

スウェーデン・米国の繊維板工業

鈴木 弘

この度、欧米の林産加工技術調査研究のため、スウェーデン、フィンランド、西ドイツ、フランス、英国および米国に派遣され、繊維板ならびに合板工業を中心に、かの地における木材工業の一端を見聞する機会を与えられた。

宇宙旅行も夢でなくなった現在、世界も非常に狭くなった感じで最近では海外渡航も自由化され、人の交流も激しく、また多くの文献によって、居ながらにして各国の情報が得られるが、百聞は一見にしかず、約3ヶ月のかけ足旅行ではあったが、この旅行で感じたこと、特に印象に残ったことなどを述べてみたい。

スウェーデンの繊維板工場

スウェーデンの繊維板工業の立場を理解するには、まず、その国勢の概略を認識しなければならない。スウェーデンは17世紀中期には、スカンジナビア全域のほかにバルト海沿岸の土地も領した大国であったが、19世紀初めフィンランドを失い、また今世紀に入ってからノルウェーをも分離し、現領土は約45万Km²、わが国の約1.2倍であるが、人口は僅か770万弱、わが国の1/10に満たない小国である。

しかしながら、国民所得は米国に次いで世界第二位、週45時間、5日間勤務、有休々暇は年4週間、勤労者の平均賃金は1時間当り10クローネ（700円）三悪追放に成功した理想的な中産階級の文化国家である。

この国の産業基盤は森林資源、鉄鉱資源および水力の三つに立っており、木材工業と鉄工機械工業が基幹となって、今日の繁栄を支えている。1960年の統計によれば、木材工業の生産額は約5,500億円で、全工業生産の約16%を占め、この国にとって木材工業が如何に重要であるかが理解される。

この木材工業を支える森林資源は、森林面積および蓄積とも、わが国と略々同一条件である。ただ大きな相違は、その質である。すなわち、スウェーデンの森林

の特徴は殆んどが比較的細いマツとモミであり、広葉樹蓄積が全体の僅か20%にすぎない点が挙げられる。

このような森林資源の実態であるから、合板工業はマツ合板を生産するものが僅か数工場あるだけで、極めて不振である。また、先に述べたように賃金ベースが高いことも、オートメーション化が比較的困難な合板工業の発展の妨げともなっている。

したがって、小径材から比較的低廉な建築パネル材料を生産するファイバーボード工業が隆昌せざるをえなかった必然性が理解される。

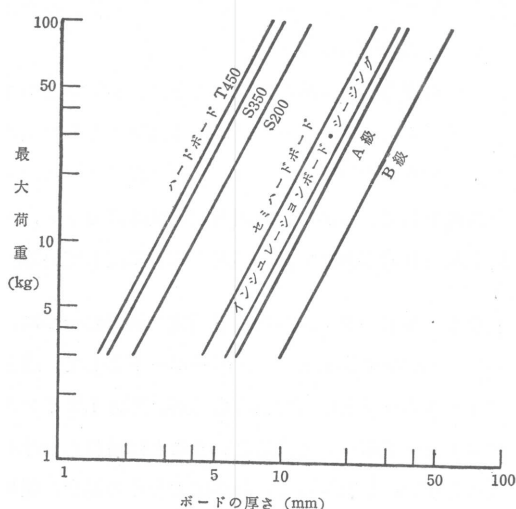
かかる資源的、経済的背景のもとに、1964年度のスウェーデンのファイバーボード生産は68.6万トンに達し、このうち約63%をヨーロッパおよびアメリカの国々に輸出しているが、なお国内消費量は25万トン、国民1人当り約32Kgで、わが国の40倍に達している。

ウォールボード：かかる大量消費の秘密の一つに、スウェーデンで建築用ファイバーボードとして、通常ウォールボードと呼んでいるものが、厚さ1/2インチのセミハードボードであるということに着目しなければならない。したがって、わが国で多くの場合、建材として3.5mm厚さのハードボードが使用されるのに較べれば、単位面積当りの重量消費は2.5倍になってしまう。この国でファイバーボードの主要需要先は矢張り建築関係である。

壁材料として要求されることは、適当な強度、剛直性、保温性、寸度安定性などの性質がバランスのとれていることである。剛直性、保温性を充分に発揮するためには、材料の基本的な性質がすぐれていることは勿論緊要であるが、ある限界厚さが必要とされることを忘れてはならない。また周囲の湿度変化に対する寸度安定性も、厚さを増すほど向上するので、ファイバーボードを壁材料として満足のいくものとして使用するには、相等の厚みが要求される。そしてボードの強

度は厚さの自乗に比例するから、ウォールボードの厚さを3.5mmより厚くすれば、ボードの比重を小さくして曲げ強さを低下させても、構造壁として十分な曲げ破壊強度を保持することができる。それ故、ウォールボードとしては、ハードボード特有の強度は必要がなく、セミハードボードで充分である。このように中比重にすることによって、ボードの熱伝導率も約30%は小さくなり、保温効果を増して、合理的であるという考え方が成り立つ。

たとえばJIS規定の強度の各種ボードの最大荷重とボード厚さの関係を第1図に示した。仮りに、垂直壁に使用する場合、ボードに必要な曲げ破壊荷重の限界を10Kgとすれば、S-350相当の標準ハードボード



第1図 各種曲げ強さにおけるボードの厚さと曲げ破壊最大荷重

では、厚さ3mmで充分であるが、曲げ強さ50Kg/cm²のセミハードボードでは8mmの厚さが必要となる。しかしながら、保温性は熱伝導率が小さく、かつ厚さを増すことによって、この場合約4倍の効果が期待される。

さらに、厚物を使用すれば、従来3.5mmハードボード使用に当って、不評をかっていた「水打ち」という処置を省くこともできる。

スウェーデンとわが国とでは国民の経済負担力に数段の開きがあるので、ウォールボードの概念を、今直ちに3.5mmのハードボードからスウェーデンのよう

に12mmのセミハードボードに切りかえることは困難であろうが、わが国でもようやく住宅政策を量から質に転換する必要が叫ばれている。これは壁材としてではなく、押入れの中棚であるが、都営住宅で5mmのハードボードを採用する気運もうかがわれるという今日、ウォールボードとして良質のセミハードボードを見直す時期に到来しているのではなからうか。このためには、これまで兎角ゆるがせにされてきた。セミハードボードの製造技術についての検討を行ない、質の向上を計らなければならない。

スウェーデンでは1/2インチ厚のセミハードボードが写真1のようなサマーハウスの内、外壁に盛んに使



写真1. スウェーデンのサマーハウス

用されている。その材質の詳細は不明であるが、米国で、現在市販されているセミハードボードの材質は、マジソンの林産試験場の調査結果によれば、下表のように、わが国の規格に較べて数段優っている。

セミハードボードの材質

	比重	曲げ強さ (Kg/cm ²)	吸水率 (%)
米国市販品	0.59	136~160	5.5
JIS	0.4~0.8	50以上	14以下

台所用家具：スウェーデンにおいて、ファイバーボードの建築関係に次いで大きな市場は、木工部門であり、略々全体の消費の1/3がこの部門で家具および建具に加工される。

ファイバーボードを使用する家具は写真2のような、台所用の作りつけの戸棚類が主体であり、1/8インチのハードボードが利用されている。

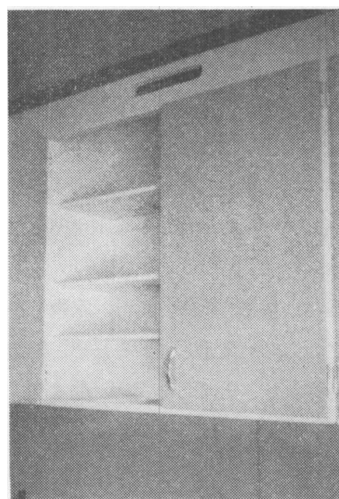


写真2 ハードボードを使った台所用戸棚

これらは、すべて木枠の両面に1ノ8インチのハードボードを太鼓に張ったパネルで組み立てられ、扉など比較的大面積のパネルにはペーパーコーティングが用いられる。棚板も勿論このように

して作られたパネルである。大きな建築会社傘下の家具工場で、このような台所用用品が量産されていたが、ここでは表層に良質のパルプを抄き合せたハードボードを使用し、表面の塗装はフローコーターによりポリエステル塗料140g/m²の一回仕上げである。各パネルは表面塗装を行ってから組立て、内側はスプレー塗装をする。ハードボード使用の泣きどころは、砂の混入により、切削刃物の損傷とのことで、すべて超硬刃物を使用しなければならない点を挙げていた。

原料事情：現在スウェーデンのファイバーボード原料の質的低下はかなり著しい。見学したある工場の例を紹介すれば、下記の通りである。

ある 工場のハードボード原料

マツ、モミ、カバの低質材（樹皮つき）	70%
鋸屑（樹皮混入）	15%
チップダスト（樹皮混入）	15%

したがって、このように低質な原料から製造したボードを塗装仕上げするためには、少くとも2回以上の塗装工程が必要となるので、ボードの表面性質を向上するため、二層抄き合せ、あるいは紙のコーティング技術が開発され、原料の質的低下をカバーしている。

ボードの熱処理：原料の主体が針葉樹材である点、わが国より恵まれているといえるが、耐水剤の添加を行なう工場は無く、すべての工場が熱処理を採用している。これは、耐水剤の添加よりも熱処理の方が、同

一効果に対して経費が安くすむからである。

乾式法に対する関心：この国では乾式法に対する関心は薄く、今後とも湿式法一本でゆく意向が強い。その主なる理由として、次の3点を挙げている。

第1は、既に原料の質的低下が著しいが、今後さらに低下することを予想せざるを得ず、原料の質に対する適応性は湿式法の方が優れていると考えていること。

第2は、この国にはフェノールレジンなど結合剤を安価に供給しうる可能性が少いこと。

第3は、現在の湿式法における用水使用量は、既に白水の循環使用によって、最終的には製品トン当り6m³まで用水量が節減され、乾式法の水を使はないという利点が失はれている。

ファイバーブランク：南スウェーデンでは木質プレハブ住宅がかなり普及しているが、Hultsfreds - Industriernaでは写真3に示すようなファイバーブランクを開発、昨年度2,600戸のプレハブ住宅を生産した。



写真3 ファイバーブランクの製造

このファイバーブランクの原料であるインシュレーションボードは、アスプルンドパルプ70%、藁パルプ15%および故紙15%の原質から製造される。ピーターで調合された原質は大きさ4 x 8 の2基のフォーミングボックスで抄造、圧搾吸引脱水して厚さ1 1/4インチ水分80%のマットを調製し、18段のドライヤーで8時間乾燥する。サイズ剤は一切使用しない。これを幅

1フートに裁断して三枚合せ，両端にフィンガージョイントした側板を尿素樹脂で高周波接着したものである。

現在，この工場のボードの生産能力は約5,000トン/年であり，不足分はミネラルファイバーで補っているが，ミネラルファイバーでは結露するので，木質ファイバーの方が優れているとのことであった。

煉瓦の釘止め：このようなファイバーブランクの壁体の外装には，ウォールボード，下見板など木質材料も使用されるが，耐火構造とするために，写真4のよ

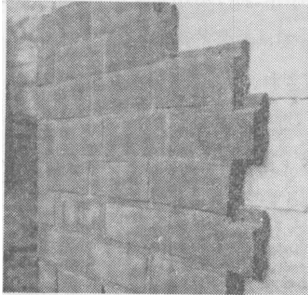


写真4 釘止め煉瓦の施工

うなタイル煉瓦が考案されている。

これは1 ×3 1/2

×10" の大きさの

煉瓦で，1枚の重

量は約700gあり，

2本の釘で壁体に

固定される。目地

にはグリースポン

プのような特製の道具によりモルタルが詰められるので，完成した外観はあたかも煉瓦建と変わらない出来ばえである。

工場規模：さきにも述べたように，この国の労働賃金は高く，かつ労働力不足であるから，生産費に占める賃金の比率が大きく，年産1~2万トンの中小規模の工場は経営難に陥り，大企業への整理統合が行なわれつつあった。

現在，この国では新設工場の場合，最小経済規模は5万トンということである。

米国の繊維板工業

建国以来，約二世紀。苦々しいこのヤンキーの国は，肥沃な土地，豊富な資源をそろえ，世界最大の生産国であり，また同時に世界最大の消費国家でもある。

現在，経済の過熱を抑制するため金利の引上政策がとられたために，住宅建設が手控えられ，ファイバーボード業界は必ずしも好況とはいえない。

メイソナイト法により，世界で初めてハードボード

の生産を始めた国であり，ファイバーボードの元祖であるだけに，1962年のハードボードの生産実績は78万トン，インシュレーションボード97万トンであり，このほか輸入が13万トンで，消費高は176万トン，国民1人あたりの消費量は約10Kgである。この国の特徴はインシュレーションボードの消費がハードボード以上に大きい点である。

また，多くの人種からなり，風俗，気質，宗教も多彩であり，自由独立の気風が発達しているため，製造方式も多種多様である。たとえば，湿式法，乾式法，半乾式法あるいはメイソナイト法，アスブルンド法，セミケミカル法，パウアー法，ありとあらゆる方法が存在している。

米国滞在中，ミネソタ州 Duluth の Superwood Corp. のチャップマンプロセスによる湿式法，オレゴン州 Corvallis の Evans Products Co. の湿式法 Klama - th - Falls の Weyerhaeuser Co. の半乾式法，Oakridge の Pope & Talbot Co. の乾式法およびカリフォルニア州の Ukiah の Masonite Co. のメイソナイト法など，一通り各種の方式の工場を見学したが，いづれの工場でも皆自己の方式が最もよい方法であるという信念を抱いている。

他人の模倣を心よしとせず，勤勉，勇気，独立心，自由，創造の気風が，それぞれの立地条件にマッチした方式を考案させたものであろう。

Superwood Corp. : この工場では，アスブルンド法はパルプ製造法として理想的な方法であるが，マットの抄造は長網式は不満足であり，チャップマン方式の方が優れているという意見である。現在4系列の中，長網式は一系列のみで，増設中のものもチャップマン方式である。

長網式では水中7~11インチの減圧が限界であるが，チャップマン方式では26インチまで減圧抄造が可能のため繊維のからみ合いがよく，方向性もないという工場長の意見である。長網式に比して生産性が劣る点は，予め生産計画に応じてホットプレス1基に対し複数の抄造設備を計画すれば解決することであり，建設費，維持費ともにチャップマン方式が有利であるという。

なお，現在ではチャップマン方式でも，コールプレ

ートシステムを採用している。

この工場では、S-1-Sボードの材質を向上するため、下敷金鋼の上に穴あき鉄板を重ねて、裏面の平滑なボードを製造する方式を考案、これは世界各国に対してライセンスを保有しているとのことである。この方式によれば、サイジングおよび熱処理を省略するに足るだけの材質向上が望めるという。

また、寸度安定のため、スプレッターによるPEGの塗布処理なども行なわれている。

これに反してEvans Products Co.では、最近、長網式抄造機を新設し、チャップマンの装置はほこりをかぶっていた。これは材質的にはチャップマン方式が優れているが、生産性が低いという説明である。

米国のファイバーボード製造技術の中で、最も関心を抱いていたのは半乾式法の成功である。

太平洋岸の工場は、米国の主要森林地帯にあるため、原料的には極めて恵まれている。この地帯の工場ではすべて廃材チップを利用しているが、廃材チップといっても、いづれもダグラスファー、ホワイトファー、ポンデローサパイン、レッドウッドなどの樹皮の混入していない針葉樹チップである。このようなチップの価格が工場着乾燥1トンあたり10ドル(3,600円)というからうらやましい。

半乾式法の成功も、多分にこのように恵まれた原料に依存するところが大きいのではないかと思うが、シュガートラブル解決の最大の鍵はホットプレススケジュールの如何によるという。ホットプレスは熱盤温度204℃、最高圧縮圧力53Kg/cm²で三段成型法が採られている。

ホワイトファーのパルプは表層用に、ポンデローサパインのパルプは中芯用に用いられる。アスブルンド、デファイブレーターで解繊された水分約35%のパルプは、水分12~16%に気流乾燥し、気流分級器で粗大繊維を分級し、これはダブルディスクレファイナーで二次解繊が行なわれる。パルプの抄造はブラッシローラ式のフェルターで行なわれるが、パルプ水分が12~16%と比較的高いため、摩擦によるパルプの静電吸着などのトラブルは生じない。ファイバーマットの水分調整は、次いで4列に配置されたスプレーガンによる

水スプレーにより行なわれるが、パラフィンサイズが2~4%添加されたファイバーは撥水性が高いため、容易に水を吸収せず、マットの上を流れる状態である。

米国では人件費が高く、労働者の平均賃金が1時間あたり3~3.5ドル(1,080~1,260円)もするなどの事情により、標準品はスカンジナビア地方からの輸入品と競合することが困難である。そのため恵まれた原料を使用して品質が高く、特殊の用途向けのボードを生産しようとする傾向が強い。すなわち、多くの工場が塗装、プリントなどの二次加工を行っているし、その販路も工業用、家具用、サイディング用など特殊の分野を旨ざしている。

Weyerhaeuser Co.の製品も二次加工用台板あるいは自動車用に限られていたが、最近サイディングボードの開発に成功している。これは厚さ1/4インチの節付ハードボードおよび厚さ7/16インチのセミハードボードなどである。米国でも比較的厚手のセミハードボードが建材用として広く使用されている点は注目すべきである。

Pope & Tolbot Co.の製品はまた多種多様である。ここの乾式ハードボード工場は1965年に完成した最新の工場であるが、工場建設にさきがけて、15万ドルの経費をかけたパイロットプラントテストが行なわれた。

製品の厚さは1/10インチの薄物から3/4インチの厚物におよんでいる。その用途は主に家具用を旨ざしており、3/4インチの厚物は、パーティクルボードの分野に進出、優れた表面平滑性およびエッジの機械加工性などで勝負しようとしている。また薄物はパーティクルボードとの積層などに使用されている。

この工場の機械設備の特徴は、コールレスシステムの採用と、乾式法では珍しい熱処理の採用である。

コールレスシステムとは多段ホットプレスヘマットを挿入するのに、従来のようにコールプレートを使用せず、特殊なベルトコンベアー式のローダーを考案したものである。すなわち、ローダーの各段に厚さ2インチのお盆にのった移動式ベルトコンベアーが設けられており、このコンベアーがマットを塔載して熱盤間に入り、マットを降しながら後退するものである。長

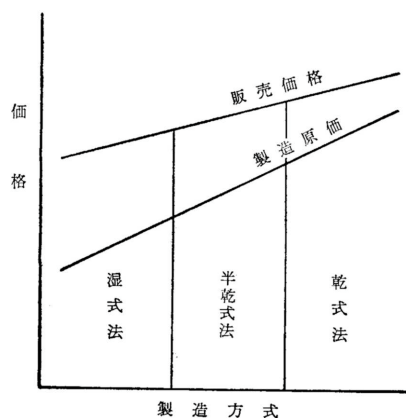
さ18フィートのホットプレスでマット挿入に要する時間は僅か15秒である。コールプレートを使用しないため、熱の伝達が早く、プレス時間の短縮に役立つとか、熱盤がコールプレートとの摩擦により傷つく心配がないので、研磨仕上げが行なわれ、裏面も極めて平滑なボードが得られるなどの利点がある。5 × 18 × 14段の設備で、ローダー、プレス、アンローダーそれぞれ約12万ドル、52万ドル、2万ドルである。

この工場では先にも述べた通り、熱処理が採用されている。乾式法では湿式法に較べて、かなり高温度のホットプレスが採用される傾向にあるため、熱処理の効果は小さく、省略されるのが従来の傾向であった。しかしながら、パイロットプラントテストの結果、188 の比較的低温でホットプレスを行なった後、150 で1.5～2時間熱処理を行なった方が有利であるという結論に達したのでこの方式を採用したとのことである。ちなみに、この工場のボイラーはパーク専焼式であるため、このような結論に達したのでないかとも想像される。

マソナイト法によるボードは、収率が85%前後で比較的低位だが、他の何れの方法よりも耐水性が優れ、1/8インチ厚さのハードボードの吸水率は10%以下である。

したがって、寸度定安性が最もよいので、屋外用など特に耐水耐湿性が要求される用途には好んで用いられている。

米国には、このように現在あらゆる方式のファイバーボード工場が稼働しているが、製造方式によってボードの材質も異なるので販売価格にも差を生じている。その一般的傾向を図示すれば第2図のようになる。このような価格差を生ぜしめる主なる要因は、ボードの表面性質の優劣によるもので、乾式ボードが最も値段は高いが、生産原価も高くつくので、企業利潤は湿式法が現在のところでは最右翼にある。



第2図 製造方式と価格の比較

むすび

最後に特に強調したい点は、海外技術を導入することはよいが、その国々によって原料事情も市場も異なるので、最終的には導入技術を一日も早く自己薬籠中のものとなし、わが国の現実にマッチしたものに作り変えた企業だけが繁栄するということである。このためには、それぞれの日本の用途に応じて、必要にして十分なボードの厚さ、材質などの検討を組織的に行なうべきである。

現在のJISの定めは余りにも大ざっぱなので、英米の規格のように、もっときめの細かい分類へとJISの改訂を早急に審議すべきでなかろうか。

云い古されたことながら、消費者が王様である以上、メーカーは消費者が望んでいる品物を最も妥当な価格で供給し得るよう、品質を研究すべきである。これは安かろう、悪かろうという製品を提供するのではなく、その目的に応じて各種の材質がバランスのとれた無駄のない最適の製品を生産することによって価格の引下げを計ることである。

- 林産試 試験部長 -