68. 人工天空システムによる昼光シミュレーション実験 —建物外部の状況に関する予備的考察—

後藤浩一 大門昌昭 河崎由美子
(積水ハウス株式会社)

1 はじめに

当社ではCIE標準晴天空や、その他さまざまな天空のシミュレーションが可能な人工天空システムを用いて、住宅に関する日影実験、採光実験を行っている。近年は、建物の日照問題もさることながら、室内の視環境についての関心も高く、またその要求も、量的なものから質的なものへと変化しつつある。したがって、昼光視環境を対象とした模型実験においても、より実情に沿った実験条件の設定が必要となる。

室内の昼光環境に影響を及ぼすと考えられる要素としては、次のようなものが挙げられる。

1. 昼光光源の特性（太陽高度、大気透過率等）
2. 地面（コンクリート、芝生、池、土）の反射特性
3. 周辺建築物の遮蔽、および反射
4. 窓の面積、配置
5. 窓に付帯する庇、ブラインド、カーテン、障子等による効果
6. 室内の内装材（壁、天井、床）の反射率

当社では、これらの諸条件と室内視環境との関係をさまざまな角度から検討中である。

これまでの実験から、2、3に挙げた建物周辺部の状況が室内の視環境に与える影響も無視できないことが分かったが、これについて詳細に検討した例は少ない。また、近年の地価高騰とも相まって、特に、都市部、および都市近郊における採光状況の悪化が著しく、建物周辺の状況を考慮した実用レベルでの室内視環境の検討が必要であると考えた。本報告では、その予備的考察について報告する。

2 実験概要

2.1 模型実験

実験は、人工天空システム^{*1}を用い、図2に示すような住宅地の一角を想定した模型を、それらの隣棟間隔(d)が3 m、6 m、9 m、 ∞ m(障害物なし)の時の1階、および2階窓レベルでの窓面昼光率^{*2}($Di=E_i/E_h$; $i=1,2$)をデータとして取得した。

2.2 設定条件

外壁および地面の反射率(それぞれ、黒と白の2つ)、窓面の向き、設定日時を変え計7回測定した。その時の各設定条件を表1に示す。

人工天空システム、模型、その他の設定条件は以下に示すとおりである。

- ・ 天空パターン : CIE標準晴天空、CIE標準曇天空
- ・ 場所 : 北緯35°、東経135°の地点
- ・ 外壁の反射率 : 黒4.4%、白75.8%
- ・ 地面の反射率 : 黒2.7%、白85.8%
- ・ 窓面の向き : 真南、真東
- ・ 設定日時 : 春分、夏至、冬至、各日の日出から正午までの1時間毎の正時

表1 各測定における設定

No.	窓向	地面	外壁	設定日時
1	南	黒	黒	春分(7:00~12:00)
2	南	黒	白	春分(7:00~12:00)
3	南	白	黒	春分(7:00~12:00)
4	南	白	白	春分(7:00~12:00)
5	南	黒	黒	夏至(6:00~12:00)
6	南	黒	黒	冬至(8:00~12:00)
7	東	黒	白	春分(7:00~12:00)

表2 設定日時における太陽位置

	春分		夏至		冬至	
	γ	α	γ	α	γ	α
6:00	-	-	12.8	-109.8	-	-
7:00	10.7	-82.4	24.6	-102.3	-	-
8:00	22.8	-73.0	36.8	-94.8	8.8	-53.2
9:00	34.1	-61.8	49.1	-86.2	17.9	-42.6
10:00	44.1	-47.4	61.2	-74.6	25.2	-30.0
11:00	51.7	-27.9	72.3	-53.4	29.9	-15.5
12:00	55.1	-3.2	78.4	-2.1	31.6	0.4

※ γ : 太陽高度、 α : 太陽方位角
方位角 α は $S=0^\circ$ で、 $-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$ で示す。

Daylight simulation under the artificial sky; preliminary examination about the relation between outside condition and visual environment, Koichi Goto, Masaaki Okado, Yumiko Kawasaki.

写真1 実験状況

図2 実験概略図

3 結果及び考察

3.1 実験結果

地面と外壁の反射率による窓面照度への影響（春分、1F南窓、隣棟間隔 $d=3m, 6m, 9m$ の場合）を図3.1、3.2、3.3にそれぞれ示す。なお、図1,2,3に示す窓面照度 $E_{vi}(lx)$ は、実験の際得られた窓面昼光率 $D_i(=E_i/E_h)$ に、次式(1)で算出した全天空照度 E_s を乗じたものである。

$$E_s = E_o \sin h (1 - P^{1/\sin h}) \{0.5 + (0.4 - 0.3P) \sin h\} \cdots (1)$$

$$E_{vi} = E_s \cdot D_i$$

h : 太陽高度

なお、大気透過率 $P=80\%$ 、大気圏外法線面照度 $E_o=126800(lx)$ と仮定した。

また、窓面照度の隣棟間隔(d)による違い、窓向きによる違い、季節による違いをそれぞれ図3、4、5に示す。

3.2 地面・外壁の反射率による窓面の鉛直面照度への影響

図3.1、3.2、3.3から分かるように、地面・外壁を白とした時の1階窓面における鉛直面照度は、それらが黒の時のほぼ2倍である。これは、隣棟間隔 $d=3m, 6m, 9m$ いずれの場合も同様である。また、2階窓面、および障害物のない($d=\infty$)場合も、その比に違いはあるが、地面・外壁の影響を受けていることを確認している。このように、外壁・地面の反射率が窓面の鉛直面照度に大きく影響することが判明した。

4 おわりに

本報告では、建物周辺の状況が室内の視環境にどのように影響するかを、窓面の鉛直面照度を指標として若干の検討を試みた。今回の実験では、地面と外壁の反射率の設定をそれぞれ2種類づつ、都合4パターンのみについて行ったため、ごく限られた条件の下で得られるデータである。実際の建物周辺の状況はより複雑であり、模型実験によって、室内の視環境をより厳密に再現するためには、さらなるデータの収集とその検討が必要であると考え。今後、その他の要素と組み合わせながら、室内視環境のシミュレーションに対応するべく詳細な検討を試みる予定である。

<参考資料>

※1：大門・河崎ほか：人工天空の開発-直接照射型-、照明学会全国大会（平成3年）90,91

※2：日本建築学会：昼光照明の計算法、丸善、1993

図4 隣棟間隔による違い
春分, 1F南窓
地面:黒, 外壁:黒

図5 窓向きによる違い
春分, 1F
地面:黒, 外壁:黒
隣棟間隔 $d=6m$

図6 季節による違い
1F南窓
地面:黒, 外壁:白
隣棟間隔 $d=6m$

図3.1 地面と外壁の反射率による窓面照度の差
(春分, 1F南窓, 隣棟間隔 $d=3m$)

図3.2 地面と外壁の反射率による窓面照度の差
(春分, 1F南窓, 隣棟間隔 $d=6m$)

図3.3 地面と外壁の反射率による窓面照度の差
(春分, 1F南窓, 隣棟間隔 $d=9m$)