

5. 災害対策用照明装置の開発

機動性と遠隔照射能力を有する災害現場対応の照明装置

国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 牧野 千代春
 国土交通省 九州地方整備局 九州技術事務所 平川 良一
 (一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所 ○佐野 昌伴

1. はじめに

本稿は、二次災害が危惧される災害現場や、照明車の搬入できない災害現場等において、安全かつ確実に照射できる照明装置（以下、照明装置という。）について検討したものである。

開発装置の機能として、既往の災害対策の対応事例から機動性と遠隔照射能力に着目した。また光源は、施工技術総合研究所構内において実施した照射試験結果を踏まえて、LED とキセノンサーチライトを選択した。

これらの結果をもとに照明装置は、「LED とサーチライトの両光源を装備してクローラキャリア等に搭載し機動的に対応するタイプ」と、「2連のサーチライトで遠方から照射する定置型タイプ」の2種類の構想を提案し、詳細仕様と設計図を取りまとめている。

本稿では、この成果について報告する。

2. 基本事項の検討

照明装置の開発コンセプトを以下に説明する。

2.1 構成

災害対応における照明装置はその段階に応じて異なった機能が求められる。段階ごとに必要な照明装置を表-1 に示す。

表-1 災害対応段階と照明装置

災害対応の段階	内 容	照明装置
ステップⅠ 発災直後	- 被害状況を把握し、対策の基本方針決定のための情報収集 - 接近の安全性未確認 - 二次災害の危険性あり	遠方からの照射又は無人での接近照明
ステップⅡ 応急復旧工事	- 応急対策工事の準備 - 進入路等造成 - 照明装置設置場所未定	履帯式重機又は人力での運搬
ステップⅢ 本格対策工事	重機を投入して本格工事	従来の照明車等での対応

検討では、従来の照明車等での対応ができないステップⅠ及びステップⅡの段階を対象とした。

近年発生した災害事例をもとに、ステップⅠ及

びステップⅡの段階での照明装置に必要な機能を表-2 に示す。

表-2 照明装置に必要な機能

要求機能	理 由
高度な遠距離照射能力	二次災害の恐れがあり、近寄れないケース等
堅牢な装置(不陸地走行、空輸等に耐えられる構造)	照明車等が進入不可能なケース等
良好な演色性	動態監視のための自然な色合い
小型、省エネルギー	運搬、連続運転に伴う燃料補給等の負担軽減

2.2 災害対策用照明装置の光源の選定

光源は非常に多くの種類があるため、最初に、明るさ、効率、大きさ等に優れるキセノン、水銀ランプ、蛍光水銀ランプ、メタルハライドランプ、白色LEDの5種類を選定して詳細な検討を行った。

このうちキセノンは、省エネルギーや寿命の評価が低い、点光源と見なせるほど寸法が小さく、サーチライト用光源の使用実績があるため、開発装置用の光源に選定した。

次に、キセノンを除いた4種類について、光源の明るさ（全光束）、ランプ効率、色温度、定格寿命のバランスの比較を図-1 に示す。

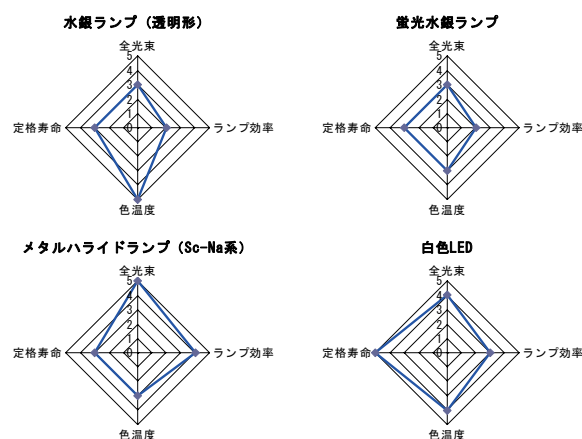


図-1 選定対象光源の特性バランス

開発装置用の光源は、成長途上にある技術ではあるが各特性のバランスが良く堅牢で省エネルギー効果も期待される白色 LED と、白色 LED に次いで特性バランスが良く既存照明装置の標準光源であるメタルハライドを選定した。

各種光源の中から、光源の明るさ、堅牢性、効率等の特性を比較し、災害対策用としての適用性が高い次の光源を照明装置の対象として選定した。

- ・メタルハライド（現有照明車の光源）
- ・LED（省エネルギー光源）
- ・キセノン（サーチライト用）

2.3 照射試験

照明装置の諸元を検討するため、上記で選定した 3 種類の光源（表-3）について照射試験を行った。照射試験の状況を写真-1 に示す。

試験は、施工技術総合研究所のテストコース内の最遠距離 315 m の平坦な芝生で、地上 4 m の高さから水平に照射し、光源から 10 m, 20 m, 30 m, 40 m, 80 m, 160 m, 315 m の地点における光軸中心の照度及び 30 m 地点における水平方向照度分布を測定した。

表-3 照明試験用光源

ランプ	メタルハライド	LED		キセノン
構成	600W×4	450W×2	1600W×2	1000W×1
出力 (kW)	2.4	0.9	3.2	1.0
写真				
摘要	現状で一般的	省エネルギー	同左・最大出力	サーチライト



写真-1 キセノンランプの照射試験

2.4 照射試験結果

照射試験における各地点の光軸中心の照度及び 30 m 地点の水平方向の照度分布と、配光図からの計算結果を比較した結果は、ほぼ一致しているので、以下の検討では 30 m 地点以外の照度分布は配

光図により計算した値を使用している。

LED 1,600 W×2, LED 450 W×2, メタルハライド 600 W×4 の 30 m, 50 m, 80 m 地点における 50 lx 以上の照度となる範囲を図-2 に示す。

ここで、基準とした 50 lx は、JIS Z9110 照度基準により、工場内の荷積み、荷降ろし、荷の移動などの作業に必要とされる照度である。

図-2 から LED 1,600 W×2 以外は、80 m 地点で 50 lx 以上の範囲はほぼなくなっている。

一方、キセノンの照射範囲は狭いが、遠距離まで照射することが可能である。

500 m 地点での照度分布を図-3 に示す。500 m 地点で 50 lx 以上の範囲は約 6 m である。

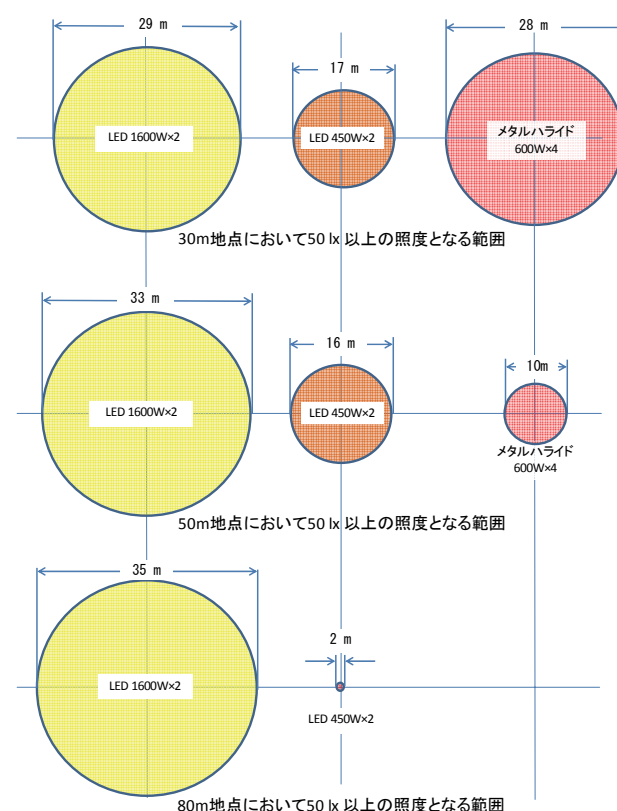


図-2 30m, 50m, 80m 地点における 50lx 以上の範囲

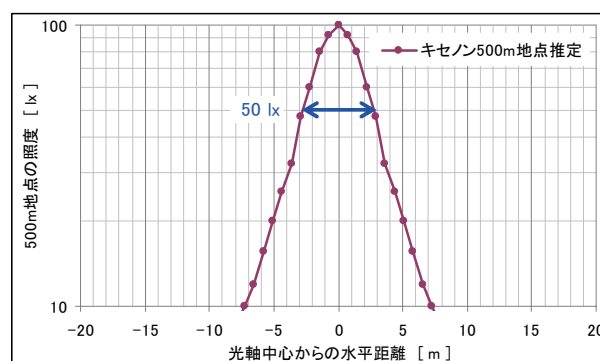


図-3 500m 地点における水平方向の照度分布

2.5 照射試験のまとめ

照射試験により次のことを確認した。

- ・キセノンは遠距離照射に適している。
- ・LEDは省エネルギー光源であり、1,600 W×2の

80 m 地点で 50 lx 以上の範囲が約 35 m（120 m 地点の計算値では約 23 m）であった。

- LED 450 W×2，メタルハライド 600 W×4 は 80 m 地点で 50 lx 以上の範囲がほぼなくなる。

2.6 照明装置の構想案

(1) 光源

照射試験の結果から，照明装置の光源としてメタルハライドはLEDに比べて出力に対する照度が低く優位性は無い。

次にLEDは，高出力の1600 W×2が遠方においても高い照度を保っていることから投光器として適している。

またキセノン 1000 W は，500 m の遠距離においても実用上十分な照度が得られることから，動態監視の光源として適している。

以上より，光源は次の2種類とした。

- ①キセノンランプ 1,000 W
- ②LED ランプ 1,600 W×2

(2) 照明装置の構成

災害の各段階に対応する照明装置の構成を以下に示す。

■ステップⅠ

遠距離照射用定置型（図-4）

ヘリコプター運搬・設置型（図-5）

■ステップⅡ

クローラキャリア等搭載型（図-6）

なお，照射試験より遠距離照射用のキセノンは照射面積が狭いことが確認されたため，2連として照射面積の拡大を図る。配光図より，500 m 地点での 50 lx 以上の範囲は約 14 m 程度である。

また，ヘリコプター運搬・設置型とクローラキャリア搭載型については，照明装置本体は同じ構造のため，運搬・搭載型として検討を行う。

3. 照明装置の仕様

照明装置の構成する要素の詳細検討結果を表-4に示す。

表-4 照明装置仕様

装置	仕様	単位	遠距離照射用定置型	運搬・搭載型
照明器具①	光源	-	キセノン	キセノン
	出力	W×灯数	1,000×2	1,000×1
	入力電力	V	100	100
照明器具②	光源	-	-	LED
	出力	W×灯数	-	1,600×2
	入力電力	V	-	100
伸縮・旋回装置	駆動方式	-	電動	電動油圧
	伸長長さ	m	-	5
	収縮時高さ	m	-	2.2
	伸縮段数	段	-	3
	旋回角度	度	360	360
	ふ仰角度	度	±30	照明①±30 照明②±90
油圧ユニット	電動機電源	V	-	100
発電機	容量	kVA	8	8
	原動機形式	-	ディーゼル	ディーゼル
	電圧	V	100	100
装置寸法	縦	mm	1,500	1,685
	横	mm	1,700	1,420
	高さ(最低)	mm	2,305	2,200
全体重量		kg	850	1,000

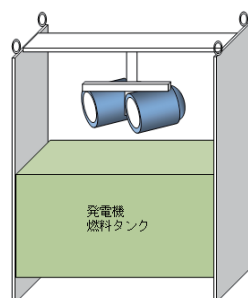


図-4 遠距離照射専用型

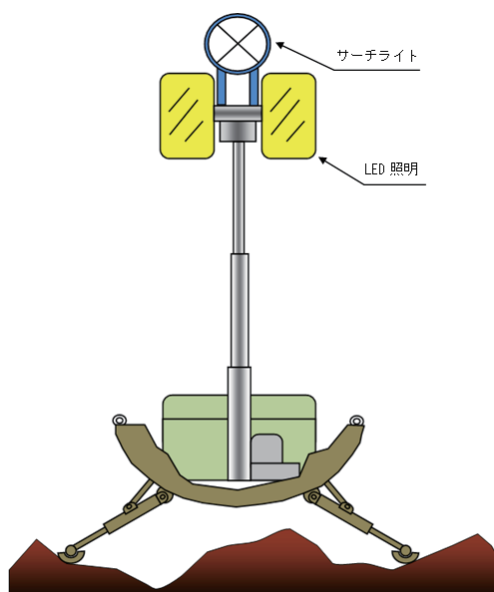


図-5 ヘリ運搬・設置型

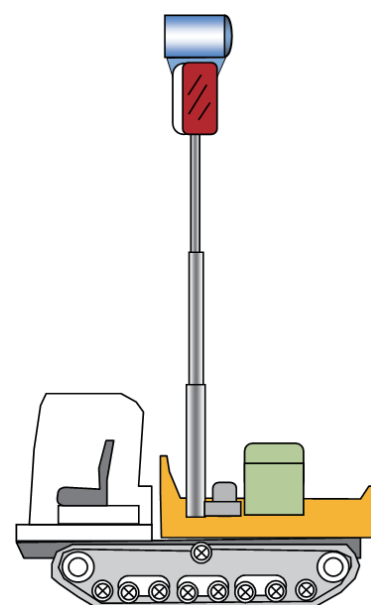


図-6 クローラキャリア運搬型

4. 照明装置の設計図

最も汎用的に使用が考えられる「据え置き型 2連サーチライト（遠距離照射専用）」（図-4）と「クローラキャリア搭載型」（図-6）を開発対象として提案し、設計図を作成した。

仕様を決定した定置型と運搬・搭載型の照明装置を図-7 及び図-8 に示す。

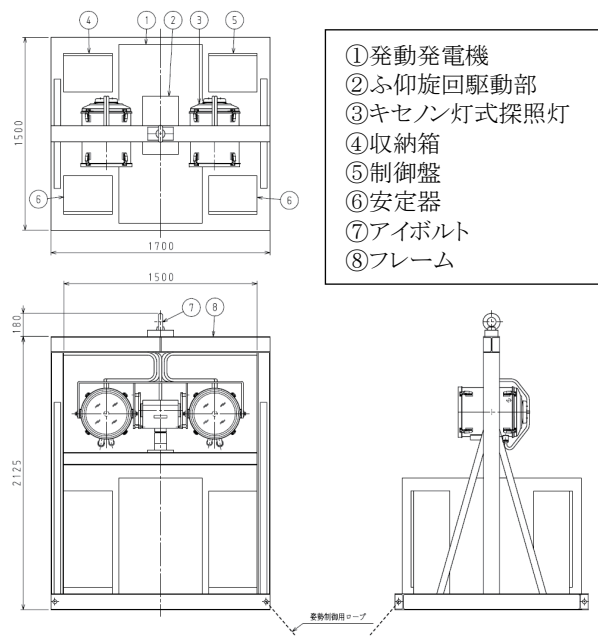


図-7 照明装置（定置型）

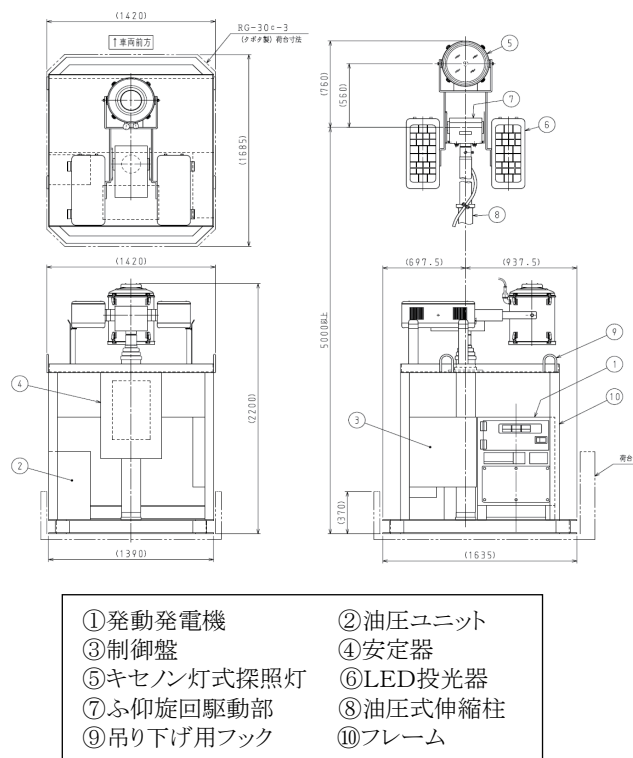


図-8 照明装置（運搬・搭載型）

5. まとめと今後の課題

開発装置は、主に災害発生初期の対応に活用しようとするもので、各種の建設機械が稼働可能な状況になれば従来の高性能な照明車と交代する。

開発装置は、既往の技術を組み合わせて構成することを基本として、軽量化と経済性を考慮して機構面はできるだけ簡素なものとしているので、今後、運用を重ねることで改善点が明らかになると考える。現時点で発展性を考えるなら、次の検討項目を挙げることができる。

① 無線化

提案した装置は有線リモコンであるが、二次災害の危険がある場所では現場への滞在時間が制限されることから照射方向の操作を無線化する。

② 長時間連続運転への対応

購入発電機の燃料タンク容量では連続運転 25 時間程度である。消防法による少量危険物取扱いの適用を受けない軽油の貯蔵量は 200 L 未満のため、全体で 192 L となるようタンクを増量し約 77 時間（約 6 夜）運転可能とする。重量増は 108 kg 程度である。

6. おわりに

これまで、災害発生初期の足場不十分な状況では、夜間の危険箇所監視や応急復旧作業のために現有の照明車は使用できなかった。

しかし、小型の開発装置を用いることで早い段階から明かりを提供することが可能となり、災害対応の機動性及び安全性の向上が期待される。