

# 広葉樹乾燥材の品質管理

伊藤 洋一

キーワード：人工乾燥，応力，広葉樹，品質管理

## はじめに

北海道内で製材された広葉樹製材は、家具・内装材・集成材などに利用されており、出荷先はその86%が道内です<sup>1)</sup>。これらの製材は、製材工場から家具などのメーカーに直販されるものが多く、相当数量が家具部材やフローリングとして使用されています。製材を買い入れたメーカーは、乾燥・加工をして納品に至るまでの全工程において品質管理をすることになりますが、その途中で管理方法が適切でないために、材料が吸放湿をすることによって、割れなどの損傷や狂いの発生を起すことがあります。今回は、これらが原因のクレームを回避するための方法について、実例をもとに検討してみました。

## 天然乾燥について

広葉樹の場合は、一般的に人工乾燥をする前に含水率30%をめどに天然乾燥を行います。この理由は、人工乾燥中の内部割れを避けることや、材料間の含水率のバラツキを抑える効果があるからです。

表1は、道内の家具工場において天然乾燥に要している期間です<sup>2)</sup>。主要な材料の天然乾燥に7か月以上（夏期を必ず含む）かけている企業は9社で、全体の約35%でした。特に最近では、天然乾燥期間が短くなる傾向がみられます。この理由は、長引く不景気で天然乾燥に必要とされる広大な天乾場と、大量の原材料を置いておくために不可欠な回転資金の確保が困難になっているからと考えられます。

## 人工乾燥について

人工乾燥が終了した後に残留している乾燥応力や乾燥むらは、調湿処理によって取り除く必要があります。前述のように天然乾燥期間が短い場合は、材料間のバラツキを抑えるために、特に乾燥むらを除去するための（イコライジング）時間を通常のスケジュールより

表1 家具工場における天然乾燥の期間

| 天然乾燥期間 | 6か月以内 | 7か月～1年 | 1～2年 | 2年以上 | 合計  |
|--------|-------|--------|------|------|-----|
| 企業数(社) | 17    | 6      | 2    | 1    | 26  |
| 割合(%)  | 65.4  | 23.1   | 7.7  | 3.8  | 100 |

も長く設定する必要があります。

乾燥応力残留の原因となる水分傾斜は、広葉樹材等の比較的高い比重をもつ材料では大きく、また材厚が厚いほど大きくなります。このため、針葉樹材に比べ、広葉樹材は乾燥応力低減のための調湿処理（コンディショニング）に要する時間が長くなります。その時間は一般的に、25mm厚さの針葉樹材で2～8時間、広葉樹材で4～12時間、50mm厚さの広葉樹材で24～48時間程度です<sup>3)</sup>。乾燥終了後の加工工程で、例えば家具製作等の比較的精密な作業を行う場合には、乾燥応力は確実に取り除いておく必要があります。このことは、木製品の品質を維持するために重要なことです。

## 乾燥後の加工工程について

人工乾燥終了後の木材は、数日から数週間の養生期間を経て、製品製作のための作業が工場内で始まることとなります。この加工工程の期間が冬期の場合は、暖房の影響で工場内の湿度が低下傾向のため、木材の平衡含水率が下がり、適正な条件で乾燥した木材であっても割れや狂いなどの欠点が発生する場合があります。むくの材料に限らず、集成材の場合についても、ラミナの一部分が収縮したり、割れたりします。このようなときの対処方法としては、次のようなものがあります。

工場内に水をまいたり、蒸気を噴霧することで、平衡含水率を上昇させる（写真1）。

暖房設備の付近に材料を置かない。

1日の作業終了後に、工場内の材料にシートをかけておき、乾燥した空気に直接触れないようにする。

### 製品における仕上がり含水率

木材の含水率は、それが置いてある環境の温度と湿度に応じた平衡含水率に近づきます。したがって、使用する場所の温湿度から決まる平衡含水率と差があるときは、木材は大気中から水分を吸収するか、あるいは放出することになります。このとき、木材は膨張あるいは収縮するので、寸法の変化やそりなどの狂いが発生することになります。これを防止するためには、最初から使用場所に合った含水率コントロールを行うことが理想です(表2)<sup>4,5)</sup>。加えて、最近の高気密、高断熱化した住宅内で使う場合には、より乾燥した雰囲気、つまり平衡含水率がより低い状態で維持されることから、使用中の木製品の含水率については、少し低めに考えておく必要があります<sup>6)</sup>。

例えば、図1のようなヤチダモの集成材で学童用机の天板(幅444×長さ644×厚さ12mm)を作った場合、集成材ラミナの目標仕上がり含水率を8%に設定したとき、実際の天板の含水率は8~10%です。設置する場所の平衡含水率を5%と仮定すると、ヤチダモの平均収縮率値<sup>7)</sup>から収縮する寸法は幅方向で4.1~6.9mm、長さ方向で0.27~0.44mmと計算されます(表3)。したがって、はしばめと集成材ラミナの収縮量の差は最小で3.7,最大で6.6mmとなります。このとき、主として図1に示すラミナの接着層に沿った位置に割れが発生しやすくなります。この理由は、天板の外周部がはしばめと縁材で囲まれて固定されているため、天板内部に割れが出てくる可能性が高くなるからです。この割れを抑える方法として、乾燥における仕上がり含水率を低く設定することが考えられます。

表3と表4に示す吸放湿試験を行ったときの天板1



写真1 工場内での蒸気噴霧

枚あたりの割れ長さは、仕上がり含水率の低いタイプBの場合には、タイプAに比べ70~80mmほど短くなりました。これは、発生する乾燥応力の大きさの差によるものです。つまり、設置される場所で予想される含水率の変化域に対して、タイプAでは乾燥後の実際の仕上がり含水率が高すぎると言えましょう。また、含

表2 使用場所による木製品の含水率と乾燥室での仕上がり含水率<sup>4,5)</sup>

| 使用場所および用途      | 使用中の木製品含水率(%) | 乾燥終了時の試験材平均含水率の目安(%) | コンディショニング終了時の含水率の範囲(%) |
|----------------|---------------|----------------------|------------------------|
| アメリカ西部向け輸出家具   | 6~8           | 5                    | 5~6                    |
| 完全冷暖房された室内家具   | 7~9           | 6                    | 6~8                    |
| 昼間のみ冷暖房された室内家具 | 8~12          | 7                    | 7~10                   |
| 一般の家具          | 9~14          | 8                    | 8~12                   |
| 倉庫等の内張り板       | 11~15         | 10                   | 8~14                   |
| 雨のかからない屋外材料    | 13~17         | 12                   | 9~17                   |
| 電気配電盤          | 9~12          | 7                    | 7~9                    |
| 機器箱            | 8~12          | 7                    | 7~9                    |
| 航空機・自動車用木部     | 9~12          | 8                    | 7~10                   |
| 造船機用材・枠        | 9~13          | 8                    | 8~11                   |
| 室内運動具          | 9~13          | 9                    | 8~12                   |
| 室外運動具          | 11~15         | 11                   | 10~15                  |

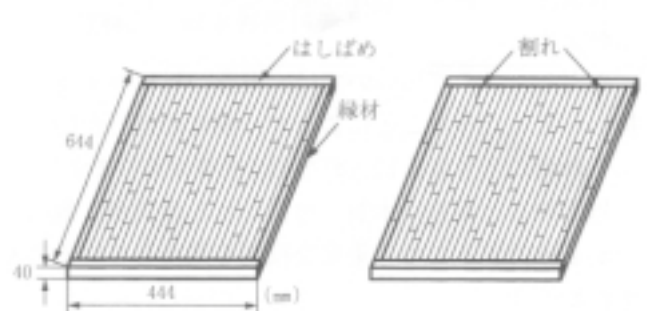


図1 机の天板に発生する割れ

注1: 机の天板は、ヤチダモの集成材で製作  
注2: この天板は既存の机にかぶせる方式のため、はしばめ・縁材以外の厚さは12mmとなる

表3 放湿時に想定される平衡含水率と寸法変化

| タイプ | 仕上がり時の含水率(%) | 設置場所での想定される最低の平衡含水率(%) | 収縮寸法(mm) |           | 収縮量の差(mm) | 1枚あたりの割れ長さ(mm) | 幅割りの最大値(mm) |
|-----|--------------|------------------------|----------|-----------|-----------|----------------|-------------|
|     |              |                        | 幅        | 長さ        |           |                |             |
| A   | 8~10         | 5.0                    | 4.1~6.9  | 0.27~0.44 | 3.7~6.6   | 260            | 2.7         |
| B   | 6~8          | 5.0                    | 1.4~4.1  | 0.09~0.27 | 1.1~4.0   | 191            | 2.2         |

注1: 机の天板(幅444×長さ644×厚さ12mm)は、ヤチダモの集成材で製作した。  
注2: 割れ長さは、放湿試験を行い、測定した。放湿時には、温度50℃、相対湿度約24%、平衡含水率約4.3%の恒温恒湿槽を使用した。  
注3: 放湿過程の終了判断は、試験体含水率の平均値が4%とした。

水率の変化域が一定であれば、放湿に要する時間は吸湿に比べて短くなることから、吸湿時の単位時間あたりの寸法変化量に対して、放湿時の変化量は大きくなります。したがって、割れに及ぼす影響は、放湿時の方がより大きいと言えます。このことは、表4の吸湿時での割れの伸びが、両タイプであまり変わらなかったことからわかります。

#### 机天板の設置環境と含水率の経時変化

表5は、仕上がり含水率6%の天板の納品後の経時変化です。平成11年の冬休みに納品した天板は、春休みには7枚に割れが入っていました。そのすべてが教室内にあるスチームヒーター近くで、かつ直射日光が当たる範囲にありました。春から夏にかけては、割れはほとんど進行せず、翌年の冬休みの終わりには新たに3枚に割れが入っています。これらの結果より割れの原因は、「冬から春にかけて日射によって机天板内の含水率傾斜が大きくなった後に、スチームヒーターによる暖房で天板周りの湿度が急速に低下したこと」と考えられます。

ただし、この点については、児童の机に対する扱いが粗雑だったことによって、割れの進行が助長されたことも考えに入れておく必要があります。

以上のことから、木製品の置かれる環境が、製品の品質を維持するために重要な役割を果たしていることがわかりました。

#### おわりに

木材は、金属などの一般的工業材料と違って品質や性能を一定に保持することが難しい材料です。したがって、それらを維持するためには、種々の配慮をする必要があります。しかし、際限なく一つの製品ののために労力を費やすことは不可能ですので、用途をあらかじめ限定することによって、必要最小限の手間で、その製品に見合った適正な使用ができるようにすることが重要となります。

したがって、木製品を販売するときに、ユーザー側がその品質をよく理解できるよう周知させるメーカー側の努力がますます大事になってきていると言えます。さらに付け加えるならば、製品納入後のアフターケアをしていくことも必要となるでしょう。

表4 吸湿時に想定される平衡含水率と寸法変化

| タイプ | 設置場所での想定される最高平衡含水率(%) | 初期からの変化寸法(mm) |           | 変化量の差(mm) | 1枚あたりの割れの長さ(初期から)(mm) | 吸湿時の割れの伸び(mm) | 幅やりの最大値(mm) |
|-----|-----------------------|---------------|-----------|-----------|-----------------------|---------------|-------------|
|     |                       | 幅             | 長さ        |           |                       |               |             |
| A   | 11.1                  | 1.5~4.3       | 0.10~0.28 | 1.2~4.2   | 304                   | 44            | 1.7         |
| B   | 11.1                  | 4.3~7.0       | 0.28~0.45 | 3.8~6.7   | 222                   | 31            | 1.2         |

注1：机の天板(幅444×長さ644×厚さ12mm)は、ヤチダモの集成材で製作した。  
 注2：割れ長さは、吸湿試験を行い、測定した。吸湿時には、温度20℃、相対湿度約85%、平衡含水率約18%の恒温恒湿槽を使用した。  
 注3：吸湿過程の終了判断は、試験体含水率の平均値が15%とした。

表5 天板の設置環境と含水率・割れの経時変化

| 時期           | H11.1.18 ~ 1.26 |             | H11.4.2       | H11.7.28    | H12.1.17 ~ 1.25 | H12.4.24 ~ 5.1 |
|--------------|-----------------|-------------|---------------|-------------|-----------------|----------------|
|              | 外気温度(℃)         | 最高<br>最低    | -4.3<br>-13.4 | 6.3<br>-3.8 | 28.5<br>21.1    | -4.5<br>-11.3  |
| 室内温度(℃)      | 最高<br>最低        | 22.5<br>7.0 | 20<br>28      | 28<br>7.0   | 20.5<br>19      | 19             |
| 室内湿度(%)      | 最高<br>最低        | 42<br>25    | 60            | 70<br>31    | 52<br>31        | 52             |
| 天板総数(枚)      | 126             | 126         | 126           | 123         | 122             |                |
| 割れの入った天板数(枚) | 0               | 7(7)        | 7(7)          | 10(10)      | 10(10)          |                |
| 天板の含水率(%)    | 7~12            | 7~12        | 10~13         | 9~20        | 13~18           |                |

注1：外気温度は測定期間中の平均気温(気象庁発表)を示す。  
 注2：室内温度、室内湿度は、自記温湿度計またはアスマン通風乾湿計で計測した。  
 注3：割れの入った天板数で、( )内は割れ発生時に直射日光が当たる範囲にあった枚数を示す。  
 注4：人工乾燥時の天板の仕上がり含水率は6%である。  
 注5：天板の含水率は、高岡式水分計で計測した。

今後、木材の特性、性能が正しく理解され、適正に取り扱われることを願ってやみません。

#### 参考資料

- 1) 北海道水産林務部：“平成10年度北海道林業の動向”，143(1999)。
- 2) 伊藤洋一：林産試験場報，第13巻4号，30-31(1999)
- 3) 北海道林産技術普及協会：“テクニカルノートNo. 5 木材乾燥(実務編改訂版)”，33(1992)。
- 4) 全国中小企業団体中央会：現場技術シリーズ“木材乾燥”，(1963)。
- 5) 北海道林産技術普及協会：“テクニカルノートNo. 1 木材乾燥(基礎編改定版)”，56-62(1985)。
- 6) 伊藤洋一：日本木材学会北海道支部講演集，No. 30，19-21(1998)。
- 7) 日本木材加工技術協会：“日本の木材”，103(1984)。  
(林産試験場 製材乾燥科)