

波浪の影響を受ける離島港湾の照明設備設計事例

與儀 喜章、外間 勝貴¹

¹ (株) 沖縄建設技研 (沖縄県浦添市宮城三丁目7番5-103号)

キーワード：基準照度、光源、照明灯具、グレア、移動式照明設備

1. はじめに

近年、港湾貨物輸送は、コンテナの普及により、貨物量が増大し、夜間の荷役作業も増加している。

夜間における荷役作業、船舶の離接岸および人の出入りが行われる係留施設等においては、施設の利用形態、作業形態等に応じて適切な照明設備を設ける必要がある。

今回対象とする離島港湾は、1つの島で3地区の岸壁があり、海上の状況により、船舶の離接岸地区を使い分けている。また、海上が時化る場合は、岸壁上まで波浪の影響を受ける特異な港である(写真-1)。この様な状況の中で、天候が悪い場合は、夜間の荷役作業を早急に行わなければならない場合があり、照明設備は、重要な役割を持っている。

ここでは、離島港湾における既設照明設備の利用状況を把握し、安全かつ効率的な荷役作業につながる照明設備設計を行った事例を報告する。



写真-1 波浪の影響を受ける現地岸壁

2. 離島港湾の照明設備状況

2.1 既設照明設備および利用状況

自動式3灯タイプ、自動式タイプおよび手動式タイプの計3基を利用して夜間の荷役作業を行っている(写真-2, 3, 4)。



写真-2 既設投光器



写真-3 夜間作業状況-1



写真-4 夜間作業状況-2

2.2 ヒアリング結果

投光器の利用状況についてヒアリングした結果を、下記に示す。

- ① 自動式3灯タイプ (H13年購入) 自動式タイプ (H12年購入) および手動式タイプ (H9年購入)

投光器の高さは3mとしておりトラックの荷台に乗せ利用している。トラックの荷台に載せることで4m程度となるが、作業員の視線高と同程度となることから、作業に支障をきたしている。また強風時、風荷重により投光器のポールが破損する可能性がある為、3m程度しか伸ばしていない。

- ② パールンタイプ (H24年購入)

明るさが不十分であるため、荷物の仮置き場等で使用している。また強風時、風荷重により投光器のポールが破損する可能性がある為、ポールは伸ばしていない。

2.3 既設照明設備の評価

既設照明設備の評価は、以下のとおりである。

- ① 現地踏査より、H9年、H12年、H13年とH24年に購入した照明設備があり、これら照明設備の耐用年数は15年程度であることから、まもなく耐用年数を迎える。また、既設照明設備は塩害の影響でポールが劣化し上げ下げが行えない状況にある。
- ② ヒアリング結果より、既設照明設備はトラックの荷台に乗せ利用しているが、高さ4m程度しかなく荷役作業員の視線に明かりが入ることから支障をきたしている。
- ③ 既設照明設備の照度分布図より、既設照明設備は平均照度16.5lxとなり20lx以下となる。また、最小照度にお

いても0.66lxとなり1lx以下となることから照度が不足している状況にある。

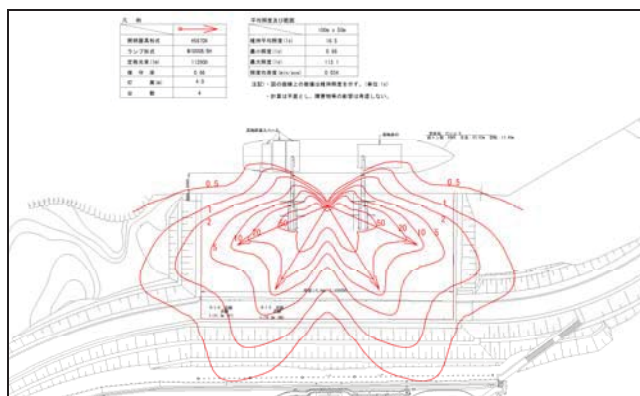


図-1 既設照明設備の照度分布図

3. 離島港湾照明設備の課題の抽出

現地踏査およびヒアリング結果より、本港湾における照明設備の課題を下記に示す。

- (1) 既設照明設備が、耐用年数を迎える。新たな照明設備が必要となる。
- (2) 既設照明設備は、小型でかつ安定性が悪く、高く伸ばせないことから、クレーン作業員の視線に明かりが入り荷役作業に支障をきたしている。
- (3) 既設照明設備の照度が低く、作業の安全性に問題がある。

4. 照明設備設計

4.1 基準照度

基準照度とは、平均水平面照度（平均照度）であり、岸壁および施設用地の利用が安全に行われるための最低値としている。本港湾は、主にコンテナ、一般貨物の置場および荷積降し、移動ヤードとして使われていることから、平均照度20lx以上を満足するよう計画する。また、荷役作業の安全の確保および岸壁からの転落防止が重要となるため施設全体を明るくする必要があり、よって、本設計で安全性を考慮して施設全体を1lx以上かつ、概ね5lxを満足するよう計画する。

表-1 屋外照明の基準照度

施設		基準照度 (lx)	
ふ頭	エプロン	旅客、車両、プレジャーボートの係留施設及び一般貨物、コンテナパース	50
	エプロン	プレジャーボートの斜路、パイプラインで危険物を扱うエプロン	30
		パイプライン、ベルトコンベヤによる単純な作業のエプロン	20
		ヤード	コンテナ、一般貨物の置場及び荷積降し、移動ヤード
	通路	旅客及び車両の乗降口	75
	通路	旅客及び車両の通路	50
		その他の通路	20
保安	全ての施設	1~5	
道路公園	道路	主要道路	20
	道路	その他の道路	10
	駐車場	フェリー用	20
	駐車場	その他	10
公園緑地	園路	3	

4.2 光源の選定

ランプの種類は、表-2 に示すとおり多種多様なランプがあるが、本設計では投光器タイプの照明設備であることからランプは、水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプに絞られる。また、現在 LED ランプは道路照明設備等に多く用いられており、継続的に照らすことで省エネに繋がっている。しかし、本設計での照明設備は夜間作業時における短時間での使用となることから、道路照明設備と比較すると使用頻度は低く、省エネ効果に対する重要度も低い。また、初期コストにおいて他のランプより高価となることから LED ランプは比較の対象としない。光源は、夜間の荷役作業において、荷物の種類が判別できることが安全な作業に繋がることから、表-2 および表-3 に示すとおり、演色性が最もよいメタルハライドランプを採用する。

表-2 各種光源の特性-1

ランプの種類	特徴	ランプ効果 (lm/w)	光色 (K)	演色性 (Ra)	寿命 (時間)	周囲温度特性	始動特性	再始動特性	調光
白熱電球		低い 15-20	暖白色 2,800	悪い 100	短い 1,000-2,000	安定	瞬時	瞬時	容易
ハロゲンランプ		低い 17-22	暖白色 3,000-3,200	良い 100	短い 1,000-2,000	安定	瞬時	瞬時	容易
蛍光ランプ (白)		普通 80-100	白色 3,000-4,000	やや良い 50-95	長い 6,000-12,000	影響される	遅やか 2-3 秒	遅やか 2-3 秒	可能
低圧ナトリウムランプ		最も高い 100-180	橙黄色 1,700	悪い -	普通 9,000	安定	20 分	やや遅やか 10 秒	困難
水銀ランプ		やや低い 40-60	白色 (青み) 3,500-4,000	普通 40-50	長い 9,000-12,000	安定	常温 8 分	やや時間要 10 分以下	50%まで可能
メタルハライドランプ		普通 70-80	白色 4,000-6,500	良い 70-90	普通 6,000-9,000	やや影響される	常温 5 分	やや時間要 10 分以下	困難
高圧ナトリウムランプ		普通 60-120	暖白色 2,100	普通 25-80	長い 9,000-12,000	安定	5-10 分	やや遅やか 1-5 分	50%まで可能

注) ランプの効率、(K)、(Ra)等の数字は、日本照明協会：屋内作業場の照明ガイド 表 A3.1 を参考にした。

表-3 各種光源の特性-2

演色分類クラス	平均演色評価数 (Ra)	ランプの種類	適用
1	80 ≤ Ra 非常に良い	白熱電球	色選別が必要な場合
2	60 ≤ Ra < 80 良い	蛍光ランプ メタルハライドランプ 演色改善型高圧ナトリウムランプ	
3	40 ≤ Ra < 60 満足できる	水銀ランプ	一般作業
4	20 ≤ Ra < 40 許容できる	高圧ナトリウムランプ	
※	Ra < 20	低圧ナトリウムランプ	色選別が重要な場所では不適 ※推奨できない

4.3 固定式照明設備・移動式照明設備の比較検討

本港湾における照明設備は、固定式照明設備と移動式照明設備の特徴、概算工事費、現場状況を踏まえ比較する。

比較表より、移動式照明設備の方が固定式照明設備より特徴が優れており、概算工事費の面でも安価となることから移動式照明設備を採用する(表-4、写真-6)。

表-4 固定式と移動式照明設備の比較表

	仕様	特徴	概算工事費
固定式照明設備	<ul style="list-style-type: none"> ・コックピット柱：10-19-5×3基 ・メタルハライドランプ：1000W2台×3基 ・投光器高さ：7.8m ・配線方式：地中埋設 ・引込契約種別：従量電灯 	<ul style="list-style-type: none"> ・コストが高い。 ・維持管理費がかかる。 ・照射方向が一定。 ・耐食性が悪い。 ・被災を受ける可能性が高い。 	¥9,216,000×3地区 ¥27,648,000
移動式照明設備	<ul style="list-style-type: none"> ・車両搭載式：1台 ・メタルハライドランプ：1000W 6台 ・投光器高さ：7.8m 	<ul style="list-style-type: none"> ・コスト削減できる。 ・維持管理が容易。 ・照射方向が変更できる。 ・車両維持費がかかる。 ・劣化が少ない。 	¥13,800,000



写真-6 移動式照明設備 (クレーン式)

4.4 投光器の配置および高さ

4.4.1 投光器の配置

投光器の配置は、荷役作業員および運転手にとってグレア(眩しさ)が作業安全上重要となる。

以下に示す照度分布図により、中央に

配置することで全体の平均照度 20lx 以上を満足することができる。また、荷役作業の支障にもならない (図-2)。

コーナー配置の場合、灯具が 2 タイプ (広角型、狭角型) となるため、照度分布が均等ではない。また、使用箇所が限定されることから利用性が悪い (図-3)。よって、投光器は岸壁の中央に配置する。

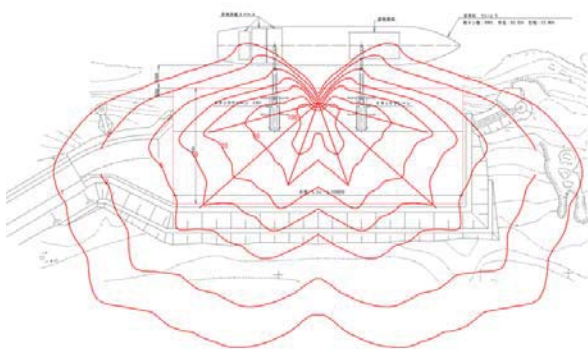


図-2 中央配置における照度分布図

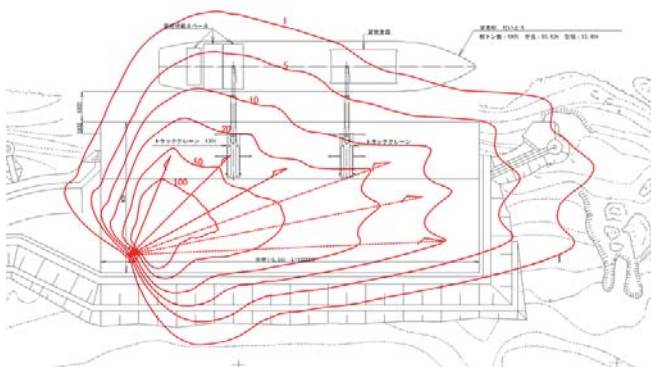


図-3 コーナー配置における照度分布図

4.4.2 投光器の高さ

投光器の高さは、照明灯具における光源のグレア (眩しさ) を少なくする高さとする。グレアは、本港湾で利用されている荷役作業用トラッククレーン (130t 吊) の運転手に及ぼす影響を勘案して高さを決定する。

(1) グレアゾーン

グレアゾーンは、「道路照明施設設置基

準・同解説 視機能低下グレアを計算する視点の位置」に準じ、視線方向から 20° 以下の範囲とならないようにする。グレアゾーンの角度、投光器とトラッククレーンの離隔距離、運転手の高さを考慮すると、地上から 7.60m の高さまではグレアゾーンとなる (図-4)。

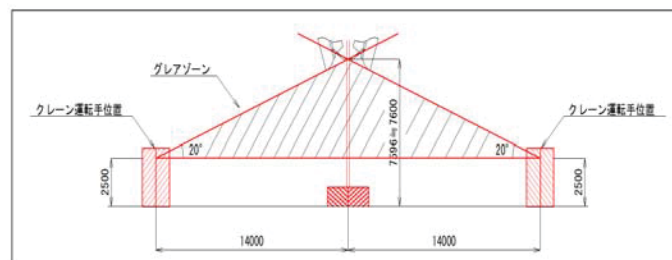


図-4 グレアゾーン概要図

(2) 投光器用トラッククレーンブーム長
トラッククレーンのブーム長 (最大地上揚程) は、クレーンの仕様により決まる。

図-4 より、グレアゾーンは地上から 7.60m 以内となることから、本設計では、ブーム長 (最大地上揚程) 7.60m のクレーンを採用し、投光器高さを 7.60m とする。

5. おわりに

沖縄県では、照明設備が必要な離島港湾が多く存在する。離島港湾は、地域により地形・自然条件が異なることから、設置目的と設置場所に応じて、適切な照明方法、光源、照明器具を選定して、照明設備の配置を決定する必要がある。

参考文献

- (1) (社) 日本港湾協会「港湾の施設の技術上の基準・同解説 (上・下)」 (平成 19 年 7 月)
- (2) (社) 日本道路協会「道路照明施設設置基準・同解説」 (平成 19 年 3 月)
- (3) (社) 建設電気技術協会「電気通信施設設計要領・同解説 (電気編)」 (平成 25 年度版)