

エネルギー設計の勘所

1. はじめに

エコ建築には、自然素材を多く用いて製造・廃棄時のエネルギーが少ない「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した「運用のエコ建築」に大きく分かれる。

建物のライフサイクルを通して見ると、一般的な事務所建築(50年間運用)のエネルギーは、製造・廃棄時で30%程度、運用時で70%程度という試算がある。いくら自然素材で作っても運用時のエコを疎かにすると、毎日の電気やガスが積み上がり結局はエネルギーをたくさん使うことになる。

つまり、運用時の省エネを実現し、かつ素材の選定にも気を配る必要がある。今回は、運用時の省エネ設計と実測について解説する。

2. エネルギー設計の勘所

運用時の省エネを考えるにあたっては勘所が大切である。計画段階で、用途別のエネルギーの多寡がわかれば、設計段階の検討が容易になる。

例えば温暖地の住宅では給湯が一番エネルギーを使用するが、非住宅建築物では建物用途によって大きく異なる。

図1は床面積1㎡あたりのエネルギー消費目安である。上2段の住宅(全館空調と間歇空調)と比較すると、同じ床面積でも非住宅建築物は多くのエネルギーを使用することがわかる。

morinosは学校用途が目安となる。非住

宅建築物の中では少な目であるが空調が最も多く半分程度を占める。次いで照明、その他(OA機器など)が続く。換気と給湯は少ない。つまり設計においては空調と照明の省エネ対策が重要なのである。

3. エネルギー計算

morinosで行った主な省エネ対策は、断熱や日射熱制御を向上させ、薪ストーブと高効率エアコンによる「空調エネルギー」の削減と、昼光利用を積極的に行い必要な場合はLED照明で補完する「照明エネルギー」の削減である。

これを建築研究所の「エネルギー消費性能計算プログラム(非住宅版) Ver.3.3.1」を用いてエネルギー消費予測を行った。(図2)

左が外皮性能、右がエネルギー消費予測である。右上段がmorinosの設計値、下段が省エネルギー基準値(同種の建築物の一般的な性能)である。

設計値は46.1GJ/年であり、光熱費に変換すると約13万円/年である。(電気単価が27円/kWhの場合)一方の省エネ基準値は143.2GJ/年で、光熱費が約40万円/年である。建物の性能向上により年間27万円の削減効果となり、10年間で270万円、50年間で1,350万円の差になる。

ただし、この計算結果にはその他エネルギーが含まれていないため、一般的な学校用途のその他エネルギーを追加すると表のように、省エネ基準値の半分以下の設計値である。

表 morinosの設計予測値と省エネ基準値

	設計予測値	省エネ基準値
暖房エネルギー	22.26 GJ	126.97 GJ
冷房エネルギー	14.16 GJ	
換気エネルギー	0.78 GJ	1.97 GJ
照明エネルギー	8.90 GJ	14.26 GJ
その他エネルギー	26.12 GJ	26.12 GJ
合計	72.22 GJ	169.32 GJ

4. 空調設備の計画

設計値の半分以上を占める空調エネルギーを削減するには、3つの方法がある。つまり①暖冷房負荷の削減、②運用の工夫、③高性能な暖冷房機器の設置である。

「暖冷房負荷の削減」のキモはこの連載ですでに紹介した外皮性能の向上である。

「運用の工夫」は、活動プログラムとも連携しながら考える必要がある。季節の良い時は開口部を開け放ち、外気を取り込んだり、日射遮蔽をしたりと、その時々に合わせて運用である。

運用の工夫で対処しきれない厳しい気候条件の時は、「高性能な暖冷房機器」の出番である。

morinosには薪ストーブとエアコンが導入されている。

バイオマス利用の薪ストーブは、敷地内で取れる針葉樹にも対応したものである。morinosの外皮性能から外気温が0℃の時、室温を20℃に保つには7,400W程度の暖房負荷が発生するが、導入した薪ストーブは最大で10,000W程度の出力があり、上手く熱が廻れば1台で賄える能力がある。当然、薪ストーブ近くは暖かく、離れたと寒くなる。この温度ムラを弱点ととらえる

図1 温暖地における建物用途別、床面積1㎡あたりのエネルギー消費量

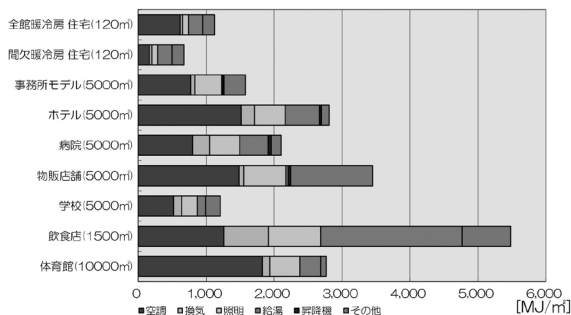


図2 morinosのエネルギー計算結果(その他エネルギー除く)

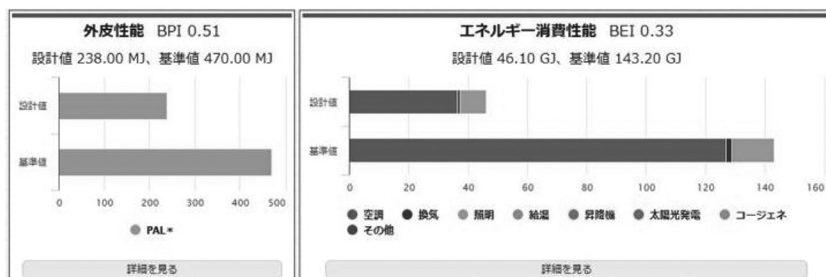




図3 morinosに設置された薪ストーブ AGNI-CC



図4 床下に半分埋め込まれた床置きエアコン

か、ちょうどいい温度域を探せる面白さととらえるかは利用者の判断である。

エアコン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台である。床置きエアコンは、収納下部に半分埋め込む形で設置した。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す計画である。

床下暖房は、活動スタイルを考慮してのものである。環境教育施設の性質上、冬でも扉を開け放ち開放的に使うことも想定される。そのため、室内をいくら暖房しても扉の開け閉めによってすぐに霧散してしまう。

そこで床下空間に暖気を留め、床の表面温度を維持することで、体感温度(特に床に近い子供たち)の確保を狙った。

一方で夏は快晴時の日中に10,000W近い熱が室内に入ってくるため、この熱を取り除く必要がある。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台のため能力的にもゆとりがある。

また、冷気は比重が重たく床付近に溜まりやすいため、暖房より効果を実感しやすい。

morinosのような気積の大きい空間は、空間全体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る。

森林文化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利用者が上手く運転できることを期待している。

5. エネルギー消費量の実測

さて、大切なのは設計評価ではなく、実際の運用はどうだったかである。分電盤にクランプ式電力計を設置しての1年間の実績値を取得した。

実測から得られた1年間の電力使用量は4,604 kWh、1次エネルギー消費量に換算すると44,937MJ(44.94GJ)である。

これを、1年間のエネルギー消費量を季節や時間の変動から用途別に推計した。

図5下部のセキュリティとOA機器等が比較的大きな割合を占めている。夏期に目立つのは冷房エネルギーである。冬期の暖房エネルギーはまばらでそれほど大きくなく、日射熱と薪ストーブが効果を発揮していると考えられる。

実績値、設計値、省エネ基準値(標準値)と比較してみると、省エネ基準値に比べ、設計段階で57%の削減予測に対して、実績はさらに少なく73%の削減になった。

特に省エネ基準値の75%を占める空調エネルギーが、圧倒的に少なくなっている。これは、断熱強化と日射の取り込みの影響が大きい。

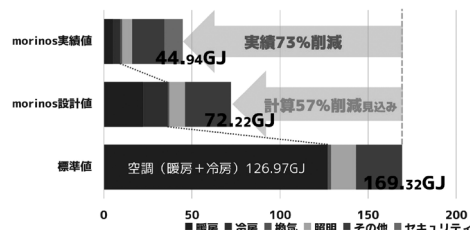


図6 実績値、設計値、省エネ基準値(標準値)の比較(標準値のみ暖房と冷房は合同)

6. おわりに

今回はエネルギー設計の勘所と実測について解説した。建物は一度建設すると50年から100年、或いはそれ以上その場所に存在し、常にエネルギーを消費していく。設計段階でしっかりとエネルギー設計をしておくことで、9割弱を輸入に頼っている我が国の不安定なエネルギー供給から解放され、安心して建物を未来に引き渡すことができるかと期待している。

岐阜県立森林文化アカデミー 准教授 辻 充孝
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

