

平成7年度 農林水産省補助事業
木質建築資材技術国際化対策事業

先進木質建築資材技術導入促進事業報告書

平成8年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

自然環境に対する意識の高まりから、低質森林資源を利用した工業製品の性格の強いPSL、OSB等の生産割合が増加する傾向にある。

また、これらの建築資材は、海外からの輸入が増加する傾向を示しており、これまでに日本では想定していないような使われ方が見られるようになってきている。

こうした状況に対応するため、本報告書は、北米及び北欧における先進的木質材料の使用実態と最近の動向を調査し、その調査結果を取りまとめたものである。

なお、北米における調査は、8日間にわたり調査員1名を派遣し、住宅建設現場、4階建て木造共同住宅、展示場、ホームセンター等を調査し、北欧における調査は、13日間にわたり調査員1名を派遣し、住宅製造工場、製材工場、窓工場、木材技術センター等について調査したものである。

要 約

近年、海外からの木質系材料の輸入が増加する傾向を示しており、これまでに日本では想定していないような使われ方が見られるようになってきている。

このようなことから、海外における先進的な木質建築資材の使用実態等の情報を把握するため、北米及び北欧について調査を実施した。

(1) 北米の新木質建材等実態調査

北米における2団体の主催する展示場、住宅団地建設現場、4階建て木造共同住宅、市内のホームセンター等について、木質材料の実際の使われ方や嗜好等最近の動向を調査した。

(2) 北欧の新木質建材等実態調査

北欧における木材センター、住宅製造工場、製材工場、窓工場等について、木質材料の実際の使われ方や嗜好等最近の動向を調査した。

キーワード

OSB、COFI、LVL、パララム、木製I型ビーム、マイクロラム、TJIジョイント、ティンバーストランド、ログハウス、パネル、高断熱高気密型住宅、ユニット、パルプファイバー、

目 次

第1章 北米の新木質建材等実態調査	1
1 調査目的	1
2 調査日程の概要	1
3 調査内容	2
4. 調査結果のまとめ	7
資料	8
第2章 北欧の新木質建材等実態調査	3 1
1 調査の概要	3 1
2 スウェーデンの林産業	3 7
3 フィンランドの合板事情	4 7
4 スウェーデンの住宅	5 4

第1章 北米の新木質建材等実態調査

1. 調査目的

近年、北米からの木質系材料の輸入が増加する傾向を示しており、これまでに日本では想定していないような使われ方が見られるようになってきた。特にOSBについては北米での使用量が増加し、合板の使用量が減少している傾向を示しているといわれており、木質系材料が実際にはどのような使われ方をしているのか調査することが必要と思われる。この目的に沿って、最近の動向を知る上で、アメリカホームビルダー協会（National Association of Home Builders：NAHB）が開催する展示会に出展されている材料・製品などを調査することが有効と思われるため、NAHB展示会における出展製品の状況を視察した。また、最近の木質材料の使われ方を調査するためには木造建築物の建設現場を直接に視察することが重要と考えられる。そこで、北米の最近の状況を調査するために、日本との関わりの深いCOFI（Council of Forest Industries Canada:カナダ林産物審議会）が案内と説明を行うブリティッシュ・コロンビア州（B・C州）バンクーバー市内の木造建築による住宅団地建設現場の視察を行った。

2. 調査日程の概要（平成8年1月25日～2月1日）

- 平成8年1月25日（木） 成田空港出発、JAL010便
シカゴ経由ヒューストン着
- 平成8年1月26日（金） 市郊外、ウッドランド視察
NAHB会場（アストロドーム）視察
- 平成8年1月27日（土） NAHB会場（アストロドーム）視察
- 平成8年1月28日（日） グラス経由バンクーバー着
- 平成8年1月29日（月）
午前：CANADIAN PLYWOOD ASSOCIATION TECHNICAL CENTER訪問
午後：RICHMOND PLYWOOD CO. 訪問
夕食：現地関係者とのレセプション
- 平成8年1月30日（火）
午前：ホームセンター訪問（DO IT YOURSELF）
午後：木造住宅建築現場視察
- 平成8年1月31日（水） バンクーバー発 JAL015便
- 平成8年2月 1日（木） 成田空港着

3. 調査内容

3.1 平成8年1月26日（金）

1) ウッドランド開発地区の視察

1974年から開発されたコミュニティで、周辺に生えている樹木より高い建物を建築することが禁止され、自然の景観の中に住宅団地、商業地域、学校等が点在し、自然環境と調和することを主目的としてヒューストン郊外に開発された地区である。自然との調和をテーマとしているため、ヒューストン近郊では最も人気の高い地域となっている。25,000エーカーの地域に商業地域、学校、教会、病院、保養・娯楽施設等が点在するように総合的に計画され、戸建て住宅や集合住宅が森林の中に建てられている状況であった。また、ウッドランド内で視察した木造住宅の建築現場では、2寝室にキッチン、2リビングルーム程度の割合小規模の平屋建て住宅であった。（写真1～写真6）

2) NAHB会場（ヒューストン、アストロドーム）の視察

展示会は、アストロアリーナ、アストロホール、アストロドームの3会場で開催され、建築部材・設備等が展示されている。主なものとして、開口部材、外構部材、内装部材、建築部材、キッチンセット、バスセット、屋根材料関係、木質材料等が展示されていた。

開口部材については、外側がアルミ又はプラスチックで内側が木製の窓及びガラス入りの木製ドア等が展示されていた。主な会社としてVERUX、ANDERSENなどが出展していた。これらの中で、外側がプラスチックで内側が木製の窓では、屋根の斜め面に設置し、回転・すべり出し・キップ等の機能を備えたものが展示されていた。また、木製・木質系窓に関連して、紫外線や赤外線を遮るガラスの展示も見られた。

外構部材については、木製のデッキ、手摺り等が展示されていた。

内装部材は、床材・内壁材について各種の商品見本が展示されていた。

建築部材については、LVL、パララム、木製I型ビーム、OSB等の展示が複数の会社から展示されていた。

その他、木造住宅のCAD関係のブースがいくつか見られた。又、木造住宅の建築業者が18種類の建物の価格及び支払条件等をCD-ROMに記録したものをパソコンで展示し、そのCD-ROMを参加者に無料で配布していた。

NAHB会場内の木製建材の展示では、いずれもエコ材料であることを強調しており、マイクロラム、TJIジョイスト、パララム、ティンバーストランド等の材料の展示並びにパンフレット等による使用方法の説明が多数あった。

（資料1：NAHB会場全体図、資料2：出展者リスト、資料3：エコ製品例）

（写真7～写真21：NAHB会場内の展示状況）

3.2 平成8年1月27日（土）

NAHB会場（ヒューストン、アストロドーム）の視察
前日に引き続きNAHB会場の視察を行った。

屋外展示場には、屋根下地、壁下地、屋内の軸組が見れる状態で建てられた木造建物が展示されていた。まぐさ部分にパララム、はりに2×4と針葉樹合板で造ったI型ビーム、屋根下地に屋内側にアルミコーティングしたOSB等が使用されていた。この建物は、屋根トラス、床トラス、軒先部分のトラスをあらかじめ工場で生産し、現場で簡単に組み立てられる、建物のデザインが異なっても柔軟に対応できるシステムと紹介していた。

（写真22～写真24：NAHB会場、屋外展示場のモデル建物）

3.3 平成8年1月29日（月）

1)カナダ合板協会（CANADIAN PKYWOOD ASSICIATION TECHNICAL CENTER）訪問
735 West 15th street, North Vancouver

1962年にB・C州（ブリティッシュ・コロンビア州）の合板協会として設立され、その後参加企業が増えてカナダ合板協会（CPA）となり、現在はCOFI（カナダ林産物審議会）の6部門の一つとして活動している。COFIの合板部門を担当し、COFIと独立して活動している。スタッフは15名、その他カナダ東部、日本の東京にも専門家を配置している。CPAに参加している会員は11社13工場で、そのうち11工場がB・C州、アルバータ州とサスカチュワン州に各1工場がある。

1987年からはJAS（日本農林規格）の試験機関として認定され、1988年からCPAでJASマークを付けている。

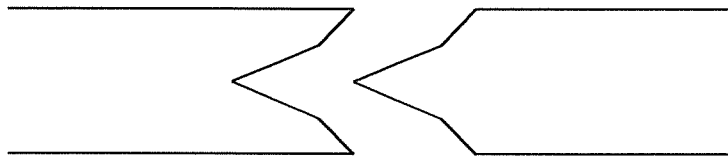
ア）技術開発部長：Nich Nagy氏によるCPATECHNICAL CENTER内の案内と説明。

合板全般についての技術開発を担当しているが、技術開発部門の主な仕事は、

- ①低品質の材料を含んだ部材の開発試験
- ②基準・規格の作成
- ③情報提供

COFI規格のほん実加工合板のによるCOFI ROOF やCOFI FLOORの開発も手がけた。試験は合板が中心で、OSBや集成材についてはほとんど行っていない。主な試験装置として、床のせん断（剛性）試験装置、壁のせん断試験装置、合板の実大曲げ試験装置、接着力試験装置、耐久性試験装置等が設置してある。

COFIが開発したほん実加工合板の例を下図に示す。



COFI規格のほん実加工合板（COFI T&G）

イ) 合板マーケット部長：Piter Metochraf 氏の説明と質疑応答。

B・C州での木材の年間の伐採量は森林面積の1%以下となるようにし、伐採後は年間2億本が植林されている。伐採量の7割がカナダ国内で消費され、15%が日本に輸出されている。その他ヨーロッパ、中近東、韓国、台湾、シンガポール等にも輸出されている。

カナダでの合板製造は年間約1,800,000m²で、そのうちB・C州が約90%を製造している。最近の10年間で閉鎖した工場があるが、平均すれば約95%の稼働率で操業されている。日本への合板の輸出は最近の5年間で約400%の増加率を占めており、カナダにとって重要なマーケットとなっている。日本への輸出を重要視しているのは、①人口が多いことによるマーケットの大きさ、②アメリカに次ぐパネル工場の多さ、③針葉樹、広葉樹合板の使用が増加している、④東部カナダへの輸送コストと日本への輸送コストはほぼ同程度である。等の理由による。

COFI及びその1部門であるCPAは、1974年以降日本と関わりを持ってきた。特に枠組壁工法が日本で認められて以来、関係が深く、枠組壁工法の日本での着工戸数の増加に伴って合板の輸出量が増えた。現在では、プレハブ工法にも使われ始め、更には在来軸組工法の屋根下地材としての使用をPRしていく方針である。将来的には、カナダ合板をコンクリート型枠用として販売していきたいと考えている。ライバルは東南アジアから輸入されているラワン合板であるが、カナダの針葉樹合板はカナダでは型枠として20回の使用に耐えており、繰り返し使用できるエコ材料として使われることを期待している。寸法は、日本の実状に合わせて製造している。建築関係以外では、梱包用や家具材料に使われているが、日本市場の大きさを考えると家具材料として輸出することに大きく期待している。

（資料4：カナダ合板について、CPAパンフレット）

（写真25～写真31）

2)リッチモンド合板（Richmond Plywood Corporation Limited(RichPly)）の工場見学（13911 Vulcan Way, Richmond）

カナダで一番生産量が多い工場で、年間約1億m³を生産している。

1956年から操業を始め、現在、ドライヤー5基、プレス3基、ロータリーレース3基があり、3ラインで生産している。1995年は生産量の約10%が日本向けで、高品質のものが輸出されている。接着剤はフェノール樹脂を用いている。合板単板の75%は自社で製造し、15%は外部から購入している。

*：会議室で質疑を行ったが、説明者は工場現場の責任者であるため、日本向けの製品についての考え方や今後の方針等についての質問には的確な回答が得られなかった。最後にマネージャーが5分ほど質問に対し回答してくれたが、日本向けの合板価格については明言しなかった。（注文があれば、その時点で値段の交渉を行うと回答した。）

3)COFI、ブリティッシュコロンビア州貿易振興公社（BRITISH COLUMBIA TRADE DEVELOPMENT CORPORATION：BC TRADE）、カナダ建築輸出審議会（Export Council of Canadian Architecture：E・C・C・A）とのレセプション（18:00-20:00）

カナダ側出席者

・ジョン M パウルス氏（JOHN M. POWLES：COFI副理事長、マーケットトレード本部担当）

・ブルース ラバティ氏（D. Bruce Laverty：BC TRADE 天然資源局）

・デイビッド グラハム氏（DAVID GRAHAM：E・C・C・A顧問）

レセプションでは、カナダ製品及びBC州の合板等の建材、木材製品等についての紹介と輸出企業一覧等の資料が提供され、これらを話題にツアー参加者と交歓した。

3.4 平成8年1月30日（火）

1)午前：ホームセンター（Home Depot in Burnaby）訪問

バンクーバー市内にある大規模なホームセンターの見学を行った。建築工具、枠組壁用製材、各種建材、木材製品、園芸用品等が広いスペースに陳列され、同時に木製家具の組立方法、木製遊具の組立方法、各種工具の使い方並びに小屋程度の建物の建築方法等を解説したパンフレットや本が販売され、誰でも簡単に作業できるようなシステムとなっていた。木製ドアは、200ドル（約2万円）程度の値段のものから販売されており、かなり安価であった。日本の建築業者がまとめて輸入したときの仕入れ価格とホームセンターで個別に販売されている価格と大差ないようであった。

（資料5：配付資料7種の内、カナダ BC TRADE 資料抜粋）

2)午後：木造建築現場視察

同行・説明者：ブルース ラバティ氏（BC州天然資源局）

デイビッド グラハム氏（BC州貿易振興公社顧問）

① 木造建築現場の見学

リッチモンド市郊外にある木造住宅の建築現場を見学した。建物は、2階建てでガレージ付き150㎡クラスで約1,600万円程度であった。建物の外壁下地には構造用の針葉樹合板よりもOSBが使われている方が多く、OSBを横張りし、OSBとOSBの間に2cm程度の隙間を開けて施工していた。OSBの上にアスファルト防水紙を張り、モルタル塗りを行っていた。耐水性に問題があると思われるが、あまり気にしていないようであった。見学した住宅団地は、主に、香港から移住してきた中国系住民のためのもので、リッチモンド国際空港に近く、又バンクーバー市内にも自動車です約30分の距離と立地条件として恵まれている地域である。この団地の近辺には、最近開発中の住宅団地が立ち並び、戸建て住宅から4階建て高級木造共同住宅まで建築されていた。特に、TERRA-NOVA開発地区では木造連続建ての高級住宅が建ち並んでいた。

（写真32～写真40）

② ブリティッシュ・コロンビア大学構内に建てられている木造共同住宅等の見学

ブリティッシュ・コロンビア大学から99年間の借地権を受け、建築された木造高級集合住宅及び木造4階建て共同住宅を見学した。木造4階建て共同住宅は年金生活をしている高齢者又は独身者たちが主な居住者で、建物1階のモデル住居を見学した。住居タイプは5種類程あり、訪問者用の寝室やホームパーティ用の共同使用施設が完備されている。

（写真41～写真45）

③ バンクーバー市内、再開発地域内の木造4階建て共同住宅の見学

この開発地域は、第2次世界大戦後に復員してきた人たちのために建築された平屋建ての木造住宅が老朽化したため、この地域を再開発して木造共同住宅を建築している。建築中の木造住宅は、外壁に合板が用いられていた。窓にはアルミサッシが用いられ、窓周り部分にコーナールとされる黒い液を塗布していた。又、窓枠の下端の210材には繊維方向に沿って鋸目が入れられていたが、枠材の膨張・収縮を考慮した耐久性処置方法と思われるが、工事現場への立ち入りは禁止されていたため、現場での説明がなく実状はよく判らなかった。この再開発木造共同住宅は、建物規模から見て中・低所得者向けと思われる。この開発地域の周辺には、木造の高級戸建て住宅が建てられていた。

（写真46～写真48）

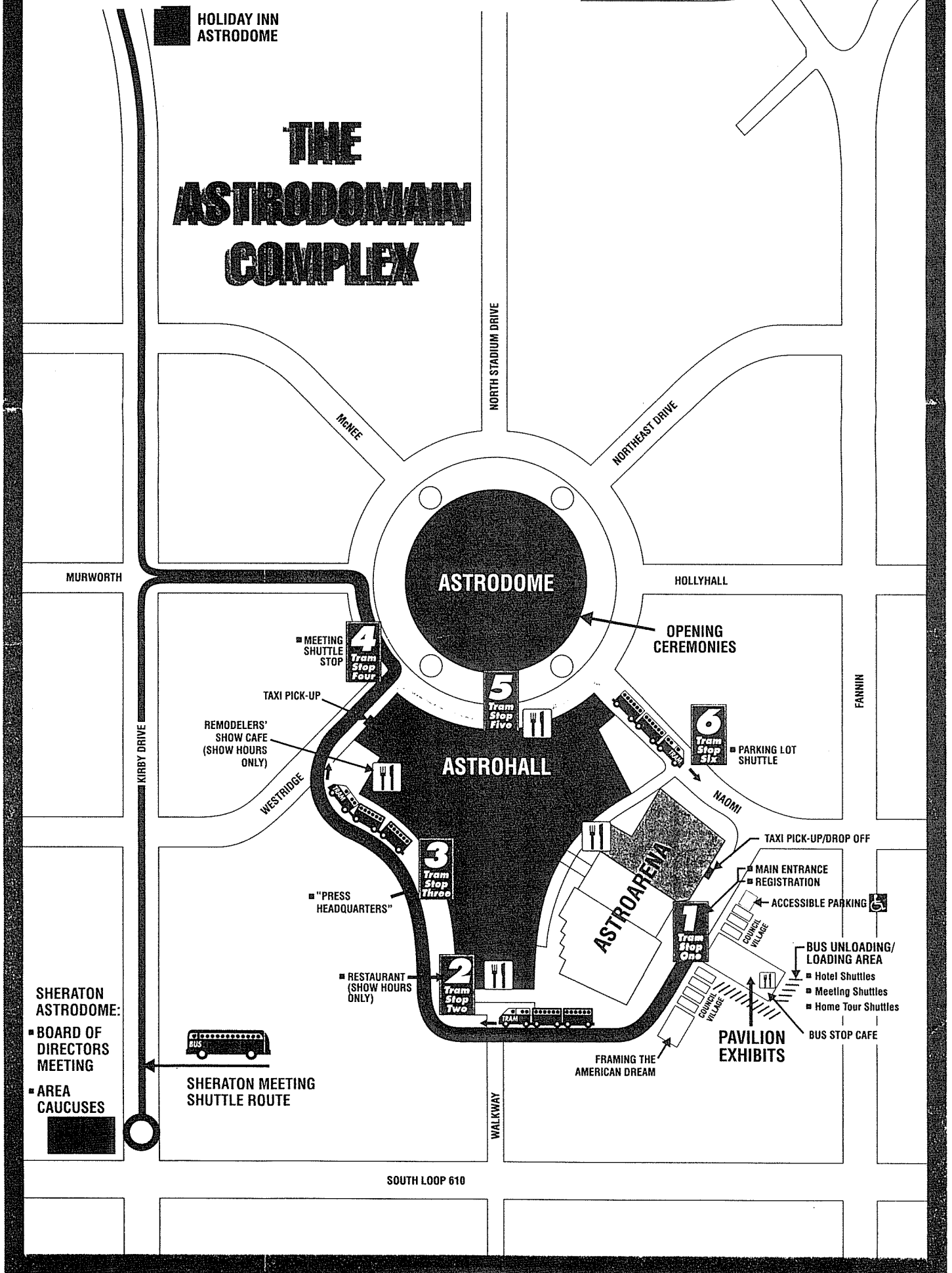
4. 調査結果のまとめ

NAHB（全米ホームビルダー協会）主催の展示会は、出展者及び見学者が国際的で、日本からも多数の見学者が訪問していた。そのため、日本への輸出を考えている会社はいずれも日本語のパンフレットを作成し、日本語の分かる説明者又は日本人を各コーナーに配置していた。材料では、環境保護の立場から木材原料を用いたエンジニアリングウッド製品が数多く出展されていた。すでに日本にも紹介され輸入されているマイクロラム、TJIジョイスト、パララム、ティンバーストランド等については、アメリカでの使用実績の紹介を含めた製品案内が多く見られた。これらの製品は、日本ではあまり使われていないが、今後増加することが予想される。特にOSBについては、カナダの木造建築現場では、建築中の約半数の建物の外壁下地に用いられ、今後、構造用合板の壁下地は減少する傾向にある。OSBは、水を吸収すると膨張が大きいため下地用として不適當と思われるが（CPA：カナダ合板協会では、下地として適當でないと説明していた）、アメリカ、カナダではごく普通に使われる壁下地、屋根下地材料となっているようである。NAHB会場に建てられていたモデル住宅では、屋根下地にOSBが用いられ、屋内側にアルミコーティングが施してあり、結露防止を考慮しているものと思われる。又、建物内部のまぐさ部分にパララムが用いられていた。

カナダで見学した住宅団地では、OSBが壁下地として用いられ、OSB上下の間隔を少し開けて施工し、この上に網ラスとモルタル塗りが行われていた。この施工方法は、日本のような湿潤な気候で壁内に結露を生じるとOSBが膨張することとなり、耐久性に問題が生じることが予想されるため、日本国内での施工にはかなり慎重に行うことが必要と思われる。まぐさ部分には、NAHB会場でのモデル住宅と同様にパララムが用いられていたが、今後日本でも同様な施工が増えると思われる。

調査は4日間と短期間であるために調査場所が限られ、断片的な情報の収集となった恐れがあるが、アメリカ、カナダともに合板や製材を用いることよりも素材を加工してLVL、OSBとして用いることや木製I型ビーム、パララムのまぐさ等として木材製品を有効に活用していく方向に進んでおり、今後日本でもこれらの製品が数多く用いられていくものと思われる。

資料1 NAHB会場全体図



資料3 NAHB会場パンフレット抜粋

天然木より優れた製品群

●製品紹介

ECO = SUCCESS

エコ3 = 成功

エコ3は、成功の方程式—住宅所有者、建築業者、そして環境に対して、お客様に充分なご満足を得るためのTJMの目標です。エコ3の成功の方程式をもとに、TJMは幅広いサービスの基準を作成しました。

エコーI

現在、100万人以上のお客様に「エコウッド」の優れた技術を選んで頂いております。また、TJMはお客様が当社の製品を購入される際に、行き届いたサポートをさせて頂き、最低限、お客様の住宅の通常耐久年数以上は保証できるように努力致しております。

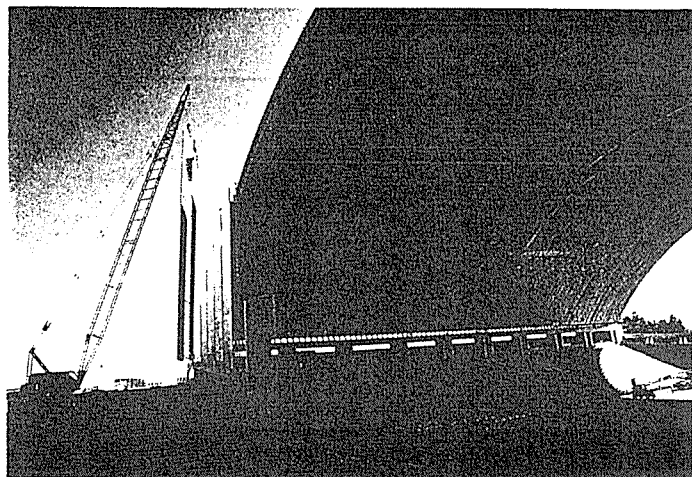
エコーII

建築業者は「エコウッド」の非常に優れた用途範囲の広さを在分に活用しております。「エコウッド」は精密設計で、天然木よりも強固で軽く、またコスト効率の高い製品です。この製品を利用することは、開発、環境面を考慮した建築の分野の偉大な投資とも言えるでしょう。実際、「エコウッド」は大変扱い易く、建築する場合、専門的な技術者は必要ありません。また、TJMは単に商品を売るだけでなく、住宅建築には、設計・製造から、技術、ソフトウェアに至るまで、お客様のサポートを行っております。

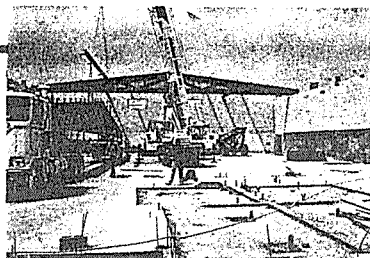
エコーIII

「エコウッド」製品は、木材を最大限に利用する革新的な方法を表現した製品です。「エコウッド」は天然木の品質をより高め、21世紀の新たな建築基準の定義をもたらしたものです。

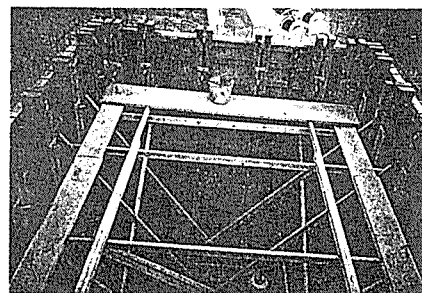
「エコウッド」マイクロラム™LVL



長さ120m；高さ40mのアイダホ大学キブドームに使用されたマイクロラム™。スパンは120m。

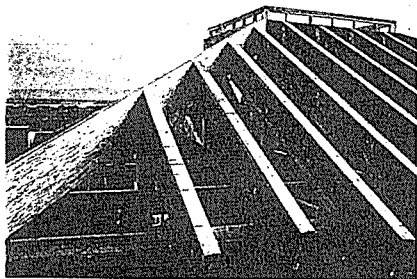


マイクロラム™を使用してトラスで建てられた学校。スパンは40m。



コンクリートの型枠にマイクロラム™を使用。

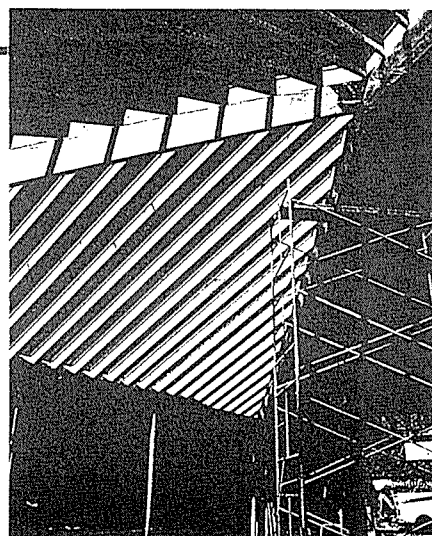
「エコウッド」TJI®ジョイスト



たる木にTJIジョイストを使用。

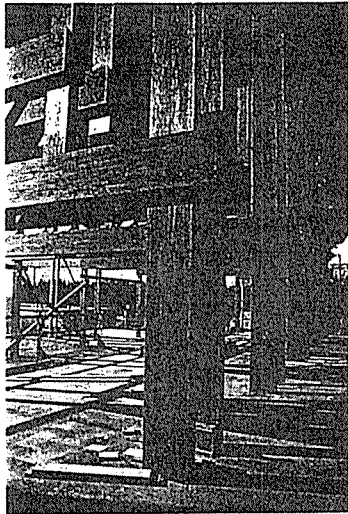


床根太に使用されたTJIジョイスト。ジョイストの長さは12m。

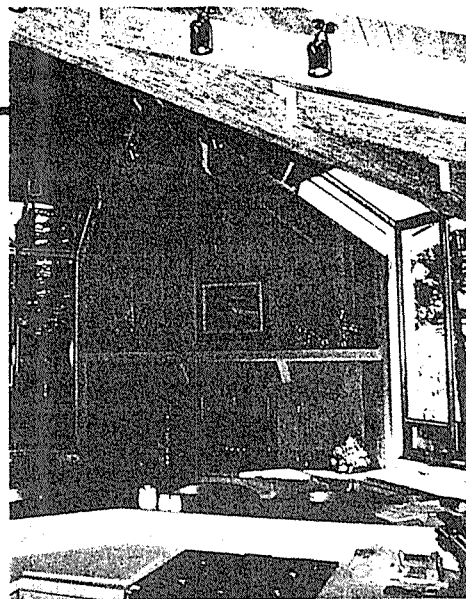


たる木にTJIジョイストを使用。

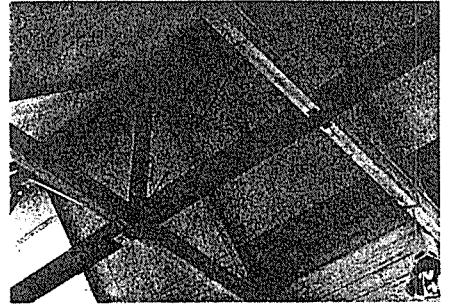
「エコウッド」パララム®PSL



大断面構造建築物に使用されたパララム。

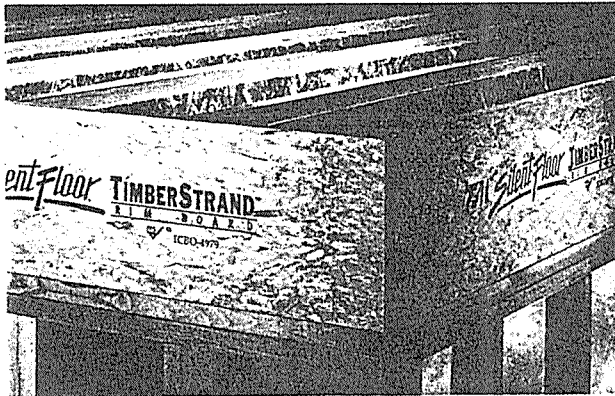


住宅の構造材に使用。

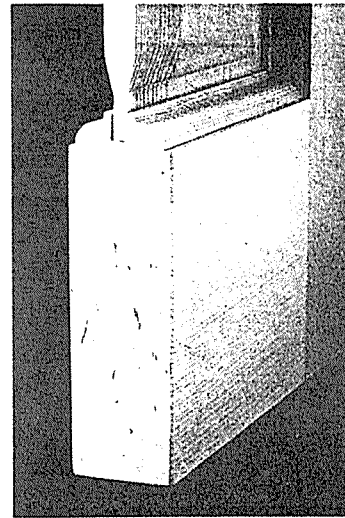


住宅の構造材に使用。

「エコウッド」ティンバーストランド®LSL

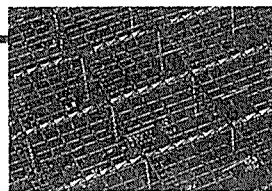
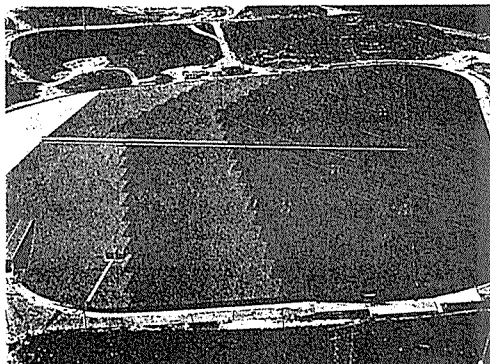


端根太、側根太に使用されるティンバーストランド。

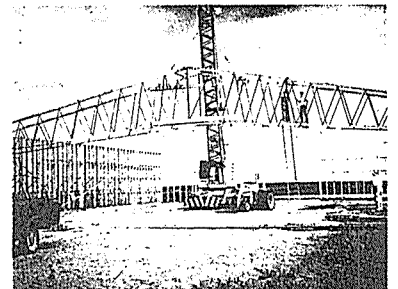


造作材に使用されたティンバーストランド。

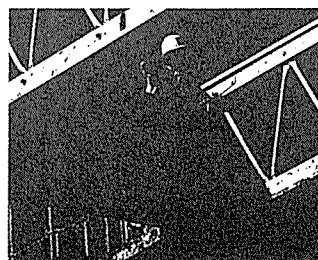
オープン・ウェブ・トラス材



オープン・ウェブ・トラス材を屋根部に使用したロサンゼルス市郊外の貯水場。



オープン・ウェブ・トラスを30mのスパンに使用。



トラス材による簡単な据付け工事。

資料4 CPA、カナダ合板パンフレット

Canadian Plywood - improving with age



躍進するカナダの合板。

カナダから日本に輸出される合板の販売高は過去5年間で4倍以上も成長し、カナダの合板が日本の建設業界から最も用途に富む建材として信頼されている現状を示しています。カナダ全国で生産される軟材合板の9割を生産するCanPly（カナダ合板協会／Canadian Plywood Association）の13製材場の会員にとり、日本は海外最大の市場となっていますが、CanPlyの会員はこの成功に温座することなく、品質の向上を続けて業界のリーダーとしての位置を守り続けるため、日夜努力を続けています。カナダ林産業審議会（COFI）の会員協会であるCanPlyは、1974年以来日本の設計事務所や建設会社に協力してきました。1987年には、CanPlyの前身であるCOFIの合板部門が、外国で始めて林産業製品の品質管理と検査を行なう代理機関として日本政府より認定され、今日ではCanPlyの13会員のうち12までがJAS認定製材場となっています。こうした協力体勢のおかげで、COFI Qualityのさねはぎ継ぎ合板は短期間で日本市場で普及してきました。特許製品であるCOFI ROOFパネルは、軸組工法住宅用の強靱な屋根補強材として好評を得ています。

カナダ製の合板が日本で大成功している理由は、製品の信頼性と耐久性に対する評価を勝ち得てきたからです。

以下は、カナダの合板を非ベニアや木製パネルと比較した場合の利点の例です。

用途

建設会社が50年以上にもわたり合板を多岐に及ぶ様々な建築に使用してきました。製品の特性が十分に理解され、優秀性が証明されています。

耐久性

合板は水に濡れても期待通りの機能を発揮する全天候型製品です。これは同じ水分量で合板に比べ4倍も膨張する非ベニアと最も大きく異なる点です。

取り扱いが簡単

通常プライウッドは厚さ、長さ、幅が同一の非ベニアと比べて3割り軽量なため、建設現場での取り扱いが簡単で輸送費も安くつきます。

強靱

合板は曲げ、引張、圧縮、水平剪断など、強度の指標となるすべての工学的要素でも非常に強く、非ベニアに勝ります。

衝撃低抗性

合板は非ベニアに比べ、衝撃による損傷の低抗性が2倍以上にも及びます。

最新の旋盤技術やその他の製造技術の向上、注文寸法通りのカスタムカット、新製品の開発など、適応性に富んだ合板は、日本のエンドユーザーにとっても最も好まれる建材となっています。CanPlyの会員のCOFI ROOFとCOFI FLOORのさねはぎ継ぎ合板パネルは、すでに日本の軸組工法住宅及びプレハブ住宅に利用されてきました。さらにCanPlyの会員では今、需要が急増している日本の住宅用により多くの種類の合板製品もお届けします。

益々人気の高まりつつある日本のツーバイフォー建築工法の市場において、Canply会員によるCOFI認定合板使用の壁、屋根、床下地材が、日本の建築業者の望みどおりの製品であることを確信致します。開発が進む斬新なCanply（カナダ合板協会）の合板製品の詳細は、下記までお問い合わせください。

カナダ林産業審議会 CanPly

東京都港区虎ノ門3-8-27 巴町アネックス-2号館9階

Tel: (03) 5401 - 0531 Fax: (03) 5401 - 0538



MacMillan Bloedel K.K.

マックミラン ブロエデル株式会社
 カナダ、アメリカ、ニュージーランド、オーストラリア、ヨーロッパ、アジア、中東、アフリカ、南米の各主要産林地域に事業所をもち、カナダ最大の林産会社です。

プリティッシュ・コロンビアの100万ヘクタールを擁する、世界最大の木材生産基地です。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

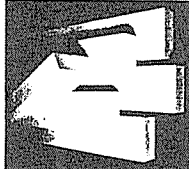
また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。また、500以上の林業従事者が、高品質の木材を生産しています。

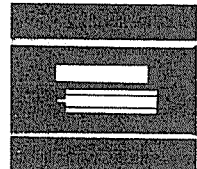
スペシャルティ木材



厚板の木材
 カナダ材 エンシニア幅版
 45mm X 105mm
 長さ3mまで
 カナダ材 ムクの厚板材
 45mm X 105mm
 長さ4mまで

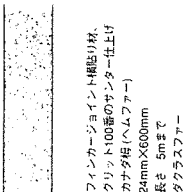


ドア枠 カナダ材
 #1 カットストック
 KD S4S
 30mm X 90mm
 0.9m & 2.1m

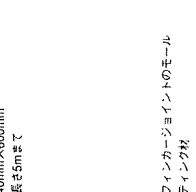


ドア コンポーネント
 カナダ材
 ドア枠組材材、各種あり。

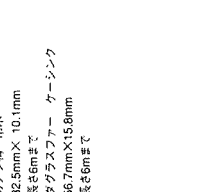
*その他のサイズも注文により可能です。



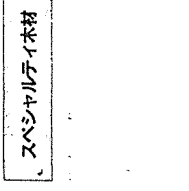
フィンカーゴジョイントのモール
 ティング材 巾木
 82.5mm X 10.1mm
 長さ6mまで
 タラスファー ケーシング
 56.7mm X 15.9mm
 長さ6mまで



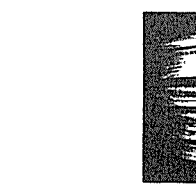
パララム (PSL) 2.0E グレード 梁、まき目用
 断面89mm X 235mm から 130mm X 406mmまで 長さ2.44mから
 パララム (PSL) 2.0E グレード コラム、柱用
 断面89mm X 89mm から 133mm X 178mmまで 長さ2.44mから
 ハララム (PSL) 2.0E グレード サンダー仕上げ
 273mm X 306mm から 273mm X 487mmまで 長さ2.44mから



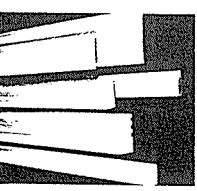
マイクロラム (LVL) 1.8E グレード まき目用
 断面45mm X 235mm から 45mm X 356mmまで 長さ2.44mから
 マイクロラム (LVL) 2.0E グレード まき目用
 断面45mm X 235mm から 45mm X 356mmまで 長さ2.44mから
 マイクロラム (LVL) 2.0E グレード 原産サイズ
 38mm X 610mm から 54mm X 610mmまで



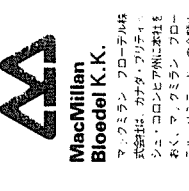
チンハンストランド (LSL)
 側板、脚板用
 断面38mm X 235mm から
 38mm X 356mmまで
 長さ 5.33m まで10.66mまで



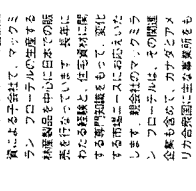
TJI ツョイスト 150F、250F、350F
 (パワーステップ プラス ウェブ採用)
 長さ 2.44m から 11.5mまで
 長さ 2.44m から 11.5mまで



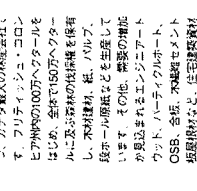
アスベナイト OSS、厚板、壁
 床の下張り用
 1220mm X 2440mm、
 厚さ6.35mm、7.9mm、
 9.5mm、11.1mm、
 12.7mm、15.8mm、
 19.0mm、



カナダ材 プレミアムファイバー チャネルサイディング
 15.5 mm 厚さ 19.0mm 厚さ、200mm 厚さ、長さ 1.82m より 4.87m



カナダ材 フレイトム ラティス
 600mm X 1790mm より
 1790mm X 1790mm



カナダ材 ハワイオグレード テッキニグ
 38.6mm X 30.4mm 厚さ
 38.6mm X 141mm



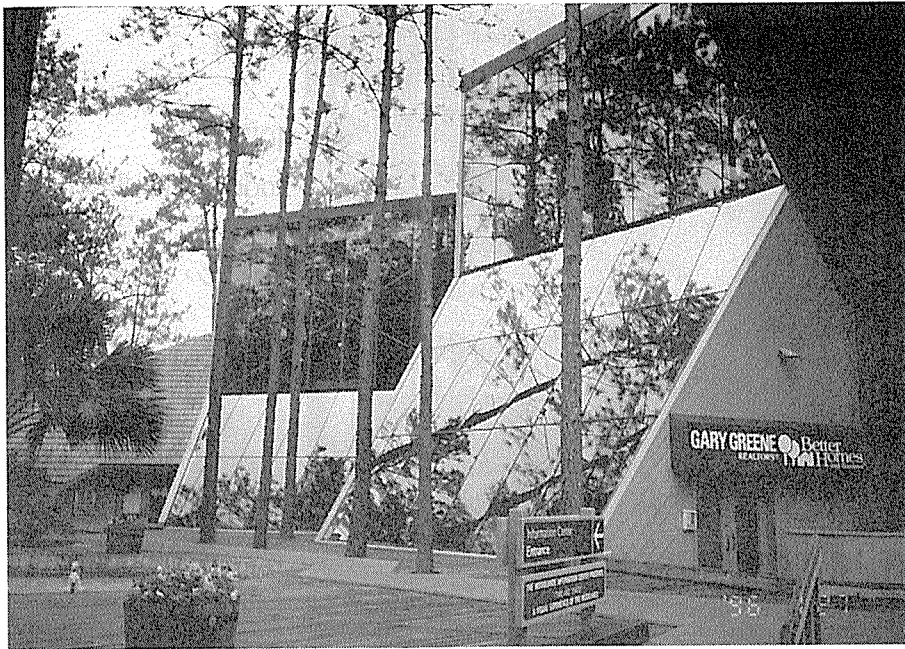
カナダ材 水産加工クリアパネル
 17.4mm X 109mm、長さ 1.82m より 4.87m



K3 ハーティクルボード ローヤル シェルビック、
 魚は目、エビ目、サーモン、オーク、パイン
 厚さ 16mm、断面 230mm、25mm、305mm、405mm、
 長さ 610mm、914mm、1.22m、1.52m、



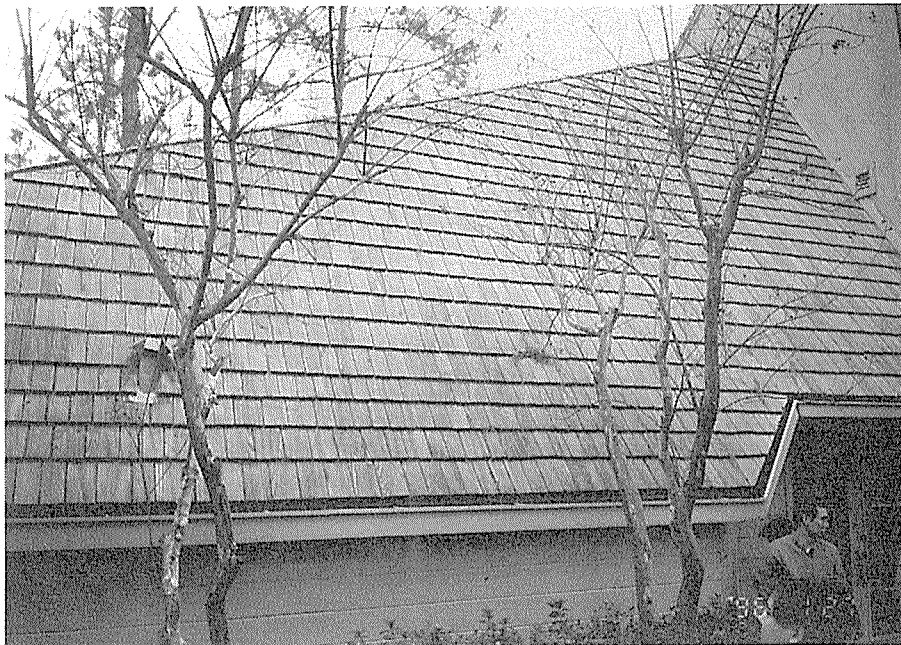
アメリカン セムウッド 経年、水質環境使用セメント系腐敗材
 50年保証、パーマテック、セムウッドシエイク、ドリフトウッド、



No. 1

HOUSTON
Wood Land 開発地区
インフォメーションセンター

'96. 1. 26 (金)
ネガ3587- 9



No. 2

HOUSTON
Wood Land 開発地区
インフォメーションセンター
屋根葺き材に木製シングル材を使用した建物

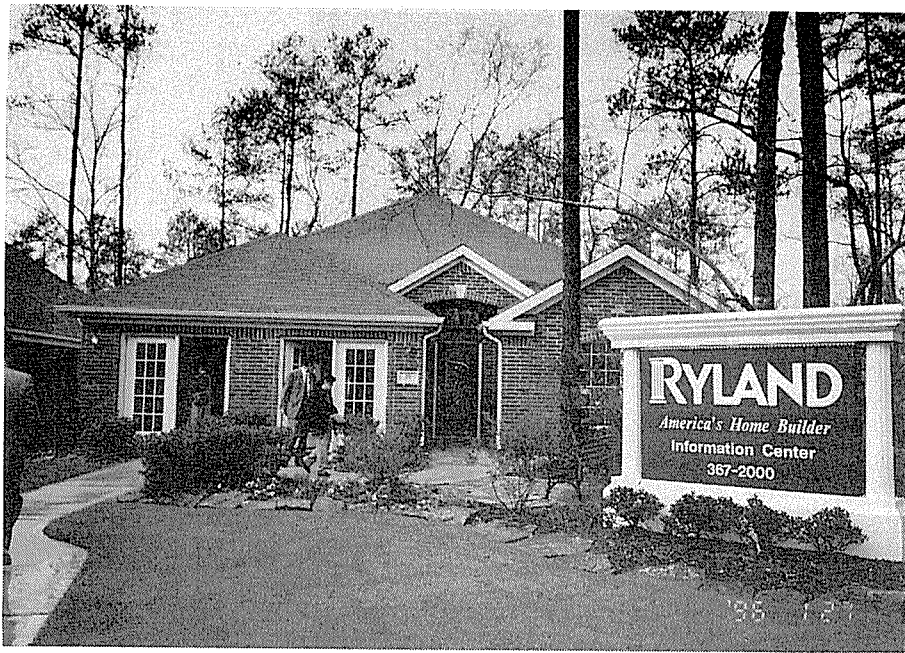
'96. 1. 26 (金)
ネガ3587- 7



No. 3

HOUSTON
Wood Land 開発地区
インフォメーションセンター
開発地区
全景模型図

'96. 1. 26 (金)
ネガ3587- 6



No. 4

HOUSTON

Wood Land 開発地区

モデルハウス

'96. 1. 26 (金)

ネガ3587- 5



No. 5

HOUSTON

Wood Land 開発地区

モデルハウス内
居間

'96. 1. 26 (金)

ネガ3587- 4



No. 6

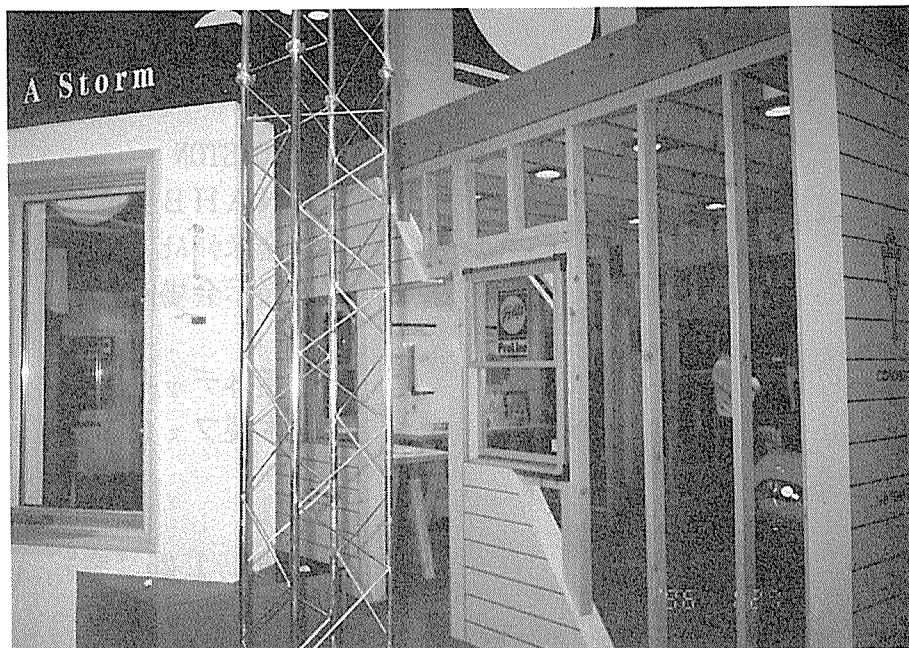
HOUSTON

Wood Land 開発地区

モデルハウス内
キッチン

'96. 1. 26 (金)

ネガ3587- 3



No. 7

HOUSTON
 N A H B 会場
 全米ホームビルダ-協会
 展示会場内

外側：プラスチック
 内側：木製窓

'96. 1.26 (金)
 ネガ3587- 1



No. 8

HOUSTON
 N A H B 会場
 全米ホームビルダ-協会
 展示会場内

PELLA Windowブース

'96. 1.26 (金)
 ネガ3577-36A

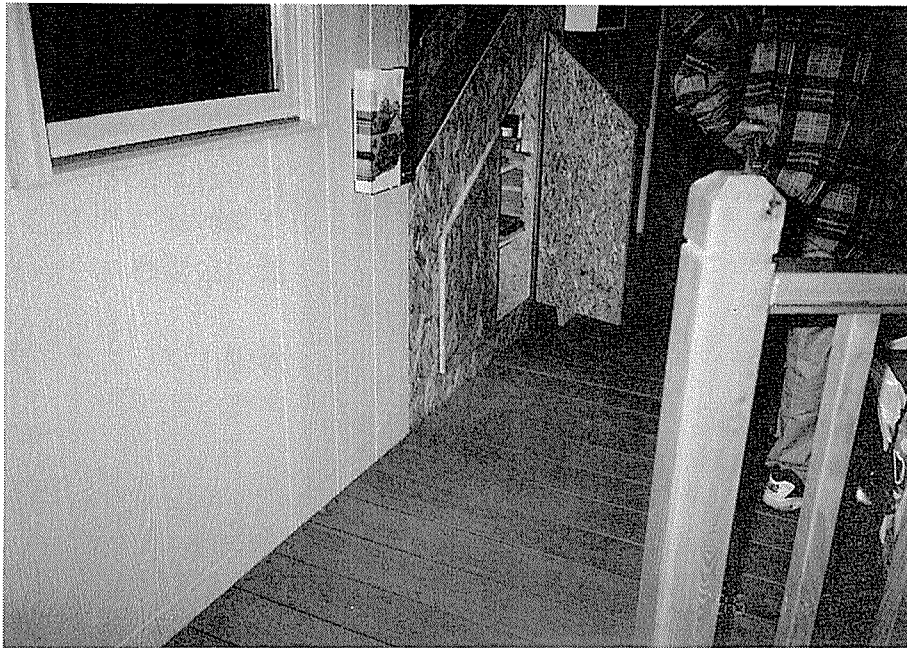


No. 9

HOUSTON
 N A H B 会場
 全米ホームビルダ-協会
 展示会場内

PELLA Windowブース
 屋根用回転窓

'96. 1.26 (金)
 ネガ3577-35A



No. 10

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ協会
展示会場内

屋外デッキ用木製床、
木製フェンスの展示

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-34A

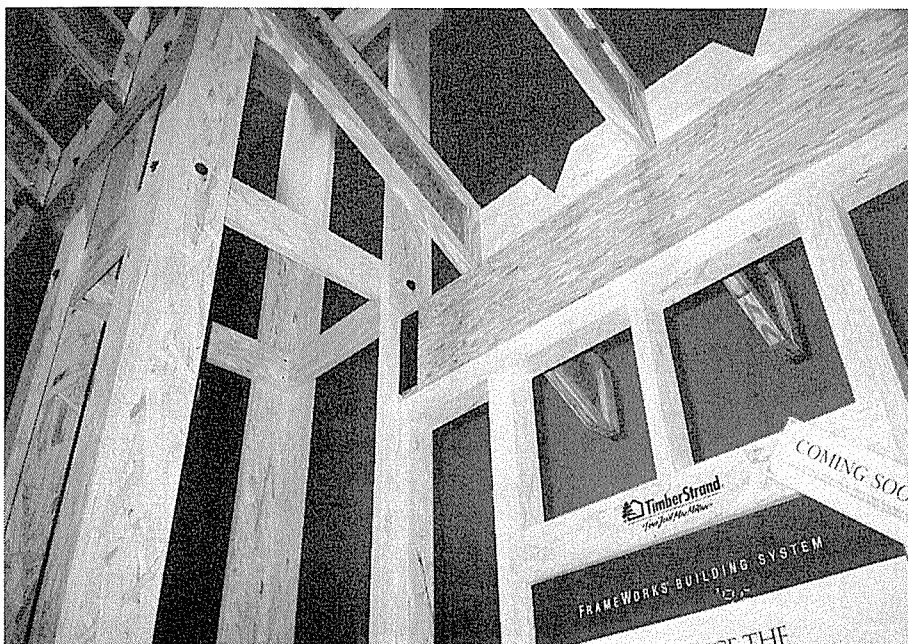


No. 11

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ協会
展示会場内

キッチンセット
OSBの使用例

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-33A



No. 12

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ協会
展示会場内

トラスジョイントマックミラソ社
OSBの組立梁と
パララムの桁

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-31A



No. 13

HOUSTON

NAHB会場
全米ホームビルダ-協会
展示会場内

トラスジョイントマックミラン社
OSBの組立梁と
パララムの桁

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-30A



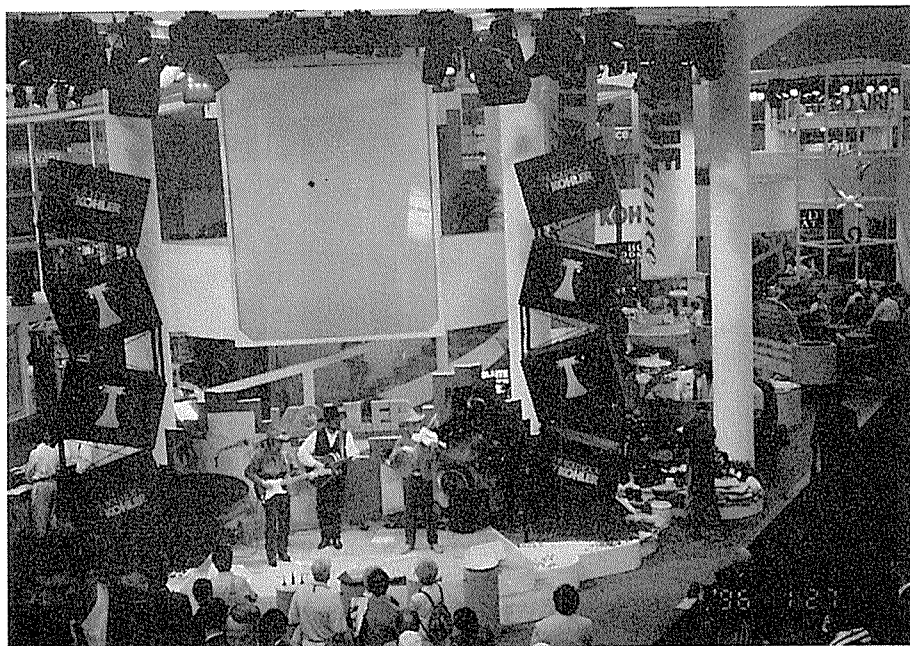
No. 14

HOUSTON

NAHB会場
全米ホームビルダ-協会
展示会場内

日本向け
輸入住宅CADの
実演コーナー

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-27A



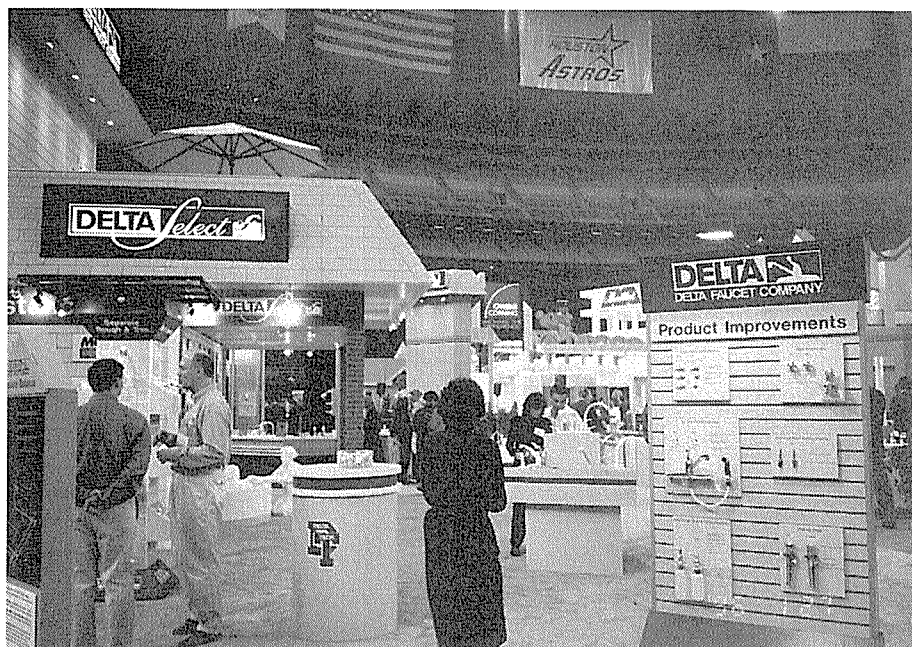
No. 15

HOUSTON

NAHB会場
全米ホームビルダ-協会
展示会場内

アストロドーム内
KOHLER(浴槽等)展示
コーナー

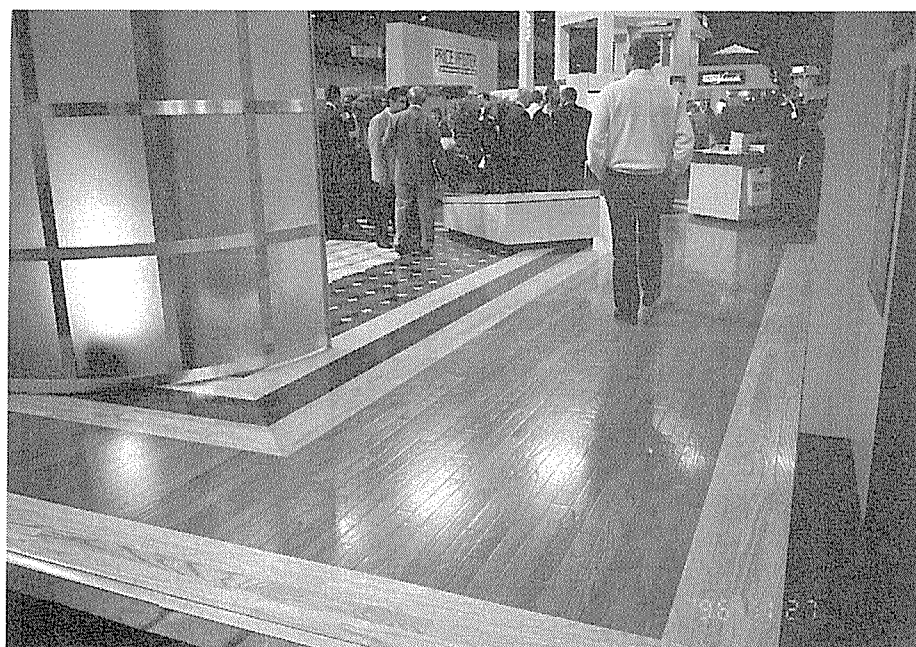
'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-25A



No. 16

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ-協会
展示会場内

アストロドーム内
DELTA展示コーナー
水周り部品の展示
シャワー、蛇口等
'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-24A

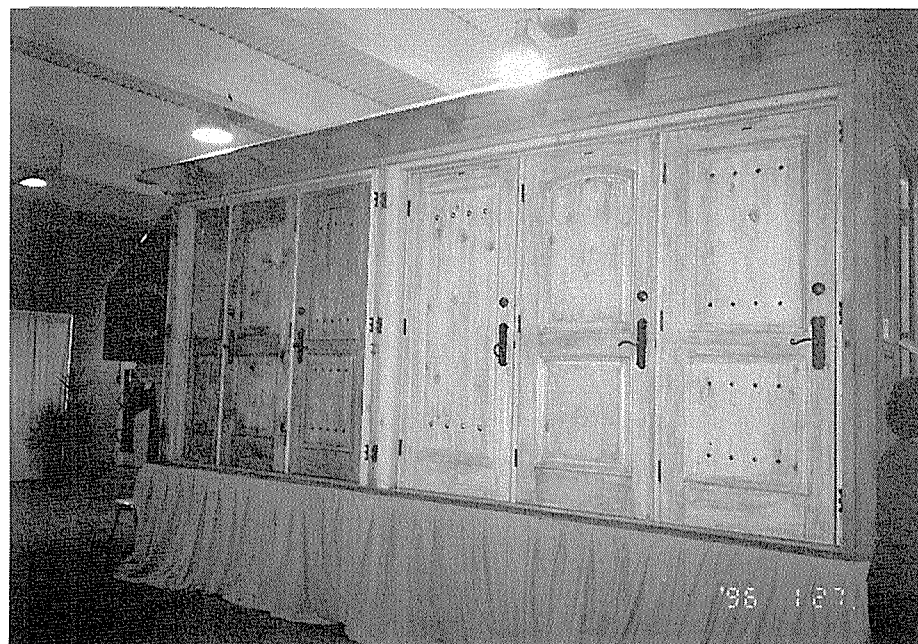


No. 17

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ-協会
展示会場内

アストロドーム内
木製床展示コーナー

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-23A



No. 18

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ-協会
展示会場内

木製ドアの展示
使用したドアの展示

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-19A

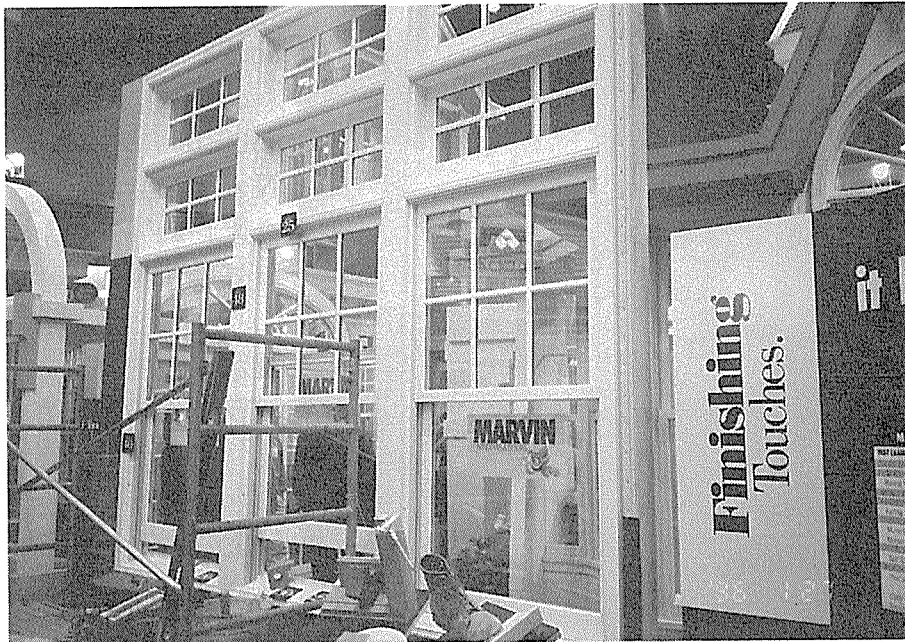


No. 19

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダー協会
展示会場内

木製ドアの展示
使用した窓の展示

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-18A

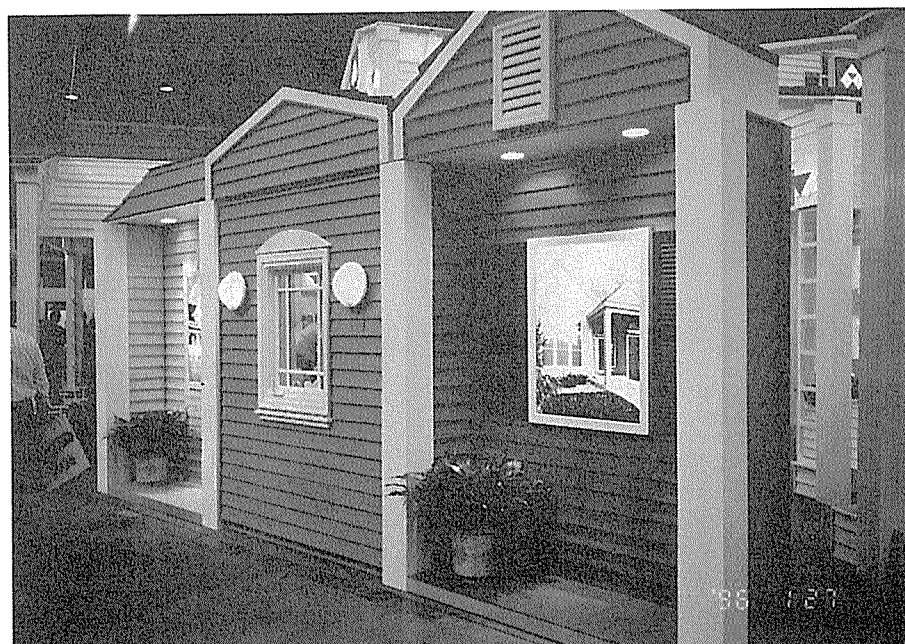


No. 20

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダー協会
第2展示会場内

木製窓の展示コーナー
MARVIN社

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-17A

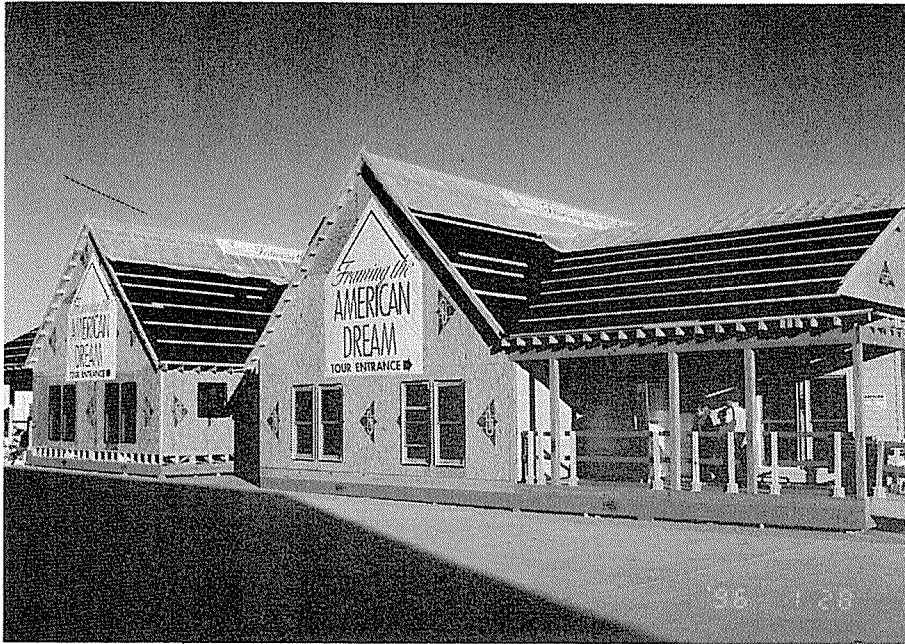


No. 21

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダー協会
第2展示会場内

木製窓の展示コーナー
MARVIN社

'96. 1. 26 (金)
ネガ3577-16A



No. 22

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ-協会
屋外展示会場

展示住宅外観
AMERICAN DREAM HOUSE

'96. 1. 27 (土)
ネガ3570-22

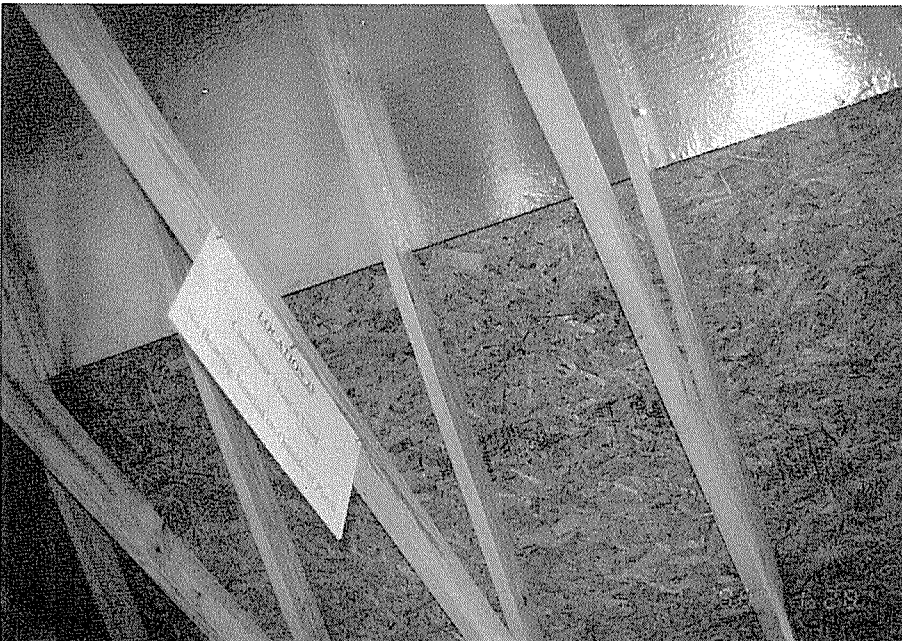


No. 23

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ-協会
屋外展示会場

展示住宅内部
パララムのまぐさ

'96. 1. 27 (土)
ネガ3570-23

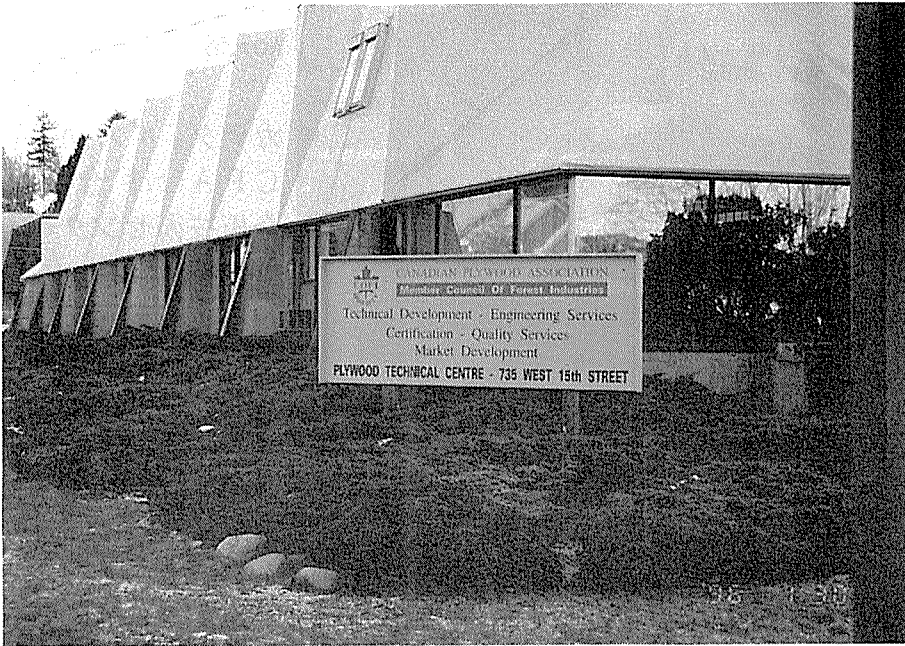


No. 24

HOUSTON
N A H B 会場
全米ホームビルダ-協会
屋外展示会場

展示住宅内部
屋内側にアルミコーティングしたOSBの屋根下
地材を使用

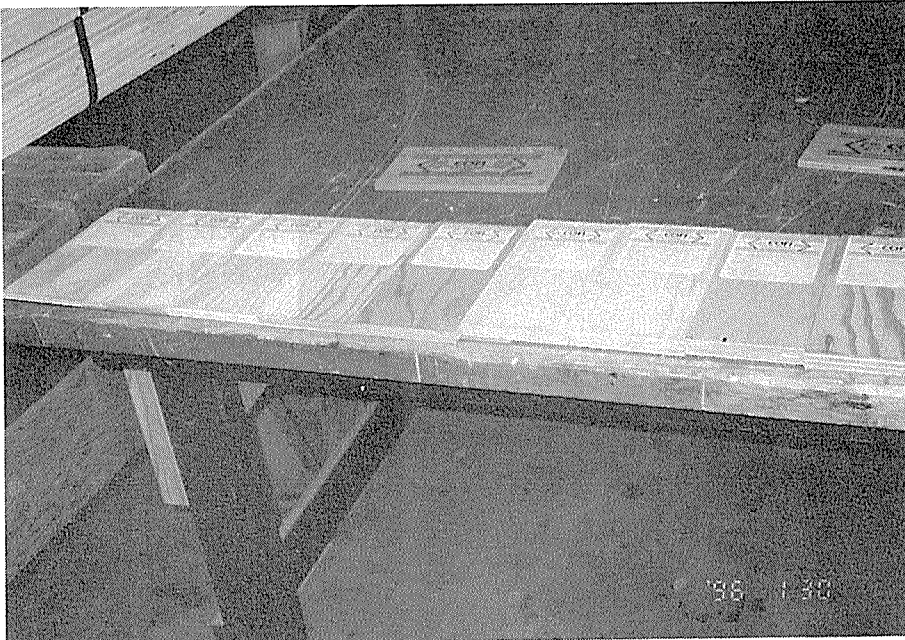
'96. 1. 27 (土)
ネガ3570-24



No. 25

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター入口

'96. 1. 29 (月)
ネガ3570-28

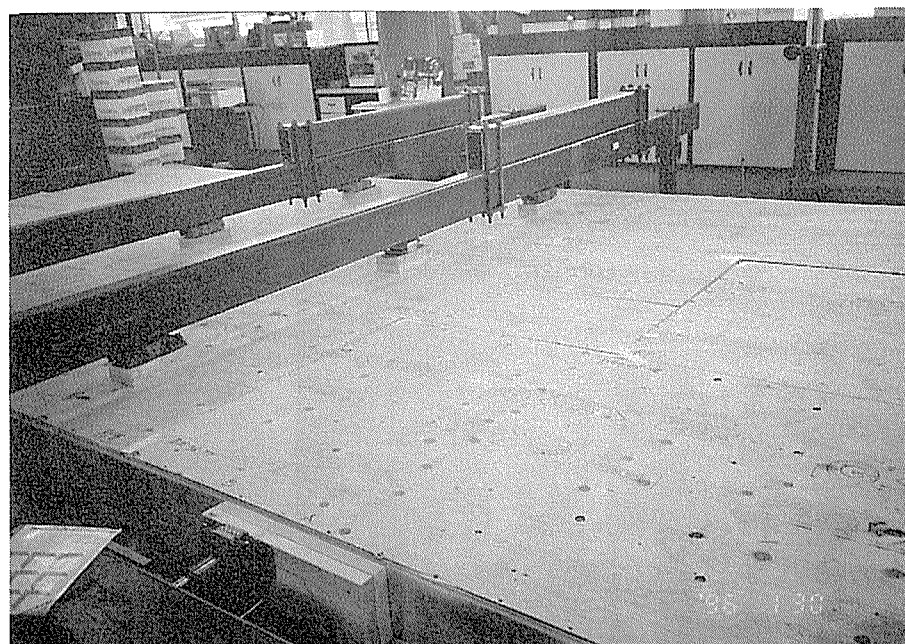


No. 26

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター
試験室内

合板の種類と
COFIマーク

'96. 1. 29 (月)
ネガ3577- 8A

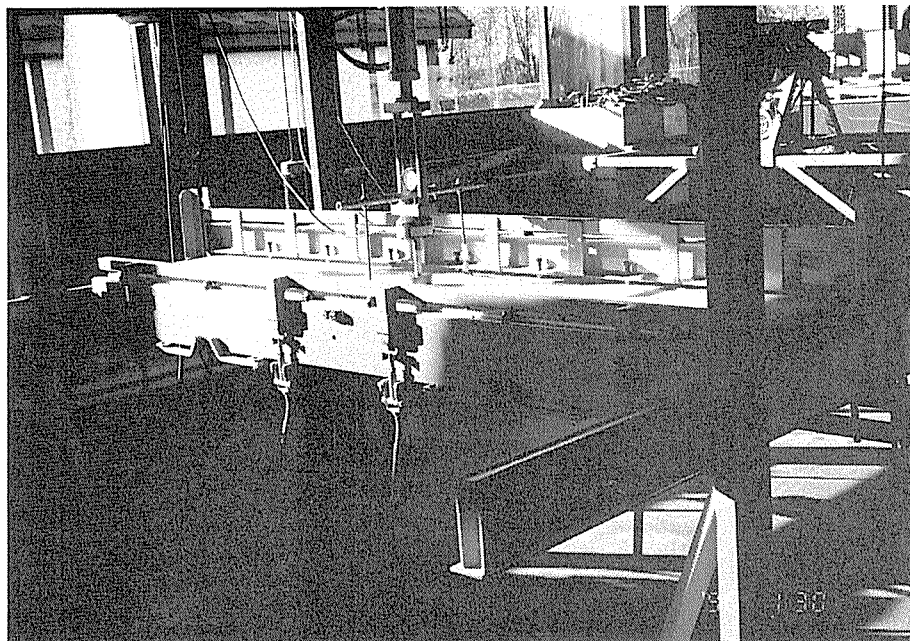


No. 27

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター
試験室内

床組のせん断試験装置

'96. 1. 29 (月)
ネガ3577- 5A

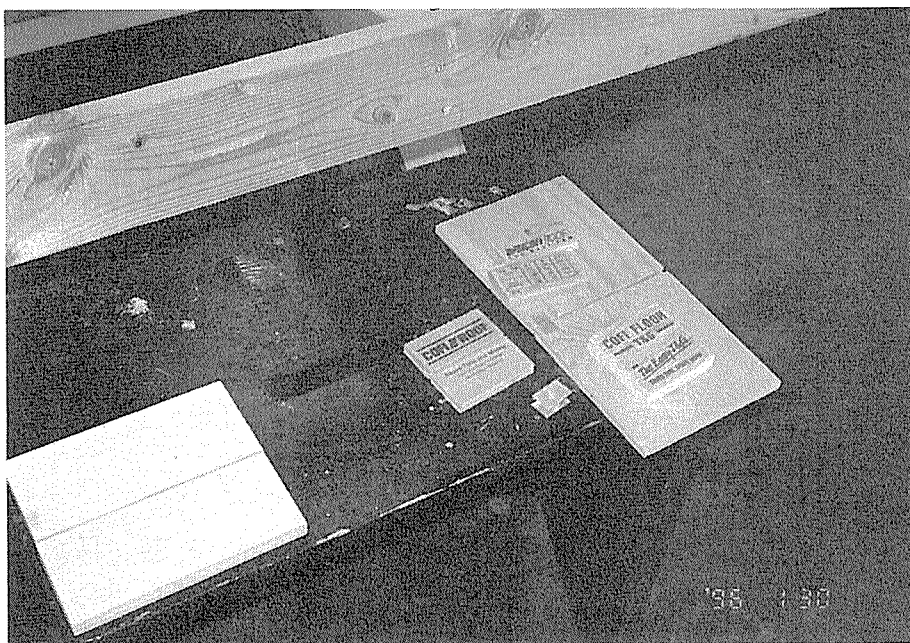


No. 28

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター
試験室内

OSBの曲げクリープ
試験装置

'96. 1. 29 (月)
ネガ3577- 3A

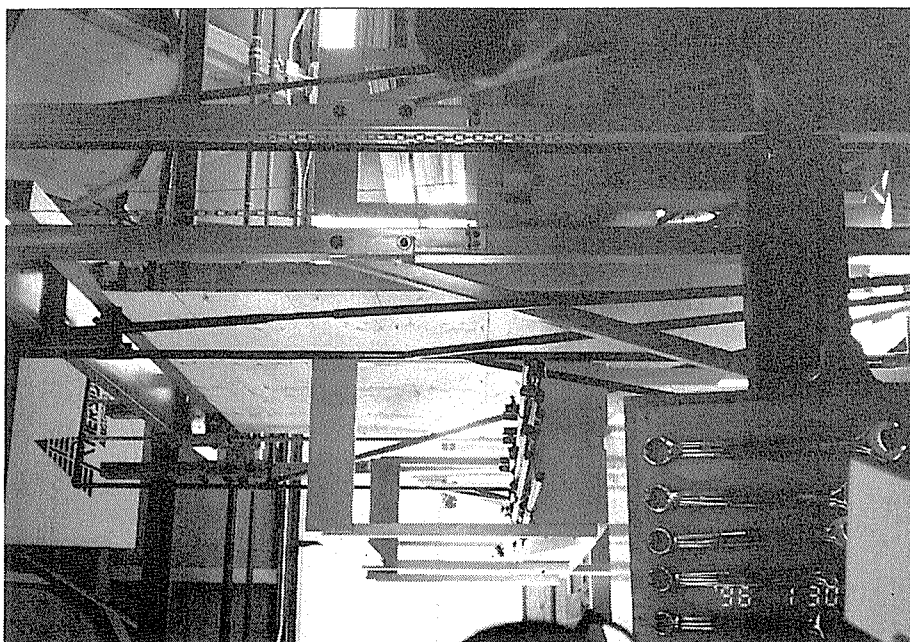


No. 29

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター
試験室内

合板、OSB等の
表面マーク

'96. 1. 29 (月)
ネガ3577- 0A

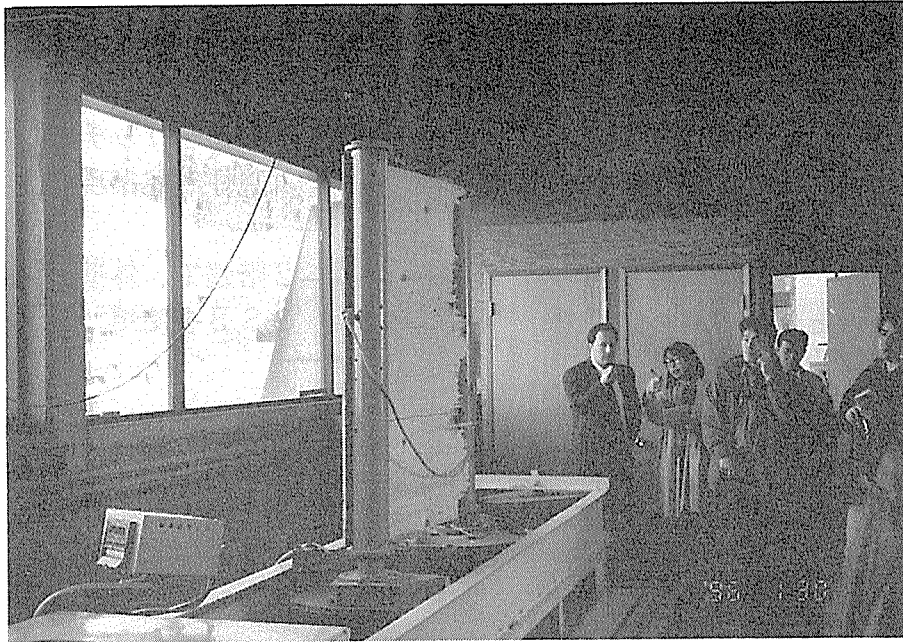


No. 30

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター
試験室内

壁体のせん断試験装置

'96. 1. 29 (月)
ネガ3584-36A



No. 31

カナダ、バンクーバー
CPA(カナダ合板協会)
合板技術センター
試験室内

合板の実大曲げ試験、
試験装置と実演

'96. 1. 29 (月)
ネガ3584-31A



No. 32

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

2階床根太の一部に
パララムが使用

'96. 1. 30 (火)
ネガ3584-21A



No. 33

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

2階建て、外壁下地に
OSBを使用

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588- 2



No. 34

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

2階建て、外壁下地に
OSBを使用

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588- 4



No. 35

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

2階建て、2階床根太
まぐさにパララム使用

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588- 8

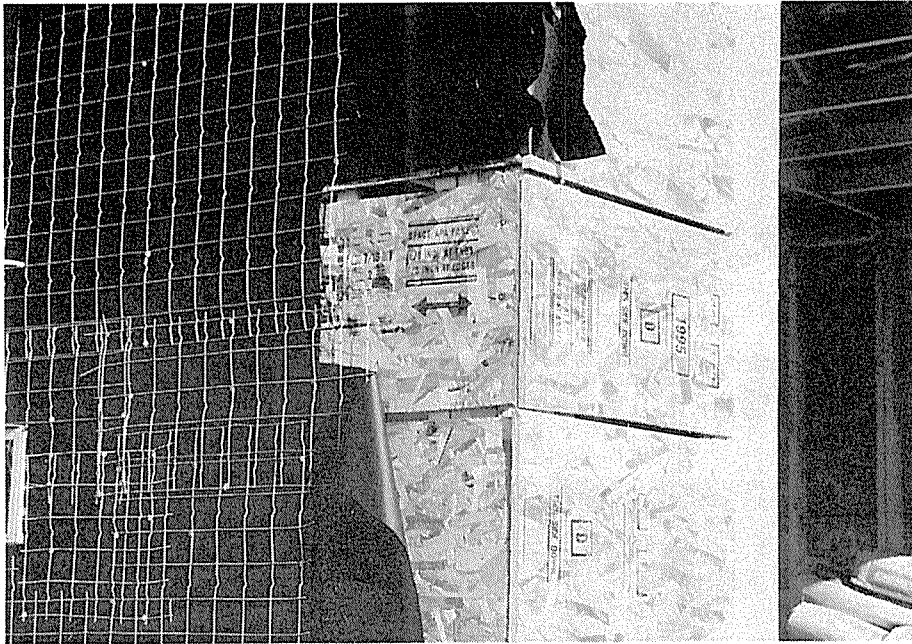


No. 36

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

外壁の仕上げ中
モルタル仕上げ

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588-13



No. 37

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

外壁、OSBの上に
防水紙、網ラス張り
下張りOSBの間は
隙間を設けている

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588-15



No. 38

カナダ、リッチモンド
木造住宅建築現場見学

外壁、OSBの上に
防水紙、網ラス張り
石積みによる外壁

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588-16



No. 39

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

4階建て木造共同住宅
高級住宅

'96. 1. 30 (火)
ネガ3588-20



No. 40

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

木造連続建て
高級住宅
TERRA NOVA開発地区

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581- 2A

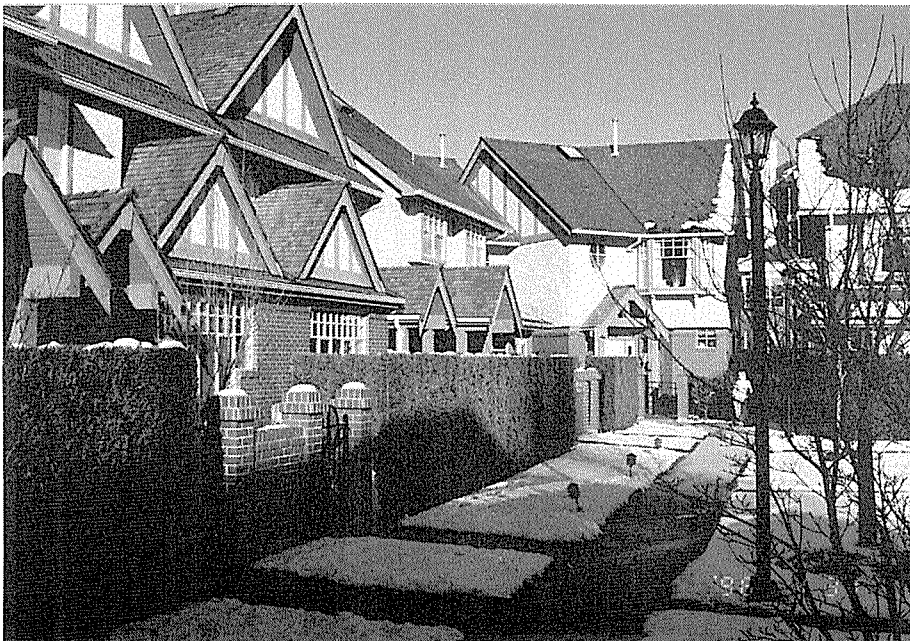


No. 41

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

ブリティッシュコロンビア大学
構内
高齢者、独身者用
木造共同住宅

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581- 5A

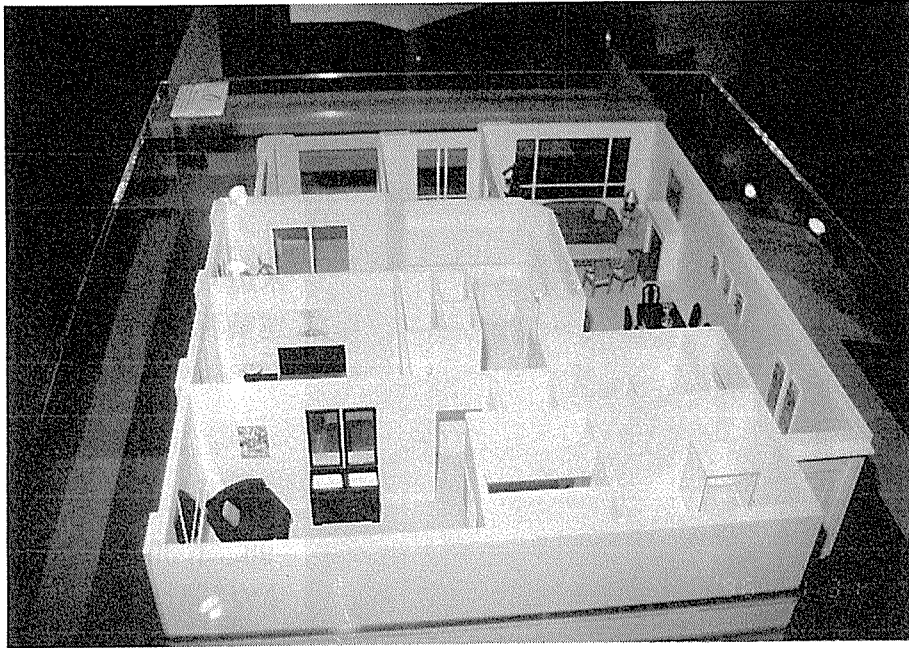


No. 42

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

ブリティッシュコロンビア大学
構内
木造集合住宅
高級住宅

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581- 7A



No. 43

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

ブリティッシュコロンビア大学
構内
高齢者、独身者用
木造共同住宅
間取り模型図

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581-10A

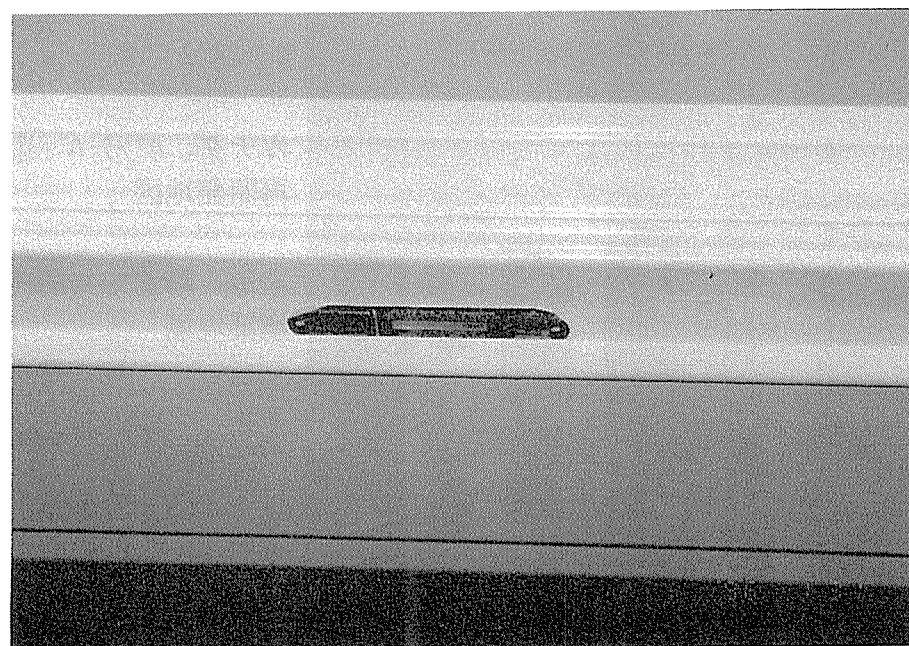


No. 44

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

ブリティッシュコロンビア大学
構内
高齢者、独身者用
木造共同住宅
外観模型図

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581-11A

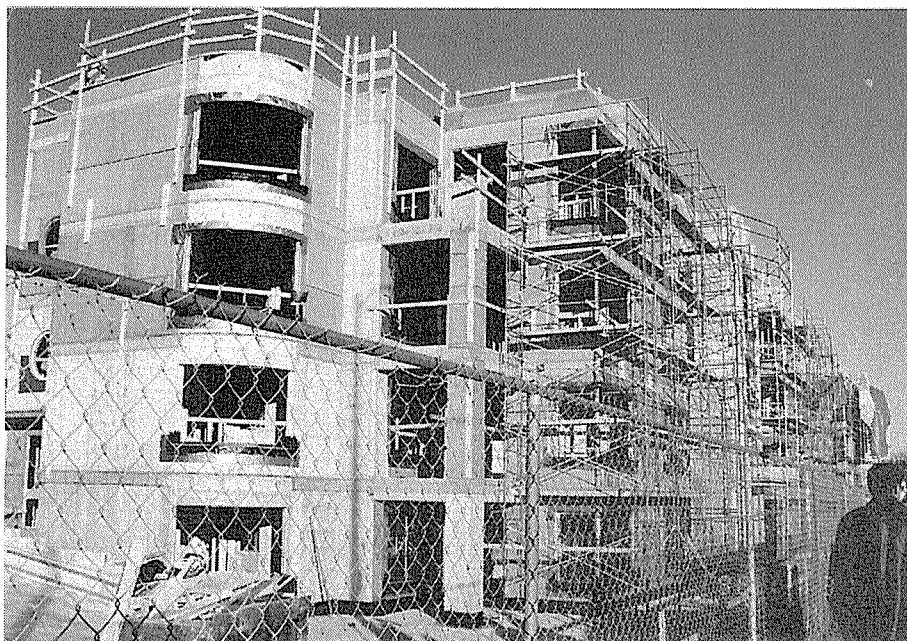


No. 45

カナダ、リッチモンド
木造住宅見学

ブリティッシュコロンビア大学
構内
高齢者、独身者用
木造共同住宅
20分耐火ドア枠の表示

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581-12A

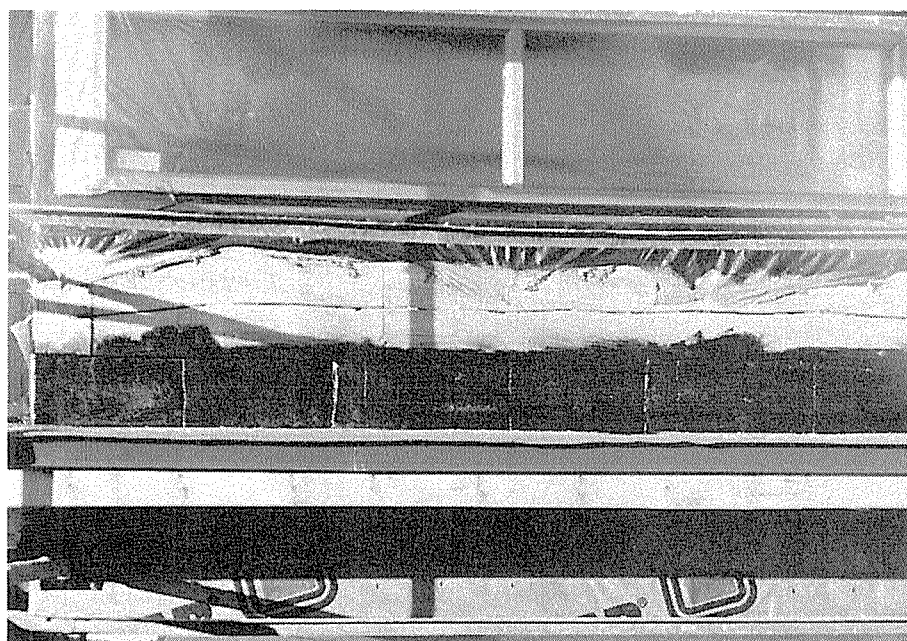


No. 46

カナダ、バンクーバー市内
再開発地区

木造4階建て共同住宅
建築現場

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581-17A



No. 47

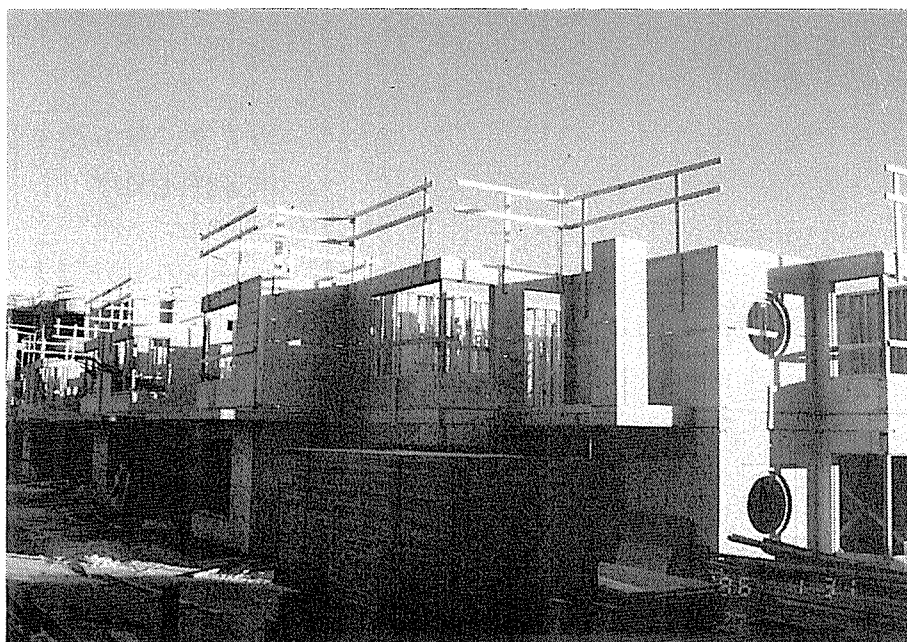
カナダ、バンクーバー市内
再開発地区

木造4階建て共同住宅
建築現場

窓枠下の枠組材に鋸目
を入れている

コータール状の液体
を窓周りに塗布

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581-18A



No. 48

カナダ、バンクーバー市内
再開発地区

木造4階建て共同住宅
建築現場

1階、2階部分
1階は駐車場

'96. 1. 30 (火)
ネガ3581-20A

第2章 北欧の新木質建材等実態調査

1. 調査の概要

1. 1 はじめに

最近、北欧から木質材料や木造住宅、ログハウス等の輸入が増加している。ログハウスはかなり以前から導入されていたが、スプルスである通称ホワイトウッドの集成材、LVL等のエンジニアリングウッドはここ数年で急に輸入が増加している。その理由の1つは1994年にノルウェーのリレハンメルで行われた冬期オリンピックのスケート会場等の施設が集成材構造で、関係者の間で非常に注目をあつめたことである。また、スウェーデンハウスも最近かなり関心を集めており、これは日本の製紙会社が約20年前から導入したもので、昨年あたりは年間に500棟をこえる建設をしているとの情報もある。このように北欧は距離的には、わが国からはかなり遠いのであるが、現在のような情報化社会では距離などは問題にならず、品質がよく経済性に優れたものはどんどん取り入れられていく。

スウェーデンは国土の1/2以上が森林に覆われた木材の国であり、製紙や製材を始めとする林産業が盛んな国である。そのため、木造住宅生産においても、山林経営からの一貫システムで住宅が生産されている。その理由はスウェーデンの企業は比較的グループ化が盛んで、民有林が多いことにも起因している。最近はわが国でも住宅は高断熱高気密型に向かっており、北欧の高断熱高気密型住宅の生産実体を調査することも非常に意義のあることと思われる。

1. 2 調査日程

1995年10月21日(土)～11月2日(金) 11泊13日

1. 3 調査の詳細

スウェーデンの住宅メーカー、製材工場、窓工場を訪問し、その生産体制、供給体制の実体を調査する。また、研究機関及び木材協会、木材技術センター(含むフィンランド)を訪問し、基準や研究開発体制の意見を交換する。詳細は表1. 1. 1に示す。

1. 4 同行者

スウェーデン大使館商務部商務参事官補佐 Jan Steiner

新井建築工学研究所 代表

新井 信吉(スウェーデンハウスの設計)

表 1. 1. 1 調査の詳細

月	日、曜日	日程	調査先	宿泊地
1 0	2 1 (土)	Narita 発12 : 45 Kobenhavn 着16 : 25 Stockholm 発17 : 20 Stockholm 着18 : 25		Stockholm
	2 2 (日)	Arvidsjaur		Arvidsjaur
	2 3 (月)	Arvidsjaur→Skellerftea	Plusshus (住宅) NorrlandsTrahus (住宅)	Skellerftea
	2 4 (火)	Jonkoping、Vetlanda	Eksjohus (住宅、製材)	Vetlanda
	2 5 (水)	Aneby	NordiskaTrahus (住宅) Anebyhus (住宅)	Vetlanda
	2 6 (木)	Myresjo、Aseda、 Skovde	Ekefors Hus (住宅) Regent haus (住宅) Elitfonsten (木製窓)	Skovde
	2 7 (金)		Sjodalshus (住宅)	Skovde
	2 8 (土)	Stockholm		Stockholm
	2 9 (日)	Stockholm		Stockholm
	3 0 (月)	Herusinnkiへ	TheSwedish Timmber Concil Swedish Institute for Wood Technolgy Research(Tratek) Nordic Timmber Concil	Stockholm
	3 1 (火)	Herusinnki	Finnish Forest Industries Federation VTT Building Technolgy	Herusinnki
1 1	1 (水)	Herusinnki 発08 : 45 Kobenhavn 着09 : 25 発15 : 40		
	2 (木)	Narita 着10 : 05		

1:500,000
 Avstånd från:
 Distance from:
 Distance des:
KØBENHAVN
 Distoguide®

© Hallwag AG, Bern

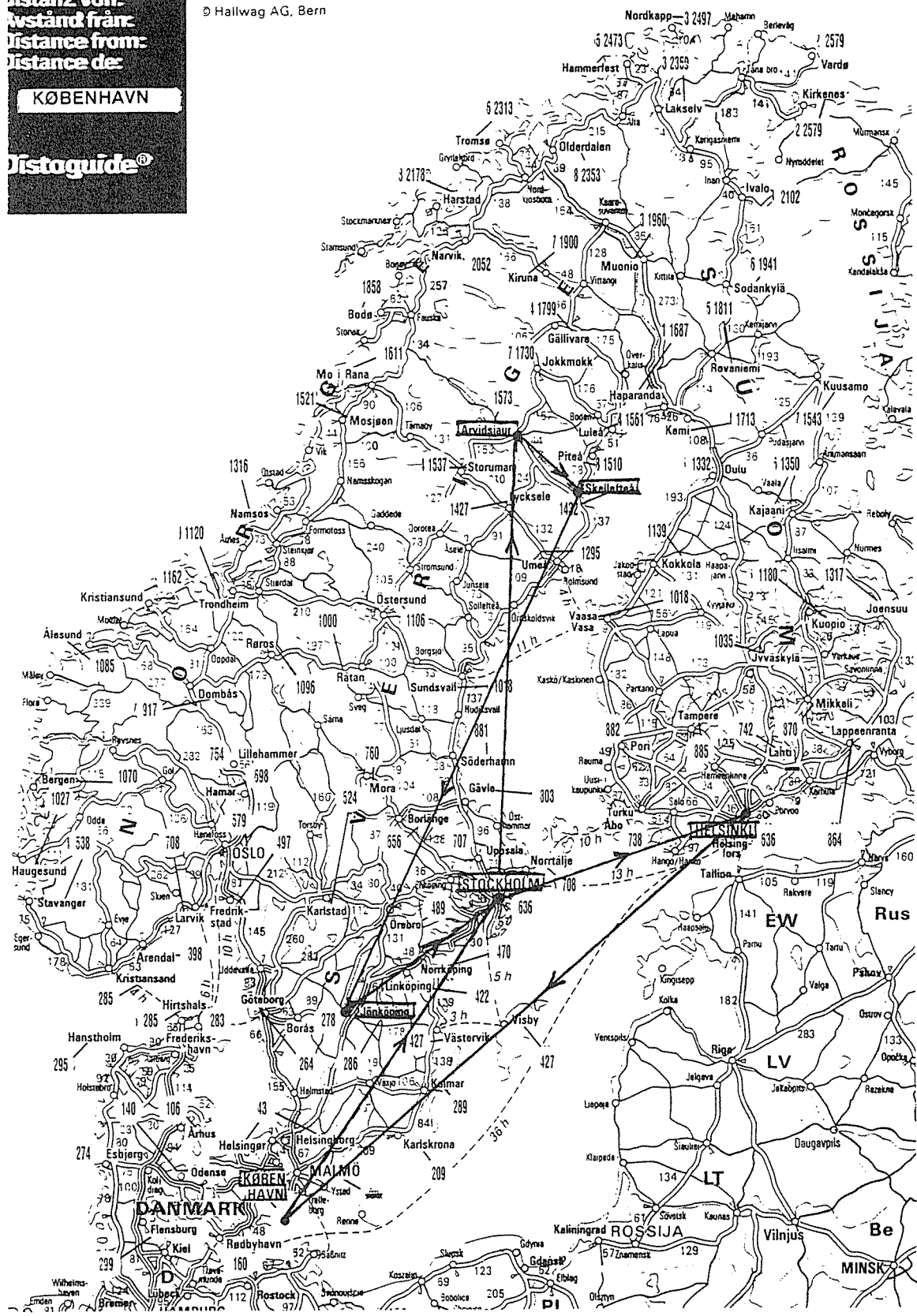


図 1. 1. 1 スウェーデン、フィンランドの調査した地域

1. 5 訪問先の調査概要

(1) Plus Hus

最初の訪問先であるため、非常に強い印象を受けた。スウェーデンでもかなり北部にあるメーカーで、北海道の住宅メーカーと組んで建設大臣の38条認定を取得(S58年頃)したが、成功しなかった。社長のリンドストロム氏の名刺は日本語で書かれている。

生産量 250～300ユニット/年

壁は内外装もつけた完全なパネル化工法 外装：下見板の縦張り

壁内には電気配線がされており、線をつなげればOKの状態になっている。

床もパネル化しており、集合住宅のユニット化した住宅も試みているとのことで、8～10畳間程度のユニットが内外装を仕上げた状態で生産されていた。

(2) Norrlands Trahus

TratekのJohansson氏の出迎えを受け、Tratekのレクチャーを受けた。Tratekは、ストックホルムの他にSkellefteaとJonkopingにもあるとのこと。Norrlands Trahusは、生産能力としては年間600ユニット程度であるが、現在は不景気で3割程度しか稼働していない。工場はかなりライン化、自動化が進んでいる。

(3) Eksjo Hus

製材工場と住宅工場を見学した。製材工場は年間65000m³をこなしているが、スウェーデンでは中クラスの工場とのことである。輸出はドイツ、イングランドが多く、含水率は16～17%に調整している。長尺材は5.1m程度まで可能である。樹種はパインとスプルースである。オーストラリアのグレーディングマシンも設置されていた。工場はかなり近代的で、丸太は大小で区分されるが製材になり、サイズ別に区分されるまでほとんど機械化されている。

住宅工場は製材工場の隣に併設されている。工場の生産能力は年間700ユニット程度あるが、今は不景気に為、訪問したときには200ユニット/年に生産が低下していた。また、近くで建設中の建売り住宅を見ることができた。最近、大阪のメーカーと組んで秋田に住宅を建てたこともある。

(4) Nordiska Trahus

親会社はSkanskaという建設会社で300社程度のグループからなり、創立100年を迎える。Nordiska Trahusは、その製材会社Myresjoの子会社である。創立26年で、年間の生産能力は約900ユニットであるが、現在は300ユニット程度で、住宅部門の人員は22～23名である。1994年に千葉県富津市、静岡県新富士市で木造の教会を建設した。スタッドの幅は240mmあり、45mmの枠材の間に断熱材が入っており、スタッドで断熱が切れないようにしている。スタッドの接合にはメタルプレートコネクターが使用されている。モデルハウスを見学したが比較的規模は小さいものであった。

(5) A n e b y H u s

このメーカーもVARNASというグループの住宅部門で製材工場もあるが住宅工場から離れているため、見学はしていない。生産能力は1ライン、3～4ユニット/日、50～60ユニット/月、500～600ユニット/年でかなりライン化が進んだ工場である。生産の70%はドイツに輸出しているが、現在は不況である。

(6) E k e f o r s

創立35年のメーカーで工場は組み立て工場とトラス工場が別々に別れており、組み立て工場もライン化はされているが、機械化、自動化はあまり進んでいない。手作りの工場といった感じをもった。生産量は、1ユニット/日の年間200ユニット程度である。工場は他に1工場あり、2工場で生産を行っている。

(7) R e g e n t H a u s

工場はあまり機械化されていないがラインで製造されている。主にドイツに輸出している。2.5ユニット/週、10ユニット/月、300ユニット/年程度の生産である。

(8) E l i t f o n s t e n

木製サッシのメーカーである。工場の生産ラインを見学したが、多種類のサッシが自動化して生産されている。枠材用の木材もかなりストックされており、パンフレットによればスウェーデンで最も大きいメーカーで75年の歴史があり、Elit Windowの名称で販売しており、日本にも輸出している。

(9) S j o d a l s H u s

大きなメーカーではない。工場は自動化はされておらず、トラス工場とコンポーネント工場は区分されている。他にも1工場を有している。屋根下地防腐処理合板12mm（ドイツ仕様）、壁厚さは120+45または145+45mm、床板は22mmチップボード、断熱材はロックウール、コネクターはギャングネイルを使用している。近隣で建売りミニ開発を行っている。ここでいうミニ開発は一定の地域に20～30棟を建設することである。このメーカーも日本への関心が高く、1992年から京都、福島等に教会や住宅を輸出しており、12月にもまた日本にビジネスに行くとのことであった。

(10) T h e S w e d i s h T i m m b e r C o n c i l

この数年で日本とのビジネスが急増しており、ヨーロッパの経済状態が余りよくないのでビジネスを広げたいとのこと。(A s a R i t t n e r)

(11) Swedish Institute for Wood Technology Research (Tratek) (Jan Brundin)

スウェーデンの木材技術センターである。当センター同様に木材、住宅関連はもちろん、製材工場の生産性、作業環境の問題、家具や外構材など幅広い実務的な仕事をしている。SkellefteaとJonkopingにも支所がある。実験施設もあり、丁度北米のツーバイフォー材との比較実験を行っていた。

(12) VTT Building Technology (DTech ALPO RANTA-MAUNUS)

この施設は全国に8つの支所をもつ、国立の建築研究所である。日本でいえば、建築研究所、森林総合研究所が1つになったような研究施設である。実験施設は地下40mの岩盤をくりぬいた防空施設のようなところにあり、エレベーターで実験棟に降りるのであるが、写真等の撮影は許されていない。実験施設の1部を見学したが、構造の加力試験装置は容量が50t、100tクラスの試験機が所狭しと並んでいる。また、スパンが10m近い集成材トラスが20体程度空調室に設置されおり、温湿度による伸縮を計測しているとのこと。また、今まではロシアからの研究も多く、温湿度を調整する実験棟が10棟程度並んでおり、温度は60～-60℃程度まで調整が可能である。なにしろ、地下の大きな施設には、驚かされた。

2. スウェーデンの林産業

2. 1 スウェーデンの森林

スウェーデンは、国土面積45万ヘクタールの約1/2以上が針葉樹林で覆われた森と湖の国です。飛行機から見たスウェーデンはまさに森林の中に湖が星のように点在している。車で走った限られた範囲内では、高い山はなく、高原のような平地林でその中を自動車道が縦横微塵に走っている。それらの森林の多くはわが国とは異なり個人や民間企業が所有している。図2. 1. 1にスウェーデン、フィンランドの森林の所有形態を示めす。日本と異なり、全体の約50%以上は個人や民間が所有している。表2. 1. 1は1993年度のスウェーデン国内における企業ベスト100です。その中になんと林産業（Forest Industry）が7社も入っており、トップ企業のStora社は第7位に位置しており、スウェーデンでは林産業が大きな位置を占めているかが理解できる。但し、北歐の林産業は製紙業が占める割合が非常に大きい。スウェーデンの森林の特徴を以下に示めす。

1) 森林の大部分は人工林で、約100年前に定められた法律で植林の義務を含む森林の管理により、森林の年成長量は年伐採量を常に上回っている（図2. 1. 2）。また、量的にも現在の方がかなり増加している（図2. 1. 3）

2) 森林の伐採時期は70～120年である。

3) 北歐は気候が非常に厳しい地域に位置し、そのため樹木の成長が緩やかで、年輪幅が狭い木材が生産される。そのため、品質が均一で安定性のある木材が生産される。

4) 植栽樹種の大部分は、スプルース（スウェーデン・ホワイト・スプルース、*Picea abies*）とパイン（スウェーデン・レッド・パイン、*Pinus sylvestris*）の2種類です。そのため、発注した木材に他の樹種が混じることはほとんどない。

また、北歐の林産に関するパンフレットや雑誌の中には森林の地球環境に対する有利性や木材のリサイクルに関する情報が必ず織り込まれている。（図2. 1. 4）

表2. 1. 1 スウェーデンの企業ベスト100

Sweden's "Top-100" Companies									
Company	Sales 1992 (MSEK)	Pretax income 1992 (MSEK)	No. of employees	Business activity	Company	Sales 1992 (MSEK)	Pretax income 1992 (MSEK)	No. of employees	Business activity
1. ABB	172,063	3,449	213,407	Engineering (Head office in Switzerland)	51. Svedala	3,194	-123	10,877	Engineering
2. Volvo	33,002	-4,749	50,115	Engineering	52. Hennes & Mauritz	3,080	1,096	6,923	Retailing
3. Electrolux	80,436	1,016	121,200	Engineering	53. Shell Sweden	7,982	105	1,050	Petroleum
4. KF	58,886	-955	39,536	Conglomerate	54. Stena Line	7,979	212	8,375	Shipping
5. Tetra Laval	54,500	n.a.	34,000	Engineering	55. ASSI	7,962	-232	7,297	Forest industry
6. Ericsson	47,500	1,615	64,637	Electronics	56. Avesta Sheffield	7,679	-553	6,175	Metallworking
7. Stora	46,895	-1,359	38,881	Forest industry	57. Samhall	7,487	7	33,678	Engineering
8. ICA	44,603	241	17,259	Retailing	58. Perstorp	7,339	228	8,739	Chemicals
9. Procordia	40,090	4,865	40,070	Conglomerate	59. Marieberg	7,307	513	8,275	Printing/publishing
10. Axel Johnson	38,700	n.a.	19,000	Trading	60. Bonnierföretagen	7,225	201	4,556	Printing/publishing
11. Swedish Telecom (Telia)	35,022	1,792	39,540	Telecommunications	61. Nyman & Schultz	6,985	96	1,680	Travel services
12. SAS	34,392	-849	40,140	Transportation	62. Stena Metall	6,886	62	535	Trading/recycling
13. Investar	32,496	1,482	29,409	Conglomerate	63. Tipsnjämr	6,762	1,190	394	Recreation etc.
14. SCA	32,364	151	29,796	Forest industry	64. Trav och Galopp	6,751	0	180	Recreation etc.
15. Skanska	31,883	-3,392	28,646	Construction	65. Securitas	6,537	319	25,471	Business services
16. SKF	26,797	-1,777	46,672	Engineering	66. Esab	6,442	160	7,642	Engineering
17. IKEA	24,300	n.a.	23,200	Retailing (furniture)	67. Tre Byggnad	6,376	63	n.a.	Construction
18. Treilleberg	23,591	-1,564	21,801	Conglomerate	68. Harsk Hyara Sweden	6,125	46	1,883	Conglomerate
19. Vattenfall	22,431	3,268	9,674	Power	69. Unilever Sweden	5,875	224	3,148	Food
20. Posten	22,096	1,572	53,345	Mail service	70. Elof Hansson	5,815	n.a.	880	Trading
21. Nobel Industrier	21,481	237	20,194	Chemicals	71. SL	5,378	-90	10,337	Transportation
22. SJ	21,352	508	31,576	Transportation (rail and coach)	72. Slaktenförbundet	5,353	-68	2,384	Food
23. NCC	20,082	-1,217	17,561	Construction	73. Stockholm Energi	5,319	-294	2,243	Power
24. Sandvik	17,217	1,532	28,617	Engineering	74. Animas	5,271	132	3,863	Conglomerate
25. Astra	16,272	5,038	11,288	Pharmaceuticals	75. Statoil Sweden	5,142	330	1,642	Petroleum
26. Bilspedition	16,238	-674	11,108	Transportation	76. Skonek	5,089	27	1,883	Food
27. Atlas Copco	16,007	1,027	19,195	Engineering	77. VME Holding	5,026	-554	5,563	Engineering
28. Systembolaget	15,955	290	2,694	Retailing (alcoholic beverages)	78. Konsumentför. Svea	4,934	-72	3,954	Retailing
29. MoDo	15,759	-1,702	12,266	Forest industry	79. Södra Skogsägarna	4,605	-213	2,785	Forest industry
30. Apoteksbolaget	15,404	287	10,562	Retailing	80. HSB	4,560	227	949	Real estate
31. Saab Automobile	14,691	-2,688	11,247	Engineering	81. Lindén Group	4,553	n.a.	4,009	Conglomerate
32. BPA	12,769	-59	15,508	Construction	82. Fundia	4,501	-389	4,290	Wholesaling
33. Cardo	12,750	744	15,451	Conglomerate	83. Sv. Penningtjänster	4,279	858	168	Recreation etc.
34. Ratos	12,383	-133	10,980	Conglomerate	84. Neste Sweden	4,214	138	1,405	Chemicals
35. AGA	12,074	1,432	14,166	Chemicals	85. Konsum Stockholm	4,195	9	2,749	Retailing
36. SSAB	11,875	-165	10,224	Metallworking	86. Skåne-Gröpen	4,092	131	4,429	Conglomerate
37. Incentive	11,771	1,277	13,024	Conglomerate	87. Vin & Sprit	3,944	530	944	Alcoholic beverages
38. Catena	11,373	-926	5,248	Auto retailing	88. Scribona	3,940	-328	3,044	Office equipment
39. SIAB	11,339	299	9,371	Construction	89. Domän	3,935	345	3,868	Forest industry
40. Industrivärden	10,948	258	11,737	Conglomerate	90. LKAB	3,737	399	3,403	Mining
41. Arla	10,901	178	6,071	Food (dairy products)	91. Stena	3,704	102	2,350	Shipping/real estate
42. Celsius	10,663	545	14,113	Engineering	92. Skånska Lantmännen	3,681	16	1,935	Trading
43. Esselte	9,909	259	12,334	Printing/publishing	93. Nynäs Petroleum	3,667	160	988	Petroleum
44. Sara Travel & Hotel Group	9,566	-620	11,000	Restaurant/Hotel	94. Praktikertjänst	3,488	159	6,574	Health care
45. Kinnevik	9,522	39	6,273	Conglomerate	95. Siemens Sweden	3,352	134	2,860	Electronics
46. Euroc	9,492	146	7,589	Building materials	96. D-gruppen	3,295	34	1,360	Retailing
47. Sydkraft	9,429	1,422	5,751	Power	97. Luftfartsverket	3,261	330	3,710	Transportation
48. Riksväggen	9,195	343	3,669	Construction	98. Svenska Bostäder	3,248	338	1,047	Real Estate
49. Svenska Lantmännen	9,109	127	5,699	Food	99. Förenade Kommunföretag	3,226	53	3,092	Conglomerate
50. IBM Sweden	8,681	n.a.	3,532	Electronics	100. NCB	3,188	-188	2,109	Forest industry

Source: Sweden's Top 500 Corporations. Veckans Affärer. Affärsföretaget. Issue

9. Forest ownership as percent of forest area

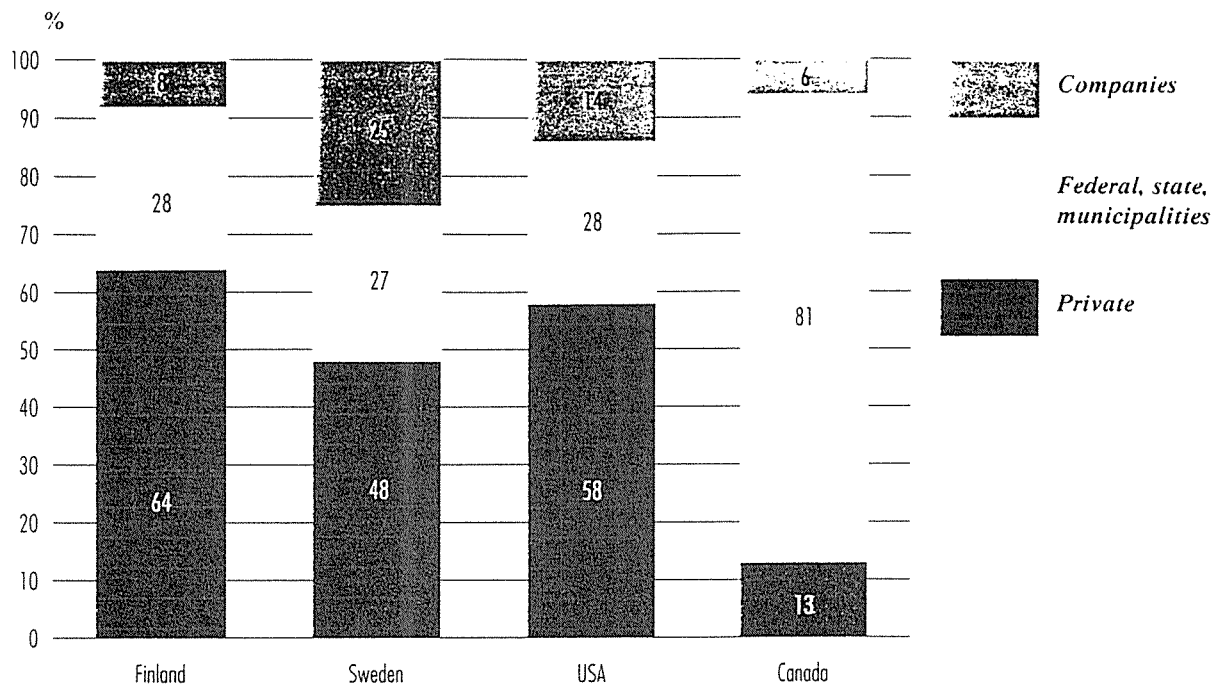
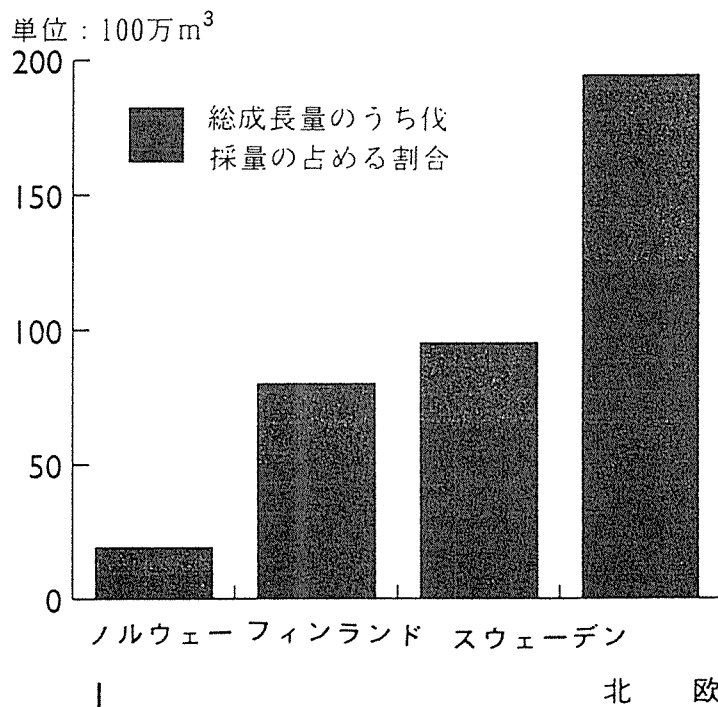


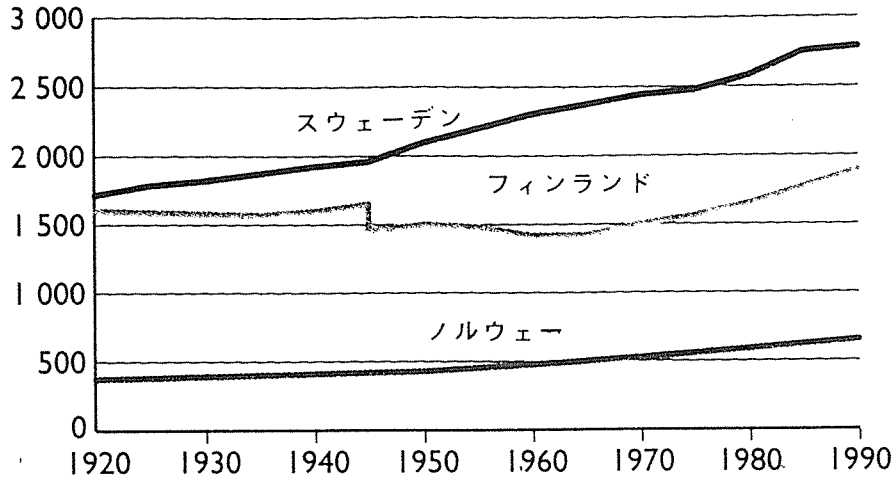
図 2. 1. 1 森林の所有形態



森林は使い果たすことなく賢明に使うべきです。上図は1990年代始めの北欧の成長及び伐採量を示しています。

図 2. 1. 2 森林の年成長量と伐採量の関係

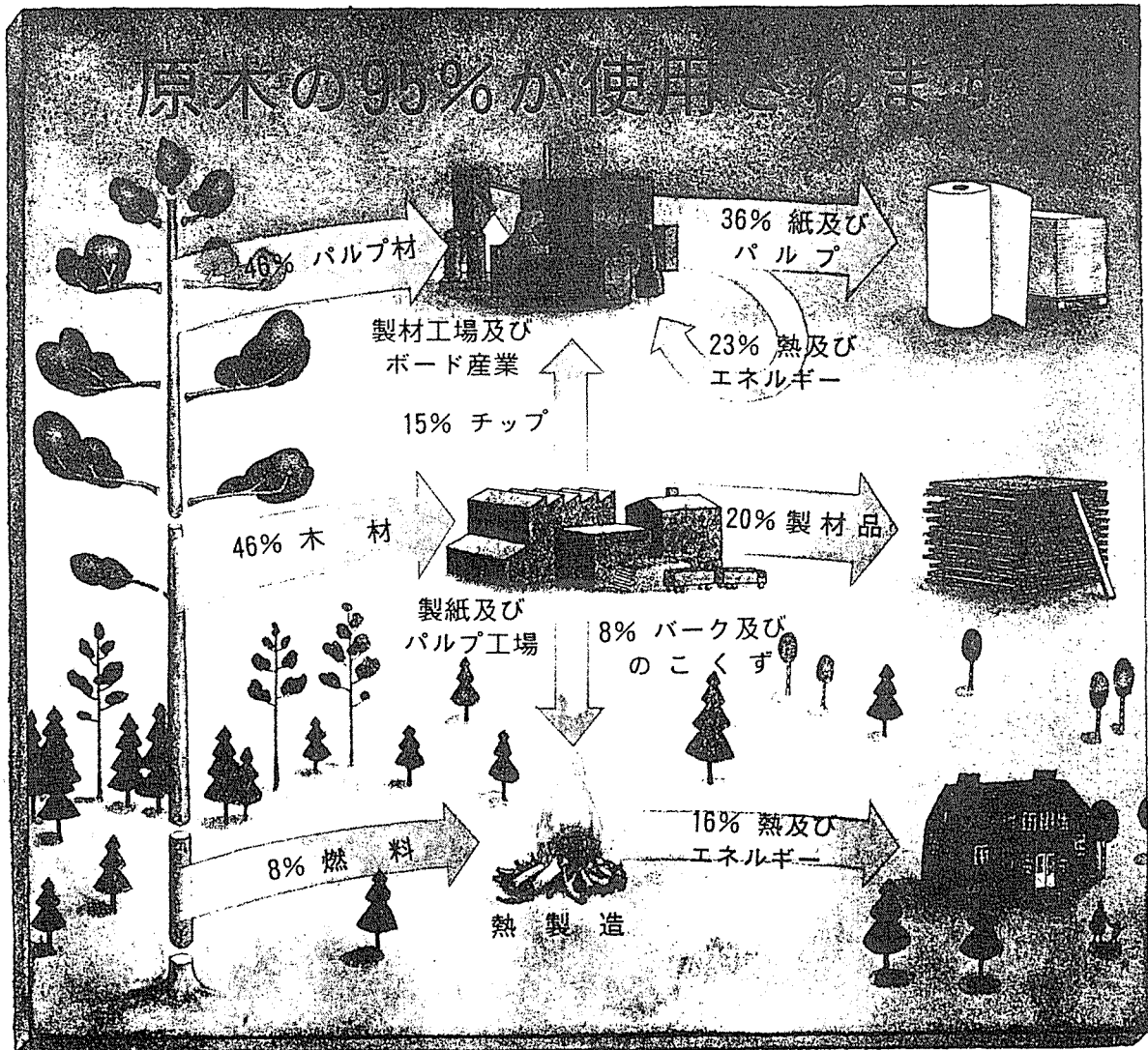
単位：100万m³



北欧の森林は昔より今の方が量的にかなり多く、上図は1920 - 1990年の木材量の推移を示しています。

図2. 1. 3 木材のストック量

図2. 1. 4 木材のリサイクルをしめすパンフレット



製材工場、紙パルプ工場やボード製造工場が原料の物流をお互いによく協力しあうことにより、原木の95%まで製品またはエネルギー源として利用され、わずか5%だけが廃棄処分されます。製材工場のチップはパルプ工場の原料になり、のこずやバークや使用済みの化学薬品などパルプ工場からの廃棄物もまた燃料として使われます。あらゆるイブや寸法の木材のほとんど、そして製品の副産物のほぼ100%が有効利用されます。上のイラストはスウェーデン林産業界の平均値を示しています。

2. 2 スウェーデンの木材

(1) 品等区分

グレーディングルールである” Guiding principles of grading of Swedish sawn timber” に基づいて製材品、プレーナー加工材の等級区分が行われている。品等区分は外観（節、変色ブルーステイン、割れ等）及び形状（曲がり、反り、丸身等）により区分される。

(2) 製材品とプレーナー加工材の寸法

製材品は工場での鋸挽きのままの状態、プレーナー加工材は4面または3面をプレーナー加工した製品である。それらの断面寸法を表2. 2. 1に示す。

(3) 構造材

スウェーデンの構造材には、T材とよばれる製材と、L材とよばれる集成材がある。これらは、どちらも強度等級区分されており、製材は目視強度等級区分と機械強度等級区分がある。目視区分では、T30、T24、T18、機械区分ではT30M、T24M、T18Mがあり、集成材ではL40、L30、L20がある。なお、これらのT材は構造設計に関する規定では、強度等級にKを付してK30、K24、K18とよばれる。

表2. 2. 2の無欠点小試験体よりえられたスプルース及びパインの特性値を、表2. 2. 3にスウェーデンの構造材の許容耐力を示す。なお、構造材にはフィンガージョイント製材も含まれる。

(4) 輸出用構造材

スウェーデンにおいて、格付けされマークを押される構造材は年間約55万 m^2 ですが、このうち2/3は輸出用である。スウェーデンのT材とイギリスのBS規格、ヨーロッパのCENの関係は表2. 2. 4のようになっている。

表2. 2. 4 T材と他の規格との関係

T材（スウェーデン）	BS（イギリス）	ECE（CEN）
T30/T30M	M75	S10
T24/T24M	SS/MSS	S8
T18/T18M	GS/MGS	S6

表2. 2. 1 スウェーデンの製材品とプレーナー加工材の断面寸法

製材品の厚さと幅

スウェーデン製材品の断面寸法は、基本的に International Organization for Standardization ISO 3179 (針葉樹林、名目寸法) で認められた基準によっています。しかし、製材工場では、海外、国内からのこれ以外の注文にも応じています。

製材品の断面寸法

幅 (mm)	厚さ(mm)									
	25	38	50	75	100	125	150	175	200	225
12										
16										
19	□	□	□	□	□	□	□			
22	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
25	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
32				□	□	□	□	□	□	□
38		□	□	□	□	□	□	□	□	□
44					□	□	□			
47				□	□	□	□	□	□	□
50			□	□	□	□	□	□	□	□
63					□	□	□	□	□	□
75				□	□	□	□	□	□	□
100					□		□		□	

上記の寸法は、スウェーデンの製材工場が、様々な分野での需要に対して一般的に供給しているものですが、これは構造材、造作材、建具材、その他用材に区分されます。断面寸法は含水率20%、mm (厚さ x 幅) で表示されます。これ以外の寸法での注文にも応じています。

プレーナー加工材の断面寸法

幅 (mm)	厚さ(mm)									
	22	34	45	70	95	120	145	170	195	220
9										
13										
16	□	□	□	□	□	□	□			
19	□	□	□	□	□	□	□	□		
22	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
28			□	□	□	□	□	□		
34		□	□	□	□	□	□	□	□	
45			□	□	□	□	□	□	□	□
70				□	□	□	□	□	□	□

上記の寸法は、スウェーデンの製材工場が様々な需要分野に供給される一般的な4面プレーナーがけ材、3面プレーナーがけ(1面再製材)材に対するものです。断面寸法は含水率17%における mm (厚さ x 幅) で表示されます。

表2. 2. 2 パインとスプールの強度特性値

下記の各種強度や弾性係数の値は、無欠点・小試片を20℃で試験したものです。健全材で強度に影響するような大きな欠点のない材に関しては、普通強さについては下記の値の2/3をとって下さい。強度値は設計時には直接使用しないで下さい。

特 性	パ イ ン		ス プ ル ー ス	
	含 水 率(%)		含 水 率(%)	
	12	30	12	30
密 度 (kg/m ³)	510	560	460	510
引張り強度 (MPa)	104 (3)	60 (2)	90 (2.5)	50 (1.5)
曲 げ 強 度 (MPa)	87	50	75	43
圧 縮 強 度 (MPa)	46 (7.5)	25 (2)	40 (6)	22 (2)
せん断強度 (MPa)	10	8	9	7
衝 撃 強 度 (kJ/m ²)	70	90	50	65
硬 さ (Brinell)	4 (1.9)	2.8 (1.3)	3.2 (1.2)	2.2 (0.8)
膨脹収縮性 (MPa)	12 000 (460)	11 000 (440)	11 000 (550)	10 000 (500)
熱 伝 導 率 (W/m°C)	0.26 (0.12)	0.32 (0.15)	0.24 (0.11)	0.29 (0.13)
比 熱 (J/kg°C)	1 650	2 000	1 650	2 000
発 熱 度 (MJ/Kg)	17.3	14.6	17.3	14.6

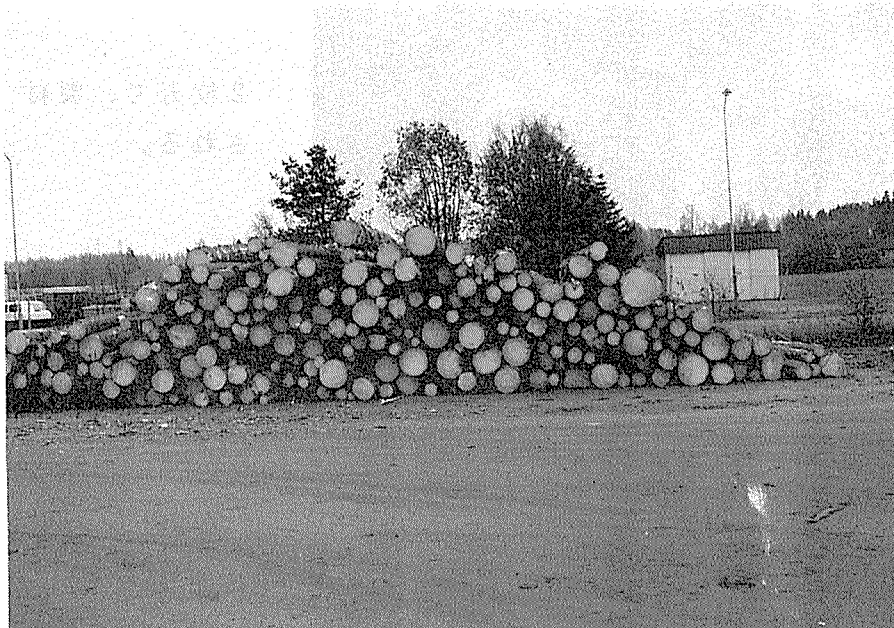
カッコ書きされていない数値は横（水平）方向、カッコ書きは縦（軸）方向に対する数値です。パインとスプールでは数値に差はありますが、どちらも良質な建材であるといえます。

表 2. 2. 3 構造材の許容剛性と許容耐力 (MPa)

異なる強度等級における構造用製材と集成材 (L材) の負荷耐久力と剛性の計算のための強度特性値。出典：「新築建造物規定、BFS 1988:18」

構造用製材 L 材	- L40	K30 L30	K24 L20	K18 -	K12 -
強 度					
曲 げ f_{mk}	38 ²⁾	30 ²⁾	24	18	12
縦引張り f_{tk}	27	20	16	11	8
横引張り f_{t90k}	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
縦圧縮 f_{ck}	36	29	23	17	14
横圧縮 f_{c90k}	8	7	7	7	7
縦せん断 f_{vk} ¹⁾	3 ³⁾	3	3	3	3
負荷耐久力を計算するための剛性値					
弾力係数 E_{Rk}	10 400	8 700	6 900	5 100	4 200
せん断弾力係数 G_{Rk}	700	600	450	350	300
変形の計算のための剛性値					
縦弾力係数 E_k	13 000	12 000	10 500	9 000	8 000
横弾力係数 E_{90k}	450	400	350	300	250
せん断弾力係数 G_k	850	800	700	600	500
<p>1) 横せん断の値は $f_{vk}/2$ と等しくしておくことができる。</p> <p>2) 集成材の接着層に平行方向に曲げ荷重がかかる場合 L40とL30の f_{mk} の値は各々 30、24 MPaを超えてはならない。</p> <p>3) 短形断面の集成材の梁において、f_{vk} の値は4.0と等しくおくことができる。また、設計において荷重期間、水分条件および最大許容変形値等が考慮されなければならない。</p>					

設計時は安全等級、荷重期間、水分条件を考慮し、安全性は、現行の規定により局部係数の選択に注意をすること。



Eksjo の製材工場

山になった丸太
あまり太いの
少ない。

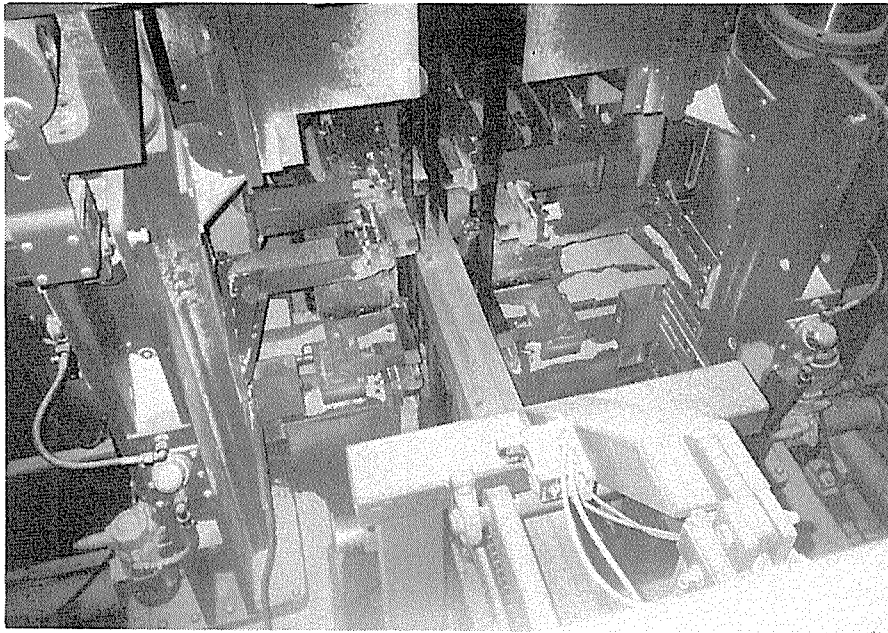


丸太は太細で区分さ
れ、バーカーへ送る



バーカーより出て
きた丸太。

製材に向かう。



2枚刃で、製材
される。



製材された木材が、
サイズ別の区分に
流れるコンベアー
ライン



乾燥炉

3. フィンランドの合板事情

この報告の主な内容は、Handbook of Finnish Plywoodより抜粋したものである。

3. 1 合板工場

1994年度の報告によればフィンランドには、合板工場が19工場あり、その生産量は、年間70万 m^3 に達している。その大部分は輸出されており、わが国のJASの認定工場にも1社がなっている。図3. 1. 1にフィンランドの木材工業の現状、図3. 1. 2に合板工場及び生産能力を示す。

3. 2 合板の種類

フィンランドで現在生産されているStandard plywoodは表3. 2. 1の5種類に区分される。また、合板に使用する単板の種類と厚さを表3. 2. 2に示す。フィンランドでは、合板製造にBirchが大きな役割を果たしているようである。また、表3. 2. 3に合板の厚さ、プライ数、重さ、許容差、寸法等を示す。

表3. 2. 1 Standard plywoodの種類

合板の名称	単板構成
Birch	全てをBirch単板
Combi	両サイド単板の各2枚がBirch
	内層単板はBirchとConifer
Combi Mirror	表裏単板がBirch
	内層単板はBirchとConifer
Twin	表裏単板がBirch
	内層単板はConifer
Conifer	全てをConifer単板
	表板単板はスプルース又はハイ

表3. 2. 2 単板の種類と厚さ

種類	単板厚さ (mm)
Birch (カバ)	1.4
Conifer (針葉樹)	1.4、1.85、2.1、2.5、2.8

FINNISH FOREST INDUSTRY MECHANICAL SECTOR 1994

	(工場数) no. of units	(売上高) turnover Billion mk (兆円)	(生産量) production Mm ³	(輸出割合) export of production, %
Sawmill industry	171	11,0	9,7	74
Plywood industry	19	2,5	0,7	94
Particle board industry	5	0,5	0,5	42
Fibreboard industry	2	0,3	0,1	70
Building joinery industry	210	2,3		25
Prefabricated houses-industry	50	0,6		20
Furniture industry	347	2,7		23

図3. 1. 1 フィンランドの木材工業の現状

FINNISH PLYWOOD, PARTICLE BOARD, FIBREBOARD AND VENEER MILLS 1994

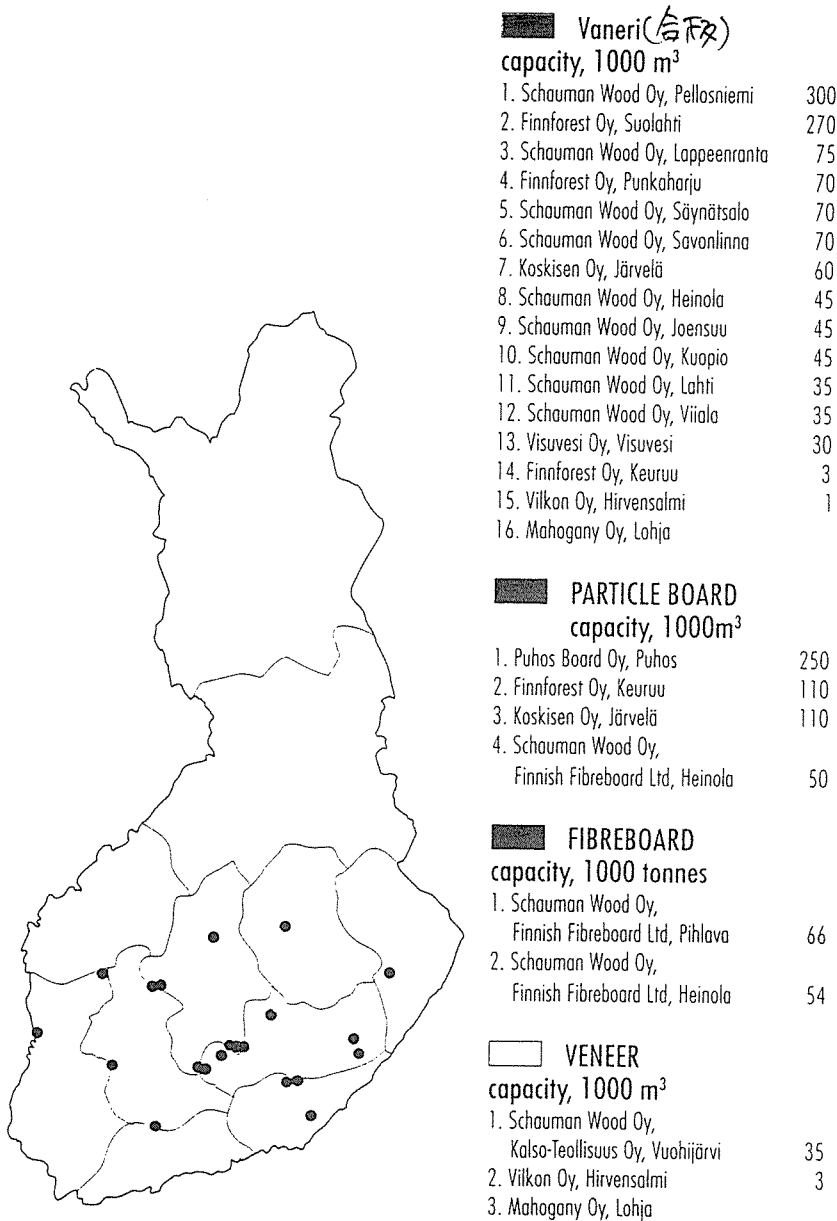
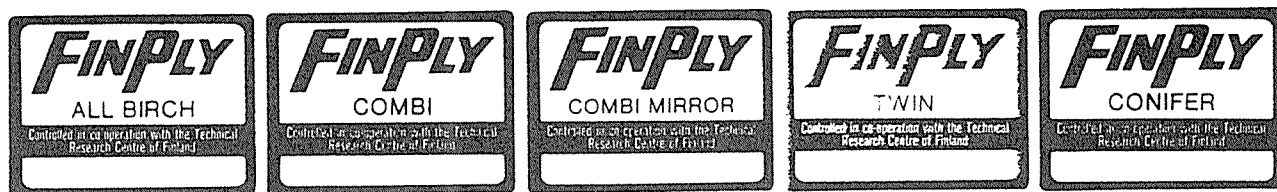


図3. 1. 2 フィンランドの合板工場とその生産能力

表3. 2. 3 フィンランドの合板の厚さ、寸法とその許容差

Table 2a. Standard plywood products

Sizes and thicknesses relate to a moisture content of 8-10 %.



		Birch plywood		Combi, Combi Mirror plywood		Twin, Conifer plywood		
Face		Birch		Birch		Birch, Conifer		
Core		Birch		Birch & Conifer		Conifer		
Nominal thickness* mm	Tolerance**		No. of plies	Weight *** kg/m ²	No. of plies	Weight *** kg/m ²	No. of plies	Weight *** kg/m ²
	min.	max.						
4	3.5	4.1	3	2.8			3	2.1
6.5	6.1	6.9	5	4.6	5	4.2	5	3.4
9	8.8	9.5	7	6.3	7	5.8	7/5	4.7
12	11.5	12.5	9	8.4	9/7	7.7	9/7/5	6.2
15	14.3	15.3	11	10.5	11/9	9.6	11/9/7	7.8
18	17.1	18.1	13	12.6	13/11	11.5	13/11/9	9.4
21	20.0	20.9	15	14.7	15/13/11	13.4	15/11/9	10.9
24	22.9	23.7	17	16.8	17/15/13	15.4	17/13/11	12.5
27	25.2	26.8	19	18.9	19/17	17.3	19/13/11	14.0
30	28.1	29.9	21	21.0		19.2		15.6

Table 2b. Panel sizes*****

Standard sizes**** mm x mm

1200 x 1200 / 2400 / 2500 / 3000 / 3600
 1220 x 1220 / 2440 / 2500 / 3050 / 3660
 1250 x 1250 / 2400 / 2500 / 3000 / 3600
 1500 x 1500 / 2400 / 2500 / 3000 / 3600
 1525 x 1525 / 2440 / 2500 / 3050 / 3660

Table 2c. Panel tolerances

Length/Width*****mm Tolerance mm

< 1000 ±1
 1000...2000 ±2
 >2000 ±3

3. 3 合板の強度的性能と許容耐力

表 3. 3. 1 には合板の種類毎の許容弾性係数と許容耐力を示す。なお、弾性係数、強度性能値の平均値は、フィンランド規格の S F S 2 4 1 7、4 0 9 1、4 0 9 2 の値を用いている。

許容弾性係数値、許容耐力は、次式により算定した。

$$E = \bar{E} - 0.52 S_E \dots \dots (1)$$

ここで、 E : 許容弾性係数

\bar{E} : 弾性係数の平均値

S_E : 弾性係数の標準偏差

0.52 : 確立水準 70% での t 分布

$$\sigma = (\bar{\sigma} - 1.64 S_S) / n \dots \dots (1)$$

ここで、 σ : 許容耐力

$\bar{\sigma}$: 最大強度の平均値

S_S : 強度の標準偏差

1.64 : 確立水準 95% での t 分布

n : 安全係数 2.33、但し、引張に対しては 2.75

また、ポアソン比の縦方向に対する横方向の比率は次のとおりである。

$$\nu = 0.43$$

以上の数値は、合板の含水率が 15% 時の値を採用している。

また、表 3. 3. 2 ~ 表 3. 3. 4 には、せん断性能、めり込み性能、硬さ性能を示す。

表 3. 3. 1 フィンランド合板の種類毎の許容弾性係数と許容耐力 Moisture content 15 %

Symbols

A = 1.4 mm Birch veneer	to face grain	N =	number of plies
B = 1.4 mm	⊥	t =	nominal thickness, mm
C = 1.4 mm Conifer veneer	to face grain	\bar{t} =	average actual thickness, mm
D = 1.4 mm	⊥	I =	second moment of area, mm ⁴ /mm
E = 1.85 mm Conifer veneer	to face grain	W =	section modulus, mm ³ /mm
F = 1.85 mm	⊥	=	parallel
G = 2.1 mm Conifer veneer	to face grain	⊥ =	perpendicular
H = 2.1 mm	⊥	$E_{ }, E_{\perp}$ =	modulus of elasticity, N/mm ²
I = 2.5 mm Conifer veneer	to face grain	$\sigma_{ }, \sigma_{\perp}$ =	permissible stress, N/mm ²
J = 2.5 mm	⊥		
K = 2.8 mm Conifer veneer	to face grain		
L = 2.8 mm	⊥		

STRUCTURE	SECTION PROPERTIES					MODULUS OF ELASTICITY N/mm ²				PERMISSIBLE STRESSES N/mm ²			
	N	t	\bar{t}	I	W	$E_{ }$	E_{\perp}	$E_{ }$	E_{\perp}	$\sigma_{ }$	σ_{\perp}	$\sigma_{ }$	σ_{\perp}

BIRCH (1.4 mm plies)															
ABABA	5	6.5	6.6	24	7	11100	4100	8550	6620	18.0	9.2	15.3	11.2	9.0	7.0
ABABABA	7	9	9.5	72	15	9900	5270	8250	6910	17.1	10.9	14.6	11.7	8.7	7.3
ABABABABA	9	12	12.4	160	26	9320	5860	8100	7070	16.0	11.8	14.2	12.0	8.5	7.5
ABABABABABA	11	15	15.3	299	39	8960	6210	8000	7170	15.6	12.0	13.9	12.1	8.4	7.6
ABABABABABABA	13	18	18.2	503	55	8730	6440	7930	7230	15.3	12.2	13.7	12.2	8.4	7.7
ABABABABABABABA	15	21	21.1	784	74	8560	6610	7880	7280	15.0	12.4	13.6	12.3	8.3	7.7
ABABABABABABABABA	17	24	24.0	1152	96	8440	6740	7850	7320	14.9	12.4	13.5	12.4	8.3	7.8
ABABABABABABABABABA	19	27	26.9	1622	121	8340	6830	7820	7350	14.8	12.5	13.4	12.4	8.3	7.8
ABABABABABABABABABABA	21	30	29.8	2204	148	8260	6910	7800	7370	14.6	12.6	13.4	12.5	8.2	7.8

COMBI (1.4 mm plies)															
ABCBCBA	7	9	9.5	72	15	9580	5270	7170	6910	16.3	10.8	10.3	11.7	7.9	7.2
ABCBCBCBA	9	12	12.4	159	26	8760	5860	6850	7070	15.4	11.8	9.3	12.0	7.6	7.4
ABCBCBCBCBA	11	15	15.3	299	39	8230	6210	6650	7170	14.9	11.9	8.6	12.1	7.4	7.5
ABCBCBCBCBCBA	13	18	18.2	502	55	7870	6440	6520	7230	14.4	12.1	8.2	12.2	7.3	7.5
ABCBCBCBCBCBCBA	15	21	21.1	781	74	7590	6610	6420	7280	14.2	12.3	7.9	12.3	7.2	7.6
ABCBCBCBCBCBCBCBA	17	24	24.0	1148	96	7380	6740	6340	7320	13.9	12.3	7.6	12.4	7.1	7.6
ABCBCBCBCBCBCBCBCBA	19	27	26.9	1616	120	7220	6830	6290	7350	13.8	12.4	7.4	12.4	7.1	7.6
ABCBCBCBCBCBCBCBCBCBA	21	30	29.8	2196	148	7080	6910	6240	7370	13.6	12.5	7.3	12.5	7.0	7.7

COMBI MIRROR (1.4 mm plies)															
ADADA	5	6.5	6.6	24	7	11070	3140	8550	5070	18.0	5.4	15.3	5.1	8.8	5.9
ADADADA	7	9	9.5	72	15	9900	4040	8250	5290	17.0	6.3	14.6	5.3	8.5	6.1
ADADADADA	9	12	12.4	159	26	9320	4490	8100	5410	15.8	6.6	14.2	5.5	8.4	6.2
ADADADADADA	11	15	15.3	298	39	8960	4760	8000	5490	15.5	6.7	13.9	5.5	8.3	6.3
ADADADADADADA	13	18	18.2	501	55	8730	4940	7930	5540	15.2	6.8	13.8	5.6	8.2	6.4
ADADADADADADADA	15	21	21.1	781	74	8560	5060	7880	5570	14.9	6.8	13.6	5.6	8.2	6.4
ADADADADADADADADA	17	24	24.0	1148	96	8440	5160	7850	5600	14.8	6.9	13.5	5.7	8.1	6.4
ADADADADADADADADADA	19	27	26.9	1615	120	8340	5230	7820	5620	14.6	6.9	13.5	5.7	8.1	6.5
ADADADADADADADADADADA	21	30	29.8	2195	148	8260	5290	7800	5640	14.5	6.9	13.4	5.7	8.1	6.5

* See Table 5, 6 and 7.

STRUCTURE	SECTION PROPERTIES					MODULUS OF ELASTICITY N/mm ²				PERMISSIBLE STRESSES N/mm ²					
	N	t	t̄	I	W	Bending		Tension, Compr.		Bending		Tension		Compr.	
						E	E _⊥	E	E _⊥	σ	σ _⊥	σ	σ _⊥	σ	σ _⊥

COMBI (Thick plies)

ABIBIBA	7	12	11.7	133	23	9260	5300	7990	5640	15.5	10.2	9.7	9.5	8.0	5.9
ABKKBKA	7	12	12.3	154	25	9220	5260	8170	5360	15.2	10.0	9.4	9.1	7.9	5.6
ABGBGBGBA	9	15	14.4	251	35	8740	5630	7520	6080	15.4	10.9	9.0	10.3	7.8	6.3
ABEBEBEBEBA	11	18	17.0	409	48	8310	5940	7150	6460	15.1	11.1	8.6	10.9	7.6	6.7
ABGBGBGBGBA	11	18	18.0	487	54	8380	5780	7400	6100	15.1	10.7	8.5	10.3	7.7	6.3
ABEBEBEBEBEBA	13	21	20.3	698	69	8030	6080	7050	6480	14.7	11.2	8.2	11.0	7.5	6.7
ABKKBKKBKBA	11	21	20.8	754	72	8570	5350	7970	5269	14.9	9.7	8.0	8.9	7.5	5.5
ABEBEBEBEBEBEBA	15	24	23.6	1099	93	7820	6170	6980	6500	14.6	11.3	7.9	11.0	7.5	6.8
ABIBIBIBIBIBA	13	24	23.6	1094	93	8300	5560	7680	5580	14.9	10.0	7.9	9.4	7.6	5.8
ABEBEBEBEBEBEBA	17	27	26.9	1630	121	7670	6240	6920	6520	14.4	11.2	7.7	11.0	7.4	6.8

TWIN (1.4 mm plies)

ADCDCA	7	9	9.5	72	15	9580	4030	7170	5290	16.1	6.2	10.4	5.3	7.7	6.0
ADCDCA	9	12	12.4	159	26	8760	4480	6850	5410	15.2	6.5	9.3	5.5	7.4	6.1
ADCDCA	11	15	15.3	297	39	8230	4750	6650	5480	14.7	6.7	8.7	5.5	7.3	6.2
ADCDCA	13	18	18.2	500	55	7870	4930	6520	5540	14.2	6.7	8.2	5.6	7.1	6.2
ADCDCA	15	21	21.1	778	74	7590	5060	6420	5580	14.0	6.8	7.9	5.6	7.0	6.3
ADCDCA	17	24	23.9	1144	96	7380	5150	6340	5600	13.7	6.8	7.6	5.7	7.0	6.3
ADCDCA	19	27	26.8	1610	120	7220	5230	6290	5630	13.6	6.8	7.5	5.7	6.9	6.3
ADCDCA	21	30	29.7	2187	147	7080	5290	6240	5640	13.4	6.8	7.3	5.7	6.9	6.3

CONIFER (1.4 mm plies)

CDCDC	5	6.5	6.6	24	7	8470	3140	6550	5070	10.8	5.3	7.0	5.1	7.3	5.7
CDCDC	7	9	9.5	71	15	7580	4040	6320	5290	9.7	6.1	6.7	5.4	7.1	5.9
CDCDC	9	12	12.4	158	26	7130	4490	6200	5410	9.1	6.5	6.5	5.5	6.9	6.1
CDCDC	11	15	15.3	297	39	6860	4760	6130	5490	8.8	6.6	6.4	5.5	6.8	6.1
CDCDC	13	18	18.2	499	55	6680	4940	6080	5540	8.5	6.7	6.3	5.6	6.8	6.2
CDCDC	15	21	21.1	777	74	6550	5060	6040	5570	8.4	6.7	6.2	5.6	6.8	6.2
CDCDC	17	24	23.9	1143	96	6460	5160	6010	5600	8.3	6.8	6.2	5.7	6.7	6.3
CDCDC	19	27	26.8	1609	120	6390	5230	5990	5620	8.2	6.8	6.2	5.7	6.7	6.3
CDCDC	21	30	29.7	2186	147	6330	5290	5970	5640	8.1	6.8	6.1	5.7	6.7	6.3

CONIFER, TWIN (Thick plies)

EFEFE	5	9	8.7	56	13	8660	2960	6650	4970	10.2	4.7	6.6	4.7	7.0	5.2
CJCJC	5	9	8.8	56	13	6960	4650	4930	6680	8.9	5.4	5.3	5.5	5.5	6.3
CECLC	5	9	9.4	69	15	6630	4990	4610	7000	8.4	5.2	4.9	5.4	5.2	6.3
GDIDIG	7	12	11.7	132	23	7550	4060	7300	4320	9.4	5.9	6.7	4.4	7.3	4.8
EKLE	5	12	11.6	130	22	7260	4360	5960	5660	8.5	5.0	5.4	4.4	5.8	5.1
CJJCJC	7	15	14.9	276	37	6030	5590	5710	5900	7.5	6.2	5.2	4.9	5.7	5.6
CDKDKDKC	9	15	15.2	290	38	7560	4060	7190	4430	9.5	5.6	6.4	4.5	7.1	4.9
CHCHCHCHC	9	15	15.1	287	38	6030	5590	5090	6530	7.7	6.8	5.3	5.8	5.7	6.6
CDGDGDGDGD	11	18	18.0	484	54	7190	4430	6950	4660	9.2	6.1	6.5	4.7	7.2	5.2
EFKFEKFE	9	18	18.1	496	55	7490	4120	6830	4790	8.8	5.5	6.0	4.5	6.6	5.0
CJCJCJCJC	9	18	17.8	469	53	5420	6200	5020	6590	6.9	6.9	4.9	5.4	5.3	6.3
CDKDKDKDKC	11	21	20.8	751	72	7520	4090	7590	4030	9.6	5.5	6.3	4.1	7.1	4.5
CJCJCJCJCJC	11	21	20.7	737	71	5240	6370	4530	7090	6.7	7.0	4.7	5.8	5.1	6.7
CJJCJCJC	9	21	19.9	662	66	5880	5740	5740	5880	7.5	6.3	5.1	4.8	5.7	5.6
CDKDKDKDKDKC	13	24	23.7	1109	94	7530	4080	7370	4250	9.6	5.4	6.2	4.3	7.0	4.7
EFKFEKFEKFE	11	24	23.8	1120	94	7320	4300	7050	4560	8.7	5.5	5.8	4.3	6.6	4.8
CJCJCJCJCJC	11	24	22.8	993	87	5230	6390	5200	6420	6.7	6.9	4.9	5.3	5.4	6.1

表 3. 3. 2 フィンランド合板のせん断性能

	Moisture content 15 %				
	Mod. of rigidity		Perm. stresses		
	Panel Shear	Rolling Shear	Panel Shear	Rolling Shear	
	N/mm ²		N/mm ²		
	and ⊥	and ⊥	and ⊥		⊥
BIRCH	610	190	4.2	1.1	1.1
COMBI	570	130	3.9	1.1	0.7
COMBI MIRROR	560	110	3.8	0.7	1.1
CONIFER, TWIN	510	80	3.8	0.7	0.7

表 3. 3. 3 フィンランド合板のめり込み許容耐力

	Moisture content 15 %		
	Bearing on edge		Bearing on face
	Pin diam. mm	σ_{e3} ** N/mm ²	50 x 50 mm ² N/mm ²
BIRCH	4	25	3.7
	6	20	
	8	17	
COMBI	4	21	2.2
	6	18	
	8	16	
CONIFER	4	14	1.5
	6	11	
	8	9.6	

表 3. 3. 4 フィンランド合板の J a n k a 硬さ

Moisture content 15 %	
BIRCH	4600 N
COMBI	3600 N
CONIFER	2200 N

* – Rolling shear, planar shear, shear in plane of plies.
 – Panel shear, shear through the thickness.

** Corresponds to a displacement of 3 mm.

*** Tests have been made in the Laboratory of Strength of Materials at Helsinki University of Technology.

4. スウェーデンの住宅

今回に調査の主な目的は、スウェーデンの住宅事情を確認することであった。在日スウェーデン大使館の御好意もあり、8つの住宅メーカーを訪問し、工場を見学することができた。残念ながら現在スウェーデンでは住宅産業にとって非常に景気の悪い時であり、地元ではバブルがはじけたとの話もあった。というにも、1989～1990年頃には、約5万戸／年の生産が行われていたのが、訪問時の1994～1995年にかけては、約1／10の5千戸／年に減少している。この情報は、後に訪問したフィンランドでもやはり7～8万戸が2万5千戸程度の落ち込んでおり企業がグループ化の方向にあるとの話を聞いた。スウェーデンは日本より広い面積45万m²に約人口840万人が住む人口密度の小さい国であり、生産された住宅も多くはドイツ、ノルウェー、デンマーク、イングランド等などのヨーロッパに輸出されており、バブルがはじけた1つの理由は、東西ドイツの統一に伴い、ドイツ経済が急降下し、景気が悪くなったのが大きな原因のようである。北欧といえば、ログハウスや校倉造りが思い浮かぶが、現在のスウェーデンの住宅の主力はTimber frame houses、すなわち枠組壁工法である。北米にくらべ部材が大きく（204材 38×89→45×95mm）仕上げも丁寧であるため、頑丈な印象をうける住宅である。

次にスウェーデン住宅の主な特徴を示す。

（1）高断熱・高气密の住宅

1990年度のスウェーデンの断熱基準は、（カッコ内は聞き取り調査の結果）

天井	240mm（195mm）
床	220mm（170、200mm）
壁	220mm（170mm）
防湿フィルム	0.20mm

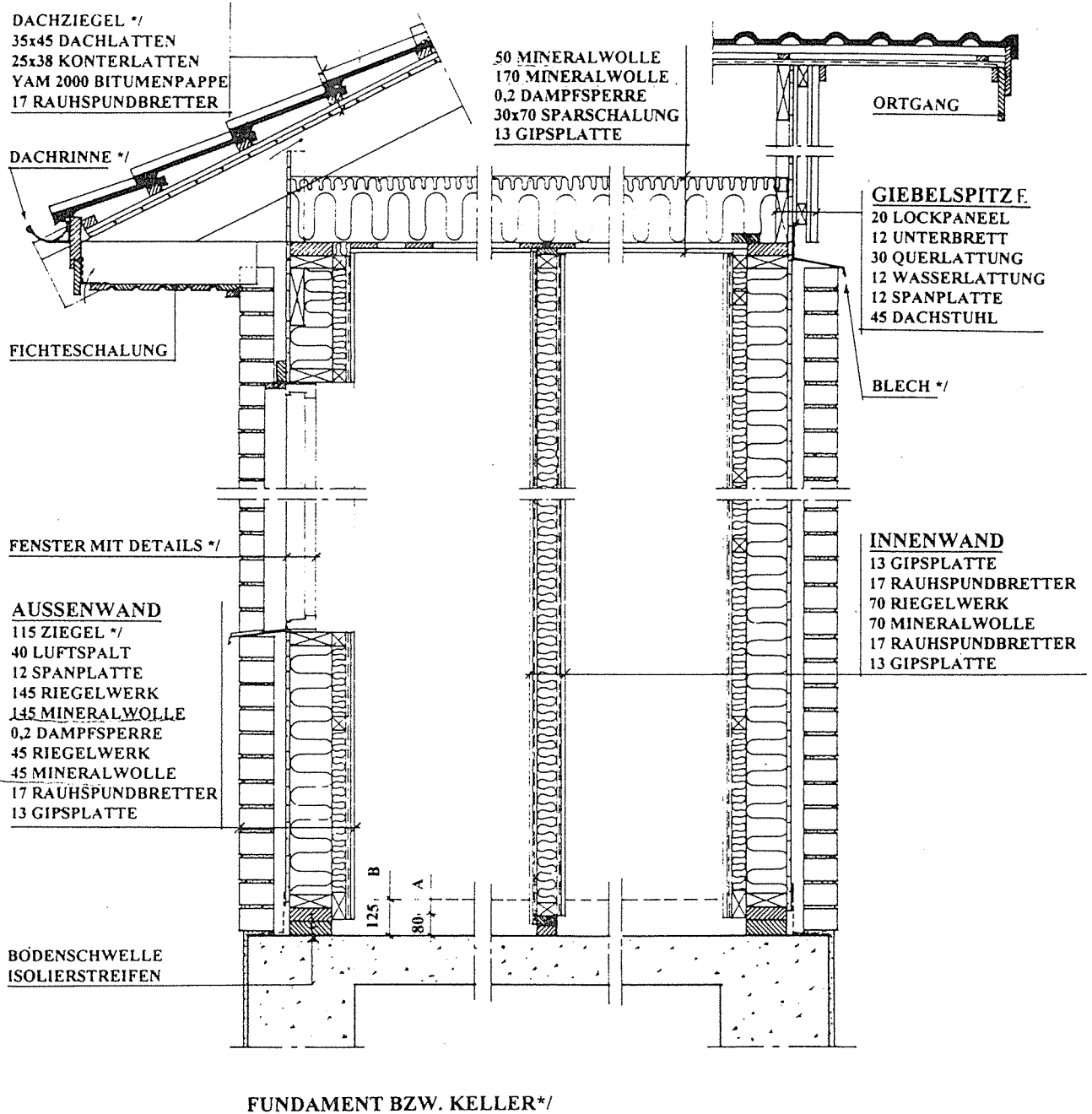
となっており、とにかくどの工場に行っても、厚い断熱材が山と積まれている。断熱材の種類もグラスウールから現在はロックウールにかわり、環境問題を先取りしてパルプファイバーに替わりつつあるところである。図4. 1. 1、図4. 1. 2に住宅メーカーEKSHUSの壁、天井、屋根の断面図を示す。断熱材は概ね2層になって入っている。例えば、壁の仕様も写真に示すようにスタッドが2本に別れておりその間に断熱材が挿入され、スタッドで断熱層が不連続にならないようになっている。そのため、窓やパネルの接続部の断熱が不連続にならないような処置が非常に重要であることも強調された。また、住宅は完全なパネル化が行われており、パネルとパネルの接合部の気密化を図るため写真のようにパッキン材が出荷時に取り付けられており、このパッキン材で気密性を保持している。

KONSTRUKTIONSZEICHNUNG

DACHNEIGUNG 27

WANDSYSTEM EX 190

$K_m = 0.18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



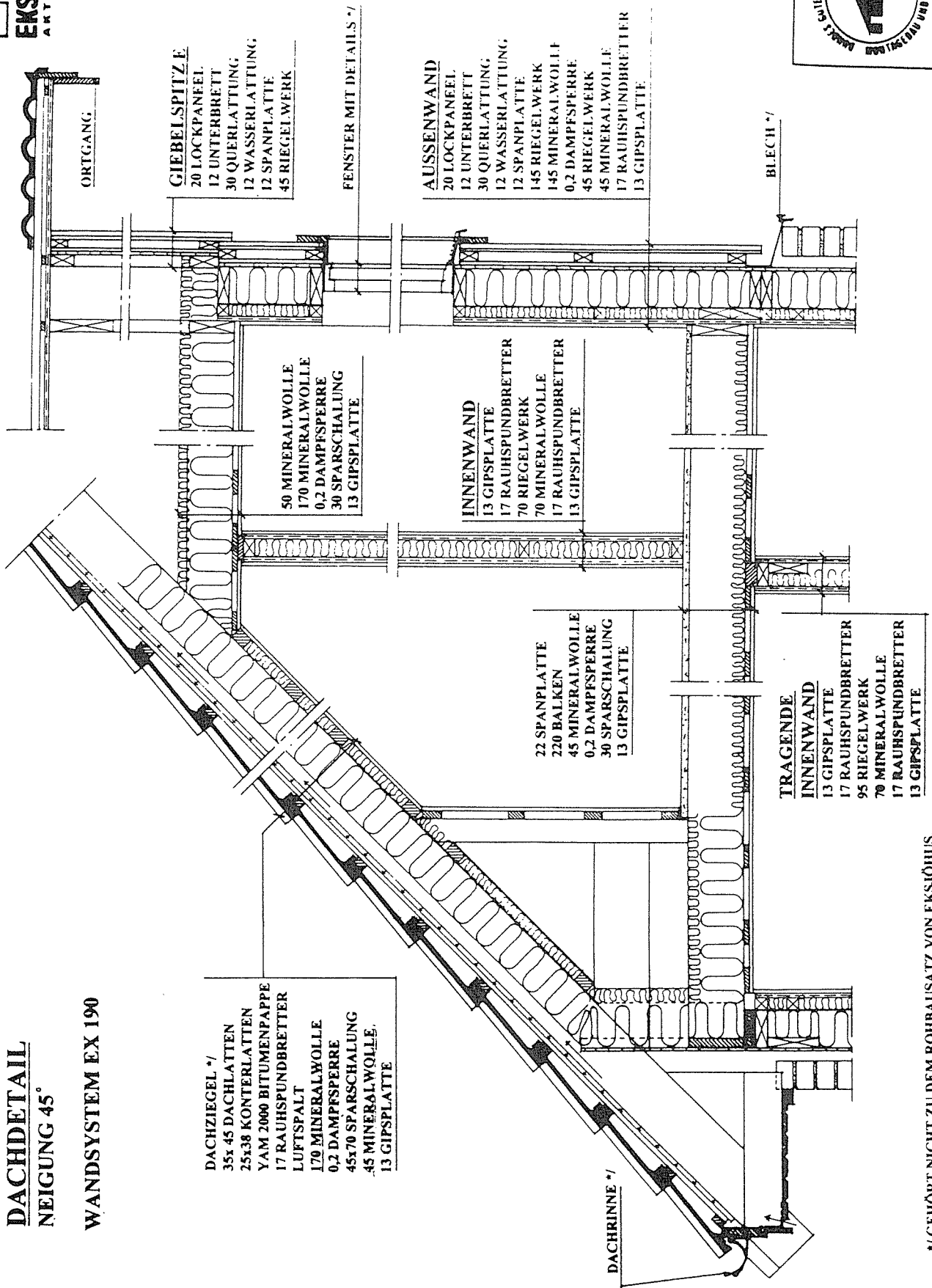
A = 80 mm NORMALE STANDARD (EINE SCHWELLE)

B = 125 mm BEI FUSSBODENWÄRME (DOPPELTE SCHWELLE)

*/ GEHÖRT NICHT ZU DEM ROHBAUSATZ VON EK SJÖHUS.



図4. 1. 1 スウェーデン住宅の壁の断熱材の1例



*/ GEHÖRT NICHT ZU DEM ROHBAUSATZ VON EKSJÖHUS.

図4. 1. 2 スウェーデン住宅の天井、屋根の断熱材の1例

(2) 構造形式

図4. 2. 1に建設大臣の38条認定を取得したスウェーデンハウス（トシワスウェーデンホーム）の構造形式の概要を示す。Timber frame housesは、基本的にはプラットホーム工法である。しかも、壁、床はパネル化され工場生産されているし、屋根も工場ですラスで組み立てられて現場に搬入される。また、スウェーデンはわが国と異なり、地震が非常にまれなため、水平力に対する構造が必ずしも十分ではなく、図4. 2. 1の耐力壁、接合部、釘打ち等は異なっている。また、基礎も現場を整地し、コンクリートブロックを配置して、その上に直接パネルを建設していく簡単なものである。しかし、壁には断熱性能を確保するためにファイバーボードやパーティクルボードが張られるし、防火対策としてせっこうボードをはる。床には22mmのチップボードの仕様が標準的で、屋根下地にも防腐処理した厚板（17mm又は2mm）等が張られるため構造的にはかなりフォローされている。

(3) 住宅の生産方式

見学した住宅メーカーは大部分パネル化が行われており、生産方式は小ロットであるが日本よりもかなり進んでいるように思われる。最もパネル化されているのは壁で、サイズは長さが10m近くあり、外壁側は外壁仕上げ材—スウェーデンでは板の縦張り—の塗装まで工場で行い、出荷される。また、壁パネルには窓、ドアなどの開口部も組み込んでおり、開口部周りもきちっと断熱材が挿入される。また壁内には電気配線されたパイプが組み込まれており、現場では線を接続するだけですむ。このあたりはわが国では法規上の問題もあり、難しい。

生産のラインは工場により自動化されている、人手に頼るなど異なるし、壁、床、トラス、断熱材、外壁仕上げなど細かくライン化している工場もある。それらは写真により示す。このように大型のパネルでは運送の問題があるが、スウェーデンは道路事情が非常に良く、なんら問題にならないとのことである。

(4) 住宅のデザイン

図4. 4. 1～3は、住宅メーカーのパンフレットから抜粋した住宅の外観と間取りを示す。スウェーデンでは一般的には平屋建てや小屋裏2階の住宅が多く、2階建ては最近増加しているようである。屋根は大部分が瓦屋根でコロニアルを思わせる焼き瓦である。また、外装はすでに述べたように板張りでその板は必ず赤銅色又は黄色で塗装されており、それらが緑に映え非常に美しい町並みを作り出している。スウェーデンの1つの自慢は自国を侵略されたことがないことで、ストックホルムの町中は古い石造りの建物が目につくが、一歩郊外にでると林や田園の中にミニ開発が行われ、木造住宅が建設されている。今回訪問した住宅メーカーも土地も含めた住宅供給を行っているメーカーが多い。

蘇格蘭住宅の構造形式

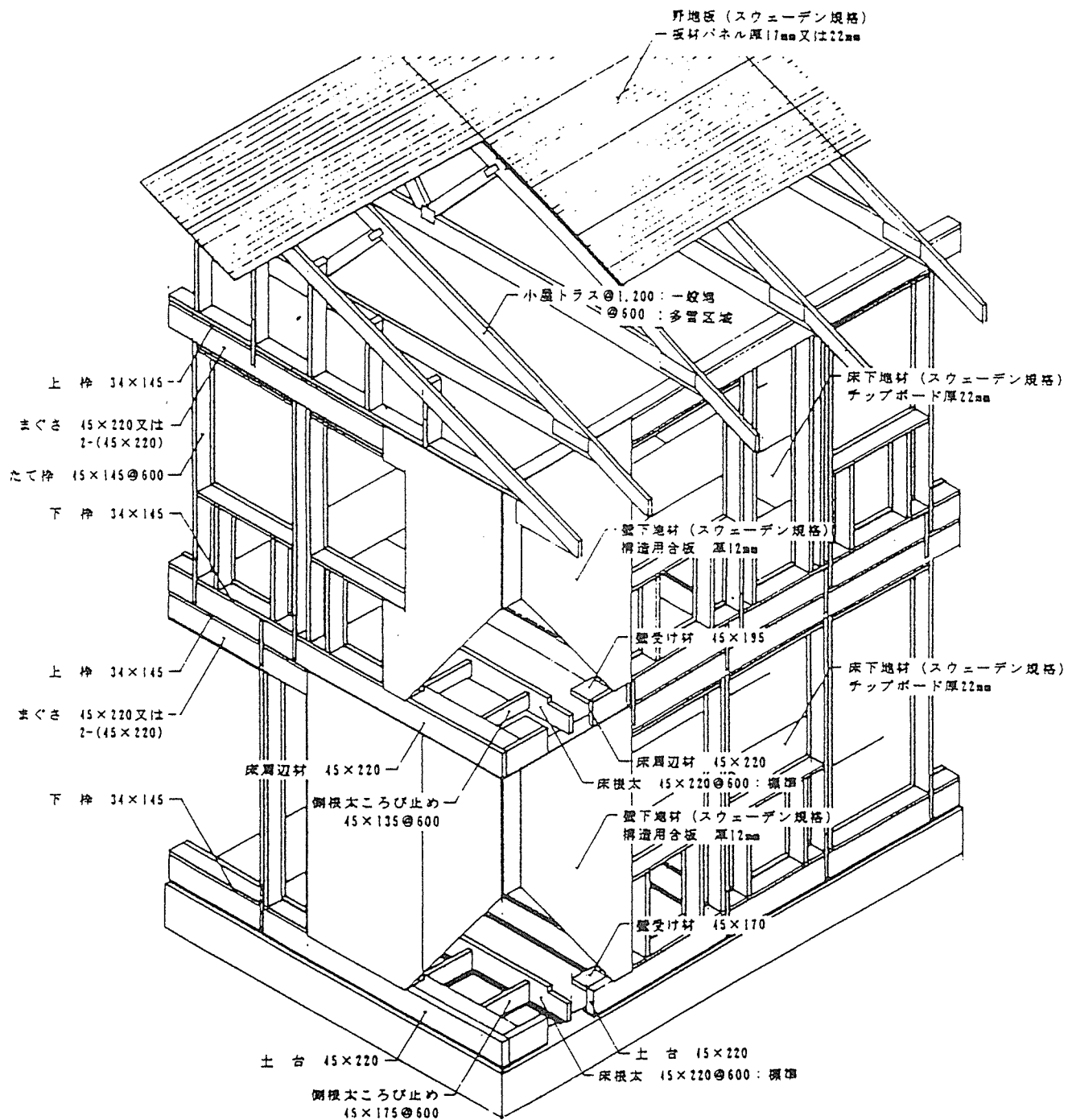


図4. 2. 1 スウェーデン住宅の構造形式の1例

構造概要

構造方式の特徴

本木造住宅は、断熱性能に重点をおいたスウェーデンの標準的な住宅であり、平面の基準寸法を1,200mmとし、各構造部材の間隔を600mm(小屋トラスの間隔は一般地1,200mm、多雪区域 600mm)とした木質系壁式構法による平屋又は2階建の独立住宅である。

構造方式の特徴は、工場で予め生産された大型外壁パネル、内部耐力壁パネル、及び小屋トラスと、現場で施工する基礎及び床組とを釘打ち及び補強金物によって組立るパネル構法である。

主な構造方式の特徴を以下に示す。

小屋組——野地板は厚さ17mm又は厚さ22mmのスウェーデン規格本ぎね加工板張り

小屋組は合板ガセット又はネイルプレートによるトラス方式

トラス間隔：一般地 1,200mm、多雪区域 600mm

外 壁——木製サッシ及び断熱材を工場にて取付けた大型外壁パネル

たて枠：45mm×145mm＋[45mm×45mm]@600mm

壁下地材：外側—スウェーデン規格P-30 構造用合板 厚12mm

内側—スウェーデン規格K13 ハードボード厚12mm (現場施工)

内 壁——耐 力 壁：内部耐力壁パネル (たて枠：45mm×95mm@600mm)

非構造壁：プレカット材による現場施工 (たて枠：45mm×70mm@600mm)

壁下地材：スウェーデン規格K13 ハードボード厚12mm (現場施工)

床 組——プレカット材による現場施工

1階床根太：スウェーデン規格構造用製材、45mm×220mm@600mm (標準)

防腐・防蟻加圧注入処理材

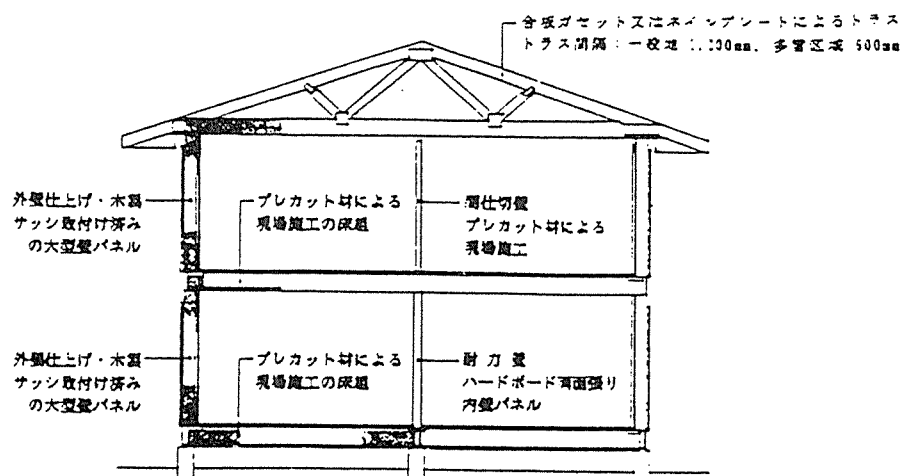
2階床根太：スウェーデン規格構造用製材、45mm×220mm@600mm (標準)

又はスウェーデン規格L-40 構造用集成材、42mm×225mm@600mm、

56mm×225mm@600mm

床下地材：スウェーデン規格V20 4方向本ぎね加工チップボード厚22mm

床下地材相互のさね部分及び床根太部分に現場接着剤を使用



スウェーデン規格材の概要と使用等級

(1) 構造用木材

樹 種：おうしゅうあかまつ

等 級：T 3 0, T 2 4, T 1 8, T 1 2, 0-virke

使用等級：T 3 0, T 2 4, 又は 0-virke

(2) 構造用集成材

使用接着剤：フェノール (Phenol Formaldehyde)

等 級：L 4 0, L 3 0, L 2 0

使用等級：L 4 0

(3) 構造用合板

使用接着剤：フェノール (Phenol Formaldehyde)

等 級：P 4 0, P 3 0, P 2 0

使用等級：P 3 0

厚 さ：12mm

密 度：0.48 g/cm³ (ボード類の曲げ試験時の平均値)

(4) テップボード

構成材料：Soft wood only

50-60% sawdust (おがくず)

40-60% roundwood with bark (樹皮付き樹片)

使用接着剤：10% Urea Formaldehyde Resin(V-20) (尿素系防腐剤)

硬化剤 (Hardener)：0.2% Ammonium chloride (アンモニウム塩化剤)

Paraffin wak：0.3-1.0% (厚さ膨張防止剤)

厚 さ：22mm > 19mm

端部加工：4方向本ざね加工

密 度：0.69 g/cm³ (ボード類の曲げ試験時の平均値)

使用等級：V 2 0

(5) ハードボード (Medium Density)

厚 さ：12 mm

密 度：0.51 g/cm³ (ボード類の曲げ試験時の平均値)

使用等級：K 1 3

(6) ネイルプレート

鋼 板：Hot-dip zinc coated steel sheet -structural quality)

亜鉛付着量：275 g/m² (両面) (JIS-G-3302, Z27に相当)

厚 さ：1.5mm (GNT-150) 及び 1.0mm (GNA-20S)

記 号：床根太用GN-T150、小屋トラス用GNA-20S

歯の長さ：GN-T150-14.3mm, GNA-20S-7.94mm

歯の幅：GN-T150-3.1mm, GNA-20S-2.90mm

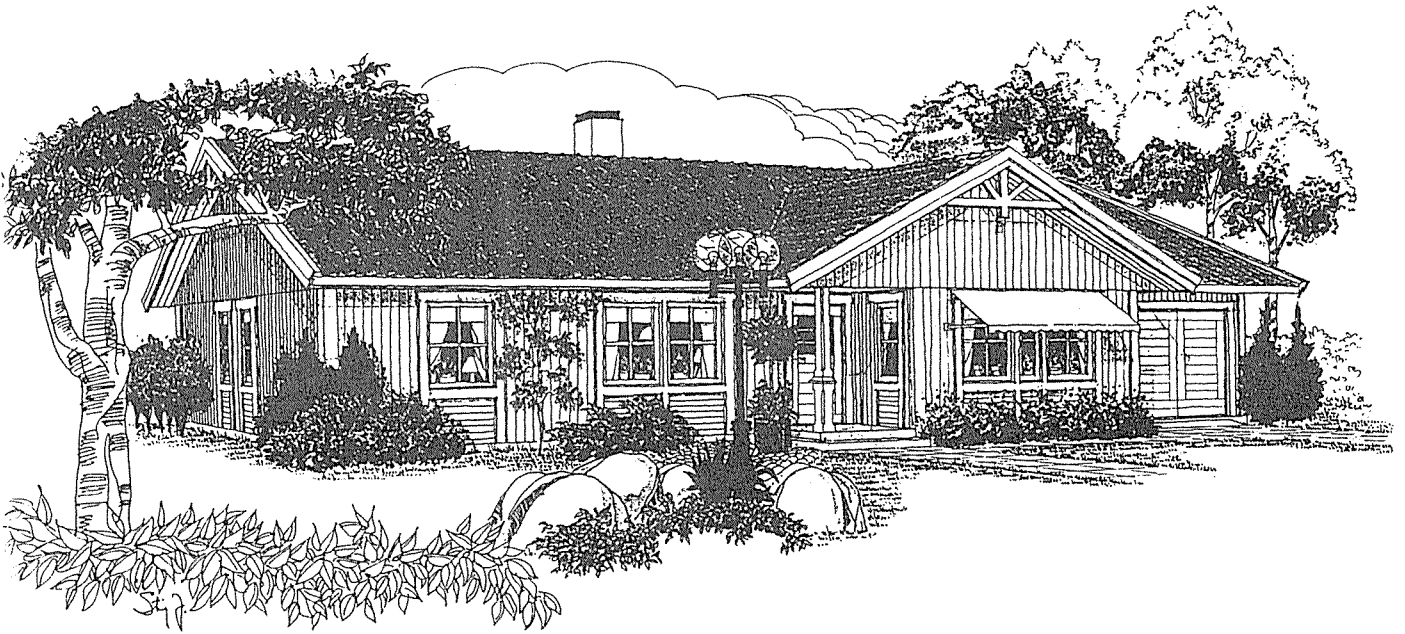
サイズ：GN-T150-145mm (幅) × 265mm (長さ)

(7) 防腐処理材規格

規 格：Class A

Torsholm

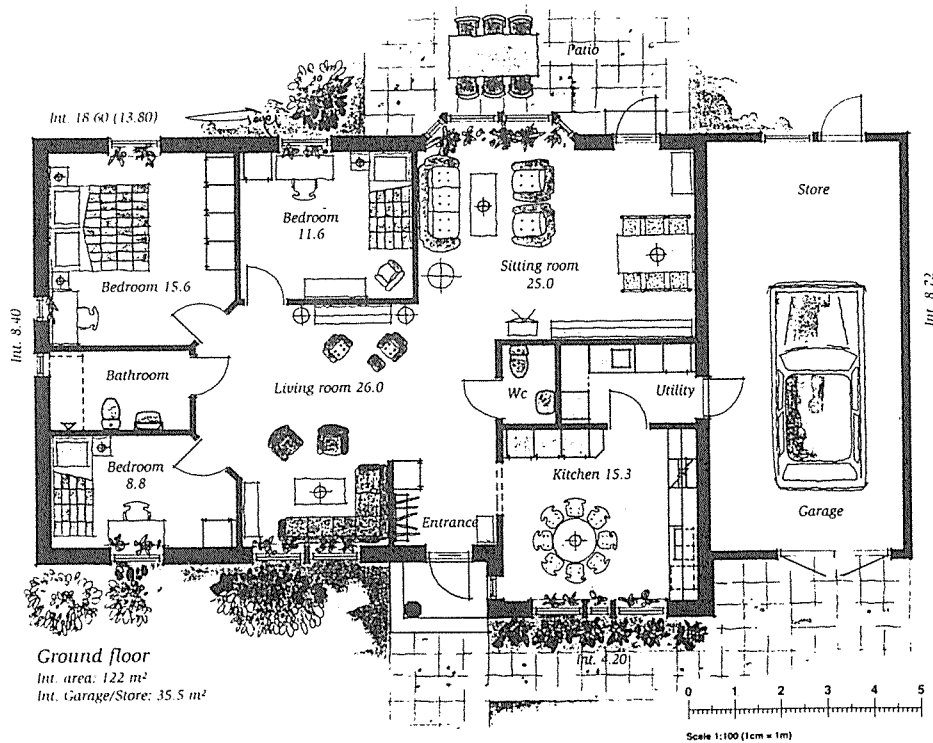
Houses included in the series: "Modern houses for suburban estates"



may show some details that are not included in our standard delivery.

N O R D I S K A T R Ä H U S

1-storey house • 122 m² • 5 rooms and kitchen

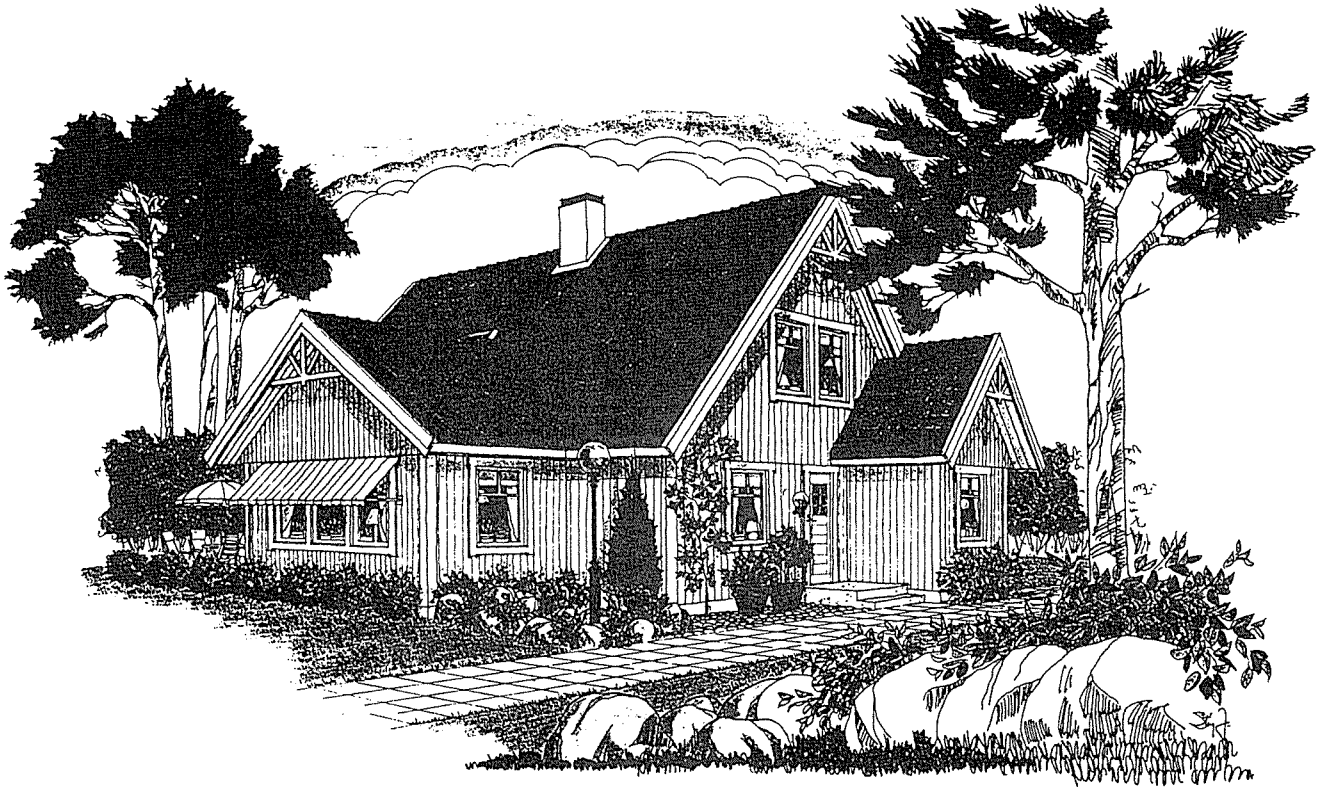


nordiska
trähus

図4. 4. 1 平屋建てスウェーデン住宅の外観と間取り例

Furuholm

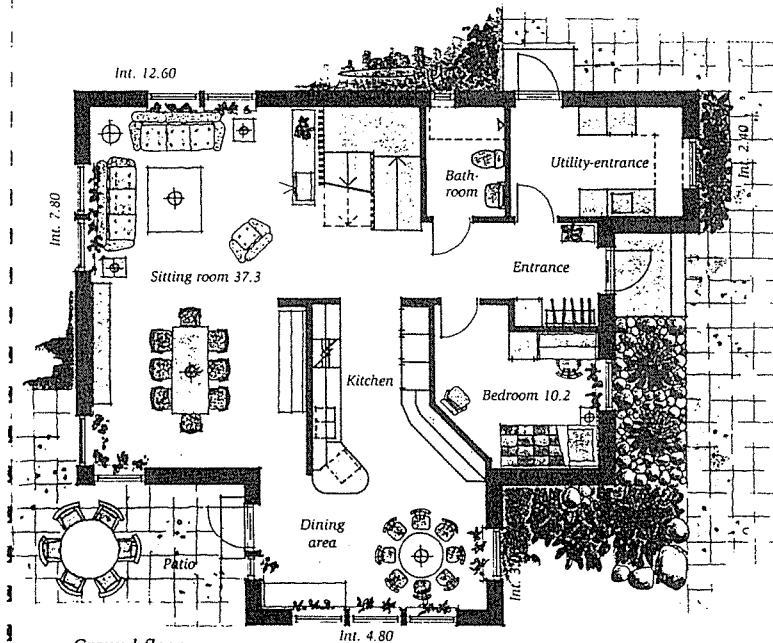
Houses included in the series: "Modern houses for suburban estates"



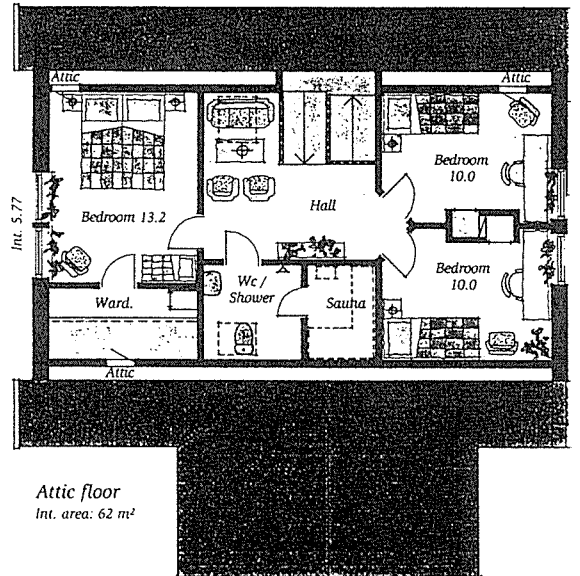
size may show some details that are not included in our standard delivery.

N O R D I S K A T R Ä H U S

1 1/2-storey house • 165 m² • 5 rooms and kitchen



Ground floor
Int. area: 103 m²



Attic floor
Int. area: 62 m²

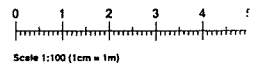
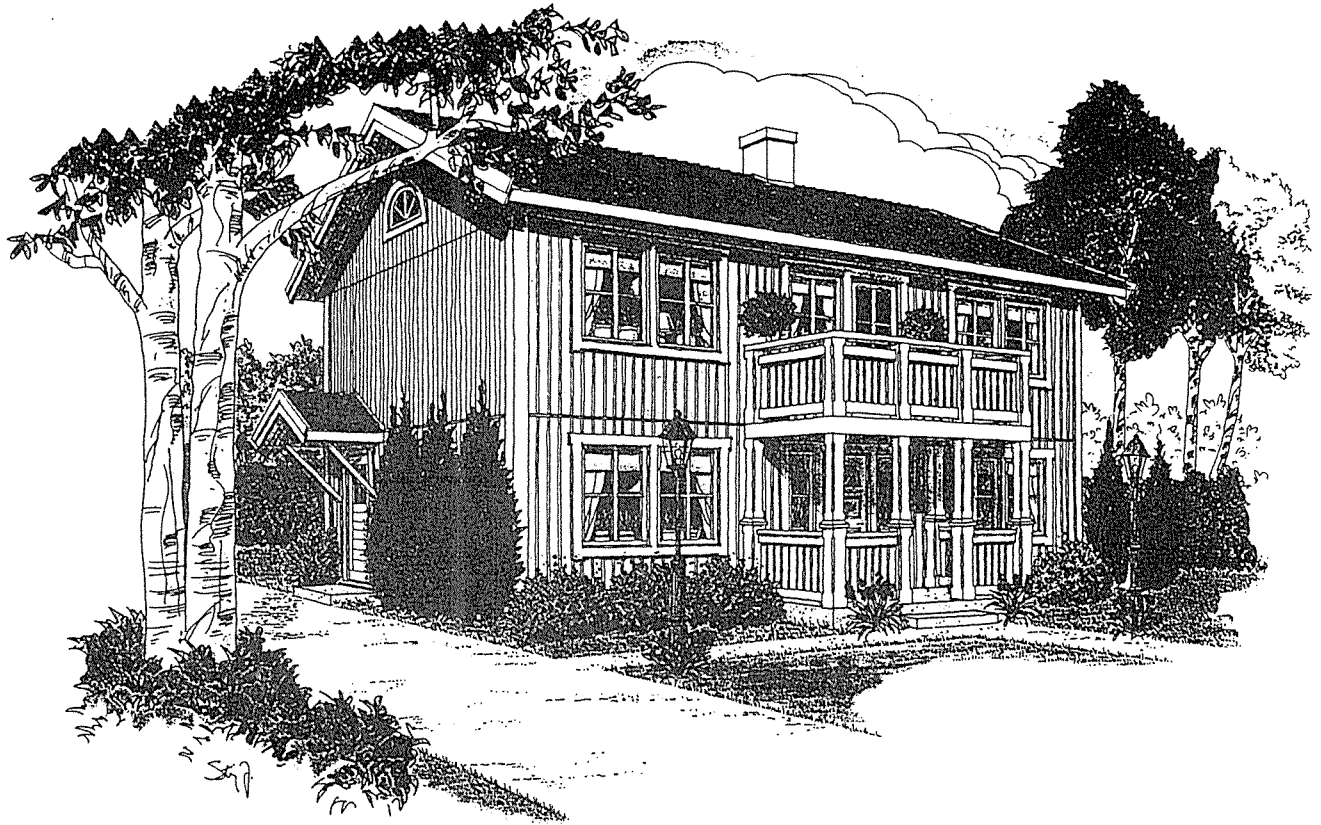


図 4. 4. 2 小屋裏 2 階建てスウェーデン住宅の外観と間取り例

Hedgård

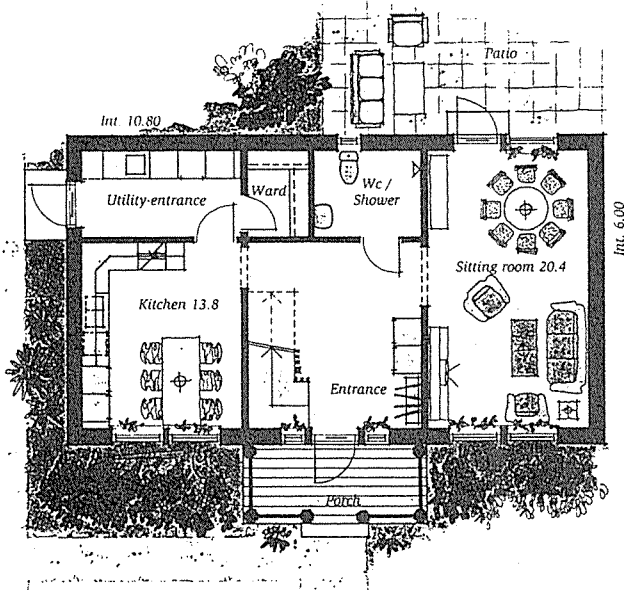
Houses included in the series: "Traditional houses for rural areas"



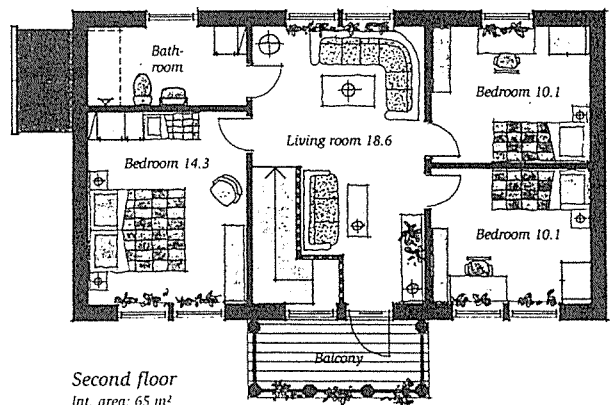
* picture may show some details that are not included in our standard delivery

N O R D I S K A T R Ä H U S

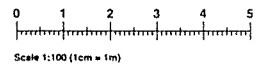
2-storey house • 130 m² • 5 rooms and kitchen



Ground floor
Int. area: 65 m²

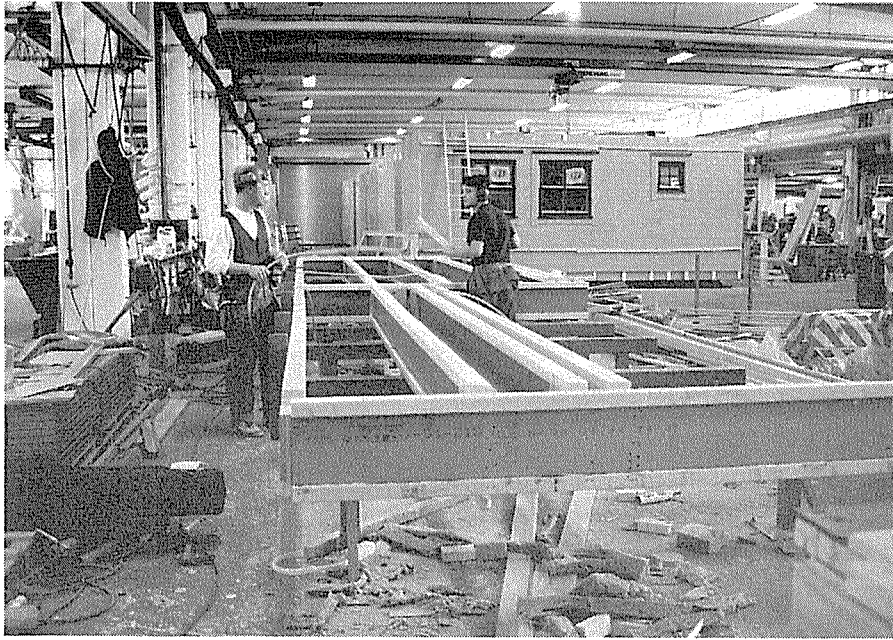


Second floor
Int. area: 65 m²



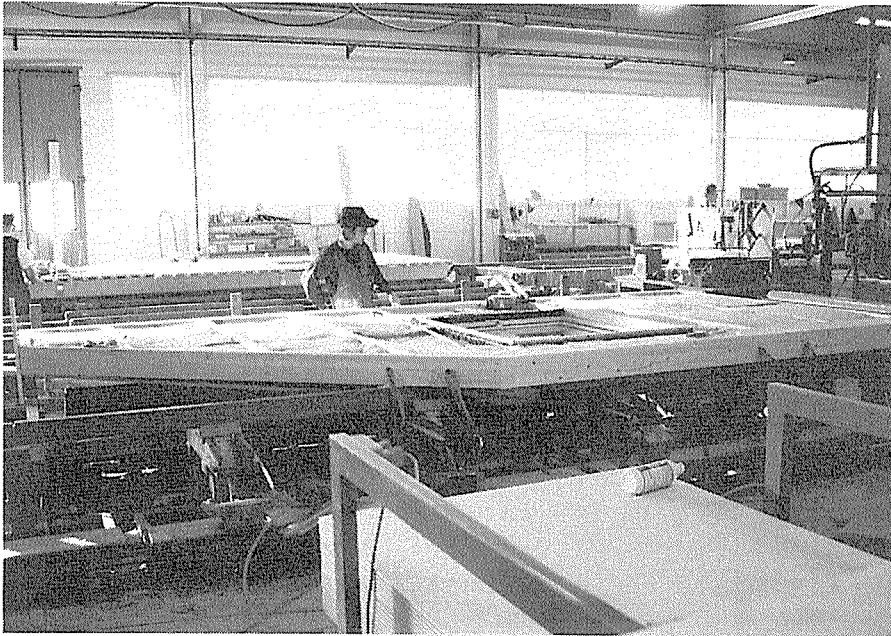
nordiska
trähus
H E D G Ä R D

図 4. 4. 3 2階建てスウェーデン住宅の外観と間取り例



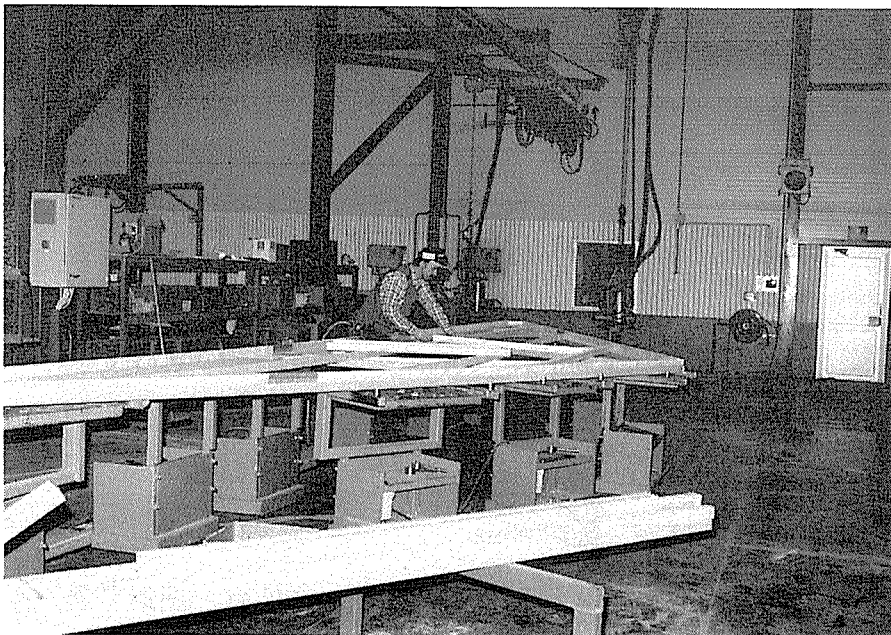
Plus hus

床パネルのライン
I ビームを使用

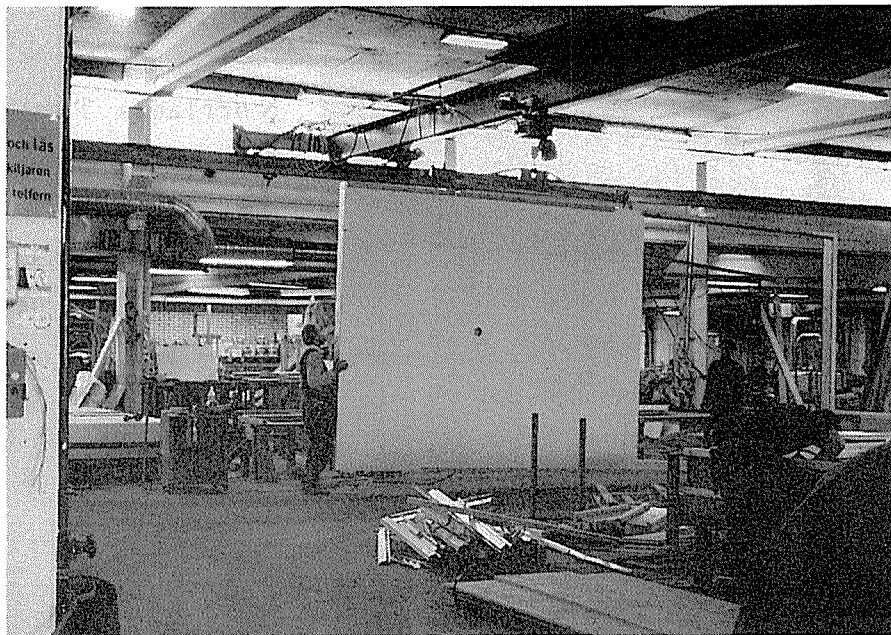


外壁パネルのライン

木製窓が挿入されて
いる。向こう側は、
外壁の仕上げライン。
塗装も行っている。



屋根のトラスの
ライン



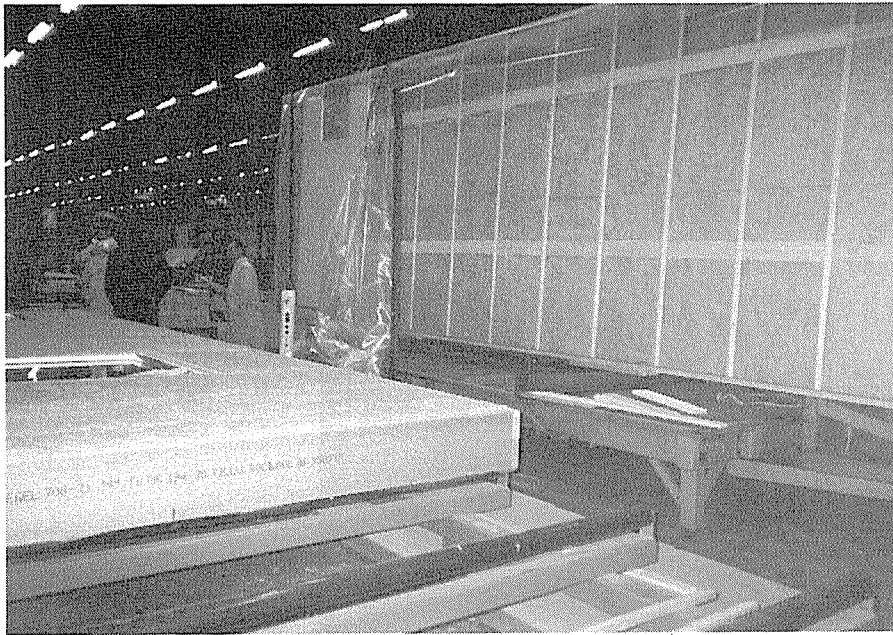
P l u s s h u s

間仕切り壁のライン
出来上がったものを
移動中



集合住宅のユニット

外壁も仕上げている。

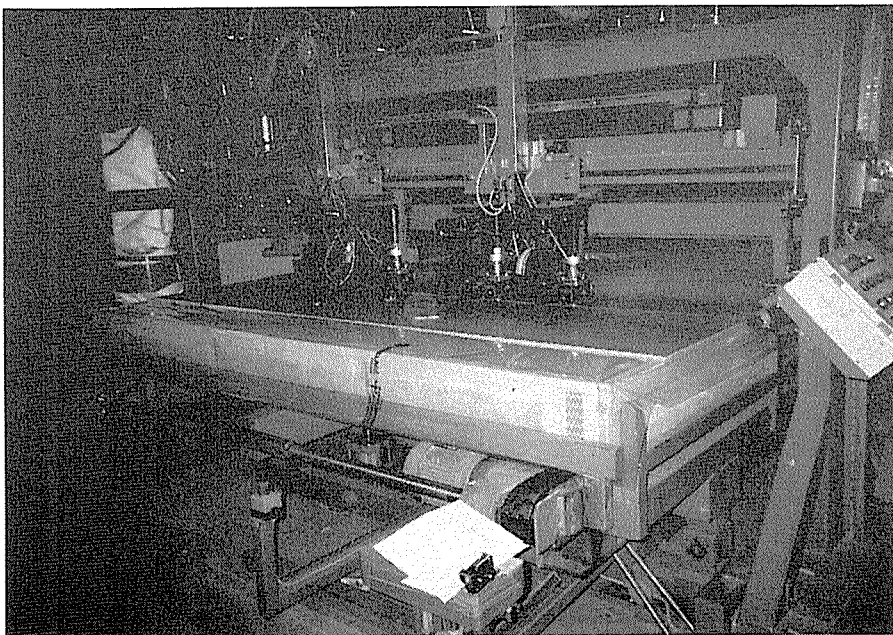


Norrlands Trahus
断熱材が入り、ペーパーバリアを張り付けた外壁大型パネル。
手前のパネルには窓がみえる。



Eksjo Hus

外壁の板を張り付けた大型パネル。
窓、ドアがついている。これは、塗装ラインに移動中。



Eksjo hus

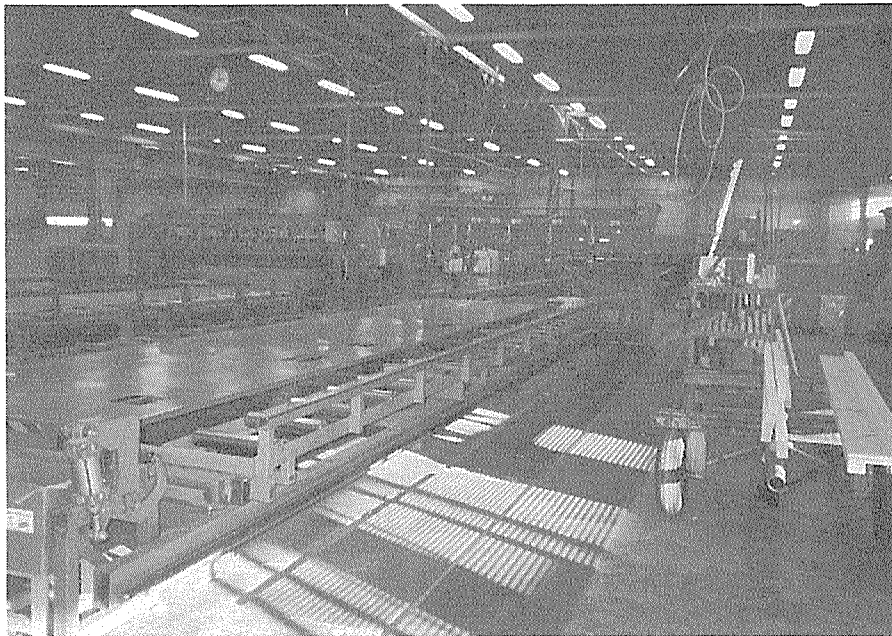
断熱材の裏打ちボードの釘打ち、

釘打ち機が自動的に移動する。



A neby hus

外壁の仕上げ材を
打ちつけるライン。



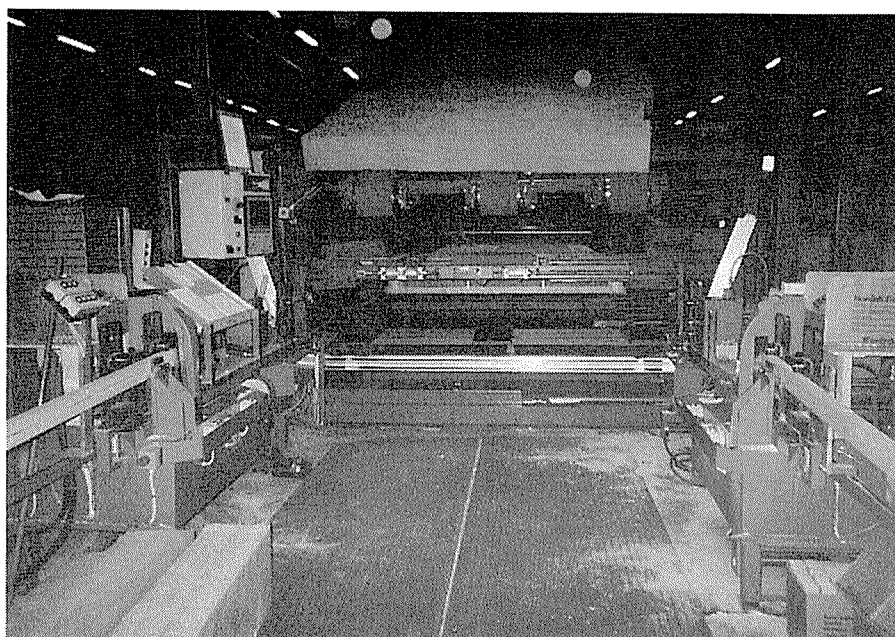
A neby hus

不況で止まっている
ラインもある。



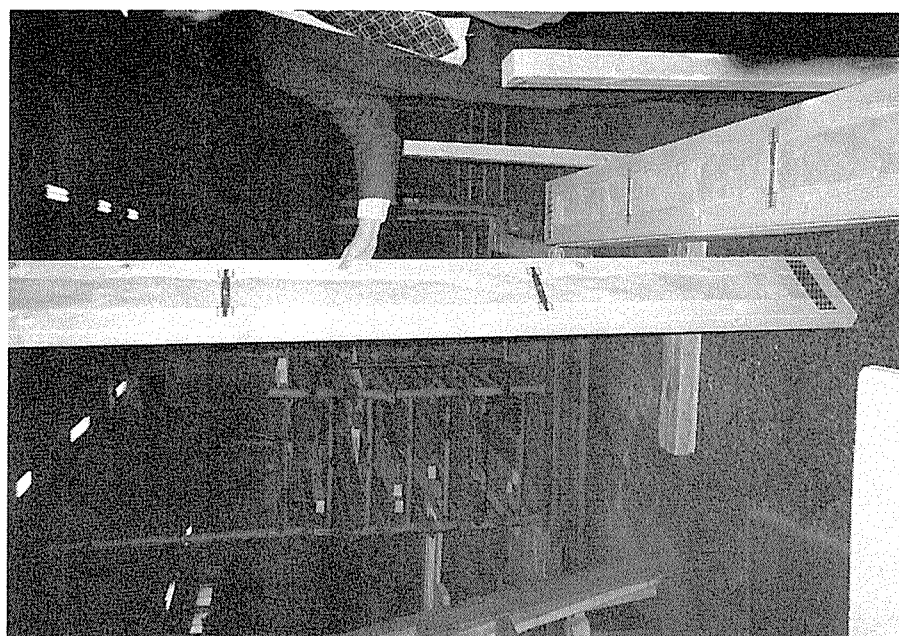
E liffonsten

窓工場の内部

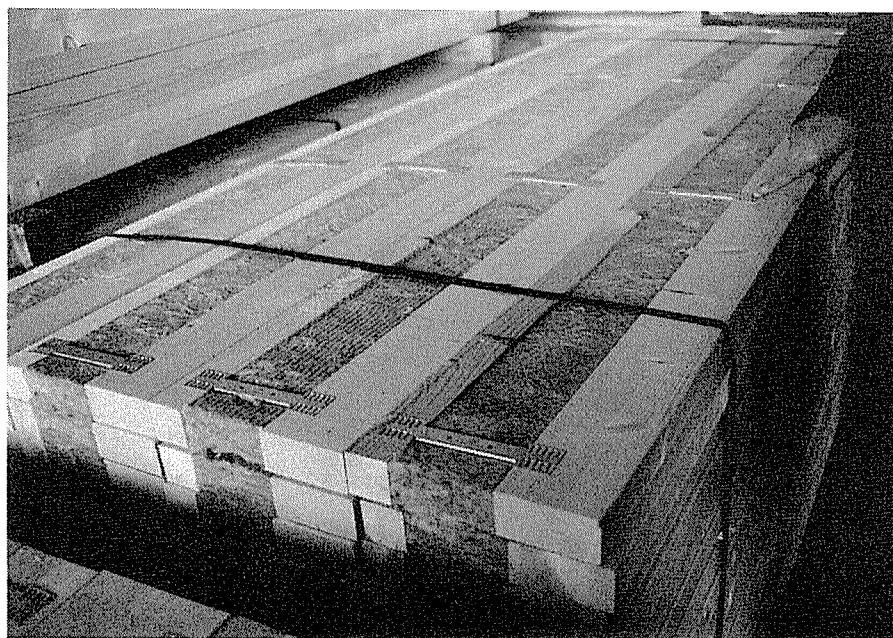


E ks johus

断熱材をいれるライン、上の断熱材が自動的におちて、下の枠材に入る。



一般的なスタッド



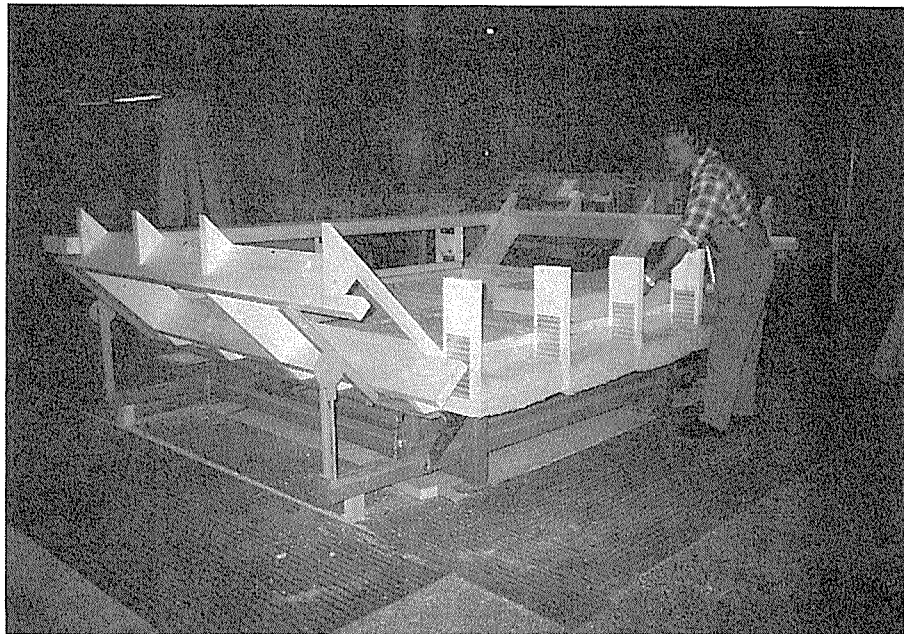
Nordiska Trahus

出来上がったスタッド



Eksjohus

出来上がった床パネル。トレーラーでドイツに輸出、黒い線は気密性を確保するパッキング材



出窓部分のパネル
入念に断熱材を入れている。



Eksjohus

2戸の建て売り住宅



屋根はコロニアル風の瓦
の瓦



基礎はコンクリート
ブロックを設置した
だけである。



S houde郊外の
S jodalshusが開発
した住宅地



住宅地の向いには
古いシングルふき
の住宅がある。



約200年前の穀物
倉庫。
校倉式で高床になっ
ている。