

〈資料〉

スギ、ヒノキ板材の相対湿度の変化に伴う含水率と寸法の変化

小野広治・久保 健・大前善則*

壁材や床材に使用される幅112～120mm、厚さ15～30mmのスギ、ヒノキ板材の、相対湿度の変化に伴う含水率と寸法の変化について乾燥方法、木取り、厚さならびに塗装の有無で検討した。結果は以下のとおりである。

- ①ヒノキ板材（幅125mm、厚さ32mm）は初期含水率や木取りが異なっても、熱気乾燥（乾球温度60～80℃）により72時間で含水率10～12%に乾燥できた。
- ②ヒノキ板材の相対湿度の変化に伴う含水率の変化では、木取りや塗装の有無による大きな違いは認められなかった。また、吸湿、放湿条件とも条件の変化直後に、含水率の変化が大きくなった。
- ③ヒノキ板材は相対湿度の変化による含水率の増減量が同様でも、木取りにより幅と厚さの寸法の変化が異なった。したがって、人工乾燥で10～12%程度に乾燥した材を使用しても、木取りにより寸法の変化が異なるため、施工に際しては木取りに留意する事が必要と考えられた。
- ④スギ板材は厚さや乾燥方法が異なると、相対湿度の変化に伴う含水率の変化が異なった。すなわち、厚さが同じでも人工乾燥材の方が仕上がり含水率が低かったために、吸湿による含水率の増加量が多くなった。また、含水率が同様な12mm材と30mm材では、12mm材の方が含水率の増加量は多くなった。また、吸湿条件では塗装の有無による含水率の増加量に違いは認められなかったが、放湿条件では無処理材の方が含水率の減少量が多くなった。
- ⑤スギ板材の含水率変化に伴う寸法変化について、吸湿条件終了時に同様な含水率になった12mm材の天然乾燥材と人工乾燥材で比較すると、含水率の減少量が同様であっても、寸法の変化率は人工乾燥材の方が小さくなった。したがって、使用中の寸法の変化を小さくするためには、人工乾燥により適切な仕上がり含水率に乾燥することが必要と考えられた。

1. はじめに

現在、県内の製材工場では柱材等の構造材や鴨居材等の造作材生産から壁材や床材等の面材料を生産する工場が増加している。これは、住宅内の健康面に関する意識の高まりにより合板や集成材等接着剤を使用した壁材や床材ではなく、無垢材のスギ、ヒノキ板材の需要が増加してきたためと考えられる。

スギ、ヒノキ材の収縮や膨張等の性能は文献等で^{1) 2)}で示されているが、施工者やユーザが安心して使用するためには、より具体的なデータが必要である。

本報告では、スギ、ヒノキ材を壁材や床材に使用する場合の相対湿度条件の変化に伴う含水率と寸法の変化を乾燥方法、厚さ、木取りならびに塗装の有無により検討した。

2. 材料と方法

2.1 ヒノキ板材の乾燥試験

*：現南部農林振興事務所

製材直後のヒノキ板材（幅125mm、厚さ32mm、長さ80cm）20枚を両木口をエポキシ樹脂でシールして、乾球温度60～80℃、乾湿球温度差2～24℃で仕上がり含水率10%を目標に72時間熱気乾燥した。

2.2 ヒノキ板材の吸放湿試験

熱気乾燥後、プレーナで幅112mm、厚さ25mmに仕上げして、10枚は木表面と側面をウレタン塗装して、10枚は無塗装で試験材とした。吸放湿試験は、温度25℃一定で相対湿度85%（平衡含水率17.5%）に356時間、相対湿度60%（平衡含水率10.5%）に144時間、相対湿度45%（平衡含水率8.0%）に384時間それぞれ置いて、一定時間経過後に重量、幅と厚さの寸法を測定した。なお、経過中の含水率は試験終了時に求めた全乾法含水率から、また、寸法の変化率は試験開始時の寸法を基準にして算出した。

2.3 スギ板材の吸放湿試験

県内の製材工場で天然乾燥と人工乾燥により乾燥された、幅130mm、厚さ15mmと35mmで長さ2mのスギ板材8枚からそれぞれ材長80cmの材を2枚連続に採取して、幅

120mm、厚さ12mmと30mmにプレーナ仕上げし、一方は木表面と側面にウレタン塗装して、もう一方は無塗装で試験材とした。吸放湿試験は、温度30℃一定で、相対湿度86% (平衡含水率17.9%)の条件下に312時間、相対湿度34% (平衡含水率6.5%)に315.5時間置いて、2.2と同様な方法で重量と寸法を測定した。

3. 結果と考察

3.1 ヒノキ板材の熱気乾燥試験

試験材は辺材を多く含む板目材、大部分が心材の板目材、樹心を含む柾目材で、辺材を多く含む材の初期含水率は80%程度で高かったが、心材が大部分の材は30~40%であった。熱気乾燥経過の一例を図1 (図の辺心材は辺材と心材を含む材を、心材は心材が大部分の材、髄・柾は髄を含む柾目材を示す。また、数字は試験材番号を示す) に示すが、髄を含む材の乾燥速度が少し遅い傾向がみられるが、辺材と心材の割合や年輪幅の違いによる乾燥速度の大きな差はみられず、72時間の熱気乾燥による仕上がり含水率は10~12%であった。

乾燥後の収縮率の結果を表1に示す。収縮率は木取りにより異なり、板目材の幅方向は3.78%、厚さ方向は2.16%であった。一方、髄を含む柾目材の幅方向の収縮率は1.56%、厚さ方向は2.71%であった。ヒノキの標準的な収縮率は、接線方向で3.5%、半径方向で1.5%であるが²⁾、本試験の試験材は平均年輪幅が2mm程度と狭い

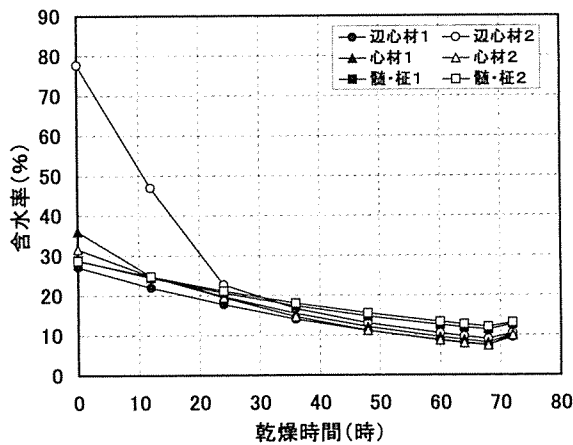


図1 ヒノキ材の熱気乾燥経過

表1 ヒノキ材の収縮率 (%)

木取り	生含水率	乾燥後含水率	幅収縮率	厚さ収縮率
板目材	34.9	10.6	3.78	2.16
柾目材	27.7	12.3	1.56	2.70

ことや含水率が10%と低いために標準的な収縮率よりも大きくなったと考えられる。

3.2 ヒノキ板材の吸放湿試験

3.2.1 含水率の変化

ヒノキ板材の相対湿度の変化に伴う含水率の変化を図2 (ウレタン塗装材) と図3 (無塗装材) に示す。開始時のウレタン塗装材の平均含水率は10.8%、無塗装材は11.0%であった。相対湿度85%条件下に設置すると直後に含水率が大きく増加し、増加率は時間経過とともに漸次小さくなるが、356時間後にはウレタン塗装材の平均含水率は14.8%に、無塗装材は14.2%に上昇した。その後、相対湿度を60%に変化させ、144時間設置し、さらに相対湿度を45%に変化させて384時間設置したが、ウレタン塗装材の平均含水率は9.5%に、無塗装材は9.6%に低下した。放湿条件に設置した場合も条件の変化直後に含水率の減少率は大きくなった。吸湿、放湿条件とも条件を変化させた直後に含水率の変化量が大きくなるが、これは表層部分が吸湿、放湿して、その部分が飽和状態になった後に内部が変化するためと考えられる。以

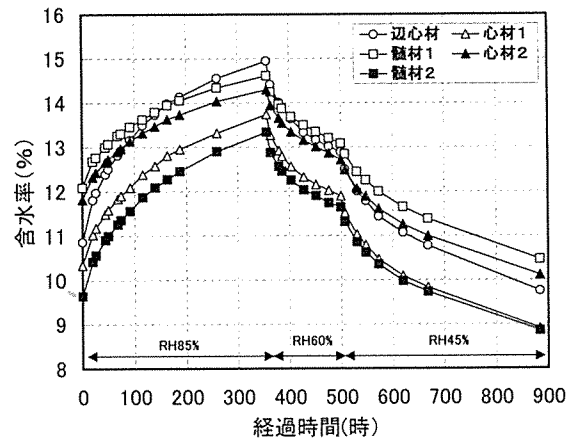


図2 ヒノキウレタン塗装材の含水率変化

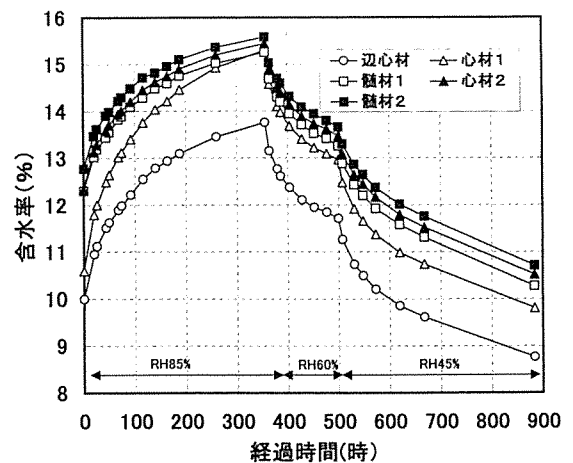


図3 ヒノキ無塗装材の含水率変化

上のように吸湿と放湿の条件に設置したとき、吸湿条件では無塗装材の含水率の増加量が少し大きかったが、脱湿条件では含水率の減少量に塗装の有無による大きな差は認められなかった。

3.2.2 寸法の変化

塗装の有無による木取り別の幅と厚さの寸法の変化率を図4(ウレタン塗装材)、図5(無塗装材)に示す。356時間までは相対湿度85%に設置しているために含水率が増加して寸法は大きくなるが、変化率は木取りにより異なった。すなわち、ウレタン塗装材、無塗装材ともに柎目材の厚さ方向の変化率が一番大きくなり、幅方向の変化率が一番小さくなったが、塗装の有無による差については含水率の変化と同様に大きな差は認められなかった。以上のようにヒノキ板材の寸法の変化については、人工乾燥により仕上がり含水率を10~12%程度に乾燥しても板目材と髓を含む柎目材では寸法変化率が異なった。したがって、施工する場合には板目材と柎目材の配置を考慮することが必要と考えられる。

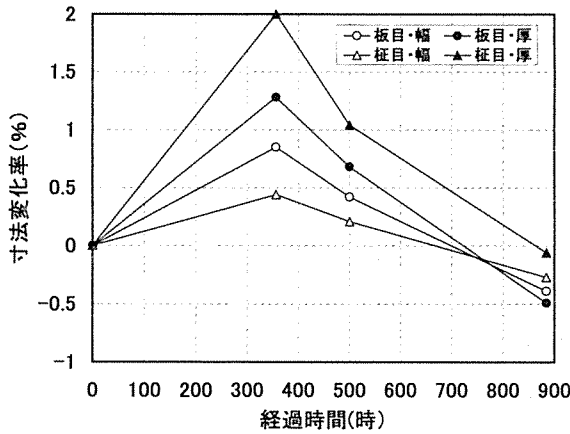


図4 ヒノキウレタン塗装材の寸法変化

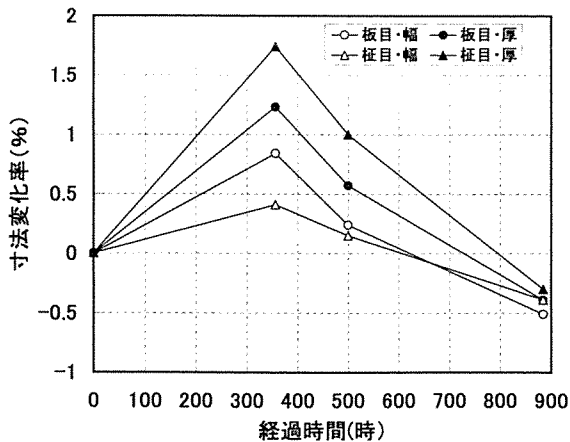


図5 ヒノキ無塗装材の寸法変化

3.3 スギ板材の吸放湿試験

3.3.1 含水率の変化

スギ板材の相対湿度の変化に伴う乾燥方法、塗装の有無別の含水率の変化を図6(12mm材)と図7(30mm材)に示す。開始時の12mm材の平均含水率は天然乾燥材が15.7%、人工乾燥材が12.6%で、30mm材は天然乾燥材17.5%、人工乾燥材11.5%であった。

吸湿条件に設置したとき12mm材、30mm材ともに人工乾燥材の方が開始時の含水率が低かったために、含水率の増加量は天然乾燥材にくらべて多くなり、312時間後には12mm材の人工乾燥材の含水率は約17%に、天然乾燥材は約18%になり、30mm材では開始時の含水率が人工乾燥材と天然乾燥材で異なっていたために、人工乾燥材は約14%に、天然乾燥材は約19%になった。しかし、人工乾燥材、天然乾燥材とも塗装の有無による乾燥経過の違いは見られなかった。また、厚さによる違いについて開始時の含水率が同様であった人工乾燥材で比較すると、12mm材と30mm材の吸湿による含水率の増加量は異なった。これは、12mm材では厚さが薄いために312時間

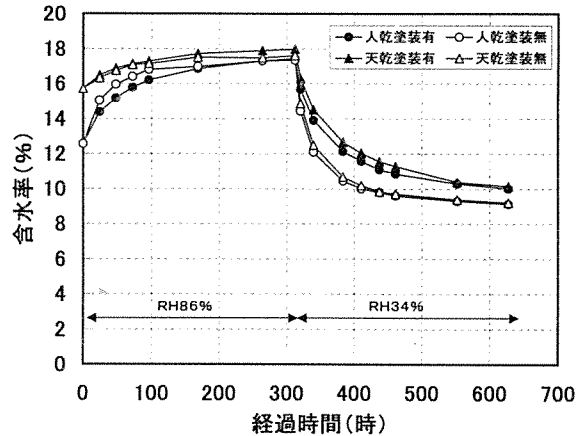


図6 スギ12mm材の含水率変化

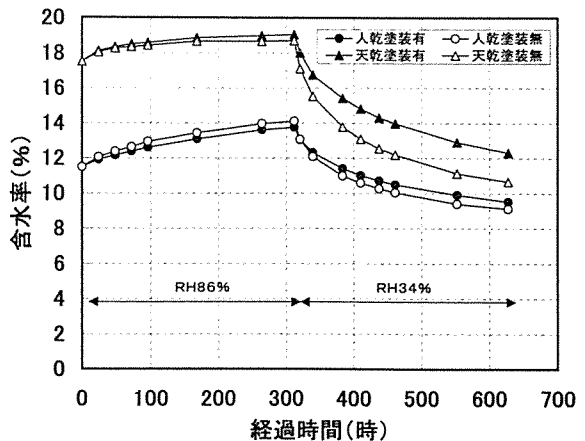


図7 スギ30mm材の含水率変化

表2 スギ材の寸法変化率 (%)

厚さ	乾燥法	塗装の有無	吸湿終了時		放湿終了時	
			幅	厚さ	幅	厚さ
12mm材	人工	有り	1.21	0.86	-0.60	-0.42
	乾燥材	無し	1.15	0.71	-0.77	-0.30
	天然	有り	0.60	0.31	-1.31	-0.68
	乾燥材	無し	0.52	0.84	-1.50	-0.56
30mm材	人工	有り	0.54	0.58	-0.39	-0.56
	乾燥材	無し	0.60	0.44	-0.49	-0.59
	天然	有り	0.35	0.21	-1.10	-1.06
	乾燥材	無し	0.37	0.08	-1.42	-0.88

で材内部まで吸湿したが、30mm材では表層部分が吸湿し、材全体が外周条件の平衡含水率になるには長期の時間が必要になるためと考えられる。

吸湿条件では塗装の有無による含水率の増加量に差は認められなかったが、12mm材では無塗装材は塗装材にくらべて含水率の減少量は大きくなった。また、30mm材の吸湿終了時の含水率は、人工乾燥材が約14%、天然乾燥材が約19%に上昇し、人工乾燥材では塗装の有無による違いは見られなかったが、天然乾燥材では無塗装材の含水率の減少量が大きくなった。

3.3.2 寸法の変化

乾燥法、厚さならびに塗装の有無別による吸湿条件と放湿条件に設置したときの幅と厚さの変化率の結果を表2に示す。吸湿条件に設置すると含水率が増加して膨潤するために幅と厚さは大きくなる。12mm材の人工乾燥材では塗装の有無による差はなく、幅が1.15~1.21%、厚さが0.71~0.86%、それぞれ増大した。天然乾燥材でも塗装の有無による差はなく、幅が0.52~0.60%、厚さが0.31~0.84%、それぞれ増大した。人工乾燥材の寸法変化率が大きくなったが、これは含水率の増加量が人工乾燥材が多かったためである。30mm材でも人工乾燥材、天然乾燥材ともに塗装の有無による差はなく、人工乾燥材では幅が0.54~0.60%、厚さが0.44~0.58%、天然乾燥材では幅が0.35~0.37%、厚さが0.08~0.21%、それぞれ増大した。12mm材の寸法変化率が30mm材にくらべて大きくなったが、寸法変化率は含水率の増加量に比例するためである。なお、幅と厚さの変化率が12mm材ではいわゆる接線方向と半径方向の膨潤率と同様な変化を示したが、30mm材ではその傾向が顕著に表れなかった。これは30mm材では厚さが厚いために吸湿水分による断面の水分分布の変化が厚さにより異なるためと考えられる。

放湿条件に設置すると含水率が減少して収縮するため

寸法は小さくなる。吸湿条件と同様に12mm材、30mm材ともに塗装の有無に差はなかったが、厚さや乾燥法により寸法変化率が異なった。すなわち、12mm材では人工乾燥材、天然乾燥材ともに放湿開始時の含水率17~18%が放湿によりそれぞれ9~10%と同様な含水率に低下したが、人工乾燥材では幅が0.60~0.77%、厚さが0.30~0.42%、それぞれ小さくなったのに対して、天然乾燥材では幅が1.31~1.50%、厚さが0.56~0.68%、それぞれ小さくなった。含水率の減少量は人工乾燥材と天然乾燥材の含水率の減少量は同様であったが、寸法変化率は人工乾燥材の方が小さくなった。一般に人工乾燥により、一旦低い含水率まで乾燥すると、吸放湿による含水率変化は小さくなり、それに伴って寸法変化も小さくなると言われているが、その効果によるものと考えられる。

一方、30mm材では人工乾燥材と天然乾燥材の吸湿終了時の含水率が異なっていたために、12mm材のような乾燥法や塗装の有無による顕著な違いは認められなかった。吸湿終了時の含水率約14%の人工乾燥材では、塗装の有無による変化率の差はなく、幅が0.39~0.49%、厚さが0.56~0.59%、それぞれ小さくなった。また、含水率約19%の天然乾燥材では、幅が1.10~1.42%、厚さが0.88~1.06%、それぞれ小さくなった。

以上のようにスギ板材の相対湿度の変化に伴う含水率と寸法の変化について検討したが、乾燥法や厚さならびに塗装の有無により含水率の増減量が異なり、それに伴う寸法変化率も異なった。本試験では相対湿度85%と45%の条件で行ったが、実際の住宅内での変化についてはこれらの条件が長期間継続すること現実には少ないと考えられる。しかし、相対湿度45%の条件は冬季の暖房時期に相当し、室内環境の平衡含水率は10%以下になると考えられる。したがって、寸法変化については放湿による寸法変化に留意することが重要と考えられる。また、一般に天然乾燥による仕上がり含水率は15%程度が限度

と考えられるが、12mm材の人工乾燥材と天然乾燥材の結果で示したように、より高い寸法安定性が求められる場合には、人工乾燥により適切な仕上がり含水率にすることが重要と考えられた。

引用文献

- 1) 林業試験場監修：“木材工業ハンドブック”.丸善株式会社, 1982, 108-111.
- 2) 寺沢 真,筒本卓造：“2.3樹種別の収縮率”.木材の人工乾燥.東京,(社)日本木材加工技術協会, 1988, 18-20

(2002年12月6日受理)