

ダブルスキン及びエアフローウィンドウの外皮性能

第 1 節 共通事項

1. 概要

本節では、標準入力法・モデル建物法・モデル建物法(小規模版)において、ダブルスキン及びエアフローウィンドウの外皮性能として、通気時における熱貫流率及び日射熱取得率を算出する場合の計算方法を解説する。

2. 引用規格

- JIS A2101:2003 建築構成要素及び建築部位－熱抵抗及び熱貫流率－計算方法
 JIS A1493:2021 窓及びドアの熱性能－ソーラシミュレータを用いた日射熱取得率の測定
 JIS A2103:2014 窓及びドアの熱性能－日射熱取得率の計算
 JIS R3106:2019 板ガラスの透過率、反射率、放射率の試験方法及び建築用板ガラスの日射熱取得率の算定方法
 JIS R3107:2019 建築用板ガラスの熱貫流率の算定方法

3. 評価の対象として扱う範囲

本計算方法では、通気時を対象とし、通気層の間に通気を阻害する面がない場合を想定する。なお、次に示す効果は評価しない。また、プッシュプルウィンドウは、本算定方法には適用しない。

- ・日射遮蔽部材の制御による熱貫流率及び日射熱取得率改善の効果
- ・通気層内空気の室内への取り込みによる空調負荷の低減効果

4. 記号及び単位

4.1 記号

本計算で用いる記号及び単位は表 1 による。

表 1 記号及び単位

記号	意味	単位
I	入射日射量	W/m^2
I_s	直接透過する日射量	W/m^2
J	直接透過を除く室内側への侵入熱量	W/m^2
q	室内外温度差による貫流成分	W/m^2
U	熱貫流率	$W/(m^2 \cdot K)$
α	表面熱伝達率	$W/(m^2 \cdot K)$
$\bar{\tau}'$	グレーディング複合体の多重反射後の総合平均日射透過率	－
θ	日射を考慮しない表面温度	$^{\circ}C$
θ'	日射を考慮した表面温度	
θ_R	室内空気温度	$^{\circ}C$
θ_O	外気温度	$^{\circ}C$
η	日射熱取得率	－

4.2 添え字

本計算で用いる添え字は表 2 による。

表 2 添え字

添え字	意味
<i>S1</i>	屋外側スキン
<i>S2</i>	屋内側スキン
<i>in</i>	内側
<i>out</i>	外側

5. 計算フロー

本計算方法を用いてダブルスキン及びエアフローウィンドウの熱貫流率及び日射熱取得率を算出する際の計算フローを図 1 に示す。

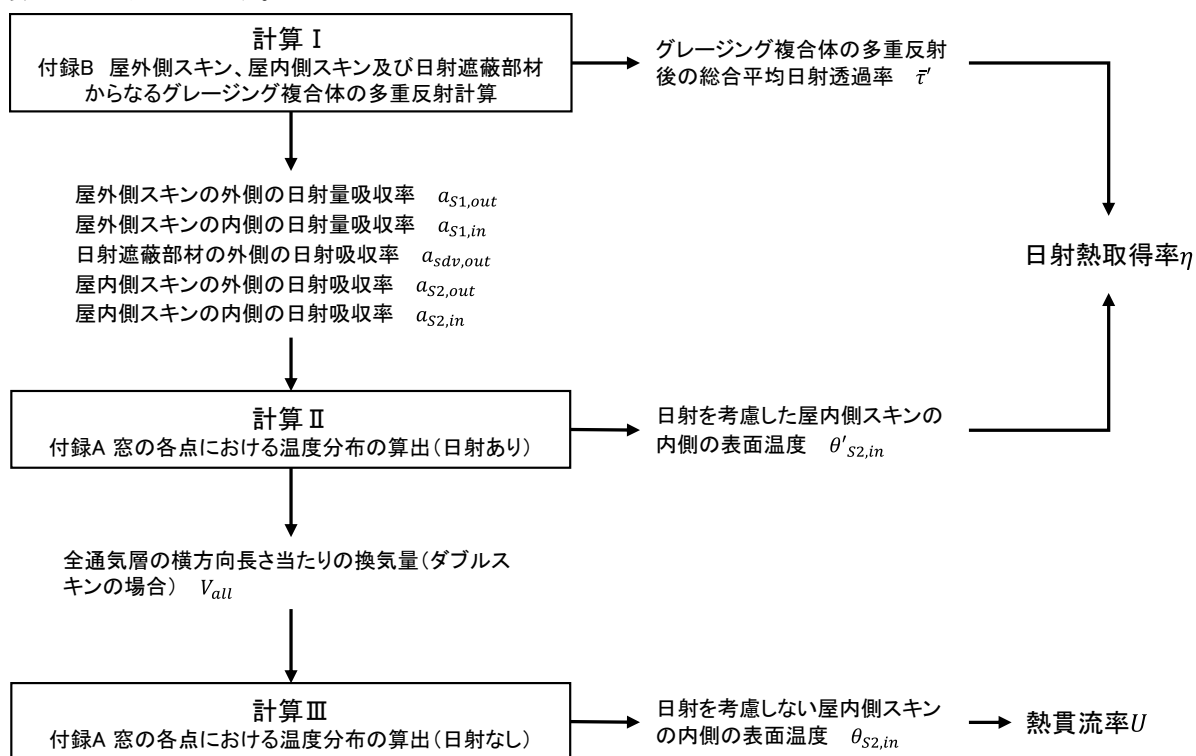


図 1 計算フロー

6. 熱貫流率

ダブルスキン及びエアフローウィンドウの熱貫流率 U は、室内外温度差による貫流成分 q 、外気温度 θ_o 、室内空気温度 θ_R から、式(1)により表される。

$$U = \frac{q}{\theta_o - \theta_R} \quad (1)$$

ここで、

U	: 熱貫流率 ($W/(m^2 \cdot K)$)
q	: 室内外温度差による貫流成分 (W/m^2)
θ_o	: 外気温度 ($^{\circ}C$)
θ_R	: 室内空気温度 ($^{\circ}C$)

である。室内外温度差による貫流成分 q は、屋内側スキンの内側の表面熱伝達率 $\alpha_{s2,in}$ 、日射を考慮しない屋内側スキンの内側の表面温度 $\theta_{s2,in}$ 、室内空気温度 θ_R から、式(2)により表される。

$$q = \alpha_{s2,in} \cdot (\theta_{s2,in} - \theta_R) \quad (2)$$

ここで、

q	: 室内外温度差による貫流成分 (W/m^2)
$\alpha_{s2,in}$	: 屋内側スキンの内側の表面熱伝達率 ($W/(m^2 \cdot K)$)
$\theta_{s2,in}$	: 日射を考慮しない屋内側スキンの内側の表面温度 ($^{\circ}C$)
θ_R	: 室内空気温度 ($^{\circ}C$)

である。日射を考慮しない屋内側スキンの内側の表面温度 $\theta_{s2,in}$ は、付録 A より算出する。

7. 日射熱取得率

日射熱取得率 η は、直接透過する日射量 I_s 、直接透過を除く室内側への侵入熱量 J 、室内外温度差による貫流成分 q 、入射日射量 I から、式(3)により表される。

$$\eta = \frac{I_s + J - q}{I} \quad (3)$$

ここで、

η	: 日射熱取得率 (-)
I_s	: 直接透過する日射量 (W/m^2)
J	: 直接透過を除く室内側への侵入熱量 (W/m^2)
q	: 室内外温度差による貫流成分 (W/m^2)
I	: 入射日射量 (W/m^2)

である。

直接透過する日射量 I_s は、グレージング複合体の多重反射後の総合平均日射透過率 $\bar{\tau}'$ 、入射日射量 I から、式(4)により表される。

$$I_s = \bar{\tau}' \cdot I \quad (4)$$

ここで、

I_s	: 直接透過する日射量 (W/m^2)
$\bar{\tau}'$	: グレージング複合体の多重反射後の総合平均日射透過率 (-)
I	: 入射日射量 (W/m^2)

である。グレージング複合体の多重反射後の総合平均日射透過率 $\bar{\tau}'$ は、付録 B により求めた値を用いる。

直接透過を除く室内側への侵入熱量 J は、屋内側スキンの内側の表面熱伝達率 $\alpha_{s2,in}$ 、日射受熱時の屋内側スキンの内側の表面温度 $\theta'_{s2,in}$ 、室内空気温度 θ_R から、式(5)により表される。

$$J = \alpha_{s2,in} \cdot (\theta'_{s2,in} - \theta_R) \quad (5)$$

ここで、

- J : 直接透過を除く室内側への侵入熱量 (W/m²)
 $\alpha_{s2,in}$: 屋内側スキンの内側の表面熱伝達率 (W/(m²・K))
 $\theta'_{s2,in}$: 日射を考慮した屋内側スキンの内側の表面温度 (°C)
 θ_R : 室内空気温度 (°C)

である。日射を考慮した屋内側スキンの内側の表面温度 $\theta'_{s2,in}$ は、付録 A により求めた値を用いる。

8. 算定の境界条件

8.1 外気温度

外気温度 θ_o は、JIS A 1493 で示される夏期の 30 °Cとする。

8.2 室内空気温度

室内空気温度 θ_R は、JIS A 1493、JIS A 2103 で示される夏期条件の 25 °Cとする。

8.3 入射日射量

日射を考慮する場合の入射日射量 I は、JIS A1493 で示される夏期条件の日射強度 500 W/m²とする。日射を考慮しない場合は 0 とする。

8.4 屋内側スキンの内側の表面熱伝達率

屋内側スキンの内側の表面熱伝達率 $\alpha_{s2,in}$ は、JIS A 1493 に示される 8 W/(m²・K)とする。

8.5 屋外側スキンの外側の表面熱伝達率

屋外側スキンの外側の表面熱伝達率 $\alpha_{s1,out}$ は JIS A 1493 で示される 14 W/(m²・K)とする。

8.6 入力項目

算定時の入力項目は表 3 に示すものとする。

表 3 入力項目

入力項目		説明箇所
屋外側スキンのフレームの面積比率 r_{S1}		付録 C
屋内側スキンのフレームの面積比率 r_{S2}		
屋外側の通気層厚さ d_{air1}		
屋内側の通気層厚さ d_{air2}		
窓高さ H		
屋外側スキンのグレージングの種類と中空層幅		付録 A、付録 B
屋内側スキンのグレージングの種類と中空層幅		
エアフローウィンドウの場合	エアフローウィンドウ用に設置したファンの単位窓面積当たりの設計通気風量 V_{AF}	-
ダブルスキンの場合	流入側有効開口面積 A_{wu}	付録 C
	流出側有効開口面積 A_{le}	

付録 A 窓の各点における温度分布の算出

A.1 適用範囲

本付録は、ダブルスキン及びエアフローウィンドウの窓の各点における温度分布の算出方法を示すものである。

A.2 記号及び単位

A.2.1 記号

本付録で用いる記号及び単位は表 1 による。

表 1 記号及び単位

記号	意味	単位
a	日射吸収率	–
A_{wu}	流入側有効開口面積	m^2/m
A_{le}	流出側有効開口面積	m^2/m
C	空気の比熱	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
C_b	黒体の放射定数	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K}^4)$
d	通気層厚さ	m
g	重力加速度	m/s^2
h	熱コンダクタンス	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
H	窓高さ	m
I	入射日射量	W/m^2
I_a	吸収日射量	W/m^2
R	熱抵抗	$(\text{m}^2\cdot\text{K})/\text{W}$
r	フレームの面積比率	–
v	通気層における通気の風速	m/s
V	通気層の横方向長さ当たりの換気量	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$
V_{AF}	エアフローウィンドウ用に設置したファンの単位窓面積当たりの設計通気風	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
V_s	スラット隙間を介した窓面積当たりの空気の移動量	$\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
α	表面熱伝達率	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
α_c	対流熱伝達率	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
α_r	放射熱伝達率	$\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
γ	空気の密度	kg/m^3
γ_o	外気の空気の密度	kg/m^3
ε	放射率	–
θ	温度	$^{\circ}\text{C}$
θ'	日射を考慮した温度	$^{\circ}\text{C}$
θ_e	相当外気温度	$^{\circ}\text{C}$
θ_o	外気温	$^{\circ}\text{C}$
θ_R	室内空気温度	$^{\circ}\text{C}$
κ	外側空気層の厚みの配分率	–
λ	熱伝導率	$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

A.2.2 添え字

本付録で用いる添え字は表 2 による。

表 2 添え字

添え字	意味
<i>sdv</i>	日射遮蔽部材
<i>frm</i>	フレーム
<i>glz</i>	グレージング
<i>all</i>	全通気層
<i>air1</i>	外側通気層
<i>air2</i>	内側通気層
<i>in</i>	内側
<i>IN</i>	流入空気
<i>out</i>	外側
<i>S1</i>	屋外側スキン
<i>S2</i>	屋内側スキン
<i>S1 - sdv</i>	屋外側スキンと日射遮蔽部材間
<i>sdv - S2</i>	日射遮蔽部材と屋内側スキン間

A.3 計算の概要と平衡式

本付録の計算には、次の入力項目が必要である。

- ・ 屋外側スキンのグレージングの種類と中空層幅
- ・ 屋内側スキンのグレージングの種類と中空層幅
- ・ 屋外側スキンのフレームの面積比率 r_{S1} (-)
- ・ 屋内側スキンのフレームの面積比率 r_{S2} (-)
- ・ 屋外側の通気層厚さ d_{air1} (m)
- ・ 屋内側の通気層厚さ d_{air2} (m)
- ・ 窓高さ H (m)
- ・ 屋外側スキンの外側の日射吸収率 $a_{S1,out}$ (-)
- ・ 屋外側スキンの内側の日射吸収率 $a_{S1,in}$ (-)
- ・ 日射遮蔽部材の外側の日射吸収率 $a_{sdv,out}$ (-)
- ・ 屋内側スキンの外側の日射吸収率 $a_{S2,out}$ (-)
- ・ 屋内側スキンの内側の日射吸収率 $a_{S2,in}$ (-)
- ・ エアフローウィンドウ用に設置したファンの単位窓面積当たりの設計通気風量 V_{AF} ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$) (計算対象がエアフローウィンドウの場合のみ定義される)
- ・ 流入側有効開口面積 A_{wu} (m^2/m) (計算対象がダブルスキンの場合のみ定義される)
- ・ 流出側有効開口面積 A_{le} (m^2/m) (計算対象がダブルスキンの場合のみ定義される)

本付録が計算された結果、次の項目が求まる。

- ・ 屋外側スキンの外側の表面温度 $\theta_{S1,out}$ ($^{\circ}\text{C}$)
- ・ 屋外側スキンの内側の表面温度 $\theta_{S1,in}$ ($^{\circ}\text{C}$)
- ・ 外側通気層の空気温度 θ_{air1} ($^{\circ}\text{C}$)
- ・ 日射遮蔽部材の外側の表面温度 $\theta_{sdv,out}$ ($^{\circ}\text{C}$)
- ・ 日射遮蔽部材の内側の表面温度 $\theta_{sdv,in}$ ($^{\circ}\text{C}$)
- ・ 内側通気層の空気温度 θ_{air2} ($^{\circ}\text{C}$)
- ・ 屋内側スキンの外側の表面温度 $\theta_{S2,out}$ ($^{\circ}\text{C}$)

- ・ 屋内側スキンの内側の表面温度 $\theta_{S2,in}$ ($^{\circ}\text{C}$)

図 1 に温度を求める各点の位置と計算モデルの概要を示す。各点の熱伝達、熱伝導、熱対流、熱放射及び日射による熱取得により、各点は定常状態にあるものとする。各点の温度は、式(1)～(8)の平衡式の連立一次方程式から求める。近接する他の温度の影響を受けるため、定常状態になるまで収束計算を行う。なお、日射を考慮しない計算Ⅲは $I = 0$ とし、全通気層の横方向長さ当たりの換気量 V_{all} (ダブルスキンの場合)は、日射を考慮した計算Ⅱの全通気層の横方向長さ当たりの換気量 V_{all} の値を用いて計算を行う。屋外側または屋内側スキンは、グレージングとフレームで構成されるが、フレームの面積比率を用いて一つの層として計算する。

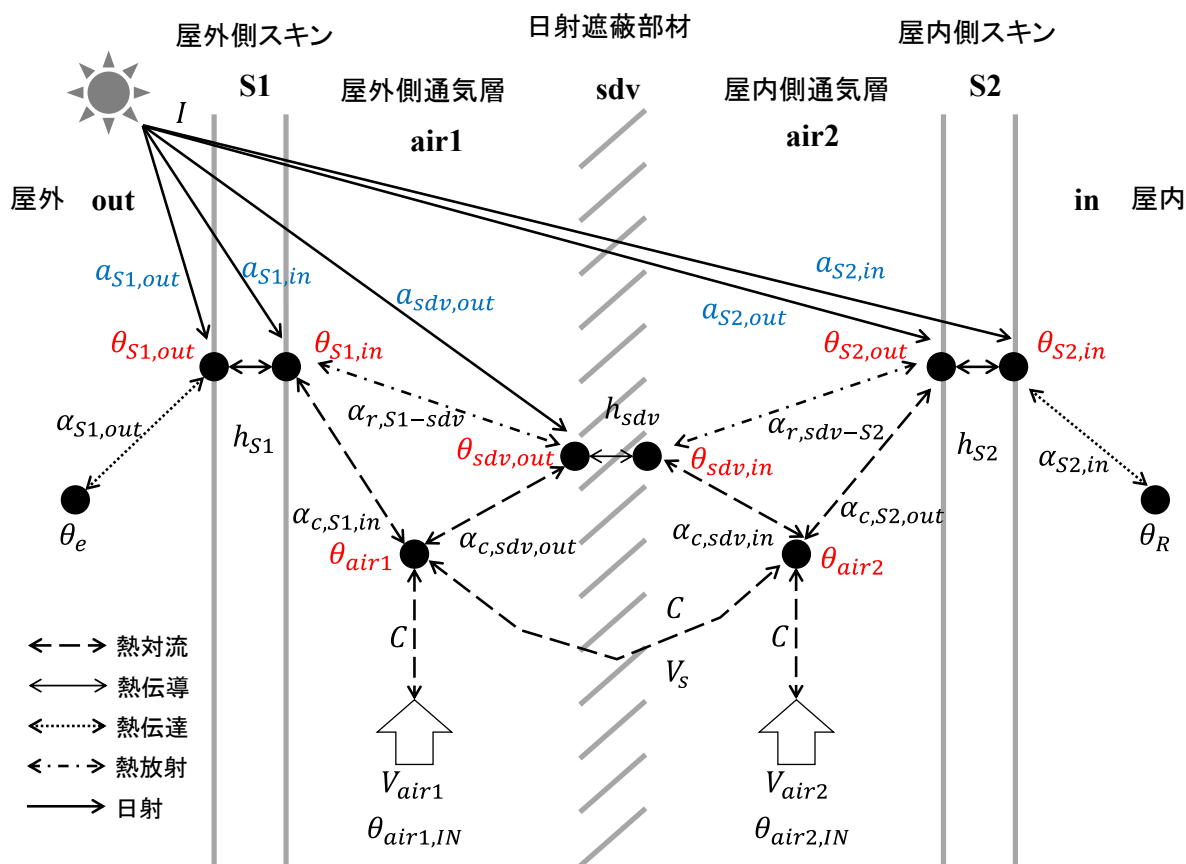


図 1 窓の各点における温度の計算モデルの概要

$$h_{S1} \cdot (\theta_{S1,in} - \theta_{S1,out}) + \alpha_{S1,out} \cdot (\theta_e - \theta_{S1,out}) + I_{a,S1,out} = 0 \quad (1)$$

$$h_{S1} \cdot (\theta_{S1,out} - \theta_{S1,in}) + \alpha_{r,S1-sdv} \cdot (\theta_{sdv,out} - \theta_{S1,in}) + \alpha_{c,S1,in} \cdot (\theta_{air1} - \theta_{S1,in}) + I_{a,S1,in} = 0 \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \alpha_{c,S1,in} \cdot (\theta_{S1,in} - \theta_{air1}) + \alpha_{c,sdv,out} \cdot (\theta_{sdv,out} - \theta_{air1}) + C \cdot \frac{V_{air1}}{3600 \cdot H} \\ \cdot (\theta_{air1,IN} \cdot \gamma_{air1,IN} - \theta_{air1} \cdot \gamma_{air1}) + C \cdot \frac{V_S}{3600} \cdot (\theta_{air2} \cdot \gamma_{air2} - \theta_{air1} \cdot \gamma_{air1}) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \alpha_{r,S1-sdv} \cdot (\theta_{S1,in} - \theta_{sdv,out}) + \alpha_{c,sdv,out} \cdot (\theta_{air1} - \theta_{sdv,out}) + h_{sdv} \cdot (\theta_{sdv,in} - \theta_{sdv,out}) \\ + I_{a,sdv,out} = 0 \end{aligned} \quad (4)$$

$$h_{sdv} \cdot (\theta_{sdv,out} - \theta_{sdv,in}) + \alpha_{c,sdv,in} \cdot (\theta_{air2} - \theta_{sdv,in}) + \alpha_{r,sdv-S2} \cdot (\theta_{S2,out} - \theta_{sdv,in}) = 0 \quad (5)$$

$$\begin{aligned} C \cdot \frac{V_S}{3600} \cdot (\theta_{air1} \cdot \gamma_{air1} - \theta_{air2} \cdot \gamma_{air2}) + \alpha_{c,sdv,in} \cdot (\theta_{sdv,in} - \theta_{air2}) + C \cdot \frac{V_{air2}}{3600 \cdot H} \\ \cdot (\theta_{air2,IN} \cdot \gamma_{air2,IN} - \theta_{air2} \cdot \gamma_{air2}) + \alpha_{c,S2,out} \cdot (\theta_{S2,out} - \theta_{air2}) = 0 \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} I_{a,S2,out} + \alpha_{r,sdv-S2} \cdot (\theta_{sdv,in} - \theta_{S2,out}) + \alpha_{c,S2,out} \cdot (\theta_{air2} - \theta_{S2,out}) + h_{S2} \cdot (\theta_{S2,in} - \theta_{S2,out}) \\ = 0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$h_{S2} \cdot (\theta_{S2,out} - \theta_{S2,in}) + \alpha_{S2,in} \cdot (\theta_R - \theta_{S2,in}) + I_{a,S2,in} = 0 \quad (8)$$

ここで、

h_{S1}	: 屋外側スキンの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
$\theta_{S1,in}$	: 屋外側スキンの内側の表面温度 (°C)
$\theta_{S1,out}$	: 屋外側スキンの外側の表面温度 (°C)
$\alpha_{S1,out}$	: 屋外側スキンの外側の表面熱伝達率 (W/(m ² ・K))
θ_e	: 相当外気温度 (°C)
$I_{a,S1,out}$	: 屋外側スキンの外側の吸収日射量 (W/m ²)
$\alpha_{r,S1-sdv}$	: 屋外側スキンと日射遮蔽部材との放射熱伝達率 (W/(m ² ・K))
$\theta_{sdv,out}$	: 日射遮蔽部材の外側の表面温度 (°C)
$\alpha_{c,S1,in}$	: 屋外側スキンの内側の対流熱伝達率 (W/(m ² ・K))
θ_{air1}	: 屋外側通気層の空気温度 (°C)
$I_{a,S1,in}$	: 屋外側スキンの内側の吸収日射量 (W/m ²)
$\alpha_{c,sdv,out}$	: 日射遮蔽部材の外側の対流熱伝達率 (W/(m ² ・K))
C	: 空気の比熱 (J/(kg・K))
V_{air1}	: 外側通気層の横方向長さ当たりの換気量 (m ³ /(h・m))
H	: 窓高さ (m)
$\theta_{air1,IN}$	: 外側通気層への流入空気温度 (°C)
$\gamma_{air1,IN}$	: 外側通気層への流入空気温度における通気層空気の密度 (kg/m ³)

γ_{air1}	: 屋外側通気層の空気温度における通気層空気の密度 (kg/m ³)
V_S	: スラット隙間を介した窓面積当たりの空気の移動量 (m ³ /(h・m ²))
θ_{air2}	: 内側通気層の空気温度 (°C)
γ_{air2}	: 内側通気層の空気温度における通気層空気の密度 (kg/m ³)
h_{sdv}	: 日射遮蔽部材の熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
$\theta_{sdv,in}$	: 日射遮蔽部材の内側の表面温度 (°C)
$I_{a,sdv,out}$	: 日射遮蔽部材の吸収日射量 (W/m ²)
$\alpha_{c,sdv,in}$	: 日射遮蔽部材の内側の対流熱伝達率 (W/(m ² ・K))
$\alpha_{r,sdv-S2}$	: 日射遮蔽部材と屋内側スキンとの放射熱伝達率 (W/(m ² ・K))
$\theta_{S2,out}$	: 屋内側スキンの外側の表面温度 (°C)
V_{air2}	: 内側通気層の横方向長さ当たりの換気量 (m ³ /(h・m))
$\theta_{air2,IN}$	: 内側通気層への流入空気温度 (°C)
$\gamma_{air2,IN}$	: 内側通気層への流入空気温度における通気層空気の密度 (kg/m ³)
$\alpha_{c,S2,out}$	: 屋内側スキンの外側の対流熱伝達率 (W/(m ² ・K))
$I_{a,S2,out}$	: 屋内側スキンの外側の吸収日射量 (W/m ²)
h_{S2}	: 屋内側スキンの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
$\theta_{S2,in}$	: 屋内側スキンの内側の表面温度 (°C)
$\alpha_{S2,in}$	: 屋内側スキンの内側の表面熱伝達率 (W/(m ² ・K))
θ_R	: 室内空気温度 (°C)
$I_{a,S2,in}$	: 屋内側スキンの内側の吸収日射量 (W/m ²)

である。スラット隙間を介した窓面積当たりの空気の移動量 V_S は 10.8 m³/(h・m²)とする。空気の比熱 C は 1006 J/(kg・K)とする。

A.4 屋外側スキンの熱コンダクタンス h_{S1}

屋外側スキンの熱コンダクタンス h_{S1} は、式(9)により表される。

$$h_{S1} = (1 - r_{S1}) \cdot h_{S1,glz} + r_{S1} \cdot h_{S1,frm} \quad (9)$$

ここで、

h_{S1}	: 屋外側スキンの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
$h_{S1,glz}$	: 屋外側スキンのグレージングの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
$h_{S1,frm}$	: 屋外側スキンのフレームの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
r_{S1}	: 屋外側スキンのフレームの面積比率 (-)

である。屋外側スキンのフレームの面積比率 r_{S1} は付録 C による。屋外側スキンのグレージングの熱コンダクタンス $h_{S1,glz}$ ・フレームの熱コンダクタンス $h_{S1,frm}$ は、式(10)及び式(11)により表される。

$$h_{S1,glz} = \frac{1}{R_{S1,glz}} \quad (10)$$

$$h_{S1,frm} = \frac{\lambda_{S1,frm}}{d_{S1,frm}} \quad (11)$$

ここで、

$h_{S1,glz}$	: 屋外側スキンのグレージングの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
--------------	--

$R_{S1,glz}$	: 屋外側スキンのグレージングの熱抵抗 ((m ² ・K)/W)
$h_{S1,frm}$	: 屋外側スキンのフレームの熱コンダクタンス (W/(m ² ・K))
$\lambda_{S1,frm}$	: 屋外側スキンのフレームの熱伝導率 (W/(m・K))
$d_{S1,frm}$	: 屋外側スキンのフレームの厚さ (m)

である。屋外側スキンのグレージングの熱抵抗 $R_{S1,glz}$ は、A.19 グレージングの熱抵抗に示す値とする。屋外側スキンのフレームの厚さ $d_{S1,frm}$ は 0.1 m とする。屋外側スキンのフレームの熱伝導率 $\lambda_{S1,frm}$ は 210 W/(m・K) とする。

A.5 相当外気温度 θ_e

相当外気温度 θ_e は、外気温度 θ_o とする。

$$\theta_e = \theta_o \quad (12)$$

ここで、

θ_e	: 相当外気温度 (°C)
θ_o	: 外気温 (°C)

である。

A.6 屋外側スキンの外側の吸収日射量 $I_{a,S1,out}$

屋外側スキンの外側の吸収日射量 $I_{a,S1,out}$ は、式(13)により表される。

$$I_{a,S1,out} = I \cdot a_{S1,out} \quad (13)$$

ここで、

$I_{a,S1,out}$	: 屋外側スキンの外側の吸収日射量 (W/m ²)
$a_{S1,out}$	: 屋外側スキンの外側の日射吸収率 (-)
I	: 入射日射量 (W/m ²)

である。

A.7 屋外側スキンと日射遮蔽部材との放射熱伝達率 $\alpha_{r,S1-sdv}$

屋外側スキンと日射遮蔽部材との放射熱伝達率 $\alpha_{r,S1-sdv}$ は、式(14)により表される。

$$\alpha_{r,S1-sdv} = \varepsilon_{S1,in} \cdot \varepsilon_{sdv,out} \cdot C_b \cdot \left((\theta_{S1,in} + 273.15)^2 + (\theta_{sdv,out} + 273.15)^2 \right) \cdot \left((\theta_{S1,in} + 273.15) + (\theta_{sdv,out} + 273.15) \right) \quad (14)$$

ここで、

$\alpha_{r,S1-sdv}$	: 屋外側スキンと日射遮蔽部材との放射熱伝達率 (W/(m ² ・K))
$\varepsilon_{S1,in}$	: 屋外側スキンの内側の放射率 (-)
$\varepsilon_{sdv,out}$	: 日射遮蔽部材の外側の放射率 (-)
C_b	: 黒体の放射定数 (W/(m ² ・K ⁴)) (=5.67×10 ⁻⁸ W/(m ² ・K ⁴))
$\theta_{S1,in}$	: 屋外側スキンの内側の表面温度 (°C)
$\theta_{sdv,out}$	: 日射遮蔽部材の外側の表面温度 (°C)

である。日射遮蔽部材の外側の放射率 $\varepsilon_{sdv,out}$ は 0.301 とする。屋外側スキンの内側の放射率 $\varepsilon_{S1,in}$ は、式(15)により表される。

$$\varepsilon_{S1,in} = (1 - r_{S1}) \cdot \varepsilon_{S1,in,glz} + r_{S1} \cdot \varepsilon_{S1,in,frm} \quad (15)$$

ここで、

- $\varepsilon_{S1,in}$: 屋外側スキンの内側の放射率(-)
- $\varepsilon_{S1,in,glz}$: 屋外側スキンの内側におけるグレージングの放射率(-)
- $\varepsilon_{S1,in,frm}$: 屋外側スキンの内側におけるフレームの放射率(-)
- r_{S1} : 屋外側スキンのフレームの面積比率(-)

である。屋外側スキンの内側におけるグレージングの放射率 $\varepsilon_{S1,in,glz}$ は 0.837、屋外側スキンの内側におけるフレームの放射率 $\varepsilon_{S1,in,frm}$ は 0.3 とする。屋外側スキンのフレームの面積比率 r_{S1} は付録 C による。

A.8 屋外側スキンの内側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,S1,in}$

屋外側スキンの内側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,S1,in}$ は、式(16)により表される。

$$\alpha_{c,S1,in} = 4 + 4 \cdot v \quad (16)$$

ここで、

- $\alpha_{c,S1,in}$: 屋外側スキンの内側の対流熱伝達率(W/(m²・K))
- v : 通気層における通気の風速(m/s)

である。

A.9 屋外側スキンの内側の吸収日射量 $I_{a,S1,in}$

屋外側スキンの内側の吸収日射量 $I_{a,S1,in}$ は、式(17)により表される。日射を考慮しない場合は0とする。

$$I_{a,S1,in} = I \cdot a_{S1,in} \quad (17)$$

ここで、

- $I_{a,S1,in}$: 屋外側スキンの内側の吸収日射量(W/m²)
- $a_{S1,in}$: 屋外側スキンの内側の日射吸収率(-)
- I : 入射日射量(W/m²)

である。

A.10 日射遮蔽部材の外側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,sdv,out}$

日射遮蔽部材の外側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,sdv,out}$ は、式(18)により表される。

$$\alpha_{c,sdv,out} = \alpha_{c,S1,in} \quad (18)$$

ここで、

- $\alpha_{c,sdv,out}$: 日射遮蔽部材の外側の対流熱伝達率(W/(m²・K))
- $\alpha_{c,S1,in}$: 屋外側スキンの内側の対流熱伝達率(W/(m²・K))

である。

A.11 日射遮蔽部材の熱コンダクタンス h_{sdv}

日射遮蔽部材の熱コンダクタンス h_{sdv} は、式(19)により表される。

$$h_{sdv} = \frac{1}{R_{sdv}} \quad (19)$$

ここで、

- h_{sdv} : 日射遮蔽部材の熱コンダクタンス ($W/(m^2 \cdot K)$)
 R_{sdv} : 日射遮蔽部材の熱抵抗 ($(m^2 \cdot K)/W$)

である。日射遮蔽部材の熱抵抗 R_{sdv} は、 $0.001(m^2 \cdot K)/W$ とする。

A.12 日射遮蔽部材の吸収日射量 $I_{a,sdv,out}$

日射遮蔽部材の吸収日射量 $I_{a,sdv,out}$ は、式(20)により表される。

$$I_{a,sdv,out} = I \cdot a_{sdv,out} \quad (20)$$

ここで、

- $I_{a,sdv,out}$: 日射遮蔽部材の外側の吸収日射量 (W/m^2)
 I : 入射日射量 (W/m^2)
 $a_{sdv,out}$: 日射遮蔽部材の外側の日射吸収率 (-)

である。

A.13 日射遮蔽部材と屋内側スキンとの放射熱伝達率 $\alpha_{r,sdv-S2}$

日射遮蔽部材と屋内側スキンとの放射熱伝達率 $\alpha_{r,sdv-S2}$ は、式(21)により表される。

$$\alpha_{r,sdv-S2} = \varepsilon_{sdv,in} \cdot \varepsilon_{S2,out} \cdot C_b \cdot \left((\theta_{sdv,in} + 273.15)^2 + (\theta_{S2,out} + 273.15)^2 \right) \cdot \left((\theta_{sdv,in} + 273.15) + (\theta_{S2,out} + 273.15) \right) \quad (21)$$

ここで、

- $\alpha_{r,sdv-S2}$: 日射遮蔽部材と屋内側スキンとの放射熱伝達率 ($W/(m^2 \cdot K)$)
 $\varepsilon_{S2,out}$: 屋内側スキンの外側の放射率 (-)
 $\varepsilon_{sdv,in}$: 日射遮蔽部材の内側の放射率 (-)
 C_b : 黒体の放射定数 ($W/(m^2 \cdot K^4)$)
 $\theta_{S2,out}$: 屋外側スキンの外側の表面温度 ($^{\circ}C$)
 $\theta_{sdv,in}$: 日射遮蔽部材の内側の表面温度 ($^{\circ}C$)

である。日射遮蔽部材の内側の放射率 $\varepsilon_{sdv,in}$ は0.334とする。屋内側スキンの外側の放射率 $\varepsilon_{S2,out}$ は、式(22)により表される。

$$\varepsilon_{S2,out} = (1 - r_{S2}) \cdot \varepsilon_{S2,out,glz} + r_{S2} \cdot \varepsilon_{S2,out,frm} \quad (22)$$

ここで、

- $\varepsilon_{S2,out}$: 屋内側スキンの外側の放射率 (-)
 $\varepsilon_{S2,out,glz}$: 屋内側スキンの外側におけるグレージングの放射率 (-)
 $\varepsilon_{S2,out,frm}$: 屋内側スキンの外側におけるフレームの放射率 (-)
 r_{S2} : 屋内側スキンのフレームの面積比率 (-)

である。屋内側スキンの外側におけるグレージングの放射率 $\varepsilon_{S2,out,glz}$ は、0.837とする。屋内側スキンの外側におけるフレームの放射率 $\varepsilon_{S2,out,frm}$ は、0.8とする。屋内側スキンのフレームの面積比率 r_{S2} は付録 C による。

A.14 日射遮蔽部材の内側の対流熱伝達 $\alpha_{c,sdv,in}$

日射遮蔽部材の内側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,sdv,in}$ は、式(23)により表される。

$$\alpha_{c,sv,in} = \alpha_{c,S1,in} \quad (23)$$

ここで、

$\alpha_{c,sv,in}$: 日射遮蔽部材の内側の対流熱伝達率 (W/(m²・K))

$\alpha_{c,S1,in}$: 屋外側スキンの内側の対流熱伝達率 (W/(m²・K))

である。

A.15 屋内側スキンの外側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,S2,out}$

屋内側スキンの外側の対流熱伝達率 $\alpha_{c,S2,out}$ は、式 (24) により表される。

$$\alpha_{c,S2,out} = \alpha_{c,S1,in} \quad (24)$$

ここで、

$\alpha_{c,S2,out}$: 屋内側スキンの外側の対流熱伝達率 (W/(m²・K))

$\alpha_{c,S1,in}$: 屋外側スキンの内側の対流熱伝達率 (W/(m²・K))

である。

A.16 屋内側スキンの熱コンダクタンス h_{S2}

屋内側スキンの熱コンダクタンス h_{S2} は、式 (25) により表される。

$$h_{S2} = (1 - r_{S2}) \cdot h_{S2,glz} + r_{S2} \cdot h_{S2,frm} \quad (25)$$

ここで、

h_{S2} : 屋内側スキンの熱コンダクタンス (W/(m²・K))

$h_{S2,glz}$: 屋内側スキンのグレージングの熱コンダクタンス (W/(m²・K))

$h_{S2,frm}$: 屋内側スキンのフレームの熱コンダクタンス (W/(m²・K))

r_{S2} : 屋内側スキンのフレームの面積比率 (-)

である。屋内側スキンのグレージングの熱コンダクタンス $h_{S2,glz}$ ・フレームの熱コンダクタンス $h_{S2,frm}$ は、式 (26) 及び (27) により表される。

$$h_{S2,glz} = \frac{1}{R_{S2,glz}} \quad (26)$$

$$h_{S2,frm} = \frac{\lambda_{S2,frm}}{d_{S2,frm}} \quad (27)$$

ここで、

$h_{S2,glz}$: 屋内側スキンのグレージングの熱コンダクタンス (W/(m²・K))

$R_{S2,glz}$: 屋内側スキンのグレージングの熱抵抗 ((m²・K)/W)

$h_{S2,frm}$: 屋内側スキンのフレームの熱コンダクタンス (W/(m²・K))

$\lambda_{S2,frm}$: 屋内側スキンのフレームの熱伝導率 (W/(m・K))

$d_{S2,frm}$: 屋内側スキンのフレームの厚さ (m)

である。屋内側スキンのグレージングの熱抵抗 $R_{S2,glz}$ は、A.19 グレージングの熱抵抗に示す値を用いる。屋内側スキンのフレームの厚さ $d_{S2,frm}$ は、0.1m とする。屋内側スキンのフレームの熱伝導率 $\lambda_{S2,frm}$ は 1.6W/(m・K) とする。

A.17 屋内側スキンの外側の吸収日射量 $I_{a,S2,out}$

屋内側スキンの外側の吸収日射量 $I_{a,S2,out}$ は、式(28)により表される。日射を考慮しない場合は0とする。

$$I_{a,S2,out} = I \cdot a_{S2,out} \quad (28)$$

ここで

$I_{a,S2,out}$: 屋内側スキンの外側の吸収日射量(W/m²)

$a_{S2,out}$: 屋内側スキンの外側の日射吸収率(-)

I : 入射日射量(W/m²)

である。

A.18 屋内側スキンの内側の吸収日射量 $I_{a,S2,in}$

屋内側スキンの内側の吸収日射量 $I_{a,S2,in}$ は、式(29)により表される。日射を考慮しない場合は0とする。

$$I_{a,S2,in} = I \cdot a_{S2,in} \quad (29)$$

ここで、

$I_{a,S2,in}$: 屋内側スキンの内側の吸収日射量(W/m²)

$a_{S2,in}$: 屋内側スキンの内側の日射吸収率(-)

I : 入射日射量(W/m²)

である。

A.19 グレージングの熱抵抗

屋外側スキンのグレージングの熱抵抗 $R_{S1,glz}$ と屋内側スキンのグレージングの熱抵抗 $R_{S2,glz}$ は、グレージングの種類(ガラスの種類・中空層の幅)に応じて表 3 に示す値を用いる。

表 3 グレージングの熱抵抗

ガラスの種類	中空層幅	熱抵抗 ((m ² ・K)/W)
単板ガラス	—	0.003
複層ガラス	6mm 以下	0.108
	12mm 以下	0.143
	12mm より大きい	0.155
Low-E 複層ガラス (日射取得型)	6mm 以下	0.189
	12mm 以下	0.327
	12mm より大きい	0.401
Low-E 複層ガラス (日射遮蔽型)	6mm 以下	0.189
	12mm 以下	0.327
	12mm より大きい	0.401

A.20 通気層における通気の風速 v

通気層における通気の風速 v は、式(30)により表される。

$$v = \frac{V_{all}}{3600 \cdot (d_{air1} + d_{air2})} \quad (30)$$

ここで、

v : 通気層における通気の風速 (m/s)

V_{all} : 全通気層の横方向長さ当たりの換気量 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$)

d_{air1} : 外側通気層厚さ (m)

d_{air2} : 内側通気層厚さ (m)

である。

A.21 通気層の換気量

外側通気層の横方向長さ当たりの換気量 V_{air1} ・内側通気層の横方向長さ当たりの換気量 V_{air2} は、式(31)及び式(32)により表される。

$$V_{air1} = V_{all} \cdot \kappa \quad (31)$$

$$V_{air2} = V_{all} \cdot (1 - \kappa) \quad (32)$$

ここで、

V_{air1} : 外側通気層の横方向長さ当たりの換気量 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$)

V_{air2} : 内側通気層の横方向長さ当たりの換気量 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$)

V_{all} : 全通気層の横方向長さ当たりの換気量 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$)

κ : 外側通気層の厚みの配分率 (-)

である。外側通気層の厚みの配分率 κ は、外側通気層厚さ d_{air1} と内側通気層厚さ d_{air2} から、式(33)により表される。

$$\kappa = \frac{d_{air1}}{d_{air1} + d_{air2}} \quad (33)$$

ここで、

κ : 外側通気層の厚みの配分率 (-)

d_{air1} : 外側通気層厚さ (m)

d_{air2} : 内側通気層厚さ (m)

である。

全通気層の横方向長さ当たりの換気量 V_{all} は、窓の種類に応じて式(34)により表される。

$$V_{all} = \begin{cases} H \cdot V_{AF} & (\text{エアフローウィンドウの場合}) \\ 3600 \cdot A_{wu} \sqrt{\frac{\frac{A_{le}^2}{\gamma_{air1}}}{\frac{A_{wu}^2}{\gamma_o} + \frac{A_{le}^2}{\gamma_{air1}}} \cdot \frac{2|\gamma_o - \gamma_{air1}|}{\gamma_o} \cdot g \cdot H} & (\text{ダブルスキンの場合}) \end{cases} \quad (34)$$

ここで、

V_{all} : 全通気層の横方向長さ当たりの換気量 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m})$)

V_{AF} : エアフローウィンドウ用に設置したファンの単位窓面積当たりの設計通気風量 ($\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$)

H : 窓高さ (m)

A_{wu} : 流入側有効開口面積 (m^2/m)

A_{le} : 流出側有効開口面積 (m^2/m)

γ_o : 外気空気密度 (kg/m^3)

γ_{air1} : 外側通気層の空気温度における通気層空気の密度 (kg/m^3)

g : 重力加速度 (m/s^2) ($=9.8\text{m/s}^2$)

である。ダブルスキンの場合は、日射を考慮した計算Ⅱの場合、A.21 により計算される。日射を考慮しない計算Ⅲの場合は、日射を考慮した計算Ⅱで求めた値を用いる。窓高さ H 、流入側有効開口面積 A_{wu} 、流出側有効開口面積 A_{le} は、付録 C より求める。

A.22 空気の密度

外気空気密度 γ_o 、外側通気層への流入空気温度における通気層空気の密度 $\gamma_{air1,IN}$ 、内側通気層への流入空気温度における通気層空気の密度 $\gamma_{air2,IN}$ 、外側通気層の空気温度における通気層空気の密度 γ_{air1} 、内側通気層の空気温度における通気層空気の密度 γ_{air2} は、それぞれ対応する空気温度(外気温度 θ_o 、外側通気層への流入空気温度 $\theta_{air1,IN}$ 、内側通気層への流入空気温度 $\theta_{air2,IN}$ 、外側通気層の空気温度 θ_{air1} 、内側通気層の空気温度 θ_{air2})に応じて式(35)により表される。

$$\gamma = \frac{353.25}{\theta + 273.15} \quad (35)$$

ここで、

γ : 空気密度 (kg/m^3)

θ : 空気温度 ($^{\circ}\text{C}$)

である。

外側通気層への流入空気温度 $\theta_{air1,IN}$ 、内側通気層への流入空気温度 $\theta_{air2,IN}$ は、窓の種類に応じて式(36)により表される。

$$\theta_{air1,IN} = \theta_{air,IN} \quad (36a)$$

$$\theta_{air2,IN} = \theta_{air,IN} \quad (36b)$$

$$\theta_{air,IN} = \begin{cases} \theta_R & (\text{エアフローウィンドウの場合}) \\ \theta_{\blacksquare} & (\text{ダブルスキンの場合}) \end{cases} \quad (36c)$$

ここで、

$\theta_{air1,IN}$: 外側通気層への流入空気温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$\theta_{air2,IN}$: 内側通気層への流入空気温度 ($^{\circ}\text{C}$)

$\theta_{air,IN}$: 通気層への流入空気温度 ($^{\circ}\text{C}$)

θ_R : 室内空気温度 ($^{\circ}\text{C}$)

θ_o : 外気温度 ($^{\circ}\text{C}$)

である。

付録 B 屋外側スキン、屋内側スキン及び日射遮蔽部材からなるグレージング複合体の多重反射計算

B.1 適用範囲

本付録は、屋外側スキン、屋内側スキン及び日射遮蔽部材からなるグレージング複合体の多重反射計算の方法を示すものである。

B.2 記号及び単位

B.2.1 記号

本付録で用いる記号及び単位は表 1 による。

表 1 記号及び単位

記号	意味	単位
a	日射吸収率	—
a'	多重反射後の日射吸収率	—
k	全体の日射吸収量に占める部位の日射吸収量の割合	—
r	フレームの面積比率	—
ρ	日射反射率	—
ρ'	多重反射後の日射反射率	—
τ	日射透過率	—
τ'	多重反射後の日射透過率	—

B.2.2 添え字

本付録で用いる添え字は表 2 による。

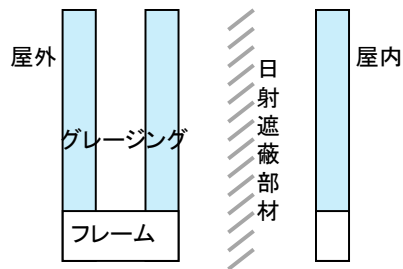
表 2 添え字

添え字	意味
b	室内側からの入射光
sdv	日射遮蔽部材
frm	フレーム
f	室外側からの入射光
glz	グレージング
in	室内側
IS	内側の層
j	層
out	室外側
OS	外側の層
$S1$	屋外側スキン
$S2$	屋内側スキン

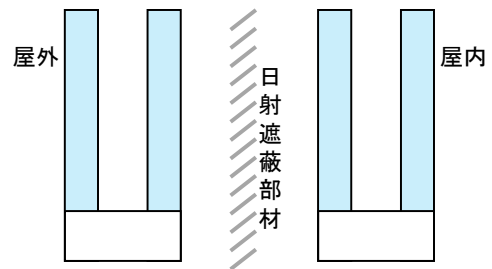
B.3 計算の概要

屋外側スキン、屋内側スキン及び日射遮蔽部材が、平行して組み合わされたグレージング複合体について、構成は図 1 に示す 4 通りとする。

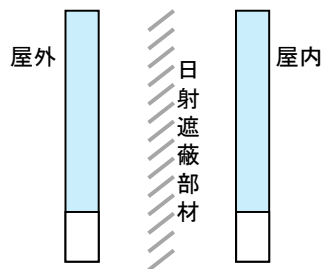
①複層ガラス+日射遮蔽部材+単板ガラスの場合



②複層ガラス+日射遮蔽部材+複層ガラスの場合



③単板ガラス+日射遮蔽部材+単板ガラスの場合



④単板ガラス+日射遮蔽部材+複層ガラスの場合

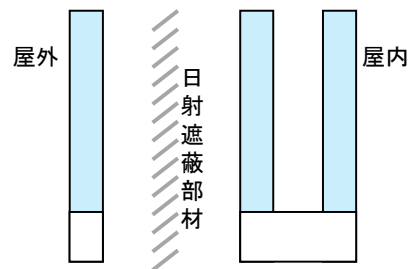


図 1 グレージング複合体の構成の種類

計算概要を図 2 に示す。「B.4 グレージング複合体の各層 j における光学特性」では、屋外側スキンと屋内側スキンのグレージングの種類及びフレームの面積比率を入力項目とし、室外側または室内側からの入射光に対するグレージング、フレーム及び日射遮蔽部材の各部位の光学特性から、各層 j の光学特性($\bar{\rho}_{f,j}$ 、 $\bar{\rho}_{b,j}$ 、 $\bar{\tau}_{f,j}$ 、 $\bar{\tau}_{b,j}$ 、 $\bar{a}_{f,j}$ 、 $\bar{a}_{b,j}$)と各層 j の部位別日射吸収量の割合 k_j を求める。次に、「B.5 グレージング複合体の各層 j における多重反射計算」では、各層 j の光学特性を用いて多重反射計算を行い、各層 j の多重反射後の日射吸収率 $\bar{a}'_j$ と、本文で用いるグレージング複合体の総合平均日射透過率 $\bar{\tau}$ を求める。最後に、「B.6 グレージング複合体の各部位における多重反射後の日射吸収率」では、各層 j の部位別日射吸収量の割合 k_j と各層 j の多重反射後の日射吸収率 $\bar{a}'_j$ から、本文(付録 A)で用いる各部位の日射吸収率($a_{s1,out}$ 、 $a_{s1,in}$ 、 $a_{sdv,out}$ 、 $a_{s2,out}$ 、 $a_{s2,in}$)を求める。

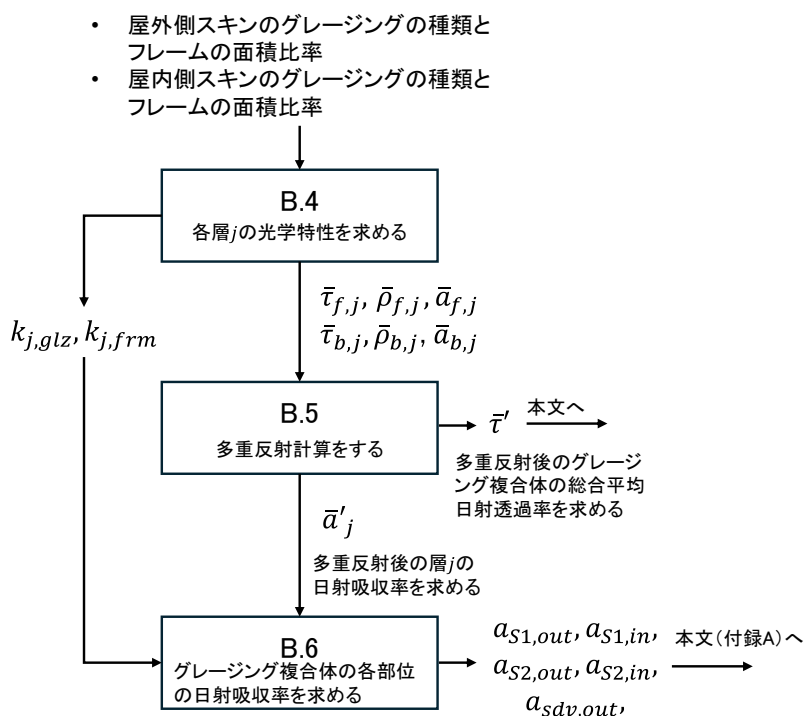


図 2 付録 B の計算概要

B.4 グレージング複合体の各層jにおける光学特性

屋外側スキンと屋内側スキンのグレージングの種類及びフレームの面積比率を入力項目とし、各層jの光学特性を求める。グレージング複合体の構成に応じた各部位は、表 3 に表す各層jの番号で対応させる。グレージングの種類が単層か複層かにより、層の数が異なるため、jは3から5の値をとり、屋外側から割り振る。

表 3 グレージング複合体の構成に対応する層番号

グレージング複合体の構成	j = 1	j = 2	j = 3	j = 4	j = 5
①複層ガラス＋日射遮蔽部材＋単板ガラスの場合	屋外側スキンの外側の層	屋外側スキンの内側の層	日射遮蔽部材	屋内側スキン	－
②複層ガラス＋日射遮蔽部材＋複層ガラスの場合	屋外側スキンの外側の層	屋外側スキンの内側の層	日射遮蔽部材	屋内側スキンの外側の層	屋内側スキンの内側の層
③単板ガラス＋日射遮蔽部材＋単板ガラスの場合	屋外側スキン	日射遮蔽部材	屋内側スキン	－	－
④単板ガラス＋日射遮蔽部材＋複層ガラスの場合	屋外側スキン	日射遮蔽部材	屋内側スキンの外側の層	屋内側スキンの内側の層	－

計算概要を図 3 に示す。グレージング複合体の層jにおける光学特性は、各部位の光学特性から、室外側と室内側からの入射光に対する各層jの平均日射透過率 $\bar{\tau}_{f,j} \cdot \bar{\tau}_{b,j}$ 、平均日射反射率 $\bar{\rho}_{f,j} \cdot \bar{\rho}_{b,j}$ 、平均日射吸収率 $\bar{a}_{f,j} \cdot \bar{a}_{b,j}$ を求める。また、層jがグレージングとフレームが複合している場合、フレームの面積比率 r_j でそれぞれの部位の光学特性を加重平均し、層jの全体の日射吸収量に占めるグレージングの日射吸収量の割合 $k_{j,glz}$ 、フレームの日射吸収量の割合 $k_{j,frm}$ を求める。層jが日射遮蔽部材の場合は、日射遮蔽部材の値を用いる。

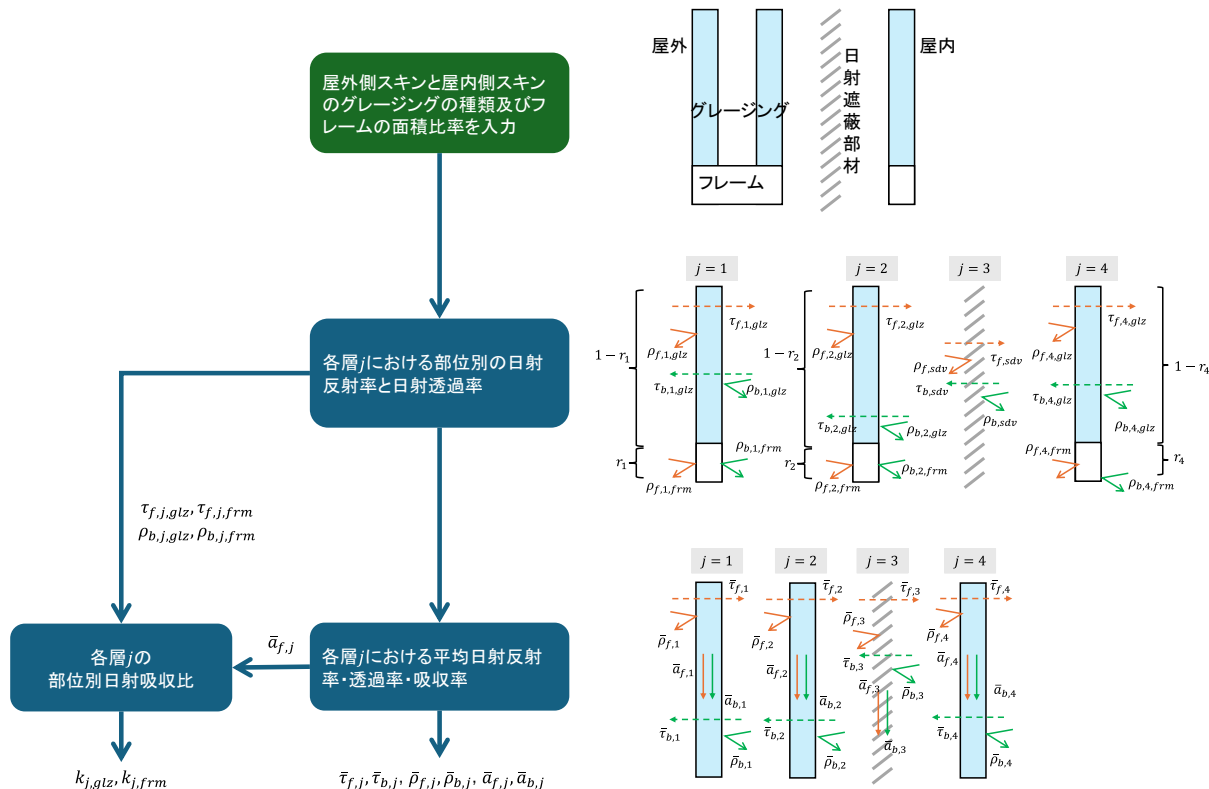


図 3 B.4 の計算概要

B.4.1 各層 j のグレーズングまたはフレームの日射吸収量の割合 k_j

グレージング複合体の層 j の全体の日射吸収量に占めるグレージングの日射吸収量の割合 $k_{j,glz}$ は、式(1)により算出される。グレージング複合体の層 j の全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合 $k_{j,flm}$ は、式(2)により算出される。

$$k_{j,glz} = \frac{1 - \tau_{f,j,glz} - \rho_{f,j,glz}}{\bar{a}_{f,j}} (1 - r_j) \quad (1)$$

$$k_{j,frm} = \frac{1 - \tau_{f,j,frm} - \rho_{f,j,frm}}{\bar{a}_{f,j}} \cdot r_j \quad (2)$$

ここで、

$k_{j,glz}$	: 層 j の全体の日射吸収量に占めるグレージングの日射吸収量の割合
$k_{j,frm}$	: 層 j の全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合
$\bar{a}_{f,j}$	: 層 j の室外側からの入射光に対する平均日射吸収率
$\tau_{f,j,glz}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するグレージングの日射透過率
$\tau_{f,j,frm}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するフレームの日射透過率
$\rho_{f,j,glz}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するグレージングの日射反射率
$\rho_{f,j,frm}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するフレームの日射反射率
r_j	: 層 j のフレームの面積比率

である。層 j のフレームの面積比率は r_j は、付録 C に示す値を用いる。

B.4.2 平均日射吸収率 $\bar{a}_j$

グレージング複合体の層 j における室外側からの入射光に対する平均日射吸収率 $\bar{a}_{f,j}$ ・室内側からの入射光に対する平均日射吸収率 $\bar{a}_{b,j}$ は、式(3)及び(4)により算出される。

$$\bar{a}_{f,j} = 1 - \bar{\tau}_{f,j} - \bar{\rho}_{f,j} \quad (3)$$

$$\bar{a}_{b,j} = 1 - \bar{\tau}_{b,j} - \bar{\rho}_{b,j} \quad (4)$$

ここで、

$\bar{a}_{f,j}$	: 層 j の室外側からの入射光に対する平均日射吸収率
$\bar{a}_{b,j}$	: 層 j の室内側からの入射光に対する平均日射吸収率
$\bar{\tau}_{f,j}$	: 層 j の室外側からの入射光に対する平均日射透過率
$\bar{\tau}_{b,j}$	: 層 j の室内側からの入射光に対する平均日射透過率
$\bar{\rho}_{f,j}$	: 層 j の室外側からの入射光に対する平均日射反射率
$\bar{\rho}_{b,j}$	: 層 j の室内側からの入射光に対する平均日射反射率

である。

B.4.3 平均日射透過率 $\bar{\tau}_j$

グレージング複合体の層 j における室外側からの入射光に対する平均日射透過率 $\bar{\tau}_{f,j}$ ・室内側からの入射光に対する平均日射透過率 $\bar{\tau}_{b,j}$ は、式(5)及び式(6)により算出される。

$$\bar{\tau}_{f,j} = \begin{cases} (1 - r_j) \cdot \tau_{f,j,glz} + r_j \cdot \tau_{f,j,frm} & \text{(グレージングとフレームの複合体の場合)} \\ \tau_{f,sv} & \text{(日射遮蔽部材の場合)} \end{cases} \quad (5)$$

$$\bar{\tau}_{b,j} = \begin{cases} (1 - r_j) \cdot \tau_{b,j,glz} + r_j \cdot \tau_{b,j,frm} & \text{(グレージングとフレームの複合体の場合)} \\ \tau_{b,sv} & \text{(日射遮蔽部材の場合)} \end{cases} \quad (6)$$

ここで、

r_j	: 層 j のフレームの面積比率
$\bar{\tau}_{f,j}$	: 層 j の室外側からの入射光に対する平均日射透過率
$\tau_{f,j,glz}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するグレージングの日射透過率
$\tau_{f,j,frm}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するフレームの日射透過率
$\tau_{f,sv}$	: 室外側からの入射光に対する日射遮蔽部材の日射透過率(=0.308)
$\bar{\tau}_{b,j}$	: 層 j の室内側からの入射光に対する平均日射透過率
$\tau_{b,j,glz}$	: 層 j の室内側からの入射光に対するグレージングの日射透過率
$\tau_{b,j,frm}$	: 層 j の室内側からの入射光に対するフレームの日射透過率
$\tau_{b,sv}$	: 室内側からの入射光に対する日射遮蔽部材の日射透過率(=0.306)

である。

B.4.4 平均日射反射率 $\bar{\rho}_j$

グレージング複合体の層 j における室外側から入射光に対する平均日射反射率 $\bar{\rho}_{f,j}$ ・室内側からの入射光に対する平均日射反射率 $\bar{\rho}_{b,j}$ は、式(7)及び式(8)により算出される。

$$\bar{\rho}_{f,j} = \begin{cases} (1-r_j) \cdot \rho_{f,j,glz} + r_j \cdot \rho_{f,j,frm} & (\text{グレージングとフレームの複合体の場合}) \\ \rho_{f,sdv} & (\text{日射遮蔽部材の場合}) \end{cases} \quad (7)$$

$$\bar{\rho}_{b,j} = \begin{cases} (1-r_j) \cdot \rho_{b,j,glz} + r_j \cdot \rho_{b,j,frm} & (\text{グレージングとフレームの複合体の場合}) \\ \rho_{b,sdv} & (\text{日射遮蔽部材の場合}) \end{cases} \quad (8)$$

ここで、

r_j	: 層 j のフレームの面積比率
$\bar{\rho}_{f,j}$	: 層 j の室外側からの入射光に対する平均日射反射率
$\rho_{f,j,glz}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するグレージングの日射反射率
$\rho_{f,j,frm}$	: 層 j の室外側からの入射光に対するフレームの日射反射率
$\rho_{f,sdv}$	: 室外側からの入射光に対する日射遮蔽部材の日射反射率(=0.391)
$\bar{\rho}_{b,j}$	: 層 j の室内側からの入射光に対する平均日射反射率
$\rho_{b,j,glz}$	: 層 j の室内側からの入射光に対するグレージングの日射反射率
$\rho_{b,j,frm}$	: 層 j の室内側からの入射光に対するフレームの日射反射率
$\rho_{b,sdv}$	: 室内側からの入射光に対する日射遮蔽部材の日射反射率(=0.360)

である。層 j のフレームの面積比率は r_j は、付録 C に示す値を用いる。

B.4.5 グレージングとフレームの光学特性

層 j の室外側からの入射光に対するグレージングの日射透過率 $\tau_{f,j,glz}$ 、日射反射率 $\rho_{f,j,glz}$ 、室内側からの入射光に対するグレージングの日射透過率 $\tau_{b,j,glz}$ 、日射反射率 $\rho_{b,j,glz}$ は、表 4 に定める値とする。

層 j の室外側からの入射光に対するフレームの日射透過率 $\tau_{f,j,frm}$ 、日射反射率 $\rho_{f,j,frm}$ 、室内側からの入射光に対するフレームの日射透過率 $\tau_{b,j,frm}$ 、日射反射率 $\rho_{b,j,frm}$ は、表 5 に定める値とする。

表 4 グレージングの光学特性

ガラスの種類	当該ガラスの位置	日射透過率[-] (室内側・室外側)	日射反射率[-]	
			室外側	室内側
単板ガラス	—	0.867	0.077	0.077
複層ガラス	外側	0.867	0.077	0.077
	内側	0.867	0.077	0.077
Low-E 複層ガラス(日射取得型)	外側	0.867	0.077	0.077
	内側	0.608	0.244	0.216
Low-E 複層ガラス(日射遮蔽型)	外側	0.410	0.373	0.443
	内側	0.867	0.077	0.077

表 5 フレームの光学特性

ガラスの種類	当該ガラスの位置		日射透過率[-] (室内側・室外側)	日射反射率[-]	
				室外側	室内側
単板ガラス	屋外側スキン		0	0.7	0.7
	屋内側スキン		0	0.2	0.2
複層ガラス Low-E 複層ガラス(日射取得型) Low-E 複層ガラス(日射遮蔽型)	屋外側スキン	外側	0	0.7	0
		内側	0	0	0.7
	屋内側スキン	外側	0	0.2	0
		内側	0	0	0.2

B.5 グレージング複合体の各層*j*における多重反射計算

グレージング複合体の各層*j*における多重反射計算は、「B.4 グレージング複合体の各層*j*における光学特性」で求めるグレージング複合体の各構成に応じた各層*j*の光学特性の値を用いて、グレージング複合体の総合平均日射透過率 $\bar{\tau}'$ と各層*j*の日射吸収率 $\bar{a}'_j$ を求める。

グレージング複合体の総合平均日射透過率 $\bar{\tau}'_{f,1,n}$ 及び各層の日射吸収率は $\bar{a}'_j$ 、*n*層からなるグレージング複合体の各層の平均日射透過率 $\bar{\tau}_{f,j}$ 、 $\bar{\tau}_{b,j}$ 及び平均日射反射率 $\bar{\rho}_{f,j}$ 、 $\bar{\rho}_{b,j}$ 、平均日射吸収率 $\bar{a}_{f,j}$ 、 $\bar{a}_{b,j}$ から、以下の式(9)～(13)を逐次計算することで算出する。*i*、*j*は層の位置を表す整数をとり、 $1 \leq i, i \leq j, j \leq n$ とし、屋外側から順に数える。

$$\bar{\tau}'_{f,i,j} = \begin{cases} \frac{\bar{\tau}'_{f,i,j-1} \cdot \bar{\tau}_{f,j}}{1 - \bar{\rho}'_{b,i,j-1} \cdot \bar{\rho}_{f,j}} & (j \neq i) \\ \bar{\tau}_{f,j} & (j = i) \end{cases} \quad (9)$$

$$\bar{\tau}'_{b,i,j} = \begin{cases} \frac{\bar{\tau}_{b,j} \cdot \bar{\tau}'_{b,i,j-1}}{1 - \bar{\rho}'_{b,i,j-1} \cdot \bar{\rho}_{f,j}} & (j \neq i) \\ \bar{\tau}_{b,j} & (j = i) \end{cases} \quad (10)$$

$$\bar{\rho}'_{f,i,j} = \begin{cases} \bar{\rho}'_{f,i,j-1} + \frac{\bar{\tau}'_{f,i,j-1} \cdot \bar{\rho}_{f,j} \cdot \bar{\tau}'_{b,i,j-1}}{1 - \bar{\rho}'_{b,i,j-1} \cdot \bar{\rho}_{f,j}} & (j \neq i) \\ \bar{\rho}_{f,j} & (j = i) \end{cases} \quad (11)$$

$$\bar{\rho}'_{b,i,j} = \begin{cases} \bar{\rho}_{b,j} + \frac{\bar{\tau}_{b,j} \cdot \bar{\rho}'_{b,i,j-1} \cdot \bar{\tau}_{f,j}}{1 - \bar{\rho}'_{b,i,j-1} \cdot \bar{\rho}_{f,j}} & (j \neq i) \\ \bar{\rho}_{b,j} & (j = i) \end{cases} \quad (12)$$

$$\bar{a}'_j = \begin{cases} \frac{\bar{\tau}'_{f,1,j-1} \cdot \bar{a}_{f,j}}{1 - \bar{\rho}'_{b,1,j-1} \cdot \bar{\rho}'_{f,j,n}} + \frac{\bar{\tau}'_{f,1,j} \cdot \bar{\rho}'_{f,j+1,n} \cdot \bar{a}_{b,j}}{1 - \bar{\rho}'_{b,1,j} \cdot \bar{\rho}'_{f,j+1,n}} & (1 < j < n) \\ \bar{a}_{f,j} + \frac{\bar{\tau}'_{f,1,j} \cdot \bar{\rho}'_{f,j+1,n} \cdot \bar{a}_{b,j}}{1 - \bar{\rho}'_{b,1,j} \cdot \bar{\rho}'_{f,j+1,n}} & (j = 1) \\ \frac{\bar{\tau}'_{f,1,j-1} \cdot \bar{a}_{f,j}}{1 - \bar{\rho}'_{b,1,j-1} \cdot \bar{\rho}'_{f,j,n}} & (j = n) \end{cases} \quad (13)$$

ここで、

$\bar{\tau}'_{f,i,j}$	: 層 <i>i</i> - <i>j</i> 間の室外側からの入射光に対する多重反射後の平均日射透過率
$\bar{\tau}_{f,j}$	: 層 <i>j</i> の室外側からの入射光に対する平均日射透過率
$\bar{\tau}'_{b,i,j}$	: 層 <i>i</i> - <i>j</i> 間の室内側からの入射光に対する多重反射後の平均日射透過率
$\bar{\tau}_{b,j}$	: 層 <i>j</i> の室内側からの入射光に対する平均日射透過率
$\bar{\rho}'_{f,i,j}$	: 層 <i>i</i> - <i>j</i> 間の室外側からの入射光に対する多重反射後の平均日射反射率
$\bar{\rho}_{f,j}$	: 層 <i>j</i> の室外側からの入射光に対する平均日射反射率
$\bar{\rho}'_{b,i,j}$	: 層 <i>i</i> - <i>j</i> 間の室内側からの入射光に対する多重反射後の平均日射反射率

- $\bar{\rho}_{b,j}$: 層 j の室内側からの入射光に対する平均日射反射率
 $\bar{a}'_j$: 層 j における多重反射後の平均日射吸収率
 $\bar{a}_{f,j}$: 層 j における室外側からの入射光に対する平均日射吸収率
 $\bar{a}_{b,j}$: 層 j における室内側からの入射光に対する平均日射吸収率

である。

B.6 グレージング複合体の各部位における日射吸収率

グレージング複合体の各部位における日射吸収率は以下の 5 種類とし、「B.4 グレージング複合体の各層 j における光学特性」で求めた各層 j の部位別吸収量の割合 k_j と、「B.5 グレージング複合体の各層 j における多重反射計算」で求めたグレージング複合体の各層 j の多重反射後の日射吸収率 $\bar{a}'_j$ の値から求める。

(入力項目)

- ・ 各層 j の部位別吸収量の割合 k_j
- ・ 各層 j の多重反射後の日射吸収率 $\bar{a}'_j$

(出力項目)

- ・ 屋外側スキンの外側の日射量吸収率 $a_{s1,out}$
- ・ 屋外側スキンの内側の日射量吸収率 $a_{s1,in}$
- ・ 日射遮蔽部材の外側の日射量吸収率 $a_{sdv,out}$
- ・ 屋内側スキンの内側の日射量吸収率 $a_{s2,in}$
- ・ 屋内側スキンの内側の日射量吸収率 $a_{s2,in}$

その際、グレージング複合体の構成に応じて、各層 j の番号は、表 6 に示す部位を表す添え字に読み替えて計算する。

表 6 グレージング複合体の構成に対応する層番号と添え字

グレージング複合体の構成	$j = 1$	$j = 2$	$j = 3$	$j = 4$	$j = 5$
①複層ガラス＋日射遮蔽部材＋単板ガラスの場合	$S1, OS$	$S1, IS$	sdv	$S2$	－
②複層ガラス＋日射遮蔽部材＋複層ガラスの場合	$S1, OS$	$S1, IS$	sdv	$S2, OS$	$S2, IS$
③単板ガラス＋日射遮蔽部材＋単板ガラスの場合	$S1$	sdv	$S2$	－	－
④単板ガラス＋日射遮蔽部材＋複層ガラスの場合	$S1$	sdv	$S2, OS$	$S2, IS$	－

B.6.1 屋外側スキン

屋外側スキンの外側の日射吸収率 $a_{s1,out}$ 及び屋外側スキンの内側の日射吸収率 $a_{s1,in}$ は、ガラスの種類に応じて式(14)と式(15)により表される。

$$a_{s1,out} = \begin{cases} \bar{a}'_{s1,OS} + k_{s1,IS,frm} \cdot \bar{a}'_{s1,IS} & (\text{複層ガラスの場合}) \\ k_{s1,glz} \cdot \bar{a}'_{s1} \cdot 0.5 + k_{s1,frm} \cdot \bar{a}'_{s1} & (\text{単層ガラスの場合}) \end{cases} \quad (14)$$

$$a_{s1,in} = \begin{cases} k_{s1,IS,glz} \cdot \bar{a}'_{s1,IS} & (\text{複層ガラスの場合}) \\ k_{s1,glz} \cdot \bar{a}'_{s1} \cdot 0.5 & (\text{単層ガラスの場合}) \end{cases} \quad (15)$$

ここで、

$a_{S1,out}$	: 屋外側スキンの外側の日射吸収率
$a_{S1,in}$	: 屋外側スキンの内側の日射吸収率
$k_{S1,IS,glz}$	: 屋外側スキンの内側における全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合
$k_{S1,IS,frm}$	: 屋外側スキンの内側における全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合
$\bar{a}'_{S1,OS}$	: 屋外側スキンの外側における多重反射後の平均日射吸収率
$\bar{a}'_{S1,IS}$	: 屋外側スキンの内側における多重反射後の平均日射吸収率
$k_{S1,glz}$	: 屋外側スキンの全体の日射吸収量に占めるグレージングの日射吸収量の割合
$k_{S1,frm}$	: 屋外側スキンの全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合
$a_{S1,frm}$	: 屋外側スキンのフレームの日射吸収比
$\bar{a}'_{S1}$	: 屋外側スキンの多重反射後の平均日射吸収率

である。

B.6.2 日射遮蔽部材

日射遮蔽部材の外側の日射吸収率 $a_{sdv,out}$ は、日射遮蔽部材における多重反射後の日射吸収率 $\bar{a}'_{sdv}$ とし、式(16)で表される。

$$a_{sdv,out} = \bar{a}'_{sdv} \quad (16)$$

ここで、

$a_{sdv,out}$	: 日射遮蔽部材の外側の日射吸収率
$\bar{a}'_{sdv}$	: 日射遮蔽部材における多重反射後の平均日射吸収率

である。

B.6.3 屋内側スキン

屋内側スキンの外側の日射吸収率 $a_{S2,out}$ 及び屋内側スキンの内側の日射吸収率 $a_{S2,is}$ は、式(17)と式(18)により表される。

$$a_{S2,out} = \begin{cases} \bar{a}'_{S2,OS} + k_{S2,IS,frm} \cdot \bar{a}'_{S2,IS} & (\text{複層ガラスの場合}) \\ k_{S2,glz} \cdot \bar{a}'_{S2} \cdot 0.5 + k_{S2,frm} \cdot \bar{a}'_{S2} & (\text{単層ガラスの場合}) \end{cases} \quad (17)$$

$$a_{S2,is} = \begin{cases} k_{S2,IS,glz} \cdot \bar{a}'_{S2,IS} & (\text{複層ガラスの場合}) \\ k_{S2,glz} \cdot \bar{a}'_{S2} \cdot 0.5 & (\text{単層ガラスの場合}) \end{cases} \quad (18)$$

ここで、

$a_{S2,out}$	: 屋内側スキンの外側の日射吸収率
$a_{S2,is}$	: 屋内側スキンの内側の日射吸収率
$k_{S2,IS,glz}$	: 屋内側スキンの内側における全体の日射吸収量に占めるグレージングの日射吸収量の割合
$k_{S2,IS,frm}$	: 屋内側スキンの内側における全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合
$\bar{a}'_{S2,OS}$	: 屋内側スキンの外側における多重反射後の平均日射吸収率
$\bar{a}'_{S2,IS}$	: 屋内側スキンの内側における多重反射後の平均日射吸収率
$k_{S2,glz}$	: 屋内側スキンの全体の日射吸収量に占めるグレージングの日射吸収量の割合
$k_{S2,frm}$	: 屋内側スキンの全体の日射吸収量に占めるフレームの日射吸収量の割合
$\bar{a}'_{S2}$	: 屋内側スキンの多重反射後の平均日射吸収率

である。

付録 C ダブルスキン及びエアフローウィンドウにおける面積等

C.1 適用範囲

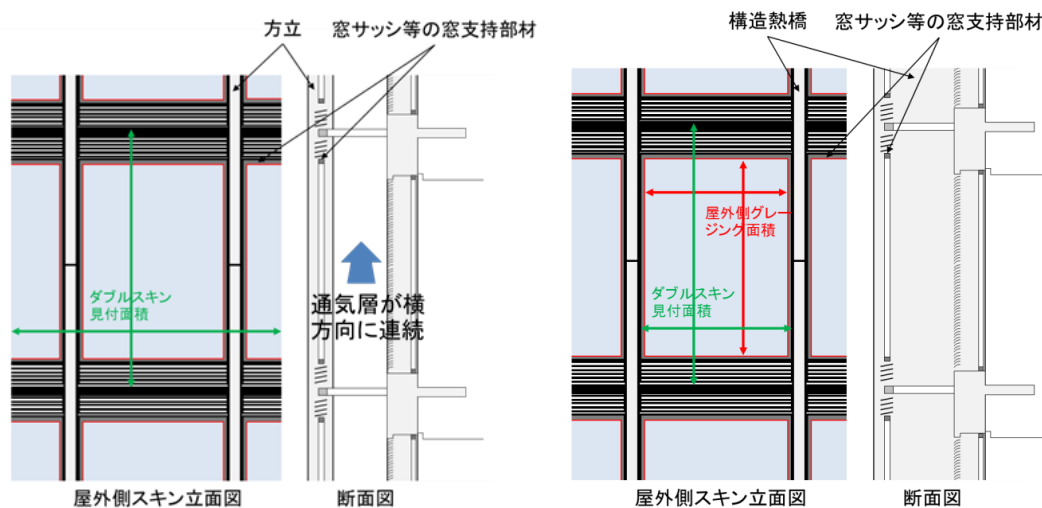
ダブルスキン及びエアフローウィンドウにおける面積等は、本付録に示す方法に則って算出するものとする。

C.2 フレームの面積比率

フレームの面積比率は、ダブルスキンまたはエアフローウィンドウの見付面積に対するフレーム面積の比率とし、屋外側スキン r_{s1} と屋内側スキン r_{s2} それぞれについて算出する。算出した比率は 100 分の 1 未満の端数を四捨五入した小数第二位までの値とする。

C.2.1 ダブルスキン及びエアフローウィンドウの見付面積

ダブルスキンの見付面積は、屋外側からみた通気層の面積とする。屋内外スキン間で通気する部分が、複数のグレージングをまたいで横方向に連続する場合は、通気層の幅と高さから寸法をとる(図 1 左)。窓サッシ等の窓の支持部材によって、グレージングごとに通気層の両端が閉塞する構造の場合は、通気層の両端となる支持部材で寸法をとる(図 1 右)。エアフローウィンドウ見付面積は、屋外側の躯体開口面積を見付面積とする(図 2)。



通気層が複数のグレージングに連続する場合

通気層がグレージングごとに閉塞している場合

図 1 ダブルスキンの見付面積算出のための寸法の取り方の例

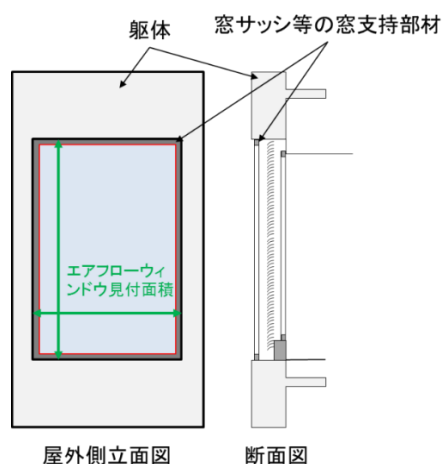


図2 エアフローウィンドウの見付面積算出のための寸法の取り方の例

C.2.2 フレームの面積

フレームの面積は、見付面積からグレージング面積を差し引いた面積とし、屋外側スキンと屋内側スキンそれぞれについて算出する。

C.2.3 グレージング面積

グレージング面積とは、屋外側スキンと屋内側スキンそれぞれについて、各スキンを構成するグレージングの見付面積のことをさし、窓サッシやガスケット等(以下、「グレージング支持部材等」という。)及び窓台等の非透過部分を含まない。また、グレージングが複数の部分に分かれている場合は、その合計とする。

屋外側スキン及び屋内側スキンにおけるグレージング寸法の取扱いの例として、図3にダブルスキンの場合、図4にエアフローウィンドウの場合を示す。

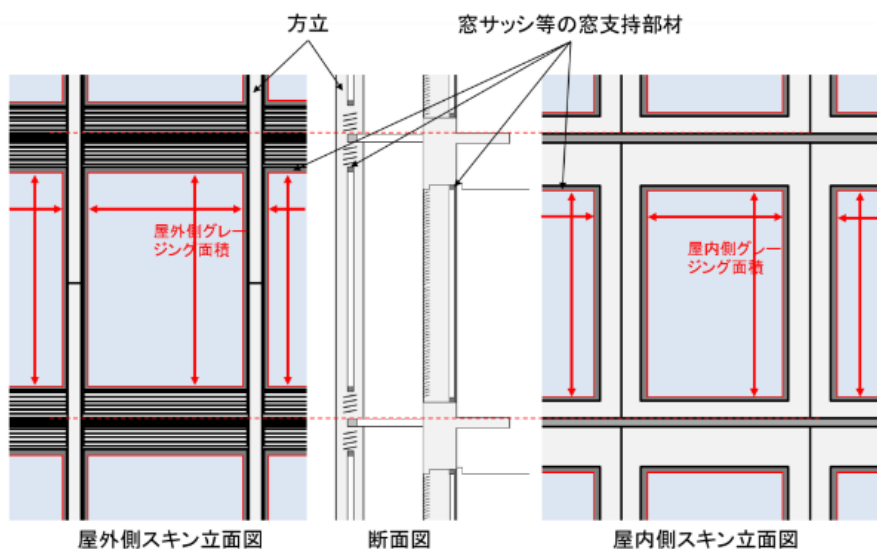


図3 ダブルスキンの屋内外スキンにおけるグレージング寸法の取扱いの例

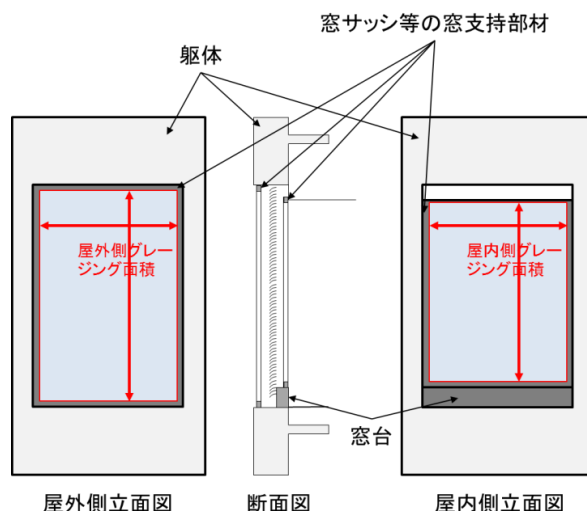


図 4 エアフローウィンドウの屋内外スキンにおけるグレージング寸法の取扱いの例

窓支持部材等を含まないグレージング面積が把握できない場合は、式(1)によりグレージング面積を求めることとする。

$$A_g = A_w \times r_g \quad (1)$$

ここで、

- A_g : グレージング面積 (m²)
- A_w : 窓支持部材等を含む窓全体の面積 (m²)
- r_g : 窓全体におけるグレージング面積の比 (-)

である。窓全体におけるグレージング面積の比は表 1 による。

表 1 窓全体におけるグレージング面積の比

窓指示部材等の種類	窓全体におけるグレージング面積の比[-]
木製建具又は樹脂製建具	0.72
上記以外	0.80

C.3 窓高さ

窓高さ H は、見付面積の高さとする。すなわち、ダブルスキンの窓高さは屋外側からみた通気層の高さとし、エアフローウィンドウの窓高さは、屋外側躯体の開口面積の高さとする。窓高さはメートルを単位とし、100 分の 1 未満の端数を四捨五入した小数第二位までの値とする。

C.4 通気層厚さ

外側通気層厚さ d_{air1} は、屋外側スキンの内側グレージングの室内側表面又はグレージング支持部材等の室内側表面から、日射遮蔽部材の中央までの距離とする。内側通気層厚さ d_{air2} は、屋内側スキンの外側グレージングの室外側表面又はグレージング支持部材等の室外側表面から、日射遮蔽部材の中央までの距離とする。日射遮蔽部材の位置等の詳細が決定していない場合は、外側通気層厚さ d_{air1} を 0 とし、内外グレージング間の距離を内側通気層厚さと d_{air2} とする。算出した厚さはメートルを単位とし、100 分の 1 未満の端数を四捨五入した小数第二位までの値とする。

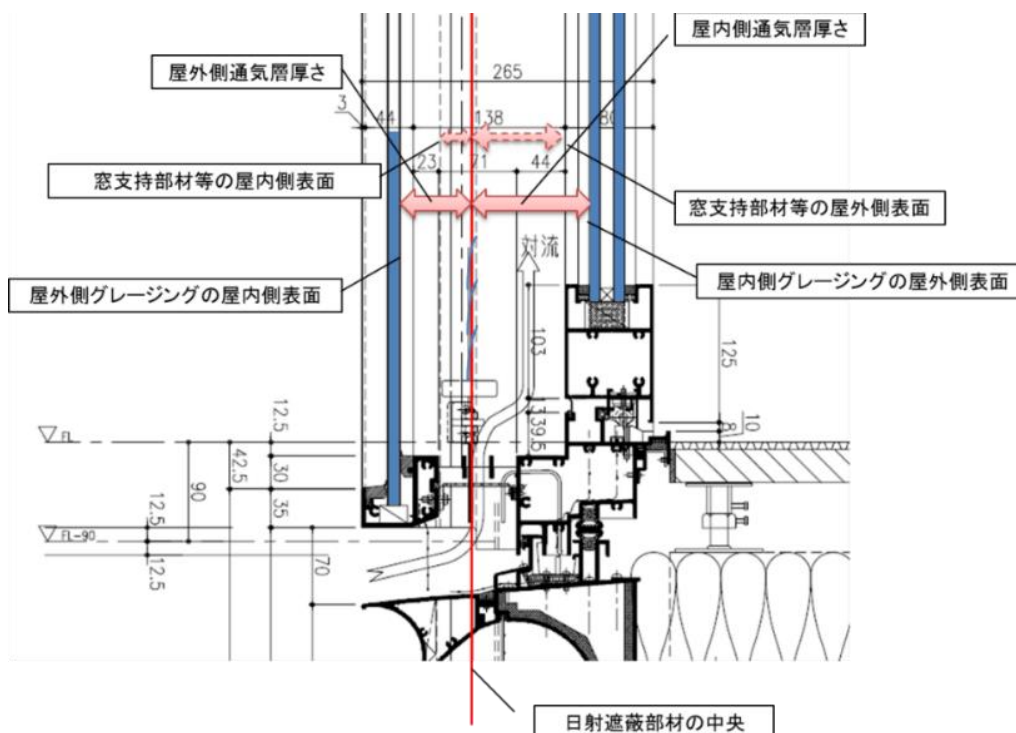


図 5 屋内外通気層厚さの例

C.5 ダブルスキンの有効開口面積

ダブルスキンの通気層と外気間の自然換気は、温度差によって行われることを想定し、通気層の下部にある開口を流入側、上部にある開口を流出側とする。それぞれの開口面積を、ダブルスキンの見付面積の横幅（屋外側からみた通気層の幅）で除したものを流入側有効開口面積 A_{wu} 、流出側有効開口面積 A_{le} とする。

開口の見付け有効面積 A が図面により判別できる場合（図 6）は、流量係数 α を 0.1 として有効開口面積 αA を算出する。開口の見付け有効面積 A が図面により判別できない場合は、外気導入経路の最小断面積を A とし、流量係数 α を 0.1 として有効開口面積 αA を算出する。算出した面積はメートルを単位とし、100 分の 1 未満の端数を四捨五入した小数第二位までの値とする。

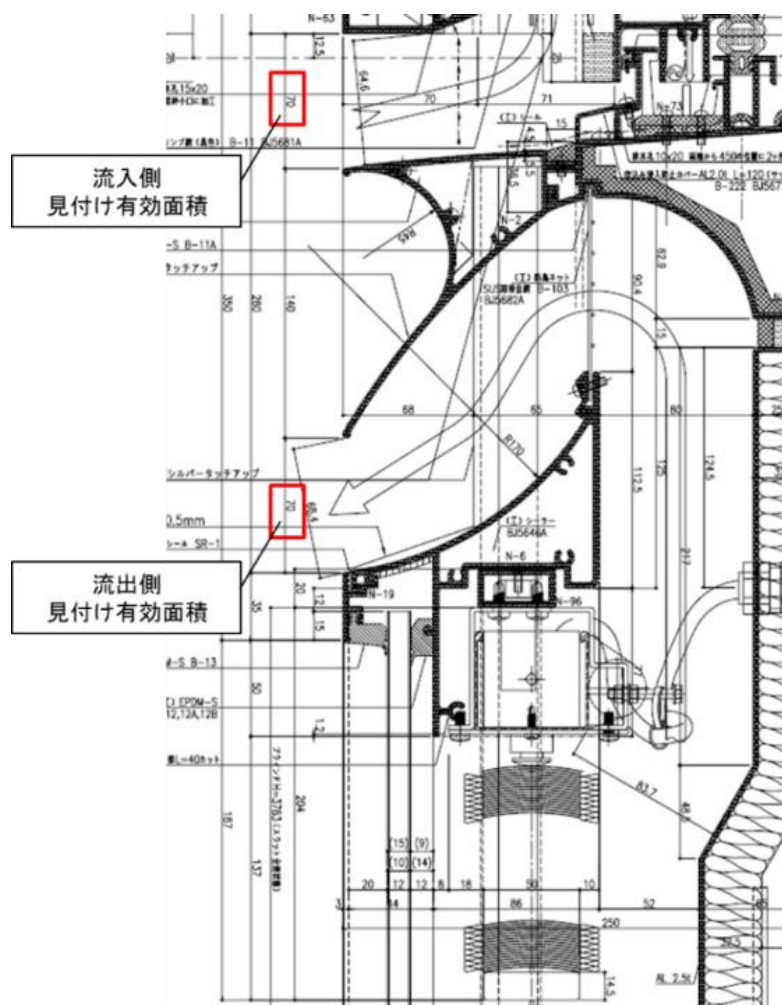


図 6 ダブルスキンの通気層における見付け有効面積の例

変更履歴

なし