

- 準線  $X$  をつくるように、左へ水平に移動する。
- 2) 中水道システムの利用によって増加する概算費用を図表右上部にとり、検討すべき年利まで、下へ垂直に移動する。つぎに、基準線  $Y$  をつくるように、左へ水平に移動する。
  - 3) もし、提案された中水道システムがタイプ A なら、タイプ A 曲線と基準線  $X$  との交点、タイプ B なら、タイプ B 曲線と基準線  $X$  との交点まで移動する。
  - 4) その交点から水平分割線まで、上へ垂直に移動し、基準線  $Y$  と交差するまで、左上へ  $45^\circ$  で移動する。さらに、その交点から基準線  $X$  と交差するまで、下へ垂直に移動する。

- 5) もし、この最終交点が右下部分にあるならば、その設備は実行可能であり、より詳細な経済分析を行うべきである(すなわち、表-3)。一方、最終交点が左上部分にあるならば、実行可能性は相当疑わしいことになる。

この計算図表は、中水道システムの実行可能性を素早く、そして比較的良好な目安を与えるものであり、詳細な経済評価を代用するものではないことに注意しなければならない。

(昭和 63. 1. 22 原稿受理)

本稿は、当学会が手続きを経て翻訳していますので、訳文の無断転載を禁じます。

## 国際規格 ISO 6946/1 断熱——計算方法

### (第 1 部) 建築構成ならびに建築要素の定常熱特性

ISO 6946/1 Thermal Insulation——Calculation Methods

(Part 1) Steady State Thermal Properties

of Building Components and Building Elements

田 中 辰 明\* 訳

キーワード：国際規格(ISO Standards), 断熱(Thermal Insulation), 熱特性(Thermal Properties)

国際規格の統一を目指して ISO(国際標準化機構)という機関があり、国際規格を作成している。かつては、日本工業規格 JIS を厳格なものにしておけば、製造においても良い品質管理が行われ、それでよいのであるという考えがあった。しかし、国際交流の活発化に伴い、厳しすぎる JIS が“非関税障壁”になるとして批判を浴びるようになってきた。わが国においても、ISO を積極的に JIS に取り入れるようになってきている。空気調和・衛生工学に關係の深い IS(国際規格)も制定されてきているので、その一つ ISO 6946/1 の紹介を行う。

### 1. 適用範囲

ISO 6946 の第 1 部では、建築構成材ならびに建築要素の定常状態における熱特性の計算に関する基礎的方法を規定する。

これは、均質な平板状要素の組み合わせられたものの定常状態における熱特性を計算する簡単な方法を含む。これらの方法は、熱橋を扱う国際規格(例えば、ISO 6946/2 参照)では扱えない構造の計算に適用される。

職人の技術力による施工上の不完全によって、構造の形・材料の構成・管理システムが違っていることは、計算値に正しくない結果を与える要素である。

この場合、補正係数を含む基礎データを使用したり、計算結果に安全係数を用いて計算されなければいけない。これらの補正は、各国の規格で与えられるべきである。

この規則では、建築要素中の空気透過、表面への日射、透明体を通しての日射は考慮していない。

この規則は、境界条件については慣習的なものに基づいており、すべてについては述べられていないが、実際的な条件が典型的なものとして考慮されている。

設計の指針となる幾つかの値は、付属書の中で述べられている。

\* (株)大林組建築本部設備計画部 正会員

## 2. 引用文献

ISO 6946/2 Thermal Insulation—Calculation Methods (Part 2) Thermal Brigdes of Rectangular Sections in Plane Structures〔断熱—計算方法(第2部)平面構造における直角断面を有する熱橋について〕

ISO 7345 Thermal Insulation—Physical Quantities and Definitions(断熱—物理量ならびに定義)

## 3. 定義と記号

### 3.1 定義

ISO 6946 の第1部には、ISO 7345 の定義が適用される。

### 3.2 記号

$A$ : 面積	[m <sup>2</sup> ]
$R$ : 熱抵抗	[m <sup>2</sup> ·K/W]
$U$ : 熱通過率	[W/(m <sup>2</sup> ·K)]
$d$ : 層の厚さ	[m]
$\lambda$ : 熱伝導率	[W/(m·K)]
$\varepsilon$ : 赤外放射に対する全半球放射	

### 3.3 添え字

$g$ : 空気層に対して
$j$ : 層番号
$n$ : 層の総数
$m(a, b, c$ など) : 切断部材
$s$ : 表面
$e$ : 外部(例えば、構成材の冷たい側面)
$i$ : 内部(例えば、構成材の温かい側面)
$t$ : 合計(表面から表面)
$T$ : 合計(空気から空気)

## 4. 基本式

### 4.1 熱抵抗

#### (1) 均質な層

熱抵抗値  $R$  には、較正された試験法によって測定された値が利用できる場合は、必ずこれを用いる。もし、測定された値が使用できない場合は、それぞれの厚さに対する実用的な熱抵抗の標準値を用いなければならない。

さもなければ、硬い材料の均質な層の熱抵抗  $R$  は、式(1)で決定されるべきである。

$$R = d/\lambda \quad \dots\dots(1)$$

ここに、

$d$  : 層の厚さ

$\lambda$  : 材料の熱伝導率の設計用の値

熱伝導率の設計用の値は、将来国際規格の主題となるものである。現在のところ、国の規格値が使用されるべ

きである。

気孔が存在したり、または繊維質の材料の熱抵抗は、その材料の厚さが熱伝導率の設計用の値が求められた標準厚さ  $d$  とそれほど変わらない場合に限り、式(1)から計算できる。

#### (2) 空気層

換気されていない空気層の熱抵抗  $R_g$  は、各国の規格から取るべきであるが、それが存在しない場合は付属書の表-2 から引用すればよい。

#### (3) 表面

外表面熱伝達抵抗  $R_{se}$  と内表面熱伝達抵抗  $R_{si}$  は、各国の規格から取るべきであるが、それが存在しない場合は付属書の表-1 から引用すればよい。

## 4.2 熱通過率

構成材の空気から空気への熱通過率は、空気から空気への全熱抵抗の逆数である。すなわち、式(2)となる。

$$U = 1/R_T \quad \dots\dots(2)$$

## 5. 構成材の熱抵抗

### 5.1 均質な層による構成材

熱流と垂直な均質な層からなる平面構成材の全熱抵抗は、式(3)、(4)で求められる。

表面から表面

$$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{g1} + R_{g2} + R_{gn} \quad \dots\dots(3)$$

空気から空気

$$R_T = R_{si} + R_t + R_{se} \quad \dots\dots(4)$$

ここに、

$R_1, R_2, \dots, R_{gn}$  : 均質な層の熱抵抗

$R_{g1}, R_{g2}, \dots, R_{gn}$  : 空気層の熱抵抗

### 5.2 均質と不均質な層からなる構成材

#### (1) 一般

表面に平行な均質または不均質な層からなる構成材の空気への熱抵抗の上限値と下限値を計算することは可能である。構成材の熱抵抗は、数学的方法によって求められる。この計算による最大の誤差は、上限値と下限値の比から1を減じた値に関係する。

上限値と下限値の計算は、図-1 に示すように構成材を切断面と層へ分離することによって可能となり、この方法では構成材はそれが均質である  $m_j$  という部分に分けられる。

構成材の表面に対して垂直に切断した部材  $m(=a, b, c$  など)は面積が  $A_m$  である。表面に平行な層  $j(=1, 2, \dots, n)$  は  $d_j$  という厚さをもつ。

それぞれの部分の熱伝導率は  $\lambda_{mj}$ 、厚さは  $d_j$ 、そして熱抵抗は  $R_{mj}$  である。

熱抵抗の上限値  $R_T$  は、熱流線が表面に垂直であると

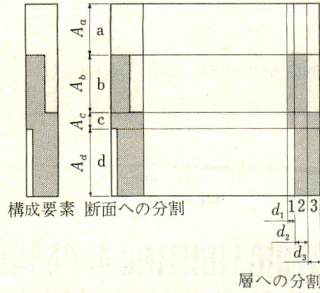


図-1 不均質な構成要素の断面と層

仮定して求められる。これは、式(5)で示される。

$$R_T = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{A_a/R_{Ta} + A_b/R_{Tb} + \dots + A_n/R_{Tn}} \quad \dots\dots (5)$$

ここで、 $R_{Ta}$ ,  $R_{Tb}$ , ...,  $R_{Tn}$  は、各切断部材の空気から空気への全熱抵抗の合計で式(3)と(4)によって計算される。

下限値  $R_T$  は、表面に平行なすべての面が等温であると仮定することで求められる。

それぞれの不均質な層の相当熱抵抗  $R_j$  は、式(6)によって求められる。

$$R_j = \frac{A_a + A_b + \dots + A_n}{A_a/R_{ja} + A_b/R_{jb} + \dots + A_n/R_{jn}} \quad \dots\dots (6)$$

$R_j$  は式(7)を使用して、不均質な層に対する相当熱伝導率  $\lambda_j''$  を計算することによって求めてもよい。

$$R_j = d_j / \lambda_j'' \quad \dots\dots (7)$$

ここで、相当熱伝導率  $\lambda_j''$  は、式(8)によって与えられる。

$$\lambda_j'' = \frac{\lambda_a A_a + \lambda_b A_b + \dots + \lambda_n A_n}{A_a + A_b + \dots + A_n} \quad \dots\dots (8)$$

ここで、空気層の見掛けの熱伝導率としては、 $d_j/R_{Tj}$  を使用する。

下限値は、式(3)と(4)を用いることによって求められる。すなわち、式(9)となる。

$$R_T'' = R_{se} + R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad \dots\dots (9)$$

(2) 熱抵抗の概算値

熱抵抗の概算値は、上限値と下限値の算術平均値である。すなわち、式(10)となる。

$$R_T = \frac{R_T' + R_T''}{2} \quad \dots\dots (10)$$

この近似を使用したときの最大の相対誤差  $E_m$  は、百分率によって式(11)で与えられる。

$$E_m = \frac{100(R_T' / R_T'' - 1)}{2} \quad \dots\dots (11)$$

例 上限値の下限値に対する割合が1.5の場合、起こり得る最大の誤差は25%である。実際の誤差は、この最大値よりはるかに小さい。

表-1 表面熱伝達抵抗

熱流の方向 $R_{si}$ [ $m^2 \cdot K/W$ ]		熱流の方向 $R_{se}$ [ $m^2 \cdot K/W$ ]			
水 平	上向き	下向き	水 平	上向き	下向き
0.13	0.10	0.17	0.04	0.04	0.04

表-2 平面の幅より長さが十分に長く、換気が行われていない空気層の熱抵抗

空気層表面の性質	空気層の幅 [mm]	熱抵抗 $R_g$ [ $m^2 \cdot K/W$ ]		
		熱流の向き		
		水 平	上向き	下向き
反射のない表面 (一般の場合) $\epsilon > 0.8$	5	0.11	0.11	0.11
	10	0.14	0.13	0.15
	20	0.16	0.14	0.18
	50~100	0.17	0.14	0.21
1面が反射性の表面 $\epsilon < 0.2$	5	0.17	0.17	0.17
	10	0.29	0.23	0.29
	20	0.37	0.25	0.43
	50~100	0.34	0.27	0.61

注  $\epsilon$  はおよそ 280 K における全半球放射率である。一方の表面が反射性である空気層の値は、表面の放射率が管理されており、ちり・油・水蒸気の凝縮などがないように保たれている場合に使用できる。

付 属 書

設計指針となる幾つかの値(この付属書は、規格に含まれない)

A.1 表面熱伝達抵抗

表面熱伝達抵抗は、表面特性(特別に放射率)、表面に沿った風速、表面温度、空気温度、周囲の物体の表面温度など幾つかのパラメータによって変化する。通常の建物の条件の下で熱移動を計算する場合、季節的平均値として、表-1が使用される。

A.2 換気が行われない平板状空気層の抵抗

表-2の密封空気層の熱抵抗値は、空気層の平均温度が0と20°Cの間で両表面の温度差が15°Cよりも小さい場合に利用できる。

訳者注 この国際規格は、昭和63年2月22日、当学会が主催して行ったISO断熱シンポジウムで藤井正一教授が発表・報告をされた。翻訳に当たっては、同教授に御校閲をいただいた。記して謝意を表す。

(昭和63. 3. 17 原稿受理)

本稿は、当学会が手続きを経て翻訳していますので、訳文の無断転載を禁じます。

# 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、読者に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、会誌“BUILDING SERVICES”の1984年9月号から紹介し、なお現在も掲載を続行している。そこで採り上げている内容も、システム・機器・器具・テキストなどと広途多岐にわたっている。著者らの目的は、この建築設備業界が豊富な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)界の過去に理解を深め、かつ好意をもつようになることを期待している。

## 電気照明(Nov., 1984)

1886年、バーナード・ドレイクは、電気技師の商売を始めた。1893年、ペルメル・ガゼットは、チャットワークハウスの設備をつぎのように評した。

ロンドンでは、電灯と言えば、鉄道駅や街路のアークの青く氷のように冷ややかな微光、あるいは白熱光を放つバーナの静ひつ(謐)で冷ややかな輝きの暖かさを放つ。そのうえ古い建物の設備は、溝を付けた旋盤の磨りなしま(縞)模様を隠べいするようなふりをし、天井や通路に電線を走らせざるを得ないようだ。電灯について言えば、独占企業の幹線から得なくてはならぬ。あるいは家の地下室に自家発電機を持たなくてはならない。自家発電機は、うなったり、かたかた鳴って運河を走る蒸気船を思い起こすような暖かい油の匂いを放つ。

チャットワークスの電灯には、これらの欠点の一つもな。外見は何の変化もなされていないが、もちろんのこり、明るさを増した”。

チャットワークスの設備は、泉に落水する400ftの水頭をポンプで電力供給されたのだった。1898年、ドレイクは、イギリス王立建築家協会で発表するこ



写真-1 バーナード・ドレイクによる当時の著書

とになった。“電灯はもはや未来の明かりではない。それは本質的に現在の明かりであり、すっかり定着した。においの出るオイルランプやろうの垂れるろうそくは、大車輪の自転車とともに放逐された”。

(橋本幸博 海外文献紹介小委員会)

これは、CIBSE(英国登録建築設備士協会)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。

## 空気線図

- I 湿り空気  $i-x$  線図 (NC線図)
- II 湿り空気  $i-x$  線図 (LC線図)
- III 湿り空気  $i-x$  線図 (HC線図)
- IV 湿り空気  $t-i$  線図

4枚1組み袋入り

定 価 会員 540円 非会員 600円 送料 250円

申込先 空気調和・衛生工学会

〒160 東京都新宿区北新宿1-8-1(中島ビル)  
電話 東京 (03) 363-8261(代表)