

照明車のLED化検討について

四国技術事務所 施工調査・技術活用課 専門官 竹内 伸一
四国技術事務所 施工調査・技術活用課長 大林 智仁
松山河川国道事務所 品質確保課長 渡部 勇

主に災害現場で稼働する照明車について、現場で指摘されている機能の改善点のなかで、投光器のLED化、監視カメラの遠隔操作化について、改善内容について検討を行い、この度、機器仕様をとりまとめることができたので報告する。

キーワード 照明車，LED化，カメラ，遠隔操作

1. はじめに

現在、照明車に搭載されているメタルハライドランプは、現場作業のための光量としては十分であるが、操作性（点灯、再点灯までの所要時間）にいくつかの改善点が指摘されている。また、ランプ自体の生産量が減少傾向にあり、将来的な供給面で課題を有している。

更に、被災状況把握、復旧作業を監視するため照明車には投光器付近にCCTVカメラを装備しているが、遠隔地からカメラ操作が直接行えないことから、現地の職員が操作を行わなければならない、現地職員の負担を考慮すれば、遠隔操作の機能を改善する必要がある。

これらの課題を改善するため、投光器のLED化、監視カメラの遠隔操作化について改善内容を検討し、その機器仕様を以下のとおりとりまとめた。

2. 検討概要

『照明灯具のLED化』と『CCTVカメラの遠隔操作化』の2項目について検討を行った。

(1) 照明灯具のLED化の検討

1) 適用可能な照明灯具のLED化検討

既存照明車の設計根拠を整理し、市販されているLED照明具の性能、耐久性及び維持管理項目等を調査し、照明車に搭載可能な照明灯具について照度分布等のシミュレーションを行った。

また、照明灯具の上記検討結果を踏まえ、発電機容量等、機器仕様を整理した。

a) LED照明具の調査

LED照明灯具の調査結果は表－1のとおりであり、既存のメタルハライドランプに比較して、消費電力が大きく軽減されるが、器具光束が相当量劣ることが判明した。

表－1 適用可能なLED照明灯具一覧

メーカー名	メタルハライドランプ投光器	岩崎電気(株)LED投光器	コイト電工(株)LED投光器	東芝ライテック(株)LED投光器	四国計測工業(株)LED投光器
外観					
消費電力	2.0kW	1.24kW	1.085kW	1.20kW	1.23kW
器具光束	200,000lm	130,000lm	107,000lm	130,000lm	118,000lm
発光効率	83lm/W	105lm/W	98.6lm/W	108lm/W	96lm/W
演色性	Ra94	Ra80	Ra80	Ra80	Ra90以上
寿命(時間)	12,000時間	40,000時間	40,000時間	40,000時間	60,000時間
灯具重量(電源重量)	19kg(25kg)	18.5kg(25kg)	24kg(9kg)	23kg(7kg)	8.6kg(8.5kg)

b) LED照明灯具架装時の課題等の有無確認

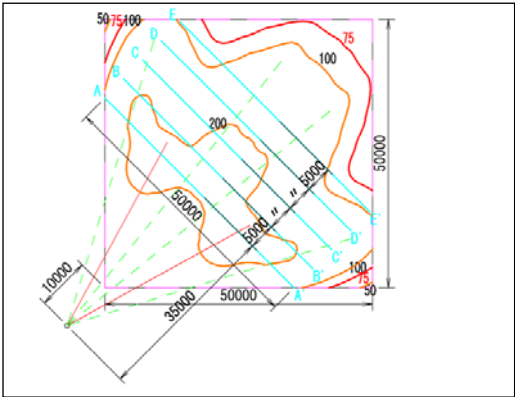
各LED灯具の重量、風荷重（受風面積）を確認した結果、表－2のとおり現在の灯具の数値を下回っており、問題はないことが確認された。

表－2 照明灯具寸法・受風面積

種別	メーカー名	灯具寸法	受風面積	重量	
				灯具	安定器/電源装置
メタルハイドランプ	東芝ライテック	φ461mm×450mm	0.17m ²	19kg	24kg
LED	岩崎電気	φ461mm×358mm	0.17m ²	18.5kg	12.0kg
	東芝ライテック	φ500mm×350程度	0.2m ²	23.0kg	7.0kg
	コイト電工	φ400mm×455mm×360mm	0.18m ²	21.0kg	7.0kg
	四国計測工業	φ370mm×450	0.11m ²	8.6kg	8.5kg

2) 灯具の性能比較検証

LED照明灯具がメタルハイドランプと同等以上の性能を有しているか比較検証するため、既存照明灯具の照度実測定結果とLED照明灯具での照度シミュレーション及び実証実験を行った。



図－1 灯照度シミュレーション検証例（LED照明灯具）

両照明灯具とも現行の国土交通省建設機械購入仕様基準（以下「建仕」と呼ぶ）に明記する照明性能「幅 50m で 75lx」を確保しており、平均照度、最小照度、最大照度においてLED灯は、メタルハライド投光器の測定値と遜色なく、表－3 のとおりLED灯の性能が上回っているものもあった。

表－3 メタルハライド投光器とLED投光器の実測値比較

灯具種別		メタルハライド	LED	備 考
灯具高		20m		
演色性		94	90	▲ 4.3 ポイント
平均照度 (lx/m ²)	平均	117.4	132.7	+13.0 ポイント
	最小	106.1	125.7	+18.5 ポイント
	最大	129.6	139.7	+ 7.8 ポイント
最小照度 (lx)	平均	22.5	23.6	+ 4.9 ポイント
	最小	19.0	23.2	+22.1 ポイント
	最大	27.0	24.0	▲11.1 ポイント
最大照度 (lx)	平均	218.6	335.5	+53.5 ポイント
	最小	194.0	297.0	+53.1 ポイント
	最大	255.0	374.0	+46.7 ポイント

※ は、実測値が低い値を示す。

a) 実証実験

LED照明灯具を搭載した照明車（以下「LED照明車」と呼ぶ）の基本的な照明特性の評価、操作性の確認、課題の抽出、照度計測方法の確立を目的とした実証実験を実施した。

【実験項目】

- ・照度分布（水平面）

LED照明車設置面における水平面照度を計測し、照度分布シミュレーション結果との整合性を確認

- ・演色性（視認性）

分光放射照度計で「演色性」、「色温度」を測定し、肉眼でも確認

- ・通信機器への影響

LED照明灯具による、無線LANや各種ケーブル(有線)へのノイズ発生等を確認

①水平面照度分布の測定結果

水平面照度を測定した結果、図－2 の①～②の範囲で建仕の要求性能（幅 50m で 75lx 以上）を満たしている。

50m	34	45	54	60	61	58	52	46	40	34	30
45m	47	63	80	81	73	64	56	48	41	34	
40m	66	90	105	105	91	80	67	56	48	40	
35m	91	128	142	151	131	116	97	79	67	56	46
30m	132	167	193	192	165	145	115	98	81	64	52
25m	173	240	256	234	206	168	141	117	91	73	59
20m	196	279	297	275	243	205	165	137	106	81	62
15m	176	242	274	290	272	236	193	152	119	80	60
10m	175	202	220	271	295	255	194	142	104	76	54
5m	209	229	200	239	277	239	196	127	88	61	44
0m	125	209	175	176	196	172	131	81	65	46	33
光源	0m	5m	10m	15m	20m	25m	30m	35m	40m	45m	50m

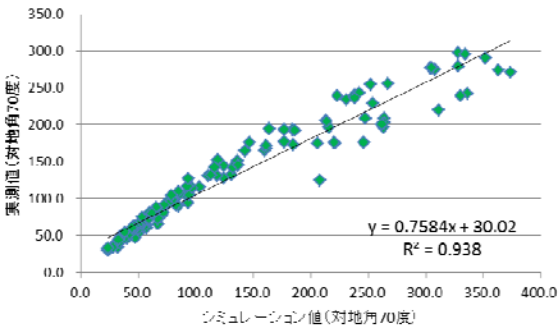
図－2 照度分布の測定結果（LED照明灯具）



写真－1 水平面照度分布の測定状況

②シミュレーション結果との整合性確認

実証実験で測定した照度とシミュレーション結果との整合性について、「測定値による相関分析」により検証した。その結果、相関係数は対地角 70 度の条件において、「0.938」であり高い相関を示しており、シミュレーション結果との整合性が確認できた。



図－3 対地角 70° の場合の相関図

③演色性・色温度の測定結果

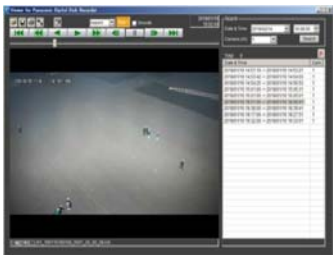
- ・演色性（Ra）は、全ての測点で「Ra90 以上」であることを確認した。また、色見本による肉眼による確認においても問題はなかった。
- ・色温度は「4750K～5030K」と「昼白色」に近く、問題はなかった。

50m	95	95	95	95	95	95
40m	95	95	95	95	94	95
30m	95	95	95	95	94	94
20m	95	95	94	94	94	94
10m	95	95	94	94	94	94
0m	94	95	94	94	93	94
光源	0m	10m	20m	30m	40m	50m

図－4 演色性の測定結果

④ノイズ測定結果

監視カメラの映像に「画像のちらつき」や「フリーズ」はなくLED灯に起因するパケットロスも発生しなかったことからLED照明灯として採用することに問題はない。



写真－2 映像データの確認状況

3) 建仕及び購入仕様書(ひな形)に記載する照明性能 (以下「照度」と呼ぶ) の評価条件(案)の設定

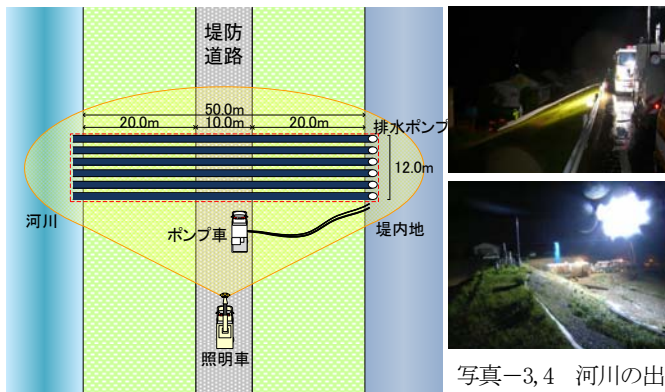
現行の建仕では、照度分布の条件として「50m幅の水平面照度が、75lx 以上であること」と示されているが、その範囲について明示はされていない。

本項では、照明車が具備すべき「水平面照度分布範囲」及び「鉛直面照度分布範囲」について、現地での運用実績を考慮したスペックを検討した。

①排水ポンプ車の運用現場における想定照射範囲

排水ポンプ車 (30m3 級) のポンプ 6 台を並行に設置し、余裕も見込むと 2m/本×6 本=12m 程度になる。

また、災対機械データベースから排水ポンプ車の 1 台当たりのホース長は 50m である。

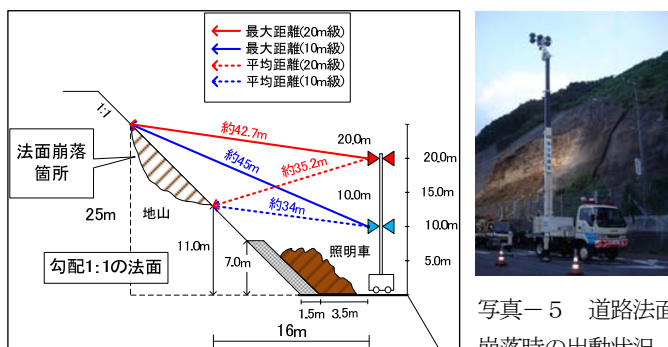


図－5 水平面照度分布の範囲 (河川)

写真－3, 4 河川の出動状況

②道路想定現場の照射範囲

道路土工擁壁工指針 (日本道路協会) によれば擁壁高は最大で 7m である。今回収集した照明車出動実績では、照射高さについては平均 GL+11m 程度 (最大で平均 GL+25m 程度) であり、法面勾配を 1 割と想定すれば、照射距離は光源から 50m 以内となり、これを最大照射範囲と設定した。



図－6 鉛直面照度分布の範囲 (道路)

写真－5 道路法面崩落時の出動状況

4) 照明車の性能仕様の検証

今回のシミュレーション結果をもとに、現在の要求性能「75lx 以上が幅 50m にわたり確保できる照度」

に加えて、さらに規定内容が明確で、従来の建仕条件との整合性も高く、検証が容易な規定として要求性能に関する明示 (案) に次の項目を追加することとした。

要求性能：光源から目標とする地表面までの光軸距離を明示する。

項目を追加した理由は以下のとおりである。

■シミュレーション結果や配光角等から、各社が建仕の要求性能を満たす範囲について、照射面中央に「75lx で 50m 幅」のターゲットをおいていることがわかった。

また、照明車の運用実態や本業務にて実施した照度分布シミュレーション、実証実験結果より、以下の実態を確認することができた。

■照射目標までの距離について

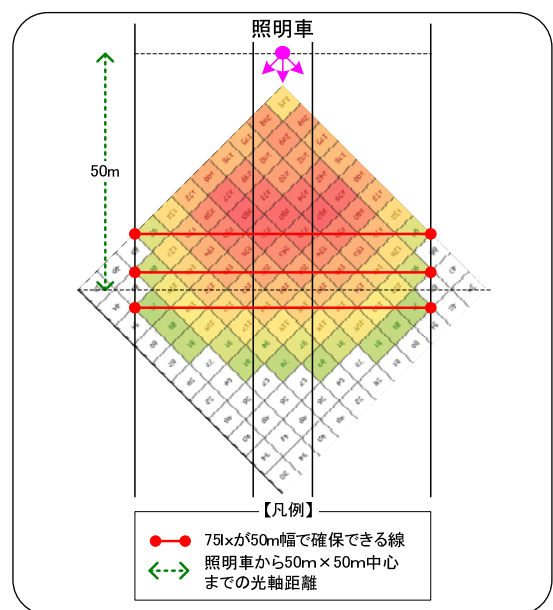
- ・河川及び道路分野での運用実態から照明対象は概ね 40m～50m 以内である。
- ・下方面照射は、光源から直線距離 50m 先での水平面照度「75lx で 50m 幅」を確保できる。
- ・鉛直面照射は、50m 先までは「75lx で 50m 幅」を確保できる。

■照度測定について

光源の高さや光軸の数を考慮する必要があること、鉛直面照度や光軸直角方向の計測は困難であることを踏まえ、納入機器の照度確認を行う観点からは、性能指標として水平面照度の設定が望ましい。

「75lx で 50m 幅」の設定位置を光源から地表面までの光軸距離とし、かつその距離を「50m」と設定することで、下方面照射や鉛直面照射及び上方照射等に対応可能であり、性能要件を明確に示すことが可能である。

これらのことから、75lx が「水平面照度」であることを明記することとする。



図－7 水平面照射時の照射距離

5) 機器仕様の整理

- 発電機容量は、LED化により、発電機がコンパクト化 (25kVA→13kVA) できる。
- 運転時間あたりの燃料消費量が 40% 軽減できることから、燃料タンクをより小型化できる。
- 照明灯具のLED化により維持経費を 20% 削減できる。

表ー4 機器仕様の整理 (変更点のみ)

項目	見直し前	見直し後
(1) 照明装置 1) 照明灯		
ランプ形式	メタルハライドランプ	LED式
出力	2kW (200,000 lm 以上) × 6 灯	1.35 kW 以下 (107,000 lm 以上) × 6 灯
安定器	ベース車両搭載補方式 (低電力型 6 個)	—
灯具	—	屋外用防雨形 耐食仕様
照度分布	75lx 以上で幅 50m 以上にわたり確保できる照度分布とする。	光源から前方距離 50m 先の地表面において、水平面照度 75lx 以上で幅 50m 以上にわたり確保できる照度分布とする。
(2) 発動発電機 1) 性能		
発電容量	25kVA 以上	13kVA 以上
(2) 発動発電機 2) 発電機用原動機		
燃料タンク容量	100L 以上 (24h 以上連続運転可能)	55L 以上 (合計 24h 以上連続運転可能)

(2) CCTVカメラの遠隔操作化

市販システムをもとに、監視カメラを含めた機器構成を調査し、国土交通省にて適用可能な遠隔操作制御システム仕様の整理を行った。

1) 監視カメラの機器の検討

監視カメラは、既存システムの拡張として映像共有システムにて画像提供、遠隔操作ができる機器構成とした。

2) ネットワーク構成の検討

照明車に設置したCCTVカメラの映像を、共有化するためのネットワーク構成について検討した。なお、照明車単独にて災害現場に出動することを

想定すると、非常時のみ接続することから、維持経費が安価で、かつセキュリティ対策が高いものを選択すると、図ー8のとおりとなる。

本システムが構築できれば、「災害対策本部」、「災害対策支部」から監視カメラを遠隔操作することが可能となる。

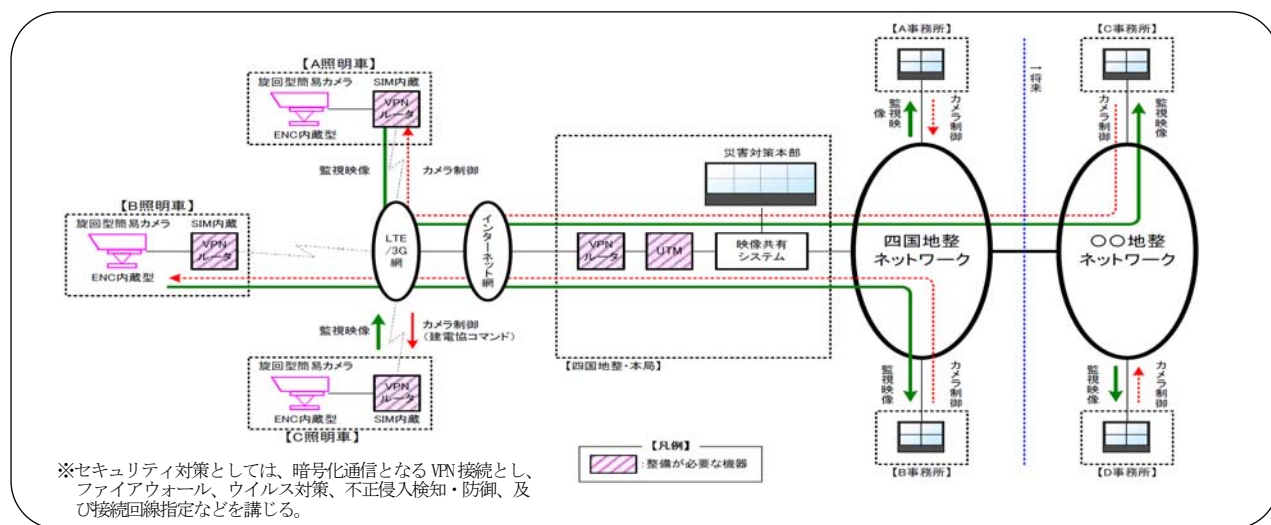
また、本システムであれば、他地整に派遣した場合でも「支援本部」又は「支援支部」からの映像提供が可能となる。

3. まとめ

今回取りまとめた照明車の架装機器仕様は、国土交通省の建仕に反映する予定である。

また、監視カメラの遠隔操作化は、災害発生時の状況把握として有効な手段であり、システム導入にあたっては、その運用ルールを事前にとりまとめておく必要がある。

(謝辞) 今回の検討にあたりご協力いただきました関係各位には、この場をお借りして心からお礼を申し上げます。



図ー8 遠隔操作化するためのネットワーク構成