

屋外の工作物や建物の外装材を対象にした 耐久性・耐候性対策

外装材として木材を利用したときに生じる劣化や腐朽についてメカニズムを理解し、現状行われている防腐処理の基礎について学ぶ。



講 師 瀧内浩(株式会社コシイプレザービング)



講 義 日 2012年12月19日(水)



事 業 者 熊本県五木村

参考文献 *1 木材工業ハンドブック 改訂4版
*2 加圧式保存処理木材の手引き 日本木材防腐工業組合
*3 (社)日本しろあり対策協会公式コメント

木材を外装材として利用する場合、木材の耐久性・耐候性について理解しておかなければならない。そこで本項では、耐久性に関わる木材の表面劣化とその対策、特に問題となる腐朽とその対策、建築物として維持管理していくための外装における点検(診断)について整理した。

1. 表面劣化

外装材として木材を使用した場合、表面劣化の対策を講じる必要がある。表面劣化に影響する要因には、太陽光(紫外線)・雨・湿気・埃・カビ・菌・虫などがある。その要因を一次的劣化要因(気象的因子)と二次的劣化要因に分けると、一次的劣化要因(気象的因子)として、太陽光(紫外線)・気温・雨・雪・風など、二次的劣化要因として、腐朽菌・カビ・藻などの発生などによる生物的な因子、光酸化による化学的变化、空气中浮遊物による摩耗など物理的な因子がある。

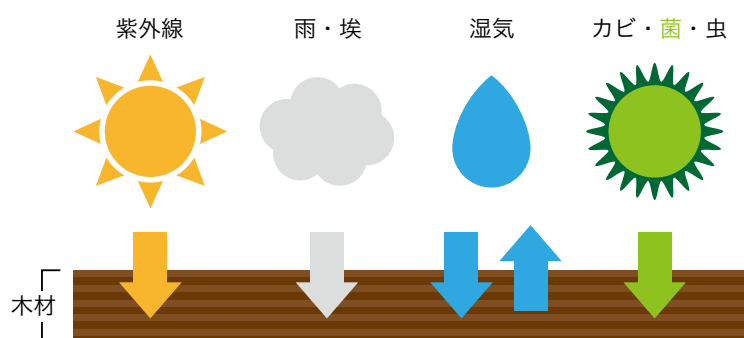


図1 木材の表面劣化に影響する要因

これらの要因により木材表面に生じる変化には、①光(紫外線)による変色②カビによる変色③腐朽菌の繁殖による変色④藻の繁殖による変色⑤鉄汚染による変色⑥風化による摩耗がある。

- ① 光による変色は、木材成分のリグニンが光劣化し黄変色し、やがて灰色化する。例えば、古い新聞紙が黄変しているのは光変色が生じているからである。
- ② カビによる変色は、木材を栄養源とする特定のカビ類によって木材成分の低分子化が生じることによる表面変色である。
- ③ 腐朽菌の繁殖による変色は、白もしくは褐色に変化する。
- ④ 藻の繁殖による変色は、藻が付着し緑色に変化する。
- ⑤ 鉄汚染による変色は、鉄により黒色化するもので、微量の鉄イオンが木材中のタンニンあるいはフェノール性成分と反応することにより生じる。
- ⑥ 風化による摩耗は、早材部の目痩せに見られるような晩材部との凹凸差が生じることである。

2. 表面劣化の対策

木材の表面劣化を抑えるために木材保護を目的とした塗装が行われる。木材保護塗装を施すことで美観を保持することができ、木材の吸湿による寸法変化を抑制できることも副次的な効果である。また、デザイン上の要望から着色することが求められることもあり、それも塗装の目的の一つとなっている。

使用する塗料は、大別して浸透型保護塗料と造膜型保護塗料の2種類に分けられる。

浸透型保護塗料は、木材の表面に塗料を染みこませるタイプのもので、半透明系の色が多い。長所として、塗装が簡単であること、経年的な変色が自然な風合いであること、重ね塗りが可能であるため再塗装が簡単であることが挙げられる。短所は、性能維持期間が短いことである。

造膜型保護塗料は、材の表面に上塗りするタイプのもので、不透明色が多い。長所として、性能維持期間が長いこと、光沢のある塗膜のため意匠として見栄えがよいことが挙げられる。短所は、小さな塗膜面の損傷や欠陥により美観が低下してしまうことやメンテナンスが複雑なことが挙げられる。また、光沢のある塗膜は、設計者や設計意図によっては、嫌がられることもある。

これらを塗装した面に塗膜劣化や色あせなどの変色が発生した場合にメンテナンスが必要となる。特に劣化しやすい所は、絶えず日光にさらされる箇所、雨や雪が良くあたる箇所、水が滞留しやすい箇所、人通りが多い箇所が挙げられ、設計時の配慮やメンテナンスの際に注意した方がよい。

3. 腐朽

腐朽は、木材の劣化のうち特に注意しなければならないものである。腐朽とは、菌などの微生物によって木材の構成物が侵されることであり、人間で例えると筋肉を破壊したり骨を溶かしてしまうような恐ろしいことである。

木材腐朽菌の胞子は人間の目には見えないが、空气中に各種多数存在し、菌の生育条件が与えられたときに木材上で発芽し、菌糸を伸ばしながら木材中に侵入し生長する。菌の生育条件には、栄養分・水分・温度・酸素の4つがあり、栄養分は木材を構成する糖類、タンパク質など、水分は湿度85%～99%の高湿状態や木材の含水率28%以上など、温度は気温5～40℃の範囲、酸素は大気中への防露である。完全に水中に没している場合は、酸素をシャットアウトできるので腐らない。

木材の劣化に関与する菌類には以下の4種類がある。

バクテリア類：土壌・水中などに生息し木材を攻撃するが劣化にはそれほど影響はない。

カビ類：強度上の影響はないが、木材表面の汚染により変色させる。

軟腐朽菌類：土壌・水中などに生息し木材の表面から浅い部分を軟化させる。

キノコ類：子実体と呼ばれるキノコを作って木材に寄生し、激しく木材を腐らせる。

図2に木材腐朽菌の種類による木材強度の低下の度合いを示す。図中の右へいくほど、木材の強度低下に大きな影響を及ぼしており、キノコ類は最も影響を及ぼすものである。

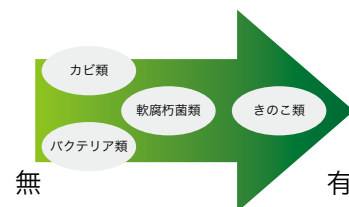


図2 木材の劣化に関与する菌類による木材強度の低下

4. 腐朽の対策

腐朽を防止する対策として、耐久性を考慮した設計と必要に応じて薬剤処理を組み合わせると効果的である。

4.1 耐久性に考慮した設計

図3中に示すように、木材を使用した設計を行う場合に注意するポイント（構造的に重要な部分、腐れ易い部分、メンテナンス困難な部分）があり、そのポイントが複合的に重なる部分について、耐久性に考慮した設計をすることが重要となる。その際に薬剤処理を施した木材を使用することも選択肢の一つであり、有効な対策を考慮する必要がある。

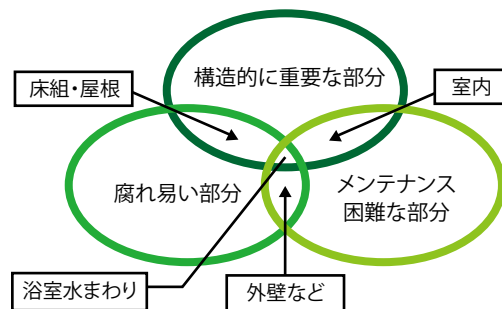


図3 木材を使用する際に注意するポイント

4.2 薬剤処理

屋外に用いられる木材は風雨にさらされるため、耐朽性大（野外で7年～8.5年の耐朽性）に区分される樹種（ヒノキなど）が用いられることが多い（表1）。しかし耐朽性は産地によって異なることや、心材の耐朽性が高いとしても辺材は耐朽性が低いため防腐処理が必要な場合がある。

薬剤処理は防腐処理のうちの一つであり、薬効により木材腐朽菌の生育機能を阻害することで木材腐朽菌の増殖防止を図るものである。

防腐処理薬剤は、吹き付け・塗布・浸せき等で木材に薬剤を浸透させる。様々な方法のうち、以下に加圧式注入処理について解説する。

表1 各樹種の心材の耐朽性（*1 木材工業ハンドブック第4版 p787より作成）

耐朽性の区分	日本材	北米、欧州、豪州材	熱帯産材
極大 （野外で9年以上）			ギアム、コキクサイ、バラウ、セラ ンガンバツ、ヤカール、エボニー、 ウリン、イビール、メルバウ、イン ツィア、ビチス、チーク、バンキラ イ、コムニヤン
大 （野外で7～8.5年）	ヒノキ、サワラ、ネズコ、アスナ ロ、ヒバ、コウヤマキ、クリ、ケヤ キ、ヤマグワ、ニセアカシヤ、ホオ ノキ	ベイヒ、ベイヒバ、インセ ンスシーダー、ベイスギ、 センペルセコイア、ブラッ クウォールナット、サイプ レスバイン	レンガス、レサック、ナリダ、ケラッ ト、ホワイトメランチ、セプターバ ヤ、バドーク、ピンカドー、セドレ ラ、チュテルバンコイ、マホガ ニー、ボンゴシ(アソベ)
中 （野外で5～6.5年）	シラベ、カラマツ、クサマキ、イチ イ、カヤ、トガサワラ、スギ、カツ ラ、スダジイ、クヌギ、ナラ、アラ カシ、シラカシ、タブノキ	ダフリカカラマツ、ベイマ ツ（マウンテン）、ホワイ トオーク、ペカン、パター ナット	カナリウム、クルイン、カプール、 ブジック、ライトレッドメランチ、 イエローメランチ、マラス、メン ガリス、ケンバス、アルトカルブ ス、バカウ、スロールクラハム、カ ロフィルム、テラリン、メルサワ、 チュテルサル、ボルネオオー ク
小 （野外で3～4.5年）	モミ、アカマツ、クロマツ、イチョ ウ、マカンバ、コジイ、コナラ、ア ベマキ、イヌエンジュ、アカガシ、 イチイガシ、ヤチダモ、キハダ、ヒ メジャラ	ボンデローサマツ、スラ シュマツ、ストローブマ ツ、テードマツ、ベイツ ガ、ソフトメープル、イエ ローバーチ、ヒッコリー、 オウシュウアカマツ、ベイ マツ（コースト）	アローカリヤ、カボック、ドリアン、 ターミナリア、エリマ、アビトン、 アルモン、レッドラワン、タンギー ル、マンガシノロ、ニュージーラ ンドビーチ、ピンタンゴール、 ゲロンガン、ジョンコン、マンガ ローブ、マトア、タウン、カサイ、ナ トー、ケレダン、ユーカリ
極小 （野外で2.5年以下）	ハリモミ、アオモリトドマツ、トド マツ、エゾマツ、トガサワラ、イタ ヤカエデ、セン、ヤマハンノキ、ミ ズメ、シラカンバ、アカシデミズ キ、ブナ、イスノキ、トチノキ、クス ノキ、シナノキ、シオジ、ドロノキ、 オオバヤナギ、イイギリ、オオバ ボダイジュ	ベイモミ、スプルース、ラ ジアタバイン、アスペン、 コットンウッド、アメリカシ ナノキ、オウシュウトウヒ	アガチス、ブライ、ジェルトン、カ ラス、バラゴムノキ、ラブラ、アン ペロイ、セルチス、キャンブノス パーマ、アルストニア、プランチョ ネラ、バスウッド、ロヨン、ホワイ トシリス、ラミン、カナリウム、オ ベチエ、アルマンガ、ビヌアン、カ ランバヤン、チャンバカ

【加圧式注入処理】

加圧式注入処理とは、木材内の圧力と浸透させる薬液（木材保存剤）との間に高い圧力差を作り出し、薬液を圧入する処理方法である。現在世界的に最も多く採用されている処理方法で、薬液を浸透させる上で優れている処理方法である。図4に加圧式注入処理のプロセスを示す。

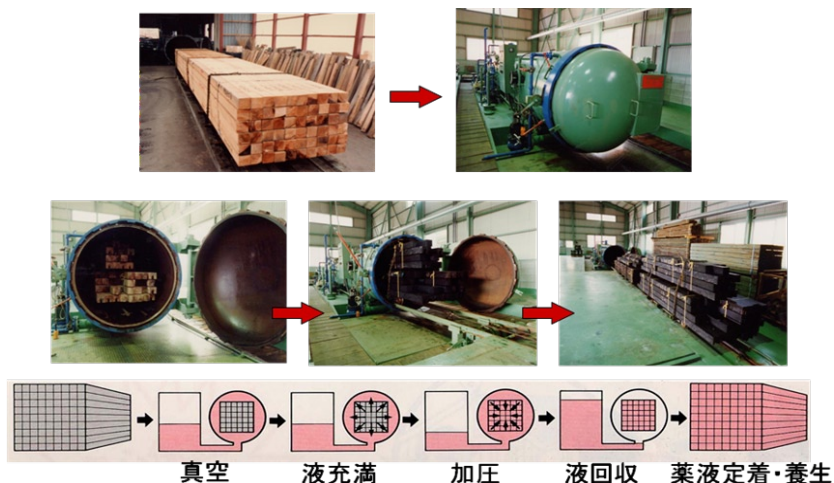


図4 加圧式注入処理のプロセス例

図5に示すように、一般の表面処理と比べ加圧式注入処理の方が深部まで浸透していることが分かる。また、土台120角の4m材での木材保存剤の浸透量の違いを示す。

耐久性は一般の表面処理は約5年^{*3}と言われており、加圧式注入処理では、海外で約50年以上の実績がある。国内では、加圧式保存処理木材の手引き^{*2}によれば12年の実績がある。

加圧式注入処理方法の規格にはJISA9002(木質材料の加圧式保存処理方法)、薬剤の規格にはJISK1570(木材保存剤)がある。また性能基準にはJAS、AQがあり、それぞれの規格に基づき品質認証が行われている。

薬剤の人体への安全性について、現在の知見では問題はない^{*2}とされている。現在使用されている薬剤の主成分は塩化ベンザルコニウムや銅化合物で、塩化ベンザルコニウムは手洗い用除菌アルコールや赤ん坊のおしりふき等で使用されており、銅化合物は食器等で用いられることもある。



図5 薬剤の浸透の様子と薬剤の浸透量

5. 点検(診断)

木材の保存処理の効力には限度があるため、点検(診断)・補修が必要となる。点検(診断)手法の概要を図6に示す。

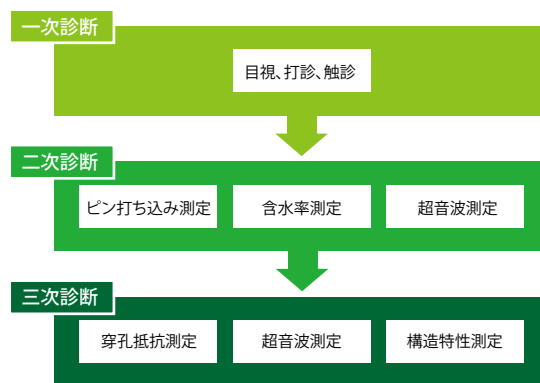


図6 木材の腐朽に対する診断手法

(1) 一次診断

一次診断の目的は、目視、打診、触診などの簡易な方法によって異常部位を探すことである。見た目で菌による変色をチェックすることや、触ってみた時に柔らかくなっていることなどで簡単に診断することができる。特に、1階床下、水回り、玄関、バルコニー、その他、雨掛かり部分や雨漏りの影響を受ける箇所などは腐朽が発生しやすい領域なので、重点的に調査を行う。しかし、一次診断は非破壊的に行うため、見えない場所で腐朽が進行した場合などは判定ができない。また、菌類を見つけたとしても、それが腐朽を発生させる菌(腐朽菌)なのか、あるいは腐朽を起こさない他の菌類(カビなど)であるのかを目視だけで判別できないこともある。

(2) 二次診断

二次診断は機器類を用いた診断で、欠損の状況、密度などの強度に関連する情報や含水率のデータを収集する。機器類は一般的なものではないため、診断業者に委託することになる。一次診断と同様に現場で行う診断であるが、客観的で定量性のあるデータが得られる。非破壊が原則であるが、微少な破壊を伴う機器もある。二次診断に使用される機器としては、含水率計(電気)、ピロディン(衝撃打込)、ウッドボールテスター(超音波)、レジストグラフ(穿孔抵抗)、電磁波レーダー(電磁波)などがある。

(3) 三次診断

三次診断では、一次・二次診断で腐朽の兆候あるいは腐朽菌の存在が疑われた場合、異常が見られた箇所から微小な木片や菌類の一部を採取し、検査機関において菌類の存在や種類の特定(腐朽菌か否か)、腐朽範囲の特定(二次および三次診断)、腐朽菌の生死(現在進行形か過去形か)などを調べる。