

構造計画と光のデザイン



耐震性能を高め、屋外に開かれた開放的な室内空間。外部に丸太のトラス架構が見える。

1. はじめに

morinosでは、自然体験プログラムに代表される屋外活動が多く、安全管理のために外へ視線を抜きたいという要望と、子どもから高齢者まで様々な属性の方を迎えるため、安心して過ごせる高い構造性能の両立が求められた。

一般的に木造建築の構造は、耐震・耐風性を確保するために耐力壁を用いるが、それでは屋外への見通しが遮断されてしまう。今回は見通しを確保する構造計画の考え方とそれによって得られる昼光利用、照明を含めた光のデザインについて解説する。

2. 構造計画の考え方

不特定多数の利用施設という特徴から耐震性能を建築基準法の1.5倍程度を確保する目標を立てた。また、活動の中心とな

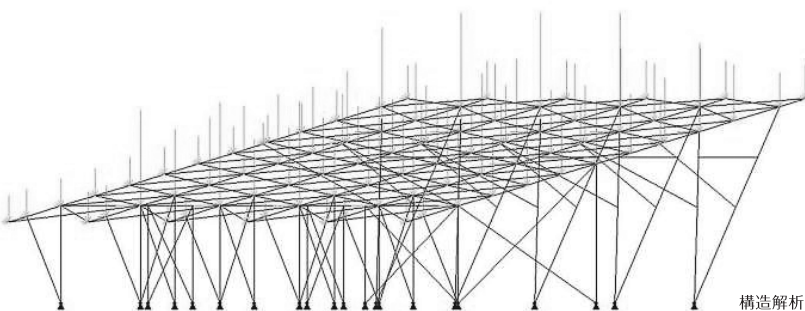
る「はだしの広場」のある南面、東西面への見通しをなるべく確保する必要があった。

この難題を解決するために用いた構造計画はいたってシンプルである。

柱や梁といった構造架構を自重や積雪荷重などの鉛直荷重だけを支持するだけでなく、地震力や風圧力などの水平力も負担するようしたのである。

まず、構造架構単独の構造解析（一般的な線形構造解析）を行い、東西、南北方向の許容耐力を求める。これで、一般的な耐力壁の構造計算（許容応力度計算）と組み合わせることができ、構造架構での不足分を主に北面に配置した収納庫等の耐力壁で補った。

具体的には、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、



構造解析のモデル化

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）を算出した。ここから安全側に、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、面材耐力壁を組み合わせる構造計算を行った。

開放的な空間が実現できたのは、第1回で紹介した丸太のV字柱の貢献が大きい。東西、南北に傾けてトラス状に組むことで、水平力を負担させた。同時に軸組と耐力壁に力を伝達させるため、水平構面にCLT面材を利用し建物の一体性を高めた。

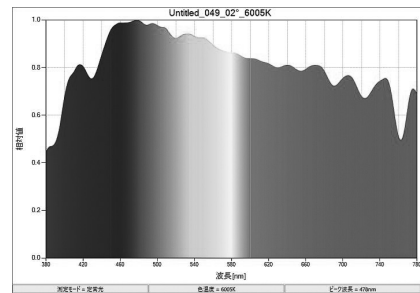
ここで注意したいのは、構造のモデル化である。木の接合部は完全な剛接合にはならないため、木造の接合部の特徴を捉えたモデル化を考えること、木材の材料品質・乾燥・施工精度のばらつきなどの不具合を考慮した設計用の許容耐力に低減することに配慮が必要である。

3. 太陽光の豊かな光

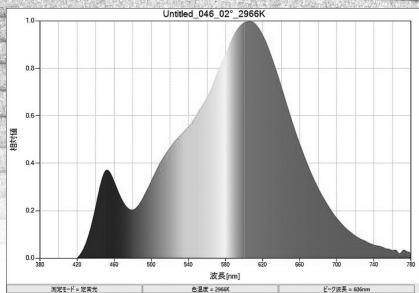
外壁をガラス張りにしたことによるメリットは見通しの他にもある。太陽の光と熱を取り込むことに貢献しているのである。

光環境は①時間のリズム、②強度・明るさ、③質（スペクトル・色温度）が大切であり、まず考えるべきは太陽光を活かすことである。なぜなら、太陽は朝から夕方にかけて動く光源であり、色温度と明るさを変えながら時間のリズムを作ってくれるからである。

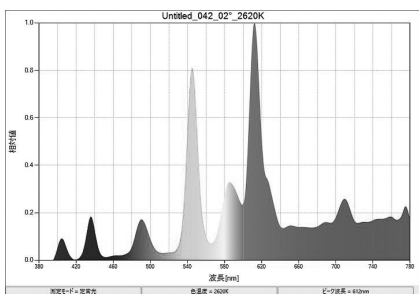
morinos内部で測定した朝の光のスペクトルを見ると、鮮やかなスペクトルで空間



morinos内部で測定した朝の太陽光スペクトル
※横軸は波長（スペクトル）を表し、左の紫（380nm）から緑、黄色を経て、右の赤（780nm）を示す。縦軸は強度の相対値（0～1.0）を示す。



morinosのLED(電球色)のスペクトル



森林文化アカデミーの蛍光灯(電球色)のスペクトル

が照らされているのがわかる。

一方、照明器具のスペクトルは、morinosで使用したLEDは青色光が抑えられた比較的滑らかな光に対し、一般的な蛍光灯(電球色)では、赤と緑の光が突出していることがわかる。このようにスペクトル分布を見れば、昼光の豊かさがわかる。

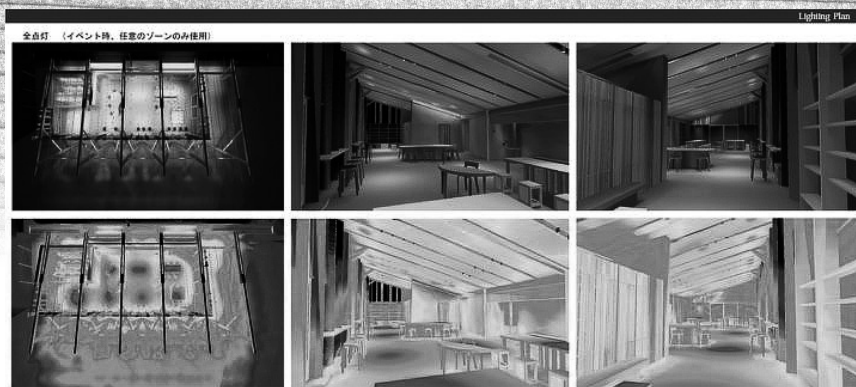
4. 昼光の実測

2021年2月17日(水)14時～15時に室内外の5か所で照度実測を行った。

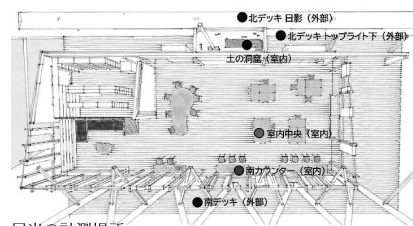
計測場所は①日当たりの良い外部南デッキ、②直遮光のあたる室内南カウンター上、③室内中央の机の上(直射光が当たらない室の中央)、④室内北の土の洞窟(光が届きにくい位置)、⑤外部北デッキである。

屋外①は10,000 lx(曇り)～85,000 lx(晴れ)まで8倍以上の差があった。直射光の当たる室内②は、2,500lx(曇り)～45,000lx(晴れ)まで変化している。直射光が当たらない室内中央の机の上③は、500 lx～2,500あたりで推移しておりオフィス環境として、少し明るめだが適切な明るさで推移している。室内北のベンチ上④は、500 lx～1,000で落ち着いたある過ごしやすい照度になった。北外部デッキ⑤は150 lx～200程度で安定しており、通路機能として適切な光量が確保されている。

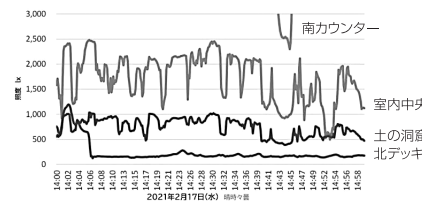
昼光を計測すると、直射光のあたる照度は、雲の影響で激しく変化していたが、直射



本学学生が作成した3Dモデルに配光データを埋め込んだシミュレーション



昼光の計測場所



昼光の計測照度

光の当たらない室内では、多少の揺らぎがあるものの、安定した照度を得られており、空間的な光のグラデーションがあった。

この光の揺らぎのリズムとグラデーションが、心地よさの源になっている。

5. 照明計画の考え方

昼光は天候に大きく影響を受けるため、活動内容によっては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となる。

照明の役割は4つの段階に区分できる。最も基本的なことは段差や危険物を察知して安全性を確保するための①安全性の確保であり最低限の明るさである。次いで、活動に合わせた②視認性(照度)の確保である。この安全性と視認性は「光の量」でコントロールする。

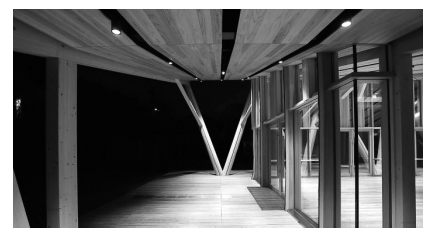
次に色温度やスペクトルの豊かさから得られる③快適性である。最後に空間や雰囲気演出するための配置や調整機能を備えた照明による④演出の付与である。この快適性、演出の付与は「光の質」を向上させる必要がある。

morinosでは、基本設計段階で、3Dモデルを活用したシミュレーションを行うことで、安全性、視認性、快適性、演出の付与について検討した。

具体的には、照明回路のゾーニングを行い、利用者が空間ごとに入切りを行うことができ、調光によって照度もコントロールでき

る。室内照明は全て照明ダクトで構成され、活動に応じた配置転換が可能である。また、LEDの中でもスペクトルが比較的安定した光源を選択した。

また、様々な活動に対応するため照明器具を天井スリット内に配置し建築と一体でデザインした。



6. 終わりに

心地よさは、光や熱などの物理的要素や機能的、心理的要素、美しさの相互作用によって生み出される。建築計画においては、同時並行で様々な要素を解いていく必要があり、全体のバランスが重要であると考えられる。今回取り上げた、構造と昼光利用の両立、光の実測がヒントになれば幸いである。

構造実測の常時微動測定結果や、昼光計算結果、輝度画像、紫外線実測など、morinosのより詳しい内容は建築秘話 (<https://www.forest.ac.jp/facilities/morinos/>) を参考



岐阜県立森林文化アカデミー 教授 辻 充孝