

積分球による大型照明器具の全光束評価

Total Luminous Flux Evaluation of Large Lighting Fixtures using an Integrating Sphere

楠本雄裕・志賀寿・高橋智一

Katsuhiko Kusumoto, Hisashi Shiga and Tomokazu Takahashi

電子・有機素材研究所 応用電子科

全光束の測定には一般的に積分球が用いられている。積分球で正しい測定結果を得るためには、測定する光源の大きさに対して十分に大きな積分球を用いて測定を行うこととされているが、積分球の直径に対してどの程度の大きさの光源まで正確に測定できるかは明確ではない。

本報告では、鳥取県産業技術センターが所有する積分球を用いて、可能な限り大きな照明器具を正確に測定するためには、どのように測定を行えば良いのか検討を行った。その結果、照明器具を反射率の高い材料で覆うことにより、測定精度を向上させることが可能であることを確認した。

1. はじめに

照明器具や各種光源の全光束測定には、一般的に積分球が用いられている。積分球は球体形状で、内面が高い反射率で拡散反射する材料によってコーティングされている。球体内に設置した光源から放射される光を多重反射させることで、内面を均一な照度の状態とし、一部の内面照度を計測することで光源の全光束を求めることができる計測機器である。照明器具の性能を評価する上で、全ての方向に放射される光量である全光束は、照明器具の明るさを表す尺度として重要である。

鳥取県産業技術センターが所有する積分球は、直径40inch（約1m）であり、図1が外観である。積分球で正しい測定結果を得るためには、「光源の大きさを積分球の直径の1/3以下にする」、「長尺状の光源であれば、長さの1.5倍以上、面状光源であれば対角線の2~3倍以上の直径を有する積分球を使用しなければならない」とされており²⁾、使用する積分球の直径により被測定光源の大きさが制限されることになる。しかし、積分球の直径に対してどの程度の大きさの光源まで正確に測定できるのかは明確ではない。

積分球を用いて大型照明器具の全光束を測定する場合、照明器具の面積が大きく、照明器具筐体による光の吸収や影の影響によって、積分球内面の照度の均一性が損なわれ、測定誤差の要因になると考えられる。

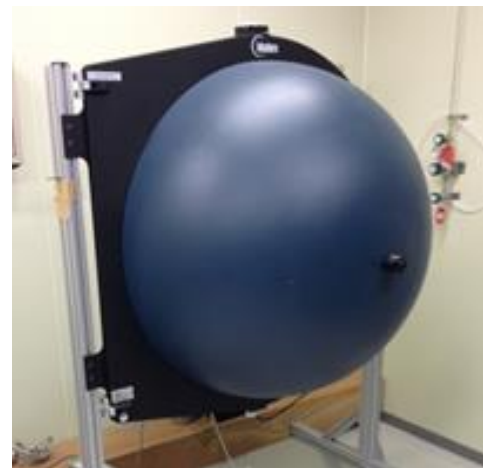


図1 積分球

本報告では、所有する積分球を用いて、可能な限り大きな照明器具を正確に測定するための方法について検討を行い、照明器具の筐体を想定し、材質や大きさの異なる板材を用いて、積分球内に設置した板材の大きさ、材質、反射率が全光束値に及ぼす影響について検証を行った。

2. 実験方法

実験には、40inch 積分球(Labsphere 社製 LMS-400)、マルチチャンネル分光器(Carl Zeiss 社製 Solid Lambda UV-NIR)を使用した。光源には、全光束が既知(所有の積分球により測定)の面光源を使用した。

実験に使用した板材の材質、厚さ及び表面性状を表

1に、各板材の光に対する反射率を図2に示す。

アルミ板は、照明器具の放熱板を想定し、生地と塗装が施してある2種類とし、発砲スチロールは、反射率の影響を明らかにするため、表面が白色と黒色の2種類を用いた。また、各板材の一辺の大きさは、161 mm、228 mm、322 mm、455 mm、644 mmの5種類とした。

手順は、最初に各種板材と消灯状態の面光源を積分球に設置し、光源と板材による光の吸収を補正する自己吸収補正を行う。次に、積分球内に面光源のみを設置して約1時間点灯させ、光源が安定したところで全光束を測定し、最後に、光源を点灯させたまま板材を設置し、全光束を測定する。実験の様子を図3に示す。写真の黒色の板部分が表1にあげる板材である。

測定結果の評価は、積分球に光源と板材を設置して測定した全光束値と、光源のみを設置して測定した全光束値との比によって行った。ここではこれを全光束比と呼ぶこととする。この全光束比は、板材による全光束値への影響がなければ1となる。

表1 板材の材質、厚さ及び表面性状

番号	材料	厚さ (mm)	表面性状
①	アルミ板1	0.8	アイボリー塗装
②	アルミ板2	0.8	生地
③	発砲スチロール1	5.0	白色
④	発砲スチロール2	5.0	黒色

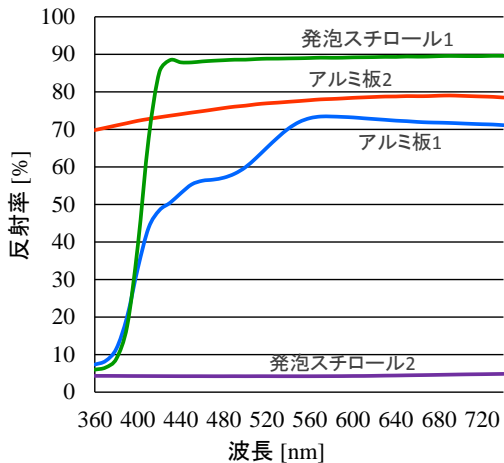


図2 使用した板材の反射率



図3 面光源と板材による実験の様子

3. 結果と考察

3.1 面光源と板材による実験結果

表2に面光源と板材による測定結果を、表3に全光束比の算出結果を示す。ここで番号は、表1で用いた板材の種類を表している。表3より、一辺の大きさが644 mmの板材では、アルミ板1、2、発砲スチロール2において誤差が大きくなっている。その要因は、一辺の大きさが大きくなったことにより、自己吸収補正係数が正しく求められていないことによると考えられる。発砲スチロール2は表面が黒色であり、図2に示した反射率も10%以下と低いため、板材による光の吸収の影響が大きい。結果としては、大きさ、反射率の影響により、正確な自己吸収補正係数が求められていないことによると考えられる。発砲スチロール1においては、全光束比が1.01になっており、他の板材よりも影響が少なく測定できていることがわかる。発砲スチロール1は表面性状が白色で、表面の反射率は90%に近いことから、白色系で反射率の高い材料であれば、板材が大きくても測定が可能と考えられる。

表2 面光源と板材による測定結果(単位: lm)

番号	光源のみ	161 (mm)	228 (mm)	322 (mm)	455 (mm)	644 (mm)
①	341	340	340	340	342	357
②	341	340	339	340	343	355
③	340	339	339	340	342	343
④	340	340	340	340	352	395

表 3 全光束比の算出結果

番号	161 (mm)	228 (mm)	322 (mm)	455 (mm)	644 (mm)
①	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05
②	1.00	1.00	1.00	1.01	1.04
③	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
④	1.00	1.00	1.00	1.03	1.16

3.2 照明器具による影響の軽減

3.1節の結果を踏まえ、実際の照明器具を用いて、照明器具の底面に発砲スチロール1を設置し、同様の実験を行った。ただし、照明器具は点灯させず、光源には実験で使用した面光源を用いた。使用した照明器具筐体を図4に、筐体の大きさ、厚さ、及び表面状態を表4に示す。

表5に、照明器具の底面に何も設置しない状態での測定結果を示す。測定結果より、照明器具A、B、Cの全光束比はそれぞれ1.11、1.06、1.20と1よりも大きくなっており、照明器具の大きさと材質が全光束値へ影響を与えていると考えられる。

表6に、照明器具の底面に発砲スチロール1を設置して行った測定結果を示す。表5の照明器具底面に何も設置しない状態で行った測定結果と比較すると、3種類とも全光束比の誤差が減少している。照明器具Cについては、他の照明器具よりも若干、全光束比の誤差が大きい。照明器具Cは、一辺の大きさ、厚さが他

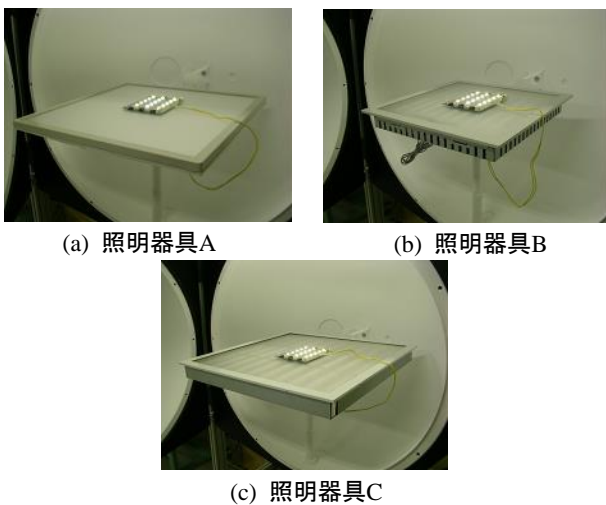


図4 実験に使用した照明器具

表4 使用した照明器具の大きさ、厚さ及び表面状態

	一辺の 大きさ(mm)	厚さ (mm)	表面状態
A	585	22	側面:塗装 底面:アルミ
B	457	57	側面、底面は 亜鉛めっき鋼板 放熱用の孔あり
C	623	60	側面、底面は 亜鉛めっき鋼板

表5 大型照明器具を使用した測定結果

	全光束(lm)	全光束比
照明器具A	377	1.11
照明器具B	362	1.06
照明器具C	409	1.20
光源のみ	341	

表6 底面に発砲スチロール1を設置した測定結果

	全光束(lm)	全光束比
照明器具A	342	1.01
照明器具B	340	1.01
照明器具C	352	1.05
光源のみ(器具A測定時)	339	
光源のみ(器具B、C測定時)	336	

の照明器具よりも大きく、この大きさの違いが誤差の一要因ではないかと考えられる。しかし、底面に何も設置しない状態と比較すると、大きく誤差を軽減できている。そのため、照明器具を白色系で反射率の高い材料で覆うことにより、照明器具による光の吸収や影による影響を軽減させ、測定精度を向上させることができたと考えられる。

4. おわりに

鳥取県産業技術センターで所有する40inch積分球を使用し、可能な限り大型の照明器具を正確に測定するための方法について調査検討を行った。

各実験結果から、所有の積分球で大きな照明器具を測定する場合、照明器具を白色系で表面の反射率が高い材料で覆うことにより、照明器具による光の吸収や影の影響を軽減させ、測定精度を向上させることが可能であるとわかった。

今後は、大型照明器具を実際に点灯させ測定を行い、その結果を所有の積分球よりも大きな積分球による測定結果、又は配光測定により求めた全光束との比較を行いたいと考えている。

文献

- 1) 社団法人照明学会編：光の計測マニュアル，株式会社日本理工出版会，pp.193-206，(1990)
- 2) オプトシリウス株式会社ホームページ「積分球について」http://www.labsphere.jp/integrating_sphere.html