直接照射型人工天空の輝度分布校正について

〔その1：一様天空〕

大門昌昭 河崎由美子 向阪信一 山石 隆 中村 洋 古賀靖子
 (積水ハウス株式会社) (松下電工株式会社) (九州大学)

1. はじめに

直接照射型人工天空システムの概要については既に報告した。今回、これについて輝度校正を行い、一様天空、CIE標準曇天空の再現精度について確認したので報告する。

人工天空を形成する個々の照明器具は天空照明要素と称し(以下、略して照明要素という)、図1のように半球面状に設置している。照明要素は地平から天頂まで19段(A~S)あり、総数は853である。また、人工太陽の軌道に対して左右対称に位置する2つの照明要素を同一回路(天頂のみ1つで1回路)とする総数427の調光制御回路を有する。照明要素の輝度制御は、427回路をそれぞれ個別に100階調に調光しており、全制御データをコンピュータで管理している。

図1 照明要素の配置

2. 校正方法

(1) 測定器機: ①半球面照度計(A00285, TYPE1105, 8600: B&K社)、②水平面照度計(指針型D-900: 松下電産)、③走査型全天輝度計(スカイキナー-MS-300: 英弘精機)、④交流電圧計(携帯用0.5級: 横河電機)

(2) 校正手順:

<準備>... 輝度校正に半球面照度計を用いるための準備

- ①: 計量法に適合する水平面照度計と校正に用いる半球面照度計で法線方向(真上)の同一光源を測定し、後者の感度補正係数を算出する。
- ②: 同半球面照度計の入射光高度別感度を測定し、法線方向に対する入射角補正係数を算出する。
- ③: ①, ②より各照明要素の半球面照度測定値を水平面照度に換算する照度換算係数(α)を算出する。
- ④: 各照明要素の発光面積より水平面照度を輝度に換算する照度/輝度換算係数(β)を算出する。

<計測1>... 照明要素の半球面照度測定

(427回路個別、フル点灯・調光なし)

- ①: 地平面中心で半球面照度(E)を測定する。
- ②: 同時に電源電圧を測定し、基準電圧(98V)に補正する電圧補正係数(a)を算出する。

<計測2>... 輝度校正に必要な直射光の照度測定

(A~S各1回路、フル点灯・調光なし)

- ①: 計測1と同様に直射光を遮断した状態の半球面照度を測定し、その差を直射光分の照度とする。
- ②: 照明要素A~Sの直射光補正係数(b)を算出する。

図2 照明要素の輝度(L) (フル点灯・98V換算)

図3 走査型全天輝度計

表1 全天輝度計の測定位置

高度角	方位角間隔	測定点数	段数
90°	—	1点(天頂)	8段目
78°	60°	6	7
66°	30°	12	6
54°	20°	18	5
42°	15°	24	4
30°	15°	24	3
18°	12°	30	2
6°	12°	30	1

＜輝度の算出＞… 各照明要素の輝度(L)の算出

計算式：輝度(L)=(a)×(b)×(α)×(β)×(E)を計算する。

(各照明要素の輝度(L)の計算結果を図2に示す。)

＜輝度／階調の決定＞… 全照明要素中で最も低い照明要素の輝度より、最高階調(99)の輝度を決定し、またその100分の1を1階調分の輝度とする。

(本測定ではKの輝度より2050(cd/m²)とした。)

＜階調制御データの入力＞… 全照明要素の100階調分の制御データを調光回路毎に、計算し、入力する。

＜計測3＞… 校正後の一様天空の輝度分布測定

階調99、66、33の一様天空を演出し、走査型全天輝度計(開口角11°、145°/17°/全天：図3、4、表1)で輝度分布を測定し、精度確認を行う。

図4 全天輝度計の測定範囲

3. 校正結果

一様天空(階調99、66、33)の輝度分布を走査型全天輝度計により測定した結果を図5に示す。

測定結果を見ると照明要素間の相互反射で設定輝度よりやや高い値になっている。輝度校正の精度は平均値に対して階調99では104.9～95.0%、階調66では104.7～94.6%、階調33では106.0～94.4%で、満足すべき範囲であった。(但し、一段目を除く。)

4. 輝度階調と照度

地平面中心において、階調11～99の一様天空の水平面照度を測定し、輝度階調と照度の関係を確認した。

相対的にみて誤差の大きい部分に若干のデータ修正を加え、最終的に図6に示す通りほぼ直線の関係を得た。

5. まとめ

直接照射型人工天空において、天空輝度分布の均一性のよい一様天空を実現できた。同時に、輝度階調と照度の関係についても直線性を確保できた。

さらに、CIE標準曇天空など輝度分布を定義されている場合には、照明要素間の相互反射による輝度増加に対するより正確な補正が必要であると考えられる。

図5 一様天空の輝度測定結果

図6 一様天空の輝度階調と照度(98V換算)

(参考文献)

- 1) 大門ほか：人工天空の開発－直接照射型－，平成3年度照明学会全国大会講演予稿集63(1991)
- 2) 大門ほか：新しい直接照射型人工天空について，日本建築学会学術講演梗概集4027(1991)
- 3) H. Nakamura et al. : A NEW ARTIFICIAL SKY IN JAPAN, Proceedings of "Windows, Lighting and Energy Efficiency", Univ. of New South Wales, Australia. (1991)
- 4) 中村ほか：天空輝度分布と天空放射輝度分布の走査型測定装置の開発，平成4年度照明学会全国大会講演予稿集60(1992)
- 5) H. Nakamura et al. : NEW SKY SCANNER FOR THE MEASUREMENT OF SKY LUMINANCE DISTRIBUTION, CIE Proceedings of 22nd Session. (1991)