

カラマツ材の人工乾燥による ヤニ滲出防止(第3報)

- 適正条件の追試 -

大山 幸夫 米田 昌世
千葉 宗昭 奈良 直哉
菅野 新六 橋本 博和

1. まえがき

前報¹⁾では、SH処理法における適正条件について報告したが、本号では、適正条件に対する追試験及びこれらの試験における供試木の個体差並びに実大材に対する脱脂効果と損傷などについて報告する。

2. 試験方法

供試木は前号の第1表に示したニホンカラマツ及びダフリカカラマツである。これらの供試木から第1表に示す小幅板及び正角を採材し、それぞれ追試験と実用試験の供試材とした。

追試験(材長30cm)では、適正条件の試験において有意であった因子と水準を選定して3条件を設定し、第2表に示す道産材について1条件当り26枚配分し、更にこれと同時にを行った実用試験では適正試験条件のうち有効であると考えられる条件を設定し、第3表に示すように小幅板は8条件、正角は1条件として実大材(材長1.3~3.65m)を1条件当り道産材は26

枚(本)、北洋材は7~12枚配分した。

乾燥試験装置は前号と同じ装置であり、実用試験の場合には常法により平面圧縮乾燥²⁾を行い、含水率経過、狂い及び割れも測定した。

乾燥後の供試材のうち追試験の分は前号と同様に木取り、また実用試験の供試材は第1表の木取り図に示すように、小幅板は両面をそれぞれ約2mm鉋削し、正角は中心層と中間層から挽き割って、それぞれの材面を1~2mm鉋削した。これらの鉋削材は前号と同様に熱風暴露した。なお、実用試験の条件7と8は材長70cmに切断して日光暴露試験を併用した。

ヤニ滲出度の評価法は従来と同様である。

3. 試験結果と考察

3.1 追試験による脱脂効果

前号の適正試験によって最も有効と考えられる3条件を設定し、道産材の小幅板について追試験を行った結果、脱脂乾燥スケジュールと1条件当り26枚のう

第1表 供試材の寸法と枚(木)数

試験	樹種	条件 No.	蒸 煮 ・ 乾 燥		熱 風 暴 露		木 取 り 図
			寸 法 (cm)	枚 (本)	寸 法 (cm)	枚 (本)	
追 試	ニホン	1	2.7 × 10.5 × 30	26	2.0 × 10.2 × 30	26	
		2~3	〃	52	1(0.4) × 10.2 × 30	104	
実 用	ニホン	1~6	2.7 × 10.5 × 365	94	2.0 × 10.2 × 365	94	
		7~8	〃 × 210	52	〃 × 70	52	
		1~6	〃 × 130	61	〃 × 130	61	
		9	10.5 × 10.5 × 210	26	5.1(2.2) × 10.2 × 70	52	
	ダフリカ	1~6	2.7 × 10.5 × 365	50	2.0 × 10.2 × 365	94	
		7~8	〃 × 210	14	〃 × 70	14	
		1~6	〃 × 160	12	〃 × 160	12	
		9	10.5 × 10.5 × 210	7	5.1(2.2) × 10.2 × 70	14	

注) 熱風暴露による寸法はおおよその数値

ち、初期含水率の高い11枚の含水率経過について第1図、また平均ヤニ染出度と完全脱脂率を第4表に示した。

先ず、第1図に示した脱脂乾燥スケジュールのうち条件Aは、100 蒸煮2時間、120・20 差・2時間を2回繰り返したのち、120・20 差により初期含水率約40%から約8% (平均6.3%) まで12時間で仕上げた。次に条件Bは、条件Aと同様に蒸煮乾燥を行ったのち、含水率が約15%に達した時点から乾球温度を上昇させ、最高140・40 差により11時間で約5% (平均4.5%) に仕上げた。また条件Cは条件Bの蒸煮乾燥経費を節減するため、繰り返し回数を1回とし8時間で約7% (平均5.9%) に仕上げた。

この3条件による完全脱脂率を第4表でみると、条件A(仕上げ温度120)の木表では50%と適正条件試験(仕上げ温度120)の最高65%よりも若干低い値を示したが、これは供試材の個体差による影響と考えられる。この条件Aに対して条件

第2表 適正条件に対する追試験

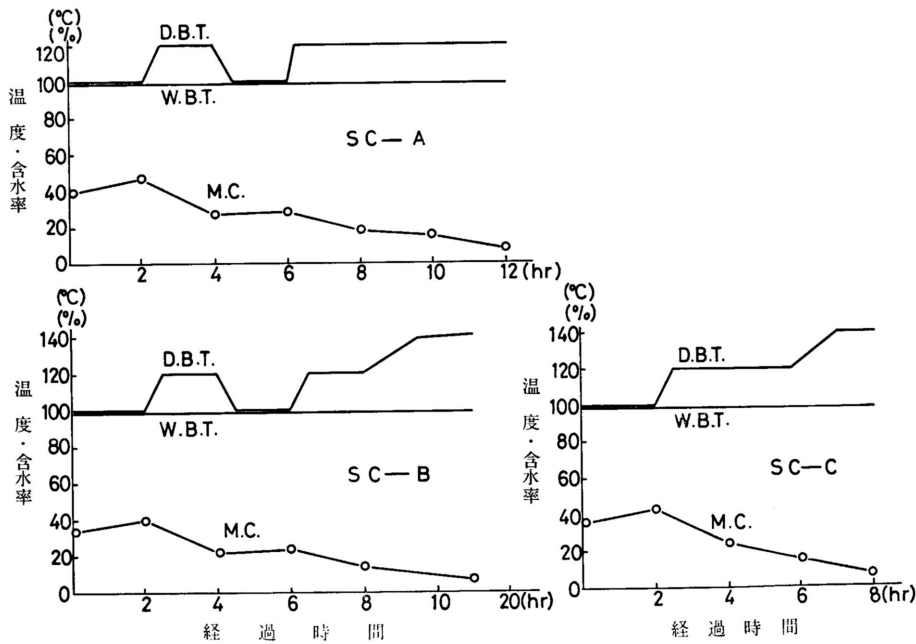
条件 No.	初期含水率 (%)	蒸 煮		乾 燥		繰返し回数	仕上げ温度 (°C)	送 風 (蒸・乾)	乾燥時間 (hr)	仕上がり含水率 (%)
		t(°C)	(hr)	t(°C)	(hr)					
A	33.4	100	2	120	2	2	120	FF	12	6.3
B	32.2	100	2	120	2	2	140	FF	11	4.5
C	31.7	100	2	120	2	1	140	FF	8	5.9

注) 供試材(2.7×10.5×30cm)、通産カラマツ26枚/条件
含水率は1条件当り26枚の平均値

第3表 実用試験による蒸煮乾燥条件

材種	条件 No.	蒸 煮 (hr)	乾 燥			繰返し回数	仕上げ乾燥			調湿 (hr)	乾燥時間 (hr)
			t(°C)	Δt(°C)	(hr)		t(°C)	Δt(°C)	(hr)		
板	1	2	100	25	2	2	100	30~50	20	2	30
	2	2	120	30~40	2	2	120	40	4	2	14
	3	2	120	25~30	2	2	120~150	30~60	4	0	12
	4	2	100	5~10	2	8	100	10~20	2	0	34
	5	1	120	40	1	12	—	—	0	0	12
	6	16	100~120	10~25	24	1	—	—	0	0	40
	7	2	120	25~30	2	2	120~130	25~35	6	2	16
	8	2	100~120	15~25	2	8	—	—	0	0	32
正角	9	2	100	3~20	2	2	—	—	0	8	224
			100	5~20	16	1	—	—	0	8	224

注) 供試材: 板2.7×10.5×365cm1条件当り道産15~16枚, 北洋8~9枚。(条件7, 8は材長210cm, 26枚/条件)
正角10.5×10.5×210cm) 1条件当り道産26本, 北洋7本。
蒸煮, 調湿: 100, °0 差, 蒸煮時は条件1を除き自然循環。



第1図 追試験における含水率経過(供試材 2.7×10.5×30cm)

第4表 追試験による脱脂効果

条件 No.	ヤニ 滲 出 度				ヤニランク0 枚数比率 (%)			
	木表	中心	中間	木裏	木表	中心	中間	木裏
1	1.23			0.23	50			85
2	0.31	1.03	0.77	0.12	85	62	58	92
3	0.69	0.88	0.77	0.27	65	62	65	88

Bの木表では85%と向上し、この条件Bの繰り返し回数を1回にすると、条件AとBのほぼ中間の65%を示している。このことから条件Bの仕上げ温度(140)を約160に上昇すれば、全供試材の完全脱脂が可能と推測されるが、実用性・経済性を勘案すれば条件A又は条件Cの仕上げ温度を約160程度に上昇させた条件が適正と考えられる。なお、これらの脱脂乾燥による収縮率、歪量などの乾燥特性は、標準的な高温高湿スケジュールと同等若しくは蒸煮回数が多い場合はむしろ減少する傾向が認められた。

3.2 供試木の個体差による脱脂難易性

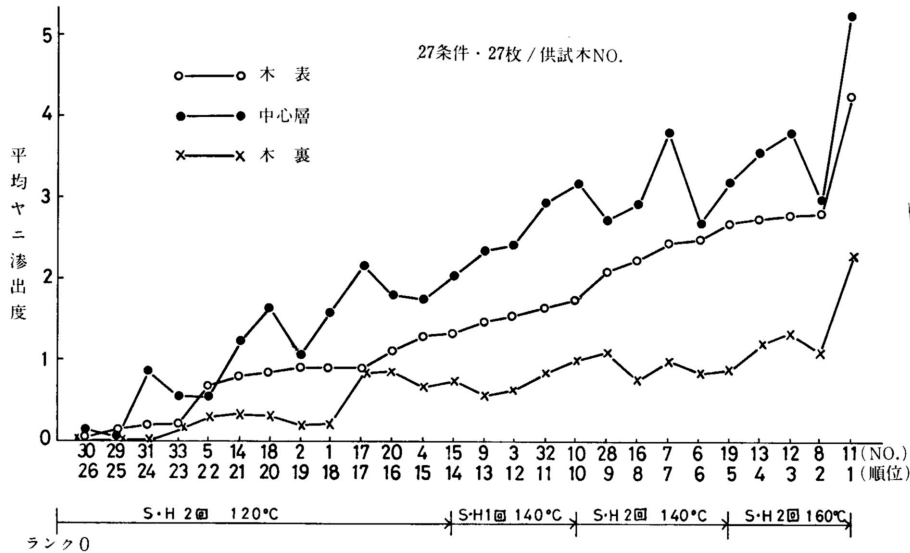
これまで論じてきたヤニ滲出度は、1条件当りに含まれる全供試材からの材の平均値であるが、ここでは道産材について前号で報告した適正試験27条件に供試した同一供試材からの材のヤニ滲出度を平均し、木表を基準として脱脂困難な材から順位を付けると第2図に示すような個体差を生じることが分かった。

これによると、木裏と中心層のヤニ滲出度は木表にほぼ比例し、供試材26本のうち最も脱脂し易い25位と26位では、27条件のうち最も緩和な条件(仕上げ温度60)でも全くヤニを滲出しないが、これと反対に最も脱脂困難な1位では、120の仕上げ温度でも3~4のヤニ滲出度を示した。

従って第2図の脱脂困難な順位から見て、1位から26位までの総ての供試材を完全脱脂するためには、蒸煮・乾燥を2回繰り返したのち160前後の高温で仕上げなければならぬから、かなりの高温高湿に耐える高性能な乾燥機が必要になるうえ乾燥経費も高騰することになる。これまでの試験結果では、6位から10位程度までは蒸煮乾燥2回・仕上げ温度140、11位~14位までは蒸煮乾燥1回・仕上げ温度140、15位以下は蒸煮乾燥1~2回・仕上げ温度120により殆んど完全脱脂できるから、出来れば予め製材の時点において脱脂難易性が判定できれば、その材に適応した脱脂乾燥によって経済性を高めることが出来る。

3.3 心材色、挽肌と脱脂性

そこで原木の脱脂難易性に適した脱脂乾燥の可能性を追求するため、小幅板の心材色と挽肌に対するヤニ滲出度を検討した結果、SH法においても既報³⁾と同様に、心材色の赤味が強く挽肌が滑らかな材は脱脂



第2図 供試木別滲平均ヤニ出度 (スケジュールによる効果)

し易く、その反対に赤味が少なく、挽肌が粗くて、ささくれ立っている材ほど脱脂し難い傾向が認められた。

従って、製材の時点において心材色と挽肌の両面から2-3グループに選別しておくことによって、その材に適応した脱脂乾燥が可能になるわけである。

3.4 実用試験

3.4.1 材長の部位別脱脂性

これまでの適正試験及び追試験では材長30cmの短尺材について検討したが、これと平行して材長1.3~3.65mの実大材について、適正試験に基づいて有効と思われる条件（小幅板8条件、正角1条件）を選定し試験した。なお、一部の条件について乾燥末期に高温処理を行い、蒸煮時における送風は条件1を除き自然循環とした。脱脂乾燥した実大材のうち、小幅板は3.65m（条件7, 8は70cm）、正角は材長70cmに切断して熱風暴露し、材長3.65mの小幅板は70cmに区切ってそれぞれヤニ渗出度を測定した結果を第5表に示した。

これによると、まず小幅板の条件別では、乾燥末期

に150 で仕上げた条件3が最も効果的であり、完全脱脂率は材長の各部分とも81~100%の高率を示した。このことは、適正試験による因子のうち仕上げ温度の影響が最も大きかったことを裏付けている。

次に小幅板の材長方向の影響についてみると、殆んどどの条件について元口側よりも末口側のヤニ滲出度が多くなっている。しかし、条件3のように脱脂効果の高い場合には殆んど材長による差がなくなる。このように材長によって脱脂効果が異なるのは、乾燥室の温湿度の変動による影響よりも樹幹部位による影響が大きいものと考えられる。このように実大材の場合、材長方向の変動があるうえ樹心からの距離も異なるので木表よりも木裏の方が脱脂困難な結果が得られることもあり、適正試験、追試験などの短尺材による試験結果と直接比較するのは難しいが、追試験による条件Aとほぼ同条件である実用試験の条件7では同程度の脱脂効果を示している。また条件9による正角の完全脱脂率は木表62%、木裏82%であり、同条件の小幅板の場合とほぼ同程度の脱脂効果を示しているので、材の厚さによる影響は小さいと考えられる。

3.4.2 脱脂乾燥による狂いと割れ

実用試験による条件のうち、小幅板の条件7と8及び条件9の正角を平面圧縮乾燥したときのねじれ、そり、曲り、幅そりなどの狂いを第6表並びに割れの本数、長さ、幅及び表面割れが全く認められない無欠点材率を第7表に示した。

まず、第6表の狂いでは道産材と北洋材の小幅板、正角ともねじれは乾燥前より増加しているが、その平均値は1度前後と小さく、また、そり、曲り、幅そりなどは乾燥前と同程度の値を示し、特に北洋材の正角の曲りは極めて小さく、これまでの試験結果²⁾と同様に圧縮乾燥による効果が顕著に現われている。

第5表 実用試験による材長部位別脱脂効果（ニホンカラマツ）

条 件 No.	材面	ヤニ 滲 出 度					ヤニ 滲 出 度 0 の 枚 数 (%)				
		1 (元口)	2	3	4	5 (末口)	1 (元口)	2	3	4	5 (末口)
1	木表	0.5	0.6	1.3	2.2	1.5	86	80	60	33	53
	木裏	0.7	0.6	0.5	0.9	0.8	60	73	80	66	60
2	木表	0.3	0.2	0.3	1.0	0.4	80	80	80	53	80
	木裏	0.7	0.5	0.7	1.1	0.7	73	80	66	40	66
3	木表	0.3	0.2	0.4	0.1	0.0	88	94	88	94	100
	木裏	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	81	94	88	94	88
4	木表	0.2	0.1	0.0	0.7	0.7	94	94	100	81	81
	木裏	0.1	0.1	0.1	0.7	0.8	94	94	88	75	63
5	木表	0.8	0.8	0.5	0.2	0.4	88	75	69	88	75
	木裏	0.4	0.1	0.3	0.1	0.1	75	88	81	88	88
6	木表	0.3	0.1	0.2	0.6	0.8	88	93	88	75	69
	木裏	0.4	0.5	0.5	0.7	0.7	88	81	81	69	81
7	木表	—	—	—	—	1.1	—	—	—	—	59
	木裏	—	—	—	—	0.6	—	—	—	—	72
8	木表	—	—	—	—	1.6	—	—	—	—	50
	木裏	—	—	—	—	1.1	—	—	—	—	66
天 乾	木表	—	—	—	—	8.5	—	—	—	—	0
	木裏	—	—	—	—	7.9	—	—	—	—	0
(正 角)	木表	—	—	—	—	1.2	—	—	—	—	62
	中心	—	—	—	—	1.7	—	—	—	—	54
	木裏	—	—	—	—	0.7	—	—	—	—	81

第6表 実用試験による狂り(平均値)

条件 No.	樹種	ねじれ(度)		そり(mm)		曲り(mm)		巾そり(mm)	
		前	後	前	後	前	後	前	後
7	ニホンダフリカ	0.2	1.1	2.6	2.3	1.9	2.2	0.14	0.58
		0.5	0.9	3.7	2.8	1.3	1.6	0.07	0.41
8	ニホンダフリカ	0.2	1.0	3.5	2.7	3.0	2.7	—	0.50
		0.2	1.2	4.0	1.8	2.4	2.9	—	0.36
9 (正角)	ニホンダフリカ	0.3	1.1	—	—	1.4	3.4	—	—
		0.3	1.2	—	—	0.8	0.3	—	—

注) 前(乾燥前), 後(平面圧縮乾燥後)
材長2.1m

第7表 実用試験による割れ(平均値)

条件 No.	樹種	木口割れ(mm)			表面割れ(mm)			無欠点材率(%)
		本数	長さ	巾	本数	長さ	巾	
7	ニホンダフリカ	0.0	30	0.2	0.0	295	0.2	96
		0	0	0	0.3	180	0.1	86
8	ニホンダフリカ	0.1	152	1.1	0.3	166	1.4	85
		0	0	0	0.4	79	1.0	71
9 (正角)	ニホンダフリカ	0.3	114	0.1	2.9	142	0.4	93
		1.0	157	0.5	3.4	385	1.4	14

注) 割れ本数は材1枚(本)当り, 割れ長さとは巾は割れ1本当り(割れを発生した材についての数値)
無欠点材率とは, 裏面割れが全く認められない枚数比率。材長2.1m

一方, 割れの発生では, 小幅板(木取り込み)は, 道産材, 北洋材とも無欠点材率71~96%と極めて少ないが, 条件7よりも蒸煮・乾燥の繰り返し回数が多い条件8では, やや割れが増加する傾向にある。また, 正角の割れは小幅板よりもかなり多く発生したが, これは乾燥時に送風しなかったうえ関係湿度がやや低かったためと考えられる。

4. まとめ

以上の試験結果を総合すると, カラマツ材のヤニ滲出を乾燥工程において防止するためには, 乾燥初期の蒸煮は, 直接積材に生蒸気が噴射されるように既設の乾燥室内壁に蒸煮管を付設し, 道産材は100 蒸煮2時間と120・20 差による乾燥2時間を1~2回繰り返し, 乾燥末期は損傷, 変色などに対して安全領域に入った時点から出来るだけ高温(120~160) 高湿(湿球温度95~100)により圧縮乾燥し, 北洋材では道産材よりも脱脂は容易であるが, 材面に「滲み」が現われるので, 低含水率材を脱脂乾燥するか又は高含水率材の蒸煮温度を80 以下にし, 乾燥末期

に100~120 程度の高温高湿により圧縮乾燥すれば, 両材とも脱脂と同時に損傷と材変色を抑制できることが分かった。

なお, 乾燥末期における高温高湿乾燥では, 高温になるほど短時間(2~4時間程度)になるように温度上昇開始時の含水率から仕上り含水率までの乾燥時間を推定して, 材色の変化が目立たないうちに仕上げる必要がある。更に, 本試験による脱脂方法は, カラマツ以外のアカマツ, ヒノキなどの針葉樹材にはそのまま適用され, また針葉樹材のように高温乾燥できないアピトンなどの広葉樹材に対しては, 乾燥初期の蒸煮と末期の高温高湿乾燥を適用し, 乾燥工程ではそれぞれの樹種に適した標準的スケジュールによれば脱脂乾燥が可能であると考えられ, 一部の条件について予備的に確認している。

文 献

- 1) 大山幸夫ほか: カラマツ材の人工乾燥によるヤニ滲出防止(第2報-1)本誌1977. 8月号
- 2) 小野寺重男, 大山幸夫ほか: 新得産カラマツの材質と加工試験, カラマツ小径木の乾燥による損傷防止に関する研究, 林産試験場研究報告, 第64号, 1976
- 3) 種田健造ほか: カラマツ材のヤニ滲出防止法(第3報)本誌, 1977. 6月号

- 木材部 乾燥科 -
(原稿受理 昭52. 7. 19)