



Title	トップライト型ボイド空間を対象とした光・熱環境計画に関する研究：その1 模型実測による各階における直達日射の挙動推定
Author(s)	泉, 孝典; 絵内, 正道; 羽山, 広文 他
Citation	大会学術講演梗概集. D-2, 環境工学II, 熱, 湿気, 温熱感, 自然エネルギー, 気流・換気・排煙, 数値流体, 空気清浄, 暖冷房・空調, 熱源設備, 設備応用, 2008, 27-28
Issue Date	2008-07-20
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/50709
Rights	日本建築学会. 本文データは学協会の許諾に基づきCiNiiから複製したものである.
Type	journal article
File Information	GKKD-2_27-28.pdf



トップライト型ボイド空間を対象とした光・熱環境計画に関する研究
- その1 模型実測による各階における直達日射の挙動推定 -

正会員 ○泉 孝典*1 同 絵内 正道*2
同 羽山 広文*3 同 菊田 弘輝*4

照度 日射負荷 トップライト
ボイド空間 直達日射

1. はじめに

屋内環境の形成にあたり、トップライトからの採光は光・熱環境に与える影響が非常に大きく、良好な屋内環境を築くためには、光の挙動を正確に把握することは絶対条件となる。本研究の目的は、その形態上、光の挙動が複雑となるトップライト型ボイド空間を有する建物を扱い、各階における照度分布を明らかにするとともに、直射照度に関する発光効率から直達日射負荷を算定し、最終的にトップライト型ボイド空間への直達光による各階日射負荷を導き出すことである。

2. 模型実測

2.1 模型実測概要

模型実測では、晴天日における一日の太陽の動きに対応した室内照度分布の把握を目的として、1フロア30[m]×30[m] (うち64㎡がボイド空間) の複層オフィスビルの1フロアを、縮尺1/25模型で再現した (図1)。照度計は1フロアのみに取り付け、計測階のフロア中央点に対するトップライトの立体角投射率 U を、想定する階の U と等しくすることで、建物内の各階を再現した。

照度に影響を及ぼす因子として、①建物形状や壁面性状など、建物における因子 (表1)、②天候や太陽高度など、外界における因子 (太陽高度、太陽方位角、¹⁾晴天指数) が考えられる。太陽位置と太陽方位角は北緯30°-45°地点

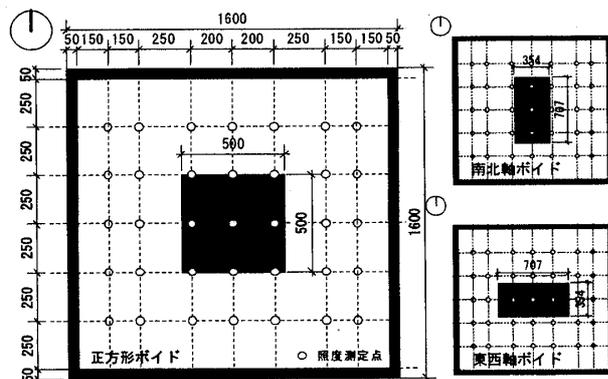


図1 計測階の模型平面図

表-1 実測模型設定パターン

基準階高さ [mm]	トップライト・ボイド形状	天井	壁	床	反射率 (%) ρ	立体角投射率 U
139	南北軸	天井	50	80	0.8	
		壁	0	80		
		床	30	50		
202	正方形	天井	50	80	0.6	
		壁	0	80		
		床	10	30		50
[mm]	東西軸	天井	50	80	0.4	
		壁	0	80		
		床	30	50		

で、日射負荷の大きくなる10時-14時における太陽の動きを想定して設定した。日射量の測定は、水平面及び模型空間内への入射量を把握するために模型屋上面で行った。

2.2 実測結果の解析手法

模型空間内で測定された照度を構成するのは、①直達光による直接照度 (直射照度) ②直達光による間接照度③天空光による直接照度 (天空照度) ④天空光による間接照度の4要素である。本解析の目的は測定された照度データをもとに、2.1で示した各因子が①②各々の照度に及ぼす影響度を把握し、直達光に関する照度推定式を導き出すことである。天空光が照度に与える影響は既往の研究より明らかとなっている。なお①直射照度 E_D [klx] は太陽高度 h [rad] の関数として以下の式から求めることができる。

$$E_D = (0.01184 + 0.06192h - 0.07127h^2 + 0.02667h^3) I_D^{1.2} \quad (1)$$

②直達光による間接照度 E_{DRE} [klx] に関しては、 E_D を等しくした上で、図に示す $U_I \times U_S$ の関数として整理を行った。

2.3 解析結果

$U_I \times U_S$ を関数として、床面の反射率別にまとめたものを図3, 4, 5に示す。ボイド形状の違いによる差異はなかったため、ここでは正方形ボイドで代表する。その結果、反射率による違いが大きく表れた。ここで把握した反射率別の関係式をもとにその係数、切片各々の最小自乗近似式を作成し、 E_{DRE} [klx] に関する推定式を導いた。(ρは反射率)

$$E_{DRE} = E_D \rho (1.0878 U_I \times U_S - 0.0055) \quad (2)$$

U_I と U_S はともに、計測位置・ボイド形状・階高・太陽高度・太陽方位角・天井厚から成り立つ関数である。従って、これらを代入することで上式を用いて E_{DRE} の推定が可能となる。

3. 仮想モデルを用いた感度解析

3.1 感度解析概要

(1)式を用いて直射照度を算出し、直達光の発光効率 η_D を用いて想定階におけるトップライトからの直達日射負荷を求めることにする。本研究では各階の日射分配を把握するために、照度を用いて日射負荷を算出した。

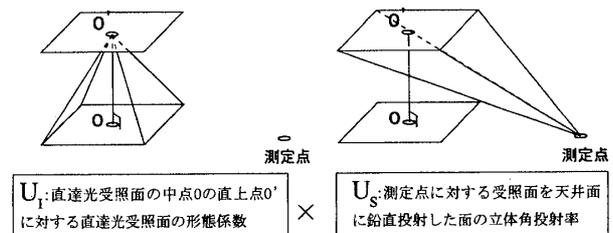


図2 解析用指標の概念図

Design for Lighting and Thermal Environment of a Skylighted Void Space.

Part 1. Estimation of the Direct Solar Radiation Action of Each Floor by Experimental Study.

IZUMI Takanori et al.

想定する建物の概要を図4、5、表2に示す。対象階は特に日射負荷の大きくなる最上階(A階)とその一つ下の階(B階)である。解析には2006年の気象台のアメダスデータを用い、日射負荷の大きくなる晴天日として夏期は8/20、冬期は12/5をとりあげた。

3.2 発光効率を用いた熱量換算

直達光の発光効率 η_D は(1)を用いて算出できる。ここではその η を用いて以下の方法で直達光による日射負荷 Q_D を算定する。

$$Q_D = S_D \times E_D \times \tau_L / \eta_D \quad (3)$$

S_D : 直達光受照面積 [m²] E_D : 直射照度 [klx]

η_D : 直射照度の発光効率 [klm/W]

τ_L : 窓面の可視光透過率 [-]

3.3 解析結果

発光効率と直射照度を用いて、トップライトからの直達日射負荷と、その中に占めるA階、B階の直達日射負荷、さらに全直達日射負荷に占めるトップライトからの直達日射負荷の割合を求めた(図6)。その結果、全直達日射負荷に占めるトップライトからの直達日射負荷の割合は、太陽高度の高くなる日中に大きくなり夏期は40~60%、冬期は30~50%程度であった。また、トップライトからの日射負荷の大半はA階、B階に集中しており、太陽高度の低い冬期や明け方、夕方はその傾向が顕著に表れた。夏期は一日を通じて太陽高度が高いため光の入射角が小さく、トップライトからの日射負荷は各階に分散する傾向を示した。

4. まとめ

本研究での成果を以下に示す。

1. トップライト型ポイド空間における照度分布に影響を及ぼす因子の特性を明らかにした。
2. 直達日射の直接照度と間接照度の推定式を導き出した。
3. トップライトから入射する直達光の挙動を明らかにした。
4. 直達光の直接照度と発光効率を用いて、トップライトからの入射光による、各階への直達日射負荷分配を把握した。

なお次報以降、直達光だけでなく天空光まで考慮した上での照度分布の把握、日射負荷計算を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 稲沼實, 武田仁: 長期観測データに基づく日射の直散分離に関する実証的研究, 日本建築学会環境系論文集No575, pp. 41-46
- 2) 泉孝典, 菊田弘輝, 絵内正道, 羽山広文: トップライト型ポイド空間を対象とした光・熱環境計画に関する研究(その1) 模型実測による各階の天空日射負荷の推定, 空気調和・衛生工学会北海道支部学術講演会論文集, 2008. 3
- 3) 稲沼實, 武田仁: 長期観測データに基づく昼光の発光効率に関する実証的研究, 日本建築学会計画系論文集No560, pp. 7-13

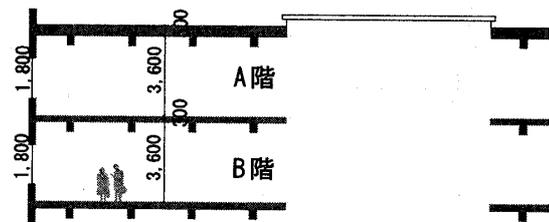


図4 モデル建物断面図

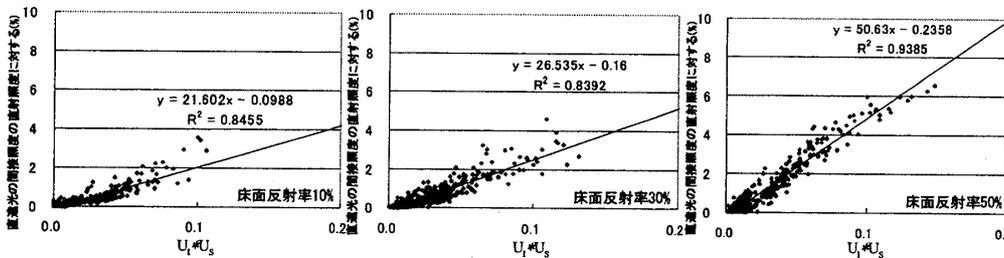


図3 床面反射率別の直達光の間接照度 $-U_1 \cdot U_2$

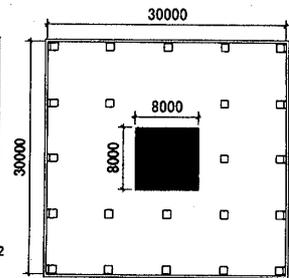


図5 モデル建物平面図

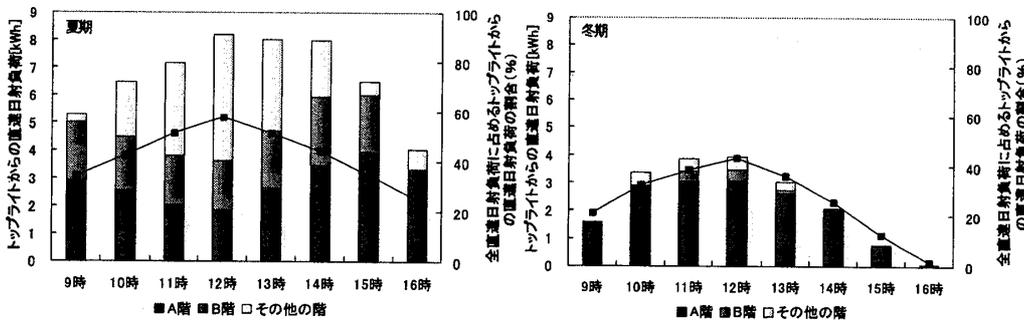


図6 トップライトからの直達日射負荷

表2 モデル建物概要

立地	東京(35.69,139.76)	
フロア面積	838m ²	
ポイド面積	64m ²	
トップライト形状	正方形トップライト	
窓	東	45m
	西	45m
	南	45m
	北	45m
	水平面	64m ²
覆層	普通複層ガラス	
面積率 a	0.9	
遮蔽係数 SC	0.4	

*1 株式会社大林組 工務

Obayashi Corporation., M Eng.

*2 北海道大学大学院工学研究科 教授・工博

Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

*3 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)

Assoc. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.

*4 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)

Assis. Prof., Graduate School of Eng., Hokkaido Univ., Dr. Eng.