

なぜ、CFマイスターの断熱は結露しないか？

セルロースファイバー断熱が壁や屋根の中で結露しない理由は、大きく次の理由があります。

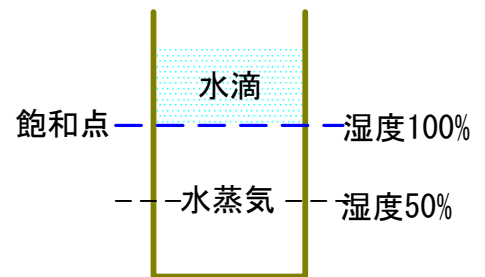
- ① 高い断熱性能により、温度の低下を防ぐ
- ② セルロースの吸放湿性能により、室内の水蒸気を屋外に排出する
- ③ 吹き込み工法により、隅から隅まで断熱材が入る

結露の仕組みは非常に難解ですが、「水蒸気」、「相对湿度」、「飽和点（露点）」、「吸放湿」などのキーワードを知ることによって、理解しやすくなるでしょう。

Section-1. 結露の仕組み

Fact-1 空気中には、目に見えない水が存在する

空気中には、目に見えない水が「水蒸気」として存在しています。この水蒸気が、霧やお風呂の湯気のような水滴に変わる時点を「飽和点（露点）」といい、湿度（相対）で表現すると100%です。もし、水蒸気が飽和点の半分の量しかない場合、湿度は50%です。



Fact-2 結露は、空気中の水蒸気が水に変わったもの

結露とは、空気中の「水蒸気」が低い温度の物体に触れて水に変わり、物体に付着した状態をいいます。冷たいビールを注いだ後、ビールジョッキの外側に付く水滴も結露水です。室温が低くなるか、空気中の水蒸気量が増えて湿度が高くなるほど、結露は発生し易くなります。

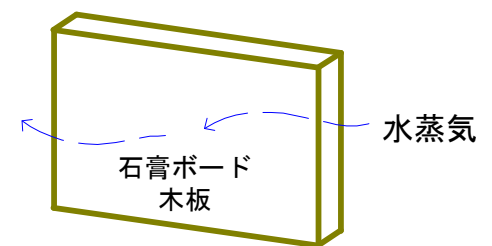
空気中の水蒸気



ビールジョッキに冷たいビールを注ぐと・・・

Fact-3 水蒸気は、酸素分子より小さい

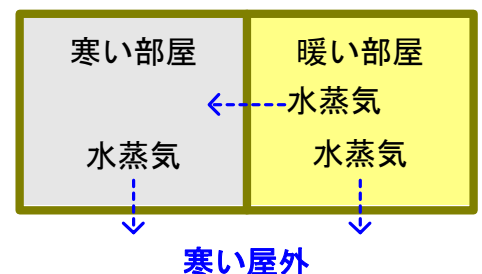
空気中に含まれる水蒸気は約4/10万mmと非常に小さく、酸素や窒素の分子より小さいものです。こんなに小さなものですから、木の板や石膏ボードなどの室内の仕上げ材料も平気で通り抜けます。



Fact-4 水蒸気は移動する

水蒸気は、気温が低いところから高いところへと移動します。すなわち、暖かい部屋から寒い部屋へ、また、暖かい室内から冷えた壁の中へ移動します。寒い部屋では、湿度が上がり、結露が発生しやすくなります。

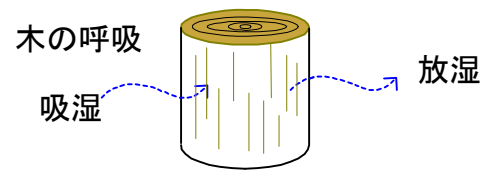
現在、一般的な壁内部の結露防止策としては、水蒸気が壁の中への移動しないように、壁の室内側に防湿シート（ビニールシート）を貼ります。しかし、防湿シートにほんの少しでも切れ目があれば、そこから水蒸気は進入して結露が発生する恐れがあります。また、防湿シートには、夏場に大きな問題があります。夏場、水蒸気は、暑い屋外からクーラーで冷えた室内へ移動しますが、室内側の防湿シートに行く手を遮られ、結露を発生させる恐れがあるのです。



Section-2. CFの吸放湿の仕組み

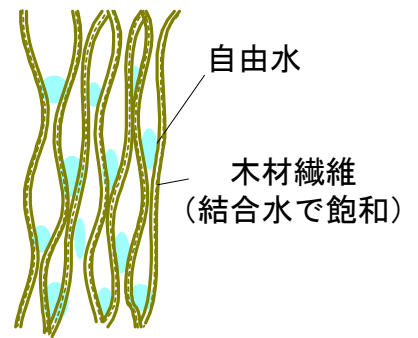
Fact-1 木材が貯蔵する水は「自由水」と「結合水」がある

木材は、よく「呼吸する」と言われますが、これは木材が水蒸気を吸ったり放出することを比喩したものです。木材が貯蔵する水には「自由水」と「結合水」があり、木材の吸放湿に関係するのは「自由水」です。



Fact-2 木材に「水」として貯えられるのは「自由水」

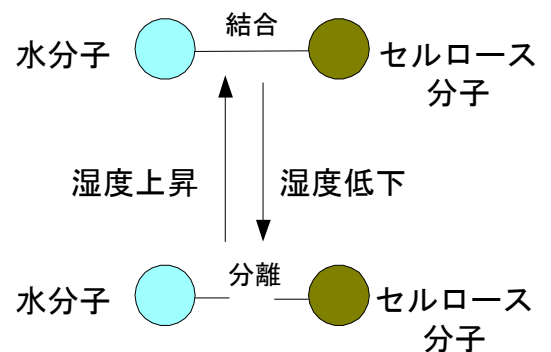
木材繊維を顕微鏡で見ると、水を蓄えそうな沢山のポケットを見ることができます。実際、このポケットに水が蓄えられることがあります。その水は「自由水」と呼ばれるもので、木材の含水率が約30%を超えると発生するものです。日本の気候では、木材をそのまま放っておくと、含水率は年間平均で約15%程度まで自然乾燥されますので、家の柱には、「自由水」は存在しないといえます。尚、木材の含水率が30%を超えて「自由水」を貯えた状態を「繊維飽和」と言い、木材が空気中の水蒸気を吸収することはありません。



$$\text{木材の含水率(\%)} = \frac{\text{乾燥前の重量} - \text{全乾材の重量}}{\text{全乾材の重量}} \times 100$$

Fact-3 木材繊維に貯えられるのは「結合水」

木材が蓄える水には、「自由水」の他にもう一つ「結合水」があります。これは、目に見えない分子レベルのことですが、「水分子」が、木材繊維を構成する「セルロース分子」と分子結合することにより蓄えられるものです。よく乾燥した木材の中には、目に見える水が蓄えられるわけではないのです。

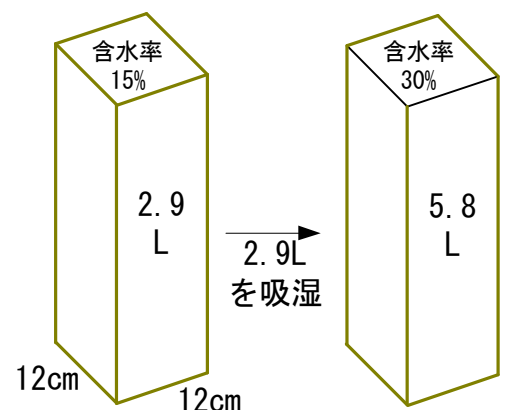


Fact-4 木材の調湿機能は、湿度が変化したときに働く
空気の湿度が変化するとき、「結合水」の結合や分離が生じます。すなわち、木材は湿度が高くなると吸湿し、湿度が下がると放湿します。

私たちの日常生活においては、気温も湿度も当然に変化していますので、木材は吸放湿するのです。

Fact-5 桧の柱1本で、約3リットルの水蒸気を吸湿する

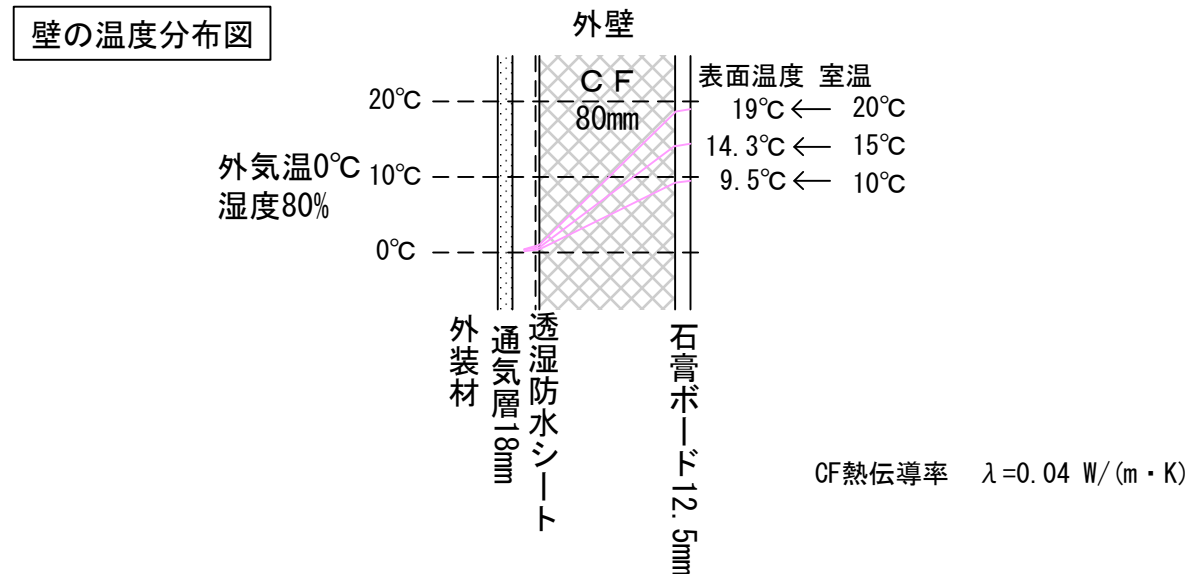
桧の柱（断面12cm角、長さ4m）は、どれくらいの水蒸気を吸湿できるのでしょうか。含水率が15%から吸湿を開始し、30%に達する場合で計算すると、約3リットルの量になります。木材1m³あたり約50リットルもの水蒸気（1kgあたり約0.125リットル）を吸湿するのです。それでは、CFはどうでしょうか。40坪程度の家の壁と屋根にCFを充填した場合、約1500kgの量が入るので、約190リットル（ペットボトルで約95本）もの水蒸気を吸湿できることとなります。生活から発生する水蒸気は、1日で約10リットルといわれています。



Section-3. CFが結露しないメカニズム

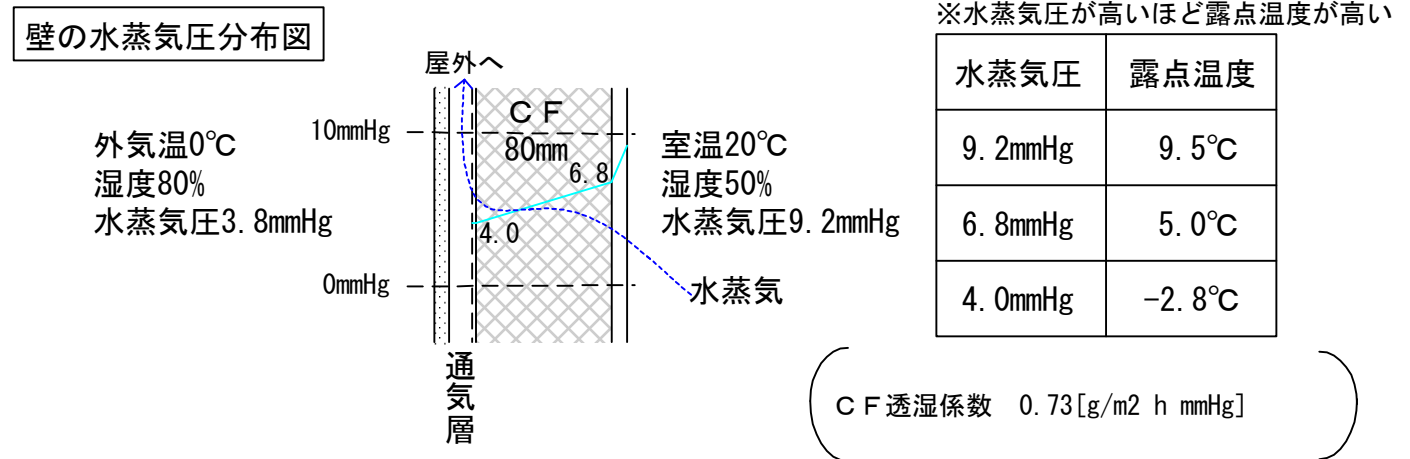
Fact-1 CFは高い断熱性能により、結露を防ぎます

CFはその高い断熱性能により、室内の熱を屋外に逃がさず、温度の低下を防ぎます。しかも、CFマイスターの施工により隅々まで入るので、温度低下の弱点になる部分がありません。下記モデルで結露判定すると、室内の湿度が90%以下で結露は発生しません。CFは、室内の水蒸気を吸収して湿度の上昇を抑えるので、90%を超えることはないでしょう。



Fact-2 水蒸気の移動を妨げるものがないので、壁の内部でも結露しません

CFは、放湿性能に優れているので、水蒸気の移動を妨げません。屋内側に防湿シートは施工せず、屋外側に透湿防水シートと通気層を施工すれば、室内から壁の中に移動した水蒸気は、屋外へと排出されます。もし、外側に耐力面材を貼る場合は、透湿性能がある大建工業の「ダイライト」などを使用することにより、壁の内部で結露しないことを試験で証明されています。



Fact-3 CFマイスターの施工で、気密性能も確保できます

高断熱住宅には換気が欠かせませんが、すきま風のある家では、換気を効果的に行えません。CFマイスターの施工では、CFを隙間無く入れるので、気密性能も十分に確保できます。室内側の石膏ボードとの組み合わせで、隙間相当面積（C値）は5.0以下となります。また、基礎断熱工法との組み合わせで気密性能がアップします。

