

太陽熱利用による木材乾燥

長崎県総合農林試験場 大場秀幸

1. はじめに

最近、木造住宅の工期の短縮、素材及び製品流通の短期化等により乾燥木材の要請が強くなっている。

本県においては建築コストと運転コストの安い、太陽熱を利用した木造の乾燥施設を建築し、性能試験を実施したのでその結果を報告する。

なお、本施設は当該経営部長小島勝次郎氏らが考案した太陽熱利用牧草乾燥施設を母体としており、建築にあたっては貴重な御助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

2. 施設の概要

太陽熱利用木材乾燥施設は南面に傾斜した屋根に集熱体を配置した屋根一体型の施設とした。集光材としてガラス繊維入アクリル板を用い、集熱体として黒色の艶消しラッカーを塗布した小波カラー鉄板を用いた。屋根の集熱部は4/10の勾配で面積47.9㎡、乾燥室面積は20.3㎡である。乾燥室の内壁は4mmの合板を用い、外壁は小波カラー鉄板を使用した。

3. 試験方法

図-1は建築当初の機構図である。加熱空気は乾燥室を通り屋外に排出される（以下排気式と呼ぶ）。図-2は加熱空気を屋根の集熱部に循環し、加湿器を備えた改造後の型である（以下循環式と呼ぶ）。その中間に半循環式の型がある。試験はこれらの3つの型の施設で行った。

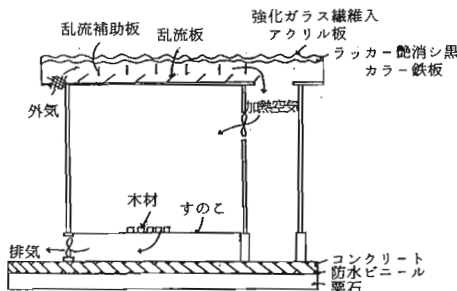


図-1 太陽熱利用木材乾燥施設機構図

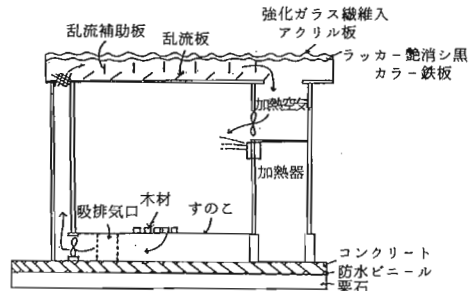


図-2 太陽熱利用木材乾燥施設機構図

試験Ⅰ 排気式の施設では加湿した場合と加湿しない場合の日射量と上昇温度（加熱空気温度と外気温度との差）の関係について調査した。

試験Ⅱ 半循環式では加湿しない場合の日射量と上昇温度の関係について調査した。さらにヒノキ心持柱材（9.0～12.0cm×3.0m）の乾燥試験を実施し、含水率の低下状況・損傷の発生状況を天然乾燥の場合と比較検討した。

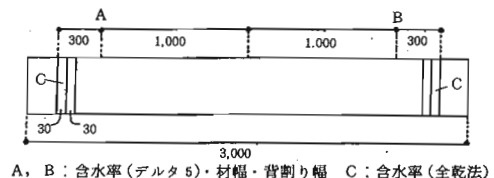
試験Ⅲ 循環式では排気式と同様の試験を行った。

試験には表-1の器材を用いた。加湿器は超音波式加湿器で、加湿量は毎時8ℓである。温度・湿度及び風速は1時間毎の平均値を計測し、日射量は1時間毎の積算値を計測した。重量は毎時の瞬時値を計測し、それぞれデータロガーに記録した。

乾燥試験に用いた供試材の含水率の測定位置を図-3に示す。

表-1 使用器材一覧表

項目	器材名
ファン	斜流ダクトファン Φ=450mm
インバータ	はん用インバータ
風速計	熱線式風速計
重量	ロードセル出力、台秤式
日射量	全天日射計
温度	測温抵抗体 湿度：高分子フィルム
記録	アナログ記録計、データロガー



A, B: 含水率(デルタ5)・材幅・背割り幅 C: 含水率(全乾法)

図-3 測定箇所

4. 結果と考察

加湿しない場合の3つの方式による日射量と上昇温度の関係を図-4に示す。循環することで温度性能は向上する。日射量が2,800kW/m²の場合、上昇温度は排気式で15℃程度であったが半循環式では27℃、循環式では30℃に達した。

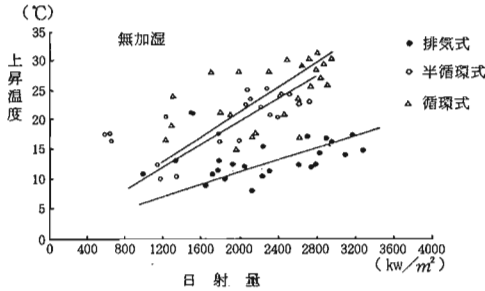


図-4 日射量と上昇温度の関係

半循環式の施設を用いた乾燥試験と天然乾燥試験の結果では、初期含水率は両者とも60%程度であるのに対し、19日経過後の終期含水率は太陽熱乾燥材が18.3%、天然乾燥式が35.3%であった。

6ヶ月経過した時点で天然乾燥と太陽熱乾燥に供試した材の含水率・表面割れについて調査した。この結果、太陽熱乾燥材が12.6%に低下し、天然乾燥材は16.2%に低下していた。さらに乾燥法の違いで表面割れの発生に差があった。すなわち天然乾燥では供試木10本のうち2本だけに割れが発生し、割れの総延長も11cmにすぎなかったが、太陽熱乾燥では供試木10本のうち9本に割れが発生し、割れの平均総延長は204cmに達した。太陽熱乾燥に供試した材の割れは乾燥終了時から視認しており、割れの原因は乾燥室内と室外の空気条件の違いによることが示唆された。

表-2 乾燥期間中の空気の状態量

#0	月日	日射量 (H z)	外気 温度 (°C)	上部 湿度 (%)	上部 温度 (°C)	下部 湿度 (%)	下部 温度 (°C)	日射 量 (cal/cm²)
1	2 0 2	4.0	10.0	28.1	28.0	25.3	27.3	315.2
2	2 0 3	0	8.7	12.5	55.8	12.1	84.6	70.8
3	2 0 4	0	9.3	12.2	81.0	10.8	89.5	92.9
4	2 0 5	3.0	12.7	20.1	28.9	26.7	26.7	328.0
5	2 0 6	3.0	10.2	17.0	42.2	18.0	47.6	160.9
6	2 0 7	3.0	13.3	27.8	27.7	25.4	24.6	231.1
7	2 0 8	0	8.5	13.1	52.8	13.3	58.0	86.2
8	2 0 9	3.0	13.2	22.8	28.7	29.8	23.9	346.6
9	2 1 0	0	15.2	18.5	28.3	15.8	50.3	142.7
10	2 1 1	0	11.2	18.4	52.5	15.0	58.2	151.9
11	2 1 2	0	11.9	18.5	47.7	13.8	56.3	282.1
12	2 1 3	3.0	10.9	21.5	23.7	28.8	30.1	332.4
13	2 1 4	0	8.3	13.1	45.4	13.5	50.2	48.9
14	2 1 5	3.0	12.9	22.5	24.4	30.5	20.8	349.1
15	2 1 6	3.0	12.9	21.0	22.8	26.8	28.1	323.8
16	2 1 7	3.0	13.8	25.5	17.0	32.8	21.7	351.2
17	2 1 8	0	12.2	17.9	24.8	18.9	43.4	121.2
18	2 1 9	0	14.5	17.0	48.0	18.4	54.7	17.5
19	2 2 0	0	14.0	22.5	44.0	15.8	56.0	288.4

(注) 湿度・温度：9:00~17:00までの平均値
日射量：9:00~17:00までの積算値

表-2は乾燥期間中の湿度・日射量の経時変化である。19日の乾燥期間のうちファンで送風した稼働日は9日間であった。稼働日の9時から17時までの平均外気温度が12.3℃に対し、乾燥室内平均上部温度(ファンの吹き出し温度)は29.7℃、平均上部湿度は28.6%であった。空気線図から平均外気湿度は78%と推定され、

短時間ではあるが供試材が相対湿度のきわめて低い空気に晒された結果、木材表面の水分が急速に失われ表面割れを助長したものと思われる。以上のことから日中の乾燥室の空気条件を緩和する必要性を確認した。

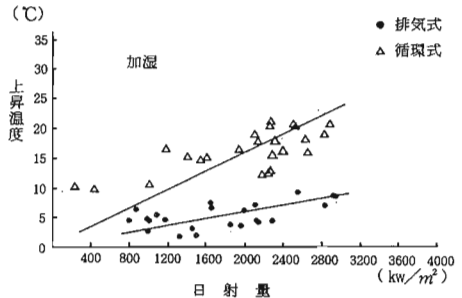


図-5 日射量と上昇温度の関係

図-5は排気式と循環式の乾燥室を加湿した場合の日射量と上昇温度の関係を示している。日射量が2,800kW/m²の時、加湿しない場合に比べて上昇温度は6~7℃低くなる。

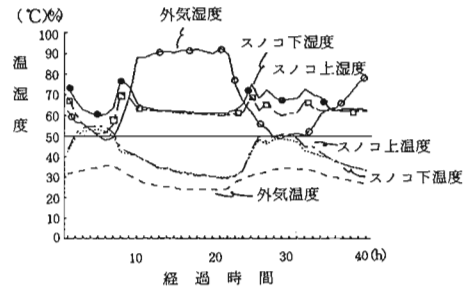


図-6 温湿度の経時変化(加湿器起動)

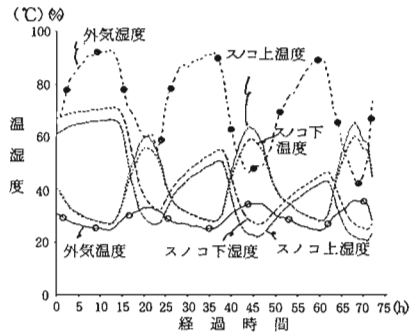


図-7 温湿度の経時変化(8/13 18:00~8/16 18:00)

図-6に循環式の乾燥室を加湿した場合の温湿度の経時変化を示す。日中の上昇温度は20℃を上回っているが湿度は50%を下回ることにはなかった。図-7に加湿しない場合の温湿度の経時変化を示す。日中の上昇温度は30℃以上であるが湿度は20%近くまで低下した。以上のように加湿した場合上昇温度の低下は免れない。しかし、空気条件を緩和し乾燥に伴う損傷を抑えるには加湿することは必要な措置である。

今後、加湿器設置場所の断熱性の向上と乾燥室の気密性の向上を図り、実用化に向けて乾燥試験を繰り返す必要がある。