

～守る～

2

飛行場灯火と航空障害灯の役割



入倉 隆
IRIKURA Takashi

芝浦工業大学/工学部電気工学科
視覚情報研究室/教授

社会資本整備の安全対策における「あかり」の役割は昔から必要不可欠な存在であった。今も、そしてこれからも人々の安全を守る照明施設。その中でも利用者を守る空の照明施設、「飛行場灯火」と「航空障害灯」の役割や仕組みはどういうものなのだろうか。

利用者を守る空の照明施設

国内航空旅客数は1990年の1年間に6,500万人であったが、16年後の2006年には9,700万人になり、1.5倍に増加している。景気の動向に影響を受けるであろうが、今後も需要の伸びが予想されている。このような需要の伸びとともに、航空輸送の確実性に対するニーズが高まっており、航空機の就航率の改善、定時性の確保が求められている。これらの確保とともに安全性の向上には、航空保安施設の一つである「飛行場灯火」の役割が大きい。

大型や中型航空機の飛行の大部分が電波による誘導を受け、自動操縦によって行われている。航空機が安全に着陸するためには、適正な進入方向と降下経路で行う必要があり、計器でこれらの指示を受ける。しかし、着陸の最終段階ではパイロットが目を見て、手動により操縦を行っている。夜間や霧などが発生している低視程時には、滑走路や滑走路手前に設置された飛行場灯火が点灯され、パイロットはそれを見ることにより着陸に必要な情報を得ている。視程とは滑走路視距離（RVR：Runway Visual Range）で滑走路上の見通し距離のことである。飛行場灯火の概念図を図1に示す。

多くの小型飛行機やヘリコプターがいろいろな目的のために運航されている。この中で、災害発生時、病人搬送などの緊急時や報道などにおいては、目視にて位置を判断し飛行する有視界飛行が夜間にも行われている。この時、高層ビル、煙突、鉄塔などは航空機との衝突の危険があり、それらの存在を飛行中のパイロットに知らせる必要がある。航空法の

規定により、地上からの高さ60mを超える建造物には「航空障害灯」の設置が義務付けられている。この中で、ビルの屋上などに設置されていて赤色で明滅している航空障害灯はよく目立ち、都市の夜景の一部となっている。

飛行場灯火

人間は必要情報の80%以上を視覚から得ていると言われている。離着陸時に手動操縦を行っているパイロットも、それに必要な情報の多くを視覚から得ている。着陸する航空機から見える飛行場灯火の例を写真1に示す。台形に見える部分が滑走路の輪郭である。図2のように航空機の位置や高度により滑走路輪郭の見え方が異なる。航空機のパイロットはこのような灯火が作るパターンを瞬時に判断し、航空機の位置、高度、姿勢、速度などのガイダンスを得ている。

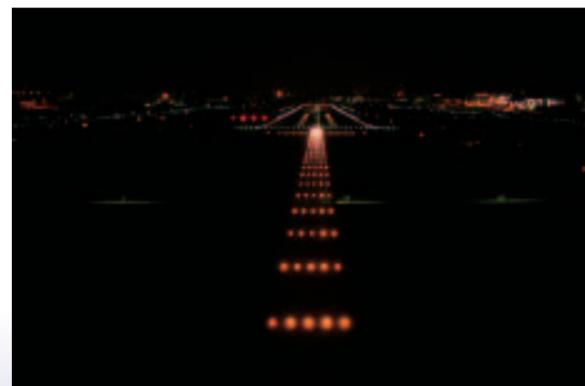


写真1 着陸する航空機から見える飛行場灯火



図1 飛行場灯火の概念図

航空機の就航率や定時性に大きく影響を与えているのが視界を悪くする霧である。通常空港では、着陸する航空機は高度約60mになるまでに、パイロットが霧のために滑走路や飛行場灯火を確認できなければ、着陸進入の継続ができなくなる。最近、一部の空港では、計器着陸装置の性能向上とそれに伴う飛行場灯火の整備により、霧が発生しても視程100mまでは着陸できるようになった。熊本、釧路、成田の3空港がそれに該当し、これらの空港では就航率が飛躍的に改善された。そのような空港は今後さらに増えていくものと思われる。

光の強さと色

道路に設置されている交通信号灯は、通常昼夜に係らず一定の明るさで点灯されている。交通信号灯に比べ見え方が航空機の安全性と直接係わってくる飛行場灯火は、適切な明るさになるように、周りの状況に応じて光の強さが制御されている。薄暮から夜間にかけては、背景の明るさが暗くなるのにしたがって光を弱くしている。背景が明るい時は光を強くしないと見え難いし、背景が暗くなると光を弱くしないと眩しくなる。また、霧などによって視程

が悪くなってくると灯火が見え難くなるので、光を強くしている。このように背景の明るさと視程の条件により、光の強さは100～0.2%の範囲で5段階に制御されている。

図1や写真1を見ても分かるように、飛行場灯火

はいくつかの光色を使い分けられている。使われている色は白、赤、黄、緑、青の5色である。色を変えることによって、それぞれの灯火が他の灯火から識別しやすくなる。誘導路の両側に設置されている灯火は青色であり、複雑な誘導路を持つ羽田空港や成田空港では、航空機の窓から見える無数の青いライトが幻想的な雰囲気を作っている。また、色が持つ心理的な効果をうまく活用している。例えば、

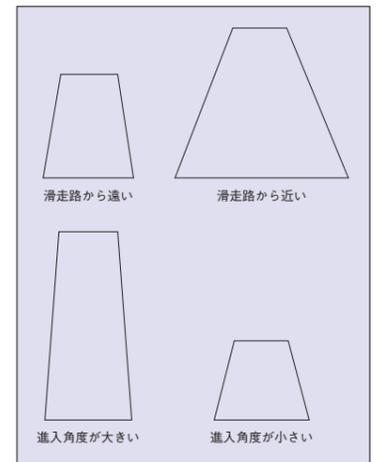


図2 航空機の位置や高度による滑走路輪郭の見え方

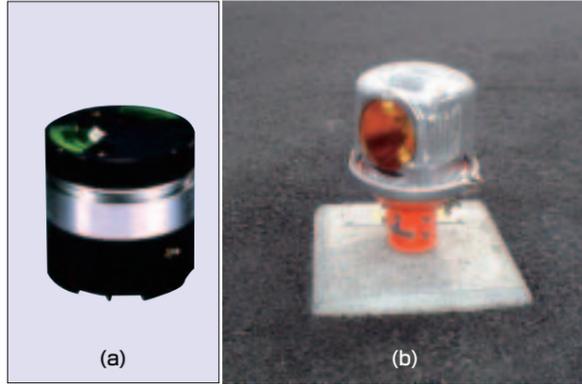


写真2 飛行場灯火用灯器 (a) 埋込型灯器 (b) 地上型灯器

滑走路の先端にはここから滑走路が始まり、その先が安全であるということを示すために緑色の灯火が用いられている。滑走路の終端にはここで滑走路が終わり、その先は危険であるということを示すために赤色の灯火が用いられている。

星のように観測者から見て大きさを持たない光源と同じように見える光を点光源という。飛行場灯火もパイロットには点光源として見える。光源の大きさが小さくなるのにしたがって、人の目には色の識別が難しくなってくる。また微妙な色の違いを誤りなく瞬時に識別するのは困難である。光色の誤認が事故につながる可能性があり、これらのことから飛行場灯火に使われる色は5色に限られている。

飛行場灯火の灯器

飛行場灯火に用いられている灯器を写真2に示す。灯器には埋込型と地上型がある。滑走路の接地帯や誘導路の中心線などの航空機が走行する場所には、航空機の荷重にも耐えられるような埋込型が用いられる。接地帯とは着陸する航空機がタッチダウンする場所であり、誘導路とは滑走路とエプロン(航空機が停留する区域)などを結び、航空機が走行する通路である。埋込型は文字どおりその大部分が地中に埋め込まれているが、光を定められた方向に出すために上部10mm程度が地上に突出している。航空機に乗っていて、誘導路を走行している時にコトコトという軽い振動を感じたり、滑走路を滑走している時にゴトゴトという激しい振動を感じたりするが、これらは地上に突出している埋込型灯器が主な原因である。

地上型灯器には付け根部分に切り欠きが施され、脆弱構造になっている。航空機が正常なコースを逸れ、滑走路や誘導路の縁に設置されている灯器に接触した時に灯器が簡単に倒れることにより、航空

機に損傷を与えないように工夫されている。

今まで光源にはハロゲンランプが用いられてきたが、最近一部の灯火にLED(発光ダイオード)が使われるようになった。低電力、長寿命、小型化が容易で、鮮やかな光色を出すことなどのメリットが多い。特に長寿命により電球交換の回数が減るため、夜間の限られた時間にしかできない保守管理が簡便となり、人件費の削減につながる。今後LEDの導入がさらに進み、数十年後にはおそらく全ての飛行場灯火がLEDになるものと予想される。

飛行場灯火の電源回路は、通常の並列点灯回路とは異なり、長い距離にある灯火の明るさを一定に保つために直列点灯回路になっている。通常の並列点灯が電圧制御になっているのに対して、直列回路では電流制御になっている。航空機が着陸時に、電源の故障で飛行場灯火が一斉に消えると大事故につながる恐れがある。そのため配線は2回路になっており、一方の回路が故障しても灯火は一灯置きにしか消えないような千鳥配線になっている。また電源故障時においても、一部の灯火は1秒以内に再点灯するよう予備電源が準備されている。

航空障害灯

航空障害灯が点灯されている夜の東京の高層ビル群を写真3に示す。多くの赤色の航空障害灯が目につく。航空障害灯は高光度、中光度、低光度に分かれていて、障害物の種類や高さにより設置が義務付けられている。

高さ150m以上の鉄塔や煙突には高光度航空障害灯が設置され、昼間も点灯されている。白色の発光時間の短い閃光であり、目に付きやすい。このため高光度航空障害灯による夜間の光環境問題が指摘されることもある。1分間の明滅回数は40~60回で、昼間、薄明、夜間により明るさが3段階に制御されている。

高さ150m以上のビルの頂部には赤色の明滅光である中光度航空障害灯が設置される。1分間の明滅回数は20~60回である。ゆっくりと明滅する方が人の目にはやさしく感じられ、都市の夜景ともなじみやすい。ただ、明滅が速い方がパイロットからはよく目立ち発見されやすい。低光度航空障害灯(写真4)は明滅しない赤色光である。高さ170mで幅45mを超えるビルに設置される航空障害灯の例を図3に示す。

高層ビルに設置する航空障害灯については2003年に設置基準が緩和され、一部の航空障害灯の消



写真3 東京の高層ビル群に設置されている航空障害灯

灯や低光度化が可能となった。しかしその後の設置状況の実態を調べると、この緩和が十分に活かされておらず、まだ古い基準のままで設置されているところが多い。省エネルギーや都市の光環境の改善のためにも、設置基準の緩和を十分に活用して欲しいものである。

東京タワーに代表されるように、ライトアップやイルミネーションが施された建造物が増えてきた。しかし、航空障害灯の光がこれらの照明デザインを損なうことが指摘されている。これを受け基準が改正され、一定以上の明るさのライトアップやイルミネーションが施されている場合は、航空障害灯を点灯しなくてもよくなった。

照明施設の将来

道路交通においても多くの車にカーナビゲーションが備え付けられるようになった。このように航空機だけでなく、陸や海の交通機関においても電波から情報を受け運行が行われるようになってきた。将来それが操縦の自動化へ進んでいくことになり、交

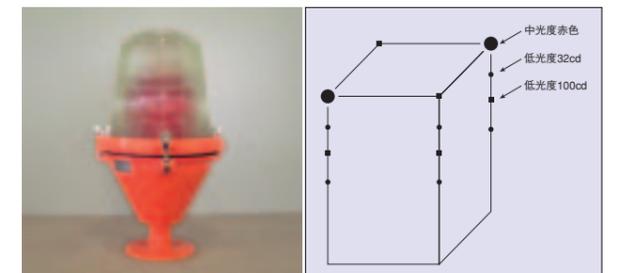


写真4 低光度航空障害灯

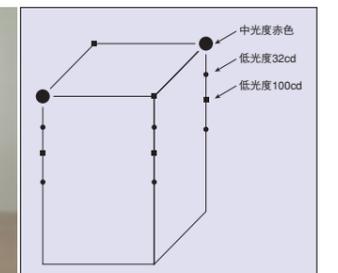


図3 航空障害灯の設置例(高さ170m、幅45mを超えるビル)

通に関わる照明施設は補助的な役割へと変わっていくのかもしれない。ただ、人の目に映る灯火には温かみがあり、ほっとさせるものがある。おそらく人はそれを簡単には手放すことはしないだろう。照明施設は当分の間はその利用者を守り、発展していくものと思われる。

<資料提供>
図1、写真1 国土交通省航空局