長野市オリンピック記念アリーナ(エムウェーブ)の照明設備

Lighting Facilities of Nagano Olympic Memorial Arena M-Wave

(株)久米設計監理部 薩 平 小 三
Shozo Kagehira

◀キーワード：多目的ドーム、屋内スピードスケート場、エイミング、
パニック防止ライト、光環境

正会員 町野 陽一郎
Yoichiro Machino

1. はじめに

1998年に長野で開催される第18回オリンピック冬季競技大会のスピードスケート会場として使用されるこの施設は、自然の豊かな長野市東部に位置し、地域の活性化・市民の有効利用を目的として計画され、長野市のシンボリックな建築にふさわしい信州カラマツ材を使用したM字形の木造吊り屋根構造とし、これまでのドーム形状を変貌させた外観をしている(図1)。アリーナ床面はコンクリート仕上げとなっており、冬季には国内初の屋内400mスピードスケートリンクと60m×30mのリンクを

製氷でき、国際的スピードスケートからレクリエーションのスケートまで幅広く活用できる。その他の季節には人工芝を自動敷設し、野球、アメリカンフットボール、ラグビー、サッカーなどが行え、年間を通して多種多様なスポーツ・イベントに対応している。また、スタンド部分を可動させ空間の分割利用など、空間の規模を用途にあわせて変化できる多目的ドームである(図2)。

2. 建築概要

建築名称：長野市オリンピック記念アリーナ
(エムウェーブ)

所在地：

建築主：長野市

設計：久米・鹿島・奥村・日産・飯島・高木設計共同企業体

監理：(株)久米設計

施工：日本電設・六興・テクノ・協電舎建設共同企業体(電源・電力・監視設備工事)

竣工：平成8年11月

規模：敷地面積 約111000m²

建築面積 約31300m²

延床面積 約76100m²

構造：屋根 木造吊り屋根

(集成材と鉄プレートの混構造)

躯体 上部鉄骨造、下部鉄筋コンクリート

地下1階・地上3階

駐車場：屋外約300台・屋内約600台

3. アリーナ照明設備

3.1 照明計画の要点

照明計画にあたっては、下記の4点を重視して計画を行った。

- (1) JIS基準およびTV放映を考慮してアイスリンクコース内において、水平面平均照度1500 lx、鉛直面平均照度1000 lx、水平面照度均斉度(min./max.) 0.5以上、鉛直面照度均斉度(min./max.) 0.3以上を確保する。
- (2) ハイビジョン(HDTV)放映が可能となる演色性の高い光源(Ra=80以上)を採用する。
- (3) 後利用の球技などに対応するために、空間照度を確保する。

図1 外観

図2 内観

(4) プレイヤー・観客のグレアを軽減する。

3.2 光源の選定

光源の選定にあたっては、ランプ効率、寿命、ハイビジョン放映が可能となる演色性(Ra=80以上), および色温度などを考慮し高演色形金属ハライドランプを採用した。また、ランプのワット数の選定においては、事前にグレア計算およびグレア評価実験を行い、氷面への映り込み輝度などを考慮し、適切な光束を有する1.5kWを採用した(平均演色評価数 Ra=92, 色温度5500K, ランプ光束125000 lm)。

3.3 照明器具の選定

照明器具はサイドからの照明に適した配光(横方向に広がる)で鉛直面照度が得やすく、器具の輝度が適切である角型投光器とした。また、スケーターの視線に入りやすい妻側部分の投光器については、横形黒色ルーバを内蔵しグレアを軽減するよう考慮した。

3.4 照明器具の配置

JIS Z9124「スキー場及びアイススケート場の照明基準」ではスピードスケート用屋内リンクの照明器具の配置はインコース側とアウトコース側に配置する方法が推奨されている。本施設では、後利用時にインフィールドを使用する競技が多いためスピードスケートの照明要件を満足しながら、インフィールドの空間照度を確保するために照明器具をアリーナ全体に配置する方式とした(図3)。

メインスタンドとバックスタンドの22mのサイドキャットウォーク部に163灯ずつ設置し(図4)、高さ17mから33mの天井キャットウォークに336灯設置している(図5)。なお、総灯数462灯の内、妻側部分の164灯については投光器に横形黒色ルーバを内蔵している。

3.5 投光器のエイミング

投光器のエイミングにあたっては、スピードスケート

数量表			
設置場所	仕様	数量	
サイド	1.5kW用角形投光器(ルーバなし)	●	126
	金属ハライドランプ1500W(高演色形)		
天井	1.5kW用角形投光器(ルーバなし)	●	336
	金属ハライドランプ1500W(高演色形)		
	1.5kW用角形投光器(ルーバ付き)	●	
	金属ハライドランプ1500W(高演色形)		
合計			462

図3 照明器具配置図

大会時のコースの水平面照度、鉛直面照度および照度均斉度を確保するとともに、後利用時の空間照度を確保することに留意した。天井キャットウォークに設置する投光器は空間照度を確保するために投光器の照射方向が交差するようにしており、また、グレアに留意しながら照射距離が長くなるようにエイミングを行っている(図6)。

3.6 投光器取り付け架台

天井キャットウォークに設置している投光器は照射方向を前方、後方と多方向に照射する必要があるため、投光器自体をキャットウォークよりも下部に設置しなければならず、ランプ交換および保守時には、投光器をキャットウォーク上に取り込む必要がある。この相反した要素を解決するために、常時は下部にある投光器を、ランプ交換および保守時にキャットウォーク上に取り込めるよう、回転・スライド式の投光器架台を開発した(図7(a), (b))。

3.7 投光器バランス調整金具

天井キャットウォークは水平でなく湾曲しているため、投光器をできるだけ無理なく垂直にセットできるよ

図4 サイドキャットウォーク投光器取り付け状況

図5 天井キャットウォーク投光器取り付け状況

図6 エイミング図(天井キャットウォーク部)

図7(a) ランプ交換状況(器具設置)

図7(b) ランプ交換状況(回転・スライド)

図8 投光器バランス調整金具

うなバランス調整金具を採用した(図8)。

3.8 パニック防止ライト

アリーナの照明は使用光源が HID 光源であるため、瞬時電圧低下によるランプの立ち消えが想定される。HID 光源は、再点灯には15分から20分要するため、停電時にパニックを起こす可能性がある。そこで、停電時の暗順応に対応するために、全点灯時(1500 lx)の1/100以上の照度を確保できるように、アリーナ照明の8灯をパニック防止ライトとして、無停電電源装置(20kVA)でバックアップしている。

3.9 照明点灯制御

アリーナ空間の特徴として、円弧状のサイドスタンドを可動させることにより、アリーナ利用形態に応じた空間ボリュームの可変が行え、空間にフレキシビリティをもたせている。空間が全体利用だけでなく、中央部利用、片側利用をすることが可能であり、照明点灯パターンについても利用形態に合わせたパターン計画をした。操作性を向上させるために照明制御は、液晶のタッチパネル方式とした。点灯パターンを表1に示す。

表1 点灯パターン

アリーナ 利用状態	パター ン 数	利 用 項 目	設計照度 アリーナ 照明のみ
全体利用	6	スピードスケート(大会) スピードスケート(一般) サッカー、ラグビー、アメフト 野球 運動会 コンサート	1500 lx 1000 lx 750 lx 500 lx 300 lx 150 lx
中央利用	3	相撲、ボクシング その他 その他	750 lx 500 lx 300 lx
東側利用	5	アイスホッケー バスケット、テニス、バレー スケート 式典、コンサート 集会、催し物	750 lx 750 lx 300 lx 300 lx 300 lx
西側利用	4	バスケット、テニス、バレー ゲートボール 式典、コンサート 集会、催し物	750 lx 300 lx 300 lx 300 lx

* 上記設定照度以上必要な場合には、走行バトンにより、多目的集中照明が可能なように1kW ハロゲン灯を84台備えている。

4. 光環境評価実験

照明計画にあたっては、照明模型実験(図9)やCGシミュレーション(図10)により、施設利用時の光環境やグレアの検討を重ねてきた。照明設備が設置されてからオリンピック開催時および後利用時の点灯パターンにおいて、光環境やグレア防止性能などが設計の意図通り満足されているかどうか検証するために光環境評価実験を実施した。

測定および実験内容は、

- (1) 照度測定(水平面・鉛直面)
- (2) 官能評価実験
 - ・グレア評価実験
 - ・印象評価実験
- (3) 輝度測定
 - ・照明器具の輝度測定
 - ・等価光幕輝度測定
 - ・写真測光
- (4) ボールの見え方
 - ・ボールの見え方評価
 - ・ボールの輝度と背景輝度測定

図9 照明模型実験

図10 CGシミュレーション

図11 不快グレア評価実験状況

光環境評価実験はスピードスケート時と後利用時の2回に分けて行った。

被験者21名により、おのおのスケーターおよび一般観客、VIPの立場になってもらい視野内全体のまぶしさの程度を『1. 気にならない』から『9. 耐えられない』の9段階の評価スケールにて主観評価させた(図11)。

評価実験結果を(図12)に示す。どの視線方向においても許容できる限界レベルの『5. あまり気にならない』以下の評価となっており、不快グレアは問題がないことを確認した。

その他の光環境評価においても、スピードスケート時、後利用時ともに良好な結果となっており、光環境やグレア

図12 不快グレア評価実験結果

ア防止性能が設計の意図通りに満足できていることを検証した。

5. おわりに

長野市オリンピック記念アリーナは、アイススケート場の照明としては球技などの後利用を考慮した従来にない新しい照明手法を用いて設計・施工を行った。今後、冬季オリンピックおよびオリンピック開催後の多目的施設として多に活用されることを願うとともに、長い期間にわたりご指導頂いた、長野市オリンピック局施設課の皆様方を始め、各施工者の皆様や関係者各位に、深く御礼申し上げる。