

### 小屋裏環境の改善に向けた 通気下地材の開発

Keyword: パウビオロジー、日射遮蔽、温熱環境  
透湿防水シート、小屋裏環境

文・石川 恒夫 前橋工科大学 教授  
フォーラム正会員C

#### 1. はじめに

温暖化が深刻化し、原発事故が未だ収束しえない現在、日本一暑いというニュースがしばしば伝えられる埼玉、群馬など北関東エリアの建物、とりわけ住宅内の温熱環境やエネルギー消費はこの地域の住まい手にとって改善する余地のあるところである。空調設備の優劣ではなく、パウビオロジーが標榜する「第三の皮膚」としての建物の、外皮性能の向上が問われるべきであろう。そのためには新築時や改修時にエネルギー面や環境面での負荷の少ない素材で、温熱環境など室内環境の改善やエネルギー消費の低減に向けた新規建材をつくり、この地域の活性化に寄与できないかと考えるのである。

現況、建物外皮の断熱化は大きな課題であるが、なかでも最も日射を受ける屋根面での対応が重要であると考えられる。厚みの薄いスレート瓦や鋼板葺きが主流の現在、特に夏期には屋根直下、小屋裏、2階居室などへの放射熱の影響で室温が上がり、健康への負荷、エアコン稼働による電力過剰消費の問題等が懸念されるからである。また屋根直下の2階居室の雨音で悩む方も多くいる。

そこで鋼板、スレートなどの薄い屋根材と野地板の間に敷いて、外壁で見る通気構法と同様に、太陽の遮熱と通気層の確保により、室内温熱環境を改善し、金属屋根の防音性能を高め、さらに結露水や湿気による野地板の劣化、腐朽を防ぎ、屋根の長寿命化を目指すシートが考案され、その性能の検証を行う機会を得た。通気下地材の有無による屋根遮音の実験も行ったが、ここではサンプル試験体による温熱環境の結果を報告したい。

#### 2. 屋根の不具合の事例

以下の項目は、施工者から寄せられる、経験的なかつごく一般的な屋根の不具合の事例である。

- ・北面の野地板の結露水などによる劣化・腐朽。雨水は南北ともに浸入しうるものの、特に北面は日射不足から乾燥が足りないと思われる。
- ・同様にパラペットの日陰部分はなかなか霜が乾かない。
- ・屋根材としては、スレート板、金属板の葺屋根という、野地板に直接接する屋根材が多い。すなわち空気層が足りない、そもそもまったくない、あるいは金属屋根材の裏面に結露が付着し、総じて下地材の腐食が進む。
- ・軒先やケラバ部の野地板の劣化・腐朽が多い。つまり水が切れない、毛细管現象で雨水がまわりこむ。
- ・屋根断熱で結露が起こった場合に、特に野地板の腐朽は著しい。
- ・換気や通気の不足による、結露発生による野地板の

- ・腐朽・劣化が多い。棟換気の納まりの場合に一部しか抜けないと、通気がうまく機能しないことが懸念される。
- ・ルーフィングの防水性能の劣化、あるいは釘穴により、結露水の野地板への浸入がしばしば見受けられる。
- ・野地板が合板である場合、雨があたる、あるいは結露により層状に剥離してしまいめくれている。

#### 3. 提案された通気下地材

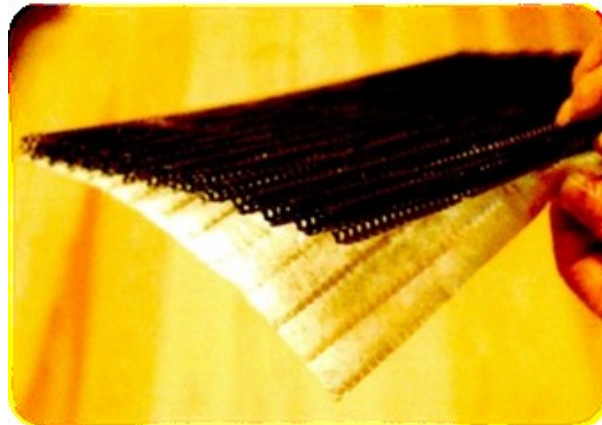


写真1：金属屋根用ルーフィングシート（通気下地材）

上述のように、金属屋根材と野地板の間に敷くルーフィング材として施工することになる。下記の屋根下葺材のライナーに、ポリプロピレン(PP)製のゴルゲート(波形)状(今回の場合 10mm 高さ)に形成された素材を、エマルジョン系接着剤で接着したシートである。屋根下葺材は以下の三層で構成される透湿防水シートである：

- ・アルミ箔(通気加工済み) - 日射熱の軽減
- ・透湿防水フィルム - 結露防止と釘孔止水性のため
- ・不織布

換言すれば、10 mm高さの通気層を PP で高強度に形成することで、排湿、排熱を促進し、夏・冬的小屋裏温度の安定化の実現を目指すものである。空気層効果より、雨音も軽減されることをも願った。

#### 4. 温熱環境実験

以下はサンプル試験体の概要である。

25 mmのスキの剥ぎ材でつくった 40 センチ角のキューブ(実際には 2 寸の勾配をつけた)を三体つくる (Type A、Type B、Type C)。

Type A：防水紙の上に、屋根材を置いただけのもの(通気層工法無)

Type B：今回の開発部材(通気下地材)を挟んだもの

Type C：今回の開発部材(通気下地材)の上に、遮熱効果のある屋根材を組み合わせたもの。

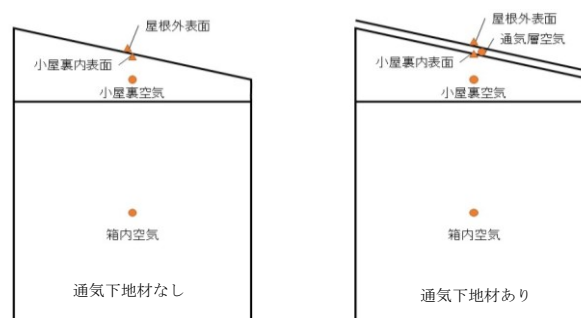


図1：実験装置と測定ポイント

内装には 12.5 mm の石膏ボードを貼り、屋根材はコンパネ 12.5 mm、屋根材はガルバリウム鋼板を使用。2017年2月の実験であったため、室内で赤外線ランプを照射し、屋根表面で約 60 度(夏季状態)になるように距離を設定した。試験体に温度センサーを設置し、室内空気温度、小屋裏空気温度、小屋裏内表面温度、通気層温度(通気シートがある場合)、屋根外表面温度を測定する。なお Type C は、今回の実験の目的ではないが、断熱効果が増すことが予想されるため市販の断熱塗料を塗布してみた。



写真2: 試験体に加熱用投光器を照射した状態  
(左から普通屋根、通気下地材+屋根、通気下地材+断熱塗料屋根)

### 5. 試験結果

実験は2017年2月14日から21日までの一週間である。まず投光器によって屋根表面はほぼ 60°C であり、盛夏の状況を再現し、三体の実験装置においては、普通屋根とほぼ同じ屋根表面温度であり、比較可能な状態にあることを確認した。

普通屋根 (Type A) において、小屋裏内表面温度は、屋根表面温度とほぼ 10°C 差である。通気下地材の存在によって、およそ以下の温度差を確認した(図3~7)。

- 屋根表面温度と通気層空気温度: 約 10°C の軽減効果
- 屋根表面温度と小屋裏表面温度: 約 20°C の軽減効果
- 屋根表面温度と小屋裏空気温度: 約 40°C の軽減効果
- 屋根表面温度と箱内空気温度: 約 45°C の軽減効果

通気下地材が設置されていない普通屋根 (Type A) との比較においては、箱内空気温度差が 1°C (図3)、小屋裏空気温度差が 3°C (図4)、小屋裏表面温度差が 8°C (図5) であった。実物空間として考えたとき、天井を貼っていないワンルーム空間だとすると、小屋裏表面(天井面)で 8°C の温度差は極めて大きいと思われる。

今回の研究対象ではないが断熱塗料塗布の屋根表面 (Type C) は 70°C と、表面に熱を溜めてしまうのか、そのほかの屋根より 10°C 高くなり (図6)、箱内への遮熱効果は同様に見られるものの不思議な現象がみられた。いずれにしても通気下地材は、屋根から侵入した放射熱をアルミ箔フィルムによって反射させ、その熱を 10mm の通気層を通して外部に排出するという考えに基づいている。湿度状況、対候性などさらなる検討が必要であるが、遮熱性能について一定の効果が見られることが明らかになった。

### 参考文献

- 1) 前橋工科大学平成28年度地域課題研究事業「北関東地域における小屋裏環境改善に向けた通気下地材の開発および商品化」課題提案者: 落合伸光 (㈱ビオクラフト) 研究代表者: 石川恒夫。温熱環境に関する研究協力者: 三田村輝章 (前橋工科大学准教授)、実験体の制作協力: 稲井真樹 (三木工房)。本部材はSKYoneとして商品化される予定。

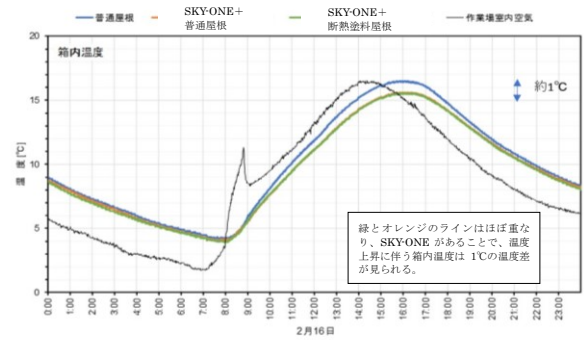


図3 箱内温度の比較

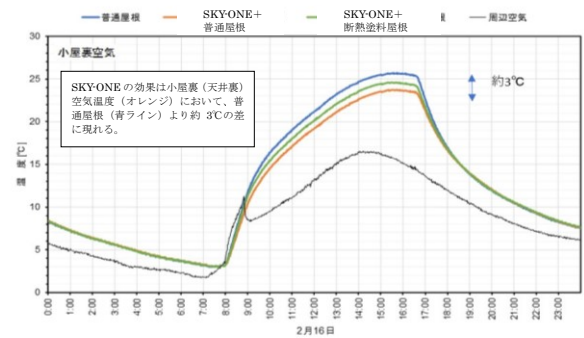


図4 小屋裏空気温度の比較

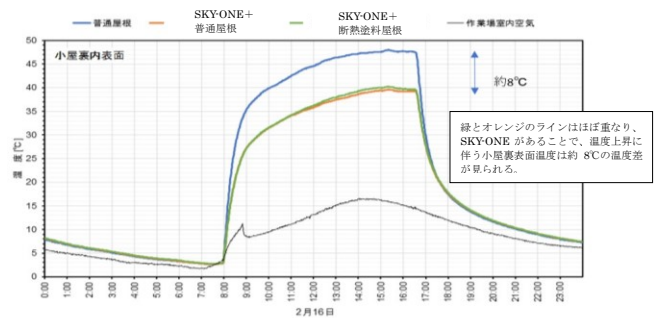


図5 小屋裏内表面温度の比較

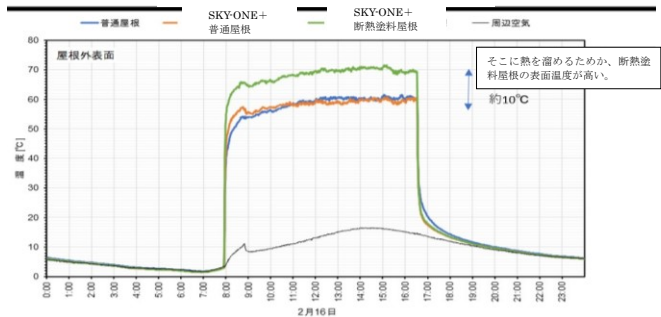


図6 屋根外表面温度の比較

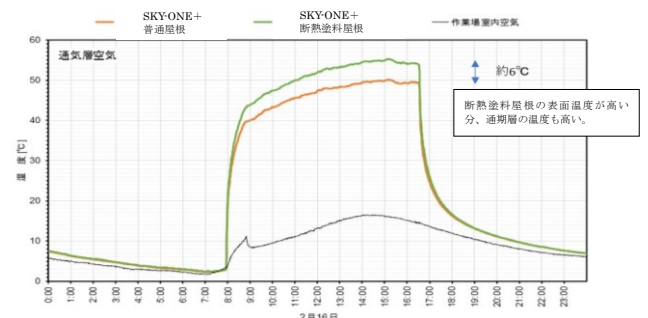


図7 通気層空気温度の比較