

# 天保山大橋におけるフルカラーLED

## ライトアップ照明設備の構築

阪神高速道路(株) 保全交通部システム技術課 森田 蓮  
阪神高速道路(株) 管理本部管理企画部システム保全課 川井 諒一  
阪神高速道路(株) 管理本部神戸管理・保全部保全部管理課 富田 涼太郎

### 要 旨

大阪・関西万博の開催に伴い天保山大橋のライトアップ照明設備を構築した。灯具はフルカラーLED灯具を採用し、演出パターンやスケジュールの登録、機器の状態監視は管理事務所に設置された制御装置により可能なシステム構成とした。加えて、外部からの信号をリアルタイムに演出へ反映する他システムとの連携機能も実装した。ライトアップ演出計画においては、季節ごとの演出や大阪・関西万博を見据えた特別演出を取り込んだものとした。本稿では、天保山大橋のライトアップ演出計画と照明設備の概要、施工内容について報告する。

**キーワード:** 天保山大橋、ライトアップ照明設備、大阪・関西万博

### はじめに

阪神高速道路では、地域・社会に愛され信頼される道路の実現を目指し、長大橋のライトアップを実施してきた。4号湾岸線および5号湾岸線に位置する長大橋には、建設当初からライトアップ照明設備が導入されていたが、一部の橋梁では設備の老朽化が進んでおり、天保山大橋では既設照明設備は撤去済みであった。

天保山大橋は、大阪港の玄関口である安治川を横断する全長 640 m、主塔高約 150 m の斜張橋であり、そのデザインは大阪の都市景観を形作ってきた(写真-1)。今回の天保山大橋ライトアップ照明設備の構築では、阪神高速道路初となるフルカラーLED 灯具を採用し、省エネルギー化を図るとともに、斜張橋の構造美を活かした季節ごとの演出や大阪・関西万博を見据えた特別演出を可

能とすることで、万博開催の機運醸成に寄与することを目指した。本稿では、天保山大橋のライトアップ演出計画と照明設備の概要、施工内容および照明性能の検討と評価について述べる。

### 1. ライトアップ演出計画

「大阪市景観計画<sup>1)</sup>」において、天保山大橋は

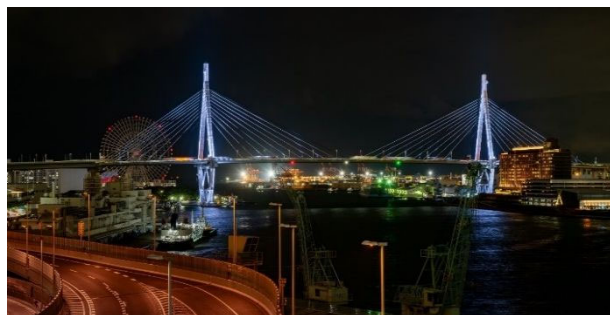


写真-1 朝潮橋 PA 屋上より天保山大橋の遠景  
(ライトアップ時)

臨海景観形成区域に含まれており、景観の基本方針として、地域の特性を活かした景観形成が定められている。また、「大阪光のまちづくり 2030 構想<sup>2)</sup>」においては、天満・桜ノ宮エリアから湾岸エリアまでの大川・堂島川・土佐堀川に沿った軸を「光の東西軸」とし、湾岸エリアにおける新たな夜間景観の展開を掲げている。

こうした背景から、湾岸エリアのランドマークである天保山大橋において、斜張橋の構造美を活かして、フルカラーLED 照明設備によるライトアップを実施することは、周辺地域との調和を図るとともに、湾岸エリアへの新たな価値の創造につながると考えられる。本章では、計画したライトアップ演出について述べる。

### 1-1 季節カラーによる演出

季節ごとに設定された「季節カラー」を基調と

し、自然や季節の変化を表現した。また、フェードイン・フェードアウトを組み合わせた滑らかな光の変化を採用することで、斜張橋の構造美を際立たせている。フルカラーLED ならではの高精度な色再現性と調光制御により、橋梁全体が柔らかなグラデーションに包まれ、視覚的な奥行きと立体感が強調される。

春には桜をイメージしたピンク色で春の訪れを表現し、夏には青空や海を思わせるブルーで爽やかな夏の雰囲気演出した。秋には紅葉を模した橙色で秋の深まりを表現し、冬には温かみのある電球色で寒さの中でも温もりを感じる演出とした。さらに、12 月には大阪の水辺景観を象徴する「水都大阪」をイメージした水彩カラーを採用し、都市景観との調和を図っている（図-1）。

これらの演出は、管理事務所に設置された制御装置によりスケジュール制御され、季節やイベン

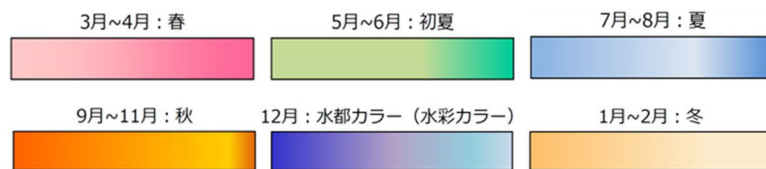
#### ■季節カラープログラム

季節の演出は、季節カラーの変化と白色(白い橋の構造を美しく照らす)を交互に点灯



白色

#### 季節カラーのイメージ



春(3~4月) 桜色をベースとした色の变化で季節のうつろいを表現

※春の演出事例



他季節カラーの事例



図-1 季節カラープログラムのイメージ

トに応じて自動的に切り替わる仕組みとなっている。加えて、フェード速度や色の明度・彩度は制御システムで細かく調整可能であり、フルカラーLED 灯具の性能を最大限引き出している。なお、LED 灯具や照明制御装置の詳細については後述する。

### 1-2 大阪・関西万博の機運醸成に向けた特別演出

大阪・関西万博期間中には、特別ライトアップとして青・赤・白の3色で万博をイメージした演出を行うこととした。この特別演出は、期間中に

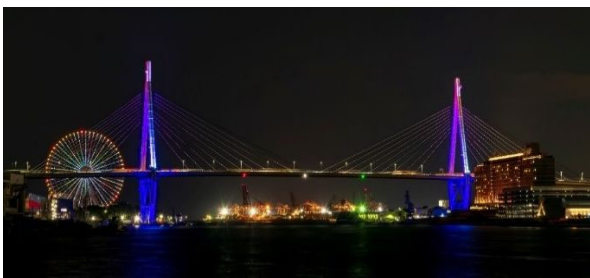


写真-2 大阪・関西万博をイメージした演出

訪れる多くの人々に万博の高揚感と印象的な体験を提供するとともに、湾岸エリアの魅力をさらに引き立てることを目指した（写真-2）。

## 2. ライトアップ照明設備の概要

本章では、天保山大橋ライトアップ照明設備構成について詳述する。本設備は、最新の LED 技術と調光制御システムを導入することで、従来設備では困難であった多彩な演出を実現した。

### 2-1 LED 灯具

今回天保山大橋に設置した LED 灯具の設置位置図を図-2 に、LED 灯具の仕様を表-1 に示す。

配光特性の異なる3種類のフルカラーLED 灯具（カラータイプは RGB（赤・緑・青））を採用し、豊かな色彩表現を可能にしている。これにより、従来の単色照明では困難であった多彩な演出を実現した。設置台数は主塔下部に 16 台、主塔

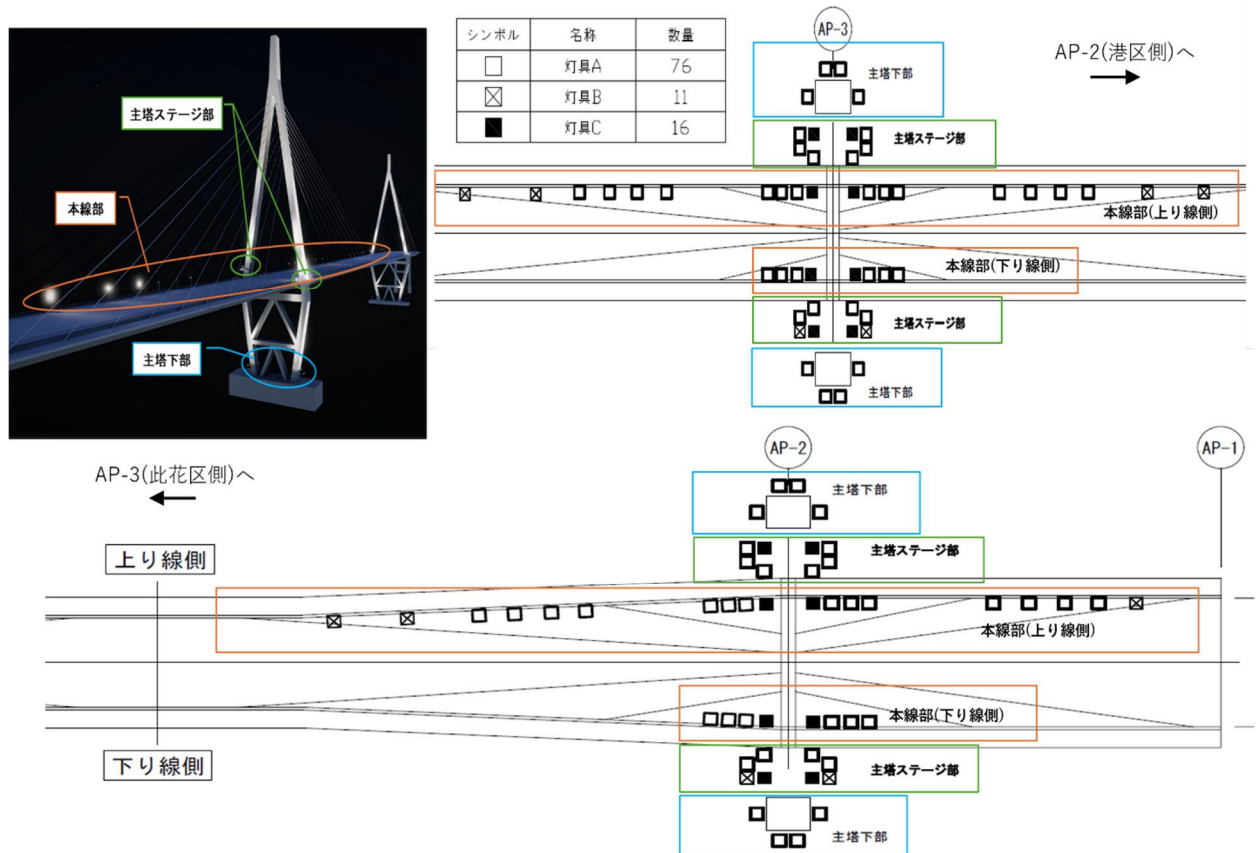


図-2 LED 灯具設置位置図

ステージ部に 32 台、本線部に 55 台の計 103 台である。主塔ステージ部と本線部に設置した灯具により橋梁の上部を、主塔下部に設置された灯具により橋梁の下部を照射することで、橋梁全体をライトアップした。

さらに、大阪湾の沿岸環境に耐えるため、灯具は重耐塩害仕様とし、防塵・防水規格 IP66 を満たしている。IP66は粉塵の侵入を防ぎ、あらゆる方向からの強い噴流水による有害な影響を受けないことを意味し、長期間にわたり安定した性能維持が期待できる仕様とした。

## 2-2 調光演出制御装置

### (1) 制御系統の構成

図-3 に本照明設備の調光演出制御系統図を示す。朝潮橋社屋（大阪市港区石田）にある管理事務所に設置された制御装置（コントローラー）から光ケーブルを介して、2 か所の主塔橋脚部（港

区側の主塔（AP2）および此花区側の主塔（AP3））に設置された信号変換盤と通信を行う。この信号変換盤を経由して各灯具へ演出信号が送信され、遠隔かつリアルタイムにライトアップ演出を制御することが可能である。

### (2) 調光制御方式（DMX512）

灯具の調光制御方式には、DMX512（Digital Multiplex with 512 pieces of Information）を採用した。DMX512は舞台照明やエンターテイメント照明の制御用プロトコルとして広く利用されており、1本のケーブルで最大 512 チャンネルのデジタル信号を送受信することができる。今回採用した LED 灯具では1台につき3チャンネル（R、G、B 値）が割り当てられるため、理論上は 170 台の灯具を 1 系統で個別に制御することができる。さらに、各チャンネルは 256 段階で制御可能で、灯具の明るさや色を細かく設定でき、滑らかなグラデーションや複雑な演出を実現した。また、リアルタイム性に優れ、演出の即時反映が可能であり、天保山大橋のライトアップのような大規模設備の効率的な運用を実現している。

### (3) 制御装置の機能

制御装置は、照明演出の自動化および柔軟な運用を可能とする複数の機能を備えている。演出スケジュール機能により、季節やイベントに応じたライトアップ演出を自動的に切り替えることができ、計画的かつ効率的な運用が可能となる。また、各機器の故障監視を遠隔で行えるため、維持管理

表-1 LED 灯具の仕様

項目	仕様※特性値はRGBフル点灯時を示す		
	灯具A	灯具B	灯具C
光束	13,200 lm	12,400 lm	9,400 lm
消費電力	376 W	376 W	254 W
配光	狭角	中角	狭角
制御方式	DMX512		
光源寿命	40,000 h（光束維持率70%）		
保護等級	IP66		
重耐塩害仕様	海岸より0~200 mにて使用可 ※メーカー仕様に基づく参考値		

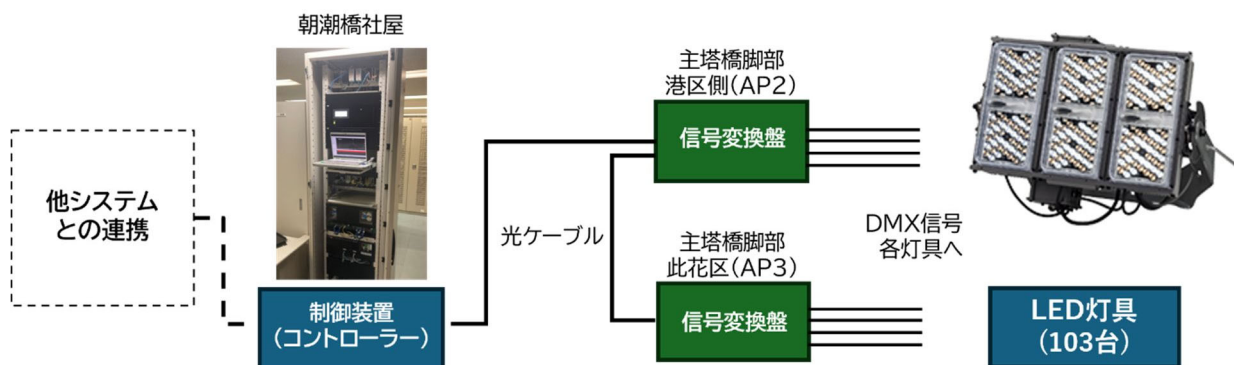


図-3 調光演出制御系統図

の省力化にも寄与している。さらに、独自の演出パターンを作成・登録可能な専用ソフトウェアが導入されており、自在に新たな演出パターンを登録することができる。加えて、他システムとの情報連携機能を備えており、外部信号をリアルタイムで演出に反映できる。

従来設備では、単色照明とタイマーによる ON/OFF 制御のみで、演出の自由度は極めて限定的であった。これに対し、今回の設備ではフルカラー化と DMX512 によるリアルタイム制御を導入し、季節やイベントに応じた多彩な演出や滑らかな光の変化を実現した。これにより、演出の自由度は飛躍的に向上し、照明制御技術の高度化および橋梁設備の価値向上に大きく寄与している。

### 2-3 灯具の設置方法

写真-3.1 から写真-3.4 に各灯具の設置状況を示す。本線部に設置する灯具は既設アンカーボルトを使用し、防護柵の外側に設置した。このうちケーブル部を照らす灯具は、路面高さ 3 m の支柱上に取り付けた（写真-3.1、写真-3.2）。主塔下部（地上部）に設置された LED 灯具も支柱との組み合わせにより設置されている（写真-3.3）。これら支柱の形状は建設当初に設置されていたものと同形状とした。

本線部に灯具を設置する際には、運転者が眩し

さを感じることがないように留意した。また、光漏れにより海上船舶の航行に支障とならないことや航空機のパイロットが航空灯火（電波、灯光、色彩又は形象により航空機の航行を援助する航空保安施設であり、航空灯台、飛行場灯火および航空障害灯の総称）と誤認することがないように、航空法に規定される類似灯火に関する検討を行い、灯具の設置角度を決定した。

## 3. 照明性能の検討と評価

ライトアップ効果を最大限発揮させるためには、周辺環境から導かれる必要な明るさを確認し、適切な明るさで均一に対象物をライトアップする必要がある。本章では、設計時の検討内容、施工時のシミュレーションを用いた見え方の検討、施工後の明るさの評価について述べる。

### 3-1 設計段階の検討

ライトアップは対象の構造物と周辺の明るさ（背景輝度）の比が大きい程視認しやすいとされており、背景輝度がどのような分布になっているかはライトアップ設計において重要な要素である。

天保山大橋周辺の背景輝度は建設当時に 0.1～0.3 cd/m<sup>2</sup>程度と計測されていたが、それから約 30 年経過し、周辺環境が変化している可能性がある

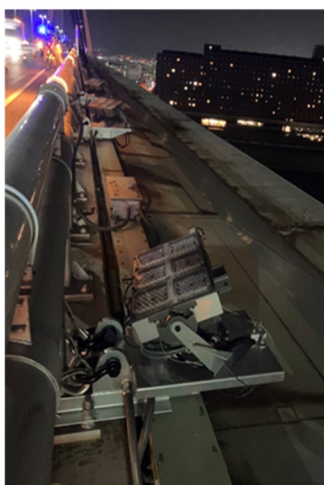


写真-3.1 本線部(防護柵外への設置)

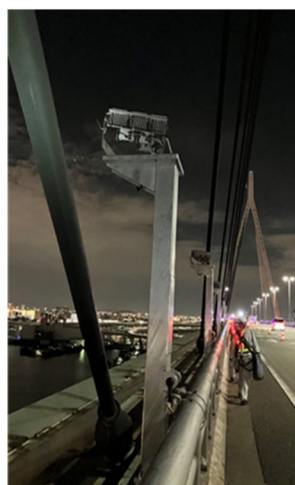


写真-3.2 本線部(支柱への設置)



写真-3.3 主塔下部(支柱への設置)



写真-3.4 主塔ステージ上

ことから、現地調査（輝度画像撮影）を実施して現在の環境を測定した。図-4 に現地調査にて撮影された背景輝度画像の一例を示す。背景天空（下部）が平均 0.1 cd/m<sup>2</sup>、背景天空（上部）が平均 0.05 cd/m<sup>2</sup> となり、これら背景輝度画像を解析した結果、背景輝度は 0.02~0.3 cd/m<sup>2</sup> の範囲にあり現在も過去資料と同等であることを確認した。

この調査結果をもとに、基準となる白色において確保すべき輝度と照度を、主塔部は 3 cd/m<sup>2</sup>（反射率 50%として平均照度 20 lx）、ケーブル部は 1.5 cd/m<sup>2</sup>（反射率 70%として平均照度 6 lx）と定めた<sup>3)</sup>。なお、輝度とは「面光源の単位面積当たりの明るさ」で、照度とは「照射面の単位面積当たりの明るさ」であり、LED 灯具などによって照射された対象物の明るさの指標となる。

天保山大橋のライトアップとして必要な照度は、 $E$ を照度（lx）、 $L$ を輝度（cd/m<sup>2</sup>）、 $\rho$ を反射率として式(1)により換算した。

$$E = \pi \cdot L / \rho \quad (1)$$

### 3-2 施工時のシミュレーションソフトの活用

施工時の灯具設置角度の決定や見え方の検討においては、シミュレーションソフト（建築リアルタイム ビジュアルライゼーション「ライティングフロー」 | 照明設計サポート P.L.A.M. (Progressive Lighting Advisory Message) | Panasonic）を用いた。このソフトは、BIM (Building Information Modeling) の 3D データ上に配置した照明の光の効果を瞬時にシミュレーションすることができる。このソフトを活用し、ライトアップイメージを CG パースで確認しながら、遮蔽物の影響の確認や、灯具設置角度の調整を行った。図-5 に、シミュレーションソフトにより作成された CG パースの一例を示し、図-6 に CG パースに照度分布をマッピングした結果を示す。これらシミュレーション結果を用いて関係者間での合意形成を図ったことで、施工の効率化と品質向上を実現した。

### 3-3 施工後の照度確認

現場への灯具設置後には、設置された灯具が設

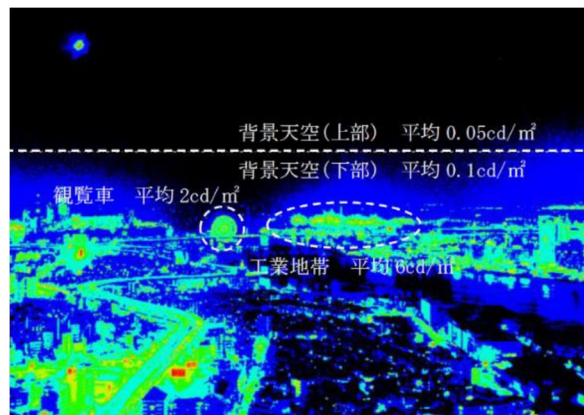


図-4 背景輝度画像の一例



図-5 天保山大橋ライトアップのCGパース

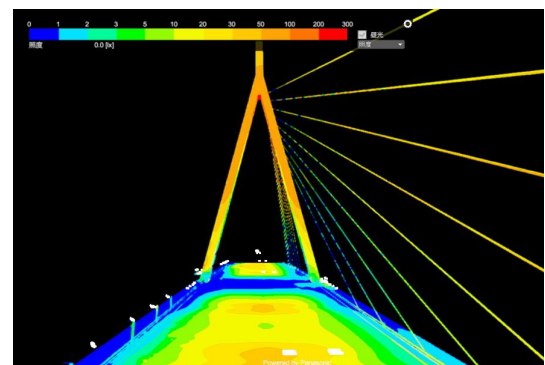


図-6 CGパースに照度分布をマッピングした結果

計通りの照明性能を満足しているかを確認するため、現地にて照度の確認を実施した。照度の算出には、対象面の輝度および反射率の測定が必要となるため、これらをそれぞれ測定した。

#### (1) 輝度測定

輝度の測定は JIS C 7614「照明の場における輝度測定」に準拠して実施した。測定に際しては、対象面に対して可能な限り正対する位置を選定し、輝度計の光軸が対象面に垂直となるよう調整することで測定角度による誤差を最小限に抑えるよう

配慮した。ただし、現地条件により正対が困難な測定箇所も一部含まれている。測定箇所は図-7に示した5か所と本線上とし、各測定箇所の測定状況を表-2に示す。

## (2) 反射率測定

反射率の測定には、ポータブル式の色彩色差計を使用した。色彩色差計は、対象物に光を照射し、その反射光を波長に分解して検出することで表面の色や反射特性を数値化する機器である。これにより、塗装面の反射率を高精度に測定することができる。

本測定では、主塔およびケーブル部の塗装面に對して直接測定を行い、構造物の反射特性を評価

した。測定は各測定箇所において代表地点を一箇所ずつ選定して実施したが、主塔上部については、正面、側面および道路部の構造物の向きや周辺環境条件の違いにより、汚れの付着状況に起因する反射率のばらつきが想定されたため、平均反射率を用いて照度を算出した。その結果を表-3に示す。

## (3) 照度算出と評価

照度は、各測定箇所です複数点測定した輝度値の平均値と表-3で示した反射率をもとに算出した。算出にあたっては、灯具の経年劣化や汚れによる光源自体の明るさの低下を考慮し、保守率を適用した。今回の評価では、設計時に設定された保守



図-7 輝度測定箇所

表-2 各測定箇所の測定状況

測定場所	本線	①	②	③	④	⑤
状況図						
	主塔正面 ワイヤー	主塔正面 下部	主塔側面 上部・下部	主塔正面・側面 上部・下部	主塔側面 上部・下部	主塔正面 下部 主塔側面 上部 主塔正面・側面 下部

率 (0.62) を用いた。なお、この保守率は参考文献<sup>3)</sup>に基づくものであり、照度換算式 (式(1)) の両辺に乗じることで、長期的な照明性能の維持を前提とした照度の妥当性を確認した。

照度算出結果は表-4 に示す通りであり、ケーブル部および主塔の平均照度はいずれも機器仕様書に定められた基準値を満足していることを確認した。これにより、設計通りの照明性能が確保できていることを確認した。

表-3 反射率測定結果

測定箇所			反射率		平均値
			代表地点1箇所		
ケーブル	AP-2	港区側	84.10%	-	
		此花区側	80.21%		
	AP-3	港区側	82.94%		
		此花区側	77.72%		
主塔 AP-2	上部	塔頂部	正面	69.03%	64.38%
		側面	63.86%		
	道路部		60.26%		
	下部		66.70%	-	
主塔 AP-3	上部	塔頂部	正面	58.14%	56.92%
		側面	54.86%		
	道路部		57.75%		
	下部		68.06%	-	

## おわりに

本稿では、天保山大橋のライトアップ照明設備の構築について、ライトアップ演出計画と照明設備の概要、施工内容および照明性能の検討と評価を述べた。照明設備には、阪神高速道路初となるフルカラーLED 灯具と、遠隔かつリアルタイムの演出制御を導入したことで、効率的な運用と維持管理を可能にした。施工時にはシミュレーションソフトを活用してライトアップの見え方検討を行い、関係者間でスムーズな合意形成を行うことができた。大阪・関西万博の開催を見据えた全社横断的な取り組みとして、関係者一丸となって取り組んだ天保山大橋のライトアップが湾岸エリアの魅力を引き立て、地域・社会に愛される阪神高速道路の実現に寄与することを期待する。

## 参考文献

- 1) 大阪市：大阪市景観計画（令和6年4月1日施行），2024。
- 2) 光のまちづくり推進委員会 事務局：大阪光のまちづくり2030構想，2022。
- 3) 井藤貴文ほか：阪神高速湾岸線の長大橋フルカラーLED ライトアップ設計—天保山大橋の事例—，技報第31号，2022。

表-4 輝度測定結果および照度算出結果

測定箇所			仕様書値	測定平均値 (cd/m <sup>2</sup> )	反射率	照度換算 (lx)※	平均値 (lx)	判定
ケーブル	AP-2	港区側	6.0 lx以上	5.15	84.10%	11.9	12.05	良
		此花区側		5.44	80.21%	13.2		
	AP-3	港区側		4.26	82.94%	10.0		
		此花区側		5.22	77.72%	13.1		
主塔 AP-2	上部	正面	港区側	5.59	64.38%	16.9	26.33	良
			此花区側	5.66		17.1		
		側面	上流側	5.54		16.8		
			下流側	11.83		35.8		
	下部	正面	港区側	5.42	66.70%	15.8		
			此花区側	3.05		8.9		
		側面	上流側	7.77		22.7		
			下流側	26.25		76.6		
主塔 AP-3	上部	正面	港区側	8.88	56.92%	30.4	34.59	良
			此花区側	9.52		32.6		
		側面	上流側	9.69		33.2		
			下流側	5.08		17.4		
	下部	正面	港区側	4.41	68.06%	12.6		
			此花区側	3.03		8.7		
		側面	上流側	9.09		26.0		
			下流側	40.46		115.8		

※保守率を0.62として換算

# CONSTRUCTION OF FULL-COLOR LED LIGHTING SYSTEM ON TEMPOZAN BRIDGE

Ren MORITA, Ryoichi KAWAI and Ryotaro TOMITA

Special lighting equipment was installed on the Tempozan Bridge in preparation for the World Expo 2025 held in Osaka. Full-color LED lighting fixtures were installed, and the lighting system was configured to allow different lighting patterns and schedules to be stored and the status of each piece of equipment to be monitored. The entire system was managed via control equipment placed in the administration office. Additionally, real-time integration with external systems was enabled so that external signals could be instantly integrated to change the illumination effects. The illumination plan was designed to incorporate various effects to represent each season and the event of the Expo. This report summarizes the lighting fixtures, the installation process, and the illumination plan.

森田 蓮



阪神高速道路株式会社  
保全交通部 システム技術課

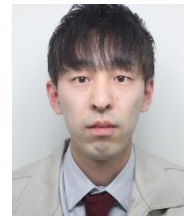
Ren MORITA

川井 諒一



阪神高速道路株式会社  
管理本部 管理企画部  
システム保全課  
Ryoichi KAWAI

富田 涼太郎



阪神高速道路株式会社  
管理本部 神戸管理・保全部  
保全管理課  
Ryotaro TOMITA