木材の防虫・防腐処理

雨 宮 昭 二*

1. 防腐・防虫処理の必要性

木材を使ってゆく場合に、大きな欠点として取上げられることに、腐朽・虫害などの生物劣化がある。その欠点を除去し、向上させる技術として、防腐・防虫処理技術があり、木材加工利用技術のなかで必要度の高い技術である。とくに、最近は住宅の耐久性向上が要求されてきているので、木造住宅にとっては無くてはならないものである。

ただ、建築基準法で規定している木造住宅における耐久性向上のための措置は、すべて主要な構造部材（土台柱など）に限定しているので、それらの部材と塗装とは直接関係はない。しかし、その家に居住する人から考えれば、構造部材でなくとも造作材、建具、家具でも長もちしてもらいたいという希望は強い。そうなると処理材を下地とした塗装が必要となる。

木材が腐るということは、そこに微生物が関与しているし、その発育条件としては、水分が十分に供給されなければならない。それ故、水が浸みこんでくる可能性のある所に使う木材は防腐処理する必要がある。たとえば、土木用材、建物の外壁部材、土台、窓わく、屋外家具、屋外構築物（ベランダ、ポーチなど）。一方、つねに乾燥した状態で使用する部材については防腐の必要はない。しかし、樹種によっては乾燥した材を好んで食害する虫がいるので、防虫処理して使った方が良い材料もある。たとえば、ラワン等南洋材やナラ、ケヤキなどの広葉樹の虫害は有名でラワン材の使用量の増加とともに全国的に拡大している。

以上のように、木材は用途や使用樹種によって、防腐または防虫処理を必要とする場合があり、しかもその材

面を塗装しなければならないことがある。処理工程を考えると、まず防腐・防虫処理をしてから塗装するという順が一般的であるので、当然処理された材面が塗装下地面となる。

2. 実用されている薬剤

防腐または防虫のために使う薬剤には、単体としては防腐効力の高いものと、防虫効力の高いものとに区別できる。しかし、防腐性能を必要とする木材の使用環境では、シロアリの被害が併発することが多いので、防蟻性能も同時に要求され、両者の性能をもった薬剤で処理されなければ、両者の被害に対して十分な効果を発揮することができない。ところが、一つの薬剤で両者の性能を併せもっているものはほとんどないので、それぞれの効力の高い薬剤を適当な割合で混合して、両者の性能を保持させている混合薬剤が多い。

防虫薬剤はヒラタキクイムシの防虫を主として考えているから、その用途から考えれば、防虫性能があれば十分である。ただ、内装材や家具に使用されることが多いので、人体との接触のチャンスは防腐処理材より多く、より低毒で無臭なものが必要である。

薬剤の種類はつぎの通りである。

2.1 防腐防蟻剤

2.1.1 水溶性混合薬剤

a. フェノール類無機ふっ化物系木材防腐剤 (JIS K 1550, PF 系薬剤)

この薬剤はふっ化ソーダ、ひ素化合物、重クロム酸化合物、フェノール類、主としてジニトロクレゾールなど

昭和 58.2.22 受理
Preservative Treatment of Wood
Shoji AMEMIYA

* 農林水産省林業試験場
茨城県稲敷郡基崎町松の里 1 (〒305)

〔氏名〕 あめみや しょうじ

〔現職〕 農林水産省林業試験場木材利用部長 〔経歴〕 東大農・林学科、昭和 25 年卒、農学博士、同年林試験勤務、〔専門〕 防腐・防虫処理、〔著書〕 木材の防腐防虫、ラワン材の防虫、木材保存学。

の各化合物を成分として組み合わせ、混合したものである。このうち、JIS で1種と称するものは、この4つの化合物の混合薬剤、2種はひ素化合物を除いた3化合物の混合薬剤、3種はひ素化合物とクロム化合物を除いたものの混合薬剤である。

この系統の薬剤は使用濃度2%以上で、ほとんど加圧処理法が用いられている。戦前から電柱に使われてきたものであるが、材中での固着が悪く、使用中に溶脱して効力低下と環境汚染がはげしいことが明らかにされてきたので、現在は電柱に一部使われているが、建築材にはほとんど使用されていない。使用量も最近急激に減少している。

b. クロム・銅・ひ素化合物系木材防腐剤 (JIS K 1554, CCA 系薬剤)

この薬剤は重クロム酸または酸化クロムなどのクロム化合物、硫酸銅または酸化銅などの銅化合物、ひ酸ソーダまたは酸化ひ素などのひ素化合物の3成分の混合薬剤である。

この系統の薬剤では塩類化合物で構成されているものと、酸化物で構成されているものとあって、JIS では1号と2号とに分けている。この薬剤は世界各国でも、わが国でもPF系薬剤に比べて使用量は急激に増大してきており、建築材料、その他小丸太、製材品、電柱などに使用されている。

この薬剤は木材中に注入されると、木材中に含まれている物質の還元作用によって、6価クロムが3価クロムに還元され、そのときにクロム酸銅またはひ酸クロムが生成され、水に溶けにくい化合物となって、木材中に固定化される。そのため、効力持続性が長く、水による溶脱も少なく環境を汚染することもないので、PF系薬剤に代って多量に使われるようになってきた。

この系統の薬剤は主として加圧処理法に用いられ、使用濃度は1号で2%以上、2号で1.5%以上で使用されている。

c. 各成分の役割

各成分のうち、防腐性能を主としてもっているものは、ふっ化ソーダ、銅化合物、フェノール類である。防蟻防虫性能をもっているものは、ふっ化ソーダ、ひ素化合物である。その他、クロム化合物は木材中で、他の成分を固着化させるためのもので、防腐防虫性能はそれほど高くはない。

2.1.2 油性または油溶性薬剤

a. クレオソート油 (JIS K 2470)

石炭乾溜生成物である製品のなかから、主として200~315℃の沸点範囲の留分が構成されている黒褐色油状

の製品である。粘度、トルエン不溶分、留分の割合によって1~4号に分けられる。

防腐剤として使われ出したのは、わが国では明治の頃からで、最も古い歴史をもっている。効力的には優れているが、黒褐色の油状物であるから、加圧処理法によって土木用材にのみ使用されている。建築の土台まわりの塗布用として多少使われている。

この薬剤は防腐性能が非常に優れているが、有効成分が明確にとらえられていないため、化学技術の発展とともに、留分ごとに有用な物質が他の用途に分離利用されることによって、成分の内容が変化し、最近のものは防腐性能も昔に比べて大幅に低下してきているといわれている。

b. 有機系油溶性薬剤

この系統の薬剤は防腐剤と防虫剤の混合による防腐防蟻剤と、防腐防ばいの目的のみに使われる薬剤とがある。剤型は油剤または乳剤として、塗布・吹付・浸せきなどの表面処理法に多く用いられる。

○フェノール類……有名な薬剤としてペンタクロルフェノールをPCPと称して、世界的に最も多く使われているものがある。ただ、わが国では十数年以前から公害上の問題で使用はさけられている。その誘導体であるPCP-ラウレート、PCP-デヒドロアビエチルアミンが使用されている。その他トリクロルフェノール、ジニトロ-0-クレゾール(燈色)、トリプロモフェノールなども使用されている。

○有機すず化合物……トリブチルスズオキサイド(TBTO)、トリブチルスズフマレートなどが使用されている。

○ナフテン酸金属塩……ナフテン酸銅(青色)、ナフテン酸亜鉛(無色)なども塗料にまぜて使用されている。

○その他低毒性薬剤……p-クロルフェニール・ヨードプロパギルホルマル(IF-1000)、N-ニトロソ-N-シクロヘキシルヒドロキシルアミン-Al塩(NCH-AP)2-チオシアノメチル・チオベンゾチアゾール(TB2)

2.2 木材防虫剤

2.2.1 水溶性薬剤

ほう酸・ほう砂混合薬剤、8ほう酸ナトリウム4水和物、ふっ素化合物主としてふっ化ナトリウムが使われていて、2%以上の濃度で加圧処理法に用いられている。

2.2.2 有機薬剤

十数年前まではγ-BHC、ディルドリンなども使用されていたが、現在は使用が禁止されて、有機塩素系では普通物であるクロルデンのみが使用されている。その他有

機りん化合物としてホキシム、スミチオンなど、カーバメイト化合物、ピレスロイド系の化合物も検討されている。

3. 使用されている処理法

防腐防虫処理法には多くの方法があるが、工場で使用している処理法と現場で用いられている処理法に分けて説明する。

3.1 工場で使用している処理法

枕木・電柱などの土木用材や土台・板・小丸太などの建築用材には、現在、企業的には全国どこでも加圧処理法が用いられている。処理条件は圧力が $12\sim15\text{ kg/cm}^2$ で、 $1\sim10$ 数時間持続させている。

ラワン製材品の防虫処理には、ほう素化合物を用いて、加圧処理法で処理されているのが大多数であるが、一部生材を用いて、常圧で処理する拡散法が用いられている。

合板の防虫処理には、生単板をほう素化合物の液に浸せき処理してから接着する方法、接着剤に有機系の防虫剤を混入して合板を造る方法、合板になってから油剤を吹付ける方法や、加圧処理法によって全層に注入する方法など、工場によって、合板の用途によって、各種の方法を採用している。

ナラフローリングについては、防虫のためにクロルデン 2% 灯油液で浸せき処理が行われている。

3.2 現場で用いられている方法

主として建築現場で、建物の要所に防腐防蟻のために油剤を塗布、または吹付け処理が行われている。

ヒラタキクイムシによって造作材や家具に被害が発生したときは、虫孔や材面に油剤か、乳剤が塗布または吹付け処理されることもある。

4. 処理木材の性能基準

4.1 性能基準の設け方

各種の薬剤と処理方法とを組み合わせ、各工場で行われ、防腐処理材とか防虫処理材として市場に提供されている。しかし、これらの木材が処理の目的通りの性能を保持しているかどうかは、外観だけでなく実用に供しても、直ちに判断はできない。

それではどのような手段によって判断するかというと、本来ならば菌とか虫による直接生物試験で、木材の効果を判断するのが最も適切であるが、試験期間が数か月という長期間を必要とするので、製品検査に適用するのは実用的でない。

そこで、現在行っている製品検査の手法としては、薬

剤ごとに、そのものが木材中にどの程度の量を含んでいて、どの程度の深さと面積まで薬剤が浸透していれば、菌や虫に対して効果を発揮するかを、前もって室内の生物試験によって確認し、その値をもとにして性能基準値を設ける。そこで処理材の検査では、生物試験は行わないで、薬剤の吸収量と浸潤度を測定して基準値以上であれば、処理の効果は十分であると判断している。

それ故、ここでいう性能基準とは、防腐効力とか防虫効力の基準ではなくて、薬剤吸収量と浸潤度の基準値である。このような考え方は、世界中共通であって薬剤の種類、使用環境の区分に応じて基準値が定められている。

わが国では、JIS または JAS の規格において、性能基準が示されている。生産者はその基準値を満足するように、自由に処理条件を定めている。

JIS または JAS 認定工場となると、薬剤、素材、処理条件、検査基準などの品質管理基準を定めて、それに基づいた品質管理により、JAS または JIS 合格製品を市場に提供している。それ故、JAS マークか JIS マークの付いている製品は、性能的に十分保証されていることを示す。

4.2 JAS で示す防腐・防虫処理の性能基準

わが国では製材規格のなかに、防腐処理または防虫処理の基準、フローリング規格のなかに防虫処理の基準が定められている。

4.2.1 防腐（防蟻）処理の基準

処理材の中央部分で切断して、切断面に呈色試薬をぬり、その浸潤度を測定する。また、薬剤の浸潤している部分をきりとして、薬剤の木材中の含有量を測定する。

それらの基準値は表-1 に示す通りである。そのなかで、1 種処理と 2 種処理は浸潤度は同じであるが、吸収量は 1 種処理の方が多くなっている。これは、水中、土中に建てたり、シロアリの被害のはげしい地域など環境のきびしい所では、1 種処理材を用い、それ以外の所は吸収量の少ない 2 種処理材を用いる。また、3 種処理は吸収量は 2 種処理と同じであるが、浸潤度が小さいため腐朽、蟻害の少ない地域すなわち東北、北海道などの地域で利用することが望ましい。これはカラマツ心材やベイマツ心材では、どんなに処理条件を工夫しても、本質的に薬剤の浸透が困難な樹種なので、現在の技術レベルで経済的に処理しうる最高の値を定めている。

このような基準値を、つねに満足する製品をつくるためには、工場における品質管理をきびしくすることが必要である。木材は樹種により、心、辺材の区別、含水率の高低などにより浸透性が異なるので、インサイジング

表-1 JAS 製材規格における防腐(防蟻)処理の試験片の適合基準

処理の種類	浸 潤 度 (%)			薬 剤 吸 収 量 (kg/m ³)			
	試 験 片 の 区 分			薬 剤 の 種 類			
	辺材の場合	心 材 の 場 合	辺心混在の場合	PF・1-1	PF・1-2	CCA・1	CCA・2
防腐・防蟻 1 種 処 理	辺材部分の 80以上	材面から10mmの心材 部分の80以上	辺材部分の80以上及び 材面から10mmの心材 部分の80以上	—	—	10.0以上	7.5以上
防腐・防蟻 2 種 処 理	同 上	同 上	同 上	6.0以上	6.0以上	6.0以上	4.5以上
防 腐 3 種 処 理	同 上	材面から10mmの心材 部分の20以上	辺材部分の80以上及び 材面から10mmの心材 部分の20以上	6.0以上	6.0以上	6.0以上	4.5以上

注) PF・1-1 及び PF・1-2 は防腐・防蟻1種処理には使用できない。

表-2 JAS 製材規格における防虫処理の試験片の適合基準

処 理 の 種 類		浸潤度又は浸潤長	薬 剤 含 有 率 (%)		
			薬 剤 の 種 類		
			ほう酸 として	ふっ化ナト リウムとして	クロルデン
防虫1種処理	ほう素化合物	浸潤度が辺材の90%以上	0.3以上	—	—
	ふっ素化合物	同 上	—	0.2以上	—
防虫2種処理	ほう素化合物	平均浸潤長が表面及び裏 面毎に8mm以上	0.3以上	—	—
	ふっ素化合物	上	—	0.2以上	—
防虫表面処理	クロルデン	各材面にクロルデンの存 在が確認	—	—	0.1 以上
	クロルデンとトリブチ ルスズ化合物の混合剤	同 上	—	—	0.05以上

加工(ナイフ状の刃で多数の傷をつける加工)を処理前に行ってから、処理するようになってきた。

このような加工を施す材としては、土台用が大部分であり、傷の密度は木材の表面積に対してベイツガ、スギなどでは3,000コ/m²、エゾ・トドマツは5,000～6,000コ/m²、カラマツ9,000コ/m²が多く用いられている。しかし、この傷をつけることにより、材の強度が急激に低下するのは好ましくないため、その低減率を10%以内に止めるように工夫されている。ただ、材面を塗装する場合には、あまり好ましい加工ではない。

4.2.2 防虫処理の基準

ラワン材などの広葉樹の板材について、防虫処理した製品は、被害の実態から辺材への薬剤浸透のみを考えて基準が作られている。その性能基準を示すと、表-2の通りである。

防虫1種処理は辺材に十分薬剤が入っているため、ど

の部分でも防虫効果がある。2種は表面から8mmの深さまで薬剤が浸透しているため、表面をけずることはさしつかえないが、切断して用いる場合には、薬剤の浸透していない部分に薬剤を吹付けておくことが必要である。

表面処理材はあとで加工すると、処理の効果を失わせてしまうので、加工を完了した材に処理することが望ましい。

フローリングの防虫処理は人工乾燥、さね加工終了後にクロルデン2%油剤に浸せき処理しているため、使用時に無処理面が出ることはない。フローリングの防虫処理における性能基準は表-2の表面処理と同じである。

4.3 農林水産省木質建材認証制度による性能基準

この制度は農林水産大臣が次に示す新しい木質建材について、優良な製品であることを認証し、AQというマークを付して市販せしめる制度である。

① JAS 規格が制定されていないもの。

② JAS 規格が制定されているもののうち、当該 JAS 規格では性能基準が定められていない特殊な品質性能を有するもの。

① の製品は製品認証、② のものは項目認証という。現在認証されているもののうち防虫合板、防虫複合フロアなど 42 件、防腐防蟻処理合板が 2 件となっている。このように、現在までは合板に対して防腐防虫処理の JAS 規格は作られていないため、この制度によって評価し、性能が十分あることを保証している。この制度で定めている性能基準は防腐処理と防虫処理に分けて、薬剤の種類と処理法に対応してそれぞれ定められている。

a. 防腐・防蟻処理合板の性能基準

処理法は加圧処理、薬剤は CCA 系薬剤 (JISK 1554) 薬剤の浸潤度…各構成単板に薬剤の存在が確認されること。

薬剤吸収量…合板の任意の位置において、合板全層においては、CCA 1 号は 6.0 kg/m^3 以上、CCA 2 号は 4.5 kg/m^3 以上含まれていること。

b. 防虫合板、防虫天井板、防虫フロアの性能基準

(i) ほう素化合物による単板処理合板

薬剤の浸潤度…各構成単板に薬剤の存在が確認されること。

吸収量…合板の任意の位置において、合板全層にほう酸として、木材重量に対して 0.3% 以上含まれていること。

(ii) クロルデン表面処理天井板

薬剤の浸潤度…化粧していない材表面にクロルデンの存在が確認されること。

薬剤の吸収量…合板表面において、木材重量に対して、クロルデン 0.1% 以上含まれていること。

(iii) クロルデン接着剤混入処理合板

クロルデンを木材中に 0.96 kg/m^3 以上になるように接着剤に混入してつくられた合板

薬剤浸潤度…各層の単板にクロルデンが確認されること。

薬剤吸収量…合板の任意の位置において、合板の全層中に、木材重量に対してクロルデンが 0.03% 以上含まれていること。

5. 防腐・防虫処理した木材の性能

防腐・防虫処理した木材は薬剤が木材中に浸透しているので、目的とした性能向上は当然であるが、使用者にとってみれば、その他の木材の性質に何らかの悪い影響を与えるのではないかと不安を感じる人もある。

しかし、防腐剤や防虫剤の選択にあたって、その効力が優れていることが第一条件であるが、木材の性質に与える影響も検討され、好ましくないものは避けられ、良いものだけが実用化されているから、薬剤が浸透した木材だからといって心配することはない。

5.1 木材劣化生物に対する効力

現在規格に取上げられている薬剤は、すべて基準値以上の吸収量であれば、効力としては十分なものである。薬剤の効力は、すべて吸収量の大小によって決定されるので、有効な薬剤でも吸収量を把握して使用することが大切である。

吸収量の大小は処理法と関係がある。加圧処理法のように、薬剤の木材中への浸透が深い場合には、木材全容積に対する薬剤量で表わされる場合と、薬剤の浸透した部分の単位木材容積に対する薬剤量との 2 つの表現が用いられ、単位としては kg/m^3 であらわされる。ところが、塗布・吹付け、浸せきのように表面処理法の場合には、吸収量は木材の単位表面積に対する薬剤量で示される場合もある。単位としては g/m^2 であらわされる。

たとえば、加圧処理法を用いて、ベイツガを防腐処理する場合、一般的には、薬液として 300 kg/m^3 以上を注入しており、薬液濃度が 2% であれば、 6 kg/m^3 以上の薬剤が木材全体の容積に注入されたことになる。しかし、JAS で規定している吸収量は浸透部分のみを取出して測定した値の基準であるから、このようなベイツガ処理材の吸収量を測定してみると、 6 kg/m^3 よりかなり高い数値がえられる。

処理材の効果を評価する方法には、防腐の場合では実験室で純粋培養した菌の上に処理材をのせて、3 か月間放置し、菌による腐朽重量減少率を測定する方法と、処理した杭を野外の土に半分埋めて、使用にたえなくなる経過年数を測定する方法とがある。

実験室試験では、規格で示す吸収量をもっていれば、水で 10 回洗っても、重量減少率は 0 であった。野外杭試験では、CCA 系は 20 年経過しても被害は発生せず、PF 系では耐用年数は 18 年であった。

野外の土に接するという最もきびしい環境でも、20 年以上耐えうるということは、建築材のようなものならば、もっと寿命は長くなるものと考えられる。

ほう酸を加圧処理したラワン材は、ほう酸 2% 水溶液を注入しているので、辺材部分の吸収量は木材重量に対して 1~1.5% のものが多い。ほう酸のヒラタキクイムンに対する効力限界は吸収量 0.1~0.2% といわれているので、防虫ラワン材の防虫効果は十分にあるものと考えられる。

合板やフローリングの表面処理はクロルデン 2% 液が用いられている。しかし、0.02% 液でも虫害が発生しないから、防虫効果は十分保証される。

接着剤にクロルデンを混入した合板は、クロルデン混入量を 0.96 kg/m^3 を基準としており、実験結果では 0.6 kg/m^3 でも防虫効果は十分であるので、AQ 基準に合格した防虫合板であれば、防虫効果は十分である。

5.2 効力以外の性能

ここでは塗装下地面として処理材を考える場合に関係のある性能について記す。

5.2.1 材面の色

クレオソート油で処理した木材は黒褐色～赤褐色を呈し、その上を塗装しても、必ずその色が塗膜面に浸み出してきて汚染する。

CCA 系や PF 系防腐剤で処理した木材は処理後数週間経過すると、はじめ橙色を呈していたものが、次第にグリーンの色に変ってくる。この色の変化は 6 価クロムが 3 価クロムに還元されたためで、材中でのクロム化合物による固着が完了したことを意味している。この材面を塗装した場合には、透明塗装であれば、材色はそのまま見えるが、着色塗装であれば、表面にそのグリーンの色が浮き出てくることはない。

ほう酸、ふっ化ソーダ、クロルデン油剤などは無色なので、処理材でも、もとの木材の色と何ら変化はない。ただ、ほう酸の場合、処理液濃度を 2% よりあまり高くすると表面に結晶が浮いてきて、塗装に支障をきたすことがある。その場合は結晶をよく拭きとって塗装すれば支障はなくなる。

5.2.2 塗膜への影響

クレオソート油処理材は、塗膜の硬化を阻害するが、その他の薬剤による処理材は、塗膜の硬化障害や塗膜のはく離などにはほとんど影響を与えない。

また、塗膜の付着力については実験結果は少ないけれども、処理した単板を接着剤で接着して合板を作った場合に、接着力に対する影響が全くないので¹⁾、塗膜の付着力に対しても、ほとんど影響はないものと考えられる。

また、塗膜の劣化の原因の一つに、微生物の繁殖による影響が大きいという資料²⁾があるが、防腐処理した木材では、かびやバクテリアなどの微生物が材表面で繁殖することを抑制するので、無処理材に比べて塗膜の劣化を防止するとともに、材面の菌による汚染を少なくさせる効果がある。

5.2.3 鉄腐食性、吸湿性

鉄くぎに対して、腐食を促進するかどうかを処理材と無処理材と比較して試験した結果では、水溶性の薬剤がわずかに無処理材よりくぎを腐食させるが、油剤処理ではくぎの腐食を抑制させる³⁾。

吸湿性については⁴⁾処理材の吸湿性が大きくなれば、鉄腐食性にも影響するが、水溶性薬剤は無処理材と吸湿性はほとんど同じであり、油剤処理では少なくなるので寸法安定効果も表われて、塗膜に対して好ましい結果を与える。

5.2.4 強度に対する影響

処理材を室内と野外に 10 年間放置しておいたものについて、圧縮強度試験を行ったが、薬剤の影響による強

表-3 オーストラリアにおける用途別木材防腐・防蟻剤吸収量 (AS 1604-1980 の抜粋)

使用条件	例	クレオソート油	PCP	ポリデン K33	セルキュア A	タナリス C	タナリス CA	タナリス NCA セルキュア AN
屋内地上部	構造材, 床材, 羽目板, 湿潤な場所に使用する合板	96	4.8	3.5	5.3	5.6	4.2	3.7
屋外地上部	塗装されるもの, 下見板, 窓, ボートの合板	96	4.8	3.5	5.3	5.6	4.2	3.7
	塗装しないもの, 上記および堀の横木, 湿潤な工場, 温室	128	6.4	6.4	8	8	8	6.9
土壌と接触	棚の柱と幅木, 壁中の木材	160	8	9.6	12	12	12	10.3
クレーニングタワー	厚さ 37mm 以上の材	160	8	9.6	12	12	12	10.3
海 虫	ボート外板, 海底包板, 海中木材	320	—	32	32	32	32	32

注) 数値は kg/m^3 。苛酷な場所では 20~50% 増となる。素材の耐朽性との関連で浸潤度の規定がある。

度低下は全くなくて、逆に初期強度に比べて、少し高くなっているものが多かった^{5,6)}。

このようなことから、処理材における薬剤の強度に対する影響は全くないものと考えてよい。

5.2.5 塗装された処理材

土木用材や建築下地材料、主要構造部材については、その材面に塗装をすることは非常に少ないが、窓枠、下見板、ベランダやポーチの木材、屋外家具などは防腐処理した木材に塗装するか、しないかは、その耐用年数に大きな影響を与える。

英国やオーストラリアの規格(表-3)では、材面に塗装する場合は塗装しない場合に比べて、薬剤の吸収量を約 30% 少なくしてよいと規定している。このことは材面に塗装すれば、薬剤の雨水による流脱を防止することと、水の浸入を防止する効果があるので、塗装しない材に比べて、防腐効果は大きいものと評価している。

5.2.6 処理材中より揮散または接触による薬剤の移行⁷⁾

a. クレオソート油処理材

処理後長期間経過した材であっても、皮膚や衣類に移行しやすい。とくに気温が高くなったり、付近に加熱源があると、表面にクレオソート油が浮き出てきて悪臭を発する。

b. 水溶性薬剤による処理材

加熱による揮散はないが、表面の接触による移行が考えられる。日本木材保存協会が規定した「薬剤の接触移行試験法」によって試験した結果によるとつぎの通りである。この方法は木綿の布で 500 回材面をこすり、その木綿布に移行した薬剤量を測定する。その場合に、布が乾燥している場合(乾式)と湿っている場合(湿式)とに分けて行う。

CCA 系木材防腐剤で処理したものは、乾式で Cr, Cu, As とともに $0.1 \sim 1.0 \text{ mg/m}^2$ 、湿式で $10 \sim 40 \text{ mg/m}^2$ となっている。

ほう素化合物で処理した防虫ラワン材は乾式で、ほう素として $2 \sim 8 \text{ mg/m}^2$ 、湿式になると急激にふえて $300 \sim 400 \text{ mg/m}^2$ となる。

このように水溶性薬剤であるから、湿ったものでこすれば当然薬剤移行量は多くなる。しかし、500 回こすってこれだけであり、しかも 1 m^2 であるから人間の手の面積はその 1/100 位とすれば、1 回に手に接触して移行する量は非常にわずかな量となる。そのため、その量が口から入ったとしても健康障害はほとんど考えられない。

c. クロルデン処理材

揮散と接触移行の両方が考えられる。

クロルデン 2% 油剤を塗布したラワン材では接触移行量は製造直後では、乾式でも湿式でもほとんど同じ $5 \sim 6 \text{ mg/m}^2$ 、3 か月後になると、 $1 \sim 3 \text{ mg/m}^2$ に減少している。

ところが、クロルデン 2% 乳化液では、製造直後で乾式で 8.4 mg/m^2 、湿式で 35.07 mg/m^2 、3 か月後では乾式で 6 mg/m^2 、湿式で 10 mg/m^2 となっている。

また、接着剤混入法による合板では、製造直後で乾式で 0.1 mg/m^2 、湿式で 0.6 mg/m^2 と非常に少なくなっている。

けっきょく、クロルデン処理材は薬剤の移行性は接着剤混入処理合板が最も少なく、ついで油剤、乳剤の順である。

クロルデン処理材の揮散については、 40°C の空气中に 14 日間放置したときの気中濃度で示すと、2% 油剤塗布処理材、製造直後では 0.87 mg/m^3 、1 か月後で 0.33 mg/m^3 、2% 乳剤塗布処理材では、製造直後で 0.60 mg/m^3 、1 か月後 0.65 mg/m^3 。

接着混入処理合板では製造直後で 0.11 mg/m^3 、1 か月後で 0.13 mg/m^3 となっている。

けっきょく、クロルデンの揮散は接着剤混入処理合板では塗布処理材に比べて、1/7~1/10 しか揮散せず、製造後の経過日数による影響もない。油剤は経過日数とともに減少するが、乳剤はほとんど変化ない。

5.2.7 水による薬剤の流脱

処理材が雨水にさらされた時に、水によって薬剤が流脱するかどうかは、効力の持続性、土壌汚染、水質汚濁に関係する。

油剤で処理したものは流脱は少ないが、乳剤で処理したものは再乳化して流脱する。

水溶性薬剤で処理したものの流脱のおそれがある。

そのなかではほう素化合物による防虫処理材は最も流脱ははげしくて、屋外の使用はさけた方がよい。

防腐剤では、PF 系薬剤では材中での固着が悪く、CCA 系薬剤に比べ 4~5 倍の流脱量となる。Cr の流脱量で示すと、PF 系では処理後 3 週間の材で 24 mg/m^2 、8 週間では 10 mg/m^2 、CCA 系では 3 週間で 6 mg/m^2 、8 週間で 1 mg/m^2 となり、両者には大きな差がある⁸⁾。

それ故、塗装して使用すれば雨水による流脱が抑制されるので、効力持続性を増大させるとともに公害防止にも役立つ。

6. 処理材の使い方

現在のところ、防腐処理した材料を塗装して使う用途

は、わが国ではかなり限られている。しかし、ラワン材を多く使っている造作、建具、家具用材では、予防の意味で今後防虫処理材を使うことが望ましい。

また用途や使用環境によって、処理材を適当に選択して使うことが必要である。また、塗装する木材は当然表面仕上げをするから、処理後加工するか処理前に加工するかをはっきりさせなければならない。

処理後加工する材は薬剤が十分浸透している加圧処理材か、合板では全層に薬剤が浸透しているものでなければならない。防腐処理した木材では、たとえ加圧処理材であっても、切断したり穴あけたりすれば、無処理部分が内部でばくろするので、その部分に油剤を塗布しておかなければ、処理効果を十分に果たすことはできない。防虫処理材では防虫1種処理材、単板処理合板、接着剤混入合板ならば、必要な部分に薬剤が全面に浸透しているので、切断されても効力低下の心配はほとんどない。

加工後に処理するには、わが国では油剤によって塗布・吹付けまたは浸せき処理などの表面処理法によるしかない。それは、加工後水溶性薬剤を用いて加圧処理すると、狂い、干割れ、材面に凹凸が発生して、もう一度手直しをする必要が生じたり、使用にたえなくなる場合もあるからである。しかし、表面処理では長期間の効果は望めないの、油剤で加圧処理をしたいと希望しても、

わが国ではまだその処理のできる工場はない。

今後、木材の耐久性向上を多くの用途で進めてゆくためには、高度の加工をする材であって高度の防腐処理を必要とする分野が多くなってくるものと考えられる。そこで、完全に加工が終わった木材に対して、狂いを発生させないで、しかも薬剤を全面にある深さまで注入する、油剤による真空注入法を検討中である。

この方法は欧米などですでに実用化されていて、窓枠、屋外家具、外装ドアなどに適用されている。その方法は真空→常圧→真空→常圧という2重真空注入法で、Vac-Vac法ともいわれている。この方法によると、油剤を使うから狂いは発生せず、しかも、加工部分の仕口、穴の部分まで全面に薬液が浸透して、処理の効果は非常に大きなものである。

このように、今後塗装下地材として防腐防虫処理した木材を使う場合、断面の大きな材ほど加工後の処理を考えなければならない。

7. 処理工場数と生産量

わが国において、防腐・防虫処理を企業的にやっている工場は表-4の通りである。

処理材の生産量は表-5の通りである。

表-4 日本における防腐・防虫処理工場数

処 理 製 品	地 域	防腐(蟻)処理のみ	防虫処理のみ	防腐(蟻)処理及び防虫処理を併せ行う	計
丸太・製材品	北海道	37	1	2	40
	東北	7	11	3	21
	関東	8	16	3	27
	中部・北陸	8	8	6	22
	近畿	7	11	5	23
	中国・四国	10	1	6	17
	九州	9	1	3	13
	沖縄		5		5
	計	86	54	28	168
合板・フローリング・集成材等	北海道		15		15
	東北		4		4
	関東	1	2		3
	中部・北陸		7		7
	近畿	1	13		14
	中国・四国		12		12
	九州	1	5		6
	沖縄				
	計	3	58		61
合 計		89	112	28	229

資料：木材薬品処理工場における排水処理等の実態調査（回答数）による（昭和56年10月調査）。

表-5 防腐防虫木材生産量(加圧式)

〔単位: m³〕

年次	枕 木	電柱, 梁, けた, 坑木	土 台	腕木, ねかせ, 木れんがほか	防 腐 木 材 合 計	防 虫 木 材
昭和46	143,353	278,934	71,804	58,939	553,030	—
47	175,139	287,497	93,653	55,963	612,250	—
48	167,141	271,484	126,637	58,473	623,735	—
49	167,943	230,955	121,578	63,472	583,948	—
50	120,012	199,161	137,006	58,505	514,684	—
51	105,111	169,369	164,669	71,974	511,123	78,000
52	113,765	176,847	161,768	71,927	524,307	111,000
53	141,726	184,342	200,158	71,386	597,612	197,000
54	144,666	134,102	229,694	65,547	574,009	275,000
55	147,199	131,789	211,594	66,834	557,416	316,000

注) 資料: 日本木材防腐工業組合。

8. ま と め

引用文献

木材の耐久性向上ということは、木材を多方面に利用してゆく上で、最近とくに要求されることであるから、塗装して使う木材であっても、当然、防腐防虫処理した木材を使用する必要性は一層高くなるものと考えられる。

防腐・防虫処理した木材を使用することは、木材の耐久性向上のためばかりでなく、塗装材の塗膜面の保護のためにも、化粧面を長く清浄に保つためにも必要なことであるから、大いに活用されることを望みたい。

そのため本文の内容がいささかなりとも役に立つならば幸である。

- 1) 井上 衛・雨宮昭二: 木材工業, 24, 413 (1969)
- 2) H. Kuhne, U. Leukens, J. Sell, O. Wälchli: *Holz als Roh- und Werkstoff*, 28, 223 (1970)
- 3) 松岡昭四郎: 林試研報, 148 号, 141 (1963)
- 4) 雨宮昭二: 木材工業, 21, 413 (1966)
- 5) 雨宮昭二他 5 名: 林試研報, 230 号, 105 (1970)
- 6) 雨宮昭二, 井上 衛: 林試研報, 200 号, 131 (1967)
- 7) 日本木材保存協会: 南方産広葉樹材等防虫処理推進事業報告書(昭和 56 年度)(1982)
- 8) 井上 衛: 木材部資料, 51-6 (1976), 改訂版木材工業ハンドブック, 丸善 (1982)

協賛関係

第 2 回無機高分子研究 討論会

主 催 高分子学会 無機高分子研究会
 協 賛 色材協会, 他
 日 時 11 月 8 日(火)・9 日(水)
 会 場 国立教育会館 中会議室(東京都千代田区霞
 ヶ関 3 TEL (03) 580-1251)

懇 親 会 11 月 8 日 17:00~19:00 於: レストラン
 カトレヤ

参 加 費 会員 3,000 円, 学生会員 1,000 円, 会員外
 6,000 円, 定員 70 名(先着順)

申込方法 氏名, 勤務先, 連絡先, 所属学協会名, 会員
 番号, 懇親会出欠を明記の上, 下記あて現金書留でお申
 し込み下さい。

申 込 先 〒104 東京都中央区銀座 5-12-8 高分子学会
 TEL (03) 543-7858