

資料

三重県産ヒノキを用いた内装材用部材の開発 (III)

—無機物複合化による撥水性の付与—

Development of Interior Materials using the Hinoki grown in Mie Prefecture (III)

— Expression of Water Repellency in Wood-Inorganic Composites —

中山伸吾¹⁾, 岸久雄^{1),2)}

Shingo Nakayama, Hisao Kishi

要旨：内装材利用に向けた三重県産ヒノキへの撥水性付与について検討した。ゾルゲル法による木材と無機物の複合化では、テトラエトキシシランとチタン酸テトラ-n-ブチルの比が 3:1 のとき、表面の水接触角が最大となった。

キーワード：内装材，ヒノキ，撥水性

はじめに

針葉樹材を内装材として利用するには、構造材使用時には重要視されなかった機能性が求められることとなる。その一つとして、材表面に撥水性を付与する処理がある。この理由は、内装材利用上で、水の浸透による寸法変化や汚れの浸透等を抑制する機能が求められるからである。従来は、塗装により木材表面を被覆することで撥水性を付与していたが、この処理は木材の持つ吸放湿性が失われたり、塗膜劣化などによる性能低下が生じる等の問題点がある。

一方、吸放湿性を保ちながら、撥水性を付与する処理方法の一つとして、木材と無機物（例えばシリカ等）を複合化させる方法がある。この複合化方法は従来木材の不燃化や寸法安定化等を付与する技術として活用されてきたが、金属アルコキシドとしてテトラエトキシシランを用いた場合に、木材内部で形成されるシロキサン結合の重合体は単体でも疎水部分を持ち、水の浸透を抑制する効果があるとされており（由井ら，2007）、吸放湿性や撥水性について効果を期待することができる。しかし、吸水性ポリマーを含まない含浸法による撥水性の発現や、チタンの影響などについてその効果をさらに検証する必要がある。

そこで、主に構造材をして利用されてきたヒノキ材を内装材として利用することを目的として、表面撥水性の付与について検討を行った。本研究では、金属アルコキシドの一つであるテトラエトキシシランと木材の複合化を検討するとともに、その処理効果を向上させるために、チタン酸テトラ-n-ブチルの混合割合を検討した。なお、複合化にあたっては、木材と無機物の複合化に用いられるゾルゲル法（坂ら，1992）により実施した。この方法による処理材を用いて、材表面の撥水性を静置法の水接触角により評価し、高率的な撥水性付与の処理方法について考察した。

材料と方法

¹⁾ 三重県林業研究所

Mie Prefecture Forestry Research Institute

E-mail : nakays01@pref.mie.jp

²⁾ 退職

a retired officials of Mie Prefecture Forestry Research Institute

1.1. 木材中の水分の影響

試験材には厚さ 15 mm のヒノキ床板材を、幅 26 mm、長さ 30 mm のブロックに加工したものをを用いた。無機物との複合化には、金属アルコキシドとしてテトラエトキシシラン（以下 TEOS と省略）およびチタン酸テトラ-*n*-ブチル（以下 TnBT と省略）を用い、脱水エタノール 2 mol と、金属アルコキシド試薬 1 mol に対し 0.02 mol の酢酸を触媒として加えた溶液に試験材を浸漬し、減圧デシケーター内で 2 時間減圧注入した。解圧後、取り出した試験材を乾燥させた後、105 °C で 48 時間加熱処理を行った。

絶乾および気乾材（含水率：13%）に対し、1 条件につき 3 体ずつの処理を行い、加える TEOS と TnBT のモル比を 1:0, 1:1, 3:1, 9:1, 24:1 に変化させたときの反応後の重量増加率を測定した。

また、各試験片において木表側で 3 か所ずつ、接触角計（共和界面化学㈱製 CA-D 型）を用いた液滴法による、水滴下 10 秒後の水接触角を測定することで、処理条件ごとの撥水性能の評価を行った。

1.2. チタン酸テトラ-*n*-ブチルと水との反応抑制効果

木材中の水分と反応性の高い TnBT の反応を抑制するため、TEOS と TnBT のモル比を 1:1, 3:1, 9:1, 24:1 に変化させたときのジエタノールアミン（以下 DEA と省略）添加の影響について、1.1 と同様の手法により木材と反応させ、反応後の重量増加率および水滴下 10 秒後の水接触角を測定した。

なお、DEA の添加率については、事前に TEOS:TnBT=1:1 の溶液に、DEA を TnBT に対しモル比で 0.5 倍、1 倍、2 倍、3 倍の割合で加え反応させたところ、2 倍添加の重量増加率が最も高かったことから DEA の添加率を TnBT の 2 倍とした。

結果と考察

図-1 に絶乾および気乾材に対し、TEOS と TnBT の混合比を変えたときの重量増加率の変化を示す。絶乾材では TEOS のみでは重量増加がほとんど見られず、TnBT を混合することでその混合比にかかわらず 50% 程度の重量増加が見られた。一方、気乾材では TEOS のみの場合は重量増加率が絶乾状態と比較し、わずかに増加したものの、24:1 以外では低下した。絶乾材で TnBT の添加により重量増加がみられたことから、金属アルコキシドの重合が促進されることが推測されるとともに、気乾材での重量増加の低下が、木材中の水分と TnBT との反応に起因するものであると推定されることから、水と反応して生成される TiO₂ などの影響が考えられる。

また、図-2 に示すようにそれぞれの処理面について水接触角を測定したところ、絶乾および気乾状態で処理した表面ともに TEOS:TnBT=3:1 のときに 92.2 度と 88.8 度を示し、最大となった。

図-3 に TnBT と水との反応を抑制するため、安定化剤として DEA 加えた場合の重量増加率を示す。TEOS : TnBT=1:1 および 3:1 の条件において大幅な重量増加が見られ、逆に TEOS : TnBT=24:1 では DEA を加えない場合と比較して重量増加率は大きく低下した。

図-4 に示すように、DEA 添加処理した材の水接触角を測定したところ、水接触角は全体に低く抑えられ、特に TEOS : TnBT=24:1 では無処理の水接触角以下にまで低下し、撥水効果が見られなかった。これらの変化については、DEA が TnBT の反応を阻害することなどで、木材内部で生成される SiO₂ や TiO₂ の状態などが変わったことが予想されるが、詳細については解明できていない。

以上のことから、木材中の水分については、気乾材であれば撥水性の評価において絶乾材と最大接触角はほぼ等しくなったこともあり、木材表面付近のみを考えればあまり問題がないともい

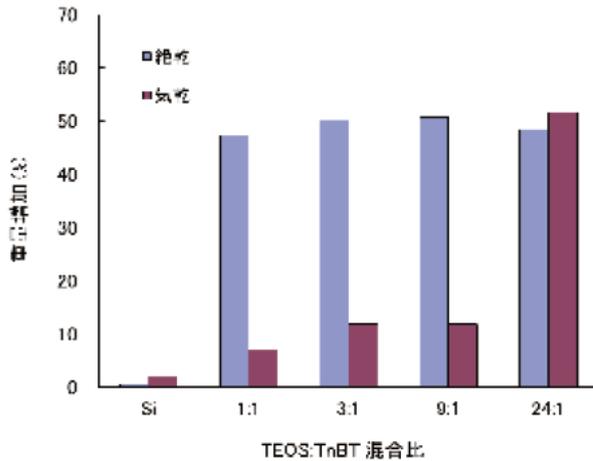


図-1. 木材中の水分による重量増加への影響

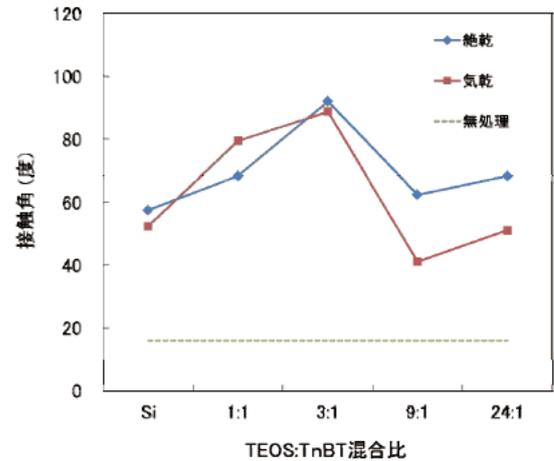


図-2. 水分の違いにおける水接触角の変化

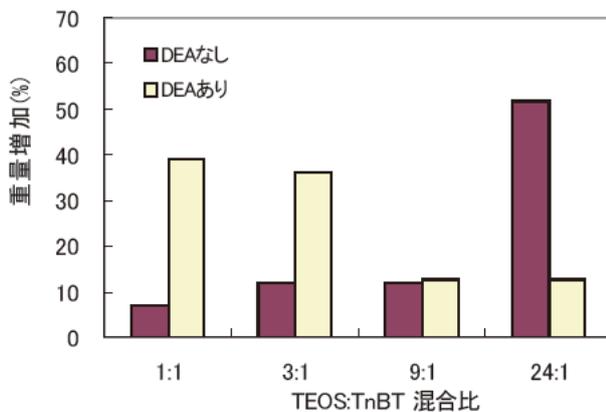


図-3. DEA 添加による重量増加への影響

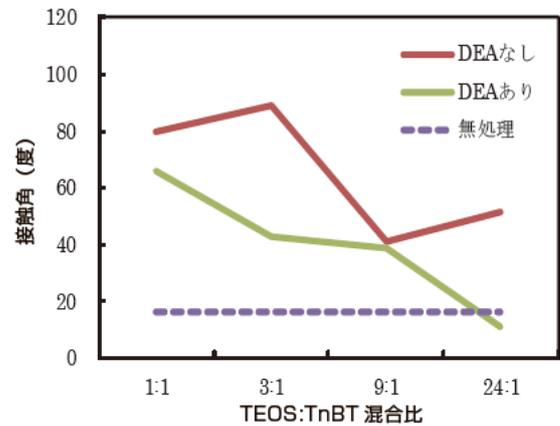


図-4. 安定化剤による水接触角の変化

える。しかし、今回の木材と無機物の複合化による撥水化には TnBT の反応が影響しているものと思われ、撥水性以外の用途においては添加量や DEA などによる制御についてさらなる検討が必要である。

おわりに

国産針葉樹材を内装材として利用しやすくするため、問題とされる汚れなどへの対策として、無機物複合化による撥水性の付与について検討した結果、水接触角 90 度程度の撥水性が得られた。圧密等との組み合わせなどによって、硬さや摩耗性などの向上が図ることができれば、内装材への利用が拡充されるものと期待できる。

参考文献

由井浩・星恵仁・梶原祐一・生島和正 (2007) 水の浸透防止性を付与した表面処理木材に関する研究. 木材保存(33) : 9-15
 坂志朗・佐々木恵・棚橋光彦 (1992) ゴル・ゲル法による木材と無機質の複合化(第1報)多孔特性を維持した無機質複合木材. 木材学会誌(38) : 1043-1049