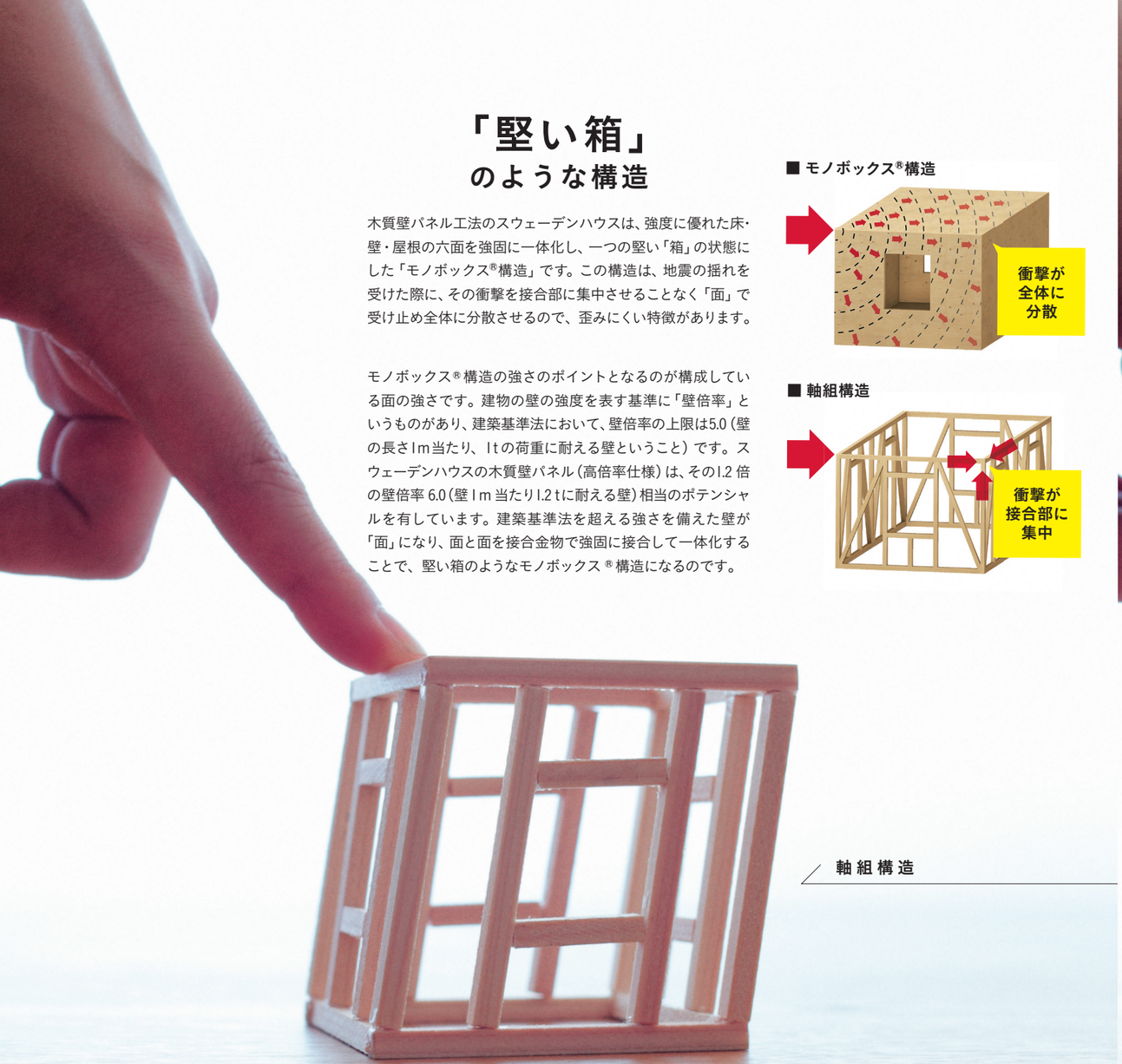
SWEDENHOUSE TECHNOLOGY

地震から暮らしを守りぬく

快適に住み続けるための
スウェーデンハウスのテクノロジー

スウェーデンハウスが目指すのは、大きな地震の揺れに繰り返し見舞われても、
建物の耐久性や快適性能を損なわない住まい。
地震によって変わらない暮らし心地は、「堅い＝歪みにくい構造」を要にした、
さまざまなテクノロジーの結集によって叶えられています。



軸組構造

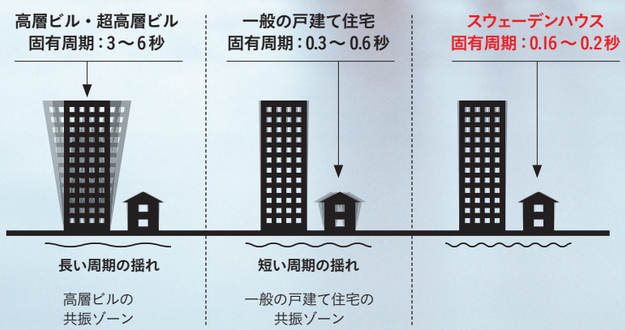
「堅い箱」のような構造

木質壁パネル工法のスウェーデンハウスは、強度に優れた床・壁・屋根の六面を強固に一体化し、一つの堅い「箱」の状態にした「モノボックス®構造」です。この構造は、地震の揺れを受けた際に、その衝撃を接合部に集中させることなく「面」で受け止め全体に分散させるので、歪みにくい特徴があります。

モノボックス®構造の強さのポイントとなるのが構成している面の強さです。建物の壁の強度を表す基準に「壁倍率」というものがあり、建築基準法において、壁倍率の上限は5.0（壁の長さ1m当たり、1tの荷重に耐える壁ということ）です。スウェーデンハウスの木質壁パネル（高倍率仕様）は、その1.2倍の壁倍率 6.0（壁1m当たり1.2tに耐える壁）相当のポテンシャルを有しています。建築基準法を超える強さを備えた壁が「面」になり、面と面を接合金物で強固に接合して一体化することで、堅い箱のようなモノボックス®構造になるのです。

■ モノボックス®構造

■ 軸組構造



共振すると、小さな地震動でも建物は大きく揺れます。逆に共振しなければ、大きな地震動でも、建物の揺れは小さくなります。

「共振」が起こりにくい優位性

「家の堅さ」が「地震に対する強さ」となる理由には、地震の周期と建物の持つ揺れの周期（＝固有周期）が大きく関係しています。固有周期とは地震で建物が一方に動いて元に戻るまでの時間を指し、建物の高さや構造によって、その時間（周期）は異なります。地震の周期と建物の固有周期が一致した時（波長が合った時）に起こるのが「共振」という現象で、建物の揺れが増幅され被害のリスクが高まります。地震の周期は複雑で、短い周期と長い周期の両方が交ざりますが、スウェーデンハウスの固有周期は、0.16〜0.2秒と非常に短く、大地震の周期と合いにくいため共振が起こりにくい構造です。

モノボックス®構造

歪まない意義

家には家族を守るシェルターとしての役割があります。ですから地震に見舞われても倒壊しないことはもちろん、地震の後もこれまでと変わらず、快適で安心な暮らしが継続できなければなりません。それには、建物に地震による「歪み」を発生させないことが重要です。歪みによってドアや窓が開閉ができなくなるだけでなく、窓ガラスや窓自体が壊れてしまえば、家の中に居ても、風雨や寒さ暑さなどから身を守ることができなくなります。また歪みによって建物の構造に隙間が生じ、気密・断熱性能が低下すると、その後の快適な暮らしも叶いません。

SWEDENHOUSE TECHNOLOGY

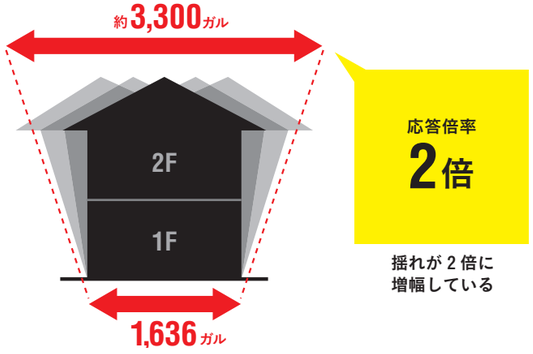
地震から暮らしを守りぬく

数値が示す 地震への強さ

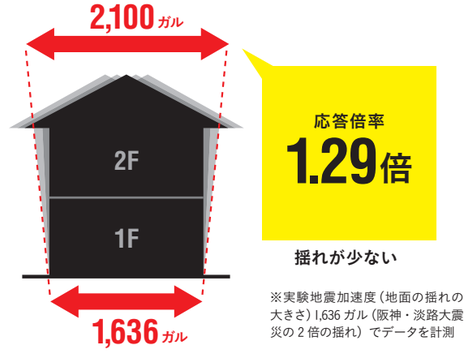
構造の強さを実証するため、スウェーデンハウスでは実際の家を用いて震度 6 以上の振動を合計 19 回連続して与える耐震実験を行いました。実験は、タテ、ヨコ等の単一方向ではなく、3 次元に動く地震の揺れを忠実に再現し、過去の地震波データに加え、気象庁の地盤測定データから算出した東海地震を想定した揺れなど、タイプの違う地震波が、建物にどんな影響を及ぼすのかを計測しています。

熊本地震で住宅の倒壊が多かったのは、短時間で震度 7 の地震が 2 回、さらに震度 6 の地震が複数回起きたことに起因しています。繰り返しの大地震に強いことはとても重要です。

［ 一般的な住宅 ］



［ スウェーデンハウス ］



※実験地震加速度（地面の揺れの大きさ）1,636 ガル（阪神・淡路大震災の 2 倍の揺れ）でデータを計測

建物の揺れは、1 階より 2 階、2 階より小屋裏と高さが高くなるほど大きくなる事を、ご存知の方も多いかもしれません。揺れの大きさは「応答加速度（ガル）」という単位で表しますが、一般的な住宅は地震の加速度（地面の揺れ）に対して、小屋裏の応答加速度が約 2 倍（左図参照）。一方、スウェーデンハウスは 1.29 倍に抑えられています。地震による揺れが少ない建物は、建物被害を抑えられるので、補修の必要を軽減、回避します。

実験地震加速度（地面の揺れの大きさ）**1,636ガル** → 応答加速度（建物の揺れの大きさ）**2,100ガル** ＝ 応答倍率 **1.29倍**

※ 1,636ガルは阪神・淡路大震災の2倍の揺れ。
実験中に記録された最大加速度は1,920ガル

※小屋裏部分。
阪神・淡路大震災の 2 倍の揺れの場合

繰り返しの 大地震振動実験

阪神・淡路大震災の 2 倍の振動をはじめ、大地震クラスの過酷な振動を、1 日に 4 ～ 5 回、数日にわたり家に与え続ける実験を行いました。期間中、構造の補修は一切行わず、つまり大地震を繰り返し家に体験させる状況をつくりました。実験後の検証で、構造上の有害な損傷はなく、生活空間がしっかり守られたことが確認できました。

揺れを 早く収める

地震の力で建物が“一方に動き”“元に戻る”、その一往復の間に、建物の揺れ幅が減少する割合を「減衰定数」と言います。一般的な建物の減衰性は 2% から 5%、数値が大きいほど揺れは早く収まります。

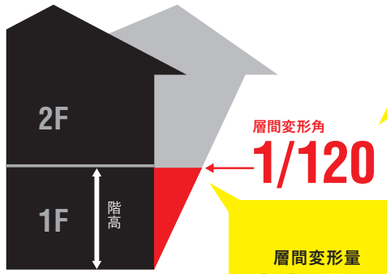
揺れが収まりにくい

一般的な
鉄骨ラーメン構造

揺れが早く収まる

スウェーデンハウス

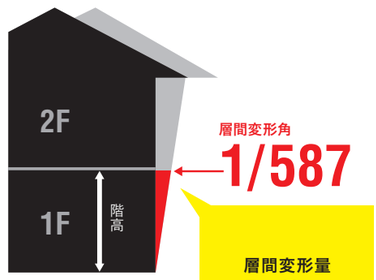
［ 一般的な住宅 ］



層間変形角 1/120 程度で、壁クロスに損傷が生じるといわれています。

※層間変形角 1/120とは、階高（床面からすぐ上の階の床面までの高さ）2700㎜の場合、22.5㎜壁が傾いたことを意味します。

［ スウェーデンハウス ］

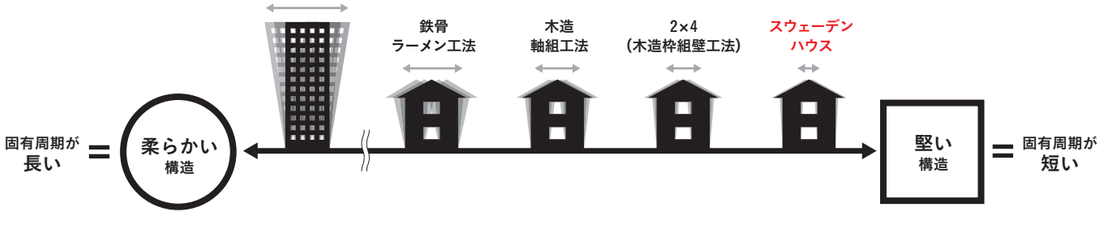


※実験地震加速度（地面の揺れの大きさ）818 ガル（阪神・淡路大震災の揺れ）でデータを計測

次に 1 階の床と 2 階の床を目印にして、建物がどれくらい傾くかを表す「層間変形量」という値で見てみましょう。左図のように一般的な住宅では、1 階と 2 階の床の層間変形量は 22.5mm なのに対して、スウェーデンハウスはわずかに 4.6mm。傾きが約 1／5 にまで抑えられたことがわかります。

耐震住宅の構造

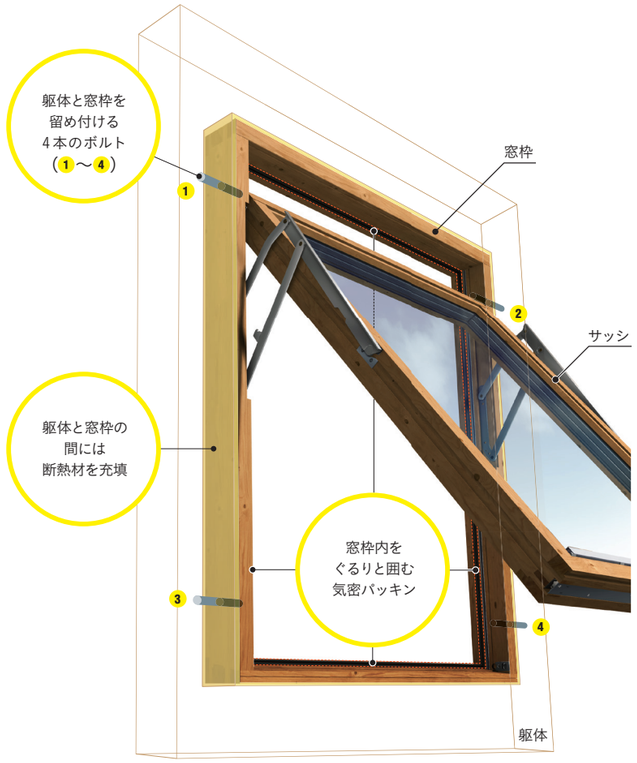
スウェーデンハウスは非常に堅い構造で、変形しにくく、共振を起こしにくい家です。



SWEDENHOUSE
TECHNOLOGY

地震から暮らしを守りぬく

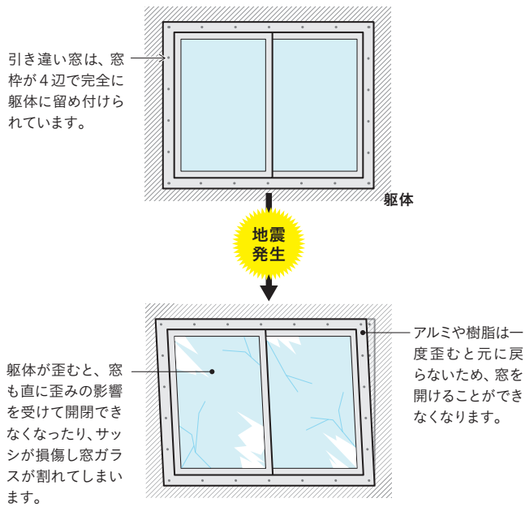
**地震後も変わらない快適性能は、
堅い構造と、細部のテクノロジーによって
叶えられています。**



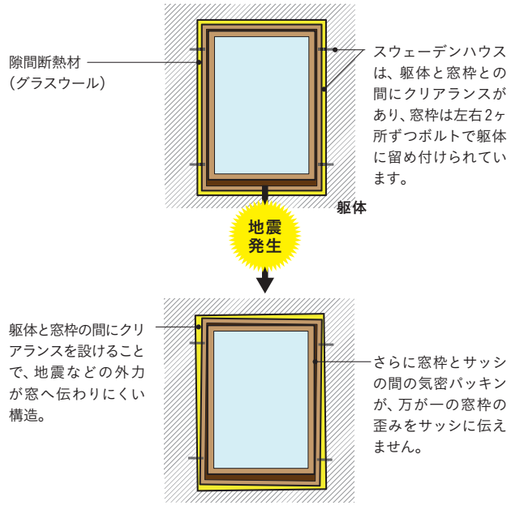
独立した構造の「窓」

一般的に広く採用されている、アルミや樹脂サッシの窓枠は、上下左右の4辺を躯体に完全に固定しているので、建物に歪みが発生すると、それが窓に直に伝わってしまいます。一方、スウェーデンハウスは、躯体と窓の間にクリアランス（ゆとり）があり、窓枠は躯体に左右それぞれ2ヶ所ずつ、「計4点（1〜4）」で留め付けられています。いわば窓枠が躯体から独立しているような構造なので、建物（躯体）につられて歪むことがありません。さらに、木製サッシ3層ガラス窓は、窓枠とサッシが気密パッキンを介しているので、窓枠とサッシも直に接していません。家全体が「歪まない構造」であることに加え、窓の構造にも、躯体の影響を伝えないテクノロジーがあるのです。ですから、地震によって窓が割れることも、窓がガタガタする音に怯える心配もありません。

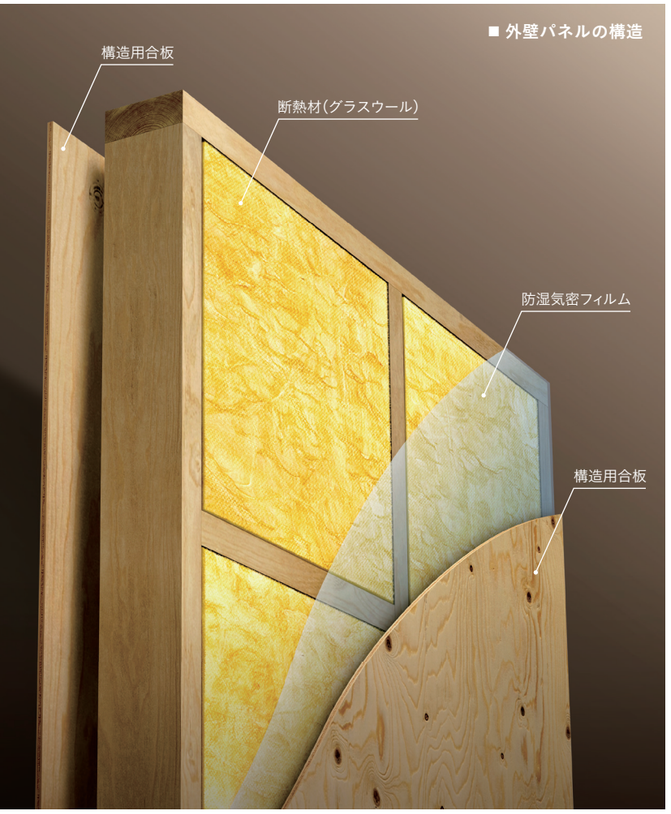
一般的なアルミサッシや樹脂サッシの場合



スウェーデンハウス 木製サッシ3層ガラス窓の場合



■ 外壁パネルの構造



隙間をつくらない「グラスウール」

断熱のラインは途切れてしまうと、その箇所から熱が出入りしてしまうので、壁パネル内部だけでなく、壁パネル同士の接合部など細部にも断熱材を充填し、断熱ラインを連続させる必要があります。スウェーデンハウスは壁パネルに充填する断熱材に、グラスウールを採用しています。グラスウールは弾力性と復元性に優れており、スウェーデンハウスでは密度の高いものを十分な厚みで採用しているので、万が一、地震によって木質パネルに歪みが生じることがあっても、グラスウールが木に追随し、わずかな隙間も発生させません。断熱ラインが途切れないので、高い断熱性能が保たれます。

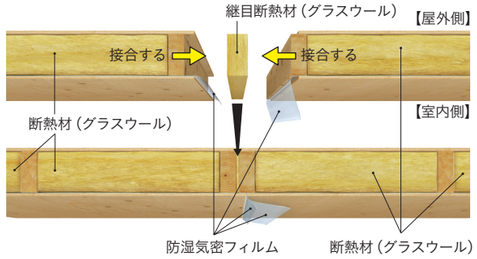
追随性

グラスウールは、細いガラス繊維を綿状にしたもので、手で押すとグッと圧縮し、放すとすぐに元通りになる弾力性があります。この弾力性により木材に追随し、断熱材との隙間を生じさせることがありません。

「防湿気密フィルム」

スウェーデンハウスでは、木質壁パネルに充填されたグラスウールを湿気から守るため、パネル内部や、パネル接合部のグラスウールを防湿気密フィルムで覆っています。耐久性・防湿性に優れた0.2mm厚のものを採用し、またフィルム同士の重なり部分に十分な余裕を持たせているので、地震によって防湿気密フィルムが途切れて、隙間が生じることはありません。断熱材が有効に働く環境をキープし、高い気密性能とともに、断熱性能が維持されます。

■ 外壁パネル接合部（真上から見た図）



守りぬかれた日常

スウェーデンハウスは過去の大きな地震でも、地震の揺れによる倒壊や半壊もなく、構造上、有害となる損害を受けていません。また、開口部の開閉が困難になることも、窓ガラスが割れることもありませんでした。まだ寒さが厳しい時期に起こった東日本大震災では、電気・ガスなどのライフラインの供給が断たれましたが、スウェーデンハウスのオーナー様のお宅は、高い保温性能が維持されており、近隣の方が「暖」を求めて避難してこられたというご報告もいただいています。