

建築物の省エネルギーのための断熱法令

Verordnung über einen Energiesparenden Wärmeschutz bei Gebäuden
(Wärmeschutzverordnung-Wärmeschutz V)

田 中 辰 明*訳

この法令は、第1章“通常の室温の建物”、第2章“低めの室温の建物”、第3章“運動場や集会室として使われる建物”の断熱を規定し、さらに第4章の“補則”からなっている。建物全体の損失熱量を規制するために、建物総外表面積 F と建物容積 V の比 F/V と対応して平均熱通過率の最大値を定めている。法令には添付資料1~4を添え、これらの規制値を示している。また、いろいろの形態の建物に対し、 F や V の算定法を示している。

訳者序

本学会誌昭和53年5月号の海外文献紹介欄で、1976年7月22日に発効した西ドイツの省エネルギー法を紹介した。この法律は主に第1条“新築建物における省エネルギーのための断熱”、第2条“暖房・室内換気装置ならびに給湯設備に関する規準”、第3条“暖房・室内換気ならびに給湯設備の運転に関する規準”からなっている。そ

れぞれについて法令ができることを示唆していたが、1977年11月1日に“建築物の省エネルギーのための断熱法令”が発効された。ドイツには昔から建築物の断熱に関する基準 DIN 4108 があり、こういう下地があってこそ、この“建築物の省エネルギーのための断熱法令”も議会で、また国民に受け入れられたのであろう。

この法令では、通常室温の建物と低めの室温の建物に分けて、建物全体の損失熱量を規制するために、建物外表面積 F と建物容積 V の比 F/V と対応し、平均熱通過率の最大値を定めている。この思想はすでに DIN 4108 に示されていたが**、法令の規制値、ならびに DIN 4108 の規制値をまとめると、図-1 のようになる。

はじめに

1976年6月22日発効の省エネルギー法(ドイツ連邦官報 I 項 1873 ページ)の1条2項、4条1項、5条に基づき、ドイツ連邦下院議会は上院議会の同意を得て、下記の法令を定めた。

第1章 通常の室温の建物

第1条 適用範囲

つぎの建物を建設する場合には、省エネルギーを図るために、この章の指針に従って断熱を施さなければならない。

- 1) 住宅建築
- 2) 事務所建築
- 3) 学校・図書館
- 4) 病院・療養所・分べん(焼)室・保育所・刑務所の居室
- 5) 飲食店
- 6) 百貨店、その他商店
- 7) 通常室温が最低 19°C には暖房される業務用建物。ただし、つぎのものは除外する。

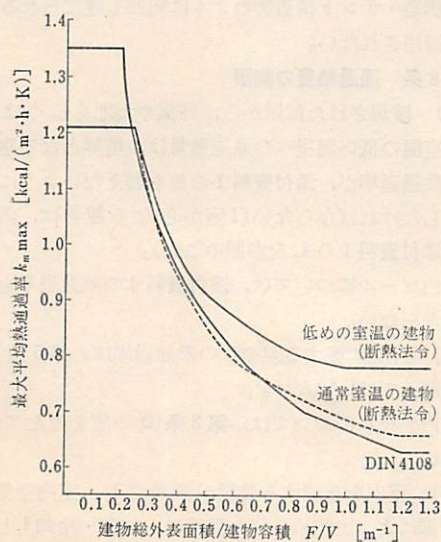


図-1 建物総外表面積と建物容積との比(F/V)による最大の平均熱通過率 $k_m \max$ (訳者作成)

* (株)大林組技術研究所 正会員

** 田中辰明抄訳: 断熱の新しい指針, 空気調和・衛生工学, 50-4(昭51-4), p.116

- a) 通常使用される場合、暖房用エネルギー負荷が建物内で発生する排熱で十分に賄われる場合
 b) 庭園建築における温室や栽培室
 8) 上記の1)から7)までの項目の複合された建物、または類似の建物

第1条は、空気膜構造やテント構造物のように、何回も建てられる建物や地下構造物には適用されない。

第2条 通過熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地もしくは隣接する室温の低い部屋への通過熱量は、境界となる建築部材の熱通過率が、添付資料1の値を超えないようにして制限しなければならない。

(2) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉は、少なくとも断熱ガラスか二重ガラスが使われなければならない。この窓や扉の熱通過率は $3.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$3.0 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]を超えてはならない。大きな窓ガラスでは、添付資料1の6.により、(1)と(2)は適用されない。

(3) 放熱器のある部分の外壁の熱通過率は、建物の不透明な外壁の熱通過率を超えてはならない。放熱器が外気に接する窓ガラスの前に置かれるときには、熱損失を減少させるような覆いを放熱器の背面に設ける。

第3条 気密の悪さによる熱損失の制限

(1) 暖房された部屋の外気に接する窓や扉のすきま風係数は、添付資料2に示す値を超えてはならない。

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければならない。

第2章 低めの室温の建物

第4条 適用範囲

(1) 一般の使用時に室温が 12°C 以上、 19°C 以下で年間4箇月以上暖房される工場を建設するときには、この章の指針に従って、エネルギーを節約する目的で断熱を施さなければならない。

(2) これは、つぎの場合は適用されない。

- 1) 一般の使用目的において、暖房用のエネルギー負荷が建物内部からの排熱で賄われる工場建物
- 2) 一般の使用目的において、大きな開口をもちいたり、長期間開放しておかなければならない工場や工場ホール
- 3) 空気膜構造やテント構造物のように、何回も建てられる建物や地下構造物
- 4) 庭園建築における温室や栽培室

第5条 通過熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地、もしくは隣接する室温の低い部屋への通過熱量は、境界となる建築

部材の熱通過率が、添付資料3に示す値を超えないようにして制限しなければならない。

(2) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉は、一重ガラスの場合、少なくとも熱通過率が $5.2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$4.5 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]以下のものを使わなければいけない。それ以外の場合は添付資料1の5.に示す熱通過率が適用される。

(3) 室内を空調する装置が設備され、室内空気が自動制御によって定められた温度に加熱・冷却もしくは加湿されるときには、少なくとも第2条(2)に述べる断熱ガラスまたは二重ガラスを使わなければいけない。

(4) 放熱器のある部分の外壁の熱通過率については、第2条(3)が適用される。

第6条 気密の悪さによる熱損失の制限

(1) 暖房された部屋の外気に面する窓や扉のすきま風係数は、つぎの値を超えてはならない(添付資料2の表-1参照)。

$$2.0 \times 100^n \times \frac{\text{m}^3}{\text{h} \times \text{m} \times \left(\frac{\text{kN}}{\text{m}^2}\right)^n}$$

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければならない。

第3章 運動場や集会室として使われる建物

第7条 適用範囲

運動場や集会室を目的として、室温が少なくとも 15°C 以上、年間3箇月以上暖房される建物を建設するときには、この章の指針に従って、エネルギーを節約する目的で断熱を施さなければならない。この規定は、教会や、空気膜構造・テント構造物のように何回も建てられる建物には適用されない。

第8条 通過熱量の制限

(1) 暖房された部屋から、外気や大地もしくは隣接する室温の低い部屋への通過熱量は、境界となる建築部材の熱通過率が、添付資料1の値を超えないようにして制限しなければならない(1室からなる建物は、例外として添付資料1の1.を参照のこと)。

室内プールについては、添付資料4の熱通過率を超えてはならない。

(2) 外気に接する窓や扉の熱通過率は、第5条(2)の値を超えてはいけない。

室内プールにおいては、第2条(2)の値を超えてはいけない。

(3) 室内を空調する装置が設備され、室内空気が自動制御によって定められた温度に、加熱・冷却もしくは加湿されるときには、少なくとも第2条(2)に述べる断熱ガラスまたは二重ガラスを使わなければならない。

(4) 放熱器のある部分の外壁の熱通過率については、第2条(3)が適用される。

(5) 大地に接する建築部位で、補足の断熱がない場合には、添付資料3の(3)による熱通過率が適用される。

第9条 気密の悪さによる熱損失の制限

(1) 暖房された部屋の外気に接する窓ガラスや扉のすきま風係数は、つぎの値を超えてはいけない。

$$2.0 \times 100^n \times \frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$$

室内プールにおいては、つぎの値を超えてはいけない(添付資料2の表-1参照)。

$$1.0 \times 100^n \times \frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$$

(2) 熱を伝える周壁のその他のすきまは、技術状況に応じて気密を図るようにしなければいけない。

第4章 補 則

第10条 複合して使われる建物

部分的に第1~3章の規定に使われる建物では、各々の章の規定はそれに応じる建物部分に適用される。

第11条 その他の規定

(1) 他の法規は、建物の断熱に関してより強い規準を定めている限り、本法令による影響はない。

(2) この法令に基づく建物が、州法による建物の最低の断熱規準の適用も受けず、この法令により軽度の規制しか受けない場合は、外気または基本的により低い隣室温に接する建築部位は、DIN 4108“建築物の断熱”の補則(Ergänzende Bestimmung)の規定(1977年5月5日のドイツ連邦官報85号の添付資料による告示)の表-1と脚注1に注意しなければいけない。

第12条 例外規定

州政府またはその指定した官公署は、この法令に従ったエネルギー損失を超えない範囲で、他の建築的取扱いを行う例外を認めることができる。

第13条 厳しい事例

(1) この法令の規定により、非常に出費がかさんだり不利な状態になるときは、申請によって適用を免除される。

(2) この法令の発効以前に建築申請のなされた建物には、この法令は適用されない。

第14条 ベルリン約款

省エネルギー法第10条、ならびに第三者伝達法(Das Dritten Überleitungsgesetz)の第14条により、ベルリンにも適用される。

第15条 発 効

この法令は、1977年11月1日に発効する

ボンにて1977年8月11日

ドイツ連邦共和国首相 シュミット

ドイツ連邦共和国経済相 フリードリヒス

ドイツ連邦共和国国土利用・建設・都市計画相

カール＝ラーフェンス

添付資料1(第2条関係)

- 1) 通常の室温の建物の通過損失熱量を制限する規定
- 2) 通過熱損失の制限は1.または2.により定める

1. F/V 値による熱通過率の規定

最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$ は、表-1に示す F/V 値(1.1と1.2)とによって決まる値を超えてはいけない。さらに、外壁(窓や扉を含む)の平均熱通過率 $K_{m w+F}$ は $1.85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ [$1.59 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]を超えてはならない(1.4)。

表-1 F/V 値による最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$

F/V^*	$K_{m \max}^*$	
	[$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]	[$\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{K})$]
[m^{-1}]		
≤ 0.24	1.40	1.21
0.30	1.24	1.07
0.40	1.09	0.94
0.50	0.99	0.85
0.60	0.93	0.80
0.70	0.88	0.76
0.80	0.85	0.73
0.90	0.82	0.71
1.00	0.80	0.69
1.10	0.78	0.67
≥ 1.20	0.77	0.66

注 * 中間値は次式によって算定される。

$$K_{m \max} = 0.61 + 0.19 \times 1/(F/V) \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})]$$

1.1 熱を伝える建物総外表面積 F の計算

建物の熱を伝える建物総外表面積 F は、次式によって計算される。

$$F = F_w + F_F + F_D + F_G + F_{DL}$$

ここで、

F_w : 外気に接する外壁面積 [m²]

これは建物の外表寸法に適用される。地表面から、または最下階の床が地面より上にあるときは、床の上端から最上階天井の上端または有効な断熱層の上端まで計算する。

F_F : 窓面積(窓・扉) [m²]

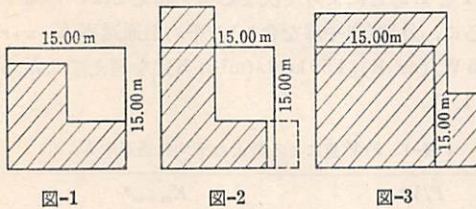
表-2 建物外周の各部位熱通過率

行	建物部位		最大熱通過率	
			[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
1	窓・扉を含む外壁	平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形で囲める建物(図-1参照)	$K_{mW+F} \leq 1.45^{2)}$	$K_{mW+F} \leq 1.25$
		平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形で完全には囲めない建物(図-2参照)	$K_{mW+F} \leq 1.55$	$K_{mW+F} \leq 1.34$
		平面図 ¹⁾ を1辺15mの正方形では囲めない建物(図-3参照)	$K_{mW+F} \leq 1.75$	$K_{mW+F} \leq 1.51$
2	屋根裏部屋の仕上げのない床や屋根, 下方または上方が外気に接する部屋の床・屋根		$K_D \leq 0.45$	$K_D \leq 0.39$
3	暖房していない部屋に接する地下室の天井または壁		$K_G \leq 0.80$	$K_G \leq 0.69$
4	土壤に接する床や壁 ³⁾		$K_G \leq 0.90$	$K_G \leq 0.78$

注 1) 1.1~1.3行の分類では, 各階同じ平面とした最小の K_{mW+F} 値を示している。各階ごとに異なった平面をもつ場合には, 各階ごとに処理する。

2) 1.1~1.3行において, 2行の全階では $K_D \leq 0.38$ W/(m²·K)[0.33 kcal/(m²·h·K)]。3行, 4行では $K_G \leq 0.70$ W/(m²·K)[0.60 kcal/(m²·h·K)]の値を選び, 1.1行では $K_{mW+F} \leq 1.55$ W/(m²·K)[1.34 kcal/(m²·h·K)]としなければいけない。

3) No.4に注意すること。



建物躯体での内りによって求める。

F_D : 断熱された屋根または屋根天井の面積 [m²]

F_G : 外気に接しない建物の床面積 [m²]

これは建物の外周寸法による。地面の上の床面積または非暖房地下室の天井面積で計算する。地下室が暖房されているときは建物の床面積 F_G では, 地下室床面積とともに土に接する側壁も考慮しなければいけない。

F_{DL} : 下部が外気に接する床の面積 [m²]

1.2 F/V 値の計算

1.1の方法によって計算された建物の熱を伝える建物総外表面積 F と, その周壁により囲まれている建物容積 V との比によって F/V 値が求められる。

1.3 平均熱通過率 K_m の算定

平均熱通過率 $K_m = Q_T / F \Delta \theta$ は, 熱通過によって失われる熱量をワット[W]で, 建物の熱を伝える周壁面積を[m²]で, 室内・外温度差 $\Delta \theta$ をケルビン[K]で表している。

平均熱通過率 K_m は, 次式で表される。

$$K_m = \frac{K_W F_W + K_F F_F + 0.8 K_D F_D + 0.5 K_G F_G + K_{DL} F_{DL}}{F}$$

ここで, K_W, K_F, K_D, K_G と K_{DL} は, 1.1で定義した表面積に対応する熱通過率である。常に, より低温の部

屋(例えば, 外部に付いている階段室や倉庫)に接する建物部位では, 接している面積に特別項 $0.5 K_{AB} F_{AB}$ を分子とし, F_{AB} を分母として計算に入れなければならない。こうすることで, F/V 値の計算で建物の特別部分は考慮しなくてもよい。

1.4 外壁の平均熱通過率の計算

外壁の平均熱通過率 K_{mW+F} は, 次式によって求められる。

$$K_{mW+F} = \frac{K_W F_W + K_F F_F}{F_W + F_F}$$

面積 F_W と F_F ならびに熱通過率 K_W と K_F は, 1.1と1.3の方法によって算定される。

2. 建物外壁各部位の熱通過率の規定

暖房された部屋の熱を伝える外周各部位が, 表-2に示される最大熱通過率を超えない場合には, 熱通過損失を制限する規定を満足しているものとみなされる。

3. 熱通過率の計算

熱通過率 K の計算は, 1969年8月発行のDIN 4108第8章(1974年12月11日発行のドイツ連邦官報230号の付属文書)に従い, DIN 4108で規定されている熱伝導率, ならびに空気層の熱通過抵抗の値を用いて求める。1969年8月に出版されたDIN 4108に材料の値がないときは, K 値の計算にあたってドイツ連邦官報に記載された値を用いてもよい。 K_G の算定にあたっては, 壁や床が土壤に接しているときは, 単に内側の熱伝達抵抗のみを考慮する。熱通過抵抗を計算するにあたり, 床では防湿層より上側のみ, 壁ではそれより内側のみを考慮する。

表-3 ガラスと窓わくの材質による窓ならびに扉の熱通過率 K_F

行	ガラス	熱通過率 K_F [$W/(m^2 \cdot K)$][$kcal/(m^2 \cdot h \cdot K)$]		
		窓わくの種類		
		木および合成樹脂(PVC)・木との組合せ	断熱したアルミニウムまたはスチール	アルミニウム・スチール・コンクリート
		$\lambda < 0.35 W/(m \cdot K)$	$\lambda = 0.35 \sim 1.16 W/(m \cdot K)$	$\lambda > 1.16 W/(m \cdot K)$
1	6 mmの空気層をもつ断熱複層ガラス	3.3 [2.8]	3.5 [3.0]	
2	12 mmの空気層をもつ断熱複層ガラス*	3.0 [2.6]	3.3 [2.8]	3.5 [3.0]
3	12 mm 2層の空気層をもつ三重ガラス*	1.9 [1.6]	2.1 [1.8]	2.3 [2.0]
4	空気層 S が $2 \text{ cm} < S < 4 \text{ cm}$ の二重ガラス	2.6 [2.2]	2.8 [2.4]	3.0 [2.6]
5	空気層 S が $4 \text{ cm} < S < 7 \text{ cm}$ の二重ガラス	2.3 [2.0]	2.6 [2.2]	2.8 [2.4]
6	空気層が7 cmが以上の二重ガラス	2.6 [2.2]		
7	DIN 18175** による中空ガラスブロックならびに DIN 4242** によるガラスブロック(厚さ 80 mm)			3.5 [3.0]

注 * 断熱ガラス(例えば、日射遮へいガラス)や窓わく部分が25%より大きいものを使うときで、小さな K_F 値を使わなければならないときは、5.の規定による。

** 1967年1月発行のDIN 4242, および1960年12月発行のDIN 1817は、1977年5月5日のドイツ連邦官報85号の添付資料で告示された。

4. 大きな基礎面積をもつ建物の K_G 値の算出

基礎面積が 500 m^2 以上の建物で、土壌に接する床や壁の K_G 値は、添付資料3の表-2の値が使われる。

5. 窓や扉の熱通過率

1.3による K_m 、ならびに1.4による $K_{m w+F}$ の計算にあたり、表-3に示された窓や扉の熱通過率が使われる。その他の窓について、 K_m を計算する場合はドイツ連邦官報により告示された K_F 値を採用する。ドイツ連邦官報により告示された値は、試験所で求められたものである。

6. 大きな面積のガラス窓

大きな面積のガラス窓の場合、特に建物の種類により、特別な用途(例えば、大きなショーウインド)に供され、製造技術的要求がある場合は、5.および第2条(2)1号、第5条(2)の規定によらなくてもよい。1.または2.の計算を行うときは、熱通過率は最低 $1.75 W/(m^2 \cdot K)$ [$1.51 \text{ kcal}/(m^2 \cdot h \cdot K)$] を用いなければいけない。

7. 相接する建物の計算

(1) 相接する建物(長屋や2戸建て住宅)については、各建物ごとに熱通過損失量を計算する。

(2) (1)による計算法では建物間の壁は熱通過のないものとし、 F 値や F/V 値の算定にあたってはこの壁は

無視してよい。建物(例えば増築部分)の暖房された部分を分離して計算するときには、建物部分の間仕切りに(1)が適用される。

(3) (2)による計算では、建物間の間仕切り壁は無視される。間仕切り壁が2面ある建物では、表-2の1.3行の値と、表-2の1.1行または1.2行の値のうちの建物間仕切り壁が許容し得る小さいほうの $K_{m w+F}$ を適用する。建物間の間仕切り壁が1面である場合に、表-2の1.1行の建物では注2)は適用されない。

(4) 相接して建てるのが不確かな場合、間仕切り壁は(2)や(3)による計算とは関係なく、少なくとも外壁に対する最低限の断熱は施さなければならない。

添付資料2(第4,6,9条関係)

気密の悪さによる熱損失を制限するための規定は、つぎのとおりである。

(1) 窓および扉のすきま風係数は、表-1の値を超えてはならない。

(2) (1)に基づく窓や扉のすきま風係数の算定は、ドイツ連邦官報に告示された試験場における試験結果を用いる。

(3) 1973年3月に発行されたDIN 68121“木製窓わく—断面”(1977年8月5日付けドイツ連邦官報144号の付録)による木製窓わくと断面に関しては、(2)と表-1の1行目と2行目の計算は無視される。

表-1 窓と扉のすきま風係数(添付資料2関係)

行	建物高さ	DIN 18055 第2部 ^{1),2)} によるすきま風係数 a			
		A		BおよびC	
		$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$	$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kP}{m^2}\right)^n}$	$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kN}{m^2}\right)^n}$	$\frac{m^3}{h \times m \times \left(\frac{kP}{m^2}\right)^n}$
1	2階まで	2.0×100^n	(2.0)	—	—
2	3階以上	—	—	1.0×100^n	(1.0)

注 1) 要求グループA: 建物高さ8mまで, B: 建物高さ20mまで, C: 建物高さ100mまで

2) DIN 18055 第2部参照: n は2/3とする。

3) 1973年8月発行のDIN 18055 第2部は, 1977年5月5日付けドイツ官報85号の付録で告示された。

(4) 耐候性がよく, 柔軟性のある軽量で交換のできるコーキングを用いたすべての窓構造では, 要求グループAとB(すなわち建物高さ20mまで)の場合のみ(2)と表-1の1行目と2行目の計算を無視できる。

(5) 開閉のできない窓やはめ殺し窓では, 耐久性があり, 実用上気密とみなされる。

(6) 衛生上・暖房上の要求から, 換気のため連続的に容易に制御できる換気装置を設置することができる。この換気装置は, 表-1の閉鎖された状態で満足されるものでなければならない。他の法規, 特に州の建築法規で換気の規程が定められていれば, この規定は適用されない。

添付資料3(第5条関係)

低めの室温の建物の通過熱損失を制限する規定は, つぎのとおりである。

(1) 表-1に示す F/V 値(添付資料1の1.1と1.2)による最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$ を超えてはいけない。

表-1 F/V 値による最大の平均熱通過率 $K_{m \max}$

F/V^*	$K_{m \max}^*$	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
≤ 0.24	1.40	1.21
0.30	1.27	1.09
0.40	1.14	0.98
0.50	1.06	0.91
0.60	1.01	0.87
0.70	0.97	0.84
0.80	0.94	0.81
0.90	0.92	0.79
≥ 1.00	0.91	0.78

注 * 中間の値は, 次式で補間される。

$$K_{m \max} = 0.75 + 0.155 \times 1/(F/V) \quad [W/(m^2 \cdot K)]$$

表-2 土壌に接する建物下部の熱通過率 K_G

建物床面積 F_G	K_G^*	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
≤ 100	2.20	1.90
100 < F_G ≤ 200	1.70	1.47
200 < F_G ≤ 500	1.40	1.21
500 < F_G ≤ 1000	1.20	1.03
1000 < F_G ≤ 2000	0.90	0.78
> 2000	0.60	0.52

注 * 中間の K_G 値は, 直線的に補間する。

(2) 平均熱通過率 K_m は, 添付資料1の計算法を用いて求められる。

(3) K_m 値の算出において, 地下室のない建物や床に断熱をしていない建物では, 当該面積ごとに熱通過率 K_G は表-2の値を満足しなければいけない。

添付資料4(第8条関係)

室内プールの熱通過損失を制限するための規制は, つぎのとおりである。

(1) 表-1の熱通過率を超えてはいけない。

表-1

建築部位	最大熱通過率	
	[W/(m ² ·K)]	[kcal/(m ² ·h·K)]
建物の外周表面 K_m	0.85	0.73
壁 K_W	0.70	0.60
屋根 K_D	0.45	0.40

(2) 平均熱通過率 K_m の算定は, 添付資料1の1.1~1.3による。地下室のない室内プールでは, 添付資料3の(3)を適用する。

(昭和53. 2. 1 原稿受理)