

## 大径材の多様な利活用に向けた乾燥技術の開発

- スギ心去り平割材の乾燥条件の検討 -

令和3年度～令和5年度

木材チーム 豆田 俊治

### 1. 目的

主伐・再造林を推進するうえで大径材の需要創出が喫緊の課題となっている。そこで、大径材部材の品質向上のため、大径材の木取りに合わせた乾燥技術の開発が必要となっている。

本年度は、大断面製材や心去り材などの大径材部材に適した乾燥法の検討を行った。今回は、大径材から製材される製材を乾燥させて小割にする場合、残留応力が小さく、曲がりが発生しにくい乾燥条件を検討するため、高温乾燥、高周波蒸気複合乾燥(以下、高周波乾燥と記す)、大分方式乾燥、天然乾燥を実施して、スギ心去り平割材の乾燥条件の検討を行ったので報告する。

### 2. 試験方法

#### 1) 試験材及び乾燥試験

試験材は、大分県内の製材工場から購入したスギ心去り平割材 55mm×220mm×4 mを 32 枚使用した。製材した原木8本の末口径は、最小 42.4cm、最大 47.7cm、平均 44.5cm で、図-1 に示すとおり原木1本から4枚製材した。試験材は8枚ずつ4つのグループに分け、製材後速やかに両端 50cm で切断して、含水率(全乾法)及び重量測定を実施した。その後、表-1 に示す方法で乾燥試験を実施した。乾燥試験は、大分県立日田林工高等学校の高周波蒸気複合乾燥機(MDW-2SD、山本ビニター株式会社製)を使用した。

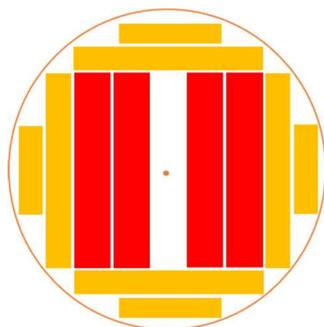


図-1 製材木取り

表-1 乾燥方法

試験区分	本数 (本)	乾燥方法	
		高温セット処理	乾燥処理
高温乾燥	8	蒸煮95°C、6h 高温セット 120°C-90°C 6h	高温乾燥 乾球90°C、湿球60°C 24h
高周波蒸気複合乾燥	8	-	高周波(中温)乾燥 70~80°C、56h
大分方式乾燥 (高温セット乾燥)	8	蒸煮95°C、6h 高温セット 120°C-90°C 6h	天然乾燥(5ヵ月)
天然乾燥	8	なし	

#### 2) 材質試験

製材直後、人工乾燥終了後、養生後に材質測定を行った。測定項目は、重量、寸法、 $E_{fr}$ 、含水率(高周波木材水分計 HM-520 型、(株)ケツト科学研究所製)を測定した。寸法は、木口から 50cm、150cm、250cm の 3 か所で 4 材面全て測定した。測定面は図-2 のとおりとした。乾燥前後の寸法測定結果から a、c 面(長辺)と b、d 面(短辺)の収縮率を算出した。養生後、プレーナ仕上げを行ってから、色差計で材色を測定した。測定箇所は a 面 3 か所、c 面 3 か所の計 6 か所とした。その後、リップソーで繊維方向に 2 分割し、分割した直後と 15 日後に中央矢高を測定した。測定結果は、図-3 に示す

とおり、切断面側に曲がったものを「圧縮」、切断面と逆方向に曲がったものを「引張り」として集計し、乾燥方法別に比較した。



図-2 材質測定面の定義

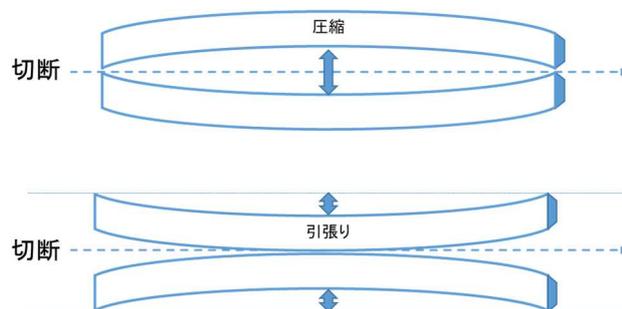


図-3 二分割後の矢高測定

### 3. 結果及び考察

表-2に材質測定試験の結果を示す。養生後の平均含水率は、高温乾燥 15.5%、高周波乾燥 16.0%、大分方式乾燥 16.7%、天然乾燥 19.3%であった。重量から換算した乾燥期間中の含水率を図-4に示す。天然乾燥がやや高いが、どの乾燥条件も同じような傾向を示しており、人工乾燥後（製材後 39 日後）までに含水率は 20~25%程度まで下がり、それから 62 日後にかけて 4~5%含水率が下がったが、それ以降はほとんど下がらなかった。また、乾燥後の中央矢高の測定結果から、曲がり（反り）は a 面に集中して発生しており、最大 5mm 程度でどの乾燥方法も大きな差はなかった。

プレーナ仕上げ後に 2 分割した後の様子を写真-1 に示す。切断した部分に隙間ができており、曲がりが生じていると分かる。次に 2 分割後の切断面と同じ面に出た矢高を「圧縮」、切断面と反対側の面に出た矢高を「引張り」として、中央部矢高を測定結果から、切断によって生じた曲がり（反り）を比較した結果を図-5 に示す。高温乾燥は主に圧縮方向に曲がり、天然乾燥は逆に引張り方向に曲がる傾向が見られ、高周波乾燥、大分方式乾燥は両者の中間であった。ただし、いずれも最大 4~5mm 程度で a 面に生じた反りの方が大きい材もあった。また、切断直後と 15 日後を比較したがほとんど変化しなかった。以上のことから、今回の試験を行った乾燥方法は、いずれの方法も乾燥後の加工による変形は小さいことが分かった。

### 4. まとめ

大径材の製材から高温乾燥、高周波乾燥、大分方式乾燥、天然乾燥を比較したところ、天然乾燥と他の人工乾燥において含水率、材色でわずかに差が生じたものの、ほかは大きな差は認められなかった。今回のスケジュールは、人工乾燥の時間をできるだけ短くして、より天然乾燥に近い状態を目指したことで、加工による曲がりの少ない高品質な乾燥が実現できることが分かった。

一方、天然乾燥（養生期間）を 5 か月間行ったが、含水率 15%以下まで下げることはできなかった。今回の結果から、製材後 62 日後以降の養生期間中は、重量変化がほとんどなかったことから、含水率 15%を目標含水率とする場合は、2 か月程度の天然乾燥とその後促進乾燥（中温乾燥）を行って 15%以下まで下げるのが合理的であると推測された。

## 謝辞

今回の乾燥試験では、大分県立日田林工高等学校並びに同校の林業科教諭 後藤英次郎氏、江田雅之氏ほか職員の皆様には、お忙しい中、同校所有の高周波蒸気複合乾燥機を使用させていただく際に多大なご協力を頂きました。ここに記して感謝申し上げます。

表-2 材質測定結果 (平均±標準偏差)

乾燥条件	本数	含水率(%)			密度(kg/m <sup>3</sup> )		
		乾燥前	乾燥後	養生後	乾燥前	乾燥後	養生後
高温乾燥	8	67.4±15.5	19.7±2.4	15.5±2.1	486.2±46.4	361.1±16.4	352.7±14.2
高周波乾燥	8	69.0±17.1	20.9±3.8	16.0±2.7	489.6±36.0	365.5±8.2	354.3±13.3
大分方式乾燥	8	68.1±14.7	24.3±2.4	16.7±1.8	484.6±38.8	368.6±15.7	353.1±13.6
天然乾燥	8	72.8±18.8	25.3±5.2	19.3±2.9	492.1±44.8	364.4±11.1	351.7±10.2

乾燥条件	本数	E <sub>r</sub> (GPa)			矢高(最大)(mm)		
		乾燥前	乾燥後	養生後	乾燥前	乾燥後	養生後
高温乾燥	8	5.8±0.8	6.1±0.8	6.4±0.9	4.0±2.7	1.9±1.1	3.2±0.9
高周波乾燥	8	6.0±0.7	6.3±0.7	6.7±0.7	4.4±3.2	3.0±2.0	2.3±1.4
大分方式乾燥	8	5.9±0.9	6.0±0.9	6.6±1.0	4.3±2.4	2.2±1.1	2.5±1.1
天然乾燥	8	5.9±0.5	6.1±0.5	6.5±0.6	3.0±1.1	4.1±0.9	3.2±0.8

乾燥条件	本数	乾燥前寸法		乾燥後寸法		養生後寸法	
		長辺(ac面)	短辺(bd面)	長辺(ac面)	短辺(bd面)	長辺(ac面)	短辺(bd面)
高温乾燥	8	220.70±0.11	55.94±0.47	217.46±0.77	54.69±0.50	216.17±0.56	54.36±0.48
高周波乾燥	8	220.79±0.29	56.28±0.66	217.11±1.18	54.98±0.84	215.63±0.55	54.82±0.76
大分方式乾燥	8	220.79±0.16	56.04±0.45	218.56±0.76	55.08±0.49	216.09±0.39	54.61±0.46
天然乾燥	8	220.78±0.28	55.99±0.36	219.06±0.77	55.33±0.45	217±0.45	55.07±0.46

乾燥条件	本数	乾燥後収縮率(%)		養生後収縮率(%)		材色(L*) プレーナ後
		長辺(ac面)	短辺(bd面)	長辺(ac面)	短辺(bd面)	
高温乾燥	8	1.5±0.3	2.2±0.5	2.1±0.2	2.8±0.4	67.57±1.28
高周波乾燥	8	1.7±0.5	2.3±0.6	2.3±0.2	2.6±0.6	66.74±1.93
大分方式乾燥	8	1.0±0.3	1.7±0.2	2.1±0.1	2.6±0.2	68.84±0.83
天然乾燥	8	0.8±0.3	1.2±0.4	1.6±0.1	1.6±0.4	70.99±2.28

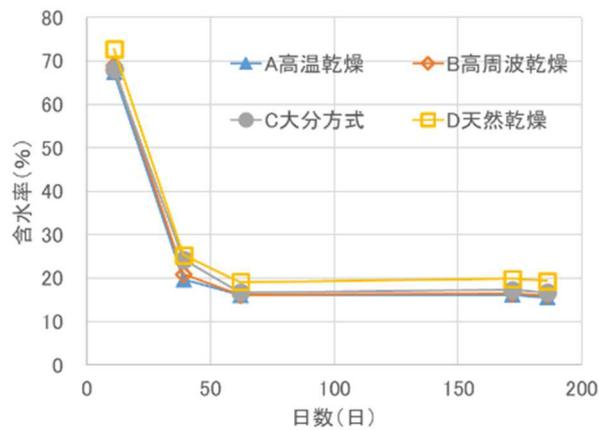


図-4 含水率測定結果



高温 高周波 大分方式 天然乾燥

写真-1 分割後の状況

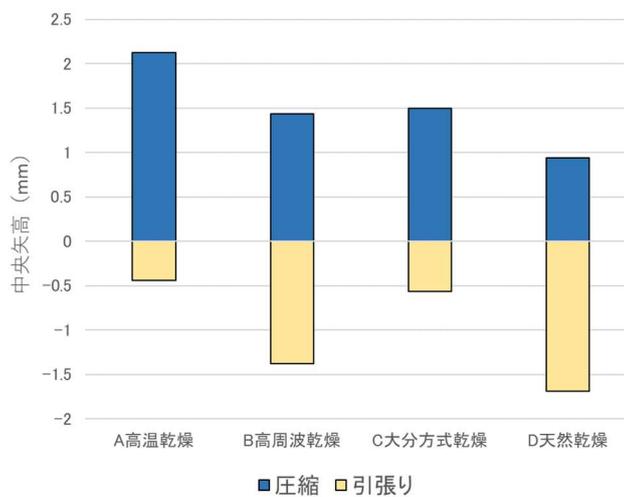


図-5 二分後矢高測定結果 (15日後)