

# 塗装した県産スギ材の乾燥

中島 岳彦（情報・生産技術部 試作加工グループ）

長尾 達明（情報・生産技術部 システム技術グループ）

## 1. はじめに

木材は乾燥してから使用するのが一般的である。山から伐採された直後の木材は水分を多く含んでおり、その後の乾燥過程で収縮したり、割れたりするため、そのまま使用するには適していない。乾燥方法には人工乾燥と天然乾燥がある。人工乾燥は熱やエネルギーをかけて、木材を強制的に乾かす方法であり、天然乾燥は風通しの良い場所に長期間放置し、自然に水分が抜けるのを待つ方法である。それぞれ一長一短であるが、近年は寸法安定性に優れた人工乾燥の割合が増えてきており、現在では国内で生産される建築用材の約45%が人工乾燥である<sup>(1)</sup>。これはプレカット材の普及などにより人工乾燥材が求められるためであるが、乾燥施設の整備に莫大な費用が掛かることから、建築用材の半数はコストのかからない天然乾燥で行われている。天然乾燥時の問題として、長期間にわたる屋外暴露による干割れや腐朽がある。使用時に表面を大きく切削することでこれらの問題を回避できるが、歩留まりが低下する原因でもある。

割れの原因の一つに、木材内部と表面の含水率の違いがあげられる。木口や表面近傍では盛んに水分蒸発が行われるため乾燥速度が速いが、内部では水分が移動しづらいため乾燥速度が遅い。乾燥に伴って収縮が起こり、表面だけ縮むために割れが発生する。

そこで本研究では、天然乾燥における木材の割れを防ぐ手段として、木材保護塗料を高含水率状態の木材に塗布し、乾燥速度の低下が可能かどうか調査した。また、屋外での天然乾燥時の割れ防止に有効な手段として、木材への散水があげられる。簡便なIoT技術を導入した散水システムについても紹介する。

## 2. 実験及び結果

### 2.1 試験体

木材保護塗料の影響を調べるために、試験片には神奈川県産スギの辺材部分だけ抜き出し、気乾密度が0.34~0.40g/cm<sup>3</sup>になるよう調整した。試験片寸法は25mm×25mm×50mmとした(図1)。湿潤状態の試験片は、気乾材を水に沈めた状態で真空中に引いて1時間放置し、室内の気圧まで戻したのち24時間放置して作成した。試験

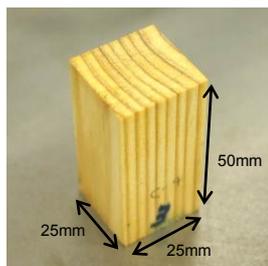


図1 試験片の寸法

片の含水率は気乾状態で約11.2%、湿潤状態で24.8%であった。

### 2.2 含水率による比較

木材に耐候性や耐腐朽性を付与する保護塗料は乾燥材に塗ることを想定しているため、生材(湿潤状態)の木材には適していない。ここでは市販の木材保護塗料を湿潤状態の木材に塗り、その影響を調べた。保護塗料は水性タイプ(塗料1)と油性タイプ(塗料2)の2種類を使用した。試験体を塗料の中に10秒間完全に沈め、試験体を軽く振ってから重量を測定した。その後、105℃の恒温槽にて重量が恒量に達するまで乾燥させた。表1に塗布直後の重量増加分と、増加分に含まれる不揮発性分の重量を示す。

気乾状態で見ると、増加重量分は塗料2の方が多く染み込んでいる。塗料2は有機溶剤を含むため、染み込みやすかったと考えられるが不揮発分は2割程度あったため、木材表面に残った量は塗料1よりも少なかった。湿潤状態になると、塗料1では気乾状態の3割程度まで減少し、塗料2になると1割程度まで減少した。使用した保護塗料は十分に乾燥させた木材に使用することが塗布条件になっているため、湿潤状態の木材に適していないことがわかる。特に油性タイプは水に不溶であることからさらに木材表面に残り難かったと考えられる。塗布方法に簡便なディッピング(図2)を採用したが、各塗料で刷毛塗が推奨されており、塗布方法を変えることでより大きな効果を得られる可能性があった。今回は実大材(4mの柱材など)を想定した塗布方法を採用したため、推奨される塗装方法は採用しなかった。



図2 ディッピング

表1 塗布量と不揮発分

		気乾	湿潤	タイプ
塗料1	増加重量	1.12 g	0.36 g	水性
	不揮発分	0.39 g	0.13 g	
塗料2	増加重量	1.40 g	0.16 g	油性
	不揮発分	0.29 g	0.03 g	

### 2.3 塗料による乾燥の遅延効果

保護塗料により木材表面に被膜が形成されることから、木材内部の水分が抜けにくくなり乾燥速度が落ちることが予想された。そこで、生材（湿潤）状態の木材に保護塗料（塗料1および塗料2）を塗布したものを、乾燥促進試験として60℃の恒温槽で乾燥させたときの重量変化を測定し、塗料による乾燥速度への影響を調べた（図3）。

グラフから、8時間乾燥した時点で、無塗装の場合で乾燥速度が最も早く、塗料1が最も遅い結果となった。その先の22時間までのデータがないが、この状態のまま乾燥が進んだとすると、乾燥するまで無塗装で10時間、塗料1で22時間、塗料2で12時間程度かかったと予想される。このことから、わずかな塗料であるが、乾燥速度に影響を与えていることが確認できた。塗料を2度塗り3度塗りの要領で複数回ディッピング行えば、さらに効果は高くなると思われるが、出来るだけ手間のかからない方法を調べるため今回は1回のディッピングのみの評価とした。保護塗料にもさまざまな種類が存在するが、今回は塗布対象が湿潤状態であること、対象物との馴染みやすさを考慮して水性と油性に大きく分けた。さらに浸透性があり造膜タイプではないものを基準に選択した。

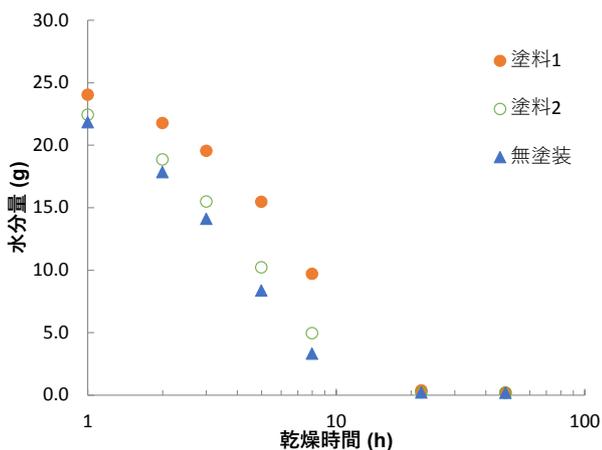


図3 塗料による乾燥の遅延効果

### 3. 考察及び今後の展開

保護塗料の塗布条件に適していない湿潤状態で塗布しても、塗料による乾燥速度への遅延効果が得られることが明らかとなった。ディッピング時間は作業性を重視して10秒に設定したが、木材の含水率が今回の湿潤状態よりも低ければ、同じディッピング時間でも塗布量が増える可能性がある。その分遅延効果の増大も見込めるものの、塗料は木材に比べて高額であるため、コスト高にもつながる。できるだけ少ない塗料で効果が得られるよう、さらに検証を行い最適な時間を見極めたい。

今後は実大材に近い木材を使った乾燥試験を検証する予定である。屋外での乾燥試験では、日射による急激な温度上昇や、冬期における過乾燥状態が続く場合など、塗装による乾燥遅延効果だけでは干割れには対応できないと思われる。実際の木材集積場などでは適宜散水するなどして、人的に対応しながら干割れを防いでいる。そこでIoT技術を用いて自動で散水できるようなシステムを構築する。既にRaspberry Piを使ってハード部分は構築できた。

（図4）そこに水道水の出し止めを制御する電磁弁、温湿度センサー、Webカメラなどをつなぎ、木材の状況を監視しながら自動で散水するシステムを構築する予定である。さらに木材表面の収縮状態を測定するためにひずみゲージによる測定も併せて行っている。これらと温湿度などの環境要因をデータ化することで、割れの予測が可能かどうか検証したい。

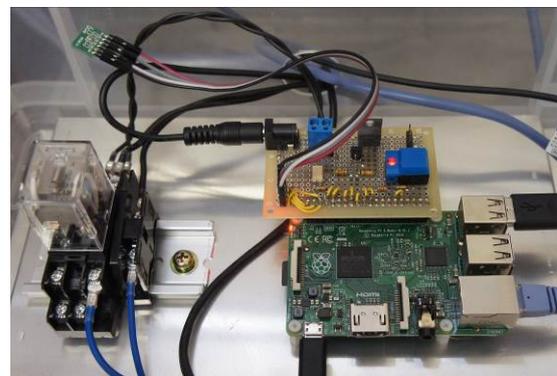


図4 Raspberry Pi に接続された温湿度センサーと電磁リレー

#### 【参考文献】

1. 林野庁編.森林・林業白書.平成30年度版,2018, p.147-149