

平成 22 年 3 月 26 日現在

研究種目：若手（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19760412

研究課題名（和文） 昼光利用性能指標としての導光率に関する研究

研究課題名（英文） A study on the daylight guide factors for evaluation of daylighting performance

研究代表者

三木 保弘（MIKI YASUHIRO）

国土技術政策総合研究所住宅研究部住環境計画研究室・主任研究官

研究者番号：90356014

研究成果の概要：昼光利用により建築物の室奥部分の明るさを確保することができれば、昼間の照明の補助点灯削減による省エネルギー性と視環境の快適性が向上する。本研究では、この室奥へ昼光を導く性能である「導光率」に関する検討を行い、その枠組みとして、直達照度と天空照度それぞれに対する日照調整面などの放光部の光量と放光部の拡散性、さらに放光部と室奥部分の位置関係等を勘案し、比として総合する指標の考え方を示した。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	900,000	0	900,000
2008年度	800,000	0	800,000
年度			
年度			
年度			
総計	1700,000		

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：昼光利用 性能評価 導光

1. 研究開始当初の背景

(1) 自然エネルギー利用による省エネルギー技術の確立が喫緊の課題である。その技術の一つが建築物における「昼光利用」であり、これにより室内の開口部近傍の明るさ確保に加え、室奥部分の明るさを確保することができれば、昼間における人工照明の補助点灯を減らすことができる。

(2) 従来の昼光利用手法として、窓から光を直接的に採り入れる場合の手法と、室内の内装反射による間接的な手法が用いられてきた。さらに、最近では、昼光を導くのが不可

能とされていた開口部から距離が遠い室奥部分や非居室部分へ光を導くための、ライトダクト等の先進的な建築的装置が相次いで開発されている。

(3) 新しい手法を含めた、光を室奥へ導く手法に対しては、採光可能性としての基本的指標である従前の「昼光率」とは異なる「光を導く性能」として総合的に評価する必要があると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、室奥へ昼光を導く導光性能を

「導光率」として定義し、居室における昼光の総合的な導光率に関し、昼光利用性能指標としての枠組みを検討することを主たる目的とする。

3. 研究の方法

(1) 導光手法の整理と検討パラメータ抽出
一般的な居住空間で現在考えられる導光手法の整理を、部位別のミクロな視点と、複合的な組み合わせのマクロな視点から行った。

(2) 導光性能の基礎的検討 (模型実験)
上記(1)の結果に基づき、実屋外下において、主に開口部廻りの日照調整装置の複合的組み合わせを変え、その他の室形状及び内装反射率を一定にした模型実験を行い、開口部廻りの仕様の組み合わせが及ぼす導光効果とその把握方法について基礎的検討を行った。

4.0m×4.0m×2.5m、掃き出し窓2.0m×2.0mの居室を想定した1/10縮尺の室内模型に、庇、ルーバ、ブラインド、簾、レースカーテン等、日照調整装置の模型を現実としてあり得る組み合わせを考慮して設置し、晴天日の12時と15時における開口部が南向きの場合の、開口近傍と室内の直射光が照射していない2点の床面照度を検討した。

(3) 導光性能の系統的検討 (シミュレーション)
上記(2)で検討した内容を踏まえ、模型実験では検討が困難な室形状の影響(室内の長さの違い、異なる内装反射率の違い)・装置(ライトダクトの種別の違い)等を考慮し、系統的なシミュレーションを実施し、各種導光手法及びその組み合わせの効果を性能としてさらに検討した。シミュレーションは、Inspirerという光環境予測ソフトウェアを用いて行った。シミュレーションの条件と設定の概要を表1に示す。

表1 シミュレーションの条件と設定の概要

条件	設定	
屋外状況	春秋分晴天	
時刻:時	9 12	
開口部方位	南	
室内形状 D×W×H:m	8.0×4.0×2.5 16.0×4.0×2.5	
内装反射率 床・壁・天井:%	30、50、70 50、70、90	
開口部形状 W×H:m	2.0×1.0	
窓透過率:%	80	
日照調整装置	なし	
	横ルーバー 反射率:%	80 30
	横ブラインド 反射率:%	80 30
	ライトシェルフ 反射率:%	80 30
	庇 長さ:m	0.8
導光装置	ライトダクト形状	
	垂直型上1層	
	垂直型上2層 水平・垂直複合型	

(4) 導光率の構成の検討

上記(1)(2)及び(3)の検討結果を踏まえ、指標として考え得る導光率の構成について検討した。

4. 研究成果

(1) 導光手法の整理と検討パラメータ抽出
導光手法は、部位別に整理すると、室形状・開口部の位置を基本とし、その他日照調整装置、ライトダクト等の導光装置、内装仕上げであると整理でき、複合的な組み合わせとして、日照調整装置どうしの組み合わせを基本とした上記部位の組み合わせが考えられた。また、これに影響するパラメータとして太陽高度が考えられた。

(2) 導光性能の基礎的検討 (模型実験)

太陽高度の異なる晴天時の開口部廻りの日照調整装置の複合的組み合わせを変え、その他の室形状及び内装反射率を一定にした模型実験の結果を表2及び表3に示す。太陽高度が高い12時の場合、外ルーバや庇等と室内のロールスクリーン、レースカーテン、簾の組み合わせでは、簾が均一性が高く、カーテンが、均一性が低い結果となった。明るさレベルとの関係で考えると、簾のような日照調整装置は、明るさレベルは低めである一方で、照度の均一性を高める=導光性能は高いことがわかる。逆に、レースカーテンは、明るさレベルは高いが、室内へ光を導く性能は低いと考えられる。太陽高度が低く、やや側方から光が入射する15時の場合は、床面照度としてみた場合に導光効果はいずれもあまり高くないことがわかる。ただし、簾については、12時の場合と同様に相対的に高めの値となっており、スリット間隔が細かく指向性の少ない簾では、側方から入射した光でもある程度導光性能を有すると言える。

以上の実屋外下における模型実験で開口近傍の照度と室内の照度で相対的に評価することにより、太陽高度の違い及び、窓面の日照調整装置の拡散性(指向性)が、床面全体の明るさレベル(光量)と室内の相対的な明るさレベル(均一性)に影響することがわかった。

表2 日照調整装置の導光効果に関する模型実験による測定結果 (2/20 12時/晴天)

	装置1	装置2	開口近傍照度a [lx]	室内照度b [lx]	照度比b/a
1	格子ルーバー	内ロールスクリーン	3730	1810	0.49
2	格子ルーバー	レースカーテン	5920	2650	0.45
3	垂直ルーバー	内簾	1770	1200	0.68
4	垂直ルーバー	内ロールスクリーン	7180	3350	0.47
5	垂直ルーバー	レースカーテン	7270	3650	0.50
6	水平ルーバー	内簾	1940	1170	0.60
7	水平ルーバー	内ロールスクリーン	3410	1810	0.53
8	水平ルーバー	レースカーテン	6890	2950	0.43
9	外垂直ブラインド	レースカーテン	7390	3750	0.51
10	外水平ブラインド	レースカーテン	4730	2330	0.49
11	オーニング	内簾	1270	910	0.72
12	オーニング	内水平ブラインド	3640	1460	0.40
13	オーニング	内垂直ブラインド	5450	2150	0.39
14	オーニング	レースカーテン	4450	2230	0.50
15	庇	水平ルーバー	6160	3420	0.56
16	庇	垂直ルーバー	3940	2840	0.72
17	庇	格子ルーバー	5120	2730	0.53
18	庇	内簾	1430	1060	0.74
19	庇	内水平ブラインド	4200	2180	0.52
20	庇	内垂直ブラインド	6810	2630	0.39
21	庇	レースカーテン	5220	2860	0.55
22	庇	簾子	3270	1610	0.49

表3 日照調整装置の導光効果に関する模型実験による測定結果(2/20 15時/晴天)

	装置1	装置2	開口近傍照度a [lx]	室内照度b [lx]	照度比b/a
1	格子ルーバー	内ロールスクリーン	1910	722	0.38
2	格子ルーバー	レースカーテン	2910	1410	0.48
3	垂直ルーバー	内簾	1570	678	0.43
4	垂直ルーバー	内ロールスクリーン	2480	1040	0.42
5	垂直ルーバー	レースカーテン	5010	1690	0.34
6	水平ルーバー	内簾	1410	831	0.59
7	水平ルーバー	内ロールスクリーン	3680	1620	0.44
8	水平ルーバー	レースカーテン	4470	2270	0.51
9	外垂直ブラインド	レースカーテン	2910	1260	0.43
10	外水平ブラインド	レースカーテン	2810	1150	0.41
11	オーニング	内簾	980	541	0.55
12	オーニング	内水平ブラインド	2420	1090	0.45
13	オーニング	内垂直ブラインド	4810	1210	0.25
14	オーニング	レースカーテン	2730	1390	0.51
15	庇	水平ルーバー	4500	2330	0.52
16	庇	垂直ルーバー	5460	1810	0.33
17	庇	格子ルーバー	2760	1340	0.49
18	庇	内簾	1260	789	0.63
19	庇	内水平ブラインド	2760	1230	0.45
20	庇	内垂直ブラインド	4200	1470	0.35
21	庇	レースカーテン	3130	1740	0.56
22	庇	障子	1550	710	0.46

(3) 導光性能の系統的検討(シミュレーション)

上記(2)の検討結果から、居室として一般的な日照調整装置の特性と、床面照度の光量及び均一性が、太陽高度の違いのもと関係性があるという基礎的な知見は見い出せたが、導光率として指標化するには、床面のみならず、壁面や天井面を含めた立体的照度分布の検討及び模型実験では検討が困難な形状・装置を考慮したデータが必要と考えられたため、系統的なシミュレーションを、晴天のうち導光効果の高い時間帯(9時及び12時)に絞って実施した。シミュレーションの条件と設定は既に示した表1の通りであり、これらの組み合わせで、全96通りのパターンについて、床面、壁面、天井面の照度分布を導出した。表1に関連するその他詳細な条件は以下の通りである。

- ・腰窓下端高さ：0.75m
- ・ライトシェルフ奥行き・幅：0.4m
- ・ライトダクト仕様：径600mm、導光部反射率80%、放光位置は窓から部屋の奥行き3/4
- ・屋外照度：晴天12時：直射日光70,000lx、天空光20,000lx、晴天9時：直射日光40,000lx、天空光15,000lx
- ・横ルーバ仕様：奥行き150mm、高さピッチ200mm、厚み20mm
- ・横ブラインド仕様：幅25mm、ピッチ20mm、スラット角水平

シミュレーション結果における床面、壁面、天井面の照度分布を検討したところ、床面照度分布で代表させた方が、ライトダクト等を含めた導光手法の複合的な効果の検討としてはわかりやすいことがわかった。

以下、結果の例として、室奥が長い場合で導光性能の違いが比較的明確な9時における以下10ケースについて、床面照度分布コンターを図1に示す。下記のケースで異なる条

件以外は、晴天日、9時、奥行き16m、日照調整装置の反射率は80%、で統一されている。

- ①内装反射率低・装置無
- ②内装反射率高・装置無
- ③内装反射率低・横ルーバ
- ④内装反射率低・横ブラインド
- ⑤内装反射率低・ライトシェルフ
- ⑥内装反射率低・庇
- ⑦内装反射率低・ライトダクト水平
- ⑧内装反射率低・ライトダクト垂直1層
- ⑨内装反射率低・ライトダクト垂直2層
- ⑩内装反射率低・ライトダクト水平垂直複合

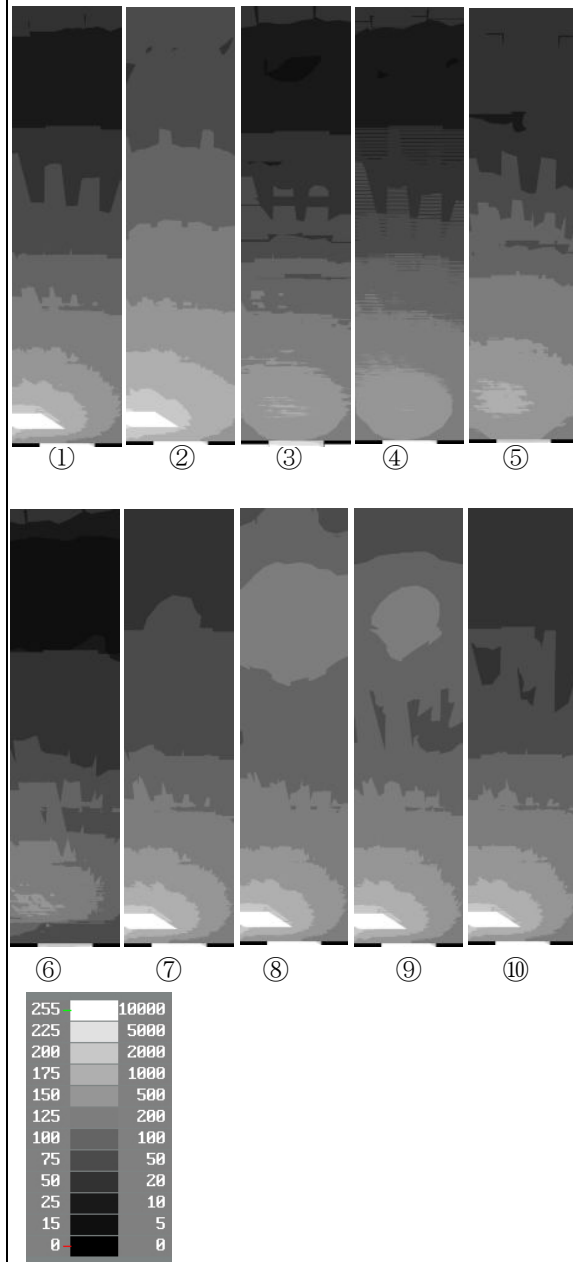


図1 10ケースの照度分布図

これらの10ケースの比較からは、例えば以下の事柄を読み取ることが出来る。

- ・内装反射率の違いについて、特に室奥が長いようなケースで導光効果が大きく、ライトダクトと同程度の光量としての明るさが得られる。
- ・ライトダクトについては、垂直方向の距離が影響し、水平方向のダクトは導光効果が小さい。同様に垂直方向を含めても水平方向と複合させた場合は導光効果が小さい。
- ・横ルーバと横ブラインドの差はあまりない。
- ・室奥部分へのライトダクトの効果は横ルーバや横ブラインドに比べ大きい。

これらの結果から、内装反射率のパラメータとしての重要度は導光率を考える上で非常に高く、また、最近の導光装置であるライトダクトについては、その導光部分の性能は別途考え、最終的に光を放光する部分の光量、位置、拡散性が重要であるといえ、通常の日照調整装置に太陽高度と位置のパラメータを掛け合わせることで原則的には同じ考え方で扱うことができる可能性があることがわかった。

(4) 導光率の構成の検討

上記(1)～(3)の検討結果及び、既存の研究知見による直射光を含む昼光計算の考え方を踏まえ、導光率の構成について検討した結果、導光性能を示すために必要なパラメータは、日照調整装置等の性能、屋外のグローバル照度(全照度)に基づく直達照度及び天空照度、室奥の床面照度、室奥部分の相対的な位置関係であると考えられた。

これらの検討に基づき、「導光率」の枠組みとして、直達照度と天空照度それぞれに対する日照調整面などの放光部の光量と放光部の拡散性、さらに室奥部分の位置関係を勘案した床面照度等を比率として総合する考え方であると結論づけた。

今後の課題として、曇天も含んだ実データ下・シミュレーションによる検証とあわせ、実空間に簡易に適用できるための指標化が必要と考えられる。

5. 主な発表論文等 (研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計0件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

三木保弘 (MIKI YASUHIRO)

国土技術政策総合研究所住宅研究部住
環境計画研究室・主任研究官

研究者番号：90356014