

研究課題名：自然エネルギーを利用した木材乾燥技術の開発

担 当 部 署：農林技術部 木材利用科

担 当 者 名：片岡寛嘉・中山茂生

予 算 区 分：県単（課題解決型）

研 究 期 間：平成 24 ～ 27 年度

1. 目 的

木材の利用促進と林業・木材産業の活性化のため、木材の主要な供給先である住宅・建築物向け製材を対象に、高品質な乾燥材を安価に生産することが求められている。島根県では高温蒸気式木材乾燥機の導入が徐々に進んでいるが、コストが高いため、導入に踏み切れない工場が多くある。そこで、乾燥材の品質を保ちながら、コストを抑え、省エネ・省CO₂に寄与するエコ乾燥機を開発する。

2. 試験の方法

- 1) 高温セット処理と中温乾燥の組合せにより、材面割れが少なく低含水率の乾燥材を生産可能にする。
- 2) 中温乾燥での熱源を従来の蒸気ボイラから太陽熱集熱器とヒートポンプへ代替することで、省エネ・省コスト化を目指す。
- 3) エコ乾燥機での設計指針を得るために必要なデータを取得し、仕様書や仕様図、価格表を作成する。

3. 結果の概要

平成 25 年度に空気集熱式太陽熱集熱器と空気熱源温水循環加温ヒートポンプ (CA0NS140) を有するエコ乾燥機を製作した。平成 26 年度に高温セット処理を行った県産スギ平角をエコ乾燥機で中温乾燥すると、従来の高温蒸気式と比較しランニングコストが約 8 割削減された。また、その時の含水率や表面割れといった品質についても、従来の高温蒸気式と比較し同程度に保つことができた。



写真－1 太陽熱とヒートポンプを利用した木材乾燥装置

**研究課題名：持続可能な林業経営を目指した人工林の循環利用システムの開発
～新たな需要を生み出す地域材活用技術の開発～**

担当部署：農林技術部 木材利用科

担当者名：後藤崇志・片岡寛嘉

予算区分：県単（課題解決型）

研究期間：平成 25 ～ 27 年度

1. 目的

本県のスギ人工林は成熟して利用可能な蓄積量は 3500 万 m^3 に達し、今後ますますスギ材を安定的に利用していく必要がある。スギ材はこれまで主に住宅用の構造材などに利用されてきたが、今後は医療や福祉、教育やサービス分野の中～大規模な建築物への需要拡大を図る必要がある。しかし、これら中～大規模な建築物に対応するスギ部材の製造技術は確立できていない。そこで、県産スギ製材を使用したトラス構法による中大スパン用部材の製造技術を開発する。

2. 試験の方法

1) スギ太角の乾燥試験

試験体は県産スギ丸太で長さ 4.5m、末口直径が 26cm 以上と 34cm 以上の各丸太を供試した。丸太本数は、乾燥条件ごとに末口直径 26cm 以上と 34cm 以上それぞれの丸太 10 本ずつ（合計 20 本）とした。丸太は心持ち正角（本報では太角と記す）に製材し、仕上がり寸法は長さ 4.2m、断面寸法は末口直径 26cm 以上の丸太は 150mm 角、末口直径 34cm 以上の丸太は 210mm 角に調製した。

乾燥条件は、①高温セット処理＋天然乾燥、②高温セット処理＋送風促進乾燥の 2 条件とした。高温セット処理は蒸気式乾燥機（(株)新柴設備製）により施した。天然乾燥は当センター敷地内の屋根付き土場で平成 25 年 11 月より開始した。送風促進乾燥とは、高温セット処理後に乾燥室内へ加熱は行わずに送風のみを行い、乾燥室内の余熱で太角が乾燥できるか検討した。

2) プレカットを利用した平行弦トラスの製造と曲げ試験

県産スギ製材を供試し、平行弦トラス（以下、トラスと記す）のハウとワーレンを各 3 体製造した（写真－1）。また、トラスを柱に桁差しにより接合した試験体（以下、柱－トラスと記す）を各 2 体製造した（写真－2）。トラスの部材には人工乾燥材を供試し、上下弦材には平角の通し材（120×150mm 角）を、斜材と鉛直材には正角（120mm 角）を使用した。部材の加工は県内事業体においてプレカットにより行った。トラスの寸法はスパン 6060mm、上下弦材間距離 600mm、節点間距離はハウでは 750mm、ワーレンでは 735mm とした。

曲げ試験は実大製材品強度試験機（(株)前川試験機製作所製）により行い、スパン中央部のたわみ量を変位計により測定するとともに、全てのトラスと柱－トラスを破壊して最大荷重を測定した。



写真－1 ハウ（左）とワーレン（右）のトラス

写真－2 柱－トラス（ワーレン）

3. 結果の概要

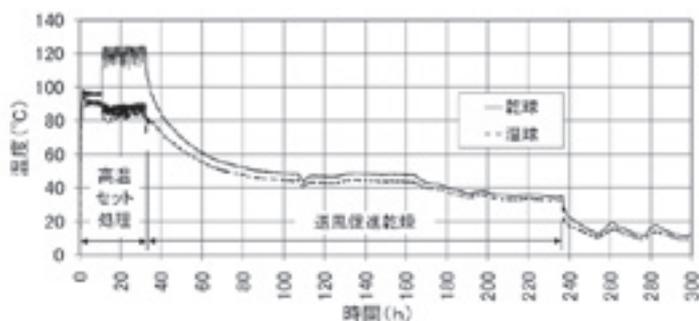
1) 各乾燥条件でのスギ太角の乾燥経過

①高温セット処理+天然乾燥（写真－3）での含水率の経過は，含水率計（CSA エレクトロニック社製 delta-200XL）により測定した。生材状態，高温セット処理直後，天然乾燥11ヵ月後それぞれの平均含水率は，150mm角では89.2%（標準偏差（以下，同様）0.1），29.3%（12.5），14.4%（2.2）であった。210mm角では89.4%（0.1），41.9%（7.7），17.7%（3.5）であった。太角の高温セット処理後の天然乾燥は，含水率が十分に低下するまでに約1年程度を要すると考えられた。

②高温セット処理+送風促進乾燥では，乾燥室内に乾球と湿球を設置し，それらをデータロガーに接続して温度変化を記録した（図－1）。乾球温度差は高温セット処理時には約30℃であったが，送風促進乾燥時には約4℃にまで縮まった。乾燥終了後，水分傾斜を全乾法により測定した結果，材面付近と髓付近それぞれの平均含水率は150mm角では23.5%（10.2），64.8%（32.5），210mm角では23.4%（9.5），45.6%（19.7）であった。水分傾斜は150mm角では41.3%，210mm角では22.2%であり，さらに水分傾斜を小さくするために乾燥スケジュールなどの検討が必要と考えられた。



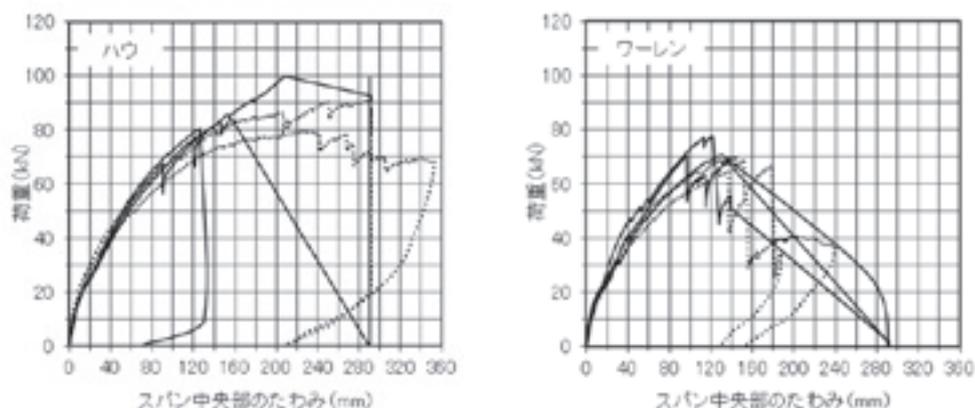
写真－3 太角の天然乾燥



図－1 送風促進乾燥での乾球と湿球の温度変化

2) トラスと柱－トラスでの曲げ性能の比較

トラスと柱－トラスそれぞれの荷重－変形曲線を図－2に示す。トラスと柱－トラスの曲げ性能を比較すると，載荷初期の剛性でスパンの1/300に相当する約20mm変形時の平均荷重はハウでは25.4kN，29.8kN，ワーレンでは25.4kN，24.4kNであった。また，最大荷重の平均値はハウでは88.1kN，86.2kN，ワーレンでは72.9kN，66.9kNであり，曲げ性能に著しい違いは認められなかった。破壊形態は全て共通しており，荷重点下の下弦材節点から破壊が伸展した。柱－トラスの接合部はプレカットによる桁差しであり，十分な接合性能が得られると考えられた。



図－2 トラスと柱－トラスでの荷重－変形曲線の比較

（実線：トラス，点線：柱－トラス）

研究課題名：木材成分を利用した隠岐産木材の高付加価値化技術の開発

担当部署：農林技術部 木材利用科

担当者名：中山茂生・後藤崇志

予算区分：県単（課題解決型）

研究期間：平成 25 ～ 27 年度

1. 目的

島根県が策定している「新たな農林水産業・農山漁村活性化計画第2期戦略プラン」の地域プロジェクトにおいて、「隠岐（しま）の木利用拡大プロジェクト」が実行されている。この中で、離島であることの輸送ハンディを克服し、島外出荷拡大につながる隠岐産木材の高付加価値製品の開発が必要とされている。

また、隠岐の島町では、「緑のコンビナート」構築のためのバイオマスタウン構想図を策定しており、豊かな森林資源や海洋資源といった地域資源を活かしたバイオマスの利活用を図って、循環型社会の形成を目指している。

そこで、隠岐産木材の島外出荷の拡大と松くい虫被害木などのバイオマスの利活用を目的として、バイオマス資源から抽出した木材成分リグノフェノールを利用した隠岐産木材の高付加価値化技術の開発を行う。

2. 試験の方法

1) 接着剤としての利用の検討

リグノフェノールを天然由来の接着剤として用いるための配合を検討した。

2) 接着温度の検討

リグノフェノールを接着剤として用いるための適正な接着温度を検討した。

3) 高周波加熱接着の検討

隠岐での実用化を想定し、高周波加熱による短時間での接着を検討した。

4) フェノール樹脂系接着剤との混合の検討

市販のフェノール樹脂系接着剤とリグノフェノール由来の接着剤を混合した接着剤の性能を検討した。

3. 結果の概要

1) スギ間伐材の木粉から抽出したリグノフェノールを水酸化ナトリウム溶液に溶解して主剤とし、これに市販の硬化剤を添加して攪拌することにより接着剤として使用できることがわかった。

2) 熱圧温度 160℃で集成材の日本農林規格の接着性能基準値を満たすことがわかった。

3) スギ板材の高周波加熱接着が可能であることがわかった。

4) 混合した接着剤でも合板の日本農林規格の接着性能基準値を満たすことがわかった。



写真-1 隠岐産リグノフェノール