

瀬戸大橋橋梁灯 LED 化

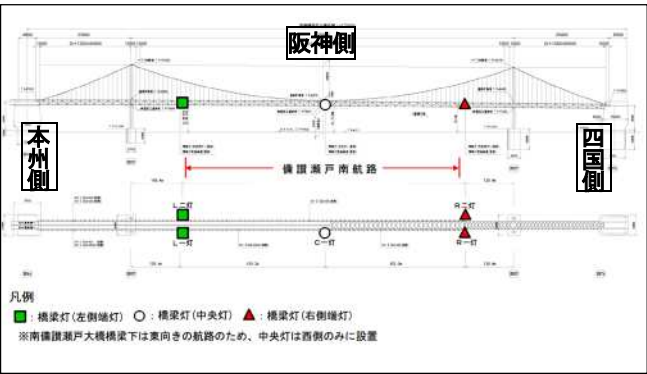
本州四国連絡高速道路株式会社 正会員 ○入江桃子
本州四国連絡高速道路株式会社 明野晃治

はじめに

瀬戸大橋の海峡部橋梁下を航行する船舶に対して航路または可航水域を示す航路標識設備である橋梁灯を LED 橋梁灯に更新した（図－1）．架橋建設時は、航行安全対策協議会にて、橋梁灯の適正視認距離を設定し、船上からの見え方調査による主観的な評価により、光源の光度（明るさ）を決定したため、中央灯（白）、左側端灯（緑）及び右側端灯（赤）の光度が異なっていた．

今回の設備更新では、海上保安庁及び海事関係者との協議により、橋梁灯の適正視認距離を設定し、必要な光度を海上保安庁の現行基準^[1]に基づき決定した．

本稿では、関係者の見え方調査結果を踏まえた上で、橋梁灯の光度・光達距離の低減及び橋梁灯 3 色の光度の統一並びに更新による効果について報告する．



図－1 橋梁灯配置図（南備讃瀬戸大橋）

1. 橋梁灯の LED 化

(1) 光達距離

架橋建設当時の航行安全対策協議会での審議と見え方調査により、南備讃瀬戸大橋の C 一灯（中央灯）の場合、光度は 350cd（カンデラ）と決定され、その光達距離は 7.0 海里（約 13km）となっていた．当時の見え方調査結果を再確認したところ、備讃瀬戸南航路及び備讃瀬戸東

航路において、南北備讃瀬戸大橋の東側と西側から 6km（3.2 海里）の海域内で見え方調査を行っていた．したがって、海上保安庁との協議により、既設橋梁灯の光達距離は約 13km（7.0 海里）であるが、橋梁から 6km までの海域を橋梁灯の最適な利用海域（光達距離）に設定した．
(2) 光度計算

橋梁灯の光学的光達距離は橋梁灯の光度、大気透過率、操船者の眼における角膜照度及び発散による減衰の要素で決まる．海上保安庁の「航路標識の設置及び管理に関するガイドライン」には以下ⅠとⅡが定められている．

Ⅰ：角膜照度はグレア防止のため 1/1,000,000lx 以上 1/100lx 以下（背景が非常に暗い場合）

Ⅱ：最低光度は 15cd

(3) 光度計算結果

上記 1. (2) に基づく計算の結果、各橋梁灯の光度を表－1 に示す．既設橋梁灯では、見え方調査による主観的な評価で光度を決定していたが、更新設計では橋梁灯の最適な利用海域を設定した後に光度を算出できたことから、全体的に光度が下がる結果を得た．

表－1 LED 化橋梁灯光度一覧表

名称		既設		更新後	
		夜間 告示光度 (cd)	薄明・薄暮 告示光度 (cd)	夜間 告示光度 (cd)	薄明・薄暮 告示光度 (cd)
下津井瀬戸大橋 橋梁灯	C 一灯	110	250	120	340
	C 二灯	110	250		
	L 一灯	170	340		
	L 二灯	170	340		
	R 一灯	70	140		
	R 二灯	70	140		
檀石島橋梁灯	L 一灯	80	150	20	150
	L 二灯	80	150		
	R 一灯	30	70		
	R 二灯	30	70		
岩黒島橋梁灯	L 一灯	80	150	20	150
	L 二灯	80	150		
	R 一灯	30	70		
	R 二灯	30	70		
北備讃瀬戸大橋 橋梁灯	C 二灯	350	1,100	120	1,200
	L 一灯	730	1,800		
	L 二灯	730	1,800		
	R 一灯	140	490		
	R 二灯	140	490		
南備讃瀬戸大橋 橋梁灯	C 一灯	350	1,100	120	1,200
	L 一灯	730	1,800		
	L 二灯	730	1,800		
	R 一灯	140	490		
	R 二灯	140	490		

キーワード 橋梁灯, LED 化, 光度変更, 見え方調査

連絡先 〒762-0025 香川県坂出市川津町下川津 4388-1 0877-45-6967

3. LED 橋梁灯の見え方調査の実施

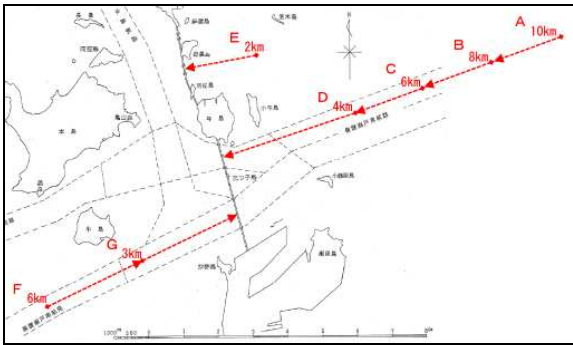
(1) 調査方法

橋梁灯の明るさについて、航海者の角膜照度からの光度算出方法は、周辺環境の明るさが考慮されていない。周辺工業地帯の照明等が橋梁灯の視認方向に入り込んでも、算出した光度で橋梁灯が十分視認できるか確認するには、現地での見え方調査が必要である。本見え方調査は、南北備讃瀬戸大橋及び岩黒島橋において、既設橋梁灯と更新後のLED試験灯器の切替点灯を行い、更新前後の明るさの比較（表－2）と周辺照明に対する相対的な明るさの確認を、高松海上保安部他、海事関係者 10 者により、調査位置図（図－2）に設定した航路及び可航水域内のA～Gの各ポイントにおいて実施した。

表－2 橋梁灯更新前後比較（南北備讃瀬戸大橋）

区分	既設		更新	
	灯色・灯質	白光・不動光		
中央灯	光度・光達距離（夜間）	350cd・7.0 海里	120cd・5.5 海里	
	適正視認距離※（利用海域）	6.0km		
	灯器・数量	電球220V500W・14 個	LED 式灯具(1段)・1 個	
	灯色・灯質	緑光・不動光		
左側端灯	光度・光達距離（夜間）	730cd・8.5 海里	120cd・5.5 海里	
	適正視認距離※（利用海域）	6.0km		
	灯器・数量	電球220V500W・14 個	LED 式灯具(2 段)・1 個	
	灯色・灯質	赤光・不動光		
右側端灯	光度・光達距離（夜間）	140cd・5.5 海里	120cd・5.5 海里	
	適正視認距離※（利用海域）	6.0km		
	灯器・数量	電球220V500W・14 個	LED 式灯具(2 段)・1 個	

※：建設当時の航行安全対策協議会で確認



図－2 橋梁灯見え方調査位置図

(2) 見え方調査結果

表－3に示す海事関係者による5段階による見え方調査の評価結果は、適正視認距離(6km)内では、ほとんどが「丁度良い又はやや明るい」という結果であった。また、見え方調査の評価コメントでは、「やや暗いが良く見える」、「LEDの方が鮮やかではっきりしている」という肯定的な意見がほとんどであった。この要因の一つとして、既設橋梁灯の灯色は光源がシールドビームラン

プのため電球色に色フィルターを重ねているのに対し、LED 橋梁灯は発光部の LED 素子自体が必要な灯色の波長帯で発光していることが考えられる。

表－3 LED 橋梁灯の見え方調査結果

調査日時：平成 30 年 3 月 6 日 18 時 30 分～22 時 00 分

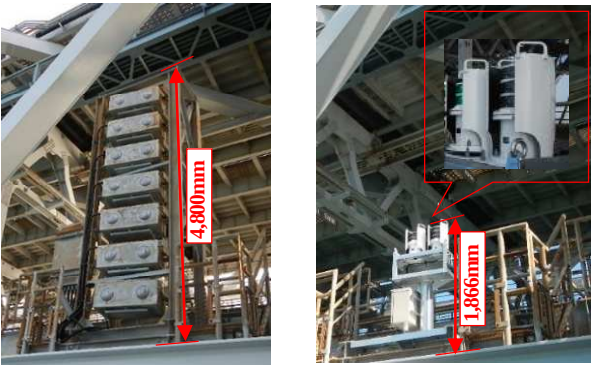
調査橋梁	適正視認距離内外	調査距離 (km)	明るすぎる	やや明るい	丁度良い	やや暗い	暗すぎる	集計
北備讃瀬戸大橋 (東方)	外	10※1	0	0	5	4	2	11
		8	0	1	8	2	0	11
	内	6	0	1	10	0	0	11
		4	0	2	9	0	0	11
南備讃瀬戸大橋 (西方)	内	6	0	1	8	2※2	0	11

注 ※1：背景に西方向の薄暮が残った状態で実施

※2：潮流が速く、強風により船が流され調査距離の長いポイントで確認

4. 更新後の LED 橋梁灯

南備讃瀬戸大橋 L 一灯を例として写真－1 に既設橋梁灯と更新した LED 橋梁灯を示す。今回、光度を見直し低減したことで発光部の小型化が可能となり、既設橋梁灯は高さ 4,800mm と非常に大きかったが、LED 橋梁灯は 1,866mm と小型化でき、保守性が大幅に向上した。



写真－1 南備讃瀬戸大橋 L 一灯 (左：既設, 右：LED) おわりに

今回、光度・光達距離を見直し低減したが、見え方調査結果のとおり、LED 化により見え方が向上した結果を得た。コストに関しては、設備規模小型化によるインシヤルコスト縮減に加えて、ランプ交換も不要となり、維持管理コストも縮減できる。また、瀬戸大橋 5 橋全体の橋梁灯、橋脚灯及び基部側端灯の全灯器 LED 化により、年間の電気料金及び二酸化炭素排出量は約 88%削減を見込んでいる。今後も航行船舶の安全確保に向けて、長大橋梁に附帯する航行援助設備の適切な維持管理に努めてまいりたい。

参考文献

[1]海上保安庁：「航路標識の設置及び管理に関するガイドライン」, pp84-90, 2018. 8