

防腐処理された木材の接着性能

宮崎 淳子

キーワード：レゾルシノール樹脂系接着剤，水性ビニルウレタン，防腐剤，接着性能

はじめに

最近、大規模な構造物や橋梁の材料として、木材が見直されています。木材は環境への負担が少ないクリーンな材料であり、見た目に優しく、公園などでは景観とよく調和するため好んで使われています。また地場産業の活性化を図る目的で、地元で産出された木材を利用する動きも見られます。しかし、工業材料としての木材の見直しは、こうした社会的な背景からだけではなく、大規模な構造物に必要な大きな部材を供給するための集成材の製造技術の向上、屋外で風雨にさらされても問題のない高い耐久性を付与する防腐処理技術の進歩が大きな要因と言えます。

過去十数年間、国内で建設された木構造や木橋の多くは集成材を利用しています。集成材に耐久性を与えるためには、まず防腐剤を塗布する方法があげられます。この場合、クレオソートを塗布することが多いのですが、この防腐剤は油性で、人が直接触れる場所に使用するには問題があり、使用箇所が限られます。もう一つの方法として、防腐剤を木材に注入する方法があります。木材に防腐剤を多く注入するためには、密閉された注薬缶で加圧注入しますが、集成材の大きさが注薬缶に入る程度に限られ、また接着層への影響も考えられます。

ラミナの段階で防腐剤を加圧注入し接着積層する方法は、こうした点を避けることができます。この方法を採用する場合、防腐処理されたラミナが十分に接着されるかどうかを知る必要があります。そこで、林産試験場では防腐処理されたラミナを用いた集成材の利用の観点から、防腐処理が木材の接着性能に与える影響について検討してきました。その結果の概要をここに報告します。

防腐処理

供試材はトドマツ，カラマツを用いました。表面を

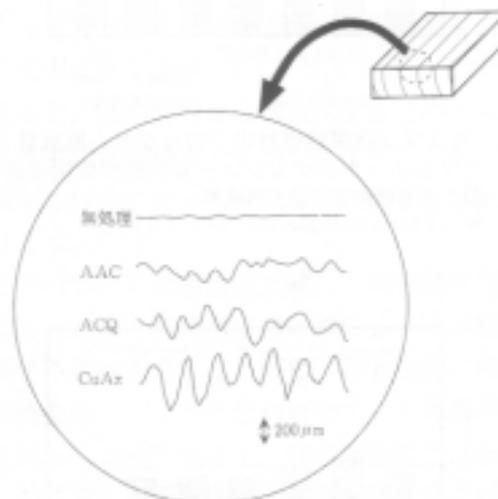


図1 加圧注入した防腐処理材の表面の粗さ（トドマツ）

プレーナで整えてから、防腐剤AAC（アルキルアンモニウム化合物）、ACQ（銅・アルキルアンモニウム化合物）、CuAz（銅・ホウ酸・アゾール系）をそれぞれ加圧注入しました。ここで用いられたAAC、ACQ、CuAzは従来用いられていたCCAが環境に対する配慮から使用を自粛されたのを受け、その代替として利用が増加している防腐剤です。

図1は防腐処理後の材の表面の様子です。防腐処理材の表面は落ち込みが見られ、かなり凸凹になっていました。

レゾルシノール樹脂系接着剤を用いた接着性能試験

レゾルシノール樹脂系接着剤は現在ある木材用接着剤の中で最も優れた接着耐久性を与えると言われ、主に構造物集成材に用いられています。レゾルシノール樹脂は高価であるため、集成材の製造現場ではフェノールが加えられたフェノールレゾルシノール共縮合樹脂が多く用いられています。ここではカラマツの接着にフェノールレゾルシノール共縮合樹脂接着剤（以

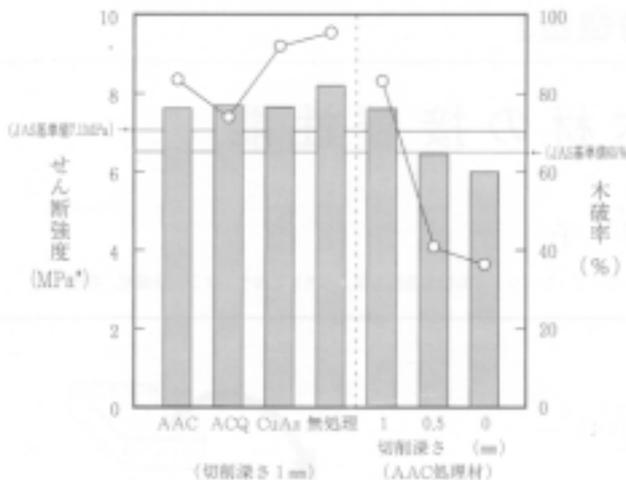


図2 カラマツ防腐処理材のブロックせん断試験
(フェノールレゾルシノール共縮合樹脂接着剤)
凡例：■：せん断強度，○：木破率
注：*：1MPa≒10.2kg/cm²，図2～4同じ

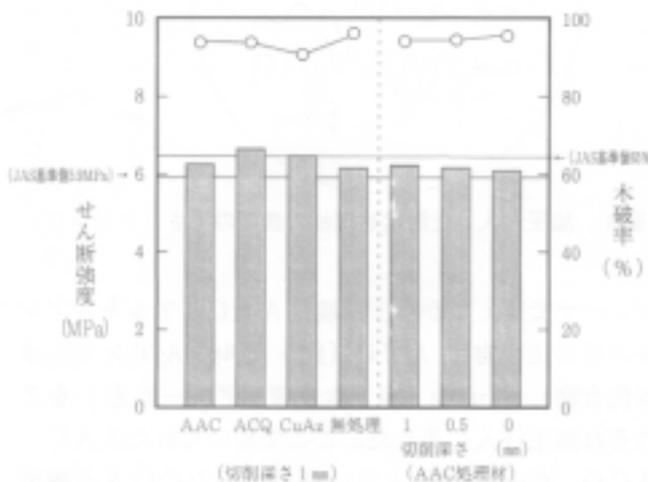


図3 トドマツ防腐処理材のブロックせん断試験
(レゾルシノール樹脂接着剤)
凡例：■：せん断強度，○：木破率

下PRF)を用いた場合と、トドマツにフェノール樹脂が加えられていない純レゾルシノール樹脂接着剤(以下RF)を用いた場合について接着性能試験の結果を述べます。

接着性能試験は構造用集成材のJASに従って行いました。図2はカラマツのブロックせん断試験の結果です。防腐処理材の表面を1, 0.5, 0mm(切削なし)プレーナで切削し、それぞれの接着強度を比較しました。切削深さが0.5, 0mmでせん断強度は構造用集成材のJASの基準値を下回りました。1mm切削したときは基準値に適合し、無処理材とほぼ同等のせん断強

度を示しました。木破率もこれに対応した傾向を示しました。防腐処理材の表面は落ち込みにより凸凹であったため、プレーナでの十分な切削なしでは良好な接着性能が得られないと考えられます。プレーナで1mm表面を切削すると、いずれの防腐処理材においても無処理材とほぼ同じくらいの接着性能を持つことがわかりました。しかし、このことは表面に含浸された防腐剤を除去することにもなり、好ましいことではありません。

トドマツのブロックせん断試験の結果を図3に示します。防腐処理材の表面の切削深さが0.5, 0mmにおいてせん断強度は低下せず、また木破率も高く、いずれの場合も構造用集成材のJASの基準値に適合しました。カラマツでは防腐処理材の表面が落ち込みにより粗かったため切削を十分に行わないと良好な接着性能が得られませんでした。トドマツも同様に防腐処理によって表面に落ち込みが生じました(図1)。しかし、トドマツは早晚材の比重差が小さく全体がやわらかいため、接着する際、接着剤の仕様書に従った十分な圧縮により落ち込みがつぶされ、切削深さが接着性能に影響しなかったと考えられます。他方、カラマツは早晚材の比重差が大きく晩材部が硬いため、接着時の圧縮で晩材はつぶされずに残り、接着性能が低下したと考えられます。トドマツにおいては、各防腐処理材は切削なしでも無処理材とほぼ同等の接着性能を持つことがわかりました。

水性高分子 - イソシアネート系接着剤(水性ビニルウレタン)を用いた接着性能試験

次に、トドマツ防腐処理材について水性高分子 - イソシアネート系接着剤(以下API)の接着性能を検討しました。APIは、最近その毒性が問題となっているホルムアルデヒドを含まない非ホルムアルデヒド系接着剤として登場しました。JASでは構造用集成材(小断面集成材のみ)への使用を認めています。

構造用集成材のJASに従い接着性能試験を行いました。図4に示すとおり、ブロックせん断試験の結果、各防腐処理材とも無処理材と同等かそれ以上のせん断強度を有し、JASの基準値に適合しました。水性高分子 - イソシアネート系接着剤についても防腐処理による接着性能への影響は見られませんでした。

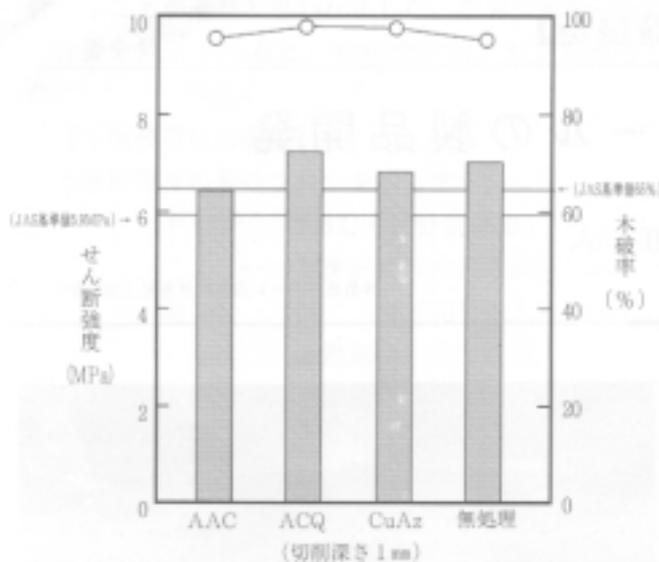


図4 トドマツ防腐処理材のブロックせん断試験
(水性高分子-イソシアネート系接着剤)
凡例：■：せん断強度，○：木破率

接着剤の反応性に及ぼす影響

防腐処理材に接着剤を塗布すると、接着剤にわずかながら防腐剤が溶け出すと考えられます。そこで、用いた接着剤に各防腐剤を少量添加した試料を調製して、防腐剤が接着剤の硬化反応に及ぼす影響を Torsional braid analysis (TBA法) による粘弾性測定、赤外分光分析から検討しました。

PRFではAAC, ACQ, CuAzを添加しても、硬化反応への影響は小さいですが、ACQとCuAzの多量の添加により可塑化されることが推察されました。

RFについては各防腐剤を添加すると硬化が抑制される傾向がありました。APIについてはAAC, ACQを添加したときに硬化反応の阻害が示されました。これらの影響は顕著なものではありませんでしたが、防腐剤が硬化反応へ影響を与えるものであることは確認されました。

まとめ

以上の結果、次のことがわかりました。(1)防腐剤を加圧注入すると表面が凸凹になるため、カラマツのような早晚材の比重差が大きい材では接着面を平滑にする必要があります。(2)プレーナなどで接着面を整えると、防腐処理材は構造用集成材のJASに適合する接着性能を得ることができます。(3)防腐剤は接着剤の種類によって硬化反応に影響を与える場合があります。

ここで行われた接着性能試験は、初期接着性能を評価したものです。防腐剤は接着剤によっては硬化反応に影響する場合もあることから、接着性能に関してさらに詳細な検討が必要と思われます。屋外構造物は、長期間風雨にさらされます。特に北海道では低温、積雪などの負荷もかかります。構造用集成材を屋外で長期間安全に使用するためには、これらの環境負荷を考慮した耐久性の調査が求められます。これについては、今後検討する予定です。

(林産試験場 接着塗装科)