

事業協同組合の乾燥施設導入に対する技術支援
—新規導入設備の利用状況の確認と技術相談への対応—

河崎弥生

1. はじめに

品確法や消費者契約法が施行された今日、製材品の高品質化を図り、さらなる需要拡大を目指すためには、乾燥材の増産体制を整備する必要がある。県内の製材業界は、昭和60年頃から全国に先駆けて人工乾燥装置を導入し、その後も着実に乾燥施設の充実を図ることによって乾燥材の生産量を増加させ、今日まで、一貫して乾燥材先進地域としての地位を確保してきた。今後も、乾燥材の生産地域として重要な地位を占め続けるためには、まず基盤整備として、乾燥設備のさらなる充実が必要である。

乾燥設備の新規導入は、各企業が自己資金によって行うものと協同組合などが中核となって行うものがある。県内の製材工場が数多く立地する地域は、真庭市を中核とするものと津山市及び周辺の町を中核とするものとの2つがある。これまで、真庭地域、津山地域のいずれにおいても、製材業者等が構成する組合が、国補事業により乾燥関連設備を導入し、それらを傘下の製材工場に貸与することにより、乾燥材生産のための設備の充実を図ってきた経緯がある。本年度は、さらに真庭木材事業協同組合が、森林・木材産業構造改革事業によって、2度目の乾燥設備の導入を行った。

本支援事業は、真庭木材事業協同組合及び新たに乾燥設備を貸与された製材工場が、それらの乾燥設備を有効活用できるように、当センターが乾燥技術の現状を把握するとともに、乾燥技術の向上に向けた具体的な技術相談に応じることを、主たる目的としたものである。

2. 技術支援の内容

1) 支援の対象

真庭木材事業協同組合

2) 支援の内容

①現地を訪問して、装置の状態と稼働状況を確認した。

②責任者等から、乾燥施設の使用状況、乾燥材生産の現状、乾燥条件、今後の課題等について聞き取り調査を行った。

③技術的に改良が必要な点については、適宜アドバイスをを行った。

3) 期間

平成19年4月上旬～7月中旬

4) 対応者

専門研究員 河崎弥生

3. 技術支援した企業と新規導入した施設

①A社

・蒸気式乾燥装置（高温タイプ・30m³入り） 2台

②B社

・蒸気式乾燥装置（高温タイプ・35m³入り） 2台

③C社

・蒸気式乾燥装置（高温タイプ・40m³入り） 1台

④D社

・蒸気式乾燥装置（高温タイプ・30m³入り） 1台

④E社

・蒸気式乾燥装置（中温タイプ・20m³入り） 1台

③F社

・蒸気式乾燥装置（高温タイプ・20m³入り） 1台

③G社

・温水式乾燥装置（中温タイプ・12m³入り） 1台

・温水式木屑焚きボイラー 1台

4. 調査結果の概要

4.1 A社

1) 調査

6月中旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、乾燥を担当している工場長から乾燥材生産の現状を聞いた。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)新柴設備製の蒸気式乾燥機(30m³入り)が2台導入された。

同時に、油焚きボイラー(1.5トン)も併設された。

②既設の設備としては、蒸気式乾燥機が3台導入されている。木屑焚きボイラー(0.8トン)による熱源を導入している。また、大型サイロ(30m³入り)も、最近、自己資金によって整備されている。

(3) 装置の稼働状況

①主に、スギ間柱材、スギ柱材、ヒノキ柱材、ヒノキ土台材等を乾燥している。

②スギ間柱材は、75℃程度の温度で約4～5日間で乾燥している。天然乾燥を併用する場合には、1日程度の人工乾燥時間の短縮化が図られている。

③スギ柱材は、事例は少ないが、納材先の要望に応じて、高温乾燥される場合がある。120℃によるドラインセット後、105℃から98℃程度まで温度を下げ乾燥する。乾燥時間は、全体で約6～7日間程度である。

④ヒノキ柱材は、背割りを行い、60℃程度の中温域で乾燥する。土台も、ほぼ同様な対応である。

⑤乾燥設備が充実したので、さましの工程も、ゆっくりと行えるようになった。

⑥昼間は木屑燃焼により、夜間は重油燃焼によりボイラーを稼働させている。

(4) 今後の課題

①9cm角などの小割材の乾燥を行いたい。装置メーカーにも乾燥条件を相談しているが、適切なアドバイスが欲しい。

(5) 技術的アドバイス

①小割材の乾燥条件は、装置メーカーから提示された乾燥条件のみでは、対応が難しい面があると思われた。したがって、当センターが以前提示したような乾燥条件を採用するか、必要に応じて、新たな技術指導することも可能なので、実際に乾燥を行う際には、改めて協議することにした。

②高温乾燥は時々しか行わないようであるが、仕上がり状態をチェックしておくことが望ましい。

乾燥後の必要とされる養生期間なども、中温乾燥の場合とは異なるので、注意をする必要がある。

(6) 総括

導入した乾燥装置は、有効に利用が図られている。自己資金で導入した既存の装置とも併せて、全体として乾燥材の生産体制は大きく向上している。



写真1-1 導入した乾燥機



写真1-2 間柱の乾燥



写真1-3 木屑焚きボイラー



写真1-4 サイロ

4.2 B社

1) 調査

6月中旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、乾燥機を操作している社長から乾燥材生産の現状を聞いた。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)新柴設備製の蒸気式乾燥機(35m³入り)が2台導入された。同時に、油焚きボイラー(2トン)も併設された。

②既設の設備としては、蒸気式乾燥機が9台導入されている。従来から導入している木屑焚きボイラー(1.5トン)と併せて、NEDOによる新規導入の木屑焚きボイラー(1.5トン)も稼働を始めている。NEDO導入のボイラーは、燃料として山チップ、ペレット、自社チップ、プレーナー屑など多様なものを使用する予定になっている。また、大型サイロ(150m³入り)も、最近、整備されている。

3) 装置の稼働状況

①主に、スギ間柱材、スギ柱材、ヒノキ柱材、ヒノキ土台材等を乾燥している。

②スギ柱材は、原則として、高温乾燥されている。120℃によるドラインセット後、110℃から98℃程度まで温度を下げて乾燥する。乾燥時間は、さまし1～1.5日間を入れて、約7日間程度である。

③乾燥機の制御は、いわゆる「ミズダス」を用いている。これによって、材面割れが減少し、A級品が90%以上を占めるようになった。

④製品の仕上げ含水率は、KD直後で9～12%、仕上げ直後で12～13%としている。実際には、これよりも4～5%高い個体も混在することがある。

⑤スギ間柱材も約5日間程度(さまし工程含まず)で、高温乾燥を行っている。110℃によるセット後、100℃～95℃で乾燥している。

⑥ヒノキ柱材も、高温乾燥するが多い。

⑦乾燥設備が充実したので、冷却期間を十分に取れるようになり、割れの減少につながっている。

⑧昼間は木屑燃焼により、夜間は重油燃焼によりボイラーを稼働させている。

4) 今後の課題など

①NEDOの試験プラントを着実に稼働させる必要がある。この設備のメンテナンス料金が、年間50～60万円必要であり、経費として計上しなければならない。

②乾燥材の納材先の品質チェックが、年々厳しくなり、これに対応する技術が必要である。

5) 技術的アドバイス

①高温乾燥材は、時々、仕上がり状態をチェックしておくことが望ましい。特に、大きな内部割れには、注意をする必要がある。

②間柱材についても、強度材料ではないため内部割れがあっても問題が無いという考え方もあるが、縦継ぎ工程が入ること等を勘案すると、なるべく内部割れが発生しないような乾燥条件を採用する必要がある。

6) 総括

導入した乾燥装置は、有効に利用が図られている。これまで導入されている既存の装置とも併せて、全体として乾燥材の生産体制は大きく向上したと判断される。また、木質系燃料によるボイラー設備もより充実し、低コストによる乾燥材の生産体制が、今後、より一層充実していくものと思われる。



写真2-1 導入した乾燥装置



写真2-2 制御盤とセンサー類



写真2-3 乾燥材の仕上がり状態



写真2-4 材面割れは少ない

4.3 C社

1) 調査

4月中旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、乾燥全般を総括している役員から乾燥材生産の現状を聞いた。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)新柴設備製の蒸気式乾燥機(40m³入り)が1台導入された。今回は、油焚きボイラーは併設されなかった。

②既設の設備としては、蒸気式乾燥機が10台導入されている。前回の事業によって木屑焚きボイラー(2.5トン)が設置され、今回の乾燥機にも連動されている。また、大型サイロ(150m³入り)も、最近、整備され、同時期に導入されたチップパーと併せて、総合的な有効利用が図られている。

3) 装置の稼働状況

①主に、スギ柱材、ヒノキ柱材等を乾燥している。

②スギ柱材は、原則として、高温乾燥されている。120℃によるドライグセット後、110℃前後で乾燥されている。乾燥時間は、断面寸法や品等によって、適宜選択されている。さまし工程を入れずに、概ね6～8日間であることが多い。

③乾燥機の制御には、自社で独自に開発した乾燥スケジュールを用いている。

④製品の仕上げ含水率は、原則としてD20を目標としている。

⑤人工乾燥後に、屋根付きの保管庫で、一定期間(数週間～数ヶ月)の養生処理を行うことが多い。

⑥ヒノキ柱材も、高温乾燥することがある。

⑦乾燥設備が充実しているので、乾燥のローテーションに余裕があり、大量の乾燥材を出荷できている。

⑧昼間は木屑焚きボイラーを稼働させ、夜間は、一定時間のみ重油ボイラーを稼働させている。

4) 今後の課題など

①10.5cm角スギ柱材において、材面割れが発生する割合が高い。また、3m材と比較して、6m材の方が、材面割れが発生する割合が高い。

②乾燥材の納材先の品質チェックが、年々厳しくなり、これに対応するさらなる技術革新が必要である。

③乾燥機からの排水の処理を、工場周辺の状況(農業用水に流入)を考え、常時、適切に行う必要がある。

5) 技術的アドバイス

①高温乾燥の場合、材面割れを100%防止するのは、技術的に難しい。ドライングセットを強めにかける条件を選択すれば、材面割れは減少させることが期待できるが、その分、内部割れの発生が懸念される。

②高温乾燥材は、時々、仕上がり状態をチェックしておくことが望ましい。特に、横架材の場合には、大きな内部割れの発生には、注意を払う必要がある。

③工場周辺からの指摘が無いように、既に専用の装置を導入して、積極的に廃水処理を行っている。このため、現状では、廃水処理装置が常時適切に稼働していれば、環境的な問題は生じないと判断される。

6) 総括

導入した乾燥装置は、有効に利用が図られている。これまで導入した既存の装置とも併せて、全体の乾燥材生産計画の中で、効率的に運用されている。

当社は、これまでの乾燥機の導入に際して、少しずつ改良を行って自社に適した装備にしてきているため、優良な仕様となっている。また、木質系燃料によるボイラー設備も、サイロなど付帯設備がより充実されたことによって、さらに効率的な運用が図られ、今後、低コストな乾燥材の生産体制がより充実していくものと判断される。



写真3-1 導入した乾燥機



写真3-2 排水処理設備

4.4 D社

1) 調査

6月中旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、乾燥機を操作している社長、常務から乾燥材生産の現状を聞いた。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)新柴設備製の蒸気式乾燥機(30m³入り)が1台導入された。

同時に、油焚きボイラー(750キロ)も併設された。

②既設の設備としては、蒸気式乾燥機が3台導入されている。従来から導入している木屑焚きボイラー(約1.1トン)と併せて、NEDOによる新規導入の木屑焚きボイラー(1.1トン)も稼働を始める状態になっている。NEDO導入のボイラーは、燃料として自社のチップ、プレーナー屑と併せてペレットを混焼できるタイプである。

3) 装置の稼働状況

①主に、ヒノキ柱材の中温乾燥に使用している。乾燥時間は、さまし工程1日を含めて約7日間である。

②回数は少ないが、スギ柱材を高温乾燥することもある。この場合には、基本的には装置メーカーが示す「ミズダス」の乾燥スケジュールを用いている。120℃によるドラインセット後、110～105℃程度の乾燥条件を用いている。

③乾燥設備が次第に充実してきてはいるが、全体の生産量を勘案すると、まだ不足している状況にある。このため、場合によっては、十分な乾燥時間を取れないこともある。

④昼間は木屑焚きボイラーを稼働させ、夜間は、一定時間、重油ボイラーを稼働させている。

4) 今後の課題など

①スギ柱材の高温乾燥を行うと、多くの材面割れが発生し、ロスが3割以上に達する。何とかして、乾燥スケジュールの改良を図りたい。

②ドラインセットのメカニズムについて、基本を学びたい。

5) 技術的アドバイス

①高温乾燥の場合、材面割れを100%防止するのは、技術的に難しい。しかし、ミズダスに示される乾燥スケジュールを改良して用いることは、当面、妥当な対応であると判断される。今後、具体的な改良策については、アドバイスを行うことにした。

②高温乾燥には、被乾燥材の丁寧な取り扱いも重要となる。すなわち、製材後、材表面を乾燥さ

せない状態を保持し、材表面が濡れた状態で乾燥を始める必要がある。乾燥室に入れる前に、散水して材表面を濡らすことも一つの方法である。

③高温乾燥材は、時々、仕上がり状態をチェックしておくことが望ましい。たまにしか行わないのであれば、できれば毎回、特に内部割れの発生に注意を払う必要がある。

6) 総括

導入した乾燥装置は、有効に利用が図られている。これまで導入した既存の装置とも併せて、全体の乾燥材生産計画の中で、効率的に運用されている。ボイラー容量には十分余裕があるので、可能であれば、さらに乾燥機の導入を図れば、より一層、乾燥材の生産体制が充実するであろう。

乾燥材の含水率のチェックなど、品質管理に注意を払うことが望ましいように思われる。本企業は、常時 J A S 製品の出荷を行っているが、J A S 製品については、特に品質管理を徹底する必要がある。



写真4-1 導入した乾燥機



写真4-2 J A S 製品

4.5 E社

1) 調査

6月中旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、社長、乾燥担当の社員から乾燥材生産の現状を聞いた。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)新柴設備製の蒸気式乾燥機(20m³入り)が1台導入された。今回は、油焚きボイラーは併設されなかった。

②既設の設備としては、蒸気式乾燥機が3台導入されている。従来から導入している木屑焚きボイラー(0.8トン)を利用し、燃料として自社の木屑類を燃焼させている。

3) 装置の稼働状況

①主に、ヒノキ柱材の中温乾燥に使用している。乾燥時間は、さまし工程を含めずに約7日間である。

②特に、12cm角のヒノキ役柱用として使用することが多く、既設の乾燥装置とは役割を分担させている。

③乾燥条件は、65℃前後を用いており、冷却にも2日間をかけるなど、全体的に丁寧な乾燥スケジュールである。

④装置の管理は、温湿度を記録するためのチャート紙が稼働し、乾燥日誌も残されているなど、適切な管理がなされている。

⑤乾燥目標はD20であるが、概ね達成されている。また、割れによるロスの発生も2～3%と少ない。

⑥今回の設備導入によって、乾燥材の生産体制に少し余裕ができて、品質にこだわるできるようになりつつある。

⑦昼間は木屑焚きボイラーを稼働させ、夜間は、一定時間、重油ボイラーを稼働させている。

4) 今後の課題など

①D25仕上げ用と、D20仕上げ用の乾燥スケジュールを、別々に考えたい。

②栈木の厚さを、少し薄くしたい。

5) 技術的アドバイス

①D25仕上げ用の乾燥スケジュールをD20用に変更するためには、乾燥後期の条件を変更する必要がある。具体的には、後期の乾燥ステップを少しずつ延長するなどの措置を取ることで、対

応できる。

② 栈木の厚さは、25mm以上必要であるため、現状の寸法を維持することが望ましい。ファンの容量が十分な装置であっても、極端に栈木の厚さを薄くすることは、乾燥ムラにつながるため、妥当な措置ではない。

③ 乾燥末期に調湿工程を入れれば、ロット内の含水率のバラツキはさらに減少し、特異的に含水率が高い個体の数は、現状よりも、かなり減少すると思われる。

6) 総括

導入した乾燥装置は、有効に利用が図られている。これまで導入した既存の装置とも併せて、全体の乾燥材生産計画の中で、効率的に運用されている。装置によって全てメーカーが異なるが、装置の特徴や能力を把握したうえで、うまく使い分けられている。

木屑焚きボイラー容量は、すでに能力をフルに使っている状態に近いように思われるが、油焚きボイラーを併設しているため、これと機能的に連動させれば、さらなる乾燥機の増設にも十分に対応可能であると思われる。

乾燥JAS製品を生産しているので、含水率のチェックなど、品質管理に一層の注意を払うことが望ましい。



写真5-1 導入した乾燥機



写真5-2 毎回交換されるガーゼと乾燥日誌のファイル

4.6 F社

1) 調査

3月中旬、及び6月上旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、担当の取締役、社員から、乾燥材生産の現状を聞いた。

これとは別に、試験的に高温乾燥したヒノキ柱材の仕上がり状態を、当センター等で確認した。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)新柴設備製の蒸気式乾燥機(20m³入り)が1台導入された。

②本装置は、工場全体用として装備されている木屑焚きボイラー等の蒸気熱源に連動されている。

3) 装置の稼働状況

①主に、スギ集成材用ラミナの乾燥に用いている。

②ヒノキ柱材の高温乾燥材生産を目指して、乾燥スケジュールの開発を行うなど、実験装置としても利用している。

③ヒノキ柱材の高温乾燥では、既にミズダス方式、大分方式などを試み、それらの乾燥仕上がり状態を確認している。

④また、高温乾燥材は、詳細な含水率測定や強度試験なども実施されている。当センターにおいても、それらのデータを確かしている。

4) 今後の課題など

①本企業は、ヒノキ柱材の適切な高温乾燥条件を探求しているが、自社ブランドとしての品質が担保できるまで、さらに試行錯誤が継続される見通しである。

②乾燥材の品質を担保するためには、本来必要とされる実験データを収集し、性能を満たしているということ、ユーザーに明確に示す必要がある。

5) 技術的アドバイス

①高温乾燥の場合、熱履歴を完全に払拭することは不可能である。それは、視覚的には変色として現れるし、実際の材質的変化としても現れる。材質的に、自社基準としてどこまでの劣化を許容するのか、最終的には経営的判断が求められるのではないかとと思われる。

②高温乾燥材は、時々、仕上がり状態をチェックしておくことが望ましい。特に、横架材の場合には、大きな内部割れの発生に注意を払う必要がある。

(6) 総括

導入した乾燥装置は、ラミナの乾燥などに有効に利用が図られている。また、将来に向けて、高温乾燥の試験にも用いられるなど、多様な面で有効に活用されている。



写真6-1 導入した乾燥機



写真6-2 集成材用ラミナ

4.7 G社

1) 調査

6月中旬に訪問し、乾燥装置の現状を視察するとともに、乾燥機を操作している社長から乾燥材生産の現状を聞いた。

2) 乾燥装置

①本事業によって、(株)岡崎機械製の温水式乾燥機(12m³入り)が1台導入された。

本装置の壁体は、木質系資材である。また、基本設計には、導入した本企業の社長が、これまでの経験を活かして深く関わった。

②乾燥機の熱源として、東洋プラント工業(株)製の木屑焚き温水ボイラーが導入されている。

③既設の設備としては、温水式乾燥機が1台導入されている。従来から導入していた温水ボイラーは、今回の温水ボイラー新設に伴い、廃棄された。燃料には、自社の木屑類を用いている。

3) 装置の稼働状況

①主に、ヒノキ柱材の中温乾燥に使用している。乾燥時間は、さましの工程を含めて約10日間である。

②特に、ヒノキの役柱用として使用することが多い。

③乾燥条件は、55℃前後を用いており、冷却にも1～2日間をかけるなど、全体的に丁寧な乾燥スケジュールである。

④乾燥経過は、抵抗式含水率計の値を参考にして判断している。

⑤乾燥目標はD20であるが、概ね達成されている。また、割れによるロスの発生は現段階では少ない。

⑥今回の設備導入によって、乾燥材の生産体制に少し余裕ができて、さまし時間を延長するなど、品質にこだわるができるようになりつつある。

⑦熱源の温水ボイラーには、油焚き加温バーナーも併設されているが、なるべく木屑燃焼のみを用いることにしている。

4) 今後の課題など

①乾燥室に強制排気機能が装備されていないため、乾燥終了後の材温の冷却に時間がかかる。安価な方法で、冷却速度を向上させる対策を検討したい。

②乾燥終了後の冷却の段階で発生する材面割れを、現状よりもさらに抑制したい。

5) 技術的アドバイス

①換気扇（直径40～50cm程度）を、乾燥室の上下2箇所程度に配置するのが、安価な方法である。その他の方法としては、現在の温水配管に井戸水などの冷却水を循環させることも考えられるが、改良経費が高つく。

②冷却期間における材面割れの発生は、材温が外気と10℃差以内になるまで徐々に冷却し、その後、大扉を開けるようにすれば、ほとんど抑制することができる。

③乾燥末期に調湿工程を入れれば、ロット内の含水率のバラツキは、さらに減少し、冷却期間における割れの発生を抑制することにも、メリットがあると考えられる。

6) 総括

導入した乾燥装置は、有効に利用が図られている。今後、問題点を改善すれば、より扱い易い装置になると思われる。また、本装置は、小規模な乾燥機を自主設計するというコンセプトのもとに製作されたものであり、温水ボイラーを利用することによって、全体的な設備費の軽減も図っている。

装置が大型化し、輸入品を含めたメーカー品がほとんどのシェアを占める今日の乾燥設備において、これとは異なる方向性を示す実用的装置として、本装置は一定の評価がなされても良いと考えられる。

今後は、本装置の有効利用を図りながら、製品の含水率チェックなど、品質管理に一層の注意を

払うことが望ましい。



写真7-1 導入した乾燥装置



写真7-2乾燥装置の内部



写真7-3 装置の制御盤



写真7-4 木屑焚き温水ボイラー

5. まとめ

今回の真庭木材事業協同組合の木材乾燥設備導入は、以前に設定した「美作材KD」の基準を満たす高品質乾燥材の生産拡大を目的としたものである。したがって、今後は、高品質化に向けた乾燥技術の向上を積極的に図る必要がある。

今回、木材乾燥設備を貸与した7企業は、個人でも既に乾燥設備を導入し、人工乾燥材を継続的に生産してきた実績がある。このため、今後は貸与された乾燥設備の有効利用を図りながら、さらなる乾燥技術の研鑽をはかり、これまで以上に高品質な乾燥材生産を目指すことが重要である。

高品質乾燥材の生産は、高性能な乾燥装置と優良な乾燥技術とが一体となって、初めて可能にな

るものである。言い換えれば、いくら高性能な乾燥装置を導入しても、適正な乾燥技術が用いられなければ、良質な乾燥材の生産は望めない。今後、乾燥装置を利用する各社にあつては、乾燥装置の適正な管理と併せて、乾燥技術の向上に努め、自社に最も適した乾燥材の生産体制を確立することが重要であろう。

また、今後、真庭木材事業協同組合においては、貸与した乾燥設備の利用・管理状況の把握を行い、より有効な利用が図られるよう努める必要がある。

当センターとしても、高品質な乾燥材生産の拡大を念頭に、引き続き、必要な技術支援行う予定である。