

木製サッシの防腐処理方法

- 乾式防腐処理技術の利用 -

富 樫 巖

1. はじめに

木材の優れた断熱性能が見直され、木製サッシが普及し始めています。本道のような寒冷地で金属製サッシを用いると、どうしても結露障害が生じてしまうからです。

ところが、木材には、腐るといふ最大の欠点があります。このため、最初は気密性、水密性ともに申しふんのない木製サッシでも、バクテリア、カビ、そしてキノコに取り付かれると腐れ始め、ついには、隙間風や雨が吹き込むようになってしまいます。

そこで通常、木製サッシには防腐剤を含んでいる木材保護着色剤を塗布します。しかし、こうした処理でどれだけの期間、防腐性能が保たれるのでしょうか。種々の理由から、メーカーは2～3年ごとに木材保護着色剤を塗布しなおすことを推奨しています。このことと、防腐性能保持期間とにどのような関係があるのでしょうか。そして、木製サッシの防腐処理には、どのような方法が適しているのでしょうか。

2. 木材保護着色剤の防腐性能

木材保護着色剤とは、塗膜を作らずに木目を生かす仕上塗料で、耐候性の高い着色剤や防水剤、防腐剤などを溶剤に溶かしたものです。しかしながら、どれだけの量の防腐剤が含まれているかは明らかではありません。

木材保護着色剤の劣化は、どのように生じるのかを考えてみます。大きな原因は二つ考えられます。ひとつは、太陽光線に含まれる紫外線を受け

ることにより、木材保護着色剤中の防腐剤が分解することです。もうひとつは、雨などによって防腐剤が少しずつ洗い流されてしまうことです。

そこで、市販されている木材保護着色剤から3種類(表1に防腐成分を示す)を用意し、それらを70×300×10mmのエゾマツ板目板に約200g/m²塗布して、紫外線を648時間照射しました。この紫外線量は、東京での屋外における3年分に当たります。そして、この板から20×20×10mmのブロックを切り出し、木材保護着色剤塗布面以外はすべてエポキシ樹脂塗料でシールし、JIS A 9302〔木材防腐剤の防腐効力試験方法〕に準じてオオウズラタケとカワラタケに暴露しました。その結果を表2に示しましたが、オオウズラタケに対しては十分な効力を示したものの、カワラタケには全く効力を示しませんでした。

メーカーは、木材保護着色剤を2～3年ごとに塗り直すことを推奨しています。このことは、上記のように、防腐効力が失われることから十分に理解できることがわかりました。そのほかにも、木材保護着色剤は、太陽光線を受けることによって色相の変化(色あせ)を生じたり、はっ水

表 1 木材保護着色剤の防腐成分

着色剤	主 要 有 効 成 分
X D	N-ニトロソ-N-シクロヘキシル ヒドロキシアミンアルミニウム
G L	3-ブromo-2,3-ジヨード-2- プロベニルエチルカルボナート
O S	トリブチルスズオキシサイド

表 2 紫外線照射後の
木材保護着色剤の防腐効果(効力値)

菌の種類	着色剤		
	GL	XD	OS
オオズラタケ	98	99	97
カワラタケ	0	0	0

注 JIS A 9201から、オオズラタケ90以上、
カワラタケ80以上の効力値が望ましい。

性を失ったりします。はっ水性がなくなると、水分が木材中に入り込むことになり、木材が腐れやすくなってしまいます。

3. 通常の防腐処理技術

可能ならば、木製サッシに5～10年位の防腐性能を持たせたいものです。2～3年に一度の補修が必要となると、経済的とはいえなくなります。そこで、通常用いられている防腐処理について考えてみます。

屋外で使用されている木製品を思い出してみると、電柱やレールの枕木があります。これらには、クレオソート油、CCA(クロム、銅、ヒ素系)、PF(フェノール、フッ化物系)などの防腐剤が注入してあります。それでは、これらの防腐処理技術を木製サッシに適用することが可能なのでしょうか。ご存じのように、クレオソート油はにおいが強い上に処理材を黒く着色してしまいます。CCAとPFには、においが強いものの、CCA処理した木材は、埋もれ木のような緑色になり、PF処理材は、薄い黄色に変色します。生活居住空間にある窓から強いにおいがするというのは考えものです。また、いろんな色調が要求される窓わくに、防腐処理により変色が生じることは困ります。さらに問題なことは、CCAやPF処理というのは、防腐剤を水溶液にして用いるものですから処理後の木材に狂いが生じてしまうことです。部材に狂いが生じてしまえば、窓枠として組み立てることができません。といって狂いを取るためにカンナ掛けをすると、せっかくの防腐処理部分が削り取られてしまうことになります。

4. 木製サッシのための防腐処理方法

4.1 防腐処理の考え方

では、どのような方法で木製サッシを防腐処理すれば良いのでしょうか。そこで必要な点を箇条書きにまとめてみました。

- (1) 処理により材が変色しないか、その度合いが少ないこと。
- (2) 処理材ににおいが付かないか、においがわずかであること。
- (3) 水を使わない処理であること。
- (4) 毒性のない防腐剤であること。
- (5) 十分な防腐効力があること。
- (6) 処理経費が安価であること。

以上の点を考慮すると、窓枠の防腐処理法として基本的に好ましいのは、油性防腐剤を有機溶媒に溶かして加圧注入し、処理後の部材から有機溶媒を回収して再利用するシステム、ということになります。ここで用いる防腐剤と有機溶媒は、木材を変色させたり、においを付けたりするものであってはいけなく、防腐剤は十分な効力を有し同時に人畜無害であるもの、ということになります。

さらに、防腐処理作業の安全衛生面から、有機溶媒は毒性がなく、かつ燃えにくいものである必要があります。再利用を考えていますから、溶媒が木材から回収しやすいことも大切なことです。

4.2 防腐剤のスクリーニング

市販されている油性防腐剤の防腐効力を確かめてみました。用いたものは、IF-1000、TBP、VEL、XL、TBT0の5種です。それぞれの化合物の正式な名称と毒性を表3にまとめてあります。TBT0以外は毒劇物ではありません。実験方法として、JWPA規格第1号を用いました。参考に、前述の水溶性のCCAについても試験を行いました。

これらの油性防腐剤をエタノールに溶かして、0.5、1.0、2.0%濃度の防腐溶液を作りました。そして、これらを5×20×400mmの二方柱エゾマツ辺材に約50kg/m³減圧注入しました。CCAは、1.7%濃度のものを約250kg/m³注

表 3 油溶性防腐剤の化学物質名称と毒性値

薬剤名	構造	毒性値 (LD ₅₀) mg/kg
IF-1000	4-クロロフェニール-3-ヨードプロパギルホルマー	1250 (マウス)
TBP	2, 4, 6-トリブロムフェノール	5012 (ラット)
VEL	4-ブロム-2,5-ジクロロフェノール	3550 (ラット)
XL	N-シクロヘキシル-N-メトキシ-2,5-ジメチル-3-フランカルボキサミド, N-ニトロソ-N-シクロヘキシルヒドロキシアミンアルミニウム	3780 (ラット) 5610 (ラット)
TBTO	トリブチルスズオキサライド	132 (ラット)
CCA*	クロム, 銅, ヒ素	224 (ラット)

水溶性防腐剤であるが、参考のために示した。

表 4 各種薬剤の防腐効力試験結果 (効力値)

薬剤 ^{a)}	濃度 (%)	効力値			
		オオウズラタケ耐候操作+	カワラタケ耐候操作+	カワラタケ耐候操作-	オオウズラタケ耐候操作-
IF-1000	0.5	100	100	100	100
	1.0	100	100	100	100
	2.0	100	100	100	100
TBP	0.5	53	15	49	55
	1.0	58	19	63	55
	2.0	65	0	63	76
VEL	0.5	12	13	30	32
	1.0	34	61	34	49
	2.0	76	76	85	83
XL	0.5	100	100	100	100
	1.0	100	100	100	100
	2.0	100	100	100	100
TBTO	0.5	100	100	100	100
	1.0	100	100	100	100
	2.0	100	100	100	100
CCA	1.7	100	100	100	100

注 J W P A 規格第 7 号に規定する効力値は、耐候操作を行ったものについて 80 以上となっている。

入しています。

結果を表 4 に示しました。耐候操作とは、防腐溶液を注入した試片を加熱したり、水につけたりすることです。この処理の後、腐朽菌に試片を暴露します。その結果、0.5% までの濃度であれば、T B P、V E L 以外はすべて十分な防腐効力があることが分かりました。しかし、T B T O は皮膚炎を起こすことがありますから、I F - 1000 か X L が良さそうです。

4.3 溶媒の検索

さきに示した条件をすべて満たす溶媒は、塩素

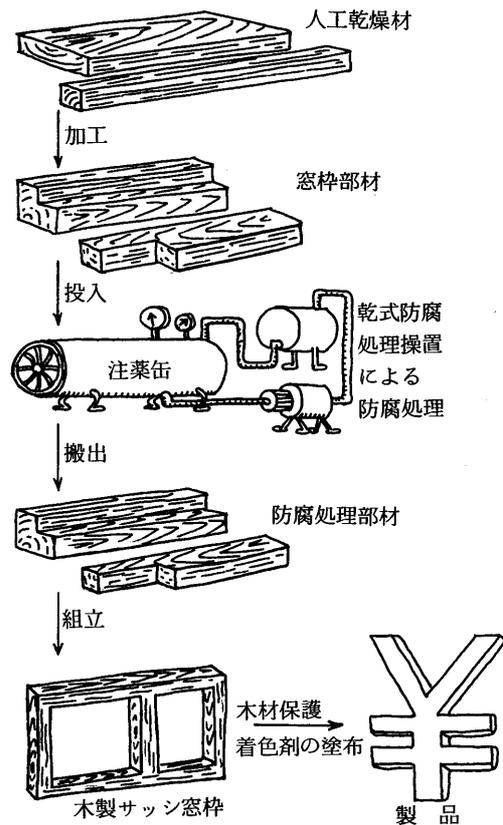


図 1 乾式防腐処理による木製窓枠処理システム

あるいはフッ素系の一般にフレオンと呼ばれているものしかありません。その中でも T C F (トリクロロモノフルオロメタン) が最も適していることが分かりました。

4.4 注薬罐と処理システム

防腐処理装置には、減圧、加圧型注薬罐を使い

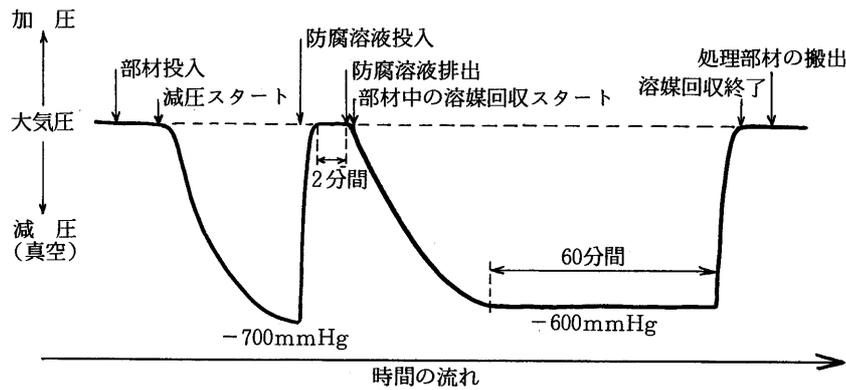


図2 乾式防腐処理のタイムスケジュール

表5 処理試験結果

部材数	33体
重量増加率 (%)	1.54
寸法変化率 (%)	
長さ	-0.024
幅	-0.17
厚さ	-0.28
狂い (長さ50cm以上、幅が厚さの2倍以上の部材について)	
繊維方向反り	0.6 mm
ねじれ	0.26 度
注入量 ^{a)}	108 kg/m ²
浸潤長	1 mm以上

注 a) 薬液をフロンのみと仮定して計算

ます。また、処理経費を下げるには、溶媒回収ができることが不可欠です。処理木材に鉄汚染が生じないように、装置の材質には可能なかぎりステンレスを用います。

防腐処理システムの概略を図1に示しました。人工乾燥木材を、サッシ部材に加工し、組み立て直前に防腐処理します。処理部材は乾いた状態で取り出せますから、すぐ組み立てて塗装などをします。メンテナンスを考えると、塗料は塗膜を作らないのが良いでしょう。木材保護着色剤を塗布することも考えられます。

5. 木製サッシの乾式防腐処理結果

5.1 処理スケジュール

シウリザクラを用いてサッシの部材(一部は

め殺型, 900×1695mm) を作り、それらを実際に乾式防腐処理しました。防腐剤には、IF - 1000を用い、その濃度は1%としました。溶媒は、4.3で示したようにTCFです。予備試験の結果から図2に示すスケジュールで処理しました。加圧を行わなくても、十分な量の防腐溶液を木材中に注入できます。

溶媒の回収率を測定したところ、約60%という結果でした。溶媒のロスが処理コストに大きく影響しますから、90%以上の回収率が欲しいものです。この点については活性炭による溶媒回収装置を用いることにより改善できることがわかっています。

5.2 処理材の注入量、寸法変化、狂い

処理結果を表5にまとめました。この試験の処理スケジュールは、予備試験の結果から、約50kg/m³の注入量となる計算でした。しかし結果としては、目標の約2倍の注入量になってしまいました。防腐剤の浸潤長は1mm程度となっていますが、窓枠のような使用法であれば材内部すべてに防腐剤が注入されていなくとも木材腐朽菌の侵入を十分に防げるでしょう。

寸法変化率については、長さ、幅、厚さともに1%をはるかに下回っていました。狂いについても非常に少なく、良好な結果となっています。窓枠の製造現場においては、部材の反りが3mm以内であれば組み立てに支障が生じないといわれてい

ますから、この防腐処理による部材への悪影響はなかったこととなります。

5.3 処理部材の色の变化と塗装性

IF - 1000のTCF溶液により部材を防腐処理したわけですが、肉眼的に材の変色はほとんどありませんでした。カラーコンピューターという装置を用いて、処理前後の材の色差を測定したところ約10という値でした。参考に、シウリザクラのCCA処理においては約20の色差が生じました。

最後に、市販の木材保護着色剤を塗布しました。少し着色材の乗りが悪い感じがありましたが、ほぼ問題なく仕上がりました。着色剤の色調変化も肉眼的には観察されませんでした。

6. 乾式防腐処理のコスト計算

乾式防腐処理を窓枠部材に施した場合の処理コストを検討しました。IF - 1000とTCFの組み合わせで、防腐剤濃度は1%、注入量は50kg/m³とします。溶媒回収率は90%を仮定しました。

(1) 溶媒

$$50\text{kg} / \text{m}^3 \times 0.99 \times 450\text{円} / \text{kg} \times 0.1 \\ = 2,228\text{円} / \text{m}^3$$

(2) 防腐剤

$$50\text{kg} / \text{m}^3 \times 0.01 \times 10,000\text{円} / \text{kg} \\ = 5,000\text{円} / \text{m}^3$$

(3) 電気代 (5 m³の罐, 30kw, 50%稼働)

$$30\text{円} / \text{kwh} \times 8\text{h} \times 0.5 \times 30\text{kw} \div 5\text{m}^3 \\ = 720\text{円} / \text{m}^3$$

(4) 労務費 (1名, 10,000円/日)

$$1 \times 10,000\text{円} / \text{日} \div 5\text{m}^3 / \text{日} \\ = 2,000\text{円} / \text{m}^3$$

(5) 原価償却費 (2,500万円, 10年償却, 300日/年稼働)

$$2,500\text{万円} \times 0.9 \div 10\text{年} \div 300\text{日} / \text{年} \div \\ 5\text{m}^3 / \text{日} = 1,500\text{円} / \text{m}^3$$

以上を合計しますと約12,000円/m³になります

す。4×6尺のサッシには0.20~0.25m³の木材が使用されますから、この場合であれば1体当たり2,400~3,000円のコストが付加されることとなります。

なお、注薬罐はステンレス製ですから、最低でも通常の鉄のもの約3倍の値段になります。いくつかの企業が集まって組合を作り、一台の乾式防腐処理装置を購入して共同で使用するというのはいかがでしょうか。

7. おわりに

乾式防腐処理の溶媒にTCFを考えました。この溶媒はフレオン-11と呼ばれ、長い間ビルや工場の冷暖房用の冷凍機やヒートポンプの冷媒に用いられてきたものです。しかし、この物質を始めとするフレオン類が大気中に放出されるとオゾン層を破壊するといわれ始め、世界的に生産や使用の規制が始まりました。この報告の基礎になった研究は2年前に終了しましたが、これと同時に、この規制の協定がカナダのモントリオールで調印されました。

TCFを完全なクローズドシステムで使用するならば何ら問題は起きません。しかし、そのような努力はあまり行われてこなかったのが現実のようです。フレオン類は化学的に安定で分解されにくく、毒性が低く、さらに不燃性という特徴を持ち、代用となるほかの溶媒はみあたりません。今後は、これに代わる、環境破壊と無縁の溶媒が開発されることを待つとともに、コストの低減にもつながる完全密閉型の防腐処理装置の研究開発に力を入れなければなりません。

本研究により、木製サッシのように高い寸法精度を要求されるものの防腐処理が可能になりました。この技術は木製の玄関ドアなどの防腐処理にも利用できることはいうまでもありません。

(林産試験場 微生物利用科)