

二次元伝熱計算における空気層取扱い要領

一般社団法人住宅性能評価・表示協会

平成 26 年 9 月 19 日策定

本要領は、二次元伝熱計算プログラム（TB1 等、以下同じ。）を用いた熱貫流率計算において、断面構成に空気層又は中空部（以下「空気層等」という。）が存する場合の計算上の取扱いについて定めるものである。

1. 空気層等の熱抵抗について

空気層等の熱抵抗は、原則として以下の値を用いることとする。

- ・ $d \geq 1\text{cm}$ の場合

$$\text{空気層等の熱抵抗 } R = 0.09 [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$$

- ・ $d < 1\text{cm}$ の場合

$$\text{空気層等の熱抵抗 } R = 0.09 \times da [\text{m}^2 \cdot \text{K/W}]$$

上記において、 da ：当該空気層等の熱流方向の厚さ（ cm ）とする。

ただし、当該空気層等の形状が矩形でない（T 形、L 形など。以下同じ。）場合、当該空気層等の形状を JIS A2102-2 に準じた 2 に定める方法により変換し、計算を行うこととする。

2. 等価熱抵抗に応じた等価熱伝導率の算出方法について

断面構成の形状が矩形でない空気層等が存する場合、当該空気層の等価熱抵抗に応じた熱伝導率は、以下の手順により求めることとする。

- (1) 当該空気層の形状を、同一の面積（ $A=A'$ ）で同一のアスペクト比（ $d/b=d'/b'$ ）をもつ長方形に変換する。

例えば図 1 において、変換後の空気層の幅 b 及び厚さ d は、それぞれ下記の (i) 式及び (ii) により求めることとする。

$$b = \sqrt{A' \cdot \frac{b'}{d'}} \quad (\text{i})$$

$$d = \sqrt{A' \cdot \frac{d'}{b'}} \quad (\text{ii})$$

上式において、

- A : 等価な長方形の面積 [m²]
 A' : 実際の空気層の形状の面積 [m²]
 d : 等価な空間の熱流方向に平行な方向の厚さ [m]
 b : 等価な空間の熱流方向に直交する方向の幅 [m]
 d' 、 b' : この空間を取り囲む最少の長方形の厚さと幅[m]

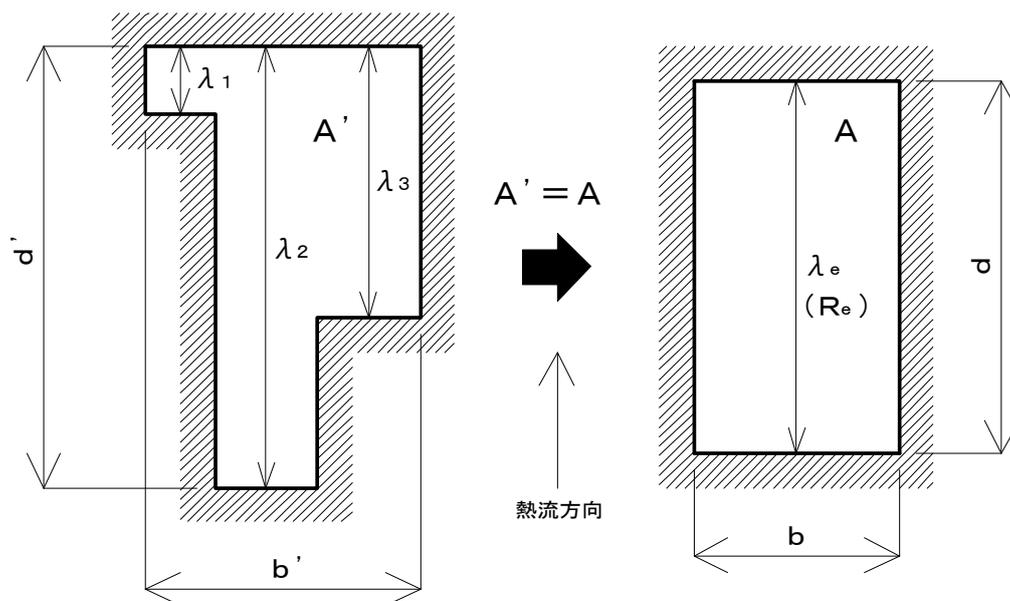


図1 形状の変換

- (2) 変換後の形状における熱流方向の厚さ(d)について、1に基づき等価熱抵抗(R_e)を算出する。
- (3) 変換後の形状における熱流方向の厚さ(d)について、(2)で求めた等価熱抵抗(R_e)を用い、等価熱伝導率(λ_e)を算出する。
- (4) 変換前の形状における、熱流方向に厚さが異なる各空気層部分の熱伝導率(λ_1 、 λ_2 、 λ_3)の値は、(3)で求めた等価熱伝導率(λ_e)を与え、熱貫流率計算を行うこととする。
- (5) ただし、2mm以下の断面を連結部としてもつ空気層は分離しているものとして、それぞれの空気層等の熱伝導率を求めることとする。

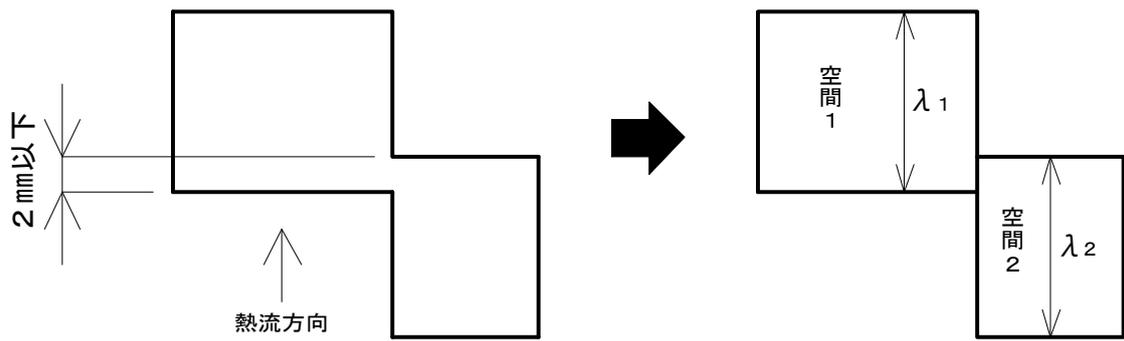
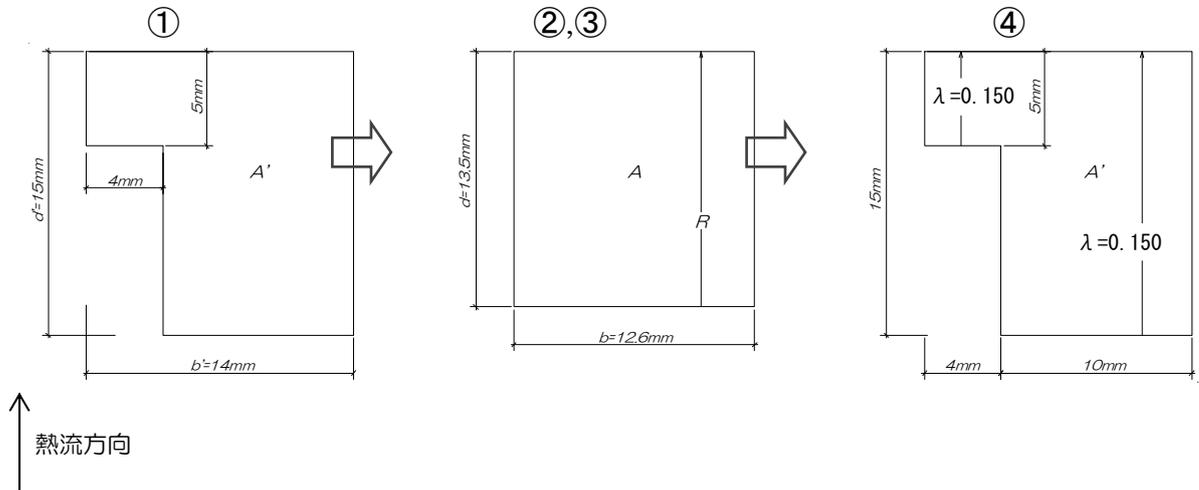


図 2 2mm 以下の断面を連結部としてもつ空気層

【計算例】

(1) 空気層の連結部が 5mm(2mm 超)の場合



①面積 $A'[\text{m}^2]$ を求める。

$$A' = 0.004 \times 0.005 + 0.01 \times 0.015 = 0.00017 \text{ [m}^2\text{]}$$

② A' と等価な面積と同一のアスペクト比を持つ長方形を求める。

長方形の 2 辺の算定式は次のとおり。

$$b = \sqrt{A' \cdot \frac{b'}{d'}} \Rightarrow = \sqrt{0.00017 \cdot \frac{0.014}{0.015}} = 0.0126\text{m} = 12.6\text{mm}$$

$$d = \sqrt{A' \cdot \frac{d'}{b'}} \Rightarrow = \sqrt{0.00017 \cdot \frac{0.015}{0.014}} = 0.0135\text{m} = 13.5\text{mm}$$

$$(A = 0.0126\text{m} \times 0.0135\text{m} = 0.000170 \text{ m}^2)$$

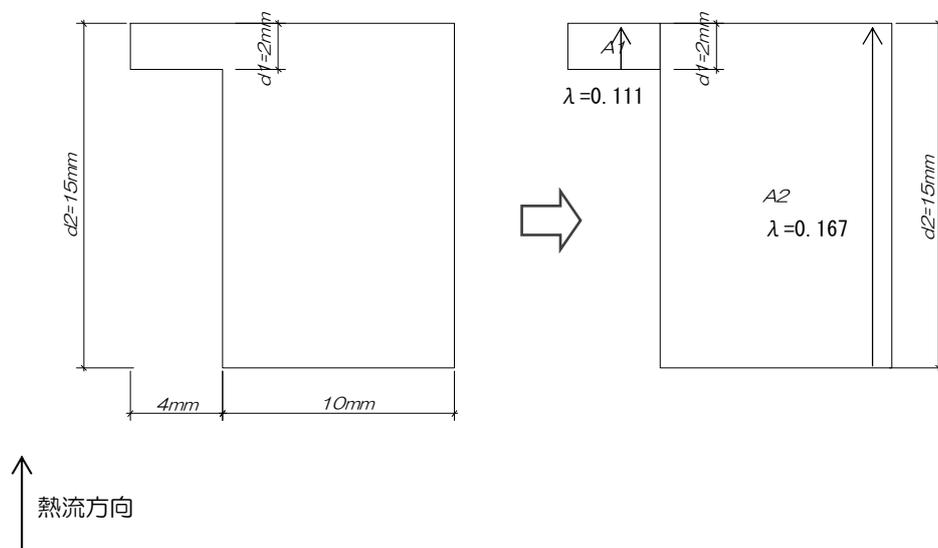
③ 等価な空間の厚さ (d) より、空気層の熱抵抗を算定する。

$d = 13.5\text{mm}$ (10mm 以上) のため、空気層の熱抵抗 $R = 0.09 \text{ [m}^2 \cdot \text{K/W]}$

よって、空気層の熱伝導率は、 $0.0135 / 0.09 = 0.150 \text{ [W/(m} \cdot \text{K)]}$ となる。

④ 上記③で求めた熱伝導率を①のモデル全域に与える。

(2) 空気層の連結部が 2mm 以下の場合



①空気層の連結部が 2mm 以下のため、ふたつの空間として空気層の熱抵抗を考える。

②空間 $A1$ について

空間 $A1$ の熱流方向に平行な距離は、 $d1=2\text{mm}$ (10mm 未満) のため、熱抵抗 $R1$ は

$$R1=0.09 \times 0.2[\text{cm}] = 0.018 [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$$

よって、空気層の熱伝導率は、 $0.002/0.018=0.111 [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ となる。

③空間 $A2$ について

空間 $A2$ の熱流方向に平行な距離は、 $d2=15\text{mm}$ (10mm 以上) のため、熱抵抗 $R2$ は、

$$R2 = 0.09 [\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}]$$

よって、空気層の熱伝導率は、 $0.015/0.09=0.167 [\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$ となる。