

人工乾燥コストが20%以上安くなる

管野 弘一

はじめに

わが国における木材の人工乾燥は、家具用材や集成材、特殊用材などの広葉樹材が中心で、建築構造材用の針葉樹では、生材または一部天然乾燥で使用されることが一般的でした。近年建築工法のプレハブ化、ツーバイフォー化、また住宅の高級化、高品質化が求められる一方、JAS改正などもあって、針葉樹構造材も乾燥材の使用が一般的になりつつあります。しかし、天然乾燥にしる、人工乾燥にしる乾燥に伴う経費が掛かり、製品のコストアップになります。乾燥して使用することが一般的で、比較的付加価値が高い広葉樹製品では乾燥経費を製品価格に上積みすることは容易でしたが、生材や天乾材使用だった構造用針葉樹では、人工乾燥による品質向上と製品価格が連動せず、メーカー側の乾燥材供給体制は進まない状況にありました。

人工乾燥は天然乾燥と異なって気象に関係なく、短期間に使用目的に応じた乾燥（含水率調節）ができる合理性がありますが、反面乾燥設備費用、エネルギー費用が乾燥コストを大きく左右します。このようなことから、人工乾燥コストの低減を図るため、各方面で省力、省エネなどの乾燥システムが研究されていますが、今回は林産試験場が開発した完全自動制御法（連続変化型）による乾燥システムを設置した場合の経済性について検討してみました。

人工乾燥の方式

現在、人工乾燥方式は蒸気式乾燥設備が77%と

圧倒的に多く、次いで除湿式が12%でこの二方式で全体のほぼ90%を占めています。

蒸気式乾燥ではボイラーを設置するので、設備費が高価になります。また、ボイラーマンも必要になり人件費も掛かりますが、蒸気式インターナル・ファン型（IF型）の乾燥装置の特長は、乾燥条件のコントロールが容易であることと、仕上がり含水率の均一化（イコーライジング）、乾燥応力の除去（コンディショニング）が容易であることなどです。除湿式乾燥は蒸気式に比べて設備費はそれほど掛かりませんが乾燥速度が遅く、また低含水率まで乾燥するのは困難であるなどの短所もあります。こうしたことから広葉樹の乾燥には、今後とも蒸気式が主流をなすと考えられますが、針葉樹の乾燥についても、カラマツ材のように脱脂を必要とする高温高湿乾燥や被乾燥材の仕上がり含水率が20%以下と低い場合には蒸気式が有効な人工乾燥法といえます。

一方、人工乾燥の使用燃料は工場廃材を活用してエネルギーコストの低減を意図した木屑が69%、次いで電気17%、重油（灯油）9%、木屑・重油併用8%などです。

以上のように人工乾燥の方式は色々考えられますが、今回のコスト試算では蒸気式乾燥設備で、使用燃料は計算の便宜上重油を使用することとしました。

コスト試算のための前提条件

- ・乾燥装置：蒸気式IF型
- ・使用燃料：重油
- ・乾燥原板：ミズナラ 厚さ27mm

- ・乾燥室容量：1室 12m³
- ・含水率条件：75%（生材） 10%
- ・乾燥室稼働日数：330日/年

従来法と自動制御法の乾燥速度

前記の前提条件で人工乾燥をした場合の従来法

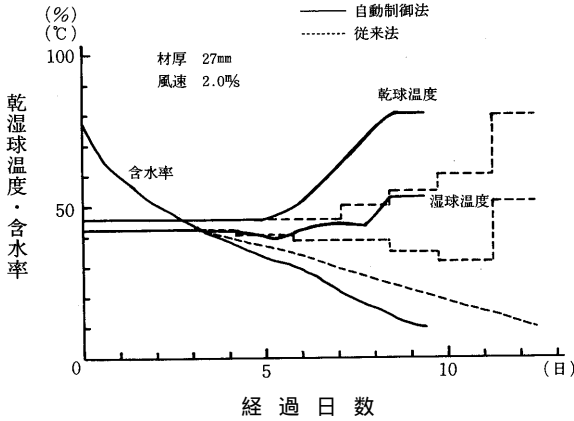


図1 乾燥経過

表1 従来法と自動制御法の乾燥速度

経過含水率	従来法 (A)		自動制御法 (B)	
	水分低下率	必要時間	水分低下率	必要時間
初期～40%	0.348 %	約101 hr	0.375 %	約 93 hr
40～35	0.136	37	0.200	25
35～30	0.156	32	0.185	27
30～25	0.158	32	0.227	22
25～20	0.157	32	0.278	18
20～15	0.138	36	0.276	18
15～10	0.178	28	0.232	22
コンディショニング		24		24
時間合計		322 hr		249 hr

と自動制御法に要する乾燥時間を図1と表1に示しました。従来法では322時間、約13.4日、自動制御法では249時間、10.4日間の乾燥時間を必要としました。乾燥速度的には自動制御法が約23%の時間短縮になります。

コスト試算のための一般諸元と設備投資の概要

乾燥コストは乾燥室の容量や室数によって左右されますが、今回は1室の乾燥容量を12m³とし、乾燥室数を5, 10, 20室の3条件で試算しました。表2に試算のための一般諸元を、表3に建物・設

表2 一般諸元

科目	内容
労務費	オペレータ兼ボイラーマン 3,285千円/年・人 栈積み・降ろし (パートタイマー) 1,603円/㎡
福利厚生費	労務費の10%
電力料	基本料：1,640円/kW・月 (契約は設備容量の70%) 使用料：18.8円/kW (負荷率100%)
減価償却費	残存率 定額償却年
	建物 10 % 18年
	乾燥設備 " 12
	車 輛 " 5
	ボイラー " 15
	コンピュータ " 8
	インターフェイス " 8
修繕料	建物 投資額の1 % 機械設備 " の2 %
保険料	建物・機械設備投資額の0.5%
その他経費	労務・福利費以外の経費の10%

表3 従来法と自動制御法による建物・機械設備投資額

投資額		乾燥室数		
		5 室	10 室	20 室
両システム共通	建物・設備投資			
	建物	165㎡@ 6万円 990万円	305㎡@ 6万円 1,380万円	585㎡@ 6万円 3,510万円
	乾燥設備	1室 850万円 4,250	1室 850万円 8,500	1室 850万円 17,000
	ボイラー	500kg 280	1ton 525	1.5ton 640
	リフト	2ton 500	2ton 500	2 ton 500
	小計	6,020	11,355	21,650
自動制御法	コンピュータ	1台 250万円	1台 250万円	1台 250万円
	インターフェイス	1室30万円 150	1室30万円 300	1室30万円 600
	センサ(消耗品)	1室4万円 20	1室4万円 40	1室4万円 80
	小計	420	590	930

備投資額などについて示しました。自動制御法の場合、従来法に比べ設備投資として5室で400万円、10室で550万円、20室で850万円多くなります。

乾燥技術者業務のコスト

乾燥技術者はボイラーマンの兼任が一般的なので、乾燥技術者の作業のみ分割してコストを計算することが困難なため、ここでは従来法と自動制御法のオペレータ業務の時間差だけを比較検討しました。

従来法と自動制御法で異なる作業時間

従来法 運転開始時 15分(1回/1日)
1室増すごとに10分(1回/1日)

自動制御法

作業チェック 5分(1回/1日)

従来法と自動制御法の作業時間差

室数(室)	5	10	20
従来法 A	55	105	205
自動制御法 B	5	5	5
A - B	50	100	200

単位：分/日

従来法と自動制御法の作業時間差によるコスト試算を表4に示しました。従来法では20室程度が乾燥技術者1人で処理可能な室数です。作業時間差のコスト比較では、乾燥室数によって多少差はありますが、自動制御法が従来法より230円/m³が程度安くなります。また、室数増によるコスト減の割合は自動制御法が著しく大きくなります。

表4 従来法と自動制御法の作業時間差によるコスト

システム	室数	作業時間		乾燥材積 m ³ /年	賃金	
		min/日	hr/年		円/年	円/m ³
従来法	5	55	302.5	1,500	378,125	252.1
	10	105	557.5	3,000	721,875	240.6
	20	205	1127.5	6,000	1,409,375	234.9
自動制御法	5	5	27.5	1,980	34,375	17.4
	10	5	27.5	3,960	34,375	8.7
	20	5	27.5	7,920	34,375	4.3

注：オペレータ賃金単価は 1,250円/hrとした

表5 乾燥コスト試算

乾燥室数	5室		10室		20室	
	従来法 A	自動制 御法B	従来法 A	自動制 御法B	従来法 A	自動制 御法B
原板材積 m ³	1,500	1,980	3,000	3,960	6,000	7,920
労務費	%	%	%	%	%	%
オペレータ兼 ボイラー 積積・降ろし	28.4	26.1	17.2	15.0	9.8	7.7
福利厚生費	6.9	8.8	8.4	10.6	9.6	12.1
減価償却費	3.5	3.6	2.6	2.7	1.9	2.1
電力料	13.7	14.4	14.9	15.3	15.8	16.0
燃料費	14.1	13.5	17.1	16.4	17.9	17.1
修繕料	21.9	21.6	26.6	26.1	30.4	29.8
保険料	3.2	3.3	3.6	3.7	4.0	4.0
消耗費	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
その他経費	1.7	2.2	2.1	2.7	2.4	3.0
計(千円)	5.6	5.6	6.5	6.5	7.1	7.1
計(千円)	43,650	36,080	57,189	59,681	100,130	104,738
m ³ 当たり原価(円)	23,100	18,222	19,063	15,070	16,688	13,224
B/A×100(%)	78.9%		79.1%		79.2%	

コスト試算の結果

乾燥原価の試算結果を表5に示しました。m³当たりの乾燥原価が高く計算されていますが、今回は従来法と自動制御法のコスト比較ですので、使用燃料を計算が簡単な重油にしたことと、天然乾燥を省いて生材からの人工乾燥で計算したこともあり結果的に高い原価に計算されています。自動制御法によるコストは従来法に比べ、平均的に約2割のコストダウンになりましたが、コスト低下の主な要因は乾燥時間の短縮です。乾燥室数が多くなっても結果的にコストダウンにつながらなかったのは乾燥技術者の作業がボイラーマン兼務であり乾燥技術者の人件費のコスト計算化ができていないためです。

乾燥原板の品質

自動制御法による乾燥原板の仕上がりは、従来法に比較して品質向上が顕著であると言われます。しかし、乾燥原板の格付けのランクアップや歩留まり向上など、数値的に表現可能な程の差はありません。ただ、乾燥原板の品質が均一化され、熟練オペレータでなくても乾燥ロスが少ないなど、年間を通してみると結果的には歩留まり向上や製

品の品質保証につながります。

はもとより、品質の高い製品が得られ企業の信頼度を高めることに役立つものと考えられます。

おわりに

人工乾燥装置に完全自動制御システムを導入した場合の直接的な乾燥コストでは、2割程度のコストダウンですが、乾燥技術者の作業時間短縮、乾燥原板の品質向上など自動制御法による乾燥は全体的には数値以上のコスト低下につながることに

参考資料

- 1) 奈良直哉：林産試だより，6月号7頁（1988）
- 2) 道林務部林産課：「木材加工複合化モデル分析調査」（1986）

（林産試験場 経営科）