横浜スタジアムのグラウンド照明†

専門会員 鎌田 敏男* 正会員 川上 幸二*

専門会員 根本 武文*

1. ま え が き

横浜スタジアムは、直径 184 m の外周円と直径 138 m の内周円によって構成された、わが国初の円形多目的スタジアムである。

したがって、プロ野球はもとより市民の硬式・軟式野球、アメリカンフットボール、サッカーなどの球技、さらにフェスティバルなど、催し物の会場として活用できること、市の広域避難場所として災害時に十分な機能を発揮できることなど多目的な用途が考慮されている。

ここでは、以上の多目的な要求を十分満足できるように、詳細にわたって慎重な配慮がなされているグラウンド照明設備について紹介する。

2. 照 度 の 設 定

照度の設定は、JIS 照度基準および CIE「カラーテレビ放送用のスポーツ照明」(表 1) の推奨値を参考とし

表 1 カラーテレビ中継に必要な照度 (CIE. T. C-4. 4)

絞	り	f 2.8	f 4	f 5.6
照	度	750	1500	3000

(s/n 比 40 dB を得るのに必要な照度 単位: lx)

表 2 設 計 照 度 (野球時) (単位: lx)

段階	区分	バッテリ ー間	内 野	内野残部	外 野	観 客 席
第 1 段		2,500	2,000	1,500	1,500	100
第 2 段		1,250	1,000	750	750	—
第 3 段		600	500	370	370	—

表 3 設 計 照 度 (フィールド競技時) (単位: lx)

段 階	区 分	競 技 面	残 部	観 客 席
第 1 段		1,500	800	100
第 2 段		750	400	—

† Illumination of Yokohama Stadium

* 岩崎電気株式会社

Toshio Kamata, Takefumi Nemoto and Koji Kawakami

て表 2, 表 3 に示すように設定した。

照度値は、カラーテレビカメラが絞り f 4 のとき要求する 1,500 lx を基本とし、野球時におけるバッテリ間や内野など、クローズアップで写されることの多い場所は、より良好なテレビ画像を得るために、さらに高い照度とした。また良好なテレビ画像を得るためには画像の背景となる箇所にも、十分な照度が要求されることから、観客席の照度は JIS 基準より 1 段高い値とした。

なお、カラーテレビ放送では、その視野内の照度均せいが良いことが要求される。したがって設計照度は、基本とした 1,500 lx の 2 倍 (3,000 lx) 以内となるように配慮し、外野や残部と内野やバッテリ間の設計照度の比が、極端に大きくならないように制限した。

次に、スタジアムの多目的利用が有効に行なえるように野球時は、第 2 段(1/2)、第 3 段(1/4)、フィールド競技時は、第 2 段(1/2) の段階を設定し、合計 5 段階の照度レベルが得られるように配慮した。

以上の設計照度は、JIS 基準と同等以上のレベルで、競技者、審判、観客にとって十分満足できる値である。また、第 1 段階ではカラーテレビ中継も可能である。

3. 光 源 の 選 定

光源の選定は、競技者、審判、観客、カラーテレビ、維持管理者の要求を十分満足させるものでなければならぬことから、下記のような種々の要因にわたって検討を行なった。

3.1 色温度 (光色)

光源の色温度 (光色) は、人間の心理に寒々とした感じや暑苦しい感じなどを与えることが知られている。

われわれは、カラーテレビカメラは約 3,000~6,500 K の間の色温度であれば、十分調節することが可能であることから、人間の心理に与える影響を重視し、寒々とした感じを与えないような暖かみのある色温度として約 3,500 K とした。

3.2 演 色 性

光源の演色性は、競技者、審判、観客に不自然な感じを与えないこと、カラーテレビ放送が可能であることを考慮し、 $R_a \geq 60$ とした。

この演色評価数は、けい光ランプ(白色)が $R_a \approx 65$ であること、従来の野球場照明によく用いられていた白熱電球と、水銀ランプの混光照明の演色評価数が $R_a \approx 60$ 程度であることから判断した。

3.3 省 電 力

光源の選定は、省電力を図るために「色温度」、「演色性」を満足させながら、ランプ効率(lm/W)を可能であるだけ高くするものとした。

以上のことから、光源はメタルハライドランプ 1kW と、高圧ナトリウムランプ 700 W の混光照明とした。混光比は光束比で約75:25とした。この場合の総合特性は色温度 3,500K, $R_a \approx 61$, 効率 97 lm/W となる。効率は従来の白熱電球と、水銀ランプの混光の約 30 lm/W の約 3 倍以上となり、省電力が図られ維持管理、設備容量の低減に大きく寄与している。

4. 投 光 器

投光器の選定には、次の要件について配慮した。

- (a) 高効率のランプ特性を活かすこと
- (b) 投光器の光学性能を長期間維持できること
- (c) 耐食性が良く、保守点検が容易な構造であること

以上のことを満足する投光器として図1に示すものを採用した。この投光器は従来品と比較して次のような特徴を持っている。

図1 投 光 器

(a) 従来の軸光度重視から、所定のビーム内光束を増加させ、有効に利用できる光束を増加させている。

(b) 反射鏡は化学研磨処理(アルグラス)とした。これは、従来のアルマイトより約10倍以上の耐薬品性があり、腐食、劣化、塵埃の付着がしずらく、清掃による回復も良い。

(c) 投光器の気密性、防水性をさらに向上させ、専用の呼吸孔には、チャコールフィルタを取り付け、汚れた

図2 チャコールフィルタ取付け断面図

空気の流入を防止し、反射鏡を保護する(図2)。

(d) 投光器の部材は、アルミ、ステンレスを主に用い、鉄製部品には、亜鉛めっき、耐食塗装を施している。外部に露出するボルト類は、すべてステンレス製とした。

5. 照 明 方 式

照明鉄塔の配置は、図3に示すように配置した。第3号および第4号鉄塔は、本来なら⊗—⊗ラインより外野側とすべきであるが、スタジアムの立地条件により内野側となった。このため、一塁～三塁の送球、外野手の守備に多少問題が生じると思われる。しかしながら、スタジアムに用いる鉄塔が従来のものより高く、グレアに対する考慮(後述)が払われていることから、多少緩和されている。

図3 グラウンド平面図

野球場として使用する場合は、第1号、第2号が内野用、第3号、第4号が内外野用、第5号、第6号が外野用となり公式6基制の配置となる。

フィールド競技時は、第1号、2号、5号、6号が、4コーナー照明方式を構成し、第3号、第4号は、サイドからのカラーテレビ放送を行なう場合の鉛直面照度を補う役割を果たす。この意味においても、第3号、第4

号は外野側にあるほうが好ましいといえる。

6. 照 明 鉄 塔

照明鉄塔に関しては、次のことに留意した(基本設計：
 斬創和設計)。

- (a) プロ野球，フィールド競技の公式試合が可能である高さとすること。
- (b) カラーテレビ放送の障害とならない高さとすること。
- (c) 円形のスタジアムとマッチし，美観的に優れていること。

6.1 照明鉄塔の高さ

照明鉄塔の高さを決定するために，(1)式を参考として用いた。

$$H \geq 0.4L \dots \dots \dots (1)$$

H ：最下段の高さ， L ：内周内の中心と鉄塔の距離。

(1)式によれば，第1号，第2号は最下段40 m，第3号，第4号は38 m，第5号，第6号は32 m程度の高さが必要となる。

一般に照明鉄塔は高くなるほど競技者や審判，観客へ与えるグレアが減少し，照度均せい度も良くすることができる。また同時にカラーテレビカメラへのハレーションも減少する。しかし逆に建設費が増大してしまう。

図 4 照 明 鉄 塔

以上のことを考慮し，図 4 に示すような照明鉄塔を決定した。

この鉄塔は，横浜の Y の字からデザインされたものであると同時に，投光器の取付け架台を逆三角形とすること，前方へ張り出すことによってグレアやハレーションの低減を図っている。投光器の平均の取付け高さは約40

m となり，アメリカの大リーグクラスの野球場に匹敵するものである。

6.2 照明塔の構造

照明塔の構造は，次の理由から「ラーメン構造」とした。

- (a) ラーメン構造は，トラス構造と比較して斜材がなく縦・横材で構成されるため形状が簡素となり，美感的に好ましい。
- (b) トラストでは部材の一箇所が変形を起こすと，それが架構全体の変形，破壊につながるのに対し，ラーメンでは，一部材の変形がただちに架構全体には及ばず，ねばり強い。
- (c) トラス架構は部材の軸力以外の力に対して弱く，一方ラーメンでは架構全体で対処できる特性がある。

7. 照 明 塔 設 備

照明塔設備内容は，表 4，表 5 に示すとおりである。

表 4 照 明 設 備

照 明 機 器	1 基当たり数量	合 計
投 光 器 H563・S(10)	118	703
メタルハライドランプ M1000B	90	540
高圧ナトリウムランプ NH700	28	168
ハロゲンライト 500 W	6	36
合 計	124	744

表 5 点 灯 数 量

点 灯 段 階	M1000B	NH 700	計
野 球	第 1 段	522*	162
	第 2 段	314	—
	第 3 段	170	—
フィールド競技	第 1 段	420**	124
	第 2 段	174	62

(注) * 観客席，バックスクリーン，バックネット用54灯含む。

** 同上 48灯含む。

この設備には，次のものが含まれている。

- (a) 観客の安全をはかると同時に，カラーテレビ画像をより良好とするために，観客席照明用投光器を42台配置した。
- (b) バックネット，バックスクリーンは，一般に暗くなりやすく，このため遠近感が不足する。したがって投手はボールを投げづらく，打者は打ちづらくなる。このため，バックネット，バックスクリーン用投光器をそれぞれ6台ずつ配置した。
- (c) スタジアムは，市の広域避難場所となることから非常灯または保安灯として，ハロゲン電球 500 W を各塔6台ずつ合計36台配置した。これは，非常用電源から耐火ケーブルで配線されている。

8. 照 明 効 果

照度測定結果を表 6，表 7 および図 5 に示す。図 5

図5 照度測定結果(野球I)

に示すように照度分布は、当初予定した照度値が得られ、照度均せい度も良好であった。両翼のボール際の照度が多少低いのは、照明塔から野球場外へもれる余光による周辺への影響を考慮したことによる。

表6 照度測定結果(野球)

(単位: lx)

段階	区分	バッテリー間	内野	外野および残部
第1段	1 段	2,544	2,124	1,623
第2段	2 段	1256	1018	752
第3段	3 段	614	520	398

表7 照度測定結果(フィールド競技)

(単位: lx)

段階	区分	競技面	残部
第1段	1 段	1,588	1,249
第2段	2 段	801	469

照明鉄塔には、上空照明(フライボール用)専用投光器を配置していない。これは鉄塔が十分高いこと、またそのことによって、1基当たりの照明面積を広くすることができることなどにより不必要であると推定した。実際の試合においても、フライボールが見えづらいという

問題は生じていない。

グラウンド上1mの鉛直面照度は、数箇所の測定結果とコンピュータによる計算結果から推定して、バックネット方向の平均で1,300 lx程度、4方向の平均で1,000 lx程度得られていると思われる。鉛直面照度の均せい度も良好で、ボールなどの見え方が極端に変化することもなく、非常に見やすい照明であると好評である。

9. おわりに

横浜スタジアムのグラウンド照明設備の要点を説明したが、本文では説明が尽きない詳細にわたって慎重な配慮がなされていることを付記しておく。

スタジアムの照明計画および施工において、㈱横浜スタジアム、㈱創和設計、横浜スタジアム建設工事共同企業体、その他関係筋のかたがたに多くのご指導、ご助言をいただいたことを記し、深く謝意を表する。

(受付 1978年6月5日)