

導光を重視したブラインドの採光効果に関する研究

浅野 翔平
Shohei Asano

概 要

本研究では、建物の省エネルギー化を実現するための自然光の活用を主眼として、昼光利用時に室内への採光量を向上させるブラインドを開発した。本ブラインドの特徴は、日射反射率が高いポリカーボネート樹脂で作られた V 字形断面形状のブラインドが、高さ方向の上部および下部で異なる角度で配置される機構にある。ブラインドを V 字形断面とすることで、一般的な円弧断面のブラインドに比べて、多くの昼光を室内に導光することが可能となる。また、ブラインドを上部および下部で異なる角度で配置することで、室内の広範囲に導光することが可能となる。本報では、開発したブラインドおよび一般的なアルミニウム合金製のブラインドを有する明色ブラインドを実際の執務室に設置して、採光量を測定し、比較検証を行った。さらに、光環境シミュレーションを用いて、開発したブラインドの種々の条件下における室内への採光量を解析し、昼光利用時の採光量の向上による照明エネルギー削減効果を検証した。採光量の測定および解析の結果、開発したブラインドにより水平面照度が 2 倍程度向上することが確認され、本研究における条件下で最大 20%程度の照明エネルギー削減効果を見込むことができる。

Research on Daylighting Effect of Blinds with Improved Light Guide Performance

Abstract

In this study, we developed blinds that improve the amount of indoor light when using daylight, with the main aim of utilizing natural light to realize energy saving in buildings. The blinds are characterized by a mechanism in which V-shaped slats made of polycarbonate resin with high solar reflectivity are positioned at different angles at the top and bottom of the height direction. In this paper, the developed blinds and light-colored blinds with slats made of aluminum alloy were installed in actual offices, and the amount of sunlight was measured and compared. In addition, we analyzed the amount of indoor lighting under various conditions of the developed blinds using a light environment simulation and verified the effect of reducing lighting energy by improving the amount of natural lighting when using daylight. As a result of the measurement and analysis of the amount of daylight, it was confirmed that the developed blinds improved horizontal illumination by about twofold, and the effect of reducing lighting energy by about 20% under the conditions in this study can be expected.

キーワード：ブラインド，採光装置，自然採光，昼光利用，シミュレーション，省エネルギー

1. はじめに

一般的な事務所建物における一次エネルギー消費量のうち、照明に起因するものは、約 20~30% を占める。日光利用による照明エネルギー消費量の削減は、建物を省エネルギー化するうえで重要である。特に、窓に設置されるブラインドは、手軽に導入でき、採光量の調整が可能のため、日光利用に有効な手段である。近年では、室内への採光量の向上を目的として、日射反射率が高い樹脂製のブラインドを有するブラインドも販売されている。

本研究では、先述の樹脂製のブラインドを有するブラインドを応用し、室内への導光を重視した機構とすることで、採光量をさらに向上させるブラインドを開発した。開発したブラインドを設置した様子を写真 1 に示す。

本報では、開発したブラインド（以下、開発品と略す）および一般的なアルミニウム合金製のブラインドを有するブラインド（以下、一般品と略す）を実際の執務室に設置して、各々の採光量を測定し、比較検証した結果を報告する。さらに、光環境解析を用いて、種々の条件下における開発品の室内への採光量を解析し、採光量の向上による照明エネルギー削減効果を検証した結果を報告する。

2. 開発品の概要

開発品は、日射反射率が高いポリカーボネート樹脂製の V 字形断面のブラインドが、上部および下部で異なる角度で配置されることを特徴とする。採光量調整のためのブラインド角度の操作概念図を図 1 に示す。操作性は、一般品と同様で、上下部のブラインドが一定の角度差を維持しながら可動する。ブラインドを V 字形断面とすることで、図 2 に示すように、一般品に比べて、より多くの日光を室内に導光することができる。また、ブラインドを上下部で異なる角度で配置することで、日光を様々な方向に反射させて、室内の広範囲に導光することができる。開発品のブラインド部を写真 2 に、一般品および開発品のブラインドの仕様比較を表 1 に示す。



写真 1 開発したブラインド

すように、一般品に比べて、より多くの日光を室内に導光することができる。また、ブラインドを上下部で異なる角度で配置することで、日光を様々な方向に反射させて、室内の広範囲に導光することができる。開発品のブラインド部を写真 2 に、一般品および開発品のブラインドの仕様比較を表 1 に示す。

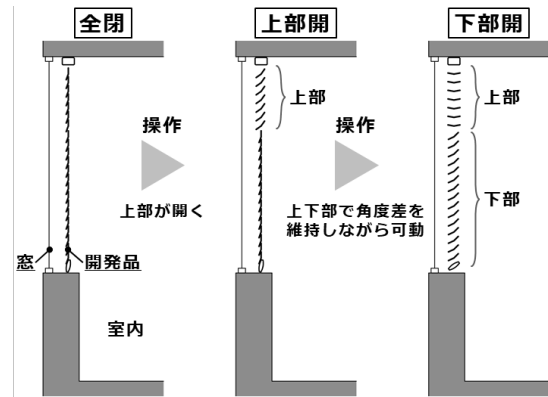


図 1 開発品の操作概念図

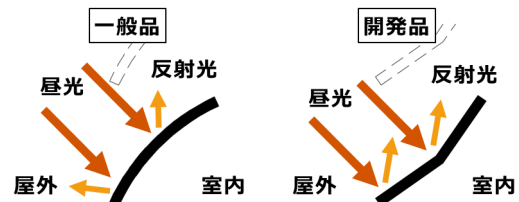


図 2 スラットの断面概念図



写真 2 開発品のスラット部

表 1 仕様比較

項目	一般品	開発品
断面形状	曲面	V 字形
凸方向	上凸	下凸
幅	25 mm	25 mm
配置	平行	上下部で別角度
日射反射率	約 65.0% ※	82.8%
材質	アルミニウム合金	ポリカーボネート

※ 一般的なアイボリー系を想定。メーカー、色により異なる。

3. 実環境測定による採光量の検証

3.1 測定概要

実環境測定は、西北西面に腰高窓を有する執務室で、照明を消灯し、開口部に設置するブラインドの条件を変化させて照度測定を実施した。執務室の開口部のガラスは、フロートガラス、内装仕上げは、天井が岩綿吸音板、壁が白色のビニルクロス、床がダークグレー色のタイルカーペットである。

照度測定点は、執務室内のFL+700 mm 高さの水平面を窓から室奥方向に 9 点、および屋外の 1 点とした。執務室の図面を図 3 に、測定条件を表 2 に、スラット角度の概念図を図 4 に示す。

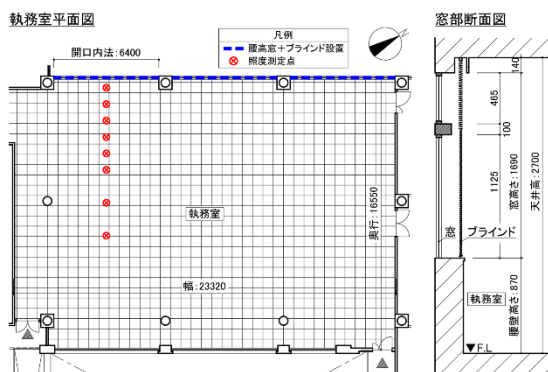


図 3 執務室図面

表 2 測定条件

項目	条件
ブラインド	一般品, 開発品
開発品の上下部高さ比	約 1:2 (上部 560 mm, 下部 1,130 mm)
スラット角度 ※	80°, 45°, 0° (水平)
窓から測定点の距離	500~5,500 mm (1,000 mm 間隔) 5,500~9,500 mm (2,000 mm 間隔)
測定時期	2020 年 7 月 11 日~10 月 4 日
測定時刻	9:00~15:30 (10 分間隔で測定)
測定装置	TR-74Ui (ティアンドデイ社製)
天候	曇り (屋外照度 10,000~30,000 lx をサンプルとして抽出)

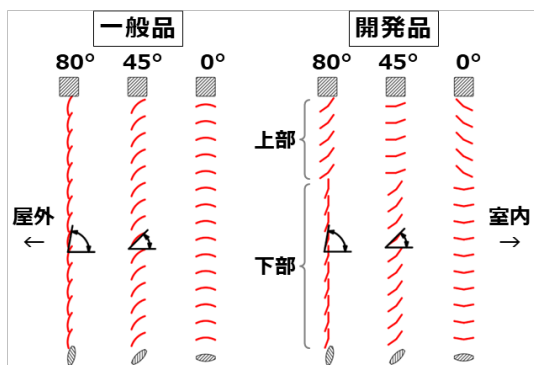


図 4 スラット角度の概念図

3.2 測定結果

測定結果は、屋外照度の変動を加味して、測定サンプルごとに屋外照度に対する水平面照度の割合を算出し、屋外照度 25,000 lx を想定した際の各測定点の水平面照度に換算した。

水平面照度を、スラット角度ごとに表 3~表 5 および図 5~図 7 に示す。開発品の一般品に対する平均照度の上昇率は、スラット角度 80°で 2.53 倍、45°で 2.66 倍、0°で 1.40 倍となり、開発品による採光量の向上が確認された。

表 3 スラット 80° の水平面照度

	室奥方向の距離 [mm]								
	平均	500	1,500	2,500	3,500	4,500	5,500	7,500	9,500
一般品の照度 [lx]	68	150	115	76	53	38	26	18	12
開発品の照度 [lx]	174	403	298	198	130	90	63	35	23

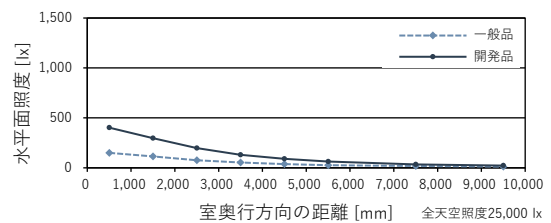


図 5 スラット 80° の水平面照度

表 4 スラット 45° の水平面照度

	室奥方向の距離 [mm]								
	平均	500	1,500	2,500	3,500	4,500	5,500	7,500	9,500
一般品の照度 [lx]	111	274	212	135	103	74	50	26	18
開発品の照度 [lx]	297	810	570	363	250	155	120	65	40

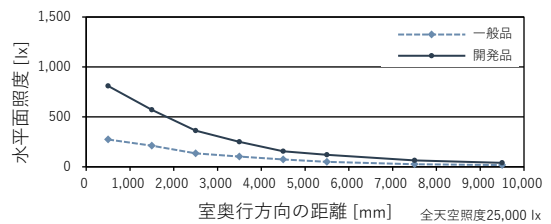


図 6 スラット 45° の水平面照度

表 5 スラット 0° の水平面照度

	室奥方向の距離 [mm]								
	平均	500	1,500	2,500	3,500	4,500	5,500	7,500	9,500
一般品の照度 [lx]	375	818	797	550	332	232	147	76	44
開発品の照度 [lx]	526	1,340	1,073	728	450	293	188	90	48

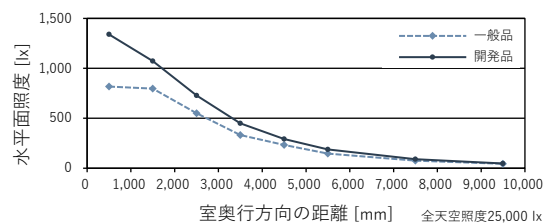


図 7 スラット 0° の水平面照度

4. 光環境解析による省エネルギー性能検証

4.1 光環境解析概要

光環境解析は、実環境測定ができなかった時期の補間、および実環境における屋外遮蔽物の影響を省いた採光量を確認する目的で、実環境測定を行った執務室の3Dモデルを作成して実施した。

解析方法は、光環境解析ソフト『Lumiccept (インテグラ社)』を用いて、光線追跡法により、実環境測定と同様のFL+700 mm高さの水平面の照度解析を実施した。光環境解析の設定条件を表6に、解析に用いた執務室の3Dモデルを図8に示す。

4.2 光環境解析結果

執務室全体の水平面照度分布を、スラット角度ごとに図9～図11に示す。下部スラット角度80°では、下部スラットが閉の状態でも上部から日光を導光でき、窓から5,000 mm付近まで日光が到達することが確認された。下部スラット角度45°および0°では、窓から3,000 mm付近まで750 lxを確保でき、5,000 mm付近まで500 lxを確保できていることが確認され、日光のみでも執務室における必要な水平面照度を確保できると考えられる。

表6 設定条件

項目	条件
ブラインド	開発品
下部スラット角度	80°, 45°, 0°
照明	なし
屋外遮蔽物, 内部什器	なし
日時	2020年9月22日 12:00 (秋分)
曇量	90 % (CIE 標準天空の輝度分布)
屋外照度	25,031.6 lx
太陽高度	53.4°
太陽方位	184.6° (真北を0°とする)
解析メッシュ	200 mm × 200 mm



図8 執務室の3Dモデル

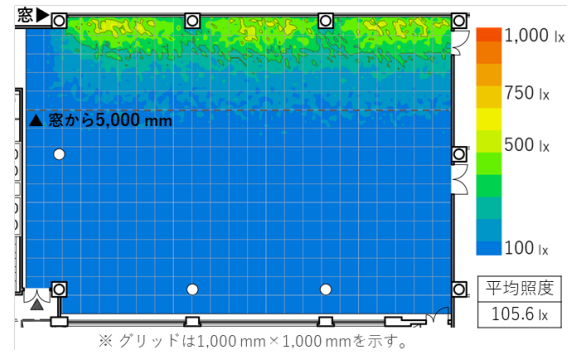


図9 スラット80°の水平面照度分布

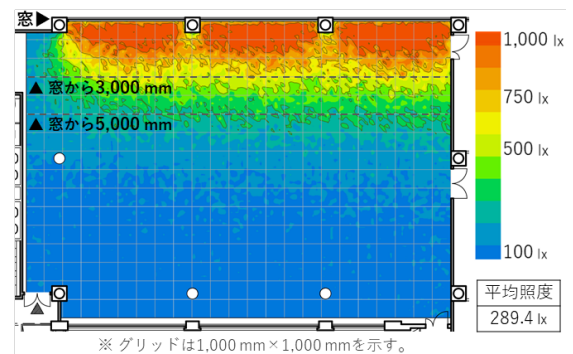


図10 スラット45°の水平面照度分布

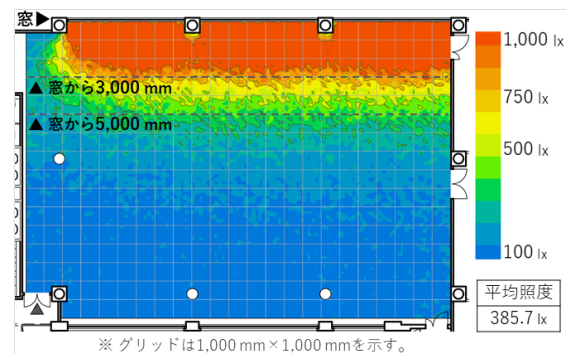


図11 スラット0°の水平面照度分布

4.3 省エネルギー性能検証

省エネルギー性能の検証は、照度解析結果より解析メッシュごとに屋外照度に対する執務室内水平面照度の割合を算出し、季節および時間帯ごとの屋外照度より水平面照度に換算し、照明エネルギー削減率を算出した。算出における執務室の設計照度は750 lxとし、執務室の想定使用時間は9:00～12:00 および 13:00～18:00 とした。

照明エネルギー削減率を、スラット角度ごとに表7～表9に、曇天時の照明エネルギー削減率を表10に示す。開発品による曇天時の照明エネルギー削減率は、本研究で対象とした執務室の室形状、開口形状および方位において外部遮蔽物がない場合、スラット角度80°で7.6%、45°で16.9%、0°で21.7%の効果を見込むことができる。

表7 スラット 80° の照明エネルギー削減率

季節	一日の削減率 [%]	時間帯ごとの削減率 [%]									
		9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
春分	7.9	10.8	12.4	13.2	0.0	11.9	10.0	7.4	4.4	1.4	
夏至	10.6	14.0	15.5	16.1	0.0	14.7	12.9	10.4	7.5	4.4	
秋分	7.7	11.3	12.7	13.2	0.0	11.5	9.4	6.7	3.5	0.9	
冬至	4.2	6.3	7.7	8.2	0.0	6.9	5.1	2.7	0.7	0.0	

表8 スラット 45° の照明エネルギー削減率

季節	一日の削減率 [%]	時間帯ごとの削減率 [%]									
		9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
春分	18.0	24.5	28.1	29.3	0.0	27.0	22.7	16.9	10.0	3.1	
夏至	23.0	30.4	32.3	33.1	0.0	31.3	28.9	23.6	17.1	10.0	
秋分	17.4	25.6	28.6	29.4	0.0	26.1	21.3	15.2	8.0	2.1	
冬至	9.5	14.4	17.4	18.7	0.0	15.6	11.5	6.1	1.5	0.0	

表9 スラット 0° の照明エネルギー削減率

季節	一日の削減率 [%]	時間帯ごとの削減率 [%]									
		9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	
春分	22.9	31.7	33.7	34.6	0.0	33.1	30.3	24.3	14.3	4.5	
夏至	28.0	35.6	37.4	38.1	0.0	36.5	34.2	31.0	24.6	14.5	
秋分	22.1	32.3	34.0	34.6	0.0	32.6	29.2	21.9	11.6	3.1	
冬至	13.6	20.8	25.1	26.7	0.0	22.5	16.6	8.8	2.2	0.0	

表10 曇天時の照明エネルギー削減率

スラット角度	平均 [%]	春分 [%]	夏至 [%]	秋分 [%]	冬至 [%]
80°	7.6	7.9	10.6	7.7	4.2
45°	16.9	18.0	23.0	17.4	9.5
0°	21.7	22.9	28.0	22.1	13.6

5. まとめ

本研究では、開発したブラインドを用いて、実環境測定による採光量の検証、および光環境解析による省エネルギー性能の検証を行った。実環境測定では、一般的なブラインドに比べて、水平面照度が 1.40~2.66 倍向上し、開発したブラインドの採光量の向上が確認された。光環境解析では、開口が腰高窓で、屋外照度 25,000 lx の曇りの条件において、開発したブラインドのスラット角度を、採光を得やすい角度とした場合、平均 21.7 %の照明エネルギー削減率が見込めることが確認された。照明エネルギー削減率は、屋外照度および開口面積が大きくなることで、さらに向上すると考えられる。

本研究で開発したブラインドを開口部に設置し、昼光センサー制御照明と併用したり、昼光利用により室内の明るさが確保できている範囲の照明を消灯したりすることで、照明エネルギー消費量の削減に寄与できると考える。

執筆者紹介

ひとこと

建築光環境の向上だけでなく、様々な環境分野を融合させた多角的な技術開発を行い、室内環境の質的向上を追求していきます。



浅野 翔平
修士 (工学)