最近の高ワットメタルハライドランプ

Recent high wattage metal halide lamps

専門会員 石 神 敏 彦 Toshihiko Ishigami

◀キーワード：スポーツ照明，投光器，メタルハライドランプ，高ワット，演色性，ショートアーク

1. はじめに

1 kW以上の高ワットメタルハライドランプはグラウンド、テニスコート、野球場など主にスポーツ競技場などに使用されている。最近、長野オリンピック、サッカーのJリーグの発足や2002年のワールドカップ開催など大規模なスポーツ競技場の新設が必要になってきた。また放送メディアの多チャンネル化によって、スポーツのTV中継は更に多くなり、今後は画面がワイドで高精細度であるハイビジョン（HDTV）によるスポーツ中継の増加が予想される。このようなスポーツ中継におけるハイビジョン化の流れの中で、屋外照明の分野においても色特性（演色性）が重視されるようになってきた。そのため色特性の良いランプや点光源に近くて配光特性の良い照明システムが求められるようになってきた。このような動向により最近高ワットのメタルハライドランプの品種が増えてきた。本稿はこのような新しい高ワットメタルハライドランプについて解説する。

2. 高ワットメタルハライドランプ

従来の1～2 kWのメタルハライドランプは、 ScI_3 - NaI 封入の高効率タイプが主であり、平均演色評価数は65程度（透明タイプ）であった。図1にランプ外観（2 kWタイプ）を図2に分光分布図を示す。最近TV中継や今後予定されているハイビジョンのためDyのハライドを主体とした封入物の高演色タイプが開発されてきた。表1に従来の高ワット高効率形メタルハライドランプの種類¹⁾を示す。表2に最近登場してきた各社の高演色形メタルハライドランプロングアーク形とショートアーク形を示す²⁾。

2.1 高演色形メタルハライドランプ〈ロングアーク形〉

これまでの高効率メタルハライドランプのランプ内の封入物を ScI_3 - NaI から DyI_3 - TII を主体としたものにしたタイプであり、その他の構造は従来と同様である。ランプ外観（2 kWタイプ）を図3に、分光分布図を図4

図2 分光分布図（高効率形）¹⁾

表1 従来の高ワット高効率形メタルハライドランプ¹⁾

	定格 (W)	ランプ電圧 (V)	ランプ電流 (A)	全光束 (lm)	色温度 (K)	Ra	寿命 (H)
高効率メタルハライドランプ (水銀灯安定器点灯形)	1,000	130	8.3	90,000	4,000	65	9,000
高効率メタルハライドランプ (専用安定器点灯形)	1,000	250	4.5	109,000	4,000	65	9,000
	1,500	250	6.3	160,000	4,000	65	6,000
	2,000	250	8.7	200,000	4,000	65	6,000

注：ランプ特性は透明形、ベースアップの場合を示す。

表2 新しい高ワット高演色形メタルハライドランプ²⁾

	定格 (W)	ランプメーカー	ランプ電圧 (V)	ランプ電流 (A)	全光束 (lm)	色温度 (K)	Ra	寿命 (H)
高演色形メタルハライドランプ (ロングアーク形)	1,000	A社, B社	125	9.5	80,000	6,000	93	6,000
		C社	125	9.5	80,000	6,000	93	9,000
	1,500	B社	250	6.3	125,000	6,000	93	6,000
		D社	120	14.7	125,000	5,500	≥92	6,000
	2,000	A社	250	8.7	170,000	6,000	93	6,000
		B社	250	8.4	170,000	6,000	93	6,000
		C社	230	10.3	170,000	6,000	93	6,000
	2,000	D社	120	19.6	190,000	5,500	≥92	3,000
高演色形メタルハライドランプ (ショートアーク形)	1,000	C社	125	9.5	95,000	6,000	85	4,000
	1,800	E社	120	17.3	150,000	5,600	92	—
	2,000	A社	210	11.1	200,000	5,600	94	3,000
		B社	205	11.3	200,000	6,000	93	3,000
		C社	215	10.3	200,000	6,000	93	3,000
		D社	120	19.6	190,000	5,500	≥92	3,000

図1 ランプ外観（高効率形）¹⁾

図3 ランプ外観（高演色・ロングアーク形）¹⁾

図4 分光分布図 (高演色・ロングアーク形)¹⁾

外管を備えていない。封入金属ハロゲン化物はディスプロシウム (Dy) の臭化物とヨウ化物を主封入物としたものである。図6に分光分布を示すが効率100lm/w, 平均演色評価数 (Ra) 94, 相関色温度5600K の特性を有する。

このランプは管壁負荷がおよそ37W/cm²であり、2.1で述べた外管付きのランプに比べて非常に負荷が大きい。それで同じ高演色タイプでも、外管付きのランプが寿命が6000時間であるのに対して、外管なしのショートアーク形のランプは寿命が3000時間である。

このショートアーク形はランプ電圧100V 級とランプ電圧200V 級の2種類がある。そして電源電圧400V 級を供給できる大規模競技場では、ランプ電流が少なくてもよいランプ電圧200V 級の方が配線容量が小さくてもよく、また安定器も軽量、小形にできるので有利である。

3. ショートアーク形ランプシステム

2.2でランプについて説明したが、このタイプのランプはシステムとして次のような特色を持つ。

- (1) 小形、高効率2kWのショートアーク形のメタルハライドランプを使用することにより、従来の外管あり用の投光器（前面径727mmで前面受圧面積0.415m²）に比べてショートアーク形ランプ用の投光器（前面径460mmで前面受圧面積0.1665m²）は前面受圧面積を60%低減している。このような投光器は鉄塔に搭載するケースが多いがその場合前面受圧面積が減少することにより風圧荷重が減少し、そのため鉄塔の初期設備費を低減することができる。
- (2) 点光源に近いショートアーク形のランプにより、シャープでビーム効率の良い配光が得られるので十分な照度確保が実現できる。また配光制御が容易なことから

に示す。従来の高効率ランプに比較して、効率は下がるが平均演色評価数 (Ra) は93と色特性が良いのが特色である。また相関色温度も6000K と太陽光に近いものとなっている。このランプの主封入物の DyI₃ が高効率メタルハライドランプの主封入物の ScI₃ より蒸気圧が低いので、Dy を十分に発光させるために発光管をコンパクトにして管壁負荷を21W/cm²程度にする必要がある。

2.2 ショートアーク高演色形

従来の電極間距離が130mm程度 (2kW高効率ランプ) のロングアークタイプに対して電極間距離30mm程度のショートアークであり、外管がない新しいランプが登場してきた。このランプ (1.8kW) とそれを使用した投光器システムについてフィリップス社の Entrop が1988年に北米照明学会 (IESNA) で技術発表している³⁾。欧州ではバルセロナ五輪競技施設などに使用された。日本ではJリーグの発足などにともない開発がなされ⁴⁾等々力陸上競技場⁵⁾などに納入され、現在ランプメーカー各社が発売している。本稿では表2のA社の2kWランプ (MD2000B) に基づいて説明する。図5はショートアーク形の外観である。発光管の外径は42mmでランプ長は310mmであり、

図5 ランプの外観 (高演色・ショートアーク形)¹⁾

図6 高演色ショートアーク形の分光分布図¹⁾

図7 2 kw 高効率ランプ用投光器¹⁾

図9 2 kw 高演色・ショートアークランプ用投光器¹⁾

図8 設計照度分布図¹⁾
2 kw 高効率ランプ用投光器348台使用

図10 設計照度分布図¹⁾
2 kw 高演色・ショートアークランプ用投光器238台
使用

超狭角, 狭角, 中角, 広角の4タイプの配光ラインアップにより幅広い照明計画に対応できる。また配光特性がよいので上方向カットルーバを取り付けることにより光モレを防ぐことができる。

(1)と(2)の特色について具体的な例で説明する⁶⁾。図7のような2 kWの高効率ランプ用投光器(ランプの全光束は200,000lm)を使用して図8のような照度分布を得ようとする348台必要である。一方, 図9のような2 kWのショートアーク形用投光器(ランプの全光束は200,000lm)を使用して図10のような照度分布を得ようとする238台ですむ。すなわち, 後者は前者に比べて1灯あたりの前面受圧面積は約60%, 同一照度で設置台数は約33%, 投光器架台面積は約60%, 初期設備費は約25%それぞれ減少する。

(3) 電極間距離が短いこと, また口金が特殊で高電圧の

パルス電圧に耐えることから専用の瞬時再始動用イグナイタを使用することにより停電後の保守灯やイベント等の演出照明に対応可能である。

4. おわりに

今後ハイビジョンなどによるスポーツのテレビ中継などが行われるようになれば, 本稿で紹介した高演色タイプのランプが多く使用されるようになると思われる。

参考文献

- (1) 東芝ライテック(株)ランプカタログ (1996)
- (2) 各社ランプカタログ (日本) (1995, 1996)
- (3) Entrop, P. et al.:IESNA Annual Conf. No.45 (1988)
- (4) 伊藤秀樹ら:平成5年度照学全大, p.25 (1993)
- (5) 橋本大二郎ら:川崎市等々力陸上競技場の照明設備 改修, 照学誌, 80-6 pp.417-419 (1996)
- (6) 東芝ライテック(株)カタログ「アウトドア・スポーツ」(1996)