資 料

メタルハライドランプと屋外施設照明[†]正会員 美 井 明^{*} 専門会員 飯 塚 哲 英^{**}

1. はじめに

ここ数年来、余暇時間の増大、ゆとりある生活指向、価値観の多様化などにより、屋外スポーツ、レジャー施設の形態が大きく変化し、多種多様なスポーツ施設の建設が進められるようになってきた。一方、快適な都市環境に対する国民の欲求や都市の夜間活動の増大などから、夜間における良好な景観形成事業が全国的規模で推進されている。

スポーツ施設や都市環境設備の構成要素には種々のものがあるが、このなかで照明は、健康増進や体力向上、楽しさや人々との交流への役立ち、あるいは、夜間の都市生活の安全性と快適性を支え、夜間景観形成のための重要な要素である。照明の目標、役割に対する認識の高まりから、屋外照明分野のスポーツ照明施設や景観照明の施設が増加してきている。

ここでは、屋外施設照明で使用される高ワットメタルハライドランプの現状と動向、メタルハライドランプを使用した屋外施設照明の動向を概説し、専用照明器具、施設事例などについて報告する。

2. 屋外照明におけるメタルハライドランプ

本年よりスタートして人気沸騰のJリーグのサッカー競技場やプロ野球場に代表されるスポーツ施設のナイター照明、ライトアップ施設などの都市景観照明などにメタルハライドランプが使用されるケースが増えてきた。

従来は、屋外照明の分野では、ランプ特性の中で明るさが重視されてきたため高効率、高出力の方向に進展してきた。しかし、昨今の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演色性が重視されるようになるなど、従来の明るさ一辺倒から明かりの質に対する要求も高まってきている。

この流れに呼応して、ランプも発光効率の極めて高いスカンジウム系ヨウ化物を用いたランプから高演色で比較的高効率の得られる希土類系ヨウ化物を用いたランプの研究開発及び商品化が進められている。

また器具のコンパクト化、配光制御のしやすさ、高い照明効率の点から両口金形一重管ショートアークメタルハライドランプに対する要求も高まるであろう。

2. 1 高効率、高光束化

屋外の競技場、学校のグラウンドなどの投光照明には、高ワットの水銀灯が従来使用されてきた。しかし、経済性（効率）と演色性が望まれるところではメタルハライドランプに置き変わるケースが増えている。

このような用途のメタルハライドランプには、スカンジウム-ナトリウムあるいはタリウム-インジウムの金属蒸気中における放電による発光を利用したものなどがある。

ランプ内に始動装置を備え、安価な水銀灯安定器でそのまま点灯できる水銀灯安定器点灯形のランプは、コストメリットの点から新設はもとより既設の水銀灯照明設備の補修・改修用としても使用されている。専用安定器点灯形のランプは特に効率が高く（効率で水銀灯の約1.9倍）、屋外スポーツ照明施設などの投光照明に適している。また屋外施設の大出力化に伴って、ランプの大出力化の要求も高まってきた。

屋外照明用途メタルハライドランプの中でも最も高光束、高効率なランプの一例としてスカンジウム系メタルハライドランプ2000Wの構造、特性、分光分布の例をそれぞれ図1、図2及び表1に示す。

2. 2 高演色化

屋外照明に適した大出力の高演色メタルハライドランプが開発されたことに伴い、各種スポーツ施設においてそれらを使用した照明が広まりつつある。特に、次世代のテレビジョンシステムとして期待されているハイビジョン放送による中継が増えるにつれ、この傾向は今後ますます強まることが予想される。また、ハイビジョン撮影下における各種光源の色再現実験に関する報告もなされている。¹⁾

一般に高演色メタルハライドランプは、ジスプロシウムなどの希土類金属蒸気中の放電による連続発光を利用しており、スカンジウムを主体としたものの平均演色評価数Raが65程度であるのに対しRa80以上を実現でき、ハイビジョン撮影下における各種物体（各色）の再現性に優れている。¹⁾

屋外照明用途メタルハライドランプの中で高光束、高演色なランプの一例として希土類系2000Wの構造、特性、分光分布の例をそれぞれ図3、図4及び表2に示す。

[†] Metal Halide Lamps and Exterior Installation Lighting

^{*}松下電子工業(株) 照明 R&D センター

Akira Mii

〒569 大阪府高槻市幸町1-1

^{**}松下電工(株) 中央エンジニアリング綜合部

Tetsuei Iizuka

〒571 大阪府門真市大字門真1048

図1 スカンジウム系メタルハライドランプ2000Wの構造図の例

図3 高演色メタルハライドランプ2000Wの構造図の例

図2 スカンジウム系メタルハライドランプの分光分布の例

図4 高演色メタルハライドランプの分光分布の例

図5 ショートアークメタルハライドランプ1800Wの構造図の例

図6 ショートアークメタルハライドランプの分光分布の例

図7 カラーランプ（グリーン、ブルー）の構造図の例

図8 グリーンランプの分光分布の例

図9 ブルーランプの分光分布の例

表3 ショートアークメタルハライドランプ1800Wの特性例

ランプ	ランプ	ランプ	全光束	色温度	平均演色
電圧	電流	電力	(lm)	(K)	評価数
(V)	(A)	(W)			
255	19.5	5,000	150,000	5,000	92

表4 カラーランプ1000Wの特性表

光色	ランプ	ランプ	ランプ	全光束
	電圧	電流	電力	(lm)
	(V)	(A)	(W)	
緑系	130	8.5	1,000	80,000
青系	130	8.5	1,000	20,000

表4に示す。

3. 照明施設の動向とその事例

メタルハライドランプを使用した屋外施設照明の動向、専用照明器具、施設事例などについて、以下に述べる。

3. 1 照明施設の動向

照明学会誌の照明年報に報告された「屋外・交通・スポーツ照明施設」などから、ここ数年間のメタルハライドランプを使用した屋外施設照明の動向について概説する。

(1) 屋外スポーツ・レジャー施設

スポーツ、レジャー施設のテニスコート、ゴルフ場コース、スケート場、プール照明では高出力、高演色性の必要性から、殆どがメタルハライドランプの単独使用である。職業試合クラスの野球場や公式競技のサッカー場、陸上競技場照明ではメタルハライドランプが単独使用されたり、雰囲気改善と演出効果を求めて、高圧ナトリウムランプと混光照明する場合でも、カラーテレビジョン撮影のための演色性重視から、メタルハライドランプと高圧ナトリウムランプの混光比が80：20程度である。公式競技クラスの野球場や一般競技のサッカー場、陸上競技場照明では混光照明が多く、メタルハライドランプと高圧ナトリウムランプの混光比が60：40程度が多い。スキー場照明では効率性と演色性から、メタルハライドランプが単独で使用されたり、高圧ナトリウムランプとの混光照明の事例が多い。また、カラーメタルハライドランプ（緑色、青色）と高圧ナトリウムランプのオレンジ色を混光して、雪上に色とりどりの影を作るゲレンデ照明を行っている事例もある。

(2) 街路、広場、公園

2. 3 コンパクト化

ランプのコンパクト化という点では、直管形状の外管を使用するランプが既に発売されており、だ円形の外管を使用した場合に比べかなりコンパクト化が実現できる。しかし、投光照明用の鉄塔設備を軽減するには投光器そのものを小型化する必要がある、無理に器具を小型化しようとすると器具効率の低下をまねき好ましくない。この対策として、一重管構造の両口金形ショートアークランプが開発され報告がなされている。²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾封入物としては、ジスプロシウム-ホルミウム-トリウム-希土類系金属がセシウムとともにそれぞれヨウ化物及び臭化物の形で封入され高い演色性を実現している。しかし、ショートアークを実現するために、発光管の管壁負荷が極めて高く設計されており、このため、寿命が短いという問題点を抱えている。

ショートアークメタルハライドランプの一例として、1800Wの構造、特性、スペクトル分布の例をそれぞれ図5、図6及び表3に示す。

2. 4 カラーランプ

カラーメタルハライドランプは、発光管内に特定の波長に発光スペクトルのピークを持つ金属蒸気中の放電を利用したものである。緑色は、ヨウ化タリウムを封入することにより実現することができ、青色は、ヨウ化インジウムを封入することにより実現できる。また赤色は、一般に高圧ナトリウムランプを使用することで実現されている。

これらのランプはスキー場のカラーナイター照明や投光照明などに用いられている。

カラーランプ例として1000W グリーンランプ、ブルーランプの構造、特性、分光分布例をそれぞれ図7～9及び、

都市環境の整備に伴い、夜間の景観整備も進展し、快適な照明環境が要求されるようになってきている。大規模な駅前広場では、メタルハイドランプが単独使用されたり、高圧ナトリウムランプとの混光照明の施設事例が多い。また、人通りの多い広場、街路、遊歩道などには、歩行者の顔色や服装、樹木や景観材料の色の見え方から、演色性の優れた高演色コンパクトメタルハイドランプの使用事例が増えている。

(3) ライトアップ (景観照明)

ライトアップでは、表面仕上げが比較的明るい、反射率の高い建造物・タワーなどにメタルハイドランプが使用されることが多い。歴史的建造物、近代建造物、タワー、橋梁などの投光照明で単独使用されたり、暖色系の光源と混合使用されたりする。'さわやかな涼しい季節感を醸し出す情景'をコンセプトとする場合にはメタルハイドランプのような色温度の高い光源が選定される。シンボルタワーや橋梁照明で、カラーメタルハイドランプ(緑色、青色)と高圧ナトリウムランプのオレンジ色を混光して、色の変化を楽しむ演出照明を行っている施設例もある。

(4) 道路交通

道路照明では、効率性、経済性重視で、演色性が重視されることが極めて少ないため、水銀ランプや高圧ナトリウムランプが常用され、メタルハイドランプの使用事例は殆ど報告されていない。

3. 2 メタルハイドランプ用照明器具

メタルハイドランプを使用した専用照明器具について2~3例紹介する。

(1) 2 kW メタルハイドランプ用投光器

2 kW メタルハイドランプ用投光器の海外での使用例は決して少なくないが、我が国においても、競馬場や野球場、サッカー競技場などに徐々に採用されるようになってきている。今後、演色評価数 Ra80以上の高演色メタルハイドランプの使用拡大や、照明設備の大規模化、高照度化に伴い急速に普及していくものと思われる。その投光器の例を図10に示す。

図10 2kW メタルハイドランプ用投光器の例

(2) テニスコート専用照明器具

ファッション感覚の高いテニスは、手軽なスポーツとして幅広い層に親しまれ、住宅地内やその近隣にコートが造られることも多い。住宅地内などに建設されるコートでは、特にデザインへの配慮とコート周辺への漏れ光防止が要求

される。図11に示した照明器具はこの要求を満たした、1 kW メタルハイドランプ(直管形)を用いたテニスコート専用の照明器具の例である。

図11 テニスコート専用照明器具の例

(3) 高演色コンパクトメタルハイドランプ用器具 (片口金形、両口金形)

高演色でコンパクト、経済性に優れたメタルハイドランプ70W~250Wを組み入れた街路灯や小型ライトアップ投光器などが数多く製品化されている。その街路灯の一例を図12に示す。

図12 高演色コンパクトメタルハイドランプ用器具
(街路灯の例)

3. 3 照明施設の事例

メタルハイドランプが使用された最近の屋外分野(スポーツ、街路、広場、ライトアップ)の施設事例を以下に紹介する。

〔事例1〕県立カシマサッカースタジアム(茨城県)⁶⁾

「県立カシマサッカースタジアム」は、収容人数が約15,000人の本格的なサッカー専用スタジアムで、4方向にあるスタンドは全て屋根におおわれていて、観客は天候に左右されずにプレーを観戦できる。スタジアム照明はコーナー配置の4基の照明鉄塔に搭載された合計420台の投光器により行われている。光源は高演色形メタルハイドランプ2 kWと高圧ナトリウムランプ940Wにより混光比80:20で混光され、ハイビジョン方式テレビ撮影可能な高演色(Ra80以上)となっている。コート内照度は財団法人日本サッカー協会の指針を満足する維持水平面照度1500lx以上、照度均斉度0.5以上(最小値/平均値)、および維持鉛直面照度1000lx以上(地上1.5m)が確保されている。(図13)

〔事例2〕香川県総合運動公園野球場(香川県)

図13 県立カシマサッカースタジアム

図15 山根公園テニスコート

図14 香川県総合運動公園野球場

図16 ガーラ湯沢スキー場

香川県総合運動公園野球場はプロ野球公式戦も開催できる、照明内容を備えた野球場である。照明鉄塔は高さ36m～40m、合計6基で、投光器は1基当たり72灯、合計432灯設置されている（メタルハイドランプ1.5kW、高圧ナトリウムランプ940Wの混光照明、混光比約75：25）。照度は内野2000lx、外野1000lxが得られている。（図14）

〔事例3〕山根公園テニスコート（愛媛県新居浜市）
1000Wメタルハイドランプを用いたテニスコート専用照明器具で照明されている。一般投光照明方式に比べ、まぶしさも少なく、照度分布も良好でさらにコート外への漏れ光を最低限に抑えており、諸条件を満足した効率的な照明といえる。施設規模としてはコート数6面、壁打練習コート3面の全天候形コートで、1灯用、2灯用、4灯用ポール合計32基の68灯が設置され、実測平均照度は815lxが得られている。点滅制御方式は管理事務所内の制御盤によりパターン点灯が可能となっている。（図15）

〔事例4〕ガーラ湯沢スキー場（新潟県）
上越新幹線「ガーラ湯沢」駅をスキーセンターとして、ゴンドラで直接ゲレンデにアクセスできる新しい形のスキー場で、ゲレンデの両側に配置された投光器がコースの安

全を確保するとともにナイトスキーを明るく演出している。メタルハイドランプ1000W、高圧ナトリウムランプ660Wを使用し、平均照度は80lxが得られている。（図16）

〔事例5〕広小路通街路灯（名古屋市）

ポール先端のガラスグローブは、世界最高峰のガラス工芸技術を持つといわれるベネチアのムラノガラス製で、透過光が街並を美しく見せる青と緑の色ガラスを加え、ヨーロッパ伝統のステンドグラスの雰囲気である。ポールは夢の金属といわれるチタン製で、軽くて強く耐蝕性に優れ、屋外設置の街路灯などには理想的な金属といえる。素材、色彩とも半永久的な耐久性を持つチタンのポール灯には、青、紫、緑のアクセントカラーを発色させ、ガラスグローブの伝統技術とポールの先端技術が優美に融合した街路灯として完成した。ポール部分にはスピーカ、自動点滅器を内蔵しており、旗竿も取り付けできる構造で多目的な用途に使用できる。光源はメタルハイドランプ250W、300Wが使用されている。（図17）

（街路灯デザイン：永原浄デザイン研究所、永原浄氏）

〔事例6〕久茂地1丁目再開発周辺道路(沖縄県那覇市)⁸⁾

那覇市の久茂地1丁目再開発事業として再開発ビル周辺街路灯の整備が実施されたものである。景観を考慮して、採用されたキャブ方式に対応した多目的ポールは車道灯、歩道灯、信号灯を一体化したもので、デザインも海と太陽の島「沖縄」をイメージさせるダイナミックなものが採用された。交通広場側、県道42号線分離帯の街路灯は、メタルハライドランプ400W 2灯用車道灯が5基設置され、県道39号線側の照明は、車道灯(メタルハライドランプ400W)と歩道灯(メタルハライドランプ250W)が一体化され、7基設置されている。道路照明の基準輝度は、建設省の設置基準に準拠し、特に重要な道路として $2\text{cd}/\text{m}^2$ とした。(図18)

図17 広小路通街路灯

図18 久茂地1丁目再開発周辺道路

〔事例7〕倉敷市児島駅前広場(岡山県)

駅前広場のハイポール照明は、波をモチーフにしたデザインで、灯体の上下にハーフミラーの装飾板をつけ、光源の映り込みにより、波のキラメキ感を具象化している。高さ20mの一括昇降式ハイポール(メタルハライドランプ700W 8灯用)で、灯体を一括して電動で昇降し、安全に保守点検ができるようになっている。(図19、図20)

〔事例8〕青森ベイブリッジ(青森県)⁹⁾

青森ベイブリッジは青森県が青森港整備の一環として進めている臨港道路2号線にあり、青森ウォーターフロントの中心的存在である。照明設備は橋の美観を損なわないように考慮され、2基の主塔照明は投光器5灯用鉄柱16基を設置し、斜材ロープ照明は通行車両に対するグレア防止用特殊ルーバ付き投光器40灯を設置し、投光照射している。両方とも3色のメタルハライドランプと高圧ナトリウムランプを使用し、自動演出ができるようになっている。主要道路としての安全性も確保し、景観上も優れたデザインポールの道路灯で路面照度は 20lx が得られている。(図21)

図19 児島駅前広場の全景

図21 青森ベイブリッジ

〔事例9〕和歌山城天守閣（和歌山市）¹⁰⁾

和歌山城は天正13年（1585年）豊臣秀吉によって築造されたのがはじまりで、戦災による焼失後昭和33年に再建され、再び郷土の象徴としてその雄姿をみせている。夜間照明は10数年前より行われていたが、和歌山城公園整備に伴い、旧来の設備を一新した改修工事を実施した。光源はメタルハライドランプと高圧ナトリウムランプを3：1の混光とし、あたたか味のある光とした。また、市民の憩いの場としての昼間の景観にも気を配り照明器具の設置位置を決め、照明ポールも伸縮式とした。（図22、図23）

図22 和歌山城天守閣

図20 児島駅前広場のハイポールの姿図

図23 伸縮ポールの外観図

4. おわりに

以上、屋外照明に使用されるメタルハライドランプの現状と動向、施設照明の動向、施設事例などについて述べた。今後は、スポーツ施設の建設拡充や都市環境の整備に伴って、効率性と高演色性の要求から、また、ハイビジョンテレビ放送の普及によって、メタルハライドランプが採用された施設事例が益々増大するものと思われる。

メタルハライドランプの小形・効率化や高演色化の研究・技術開発と、器具開発技術、照明設計技術などとの有機的結合、連携によって、より快適で豊かな屋外照明環境が実現されることを期待したい。

（受付1993年8月26日）

参 考 文 献

- (1) 吉川ほか：ハイビジョン（HDTV）放送系における各種光源の色再現，照学大全（平成4年），123
- (2) Paul Entrop, Ir Wil Verbeek：System oriented development of sports lighting equipment to cover new trends. IES Annual Conference 1988 pp23-42
- (3) Marten Sikkens：Lighting Systems for the 'Nineties. The Lighting Journal December 1990 pp246-251
- (4) 伊藤ほか：小形投光器用2 kW ショートアーク メタルハライドランプ安定器の開発，照学大全（平成5年），25
- (5) 鶴岡ほか：2 kW ショートアーク メタルハライドランプを応用した小形投光器の開発，照学大全（平成5年），38
- (6) 照学誌，Vol.77 No.7（平成5年）表紙
- (7) 社照明学会，照明普及会「あたらしい照明」115号（平成5年），18
- (8) 照明のデータシート No.972 照学誌，Vol.76 No.4（平成4年）
- (9) 照明のデータシート No.987 照学誌，Vol.77 No.1（平成5年）
- (10) 社照明学会・照明普及会「あたらしい照明」114号（平成4年），17

美井 明（正会員）

昭和31年9月17日生まれ，昭和55年3月埼玉大学工学部電子工学科卒業，同年4月松下電子工業(株)に入社。現在，照明R&Dセンター主担当。高光束メタルハライドランプの開発業務などに従事。

飯塚 哲英（専門会員）

昭和15年4月22日生まれ，昭和38年3月富山大学工学部機械工学科卒業，同年4月松下電工(株)に入社。現在，中央エンジニアリング総合部主幹技師。屋外照明分野の照明設計や設計技術の開発業務などに従事。

電気設備学会，日本都市計画学会，交通工学研究会会員。