

鋼板製屋根・壁の断熱性能 (1)



断熱性能

断熱性能は、熱貫流率 (U値) または熱貫流抵抗値 (R値) (熱貫流率の逆数) によって評価される。

◆熱貫流率 (U値)・熱貫流抵抗値 (R値)

熱貫流率 (U値) とは、屋根や壁の室内外の温度差によって、伝導、対流や放射による熱移動 (貫流) する熱量の大きさを表す。熱貫流率 (U値) は小さいほど、熱を伝えにくく、熱貫流抵抗値 (R値) は大きいほど断熱性に優れている。

熱貫流率の単位は (W/m²・K) 熱貫流抵抗値の単位 (m²・K/W)

$$U = \frac{1}{R}$$

$$R = \frac{1}{\alpha_i} + (R_1 + R_2 + \dots + R_i) + \frac{1}{\alpha_o}$$

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

U : 熱貫流率 (W/m²・K)
R : 熱貫流抵抗値 (m²・K/W)
R_i : 各材料の熱抵抗値 (m²・K/W)
λ_i : 各材料の熱伝導率 (W/m・K)
e_i : 各材料の厚さ (m)
α_i : 室内側表面熱伝達率=10 (W/m²・K)
α_o : 室外側表面熱伝達率=24 (W/m²・K)

◆熱伝導率 (λ)

熱伝導で、熱の流れに垂直な単位面積を通過して単位時間に流れる熱量を、単位長さあたりの温度差 (温度勾配) で割った値。物質の熱伝導のしやすさを示す。熱伝導度。

熱伝導率の単位は (W/m・K)。

◆表面熱伝達率【室内側 (α_i) 室外側 (α_o)】

屋根、壁、床、天井などの表面 (固体) とそれに接する空気 (流体) 間での熱移動のしやすさを示す数値。主に流体の速度 (風速)、固体表面の粗度などによって異なる。一般的に用いられる値は、室内側表面熱伝達率 (α_i) = 10、室外側表面熱伝達率 (α_o) = 24。

単位は (W/m²・K)。

各種材料の熱伝導率、空気層の熱抵抗値 (参考値)

材 料 の 熱 伝 導 率	λ (W/m・K)	空 気 層 の 熱 抵 抗 値	R (m ² ・K/W)
鋼板	45.0	空気層 100mm 下向き熱流	0.11
ポリエチレンフォーム	0.033	空気層 100mm 上向き熱流	0.08
フェノールフォーム	0.020	空気層 20mm 下向き熱流	0.09
ガラス繊維シート	0.033	空気層 10mm以上 壁横向き熱流	0.09
無機質高充填フォームプラスチック	0.035	空気層 ta cm (10mm以下) 壁横向き熱流	0.09×ta
グラスウール10K	0.050		
グラスウール16K	0.045		
スレートt6.3	0.350		
せっこうボード	0.220		
硬質木片セメント板	0.150		
普通木毛セメント板	0.090		
硬質木毛セメント板	0.130		

鋼板製屋根・壁の断熱性能 (2)



二重折板の断熱性能

(一社)日本金属屋根協会 断熱亜鉛鉄板委員会HPより抜粋

◆二重折板の熱貫流率

計算条件

仕様材料	熱伝導率 (λ) W/m・K	厚さ (ℓ) m	熱抵抗 (ℓ/λ) m ² ・K/W
鋼板	45	0.0008	0.000178
グラスウール 10Kg / m ³	0.05	0.07*	1.400000
鋼板	45	0.0006	0.000133
合計 (Σ ℓ/λ)			1.4000311

*二重折板の斜辺部の厚さを考慮して0.1×0.7=0.07とした。

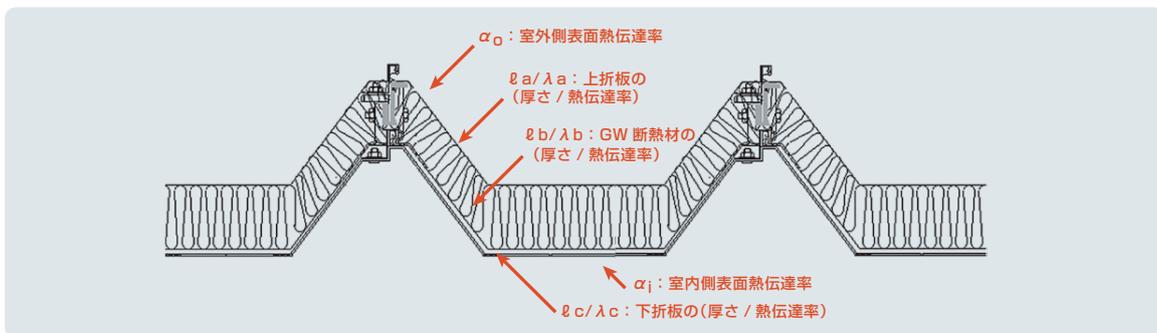
計算

$$R = \frac{1}{10} + \Sigma \frac{\ell}{\lambda} + \frac{1}{24} = 0.1 + (1.4000311) + 0.041 = (1.541697778)$$

$$U = \frac{1}{R} = \frac{1}{(1.541697778)} = (0.648635559)$$

結果

熱貫流率 (U) (W / m ² ・K)	0.65
----------------------------------	------



◆二重折板の表面・裏面温度(計算例)

高断熱性能を示す二重折板

二重折板は軽量・高強度・耐火性能に加えて高断熱性能になっています。ここでは、一例として夏期における金属屋根の表面と室内側表面の温度差を3種類の折板屋根構成断面で概略計算して比較します。

(設定条件)

夏期外気温度: 35℃
 室内想定温度: 30℃ (空調はしていない工場・倉庫を想定)
 鋼板表面色: シルバーメタリック (日射吸収係数AS=0.30と仮定)
 折板形状: H1750タイプ (はげ折板、山高170、働幅@500)
 鋼板の熱伝導率 (λ): 45
 シングル折板、二重葺上折板: 板厚0.8mm(0.0008m)
 二重下折板: 板厚0.6mm(0.0006m)
 裏張断熱材の熱伝導率 (λ): 0.035
 無機質高充填フォーム厚4mm(0.004m)
 グラスウール10kgの熱伝導率 (λ): 0.05
 二重折板の斜辺部の厚みを考慮して厚みを70mm(0.07m)に設定

屋根構成	熱貫流率 U(W/m ² ・K)	屋根表面温度(℃)	熱貫流量 Q(W/m ²)	室内側表面温度(℃)	室内想定温度との温度差(℃)
折板のみ (裏張り材無)	7.06	48.13	127.96	42.80	12.80
折板+裏張り材 t=4 (裏張材は無機質高充填フォーム)	3.91	48.13	70.87	37.09	7.09
二重折板+GW断熱材 (グラスウールは10Kg/m ³ t=100)	0.65	48.13	11.78	31.18	1.18

(一社)日本金属屋根協会 断熱亜鉛鉄板委員会(計算ソフト「屋根を調べる」にて算出)

一般的に鋼板製屋根で、屋根材の色がこげ茶やダークグレーなど黒色に近い場合、夏期日中の鋼板表面温度は最大で70℃近くまで到達することが考えられます。上記表での室内側表面温度を見ますと、折板のみでは42℃を超えており、室内の換気が行われない場合、夏期昼間は室内側表面温度の上昇に伴い、室温は大きく上昇することが想定されます。

上記算出結果を見ると、裏張り材を張っただけでも約6℃の温度上昇を抑制できることとなります。更に二重折板では、室内側表面温度は31℃強でほとんど室内想定温度(30℃)と差はなく、夏期の最低気温が28℃位であると仮定すると、夏期一日を通して、換気をしない場合でも大きな室温変化は生じないこととなります。