

過酷な環境に耐える 頑丈なマシンビジョン照明の選択肢

リンダ・ウィルソン

エンジニアらは複数の戦略を駆使して、極端な温度、湿気、塵埃、衝撃や振動に対処している。

過酷な環境に耐えるために、照明を含むマシンビジョンのコンポーネントは頑丈でなければならない。

そのような環境条件としては、極端な高温または低温、湿気、塵埃、衝撃や振動がある。ビジョンエンジニアがそうした状況に対処できるように、照明メーカーはそのような環境に耐える製品や技術を開発してきた。

筐体は、照明を保護するための1つの方法である。「従来、過酷な環境用の照明では、その環境に耐えられない標準的な照明をその環境に適合する筐体に入れることが行われていた。その筐体で照明を完全に覆う必要がある。湿度の高い環境では、水分が入らないようにしつつも、気圧差を最小にして曇りを防ぐために通気が必要になる場

合が多い」と、米スマートビジョンライツ社 (Smart Vision Lights) のトレーニング/コンプライアンス/技術ソリューション担当ディレクターを務めるスティーブ・キニー氏 (Steve Kinney) は説明してくれた。

水分と塵埃

固形物と液体の侵入に対する照明製品の筐体の保護性能を定める、2つの等級規格が存在する。

例えば、国際電気標準会議 (International Electrotechnical Commission : IEC) が策定したIPコードは、塵埃と水分に対する筐体の保護等級を定めるものである。IPコードには、IP67のように2つの数字が含まれており、最初の数字は、塵埃や固形物に対する

保護等級 (防塵性能)、2つめの数字は、液体に対する保護等級 (防水性能) を表す (図2)。

アメリカ電機工業会 (National Electrical Manufacturers Association : NEMA) も、与えられた筐体ができる環境のタイプを定義する、類似の等級規格を策定している⁽¹⁾。この規格は、水しぶき、雨、雪、みぞれ、落下する泥、風に吹かれる粉塵など、屋内環境と屋外環境の両方の危険性を対象としている。

米CCSアメリカ社 (CCS America) の技術マーケティングマネージャーを務めるリンジー・サリバン氏 (Lindsey Sullivan) は、次のように述べた。「マシンビジョン照明のメーカーは、このような種類の筐体を既製品として提供しない傾向にある。それでも、カスタムソリューションを専門とする照明メーカーに対しては特に、問い合わせしてみるのも悪くないだろう。しかし多くの場合、企業はそれを社内で構築するか、標準的な筐体を販売するメーカーに製造を依頼する」。

ただし、筐体が風雨に対処するための唯一の選択肢というわけではない。多くの照明メーカーが提供する選択肢が、ウォッシュダウン (防水型) ライトである。

「これの利点は、二次的な環境用筐体を追加する必要がなく、コンパクトな照明になることだ。環境条件に対応する



図1 食品加工は、設備の洗浄に厳格な手段を導入する業界の一例である。それらの手段はどれも、照明製品に対しては過酷なものである

ための通気、加熱、冷却機能がすべて照明に備わっているため、信頼性が高まる。耐久性を備えたウォッシュダウン定格の照明は、標準環境向けの同等製品よりも高額だが、照明に外部筐体を追加するコストと比べると、費用対効果が高い」と、キニー氏は述べた。

極端な温度

極端な温度も、照明製品に問題を引き起こす恐れがある。

一般的に、LEDは他の種類の照明よりも、周辺温度が極端に高温または低温の環境に対する耐久性が高い。「蛍光灯のような他の光源と比べて発熱量が少なく、一般的に0～40℃の温度と20～85%のRH(相対湿度、結露無し)の一貫した性能を維持しながら、広い範囲の温度と湿度において動作できる」とサリバン氏は述べた。

米メタフェーズ・テクノロジー社(Metaphase Technologies)のシニア技術セールスマネージャーを務めるマーク・コルバイテス氏(Mark Kolvites)は、熱に対処するための複数の選択肢があるとして、次のように述べた。「周辺温度が高い場合は、能動的な冷却が必要で、冷却ファン、空調、圧縮空気、ボルテックスクーラー、さらには液体冷却によって、これが行われる。屋外のLED照明には、直射日光による温度上昇を防ぐための日よけが設けられる。過度の屋内温度を避けるためのもう1つの方法は、LED照明を連続的に動作(常時点灯)させるのではなく、画像取得時のみ点灯(ストロボ点灯)することである。ストロボ点灯は、連続点灯よりも強い光を照射できるが、点灯している時間が短いため、発熱量は少なくなる」。

コルバイテス氏はさらに、次のことにも言及した。「極端な暑さがLED照

明の電子機器に損傷を与える可能性があるのと同様に、部品や回路基板の表面に結露した水蒸気に起因する極端な寒さも有害となる可能性がある。それは腐食の原因となり、電気的な故障やショートを引き起こす場合が多い。LED照明内部の発熱体は、低温にさらされる影響を軽減するための手段である。また、クローズドループの温度監視は、LED照明が安全な動作温度範囲内に維持されることを保証する」。

IP(Ingress Protection)等級

等級	防塵(塵埃や固形物に対する保護、第1特性数字)	防水(水の侵入に対する保護、第2特性数字)
0	特に保護がされていない	特に保護がされていない
1	直径50mm以上の固形物が内部に入らない	垂直に落ちてくる水滴による有害な影響がない
2	直径12mm以上の固形物が内部に入らない	垂直から15度の範囲で落ちてくる水滴による有害な影響がない
3	直径2.5mm以上の固形物が内部に入らない	垂直から60度の範囲で落ちてくる水滴による有害な影響がない
4	直径1mm以上の固形物が内部に入らない	あらゆる方向からの飛沫による有害な影響がない
5	有害な影響が発生するほどの粉塵が内部に入らない	あらゆる方向からの噴流水による有害な影響がない
6	粉塵が内部に入らない	あらゆる方向からの強い噴流水による有害な影響がない
7		一時的に一定の水圧で水没しても内部に浸水しない
8		継続的に水没しても内部に浸水しない
9		高温高圧の噴射水による有害な影響がない

出典: <https://www.iec.ch/ip-ratings>

図2 IP等級は、塵埃などの固形物や水滴などの水分に対する電子機器筐体の保護性能を規定している

明の電子機器に損傷を与える可能性があるのと同様に、部品や回路基板の表面に結露した水蒸気に起因する極端な寒さも有害となる可能性がある。それは腐食の原因となり、電気的な故障やショートを引き起こす場合が多い。LED照明内部の発熱体は、低温にさらされる影響を軽減するための手段である。また、クローズドループの温度監視は、LED照明が安全な動作温度範囲内に維持されることを保証する」。

サリバン氏は、「極端な低温に対する実質的な解決策は存在しないため、0℃(32°F)の動作環境を維持するための手段が必要だ」と警告した。

高温と低温に加えて、短時間に生じる大きな温度差も、空気の凝縮につな

がる恐れがあるために問題である。仏TPLビジョン社(TPL-Vision)の開発責任者を務めるジャック・マッキンリー氏(Jack McKinley)は、次のように説明した。「どのような種類の筐体内に



図3 スマートビジョンライツ社のリニアウォッシュダウンライトには、ノンスティックアルミニウムまたはステンレス鋼製の筐体が採用されている(提供: スマートビジョンライツ社)



図4 TPLビジョン社のウォッシュダウンバーライトは、刺激の強い化学物質による洗浄という過酷な条件に耐えられるように設計されている。-20~60℃の周辺温度に適した製品である(提供:TPLビジョン社)

においても、温度変化を最小限に抑える必要があるのはそのためだ。湿度が高いと露点が高くなり、より高い温度で空気が凝縮する。温度変化にさらされる必要のある照明の場合、筐体内の空気がどのような影響を受けるかを考慮した設計が必要で、効果的な空気循環のために通気孔を設けることの重要性が強調される」。

食品加工は、高圧水噴射、165°F以上の高温水、苛性洗剤など、洗浄に厳格な手段を導入する業界の一例で、それらの手段はどれも、製造工場での食品検査などの用途に用いられる照明製品に対しては過酷なものである。

「従来、食品グレードのウォッシュダ

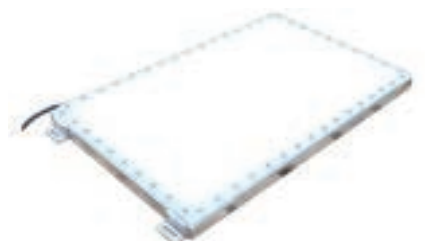


図5 仏エフィルクス社(EFFILUX)の「EFFI-BL-IP69K」は、アグリフード環境向けに設計されたバックライトで、洗浄用化学物質に対する耐性を備えている(提供:CCSアメリカ社)

ウン製品や筐体は、製造コストの高いステンレス鋼製のハウジングで製造する必要があった。米食品医薬品局(Food and Drug Administration:FDA)は最近、コーティングされたアルミニウムなど、その他の金属を含めるように規則を緩和している。コーティングには、テフロン(Teflon、米デュポン社[Dupont]の登録商標)などのノンスティックタイプや、無電解ニッケルなどのめっきが使用できる。アルミニウムのほうがステンレス鋼よりも熱特性が優れているため、これによって性能は向上する一方でコストは低下する」と、キニー氏は説明した。

マッキンリー氏は、ウォッシュダウン環境と、特に苛性化学物質との適合性を判断するために、照明製品のドキュメントを参照することをエンジニアらに提案している。「食品環境では、食材の蓄積を防ぎ、簡単で効果的な洗浄を促進するために、滑らかな表面が推奨される」と同氏は述べた。

衝撃と振動

衝撃と振動も、過酷な環境の特性の1つである。衝撃と振動から保護するには、「確実な取り付けが重要である」とマッキンリー氏は述べた。1つの例は、ボール&ピーンのロックシステム付きのスイベルマウントブラケットである。もう1つの選択肢は、必要以上のレベルの輝度を採用することだと、同氏は述べた。「輝度を高くすれば、振動に対する感度を抑えて被写界深度を深くすることにより、ビジョンシステムの堅牢性を高めることができる」と、同氏は述べた。これを行うための1つの方法が、過駆動オプション、つまり、



図6 メタフェーズ・テクノロジーズ社のウォッシュダウンLEDは、さまざまなビーム角と作動距離(オプション)で提供されている(提供:メタフェーズ・テクノロジーズ社)

より高出力のストロボの使用である。

コルバイテス氏は、振動と衝撃から保護するためにメーカーが採用する他の手法について説明してくれた。1つの例は、ソフトターミネーションコンデンサなど、高振動に耐えられる車載グレードの部品を活用するものである。ポッティングは、LED照明の電子アセンブリ全体を、固体またはゲル状の化合物で充填するプロセスで、衝撃や振動に対する耐性を与え、湿気や腐食剤に対する保護を提供する。

それでもサリバン氏は、「十分な強さの振動が長く続くと、照明の部品が緩むことがある」と述べた。

具体的な環境問題がどのようなものであれ、そのすべてに対して有効な1つのアプローチが存在する。「マシンビジョンLED照明を過酷な環境から保護するための最良の方法は、環境問題から少し離れた場所に照明を設置し、単純に風雨にさらされないようにすることだ。適切なレンズで構成することにより、危険が及ばない距離にLEDを設置することができる」と、コルバイテス氏は説明した。

参考文献

- (1) NEMA Ratings for Enclosures. NEMA. Accessed February 19, 2024. <https://www.nemaenclosures.com/enclosure-ratings/nema-rated-enclosures.html>