

令和5年 3月 30日

令和4年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	M&I	
研究課題名	木質材料の屋外における活用可能性の検討	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B24C037
	氏 名	武藤 大樹
指導教員	学 科	建築環境システム学科
	氏 名	板垣 直行

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

木質材料の屋外における活用可能性の検討

システム科学技術学部 建築環境システム学科

1年 武藤 大樹

1年 岩井 泰輔

指導教員 システム科学技術学部 建築環境システム学科

教授 板垣 直行

1. はじめに

1.1 研究背景・目的

近年、建造物の外観のデザイン性を向上させるために、木材を使用したぬくもりを感じさせる設計が多くなってきている。その際に使われる建材として、CLTや集成材等の木質材料が挙げられるが、屋外で使用する場合、高温多湿である日本の気候では木材の腐朽が心配される。そのような高温多湿な気候においても、腐朽等の劣化が生じないような木材の使い方を検討し、CLTをはじめとする木材・木質材料を使用した建造物の外見デザインの可能性を広げることを目的として研究を行った。

1.2 研究概要

本研究において、以下の通り実施した。

- ① 木材の特性や加工技術についての基礎学修
- ② 現代におけるCLT等の木質材料の使われ方を学修し、日本における外装や屋外での使用例を調査。
- ③ CLT、集成材のそれぞれを用いて製作した試験体について自然環境下での暴露実験(10月28日～2月28日)を行い、腐朽に関わる湿度と含水率の関係や、表面の色の変化、汚れ等の劣化の進み方を観察。
- ④ 実験結果を踏まえ、CLTをはじめとする木質材料の屋外での活用の可能性について考察、検討。

2. 事例調査

まず、近年におけるCLTの使われ方について調べた事例を表1に示す。また、特徴的な事例の写真を写真1～写真6¹⁾に示す。



写真1 道の駅あわくらんど トイレ



写真2 昭和学院小学校 ウェスト館



写真3 CoCo CLT (CLT実験棟)



写真4 高知学園大学



写真5 Arbor-H



写真6 林産試験場CLT性能評価実験棟

表1 CLTを用いた建物事例と使い方^{1, 2)}

No.	名称	用途	CLT使用部位	特徴
1	道の駅あわくらんど	トイレ	壁、屋根	自由度の高いこれまでにない木質空間の創出。
2	昭和学院小学校 ウェスト館	学校	壁、屋根、床、階段	CLTパネル工法を用いた木造二階建て校舎。
3	CoCo CLT	実験棟	床、壁、屋根	パネル長さを活かしたコの字型の高天井空間を2つ構成し、ずらし、組み合わせ一帯の空間を実現。
4	高知学園大学	学校	壁、床、屋根	CLTの特異まれな寸法を生かし3階を1枚の壁で自立させている。
5	Arbor-H	東屋	壁、屋根	1、500mmのCLTによる片持ち構造とH型の柱壁パネルが特徴。
6	CLT長浜車庫バス停待合所	上屋	壁、屋根	CLTによる耐力壁と屋根版を組合せフレーム構成。
7	OLD BOY野々ロショールーム	店舗	屋根、外壁、化粧梁	内外CLT表し。CLTにて曲線を使った化粧梁を設置。
8	津山信用金庫勝山支店	事務所	壁、屋根	CLTは壁・屋根ともに一部折板とすることで大スパンに対応。
9	久世駅CLTモデル建築物	トイレ	壁、屋根、間仕切	CLTの3枚の壁と3枚の傾斜と段差のある屋根底、壁の孔が特徴。
10	林産試験場CLT性能評価実験棟	事務所	床、壁、屋根	全方位に張り出した無勾配の屋根、開放的な間取り、床パネルと連続したテラス、屋根上面の逆梁構造による大開口サッシを実現。

いずれに事例も、CLTの面材としての特徴を活かし、屋根、壁に使用しているものが多い。屋根は軒裏を現しにしているものが多く、外壁でもCLTが現しになっているものもみられる。これらは保護塗料が塗られているが、直接日射や風雨にさらされるため、劣化が生じるものと考えられる。

3. 屋外暴露試験

3.1 試験体概要

2章の事例より、木材が現しになっている部分は劣化が考えられるため写真7のような屋根、壁、床の各部位をモデル化した試験体を作製した。写真7における左側がCLT試験体であり、右側が集成材試験体で、いずれも樹種はスギである。CLTは厚さ180mmの7層7plyで幅450mmの板を組み合わせている。集成材は厚さ120mm、幅600mmの板を組み合わせている。

劣化対策として半分に塗装をした部分と塗装をしていない部分をそれぞれ設け、自然環境下での暴露実験を行い、床、外壁、屋根の劣化進行を観察するほか、含水率を測定し、腐朽への影響についても観察していく。



写真7 暴露試験体

3.2 試験経過および考察

試験体の設置時点の様子と3カ月後の様子を写真8～写真15に示す。また、3カ月後の各部位の含水率について測定した結果を表2および図1、図2に示す。

<11月28日設置時点>



写真8 正面

写真9 背面

写真10 側面 (CLT)

写真11 側面 (集成材)

<2月27日時点>



写真12 正面

写真13 背面

写真14 側面 (CLT)

写真15 側面 (集成材)

表2 含水率の測定結果

日付	部位	CLT試験体		集成材試験体	
		塗装有り	塗装無し	塗装有り	塗装無し
2月22日	屋根	30.0	39.5	32.0	46.5
	床	21.0	28.5	22.5	38.5
	外壁	22.5	31.5	23.0	18.0
2月27日	屋根	40.0	40.0	33.0	41.0
	床	21.0	28.5	16.0	21.5
	外壁	21.5	28.0	17.5	29.5
2月28日	屋根	25.5	30.5	22.0	30.0
	床	21.0	24.0	21.0	25.0
	外壁	23.5	25.0	17.5	25.0

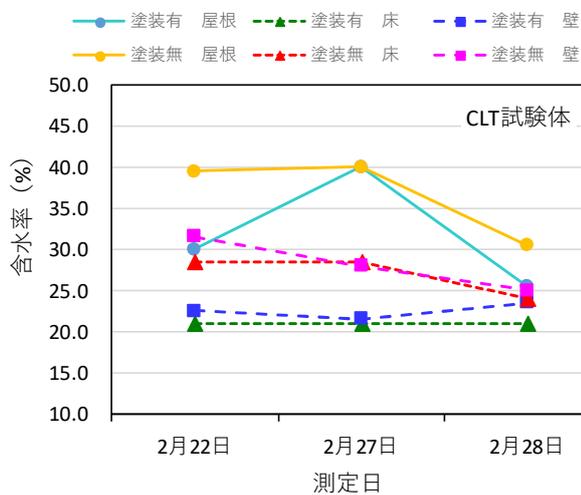


図1 測定部位と含水率 (CLT試験体)

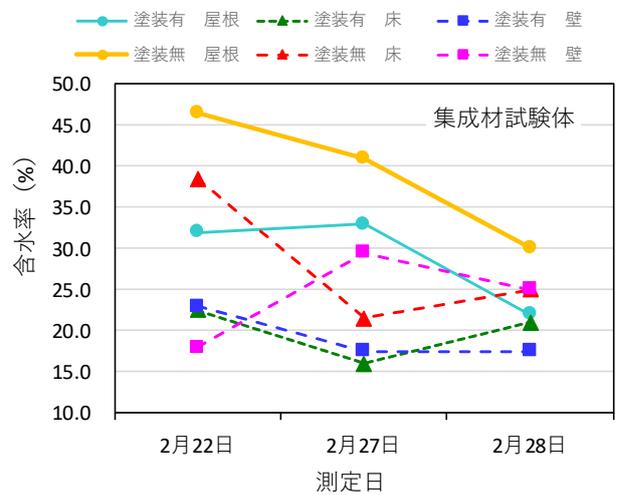


図2 測定部位と含水率 (集成材試験体)

現在までのところ試験期間が冬季であったため、降雪により埋もれていた時期もあり、温度や日射の関係から著しい劣化は見られなかった。含水率を計測した2月27日～28日の試験体設置場所の温湿度を計測したところ、気温は-1.0～14.9℃で平均8.0℃、湿度は32～82%で平均は52.02%であり、特に高い湿度環境ではなかった。

曝露実験におけるCLTと集成材の含水率の状況については、集成材の方がややばらつきがみられるものの、基本的な傾向が同じであることが図1、図2より言える。CLTは材の板目が表面に出ているよう組み合わせるのに対し、集成材は柾目が表面に出るように組み合わせる。板目よりも柾目の方が水が染み込みやすいという特性があるため、CLTと集成材ではこの違いが生じることが考えられたが、その差は明確には見られなかった。また木材は繊維方向の木口から最も水分が浸透しやすいが、今回の試験体ではいずれも側面に木口が露出する構成であったため、水が速やか流れ落ちて、それほど浸透しなかったことが考えられる。実際に、CLTを屋外で利用する際は、木材の繊維方向の木口を表に出さないような方法で利用するべきであると考えられる。

また、含水率の測定結果から、塗装有りの部分が塗装無しの部分に比べ含水率が低く、塗装が無い部分は雨や雪による水分が染み込み易いことが分かった。ここから塗装の有無が劣化の要因となる水分状態の違いを生んでおり、外部使用をする際は塗装が必須であると考えられる。塗装した場合の現わしでの使用は常に雨や風、紫外線にもさらされるため塗装が劣化しやすく、いずれ塗装の劣化部分から水が浸入し劣化につながりやすいと考える。そのため、再塗装などのメンテナンスを行うことが必要であると考えられる。

含水率を計測した際に値が大きかった屋根の部分に関しては、一番水が掛かり、かつ水が溜まりやすかったためと考えられる。壁の部分も水は掛かるが、水が流れやすいため屋根ほどの含水率ならなかったと考えられる。床の部分は屋根に比べて水が掛かり難いため、屋根ほど含水率が高くなかったと考えられる。

しかしながらいずれにせよ、ほとんどが含水率が20%を越え、高いところでは50%近くにも達するため、腐朽等の劣化を生じやすい状況にあると言える。基本的には木を現わしにしない、または、現代におけるCLTの使用の例として挙げた、写真2の「昭和学院小学校 ウェスト館」では、屋根の軒先部分を張り替えられるようになっており、外観を維持しつつ劣化などによるメンテナンスの費用を抑えるといったような部分があることから、構造的に配慮する設計を行うなどといった対策が必要であると考えられる。

4. まとめ

今回の実験から、CLTなどの木質材料を外部で使用する際は、水分状態が高い状態になる可能性があり、自然環境下による劣化の要因に対する対策が必要となってくる。そのため、木質材料の大部分を現わしにするのは劣化の影響やメンテナンスの費用といった観点からもあまり好ましくないと考えられる。しかし、木材を現わしとして使用することで建物に与えられる温かみなどの要素は建造物や町の外観にも良い影響を与えるため、上記の考察に例として挙げた「昭和学院小学校 ウェスト館」のような外観や劣化によるメンテナンスを考慮した設計が今後の木質材料の屋外における活用方法の可能性を広げると考えられる。

<出典・参考文献>

- 1) 一般社団法人日本CLT協会、<https://clta.jp/>
- 2) 日本集成材工業協同組合、<http://www.syuseizai.com/home>