令和2年度 国土交通省補助事業

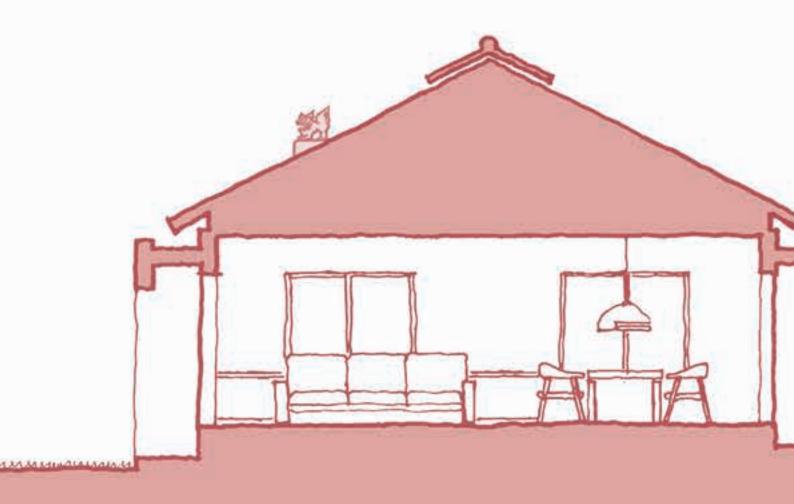
住宅省エネルギー技術

講習テキスト

〈改正〉平成28年省エネルギー基準対応 【第2版(令和3年3月)】

設計·施工編

沖縄 (8地域)版



令和2年度 国土交通省補助事業

住宅省エネルギー技術講習テキスト 設計・施工編

【沖縄(8地域)版】[第2版]

【改正】平成28年省エネルギー基準対応

目次

第	1	章	
沖絲	単の	気候特性	005
		基本的特徵 気象特性 2.1. 気温、湿度、降水量、日射、太陽紫外線	
		2.2. 風向と風速2.3. 台風	013
	3.	地域ごとの特徴	015
		章	
沖絲			021
	1.	沖縄の住宅づくりの歴史 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
		草	024
自_		ルギーのための住宅設計の方法	
	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. 負荷の低減とエネルギーの効率的使用	034
	2	1.3. 削減対象のエネルギー用途と創エネ	035
	۷.	遮熱による手法 (スプルミ)	037
		2.1. 庇と軒、雨端 (アマハジ)	037
		2.2. 花ブロック	038
		2.3. 日射遮蔽部材	038
		2.4. 袖壁	040
		2.5. 屋根通気ブロック	040
	_	2.6. 開口部のあり方	041
	3.	断熱による手法	042
		3.1. 断熱による手法	042
	_	3.2. 断熱設計の考え方	044
	4.	通風による手法	045
		4.1. 自然風の利用	045
		4.2. 開口部の設け方	045
	5.	昼光利用	048

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。

第4章

省エネルギーと住環境の構成の方法	049
1. 建物の配置、外部空間と平面構成	050
1.1. 方位と建物の配置	050
1.2. 外部空間による環境の構成	051
1.3. 住宅の平面構成とバッファーゾ	ーン052
2. 住宅の環境づくりの工夫	053
2.1. 屋上緑化	053
2.2. 壁面緑化	055
2.3. よしず、すだれ、植栽ネット	056
2.4. 遮熱塗料	057
第5章	0.50
施工	059
1. 木造の断熱工法	060
1.1. 屋根・天井の断熱工法	060
1.2. 断熱工法の例	061
2. RC 造の断熱工法	062
2.1. 断熱工法の特徴	062
2.2. 木造の小屋組と RC 壁	064
3. ガラスと断熱材	065
3.1. ガラスの種類	065
3.2. 断熱材	066
あとがき	071

※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 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1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74%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 $800 \sim 3,800$ mm 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に大きく影響され、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。

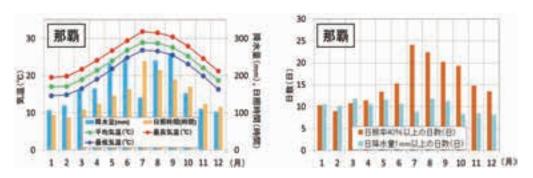


図 1.1.1 那覇の気象概要

出典:「那覇の気象データ」(沖縄気象台ホームページより)

年間を通して平均 7.4 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。

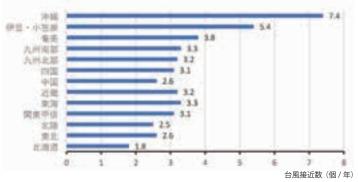


図 1.1.2 地域別台風接近数の平均値(個 / 年)

(1981年~2010年までの平均値、2015年版理科年表より作成)

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 6.3℃より下がったことはありません。

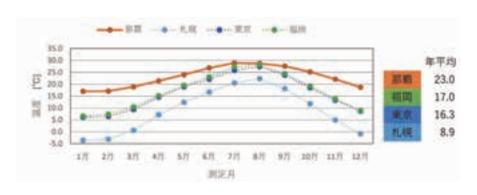


図 1.2.1 月平均気温 (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

表 1.2.1 気温の最高および最低記録 (℃) (統計開始から 2013 年まで、2015 年版理科年表より作成)

	3	最高気温		最低気温	統計開始年	
那覇	35.6	2001.08.09	6.3	1925.03.13	1920	
福岡	37.9	2013.08.20	-8.2	1919.02.05	1890	
東京	39.5	2004.07.20	-9.2	1876.01.13	1875	
札幌	36.2	1994.08.07	-28.5	1929.02.01	1876	

(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 74%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。

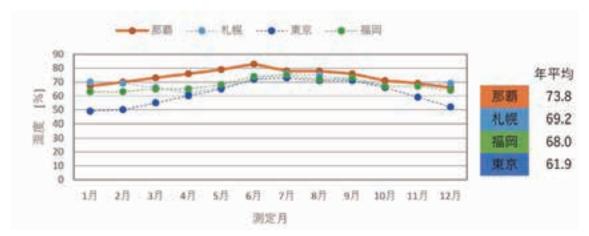


図 1.2.2 月平均湿度 (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

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。

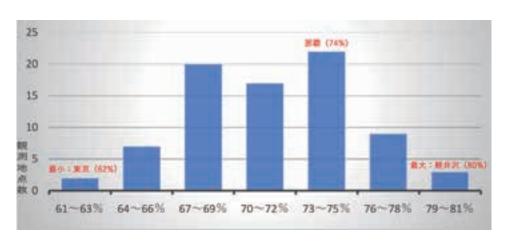


図 1.2.3 国内 80 地点の年平均湿度の分布 (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

(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分布図です。那覇の降水量は 2,040mm で、全国 平均(約 1,680mm)より 2 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。

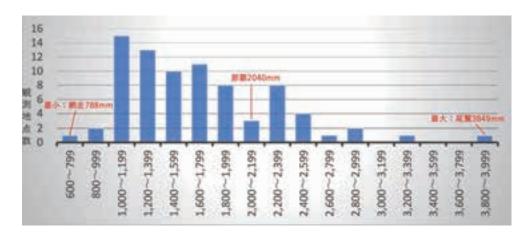


図 1.2.4 国内 80 地点の年間降水量(mm)の分布 (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

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。

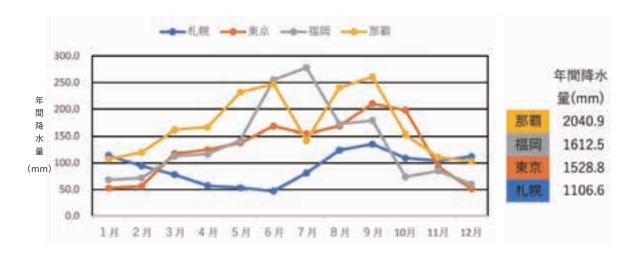


図 1.2.5 降水量の月別平年値(mm) (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

(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ありません。

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。

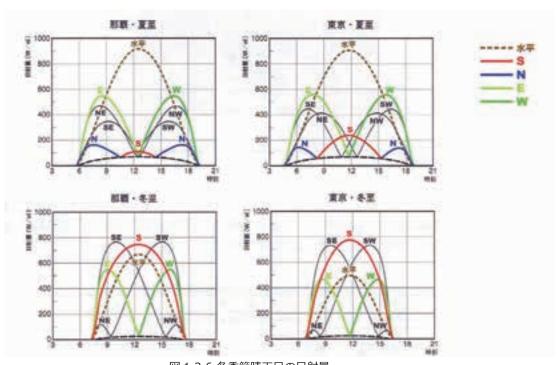


図 1.2.6 各季節晴天日の日射量 出典:「建築設計資料集成 1 」、日本建築学会編、1978 年

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、東西面からも入りますが、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。

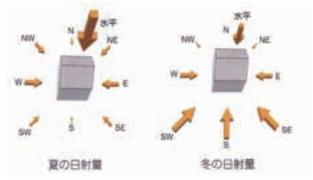


図 1.2.7 沖縄における夏と冬の日射量

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割に満たず、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 1,850 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。

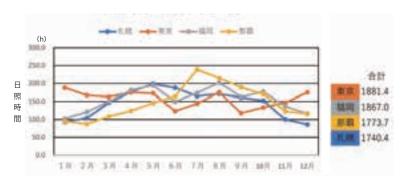


図 1.2.8 日照時間の月別平年値(h) (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

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 2 割程多くなっていて、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。

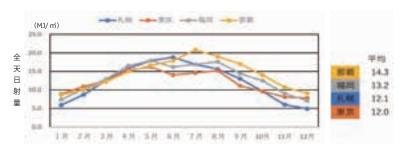


図 1.2.9 全天日射量の日積算量の月別平年値 (MJ/m) (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

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。

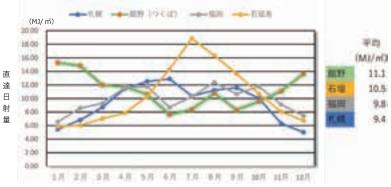


図 1.2.10 直達日射量の日積算量の月別平年値 (MJ/ml) (1981 年~ 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

(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。

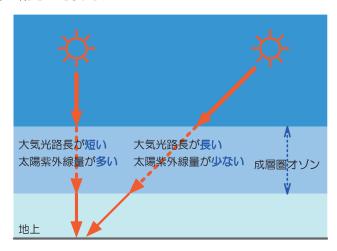


図 1.2.11 太陽南中高度と紫外線

また、図 1.2.12 は、「U V インデックス 8 以上の出現率(%)」を表したものです。U V 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		
8~1 O	非常に強い	日中の外出は出来るだけ控えよう		
1 1 +	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		



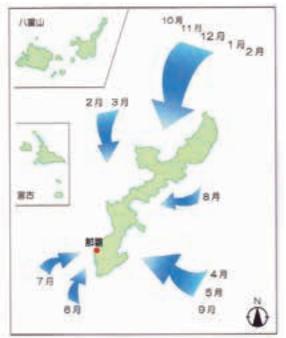
図 1.2.12 光路による太陽紫外線量の違い

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%) (1990年~2010年までの平均値、2015年版理科年表から作成)



月	- 8	加加	頻度(%)
1	NNE	北北東	21
2	NNE	北北東	20
3	NNE	北北東	15
4	ESE	東南東	12
5	ESE	東南東	11
6	SSW	南南西	23
7	SE	東南	15
8	SE	東南	15
9	ESE	東南東	13
10	NNE	北北東	30
11	NNE	北北東	30
12	NNE	北北東	26
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。

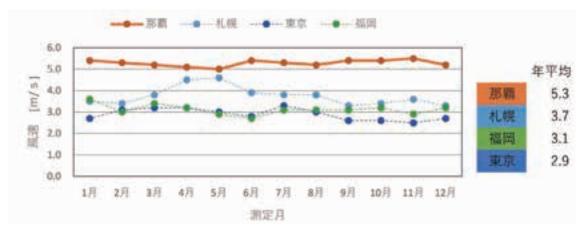


図 1.2.14 月平均風速 (1981 年 \sim 2010 年までの平均値、2015 年版理科年表より作成)

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。

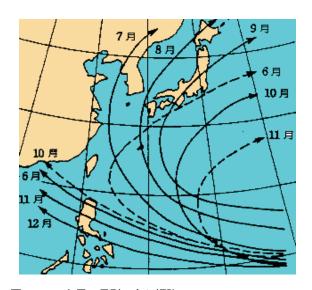


図 1.2.15 台風の月別の主な経路 (実線は主な経路、破線はそれに準ずる経路)

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。

順位	名前	国際名称	最大純問 組迹(m/s)	规测年月	観測地点	損考
1	第2宮古島台風	Cora	85.3	1966年9月	宮古島	国内最大值
2	台級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	密古島	
4	台風14号	Maemi	74.1	2003年9月	窓古鳥	
5	台風12号	Emma	73.6	1956年9月	那朝	

表 1.2.4 県内で観測された最大瞬間風速の大きな台風

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

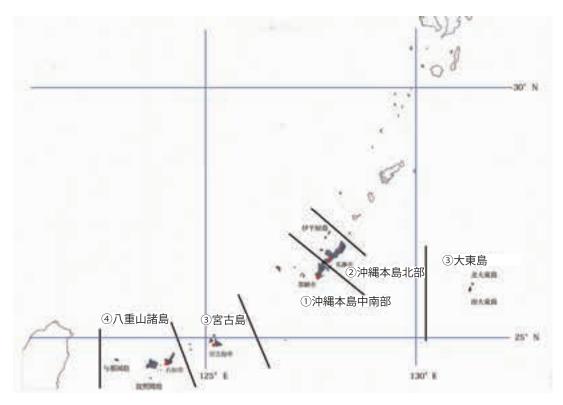


図 1.3.1 南西諸島(4地域区分)

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)。

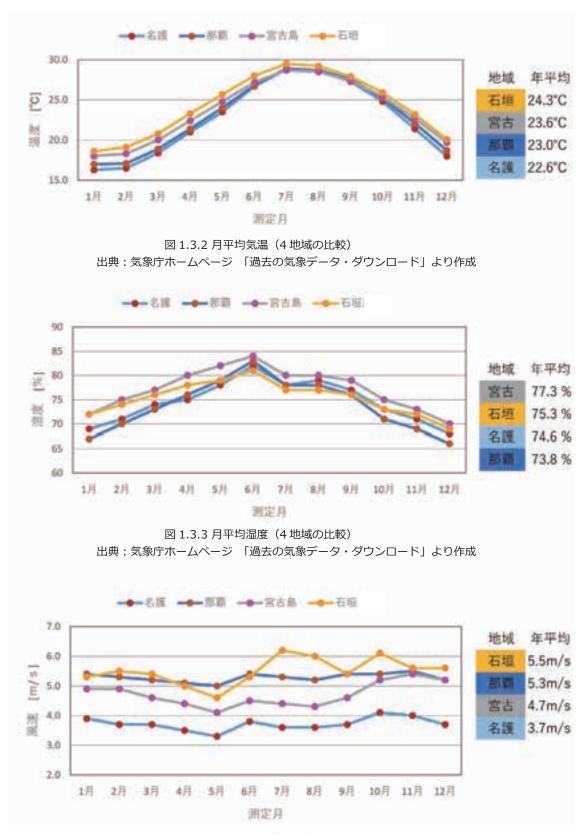


図 1.3.4 月平均風速(4 地域の比較)

出典:気象庁ホームページ 「過去の気象データ・ダウンロード」より作成

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 冬※3	28.8°C	28.7°C	28.6°C	29,4°C
	17.0°C	16.4°C	18.2°C	18,9°C
湿度 夏※2	78%	79%	80%	77%
冬※3	69%	70%	74%	73%
年平均風速	5.3m/s	3.7m/s	4,7m/s	5.5m/s
地域内人口※4	約119.3万人	約12.2万人	約 6.7万人	約 6,3万人
(全人口に対する割合)	82.5%	8.5%	4.6%	4,4%

表 1.3.1 地域ごとの気象の特徴

- ※1 緯度・経度の代表地点は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 沖縄県ホームページの「平成30年10月1日現在市町村別推計人口」から算出した

(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145万人:2019年末現在)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。

人口集中地域であることから、市街地の過密化とそれに伴う自動車騒音、排気ガスなどの都市型の環境問題に対応する必要があります。また、飛行場等が近接していることによる航空機の騒音問題は、住宅づくりにおいても課題となっています。

住宅づくりにおいては、夏の暑さ対策として、遮熱や吸熱、蒸発散の効果がある緑地を敷地内あるいは近隣に確保しつつ、通風や日射をうまくコントロールをする必要があります。

騒音や大気汚染などに対しては、時間帯に応じて開放したり閉鎖したりできるような設えが必要です。これは台風対策、温湿度環境のためにも有効です。

(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 $(7 \sim 8 \, \text{月})$ の平均気温は那覇と同程度ですが、冬 $(1 \sim 2 \, \text{月})$ は那覇より 0.5 %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。人口密度が低いため、名護市中心部を除いては敷地に比較的余裕のあることが多いので、暑さ対策に有効な植栽をふんだんに配置することや、通風や日射をうまくコントロールすることで省エネルギー化を図ることができます。居住地域は海沿いが多いことから、昼間の海風と夜間に発生する陸域から海域に流れる局地風を取り込む工夫を講じることで、夏の涼しさを確保できます。

(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1.2℃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。住宅づくりにおいては、その点を念頭におき、開口部まわりの防災対策を考える必要があります。雨戸を設置することが有効ですが、それができない場合でも防風ネット等を活用することで飛来物による破損に備えます。敷地に余裕がある場合には防風林となる植栽を配置します。それは同時に夏期の熱環境の改善にも役立ちます。また、恵まれた太陽エネルギーの活用は、省エネルギーの推進に寄与します。

(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 $(7 \sim 8 \, \Pi)$ の平均気温は那覇と比較して 0.6 ℃程度高く、冬 $(1 \sim 2 \, \Pi)$ は 1.9 ℃高くなっていて、冬に温暖であることが特徴です。夏の温度は那覇と同程度ですが、冬は 4 %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 2,300 mmを超えています(那覇は年間 2,000 mm 程度)。

住宅づくりにおいては、昼間の海風と夜間に発生する陸域から海域に流れる局地風を取り込む工夫をして涼しい居住空間を確保します。恵まれた太陽光や太陽熱の活用が望まれます。また、雨水の有効活用も離島における省エネルギー生活を考える上で重要なポイントです。

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かれました。

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。

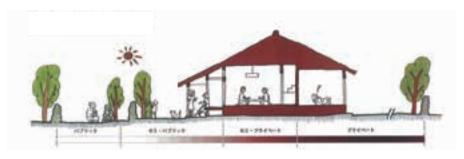


図 2.1.2 沖縄の伝統的な住宅とプライバシーのグラデーション

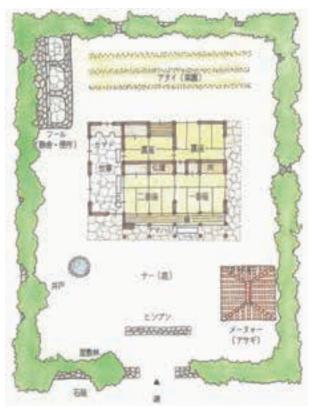


図 2.1.3 沖縄の伝統的な住宅の間取りと配置 出典:平成 27 年風土に根ざした家づくり手引き書 沖縄県土木建築部住宅課 P3 より

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接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RC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RC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RC造となり、建築士が設計する戸建RC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。

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)

表 2.1.1 沖縄県や国などによる取り組み

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。

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出来ます。

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。

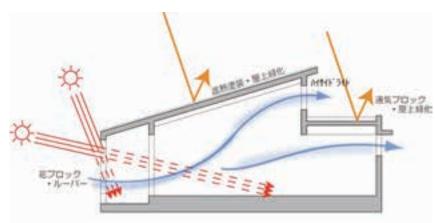


図 2.2.1 日射熱への対応と通風活用のイメージ

(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に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

沖縄は高温多湿の特徴を持っている蒸暑地域に属していますので、快適に過ごすためには、調湿作用の高い材料や通風を活用して、排湿を行う等の工夫が省エネルギーにつながります。

夏の南からの風に加え、冬場の乾いた北風を利用して排湿を行うことも有効です。

室内の通風・換気不足や室内外の温度差が結露を引き起こします。

結露が発生すると、カビを発生させ、内装材の汚れを伴いつつ耐久性を弱めていきますので、その 要因を作らない十分な通風と換気を行うことが重要です。

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。空調などのエネルギーを使わない場合の快適さは、室内の建築材料や肌着の素材等の適切な選択によって得ることができます。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選択が必要です。



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、台風が飛来した後には、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の方法

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。

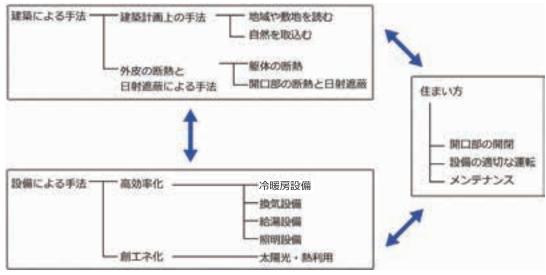


図 3.1.1 建築による手法と設備による手法と住まい方

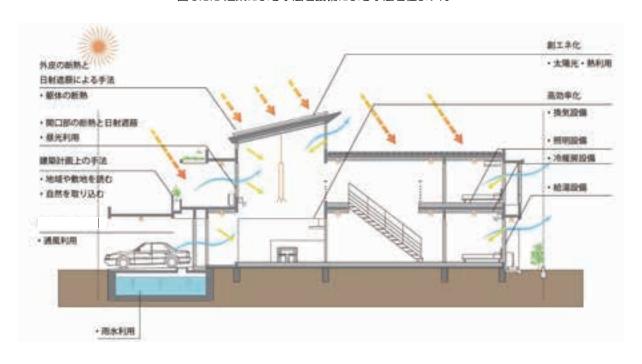


図 3.1.2 建築による手法と設備による手法(断面)

省エネルギー化のための手法と各々の要素技術には、省エネルギー基準に準拠した評価方法によって評価されているものと現時点で評価されていないものがあります。

表 3.1.1 要素技術の例と省エネルギー基準による評価

	要素技術の例	評価有無			
安米汶門の内		評価されている	評価されていない		
	1) 庇・軒・雨端	○(開口部分のみ)	○(躯体部分)		
	2) 花ブロック		0		
建築に	3)屋根通気ブロック		0		
よる手法	4) 外付けルーバー		0		
	5) 袖壁		0		
	6) 外付けブラインド	○(開口部のみ)			
	7) 冷暖房設備計画	○(高効率空調)			
	8) 換気設備計画	○(高効率換気)			
設備に	9) 給湯設備計画	○(電気ヒートポンプ給湯器・潜熱回収型)			
よる手法	10) 照明設備計画	○(LED、明暗、人感など)			
	11) 高効率家電調理機器の導入		0		
	12) 節水型機器の利用	○(手元止水機能、小流量吐水機能など)			
創エネに	13) 太陽光発電	0			
よる手法	14) 太陽熱給湯	0			

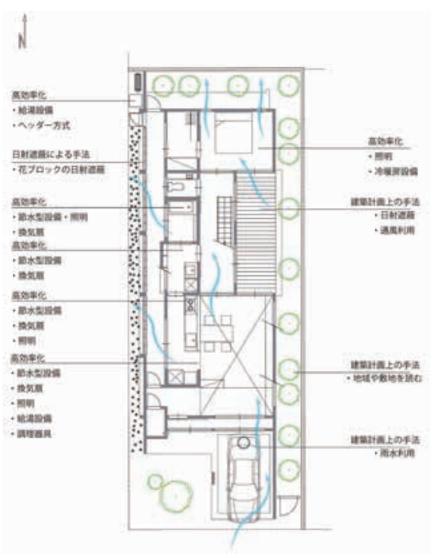


図 3.1.3 建築による手法と設備による手法(平面)

1.2. 負荷の低減とエネルギーの効率的使用

省エネルギー化の手法は、「負荷の低減」と「エネルギーの効率的使用」の2つに分類して考えることが重要です。

「負荷の低減」は、室温をある温度にするために必要となる熱量(冷暖房負荷)、必要となる量のお湯を沸かすための熱量(給湯負荷)などを低減させる手法のことを指しています。負荷が少なければエネルギー消費も少なくなり、エネルギー消費を元から断つための手法といえます。

「エネルギーの効率的使用」は、負荷(必要な熱量や電力量)をいかに少ないエネルギーで成果を上げるかのための手法です。具体的には、熱効率などエネルギー使用効率の高い設備機器を用いる手法です。

「建築による手法」は、「冷暖房負荷を低減」するための手法であり、建築計画のなかで検討します。 「設備による手法」は、節湯型器具の採用などの「負荷を低減」するための手法と、エネルギー使用効率の高い設備機器による「エネルギーの効率的使用」のための手法の両方の手法があります。

表 3.1.2 は、エネルギーの使用用途別に主な省エネルギー手法を整理したものです。省エネルギー手法の全体像を把握するための参考としてください。

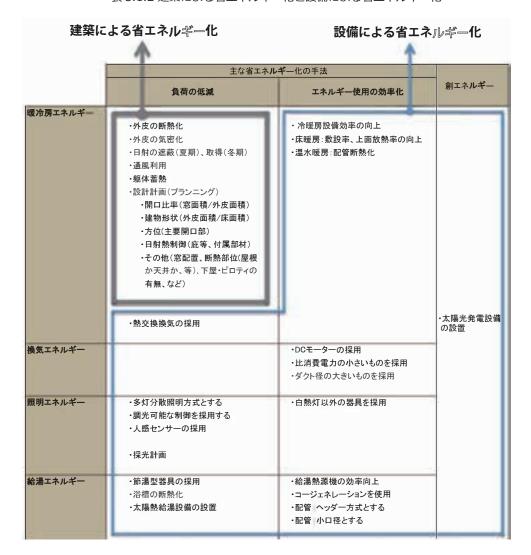


表 3.1.2 建築による省エネルギー化と設備による省エネルギー化

1.3. 削減対象のエネルギー用途と創エネ

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 3.1.3 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。

1) 自然風の利用・制御 \circ 0 2) 昼光利用 \bigcirc 建築に 3) 日射熱の利用 \bigcirc よる手法 4) 断熱外皮計画 0 \bigcirc 5) 日射遮蔽手法 0 6) 冷暖房設備計画 \bigcirc \bigcirc 7) 換気設備計画 0 設備に 8) 給湯設備計画 \bigcirc よる手法 9) 照明設備計画 \bigcirc 10) 高効率家電調理機器の導入 \bigcirc 11) 節湯型機器の利用 0 創エネに 12) 太陽光発電 \bigcirc \bigcirc 0 0 \bigcirc よる手法 13) 太陽熱給湯 \bigcirc

表 3.1.3 エネルギー用途と要素技術の関係

(1)冷房エネルギーに関して

●要素技術・・・・・自然風の利用・制御、断熱外皮計画、日射遮蔽手法

冷房設備計画

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撹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)暖房エネルギーに関して

●要素技術・・・・日射熱の利用、断熱外皮計画

暖房設備計画

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出来ます。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。

(3) 給湯エネルギーに関して

●要素技術・・・・太陽熱給湯、給湯設備計画

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。

(4) 照明エネルギーに関して

●要素技術・・・・昼光利用、照明設備計画

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。

(5) 換気エネルギーに関して

●要素技術・・・・自然風利用、換気設備計画

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。

(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。

2. 遮熱による手法

2.1. 庇と軒、雨端(アマハジ)

※外壁に対する雨端の効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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 3.2.1 と図 3.2.2 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3.2.3 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(バッファーゾーン)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)。

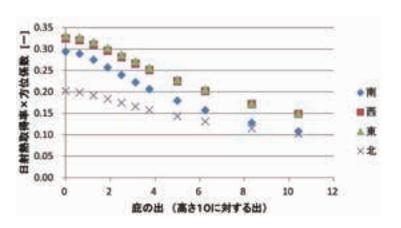


図 3.2.3 庇の出と日射熱取得率の関係(夏期)

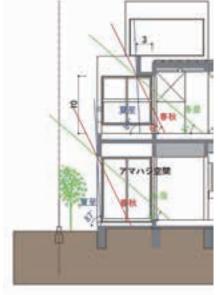


図 3.2.1 軒の出 3/10 の場合の日射の入射角

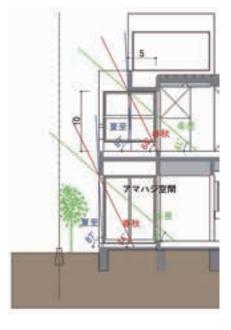


図 3.2.2 軒の出 5/10 の場合の日射の入射角

2.2. 花ブロック

※花ブロックの効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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、台風の時にはバッファー機能も果たします。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 3.2.1 花ブロック

2.3. 日射遮蔽部材

※外付けブラインド以外の日射遮蔽部材(ルーバーなど)は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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。

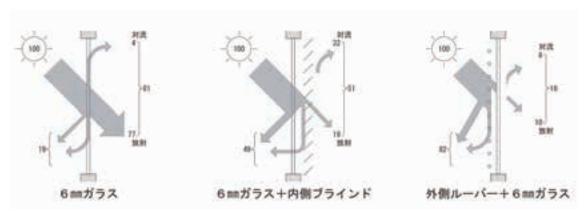


図 3.2.4 ブラインドの日射遮蔽効果比

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

図 3.2.5 のように、外部遮蔽する日除けにはさまざまなタイプがあり、それらは、設置される方位によって適不適があります。

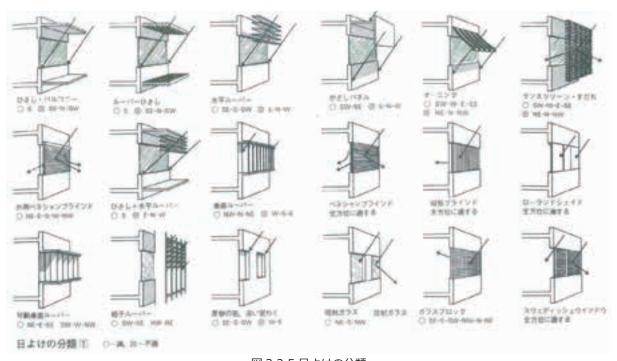


図 3.2.5 日よけの分類 出典:「建築設計資料集成 1」 日本建築学会編 p.19

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 3.2.6 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。

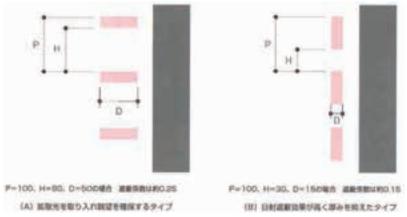


図 3.2.6 ルーバーの形態と効果

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

2.4. 袖壁

※袖壁による自然風取り込み効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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 導くことが出来ます。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 ることが出来ます。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 3.2.7 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。

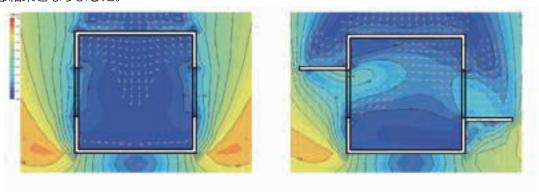


図 3.2.7 袖壁による自然風取り込み効果 提供: S ng DESIGN Inc

2.5. 屋根通気ブロック

※屋根通気ブロックの効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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。

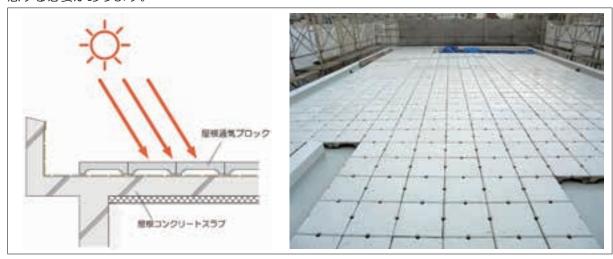


図 3.2.8 屋根通気ブロック

2.6. 開口部のあり方

(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。外壁や庇、室内にカーテンやスクリーンを設ける内付けの日射遮蔽部材、可動式タイプのすだれや固定式のルーバーなどの外付けの日射遮蔽部材などが開口部からの日射を遮る手法です。

図 3.2.9 はそれぞれの効果を図にしたイメージです。

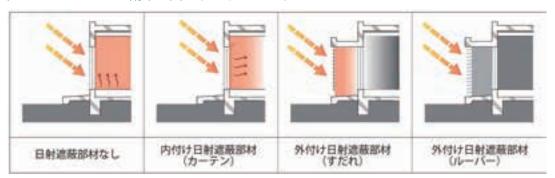


図 3.2.9 日射遮蔽による効果の違い

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 材を選択していくことが必要です。

(2) 内付けの日射遮蔽

室内にカーテンやロールスクリーン等の日射遮蔽部材だけでは開口部からの熱を取り入れてしまうので庇など設けた計画が必要です。

(3) 外付けの日射遮蔽

- ・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

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 3.2.2 すだれ



写真 3.2.3 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

3. 断熱による手法

3.1. 断熱による手法

「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

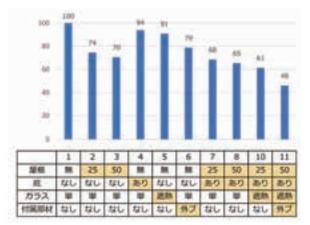
図 3.3.1 は、那覇の RC 造戸建住宅における、各部位の夏の日射熱侵入と冬の熱損失の割合を示したものです。夏の日射熱侵入は窓>壁>屋根の順となり、冬の熱損失は壁>窓>床の順となります。



図 3.3.1 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 3.3.2 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。



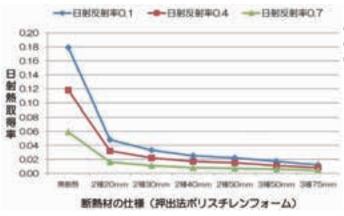
●凡例 25 : XP51種25mm U=1,178 50 : XP51種50mm U=0,679 無 : RC150mm U=4,409 あり:有効な距 単 : 単板がラス 取介=0,70 遺跡: 熱戦反射がラス1種 至介=0,54 外ブ: 居室のみ(台所跡く)外ブラインド

XPS: 押出法ポリスチレンフォーム 図 3.3.2 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3.3.3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。



日射反射率

0.1:反射性が低い(濃色系塗料など)

0.4: 反射性が中程度(コンクリート、淡色系塗料など)

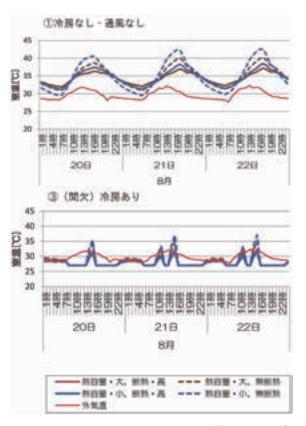
0.7: 反射性が高い(白色系塗料など)

図 3.3.3 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) R C 造における断熱化の効果

図 3.3.4 は、R C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。また、躯体にコンクリートのような熱容量がない場合を「熱容量・小」として併記しています。



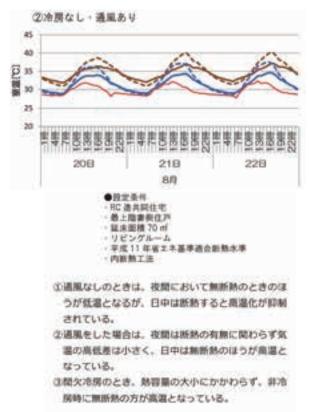


図 3.3.4 RC 造における断熱化の効果

3.2. 断熱設計の考え方

断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。これは、外気温度が室内温度より低い冬期に於いて、室内の水蒸気が壁体内に侵入するのを防ぐためです。

しかし、沖縄では、壁体内が露点以下になることはないので、防湿層は必ずしも必要ではありません。むしろ、夏期に暖かい空気が外部から壁体内に入った場合、室内の冷房で冷やされた空気に触れ、防湿層の裏側で結露(夏型結露)するおそれがありますので、防湿層は、設けないほうがよいでしょう。

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が、防湿層と同様、沖縄では、壁体内が露点以下になることはなく、また、シロアリや台風による被害も懸念されることから、通気層は必ずしも必要ではありません。

防風層は、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層ですので、通気層がない場合は必要ありません(雨水の侵入を防ぐ防水層は必要です)。

3) R C造の防露性能について

R C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、冬期や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、それには、断熱化をすることが肝要です。

4. 通風による手法

4.1. 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。

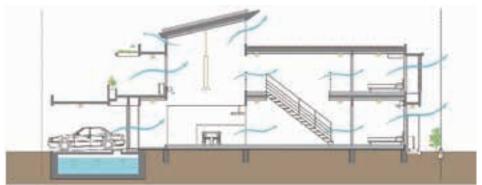


図 3.4.1 自然風の利用 (断面)

4.2. 開口部の設け方

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。

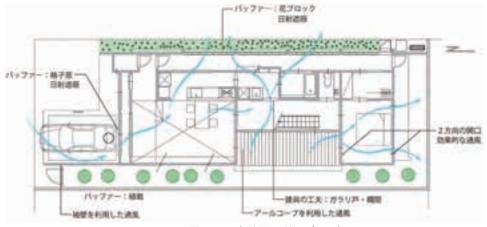


図 3.4.2 自然風の利用(平面)

(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 3.4.3 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 3.4.3 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。

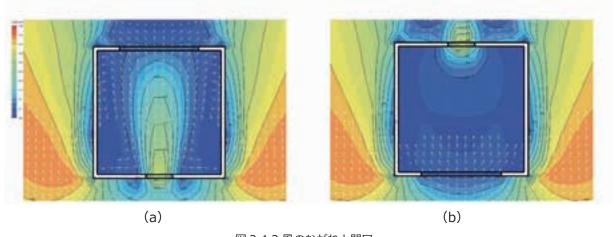


図 3.4.3 風のながれと開口 提供: S ng DESIGN Inc

(2) 地窓と高窓の利用

※温度差換気は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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窓など)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。

屋根面に天窓を設置する場合、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。

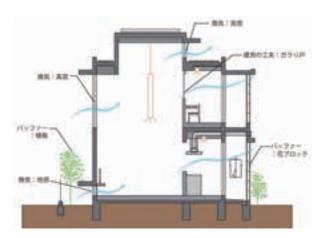


図 3.4.4 自然風の利用 (断面)

図 3.4.5 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。

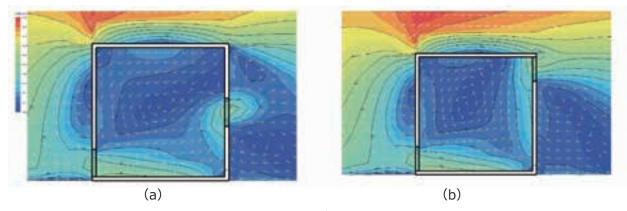


図 3.4.5 風のながれと開口 提供: S ng DESIGN Inc

5. 昼光利用

※昼光利用の効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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。

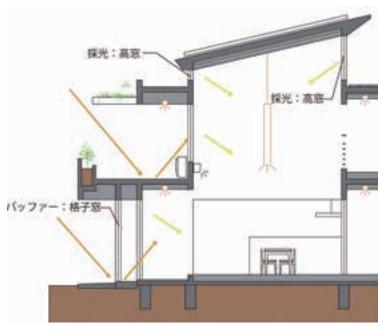
夏場の昼光利用はバランスが大事で、日射遮蔽を用いながら最低限の採光を確保する必要があります。また、通風とのバランスも考えながら計画することが重要です。

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。



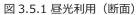




写真 3.5.1 昼光利用

第 4 章

省エネルギーと住環境の構成の方法

1. 建物の配置、外部空間と平面構成

1.1. 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ー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。

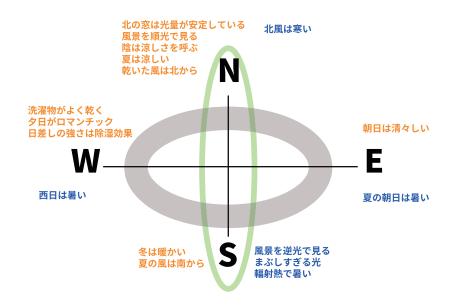


図 4.1.1 方位ごとの特性

1.2. 外部空間による環境の構成

敷地内の植栽は、夏期の建物への日射を遮蔽し、地表面の温度を下げ、涼しい風が建物に当たる条件をつくります。敷地の単位だけでなく、近隣の環境をお互いにつくり出すことを考える必要があります。

条件に応じて高木、低木、芝生、植栽ブロックなどを配置します。植栽が困難な場合も砂利を敷く 方法もあります。

日射遮蔽のための花ブロックなどは建物の外側に配置することもできます。

高木や日射遮蔽物は、台風の際に建物に強風が当たる側に配置して台風時などの風の力を減衰させる効果も見込めます。



写真 4.1.1 植栽による環境形成 (a)



写真 4.1.1 植栽による環境形成(b)



写真 4.1.2 花ブロックによる日射遮蔽

1.3. 住宅の平面構成とバッファーゾーン

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(バッファーゾーン、図 4.1.2、図 4.1.3 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 4.1.2、図 4.1.3 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 4.1.2 平面構成による対応の例

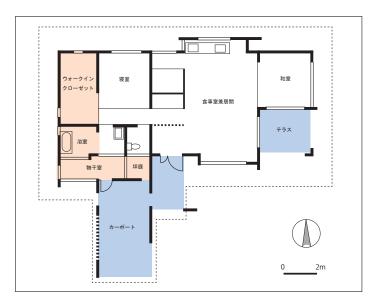


図 4.1.3 平面構成による対応の例

2. 住宅の環境づくりの工夫

2.1. 屋上緑化

※屋上緑化の効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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。また、緑地面積が増えることで景観向上にも貢献します。都市部では敷地が狭く、かつ駐車スペースが増えた結果、庭などの緑地が十分に確保されにくい状況です。その為、屋上緑化は芝生の庭としてだけでなく菜園としても利用されています。

植栽のない状態では土が蓄熱するので遮熱上不利とみなされています。しかし、芝生などの植栽をすることで小さな陰が作られ、葉からの蒸散作用や、散水された水の気化熱により周りを涼しくします。 20cm 程度の厚さの土と植栽の効果により室内天井面の温度はほぼ一定となります。

日差しの強い沖縄では、屋上緑化は夏期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。

屋上緑化によって、植物の根が建物に悪影響を与えるという誤解がありますが、植物の根がコンクリートを割ったり、ひび割れを大きくしたりする力はありません。実際には構造体にもともとあったひび割れに溜まった水分を目指して、根が入ったことが原因と思われます。



写真 4.2.1 屋上緑化の活用例

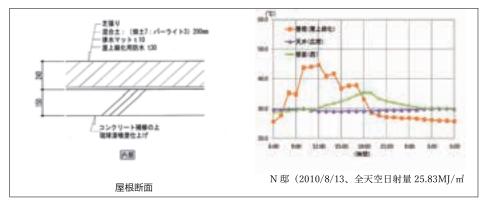


図 4.2.1 屋上緑化の遮熱効果の例

(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)

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。

- 1. 屋上スラブ面の水勾配を十分にとり防水を施します。排水マットを敷き底部で水を流します。
- 2. 土の荷重が建物に負担をかけるので、発泡ガラスなどを混ぜた軽量土を使用します。 (構造計算にも荷重を反映させます)
- 3. くわやスコップなどは、防水層を壊さないように丁寧に使用しましょう。
- 4. 芝生は 20cm、菜園(中木)などは約 40cm の土を入れます。土の量が多いと芝生の成長が早く刈り込みなどの回数が増えます。
- 5. 夏場は、夕方に散水することで、より涼しく過ごせます。
- 6. 新築から半年は、芝生から出てきた雑草を引き抜き、まめに手入れをします。 (芝生が根付き密集することにより雑草が入りにくくなり、その後の手入れが楽になります。)
- 7. 手入れができなくなり雑草が茂っても、遮熱効果は変わりません。(放置していると最初は芝生が枯れ、だんだんと他の雑草が占めてきます)
- 8. 屋上緑化は、建物環境・近隣環境も良くしていますが、常にメンテナンスが必要です。子育ての 頃や体力がある時期は屋上によく登りますが、体力がなくなると億劫になります。趣味や、将来 の計画を考えながら気長に取り組みましょう。



写真 4.2.2, 4.2.3 勾配屋根の緑化

2.2. 壁面緑化

※壁面緑化の効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

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。また、浴室やトイレなどの水廻りの目隠しとして、あるいは玄関前のヒンプンとしても利用できます。交通量の多い道路などからの音を和らげる効果があり、ツタなどの緑や花や実が地域性や季節感を現します。葉の揺らぎと陰は、生活に心の潤いを与えてくれます。

壁面に直接吸着するアマミツタなどは、春の新緑が特に綺麗で、冬には葉を落とし太陽の熱を建物 に取り込むことができます。成長が早いため開口部や換気口などに入り込むので、定期的な刈り込み が必要で、冬は落葉の掃除も必要です。

巻きひげを有するクダモノトケイソウ(パッションフルーツ)などは、壁面から離したワイヤーメッシュなどに絡みつかせるようにします。

茎が巻きついて伸びるベンガルヤハズカズラなどは、フェンスやパーゴラに有効です。薄紫の花が ランのように房状に垂れ下がり美観と木陰を提供してくれます。

目的や樹種に合わせた緑化方法が必要になります。

- 1. 壁面緑化は、台風などの強風をまともに受けます。塩害で葉が焼けたり、落葉したりします。建物の階数や標高、海岸からの距離などの立地や、周辺建物によるビル風など、周りの環境を考慮します。
- 2. 方位により植物の成長の度合いが異なります。
- 3. 蟻や蜘蛛などの防虫対策が必要です。





写真 4.2.4, 4.2.5 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

2.3. よしず、すだれ、植栽ネット

※よしず、すだれ、植栽ネットの効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

よしずやすだれは、垂直面の日光や視線を遮る効果があります。昼間は外部から内部が見えませんが、 室内からはすだれを通して柔らかく見ることができます。また、風速を抑えた柔らかな風を室内に取 り入れることができます。季節の移ろいを生活の中で感じられるように、庇の先端にフックなどをつけ、 取り付けのできるしつらえをしておきましょう。そのフックを利用して夏場に植栽ネットを張り、へ チマやゴーヤーなどを育てることもできます。

ハードな建築物で全ての省エネルギー効果を期待するのではなく、日常生活の中で付けたり外した りできるこれらの道具を活用することで、日々の生活力を育て、省エネルギーを図ることも大切です。

図 4.2.2 は、よしず、すだれと緩衝スペースのある住宅(I 邸)の室温と外気温を示しています。I 邸では、外部と屋内との間に緩衝スペースがあること、そして南西面の芝庭が地表面からの熱放射を 抑える役割を果たしていることにより、日中は外気温より室内温度が低く保たれています。植物の蒸 散効果も含め測定結果に表れています。

- 1. よしずやすだれは、台風などの際に取り外す必要があります。
- 2. 風が強かったり、緩衝スペースが小さいと網戸を傷つけたり破損したりします。
- 3. 植栽ネットは、台風時に上部のフックから取り外せるようにし、足元で飛ばないように固定して おきます。台風が去った後に同じように取り付けます。



写真 4.2.6 すだれ、植栽ネットのある南面

450 CI - 100 - 作別道 300 200 25.0

図 4.2.2 I 邸の室内と外気温 (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 P85 より)



写真 4.2.8 室内からの眺め

2.4. 遮熱塗料

※遮熱塗料の効果は、現行の省エネルギー基準では評価されていません。

遮熱塗料は、表面温度をおさえ、建物に熱を取り込まない効果があります。最大のメリットは、厚みを必要とせず建物に荷重的な負担をかけずに熱を遮断できることです。白い色が最も効果があるとされています。

- 1. カビや苔などの汚れにより効果が薄れるので定期的な清掃が必要です。
- 2. 塗装のトップコートは紫外線による劣化でチョーク現象 (手で触ると白い粉状物質がつく現象) がおこります。定期的なメンテナンスが必要になります。



写真 4.2.9 屋根、壁面に遮熱塗料を塗布

memo	

章

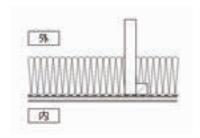
施工

1. 木造の断熱工法

1.1. 屋根・天井の断熱工法

(1) 断熱工法の概要

・屋根・天井の断熱工法には、天井の充填断熱(敷込み工法)や、屋根の充填断熱、外張断熱などがあります。







a. 天井の充填断熱 (敷込み工法)

b. 屋根の充填断熱、

c. 屋根の外張断熱

図 5.1.1 断熱施工断面

(2) 断熱材

- ・主に、繊維系断熱材が用いられますが、保管時や施工時に水濡れに注意が必要です。(湿気を含むと断熱性能が低下します)
- ・ボード状発泡プラスチック系断熱材を用いる場合は、隙間を生じさせないよう注意が必要です。

(3) 内部結露対策

・断熱材の室内側に防湿フィルムが貼られた繊維系断熱材は、夏に室外から湿気を含んだ暖かい空気が 入り防湿フィルムのところで結露(夏型結露)する危険性がありますので、防湿フィルム無しの繊 維系断熱材を使用します。

1.2. 断熱工法の例

(1) 断熱部位:天井の断熱(平成28年省エネ基準に適合可能な例)

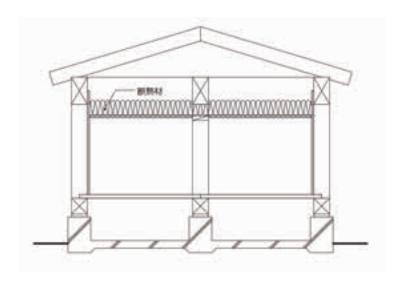


図 5.1.2 充填断熱工法の例

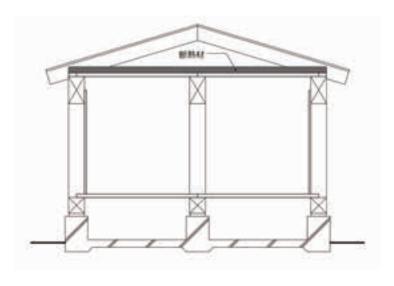


図 5.1.3 外張断熱工法の例

●注意点

- ・断熱材の接合箇所で隙間が生じないようにすること。
- ・天井に段差がある場合の接合点などに途切れることが無いようにしましょう。
- ・天井裏の電気配線や照明器具(天井埋込型照明)や換気ダクトなどの設備系部材の隙間などにも注意しましょう。

2. R C 造の断熱工法

2.1. 断熱工法の特徴

(1) 断熱工法の概要

屋根スラブ面に断熱材を施工する方法です。内断熱(打込み)工法と外断熱工法があります。

(2) 断熱材

主に、ボード状発泡プラスチック系断熱材が用いられます。隙間を生じさせないよう注意が必要です。

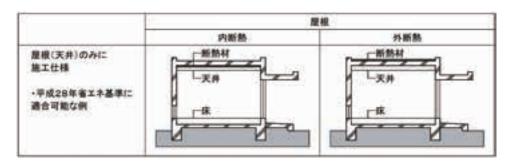


図 5.2.1 RC 造断熱工法の種類

(3)内断熱工法

●天井

屋根スラブの直下面に断熱し、スラブと断熱材の間に空間を設けない。外壁と同様、コンクリートと断熱材は密着させ空隙が生じないように施工します。



図 5.2.2 断熱材の注意点と補修

●注意点

- ・断熱材の接合箇所で隙間が生じないようにすること。
- ・型枠などに段差がないように下地施工に配慮すること。
- ・断熱材の接合箇所に「のろ」防止対策を行うこと。

(4) 外断熱工法

●屋根

屋根の断熱は、防水工事と併せて検討します。表 5.2.1 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ますので、施工に十分注意します。なお、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いため、近年ではほとんどおこなわれていません。

| 福上げ 高出 コンクリート得る之 成形転割しくは砂料押るえ | 第一次では高水壁の間 | 第本層 無熱層 | 第本層 無熱層 | 第二次 | 第二次 | 第二次 | 第二次 | 第二次 | 第三次 | 第三次

表 5.2.1 外断熱工法における防水の種類

●注意点

- ・断熱材の接合箇所で隙間が生じないようにすること。
- ・コンクリートと断熱材の間に空気層が出来ないように下地施工に配慮すること。
- ・屋根面立上りの電気配線や水栓・ルーフドレインなどと断熱材の間に隙間が生じないようにする こと。

2.2. 木造の小屋組とRC壁

近年、RC造の壁に、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注意が必要です。

●注意点

- ・断熱材の接合箇所で隙間が生じないようにすること。
- ・外壁と天井の接合点に隙間を生じさせないようにすること。
- ・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しましょう。

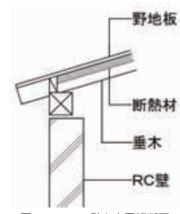


図 5.2.3 RC壁と小屋組断面

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、瓦滑り防止桟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)に繋げて廃熱を促 しています。

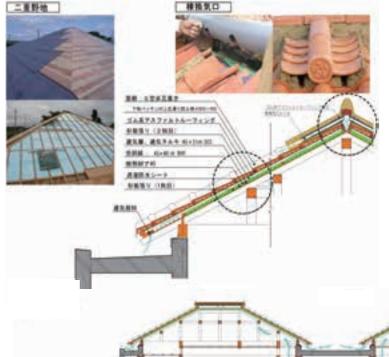


図 5.2.4 R C 壁と小屋組断面(宮古島エコハウス郊外型)

3. ガラスと断熱材

3.1. 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	8173
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。	(Bb8/772)
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。	NAM 80933 908 3-77777
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。	BUTTON (S.)
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。	DAY TAY TO

図 5.3.1 ガラスの種類

3.2. 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 5.3.1 断熱材の種類

			フェルト状	ボード状	ばら状	現場発泡	がさい 温抵抗
		a : グラスウール	0	0	0		0
繊維系 断熱材	繊維系	b:ロックウール	0	0	0		0
	断熱材	c:セルローズファイバー			0		0
		d: インシュレーションファイバー	0	0			0
		e : ビーズ法ポリスチレンフォーム		0			
	プラス	f:押出法ポリスチレンフォーム		0			
	チック系	g: 硬質ウレタンフォーム		0		0	△*1
	断熱材	h : ポリエチレンフォーム		0			
		i : フェノールフォーム		0			

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。

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。

^{*1:}硬質ウレタンフォームのうち、

(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。

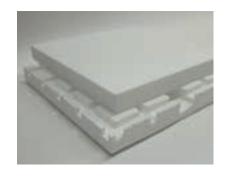


写真 5.3.1 繊維系断熱材

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。



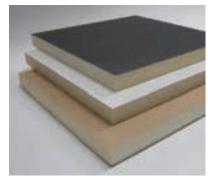
f:押出法ポリスチレンフォーム

- ・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。

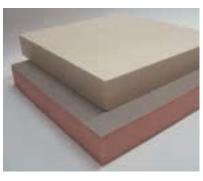


写真 5.3.2 プラスチック系断熱材

(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熱伝導率が異なりますので、注意が必要です。表 5.3.2 に主な断熱材の熱伝導率 λ を記載します。詳細については、「基準・評価方法編 第6章参考資料」を参照してください。

表 5.3.2 主な断熱材の熱伝導率 λ

断熱材の種類					熱伝導率 <i>入</i> [W/(m·K)]
			10-50	0.050	
		通常品		16-45	0.030
				20-42	0.043
		理形如		24-38	0.042
				32-36	0.036
グラスウール断熱材				HG14-38	0.038
クラベラール断点物				HG16-38	0.038
				HG24-36	0.036
		高性能品	品	HG32-35	0.035
				HG40-34	0.034
				HG48-33	0.033
		MA		11040-33	0.038
		MC、H	^		0.036
ロックウール断熱材		HB	~		0.035
		НС			0.034
	天井用	13K、1	0 <i>V</i>		0.052
吹込み用グラスウール	屋根・床・壁用			0.032	
	天井用	32K、35K 25K			0.040
吹込み用ロックウール断熱材	屋根・床・壁用	60K		0.047	
	天井用	25K		0.040	
吹込み用セルローズファイバー	屋根・床・壁用	45K、55K			0.040
	屋低・床・室用	1号			0.040
		2号			0.034
ビーズ法ポリスチレンフォーム断	熱材	3号			0.038
		4号			0.038
		1種	b	Α	0.041
押出法ポリスチレンフォーム断熱	1 **	2種	b	A	0.040
押山法パリステレンフィーム例系	(47 <u>/</u>)	3種	b	A	0.028
		1種	1号	Α	0.028
		工作里	1号	Λ Ι Λ Π	0.029
硬質ウレタンフォーム断熱材			2号	AI、AII	0.023
哎貝フレダンフオーム		2種	3号	AIVAII	0.024
					0.027
		1種	4号 1 5 2 5		0.028
ポリエチレンフォーム断熱材		1種 1号、2号 2種			
		3種			0.038
			그무	СтСп	0.034
フェノールフォーム断熱材 		1種	2号	CICI	0.020
			+	CICI	0.020
吹付け硬質ウレタンフォーム断熱材		A 插	1H、2H		0.026
		│A種	1、2		0.034
			3		0.040

memo	

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。

建築における総体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こととともに、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/http://www.mlit.go.jp/

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

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

- 一般財団法人 建築環境・省エネルギー機構/http://www.ibec.or.jp/
- 一般社団法人 日本サステナブル建築協会/http://www.jsbc.or.jp/
- 一般社団法人 住宅性能評価・表示協会/http://www.hyoukakyoukai.or.jp/
- 一般財団法人 省エネルギーセンター/ http://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(平成30年度版)/一般社団法人 木を活かす建築推進協議会

資料協力

断熱建材協議会/http://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。

住宅省エネルギー技術講習 テキスト [平成30年度版]	図 1.2.11, 図 1.2.12, 図 3.1.1, 図 3.1.2, 図 3.2.3, 図 3.2.8, 図 3.3.4, 図 5.1.1, 図 5.1.2, 図 5.1.3, 図 5.2.3, 図 5.3.1, 表 1.2.2, 表 5.2.1, 表 5.3.1, 表 5.3.2, 写真 5.3.1, 写真 5.3.2
伊志嶺敏子 一級建築士事務所	図 2.1.2, 図 3.2.8, 図 4.1.1, 図 4.1.2, 図 5.2.4, 写真 1.2.1, 写真 2.1.1 ~ 6, 写真 3.2.1, 写真 4.1.1
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 4.1.3
有限会社 門	図 3.1.2, 図 3.1.3, 図 3.2.1, 図 3.2.2, 図 3.2.9, 図 3.4.1, 図 3.4.2, 図 3.4.4, 図 3.5.1, 写真 3.2.3, 写真 3.5.1, 図 5.2.1, 図 5.2.2
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 3.2.2, 写真 4.2.1, 写真 4.2.2, 写真 4.2.3, 写真 4.2.4, 写真 4.2.5, 写真 4.2.6, 写真 4.2.7, 写真 4.2.8, 写真 4.2.9
てぃーだ建築設計室	写真 2.2.6, 写真 4.1.2
東設計工房	写真 4.1.1

	住宅省エネルコ	ギー技術講習会 設計施工資料作成 WG
主査	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)	青山 尚昭	断熱建材協議会
	新井 政広	株式会社 アライ
	飯島・敏夫	公益財団法人 日本住宅・木材技術センター
	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
	宇治田 裕子	一般社団法人 住宅性能評価・表示協会
	小原 隆	株式会社 日経 BP
	桑沢 保夫	国土技術政策総合研究所
	小杉 満	断熱建材協議会
	砂川 雅彦	株式会社 砂川建築環境研究所
	布井 洋二	断熱建材協議会
	羽原 宏美	国土技術政策総合研究所
	三浦 尚志	国立研究開発法人 建築研究所
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	村田 直子	一級建築士事務所 MOON 設計
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
	谷合 亜男	一般社団法人 木を活かす建築推進協議会
	髙田 峰幸	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

memo	 	

令和2年度 国土交通省補助事業

〈改正〉平成28年省エネルギー基準対応

住宅省エネルギー技術講習テキスト 設計・施工編 一沖縄(8地域)版一 [第2版]

令和3年3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 TEL03-3560-2882 FAX03-3560-2878 E-mail:sho-ene@kiwoikasu.or.jp





