

高周波・蒸気複合乾燥における効率的な高周波印加制御方法の研究 ()

(山本ビニター) ○永田総司、上田守、山本泰司

1. はじめに

高周波加熱は、木材の内部加熱に有効であり、乾燥速度の向上と水分傾斜の緩和に高い効果を示す。一方、エネルギーコストが高いという問題があり、高周波加熱を制限した高周波・蒸気複合乾燥が普及しつつある。しかしながら更に省エネルギー対策を進め、高周波加熱の利用を必要最低限とするための高周波制御条件とその方法を検討する必要がある。本試験では、必要な制御因子として高周波印加条件と乾燥経過の温度（材表面、材心）および重量変化の傾向を調べた。本試験は、(独)森林総合研究所の委託研究「スギ材の革新的高速乾燥システムの開発」で実施した。

2. 試験方法

2.1 供試材 115mm角の3mスギ柱材(奈良県産)より節のない部位300mmを切り出し、1面に背割りを施したものを2本供試した。2種類の評価試験ごとに同供試材を繰り返し使用することとし、減圧吸水処理を行い初期含水率が常に100%前後になるように調整した。それぞれの全乾重量は試験材を採取した両端の試験片の全乾法結果をもとに算出した。

2.2 試験条件 図1に示す試験装置を用いて、2種類の試験を行った。1時間ごとの重量変化と材温(材表面、材心)の変化を測定し、エネルギー効率と乾燥速度を比較した。試験条件を表1に示す。評価試験では、全投入エネルギーを一定とするため乾燥時間を一定とし、外部加熱と高周波印加の消費電力を一定とし、印加時期のみを前期・中期・後期と変えた。評価試験では印加時期を固定して、高周波出力を変化させた。印加期間中は、常に高周波整合を完全に取った状態で高周波加熱した。材心温度が上限105・下限100で高周波印加のON・OFF制御を行った。

3. 結果と考察

試験結果を表2に示す。エネルギー効率は、脱水量より算出した蒸発潜熱(2257kJ/kg)と高周波投入エネルギー(1kWh=4186kJ)から求めた。

3.1 印加時期の比較 乾燥速度とエネルギー効率の比較を図2に示す。全乾燥期間で比較した場合、印加時期を後期とした条件-Dが、乾燥速度、エネルギー効率共に最も高い値を示した。印加期間中の材心温度を比較したところ、100以上を維持した割合は-Dが最も高かった(図3)。

3.2 高周波出力の比較 乾燥速度とエネルギー効率の比較を図4に示す。最も高周波出力の高い条件-Cが、乾燥速度、エネルギー効率共に最も高い値を示した。印加期間中の材心温度の割合を図5に示す。条件-Cは、最も速やかに材心が昇温し、最も長い時間材心温度が105を維持している。

このことから、熱気乾燥単独で乾燥速度が大きく低下する乾燥後期において、高周波印加を複合すること、また高周波出力を高くすることで速やかに材心を昇温し、材心温度を長時間105以上とすることが確認された。

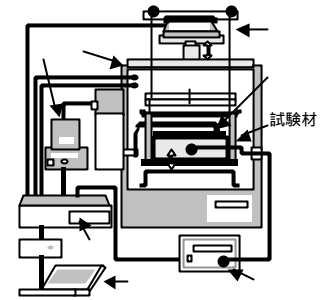


図1. 試験装置の構成

- 恒温恒湿器
- 高性能小型高周波発振機
- 電極
- 光ファイバー式温度計
- 電子天秤を用いた重量連続測定装置
- 制御装置
- データ集積装置

表1. 試験条件

乾燥スケジュール
D.B. T80 W.B. T78 6hr(昇温:3hr 保持:3hr)
+D.B. T80 W.B. T60 75~210hr

評価項目	試験条件	高周波印加時期	高周波出力密度 W/kg	高周波出力 W	高周波投入エネルギー kWh	乾燥時間 hr	印加期間 hr
印加時期	A	印加なし	-	-	-	216	-
	B	乾燥12hr後	20	60	1.96	96	35.0
	C	乾燥36hr後			1.96		35.3
	D	乾燥60hr後			1.95		35.9
出力	A	乾燥66hr後	20	62	1.36	92	26.0
	B		30	94	0.89	83	19.0
	C		45	142	0.79	81	15.0

表2. 試験結果

評価項目	試験条件	含水率%			エネルギー効率%		乾燥速度%/hr	
		印加前	印加後	仕上	全期間	印加期間	全期間	印加期間
印加時期	A	-	-	17.3	-	-	0.36	-
	B	70.9	25.6	21.0	30.7	18.6	0.78	1.29
	C	52.1	21.8	18.3	34.0	12.4	0.86	0.86
	D	37.3	14.3	14.3	36.2	9.5	0.92	0.64
出力	A	32.5	13.5	13.5	-	11.8	-	0.73
	B	29.5	13.2	13.2	-	16.8	-	0.86
	C	33.1	13.0	13.0	-	21.4	-	1.34

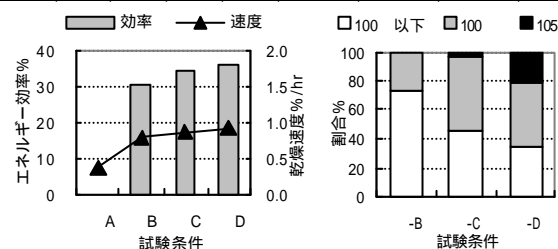


図2. 評価 全期間の比較結果

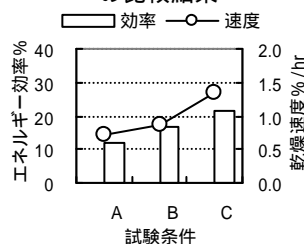


図4. 評価 印加期間の比較結果

図3. 印加期間中の材心温度の割合(評価)

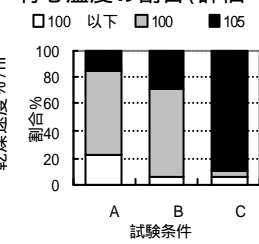


図5. 印加期間中の材心温度の割合(評価)