

特集 窓

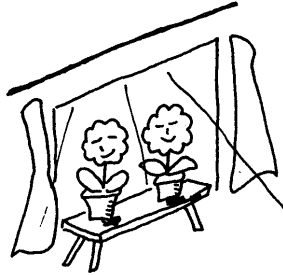
よい窓を求めて - その機能と性能 -

飯田 信男

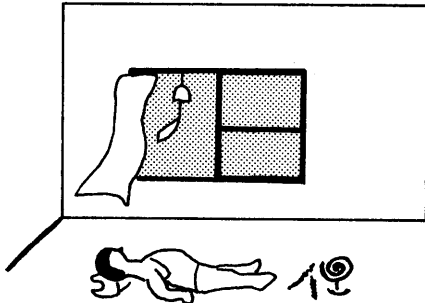
窓には多くの機能が 求められている

窓にはほんとうに多くの機能が求められています。住宅部材の中で、窓はどの多機能部材はないと言っても過言ではありません。では、どんな機能が求められているのでしょうか。ちょっとリストアップしてみましょう。

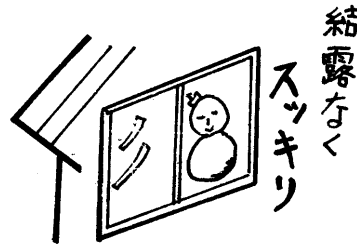
採光窓は室内に日射をとり入れる大切なところ。



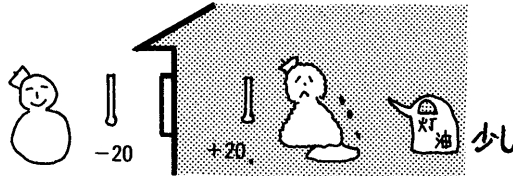
換気と通風 暑い夏の夜、窓を開けて涼しい風を入れる。これも窓の大切な機能です。



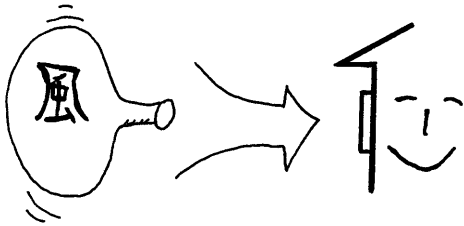
防露性 結露こそ、現代の寒地住宅がかかえる最大の問題。その中でも窓の結露は最も気になります。



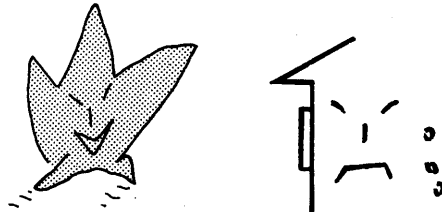
断熱性 北国では、もう寒い窓は問題外。灯油代に直接ひびきます。



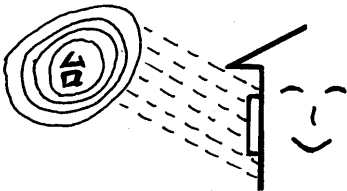
気密性 すきま風は寒さの大敵です。



防火性 実生活ではほとんど気になりませんが、法的には最もきびしく制限されています。



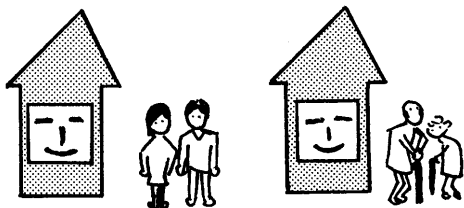
水密性 台風時などの漏水に対する性能です。



遮音性 窓を閉めれば外の騒音もシャットアウト市街地では大切な機能です。



耐久性 長い間使用に耐える窓でなければなりません。



この外にも、安全性、操作性、デザイン、眺望等々、挙げればきりはありません。

そこで、ここではまず、主要な機能についてもう少し詳しく説明し、次いで、これから北国の新しい木製サッシを作ってみたいと思われる方々（建具屋さん・家具屋さん・ホームビルター・工務店など）のために、どのようにすれば木製サッシでそれらの性能が満足できるようになるか、その設計方法等についても触れます。窓の設計は非常に難しく、机上の設計だけでは全く役に立たず、実際にいろいろやってみて、試行錯誤の結果からよい方法が生まれてくるようです。

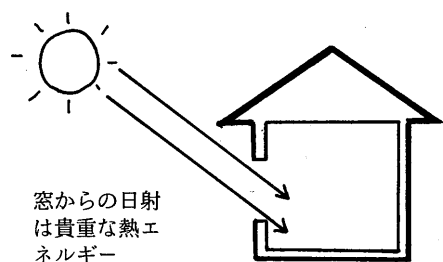
ここでは、北国型の木製サッシでは非常に長い歴史をもつ、ヨーロッパの技術や、昨年当場が建築学会道支部に委託した「寒地向けカラマツ窓ユニットの性能に関する研究」の成果、及び当場の経験等を基に進めていきたいと思ひます。

採光:

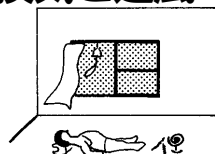


北欧では窓は熱を逃がす最大の原因ということから、窓の面積は必要以上大きくしないよう行政

指導されているようです。しかし、北海道では北欧の諸国に比べてずっと緯度の低いところに位置しているので、冬期間でもかなりの日射量が期待できます。そのため、南側の居室では比較的大きめの開口部をとって、昼間の太陽エネルギーをとり入れるようにすることも十分に考えられます。（この場合窓は三重窓程度の断熱性を有することが前提です。）

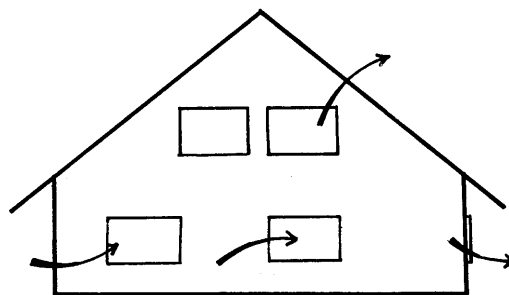


換気と通風



高断熱・高气密化がどんどん進んでいる最近の住宅では、夏の暑い時期の夜間に蒸し暑さを感じることがよくあります。このため、窓を開けてこ室内

内に風を入れ、換気をはかって温度を調節してやる方法がとられます。この換気の機能も窓の大切



計算では、一室（6～8畳間）平均0.5㎡の開口部をとれば、夏の暑さはしのげる

な機能です。

限定された実験モデルでの計算なのですが、一室平均0.5~1m²の開口面積がとれば、十分な換気性能が得られると報告されています。

断熱性



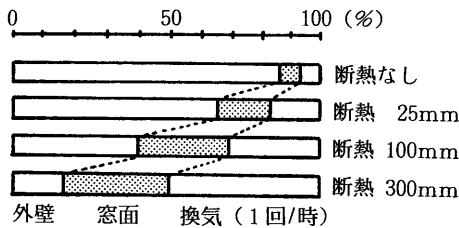
断熱性は寒地住宅の窓の機能として最も大切なものの一つです。特に今後増々高断熱化が進む中では、窓の断熱性は一層重要になっていきます。

断熱性は一層重要になっていきます。

窓の断熱性はなぜ大切なのか

- 1 高断熱住宅ほど窓からの熱損失が大きい。

住宅の断熱程度が高くなればなる程、窓面からの熱損失の割合が増えます。外壁にはグラスウール等の断熱材を入れていくことが可能ですが、窓は多層化しても、なかなか外壁の断熱性についていきません。

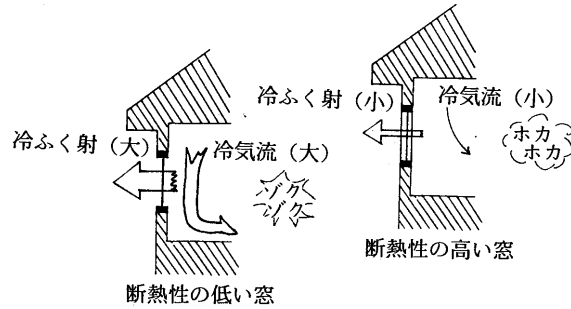


独立住宅 (床面積100m²) の部位別熱損失の比較 (二重窓)

高断熱住宅ほど窓面からの熱損失は大きい
(第26回寒地建築技術講習会テキストより)

2 冷気流・冷ふく射をおさえる

住宅外壁の断熱性に対して、窓の断熱性が極端に低いと、冷えたガラス表面から下りてくる冷気流 (ダウンドラフトという) の影響で、室内の上下温度差が大きくなります。また、その冷えたガラス面を背にするとゾクゾク寒けがしますが、こ



れは窓ガラス面からの冷ふく射によるもので、冷気流や冷ふく射は高断熱住宅の場合ほど気になり、住み心地は良くありません。

断熱性の高い窓とは

これらのことにより、今後の寒地住宅では熱貫流率1.5~2kcal/m²h 程度の断熱性をもつ窓が適当であるということが指摘されています。

熱貫流率とは、ある壁体を境にして、その内外で1の温度差があるとき、1時間に1m²の面積を通して移動する熱エネルギー量の事です。

では、この値を満足する窓はどのようにすれば実現可能なのでしょうか。

- 1 窓枠材には断熱性の高い木材等の材料を用いる。

木材はアルミに比べて約1,800倍、スチールに比べて約40倍も熱を伝えにくい性質を持っています。また熱を伝えにくいとされているプラスチックに比べてもなおかつ木材の方が上です。また、実際のプラスチックの窓では枠の補強のために、中にスチールやアルミの型材が入っており、熱的には不利な構造になっています。

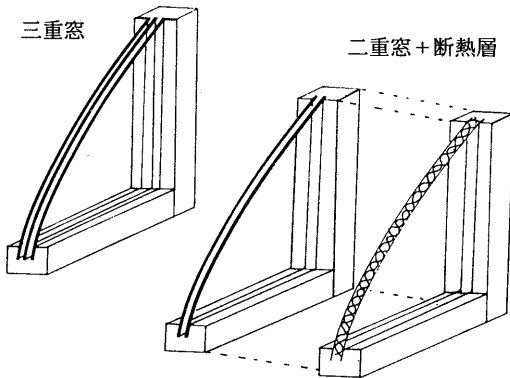
このように木材は現在市場に出まわっているどんな窓枠材に比べても熱を伝えにくく、断熱性の高い窓を作る場合には、最適の材料と言えます。

材 質	熱 伝 導 率 (kcal/m ² h°C)
木	0.08~0.16
プラスチック(PVC)	0.18
コンクリート	1.3~1.5
スチール	40
アルミニウム	175

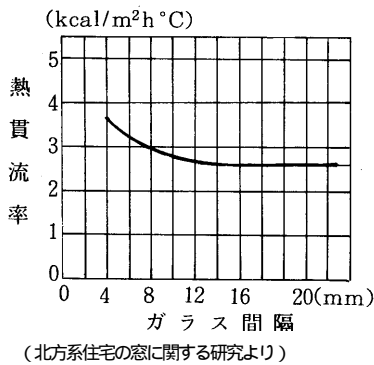
熱を伝えにくい ↑ ↓ 熱を伝えやすい

2 三重ガラス以上とするか、または二重ガラス+断熱戸とすること。

断熱性の高い窓にするためには、もちろんガラスの構成が大切です。2枚以上のガラスを使う場合、ガラス間隔が大きいほど熱的には有利ですがあまり大きすぎるとガラスの間で対流が起こり、かえってマイナスです。限度は20mm程度でしょう。



単板ガラスを用いる場合には、ガラス間隔は自由に設定できますが、ペアガラス、トリプルガラス等では、最大でも12mmで、ある程度限られています。二重ガラスでは、最もよくても熱貫流率は2.1~2.2kcal/m²h なので、まだ目標には



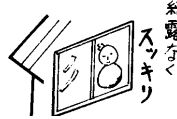
達していません。

このことにより、この目標を達するためには、三重ガラス以上とするか、または断熱戸の力を借りなければならないのです。

断熱戸についても委託研究の中で活発に論議さ

れました。冷気流や冷風く射等を防ぎ、窓の断熱性を上げる方法として、断熱戸は非常に有効といわれています。木製断熱戸と言う新しい商品にもつながり、おもしろい範ちゅうと思われます。

防露性



高温で多湿の室気が低温の物体の表面にふれると、冷やされて空気中の水分が凝結して結露を起こすことはよく知られています。断

熱性の低い窓のガラス表面や、アルミサッシのアルミ部分は、冬期では外気温により相当低温になるので結露を起こします。

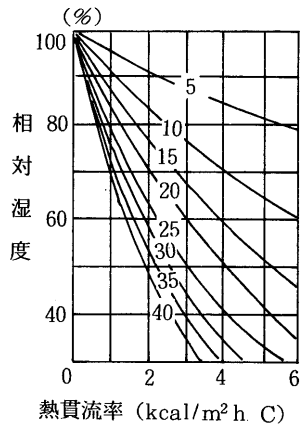
この窓面の結露は、窓からの視界が不良になって不快であるばかりではなく、周囲の壁面を濡らしたりします。また、もっとひどい時には、結露水が窓の下部で氷結して開閉不能になることさえあります。火災などとっさの時に、窓が容易に開かないということは非常に危険でしょう。このように、窓の結露は、断熱性・気密性等と共に寒地住宅での大きな問題の一つになっています。

では、どのようにすれば窓面での結露を防ぐことができるのでしょうか。

- 1 二重窓程度でも結露の危険性あり、三重窓以上とすること。

次の図は横軸に熱貫流率、縦軸に相対湿度をとったものです。図中の斜めの線は内外の温度差を示しており、相対湿度と内外温度差から、結露を起こさない窓を推定することができます。たとえば室内の相対湿度50%、内外温度差40 と設定した場合、それらの交点から熱貫流率を見るとこの値が2kcal/m²h 程度の窓なら結露を起こさないだろうと推定することができます。同じ内外温度差でも相対湿度60%になると、熱貫流率1.5kcal/m²h 程度の窓にしなければ結露は防げなくなるとがわかります。

先に述べたとおり、熱貫流率2kcal/m²h を二重窓で確保することは難しく、結露の危険性があることはまぬがれません。この結露の防止の

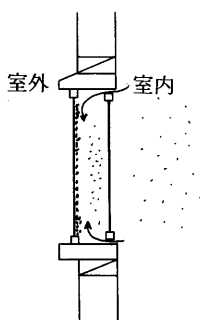


表面防露線図
(建築設計原論 より)

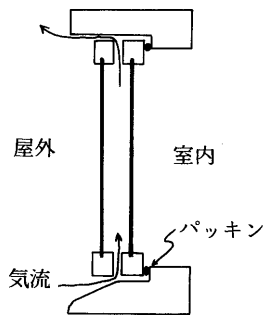
ためにも、三重窓以上の断熱性を持たせてやらなければならないのです。三重窓にすることにより、 $1.5 \sim 2 \text{ kcal} / \text{m}^2 \text{ h}$ の熱貫流率を確保することが可能になり、かなりの防露性が期待できるようになります。

2 なるべく内側で気密性をとる。ガラス間の中空層は外気に解放する。

ガラスを多層化して高断熱にしても、室内の高温多湿の水蒸気が内側窓の周囲から逃げて、多層化したガラス間中空層に入ると、そこは温度が室内より低いために相対湿度が上がり外窓の表面で



内側の気密性が悪いと外側の窓の表面で結露を起す



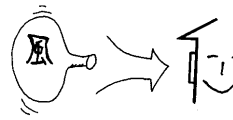
防露のための原則
・内側で気密性をとる
・ガラス間中空層は外気に解放する。

結露が発生します。この現象は従来型の外側アルミサッシ、内側木製建具の場合よく見られました。

これらのことより 結露を防ぐためには、ゴム系の気密性が得やすいパッキン等を用いて、一番内側の窓で気密性をとるようにしなければなりません。この原則はガラスがより多層化しても変わりません。

また、万が一高温多湿の室内の空気がガラス間中空層に逃げても結露しないよう、ガラス間中空層は外気に解放しておき、多湿の空気が外気に排出できる構造にすることも重要です。

気密性



窓の内外で気圧差があると、気圧の高い方から低い方へ空気は逃げようとしますが、気密性とはこの通気量の

多少に関する性能です。では、寒地住宅の窓として、どの程度の気密性を求めるべきなのか、ということについては今のところ明快な答えは出ていないようです。

しかし、13ページの市販サッシ性能一覧を見ると、現在市販されているサッシがだいたいどの程度の気密性を持っているかがわかるといえます。

では、高い気密性を得るようになるための工夫をリストアップしてみます。

1 はめ殺し窓併用の開き窓とする。

引き違いサッシは気密性がとりにくいと言われていています。そこで、北欧諸国の例にならい、気密性が確実にとれるはめ殺し窓を併用した、開き窓型式が最適であるといわれています。また、はめ殺し窓併用の引き戸も一考の余地があるようです。

2 パッキンは中空またはV字型の軟質のものを

開き戸の部分は、建具の周囲戸あたりにパッキンを張りめぐらし、気密性を確保するようにします。気密性を高めるためには、このパッキンの形状、材質等非常に重要です。スウェーデンのような木製サッシの先進国では、押しつぶす型式の中空パッ

キンまたはV字型パッキンの軟質のものを用いることが原則になっているようです。しかし、我国では容易に入手できる市販パッキンは、まだほとんどなく残念です。

3 クレセント等の締めつけ金具の利用

パッキンをサッシと戸当りの間で確実につぶして気密性をとるためには、クレセント等の金具類を用います。しかしながら、パッキンと同様に手軽に入手できる木製サッシのための金具は現在のところほとんどありません。当場では本来アルミサッシ用に開発されたクレセント等を用いていますが、木製窓の場合には多少の問題があるようです。

この木製窓のための金具類も今後商品化が大いに期待されるところです。

現在高断熱・高气密木製サッシを製造している先駆的なメーカーが道内に2社ありますが、2社とも金具類はアメリカ、西ドイツ等から独自に輸入して、使用しているようです。

まり場ができるため、雨水は侵入できなくなります。

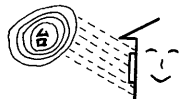
このように良好な気密パッキンは水密性に対しても十分有効に働いてくれます。

2 水切り溝・水切り板等の採用

木製サッシの場合、雨水が長い間表面に溜るような状況は、腐朽につながるもので、特に水の処理については注意を要します。

まず、窓の周囲に吹きこんできた雨水を効率よく排水するために、窓の周囲に排水のための溝を設けることが原則とされています。また窓の下側の枠材は雨水が直接あたり、直射日光を受けたり、非常に厳しい条件にあるので、この部分での水処理も重要です。たとえば、枠材の水切り面に十分な傾斜をつけてやること、水切り面の先端は多少大きめに面をとってやること等は、雨水の排水にとっても有効です。また、北欧の窓先進諸国では、アルミ等の金属板で水切り面をカバーし基材の保護をしている例などもあります。

水密性

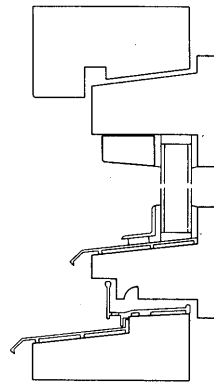


これは台風時等における窓からの雨水の侵入に対する性能です。ここでは水密性及び水はけに対して、どのような工夫が考えられるのリストアップしてみましょ

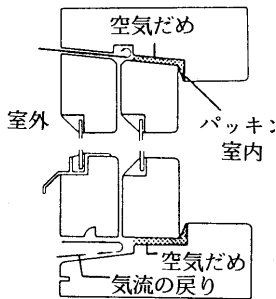
う。

1 高气密パッキンは水密に対しても十分有効

雨水は窓の内外の気圧差により室内に侵入しようとしませんが、気密パッキンのところで空気



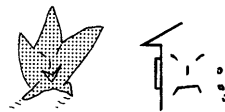
アルミケーシングを用いた内開き窓（北方系住宅の窓に関する研究より）



パッキンの部分で空気だめができ、雨水をとまらぬ気流は内部へ侵入できない

（北方系住宅の窓に関する研究より）

防火性



防火地域・準防火地域の延焼のおそれのある部分では、窓に防火性能が求められています。この目的は隣家が火災等の時

に、窓からの着火延焼を防止して、ある程度の避難のための時間を確保するためと思われます。木は燃えるので火に弱いとよく言われますが、このような防火性に対して、本当に木製サッシは弱い

でしょうか。

窓の場合、防火性能に最も大きな影響を与えるのはガラスであると言われていて、3～4mmの普通ガラスではほとんど防火性能は期待できません。防火性能を求める場合には6.8mm以上の厚さの網入りガラスが用いられています。

アルミサッシと木製サッシの防火性能についても、あまり本質的な差異はなく、ガラスの性状によるところが大きいとも報告されており、木だから火に弱いということもかならずしも言えません。また、木製サッシではガラス押さえ縁、召し合わせ部（引き違いの場合）等が防火的な弱点になるようですが、框の押さえ縁等の寸法を大きくしたり、召し合わせ部分のすき間をなくす等の工夫により、高い防火性が期待できるものと思われる。

北米やヨーロッパ等では、大きな断面の木材は鉄骨等より、より防火的であることが十分認識されており、鉄骨の防火被覆に木材を用いる程です。

3 木製の窓枠は遮音に効果的

木材を窓枠に用いた場合、アルミやスチールのサッシと異なり、ある程度の重量及び容積になりますが、遮音性能に対してはこのことは非常に有利に働きます。

耐久性



木製窓の先進国であるフランス等では、最も耐久性が期待できるものとして、合成樹脂系の白色

ペイントの使用を推奨しています。これらの塗装を行えば、3～4年の寿命があると言われていいます。しかしこの塗装では、白色ペイントにより木目が見えず、木材の大切な魅力である木肌のあたたかみを感じられず、どうも日本人の感覚には馴染みにくいものがあるようです（場合によっては、白い窓枠の方がデザイン的に好ましいこともあります）。

このペイント系塗料の欠点には、寿命がきて再塗装する時に、はく離しかけた古い塗膜を完全に除去する等、下地調整に手間がかかります。また窓枠の内側面の塗膜より外側面の塗膜の透湿抵抗が高いと、窓外面の塗膜の内側の木材が高含水率になり、塗膜の劣化や木材の腐朽につながるため、注意を要します。

遮音性



窓の遮音性は市街地等では自動車の騒音、隣家からの騒音を防ぐために非常に重要です。窓の遮音性を上げるためのアイ

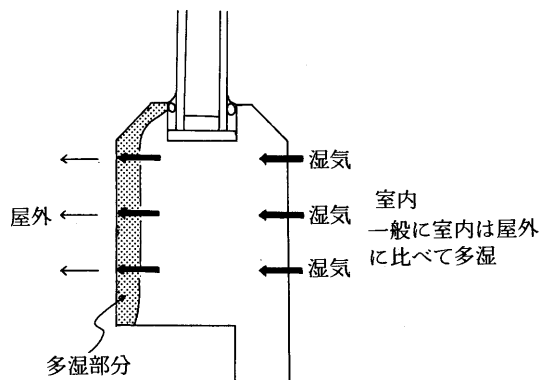
デアには次のようなことが挙げられます。

1 ガラスの多層化

遮音性に対してはガラスの影響が最も大きく、ガラスの枚数や厚さにより遮音性は異なります。中でも、ガラスの多層化は遮音性に最も効果があります。また、同じ厚さのガラスを用いると、2枚のガラスが共鳴して、かえって遮音性能が落ちることがあると言われています。このような場合には、3mmと4mm厚のガラスを併用すると共鳴を防ぐことができ遮音性が良くなります。

2 高气密性は遮音性にもプラス

ガラスの持つ遮音性を十分発揮させるためには窓の気密化も大切です。すきまだらけの従来の窓では、ガラスが多層化されていても、すきまを通して音が伝わってしまいます。



窓外面の塗膜の透湿抵抗が室内面の塗膜に比べて大きいと塗膜の劣化・木材の腐朽を生じる。

商 品 名	メ ー カ ー
ガードラック	和 信 化 学
キシラデコール	武 田 薬 品
ゴ　　リ	大 日 本 塗 料
ケミストップ	三 井 石 油 化 学
オリンピックステイン	新 宮 商 行
サドリンPX*	関 西 ペ イ ン ト

林産試験場では、以上のような理由から、屋外で用いる木材の塗装については、塗膜を形成しないで木目を生かす、木材保護着色剤による塗装を推めています。これは主に耐候性の高い着色剤や撥水剤、防腐剤等を溶剤に溶かしたもので、数社の製品が市販されています。

しかし、これらの木材保護着色剤を用いても、2～3年で再塗装を繰り返してやらなければなりません。ペイント系の塗料の場合とは異なり、塗布面の汚れを簡単に落として刷毛で塗り重ねればよいだけです。それでもやはりこの塗り替えはど

うしてもしなければならず、このことはアルミやプラスチックの窓に対して多少不利な点になっています。

おわりに

以上、簡単ですが、窓に求められる機能及びそれを満足する構造についてまとめてみました。プラスチックの断熱サッシでも窓枠に結露している例をしばしば見ますが、木材は断熱性・防露性など多くの点から、アルミ・スチール・プラスチック等の窓枠材に比べて、寒地向けの窓には最適の材料です。窓におけるこのような木材の特性が今まで理解されなかったのは、その窓が寒地向けの設計ではなく、本州スタイルのものをそのまま用いていたからにすぎません。

では、最後に現在市販されている断熱サッシの性能を一覧表を見てみましょう。木製サッシでも他のサッシ以上の性能を持つことが可能であることがわかつてと思います。

製 品	窓 形 式	ガラス構成 (mm)	熱貫流率 (kcal/m ² hC)	気 密 性 m ³ /hm ²	水密性能 kgf/m ²	強度性能 kgf/m ²
A社木製サッシ	はめ殺し+前開き 前だおし	3-12-3	2.3	0.062	35	280
B社アルミ二重サッシ	引き違い	6- -5	2.98	2.0	-	34.5
C社プラスチックサッシ	はめ殺し+外開き	3-12-3	2.2	2.0	25	120
D社プラスチックサッシ	引き違い	3-12-3	2.3	2.0	-	120

本章の執筆に際しては、先に紹介した委託研究の外、北方系住宅の窓に関する研究（北海道大学 洪研究室）、寒地建築教材概論編（日本建築学会 北海道支部編）第1回木製サッシのシンポジウム旨（主催日本住宅・木材技術センター）、第

26回寒地建築技術講習テキスト（北海道住宅都市部・道立寒地建築研究所監修）等を参考にしました。

（林産試験場 材質科）