



森 みわ
KEY ARCHITECTS

世界基準の省エネ住宅から学ぼう

ドイツ視察ツアーで見た「パッシブハウス」の最新事情

■第4回 パッシブハウスの普及とともに進化する周辺設備

※本連載連載は2010年3月13日～19日まで開催された
パッシブハウス視察ツアーの視察記をもとに編集したものです。

森みわさんによる欧州「パッシブハウス視察ツアー」からの報告記。今回は今年3月13日から19日まで渡航された第2回目の視察から、現地の最新レポートをご紹介します。



「1」旧工場をリノベーションした新社屋

この建物は、熱交換換気装置メーカーDrexel & Weiss社の本社屋。1969年完成のストックキング製造のための工場を取り壊すことなく、省エネ性能を改善させるためにリフォームを

【概要】 商業施設の改修／建築地 オーストリア・ヴォルフルト (Wolfurt) ／混構造 (RC造+木造) ／床面積 3300㎡／2005年竣工／案内役 Reinhard Weiss (Drexel & Weiss 社 代表取締役)

行った事例だ。

既存のRC造を一旦スケルトンにし、RCのサンドイッチ構造による外壁も取り除いた後に充填断熱による木造を新たに施工。外構のコンクリート打ち放しやパラペット部分は断熱を施した木構造を付加、新しい外装材として黒色に磨き上げられたTrespa社の木質セメントボードが採用された。

建物東側にガラス張りのカーテンウォールとし、枠材には木製マリオン+黒いアルミクラッドとした。開口部はコストパフォーマンスを重視して、パッシブハウスの推奨基準であるU値 $\parallel 0.8 W / m^2 K$ 以下を満たしていないが厚さ90mmの木製サッシを採用。ガラスはすべてトリプルガラス入り、空気層を確保するスペーサーにはThermix社製を使用し、U値 $\parallel 0.6 W / m^2 K$ と最高レベルとする「写真」。ガラス面積は全床面積の10%以下のため、建物全体としてはパッシブハウス基準を満たせることが計算で明らかになった。「住宅においてはサッシ枠の性能は決して無視してはいけない」とは設計者自らの言葉であった。

森 みわ [キーアーキテクト代表]

1977年東京生まれ。横浜国立大学工学部建設コース卒業後、ドイツ政府研究奨学生として渡独。シュツットガルト大学で修士修了後、ドイツ・アイルランドの建築事務所にて省エネ型商業施設や「パッシブハウス」の建築プロジェクトにかかわる。2009年3月に帰国し、設計事務所キーアーキテクトを設立。8月には日本初の「パッシブハウス」を建築した。今年2月、国内でパッシブハウスの国内普及や温暖地仕様への改良をめざす「パッシブハウス・ジャパン」を設立。4月からは東北芸術工科大学で客員教授を務める。

神奈川県鎌倉市
www.key-architects.com
TEL 0467・39・5730



開口部。木製サッシ枠に高性能のトリプルガラスを採用した



東面に設置されたガラスの間仕切り。光を効率よく各部屋に取り込む

屋根断熱は既存の14cmを34cmに強化し、PVCを一切使用しないシート防水を施した。基礎周りは垂直方向に深さ80cmまでXPS断熱材を施工、ヒートブリッジの解消を試みた。このほか当初は建物床下にも基礎断熱を計画していたが、PHPPによるシミュレーションの結果、建物の比較的大きな床面積により建物外周のスカート断熱のみで代用可能となった。

このメーカーでは熱交換換気装置にヒートポンプによる補助暖房と、給湯タンクを組み込んだ「コンパクトユニット」と呼ばれる製品を開発、製造販売している。冬場、熱交換後の排気

温度は4〜5度であるため、この空気をヒートポンプに送り込む方が、外気温を使用するよりも運転効率が良い。

さらに本物件では集合住宅用のユニットを採用。基本設定をブレインで一括制御し、風量や温度設定などの微調整は各住戸で設定可能である。

ユニットに加えて今回は地熱も利用。元からあった設備用のトレンチ（堀溝）の中に長さ約90mのダクトを設置。外気をこのダクトを経由させることで、冬は給気温度を上昇させ、夏は低下させている。冬場では、マイナス15度の外気を+6度まで、マイナス2度を+10度まで

上昇するという（この地域の年間を通じた土壌の温度は11・5度とのこと）。

このほか東に面したオフィスには一部ガラスの間仕切りが採用され、光を効率よく各部屋に取り込む工夫がなされている「写真」。こうして最後の最後までエネルギーを絞りとることに、戸建住宅用ユニットの消費電力は400W、出力容量は1400Wを超える（アイルランドでのエネルギーパスではAPPF（年間平均エネルギー効率）3・0以上の設備は再生可能エネルギーとみなすことができる）。

「最近はおがままなになった」とWeiss氏。換気装置よりも従来の輻射による暖房を好む人が多く、同社最新モデルでは、床暖房や壁暖房のための冷媒を用いた密閉回路を備える。

夏場は自然換気や日射遮蔽で暑さをしのいでいたヨーロッパ人が、最近では床暖房用の回路に地下水から取った冷水を流すスラブクーリングをやったがる。さらには、床冷房中にも脱衣場のパネルには温水を流したい、という要望もあるらしい。そんなあらゆるニーズに応えるため、同社は創業以来の究極のシンプルシテイから路線を変え、わがままパッシブハウスの省エネ設備を開拓している印象を受けた。

一方でツアー参加者はこのメーカーの原理をいかに日本の温暖地域の冷房と給湯需要に応用するかをひたすら考えているよう。

給湯タンクはスチール製で、内部はガラス質で覆われている。これが一番腐食に強い。熱交換用のコイルは温水と接することなく、外側のスチールのタンクに熱を伝える。これはヨーロッパでは硬水の地域が多く、タンク内にコイルを挿入すると、コイル周りに石灰質が付着し、熱交換率が悪くなる。標準のタンクは200リットルであるが、太陽熱温水器を使用する場合には容量不足のため、パッシブハウスを併用している。

「気候は違ったとしても、より少ないエネルギーで快適な室温を手に入れたいという私たちの願いは世界共通。日本のニーズを教えてください。自分たちのノウハウを活用して解決方法を考えましょう！」とのWeiss氏の最後の言葉は印象的だった。

「2」 築40年校舎をパッシブハウス仕様に



【概要】 学校・幼稚園 の改修/建築地 オーストリア・ヴォルフルト (Wolfurt) /混構造 (RC造+木造) /床面積 1850㎡ /2009年改築終了/案内役・設計者 Gerhard Zweier

こちらは、1968年竣工の既存建物を、2009年の夏休みの11週間を利用してパッシブハウス仕様にリフォームを行った事例。「1」と同じ設計者が担当する。

施主であるWolfurt市からは、

長期的な視点からパッシブハウスの性能が求められた。築40年のあいだ手を加えることなく使用されている既存建物。これを20〜30年最先端の性能を発揮できるように改修することが、最も経済性を高める秘訣である

という施主の判断が素晴らしい。

もともと本校舎と分かれていた体育館を、増築によって一つの暖房領域とすることで、外壁の表面積を減らすことを試みた。室温設定は本校舎を20℃、体育館を18℃で計算。体育館の天窓は、既存の構造をそのままに、ガラスを遮熱・断熱性の高いタイプに交換している。2009年の春には先行して体育館が改修され、後の改修に必要な準備も同時に行われた。

既存のRCの外壁は、塗仕上げもそのままに、上から木造のスタッドと充填断熱を施工、通気層の上にカラマツ（ラーチ）を割ったものを外装材として施工「写真」。これはフォアアルベルク地方の伝統的な農家の外壁仕上げだという。

本校舎の陸屋根部分には太陽電池を設置。太陽電池の面積は250㎡、最大出力は26kW。発電した電力は全て一旦売却し、必要な分を電力会社から購入しているが、照明、換気など、必要な電力は全てこの太陽電池でまかなう「写真」。

南に面する体育館の外壁には、太陽熱温水パネルが外装材

として垂直に取り付けられ、暖房用の温水をつくる。この温水は、2500リットルの温水タンクに貯蔵され、各部屋のパネルヒーターに送られる「写真」。パネルヒーターの表面積は改修前と変わらないため、建物の暖房負荷が大幅に減少したことに

よって、給湯タンクからパネルへの入水温度を大幅に下げることが成功。吊り天井には安価で意匠性に優れた木質セメントボードを採用。天井裏のRCスラブの蓄熱性能を最大限に生かすため、吊り天井のところでころにスリットが施されている。



体育館外壁の太陽熱温水パネルでつくった温水が各部屋のパネルヒーター暖房に送られる



既存のRC外壁の上に充填断熱を施工し、地元伝統のカラマツを外装に施工した



校舎屋根に設置した太陽電池。最大出力26kWで全校舎の暖房、換気、給湯に必要な電力をまかなう

東西の窓の外付けブラインドは、屋上にあるセンサーによって制御され、自動昇降する。住み手が設定を上書きしても、2時間後にはまた元の理想状態に戻る。換気装置はダクト敷設のコストを抑えるため各教室で完結させ、「人感センサー」によって制御する。センサーは人が滞在している間のみ換気装置が作動し、人がいなくなっても15分は作動するようである。

「3」快適性と省エネを追求する住宅



【概要】戸建住宅・新築／建築地オーストリア・ブルデンツ（Brudenz）／床面積173㎡／混構造：1階外壁および2階床＝RC造、1階内壁＝ブロック造、2階部分＝木造／2010年竣工予定／案内役・設計者 Andrea Vogel Sonderegger

アルプスの眺望を満喫することとテーマに設計された戸建住宅。眺望を最大限に生かす1階リビングの角度と、最大限の日射取得のための2階寝室の角度をそれぞれ設定した結果、両者のずれによって1階には雨除けのあ

る外部空間が、2階には開放的なベランダが出来上がった。斜面に建てられたこの住宅は、1階の3方が地中に埋まっている。あえて複雑な形状の建物を選択したゆえに、気密施工やヒートブリッジ回避のためのデイベー

ルは非常に重要となった。オーストリアではエネルギーパスの評価手法のひとつとして、PHPP（Passive House Planning Package）による計算が認められている。このPHPPによる計算では本件は暖房負荷が18kWh/m²となっており、厳密にはパッシブハウスの基準を満たしていないが、オーストリアの助成金を最大で2500ユーロ受けることができる。

1階の暖房はレンガ造の間仕切り（内壁）「写真」の手前に塗られた厚さ2.5センチの土壁の中に回る温水パイプによってまかなわれる「写真」。土壁には調湿機能を期待している。2階の暖房はRC床に打ち込まれた床暖房を用いる。換気装置から送られる給気のダクトは2階床のRCスラブの中に打ち込まれており、上下階を一つのダクトから直前に分岐させている。換気装置が暖房を担うと、居住している人数が少なくても風量を絞ることができず、結果として過乾燥状態を作り出すことから、近年では換気と暖房を区別し、暖房は輻射で、換気は熱交換と地熱利用の後の温度をそのまま各室に吹き込む方法が好まれている。（つづく）



レンガ造の間仕切り壁に埋め込まれた設備配管



レンガ造壁表面に塗られた土壁。この中に温水パイプを回して壁暖房とする

[1] 旧工場をリノベーションした新社屋

■一階床	既存のRC床を維持し、ペリメーター断熱（基礎周りに垂直方向に施工する断熱方法。別名スカート断熱）を施工 U値=2.2W/㎡K
■屋根	340mm 断熱 U値=0.1W/㎡K
■開口窓	サッシ枠（木製） U値=0.9W/㎡K ガラス U値=0.6W/㎡K
■換気装置	Drexel und Weiss社製の複数の製品を使用
■気密性能	0.01回
■年間暖房負荷	11.5kWh/㎡
■設計	Architektur Buro Zweier

[2] パッシブハウス仕様に改修した築40年校舎

■外壁	U値=0.12W/㎡K
■一階床	U値=0.45W/㎡K
■屋根	U値=0.09W/㎡K
■窓	サッシ枠 U値=0.8W/㎡K ガラス U値=0.6W/㎡K
■換気装置	Drexel und Weiss社製Aeroschool
■気密性能	0.6回
■年間暖房負荷	17kWh/㎡
■施工費	980ユーロ/㎡
■総工費	400万 ユーロ（ただし外構工事、家具工事、設計料等を含む）
■設計	Architekturbuero Zweier
■設備設計	Pkanungsteam E-Plus
■建築物理コンサルタント	Spektrum, Karl Torghele

[3] バウビオロジーと省エネを両立する住宅

■ 1階床	XPS断熱材(200mm) / RCスラブ(250mm) / ビチューメン アスファルト防水 / 気密シート / シンダーコンクリート(70mm) / フローリング(15mm) U値=0.16W / m ² K
■ 屋根 屋根仕上げ	陸屋根(80mm、勾配2%) / 屋根防水用ゴムアスファルトシート溶着 / 屋根梁(60mm幅、サネ加工) + セルローズ断熱材(260mm) / 合板(21mm) / 気密シート / 設備配管スペース + 充填断熱(60mm) / ファーマセル社製、木繊維石膏ボード(15mm) U値=0.1W / m ² K
■ 外壁	Trespa社製 Meteon セメントボード(8mm) / 通気層(36mm) / 木質繊維ボード(35mm) / スタッド + セルローズ断熱(260mm) / 合板(15mm) / 気密シート(0.1mm) / 設備配管スペース + 充填断熱(60mm) / ファーマセル社製、木質繊維練込石膏ボード(15mm) または土壁ボード U値=0.12W / m ² K
■ ガラス	U値=0.5W / m ² K
■ 地熱交換	垂直に73mのパイプを施工、不凍液を循環させている。夏も冬も地熱を利用することで、年間を通じて地中の温度が変わらないように配慮がなされている。
■ 熱交換換気	Drexel und Weiss 床暖房対応モデル × 2台
■ 気密性能	0.001回
■ 給湯	300リットルの給湯タンクは単体で用意。換気装置に内蔵されたヒートポンプが給湯を賄う。屋根には太陽熱温水パネル搭載、地熱交換を床や壁に流すことで、夏場にはパッシブクーリングの機能を果たす。ただし、脱衣場は夏場でも暖房に切り替えることが可能
■ 年間暖房負荷	18kWh / m ²
■ 暖房容量	ピーク 14W / m ²
■ 一次エネルギー量	78kWh / m ²
■ 建設費	2100ユーロ / m ² (クライアントの父親によるセルフビルドにより、実際は1800ユーロ / m ²)
■ 設計者	DI Dr. Andrea Sonderegger