

# 木製断熱窓の開発 (第1報)

- 基礎的検討及び設計・試作 -

石井 誠 飯岡 信男\*

## Development of Thermo - Insulated Windows ( ) -Basic studies , designing and trial production-

Makoto ISHII Nobuo IIDA

To develop thermo - insulated wood windows suitable for usage in cold areas , studies were made on the faculties and abilities that would particularly be required of those windows as well as on the basic structure that would enable them to possess those faculties and abilities . Then according to the results of the studies , windows were experimentally designed and produced . Results are summarized as follows ;

(1) A number of faculties are generally required of windows , but particularly thermal insulation , air tightness and water tightness were found to be among the most important ones required of windows for usage in cold areas . It was also found that with those windows the K value should be  $1.0$  to  $2.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$  , the air leakage level below  $1.0 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$  , and the water tightness one over  $25 \text{ kgf/m}^2$  .

(2) From this studies it was found that casement windows or casement - picture combination windows were effective for maintaining good and stable air tightness .

According to this know - ledge , three types of casement - picture combination windows were manufactured as trial products .

寒冷地向けの木製断熱窓の開発を目的に、木製窓に求められる機能及び目標とすべき性能水準の検討、木製窓の基本構造の検討及び、これらに基づく設計・試作を行った。結果の概要は以下のとおりである。

(1) 窓に求められる機能は非常に多いが、特に寒冷地住宅の窓には、断熱性・気密性・水密性等の各機能が重要であること、寒冷地向け窓の目標性能水準として、断熱性としては、熱貫流率  $1.0 \sim 2.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 、気密性としては  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ 以下を、水密性としては  $25 \text{ kgf/m}^2$ 以上を設定すべきであること等が検討の結果明らかになった。

(2) 検討の結果、気密性を確保し、なおかつ安定的な性能を確保するためには、開き窓や一部にはめ殺し窓を併用した開き窓が望ましいことが明らかになった。このようなことから、3タイプのはめ殺し併用の開き窓を設計・製作した。

## 1. はじめに

北海道、東北をはじめとする寒冷地域においては、住宅構造がますます高断熱・高气密化する傾向にある。このような状況においては、断熱化しにくい窓やドア等の開口部からの熱損失の割合が高くなり、省エネルギー・結露防止の点から、従来の木製建具・アルミサッシに代わってプラスチックサッシ等の断熱サッシが多く用いられるようになってきた。しかし、このような断熱サッシを用いても、これらの問題が十分に解決されているとは言えない。また、その他の温暖な地域においては、アルミサッシのみの使用が一般的であり、冬期にはガラスやアルミ面に著しい結露を生じているが、これらに対する方策はほとんどなされていない。

また、ホームビルダー、ユーザー等には、住宅の高級化、差別化の観点から、普及品の性格が強いアルミサッシ等の量産部品に対して根強い抵抗感があり、木等の天然素材に対して強い願望を持っており、特に最近はその傾向が著しい。

一方、木材はアルミに比べて1300~2000倍、プラスチックに比べても1.5~2倍断熱性が高く、窓枠のように断熱性・強度・軽さ等が同時に要求される部分には、最適な材料である。また、木材の素材感はアルミ・プラスチックに比べるものではなく、高級感のある窓の製造が可能である。そのため、現在スウェーデンをはじめとする北欧諸国では木製窓が90%近いシェアを占めている。これに対して、我が国においては、最近まで木製窓に関する研究・開発はほとんどなされていなかった。

このようなことから、本研究開発では断熱性・気密性・水密性等に高い性能が要求される寒冷地向け木製窓の開発を行った。本研究の内容は以下の項目から構成されている。

- (1) 基礎的検討及び木製窓の設計・試作
- (2) 木製窓量産システムの検討
- (3) 試作木製窓の性能評価

本報では、(1)基礎的検討及び木製窓の設計・試作について報告する。

## 2. 基礎的検討

### 2.1 木製窓に求められる機能及び満足すべき目標水準

木製窓の設計・試作に入るまえに、本道をはじめとする寒冷地における住宅の窓に求められる機能とその性能水準について検討した。

住宅の窓に求められる一般的な機能としては、

- (1) 採光
- (2) 日照調節と遮光
- (3) 透視展望と視線の防止
- (4) 換気と通風
- (5) 断熱
- (6) 遮者
- (7) 気密
- (8) 水密

等、多くの機能があげられているが、その他にも操作性・安全性・耐久性・施工性・清掃性等の機能も求められる。そこで、これらの機能のうち主なものについて目標とする性能指標の作成を行った。これには、林産試験場が昭和57年度、日本建築学会北海道支部に委託した「寒地向けカラマツ窓ユニットの性能に関する研究」の成果の外、国内外のサッシ規格等<sup>1)2)</sup>を参考とした。その結果を第1表に示す。

#### 2.1.1 断熱性

窓の断熱性として、熱貫流率(K値ともいう)が $2.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 以下ならば、住宅金融公庫の割増し融資基準であるベターリビング(以下BLとする)断熱サッシ規格に合格する。その他、北海道が設けている割増融資基準(北海道持家建設資金貸付制度による基準)にも合格する。一方、建築関係の学識経験者の間では、北欧の進んだ寒冷地住宅を範として、今後の理想的な寒冷地住宅の全体構造を想定したうえで、窓には熱貫流率 $2.0 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 以下(より望ましくは、 $1.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 以下)が望ましいという見解がある<sup>3)</sup>。

#### 2.1.2 気密性

BLでは断熱サッシの気密性を $2 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ クラス(窓内外での風圧力差 $1 \text{ kgf/m}^2$ のとき1時間に窓面

第1表 木製窓の目標性能

機能	目標水準 (単位または等級)	備考
断熱性 (熱貫流率)	1.5~2.5 (kcal/m <sup>2</sup> h °C) 1.0~1.5	地域の気象条件により異なる 断熱戸を併用した場合
気密性	1.0 (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h) 以下	1 kgf/m <sup>2</sup> 差圧時
防露性	外気 0 °C, 室内 20 °C, RH 75% 上記の条件において, 結露による実害なし	地域の気象条件により異なる さらに十分な検討が必要
水密性	25 (kgf/m <sup>2</sup> )	BL 部品規格参考
耐風圧強度	240~280 (kgf/m <sup>2</sup> )	BL 部品規格参考
保守・管理	5~6 (年)	左記の間隔で再塗装を行う
清掃性	外部ガラス面も容易にかつ安全に清掃できること	

1m<sup>2</sup>あたり2m<sup>3</sup>の空気の漏れがある)以下としているが、木製窓先進国の北欧諸国ではより高い値を設定している。例えばスウェーデン建築規格75では、圧力差10kgf/m<sup>2</sup>のときの通気量は2.5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h以下、同様にノルウェー規格優のクラスは3.5m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>hとなっている。これらを1kgf/m<sup>2</sup>圧力差にあてはめると、0.5~1.0m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>hになる。

#### 2.1.3 防露性

窓面の結露は室温、室内相対湿度、外気温、屋外の風速等に左右される。結露をおさえるためには、室温を上げるか、絶対湿度を下げるのが効果的である。しかし、健康に及ぼす影響及び室内におけるカビの発生条件等を考慮すると、室温20程度とした場合、相対湿度40~60%が望ましいと言われている<sup>4)</sup>。

室温20、相対湿度60%、屋外の風速3m/秒と仮定すると、屋外の気温が-4まで下がると、ペアガラス(3-12A-3)ではガラス面に結露が発生する。また、同様に屋外の気温が-16以下になればトリプルガラス(3-12A-3A-12A-3)でも結露が発生する。このため、屋外の風速・気温の条件等地域特性を考慮して、用いるガラスの選択をしなければならない。ところで、道内主要都市の1月の日最低気温の平均は-8~-16であり、また同月の各地の平均風速は2~7m/秒である<sup>1)</sup>。このようなことと、室内側にカーテン等が設けられ結露に対して好ましくない要件が十分想定されるので、使用するガラスはトリプルガラスまたはそれ以上のガラスが望ましいものと思

われる。

#### 2.1.4 水密性・強さ

水密性とは、暴風時における対漏水性を意味する。その性能については、BL 部品規格を参考にした。25kgf/m<sup>2</sup>クラスとは、風速20m/秒の暴風時においても室内に漏水の被害がないクラスを意味する。また、強さについてもBL 部品規格を参考とした。

#### 2.1.5 メンテナンス

木材を外部に用いる場合、木材表面は紫外線・雨水・ほこり等の複合作用により劣化するとされている<sup>6)</sup>。この外、微生物による劣化も問題になる。このような劣化を放置しておく、美観を損ねたり、性能の低下、または窓としての機能が果せなくなることがある。さらに、木材以外にもパッキング材・コーキング剤等の劣化も問題になる。このような劣化に対しては、一定期間ごとに補修しなければならない。ここでは、このようなメンテナンスの期間を5~6年とした窓構造とすることとした。

また、使用する塗料は、従来塗膜を作ることにより木材をカバーするタイプのものが使用されていたが、この種類の塗料は、補修する際、塗装をはがさなければならない。そのため、住宅のメンテナンスを自分でする習慣があまりない我が国では、業者に委託しない場合、日曜大工等で頻繁に補修(重ね塗り)したり、塗装をはがしたりしなければならないこと等を考え合わせると不向きである。そのため、重ね塗りが可能な木材保護着色剤を使用するなどして、容易に補修でき

ることとした。

### 2.1.6 清掃性

ガラス面の汚れは、採光性に影響するだけでなく、透視展望の上で特に気になる点である。そのため、特に外側のガラス面の清掃が容易に、かつ安全にできる必要がある。西ドイツ等の基準では清掃、開閉時の安全のため、二階以上の窓では外開き窓は禁止されている。そのため、内開き窓、ドレーキップ等の清掃性、換気性を考慮した構造の開閉方式が発達している。しかし、我が国ではそのような基準はないため、特に内開き窓にはこだわらず、安全にかつ容易に外部ガラス面を清掃できる構造のものとした。

## 2.2 木製窓の基本構造

先に設定した木製窓の性能指標に従い、サッシの基本的な構造について検討した。その結果を第2表に示す。これは、今回の試作に対する基本的な考え方をまとめたものであり、これらによらない製品を否定するものではない。

### 2.2.1 ガラス構成

単板ガラスは市販複層ガラスに比べて非常に安価なため、これを用いて簡易な複層ガラスを構成する方法を検討した。この方法では、構成するガラスの枚数や、ガラス間空気層の厚さを自由に設定でき、高断熱化が容易になる。しかし、試作・検討した方法では、

ガラス間空気層内で結露が発生したり、流入空気に伴うほこりがガラス面に付着、ガラス面を汚す等の問題を残した。特に、ガラス面の汚れは大きな問題と思われる。このため現在では第2表に示したような市販複層ガラスの利用を基本と考えている。

木製窓の場合、熱貫流率 $2.5\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$ の目標水準を満たすためには、3-12A-3(mm)ペアガラス(熱貫流率 $2.6\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$ )の使用が適当と思われる。また、熱貫流率が $1.5\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$ 程度の非常に高い断熱性を有する窓を目指すには、3-12A-3-12A-3(mm)トリプルガラス(熱貫流率 $1.7\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}$ )よりも高断熱なガラスの使用が不可欠と思われるが、これを達成するためには、熱線反射フィルムの利用を考慮する必要がある。

なお、これらの複層ガラスはペアガラスで全体の厚さが18mm、トリプルガラスで33mmと、各々厚さが異なる。このため、地域に応じた断熱性を持たせるためには、簡単な方法により、用いるガラスを選択できる構造が望ましい。この点、木材では、アルミやプラスチック等の押し出し成型品と異なり、加工が容易なので、簡単にガラス設置部分の溝幅を変えることができる。そのため、これらのガラスの利用が十分可能である。

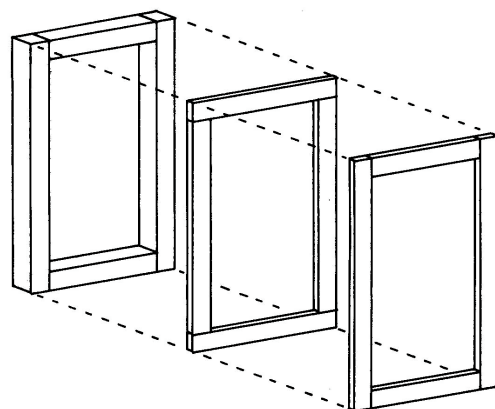
### 2.2.2 窓の開閉方式

これは、主に気密性の確保を主眼に検討した結果で

第2表 木製窓の基本構造

仕 様	基 本 構 造
ガ ラ ス 構 成	最低3-12A-3(mm)ペアガラス。トリプルガラス、熱線反射フィルム付ペアガラスを積極的に用いる
開 閉 方 式	外開き、一部はめ殺し窓を主とする
パ ッ キ ン グ	軟質ゴム系中空またはV字パッキングを用いる
金 具 類	多点じまり引きよせ金具の利用。外部ガラス面の清掃が可能なステー等の採用
使 用 樹 種	比重0.5以上の針葉樹または広葉樹(散孔材が好ましい)
仕 口 構 造	積層接着構造(当场開発)のような高い耐力特性を有するもの
カ バ ー	上下枠等の水平部材で水のかかりやすい部分にはアルミカバーを用いるようにする
ガ ラ ス 設 置 方 法	ビード類はなるべく避ける。シリコンシーリングを用いる
塗 装	塗膜を作らない木材保護着色剤を用いる

ある。引き戸では、操作性を上げるためにモヘアタイプのパッキングが用いられている例が多いが、このタイプのパッキングでは十分な気密性の確保が困難なことや経年変化により初期性能の確保が十分期待できないことが考えられる。開き窓では、字または中空軟質ゴムパッキングを押し付けることにより、容易に気密性を確保することができる。しかしパッキング材料は経年変化等によりつぶれ等の変形が生じやすいので、パッキングは容易に交換ができるような構造にすることとした。



第1図 積層接着構造の概要

### 2.2.3 木質材料

使用する木材の品質については日本ではJIS A 4602によって木製引違いガラス戸に使用する樹種とその木取り方法及び含水率について規定されている（しかし、規定された樹種以外でも、同等以上の品質であれば使用できる）。また、西ドイツではDIN 1052の許容応力度に基づいて3つの等級に区分されている。

さらに、これらの規格では特に問題にされていないが、金具類を木部に固定するには通常木ネジを用いるが、このことについても検討を要する。すなわち、カラマツを原料として試作を行ったところ、木ネジ保持力が小さいために金具類にゆれみが発生した。このように比重0.5以下の材料を用いる場合には、材料の木ネジの保持力や金具の固定方法に注意を要する。基本的には木質材料には均質で比重の高い材料が望ましい。

### 2.2.4 仕口の構造

木製建具では、通常仕口の接合にホゾ、ダボなどを用いる。日本ではJIS A 4602に木製建具の接合方法として、ホゾ接合の規定がある。また、ヨーロッパではDIN 68121, SIS 054401等をはじめ多くの規格に二枚ホゾ、フィンガージョイントの規定がある。

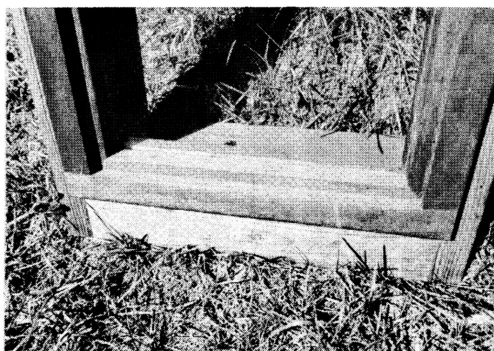
しかし、ホゾ、ダボなどでは何年か使用している間にその部分がゆれみ、建具が変形したり、気密性が悪くなることが多く、耐久性の優れた接合方法とは言えない。特に、開きタイプの窓では、障子枠の隅角部に大きな力がかかるので、その部分の接合強度は重要である。そこで、仕口部分の望ましい構造について検討

した。その結果、第1図のような仕口部分の接着面積の広い積層接着構造が有効であると考えられた。

### 2.2.5 カバー

木製窓で最も塗装の劣化が著しいのは、下枠や上枠の水平部分である。写真にその劣化状況の一例を示す。この窓は昭和55年8月に林産試験場内に建設されたログハウスの南東面に取り付けられたもので、施工後5年目のものである。使用樹種はエゾマツ、塗装はガードラック（チョコレート色）の2回塗りである。塗装状況を劣化の少ない順に示せば、縦枠等垂直面、上枠水平面、下枠等の水平面となる。このようになる原因としては、部材水平部分は雨水が直接あたり、またその部分に滞留しがちであること、またホコリ等も積もりやすく、これが塗装面の劣化を促進するためである。

このため下枠・上枠等の水平部分はアルミ板等で被



窓下枠の劣化状況



覆する必要があると思われる。アルミ水切り材は各種の既成品が販売されているので、これらが使用できるような設計が望ましい。

#### 2.2.6 ガラス設置方法

アルミサッシ等ではサッシにガラスを設置する場合、ゴム系のビード類を使用することが多い。これは作業性・価格の点でメリットが大きいですが、安易に施工するとガラス設置部分に透き間ができやすく、気密性に影響を与えたり水の侵入を許すため、信頼性の高い設置方法とは言えない。このようなことから、管理された工場内で作業する場合は問題はないと思われるが、一般的にはさけるべきであろう。そのため、現場施工が可能で、かつ補修が容易なシリコン系コーキング剤でシールする方法が良いであろう。

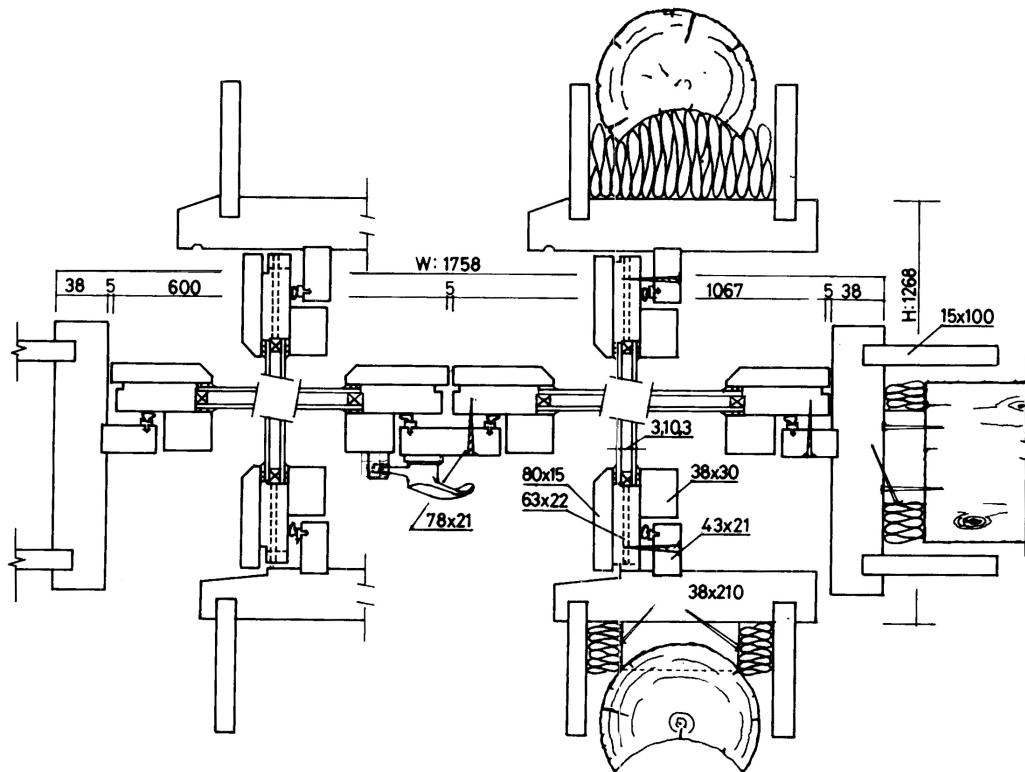
### 3. 木製窓の設計・試作

以上の結果をもとに木製窓の設計・試作を行った。

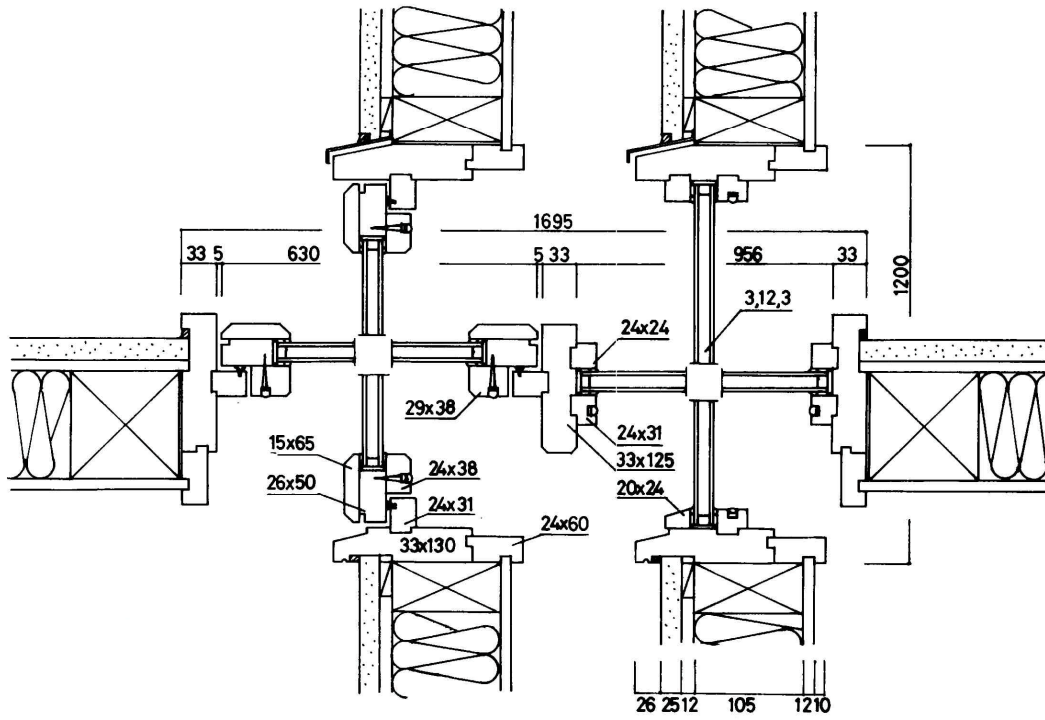
第2～4図に設計・試作された3タイプの木製窓の詳細をまとめた。

(1) タイプ1の特徴 障子は2層構成による積層接着方式を用いた。ガラス押え縁は室内側にもってきた。2枚の単板ガラス間に結露の恐れがあったので、外気に通じる通気孔を設けた。外開き障子の外部面が室内から清掃しやすい構造になる吊り金具を用いた。障子の仕口部分が腐朽しないように部材の角面を大きく面取りした。

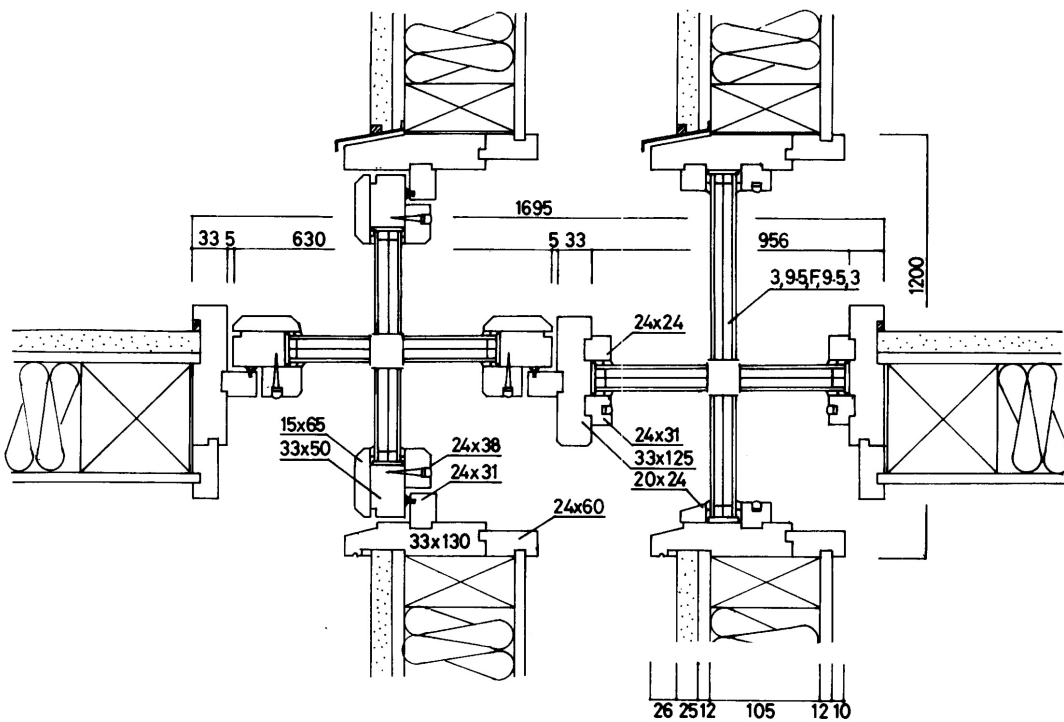
(2) タイプ2の特徴 タイプ1の発展型。商品化を前提として、製造上・施工上の問題点を詳細に検討した。製造工程を簡素化するために部材数をなるべく少なくするようにした。アルミサッシ、プラスチックサッシでは内のり材、額縁材等を取り付ける二次的な工事を伴うが、この窓ではその工事がなく取り付けが容易である。使用材料は、くぎ保持力の高い高比重広葉樹を用いた。さらに、ガラスは、断熱性の高い13-12A-



第2図 試作した木製窓 (タイプ1)



第3図 試作した木製窓 (タイプ2)



第4図 試作した木製窓 (タイプ3)

3 (mm) ペアガラスを使用した。

(3) タイプ3の特徴 タイプ2とはほぼ同型だが、熱線反射フィルムをガラス間中央に張ったペアガラス(3-9.5A-film-9.5A-3 (mm) ガラス合計厚さ25mm)を用いている。アルミサッシ、プラスチックサッシではこのように厚いガラスを使うことは押し出しサッシバーの寸法が規格外となるので困難である。このガラスにより断熱性はタイプ2に比べて50~60%向上するものと思われる。

#### 4. おわりに

窓に関する国内外の資料、及び北海道の気象条件を基に、寒地向け木製窓に要求される目標性能を作成し、その目標を満足する木製窓の基本構造を提示した。そして、それらの結果に従った木製窓の設計・試作を行った。次報で、これらの窓のローコスト量産システムの検討結果、及び試作した木製窓の気密、水密、断

熱、防露試験結果について報告する。

#### 文 献

- 1) 洪 悦郎ら: 寒地建築教材概論編, 彰国社 (1982)
- 2) Prof.E.Seifert: FENSTER und FASSADE, 1 (1982)
- 3) 例えば寒地住宅開口部研究会: 豊かな住まいづくり 第35集, 日本建設新聞社 (1984)
- 4) 例えば渡辺 要ら: 建築計画原論 I, 丸善
- 5) 旭ガラス: 技術資料1-10 (ガラス窓の結露計算. 4)
- 6) 峯村 伸哉: 林産試だより, 4月号 (1983)

—木材部 加工科—

—\* 林務部 林産課—  
(前木材部 材質科)

(原稿受理 昭61.5.19)

## 林産試験場月報

1986年7月号 (第414号)

(略号 林産試月報)

編集人 北海道立林産試験場編集委員会

昭和61年7月20日発行

発行人 北海道立林産試験場

印刷所 植平印刷株式会社

郵便番号 070 旭川市緑町12丁目

郵便番号 070 旭川市9条通7丁目

電話 0166-51-1171番(代)

電話 0166-26-0161番(代)