

LED 式灯火への従来光度基準の適用性の確認

- LED 式灯火と電球式灯火の明るさ感の比較 -

交通システム研究領域
東芝ライテック(株)

塚田 由紀 豊福 芳典 青木 義郎
井出 勝幸 長谷川 潤治

1. はじめに

LED は低消費電力、長寿命の光源として、適用拡大の著しい新技術であり、航空灯火への導入の期待も高まっている。ICAO (国際民間航空機関) の VAWG でも LED の導入について議論されている。しかし、LED を光源とする灯火 (以後「LED 式灯火」という) は現行の電球式灯火と同じ光度であっても、明るく知覚される、という報告があり、従来の光度等の基準をそのまま LED 式灯火に適用することが可能であるかを検討する必要がある。そこでまず、事実を確認するため、LED 式灯火と電球式灯火の光度を同一光度となるよう調節し、明るさ感を比較する実験を行った。また、LED 式灯火を空港内の誘導路に一部設置し、運航中のパイロットによるアンケート評価を実施した。さらに、これらの評価試験結果より、LED 式灯火の運用方法、適用の可能性について検討を行った。

2. 供試 LED 灯器の概要

供試 LED 式灯器として、LED を光源とする誘導路中心線灯を用いた。誘導路中心線灯は、誘導路の中心線に設置する灯火で、一般的な直線部では 30m 以下のほぼ等間隔に設置されている。灯光は航空緑 (滑走路から離脱方向のものは交互に航空緑及び航空黄) の不動光、光度は直線区間に設置するものは 200cd 以上、曲線区間では 100 cd 以上となっている。



図1 供試 LED 灯器 (誘導路中心線灯)

供試 LED 式灯器は外観、配光とも既存の電球式灯器と同様に設計されている (図 1)。色度は、LED 式灯火は既存の電球式灯火より彩度が高い。光強度調整は、LED に流す電流のパルス幅を制御する方式で行い、光度変化に伴う色度変化は小さい。どの灯火の色度も、全て規定の範囲内にあることも確認された。なお、成田空港における実験では、誘導路中心線灯に加え、誘導路灯も同様に実験した。

3. LED 灯火の視認性に関する実験 (室内実験)

3.1. 実験概要

被験者は、暗室内に約 5 分間順応した後、LED 式灯火と電球式灯火が同時に約 2 秒呈示され、2 つの光源のうちどちらが明るいかを 5 段階 (右がとても明るい / 右が明るい / 同等 / 左が明るい / 左がとても明るい) で評価した。次に、LED 式灯火の光度のみを変えて、上記評価を繰り返した。LED 式灯火の光度をランダムに 6 段階に変えて評価した後、電球式灯火の光度を変化させて同様の評価を行った。観測距離は約 11 m であった。被験者は、視力 1.0 以上の色覚正常者 20

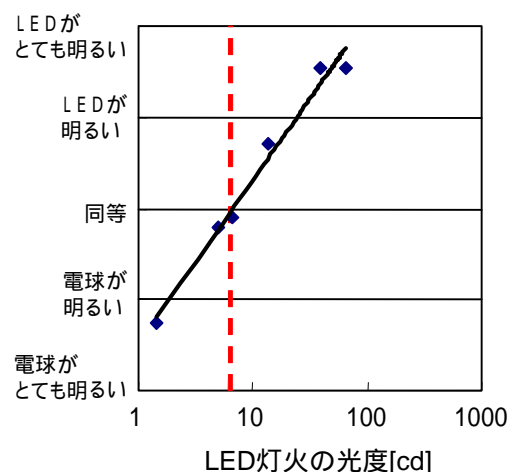


図2 実験結果

名(21~51歳)で、全員視覚実験の未経験者であった。

全被験者の評価を平均し、プロビット解析を行って、LED式灯火の光度に対する評価の近似曲線を求め、電球色光源と明るさが「同等」と評価されるLED式灯火の光度を算出した。

3.2. 実験結果

結果の一例を図2に示す。グラフの横軸はLED式灯火の光度、縦軸は評価値で、図中の垂直線は電球式灯火の光度(この図は6.4cd)を示している。は20名の被験者の評価の平均で、同時にプロビット解析による近似曲線も示している。この傾向は、光度に関係なく、また灯光が緑であっても黄色であっても同様であった。これより、LED式灯火の光度が電球式灯火の光度とほぼ等しいときに、2つの灯火の明るさが等しいと評価されることが分かる。

3.3. 考察

LED式灯火と電球式灯火の明るさ感が等しくなる光度条件は、両灯火の光度が等しい時であった。よって、灯光の分光特性(波長成分)が異なっても、光度が等しい場合には明るさ感も等しくなると結論できる。

本実験では、電球式灯器とLED式灯器の外観は等しいものを用いた。被験者が観測したときの灯火の大きさも明るさ感に影響を与えるため、レンズ面形状が等しく、その全体が発光しているように見える場合、光度が等しければ、LED式灯火と電球式灯火の明るさは「同等」と評価されることが分かった。

4.パイロットによるLED灯火の評価実験

4.1. 実験概要

成田国際空港のD誘導路S3にある直線用誘導路中心線灯(緑)10台、曲線用誘導路中心線灯(緑)10台及び誘導路灯(青)20台(誘導路の両側に10台ずつ)について、既存の灯体をLED式の灯体と交換した。

運航中のパイロットに、LED式灯火の視認性(見やすさ)及び、電球式灯火との混在使用についての意見とその理由をチェック方式で記入してもらった。

4.2. 実験結果

全アンケートの集計結果を、図3に示す。全回答の70%はLED式灯火を「見やすい」と評価した。「同等」と評価した割合を合わせると96%となり、LED式灯火は現行の電球式灯火と同等以上の見やすさであるという評価が得られた。しかし、既存の電球式灯火と混在して使用することについては、「問題ない」と回答したのは70%程度で、約30%は「不適切」と評価した。混在使用を不適切と回答した理由に、「色が違いすぎる」があった。色が違いすぎると回答した人の100%がその灯器の色(誘導路中心線灯なら緑、誘導路灯なら青)が「濃すぎる」という回答であった。

4.3. 考察

LED式灯火の視認性は優れているが、既存灯火と混在することについては懸念する声もあった。実際に空港に設置した灯器の光度を測定した結果、従来型の灯火の光度は低くなっており、今回設置したLED式灯火の方が明るかった。これが、LED式灯火が「見やすい」と評価された理由の1つでもあり、逆に、混在使用に対する懸念の原因ともいえ、正確な光度調整が望ましい。

5.まとめ

「LED式灯火は現行の電球式灯火と同じ光度であっても、明るく知覚される」という報告に対し、本実験結果からはそのような事実は確認できなかった。運航中のパイロットによるアンケート評価では、LED式灯火の視認性は高いと評価された。

これより、現行の基準をLED式灯火に適用してもほぼ問題ないことが分かった。

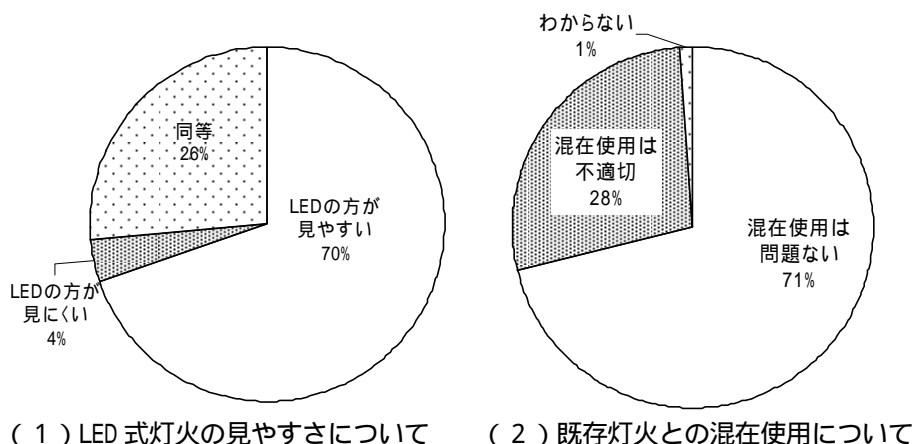


図3 全LED式灯火に関するパイロットアンケート評価結果