

Ⅶ 木材利用に係る維持管理

木材利用に係る維持管理
点検と劣化診断

1 木材の劣化に関する基本的事項

(1) 木材の劣化とは

木材の劣化とは、「木材が酸素、紫外線、水、薬品、生物などの作用によって、本来の色、強さなどの性質が変化し、木材本来の使い方ができなくなることを総称したものです。

具体的には、変色や風化といった表面劣化や、表面にとどまらず、木材の内部まで劣化する割れ、腐朽、食害が主に挙げられます。

(2) 木造建築、木質化建築で傷みやすい部分

木材が傷みやすい、特に腐朽や食害による劣化が現れやすいのは、以下の条件にある部分です。

- | | |
|-------------------|-------------------|
| ・ 木材が土に接する部分 | ・ 木材が雨さらしになっている部分 |
| ・ 建物に雨水がしみこんでくる部分 | ・ 常に水がかかる部分 |
| ・ 湿度の高い部分 | ・ 通風の悪い部分 |

(3) 劣化しやすい木材

製材を用いる場合、含水率の高い材料は将来、収縮、反り、ねじれといった変形、割れが発生しやすくなります。また、寒冷地では、初期結露の発生リスクが高まります。

2 表面劣化の要因、現象

内外装材として木材を使用する場合、表面劣化の対策を講じる必要があります。

(1) 表面劣化の要因

表面劣化の要因は、以下のようにまとめられます。

ア 一次的劣化要因：太陽光(紫外線)、気温、雨・雪(湿気)、風といった気象的因子

イ 二次的劣化要因：腐朽菌、カビ、藻、虫などの発生などによる生物的因子

光酸化による化学的変化、ほこりなど空気中浮遊物による摩耗など物理的因子

(2) 様々な表面劣化

ア 太陽光(紫外線)による変色

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、やがて灰色化します。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ことによります。

イ カビによる変色

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す。

ウ 腐朽菌の繁殖による変色

腐朽菌の繁殖による変色は、白若しくは褐色に変化します。

エ 藻の繁殖による変色

藻の繁殖による変色は、藻が付着し緑色に変化します。

オ 鉄汚染による変色

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ます。

カ 風化による摩耗

風化による摩耗は、目痩せに見られるような、早材部と晩材部に凹凸差が生じることで

※早材部、晩材部

樹皮の内側には、樹木を太らせる細胞の集まり（形成層）があります。

形成層の活動が盛んな、春～夏に形成された早材（そうざい）の仮道管には、樹木が成長するために必要な水分を、根から葉へと円滑に移動させるため、たくさんのすき間があいていて、幅が広くて色が薄いのが特徴です。

一方、夏～秋に形成された晩材（ばんざい）の仮道管は、壁を厚く、すき間を少なくすることで、樹木自身の重みを支えています。幅が狭く濃い筋のように見えます。この早材と晩材の差が年輪です。

※目痩せ

乾燥と吸湿が繰り返されることにより、表面に大小の割れを生じ、内部まで劣化が進行しますが、早材の柔らかい部分から先に劣化が進行するため、早材部が窪み、相対的に晩材部が浮き上がる現象のことです。

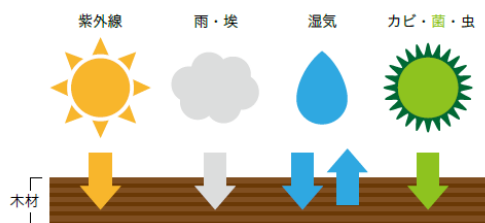


図7-1 木材の表面劣化に影響する要因

（「平成24年度 木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書」より）

3 腐朽、食害

(1) 腐朽

木材の劣化のうち、特に注意しなければならないのは「腐朽」で、菌などの微生物によって、木材の構成物が侵される生物的現象です。

表面汚染や変色の中にも生物的現象はありますが、強度に決定的なダメージを与える腐朽とは、区別して考えます。

木材の劣化に関与する菌類は4種類（表7-1）あり、図7-2に菌の種類による、木材強度の低下の度合いを示します。

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、きのこ類は、一般に木材腐朽菌と言われ、最も影響を及ぼします。

木材腐朽菌の胞子は、人間の目には見えませんが、空気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します。

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、酸素は大気中への暴露です。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りません。

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。
きのこ類	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。

表 7-1 木材の劣化に関与する菌類の種類

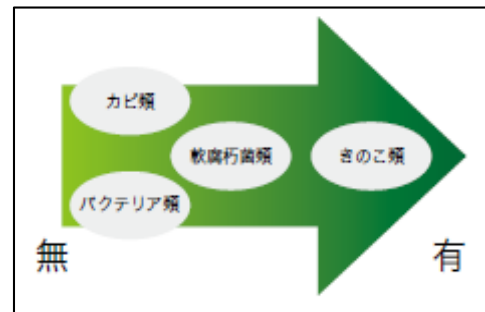


図 7-2 木材の劣化に関与する菌類による木材強度の低下

(「平成 24 年度 木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書」より)

(2) 食害

建築物の木材の食害には、ククイムシに代表される甲虫類によるものと、シロアリによる蟻害があります。

ククイムシの類いは、内装材や家具材などの乾燥材に孔を開けて産卵し、幼虫が材中で被害を与えます。

シロアリによる食害は、主にヤマトシロアリ、イエシロアリによるものであり、どちらも市内に分布します。

シロアリは雑食で、木材以外にも生木、プラスチック、ゴム、繊維類、皮革類も加害します。

ヤマトシロアリ、イエシロアリは、木材腐朽菌と同じく湿度が高く、暖かい環境を好むため、対策についても木材腐朽菌に近いものとなります。

一方、市内でも被害が確認されている、アメリカカンザイシロアリは、湿潤な環境を必要とせず、巣を木材中に作るなど、在来のシロアリと異なる生態のため、従来の防除法は有効とはいえ、発見した場合には早急に駆除を行います。

4 維持管理等に配慮した設計について

以上、木材の劣化に関する基本事項について述べてきましたが、設計にあたっては、第 V 章 木造化に向けて 設計時配慮すべき事項「3 耐久性、維持管理に配慮した部位別設計チェックポイント」を参照してください。

木材利用に係る維持管理-2 事例による経年変化と維持管理

木造建築物及び木質化した建築物における経年変化と、維持管理上の事例を以下に紹介します。

秋田県横手市立栄小学校(築後 18 年)

雨が掛からないように軒を深く計画されたが、築後 18 年ということもあり、木部の雨のかかる部分に汚れがあった。

例えば、廊下側には軒の出が 900mm あるが、腰壁の下部に汚れが発生している箇所があったり、雁木の軒垂木の小口に雨が掛かり、汚れが発生している箇所があったりした。(写真 7-1)

正面玄関の隅柱は、二方向から雨が掛かる位置にあるため、劣化が早まったと見られ、柱の取り替えを行っていた(写真 7-2)。

雁木 (1,818mm) + 軒の出 (900mm) により、雨が掛からない壁の部分の木部に、汚れは見られなかった(写真 7-3)。

メンテナンスが必要となった際には、その都度対応することをしゅん工当初より想定しており、想定範囲内で行っているとのこと。鉄筋コンクリート造のように急に大きな費用がかかることはないことが、メリットであるとのことだった。

廊下に使用しているマツ板 (t = 21mm) の反りや暴れについては、飛び出した部分を削って対応していた。(写真 7-4)



写真 7-1 雁木軒先



写真 7-2 正面玄関の隅柱



写真 7-3 雁木

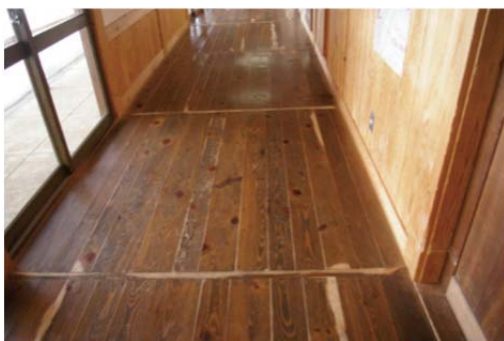


写真 7-4 廊下床

名称	横手市立栄小学校	
所在地	秋田県横手市	
木材利用の概要	木造	
規模	建築面積	2,951.26㎡(校舎) 985.12㎡(屋内運動場)
	延べ面積	2,773.88㎡(校舎) 996.24㎡(屋内運動場)
階数	地上	2(校舎・屋内運動場)
	地下	1(校舎)
構造	木造軸組工法 一部RC造	
木材利用	構造材	スギ76%、アカマツ16%、ヒバ6%
	内装材	—
主な使用樹種	スギ、アカマツ、ヒバ	
しゅん工年	校舎	平成6年3月
	屋内運動場	平成7年1月

宮城県栗原市立鶯沢小学校(築後7年)

北西の庇のない外壁の木部に、黒カビのような汚れが見られた（写真7-5）。

また、庇のない外壁の木部の上部で、塗料が落ち始めている形跡があった（写真7-6）。

しかし、庇や軒が少しでもある部位については、塗装の色がはっきりと出ており、問題は見当たらなかった（写真7-7、7-8）。

外壁の再塗装などのメンテナンスは、まだ行ったことがない。

内装の木部についても、費用をかけたメンテナンスは行っていない。

日常の床の清掃はモップによる乾拭きを行い、年に3回大掃除の際に水拭きを行う。

クラスによっては、児童用の木製の机や椅子の脚に布を巻き、傷や引きずり音を軽減する工夫を行っている。

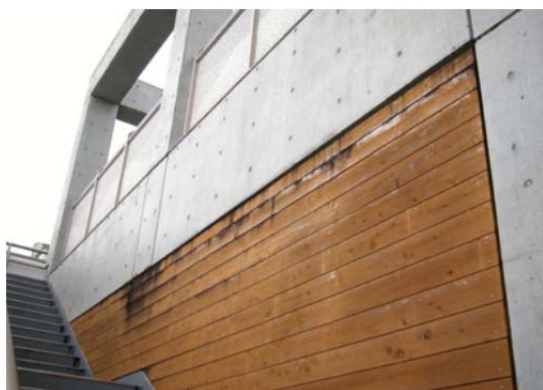


写真7-5 北西の外壁



写真7-6 外壁木部の塗料落ち有り



写真7-7 北西外壁に隣接する庇下の外壁は塗料の落ちはない



写真7-8 左側の外壁は軒の出があり塗料の落ち無し（卓越風の風下に当たる。）

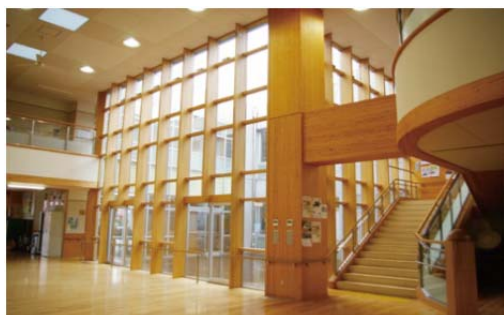


写真7-9 多目的ホール

名称	栗原市立鶯沢小学校	
所在地	宮城県栗原市	
木材利用の概要	内装木質化	
規模	建築面積	1,824.94㎡(校舎)
	延べ面積	17.10㎡(ポンプ室)
		3,006.17㎡(校舎)
階数	地上	2
	地下	—
構造	鉄筋コンクリート造	
木材利用	構造材	—
	内装材	スギ47%、ヒノキ11%、スギ合板4% ナラ(突き板)34%、サクラ(突き板)4%
主な使用樹種	スギ	
しゅん工年	平成17年7月	

岩手県一関市立萩荘小学校(築後7年)

柱やはりなど多くの構造体は、素材のまま現しにしている。床面は、全て複合フローリングにウレタン塗装である。

片流れ屋根の棟側部分の木部で、塗料が落ち始めている形跡があった。この部位は他の部位に比較して、雨掛かりが多いためだと思われる。(写真7-10)



写真7-10 片流れ屋根棟部

名称	一関市立萩荘小学校	
所在地	岩手県一関市	
木材利用の概要	木造及び他構造+内装木質化	
規模	建築面積	4,378.61㎡(校舎)1,564.84㎡(屋内運動場)
	延べ面積	5,931.74㎡(校舎、多目的室(木造部分)353㎡) 1,562.91㎡(屋内運動場)
階数	地上	2
	地下	—
構造	混構造 木造(多目的ホール) RC造(木造小屋組) S造(屋内運動場)	
木材	構造材	—
利用	内装材	—
主な使用樹種	スギ、バイヒバ、ベイツガ	
しゅん工年	平成17年3月	

熊本県五木村役場(築後11年)

木造一部鉄筋コンクリート造の混構造である。

ホール吹き抜けに面した部分の通し柱には、村内にある国有林のスギ、大ぶりには県有林のマツが使用されている。

しゅん工後1年で、はりに使用しているマツのねじれが目立ってきたため、隙間が見えないように枠を設ける補修を行った。

(写真7-11)

また、柱等の割れについて、指が入るほどに亀裂が生じていた箇所は、一部樹脂で埋めるなどで、利用者のけがの防止のため対応した。(写真7-12)

床については、毎日モップがけを、年に1度連休前にワックスがけを行っている。

五木村は、霧の発生が多い地形であり、湿気が多い気候だが、庁舎外装については、今のところ問題は発生していない。ポーチ独立屋根の柱が、風雨に直接さらされていて劣化が進んでいるが、独立屋根のため、改修については大きな問題は出ていない。

(写真7-13)



写真7-11 ねじれ対策の補修



写真7-12 柱の割れ



写真7-13 ポーチ独立屋根の柱

名称	五木村役場	
所在地	熊本県球磨郡五木村甲字下手2672番地の7	
木材利用の概要	木造一部RC造(内装木質化)	
規模	建築面積	—
	延べ面積	2792.89㎡
階数	地上	2
	地下	—
構造	混構造(木造一部RC造)	
木材	構造材	—
利用	内装材	—
主な使用樹種	スギ、ヒノキ、マツ	
しゅん工年	平成14年3月	

埼玉県ときがわ町明覚小学校(改修後10年)、都幾川中学校(改修後3年)、
都幾川公民館(改修後1年)

ときがわ町では、昭和40年代頃から建てられた学校建築は老朽化しており、建替えか改修をしなければならなくなってきた。

木造での建替えを選択すると財源がないため、耐震補強をメインとした改修を行うと同時に、内装木質化を図ることで、既存の建物を有効利用しながら、木材利用も図る取組が推進されてきた。

木材の劣化の原因を、水によるものと判断したときがわ町では、水拭きでの掃除も止め、当初水拭きを行っていた明覚小学校では、から拭きでのメンテナンスに変更することとした。

使用時における水かかりには注意しており、水回りにはマットを敷いて、水かかりの対策としている。(写真7-14)

明覚小学校では、水がかかった床の劣化が進んでいたため、調査前年1mm程度研磨し、再塗装を施している。(写真7-15)

メンテナンスに配慮して計画したこととして、床には集成材を使用していることが挙げられる。これにより、目地をなくし、砂やほこりのつまりを防ぐことができ、また、無垢材よりも表面の傷に対して強いと言える(写真7-16 都幾川公民館は、事務室として利用しているが、目立った傷や破損は見られない。)



写真7-14 水回りのマット (都幾川中学校)



写真7-15 再塗装後の廊下 (明覚小学校)



写真7-16 集成材の床 (都幾川公民館事務室)

名称	明覚小学校	都幾川中学校	都幾川公民館
所在地	埼玉県比企郡ときがわ町大字関堀	ときがわ町大字桃木	ときがわ町大字桃木
木材利用の概要	内装木質化	内装木質化	内装木質化
規模	建築面積	868㎡	1,030㎡
	延べ面積	2,444㎡	2,967㎡
階数	地上	3	3
	地下	—	—
構造	鉄筋コンクリート造	鉄筋コンクリート造	鉄筋コンクリート造
木材利用	構造材	—	—
	内装材	—	—
主な使用樹種	ヒノキ、スギ	ヒノキ、スギ	ヒノキ
しゅん工年	平成14年9月	平成21年9月	平成24年3月

点検と劣化診断

点検部位と劣化診断について記載しましたので、参考にしてください。

1 点検部位

木造建築物で、問題となる部位別の劣化や不具合現象は、以下のとおりです。

- (1) 木部：干割れ、蟻害、腐朽など
- (2) 屋外使用等の集成材：接着層のはく離（屋外使用限定の現象）、それによる強度劣化など
- (3) 木部の表面塗装：はがれ、白亜化など
- (4) 金物類：防錆塗装、メッキ層の劣化、鋼材部の腐蝕など
- (5) 接合部：緩み、はずれ、変形など
- (6) 異種材料間の界面：結露、隙間の発生など
- (7) 建具周り：不具合

2 劣化診断

診断種別ごとの点検項目、点検方法、診断基準、対応措置を以下に示します。

(1) 木部の割れ診断

接合部の割れ（小屋組、床組、露出木部） 目視及び隙間ゲージによる計測

- ア 接合部の軽微な割れ ⇒ 経過観察
- イ 接合部の過半の割れ ⇒ 補修又は部材交換

(2) 腐朽診断

断面欠損が2割程度までで収まっていれば、表面的な補修や、水分を避けるための環境改善を行い、2割を超える場合は、部材交換を検討するものとします。

ア 腐朽診断の重点的な点検箇所は、以下のような部位があげられます。

- (ア) 外壁、開口部回り、軒回り、水回り、1階床組、外部バルコニーなどの水が滞留しやすい箇所
- (イ) 木口面に水が作用しやすい部材（柱脚部、母屋、垂木端部など）
- (ウ) 水平部材の上部、あるいは下部で、水が滞留しやすい箇所（外部バルコニー床、手すり材など）
- (エ) 下部にコンクリートなどの、抱湿材料が接触する部位

イ 診断は、目視、打診、触診、圧入によって行い、腐朽のレベルは、下記の(ア)～(オ)の5段階で評価します。

- (ア) 建物全体に劣化の兆候も被害も一切無い。 ⇒ 健全
- (イ) 劣化の兆候はあるが、触診、圧入、目視による明確な被害が確認できない。
⇒ 要環境改善+経過観察
- (ウ) 明確な被害は見られるものの、局所的、かつ、断面の20%程度以内である。
⇒ 要部材補修+要環境改善
- (エ) 明確な被害が部材の大半に見られ、その1箇所以上に材表面から辺長の20%以上に達する被害がある。 ⇒ 要部材交換+要環境改善

- (ウ) 明確な劣化の兆候があるが、仕上げ材などで覆われていて、直接木部を確認できない。
⇒要精密診断+要環境改善

(建物所有者に了解を得て、仕上げ材を剥さなければ、被害の有無は判定不可能)

(3) 蟻害診断

点検方法、診断基準、対応措置は、腐朽診断と同様とします。

蟻害診断の重点的な点検箇所は、以下のような部位があげられます。

- ア 敷地回り（伐根、垣根、木杭、木材片など）
- イ 基礎回り（基礎立ち上がり部）
- ウ 外壁回り（北側外壁、樋回り、開口部回りなど）
- エ 床回り（振動、床鳴り、傾斜などがある箇所など）
- オ 水回り（仕上げにひび割れがある箇所など）
- カ 小屋裏、天井回り（特に、イエシロアリ、アメリカカンザイシロアリに対して）

(4) 集成材のはく離診断

乾湿の影響を受けやすい箇所、柱脚部、接合部、空調の吹き出し口、屋外露出部等の集成材の接着層のはく離を、目視や隙間ゲージによる計測によって点検します。

- ア はく離がない。⇒ 健全
- イ 一部に深さが材幅の1割未満のはく離がある。⇒ 経過観察
- ウ 深さが材幅の2割未満のはく離がある。⇒ 経過観察の上、進行性の場合は要精密診断
- エ 明瞭なはく離が材中央部にあり、深さが材幅の1/2未満のもの
⇒ 専門家による精密診断の上、補修をするなど進行を止める措置を取る。
- オ 上記の状態、深さが材幅の1/2以上のもの
⇒ 専門家による精密診断の上、構造耐力に影響するか検討し、必要があれば補強、あるいは部材交換を行う。

(5) 屋外木部の塗装部の診断

塗装部の劣化には、塗膜表面の劣化及び塗膜自体の劣化の、2種類があります。

ア 塗膜表面の劣化

目視や触診により、点検を行います。

汚れや変退色が顕著に認められたり、白亜化により粉状物が顕著に付いたりする場合は、清掃の上、重ね塗りなどの措置で補修を行います。

イ 塗膜自体の劣化

目視により、点検を行います。

欠損、ふくれ、剥がれ、ひび割れ等が顕著に認められる場合は、早急に塗り替えなどの措置を行います。

(6) 接合金物の腐食診断

目視や触診により、点検を行います。

金物の表面的、局所的な腐食で止まっている場合は、経過観察とし、著しい腐食が認められる場合は、金物腐食診断を実施します。

(7) 接合金物の塗膜劣化診断

金物の塗膜の劣化は、塗膜表面だけの劣化の場合、塗膜内部まで劣化が進行している場合、下地まで劣化している場合の、三段階に分けることができます。

目視、触診により点検を行うこととし、その診断基準及び対応措置は、以下の通りです。

ア 塗膜表面の劣化：汚れ、変退色、光沢低下、白亜化、白化 ⇒ 清掃の実施

イ 塗膜内部の劣化：膨れ、割れ、剥がれ ⇒ 補修

ウ 下地を含む劣化：腐食 ⇒ (6)接合金物の腐食診断へ

(8) 全部位の金物の防錆塗装層の腐食診断

金物のさびは、放置すると接合部耐力に、大きな影響を及ぼすため、異常が見られる場合は、早めに措置を施します。

目視や触診により、防錆塗装にふくれ、剥がれ、割れ、白亜化といった変質が無いかを点検します。

診断基準及び対応措置は、以下の通りです。

ア 防錆層に変質が認められない

⇒ 健全。ただし、塗膜面に異常が認められる場合は、塗膜補修を行います。

イ 局所的な防錆層のさびが認められる

⇒ 部分的補修。局所的なさびは結露水、雨水などの何らかの水分が関与している場合が多いため、早急な補修が必要であると同時に、漏水原因の除去に努めます。

ウ 全面にわたる防錆層のさびが認められる ⇒ 全面補修

エ 素地面にさびが生じている

⇒ 金物の交換。一般に鋼材の寿命は、表面防錆被膜が無くなった段階をいい、交換が必要となります。

(9) 金物接合部の変状診断

製材を使用した場合は、乾燥収縮により緩みが必ず発生するため、増し締めが必要となります。

金物の緩み、欠落、はずれ、部材と金物間の隙間等を目視や触診、ゲージを用いた計測により点検します。

重点的な点検箇所は、柱—基礎、柱—横架材、横架材—小ばり、筋交い端部、アーチ脚部—基礎、アーチ頂部、継ぎ手部分です。

診断基準及び対応措置は、以下の通りです。

ア ボルトの緩みがある。 ⇒ 増し締め

イ 欠落がある。 ⇒ 欠落の原因を探るとともに、再取り付け

ウ はずれている。 ⇒ はずれの原因を探るとともに、再取り付け

エ 隙間にゲージが簡単に入る。 ⇒ 補修 隙間に鋼板などを挿入し、接合具の締め直しを行います。

※木材利用に係る維持管理については、「平成 23 年度林野庁補助事業 木造公共建築物等の整備に係る設計段階からの技術支援報告書（一般社団法人 木を活かす建築推進協議会）」より、引用させていただきました。

