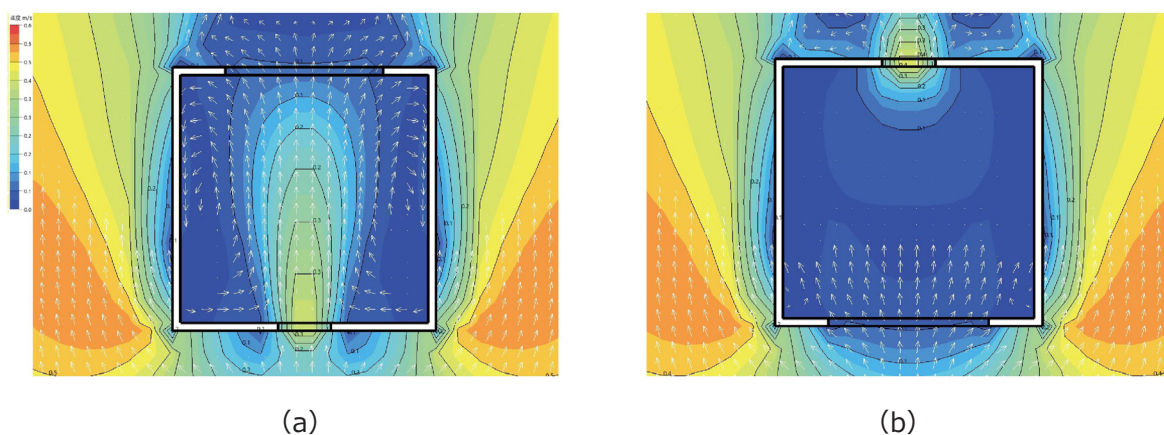


図 3.5.3 風のながれと開口
提供：S ng DESIGN Inc

(2) 地窓と高窓の利用

平面計画で、開口部が設けにくい場合でも、地窓や高窓（建物の上端に近い壁の高所に設置する頂側窓や、屋根面に設置する天窗など）を利用して通風を確保することができます。

風下側に高窓を設置すると、暖まった空気が上部から抜け風通しがよくなり、夜間の防犯への配慮の観点からも有効といえます。

屋根面に天窗を設置する場合、室内に日射を取り込んでしまうことがありますので、方位や角度、日射遮蔽についても考慮が必要です。

図 3.5.4 は温度差による換気量を想定した計算例です。腰窓か高窓かで違いが出ています。温度差による換気は温度差と高低差が影響するので、高窓を設けた方が圧倒的に排熱しやすい結果となりました。

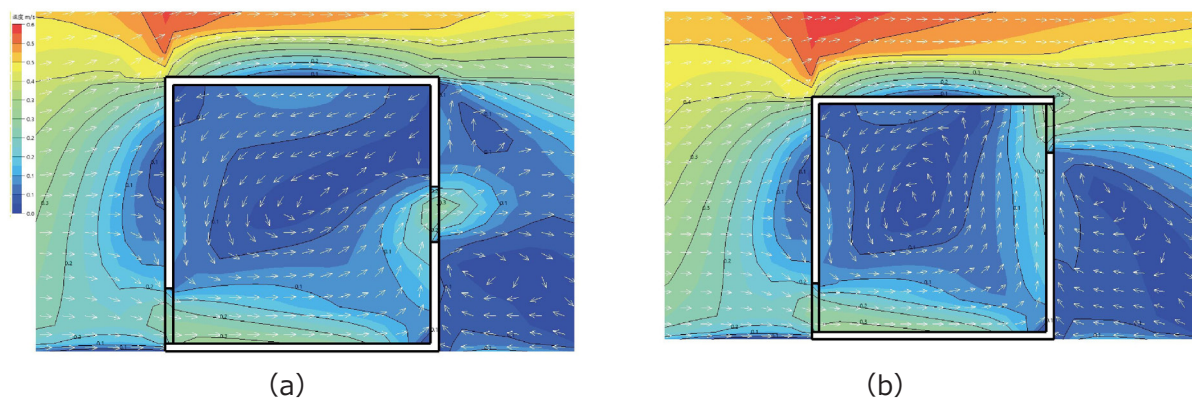


図 3.5.4 風のながれと開口
提供：S ng DESIGN Inc

(3) 袖壁

外壁に並行に流れる風を室内に取り込む方法です。外壁に袖壁を設けることで風を捕まえ室内へと導くことができます。風の性質を利用して袖壁にぶつかった風が室内へと導かれた室内環境を計画することができます。取り込みたい風の流れを想定して袖壁と開口の大きさを検討することが重要です。

図 3.5.5 は袖壁により室内に風を取り込むことを想定した計算例です。

袖壁の取付け場所によって違いが出ています。左側は通風量が少なく、右側は通風量を多く確保できる結果となりました。

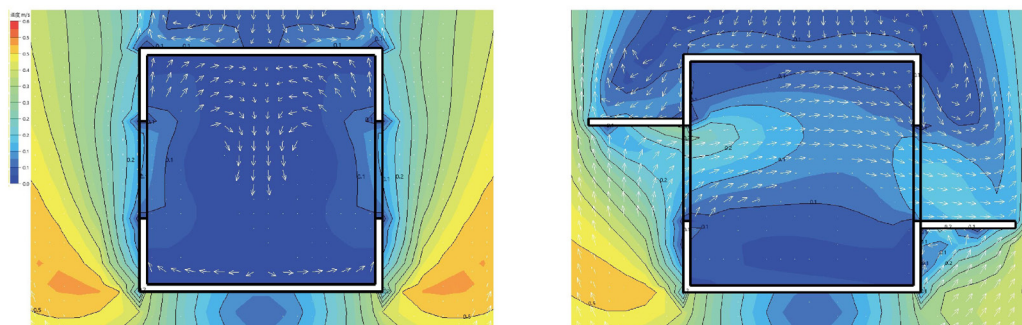


図 3.5.5 袖壁による自然風取り込み効果
提供：S ng DESIGN Inc

5.3. 昼光利用

照明エネルギーを削減するために昼光利用は非常に効果的です。昼間、室内に太陽光を取り入れることにより、照明を使用しなくても明るい空間になります。

夏場の昼光利用はバランスが大事で、日射遮蔽を用いながら最低限の採光を確保する必要があります。また、通風とのバランスも考えながら計画することが重要です。

昼間の太陽光を上手く取り入れることにより、照明エネルギーの削減につながります。しかし、夏場の昼光利用は開口の位置と日射遮蔽のバランスをよく考えなければなりません。

昼光利用は照明と違い明暗の差が激しく出ることがあり、その差のせいで暗いところがより暗く感じる場所が出来、無駄に照明をつけてしまう可能性があります。

室内の明るさの対比をなくすためには開口部からの光を日射遮蔽部材などを用いてバランスをとることが大切です。そうすることで室内を快適な明るさにすることが出来、エネルギーの削減にもつながります。

昼光利用をするための方法は開口部などから直接的に光を取り入れる採光手法と室内の反射などによって明るさを取り入れる間接的な導光手法の二つがあります。8地域の場合は、採光手法で光をどのようにバランスよく取り入れるか、また、導光手法で間接的に取り入れた光をいかに利用するかが重要になってきます。

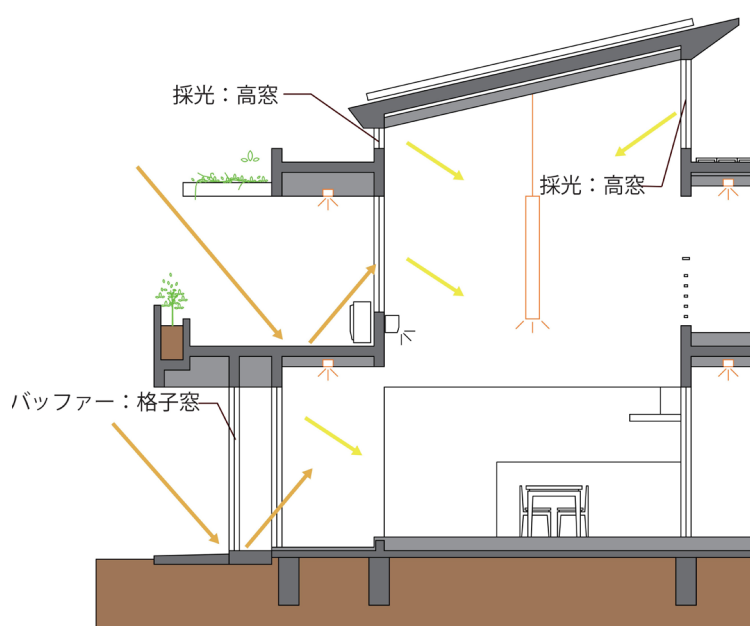


図 3.5.6 昼光利用（断面）



写真 3.5.1 昼光利用

6. 遮熱等による手法

6.1. 庇と軒、雨端（アマハジ）

庇を設置したり、屋根の軒を出すと、開口部から侵入する日射を遮る効果があり、庇等が取り付く方位と寸法によって、日射遮蔽効果が異なります。

図 3.6.1 と図 3.6.2 は、那覇における季節ごとの日射の入射角と軒の出の違いによる、部屋へ到達する日射の影響を比較したイメージです。南中高度の高い夏期は、庇により日射の侵入を遮ることができ、冬期は庇があっても南中高度が低いので、部屋の奥まで日射を取り入れることができます。直射日光だけでなく、照り返しによる反射や日射を受け、熱くなった躯体や地面からの放射の影響を建物内に入れないためにも、適切な庇の深さを考える必要があります。

また、図 3.6.3 は庇の出と日射熱取得量の関係（夏期）を示しています。

雨端（アマハジ）は、自然に対する住まいの工夫の一つとして、古くから用いられてきました。深い庇として雨除けや日射遮蔽になるばかりでなく、雨端によってできる空間は屋外と屋内の中間に位置し、温熱的には緩衝領域（バッファゾーン）となり、空間的には土間や広い濡れ縁として多様に使うことができます（「第 2 章 2.1 夏期に快適な住宅」参照）。

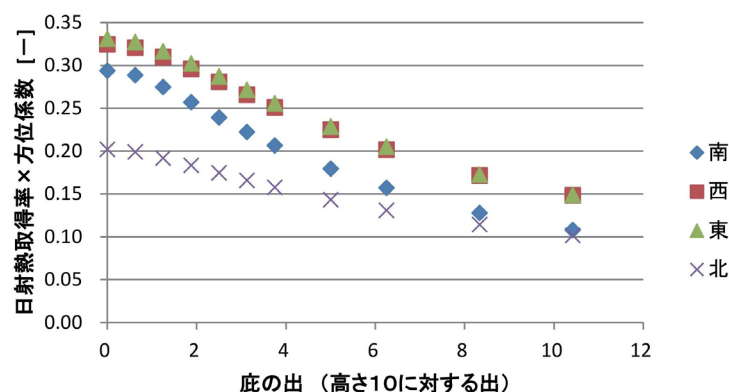


図 3.6.3 庇の出と日射熱取得率の関係（夏期）

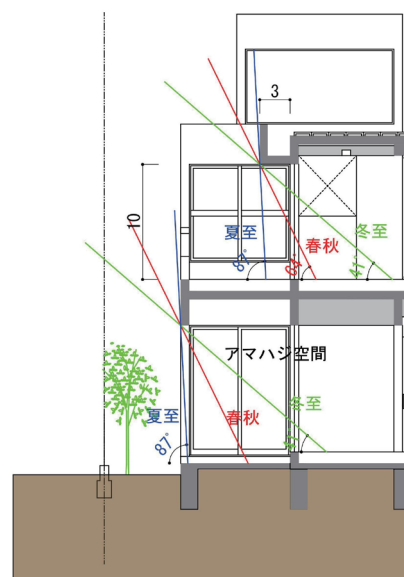


図 3.6.1 軒の出 3/10 の場合の日射の入射角

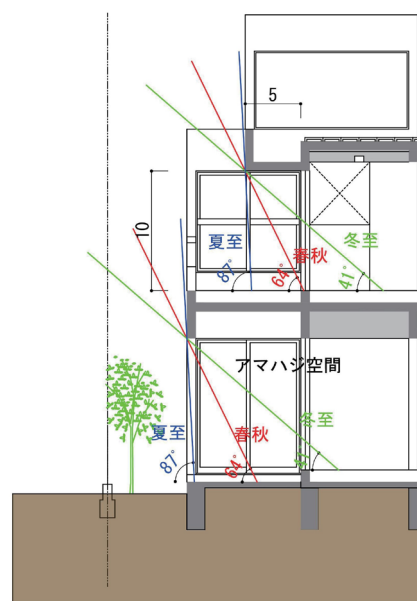


図 3.6.2 軒の出 5/10 の場合の日射の入射角

6.2. 日射遮蔽部材

(1) 日射遮蔽部材を利用した開口部

開口部に日射遮蔽を設ける手法は、いくつかの方法があります。日射遮蔽が無いと室内温度が上昇してしまい快適性が損なわれてしまい、空調エネルギーの増加へとつながります。通風や昼光利用など生活に適した開口部を計画し、気候や方位に応じた日射遮蔽部材を選択していく必要があります。

図 3.6.4 はそれぞれの効果を図にしたイメージです。

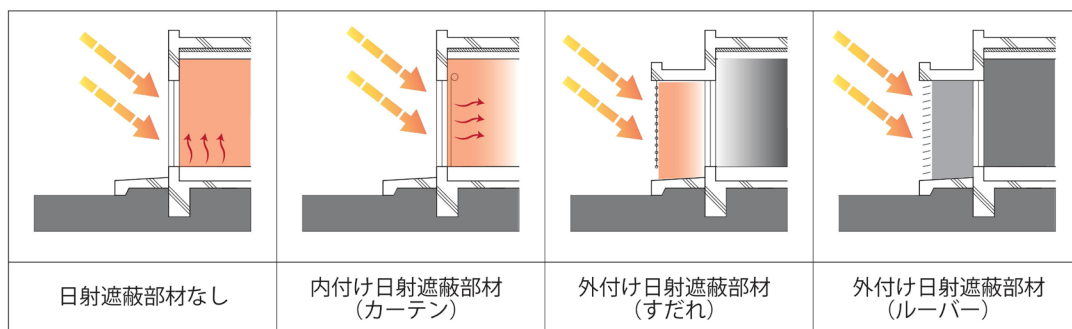


図 3.6.4 日射遮蔽による効果の違い

(2) 外付けの日射遮蔽と内付けの日射遮蔽

開口部廻りの日射遮蔽には、外付けルーバーなど開口部の外側に付属部材を設置して遮蔽する外部遮蔽と、内障子や内付けブラインドなど開口部の内側に付属部材を設置する内部遮蔽があります。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げてしまうので、内部遮蔽より外部遮蔽の方が効果が大きくなります。

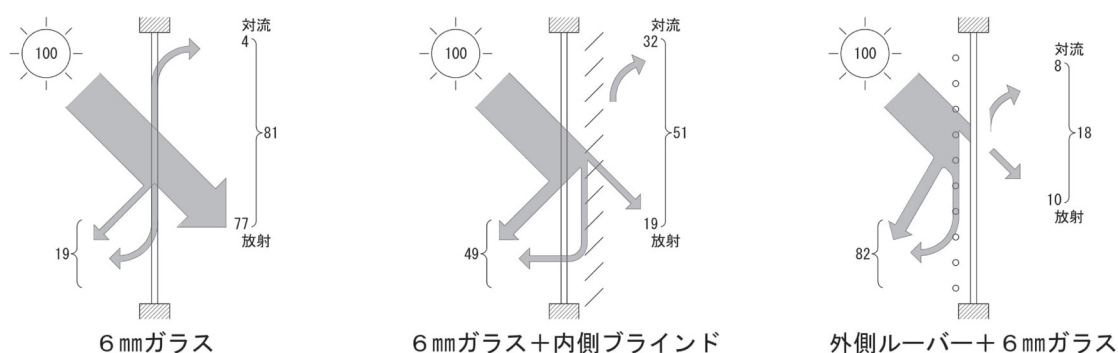


図 3.6.5 ブラインドの日射遮蔽効果比

出典：「建築設計資料集成 1」 日本建築学会編 p.19 を参考に作成

(3) 外付けの日射遮蔽部材

- ・可動式：オーニング、スクリーン、すだれ
- ・固定式：ルーバー、ブラインド、ガラリー

可動式タイプの遮蔽部材は季節や時間により昼光を利用しながら室内環境を調整する特徴がありますが、強風などを考慮しながら設置することが大切です。

固定タイプの遮蔽部材は日射遮蔽部材としては効果的な手法です。固定式の為、部材を使用する場合には近隣の状況をよく検討することが大切です。



写真 3.6.1 すだれ



写真 3.6.2 オーニング

外付けの日射遮蔽の方法

- ・スクリーン
- ・すだれ
- ・オーニング
- ・ブラインドシャッター
- ・ルーバー
- ・ガラリー

外付けブラインドやルーバーなどは、窓等を面的に覆い日射遮蔽を行いますので、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、高い日射遮熱効果を発揮します。

図 3.6.6 の (A) のように羽根を横使いし、隙間〈H〉を大きくすると、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ので、採光・眺望・日射遮蔽のバランスを調整できます。

(B) のように羽根を縦使いした場合は、隙間〈H〉を小さくすると、日射遮蔽効果は高くなりますので、東西面が日当たりのよい場合に用いると効果的です。

また、可動ルーバーの場合には、時間帯や天候に応じ、採光・眺望・日射遮蔽のバランスを調整することができます。

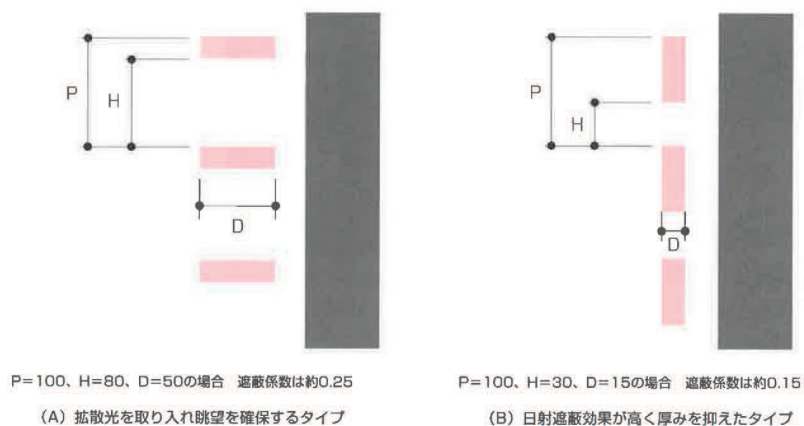


図 3.6.6 ルーバーの形態と効果

出典：(一財) 建築環境・省エネルギー機構「自立循環型住宅への設計ガイドライン(蒸暑地域版)」P180

6.3. 花ブロック

花ブロックは、日射遮蔽しながら、風を通す機能も併せ持っています。防犯上も有効で、夏の就寝時に涼風を引き入れたり、また、台風時にはバッファ機能も果たします。いろいろなデザインがありますが、空隙面積が小さいほど日射遮蔽効果が高くなり、西面などの太陽高度の低い時間帯に日射が当たる部位に使用した場合は、より高い日射遮蔽効果を発揮します。

また、日射を拡散させて室内に陰影をつけて取り込むことができますので、強い日差しを緩和させる日射調整という効果も期待できます。



写真 3.6.3 花ブロック

6.4. 屋根通気ブロック

屋根通気ブロックの敷設は、日射が直接屋根コンクリートスラブへ当たるのを遮ります。屋根面上部に通気層が確保されるので、日射熱侵入対策のほか、屋根スラブの保護にもなり耐久性向上にも効果があります。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。

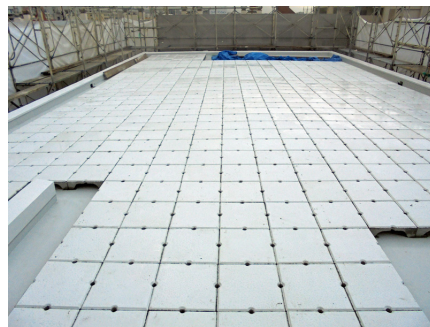
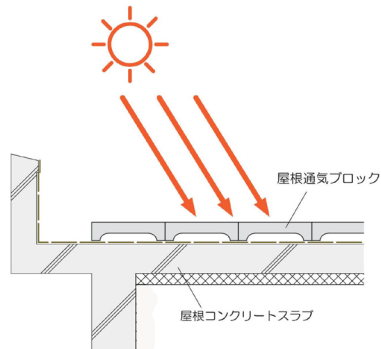


図 3.6.7 屋根通気ブロック

6.5. 遮熱塗料

反射率の高い塗料を使用することで、屋根や壁が受ける日射を反射させ、取得する熱を減らすことができます。



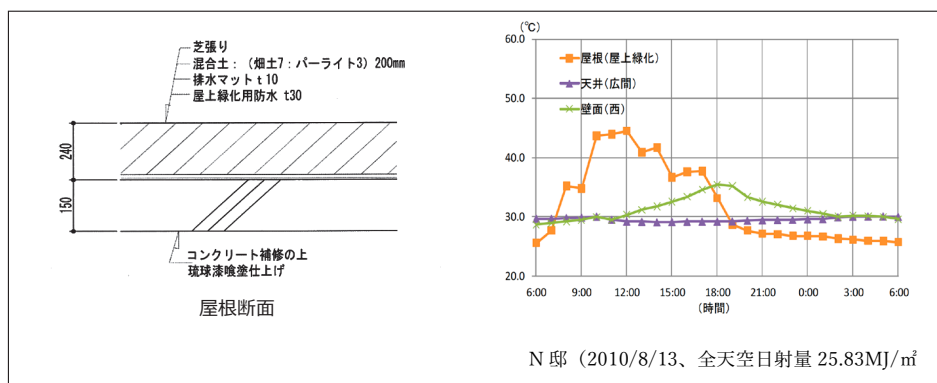
写真 3.6.4 屋根、壁面に遮熱塗料を塗布

6.6. 屋上緑化

屋上緑化は、建物の遮熱だけではなく、屋上スラブが蓄熱し放熱することを抑えて、近隣の熱環境を改善します。日差しの強い沖縄では、屋上緑化は夏の遮熱を主な目的としていますが、冬期の屋根面からの放射冷却による放熱を抑えることで、一年を通して室温調整効果があります。



写真 3.6.5 屋上緑化の活用例



屋上緑化の遮熱効果

緑化面は、日射が直射する時と陰ができた時で温度が大きく変動します。また、ピーク時からの温度低下が早いことが特徴です。天井温度は 30℃前後と一定で、遮熱効果は非常に高いことが示されています。

図 3.6.8 屋上緑化の遮熱効果の例

(平成 22 年度沖縄地域における環境共生住宅推進事業報告書 沖縄県土木建築部住宅課 P92 より)

6.7. 壁面緑化

壁面緑化は西日などが当たる垂直面の熱対策に有効です。道路や景観地など、人の目線レベルでの緑被率向上に有効で、景観を良くするのに効果的です。朝日や西日などの横から差し込む光を遮ると同時に外部からの視線も遮ります。目的や樹種に合わせた緑化方法が必要です。



写真 3.6.6、写真 3.6.7 玄関アプローチと水廻りの壁面緑化により道路からの視線と音を遮る

第 4 章

省エネルギーのための住宅づくり（施工）

1. 外皮性能確保のための配慮事項

住宅の暖冷房エネルギーに関する躯体の断熱計画及びその適切な施工のため、建築物省エネ法の告示第 793 号には、気密性能と防露性能に関して以下の規定があります。しかし、8 地域においては、この地域特有の蒸暑な気候特性により 1 ～ 7 地域とは異なる対応が求められるため、以下では、それらの点についても述べることにします。

1.1. 断熱材の施工に関する基準

告示第 793 号別表 3 には、「住宅の断熱材の施工に係る留意事項」として特に重要な事項が示されています。

(1) 断熱材の施工について

断熱材相互、断熱材と構造部材（柱など）との間に隙間が存在して、断熱層に外気や室内空気が侵入する構造では、設計通りの断熱性能が確保できません。そのため断熱材は隙間なく施工し、床や基礎を断熱化しない場合はそれらを除く他の部位において、連続した断熱層を形成する必要があります。

(2) 防湿層の設置についてー 8 地域では設置する必要はありませんー

壁体の内部で結露が長期的に発生すると、断熱性能の低下、結露水による木材等の腐朽などの住宅全体の断熱性能及び耐久性に大きな悪影響を及ぼす「湿害」に発展する恐れがあります。1 ～ 7 地域においては、湿害を防ぐため、繊維系断熱材等の透湿性のある断熱材を用いた場合は、断熱材の室内側に、防湿層を設置することが求められます。

8 地域では「1.4. 夏型結露を原因とする「湿害への基本的な対策」」に示すように、夏期冷房期間中に生じる結露（夏型結露）が湿害の原因にならないようにするための対策が重要となります。

1.2. 気密性能の確保

「室内に直接侵入する隙間風の防止による暖冷房負荷の削減、壁体内気流の防止措置による断熱材の断熱効果の補完及び適確な計画換気の実現のため、気密性の確保のための措置を講じるものとする。」と告示第 793 号別表 1 の「1 気密性の確保」に定められています。

省エネ基準の平成 21 年改正において気密性能の定量的な基準は削除されましたが、8 地域においても、以下の目的のためには気密化を行うことが重要です。

- ① 漏気を抑えることで空調負荷を減らし、省エネ化と室内温度環境の快適性向上を図るため
- ② 計画換気の性能を保持するため

1.3. 防露性能の確保

1.1.(2)でも述べたように省エネ基準では、住宅の断熱性能及び耐久性能を確保するため、告示の中で内部結露や表面結露に対する防露性能の確保を求めています。それぞれに対して 8 地域においては、以下のような配慮が必要です。

① 内部結露の防止

「1.4. 夏型結露を原因とする「湿害への基本的な対策」」で示すような湿害対策を講じること。

② 表面結露の防止

地盤の熱容量などにより外気よりも低温になる床下や床下に接する床面、空気の滞りが起きる場所等において、室内の露点温度よりも内装表面の温度が低い場所に発生するのが表面結露です。これらの発生が長期化し、放置しておくとカビ等が発生し室内空気質の悪化や内装材の汚損の原因となります。

この防止のためには、室内で炊事や洗濯ものにより水蒸気が発生した場合は速やかに排気することのほかに、除湿器などを用いて室内の低湿化を図ることが大切です。

そのほかに調湿性能を有する内装材を使用することも、表面での水滴化を抑えることにはある程度有効ですが、調湿材内部で結露したり、カビなどが発生する恐れもあります。室内や外気を含む水蒸気量は膨大で、調湿材で吸湿できる量をはるかに超えるため、除湿器などで強制的に乾燥させることが重要で、建材の調湿機能だけに頼ってはいけません。

1.4. 夏型結露を原因とする「湿害への基本的な対策」

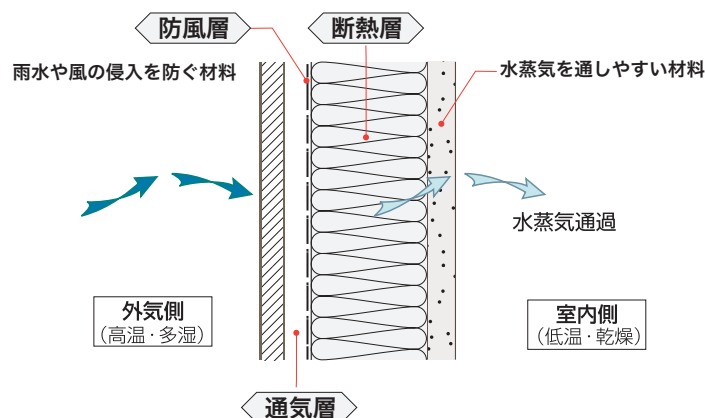


図 4.1.1 壁体の基本構成

8 地域においては、外気が高温・多湿となる期間が長く、その間、冷房により室内を外気より低温・低湿環境に維持した場合、外部の水蒸気が壁体内に浸入することや、日射が壁面にあたることにより、屋根や壁の下地材や木材などに含まれる水分が温度上昇・蒸発することにより、壁体内が日中から夕方にかけて高温化することが繰り返される恐れがあります。これらの現象を夏型結露と呼んでいます。

この夏型結露が、一日のうち一時的に発生しそれ以外の大部分の時間が乾燥していれば、木材腐朽やカビの発生、断熱性低下などの「湿害」に至ることはなく、一時的な結露として許容しても構いません。

しかし、建物周辺の温湿度が高い立地条件、壁体構成や冷房温度が低すぎたりすることなどが重なると、夏型結露が長期化し壁内に水分が蓄積され「湿害」に発展する恐れがあります。

これらを防止するために重要なことは以下の4点です。

- **室内を冷やしすぎないこと（長時間にわたり 23℃以下としない）**：特に、省エネ基準を満たす外皮性能を有する住宅では、遮熱効果が高まることで室内各部位の温度上昇を抑え放射環境が改善し、これまでより冷房設定室温を高くしても体感温度を下げる（涼しさを感じる）ことが可能となります。
- **壁内の局所的な低温化を避けるため、エアコンは、冷風が外壁・断熱天井などに直接当たらないような位置に設置すること。**
- **冷房温度に近く維持された内装材と断熱材の境界部分で、前述したような夏型の結露が長期に渡り発生しないように、透湿性の高い繊維系断熱材を使用する場合は、断熱材室内側の防湿層を省略するか、または防湿フィルム付き繊維系断熱材を使用する場合は P060 のような配慮をすること。**
※断熱材内側に防湿層が不要なことは住宅性能表示制度評価方法基準にも記載
- **内装仕上げ材は透湿性の高いクロスやシックイなどを採用すること。**

2. 木造軸組工法の施工

以下、木造軸組工法について記載していますが、枠組壁工法についても同様です。

2.1. 外壁の断熱

（1）充填断熱工法

1）基本事項

外壁を充填断熱する場合、その基本構成は以下によります。

①断熱材外側の構成

- ・外装材に乾式サイディングなどを用いる場合は、断熱材の外側に通気層を設置します。通気層は、壁体を構成する材料を乾燥促進させる効果があるほかに、外装材のクラックやシール切れなどに伴い雨水の漏水が生じた場合の排水層としての機能や、日射熱の室内へ侵入を減ずる排熱・遮熱効果などがあります。特に8地域においては、台風時の雨水浸入や壁体の遮熱などに有効といえます。
- ・通気層の室内側には、断熱材内部に外気、雨水が浸入しないよう防風層（透湿防水シートまたは構造用合板等）を設置します。
- ・通気層を設けない場合は、暴風雨時に雨水が壁内へ浸入しないよう、外装材の選定・施工、定期的メンテナンスに十分、注意してください。

②断熱材内側の構成

- ・断熱材内側に防湿層を設置する必要はありません。
その際、内装下地材と仕上げ材の間で結露が生じないようにするには、内装仕上げ材にはビニールクロスを使わず、透湿性の高いクロスや調湿性のある材料を用いることが有効です。

通気層の施工要領については、一般社団法人日本窯業外装材協会（NYG）のホームページに公開されている技術資料「窯業系サイディングと標準施工」を参照してください。
<https://www.nyg.gr.jp/gizyutusiyou/index.html>

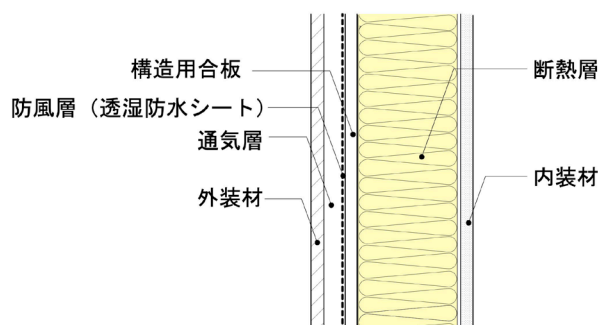


図 4.2.1 外壁の断面構成

③気密層の設置

- ・空調エネルギーの低減や、計画換気のために、断熱層に気密層を切れ目なく設ける必要があります。
- ・断熱材内側に気密層を設ける場合は、内装下地のせっこうボードや面材を用いて、床から胴差等の梁・桁まで張上げます。
- ・断熱材外側に気密層を設ける場合は、透湿防水シートや構造用合板等の防風層または防水下地材で気密層を兼ねる方法が一般的です。

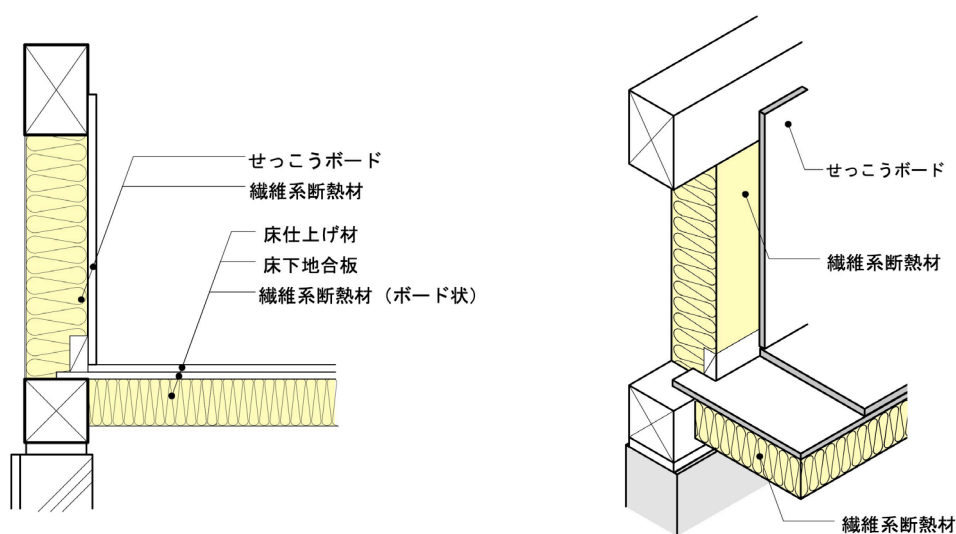


図 4.2.2 せっこうボードによる気密層

2) 繊維系断熱材の寸法

断熱材メーカーが販売している断熱材にはさまざまなサイズがあります。各種モジュールや柱・間柱間など使用する部位に合わせて、内法寸法に合った断熱材を用意します。

また、1.4.(P056)に記載したように、夏型結露を原因とする湿害の対策として、「防湿フィルムが付属していない繊維系断熱材」を使用します。なお、防湿フィルムが付属せず、厚みが薄い低密度な繊維系断熱材は、施工後に壁内で脱落や変形するため、断熱材が自立できるように、柱サイズに合せた厚みの断熱材で高密度品（16 kg / m³以上）を使用する必要があります。

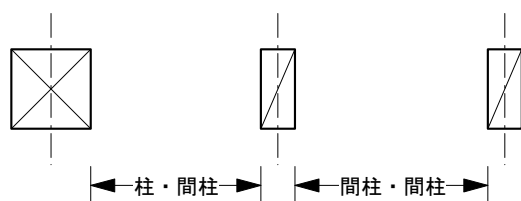


図 4.2.3 繊維系断熱材の寸法

内法寸法は、モジュールの他に、柱サイズ（105角・120角）や、間柱の見付寸法（30mm・45mm）等によっても異なります。

天井下地を組んでからでは壁の断熱施工や気密層の確保は難しくなるため、外壁の断熱施工は、天井の野縁を組む前に行います。断熱材を土台上端から梁下まで充填した後に、壁下地材（せっこうボード等）を胴差や小屋梁まで張上げ、気密層を形成します。



写真 4.2.1 外壁の断熱施工

なお、内装下地を施工する早い段階で浴室にバスユニット等を組み込む場合、バスユニットまわりは先行的に断熱材を施工するよう工程を調整する必要があります。



写真 4.2.2 バスユニット部分の外壁

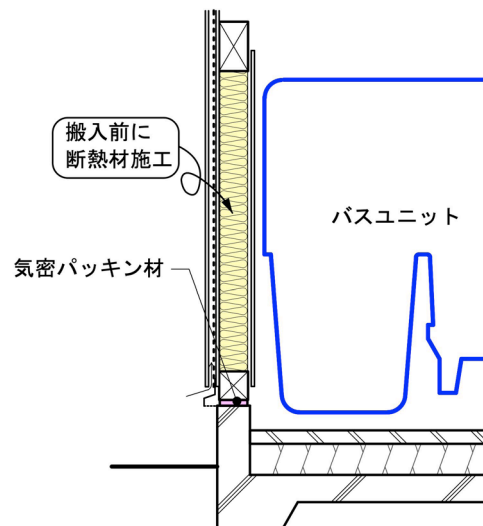


図 4.2.4 バスユニット部分の外壁

●防湿フィルム付き繊維系断熱材を使う場合は以下のような対策を！

断熱技術のマニュアルは、一般的に寒冷地や温暖地での施工を前提に解説されているものが多く、その場合の断熱壁体の基本構成は、冬期間、室内の水蒸気が壁体内に浸入して内部結露が生じないように、内側から外側に向けて透湿性の高い材料、工法を採用することとなっています。

8地域においては、1.1.(2)で述べたように夏型結露を原因とする湿害を防止するため、**繊維系断熱材を使用する場合は、原則、防湿フィルムが付属していない断熱材を使い断熱材内側に防湿層を設けないようにすることが大切です。**

もし、従前の防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、防湿層を断熱材外側になるよう、温暖地とは逆に施工する方法もありますが、外壁において付属防湿層部分を外側にすることは、壁内に断熱材を固定することが難しくなるため、断熱材固定の観点からは、防湿層を内側に向けて施工した上で、防湿層の防湿性能を下げるため、次のような方法も考えられます。

- ①写真A：防湿フィルムが室内側に向くように施工した後に、防湿フィルムに均一に穴を開け通気するようにした例です。ケンザンのような工具（沢山のビスを貫通させた板）を作成し、防湿フィルムに穴を開け防湿性能を低下させます。



写真A 防湿フィルムに穴を開ける加工

- ②写真B：カッターで防湿フィルムに切込みを入れ防湿性能を低下させた例です。ただし、あまり切れ目を入れすぎると断熱材の垂れ下がりや脱落につながる恐れがあるため、柱サイズに合わせた厚みの高密度品（16 kg / m³以上）を採用する必要があります。

- ③写真C：天井の施工例です。防湿フィルムを小屋裏に向けて施工しています。



写真B 防湿フィルムの切込み加工を行った
外壁施工の例



写真C 防湿フィルムを小屋裏側に向けて
設置した天井施工の例

（２）外張断熱工法

１）基本事項

外張断熱工法の場合は発泡プラスチック系断熱材（ボード状）を用いるのが一般的ですが、その場合の一般的な断面構成は、図4.2.5に示すようになります。断熱材そのものが水蒸気を通しにくいので、もともと防湿層を設置する必要はなく、充填断熱で述べたような夏型結露に対する対策は特にありません。

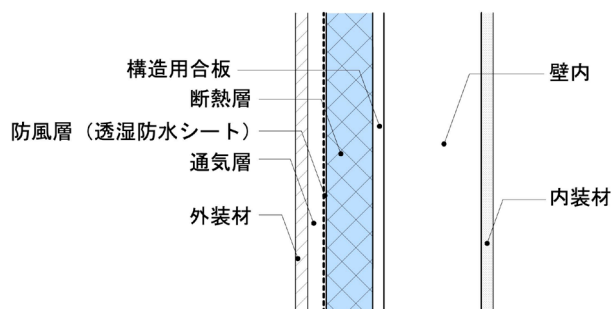
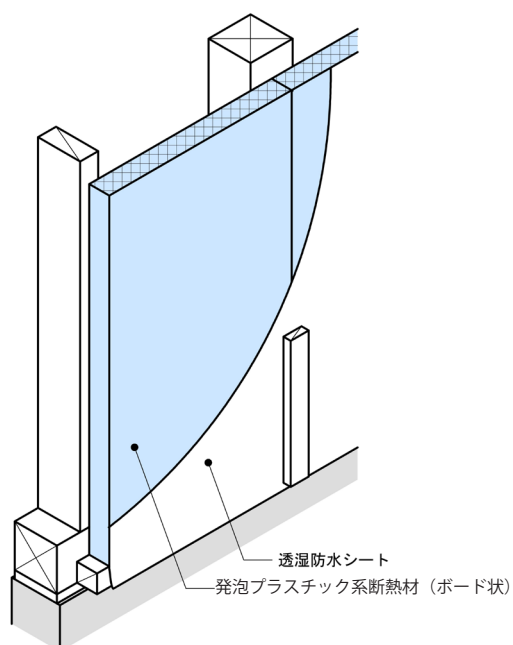


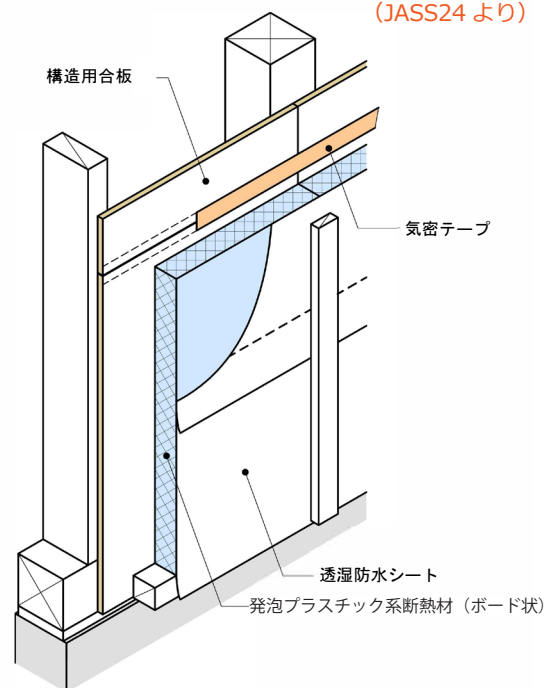
図 4.2.5 外張断熱工法の外壁の断面構成

また、充填断熱と同様に気密層は、連続して設置する必要がありますが、外張断熱の場合は、断熱材そのものを気密層とする（図4.2.6 ①）か、断熱材内側または外側に施工する透湿防水シートや断熱材内側に設置する構造用合板等を気密層にする（図4.2.6 ②）のが一般的です。

気密テープとは、ブチル系テープ、アスファルト系テープ、アクリル系テープ、その他これらの同等以上の気密性、防湿性、粘着性のあるテープのことです。ガムテープやビニルテープは不可です。（JASS24 より）



①断熱材による気密層



②構造用合板による気密層

図 4.2.6 外張断熱工法の気密層

また、使用する断熱材は、公益社団法人木材保存協会から認定を受けた防蟻断熱材等、シロアリ対策品を使用することを推奨します。

発泡プラスチック系断熱材（ボード状）による外張断熱工法では、透湿防水シートを省略することができる場合があります。ただし、その場合、住宅瑕疵担保履行法の雨水の浸入を防止する部分に係る「3条申請」を行わなければなりません。

断熱材を切断する際は、断面を直角に切り、断熱材同士の突付け部分に隙間ができないようにします。また、発泡プラスチック系断熱材（ボード状）を用いた外張断熱工法では、断熱材の厚さや外装材の重量等に応じた専用のビス等があります。断熱材の厚さが増した場合は、外装材の取付けにも十分注意が必要です。

3条申請は、認定を取得している断熱材を使用する必要があります。詳しくは、ボード状プラスチック系断熱材メーカーに問い合わせてください。

断熱材メーカーの施工要領に必ず従ってください。

（3）開口部まわりの施工

1）断熱施工

開口部の上下は、胴差・桁からまぐさ間、および窓台から土台間に寸法に合わせて切断した断熱材を外壁と同じ施工方法で充填します。



写真 4.2.3 開口部まわりの断熱施工

サッシ本体を取り付けた後に、まぐさや柱、間柱とサッシ本体との間に生じた隙間は、断熱材の端材等を詰めて塞ぎます。

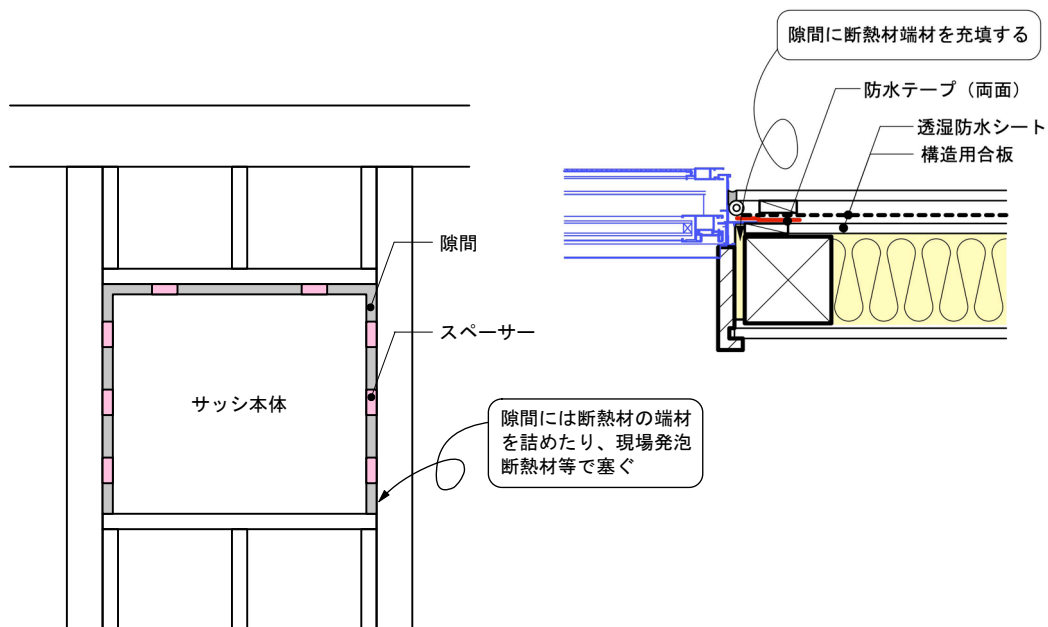


図 4.2.7 開口部まわりの断熱施工

2) 気密施工・防水対策

開口部まわりは特に隙間が生じやすい箇所であるため、気密には十分に注意して施工します。防水テープ（防水・気密テープ）をサッシの四周のフィンの上から貼り付け、外壁の気密層と連続させます。

一般的な施工手順を図 4.2.8 に示します。

サッシまわりの防水テープは、気密テープを兼ねます。

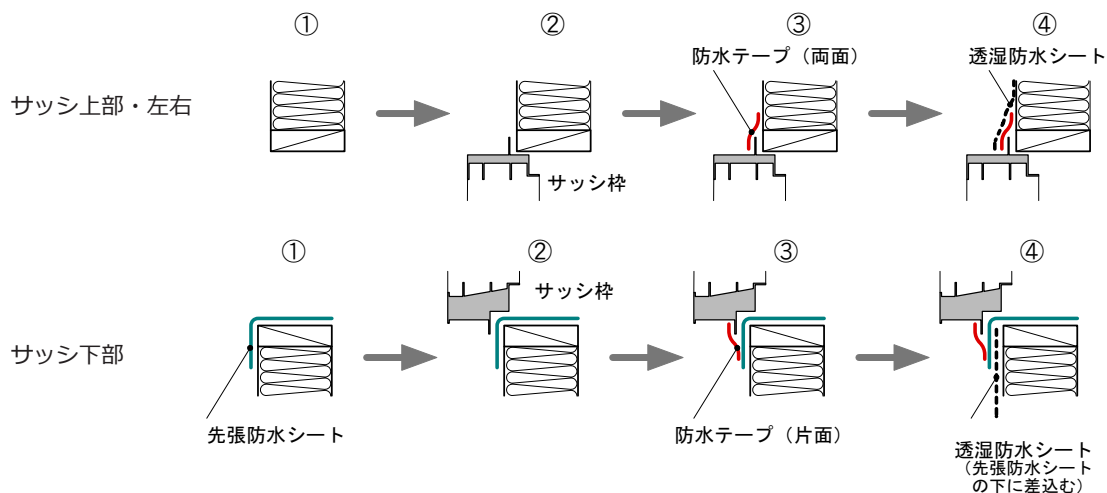


図 4.2.8 開口部まわりの気密施工の手順

3) 通気層の施工

外壁の通気層の厚さは、15mm 以上とし、開口部周囲はまわりで通気層が閉鎖されないように 30mm 程度の隙間を設けます。

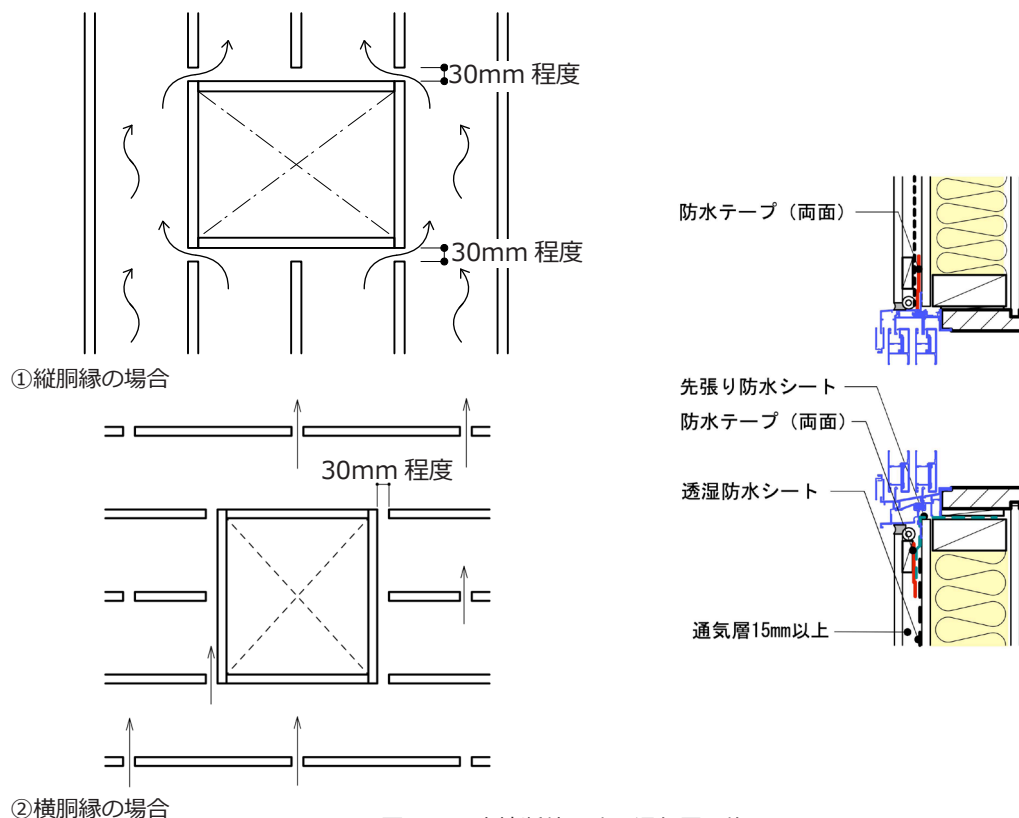


図 4.2.9 充填断熱工法の通気層の施工

2.2. 天井の断熱

（1）基本事項

1）基本事項

外壁の気密層と連続させるため、天井の断熱施工においては、野縁と断熱材を充填する前に、外壁の断熱材とせっこうボードを梁・桁まで施工し、その後、天井下地の野縁を組み、天井材を気密層と兼ねて施工します。以下にその具体的な手順を述べます。

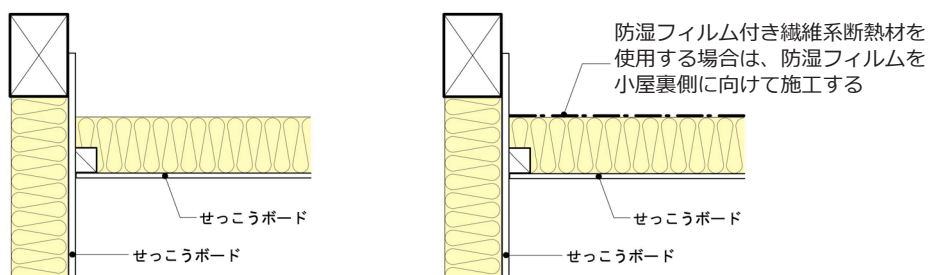


図 4.2.10 せっこうボードによる気密層

- ① 天井に野縁を組みます。せっこうボード等の内装下地材の四周端部（留め付ける箇所）に木下地が来るように野縁を組みます（格子組野縁）



写真 4.2.4 天井の野縁の施工

- ② 野縁の上に断熱材を隙間なく施工します。繊維系断熱材を用いる場合は、防湿フィルムが付属していない断熱材を使用するか、または防湿フィルム付き断熱材を使用する場合は、夏型結露を原因とする湿害防止のため防湿層の面を小屋裏側に向けて断熱材を施工します。

- ・ 吊り木まわりは、断熱材を切り欠いて、浮き上がりや隙間ができないようにします。
- ・ 天井面を高断熱化するために、防湿フィルム付き断熱材を2枚重ねする場合も、両方とも防湿層の面を小屋裏側に設置します。



①防湿フィルムを小屋裏側に施工した場合



②防湿フィルムが付属していない断熱材を使用した場合

写真 4.2.5 天井断熱材の施工例

- ③野縁の下にせっこうボード等の面材を留め付け気密層を形成します。

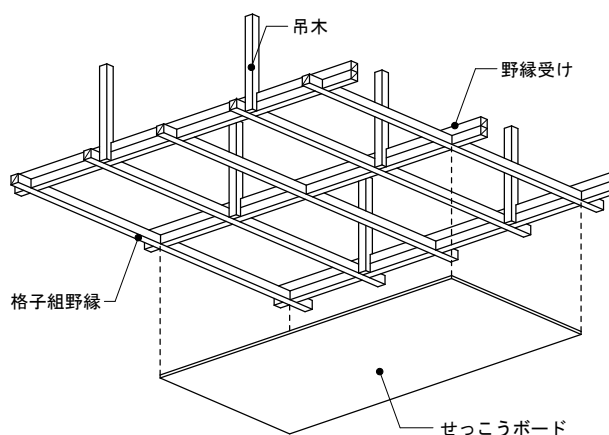


図 4.2.11 天井のせっこうボードによる気密層の施工

その他の注意点

- ・ 押入れやクローゼット上部などの入れ忘れに注意してください。
- ・ 断熱する天井に設ける照明器具は、断熱層や防湿層の欠損を防ぐためにシーリング（直付け）式照明器具を使用することが望めます。
- ・ やむを得ず埋込み型の照明器具（ダウンライト等）を使用する場合は、SB型やSG形、SGI型等の断熱・遮音施工に合ったS型器具を取り付けてください。

（２）間仕切壁と天井の取合い部

- ①間仕切壁の上部（最上階）と天井の取合い部は、間柱があるため天井の断熱材が不連続になりがちです。天井の断熱材を施工する前に、野縁を組む高さに気流止めとして乾燥木材を留め付け、梁下まで断熱材を施工します。

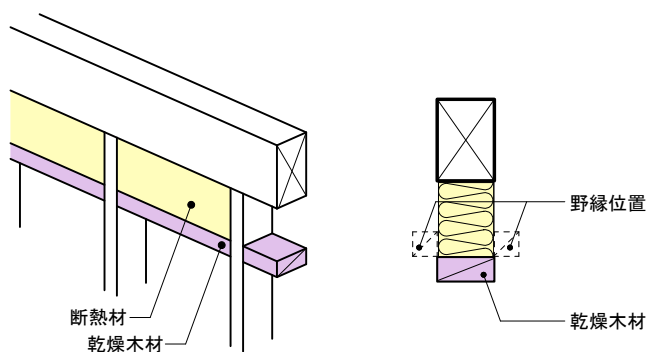


図 4.2.12 間仕切り壁と天井の取合い部の気流止め

間仕切壁の上部に気流止めがないと、床下空気が侵入したり、室内冷気が壁体内を逃げて行く場合があります。そのため床下（最下階）と同様、上部（最上階）にも気密対策を施します。

乾燥木材（気流止め）は、野縁を組む前に施工します。天井断熱材（断熱層）の連続性を確保するために、乾燥木材の上部にも断熱材を施工します。

- ・繊維系断熱材を使用することも可能です。ただし、筋かいのある壁には使用できません（図 4.2.13）。
- ・壁のせっこうボード等を梁まで張り上げて納めることもできます。その場合でも梁下から天井の位置まで、断熱材を充填してください（図 4.2.14）。

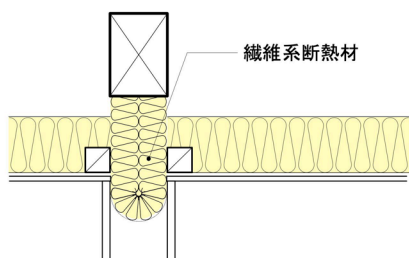


図 4.2.13 繊維系断熱材による気流止め

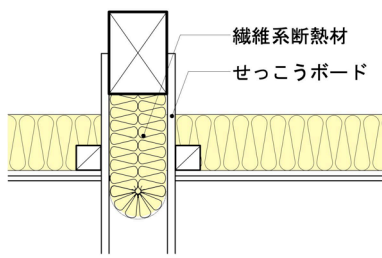


図 4.2.14 せっこうボードの張り上げによる気流止め

- ②その後、天井の断熱材を隙間なく敷き込みます。

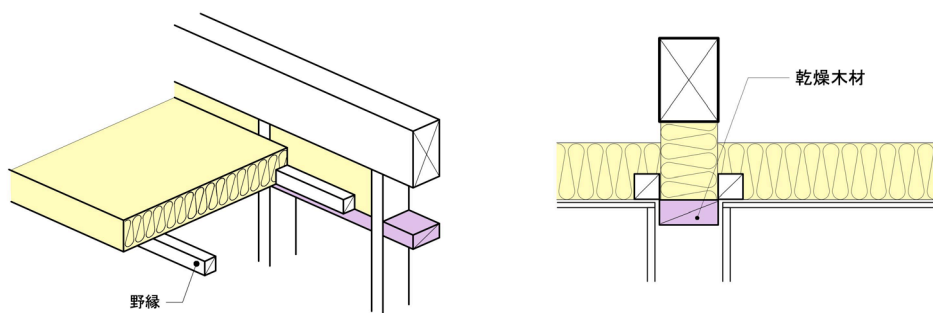


図 4.2.15 間仕切り壁と天井の取合い部

2.3. 屋根の断熱

(1) 基本事項

屋根を充填断熱工法とする場合は、外壁と同様とします（2.2.（1）参照）。
なお通気層の厚さは 30 mm 以上確保してください。

外張断熱工法とする場合は、基本的にメーカーの施工要領書に基づき施工してください。以下では、一般的な注意点のみを述べます。

断熱材を留めるビスは、「通気垂木+断熱材厚さ+ネジ部長さ+ a（メーカーに確認）」で選択し、確実に垂木に打ち付けます。また、垂木を突き抜けないよう注意します。

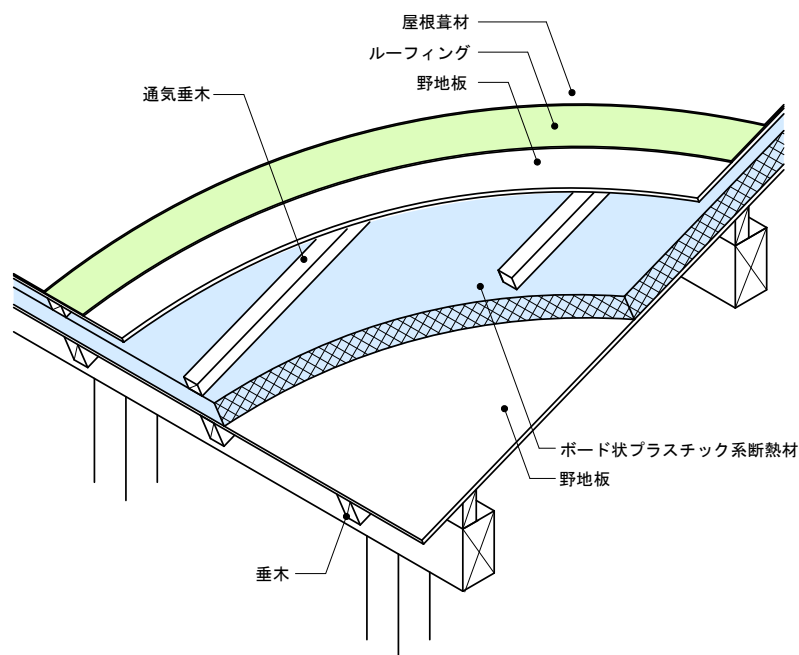


図 4.2.16 外張断熱工法による屋根

垂木の上に施工した野地板を気密層とする場合は、原則として下地のある部分で合板を留め付けます。下地（垂木）がない部分で野地板を継いだ場合は、継ぎ目に気密テープを貼ります。

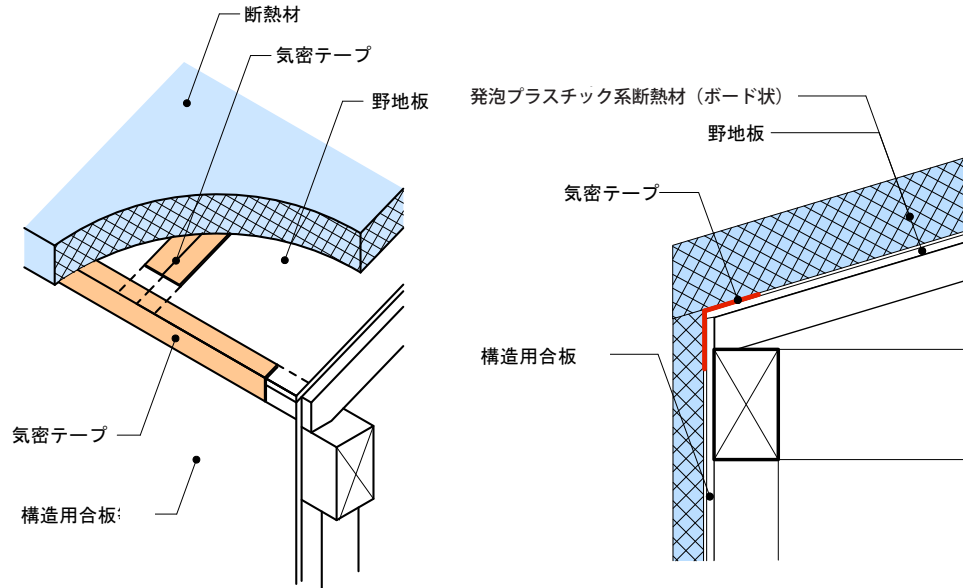


図 4.2.17 野地板による気密層

断熱材そのものを気密層とする場合は、断熱材の継ぎ目に気密テープを貼ります。

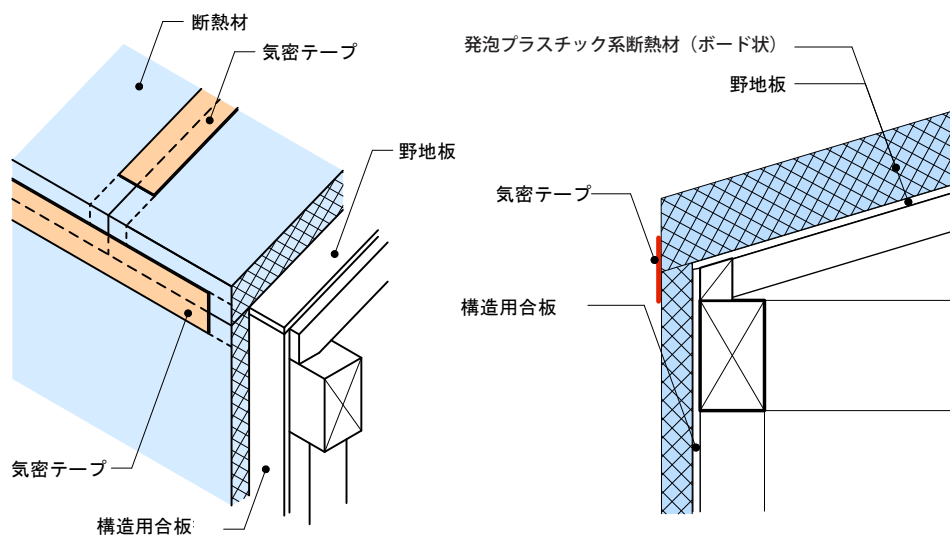


図 4.2.18 断熱材による気密層

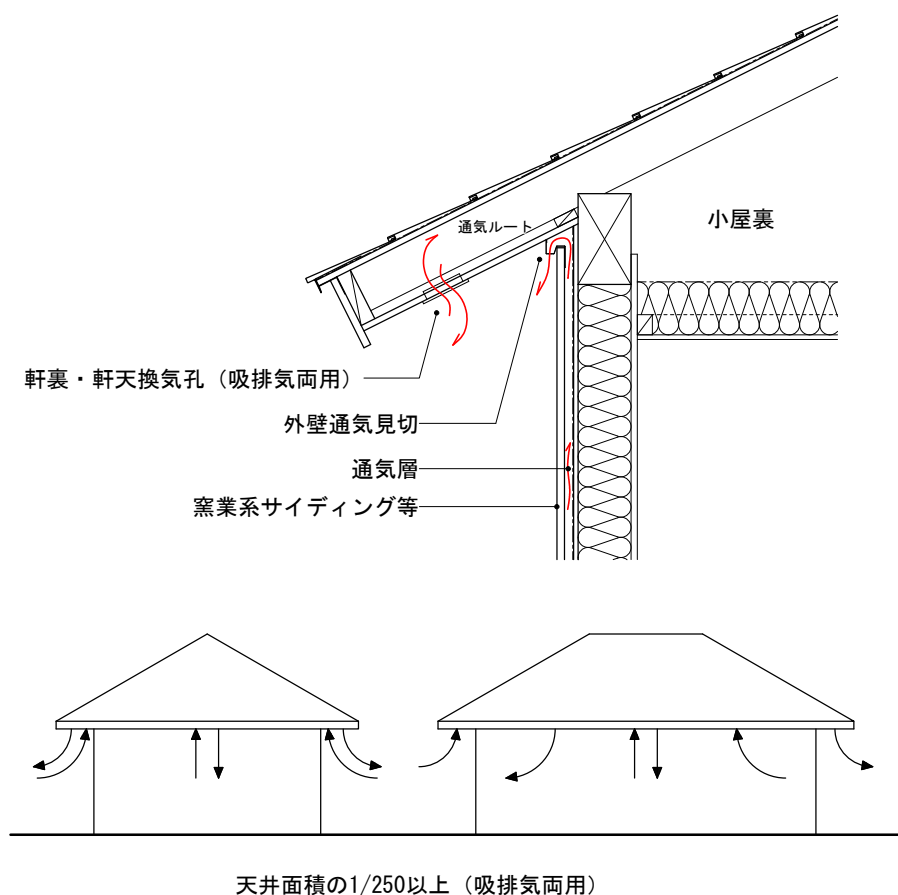
2.4. 小屋裏換気の確保

(1) 基本事項

天井断熱、屋根断熱、いずれの場合も、小屋裏・屋根通気層の排熱や夏型結露による湿害防止のために、図 4.2.19 を参考に換気孔を設置してください。

暴風時に雨水が侵入し難い小屋裏換気孔の設置位置としては、軒の出がある場合は負圧になることが多い軒裏（軒天）部が有効です。

住宅金融支援機構共通仕様書に記載の数値（図 4.2.19 に示す $1/250$ 以上等の数値）は、あくまで単純開口面積を示していますが、軒天有孔ボードなどひとつひとつの孔が小さく、通気抵抗が高い換気部材を使用する場合は、この数値より 1.3 倍以上の換気面積を有する換気部材を使用してください。



※住宅金融支援機構 木造住宅工事仕様書 小屋裏換気孔の設置例「口」より引用

図 4.2.19 小屋裏換気孔の参考図

2.5. 下屋の断熱

（1）外壁及び天井が充填断熱工法の下屋の断熱

- ① 外壁の断熱施工を先行し、断熱材を桁まで張上げてせっこうボードで押さえます。その後、下がり壁と野縁を造作します。
- ② 野縁の上に断熱材を隙間なく敷き込み天井の断熱材を施工します。
 - ・天井の部分は「2.2. 天井の断熱」、下がり壁の部分は「2.1. 外壁の断熱」と同様の施工を行い、この部分で断熱欠損が生じないようにしてください。
 - ・なお下屋の小屋裏換気は、「2.4. 小屋裏換気の確保」に基づき換気面積を確保してください。



写真 4.2.5 断熱材の施工が完了

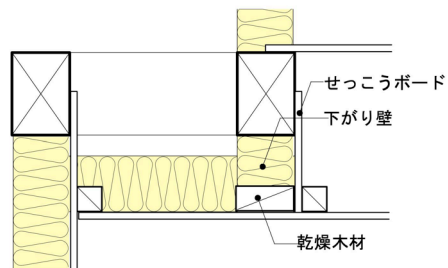


図 4.2.20 下屋の納まり

写真では、解りやすくするために、壁のせっこうボード等を張っていません。

2.6. 床・基礎の断熱

(1) 床断熱と基礎断熱

暖房期間が極めて短く、冷房期間がほとんどを占める8地域においては、省エネ基準では断熱性能ではなく遮熱性能の確保がメインとなるため、遮熱性能の評価には無関係な床や基礎の断熱は必ずしも必要とはいえません。

しかし、暖房設備を設け、暖房期間が1ヶ月程度あると予想される住宅においては、足元付近の体感温度を良好なものとするためにも床もしくは基礎のいずれかの部位で断熱化することが望まれます。以下では、これらの部位の断熱化手法を紹介します。

1) 床断熱

床下が外部空間となるため、床下換気口や、基礎天端と土台の間に基礎パッキン材を設置して、床下換気を促します。外壁や間仕切壁と床との取合い部には、床下に流れ込んだ湿気が壁内に流入しないよう、床面の気密層を確保することが必要です。

また、床断熱とする場合は、床下の換気が適切に行われるように換気量の確認が必要です。

通気パッキン材：

基礎天端に設置するパッキン材で、基礎と土台の間に隙間を作り床下の換気をします。

気密パッキン材：

基礎天端と土台の間に挟み込み、基礎と土台の隙間をなくし気密性を高めるパッキン材です。板状のものとシート状のものがあります。

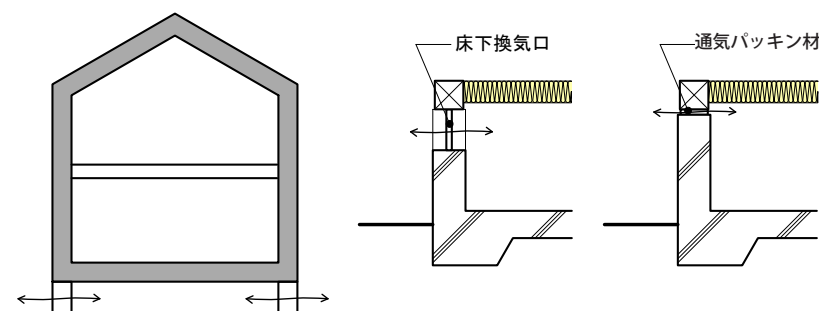


図 4.2.21 床断熱

2) 基礎断熱

床下が熱的には室内空間となるため、床下換気口を設けず、基礎天端と土台の間には気密パッキン材を設置して、気密性を確保します。床の気密層を確保する必要ありません。

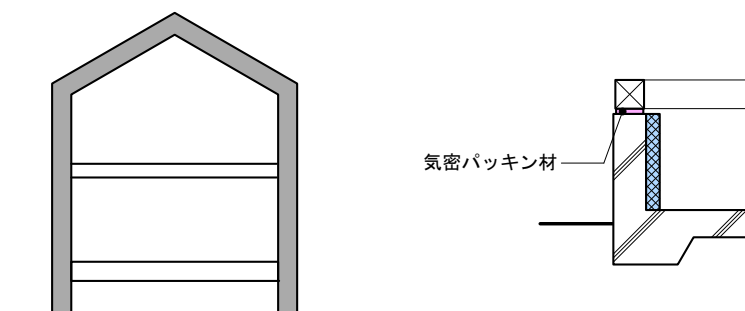


図 4.2.22 基礎断熱

基礎断熱とする場合、竣工当初の床下湿気への対策が重要です。例えば、開閉可能な換気口などを用いて竣工時から1年程度は開放（換気）し、それ以降は閉鎖（密閉）することで、土間の乾燥期間を設け、断熱性能確保までの調整期間を設ける方法等も考えられます。

（２）床断熱

１）大引間断熱

床組みを根太レスの剛床とし、大引間に断熱材を施工する方法です。規定の間隔に合わせて土台や大引に専用金具等を取付け、大判の床用断熱材を敷き込むように施工します。断熱材がたわみ床下外気が流入しないよう注意してください。

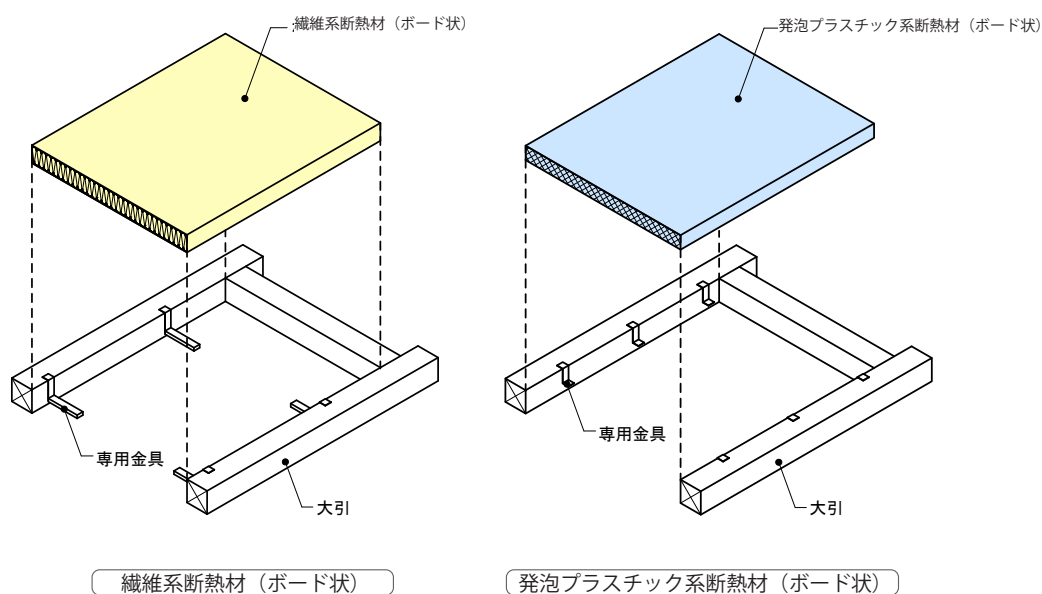


図 4.2.23 大引間の断熱材の施工

２）床の気密層の確保

床断熱では、床組みを根太レスの剛床とすることで、気密性を確保することができます。断熱材を使用しない場合でも、同様の対策を検討します。

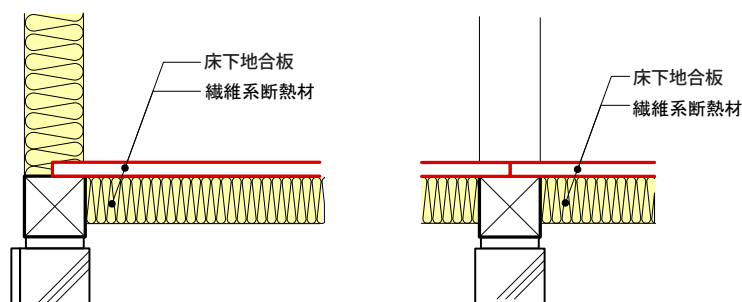


図 4.2.24 合板による気流止め

以下のような方法で気密をとります。

- ・ 合板を下地（土台や大引き、受材等）のある部分で継ぐ。
- ・ 下地のない場合は、実加工の合板等を使用するか、継ぎ目に気密テープを貼る。

この気密方法は、床に限らず、その他の部位（壁や屋根等）でも、共通です。

3) 外気に接する床

跳ね出した床の箇所等の外気に接する床は、床下地合板を張る前に断熱材を施工します。床梁间断熱の場合は、下から断熱材を施工することも可能です。また、通気層からの通気を外へ開放するために、軒天換気を必ず確保してください。

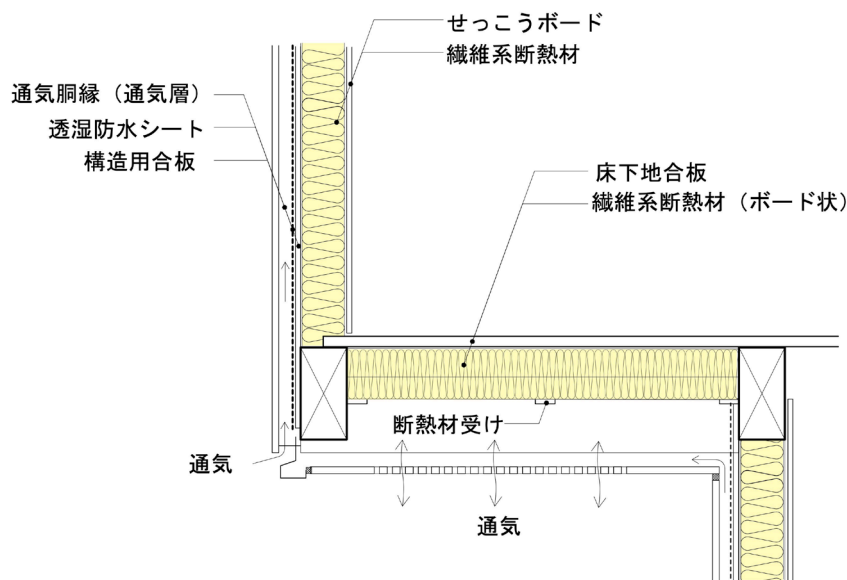


図 4.2.25 外壁が充填断熱工法の床梁间断熱

(3) 基礎内断熱

基礎で断熱する場合は、蟻害対策のためにも原則、基礎の内側で断熱します。

断熱材は、コンクリート同時打込み、または後貼りで施工します。後貼り施工の場合は、一液・無溶剤型変成シリコン樹脂系接着剤等で発泡プラスチック系断熱材（ボード状）を貼り付けます。

また、蟻害に対しては、以下を参考に対策を講じてください。

- ・断熱材の中をシロアリが這い上がり構造材等を食害する恐れがあります。地盤を土壌処理する方法や、使用する断熱材においては公益社団法人木材保存協会から認定を受けた防蟻断熱材など、防蟻性能の有効性や耐久性が確認された断熱材の使用を推奨します。具体的な防蟻方法に関しては、建材メーカーの施工要領に沿って施工してください。
- ・その他、基礎立上りと土間スラブ等の打継ぎ部（セパレート金具跡）、貫通配管廻り等からシロアリが侵入する場合も考えられるため、防蟻シーリング等を用いて対策することが求められます。

3. 鉄筋コンクリート造の施工

3.1. 断熱工法の特徴

1) 断熱工法の概要

RC造の断熱施工には、大きく分けて内断熱工法と外断熱工法があります。

使用する断熱材は、主に発泡プラスチック系断熱材（ボード状）が多く、断熱施工に際しては断熱材相互に隙間を生じさせないようにすることが重要です。

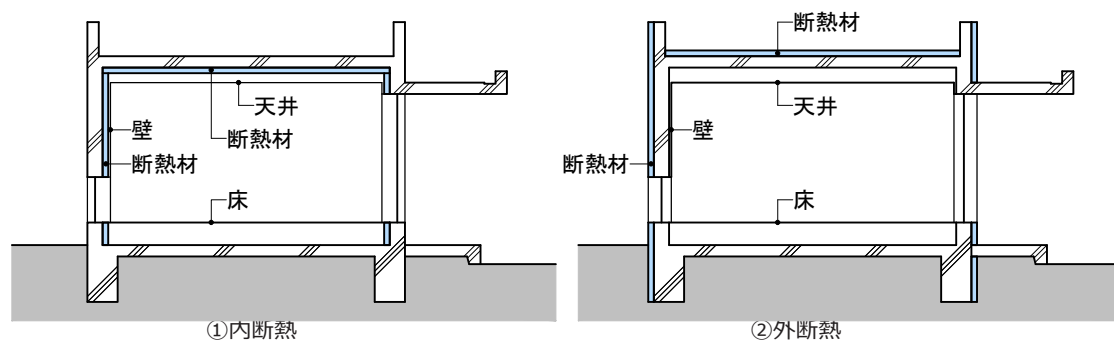


図 4.3.1 RC造断熱工法の種類

しかし、長い冷房期間において快適な室内環境を確保し、より省エネ化するためには、外壁の断熱施工も重要な断熱部位です。

その他、第2章で解説した建物周辺における日射遮蔽や通風性の確保を併せて計画することも大切な検討事項です。断熱化された室内に日射熱を入れない工夫や、熱容量の大きなコンクリート躯体に蓄熱させない工夫によって、さらに省エネで快適な空間を創出します。

1～7地域で必要となる熱橋対策（断熱補強）は省略して構いません。

3.2. 屋根の断熱

(1) 内断熱工法（打込み断熱工法）

打込み断熱工法は、型枠組立て時に、予め断熱材を型枠内面に仮留めしたうえでコンクリートを打込む工法です。透湿性が少ない発泡プラスチック系断熱材（ボード状）を使用し、断熱材相互、断熱材と躯体を密着させ空隙が生じないように施工します。施工方法のバリエーションを図 4.3.2 に示します。

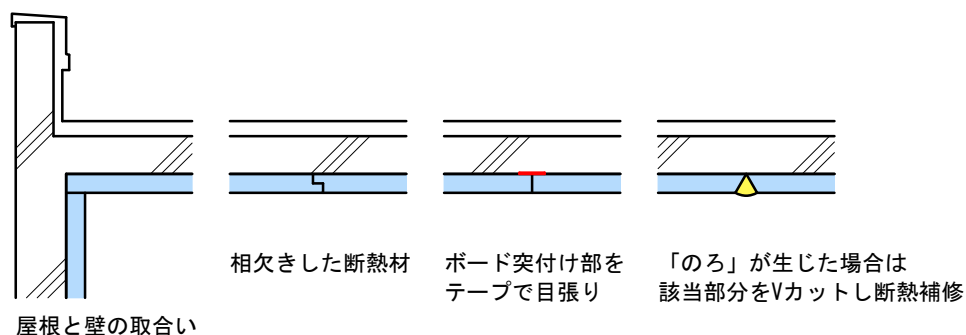


図 4.3.2 断熱施工の注意点と補修方法

(2) 外断熱工法（外断熱防水工法）

屋根の外断熱工法は、防水層の設置と併せて検討します。表 4.3.1 のように、断熱材の上面に防水層を設置する在来工法と、断熱下面に防水層を設置する USD（アップサイド・ダウン）工法の2つがあります。

在来工法の場合は、断熱材が透湿抵抗の高い層で覆われるために、わずかな雨水の侵入でも断熱材が含水し断熱性能が低下するおそれがあり、施工に十分注意が必要です。

表 4.3.1 外断熱工法における防水の種類

仕上り 断熱材の位置	露出	コンクリート押さえ	成形板若しくは砂利押さえ
スラブと防水層の間 (在来工法)			
防水層の直上 (USD工法)	—		

(注) 断熱材の上に防水を行い、コンクリート押さえとする在来工法は、押さえコンクリートの荷重により断熱材が潰れて防水層に欠陥を生じやすく、近年はほとんどおこなわれない。

防水材と断熱材の位置関係により、防水材の耐用年数が変わります。

USD 工法の場合は、防水層が日射にさらされないため紫外線劣化が起きにくく、かつ、温度変化も抑えられるため、防水層の耐用性が長くなります。

（3）RC造と木造小屋組屋根断熱工法を組み合わせる場合

近年、RC造の外壁に、木造の小屋組を組み合わせた住宅が増えています。小屋組部分は「木造の断熱工法」を参照してください。特に、RC部分と木部分との接合部は隙間が生じないように施工し、特に、外壁と天井の接合部に隙間を生じさせないように注意します。また天井に段差がある場合の接合点などに途切れることがないように施工します。

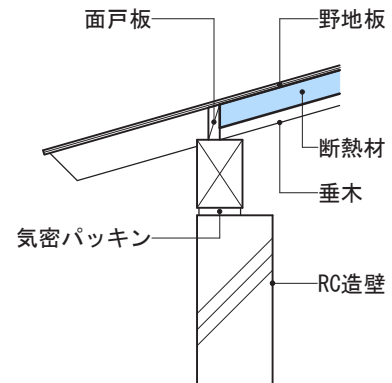


図 4.3.3 RC造と木造小屋組断面



二重野地板

昨今の沖縄の赤瓦葺き屋根は、竹野地に練りこんだ土を乗せた上に赤瓦を葺くという古くからの方法をやめ、野地板に防水のためのゴム系アスファルトルーフィングを敷き込み、瓦滑り防止柵を設置した上に瓦を乗せています。

20年近くもたつと日射熱のため、アスファルトルーフィングが劣化し屋根の葺き替えを余儀なくされます。

宮古島エコハウス（郊外型）ではこの改善のため、野地板を二重にして間に通気層を設け、棟のイチミー（沖縄の伝統的な棟換気口）に繋げて排熱を促しています。

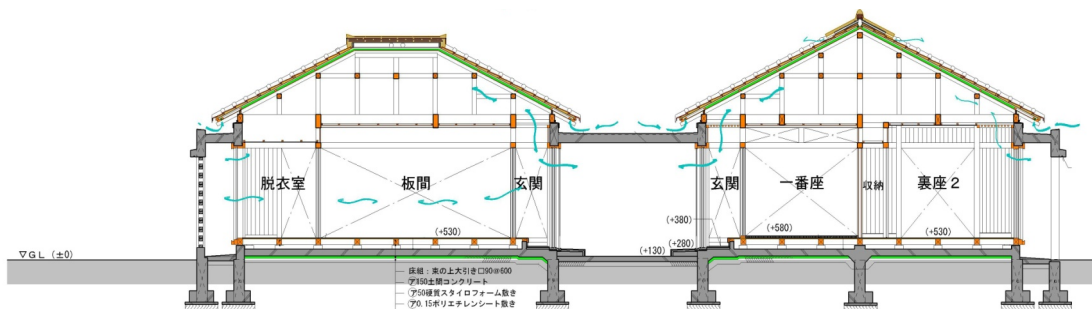


図 4.3.4 RC壁と木造組断面（宮古島エコハウス郊外型）

3.3. 外壁の断熱

(1) 内断熱工法

1) 打込み断熱工法

屋根の場合と同様に型枠組立て時に、予め断熱材を型枠内面に仮留めしたうえでコンクリートを打込む工法です。断熱層が連続するように入隅、出隅部の処理（図 4.3.5）や、形状が複雑となる開口部のまわりは、型枠の組み立ての手順と断熱材の設置方法の検討が必要となります。

屋根断熱と同様、断熱材相互、断熱材と躯体を密着させ空隙が生じないように施工します。施工方法のバリエーションは、図 4.3.2 を参照ください。

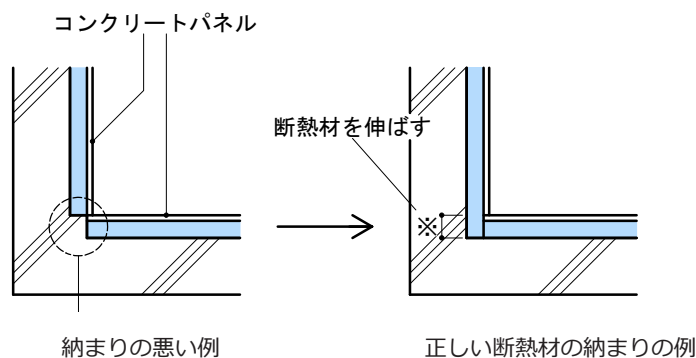


図 4.3.5 壁入隅部の処理

2) 張付け断熱工法

張付け断熱工法は、コンクリート脱型後にコンクリート面の状態を確認し、接着下地に不陸がある場合は、手直して平滑に仕上げたうえで、発泡プラスチック系断熱材（ボード状）を張付けます。

使用する接着剤は、断熱材の材質に適合する接着剤を選択します。下地のコンクリート面は、張付け条件に適した温度と乾燥度を保つ必要があり、接着面や気温が 35℃以上となる場合は、温度管理を行います。

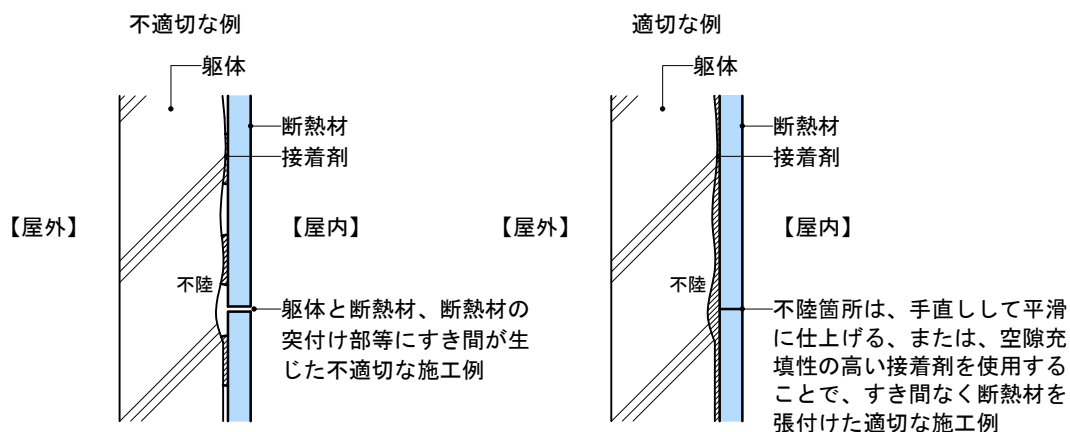


図 4.3.6 張付け断熱工法の注意点

3) 吹付け断熱工法

吹付け断熱工法は、継ぎ目がない連続した断熱層を形成しやすく、開口部まわりなど複雑な個所も施工しやすい工法です。専門の施工技術者（熱絶縁施工技能士の管理）による工事となるため、技術的にも確実な施工を期待できます。

断熱材は、「建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム」を用い、基本的に A 種 1 の壁、屋根裏等の用途に適するタイプの製品を使用します。また 1 回の吹付け厚さは 30 mm 以下が標準であり、所定の厚さがこれ以上の場合は、多層吹きをします。

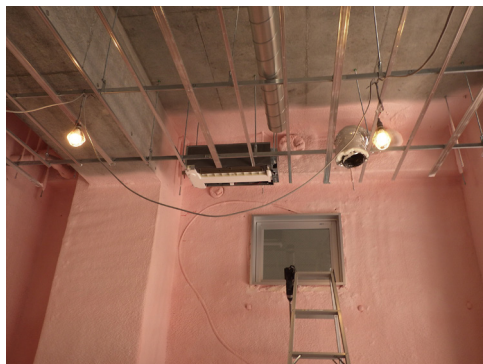


写真 4.3.1 吹付け断熱工法の施工例

3.4. 床・基礎の断熱

(1) 床・基礎の断熱施工

木造軸組工法（2.6.(1) 床断熱と基礎断熱 P072）で述べたように、省エネ基準では、床・基礎の断熱化は必須ではありませんが、暖房期間の温熱環境性能向上や夏型結露の改善のためには床面を断熱することも有効です。

木造床で床断熱とする場合は、木造軸組工法の床断熱（2.6.(2) 床の断熱 P073）、基礎断熱とする場合は木造軸組工法の基礎内断熱（2.6.(3) 基礎内断熱 P074）を参照ください。

なお、1 階の床下は、打設時からコンクリートが完全に乾燥するまでの間、しばらくは高湿度な状態になるため、結露やカビの発生原因になりかねません。

RC 造においても、コンクリート床の上部に床下を設け、その空間の湿気抜きのための換気口を設けるか、または基礎床下に外気が侵入しないように気密化し、床下の湿気を室内に開放するため、床面に換気口を設けるか、透湿性のある床材を採用する等の対策を講じることが必要です。

memo

第 5 章

参考資料

1. 建材

1.1. ガラスの種類

開口部の日射遮蔽は、ガラスと窓の内外に設置する日射遮蔽部材によります。

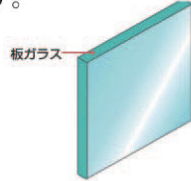
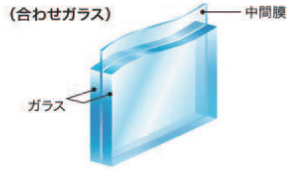
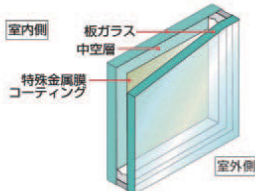
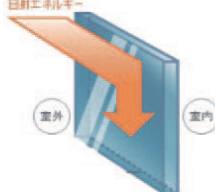
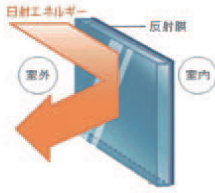
単板ガラス	最も一般的な透明なガラスで日射の約9割が透過します。 
合わせガラス	2枚の板ガラスの間に合成樹脂の中間膜をはさみ、熱と圧力に優れ、万一破損しても破片がほとんど飛び散りません。 
Low-E 複層ガラス 〔日射遮蔽型〕 ※ガス入りも有り	Low-E 複層ガラス〔日射遮蔽型〕とは、特殊金属等の Low-E (Low Emissivity = 低反射) 膜を、主に複層ガラスの室外側のガラス (空気層面) にコーティングし、ガラスの日射取得率が 0.49 以下のものをいいます。夏期の日射侵入を軽減します。 
熱線吸収ガラス	金属成分を加えて着色した板ガラス。日射熱を吸収することにより、ガラスを透過する熱の量を抑えます。 
熱線反射ガラス	表面に金属酸化物を焼き付けた板ガラス。日射光線を反射します。 

図 5.1.1 ガラスの種類

1.2. 断熱材

(1) 断熱材の分類

断熱材にはいろいろなものがあり、素材や形状、用途はさまざまです。大きく分けると表 5.3.1 のように分類することができます。

表 5.1.1 断熱材の種類

			フェルト状	ボード状	ばら状	現場発泡	小さい透湿抵抗
断熱材	繊維系断熱材	a: グラスウール	○	○	○		○
		b: ロックウール	○	○	○		○
		c: セルローズファイバー			○		○
		d: インシュレーションファイバー	○	○			○
	プラスチック系断熱材	e: ビーズ法ポリスチレンフォーム		○			
		f: 押出法ポリスチレンフォーム		○			
		g: 硬質ウレタンフォーム		○		○	△※1
		h: ポリエチレンフォーム		○			
		i: フェノールフォーム		○			

透湿性能

透湿性能の大小により内部結露防止のための防湿に対する施工方法が大きく異なります。プラスチック系断熱材は、水蒸気を通しにくい材料ですが、※1は、水蒸気を通しやすいため、繊維系断熱材と同じく防湿層が必要です。

*1: 硬質ウレタンフォームのうち、

JISA9526（建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム）A種3に該当するもの

1) 素材による分類

断熱材は素材によって「細かい繊維で空気を動きにくくする繊維系断熱材」と、「独立した気泡の中に気体を閉じ込める発泡プラスチック系断熱材」の2つに大別できます。

2) 形状や用途による分類

繊維系断熱材は密度によって形状が変わり、綿のような密度のフェルト状が一般的で、密度の高いものにはボード状のもの、吹込み用にはばら状のものがあります。発泡プラスチック系断熱材には、工場で成型されて出荷されるボード状の製品の他、現場発泡の断熱材があります。

3) 透湿性による分類

外壁などの断面構成において、透湿性（水蒸気の通しやすさ）は、とても重要な意味があります。透湿抵抗の大小によって断面の構成が異なり、透湿抵抗の小さな断熱材には防湿層が必要です。

(2) 断熱材の特徴

1) 繊維系断熱材

a : グラスウール

- ・ガラスを溶融して綿状に繊維化し、バインダーなどを加えフェルト状、ボード状、ばら状に加工した断熱材です。
- ・床・壁・天井と住宅のほとんどの部位に使用可能です。
- ・不燃性、遮熱性、吸音性があります。



b : ロックウール

- ・鉱物原料等を溶融して綿状に繊維化し、バインダーなどを加えフェルト状、ボード状、ばら状に加工した断熱材です。
- ・床・壁・天井と住宅のほとんどの部位に使用可能です。
- ・撥水性、不燃性、耐熱性、吸音性があります。



c : セルローズファイバー

- ・新聞紙などを繊維状に裁断し、防燃材、その他の添加物を混入してばら状にした断熱材です。
- ・壁・天井等の断熱材として使うことができます。
- ・吸音性、湿気を吸放出する機能があります。



d : インシュレーションファイバー

- ・木材などの植物繊維を、マット状、ボード状に成形した断熱材です。
- ・床・壁・天井・屋根等の断熱材として使うことができます。
- ・吸音性、湿気を吸放出する機能があります。

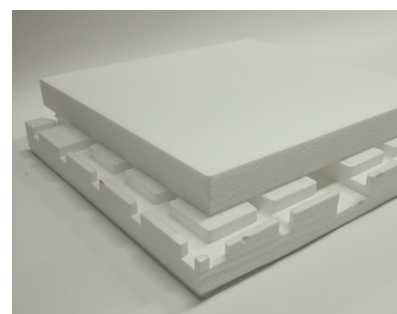


写真 5.1.1 繊維系断熱材

2) プラスチック系断熱材

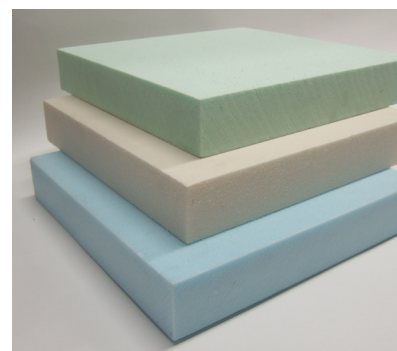
e : ビーズ法ポリスチレンフォーム

- ・ポリスチレン等に発泡剤、難燃剤および添加剤を加えた発泡性ビーズを、金型内で発泡成形した断熱材です。
- ・外張断熱工法や床・基礎の断熱に適した断熱材です。
- ・耐水性、耐湿性があります。



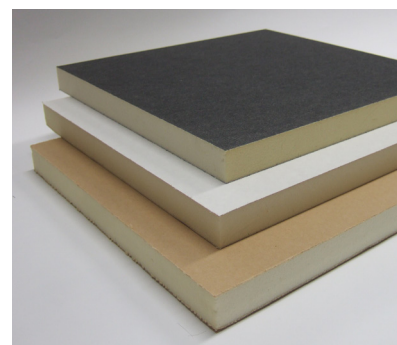
f : 押出法ポリスチレンフォーム

- ・ポリスチレン等に発泡剤、難燃剤及び添加剤を溶融混合し、連続的に押出発泡成形したボード状の断熱材です。
- ・外張断熱工法や床・基礎の断熱に適した断熱材です。
- ・耐水性、耐湿性があります。



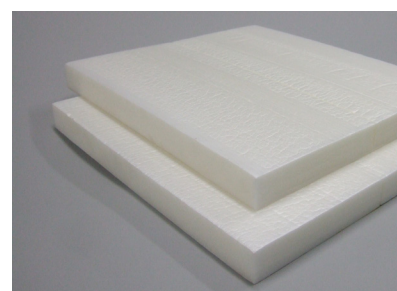
g : 硬質ウレタンフォーム

- ・ポリイソシアネート、ポリオール及び発泡剤を主剤として、発泡成形したボード状の断熱材の他、上記主剤を施工現場で混合し、施工箇所に直接吹き付けて使用する現場発泡品があります。
- ・ボード状の製品は外張断熱工法に、現場発泡品は自己接着性を有するため、隙間塞ぎや複雑な構造物でも隙間のない連続的な断熱層を形成することができます。



h : ポリエチレンフォーム

- ・ポリエチレン等に発泡剤及び添加剤を混合して、発泡成形したボード状の断熱材です。
- ・床、壁などのほか、屋根や屋上、配管カバーなどの断熱・防水と用途も多彩です。また柔軟性があるため、他のプラスチック系断熱材と比べると隙間なく施工することが可能です。
- ・高い耐吸湿・耐吸水性があります。



i : フェノールフォーム

- ・レゾール樹脂、発泡剤及び硬化剤を主剤として、主に成形面材の間で発泡成形した、ボード状の断熱材です。
- ・外張断熱工法や床の断熱に適した断熱材です。
- ・プラスチック系断熱材の中では防火性にも優れています。

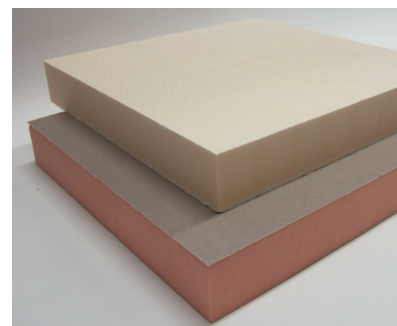


写真 5.1.2 プラスチック系断熱材

(3) 断熱材の性能

断熱材の最も大切な性能である熱の伝わり方を示す数値に熱伝導率 λ があります。この熱伝導率が小さいほど熱を伝えにくく断熱性能が高い材料です。同じ断熱性能を得ようとする場合、熱伝導率の小さい断熱材ほど厚さが薄くなります。同じ種類の断熱材でも密度等の違いにより熱伝導率が異なる場合がありますので、注意が必要です。下表に主な断熱材の熱伝導率 λ を記載します。

表 5.1.2 主な断熱材の熱伝導率 λ

種類		製品記号	熱伝導率λ [W/(m・K)]	
JIS A 9521_2022 建築用断熱材（抜粋）				
グラスウール断熱材	通常品	10-50	GW10-50	0.050
		16-45	GW16-45	0.045
		24-38	GW24-38	0.038
		32-36	GW32-36	0.036
	高性能品	HG10-45	GWHG10-45	0.045
		HG10-43	GWHG10-43	0.043
		HG14-38	GWHG14-38	0.038
		HG16-38	GWHG16-38	0.038
		HG16-37	GWHG16-37	0.037
		HG20-36	GWHG20-36	0.036
		HG20-35	GWHG20-35	0.035
		HG20-34	GWHG20-34	0.034
		HG24-36	GWHG24-36	0.036
		HG24-35	GWHG24-35	0.035
		HG24-34	GWHG24-34	0.034
		HG28-33	GWHG28-33	0.033
		HG32-35	GWHG32-35	0.035
		HG36-32	GWHG36-32	0.032
HG38-32	GWHG38-32	0.032		
ロックウール断熱材	LD	RWLD	0.039	
	MA	RWMA	0.038	
	MB	RWMB	0.037	
	MC、HA	RWMC、RWHA	0.036	
	HB	RWHB	0.035	
	HC	RWHC	0.034	
インシュレーションファイバー断熱材	ファイバーマット	IM	0.040	
	ファイバーボード	DIB、DIBP	0.052	
ビーズ法ポリスチレンフォーム断熱材	1号	EPS1	0.034	
	2号	EPS2	0.036	
	3号	EPS3	0.038	
	4号	EPS4	0.041	
JIS A 9523_2023 吹込み用繊維質断熱材（抜粋）				
吹込み用グラスウール断熱材		LFGW1052	0.052	
		LFGW1352	0.052	
		LFGW1852	0.052	
		LFGW2040	0.040	
		LFGW2238	0.038	
		LFGW3240	0.040	
		LFGW3238	0.038	
吹込み用ロックウール断熱材		LFRW2547	0.047	
		LFRW6038	0.038	
吹込み用セルローズファイバー断熱材		LFCF2540	0.040	
		LFCF4040	0.040	
		LFCF4540	0.040	
		LFCF5040	0.040	
		LFCF5540	0.040	
		LFCF6040	0.040	

種類				製品記号	熱伝導率λ [W/(m・K)]
JIS A 9521_2022 建築用断熱材 (抜粋)					
押出法ポリスチレンフォーム断熱材	1種	b	A	XPS1bA	0.040
			C	XPS1bC	0.036
	2種	b	A	XPS2bA	0.034
	3種	a	A	XPS3aA	0.028
			C	XPS3aC	0.024
			D	XPS3aD	0.022
		b	A	XPS3bA	0.028
			C	XPS3bC	0.024
			D	XPS3bD	0.022
			A I、A II	XPS3bA I XPS3bA II	0.028
硬質ウレタンフォーム断熱材	1種	1号	I、II	PUF1.1 I PUF1.1 II	0.029
	2種	1号	A I、A II	PUF2.1A I PUF2.1A II	0.023
			A I、A II	PUF2.2A I PUF2.2A II	0.024
		2号	C I、C II	PUF2.2C I PUF2.2C II	0.022
			D I、D II	PUF2.2D I PUF2.2D II	0.021
			E I、E II	PUF2.2E I PUF2.2E II	0.020
			G I、G II	PUF2.2G I PUF2.2G II	0.018
			3種	1号	C I、C II
	D I、D II	PUF3.1D I PUF3.1D II			0.023
	2号	C I、C II		PUF3.2C I PUF3.2C II	0.024
		D I、D II		PUF3.2D I PUF3.2D II	0.023
		ポリエチレンフォーム断熱材		1種	1号
	2号		PE1.2		0.042
	2種				PE2
3種			PE3	0.034	
フェノールフォーム断熱材	1種	2号	C I、C II	PF1.2C I PF1.2C II	0.020
			D I、D II	PF1.2D I PF1.2D II	0.019
			E I、E II	PF1.2E I PF1.2E II	0.018
		3号	C I、C II	PF1.3C I PF1.3C II	0.020
			D I、D II	PF1.3D I PF1.3D II	0.019
			E I、E II	PF1.3E I PF1.3E II	0.018
JISA9526_2022 建築物断熱用吹付け硬質ウレタンフォーム (抜粋)					
吹付け硬質ウレタンフォーム	A種	1	NF1	0.034	
		1H	NF1H	0.026	
		2	NF2	0.034	
		2H	NF2H	0.026	
		3	NF3	0.040	

あとがき

住宅の省エネルギー化は、地域の気候を適切に理解し、住宅づくりの歴史の中でつちかわれた知恵の上に立って日々、発展する各種の技術を適用していくことによって実現します。

省エネルギー基準を理解し、基準に沿った設計をおこなうことはもとより、建築が地域の環境を形成するものであることを理解し、住み手の暮らし方による省エネルギーの実現までを視野に入れることによって持続的なエネルギー削減は可能になります。

建築における総合的なエネルギー削減のためには、設備等によるエネルギーの使用量を減らすとともに、新築の際のエネルギー消費の削減のための建築の長寿命化、近年相次いでいる災害に強い住宅の実現がともに図られなければなりません。

海洋性亜熱帯気候のもとの蒸暑地域である沖縄においては、気候風土に適応した住まいのあり方の知恵を現代の技術を用いて継承し発展させることが取り組まれてきました。さらに、台風や塩害などの厳しい条件の中、長寿命で災害に強い省エネルギー住宅のあり方を確立し、持続可能な社会における住宅づくりを発展させることがのぞまれています。

参考 Web

国土交通省 / <https://www.mlit.go.jp/>

国立研究開発法人 建築研究所 / <https://www.kenken.go.jp/>

経済産業省 資源エネルギー庁 / <https://www.enecho.meti.go.jp/>

一般財団法人住宅・建築SDGs推進センター / <https://www.ibec.or.jp/>

一般社団法人 日本サステナブル建築協会 / <https://www.jsbc.or.jp/>

一般社団法人 住宅性能評価・表示協会 / <https://www.hyoukakyoukai.or.jp/>

一般財団法人 省エネルギーセンター / <https://www.eccj.or.jp/>

参考文献

住宅の省エネルギー基準の解説 / 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構

自立循環型住宅への設計ガイドライン / 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構

住宅省エネルギー技術講習テキスト（令和2年度版） / 一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

風土に根ざした家づくり手引書 令和4年度版 / 沖縄県土木建築部住宅課

資料協力

断熱建材協議会 / <https://dankenkyou.com/>

図版・写真等の出典・出所

※図版・写真等の出典は図版等のタイトル近傍に記載しています。それ以外は下記のとおりです。

伊志嶺敏子 一級建築士事務所	図 2.1.2, 図 3.6.7, 図 3.4.1, 図 3.4.2, 図 4.3.4 写真 1.2.1, 写真 2.1.1 ~ 6, 写真 3.6.3
有限会社 K・でざいん	図 2.2.1, 写真 2.2.1, 写真 2.2.3, 写真 2.2.4, 写真 2.2.5, 図 3.4.3
有限会社 門	図 3.1.2, 図 3.1.3, 図 3.6.1, 図 3.6.2, 図 3.6.4, 図 3.5.1, 図 3.5.2, 図 3.5.6, 写真 3.6.2, 写真 3.5.1
清水 肇	写真 2.1.7, 写真 2.1.8
アトリエ・ネロ	写真 2.2.2, 写真 3.6.2, 写真 3.6.5, 写真 3.6.6, 写真 3.6.7, 写真 3.6.4
ていーだ建築設計室	写真 2.2.6

住宅省エネルギー技術講習会 資料作成委員会		
委員長	鈴木 大隆	地方独立行政法人 北海道立総合研究機構
委員（五十音順）	新井 政広	株式会社 アライ
	池田 浩和	岡庭建設 株式会社
	井上 理一郎	独立行政法人 住宅金融支援機構
	小山 剛	一般社団法人 住宅性能評価・表示協会
	坂口 晴一	一般社団法人 日本ツーバイフォー建築協会
	多田 季也	断熱建材協議会
	谷原 敏博	断熱建材協議会
	布井 洋二	断熱建材協議会
	三原 典正	断熱建材協議会
協力 委員（五十音順）	久保田 博之	株式会社 プレスト建築研究所
	砂川 雅彦	住宅環境コンサルタント
	村田 直子	MOON 設計 合同会社
コンサルタント	加来 照彦	株式会社 現代計画研究所
	須藤 育代	株式会社 現代計画研究所
編集協力	石崎 竜一	合同会社 TAKAO スタジオ
事務局	沼田 良平	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会
	高田 峰幸	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会
	谷合 亜男	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

沖縄版作成 SWG		
主査	西里 幸二	NPO法人沖縄県建築設計サポートセンター
委員（五十音順）	新川 清則	パス建築研究室
	伊志嶺 敏子	伊志嶺敏子一級建築設計事務所
	金城 傑	有限会社 K・でざいん
	金城 優	有限会社 門
	清水 肇	琉球大学
	根路銘 安史	アトリエ・ネロ
事務局	石川 正	公益社団法人 沖縄県建築士会

沖縄木造住宅協同組合		
代表理事	玉城 順一	株式会社 幸建ホーム
委員（五十音順）	照屋 幸勇	株式会社 住太郎ホーム
	渡嘉敷 真	大晋建設 株式会社
	比嘉 武	株式会社 T & T
	平田 勝	株式会社 ちゅらきや
	宮城 亮	有限会社 大協建設
事務局	村山 創	沖縄木造住宅協同組合

memo

令和5年度 国土交通省補助事業

住宅の省エネルギー 設計と施工 2023

〈改正〉平成28年省エネルギー基準対応

8地域版
(主に沖縄県)

令和5年10月

企画・発行 一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

監修 省エネ講習資料作成WG

〒107-0052

東京都港区赤坂 2-2-19 アドレスビル 5F

TEL 03-3560-2882 FAX 03-3560-2878

E-mail: sho-ene@kiwoikasu.or.jp

8 地域版
(主に沖縄県)

