

人工乾燥の実務

最近の建築様式や生活様式で、木材を使用するときは、その前提として乾燥材を使用することはおおかたの常識となってきています。木材は樹種・材種等によって乾燥性が異なるため、(例えば、同じ厚さの材では高比重材ほど乾燥時間が長く、また同樹種でも厚さが2倍になれば乾燥時間は約4倍となります。また、厚さが厚くなればなるほど、割れなどの損傷発生の危険性が増します。)乾燥スケジュールも、それぞれに合ったものを採用しなくてはなりません。また、乾燥スケジュールが適当であっても、そのスケジュールに従った乾燥操作や棧積などの基本的な実技をしっかりと身につけておく必要があります。

ここでは、木材の人工乾燥の中で最も基本的な乾燥スケジュールと、乾燥中における水分管理の手法の2つの項目について述べます。

1. 乾燥スケジュールについて

乾燥スケジュールとは、材に割れや狂いなどの損傷が出ないように、しかも効率よく木材を乾かすためのプログラムです。

一般に広葉樹では、生材から含水率40%付近までに割れや狂いが発生し易く、また針葉樹では25%付近に発生すると言われていています。したがって、乾燥初期は低めの温度で、乾湿球温度差を小さめに設定しています。表一1に乾燥スケジュールの例を示しました。

スケジュール1は、ブナ・ナラ類など表面割れ・内部割れ・狂いなどが比較的発生し易い樹種に適するものです。乾燥初期の温度は55°C 乾湿球温度差は4°C と比較的緩やかにし、含水率が40%を切った時期から徐々に温度差を広げていきます。スケジュール2は、ハンノキ・トチ類など

に適するもので、収縮率が比較的小さく、細胞の落ち込みも少ない材であるため、乾燥初期の温度も広葉樹の中では60℃と高く設定しています。スケジュール3は、当所で組立てたカラマツ材の乾燥スケジュールです。一般に針葉樹は細胞の落ち込みが少ないため、乾燥初期から比較的高温で乾燥を進められます。乾燥時間も広葉樹に比べれば随分短くなるほか、乾燥初期に高温と共に高い湿度で「蒸す」条件を与えるため、カラマツの欠点と言われているヤニの滲出防止にも効果が

あります。また、この高温での乾燥は、かえって割れ等の損傷を押える効果があることが認められています。

以上のスケジュールは、いずれも板厚が30mm程度のものに適用される標準的なものです。したがって、各企業ではこれらを参考にされて、材種(板厚)に応じたスケジュール、あるいは、扱う木材の損傷の許容範囲に応じて企業独自の乾燥スケジュールを決定すればよいのです。

表一 人工乾燥スケジュール

スケジュール1
(ブナ・ナラ類)

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
生材~40	55	4
40~35	55	6
35~30	55	11
30~25	60	16
25~20	65	21
20~15	70	26
15~	75	30

スケジュール2
(ハンノキ・トチ類)

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
生材~40	60	5
40~35	60	7
35~30	65	10
30~25	70	15
25~20	75	20
20~15	80	25
15~	80	30

スケジュール3
(カラマツ)

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
生材~40	100	5
40~30	100	10
30~25	100	15
25~20	100	20
20~	100	30

2. 乾燥中の水分(含水率)管理について

栈積も終り、乾燥スケジュールも決定すればよいよ運転の開始ですが、運転にあたって特に注意したいことは、木材の含水率の把握、つまり水分管理の方法です。長年乾燥業務に携わっている人の「勘」による含水率の推定や、市販の含水率計による水分管理が、現在では、まだ主流をなしているようですが、「勘」はもちろんのこと含水率計によってさえも的確な含水率の把握がむずかしいことから、試験材を用いた水分管理が必要となります。この方法は、栈積内に試験材を置きこの試験材の含水率に応じて乾燥装置内の温湿度を変えていく方法です。この手法について基本的な事項を上げてみます。

○ 試験材の選び方

試験材は栈積全体の代表となるものですから、含水率や乾燥の難易等の極端なものはさけ、平均的な材を選ぶべきです。即ち、運転中はこの試験材の含水率によって、栈積材の平均的な含水率を推定して乾燥を進める訳ですから、乾燥の速度を平均的にとらえられるような試験材が最もよいとされています。企業では試験材1枚でも貴重な存在であるため、とかく材質が悪く使い物にならないようなものを対象としがちですが、栈積全体の仕上がりの方の良し悪しを決定する重要なものですから、少なくとも3枚程度の材は犠牲にして、きちんとした試験材を採るべきです。

○ 試験材の扱い方

試験材は先に述べたとおり、あくまでも栈積の代表ですから、乾燥装置内での条件も平均的な場

所を選び、さらに取り出し易い所になくはなりません。このようなことから図-1に示すような
 積木の木口側に置くことが有利でしょう。

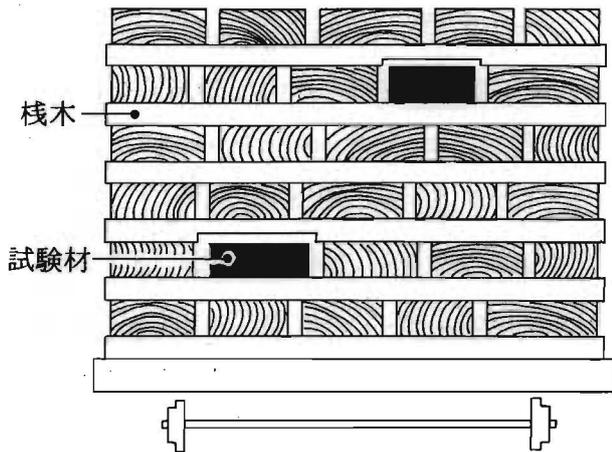


図-1 試験材の置き方

試験材は図-2のとおり採材し、両側2つの試験片から次のとおり全乾法により含水率を求め、
 試験材の含水率を推定します。

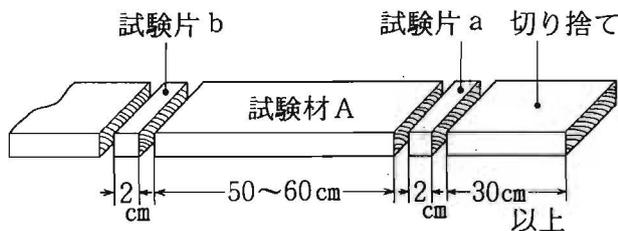


図-2 試験材の作り方

含水率を求める公式は、次のとおりです。

$$U(\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100 \dots (1)$$

U: 含水率

W₀: 全乾重量*

W₁: 測定時点での木材重量

*木材を定温乾燥器に入れ100~105℃の温度で重量変化がなくなるまで(24~48時間)乾燥したときの重量

たとえば、生材時の試験材Aの重量、試験片a、bの重量、及び、a、bを全乾にしたときの重量が表-2のとおりであったとします。

表-2 計算例の数値

区 分	試験片 a	試験片 b	試験材 A
乾燥前の重量	(g) 160	(g) 180	(g) 1500
全 乾 重 量	100	120	—

試験片 a, bの含水率は、

(1) 式により

$$\text{試験片 a : } U_a = \frac{160 - 100}{100} \times 100 = 60(\%)$$

$$\text{試験片 b : } U_b = \frac{180 - 120}{120} \times 100 = 50(\%)$$

となります。試験材Aの含水率は、試験片 a と b の平均値とみなすため

$$\begin{aligned} \text{試験材 A : } U_A &= \frac{U_a + U_b}{2} \\ &= \frac{60 + 50}{2} \\ &= 55(\%) \end{aligned}$$

となります。したがって、試験材 B と C があれば、A・B・Cの平均値を出し、この平均値が、積木全体の含水率値とみなして進めることとなります。

以後乾燥の運転中にはこの試験材の含水率を追って、スケジュール操作を行うのですが、試験材の全乾重量を知っておかなければ乾燥途中での含水率の推定ができません。試験材Aの採取時の重量は表-2のとおり1500g、含水率は先ほどの計算のとおり55%ですから、この場合の全乾重量は

$$W_0 = \frac{W_1}{1 + \frac{U}{100}} = \frac{1500}{1 + 0.55} = 968(g)$$

968gとなります。後は乾燥中に時々試験材を取り出し、重量W₁を測定し、(1)式により含水率を算出します。

たとえば、表-1のスケジュール3に沿って、前例の試験材Aを使って乾燥を行うとし、その推移を図-3に示しました。(本来なら試験材A・B・Cの平均値ですが)

乾燥開始2時間後に試験材Aの重量 W₁を測定したところ、1400gだったとします。この時の

含水率U（2時間後）は、

$$U(2\text{時間後}) = \frac{1400 - 968}{968} \times 100 = 44.6(\%)$$

ですからこの時点では、スケジュール3の含水率範囲、生～40%にはいるためスケジュールの変換はせず、乾球温度100°C 乾湿球温度差5°Cで乾燥を続けます。

乾燥をさらに進め、5時間後に重量 W_1 が1350g になったとします。この時の含水率U（5時間後）は、

$$U(5\text{時間後}) = \frac{1350 - 968}{968} \times 100 = 39.5(\%)$$

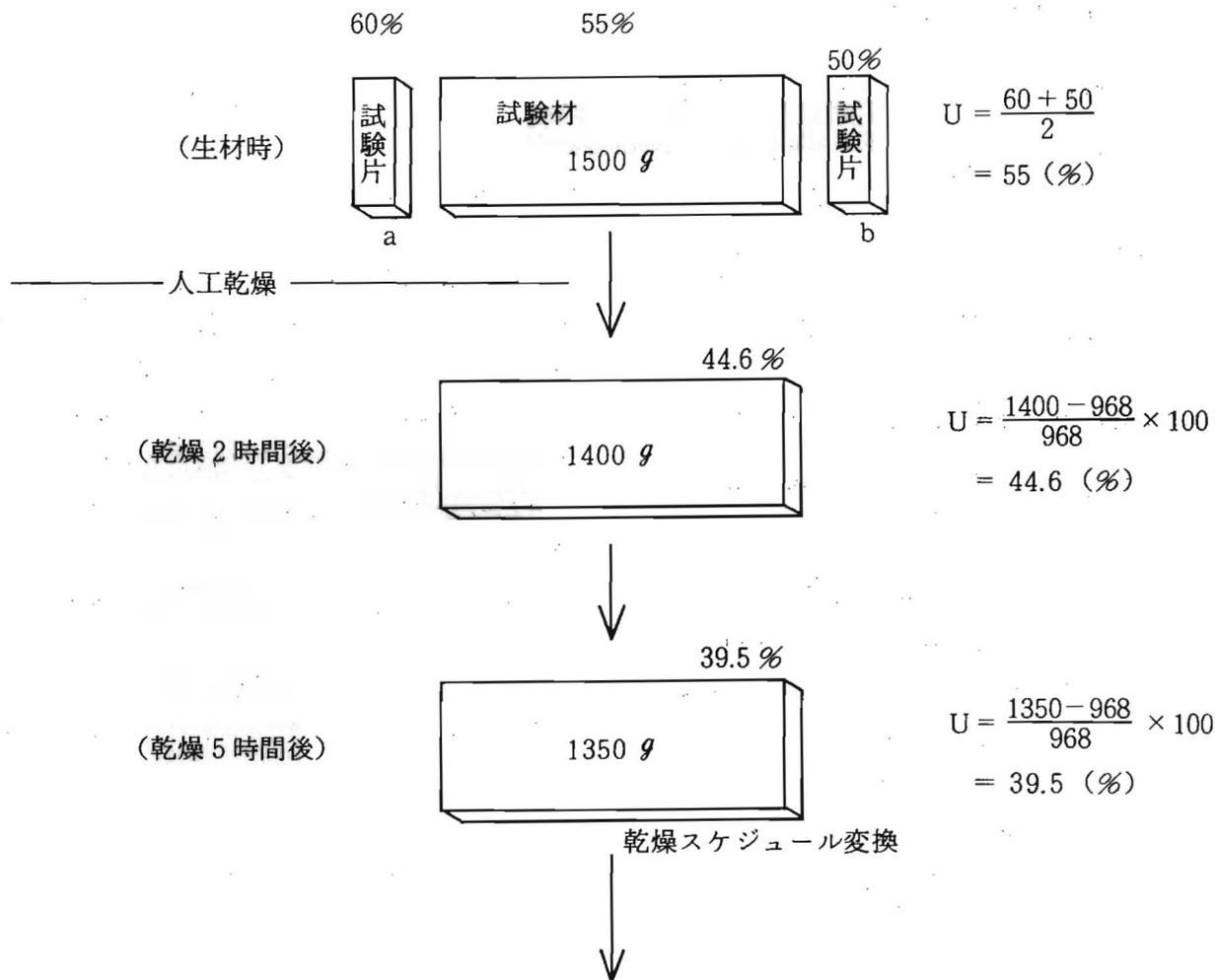
となりますから、この時点でスケジュール3の含水率範囲、40～30%にはいるため、ここでスケ

ジュールを乾球温度100°C、乾湿球温度差10°Cに変換します。あとは同様、適当な時期に重量を測定し、上記の要領で乾燥を進めていきます。但し、この操作を機械的に行うのではなく、材の様子（割れの発生状況等）を見ながら、臨機応変に乾燥を進めていくことが大切です。

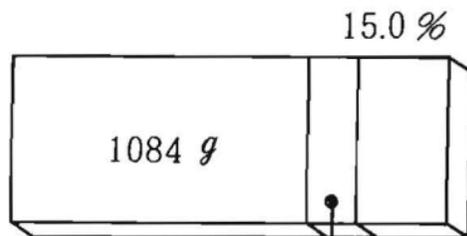
このようにして乾燥が進み、試験材が目的の含水率に達したならば、一応乾燥は終了ですが、最後に試験材自体から試験片を切り取り、全乾法によって正確な含水率を求めておく必要があります。

実際に木材乾燥を行うには、ここで紹介した水分管理のほか、乾燥装置の点検・整備さらには適正な積積など数々の知識や経験を積むことも大切なことであることを頭に入れておきたいものです。

図-3 試験材の含水率推移



(乾燥末期)



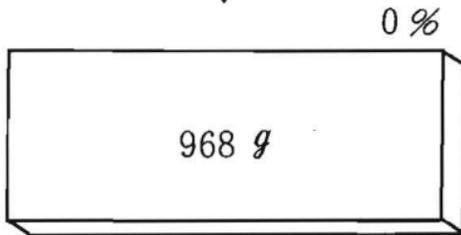
$$U = \frac{1084 - 968}{968} \times 100$$
$$= 15.0 (\%)$$

全乾：目的の含水率

YES：乾燥終了

NO：乾燥継続

(全乾時)



全乾重量は生材時から逆算

$$55 = \frac{1500 - W_0}{W_0} \times 100$$

$$W_0 = 968 (\text{g})$$

(林産部 吉田)