

小型照明車の開発について

炭谷 佑介

元 中部地方整備局 中部技術事務所 防災・技術課 (〒461-0047 名古屋市東区大幸南1-1-15)

現 中部地方整備局 防災室 (〒460-8514 愛知県名古屋市中区三の丸2-5-1)

中部地方整備局では約100台の災害対策用機械を保有している。その中でも夜間作業現場で照明支援を行う照明車は排水ポンプ車に次いで出動数が多く、即応性が求められる極めて重要な車両である。しかし、少子高齢化に伴う担い手不足や運転免許制度の改正に伴い、作業従事者の確保が困難な状況であり、さらに狭隘な現場での災害支援において既存の照明車では進入できず対応が困難な事態も発生しており、照明車の災害支援における即応性の低下が懸念されている。これらの課題を解決するために機動性・運用性・柔軟性を向上させた小型照明車の開発において試作機による性能評価を実施し、実用化に向けた有効性を確認したため報告する。

キーワード 災害対策用機械、照明車、小型化

1. はじめに

現在、国土交通省では多様な災害対策用機械を保有しており、中部地方整備局では約100台の災害対策用機械を保有している。その中でも夜間作業現場で照明支援を行う照明車は排水ポンプ車に次いで出動数が多く、即応性が求められる非常に重要な車両である。しかし、少子高齢化に伴う担い手不足や運転免許制度の改正により、作業従事者の確保や照明車を運転するために必要な準中型免許以上を有する運転手の確保が困難な状況である。

また、「令和3年熱海市伊豆山土石流災害」に代表される狭隘な現場への派遣において既存の照明車では進入が困難な事例も確認されており、迅速な災害復旧支援ができない事態が度々発生しており、災害復旧支援における即応性の低下が懸念されている。これらの課題を解決するために機動性・運用性・柔軟性を向上させた小型照明車の必要性に着目し、その開発に着手した。

2. 小型照明車開発における課題と対策

(1) 機動性向上に向けての課題と対策

照明車はトラックの荷台に照明装置及び発動発電機を架装した構造が一般的である。既存の照明車は、現行の運転免許制度において、「準中型自動車」又は「中型自動車」に分類され、運転手が制限される上、狭隘な現

場への進入は困難であるといった課題を有している。したがって、機動性を向上させるために「普通免許」で運転可能な小型トラックに架装できるよう、照明装置及び発動発電機等から構成される架装部を小型・軽量化する必要がある。

(2) 運用性向上に向けての課題と対策

既存の照明車は、地上から10m又は20mの高さから照明を点灯可能である一方、風圧による転倒のリスクを考慮し、車体を支えるためのアウトリガー等を装備している。しかし、アウトリガーの展開には強固な地盤と十分な設置スペースが必要であるため、設置場所の選定に加え、車体の水平度やアウトリガー等の設置状況など確認作業が多く、現場到着から照明点灯までに時間を要しているといった課題がある。この課題を踏まえ、照明点灯までの設置時間を短縮するためにアウトリガーを使用せずとも風圧や傾斜面で転倒しない安定性及び必要照度を確保した照明高さ（ポール高さ）にする必要がある。

(3) 柔軟性向上に向けての課題と対策

既存の照明車は、車両寸法制限から二輪駆動の車両が配備されているが、豪雪地域への派遣時は走行安定性に課題があり、四輪駆動を求めるニーズが高い。また、雨天時における車外での照明操作は作業従事者にとって身体的負担が大きいため、車内からも遠隔操作できること

が求められる。したがって地域特性に応じた駆動方式を選択可能とし、かつ悪天候時においても車内から照明装置を操作可能な小型照明車の開発が必要がある。

3. 小型照明車（試作機）の仕様

前項の課題と対策を踏まえて、小型照明車の開発コンセプトは下記のとおり決定し、試作機を製作した。

＜開発コンセプト＞

- ・普通免許にて運転が可能➡担い手不足解消
- ・アウトリガー等の廃止 ➡省力化・迅速な展開
- ・四輪駆動化 ➡対応可能現場の拡大
- ・ダブルキャブ化 ➡資機材運搬性能の向上及び居住性改善

・車内からの照明装置遠隔操作化➡作業環境改善

普通免許・ダブルキャブ・照明装置を架装可能な条件を満足する市販ベース車両が、令和4年度時点では「ガソリン燃料」かつ「二輪駆動」の小型トラックのみであったため、本車両をベース車両として試作機を製作し、照明装置等の性能を評価し、実現可能性を検討することとした。また、小型照明車は既存の照明車と比較して、最大積載量が少ないことから、必要照度を確保しつつ車両総重量を普通免許で運転可能な範囲に収めるため、照明高さを約6m、照明灯の数を2灯、発電装置をサイズダウンすることで架装部を軽量化し、普通自動車に適合させた。

小型照明車（試作機）と既存の照明車の仕様を表-1、小型照明車（試作機）の外観を図-1に示す。

表-1 照明車の仕様

	小型照明車 (試作機)	既存の照明車	
		ボール式10m	ブーム式20m
車両仕様	・車両総重量 2.98 t (普通免許) ・ガソリン燃料 ・駆動方式 2WD ・全長 4.64m ・全幅 1.67m ・全高 2.76m ・定員 2 名以上 *ダブルキャブ	・車両総重量 約 6.8 t (準中型免許) ・軽油燃料 ・駆動方式 4WD ・全長約 6.3m ・全幅約 2.2m ・全高約 3.5m ・定員 3 名 *シングルキャブ	・車両総重量 約 7.8 t (準中型・ 中型免許) ・軽油燃料 ・駆動方式 2WD ・全長約 6.7m ・全幅約 2.1m ・全高約 3.3m ・定員 3 名 *シングルキャブ
	・LED1.5kW×2 (172,000lm× 2 灯) ・最大点灯高さ 5.9m ・発動発電機 7.5/6.5kVA 軽油燃料	・LED1.3kW×6 (130,000lm× 6 灯) ・最大点灯高さ 10m ・発動発電機 15/12.5kVA, 軽油燃料	・LED1.2kW×6 (133,900lm× 6 灯) ・最大点灯高さ 20m ・発動発電機 13/10.5kVA, 軽油燃料

その他	・風速警報 ・自動格納機能 ・有線リモコン	・風速警報 ・支柱緊急停止 自動格納機能 ・有線・ 無線リモコン ・監視カメラ ・油圧ジャッキ 前後左右 4 基	・風速警報 ・支柱緊急停止 ・自動展開・ 自動格納機能 ・監視カメラ ・アウトリガー 前後左右 4 基

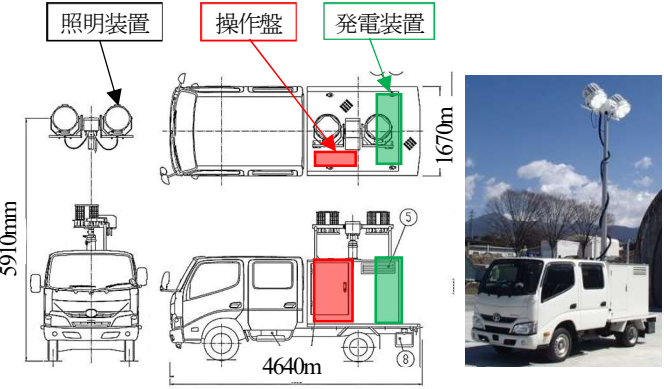


図-1 小型照明車（試作機）の三面図及び外観

4. 性能試験

(1) 性能試験の目的

小型照明車（試作機）の照度や照明連続運転時間、車両安定性、騒音レベルについて確認を行い、災害現場における照明支援車両として必要な性能を有しているか検証することとした。

(2) 照明性能試験

既存照明車の照度性能は、河川堤防上で行われる排水ポンプ車による内水排除作業の照明支援を想定しており、光源位置は照明灯の最大昇高時における鉛直直下位置を基準とし、照射対象地点までの水平距離が25m以上となるよう設定している。この条件下において、JIS Z 9126:2021「屋外照明基準」（表 9 工事領域）に示される「作業面における推奨照度 $\bar{E}_m=100lx$ （照度範囲 75～150lx）」（表-2）を適用し、照度 75lx 以上を満たす範囲が幅 50m 以上、かつ奥行き 15m 以上、すなわち最大水平距離 40m（水平距離 25m＋奥行き 15m）以上にわたり確保できるものとしている（図-2）。

表-2 JIS Z 9126 2021 屋外照明基準(表9 工事領域)

領域, 作業又は活動の種類	$\bar{E}_m$ (lx)
整地, 掘削及び土積み	20
工事現場並びに排水管の取付け, 運搬, 補助作業及び収納作業	50
骨組材の据付け, 簡単な配筋, 木枠形成及び枠組み取付け並びに電気配管及び通線	100
部材の接合, 電力の供給並びに機械及びパイプの据付け	200

※JIS Z 9110 2010 照明基準総則(解説表1 作業面の推奨照度の照度範囲)により, $\bar{E}_m=100\text{lx}$ の照度範囲は75~150lx, $\bar{E}_m=50\text{lx}$ の照度範囲は, 30lx~75lxと定められている。

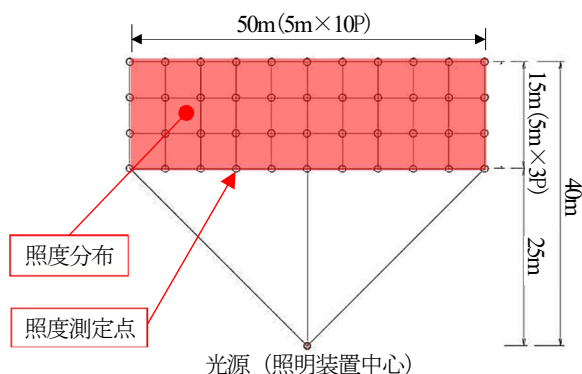


図-2 照明車の照度測定範囲

一方, 小型照明車は, 前述のとおり機動性・運用性・柔軟性の向上を主目的としており, 既存照明車と同等の照度, または照射範囲の確保は必須要件としていない。このため, 小型照明車の必要照度の評価にあたっては, 同基準(JIS Z 9126:2021 表9 工事領域)に示される「作業面における推奨照度 $\bar{E}_m=50\text{lx}$ (照度範囲30~75lx)」(表-2)を適用し, 照度30lx以上を満たす照射範囲を確認対象とした。

図-2に示す照度分布に対し, 前後左右5m間隔で照度計を設置し, 最大昇高時における照度測定を実施した。

その結果, 照度30lx以上を満たす照射範囲は幅35m, 奥行き15m(最大水平距離40m)となり, 照明が必要とされる作業範囲を概ね網羅できることを確認した。また, 照度計の表示確認等の状態監視作業に必要な視認性が確保されていることを確認した。

なお, 既存照明車と同等条件である照度75lx以上を満たす範囲は, 幅25m, 奥行き5m(最大水平距離30m)であった(図-3)。

図-4に既存照明車と小型照明車の照射範囲を示す。

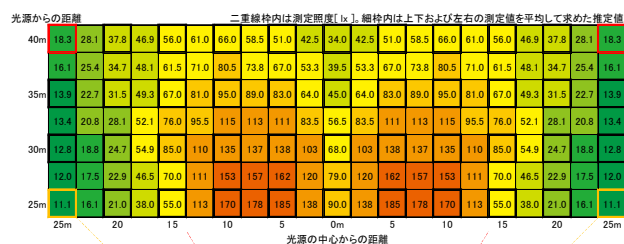


図-3 小型照明車（試作機）の照度測定結果

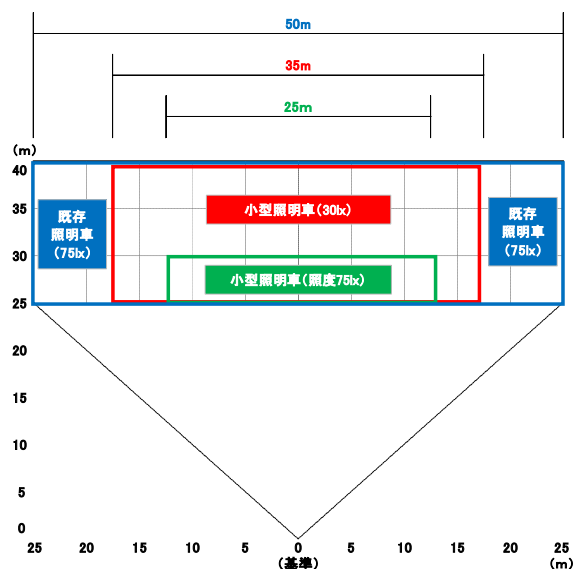


図-4 既存照明車・小型照明車照射範囲

(3) 車両安定性能試験

道路運送車両の保安基準第5条(安定性)に基づき車両安定傾斜角試験を行い, 小型照明車(試作機)は30度傾斜させた状態でも転倒しないことを確認した。また, 既存の照明車はクレーン等安全規則に基づき風速10m/s以上での作業を禁止していることから, 小型照明車(試作機)も同様の基準を採用し, 最大点灯高さ(5.9m)の状態における安定性及び安全性の確認を行った。試験では車両の前後左右からジェットファンを用いて風速14m/sの強風条件を付与し, あわせて既存の照明車の作業限界である床面傾斜角 5° の条件下において, 車両及び照明灯の挙動を確認した。その結果, 車両の最大変動値は最大3mm, 照明灯の最大変動値は19mmと小さく, 振動や異音等の異常は認められなかったことから, アウ

トリガー等を使用しない状態でも問題ない事を確認した（写真-1、表-3）。

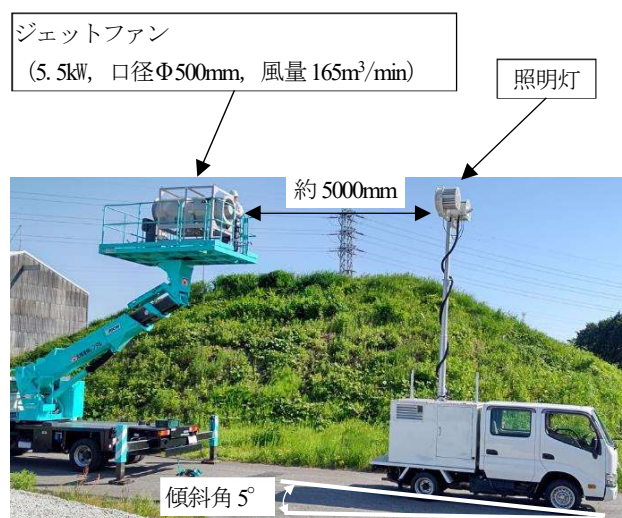


写真-1 車両安定性試験

表-3 強風下における照明灯具と車両の変動値

車両の 向き	照明灯具の最大変動値		車両の最大変動値	
	平坦	傾斜5°	平坦	傾斜5°
前方	20mm	6mm	3mm	3mm
後方	20mm	10mm	3mm	3mm
左側	20mm	9mm	3mm	3mm
右側	10mm	19mm	3mm	3mm

(4) 照明連続運転試験

照明灯を全点灯した状態において、発電機の運転時間及び燃料消費量から時間当たりの燃料消費量を算出し、連続運転時間（最大点灯時間）を算出した結果、最大25時間の連続運転が可能であることを確認した。これにより、既存の照明車の仕様に規定されている連続運転時間19時間以上の条件を満足しており、災害現場において長時間の照明支援が可能であることを確認した。

(5) 騒音測定

夜間の住宅地における照明支援を想定し、小型照明車（試作機）から発生する騒音レベルの測定を実施した。

照明灯点灯時は車両エンジンを停止する仕様であることから、照明装置に搭載された発動発電機を対象として、「低騒音型建設機械の指定に関する規定」第二条第三項に基づき騒音測定を実施した（図-5、写真-2）。

また、防音対策として発動発電機周囲に吸音スポンジを設置した（写真-3）。その結果、音響パワーレベルは85.74 dBと算出され、超低騒音型建設機械の認定基準である92 dB未満を満足することが確認した。

以上より、小型照明車（試作機）は騒音の影響が小さく、市街地や住宅地における夜間照明支援時においても、

適用可能であることを確認した。

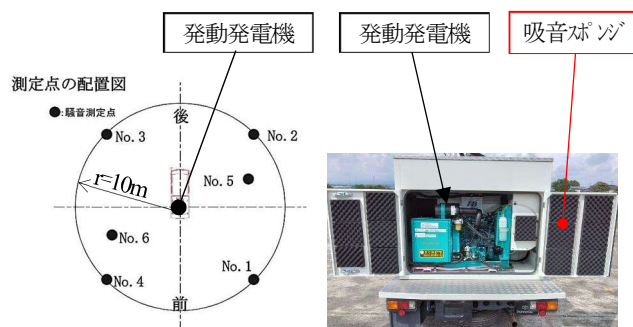


図-5 測定点の配置図

写真-3 防音対策（発動発電機）

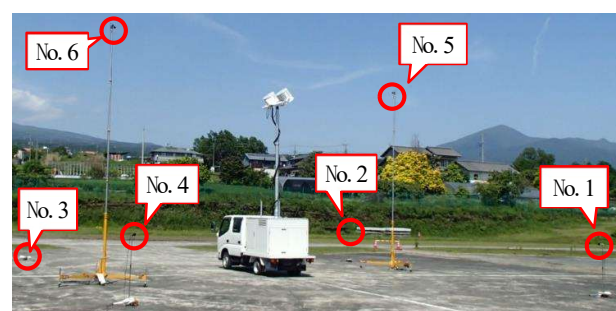


写真-2 音響パワーレベル測定状況

5. 作業環境の改善

(1) 作業従事者の負担軽減

車両はダブルキャブを採用し、作業従事者の休憩スペース及び資機材運搬のスペースを確保した。また、悪天候時における作業環境改善を目的として、車内から照明操作が可能となる有線リモコン、風速計器及び発動発電機の始動・停止スイッチを車内に設置した（写真-4）。

これにより、降雨時等においても車外作業を最小限に抑えることが可能となり、作業従事者の身体的負担軽減及び安全性向上を図った。



写真-4 車内機器

(2) 安全性向上

既存の照明車はアウトリガーや油圧ジャッキの設置後に架装部を動作可能するインターロック機能を搭載しているが、小型照明車（試作機）はアウトリガー等を使用しない構造であることから、サイドブレーキ作動後にのみ架装部が動作可能となる安全装置（インターロック機能）を搭載した。また、風速警報や傾斜警報、発動発電機運転状態ランプやポール伸長状態ランプを車内に設置し、車内操作時の安全性向上を図った。

6. 小型照明車（実機）の仕様検討

(1) 実機車両選定

令和7年度に普通免許で運転可能な「軽油燃料」・「四輪駆動」かつ「ダブルキャブ」の市販ベース車両が発売されたことを受け、小型照明車（実機）の実現性を確認するために、試作機で性能評価した照明装置の搭載可否検討を実施した。その結果、ベース車両重量が約1.3倍に増加したことから、架装部の筐体構造を見直し、約50kgの軽量化を図ることで普通免許で運転可能となる車両総重量3500kg未満である、3450kgとなることを確認した（表-4、図-6）。

また、ベース車両の重量増加及び架装部の軽量化により試作機と比較して重心位置が低くなることから、試作機と同等以上の安定性を有する可能性が高いと考えられている。

表-4 小型照明車の重量比較

	小型照明車	
	実機	試作機
ベース車両重量	2080kg (荷台除く)	1550kg (荷台除く)
架装部重量	1040kg (筐体構造等見直)	1095kg
車両重量	3120kg	2645kg
前軸荷重	1570kg (設計値)	1090kg (実測値)
後軸荷重	1550kg (設計値)	1555kg (実測値)
車両総重量 (6名定員時)	3450kg	2975kg

*架装部は照明装置（発動発電機等）及び架装フレームを含む。

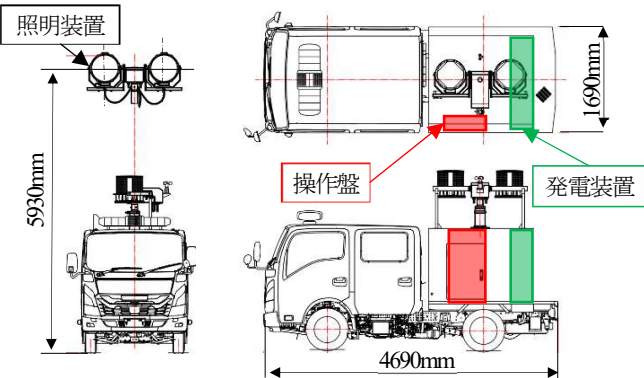


図-6 小型照明車（実機）三面図

(2) 仕様整理

以上の検討結果により小型照明車（実機）の仕様を表-5に示す。小型照明車（実機）は、普通免許で運転可能な軽油燃料かつ四輪駆動車とし、災害派遣時の燃料供給性及び狭隘現場への進入性、豪雪地域等における走行性を考慮した仕様としている。

また、照明性能については、試作機により確認した性能を踏襲しつつ、超低騒音型基準及び車内遠隔操作機能等を備えることで、夜間災害対応現場における運用性向上を図る仕様とした。

表-5 小型照明車（実機）の仕様

車両仕様	・車両総重量 3.5 t 未満（普通免許） ・軽油燃料（燃料タンク容量 50L 以上） ・駆動方式 4WD ・全長 4.7m 以下、全幅 1.7m 以下、全高 2.9m 以下 ・定員 6 名 ・乗車構造 ダブルキャブ
照明設備	・ランプ形式 LED 式 ・灯数 支柱の左右に 2 灯配置 ・出力 1.5kW/灯 以下（172,000 lm 以上） ・最大点灯高さ 5.9m 以上 ・発動発電機 7.5/6.5kVA 以上 ・軽油燃料（燃料タンク容量 50L 以上） ・騒音 超低騒音型基準値（音響パワーレベル LwA : 92dB 未満） ・操作方法 照明操作配電盤又は車内からの有線リモコン操作による遠隔操作
その他	・自動格納機能 ・有線リモコン ・風速警報 ・傾斜警報 ・インターロック

(3) 概算本体価格

小型照明車（実機）はベース車両及び照明装置の小型化、アウトリガー等が不要となることから、既存照明車（10m）と比較して約37%安価に購入できる見込みである（表-6）。

表-6 照明車の概算本体価格

	概算本体価格	製作期間
小型照明車（実機）	25百万円	約1年（見込）
既存照明車10m	40百万円	1年以上2年未満
既存照明車20m	52百万円	1年以上2年未満

*小型照明車（実機）の概算本体価格に以下の項目を含めている。

- ・ベース車両、照明装置（操作盤、有線リモコン含む）、発動発電機（タンク含む）、風速計、傾斜計、赤色警告灯、車両充電器、位置情報共有化システム、車両改造（荷台改造・塗装等）、設計費

7. まとめ

(1) 小型照明車について

本検討により、普通免許で運転可能かつ狹隘現場への進入が可能な小型照明車について、照度、車両安定性、連続運転時間及び騒音性能に関する性能を確認し、実用化に向けた有効性を確認した。

また、アウトリガー等を不要とする構造により迅速な展開が可能となるほか、ダブルキャブ化による室内空間確保及び車内遠隔操縦機能の搭載により、作業従事者の身体的負担軽減と安全性向上を図ることができた。

さらに、軽油燃料及び四輪駆動化により、災害派遣時の燃料供給性向上や豪雪地域・悪路を含む災害現場への適応性向上も期待できる。

以上より、小型照明車は、機動性、運用性、柔軟性の向上を図った災害対策用機械として有効であると考えられる。

(2) 今後の展望

小型照明車については、現時点で実災害現場における運用実績がないことから、今後は中部地方整備局管内の技術事務所、又は混合事務所にへ試験導入し、実運用を通じた課題抽出及び性能検証を行う予定である。その結果を踏まえ、将来的には各ブロックの配備を目指し、災害対応等の即応性向上に寄与する車両として活用を図っていきたいと考えている。