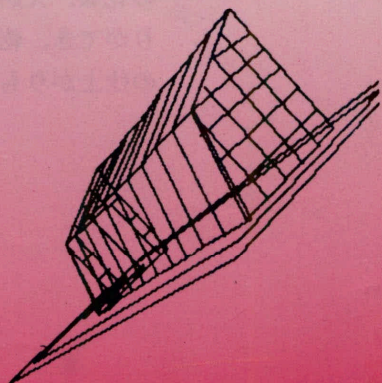
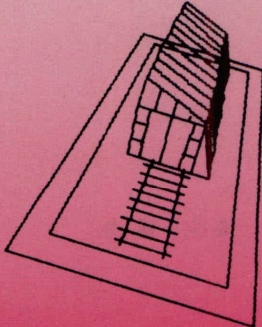


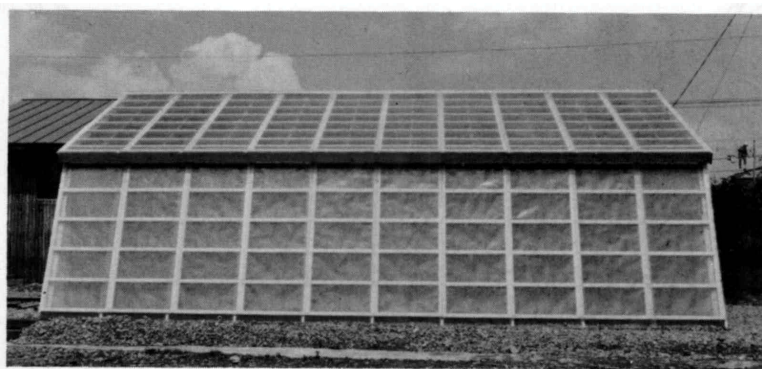
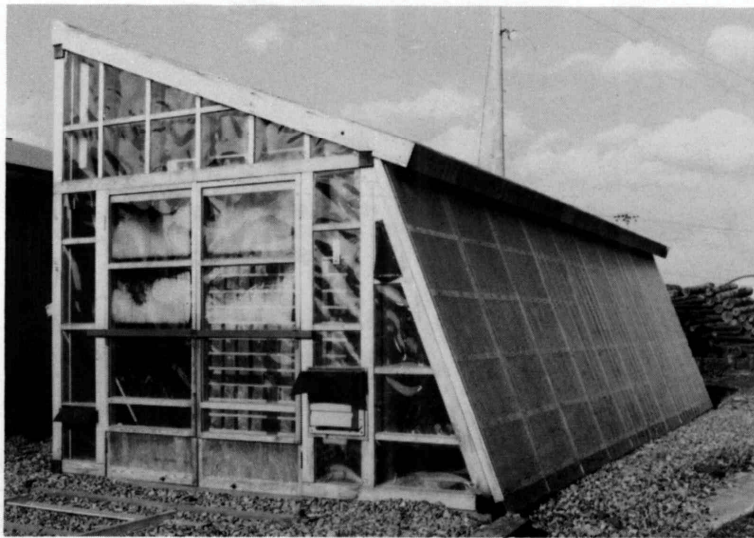


林産試型  
ソーラードライヤー  
施工マニュアル



林産試だより  
8月号付録





ソーラードライヤー（太陽熱利用乾燥装置）は、建築用針葉樹の乾燥，天然乾燥の促進，人工乾燥の予備乾燥に最適で，手造りができ，乾燥コスト設備費が低廉，操作が簡単，しかも材の仕上がりも良好などメリットが多い。

## はじめに

木材を利用するにあたって、あらかじめ乾燥して使用するということが、乾燥の適否が木製品、木質材料の品質を決定する重要な因子であることは周知のことでしょう。

一般的に木材を乾燥するといえば、天然乾燥と人工乾燥とに分けられるが、いずれの方法も温度、湿度、風速の3因子によって行われています。これらのうち、乾燥速度に最も大きな影響を与えるのは温度であり、仮に、湿度が一定であれば温度が高くなるほど速く乾燥します。しかし、熱源がなんであれ、温度を得るには設備費、エネルギー費は増大し、これが乾燥経費に与える影響は極めて大きいものがあります。

木材乾燥の中で、最も古くから、また簡単な方法として行われている天然乾燥は、設備費がほとんどかからない、乾燥技術も比較的容易であるということから、多くの企業で利用されています。反面、天然乾燥は地域、季節により乾燥日数が異なるとともに、乾燥に要する日数が良いという欠点を持っています。更に、北海道のような寒冷地では、冬期間天然乾燥による含水率の低下はほとんど期待できないため、生産サイクルの中で天然乾燥を予備乾燥として利用するには明らかに問題があります。

一方、天然乾燥の促進、あるいは、人工乾燥装置の代替として、太陽熱利用乾燥は古くから研究されていました。しかし、我が国のように比較的高い緯度の地帯では、晴天の昼間はよいが、夜間、曇天、降雨時、あるいは、日照量の少ない冬期間などでは問題となります。またこれらの欠点を補うため、加熱、調湿、送風、吸排気などの機能を付与させれば、通常的人工乾燥装置に近いものになり、太陽熱利用の有利性がなくなるなどから、実際に利用することは難しいとされてきました。

このような背景を持つ太陽熱利用乾燥ですが、エネルギー危機を契機として、再び太陽との関係が認識され、木材乾燥においても省エネルギー、

表1 気 象 ラ ン ク

| ラン ク  | 主 な 地 域                         |
|-------|---------------------------------|
| 適 地   | 帯広市、北見市、中標津町、恵庭市<br>その周辺地域      |
| 準 適 地 | 札幌市、網走市、静内町、函館市、<br>釧路市、その周辺地域  |
| そ の 他 | 旭川市、稚内市、留萌市、江差町、<br>倶知安町、その周辺地域 |

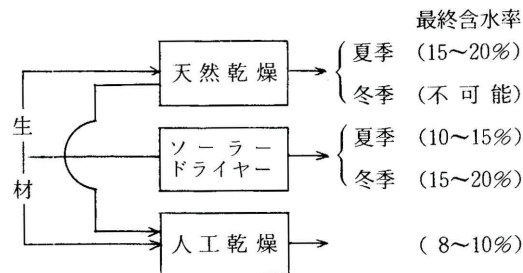


図1 ソーラードライヤーの位置付け

あるいは、天然乾燥の促進という立場から、各地で太陽熱利用乾燥の研究が進められています。

林産試験場でも、昭和54年度から実験規模の太陽熱利用乾燥装置を試作し、基礎研究を行ってきました。その結果、北海道のような寒冷な地域（表1参照）においても、その目的が十分達せられることが明らかになりました。すなわち、木材乾燥工程での太陽熱利用乾燥装置の位置付けは図1の如く、またその利用方法は、乾燥日数の短縮、天然乾燥の最終含水率の低下および天然乾燥の最終含水率の低下と乾燥日数の短縮などです。

このようなことから、昭和58年に実大（40右入り）のグリーンハウスタイプの太陽熱利用乾燥装置（ソーラードライヤー）を完成させ、実用に供しています。本装置は、手造りで容易にでき、しかも、建設費が安く、乾燥コストは送風機の電力費のみですから、人工乾燥に比較して非常に安いなどの特色を持っています。

以下に、ソーラードライヤー（40右入り）の設計仕様書を作製しました。業界の方々の積極的な活用を期待するものです。

（林産試験場 奈良直哉）

## 施工手順

図2に各部名称を断面図にて示します。

### ・基礎

建設場所は日射量を十分考慮し、日射を受ける面の周辺に障害物のない水はけの良い所を選びます。場所選定後はショベルローダにより根掘りを深さ約50cm、南北方向に4m、東西方向に15m

(棧積み場を含む)の大きさで行い、下から火山灰(10cm厚)、割りぐり(30cm厚)を埋め戻し、整地した後(写真3)防腐処理した12cm角のマクラ木をその上に並べます。

### ・土台

マクラ木の上には防腐処理した10・5cm角の土台をボルト締めにし、10cmの厚みで玉砂利を敷きつめマクラ木を埋め込みます。なお、防腐土台は縦つぎし9・2mの良さにしました(図3)。

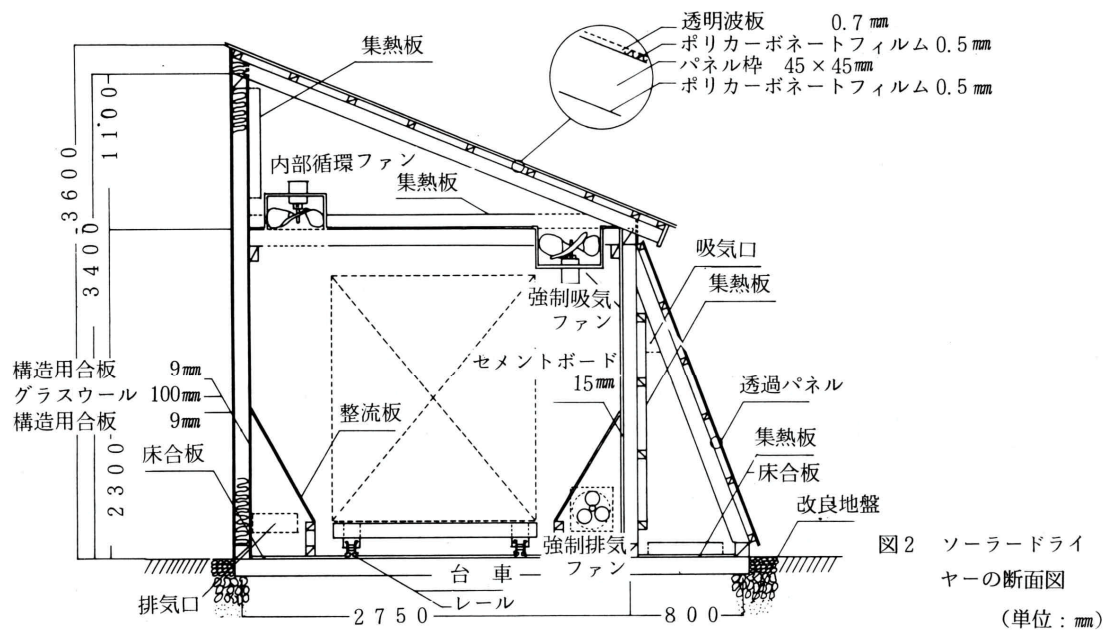


図2 ソーラードライヤーの断面図  
(単位: mm)



写真3 基礎・整地

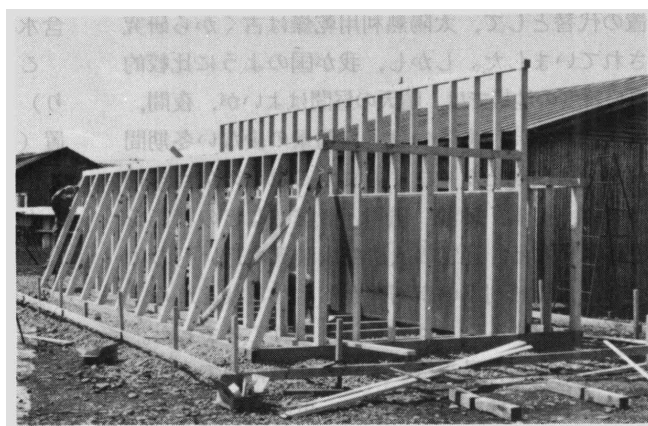


写真4 軸組み

### ・軸組み

乾燥装置内は特に気密性が要求されますので、すべて乾燥した木材を使用します(写真4)。図4に軸組みとその主たる接合金物を示しますが、後にその詳細を接合金物リストとして表にまとめ

ました。また図5に真上からの絵を示します。なお北と南側の桁は縦つぎし9.2mの長さで使用しました。

### ・壁面

北壁以外の外装は太陽光が取り入れやすい様にす

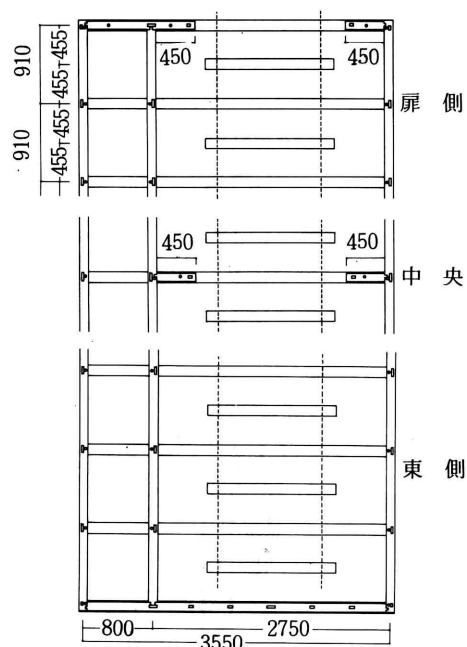


図3 土台平面図(単位:mm)

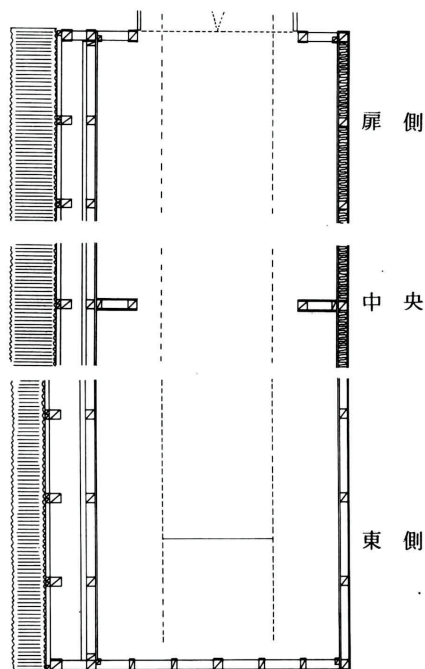


図5 平面図

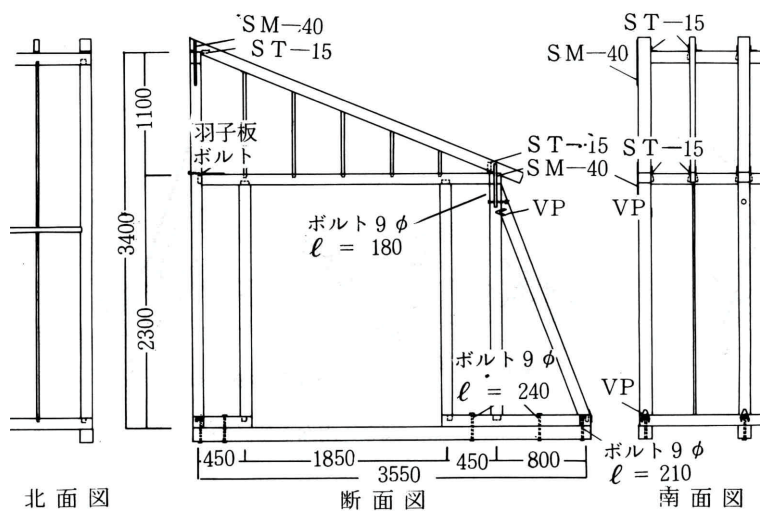


図4 ソーラードライヤーの軸組み(単位:mm)

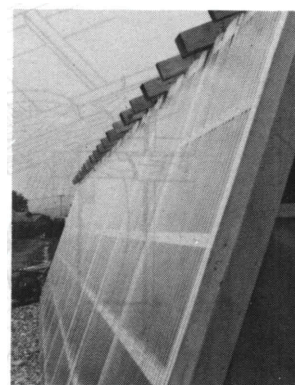


写真5 ポリカーボネート波板(南面)

べて「ポリカーボネートフィルム」(0.5mm厚)を表裏に張った透過体で覆い、更に南面と天井面には積雪などの外力から保護するためポリカーボネート波板(0.7mm)(写真5)を載せてあります。北面は9mm厚の構造用合板を面材として、100mm厚の断熱材をはさむ形で構成します(写真6)。また高温が予想される南面の集熱板裏側には、蓄熱効果を良くするために林産試験場で

開発したカラマツセメントボード(15mm厚)を使用しました。その他、天井・床・間仕切り面等の壁面材には構造用合板(9mm厚)を使用し、コモンネール(規格CN50)で釘打ちします。

装置の構成は以上ですが、比較的複雑と思われる3カ所を断面図と立体図に示します(図6, 7, 8)。次に集熱システムに関する使用材料を説明します。

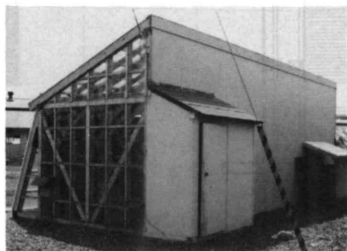


写真6 北側の壁面

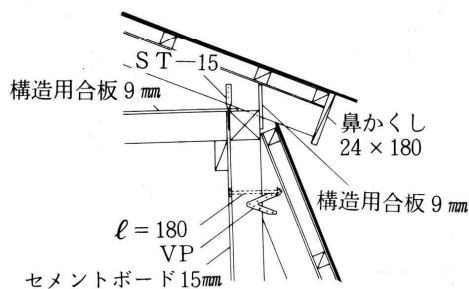


図7 南面上部詳細

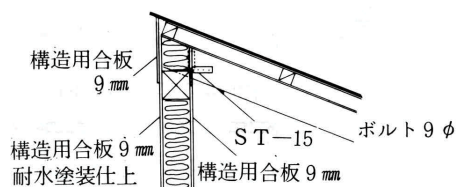


図6 北面上部詳細

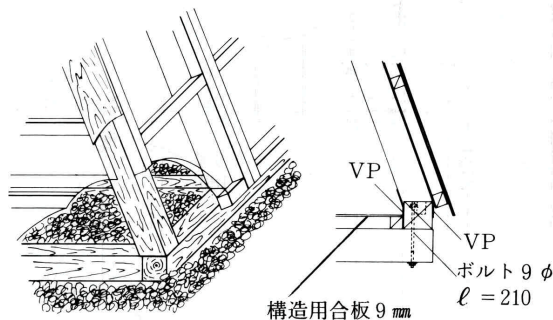


図8 南面下部詳細

### ・集熱板

太陽光線を熱エネルギーに転換し、その熱エネルギーを熱媒体である空気に伝達する一種の熱交換器の伝熱面を集熱体と呼んでいます。集熱体の材料や構造は、木製枠に亜鉛鉄板をはりつけ、その上から十分高温に耐えうる黒色耐熱塗料を塗りつけたごく簡単なものです。写真7は天井集熱部に設置された集熱板です。その設置位置は、天井集熱室壁面と天井裏面、三角集熱室壁面でその床面には直接構造用合板に黒色塗料を塗ります。設置の際は風の流れに乱流を起こさない配慮が必要です。

### ・透過パネル

透過体は一般に集熱体の前面カバーとして用いられており、ほこりや雨などに対する保護、空気

層形成（二重構造）による断熱効果、太陽光を透過させ、集熱体表面からの熱放射を遮断するなどの役割を持ち、集熱工事の中で最も重要なポイントと言えます。このソーラードライヤーの透過体は壁面でも述べましたが、ポリカーボネートフィルムという比較的安価なものをを用い、二重構造のパネル形式にしています（図9）。パネルは屋根用と壁用の2種類をそれぞれ10枚用意します（図10）。また積雪、衝撃に対して強度を必要とするので透過パネルの上側はポリカーボネート波板（0.7mm厚）で覆います。東西面はパネル形式ではありませんが南面同様ポリカーボネートフィルムの二重で構成し、フィルムと縁との隙き間は内外ともコーキング剤で埋め込んでおきます（図11）。

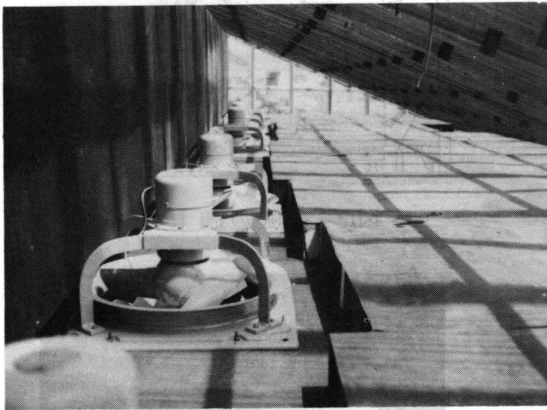


写真7 集熱板 (天井集熱室)

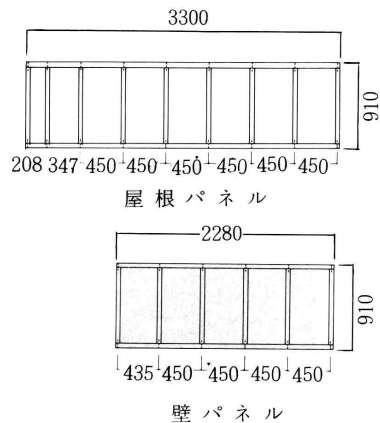


図10 透過パネルの種類 (単位:mm)

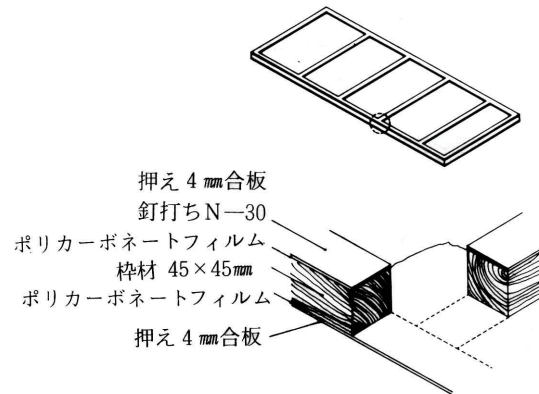


図9 透過パネル

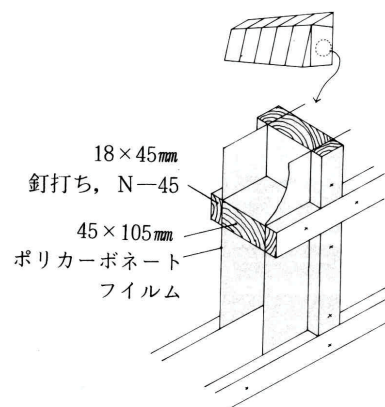


図11 東西面詳細

## ・送風

集熱板に集積された熱エネルギーが熱媒体に伝達された時点で熱媒は効率よく乾燥室内へ送り込まなければなりません。その強制対流を担うのは8基の送風機で、内6基が乾燥室内へ直接温風を吹き込んでいます。また東西面下部にはそれぞれ強制排気用の送風機を備え、この強制排気ファン停止時は常に自然排気口を開口します。送風機の種類は強制吸気ファン（風量：73m<sup>3</sup>/min）2基（写真8）、内部循環ファン（風量：49m<sup>3</sup>/min）6

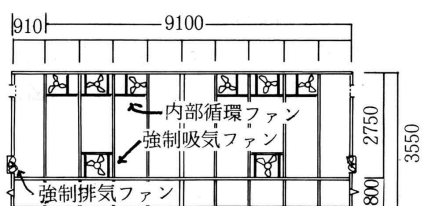


図12 送風機の位置（平面図，単位：mm）



写真8 強制吸気ファン

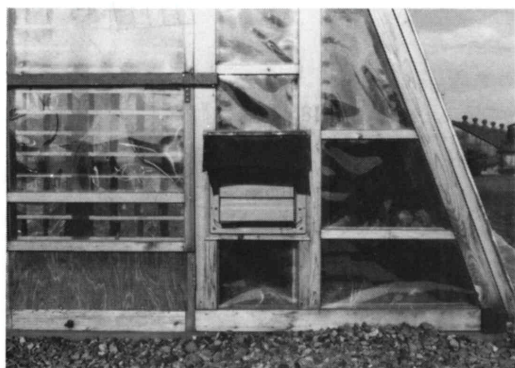


写真10 強制排気ファン

基（写真9）、強制排気ファン（風量：31m<sup>3</sup>/min）

2基（写真10）の3種類で、その設置位置とこれによる温風の流れをそれぞれ図12、13に示します。

## ・台車・レール

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す（写真11）。全長は13.9m、屋外用が5.1m、レール間隔は1.2mです。台車は2台用意しますが、一台車分に4台の自在トロが組まれ、移動可能のものです。

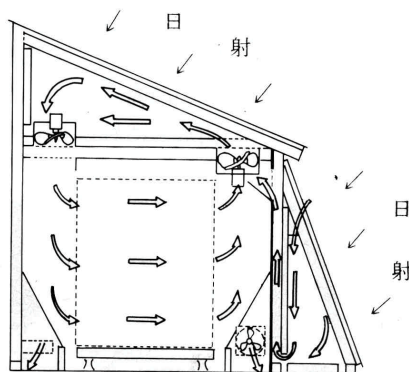


図13 温風の流れ



写真9 内部循環ファン



写真11 マクラ木とレール

## 建設資材リスト

### ・工事別資材リスト

次に、収容実材積約11m<sup>3</sup>（40石入り）の温室タイプ、ソーラードライヤーに用いられる資材・部材リストを各工事項目別に上げてみます。ただし接合金物類は含まれていません（表2、3）。

### ・接合金物リスト

軸組とその接合金物の使用関係を次に示します（表4）。

表2 工事別資材リスト

#### ○基礎工事

| 使用品名                       | 規格        | 数量                                                      |
|----------------------------|-----------|---------------------------------------------------------|
| 火砕山灰<br>りぐり<br>玉砂利<br>マクラ木 | (部材リスト参照) | 12m <sup>3</sup><br>18m <sup>3</sup><br>7m <sup>3</sup> |

#### ○組み立て工事（接合金物類を除く）

| 製材品     | (部材リスト参照)                    | 数量  |
|---------|------------------------------|-----|
| グラスウール  | 16kg/m <sup>3</sup> , 100mm厚 | 3巻  |
| 構造用合板   | 9×910×1820                   | 94枚 |
| セメントボード | 15×910×1820                  | 10枚 |

#### ○集熱工事

|              | (mm)      | (mm) | (mm)  | 数量   |
|--------------|-----------|------|-------|------|
| ポリカーボネートフィルム | 0.45      | 1050 | 50(m) | 3本   |
| ポリカーボネート波板   | 0.7       | 992  | 3300  | 10枚  |
| パネル枠用正割      | 0.7       | 992  | 2420  | 10枚  |
|              | 45        | 45   | 820   | 120本 |
|              | 45        | 45   | 870   | 30本  |
|              | 45        | 45   | 2280  | 20本  |
|              | 45        | 45   | 3300  | 20本  |
| 黒色亜鉛鉄板       | 0.5       | 914  | 1829  | 25枚  |
| フィルムおさえ用合板   | 4.0       | 45   | 820   | 240枚 |
|              | 4.0       | 45   | 870   | 60枚  |
|              | 4.0       | 45   | 2280  | 40枚  |
|              | 4.0       | 45   | 3300  | 40枚  |
| 両面テープ        | (波板のつなぎ用) |      |       |      |

#### ○電気工事

| 制御盤関係（タイマー等々）<br>送風機 | 風量：73m <sup>3</sup> /min<br>風量：49m <sup>3</sup> /min<br>風量：31m <sup>3</sup> /min | 2基<br>6基<br>2基 |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------|----------------|

#### ○台車・レール工事

| 台車   | (自在トロ)       | 2台車  |
|------|--------------|------|
| 軽レール | 9kg, 5.5m    | 6本   |
| マクラ木 | 105×105×1700 | 29本  |
| イヌクギ | 9kgレール用      | 124本 |

#### ○雑工事

| 調合用ペイント<br>コーキング剤 | 20kg<br>シリコンシーラント 333ml | 1缶<br>11本 |
|-------------------|-------------------------|-----------|
|-------------------|-------------------------|-----------|

表3 部材リスト（40石入り）

| 製材名    | 寸法(mm)                       | 数量       | 材積(m <sup>3</sup> ) |
|--------|------------------------------|----------|---------------------|
| 1.マクラ木 | (厚さ)(幅)(長さ)<br>120×120×3650  | 24       | 1.26                |
| 2.土台   | 105×105×3650                 | 10       | 0.40                |
| 3.柱    | 105×105×3650<br>105×105×2400 | 11<br>14 | 0.44<br>0.37        |
| 4.控え柱  | 105×105×2400                 | 11       | 0.29                |
| 5.桁    | 105×105×3650                 | 5        | 0.20                |
| 6.梁    | 105×105×3650<br>50×105×3650  | 3<br>8   | 0.12<br>0.15        |
| 7.屋根梁  | 105×105×3650<br>50×105×3650  | 11<br>10 | 0.44<br>0.19        |
| 8.間柱   | 24×105×3650                  | 20       | 0.18                |
| 計      |                              |          | 4.08                |

注) 各種枠材、胴縁（フィルム押え用）等は除外。

表4 接合金物リスト

| 軸組関係                  | 接合金物                       |                            | 数量              |
|-----------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|
|                       | 種類                         | 規格                         |                 |
| マクラ木<br>～土台           | ボルト(桁方向)                   | 9mmφ×210mm                 | 33              |
|                       | ”(梁方向)                     | 9mmφ×240mm                 | 10              |
| 土台<br>～南面柱            | 山形プレート<br>太め釘              | V P<br>Z N90               | 11<br>88        |
| 土台<br>～控柱             | 山形プレート<br>太め釘              | V P<br>Z N90               | 22<br>176       |
| 南面柱<br>～控柱            | ボルト<br>山形プレート<br>太め釘       | 9mmφ×180mm<br>V P<br>Z N90 | 11<br>22<br>176 |
| 南北柱<br>～天井梁           | 羽子板ボルト<br>丸釘(正角)<br>丸釘(平割) | 12mmφ×150mm<br>N90<br>N90  | 3<br>9<br>48    |
| 南北柱<br>～天井梁受          | 丸釘                         | N90                        | 32              |
| 北面桁<br>～屋根梁           | ひねり金物<br>太め釘               | S T-150<br>Z N40           | 20<br>120       |
| 北面柱<br>～屋根梁           | ひら金物<br>太め釘                | S M40<br>Z N65             | 2<br>20         |
| 南面桁<br>～屋根梁           | ひねり金物<br>太め釘               | S T-150<br>Z N40           | 20<br>120       |
| 南面柱<br>～屋根梁           | ひら金物<br>太め釘                | S M40<br>Z N65             | 2<br>20         |
| 南北面桁<br>～屋根たるき        | ひねり金物<br>太め釘               | S T-150<br>Z N40           | 40<br>240       |
| 東面中央柱<br>～土台<br>(天井梁) | 山形プレート<br>太め釘              | V P<br>Z N90               | 4<br>32         |
| 東西天井梁<br>～桁           | 火打金物<br>コーチスクリュー           | H B                        | 4<br>8          |
| 西面筋違                  | 丸釘                         | N100                       | 16              |
| 東面筋違                  | 丸釘                         | N90                        | 12              |

## 建設コスト

ここでは昭和58年の林産試験場に建設された現段階でのコストを、資材金額のみで工事項目別に総計してみました。床面積32m<sup>2</sup>ですので、m<sup>2</sup>当たり単価約53,000円となります(表5)。

## 乾燥試験例

表6にソーラードライヤーによる乾燥試験例を示します。ほぼ予想された結果と言えるでしょう。関心事である乾燥日数はやはり熱源が太陽であるだけに日射量による影響は大きいですが、天然乾燥促進としての利用を重視したなら、冬季でその

表5 建設コスト試算

| 工 事 項 目         | 資 材 金 額     |
|-----------------|-------------|
| 基 礎 工 事         | 1 2 0 千円    |
| 組 み 立 て 工 事     | 4 4 6 "     |
| 集 熱 工 事         | 3 8 0 "     |
| 電 気 工 事         | 4 7 9 "     |
| 台 車 ・ レ ー ル 工 事 | 1 9 5 "     |
| 雑 工 事           | 2 8 "       |
| (接 合 金 物 類)     | 4 4 "       |
| 合 計             | 1, 6 9 2 千円 |

約1/3、夏季で約1/2の日数による乾燥材生産が可能であり効果は十分と考えます。乾燥コストは日数に比例して決定されるのは当然のことであり冬季は夏季の約2～3倍を示します。しかし蒸気式乾燥機に比較すると非常に安価と言えます。

表6 ソーラードライヤー乾燥例

| 樹 種           | 厚 さ<br>(cm) | 材 積<br>(m <sup>3</sup> ) | 開始日<br>(月・日)  | 初 期<br>含水率<br>(%) | 最 終<br>含水率<br>(%) | 日 数<br>( )内は20<br>%時 |      | 乾 燥 <sup>*2</sup><br>コスト<br>(円/m <sup>3</sup> ) | 備 考                                  |
|---------------|-------------|--------------------------|---------------|-------------------|-------------------|----------------------|------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|
| エゾマツ<br>トドマツ  | 正 角<br>10.5 | 11.3                     | 5. 17<br>(春)  | 92.9              | 14.6              | 28                   | (16) | 788                                             | 送風機は標準条件 <sup>*1</sup>               |
|               |             |                          |               | 33.5              | 12.0              |                      | (10) | 450                                             |                                      |
| エゾマツ<br>トドマツ  | 正 角<br>10.5 | 11.8                     | 7. 28<br>(夏)  | 54.0              | 17.6              | 21 (18)              |      | 754                                             | 送風機は標準条件<br>内部循環ファンは4基稼働             |
| エゾマツ<br>トドマツ  | 正 角<br>10.5 | 11.1                     | 9. 27<br>(秋)  | 46.4              | 31.6              | 15 (一)               |      | 569 <sup>*3</sup>                               | 送風機稼働は上記に同じ                          |
| カラマツ<br>(背割材) | 正 角<br>12.0 | 14.3                     | 10. 13<br>(秋) | 34.8              | 20.6              | 46 (一)               |      | 1282 <sup>*3</sup>                              | 強制吸気ファンは33日目より間欠<br>運転, 内部循環ファンは4基稼働 |
| カラマツ          | 正 角<br>10.5 | 9.1                      | 12. 6<br>(冬)  | 61.9              | 18.0              | 70 (58)              |      | 2230                                            | 強制吸気ファン9日目で停止, 内<br>部循環ファンは4基稼働      |
| カバノキ          | 板<br>3.0    | 11.1                     | 3. 27<br>(春)  | 72.9              | 17.7              | 43 (35)              |      | 1470                                            | 送風機は標準条件, 内部循環ファ<br>ンは4基稼働           |

注) <sup>\*1</sup>: 送風機の標準条件とは、運転操作の項目に準ずる。

<sup>\*2</sup>: 乾燥コストは含水率20%までの、1kWh 当たり 22 円として、材積1m<sup>3</sup> 当たりの電力コストで算出。

<sup>\*3</sup>: 最終含水率までの電力費で算出。

## 運転操作

運転方法といっても乾燥方法自体、自然エネルギー利用のいわば天然乾燥の簡易促進法としての利用ですので、特別複雑な操作は不要です。栈積み後は太陽まかせの単純な集熱システムです。しかし、集熱板に集積された熱を空気熱媒により効率よく乾燥室内へ送り込む経過は、乾燥が低温度レベルだけに重要な極面です。ソーラードライヤーに設置されている送風機は3種類、計10基ですが、これよりその運転操作方法について熱伝達を基本に木材乾燥の立場より簡潔に述べてみたいと思います。

1. 強制吸気ファンは温室効果を上げるため夜間は停止とします。
2. 内部循環ファンは、装置内が高湿度を保ち栈積み時期より変色菌または腐朽菌が混入してい

ますと慢延して行きますので、表面蒸発を早める意味で連続運転とした方が良いでしょう。特に板類などの蒸発断面積の多い材種程このことが言えます。

3. 強制排気ファンは装置内の低湿化をはかるのが原則ですが、反面温風をも排出してしまいますので、夜間約75%（カビの発生しやすい関係湿度）を切った時点で停止とします。その後の排気は自然排気口で行います。
4. 効率の良い、損傷（特に割れ）の少ない乾燥を行うために、乾燥室容積に見合った適正栈積量を確保します。今回紹介の林産試型ソーラードライヤーの収容実材積は約11m<sup>3</sup>です。

以上ですが、間欠運転に際しタイマー制御機能があれば便利です。また室内の温湿度測定は連続打点式の自記記録計があれば最良ですが高価なものですので、棒状の乾湿球温度計を直接日射の当たらない南面壁などに設置すれば十分でしょう。

（中嶋）

### 林産試型 ソーラードライヤー 施工マニュアル

北海道立林産試験場  
070 旭川市緑町12丁目  
電話 0166 (51) 1171 (代)

植平印刷株式会社 印刷  
070 旭川市9条通り7丁目  
電話 0166 (26) 0161