

針葉樹製材を簡便な方法で上手に乾燥

ータイムスケジュールによる自動制御ー

中 篤 厚

キーワード：人工乾燥, トドマツ, 自動制御, タイムスケジュール

はじめに

木材乾燥室のコンピュータ制御には、乾燥中の木材の含水率を電氣的に検出して、その信号に基づいて乾燥スケジュールを進行させる本格的なものと、あらかじめコンピュータに入力したタイムスケジュールによって自動運転させる簡便な方法の2つがあります。

建築用材に用いられる針葉樹の乾燥では、操作管理が比較的容易であることから後者の方式を採用する工場を多く見受けられます。その他、採用される理由として、針葉樹は構造材や造作材用途に向けられることが多く広葉樹に比べ求められる含水率が高めであることや乾燥性が良好なことなどから、含水率制御を行わなくても問題が生じにくいことが挙げられます。

しかし、タイムスケジュールによる乾燥は、材種や初期含水率など一定した条件であれば経験によって温湿度条件と乾燥時間がある程度予想できますが、それらが変更になったときの対応に苦慮することがあります。言い換えると、扱う樹種・材種ごとにデータを蓄積しない限り、的確な処理時間の予測は困難と言えます。

ここではトドマツを対象に、乾燥スケジュールごとに処理時間の推定を行い、操作・管理の簡便性と乾燥材の品質確保をねらった自動制御システムを(株)デッキシステムと共同で開発したので、その概要を紹介します。

システムの特徴

開発したタイムスケジュールによる自動制御システムの主な特徴は次のとおりです。

- ①材種(製材寸法)、心去り・心持ち材の別、乾燥温度条件(中温・中高温・高温)、初期含水率および仕上がり含水率等を入力あるいは選択することにより、乾燥スケジュールと処理時間が提案されます。
- ②板材から梁桁はりけたのような大断面材まであらゆる材種に対応します。
- ③天然乾燥などを行い含水率が低い製材を対象とする場

合には、低含水率用として補正された乾燥スケジュールおよび処理時間を提案します。

④乾燥に引き続き行われる調湿処理(イコーライジング・コンディショニング)では、製材厚さと仕上げ含水率から処理時間を提案します。

これらのシステムが推定した各処理時間および提案した乾燥スケジュールは、管理者が乾燥材用途や乾燥コストなどを加味した上で変更できるようにしました。また、乾燥時間があらかじめ示されるので、生産計画が明確になるなどの利点があります。

システムによる乾燥事例

本システムを用いた実大乾燥試験を、心去り板材・心去り平割材・心持ち正角材の3材種を対象に実施したので紹介します。

なお、用いた乾燥装置は収容材積約5m³規模の高温仕様です。試験材の長さは全て3.7mの実大サイズです。また、以下に示す含水率は全て乾燥後に試験片を採材し全乾法によって得られた値です。

①乾燥条件の入力

システムに入力した条件を表1に示します。

この中で初期含水率は、含水率モニタ用のサンプル材の値を入力しました。

初期蒸煮、イコーライジングおよびコンディショニングの各工程は、標準の温湿度条件および処理時間が提案

表1 システムへの入力条件

	板材	平割材	正角材
製材厚さ(mm)	29	53	112
幅(mm)	113	112	112
木取り	心去り	心去り	心持ち
温度条件	中温	中高温	高温
初期含水率(%)	54.0	70.0	52.1
仕上がり含水率(%)	7	10	15
初期蒸煮	無し	無し	有り
イコーライジング	有り	無し	有り
コンディショニング	有り	有り	無し

表2 心去り板材に提案されたタイムスケジュール

含水率範囲 (%)	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)	減少係数	推定乾燥時間 (h)	乾燥速度 (%/h)
54~30	70	65	5	0.098490	12	2.42
30~25	75	67	8	0.086585	5	1.52
25~20	75	64	11	0.087563	5	1.25
20~15	80	66	14	0.087634	7	0.92
15~10	80	58	22	0.113539	9	0.73
10~7	80	52	28	0.042361	15	0.26
イコーライジング	80	59	21		12	
コンディショニング	80	71	9		8	
合計時間					73	

表3 タイムスケジュールによる含水率データ

		板材	平割材	正角材
試験体数		74	48	39
乾燥条件		中温	中高温	高温
乾燥時間 (h)		75	95	112
初期含水率 (%)	平均	73.6	69.5	55.0
	最小	38.7	41.1	38.0
	最大	132.2	123.4	91.2
	標準偏差	22.2	17.4	13.3
仕上がり含水率 (%)	平均	7.4	11.0	16.8
	最小	5.8	9.3	11.0
	最大	8.6	15.5	34.5
	標準偏差	0.5	1.2	5.3

されますが、管理者の状況判断で各処理の実施の有無あるいは処理時間の変更などを行うことができます。今回の事例では、初期蒸煮はシステムの提案どおり正角材のみ実施し、イコーライジングは実験的に平割材で行わず、正角材で時間を変更して実施しました。また、コンディショニングは正角材のみ実施しませんでした。

②提案されたタイムスケジュール

上記の入力条件に基づいて提案されたタイムスケジュールの一例(板材)を表2に示します。

総乾燥時間は73時間(実際は、開始時蒸煮による初期昇温で2時間が加算され75時間)で約3日の工程となりました。

③乾燥試験の結果

・サンプル材の含水率経過

板材と平割材のそれぞれ2体のサンプル材については、乾燥終了後の仕上がり含水率が板材で7.6%(初期51.9%)および7.4%(初期51.6%)、平割材で9.8%(初期59.2%)および9.9%(初期57.9%)となり、ほぼ目標値に達しました。

正角材では、仕上がり含水率が14.6%(初期53.5%)および45.4%(初期158.2%)となり、後者のサンプル材は初期含水率が極めて高かったことが原因し、高い仕上がりとなりました。しかし、システムへ入力した初期含水率(52.1%)に近い値の前者のサンプル材は、目標値に達しています。

・試験材全数の含水率

試験材全数の含水率データを表3に示します。

板材では、初期含水率が最小38.7%から最大132.2%、平均73.6%と大きなばらつきに関わらず、仕上がり含水率は平均7.4%となり、目標値に見合った仕上がりを得られたと思われます。これは、材厚が薄い板材のため乾燥性が良好なことから、イコーライジングを取り入れた効果と理解されます。

平割材では、初期含水率で最小41.1%から最大123.4%、平均69.5%が、仕上がり含水率は平均11.0%となりました。板材のような目標値に見合うばらつきの少ない理想的な仕上がりとは言えませんが、イコーライジング処理を実施しなかったことを含めれば、妥当な結果と考えられます。

正角材では、初期含水率で最小38%から最大91.2%、平均55%が、仕上がり含水率で平均16.8%となり、おおむね目標含水率に上げることができたと考えます。

・乾燥材の品質

板材では板目木取り(心去り)のため木裏側に凸の幅ぞりの発生が多少見受けられましたが、その他の目立った損傷はなく、実用上の問題はありませんでした。

高温乾燥を行った正角材では、割れとねじれがこれまで実施してきた試験結果とほぼ同様でした。また、高温乾燥に特有の内部割れが多少発生しましたが、実際の住宅用構造材として、柱・桁・束などに利用されました。

おわりに

簡単な製材情報を基に、乾燥スケジュールと処理時間を提案させ乾燥室をコントロールする自動制御システムを開発しました。今後利用者の声を参考に、スケジュールや時間推定について修正を行う予定です。また、トドマツ以外の針葉樹(カラマツやアカエゾマツなど)についても随時対応させる予定です。

興味を持たれた方は、気軽にご連絡下さい。

(林産試験場 製材乾燥科)