



森と木のクリエイター科 木造建築専攻

morinos 建築秘話



教授

吉野 安里

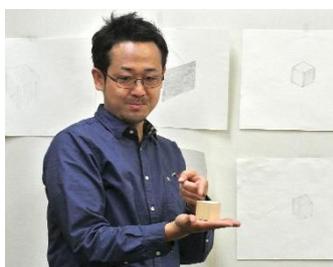
- ・き(木・気)づかい、
き(木・気)くぱり
- ・木造建築における木材利用
- ・土木利用など幅広い木材利用



准教授

辻 充孝

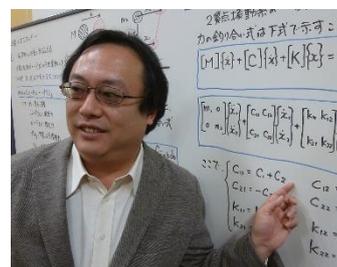
- ・木を活かす木造建築設計
- ・健康、心地よさを考えた
温熱環境計画
- ・利便性を向上させた
省エネルギー設計



講師

松井 匠

- ・木造住宅の設計
「木組の家づくり」
- ・古民家の再生設計
- ・ものづくりに関する美術の基礎



教授

小原 勝彦

- ・木質構造(伝統構法～新構法)
小規模建築～中大規模建築
- ・構造技術開発
(ハード～ソフト)
- ・建築振動、住居、
+IT技術との融合

morinos

すべての人と森をつなぎ、森と暮らす楽しさと森林文化の豊かさを次世代に伝えていく「森の入り口」森林総合教育センターです。

◆建物概要

建物名称: morinos(モリノス)

意匠原案: 隈研吾

基本・実施設計: 岐阜県立森林文化アカデミー木造建築スタジオ

(教員: 辻充孝、松井匠、小原勝彦、第17期学生: 坂田、大上)、

株式会社三宅設計(安藤)

設計監理: 株式会社ダイナ建築設計(関口)

施工: 澤崎建設株式会社(渡邊)

全体調整: 森林総合教育課(川尻、鈴木)

延床面積: 129.04 m²

総工費: 88,533,000円

設計期間: 2017年2月～2019年3月

施工期間: 2019年4月～2020年3月

■建築計画

- ・建築秘話1:[V柱のデザイン](#)
- ・建築秘話12:[雨樋のデザインと機能、雨水タンク](#)
- ・建築秘話15:[見せる収納のランダム格子](#)
- ・建築秘話18:[「土の洞窟」と針葉樹を燃やせる薪ストーブ](#)
- ・建築秘話21:[3Dモデルで情報共有しよう](#)
- ・建築秘話30:[あたらしい働き方を morinos から](#)
- ・建築秘話42:[たくさんの協働で生まれた morinos ～建築の軌跡～](#)

■木材利活用

- ・建築秘話2:[丸太の素性](#)
- ・建築秘話3:[樹皮付き方立](#)
- ・建築秘話5:[表層圧縮・ACQ・圧密 3種類の床材](#)
- ・建築秘話6:[大断面集成材の登り梁](#)
- ・建築秘話7:[名脇役のCLTや構造用合板](#)
- ・建築秘話13:[丸ノコなぐり？ベンチ](#)
- ・建築秘話23:[白い薄化粧の丸太と無塗装の外壁](#)
- ・建築秘話34:[木材の輸送過程を見つめるウッドマイルズ](#)

■環境性能

- ・建築秘話9:[照明計画と光の質\(照明設備\)](#)
- ・建築秘話17:[エネルギー消費量予測 67%削減\(一次エネルギー、PAL*\)](#)
- ・建築秘話19:[昼光利用のねらいと効果:日中は照明いらず\(昼光利用\)](#)
- ・建築秘話20:[セルローズファイバー 断熱材の選択](#)
- ・建築秘話22:[熱貫流率U値と室内表面温度-焚き火の暖かさの秘密](#)
- ・建築秘話24:[太陽の熱で冬はポカポカ、夏はガード\(日射熱制御\)](#)
- ・建築秘話25:[二重構造の屋根や壁 ～防露・防雨設計\(防露設計\)](#)
- ・建築秘話27:[日射熱は屋根からもやってくる\(不透明日射熱制御\)](#)

- ・建築秘話28:[断熱と日射制御を考慮した温熱性能\(温熱性能\)](#)
- ・建築秘話29:[薪ストーブとエアコンの空調設備計画\(空調設備\)](#)
- ・建築秘話31:[建物の隙間の大きさはどのくらい?\(気密性能\)](#)
- ・建築秘話43:[環境性能を総合的に評価す CASBEE ～環境負荷低減の取り組み～](#)
- ・建築秘話44:[CASBEE Sランク ～環境品質向上の取り組み～](#)

■構造性能

- ・建築秘話32:[構造システム”WOODS”](#)
- ・建築秘話33:[構造に関する基本的な用語について](#)
- ・建築秘話35:[事前に1ステップ: morinos の構造計算の流れ](#)
- ・建築秘話36:[構造材の品質](#)
- ・建築秘話37:[morinos の基礎](#)
- ・建築秘話38:[木質構造の「キモ」接合部](#)
- ・建築秘話39:[CLT 面材による水平構面](#)
- ・建築秘話40:[木材と鋼製材のハイブリッド耐風方立](#)
- ・建築秘話41:[構造性能検証:常時微動測定](#)

■ディテール

- ・建築秘話4:[ガラスコーナー](#)
- ・建築秘話8:[コンセントはどこ？](#)
- ・建築秘話10:[黒いスリットの秘密](#)
- ・建築秘話11:[破風板のこだわり](#)
- ・建築秘話14:[葉っぱのエッチングガラス](#)
- ・建築秘話16:[丸ノコ名栗と圧縮杉の取っ手](#)
- ・建築秘話26:[外と内をつなぐ「建具」のデザイン](#)

2020年03月04日(水)

V柱のデザイン(morinos 建築秘話1)

morinosの象徴的なデザインとなっているV柱。見ようによってはWoodのWにも見えます。



その始まりは2018年2月に行った本施設のデザインワークショップ。1週間のデザインWS最終日に建築家・隈研吾さんに来校いただき、学生の計画2案を講評いただき、その場で、学生案をも参考にしながら3番目の計画素案を作り上げていきました。下のスケッチでも緑のサインペンでVの形状が確認できます。



この様子は過去のブログでも報告しています。なんとというぜいたくな授業でしょう。

- ・[森林総合教育センター 木造建築ワークショップ スタート](#)
- ・[木造建築デザインワークショップ 計画案プレゼンテーション](#)
- ・[建築家 隈研吾氏と一緒にデザインワークショップ](#)

第3の案を生み出す際に、まず行ったのが、収納や雨仕舞などの裏方で重要な基本機能の整理、次にこの建物の表の顔をつくることです。

隣接する丸太樹状立体トラスで構成された森の情報センターという敷地の文脈を読み取り、丸太のV柱の案が出

されました。複雑な丸太組の情報センターに対して、シンプルで直線的な力強い構造で、対の建物としてお互いに強調されます。その場にいた誰もが、それしかないという印象を受けます。

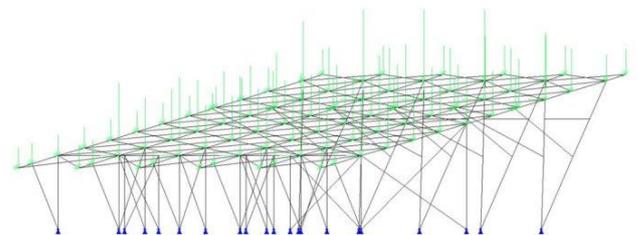
「あのVの字の丸太の建物ね。」と来訪者の印象に強く残る形状によって、この施設のデザインの骨格が決まりました。丸太の骨格に支えられた大きな屋根で活動の場を包み込みます。

このイメージを元に学生と建築として実現可能か組み立てていきます。

今まで見たことが無い構造形態。まずは成立するか簡単な模型で検討していきます。



概ね模型で実現可能性、高さ、構造材の間隔、形態などを検討し終わると、具体的な力の流れを検証するために構造解析に入ります。



ここまで来て、ようやく丸太のV柱が実現可能になりました。来校の際には、V字柱の迫力を体験してください。



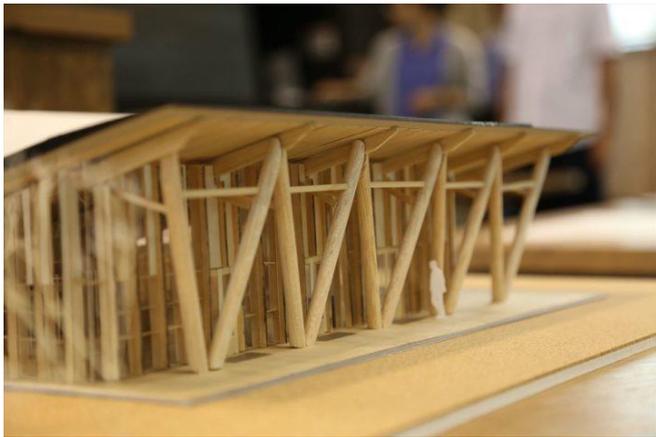
准教授 辻充孝

020年03月06日(金)

丸太の素性(morinos 建築秘話2)

V柱の特徴ある morinos(morinos 建築秘話1)。今回は、V柱の丸太の素性について。

V柱の素材にヒノキ丸太を用いることで進んだ基本設計。2018年8月には、再度、隈研吾さんにお越しいたゞき、私たちの計画案を学生からプレゼンする機会をいただきました。



隈さんからは「学校の中で、実際の建物の設計が進み、学生がみんなで参加しているこれは世界でも類を見ない本当に素晴らしいことだと思う。さらに、世界中の建築教育では意匠と構造が分離しており双方の対話がないが、この設計は違う。夢のようだ。」とのうれしいコメント。

丸太に関しても「とてもきちんと設計が進んでいることに驚いた。特に、「収める以上のデザイン」というものを意識してくれている点が良い。こういった建物は顔が大事。今回はV字丸太だが、それを見たら誰もが「岐阜のアカデミーにあるアノ建物か」を思ってくれるというのは、この施設の目的にも合致している。」とのコメントもいただき、丸太の重要性が増してきました。

[隈研吾氏と涌井学長とデデリッヒ教授と語ろう！「森林総合教育センター基本設計講評会」](#)

そこで、morinos の顔となるヒノキ丸太は、アカデミー演習林から求めることに。学生が試算した丸太の末口径で概算 330mm(胸高直径450mm 程度)、7mの通直な丸太。なかなかの上物が必要です。林業と建築の教員合わせて6名で演習林に入り、林齢マップから目星をつけていたゾーンを物色。15本程度の候補をマーキングしてきました。100年を超える立派なヒノキたち。まさにこの時のために、先人たちが丁寧に育ててきた木です。

[演習林で丸太材の物色・・・](#)



さらに、5月に立木伐倒の前処理として立木乾燥を実施。チェーンソーで根元の突っ込み切りを行い、通水のある程度遮断し乾燥させる技能です。それから2カ月。7月末にいよいよ伐倒です。

立木を山の上側に倒す上方伐倒で、枝葉を付けたまま葉枯らし乾燥させました。上方伐倒は下方伐倒に比べ伐倒時の材へのダメージが少なく、また、後工程の集材もしやすいのが利点です。通常は谷側に重心があるため、上方伐倒にはさまざまな技術が必要です。また材割れを防止し材の品質を確保するなど、細やかさは配慮が必要です。この難しい伐倒は、林業教員はじめ、学生の有志によって実施されました。

大径木伐倒・集材プロジェクト授業(伐倒編)



さらに1本は、三ツ紐伐り(みつひもぎり)と呼ばれる伊勢神宮式年遷宮の御用材伐採などで披露される木の幹に3方向から斧を入れて伐り倒す技法で伐倒しました。山の神に対する儀礼や、伝統の技術、安全管理など、中津川市の三ツ伐り保存会の方に指導いただきました。

チェーンソーとは異なり、一振り一振りが木に食い込んでいき、まさに命を頂いている感触が忘れられません。百年の命を建物で継いでいかなければと心新たにしました。

三ツ紐伐りで建築用材伐採



次は集材です。

まずは適切な大きさに造材し、アカデミーの広場まで 12 本出してくるという大変な作業です。通常の集材と異なるのは、大径木、長尺材で、しかも大型林業機械が入れないということ。

さらに夏真っ盛りの酷暑のなか集中力を切らさないようにリスク管理を徹底しつつ、材を傷つけず丁寧に集材します。

こちらも、林業の先生、学生が頑張ってくれました。

大径木伐倒・集材プロジェクト授業(集材編)



集材された丸太は加工場に運ばれ、皮をむき背割りを施し乾燥していきます。

様々な個性のある丸太を選木し、建物のどの部分にどの向きで使用するかを決めていきます。木配りといいます。三つ紐伐りの丸太は最も目につく東の端に配置して来場者に林業の話題提供に、節(成長のあかしの枝の後)の多い生き生きとした丸太は室内本体中央部に配置して屋根を支えるイメージで、それに合わせる V 字の丸太も負けない太目の丸太を、、、といった具合に、丸太の個性に合わせて配置しました。

木材検査と丸太の選木



丸太の位置が決まれば、大工さんの仕事です。一本ずつ個性を読み取り、墨付けして刻んでいきます。予備の丸太はないため、慎重に作業を進めていきます。

林業の先生たちも、加工場を訪れ、自分たちが出してきた丸太の様子を我が子のように見えています。

加工している大工さんからも「丸太柱が平面でも立面でも斜めになっているうえに、1本1本の丸太の形状が微妙に違う。一筋縄ではいかない。とにかく墨付けまでが一苦労。でも、大工としての腕の見せ所だと思ふよ」との感想。

センターハウス丸太柱の加工



加工された丸太は再度アカデミーに戻ってきて、建物を支える重要な位置に据え付けられます。

[morinos の 100 年生ヒノキ柱立つ](#)



建設途中には隈研吾さんにもお越しいただき、状況を確認にただ来ました。

隈さんから、期待以上に迫力があっていい建物になる。この特徴ある丸太は少し薄化粧して白染めにする事など打ち合わせをしました。

[隈研吾先生による morinos 建築施工指導](#)



そして、現在の morinos。

いろいろな手を経た丸太は、立派に立ち上がり、来訪者を迎える顔となりました。

下の丸太が、三ツ紐伐り丸太です。どこにあるかわかるかな？



准教授 辻 充孝

2020年03月09日(月)

樹皮付き方立(morinos 建築秘話3)

morinos ではさまざまな方法で木の活用をしています。

前回紹介した「丸太の素性(morinos 建築秘話2)」もその一つですが、今回紹介するのは、樹皮付き方立です。

方立(ほうだて)とは、ガラスや開口部の横に取り付けられる垂直の棧のこと。

下の写真の大きな建具やガラスの横に少し黒っぽい縦のラインが入っているのが方立です。



この方立に近づいてみると、スギの樹皮が付いているのがわかります。



建築で使用する際は、樹皮を取って使用するのが普通です。これは樹皮と木部の間に虫が巣くったり、乾燥過程で勝手にはがれてしまうためです。今回は、室内外を隔てるガラス壁の部分の方立に使用するため、外部側には、もともと山で生きていた姿を残し、室内部分には、製材・加工された材を見せ、木材の利用過程を視覚的に表現しようと、樹皮付き方立に挑戦しました。

樹皮を残したまま乾燥するには、ひと工夫が必要です。

下の写真は、乾燥機に入れた際の状態ですが、ところどころPPバンドで固定し、樹皮がはがれにくくしています。また、遠赤外線木材乾燥機を用いた人工乾燥で、極力気流感もなくし樹皮を残した状態で乾燥させることができました。



材の用途がたったところで、どのように方立を設計するか。。。

建物のメイン構造は、V字丸太や大梁で支えて、地震や台風にも耐えますが、強い風が大きなガラス面に当たった際に、ガラス面が室内反っていくのを支える機能がこの方立には求められます。

そのため、設計初期段階では、方立を600mm間隔、見込み(奥行)380mmと木材の存在感を出すために大きめに設計していましたが、隈さんへのプレゼン時に、「室内外はなるべくシームレスにつながっている方が良く、方立の間隔を広げて、見込みも短くして、斜めから見た際にも、室内が見えるようにするのがいいのでは」とのご意見もいただき、構造の学生・教員と間隔や断面寸法を検討していくことになりました。

模型や3Dパースで検討し、方立間隔を1000mmに拡張し、見込み260mmに小さくすることにしました。この感覚で、いい具合に外と内を区切ることができ、内外で独自で活動する際にも邪魔にならない絶妙な距離感が得られるようになりました。

しかし間隔が広がったために、木材だけでは大きな外壁面に当たる風圧に耐えることが難しく、内部に鉄骨の補強を入れたハイブリッド構造となりました。(下の写真もグレー部分が鉄骨)出来上がった現在では、表面からは木材しか見えません。

2020年03月10日(火)

ガラスコーナー(morinos 建築秘話4)

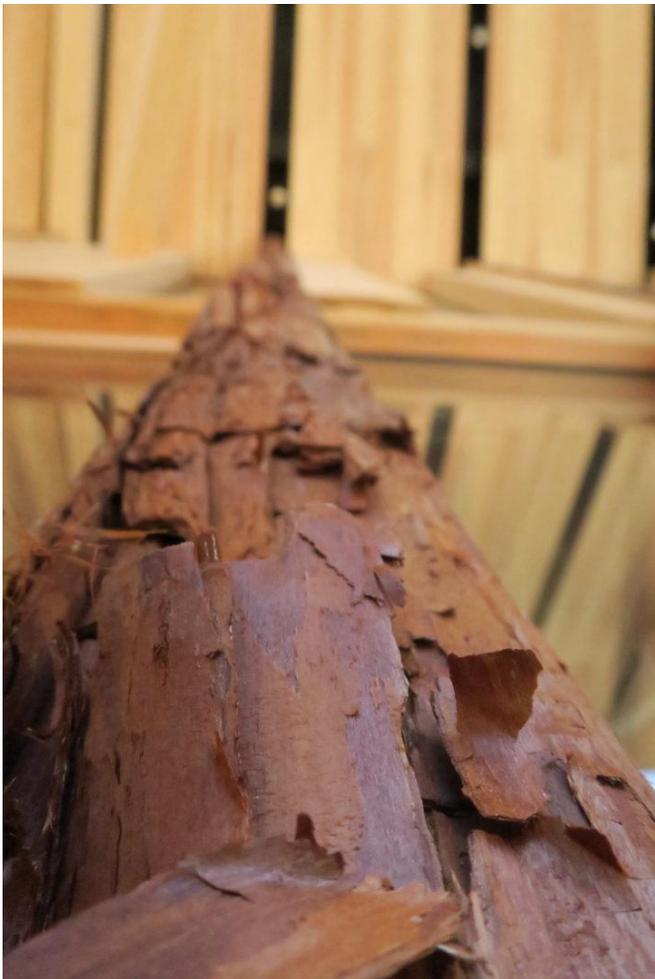
morinosの建物コーナー部はガラスのみで、柱や押さえ縁などの木材がありません。

これも、方立の間隔やサイズを調整したこと(morinos 建築秘話3)と同様、内外の繋がりをよりスムーズにするためです。

ちょっとしたことですが、建物のコーナーに方立や柱が無いことで、斜めに広がる視界を遮ることなく、連続感が得られます。



内外両側から鉄骨を木材で挟み込むことで、鉄骨の力強さを得つつも、鉄の熱を伝えやすく結露を起こしやすい弱点は木で包み込むことで克服しています。



入口横に何気なく通り過ぎてしまう方立ですが、ちょっと立ち止まって見てください。こんなところにもいろいろな工夫が詰まっているのです。

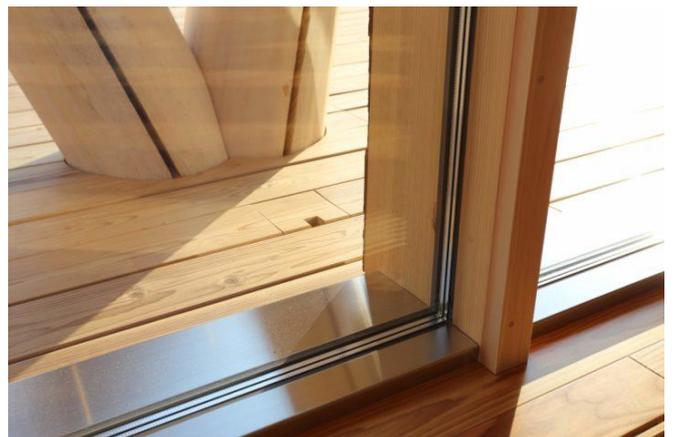
樹皮ははがれやすいので、はがさないようにあたたかく見守ってくださいね。

准教授 辻充孝



このガラスの納まりにも実は工夫が凝らされています。

morinosのガラスは全て、熱を逃がさないために断熱性能を高めた複層ガラスが使用されています。下写真のガラスと方立の取り合いをよく見てください。



銀色(アルミのスペーサー)のラインが2列入っているのが確認できると思います。ここが空気層です

つまり、上の写真は 5mm ガラス1枚目-10mm 空気層1層目(アルミ)-5mm ガラス2枚目-10mm 空気層2層目(アルミ)-5mm ガラス3枚目のトリプルガラスです。

morinos のガラス面の基本は上記のトリプルガラス。厚みにして 35mm。かなり分厚いです。

この分厚いガラスのコーナーをどのように納めるかが課題でした。一般的には、ガラスの角はコーキングといわれるシリコンで斜めに処理します。シリコンなので、角はヌルヌルした感じでパリッとしません。

1枚ガラスであればそれほど気になりませんが、複層ガラスの厚みとなれば野暮ってなくなってしまいます。

そこで、隈事務所の方にアドバイスを頂き、複層ガラスの1枚だけ伸ばした特殊なガラス(トリプルガラスでは製作不可でコーナー部はペアガラス)を作ってもらい、そこに複層ガラスをかぶせていきます。



上の写真は、ペアガラスの外側だけガラスを伸ばしたペアガラス。ここに、もう一枚のペアガラスを引っ付けます。



出来上がったガラスコーナーが上の写真。コーナーがガラスのシャープなラインで仕上がっているのがわかります。

おそらく一般の来訪者はまず気にならないところですが、このようなちょっとしたことが建物の完成度を上げていきます。

准教授 辻充孝

2020年03月10日(火)

表層圧縮・ACQ・圧密 3種類の床材(morinos

建築秘話5)

morinos の丸太、樹皮付き方立に続き、今回は床の木材について解説します。当然、morinos の床もこだわりだらけで、3種類の床材を使用しました。

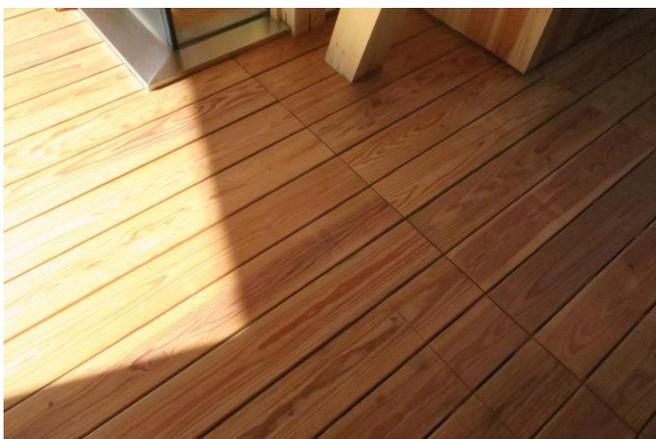
一種類目として、まず目に付くのは、大きな屋根の下の外部デッキです。



このデッキは岐阜県産スギ材で構成されていますが、製材したままの杉を土足外部デッキに使用すると材質が柔らかいため傷がつきやすかったり、表面が擦り減ってしまいます。

そこで、「表層圧縮」という特殊な加工を施し、耐摩耗性を高めて土足で歩いても傷つきにくく、擦り減りにくい性質を持たせました。杉板の表層部をプレスでギュッと圧縮して硬度を高めたものになります。

天然素材である杉の一枚一枚異なる個性豊かな木目はそのままに、表面だけ加工されています。これを無塗装で使用しています。



デッキとして張られても見た目の違いは判りませんが、デッキの小口を見ると、表面だけギュッと圧縮されている

様子が見れますので、これはぜひ立ち寄っていただいで見て下さい。

さらに、屋根がかかっているとはいえ半屋外、腐朽やシロアリの心配もあります。このデッキ材には、表層圧縮前にAZN 乾式注入防腐・防蟻処理を施しています。

従来の防腐・防蟻材で使用されていた毒性の高いヒ素やクロムを用いず、毒性の極めて低い(食塩より毒性が低い)薬剤ですので安心です。色の変化もほとんどありませんので、薬剤が注入されているか見た目にはわからなくなっています。

※AZN は、防腐薬剤であるシプロコナゾールと防蟻薬剤であるイミダクロプリドを調合した薬剤

二種類目の木材利用として、morinos と既存の森の情報センターを繋ぐ接続部分のデッキ補修部です。

下の写真の右側の建物が morinos、左側が情報センターで、黒い柱(実は雨樋ですがこれはまた別の機会に...)を境に少しデッキの色が違って見えます。

この左側のデッキが二つ目の床仕様です。こちら半屋外のため、岐阜県産ヒノキに防腐防蟻薬剤であるACQを注入した材になります。(圧縮加工はしていません)



使用した ACQ 薬剤も AZN と同様に食塩より毒性が低く、国内で使える防蟻工法として最も信頼性が高いとされていますが、難点があります。注入直後は、銅特有の緑色を帯びています。(下の写真:納品時)



時間経過とともに、次第に茶色、グレーと変化していきますが、先ほどの表層圧縮スギ材と並べて張ると違和感が出てきます。そこで、アカデミー本校舎でも使用している自然系塗料の一つドイツ製のオスモカラーを調合して色合わせを行いました。

※ACQ は、銅・アルキルアンモニウム化合物系薬剤

三種類目の床材は、室内の床です。



美しい木目が出ていますが、こちらも岐阜県産スギ材です。室内なので、腐朽やシロアリの心配はいりませんが、屋外デッキと同様に土足での利用を考えていますので、やはり表面の傷や擦り減りが気になります。

外部デッキと異なり、こちらは、内部までギューと圧縮した杉圧密フローリングになります。30mm の杉板を15mm まで圧縮しナラ材(アカデミー本校舎の床)と同等の硬さに高めたものです。

板の断面は表層圧密と比べて繊維がつぶれていますがその分硬度が出ています。さらに表面にUVセラミックコーティングを施し、耐摩耗性を向上させつつ、さっと拭き掃除のしやすい仕上げとなっています。圧縮したとはいえ、スギ本来の美しい木目(しかも無節)が来場者を迎えてくれます。

morinos では、床材だけで3種類の木材利用を試みましたが、摩耗や腐朽、色の変化など、これから10年、20年と経る中でどのように変化していくのか、楽しみなところ です。

さて、今回はスギ材の持つ個性:柔らかさについて、土足利用時には弱点としてとらえ、圧縮技術を活用しながら用いていますが、スギの柔らかさは単純な弱点ではなく長所もたくさんあります。

スギの良さの一端は私が岐阜県山林協会発行の森林のたより 2020年1月号に寄稿した「[スギのフローリングは暖かい?](#)」にも書いていますので、ぜひ合わせてご覧ください。

准教授 辻充孝

2020年03月11日(水)

大断面集成材の登り梁(morinos 建築秘話6)

morinos の木材活用事例。丸太、樹皮付き方立、床材に続き、今回は大断面集成材です。

morinos の大きな無柱内部空間を支える大きな登り梁。(下の写真)



大きな??登り梁。上の写真でもわかりにくいし、実際に入ってみても、それほど大きく見えないと思います。実はここもいろいろ工夫を施しています。

morinos の南北スパン(上の写真の左右の室内幅)は7m。木造建築では工夫しないとこれだけの長さを柱なしで造ることはできません。

アカデミー本校舎でも、樹状立体トラスや、合成梁、ボックス梁、平行弦トラスなど様々な工夫で大空間を実現しています。これらは、全て製材したままの材を接合部や力の流れの工夫で実現したものです。

では morinos は、という奇をてらわず一般的に最も良く用いられる大空間を構成する必要断面を確保できる集成材で実現しました。しかも現場までの運搬経路などを鑑み、大断面、長尺材です。

これでアカデミー敷地内で、いろいろな木材を使った大空間構成の事例が見れます。

実際に使用した材は、150mm 巾、450mm 成、13mの長さの巨大な岐阜県産ヒノキの集成材です。



納品された際に材料検査に行きましたが巨大です。とても一人では持ち上がりません。

集成材とは、ラミナ(板状に製材したもの)を平行に接着したものです。

今回は岐阜県産ヒノキ 150mm 巾、30mm 厚のラミナを 15 層重ねて 450mm にしています。長さ方向はフィンガージョイントと呼ばれる加工を施し接着して長さを確保しています。(北面の柱も 150mm×300mm の集成材で、近くで見える箇所がありますので接着層を見てください)

接着には屋外にも出る部分があり、品質実績十分の常温硬化型のレゾルシノール樹脂接着剤を用いています。黒褐色のため接着層に黒いラインが出てしまうのが気になりますが、登り梁は高い位置に用いるためそれほど気になりません。

集成材の長所は、製材品ではなかなか取れないような大断面がつくれ、ラミナ段階でしっかり乾燥し、強度や割れ、大きな節などの品質検査をするので性能のバラつきが少なく安定した製品が得られることです。

逆に短所は、欠点材の発生や切削時の歩留まり低下が起こり、接着工程などで生産性が落ちること。(高価になりがち)接着剤にも注意していますが、少ないながらもホルムアルデヒドを含む VOC が発生することが挙げられます。

今回は、必要な箇所を絞って用いることでこの短所を減らしています。morinos ではこの大きな登り梁6本で屋根を支えます。

実際の工事中の現場写真です。450mm 成の梁の存在感があります。



この大きさが天井に見えてくると、上部が重たく見え不安定感が出てしまいます。

そこで、梁成をあまり出さず薄く見せつつも、大きな梁で支えられている安心感や存在感も出したい、、、と矛盾するデザインをどう処理するかで悩みました。

そこで考えたのが、450mm 成の中に母屋を掛け、断熱層を取り、さらに登り梁の間に天井を張ることで天井から下の梁の見えがかりを少なくしました。(見えがかり 140mm)

さらに、大きな梁のサイドにスリットを明け、天井より上まで梁が存在する微妙な陰影をつけました。これにより梁の大きさが感じられる納まりになっています。(スリット内部まで見あげると 300mm 程度)

梁横のスリット巾をどの程度あけるかも3D パースでいろいろな角度からの見え方を熟考し 75mm 巾と決めました。

梁の存在感を消しつつも大きさが感じられるように、うまくいっているでしょうか？





准教授 辻 充孝

2020年03月11日(水)

名脇役のCLTや構造用合板(morinos 建築秘話7)

これまで表面に見える華やかな木材利用を紹介してきました。

- ・丸太の索性(morinos 建築秘話2)
- ・樹皮付き方立(morinos 建築秘話3)
- ・表層圧縮・ACQ・圧密 3種類の床材(morinos 建築秘話5)
- ・大断面集成材の登り梁(morinos 建築秘話6)

今回は、裏方で morinos を支える名脇役たち3種類を紹介します。

まずは最近、木造建築業界で話題の CLT(クロス・ラミネーティッド・ティンバー)。

CLT は、板材を繊維方向に平行に接着し、大きな面を作り、その面を直行(クロス)に積層接着(ラミネート)し3層以上の構造を持たせた材の事です。巨大な木のカタマリを作ることができるため、大きな木造建築に用いられることが多いです。こんな木造建築もできるの?というような新しいスタイルの木造建築が出来上がっています。

そんな可能性を秘めたCLTですが、今回は重要な裏方の仕事。

岐阜県産スギ材を3層(11+14+11)接着した 36mm 厚のCLTパネルです。下の写真はパネルが積みあがっていますのでカタマリに見えますが 36mm 厚のパネルです。



このパネルをどこに用いたかという、屋根の水平構面です。下の写真で梁の上に張られた面に用いています。裏方なので、節や色目などを選別した化粧材ではありません。

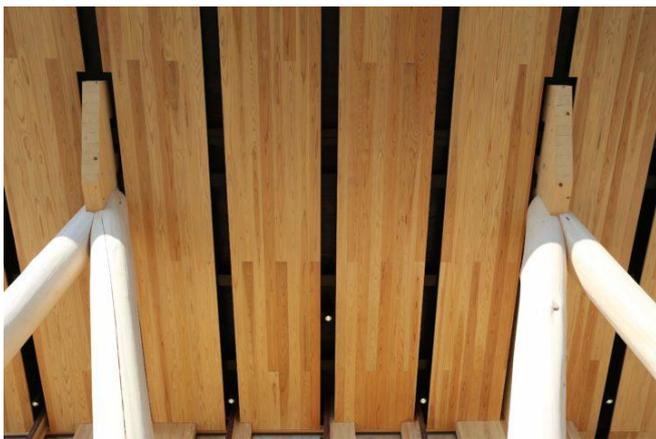
水平構面は屋根にかかる地震の力をしっかり登り梁に伝え、丸太や壁を経由して基礎、地盤まで伝える最初の仕事を担う重要な場所です。安定した品質と強度が求められます。単なる板で張っていくと、地震の強大な力がかかった時に板同士がずれて(4角い構面が平行四辺形に変形して)うまく力の伝達できません。そこで四角形が変形しない大きなパネル状のものがより有効です。



構造用合板でも代用できるのですが、屋根の外周部は半外部の屋根部分。

実は竣工した morinos の天井パネルの奥に見える黒いスリット内部はこの CLT が黒く塗られて見えています。(スリットから覗く登り梁集成材の大きさも実感できるかな)

湿度変化の激しい半屋外ですので、厚みがあり、劣化対策性能が合板より高いと考えられる CLT で水平構面を構成しました。



morinos の天井面を黒いラインで引き締める、デザインとしても、まさに黒子の役割です。

今回の CLT は裏方での活躍でしたが、華やかな表舞台での活躍もできます。先日の高知研修で学生と一緒にたくさん見てきました。学生レポートにもありますので是非ご覧ください。

「空間を感じる」CLT も木造建築(建築見学ツアー in 高知)

次に紹介するのは、ヒノキのぎふ証明材を用いた構造用合板。ぎふ証明材は産地認証を取得した合法的に伐採された木材です。

当然ホルムアルデヒドの放散は最も少ない F☆☆☆☆。



合板とは、木材をカツラ剥きした単板(ベニア)を奇数枚直ちに積層したものです。よく合板のことをベニアと間違われますが、ベニアは薄い板1枚のことで、このベニアを積層したものが合板となります。最も古くから使われている木質材料で、合板の中でも強度特性に関する品質管理・評価・保証が厳しく、基準強度も与えられたものが構造用合板です。単なる合板とは、接着剤が大きく異なります。

下の写真は工事中の現場です。竣工した現在では隠れてしまっていて見えませんが、壁や床の内部に使用されています。壁の構造用合板は、地震や台風の力を、屋根の水平構面から受け取って、基礎、地盤に受け渡す耐力壁として重要な役割を担っています。こちら、まさに縁の下の力持ちです。



竣工した現在で、構造用合板を見ることができるのは、収納内部のみ。扉を開けると構造用合板がアラワシで使用されています。

新たに棚板を取り付けたりフックをつけるなど、ビスの効く下地として活用できます。(一般的な壁下地の石こうボ

ードではビスがききません)

最後に紹介するのは、製材された木材です。適材適所に岐阜県産のスギ材とヒノキ材を使用しています。



当然、使用するのは、「ぎふ性能表示材」。ぎふ証明材の産地認証に加え、構造設計に必須の曲げ強度と含水率も計測され表示された材です。



そのうえで工務店さんの方でも、グレーディング(曲げ強度を計測)もかけて品質管理をしています。さらに、私たちも含水率計で、品質の確かさを確認しました。



ここまで検査された製材品をどこに使用するかというと、床下に隠れてしまう土台や大引、壁の中に隠れてしまう柱など、竣工後は見えなくなる箇所です。

こういった隠れてしまう材こそ、丁寧な品質管理が必要です。乾燥が不十分であれば、材の収縮によって表面の仕上げ材が動き、ひび割れや建具の建て付けなどの不具合が出やすくなってしまいます。また表面から見えないため、不具合が出てきても気づきにくいので、当初からきちんとした品質確保が重要になってきます。

今回は、建物をしっかり支える名脇役のCLT、構造用合板製材品を紹介しました。こういった見えない箇所にこそ、建物全体の品質を高める工夫があるのです。

准教授 辻 充孝

2020年03月12日(木)

コンセントはどこ？(morinos 建築秘話8)

今回はちょっとした小ネタ。でも重要なポイントです。

大きなソファが置かれて、気持ちよさそうなmorinosの
談話・図書コーナー。

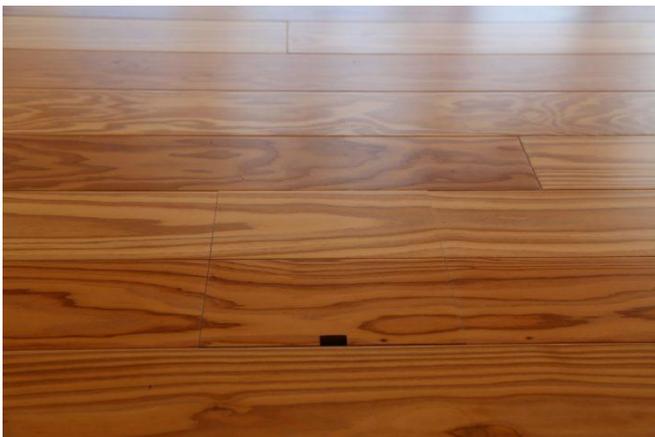
実はこの写真の中にコンセントが2か所隠されています。
見つけられるかな。



実はソファの前と奥の本棚の前にあるのですが、写真を
拡大してもなかなか見つけられないと思います。

床部分をアップにしてみます。

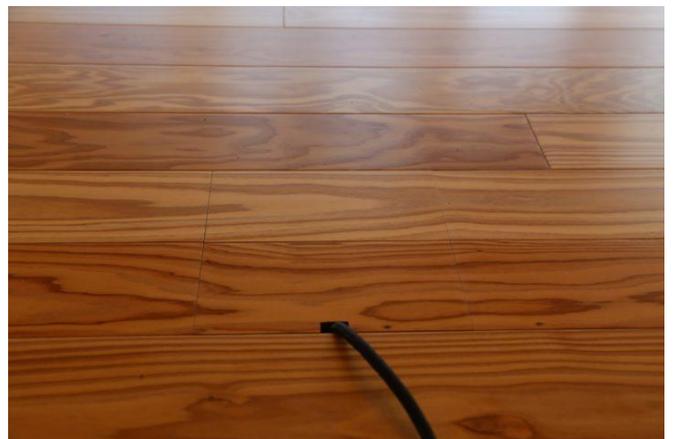
これでどうでしょう。黒い小さな穴が見えます。



この穴に指を入れて持ち上げると、コンセントが出てきま
す。(コンセント使用時に電場を除去できるアース付き)



コンセントを指して、蓋を閉めるとこんな感じ。コードだ
け表に出てきます。



使用していないときも使用している時もほとんど目立ち
ません。

コンセントや空調、換気、照明など、設備関係は運営者が
場所や仕組みを理解していれば、あえて主張する必要は
なく、きちんとそれぞれの目的を果たし、使い勝手よく計
画されているのが理想的です。

morinos は、プログラムに合わせてどこでも活動場所に
できるフレキシブルな空間を目指しています。しかもプロ
グラムによっては電源を必要とする場面も出てきますの
で、コンセントをどのように配置するかは悩みました。

通常はコンセントを壁に設置しますが、ここでも難題
が…。外壁部分はガラス張りではぼ壁がありません。

そこで、考えたのが床にコンセントを埋め込むアイデアで
す。床のコンセントといえば、一般的にはフロアコンセント
の既製品を用います。下の写真がアカデミーのウッドラ
ボ工場のフロアコンセントです。

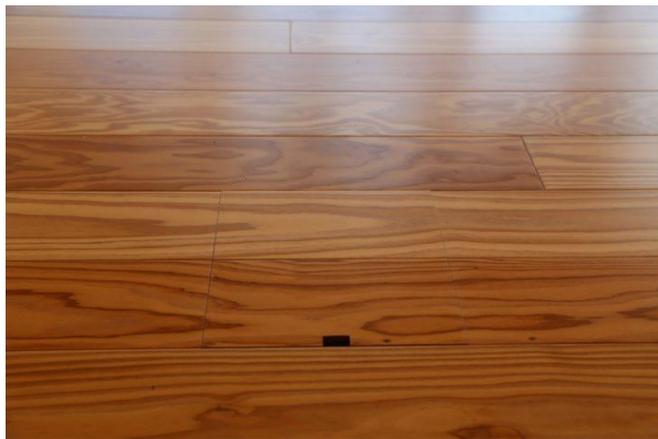


収納時は多少の段差がある程度ですが、コンセントを出すと足を引っかけてしまいそうですし、見た目もかなり主張しています。

morinos では、この欠点を克服するために、先の写真のようにコンセントを入れた小さな箱を床に埋め込んで隠蔽しています。

120 m²の空間に実に 13 か所もの床内コンセントがあり（加えて壁付けコンセントもあります）、大工さんに一か所ずつ非常に丁寧に作っていただきました。

どこが丁寧ポイントかもう一度写真をじっくり見てください。



一つ目は、木目が連続していることに気がきます。床材を張る際に、蓋だけ別に用意するのではなく床の材料から伐り出した蓋パーツをきちんと取り分けて、無くさないように管理されていました。

二つ目は、蓋と床のクリアランスです。0.2mm 程度しか空いていません。

かなり近づいても蓋の境が見えないくらいです。電動丸ノコは、通常刃の厚みが 1.2~2mm 程度あるため、そのままカットすると両サイドに 2mm 程度隙間が出てしまいます。機能上は 2mm でも問題ありませんが、そこは大工さんのこだわり。やるからには徹底的にやろうと、蓋の部材を伐り出してから、それに合わせて、続きの床材を張り始めるといった作業を全ての箇所で行っています。さらに、このぴったりサイズに納めるには、しっかり乾燥管理された材が必須なのはいまでもありません。床材のこだわりは、morinos 建築秘話5を参照してください。

ガラス張りで壁に取り付く場所の無い外部コンセントも同様です。デッキの下に隠されています。コードを出せる仕組みや木目が連続するこだわりは内部と同様です。



ちょっとしたことですが、活動時に必要ないものが目に入らないため、余計な部分に意識が行かず活動に集中できます。

特にクリアランスに関しては、設計側からそこまでの指示をしていないにも関わらず、大工さんたちがいい建物にしようという心意気で製作していただきました。ものすごく手間のかかるいい仕事です。

大工さんに限らず、今回の工事では随所に職人さんたちの心意気が感じられる仕事の跡が見られます。

准教授 辻充孝

2020年03月13日(金)

照明計画と光の質(morinos 建築秘話9)

コンセントはどこ?(morinos 建築秘話8)に続き、設備関連で照明について。

光環境を考える際には、①時間のリズム、②強度・明るさ、③質(スペクトル)を考えないといけません。そのための光環境の基本は太陽光(昼光)を活かすことです。

なぜなら、朝から夕方まで、動く光源(太陽)が③色温度と②強度を変えながら①時間のリズムを作ってくれます。また、太陽光はプリズムで分光すると虹のような鮮やかな③スペクトルを見ることもできるからです。

ただし、②強度は雲量に影響を受けるためしっかりと予測できず、活動によって明るさが必要なら照明で補助する必要があり、夜間の利用ともなれば照明は必須です。

そのための照明計画になります。昼光はまたの機会に解説するとして、今回は照明計画について紹介します。

夜の morinos です。建物が浮かび上がってつい近寄りたくなりませんか。さらにプログラムが運用され始めると内部の人の動きも相まってより吸い寄せられることと思います。



美濃和紙を使ったイサム・ノグチの akari やルイス・ポールセンの PH5 など洗練された照明を使って空間をうまく演出し雰囲気を作り上げる場合もありますが、morinos の照明はコンセント同様、主張しすぎず仕事(光を出すこと)をしっかりとこなす裏方として計画しました。

空間の機能が固定されていれば、雰囲気をつくる照明もアリですが、morinos では実施される様々なプログラムに対応できるように器具の存在は黒子に徹しています。ペンダントがぶら下がっていると、子供たちが的にして物を投げそうな予感しかしません。

天井を見上げた写真です。大きな空間の天井パネルを列状に並べ、大きな面の圧迫感をなくすために黒いスリットをアクセントに入れてパネルを長く見せています。南へ抜けていく視線の誘導も考えています。登り梁横の 75mm 巾のスリットの効果は「大断面集成材の登り梁(morinos 建築秘話6)」で紹介。



他のスリットは 150mm 巾として、内部に照明や火災報知器、防犯センサー(これは黒く塗れなかった)など機能的な設備が仕込まれています。スリット内の色は、単純な黒ではなく、照明器具の黒に合わせて調色して目立たないようにそろえています。色合わせは隈事務所からのアドバイスです。



次に、照明の役割を4段階で考えていきます。押さえるべきは

まず①安全性です。段差や危険物など察知して安全性を確保するための最低限の明るさです。

次いで②視認性です。文字を読んだり、精密な作業する際に、必要な場所や空間に適切な明るさを供給できる明るさです。

この①安全性と②視認性は「光の量」でコントロールします。

次に③快適性です。文字が最低限見えるという視認性だけでなく、色温度やスペクトルの豊かさなどを考える部分です。

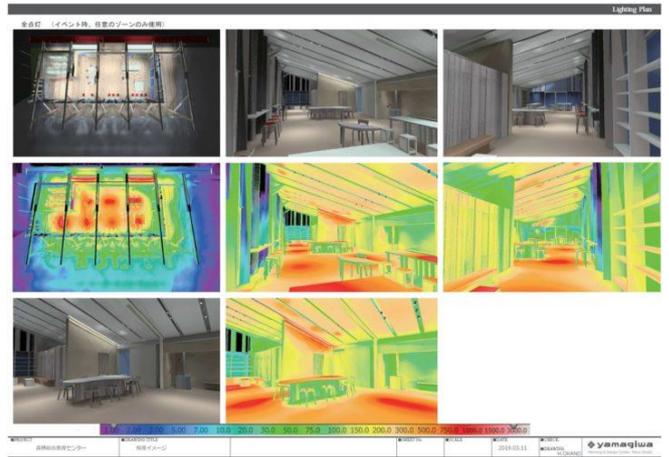
最後に④演出の付与です。空間や雰囲気演出するための配置や調整機能を備えた照明です。

この③快適性、④演出の付与は「光の質」を向上させる必要があります。

基本設計段階で、当時照明について研究していた学生と照明メーカーまで伺って、アドバイスをいただいたり、シミュレーションしたりと、安全性、視認性、快適性、演出の付与について検討してきました。(下の写真は学生が morinos のコンセプトと照明の考え方をプレゼンしているところ)



設計段階の照度シミュレーションがこちら。3D モデルは学生が中心に作成し、照明メーカーの方に配光データを埋め込んでいただき、検討を進めてきました。



外部は固定照明で、上からの光のみ。ただし回路はいくつかに分けて利用状況に合わせてオンオフでコントロールします。(多灯分散照明といいます)

天井面は、床面に反射した光で染め上げています。床に埋め込むアッパーライトは、近寄った際の眩しさがあるため使用していません。

一部は人感センサーを取り付け、移動や施錠の際の①安全性、②視認性にも配慮しています。



室内は各種プログラムに合わせられるように、②視認性、④演出の付与を確保しやすい可変式として、照明のほとんどが調光機能付き、さらに照明ダクトで光源の移動や追加もできます。落ち着いた安らげる空間を目指し、色温度は低めの電球色として、③快適性にも配慮しています。全灯するとかなり明るいですが、使用するときはいまぐれコントロールしてくださいね。

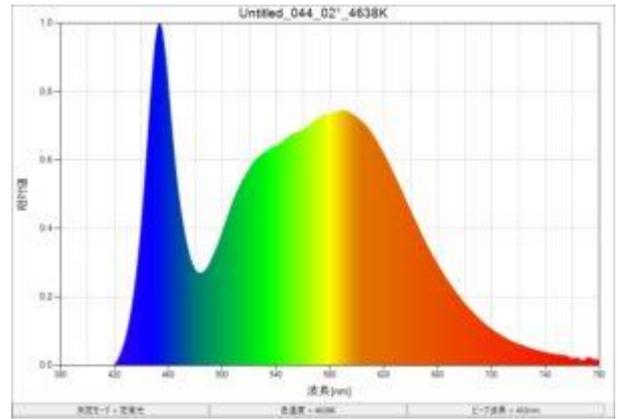


また、夜間は外部が暗いため、ガラス面が光を反射して鏡のようになります。
 勾配天井が外に向かって下がっていく切妻屋根に見えたり、入口側は室内が伸びたかのような拡がりが見えたりと、意外な発見がありました。

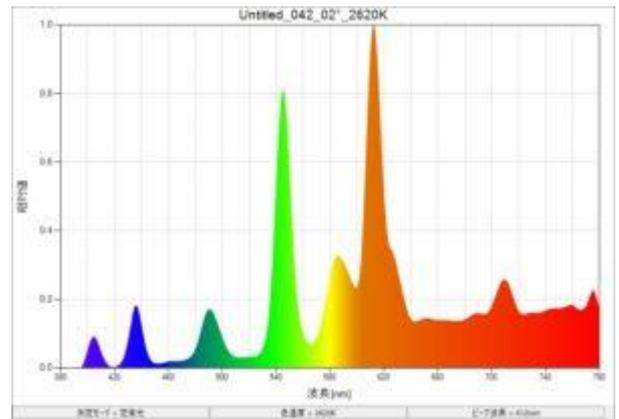


これらの写真撮影をされていて、何か光の質(③快適性)が上品だなと感じたので、どのような波長の光を出しているのかを見るためにスペクトル測定をしてみました。

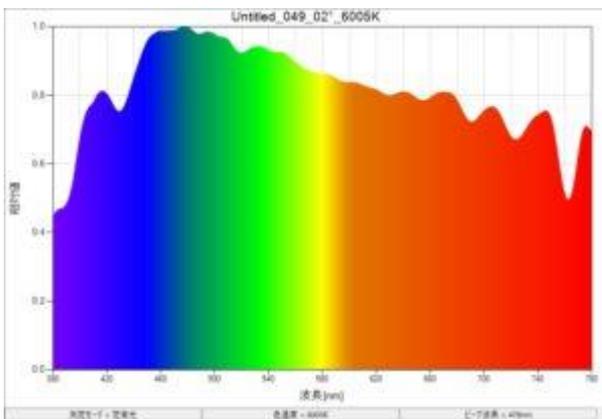
上から、太陽光、morinos の LED 照明、アカデミー本校舎の LED 照明、アカデミーの蛍光灯です。



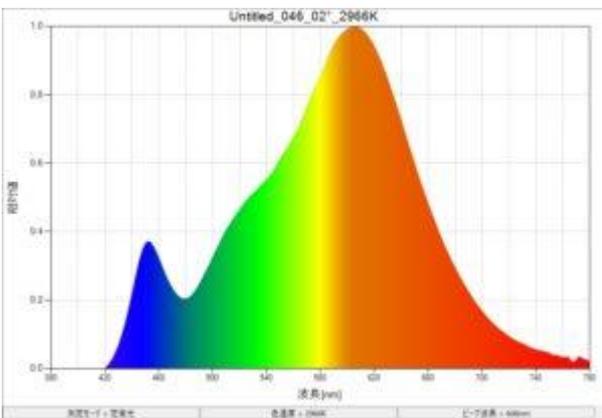
アカデミーLED



蛍光灯(電球色)



太陽光



morinos LED

やはり、圧倒的に太陽光のスペクトルが豊かです。これが太陽光を優先する理由です。
 そして、一番下の蛍光灯の貧弱なスペクトルが目立ちます。光の3原色の RGB(赤、緑、青)の光を中心にしか発していません。
 LED はその中間の位置づけですが、アカデミーの LED は青い光は勝過ぎて少し落ち着きません。morinos は比較的バランスが良い状況です。

やはり人の目の感覚は大切ですね。夜間のプログラムに参加される機会があるようでしたら光の質や演出にも意識してみてくださいね。

准教授 辻充孝

2020年03月14日(土)

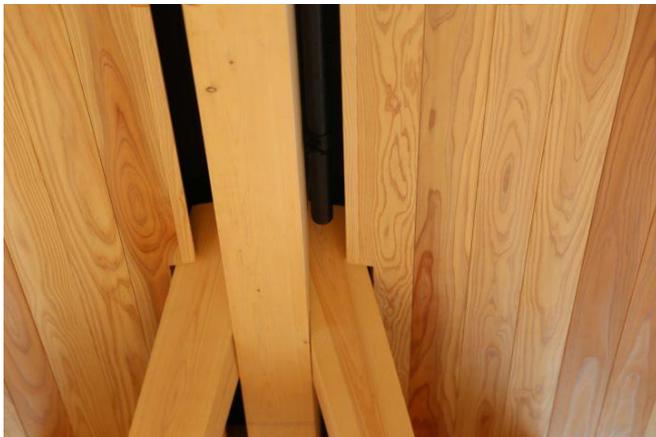
黒いスリットの秘密(morinos 建築秘話10)

天井の黒いスリットにいくつかの狙いがあることは、以下のブログでも紹介しました。

照明計画と光の質(morinos 建築秘話9)
大断面集成材の登り梁(morinos 建築秘話6)

照明や防犯、火災センサー類を設置したり、登り梁の大きさを表現したりと活躍している黒いスリットですが、まだ秘密があります。

もう一度、スリットの登り梁上部をアップで見えます。気が付きましたか……。右のスリットになにやら黒い細長い物体があります。



このスリットの登り梁の下の方には……。何かロープが伸びていて、金物を取りついて足元まで下りています。

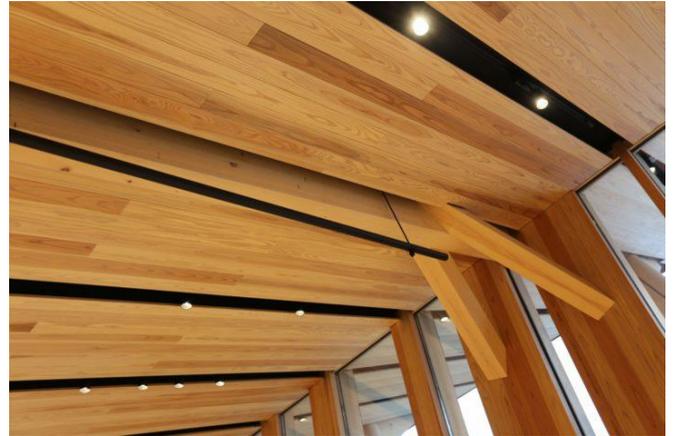


実はこれ、スクリーンや垂れ幕、飾りなどを取り付けられる黒い鉄棒が仕込まれているのです。

morinos では電動ハイテクの設備より、ローテクで故障が少ない仕組みが似合いそうということで考えた仕組みです。

スリット内に仕込まれた滑車を利用して、2本のロープで黒い鉄棒を操作します。

まず1本のロープを緩めると、鉄棒の片側が下りてきて水平になります。(下の写真)



さらに、2本のロープを緩めていくと、順調に下りてきて、下の写真のあたり(FL+1700)で一旦止まります。子供の頭に落ちてくることはありません。大人であれば、この高さでスクリーンなどを吊るすことができます。

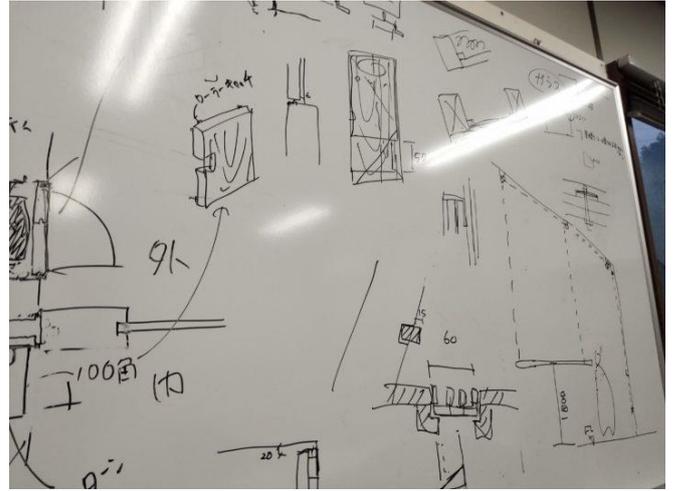


この一旦止まる仕組みはシンプルなもので、ストッパーとして付けたワッシャが中段の金物に引っ掛かります。



この金物、何かフニャッと歪んでいます。実はこの歪んだ

隙間を使ってストッパーをかわすともう一段階下がってまた止まります。もう一段上にストッパーがあるからです。(FL+400)
こちらは歪んでませんので、これ以上は下がって床を傷つけることはありません。



さすがに、子供が 10 人ぶら下がると滑車が壊れかねませんので、やめてくださいね。あっと、1人でもダメです。

この鉄棒が、morinos のスリットに3か所仕込まれています。プログラムやイベントなどで活用してもらえると嬉しいです。

准教授 辻充孝



ここまでくると、お子さんでも飾り付けを手伝うことができます。

金物屋さんとどんな仕組みにしようかと試作を何度か作成して打ち合わせてきましたが、なかなか上手くいきました。
私も実際に上げ下げしてみましたが、大人であれば、一人で操作もできる範囲です。

思い起こせば、現場事務所の白板で毎回いろんな打ち合わせをしてました。
下写真の右の方がこのシステムを検討していた時の図ですね。他のスケッチも実現しているものもあります。

2020年03月16日(月)

破風板のこだわり(morinos 建築秘話 11)

一般の来場者はまず目をやらない部分に、設計者はとてもこだわることがあります。

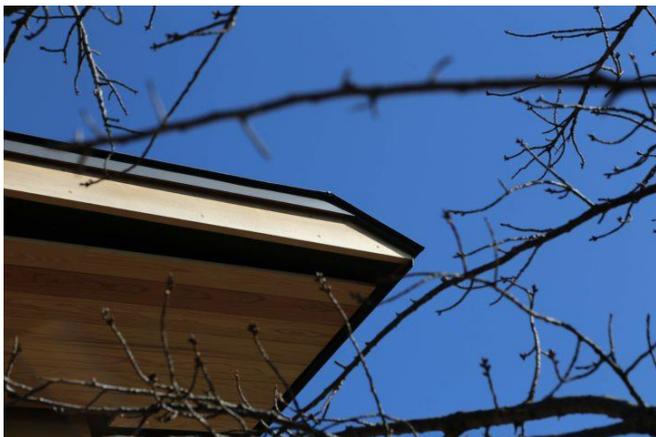
普通は意識して見ないけど建物の印象が大きく異なる場合もあるのです。

出来上がったものを両方並べてみると、「なるほど！！これしかないね」となるはず(というかなってほしい)です。

morinos 建築秘話4で書いた「ガラスコーナー」もその一つでしょう。

今日はそんな話題の一つ「破風板(はふいた)」しかも施工のやり直しが入った唯一の部分なので、前後を見比べられます。

ところで、破風板って聞いたことはありますか？建築用語なので聞いたことが無い方もいると思いますが、屋根の勾配なりに屋根の厚み部分に張られた板のことです。morinos でいえば下の写真の垂直部分の木のこと。



破風板の役割は、文字通り「風を打ち負かす板」のことで、強い風の時に横から吹いてくる風雨を屋根内部に浸入するのを防ぎます。

加えて、化粧材としての役割もあります。

実はこの化粧材として役割が建物の外観の印象を決定する大きな要因になるのです。morinos も東側のメインエントランスに山からアプローチするときに見えてくるデザインの重要ポイントです。

この morinos の破風板になるまでに、いろいろ物語がありました。

昨年末、現場に寄ったときのこと、屋根を見上げると何か違和感が…。検討していた3D パースや図面と違う。図面の伝達がうまく行ってませんでした。

上の完成写真と見比べていただくと屋根の先端が台形状に大きく下がってきて何か野暮ったい。。。と思いません

か？思いますよね！！



計画段階の3D パースはどうなっていたかという、下のCGです。



どうでしょう。先端の斜めに下がってくる部分のシャープさが違いますね。

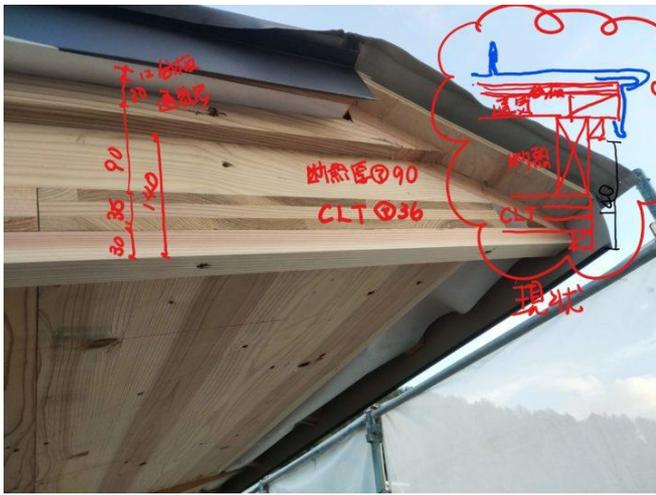
職人さんが丁寧に作った部分ですので、このままでも仕方ないかと思いかけていた時に、現場監督さんも台形になってしまったことを気にしているようで、このあと板金屋さんが入って修正する予定とのこと。

これはチャンスとばかりに、ちょっと待ってと…。ここは外観デザインのキモ。

丁寧に修正をかけたところです。

破風板はmorinosの現場で唯一、一度作った部位をやり直していただいた部分です。

まずは、先端の板金を取り外し、下地の木材も当初計画通り修正します。そのうえで、屋根の断面構成を再確認。

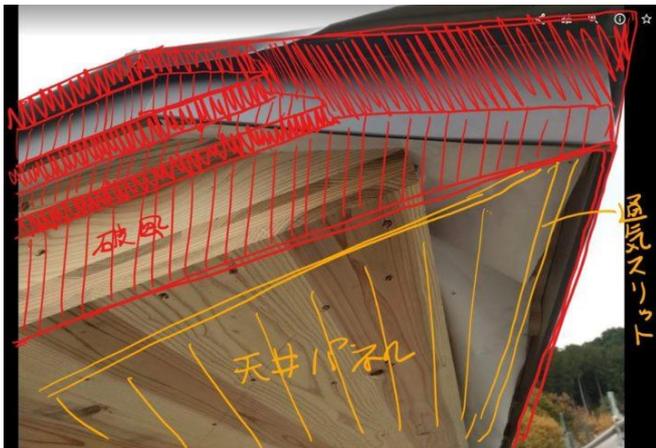


雨仕舞も考えて、破風板を含めて黒い板金で巻く当初計画(上の3D パース)。黒い部分が分厚く見えますが、段差の陰影によって、厚みを感じさせないようにとデザインしていました。

ですが、やはり黒い屋根の厚みが200mm以上も見えてくると、屋根が重たく見え、せつかく先端を細くすっきり見せる形状なのに、屋根の軽快さが失われるのではとの危惧も…。

最終的に、ほぼ無節の破風板を取り付けて、薄い板金部分(「登り淀」といいます)と、木の破風板で仕上げを変えて、屋根の長いラインを強調することで、屋根の軽快さを実現しました。

この状態で、隈事務所と方向性の検討を行いました。下のような写真にスケッチを描いたものを何度も送って、ああだこうだとやり取りを繰り返します。やはり隈事務所もここが外観デザインに大きく影響する重要ポイントとの認識のようです。さすが設計者は考えるポイントが同じです。



耐久性を考慮して当初計画通り、板金で巻きこむかどうかもいろいろ議論し、最終的に木部アラワシの無塗装で落ち着きました。

昔から残る民家や寺院も木の破風。紫外線によってシルバグレーに表面は変化しますが、内部は健全。この木の変化も morinos にとっては、時間の流れを感じられるいいものです。

現場でも試作品の板金(色は違いますが)を取り付けて確認しています。ちょうどこの時に、隈事務所の長井さんが「建築材料」の講義で非常勤講師で来られるタイミング。一緒に現場で打ち合わせをしました。

アラワシということで、耐久性が心配ですが、腐朽菌は生物です。人間と同じく4つの条件が整うと生育しやすい環境になります。つまり、適度な温度、水分、酸素(空気)、エサ(今回は木材)です。

この中で、温度や空気はさすがにコントロールできません。残り2つの部分の対策で対応します。

まずエサですが、防腐剤などを用いて毒エサに変えてしまう手法が一般的です。morinos でも水が溜まりやすい水平面となるデッキ部分はかなり安全な防腐剤を用いています。(morinos 建築秘話5を参照)

今回は、垂直面ということもあり、もう一つの対策:水分コントロールによって対応を考えました。

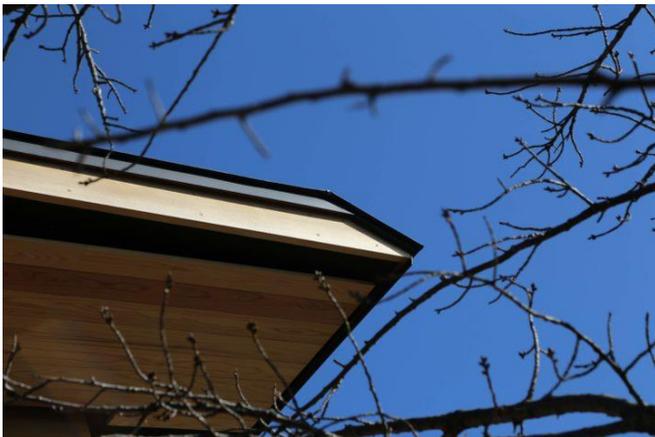
morinos の周辺環境は開けており、屋根という高さのた



め風が通り抜けます。夜露に濡れたり、雨に打たれても天気の良い日にすぐに乾燥します。これで、中長期的に湿潤状態が続くことを防いでいるわけです。
また、木部アラワシのため劣化具合を日常的に見ることができ、メンテナンス計画を立てる参考にもできます。

当初計画通り板金で巻きこむと確かに雨に濡れなくなります。ですが、もし板金内部に水分が入ってしまうと、透湿性の無い板金では乾燥できなく、蒸れた状態を維持し、腐朽菌の温床になりかねません。しかも表面から見えないため、気がつたときには屋根内部までダメージを負うことにもなりかねません。まさに諸刃の剣です。

ではもう一度、完成した破風板を見てみましょう。



どうでしょうか。シャープに見え、屋根の厚みを感じさせない納まりになっているのでしょうか。

今回の工事で一番、現場や、隈事務所とも打ち合わせした設計者のこだわりポイントです。一般の方はまず目がいけないと思いますが・・・この記事を見られた方はぜひ破風板も見てくださいね。

准教授 辻充孝

2020年03月17日(火)

雨樋のデザインと機能、雨水タンク(morinos 建築秘話 12)

morinos に降った雨を処理する雨樋、雨水タンクのはなし。

morinos 建築秘話1で紹介した通り、プランニングを始める前に、既存の情報センターと morinos に降った雨をどう処理するか。ここを片付けてから計画がスタートしました。

基本的な考え方は大きな雨樋で雨を受ける谷樋を形成して、雨水を処理することに。木造建築は水分が大敵です。(morinos 建築秘話 11 参照)

いろいろ形状を工夫して、出来上がった軒樋がこちら。カーブと直線が混ざったデザインです。



計画初期段階では、単純な四角い箱で計画していました。ですが、いろいろな試行錯誤がありこのデザインに決まりました。

この雨樋デザインも前回紹介した破風板(morinos 建築秘話 11)同様に一般の来場者はまず目がいけない部分。ですが、設計者はこだわらないといけない部位です。

「ここも、大切な部位デザインだよね」という設計者間の共通認識を得て、私たちの提案を隈事務所とやり取りをして検討していきました。この雨樋は、既存の情報センターのヴォールト屋根と、直線的な morinos の屋根が合わさる境界を受け持つ大切な要素。これらのデザインをうまくつなぐ必要がありました。

そこで、考えたのが必要雨量(後述)を受ける基本性能の確保しつつ、情報センターの丸い屋根から連続する曲面がそのまま直線となって morinos の屋根につながる一筆書きのようなラインを構成する雨樋です。

下の写真の雨樋は、曲面から直線に流れるように連続し

ていませんか？(morinos 建築秘話 11 で触れた破風板のシャープなデザインも注目)



この雨樋で連結された空間が下の写真。丸みを帯びた樋の印象が柔らかいですね。

樋の色もいろいろ考えました。

子どもたちの利用も多いことから、赤や青を基調にしたカラフルな色あいも検討していましたが、昨年末に隈さんが現場に来られた際に「連結空間の自然な流れが感じられるように、屋根の色にそろえるのがいいよ」とのアドバイスもあり、屋根と同色に。樋が主張しすぎない連続感のある軒下空間になりました。

隈さんの現場指導緒ブログはこちら「[隈研吾先生によるmorinos 建築施工指導](#)」



morinos 側から見る(下の写真)と直線のラインが効き、トップライトと屋根を雨樋の隙間から漏れる光で、少し明るめの軒下空間です。徐々に陰影が付いてくる既存情報センターの壁面に、黒く塗装した収納棚をかなり確保しましたので、V 柱の表の顔のデッキに相対する裏方仕事の活躍場所になるはずです。



さらに、縦樋で集められた雨水の一部は、地下に埋められた921Lの雨水タンクにつながり、手押しポンプでくみ出せます。(一般的な浴槽は180L程度ですので、お風呂5杯分程度の量が貯めれます)

ポンプを漕ぎすぎるとタンクが空になって、次の雨まで水を出すことができません。雨の流れを体感できる仕組みです。子供たちがひたすら漕いでいる姿が目に見えます。

この雨の流れは、ドイツのロッテンブルク林業大学のデデリッヒ教授から頂いたアイデアをもとに考えたものです。

デデリッヒ教授と隈さんの基本設計講評会の様子はこちら [隈研吾氏と涌井学長とデデリッヒ教授と語ろう！「森林総合教育センター基本設計講評会」](#)



個々の建物を独立した状態で維持するため、雨樋と建物

は連結していません。そのため、建物と樋の間に多少の隙間が開いており、降雨時にデッキ面を少し濡らします。木材劣化は大丈夫でしょうか。

年間降雨日数は岐阜県で概ね 100 日強(ちょうど全国でも中間ぐらい)、確かに雨は大敵ですが、それ以上に劣化原因の多くは、夜露によって毎日、湿ることが繰り返されることです。夜露を防ぐには、天空に向かって熱が奪われる放射冷却を防ぐことで、屋根を掛けることが有効です。(ここは全て屋根下です。)

アカデミー本校舎のデッキも、多少雨が吹き込む屋根下と、屋根が無い部分で劣化具合が全く異なります。屋根で雨を防ぐことも重要ですが、夜露を防ぐことが効果テキメンです。

ですが雨粒も入り込まない方が当然使い勝手もよくなるので、運用の工夫で、いろいろ考えられそうです。

このブログの最後に、最近顕著になりつつあるゲリラ豪雨に対する雨処理についてです。

-----以下、マニアックすぎるので関心がある方だけ見てください。

雨量の目安を独法 防災科学技術研究所(通称 NIED)より確認すると、

25mm/h 大雨洪水注意報発令基準
50mm/h 都市機能で想定されている排水機能の限界値
187mm/h 日本における時間雨量最高記録
300mm/h 10 分間雨量における最高記録(50mm/10min)

上記の過去のデータを参考に、今回のような施設では 180mm/h 程度を想定して樋の設計をすることが通例です。

今回の樋は、既存の情報センターの雨と、morinos の雨をダブルで受ける谷樋となっています。2つの建物の屋根を合わせると、屋根の水平投影面積は 780 m²と巨大です。もしここに 180mm/h の雨が降り続けると、1時間で約 140 m³もの雨を処理しないといけないことになります。

これを軒樋、豎樋の両方で、きちんと処理できるかを考えないといけません。

概算で、メインの豎樋が 6 本(豎樋は加えて端部に1本ずつの計8本)あるので、1 本あたり 130 m²分の屋根の雨を処理する必要があります。ここに降り注ぐ降雨量は、0.0065 m³/sec(降雨強度 180mm/h における 1 秒間の降雨量は 5.0×10⁻⁵m/sec、ここに 130 m²を乗じると降雨量が求まります。)

今回の軒樋の排水量を計算します。

計算は複雑なので、計算過程は省略しますが、水勾配 1/1000 として、軒樋の1秒当たりの排水流速は、0.945m/s。

ここに、排水断面積と流量安全係数 1.5 倍を考慮すると、軒樋の排水能力は、0.06 m³/sec となり、およそ 10 倍近い排水能力があります。300mm/h のゲリラ豪雨でも大丈夫です。

次に豎樋の排水量も計算します。

豎樋の落とし口の流速は、重力加速度 9.8m/sec²として、約 1.3m/sec。

ここに、豎樋の流量係数 0.6、150φ の断面積から求めると、豎樋の排水能力は、0.019 m³/sec となり、3 倍近い排水能力となります。

ただし、これらは健全な状態での計算のことで、落ち葉が積もったり、下水本管の許容量をオーバーすると、この性能は発揮できません。樋は人が乗れる強度を確保していますので、定期的なメンテナンスも重要です。

万が一、落ち葉が積もって雨があふれ出しても、下は半屋外の防腐剤注入の木デッキ。建物本体からは離れています。そのサインが見えたら樋の掃除ですね。

准教授 辻充孝

2020年03月18日(水)

丸ノコなぐり?ベンチ(morinos 建築秘話 13)

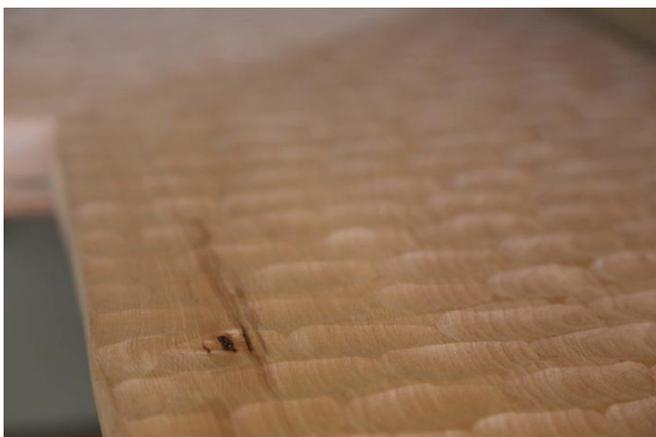
大きな空間から掘り込まれたところに、宙に浮いたようなベンチが据え付けられています。
今回はこのベンチのはなし。



木材は耳の付いた厚みが6cmもあるカバノキです。
ジリさん曰く、背板の木目がいかにもウダイカンパではとの情報も。(木材同定がしっかり出来たらこのブログも修正してるかもしれません)



さて、今回の本題はベンチの表面仕上げ。下の写真の座面のアップを見てください。



なにやら独特のデコボコがあり、気になる質感が感じられます。触ってみたいくなりますよね。

せっかく厚い板を用いてベンチを作るのなら、座った時の感触なども、木の仕上げを変えて、いろいろ体験してほしいという想いで、表面加工を「名栗(なぐり)」にできないかとの相談を持ち掛けました。

名栗とは、「ちょうな」や「突きノミ」、「ヨキ」などの日本古来の道具を用いて、独特の削り跡をつくる加工技術です。名栗仕上げにも、いろいろな文様がありますので、調べてみてください。

さて、morinos です。
大工さんや現場監督さんと、どうやって加工しようかと定例打合せで何度も相談しました。

予算がしっかり確保できていれば、名栗の専門業者に材を運んで加工してもらうということもできますが、今回の限られた予算と人材リソースで可能なものはどんな仕上げかと…。

出てきたサンプルが、下の写真です。大工さんの自信作。触った感じもなかなかいいです。



「難しいって言ってたけど、いい感じじゃないですか。どうやって作ったんですか?(私)」
「丸ノコで削りました。(大工さん)」
「……ええ!!(私)」

使い慣れない「ちょうな」などより、慣れ親しんだ「丸ノコ」の方が自由に加工できるということでしょうか。

仕上がりは「ちょうな」では出せない独特の削り跡。「丸ノコ」を使った現代の名栗加工(morinos オリジナルの丸ノコ名栗)と呼べるものではないでしょうか。morinos のベンチははこれで行きましようかと即決。

ベンチのコーナー部分は留め(斜め 45 度で合わせる加工)で納まっています。(下の写真の2枚の板がつながっている部分)

この名栗の削り目をどうするか。この部分だけ2枚の板

を接合してから、再度加工を施し一体感が出るようにしています。よく見てみると、接合部もつながって加工されているのがわかります。

外注して名栗をお願いすると、こうはいきません。

背板は同じカバノキでツルツとした表面加工。

座られた際はぜひ同じ材の手触りの違いを楽しんでくださいね。



さて、ここからは少し建築的なはなし。

この分厚い 6cm の板が宙に浮いたように設置されています。重い材を軽く見せる逆説的な近代建築の表現手法です。

構造はしっかり検討してますので安心してください。二重壁(これはまたの機会に紹介します)の最奥から、鉄骨下地を持ち出し、この上にベンチが置かれます。背板も下地がしっかりと固定されて、ここに背板がこれも浮いたように取り付けます。



下から見上げるとこんな感じ。座った感じもがっちりしています。



ベンチが宙に浮いているため、隣に置かれた薪ストーブ用の薪置き場や道具置き場、来場者の荷物置き場として活用しやすいようになっています。

この宙に浮いたベンチのデザイン。木の脚でがっちり作られていると、自然な安定感の中、ベンチにも関心が行きません。少しの違和感があることで、来場者はどうなってるの？と興味、感心が高まるはずですよ。

木材だけだと、どうしても断面が大きくなり、日常の延長に感じられるデザインになってしまうところを、土という空間の中に木だけが浮いている少しだけ非日常の演出。

今回は鉄という素材の助けを借りたことで、より木材の個性が出てきたのではないのでしょうか。

准教授 辻充孝

2020年03月19日(木)

葉っぱのエッチングガラス(morinos 建築秘話

14)

morinosの土の洞窟。北外壁に掘り込まれ左官で仕上げられた少し天井の低い空間です。

丸ノコ名栗のベンチ(建築秘話 13)と薪ストーブ(またの機会に紹介します)が置かれます。

よく見ると、四角い穴がポツポツあいています。



近寄ると、葉っぱが形どられたガラスが土を掘り込んではめてあります。

なんとも不思議な質感のガラス。

今回はこのエッチングガラスについて。



morinosは収納庫も含めてワンルーム空間ですが、様々

な活動に合わせて空間を切り取れるようになっています。

活動的で大きな多目的空間、プログラムの小道具が見える収納庫、大きな屋根下の半屋外デッキ、ソファの置かれた明るい図書コーナー、そして天井の低い落ち着ける土の洞窟です。

この「図書コーナー」と「土の洞窟」は印象が対照的な和みの空間です。

「図書コーナー」は、天井が高くガラスの壁面から日光がサンサンと降り注ぐ日差しの中、外の景色を見ながら、ゆったりとしたソファでくつろげる明るい空間

に対して、

「土の洞窟」は、天井を低く押さえて土の柔らかい素材感に囲まれ、薪ストーブの炎の揺らぎなどを見たり感じながら、木のベンチで落ち着いて談話する空間です。

壁を土壁だけで仕上げると、少し重たい雰囲気になるため、この掘り込まれた洞窟に、一条の光が差し込むようなアクセントを入れたいと思いました。

単なるガラスでもその役目は果たしますが、morinosらしい表現ができないか考えたのが、葉っぱをモチーフとしたガラスです。

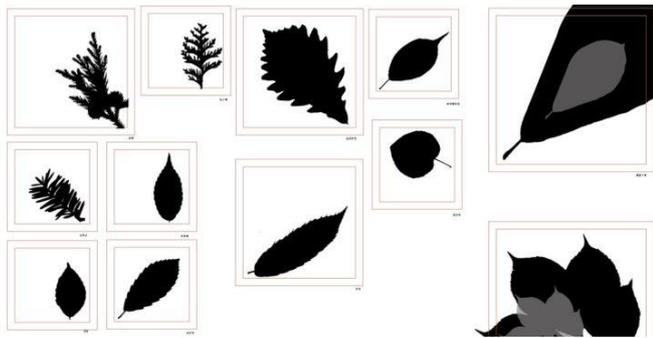


ベースとなる技術は、硝子表面にサンドブラスト処理を行い、いろいろな文様を描き出す「エッチング加工」です。これで、精度よく葉っぱを形づくるのが可能になります。

ガラス背面から光が透過することで明るく見えますが、北面の収納スペースに面するガラスや夜間は、暗く沈んでしまいます。そこで、特殊な鏡面加工も混ぜ、ガラスらしい透過要素を残しつつも室内の光を反射する鏡の性質を併せ持つガラスを作っていただくことになりました。こんなガラスは一人ではまず思いつきません。

技術的にはエッチングや鏡面加工を何層かに分けて行い、積層して接着することで出来ています。何重にも重なったガラスの奥行き感が感じられます。

エッチングする葉っぱデザインは、森林生態学が専門のアカデミー教員 玉木先生に協力いただいて、美濃市周辺に自生している特徴的な植物を 20 種類ピックアップ。シルエットを原寸大でかたどって、葉柄(ようへい:葉と茎を接続している小さな柄)や葉縁(ようえん:葉身の周縁部)など、それぞれの樹木の特徴がしっかり出ているかを確認していただいて作成しました。



これを、ガラスの大きさ(100mm 角、150mm 角、200mm 角の3種類)にレイアウトして下図を作成しました。

ホオノキ(上イラストの右上)などは大きすぎて 200mm でも入りきらず、原寸サイズに加えて、形状を表す縮小版もレイアウトしました。

出来上がったホオノキがこちら。(下の写真)いかがでしょう。葉っぱの特徴が見れますか。鏡も単なるシルバーではなく、茶色味がかかった柔らかさを感じます。葉っぱのエッチングガラスは 20 種類ありますので樹木同定を行ってみませんか？答えはスタッフに聞いていただければ誰もが答えられます。アカデミー学生でも大丈夫でしょう。



個々の植物の形を図鑑のように並べるのではなく、かつて生きていた存在感まで表現できればと考え、制作をさせていただきました。

ガラスと鏡が持つ、透過、不透過、反射、ゆらぎの表現を利用して、落ちた葉が腐食し、川や風に流れ、やがて消えていく感じを表現しています。

ただ、日々の光の変化のなかで瑞々しく輝き、もの悲しくならないように気をつけて制作しています。

技術的には多層エッチング加工、積層接着ですが、そこに込めたメッセージはこの地球で生きた生命の痕跡と輝きを何とか表現できたのではないかと考えています。

<動画プレーヤー>

この不思議な質感のガラス、現物を見ないと良さは伝わりません。

下の写真は試作品のエッチングガラスです。光の透過具合と反射具合を確認しました。何度見ても、不思議な透け感です。

昨年末に隈さんが来られた際も試作品を確認いただき、「これは面白くていいね。」とのコメントもいただいています。



このエッチングガラスを設置する壁は、地震の力を伝える耐力壁。通常の構造用合板では、穴をこれだけ開けられませんので、斜めに材を入れる筋交いで確保しています。

この筋交いを回避しながらバランスよく配置していきました。(下の写真の合板の斜めの線が筋交い位置です)

2020年03月19日(木)

見せる収納のランダム格子(morinos 建築秘話 15)

morinosは日本で初めての「森の入り口」で、人と森をつなげるイベントをたくさん開催する施設です。イベントプログラムには、さまざまな道具が登場します。一体どんな面白いモノが使われるのか、楽しみですよね。そんな楽しい道具を収納庫に仕舞っているだけではもったいない。ただの納戸ではなく「見せる収納庫」にすれば、来た人がワクワクするような道具を覗き見ることができます。

だから morinos の収納庫は普通の壁ではなく「木の格子」。向こう側が見えて、光と空気が行き来できるようになっています。

あと、中が見えているのでいつも綺麗に片付けながら運用する効果も狙っているのです。



左官の下塗りでエッチングガラスを埋め込み、光の状況も確認します。

夜には、外部照明の光が入りつつも室内の光を反射して、全体が輝いています。(下の写真)

時間を変えて現地に行くと、昼と夜、照明の有無によって、毎回違った表情が見れ楽しませてくれます。

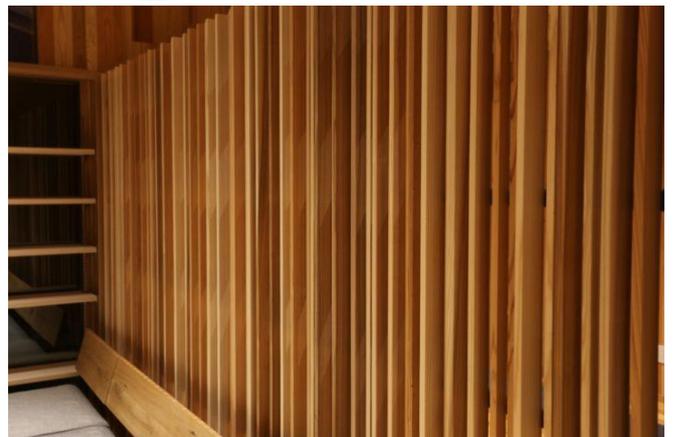


准教授 辻充孝



木の格子で、収納庫を見せるデザインにしています

今回はこの「格子」の話です。格子というのは普通、寸歩の同じ材をたくさん並べていくのですが、morinos の格子デザインはちょっと変わっていて「見込み寸法」の違う三種類の材を等間隔に並べています。「見込み寸法」というのは、材木を前から見たときの奥行き寸法のことですね。三種類を規則性なく、ランダムに並べて壁をつくりました。



「見込み」の異なる三種類の材をランダムに配置しました
 どうしてこんな面倒なことをするのか？
 それは規則性のないランダムな配置が、室内を、ちょっと
 有機的な空間にするからです。それがmorinosに合っ
 ていると判断し、このデザインにしています。



図書・カフェスペースの雰囲気はこんな感じです。格子の
 凸凹がアクセントになっています。

「えー？本当？そんなに違うの？」と思うかもしれませんが、
 これがもし、普通の格子だったら……



普通の格子

ね？同じ寸法の格子だと、無機質で、カたい印象でしょ
 う？morinosに合わないですね。

morinosは空間全体を、丸太や土壁などの有機的な曲線
 と、梁や柱の軽快な直線でバランスをとって空間構成し
 ています。

しかもこの場所は、室内のシンボルとなる土塗り壁のす
 ぐ裏。室内空間の主役級であるこの土壁は、岐阜県の誇る
 左官職人挟土秀平氏とアカデミー学生のワークショップ
 でつくられ、想いのこもった壁です。

その後ろで、無機質につまらなそうにしている格子より、
 温かみと愛嬌のある格子にした方が、その場所の構成と
 して素直だと思いませんか。

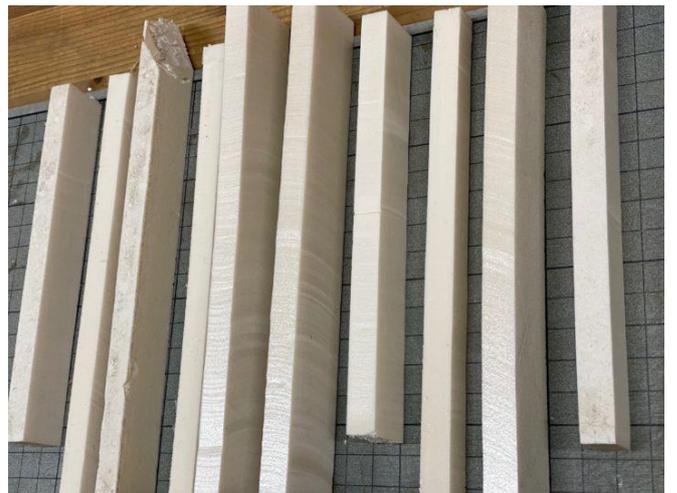


この土壁が、室内のシンボルであり意匠的な主役なので、
 格子はあくまで脇役なのです。

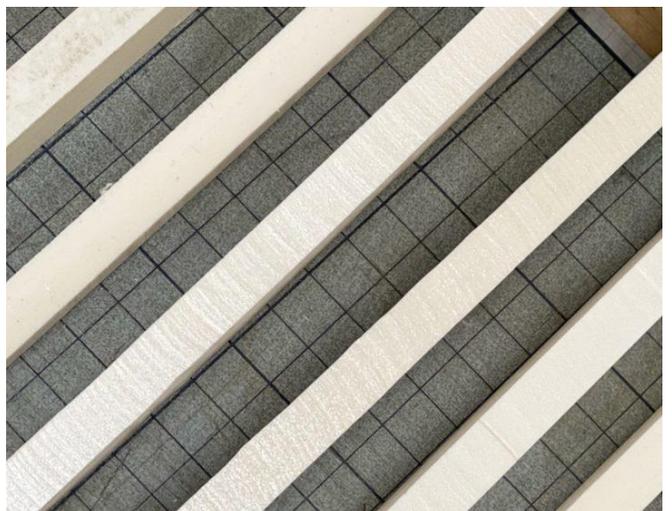
でも三種類でランダムに、とは言っても、どのくらいの寸
 法にするべきなのでしょう？

そういうデザインの塩梅って、どうやって決めたらいい
 のでしょう。

答えは「原寸でつくってみて考える。」ですね(笑)。
 身も蓋もないですが、これが一番です。



実際につくってみて、触ってみて、印象を確かめます。

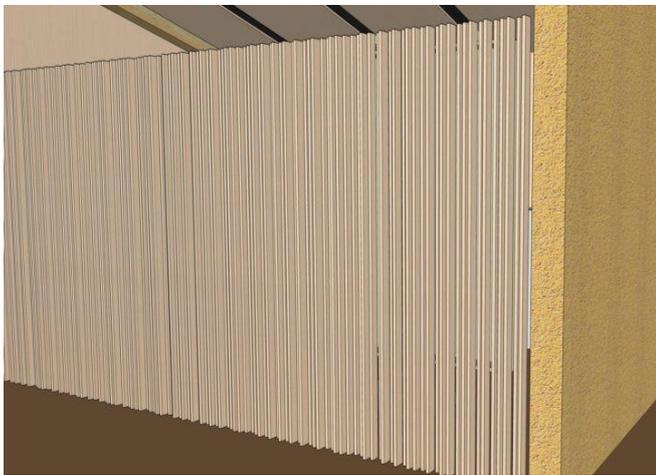


間隔はどのくらいがいいかな……

でも全部正確にはつけれないし、見込み寸法と間隔を何回も検討する度に配置し直すのは原寸模型では大変すぎる。ということで3Dモデリングソフトの登場です。



材を細く、間隔も小さくして検討しました。が……



細すぎて中が見えにくいし、材が多すぎて壁の印象を邪魔しています。脇役が目立ってはいけません。

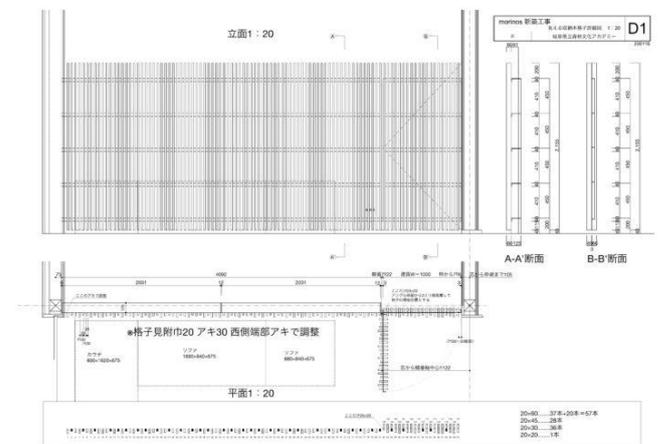


日射を当ててみたりしつつ、ちょうどいい寸法を探します。



ちょうどいい寸法で完成しました。ちょうど良さ、大切にしていきたいですね。

このように何度も検討し、2Dの図面に書き直して、現場に送ります。



原寸模型→3Dモデル→2D図面と伝達し、実施の原寸で完成……という流れです。この手間が、いい空間をつくれます。



収納庫の中からショット。骨組みの鉄は浅い棚になっていて、道具を展示できます。



床に格子をつけると重々しくて牢のようになるので、浮かせて軽快な印象に。

いかがでしたか？

morinos には、morinos のコンセプトを一貫させるための、こうした細かなデザインの検討結果が、いたるところに散りばめられています。

ご来場の際には、ぜひランダム格子にもご注目ください。

木造建築教員：松井匠

2020年03月20日(金)

丸ノコ名栗と圧縮杉の取っ手(morinos 建築秘話16)

morinos の南入り口の建具。いい感じで外部につながっているでしょう。

見ていただきたいのは、ペアガラスがはめ込まれた木製建具です。

実は morinos には1つも既製品のアルミサッシや樹脂サッシは使っていません。全て建具屋さんでスギ材で1本ずつ製作していただきました。

今回の話題は、建具の中でも、その取っ手。

下の写真の取っ手をよく見ると、子供でも大人でも、しっかりと持てるように長い木の棒になってます。



近寄ってみると、ベンチと同じカバノキの取っ手。(下の写真)

表面に、「丸ノコ名栗」が施されています。いい感じでしょう。

常に目に触れ、手で触る部分ですので、手触りと見た目を

重視して、またまた大工さんに丸ノコで加工していただきました。
ベンチの共木(ともぎ)で作っていますので、対面するベンチとの相性もいいです。(共木とは1本の同じ木から採った材料のこと。)

黒く塗られたスチールの取っ手も、見た目は木との相性抜群ですが、冬はやっぱり冷たい。触りたくなくなります。

ここは日常的に手で触れる部分ですので、木にこだわりました。



続いては、収納部分の取っ手です。

下の写真は、収納部分を遠景に見たところ。全体が木の箱のようにスッキリ納まっています。左右が建具やガラスのため、より箱のように見えます。

建具は両開きで上下で分割され4枚でできていますが、ここでも床と同じように(morinos 建築秘話8を参照)木目はつながっています。今度は建具屋さんをお願いして作っていただきました。



この建具の取っ手はというと、下の写真のように、建具を掘り込んで、別パーツの取っ手を取り付けています。

実はこの材(少し濃いめの材)は、外部デッキに用いた圧縮杉です。

取っ手の穴の部分がぎゅーと圧縮されて指を入れる隙間ができたようにデザインしています。

取っ手部分は、常に触れる部分ですので、少し固めの圧縮杉が適切で、遠目に見ると、同じ素材のため、目立ちすぎずにいい感じに納まっています。



以下、morinos マニアック-----

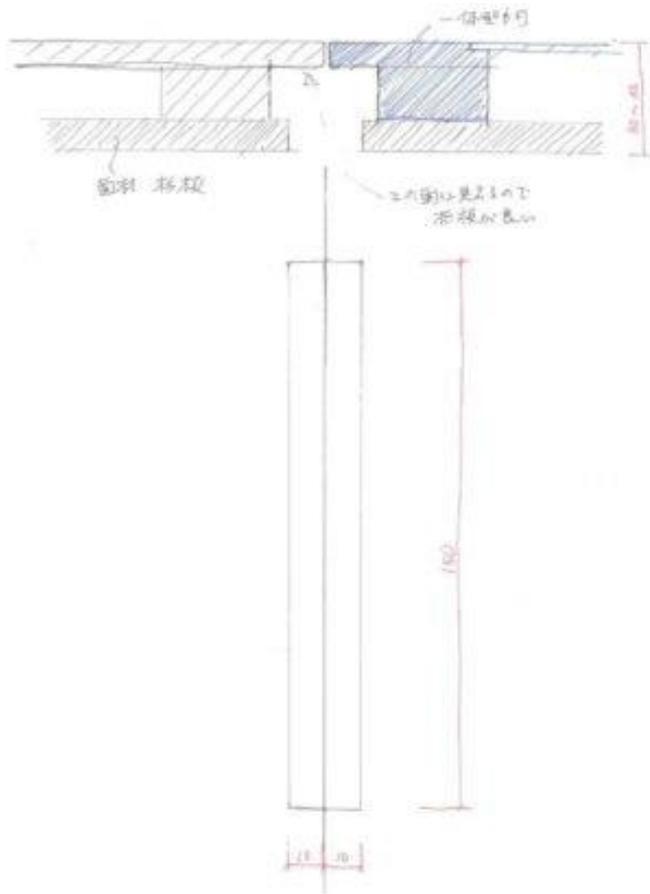
今回紹介した建具の取っ手は断面の大きさを決めるのに、いくつかの原寸大模型を使って確認しています。

大人の男性と子どもでは、手に取る高さや手のひらの大きさがかなり違います。取っ手をどの高さまで下げるか、大きさはどの程度が適切か、実際に握って感触を確かめながら決定していきます。



さて、もう一つの収納の掘り込み取っ手はというと、トラブルと試行錯誤の連続でした。

当初計画では、左のスケッチのように、建具の合わせ目の表面を掘り込んだ細長い取っ手の予定。morinos の直線的なデザインに合わせてすっきり納めたものでした。



ですが、現場に行くと、「……」

左のような丸い穴が開いていて、建具屋さんから「プッシュつまみ(押したらつまみが出てくるもの)をつけようと思うんですが。。。」(ちょっとショック(;ω;))

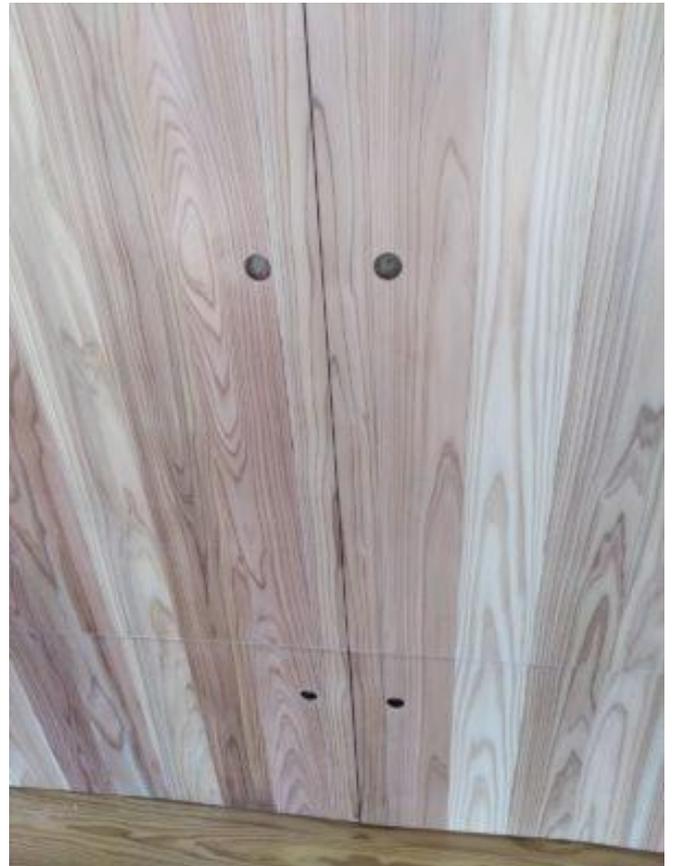
工事の最終局面、ほんとに多くの職人さんたちが、慌しく動いているなかで、意思疎通がうまくいってませんでした。建具屋さんもシンプルにつくろうとした意識は伝わってきます。

建具自体は、木目も通って丁寧につくられています。さすがに、作り直しはもったいない。

ですが、ここで既製品のピカピカの取っ手はあり得ない。

しかも、相談されたのはちょうど課題研究公表会の昼休み。学生集大成の発表会で私たち教員も緊張感たっぷり。

ですが、現場は待ってくれません。



現状の建具を活かしつつ、その場で方向性を決める必要があり、松井先生と、いろいろなアイデアを出し合いながら、morinos の直線的なデザインも入れつつ、こっちの方が良かったねといえるものになしようと、試行錯誤を繰り返します。

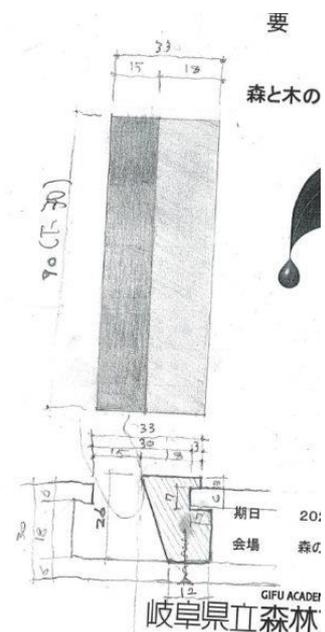
「四角く穴を開け直しそうか」

「いやいや、幅3cmの穴は大きすぎて不格好だよ」

「カバノキの広葉樹でアクセント的に出っ張らす？」

「掴まみにくいかな？」

「じゃあ折衷案で、掘り込みも活かしながら広葉樹のアクセントで取っ手を作っともらおうか」と、



その場で課題研究公表会要旨集の表紙にスケッチをして、カバノキを左のように加工して修正お願いしますと、現場に渡して昼休み終了。

ですが次の休憩時間に、カバノキの端材も建具の取っ手に使い切ってしまうと、どうしようと考えていたときに、スギの圧縮材で作った方が一体感があるよねということで、今回の最終形になってます。

このブログの上に貼った収納建具の取っ手をみて、いかがでしょう。
圧縮された杉が一体感を持って morinosらしい建具になったと思いませんか。

准教授 辻充孝

2020年03月23日(月)

エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

エコロジー建築というと、木や土といった自然素材を多く用いて製造や廃棄時にエネルギーが少ない材料でつくられた「材料のエコ建築」と、省エネ性能を高め運用時のエネルギーを極力削減する「運用のエコ建築」に大きく分かれます。

どちらもエネルギーのエコですが、内容は全く異なる場合があります、お互いに私の方が正しいという意見を聞くことがあります。

どちらがよりエコかを考える際には、建物の一生涯を通して考えるといろいろ見えてきます。一般的に50年間建物を運用すると、製造廃棄時のエネルギーは30%程度、運用時は70%程度です。いくら自然素材で作っても運用時のエコを考えないと、毎日の電気やガスで、結局はエネルギーをたくさん使うことになってしまいます。

つまり、運用時のエコをしっかり考える必要があります。morinosは欲張って、地域の木や土を可能な限り使用する材料エコにもこだわっています。(これらは別の建築秘話をご覧ください。)

今回はこの運用時のエコのはなしです。

さて、morinosの運用時のエネルギー消費はどのような計画なのでしょう。

計画段階で、用途別(暖房や冷房、照明などの用途)エネルギーの多い少ないがわかれば、設計段階でどのようにエネルギー消費を減らすかを考えることができます。

普通の住宅(岐阜市あたり)では給湯が一番エネルギーを使用します。一般の方は、夏や冬に光熱費が高くなることから暖房や冷房を警戒されている人も多いようですが、給湯は年中使用し水の熱容量が大きいため、エネルギーが大量に必要なのです。

ですが、住宅以外の建築物となると、その建物種別によってかなり異なってきます。私がいろいろな建築種別で計算した値を見比べてみます。

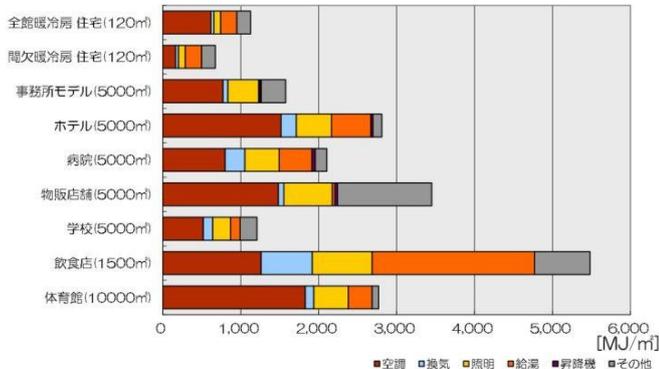
下のグラフは、床面積1㎡あたりでどのくらいエネルギーを消費するかの目安です。

上の2段が住宅で、最上段は全館空調をした場合(冬の間は暖房をつけっぱなし)、2段目が部屋に入ったら空調をつける場合です。通常は部屋に入った時に空調をつけるため、2段目の給湯(オレンジ)が多いことがわかります。

morinosはというと、このグラフの「学校」あたりが目安

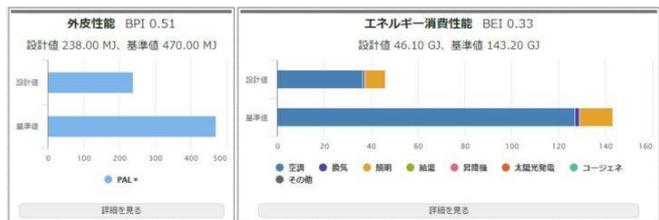
になりそうです。
 日中の滞在時間が多いため、空調(赤)が最も多く、照明(黄)、その他(グレー:OA 機器など)が続きます。
 換気(水色)と給湯(オレンジ)は少なく同じくらいです。
 morinos は給湯設備はありません。

つまり、空調と照明の省エネ化が重要になってきそうです。



morinos で行った対策は、断熱や日射制御をしっかり行い、薪ストーブと、高効率エアコンで「空調エネルギー」を削減、また昼光利用を積極的に行い、必要な場合は照明計画(建築秘話 9 参照)で補完することで「照明エネルギー」の削減を考えました。(この辺りの省エネ設計はまたの機会に紹介します)

では、省エネ設計を行った morinos はどのくらいのエネルギー消費予測になるのでしょうか。
 国立研究開発法人 建築研究所が開発している「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) Ver.2.8.6」を用いると予測が可能です。



上のグラフが、morinos の計算結果です。
 上段が morinos の設計予測値、下段が省エネルギー基準値です。省エネ基準値は一般的な同種の新築建築物程度と考えてください。

左の水色のグラフは、断熱や日射遮蔽などの外皮性能 (PAL*)を示し、年間どのくらいの熱量がほしいかを示しています。なるべく少ない方が暖房や冷房を使わなくても快適に使用できます。
 morinos は、概ね基準値の半分になっていることがわかります。断熱や日射制御の工夫の成果です。

右の色付きグラフが、エネルギー消費量予測です。
 一般的な同種の建築より概ね 7 割弱削減されています。(水色の空調が概ね 7 割減、黄色の照明が4割減)

空調での工夫は、上記の PAL*に加え、暖冷房設備の効率も影響します。照明も、発光効率の高い照明器具によって効果が出ています。

ではこのエネルギー消費量は具体的にどのくらいでしょう。
 設計値は、46.1GJ/年となっています。光熱費に直すと、13 万円/年くらいです。(電気単価が 27 円/kWh の場合)

一般的な同種の建築(省エネ基準値)が 143.2GJ/年ですので、年間光熱費が約 40 万円/年。断熱強化や高効率設備など morinos の建物性能向上によって年間 27 万円の削減効果となっています。
 10 年間で考えると 270 万円の削減、50 年間では、1350 万円もの違いがでてきます。
 当然、同じ分だけエネルギーも削減されていることになりしますので、エコ度が非常に高いです。
 ライフサイクルで考える大切さがわかるでしょうか。

ちなみに、一般的な4人家族の住宅(暖房をオン・オフする住まい方)で 85GJ 強(25 万/年くらい)ですので、一般住宅の半分以下程度です。

ただ、これらは設計図書に基づき、利用想定をいろいろ入れて計算した予測値ですので目安程度と考えています。

また、アカデミー本校舎には太陽光発電が 50kW 搭載され、自家消費(電力契約上、正確に割合が出せませんが)していますので、学内で作られた電力の一部は morinos でも使用されていきます。(morinos に必要な太陽光発電容量は概ね 5kW 分程度。)



アカデミー本校舎の太陽光発電。10kW を5か所の屋根に設置し計 50kW の容量。

今回の計算には、薪ストーブは含まれていませんので、もっと安くなるか、あるいは morinos の使い方(冬でも開放?)によってはもっと増えるか…。楽しみです。
 これから始まる実際の運用状況を計測できればと考えています。

省エネのもう少し詳細な紹介はこれからしていきますので楽しみに。

准教授 辻充孝

2020年03月24日(火)

「土の洞窟」と針葉樹を燃やせる薪ストーブ (morinos 建築秘話 18)

morinos には「土の洞窟」という、ちょっと奥まったスペースがあります。カッコいい薪ストーブがあって、なかなかいい雰囲気でしょう。



薪ストーブは国産「AGNI-CC」。岐阜県岐阜市で開発・製造されているものです。開発元は 450 年以上の歴史ある鋳物メーカー。日本で売られている薪ストーブは 95% 以上が外国製なのですが、「AGNI」は日本の森林事情に合わせ、針葉樹の間伐材を燃やしても問題ないように設計された、メイドイン岐阜の逸品です。

「針葉樹を燃やせる薪ストーブ」と聞くと「え？スギもヒノキも針葉樹だけど、普通は使えないわけ？」と思いますよね。多くのストーブは「針葉樹は使用しないでください」とされています。

理由は、針葉樹は広葉樹と比べて高温燃焼になるので

- 1、早く燃え尽きてしまう。
- 2、高温すぎて本体や煙突を痛めてしまう。

という 2 点の問題があり、敬遠されてしまうのです。「AGNI-CC」はこの問題を克服しました。

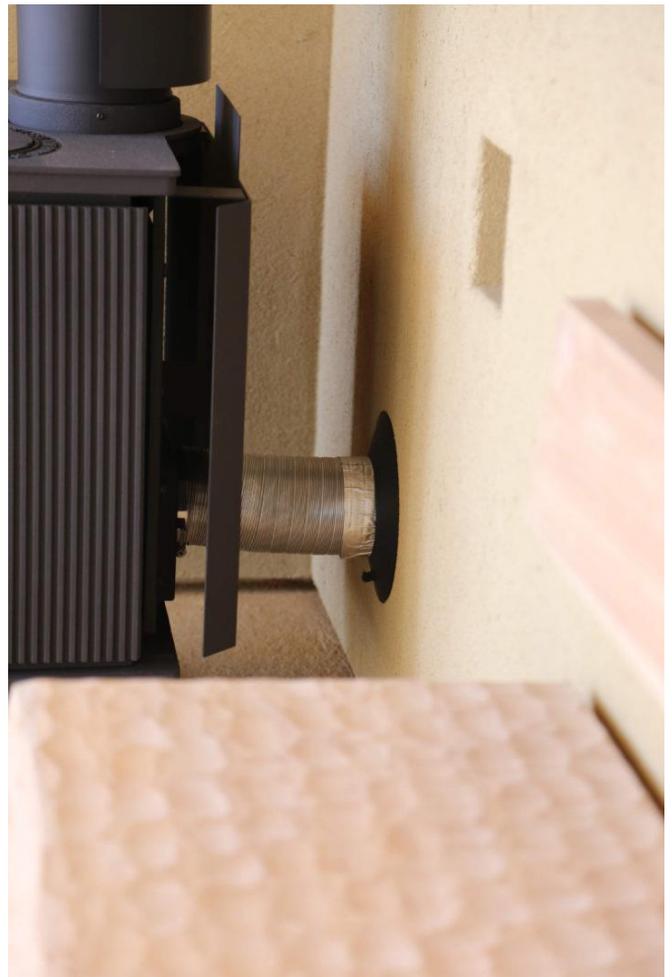
1、早く燃え尽きてしまう。
→ ハイブリッド燃焼方式で二次燃焼を行い、針葉樹でも長時間燃焼できるようにする。

2、高温すぎて本体や煙突を痛めてしまう。
→ 鋳物で厚くつくることで熱で割れない強度を確保する。

アカデミーの演習林からはスギやヒノキが、じゃんじゃん降ろされます。また、森林利活用のための学校なので間伐材利用も大きなテーマのひとつです。「AGNI-CC」、アカデミーの morinos にぴったりですね。しかも二次燃焼のさせるときに煙が浄化される仕組みなので、大気汚染にもしっかり配慮。



見てくださいこの美しい火。



空気は外から入れて、煙と一緒に煙突から外に出す。室内には熱だけを放出する仕組みです。



空気調整レバーの印には、森のマークが。日本の森を守るコンセプトなのです。

……と良いところづくめですが、建築的に気をつけなくてはいけないのは「火事」です。火源があるわけですから、壁や天井を燃えにくくしなくてははいけません。建築基準法でもストーブの周りは内装制限がかかります。火は天井を伝って広がっていきますから、ストーブの直上は燃えにくいものにする必要があります。

ここでも設計時に苦心がありました。morinos は一体空間なので、一室とみなして全部の天井を不燃材料にすることになってしまい、それだと天井を木にできないし、直上だけ不燃材にして区画するためには「50センチ以上の垂れ壁」が必要です。「morinos の勾配天井に垂れ壁か……圧迫感が出るし、天井に要素が増えるとうっとおしいから、嫌だなあ……」と悩みます。

ですが辻先生の考案で、北側に土壁で覆われた洞窟のようなスペースを設けることにしました。これなら不燃認定を受けた土壁で実現できます。しかも天井区画のための「垂れ壁」が効果的に視線を遮って、落ち着く空間になります。よかった。



これが「垂れ壁」。ちょっと低めになっていて、中が落ち着くようになっています。

さて、法律の内装制限とは別に、ストーブ周りに壁が近いときは「遮熱板」が必要です。普通は、金属や石を立てて壁との間に隙間を開けるのですが、小さな土の洞窟の中

に、広葉樹のベンチとストーブとエッチングガラス、さらに別の金属や石が見えると、お互いの良さを潰しあってしまいます。

ですので「土壁のそのものに遮熱性能を持たせるように設計しよう。」ということでメモしたのがこちら。



急いで描いたのでちょっと雑ですが、概ねこの通りになりました。

要するに躯体に熱を伝えないように、仕上げと下地を不燃材で作って、空気の通り道を作ればいいのです。で、できたのがこちらの壁。



周囲全ての壁を同じように見せています。



通気のためのスリットが、壁を軽く見せる効果になっています。

上下のスリットが壁を浮かせて軽く見せる効果も狙い、うまくいきました。

「土の洞窟」は壁も天井も床も、土を使って左官で仕上げられています。ベンチがあり、座ると「垂れ壁」で少し視線が遮られることで、こもるように気持ちの落ち着く場所です。ベンチは「名栗仕上げのカバノキ」。この空間には包容力が欲しいので、厚みを持たせてどっしりとした印象にしています。足元は薪置き場にする時に脚が邪魔にならないように、また、重々しくなり過ぎて主張しないように、鉄で持ち出して脚のないデザインにしました。



こちらも分厚い材料が浮いているように見えるけど……



下を覗くとちゃんと支えています。

床は設計では石だったのですが、隈研吾氏と涌井学長が現場に来られた際「ここは同じように土でやっては？」とアドバイスされ、急遽基礎をかさ上げしてもらい同じ色の土間になりました。確かに、床も土の方がいいですね。くつろぐ場所は、要素があまり複雑にならない方が、心地よく過ごせます。



土間も同じ色。狭い空間で要素を多くしすぎないことがポイントですね。

実は、スクリーン掛けの鉄棒を巻き取る金物や、換気計画の給気口、コンセントなども、目立たず邪魔にならない位置をよく検討して設置してあります。morinos にお越しの際は、探してみてください。なるほどと思う位置にありますから。

以下、morinos マニアック-----



……………ストーブの上の変な形のファン、これはなんでしょう？
これ「エコファン」といって、ストーブの上に置いておくと発電してファンが回り出すのです。

「エコファン」がなぜ発電できるのか。それは「ゼーバック効果」といって、温度差を与えることで電位差(起電力)を生じさせて、コンセントも電池もなく自ら発電してファン

が回るのです。躯体の下部と上部が分かれており、下部は熱され、上部は冷えていると、その温度差が大きければ大きいほどファンの回転速度が上がります。85～345℃が作動温度ですが、上部がそれなりに冷えていないと温度差が生まれないので、真ん中に置くと全体が熱くなってしまい無回転になります。ですので端っこに置いておきます。

冬の morinos でこれが高速回転していたら、天板が熱い証拠です。触らないように気をつけてね。

木造建築教員:松井匠

2020年03月25日(水)

昼光利用のねらいと効果:日中は照明いらず

(morinos 建築秘話 19)

morinos のエネルギー消費は空調と照明がほとんど。照明エネルギー削減のためには、昼光をうまく活用するに限ります。

今回はその昼光利用のねらいと効果について。

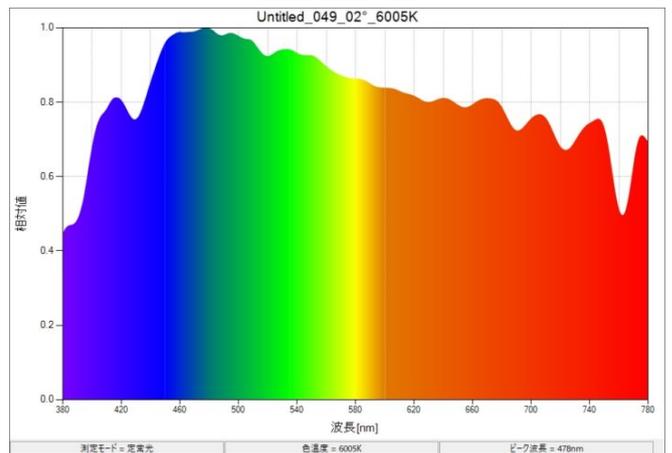
光を考えるうえで、まず優先すべきは太陽光(昼光)を活かすことです。なぜなら、光環境で求められる①時間のリズム、②強度・明るさ、③質(スペクトル)が優秀だからです。

下の図が morinos 内部で測定した朝の光のスペクトルです。鮮やかな色が合わさって空間が照らされています。

この太陽の光は、昼には全体の強度が強くなり、曇ると全体が弱く、夕暮れ時は明るさが少し落ち着きながら色合いは赤みが強くなったりと変化します。同時に東から差し込む朝日から夕方の西日まで、時間とともに光源が移動します。

この時間のリズムは人工照明ではなかなか実現できません。また、ほぼ無限のエネルギー源である太陽ということも省エネの観点から重要です。

「照明計画と光の質(morinos 建築秘話9)」で光の考え方と大切さの話をしていますので参考にしてください。



では、この昼光を効果的に利用するにはどうすればよいでしょうか。

光環境が対照的なアカデミー本校舎と morinos を比較してみましよう。

下の写真は同じくらいの大空間の森林文化アカデミー学生ホールと morinos ホールをほぼ同じ時間に撮影したものです。

カメラの設定はどちらも同じ設定です。(ISO 感度 100、

シャッター速度:1/15、絞り F7.1、画角 24mm、白飛び黒つぶれしすぎないあたりを狙いました)



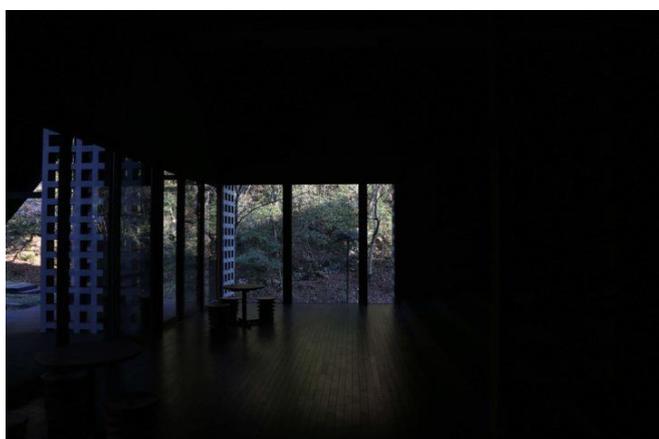
morinos ISO100 1/15 F7.1 24mm

下の写真はmorinos室内の圧密フローリングです。どのグレーに近いでしょう。んん、意外と難しいですね。



カラー写真だとわかりにくいので、カメラ設定のグレースケールで撮影してみました。(下の写真)

左から3番目(KN-60)くらいでしょうか。マンセル値から反射率は概ね 30%となりました。



学生ホール ISO100 1/15 F7.1 24mm

外の光は、ほぼ同じはずなのに、明るさ感が全く異なります。実際の体感はもう少しましです(学生ホールがもう少し明るく感じる)が、それは目の瞳孔の調整によるものです。

人の目は、非常に優秀な調整機能を持っており、月明かりの1 lx(ルクス)から日中の10万 lxまでうまく瞳孔を絞って調整しています。10万倍の調整機能があります。

昼光利用のポイントは、昼光を取り入れる開口部の大きさや室内の反射率、室形状です。

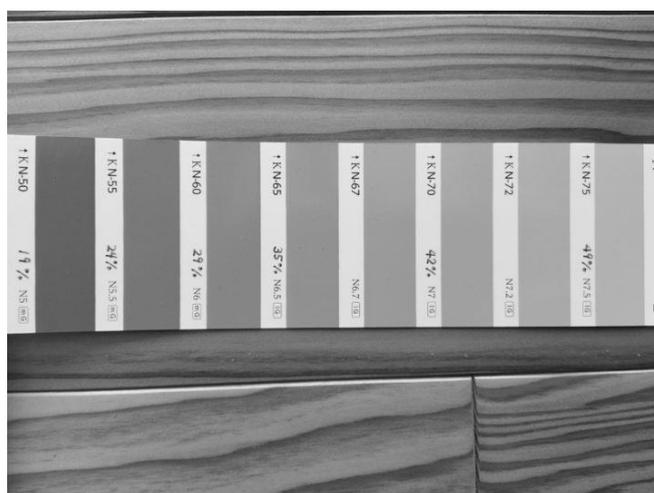
アカデミーの学生ホールは、空間に対して開口部が小さく、床や天井が黒く塗られて光を反射しません。

一方で morinos は、大きな開口部があり、床や天井も明るめの杉板が使われています。

17 期生の学生が、照明の課題研究を行った際に、反射率を測定する方法をまとめています。

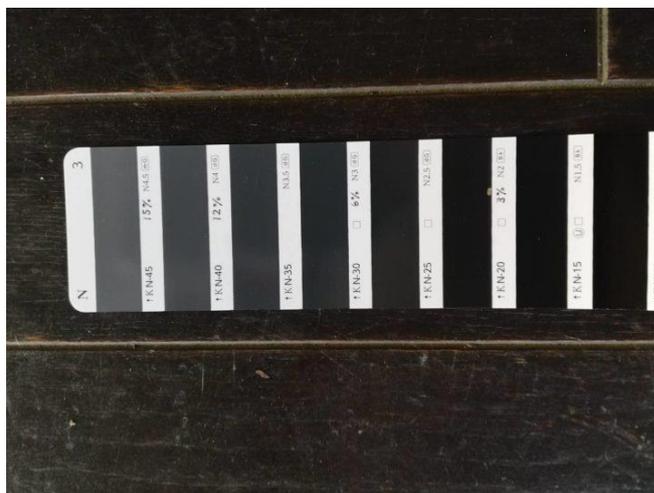
精度よく反射率を得るには色差計(XYZ 色表系における Y 視感反射率)を用いるのですが、専門家へのインタビューより人の目の感度もなかなかということで、簡易法を提案しています。

色見本帳のグレーのマンセル値より、人の目で近い明るさを選ぶと概ね正しい反射率を得るというものです。



ではアカデミー本校舎の床はというと、カラー写真ですぐはかがでしょう。(下の写真)

一番右(KN-10)くらいでしょうか。反射率は1%。それは、暗いはずですが。室内に入ってきた光がほとんど反射しません。



では morinos ではどのくらいの明るさが確保できるか、隣等距離、ガラスの透過率、室内の反射率、室形状から室内の予測照度を計算してみました。

下の表は照度(lx:ルクス)を表し、季節、時刻ごとの全天空照度から求めた目安です。

各セルに3つの数値がありますが、真ん中の値が 50 パーセント値(中央値)です。
この値を基準に考えて、天候の影響で曇ったり、快晴になったりと値の幅が振れることになります。
下の morinos の計算結果を見てみると、濃いオレンジに塗られている時間帯が 200lx 以上確保できており、照明がなくても一般的な活動であればこなせる状況です。
どの季節も、概ね夜明けから夕暮れまで照明なしで過ごせそうです。(演出照明を除く)

時刻	冬			春(秋)			夏		
6時~7時	34	95	163	312	608	874	365	798	1254
7時~8時	262	608	836	684	1254	1520	456	1140	1710
8時~9時	532	1216	1102	836	1520	1862	836	1596	2014
9時~10時	798	1330	1672	1102	1634	2090	1064	1634	2356
10時~11時	1140	1482	1824	1254	1824	2204	1140	2052	2584
11時~12時	988	1482	1862	1216	1824	2280	1216	2280	2660
12時~13時	912	1368	1710	1178	1710	2280	1140	2052	2356
13時~14時	646	1178	1482	1026	1710	2128	1026	1862	2166
14時~15時	334	798	1026	684	1406	1824	912	1330	1862
15時~16時	95	194	494	418	798	1178	532	912	1444
16時~17時				148	296	570	277	456	798
17時~18時							76	163	296

morinos 昼光利用計算結果

15 時前(天気晴れ)の室内中央あたりの床面照度です。
ちょうど春分を過ぎたところですので、上の表の春の 14 時~15 時を読み取ると、中央値で 1406lx、天気がいいと 1824lx あたりと読み取れますので、概ねあってますね。



一方、アカデミーの学生ホールはというと、下の表になります。
日中は、かろうじて 100lx を確保できていますが、照明なしでは一般的な活動はしにくい明るさとなっています。
講義などでプロジェクターを使用する場合は逆にいい感じですよ。

時刻	冬			春(秋)			夏		
6時~7時	3	7	12	23	45	65	27	59	93
7時~8時	19	45	62	51	93	113	34	85	127
8時~9時	39	90	82	62	113	138	62	118	149
9時~10時	59	99	84	82	121	155	79	121	175
10時~11時	85	110	135	93	135	164	85	152	192
11時~12時	73	110	138	90	135	169	90	169	197
12時~13時	68	102	127	87	127	169	85	152	175
13時~14時	48	87	110	76	127	158	76	138	161
14時~15時	25	59	76	51	104	135	68	99	138
15時~16時	7	14	37	31	59	87	39	68	107
16時~17時				11	22	42	21	34	59
17時~18時							6	12	22

アカデミー学生ホール 昼光利用計算結果

マニアックにもう一段階、光環境を考えてみます。

上の表で示したのは照度です。
照度とは、ある点に届く光の量です。

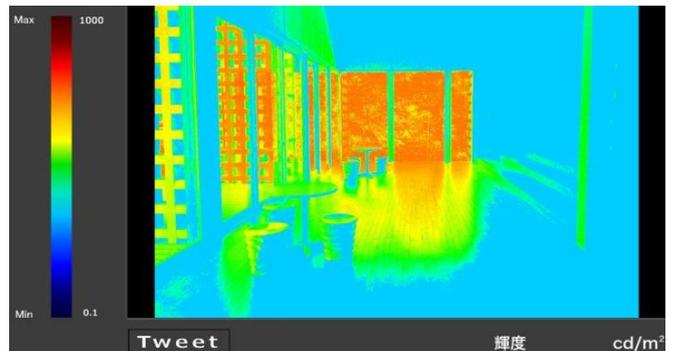
例えばノートに届いている光の量のことです。照度が不足すると暗くて文字が読めません。一般的に JIS 規格で、各種作業の照度基準が定められています。(勉強する時には 750lx とか、団らんは 200lx)

暗いと感じる先ほどのアカデミー学生ホールの窓際の床を想像してください。しっかり窓から日光が入ってきていますので照度はしっかり確保されています。
実際に計測すると 750lx くらいありそこまで光の量が少ないわけではありません。

ですが、なんか暗い……。これは床が黒く光をほとんど反射しないためです。目に入ってくる光は反射光ですので、せっかく窓際に入った光が目には届かず、暗く感じてしまうのです。

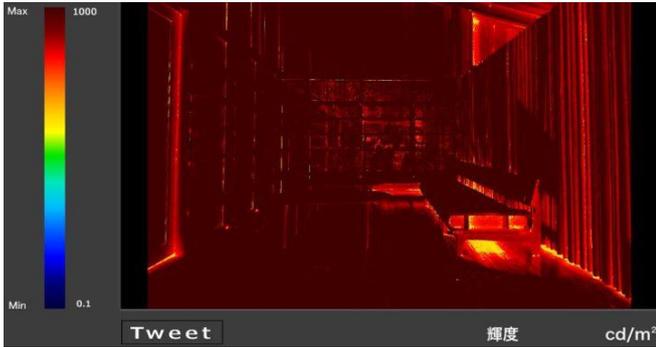
これを評価するのは、輝度(cd/m²:カンデラ パー ハイホウメートル)といわれるもので明るさ感を表します。

実際に輝度カメラで撮影してみると、学生ホール(下の写真)は水色に染まっています。
概ね 1~2 cd/m²と明るさ感にはほぼ感じられません。一方窓の外はオレンジ色に染まり 200~500 cd/m²とかなり明るく見えます。(左の色バーは対数目盛のため、少し読みにくいです)



学生ホール 輝度分布

一方morinos(下の写真)では、全体が黒っぽい赤に染まっています。輝度が1000 cd/m²を超える勢いです。全体が明るく見えていることを示しています。暗いところ(黄色)でも50 cd/m²程度です。



morinos 輝度分布

前半で述べたように、人の目は非常に高性能なセンサーで、自動調整してくれるのですが、窓の外が明るかったりすると、そちらの明るさをベースに調整してしまい、空間が薄暗く感じてしまいます。

昼間の活動が中心となる morinos では、この輝度差をなくしつつ、全体の明るさ感を得ることが重要と考え、全体的に開口部を大きく、光の反射によって明るい空間づくりを目指しました。

最後に、、、アカデミー本校舎の暗さが悪いわけではありません。

アカデミーを設計した建築家の言葉から狙いを読み解くと、意図的に暗がりを残すことで、その先へのイメージを働かせることにあるようです。確かに天井面が昼間でも黒く、見上げてもどのような構造か見えてきません。

どうなっているのだろうと、関心が高まり、暗順応で目が慣れてくると、ようやく全貌が見えてきます。平面計画でも先が見通せない場所がいたるところにあり、日常的にその先まで想像力を働かせる仕掛けです。

そのうえで、教室は照明計画によって、机上面で適切な明るさ(750 lx以上)が確保されています。

建築計画においては、空間の目的に合わせて、昼光利用と照明とがうまく計画されているべきなのです。

その意味では、昼光環境としては対症的なアカデミー本校舎と morinos、ぜひ体験してみてください。

準教授 辻充孝

2020年03月26日(木)

セルロースファイバー 断熱材の選択(morinos 建築秘話 20)

今回は、morinos で使用した断熱材のはなし。

断熱材は、名前の通りに熱を断つわけではなく、移動をゆっくりさせるもの。いわば保温材です。

この断熱材は竣工後の morinos からは全く見えませんが、壁や屋根、床の中にあって冬の寒い外気や、夏の猛暑から室内空間を守ってくれます。



学生と morinos の断熱施工現場に。なかなか見れないいい体験です。

断熱材にもいろいろあり、最もよく使用されているのが、費用対効果の優れるグラスウールです。それ以外にもロックウール、現場発泡系ウレタンフォーム、押出法ポリスチレンフォーム(XPS)、ビーズ法ポリスチレンフォーム(EPS)、硬質ウレタンフォーム、フェノールフォーム、セルロースファイバー、羊毛断熱材など断熱材には色んな種類があります。

それぞれの断熱材にメリット・デメリットがありますが、morinos で使用している断熱材は2種類。一番メインとなる壁と屋根には「セルロースファイバー」、基礎コンクリートには「フェノールフォーム」です。

なぜ morinos ではその2つの断熱材を選択したかを紹介します。

メインで使用した「セルロースファイバー」は、天然繊維(パルプ)で作られた断熱材です。新聞紙をリサイクルして作っています。

新聞紙自体も、新聞紙のリサイクルが多くエコな素材ですが、そのカスケード利用の最終段階がセルロースファイバー断熱材というわけです。

morinos で使用したセルロースは岐阜市の三輪工場で

製造し、そのまま現場に搬入(輸送エネの削減)しています。



セルロースファイバー断熱材。下にあるのが原料となる新聞紙。

選択理由はいろいろあります(下の morinos マニアックを参照)が、なんといっても製造・廃棄過程で負荷の少ない自然素材系の中でも古くから使用され品質と施工に安定感のあることです。

断熱性能以外にも、吸放湿性、防音性、防火性、防虫効果といういろいろな付加要素があるのも大きいです。コストパフォーマンスはグラスウールに劣りますがそれ以上の価値があります。

注意点としては、施工には計画性が大切ということです。

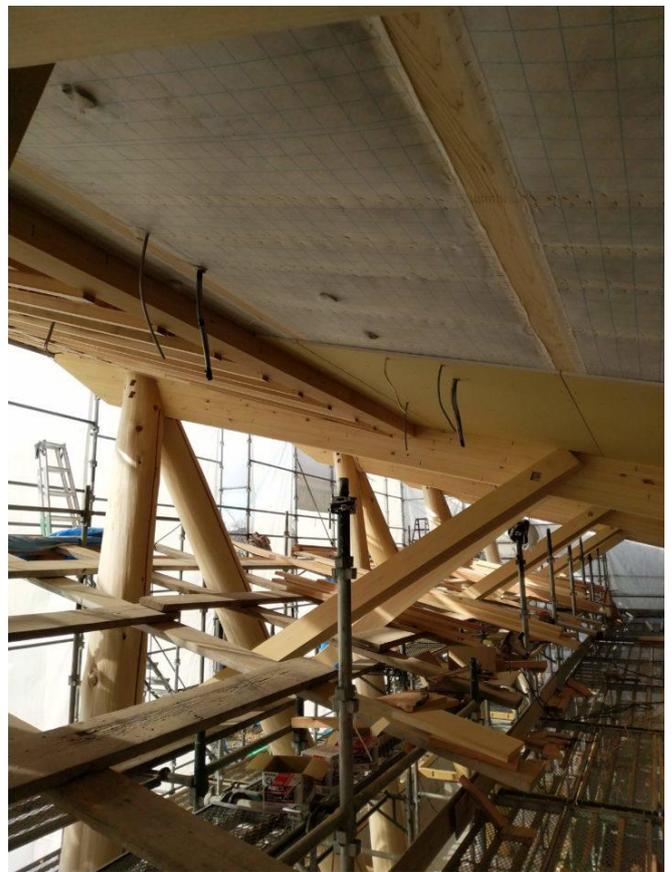
セルロースファイバーは専門職の方が不織布で目張りし、専用の機械で吹き込んでパンパンに施工します。あとからやり直しがききません。

掃除機を反転したような専用の機械で、セルロースをどんどん屋根の中に押し込んでいきます。



屋根の下からセルロースを吹き込んでいる様子

事前に配線を終え、天井や壁内の仕事が無いことを確認して、一気に施工する必要があります。



上の写真は屋根面に吹き込み終わって下地材の石膏ボードを張りかけている写真ですが、断熱材の中から配線が出ているのが見えます。

今回もきっちり大工さん、電気屋さんなど複数の職人さんを現場監督さんが仕切って段取りをして、断熱職人さんが現場に入りました。

専門職が丁寧に施工しますので、複雑な部分にも対応できます。

例えば、エッチングガラスのデコボコ穴や、筋交い廻り、斜めに伸びる方づえ周辺など、ボード状やマット状の断熱材だときちんと入れるのは至難の業です。

ここでも吹き込みというスタイルのセルロースが活躍しました。



エッチングガラス周辺の複雑な壁廻りの施工



丸太から斜めに伸びる方づえ廻りの施工

床下にあたる基礎コンクリートにもセルロースファイバーを使用したいところですが、コンクリートは施工後数年は水分の塊。湿気を吸放出する性質を持つセルロースは使用できません。

そこで選択したのは「フェノールフォーム」です。フェノールフォームとは熱硬化性樹脂の一種であるフェノール樹脂を硬化、発泡させて板状にした断熱材です。



フェノールフォーム施工中の写真。端部や部材取り合いは発泡ウレタンで補完。目地はテープで目張りして湿気の流入を防止。

1番の特徴は、一般流通している断熱材の中でも最高性能の断熱性能(同じ厚みでグラスウールやセルロースの倍程度の断熱性能)です。

が、これは今回は重要ではありません。(今回の床下は空

間にゆとりがあるので、分厚く入れればどんな断熱材でも性能が出ます。)

選択理由の第1は樹脂系のため水や湿気に強いことです。コンクリートに密着するため重要な性能です。これがセルロースとは異なる大きなポイントです。

同じ樹脂系でも一般的なXPSやEPSはさらに水に強いですが、これらは熱可塑性樹脂のため火災時に燃焼し有毒ガスであるシアン化水素を発生することが大きな弱点です。

その点フェノールフォームは、熱硬化性樹脂という性質上、万が一の火災時にも表面が炭化し燃焼しにくく、有毒ガスや一酸化炭素の発生も他の樹脂系よりもかなり少ないです。しかも今回は床下になるので、火災の熱が行きにくい場所なので、安心して下さい。

morinos マニアック-----

セルロースファイバー断熱材のメリットを具体的にあげてみると、

- ・充填断熱(柱や梁などの構造躯体の間に入れる断熱方法)でも、筋交いや多少の歪んだ空間でもきちんと施工できる(マット状、ボード状のものでは施工が難しい)
- ・断熱材の中でも蓄熱性が高く、特に夏期天井が暑くなりにくい(夏期日中と夜の温度差は40℃近いですがその影響を受けにくい)
- ・リユース(一部バージンセルロースを混ぜるので正確にはリサイクルですが)回収システムがある
- ・製造負荷(製造エネルギーやCO2排出)が一般的な断熱材であるグラスウールや発泡系断熱材に比べて数十~数百百分の一程度と非常に少ない
- ・JIS規格があり製品としてきちんと評価できる仕組みがある(自然素材系断熱材でJIS規格があるのは少ない)
- ・カーボンフットプリントなどの認証も取得している製品もある
- ・調湿性能(蓄湿性能)があり、夏型内部結露に対して非常に有効
- ・ホウ酸(安全性が高く、性能が持続)で処理しているため躯体内の防虫効果が高い
- ・ホウ酸処理によって、防火性能が高く、表面炭化により燃焼時有毒ガスを出さない(発泡系は70~130℃で融解、GWは燃えないまでも350℃前後で溶ける)
- ・密度が高く隙間ができにくいいため、外部の騒音(特に空気伝播音)が入りにくい

いかがでしょう。morinosの建物に最適な断熱材と思いませんか。

2020年03月26日(木)

3Dモデルで情報共有しよう(morinos 建築秘話 21)



新聞紙からセルロースを製造しているライン(岐阜工場)

ただ当然ながら、デメリットもあります。

- ・コストがグラスウールと比べると同じ性能を出すには高価
⇒断熱仕様は優先順位を高めて、全体のコストコントロールで何とか納めました。
- ・施工には専門の職人さんと専用の吹込み機械が必要(後で少し足すことが難しい)
⇒工程管理を定例会議を確認しつつ、現場監督さんが頑張ってくれました。
- ・密度高く吹き込むため、パンパンに膨らみボードなどを張りにくい
⇒今回は真壁部分も胴縁を入れることで膨らみを気にしない納まりにしています。
- ・密度がゆるいと長期的に沈下して隙間ができる
⇒施工監理でしっかり密度を見ることで沈下を防止しています。屋根は2重断熱で補完。

准教授 辻充孝

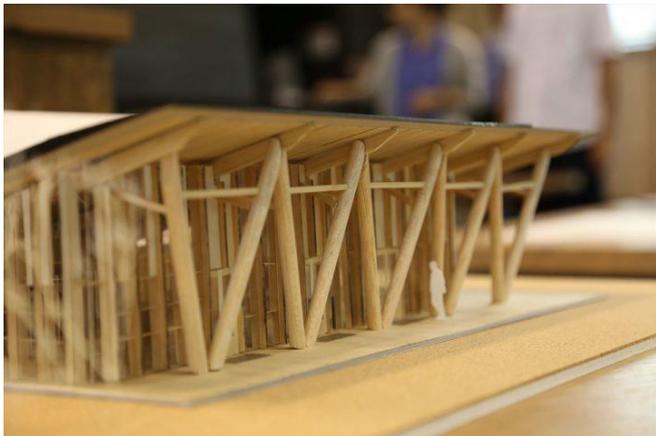
morinos 設計には、多くの人が関わっています。ドイツに森林環境教育施設の取材に行き、学内外から様々な意見を聞き、条件をまとめて設計がスタートしましたが、設計中は、下記にあげる方々との情報共有が必要不可欠でした。

- ・morinos の意匠原案を担当した、隈研吾特別招聘教授
- ・森林文化アカデミー涌井学長
- ・隈研吾事務所スタッフの morinos 担当で非常勤講師の長井先生
- ・運営ディレクターのナバさん
- ・morinos を実際に運用する森林総合教育課
- ・実施設計を担当した県内設計事務所

……6箇所……。普段、僕の慣れ親しんだ住宅設計業務は、クライアントと設計者というシンプルな情報共有の構図なのですが、今回はとても複雑です。しかも、実際に図面を揃えるのは入札で決まった県内の設計事務所。……これは、かなりきちんと情報が共有されていないと、誤解や間違いが起こります。morinos の設計は、全体を通してこの情報共有が大きな仕事の1つでした。

このために我々が使ったのは「3Dモデリングソフト SketchUp」と「1:50 模型」です。





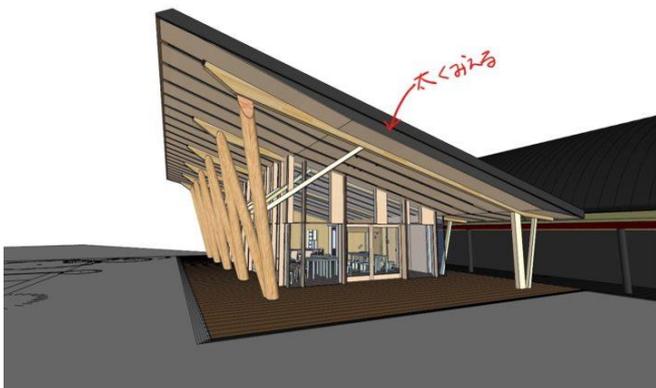
基本設計段階で、17 期生の坂田くんが模型を、大上さんが SketchUp で 3D モデルを作成し、学内外にプレゼンを行いました。図面だけの解説だと専門的すぎるので、立体にした方が伝わります。色や光の具合も表現できますから。基本設計講評会では隈研吾先生や涌井学長、ナバさん、ドイツロッテブルク林業大学のデデリッヒをはじめ、会場全体にわかりやすく共有できたと思います。

そして始まった実施設計。ミリ単位の細かな納まりの検討が始まり、ディティールのデザインも出てきます。この時 3D モデルが大活躍しました。

実施設計図を担当した三宅設計へのイメージ伝達はもちろんですが、隈研吾事務所とのデザイン検討のやりとりは、形状を数パターン作って相談することが多く、図面メモの他に SketchUp の表現力で迅速な共有ができました。

また、ランダム格子の例にあるように、意匠そのものを検討する際にも活躍しました。いくつか検討事例を見てみましょう。

■屋根ケラバ天井板の見え方



わかりますでしょうか？

morinos の天井板は、断熱材の厚み分を先端に行くにつれて絞っていく形状のため、二回折っているのですが、そのまま建物の端までくると分厚さが表現されてしまいます。「太くみえる」とコメントがありますよね。(1 枚目)

ここは外部で断熱材が入っていないので、薄くすることができますが、そうすると先端部分が並行にならない。

(2 枚目)

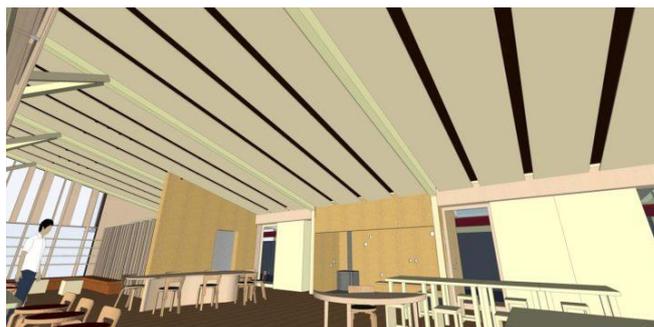
折る場所を変えて、先端の勾配も揃えるという案も出ました。(3 枚目)

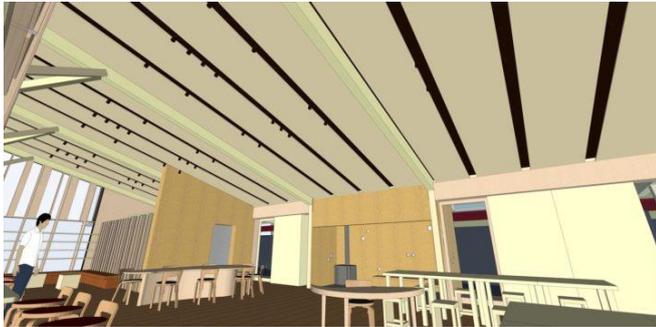
悩ましいところです。

最終的には折る場所は揃えて、並行でない納まり、つまり画像 2 枚目に落ち着きました。

これを図面や言葉で表現するのは……すごく大変です。3D なら一目でわかり、視点も変えて印象を見れます。素晴らしい！

■登り梁の見え掛りと照明器具の納まり



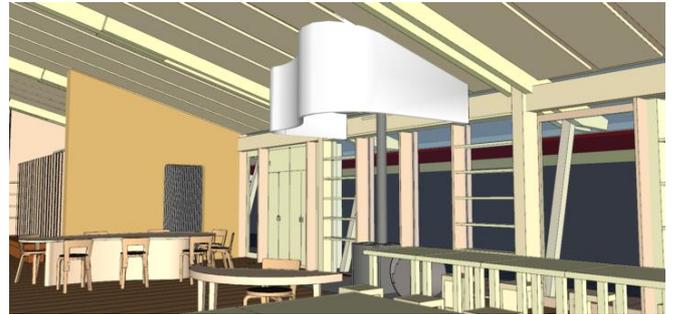


今度は何を検討しているかわかるでしょうか？なんだか照明器具が見え隠れしているが……。
 これ「登り梁の見え方」検討しています。天井板を張る高さによって、見え方が違います。照明器具の寸法も正確に入れ、ここは熟考しました……。
 morinos の集成材登り梁、ここは大きすぎず、小さすぎず、スリットから絶妙な見え方にすることで、力の流れの見える安心感と軽快さの両立を目指しています。
 三枚の画像のどれがちょうどいいでしょうか？隈研吾事務所の長井先生にもこの三枚を送り、意見をお聞きしながら決めました。
 どれに決定したかは……morinos に見に来てくださいね。

■土の洞窟

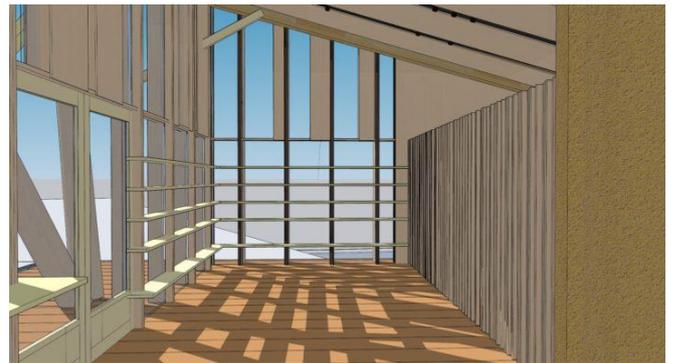


土の洞窟は、垂れ壁の長さや、ベンチの厚みが大きく印象を左右するので 3D で検討しました。
 特に、ストーブ位置と垂れ壁の検討には大活躍。



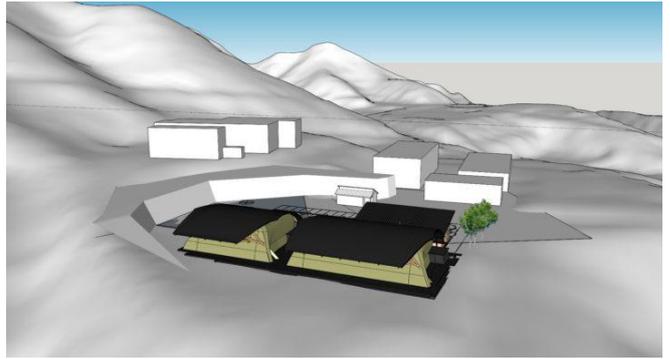
ボツ案には上記のような漆喰の垂れ壁もあったのです。白い壁が目立ちすぎることや、天井の勾配に垂れ壁を取り付けると重すぎる、とってつけたような印象になるので、最終的に土の洞窟に。この辺りの話も記事にまとめてあります。洞窟をつくることで、全体がメリハリある空間になりました。

■日射の入り方



3月10日15:00のmorinosです。ほぼ日照シミュレーション通りに直射日光が入っています。(ちょっと見えにくいけど3Dの格子にも光があたっています。)
昼光利用の話にもありましたが、昼間は照明が不要です。

また、冬はできるだけ日射を取り込み、夏は遮るのが温熱計画の基本。morinosの8月1日のシミュレーションでは、下の画像のように、少し西日が入ります。この後の連載で温熱計画の話にも出て来ますが、morinosは室内空間を均一な温度環境にはしていません。エアコンに効き方やドアの開くタイミングで、場所ごとに体感が変わります。ですので、季節ごと場所ごとの居場所探しも楽しめると思います。この時期はカウンターがいいなとか、夜はここがいいとか……。真夏の西側は、植栽などで工夫して日射を遮ってもいいかもしれません。



どうですか？3Dモデル、わかりやすいでしょう。かなり正確に描いてるの、わかってもらえたでしょうか(笑)。

建築専門家同士で、簡単な設計なら、電話の会話だけで図面なしの意思疎通ができることもあるのですが、同時に多人数に専門でない人にも正確な情報共有をする時には、3Dモデルは本当に便利です。今後、設計者は2Dと3Dが両方できると、様々な点でいいですね。特に、都会の狭小敷地に設計する時は、隣家が日射をどのくらい遮るのかが正確にシミュレーションできますよ。

アカデミーでも学生さんから熱望されて「SketchUp講座」を特別開講し、操作の実習を行いました。受講した学生のみなさん、卒業する頃にはSketchUpマスターになってますよね？

木造建築教員:松井匠

morinos マニアック

内部からの眺めや、バックヤードの雰囲気を検討したいので、周辺施設や地形も描いています。
……実は「森の情報センター」の立体樹上トラスを描くのが最も難易度が高かったのですが、あまり検討には使いませんでした。

2020年03月27日(金)

熱貫流率 U 値と室内表面温度－焚き火の暖かさ

の秘密(morinos 建築秘話 22)

温熱性能について考えるには、断熱、日射制御、気密、防露の4つをバランスよく考えないといけません。その中でも、最も基本的な性能が断熱性能です。

素材については、建築秘話 20 で断熱材の選定の話しましたが、今回はその厚みも考慮した「断熱性能の話(その1)」です。

いくら高性能で良い断熱材を使っても薄ければ効果は限定的です。

morinos では、どれくらいの断熱厚みで、どれくらいの性能があるのか、順番に見ていきます。

内容は専門的ですので、少し覚悟して読み進めてください。



屋根に、二重に吹き込まれたセルロースファイバー

まずは屋根ですが、CLT36mm の屋根構面をはさんで上下に合計 240mm(室外側 90mm、室内側 150mm)もセルロースがパンパンに吹き込まれています。

結構分厚いですね。このまま見せると、屋根が重たく見えるため、この厚みをどう感じないようにするかは破風板の納まりや、CLT 下の吹込みの狙いは大断面集成材の見せ方も参照してください。

この屋根の断熱性能を建築の専門的な性能数値で表すと、熱貫流率 U 値 0.19W/m²K となります。

実際に計算したシートを下に紹介します。(下部の図の下から 5 段目)

屋根・天井仕様	名称	木造軸組構法 屋根断熱 (たるき 簡易断熱)		断熱部		熱橋部	
		熱伝導率 λ [W/m·K]	厚さ d [mm]	断熱抵抗 R=d/λ [m ² ·K/W]	断熱率 86.0%	構造部材 14.0%	構造部材
室内表面	熱伝達抵抗 Ri	-	-	0.090		0.090	
素材 1	室内側せっこうボード	0.221	12.5	0.057		0.057	
素材 2	室内側セルロースファイバー-55K	0.040	150.0	3.750			
素材 3	室内側セルロースファイバー-熱橋	0.120	150.0			1.250	
素材 4	CLT パネル	0.120	36.0	0.300		0.300	
素材 5	室外側セルロースファイバー-55K	0.040	90.0	2.250			
素材 6	室外側セルロースファイバー-熱橋	0.120	90.0			0.750	
室外表面	熱伝達抵抗 Ro			0.090		0.090	
熱貫流抵抗		ΣR=Σ(d/λ)		[m ² ·K/W]		6.537	
熱貫流率 Un		Un=1/ΣR		[W/m ² ·K]		0.1530	
平均熱貫流率 Ua		Ua=Σ(Un·An)		[W/m ² ·K]		0.1867	
経骨造の修正熱貫流率 Ur						0.0000	
熱貫流率 U 値		U=Ua+Ur		H26仕様基準値: 0.24 W/m ² ·K		0.19 W/m ² ·K	
熱貫流抵抗 R 値		R=1/U		H26仕様基準値: 4.17 m ² ·K/W		5.26 m ² ·K/W	
日射熱取得率 φ 値		φ=0.034×U				0.006 (0.65%)	
室内表面温度 (冬期)		外気温 -0.8℃	室温 20.0℃	19.6℃	6.1℃以上		
室内表面温度 (夏期)		相当外気温 60.0℃	室温 28.0℃	28.5℃	32.0℃以下		

なにやら、数値や単位が出てきて混乱しそうですが、順番に説明します。

熱貫流率 U 値の分母:m²と K に着目すると、屋根面積 1 m²あたりで、室内と室外に 1℃差(絶対温度単位の 1K(ケルビン)差と同じことです。)がある場合に、0.19W の速さで熱が暖かいところから寒い方に移動するという。つまり、熱移動の速さなので、数値が小さいほど熱を逃がさない性能ということです。(0W/m²K だと、いくら外が寒くても熱が逃げません。)

ちなみに断熱を入れずボードが1枚だけだと U 値は 4W/m²K 程度なので、morinos は無断熱と比べて概ね 1/20 の熱移動に抑えられています。

では外壁はというと、150mm 角の柱内にセルロースを最大吹き込んでおり 150mm の厚さです。

外壁の熱貫流率 U 値は 0.29W/m²K です。

厚みが薄い分屋根より数値が大きいので、熱を伝えやすいです。

アカデミー本校舎(20 年前の建築)はグラスウールが 50mm で、U 値 0.65W/m²K 程度。morinos は 2 倍以上の性能です。



外壁の 150mm 厚のセルロースファイバー

開口部の多くはトリプルガラスが入っています。

5mm の LowE(断熱)ガラス、乾燥空気 10mm、5mm ガラス、乾燥空気 10mm、ガラス 5mm の計 35mm 厚のガラス構成です。

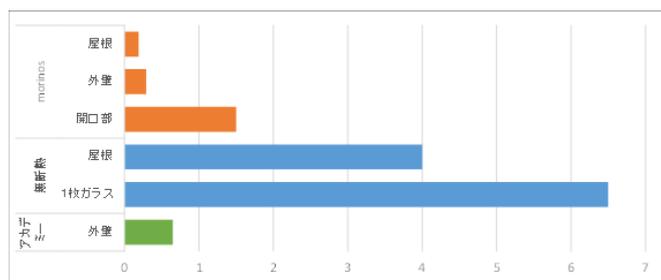
ガラスとしてみると、かなり分厚いですが、熱貫流率 U 値は 1.5W/m²K です。トリプルガラスでも外壁と同じ面

積だと 5 倍近い熱が逃げることになります。さすがのトリプルガラスも、しっかり断熱が入った壁にはかないません。



複層ガラスの断面:手前がトリプルガラス、奥がペアガラス

まとめてみると下記のグラフになります。数値が0に近づくほど断熱性能が良いです。morinos(オレンジ)の小ささが伺えます。



各部位の熱貫流率 U 値 [W/m²K]

なぜ、このような難しい数値まで出して断熱性能の結果を紹介したかという、この性能数値から室内の表面温度がわかるからです。

例えば morinos の建つ美濃市の過去 30 年間の最寒月(1月)の日最低外気温は-0.8℃。結構寒いです。この時、暖房を付けて 20℃で活動していたとします。morinos 外壁の U 値 0.29W/m²K だと、壁を触った時の室内表面温度はどのくらいだと思いますか。



計算してみると、19.3℃です。(屋根は計算結果の表の下から 2 行目の 19.6℃) ほぼ室温の 20℃と変わりません。

では無断熱(U 値 4W/m²)はというと、計算すると 10.8℃まで下がってしまいます。

この表面温度が人の体感温度に大きく影響するのです。一般の方は温度計で室温を見て、今日は寒いとか暑いなど判断することが多いですが、温熱の専門家はこの表面温度をしっかりと確認するのです。

人が感じている体感温度(専門的には作用温度といいます)は安静な気流状態(室内)であれば、(室温+表面温度)÷2 で計算します。

つまり、表面温度は室温と同じくらい大切な要素で、壁や床が冷えていると、室温が高くても寒く感じてしまいます。冬場の窓際がなんかヒヤッとするのは、室温が下がったのではなく、窓の表面温度が低いために近寄ると体温が奪われているためです。

逆のパターンもあります。例えば、焚き火をしている状態を考えてみましょう。



1月に行った morinos 試行プログラムより

焚き火の周りは暖かいですよね。ですがよく考えてみてください。

焚き火で暖められた空気は、非常に熱く軽くなっている

ので真上に上ってしまい、周辺の空気は暖めてくれません。また風が吹くと、焚き火の周りの空気はすぐに入れ替わってしまいます。外気温が 0℃だと、焚き火周辺も概ね同じくらいです。

でも暖かい。。。???
これが先ほどの体感温度の式で理解できます。

人の廻り、全周囲の空間 360°を考えた時、面積割合は小さいですが焚き火の温度は800~1000℃くらい、焚き火以外は極寒の屋外です。人の全周囲 360°の表面温度を平均すると、40℃くらいになっているかもしれません。(焚き火との距離も大きく影響します)
そうすると、外気温 0° + 表面温度 40° = 20° の体感温度になります。

みなさんも経験があると思いますが、焚き火と自分の間に誰か割り込んでくると、この 800℃あった表面温度を全く感じられなくなり、体感温度は 5℃(割り込んだ人の体温を感じる)くらいになり、一気に寒さを実感することになります。
冬の日光浴も同じ原理で、外気温が寒くても、日差しがあればなんかポカポカします。

体感温度の説明が長くなりましたが、つまり室温と同じくらい表面温度が大切だということを伝えたかったのです。

いくら暖房設備で頑張っても、表面温度が低いと寒さがなくなりません。床面は床暖房という強制的に暖める設備がありますが、壁や天井はそうはいきません。
表面温度を上げるには断熱強化くらいしか対応できないのです。

ではトリプルガラスはというと、U値 1.5W/m²K、外気温 -0.8℃、室温 20℃の状態では表面温度 16.6℃ の計算結果です。

さすがに壁までは届きませんが、ガラス面に近づいても体感温度は 18.3℃程度。暖かいとはいかないまでも寒さはほとんどないでしょう。
(1枚ガラスだと同条件で表面温度 4.7℃、体感温度 12.3℃、これはヒヤッしますね)

断熱性能にはいろいろな目的がありますが、この表面温度を室温に近づけて体感温度を向上させることは最も基本的な要素です。

表面温度と聞いてもピンと来ない人もいますが、簡単に測れます。測りたい面に放射温度計を向けてボタンを押すだけです。



放射温度計とネットで調べると、簡単なものだと 3000 円くらいから販売されていますので、気になる人はいろいろ計測してみてください。寒さの原因がわかるかもしれませんよ。

morinos 実習秘話? -----
--

今回の数値の原点は実は学生有志の自習で計算した結果です。

実施設計段階でも私が温熱計算をしていましたが、工事中に開口部が変更になったり、断熱材を同等品に変更したりで、微妙にずれてきていました。
改めて再計算しないとイケないなと思っていたところ、木造建築専攻1年生の姿が目に入りました。
建築の1年生4人に「morinos の温熱計算を「環境性能設計1」の復習がてらやらない？」と聞くと全員「やります!!!」と威勢よく返事。

春休みに入って授業もなく、課題に飢えてる？
いやいや、向上心が高いだけですよね。さすがアカデミー生。
早速、実施図面を渡すと、面積を拾って、矩計図から仕様を読み取り、私がつくった計算ツールに入力。
ペースにバラツキはあるものの、概ね計算し終わったところで、各自の計算結果報告会を開催。

全員同じ値が出てくると気持ちいいのですが、、
あれ?? 2割以上もばらついている??
よくあること?です。

改めて、各自の数値の根拠を見直しながら実施図面と照らし合わせて、ここはこう読み取る、とか、この断熱材の性能はこれを使おう、とか言いあいながら、全員が納得して、今回の計算を完成させました。

実際の建物、しかも近くで体感できる建物の計算をすることで、授業と実体験や現場のギャップを埋めることができます。

まさに、現地現物主義です。

准教授 辻充孝

2020年03月27日(金)

白い薄化粧の丸太と無塗装の外壁(morinos 建

築秘話 23)

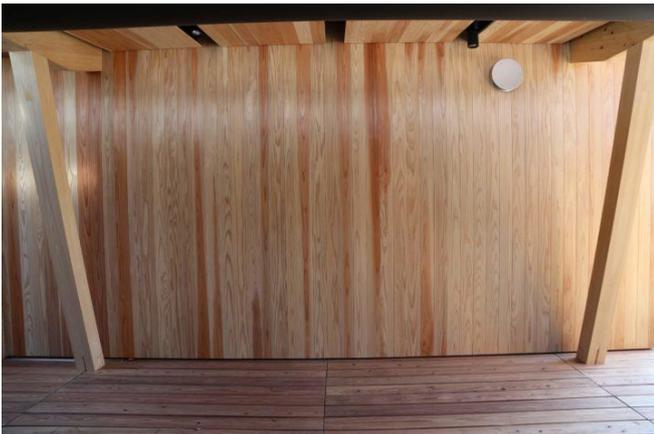
morinos の外壁は杉の本実(ほんざね)加工された板を縦張りしています。

外観を見ると、南と東面は、ほぼガラス張りですが、北側のバックヤードは全面スギ板の外壁。

無節のスギがきれいです。きれいすぎるくらいです。竣工したての現在は、まだ赤身と白太が目立っていますが、1年もすると色目もそろってきて落ち着きが出てくるでしょう。

この北側のバックヤードは効率よくプログラムのアイテムを収納できるように大量の収納棚を作りましたが、それ以外にも、フックや棚板を増設して道具を見せながら収納したり、プログラムで出来上がった作品を展示したりと可変性が求められます。

そんな時、釘やビスが効く木材は有効です。



そしてこの外壁は仕上げは何もしていません。無塗装です。

木材は外部で使うとき、一般的に塗装することが大半です。

アカデミー本校舎でも、外壁は真っ黒に塗装されていて、緑との対比が美しいです。



2001年の竣工当時の写真

では、何のために塗料のを塗るか考えたことはありますか？

調べてみると「塗料は粘性をもった液体で、被塗物(塗装されるもの)に塗布された後に乾燥して、皮膜(固体化)を形成することで、被塗物を保護し美観を保つもの」とされています。

つまり塗料の目的2つ。木部に色を付けて美しく見せる「美観」(paint)と、紫外線や生物劣化から護る「保護」(coating)です。

morinos でこの2点について考えてみます。

「美観」に関しては、アカデミーのように黒くアクセントを付けたり、色を付けて感性に働きかけたりすることもあります。morinos は上の写真にあるように、大工さんが丁寧に無節のキレイな材を張っていて、特に色を付けなくても自然な風合いの非常にいい感じです。

では、「保護」はどうでしょう。考えられる劣化は2つです。腐朽菌やシロアリで木材の強度に影響を与える「生物劣化」と、紫外線などの吸収による変色や表面のカビによって見た目が変化する「気象劣化」です。

「生物劣化」は木材の耐久性や強度に影響するため防がないといけません。

腐朽菌やシロアリは生物ですので、生息できる条件が4つそろって初めて活動が可能です。

つまり、適度な温度、呼吸できる空気、水分、エサ(木材)です。このうち1つでも取り除ければ生息できないことになります。

温度と空気はコントロールできないため、通常は薬剤処理で特定の生物にとっての毒エサに変化させるか、水分供給を極力なくし生息しにくくするかのどちらかの対応になります。

morinos のデッキ面は、全て屋根下に納めることで雨や夜露から水分供給を減らしつつ、それでも横殴りの雨の場合は水が溜まりやすいため、安全性の高い ACQ や AZN で防腐防蟻処理しています。

今回の morinos の外壁はというと、垂直面のため水分の滞留がなく、通気性を確保できれば多少濡れても翌日には乾燥してしまいます。よほど壁の前に荷物を積みすぎて通気を阻害しなければ、腐朽菌やシロアリは来にくい環境になっています。

では「気象劣化」はどうでしょう。強度や耐久性能は劣化しにくいので、見た目の印象はどうかということです。

木材は、紫外線が当たれば、銀鼠色に徐々に変化していきます。古民家やお寺などは無塗装も多いので、見る機会も多いでしょう。

この変化を経年劣化というのか、経年変化というのか、風合いが増したというかは個人の感性かもしれません。

morinos は森林環境教育のセンターハウスの位置づけ

なので、身近に木材の変化を見る機会を設け、どのような印象を受けるかも学びの要素です。個人的には、風合いが増し、貫禄が出てくる印象です。

ですがほったらかしではいけません。空気中のチリやホコリが付着すると、なんだか薄汚れた印象の材も出てきます。

[アカデミーの自力建設](#)でも無塗装の建物があり、毎年授業でメンテナンスを行っています。

例えば、少し汚れ気味に経年変化した柱を単に水拭きするだけで、これだけ変わってきます。この変化は感動的です。(下の写真)

また一年もすれば、銀鼠色に変わってきますが表面のチリなどは一度取っているの、いい感じに見えます。(メンテナンス実習の様子は[こちら](#)から。)



また、日本古来の灰汁(あく)を使った洗いの技術もあります。

エンジニア科の研究テーマで取り組んだ実例もありますので参照して下さい。(灰汁洗いの実力は?)

morinos でも、メンテナンス プログラムを開発してもら

えるといいですね。

最近はやりのメンテナンスフリーでは味わえない「木を手入れする楽しさ」をわかってほしいです。

一方で、外部で塗装を施した材が2つあります。

すでに紹介した ACQ 注入によって緑がかったデッキ材と、下の写真です。



わかるでしょうか。morinos のトレードマークの V 柱がほんのり白く塗られています。

実はこの丸太塗装には、いろいろエピソードがあります。

当初、私たち設計チームでは丸太も無塗装として外壁と同じく、時間の経過を感じられるようにする方針でいました。

ですが、隈事務所から丸太はエレガントに白く染めたいとの意向がありました。

私たちと考え方の相違があり、どうすべきか検討を重ね、4種類のサンプル(無塗装、一回塗、二倍希釈塗、二度塗り)を作成し、隈さんに現場で見ていただき無塗装の丸太の美しさで押そうとの方針。

実際、昨年未隈さんが現場にいられて、エッチングガラスの仕上がりやディテールなどいろいろ相談して、いよいよ丸太の場面。

4種類の丸太サンプルを並べて、どれがいいか見てもらおうと、、、準備していると、、、

「これだね!!」即答で二倍希釈の薄い白塗りサンプルを指さしました。先手を打たれました。

V 柱の意匠原案は隈さんですし、その想いを活かすべく、ほんのり白く薄化粧。

完成してみると確かに他の無塗装の材とは違った趣で目立っていい感じです。

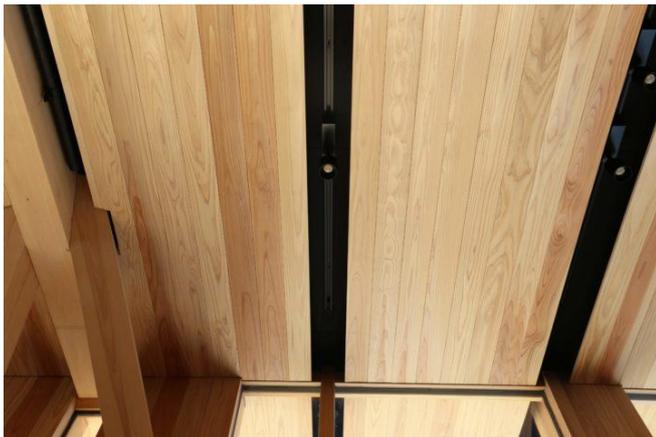
V 柱のコンセプトの非常に強いサインになっています。

今後、無塗装の外壁や方づえは銀鼠色に経年変化していくと、V 柱の白い薄化粧がより際立ってくることでしょう。無塗装の丸太のままだと、同じような変化に埋もれてしまいそうな中、morinos のトレードマークが際立ってくる予感がします。

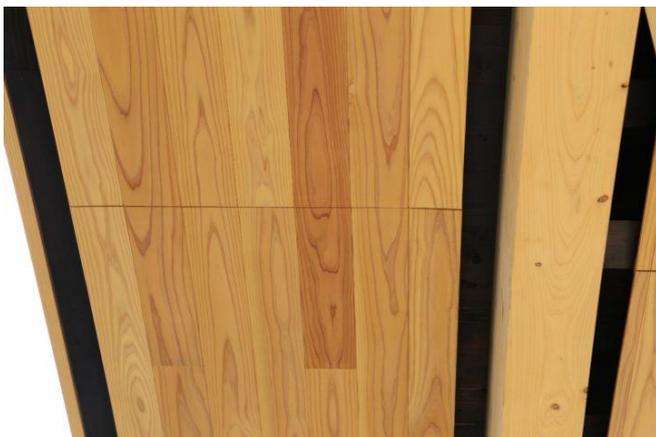


その他の紹介していない木材活用も見ていきます。

天井パネルです。こちらも、無節の杉本実板で張られています。大きな面積を一度に張ると、重たい印象になるため、黒いスリットを通して面を分割することで、軽快に見せています。また、屋外の活動の場である南に向かって視線を誘導する役割も担っています。(このスリットには、設備やポールが仕込まれているのは過去に紹介した通り)



屋根を薄く見せるために途中に角度勾配が変わる段差がありますが、よく見る(下の写真の真ん中のライン)と、木目がつながっています。ここでも大工さんの気遣いが伺えます。



下の写真は、白い薄化粧の丸太から伸びるヒノキ(無塗装)の方づえ。「ひかり付け」の技法のように波打つ丸太表面にピタッと大入れで差し込まれています。

すごい技術です。morinos の腕のいい大工さんでも一日一本しか丸太加工できないと言っていた意味が解ります。



アカデミーの自力建設でも丸太に方づえを取り付けることがあります。もっと簡便な仕口(直行方向の接合部)です。

morinos の隣に建つ 16 期自力建設「Oasis」その仕口を見てみると、一度平らな面を作って、方づえはそこに取り付けています。



Oasis の上棟式。学生の女性棟梁が祝詞を上げています。

これでもかなりの高難度。学生が苦勞して作っている様子は[ブログ](#)でも紹介しています。

方づえの反対側は、壁に突き刺さっていて、こちらも断熱施工と合わせて難しい部分です。

このようにmorinosの上部外壁は、方づえを貫通するため、ガラスではなく壁にしています。上部壁はランダムに取り付けているように見えますが、

本当のランダムではなく、3Dモデルでバランス調整を何度も重ね、検証に検証を重ねた結果の壁配置です。土の洞窟のベンチに座って、南を見てください。きっと違った景色が見えますよ。



准教授 辻充孝

2020年03月29日(日)

太陽の熱で冬はポカポカ、夏はガード(morinos 建築秘話 24)

太陽の恵みといえば光と熱のエネルギー。光と熱を同じものに考えがちですが別の性質を持っています。

例えば、照明。

同じ明るさを確保できる照明でも、白熱灯はかなり熱くなりますが、最近のLEDはあまり熱くなりません。

LEDは熱は少なく光を多く出していて、熱の分が省エネになっています。

同様に、太陽も光と熱の波長の異なるエネルギーを出しています。

今回は同じ太陽の恵みでも「日射熱の話(その1)」です。(昼光利用は建築秘話19で紹介しています)



日射熱は、冬はポカポカと気持ちいいですが、夏は蒸し蒸しと嫌な感じです。

つまり、日射熱を考えると、冬は如何に取り込むか、夏は如何に遮るかという、正反対のことを両立できるように設計する必要があります。(光は、夏冬とも適度に取得したいので、昼光利用の考え方はシンプルです。)

morinosの消費エネルギーは8割以上が空調エネルギー。省エネのためには断熱、気密と合わせて日射熱制御は大切な要素です。

例えば冬、なるべくたっぷり日射熱を取り入れたいとすると、皆さんはどう設計しますか。

普通は日射が入る窓をいっぱいつけばいい。と考えます。正解です。

ですが、効果的にたっぷり入れるには、ここで勘所と計算による設計力が必要なのです。

①どの方位も同じ日当たりでしょうか。樹木や隣棟は影響しませんか。

②季節によって日射の当たり方は同じですか。

③朝と昼、夕方の時間によっても違いませんか。
④確かに日射は入るけどその分熱が逃げませんか(冬期)。
いろいろな要素を複合的に考えて開口部を設計しないと
いけません。

順番に morinos の場合で考えていきます。

まずは①周辺状況の確認です。下の morinos 周辺の航空写真を見てください。
morinos(赤い四角)の北側は情報センターが近接してほとんど日が当たりませんが、南は開けていて陰になる要素はありません。東は演習林の山が迫っているため朝日は遅めです。西は下り斜面ですがすぐ横に桜の木が植わっています。



赤い四角が morinos です。軸が 15°ほど傾いています。
出典:国土地理院撮影の空中写真(2008 年撮影)

南と東は4m近い深い庇が出ていますが西は短め。西日が気になるところです。
西には桜並木があり、この桜の木の遮蔽効果がある程度、期待しています。
葉の無い冬から春にかけてはたっぷりと日射が降り注いで気持ちいい状況がすでに確認できています。(上の写真参照)

夏の日差しは、まだ体験が出来てませんが、3D モデルでの検討があります。
葉っぱが茂ると、ある程度の遮蔽効果が見込めます。

8 月 1 日の 15:30 の日差しの様子です。かなり直射日光が減っているのがわかります。



8 月 1 日 15:30 の影(植栽ナシ)



8 月 1 日 15:30 の影(植栽アリ)

いろんな属性の方が来られる施設の性質上、建築的には格子やスクリーンで、完全に直射日光を防ぐことを目標にはしていません。

冷房が効いた部屋で少し木漏れ日が降り注ぐのが好きという人や、夏の日射はやっぱり嫌という人は土の洞窟に移動したりと、利用者が心地いい居場所を、季節や時間に合わせて探すのも楽しみの一つです。
とはいえ、熱が入りすぎて冷房エネルギーが増えすぎるのは注意しないといけません。様子を見ながら外構計画も含めて変化させていくことが学びにもなるのです。

緑のカーテンもつくるのも効果的ですが、あまり建物に近接するのは耐久性の観点から推奨できませんが、今後のプログラムでどう考えるかですね。

まずは、桜の葉っぱが茂ってきたら日射取得エネルギーの実測もいいですね。

②季節についてです。
夏の日中は頭の上から太陽が照り付けますが、冬は割と低い位置から日射が入ってきます。
これは、太陽と地球の公転軸に対して地軸が約 23.5°程度ずれ、日本が北緯 35°前後の位置(美濃市は北緯 35°32')にあることに起因します。

つまり、夏至の南中時の太陽高度は、 $90^\circ + 23.5^\circ - 35^\circ = 78.5^\circ$ の真上に近い角度、冬至は $90^\circ - 23.5^\circ - 35^\circ = 31.5^\circ$ の低い角度になっています。
昔から言われる「深い軒先で夏の日差しは遮り、冬は取り込む」は先人の知恵なのです。

ただ、勘違いしている人も多いですが、「夏至」は夏真っ盛りではありません。
夏至はいつ頃が知ってますか？

夏至は毎年6月21日頃。まだ涼しく夏の始まりの時期です。
最も暑くなるのは、7月下旬から8月上旬。夏至と同様の二十四節気(1年を 24 の季節に分けたもの)で表現するとその名の通り「大暑」。夏の日射はこの時期を中心に検討します。

(①の検討の3D パースも最も暑くなる 8 月 1 日の図です。) 同様に「冬至」は 12 月 21 日頃。寒いですが、最も冷え込むのは1月下旬から 2 月上旬の「大寒」です。

さて方位別の夏冬の日射強度の変化ですが、東面と西面は、日射の当たる割合が冬に 10%程度向上する程度ですが、南面は、昼間に太陽高度のさがる冬は夏期の2倍程度になります。なので、昔から南の開口部が優遇されてきました。

そのため morinos でも南面の開口部は大きく取られています。



morinos 南の大開口

一方で、南は周辺に遮蔽される建物や樹木もない(①の検討)ため、軒の出を3D モデルで検証し、夏は概ね直射光を入れないように庇を 4m 跳ねだしています。



8 月 1 日 14:00 の影

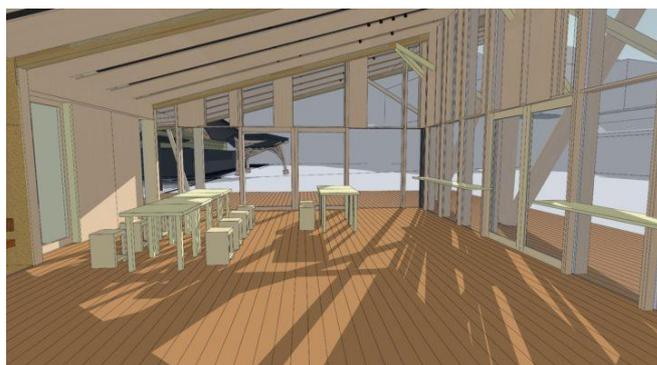
一方で、③太陽は時間によって移動する動く熱源ということをおぼろげに忘れてはいけません。深い軒先も朝日や夕日にはあかりません。何せ真横から日光が来るからです。昼光利用ではリズムを作る立役者ですが、熱利用ではうまくコントロールする必要があります。といっても、風と違って太陽の動きはほぼ確実に読めますので、まさに設計力です。

コントロールのポイントは、夏と冬で日の出の方位が多少異なることです。冬の朝日は南東から、夏は北東から上ります。

morinos の東の大きな開口部を見てみましょう。寒い時期の 2 月 1 日の朝 9 時です。ほぼ真横からの日差しが部屋の奥深くまで入り込み熱を供給してくれています。



周辺の山も朝の日差しに影響します。これは 2 月 1 日 9:00 の遠景です。

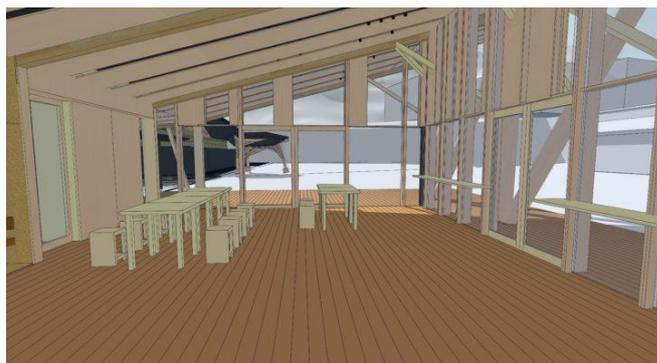


2 月 1 日 9:00 の内観

一方、夏の 8 月 1 日朝 8 時は、建物内への日の入り方が浅いです。

日の出直後の真横の日差しは、北東にある「森の工房」の建物と、演習林に阻まれてやってきません。(3D モデル秘話の後半マニアック、隣棟や地形のモデルも朝日対策で使ってますよ)

夏の 8 時頃ようやく建物に日射が当たりますが、すでに日の出から 3 時間経ち太陽高度が上がってきて、東の 4.5mの長い庇でうまくコントロールされています。



8月1日8:00の内観

最後に、壁の5倍も熱が逃げやすいトリプルガラスの性質を考える必要があります。(1枚ガラスだと、20倍以上熱が逃げやすいので要注意)

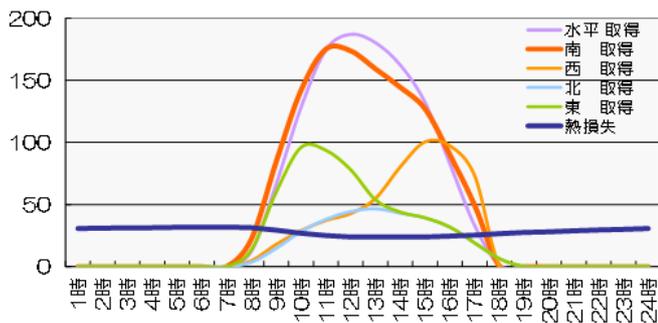
④日射を取り込む熱量と断熱性能の劣る開口部から逃げていく熱量、プラスマイナスの収支はどうでしょうか。

morinos のトリプルガラスの性能は、熱貫流率 U 値は 1.5 W/m²K、日射取得率 η 値は 0.58(ガラスに当たる熱のうち 58%が透過するということ)です。

概算を見るのに、冬期の標準的な日射量と外気温の条件のもと、1日平均で計算してみると、ガラス1㎡あたり、熱損失の速さは 28W 程度、それに対して熱取得は南面で 49W と倍まではいきませんが、熱取得がかなりプラスになります。

一方、東と西は 22W、北は 13W と熱取得より熱損失が増えます。(昼間は圧倒的にプラスです。)

光を考えず、熱だけで考えると、南のガラス面は大きな方がかなり有利、東西は少し不利というイメージです。



miroinos トリプルガラスの方位別、時間別の熱取得と損失の速さ [W/m²]

上のグラフは、ガラス性能による熱の損得を見るために、標準的な日射量の場合に、横軸に時間、縦軸に熱移動の速度を取っています。

濃い青が熱が逃げていく速度(面積を取ると量)です。一日中、熱がゆっくり逃げて行ってます。気温の下がる夜間が少し増えます。

一方、カラフルな山なりの色が各方位別に熱が入ってくる速度(面積で量)です。南と水平面(屋根)が、最も熱が入りやすい部位です。東西は、朝や夕方に熱が入ってきますが、最大でも南の半分くらいです。

今回は、日射を考えるうえで注意したいポイント4つについて概観してみました。

次回の日射の回では、建物全体の具体的な性能などを検証したいと思います。

准教授 辻充孝

2020年03月30日(月)

二層構造の屋根や壁 ～防露・防雨設計～

(morinos 建築秘話 25)

断熱性能や日射制御性能など、温熱環境が高まってくると、冬でも室内が暖かくなったり、夏も暑くなり過ぎません。非常にいいことですが、気を付けないといけなことがあります。

それは、室内と室外の温度差ができると発生する「結露」です。

結露は空気が冷やされると、空気中の水分(水蒸気)を持ちきれなくなって水滴となって現れる現象です。

結露によって水分供給されると、生物である腐朽菌やカビ、ダニの繁殖を助長してしまい建物の耐久性や空気環境に悪影響を与えます。

みなさんが日常的によく見る結露は、ガラスだと思いません。

1枚ガラスだと、室温 20℃、美濃市の外気温-0.8℃でガラス表面は 4.7℃まで下がってしまいます。

これだと、室内の温湿度が 20℃、40%では結露でびっしょりになります。



アルミサッシ、1枚ガラスの結露

morinos のトリプルガラスは表面温度が 16.6℃(上記と同じ条件)です。室内の湿度が 80%近くなっても、結露は出てきません。

ただ、湿度が高すぎると他の部分にカビなどの害が出てきますので、加湿しすぎないことが肝要です。

つまり、目に見える部分の結露は、断熱性能(熱貫流率 U 値)を高めて表面温度を高くすることで解決できます。

morinos では、ガラスコーナー部など少し断熱が弱い部分以外はまず見ることはないでしょう。

これで結露対策は万全かという、まだ気を付けるべき結露があるのです。

それが「内部結露」、屋根や壁内部の目に見えないところ

で発生する結露です。

morinos では、夏も冬も、ばっちり対策していますので大丈夫。安心してください。

内部結露対策の基本は、①屋根や壁の中に湿気を入れないこと、さらに②入ってしまった湿気を抜いて上げること、の2つに気を付ければ大丈夫です。

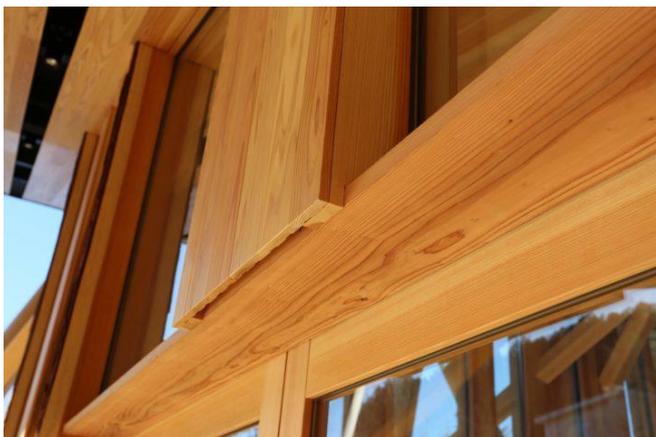
と簡単に説明しても、夏と冬では湿気の入り方が違ったり、材料の湿気の透過特性をしっかり意識しないと湿気が内部に溜まって結露してしまいます。ここは建築の専門家の領分です。

一番気を付けないといけないのが、外壁や屋根の外装材廻り。

防水効果が高いために排湿もうまくいかず、そのままでは、内部に溜まった湿気を外に排出することができません。

そのために、外装の内側に通気層という湿気を排湿する層を確保する必要があります。

morinos の壁を見上げて見ます。



壁の下に隙間が開いているのがわかるでしょうか。これが通気層の空気取り込み口。上部までつながっていて湿気を抜いてくれます。

屋根はというと、見上げて見ると、、、わかりませんね。目立たないように納めたからです。



工事の様子を見てみましょう。(下の写真)

写真上は先端に虫が入らないようにステンレス網が張られています。

写真下には現在、見えている化粧の天井板が張られています。網部分が屋根の下の方とつながっていて、湿気を抜く仕組みです。現在はこの網部分を黒く塗装していますので目立ちません。



屋根下の取り込み口は樋の奥に隠れて見えにくいですが、よく見るとこちらにもステンレス網が取り付けられています。ここから空気を取り入れ、湿気をからめとりながら上部先端から排湿しているのです。



その他の外壁なども通気層が確実に設けられ、湿気が溜まらないようにしています。

下の写真では、外壁の通気層(縦の棧)の上に、外壁板を縦に張るためにもう一度横棧を組んでいます。手間がかかりますが、見えない部分のつくり込みで耐久性が変わってきます。



通気層にはもう一つ重要な役割があります。

上の写真で通気棧の下に白いシートが張られているのが見えますが、これは、透湿防水シートと呼ばれるものです。その名の通り、外からの水(水分子が集まってクラスターを作ったもの)は防ぎながら、壁内の湿気(水分子単体)は通すシートです。(屋根にも同様の性能のものが使われています。)

つまり、もし屋根や外壁が破損しても、通気層部分で水を流す仕組みの役割があり、二重に雨水の浸入を防止しています。台風の多い日本では、何が飛んできて外壁や屋根を破損するかわかりませんので大切な設計です。(破損後は、そのままではなくしっかり直す必要があります。)

通気層の役割は他にもあります。通気層の目的を整理してみると、主に以下の4つです。

1. 壁や屋根の中に入った湿気を抜くため
2. 二重に雨水の浸入を防止する二次防水層のため
3. 日射が当たった高温の熱気を抜くため
4. 柱や梁などの構造躯体を傷めず外装材を交換できるようにするため

3番目の性質は、日射熱の項目で紹介します。

4番目の性質は長寿命化にとっては重要な要素。morinos は外壁は無塗装で仕上げています。腐朽菌、シロアリは来にくいといっても、気象劣化によって、取り換えが来ることもあります。その場合に、柱や梁を傷めることなく、外装材だけ修繕することができるのです。

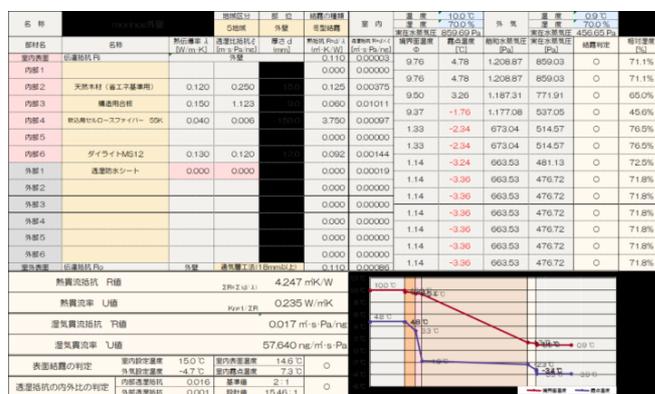
見えないところにも工夫を凝らします。日本古来から、大工さんはじめ職人さんが大切にしてきた考え方です。

morinos 実習秘話+マニアック

今回の結露判定も、断熱計算同様、学生の実習でも再確認しています。

私の作成している判定シートで外壁を分析してみます。下の図の右下の折れ線グラフが結果です。室内10℃、70%、外気温0.9℃、70%と想定して、この状態が長く続いたときの計算です。赤いラインが、壁内の温度変化、青いラインが露点温度変化を示します。(左が室内、右が外部)

赤いラインが、青いラインを下回ると結露のリスクがあるということ。下の外壁では問題なく赤いラインが上に来ています。



このように、CLT に対して上下2層に分けてセルロースを吹き込んだのには理由があります。下の写真は、基本設計の最終段階で、隈さんやデデリッヒ教授をお招きした基本設計講評会の模型です。

屋根に段差があるのがわかりますか？



当初は、CLT パネルの上部に断熱層をたっぷり確保する設計でした。これであれば、CLT によって屋根の断熱層内に湿気を入れることはありません。そのため、室内に面する断熱部分だけ屋根を分厚くし、途中で段差を付けて、破風板周りは薄く軽快に見せる計画としていました。

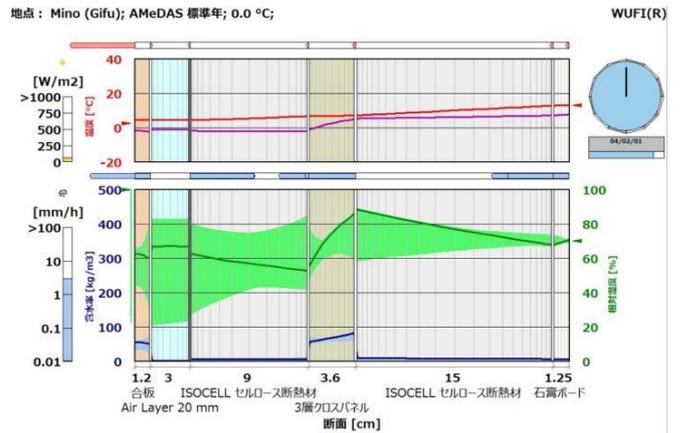
ですが、講評会の場で隈さんから「雨仕舞いを考えると、屋根はシンプルの方が良い。」という提案を頂き、現在のようになりしました。つまり、屋根上部は最低限の厚み(結露しないようにCLTを冷やさない)を持たせて、CLTの室内側に断熱層を持つてくることです。(集成材の梁成との関係もかなり検討しました。)

木造建築にとって、雨仕舞いは長寿命化に非常に大切な要素。本年度の学生も真剣に課題研究に取り組み、[雨仕舞特記仕様書](#)というかたちで発表しています。

それで、できた屋根構成が上の計算シートです。

ぎりぎり内部結露判定をクリアするのですが、このままでは、学生も心配する通り、少しリスクが大きめでしょうか。ですが、ここでセルロースファイバーの性質が効いてきます。調湿性能や蓄熱性能があるということです。この湿気や熱を調整してくれることで、伝達時間がかかり結露対策として有利にしてくれるのではないかと思います。(不利になることもあるので計算は必須です)

そのためには、室内や室外の温度、湿度をリアルタイムに変化させた場合の計算が不可欠です。今回は、ドイツ・フラウンホーファー建築物理研究所のWUFI Pro というソフトで安全性を確認しました。



1時間ごとに変化させながら3年間分の計算をします。上のグラフの上段が温度(赤が屋根内温度、紫が露点温度)、下段が湿度(緑が相対湿度、青が素材の含水率)です。2月1日の12時で止めた状態ですが、緑のラインを見ると、CLT室内側で最も高くなっていますが90%には届いていません。(色が塗られた部分が3年間で変化した範囲です)

湿気移動が逆転する夏型の内部結露に関してもセルロースの調湿という性能が効いて問題ないことが確認されました。

ただし、結露計算の注意点としては、施工がばっちりできている想定での計算ということです。今回は専門職の断熱職人が来て、しっかり施工されますので、こちら問題ありません。

余分な心配なく、morinos プログラム活動に専念してくださいね。

准教授 辻充孝

2020年03月31日(火)

外と内をつなぐ「建具」のデザイン(morinos 建築秘話 26)

morinos の建具のお話です。
建具というのは窓や戸や襖のことですね。日本の民家では、柱の間に入っていて、動かすことで多様な空間をつくり出すことから「柱間装置(はしらまそうち)」という言い方もするんですよ。
さて morinos の建具は全て木製造、手づくりのオリジナルです。使い勝手を考慮していろんな工夫をしています。

■メインエントランスの両引戸



大きな両引きの建具が、メインエントランスです。



ようこそ。森の入り口へ。

まず東面のメインエントランスは「森の入り口」としてたくさんの人を大きく開いて迎え入れるために 2.7m大開口です。
建具は、開けた戸が邪魔にならない引戸。閉じた時も morinos の特有の「内と外との繋がり感」を失わせないように大きなペアガラスが入っています。
ガラスの周囲の枠を框(かまち)というのですが、引戸と

しての強度を確保しながら、重々しい印象にならないように寸法のバランスをとっています。



丸ノコでこんなに綺麗に名栗をした取っ手は、世界でここだけでは？

取っ手は、子どもも大人もみんなが掴めるように上下に長くしてあり、カバノキの質感をより意識できる「名栗仕上げ」です。



召し合わせ部分には「ピンチブロック」というゴムが入っていて、これが隙間風を防ぐのに役立ちます。

■南面の両開き戸



morinos の南面には三箇所も出入り口があります。こち

らは両開きの扉。見た目はメインエントランスの引き戸と変わりません。あんまりいろんなデザインが混在すると疲れるでしょう？morinos 建築の主役は左官壁なので、他はさりげない方がいいのです。さりげなく、そう、この扉には金物が隠れています。



扉がバーンと勢いよく開きすぎたり閉じたりして怪我をしないようにするための「コンシールドドアクローザー」です。閉じると、何も見えませんよね？どうです。さりげないでしょう。

■断熱排煙窓



台形の外倒し窓です。



外から見るとこうなります。下側はちゃんと板金で防水し

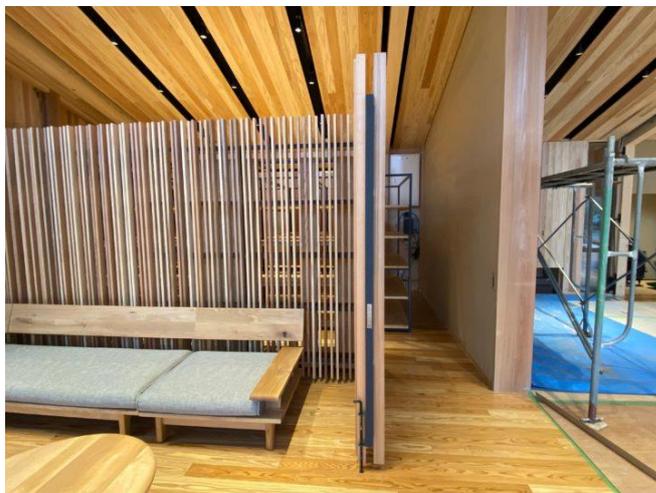
ています。

この窓は建物内に火災が発生した際に、煙を逃すための窓です。……まあ、万が一の火災の時は、すぐに外に出れる建物なので、避難は一瞬で済むのですが、法律上この大きさが必要になっております。普段は閉まったままで、緊急時に外倒しになります。そして、開口部は温熱的にウィークポイントになりがち。ですのでこの建具には丁寧に「フェノバボード」を入れてもらいました。最も断熱性能の高いフェノールフォーム系断熱材ですね。これで安心。



きちんとフェノバボードが入って断熱されています。

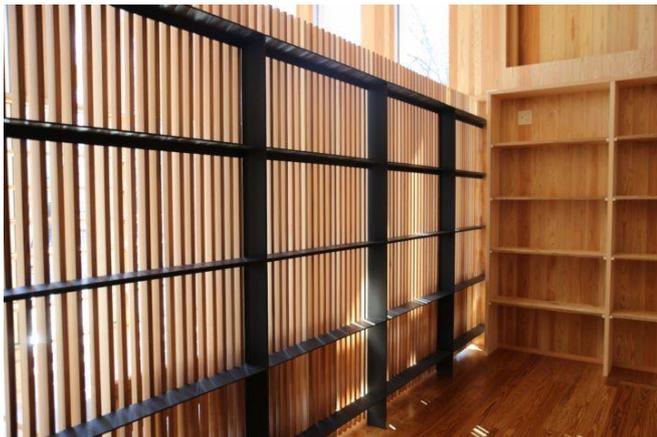
■ランダム格子のドア



見せる収納庫の扉です。……実はここは、もともと扉はありませんでした。左官壁に出入り口として引き戸があり、壁を通り抜ける動線だったのです。ですが工事も佳境の昨年末、来訪された隈研吾先生の「収納の出入口は左官壁に無い方が、より壁が引き立つので、南側に付け直そう」というアドバイスで一転、扉ができました。なるほど……確かに、左官壁はシンボルとしての意味が強く、主役です。出入口は無い方がメリハリもあり、南側に出入り口があると、搬入搬出は距離的に楽かも……。

しかし柱のない「浮いたランダム格子」にどうやって扉をつける？ということでその日のうちに関係者で会議。次の日には黒い鉄骨を浅い棚にしなから構造にするという

案でまとまりました。



このスチールアングルの上に何か面白いものを展示できる浅い棚になっています。

できた扉がこちら。外側はランダム格子、内側は均一な格子です。床の穴に棒を落として止める「フランス落とし」で止めます。開けたときに扉の吊側でランダム格子がぶつからないように納めています。非常に素直なプランになったと思います。



確かに外との搬入搬出は楽になりました。

■床下エアコンの引き込み建具



これが床下エアコンです。床置き型エアコンを沈めています。



morinosは基礎断熱による床下エアコン空調を採用しています。設備というのは基本的に、普段使っていない時は見せたくないものです。よっぽど空間に馴染むデザインがされているものは違和感なく置けるけど、エアコンは大きいいつもなかなか手強い。どうやって隠そうかと考えるのですが、下手に格子で隠したりするとエアコンから出た風がうまく室内に行き渡らずに、本来の性能が出ません。日本のエアコンは素晴らしい性能ですので、そのポテンシャルを遺憾無く発揮して欲しいところ。ですのでmorinosでは、エアコンを使う時は建具を全開に、使わない時は閉じて完全に隠すというコンセプトの下、引き込み建具を採用しました。仏壇をしまう建具によく使われるシステムですね。開いていても邪魔になりません。

■セキュリティキーボックス



どうですかこのさりげなさ。このセキュリティの機械、morinosに合わないですよ。だから完全に隠しています。隠し扉で板目も合っていますね。さすが澤崎建設は一流の大工さんです。

開けたり、閉めたりすることで、内と外の変化をもつ「建具」。建具の世界は奥が深く、建具だけ極めようとしても一生かかっても足りないかも。建て具1つの中に、機能と性能と意匠が詰まっています。

正直言って morinos の建具の気密性能はあまり高くありません。まだ気密測定はしていないけど、お世辞にも高气密にはならないでしょう。片引きにして框を下げたり、柱に押し付けるようにして気密を上げる方法もありますが、今回は締まり金物を取り付ける場所がなかったり、付けることができても開け閉めに手間がかかるようになることから、空間構成と使い勝手のバランスを熟慮して、この仕様に落ち着きました。一般開放施設で、しかも「建具を開けっ放し」にして運用することが多いという想定で、1年間運用して見ながら、不足があればまた工夫できると思います。

1つの全体に向かって、機能・性能・意匠の良い塩梅を決めるのが、デザインですね。

木造建築教員：松井匠

2020年03月31日(火)

日射熱は屋根からもやってくる(morinos 建築秘話 27)

今回は、「日射熱の話(その2)」です。

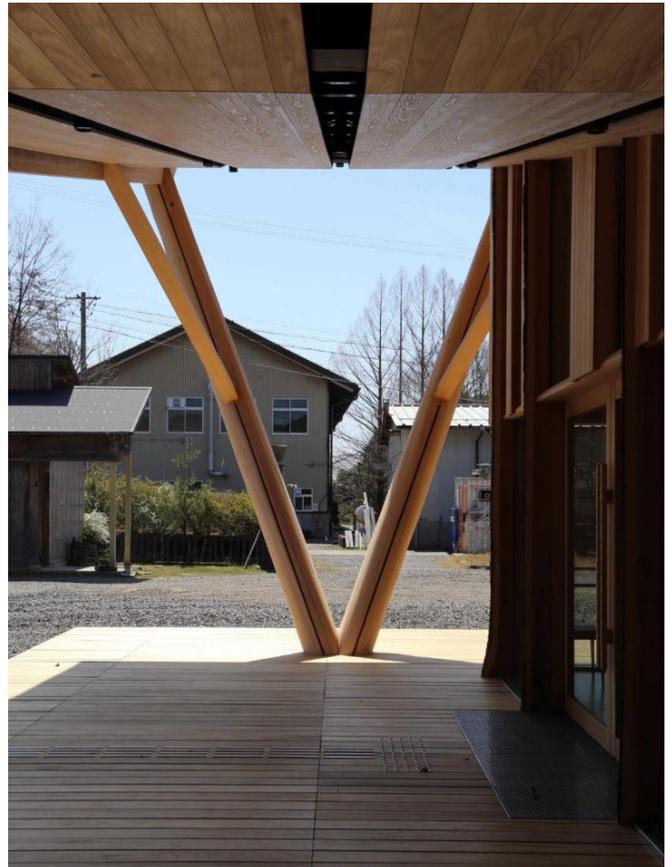
皆さんは日射の熱は建物内にどこから入ってくると思いますか。
当然、ガラス面からと考えますよね。もちろん正解です。

日射熱の話(建築秘話 24)でもガラスを中心に話してきました。

ですが、日射「熱」の侵入は、ガラス面だけではありません。

実は、屋根や壁からも熱が入ってくるのです。

夏の照り付けるような強烈な日差しが当たると、屋根面は何度くらいになると思いますか？



良く晴れた日の屋根はどうなっているのでしょうか。

アカデミーのデザインコードに合わせて、morinos は黒い屋根ですので、もう少し目線の近い黒い車のボンネットをイメージして考えてみてください。

美濃市は、山間部への入り口ですが、最高気温も記録するような酷暑があります。
昨年も 40℃近い気温が記録されました。

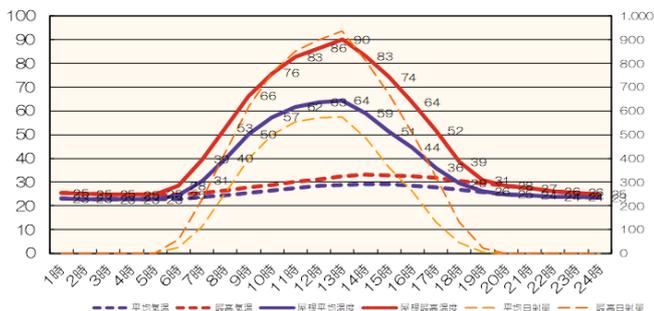
ボンネットや屋根は 40℃以下でしょうか、もっと高いでしょうか？

正解はもっと高いです。

理由は、建築秘話 22 の焚火の話でも書きましたが、太陽の放射エネルギーによって気温以上に高くなるからです。

具体的な屋根の表面温度は計算によって求めることができます。

日射強度 900W/m²(よく晴れた日)、屋根の日射吸収率 90%(黒い屋根)、風速 1 m/s(扇風機弱程度の風)と仮定すると、屋根表面温度は 90℃くらいまで上がります。(無風だと 110℃まで上がります)



赤い実線が良く晴れた日の屋根の表面温度、青い実線が平均的な日射量の時の屋根表面温度

ずっと触っていると火傷する熱さです。

ちなみに、白い屋根だと、日射の反射が大きいので、60℃くらいになります。

色を変えるだけで 30℃も異なるのです。白い車と黒い車のイメージに近いでしょうか。

これほど屋根表面が高温になるので、当然、熱が室内に入ろうとしてきます。

それを防ぐのが外部の温度を伝えにくくする性能、断熱性能(熱貫流率U値)というわけです。

morinos では、セルロースファイバーをたっぷり 240mm 使っています。

この性能によって、室内に到達する熱は 1.2%だけ。(上記条件:日射吸収率 90%、風速 1 m/s の場合)

屋根表面が 90℃になっても、1㎡当たり 10W くらい(小さ目の LED 照明をつけているくらい)の熱流入です。

無断熱の場合は、屋根表面の熱が勢いよく 25.7%も入ってきます。

ここまでくると1㎡あたり 230Wくらい(小型の電気ストーブくらい)の熱流入ですので、天井面に数十個のストーブをつけている状態です。

無断熱の家の二階が異常に暑くなる大きな理由です。

つまり、光が入らないので忘れがちですが、屋根や壁からも熱が入ってきます。

表面の色によっても違いが出ますが、なにより、表面温度が上がっても、しっかり断熱することで熱流入はかなり抑えられるということです。

では、ガラス面はどんな性能でしょうか。

日射熱の話(その1)でも数値を出しましたが、morinos のトリプルガラスで 58%の熱が入ってきます。

やはり日射取得性能は大きいです。

ただ、屋根と異なり、庇や植栽の影響を受けやすく、そもそも部位面積が小さいです。

軒の出や植栽、方位による設計の工夫は、日射熱の話(その1)を参照してください。

また、カーテンやすだれなどで夏と冬、時間に合わせてモードチェンジすることもできます。

今回の結論、日射の熱は、冬は取り込みたいですが、夏は遮蔽したいという相反する設計。屋根や壁はどう考えるべきでしょうか。

夏冬でモードチェンジができない屋根や壁は、夏冬の両立は難しいため、冬の日射取り込みはガラスに任せて、夏を旨として断熱強化で遮蔽をしっかりすることです。

断熱を強化すると、冬はプラスにこそなりません、熱が逃げていくことが抑えられるため、熱損失量も減らせます。

忘れがちな屋根面の日射熱の遮蔽。熱くなくても熱を伝えない断熱強化が基本です。

morinos マニアック-----

屋根に使っているセルロースファイバー断熱材。

一般によく使用されている安価なグラスウール(右)と、新聞紙の再利用の morinos セルロースファイバー(左)の比較。建築秘話 25 でも紹介した非定常計算で検証。

下の図は、夏のある一日の状況です。

赤が温度変化、黄緑が湿度変化を表していますが、蓄熱や蓄湿の高いセルロースは屋根内部の動きが穏やかです。

特に、短時間で外部変化を受ける場合に、内部に熱や湿気が侵入しようとする流れを緩やかにして、外部が穏やかになると再度外部に放出する性質があります。

これを、位相のずれと呼んだりします。

特に夏の屋根は熱が顕著。昼は90℃近くまで高温になりますが、夜は 30℃くらい。実に数時間で 60℃近い温度変化がある場合もあります。

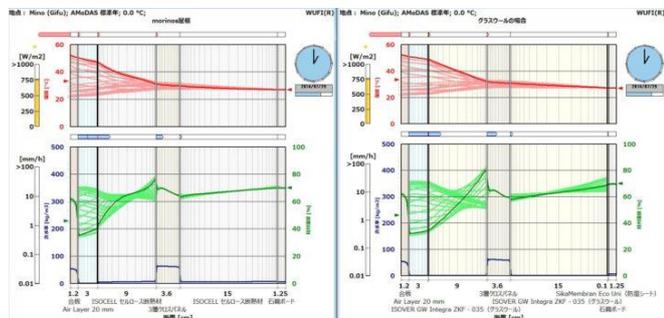
こんな時、昼間の高温の熱が屋根内部に侵入しつつ、中央部あたりで夕方を迎えて再度屋根外部に逃げていくこともあります。

(下の図を拡大すると、内部温度が2~3℃程度違ってきています)

また、セルロースの蓄湿(調湿)の効果は夏型内部結露に関して非常に優秀です。

湿気も夏に内外の変化が大きく、昼間は外部の絶対湿度

が高く外から室内に湿気が流入しようとしつつ、夜は逆転して内部から外部に移動しようとする場面が多いです。その場合もグラスウール(右)は湿気を吸収する性質は皆無なので、一気に貫通してきます。セルロース(左)は湿気を吸い取りながらゆっくり浸透してきます。そこで、内外の湿気移動が逆転すると、躯体内の水蒸気が安定するのです。緑の軌跡が明らかに左のセルロースが安定しています。



准教授 辻充孝

2020年04月01日(水)

断熱と日射熱制御を考慮した温熱性能 (morinos 建築秘話 28)

morinos 建築秘話で壁や屋根の部位ごとの熱貫流率U値や、日射熱取得の話をしました。今回はその続きmorinosの「温熱性能の話(まとめ)」です。少し専門的な内容になっています。



morinos の夜景。色温度の低い赤目の照明が暖かそうなイメージを醸し出します。イメージだけではないのを温熱性能で確認してみましょう。

建物全体の断熱性能を計算した結果は「外皮平均熱貫流率UA値 0.61W/m²K」です。

建築関係者の方はこれで温熱性能はピンとききますよね。そんなに高くない?と感じると思いますが、昼の活動が中心の morinos では日射の活用が重要なため、ガラス面が大きいことが響いています。

外皮平均熱貫流率UA値というのは、住宅で使われている断熱性能を示す値です。美濃市での住宅の省エネ基準値は0.87W/m²K。高くない基準値ですが、morinosの方が3割ほど高性能です。

(morinosのような非住宅建築物の外皮性能は主に年間暖冷房負荷 PAL*で表現します。PAL*では概ね半分という計算です。建築秘話 17 を参照)

UA 値の意味合いは、前回の熱貫流率U値と基本的に同じです。違いは建物全体の面積を平均した値ということだけです。

つまり、室内外の温度差が1℃と仮定した時、1 m²の外皮(屋根、外壁、床、窓)から、平均的にどのくらい熱が移動しているのかを示しています。

??? やっぱり難しい?

もう少し具体的に変化させてみます。

morinosの外皮面積(屋根や壁、床、窓の面積を全て足した値)を計測すると合計449 m²でしたので、乗じると0.61W/m²K×449 m²=約270W/Kです。

つまり内外の温度差が1℃の場合、建物全体から270W

の熱が移動します。(冬は逃げていきますし、夏は入ってくることもあります。)

美濃市の1月の平均気温は 3℃(昼前くらいのイメージでしょうか)、室内を 20℃に暖房していると内外の温度差は 17℃となります。

つまり、外気温 3℃、室温 20℃の時は、 $270\text{W/K} \times 17\text{K} = 4,590\text{W}$ となり、室内から外気に向けて 4,590Wの速さで熱が逃げて行くこととなります。

よくある電気ストーブの発熱が 800~1,000W くらい(手元にストーブがあれば、強弱の横に〇〇W と書かれていることも多いです)なので、電気ストーブ 5 台分くらいの熱が建物全体に薄く散らばって逃げて行っているイメージです。

この時、晴れていて水平面日射強度が 500w/m²だとすると、日射熱取得の計算から 10,000W くらい入ってきますので、5,000W 分強プラスになります。(詳しくは下の morinos マニアック参照)

つまり、日中は取得する熱が多いので、どんどん暖かくなっていくということ。

また、曇りだと日射熱がほとんど入ってきませんので、逃げていく 4,590W 分を薪ストーブやエアコンなどで供給しないとイケません。

AGNI-CC の最大発熱量が 10,000W くらい(ちょうど晴れの日の熱量と同じくらい)ですので、ほどほどに焚いていけばちょうどいいくらいでしょう。(暖冷房設備は次の機会に。)



運業者からは、炎を楽しむためにどんどん薪ストーブを焚きたいとのこと。

炎の豊かな動きをぜひ楽しみに来場ください。暑すぎて冬でも開口部全開かもしれません。(笑)

morinos マニアック-----

学生と一緒に計算を突き合せて、見えてきた結果をいろいろ考察してみます。

使用したのは私が開発している環境デザインサポートツールです。

まずは断熱計算の結果概要(下の表)です。

1段目に上で説明した UA 値が 0.61W/m²K というのが見えます。

2段目、3段目には、開口部と、屋根・壁・床に分けて部位の性能が計算されていますが、開口部が、トリプルガラスとペアガラスの面積平均で 2.06W/m²K、屋根や壁の平均が 0.18W/m²K となっており、同じ面積だと、開口部の方が 10 倍以上熱が逃げやすいことがわかります。(表面温度にも影響します。)

4段目のq値 270.71W/K は、建物全体から1℃差で逃げていく速度。(上の本文で説明)

5段目の Q 値は、24 時間換気も含めた熱損失も考慮した値で、床面積1㎡あたりで計算したものの。(H25 以前の省エネ基準で使用していた指標値)

6段目の Q は、4段目のq値と同じく建物全体の性能ですが、換気の損失も含んでいます。実際には、換気扇を回しっぱなしですので、この熱量が逃げていくこととなります。

最後の7段目「熱損失面積係数」は、床面積1㎡あたりでどれだけの外皮があるかということ。

イメージしにくいと思いますが、下の割合を見ると 154.40%となっています。

これは、morinos の床面積 129 m²が、もし正方形の総二階だった場合(一般的に効率の良い建物形状)と比べてどのくらい外皮面積が大きいかということ。平屋のため、熱的には 1.5 倍程度不利な形状をしていることを示しています。

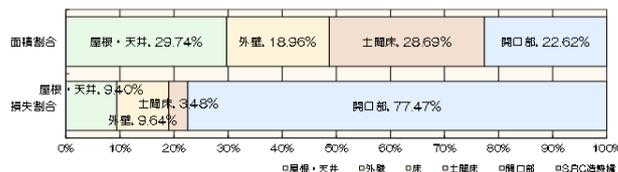
当然、100%に近い形状が熱が逃げにくいのですが、使い勝手や見え方など総合的に判断する必要があり、自分が設計している建物がどのような性質かを把握しておくことが重要なのです。morinos は熱が逃げやすい分、各部の断熱性能を高めています。

外皮平均熱貫流率U _A	0.61 W/m ² K H28年省エネ基準値 0.87 W/m ² K	建物外皮1㎡あたり、室温差1℃の時の熱移動を示す。(換気除く)
開口部以外の外皮平均熱貫流率	0.18 W/m ² K	開口部を除く外皮の平均熱貫流率を示す。
開口部の平均熱貫流率	2.06 W/m ² K	開口部の平均熱貫流率を示す。
単位温度差あたりの外皮熱損失量q値	270.71 W/K	室温差1℃の時の建物全体の熱移動を示す。(換気除く)
熱損失係数 Q 値	286 W/m ² K	床面積1㎡あたり、室温差1℃の時の熱移動を示す。(換気含む)
H28年基準計算を用いた目安Q値	1.70 W/m ² K	対象、基準を経年昇温2.0℃として算出する際の床面積を求めたもの 217.33㎡あたり
総熱損失量Q	369.60 W/K	室温差1℃の時の建物全体の熱移動を示す。(換気含む)
熱損失面積係数	3.49	床面積1㎡当りの外皮面積の割合を示す。数値が小さいほど熱損失の少ない建物形状です。
	154.40%	対象：半建物面積の正方形二階、高さ2.4m、フラット屋根の断熱性能係数の比率

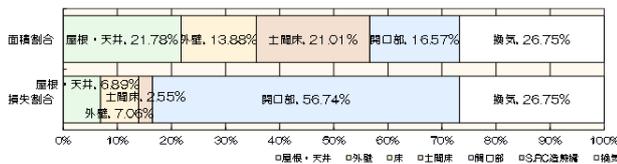
次に、下のグラフです。

上段が部位ごとの面積割合。開口部が 22.6%と大きめです。(一般的な住宅は 10%前後が多いです。)また平屋ですので、屋根と土間床がほぼ同じくらいの面積割合。

その面積に対して、下段が熱が逃げていく割合を示しています。開口部面積が 22.6%だったのに対し、断熱性能が屋根や壁の 10 倍以上逃げやすいということから熱損失割合は 77.47%と全体の 2/3 を占めています。つまり morinos では、8割近くは開口部から熱が逃げています。



次に下のグラフは、換気扇から逃げる空気による熱損失も含めたバランスです。morinos はそれなりに高断熱。そうすると換気による熱損失は無視出来ません。1時間に 0.5 回程度、空気を入れ替わる換気扇を取り付けていますが、それによって、全体の 25%分の熱を捨てているということです。換気扇を止めればいいと考えるかもしれませんが、それはいけません。換気の目的は人が活動する際に排出する汚れた空気(呼吸からの CO2 や水蒸気、臭いなど)をきちんと入れ替えること。建具を開け放してれば問題ありませんが、内部で空調している場合は適切に動かす必要があります。1/4 が換気の熱損失とみると大きいと感じるかもしれませんが、絶対量の熱損失が少なめですのでそこまで気になくて大丈夫です。

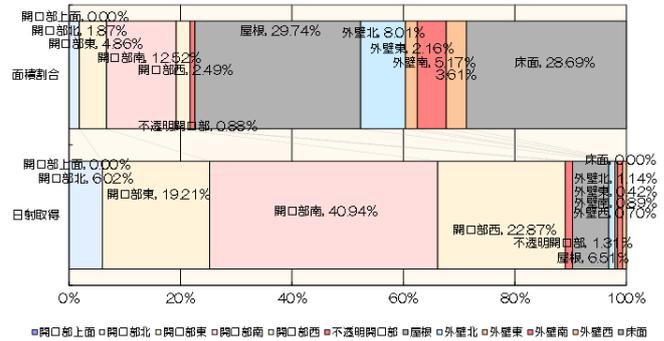


次に、夏期の日射遮蔽の性能です。1段目の η (イータ) AC 値は、外皮にあたる日射熱のうち平均的に 2.8%分が室内に入ってくることを示しています。(AC の A は平均 Average、C は冷房期 Cooling season の略) 夏ですので少ない方が有利になります。(住宅基準で、高い目標ではないですが目安として美濃市では 3.0%以下が目標) 2段目は、日射が 1W/m²の場合、建物全体に入ってくる日射熱量を示しています。つまり、晴れた日で水平面日射量が 800W/m²あったとすると、12.35W/(W/m²)×800W/m²=9880W 分室内に日射が入ってくることを示しています。(ここでは簡易的に、方位関係なくまとめた数値で計算しています。実際には、時間帯に合わせた方位別で計算する必要があります。) 結構大きいですが、周囲に何もなく野原にポツンと建っている計算です。(基準用の計算のルールです) 3段目は、床面積に対してどの程度入ってきているかを示しています。(H25 以前の省エネ基準で使用していた指標値) 4段目が、野原にポツンではなく、morinos 北の情報センターや森の工房など隣棟などを考慮した値。概ね 2 割ほど日射の侵入が少なくなる予想です。ただ、西の桜並木の効果は見えてませんので、実際にどの程度減ってくるかは楽しみなところです。

冷房期	外皮平均日射熱取得率 (η_{AC} 値)	2.8%	建物外皮 1m ² あたりから入る日射熱取得の割合を示す。
	H28年省エネ基準値 3.0		
	日射熱取得量 (m値)	12.35 W/(W/m ²)	窓のない水平面に 1W/m ² の日射があった場合、建物内に入る日射量を示す。
	日射取得係数 (μ 値)	0.096	床面積 1m ² あたりから入る日射熱取得の割合を示す。
	隣棟遮蔽を考慮した補正後 η_{AC}	2.3%	隣棟遮蔽を考慮した η_{AC} 。朝日に近い時間帯に適用する。

次のグラフは、面積割合と日射が入ってくる割合です。上段の面積割合は、開口部や外壁などを方位別に細かく見っていますが、上で示した断熱性能のグラフと同じ割合

です。下段が日射が入ってくる割合を示しています。東西南北の開口部から 90%程度熱が入ってくるのがわかります。特に多いのが南の開口部で、40.94%と最も大きくなっています。4mも跳ねだした大屋根の深い軒先で防いでいるとはいえ、面積が大きいのが影響しています。庇の短い西も 22.87%と大きめです。外構計画と合わせて検討していく必要があります。一方、セルロースをしっかりと詰めた屋根は、面積が約 30%に対して日射侵入は 6.5%と少ないです。余談ですが、屋根の断熱性能が弱かったアカデミー本校舎には反射率を高める遮熱塗料を塗りましたが、断熱がしっかりされた morinos では遮熱塗料の効果は少ないため使用していません。

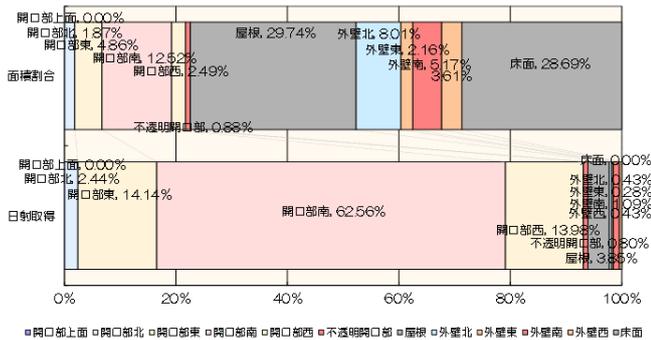


次に、冬期の日射熱の取得性能です。夏期と違って数値が大きいほどたっぷり日射が入ってきます。1段目の η_{AH} 値は外皮にあたる日射熱のうち平均的に 4.6%分が室内に入ってくることを示しています。夏期が 2.8%でしたので、1.6 倍日射熱が入りやすい性能といえます。2段目の日射熱取得量も当然 1.6 倍になっています。冬期は太陽高度が低いため、水平面の日射エネルギーが少ないとはいえ普通に晴れていれば 500W/m²。20.89W/(W/m²)×500W/m²=10,445W と大量の熱が入ることになります。(AGNI の薪ストーブの最大火力に匹敵します。) 3段目は床面積あたりの日射熱が入ってくる割合 16.2%。4段目が周辺の建物を考慮した値、冬期も隣棟によって取得エネルギーが減る予測です。

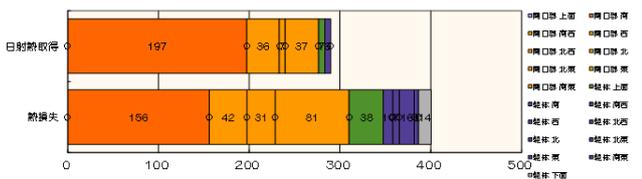
暖房期	外皮平均日射熱取得率 (η_{AH} 値)	4.6%	建物外皮 1m ² あたりから入る日射熱取得の割合を示す。
	目安：基準 η_{AH} 値 2.0		
	日射熱取得量 (m値)	20.89 W/(W/m ²)	窓のない水平面に 1W/m ² の日射があった場合、建物内に入る日射量を示す。
	日射取得係数 (μ 値)	0.162	床面積 1m ² に対する日射熱取得の割合を示す。
	隣棟遮蔽を考慮する 日射地域区分を考慮する	補正後 η_{AH}	3.7%

次に冬期の外皮面積と熱取得のバランスです。上段は夏期の面積割合と全く同じもの。下段が冬期の熱取得バランスです。大きく変化したのが南開口部。夏期に 41%だったものが 62.5%と 1.5 倍も増加。太陽高度が下がったため、南の取得が有利になっています。

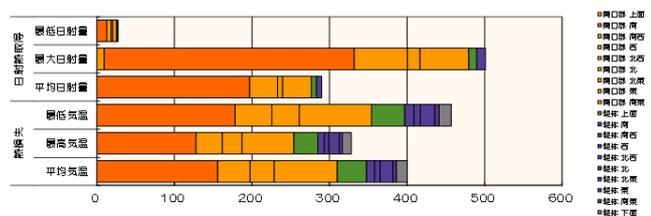
全体で見ても、開口部からの熱取得が 94%に増えています。



次に、下のグラフは冬期の単純な熱損失と熱取得のバランスを示しています。(室温は利用者の活動量・発熱量が多めの施設ということで仮に 18℃としています)
美濃市の平均的な外気温と日射量の場合、上段の日射熱取得に対して、下段は外気温が低いことで逃げていく熱を示しています。
概ね 1.2 倍ほど熱損失が上回っています。つまり、不足分を薪ストーブかエアコンで熱を供給しないとイケないということ。

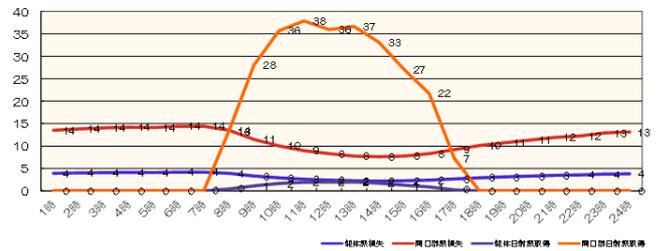


では、寒かったり、日射が多かったり、曇っていたりとした場合はどうでしょうか。
上部3段は、日射の状況でどの程度の熱が入ってくるかを示しています。曇りだと最上段。良く晴れると2段目、平均的な日射が3段目です。曇りと快晴では、20 倍以上も取得できる熱量が異なります。
一方、下部3段は、外気温の違いによる熱損失を示します。日射ほどの差はありません。
見比べると、快晴時であれば、熱損失を上回りほぼ無暖房で運用できそうです。ただ、このグラフは単純な一日の総量ですので、日中は必要な熱量の2倍以上取得しているのに対し、明け方は不足するので暖房設備で補助する必要があります。

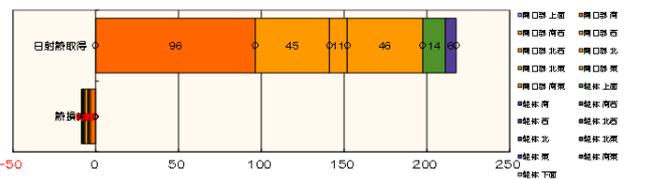


一日の取得と損失を見たのが下のグラフ。
日中はオレンジの取得が、赤い熱損失を大きく上回っているのがわかります。
一方、夕方から夜間、明け方までは日射熱取得はゼロになります。この間の温度低下を防がないといけません。それ

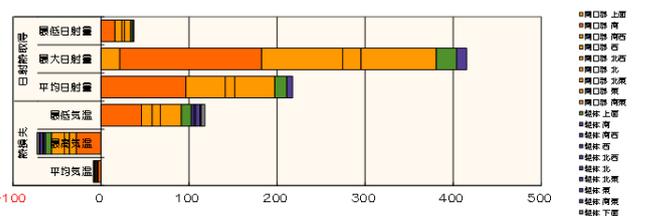
を担保するのが断熱性能と日中の熱を持ち越す蓄熱性能です。
morinos のシンボルである左官壁や、広葉樹を使用した家具などは、蓄熱量が少し高め。冬期にサーモカメラなどで温度変化を見るのが楽しみです。



同様に夏期も見てみます。
夏期の標準的な外気温と日射量です。
上段の日射熱取得を見ると、当然日射が入ってきて暑くなります。一方で下段の熱損失はマイナスの方向に出ています。つまり、損失のマイナスなので熱が入ってきているということ。
夏期は基本的に外気より涼しくなる要素はほぼありません。(夜間の放射冷却くらい)
そのため、2018 年に 41℃を記録し全国で 2 番目に暑い美濃市の夏を乗り切るためには、この日射による熱取得をなるべく減らし、エアコンで冷房を行う必要があります。
ちなみに通風は体温より低い外気温であれば、気流感で涼しさも感じられますが、真夏の風はむしろ体感的に暑く感じますので注意です。



次に夏期において、日射と外気温が変化すると、熱取得と熱損失はどんな感じか見てみると、
冬期と同じように天気によって上部3段の日射熱取得の変化は大きいです。特に2段目の快晴時は要注意です。
一方、下3段の外気温による変化を見ると、涼しめな日であれば、熱損失の方に寄っています。つまり、夕方から夜間にかけて換気で熱を捨てることも可能です。



下のグラフは、夏期の時間ごとの変化です。
冬と違って日の出が早く、6 時前から日射が入ろうと始めます。これは、北東にある建物や演習林による遮蔽効果も効きます。
また、夕方のダメ押しとなる西日対策はどんな状況か、現地を見ながら考えたいですね。

2020年04月02日(木)

薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)

今回は、空調設備について。

morinos 全体のエネルギー予測の8割を占める空調エネルギー。この空調エネルギーを削減するには、3つの方法があります。

1. 暖冷房負荷を削減する。
 2. 建物や設備の使い方を工夫する。
 3. 高性能な暖冷房機器を効果的に運用する。
- です。

1番目の暖冷房負荷を削減するには、断熱性能や日射熱制御性能など温熱性能のバランスが不可欠です。morinos では、温熱性能の向上によって暖冷房負荷PAL*をおよそ半分まで削減しています。

2番目の建物の使い方を工夫することは、今後の活動プログラムとも連携しながら考えていきたいですが、春や秋は開口部を開け放つことで、外の心地いい空気を取り込んだり、外構計画の植栽などで、日射をコントロールしたりと、その時々に合わせて空調を使わないように工夫します。

間違っても寒さや暑さを「我慢」することではありません。健康を害するリスクを極力減らしつつ、心地よさを確保する必要があります。

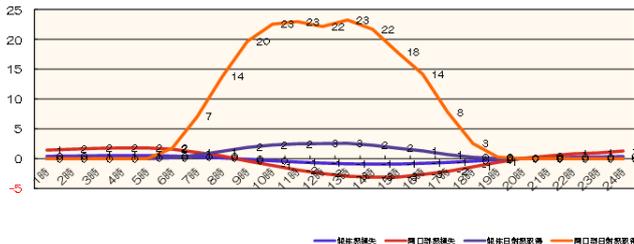
この建物の使い方の工夫で対処できない場合、3番目の方法、高性能な空調機器を使用します。(2番目の設備の使い方は後述します。)

morinos では、2種類の設備が導入されています。

薪ストーブ

一つ目はすでに紹介のあった薪ストーブです。冬期の暖房のみに使用します。

バイオマスを利用した設備で、敷地内で取れる針葉樹にも対応したものです。



今回は、少し難解な温熱性能のはなしでした。ですがエネルギー消費の大半を占める空調にかかる大切な要素でもあります。

もっと詳しく聞きたい方、専門家の方は、毎年温熱設計の専門技術者研修を開催していますのでそちらもご検討ください。

准教授 辻充孝

morinos で試し焚きした時の様子

最大で、10,000W くらいの出力がありますので、熱量だけで行くと1台で十分な能力です。
(外気温が0℃の時、換気を含めて 7,400W 程度の熱損失の建物性能)

ただ注意点としては、広いガラス面からの熱取得である日射熱と違って、薪ストーブは本体が 300℃近い高温で、しかも一か所からの放熱ですので空間に温度ムラができません。
考えればわかりますが、薪ストーブ近くは暖かく(暑く)、離れると寒くなります。ストーブをつけっぱなしで長時間運転すると、この温度ムラは多少はましになります。

この温度ムラの発生を弱点ととらえるか、自分のちょうどいい居場所を見つけるちょうどいいムラと考えるかは利用者の判断です。
morinosは室内でもヨガや工作など、いろいろな活動を行う予定で、利用者の年齢や性別もバラバラですので、個々の発熱量が異なります。
平穏な住宅と違って 20℃前後が心地いいとは限らず、少し運動すると 15℃くらいが心地いいとか、もっと涼しい方が良いとか人それぞれです。

薪ストーブは熱以外にも炎の揺らぎも心地よさアップです。
利用者がどのように薪ストーブを評価するか、楽しみなところですよ。

エアコン
もう一つの設備が、エアコンです。夏期の冷房と冬期の暖房に利用します。
morinos のエアコンは2種類あり、一つは一般的な壁掛けエアコン1台と床に半分埋め込んだ床置きエアコン2台です。

壁掛けエアコンは、一般に表示されている 18 畳用の能力で、部屋と一体になった見せる収納庫内にあります。



morinos は概ね 78 畳ワンルーム(129 m²)の大きさがありますが、実は能力的にはほぼ1台で足りる。

18 畳用のエアコンなのに、どうして???となると思いますが、一般的な表記(この場合 18 畳用)はほぼ無断熱の場合の畳数がかかっているためです。
morinos のようにしっかり断熱された建物とは異なるのです。(詳しくは下の morinos マニアック参照)

ただし、これも一か所からの暖気供給ではムラができてきますので、薪ストーブや床置きエアコンと併用で、適切な温度域を作る必要があります。

もう一種類の床置きエアコン2台は、収納下部の扉の奥で床に半分埋め込まれています。
冬は、床下空間と、床上に暖気を出し、夏は床上のみに冷気を出します。



床下に半分埋め込まれた床置きエアコン。背面の銀色の放熱板は調光照明用のパワーモジュールです。

morinos の床下は、750mm 高の空間があいています。ここに暖かい空気を送り込み、地中に熱が逃げないように基礎断熱で防ぎ、暖かい熱はフローリングを通して室内に戻します。
また、窓際には、暖かい空気の吹き出し口が各所に開いています。



この吹き出し口も大工さんの手作り。フローリングの圧密材を使って、ぴったりサイズで納まっています。

この床下暖房計画は、morinos の活動スタイルを考慮してのもの。理由は2つです。

1つ目の理由は、morinos の床は土足での活動が中心な

ので、スギの圧密フローリングで、カチカチになっています。
ですが、こんな気持ちのいい空間では、子どもたちは裸足でも動き回るはず。
その時、空気を多く含んだスギ本来の性質であれば、熱が奪われにくく冷たさを感じにくいですが、圧密フローリングだと、熱伝導が良く冷たく感じかねません。(概ね1~2℃程度は変わってきます)そこで、そもそものフローリングの温度を上げるために床下に暖気を吹き込んでいます。(「[スギのフローリングは暖かい?](#)」も参照してください)

2つ目の利用は運用スタイルです。
環境教育施設の性質上、ウェルカム感を出すために冬でも扉を開け放ったり、常に出入りがあることで、開放的に使うことも想定されます。
その時に、床上の空間にいくら暖気を出しても通気によってすぐに霧散してしまいます。
そこで床下空間を暖めることで、床の表面温度を多少なりともあたため、体感温度(特に床に近い子供たち)を確保することを期待しました。

一方で冷房です。
良く晴れた日中には 10,000W 近い熱が室内に入ってきます。(逆に夜間は0W)
この熱を取り除く必要があります。

壁掛けエアコンの最大冷房能力が 5,700W、床置きエアコンが 5,600W×2 台ですので、能力的には十分な性能が確保されています。

また、冷気は、比重が重たいので床付近に溜まりやすく、暖房より効果を実感しやすいです。
壁掛けエアコンと床置きエアコン2台を適切に運転することで効率よく冷やしていきます。
今回選定したエアコンは、ゆるめ運転の方が省エネ性能が高い(下の morinos マニアック参照)ので、複数台を同時運転することで、省エネ+大きすぎない適度な温度ムラが実現できるでしょう。
吹き抜け上部空間の熱だまりも気になるところですが、天井が高い(距離が離れている)ので表面温度は感じにくく、空気温度は居住域を効果的に冷やすことで気にならないでしょう。
morinos のような容積の大きい空間は、空間全部を空調するというより、居住域を適切に空調するという考え方が合っています。

アカデミー校内で得られるエネルギー源は、薪に代表されるバイオマスと太陽光発電の電力のみ。
これら2つのエネルギー源を活用した薪ストーブとエアコン、2種類の空調機器を、運用状況に合わせて賢く運転できることを期待しています。

morinos マニアック-----

壁掛けエアコンの能力をカタログで見ると
暖房能力:4.7kW(0.6~9.2)、消費電力:1770(110

~3160)、[COP:2.65(5.45~2.91)]
冷房能力:5.6kW(0.6~5.7)、消費電力:1930(120~2030)、[COP:2.90(5.00~2.81)]
とあります。(COP は書かれていないことが多いですが、単純に能力÷消費電力です。)

見方としては、暖房はカッコ内の能力を出すことが可能で 0.6kW(600W)から 9.2kW(9,200W)までが出力範囲です。
つまり、このエアコン、カタログ上は最大 9200W の熱を出すことができます。
外気温が下がるとここまで出ないこともありますが、外気温が 2℃程度でも 6,700W くらい出ますので、morinos では概ね1台で行けます。

また消費電力は、600W の熱を出している時に 110W の電力で賄えるので、1 の電気から 5.45 倍の熱を出す性能(COP5.45)という魔法のようなことが起こっています。これは、空気中の熱をポンプアップするヒートポンプという技術によるものです。
一般的な電気ストーブやコタツは、ほぼ 1 倍の能力なので、110W の電力を使うと、110W の熱を出します。単純な電気ストーブは 5.45 倍も効率が悪いのです。
電気で熱を作るならヒートポンプ(エアコン)を中心として、電気ストーブやコタツは極力使用しないことが肝要です。

ちなみに中間くらいの運転状況では、4700W の暖房時に 1770W の電力消費なので 2.6 倍の性能、最大時は 9200W の暖房時に 3160W の電力消費なので 2.9 倍と落ちてきます。メーカーによって特徴が違いますが、今回のエアコンは、ゆるい運転状況を得意としています。

冷房は、0.6kW(600W)から 5.7kW(5,700W)までと最大能力が劣ります。
効率も、低負荷運転の 5.0 倍から中間では 2.9 倍、高負荷運転の 2.8 倍と、暖房と同様にゆるい運転がよさそうです。

つまり、部屋が冷え切った状態から一気に高負荷運転で暖房するより、一度暖めてしまってゆるく暖房を掛けている方が 2 倍程度効率がいいということ。
薪ストーブや他のエアコンと併用しながらゆるい運転をする工夫が省エネに効きそうです。

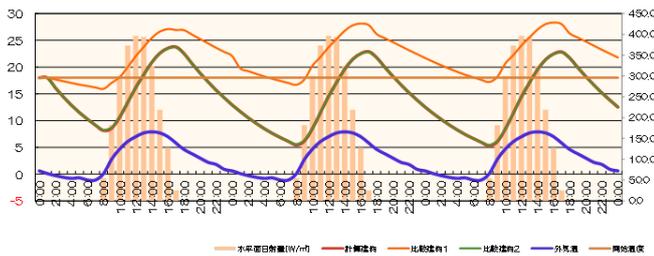
床置きエアコンの能力は、
暖房能力:6.7kW(0.5~8.8)、消費電力:2280(120~3220)、[COP:2.94(4.16~2.73)]
冷房能力:5.6kW(0.6~5.7)、消費電力:1780(130~1850)、[COP:3.15(4.62~3.08)]
となっており、壁掛けエアコンと同様程度の性能です。

最後に、通風や空調を見込んだ室温シミュレーションも見てみます。
学生と、いろいろなパターンで見えていきましたが、平均的な気温と日射量の結果だけ見てみます。

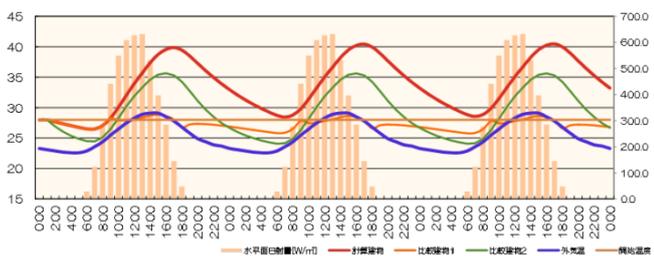
まずは、冬の想定です。(下のグラフ)

青いラインが美濃市あたりの外気温が3日続いた場合を示しています。明け方に氷点下になり、日中8℃程度まで上がってます。これを3日繰り返しています。薄オレンジの棒グラフが日射量(日中で 400W/m²程度)を示しています。毎日ほどほどの日射がある日が続いた想定です。

閉め切って無暖房の場合がオリーブ色の線になります。(24時間換気は運転)
明け方は5℃近くまで下がってしまいます。日中はたっぷり日射を取り込むため 23℃近くになる予測です。夜間は日射熱取得がゼロで、断熱性能の劣るガラスから熱が逃げるため、明け方の冷え込みがあります。明け方、スタッフの方がやってきた時が最も冷え込んでいます。
ではどんな暖房運転が良いか学生も考えました。例えばエアコンは日中使わず、夕方から明け方までゆるく 5000W 程度で運転するとオレンジ色のラインです。朝の段階で 17℃程度、晴れていれば出勤後は暖房を切っても日射で室温は上昇します。これはエアコン以外でもよくて、薪ストーブに大きめの薪(表面積に対して体積が大きいもの)を入れて、空気量の調整で、夕方から翌朝までゆるく焚いて上げることで同様の状態が出来上がります。



では夏はどうでしょう。(下のグラフ)
同様に青いラインが外気温、薄オレンジの棒グラフが日射量(日中は 650W/m²程度)の3日間の変化です。窓を閉め切って、ほったらかしが濃い赤ラインです。日中は温室のように 40℃まで上がっています。では、通風(2.5 回/h)をしたらどうでしょう。室温よりは涼しい外気が取り込まれますので、緑のラインの状態。ましになりましたが、外気温より下がることはありません。日中は 35℃近くまで暑くなっています。しかも、風は気まぐれなので、常に通風が得られるわけではありません。では、暑い夏は窓を閉めて冷房を 9 時から 17 時までゆるめに 7000W程度かけているとどうでしょう。(夜間は冷房をオフ)オレンジ色のラインです。概ね 27℃程度で安定しています。



実際の運用では、日によって外気温や日照状況など異なります。運用者が状況に合わせて適切に調整をすることで、morinos にとってちょうどいい室内気候を見つけてもらえれば幸いです。

実際の運用が始まったら、学生といろいろ実測して、計算結果と比較したいですね。いい教材になりそうです。

准教授 辻充孝

2020年04月03日(金)

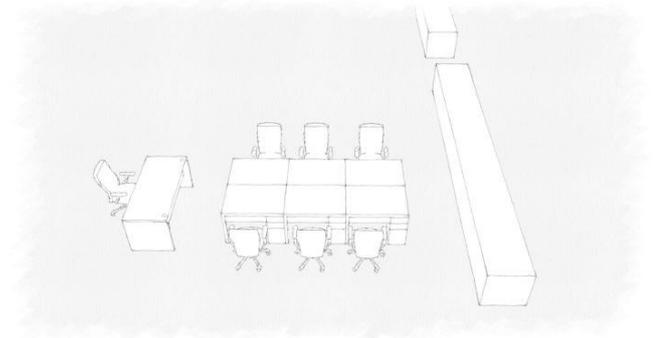
あたらしい働き方を morinos から(morinos 建築秘話 30)

morinos は日本で最初の「森の入り口」施設です。毎日いろいろな人が、ここから森とつながっていきます。ここで働くスタッフはいつも多くの人たちと接し、その時その季節に合ったプログラムを実施しながら、森への案内人を努めます。建物の中と周辺で子どもたちの様子を見て何かあればパッと駆けつけたり、拾ってきた葉っぱから樹木の名前を質問されたら iPad や図鑑を持ってきて一緒に調べたり。

こうした morinos の働き方を実現するために、その機能が建築にも求められます。これは設計の一番初めから最重要条件になっていました。運用ディレクターのナビさんからは以下の2つの要望をもらいました。

「スタッフと来館者を、分け隔てない」
「スタッフと来館者が”同じ目線”でいる」

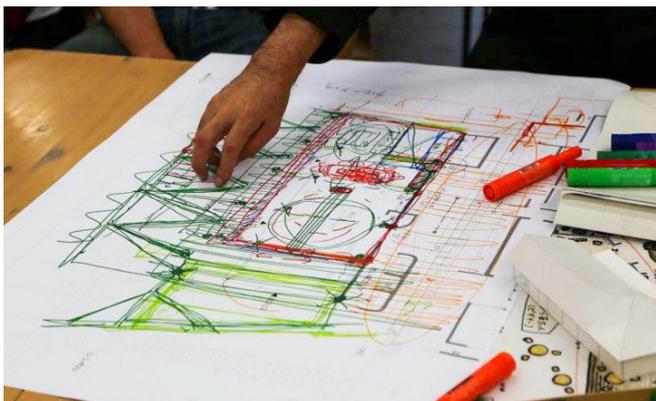
ところでオフィスというと、よく見るデスク配置といえばこれ。



よくありますよねこの配置。

「侵入禁止」「上下関係」を体現した配置ですね。morinos の設計条件としては、これはダメ。

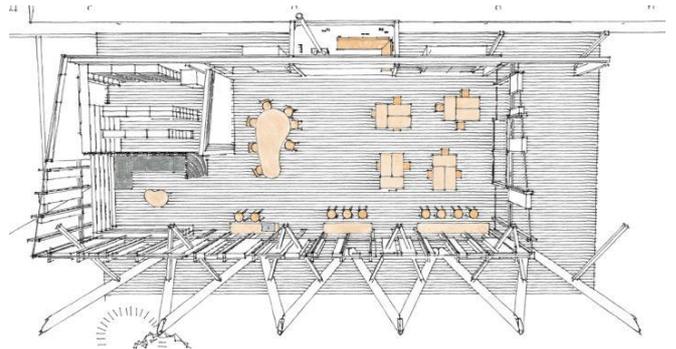
ですので morinos は、設計のスタート時点、つまり最初の学生提案&隈研吾先生の原案段階で、「あたらしい働き方」が提唱されました。



隈研吾先生の原案スケッチの時点で、morinos は「あたらしい働き方」がメインテーマに位置付けられています。

それは、
「固定した受付カウンターはつからないこと」
「通信手段は無線 LAN。ノート PC を持ってどこでも仕事ができるようにすること(フリーアドレス)」
「周辺現場にすぐ駆けつけることができ、来館者の質問にすぐ答えられるように働くこと」

できた間取りがこちらです。



着色してある場所のどこに座っても仕事ができます。天気がいい日は外のデッキでも。

「フリーアドレス」なので常駐スタッフは決まった場所にデスクを持たず、普段は中央の豆型テーブル付近に居ます。気が向いたらコーヒーを持って日当たりのいい南側カウンターに行ってもいいし、膝にノート PC を置いてソファで仕事してもいい。無線 LAN で通信できるし、コンセントはどこにでもあります。ストーブ横のベンチに腰掛けてもいいかも。

スタッフと来館者を隔てるカウンターも無いので気軽に声をかけやすいし、自然とコミュニケーションが生まれます。

morinos は光環境も温熱環境も良く、場所によって違った居心地があるので、毎日居場所を変えてもいいですね。ほら、考えただけで楽しく健全に働けると思いませんか？……僕も morinos で仕事をしようかな……。

■中央の豆型テーブル





普段は真ん中の穴からコンセントを引き出します。蓋は岐阜県木「イチイ」。なくならないように革紐が付いています。コンセントが落ちないように工夫されたギミックが。



県産材ミズナラで出来た豆型テーブルです

なかなか良いフォルムですね。角がなくて、どこにでも椅子をつけて座れる。くぼんでいる部分に座りたくありませんか？この曲線はウェルカム感があります。

席をはずす時は、引き出しに PC をしまっけて鍵をかければ OK。ちなみに幕板を曲線にして、引き出しの前板は直線になるように工夫されています。

■南側のカウンター



このテーブルは、小さい円と大きい円が内包された形になっていて、大きい円の方は模造紙を広げて会議できるようにしてあります。模造紙は四六判(1091mm×788mm)ですので広げるとこんな感じ。スタッフのミーティングに使います。

10 席あります。外の様子が見えるので、屋外プログラムを見ながら仕事ができます。天板にコンセントあり。コンセントの下の配線はちゃんと隠しています。シンクもあるので手洗いや水筒への水分補給もここで。(美濃は水がほんとに美味しい！)



ソファで足を伸ばして仕事をしてもいいですね。スタッフもここで弁当を食べてもいいかもしれません。来館者と一緒にすごせる憩いの場です。

■ベンチ



洞窟のベンチに座ると、こもった雰囲気の中で集中できるかも。その日のプログラムによっては、真冬なのに全部の出入り口が開けっ放し！寒い！ということもあるかもしれないので、そんな時はストーブにあたりながら仕事をしては？

■1人用のテーブルをくっつけて



■ソファ



県産材のヒノキ、カツラ、クリ、ホオノキを使って制作した

「耳付きテーブル」。プログラム用ですが、これをくっつけると数人でミーティング出来ます。このテーブル、1人用にちょうどいい大きさで、スタッフみんなのお気に入り。

(家具についても記事にする予定なので、乞うご期待です)

資料やコピー機や無線 LAN ルーターなどは収納庫に設置しています。また、来賓の方と静かに打ち合わせする必要がある場合は、morinos の北側にある「森の情報センター」を改修してつくった応接室が準備されています。



物入も大きめにとってあるので、ここに資料を置きます。運用しながら可動棚を設置する予定です。でもここに役所っぽく大量の紙ファイルを並べては、いくら棚があってもキリがありません。出力のいらぬものはデータで保存する、書類決裁の方法を電子署名にするなど、これまでの行政の働き方を変えていく必要があります。無駄を省き、合理的で、生き活きとした、あたらしい働き方を発信するのも、森の入り口の役割ということですね。

「なんだか自由すぎるオフィスじゃない？大丈夫？」と思います？
同じ姿勢でずっとデスクワークをすることで健康を著しく害することが研究によって明らかになり(まあ、あたり前ですよね……)世界的に問題になっています。クリエイティブで健康的なオフィスの実践として Google や facebook などのテーマパークようなオフィスは有名ですが、日本の IT 系企業でもフリーアドレスのオフィスはスタンダードになってきています。ドイツに取材に行ったときは「昇降式のスタンディングデスク」を多く見かけました。



シュトゥットガルト教区の財団カトリック自由学校のオフィス。数時間毎にデスクが昇降し、PC を打ちながら立ったり座ったりすることで健康を害さないように配慮されている。

何より、スタッフと来県者の分け隔てがないことが大切です。岐阜県でも、morinos が先駆けてこうした「あたらしい働き方」を提案していきます。いやあ、僕も本当に morinos で仕事しよう！

木造建築教員:松井匠

2020年04月08日(水)

建物の隙間の大きさはどのくらい？(morinos

建築秘話 31)

建物には目に見えない隙間がいたるところに開いています。

例えば、床と壁、壁と天井の取り合い、コンセントや配管廻り、サッシ廻りなど、ピッタリ納まっていると思っても、実際には、コンマ数ミリの隙間が開いています。

この目に見えない隙間を計測するのが「気密測定」です。有志の学生と一緒に気密測定をしてきました。

気密測定の仕組みは単純です。

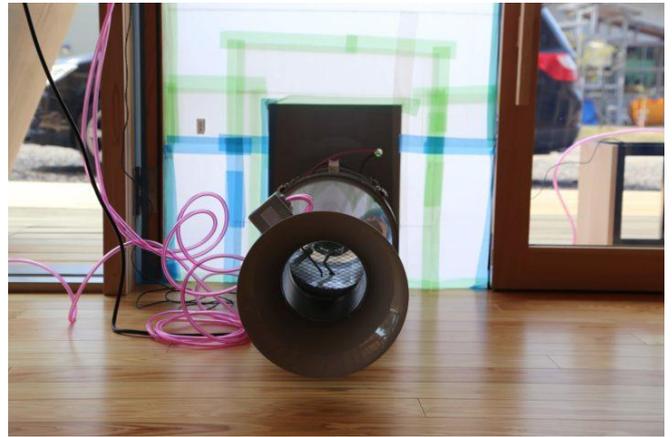
下の写真は気密測定機を組み立て始めたところです。真ん中にある白い筒は単なる強力な換気扇です。矢印の向きに空気を出します。この換気扇に、後ろのグレーの筒を付けていきます。単なる穴の開いた筒です。この筒で、空気の乱れをなくスムーズに空気の移動を促します。



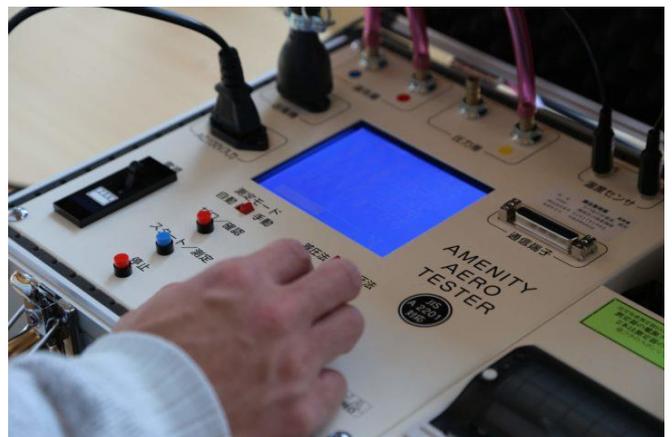
この組み立てあがった気密測定機を開口部にセットして廻りをプラダンボードで塞いで目張りをします。

そうすると下の写真のように、換気扇の取り付けいた筒の部分だけが穴が開いた状態になります。

筒に取り付いた2本のピンクチューブは、この筒を通り抜けた空気の量を測るものです。よく見ると、もう一本ピンクチューブが、外に出て行っているのも見えます。このチューブで屋外の気圧を計測します。

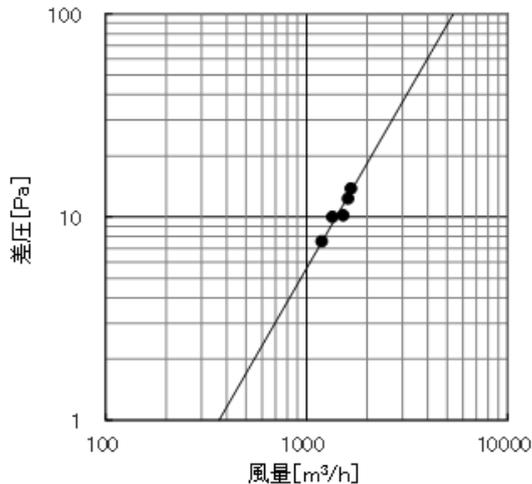


そして、計測器にこれらのチューブと室内と室外の温度センサーもセットすると、気密測定機のセット完了(下の写真)です。



この状態で換気扇を動かし、室内の空気を外に追い出します。(減圧法という測定方法)室内と室外の気圧を計測して、建物の隙間の大きさを測ります。隙間が少なければ、気圧差が大きくなりますし、隙間がたくさんあると、いくら空気を外に出しても気圧差が付きません。

さて測定結果は、相当隙間面積 C 値 4.41 c m²/m³、総相当隙間面積 αA 959 c m²でした。



相当隙間面積 C 値の意味するところは、床面積1㎡あたり、4.41c㎡の隙間が開いているということ。
 総相当隙間面積 αA は建物全体でどのくらい隙間が開いているかということです。
 といわれてもピンときません。

ちなみにアカデミー本校舎は、過去の実習でも計測したことがあります。C 値は、8~10 c㎡/㎡程度。
 (アカデミー本校舎の気密測定の様子は[こちらのブログ](#)より)
 アカデミー本校舎の概ね倍程度の性能です。(隙間が半分程度)

とすると、なかなかいいの?と思いますが、そうではありません。
 現在の一般的な住宅で、C 値 4~5 c㎡/㎡程度ですので、morinos は普通くらいの性能です。

特に基準はありませんが、気密住宅といわれるのは C 値 2 c㎡/㎡程度。高气密住宅となると C 値 1 c㎡/㎡以下が目安です。
 先月、私たちがプロジェクトで関わった近江八幡の住宅で気密測定をした時は C 値 0.6 c㎡/㎡でしたので、やはり悪めです。

ですが、ここであきらめてはいけません。

morinos はいろいろな実習場所。

気密測定機の換気扇を動かした状態で室内を負圧にしたまま、いろんなところから入ってくる隙間風を探します。
 特に大きいのは、木製建具廻り。よく見ると、外の光が漏れています。

ではこれらの隙間を今後パッキン材等で気密改修をしていくとどの程度性能向上が見込めるか、順番に目張りをして、それぞれの建具の隙間の大きさを確認していきました。

まずは、東のメインエントランスの両引き戸。養生テープで目張りをしていきました。



この状態で再度気密測定を行うと、C 値は 3.94 c㎡/㎡。
 αA は 856 c㎡。

つまり、この建具だけで、959 c㎡ - 856 c㎡ = 103 c㎡の隙間があったということ。
 建具の大きさは 270 cm×220 cmの大開口。外周長さは4周で 980cm ですので、均等に隙間が開いていると、約1mm の隙間が全周囲にあるということです。

たった1mm と思うかもしれませんが、これだけで建物全体の性能に1割も効いてきます。

このように、建具一つずつの隙間を計測します。

次に、南側の3つの木製両開き戸も目張りをしてみます。



結果は、C 値は 3.32 c㎡/㎡。 αA は 721 c㎡。
 ここでも、建具3か所で 135 c㎡の隙間がありました。東エントランスほどではないですが、かなりの大きさです。

ではさらに、北側の2枚の片引き戸と西側の1枚片引き戸、排煙窓の目張りです。



結果は、C 値は $1.71 \text{ c m}^2/\text{m}^2$ 。αA は 372 c m^2 。4枚の建具で、 349 c m^2 の隙間がありました。特に大きかったのが収納庫の木製建具。 200 c m^2 近くあります。

ここまで目張りすると、気密建物と呼べる感じです。

今回のように隙間の位置がわかると対策も考えられます。今後、メンテナンスも兼ねて気密パッキン施工や建具加工を行い、少しずつ改修できればさらに室内環境が向上します。

もうこの段階までくると学生も慣れてきて、私が見ていなくてもどんどん計測を繰り返していました。頼もしいですね。



morinos マニアック -----

アカデミーで使用している気密測定機は、室内外圧力差が 50Pa 以上ないと自動計測できません。

今回、設置して自動で計測開始……エラー……圧力差が出ないために計測できません。そこで今回は、手動で換気扇の風量を調整して、圧力差を見ながら計測しました。

建具を全て目張りをした状態で、ようやく 50Pa 以上の圧力差が出て自動計測できました。

さて下の写真が、目張りを終えた最終段階の計測時の結果の表示画面です。



総相当隙間面積 αA は 372 c m^2 。相当隙間面積 C 値は $2.9 \text{ c m}^2/\text{m}^2$ となっています。

あれっ、さっき書いていたのは C 値 $1.71 \text{ c m}^2/\text{m}^2$ ではないの？と思いますが、実は分母にあたる床面積の取り方は気密測定では4種類あり、どの値を使ってもよいことになっています。

1. 通常通りの床面積(吹き抜け部分は天井高さ 2.1m 以上あれば床に見込む)morinos では 129.04 m^2 です。
2. morinos のような基礎断熱の床下空間や小屋裏空間があると、その気積を仮想天井高 2.6m で割って仮想床面積を足した床面積。morinos では、 166.26 m^2 になります。
3. morinos のような不規則な吹き抜けがある場合は 2.6m 以上の高さ分の気積を仮想天井高 2.6m で割って仮想床面積を足した床面積。morinos では、 173.89 m^2 になります。
4. 建物全体の気積を仮想天井高 2.6m で割って仮想床面積を足した床面積。morinos では、 217.32 m^2 になります。

複雑な形状の建物や天井の低い建物など、各種建物を公平に評価しやすいので、私は4の仮想床面積を使うことが多いです。

上に書いた気密性能も、4の仮想床面積 217.32 m²で算出した値です。
仮に実際の床面積129 m²で求めると、上の液晶仮面のC値 2.9 c m³/m²になります。(最終の目張りをした性能)

さて気密測定には、もう一つ着目すべき数値があります。

隙間特性値 n 値です。上の液晶画面では n 値 1.54 となっています。

これは、隙間の形状をある程度予測するもので、必ず1~2の間の値になります。

1に近づくと空気の流れは層流域にあり、2に近づくと乱流になっています。

大きな穴があると乱流になりやすく、小さな穴が分布していれば層流になりやすいことから、穴の状態を表すと言われています。

つまり、傾向としては大きな穴がある場合は2に近づき、微細な穴が分散している場合は1に近づきます。(あくまで目安です。)

最終段階でn値 1.54 でしたが、目張りをしていない現状のmorinosは、n値 1.72 でした。やはり気密性能の向上によって n 値が小さくなっていました。

では morinos の気密性能でどの程度の隙間風(空気が入れ替わる)が想定されるのか、計算してみました。現状のC値 4.4 c m³/m²、n値 1.72 の値です。

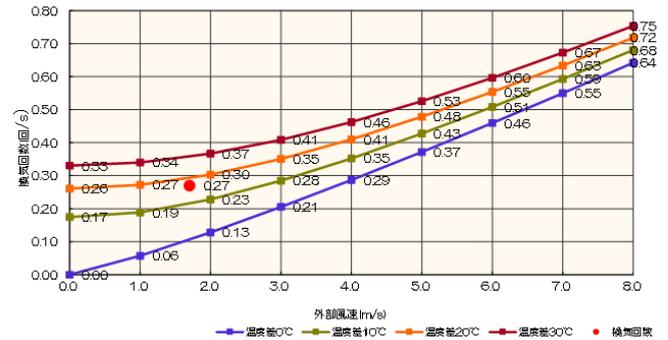
自然換気量 (漏気量) の目安				
名称	値	単位	説明	
C値	相当隙間面積 C値を直接入力 (優先)	4.4	cm ³ /m ²	※1 測定値の住宅漏気量
S	床面積	129	m ²	面積、気密性が不明な場合はデフォルト値を使用
V	建物気積	565	m ³	計算に使用する値
αA	総相当隙間面積	569	cm ³	C値、床面積
Cp	風圧係数影響度	II : 住宅地	-	立地条件を参照
U	外部風速 (屋根高と季節・地域 冬・美濃アメダス)	1.7	m/s	1月2月のアメダスデータを参照
ΔT	室内外温度差	17	℃	季節に地域に合わせて選択 (詳細参照) 参考: 室温20℃として、1月、2月の気温差を17℃と想定する
N	隙間特性値	1.72	-	※1 気密性の目安 (隙間率) ※2 目に覚えやすい数値 (目安) ※3 計算に使用する値 (隙間率) ※4 計算に使用する値 (隙間率)
Q自然	自然換気量	152.733	m ³ /h	自然換気量 = 建物気積 × 隙間特性値 × 風圧係数 × 外部風速 × 室内外温度差
	換気回数	0.270	回/h	自然換気量 ÷ 建物気積

美濃市の1月の平均風速は1.7m/s、平均外気温3℃なので温度差を 17℃と想定すると、1時間に 0.27 回程度空気が入れ替わる計算(上の表の最下段の数値)になります。

多いか少ないかの判断の目安としては、計画換気用の換気扇を回さないと 0.5 回/h 程度 (気密が高ければきちんと狙った給気口から入る想定)、アカデミー本校舎の C 値 10 c m³/m²で計算してみると 0.61 回/h(いろんなところからの空気の流入)です。

アカデミー本校舎でセミナーなど受けられた方だと、体感的にわかりやすいですが、外の寒い空気が入ってくるのが概ね半分程度の状況です。

もちろん風が強かったり、外気温が寒いと、隙間風も大きくなります。いろいろな状況での隙間風の量を計算してみました。



横軸に外部風速、縦軸に隙間風による換気回数を取っています。4色の色の線が外気温と室温との温度差です。赤い丸印が先ほどの 0.27 回(風速 1.7m/s、温度差を 17℃)を示しています。

風が強くなると換気回数が増えますし、外気温が下がって温度差が付いても換気回数が増えます。

気温や風速は、私たちではコントロールできません。隙間風を押さえるには、気密性能が大切というわけです。

ちなみ、建具の隙間がしっかり改修されて気密性能 C 値が 1.7 c m³/m²になった場合の結果も見てみます。

自然換気量 (漏気量) の目安				
名称	値	単位	説明	
C値	相当隙間面積 C値を直接入力 (優先)	1.7	cm ³ /m ²	※1 測定値の住宅漏気量
S	床面積	129	m ²	面積、気密性が不明な場合はデフォルト値を使用
V	建物気積	565	m ³	計算に使用する値
αA	総相当隙間面積	221	cm ³	C値、床面積
Cp	風圧係数影響度	II : 住宅地	-	立地条件を参照
U	外部風速 (屋根高と季節・地域 冬・美濃アメダス)	1.7	m/s	1月2月のアメダスデータを参照
ΔT	室内外温度差	17	℃	季節に地域に合わせて選択 (詳細参照) 参考: 室温20℃として、1月、2月の気温差を17℃と想定する
N	隙間特性値	1.54	-	※1 気密性の目安 (隙間率) ※2 目に覚えやすい数値 (目安) ※3 計算に使用する値 (隙間率) ※4 計算に使用する値 (隙間率)
Q自然	自然換気量	50.784	m ³ /h	自然換気量 = 建物気積 × 隙間特性値 × 風圧係数 × 外部風速 × 室内外温度差
	換気回数	0.090	回/h	自然換気量 ÷ 建物気積

換気回数が 0.09 回/hとなり、隙間風はほとんど感じない程度になります。

この morinos 建物自体が、いろいろな計測やメンテナンスの教材。
今後の morinos の進化も楽しみにしてください。

准教授 辻 充孝

2020年04月09日(木)

構造システム "WOODS" (morinos 建築秘話

32)

ちょっと複雑な構造として、この建物を御覧になられている方もいると思います。しかし、構造のシステムとしては決して複雑な構造ではなく、むしろ非常に単純な構造となっています。

これから始まる一連の「morinos 建築秘話【構造編】」シリーズを御一読いただくと、morinos の構造は非常に単純な仕組みとなっているということにお気づきになると思います。建築実務者の方は、この建物が思ったよりも簡単に構造設計できるものなのだと理解できると思います。



この morinos は構造システムを "WOODS" (Wooden Object Oriented Design Structure、木材のオブジェクト指向型設計) と名付けた構造体です。各構造要素を組み合わせた効率の良い構造計画が実現しています。主要軸組(構造架構)は自重や積雪荷重などの鉛直荷重だけを支持するのではなく、地震力や風圧力などの水平力も負担できる構造架構を兼ねている部材があります。ここでいう構造架構とは、架構の接合部の回転性能に配慮し、ラーメン的構造性能を付加した架構のことです。北側壁面部分や収納部分の界壁等には面材耐力壁を配置し、水平構面は CLT 面材を配置しています。

主要軸組(構造架構)、耐力壁、面材水平構面を以下に示し

ます。

【主要軸組(構造架構)】

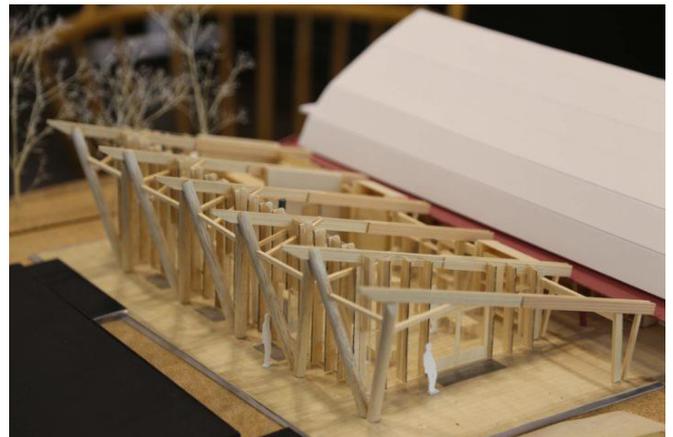
- ・W 形配置丸太(ヒノキ丸太、E90、末口 $\phi=330\text{mm}$)
- ・方杖(スギ製材、E90、 $150\times 150\text{mm}$)
- ・レ形配置方杖(スギ製材、E90、 $150\times 150\text{mm}$)
- ・90 角鋼管梁(90 角鋼管 2 丁合わせ)
- ・登り梁(ヒノキ集成材、E105-F300、 $150\times 450\text{mm}$)
- ・一般梁(ヒノキ集成材、E105-F300、 $120\times 150\text{mm}$)
- ・架構柱(ヒノキ集成材、E105-F300、 $150\times 300\text{mm}$)
- ・一般柱(スギ製材、E90、 $120\times 120\text{mm}$)

【耐力壁】

- ・構造用合板耐力壁(大壁・3.7 倍、構造用合板 $t=9\text{mm}$ 、 $\text{CN}50@75\text{mm}$)
- ・構造用ハイバストウッド耐力壁(大壁・4.0 倍、MDF $t=9\text{mm}$ 、外周部 $\text{CN}65@100\text{mm}$ 、中間部 $\text{CN}65@150\text{mm}$)
- ・筋かい(片筋かい・3.0 倍、スギ製材、E90、 $150\times 150\text{mm}$)

【面材水平構面】

- ・CLT 面材水平構面(A パネ・2.6 倍、 $t=36\text{mm}$ 、釘打ち $\text{N}90@150\text{mm}$)



開放的な空間を構成するために、水平力の大部分を負担できる構造架構としました。東西方向は、南側の W 型配置丸太と北側の面材耐力壁で水平力を負担させています。南北方向は傾斜させている W 型配置丸太・方杖・レ形方杖・架構柱・登り梁からなる構造架構と収納部分の面材耐力壁、筋かい等で水平力を負担させています。

水平構面を A パネによる CLT 面材水平構面とし、大空間を構成する建物の一体性を高めました。基礎を一般的なバタ基礎としました。構造架構の一部を製作金物による接合部としているが、それ以外の接合部については市販補強金物による接合部としました。南側の大開口部のガラス窓への風圧力を支持するために、木材と鋼製材によるハイブリッド耐風方立としました。以上のように、構造システム "WOODS" により、各構造要素を組み合わせた効率の良い構造計画が実現しました。

教授 小原 勝彦

2020年04月10日(金)

構造に関する基本的な用語について(morinos 建築秘話 33)

morinos 建築秘話 32「構造システム "WOODS"」で専門用語をたくさん使ってしまったので、ちょっと基本的な用語を整理してみました。

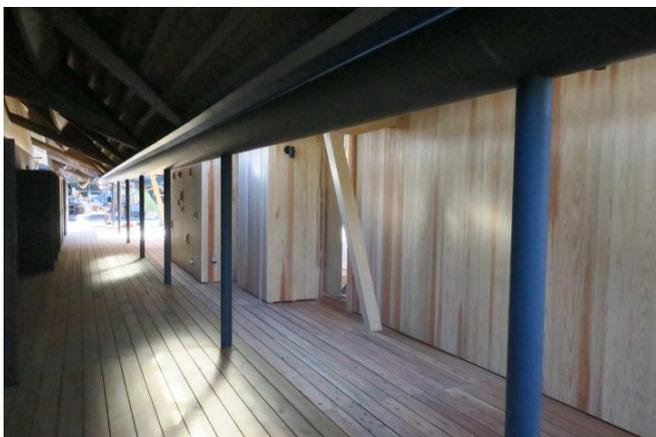


◆木造ラーメン構造について

ラーメン構造とは、組まれた骨組みの各接合箇所を剛接合し、部材接合におけるモーメント抵抗が主な耐力機構(剛節接合架構)となっている構造形式をいいます。建築・土木構造の分野では柱と梁が剛接合している構造をラーメン構造といいます。

しかし、木造では接合部を完全な剛節にすることはできないのが現状です。従いまして、木造では接合部にモーメント抵抗を少し持たせたものを「半剛節接合架構」といいますが、近年これを一般的に「木造ラーメン構造」と呼びます。

接合部を強くすることで柱・梁だけで水平力に耐えられるフレーム(架構)を形成します。これにより、耐力壁による制約をなくすことができ、鉄骨造や鉄筋コンクリート造のような大開口や大空間を木造で実現可能となります。



◆耐力壁について

耐力壁(たいりよくへき)とは、建物が地震力や風圧力な

どの水平力に耐えるために必要な、構造上の役割を担う壁のことです。建物にある壁が全て耐力壁というわけではありません。構造的な役割を果たさない非耐力壁も混在しています。

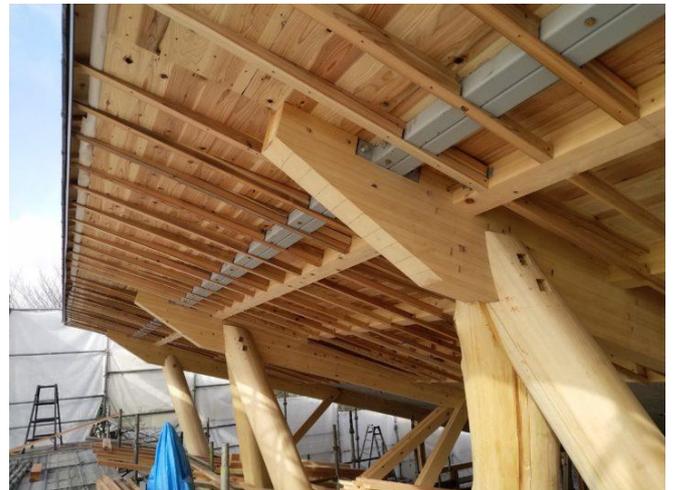
木造の建築物は、接合部分が回転しやすいため、柱と梁だけでは地震や風などの水平荷重に抵抗できません。そのため、各階ごとに所定の量の耐力壁を設置することが義務付けられています。耐力壁の多い建築物は、耐震性・耐風性に優れています。

耐力壁は、軸組に筋かいを金物で取り付けたり、構造用合板などのボード類(面材)を所定の釘で打ち付けたりすることで行うことができます。

◆壁倍率について

耐力壁の構造性能を表す数値として壁倍率があります。壁倍率1.0倍は、壁長さ1m当たり1.96kNの水平力に抵抗できることを意味します。この値が高いほど、性能が高く、大きな水平力に抵抗することができます。

木造軸組構法においては、建築基準法令第46条と建設省告示1100号で、いくつかの仕様の耐力壁について、壁倍率を0.1~5.0の範囲で定められています。



◆水平構面について

木造建築物における水平構面とは勾配屋根水平構面(屋根・下屋)や床水平構面(2・3階床など、ただし1階床は含まない)、火打水平構面等を指します。

これに対して鉛直構面とは壁(耐力壁)を指します。

水平構面は建物に加わる地震力や風圧力等の水平力を各耐力壁線に分配・伝達させるために必要な水平面や勾配面のことです。

教授 小原 勝彦

2020年04月10日(金)

木材の輸送過程を見つめるウッドマイルズ (morinos 建築秘話 34)

「ウッドマイルズ」という言葉をご存知でしょうか。このブログを見られている木材にも関心の高い方は当然ご存知ですよ(笑)

名前の通り、木材(ウッド)の輸送距離(マイルズ)に関する環境指標です。



morinos の V 字柱用の演習林内の 100 年生ヒノキ。丸太の素性は明らかです。

今こそ林業白書にも出てくる言葉になりましたが、きっかけは森林文化アカデミーの1期生、滝口さん(ウッドマイルズフォーラム理事)が課題研究の一部として取り組んだのが始まりです。

さて、このウッドマイルズ評価を行うと何がわかるのでしょうか。morinos のウッドマイルズを計算したシートを見てください。

総合評価		
【地域の林業・木材産業への貢献】	★★★★★	★★★★★ AAA
★★★★★	ウッドマイルズ	123 km
AAA	※用された木材が森林から選出 選出地点まで運ばれた距離(1mあたり)の平均距離	
【木材のトレーサビリティの確保】	★★★★★	★★★★★ AAA
★★★★★	流通把握度	77.5 %
A	※用された木材について、流通経路を正確に把握している割合	
【木材の輸送エネルギー削減】	★★★★★	★★★★★ AAA
★★★★★	CO2削減率	80.3 %
AAA	※用された木材の輸送距離における単位CO2が平均に対して削減された割合	

この3つの指標がウッドマイルズ評価の要です。

1. ウッドマイルズ

1つ目の指標は「ウッドマイルズ」です。木材1m³を平均何 km の距離を輸送したかです。当然近い方が輸送時の環境負荷が小さくなります。

morinos のウッドマイルズは 123 km と計算されました。

あれっ、意外と大きい??

長野県や滋賀県まで行ってしまいそうです。

morinos は、基本的に木材は全て岐阜県産材ですが、原木市場や加工場、プレカット工場などを、うろうろしながら現場にやってきました。

例えば、V 柱の丸太は、敷地のすぐ裏山のアカデミー演習林から伐採してきました。そのまま学内で加工して使用していれば、この丸太のウッドマイルズは1km もないでしょう。



アカデミー演習林の丸太を三つ紐伐りしている様子

ですが、さすがにアカデミーで加工するわけにもいかず、一度、郡上市白鳥町にある工務店の加工場に持っていき、木材乾燥や材料検査、大工さんによる加工を行いました。



丸太の加工が終わって morinos の現場への出発を待つ V 字柱

それから、再度アカデミーに戻っています。

つまり、V 字柱用の丸太 10 本は、アカデミーから白鳥町の加工場まで 51.9km 輸送し、加工後また 51.9km の距離を戻していますので、ウッドマイルズは 103.8 km となります。morinos 全体平均の 123km に近いですね。

他の材も、山から原木市場、加工場、morinos へと各地

を転々と移動して出来上がってきています。

ところで、日本の木材自給率をご存知でしょうか。

最新の統計では木材自給率は平均で 36.6%です。パルプ・チップ類の自給率が低く足を引っ張っていますが、製材品でも 48.9%です。(令和元年 9 月林野庁発表の平成 30 年度に実績より)

アカデミーが開学した 20 年前に比べて木材自給率が2倍近くになったとはいえ、まだまだ外材の方が使用量が多い現状にあります。

外材を使うとどの程度のウッドマイルズになるのでしょうか。

ウッドマイルズフォーラムで、各地の平均的な輸送距離をまとめていますので見てみましょう。

例えば、各国の山から日本の港までのウッドマイルズは、梁などによく使用される米松で、概ね 8,200km 木目があっさりしていて建具や家具などにもよく使用される欧州材で、概ね 21,400km morinos のウッドマイルズ 123km とは桁が1つか2つも違ってきます。morinos が、いかに近くの木材で建設されたかがわかります。

2. 流通把握度

2つ目の指標は「流通把握度」です。

伐採された山から現場まで、どれだけ経路を把握できているかの割合を示す指標です。

morinos の流通把握度は 77.5%と計算されました。

例えば、V 字丸太は私たちが演習林に入ってこの木を伐ろうとマーキングし、どの経路で加工されて戻ってきたかの流過程は全てわかっているため流通把握度は 100%です。

ですが、合板や集成材などは岐阜県産材を使用したということはわかっていますが、全ての材で、どの山から伐出してきたかは把握できていません。

この不明な分が流通把握度を落としている要因です。



例えば、ヒノキ集成材の登り梁は、岐阜県内のどこかの山から岐阜市の木材市場に集められました。ここまでが流通経路が不明なところ。ぎふの平均的な集積距離の 31km で暫定的に計算しています。

その後、中津川市加子母で集成材に加工され、郡上市白鳥町で大工さんが刻んで、現場に搬入されています。

ウッドマイルズは morinos の木材の中でも最も長い 255km。流通把握度は 88%でした。

3. CO2 削減率

3つ目の指標が「CO2 削減率」です。

使用された木材の輸送過程における CO2 排出量が外材も併用した場合の平均的な CO2 排出量(ウッドマイルズフォーラム試算)に対して削減された割合を示しています。

morinos の CO2 削減率は 80.3%と計算されました。8削減とはかなり少ないです。

ウッドマイルズが小さいと当然、輸送時の CO2 排出量も少なくなりますが、考えることはそれだけではありません。輸送時の効率を考える必要があります。

例えば、外国からやってくる船便であれば大量の木材を効率的に輸送できますが、国内輸送のトラックは船に比べて燃費が悪く、同じ材積、同じ距離を輸送するのに 20 倍以上もの CO2 を排出することもあります。

そのため、輸送手段による CO2 排出量も考慮した指標として、CO2 削減率が明示されています。

morinos は、船や鉄道に比べて輸送効率の悪いトラック輸送ばかりですが、ウッドマイルズが小さいというのが大きな削減ポイントになっています。

morinos と同程度の木造建築を地域材利用などを考えずに建設すると、平均的に 4399 km のウッドマイルズがかかるところ、morinos では 123 km と非常に近く、の材を用いています。(削減距離 4,276 km)

そのため、3931 kg もの CO2 を減らすことができると試算されました。



ウッドマイルズフォーラムの HP には、木材関連の図表や研究ノートなどいろいろな情報が掲載されていますので参考にしてください。



そのほかにも、ウッドマイルズを算出する過程で、いろいろな情報がまとってきます。

＜ 発 出 結 果 概 要 ＞	
製品名称	morinos
算出対象範囲	構造材、下地材、造作材、仕上材
算出地点所在地	徳島県徳島市
算出地点所在地	徳島県 徳島市香代888
供給者名称	株式会社
木材使用量	94 m ³
炭素固定量 (CO ₂ 換算)	63 t-CO ₂
想定使用期間	100 年
ウッドマイルズ	123 km
ウッドマイルージ	11,568 m ³ ・km
ウッドマイルズCO ₂	10 kg-CO ₂
ウッドマイルージCO ₂	967 kg-CO ₂



- ・木材使用料:94.194 m³
 構造材(軸材):40.423m³
 V字丸太 :12.560m³
 CLT パネル :10.800m³
 合板類 :6.013m³
 造作材 :17.888m³
 板材 :6.510m³

一般的な同規模の住宅では 20~25m³ 程度なので4倍近い木材を使用しています。

- ・炭素固定量:63 t-CO₂(使用している木材に含まれる炭素量)
 建物を長く使用すればそれだけ長期間、炭素が固定されています。ハード的な劣化対策と、ソフト面からも長寿命化を目指すことが重要です。

- ・ウッドマイルージ:11,568 m³・km(ウッドマイルズ×材積)

- ・ウッドマイルージ CO₂:967 kg-CO₂(輸送時に総量でどの程度 CO₂ を排出したかの値)

近くの木で建設する魅力は、携わった方々の顔が見えやすく、愛着がわき丁寧な施設利用につながったり、身近な山の手入れが行き届き、山の健全化につながったり、近くの職人さんの仕事を生み出し地域経済の活性化につながったり、と、いろいろありますが、定量的に把握できる環境指標の一つとしての本学から始まったウッドマイルズ評価はいかがでしょう。

准教授 辻 充孝

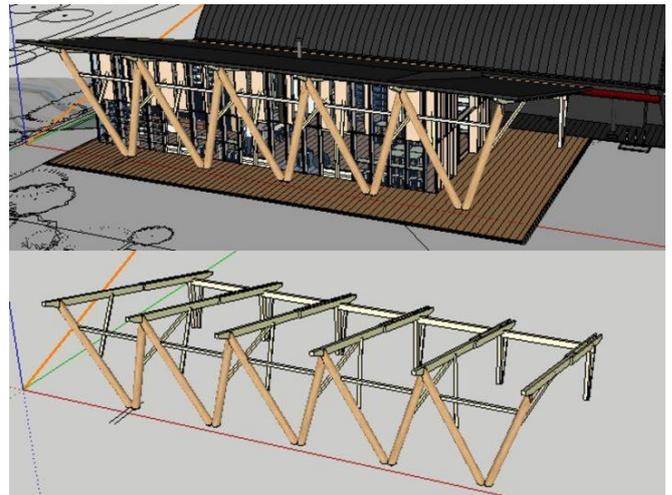
2020年04月11日(土)

事前に1ステップ: morinos 構造計算の流れ

(morinos 建築秘話 35)

一見、複雑な構造に見える建物ですが、事前準備を1ステップ追加するだけで、あとは一般的な構造計算をしています。

構造計算の流れについてお話しします。構造計算の流れが分かると一般的な木造住宅などでも大空間を構成するために構造架構を利用しやすくなるのではないのでしょうか。



水平力を負担する構造要素として、構造架構と耐力壁を併用し、開放的な空間と高強度の構造を実現しました。耐力壁については一般的な構造計算により検証できますが、構造計算に入る前に構造架構は事前準備が必要になります。

その構造架構の事前準備では、東西方向と南北方向では構造架構の強度は異なるため、各々の方向で許容耐力を求める必要があります。構造架構の許容耐力を求める方法として、コンピュータを利用した構造解析を行います。コンピュータ上での構造のモデル化をする際には、完全な剛接合ではないため木造の接合部の特徴を捉えたモデル化が必要になります。

構造架構の許容耐力を構造解析により求めることで、一般的な耐力壁の構造計算と組み合わせています。一般的な構造計算(許容応力度計算)とすることで、一般的に設計可能な構造を実現できました。

次に、構造架構を有する木造建築の構造計算の流れの概要をステップに分けて示します。

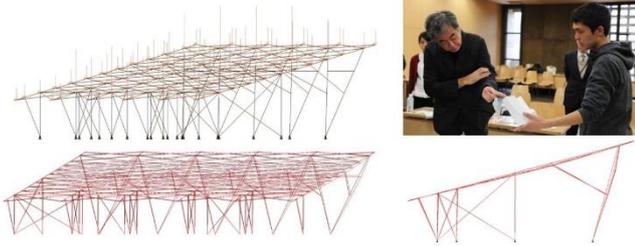
【Step 1】 一般的な構造計算に先立ち、構造架構の許容耐力を構造解析により求めます。この時に設計用の許容耐力に変換(低減※)する必要があります。

2020年04月12日(日)

構造材の品質(morinos 建築秘話 36)

※ 構造架構を構成する木材の材料品質のばらつき・乾燥のばらつき・施工精度のばらつきなどの不具合を構造設計時に考慮した低減

【Step 2】 構造架構の許容耐力を耐力壁と同様に扱い、一般的な構造計算(許容応力度計算)を行います。



◆morinos の構造架構の構造解析について

構造架構の構造解析は、一般的な線形構造解析により、構造架構の許容耐力を求めています。

構造架構をモデル化し、3次元構造解析により特定変形時の耐力を構造架構の許容耐力(東西方向:168kN、南北方向:157kN)とし、1m あたりの等価耐力壁の壁倍率(東西方向:8.58 倍、南北方向:16.03 倍)を算出しています。

ここから安全側に判断し、設計用の等価耐力壁の壁倍率(東西方向:7.20 倍、南北方向:13.30 倍)とし、面材耐力壁を考慮して構造計算を行っています。

教授 小原 勝彦

構造架構を構成している構造材や壁・屋根を構成している構造材の品質についてお話しします。

岐阜県では、岐阜県内で合法的に伐採された木材を「ぎふ証明材」と認定する制度があります。さらに、「ぎふ証明材」の中で品質・性能が担保された木材を「ぎふ性能表示材」と認定する制度があります。



また、JAS(日本農林規格)では集成材の外面の品質だけでなく、見た目ではわかりにくい接着性能や強度性能、ホルムアルデヒド放散量などについて、試験方法と適合基準が定められています。

この建物の構造材には「ぎふ証明材」、「ぎふ性能表示材」、「JAS 材」を使用しています。

建物の構造性能は、①これら規格に基づいた部材の品質・性能と、②構造材の断面形状・寸法など、から成立しています。従いまして、何人たりとも決して構造材の断面を欠損させるようなことをしてはいけません。



◆構造材について

構造材とは、建築物の構造部分を構成する建築材料のことを指します。構造用木材やコンクリートをはじめ、石材、レンガ、構造用鋼材なども構造材です。木造建築では、軸組、床組、小屋組など、構造上重要な部分に用いられる柱や梁なども指します。

教授 小原 勝彦

2020年04月13日(月)

morinosの基礎(morinos 建築秘話 37)

この大きな建物を支えている基礎についてお話しします。



木造建築の上部構造体は軽量であるため、大掛かりな基礎(例えば、杭基礎など)にする必要がありません。

この敷地の地盤についてもそれほど弱い地盤ではないことが地盤調査により判明しましたので、鉄筋コンクリートの一般的なベタ基礎を採用しています。



基礎を構成する材料の品質について建設中にいろいろな検査をして、確認しています。配筋用の鉄筋については抜き取り検査により強度を検査しています。

また、JIS A 5308に基づいて、レディーミクストコンクリート(生コン)は、30-18-25N(呼び強度:30N/mm²、スランプ:18cm、粗骨材の最大寸法:25mm、セメントの種類:普通ポルトランドセメント)を使用しています。

現場での品質検査において、これらの事項に適合し、塩化物含有量は0.30kg/m³以下、空気量は4.5%±1.5%なども適合していることを検査して、確認しています。





◆基礎について

基礎とは、建物を支える下部構造のことで、通常は地盤（地面）と建物の間で支える鉄筋コンクリート部分のことを指します。

基礎にはいろいろな種類がありますが、主なものとして杭基礎と直接基礎があります。杭基礎は地盤が建物重量を支持できないような耐力である場合（鉄筋コンクリート造や鉄骨造などで建物の重量が大きく、地盤がその重量などを支持しきれない場合など）に、地下の硬い支持層まで杭を打ち込んで建物を支える方法です。直接基礎には布基礎（ぬのきそ）、ベタ基礎などがあります。

土台の下部に布状（直線状）に鉄筋コンクリートなどの基礎で覆う「布基礎」は、上部構造にかかる力を地盤に伝え、上部からの力によって地盤で不同沈下しないようになっています。一方、住宅の床面全体を面状に鉄筋コンクリートなどの基礎で覆うものを「ベタ基礎」といいます。

教授 小原 勝彦

2020年04月14日(火)

木質構造の「キモ」接合部(morinos 建築秘話38)

木造建築の構造の「キモ」のひとつである接合部についてお話しします。

このような非住宅の木造建築であっても、接合部は住宅で用いられる一般的な接合方法で十分なように設計することができます。



一般部分の接合部には、市販の補強金物を使用しています。それほど引張力が大きくない接合部には一般的な座金-ボルト接合なども使用しています。

また、一般的な構造用ビス(パネリード X)を併用している場合もあります。
接合部に生じる引張力に応じて、ホールダウン金物などを使用しています。



しかし、構造架構においては、一般的に使用される接合金物では、設置できない場合や許容耐力が不足する場合などがあります。

そこで、製作金物が必要になります。その箇所に生じる力を十分に見極めて、その力による木材の破壊モードを十分に考慮した上で、製作金物を設計する必要があります。



この時に重要なことは、製作金物の許容耐力をどのように評価するかということになります。

製作金物の許容耐力を計算によって算出することも可能ですが、木造の接合部を計算によって評価することは、なかなか難しいです。

そこで、製作金物を設置した木造の接合部の実物大を実際につくり、試験を行って製作金物を設置した接合部の許容耐力を求めることを木造ではよく行います。

W形配置丸太やレ形配置方杖等の構造架構の各部材を接合する接合部は、2003年(平成15年)に指定性能評価機関建材試験センターにて技術評定を取得しています。

教授 小原 勝彦

2020年04月15日(水)

CLT 面材による水平構面(morinos 建築秘話 39)

広い屋根面に CLT 面材を利用して、強い水平構面を構成しています。
この CLT 面材による水平構面についてお話しします。

CLT パネルを軸組に水平構面用の面材として利用するために構造実験を実施しています。
大空間における水平構面での利用を想定して 4m の間隔をこの CLT パネルを利用することで小梁無しで実現可能です。この A パネによる CLT パネルは岐阜県産材で製作されています。



この A パネによる CLT 面材水平構面は、2015 年(平成 27 年)に森林文化アカデミー・木材開放試験室で実大水平構面試験を実施した後、指定性能評価機関ハウスプラスにて技術評定を取得しています。
一般的な住宅などでも水平構面として利用されている材料です。



また、この建物では CLT パネルを軸組に耐力壁用の面材として利用しておりませんが、A パネによる CLT 面材耐

力壁は、2015 年(平成 27 年)に森林文化アカデミーで実大耐力壁試験を実施した後、指定性能評価機関ハウスプラスにて大臣認定を取得しています。
壁倍率を取得している耐力壁ですので、一般的な住宅などでも耐力壁として利用されている材料です。



◆CLT パネルについて

CLT(Cross Laminated Timber)は、ひき板(ラミナ)を並べた後、繊維方向が直交するように積層接着した木質系材料のことです。

厚みのある大きな板であり、建築の構造材の他、土木用材、家具など幅広く使用されている材料です。

CLT は 1995 年頃からオーストリアを中心に発展し、イギリスやスイス、イタリアなどヨーロッパ各国でも様々な建築物に利用されています。

さらに、カナダやアメリカ、オーストラリアでも CLT を使った高層建築が建てられています。日本では 2013 年 12 月に製造規格となる JAS(日本農林規格)が制定されました。また、2016 年 4 月に CLT 関連の建築基準法告示が公布・施行され、CLT の一般利用が始まっています。

教授 小原 勝彦

2020年04月16日(木)

木材と鋼製材のハイブリッド耐風方立(morinos

建築秘話 40)

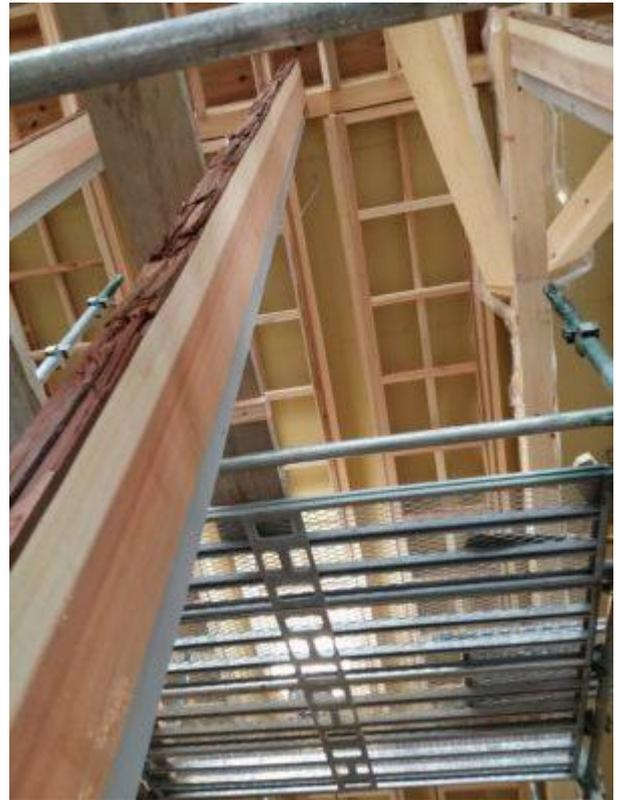
南側開口部は大きなガラスの窓となっています。このガラス窓を支える方立についてお話しします。



方立(ほうだて)とは横に連続した窓の間に設けられた垂直の棧のことで、

南側は桁まで非常に高くなっているため、風圧力を受けるガラス窓を支持するために鋼製材を利用しました。

しかし、鋼製材だけでは弱軸方向に座屈の恐れがあるため、木材と鋼製材によるハイブリッド耐風方立としました。



◆座屈について

座屈(ざくつ)は、柱などに加える軸方向の荷重を次第に増加すると、ある荷重で急に柱の変形が変化し、柱の軸方向とは異なる方向に大きなたわみを生ずることです。

座屈は柱の長さに依存し、短い柱では座屈を起こさず、長い柱のみに座屈を生じます。

座屈現象は構造の不安定現象のひとつです。

この方立のように、ガラス窓を支持していることで鉛直荷重を受け、さらに風圧力による曲げ荷重を受ける部材は、座屈荷重と曲げ荷重の複合応力の検討が必要になります。

教授 小原 勝彦



2020年04月17日(金)

構造性能検証:常時微動測定(morinos 建築秘話

41)

構造性能を検証するために、実際の建物で常時微動測定という振動測定をしました。



いくつかの振動測定がありますが、そのうちの一つの方法として常時微動測定があります。建物は常に(常時)人間が感じない程度の小さな振動(微

動)をしていて、その振動をセンサーにより計測することができます。この計測を常時微動測定といいます。この振動測定から、建物の振動性状を示す指標の一つである固有振動数を求めることができます。尚、新築の2階建て木造住宅の平均的な固有振動数は6.0Hz程度です。

常時微動測定の結果を表1に示します。固有振動数は、東西方向で11.0Hz程度、南北方向で6.9Hz程度です。最近の一般2階建て住宅の固有振動数は5.5~6.5Hz程度であることを考えますと、高い剛性を有する建物です。常時微動測定の固有振動数から、建物の弾性剛性と建物の最大耐力を推定したものを表2に示します。構造設計における剛性および許容耐力を表3に示します。構造設計における値に対する常時微動測定による推定値の比率を表4に示します。但し、最大耐力と許容耐力、降伏変位と許容耐力時変位のそれぞれについて異なる事項ですので、単純に比較することはできません。

表1 常時微動測定結果

各方向	固有振動数 Hz	固有周期 sec	減衰定数
東西方向	11.035	0.091	0.016
南北方向	6.934	0.144	0.036
ねじり方向	7.813	0.128	0.022
一般の木造2階建住宅	5.5~6.5程度	0.15~30.181程度	0.02~0.05程度

表2 常時微動測定から推定した建物の耐震性能

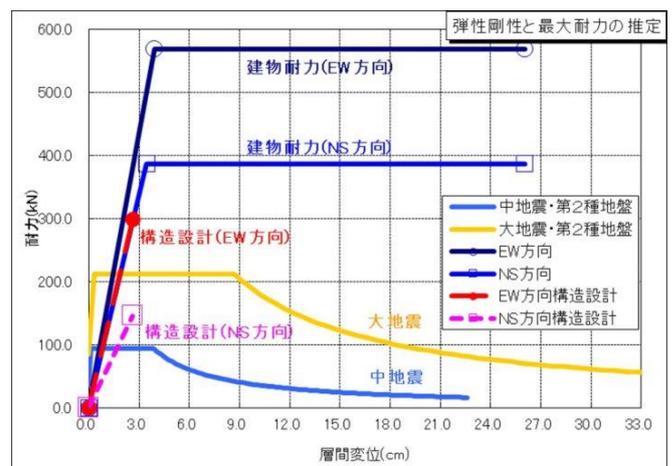
各方向	弾性剛性 kN/m	最大耐力 kN	降伏変位 cm
東西方向	14603	568.9	3.90
南北方向	11238	386.8	3.44

表3 構造設計での建物の耐震性能

各方向	剛性 常時微動 / 剛性 構造設計	最大耐力 常時微動 / 許容耐力 構造設計	許容耐力時 変位 構造設計 / 降伏変位 常時微動
東西方向	1.284	1.909	1.486
南北方向	2.029	2.663	1.313

表4 構造設計の値に対する常時微動測定による推定値の比率

各方向	剛性 kN/m	許容耐力 kN	許容耐力時変位 cm
東西方向	11369	298.0	2.62
南北方向	5539	145.2	2.62



剛性について、東西方向も南北方向も構造設計における剛性よりも常時微動測定による推定剛性が高いです。これは、木材の材料品質・乾燥・施工精度のばらつきなどを構造設計時に考慮するために「構造架構」の剛性(実質的には強度)を安全側に低減して設計したため、構造設計で算入していない土塗り壁の剛性の影響などであると考

えられます。すなわち、①設計での想定以上に「構造架構」の施工精度が良く、②当該建物には実質的な剛性・耐力が設計値以上にある、などが考えられます。常時微動測定の結果と、中地震及び大地震における必要耐力曲線としたものと比較します。非常に高い性能を有することが分かります。構造設計時の剛性を併記しました。

実大振動実験の破壊概要と常時微動測定による固有振動数を表5に示します。実大2階建て建物の振動実験では、固有振動数が5.0Hz以上の建物に対して、阪神大震災レベルの強い地震動を入力した場合に、内外装材に多少亀裂が生じた程度でした。

表5 実大振動実験の破壊概要（総じたもの）との比較

加振前の固有振動数 Hz	実大振動実験結果を総じた結果	模式図	損傷程度
6.5Hz以上	【新築木造建築を超えている値】 躯体被害ほとんどなし 内外装材の開口部に亀裂 残留変形無し		本物件 軽微
5.5～6.5Hz	【新築木造建築の平均的な値】 躯体被害ほとんどなし 内外装材の開口部に亀裂 残留変形無し		軽微
5.0Hz以上	躯体被害ほとんどなし 内外装材の開口部に亀裂 残留変形無し		軽微
4.5～5.0Hz	躯体に被害あり 内外装材の亀裂進展 残留変形無し		小破
3.5～4.5Hz	筋かい座屈破壊、接合部引張破壊 土台割れ 接合金物の釘浮き 残留変形1/350程度		中破
2.5～3.5Hz	躯体被害甚大 接合部破壊、部材亀裂有 残留変形1/50程度		大破
2.5Hz以下	躯体被害甚大 逆位相確認 通し柱折損(亀裂)		大破(倒壊)

先進的な設計事務所や工務店などでは、この常時微動測定を木造住宅などの性能検証の方法のひとつとして利用しています。

新築の建物が建設されたときに測定して設計時の耐震性能を確認することに利用したり、改修の前後で測定して耐震性能が高まっていることの検証に利用したりされています。

測定対象も木造住宅や事務所のほか、社寺建築などの測定も実施しています。

教授 小原 勝彦

2020年04月18日(土)

たくさんの協働で生まれた morinos～建築の軌跡～(morinos 建築秘話 42)

木造建築教員の辻の視点で morinos の竣工までの道のりをまとめてみました。本当にいろいろな人の関わりでこの施設が実現したんだと感じます。

Episode 0 ドイツ・ロッテンブルグ大学との教育連携 morinos の始まりは、2014年ドイツ BW 州のロッテンブルク林業大学(以下、HFR)との教育連携を締結したことに始まります。(HFR との連携の歴史は[特設ページ](#)から)

私もこの連携の中で何度かドイツを訪れ、ドイツの森林に対する意識の高さに触れました。2015年にはフライブルグの森林環境教育施設「森の家」に行きました。この施設は幼児ではなく、青少年をメインターゲットにして環境リテラシーを高めていました。都市にほど近い場所にこのような施設がドイツ BW 州だけで3つもあることに驚きました。



フライブルグ森の家には、グリーンウッドワーク用の見慣れた削り馬もたくさん。

BW 州最大の環境教育施設は、HAUS DES WALDES (ハウスデスヴァルデス)です。(morinos の原型になった施設)

・[ドイツ報告 01-HAUS DES WALDES \(ハウス・デス・ヴァルデス\)](#)

2018年初めに松井匠講師が「森林環境教育施設の建築視察」として訪問し、館長のライヒレ氏から、設計時の注意点や運用時の工夫など、数々のヒントをもらいました。



HAUS DES WALDES (ハウスデスヴァルデス)。運用・展示・経営など、数々の経験談を設計に活かしました。

視察では、ロツテンブルク林業大学の建築教員デデリッヒ先生や、環境教育教員のフックス先生の丁寧な案内で、4つの「森の入口」施設を見学し、運用時に「納戸が足りなくなる問題」や「運用者と設計者のイメージ共有の大切さ」を経験談から学びました。その後、しっかりと設計に活かしています。

このようにドイツでは、市民の身近なところに森林や林業に親しむ環境が整備され、林業だけにとどまらない森林の多面的機能がわかりやすく伝えられています。岐阜県は、森林面積 全国 5 位、森林率 全国 2 位の森林県。

そこで日本初となる「森の入り口」となる施設を建設するという知事の決断で森林総合教育センター(morinos)の計画がスタートしました。

◆視察協力:

ハウス・デス・ヴァルデス(ベートル・ライヒレ氏)
 フライブルグの森の家 (マーガレット・ハンセン博士)
 フェルトベルグの自然の家(ステファン・ブフナー氏)
 ドイツロツテンブルク林業大学(バスティアン・カイザー学長、
 ルドガー・デデリッヒ先生、フックス・オトマー先生)
 ◆通訳 (株)江真コンサルティング(江嶋景子さん)

Episode 1 基本構想のワークショップ

morinos の基本構想は、2018 年 2 月~3月。

HFR から学生とデデリッヒ教授をお呼びして、1週間の短期設計ワークショップでお互い議論しながら作り上げる計画で考えていました。

さらに、最終日には建築家:隈研吾さんに講評をいただき基本構想を固めてしまおうという狙いです。

しかし、残念ながらデデリッヒ教授が病気のため急遽来日できなくなり、アカデミーの学生主体で進めることに。この時の報告書は 52 ページにドイツ語でまとめて HFR にお送りすることで、後日計画案に対するコメントをいただきました。



このWSの様子をブログでも報告しています。

- ・[森林総合教育センター 木造建築ワークショップ スタート](#)
- ・[木造建築デザインワークショップ 計画案プレゼンテーション](#)
- ・[建築家 隈研吾氏と一緒にデザインワークショップ](#)



環境教育や林業専攻の学生や教員にもインタビュー

最終日に行われた隈さんや学長を囲んでの WS で、現在の morinos のイメージが概ね出来上がりました。

◆参加学生:玉置さん(16 期生)、八代さん(16 期生)、大上さん(17 期生)、坂田さん(17 期生)、佐藤さん(17 期生)

◆WS 参加者:参加学生に加え、建築家 隈研吾さん、涌井学長、長井さん(隈事務所)、林政部長、ナバさん、建築教員他多数の方々

◆報告書とりまとめ:辻寛事務所(辻さん)

Episode 2 学生と協司の基本設計

2018 年 4 月からは、基本構想を受けて建築イメージを実際に建てられるように検討が始まりました。

基本構想 WS 時に2年生だった 16 期生の2人は卒業し、17 期生に引き継いで動線計画や3D モデル、構造解析を開始しました。

夏までに実施設計に移行できる段取りをしています。

2018 年6月には中間報告として、涌井学長、ナバさん、関係部署の方にプレゼンです。学生主導で計画の説明していきます。



学生が学長に対して中間報告をしている様子



基本設計段階の morinos。概ね現在の計画の形が出来上がっています。

・森林総合教育センター計画 学長へ進捗報告

中間報告で概ね方向性が確認できたため、ここで頂いたアイデアも加えて、基本設計を詰めていきます。2018年8月には、基本設計の最終計画を全校生へ向けての発表する講評会も開催しました。この講評会には意匠原案の隈さんにも2度目の来校をいただきました。また、2月のWSには来られなかったHFRのデデリッヒ教授もお招きでき、ドイツでの環境教育の視点でのアドバイスをいただくことができました。

このあと、年度内実施設計完成に向けて進んでいきます。



講評会のあと、全校生+隈さん、デデリッヒ教授を囲んで集合写真

・隈研吾氏と涌井学長とデデリッヒ教授と語ろう！「森林総合教育センター基本設計講評会」

- ◆基本設計担当学生:意匠担当:大上さん(17期生)、構造担当:坂田さん(17期生)
- ◆基本設計講評会参加者:アカデミー全校生、建築家 隈研吾さん、涌井学長、長井さん(隈研吾建築都市設計事務所)、教職員他多数の方々
- ◆通訳:辻寛事務所(辻さん)

Episode 3 設計事務所と協同の実実施設計

2018年9月から始まった実施設計。さすがに授業の片手間に私たち教員、学生だけでは実施設計、計画通知を行うのは困難。そこで、県内設計事務所の方と協働で進めました。

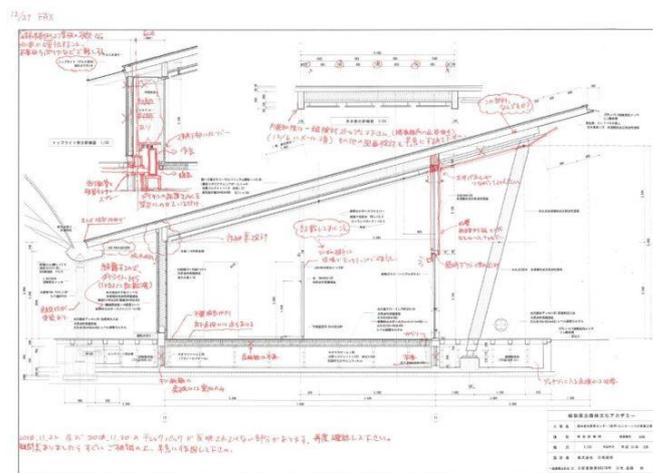
ですが、今回のV柱を構造に見込んだ少し特殊な木造建築。

すんなりと実施設計にまとめ上げるには至らず、木質構造の専門家チームも加わり、V字柱の必要断面(末口径)を決めたり、天井パネル内に収めるための母屋寸法や水平構面の取り方などを密に打ち合わせながら進めました。

また意匠面でも、各部の見付け(正面から見た寸法)や雨仕舞、断熱設計など、各部ディテールも並行して詰めていきます。

重要な意匠のポイントに関しては、隈研吾建築都市設計事務所の長井さんに相談をして、隈さんにも確認いただき、アドバイスを何度となくいただきました。

何度も原寸図や施工図を書いては、打ち合わせをしてを繰り返し、未成熟な部分も残しつつ、2019年3月に実施設計が完了。



図面のチェックのやり取り

今回の協働で、関係者が互いに手探りの状況もありましたが、地域材を活用した木造建築の設計によって、県内設計者の技術力向上も図れたのではないかと思います。

- ◆連携設計事務所:株式会社三宅設計(主担当:安藤さん、代表:三宅さん)
- ◆構造設計:木構堂(担当:速水さん)
- ◆意匠アドバイス:隈研吾建築都市設計事務所(隈さん、長井さん)
- ◆照明計画:ヤマギワ(岡野さん、西澤さん)
- ◆実施設計担当学生:意匠担当:大上さん(17期生)、構造担当:坂田さん(17期生)

Episode 4 工務店、設計事務所と協同の工事
年度が変わって 2019 年 4 月。いよいよ工事の開始です。

施工にあたっては、アカデミー本校舎にも携わられた木造建築を得意としている工務店さんが元受けとして受注していただき安心。大工さんの腕前には定評があります。

実施設計通りに工事を進めるための施工監理者には、実施設計とは別の設計事務所に入っただき新しいチームで竣工を目指します。

いろいろな方が関わることで、多方面からのチェック体制が整い、今回の建築での知見が広く伝わっていきます。

さて木材の段取りにあたっては、林業教員全員に加わっただき、構造事務所から出てきた必要な寸法のヒノキ原木を探しに 4 月早々に演習林に。

・[演習林で丸太材の物色・・・](#)

6 月には本格的に工事がスタートすることになり、起工式が開催されました。

起工式では、古田知事、涌井学長も玉串奉納をされ、出席者全員が手にした木の枝で morinos プログラムの試行も披露されました。

・[『森林総合教育センター\(仮称\)』起工式](#)



起工式のスティック・プログラム

夏休みに当たる 8 月に入ると林業教員はじめ、学生の有志によって伐倒・集材プロジェクトが始動。

12 本伐倒する丸太の内、一本は三ツ紐伐りにも挑戦。

- ・[大径木伐倒・集材プロジェクト授業\(伐倒編\)](#)
- ・[三ツ紐伐りで建築用材伐採](#)
- ・[大径木伐倒・集材プロジェクト授業\(集材編\)](#)



ヒノキ丸太の集材プロジェクト。バックホウで集材。

その後搬出された丸太は工務店の加工場に輸送され、選木、刻みが行われ現場に戻ってきました。

加工時には我が子の出来具合を見るために林業の先生も郡上市白鳥町にある加工場に見学に行くほど。

- ・[木材検査と丸太の選木](#)
- ・[センターハウス丸太柱の加工](#)



加工を待つヒノキ丸太

11 月に入ると、同時並行で進んでいた基礎工事と丸太を含む木構造が一緒になる建て方で一気に morinos の形で見えてきました。

・[morinos の 100 年生ヒノキ柱立つ](#)



建て方の様子

この辺りから、大工さんが 10 人以上、現場に入り、いろいろな工事が同時進行していきます。電気屋さんや左官屋さん、ガラス屋さんなど、様々な業種の職人さんたちが竣工を目指して一気に工事が加速していきました。

12 月には、隈研吾さん(三度目の来校)が来られて、丸太の仕上げや、樋の色など、ご指導いただきました。
・隈研吾先生による [morinos 建築施工指導](#)



隈さんに現場を見ていただいて、いろいろご指導いただきました。

2020 年に入ると、仕上げ段階に入り、現在見えている天井やガラス、床材などが施工され完成のイメージが高まってきます。

工事の途中では何度も、学生と現場見学。各部のディテールや断熱施工の様子、職人さんの手際のおい動き方など、現地でしか味わえない感覚を緊張感のもと体感できたのではないのでしょうか。学内にこれだけの現場が動いているというのは学生にとっては幸せでした。



学生と現場見学

卒業式直前には、客員教授の挟土秀平さんによる指導で

学生、教員が参加しての壁塗り体験も開催。
・挟土秀平さんによる [morinos の壁塗り体験指導](#)



挟土さんの指導による学生の壁塗り

3 月末には県産材を活用した各種家具が搬入されて竣工しました。(シンボル左官の仕上げが少し残ります)



中心に据えられる大型テーブルの組み立て

施工にかかわられた方は数えきれないほどいらっしゃいます。

- ◆施工:澤崎建設株式会社(現場監督:渡邊さん、施工図:谷合さん、代表:澤崎さん)
- ・大工棟梁:猪島さん
- ・木工事:澤崎建設の大工さんたち
- ・仮設工事:蓑島(蓑島さん)
- ・土、地業工事:澤崎建設(田中さん)
- ・鉄筋工事:共栄鉄筋(半野田さん)
- ・型枠工事:山田組(山田さん)
- ・コンクリート工事(市原さん)
- ・屋根工事:尾藤建築板金(尾藤さん)
- ・左官工事:籠原左官店(籠原さん)
- ・金属工事:郡上金属工業(日置さん)
- ・ガラス工事:丸奏(瀬口さん)
- ・塗装工事:河合塗装(河合さん)
- ・木製建具工事:ヒラシタ建具(平下さん)
- ・電気設備工事:興陽電気(河辺さん、桑波田さん)
- ・機械設備工事:畑中水道(畑中さん)
- ・造り付け家具:デックス(木村さん、山口さん)

- ・薪ストーブ工事:東陽(清水さん)
- ◆施工監理:株式会社ダイナ建築設計(主担当:関口さん、代表:松本さん)
- ◆シンボルの左官壁:秀平組(客員教授の挟土秀平さん、秀平組の職人さんたち)、学生有志
- ◆アカデミーの土づくり:森林総合教育課(川尻さん)、学生さん
- ◆置き家具:飛騨産業(入江さん、野田さん)
- ◆演習林丸太伐採:林業専攻教員、林業専攻、エンジニア科学生有志
- ◆現場監理助言:隈研吾建築都市設計事務所(隈さん、長井さん)

※建物の詳しい説明は morinos 建築秘話シリーズをご覧ください。

[morinos 建築秘話シリーズ](#)

関わられた方を思い出しながら書いたつもりですが抜けていたらごめんなさい。

准教授 辻充孝



私(辻)と松井先生、現場監督の渡辺さん。竣工した morinos で撮影。

Episode 5 morinos 始動

2020 年度からいよいよ morinos の運用が始まります。これから、もっともっと歴史が刻まれていくことでしょう。

私の視点で、morinos 建設の軌跡をまとめましたが、私の知らないところで、もっとたくさんの人の関わりもあったと思います。

協働でしか生まれえない建築。誰が欠けてもこの建築はできなかつたでしょう。

これから morinos の活用が進めば進むほど、さらにたくさんの人が関わり、森と人がつながっていくことを期待しています。

◆建物概要

建物名称:morinos(モリノス)

意匠原案:隈研吾

基本・実施設計:岐阜県立森林文化アカデミー木造建築スタジオ

(教員:辻充孝、松井匠、第 17 期学生:坂田、大上)

株式会社三宅設計(安藤)

設計監理:株式会社ダイナ建築設計(関口)

施工:澤崎建設株式会社(渡邊)

事務調整:森林総合教育課(川尻、鈴木)、前事務局長(久松)

延床面積:129.04 m²

総工費:88,533,000 円

設計期間:2017 年 2 月~2019 年 3 月

施工期間:2019 年 4 月~2020 年 3 月

2020年04月21日(火)

環境性能を総合的に評価する CASBEE ～環境 負荷低減の取り組み～(morinos 建築秘話 43)

CASBEE という言葉を聞いたことはあるでしょうか。

Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency の頭文字です。

???

日本語に訳すと「建築環境総合性能評価システム」。

……!

やっぱりよくわかりません。

ですが、日本らしい非常にユニークな評価システムで、簡単に言うと、建築物の「エコ度」を総合的に評価する仕組みです。

建築の専門家でも、CASBEE をしっかり評価できる人は少ないと思います。
(森林文化アカデミー木造建築専攻では「環境性能設計2」の授業で、住宅版 CASBEE 評価を学びます。)

この CASBEE 評価の何がユニークかという、単純に性能をあげれば良い評価になるわけではなく、性能を向上しつつ、同時に環境負荷を減らさないとはいけません。

つまり下の計算式で求められる環境性能効率 BEE で評価するのです。

分子の環境性能(Quality)を向上しつつ、分母の環境負荷>Loading)を減らさないと、環境性能効率 BEE が向上しません。

環境性能効率 **Q** 環境品質・性能
(Building Environmental Quality & Performance)

$$BEE = \frac{Q}{L}$$

Building Environmental Efficiency **L** (Reduction of Building Environmental Loading)
環境負荷

環境性能 Q は 100 点満点で考え、50 点が普通の建物です。環境負荷 L も非常に多いと 100 点満点で 50 点が普通の建物です。(環境負荷は 0 に近づくほど性能が良いです)

ですので、何も工夫していない一般的な建物は環境性能効率 BEE は 1.0 になります。(下の計算式)

$$BEE = \frac{Q=50}{L=50} = 1.0$$

一方で、超高断熱にして、高効率設備も導入して、免震装置も入れて、敷地内の緑化もどんどんやって…と、非常に高性能な建物を設計したとしましょう。

環境性能 Q は 100 点満点です。

ですが、建設時や運用時、解体時にエネルギーをたっぷり使ったり、敷地周辺に排熱や騒音をまき散らして環境負荷もたっぷり 100 点だとすると、環境性能効率 BEE は 1.0 と普通の建物と同じになります。(下の計算式)

非常に快適

$$BEE = \frac{Q=100}{L=100} = 1.0$$

エネルギーも2倍

また、段ボールハウスのように、非常に寒く環境性能が低くて Q は 25 点、ですが建設・運用・廃棄のエネルギーも少ないので環境負荷 L も 25 点だと、環境性能効率 BEE は 1.0 と、これも普通の建物と同じです。(下の計算式)

快適さは半分

$$BEE = \frac{Q=25}{L=25} = 1.0$$

エネルギーも半分

では、どうすればいいかという、環境性能 Q を高くしながら、環境負荷 L を減らしていけばいいのです。

極端な例だと、環境性能 Q が 100 点、環境負荷 L が 25 点で、BEE が 4.0 と、実に 4 倍もの性能になります。

非常に快適

$$BEE = \frac{Q=100}{L=25} = 4.0$$

エネルギーは半分

morinos がどんな評価になるのか、ちょっと面白そうですね。

では、どのような項目で評価するか見てみましょう。

総合的な環境評価ツールなので、非常にたくさんの項目で評価していきます。

具体的には、

環境品質 Q にも3つの大項目がありさらに中項目、小項目

目と細分化されていきます。

Q1:室内環境で、23 項目

Q2:サービス性能で、30 項目

Q3:室外環境(敷地内)で、4 項目

の環境性能 Q だけで、57 項目

環境負荷低減性 LR(Load Reduction)にも3つの大項目があり、

LR1:エネルギーで、7 項目

LR2:資源・マテリアルで、13 項目

LR3:敷地外環境で、15 項目

の環境負荷低減性 LR だけで、35 項目

建物全体で考えるとなんと合計 92 項目も評価する必要があるのです。

非常に大変ですが、CASBEE で評価することによって、幅広い視点で建物を考えることができるようになります。

では、morinos の CASBEE 評価はどのくらいでしょうか。

CASBEE 建築(新築)で評価してみました。

CASBEE では、それぞれの項目を 5 段階レベルで評価しますが、レベル 3 が一般的な建物性能、レベル5高い性能、レベル1が低い性能を示します。

今回のブログでは分母側の環境負荷低減性 LR 項目について、主要な項目を見てみましょう。(分子側の環境品質 Q は別の機会に紹介します。)

非常に専門的で長くなりますが、環境性能に少しでも関心のある方は、ぜひお読みください。

LR1 エネルギー

LR1 は、エネルギー全般に関する取り組みを評価する項目が並びます。

◆LR1.1:建物外皮の熱負荷抑制

環境負荷低減の最も基本的な事項です。建物の断熱や日射遮蔽によって、暖冷房の使用エネルギー削減を評価する項目です。

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

で紹介した通り



Morinos の暖冷房負荷 PAL*は 236MJ、省エネ基準

(一般的な建物)は 470MJ ですので、概ね半分です。

20%削減以上がレベル5ですので、morinos は余裕でレベル5になります。

◆LR1.2:自然エネルギー利用

昼光利用や通風利用など直接自然エネルギーを利用して環境負荷を減らす取り組みを評価する項目です。

・昼光利用のねらいと効果:日中は照明いらず(morinos 建築秘話 19)

で紹介した通り、各方位に大開口を設け、特に南面は吹き抜け上部に壁をランダムに配置したハイサイドライトを設けることで、空間全体に光を取り入れています。



ハイサイドライトから空間の奥まで届く昼光

また、春や秋の気持ちいい季節には建具を開け放つことで通風効果も得られます。

風速 1.5m/s(美濃市 6 月頃)、風圧差係数 0.05 と想定し、ざっと換気回数を計算してみると、東のエントランスと南の建具1面だけ開けると5回/h 程度、南3面の建具を開け放つと8回/h 程度の通風が得られます。5 回/h 以上程度の換気回数で、体感できる程度の通風効果が得られますので、開口部を開け放つと適度な風の心地よさが得られそうです。

入力項目				換気回数による確認		
通風経路	部屋の種別	外部に面する開放可能面積	外部に面する開放可能面積	居室面積の合計	参照風速 Vref[m/s]	1.5
		Am[m ²] @△A	Am[m ²] @△B	Af[m ²] E	風圧差係数 z/Cp	0.05
					空階の天井高さ H[m]	3.5
					換気回数 n[回/h]	判定
①	主たる居室	6.03	4.27	119	5.05	0.58
①	主たる居室	6.03	12.80	119	7.91	0.91

オリフェスの式より換気回数を算出した例



東面の大開口はフルオープンで、通風に加え来場者を迎えます

また、昼光利用と通風効果によるエネルギー削減を計算してみると、

○昼光利用で、11.23MJ/m²年

(ハイサイド分 21 m²、床面照度 200lx(6W/m²)、有効時間 8 時間、有効日数 245 日、晴天率 60%と想定)

○通風利用で、25.45MJ/m²年

(利用人数 20 人×顕熱 55W の発熱、照明+家電で 15W/m²、有効時間 8 時間、有効日数 152 日、有効期間 50%と想定)

となり、合計で 36.68MJ/m²年程度の削減を見込めます。

これを入れてレベル判定を行うと、最高レベルのレベル5になります。

◆LR1.3:設備システムの高効率化

空調や照明などの高効率化によって、使用するエネルギー削減を評価する項目です。

こちらも

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

で紹介した通り

Morinos のエネルギー設計値は 46.1GJ、省エネ基準(一般的な建物)は 143.2GJ ですので、概ね 67%削減です。

40%削減以上がレベル5ですので、morino 設計値は余裕でレベル5になります。

◆LR1.4.1:モニタリング

エネルギー使用の状況をモニタリングして効率的な運用につなげる取り組みを評価する項目です。

morinos は、アカデミー本校舎との切り分けができず単独のエネルギー使用量も含めて、現状では機器自体もモニタリングできない状況です。

今後、分電盤などに計測器の設置等で、モニタリングできる仕組みを考えていきたいと思えます。

ここは、一般的な状況なのでレベル3となります。

こういった、環境への取り組みの不足箇所の気付きも CASBEE の効果です。

今後の設置によって、レベル向上が見込める要素です。

◆LR1.4.2:運用管理体制

施設の運用管理体制の状況を評価する項目です。

morinosは施設管理体制が組織化され、責任者が指名されており、一般的な施設運用のレベル3となります。

さらなるレベルアップには、施設のエネルギー消費の目標値の計画や、定期的な設備性能検証などをする必要があります。モニタリングの設置に合わせて検討したい項目です。

LR2 資源・マテリアル

LR2 は使われた材料やリサイクルのしやすさなどの評価項目が並びます。

◆LR2.1.2:雨水利用システム導入

雨水利用を評価する項目です。

moinos では、

・雨樋のデザインと機能、雨水タンク(morinos 建築秘話 12)

で紹介した通り、活動プログラム用に手押しポンプと921ℓの地下雨水タンクが設置されています。

これで、1段階評価があがり、レベル4となります。

さらなるレベルアップには、雨水利用率を求めて 20%以上の雨水利用が求められます。



このほか、LR2.1 では節水や雑排水利用を評価しますが morinos は一般的なレベル3です。

◆LR2.2.3, LR2.2.4:リサイクル材の使用

構造躯体やそれ以外の部位にリサイクル材を使用しているかを評価する項目です。

断熱材には、新聞紙をリサイクルしたセルローズファイバー断熱材を建物全体に使用しています。

・セルローズファイバー 断熱材の選択(morinos 建築秘話 20)

その他には、特にリサイクル材は使用しておらず、一般的な建築と同等のレベル3となります。



morinos の屋根にセルローズを吹き込んでいる様子

◆LR2.2.5:持続可能な森林から算出された木材 適正な木材の使用率を評価する項目です。

Morinos は当然すべての材が岐阜県産材で、証明書も取得し合法的に伐採された材ばかりです。

ウッドマイルズ算出においても、産地などの確認を行いました。

・木材の輸送過程を見つめるウッドマイルズ(morinos 建築秘話 34)

木材全体の 50%以上が持続可能な森林からの木材でレベル5ですので、適正木材使用率 100%の morinos は余裕のレベル5です。

＜ 集 出 結 果 概 要 ＞	
製品名称	morinos
算出対象範囲	構造材、下地材、造作材、仕上材
算出地点所在地	岐阜県産地
算出地点所在地	岐阜県 美濃市菅代888
供給者名称	岐阜県
木材使用量	94 m ³
炭素固定量 (CO ₂ 換算)	63 t-CO ₂
想定使用期間	100 年
ウッドマイルズ	123 km
ウッドマイルズ	11,568 m ³ ・km
ウッドマイルズCO ₂	10 kg-CO ₂
ウッドマイルズCO ₂	967 kg-CO ₂



◆LR2.2.6:部材の再利用可能性向上への取り組み
 まだまだ先の話ですが建物解体時に、リサイクルできる取り組みを評価する項目です。ライフサイクルを考えた際に非常に重要な環境負荷低減の取り組みになります。

morinos は、通気層を介して、構造躯体と仕上げ材が容易に分別可能となっており、内装材と設備が交錯せず改

修・解体時も容易にそれぞれ取り外せます。

・二層構造の屋根や壁 ~防露・防雨設計~(morinos 建築秘話 25)

また、木造軸組建築物の優位性として、構造躯体が容易に分解でき再利用が可能です。

当然レベル5になります。

◆LR2.3.1:有害物質を含まない材料の使用
 シックハウス症候群や環境ホルモンによる内分泌攪乱などの健康影響を及ぼす化学物質(揮発性炭化水素、有機塩素系化合物、農薬、金属化合物など)のきわめて低い材料の使用を評価する項目です。

揮発性有機化合物(VOC)は環境性能 Q の項目で評価するため、ここでは対象外としています。

morinos は塗料や接着剤などにこだわり、レベル5となります。

◆LR3.2:フロン・ハロンの回避
 消火剤や発泡断熱材等で、フロン・ハロンが使用されてきた歴史があり、オゾン層破壊の原因にもなっていました。そこで ODP(Ozone Depleting Potential)や GWP(Global Warming Potential)の低い材料を評価する項目です。

Morinos のメインの断熱材セルローズファイバーには当然、ODP も GWP も含まれておりませんが、基礎断熱に用いた発泡断熱材フェノバードはどうでしょう。

フェノバードの発泡ガスは非フロン系で、ODP はほぼ 0、GWP は11です。(参考として代替フロンの HFC134a で 1430 なので今回の断熱材は極めて小さいです。)



床下の基礎断熱はフェノールフォームの一種、フェノバード

LR3 敷地外環境
 敷地の外に対する負荷を評価する項目です。敷地内の評

価は環境性能Qで評価しますので建物周辺の緑化などはここでは対象外です。

◆LR3.1:地球温暖化への配慮

地球温暖化対策の取り組み具合をライフサイクルCO2で評価する項目です。

建物の一生涯を考えた際に、建設段階、運用段階、修繕・更新・解体の3つの段階でそれぞれ評価していきます。

今回は60年間、建物を使用する想定で計算してみました。

ライフサイクルCO2	kg-CO2/年㎡				
	morinos	一般的な木造建築	S造	RC造	SRC造
建設	10.47	10.47	10.47	11.76	14.00
運用	12.63	44.11	44.11	44.11	44.11
修繕・更新・解体	11.80	11.80	11.80	12.42	12.31
合計	34.90	66.38	66.38	68.29	70.42

morinos は 34.90kg-CO2/年㎡となり、一般的な木造建築66.38 kg-CO2/年㎡と比べて47%のCO2排出量を削減したということがわかります。(建設や修繕などは、総量を使用期間の60年で割った値)

一般的な木造建築で見ると、運用時が最も多く全体の66%を占めます。

建設時に製造エネルギーの少ない自然素材で造る「材料のエコ建築」も大切ですが、いかに運用時の電力やガスなどの運用CO2(エネルギーも同様)を減らす「運用のエコ建築」が重要かがわかります。

この話は建築秘話 17 でも書いているので参考にしてください。

・エネルギー消費量予測 67%削減(morinos 建築秘話 17)

さて、CASBEE 評価は、50%削減以上がレベル5ですので、惜しくも届かずレベル4.8になりました。

◆LR3.2.1:地域への大気汚染の防止

燃焼機器のNOx、SOx、ばいじんなどの大気汚染物質を評価する項目です。

Morinos は燃焼機器である薪ストーブを設置しています。

・「土の洞窟」と針葉樹を燃やせる薪ストーブ(morinos 建築秘話 18)

薪ストーブ AGNI-CC は、一次燃焼で燃え残った微粒子やガスにもう一度新しい空気を噴射させ、二次燃焼するクリーンな排気を実現したシステムで、さらに2つの触媒によって、低温から高温までフルレンジで、クリーン燃焼を実現している点が特徴になり、今回はレベル4と想定しました。



二次燃焼+触媒を利用した薪ストーブ

◆LR3.2.2:地域の温熱環境悪化の改善

地域環境に対して、温熱環境の悪化に対して行っている対策を評価する項目です。

Morino では事前調査として、美濃気象観測所のデータを分析しました。

また、建物形状を抑え、敷地内の風通しやに配慮しています。

同時に、日射反射率 40%以上の屋根の板金によって、敷地外への熱的な影響を低減しています。

また 67%の省エネ化によって建築設備からの排熱も抑えられます。

これらを総合して判断してレベル5となります。

◆LR3.2.3.1:雨水排水負荷低減

地域への雨水排水の負荷を評価する項目です。

Morinos の外構は舗装せず、基本的に自然浸透としています。

屋根への雨水は一部を雨水タンクへ蓄える計画です。

この対策によりレベル4となります。

◆LR3.2.3.3:交通負荷抑制

適切な駐車台数の確保、周辺の渋滞の緩和策についての取り組み評価の項目です。

また、自転車の利用(代替交通手段の利用)や循環バスルートを推進することで、評価が上がります。

morinos には屋根付きの駐輪場がまだなく、その分評価が下がりますが、今後の整備によって向上する可能性のある項目です。

その他、ゴミの抑制への取り組みや、汚水処理などの取り組みを評価しました。

また、騒音、振動、悪臭、風害、砂塵、日照障害についても

規制地域であれば評価を行います。morinos は評価対象外です。

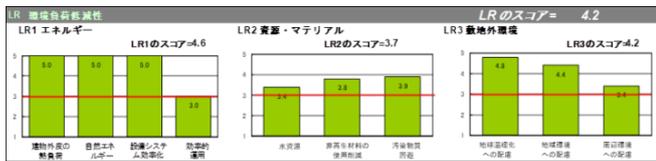
◆LR3.3:光害の抑制

適切な明るさが得られているか、動植物に影響を与える過剰な明るさになっていないか、室内のグレア対策がなされているかなどの適切な光への取り組みを評価する項目です。

以上が CASBEE 評価の分母側、環境負荷低減性 LR の 35 項目です。

まとめてみると平均レベル 4.2 です。(一般的な新築木造建築がレベル3)

なかなかいい数値になったのではないのでしょうか。



スコアも出ました。

環境負荷 L は 19 点です。(100 点が環境負荷が最大になるので、なるべく少ない方が良い。)

つまり、環境品質 Q はまだ不明ですので現状は下記の通りです。

$$BEE = \frac{Q = ??}{L = 19}$$

あとは、環境品質 Q をいかに高くできるかで、morinos の環境性能効率 BEE(エコ度)が決まってきます。

今回のブログでは、これまでの建築秘話の話題もいたるところで引用されています。

環境の総合評価という意味合いが感じられたでしょうか。そんなことまで考えるの?という項目もあったのではと思います。

ですが、まだ下半分だけの評価です。もっとボリュームのある上半分が残っています。

上半分の分子側の環境品質 Q の 57 項目についてはまた別の機会に紹介します。楽しみにしてください。

※建物の詳しい説明は morinos 建築秘話シリーズをご覧ください。morinos 建築秘話シリーズ

准教授 辻充孝

2020年04月23日(木)

CASBEE S ランク ~環境品質向上の取り組み

~(morinos 建築秘話 44)

環境性能効率 BEE で建物のエコ度が評価できる CASBEE。今回は、分母にあたる環境負荷 L の評価 35 項目を見ました。

・環境性能を総合的に評価する CASBEE ~環境負荷低減の取り組み~(morinos 建築秘話 43)

ここで、CASBEE 評価において重要な点を2つ確認しておきます。

1点目は、CASBEE では環境性能に着目して評価するシステムのため、

- ・建物の美しさなどの審美性は評価しない
- ・費用対効果や市場価値、収益性などの経済性は評価しない

ことになっています。この2つの項目は建築を計画するうえで非常に大切な要素ですが、あえて環境性能に特化することで、余計なバイアスを外してエコ度を評価できるようになっています。morinos の審美性に関しては、建築秘話 建築計画シリーズをご覧ください。

2点目として、各種取り組みの重要性です。今回は環境負荷の 35 項目を評価しましたが、すべて同列に扱われているわけではありません。それぞれ重要性を考慮して計算されています。例えば、地球温暖化への配慮は環境負荷 L の 100 点中 10 点分の重みですが、morinos での対応が不十分だったモニタリングは 100 点中4点分の重みになっており、評価内容によって重要性を加味して点数を導き出しています。

さて今回は、分子側の環境品質 Q の 57 項目を見ていきます。

- Q1:室内環境で、23 項目
 - Q2:サービス性能で、30 項目
 - Q3:室外環境(敷地内)で、4項目
- これ以降、各項目を専門的な視点もまじえて細かく説明していますので、覚悟してください。とりあえず結果(環境性能効率 BEE)が見たい方は、最後に記載してありますので飛ばしていただいて結構です。

Q1 室内環境
温熱環境や音、光、空気環境などの室内環境全般の適切さを評価する大項目です。

Q1.1:音環境
◆Q1.1 室内騒音レベル
外部騒音と設備騒音が室内に影響をもたらす状況の評価

する項目です。
 morinos は竣工しており、騒音が変動しませんので普通騒音計で計測してレベルを判定します。
 日中に騒音レベルを 35 秒間測定すると平均で 31.2dB と非常に静かな状況(5m離れてささやき声が聞こえるレベル)でしたので、レベル 5 となります。
 周囲の状況が静かなことも影響しています。



◆Q1.2 遮音

開口部の遮音性能や、界壁遮音性能、界床遮音性能(軽量衝撃源、重量衝撃源)を評価します。
 morinos は平屋建てで一室空間のため、界壁遮音や界床遮音は対象外になります。

◆Q1.3 吸音

内装材による吸音のしやすさを評価します。
 吸音性能が高まると、残響が抑制されて会話の聞き取りやすさが向上し、外部騒音も減衰することで喧騒感の低減につながります。
 morinos は特に吸音用の仕上げを用いていませんので、最低のレベル1になります。
 ですが、施設の利用目的から、動物のはく製や各種展示物を置かれることが想定でき、多少の吸音効果が見込めるのではと考えています。

Q1.2 温熱環境

◆Q1.2.1.1 室温

室内空気温度は温熱環境の基本的な指標であり、快適な室温が実現できるかを評価します。
 学校建築においては、冬期 18℃以上、夏期 28℃以下の室温が実現できるのが標準(レベル3)ですが、状況に合

わせてコントロールできる幅が高い(レベル 5 で冬期2℃以上、夏期24℃以下)と、高評価になります。
 morinos は、断熱や日射熱制御性能を考慮して、ゆとりをもって暖冷房設備を選定していますので、レベル5になります。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)



余裕を持った空調設備計画

◆Q1.2.1.2 外皮性能

外界からの熱侵入の抑制機能について評価します。
 基本的に、屋根や壁、窓の断熱性能と日射遮蔽性能のことです。

・断熱と日射熱制御を考慮した温熱性能(morinos 建築秘話 28)

で紹介した通り、morinos の外皮はかなり高性能に出来上がっています。

非住宅建築では、設備で空調することが基本のため、住宅ほどの高性能な評価(住宅でも省エネ基準はまだまだですが)になっていません。
 (最高等級のレベル5でも、断熱性能は、窓U値 3.0W/m²K 以下、外壁や屋根1.0W/m²K 以下、窓の日射遮蔽性能 SC0.2 程度)
 morinos は、レベル5と比べても、窓の U 値で 1.5 倍程度、屋根や壁で5倍以上高い性能となっています。日射遮蔽性能は、概ねレベル5の 0.2 以下程度です。



日光が建物の奥まで届いています。

◆Q1.2.1.3 ゾーン別制御性

室内空間の温度むらを無くすために、細やかなゾーニング空調を行うシステムの採用を評価します。

学校は対象外の用途ですが、morinosに設置された薪ストーブは、発熱量が高い放射暖房設備のため、近寄ると非常に暖かいです。離れると放射熱は2乗に比例して減衰する性質があります。

そのため、利用者が自ら心地よい距離を取って活動することで、ローテクではありますがゾーニング空調のように使用することができます。



距離感で暖かさが変化する放射暖房設備・薪ストーブ

◆Q1.2.2 湿度制御

夏期には快適性を求めた除湿と冬期には健康面を考慮した加湿などの湿度制御の評価を行います。

Morinos では過剰な湿度コントロールを行いませんので標準的なレベル3として評価しています。

◆Q1.2.3 空調方式

利用者に局所的な不快感を与えないように、居住域の上下温度差や気流速度を軽減するための空調方式を評価します。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)



床下エアコンの吹き出し口

で紹介した通り、morinos の空調方式は3種類。(薪ストーブ、床下エアコン、壁付けエアコン)

特に床下エアコンは、上下温度差や気流感の軽減に有効です。

また薪ストーブも気流感を感じることなく熱を享受できます。

空調方式はレベル5となります。

Q1.3 光環境

◆Q1.3.1.1 昼光率

昼光率は直射日光を除く屋外の照度(全天空照度)に対する室内の測定点の照度の比で、採光可能性を示す指標です。値が高いほど評価が高くなります。

morinos の昼光率を概算で計算してみました。建物中心の机上面の昼光率は、約7%程度。

学校建築では、一般的に1.5~2.0%程度なので、見た目の印象と同様4倍近い昼光率が得られています。

レベル5が2.5%以上なので、当然レベル5の評価となります。

・昼光利用のねらいと効果: 日中は照明いらず(morinos 建築秘話 19)



部屋の奥まで日光が届きます。

◆Q1.3.1.3 昼光利用設備

積極的に昼光利用を意図して設けられたトップライト、ハイサイドライト、ライトシェルフや光ダクト、集光装置などを評価します。

morinos はハイサイドライトによって、空間の奥まで日光を取り入れる仕組みを入れています。

また北のバックヤードではトップライトを設置することで、適度な明るさの取得に寄与しています。



バックヤードに設けられたトップライト

◆Q1.3.2 グレア対策(昼光制御)

開口部に庇やオーニング、ブラインドなどによる窓際まぶしさ(グレア)対策を評価します。

morinos は大きく張り出した大屋根を庇に見立てていますが、それ以外のスクリーンなどは取り付けず、一般建築より劣るレベル2となります。

今後の活動の中で、利用者、運営者によって、ガラスに和紙を貼ったり、緑のカーテンや外部スクリーンの取り付けによって、グレアを感じる場所に対策ができることを期待しています。

◆Q1.3.3 照度

机上面の明るさを照度で評価します。

・照明計画と光の質(morinos 建築秘話9)

で紹介した通り、設計段階から、照度設計を行い、夜間でも適切な明るさができるように計画しています。学校用途では最高等級にレベル4になります。



照度設計された照明計画

◆Q1.3.4 照明制御

点灯、消灯、調光によって室内の明るさ、照明位置を制御できる度合いを評価します。

morinos は室内ほぼ全ての照明で調光も行うことができ、利用実態に合わせて適切な明るさが実現できます。ほぼワンルームながら照明回路も11回路(内8回路は調光付き)あり、場所ごとに適切にコントロールできます。

(レベル5)



Q1.4 空気質環境

◆Q1.4.1 化学汚染物質(発生源対策)

シックビルディングの原因となった揮発性有機化合物(VOC)に配慮しているかを評価します。

使用している建築材料は、大半が無垢のスギやヒノキですが、構造用合板などの建材においてもVOCの中でもホルムアルデヒドの放散の少ないF☆☆☆☆のみを使用しており、レベル5となります。

現在の新築では毒性の強いアスベストは使用されませんので評価対象外です。既存建物では注意が必要です。

◆Q1.4.2 換気量

換気量が十分にとられているかと評価します。

morinos でも計画段階で換気量の計算を行い、必要量の換気が得られる換気扇の導入をしています。

◆Q1.4.2.2 自然換気性能

開閉可能な窓が十分に設けられているかを評価します。

高層建築だと、開閉可能な窓の設置は困難ですが、平屋のmorinosでは各部に出入口を設け、オープン状態で固定できる仕組みも入れており、十分な換気量が得られます。

具体的に見ても、開口可能な面積が24.24 m²、床面積129.04 m²ですので、床面積に対して約1/5程度(レベル5で1/15以上)とかなり大きな開口面積が確保できていますのでレベル5になります。



全開口できる開き戸。コンシールドで固定もでき、片側だけ開けるとウインドキャッチャーにもなります。

◆Q1.4.2.3 取り入れ外気への配慮

外気取り入れ口は可能な限り良質な新鮮空気を取り込める様に配慮されるべきです。汚染源としては、車や工場などの排気が考えられますので、一定以上(6m以上)の距離を取るか、汚染源とは異なる方位に向けることが大切です。

Morinos は周囲に、汚染源として考えられるものは少なくレベル5です。

◆Q1.4.3 CO2 の監視(運用管理)

空気質を適正に維持するための体制がとられており、有効に機能しているかを評価します。

CO2 監視が手動でも行えればレベル3ですが、現在は特にCO2 観測装置を用意していませんので、レベル1としています。

CO2 計測器を置いて、常時見れるようにすることも環境教育の一環となると考えられますので、手配してみましょう。

また、管理マニュアルや常時監視システムでさらなるレベルアップも図れます。

◆Q1.4.3.2 喫煙の制御

非喫煙者が煙に曝されない対策を評価します。

アカデミー本校舎も含めて、morinos では、敷地全体で原則禁煙区域となっており、喫煙スペースにも目隠し等で人目に触れないような仕組みとなっています。

Q2 サービス性能

機能性や維持管理、耐震性能など、各種性能を評価する大項目です。

Q2.1 機能性

◆Q2.1.1.3 バリアフリー計画

訪れる人が特段の不自由なく施設を利用できるかを評価します。2000 m²以上の場合はバリアフリー新法の適合が義務となっています。

具体的には出入口の中(これは基準を満たしています。)や、アプローチ、駐車場、トイレ、案内表示などが対象となりますが、morinos の外構やサイン計画はまだ計画途上。車いす用の駐車スペースなども想定はあるものの、表示などが追いついていません。

今後のレベルアップは確実ですが、現状は対象外として評価します。

◆Q2.1.2.1 広さ感・景観

利用者にとって、広く感じられる空間や景観が楽しめる空間は、心理性・快適性を向上させます。ここでは、天井高さによる広さ感、開放感を評価します。

morinos の天井高さは概ね 3.7m と高めのためレベル5となります。

天井高さがそのまま開放感や快適性に寄与するわけではありませんが、morinos は写真の印象からも開放感が感じられますよね。



天井が高く開放感のある室内

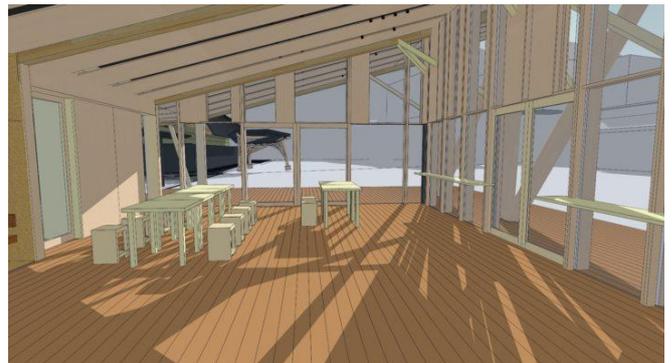
◆Q2.1.2.3 内装計画

魅力的で居心地のよい空間を構成する建物全体のコンセプトや機能の配慮事項を評価します。

morinos は建物コンセプトで、本物の素材(擬木ではなく無垢材など)を中心に構成することを決め、各所にこだわりをもって計画しています。

また、照明計画も建物本体と一体化して内装を決める段階で、3D パースを用いて検討してきました。

これらの取り組みによってレベル5になります。



3D パースでインテリアも検討

◆Q2.1.3 維持管理に配慮した設計

内装仕上げや設計で、維持管理のしやすさを評価します。また、掃除用具室やモップの乾燥スペースなど維持管理機能の確保についても評価します。

特に面積の大きな morinos のフローリングは、

・表層圧縮・ACQ・圧密 3種類の床材(morinos 建築秘話5)

で紹介した通り圧密フローリングに、UV セラミックコーティングを施し、防汚性、耐摩耗性の高い床となっています。その他一般的な対策を施しました。



圧密フローリングに、UV セラミックコーティング

Q2.2 耐用性・信頼性

◆Q2.2.1.1 耐震性

建物の耐震性能(許容応力度設計、限界耐力設計、時刻歴応答計算など)を評価します。

morinos では、許容応力度設計で構造設計を行っています。

・事前に1ステップ: morinos 構造計算の流れ(morinos 建築秘話 35)

設計条件として、標準層せん断力係数 C0 が通常 0.2 のところを 0.25(1.25 倍の安全率)として想定しています。また、壁量は 1.28 倍のゆとりを見ていることから、建築基準法に定められた 60%増の耐震性を郵政しています。(レベル 5)



◆Q2.2.1.2 免震・制震・制振性能(内部設備保護)

地震や強風による揺れによって内部設備等の性能低下や建物の機能維持ができなくなることにに対する対策の評価です。

Morinos は免震や制震(地震制御)・制振(強風制御)システムは導入していませんので、一般的な建築としてレベル 3となっています。

◆Q.2.2.1 躯体材料の耐用年数

躯体材料の耐用年数を評価します。木造建築ですので、シロアリと腐朽に対する劣化軽減の取り組みで評価することになります。

morinos の構造躯体は、コンクリートベタ基礎の上に、構造成製材規格等に規定された耐久性区分 D1 に指定されたヒノキを中心に構成されています。

また、外壁は通気構法とし、床下点検口などの設置も行っています。(レベル 5)

・構造システム "WOODS"(morinos 建築秘話 32)

◆Q2.2.2 外壁・内装仕上げ材の補修必要間隔

外壁仕上げ材の補修間隔を評価します。

外壁、内装とも杉板の本実板張りですので、30 年程度を想定(CASBEE 戸建より)しており、レベル 5 となります。



◆Q2.2.5 空調・給排水配管・主要設備の更新必要間隔

各種設備機器の更新必要間隔について評価します。

給水は架橋ポリエチレン管を使用し、40 年以上の耐用を見込んでいます。交換も容易な計画です。

エアコンに関しては、特に取り組みは行っておらず一般的な耐用年数の 15 年程度を見込んでいます。

◆Q2.4.1 空調・換気設備の災害時対応

災害時などを想定し、設備の二重化やバックアップ体制などを評価します。

暖房設備に関しては、バイオマス燃料で非電化の薪ストーブと電力を用いるエアコンの2機種を想定し、それぞれ単独で暖房負荷を処理できる容量となっています。

・薪ストーブとエアコンの空調設備計画(morinos 建築秘話 29)

◆Q2.4.2 給排水・衛生設備、電気設備、配管支持、通信設備の災害時対応

各種設備の災害時の際に利用できるように2重に経路を確保したり、無停電装置の導入などを評価します。

morinos では特別の対策を行っておらず、一般的な非住宅建築まで至らずレベル1となっています。

Q2.3 対応性・更新性

◆Q2.3.1.2 空間の形状・自由さ

空間の形状・自由さを「壁長さ比率」を用いて評価します。壁長さ比率とは、「外周壁の長さ+耐力壁の長さ」を「専有面積」で割ったもので、どのくらい動かせないものがあるかを示す指標です。値が小さいほど「空間の形状・自由度」が大きいと判断できます。

morinos の外周長さは、52.38m、唯一ある壁のシンボルの左官壁の長さは 3.5mです。

ですので、動かせない壁長さ 55.88 m ÷ 床面積 129.04 m² = 0.433 となります。

0.3≦レベル3<0.5になります。(レベル5には0.1未満が必要)

あれだけの大空間でレベル3と感しますが、非住宅建築物の評価用CASBEEですので、数千㎡の建物も想定しています。床面積が小さくなるとその分外周長さ割合が増えるため、壁長さ比率は上げにくいのです。

◆Q2.3.2 荷重のゆとり

積載荷重のゆとりを想定しておく、将来他の用途に転用する際にも可能性が広がります。そこで、積載荷重のゆとりで評価します。

morinosは、設計荷重を2900N/㎡として、充足率が1.297でしたので、積載荷重を3761N/㎡として計画していましたので、レベル5となります。(学校建築物は、3500N/㎡以上がレベル5)

◆Q2.3.3 空調設備、給排水管、電気配線、通信配線の更新性

空調配管や給排水管の更新時に構造体や仕上げ材を痛めることなく更新、修繕ができるかなどを評価します。

morinosのエアコンは外壁に面して設置され、建築を痛めることなく修繕できるのでレベル4となります。

レベル5にするためには、ISS(インタースティシャル・スペース・システム)によって、建築と設備が統合されたシステムを設計した場合がありますが、morinosの性質上、ここまでの仕組みは必要ないと判断しました。

給排水管と通信配線は構造躯体、仕上げ材を痛めることなく改修(レベル5)でき、電気配線は構造躯体を痛めることなく改修(レベル3)できます。

Q3 室外環境(敷地内)

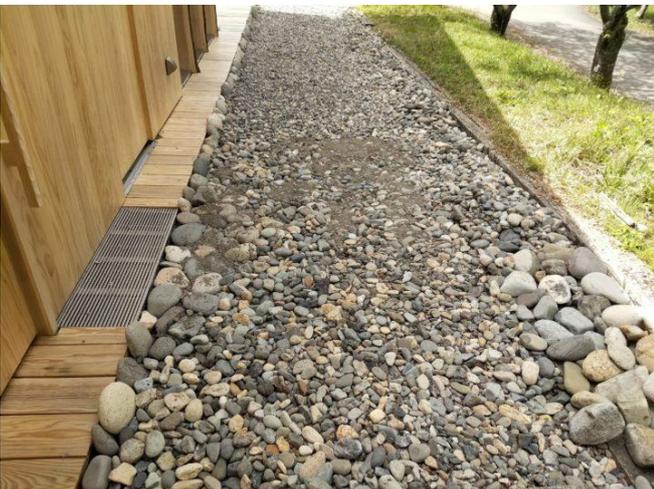
敷地内の生物環境や景観への配慮などを評価する大項目です。

◆Q3.1 生物環境の保全と創出

敷地内の動植物環境や緑化状態、自生種の保全や小動物の生息域の確保に配慮事項などを評価します。

morinos周辺の外構計画は順次計画を進めていて、緑化計画も進行中です。

例えば、岐阜県ならではの岩石状況が確認できる小石や木チップ、スギの実、削り屑の小道などの整備も進んでいます。(レベル5)



岐阜県の岩石状況が確認できる小石が敷かれた搬入路

◆Q3.2 まちなみ・景観への配慮

周囲の景観になじむような素材や色合いに配慮したり、歴史性の継承などの取り組みを評価します。

morinosは既存の情報センターの軒高さに合わせ、岐阜県産のスギの外壁を利用し景観に配慮している。(レベル5)

・白い薄化粧の丸太と無塗装の外壁(morinos 建築秘話23)



既存の情報センターの軒高に合わせた屋根の高さ

◆Q3.3.1 地域性・アメニティの配慮

地域固有の材料を使用したり、ピロティなどのを開放したりと、地域性やアメニティへの配慮を評価します。

morinosは、地域性のある地元の木材利用を行い、ピロティの設置や、建物内外を連続させ中間領域を形成しています(レベル5)



室内外がシームレスにつながる両引き戸とその先にある大きなピロティ

◆Q3.3.2 敷地内温熱環境の向上

夏期の敷地内歩行空間の暑熱環境を緩和する取り組みについて評価します。

morinosは、敷地にゆとりがあることで、風の通り道が確保でき、舗装を極力行わないことで歩行者の暑熱環境を緩和しています。(レベル4)

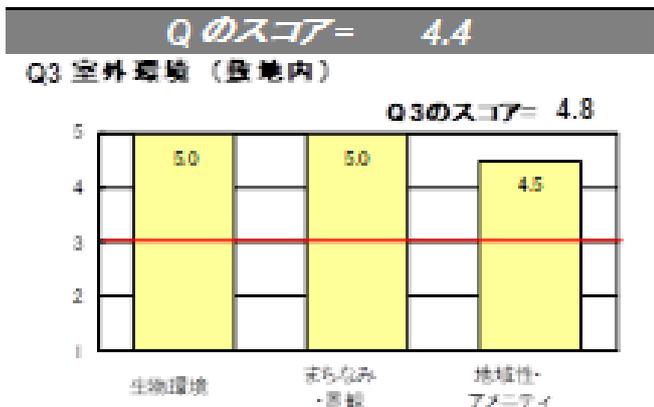
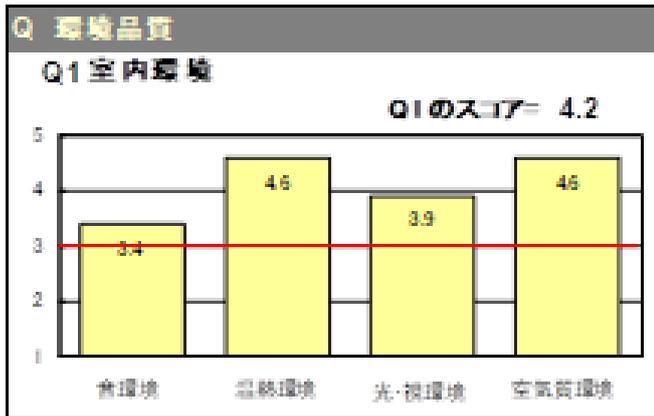
屋上や壁面緑化の推進やエアコンの室外機を高い位置に設置するなどレベルアップが計れます。

以上が CASBEE 評価の分子側、環境品質 Q の 57 項目です。

まとめてみると平均レベル 4.4 です。(一般的な新築木造建築はレベル 3)

前回のブログで紹介した環境負荷低減性 LR の 4.2 より良い結果になっています。

・環境性能を総合的に評価する CASBEE ～環境負荷低減の取り組み～(morinos 建築秘話 43)



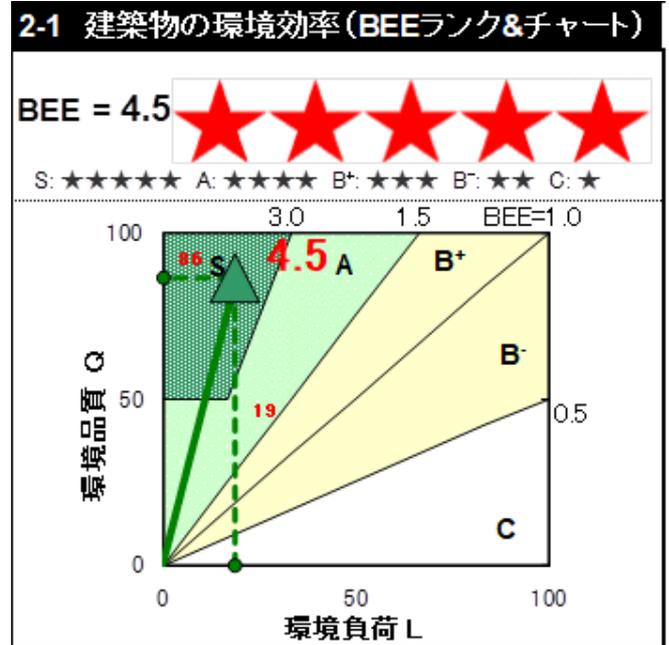
スコアも出ました。

環境品質 Q は 86 点です。(100 点満)

これで、前回の環境負荷 L の 19 点と合わせると、環境性能効率 BEE が計算できます。

環境性能効率 BEE = 環境品質 Q : 86 点 ÷ 環境負荷 L : 19 点 = 4.5

です。つまり、一般的な建物(BEE 1.0)に比べて 4.5 倍のエコ度となりました。最高等級の五つ星、S ランクです。



一方で、ライフサイクル CO₂ は四つ星(星 4.8)となり、惜しくも五つ星とはいきませんでした。
①参照値が一般的な建築物の CO₂ 排出量です。

②建築物の取り組みが morinos の評価になります。概ね半減しています。運用時だけだと 7 割近く減らしています。

創エネ設備を搭載していない状態でほぼ半減ですので、morinos に太陽光発電などを乗せて敷地内で CO₂ 削減ができれば③オンサイト手法)五つ星になります。

また、排出量取引④オフサイト手法)を用いても同様です。



全体の環境性能のレーダーチャートは下図になります。

2020年05月07日(木)

アカデミーの土やヒノキ樹皮の左官壁(morinos 建築秘話 45)

東のメインエントランスを入ると、真っ先に目に飛び込んでくる十二単のような色鮮やかな左官壁。



自然の色が織りなす美しい仕上がりです。今回はこの左官壁についてのお話です。

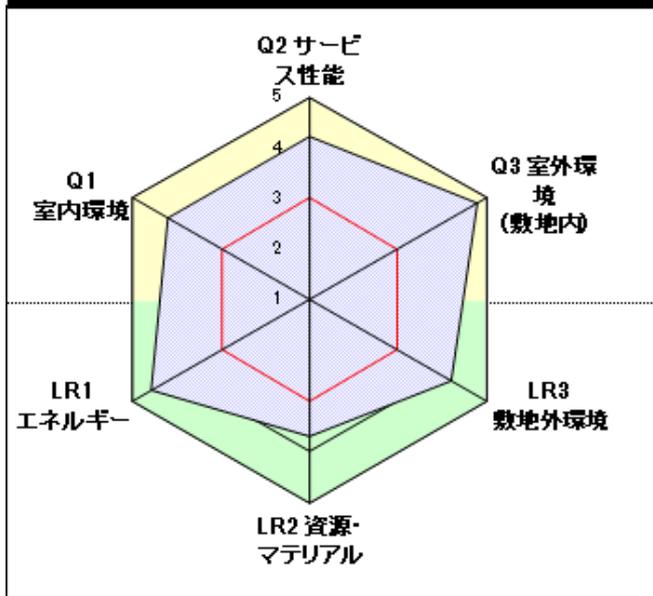
この左官壁は、計画初期から morinos で唯一の間仕切り壁として、シンボリックに何か面白いテーマで仕上げられないかとの考えがありました。工事途中までは、アカデミーで採掘した土で、学生のワークショップもまじえて土地の色に染めようと計画していました。

ある時、涌井学長より森林文化アカデミー客員教授の挾土秀平さんに塗っていただけてはという提案から、急遽、挾土秀平さん率いる職人社秀平組にお願いすることに。

結果は見ての通り morinos にふさわしい素晴らしい出来栄です。それもそのはず、この重層的な色合いは自然の土の色です。



2-3 大項目の評価(レーダーチャート)



環境品質の3項目と環境負荷低減性の3項目、計6項目がバランスよく向上していることがわかります。

すでに高い環境性能の morinos ですが、今後の取り組みでまだ向上できる余地がありますので、運用しながら改善が期待できます。

CASBEE の建築評価 92 項目(住宅版は 48 項目)を見てきましたが、いかがでしたか。そんなことまで考えるの? というものもあったのではないのでしょうか。

温熱性能だけに特化して造るのでもなく、自然素材でつくればいいものでもなく、たくさんの方が利用する建築は特に、幅広い視野をもって総合的に考える必要があります。

その気付きのひとつになるのが、今回紹介した CASBEE です。

今回の最初にしたように、費用対効果や市場価値、収益性などの経済性は評価しない環境性能に特化した評価のため、全てのレベルを最高等級にするのが最上級の設計というわけではありませんが、これまで考えていなくて、ちょっとした工夫で向上できる要素もいろいろあります。

これをきっかけに、視野を広げて建築を見る目を養っていただければ幸いです。

※建物の詳しい説明は morinos 建築秘話シリーズをご覧ください。
morinos 建築秘話シリーズ

准教授 辻充孝

十二単のような重層的な左官壁



0 層目から 10 層目まで合計 11 回も塗り重ねて地層のように表現しています。(この経緯は下の morinos マニアックを参照)

- 0層目:シーリングボードにラス+モルタル下地
- 1層目:演習林の山土と森のようちえんの子どもたちが作った藁
- 2層目:中塗土とスサ
- 3層目:高山市松之木町の赤い土(学生を交えた WS 施工)
- 4層目:アカデミー演習林の山土と松之木町の土の混合(学生を交えた WS 施工)
- 5層目:アカデミーの山土(学生を交えた WS 施工)
- 6層目:本庄の土
- 7層目:黒泥
- 8層目:亜炭
- 9層目:アカデミーのヒノキ樹皮(細かく裁断したもの)+海藻糊+砂
- 10 層目(9層目に重ねて):アカデミーのヒノキ樹皮(荒い裁断と細かい裁断のミックス)+海藻糊+ほんの少し砂
- 11 層目(9層目に重ねて):アカデミーのヒノキ樹皮(細かく裁断したもの)+海藻糊
- 12 層目(9層目に重ねて):アカデミーのヒノキ樹皮(荒い裁断と細かい裁断のミックス)+海藻糊

さすがにこれだけ塗り重ねるには時間がかかりました。実に2か月以上の大作です。

このうち、3層目から5層目までは、アカデミー学生も挟土秀平さん指導の元参加して塗っています。卒業式直前の非常に貴重な体験でした。

・[挟土秀平さんによる morinos の壁塗り体験指導](#)

また、最終の 9 層目、10 層目(塗り重ね)はアカデミーのヒノキ樹皮仕上げです。



9 層目の細かいヒノキ樹皮に海藻糊



最終仕上げに使った荒めのヒノキ樹皮

樹皮を塗るという誰もやったことがない仕上げに挑戦していただきましたが、アカデミーや地域の土の上に樹皮があるという morinos を象徴するような壁に仕上がりました。

挟土秀平さんの左官壁というと、芸術的で、簡単に触れることができない、傷を付けたら大変と考えてしまいそうですが、今回の壁は表面が多少削れても地層のように下の層が出てきて、それも建物の歴史になっていくことをテーマに仕上げられています。(morinos マニアックを参照)

ック参照)

自然の素材感だけがもつ、年月とともに美しく変化していく過程が楽しんで下さい。



morinos マニアック 左官扉はどこにいった??? -

この左官壁が出来上がるまでに、実はたくさんの物語がありました。

計画当初は工務店の左官職人に土の洞窟と同じように塗っていただく予定でした。



ですが、学長から本学の客員教授に就任され、岐阜県が誇る職人社秀平組の挟土秀平さんに塗ってもらってはとのことで、無理を承知でお願いしていただき承諾を頂き

ました。
工事も中盤を過ぎた時期です。

ただそうなると、挟土さんの芸術作品ともいえる左官壁をどのように運用するかは大きな課題でした。
というのも、施設の活用想定から、子どもから大人まで多世代の来場者を見込むことから、壁にどうしても傷がつくことも考えないといけません。その際、メンテナンスに手間とお金がかかっては運営を圧迫してしまいます。

そこで挟土さんには、事前に施設運用や建物のコンセプトをお伝えして、2019年12月初めに副学長、川尻さん、現場監督さん、私の4人で秀平組に伺い、どのような壁にするかを相談しに行きました。

といっても、こちらも腹案がなければ何も進まないかもしれません。
アカデミー側の案は、手で触れる下の方はWSでラフに仕上げ傷ついても参加者がまた修繕できるもの、上部行くほど上品に秀平組の技術が活かされた芸術的な壁にシームレスにつながるというものです。

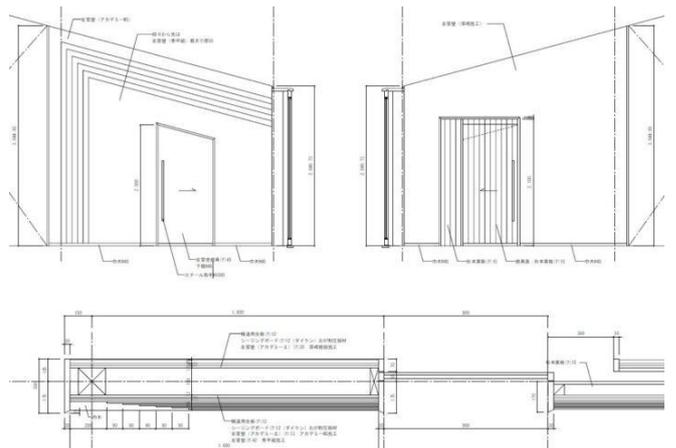
ですが伺った際、すでに挟土さんの頭の中には壁のイメージが描かれていたようでした。

片流れの建物にそって、十二単のように、いろいろな産地の土を塗り重ねて地層を描くというものです。
自然な色合いが折り重なって空間に彩りを与えてくれます。
また、一番下の地層はアカデミーの土を使って、学生ワークショップで塗っていきましよう。表面が多少削られても下の地層が見えてきて、それが建物の歴史になるというものです。

こちらが想定していたよりも、建物コンセプトに合った素晴らしい提案でした。

さらに、この壁に取り付く収納庫入口への扉も、当初は木製建具の想定でしたが、建具に締め藁を取り付けて土で塗り込み「動く土の建具」にしてはとの提案。これも素晴らしい。

これらのアイデアに興奮しながらアカデミーに戻り、早速図面に起こしてみました。
隈事務所にも確認をとり、非常にいいですねとの返答。



この図面と完成した土壁と比べてみると、あれっ！明らかに違う！！となりますよね。

挟土さんからも提案のあった「動く土の建具」がなくなっています。

この計画変更にも大きな転機がありました。

12月末に現場を見に来られた隈さんとの一コマです。この日は忙しく、まず現場を見ていただき、埋木の納め方や、丸太の塗装、樋の色合い、左官壁の仕上げ方など、細かな相談から、丁寧な指導まで充実の時間。学生も背後から聞き耳を立ててました。

その後、7人の建築学生とゼミ形式で、お互いに木の建築の魅力を語り合いました。隈さん「カッコつけないで馬鹿になって尋ねることが大事。それに、何かを思いつくときというのは、1人じゃない。3、4人で気楽にミーティングしている特に生まれる。いつでも対話の中からアイデアの種が出てくる」

さらに、後半の隈さんと涌井学長との特別対談のさなか、お二人が座っているクマヒダ家具(デザイン:隈さん、製作:飛騨産業)に携わられた飛騨産業の岡田社長とのやりとりで、岡田社長「隈さんがもう少しこうした方がいいよねと言って、修正して現物を見てもらったら、やっぱり前の方がよかったねと。」隈さん「せっかくやってもらって、前に戻すのは、先が読めていない馬鹿みたいに見えるのが怖くて、本来言いにくいけど、そんなことは恐れずきちんと言わないといけないと。」

- ・[隈研吾先生と語ろう。木造建築の魅力](#)
- ・[隈研吾先生と涌井史郎学長による特別対談](#)

これらの隈さんの言葉からこの後現場で一波乱。

....
...
..

ゼミ、対談を経て帰る直前、再度現場を見られていました。

帰りの新幹線の時間もあるなか、現場を見られているのを不思議に思い近寄ってみると、

隈さんから「いつ切り出そうかと考えていたんだけど・・・」と、少し言いにくそうに、「シンボリックな左官壁として、開口部の位置を変更した方がいいと思うんだが・・・。」(午前中の現場のあと、対談中に考えてた??)

現場監督さんをはじめ、関係者の皆さん、少し凍り付きました。工事終盤で、まさかの大変更??

ちょうど挟土さんから提案のあった「動く土の建具」。確かにここに開口部があるのと無いのとで、空間の印象がガラッと変わります。

初期からの動線計画だったため建具の有無など考えたこともありませんでしたが、ここにメスを入れるとは。確かに建具が無い方が空間全体が引き締まって、自然な土の色合いのシンボリックな壁として映えます。

主要利用者のナバさんも、当初は嫌がっていましたが、隈さんとも対話を繰り返すことで、利用状況を想定しても実はアリかもと・・・。

隈さんに乗ってみるかということに。

変更動線とランダム格子の一角に移動した建具スケッチを書いて確認し、変更案を隈事務所に送付。夕方には、隈事務所からOKの返答メール。対話を重ねて順次詰めていきました。

飛騨産業の岡田社長との対談にあったように、言いにくいこともしっかり伝える隈さん。

挟土さんにもデザイン変更に応じいただき、気持ちよく仕上げていただきました。

建物もより良くなってますよね。

准教授 辻充孝

この「morinos 建築秘話」は、本資料印刷までに、森林文化アカデミーのホームページにて公開されたものまで掲載しています。

続きについては、当該ホームページで御確認ください。