

WUFIで見えてきた！ デコスファイバーの調湿性が 夏型結露を防ぐ



岐阜県立森林文化アカデミー
木造建築スタジオ 准教授
辻 允孝
温熱環境、エネルギー性能の
評価を専門とする。同時に木造
住宅・建築の設計、研究も行う。

新聞紙をリサイクルしたセルロースファイバー断熱材

「デコスファイバー」(JIS A 9523 認証品) が、2020年8月、日本製の断熱材で初めてドイツの解析ソフト「WUFI」に搭載された。これにより精度の高い非定常計算が可能となり、断熱性能や結露についてより実態に近い条件下で検証が可能になった。ここでは、WUFI搭載によってデコスファイバーのどんな特性が見えてきたのか、岐阜県立森林文化アカデミーの辻允孝准教授に話を聞いた。

温度や湿度の変化で断熱性能も変わる

デコスファイバーの原料である新聞紙は、木質繊維(バルブ)でつくられており、繊維が絡み合っている空気層が断熱効果を発揮する。木質繊維そのものにも無数の空気胞が存在し、断熱性のほか蓄熱性や吸放湿性(調湿性)も備えている点が、デコスファイバーの特長でもある。

素材のこのような特性をより詳細に検証するため、デコスはWUFIに物性データを搭載。現物をドイツのフランホーファー建築物理研究所へ送り、何度も実験を重ねて物性を調査し、データ化した。

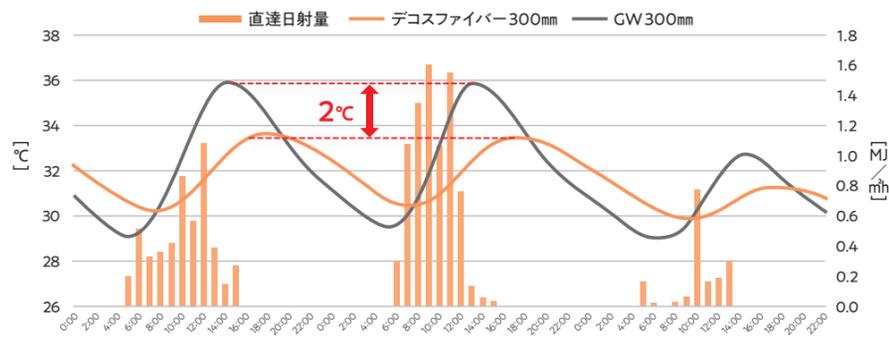
「非定常で解析するWUFIには、温度や湿度による熱伝導率の変化など、素材の固有情報がインプットされています。たとえば私たちが目安にしている断熱材の熱伝導率は10℃のときの値が使われていますが、素材によっては温度が変われば熱伝導率も変わることがあります。デコスファイバーは、温度が上がっても熱伝導率はほぼ変わりませんが、グラスウール(GW)やポリスチレン



フォーム(XPS)は、温度が上がると熱伝導率も上がります(つまり断熱性能が落ちる)。また、吸湿性のあるデコスファイバーは湿度0%で熱伝導率0.039ですが、65%では0.041になります。湿気を吸うと少しずつ性能が落ちるのです。一方、ほとんど吸湿しないGWとXPSは、湿度が上がっても性能は落ちません。こうした温度や湿度による物性の変化まで加味して、熱や水蒸気の動きを分析するのがWUFIで、より実態に近い検証ができます(辻氏)。

柱と柱の間に通気性のあるポリエステル不織布をピンと張り、その中にデコスファイバーを吹き込む。水や接着剤など一切使用せず、施工密度を高めることで沈降を防ぐ乾式吹き込み工法(デコスドライ工法)。資格を持った施工技術者が、隅々までしっかり充填し、断熱欠損や結露被害を防ぐ

図 WUFIによる夏の天井表面温度シミュレーション(断熱厚300mm)



同じ熱伝導率でも蓄熱性で 体感温度に差が出る

WUFIは、時間の経過や温度の変化に加えて、蓄熱や調湿の影響も考慮して計算する。そこで辻氏は、デコスファイバーの特徴の1つ、蓄熱性について興味深いシミュレーションを行っている。

「屋根の断熱厚を300mmにして、夏の天井の表面温度を計算したところ、同じ熱伝導率のGWと比べてデコスファイバーの天井面の温度は2℃ほど低い結果になりました(室内冷房なし・通風のみの場合)(図)。

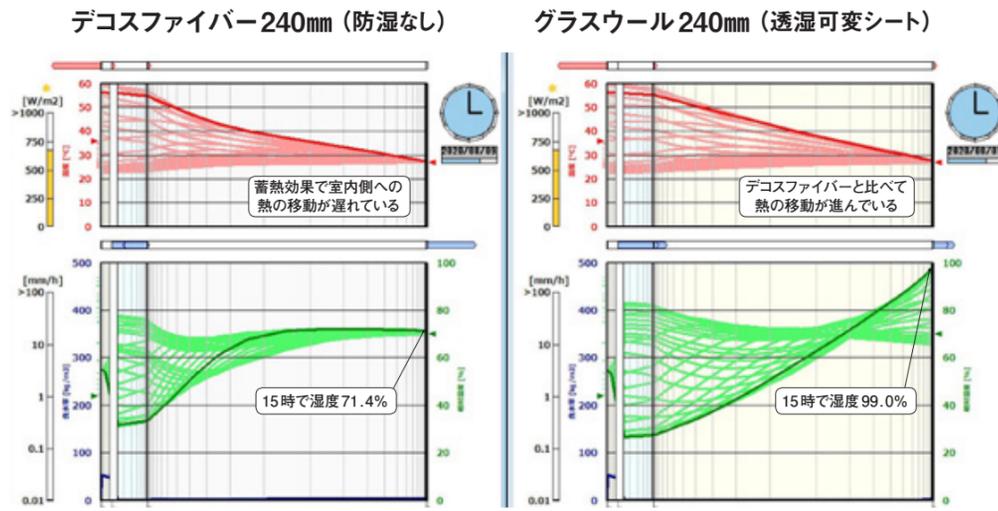
デコスファイバーは、熱容量が大きいので日射に当たると熱を蓄えようとします。そのため室内側に熱が到達しにくいのです。熱が到達する前に太陽が沈んでしまえば、今度は外に向かって熱が放出されるので室内に影響しません。同じ熱伝導率(＝断熱性能)でも蓄熱性によって、室内への影響に差が出るのが分かりました。天井面で2℃の差は、体感温度でいうと扇風機の風があるかないかほどの違いになります。(辻氏)。



熱容量が大きいと熱を蓄えようとするため、熱の移動を遅らせることができる。ただし、熱容量が大きいと冷めにくいので、ある程度厚みがないと熱の影響を長く受けることになる

調湿性が夏型結露に有効

木質繊維が主原料のデコスファイバーは、調湿性も備えている。辻氏は、この調湿性が夏型結露に有効ではないかと考え、屋根断熱の中の水分量についてWUFIで検証した。



デコスファイバー(左)とグラスウール(右)の外壁内部の温湿度をWUFIで比較。屋根材との間には30mmの通気層を設けている。8月9日15:00(履歴は6時～18時)

「屋根に設定していますが、壁も同様の傾向があるとみてよいです。冷房期間にGWとデコスファイバーの屋根断熱内の温度と湿度の変化を比較しました。冬に比べて、夏は水蒸気の入りが盛ん

です。いかに相対湿度を安定させながら、壁の中に水分を溜めないことが求められます。

GWは吸湿しないため、断熱層の内部で1日中激しく相対湿度が変化しているのが分かります(グラフの緑線の移動幅が大きい)。屋根内部の室内側は高湿の状態が続く、湿度が100%近くになることも。最近は防湿シートではなく、室内側に湿気を排出する透湿可变シートを使うケースも増えていますが、それでも高湿の状態が発生することに変わりはありません。

一方、吸湿性のあるデコスファイバーは、外壁側で水蒸気が入っては出てを繰り返し、室内側への水分の移動を遅らせています。そのため室内側の湿度はそこまで高くなり、内部結露を防いでいることが分かります。これまで使われてきた定常計算では、このような状態を知ることができませんでした(辻氏)。

物性データが整えられ、非定常計算を行うことで、これまで着目されてこなかったデコスファイバーの蓄熱性や調湿性が、夏の温度上昇や内部結露に対して有効であることが明らかになった。特に高温多湿な地域では、採用を検討すべき断熱材といえるだろう。