

## スギ正角材の収縮および割れ挙動

小倉 光 貴

**要旨：**建築用材としてのスギ製材品（正角材）の含水率、寸法変化を追跡し、割れ挙動との関係から適正な水分管理の基準を作成することを目的として行った。試験では、スギ正角材を2グループに分け、それぞれ天然乾燥と人工乾燥によって含水率を概ね20%まで調湿し、その後24カ月間にわたって含水率、断面寸法の変化、材面割れの挙動について測定した。その結果、試験体重量、収縮率、含水率等の変化はいずれも試験開始後1~3カ月間に顕著に現れ、それ以後はほぼ収束するか、小幅な変動にとどまり、天然乾燥材と人工乾燥材との間の差異も認められなかった。

### I はじめに

建築用材の水分変化に伴う材の寸法変化や割れは、美観を損ねるだけに留まらず、内装材の変形や破損などの原因となる。このため、木材の乾燥による寸法安定化が求められ、様々な乾燥法が検討、導入されているところである。

本課題は、建築用材としてのスギ製材品の水分管理の基準を作成することを目的に、関西地区林業試験研究連絡協議会木材部会の共同研究として、1992年3月より着手した。

### II 試験方法

#### 1 供試材

供試材は県内の木材市場で購入した、2番玉を中心としたスギ素材を、製材工場において10.5cm角に製材したもの10本を用いた。

#### 2 予備乾燥試験

本課題は、生材に背割を施した後、含水率25%以下に調湿するまでの予備乾燥試験と、その後、供試材の含水率、寸法、材面割れの挙動を追跡する本試験とに分けられる。全体のフローを図1に示す。

予備乾燥試験では、供試材10本の各1材面に背割を施し、これを5本ずつ2グループに分けた。一方は屋内において棧積みして天然乾燥させた。(以下「天然乾燥材」という) もう一方は除湿式乾燥機により延べ11日間(間欠運転、乾球示度

45℃、湿球示度42→35℃)人工乾燥した。(以下「人工乾燥材」という)

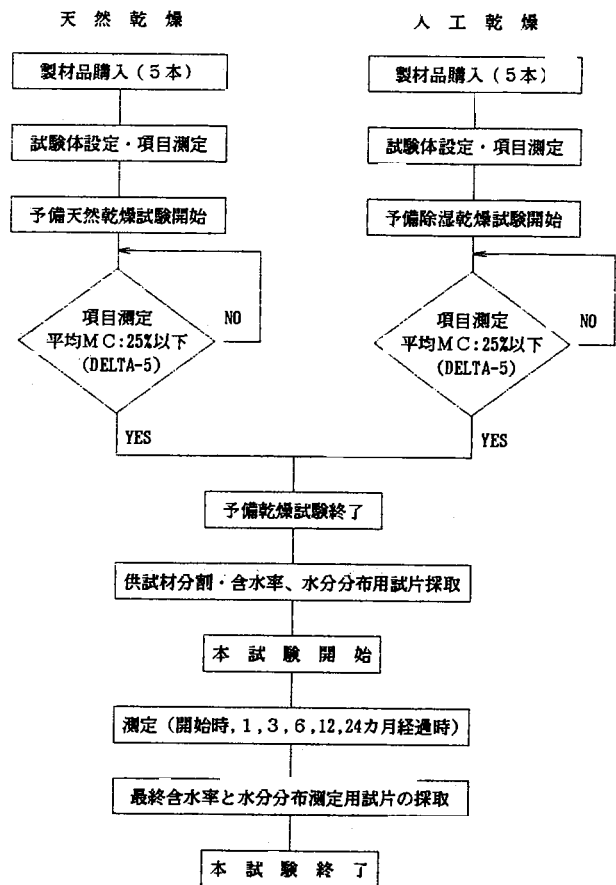


図1 試験概要の流れ

なお、予備乾燥試験開始時点で、各供試材の重量および図2に示す各点における材幅と含水率を測定した。(材幅は4材面すべてについてミットヨ製デジタルノギスにより小数点以下第2位まで、

含水率は背割面を除く3材面について DELTA-5 を用いて測定した。以下同様)

### 3 本試験

本試験では各供試材の重量を測定した後、I～VIの6個の試験体に分割し、同時に各試験体の中から図2の①～⑤に示すとおり、厚さ3cm程度の試験片を採取し、これを図3に示すように分割した後、絶乾法により含水率を測定して水分傾斜

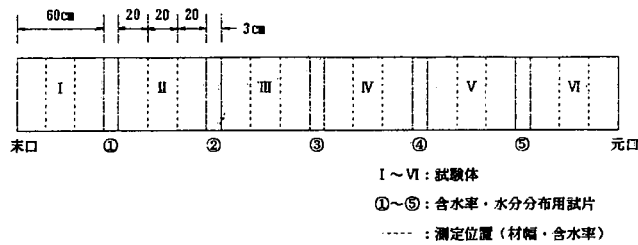


図2 試験体の設定

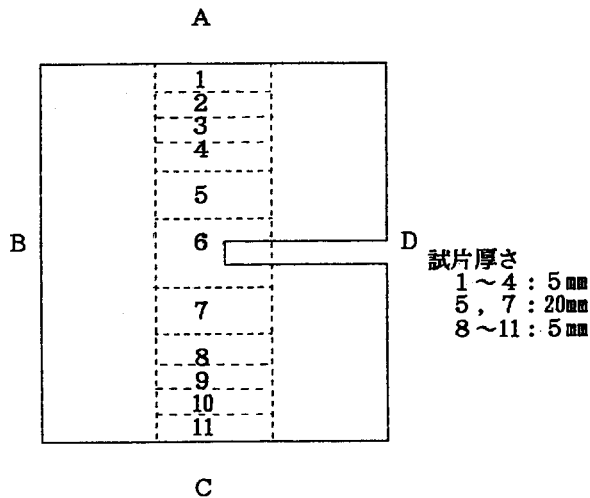


図3 含水率・水分分布用試片

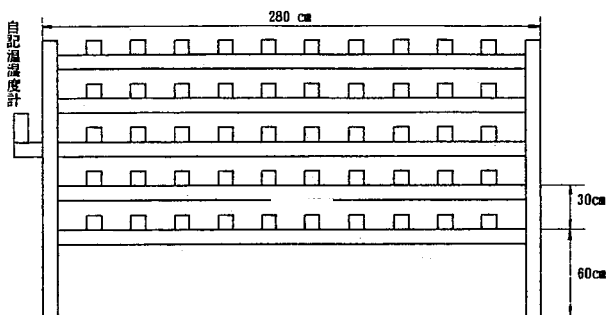


図4 保管用棚概略

を求めた。

分割した試験体は図4に示すような棚に並べて保管し、開始時、1カ月後、3カ月後、6カ月後、12カ月後、24カ月後に重量、材幅、含水率、材面割れの本数および最大長さを測定した。これと併行して、自記温湿度計(1週間巻)により気温、相対湿度を継続的に測定し、午前9時の値を標準値として、これより平衡含水率を求めた。

なお、1~24カ月経過時に、各供試材のロットから1試験体ずつを材幅等測定位置で分割し、厚さ約3cmの試片を採取し、図3に示すように分割した後、絶乾法により含水率を測定して水分傾斜を求めた。(1カ月後:試験体番号I、3カ月後:試験体番号II……24カ月後:試験体番号V)

## III 結果

### 1 試験環境

図5(1)および(2)は自記温湿度計による気温および湿度の変化の状況を示したものである。当地方では冬期間および梅雨期において湿度が高く、春期および夏期から秋期にかけて低くなる傾向にある。また、図5(3)は気温および湿度から求めた平衡含水率の変化の状況であるが、湿度の変化と極めて近似している。

期間を通じての平均気温および湿度はそれぞれ12.5℃、77.0%、平衡含水率の平均は15.8%であった。

### 2 予備乾燥試験

#### (1) 供試材重量

乾燥前と乾燥後における供試材重量の減少率は

表1 予備乾燥試験中の材面収縮率および含水率変化

区分		材面				乾燥前 含水率	乾燥後 含水率
		A	B	C	D		
天然 乾燥材	S-1	0.58%	0.53%	0.53%	-1.09%	34.2%	20.7%
	S-2	0.95	0.89	0.91	-1.13	34.2	17.2
	S-3	0.55	0.44	0.56	-0.66	34.6	15.9
	S-4	0.61	0.51	0.49	-1.15	29.2	18.9
	S-5	0.65	0.89	0.70	-1.02	23.1	14.5
	AVG.	0.67	0.65	0.64	-1.01	31.1	17.4
人工 乾燥材	S-6	0.88%	0.70%	0.94%	-0.95%	35.1%	18.2%
	S-7	0.57	0.28	0.48	-0.95	80.8	33.4
	S-8	1.04	0.76	0.85	-0.86	58.2	17.0
	S-9	0.42	0.40	0.43	-1.10	52.2	27.4
	S-10	1.17	1.07	1.25	-0.78	46.0	19.4
	AVG.	0.82	0.64	0.79	-0.93	54.5	23.1

天然乾燥材で12.9~5.7/8.0%、人工乾燥材で27.0~7.2/18.0%であった。

(2) 材面寸法

予備乾燥試験中の材面の収縮率は表1に示すとおりであり、すべての供試材で背割を施したD面では背割が開くことによって材幅が拡大し、他の3材面ではいずれも収縮がみられた。

(3) 含水率 (DELTA-5による)

予備乾燥試験中の含水率は、天然乾燥材平均で31.1%から17.4%へ、人工乾燥材平均で54.5%から23.1%へそれぞれ低下した。なお、人工乾燥材のうち2体については、乾燥後も所定含水率25%を上回っていた。

3 本試験

(1) 試験体重量

試験体のうち、24カ月後まで計測した各ロットのV、VIの2体、すなわち天然乾燥材、人工乾燥材各10体について、重量減少の過程を図6(1)、(2)に示す。いずれの場合も当初の3カ月間に目立った減少がみられたが、その後の減少量はごく僅かである。期間を通じての減少率は天然乾燥材10体の平均で1.7%、人工乾燥材10体の平均で3.5%であった。

(2) 収縮率

3(1)と同様に24カ月後まで計測した、天然乾燥材、人工乾燥材各10体の平均より求めた収縮率の変化を、図7(1)、(2)に示す。いずれの場合もA、B、Cの3材面の過程は極めて近似しており、当初の3カ月間に収縮が進んだ後は緩慢な変化となっている。これに対して背割を施したD面の変化は特徴的で、天然乾燥材の場合は1カ月後に一旦収縮した後は逆に拡張しており、終了時点では本試験開始時点より大きくなっている。また、人工乾燥材についても、当初1カ月間はA~C面と同様に収縮しているが、6~12カ月経過時に一旦拡張し、その後は緩慢な変化になっている。

(3) 含水率

3(1)と同様に24カ月後まで計測した、天然乾燥材、人工乾燥材各10体の平均より求めた含水率の変化を、図8(1)、(2)に示す。いずれの場合も全般として低下しているが、湿度の変化に対応して増減を繰り返している。なお、材面による差

異は認められなかった。

また、材の横断面における水分傾斜の状況を図9(1)、(2)に示す。本試験開始時点での含水率がほぼ20%程度と低く、背割も施されていたため、材内部の水分傾斜はかなり均一化されており、このことは、経時と共に含水率が低下しても同様であった。なお、含水率の低下は期間を通じて平均

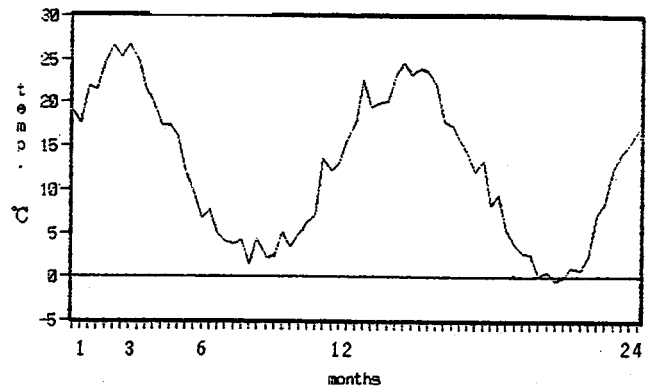


図5(1) 気温変化

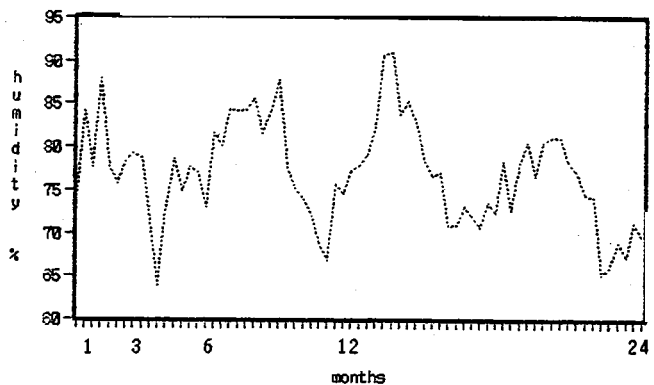


図5(2) 湿度変化

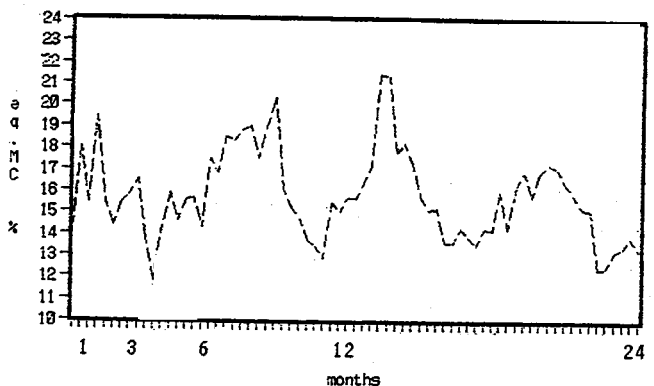


図5(3) 平衡含水率変化

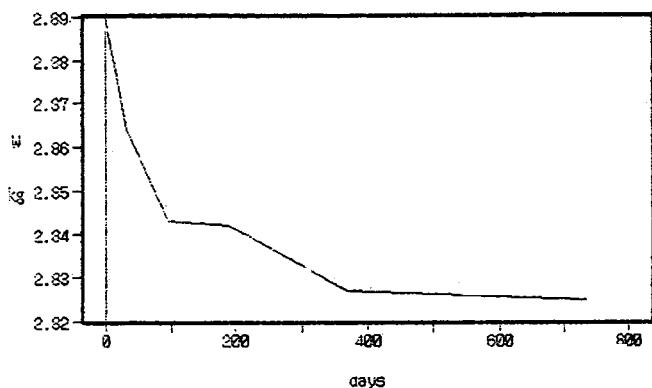


図 6 (1) 試験体重量変化 (天然乾燥材)

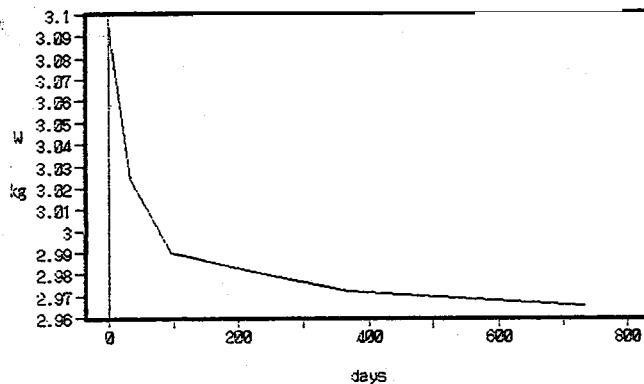


図 6 (1) 試験体重量変化 (人工乾燥材)

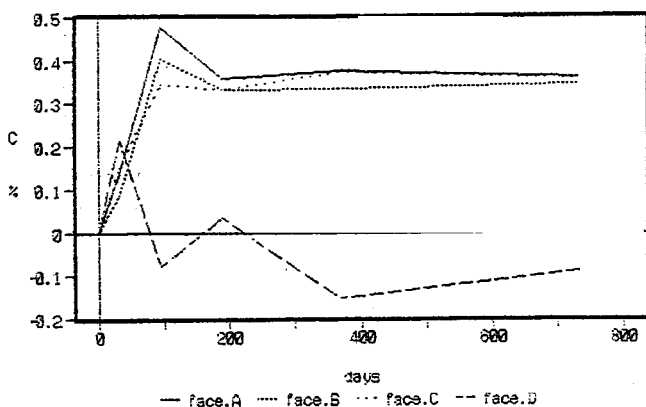


図 7 (1) 収 縮 率 (天然乾燥材)

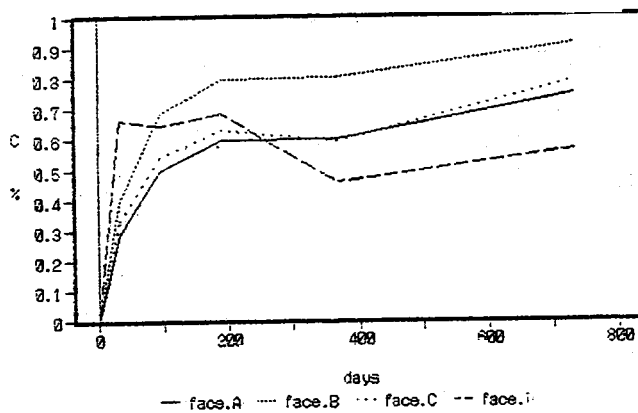


図 7 (2) 収 縮 率 (人工乾燥材)

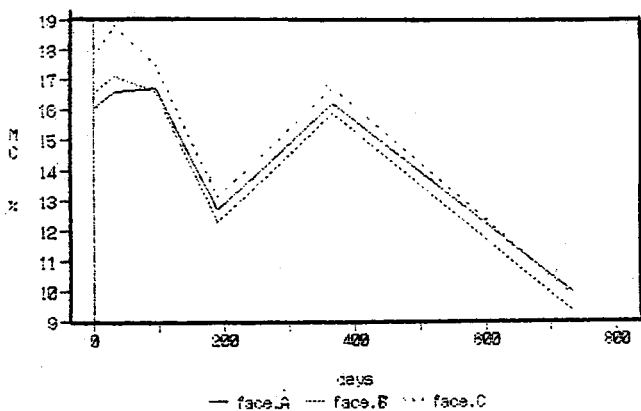


図 8 (1) 含 水 率 (天然乾燥材)

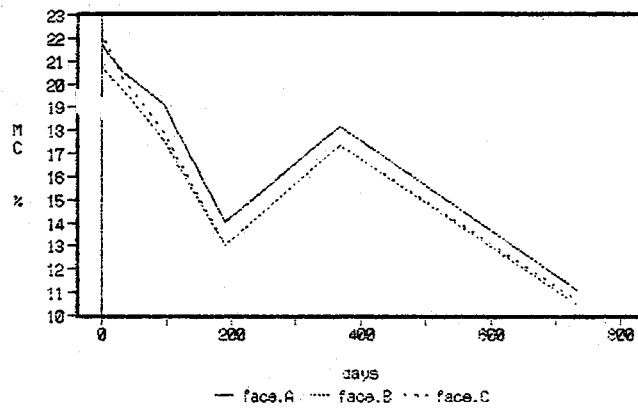


図 8 (2) 含 水 率 (人工乾燥材)

表 2 乾燥に伴う材面割れの挙動

材 面	当初1ヵ月間に割れの発生したサンプル (n=30) 発生した割れの本数					計測期間中に割れの発生したサンプル (n=30) 計測終了時の割れの本数					計測期間中に割れの増加したサンプル (n=25) 計測期間中に割れの伸長したサンプル (n=25)				
	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total	A	B	C	D	total
天然乾燥材	14	5	8	9	36	17	8	14	14	53	7	6	8	8	29
	21	7	11	9	48	32	15	19	20	86	3	0	1	2	6
人工乾燥材	6	4	4	3	17	6	5	5	3	19	0	3	3	0	6
	9	6	6	5	26	9	10	9	5	33	0	2	0	2	4

3%程度であった。

#### (4) 材面割れ

材面に発生した乾燥に伴う割れの本数は表2に示すとおりである。

当初1カ月間に割れが発生したサンプルは、材面数(30個体×4面=120面)に対して天然乾燥材で30%、人工乾燥材で14%であった。計測終了時点(サンプルによって1~24カ月後)ではそれぞれ44%、16%に増加した。したがって、その間に割れが増加したサンプルは材面数に対して天然乾燥材29%、人工乾燥材6%であった。また、最長割れ長さが伸張したサンプルは、それぞれ6%、4%であった。このように割れの挙動に関しては天然乾燥材と人工乾燥材とでかなり明確な差異が認められた。

### IV 考 察

乾燥後、含水率20~25%で大気中に放置した場合の材の収縮および材面割れの挙動について、約2年間にわたって調査した結果、以下のような知見を得た。

① D25(含水率25%水準)程度までの乾燥については、歩留まりや格付けに関しては天然乾燥、人工乾燥いずれの方法でも大差はなかった。予備乾燥試験段階での収縮率について、天然乾燥と人工乾燥との間の有意差の有無について、背割面との位置関係毎に検定(危険率5%)を行った結果、いずれの場合も差は認められなかった。

② 重量変化および背割面を除く材面収縮については当初の3カ月間で、また、含水率については6カ月間ではほぼ平衡状態に至っている。このことより、乾燥操作によってJAS規格のD20ないしD25に格付けされた正角材でも、3~6カ月間は寸法の変化や変形が考えられる。

③ 背割材の場合は材断面の内部まで乾燥が促進される半面、平衡含水率に達した後も湿度の変化に伴う含水率の変動に対応して背割幅が増減していることが認められ、使用部位によっては注意が必要である。

④ 材面割れは大部分が当初の1カ月間に発生しており、それ以後に発生、伸張することは少なかった。材面収縮の収束と共に割れの発生も収束したと考えられる。

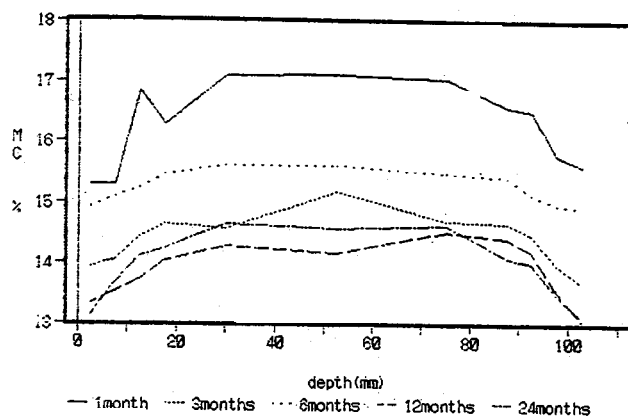


図9(1) 水分傾斜(天然乾燥材)

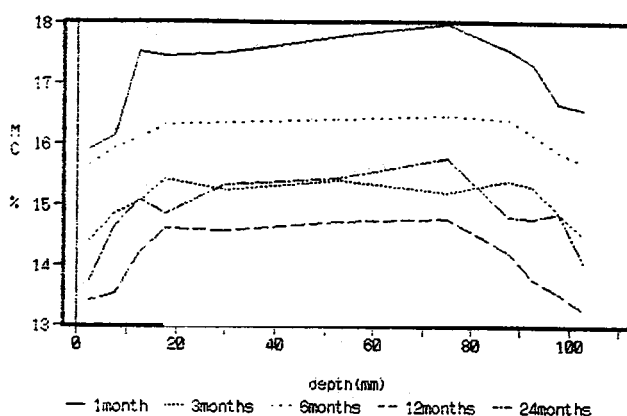


図9(2) 水分傾斜(人工乾燥材)

⑤ 生材時から計測終了時までの収縮率は、非背割面3材面の平均で、天然乾燥材が1.01%、人工乾燥材が1.57%であった。当センターにおいて過去に乾燥試験に供したスギ正角材のうち、乾燥後含水率が20%以下であった30体について、その材幅の収縮率を求めたところ平均1.39%であり、これと比較して、概ね妥当な値であると考えられる。

天然乾燥材の収縮率が比較的小さかったことは、乾燥による材の収縮が含水率50%位から始まることから、初期含水率が平均31%と低かったことによると考えられる。

### 文 献

- (1) 養賢堂「応用統計ハンドブック」奥野忠一ほか 1978 P.47~59
- (2) 養賢堂「木材工学」中戸莞二ほか 1985 P.62~69
- (3) 海青社「木材乾燥のすべて」寺澤 真 1994 P.434~446, 557~575