

スギ集成材用板材の乾燥工程の検討

齋藤周逸・宮武敦（森林総研）

要旨：集成材の製造過程では接着工程があり、このときに含水率管理が不十分であると接着不良等の問題が生じる。ここでは、スギ材の適切な含水率管理を乾燥工場で行えるようにするため、乾燥試験を行い乾燥工程の検討をした。試験材には製材厚35mmのスギ板材を用いた。この厚さは最終的に4層による住宅用の105mm角構造用集成柱材を想定したものである。最終の目標含水率は8~12%とした。乾燥試験は「試験①・天然乾燥と人工乾燥（温度域50-70℃）の組み合わせ」、「試験②・人工乾燥（温度域50-70℃）」、「試験③・人工乾燥（温度域70-80℃）」、「試験④・人工乾燥（温度120℃一定）」の4通りで行った。それぞれで乾燥時間、収縮率ならびに欠点発生状況等について評価検討した。この結果、スギ集成材用板材の乾燥工程では、乾燥効率を高めるために天然乾燥を採り入れることや人工乾燥前の初期含水率をそろえることが重要と考えられた。また、乾燥処理温度は乾燥後の収縮や材色を考慮すると、今回の試験範囲では50-70℃が適当と考えられた。今後は、乾燥時間や係るエネルギー消費を考慮して最適乾燥温度を選定する必要があると思われる。

キーワード：スギ板材、天然乾燥、人工乾燥、乾燥工程

I はじめに

国内において蓄積量が増加しているスギ材の需要拡大を図る方策のひとつとして、一般住宅向け構造用集成材の生産が試みられている。スギ板材の乾燥方法については一般製材品を想定した報告はあるが(3, 4, 6, 8)、集成材生産に必要なラミナ接着工程を考慮した報告はなかった。ここでは、集成材用スギ材の適切な含水率管理を乾燥工場で行えるようにするため、乾燥試験を行うことによって乾燥工程の検討を行った。

II 方法

試験材には、民間企業で実際に集成材用ラミナとして扱われている長さ3~4mのスギ板材を用いた。各乾燥試験では、エンドマッチングするように材長は800mmとし、両木口はシリコンコーキング剤を用いてコーティングした。試験材の幅は135mm、厚さは35mmとした。これは工場製材時の寸法であり、乾燥後の最終加工により4プライの105mm正角材製品製造を想定している。また、各試験材の間から含水率測定用試験片、材長の間部分からは密度測定用試験片を採取した。

乾燥試験は、乾燥時間や収縮率等の乾燥性能を評価するため、「試験①・天然乾燥と人工乾燥（初期蒸煮、温度50-70℃、乾湿球温度差4-22℃）の組み合わせ」、「試験②・人工乾燥（初期蒸煮、温度50-70℃、乾湿球温度差4-22℃）」、「試験③・人工乾燥（初期蒸煮、温度70-80℃、乾湿球温度差3-12℃）」、「試験④・人工乾燥（初期蒸煮、温度120℃、乾湿球温度差30℃一定）」の4通りで行った。人工乾燥装置には蒸気加熱式（SKIF10LPT）を用いた。人工乾燥スケジュールは文献(3, 4, 5, 6, 8)を参考にして作成した。また、人工乾燥

処理の最終段階で調湿処理を行った。

最終目標含水率範囲は接着に適した含水率範囲である8~12%(1, 2)に設定した。

III 結果と考察

密度は、 0.38g/cm^3 ($SD(\sigma)=0.04$, $n=200$, $MC=11\%$)、であった。材長中間部分の初期含水率は、平均86% ($SD(\sigma)=38.4\%$, $n=200$)であった。ただし、図-1に見られるように、含水率が33%から205%と広い範囲に存在した。乾燥処理の効率化のためには、全体数の10%程度の出現確率である150%を超えた高含水率材に対し、乾燥前に選別除外する必要があると考えられた。

乾燥時間については、試験①では、天然乾燥期間40日で含水率15-30%の範囲に収まり、3ヶ月後には15-20%の範囲に収まった。その後の人工乾燥と調湿処理は3日であった。試験②では図2のように乾燥処理7日、その後の調湿処理を3日とした。試験③では乾燥処理5日、その後の調湿処理を3日とした。試験④では乾燥時間2日、調湿処理3日とした。いずれの試験でも、調湿中のサンプル材の重量は1日目以後大きく変化がなかったため調湿処理は1日でよいと思われた。また、最終的に著しい割れは発生せず、含水率は8~12%の間に収まった。

最終仕上がり時の収縮率は表-1にみられるように、試験①の幅方向の平均が2.7% ($SD(\sigma)=0.8\%$)、厚さ方向の平均が2.8% ($SD(\sigma)=1.0\%$)であり、他の試験に比べて幅、厚さ方向ともに小さかった。一般的に乾燥温度が高いほど収縮率は大きくなる傾向があり(10)、今回の結果からも試験④の厚さ方向を除いてその傾向が見られた。試験④の結果の理由としてドライイングセッ

ト(7,9)によって収縮が抑えられたこと、または、最終的に断面の変形が大きかったことから、収縮分の応力に変形に変換されたと思われた。試験④では、初期含水率の高い材の一部に内部割れの発生が見られた。

最終加工を行う場合、収縮率は平均値よりも全体数に対する安全率の値を考慮すると思われる。収縮率の小さかった試験①では、幅方向の収縮率が全体数の90%が含まれた数値は3.75%であった。また、厚さ方向は4.25%であった。これらを寸法に置き換えると、最小製材寸法は幅方向が110mm、厚さ方向が29mmであった。これらの値は工場生産の寸法である幅135mm、厚さ35mmに比べて小さい値である。この差の理由は実大長で乾燥を行うと曲がりやそりが生じるためである。生産工場において最終プレナ加工時に削り残しを生じさせない寸法と思われるが、今後は実大材を用いて実証する必要があると思われた。

IV まとめ

スギ集成材用板材の乾燥工程では、乾燥効率を高めるために初期含水率をそろえることが重要と考えられた。その方策として、第一に、前処理として天然乾燥を1ヵ月程度行った後に人工乾燥処理をすること。第二に、生材から人工乾燥処理を行う場合には、初期含水率分布を考慮して、高含水率側10%数の個体を除くことが考えられた。

乾燥温度については乾燥後の収縮や材色を考慮すると、今回の試験範囲では50-70℃が適当と考えられた。また、調湿処理時間は1日とすることにより乾燥処理を1週間サイクルで実施可能であると考えられた。ただし、乾燥時間や、係るエネルギー消費を考慮して最適乾燥温度域を選定する必要があると思われた。

本研究は、当所における運営費交付金プロジェクト「スギ等地域材を用いた構造用新材料の開発と評価(課題番号:200503)」によって実施した。

引用文献

- (1) 浅野猪久夫編(1982)木材の事典, 317pp., 朝倉書店, 東京.
- (2) 日本木材加工技術協会編(1988)木材の接着・接着剤, 48~49, 産調出版, 東京.
- (3) 林業試験場監修(1985)改定3版木材工業ハンド

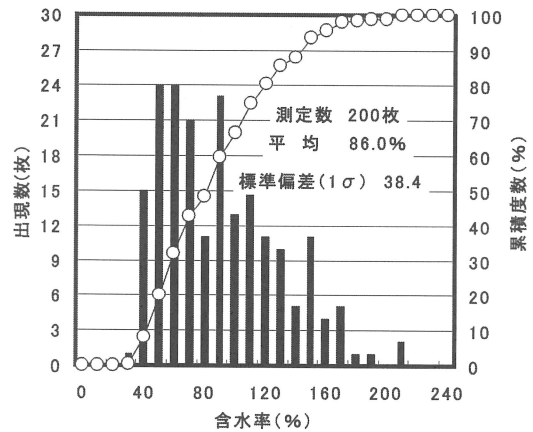


図-1 スギ板材の初期含水率分布

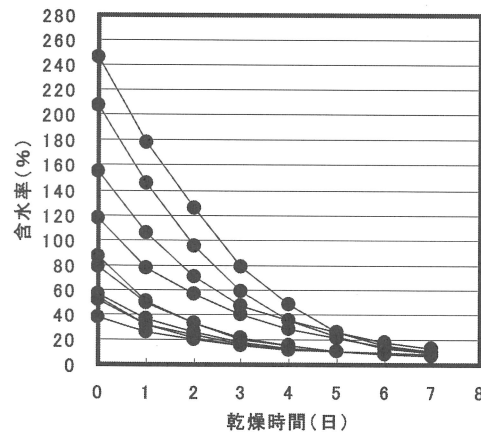


図-2. 試験②における初期含水率に伴う含水率減少曲線

ブック, 308pp., 丸善, 東京.

- (4) 齋藤周逸(1995)日林関東支部論47:137~138
- (5) 齋藤周逸(2004)森林総研交付金プロジェクト研究成果集4, 22~45.
- (6) 森林総合研究所監修(2004)改定4版木材工業ハンドブック, 308~309., 丸善, 東京.
- (7) 森林総合研究所監修(2004)改定4版木材工業ハンドブック, 275~276., 丸善, 東京.
- (8) 寺沢真・筒本卓造(1981)木材の人工乾燥, 106pp., 日本木材加工技術協会, 東京.
- (9) 寺沢真・筒本卓造(1981)木材の人工乾燥, 15pp., 日本木材加工技術協会, 東京.
- (10) 寺沢真(2004)改定増補版木材乾燥のすべて, 174~175., 海青社, 滋賀.

表-1 スギ板材の各乾燥試験結果

試験条件	乾燥時間		含水率				収縮率			
	天然乾燥 (日)	人工乾燥 (日)	初期 (%)	標準偏差 (σ)(%)	処理後 (%)	標準偏差 (σ)(%)	幅方向 (%)	標準偏差 (σ)(%)	厚方向 (%)	標準偏差 (σ)(%)
天然乾燥+	90	-	81.9	36.1	17.0	1.3	1.68	0.61	1.82	0.80
①人工乾燥(50-70℃)+調湿	-	3	17.0	1.3	10.0	0.5	2.69	0.84	2.83	1.03
②人工乾燥(50-70℃)+調湿	-	10	88.0	40.2	10.6	0.5	3.32	0.83	3.31	0.77
③人工乾燥(70-80℃)+調湿	-	8	84.0	36.7	11.8	2.2	3.42	0.78	3.64	0.81
④人工乾燥(120℃)+調湿	-	5	92.7	49.4	7.7	0.4	3.57	0.74	3.10	0.79