

北方系住宅の窓に関する研究

洪悦郎

目次

序

1. 北方系住宅の代表例としてのスウェーデンの窓方式と性能要求
 - 1.1 「スウェーデンの窓」の抄録
2. 戸建住宅の外壁開口面積の現況調査
 - 2.1 はじめに
 - 2.2 調査データの概要
 - 2.3 方位別の外壁面積に対する開口面積率
 - 2.4 総開口面積に対するテラス開口率
 - 2.5 階数別床面積に対する開口面積率
 - 2.6 室別床面積に対する開口面積率
 - 2.7 おわりに
3. 窓の使用上の問題点の調査
 - 3.1 はじめに
 - 3.2 調査の概要
 - 3.3 窓についての調査結果の概要
4. 窓の熱的な性状と室内環境への影響について
 - 4.1 窓の断熱性向上のための方法と効果の検討
 - 4.2 窓面からの冷気流処理
 - 4.3 日射を含む窓面の熱収支
 - 4.4 気密断熱窓の試作
5. 窓面からの冷ふく射と温熱環境の評価—断熱戸の効果
 - 5.1 はじめに
 - 5.2 体熱放散の物理
 - 5.3 作業温度の概念
 - 5.4 有効ふく射場の概念
 - 5.5 室内面温度と外壁内面温度の算定
 - 5.6 冷ふく射効果の作用温度とERFによる評価
 - 5.7 室中心線上の平均ふく射温 作用温度, ERFの分布
 - 5.8 断熱戸の付加による冷ふく射のシャ断
 - 5.9 冷却面の存在とドラフト
 - 5.10 むすび
6. 外断熱工法の窓
 - 6.1 はじめに
 - 6.2 設計の基本方針
 - 6.3 機能上, 満たすべき諸項目

6.4 ケース, スタディ 2例

6.5 Type-A についての実験記録

7. 住宅用窓の気密性に関する実験

7.1 試験の方法

7.2 試験結果概要

8. むすび

序

窓は採光, 換気をはじめ種々の機能を有する, 外気に面する住宅の重要な部分であるにもかかわらず, 雨および風に関する研究は除き, その性能についての検討があまりされておらず, 文献も極めて少ない。

日本の住宅は南方系を主体として発達したともいえるが, それがそのままかまたはさらに悪い形で北海道にももちこまれ, 寒冷地の住宅の窓として当を得たものが使われてきたとはいえない。

本研究では, 最近盛にいわれる省エネルギー問題を背景にして, 北方系住宅として, 特に北海道をはじめ日本の寒冷地住宅の窓のあり方を検討し, 将来の方向を打ち出そうとするものである。すなわち, 当初においては,

1. 諸外国の北方系住宅の窓を文献から方式と性能を明確化
2. 北海道における窓の変遷と現状の調査
3. 窓の構造, 特にすき間風に関する実験
4. 省エネルギー住宅における窓の効用に関する理論的研究
5. 北方系住宅の窓と生活についての計画的な研究
6. 北方系住宅の窓の性能要求

を掲げたが, 若干のテーマの変更と研究組織の改変を余儀なくされた。

この研究組織とメンバーは次のとおりである。

日本建築学会北海道支部寒地住宅研究委員会

「北方系の窓」部会

主 査 洪悦郎 (北海道大学工学部)
荒谷登 (北海道大学工学部)
鎌田紀彦 (室蘭工業大学)
菊地弘明 (北海道工業大学)
西 安 信 (北海道工業大学)

上野 栄（道立寒地建築研究所）
川治 正則（道立寒地建築研究所）
研究協力 鈴木 憲三（北海道大学工学部）
鎌田 清子（北海道大学工学部）

1. 北方系住宅の窓の代表例としてのスウェーデンの窓方式と性能要求

昭和52年3月に主査は6人グループによる寒冷地住宅研修旅行のコーディネーターとしてフィンランド、デンマーク、スウェーデンの低層木造住宅を視察し、ヨーテボリでは木造プレハブ工場を見学し、省エネルギーのための三国の取組み方としての断熱材を15cm以上（壁）に強制しはじめている実態と窓ガラスの三層化への努力の一端を見た。53年9月には、コンクリートの凍害試験法についての研究調査の私費による研修旅行の機会に特に木造三重窓の製造状況視察のため、薦められたストックホルムから800km北のシェレフテオの2つの窓製造工場を見学した。1つは後述の、防腐剤と塗料圧入方法を採用最新のエトリ窓工場で、他の1つは白ペンキ塗装法によるもので、ともに後述のスウェーデンで一般化されている組合せ式三重窓を製造している。54年6月にはコンクリートの品質管理シンポジウムと寒中コンクリート委員会出席の機会に、ストックホルムの建築センターで、同国木材インフォメーション刊行の木造窓についての実によくまとめられた小冊子入手しえた。この「スウェーデンの窓」は寒地の窓としての原則が明らかに示されているので、その要点をここに抄録することとする。また、「窓の工学」という本も版は少し古いだが、数少ない文献の1つと見られ、現在翻訳資料を製作中である。

1.1 「スウェーデンの窓」の抄録

この冊子は、スウェーデン規格を出発点とした窓の機能と構成と副題が付され、シグラート、クムリンが編集したものである。

スウェーデンの窓は建築規格化への努力が1930年代に始められ、材料工業、建具工業、建築家、建設業者、建築請負業者、塗装工業および消費者協会、当時の住宅研究所の代表者達の協力でできた。木造窓は当時当然のものであったから、根拠のない安全性から他の材料に移行する原因はなかったとされる。

窓は建物の外壁の一部で、通常の実用要求は風と雨に対する密閉度と結露の防止とである。1800年代から1900年代の初めには、単一の建具わくで、寒くなったときに内側に1つの窓わくを建具わくに取付けるものであった。

二重ガラスを1年中使うことは不利でないことが徐々にわかってきたが、2つに分離した窓わくを動かすことと気候上の観点とから実際的でないとされ、いわゆる組

合せ窓が卓越した窓のタイプとして設計され伝統となった。

スカンジナビアの窓の型式には、

1. 組合せ二枚ガラス窓
2. 開放可能だが、通常ははめ殺し状態の断熱パネル（ペアガラス）の窓
3. 特殊の防音窓

があり、すべり出し、内開き、外開き、回転およびはめ殺しの形式がある。

内開きは外開きより清掃容易で安全性の点から良いがカーテンやぜん板上に花を置くには具合が悪い。外開きは風が窓わくの中で準備されたみぞに押し込められてスリットに抜けるように造られているから密閉度の観点で優れるが、安全性からスウェーデンでは2階以上での使用は許されていないし、清掃の観点でも非実用的である。回転窓は確実に留めにくい危険性がある。

組合せ方式の窓は機能的観点で最良である。普通のペアガラスよりも音と熱の絶縁性が良く、露結の心配が少なく、わくの中で水分の侵入が妨げられるから腐れの問題も少ない。空気は通るがじんあいは分離できるプラスチックフォームまたは繊維のひも状パッキンを、窓わく間のスリットを密閉すれば、ガラス内側の清掃はあまり必要なくなる。

光を入れ、外を見るのは窓の主要機能だが、窓は水と空気の侵入に対し閉鎖し、機械的障害に抵抗し、熱と音を絶縁し、露結を起さないように造るべきである。窓は雨、露、強風、熱、冷たさの形の気候的ストレスを排すべきで、生産、組立、維持および清掃が容易でなければならない。さらにベネチアンブラインドなどのシャ光材が組込めることも要求される。

図1.1は侵入する空気と水に対して阻止できる内開きの組合せ式窓の基本方針が明示され、侵入水用のみぞ(a)は、みぞがあるために風が逆転し雨水も垂直に流下できるように構成材中の正しい位置で空気がそれ以上侵入しないようにする。この侵入水用のみぞは、金属などの密閉板(b)の外表面より外側に開くようにして外側へ水切こう配のある被覆水切板(c)に水が出てくるようにする。決して木材に孔を明けてはならない。木口がでるようなことは木の腐れの原因である。密実化のためには良質なひも状パッキン(d)を正しい位置に正しくつけることが肝要で、クロロブレンが最良と考えられ、ショア硬度20～80の合成ゴム材が作られている。気流に対して逆に開きたいいわゆる鋭角（V字型）パッキンが有利である。また、ひも状パッキンは窓の構成部材が通気されるように、室内側にそって取付けるべきである。防音窓では少なくとも2つのひも状パッキンが必要となる。

窓の空気通過性の測定には、水柱で10mmの圧力差(V_P)で15分間保って通過空気量をm³/hでよむ。そのあと

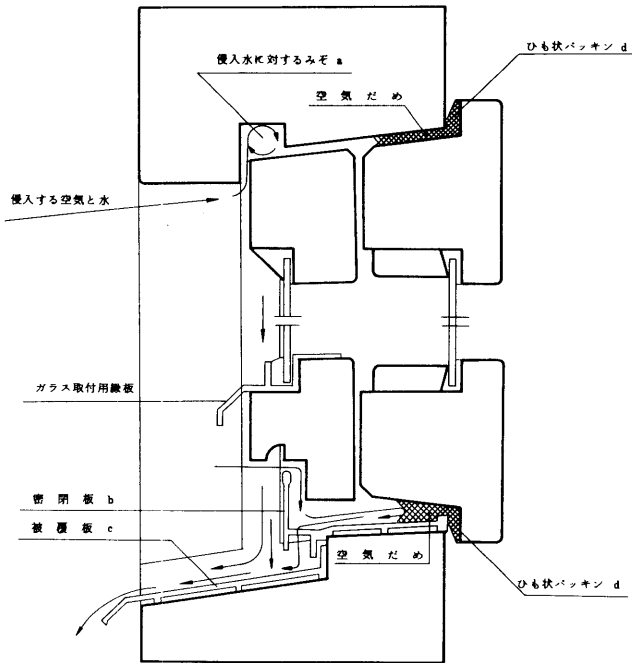


図 1.1 内開きの組合せ方式二枚ガラス窓での空気と水の侵入に対する防護

30.50 mm および 70 mm 水柱まであげ漏れを煙ピストルで測る。結果の評価は図 1.2 で行う。また雨の侵入も風速 33 m 相当の 70 mm 水柱で 1 時間の試験で行う。（これはノルウェーで 1960 年代から行ってきた試験方法）

HUS AMA 72 には、風圧は風速 30 m で 56 kp/cm^2 とされ、 2.5 m^2 以下で 3 mm、 2.5 m^2 以上では、幅 1.4~1.6 m、長さ 2.16~2.7 m に対し 4 mm と指示されている。

消防士または窓の清掃人が外開き窓に事故でつかまっても落下しないようちょう番への垂直力は 2ヶ使用として 0.5P を要求している。

細部にわたる寸法はスウェーデン規格 SIS 818113、818114 と 818117 に示されている。

さらに積層材と接着剤、鉄物について説明がある。

腐れによる被害防止について、極く普通の誤りは、侵入した水または露結水の排水のための底部木材の排水用孔と指摘している。前記のように木口の露出を防ぎ、被覆板を設けよとしている。特に窓わくコーナーの木口吸水のない様、図 1.3 はその解決方法例として示されている。

木材の表面処理について、基本は、室内または建物構造からの水分は木材中に入るのを防止すべきであり、また木材に入った水分は換気で外部へ排除することが重要である。それで外部の表面は水が流れやすく、水をはじくものとし、内側の表面は基本的に外の層より密実としなければならない。

より冷たい側、ファサード側の着色層の下に露結すると、あわ状の部分ができ、塗料がはく落する。だから室内側表面は、拡散する水蒸気が決して露結しないように

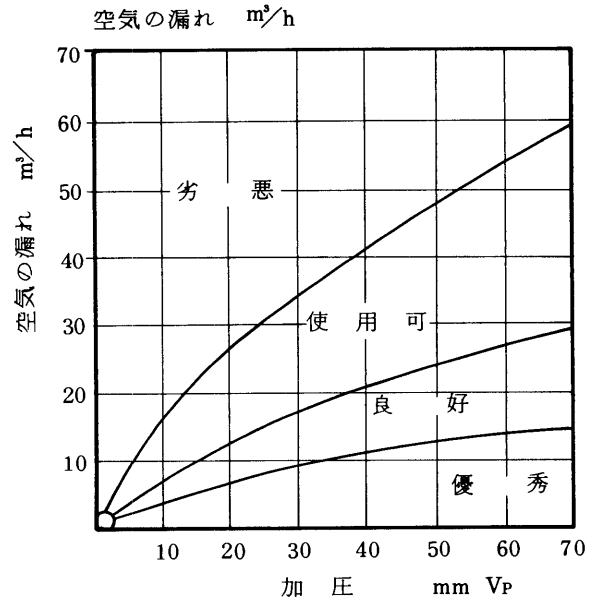


図 1.2 スカンジナビア方式による窓の通気性判断の図表

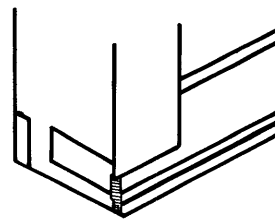


図 1.3

側材と窓下部材の組合せ。側材と被覆板とのすき間は窓の側材の外側にプラスチックの端板を取付ける。

ファサード側表面層より少くとも 5 ggr 密実でなければならない。室内側とファサード側で異った塗料を選定すべきである。

スウェーデンにおいて進んでいる方法は、圧入防水ならびに圧入塗装である。これは本質的に耐候性を良好にし、同時に顕著な腐朽防止になる。

窓の最も露出する部分は最近の実状では、金属またはプラスチック板で被覆される。これらは換気ができるようにしてある。

スウェーデンの規格による組合せ方式の窓わくで、35~45 mm にガラスをはめた木造窓の理論的 k 値は $2.2 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ で、12 mm の空気層のペアガラスでは $2.7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ である。3 枚ガラスでの測定では $1.5 \sim 1.7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$ とされる。さらにこの冊子の出版時には 3 枚ガラス窓は防音用としての解説がされガラス間隔 150 mm まで防音性の向上があることが示されている。

露結については、組合せ式窓では存在しなかったが、これは窓わくの間で空気の循環が起こるよう設計されているからである。

結びとして、

1. 正しい方法で流下水を排除する
2. 木口から毛細管吸水が起こらないような設計
3. 構成材が換気されるよう注意する一方、風に対しては密閉構造

4. 内部では拡散がなく、外部のファサード側では吸湿性はあっても水は流出するような表面処理を選定さらにスウェーデンは乾いているといわれるが、他のヨーロッパ都市に比べ低温時に高湿度で（1月の札幌はより低湿度、低温であるが、降水量、すなわち雪ははるかに多い）あり、腐朽防止処置が他の国にも十分適用できることが強調されている。

2. 戸建住宅の外壁開口面積の現況調査

2.1 はじめに

北海道における住宅構法は、その特殊な歴史、社会条件等に、寒冷積雪という気候条件が加わり、独特な地域性をもつ構法となっている。中でも窓の構法については明治末から大正初期にかけて、洋風建築様式が庶民住宅としても定着し、ガラス窓が普及して以来、それまでの日本の伝統的な窓の構法とは必ずしも無縁ではないが独特の窓の構法が形成される可能性があった。

しかし、現在の北海道における住宅の窓の構法は、戦後の住宅工業化の大きな流れの中で、特にアルミサッシの急速な開発と普及によって、むしろ、全日本的な規模での一様化の方向へ引き戻されてしまったというべきであろう。もちろん、寒地住宅としての要求が、その構法に最低限の影響は与え、外付アルミサッシュと木わくガラス障子による二重窓という、日本の中では独特の窓の構法といえないことはないが、引違いという開閉方式や寸法系列の観点からは本州南部の窓と大差があるとはいえない。

近年、断熱材の急速な普及によって、北海道の住宅は一般的な庶民住宅においても、相当な断熱工事が行われるようになり、省エネルギーという気運の中で、窓が熱特性という面から特にクローズアップされてきた。北海道の最近の新築住宅でグラスウール100mm級の断熱が既に常識化している現況下では、部位別の熱損失中での外壁開口部の占める割合が30～50%に達するような窓の断熱化と気密化は、住宅の省エネルギーの観点から急速に問題視されるようになってきた。また、逆に省エネルギーの観点から、太陽熱を窓から受熱する効用も検討されている。

これらの研究は、寒冷地の住宅における窓が、トータルな住宅構法も含めて、今後のあり方を探るという意味からも、非常に重要である。しかし、窓はその中で暮す人々にとって、住宅の熱損失が少くなるからといって、極端に小さくすることを許容するものでもないし、また逆に、太陽の受熱を大きくできるからといって、極端に大きくすることを許容できるものでもない。窓の機能は採光、通風といった物理的側面と合わせて、ちょう望、開放感、安らぎ、落ち着きといった心理的側面ももち、省

エネルギーという観点のみによって決定できるものではない。

北海道の住宅の窓は、本州の住宅の窓と比べて小さいといわれる。もし、それが本当ならば、それは北海道百年の歴史の中で、雪と寒さに対する防護とその他の物理的、心理的機能との、ある意味での調和点を示すものかもしれない。また、近年の宅地事情の悪化は北海道としても例外ではなく、札幌等の都市部では、深刻である。そのような新しい状況が、このきびしい風土条件の中で窓の大きさに一つの影響をもたらしているかもしれない。

本章では、寒冷地住宅の窓を考え直そうとする時点において、北海道での窓の現況を、本州の住宅と比較によって、ある意味で定量化しにくい心理的要因をも包括した形で、窓に対する制約的条件としての、窓の大きさと方位などを分析しようと試みたものである。

2.2 調査データの概要

調査資料1～4（下記）により、北海道の注文住宅（98戸）、建売住宅（100戸）、プレハブ住宅（39戸）および本州（首都圏）の注文住宅（100戸）、建売住宅（100戸）を、そのプラン、立面図等をデータとして抽出した。

調査資料：

1. 寒地住宅・北海道の住宅プラン集—改訂版—
北海道建築指導センター 昭53.2
2. 住宅金融公庫選定・住宅平面図集—改訂版—
住宅金融普及協会 昭52.11
3. 77 札幌圏住宅供給調査資料—チラシ・広告—
室蘭工業大学建築生産研究室 昭52.9～11
4. 78 首都圏住宅供給調査資料—チラシ・広告—
室蘭工業大学建築生産研究室 昭53.1～3

各住宅に関して集計した項目は、壁面積、床面積、部屋構成、開口数、開口部方位、部屋方位、開口寸法および開口種別等である。これらのデータにより、各住戸の東西南北各外壁面積と総外壁面積とに対する開口面積率分布、居間、個室、台所、便所、風ろの床面積および各階の床面積に対する開口面積率分布等の集計を行った。

本調査で北海道注文住宅として抽出したサンプルは、実際の住宅より少し大きめであり、逆に本州注文住宅のサンプルは金融公庫選定であり、少し小さめであると思われる。しかし、この点を考慮しても北海道注文住宅の開口面積は非常に大きく本州住宅並といえる。また、部屋別開口面積では、居間においてあまり差がないのに対し、個室では本州住宅が非常に小さくなっている。また室の方位では、北海道住宅は本州住宅と比較して、その分布は南面への集中傾向が大きく、特に注文住宅とプレハブ住宅で著しい。ただ、建売住宅はその分布が拡が

っており、また西向開口部が多いのが特徴である。
(図 2.1～2.3)

2.3 方位別の外壁面積に対する開口面積率

北海道住宅では注文住宅が 20%、建売とプレハブ住宅では 17%であるが、その内容には差がある。(図 2.4, 表 2.1)

各住宅とも南面が最大であるが、建売住宅は比較的南面開口率が小さく、西側において非常に大きくなっている。プレハブ住宅は、ほぼ注文住宅の同じ分布を示し、その開口率はわずかに小さい。全体的には、やはり本州住宅の開口率が大きく、北海道住宅との差は総体的に 3～5%程度である。

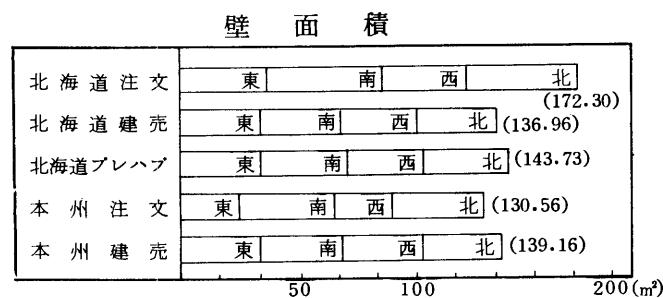
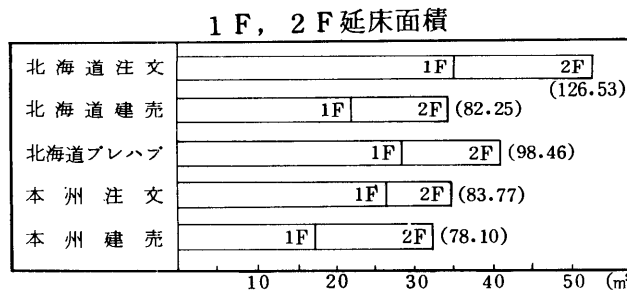
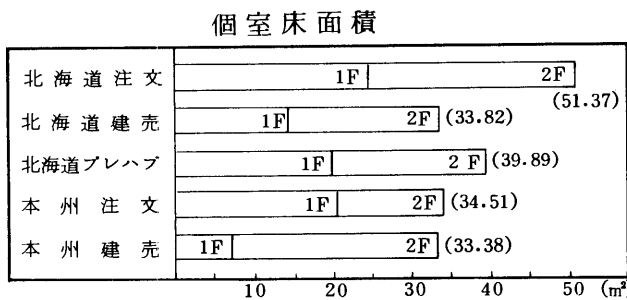
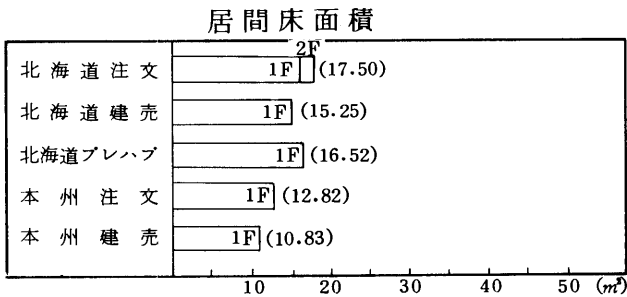


図 2.1 調査対象住宅 1 戸当り床面積および壁面積平均値

2.4 総開口面積に対するテラス開口率

北海道住宅の中では、プレハブ住宅が 50%で最大であり、一住宅における全開口面積の半分がテラス開口で占められている。建売住宅は開口率 40%と小さく、南面においてさえ全体の 3分の1の住戸がテラス開口を持っていない。本州住宅と比較すると、本州注文住宅が南面において開口率 77%と大きくなっているほかは、特に北海道住宅との差は見られない。(表 2.2)

2.5 階数別床面積に対する開口面積率

北海道と本州の住宅間には、10～15%程度の差が認められる。これは、1階、2階各々においても同様である。(図 2.5～2.6, 表 2.3) また、全般的に、2階の

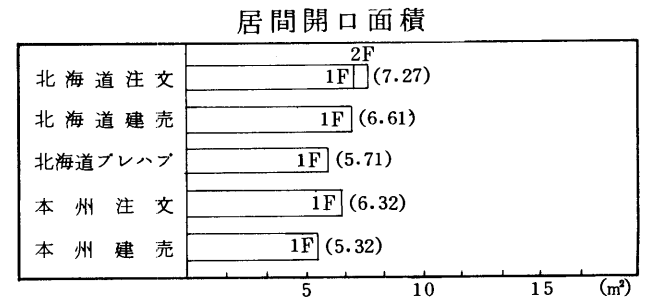
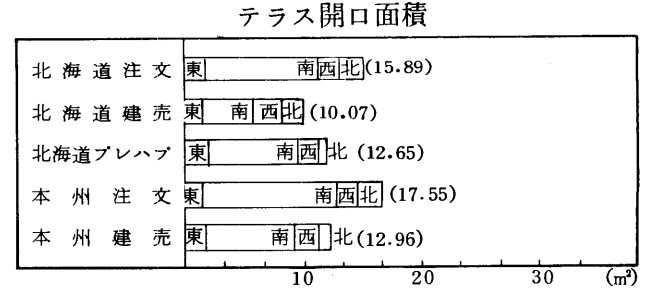
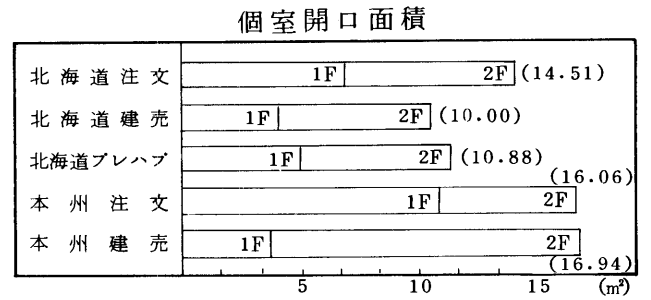
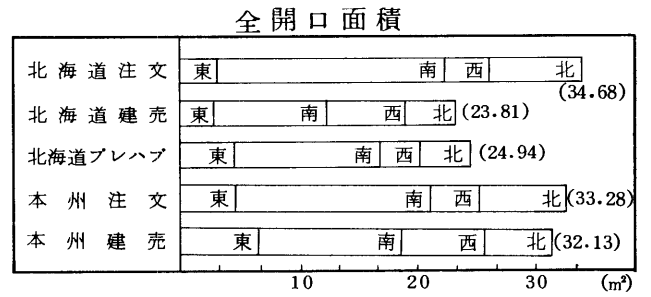


図 2.2 調査対象住宅 1 戸当たり開口面積平均値

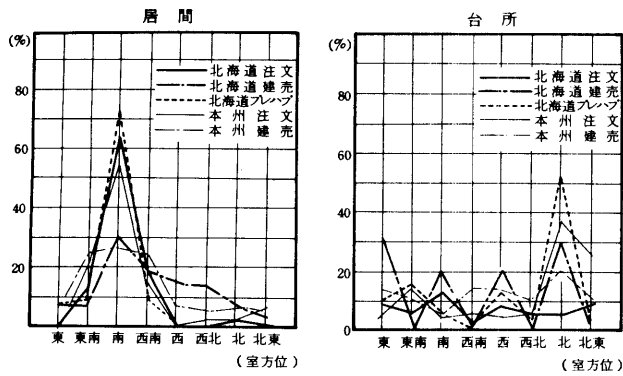
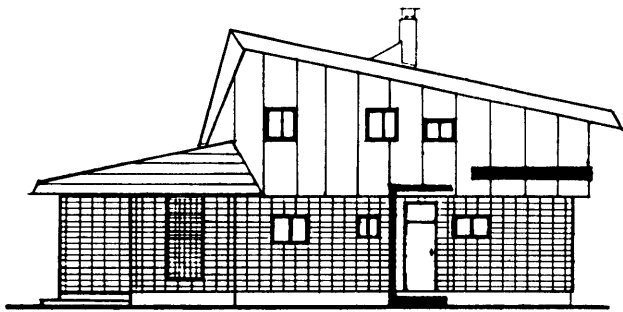


図 2.3 室別室方位分散度

北海道戸建注文住宅

北側壁面積 50.36(m²), 北側開口面積 8.81(m²)
北側開口面積率 17.5(%)



本州戸建注文住宅

南側壁面積 49.14(m²), 南側開口面積 21.72(m²)
南側開口面積率 44.2(%)

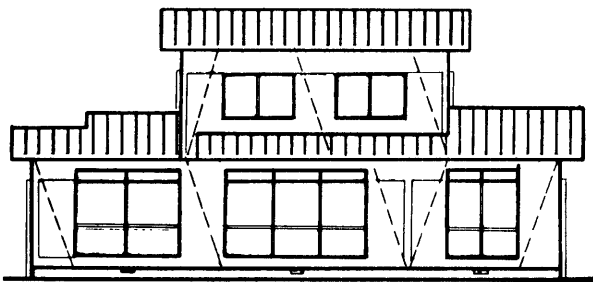


図 2.4 壁面積に対する開口面積率概念図

表 2.1 方位別壁面積に対する開口面積率

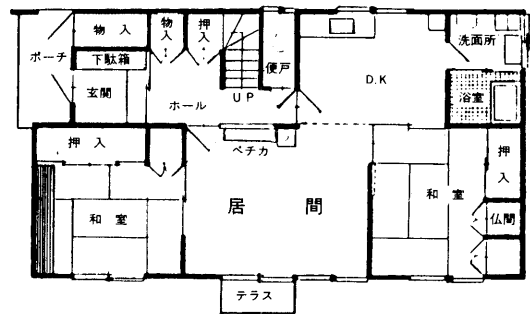
種別	方位	開口率平均値 (%)				総合
		東側	南側	西側	北側	
北海道注文		13.7	36.7	11.4	14.8	20.1
北海道建売		13.0	23.8	20.2	12.5	17.4
北海道プレハブ		14.1	32.8	9.6	11.3	17.4
本州注文		18.3	42.7	16.9	18.5	25.5
本州建売		20.0	35.0	20.4	16.9	23.1

表 2.2 方位別総開口面積に対するテラス開口面積率

種別	方位	開口率平均値 (%)				総合
		東側	南側	西側	北側	
北海道注文		35.6	61.0	28.1	25.2	45.8
北海道建売		34.9	55.0	38.2	31.9	42.3
北海道プレハブ		46.8	63.4	40.8	25.5	50.7
本州注文		20.4	77.3	32.9	27.6	52.7
本州建売		25.7	63.7	29.3	21.8	40.3

北海道戸建注文住宅

1 F床面積 72.10(m²), 1 F開口面積 13.70(m²)
1 F開口面積率 19.0(%)



本州戸建注文住宅

1 F床面積 81.81(m²), 1 F開口面積 32.64(m²)
1 F開口面積率 39.9(%)

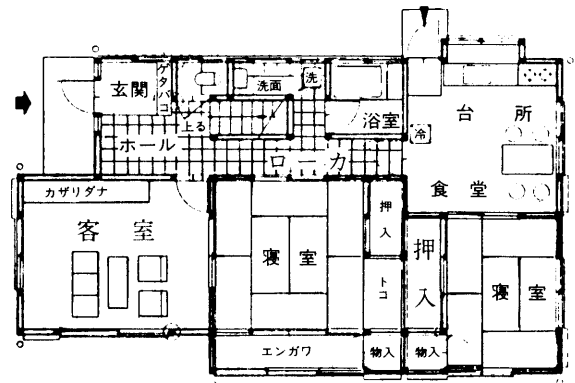


図 2.5 床面積に対する開口面積率概念図

表 2.3 階別床面積に対する階別開口面積率

種別	階	開口率平均値 (%)		
		1階	2階	延階
北海道注文		28.1	26.1	26.4
北海道建売		30.7	25.7	28.9
北海道プレハブ		26.2	23.3	25.3
本州注文		40.9	36.1	39.7
本州建売		40.6	41.8	41.1

開口率は1階に比較して3～5%程度小さくなる傾向を示すが、本州建売住宅では逆に2%程度大きくなっている。北海道住宅の中では建売住宅の開口率が最も大きく、29%となっている。

2.6 室別床面積に対する開口面積率(図2.6)

- 1) 居間：北海道では、注文とプレハブが30～40%、建売が40～50%に分布し、一戸当りの平均開口面積は、注文7.3m²、建売6.6m²、プレハブ5.7m²で注文が最大である。一方、本州では、二者とも40～50%に分布し、一戸当りの平均開口面積は、注文6.3m²、建売5.3m²である。すなわち、北海道と本州の居間において開口率は10%本州の方が大きい、平均開口面積で比べると、両者に差はなく、むしろ北海道注文住宅では本州住宅より1～2m²大きい。
- 2) 個室：北海道で20～30%、本州では40～50%で両者に20%の差があり、また平均開口面積でも、北海道3m²、本州4.7m²と、歴然とした差が認められる。
- 3) 台所：北海道10～20%、本州30～40%で両者に20%程度の差があり、平均開口面積値でも北海道で2m²前後、本州では3.5m²となり、個室と類似し

2.7 おわりに

この調査結果は、北海道と本州の間に、住宅の開口面積・方位について有意な差があることを示している。すなわち、北海道の住宅は本州に比べて、面積比において、外壁面積当りでは3～5%、床面積当りでは10～20%も少ない。さらにその内訳を見ると、方位では南面への集中傾向が著しく、室別では個室での面積比の差が大きく、居間では大差がないということになる。これは寒冷地という気候条件と一般の住民の住宅への希望条件とから出てきた一つの現在の下限状況を示すものとも見られる。個室の開口面積が小さいことは、「寝べや」として寒さをしのぐための工夫なのか、個室が二階に配置されるという間取りの問題も含め、住宅のプランニングとして呈示された問題点は多く興味深い。今後の寒地住宅、特に窓のあり方の検討上の問題提起となることを期待する。

3. 窓の使用上の問題点の調査

3.1 はじめに

昭和33年アルミニウムサッシュが登場して以来、北海道ではアルミ製外付窓と木製内窓とからなる二重窓の形態が定着して20年間、寒地住宅の窓に関して部材の改良と開発は停滞してきた。やっと近年、住宅での省エネルギーとしての壁の断熱性向上を計った実験的住宅で数

表2.4 室別室床面積に対する室開口面積率

種別	室名	開口率平均値 (%)				
		居間	個室	台所	便所	風呂
北海道注文		41.5	28.2	22.4	35.1	27.6
北海道建売		43.3	29.6	19.3	31.8	18.8
北海道プレハブ		34.6	27.3	22.4	32.2	17.2
本州注文		49.3	46.5	43.1	42.4	35.2
本州建売		49.1	50.7	40.8	37.8	34.1

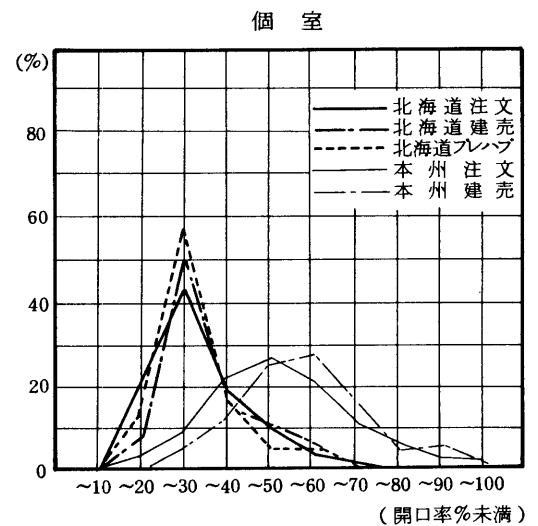


図2.6 室床面積に対する室開口面積率の例

種の窓を取付ける試みが始まったといえる。特に外壁の断熱性が向上すると、前述のように窓にも断熱性向上とより良い気密性が要求される。このような窓の開発に際してその使用者としての居住者から窓をどうとらえているかを探ることは無意味ではないと考え、特殊な調査といえるが2回にわたって調査を試みた。

1つは前年度に実施した寒地住宅の収納と老人同居に関する調査対象とした住宅からサンプルをとった記入および聞き込みによる昭和51年の調査、札幌と函館で計約50件の明治末から近年にわたるアルミ以外の窓を使用している住宅について行った昭和53年の調査とである。これは余りにも普及しすぎている引違い窓以外の窓を使っている人々の窓に対する見方をきいて、例えば開き窓に切替えることが困難かどうかを探りたかったからである。

3.2 調査の概要

昭和51年度には、比較的古い住宅地である北区、円山、菊水、桑園、伏見、西野の地区で年間収入と家族構成を限定して52件の調査であり、そのアンケート項目は a. 家を建てたときの窓への配慮, b. 窓わくの材質, 型式,

層数, c. 居室の種別による窓への希望事項, d. 現状の窓寸法に対する不満, e. 壁面での位置, f. 現状の窓の良否, g. らん間, 防虫網戸の必要感, 等使用している窓に対する注文をは握しようとしたものである。

昭和53年度は, 札幌は円山, 菊水, 桑園, 伏見, 西野で26件, 函館は豊川町, 元町, 末広町, 谷地頭町, 大縄町, 青柳町, 川町, 八幡町, 湯浜町, 湯川町で計23件を調査した。a. 窓の型式, 寸法, 材質, b. 利点と欠点, c. 使用ひん度, 窓からの物品の出入れ, d. 欄間窓の使用, e. 生活上の窓の効用などを調査項目としたものである。

昭和51年調査の住宅は, 4~5人家族が全体の9割, 全て持家で, 81%が注文住宅, 残余が建売である。その63%が木造モルタル, 15%が木造, 残余がブロック, れんが, RCである。延面積は101~125㎡が31%, 126~150㎡が17%, 残余が100㎡以下である。居住年数は5~9年が40%, 10~14年が21%, 15~24年が17%と比較的近年のものである。86%が防寒構造を採用し, グラスウール断熱厚50mmが47%, 100mmが31%である。全体の43%が天井, 壁, 床に断熱材を使用している。居間は90%が洋室, 食事室は85%が洋室に対し, 寝室は81%が和室である。いす式は居間で96%, 夫婦は79%が和風のふとんに対し, 子供室は85%がいすとベットの生活である。

昭和53年調査のものも90%が木造および木造モルタルで, 2代~3代にわたる持家が主である。

3.3 窓についての調査結果の概要

窓の方位は, 居間では8割近くが南向き, 食事室は北向きが4割南向きが2割, 寝室は6割が南向き, 台所は6割が北向きである。

窓の層数は居室部の8割が普通ガラスの二重窓, 出窓型を含めると9割になる。浴室, 便所でも6割が二重窓である。

外窓は圧倒的にアルミが普及し, 居室で7割, 浴室, 便所で5割である。内窓は9割が木わくである。

開閉型式は便所を除くと9割が引違いで, 便所には各種のものがある。ガラスも2枚に分割が7~8割で居間にはらん間が多い。

函館など古い住宅では, 幅のせまい上げ下げ窓がかなり多い。

寸法については省略するが, 寸法に対しての不満は13%あった。

開閉の必要度は, 居間で81%と高率, 寝室, 子供室で92%に対し, 食事室は46%と低い。換気がその目的で, 寝室ではふとんのためか物の出し入れが29%と高い。

建築時に窓への配慮をしたとの答は63%で関心は高いが, 考慮した点となると, 窓の大きさが主で, 気密性に

ついては36%の関心, 材質, 採光上の位置がこれに次ぐ。窓に望む要因も居間では日照, 採光, 換気の順, 食事室では換気, 採光, 寝室では除湿, 換気が期待され, 子供室は採光, 日照, 換気の順, 台所, 便所は換気が第一と常識的ではある。

各室共通の最も多い問題点は, やはりすき間風が入って寒いことであり, 居間では結露水の凍結とすき間風, 寝室, 子供室ではすき間風に次いで清掃問題があげられている。浴室では湿気による窓わくの腐朽とゆがみ, 便所では脱臭の悪さと視線に対する問題で, RC造, ブロック造では余り問題点があげられていない。

らん間窓は51年調査中4割が設けておらない。古い住宅の53年調査では1割しか取付けていない。らん間窓の必要性をいう人は3割で, ガラスみがきの面倒さ, すき間風, 開閉できないの意見が多い。

建設後5年以内のものにはらん間窓のないものが増え除去される傾向も持家ではみられる。

断熱戸の使用希望は6割と高く, どんなものかを知らない人が3割はいる。しかし明るさが得られて, 価格が安く, 出し入れ容易と注文は難しい。防虫網戸の必要性は5割が要望している。

窓の開閉については, 札幌では年中, または夏のみが多く, 6割が開閉をし, 函館では約半数が開閉していると答えた。

窓からの物品の出し入れは26%がしたことがあると答えたが, 居間が多く, 寝室, 子供室がこれに次ぐ。引越し荷物が最も多く, ベット, ステレオ, 家具, ふとんが占め, 出入口の不備を感じさせる。



図3.1 屋根雪の落下と窓

図3.1は屋根からの落雪でガラスが破損しやすい雪国の典型例で, 防止のために窓に板でふたをする風景は笑ってはおれない。この辺設計上のまた指導普及上の問題がある。

4. 窓の熱的な性状と室内環境への影響について

住宅の気密・断熱化が進むにつれて、室内の熱環境に及ぼす窓の影響の度合は大きなものとなり、その取扱いが住環境計画上の要点となる。

熱環境的観点から見た窓は、単に熱損失が大きく、すき間風や窓面冷却による床面への冷気流の原因となるという負要因のみではなく、窓面からの日射取得熱による室温上昇が断熱・気密化によって顕著なものになるという点で、弱点を補いつつ長所を活かすための配慮が重要である。この研究では、1. 窓の断熱性向上のための方法と効果、2. 窓面からの冷気流処理、3 日射を含む窓面の熱収支 について検討を行った。

4.1 窓の断熱性向上のための方法と効果の検討

窓の断熱性を増す方法としては、

イ. ガラス層数を増す

ロ. 中空層の熱抵抗を増す（適度の層厚、選択反射膜の利用、低伝熱性のガス体封入、充てん材による対流防止など）

ハ. 夜間の断熱戸、断熱シャッター、カーテンの利用などが考えられ、さらに上記の効果を左右するものとして、すき間通気の影響がある。今回は上記の方法中、経済的に現実性の高い方法として、断熱戸の利用と選択性反射膜（プラスチック膜に長波長ふく射熱を反射する金属被膜をコーティングしたもの）によって中空層のふく射熱伝達を小さくした場合の幾つかの組合せについて試験住宅を用いて測定し、効果と問題点の検討を行った。

試験住宅の窓は図 4.1 に示す通りで、コンクリートプレハブ造の外断熱外壁に取付けられ、内窓はプラスチックサッシ、外窓はアルミで両面とも引違い窓である。測定は無風時の夜間に行ったが、図 4.2 はその結果を室内外温度差 1℃として各層の温度降下の様子を图示したもので、内外のガラス面で熱流板によって測定した熱流を併記している。

外窓からの貫流熱損失は原型の二重窓を基準として反射透過膜取付中で 73%、断熱戸（25 mm 発ぼう断熱材）付きで 56%、反射透過膜+断熱戸で 42%に低下している。

このように断熱性を増した場合の 1つの問題は、各部のすき間からの通気であって、1.8m(幅)×1.6m(高)の窓について、通常の状態では換気量と経路を測定した結果を図 4.3 に示す。2階建住宅の1階の窓であるため、目張りしない状態では室内が負圧で、室内への流入が大きくなっている。

以上は測定の概要であるが、反射透過膜は簡便に既存建物の窓の断熱性を上げるのに有効で、断熱戸は南面窓のように日中の日射受熱量の大きなところでは、いわば集熱装置としての窓の効果を実効的にするために欠か

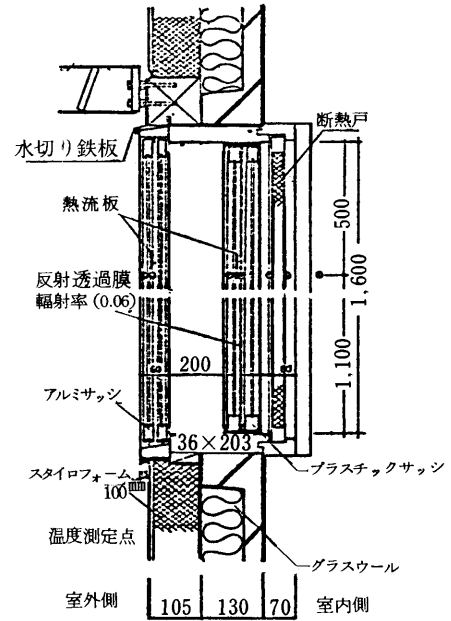


図 4.1 測定窓の詳細

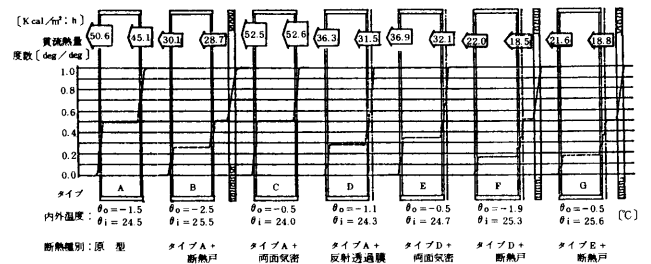


図 4.2 窓各層の温度分布と貫流熱量の測定結果

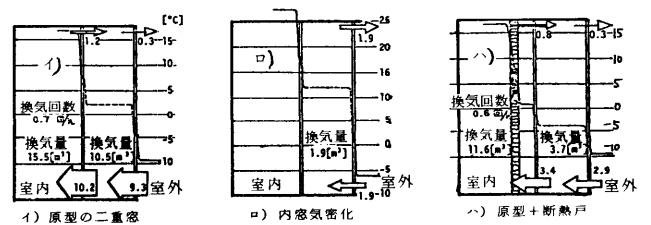


図 4.3 窓の隙間を通しての換気量と換気の経路

せない方法であるが、その効果が大きいだけにすき間からの換気、通気がある場合には、熱的な性能の低下もさることながら、それ以上に窓面での結露が重大な問題となる。

我が国の住宅では引違い窓が圧倒的に多く、気密化が困難であるだけでなく、一般に内窓の気密性が著るしく劣ることが、今後の窓の気密断熱化を考えていく場合に考慮を要する点である。

4.2 窓面からの冷気流処理

我が国の伝統的な住居での冬の生活は、こたつ、いろいろ、ふく射型のストーブに代表されるように、床付近の寒さをそのままに、専ら暖かさを求めることに重点が置かれてきた。その結果、暖房時の室内上下温度差は15～20℃に達することも珍らしくなく、居住環境を著しく悪化させていた。

壁体の断熱が十分になると、上記のような暖かさを求める採暖ではなく、寒さを除去した上でより低温で快適さを得る暖房が可能になるが、この場合、最後に居室に残る低温面が窓であり、窓面からの冷気流の処理は寒さを除いた暖房を実現するかぎである。

放熱器の窓下設置は最も望ましい方法であるが、ここではストーブ暖房等を想定して、放熱器以外の方法での冷気流処理の方法と効果の検討を行った。

その1 床面に添う冷気流と室温分布の測定

地下室に設けた1個のストーブで住戸全体を暖房するように設計された住宅で、床面、階段にその冷気流の視観察および温度分布の測定を行った。その結果、断熱住戸での環境改善のかぎは暖められた空気の流れを追いかけるのではなく、窓面や隣接室で生じた冷たい空気をできるだけ居住域を経由させずに、いかにストーブの設置場所へ還流させるかにあることを示し、こうした冷気流の経路を工夫することによって室温の上下差を2～3℃程度にとどめうることを実証した。

その2 サーキュレーターとラインファンによる環境改善

暖かさを求める発想の典型的な機器に温風下吹き出し暖房器やサーキュレーターがある。これに対して寒さの除去を目的としてラインファンを窓下に設置し、窓面の冷気流と共に床面の滞留冷気を上方に吹き上げる方法についての対比実験を行った。

上下温度差を少なくする効果は、吹出風速やサーキュレーターの設置位置によって異なるが、暖かさを求める発想でのサーキュレーターと、寒さを除く発想のラインファン窓下設置との最も大きな違いは居住域での気流速度で、温風下向き吹出しでは居住域に不快な知覚限界を越える気流を生じ、しかも上下温度差が改善される場所が限定されるのに対し、ラインファンによる吹上げ方式ではより小さな動力で、居住域の気流を10cm/sec以下の知覚限界よりも低い値にとどめうることを示した。

その3 窓台の高さと冷気処理について

我が国の住居では床面まで開口のある掃き出し窓が多用される。こうした窓は窓下に放熱器を設置することが難しいばかりでなく、窓面の冷気流やすき間からの侵入外気が拡散されないまま床面に侵入し、居住性を損う原因になっている。

窓台の高さ、冷気拡散のためのわずかの工夫によって

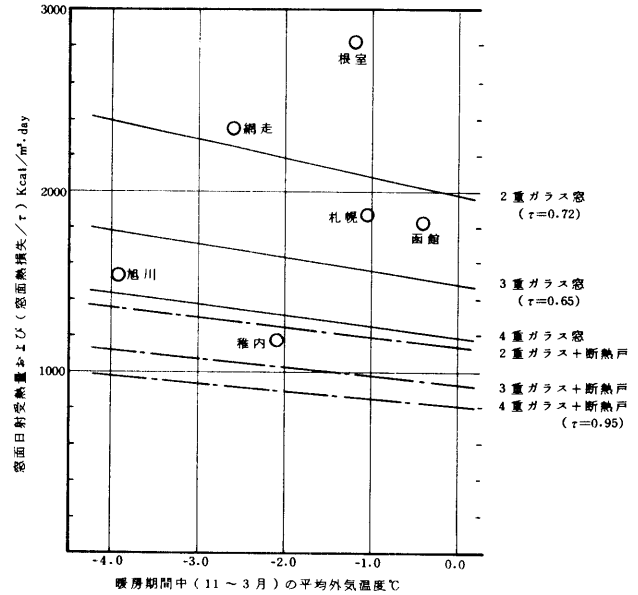


図 4.4 南面窓の日射受熱量と貫流熱損失の収支比較

床付近への冷気流に差があることを経験するが、これを実験によって検討することを現在すすめているが、資料として整理するのにいまま少しの時間を要する状況にある。

4.3 日射を含む窓面の熱収支

荒谷を中心とする研究グループは、日射の長期観測によって、直達日射と天空日射の分離に関する研究を行ってきているが、北海道各地の日射量の時刻毎の気象台観測値（水平面）をもとに、地域別、方位別、窓種別毎に暖房期間中（11～3月の5ヶ月）の窓面の熱収支を計算した。南面での熱収支をまとめたものを例として図4.4に示す。

計算上の主要な条件は下記の通りである。

暖房期間中の平均室温 20℃

窓の熱貫流率 k (kcal/m²h℃ および日射熱取得率 τ (%))

	k kcal/m²h℃	τ %
2重ガラス窓	3.0	72
3重ガラス窓	2.0	65
4重ガラス窓	1.5	59
2重ガラス窓+断熱戸	0.86	72
3重ガラス窓+断熱戸	0.74	65

(断熱戸使用時間は17時より翌朝6時まで)

図4.4の縦軸は各地の暖房期間中の1日平均鉛直窓面日射量(○印)と、室内外温度差によって窓面の単位面積から1日に流出する貫流熱量を窓面の有効日射取得率 τ で除した値(直線群)を比較したもので、(○印および

直線の値はそれぞれの窓種別に応じた τ を乗ずると、それぞれ窓面からの日射取得熱および貫流熱損失が得られる)○印が直線より上にあれば日射取得熱が損失熱を上回ることを示す。

冬期の日射の多い根室の南面では、2重窓でも日射取得熱が損失熱を上回り、3重窓+断熱シャッターでは、損失熱の約3倍の取得熱があることが知られる。一方日射の少ない稚内では2重窓+断熱シャッターでも、まだわずかに取得熱よりも損失熱が多くなることを示しており、地域により、方位により、窓の大きさに対する考え方を変えなければならないことが明らかである。

4.4 気密断熱窓の試作

窓の断熱性を増すには、熱損失という観点よりは、むしろ結露防止という点で室内側の気密性を十分に高めた窓を造る必要がある。

ペアあるいはトリップルの複層ガラスは密閉された空気層を有する断熱窓であるが、温度変動によって中空層の圧力変動を生じ、破損や中空層での結露の原因となることもある。むしろ圧力を外気に開放しながら内側の気密化をはかり、はめ殺し部分を多くして日射の透過率を高め、中空層部分に選択性反射透過膜を入れて断熱性を向上させ、窓面そのものを集熱器とすることが冬期の日射に恵まれた低緯度の寒地の窓の1つの方向である。

こうした考え方で1つの木製窓を試作し、試験住宅に取付け冬期の実用試験を準備中である。

5. 窓面からの冷ふく射と温熱環境の評価—断熱戸の効果

5.1 はじめに

断熱戸の使用は窓面からの冷ふく射をさえぎる方法の一つである。すなわち、低温の窓面を比較的温度の高い面で置換えることにより、在室者とのふく射熱交換を減ずるとともに、断熱性能のとぼしい窓からの貫流熱損失を減少させる二重の効用がある。

ここでは、窓と在室者とのふく射熱交換量が、窓と在室者との幾何学的配置と窓面温度によってどう異なるかを、Effective Radiant Fieldの概念を適用して明らかにするとともに、断熱戸の有効性を理論的に証明した。

5.2 体熱放散の物理

体内で代謝活動により産生された熱(M)の約5%は呼吸気道を通じて直接外気へ放散される $(E+C)_{res}$ 。

その他の大部分は体心より血液流によって、また筋組織内を熱伝導によって体表面に達する。この体表面に達した熱のうち、通常の常温の室内では約25%が皮膚よりの蒸発 (E_{sk}) により放散され、残りが被服内を熱伝導によって衣服面まで達し、そこから周囲空気へ対流(C)と周

囲壁体へふく射(R)によって放散される。

$$M = (E + C)_{res} + E_{sk} + C + R \quad (1)$$

着衣状態にある人体と環境との対流およびふく射熱量は次式で記述される。

$$C + R = h_c \cdot F_{cl} (\bar{T}_{sk} - T_a) + h_r \cdot F_{cl} (\bar{T}_{sk} - T_r) \quad (2)$$

ただし h_c : 対流熱伝達率

h_r : ふく射熱伝達率

F_{cl} : 衣服の伝熱効率

\bar{T}_{sk} : 平均皮膚温度

T_a : 気温

T_r : 平均ふく射温度

5.3 作用温度の概念

窓面からの冷ふく射およびそのシャ断を考えるに当って、窓面の冷却効果を総合的な温度示標やエネルギー入射に置換えて考えると具体性が増す。(1)式は次のように書き換えられる。

$$C + R = F_{cl} (h_c + h_r) \bar{T}_{sk} - \frac{h_c \cdot T_a + h_r \cdot T_r}{h_c + h_r} \quad (3)$$

上式中 $T_o = (h_c T_a + h_r T_r) / (h_c + h_r)$ は作用温度としてGaggeにより定義されたもので、いうまでもなく気温と平均ふく射温度のそれぞれの熱伝達率により重みづけ平均された総合温度指標である。すなわち人体はふく射の影響を加味した仮想気温 T_o との間で熱交換することを記したものである。

5.4 有効ふく射場の概念

気温と壁面温が等しい環境を標準に考えれば、(1)式は $C + R = F_{cl} [(h_c + h_r) \cdot (\bar{T}_{sk} - T_a) + h_r (T_a - T_r)]$ (4)

上式の右辺第1項は気温と壁面温が等しいいわゆるUniform Environmentにおける対流およびふく射放熱量を示し、第2項は壁温と気温との差に基づくふく射エネルギー量を表わしている。すなわち有効ふく射場(Effective Radiant Field)は次式で定義される。

$$ERF = F_{cl} \cdot h_r (T_a - T_r) \quad (5)$$

いうまでもなく $T_a > T_r$ ならば、ERFはふく射放熱で $T_a < T_r$ ならばふく射受熱である。

5.5 室内面温度と外壁内面温度の算定

窓あるいは外壁内面温度は (T_i) 室温、外気温および関与する熱伝達抵抗がわかれば計算予測が可能である。

$$T_i = T_a - \frac{(T_a - T_o) R_i}{R_i + R_o + R_w} \quad (6)$$

上式中 R_i 、 R_o は壁体(ガラス)の表面熱伝達抵抗であり、 R_w は壁体(ガラス)の熱伝導抵抗である。

外気温 -10°C 、室温 20°C の場合、内面温度は3mmガラスで -2.3°C 、6mmの空気層の5mmガラスのペアガラスで 10.0°C と冷ふく射面として大きな意味をもつ。

5.6 冷ふく射効果の作用温度とERFによる評価

作用温度とERFの算出には平均ふく射温度の算出が必要であり、このために立体角を求めなければならない。

ビルに例をとり、窓の大きさを $2a \times b$ 、腰壁を $2a \times 0.6$ mとする。窓内面温度 T_1 、腰壁内面温度が T_2 で共に均一であるとする。他の壁面は T_a と中間階の単純化仮定での在室者の位置での平均ふく射温は

$$T_r = \varphi_{0,1} \cdot T_1 + \varphi_{0,2} \cdot T_2 + (1 - \varphi_{0,1} - \varphi_{0,2}) T_a \quad (7)$$

上式中 $\varphi_{0,1}$ $\varphi_{0,2}$ は在室者と窓、腰壁との立体角である。

5.7 室中心線上の平均ふく射温，作用温度，ERFの分布

断熱性能のとぼしい室（3mmガラス窓、15cm厚コンクリート壁）と断熱性能のやや優れた室（5-6-5ペアガラス、30mm断熱材付加の15cm厚コンクリート壁）の床上60cmの位置で求めると図5.1と5.2となる。無断熱室では、ガラス面と腰壁面の影響で窓面より1m内側の部分において $T_o = 16.9^\circ\text{C}$ と見掛けの室温が 3.1°C 低下したと等価の環境悪化が見られる。また $\text{ERF} = 21.2 \text{ W/m}^2$ は顔面、首すじ、手、すねなど局所の冷えの大きな原因となることは明らかである。人体の事務作業時の発熱量が約 60 W/m^2 であるから、このふく射放射熱源の存在は大きい。断熱性能のやや優れた室内では、 $T_o = 18.7^\circ\text{C}$ 、 $\text{ERF} = 8.4 \text{ W/m}^2$ と断熱による冷ふく射の低減が明らかに見られる。

5.8 断熱戸の付加による冷ふく射のしゃ断

断熱戸の本来の目的は室から外気への熱損失を低減するため、熱的に最も性能の悪い部分であるガラス部分を断熱性のある材料でおおうことであるが、同時に冷面を隠ぺいすることになるので、冷ふく射のしゃ断の効果がある。垂直空気層20mm厚のカーテンと発ぼうポリスチレン20mm相当の断熱戸で計算すると図5.3と5.4となる。

カーテンの使用だけでも冷ふく射はかなりしゃ断されERFが低減をみせ、断熱戸ではERFが激減して、5-6-5ペアガラスに優る環境を産み出す。

5.9 冷壁面の存在とドラフト

冷壁面はふく射熱源のほか室内に不快なドラフトを生じさせる主な原因ともなる。気流の知覚は温度の低下とともに敏感となることはMcItyreの実験で示され、實際上低温壁面よりの冷ふく射よりこのドラフトが苦痛であるのは生活上の実感である。

5.10 むすび

室内における人間の温熱感覚は、全身的な感覚をもとに表現する人が多いが、低温域にあつては、足など末し

ガラス内面 -2.3°C
腰壁内面 6.8°C

T_r	T_o	ERF	
15.3 $^\circ\text{C}$	16.9	21.2	1
17.3	18.2	12.2	2
18.3	18.9	7.7	3
18.8	19.2	5.4	4
19.2	19.5	3.6	5
19.4	19.6	2.7	6
19.6	19.7	1.8	7
19.6	19.7	1.8	8
19.7	19.8	1.4	9

図5.1 無断熱室

ガラス内面 10°C
腰壁内面 16.7°C

T_r	T_o	ERF	
18.1 $^\circ\text{C}$	18.7	8.4	1
18.9	19.3	5.0	2
19.3	19.5	3.2	3
19.5	19.7	2.3	4
19.7	19.8	1.4	5
19.7	19.8	1.4	6
19.8	19.9	0.9	7
19.8	19.9	0.9	8
19.9	19.9	0.5	9

図5.2 断熱室

カーテン内面 5.2°C
腰壁内面 6.8°C

T_r	T_o	ERF	
16.5 $^\circ\text{C}$	17.7	15.8	1
18.0	18.7	9.0	2
18.8	19.2	5.4	3
19.2	19.5	3.6	4
19.4	19.6	2.7	5
19.6	19.7	1.8	6
19.7	19.8	1.4	7

図5.3 カーテン使用時の T_r, T_o, ERF 分布

断熱戸内面 16.5°C
腰壁内面 6.8°C

T_r	T_o	ERF	
18.4	18.9	7.2	1
19.1	19.4	4.1	2
19.5	19.7	2.3	3
19.7	19.8	1.4	4
19.8	19.9	0.9	5
19.8	19.9	0.9	6
19.9	19.9	0.5	7

図5.4 断熱戸使用時

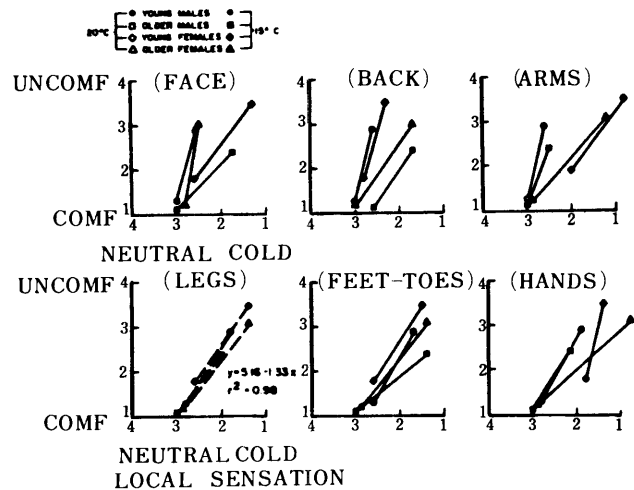


図5.5 寒さの不快感と局所冷感の関係

よう部の局部冷感が全身の不快感に大きな影響を与えることも実験的に確かめてある。(図 5.5)

前述のように低温の窓面をおおうカーテンや断熱戸の室内環境改善の効果は大きく、さらに強調すべきことは、窓からの貫流失熱の低減で 20mm の発泡ポリスチレンで 3mm ガラス 1 枚の 15% に激減される計算となる。

6. 外断熱工法の窓

6.1 はじめに

最近の建築において、外側から断熱材で建物をすっぽりと包む、いわゆる外断熱工法が採用され始めている。西ドイツではすでに法律により防寒改修が定められ、スウェーデンやデンマークでもれんが造などの外側に断熱層をめぐらす工法として一般化し始めている。本章では外断熱を採用した場合の断熱層のとり方と窓まわりの収め方についてのケーススタディ 2 例を試みた。

6.2 設計の基本方針

1. 既存の各地域の小規模な施設・設備を活かして製作可能なこと。
2. 関係部品はできるだけ市販の既製品を使用し、製作費が比較的安価であること。
3. 省資源の立場から、身近な材料として加工容易な、親しみやすい木を主体に考える。
4. 市販品を併用することによって、性能的に相互補完されるものであれば、その組合せによって、現行の基準法に対しても問題のないように配慮すること。
5. 建物の高断熱化にともない、開口部の断熱性能と気密化が弱点となるが、十分な断熱と気密が確保されること。

以上のように差当たり実施可能なものとし、将来の寒地住宅の構法まで考えたものは今回は試作をしなかった。

1. 開閉可能であり、ガラスの清掃、補修が手軽にできて、気密性が容易に保持されること。
2. 構造が簡単であり、木材の欠点である多少の乾燥による収縮に対しても問題の少ない機構であること。
3. 網戸が取付けられ開閉可能であること。
4. 断熱戸が併設され、雨仕舞、雪処理上の問題がなく、その操作、収納が容易であること。
5. 4重窓、あるいは3層ガラス相当の断熱性能を有すること。

6.4 ケース・スタディ 2例

添付の Type-A および B の 2 種類について試作した。(図 6.1, 図 6.2)

Type-A は、木製三重窓の内開きタイプを採用し、これに市販のアルミサッシュを外側に併設している。

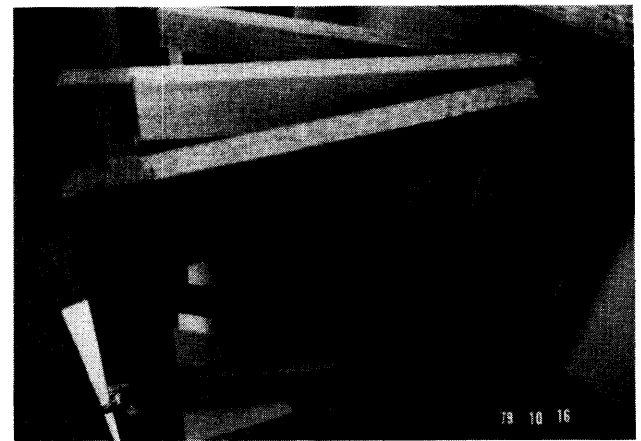
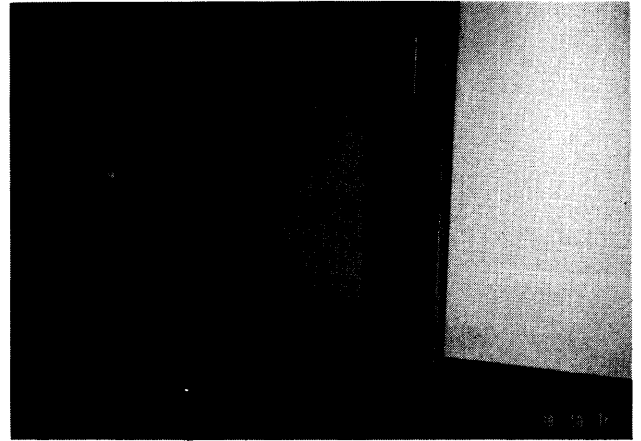


図 6.3 TYPE-A 試作窓

この市販アルミサッシュは、雨や風あるいは雪から、内側の木製三重窓を守り、内開きの弱点となる雨仕舞の問題を容易に解決してくれる。

同時に網戸の取付けも、このサッシュ部分で済ますことが可能である。また、建築基準法上の問題の当面解決法にもなっている。

市販のアルミサッシュは、若干のすき間があり、内側の建具まわりのすき間を通った水蒸気の結露防止に対して、これらのすき間が有効に作用するものと考えられる。

断熱戸は半透明の断熱材としてセキスイフォーマックスを使用している。この材料は軽く、その両面がそのまま仕上兼用とすることが可能であり、従って木口部分をプラスチックのわくでのり付けする程度としている。敷居部分もプラスチック製の受け部分をのり付けするだけである。この断熱戸は、外装下地の空気層に、昼間は引込むこととしてある。

断熱性能を期待するのは、内側の三重窓であり、上述の如く、アルミサッシュは断熱よりも、別の目的に使用されている。

内側三重窓は、戸当たり部分にすき間防止用のモヘアをまわしているが、図示のとおり 2 層になっており、気密化を高める上で極めて有効であろう。

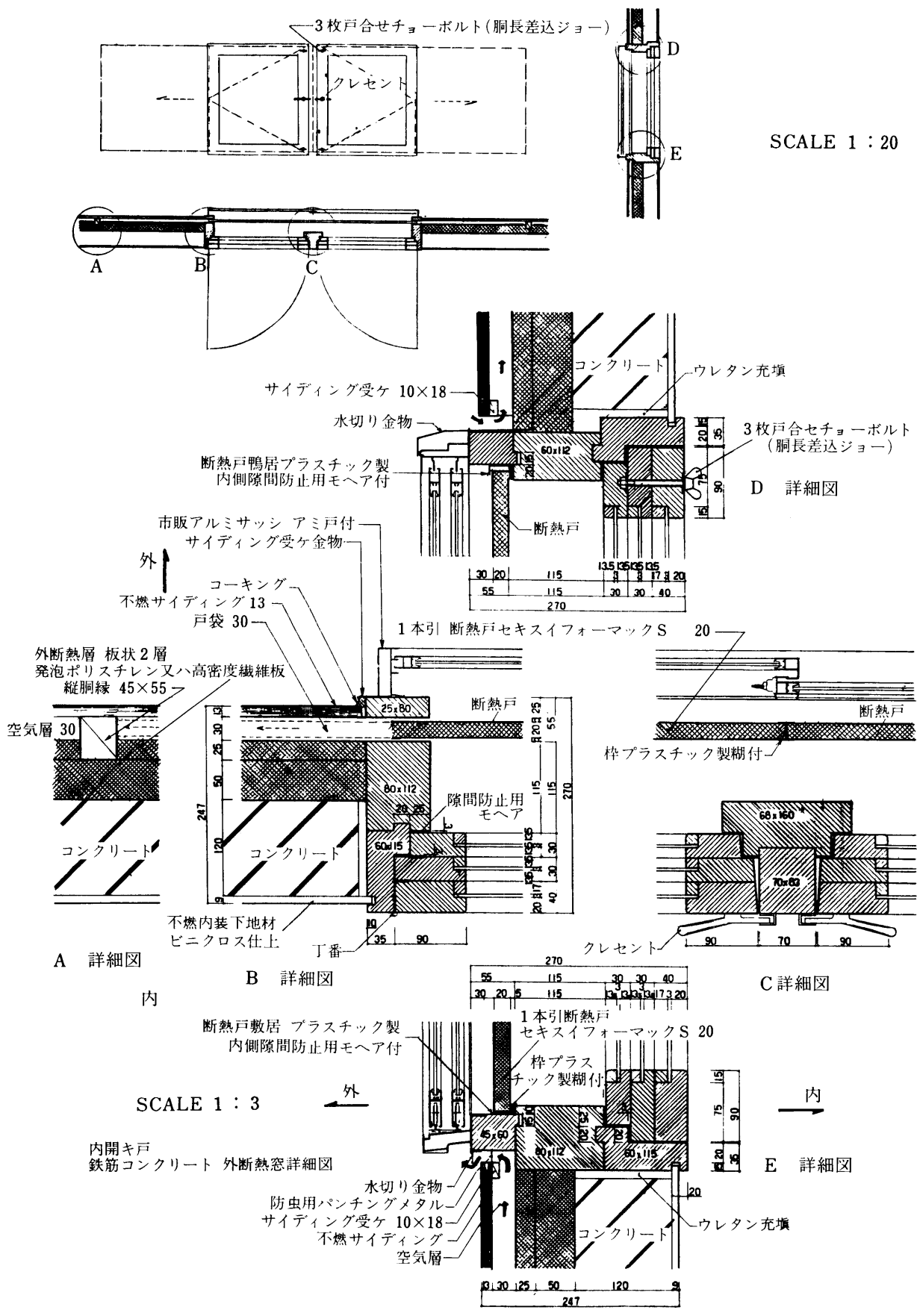


図 6. 1 TYPE - A の窓

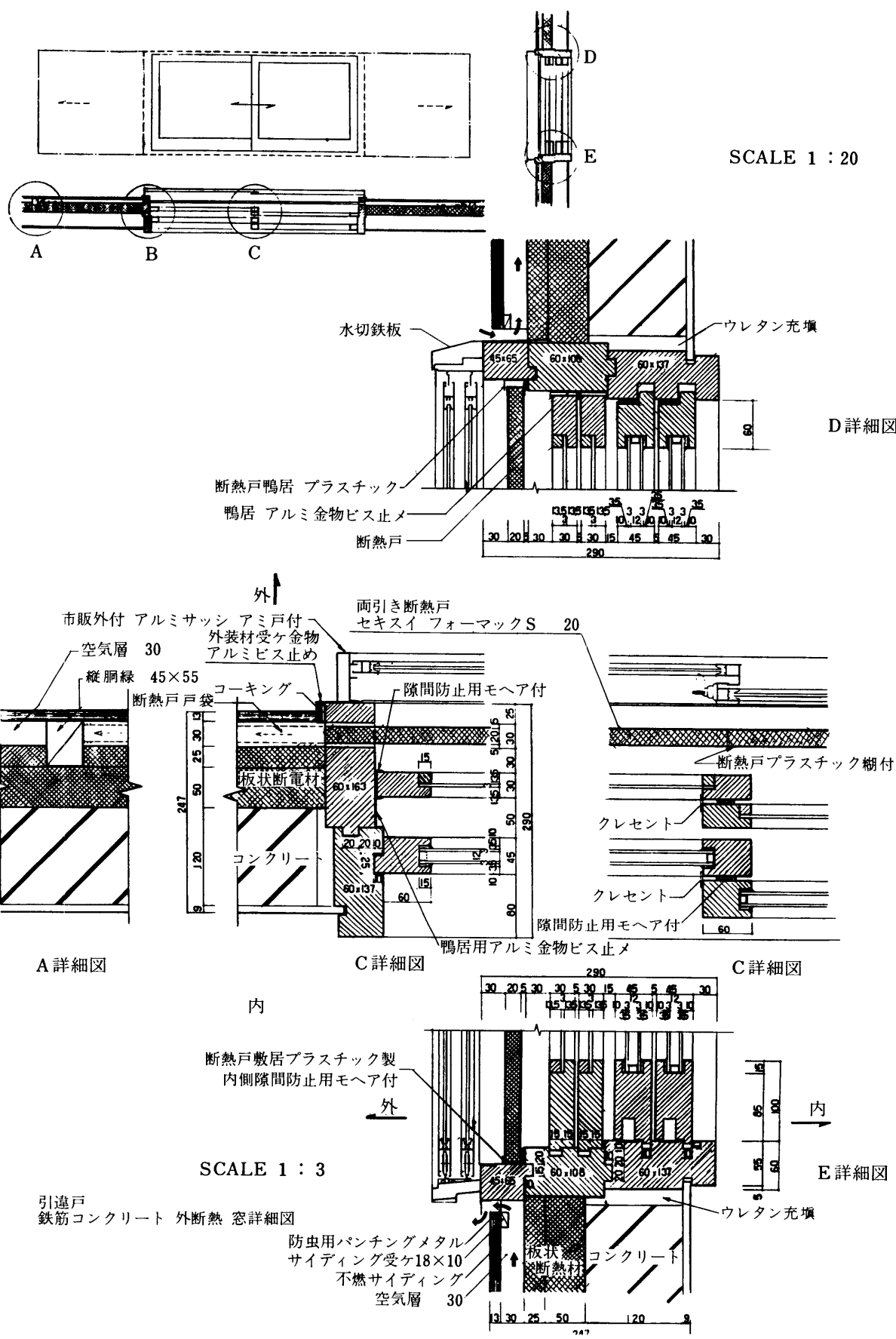


図 6.2 TYPE-B の窓

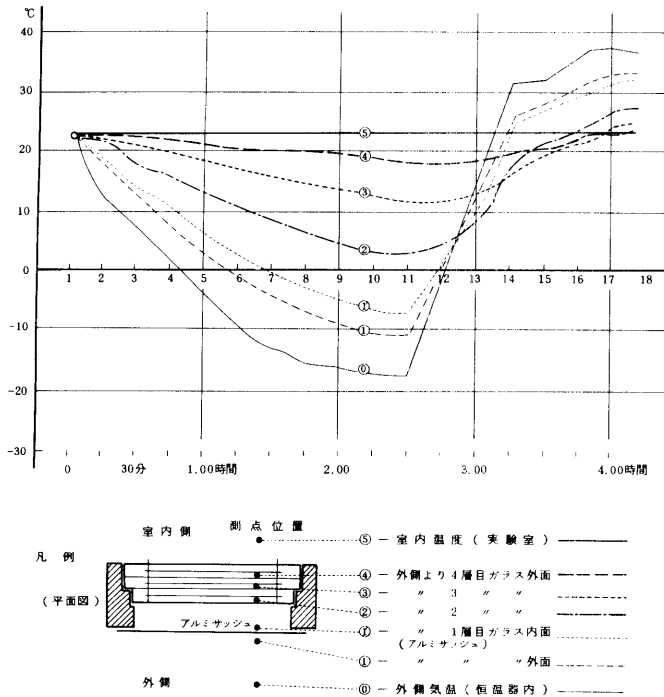


図 6.4 室の各部の温度

三重窓部分は、それぞれに開閉可能であり、これらをまとめるために断熱ボルト、ちょうボルト、胴長差込錠を使用している。

Type-Bは、木製引違二重窓を主体とした三重ガラス窓にType-Aと同様に外側アルミサッシと断熱戸を併設した場合である。引違二重の内側窓に合せガラス(空気層12mm)を取付け、断熱性能を普通のペアガラス(空気層6mm)よりも高め、さらに単板ガラスの入った引違窓と合わせて三重ガラス相当を期待している。

6.5 Type-Aについての実験記録

図6.4は、実験室において恒温器を利用した、各部分の温度変化の記録である。外気温(恒温器内)を+20℃から徐々に下げ、約-18℃に達した後、再び上昇させて、+30℃以上にした場合の各点の変化を示してある。

Type-Aの熱貫流率は、断熱戸付きの場合、約0.42 kcal/m²h℃であり、断熱戸なしの場合は0.55kcal/m²h℃となる。

従来の二重窓に比べると倍以上の断熱性能があることになろう。図を見てもわかるように最内側ガラスの表面温度と室内温度との差は2~3℃であり、外部が-18℃程度の時でも、ガラス面(室内側)での冷気流によるダウンドラフトは感知されなかった。

7. 住宅用窓の気密性に関する実験

この実験では通常使われているアルミ外付けサッシをはじめ、最近の寒地用に試作された数種の窓の気密性

を主として低い差圧下で試験してその性能を比較したもので前記スウェーデンの性能とは直接比較は難しいがおよその位置付けは可能である。特に、すき間の部位別の気密性を測定したことと、二重窓としての気密性の検討もやってみた点に特徴がある。

7.1 試験の方法

試験設備は道立寒地建築研究所のものを使い、送風ファンにより1~10mの風速で、0.06~6.31mm水柱の内外差圧を与え、炭酸ガス検知器を用いて漏出空気量を各圧力ごとに測定をしたものである。

試験体はアルミサッシ6体、木製窓9体、プラスチック窓3体、ペアガラス入りアルミサッシ1体で、引違いが12、外開き2、一部片引き、ドレーキップなども含む。

7.2 試験結果概要

10mm水柱は測っていないが、差圧と1時間当り漏れ空気量は両対数紙上ではほぼ直線となるので、若干の補外推定をすると、現在の普通のアルミサッシは1時間当り長さ1m当り10m³の空気が漏れる。木造窓では10~34にもなるが、道立林業試験場試作品では2.1~3.4と引違いでもパッキンの使い方と性能向上が十分にあり、ビル用の性能のよいアルミサッシでは1.2~1.3と気密性が高い。北海道で試験的に使われだしているプラスチック製内開き窓は0.9と極めて良いが耐久性と経年による性能変化は未知である。現在のようにアルミサッシと木造窓の組合せを主として試験をしたが、通気量の減り方は一様ではない。やはり開き窓の方が通気量減少には効果的であることは明らかである。

8. むすび

以上寒冷地に適する窓はどうあるべきかについて、種々の観点から実験や理論的考察および調査を行ったが、窓のあり方は簡単なものでなく、多くの問題点を提供するに留まらざるを得なかった。今後、外壁の断熱性向上にともない、それに対応する窓のあり方について更に十分な検討の必要を感じる。ともあれ、我が国のガラス窓の歴史はそれほど長いわけではなく、特に寒冷地での住宅の二重窓にしてもわずか30年にも満たないのだから、この辺で発想を変えて引違いというふすま障子や紙障子からガラス戸への変化で対応できた本州の温暖地とは、性能要求が非常に異なることを念頭において、寒冷地向きの窓を開発しなければならない。そのためには窓の寸法規格をはじめ地域に応じた性能要求を早急に明示しなければならず、窓についての先輩国の考え方には学ぶべき点の多いことをあらためて認識させられた。