

設計者のための CLT 屋外使用ガイドライン



目次

1.まえがき

| | |
|------------------|---|
| ①CLT の基本特徴 | 1 |
| ②屋外使用の実績 | 2 |

2.部位別仕様

| | |
|-------------|----|
| ①外壁 | 3 |
| ②軒裏・軒先..... | 8 |
| ③その他..... | 10 |

3.気象条件の影響

| | |
|--|----|
| | 17 |
|--|----|

4.利用例

| | |
|-------------------|----|
| ①外壁 | 21 |
| ②外部 木サイディング | 23 |
| ③軒裏 | 24 |
| ④バス停..... | 25 |

5.メンテナンス

| | |
|--|----|
| | 28 |
|--|----|

1・まえがき

本ガイドラインは、既往研究からの情報と 2019 年度の既存物件調査の内容をまとめたものである。CLT を屋外で使用する際、設計の参考にしていただきたい。

① CLT の基本的特徴

CLT (Cross Laminated Timber) を屋外に現わしで使用する際は下記を念頭に計画する。

- CLT の耐久性の建築基準法上における扱いは他の木造と同じであるが、CLT は部材サイズが大きく部分的に補修することは難しい。
- 現わし部分は、目視確認が可能なために建築基準法上また耐久性上有効な措置として位置づけられ防腐処理は義務付けられてはいないが、適切な防腐・防蟻処理を施すことにより、さらに長期の耐久性を付与することができる。
- CLT パネル端部にはラミナの木口が現れるため、木口面から雨水等を吸水することが懸念される。また、水溜りができると腐食等の原因となるため、避ける必要がある。
- 木部は CLT に限らずメンテナンスコストがかかるため特性を理解したうえで選択しなければならない。
- 防火構造以上が求められる建築物で外壁を CLT 現わしにしたい場合は、防火構造では燃えしる設計の基準がないため準耐火構造にして燃えしる設計とする。
- CLT を現わす事が可能な燃えしる設計は、準耐火構造までしか認められていないため、耐火構造が要求される建築物には CLT を現わすことは出来ない。(本ガイドライン発行時)



② 屋外使用の実績

CLTの屋外使用の実績として、主に軒裏と外壁がある。

軒裏は道路面から見上げると目立つこと、また準耐火構造でも燃えしろ設計を用いるなどで建築基準法上現わしにできることから、軒裏にCLTの現わしを採用した施工実績は多い。(写真1)

一方、外壁をCLTの現わしにした場合の施工実績は少ない。なぜなら、木は経年変化(経年美化とも言われる)がタイルや工業製品である窯業系サイディングよりも目立つためである。

海外では外壁でCLTが現わされているような事例も散見されるが、実は木のサイディングを張ったものが多い。(写真2)

外壁にCLT現わしを採用する場合は、木は経年変化する事を十分に理解し、施主・事業者にもしっかりと説明した上で設計に採用しないと完成後にトラブルになることがある。

木の経年美化例として、古い町並みや神社仏閣の木の表情の味わいを施主・事業者によく説明して納得してもらうことが、木材を外部に使用するポイントである。(写真3)



写真1:外壁・軒裏CLT使用事例



写真2:海外CLT使用事例



写真3:神社仏閣事例

2・部位別仕様

① 外壁

(1) 接着剤の選択と理由

CLTの製造に使用される接着剤にはレゾルシノール系、イソシアネート系などがあり、JAS規格により、施工後にCLTが置かれる使用環境A、B、Cそれぞれに対して使用すべき接着剤が定められている。

使用環境Aは耐候性・耐熱性・耐水性・耐火性とも一番高度な性能が求められる。

使用環境Bでは耐火性は使用環境A程度の性能が求められるが、それ以外は通常の性能が求められる。

使用環境Cは耐候性・耐熱性・耐水性は使用環境B同様通常の性能が求められるが耐火性の性能は求められない。(表1参照)

外壁は一般には風雨・日光に常時晒される使用環境Aに相当する。

表1:集成材のJAS規格に規定する使用環境と性能等の整理表

(第3回原案作成委員会 H27.7.30)

| | | | 使用環境A | 使用環境B | 使用環境C | | |
|----------------|---------------|---------|---------|--|--|--|---|
| 長期にわたって求められる性能 | ① 耐候性 | 接着性能 | 高度 | 通常 | 通常 | | |
| | | 想定される環境 | 概要 | 直射日光、風雨等の影響を直接受ける環境 | 直射日光や風雨等の影響を直接受けない環境 | 直射日光や風雨等の影響を直接受けない環境 | |
| | | | 具体例 | 屋外 | 屋内 | 屋内 | |
| | ② 耐熱性 (日射) | 接着性能 | 高度 | 通常 | 通常 | | |
| | | 想定される環境 | 概要 | 太陽熱等により長期間断続的に高温となる環境 | 太陽熱等により時々高温となる環境 | 太陽熱等により時々高温となる環境 | |
| | | | 具体例 | 直射日光又はその他の熱源により長期間断続的に80℃程度の高温にさらされる環境 | 直射日光は当たらないものの、太陽熱又はその他の熱源により時々50℃程度となる環境 | 直射日光は当たらないものの、太陽熱又はその他の熱源により時々50℃程度となる環境 | |
| | ③ 耐水性 | 接着性能 | 高度 | 通常 | 通常 | | |
| | | 想定される環境 | 概要 | 集成材の含水率が長期間断続的又は継続的に19%を超える環境 | 集成材の含水率が時々19%を超える環境 | 集成材の含水率が時々19%を超える環境 | |
| | | | 具体例 | 屋外又は屋内で、常時湿度が高い環境等 | 屋内で、時々湿度が高くなる環境等 | 屋内で、時々湿度が高くなる環境等 | |
| | 短期的に求められる性能 | ④ 耐火性 | 接着性能 | 高度 | 高度 | — | |
| | | | 想定される環境 | 概要 | 火災による火熱が加えられる環境 | 火災による火熱が加えられる環境 | — |
| | | | | 具体例 | 火災時(燃えしろ設計が要求される環境) | 火災時(燃えしろ設計が要求される環境) | — |

使用環境Aで使用できる接着剤は、現状ではレゾルシノール・フェノール樹脂に限られる。

(直交集成板の日本農林規格(JAS)より)(表2)

表2:使用環境と接着剤(積層方向の接着の場合)

| 接合箇所 | 使用環境 A | 使用環境 B | 使用環境 C |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| CLTの積層方向及びラミナの幅方向の接着 | ・レゾルシノール樹脂 | 同左 | ・レゾルシノール樹脂 |
| | ・レゾルシノール・フェノール樹脂 | | ・レゾルシノール・フェノール樹脂 ・水性高分子イソシアネート系樹脂 |
| ラミナの長さ方向の接着 | ・レゾルシノール樹脂 | 同左 | ・レゾルシノール樹脂 |
| | ・レゾルシノール・フェノール樹脂 | | ・レゾルシノール・フェノール樹脂 ・水性高分子イソシアネート系樹脂 |
| 使用環境の概略 | ・直接外気にさらされる環境 ・火災時に高度な接着性能を要する環境 | ・火災時に高度な接着性能を要する環境 | ・耐水性、耐候性、耐熱性について通常使用する範囲の環境 |

ただし、外部に面するところに化粧層として1層分余分にラミナ等を追加する事によりCLT本体が直接風雨・日光に晒されない状態にした場合はレゾルシノール・フェノール樹脂に限定されることは無い。(図1参照)

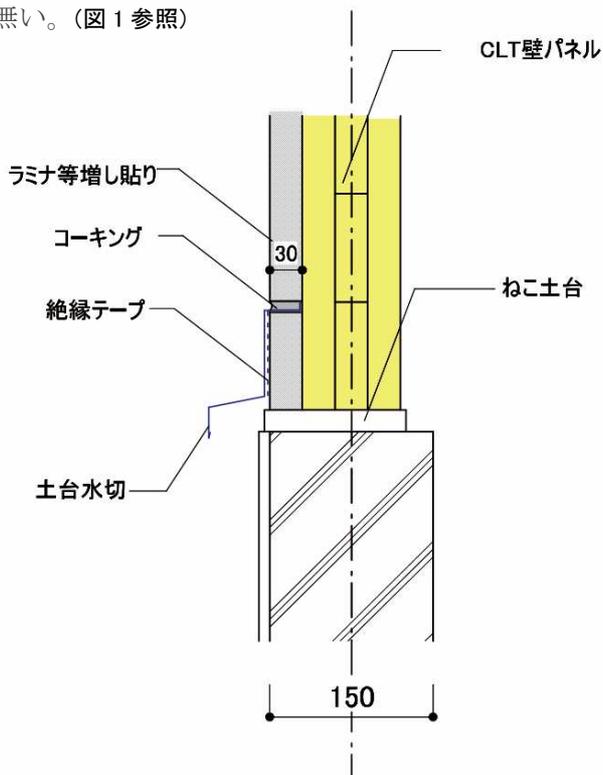


図1 :1層分ラミナを追加したCLT

(2) 外部現わしにする場合の軒の出・高さの制約

CLT 外壁を現わしとする場合は軒の出を 1200mm 以上とする。(※1 :6 ページ)

また雨水の跳ね返りを考慮して壁高 3000mm の場合、外壁の下端はGLより 450mm 以上とする。(図 2 参照)(※2 :7 ページ)

軒の出を 900mm 程度とする場合、雨掛り部分は維持管理等の対策が必要になる。

(図 2 右、写真 4 参照)

ただし、外壁がガラス・アクリルで覆われている場合は該当しない(写真 5 参照)

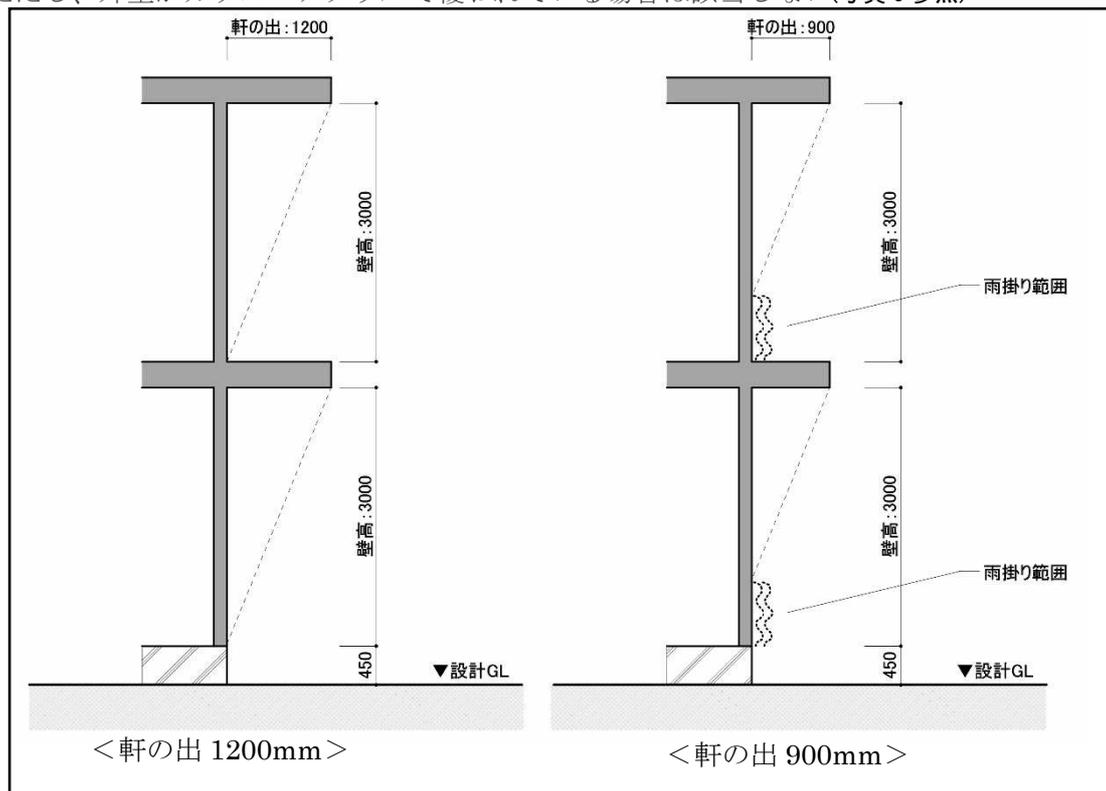


図 2 : 軒の出の差による雨掛りの範囲



写真 4 : 福島市復興住宅

※床から上部 1m 程度の雨掛り部分は窯業系サイディング張りとしている



写真 5 : 真庭市役所前バス待合所

(銘建工業(株)HP より)

※1 軒の出の寸法の根拠

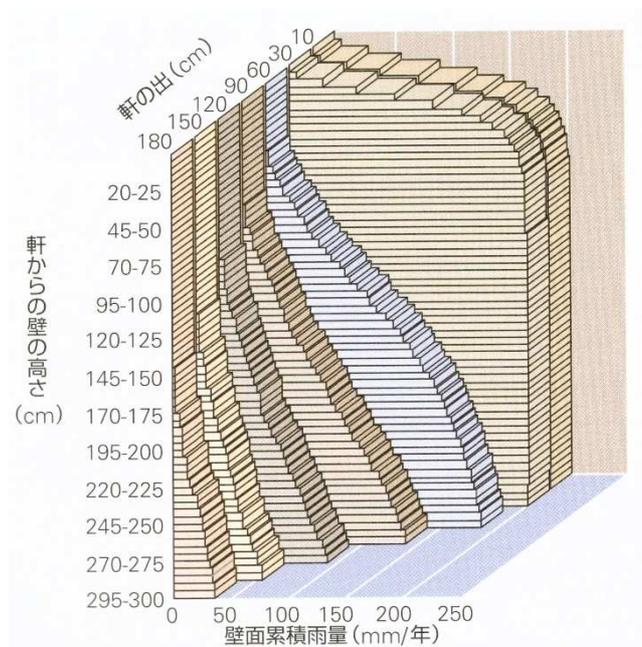


図3：風速・軒の出を考慮した壁面における高さ別雨量の検討

図3は横浜市の北側外壁を例に、軒の出の寸法によって外壁に作用する年間累積雨量がどう変わるかを壁の高さ別に示したものである。軒の出が300mm程度までではほとんど防雨効果は期待できないが、900mmを超えると壁の脚部まで雨の作用量を抑えることができることが分かる。

軒高さが3000mm程度までの平屋であれば軒の出を1200mmとすれば、年間の壁面への累積雨量は軒の出が少ない場合に比べて、半分以下に抑えることができ、それだけ外壁面からの雨水漏洩リスクが低下するとともに、外壁仕上げ材の風化・劣化リスクも下げることが期待できる。

寺社や民家などの伝統的な木造平屋建築物では、軒の出を軸組芯から1800mm以上出すことが一般であったが、これは真壁構造の足元にある土台や柱脚部が直接雨に濡れる頻度を抑えることが一つの目的であったと推察される。

解説：関東学院大学 中島 正夫

※2 外壁の下端の高さの根拠

図4は、跳ね返り雨水による壁面足元の濡れの範囲を示したものである。落下高さ2.5mで行った実験の結果によれば、実質的に壁面に軒先流下水の跳ね返りが及ぶ範囲は、水平距離で最大1.1m最大高さは水平距離50cmにおける45cm程度であることが分かっている。

また、直接地面に降る跳ね返りについての実験結果では、時間雨量60mmの強い雨を想定した場合でも水平距離で最大35cm、最大高さは水平距離10cm以内における25cm程度である。壁面の位置ごとの跳ね返り雨量には、おおむね雨量に比例、落下点からの距離、高さに反比例する関係がみられる。

なお、壁面に接してデッキを設けたり、手すりなどを設置した場合、また建物近くの植物が成長し葉が茂った場合などは、雨水の跳ね返りが新たに生じることに留意する必要がある。

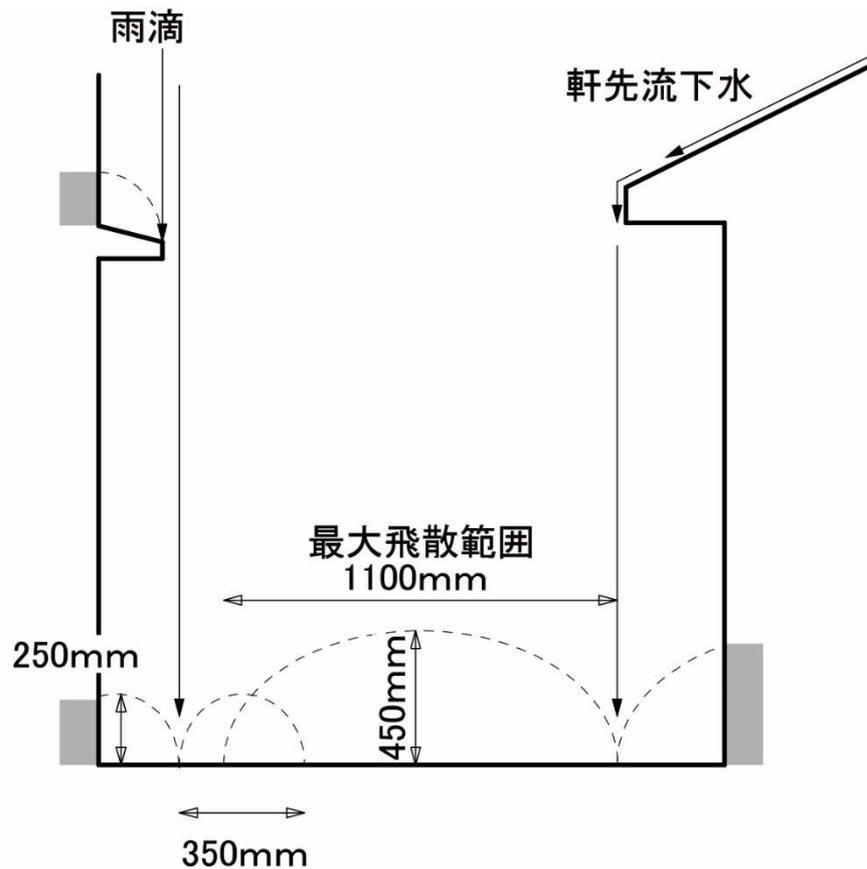


図4：跳ね返り雨水による壁面足元の濡れ

石川 廣三著「雨仕舞のしくみ」彰国社より

解説：一般社団法人 木のいえ一番協会 池田 均

② 軒裏・軒先

(1) 軒裏

(i) 接着剤の選択

軒裏面は使用環境A又はBでありレゾルシノール・フェノール樹脂および使用環境B同等認定品が使用できる。

(ii) 雨水・日射の影響

直接軒裏面が雨水に濡れることは一時的であり、たとえ雨濡れしても短い時間で乾燥する。ただし濡れ染みや黒カビの発生の可能性があるのでクリア塗装程度は必要である。

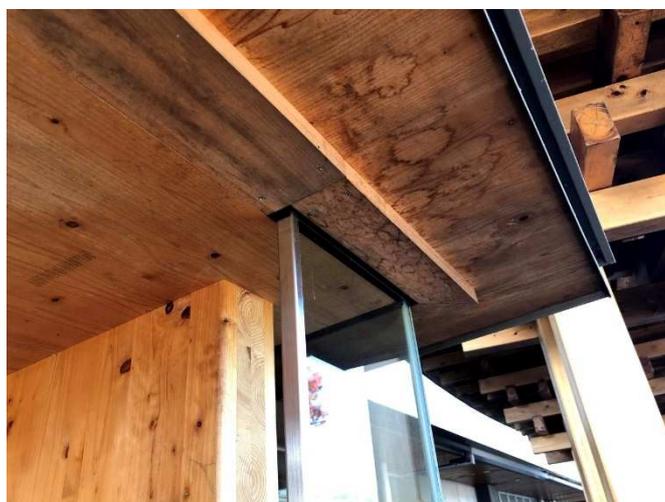


写真6 : 濡れ染みのある軒裏

(2) 軒先

(i) 注意点

軒先に CLT 木口を現わしにすることは避ける。木口からの吸水により変色等の原因となる。

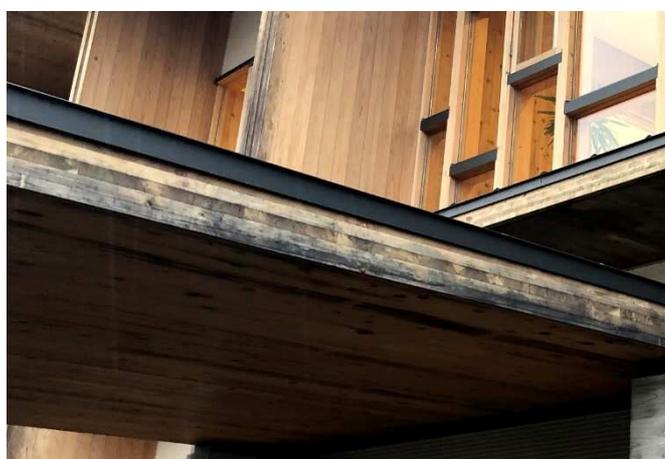


写真7 : 木口からの吸水により変色した CLT 軒先

(ii) 鼻隠しと軒裏の納まり

鼻隠しと軒裏の納まりは以下が考えられる。

A：鼻隠しと軒裏は雨水が切れるように段差を設ける。段差は15mm以上とする。

B：鼻隠しと軒裏は段差をつけない場合は15mm以上の切欠きを設ける。

C：鼻隠しは交換可能な納まりにする。

D：鼻隠し部分に金属板を巻く。

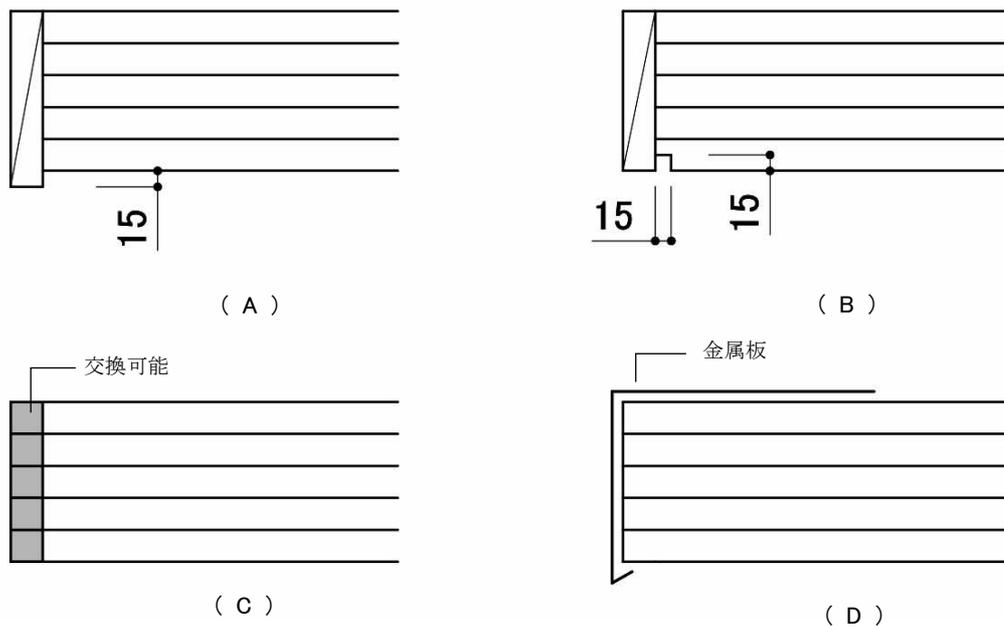


図5：鼻隠しと軒裏

③ その他

(1) 開口部

CLT を現わしで使用する場合の開口部の納まりには、既製品のサッシを用いる場合、住宅用サッシかビル用サッシかで少し違いがある。詳細な納まりに関しては未だ各メーカー検討中であるが、現段階（ガイドライン発行時）の推奨納まりはそれぞれ以下の通りである。

ただし、下記の納まりとするには以下の項目が該当している場合とする。

1. 軒の出 1200mm 以上など常時雨が掛かることがないという前提である。
2. CLT の 2 層目以内の水の侵入がない。
3. CLT ジョイント部がある場合、2 層目より内側に雨水が入るためサッシ周囲にジョイント部が無い。（サッシは CLT くり抜き部に納める）
4. CLT と防水テープの接着・水密性能が確保されている。
モール内空間が半屋外環境であることも考慮。※適宜メンテナンスを行う。
5. モールと CLT の水密性が確保されている。※適宜メンテナンスを行う。
6. サッシ釘打ちフィンと防水テープの取り合いは日本サッシ協会の推奨納まりと同条件とすること。

(i) 住宅用サッシの納まり

住宅用サッシを CLT 現わしの外壁に留め付ける納まりは以下のようなになる。皿ネジで半外付納まりのような形になるため、CLT 開口部に留め付け用の二次部材が必要となる。

（CLT 自体を加工すれば二次部材は不要となる。）（P.11 図 6 参照）

(ii) ビル用サッシの納まり

ビル用サッシの納まりも住宅用サッシのようにサッシ取り付けのための二次部材が必要であるが、サッシと二次部材は L 字アングル等を介して接続されるため、住宅用サッシよりやや複雑な納まりとなる。（住宅用サッシと同じく、CLT 自体を加工すれば二次部材は不要となる。）（P.12 図 7 参照）

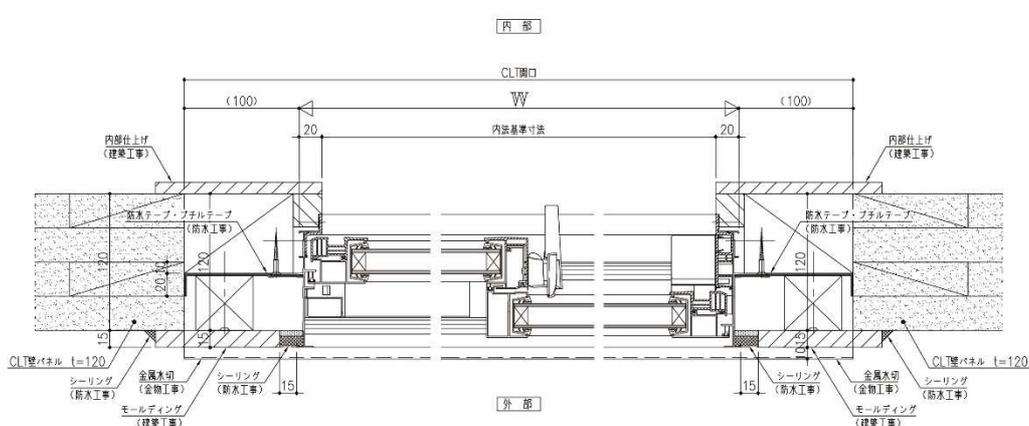
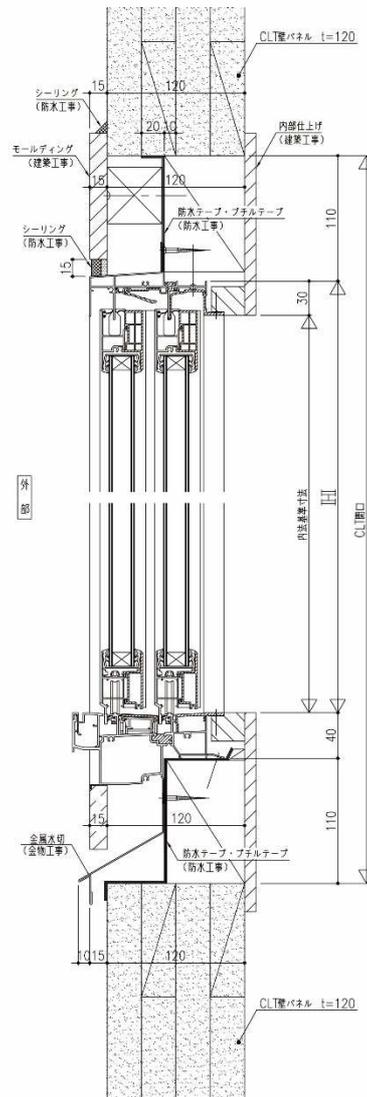


図 6 :CLT 現わし外壁への住宅用サッシ納まり参考図

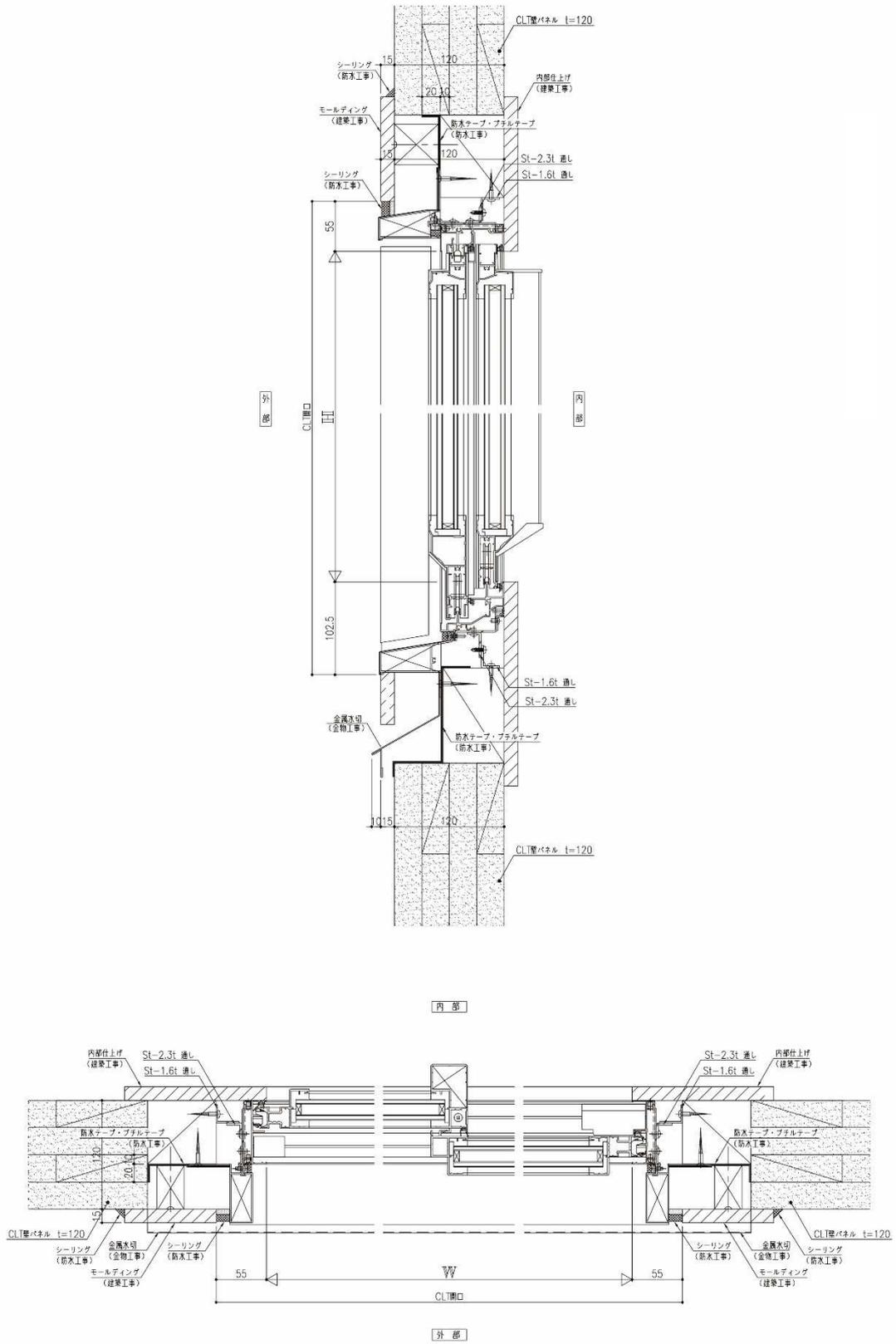


図7 : CLT 現わし外壁へのビル用サッシ納まり参考図

(2) 土台

(i)仕様

CLT 現わしの外壁下端部の納まりは以下の2つの納まりが考えられる。

A : CLT 外壁を基礎よりも 15mm 程度外に出す。

B : 水切りの上部を CLT に切り込みを入れた部分に差し込み、コーキングで納める。

この場合、最外層のラミナは増し張りラミナとし構造上の機能は無いものとする。

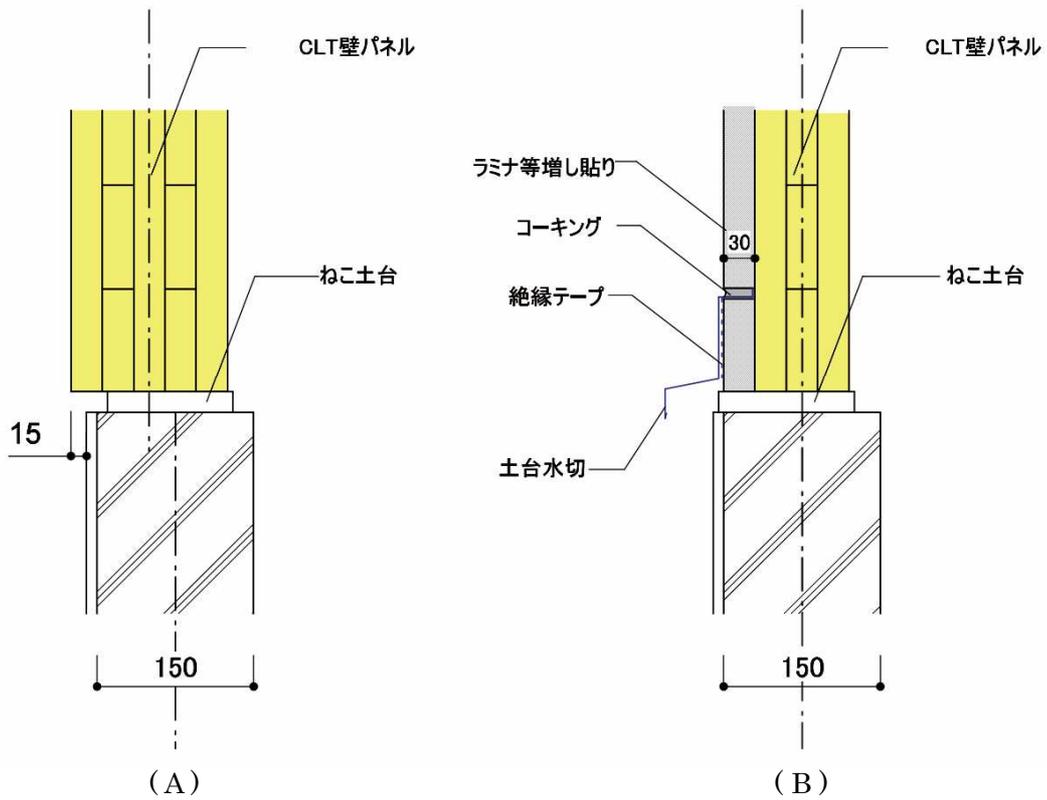


図8 :外壁下端部の納まり例

(ii)施工事例

(A)の該当事例

基礎より外壁が 15mm 程度外側に出ている例。雨水が基礎上面に滞留するのを防いでいる。



写真8

(ii)せん断金物

外壁を現わしにする場合は、せん断金物は室内側に配置する必要がある。室内側も現わしにする場合は、現わしになる金物を隠すなど工夫が必要である。(構造体をあえて見せるため金物を隠さない事例もある。)

① 室内側の金物を隠蔽した例



写真 10

② 金物をそのまま現わした例



写真 11

(4) 目地

CLT パネル工法などで外部内部ともに CLT を現わしにする場合は、経年変化により CLT パネル同士の目地が収縮し空隙を生むことを避けるため、CLT パネルの目地は「雇い実」とする必要がある。

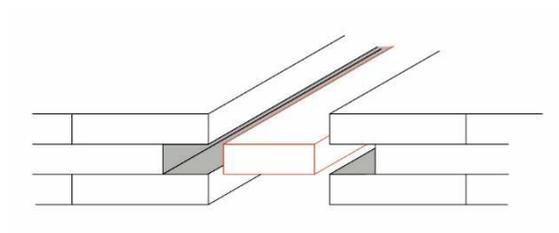


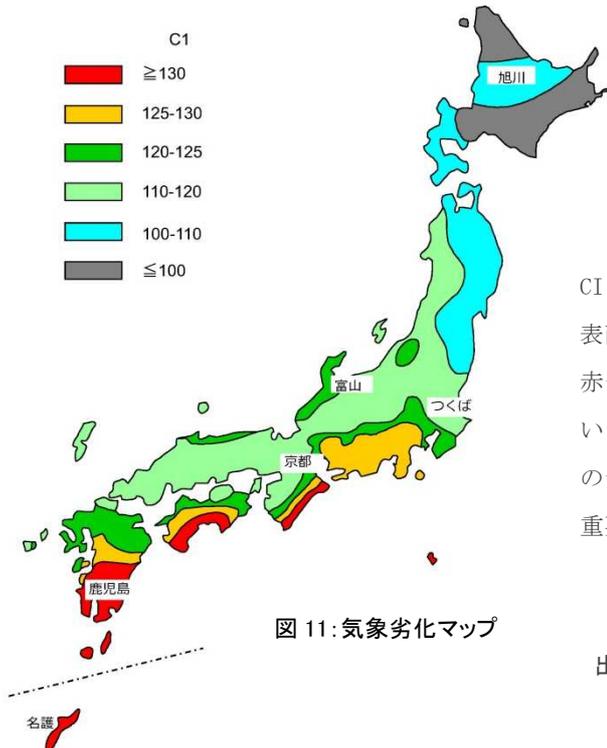
図 10 :雇い実

3・気象による影響

① 気象による影響

(1) 地域性

CLT を外部に現わす場合、軒の出など建築的な面以外に考慮すべきことは、地域性である。マクロ的に見れば気象マップによる地域差を考慮する必要がある。



CI の数値が高いほうが CLT の表面の劣化が激しい。左図では赤色の地域が最も劣化しやすいと予想できる。よって各地域の気象条件に合わせて対策が重要となる。

図 11: 気象劣化マップ

出典：日本大学 木口実

気象劣化マップについての詳細解説

CLT を外部に現わす場合、南北に長い我が国では気象環境が地域により大きく異なるため、気象劣化環境との関係を考慮する必要がある。図 11 に示す気象劣化マップは、北海道から沖縄に暴露したスギ薄単板の質量減少を測定し、これを木材表面の気象劣化としてクライメートインデックス(CI)で数値化したものである。薄単板を木材表層部と想定し、CI の値が大きいほど木材表面が劣化しやすい地域といえる。CI への気象因子の寄与率をみると最高気温が最も高く、次いで降水量、日射量の順であった。地域別では東海地方から九州南部、沖縄にかけての太平洋岸が最も高く、次いで北陸、山陰地方が夏季の高温及び冬季の降水量の多さから高いインデックスを示すことが特徴的である。CLT の現わし使用のように木材が外部に曝される場合、CI が高い地域ほど CLT 表面の劣化が激しくなることが予想されるので、このような地域では日射及び雨水に対する対策が重要となる。

解説：日本大学 木口実

(2) 周辺環境

ミクロ的な観点として、建物が置かれる周辺環境に注意が必要である。建物近辺に川など湿度供給源があり、黒カビの発生が激しい地域なのか等を設計者は考慮する必要がある。下の写真は建物の西側を流れる川の影響で黒カビが発生した事例である。(写真 12)対象的に道路側である東側外壁には黒カビの発生は見られなかった。(写真 13)

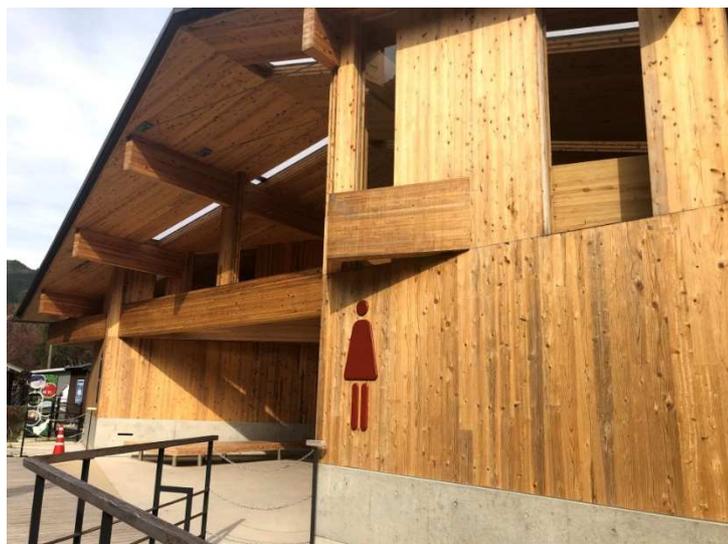


写真 12 : 川に面した西側外壁



写真 13 : 道路に面した東側外壁



図 12 : 建物配置図

② 気象による影響を受けた CLT の変化

接着剤の耐久性のほかに雨水・日射・気温という気象の影響で木（表面ラミナ）自体の劣化は進む。

劣化の要因は変色・カビなどによる表面変化と木材の割れ、さらにラミナの中はぎ部分の隙間から侵入する雨水によつての劣化等が挙げられる。

下の写真は CLT 暴露試験体である。CLT 暴露試験体は防腐処理した試験体と無処理の試験体を設置し、屋根などをつけず暴露することでどのように CLT が劣化するかを観察したものである。写真から見て取れるように、防腐処理を行った CLT は腐朽まで至っていないが、無処理の CLT には腐朽が見て取れる。

防腐処理材でも屋根、軒の下に置かれない場合は劣化が進むことが考えられる。



写真 14 : (設置場所:大阪／防腐処理材)水平面に生じたカビ、ラミナの干割れ



写真 15 : (設置場所:つくば／無処理材)北面と水平面の取り合い部の腐朽

4・利用例

① 外壁

久世駅公衆トイレ

木テラス

真庭市久世駅に隣接するトイレと掲示板のあるテラス。屋外ベンチとして三角形の CLT パネルが塗料の実験を兼ねて数台設置されている。Z 型に配置された耐力壁と屋根に CLT パネルが構造躯体として利用されている。耐力壁の軒で守られていない部分と、屋根パネルの木口は CLT の薄板と板材でカバーされている。雨水の影響を受けない耐力壁と、非耐力壁は CLT がカバー無しで利用されている。

土台金物以外は、金物を見せていない。屋根パネルは2重とし、隙間のスペースを配線に利用している。



全景(南側)



東側外壁(板カバー取付、屋根段差)



西側壁(鉄釘サビ、塗装変化)

下仁田町交流防災

ステーション

道の駅「しもにた」に隣接するコミュニティ施設で道の駅の機能を補完している。

構造は、在来軸組工法の構造用面材に36mmの薄型CLTを使用したAパネ工法(在来軸組工法+薄板CLT構造用面材)を採用している。(※北側のみ)

CLTは構造と仕上げを兼ねており、外装材は取り付けず現わしとし、浸透系の塗料で塗装されている。

軒の出は約3600mmあり、外壁には雨水や雨の跳ね返りは見当たらない。

上記に加えCLT外壁部分にはほとんど日光も当たらないため、外壁に経年変化はみられない。

CLTの留付けは四周にくぎを使用しており、屋外側はくぎ頭が見えないように木材で隠蔽している(木材の留付けは隠しくぎのようなものを使っていると思われる)。屋内側はくぎの頭が確認できる。



北側全景



北側軒下



外壁(屋外側)



外壁(室内側)

② 外部 木サイディング

ウッドワンプラザ金沢

建築家・伊藤豊雄設計の CLT 建築。
構造壁はB種 LVL、2階床スラブ、小屋ス
ラブは CLT を使用している。

外部に現わしている CLT はエントラン
スの軒裏のみである。木口は塞いである
が、軒裏には雨染みが少し見られる。

外壁は木サイディングを使用している。
東側外壁を見ると、軒の出 910mm と控え壁
の影響で雨掛りの影響を受ける部分と受
けない部分の違いがわかる。
(木サイディングの下方に雨染みが確認で
きる)



建物全景



ポーチ部分(CLТ 現わし)



東側外観

③ 軒裏

高知県森林組合連合会

事務所

木造軸組工法の柱・梁に CLT パネルの耐震壁・床・屋根を用いた 2 階建ての事務所。

2016 年 3 月の竣工で、調査時点で 3 年半経過している。

外部の CLT 現わし部分はエントランスの軒下・木口、2 階スラブ・屋根スラブの軒下・木口が現わしとなっている。

軒裏は 1・2 階とも雨染み・黒カビが確認できる。また南側の軒裏はラミナの部分的破損が確認できる。

エントランスキャノピー(建物北面)の屋根版 CLT 端部に集中的に黒カビが発生している。ここに雨が集中して滞留するためカビ発生しやすい状態にあるものと思われる。



北側エントランスキャノピー



南側軒裏



南側軒裏(ラミナ破損部分)

④ バス停

秋田中央交通

秋田県庁市役所前

バス待合所

秋田県庁・市役所前に建つバス待合所（施主：秋田中央交通）。平成 28 年 8 月に設置のため、約 3 年が経過している。

躯体となる屋根と柱は鉄骨で構成され、その内部の天井ルーバーとベンチが CLT でつくられている。ルーバーは薄型の 3 層パネル（総厚 36mm）であり、ベンチは 5 層 5 プライのパネルである。現地の説明版によると、CLT は地元の秋田スギが使用されている。CLT 利用量は 2 m³。

ルーバーは屋根から金属プレートとボルトで固定されている。屋根がかかっており、ベンチの背面と側面はガラスで覆われているため、CLT の耐久性能に寄与していると思われる。また、CLT のベンチは地面から約 30cm 高くなっており、雨天時の水の跳ね返りなどの対策としている。CLT の表面塗装は浸透系のオスモカラーである。



バス待合所 全景



天井ルーバーとベンチ



側面のガラス

バス停(滝谷)

新潟県刈羽郡刈羽村滝谷のバス停である。2016年2月の竣工で、調査日で3年半ほどが経過している。

バス停の南側には建物があるが、残り三方はほぼ吹き曝しの場所に建つ。

CLT 自体は含浸型塗料で塗装済みであるが、その後の再塗装の確認はできなかった。

屋根は片側が1m程度持ち出して反対側は壁勝ちであり壁の木口は板金で保護されている。

軒の出はほとんどなく、写真からも破風に雨染みができているのが確認できる。

また、外壁は塗膜剥離・雨染み・干割れが目立つ。節の部分は特に塗装の剥がれが目立つ。また、ラミナの木裏面が外に曝されている場合、春材部が外側に剥がれてくる傾向がある。

CLT の幅はぎ部や干割れ部の下に雨染みが目立つことから、それらの箇所に侵入した雨水が時間をかけて基礎立上り部に作用し、雨染み跡を作ったと考えられる。雨切れをよくするためか、各 CLT 外面を基礎より 15mm 程度外に納めている。(13 ページ：写真 8 参照)



バス待合所 全景



破風部分(雨汚れ)



基礎取り合い部分(退色・雨染み)

バス停(新屋敷)

新潟県刈羽郡刈羽村新屋敷のバス停である。滝谷のバス停と同時期に施工されている。

バス停は田んぼに囲われた中に建っていて周囲に遮るものは何もない。

CLT 自体は含浸型塗料で塗装済みである。さらに、その後外周部は再塗装された跡があり外観は維持されている。

一部ラミナに干割れや軒裏に雨染みを確認できるが、滝谷のバス停のような塗膜剥離や節部分の塗装の剥がれ、春材部の剥がれは確認できなかった。

こちらのバス停は滝谷のとは異なり軒樋は設置されていなかったが、外観はこちらの方がきれいであることから、メンテナンスが重要であることがわかる。



バス停 全景



バス停 (南面)



破風・外壁上部

5・メンテナンス

(一社)木のいえ一番協会 制作

「建築物における木材現わし使用の手引き〔改訂版〕」より 抜粋

① 基本的な考え方

現わし部分のメンテナンスの考え方

経年変化を受け入れられる施主であっても初期段階の水濡れ染み跡が付くので、簡便なクリア塗装はしておく。

はじめから塗装をして経年変化が緩やかに進むことを好むならば、塗装の色変化に応じて再塗装を行う必要があることを施主に説明しておく。

② 腐朽対策とメンテナンス

CLT 自体を防腐処理する技術はA Q(※)に示されている方法があるが、製品として販売はされていない。従って腐朽の恐れがあると判断される場合は木材保存護塗料塗りとする。

日本木材保存協会認定薬剤一覧掲載 HP

<http://www.mokuzaihozon.org/info/yakuzai/athrzd.pdf>

※A Q (Approved Quality)「優良木質建材等認証制度」は、新しい技術によって生まれた新製品について(公財)日本住宅・木材技術センターが品質性能基準の整備・認証事業を行っているもの。

③ 劣化対策とメンテナンス

CLT の表面の割れ・変色を押さえるには塗装が手軽で有効である。

塗装仕様には次の種類がある。(表 3)

表 3 :木材の屋外用塗装仕様(JISS18の分類に基づく)

| 透明・着色 | 塗装仕様 |
|--------------------------|--|
| 着色(エナメル)仕上げ (木目が見えない) | つや有り合成樹脂エマルジョンペイント塗り(EP-G) ・造膜形 ・耐候性が比較的高い |
| | 合成樹脂調合ペイント塗り(SOP) ・造膜形 |
| 半透明仕上げ (木目を見せる) | 木材保護塗料塗り(WP) ・含浸形または造膜形 ・防かび等の薬剤を含む |
| | ピグメントステイン塗り(ST) ・含浸形 ・防かび等の薬剤は含まない |

CLTの現わし使用における塗装処理で注意すべき点

① 屋外における木材の気象劣化

太陽光の当たる屋外では、木材表面のリグニンを主とする芳香核成分が紫外線により分解し水可溶性となり、暴露初期の褪色に続いて木材繊維の消失や風化が生じる。雨は表面の劣化した木材成分を洗い流し、木材表面の風化（目やせ）を促進させる。暴露数ヶ月から1年以内に、樹種に関係なく変色菌（*Aureobasidium*等の黒酵母菌類）の発生と大気浮遊物の付着により木材表面は暗灰色になる（図13）。気象劣化は極表面の劣化なので、断面が大きなCLTはこれにより材の機械的強度を低下させることは無い。

※リグニン：植物の植物体細胞壁を構成する主要成分のひとつ。

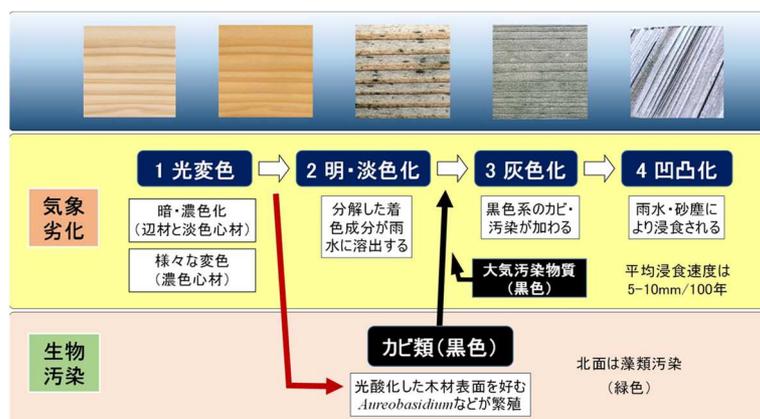


図13 :気象劣化に伴う木材の変色と浸食

② 現わし使用木材の塗装

エクステリア木材用の塗料は、一般的には防腐、防かび、防虫効果を有する薬剤を既調合で含む半透明の木材保護塗料が使用される。これには、木材中に浸透して塗膜を造らない「含浸形塗料」と塗膜を形成する「造膜形塗料」、及びある程度材中に浸透し薄い塗膜をつくる「半造膜形塗料（薄膜造膜形塗料）」に分類できる。また、塗料の色調からは「透明系」、着色されているが下地の木理が見える「半透明系」、着色により木理が見えない「着色系（エナメル）」に分けられる（図14）。耐候性は一般に造膜形の方が含浸形より優れている。しかし、メンテナンス性では含浸形は直に重ね塗りが可能であるのに対して、造膜形は旧塗膜を除去するなど煩雑となる。透明系塗料は木材表面の光劣化を防止出来ないので、1年程度の耐候性しかない。そのため、頻繁にメンテナンスできる場合以外は避けるべきである。

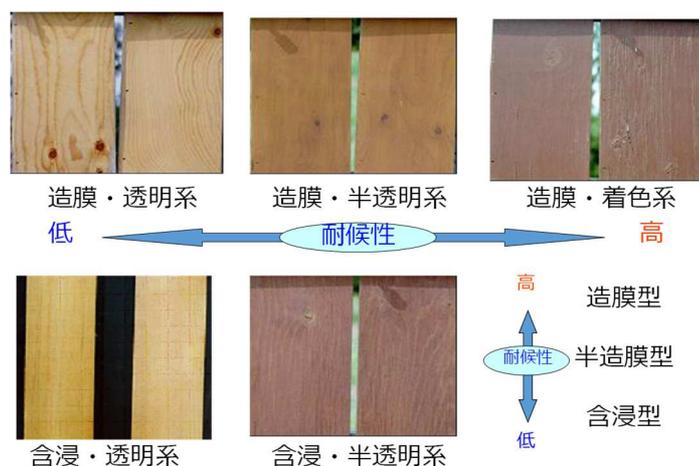


図 14 :木材保護塗料の分類と種類

③ 含浸形塗料

含浸形塗料の特徴は、木材の吸放湿性を維持でき塗膜の剥離がないことである。また、木材中への水の浸透を減少させるので木材の寸法変化が小さくなり、木材の割れや反り、ねじれ等が少なくなる。顔料の添加は、紫外線から木材表面を護るため塗装面の耐久年数を著しく向上させる。また、耐候性は塗布量に大きく依存するので、塗装前にサンドペーパーや刃物などで CLT 表面を粗化させると塗料塗布量が増大し耐候性の向上が期待できる(図 15)。塗り替えの目安は、表面の顔料が脱落して下部の木材基材が見え始めた時期、あるいは木材表面に水をかけたとき水が材中にすばやく浸透したならば再塗装の時期と言える。

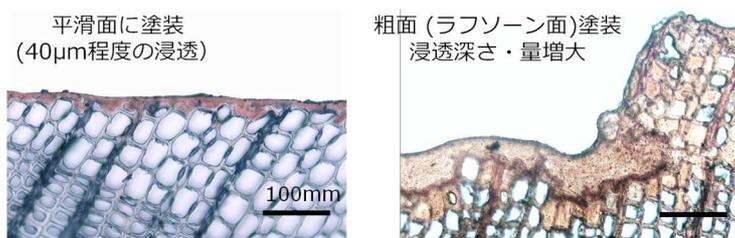


図 15 :粗面仕上げによる塗料塗布量の増大

④ 造膜形塗料

造膜形塗料の多くは防腐剤等の有効成分が配合されていないので(WPは除く)、前処理として表面処理薬剤や着色系保護塗料で処理しておくことが重要である。シリコン樹脂やフッ素樹脂系の塗膜の耐候性が高い塗料でも、紫外線が透明塗膜を透過するため塗膜下の木材が光劣化し、塗膜と木材との界面における接着力が失われて短時間で塗膜剥離が生じる(図 16)。すなわち、透明系(クリア系)や淡色系の塗料の耐候性は、塗料の耐候性能よりも塗膜下の木材表面の耐光性に左右されるため、木材表面を着色するなどの光安定化処理が重要となる(図 17)。塗膜の劣化は美観に著しい影響をもたらすため、わずかでも塗膜剥離

や塗膜割れが生じたら再塗装すべきである。しかし、造膜形塗料の劣化は塗膜表面においてゆっくりと進行するため、下塗り剤が現れた時点で上塗り剤を塗れば重ね塗りができる場合が多い。これ以上塗膜劣化が進行すると再塗装の際に旧塗膜を剥がす作業が必要となり、格段にコストがアップする。

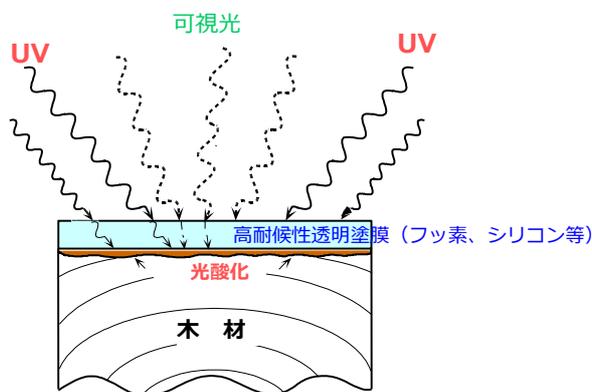


図 16 :木材表面の光劣化による透明塗膜の早期剥離現象



図 17 :フッ素系塗装の基材及び塗膜の着色による耐候性向上効果

⑤ CLT の塗装

屋外における現わし使用の CLT の塗装性能あるいは耐候性に関するデータはほとんど無いのが現状である。CLT はラミナを直交させているので材自体の寸法安定性が高いという特徴があるが、表面にはラミナの接合部があり、また端部は半分に水分を吸収しやすい木口面が現れるため水分が浸透しやすい。塗装した場合は、このような断面部や塗料が十分に塗布できない鋭角となる端部等から塗装劣化が発生する可能性が高い。そのため、現わし使用のように常に風雨に曝される使用環境では塗膜劣化部から水が浸入し、木材の含水率を増加させて塗膜との結合を弱め、さらなる塗膜剥離等を引き起こす危険がある。また、木材表面は紫外線により簡単に劣化するため、透明系や淡色系の塗料は紫外線遮蔽効果が

低いので塗装耐候性は著しく短くなる。塗装する場合は、遮光効果の高い着色タイプの塗料を用いるのが基本であり、また軒の出を長くするなど雨や光等の気象因子から木材を護るように構造的に配慮することも塗装面の耐候性の向上のためには重要である。

⑥ 塗装の耐用年数

塗装面の耐用年数は塗料の性能のほか、部材の設置状況により異なる。このため一概には言えないが、着色（隠ぺい）造膜形は5～7年、半透明造膜形は3～5年の耐用年数である。半透明含浸形は2～3年目までに1回目の塗り替えを行うことが多い。しかしながら、メンテナンスの際は木材表面に微細なクラックが発生しているため塗料塗布量が2倍以上に増大する場合が多く、そのため再塗装後の耐候性は2倍以上延長できる可能性がある。このように考えると、木製外壁等を現わしで使用する場合、初めのメンテナンス期間が短いものの、濃色の造膜形塗装でのメンテナンス後は窯業系サイディングとほぼ同等の塗り替えスケジュールが可能となる（表4）。更に、窯業系サイディング自体の寿命は30～40年程度と言われているが、木製外壁の場合は適切にメンテナンスすることで半永久的な使用さえも可能であり、これは現存する歴史的建造物が証明している。

表4：塗膜タイプ別の塗り替えスケジュール案(一般社団法人木のいえ一番協会より)

| 塗装仕様 \ 経過年数 | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 |
|----------------------------------|----|--------------|-------------------|-----------------|------------------|------|------|
| 1. 半透明・含浸 | 塗装 | 2～3年 塗り替え | 以降、4～6年周期 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |
| 2 a. 半透明・造膜 (塗り替え後に寿命が延びない場合) | 塗装 | 3～5年 塗り替え | 以降、同周期 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |
| 2 b. 半透明・造膜 (塗り替え後に寿命が延びる場合) | 塗装 | 3～5年 塗り替え | 以降、5～7年周期 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |
| 3 a. 隠ぺい・造膜 (塗り替え後に寿命が延びない場合) | 塗装 | 5～7年 塗り替え | 以降、同周期 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |
| 3 b. 隠ぺい・造膜 (塗り替え後に寿命が延びる場合) | 塗装 | 5～7年 塗り替え | 以降、7～10年 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |
| 4. 半透明・含浸 → 半透明・造膜 | 塗装 | 2～3年 塗り替え | 5～7年 塗り替え | 以降、5～7年 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |
| 5. 半透明・含浸 → 隠ぺい・造膜 | 塗装 | 2～3年 塗り替え | 7～10年 塗り替え | 塗り替え | 以降、7～10年 塗り替え | 塗り替え | 塗り替え |

設計者のための CLT屋外使用ガイドライン

2020年2月 発行

制作 一般社団法人 日本CLT協会
〒103-0004

東京都中央区東日本橋2-15-5 2階
TEL: 03-5825-4774
E-Mail: info@clta.jp

「設計者のためのCLT屋外使用ガイドライン」は「平成30年度 合板・製材・集成材国際競争強化対策のうち木材製品の消費拡大対策のうちCLT建築実証支援事業(2)木質建築部材・工法の普及・定着に向けた技術開発等支援事業」を活用して制作されました。

