

アスファルト系下葺材を使用した屋根の防露性に関する評価

その3 定常結露計算結果

正会員 古市光男\*  
正会員 山崎 肇\*\*  
正会員 田坂太一\*\*\*

アスファルトルーフィング下葺材 防露性 屋根断熱仕様  
天井断熱仕様 換気回数 定常結露計算

1.はじめに

その2では、地域を想定した実験結果の報告であるが、本報では地域及び地域を想定した条件での定常結露計算結果について報告する。

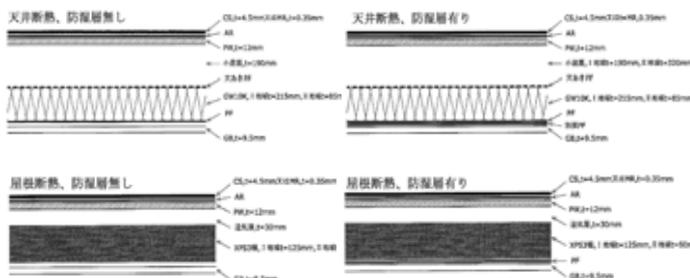
2. 定常結露計算

2.1 計算対象

計算対象を表1及び図1に示す。

表1 計算対象

屋根構造	天井断熱仕様		屋根断熱仕様	
外気条件	地域	地域	地域	地域
断熱材の種類	グラスウール 10K 室内側:ポリエチレンフィルム 外気側:ポリエチレンフィルム		押出法ポリスチレンフォーム 保温板 3種	
断熱材の厚さ	215mm	85mm	125mm	50mm
下葺材の種類	アスファルトルーフィング			
透湿層の有無	無		有	
防湿層の有無	無	有	無	有
屋根材の種類	住宅屋根用化粧スレートあるいは折板			



GB: せっこうボード, PF: ポリエチレンフィルム, GW: グラスウール, XPS: 押出法ポリスチレンフォーム, PW: 合板, AR: アスファルトルーフィング, CS: スレート屋根構成材, MR: 住宅用折板屋根構成材

図1 計算対象

2.2 計算方法

定常結露計算は、表2~表5に示す条件で行った。

表2 温湿度条件及び表面伝達抵抗

地域	地域	地域
室内温湿度	15、70%	
外気温湿度	-11、70%	-3.6、70%
室内側表面熱伝達抵抗	0.111(m <sup>2</sup> ·K)/W <sup>*1</sup>	
外気側表面熱伝達抵抗	0.043(m <sup>2</sup> ·K)/W <sup>*1</sup>	
室内側表面湿気伝達抵抗	0.050(m <sup>2</sup> ·h·mmHg)/g <sup>*1</sup>	
外気側表面湿気伝達抵抗	0.020(m <sup>2</sup> ·h·mmHg)/g <sup>*1</sup>	

表3 天井断熱仕様の計算条件(地域の例)

条件記号	小屋裏の換気回数	防湿層の有無	屋根材の種類
A	2.1回	無	スレート
B			折板
C			スレート
D	0回	有	折板
E			スレート
F			折板
G	必要換気回数 <sup>*1</sup>	無	スレート
H			折板
I			スレート
J	必要換気回数 <sup>*1</sup>	有	スレート
K			スレート
L			折板

\*1 必要換気回数は、内部結露を防止するために必要な小屋裏の換気回数

表4 屋根断熱仕様の計算条件(地域の例)

条件記号	通気層風速	防湿層の有無	屋根材の種類
A	0.1 m/s (換気回数 200回/h)	無	スレート
B			折板
C			スレート
D	0 m/s (換気回数 0回/h)	有	折板
E			スレート
F			折板
G	必要換気回数 <sup>*2</sup>	無	スレート
H			折板
I			スレート
J	必要換気回数 <sup>*2</sup>	有	折板
K			スレート
L			折板

\*2 必要換気回数は、内部結露を防止するために必要な通気層の換気回数

地域においても表3及び表4の計算条件での定常結露計算を行った。計算に用いた各構成材料の物性値を表5に示す。計算するに当たっては、小屋裏空間及び通気層の熱抵抗及び透湿抵抗は、換気量が変化しても一定値と仮定した。

また、必要換気回数は、計算式に適当な換気量を代入し、小屋裏または通気層の温度及び水蒸気圧の算出を繰り返し、各部の水蒸気圧が飽和水蒸気圧以下で、かつ、飽和水蒸気圧に近似する換気回数とした。

2.3 計算結果

地域の折板屋根で天井断熱の計算結果の抜粋を図2~図4に、屋根断熱の計算結果の抜粋を図5~図7に示す。表6に地域で折板屋根の場合の必要換気回数を表6に示す。

表5 構成材の物性値

材料	厚さ (mm)	熱伝達率 [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	熱伝達抵抗 [(m <sup>2</sup> ·K)/W]	透湿率 [g/(m <sup>2</sup> ·h·mmHg)]	透湿抵抗 [(m <sup>2</sup> ·h·mmHg)/g]
GB	9.5	0.220	-	0.024	-
防湿用 PF	-	-	-	-	170* <sup>3</sup>
PF	-	-	-	-	170* <sup>3</sup>
穴あき PF	-	-	-	-	0.90* <sup>4</sup>
GW 10K	地域 215 地域 85	0.0409	-	0.0678	-
XPS	地域 125 地域 50	0.0280* <sup>3</sup>	-	0.00174* <sup>3</sup>	-
小屋裏空間	地域 190 地域 320	-	0.060	-	0.295
通気層	30	-	0.060	-	0.295
PW	12	0.111	-	-	35.4* <sup>4</sup>
AR	-	-	-	-	300* <sup>5</sup>
CS	4.5	0.960	-	0.002	-
MR	-	-	-	-	* <sup>6</sup>

\*<sup>3</sup> JIS規格値 \*<sup>4</sup> 実測値  
 \*<sup>5</sup> AR(アスファルトルーフィング)の透湿抵抗は、住宅用プラスチック系防湿フィルムのJIS規格値を代用。  
 \*<sup>6</sup> 計算上、MR(住宅用折板屋根構成材)の透湿率は、 $1.0 \times 10^{-10}$  g/(m<sup>2</sup>·h·mmHg)とした。

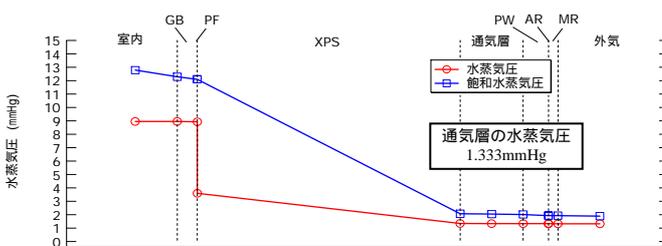


図6 条件記号D(通気層風速0.1m/s,防湿層有)の場合

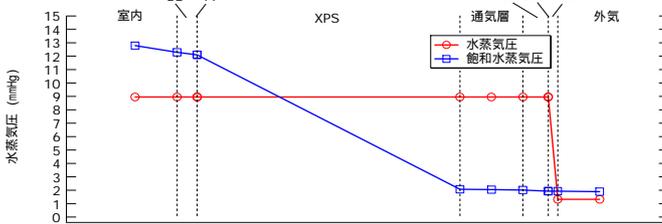


図7 条件記号H(通気層風速0m/s,防湿層有)の場合

表6 必要換気回数

屋根構造	条件記号	防湿層の有無	必要換気回数(回/h)
天井断熱仕様	J	無	0.33
	L	有	0.17
屋根断熱仕様	J	無	5.0
	L	有	1.5

天井断熱仕様及び屋根断熱仕様いずれも同様な傾向となり、小屋裏あるいは通気層に想定した換気がある場合は、いずれでも計算条件でも結露は発生しないが、換気が全くない場合は、いずれの計算条件でも結露は発生するとの結果であった。

防湿層(ポリエチレンフィルム)の有無は、想定条件下での計算結果では小屋裏及び通気層の水蒸気圧を小さくする効果はあるが、結露発生の有無に影響を与えるほどの効果は認められなかった。しかし、必要換気回数に対する効果が認められた。

これらの傾向は、地域の場合及び住宅用化粧スレートを使用した場合でも同様であった。

3.まとめ

地域を想定した実験及び地域、地域を想定した定常結露計算により、アスファルト系下葺材を使用した天井断熱仕様及び屋根断熱仕様の屋根は、標準施工である住宅金融公庫仕様による換気と防湿層の設置により、結露しないことがわかった。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただきました東海大学の石川廣三教授に深く感謝いたします。

[参考文献]

- 1) 最新 建築環境工学(井上書院)
- 2) 建物外皮における結露防止のためのガイドライン (第6回日加住宅R&Dワークショップ公表初版 H.156.4)
- 3) 非定常熱・湿気計算システムH&Mマニュアル(榊山内設計室)
- 4) 建築材料の熱・空気・湿気物性値(日本建築学会)

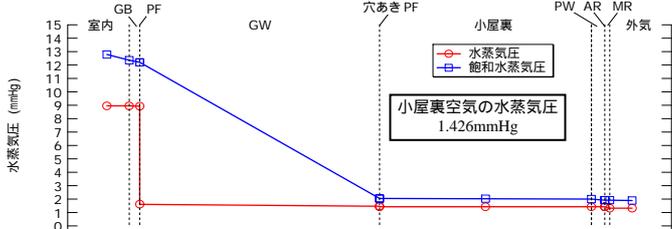


図2 条件記号B(換気回数2.1回/h,防湿層無)の場合

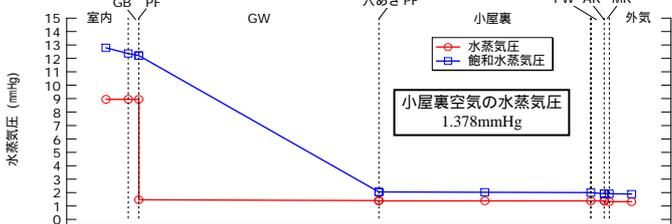


図3 条件記号D(換気回数2.1回/h,防湿層有)の場合

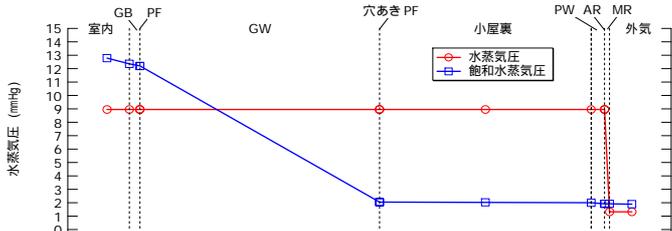


図4 条件記号H(換気回数0回/h,防湿層有)の場合

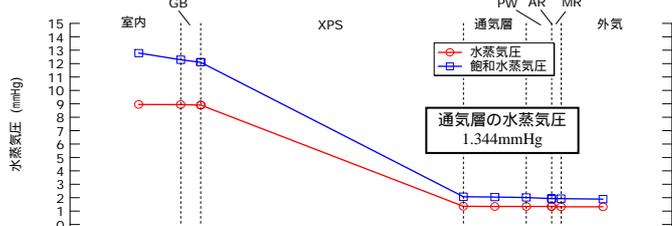


図5 条件記号B(通気層風速0.1m/s,防湿層無)の場合

\*、\*\*アスファルトルーフィング工業会  
 \*\*\*建材試験センター

\* Asphalt Roofing Manufacturers' Association  
 \*\*\*Japan Testing Center for Construction Materials