

粗大木片の乾燥試験

戸田 治信* 佐藤 真
白川 真也

Drying Coarse Wood Particles

Harunobu TODA Makoto SATO
Shinya SHIRAKAWA

A mass of wood pieces approximately 7 to 10 centimeters in length and width was dried with a rotary-kiln-dryer to examine the performance of the machine, and supplementary tests were carried out with a thermostated-oven-dryer.

As a result, it is found that the exit temperature should be 215 °C, the average between the entrance and the exit being 334 °C, in 10 minutes' holding, to dry wet chips with a moisture content of nearly 100 per cent with the rotary-kiln-dryer and reduce the content to less than 20 per cent. The increase in the rotation number is also recognized to be effective.

The tests with the thermostated-oven-dryer prove that an exponential relation exists between moisture evaporation and the specific surface-area of the wood chips, and that in the relation the constant alters regularly according to the change of the temperature while the exponential index remains nearly the same. The temperature change affects the moisture evaporation to a greater extent in the thermostated-oven-dryer than in the rotary-kiln-dryer.

長さと幅が7~10cm程度の大きさの木片乾燥について、回転乾燥機を用いた試験及び補足的に恒温乾燥機による試験を行った。回転乾燥機で、含水率約100%のチップを20%以下にまで乾燥するには、滞留時間10分で出口温度215℃、入口と出口の温度平均で334℃以上が必要であった。また回転数の効果もみとめられた。

恒温乾燥機による試験の結果、比表面積と水分蒸発速度は指数関係を示し、温度を変えると定数が一定の関係で変化するが、指数はほぼ同じであった。

恒温乾燥機による水分蒸発量は、回転乾燥機に比べて温度の影響が大きかった。

1. はじめに

木材の乾燥については、数多くの研究がなされており、対象物の大きさもノコくずのような微粉から、厚さ10cmを超える製品材や原木等まで広い範囲にわたっている。このうち長さや幅が7~10cm程度の大き

さのものについての検討例は極めて少ない、それはこの大きさで木片の乾燥を必要とする具体的な用途がみられなかったためと考えられる。しかし近年粉碎の前処理、または直接燃料として使用するため木枕を粗砕することが必要とされるようになり、これにともない

木材チップ、樹皮くず等の乾燥の必要性が認められるに至っている。本報ではこうした技術の一環として粗大木片の乾燥について試験を行ったので報告する。

試験の目標としては、木質物の変質を防止できる含水率20%以下に乾燥するための実用的な試験を行うこととし、試験装置には乾燥原料に対する適応範囲が大きく、実用化の可能性が大きい回転乾燥機を用いた。また、実用的な装置では細密な試験を行うことが困難な面を補うために、恒温乾燥機による試験を併せて行った。

2. 試験

2.1 回転乾燥機による乾燥試験

2.1.1 供試乾燥機及び試料

本試験に使用した回転乾燥機は削片坂乾燥のため設置した木質焚き直火式のもの¹⁾で、その仕様を第1表に示した。使用した試料は比較的均一で入手が容易なパルプチップで、樹種はエゾマツとトドマツの混合、設定切削長15mm、平織スクリーンで目開き5mm及び40mmに調整したものである。したがってチップの大きさは40mmから5mmの間のもので含水率はほぼ80~120%とした。

また、チップより大きな木片を乾燥する場合の資料をうるために5×5×2cmと3×3×1cmのカラマツ

試料を上記チップに混入し乾燥試験をおこなった。

2.1.2 試験方法

乾燥原料である木材チップ供給量を一定とし、全乾重量換算で138kg/hとした。回転円筒の回転数は2及び4rpm滞留時間は2rpmで約20分、4rpmで約10分である。温度条件は第2表に示す回転円筒の回転数との組み合わせでおこない。滞留時間及び温度と水分蒸発量との関係を検討した。

また、温度の制御は出口側温度により主として燃料供給量で調整し、微細な制御はダンパーにより風量を調整して行った。運転初期の不安定な乾燥条件の影響を少なくするため、出口温度が設定温度を超えた

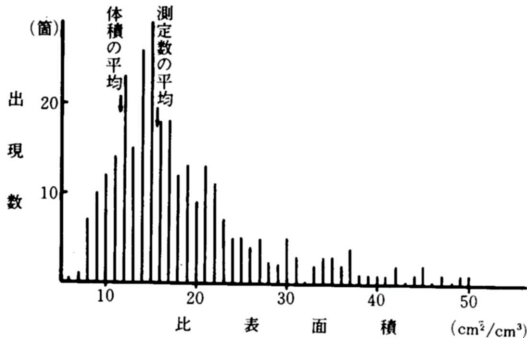
第1表 回転乾燥機の仕様

燃 焼 装 置		回 転 円 筒	
炉型	階段火格子	長さ	5,675mm
燃焼室容積	3.71m ³	内径	965mm
燃 料	木くず	傾斜	3°
		掻上翼	9枚
そ の 他			
筒内気流速度		1 m/sec	
排風機容量(最大)		50 Nm ³ /min	
排風機容量(実測)		35 Nm ³ /min	
円筒回転数		2.4 rpm	
滞留時間		20.10 min	

第2表 乾燥条件、含水率変化及び蒸発速度

試験番号	円筒回転数(rpm)	滞留時間(min)	出口熱風温度		入口熱風温度(°C)	含水率		減少含水率(%)	水分蒸発量(kg/h)	蒸発速度(mg/cm ² ·min)	熱風平均温度(°C)
			設定(°C)	平均(°C)		乾燥前(%)	乾燥後(%)				
1	4	10	80	82	210	113	70	43	59.3	1.20	146
2	4	10	100	135	230	101	54	47	64.9	1.31	183
3	4	10	150	150	330	106	36	70	96.6	1.95	240
4	4	10	200	175	310	98	34	64	88.3	1.78	243
5	4	10	215	218	450	98	11	87	120.1	2.42	334
6	4	10	230	245	430	107	11	96	132.5	2.67	338
7	2	20	100	100	235	116	45	71	98.0	0.99	168
8	2	20	200	210	430	112	23	89	122.8	1.24	320
9	2	20	200	215	400	94	13	81	111.8	1.13	307

- 注 1) 原料供給量 全乾換算 138kg/h
 2) チップ比表面積 11.5cm²/cm³ (体積平均にて)
 3) チップ比重 0.32g/cm³ (計測値による平均)



第1図 チップ粒子比表面積別出現数

ところで原料の供給をはじめ、装置がほぼ安定状態に達した時点から測定を開始した。また、チップより大きな木片の乾燥試験は、第2表試験番号8の条件で各試験片をチップに混入して乾燥し、チップと同様に水分の蒸発量から蒸発速度を求めた。蒸発速度は第1図に示したようにチップの大きさを測定し、用いたチップの体積基準の平均比表面積約 $11.5 \text{ cm}^2 / \text{cm}^3$ を求めこの値により各乾燥試験で求めた蒸発量から単位表面積当たりの蒸発量を求めた。

2.2 恒温乾燥機による乾燥試験

2.2.1 供試乾燥機及び試料

使用した恒温乾燥機は、内容積90lの熱風循環式である。また、試料は平均含水率約60%のカラマツを用い寸法は $2 \times 2 \times 0.5 \text{ cm} \sim 10 \times 10 \times 10 \text{ cm}$ まで13種類

第3表 試験片の寸法

試料番号	長さ (cm)	幅 (cm)	厚さ (cm)	比表面積 ($\text{cm}^2 / \text{cm}^3$)
1	10	10	10	0.6
2	10	10	5	0.8
3	10	10	2	1.4
4	10	10	1	2.4
5	10	5	5	1.0
6	10	5	2	1.6
7	10	5	1	2.6
8	5	5	5	1.2
9	5	5	2	1.8
10	5	5	1	2.8
11	2	2	2	3.0
12	2	2	1	4.0
13	2	2	0.5	6.0

で、その大きさを第3表に示した。

2.2.2 試験方法

乾燥温度は、100、150、200、250 の4条件を設定し、試料を乾燥機上部の換気孔よりロードセルを介して内部に釣下げた皿にのせ、重量変化を記録し含水率が20%に減少するまでの時間をもとめ、その間における平均蒸発速度を回転乾燥機の場合と同様に試料の大きさと温度との関係について検討した。

3. 試験結果及び考察

3.1 回転乾燥機試験

回転乾燥機による蒸発速度の試験結果を第2表に示した。含水率約100%の木材チップによる乾燥試験では4rpmの場合、出口温度100以下では仕上がり含水率が50%を超えており、150~200で約35%、目標含水率20%以下にするには出口温度で215以上が必要であった。

このような出口温度が高いのは熱効率から見て好ましくないので回転数を2rpmにし滞留時間を2倍にした。

しかしほぼ同一温度条件について、回転数の影響を比較すると、水分蒸発量は両者ともほぼ $120 \text{ kg} / \text{h}$ である。

このため水分蒸発速度は滞留時間の長い2rpmでは4rpmのほぼ1/2になっている。したがって乾燥効率の向上に対して、滞留時間延長の効果は認められないことになる。これは回転数を下げたことによりチップの掻き上げ回数の減少と円筒底部の堆積量増加が生じ、熱風とチップとの接触が少なくなったためかえて乾燥効果を下げてしまい、滞留時間延長を減殺したものと考えられる。

また、チップに大きなカラマツ木片を混入して木片の蒸発速度を測定した結果、5cmのもので $1.5 \text{ mg} / \text{cm}^2 \cdot \text{min}$ 、3cmでは $1.3 \text{ mg} / \text{cm}^2 \cdot \text{min}$ であった。この値は同一乾燥条件でのチップの推定蒸発速度 $1.24 \text{ mg} / \text{cm}^2 \cdot \text{min}$ を多少上回り、試料の大きい方が蒸発速度もやや大きい傾向を認めた。

この点は後述する恒温乾燥機による実験結果と異な

っているが、その理由として本試験のように、チップに大きな木片を混入させた場合、大きなものほどチップの堆積層の表面に出やすく、熱風との接触が良かったことに起因するものと考えられる。

3.2 恒温乾燥機試験

恒温乾燥機による蒸発速度と比表面積との関係を第2図に示した。試片からの蒸発速度と比表面積とは指数関係を示し、対数グラフ上では温度をパラメータとしてほぼ平行した直線になることが認められた。

これらの各温度におけるデータを指数式 $Y = ax^b$ にあてはめた定数及び指数の値を第4表に示す。

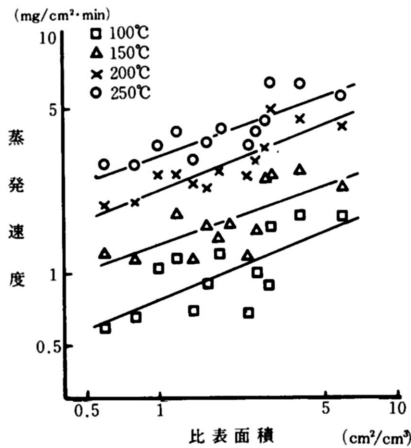
定数aは温度の関数になることが第2図に示されているので温度を変数とする式をあてはめ、また指数bは相乗平均して次の実験式をえた。

$$y = 5.97 \times 10^{-4} t^{1.56} x^{0.33}$$

但し y : 水分蒸発速度 (mg / cm² · min)

x : 比表面積 (cm² / cm³)

t : 乾燥温度 ()



第2図 温度、比表面積と蒸発速度

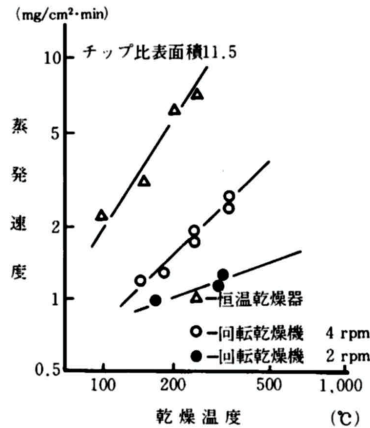
第4表 温度別に計算で求めた定数 (a), 指数 (b) の値

温度 (t °C)	a	b
100	0.78	0.41
150	1.34	0.34
200	2.26	0.40
250	3.19	0.32

今回の試験においては含水率20%までの乾燥経過の中では、上式に示されているように、蒸発速度は、乾燥温度とチップの比表面積によって決まることが示されている。

3.3 回転乾燥機と恒温乾燥機の比較

上述の恒温乾燥機による実験結果から、恒温乾燥機における比表面積が約11.5のチップの蒸発速度の値を推定し、回転乾燥機の蒸発速度と比較した。その結果を第3図に示した。



第3図 回転乾燥機と恒温乾燥機の比較

同一の比表面積をもつチップを同じ乾燥温度で乾燥する場合、乾燥機種により乾燥速度の差異が認められ回転乾燥機よりも恒温乾燥機の方が乾燥効率が高いといえる。それは回転乾燥機、回転数4rpmの場合では、温度の影響を示す温度tの指数が0.95であるのに対し恒温乾燥機では1.56で恒温乾燥機の方が回転乾燥機より温度の影響が顕著であることにより示される。これは熱風との接触による対流伝熱を主体とする回転乾燥機に比べて、恒温乾燥機では測定する試料に対し乾燥機の容積、熱容量とも十分に大きく輻射伝熱などが大きく影響するものと考えられる。

むすび

本試験は粗粒状木質物の乾燥について、実用的な資料を与えるための予備的な試験として実施した。

試験結果を要約すると次のようになる。

力をえたことを感謝する。

1) 回転乾燥機で、含水率100%のチップを20%以下にまで乾燥するには、滞留時間10分で出口温度215℃、入口と出口の平均で334℃以上が必要であった。また回転数により滞留時間を規定する本乾燥機では、熱風との接触機会の大きい回転数の多い方が、短い滞留時間で乾燥が進み乾燥効率が良くなることが示された。

2) 恒温乾燥機によりチップ比表面積と水分蒸発速度との関係を検討した結果、両者の間に乾燥温度をパラメータとして一定の指数関係を認めた。

なお、データの整理に繊維板試験科遠藤展氏の協

文 献

- 1) 中川宏：ロータリードライヤーによるスプリント状チップの乾燥，木材学会誌，3，154，（1954）

- *道有林管理室業務課 -
（前試験部林産機械科長）
- 試験部 林産機械科 -
（原稿受理 昭58.6.6）