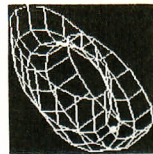


ISO 6946/2 平面構造における 直角断面を有する熱橋の計算方法

海外文献紹介



ISO 6946/2 Thermal Insulation : Calculation methods
(Part 2) Thermal Bridges of Rectangular
Sections in Plane Structures

田 中 辰 明* 訳

キーワード：断熱(Thermal Insulation), 計算方法(Calculation Method), 熱橋(Thermal Bridges), 国際規格
(International Standards)

ISO 6946/2“平面構造における直角断面を有する熱橋の計算方法”は、ISO/TC 163“断熱”の専門委員会で審議され、1986年11月15日に第1版が国際規格として出版されたものである。熱橋の種類、熱橋の熱通過率計算法、熱橋の影響する範囲、熱橋での最低温度計算法を規定している。なお、この内容は、昭和63年2月22日、空気調和・衛生工学会ほか主催のISO関係のシンポジウムで報告が行われている。

0. 緒 言

建築構造に熱橋が存在すると、冬季に定常状態において、お互いに関連し合う二つの現象の要因となる。

- 1) 熱橋の存在する部分の内表面温度は、その他一般部分の内表面温度と比較して低くなる。
- 2) 熱橋部分の熱流は、他の部分に比較して大きくなる。

この二つの現象の実際の結果(結露発生と熱損失が増大する可能性)を判断するには、量的分析を行うことが大切である。これは、電算機を利用した数値解析によって行うことができる。しかし、この方法では、建築構造の予備設計の段階で設計者が電算機プログラムを使用する時間もないし、その技術も持ち合わせていないという不利な点がある。

ISO 6946のこの部分は、予備設計の段階で、建物構造が性能を満足しているか否かをチェックできる簡単な基礎式を示すものである。

この数式に使用される数量は、熱橋の特性に関する値であって、幾つかの別の測定方法を用いて決定されるものである。

簡単に概算値を求める方法は、付属書Aに記述されている。この方法は、電算機を使用した数値計算の結果を基にしたものである。

1. 適用範囲

ISO 6946のこの部分は、つぎの計算を行う基礎計算式を与える。

- 1) 熱橋の影響する範囲、すなわち構造体の表面と平行な熱流が生じる範囲
- 2) 冬季に、内側ならびに外側の周囲温度が与えられ、定常状態において熱橋部分で最低となる内側表面温度
- 3) 熱橋を含む建築構造における熱通過率
これは、平面構造に直角断面を有する熱橋に対してのみ有効である。

2. 引用文献

ISO 7345 断熱——物理量と定義

3. 定義と記号

ISO 6946では、ISO 7345で与えられている定義と記号とともに、つぎの定義が使用される。

熱橋 (建築外被の一部をなす) (建築の平面構造物における) 構成が隣接部と異なり、かつ冬季に定常状態において、室内側表面温度が隣接部分の表面温度より低下する部分

* (株)大林組建築本部設備計画部 正会員

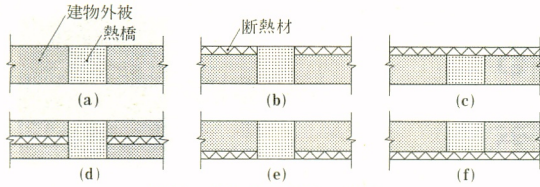


図-1 基本的な熱橋の断面図

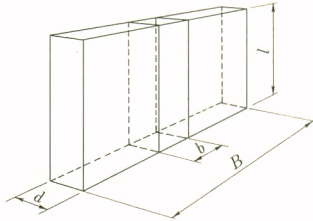


図-2 構造のシンボル(1)

4. 熱橋の形式

1.の規定により、熱橋の形式は、図-1に示すように六つに分類される。

熱橋の形式を示すパラメータを図-2に示す。

ここに、

- l : 構造体ならびに熱橋の長さ
- b : 熱橋の幅
- d : 構造体の厚さ
- B : 構造体の幅

構造体の面積 A は Bl に、熱橋の面積 A_{TB} は bl に等しい。

5. 計算方法

5.1 補助量

5.3 と 5.4 の数式で、補助量 U_o, U_{TB}, Ū が用いられる。これらは、式(1)~(3)で各々定義されている。

(1) 補助量 U_o

$$U_o = \{(\sum R)_o + R_i + R_e\}^{-1} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad \dots\dots(1)$$

ここに、

(∑R)_o : 熱橋部以外の場所における各層の表面から表面への熱抵抗の合計

[m²·K/W]

R_i : 内側表面熱伝達抵抗 [m²·K/W]

R_e : 外側表面熱伝達抵抗 [m²·K/W]

(2) 補助量 U_{TB}

$$U_{TB} = \{(\sum R)_{TB} + R_i + R_e\}^{-1} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad \dots\dots(2)$$

ここに、

(∑R)_{TB} : 熱橋部分における各層の表面から表面への熱抵抗の合計 [m²·K/W]

R_i と R_e については、(1)で定義されている。

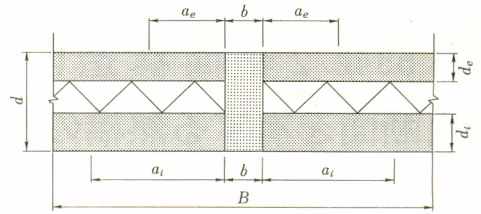


図-3 構造のシンボル(2)

(3) 補助量 Ū

$$\bar{U} = \frac{A - A_{TB}}{A} U_o + \frac{A_{TB}}{A} U_{TB} = \frac{B - b}{B} U_o + \frac{b}{B} U_{TB} \quad [W/(m^2 \cdot K)] \quad \dots\dots(3)$$

ここに、

A : 構造体の全面積 [m²]

A_{TB} : 熱橋の面積 [m²]

B : 構造体の幅 [m]

b : 熱橋の幅 [m]

5.2 熱橋の影響範囲

熱橋の両側面で熱橋が影響する幅 a は、式(4)または(5)で計算される大きいほうの値で求められる(図-3参照)。

$$a_i = 2\sqrt{R_i d_i \lambda_i} \quad \dots\dots(4)$$

$$a_e = 2\sqrt{R_e d_e \lambda_e} \quad \dots\dots(5)$$

ここに、

d_i : 熱橋以外の内側の層の厚さ(建築構造材または断熱材)

λ_i : その層の熱伝導率 [W/(m·K)]

d_e : 熱橋以外の外側の層の厚さ(建築構造材または断熱材)

λ_e : その層の熱伝導率 [W/(m·K)]

R_i と R_e については、5.1(1)で定義されている。

均質な材料からなる構造では、d_i と d_e は層の厚さの半分とする。

図-3に、影響幅 a が a_i に等しい場合の例を示す。

熱橋の影響する範囲が構造物の幅 B(または対称軸間の距離)を超えてしまう場合(すなわち、B < 2a + b の場合)、最低となる内側表面温度や熱通過率を求める簡易式はない。

5.3 内側表面の最低温度

冬季において、定常状態における熱橋 θ_{TB} の内表面最低温度は、式(6)で計算される。

$$\theta_{TB} = \theta_i - \zeta(\theta_i - \theta_e) \quad \dots\dots(6)$$

ここに、

θ_i : 内側の周囲温度 [°C]

θ_e : 外側の周囲温度 [°C]

温度差率 ζ は、式(7)で定義される。

$$\zeta = \frac{\theta_i - \theta_{TB}}{\theta_i - \theta_e} \quad \dots\dots (7)$$

これは、式(8)で与えられる。

$$\zeta = R_i \{U_0 + \eta(U_{TB} - U_0)\} \quad \dots\dots (8)$$

ここに、

U_0 と R_i は、5.1(1)で定義されている。

U_{TB} は、5.1(2)で定義されている。

η は、熱橋に関する特性値である。

$B < 2a + b$ である場合、 η の値は B の値の変化に伴って変化する。

5.4 熱通過率

熱橋を含む建物構造の熱通過率は、式(9)または式(11)で示される。

$$U = \frac{(A - A_{TB})U_0 + lU_1}{A} \quad \dots\dots (9)$$

ここに、

A : 構造体の面積 [m²]

A_{TB} : 熱橋の面積 [m²]

U_0 : 5.1(1)で定義されている補助量

l : 構造体ならびに熱橋の長さ [m]

U_1 : 熱橋の線熱通過率に関する式

U_1 は、式(10)で示される。

$$U_1 = bU_{TB} + \xi U' \quad \dots\dots (10)$$

ここに、

b : 熱橋の幅 [m]

$U' = 1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

ξ : 熱橋に関する特性値

式(10)に代えて、 $A = lB$ で $A_{TB} = lb$ であるから(4.参照)、式(9)と式(3)の関係から式(11)が得られる。

$$U = \bar{U} + \xi \frac{U'}{B} \quad \dots\dots (11)$$

ここに、

\bar{U} : 5.1(3)で定義されている補助量

$U' = 1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

B : 構造の幅 [m]

ξ : 熱橋に関する特性値

$B < 2a + b$ である場合、 ξ の値は B の値の変化に伴って変化する。

付属書 A / 係数 η と ξ の概算法

(この付属書は、規格の一部ではない)

A.1 記号

4.5(1)と5.2で定義されている量以外に、この付属書ではつぎの記号が使用される。

d_{ins} : 断熱層の厚さ [m]

$d = 1 \text{ m}$

λ_{ins} : 断熱材の熱伝導率 [W/(m·K)]

λ_e : 建築外被を構成する材料の熱伝導率 [W/(m·K)]

λ_{TB} : 熱橋を構成する材料の熱伝導率 [W/(m·K)]

$\lambda' = 1 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

A.2 公 式

各々の形の熱橋に対して、 η と ξ の概算法が表-1に示されている。

この計算式は、4.で記述されている各々の熱橋の形に対して、電算機による数値解析を基にして求められたものである。

これを求めるに当たっては、パラメータ $b, d, d_{ins}, \lambda_e,$

$\lambda_{TB}, \lambda_{ins}$ に対して、つぎの値の組合せが用いられた。

$b = 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 0.25 \text{ m}$

$d = 0.10, 0.20, 0.30, 0.40 \text{ m}$

$d_{ins} = 0.2d, 0.6d$

$\lambda_e = 0.2, 1.1, 2.0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

$\lambda_{TB} = 1.0, 2.0 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

$\lambda_{TB} > \lambda_e$

$\lambda_{ins} = 0.02, 0.07 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

さらに、つぎの値が仮定された。

$B = 1 \text{ m}$

$R_i = 0.13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

$R_e = 0.04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

表に示されている式は、他の表面熱伝達抵抗が用いられている場合には、上に与えられている R_i と R_e の値より $0.01 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 以上大きくなければ使用しても差し支えない。 $B = 1$ という仮定は、表の計算式が $2a + b < 1 \text{ m}$ の条件の下に用いられるということを意味している。ここで、 a は5.2で定義されているように、熱橋が影響する範囲の幅である。

d の形式の熱橋に関しては、表に示した式はつぎの条件が整った場合のみ使用してよい。

1) $d_i > 0.02 \text{ m}$

2) $d_e > 0.02 \text{ m}$

3) $2 > d_i/d_e > 0.5$

A.3 精 度

温度差率 ζ は、この付属書の概算法によって求められた η を用いて計算されるが、通常、電算機によって得られる値と5%以下の精度で合致する。

熱通過率 U 値は、 ξ を求めるためのこの付属書の概算法によって計算されるが、通常、電算機によって得られる値と5%以下の精度で合致する。

付属書 B / 計算例

(この付属書は、規格の一部ではない)

表-1 η と ξ を計算する概算式

| 基本形 | 断 面 | η の 計 算 | ξ の 計 算 |
|-----|------------------|---------------------------------------|---|
| | 上部：外気側 下部：室内側 | | $Z_1 = \frac{(d'-b)d}{d'b} \times \left(\frac{\lambda_c}{\lambda_{TB}}\right)^{0.5}$ $Z_2 = \left\{ \frac{(d'-b)d}{d'b} \right\}^{-0.75} \times \left(\frac{d}{d_{ins}}\right)^{0.5}$ |
| a | | $\eta = (1 + 0.29 Z_1)^{-1}$ | $\xi = 0$ |
| b | | $\eta = (1 + 0.59 Z_1)^{-1}$ | $p=0.1, q=0.38, r=0.35, s=-0.33, t=0.65, u=0.34, v=-0.26$ |
| c | | $\eta = 1 + 2.4(Z_1 + Z_1^{-1})^{-1}$ | $\xi = 0$ |
| d | | $\eta = (1 + 0.33 Z_1)^{-1}$ | $p=0.1, q=0.39, r=0.37, s=-0.29, t=0.71, u=0.42, v=-0.24$ |
| e | | $\eta = 1 + 0.1 Z_1 Z_2$ | $p=0.04, q=0.15, r=0.16, s=-0.21, t=0.34, u=0.18, v=-0.14$ |
| f | | $\eta = (1 + 0.67 Z_1)^{-1}$ | $\xi = 0$ |

B.0 結 言

この付属書の例では、U値は小数点以下3けた(桁)で、θ値は2けたで示されるが、U値の小数点以下3けた目とθ値の小数点以下2けた目は重要ではない。

B.1 例 題 1

(1) 構造の説明(図-4参照)

4 mの間隔で、密実なコンクリートからなる柱をもつ壁構造がある。

各々の柱の幅は0.2 mで、厚さは0.26 mである。柱の間には、厚さ200 mmで熱伝導率0.2 W/(m·K)の軽量コンクリートが存在し、さらにその外側に厚さ60 mmで熱伝導率0.04 W/(m·K)の断熱材がある。この外側に4 mmの厚さのプラスタ製外装材があり、その熱伝導率λは、1.0 W/(m·K)である。

外装材での横方向の熱流は無視し得るので、この構造はbの形式と見なし得る。

ここでの数値は、つぎのようになる。

B=4 m

d=0.26 m

d_{ins}=0.06 m

b=0.2 m

λ_c=0.2 W/(m·K)

λ_{TB}=2 W/(m·K)

λ_{ins}=0.04 W/(m·K)

d_i=0.2 m

λ_i=0.2 W/(m·K)

d_e=0.06 m

λ_e=0.04 W/(m·K)

A=4l [m²]

A_{TB}=0.2l [m²]

さらに、R_iとR_eは、それぞれ0.13 m²·K/W、0.04 m²·K/Wと仮定されている。そして、それぞれの環境温度は、θ_i=20°C、θ_e=-10°Cと仮定されている。

(2) 補助量の計算

$$(\sum R)_o = \frac{0.2}{0.2} + \frac{0.06}{0.04} + \frac{0.004}{1.0} = 2.504 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U_o = (2.504 + 0.17)^{-1} = 0.374 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$(\sum R)_{TB} = \frac{0.26}{2.0} + \frac{0.004}{1.0} = 0.134 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U_{TB} = (0.134 + 0.17)^{-1} = 3.289 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\bar{U} = \frac{4.0l - 0.2l}{4.0l} \times 0.374 + \frac{0.2l}{4.0l} \times 3.289 = 0.520 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(3) 熱橋の影響する範囲

$$a_i = 2\sqrt{0.13 \times 0.2 \times 0.2} = 0.14 \text{ m}$$

$$a_e = 2\sqrt{0.04 \times 0.04 \times 0.06} = 0.02 \text{ m}$$

ここに、

$$a = a_i = 0.14 \text{ m}$$

$$2a + b = 0.48 \text{ m} < 1 \text{ m}$$

したがって、表に示された式を使用してよい。

(4) ηの概略計算

$$Z_1 = \frac{(1.0 - 0.2) \times 0.26}{1.0 \times 0.2} \times \left(\frac{0.2}{2}\right)^{0.5} = 0.329$$

$$\eta = (1 + 0.59 \times 0.329)^{-1} = 0.838$$

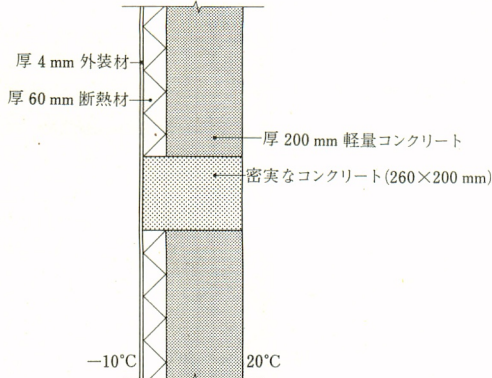


図-4 例題1の構造

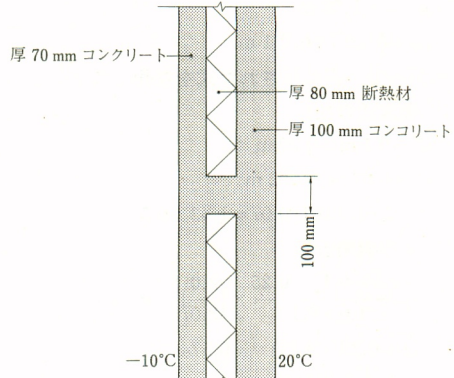


図-5 例題2の構造

(5) ζ と θ_{TB} の計算

η の概算値を基にして、

$$\zeta = 0.13 \{0.374 + 0.838(3.289 - 0.374)\} = 0.366$$

ゆえに、

$$\theta_{TB} = 20 - 0.366 \{20 - (-10)\} = 9.02^\circ\text{C}$$

電算機による計算では、

$$\theta_{TB} = 8.97^\circ\text{C}$$

(6) ξ の概略計算

$$\xi = 0.1 \times (0.2)^{0.38} \times (0.26)^{0.35} \times (0.06)^{-0.33} \times (0.2)^{0.65} \\ \times (2.0)^{0.34} \times (0.04)^{-0.26} = 0.088$$

(7) 式(11)を使用しての U の計算

$$U = 0.520 + 0.088 \times 1 \times \frac{1.0}{4.0} = 0.542 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

電算機による計算では、

$$U = 0.538 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(8) 注 釈

概算と電算機による計算値はよく合致した。これは、 b は B に比べて小さく、柱が熱通過率に及ぼす影響が小さいことによる。

B.2 例題 2

(1) 構造の説明(図-5 参照)

壁構造：サンドイッチ形、2枚のコンクリートからなり、その中間に断熱層が入っている。

このコンクリート板は、1 m 間隔のコンクリート製間柱によって結束されている。それぞれの寸法は、つぎのようである。

- 1) 外部のコンクリート板の厚さ 70 mm
- 2) 断熱層の厚さ 80 mm
- 3) 内部コンクリートの厚さ 100 mm
- 4) 間柱の幅 100 mm

これは、熱橋の d の形式に分類されるものである。

コンクリートの熱伝導率は $2 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ で、断熱材の熱伝導率は $0.04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ である。

表面熱伝達抵抗(R_i, R_e)と環境温度は、例題1と同じである。

ここでの数値は、つぎのようになる。

$$B = 1 \text{ m}$$

$$d = 0.25 \text{ m}$$

$$d_{ins} = 0.08 \text{ m}$$

$$b = 0.1 \text{ m}$$

$$\lambda_c = \lambda_{TB} = 2.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$\lambda_{ins} = 0.04 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$d_i = 0.1 \text{ m}$$

$$\lambda_i = 2.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$d_e = 0.07 \text{ m}$$

$$\lambda_e = 2.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$R_i = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$R_e = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -10^\circ\text{C}$$

$$A = 1l \text{ [m}^2\text{]}$$

$$A_{TB} = 0.1l \text{ [m}^2\text{]}$$

(2) 補助量の計算

$$(\sum R)_o = \frac{0.07}{2.0} + \frac{0.08}{0.04} + \frac{0.10}{2.0} = 2.085 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U_o = (2.085 + 0.17)^{-1} = 0.443 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$(\sum R)_{TB} = \frac{0.25}{2} = 0.125 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U_{TB} = (0.125 + 0.17)^{-1} = 3.390 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\bar{U} = \frac{1.0l - 0.1l}{1.0l} \times 0.443 + \frac{0.1l}{1.0l} \times 3.30$$

$$= 0.738 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(3) 熱橋の影響する範囲

$$a_i = 2\sqrt{0.13 \times 0.1 \times 2.0} = 0.32 \text{ m}$$

$$a_e = 2\sqrt{0.04 \times 0.07 \times 2.0} = 0.15 \text{ m}$$

ここに、

$$a = a_i = 0.32 \text{ m}$$

$$2a + b = 0.74 \text{ m} < 1 \text{ m}$$

したがって、表に示された式を使用してよい。

(4) 概算式の条件

$$1) \quad d_i = 0.1 \text{ m} > 0.02 \text{ m}$$

$$2) \quad d_e = 0.07 \text{ m} > 0.02 \text{ m}$$

$$3) \quad 2 > d_i/d_e = 0.1/0.07 = 1.43 > 0.5$$

(5) η の概略計算

$$Z_1 = \frac{(1.0 - 0.1) \times 0.25}{1.0 \times 0.1} \times \left(\frac{2.0}{2.0}\right)^{0.5} = 2.25$$

$$\eta = (1 + 0.33 \times 2.25)^{-1} = 0.574$$

(6) ζ と θ_{TB} の計算

η の概算値を基にして、

$$\zeta = 0.13 \{0.443 + 0.574(3.390 - 0.443)\} = 0.277$$

さらに、

$$\theta_{TB} = 20 - 0.277 \{20 - (10)\} = 11.69^\circ\text{C}$$

電算機による計算では、

$$\theta_{TB} = 12.54^\circ\text{C}$$

(7) ξ の概略計算

$$\xi = 0.1 \times (0.1)^{0.39} \times (0.25)^{0.37} \times (0.08)^{-0.29} \\ \times (2.0)^{0.71} \times (2.0)^{0.42} \times (0.04)^{-0.24} = 0.240$$

(8) 式(11)を使用する U の計算

$$U = 0.738 + 0.240 \times \frac{1.0}{1.0} = 0.978 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

電算機による計算では、

$$U = 1.06 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(9) 注 釈

概算値は、電算機による計算値よりも約 7.5% 小さくなった。

B.3 例題 3

(1) 構造の説明(図-6 参照)

熱橋と熱橋の間の室内側に断熱材があるコンクリートがある。これは、e の形式に分類されるものである。間柱の間隔は 1 m で、コンクリート板の厚さは 80 mm である。断熱材の厚さは 120 mm である。断熱材の熱伝導率は $0.07 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ である。間柱の幅は 100 mm である。表面熱伝達抵抗 (R_i, R_e) と環境温度の条件は、例題 1, 例題 2 の場合と同じである。

ここでの数値は、つぎのようになる。

$$B = 1 \text{ m}$$

$$d = 0.20 \text{ m}$$

$$d_{ins} = 0.12 \text{ m}$$

$$b = 0.10 \text{ m}$$

$$\lambda_c = \lambda_{TB} = 2.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$\lambda_{ins} = 0.07 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$d_i = 0.12 \text{ m}$$

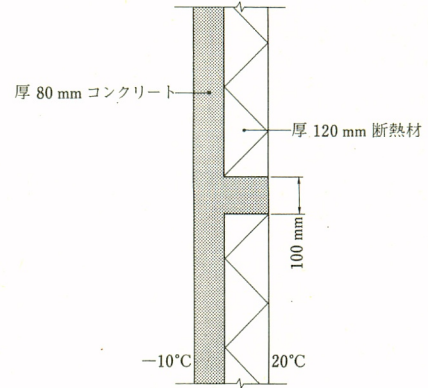


図-6 例題 3 の構造

$$\lambda_i = 0.07 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$d_e = 0.08 \text{ m}$$

$$\lambda_e = 2.0 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$$

$$R_i = 0.13 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$R_e = 0.04 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -10^\circ\text{C}$$

$$A = 4l \quad [\text{m}^2]$$

$$A_{TB} = 0.2l \quad [\text{m}^2]$$

(2) 補助量の計算

$$(\sum R)_o = \frac{0.08}{2.0} + \frac{0.12}{0.07} = 1.754 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U_o = (1.754 + 0.17)^{-1} = 0.520 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$(\sum R)_{TB} = \frac{0.20}{2.0} = 0.100 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$$

$$U_{TB} = (0.100 + 0.17)^{-1} = 3.704 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

$$\bar{U} = \frac{1.0l - 0.1l}{1.0l} \times 0.520 + \frac{0.1l}{1.0l} \times 3.704$$

$$= 0.838 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(3) 熱橋の影響する範囲

$$a_i = 2\sqrt{0.13 \times 0.12 \times 0.07} = 0.07 \text{ m}$$

$$a_e = 2\sqrt{0.04 \times 0.08 \times 2.0} = 0.16 \text{ m}$$

ここに、

$$a = a_e = 0.16 \text{ m}$$

$$2a + b = 0.42 \text{ m} < 1 \text{ m}$$

したがって、表に示された式を使用してよい。

(4) η の概略計算

$$Z_1 = \frac{(1.0 - 0.1) \times 0.20}{1.0 \times 0.1} \times \left(\frac{2.0}{2.0}\right)^{0.5} = 1.800$$

$$Z_2 = \left\{ \frac{(1.0 - 0.1) \times 0.20}{1.0 \times 0.1} \right\}^{-0.75} \times \left(\frac{0.20}{0.12}\right)^{0.5} = 0.831$$

$$\eta = 1 + 0.1 \times 1.800 \times 0.831 = 1.150$$

(5) ζ と θ_{TB} の計算

η の概算値を基にして、

$$\zeta = 0.13\{0.520 + 1.150(3.704 - 0.520)\} = 0.544$$

さらに,

$$\theta_{TB} = 20 - 0.544\{20 - (-10)\} = 3.69^\circ\text{C}$$

電算機による計算では,

$$\theta_{TB} = 3.69^\circ\text{C}$$

(6) ξ の概略計算

$$\xi = 0.04 \times (0.1)^{0.15} \times (0.2)^{0.16} \times (0.12)^{-0.21} \\ \times (2.0)^{0.24} \times (2.0)^{0.18} \times (0.07)^{-0.14} = 0.071$$

(7) 式(11)を使用したの U の計算

$$U = 0.838 + 0.071 \times 1 \times \frac{1.0}{1.0} = 0.909 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

電算機による計算では,

$$U = 0.91 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

(8) 注 釈

概算と電算機による計算値はよく合致した。

訳者注

この国際規格 ISO 6946/2 は, 昭和 63 年 2 月 22 日, 当学会・日本建築学会・ISO/TC 163 国内審議会の共催により, 建築会館で催された ISO 断熱シンポジウムで, 藤井正一教授によって報告・紹介が行われた。翻訳に当たり, 同教授の御校閲を得た。記して謝意を表す。

(昭和 63. 2. 9 原稿受理)

SANKEN
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

快適空間へ。

最先端テクノロジーを駆使する

「三建設備」のクリーンエンジニアリング

建築環境・産業環境設備

設計・施工

— クリーン環境時代をリードする —

三建設備

三建設備工業株式会社

● 本社/〒103 東京都中央区日本橋蛸船町1-35-8

☎03(667)3431

● 支店/札幌・仙台・横浜・名古屋・大阪・中国・九州

GOLDEN OLDIES

BUILDING SERVICES CIBSE JOURNAL

掲載にあたって

建築設備に関する歴史は、他の多くの工業界同様、まだ実証付けが付足している。CIBSE(英国登録建築設備技術士協会)の Heritage Group(遺産調査班)は、建築設備に関する草創期から1940年に至るまでの、カタログ類・テキスト類・古い写真類などの関連資料を、読者も呼び掛けるなどして、広く収集し、系統立てて「GOLDEN OLDIES(往時のはやりもの)」としてまとめ、「BUILDING SERVICES」の1984年9月号から紹介。なお現在も掲載を続行している。そこで採り上げての内容も、システム・機器・器具・テキストなどと広岐にわたっている。著者らの目的は、この建築設備が豊富なしかもしばしば面白い歴史をもっていることを教え、この業界の技術者がし(斯)界の過去に理解を、かつ好意をもつようになることを期待している。

ろうそく照明(July, 1986)

ろうそく製造用の道具”であったと信じられるもの。西暦79年にベスピアス火山の噴火で埋没したPompeii(ナポリの近くのローマ時代の都市)の廃墟から発掘され、またアビニオン(フランス南東部の都市)の近くで発見されたろうそく様のものの破片が、この時代のものとされている。

4世紀に、ローマ皇帝のコンスタンチン大帝が、クリスチアニズムに改宗したとされている。この時代に、ビザンチンランプとワックス製のろうそくを併用したといわれている。

この、最古のろうそくの絵であると思われるものが、オックスフォード国立図書館の7世紀の細密画に見られ、一方、ろうそくは他に11世紀に描かれた Exultet Roll に見られる。この時代のもう一つの、聖職者に対する叙品式で使用している絵は、もっとも10世紀の教会用語では、「カンデラ」という言葉(現在では光度のSI単位)はランタンを意味したけれども、丈の高い儀式用ろうそく(燭)台上に細ろうそくを示している。

ろうそくは、12世紀の終わりごろには、イングランドではかなり一般的になった。獣脂ろうそくは急速に、すぐく煙を出す傾向があったので、しばしば注ぎ直した。みつろうそくは、一層固く、清浄で、長く燃え高価なので、金持ちや教会だけにしか使用されなかった。貧乏人は、灯心草ろうそくを使った。



図-1 ウイング・バックドロップおよびつりシャンデリアを備えた17世紀のドイツの舞台

フットライト(ろうそく)は、17世紀にイギリスの舞台で初めて使用されたと信じられている。これと比べて、17世紀のドイツの舞台を描いた素描には、つりシャンデリアに使用したろうそくが描写されている。

(福山博之 海外文献紹介小委員会)

これは、CIBSE(英国登録建築設備技術士協会)の Heritage Group(遺産調査班)によって書かれたものです。なお、同協会から転載許可を得て掲載していますので、訳文の無断転載を禁じます。

本学会規格(HASS)

●空気調和・衛生設備工事標準仕様書

(HASS 010) 体裁/B5判、193ページ
定価/会員2,700円 非会員3,000円 送料300円

第1編 一般事項・共通工事 第2編 空気調和設備工事 第3編 給排水設備工事
第4編 消火設備工事 第5編 ガス設備工事 第6編 浄化槽設備工事 第7編 さく井設備工事

(本書は、従来の“HASS 107”および“HASS 204”を統合改訂したものです。)