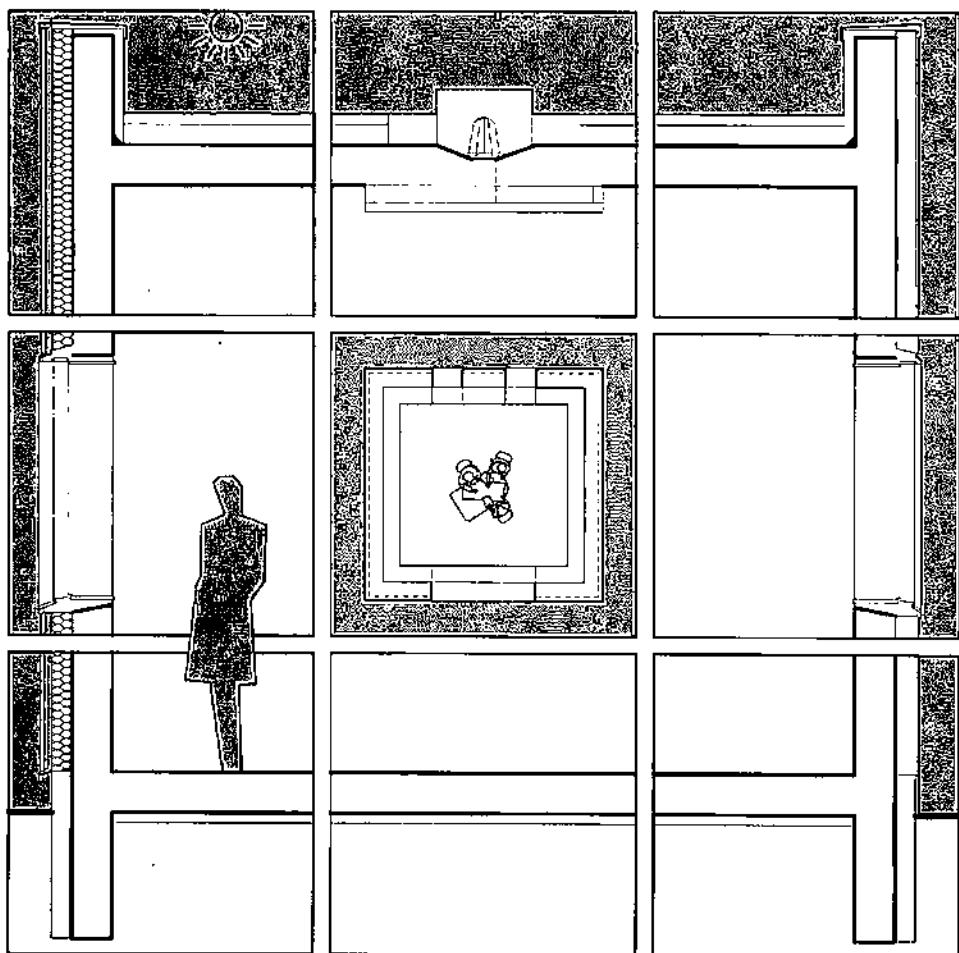


よくわかる！外断熱工法

北海道における外断熱RC建築の普及に向けて



はじめに

外断熱工法は、内断熱工法に比べ耐久性に優れ、省資源化に効果があるとともに、結露やカビが発生しにくく、省エネルギー性に優れています。

北海道は積雪寒冷という厳しい気候であり、本州などと比較し外断熱工法による効果が得られやすいことから、昭和50年代前半から建設されてきています。

道では、昭和57年に道立図書館の書庫増築で初めて実施した後、建設地の気候、施設の特性などを勘案しながら外断熱工法を採用し、平成16年度までに道立施設28施設、道営住宅22団地1,343戸を外断熱建築としているほか、道立北方建築総合研究所における研究成果の民間企業への提供や技術開発への参画なども進めてきているところです。

この間、コスト縮減、シックハウス対策、リサイクルの推進など、建築を取り巻く社会環境は大きく変化し、とりわけ省エネルギー対策は、昭和55年の省エネルギー基準、平成4年の新省エネルギー基準、平成10年の次世代省エネルギー基準と、より高いレベルが求められています。

また、平成8年のCOP3京都会議で決議された「京都議定書」が平成17年2月に発効され、CO₂削減目標の達成に向けた対応が急務であるなど、世界レベルでの環境対策も求められており、外断熱工法の効用が一般的にも認知されつつあります。

外断熱工法は、上記のように内断熱に比べ環境対策、省エネルギー対策といった観点からは有利な工法ですが、一方では、「コストが高い」、「防火性に不安がある」といった弱点も抱えておりました。

しかし、平成12年の建築基準法の改正により耐火構造など防火性能のある外壁や軒裏に対する外断熱材料の取り扱いが変更されたのを契機に、外断熱工法は、様々なシステムが断熱材メーカー、サッシメーカー、外装材メーカーなどにより開発、製品化されています。

このような状況の中、北海道としては、外断熱工法が設計者、施工者に正しく理解され普及されるよう、現状における外断熱工法を体系化し、それぞれの特徴、設計・施工上の留意点を整理する必要があると考え、本書をまとめることといたしました。

本書が、本道の適切な外断熱工法の普及促進に寄与し、多くの設計者、施工者の皆さんに活用されることを期待します。

最後に、本書の策定にあたり、貴重なご意見、ご助言をいただきました「外断熱工法技術マニュアル検討委員会」の委員の皆さまをはじめ、ご協力いただいた多くの皆さんに感謝申し上げます。

平成17年3月

北海道建設部長 山上 徹郎

目 次

はじめに	1
第1章.本書のねらいと外断熱建築の概要	
1－1 本書のねらい	
1－2 北海道における外断熱建築状況	1)
1－3 外断熱建築の特色	2)
	1)
	2)
	3)
第2章.外断熱工法の特色	17
2－1 外断熱工法の分類	1)
2－2 通気層工法と非通気層工法	2)
2－3 外装材と工法	3)
	4)
	1)
	2)
	3)
第3章.部位別標準詳細の考え方	37
3－1 断熱区画の考え方	1)
3－2 部位別詳細の考え方	2)
3－3 概算工事費の比較	1)
3－4 工法のオープン化	2)
	1)
	2)
	3)
	4)
	5)
	6)
	7)
	8)
	9)
	10)
	1)
	2)
	3)
	1)
	2)
	3)
おわりに	72
参考資料	73
-1 関連法規	
-2 北海道庁における外断熱建築	
-3 アンケート対象製品の選定方法	
-4 委員会	
-5 参考文献	

第1章 本書のねらいと外断熱建築の概要

1-1
本書のねらい

1-2
北海道における外断熱建築状況

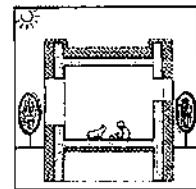
1-3
外断熱建築の特色

1-1 本書のねらい

本書は次の①～⑧に掲げる目的、対象などをねらいとしてまとめたものです。

① 目的

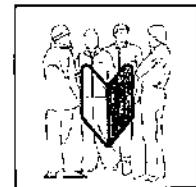
だれでも設計・施工できる一般的「外断熱工法の普及」が目的です



- ・ 地球規模で環境保全の意識が高まり、建築住宅分野における省エネルギーの推進、建物の耐久性向上が求められています。これらの要請に対応するためには、厚い断熱材による省エネルギー対応が可能で、構造躯体の耐久性を増すこともできる外断熱工法が有効であることは周知のとおりです。
- ・ 北海道では、全国に先駆け 1970 年代後半から外断熱建築物の建設を進めてきており、本書は、外断熱建築普及のため、これまで積み上げてきた外断熱工法に係わる技術や新技術を体系化し、外断熱建築を設計・施工しようとする技術者に広く周知・共有し、さらに技術を向上させようとするものです。

② 対象者

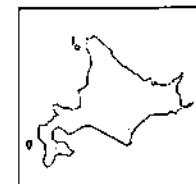
「外断熱建築に初めて取り組む設計者及び施工者」が主な対象です



- ・ 外断熱建築のよさを理解し、積極的に外断熱建築に取り組もうとする設計者や施工者を対象としています。
- ・ そのため、外断熱工法の原点にたち、設計・施工上の注意事項をできるだけわかりやすく記載するよう努めています。

③ 対象地域

「北海道」が主な対象地域です



- ・ 気温・積雪などの気象条件が類似で、断熱材について共通の認識があり、20 年間に及ぶ外断熱建築の建設のための基準・利点・課題を共有し、行政区域としてまとまっている北海道を対象としています。
- ・ 本州の積雪寒冷地域でもこの考え方に基づき、外断熱建築の設計・施工に応用することは充分可能です。
- ・ 夏の冷房対策のために外断熱建築を採用する場合も断熱材や外装材についての考え方を応用することができますが、日射防止対策・通風による室内の排熱などについては、別の資料を参考にすることが必要です。

④ 対象建築

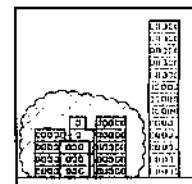
「戸建住宅以外の建物全般」が対象です



- 戸建住宅は高さが低く規模も小さいので、建築基準法や技術的制限が少なく、外装材を自由に選択できるので戸建て住宅だけに採用可能な工法もすでに多数紹介されています。また、断熱外張り工法を始めとする木造高断熱住宅が広く普及し、独自の発展をしています。
- 今後は、集合住宅・病院・有料老人ホームなど24時間入居者が生活する建物だけでなく、事務所・庁舎建築などの特殊建築にも外断熱建築が広がることが期待されます。このため本書では公共賃貸住宅で採用されてきた技術を中心に、できるだけ広く一般的建築への外断熱工法の普及・応用を目指しています。
- なお、公営住宅をはじめとする公共賃貸住宅は「公営住宅整備事業マニュアル」(以下「公住マニュアル」という)において、外断熱工法の施工方法などを定め、全道で普及してきた実績があります。

⑤ 建物の高さ

「中低層建築」が対象です

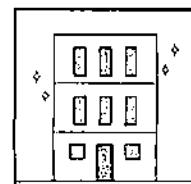


- 高層建築の設計・施工では、地震・風圧による外装材の落下対策など、中低層建築の範囲を超える技術検討が必要です。
- 北海道全域で考えると高層建築は札幌・旭川・函館などの都市部に限られています。こうした観点から、中低層建築を対象としています。
- ただし、ここに示す外断熱建築に対する基本的な考え方は、高層建築にも共通する内容となっています。

⑥ 新築・改修

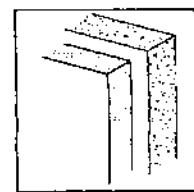
「新築建物」が主な対象です

(後張り工法は外壁部分の断熱改修工事にも参考になります)



- 建物の改修は、耐震改修・内装改修・設備改修など様々なケースがあります。また、既存の外装材・開口部・笠木・防水などの改修では新築と違うディテールが必要です。そのため、改修工事の詳細については対象から外しています。
- 一方、古い建物の多くが、現在の次世代型省エネルギー基準とは程遠い熱性能状況にあり、入居したまま改修できる外断熱改修が必要です。そのため、外断熱改修は「後張り工法」を参考にし、既存の外装材・開口部・笠木・屋上防水の残し方や解体内容についてそれぞれの状況に応じ検討することが必要です。

⑦ 断熱性能



「繊維系断熱材 100mm以上の断熱性能」に相当する断熱厚さに対応できる工法が対象です

- 「公住マニュアル」の3-3：断熱主体（設計編）の部位仕様による基準において、熱損失計算を行わない場合の部位別仕様を決めています。表1-1-1はその一例です。

表1-1-1 暖房度日3500度日以上4500度日未満で日射量の少ない地域における各部位の仕様

	断熱材の熱抵抗値 (m ² K/W) 【]内はm ² h°C/kcal	仕様例 (W/mK) [kcal/mh°C]
基礎	2.7 [3.1]	熱伝導率=0.028 [0.024] : 75mm
外壁	2.9 [3.3]	熱伝導率=0.040~0.035 : 100mm [0.034~0.030]
屋根	5.4 [6.2]	熱伝導率=0.028 [0.024] : 150mm
熱橋面積比率	熱橋面積比率は開口部を含む断熱外表面積の3%以下とし、外断熱の断熱巻き込み寸法は450mm以上とする	

※出典：公営住宅整備事業マニュアル【VOL.1・・・計画・設計編2002】参照

- 断熱材厚さは、建物全体の熱損失計算により決めることが基本なので、本書では断熱材厚さは規定しません。
- しかし、上記の仕様からわかるように、北海道の公共賃貸住宅では既に繊維系断熱材 100mm、発泡系（熱伝導率=0.028W/mK）75mm以上が一般的に使われてきました。従って、本書における断熱材や外装材の支持金物等は、繊維系 100mm、発泡系 75mmに対応できるものを選定しています。（断熱材厚さが 75mm未満でも同等以上の断熱性能が得られる製品を含みます。）

図1-1-1 断熱材位置図

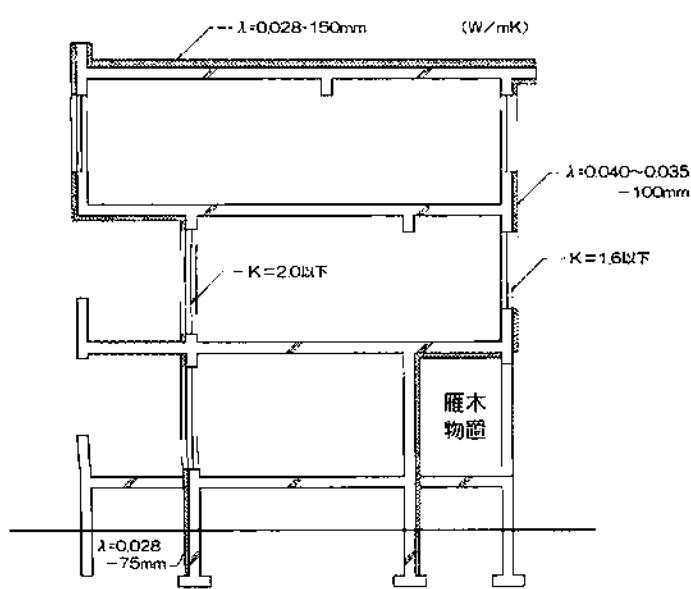


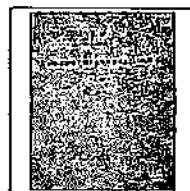
表1-1-2 開口部の仕様 【]内は kcal/m² h°C

開口部	熱貫流率 W/m ² K	仕様例
南側	K=2.33以下 [2.0]	・外側：単層+内側：複層ガラス(6mm 中空層) ・低放射複層ガラス(12mm 中空層)等
その他	K=1.8以下 [1.6]	・外側：単層+内側：低放射複層ガラス(12mm 中空層) ・ガス入り低放射複層ガラス(12mm 中空層) ・木製建具・低放射複層ガラス(12mm 中空層)等

※南側開口部とは、南土30度の範囲に設置される開口部をいう。

※出典：公営住宅整備事業マニュアル【VOL.1・・・計画・設計編2002】参照

⑧ 外断熱建築の性能基準



外断熱建築の性能基準は「外断熱建物に関する性能基準及び同解説」
(平成15年・国土交通省北海道開発局營繕部監修) によります

- 上記解説書では「外断熱建物の性能確保に関する基本事項の項目」として、工法に関する9項目の性能についての考え方を定め性能の確保を図ることとしています。
- 本書は、この性能基準に準拠します。

表 1-1-2 工法に関する基本事項

1. 断熱に関する性能	・施設全体及び外断熱建物の構成部材に関する事項
2. 防結露に関する性能	・施設全体及び外断熱建物の構成部材に関する事項
3. 耐久性に関する性能	・施設全体に対して、構造体、建築非構造部材及び建築設備に関する事項
4. 耐外力に関する性能	・外断熱建物の構成部材に関して、耐震、耐風、耐雪、耐寒及び常時荷重に関する安全性に関する事項
5. 耐火に関する性能	・外断熱建物の構成部材に関して、火災時の安全性に関する事項
6. 防水に関する性能	・外断熱建物の構成部材に関して、適切な材料、ディテール等の採用に関する事項
7. 意匠に関する性能	・外断熱建物の構成部材に関して主に視覚的な要素に関する事項
8. 経済性に関する事項	・適切なライフサイクルコストとするために、外断熱建物の構成部材に関して、耐久性、作業性及び更新性に関する事項
9. 環境負荷低減に関する性能	・外断熱建物の構成部材に関して、長寿命、適正使用・適正処置、エコマテリアル及び省エネルギー・省資源に関する事項

空気調和設備計画に関する基本的事項

1. 室内熱環境に関する性能	・外断熱建物として保持すべき断熱性に適した空気調和設備を計画することに関する事項
----------------	--

※出典：「外断熱建物に関する性能基準及び解説」参照

1-2 北海道における外断熱建築状況

1) 北海道における外断熱建築の流れ

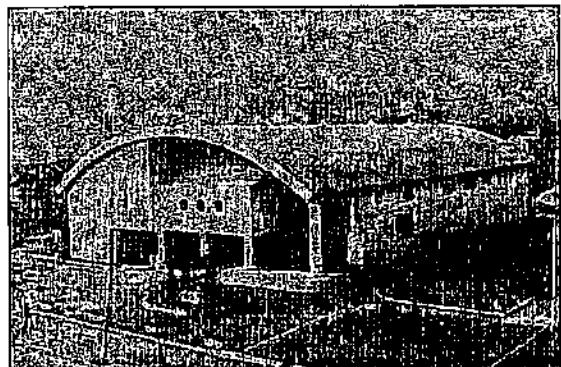
北海道における外断熱建築の理論的研究は、北欧3カ国で外断熱工法が採用されてから間もない1960年頃、北海道大学を中心に始まりました。

最初の外断熱建築は、1977年（昭和52年）に建築された旧北海道拓殖銀行の手稻支店と言われています。（外装材は金属パネルで通気層工法を採用）

その後、拓銀の支店・支店長住宅・体育館等の新築、社宅の外断熱改修等が行われました。

これらの工事では、繊維系断熱材による通気層工法、レンガ積工法、発泡系断熱複合パネルの型枠兼用打ち込み工法、発泡系断熱材 100mmを型枠として使う工法など新しい技術が試みされました。

拓銀藻岩体育館は、1998年（平成10年）10月解体されました。解体に際し、20年間経過した鉄骨、コンクリート、断熱材、設備配管等の調査を行うことで、外断熱建築の優位性が改めてわかる貴重な結果が得られました。



旧北海道拓殖銀行藻岩体育館

拓銀の外断熱への取り組みを契機に、日本電信電話公社（現NTT）・郵政省（現日本郵政公社）・北海道電力等が外断熱建築を取り入れるようになりました。

北海道の官公署分野では1982年（昭和57年）道立図書館の増築工事への採用が最初です。

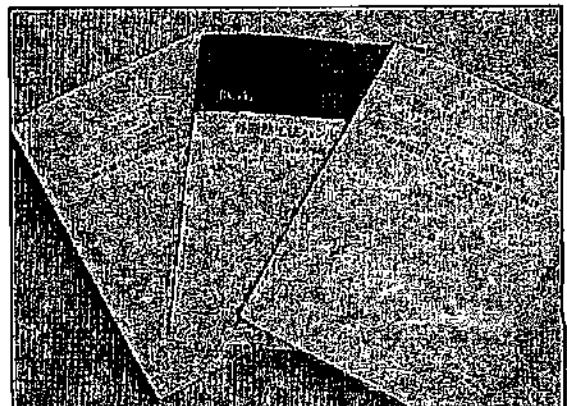
翌1983年（昭和58年）3棟60戸の道営住宅の新築工事に外断熱工法を採用し、以降、道営住宅の外断熱標準設計の作成を始めとして、本格的に外断熱建築に取り組んできました。

北海道開発局は1981年（昭和56年）、大雪青年の家を外断熱改修し、1985年（昭和60年）釧路陸運庁舎で最初の外断熱建築を新築、以降庁舎建築を中心に多数の外断熱建築に取り組んできました。

1978年（昭和53年）にブロック二重積工法による個人住宅建設以降、断熱複合パネルによる型枠兼用工法の取り組みをはじめとして、外断熱建築に関心のある設計者が個人住宅・共同住宅・病院等に外断熱工法を採用してきました。

その後、大学や北海道立北方建築総合研究所（旧北海道立寒地住宅都市研究所）、民間の研究会などが研究活動を行い、本道の外断熱工法の普及に努めてきました。

2000年（平成12年）、日本建築学会北海道支部は北海道の外断熱建築に最も多く使われてきた「外断熱複合パネル」によるトラブルを解消するために「外断熱複合板の耐久性向上技術の開発」についての研究報告書を作成し、新たなトラブルの防止に努めました。



2003年（平成15年）国土交通省北海道開発局は「外断熱建物に関する性能基準及び同解説」を発行し、外断熱建物に求められる性能を明確にしました。これにより、外断熱建築は内断熱建築と同様、だれもが設計・施工できる基盤が出来上がりしました。

よくわかる外断熱工法 第1章一本書きのねらいと外断熱建築の概要

表 1-2-1 北海道における外断熱建築関連の流れ

(建物年代は参考文献、メーカー実績表 等による)

年	基準等	北海道の外断熱の動き	
1960年代 1970 (S45) 1971 (S46) 1972 (S47) 1973 (S48) 1974 (S49) 1975 (S50) 1976 (S51)	・第1次オイルショック	・外断熱建築の理論的研究(北大気谷研究室) ・著書:「外側断熱について室温変動・構造体保護等の優位性について」荒谷 登 ・寒地建築設計施工便覧:北海道建築指導センター編	準備期
1977 (S52) 1978 (S53) 1979 (S54)		・最初の断熱改修:拓銀テラスハウス ・最初の外断熱建築(金属ハネル):拓銀手稻支店 ・研究論文:外側断熱構造に関する研究:旧北海道立寒地住宅都市研究所 ・最初のFRC 打ち込み連続:三井住友独身寮及び西川邸 ・最初のレンガ積:拓銀中島クラブ ・最初のブロック二重積住宅:後藤邸 ・最初のアルミ格張り・木張りC8住宅:拓銀小樽支店長宅 ・北辰道ブロック建築普及促進協議会設立 ・著書:「外断熱とブロック造」中村 格史 ・魅力あるメーリンリー住宅:北海道ブロック建築普及促進協議会 ・最初の体育館(サイディングボード):拓銀藻岩体育馆 ・電電公社外断熱採用	第一次発展期
1980 (S55) 1981 (S56) 1982 (S57) 1983 (S58) 1984 (S59)	・省エネルギー基準	・省エネルギー基準の居住水準に関する調査研究:北海道大学工学部建築工学科 ・最初の打ち込みハネルにモザイクタイル張り:拓銀大谷地支店 ・北海道住宅供給公社(関係者多款)最初の住宅 ・北海道開発局最初の外断熱改修:大谷向年の家 ・最初の公営住宅:睦別町	
1985 (S60) 1986 (S61) 1987 (S62) 1988 (S63) 1989 (H01)	・耐火構造の外壁に施す外断熱工法について	・著書:「外断熱建築と熱環境」日本建築学会北海道支部、建物の外断熱と熱環境研究委員会編 ・北海道開発局最初の新築住宅:釧路陸運厅舎 ・著書:「北海道における耐火建築物の外断熱工法の研究」日本建築学会北海道支部、北海道における耐火建築物の外断熱工法の研究委員会	新たな外装材の開発期
1990 (H02) 1991 (H03) 1992 (H04) 1993 (H05) 1994 (H06)	・新省エネルギー基準	・著書:「外断熱工法ハンドブック」北海道外断熱工法協議会 ・新規法第1刊:既然にどんな価値を発揮するか以降 1995年まで6刊 ・著書:「新省エネルギー基準対応マニュアル」(公営住宅建設のマニュアルとして外断熱解説を含む) ・北海道外断熱工法協議会、北海道外断熱建築協議会に名称変更	
1995 (H07) 1996 (H08) 1997 (H09) 1998 (H10) 1999 (H11)	・京都講定図	・著書:「断熱材ガイドブック」北海道住宅環境協議会 ・著書:「日本のマンションにひそむ史上最大のミステーク」赤池 学・江本 央・金谷 年展	
2000 (H12) 2001 (H13) 2002 (H14) 2003 (H15) 2004 (H16)	・改正建築基準法全面施行 ・住宅品質確保促進法施行 ・北海道環境共生型公共賃住宅整備基準 ・環境共生型次世代省エネ基準 ・外断熱構造に関する性能基準及び周解説	・研究報告:「外断熱複合板の耐久性向上技術の開発(複合板の劣化等のトラブル解消目的)」日本建築学会北海道支部、外断熱複合板の耐久性向上技術の開発研究会	第二次発展期
2005 (H17)	・京都講定図発効	・研究論文:「外断熱によるRC造集合住宅のリニューアルに関する実験的研究」研究代表者 端内 正利 ・著書:「外断熱工法ハンドブック2003年版」北海道外断熱建築協議会	
		・北海道外断熱建築協議会、(社)北海道建築技術協会、外断熱建築研究会に名称変更	

2) 北海道における外断熱建築の取り組み

① 北海道における外断熱建築の取り組み

外断熱工法はだれもができる「オープン化工法」とメーカーが独自に開発してきた「メーカー工法」に分かれます。

本書は、外断熱建築の建設傾向を把握することが目的なので、外断熱建築の事例が把握しにくいオープン化工法ではなく現状で把握できるメーカー工法による事例を中心に集計しました。

・対象	・北海道内の新築建物（改修は含まない）
・集計	・アンケート対応メーカーの実績に2000年以降は(社)北海道建築技術協会・外断熱研究会会員の実績のうち重複しない分を加算

※下図の施工件数には外壁施工面積が不明な2製品を含む

図 1-2-1 施工件数

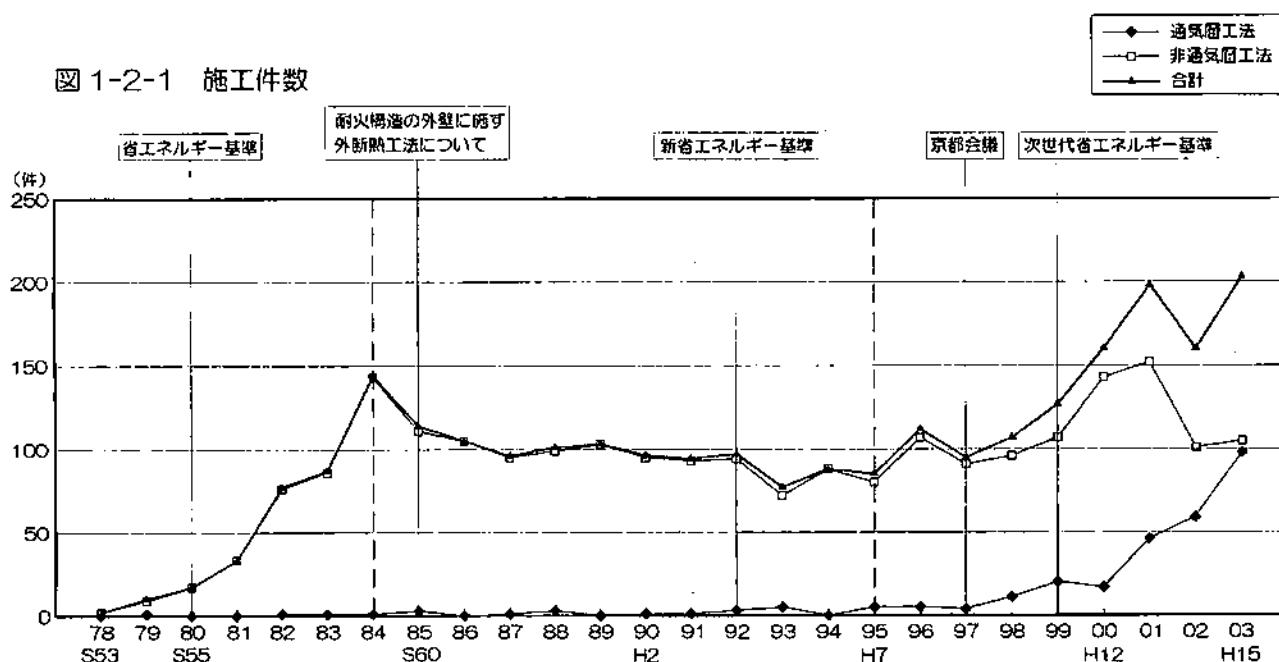
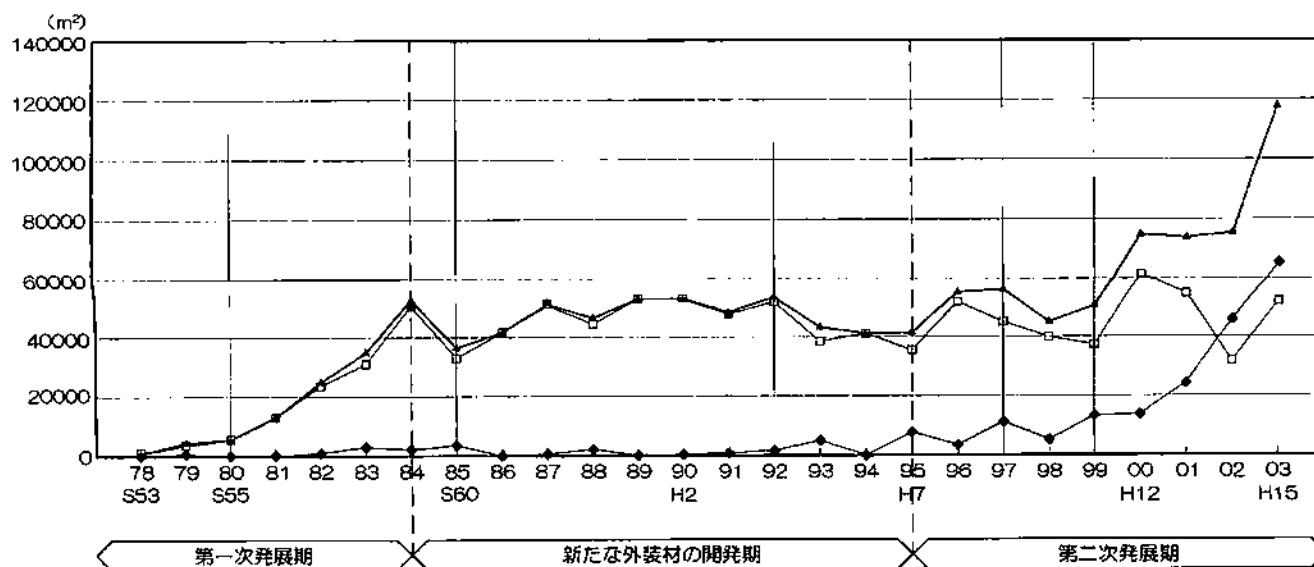


図 1-2-2 外壁の施工面積



- 初期のメーカー製品は非通気層工法が大半で、通気層工法については1995年（平成7年）頃になつて製品化されるようになりました。
- 1991年（平成3年）の「外断熱工法ハンドブック」（北海道外断熱工法協議会）によると、1985年（昭和60年）以降1989年（平成元年）までの新築・改修の割合はほぼ半々で、合計が「200件/年」程度と集計されており、概ね今回の結果と整合します。
- 1977年（昭和52年）に道内で最初と言われる外断熱建築が建設されて以降1984年（昭和59年）までが第1次発展期です。
- 1985年（昭和60年）に旧建設省住宅局建築指導課長より「耐火構造の外壁に施す外断熱工法について」の通達が出され断熱材を含む外装材の工事費が上がり、外装材の見直しが必要になりました。外断熱建築全体の実績は頭打ちになりましたが、この間でも公営住宅の実績は増え、多くの認定工法が開発されました。
- 1992年（平成4年）新省エネルギー基準が制定され外断熱建築に追い風が吹きだし、1995年（平成7年）以降増加傾向になり、1997年（平成9年）京都議定書、1999年（平成11年）の次世代型省エネルギー基準の制定以降は本格的な第2次発展期を迎えました。
- 2003年（平成15年）に通気層工法と非通気層工法の施工件数がほぼ同じになり、施工面積は非通気工法と通気層工法が逆転しました。

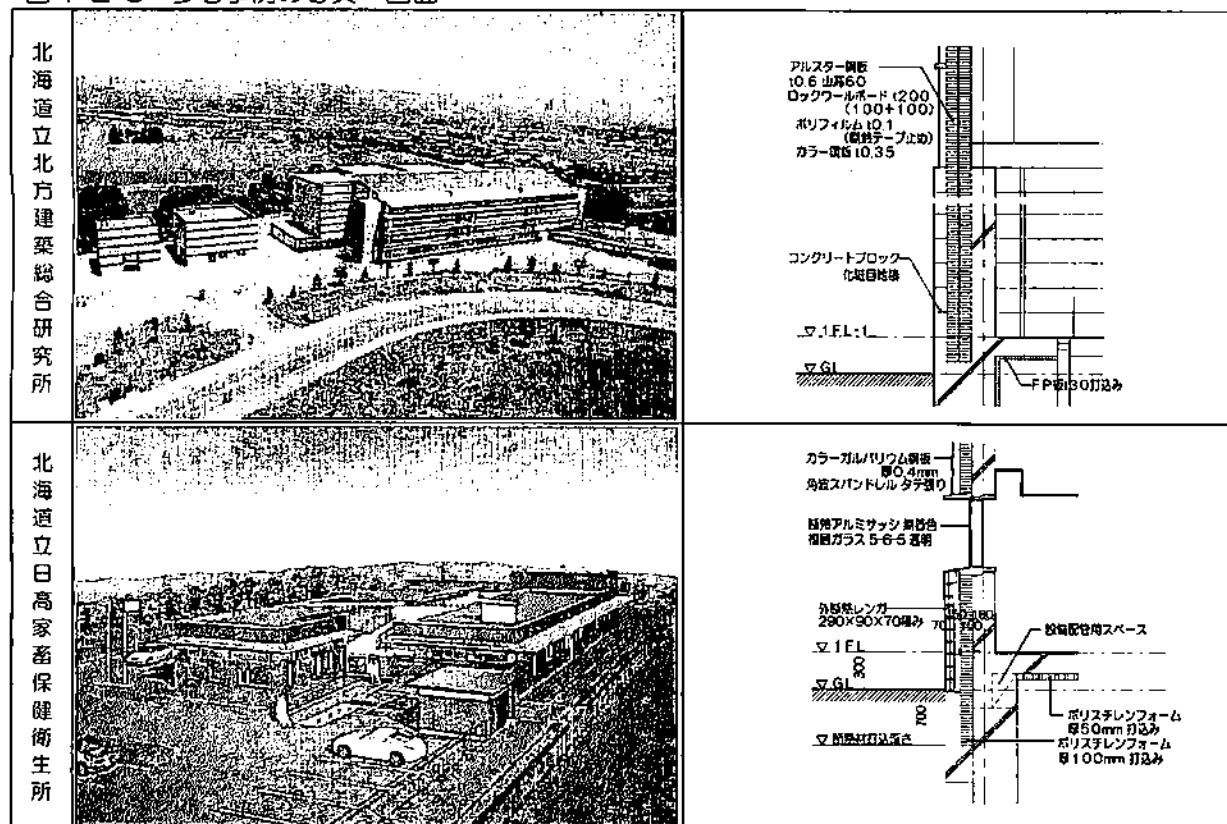
② 外断熱建築の官庁事例

表 1-2-2 北海道と北海道開発局の新築・改築外断熱建築の実績

		新築	
		年度	件数・戸数
北海道	道有施設	S57～H16	28件
	道営住宅	S58～H16	22団地—1343戸
北海道開発局		S60～H16	24件

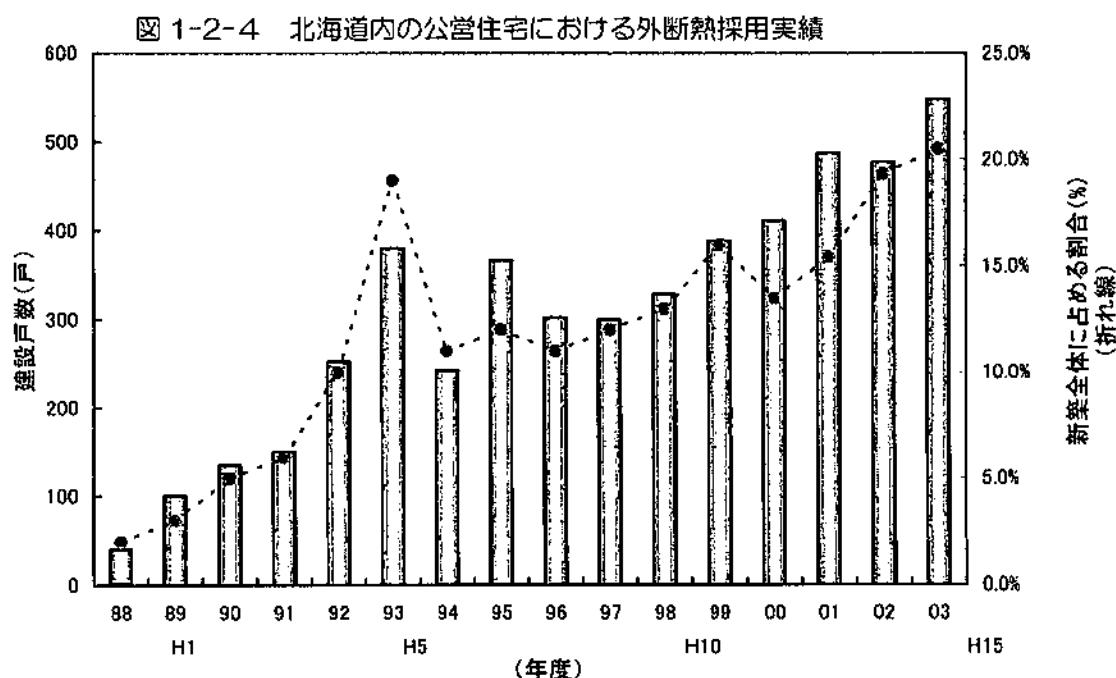
※道有施設の年度別外断熱実績は参考資料参照

図 1-2-3 参考事例の写真・図面



③ 公営住宅の取り組み

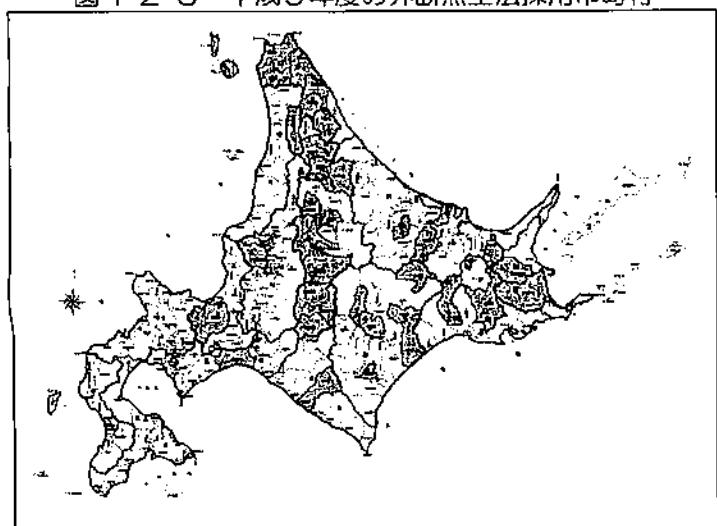
外断熱建築の事例は北海道立北方建築総合研究所と北海道住宅課が外断熱についてのマニュアルを整備し、広く普及に努めた公営住宅で最も多く見られます。図1-2-4に示すように、外断熱工法を採用した公営住宅（特公賃を含む）の建設戸数は、2003年（平成15年）時点で548戸/年、20.4%に達しています。



公営住宅のマニュアルでは内断熱と外断熱の両方の仕組みがわかるように断熱位置の考え方方が示され、道営住宅では断熱仕様だけの特記仕様書も作成されています。

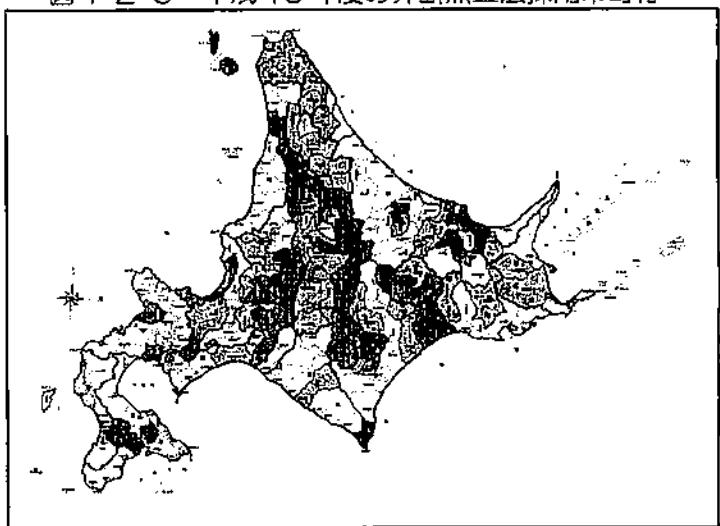
公営住宅に外断熱工法を採用してきた市町村を平成9年度と平成15年度で比較すると外断熱建築が市町村に広がっている状況がわかります。

図1-2-5 平成9年度の外断熱工法採用市町村



※46市町村

図1-2-6 平成15年度の外断熱工法採用市町村



平成10年度以降に外断熱工法を採用した市町村

※84市町村

最初の道営住宅は5階建て階段室型の中層建築塗装仕上で、断熱複合パネル型枠兼用方式による非通気層工法が採用されました。

1999年(平成12年)の次世代省エネルギー基準が制定され、北海道立北方建築総合研究所による4つのコンセプト(2-1-1)参照)に基づく高耐久性金属折り曲げ板ノンシール工法の開発以後は、金属折り曲げ板を使った公営住宅の事例が増えました。

図1-2-7 事例写真・参考図

道営帯広市大空団地		
道営新更町共栄台団地		
美深町つくり団地		

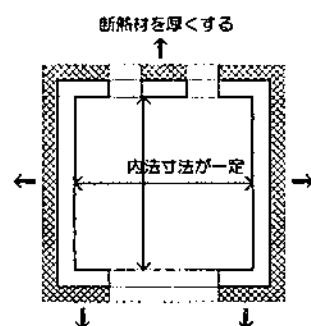
■—3 外断熱建築の特色

1) 外断熱建築の特色

外断熱建築の最大の特色は内法有効寸法を狭くすることなく「厚い断熱」が可能なことです。厚い断熱は環境にやさしい省エネルギー対応だけでなく、室内の生活環境を大きく変化させます。

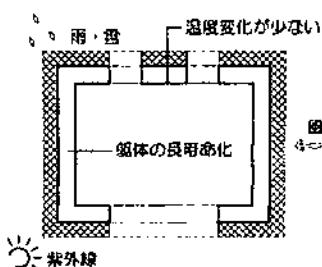
1. 室内の内法有効寸法を変えずに厚い断熱ができる

- 内法寸法と同じにした内断熱建築（断熱厚さ 50mm）と外断熱建築の躯体壁芯面積を比較すると、内断熱建築の方が 4%～5%程度大きくなるので躯体工事費も高くなります。
- だれにでもやさしいユニバーサルデザイン建築では車椅子や高齢者の自活性能を確保するための移動空間、介護に必要な介護空間の確保のために内法有効寸法が重要になります。そのため、内断熱建築ではエネルギー基準が変わるたびに内法寸法が変わります。



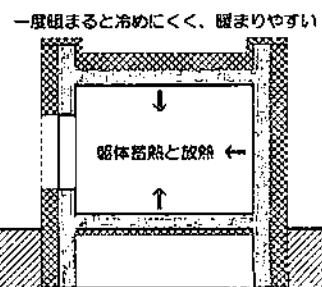
2. 躯体の耐久性が飛躍的に向上する

- 構造躯体が外気温の温度変化・紫外線・風雨・積雪等の影響を直接受けないので、これらによる劣化やひび割れが起こりにくく躯体の耐久性が飛躍的に向上します。
- 通気層工法では、外装材の平均温度が下がるので収縮亀裂も減り耐久性が向上します。



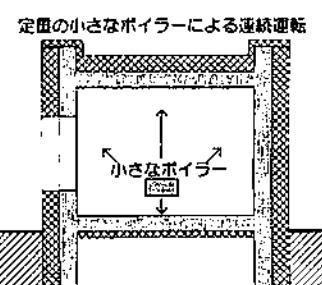
3. 一度暖まると冷めにくく暖まりやすい

- 厚い断熱材で覆った外断熱建築では躯体が暖まっているので、暖房を止めて室温が下がりにくいことが確認され、これまで外断熱建築を否定する理由に挙げられていた「暖まりにくく、冷えにくい」という考えが書き換えられました。



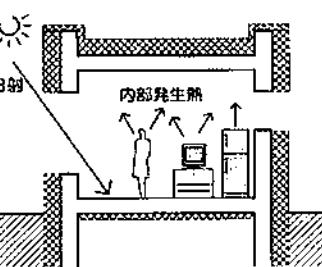
4. 躯体への蓄熱が都合のよい時にできる

- 内断熱に比べ、基礎・外壁・屋根スラブなどへの蓄熱ができ、ヒートブリッジからの熱損失が少ない外断熱建築の方が躯体への蓄熱は勝ります。
- この蓄熱効果により、内断熱に比べ容量の小さなボイラーにより、都合のよい時に一定量の熱を躯体に蓄熱させることができます。
- ボイラー容量を小さくすることで、イニシャルコストを下げるることができます。



5. 自然エネルギーや内部発生熱を有効に活用できる

- 厚い断熱することにより、これまでほとんど無視されていた日射などの自然エネルギー、電化製品・人体からの発熱等の内部発生熱を有効に生かすことができます。

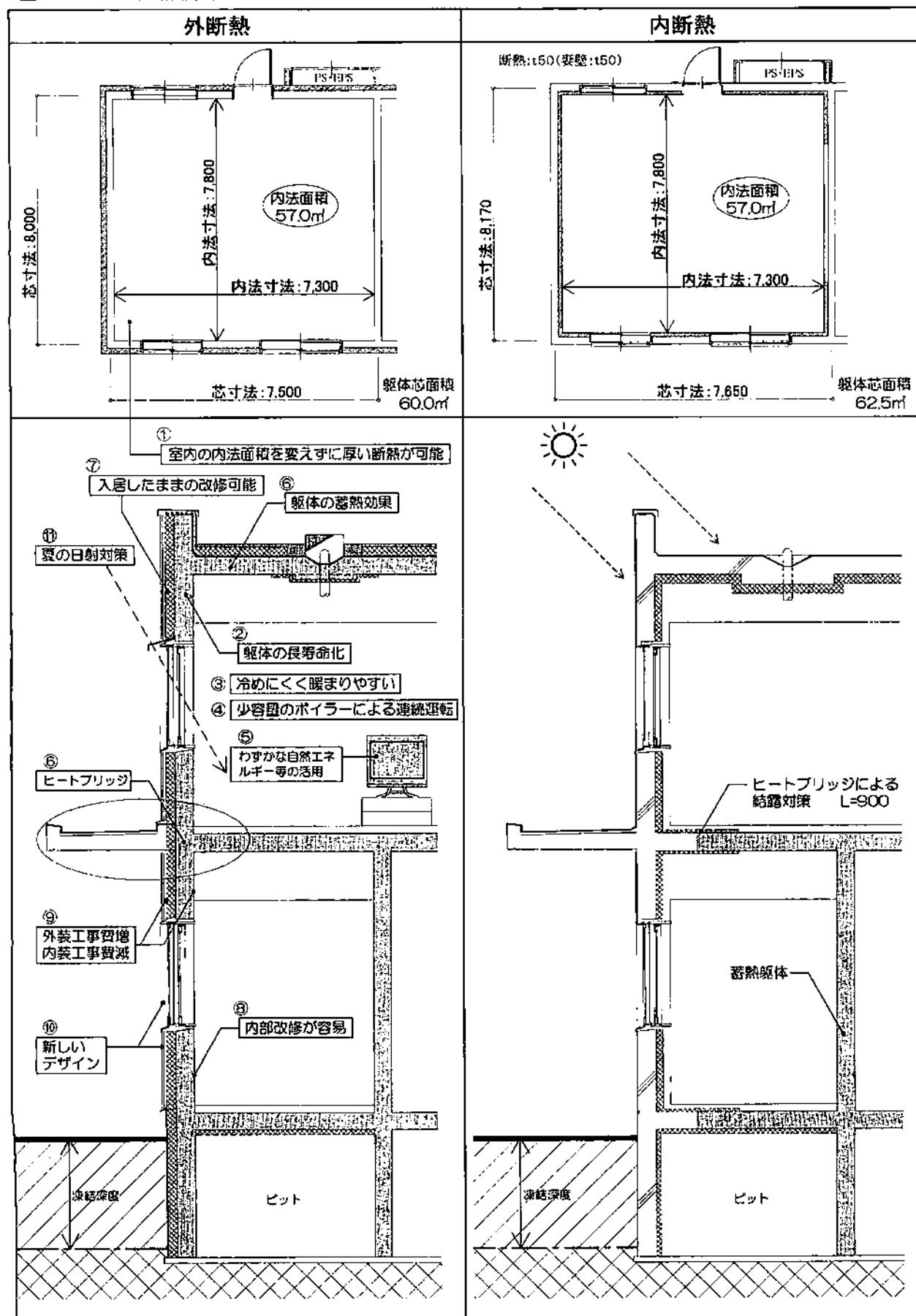


<p>6.結露がなく、ヒートブリッジに悩まない設計ができる</p> <ul style="list-style-type: none"> 内断熱では建物の至る所にヒートブリッジができ、軸体温度が下がるので室内の結露を無くすことが難しいのですが、外断熱建築では軸体をすっぽり断熱材で包むことが可能となり、結露の発生を防止できるようになります。また、内断熱に比べヒートブリッジの影響を受けにくいので、ヒートブリッジを気にしない設計が可能になります。 	
<p>7.入居したまま断熱改修ができる</p> <ul style="list-style-type: none"> 省エネルギー基準対応以前の建物は、現在の次世代省エネルギー基準からみると断熱が不足しているため、建物改修時に断熱改修も必要になります。こうした断熱改修には、入居したまま工事できる外断熱改修が最適です。 	
<p>8.内部改修がやりやすい</p> <ul style="list-style-type: none"> 構造軸体の内部に断熱材が無いため、断熱材を気にせずに内装変更や未造作部分の工事ができます。 内部工事がやりやすいので、入居者が入居後自分で自由に造るセルフメイドの範囲が広がります。 	
<p>9.外装の工事費が増加し内装工事費が減る</p> <ul style="list-style-type: none"> 外断熱建築では断熱材の外側に外装仕上を行うため、内断熱に比べ支持金物等への負担等が増し、その分工事費が高くなります。これとは逆に内部は断熱材が無いため内装工事費は下がります。一般的には、外装工事費比率が高いので外断熱建築の方がイニシャルコストは上がる傾向になります。 	
<p>10.新しいデザインを生むチャンスが生まれる</p> <ul style="list-style-type: none"> 熱損失が大きい内断熱建築では造れない本格的環境建築づくりを目指した「コンクリートを厚い断熱で覆う」新しいデザインへの可能性が生まれます。 外断熱建築では壁と開口部はデザイン要因としてだけでなく、蓄熱体としての軸体と熱の出入口としての開口部のバランスをとったデザインが重要になります。 	<p style="text-align: center;">壁面と開口のバランス</p>
<p>11.夏の暑さ対策が必要になる</p> <ul style="list-style-type: none"> 内断熱建築では夏の日射による高温対策を機械により対処している例が多く見られましたが、外断熱建築では夜間の自然通風・自然換気等を行い機械に頼らない方法が可能になります。 断熱性能の高い外断熱建築では、夏季の日射遮蔽に配慮した庇等の手法をデザインに取り入れることも必要です。 	

外部には自然エネルギーが満ちていますが、この自然エネルギーのほとんどが、日常生活の中では継続的にゆっくりと変化する弱いエネルギーです。厚い断熱はこうしたエネルギーを活用する有効な方法のひとつです。

緯度が高く気温が低い北欧では、わずかな自然破壊でも回復するのに長い時間がかかります。このために、自然にやさしい建築が必要で、厚い断熱で覆われた外断熱建築が生まれました。北欧に良く似た自然環境にある北海道でも厚い断熱ができる外断熱建築の適切な普及が望まれます。

図 1-3-1 外断熱建築の特色



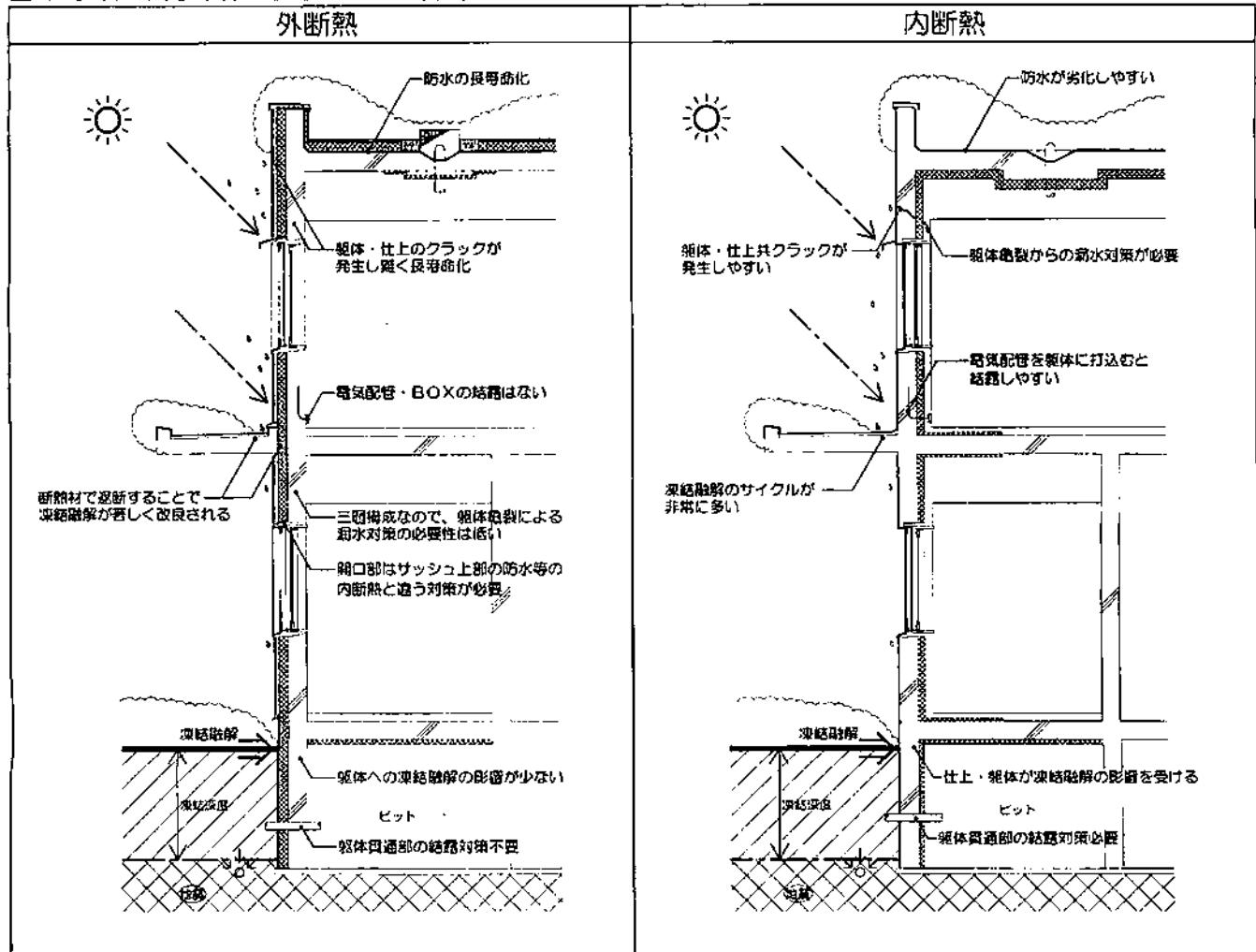
2) 気象状況によるトラブル

気象状況による建物の被害・トラブルは、内断熱建築に比べ躯体と外装材への温度変化や日射による影響が少ない外断熱建築の方が少ないと言えます。しかし、外断熱建築は外装材と断熱材が躯体の外側にあるため、内断熱建築とは違う技術的対応策が必要です。

表 1-3-1 気象状況によるトラブル対策

	外断熱建築	内断熱建築
●積雪（多雪）	・積雪荷重の増加による建物崩壊・ゆがみ、落雪・巻き垂れ、除雪による建物への二次的被害防止対策が必要。	
●地震	・地震による建物倒壊、亀裂、クラック防止対策が必要。 (外断熱では内断熱と違う断熱材の留め方・支持金物の強度等への配慮が必要)	
●外気温変動	<ul style="list-style-type: none"> ・内外温度差による建物の収縮クラックや劣化 ・凍結融解・凍上による外装材、外装下地材、躯体の亀裂等 ・電気ボックス配管等の躯体埋め込みによる凍結・結露 	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材が厚いほど外気温の温度変化による躯体への影響が低減する。 ・凍結融解による躯体への直接的影響は少ない。 ・ほとんど発生しない。
●台風等	<ul style="list-style-type: none"> ・雨水の浸入 ・外装材等の吹飛びや剥がれ 	<ul style="list-style-type: none"> ・躯体から雨水が入り難く、開口部はサッシュ上部の防水等、内断熱と違う対策が必要。 ・躯体外側が厚い分外装材を支持する金物への配慮が必要。
●日射	<ul style="list-style-type: none"> ・防水・外壁材・シリカゲルの劣化 ・夏の室内温度の過度な上昇 	<ul style="list-style-type: none"> ・少ない ・「外断熱」「高断熱の内断熱」とも、日射遮蔽・通風対策が必要

図 1-3-2 気象条件によるトラブル説明



3) これまでの北海道における外断熱建築の課題と改善

21世紀の建築に必要な基礎的性能は次の3点です。

- ・循環型材料による廃棄物の削減
- ・厚い断熱による省エネルギー化
- ・建物の長寿命化

温度収縮による躯体や外装材のクラック・劣化・剥離や室内結露などが内断熱工法に比べ少ない外断熱工法は、これらの点から21世紀の建築として有効な工法と言えます。

一方、1-2-2)で示したように、北海道の外断熱建築のこれまでの主流だった乾式断熱複合パネルによる非通気層工法が、パネルジョイントのシールやパネル支持金物周りで塗膜の剥離や汚れ等の問題を発生してきたことも事実です。

2000年3月、日本建築学会北海道支部は「外断熱複合板の耐久性向上技術の開発」研究報告書の中で4項目の課題を上げ対策を示しています。

表 1-3-2 乾式断熱複合パネルの課題

課題項目	内 容
1.外装材塗膜部分の劣化	・目地部からの雨水等の浸入による外装材のひび割れ。
	・雨水、融雪水、巻きだれによる外装材の凍害。
	・外装材の含水率が高い状態で行われた塗装、外装材の高アルカリ性による塗膜劣化。
	・隠し目地部の剥離・脱落、塗装の剥がれ。
	・コンクリート打継ぎ部に跨る大型パネルのジョイント部の割れ。
2.開口部周囲からの劣化	・換気口・排気口まわりの凍害と漏水。
	・開口部材周囲の外装材の劣化とシール切れによる漏水。
	・開口部水切り金物端部の凍害による劣化。
3.基礎部の劣化	・外装材の種類による塗膜剥離と凍害。
4.緊結金物部の劣化	・緊結金物本体の錆などによる劣化。
	・緊結金物の浮きによる金物頭処理部の塗装材のひび割れ劣化。
	・金物頭部処理剤の剥離と汚染。

※出典：「外断熱複合板の耐久性向上技術の開発」参照

これらの課題への対応として、透湿性塗材、水切り付換気口、水切り金物の小口水返し、ステンレス製支持金物などが使われるようになりました。また、次のような具体的工法も考えられていますが、北海道での事例が少ないので今後の状況を注視することが必要です。

表 1-3-3 施工例

課題	対策例一	対策例二
・透湿性に乏しい非通気層工法	・透湿性の高い非通気層・湿式工法の採用	・通気層・乾式工法+透湿性の高い塗装の採用
・パネルジョイント部のシール切れ	・下地全面に繊維系メッシュ張	・最低限のシールに限定
・パネルジョイントの無視	・下地全面に繊維系メッシュ張	・パネルジョイントを設置
・支持金物頭部の塗装材の劣化	・パネルの軽量化	・ステンレス製を採用

第2章 外断熱工法の特色

2-1
外断熱工法の分類

2-2
通気層工法と非通気層工法

2-3
外装材と工法

2-1 外断熱工法の分類

1) 外断熱工法の考え方

北海道立北方建築総合研究所では、公的集合住宅の外断熱に関する技術開発にあたって、次の4つのコンセプトをあげています。

1. 地域で生産・建設・修繕が可能であること
2. ローメンテナンスであること
3. 循環型材料で構成され、分別解体ができること
4. 外装選択の自由度が高いこと

このコンセプトは、外断熱建築と内断熱建築に共通する考え方です。また今後の地球環境のあり方を考えると官民を問わず同様の発想が必要です。

① 地域で生産・建設・修繕が可能であること

- ・北海道内で材料が入手でき、取り付けや組み立て修繕が地域の施工者で可能なことが必要ですが、責任施工体制をとる製品は地域の施工業者が体制に組み込まれない限り、地域での建設・修繕に繋がらないことになります。
- ・外断熱工法がだれでもできるようになるためには、数少ない特定の施工者に限定されない工法の開発が不可欠であり、同時に地域の施工者自身の技術力向上が必要です。

② ローメンテナンスであること

- ・ローメンテナンスを実現するためには2つの方法があります。ひとつは「材料の耐久性の向上」もうひとつは、「メンテナビリティが良い状況を造ること」です。
- ・「耐久性のある外装材」の多くはコストも高いので、イニシャルコストを下げるためには材料の大量供給による生産性向上が必要です。
- ・安く寿命が短い材料でも簡単に補修できればメンテナビリティが向上し継続的に補修することで寿命を長くすることができます。そのためには、シール材のように寿命が短い材料は足場なしで簡単に補修できる部分に限定し、足場を必要とする部分はノンシール工法を使用するなど、きめ細かい設計上の配慮が必要です。

③ 循環型材料で構成され、分別解体ができること

- ・発泡系断熱材の多くが循環型材料には該当しにくい上、現在の分別技術では、後張り工法でなければ分別解体が難し状況です。また、躯体に打ち込まれた発泡系断熱材、現場発泡断熱材、断熱材に直接左官で塗りこむ湿式工法、非通気層工法の多くが循環型材料に該当しないので、新しい分別解体技術の開発が必要です。
- ・繊維系断熱材による通気層工法は、分別解体が容易なので循環型材料として使えます。

④ 外装選択の自由度が高いこと

- ・通気層工法は非通気層工法に比べ、外装材の選択幅が広い工法です。

この4つのコンセプト全てに該当する工法は「通気層工法」になりますが、外断熱工法が普及するためには「イニシャルコストの低減」も必要条件です。非通気層工法はイニシャルコストを下げるために考えられた工法なので、今後は4つのコンセプトに該当する改善も必要です。

通気層工法・非通気層工法それぞれに特色があります。ひとつの建物でもメンテナンスしやすい部位としにくい部位があるので、メンテナビリティをよくし、イニシャルコストを下げるためにはきめ細かな使い分けが必要です。

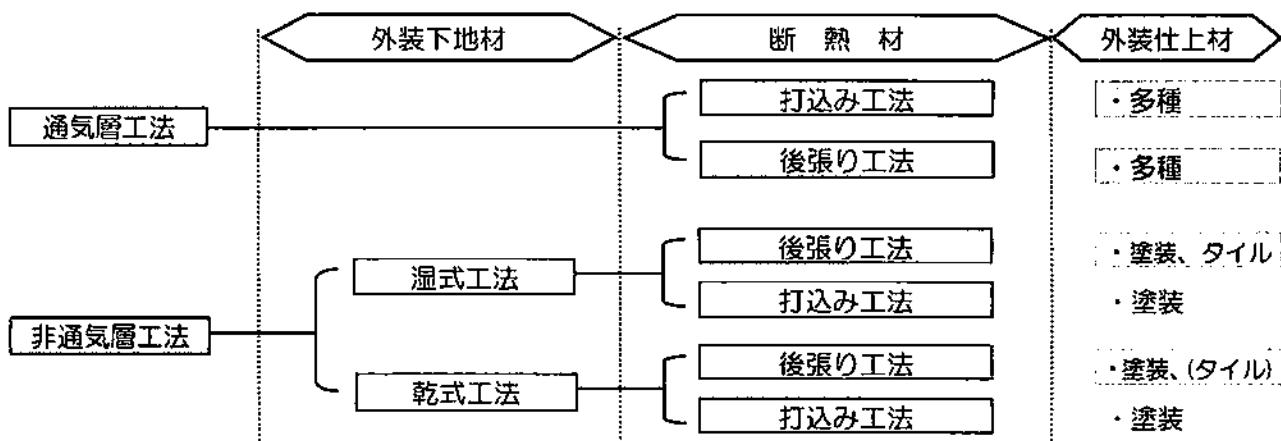
2) 外断熱工法の分類

外断熱工法は外壁と屋根に分かれます。

① 外壁の外断熱工法の分類

外壁の外断熱工法は「通気層の有無」によって、通気層工法と非通気層工法に分かれます。非通気層工法は「外装下地材の造り方」によって、「湿式工法と乾式工法」に分かれます。また「断熱材の張り方」によって「後張り工法と打込み工法」に分かれます。これを表にすると次のようにになります。

図 2-1-1 外断熱工法の分類



- この分類の他、躯体打設時に断熱材と外装材の両方を同時に打込む工法があります。

表 2-1-1 工法の解説

通気層工法	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材と外装材の間に通気層を設ける工法。 通気層の確保の方法は外装材により多種。
非通気層工法	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材と外装材の間に通気層を設けない方法。
湿式工法	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材に現場で直接外装下地・外装仕上工事を行う工法。
乾式工法（断熱複合パネル工法）	<ul style="list-style-type: none"> 工場で断熱材と外装下地材の複合パネルを製作する工法。
後張り工法	<ul style="list-style-type: none"> 躯体打設後、断熱材または断熱複合パネルを張り付ける工法。 断熱材は繊維系・発泡系の両方が使われている。
打込み工法	<ul style="list-style-type: none"> 躯体打設時に断熱材または断熱複合パネルを打設する工法。 断熱材は発泡系のみ。

上記の分類でわかるように、「通気層工法」と「非通気層工法」では外装下地材の造り方、外装仕上材の種類・留め方など設計・施工上の留意点が違います。このため、本書では「通気層工法」と「非通気層工法」に分けて説明しています。

② 屋根の外断熱工法の分類

1.断熱保護防水工法	<ul style="list-style-type: none"> 防水層の上に断熱材をのせ、断熱材の上に押えとなる保護材料を敷く工法。 保護材料として、砂利・軽量土壤・コングリート・歩行用ブロックなどがある。
2.断熱露出防水工法	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材の上に防水層を敷く工法。 防水層は露出になる。
3.置き屋根工法	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材を屋根で覆う工法。 木造無落雪屋根で多くの事例がある。

2-2 通気層工法と非通気層工法

1) 通気層工法

通気層工法は、断熱材と外装材の間に通気層を設ける工法です。

部材	特色等	概念図
通気層	<ul style="list-style-type: none"> 通気層は透湿抵抗を下げるための方法で、室内から漏れた水蒸気、躯体の水分、躯体と断熱材の間の水蒸気をスムーズに外部に出すことが目的である。 水蒸気を出すことが目的なので風が通り抜けるほど開放的である必要はない。 通気層はノンシールが基本となるので通気層に入った雨水を外に出す仕組が必要。 外装仕上材の平均温度が下がるので耐久性が向上する。 	<p>図 2-2-1 通気層工法の概念</p> <p>The diagram illustrates the ventilation layer method (Ventilation Layer Method) through a cross-section of a building wall. Key components labeled include:</p> <ul style="list-style-type: none"> 卷き垂れ・雨水等による断熱材上部の防水対策 (Waterproofing for the upper part of the insulation material due to hanging eaves and rain) 通気層はノンシールが基本 (The ventilation layer is basic non-sealed) 開口部回りの防水対策 (Waterproofing around opening parts) 外部 (External side) 内部 (Internal side) 本体とバルコニーの分離を検討 (Check for separation between the main body and balcony) 雪・雨により漏れやすい部分は発泡系断熱材の使用及び防水対策の検討 (Check for leakage-prone parts due to snow and rain, consider using foamed insulation material and waterproofing measures) 設備ダクト貫通部まわりの防水対策 (Waterproofing around duct penetration) 断熱材の種類・固定方法により施工上の注意事項が違う (Construction precautions differ depending on the type and fixation method of insulation material) 支持金物の強度検討と防錆処理 (Check for strength of support materials and anti-corrosion treatment) 躯体の水分等の水蒸気を通気層経由で排出 (Release moisture and water vapor from the body through the ventilation layer) 通気層内の雨水排水が必要 (Rainwater drainage is required within the ventilation layer) 床下断熱材の有無と厚さは室の利用状況で決める (Determine the presence and thickness of underfloor insulation based on room usage) 断熱材端部の防水対策 (Waterproofing at the end of the insulation material) ▽G.L (Ground Level) △凍結深度 (Freezing depth) ピット (Pit) 排水ドレンを設けると基礎まわり・ピット内の排水効果が向上 (Drainage effect improves around the foundation and in the pit when a drainage system is installed) 雪・雨・地下水があるが基礎まわりに多く使われている発泡系断熱材は凍結深度以下に下げる (In areas with snow, rain, and groundwater, foam insulation materials commonly used around the foundation should be placed below the freezing depth)
1 断熱材	<ul style="list-style-type: none"> 繊維系と発泡系の両方が使われているが、繊維系の方が火に強く、支持金物に断熱材が取り付けやすい。 繊維系断熱材は後張り。発泡系断熱材は打込み、後張りの二種類の留め方がある。 支持金物の設置時に断熱材を切り欠いた場合は断熱補修が必要。 断熱複合パネルの中には断熱材や外装下地材に通気溝を設け、非通気層工法から通気層工法への移行事例もみられる。 	
2 支持金物	<ul style="list-style-type: none"> 支持金物の形状はボルトタイプとアングルタイプがある。 支持金物の躯体との取り付け強度は「製品の重量」「台風や強風による風圧」「地震の揺れ」等により計算して決める。 チャンネルやアングルなどの長尺金物を使う場合は断熱材の欠損を減らし、支持金物のヒートブリッジ等による熱損失が大きい場合は熱損失計算時に損失分を加算する。 通気層を雨水が流れることがあるので、ステンレス製、亜鉛メッキなど防錆性能を高めることが必要。 	
3 外装下地材	<ul style="list-style-type: none"> 外装仕上材の種類と支持金物の形状により外装下地材の材質、厚さを決める。 材質はアルミ、セメント系など防水性・防錆性等が高い材料を選ぶ。 	
4 外装仕上材	<ul style="list-style-type: none"> 内断熱と同様の仕上げが可能。 詳細は2-3による。 	

2) 非通気層工法

非通気層工法は断熱材と外装材の間に通気層を設けない工法で、通気層工法のコスト縮減策として考えられました。

項目	特色等	概念図
透湿性	<ul style="list-style-type: none"> 外装材として透湿性が高い工法と少ない工法の両方が製品化されているが、透湿性は「断熱材・外装下地材・外装仕上材」の全てに必要。 	<p>図 2-2-2 非通気層工法の概念</p> <p>The diagram illustrates the cross-section of a non-ventilated insulation layer construction. It shows the building's exterior on the left and interior on the right. Key components include: <ul style="list-style-type: none"> 卷き垂れ・雨水等による断熱材上部の防水対策 (Waterproofing against runoff and rain on the top of the insulation). 温度変化による外装仕上材のクラック防止対策 (Crack prevention对策 for thermal expansion of the outer finish material). 開口部回りの防水対策 (Waterproofing around openings). 外 部 (Exterior) and 内 部 (Interior) sections. 本体とバルコニーの分離を検討 (Consider separation between main body and balcony). 雪・雨により漏れやすい部分は発泡系断熱材の使用及び防水対策の検討 (Check for leakage-prone parts due to snow and rain, and consider using foamed insulation and waterproofing). 設備ダクト貫通部まわりの防水対策 (Waterproofing around duct penetration holes). 透湿性を確保する (Ensure breathability). 躯体・断熱・外装下地・外装仕上材の接着強度確保 (Ensure bonding strength between body, insulation, inner wall, and outer finish). パネル目地の亀裂対策 (Crack prevention for panel joint). 支持金物頭部のヒートブリッジによる外壁剥離・汚れ対策 (Heat bridge at support head causing wall delamination and dirt prevention). 床下断熱材の有無と厚さは室の利用状況で決める (Determine the presence and thickness of underfloor insulation based on room usage). Vertical dimensions shown include ▽G.L. (Ground Level), △凍結深度 (Freeze depth), and ビット (Pile).</p>
1 断熱材	<ul style="list-style-type: none"> 纖維系断熱材の密度が小さい日本の非通気層工法のほとんどが発泡系断熱材を使用。(日本では纖維系断熱材を使った非通気層工法は1例) 断熱材打込み工法では、断熱材のジョイント部分から漏れるコンクリートノロ対策が必要。 断熱複合パネルのジョイント処理にシールが使われてきたが、これからはメンテナンスしやすい部分にのみシールを使うなどの工夫が必要。 外壁部分には*XPSが多く使用されてきたが、透湿性のある*EPSの後張り工法が増えている。(*P42 参照) 断熱材の躯体への接着に際しては、コンクリート面の滑掃、不陸調整、接着面内部への雨水浸入対策が必要で、断熱材の接着強度を確保するために支持金物を併用する例もある。 雪や雨で常に濡れている基礎周りでは吸水性の小さな断熱材が使われることが多い。 	
2 支持金物	<ul style="list-style-type: none"> 「後張り工法」「外壁の高層部分」「タイル張りなどの重量がかかる部分」「火災時の脱落防止措置」として使われている。 支持金物の頭部のヒートブリッジ部分は外装仕上材の剥がれ防止、汚れ防止対応のため、断熱材で補修する等の対策が行われている。 	
3 外装下地材	<ul style="list-style-type: none"> 乾式工法は断熱材と外装下地材が一体なので、断熱材と外装仕上材の両方に接着性が良い外装下地材が使われている。 湿式工法ではクラック防止のために纖維系メッシュを使った薄塗り下地が主流。 	
4 外装仕上材	<ul style="list-style-type: none"> 外装材の軽量化が必要なので塗装・左官仕上げが多い。 詳細は2-3による。 	<p>排水ドレインを設けると基礎まわり・ビット内の排水効果が向上</p> <p>雪・雨・地下水があるが基礎まわりに多く使われている発泡系断熱材は凍結深度以下に下げる</p>

3) 防水線と断熱線の位置

内断熱工法と外断熱工法における防水と断熱の違い、留意点を「防水線」と「断熱線」として整理します。

- 内断熱工法の防水線は躯体外側、断熱線が躯体内側ですが、外断熱工法の場合は両方とも躯体外側になります。内断熱に慣れた技術者にとって、このことが外断熱を難しくしていると思われます。
- 外断熱工法では、外装仕上材表面や断熱材表面にも雨水が流れるので、それに防水線があることになりますが、防水線の基本は躯体表面（防水線①）になります。
- そのため、外断熱建築においても、
 - 躯体表面と開口部の防水線の連続性確保。
 - 防水線②、防水線③から進入した水分の排水確保。

が重要であり、外装表面にシール材を使った非通気層工法では、シール部分の施工、維持管理に留意する必要があります。



表 2-2-1 工法による防水線と断熱線

内断熱建築	外断熱建築	
	通気層工法	非通気層工法
<p>シール材のメンテナンスが不可欠</p>	<p>断熱材上部の防水 躯体は雨の影響を殆ど受けない 通気層の排水のためノンシールとする ① 開口部回りの防水</p>	<p>断熱材上部の防水 断熱材後貼りの場合は躯体の防水性を高める シール材の少ない工法の検討 ① 開口部回りの防水</p>

① 設計・施工上の注意ポイント

4) 通気層の取り方と断熱材の留め方

① 通気層の取り方

表 2-2-2 通気層の設け方

	特色	参考図
1.独立外装材	・レンガ ・PC、ALC、押出成形板 ・CB 等の長スパン自立壁	
2.金属(木)下地	・ピンポイントのボルト留め ・チャンネル材等の金属下地留め ・木下地留め	
3.外装下地材に凹凸	・厚さのある外装下地材の凹凸を利用 ・押出成形板の半割材等を採用 ・後張り・打込みの両方あり	
4.断熱材に凹凸	・凹凸をつけた断熱材を採用 ・非通気層工法を通気層工法に改良した製品を採用 ・後張り・打込みの両方有り	
5.外装仕上材に凹凸	・金属折り曲げ板の凹凸を利用 ・金属板の種類により凹凸形状(断面積)が違う	

② 断熱材の留め方

表 2-2-3 断熱材の留め方

	参考図	
1.打込み	・断熱材打込み 	・断熱複合板打込み
2.後張り	・支持金物(ボルト)留め 	・接着
	・支持金物(長もの)留め 	・接着+支持金物(ボルト)留め
	・仕上材留め 	
	水平方向に長尺金具 	

2-3 外装材と工法

1) 外装材の種類

外装材は、建築のデザイン・耐久性・工事費等に対する考え方によって決るので「外断熱建築に最も適した外装材は何か?」という質問は内断熱建築の場合と同様に無意味です。また、様々な技術の開発や法改正などにより外断熱建築でも内断熱同様の外装材の使用が可能になりました。

外装材は「外装下地材」と「外装仕上材」に分かれます。外断熱工法の視点から見た外装仕上材の特色は表2-3-1のようになります。

表2-3-1 外装仕上材の特色

	外装仕上材	特色
外装下地材が必要	1.塗装・左官	<ul style="list-style-type: none"> 工事費・テクスチャーが多種多様で選択肢が多く比較的安価。 湿式下地・乾式下地を問わず、特に非通気層工法の場合は塗材の剥離防止のために塗布面の下塗り材の選定・水切り処理・透湿性の確保が重要。
	2.タイル	<ul style="list-style-type: none"> 外断熱建築独自のタイル張り工法が開発されて以降施工実績が増えている。 下地状況によりタイルの大きさが制限される。
外装下地材が不要	3.金属板 (金属折り曲げ板)	<ul style="list-style-type: none"> 耐久性がある金属折り曲げ板によるノンシール工法が開発されて以降、公営住宅を中心に採用例が増えた。 支持金物の形状・シール材の有無など製品により大きな違いがある。
	4.レンガ	<ul style="list-style-type: none"> 北欧などの外断熱先進国で多く見られる外装仕上材。 北海道独自の外断熱用レンガ積が開発され普及した。
外装下地材にも使用	5.木	<ul style="list-style-type: none"> 防火上支障のない敷地における低層建築及び建築の一部に使われている。 下見板張りで代表されるように塗装材や防腐剤等を定期的に塗ることで長期に渡り良好な外観が保てる。
	6.サイディング (パネル・ボード)	<ul style="list-style-type: none"> 木造住宅を中心に様々な材料が使われている。 支持金物の形状・組方は製品の大きさや材質により様々。
外装下地材にも使用	7.PC・ALC 押出成型板	<ul style="list-style-type: none"> 鉄骨造やラーメン構造のカーテンウォールとして使われている大判の乾式下地材で素地仕上も可能。 表面の凹凸、タイル打込み、型枠兼用工法の採用など乾式パネルの特色を生かした方法で使われている。
	8.CB	<ul style="list-style-type: none"> 「CB 素地仕上」としてのよさを表現したい場合に使われている。 外装仕上材としては重たいので低層建物に使われている。 目地が多いので外装下地材として使うことは稀。
	9.現場打 コンクリート	<ul style="list-style-type: none"> 外装を「コンクリート打放し仕上」とする場合に使われている。 コンクリート面に内断熱建築と同様の仕上ができるが、塗装などの外装下地材としては、コンクリート単価が安い地域でなければ重量も重たく工事費が高い下地になる。

表 2-3-2 外装材の分類

下地	通気層工法	非通気層工法	特色	通用仕上材				
	塗装等	タイル		金属板	レンガ	木等		
現地打コンクリート下地	—		<ul style="list-style-type: none"> コンクリート二重壁で両面打放し仕上に多く採用 外部側コンクリート面には内断熱と同じ外装仕上が可能 コンクリートの温度収縮によるクラック対策が必要 	○	○	—	—	—
押出成形板下地 PC・ALC		—	<ul style="list-style-type: none"> PC版・ALC版・押出成形板による自立したカーテンウォール PC造の外側にPC壁を張る工法有り 工期短縮など乾式下地としての利点有り パネル化しているので収縮クラックが少ない アングルピースなどによる上下留めが多い タイル打込み・凹凸仕上など乾式工法の特色を生かした方法あり パネルの目地処理が必要 	○	○	—	—	—
CB下地		—	<ul style="list-style-type: none"> 北海道の最初の外断熱住宅でCB二重積みが使われて以来、CB二重積み工法として定着（素地仕上げ）したが、RC造の仕上・下地材としても可能 塗装等の仕上も採用可能だがCB素地仕上が多い 耐衝撃性が必要な部位への使用例が増加 目地部から雨水が侵入するので、通気層部分の排水に注意が必要 	○	—	—	—	—
断熱複合ボード下地			<ul style="list-style-type: none"> 断熱材複合パネルは、塗装・タイルの下地材として、既製のボードと断熱材を工場加工したパネル 打込みと後張り工法がある 非通気層工法では型枠兼用の打込みが多く目地対策が必要 基礎周りはセメント系の複合パネルの採用例が多い 	○	○	—	—	—
湿式現地塗り下地	—		<ul style="list-style-type: none"> 非通気層工法で採用 透湿性がある後張り工法が増加 クラック防止のため、繊維系メッシュを下地として採用 ほとんどがシール材を使用しているが、ノンシール工法もある 多くが仕上材まで全て責任施工体制を採用 	○	○	—	—	—
タイル用下地			<ul style="list-style-type: none"> 通気層工法ではタイル専用下地材として開発されている アルミ・亜鉛メッキ板などの鋼製下地を固定する専用のボルト型支持金物が多い 外装下地板の大きさ・強度、支持金物の強度・ピッチ・固定方法などメーカーが独自に開発 高耐久に支持金物の強度を増した例有り 非通気層工法は支持金物を使用した製品が多い 	—	○	—	—	—
金属板用下地		—	<ul style="list-style-type: none"> 屋根材・鉄骨造の壁材を採用した例が多い ノンシール工法からシールを必要とするタイプまで種類が多い 長尺の金属下地の場合には、断熱が欠損するので下地材を長スパン化した製品也有る 発泡系断熱材の面強度を利用した製品もある 	—	—	○	—	—
レンガ用下地		—	<ul style="list-style-type: none"> レンガに鉄筋を通し、施工性が良く、地震に強い外断熱建築用専用の工法が開発され普及 外断熱専用の支持金物も開発 耐衝撃性が必要な部位への使用例が増加 	—	—	—	○	—
木下地		—	<ul style="list-style-type: none"> 施工性が良く、金属に比べ熱損失が少ない 木張りには木下地を使用 平成12年の建設省告示1399号以降、多くの外装仕上の下地材として採用可能 	○	○	○	—	○
その他	—		<ul style="list-style-type: none"> 石材を型枠兼用として断熱材と同時に打込んだ例などがある 	—	—	—	—	—

2) 外装仕上材の特色

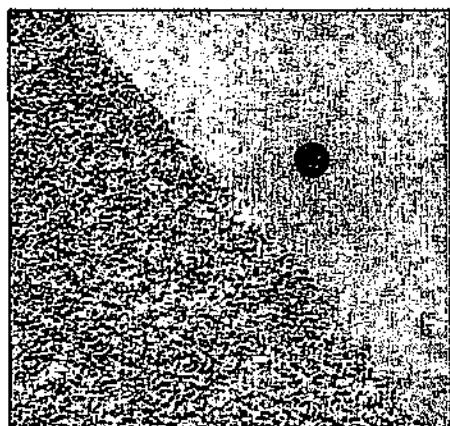
① 塗装・左官仕上

- 安価な材料から高価な材料まで価格に幅があります。
- イニシャルコストが安い分、他の種類に比べ、耐用年数が短かく、多くは経年変化によるメンテナンスが必要です。
- 通気層工法、非通気層工法とも多種類の製品があります。
- 特に非通気層工法では透湿性のある塗装材を使います。
- パネルジョイント、出隅など劣化しやすい部分の補強に様々な工夫がされています。

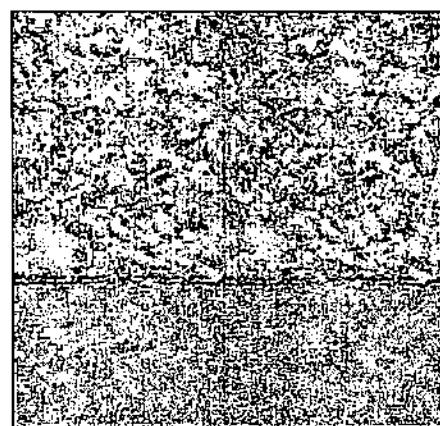
表 2-3-3 塗装仕上げの特色

下地材	通気層工法	非通気層工法
現場打下地 コシングクリート	_____	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート打放し仕上の良さを活かしたデザインの場合に使われることが多い。 内断熱建築と同じ方法で塗装仕上ができる。 コンクリート荷重が構造負担になるので高層建築での使用例は少ない。 コンクリート単価が安い地域では工事費が安いが、躯体、断熱材と同時打設するなどコスト縮減の工夫も必要。
押出成形板下地 PC・ALC	<ul style="list-style-type: none"> 塗装の種類は内断熱の場合と同様で自由に選択できる。 塗装仕上の下地としては、工事費が高いが、表面に凹凸を付け様々な形状のパネルを作成し付加価値を付けている。 	_____
CB下地	<ul style="list-style-type: none"> CB素地仕上の良さを活かしたいデザインの場合に採用されている。 CBの上に塗装は可能だが、目地が多いので塗装仕上の下地としての利点は少ない。 CB積みの単価が安いので工事費は安い。 	_____
断熱複合パネル下地 ボード	<ul style="list-style-type: none"> 通気層工法と非通気層工法の両方で採用されている。 外部で使えるボード下地、ボード類を断熱材に工場接着した断熱複合パネル下地など製品の種類が多い。 外装下地材に透湿性がある場合は透湿性がある塗装を使う。 塗装の剥離防止のため、断熱材やボードに凹凸を付けた通気層工法の製品も開発されている。 パネルジョイント部分のシール材の使用による塗装剥離対策と維持管理費低減のために、ノンシール工法の採用や維持管理しやすい部分での採用を検討することも必要である。 支持金物を採用した後張り工法の場合は支持金物頭部の剥離防止対策が必要である。 工事費の安い製品化を目指している。 	
湿式現場塗り下地	_____	<ul style="list-style-type: none"> 外装仕上材までの責任施工製品と外装下地材までの製品がある。 外装仕上材までの製品は全て透湿性のある材料を使用している。 外装下地材までの責任施工製品も透湿性がある外装仕上材の採用を要望している。 クラック防止のため、繊維系メッシュを下地材に採用した薄塗り下地が主流。 シールの多い製品、ノンシールの製品など種類が多い。 工事費の安い製品化を目指している。

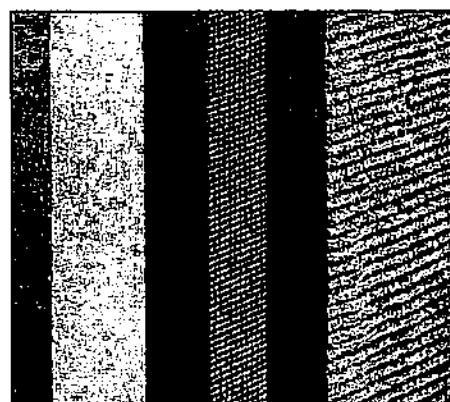
写真 2-3-1 塗装仕上の例



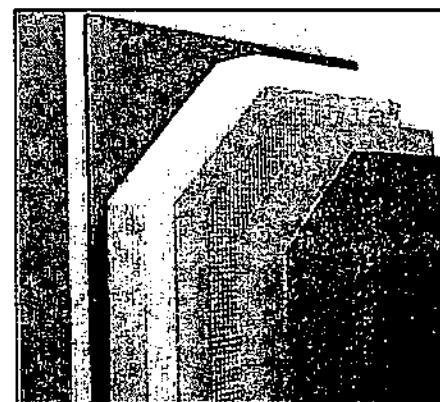
繊維混入セメント板と断熱材の複合パネルに塗装仕上の例



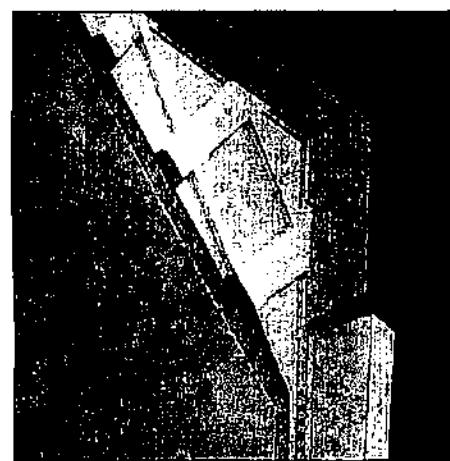
押出成形セメント板と断熱材の複合パネルに塗装仕上の例



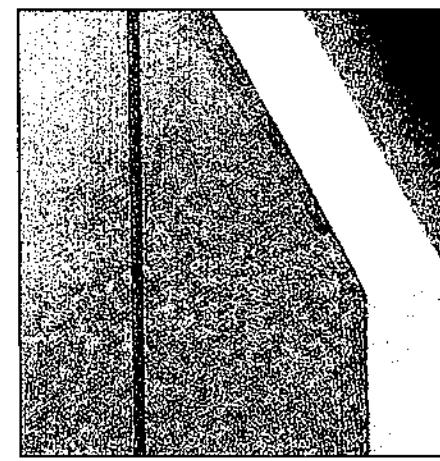
断熱材の上に専用ベースコート・繊維系メッシュ・左官仕上の例：①



断熱材の上に専用セメントフリーベースコート・繊維系メッシュ・左官仕上の例：②



通気層付断熱複合パネルの例



半割押出成形セメント板（通気付）と断熱材の複合パネルの例

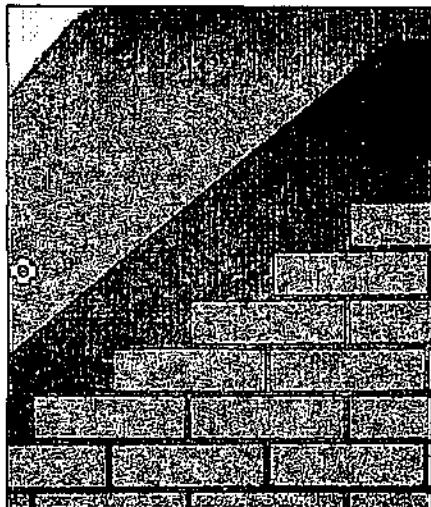
② タイル仕上

- ・塗装よりグレードの高い仕上として、マンションや特殊建築のために開発されました。
- ・3~5階建までの中低層用と高層用のシステムにより工事費が違います。
- ・通気層工法のタイルは比較的大きなタイルが使えますが、非通気層接着工法の場合は軽量タイプの小さなタイルに限られます。外装下地材の種類が多いので長期の耐久性確保のために接着強度等の確認が必要です。

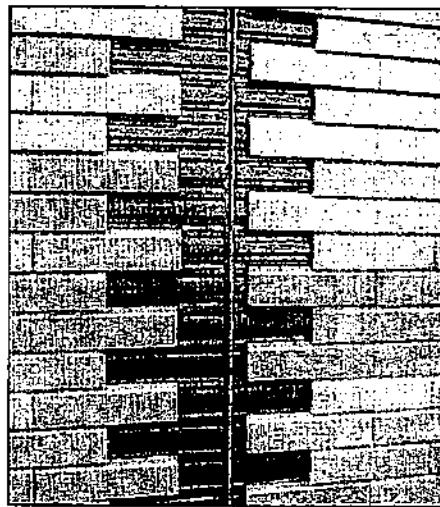
表 2-3-4 タイル仕上の特色

下地材	通気層工法	非通気層工法
現場打コンクリート下地	_____	<ul style="list-style-type: none"> ・内断熱建築と同様の方法でタイル張りが可能だが、コンクリートのひび割れによる剥がれ対策が必要である。 ・コンクリート単価が安い地域ではPC板より工事費が安い。
押出成形板下地 PC・ALC	<ul style="list-style-type: none"> ・タイルの工場打込みが可能である。 ・パネル目地とタイル目地は同位置になる。 ・タイルの種類は多用だが、パネルの製品代金により工事費が決る。 	_____
断熱複合パネル下地 ボード	<ul style="list-style-type: none"> ・タイル張り可能なボード及び断熱複合パネルを外装下地材としているが、外装下地材の種類が多いので長期にわたる耐久性確保のためには接着強度等の確保が必要。 ・タイルの大きさ・重量はボード又は複合パネルに接着可能な軽量で小さなタイルに限定される。 ・パネル目地とタイル目地は同位置になる。 ・断熱材や下地ボードに凹凸を付けた通気層工法の製品も開発されている。 ・PC板などに比べパネルサイズが小さいのでパネル目地が増加し、シール材のメンテナンス量も増加するので、維持管理費がかかる。 	
湿式現場塗り下地	_____	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱材・外装下地材だけでなく、タイルにも透湿性が必要である。 ・非通気層工法の現場塗り下地の上に張るので、軽量で小さいタイルに限定される。 ・下地に繊維系メッシュを採用しているのでタイル目地は断熱材の大きさに左右されない。 ・タイルのサイズによる工事費の違いは少ない。
タイル用下地	<ul style="list-style-type: none"> ・外断熱工法のタイル張り専用に開発された金属板等にタイルを張りつける乾式工法である。 ・タイルメーカー、鋼板メーカー、支持金物メーカーがチームを構成しシステムを開発している。 ・支持金物の強度、張りつける仕組みにより、中低層用と高層用が有り工事費も違う。 ・ノンシール工法が可能だが、開口部周りではタイルのはがれに配慮した通気層の排水処理の検討が必要である。 ・張り付け可能なタイルの種類が限定され、メーカー製品により工事費に幅がある。 	_____

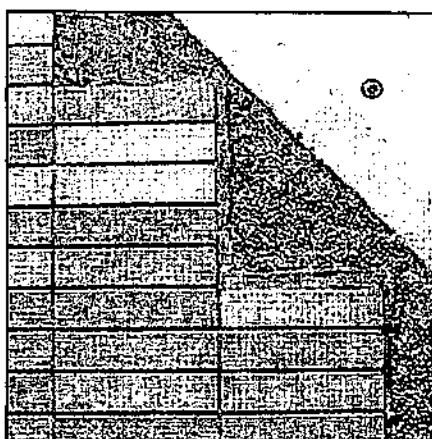
写真 2-3-2 タイル仕上の例



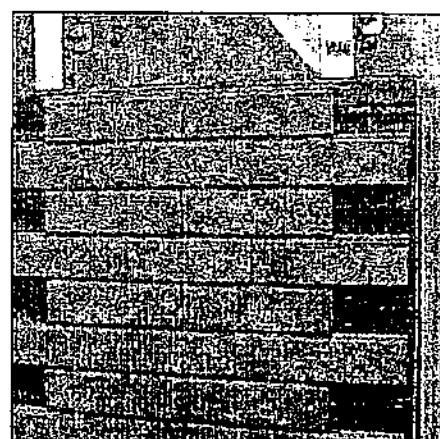
断熱材に樹脂モルタル・ガラスネット・タイル接着張りの例



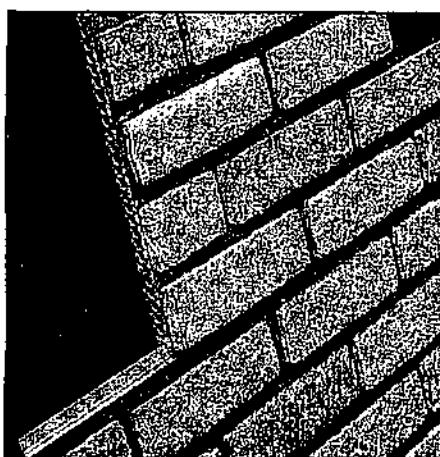
磁器タイル張り複合パネルの専用金物留めの例



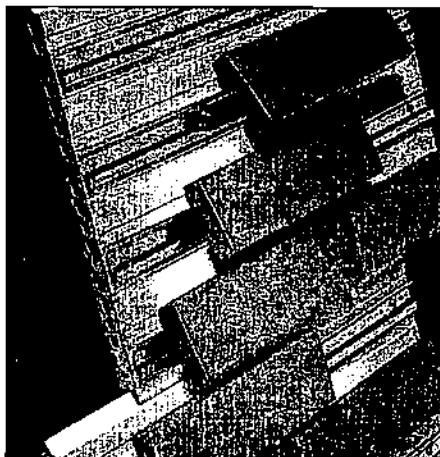
繊維混入セメント板と断熱材の複合パネルにタイル接着張りの例



断熱材押え金具で支持した金属下地にタイルを引掛ける例



中空押出成形板にタイルを接着張りした例



中空押出成形板にタイルを引掛る例

③ 金属折り曲げ板仕上

- ・金属折り曲げ板は外断熱建築当初から通気層工法の外壁材として広く使われてきました。
- ・ノンシールで耐久性が高い工法が開発されて以降、公営住宅を中心に一挙に普及しましたが、シールを使うなどコンセプトの違う類似の製品が販売され、多様化しています。

表 2-3-5 金属折り曲げ板仕上の特色

下地材	通気層工法	非通気層工法
金属板用下地	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄骨造などで使われてきたアルミ・亜鉛メッキの壁材・屋根材などの鋼板を採用。 ・ノンシール工法が開発されてから普及。 ・外装仕上材の強度・凹凸形状と外装下地材の形状・間隔に相関関係があるので、長尺の下地を使う場合は断熱欠損の少ない方法を選択することも必要である。 ・雨水が入りやすい横ジョイントの多い製品を使用する場合は、特に通気層の排水処理に気をつける。 ・換気口・排気窓・開口部周りのやくもの単価が高いので、支持金物のオープン化など単価を下げる検討が必要である。 ・外装仕上材の凹凸形状で工事費に幅がある。 	_____

④ レンガ仕上

- ・外断熱建築が始まった当初から使われてきたレンガ積みは、外断熱建築用レンガ積工法の改良により工事費が縮減され、特殊建築物などで使われてきました。
- ・コスト縮減と共に集合住宅においても耐久性が要求される地面に近い腰部分に使われるようになりました。

表 2-3-6 レンガ仕上の特色

下地材	通気層工法	非通気層工法
レンガ用下地	<ul style="list-style-type: none"> ・外断熱建築の初期の頃は、一般的レンガ積み工法を採用していたが、レンガに鉄筋を通して施工性が良く、地震に強いレンガ積が開発されて以降、特殊建築や積雪の多い地方の基礎周りにも使用例が増えた。 ・断熱材は発泡系断熱材の打込みが多かったが、支持金物の断熱処理がしやすい繊維系断熱材の使用例も増えてきた。 ・レンガ目地には通気用の空気穴を設けるのが一般的で目地と通気用穴から入った雨水処理が必要である。 ・開口部のマグサはレンガ・PC板などディテールとデザイン性で決めることが多い。 	_____

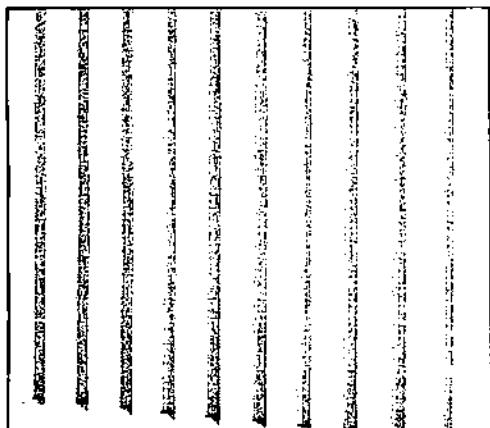
⑤ 木仕上

- ・木材の耐久性を確保するために、定期的に表面の防腐処理塗装をすることが必要ですが、下見板張りで代表される外観は環境に配慮したまちづくりに欠かせない仕上材です。
- ・耐火建築物の場合、外壁材としての使用が可能になったので効果的に使用することができます。

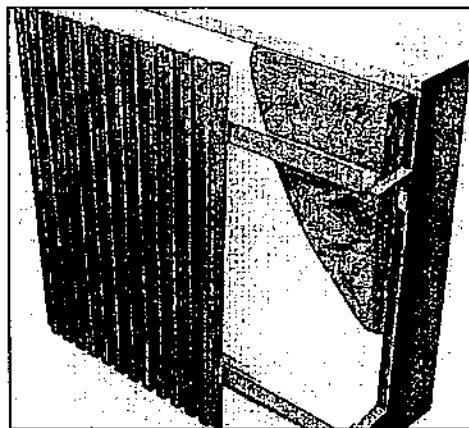
表 2-3-7 木仕上の特色

下地材	通気層工法	非通気層工法
木下地	<ul style="list-style-type: none"> ・木下地は結露の心配が少なく、施工性が良い。 ・下見板張りに代表される木張りは5~10年の範囲で再塗装することにより、新鮮な外観を確保できる。 	_____

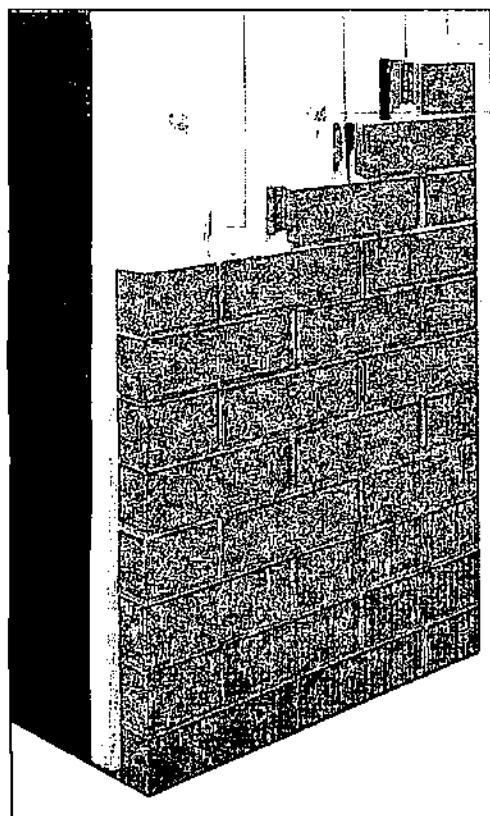
写真 2-3-3 折り曲げ金属板・レンガ・木仕上の例



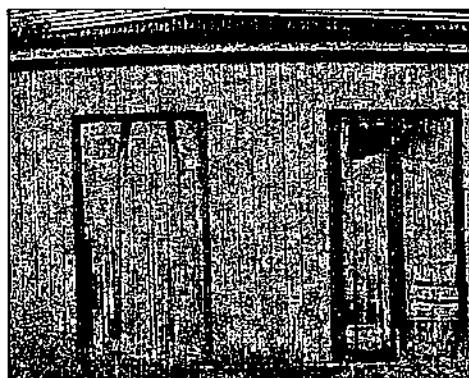
鋼製横胴縁に鋼製外装材を張った例：①



鋼製横胴縁に鋼製外装材を張った例：②



外断熱用レンガ積の例



木下地に木張仕上げの例

3) 外断熱製品の現状

北海道における外断熱工法の製品現状を知るために、道内で情報が得られた製品について、販売メーカーにアンケートを実施しました。

① アンケート項目

項目		内容
1.製品(工法)名		・製品または工法の名称
2.製品の特色	1.断熱材	・採用している種類 ・厚さの範囲 ・耐火構造個別大臣認定の有無 ・発泡系4種：JIS A 9511 工場製品
	2.防湿材(通気層)	・採用の有無と材質
	3.支持金物	・採用基準(自社基準等) ・材質、ピッチ 等
	4.外装下地材	・材質
	5.外装仕上材	・種類、留め方 等
	6.金額	・設計単価
3.工法の特色	○責任施工	・施工体制等
	○保証期間	・保証内容と保証期間
	○販売ルート	
	○凍結融解	・凍結融解試験 等
	○耐火構造認定	・認定状況
	○その他	
4.施工実績		・北海道実績がわかるように
5.参考詳細図		・自社で推奨できる詳細

② アンケート数(回答率100%)

() 同一会社を含まず

	通気層工法	非通気層工法	計
製品(工法)数	20	17	37
会社数	18	14	32 (28)

※アンケートの会社数は28社・37製品

③ 製品の最初の施工年時(1-2-2)参照)

- 施工年時は北海道内の新築工事における最初の採用施工年時です。
- アンケートの製品の中には北海道実績がない通気層工法が6、非通気層工法が3あり、これらは施工年時に含めていません。
- 1995年以前の通気層工法は1979年の拓銀のレンガ積と1985年のPC板の2例だけで、製品が増えたのは1999年の次世代省エネルギー基準が制定されて以降です。
- 非通気層工法は1978年の断熱複合パネルの製品化から始まりますが、1988年から10年以上新製品が施工されませんでした。2001年以降、再び増加しています。

表2-3-2 外断熱製品の最初の施工年

●：1事例

施工年	通気層	非通気層	施工年	通気層	非通気層	施工年	通気層	非通気層
1978(S53)		●	1988			1998(H10)	●	
1979	●		1989(H01)			1999		
1980(S55)		●	1990			2000	●●	
1981		●●	1991			2001	●	●
1982		●	1992			2002	●●	●●
1983			1993(H05)			2003(H15)	●	●
1984		●	1994			2004	●●	●
1985(S60)	●	●	1995	●		2005		
1986		●	1996	●				
1987		●	1997					

④ 販売形態

支持金物だけを販売している製品を別にすると販売形態は次の3つに分けられます。

1. 外断熱全体をシステムとして責任施工範囲としている製品
2. 外装仕上以外を責任施工範囲としている製品
3. 断熱材以外を責任施工範囲としている製品

- ・ 外断熱工法は「断熱材」「支持金物」「外装下地材」「外装仕上材」の4種類の部材で構成され、複数社が連携して工法を造っています。
- ・ ポルト状の支持金物は、新規開発に時間がかかるので複数のシステムで同じ支持金物を採用しています。
- ・ 外装仕上材の選択肢を広げるため、外装仕上材を特定しない製品が多く販売されています。

図2-3-1 販売形態の分類

□通気層工法(20製品)

■非通気層工法(17製品)

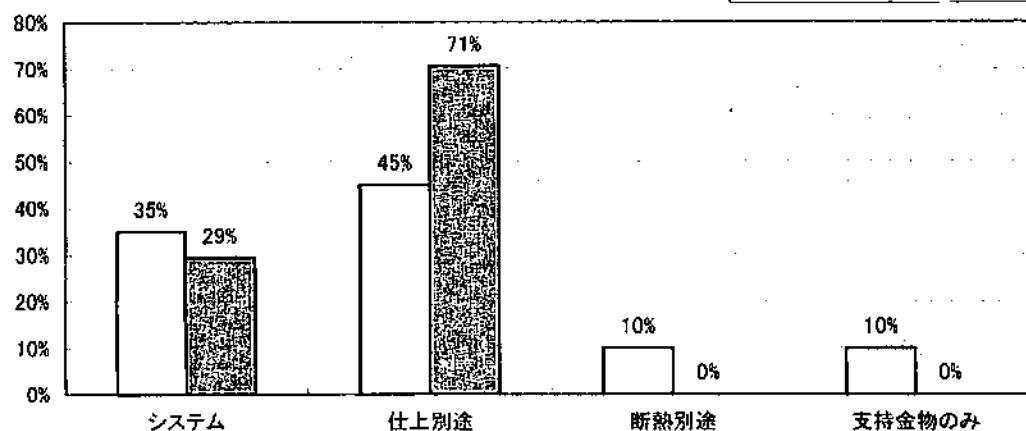
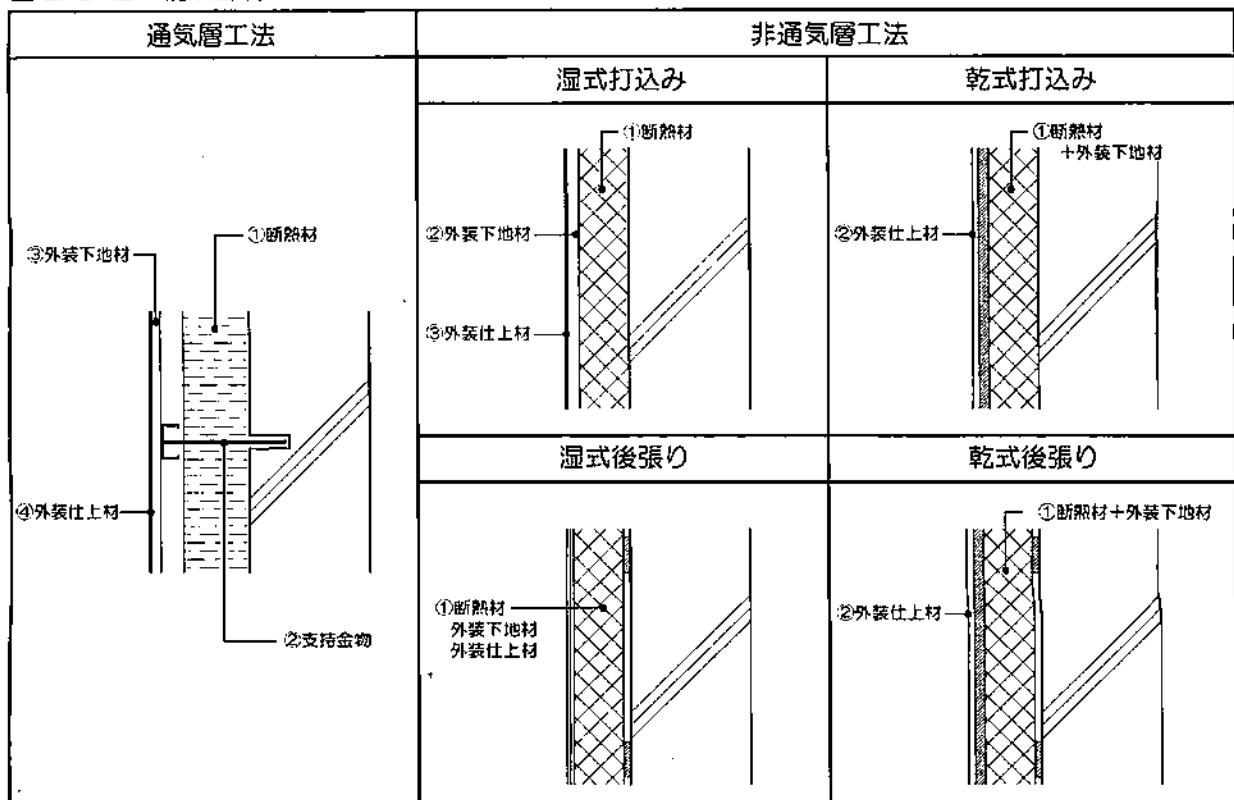


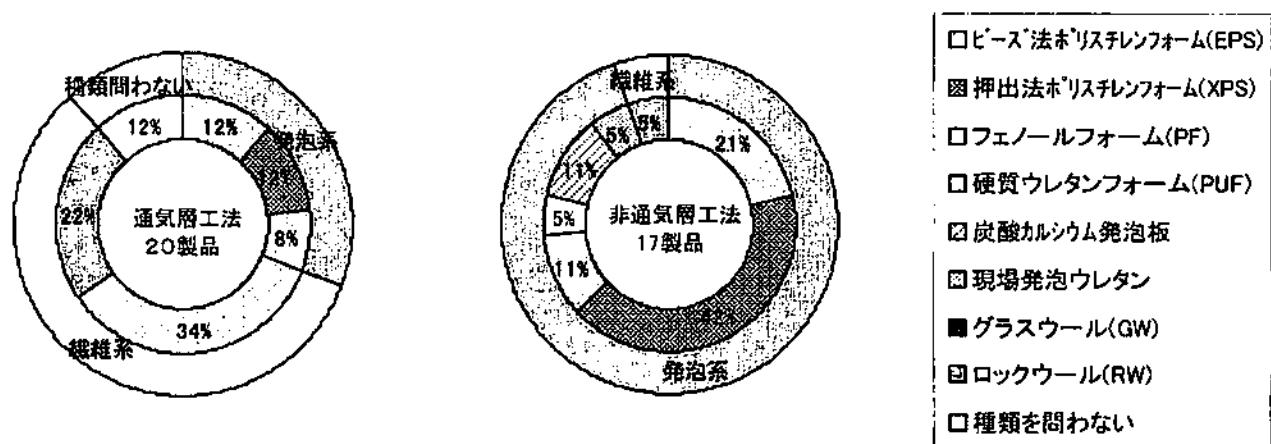
図2-3-2 構成部材



⑤ 断熱材の種類

- 「断熱材の種類を問わない：12%」を含めると通気層工法の70%程度が繊維系断熱材を使用しています。
- 非通気層工法では95%が発泡系断熱材を使用していますが、これは、日本で使用している繊維系の断熱材密度が小さいことによると思われます。
- 非通気層工法の発泡系断熱材ではXPSが45%を占めていますが、透湿性の必要性が理解されるに伴いEPSの需要が増えると思われます。

図2-3-3 断熱材の使用割合

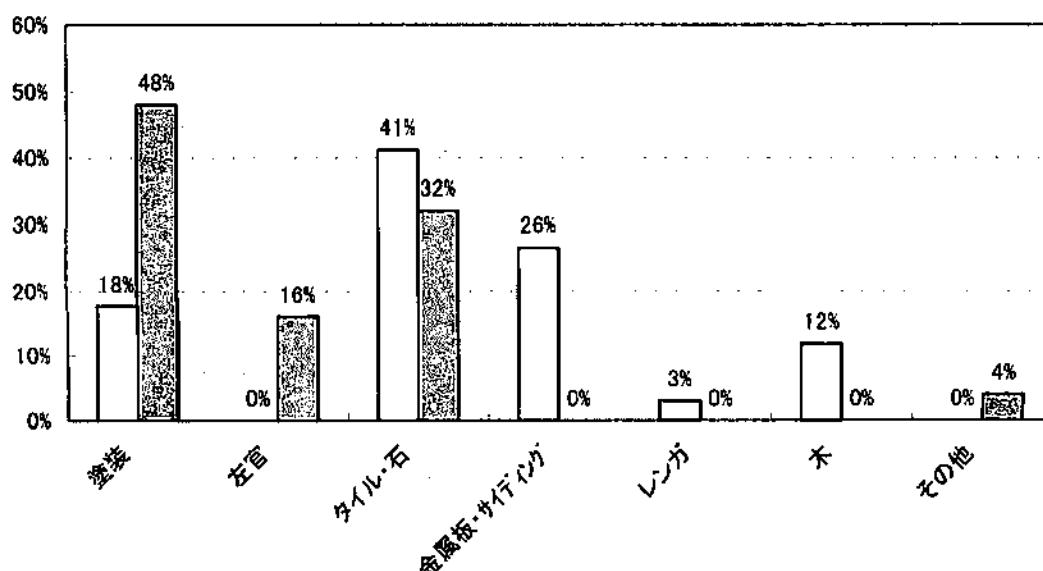


⑥ 仕上材の種類

- 通気層工法では非通気層工法に比べ様々な外装材が使われています。
- 断熱材に直接外装仕上をする非通気層工法は断熱材への荷重負担を減らすため外装材の重量を減らした塗装仕上（左官仕上を含めて65%）が多く使われています。
- マンションや特殊建築に外断熱工法が使われるようになりタイル仕上が増えました。
- 非通気層工法で使うタイルは重量が軽いモザイクタイルですが、通気層工法では二丁掛けタイルなど大きいタイルが使われています。
- 1995年以降増加した通気層工法にはタイル張りも含まれています。
- 木張り仕上は、製品化の事例が少ない。

図2-3-4 仕上げ材の使用割合

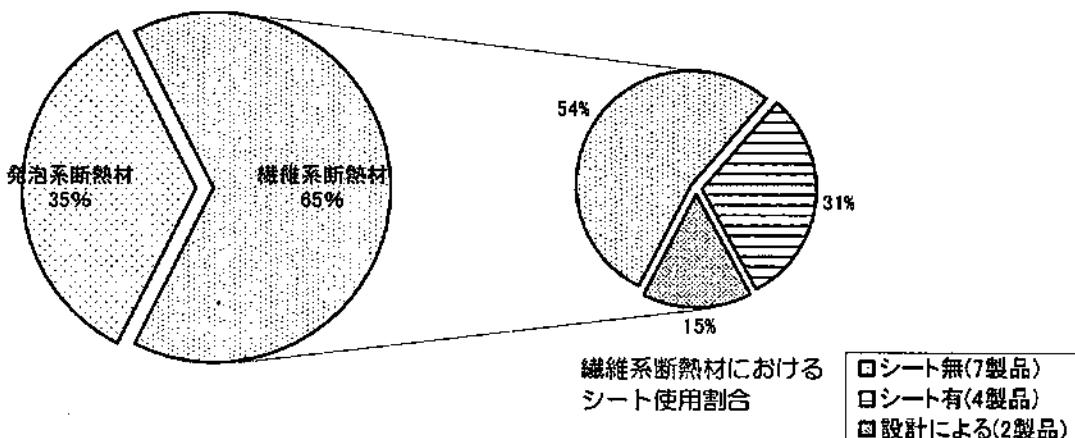
□通気層工法（20製品）
■非通気層工法（17製品）



⑦ 通気層工法における透湿防水シートの有無

- ・ 繊維系断熱材を用いた通気層工法で断熱材の防水のために透湿防水シートを使用している割合が30%程度ありました。
- ・ 透湿防水シートがない場合でも通気層を確保し、断熱材の密度や撥水性を高めることにより防水性能を確保することが可能です。

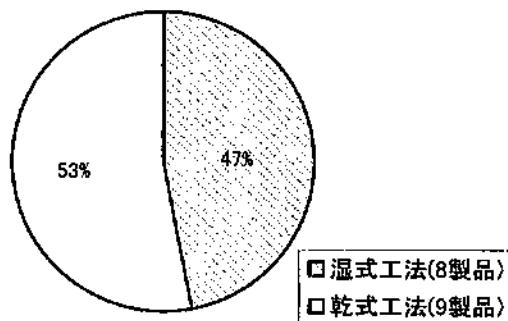
図 2-3-5 透湿防水シートの使用割合



⑧ 非通気層工法における湿式・乾式工法

- ・ 非通気層工法に使われている湿式工法と乾式工法の割合は図 2-3-5 のとおりです。
- ・ これまでの北海道における非通気層工法は工場生産の断熱複合パネルによる乾式打込み工法が主流でしたが、透湿性が求められるようになり EPS を使った湿式工法も増えると思われます。

図 2-3-5 非通気層工法における湿式・乾式工法割合



⑨ 外壁のシール材の有無

- ・ 維持管理のために足場が必要なシール材を外壁に使うことは維持管理上大きな負担となります、内断熱建築の外壁では当たり前のように使われてきたので、外断熱建築でもほとんどの製品でシール材が多用されています。
- ・ ノンシール工法を採用している製品は「通気層工法：1」「非通気層工法：1」計 2 製品だけです。
- ・ 乾式パネルの非通気層工法ではパネルが直接外装下地になるのでシール材の不施工は難しいと思われます。
- ・ 通気層工法はノンシール工法が良いと考えられますが、サッシュ周りや笠木周りから通気層へ雨が入らないようにシール材を用いているなど、通気層の目的が損なわれている例も見受けられます。

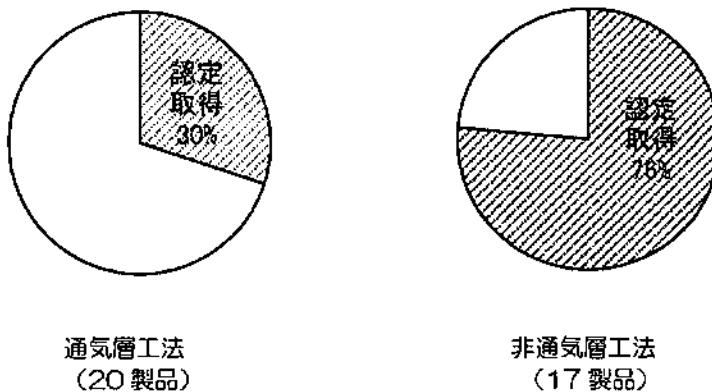
⑩ 耐火認定

「参考資料一1」にあるように耐火構造の外壁に必ずしも耐火認定品を使う必要がなくなったので、繊維系断熱材を使った不燃材工法が多くなり、耐火認定を取得しない製品が増えてきています。

非通気層工法は発泡系断熱材を使った責任施工体制による塗装・左官仕上げが多いので耐火認定を取得する方が販売しやすいと判断しているメーカーが多いようです。

- ・ 通気層工法は 20 製品のうち 6 製品（30%）が耐火認定を取得していました。
これらは、外装材本体が耐火認定を取得している製品です。
- ・ 非通気層工法は 17 製品のうち 13 製品（80%弱）が耐火認定を取得していました。

図 2-3-7 耐火認定取得割合

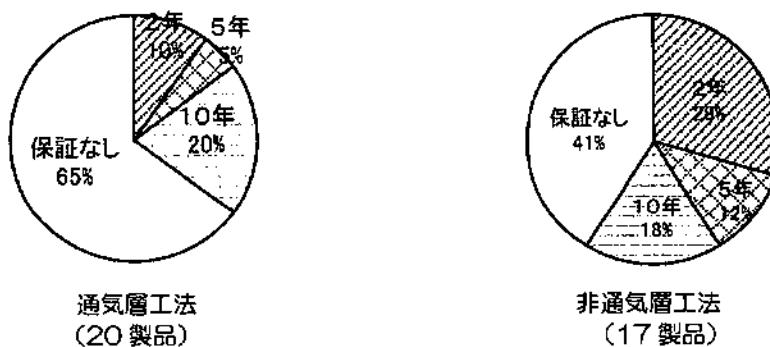


⑪ 保証

外断熱工法の保証内容は製品に対する責任施工の範囲内に限られており、通気層工法では少なく、非通気層工法が多い状況です。保証期間は 2 年から 10 年程度で、10 年間が最も多くありました。

- ・ 通気層工法では「2 年：2 製品」「5 年：1 製品」「10 年：4 製品」計 7 製品で 35% 弱です。
- ・ 非通気層工法では「2 年：5 製品」「5 年：2 製品」「10 年：3 製品」計 10 製品で 60% 弱です。

図 2-3-8 製品の保証割合



第3章 部位別標準詳細の考え方

3-1
断熱区画の考え方

3-2
部位別詳細の考え方

3-3
概算工事費の比較

3-4
工法のオープン化

3-1 断熱区画の考え方

1) 暖房範囲と建物形式

外断熱建築は、外周をすっぽり断熱で包むことが基本ですが、建物全体の暖房方式と熱源の無い非暖房室の平面的な位置や面積によって断熱区画の検討が必要です。

表 3-1-1 暖房方式と範囲

暖房方式と範囲		建物例
・一棟暖房又は全室個別暖房		<ul style="list-style-type: none"> ・病院・診療所 ・公共建築・店舗 ・有料老人ホーム ・事務所等
・部分暖房	・非暖房室がある一般建物	<ul style="list-style-type: none"> ・部分的に倉庫・車庫などを持つ施設 ・大きな倉庫などを持つ流通施設等
	・入居者が居住する専用部分だけを入居者が暖房する階段室型集合住宅	<ul style="list-style-type: none"> ・マンション ・賃貸住宅 ・公営住宅等
	・入居者が居住する専用部分だけを入居者が暖房する廊下型集合住宅	<ul style="list-style-type: none"> ・賃貸住宅 ・公営住宅等

① 一棟暖房又は全室個別暖房

- ・病院や店舗などのようにセントラルで一棟暖房している建物、及び室単位の個別暖房で建物のほとんどを暖房している施設は、建物全体を外断熱で覆い、内部の断熱区画は不要です。

② 非暖房室がある一般建物

- ・外周をすっぽり断熱で包むことが基本です。
- ・非暖房室が物置・WC・PSなど面積が小さい場合、断熱区画は不要です。
- ・建物の中に暖房しない大きな倉庫がある流通施設や車庫等の非暖房室がある場合には、建物の用途に応じて断熱区画する検討も必要です。

③ 階段室型集合住宅

- ・マンションや低層公営住宅に多い階段室型集合住宅は非暖房室である階段室が暖房室である専用部分に囲われ、非暖房空間の床面積割合や外部に面する開口面積も少ないので、すっぽり断熱で覆うことが基本になります。
- ・一棟暖房の場合には外断熱の利点を生かし、暖房配管をPSや階段室の一部に通すことで、10°C程度の室温を確保することができる所以断熱区画は不要です。

④ 廊下型集合住宅

- ・廊下型を採用している公営住宅や賃貸住宅の暖房空間は、入居者が暖房する住戸専用部分だけで、廊下などの共用部は非暖房空間としている例が多くあります。
- ・廊下は、消防法上の開放廊下とし、外部に面する窓面積が外壁の40%以上を占め、外部側のガラスもシングルの場合が多くあります。
- ・そのため、建物全体をすっぽり断熱で覆うことは工事費の増加が伴い、専用部分だけを外断熱で覆う対応が必要になります。
- ・一方、有料老人ホームにみられるような廊下を暖房している建物は、同じ廊下型でも外壁をすっぽり断熱で覆うことが効果的です。

2) 暖房範囲と断熱区画

一般建築の断熱区画

	① 一棟暖房又は全室個別暖房	② 非暖房室がある建物
一般建築	<ul style="list-style-type: none"> ・建物全体を外断熱で覆う 	<ul style="list-style-type: none"> ・非暖房室の面積・用途により、断熱区画を検討する必要がある

集合住宅の断熱区画

	すっぽり断熱	専用部断熱
③ 階段室型集合住宅	<p>— 10°C程の温度保持</p>	<p>— 全く温度保持のない階段室</p>
④ 廊下室型集合住宅	<p>— 開口部の熱損失を減らす</p> <p>— 10°C程の温度保持</p>	<p>— 温度保持のない廊下</p> <p>— 廊下側に断熱</p>

3-2 部位別詳細の考え方

① 検討部位

① 断熱材の留め方一般（3-2-4）参照）→P42・43

支持方法	繊維系	発泡系	
		断熱材のみ	複合パネル
支持金物（ボルト等）+長尺金物	○		
接着		○	○
接着+支持金物（ボルト等）		○	○
打ち込み		○	○

② 外壁（2-3）参照）→P44～P51

通気層	支持方法	下地	塗装	タイル	金属	レンガ	木 リサイクル
通気層工法 (P46)	自立型	PC・ALC・CB 押出成形板	○	○			
		レンガ（金物使用）				○	
	支持金物 +長尺金物	金属折り曲げ用			○		
		タイル用 ボード用	○				
木							○
非通気層工法 (P50)	湿式	断熱材	○	○			
	乾式	複合パネル	○	○			

③ ヒートブリッジ→P52・53

断熱材優先型	バルコニー部分：自立・梁による跳ね出し等
断熱巻込み型	外部巻込み 内部巻込み

④ 建具開口部→P54～P57

	建具仕上材側	建具断熱材下	建具軸体下
通気層工法	○	○	○
非通気層工法	○		○

⑤ 基礎周り→P58・59

	上部通気層工法	上部非通気層工法
断熱材+湿式工法	○	○
断熱複合パネル	○	○
コンクリート（レンガ・CB）	○	—

⑥ 屋根→P60・61

断熱保護防水	砂利敷き コンクリート コンクリート平板・乾式押さえ 土（軽量土壤等）
断熱露出防水	
置き屋根	

⑦ パラペット→P62・63

- ・ 断熱巻込み型と断熱途中留め型

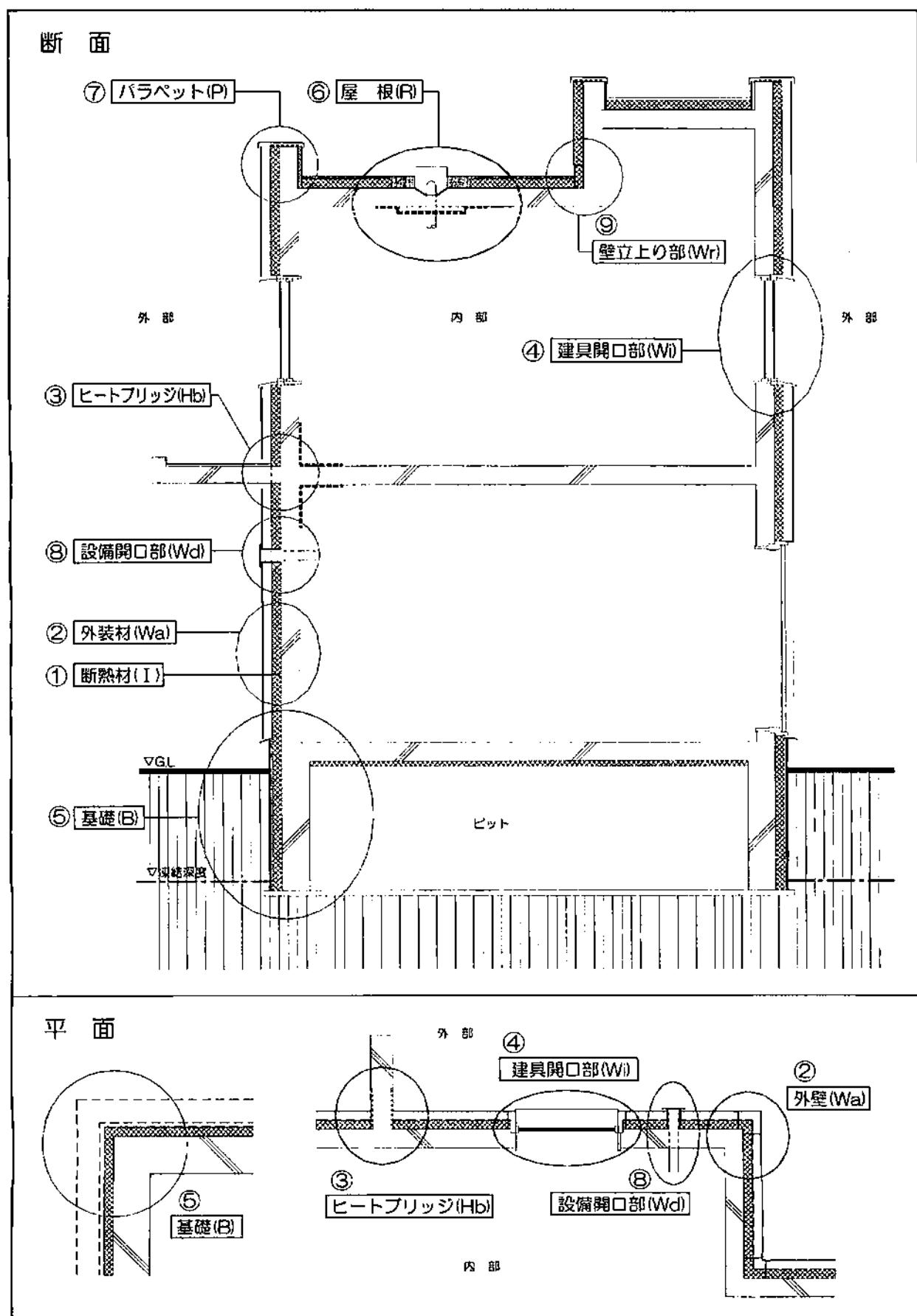
⑧ 設備開口部→P64

- ・ ダクト、建築換気口

⑨ 壁立ち上がり→P64

- ・ 上部通気層と非通気層

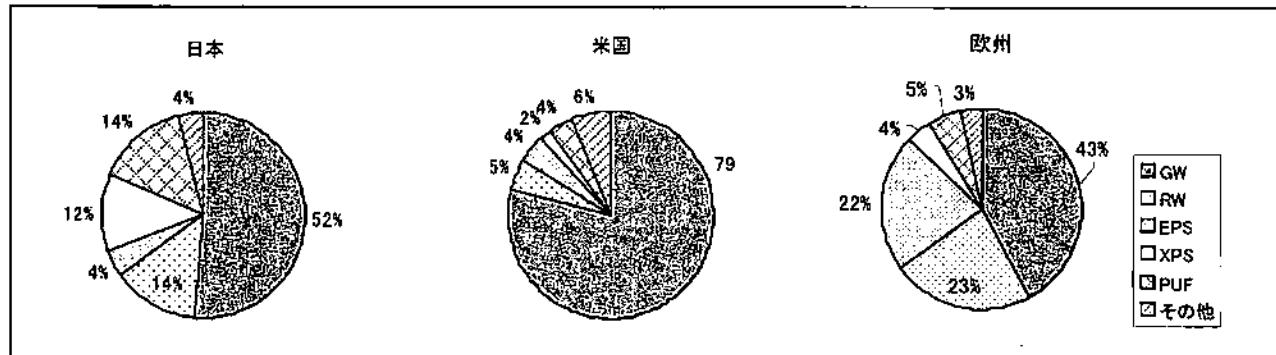
図3-2-1 検討部位置



2) 断熱材

建築に使う断熱材は「繊維系断熱材（人造鉱物繊維保溫板）」と「発泡系断熱材（発泡プラスチック保溫板・現場発泡硬質ウレタンフォーム）」に分けられます。日本と諸外国で使う断熱材の種類が違うので、ここでは日本における採用状況を記載します。

図 3-2-2 断熱材の採用割合 (2003年)・・・建物への採用（設備ダクト等への使用を含まず）



※出典：硝子繊維協会まとめ 日本 建築環境省エネルギー機構旧ECCより（2003）
欧米 欧州断熱材工業界調査より（2003）

① 外断熱の断熱材として使う代表的仕様

- 日本の製品の中で熱伝導率が小さく高密度の製品を北海道における代表的断熱材の例としましたが、断熱仕様と断熱厚さは熱計算により決めます。

表 3-2-1 外断熱建築に使う代表的断熱材の例

断熱材		略称	代表仕様	燃焼性
繊維系	グラスウール	GW	32kg/m³	不燃
	ロックウール	RW	60kg/m³	不燃
発泡系	ビーズ法ポリスチレンフォーム	EPS	特号	自己消火性有
	押出法ポリスチレンフォーム	XPS	3種b	自己消火性有
	硬質ウレタンフォーム	PUF		可燃性・難燃製品も有
	フェノールフォーム	P.F.		準不燃
	炭酸カルシウム発泡板	—		無機質・不燃

② 繊維系断熱材

- 通気層工法に採用されています。（日本では非通気層工法の採用例は1製品）
- 火に強いので、配管類の保溫材として製品化されています。
- 建物では、木造・鉄骨造の軸組みの中に入れてきました。
- 後張りなので分別解体が容易でリサイクルが可能です。
- 耐候性が高く、半永久的に性能が変わりません。
- 支持金物のボルトを通しやすいので作業性が容易です。

③ 発泡系断熱材

- 通気層・非通気層工法、打込み・後張り工法の全てに採用されています。
- 現状ではリサイクルが難しい製品が多く、打込み材と現場発泡材は分別解体に手間がかかります。
- ビーズ法ポリスチレンフォームは軽量で加工が容易なので、これまで梱包材や保溫用食器類に多く使われ、日本では建物にあまり使われてきませんでしたが、自己消火性・透湿性があるので採用例が増えることが予想されます。
- 押出法発泡ポリスチレンフォームは「打込み」「後張り」の両方で使われてきました。吸水率が低いので、「基礎部分の打込み」「屋根の敷きこみ」として多く使用されています。
- 硬質発泡ウレタンフォームは難燃仕様の他は火に弱く、吸水率が高いので、外断熱用としての使用例は減りました。また、現場発泡ウレタンは吸水率が高く、難燃以外は防火性も悪いので、外断熱建築にはほとんど採用されていません。（ボルト・開口部周りの補修には使われています。）
- フェノールフォームは準不燃材料で熱伝導率も小さいのですが、硬くてもろいので、これまであまり使われてきませんでしたが、金額によっては、今後採用例が増える可能性もあります。

表3-2-2 断熱材の留め方(2-2-4-②参照)

留め方	参考図	注意点
1 後張り・繊維系断熱材 支持金物(ボルト) + 長尺金物		<ul style="list-style-type: none"> 通気層工法。 支持金物(ボルト)は長尺金物留め用。 断熱材は支持金物(ボルト)に差し込む。 支持金物(ボルト)をコンクリートに打ち込むタイプとPコン抜き取り後のセパレーターネジ部を利用するタイプがある。 支持金物(ボルト)の強度確認が重要。 ステンレスボルト程度のヒートブリッジは無視できる。 長尺金物が断熱材を切り込む場合は切り込み間隔によりヒートロスを熱計算に含める配慮が必要。
2 後張り・繊維系断熱材 支持金物(ボルト) + 金属折り曲げ板		<ul style="list-style-type: none"> 通気層工法。 金属折り曲げ板を断熱材押さえとして利用。 他は1に同じ。
3 後張り・発泡系断熱材 接着張り		<ul style="list-style-type: none"> 非通気層工法。 軸体の不陸を10mm以下に押さえる。 軸体表面を入念に清掃し接着力を妨げるエフロ等を除去する。 外装下地材工事に支障がない程度に断熱材ジョイント部の段差を無くし、断熱材を垂直に張る。 責任施工が多い。
4 後張り・発泡系断熱材 接着留め + 支持金物(ボルト)		<ul style="list-style-type: none"> 非通気層工法。 接着張りについては3に同じ。 支持金物については1に同じ。 責任施工が多い。
5 打込み・発泡系断熱材		<ul style="list-style-type: none"> 通気層工法、非通気層工法。 断熱材のジョイント部分からノロがはみ出さないよう相じゃくりを入れる等の対策を行う。 断熱材のジョイント部に段差が出た場合、外装下地材工事に支障がある場合は補修する。 断熱材裏側はコンクリートの状態を確認できないので入念に打設する。

3) 外壁

外断熱工法は断熱材が躯体の外側にあるため内断熱建築とは異なる知識が必要です。

(2-3 外装材と工法参照)

① 外壁の考え方

	通気層工法	非通気層工法
1.風圧・地震による外装材の剥がれ、吹き飛び	<ul style="list-style-type: none"> 支持金物の躯体との取り付け強度を確保するために、地震の揺れ・台風等の強風に対応した性能を確保する。 S造・R C造で使用している後打ちアンカー同程度の入念さで施工し、強度を確認する。 通気層に雨水が浸入するので、防錆性の高い支持金物を使う。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリート表面の不陸調整、エフロ等の除去、躯体の乾燥、躯体表面のアルカリ成分を除去等を行い断熱材の付着強度を確保する。 地震・台風がなく降水量・降雪量などの少ない国から輸入した工法を採用する場合は、北海道の気象に合った状態で検証が必要。
2.温度収縮等による劣化及び風雨による漏水	<ul style="list-style-type: none"> 内断熱建築に比べ、躯体の温度収縮が少ないので亀裂も少ないが、通気層に浸入した水が断熱材を経由した場合でも躯体から内部に入らないよう「ジャンカ」のないコンクリート工事が必要。万一、工事中にジャンカやクラックが発生した場合は入念に補修する。 メンテナンス性がよいノンシール工法を採用し、通気層に浸入した水は外壁下部などから外部に出す。 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 乾式工法のパネルジョイント部分等にシールを使う限りシールの劣化は避けられないでの、メンテナンス性・工事費等に配慮し使い分ける。 責任施工による後張り工法ではそれぞれの仕様により施工する。
3.火災への対応	<ul style="list-style-type: none"> 火災による外壁性能は通気層・非通気層共「北海道外断熱工法取扱運用基準」による。 	
4.積雪の巻き垂れ・凍結融解による外装仕上材の剥離	<ul style="list-style-type: none"> ノンシール工法を採用した通気層工法は巻き垂れによる外壁の汚れや剥離が少ない。 	<ul style="list-style-type: none"> パネル目地まわりと支持金物頭部は巻き垂れや凍結融解により外装仕上材の劣化・剥離・汚れが起るので、巻き垂れができにくくメンテナンスしやすい状況を造る。
5.支持金物頭部のヒートプリッジによる外装仕上材の剥離	<ul style="list-style-type: none"> 通気層工法の場合は支持金物による剥離はほとんどない。 	<ul style="list-style-type: none"> 支持金物の表面温度は断熱部分に比べ温度変化が大きく、汚れや剥離が発生することが多いので、支持金物頭部を断熱材で覆い透湿性ある塗装材を塗る等の対応を行う。
6.その他	<ul style="list-style-type: none"> 撥水性の高い高密度繊維系断熱材を使う場合は、透湿防水シートは必ずしも必要としない。 断熱欠損が少ない支持金物を採用し、取り付けによる断熱材の欠損部は補修する。また、断熱欠損が多い場合は熱損失計算に損失量を加算する。 	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材のジョイント部分のシールの劣化により雨水が外装下地材や断熱材の隙間に浸入するので、ピーリング(はがれ)の少ない無機質系塗布防水材などで小口上部を防水するか、ノンシールとする等の検討も必要である。

図3-2-3 外壁の考え方（通気層）

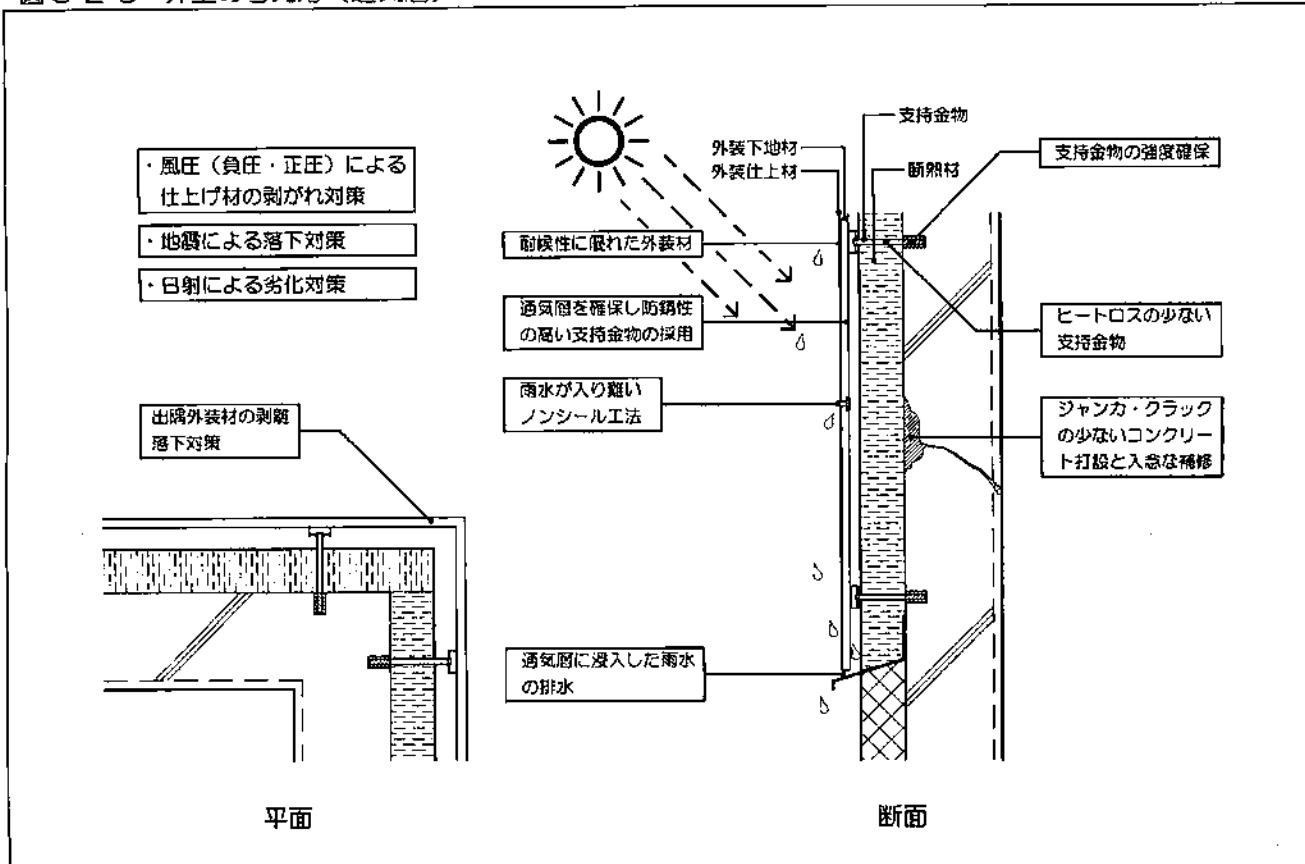
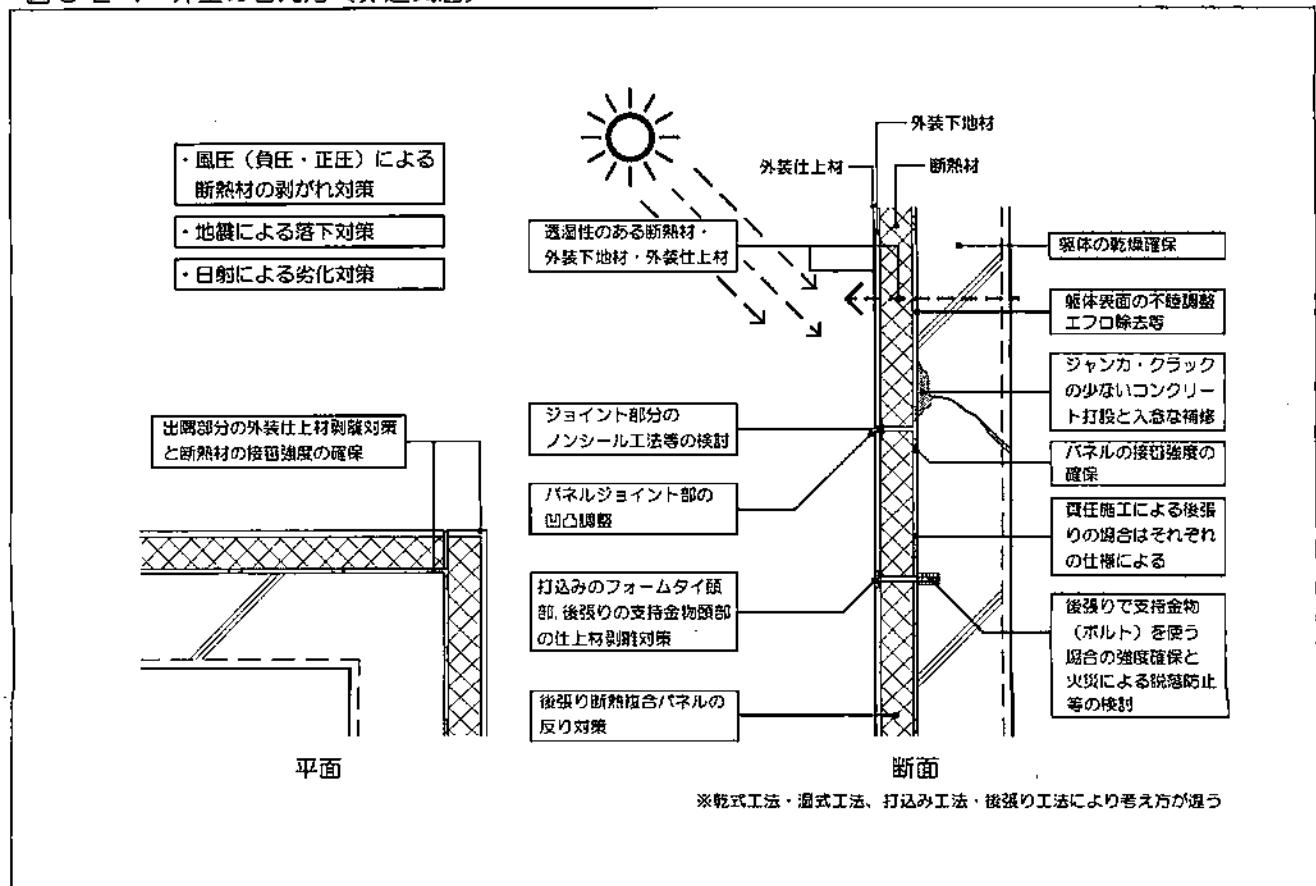


図3-2-4 外壁の考え方（非通気層）



② 外装材・通気層工法の説明 (Wa)

形状	参考図（番号は施工手順を示す）	特徴・注意点
支持金物（ボルト）+外装パネル		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱欠損が少ない。 断熱材、外装仕上材が自由に選べる。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 胴縁支持金物の形状により断熱欠損のないよう施工に注意する。 外装材による支持金物の耐荷重に注意する。
縦胴縁+外装パネル		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 支持金物として一般的な金物を採用。 断熱材、外装仕上材が自由に選べる。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 胴縁部分の断熱欠損処理に注意する。 外装材による支持金物の耐荷重に注意する。 支持金物間隔により熱損失を考慮する。
断熱複合パネル		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱材と外装材の間に通気層を設けた断熱複合パネル。 打込み、後張りが可能。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 仕上の塗装は透湿性のある材料とする。 後張りの場合のパネル固定ボルト穴処理に注意する。 パネルジョイント部の凹凸や目地処理に注意する。
PC板		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 後張りと同時打込みがある。 同時打込み工法は、型枠兼用のため工期短縮になる。 外装仕上材が自由に選べる。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> PC板の反り、パネルジョイントの凹凸など取付け時や打設時の施工に注意する。 荷重が重い。

形状	参考図(番号は施工手順を示す)	特徴・注意点
押出成形板		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱材・外装仕上材が自由に選べる。 パネル表面に凹凸を付け意匠の多様性を高めている。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> ジョイント部分の目地処理に注意する。 外装材による支持金物の耐荷重に注意する。 支持金物間隔により熱損失を考慮する。
レンガ積み		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱材が自由に選べる。 断熱欠損が少ない。 レンガ内に鉄筋を通し耐震性を増加。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 他の通気層工法同様、目地部からの漏水の可能性があるので通気層の水処理が必要。 荷重が重いので基礎が必要になる。
鋼板外装(長スパン・ノンシール)		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 横胴縁上下止めとし下地スパンを飛ばすことによって断熱欠損を少なくしている。(鋼板の種類により下地は様々) 金属折り曲げ板の凹凸を通気層として利用。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 開口部廻りの断熱欠損に注意する。 開口部廻りもノンシール工法を採用。 外装材による支持金物の耐荷重に注意する。 支持金物間隔により熱損失を考慮する。
一般鋼板外装		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 発泡系断熱材を使った比較的簡単な方法で断熱欠損がない。 胸縁間隔を金属折り曲げ板の形状により決められる。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 胸縁の支持力の決め手になるコンクリートビスの施工に注意する。 外装材ジョイント部と開口部まわりでシール材を使う工法はノンシール化の検討が必要。

形状	参考図（番号は施工手順を示す）	特徴・注意点
C B 積		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 一般的CB積により施工できる。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 通気層部分の通気を確保する。 CBの目地から漏水があると考え通気層に浸入した水を外に出す。 CB積の高さは基準により鉄筋をコンクリート軽体に確実にアンカーする。
木製下地		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 施工性の向上とコスト縮減が計れる。 外装下地材の熱伝導率が小さい。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 表面塗装を保つためには定期的に再塗装することも必要。

③ 通気層工法におけるオープン化の検討事例

外断熱関連の材料や工法を販売するメーカーには、効果的で独創的な方法の開発が望まれます。一方、外断熱工法の普及のためには内断熱建築の施工経験のあるだれもが、オープン化された工法による支持金物や木下地により施工できることも必要です。

こうした観点から、設計者や経験豊富な施工者によるオープン化された工法の提案も望されます。

外装下地組を設計する時の留意点

- どこでも購入できる材料を使う。
- 外装仕上材や外装下地材の重量による必要耐力に応じた部材断面を調整できる。
- 安価で確実な防錆対策を行う。
- 現場溶接がなく、ボルト留めで下地のレベル等の調整ができる。
- 断熱材の固定ができ、断熱欠損が少ない。
- 支持金物のピッチは断熱材のサイズに合わせ、断熱材の後張りが容易な外装下地組とする。
- 通気層を確保する。

図3-2-5 金属下地組の例

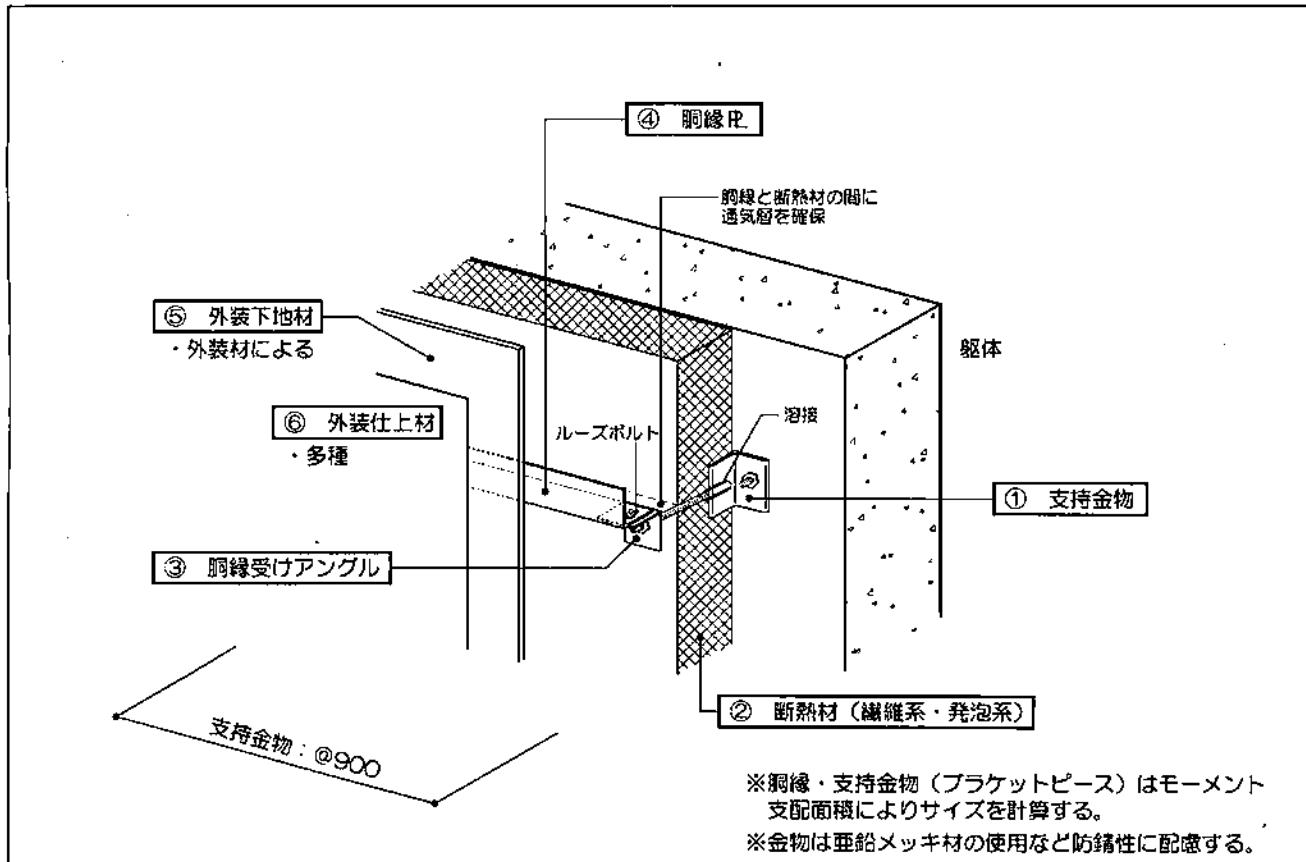
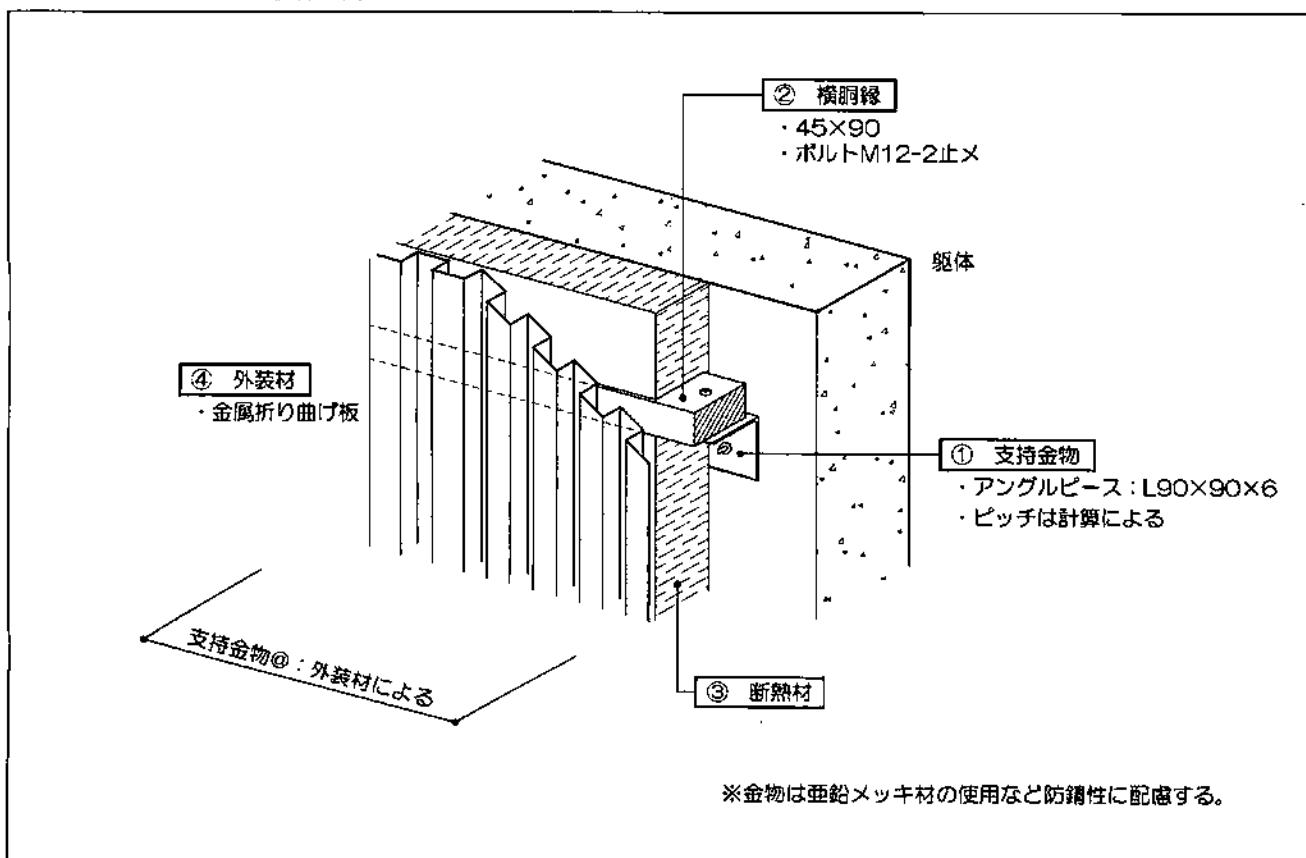
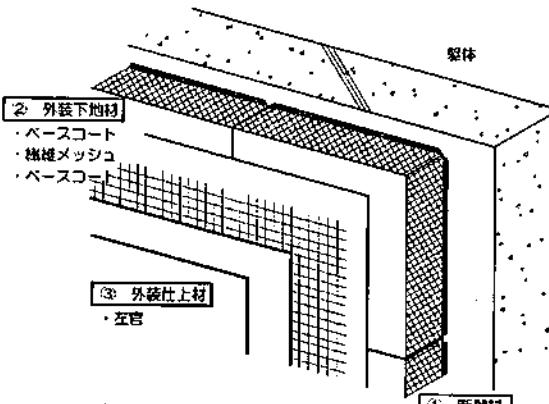
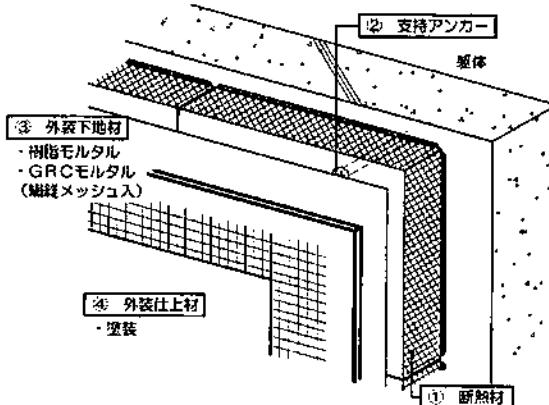
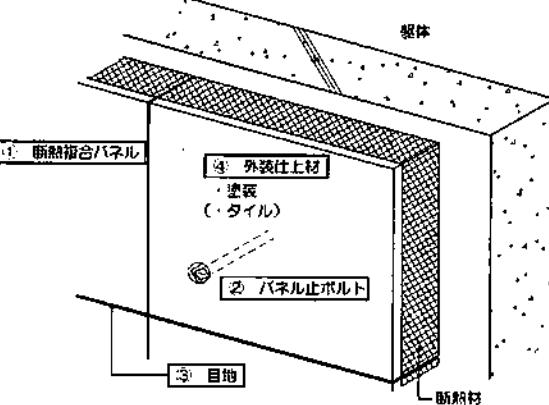
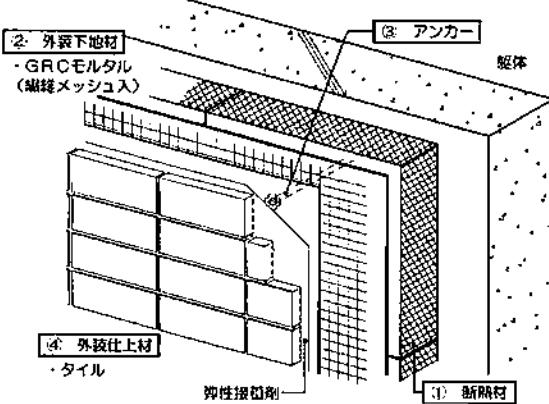


図3-2-6 木下地組の例



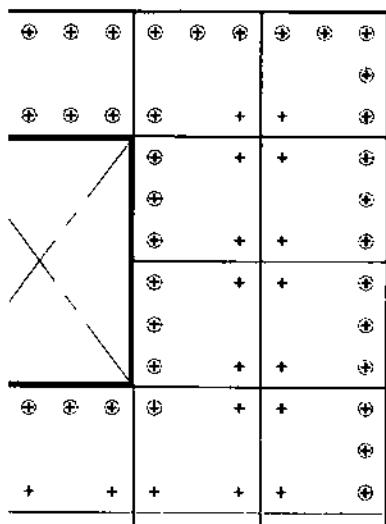
④ 外装材・非通気層工法の説明 (Wa)

形状	参考図（番号は施工手順を示す）	特徴・注意点
湿式接着	 <p>・ベースコートは製品により多種類有り</p>	<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 透湿性のある断熱材と外装下地材、外装仕上材を使用することによって外装仕上材の剥離などを防ぐ。 外装仕上げまで責任施工。 クラック防止に繊維系メッシュを使い薄塗り下地で軽量。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱材を接着する時のコンクリート表面の不陸調整・清掃に注意する。 シールの採用、出隅対策など製品により違う。
湿式接着+支持金物		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 脱落防止用として接着併用で支持金物を使用。 クラック防止に繊維系メッシュを使い10mm程度の厚塗り下地。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 支持金物頭部の外装仕上材の剥離。
断熱複合パネル		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 断熱材と外装下地材の複合パネル <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 打込と後張り工法あり。打込の場合のノロ口対策と後張りの支持金物頭部処理に注意する。 目地処理に注意する。 塗装仕上の場合は透湿性のあるものとする。
支持金物+湿式タイル張り		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 湿式タイル張りが可能。 クラック防止に繊維系メッシュを使用。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 比較的重いので支持金物の強度確保に注意する。 透湿性がある断熱材、外装下地材、タイルを選ぶ。

形状	参考図（番号は施工手順を示す）	注意点
湿式纖維系断熱材接着		<p>『特徴』</p> <ul style="list-style-type: none"> 高密度な纖維系断熱材（ロックウール）を使用した湿式下地工法。 外装下地材に透湿性があり厚い。 <p>『注意点』</p> <ul style="list-style-type: none"> 透湿性のある専用吹付仕上材を使用する。

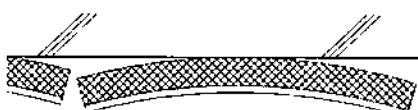
■共通事項

○支持金物ピッチ



- 開口部まわりと外壁端部の支持金物間隔を狭くする。
- 支持金物間隔は外装仕上材、外装下地材により計算等で検討する。

○断熱材・断熱複合パネルの反り防止



- 断熱複合パネルによる後張り工法で、パネルサイズを小さくして反り防止をするとパネルジョイントが増え、シール材も増えるので打込工法の採用、外装下地材に見合った支持金物間隔等の検討が必要である。
- 製品の現場保管方法・運搬方法の改善。

4) ヒートブリッジ

① ヒートブリッジの考え方

ヒートブリッジは日本語で熱橋と呼ばれ、文字どおり、断熱材がコンクリートなどの躯体で途切れ熱流失が発生する状況を言います。内断熱では、冬期ヒートブリッジ部分が低温となっているので熱損失が大きく、結露が発生する原因になります。その防止策としてヒートブリッジ対策が考えられました。

外断熱建築は、躯体が暖まっているので結露が発生しにくく、内断熱に比べヒートブリッジにとらわれないデザインができます。

注意事項

- ・熱損失を小さくするためには、外断熱ですっぽり囲いヒートブリッジの少ない建物を造ることが基本です。
- ・ヒートブリッジ部分の断熱補強基準は、室内側の躯体部分で表面結露が発生しない程度の基準です。
- ・外部側で断熱材を後張りする場合は断熱材の小口部分から雨水等が入らないよう小口を防水します。
- ・室内側で断熱補強を行う場合は、内装下地金物等による断熱欠損部分の断熱補強が必要です。

② ヒートブリッジ部分の熱損失の考え方

状況	参考図	熱損失
壁と同じ断熱厚さで全周を囲う		コンクリートの突出部分が450mm以下の場合は、壁と同じ熱損失があるとして算出する。
壁と違う断熱厚さで全周を囲う		コンクリートの突出部分が450mm以下の場合は、Aの断面積に対し、bの厚さの断熱材があるとして算出する。
外壁から450mmの範囲で断熱		断面積Aの1/2だけ熱損失があるとして算出する。
断熱がない		断面積Aが無断熱として熱損失を算出する。 (この形状は結露が発生しやすいので特に内部結露検討が必要)

③ バルコニーのヒートブリッジ

バルコニーは内外温度差の影響を最も多く受け、1日何度も凍結融解を繰り返す部分なので耐久性を増すために断熱材で本体と分離することが望まれます。

形状	参考図	注意点
1 断熱材優先型 自立型		<ul style="list-style-type: none"> ●バルコニーを構造的に独立させ、本体スラブとは亜鉛メッキ等の防錆処理を行った太い鉄筋で結ぶ方法 ・バルコニー床と本体壁が交わる入り隅部分は断熱材にも付着するはがれ（以下ピーリング）の少ない防水材で本体壁上まで防水する。 ・上下階の延焼防止のためにはバルコニーを貫通する断熱材を不燃にし軸体と一緒に打ち込む等の対策が必要。 ・1・2の他バルコニーを独立させる方法は様々考えられている。
2 断熱材優先型 梁による跳ね出し型		<ul style="list-style-type: none"> ●本体から跳ね出し梁を出し、梁の上にバルコニーをのせる方法 ・跳ね出し梁まわりのヒートブリッジ対策が必要。 ・入り隅部の防水は1に同じ。 ・延焼防止対策は1に同じ。
3 断熱巻き込み型 外部巻き込み型		<ul style="list-style-type: none"> ●バルコニーのヒートブリッジを残し、バルコニー外側で断熱補強を行う方法 ・床上断熱部分を保護する樹脂モルタル等はクラックが発生することが多いので入り隅含め繊維系メッシュ等を併用したピーリングの少ない防水材等を使うことが望ましい。
4 断熱材巻き込み型 内部巻き込み型		<ul style="list-style-type: none"> ●バルコニーのヒートブリッジを残し、住棟側で断熱補強を行う方法 ・入り隅部分の防水は1に同じ。

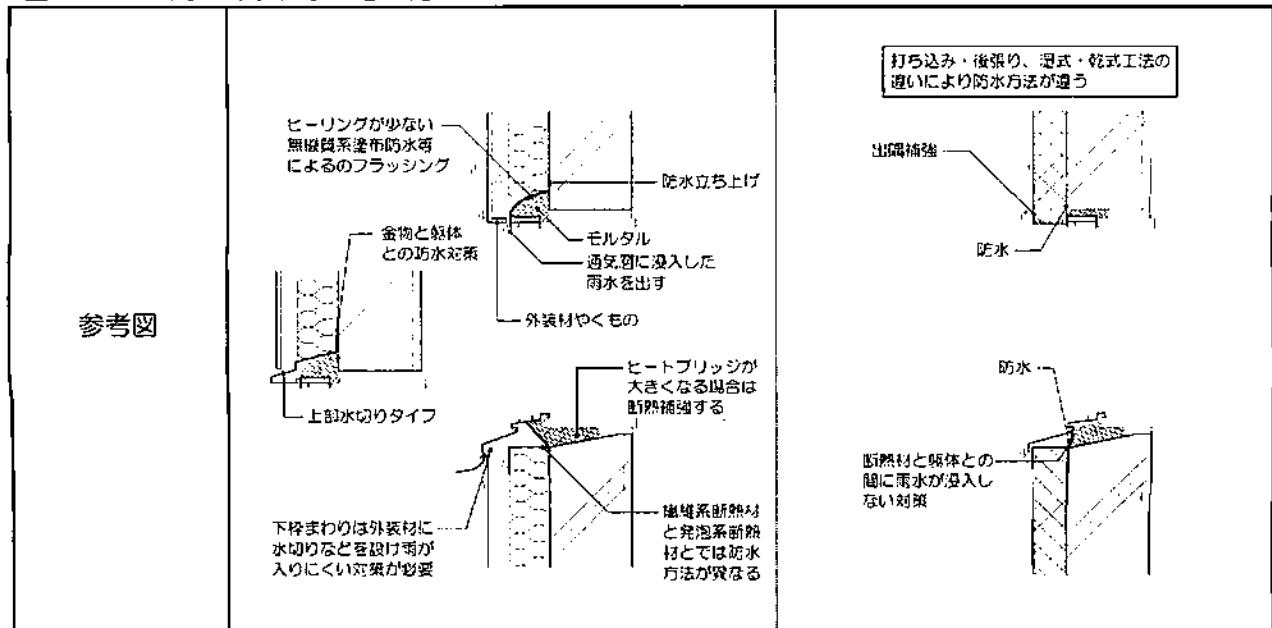
5) 開口部まわり

外断熱建築と内断熱建築の違いが最も大きく現れるのが開口部周りです。

① 開口部周りの考え方

	通気層工法	非通気層工法
1.サッシュまわりからの漏水防止	<ul style="list-style-type: none"> サッシュまわりからの漏水の原因は通気層や断熱材から入った雨水や結露水がサッシュ上部から詰めモルタル経由で内部に浸入することによるのでサッシュ上部の防水を行う。 風雨によって通気層に雨水が入らないように通気層下部の開口部まわりにシールした例が多く見られるが、通気層は開放することが原則である。 	<ul style="list-style-type: none"> 後張り工法におけるサッシュまわりからの漏水は、「躯体と断熱材の隙間に入り込んだ雨水がサッシュ上部から浸入する」場合と「サッシュまわりのシールが劣化し切れた」場合である。いずれもシールの劣化が主な原因なのでノンシール工法やメンテナンスしやすい状況での採用などの検討が必要である。
2.サッシュまわりの外装仕上材の劣化・剥離対策	<ul style="list-style-type: none"> 内断熱建築同様、外壁を流れた雨水がサッシュ周りで流れが変るため、サッシュ上部の出隅部分の外装仕上材は汚れやすく劣化・剥離が起きやすい。そのため、サッシュ上部に水切りを付け、壁面を流れてきた雨水がサッシュ上部でスムーズに流れる等の工夫が必要である。 通気層工法のほとんどで、開口まわりに金属系のやくものを設けているのはこのためである。 	<ul style="list-style-type: none"> 外壁を流れる雨水の状況は通気層工法と同じなので、サッシュまわりに金物を設けず、塗装材をサッシュ面までL型にまわし込んだ例では外装仕上材の汚れ・剥離が起きやすい。 繊維系のメッシュを下地に使用している薄塗り工法では、この部分の外装仕上材の剥離防止のために、繊維系メッシュを増し張り補強しているのが一般的である。
3.サッシュ面の結露対策	<ul style="list-style-type: none"> 内断熱建築に比べヒートブリッジ部分の結露発生の危険性は低いが、アルミサッシュ部分の結露は発生する危険性がある。 結露対策としては、「木製サッシュやPVCサッシュ」の使用が望ましい。金属建具とプラスチックサッシュの組み合わせに比べ高価なためまだ使用例が少ないが、安価で気密性の良いプラスチックサッシュの開発も進められている。 	

図3-2-7 開口部まわりの考え方



② サッシュ位置

開口部の納まりは、「外装仕上」「通気層工法と非通気層工法」の違いだけでなく、サッシュ位置とサッシュ上部の防水（防水境界）材料により違います。

項目	特色	通気層工法	非通気層工法	
サッシュ位置	A. 仕上材位置	<ul style="list-style-type: none"> 外装材位置までサッシュを持ち出す方法で外装仕上材のやくものや水切りがなくなり工事費が下がる。 サッシュアンカーが持ち出し形式になり工事費が上がる。 水切りに雪が乗らないので落雪の心配がなくなる。 		
	B. 断熱材位置	<ul style="list-style-type: none"> 外装材と躯体の中間位置に取り付ける方法で仕上材のやくものが必要だが、サッシュアンカーがAより短くなり、工事費がAとCの中間になる。 		
	C. 躯体位置	<ul style="list-style-type: none"> 外装材のやくものが最も長く必要で水切りに雪が乗り、落雪・ツララが発生する心配があり、やくものの工事費が高い。 サッシュは内断熱と同様の方法でアンカー可能なので工事費は安い。 		
サッシュ上部の防水	A. サッシュ	<ul style="list-style-type: none"> 出窓形式の外断熱用サッシュが標準化していないので、外装材の位置までサッシュを持ち出すと現状では工事費が高い。 		
	B. 金属	<ul style="list-style-type: none"> サッシュ位置を外装材の位置まで持ち出し、金属の曲げ板で防水する方法。 サッシュと金属板とのジョイント部のシールメンテナンスが難しくシールが切れるとき漏水の心配があるが工事費は現状ではAより安い。 		
	C. 防水材	<ul style="list-style-type: none"> サッシュ上部からの漏水防止にコンクリート・モルタル・サッシュ材に接着できピーリングが少ない無機質系塗布防水材等を塗布する方法。 防水下地が詰めモルタル程度で対応でき工事費が安い。 		

③ 開口部説明 (Wi)

		参考図(番号は施工手順を示す)	特色・注意点
通気層工法	1. 建具仕上材側		<ul style="list-style-type: none"> サッシュアンカーが大きくなる。 サッシュ周りのヒートブリッジがあまり大きくなる場合はモルタルの変わりに断熱材を充填することが必要になる。 上枠上部に水切り金物を使うと金物まわりのシール材が必要になるが、シール材のメンテナンスが難しい。 下枠周りの断熱材と躯体との間の防水対策をすることが望ましい。 金属折り曲げ仕上では窓まわりのノンシール事例もある。 サッシュが外壁面とほぼ同面なので水切りに雪が乗らないが水切りの出が小さいと外壁を汚す。
	2. 建具断熱材下		<ul style="list-style-type: none"> ピーリングの少ない無機質系塗布防水等を採用すると工事費が下がり、窓まわりのノンシール化が可能。 サッシュ上部の防水勾配はヒートブリッジが大きくならない程度に押さえる。 下枠周りの断熱材と躯体との間の防水対策をすることが望ましい。 外装仕上材によっては窓まわりの水切りとして金属折り曲げやくものを採用することもある。 水切りに雪が乗ることがある。
	3. 建具躯体下		<ul style="list-style-type: none"> サッシュ面と防水面がほぼ同面なので防水が容易でノンシール化が可能。 下枠まわりの断熱材と躯体との間の防水対策をすることが望ましい。 水切り巾が広いので雪が乗りやすく落雪の心配があるので、水切りを「かね勾配」とすることが望ましい。 外装仕上材によっては窓まわりの水切りとして金属折り曲げやくものを採用することもある。

参考図（番号は施工手順を示す）		特色・注意点
1. 建具断熱材下		<ul style="list-style-type: none"> 乾式工法の場合はサッシュまわりにシール材が必要になる場合が多い。 湿式工法の中にはサッシュまわりにシール材を使わない工法もある。 サッシュが外壁面とほぼ同面なので水切りに雪が乗らないが、水切りの出が小さいと外壁を汚す。
2. 建具躯体下		<ul style="list-style-type: none"> サッシュ面と防水面がほぼ同面なので防水が容易でノンシール化が可能。 下枠周りの断熱材と躯体との間の防水対策をすることが望ましい。 水切りに雪が乗ることがある。 窓枠上部の汚れ防止のために金属折り曲げ加工の水切りをつけた例もある。

通気層工法の例	非通気層工法の例

6) 基礎まわり

基礎周りは「地下部分」と冬期間雪に覆われる「GL+1.5m程の地上部分」に分かれます。

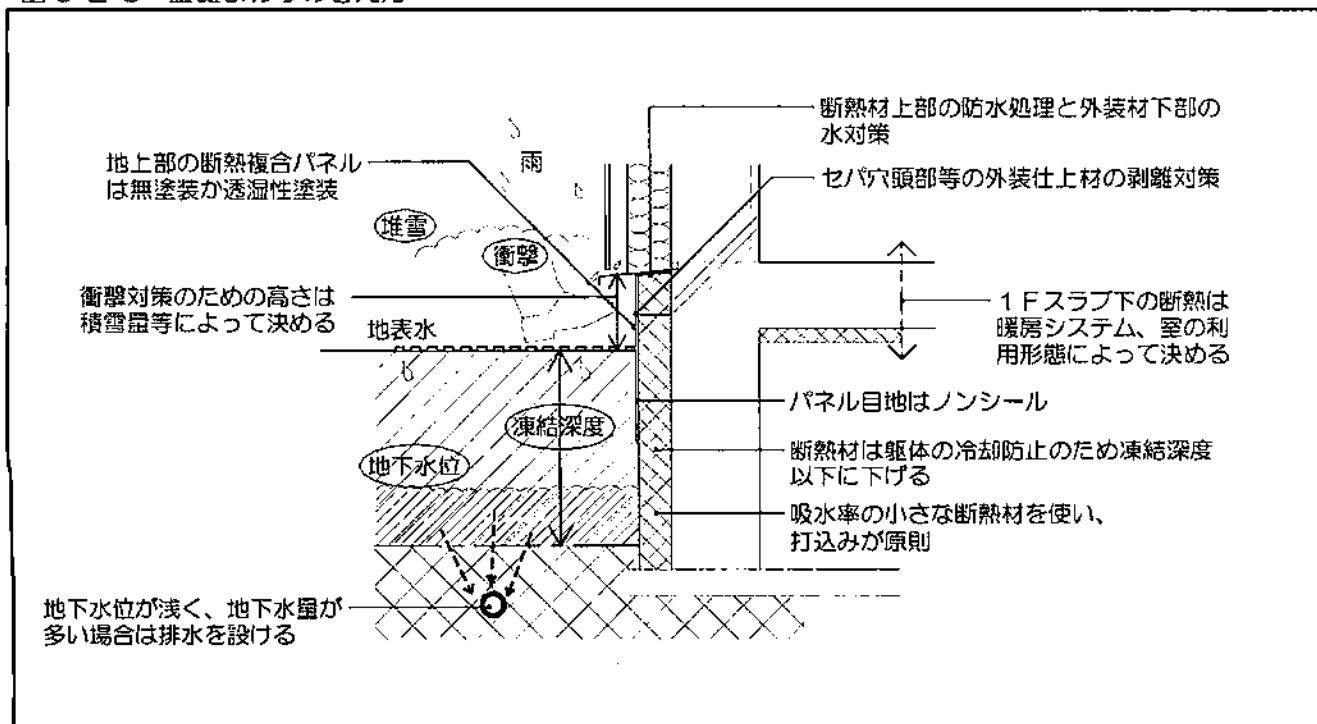
地下部分は積雪期の凍結深度、融雪期と降雨期の地下水位、地上部分は降雨期の流水、人・物による衝撃破壊・積雪による雪圧破壊・凍結融解などに配慮する必要があります。

北海道では基礎に非通気層工法の型枠兼用複合パネルか断熱材の打込みによる湿式工法が多く使われ、レンガ積・CB積以外では通気層工法は稀です。

① 基礎まわりの考え方

	上部通気層工法	上部非通気層工法
1.冷熱防止対策	<ul style="list-style-type: none"> 建物外周の基礎躯体温度を下げないために、断熱材下端を凍結深度以下とし、外部の冷熱を躯体内部に持ち込まない。 	
2.地下水 凍結融解対策	<ul style="list-style-type: none"> 地下水は、降雨期・融雪期に上昇します。また、地上に降った雨水や融雪水は地上から徐々に地下に浸透するので、基礎まわりは常に水浸しの状態と考え、吸水率の小さな断熱材（ポリスチレン系）の打込み工法が一般的です。又凍結融解対策上も吸水率の小さな断熱材の打込み工法が望ましいです。 地下水の影響を減らすために凍結深度以深に有孔管を設け、建物まわりの水位を下げる手法も有効です。 (参考：高密度の繊維系断熱材を使用している北欧では基礎部分にも通気層工法を採用し通気層に排水管を設けている例があります。) 多雪地方の地上部は雪による凍結融解、降雨期の地表面を流れる水対策のため基礎同様吸水率の低い断熱材・外装下地材・外装仕上材が使われています。 	
3.地上部の水・ 雪 凍結融解対策	<ul style="list-style-type: none"> 通気層下部をノンシールにする等の対策を講じ、通気層に入った水を外部に出すこと必要です。 	<ul style="list-style-type: none"> 断熱複合パネルのジョイント部の亀裂やシールの劣化により外装仕上材が剥離するので透湿性材料を採用するか無塗装にします。
4.衝撃等による 破損防止	<ul style="list-style-type: none"> 地上近くは車両の衝突、除雪で堆積した雪の圧力等を受ける部分なので、積雪量により適当な高さまで衝撃に強い材料を使用するか、車両が接近しにくく除雪の雪を壁際に堆雪しないといった建築計画が必要です。衝撃に強い材料として、レンガやCBがあげられます。 	

図3-2-8 基礎まわりの考え方



② 基礎まわりの説明 (B)

形状	参考図	注意点
1 上部通気層工法 断熱材十温式工法 (複合パネル)		<ul style="list-style-type: none"> ●上部が通気層工法の場合 <ul style="list-style-type: none"> ・断熱材の上部小口から水が浸入するので上部から水を入れない対策が必要である。 ・この対策として、通気層部分の排水を兼ねて金属折り曲げ加工の水切りを使う例が多い。 ・断熱材・断熱複合パネルともパネル目地のシールはすぐに劣化するので断熱材の小口対策を行いノンシールとすることが望ましい。
2 上部通気層工法 (レンガ・CB)コンクリート		<ul style="list-style-type: none"> ●レンガ・CB積用にはコンクリート基礎を設けた場合 <ul style="list-style-type: none"> ・レンガ積工法の通気層に入った水の排水のために通気層の最下部に排水管を設置する。 ・吸水率の少ない断熱材を打ち込むか、通気層を下部まで下げ充分に排水する。
3 上部非通気層工法 断熱材十温式工法 (複合パネル)		<ul style="list-style-type: none"> ●上部が非通気層工法の場合 <ul style="list-style-type: none"> ・断熱材上部からの浸水を防止するため金属折り曲げ加工の水切りまたはピーリングの少ない無機質系塗布防水等の防水対策を行うことが望ましい。 ・目地については①と同じ。

7) 屋根

① 屋根の考え方

- 屋根の断熱方式には「断熱保護防水」「断熱露出防水」「置き屋根」の3種類が有ります。
- 「断熱保護防水」は防水層を断熱で保護し、断熱材を「砂利」「コンクリート」「コンクリート平板等の乾式押え」「土（人工軽量土壤）」等で保護する方式です。
- 「断熱露出防水」は断熱材を防水層で押える方法です。
- 「置き屋根」は断熱材を金属屋根で覆う方法で、落雪形式と無落雪形式に分かれます。古い建物には5階建ての落雪屋根の事例もありますが、落雪事故が起き危険なので落雪屋根は2階程度までとし、敷地に余裕がない限り3階以上は無落雪形式にするのが安全です。RC造では置き屋根形式の事例が少ないので、置き屋根を採用する場合は木造住宅の事例を参考にすることが必要です。
- 断熱露出防水の場合、防水層からの水漏れ対策として断熱材に吸水率の低いポリスチレン系スキン付を使用するのが原則です。
- RD周りの水勾配を急にすることで、屋上で最も多いRD周りのトラブルが半減します。
- 屋上は設備機器用の基礎スラブの上に置く場合は、断熱補強を行います。

図3-2-9 屋根の考え方

		参考図	留意点
1.断熱保護防水		<p>吸水率の低い 断熱材の採用</p> <p>水はけのよい玉砂利</p> <p>300度</p> <p>風圧による断熱材の吹き飛び 防止のための押え (防火地域等で断熱材が50mm を超える場合は不燃材)</p> <p>RD周りの断熱欠損 の断熱補強</p> <p>充分な水勾配 の確保</p> <p>RD周りの水勾配の確保</p> <p>機械基礎等による 断熱欠損の断熱補強</p>	<ul style="list-style-type: none"> 外断熱の基本に従い防水層を断熱で保護することで防水層を長寿命化する。 断熱材が風で吹き飛ばないよう押さえを行う。 水勾配を急にし断熱材下を流れる雨水の量を減らす。 特にRD周りはスラブを厚くし水勾配を急にする。 断熱材の水濡れ防止のため断熱材上部に簡易な防水シート等を敷くことも有効である。 RDの目詰まり防止のためRDをステンレスカゴで覆う。 カゴ周りの断熱材が浮くので、カゴ周り30cm程度は断熱材をやめ玉砂利を敷く。
2.断熱露出防水		<p>吸水率の低い 断熱材の採用</p> <p>紫外線による防水層 の劣化対策</p> <p>躯体との地の 内部結露対策</p> <p>充分な水勾配 の確保</p> <p>RD周りの断熱欠損 の断熱補強</p> <p>風圧による断熱材の吹き飛び 防止対策</p> <p>RD周りの水勾配の確保</p> <p>機械基礎等による 断熱欠損の断熱補強</p>	<ul style="list-style-type: none"> 防水層を紫外線や外部温度変化から保護できないので防水層が劣化しやすい。 防止層のメンテナンスが容易。 強風の負圧で断熱材共吹き飛ぶことがあるので躯体と断熱材を入念に接着する。 断熱材の反りにより防水層が破れるがあるので、断熱材を小割にするなどの対策を行う。 断熱材とコンクリートの間で内部結露が発生しやすいので脱気が必要。 RD周りの水勾配は急にする。 防火地域等の指定がある場合の断熱材厚さは50mm以下となる。

② 屋根の説明 (R)

止め方	参考図	注意点
1 断熱保護防水 砂利敷き		<ul style="list-style-type: none"> 砂利は、風による吹き飛び防止のため粒径の大きな砂利をのせる。 防火地域等の指定がある地域で 50m m以上の断熱材を使う場合は不燃材料で覆う。(平成 12 年 5 月 25 日建設省告示 1365 号参照)
2 断熱保護防水 コンクリート		<ul style="list-style-type: none"> 紫外線等によるコンクリートの経年変化によりRDが詰まるので劣化防止策が必要である。 コンクリートのジョイント部の目地材も経年変化で劣化するので維持管理が必要である。
3 断熱保護防水 乾式押さえ コンクリート平板等		<ul style="list-style-type: none"> 屋上緑化をはじめ屋上を利用する建物が増加しコンクリート製品など様々な既製品が開発されている。 乾式工法なので屋上の使用状況に合わせ変更可能で施工性も良いが、全般的に高額である。
4 断熱保護防水 土(軽量人工土壤等)		<ul style="list-style-type: none"> 植栽内容によるが保水性がよい人工軽量土壤を使うと土の厚さは概ね 100mm~500mm 程度になり、ほとんどの場合は抜根シートが必要になる。
5 断熱露出防水		<ul style="list-style-type: none"> 防水層が破れ、断熱材が水に濡れないことを前提に吸水性が有る硬質ウレタンフォームを採用している例が多い。 強風による断熱防水層の吹き飛び防止のため接着強度が確保しにくい複雑なスラブ部分は接着強度を確認する。 防火地域等の指定がある地域で使う断熱材の厚さは 50mm 以下となる。
6 置き屋根		<ul style="list-style-type: none"> 屋根の下地組があるので、断熱材は繊維系になる。 防火上鋼製の下地組を使う場合は断熱欠損・下地組の結露対策に配慮する。 繊維系断熱材の上では、作業性が悪いためブローアイシング工法も使われている。 作業性を良くするために、1m 程の小屋裏が必要になる。 地元の職人が施工できる。 一般防水に見られるパラペット部分のコンクリートのヒートブリッジを無くすことができる。

8) パラペット

① パラペットまわりの考え方

- RC造の場合、パラペットはヒートブリッジになるので断熱巻込み対策が必要です。ヒートブリッジ対策には外部側と内部側とがあり、外部側の方が断熱補強面積は小さいになります。
- 防水立ち上がり部分はコンクリートで押さえない限り露出防水になるので、防水補強が必要です。
- 内断熱建築に比べ、断熱材の厚さ分パラペット巾が広がり積雪しやすくなるので、コンクリート笠木に45°C以上の勾配をつけ、繊維系メッシュ併用無機質系塗布防水等で保護する方法等も有効です。
- 躯体と断熱材の間に上部から雨水が入らないよう繊維系断熱材は透湿防水シート等、発泡系断熱材は金属折り曲げ板やピーリングの少ない材料で防水することが望されます。
- 金属笠木はノンシール材を使うのが基本です。
- パラペット先端をホットスポットにすると巻き垂れ対策となることもあります。

② パラペットの説明 (P)

形状	参考図(番号は施工手順を示す)	注意点
フルカバー笠木タイプ	<p>Diagram illustrating the construction of a full coverage slat type parapet. The diagram shows a cross-section of the wall assembly. Key components labeled include:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑧ 笠木 (Slat): A wide vertical board. ⑦ 外装材 (Exterior Cladding): The outer facing material. ⑤ 後張り壁断熱材 (繊維系) (Post-tensioned Wall Insulation Material (Fiber Type)): Insulation material installed behind the wall. ⑥ 防水対策 (Waterproofing Measures): Measures taken to prevent water infiltration. ④ 砂利押え (Gravel Compaction): A layer of gravel used for compaction. ③ 平面断熱材 (Flat Wall Insulation Material): Insulation material applied horizontally. ② 防水 (Waterproofing): Final waterproofing layer. 躯体 (Body): The main wall structure. 上部を断熱材で覆うこともある (Insulation material may also cover the top part). 	<ul style="list-style-type: none"> 笠木の幅が大きくなるため笠木工事費が高い。 躯体と断熱材の間に上部から雨水が入らないよう、透湿防水シート等で保護し、防水対策に留意する。 笠木下部に断熱材を施工することも可能である。
外装水切り設置タイプ	<p>Diagram illustrating the construction of an exterior drainage hole setting type parapet. Similar to the first diagram, it shows a cross-section of the wall assembly with the following components:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⑨ 笠木 (Slat): A vertical board. ⑧ 水切金物 (Drainage Accessory): A device for water discharge. ⑦ 外装材 (Exterior Cladding): The outer facing material. ⑤ 後張り壁断熱材 (繊維系) (Post-tensioned Wall Insulation Material (Fiber Type)): Insulation material installed behind the wall. ⑥ 防水対策 (Waterproofing Measures): Measures taken to prevent water infiltration. ④ 砂利押え (Gravel Compaction): A layer of gravel used for compaction. ③ 平面断熱材 (Flat Wall Insulation Material): Insulation material applied horizontally. ② 防水 (Waterproofing): Final waterproofing layer. 躯体 (Body): The main wall structure. 断熱補強 (Insulation Reinforcement): Reinforcement of insulation. 	<ul style="list-style-type: none"> 外装仕上を途中で止め、水切金物で納めて笠木の幅を小さくする。躯体内側にヒートブリッジ対策が必要になる。 外装材上部の水切りは雪がのらないよう勾配を急にする。 外壁断熱材上端の処理は、上記に同じ。

パラペット立上げタイプ		<ul style="list-style-type: none"> パラペットが高く必要な場合は防水層を途中で止める。(H=450mmまでは断熱立上げ) 防水の端部処理に注意する。 外壁断熱材上端の処理は、前記に同じ。
--------------------	--	---

形状	参考図（番号は施工手順を示す）	注意点
コンクリート笠木タイプ（発泡系・非通気）		<ul style="list-style-type: none"> 笠木金物をやめコンクリート笠木とする。上端の勾配を確保する。 外装材からパラペット立上がり部分をピーリングの少ない無機質系塗布防水等で保護することが望ましい。必要に応じ防水部に仕上をする。
コンクリート笠木タイプ（繊維系・通気）		<ul style="list-style-type: none"> 笠木金物をやめコンクリート笠木とする。上端の勾配を確保する。 繊維系断熱材の場合は上端のジョイント部分に透湿防水シート等を被せ水切金物で押さえ、金物からパラペット立上がり断熱材までをピーリングの少ない無機質系塗布防水等で保護することが望ましい。必要に応じ防水部に仕上をする。

9) 設備開口部

① 設備開口の考え方

- 外壁の設備開口部は漏水や外装材の剥離に繋がる部分なので設備開口も外壁工事の延長と考えるべきです。
- 外壁工事終了後の設備開口工事は外装材と断熱材の小口処理が非常に難しくなります。
- 通気層工法では外装仕上げにより施工順序が違うので施工手順を検討することが必要です。
- 繊維系断熱材を使用した場合は比較的容易に施工できるのでここでは非通気層工法について参考図を載せます。

形状	参考図	注意点
1 断熱材後張り		<ul style="list-style-type: none"> 躯体とスリーブ周りの防水工事を先行させる。 発泡系断熱材の場合は、断熱材開口部の小口処理を行った後で断熱材を張る。
2 断熱材打ち込み		<ul style="list-style-type: none"> 断熱材打ち込みの場合は断熱材のスリーブ開口も同時に設け、ダクト接続後ピーリングの少ない材料等で防水することが望ましい。

10) 壁立ち上がり

1 上部通気層工法		<ul style="list-style-type: none"> 防水工事を外壁断熱工事に先行させ、防水層を躯体に張り付ける。 立ち上がり部の防水層下に設ける断熱材は吸水率の少ないポリスチレン系スキン付とし、断熱厚さが厚い場合は断熱材を躯体にしっかりと固定する等の対策を行う。
2 上部非通気層工法		<ul style="list-style-type: none"> 上部の断熱材が後張りの場合は1に同じ。 上部の断熱材が打込みの場合は断熱材表面で防水を止めることになるので、防水押さえ用の金属折り曲げ板を設けるか、部分的にピーリングの少ない防水材を使用する。

3-3 概算工事費の比較

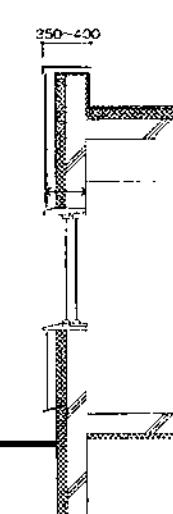
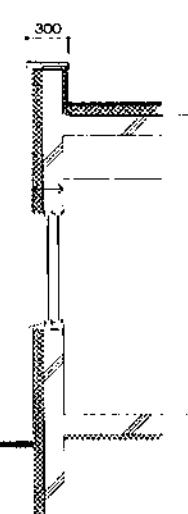
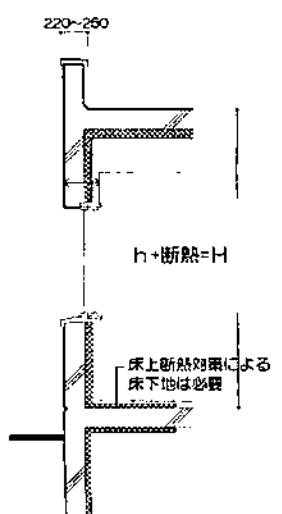
1) 外断熱建築の工事費要因

建物の性能が違う外断熱建築と内断熱建築の工事費を同じ指標で比較するのは難しいことですが、建築工事のイニシャルコスト要因の違いは概ね次のようにになります。

建築工事総額（設備工事を含ます）の違いはこれまで色々な機会で比較されてきました。躯体芯面積・熱損失・仕上げを同じにした場合、5%～15%外断熱建築が高いといわれていますが、内法寸法・天井高を同じにするとこの差は縮まることになります。

表 3-3-1 外断熱建築と内断熱建築のコスト要因

(単位mm)

	外断熱建築		内断熱建築
	通気層工法	非通気層工法	
参考図			
屋根	<ul style="list-style-type: none"> 断熱保護防水の場合は断熱押さえ分工事費が高い。 断熱露出防水の場合は内断熱より防水単価が高い。 		<ul style="list-style-type: none"> 露出防水。
笠木 (金属笠木)	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材と通気層分巾が広がる。 (350~400程度) 断熱材分巾が広がる。 (300程度) 		<ul style="list-style-type: none"> 金属笠木巾。 (通常 220~250程度)
外壁	断熱材	<ul style="list-style-type: none"> 巻込みが無ければ断熱材面積は少なくなる。 (通常は内断熱以上の厚さを確保) 	
	支持金物	<ul style="list-style-type: none"> 支持金物が必要な分高い。 湿式塗装仕上げの場合の多くは不用。 	<ul style="list-style-type: none"> 塗装(タイル)仕上げの場合には不用。
	外装下地	<ul style="list-style-type: none"> 下地材が必要な分内断熱より高い。 湿式工法でも繊維系メッシュを使うので内断熱より高い。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの補修が必要。
	外装仕上 (塗装)	<ul style="list-style-type: none"> 透湿性塗装。 ノンシール工法の場合はシール分安い。 	
開口部まわり (断熱厚さを同じとする)	<ul style="list-style-type: none"> 通気層分巾が広い。 外装仕上材・ティテールにより金額の違いが大きい。 		<ul style="list-style-type: none"> 外装仕上から内部仕上までの総厚は躯体に直接仕上をすると内断熱より狭い。
基礎まわり	<ul style="list-style-type: none"> 断熱材の上に仕上又は断熱材保護をする分高い。 1階床下の断熱の有無は室内の使い方によるが、断熱材を入れない場合は内断熱より安い。 		<ul style="list-style-type: none"> 1階床下には断熱材が必要。
内部	<ul style="list-style-type: none"> 躯体に直接内部仕上ができるので内断熱より安い。 内部床上断熱巻込みが無ければ、躯体に直接仕上ができるので内断熱より安い。 		<ul style="list-style-type: none"> ボード用下地(LGS)とボード分外断熱より高い。 ヒートブリッジ対策による床上断熱対応分工事費が高い。
その他	<ul style="list-style-type: none"> 最上階の階高を断熱材分低くできる。(100mm~200mm程度) 内法寸法と同じにすると4~5%壁芯面積が減る。 		—

2) 概算工事費算出条件

① 単価

- 「相対的な金額比較」が目的のため、公表単価で積算しました。
- 単価がないものは見積を依頼しその金額に調整率を掛けた金額を採用しました。
- 金額は直接工事費とし、仮設工事・諸経費などは含みません。

項目	内容
1 設計単価	・設計事務所が「設計単価」としてメーカーに見積を依頼して入手する単価
2 道府内訳書採用単価	・道が作成している単価作成要領による単価
3 民間契約単価	・施工会社が民間施工と契約する時に内訳書に記載する単価
4 施工単価	・施工会社がメーカー下請けと契約する単価

② 見積採用内容

項目	内容
・見積時期	・2005年(平成17年)1月
・責任施工範囲内の単価	・見積単価を採用(同種の仕上でも共通単価とは金額が違う)
・責任施工範囲外の単価	・共通単価を採用(責任施工範囲外の材料は共通単価を採用)

③ 工事費比較採用工法(工法として採用可能)

●責任施工、○材料売り又は別下地も可

	通気層	打込・後張	湿式・乾式	外装仕上	外装下地	支持金物	断熱材(mm)	備考
A	通気	打込(後張)	乾式	透湿塗装	●断熱一体	-	●EPS100	後張:仕上げ以外は責任施工
B	非通気	後張	湿式	●透湿塗装	●左官	-	●EPS100	全て責任施工
C	通気	後張	乾式	●タイル	●金属版	●有り	繊維100	支持金物以降責任施工
D	通気	後張	乾式	●タイル	●	(フレート)	繊維100	一般工法
E	非通気	後張	湿式	●タイル	●左官	●有り	●XPS75	責任施工
F	通気	後張	乾式	●金属折曲	-	○有り	繊維100(発泡)	凹凸50mm:ノンシール
G	通気	後張	乾式	○金属折曲	-	●有り	●XPS75	凹凸15mm
H	通気	後張	-	●レンガ	-	●有り	繊維100(発泡)	
I	通気	後張	-	CB素地	-	(鉄筋)	繊維100(発泡)	

④

⑤ 工事費算出する面積

A	・外装仕上は透湿性塗装とし2,000円/m ² 程度を加算。
B	・責任施工単価なので分解できない。
C	・タイルと下地材のアルミパネルが一体なのでアルミパネルの金額を仕上に含める。
D	・オープン化工法なので外装仕上材を塗装仕上にすると支持金物金額は下がる。
E	・責任施工なのでタイルの大きさは二丁掛け、左官は外装下地材に含める。
F	・ノンシール工法なので開口部の防水は含まない。
G	・外装下地材までが責任施工。
H	・レンガと支持金物が一体なので全てを仕上に含める。
I	・CB素地仕上げ、マグサ部分は鉄筋で補強し、鉄筋工事・CB積工事を外装仕上に含める。

項目
1 外壁面
2 開口部やくもの
3 竪木
4 下部水切り
5 壁見切り(片側)
6 特殊基礎
7 シール

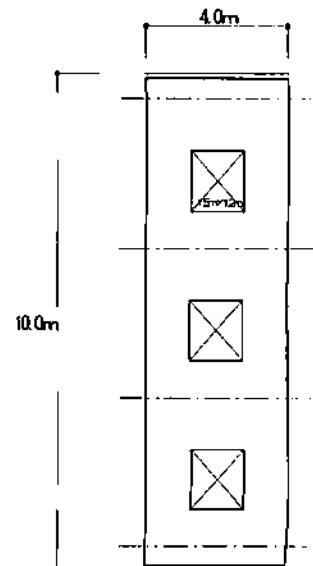
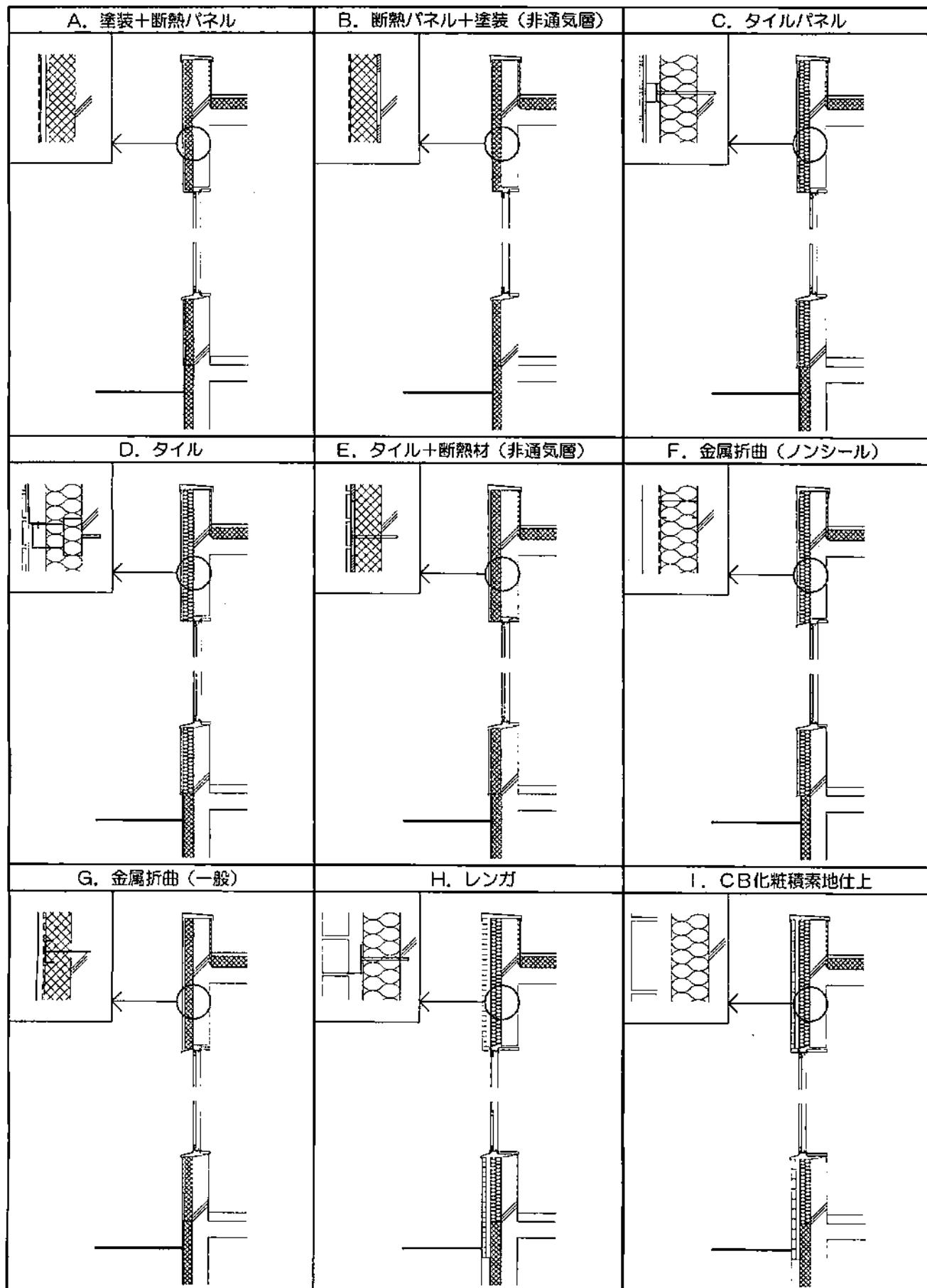


図3-3-1 数量算出外壁寸法

図 3-3-2 工事費算出断面



3) 概算工事費

表3-3-2に示す外壁面積当りの工事費比較により次のことが解ります。

① 全体

- ・工事費が最も安いのはCB積、次が塗装、金属折り曲げ板、レンガ、タイルの順となり、CB・塗装・金属折り曲げ板、レンガまでは5,000円/m²程度の差で、タイルはレンガより10,000円/m²以上高くなります。
- ・やくものを含まない単価では塗装と金属折り曲げ板は同程度です。

② 塗装

- ・「透湿性塗装による非通気層湿式工法」が安いが、外装仕上材を含め責任施工体制なのでオープン化工法にはなりません。北海道で販売されて間ないので、道内実績が少なく、シールの有無を含め各社が独自の仕様で販売しています。
- ・北海道実績の多い乾式工法の中からこれまでの非通気層工法を通気層工法（打込み）に改良した製品を選び、外装仕上材として2,000円/m²程度の透湿性塗装を加算すると湿式非通気層工法より工事費が高くなります。（後張り工法は取り付けまで責任施工体制）

③ タイル

- ・通気層工法、非通気層工法に関わらず、タイル張りは塗装仕上に比べ重量が重たく下地づくりも1工程増えるので工事費が高くなります。
- ・通気層工法のタイルの大きさはタイル用パネルにより決まり、二丁掛けが一般的です。非通気層工法の場合もマンションで使われる45二丁平と二丁掛けの差額は500円程度の材料費だけで施工手間が変わりません。
- ・内断熱建築における塗装仕上とタイル仕上の差に比べ外断熱建築における差が大きいのは、支持金物の金額が加算されることの他あまり普及していないため技術的に多くの改良点が残されていることによると思われます。

④ 金属折り曲げ板

- ・断熱材の種類と折り曲げの凹凸形状、シール材の有無が違う二種類で比較。自己修復性がある溶融亜鉛アルミ合金メッキ鋼板を採用すると凹凸の形状が小さく発泡系断熱材を使う方が5000円/m²以上安くなります。
- ・開口部まわりのやくものと支持金物単価が高いので、木下地の採用、支持金物のオープン化工法の採用などにより金額を下げることができます。

⑤ レンガ

- ・北海道で開発された外断熱用のレンガ積工法の金額は、タイル仕上と金属折り曲げ板仕上の中間程度です。
- ・レンガ積に必要なコンクリート基礎の金額はコンクリート単価の安い札幌では他の工法に必要なガラス繊維混入軽量セメント板の打込み単価とほぼ同じでなので金額に加算していません。

⑥ CB

- ・住宅で多く採用されているCB化粧積は、外断熱工法の外装材としては最も安い材料なので低層の建物や積雪等による衝撃対策が必要な地上1.5m部分には有効な方法です。
- ・また、廊下型住宅の廊下に面する仕上げ材としても耐久性、耐衝撃性に強いので有力な材料です。

⑦ その他

- ・ここでは比較していませんが、木下地組は地域での施工が可能で、最も安い下地組のひとつです。
- ・通気層工法の塗装仕上やサイディング仕上は支持金物と外装下地材のオープン化工法の採用によりコストダウンの可能性があります。

表3-3-2 外壁面積当りの工事費比較

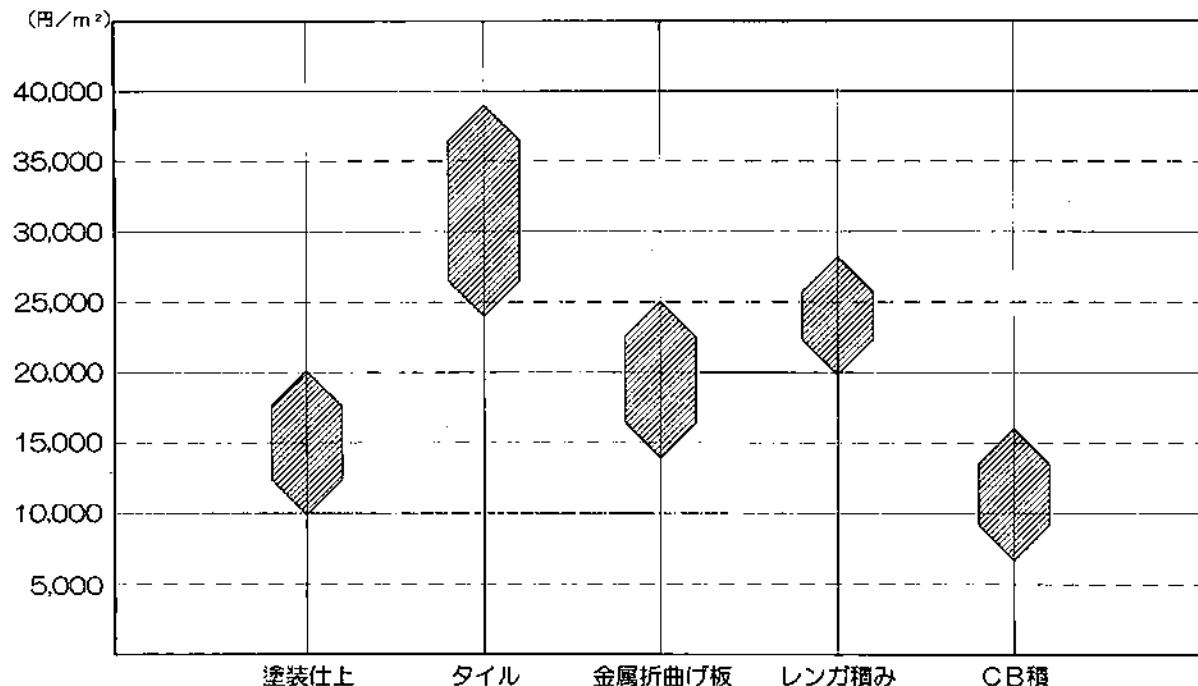
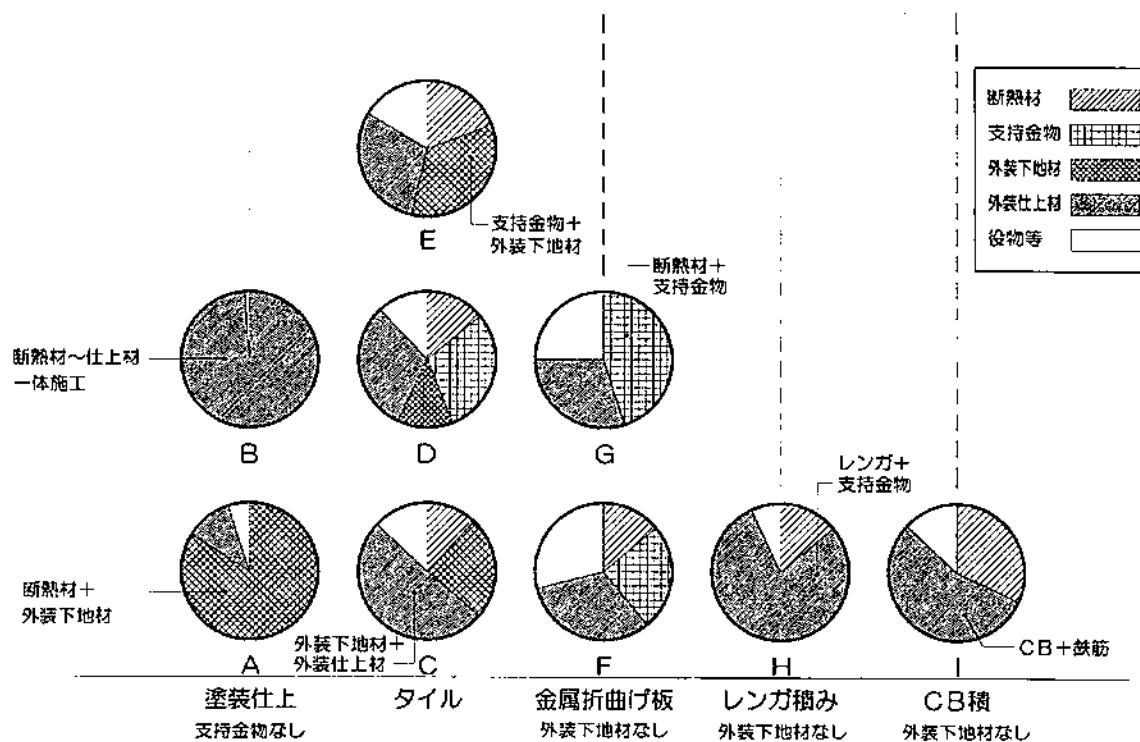


表3-3-3 部材別工事費割合



※ 笠木はW=250との差額を加算しています。

3-4 工法のオープン化

1) 外断熱工法の普及

工法にはオープン化しやすい工法と難しい工法があります。通気層工法は部材が分離できるのでオープン化しやすく、非通気層工法は断熱材や断熱複合パネルに直接左官工事等を行い、さらにその上に直接外装仕上を行なうため特殊な施工要領が必要になるので技術者の養成が必要になります。

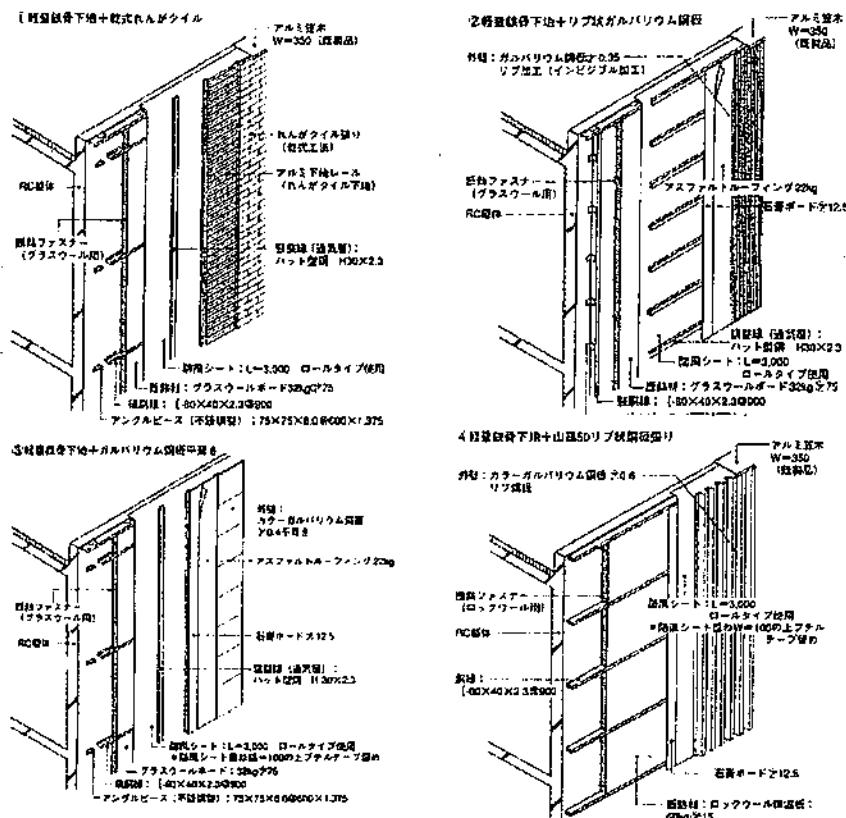
今後の外断熱工法普及のためにはコスト縮減が必要不可欠です。そのためには分解できるものは分解し、だれでも施工できる範囲を広げることが必要です。

一方温式・非通気層工法などは施工できる技術者を多く養成することが必要です。この両方が互いに切磋琢磨することで、より安くより確実な外断熱建築が出来上がることになります。

表 3-4-1 外断熱工法の普及方法

	工法	概要
工法のオープン化	主に通気層工法に適用	<ul style="list-style-type: none"> システム施工一部材別分離施工によるコストダウン。 断熱材・・・・・・・断熱施工業者が施工 支持金物・・・・・・・金物施工業者が施工（木施工者） 外装下地材・・・・・・・ボード等外装下地業者が施工 外装仕上材・・・・・・・仕上業者が施工 <p>*部材断面の検討が必要</p>
技術者の養成	主に非通気層工法に適用	<ul style="list-style-type: none"> 後張り・湿式工法は外装下地材に繊維系メッシュを使い出隅、入り隅、開口部周りなど製品により独自の施工要領がある。 後張り・乾式工法も外装下地材及びパネルの支持方法、パネルジョイント部の凹凸処理など製品により独自の施工要領がある。

図 3-4-1 外装工事の例



*出典：外断熱によるRC造集合住宅のリニューアルに関する実験的研究
第4章 公営集合住宅を対象とした外断熱化技術開発と適用

2) 支持金物のオープン化

通気層工法は「断熱材」「支持金物」「外装下地材」「外装仕上材」で構成されています。工法のオープン化のためには、支持金物の取り付けをオープン化することも必要です。支持金物は「ボルト型」と「アングル型」に分かれます。

表3-4-2 支持金物の特色

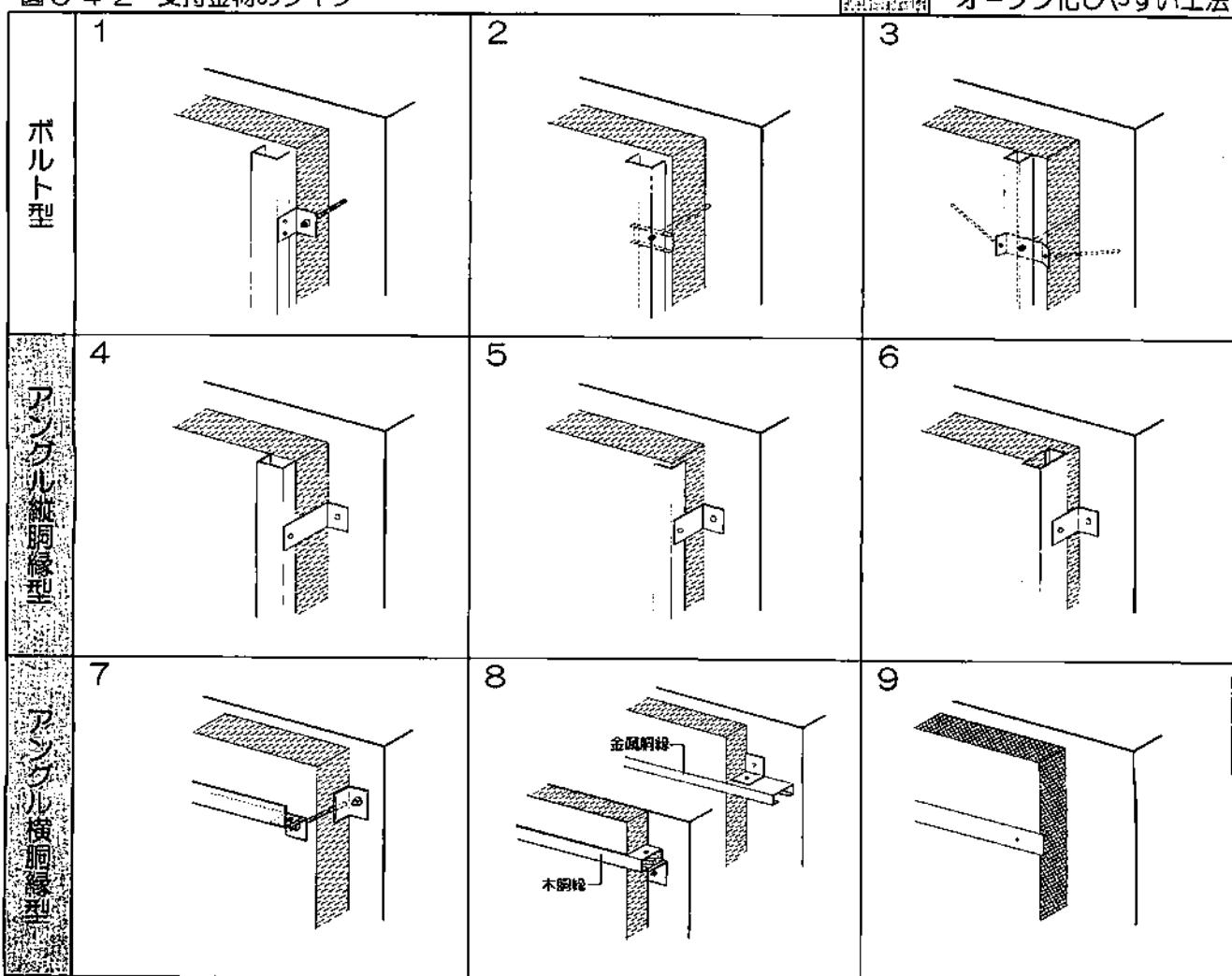
	特色
ボルト型	<ul style="list-style-type: none"> ・断熱欠損の少ないボルトを使用している。 ・ボルトの形状、縦洞縁の形状とボルトとの接合方法にノウハウが込められている。 ・フォームタイル利用のタイプと一般打込みタイプがある。 ・塗装、タイルにも使用可能な最大強度で設計されているので一般工法にはなり難い製品である。
アングル型	<ul style="list-style-type: none"> ・アングルピース（プレート曲げ加工）とフラットバー・チャンネル・ボルトを使った工法なのでオープン化が可能である。 ・外装下地材の形状により横洞縁タイプと縦洞縁タイプがあり、木下地も可能である。 ・3-2-3) -③に示した例もこの中に入る。タイル仕上・塗装仕上・金属折り曲げ仕上により必要強度が違うのでそれに必要な強度により計算すると工事費を下げができる。

アングル型は工法のオープン化ができるので、工事費削減も可能です。外装下地材は外装仕上に合わせて選択することになります。

木下地の良さは、工事費が安く、熱伝導率も小さく、地域の職人が施工できることにあります。

図3-4-2 支持金物のタイプ

図3-4-2 オープン化しやすい工法



おわりに

本書は、環境時代に向けて一般建築の外断熱化を積極的に推進していくため、最近の技術情報などを含めて、さまざまな外断熱工法の現状を紹介してきました。

さて、本書の最後に、実際の建物に外断熱をどう導入していくかについて述べたいと思います。外断熱工法を建物に適用していく際には、下図のようにいくつかの観点から検討を行い、最適な工法を選択することが重要です。

例えば、集合住宅の片廊下界壁面（3-1-2）④参照）等のように外断熱工法を採用する部分が外気に直接面していない場合では、防水性、耐候性に優れる外断熱工法を選択する必要は必ずしもありません。また、開口部が多く取り合う面に鋼板外装を用いる場合は、下地間隔を広げができる高剛性な面材を用いる必要はありません。バルコニーなど将来的なメンテナンス足場がある部分では、シーリング、外装塗装などの補修も比較的容易で、メンテナンス性に乏しい部分と比べて工法選択の幅は大きく広がります。

外断熱工法の採用のための検討例



一つの建物を一つの工法で外断熱化することは、施工監理の面から有効な方法といえます。一方で、上図に示したような外壁パターンに応じて最適な工法を検討し、その方法を自ら考えることにより、例えば、外装材や下地として地域資源の活用や地域生産力を積極的に導入していくこともできます。

北海道の建築技術革新は、大幅な居住環境の向上と省エネルギーを可能にしてきました。しかし、いつのまにか地域資源を活用する技術は数少なくなっています。部位に応じた適材適所の工法を検討することは、地域資源の活用を可能にし、地域生産されることで将来に渡って地域で建築を維持保全できる可能性を大きく広げます。これらの機能に応じたデザインにより、内断熱とは違う様々な外観・意匠デザインが可能なのも外断熱建築の魅力といえます。

参考資料

参考資料一
関連法規

参考資料二
北海道庁における外断熱建築

参考資料三
アンケート対象製品の選定方法

参考資料四
委員会

参考資料五
参考文献

参考資料一 関連法規

1. 北海道外断熱工法取扱運用基準（建築法規解説 2004 資-32～34 参照）

第1章 総 則

（目的）

第1条 この基準は、外断熱工法を施す建築物の防火及び構造に関する最低基準を定めて、建築物の安全等を図ることを目的とする。

（用語の定義）

第2条 この基準において次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- 一 耐火構造 建築基準法（以下「法」という。）法第2条第七号の規定に基づくものをいう。
- 二 準耐火構造 法第2条第七号の二号の規定に基づくものをいう。
- 三 防火構造 法第2条第八号の規定に基づくものをいう。
- 四 準防火構造 法第23条の規定に基づく準防火性能を有するものをいう。
- 五 外断熱工法 外壁若しくはこれに代わる柱の外側に断熱層を施す工法をいう。

第2章 外断熱工法

第1節 耐火構造の外壁に施す外断熱工法

（適用の範囲）

第3条 この節の基準は、耐火構造とした外壁に施す外断熱工法に適用する。

- 一 平成12年5月30日付け建設省告示第1399号に例示された耐火構造の外壁には、次の断熱材を施すことができる。

グラスウール及びロックウール等の不燃系断熱材

- 二 前号告示に例示された耐火構造の外壁の内、鉄筋コンクリート造、鉄骨鉄筋コンクリート造、鉄骨コンクリート造又は鉄材で補強されたコンクリートブロック造、レンガ造若しくは石造のものにあっては次の（表1）の有機系断熱材（JIS 製品である発泡プラスチック系）を施すことができる。

（表1）

分類	種類	JIS番号
発泡 チップ クラン ス	ビーズ法ポリスチレンフォーム	JIS A9511
	押出法ポリスチレンフォーム	JIS A9511
	硬質ウレタンフォーム	JIS A9511
	フェノールフォーム	JIS A9511

- 三 前号の耐火構造の壁に、外装材として耐火構造の外壁を施す場合の断熱材は第一号及び前号以外の断熱材とすることができる。

- 四 第二号において、（表1）の断熱材に代えて、吹き付け硬質ウレタンフォーム（JIS A9526）は、施すことはできない。

第2節 耐火構造以外の外壁に施す外断熱工法

（適用の範囲）

- 第4条 この節の基準は、平成12年5月24日付け建設省告示第1358号、同1359号及び同1362号に例示された、準耐火構造、防火構造及び準防火構造の外壁に施す外断熱工法に適用する。

- 第5条 前条の外壁には、グラスウール及びロックウール等の不燃系断熱材を施すことができる。

第3節 外装材の性能

（適用の範囲）

- 第6条 この節の基準は、第1節及び第2節による耐火構造、準耐火構造、防火構造及び準防火構造の外壁に施す外断熱工法における外装材に適用する。

第7条 外装材は、前条それぞれの構造に必要な性能を損なわないと判断できる木材及び同等以上の防火性能のあるものは施すことができる。なお、FRP製等の材料は火災時に高熱を発するなど一定の遮熱性能を損ねるおそれがあるため施すことはできない。

第4節 取り付け方法

(断熱材及び外装材の緊結)

第8条 断熱材及び外装材は、建築基準法施行令第39条の規定に基づき、次の第一号又は第二号により脱落しないように措置しなければならない。

- 一 構造計算により脱落しないことを確認すること。
- 二 第一号によらない場合にあっては、各種試験データにより脱落しないことを確認すること。

2. 耐火建築物の屋根断熱について

建築基準法では、防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の構造方法については、耐火構造の屋外面に断熱材(発泡系)及び防水材を張った場合の厚さの合計が50mm以下のものに限るとなっていますが、断熱保護防水のように断熱材が50mmを越えて、不燃材料(H12建設省告示第1400号又は認定品)で覆った場合は可能です。

防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の構造方法を定める件 (H12建設省告示第1365号)

建築基準法(昭和25年法律第201号)第63条の規定に基づき、防火地域又は準防火地域内の建築物の屋根の構造方法を次のように定める。

第1 建築基準法施行令(昭和25年政令第338号。以下「令」という。)第136条の二の二各号に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は、次に定めるものとする。

- 一 不燃材料で造るか、又はふくこと。
- 二 屋根を準耐火構造(屋外に面する部分を準不燃材料で造ったものに限る。)とすること。
- 三 屋根を耐火構造(屋外に面する部分を準不燃材料で造ったもので、かつ、その勾配が水平面から30度以内のものに限る。)の屋外面に断熱材(ポリエチレンフォーム、ポリスチレンフォーム、硬質ポリウレタンフォームその他これらに類する材料を用いたもので、その厚さの合計が50mm以下のものに限る。)及び防水材(アスファルト防水工法、改質アスファルトシート防水工法、塩化ビニル樹脂系シート防水工法、ゴム系シート防水工法又は塗膜防水工法を用いたものに限る。)を張ったものとすること。

第2 令第136条の二の二第一号に掲げる技術的基準に適合する屋根の構造方法は、第一に定めるもののほか、難燃材料で造るか、又はふくこととする。

不燃材料を定める件 (H12建設省告示第1400号)

建築基準法(昭和25年法律第201号)第2条第九号の規定に基づき、不燃材料を次のように定める。

第1 建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第108条の二各号(建築物の外部の仕上げに用いるものにあっては、同条第一号及び第二号)に掲げる要件を満たしている建築材料は、次に定めるものとする。

- | | |
|--------------------------|---|
| 一 コンクリート | 十一 金属板 |
| 二 れんが | 十二 ガラス |
| 三 瓦 | 十三 モルタル |
| 四 陶磁器質タイル | 十四 しつくい |
| 五 石綿スレート | 十五 石 |
| 六 繊維強化セメント板 | 十六 厚さが12mm以上のせっこうボード
(ボード用原紙の厚さが0.6mm以下のものに限る) |
| 七 厚さが3mm以上のガラス繊維混入セメント板 | 十七 ロックウール |
| 八 厚さが5mm以上の繊維混入ケイ酸カルシウム板 | 十八 グラスウール板 |
| 九 鉄網 | |
| 十 アルミニウム | |

附 則(抄)

第2 昭和45年建設省告示第1828号は、廃止する。

参考資料 2 北海道庁における外断熱建築

北海道の新築・改築外断熱建築

建設年度	道有施設	道営住宅	戸数
1982 S57	北海道立道立図書館書庫増築		
1983 S58		石狩市花畔団地	300 戸
1987 S62	北海道立北見保健所		
	北海道立旭川東高等学校芸術棟		
1988 S63	北海道立向陽学院寮舎	帯広市新緑第2団地	119 戸
1989 H01	北海道立十勝支庁大樹合同庁舎		
1990 H02		名寄市ノースタウンなよろ団地	24 戸
1991 H03	北海道立厚岸少年自然の家		
1992 H04		網走市大曲団地	24 戸
1993 H05		美幌町鳥里団地	54 戸
1994 H06	北海道立中央水産試験場	上磯町常盤団地	30 戸
	H06	岩見沢市中央南団地	12 戸
1995 H07		名寄市サルバーナなよろ団地	60 戸
1996 H08	北海道立釧路芸術館		
1997 H09	北海道立稚内水産試験場	富良野市しらかば団地	72 戸
	H09	幕別町若草団地	108 戸
	H09	北海道立農業大学校	
1998 H10	北海道立北方四島交流センター	名寄市マガレットヴィラ団地	63 戸
1999 H11	北海道立北見合同庁舎	士別市サウスタウン青葉団地	60 戸
	H11	北海道立上川支庁宿泊施設	
	H11	北海道立檜山支庁宿泊施設	
2000 H12	北海道立北方建築総合研究所	帯広市大空団地	102 戸
	H12	北海道立遠別農業高等学校寄宿舎	
2002 H14	北海道立羽幌病院	小樽市中央団地	30 戸
	H14	赤平市豊丘南団地	40 戸
	H14	稚内市宝来団地	40 戸
2003 H15	北海道立水産孵化場道東支場	岩内町野束団地	28 戸
	H15	夕張市宮前光団地	24 戸
	H15	旭川市神楽岡NT団地	30 戸
	H15	音更町共栄台団地	64 戸
2004 H16	北海道立有明高等学校	美唄市コスモス団地	29 戸
	H16	美幌町新町団地	30 戸
	H16	北海道立小児総合医療・療育センター(仮称)	
	H16	北海道立日高家畜保健衛生所	
	H16	北海道立ウトロ診療所及び医師宿舎	
	H16	北海道立厚岸水産高等学校水産バイオ実習室	
	H16	北海道立羽幌病院職員公寓	
		28 施設	22 団地 1,343 戸

※複数年にまたがる場合は初年度の建設年度とし、住宅戸数は全体戸数を示している。

参考資料3 アンケート対象製品の選定方法

アンケート対象製品は次のように選定した

1. 選定条件

- ① 外壁に設ける外断熱製品のうち、「断熱材」「支持金物」「外装下地材」「外装仕上材」の複数の製品を使った外断熱製品又はシステム
 - ・ 一般的な断熱材・支持金物・ボード等の下地材・外装仕上材などの単品製品は含めない（ただし、外断熱工法特有の支持金物は含める）
- ② 繊維系断熱材 100mm以上又は発泡系断熱材 75mm以上の断熱性能に適用できる製品
 - ・ 本州だけの薄い断熱材にのみ対応する製品・システムは省く
 - ・ フェノールフォームのように 75mm以下でも同等の断熱性能がある断熱材を使ったシステムは含む

2. 製品の選定

- ① 旧北海道外断熱工法協議会の会員
- ② 日経アーキテクチャー2004年7月26日「外断熱工法は優位性の実感から」に記載されている「主な外断熱工法」
 - ・ 全製品（32製品）について上記選定条件に合致する製品を選定
- ③ 2004年9月時点までに知りえた情報（雑誌等）

3. 依頼内容

- ① 2-3) ①の内容
- ② 記載注意事項

参考資料一4 委員会

1. 検討経緯

	年月日	審議内容
第1回	平成16年10月8日	・委員会日程 ・外断熱工法について
第2回	平成16年12月8日	・マニュアル全体構成について ・断熱材について ・詳細の考え方について
第3回	平成17年2月22日	・マニュアル内容について ・セミナー内容について ・今後の日程について

2. 外断熱工法技術マニュアル検討委員会・委員氏名

氏名		所属・職名
絵内 正道	委員長	北海道大学 大学院工学研究科 教授
鈴木 審三	副委員長	北海道工業大学 建築工学科 教授
長谷川 寿夫	委員	北海道大学 大学院工学研究科 助手
川治 正則	委員	(社) 北海道建築技術協会 副会長・幹事長
駒木根 洋一	委員	大関化学工業(株) 技術顧問
持田 容子	委員	(財) 北海道建築指導センター 普及部長
森 秀樹	委員	ニット-ボーネ岩(株) 社長
小浦 孝次	委員	(株) JSP EPS カバニー開発部 EPS 建材開発グループ グループ長

(所属・職名は平成16年度現在:敬称略)

3. 同上行政側委員

氏名	所属・その他	
須田 敏則	北海道建設部建築整備室建築課	建築第2グループ 主幹
福島 明	北海道建設部建築指導課	建築企画グループ 主幹
鈴木 大隆	北海道立北方建築総合研究所	環境科学部居住環境科 科長
植松 武是	北海道立北方建築総合研究所	生産技術部生産システム科

(所属・職名は平成16年度現在:敬称略)

4. 同上事務局・主催者側委員

山崎 正弘	(株) ハウ計画設計	代表取締役専務
-------	------------	---------

(所属・職名は平成16年度現在:敬称略)

5. 同上事務局・担当

平向 邦夫	北海道建設部建築指導課	建築企画グループ 主査
坂井 宗司	北海道建設部建築指導課	建築企画グループ 主任
秋田谷あゆみ	(株) ハウ計画設計	設計主幹

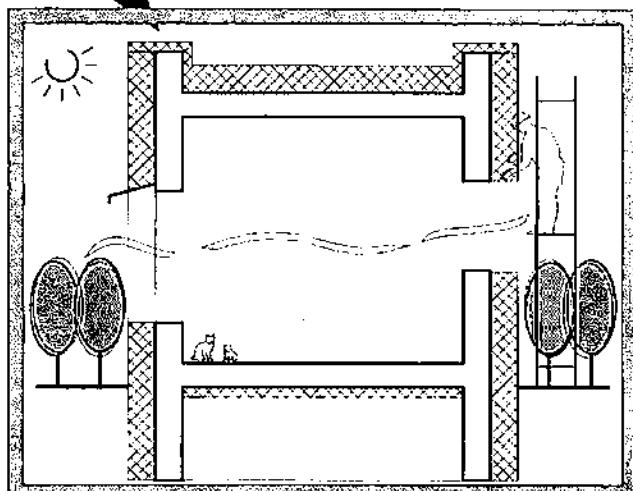
(所属・職名は平成16年度現在:敬称略)

参考資料一5 参考文献

1	1980	S55	報告書	寒地住宅の居住水準に関する調査研究 北海道大学工学部建築工学科
2	1985	S60	単行本	外断熱建物と熱環境 日本建築学会北海道支部 建物の外断熱と熱環境研究委員会編 (株)建設経済社 刊
3	1985	S60	報告書	外断熱工法の防火に関する研究 財団法人 日本建築センター
4	1986	S61	単行本	北海道における耐火建築の外断熱工法の研究 日本建築学会北海道支部 北海道における耐火建築の外断熱工法の研究委員会
5	1987	S62	単行本	外断熱工法 総合ディテール集 北海道外断熱工法協議会
6	1988 ~	S63 ~	雑誌	外断熱ニュース 北海道外断熱建築協議会
7	1991	H03	単行本	外断熱工法ハンドブック 1991版 北海道外断熱工法協議会
8	1995	H07	報告書	1995年度日本建築学会(北海道)材料施工部門パネルディスカッション 資料建築物の外断熱工法の定着にむけて 日本建築学会材料施工委員会
9	1999	H11	単行本	断熱材ハンドブック 北海道住宅環境協議会
10	1999	H11	単行本	日本のマンションにひそむ史上最大のミステーク 赤池学・江本央・金谷年展ティビース・プリタニカ
11	2000	H12	報告書	外断熱複合板の耐久性向上技術の開発 日本建築学会北海道支部 外断熱複合板の耐久性向上技術の開発委員会
12	2001	H13	報告書	平成12年度 外断熱建物に関する検討委員会報告書 北海道開発局営繕部
13	2001	H13	単行本	住まいの断熱読本一夏・冬の穏やかな生活づくり 北海道外断熱協議会 編著 彰国社
14	2002	H14	単行本	公営住宅整備事業マニュアル 計画・設計編 2002 北海道住宅建設促進会
15	2003	H15	単行本	外断熱建物に関する性能基準及び同解説 平成15年版 国土交通省北海道開発局営繕部監修 社団法人 公共建築協会
16	2003	H15	報告書	外断熱によるRC造集合住宅のリニューアルに関する実験的研究 研究代表者 結内 正道
17	2003	H15	単行本	外断熱工法ハンドブック 2003年版 北海道外断熱建築協議会
18	2005	H17	雑誌	北海道建築技術協会 会報 NO1

よくわかる!
外断熱工法!

北海道における
外断熱RC建築の
普及に向けて



[外断熱工法技術マニュアル]

発行／北海道建設部建築指導課



〒060-8588札幌市中央区北3条西6丁目
TEL.011-231-4111(内線29-470)



<http://www.pref.hokkaido.jp>