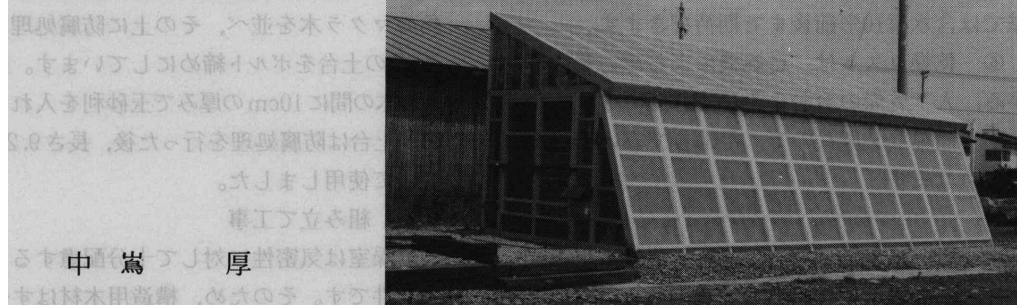


木材を安く乾燥するために

— 林産試型ソーラー・ドライヤーの性能 —



はじめに

木造住宅に高断熱性能が要求されている今日、身のまわりにある木製品はもちろんのこと、梁・柱などの建築用構造材についても含水率20%以下の乾燥材を使うことが必須条件になりつつあります。建築業界、小木工関連企業などはもとより、一般ユーザーにおいても次第にこの乾燥材への認識が普及し、でき得るかぎり安く、早く、そして仕上がりの良い乾燥材生産への要望が高まってきました。

現在、木材の乾燥は主に、蒸気内部送風機型（I・F型）などの乾燥装置による人工乾燥と、天日で乾かす天然乾燥が行われていますが、人工乾燥では装置自体も高価なものであるし、乾燥コストもばかになりません。その点、天然乾燥は屋外放置ですから直接乾燥経費は人件費のみですが、乾燥期間が長くなります。また北海道の冬季における天然乾燥はまったく期待できません。

このような背景から、林産試験場（林産試）では、近年注目を集めている太陽熱エネルギーを利用した実大の乾燥装置を試作し、昭和58年7月より実際に乾燥試験を行ってきました。そこで、この試験結果を参考にしながら林産試のソーラー・ドライヤーを紹介します。特に、天然乾燥だけに頼っている業者はもちろんのこと、建具材を含めた小木工関連業者の方々の御参考になれば幸いです。

どのような装置か？

まず、ソーラー・ドライヤーの全景を写真に示します。この装置は太陽光が生命でありますので、北面以外はすべてポリカーボネートフィルムという透明な板で覆ってあり、透過された光のエネルギーは黒色亜鉛鉄板に集積され熱エネルギーに変換されます。この熱エネルギーを送風機により強制対流させ室内を温ためるようにしたのが、この乾燥装置のシステムです。数あるソーラー・システムの中でも非常に単純な装置様式といえます。また利用熱源が太陽光線であるため寒くても天気の良い地域では十分に効果を発揮する方法といえるでしょう。

建物自体の構造は木造で、室内は特に気密性が要求されますので乾燥材を使用しています。その主な材料のうち、土台・梁は林産試で試作した縦つぎ木材を、南面には縦つぎ木材同様に林産試で試作したカラマツセメントボードを使用しています。資材金額や材料寸法、装置の構造などの詳細に関しては次項に譲ることとして、ソーラー・ドライヤーの特徴を挙げると次の様にまとめられます。

太陽エネルギーを利用するので、いずれの地域でも活用できますし、晴天の日の多い地域では、特に、有効な乾燥方法といえます。

一年を通して利用できますが、冬季は降雪

による影響が大きいと思われます。

天然乾燥より乾燥日数が約1/2～1/3になります。

天然乾燥より低い含水率になり、特に、夏季では含水率10%前後まで期待できます。

乾燥コストは、送風機による電力費のみですみ、人工乾燥のおおよそ1/10程度になります。

簡単な装置なので、手造りで安い乾燥室が建てられます。

ソーラー・ドライヤーの設計・建設

今回紹介するソーラー・ドライヤーの規模は、収容材積11m³（約40石）で、東西方向に9.1m、南北方向に3.55mで北面高さ3.6mの、小木工関連企業でも十分自作できる実用規模の乾燥装置です。建設はすべて林産試の職員の手によるもので、工事内訳は、基礎・組み立て・集熱・電気・台車・レール・その他となります。そこで、各工事の詳細について述べてみたいと思います。ソーラー・ドライヤーの断面図を図1に示しますので参考にして下さい。

基礎工事

基礎は天然乾燥場の整備と同じ方法で行って

ます。南北方向に4m、東西方向に15m（棧積み土場を含む）、深さ50cmまでショベルローダーで根掘りし、下から火山灰（10cm厚）、割りぐり（30cm厚）を埋め戻し整地した後、防腐処理した12cm角のマクラ木を並べ、その上に防腐処理した10.5cm角の土台をボルト締めにしてあります。最後にマクラ木の上に10cmの厚みで玉砂利を入れます。なお、土台は防腐処理を行った後、長さ9.2mに縦つぎして使用しました。

組み立て工事

乾燥室は気密性に対して十分配慮することが第一条件です。そのため、構造用木材はすべて乾燥材を使い、またあらゆる継ぎ目はコーキング剤で密閉しました。低温が予想される北面は100mm厚断熱材を使用し、保温性を高めるようにしました。北と南側の桁には土台と同様に9.2mの縦つぎ木材を使用しました。装置の北面以外の面はすべて太陽の光が入り易いようにポリカーボネートフィルム（0.5mm）を透過パネルとして張りめぐらしてあります。この透過パネルについては次項の集熱工事で詳しく述べることにします。高温の予想される南面の裏面にはカラマツセメントボードを使用しました。集熱板は亜鉛鉄板に黒色の耐熱塗料

を塗り付けたもので、取り付け位置は、天井裏とその壁面、そして三角集熱室の壁面です。また屋根と三角集熱室の南面は積雪・衝撃に対して強度を必要とするため、ポリエステル波板で外面を覆いました。

集熱工事

透過パネルの構造を図2に示します。壁パネルと屋根パネルがあり、それぞれ10枚用います。これは4.5cm角の木製フレームの両面にプラスチック系の透過体として0.5mm厚のポリカーボネートフィルムを張り、4mm合板でおさえた手造りで簡単なものです。

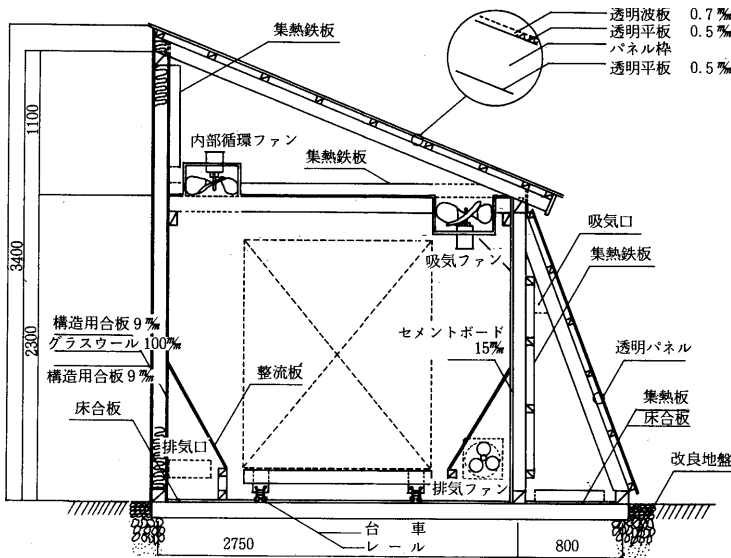


図1 断面図

木材を安く乾燥するために

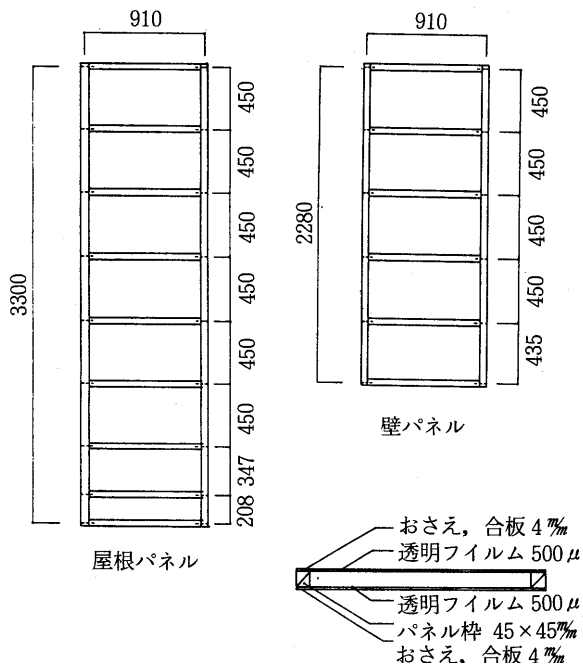


図2 透過パネル

プラスチック系の透過体はガラス系に比べ、表面が傷つきやすく、軟化点が低く、熱膨張率が大きいなどの欠点があります¹⁾が、ここでは作業性と価格面を考慮して使用することとしました。

電気工事

ソーラー・ドライヤーは、8基の送風機を使用します。種類は、内部循環ファン(風量: 49m³/min) 4基、強制吸気ファン(風量: 73m³/min) 2基、強制排気ファン(風量: 49m³/min) 2基です。温風の流れるは図3に示しますが、スムーズな流れをつくるために、棧積材両側に整流板を設置しました。また、送風機の運転は連続運転と間欠運転が行えるようタイマー制御機能を備えています。設置位置は図1と図4に示します。

台車・レール工事

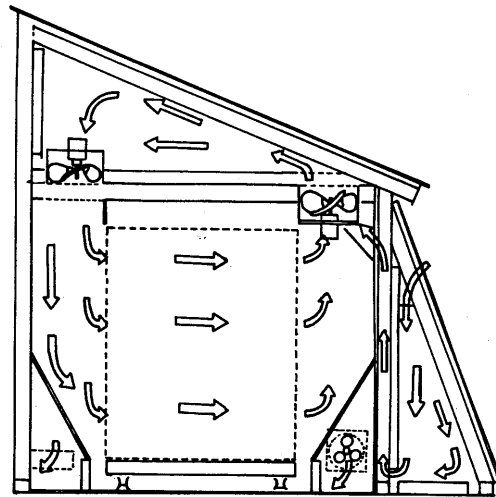


図3 温風の流れ

レールは乾燥室内と屋外との連結式になっており、マクラ木上にイヌクギで固定しました。長さは全長13.9mで屋外用が5.1mです。台車は棧積一台分に4台が組み、それぞれ持ち運びが可能なもの(自在トロといわれている)です。

その他

外観及び耐久性を考え、北面の外壁を塗装しました。その他、あらゆるすき間をコーキング剤で

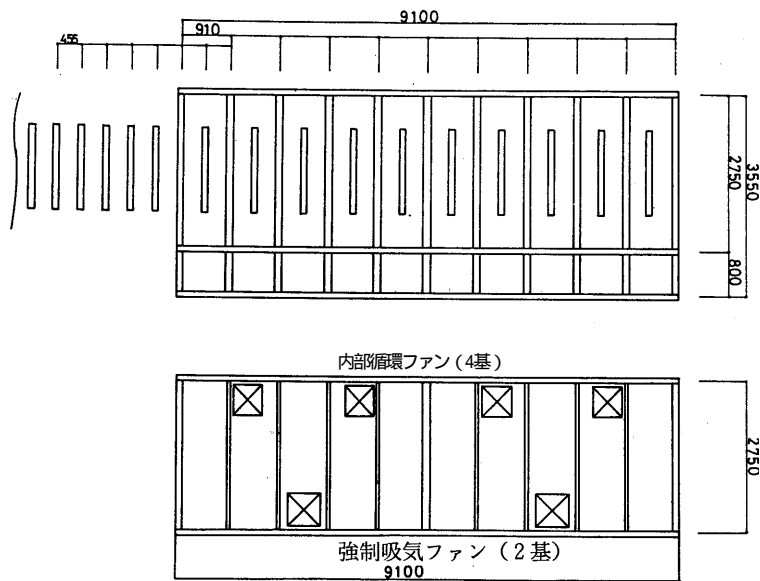


図4 平面図

埋め込み、気密性を高めることに努めました。

以上がソーラー・ドライヤー建設に関するおおまかな内容ですが、各工事にかかった資材金額を概算すると表1の様な結果となりました。ソーラ

表1 ソーラー・ドライヤー試算
(40石入)

工 事 項 目	資 材 金 額
基 礎 工 事	120千円
組 立 工 事	419 "
集 熱 工 事	407 "
電 気 工 事	332 "
台車・レール工事	195 "
雑 工 事	72 "
合 計	1,545千円

ー・ドライヤーの総床面積は約32m²ですので1m²当たりの単価は約4,300円になります。

乾燥する際の注意事項

次に今までの乾燥結果から考えられる留意点について述べてみたいと思います。

装置内の温湿度の正確なコントロールはできませんが、より効率の良い、また損傷（特に割れ）の少ない乾燥を行うためには、乾燥室容積に見合った適正積量を確保しなければなりません。つまり、木材から蒸発する水分量が微妙に室内温湿度条件に影響を与えることになるからです。そこで林産試の場合、乾燥室容積 $X = 約57m^3$ （屋根裏は除く）に対し、収容実材積 $x = 約11m^3$ ですので、その比 (x/X) は約0.19になります。この値については、すでに0.2前後が適当であるという実験結果²⁾が得られています。

集熱パネルの傾斜角度は壁パネルが60～70度、屋根パネルが20～30度の範囲が適当です。雪やほこりは透過率を極端に落とす原因になるので、特に、雪の多い地方では屋根パネルを25度以上にし、雪が載らない対策が必要です。

吸排気量は室内の温湿度を左右する大きな要因です。そこで、集熱効率に影響を及ぼす空気流量、つまり送風機の運転をおおまかに述べると

次の様になります。

強制吸気ファンの夜間運転は温度低下を招きますので昼間運転とします。内部循環ファンはカビの発生し易い乾燥初期に連続運転し、その心配がなくなれば間欠運転とします。強制排気ファンは除湿を行うと同時に温風も排出してしまいますので、カビの発生し易い乾燥初期のみ連続運転し、含水率低下速度が鈍った時点で自然排気口を開けて強制排気ファンは止めます。また間欠運転に応じ送風機にタイマー制御機能を備えると便利です。

その他乾燥する際の留意点は、積積方法、温湿度管理、含水率の推定などが考えられますが、積積方法は人工乾燥に準じた方法で十分ですし、温湿度は乾燥室内に乾湿球温度計を吊り下げ一定時間ごとに測定します。また含水率推定は、試験材を全乾にし重量より求め³⁾ばよいでしょう。

乾燥材の仕上がり

一例として、昭和58年7月28日から8月16日の20日間、エゾマツ・トドマツ込みの10.5cm正角（長さ3.65m）実材積で約11m³の一般建築用構造材を乾燥した結果を紹介します。

初期含水率約65%の正角で含水率経過を見ると、約18日間で含水率20%以下まで乾燥しています。これは人工乾燥と天然乾燥のほぼ中間的な乾燥日数といえます。冬季の場合は、天然乾燥がほとんど期待できませんので、より大きな促進効果が得られるでしょう。

装置内温度の1日の変動を図5に示します。夜間・昼間とも常に装置内温度は外気温度より10前後高く、特に、快晴の日の最高温度は54を記録し、最低温度でも25.5でした。天然乾燥の促進効果として十分な温度条件と言えます。

次に乾燥期間中の温湿度経過を図6に示します。相対湿度は、初期、被乾燥材から蒸発する水分のために高湿度を示しますが、その後は外気湿度に多少影響されるものの、相対的に低下しています。このため乾燥初期に日射が強すぎて低湿になり割れが発生する心配はないと言えます。装置内の平衡含水率は初期で約22%、末期で約9%の値を示

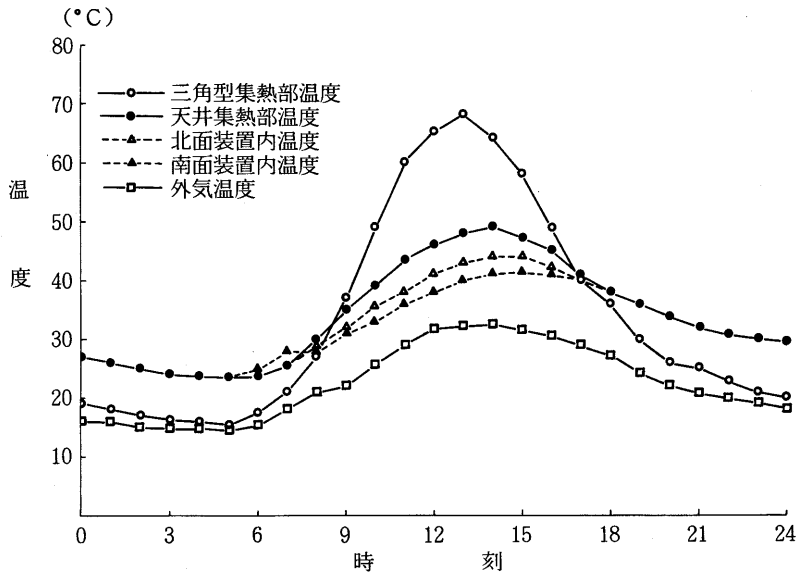


図5 ソーラー・ドライヤーの1日の温度分布(夏季)

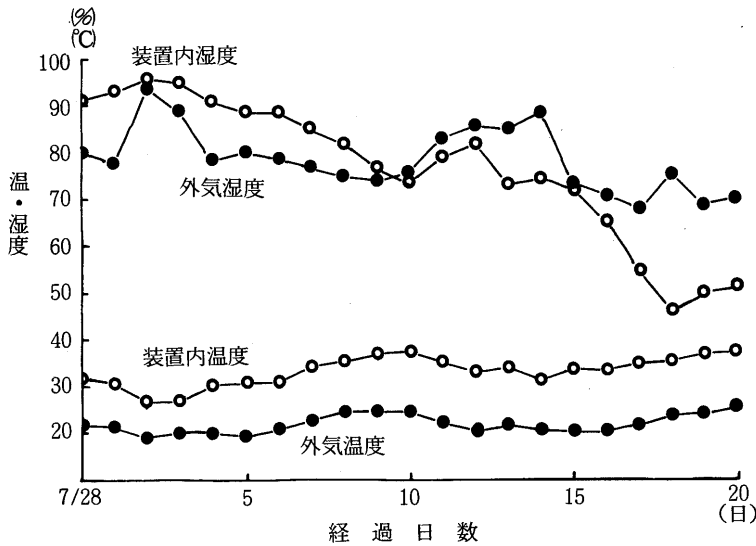


図6 ソーラー・ドライヤーの温湿度経過

乾燥経費

ソーラー・ドライヤーの乾燥コストを送風ファンの電力費で計算しますと、前記の乾燥期間(夏季の約20日間)428.2kWの積算電力量となり、電力費を22円/kWhとして乾燥コストを算出すると m^3 当たり約860円(約240円/石)となります。これを人工乾燥(I・F型蒸気式乾燥)の乾燥経費と比較すると、ほぼ1/10の値となります。

おわりに

乾燥結果については、夏季における乾燥試験に基づいて述べました。四季を通した乾燥結果はすでに実験規模(収容材積約 $1.2m^3$ 入り)のソーラー・ドライヤーで実証²⁾⁴⁾されていますが、今後は実用規模ソーラー・ドライヤーで通年試験を行う予定です。

林産試型ソーラー・ドライヤーは、省エネルギー化、コスト低減、そして乾燥材普及へのステップとして新聞その他の紙

し、夏季は含水率10%前後までの乾燥も可能です。

また、乾燥材の品等を製材の日本農林規格でつけてみましたが、乾燥材294本中、心持ち材10本についてのみ1ランクの品等低下が確認されました。温度レベルが低く、初期に高湿度を保つため、割れによる乾燥歩留まりの低下はあまり認められませんでした。

面に掲載され注目を集めてきています。現在では、道内各地はもちろん全国からの問い合わせも多くあります。建築材を含めた小木工関連業には特に最適と考えておりますので、これを機会にソーラー・ドライヤーが幅広く普及することを期待しています。

木材を安く乾燥するために

参考文献

- 1) 日本太陽エネルギー学会：太陽エネルギーの基礎と応用
- 2) 野呂田ら：林産試験場研究報告 第72号, 3, (1983)
- 3) 寺沢 真, 筒本 卓造：木材の人工乾燥

12~13

- 4) 野呂田隆史：林産誌だより 昭和58年5月号 7~13頁

(林産試験場 乾燥科)