角度変化型ブラインドの形状および光学特性値による照明用電力削減効果の比較検討

COMPARISON STUDY ON EFFECT OF SLAT SHAPE AND OPTICAL PROPERTY OF GRADATION BLIND ON REDUCTION OF ELECTRIC CONSUMPTION FOR AMBIENT LIGHTING

谷口智子 — * 1 鳥居由樹男 — * 2
佐久間英二 — * 3 倉本義弘 — * 4
鈴木道哉 — * 5 岩田利枝 — * 6

Tomoko TANIGUCHI — * 1 Yukio TORII — * 2
Eiji SAKUMA — * 3 Yoshihiro KURAMOTO — * 4
Michiya SUZUKI — * 5 Toshie IWATA — * 6

キーワード:

昼光装置, 角度変化型ブラインド, スラット形状, 光学特性, 照明用電力, 年間シミュレーション

Keywords:

Daylight harvesting system, Gradation blind, Slat shape, Optical property, Electric consumption for lighting, Annual simulation

In order to identify the effect of the slat shape and optical property of Gradation blind on reduction of electricity consumption for ambient lighting, a numerical simulation and measurements were carried out. The result showed the effect of slat shape and optical property of Gradation blind on the reduction of the electricity consumption for ambient lighting. It was also shown that the reduction of the electricity consumption for ambient lighting by gradation blind was greater than that by a conventional blind with an automated dimmable lighting system.

1. はじめに

近年, オフィスにおける照明用電力の削減を目的に昼光利用が推奨され, 直射日光を積極的に利用する昼光装置の開発も盛んに行われている。角度変化型ブラインドは直射日光利用型昼光装置の一つとして開発され¹⁾, オフィスでも導入されるようになってきた²⁾⁴⁾。

角度変化型ブラインドは窓側と室内側のスラット間隔に差を設けることで, ブラインドの上部から下部へとスラット角が閉まり気味に変化する。この特徴から, グラデーションブラインドと呼ばれることも多い。現在, 市販されている角度変化型ブラインドはスラット形状(幅, 間隔, 間隔差)および可視光反射率(以下, 反射率)の組み合わせが様々あり, 形状や光学特性値による照明用電力削減効果の比較検討は行われていない。既往の研究においても, 実在建物導入時の照明用電力削減効果の把握³⁾⁴⁾や数値計算による単一条件の角度変化型ブラインドの性能を示す⁵⁾⁶⁾に留まっている。

本稿では, 角度変化型ブラインドの形状および光学特性値ごとに照明用電力の削減効果を示すことを目的に, スラット角制御性能の検討, 計算精度確認実験, 数値計算による基礎的検討を行った。

2. 角度変化型ブラインドの概要

角度変化型ブラインドの概要を図1に示す。角度変化型ブラインドは窓側と室内側のスラット間隔に差を設け, 下部のスラット角が閉まり気味となる。天井から1枚目のスラットを直射日光遮蔽角に

制御し, ブラインドの各位置のスラット角は次式より算出される⁷⁾。

$$\theta_i = \sin^{-1} \frac{w \sin \theta_0 + (i-1)\Delta s}{w} \quad \cdots \text{式(1)}$$

θ_i : 対象スラットのスラット角[deg] i : 対象スラットの天井からのスラット枚数[-] θ_0 : 天井から1枚目のスラット(基準スラット)の角度 [deg] w : スラット幅[mm] Δs : スラット間隔差[mm]

図1 角度変化型ブラインド概要

3. 本研究の流れ

本研究ではまず4章で形状がスラット角に与える影響について数値計算による基礎的検討を行い, 5章で市販の角度変化型ブラインドの角度制御性能を確認した。照明用電力削減効果量の算出に必要な計算の流れを6章に示し, 7章でスラット輝度および天井面照度の計算値と実測値の比較・検討を行った。8章では, 角度変化型ブラインドによる照明用電力削減率を算出し, スラット形状および光学特性値による効果を検討した。

本稿は参考文献8)に修正・加筆したものである。

¹⁾ 東海大学大学院総合理工学研究科総合理工学専攻 博士課程・修士(工学) (〒259-1292 神奈川県平塚市北金目4-1-1)

²⁾ 立川ブラインド工業㈱

³⁾ ㈱ニチベイ

⁴⁾ トーソー㈱

⁵⁾ 東北学院大学工学部環境建設工学科 教授・博士(工学) (当時、清水建設㈱技術研究所)

⁶⁾ 東海大学工学部建築学科 教授・博士(工学)

¹⁾ Doctoral Student, Graduate School of Science and Engineering, Tokai Univ., M. Eng.

²⁾ Tachikawa Corporation

³⁾ Nichibei Company, Limited

⁴⁾ Toso Company, Limited

⁵⁾ Prof., Dept. of Civil and Environment Engineering, Tohoku Gakuin Univ., Dr. Eng.

⁶⁾ Prof., Dept. of Architecture and Building Engineering, Tokai Univ., Dr. Eng.

4. 形状によるスラット角への影響

4.1 方法

角度変化型ブラインドでは窓側と室内側の間隔差 Δs がわずか0.2[mm]程度でスラットの角度に変化をつけている。スラット形状が直射日光遮蔽角および天井からの各位置のスラット角の変動に及ぼす影響を把握するため、シミュレーションを行った。直射日光遮蔽角 θ_{suncut} を式(2)に、スラット計算条件を表1に示す。スラット形状による直射日光遮蔽角の違いを示すため、スラット幅が等しく間隔が異なるスラット条件とした。また、条件(I)は幅 w 25[mm]、間隔 s 21.5[mm]のスラットと s/w がほぼ等しくなる。間隔差は市販されている角度変化型ブラインドの一般的な値を参照し、仮定した。

$$\theta_{\text{suncut}} = \tan^{-1} \frac{s/w \cos Ap}{\sqrt{1 - (s/w \cos Ap)^2}} - Ap \quad \cdots \text{式(2)}$$

θ_{suncut} : 直射日光遮蔽角[deg] s : スラット間隔[mm] w : スラット幅[mm] Ap : プロファイル角[deg]

表1 スラット計算条件

スラット	(I)	(II)
幅 w [mm]	35	35
間隔 s [mm]	30	25
s/w	0.857	0.714
間隔差 Δs [mm]	0.1, 0.2	

4.2 結果

図2にプロファイル角と直射日光遮蔽角の関係を s/w 毎に示し、図3にスラットの位置によるスラット角の違いを Δs 毎に示す。図2より s/w が小さいほど直射日光遮蔽角は小さくなる。例えば、太陽高度15[deg]、太陽方位角55[deg]、窓面方位角0[deg]のときのプロファイル角は25[deg]であり、直射日光遮蔽角は条件(I)で25[deg]、条件(II)で15[deg]となる(図2中破線①)。天井から1枚目のスラット(天井からのスラット位置0[m])を直射日光遮蔽角0[deg]に制御すると(図2中破線②)、天井からの各位置のスラット角は図3に示すようになる。目線位置でのスラット角(天井高さが3.5[m]、目線高さが床面から1.2[m]を想定、図3中破線③)は、条件(I)では $\Delta s=0.1$ [mm]で40[deg]、 $\Delta s=0.2$ [mm]で59[deg]、条件(II)では $\Delta s=0.1$ [mm]で28[deg]、 $\Delta s=0.2$ [mm]で44[deg]となる(図3中破線④)。スラット間隔差 Δs が目線位置のスラット角に与える影響が大きい。

図2 s/w による直射日光遮蔽角の違い

図3 天井からのスラットとスラット角の変化

5. ブラインドのスラット角制御性能の確認

5.1 方法

4章でスラット間隔差 Δs が目線位置のスラット角に与える影響が大きいことを示した。5章で市販の角度変化型ブラインドのスラット角の制御性能を確認するため、スラットの角度測定を行った。

5.1.1 ブラインド条件

スラット形状を表1に示す。測定にはメーカー3社が製作した角度変化型ブラインド計5台を使用した。

表2 スラット形状

メーカー	A		B		C
ブラインド条件	①	②	③	④	⑤
幅 w [mm]	25	35	25	35	25
間隔 s [mm]	21.5	30	21	25	21
間隔差 Δs [mm]	0.2	0.3	0.2	0.25	0.2
s/w	0.86	0.857	0.84	0.714	0.84
$\Delta s/s$	0.0093	0.0100	0.0095	0.0100	0.0095

5.1.2 測定手順

実際の制御時を想定し、実大窓に各ブラインドを設置して測定した。天井から1枚目のスラット(以下、基準スラット)を直射日光遮蔽角に制御し、スラット角の測定位置は天井から500[mm]間隔で1500[mm]までの4点とした。測定は、メーカーA、Bのブラインド4台が9時~14時まで30分間隔で直射日光遮蔽角にした。1台あたり11回の計44回、メーカーCのブラインド1台は13時~14時までの30分間隔で3回、計47回測定し、1回の測定につきスラット測定位置4点、計188個のデータを収集した。

5.2 結果

同じメーカーの製品で実測値と計算値を比較した。一例として、基準スラットの角度を10[deg]としたときのスラット条件③、④の結果を図4に示す。

測定データのうち、天井から0[mm]の条件を除く測定位置3点の実測値141個を用いて誤差率($|\text{計算値} - \text{実測値}| / \text{計算値}$)を算出した。誤差率は幅 w 25[mm]で約10[%]~18[%]、幅 w 35[mm]で約8[%]~15[%]程度となり、スラット幅が広い方が制御誤差は小さかった。

図4 スラット角の計算値と実測値
(スラット条件③、④、基準スラット10[deg])

6. 照明用電力削減量の計算方法

角度変化型ブラインドによる照明用電力削減量の計算の流れを図5に示す。以下にスラット輝度および天井面からみたスラット立体角投射率、天井面に入射する窓面からの直接照度の計算方法を示す。

図5 角度変化型ブラインドによる照明用電力削減量算出の流れ

6.1 ブラインド輝度⁹⁾

スラット輝度の算出には、宿谷らの方法⁹⁾により計算できる。図6のようにスラット下向き面1、上向き面2への屋外から入射する直射日光、天空光、地表面反射日光によるスラット面照度 M_1 および M_2 は以下の式より与えられる。スラット面は平板且つ均等拡散面と仮定し、宿谷らの方法からスラットの光束発散度を計算し、 π で除することでスラット輝度を算出する。

$$M_1 = \rho_2 F_{31} \frac{s}{W_{sun}} E_{DV} \tau_{glass}(i) + F_{g1} R_g \tau_{glass}(60) \quad \text{---式(3)}$$

$$M_2 = F_{sky2} R_{sky} \tau_{glass}(60) + F_{g2} R_g \tau_{glass}(60) \quad \text{---式(4)}$$

M : 屋外から入射する直射日光、天空光、地表面反射日光によるスラット面照度[lx] s : ブラインド間隔[mm] W_{sun} : 直射日光が当たる部分のスラット幅[mm] $F_{\alpha\beta}$: 面 α を発した一様拡散光が面 β に入射する割合(形態係数)[-] $\tau_{glass}(i)$: ガラス透過率(i は入射角[deg]) [-] R_{sky} : 天空の光束発散度[lm/m²] R_g : 地表面の光束発散度[lm/m²] ρ : 反射率[-] E_{DV} : 窓面直射日光照度[lx] 添字は1,2,3: スラット下向き面1, スラット上向き面2, 面2上の直射日光照射部分, g は地表面, sky は天空

6.2 天井面からみたスラット立体角投射率

天井面からみたスラットの立体角投射率を以下の式より算出する。図7に示すように、スラットの幅・間隔および角度より天井面の計算位置から見たスラットの見える割合を1枚ずつ計算する。

$$x_{in}(j) = w \cos \theta(j)$$

$$y_{out}(j) = js$$

$$y_{in}(j) = y_{out} - w \sin \theta(j)$$

$$pointx(i) = ix_{span}$$

$$\alpha_{in}(i, j) = \cos(\tan^{-1}(y_{in}(j)/x_{in}(j)))$$

$$\alpha_{out}(i, j) = \cos(\tan^{-1}(y_{out}(j)/pointx(i)))$$

$$\alpha_{in}(i, j) \geq \alpha_{out}(i, j) \text{ の場合}$$

$$\phi_{slat2}(i, j) = (\text{MAX}(\alpha_{in}(i, j-1), \alpha_{out}(i, j)) - \alpha_{in}(i, j))/2$$

$$\phi_{slat1}(i, j) = 0$$

$$\alpha_{in}(i, j) < \alpha_{out}(i, j) \text{ の場合}$$

$$\phi_{slat1}(i, j) = (\text{MIN}(\alpha_{out}(i, j), \alpha_{out}(i, j+1)) - \alpha_{in}(i, j))/2$$

$$\phi_{slat2}(i, j) = 0$$

図6 スラット面番号

図7 天井面からみたスラット立体角投射率

$\theta(j)$: j 番目のスラット角[deg] j : j 番目のスラット[-] i : i 番目の天井スパン[-] $x_{in}(j), y_{in}(j)$: スラット室内側の x 座標, y 座標[-] $x_{out}(j), y_{out}(j)$: スラット窓側の x 座標, y 座標[-] x_{span} : 天井面照度計算スパン[mm] s : スラット間隔[mm] w : スラット幅[mm] $\alpha_{in}(j), \alpha_{out}(j)$: 計算微小面と室内側, 窓側のスラット端部がなす角[-] $pointx(i)$: 奥行方向の天井座標[mm] $F_i(j)$: スラットの立体角割合[-] $\phi_{slat1}(j), \phi_{slat2}(j)$: 下向き, 上向き面スラットの立体角投射率[-]

6.3 天井面に入射する窓面からの直接照度

天井面に入射する窓面からの直接照度 E_d はスラット部分とスラット間から見える地表面部分から構成される。天井面に入射する照度 E_d を式(5)に示す。

$$E_d = \pi \sum L_i \phi_i \quad \text{---式(5)}$$

E_d : 天井面に入射する窓面からの直接照度[lx] L : 各窓面要素輝度[cd/m²] ϕ : 各窓面要素立体角投射率[-] 添字 i は各窓面要素(上向き, 下向き面のスラット, スラット間から見える地表面部分)

7. スラットおよび天井面の輝度測定

7.1 方法

6章で示した方法の計算精度を確認するため、角度変化型ブラインドを含む窓面輝度分布と天井面輝度分布を測定した。実測は2013年10月27日、11月16日の晴天時に、東海大学湘南キャンパス12号館にて行った。

7.1.1 実験場所

実験場所の概要を表3に示す。窓上高さ3.3[m]の位置の窓に、横幅2.7[m]のブラインドを2台設置できるようにした。実験室内は窓面以外からの外光の侵入を防ぐため、2台のブラインド間には暗幕による仕切りを設置し、壁、床を暗幕で覆った。天井の輝度分布測定部には、反射率0.80の白紙を設置した。

7.1.2 実験条件

実測に使用した角度変化型ブラインドを表4に示す。スラット角制御位置は天井から1枚目のスラットとし、制御角は水平角0[deg]から60[deg]まで10[deg]間隔の計7条件とした。測定した輝度分布画像から、天井から375[mm]間隔で750[mm](目線位置)までの3点のスラット輝度を抽出した。

表3 実験場所概要

緯度、経度、窓面方位角		35°21', 139°16', 0°
窓	縦横	2.4[m], 0.9[m]
対向建物	窓面からの距離、高さ	20[m], 4[m]
反射率	対向建物、地表面	0.55[-], 0.20[-]

表 4 ブラインド測定条件

ブラインド		(I)	(II)	(III)
スラット 形状	幅 w [mm]	25	35	25
	間隔 s [mm]	21.5	30	21
	間隔差 Δs [mm]	0.2	0.3	0.2
色調		白	白	白
反射率[-]		0.85	0.87	0.77

7.1.3 測定手順

実験は 11 時から 12 時の間で太陽高度が安定している時間帯に行った。窓面から 1.0[m]、高さ 1.1[m]の位置で、制御角条件ごとにブラインド輝度および天井面輝度を測定した。測定には魚眼レンズ (SIGMA Circular Fish Eye, Nikon fisheye converter) 付き CCD カメラ (Nikon D40x, coolpix5000) を使用した。屋外照度は照度計 (KONICAMINOLTA, T-10A) により測定した。

7.2 結果

7.2.1 窓面輝度および天井面輝度

測定結果の一例として、基準スラット角 20[deg]のときブラインド (I), (II)のブラインドを含む窓面輝度分布を図 8 に、天井面輝度分布を図 9 に示す。

7.2.2 計算値と実測値の比較

窓面輝度分布画像からスラット輝度を抽出し、実測値と計算値の比較を行った。一例としてブラインド (I), (II), (III)の基準スラットを 30[deg]~60[deg]のスラット輝度を図 10 に示す。ブラインド 3 条件、基準スラット制御角 7 条件、輝度抽出位置 3 点の計 63 条件のスラット輝度の実測値と計算値との差は RMSE で 627[cd/m²]であった。天井面輝度分布画像と輝度測定部の反射率から天井面照度を算出し、計算値と比較した結果の一例を図 11 に示す。天井面照度の実測値と計算値は概ね一致した。

水平面直射日光照度 67,016[lx]、水平面天空光照度 13,130[lx]

図 8 窓面輝度分布 (基準スラット 20[deg])

水平面直射日光照度 67,016 [lx]、水平面天空光照度 13,130 [lx]

図 9 天井面輝度分布 (基準スラット 20[deg])

図 10 スラット輝度の計算値と実測値の比較

図 11 天井面照度の計算値と実測値の比較 (ブラインド (I))

8. 照明用電力削減効果の年間シミュレーション

8.1 方法

7 章の図 10, 図 11 のように、スラット輝度および天井面照度の計算値と実測値は概ね一致したことを確認したので、拡張アメダス気象データ¹⁰⁾を用いて、角度変化型ブラインドによるアンビエント照明の電力削減効果を検討した。

8.1.1 アンビエント照明調光率の計算

基本条件を表 5 に示す。計算対象空間は、自動調光システムの LED アンビエント照明を設置したパーティションがあるオフィスを仮定した。タスク&アンビエント方式とし、アンビエント照度を 300[lx]とした。パーティションは横幅 1.2[m]、奥行 0.6[m]、高さ FL+0.7[m]の机にコの字型で、高さは FL+1.2[m] (目線位置と同じ) とし、天井高を 2 条件とした。

ブラインドによる昼光利用時のアンビエント照明の調光率は式(6)より与えられる。式(6)は窓面からの間接分をアンビエント照度として利用する場合を仮定している。角度変化型ブラインドは反射させた直射日光により室奥の天井面まで明るくするため、6 章で示した天井面で計算する方法により照明の調光率を算出した。天井面を室奥方向に 10 スパンに分割し、天井スパンごとのアンビエント照明の調光率を求めた。

$$R_{ci} = \frac{M_c - E_{di}\rho_c}{M_c} \quad \dots \text{式(6)}$$

R_{ci} : 天井スパン i におけるアンビエント照明調光率[%] M_c : 調光率 100%時の照明器具の光束発散度[lm/m²] E_{di} : 天井スパン i に入射する昼光照度[lx] ρ_c : 天井反射率[-] 添字 c は天井, i は天井スパン No.1~10

表5 基本条件

緯度, 経度		35.68°, 139.76°
開口部方位		南向き 0[deg]
気象条件		東京標準年 ⁶⁾ , 8~17[時] (10 時間)
間口, 奥行		15[m], 10[m]
天井高 (=窓高)		2.7[m], 3.5[m]の2条件
パーティション	高さ (目線高さ)	FL+1.2[m]
	立体角投射率	0.25[-]
机上面高さ		FL+0.7[m]
反射率	室内	天井面:0.8[-], 壁面:0.5[-], 床面:0.1[-]
	屋外	地表面:0.2[-]
設定照度		アンビエント 300[lx]
照明器具	種類	自動調光型 LED 照明 (0%~100%リニア調光可) 定格消費電力: 18[W/台] 光束: 940[lm/台]
	台数, 照明率	天井高 2.7[m]: 70 台(7 列×10 台), 照明率:0.90 天井高 3.5[m]: 80 台(8 列×10 台), 照明率:0.82

8.1.2 ブラインド計算条件

ブラインド条件を表6に示す。条件(1)は普通ブラインド, (2)~(6)は角度変化型ブラインドとなる。条件(1)の普通ブラインドのスラット角は, 条件(2)の角度変化型ブラインドの目線高さのスラット角と等しくなるように (等グレア制御^{註1)}を仮定) し, (2)~(6)は天井から1枚目のスラット角を直射日光遮蔽角とした。直射日光遮蔽角が負の値になる場合には, スラット角を水平角 0[deg] とした。スラット形状および反射率は, 条件(2)を角度変化型ブラインドの基本条件とし, スラット間隔に対するスラット間隔差 $\Delta s/s$ を条件(3), スラット幅 w を条件(4), スラット幅に対する間隔 s/w を条件(5), 反射率を条件(6)で比較できるようにした。普通ブラインドのスラット角を 75[deg] (全閉) に固定する場合を基準とし, 各ブラインド条件のアンビエント照明の電力使用率を算出した。

表6 ブラインド計算条件

条件	(1) ^{註1)}	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
幅 w [mm]	25	25	25	35	35	25
間隔 s [mm]	21.5	21.5	21.5	30.1	25	21.5
間隔差 Δs [mm]	0	0.2	0.1	0.28	0.23	0.2
s/w	0.86	0.86	0.86	0.86	0.714	0.86
$\Delta s/s$	0	0.00930	0.00465	0.00930	0.00930	0.00930
反射率 ρ [-]	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.70

8.2 結果

8.2.1 天井面照度分布

一例として, プロファイル角 30[deg]のときのスラット反射率が等しい条件(2)~(5)使用時の天井面照度分布を図12に示す。天井面照度を算出した結果, 条件(1)と(2)の天井面照度分布に大きな差はみられなかった。条件(2)から(4), (3), (5)の順に天井面照度が高くなった。条件(2)と(4)では, 天井面に入射する照度は大きな差は見られず, s/w が等しい場合ではスラット幅 w の影響は小さいと示唆される。スラット間隔 Δs が異なる条件(2)と(3)では, 窓面から 2[m]位置での天井面照度で 600[lx]程度の差が見られ, わずか 0.1[mm]の間隔差 Δs が天井面照度に与える影響は大きい。 s/w が小さい条件(5)で天井に

プロファイル角 30[deg], 直射日光遮蔽角 28.5[deg]

(太陽高度 30.2[deg], 太陽方位角 0[deg])

法線面直射日光照度 90,400[lx], 水平面天空光照度 8,300[lx]

図12 天井面照度分布 (天井高 2.7[m], 窓面方位 0[deg])

入射する照度が最も高くなった。条件(2)~(4)よりも直射日光遮蔽角が小さい条件であることから, 天井面からブラインドをみたときのスラット上向き面の直射日光照射部分 W_{sun} の見える割合が大きいため, 天井面への入射する光束が増加することが示唆される。

8.2.2 1日のアンビエント照明電力使用率

夏至, 冬至 (晴天日) における1日のアンビエント照明の電力使用率を図13に示す。反射率の異なる条件(6)を除く(2)~(5)の角度変化型ブラインドでは, 冬至の方が高い省エネルギー効果を示した。

図13 1日のアンビエント照明の電力使用率 (天井高 2.7[m], 窓面方位 0[deg])

8.2.3 年間のアンビエント照明電力使用率

普通ブラインドのスラット角を 75[deg] (全閉) に固定し照明を自動調光する場合を基準としたときのアンビエント照明の電力使用率を算出した。天井高 2.7[m]における結果を図 14 に、天井高 3.5[m]における結果を図 15 に示す。

$\Delta s/s$ が異なる条件(2)と(3)を比較すると、天井高が高い場合 $\Delta s/s$ が小さい条件(3)で省エネルギー効果を示した。天井高が高いほど下部のスラットがより閉まり気味になり、スラット面上の直射日光照射部分 W_{sun} や屋外地表面の高輝度部分のみ見える割合が減少するためであると考えられる。スラット幅・間隔比 s/w が等しく、幅 w が異なる条件(2)と(3)では、天井高が 2.7[m]では大きな差は見られなかったが、天井高 3.5[m]ではスラット幅 w が大きい条件で省エネルギー効果を示した。天井高が高い条件では、直射日光遮蔽角およびスラット上向き面上の直射日光照射部分の見える割合の影響が大きいことが示唆された。反射率の異なる条件(2)と(6)を比較すると、当然のことながら反射率の高い条件(2)の方が高い省エネルギー効果を示した。

図 14 天井高 2.7[m]のときの年間の電力使用率
(窓面方位 0[deg])

図 15 天井高 3.5[m]のときの年間の電力使用率
(窓面方位 0[deg])

9. まとめ

角度変化型ブラインドの形状および光学特性値ごとに照明用電力の削減効果を示すことを目的に、スラット角制御性能の検討、輝度計算精度確認実験、数値計算による基礎的検討を行い、以下の知見を得た。

- ・角度変化型ブラインドのスラット角の制御性能を確認した結果、スラット幅が広い方が制御誤差は小さく、スラット間隔差が目線位置のスラット角に与える影響は大きい。
- ・アンビエント照明の調光率を天井に照射した昼光導入量から計算する方法を示し、スラット輝度および天井面照度の実測結果を比較した結果、実測値と計算値は概ね一致していることを確認した。
- ・昼光導入量を天井面で計算した場合、普通ブラインドのスラット角を 75[deg] (全閉) に固定し照明を自動調光する場合を照明用電力使用率 100[%]とすると、角度変化型ブラインドは約 30[%]～40[%]の電力削減を示した。普通ブラインドのスラット角を角度変化型ブラインドの目線高さのスラット角と等しくなるように制御(等グレア制御を仮定)すると、約 20[%]～30[%]の電力削減を示した。また、角度変化型ブラインドの形状と光学特性値による照明用電力削減効果に与える影響を示した。

注

注 1) 通常、普通ブラインドのスラット角の制御方法は、直射日光遮蔽角にかぶせ角(オフセット角)を加える方法をとっている。オフセット角は、制御インターバル等を考慮し窓面からのグレアを抑制するため、安全側になるように設定させるパラメータであり、10[deg]から最大 30[deg]になる場合もある。本報では、比較対象が角度変化型ブラインドであり、全てのスラット角を等しくすることはできないため、目線位置のスラット角を角度変化型ブラインドと同じ角度に制御することで等しい輝度(等グレア)になり、これを「等グレア制御」とした。

参考文献

- 1) 中川久美子, 竹林芳久, 岡建雄: 角度変化型ブラインドの性能に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 第 506 号, pp.17-24, 1998. 4
- 2) 登石久美子, 鈴木道哉, 竹林芳久, 秋元孝之, 岡建雄: グラデーションブラインド(採光用ブラインド)のライフサイクル評価, 照明学会全国大会講演論文集, pp.110-111, 1999. 9
- 3) 登石久美子, 縄田龍一: 昼光利用の新しい建築(3)トヨタ車株式会社開発センター技術館, 照明学会誌, 第 88 巻, 第 10 号, pp.811-814, 2004. 10
- 4) 谷口智子, 岩田利枝, 荒井義人, 湊淳, 伊藤清, 沢田英一: ZEB を目指した都市型超高層オフィスビルの研究(第 15 報) 角度変化型ブラインド制御の総合性能評価, 空気調和・衛生工学会学術講演論文集, 第 10 巻, pp.197-200, 2014. 9
- 5) 登石久美子, 奥山博康, 野部達夫, 矢川明弘, 多井慶史: 昼光導入型ブラインドの省エネルギー性能に関する研究 その 1～4, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.237-244, 2003. 9
- 6) 伊藤清, 鈴木道哉: 省エネルギーファサードシステムの検討 照明エネルギー及び空調エネルギー削減効果の試算結果, 空気調和・衛生工学会学術講演論文集, pp.1029-1032, 2012. 9
- 7) 登石久美子, 中島幸彦, 秋元孝之, 鈴木道哉, 竹林芳久, 岡建雄: グラデーションブラインド(角度変化型ブラインド)の性能実測, 日本建築学会技術報告集, 第 7 号, pp.83-86, 1999. 2
- 8) 谷口智子, 岩田利枝, 鳥居由樹夫, 佐久間英二, 倉本義弘, 鈴木道哉: 角度変化型ブラインドによる照明用電力削減効果の検討, 日本建築学会関東支部研究報告集, pp.1-4, 2015. 3
- 9) 宿谷昌則: 数値計算で学ぶ光と熱の建築環境工学, 丸善株式会社, 1993
- 10) 日本建築学会: 拡張アメダス気象データ 1981-2000, 2005

[2015 年 2 月 18 日原稿受理 2015 年 6 月 4 日採用決定]