

秩父に建つ高断熱住宅

寒暖差が大きく冬期の朝の寒さが非常に厳しい秩父地域において、先進的な地域工務店が建設した建設時期の異なる3棟の超高断熱住宅を見学し、性能の違いや断熱性能の高さを実感する見学会を実施した。

住宅見学に先立ち、高橋建築株式会社／高橋様から、住まいづくりへの思いや先進的な取り組み等に関するご説明をいただいた。この報告レポートはその内容に基づいている。(実施日：令和5年12月6日 参加者数：18名)

よって-3℃、-5℃など朝だけ寒くなる地域です。ただ日中は、日差しがあれば5℃～10℃ぐらいまで上がります。雪はほとんど降らず、たまに降っても30cm程度です。気象庁には最低気温平均データというものがあるのですが、例えば2018年1月の場合、秩父は-4.2℃です。-10℃ぐらいの時もあれば今日みたいな曇りの日はプラスの時もあるということで平均すると-4.2℃です。仙台-2.4℃、青森-3.4℃、函館や札幌で-5℃で、札幌に近いですが日本の基準で気候区分を分けるのは暖房度日(デGREE)ですが、それで分けると秩父は5地域です。なのでデGREEで区分すると5地域なので“この程度の断熱で大丈夫だろう”といわれても全く違って、等級4程度では気密性が高くても10℃には届かず、朝寒い思いをしています。ということで最低気温が北海道と同じぐらいなら北海道と同じように作るということでQ値1.6ぐらいで家作りを始めました。夏は熊谷と同じように38～39℃にはなりませんが、夜間は温度が下がり絶対湿度が低くなり、ムシムシした暑さにはならないので比較的楽な地域だと思います。そういった地域の気象条件をきちんと把握するということがとても大切なことで、我々も地域の工務店として、住宅を建てる際にはきちんと把握することが第一条件だと考えています。

20年ぐらい前には既にZEHレベルの住宅作り始めていましたが、UA値0.5ぐらいで吹抜けがある住宅の場合、暖房をしっかり入れると家中を温めることができますが、そのエネルギー消費量は非常に多くなります。HEAT20のG2で全館空調したら等級4で部分間断熱冷房の場合とエネルギーが変わらないということに気づいて、日本の基準に疑問を持ち、どんどん性能を上げていきました。でもそれでQ値1程度で高性能住宅を作っていると勘違いしていました。その後、ドイツにパッシブハウスの基準があることを知りました。暖房負荷の計算ロジックの仕組みを聞いたら、日

本のQ値計算とはまったくレベルが違うことがわかり、気象データからきちんと追ってエネルギーを計算する、地域ごと家の形ごとに違うということをきちんと計算するのはすごいと思いました。

■秩父パッシブハウス2011(12年前のパッシブハウス)

旭化成建材さんの力を借りて建てた12年前に完成したパッシブハウスです。UA値は0.27です。南側に使っているガラスはU値が0.6Wですが日射侵入率が60%あります。日本では某メーカーによる高性能ガラスが入った製品がつい最近受注開始になりましたが、それと同じようなガラスを既にこの時に入れていました。パッシブハウスの計算で使う「パッシブハウスプランニングパッケージ(PHPP)」というソフトにはそういったガラスを使うかという選択項目があります。当時は資材がない、ガラスがない、枠のU値が低いフレームがない、熱交換率の良い換気システムもないという状況だったので、かなり輸入に頼っています。この家は、子供さんが生まれて間もなく建てたのですが、この子供は以前のアパートに住んでる時は入退院を繰り返し、家に1か月もいられないようなレベルでしたが、新しい家に住んだ以降は1回も入院していません。本当に家が大切だと思いました。これがパッシブハウスの最初の1棟目のPHPPの表ですが、ピークの暖房負荷で12W/m²です。床面積は152m²(内法寸法)なのでだいたい1826W。この家の場合、エアコンが1826Wで十分暖房できるということです。なので45坪の家が6畳用エアコン1台でいけます。

□室温変動

外気温が夜明け前に-7℃ぐらいになって、日が出てくるとどんどん上がって7～8℃ぐらいまで上がり、日が陰って

るだんだんだんだん下がり、次の日の朝また-7℃ぐらいまで下がり、日が出ると上がって・・・毎日このような気温変動です。室内は朝が一番寒いのですが、下がっても18℃ぐらいで、日射熱で暖まって25℃まで上がります。そしてまただんだん下がり、次の日の朝が17.5℃ぐらいで、日中また24.5℃ぐらいまで上がる・・・で毎日こんな感じです。これは暖房していない状態です。無暖房でオーバーヒートさせず、この程度までしか室温を下げずにキープさせることは結構難しいです。2℃ほど温度ムラができてしまうのですが、家の中は概ねそんな感じです。納戸など寒いところもありますが、24時間換気的设计をしてあるところはほぼ同じになるようになってます。“この外気温の変動の中で室内温度をうまくコントロールできている”ということを知っていただけるのではないのでしょうか。

一番面白いのが、だいたい18時ぐらいから21時ぐらいまで温度変化があまり現れないことです。これは内部発熱の影響です。夕方6時ぐらいにみんなが帰ってきて、子供がワイワイする、お母さんは料理する、お父さんが飲んでもらうといった生活で、温度が維持できるのです。それがパッシブハウスです。その時の内部発熱がどのくらいか推定してみようということで、蓄熱のことまで考えてないので非常に大雑把ですが、その時の電力消費量が発熱量だと想定し、在室人数が7人なので700Wと想定すると、1200W程度でバランスが取れているのではないかと。

問題点としては、パッシブな設計は日射に頼ります。この家で一番寒いのは3月です。外気温が上がってきているのに室温は22℃で、1月の方が高いぐらいです。これは太陽高度が上がった分、室内に入る日射量が減るためです。あとは9月になると少しは涼しくなるのですが、太陽高度が低くなるので日射取得量が非常に多くなって暑くなります。日射遮蔽部材はつけていますが、それでもいろいろな光の成分で温度が高くなってしまいます。



■秩父の地域特性と住宅づくりの経緯

我が社が建てている建物はごく一般的にある普通の木造住宅です。先代は数寄屋建築やお茶室をやりましたが、私に技術がないことと、そういう立派な家でもちょっと寒いという理由だけでどんどん壊されてしまうのがとても嫌で、お金をかけなくても長く持つような家になりたいと思い、暖かい家づくりを志すようになりました。「家族仲良く楽しく暮らす」という住まいが作れば良いと考えています。



説明会場の様子



高橋建築株式会社／高橋様による説明・講義

それは暖かく作る、安く作る、省エネで長持ちするということが大切だと思っています。長持ちしない家は、結局はお金もかかるってことにもなるので、環境にも悪いです。だから長持ちをさせるために暖かい家にしようということです。せっかくお父さんが坪200万、300万かけて建てても寒いから壊す、といったレベルです。文化的には価値あるかもしれないけどそんなことになってしまい悩んでました。デザインではなく寒さ暑さが重要なんだ、ということに本当に気づかされて、せっかく我が社で一生懸命作っているのにどんどん壊されていくのはもう嫌なので、壊されないために暖かくしよう、断熱性を上げようということで、30年ぐらい前から徐々に徐々にやっています。地域の特性としては、埼玉県なので比較的温暖なイメージがあると思いますが、盆地なので晴天が続くと天空放射に



秩父パッシブハウス2011 外観



南面の大開口とパーゴラが設けられた広いテラス

パッシブハウスレベルの断熱をすると、窓はやや弱点ですが、外皮が冷えるということはほぼないです。室温が17℃でも周囲の温度が20℃近くになっているので寒さを感じないです。20℃で無理して寒いところで住んでいるのではないかと想像されるかもしれませんが、20℃が全然寒くないです。1年中春のような感じです。“暖かさ寒さをあまり感じない”という言い方が正しいのかもしれないです。暖かいと感じさせるような家はもう少し高いレベルを目指して頑張った方がいいのではないのでしょうか。我々は、何も感じないレベルを目指したいと思ってやっています。

□夏期の対応

夏は内部発熱がマイナス側（＝エネルギー消費を増大させる方向）に働きます。ただ外皮の性能が非常に高いので、エアコンさえかければ温度を維持するのは楽です。45坪の家で外気温が37～38℃になっても、6畳用エアコン1台で26～27℃になります。

□断熱構成

断熱構成は、充填も外張りもネオマフォームです。ネオマフォームに拘った理由というのは、真壁の家を作ったためです。真壁の構成とするのに内部結露させないために内側にフィルムを張るは難しいので、プラスチック系断熱材を組み合わせた方が内部結露を起さないとということで、その方法としています。屋根に関してはネオマフォーム3層で断熱しています。基礎に関しては外側がXPSの防蟻で、内側がネオマフォームです。底盤は全部XPS100mmを使っています。

パッシブハウスは単に断熱材を厚くしていくわけじゃなく、断熱はコストもあるのなるべく薄くし、きちんと日射取得で暖かくすることを最初に考えます。南面の窓があることによって冬の熱ロスと日射取得によるエネルギー取得を検比較していますが、非常に性能の良いサッシなので、4倍ぐらいこのサッシが室温に寄与していることがわかります。

□中間期の対応

真夏は閉め切って冷房でいいと思うのですが、中間期の排熱のために高窓をつけるということは普通にやっています。基礎を蓄熱体を利用して空気循環させようと試みていますが、それほど効果は期待できそうにないです。やはり外皮性能

を上げるのが効果があります。ヒートブリッジは少なくしています。

□日射調整・利用

パッシブハウスのソフトがありますが、SketchUpで窓や周囲の家も描きます。そうすると毎月の太陽の熱をきちんと足して、冬場に南側の窓からどのくらい日射熱が入ってくるかをシミュレーションできます。隣の家が非常に影響します。窓からの熱収支がとても重要なのでそれを計算します。

日射調整には、地元材を使います。ロールスクリーンとかグリーンカーテンとか頑張りました。グリーンカーテンは大変でした。

太陽熱温水も有効に利用して、できるだけ低いエネルギー価値のものでやるということで、直接太陽の熱エネルギーを換えるのがいいのではないかと考えています。最近では太陽光発電がどんどん安くなってしまったので、太陽光発電パネルを並べてエコキュートでもいいのではないかと、思い始めています。

□お客様対応

当社では1軒1軒工夫して、現在は50軒以上のお客様の家をモニターしています。今でもどの家が何℃とか、CO₂濃度などもわかります。また、お客様を研究員にしています。現在研究員は100人です。お客様にお題を出します。例えば「洗濯物を干す前と干した後のグラム数を測ってください」とか「どこが一番乾きますか」等。お客様の家ごとに間取りが分かっているので、「今日洗濯物の室内干しは乾きましたか」など。そうするとどこに干してる人が一番乾くのかということがわかるし。他にも「今日はお風呂の蓋開けて寝てください」など様々。

■高断熱住宅で大切なこと

バランスよく弱点を減らすことが大切だと思っています。いつも作るたびにブラッシュアップするようにしています。お客様に私が持っている力を全て発揮しようと頑張っていますが、その都度実験台になってもらっています。思いついたことをどんどん試せるっていうのはすごくいいことです。誰でも確実にシンプルな方法で将来、性能が落ちにくくするというところで、テープ施工を避けたりコーキングやウレ

タンに頼らないようにする等、躯体の変化に影響を受けないようにするということと、将来までずっと暖かいように作ることを心がけています。

ヒートブリッジについては、外皮の普通の場所の性能がとて上がってくるので、熱橋になる部分から逃げる熱の量が非常に目立ってきます。1割とか2割とかになってきます。全体としてUA値が0.2とか0.19であっても、ヒートブリッジがたくさんある建物とヒートブリッジが全然ない建物では、性能が雲泥の差です。どんなにすごい金属を使っても穴が開いてはダメなんです。それと同じで、ヒートブリッジのことをきちんと考えることが、これからは絶対に重要だと思っています。

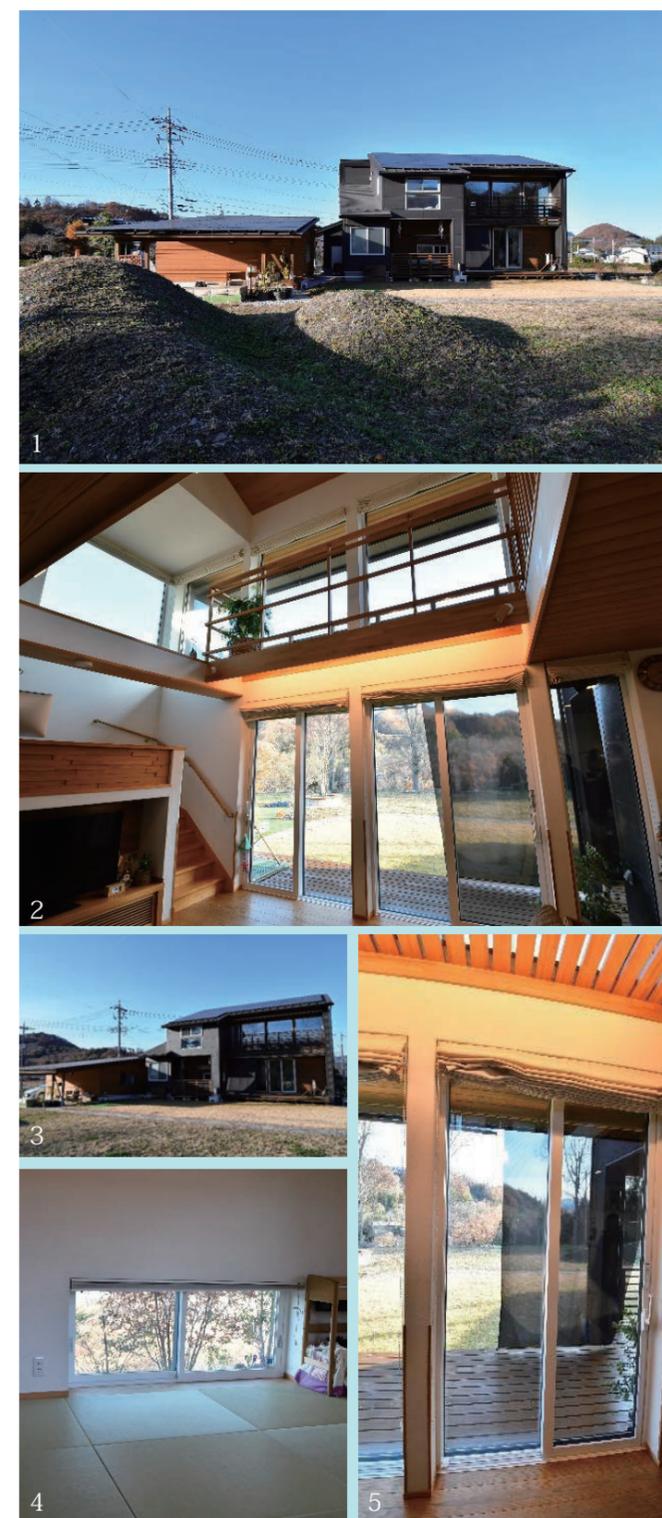
今どこが一番ヒートブリッジがあるかという、土台です。ここが断熱が一番甘くなっていますし、基礎もあります。ここの表面温度、この辺が結露するかしないかといった部分を計算します。他から熱が逃げないので、ここで逃げる熱量がとても多くて、ここをどうするか。最近考えついた納まりがあるので、早速次から実践してみようと考えています。

■自然豊かな環境に建つ小屋裏冷房のある家

今日見学していただくうちの1件は、エコハウス大賞の審査員特別賞を受賞しています。東京大学の前先生に選んでいただいた住宅です。この住宅は、日射遮蔽を考慮できるだけ冷房負荷を減らしつついろいろなことを考えたので、パッシブハウスを狙ったわけではありません。夏の負荷を削減しようという住宅です。

南側に大開口があるのですが、この住宅は30度ぐらい西に向いているので、夏はかなり日射熱が厳しいです。そこでエアコンがどのように稼働するかを見たかったので、6畳用エアコンを屋根裏の冷房ボックスとリビングに取り付けています。やはり冷房負荷が強めなので、常時400～500W程度かかり、消費電力はやや多かったです。8月1か月で換気は27kW/hで冷房が333kW/h。全体の消費エネルギーはテレビとか給湯なども全部入れて670kW/hなので、消費エネルギーの半分が冷房です。やはり冷暖房はとても重要です。

開口部の上に60cmの庇があるのですが、真南を向いていればもう少し役に立ったのかもしれませんが、少し西向きなのであまり役に立たなかったかもしれません。普段はア



1. 自然豊かな環境に建つ小屋裏冷房のある家外観 2. 南面の大開口と大きな吹抜けによる日射取得 3. 建物形状・西側の車庫による西日の調整 4. 地窓による通風への配慮 5. 広いテラスとオーニングによる日射調整

ウターシェードやブラインド等を付けるのですが、この家では何もやってないです。計算上はギリギリのところを狙って、これで行けるということが分かったので、ほぼ予測通りのエネルギー消費量なのですが、パッシブハウスでも冷房エネルギーはかかると思っています。ただ、一般的な40坪の普通の住宅で333 kW/hというのは、家全体を冷房している数字としては結構少ないのではないかと。

それより住み心地が全然違います。これしか負荷をかけないで全部が冷えるし気流もほとんどないですし、表面温度が揃ってるような状態なので、夏に冷房しているという感じより春みたいな室内環境を作り出しています。

■コタツ暖房

私が最近凝ってるのが「こたつ暖房」です。弊社に来るクレームで、どこも温度が同じになると、真冬でも家事をしているキッチンが暑いとか、寝苦しいとか、子供が暑がるということがあります。それはお父さんが22～23℃でリビングでゴロゴロしてるからキッチンも子供部屋も23℃になってしまう。それでお父さんがこたつに入る作戦です。室温を18℃ぐらいまで下げて、そこで家事をするのは爽やかにできるのではないかと。皆さん、半袖半ズボンで過ごしたがるのですが、家の中でそこまでなくてもいいのではないかと。こたつで実測したら、こたつは生焚きなので消費エネルギーがかなり少ない印象がありますが、結構自分たちの足の熱で暖かくなるということもあるので、割と電力が入る時間が少なくなります。消費電力をみると、エアコンよりもちょっと良いという感じもありました。

■適切な換気

最初に始めた頃は第三種換気だったのですが、第三種換気だと換気ムラができることももちろんですが、暖房エネルギーのエネルギーロスがあるので、今はダクトの第一種換気一択です。それで計画通りに換気ができます。一応、最終的に全部の建物について、グリルの風量を計算の1割以内に収めるようにしています。循環換気を併用しているのですが、併用し始めた理由は、在室人数によって冷暖房負荷もそうですが、CO₂の濃度も結構上がります。換気は効いているようで1部屋30㎡や50㎡では、そこに家族4人で寝ると結構CO₂の濃度が上がり空気が汚れます。それを改善するために、24時間換気だけではなく大きなところから小さなところにくるくる回すような仕組みをやっていきます。なるべく健康に住んでもらいたいです。

■適切な湿度

湿度コントロールはとても難しいのですが、夏の湿度の難しさもあります。エアコンで除湿するようにしていますが、エアコンの設置位置でも結構違います。ターゲットをどこに持っていくかということもあります。冬は乾燥を防がなくてはならないので、どのようにして湿度を上げるかということもあります。今は循環換気をうまく使って、だいたい40%超えにはできるようになってきています。この辺は住まい方によって違うので、どんな方法がいいのかは、今後の実験、実測次第といったところです。

■秩父パッシブハウス 2024

今日見学していただく住宅は、今、建てているところですが、同じ断熱構成で床面積当たりの暖房需要が3倍違います。家の形状や窓の取り方で全く違うということがわかります。断熱構成を決めるのは、基本的には同じ仕様とするのですが、1棟1棟同じような生活ができるようにするために、暖かい家を作るということはそういうことなのではないかと考えています。この仕様だと場所が悪いからそれで終わり、というわけにはいかないの、その土地に合わせてきちんと計画することがとても大切だと思っています。

パッシブハウスと等級7が違うのは、その暖房需要や負荷をきちんと導き出すということで、外皮の性能が0.23になるから等級7だ、といったことではなく、1棟ごとの暖房負荷もヒートブリッジも重要であり、きちんと考えます。熱交換換気を利用するとか日射熱をコントロールするといったことで、室温と表面温度が近いとか、気流が少ないとか、音が静かという究極の住み心地をめざしています。

■室温と住まい方

温湿度コントロールがとても容易なので、想定外の温度で住まわれてしまうことがあります。22～23℃で住んでくれば良いと考えていますが、25℃、26℃が普通で、真冬なのに30℃ぐらいで住む人もいます。内部結露を起こすのでやめるように伝えていますが、「妻と子供が薄着になるのは嬉しい」「我が家はハワイだ」などという反応です。40人のお客様にアンケートを取りました。今20℃～26℃で住んでいる人に対して「去年の1月に何度で住んでま

したか」という自己申告をしてもらいました。その結果、20℃で住んでる人のうち「今年は室温を上げたい」という人が4人いました。だから「20℃だと満足度が低い」と思いました。「昨年と同じでいい」という人は6人で、「下げたい」という人は光熱費が上がったので下げたいということのようです。

22℃、23℃で住んでいる人の場合は「昨年のままでいい」という人が増えています。問題は24℃、25℃で住んでいる人でも「昨年のまま」という人と、「上げたい」という人しかいないことです。

22～23℃で住んで満足している人が多いので、20℃～21℃プラスアルファの温度帯を想定しないといけないのではないかと。

パッシブハウスの良い点は、寒さ暑さを感じないという住み方なのに、暑く住むことが満足感なのか優越感に浸れるのかわからないのですが、そういう人が結構出てきてしまうこと問題点だと思っています。これはどうしたらいいと思うか、みなさんにも考えていただきたいです。

冷房は25℃ぐらいが一番多いです。ただ22℃に設定してしまう人もいます。

私たちはこうやって実践で取り組むしか方法がないので、いろいろなことを考えながら実践しています。今の建物はどんどんメカニカルになってきていて、機械で完結させようということになりがちになってきてると思いますが、地元工務店としては、そうした機械を修理することも考えなくてはならないので、後で更新できるシンプルな技術等にしたいと考えています。それで積み重ねを繰り返して計画していく、早回しで技術を積み上げていくということがとても大切だと思っています。(終)



秩父パッシブハウス 2024 外観



窓が少ない西側の壁面



南面の大開口と大きな吹抜けによる日射取得



間取りの工夫による西日の調整