



スカート断熱工法設計・施工マニュアル

設計編

地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部

はじめに

道総研建築研究本部では、前身である北海道立寒地住宅都市研究所において平成7年度から8年度の間、基礎断熱工法を前提に基礎外側に断熱材を水平に施工するスカート断熱工法の研究開発に取り組み、その研究成果を基に「スカート断熱工法 設計・施工マニュアル」を発行しました。

その後、床断熱工法に比べ様々な熱的メリットのある基礎断熱工法は、北海道から全国の技術として適用が広がり、また、基礎工事のコスト低減が実現できるスカート断熱工法は、北海道の住宅建築を中心に相当の普及が進んでいる状況です。

2015年12月に、温室効果ガス排出削減のための「パリ協定」が採択され、住宅・建築物分野においては2030年度のエネルギー消費量を2013年度と比較して、非住宅建築物(業務その他部門)は40%、住宅建築物(家庭部門)は39%削減することが求められており、住宅・建築物のエネルギー性能の向上は喫緊の課題となっています。

住宅・建築物の省エネルギー化のためには、断熱・気密等の建築技術と各種設備技術の環境・エネルギー性能をバランスよく向上させることが重要ですが、特に暖房エネルギー消費比率の大きい寒冷地では、性能向上に要するコスト増を最小減に抑えながら居住環境・エネルギー性能を高める高断熱技術もこれまで以上に積極的に取り組んでいかなくてはなりません。

スカート断熱工法は、北海道の気候とこれまでの知恵から生まれ、一般化してきた断熱技術ですが、適切かつ一層の普及・定着を図るため、今般、これまで発行してきたマニュアルの内容を基に、最新の情報(例えば地域区分の見直し)などを盛り込んだほか、新たな技術バリエーション(べた基礎)を追加するなどの改訂を行いました。

本マニュアルを活用いただき、さらに北海道の技術「スカート断熱」が普及・定着することを期待しております。

2021年3月
地方独立行政法人北海道立総合研究機構
建築研究本部本部長

目次

第1章	スカート断熱工法の概要	…	1
第2章	スカート断熱工法の設計条件	…	2
2-1	スカート断熱工法の種類と適用条件	…	2
第3章	スカート断熱工法の設計	…	3
3-1	地域区分	…	4
3-2	スカート断熱工法の適用部位区分	…	7
3-3	スカート断熱材の設計方法	…	13
3-4	スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎	…	17
【参考】	詳細計算による方法	…	19

※ 本設計編は、2012年発行の改訂第4版の設計部分について改訂したものです。施工部分、施工後の注意点については、旧版を参照してください。施工部分、施工後の注意点については今後の改訂を予定しています。

用語の定義

基礎の根入れ深さ	スカート断熱工法を適用した場合の基礎の根入れ深さ。
スカート断熱材	基礎等の凍上防止を担う水平に施工する断熱材。使用する種類及び厚さはP4の表3-1を、幅はP13～P18の「3-3 スカート断熱材の設計方法」を参照。
補助断熱材	ベランダ、ポーチ、車庫出入口などの凍上防止を補助する断熱材。使用する種類及び厚さはP4の表3-1を参照。
地盤断熱材	べた基礎の場合のスラブ下に敷設する断熱材で、スカート断熱材を兼ねる。
基礎用断熱材	基礎断熱工法用に用いる垂直部分の断熱材。外側のみ、外側と内側併用がある。(内側のみは寒冷地には適さない)

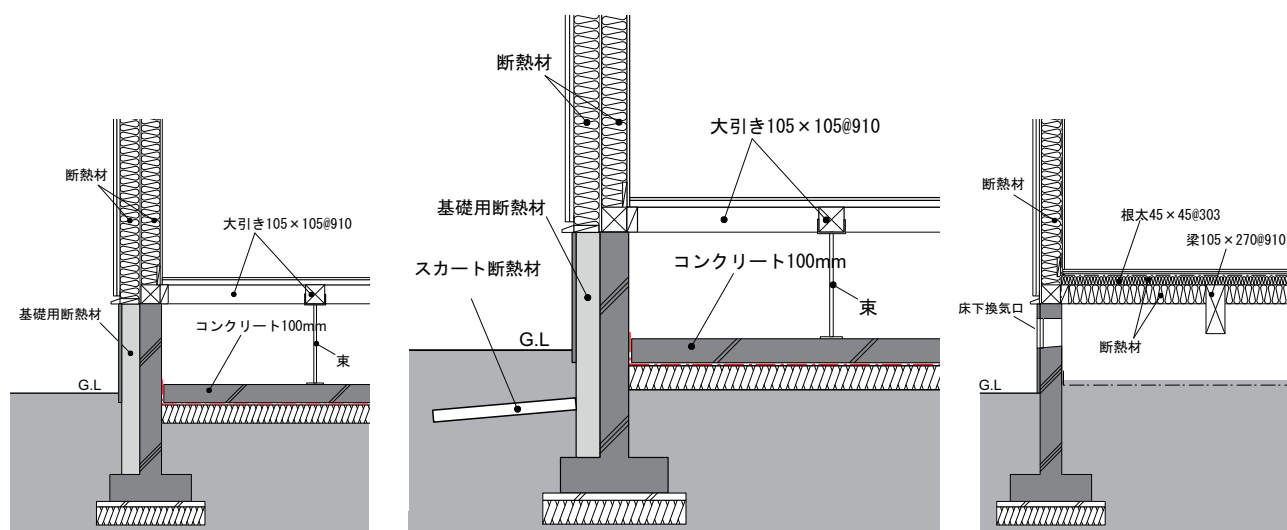
第1章 スカート断熱工法の概要

「基礎断熱工法」(図1(1))とは、最下階の床組部分に断熱材を施工する床断熱工法(図1(3))とは異なり、基礎外周部に断熱材を施工する工法をいいます。床下空間を有するタイプ、土間コンクリート床として床下空間が無いタイプ、またはこれらが混在するタイプがあります。

基礎断熱工法は、床断熱工法に比べて、断熱・気密施工上の信頼性が高く、施工合理化が図られること、地盤の熱容量の活用により居住空間の快適性が向上すること、床下の結露防止や床組材の腐朽防止などの効果があること、床下設備配管のメンテナンスが容易なことなど、多くの利点を有しています。

「スカート断熱工法」は、この基礎断熱工法に適用するもので、基礎部分の深さを低減することを目的に、建物外周の地盤中に水平に断熱材を施工する方法です(図1-1(2))。スカート断熱工法により、前述した利点に加えて、基礎工事に係わる建設費の低減化も期待できます。

なお、スカート断熱工法は、床断熱工法の住宅には適用できません。



(1) 基礎断熱工法

住宅外周の基礎の外側または両側に断熱材を施工する工法です。

(2) スカート断熱工法

基礎断熱工法の基礎外周部の地中に水平に断熱材を施工し基礎の根入れ深さを低減する工法です。

(3) 床断熱工法

床組部分に断熱材を施工する工法です。

図1-1 基礎及び床の断熱工法

第2章 スカート断熱工法の設計条件

スカート断熱工法を建物の基礎に適用する場合の設計条件を以下に示します。

2-1 スカート断熱工法の種類と適用条件

(1) 地盤の条件

以下のような条件を持つ地盤には適用できません。

- ①地中に埋めたスカート断熱材が長期的に動いてずれる恐れのある軟弱地盤
- ②常水位面の高い地盤

(2) 建物の条件

1) 建物の断熱性能

基礎の凍上を防止するためには、スカート断熱工法による基礎外側部分への断熱材の施工に加え、室内側の冬期間の室温維持も重要です。不在時や空き家となっても室温を維持するために、**外皮平均熱貫流率が $0.87 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 以下**であることを断熱性能の条件とします。

なお、住宅の本体に組み込まれるか外壁面に接して付設した車庫の基礎については、後述する方法によりスカート断熱工法の適用が可能ですが、住宅本体と接していない車庫については、適用できません。

2) 基礎断熱工法

スカート断熱工法は、基礎断熱工法が前提です。基礎用断熱材の位置は、基礎の外側面か内外両面とします。

基礎用断熱材は、押出法ポリスチレンフォーム断熱材2種 b 厚さ 50mm相当以上です。基礎の両面に施工する場合には、外側に押出法ポリスチレンフォーム断熱材2種 b 厚さ 25mm相当以上とし、かつ、両面合わせて厚さ 50mm相当以上とします。

なお、後述するスラブ下に地盤断熱を行うべた基礎の場合の基礎用断熱材は押出法ポリスチレンフォーム断熱材2種 b 厚さ 65mm 相当以上を両面とします。

本紙は、スカート断熱工法の施工を中心に解説していますが、このベースとなる基礎断熱工法の仕様については、(独)住宅金融支援機構による「木造住宅工事仕様書」または「枠組壁工法住宅工事仕様書」の「土工事・基礎工事」を遵守して施工してください。

第3章 スカート断熱工法の設計

スカート断熱工法は、図3-1に示す布基礎工法と図3-2に示すべた基礎の2種類に適用できます。スカート断熱工法は、建築物のすべての部位に適用する必要はありません。部位で異なる仕様をとることができます。例えば、スカート断熱工法の適用を住宅本体のみとし、「ポーチ等部（玄関ポーチ、ベランダ等の部分）」や「車庫等部」といった付属部分については、スカート断熱工法によらず、一般の凍結深度に合わせた基礎の根入れ深さにすることができます（図3-3）。

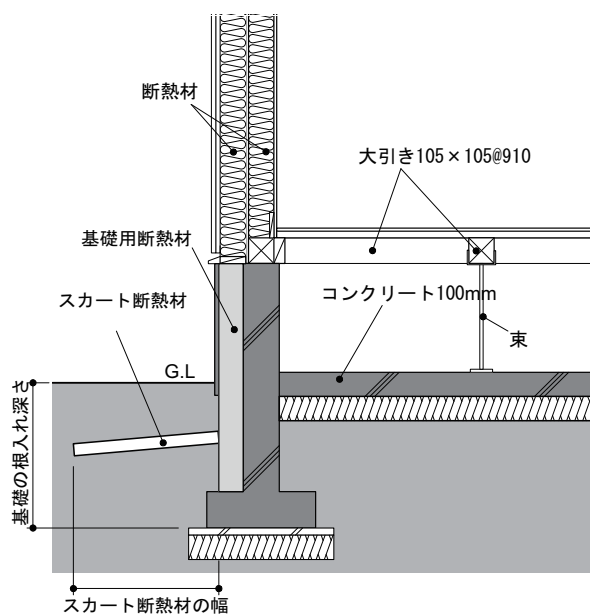


図3-1 布基礎

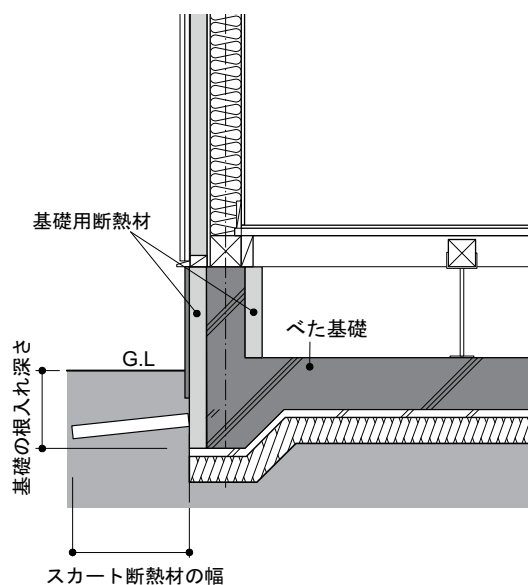


図3-2 べた基礎

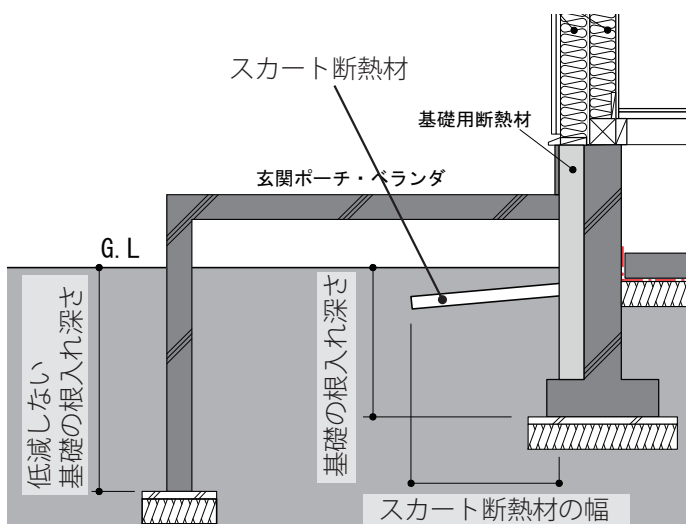


図3-3 スカート断熱工法と通常工法の混在

ただし、部分的にスカート断熱工法を適用しない基礎がある場合や、スカート断熱材の敷設深さが部分的に異なる場合には、断熱材相互に断点ができないように施工してください。

図 3-4 に各部に使用する断熱材の名称を、表 3-1 にスカート断熱工法に用いる断熱材の種類と厚さを示します。部位により断熱材の厚さが異なりますので注意が必要です。

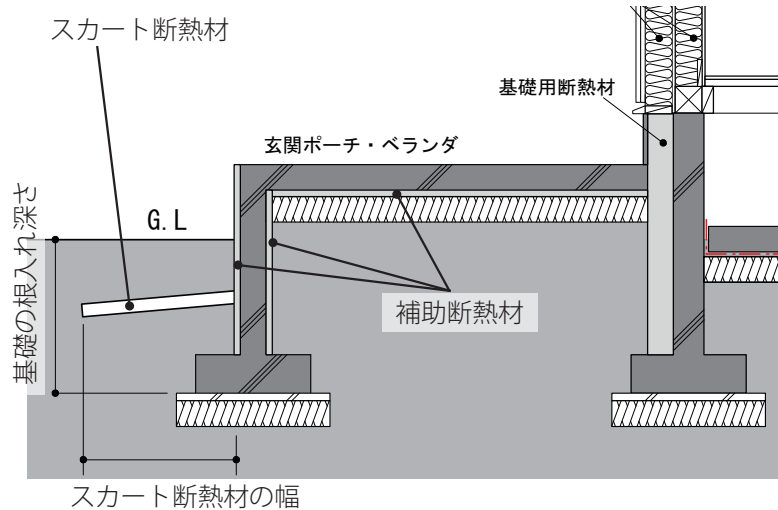


図 3-4 各断熱材の名称と幅、深さの定義

表 3-1 スカート断熱工法に用いる断熱材

断熱材の種類		スカート断熱材厚さ	補助断熱材厚さ
ビーズ法ポリスチレンフォーム断熱材	1号	50mm 以上	25mm 以上
	2号	55mm 以上	25mm 以上
押出法ポリスチレンフォーム断熱材	1種 b	60mm 以上	25mm 以上
	2種 b	50mm 以上	25mm 以上
	3種 b	50mm 以上	25mm 以上

3-1 地域区分

スカート断熱材の幅は、各地域の気候特性を考慮して算定します。

表 3-2 に道内の各市町村の建物に対する凍結深度¹⁾と地域区分を示します。凍結深度は、各市町村の標準的な値、区分であって、地域区分はスカート断熱工法的设计用です。

この地域区分は、各市町村の市街地周辺で計測されたデータをもとに定めています。同じ市町村内でも、山沿いなどで極端に気候条件の厳しい地域では、深さが不十分な場合が考えられます。建築する地域の外気条件が、市街地に比べて著しく厳しいと考えられる場合には、地域区分をワンランクあげるなどの対応を行って下さい。

表 3-2 道内市町村の凍結深度と地域区分

総合振興局・振興局名	市町村名	凍結深度	地域区分
石 狩	札幌市	60	A
	江別市	60	B
	千歳市	60	B
	恵庭市	60	B
	石狩市	60	A
	石狩市(旧厚田村)	70	A
	石狩市(旧浜益村)	80	A
	北広島市	60	B
	当別町	60	A
	新篠津村	60	B
渡 島	函館市	50	A
	函館市(旧戸井町)	60	A
	函館市(旧恵山町)	70	A
	函館市(旧榎法華村)	50	A
	函館市(旧南茅部町)	60	A
	北斗市	60	A
	北斗市(旧上磯町)	60	A
	北斗市(旧大野町)	60	A
	松前町	60	A
	福島町	60	A
	知内町	60	A
	木古内町	60	A
	七飯町	60	A
	鹿部町	60	A
	森町	70	A
	森町(旧砂原町)	50	A
	八雲町	60	A
	八雲町(旧熊石町)	70	A
	長万部町	60	A
	桧 山	江差町	60
上ノ国町		60	A
厚沢部町		60	A
乙部町		60	A
せたな町(旧瀬棚町)		70-80	A
せたな町(旧大成町)		60	A
せたな町(旧北檜山町)		50	A
奥尻町		60	A
今金町		50	A
後 志	小樽市	50	A
	余市町	50	A
	仁木町	60	A
	赤井川村	60	A
	古平町	60	A
	積丹町	60	A
	神恵内村	60	A
	泊村	60	A
	岩内町	60	A
	共和町	60	A
	倶知安町	60	A
	京極町	60	A
	喜茂別町	60	B
	留寿都村	70	B
	真狩村	60	B
	二七〇町	60	A
	蘭越町	60	A
	黒松内町	60	A
	寿都町	60	A

総合振興局・振興局名	市町村名	凍結深度	地域区分	
空 知	夕張市	60	C	
	岩見沢市(旧岩見沢市)	60	B	
	岩見沢市(旧北村)	50	B	
	岩見沢市(旧栗沢町)	60	C	
	美唄市	60	B	
	芦別市	70	B	
	赤平市	70	B	
	三笠市	60	B	
	滝川市	60	B	
	砂川市	70	B	
	歌志内市	90	B	
	深川市	70	B	
	由仁町	60	C	
	長沼町	60	C	
	栗山町	60	C	
	南幌町	60	C	
	奈井江町	60	B	
	上砂川町	80	B	
	月形町	80	B	
	浦臼町	60	B	
	新十津川町	60	B	
	妹背牛町	60	B	
	秩父別町	70	B	
	雨竜町	80	B	
	北竜町	80	A	
	沼田町	60	A	
	上 川	旭川市	80	C
		士別市	70	C
		士別市(旧朝日町)	80	C
		名寄市	80	D
名寄市(旧風連町)		80	D	
富良野市		70	D	
鷹栖町		90	D	
東神楽町		80	D	
比布町		80	D	
当麻町		100	D	
愛別町		80	D	
上川町		80	D	
東川町		80	D	
美瑛町		80	D	
上富良野町		80	D	
中富良野町		90	D	
南富良野町		80	E	
占冠村		80	F	
和寒町		90	D	
剣淵町		80	C	
下川町	90	D		
美深町	80	D		
音威子府村	80	B		
中川町	70	B		
幌加内町	80	D		
留 萌	留萌市	60	A	
	増毛町	60	A	
	小平町	60	A	
	苫前町	60	A	
	羽幌町	60	A	
	初山別村	70	A	

胆 振	島牧村	60	A	
	室蘭市	60	A	
	苫小牧市	60-80	B	
	登別市	60	A	
	伊達市	50	A	
	伊達市 (旧大滝村)	70	C	
	豊浦町	50	A	
	洞爺湖町 (旧虻田町)	50	A	
	洞爺湖町 (旧洞爺村)	50	A	
	壮瞥町	60	A	
	白老町	60	A	
	安平町 (旧早来町)	70	B	
	安平町 (旧追分町)	100	D	
	厚真町	80	D	
	むかわ町 (旧鷗川町)	80	C	
	むかわ町 (旧穂別町)	70	D	
	日 高	日高町	100	D
		日高町 (旧門別町)	80	B
平取町		70	D	
新冠町		70	B	
新ひだか町 (旧静内町)		70	B	
新ひだか町 (旧三石町)		90	B	
浦河町		50-60	B	
様似町		70	B	
えりも町		70	B	
オホーツク	北見市 (砂利層)	100	D	
	北見市 (旧端野町)	120	D	
	北見市 (旧常呂町)	90	D	
	北見市 (旧留辺蘂町)	120	E	
	網走市	80	C	
	紋別市	80	B	
	大空町 (旧東藻琴村)	100	D	
	大空町 (旧女満別町)	100	D	
	美幌町	80	D	
	津別町	90	E	
	斜里町	80	C	
	清里町	80	D	
	小清水町	80	D	
	訓子府町	100	E	
	置戸町	120	E	
	佐呂間町	120	E	
	遠軽町 (旧遠軽町)	90	D	
	遠軽町 (旧生田原町)	90	D	
	遠軽町 (旧丸瀬布町)	80	D	
	遠軽町 (旧白滝村)	80	D	
	湧別町	80	D	
	湧別町 (旧上湧別町)	80	D	
	滝上町	80	D	
	興部町	80	C	
	西興部村	80	D	
	雄武町	80	B	

宗 谷	遠別町	60	B
	天塩町	80	B
	稚内市	80	B
	幌延町	80	C
	猿払村	90	D
	浜頓別町 (砂利層)	100	D
	浜頓別町 (その他層)	80	D
	中頓別町	90	D
	枝幸町	80	B
	枝幸町 (旧歌登町)	80	D
	豊富町	80	C
	礼文町	80	B
	利尻町	70	B
	利尻富士町	90	B
十 勝	帯広市	100	D
	音更町	80	D
	士幌町	90	D
	上士幌町	80	D
	鹿追町	80	D
	新得町	80	D
	清水町	90	D
	芽室町	80	D
	中札内村	100	D
	更別村	100	D
	幕別町	110	D
	幕別町 (旧忠類村)	90	D
	大樹町	80	D
	広尾町	80	B
	池田町	100	D
	豊頃町	90	D
	浦幌町	100	D
	本別町	80	D
	足寄町	120	E
陸別町	120	F	
釧 路	釧路市	100	C
	釧路市 (旧阿寒町)	100	D
	釧路市 (旧音別町)	90	D
	釧路町	120	D
	厚岸町	110	D
	浜中町	90	D
	標茶町	100	D
	弟子屈町	100	E
	鶴居村	100	D
	白糠町	80	C
根 室	根室市	100-110	D
	別海町	100	D
	中標津町	90	D
	標津町	100	C
	羅臼町	90	C

注：本表に掲げる凍結深度及び地域区分は、各市町村の標準的な値、区分であって、同じ市町村内においても、外気温が大きく異なる場合があり、また、地質や地下水位、標高などによっても異なるので、それぞれの状況に応じて、凍結深度及び地域区分を設定しなければなりません。表中、建物に対する凍結深度とは、地表面から基礎底盤の下端までを示します。

1) 凍結深度：地表面から、年間の最低地温が0℃以上となる位置（凍結線）までの深さ。

3-2 スカート断熱工法の適用部位区分

スカート断熱材の幅は基礎の部位によって異なります。

スカート断熱工法の適用部位を図 3-5 に示すように、「一般部」「コーナー部」「ポーチ等部」の3つに区分します。

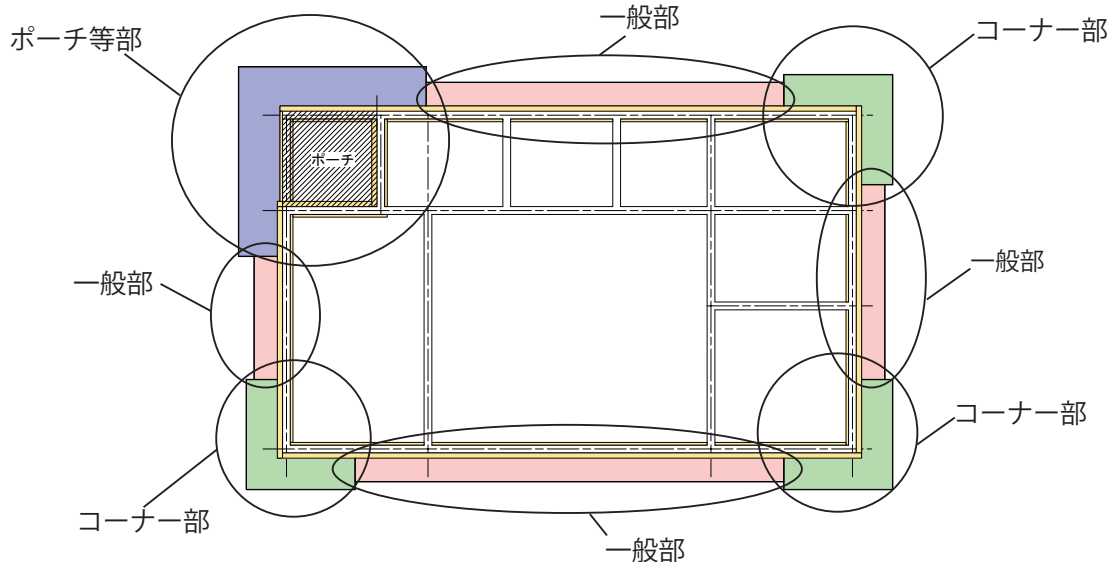
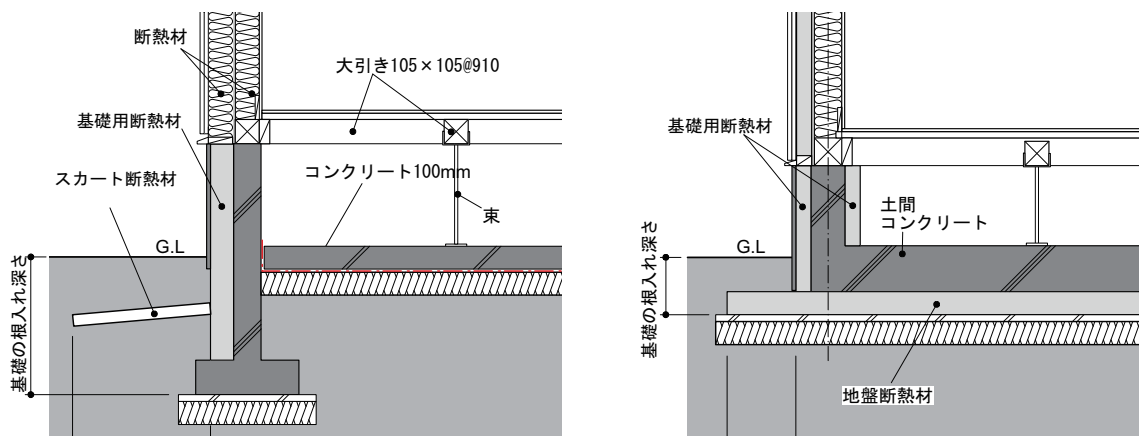


図 3-5 適用部位

一般部については「適用部位区分①」、コーナー部については「適用部位区分②」、ポーチ等部については「適用部位区分②、③、④」、車庫部については「適用部位区分③及び④」を適用します。適用部位区分のスカート断熱材の幅は、表 3-3 及び図 3-20 ~ 図 3-23 に示す通りです。

一般部 布基礎の一般部分で入隅部分を含みます。適用部位区分①を適用します。

適用部位区分①



一般部のスカート断熱材の幅：適用部位区分①

(1) 布基礎

(2) べた基礎

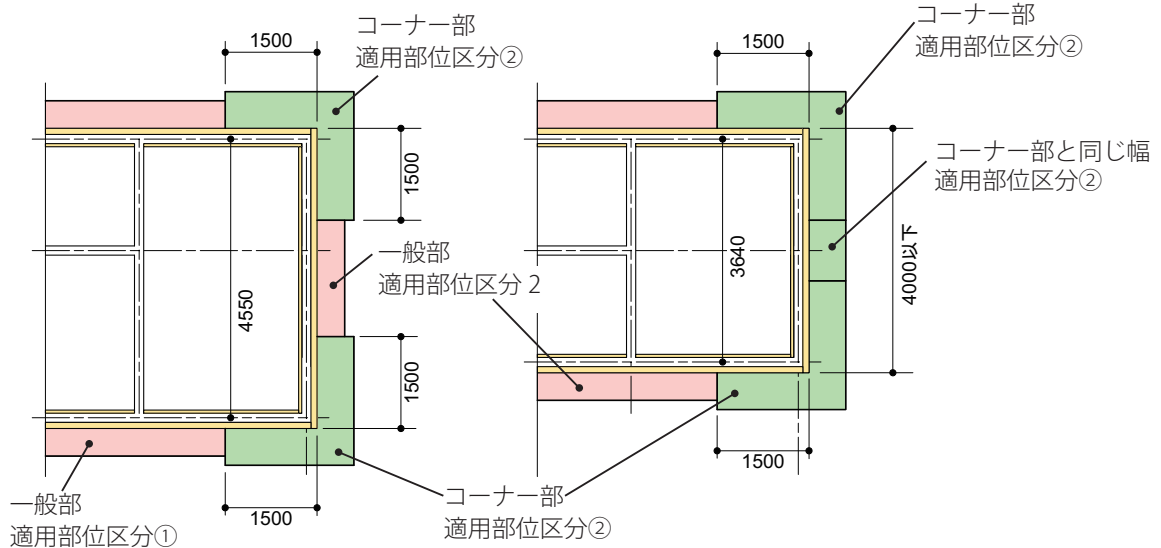
図 3-6 凍結深度深さとスカート断熱幅の定義

コーナー部

基礎の出隅部分で角から 1.5m までの部分をいいます。適用部位区分②を適用します。

図 3-7 に示すように、出隅と出隅の間が 4m 以下の場合には、その間の部分もコーナー部とみなして、コーナー部と同じ幅とします。

適用部位区分②



(1) 出隅と出隅の間が 4m を超える場合 (2) 出隅と出隅の間が 4m 以下の場合

図 3-7 コーナー部の断熱材幅の定義

ポーチ等部

玄関ポーチやベランダなど本体に付属したコンクリートたたき部分等をいいます。適用部位区分は②、③、④があります。

ポーチ等部では、図 3-8 に示すように、玄関ポーチ・ベランダの上面に断熱材が施工されていないため、地中の熱が玄関ポーチ・ベランダの基礎部分を通じて外気への逃げる場合のスカート断熱材の幅は「適用部位区分③」を適用します。なお、玄関ポーチの下部、基礎部分の両面に補助断熱材を施工します。

適用部位区分③

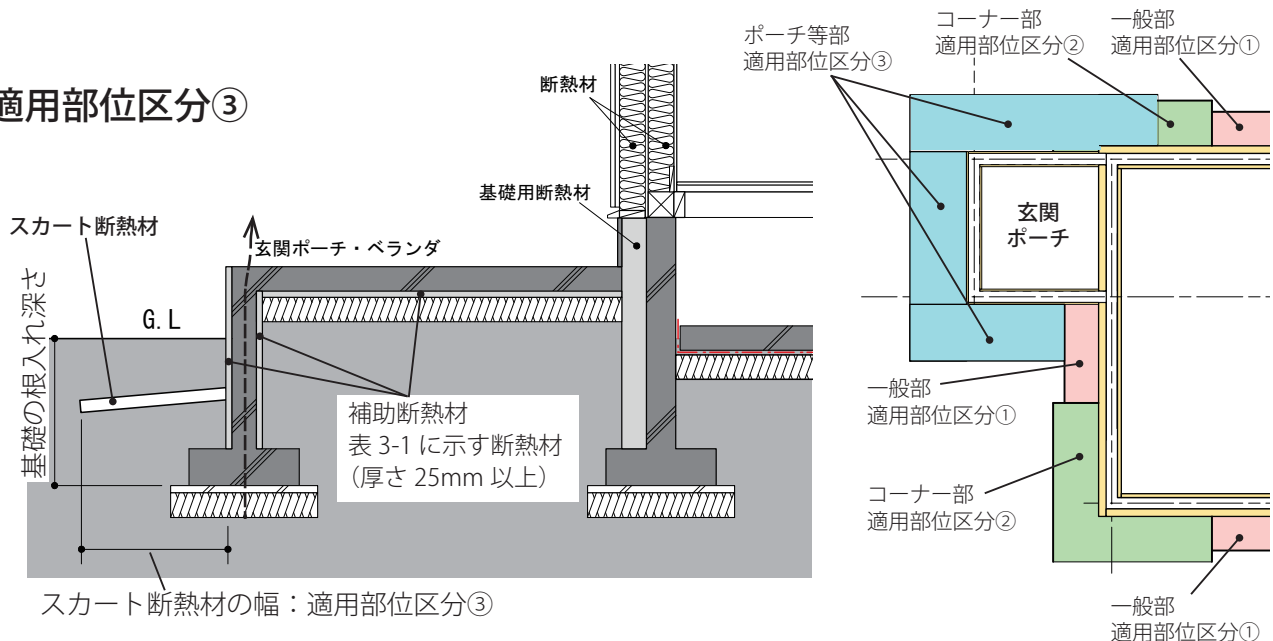


図 3-8 ポーチ等部のスカート断熱材幅

図 3-9 及び図 3-10 に示すように、ポーチ等部の主体構造を担わない部分では、先端部のスカート断熱材の底面の深さは、表 3-3 の「主体構造を担わない基礎の根入れ深さ」を適用します。また、この断熱材の幅は「適用部位区分④」を適用します。

なお、主体構造を担わない基礎は一般部等の「基礎の根入れ深さ」より 150mm 浅くすることができます。

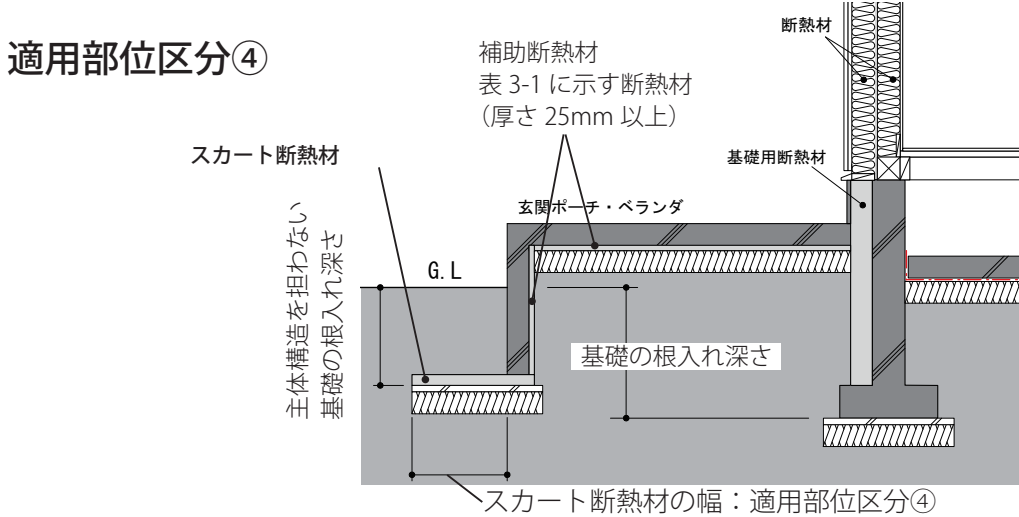


図 3-9 ポーチ等部の主体構造を担わない基礎の根入れ深さ及び断熱材幅①

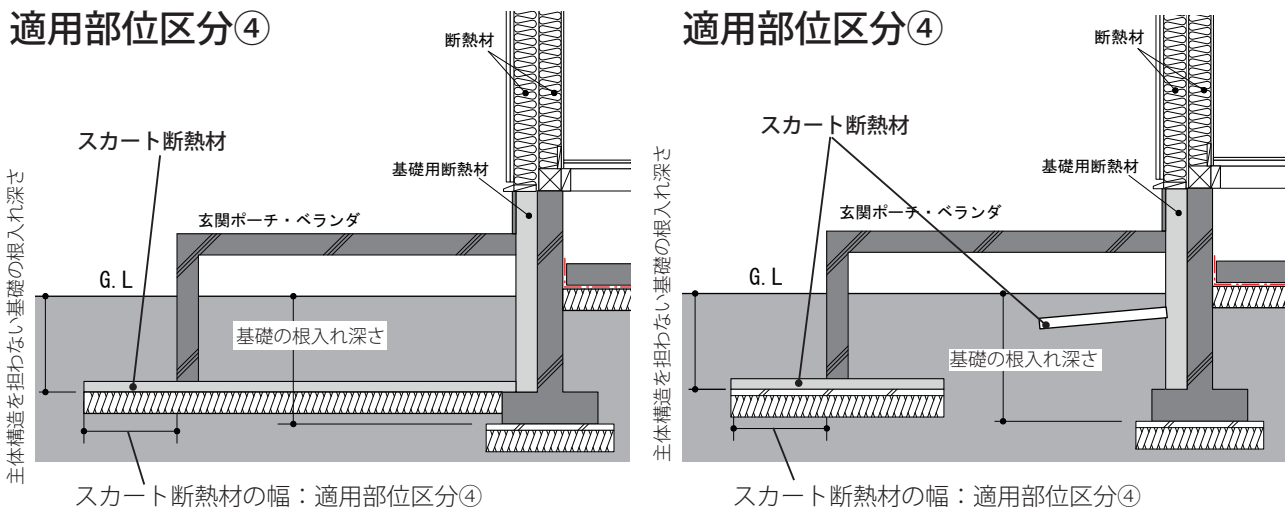


図 3-10 ポーチ等部の主体構造を担わない基礎の根入れ深さ及び断熱材幅②

適用部位区分②

ポーチ等部の外気側を断熱材で覆う場合は、スカート断熱材の適用区分は②とすることができます。

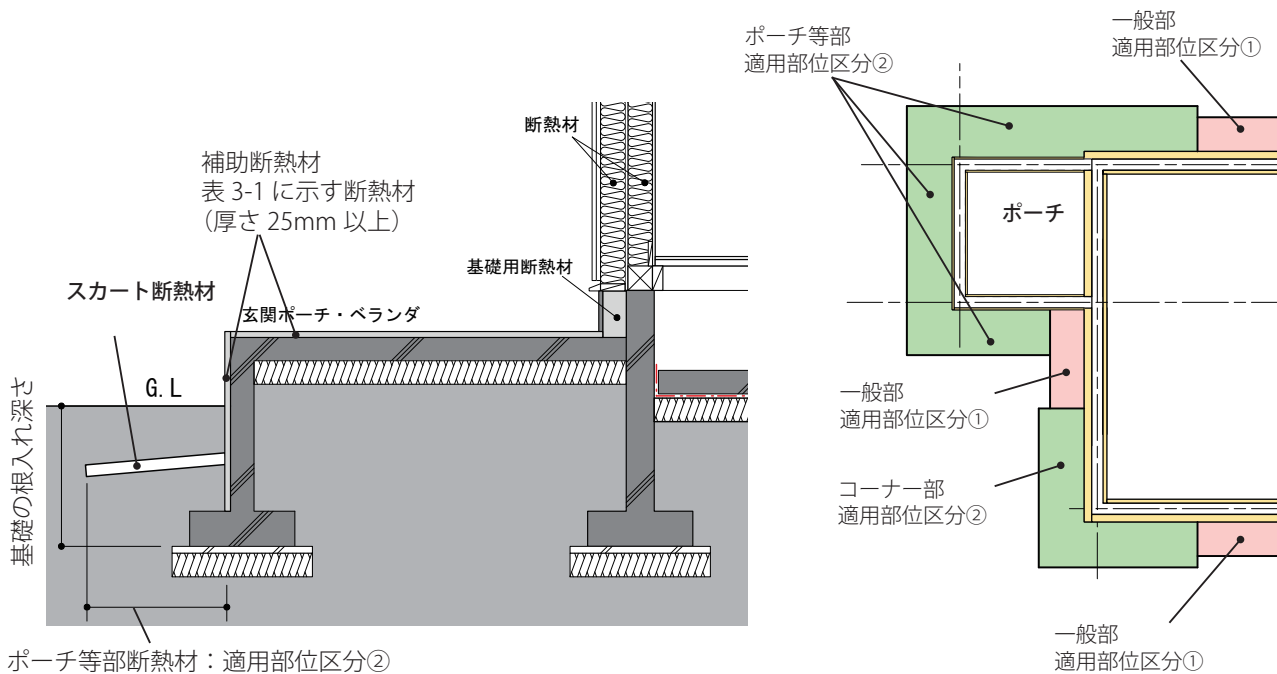


図 3-11 ポーチ等部の外気側を断熱材で覆う場合のスカート断熱材の幅

車庫等部

建物本体に隣接する車庫や物入等の基礎で、建物本体よりも外側の部分や車庫の出入口の部分を行います。適用部位区分は③及び④を適用します。

建物本体に付設した車庫（屋根の有無にかかわらず）の基礎部分は、「車庫等の一般部」と「車庫等の出入口部」の2つの部位に分けます。それぞれ以下の仕様とします。

- a. 「車庫等の一般部」は、適用部位区分③によります（図3-13）。
- b. 「車庫等の出入口部」は次の4つの仕様のいずれかとします。
 - ア. 出入口部の地中に基礎がある場合で、基礎部分の両面に断熱しているが、地中の熱が出入口基礎部分を通して外気へ逃げる構成となる場合（図3-14）は、表3-3の適用部位区分③による断熱材の幅に900mmを加算した幅とします。
 - イ. 出入口部の地中に基礎を設けない場合（図3-15）は、表3-3の適用部位区分③によります。
 - ウ. 入り口の地中に基礎があり、スカート断熱材を出入口基礎の底盤下に施工する仕様です（図3-16）。適用部位区分は④です。
 - エ. スカート断熱工法によらない。

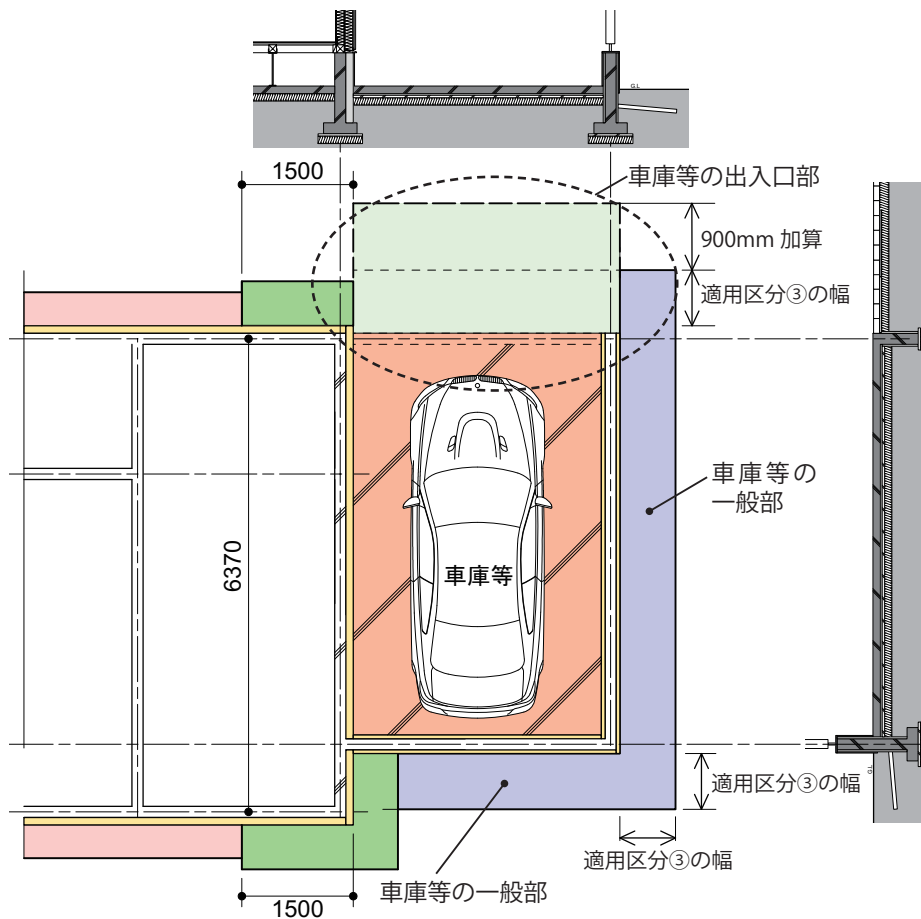


図 3-12 車庫等の断熱材適用方法

車庫等の一般部

適用部位区分③

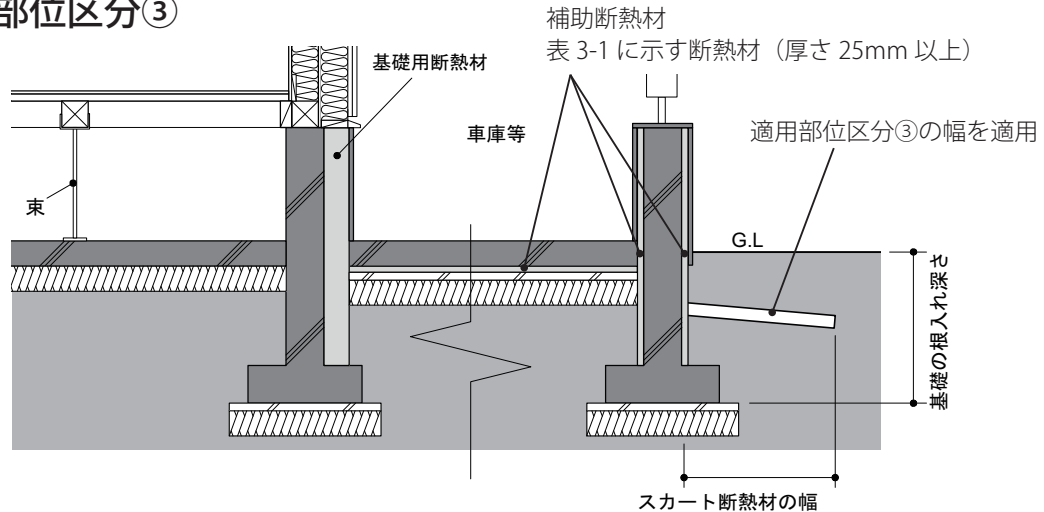


図 3-13 車庫等の一般基礎部分

車庫等の出入口部

適用部位区分③

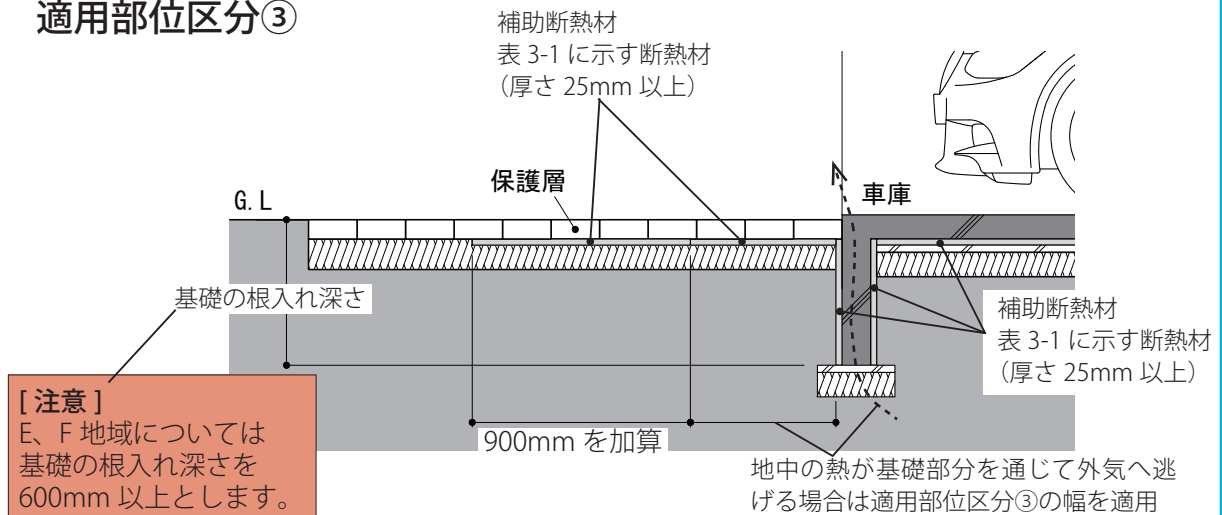


図 3-14 車庫等の断熱材適用方法

適用部位区分③

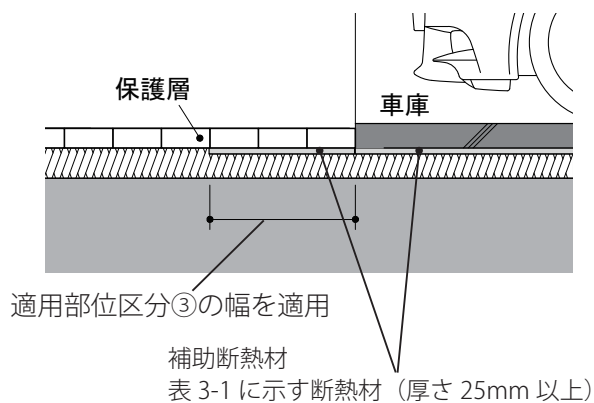


図 3-15 車庫出入り口

適用部位区分④

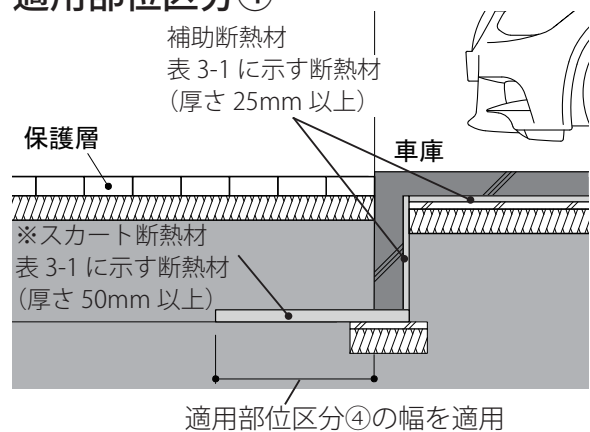


図 3-16 車庫出入り口

3-3 スカート断熱材の設計方法

(1) スカート断熱工法に用いる断熱材

スカート断熱工法に用いる断熱材の種類は、表 3-1 に示すように、ビーズ法ポリスチレンフォーム断熱材又は押出法ポリスチレンフォーム断熱材とし、押出法ポリスチレンフォーム断熱材 2 種 b 厚さ 50mm 相当の熱抵抗以上とします。

(2) 断熱材の設置位置

スカート断熱材は 1/10 程度の水勾配を設けることで断熱材上部に雨水などの滞留を防ぐことができます。可能な場合は設けてください。

設置深さは、土の埋め戻しによる場合は、基礎ベース直上から土被りが概ね 200mm (水上側) となる位置までの範囲とします。ただし、断熱材上部にインターロッキングやアスファルト等の断熱材の保護上有効な層を設ける場合には、その保護層の直下から基礎ベースまでの範囲とします。(図 3-17 参照)

(3) 断熱材の幅の決定方法

スカート断熱材の幅は、適用部位区分ごとに決定します。

適用する基礎は、図 3-18 および 3-19 に示す布基礎とべた基礎とし、ルート 1 またはルート 2 によります。

※第 4 版に記載のあったルート 3 については、本書の巻末に【参考】として移動しました。

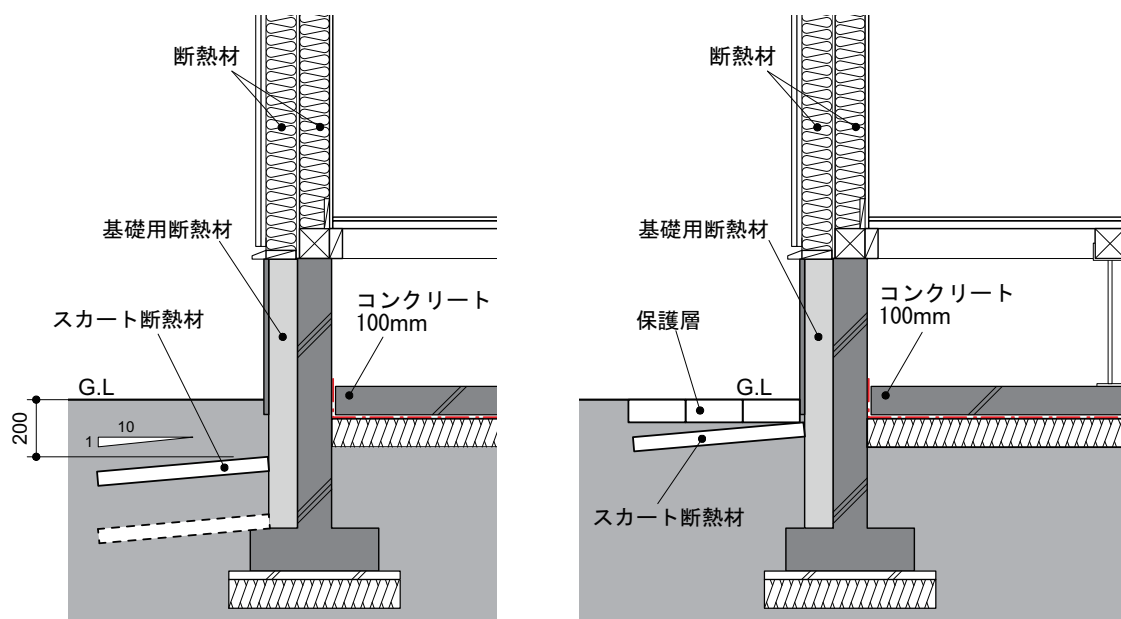


図 3-17 スカート断熱材の位置

ルート1 基礎の根入れ深さを 400mm、600mm、900mm の3種類の仕様を選択する方法

ルート2 基礎の根入れ深さをグラフから読み取る方法

1) ルート1

基礎の根入れ深さを 400mm、600mm、900mm のいずれかとする場合、スカート断熱材の幅は表 3-3 から決定することができます。表 3-2 (P5 ~ P6) に示した建設地の地域区分と基礎の根入れ深さから必要な断熱材の幅を各適用部位ごとに表 3-3 から読み取り、その数値以上となるようにスカート断熱材の幅を決定します。

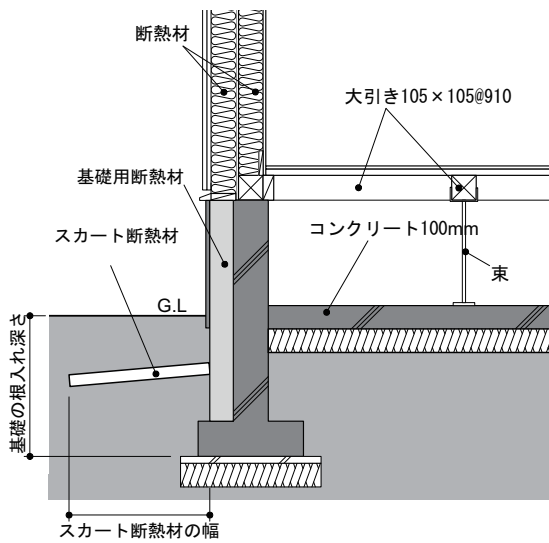


図 3-18 布基礎の場合の寸法の取り方

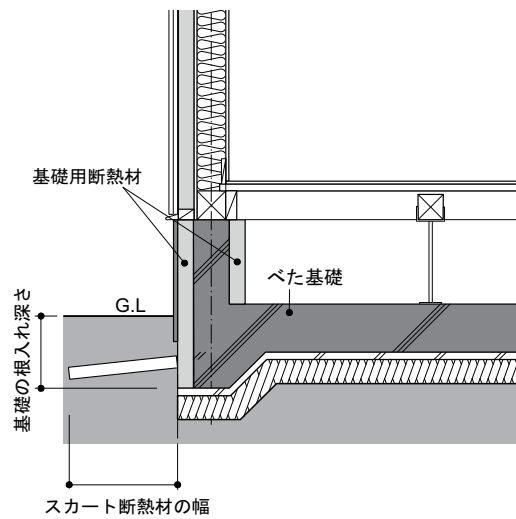


図 3-19 ベタ基礎の場合の寸法の取り方
(スラブ下に断熱材を施工しない場合)

表 3-3 スカーション断熱工法を適用した場合の基礎の根入れ深さと断熱材の幅

スカーション断熱工法 適用 基礎の根入れ深さ (mm)	適用部位区分	スカーション断熱材の幅 (mm)					
		地域区分					
		A	B	C	D	E	F
400mm	適用部位区分①	300	300	450	600	700	
	適用部位区分②	300	450	600	750	900	
	適用部位区分③	450	600	750	900	1,050	
250mm	適用部位区分④	550	700	800	950	1,100	
600mm	適用部位区分①		300	300	400	500	600
	適用部位区分②		300	400	600	750	900
	適用部位区分③		450	600	750	900	1,050
450mm	適用部位区分④		550	700	850	1,000	1,100
900mm	適用部位区分①					300	300
	適用部位区分②					450	600
	適用部位区分③					600	750
750mm	適用部位区分④					750	900

2) ルート2 チャートによる方法

表 3-3 に示した基礎根入れ深さ以外としたい場合には、①～③の適用部位区分ごとのチャート（図 3-20～図 3-23）から断熱材の幅を決定します。断熱材の幅は、それぞれの部位について、各チャートから、地域区分、基礎の根入れ深さに基づき読み取った値以上とします。

ただし、F 地域では基礎の深さを適用部位区分①、②で 500mm 以上、③で 600mm 以上とします。

適用部位区分①

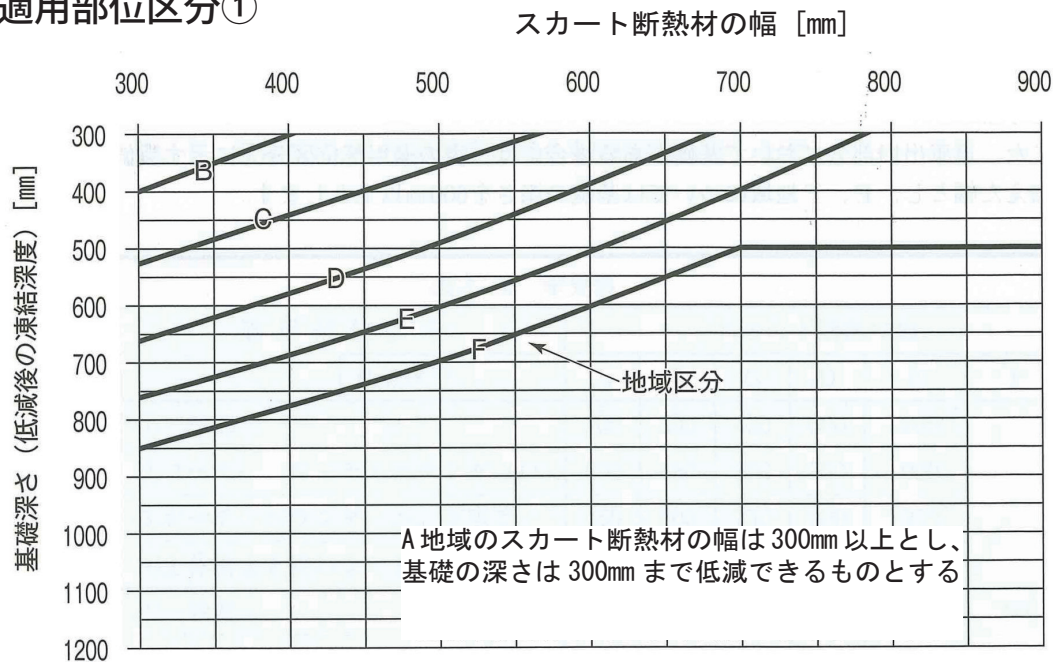


図 3-20 スカート断熱工法を適用した場合の基礎の根入れ深さと断熱材の幅（適用部位区分①）

適用部位区分②

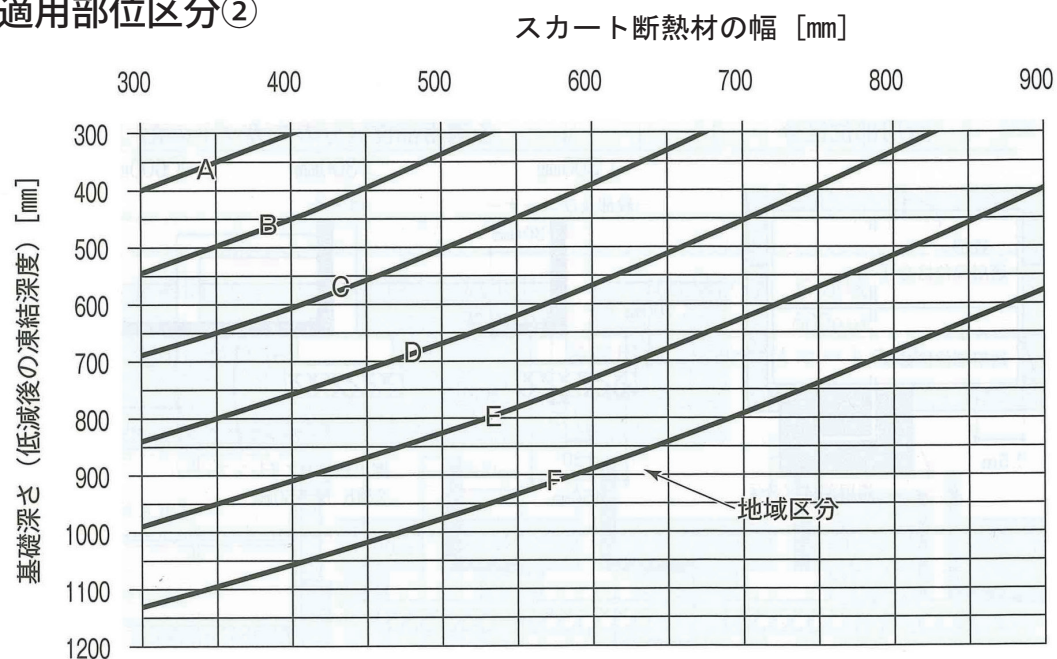


図 3-21 スカート断熱工法を適用した場合の基礎の根入れ深さと断熱材の幅（適用部位区分②）

適用部位区分③

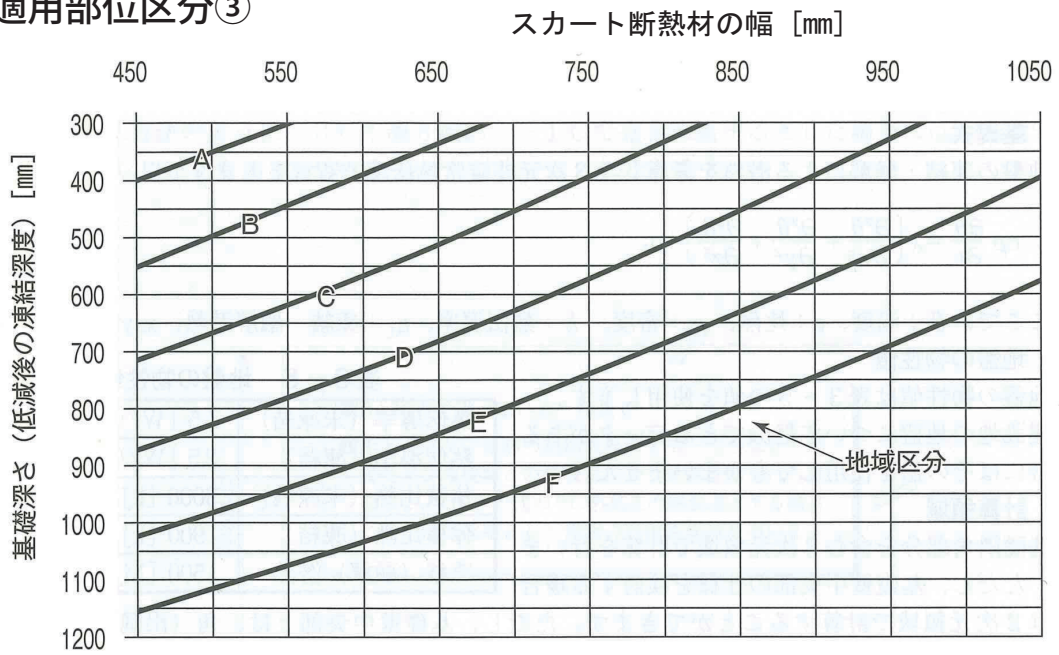


図 3-22 スカート断熱工法を適用した場合の基礎の根入れ深さと断熱材の幅 (適用部位区分③)

適用部位区分④

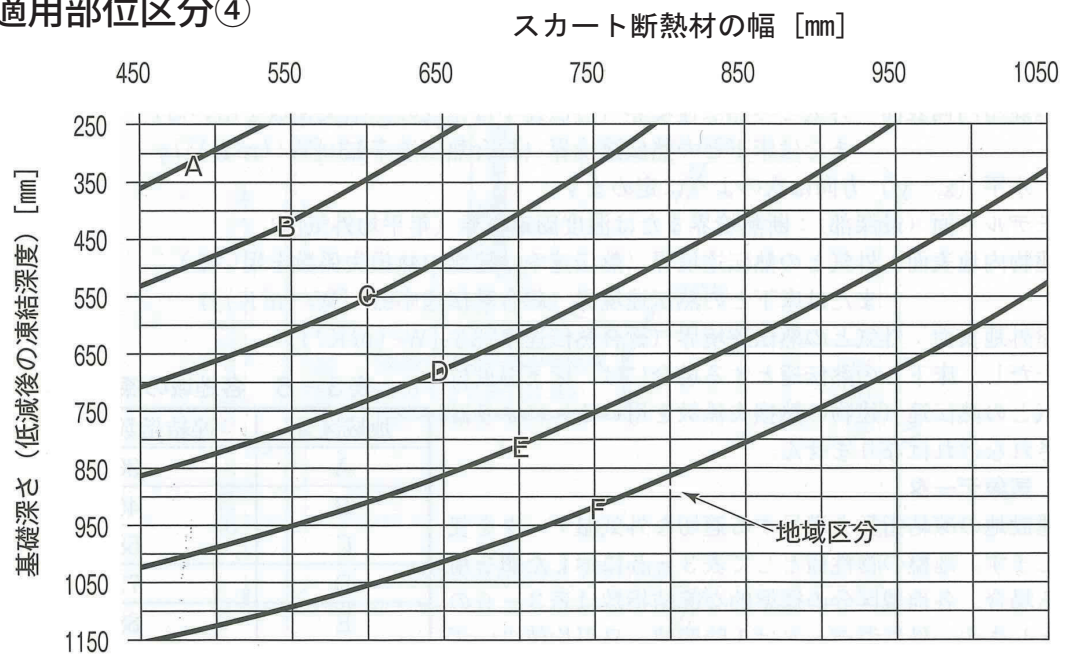


図 3-23 スカート断熱工法を適用した場合の基礎の根入れ深さと断熱材の幅 (適用部位区分④)

3-4 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎

(1) スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎に用いる断熱材

べた基礎に用いる地盤断熱材は熱伝導率 $0.034 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ (ビーズ法ポリスチレンフォーム断熱材 1号に相当) 以下の高性能なものとします。

(2) べた基礎のスカート断熱材の設置位置

べた基礎の場合のスカート断熱材は、地盤断熱に用いる断熱材と兼用し、その端部を凍上防止に有効な幅まで伸ばすことで性能を確保します。設置位置は、べた基礎のスラブ下部とします。(図 3-24 ~ 26 参照)

(3) スカート断熱材の幅の決定方法

断熱材の幅は、適用部位区分ごとに決定する必要があります。使用する断熱材の厚さにより幅が異なります。また、杭を用いる場合はスカート断熱工法が適用できない場合がありますので、注意が必要です。表 3-4 ~ 3-6 に地盤断熱材の厚さ別に断熱材の幅を示します。

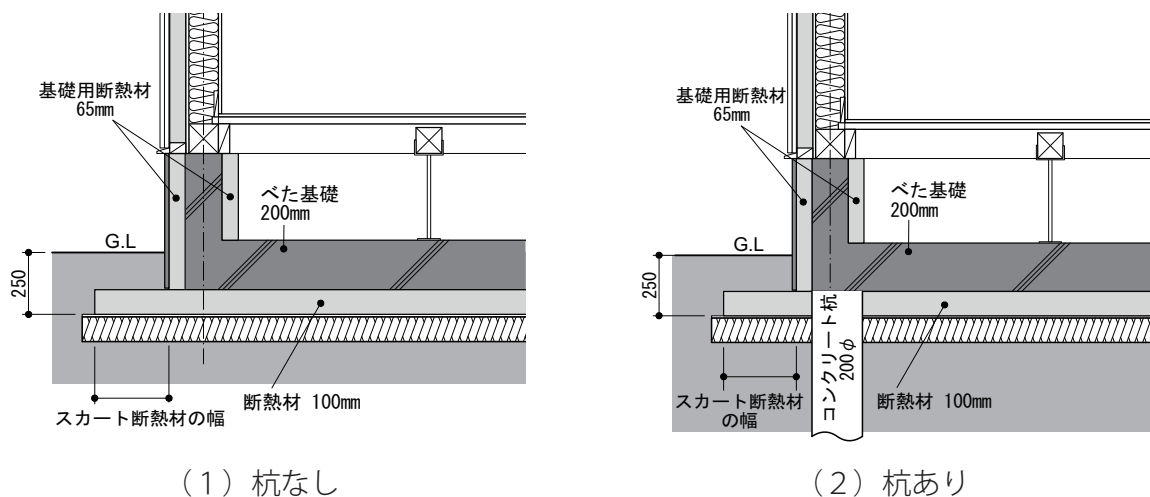


図 3-24 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎 (べた基礎スラブ下断熱材厚さ 100mm)

表 3-4 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎の断熱材幅 (べた基礎スラブ下断熱材厚さ 100mm)

	杭の有無	建物の外皮平均熱貫流率 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$	適用部位区分	スカート断熱材の幅 (mm)					
				地域区分					
				A	B	C	D	E	F
べた基礎 スラブ下 断熱材 厚さ 100mm	杭なし	0.87 以下	①一般部	300	300	300	300	300	450
			②コーナー部	300	300	300	400	500	650
	杭あり	0.87 以下	①一般部	300	300	550	不可	不可	不可
			②コーナー部	300	300	950	不可	不可	不可
	杭あり	0.46 以下	①一般部	300	300	450	600	不可	不可
			②コーナー部	300	300	800	1,050	不可	不可

※杭はコンクリート製 200 φ で 1820mm 間隔とした。表 3-7 及び表 3-8 についても同じ。

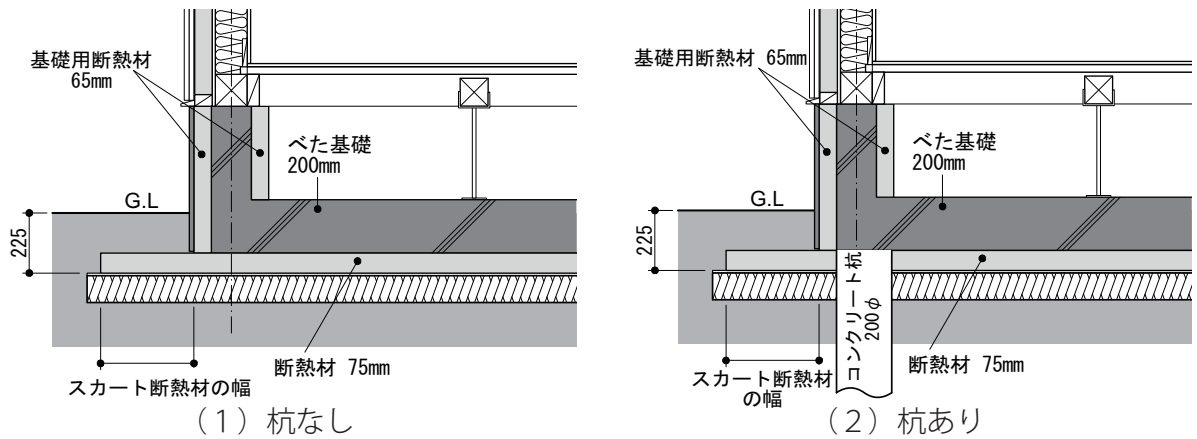


図 3-25 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎（べた基礎スラブ下断熱材厚さ 75mm）

表 3-5 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎の断熱材幅（べた基礎スラブ下断熱材厚さ 75mm）

	杭の有無	建物の外皮 平均熱貫流率 [W/(m ² ·K)]	部位	スカート断熱材の幅 (mm)					
				地域区分					
				A	B	C	D	E	F
べた基礎 スラブ下 断熱材 厚さ 75mm	杭なし	0.87 以下	①一般部	300	300	300	300	350	500
			②コーナー部	300	300	350	450	550	700
	杭あり	0.87 以下	①一般部	300	300	不可	不可	不可	不可
			②コーナー部	300	400	不可	不可	不可	不可
	杭あり	0.46 以下	①一般部	300	300	不可	不可	不可	不可
			②コーナー部	300	350	不可	不可	不可	不可

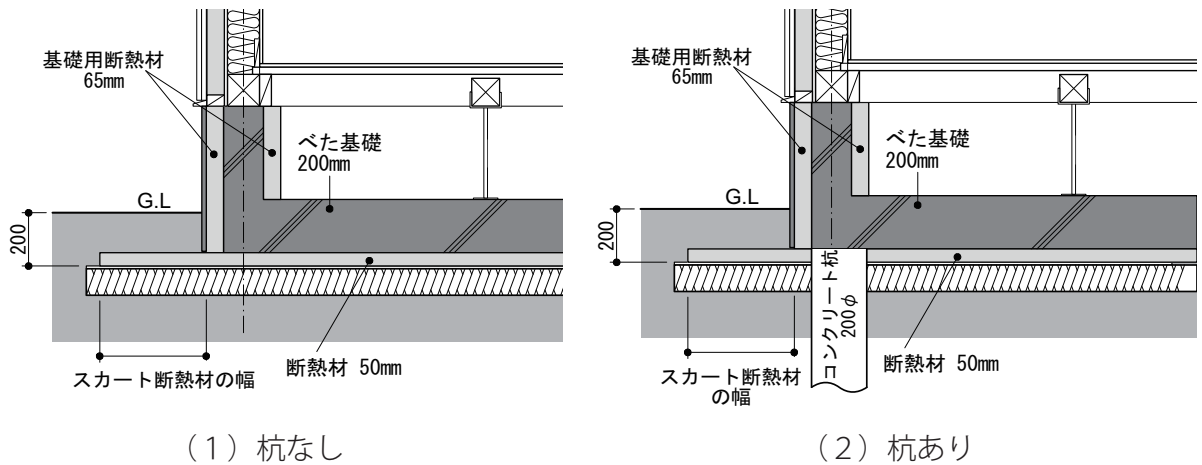


図 3-26 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎（べた基礎スラブ下断熱材厚さ 50mm）

表 3-6 スラブ下に地盤断熱材を施工するべた基礎の断熱材幅（べた基礎スラブ下断熱材厚さ 50mm）

	杭の有無	建物の外皮 平均熱貫流率 [W/(m ² ·K)]	部位	スカート断熱材の幅 (mm)					
				地域区分					
				A	B	C	D	E	F
べた基礎 スラブ下 断熱材 厚さ 50mm	杭なし	0.87 以下	①一般部	300	300	300	350	400	650
			②コーナー部	300	300	400	550	650	850
	杭あり	0.87 以下	①一般部	300	450	不可	不可	不可	不可
			②コーナー部	300	700	不可	不可	不可	不可
	杭あり	0.46 以下	①一般部	300	300	不可	不可	不可	不可
			②コーナー部	300	500	不可	不可	不可	不可

【参考】詳細計算による方法

ここでは、これまでに示した以外のスカート断熱工法の仕様を検討など、仕様規定やチャートが適用できない場合について、詳細な計算を行って断熱材の位置や幅などを決定する方法について説明します。計算方法は、ISO 13793 に準拠した非定常計算法（差分法、有限要素法など）とし、コンピュータの使用が前提となります。計算条件は次のとおりです。

① 基礎式

地盤の凍結・融解による潜熱を考慮した3次元非定常熱伝導方程式とします。

② 地盤の物性値

$$c\rho \frac{\partial \theta}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) + q_L$$

ここで、

θ : 温度、 c : 比熱、 ρ : 密度、 λ : 熱伝導率、 q_L : 凍結・融解潜熱、 x, y, z : 座標軸

地盤の物性値は表 3-7 の値を使用します。建設地の地盤について信頼できるデータがある場合にはその値を使用してもかまいません。

表 3-7 地盤の物性値

名 称	物性値
熱伝導率（未凍結）	1.5 [W/(m・K)]
熱伝導率（凍結）	2.5 [W/(m・K)]
体積比熱（未凍結）	3,000 [kJ/(m ³ ・K)]
体積比熱（凍結）	1,900 [kJ/(m ³ ・K)]
凍結（融解）潜熱	150 [MJ/m ³]

③ 計算領域

基礎隅角部分を含む3次元領域で計算を行います。ただし、基礎壁中央部の仕様を検討する場合には2次元領域で計算することができます。基礎壁中央部とは、角（出隅）から1.5m以上離れた部分とし、角から角（出隅）までの長さが4m以上あることとします。

計算領域は、床の1辺の長さ（短い方）をBとして、図 3-27 に示す範囲とします。ただし、基礎付近および基礎の根入れ深さまでは分割を細かくするように配慮する必要があります。

④境界条件

垂直 (z) 方向は次のように定めます。

モデル端部 (地盤および基礎の切断面)	断熱境界
基礎屋外側表面	外気との熱伝達境界 (総合熱伝達率 23.3[W/(m ² ·K)])
基礎屋内側表面	外気との熱伝達境界 (熱伝達率は建物の熱損失係数を用いる) または床下との熱伝達境界 (総合熱伝達率 9.3 [W/(m ² ·K)])

水平 (x,y) 方向は次のように定めます。

モデル下面 (最深部)	断熱境界または温度固定境界 (年平均外気温)
建物内地表面	外気との熱伝達境界 (熱伝達率は建物の熱損失係数を用いる) または床下との熱伝達境界 (総合熱伝達率 9.3 [W/(m ² ·K)])
屋外地表面	外気との熱伝達境界 (総合熱伝達率 23.3 [W/(m ² ·K)])

ただし、床下との熱伝達とする場合には、床下温度は外気との熱伝達 (建物の熱損失係数を用いる) により計算されなければなりません。

⑤気象データ

建設地の凍結指数を満足する適切な外気温データを使用します。地盤の物性値として表 3-7 に示した値を用いる場合、各地域区分の標準的な凍結指数は表 3-8 の値とします。外気温データは 1 時間値～日平均値のいずれかを使用します。適当な実データがない場合には年平均値、年較差を用いて sin 関数などで作成します。

表 3-8 各地域の凍結指数

地域区分	A	B	C	D	E	F
凍結指数 (°C・日)	300	460	580	730	880	1,040

注：表 3-7 に示した物性値を使用した場合

⑥計算期間

竣工予定日または建物の断熱・気密工事の終了予定日から地盤がすべて融解するまでの冬期間について計算を行います。初期地中温度 (竣工または断熱・気密工事終了日の地中温度) は建物がないとして 2 年以上の助走計算を行って求めておきます。

⑦判断基準

基礎底盤の下端全面で完全凍結に至らない場合、凍上被害が防止できると判断します。ISO 13793 の計算方法のように、0°C で凍り始め、-1°C で完全凍結するとした場合には、基礎底盤の下に -1°C 以下となる部分が生じなければ良いことになります。

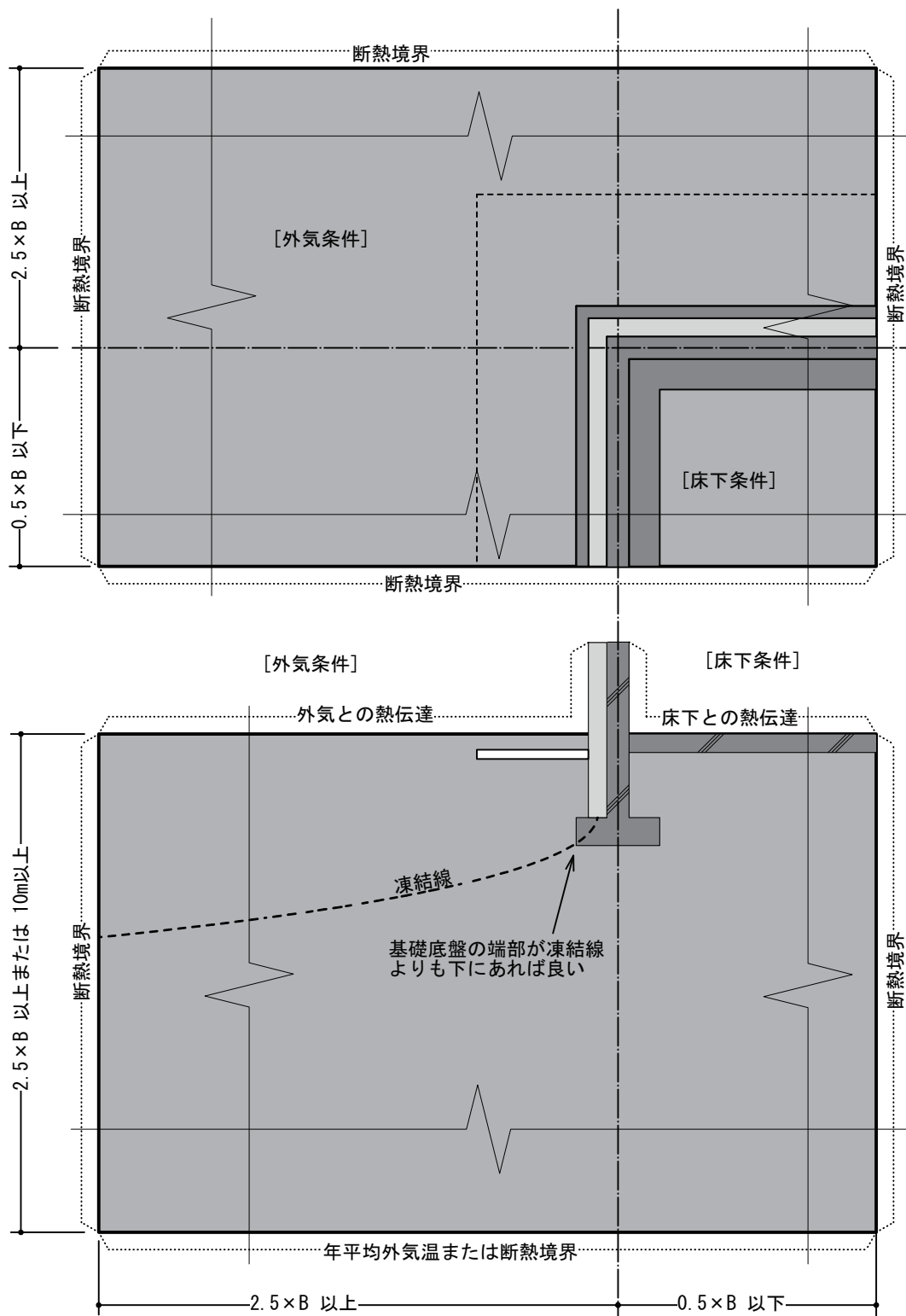


図 3-27 計算領域と境界条件

B：床の1辺（短い方）の長さ

※：床下の温度は建物の熱損失係数を用いた外気との熱授受および地盤面との熱授受により計算されなければならない。床下の代わりに外気との熱伝達とする場合には、熱伝達率として建物の熱損失係数を用いる。

スカート断熱工法設計・施工マニュアル

発行・編集

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構建築研究本部

問い合わせ先

地方独立行政法人 北海道立総合研究機構建築研究本部

旭川市緑が丘東1条3丁目1-20

TEL 0166-66-4211 (代表)

1997年7月 初 版 発行

1998年3月 第2版 発行

2001年3月 改訂第3版 発行

2012年3月 改訂第4版 発行

2019年1月 講習会版 発行

2021年3月 設計編(改訂版) 発行