

Ⅱ－８ 高松港玉藻防波堤灯台の灯塔照明光度について



運輸省第三港湾建設局高松港湾空港工事事務所 正員○小泉勝彦
高松海上保安部 浜崎保治
財団法人 日本航路標識協会 山崎卓見

←写真－１ 玉藻防波堤灯台 (告示光度 6,000[cd])

１. はじめに

高松港玉藻防波堤灯台 (写真－１) は、灯台外装材にガラスブロックを使用し、内部照明を用いた灯塔照明方式を採用した世界で初めての灯台であり、平成 10 年 11 月 1 日に運用開始した。この「灯台の灯塔照明光度」について、予備調査によれば①照明光度が低ければ視認性の向上が望めず、②照明光度が高すぎれば灯台本灯の分離視認性が低下する、という傾向が認められた。灯台の設計に当たっては、この条件下で適切な灯塔照明光度を定める必要があった。今回、高松港玉藻防波堤灯台の建設に当たって、灯塔照明に関する一定の知見が得られたので報告する。

２. 灯塔照明の設計および調査の過程

最初に予備調査として、1/20 スケールの灯台模型を製作し、実際に点灯させて視認性を調査した。このとき、灯台本灯の光度は既定であったことから、灯台本灯と灯塔照明が分離して見えるかどうかに着目した。その結果、灯塔照明が暗くなるほど灯台本灯との分離視認性が向上する傾向の結果が得られた。

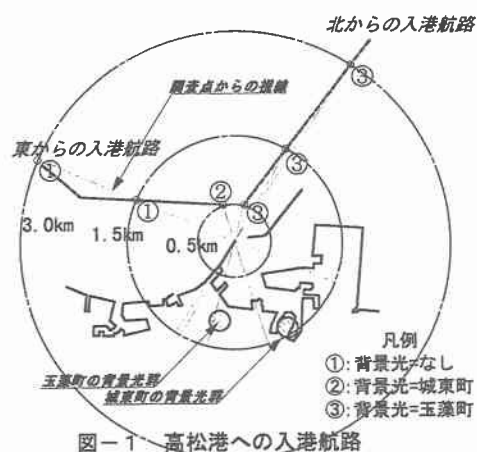
しかしながら、灯塔照明が暗ければ、市街地のネオンサイン等に埋没してしまう可能性が指摘された。これを受けて、灯塔照明光度を可変出来るよう灯台を設計し、運用開始後、灯塔照明光度を決定することとした。設計時に目標とした灯台本灯に対する灯塔照明の光度は、1/20、1/40、1/60 である。

灯台点灯後、平成 10 年 11 月 1 日から 16 日までの間、灯塔照明光度を変えて運用し、灯塔照明の効果を把握するために高松港へ入航する船舶に対してアンケート調査を実施した。

アンケートの調査項目は背景光の影響を受けたときの a) 灯台灯火の視認状況と b) 灯台灯火と灯塔内部照明の分離性、c) 灯台内部照明 (灯塔照明) の視認状況、等である。

３. アンケート調査の結果

図－１に高松港への主たる入港航路を示す。写真－２に港外から見た高松港の写真を示す。図－１に示すとおり、入港航路によって背景光となるネオン等の条件が大きく異なることがわかる。ちなみに高松港外防波堤から測定したところ、城東町のネオン群の平均輝度は約 $50[\text{cd}/\text{m}^2]$ 、玉藻町周辺のネオン群の平均輝度は約 $150[\text{cd}/\text{m}^2]$ であった。このことを考慮してアンケート結果を船舶の入港航路別、灯塔光度別、距離別に集計した。その一例として a) 灯台灯火の視認性についてのアンケート結果を示す。



このアンケート結果と図－１から、主な背景光の平均輝度、灯塔照明光度、灯台からの距離をパラメータに重回帰分析を行った。その結果が、式－１である。同様に b) 灯台灯火と灯塔内部照明の分離性 について重回帰分析を行った結果が式－２、c) 灯台内部照明（灯塔照明）の視認状況 について重回帰分析を行った結果が式－３である。

表－１ アンケート結果(灯台灯火の視認性)

		灯塔照明 87 [cd]			灯塔照明 156.5 [cd]			灯塔照明 239.5 [cd]		
		距離0.5km	距離1.5km	距離3.0km	距離0.5km	距離1.5km	距離3.0km	距離0.5km	距離1.5km	距離3.0km
灯台灯火の視認性	よく見える ○	89%	88%	69%	97%	89%	69%	93%	93%	69%
	見える △	11%	12%	31%	3%	11%	31%	7%	7%	31%
	見えない	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	$Y(\text{視認性}) = \bigcirc + \Delta \times 0.5$	94%	94%	85%	98%	97%	85%	97%	97%	85%
視認性	よく見える ○	90%	69%	43%	89%	70%	54%	95%	80%	56%
	見える △	10%	31%	55%	11%	30%	41%	5%	20%	39%
	見えない	0%	0%	2%	0%	0%	4%	0%	0%	5%
	$Y(\text{視認性}) = \bigcirc + \Delta \times 0.5$	95%	85%	70%	95%	85%	75%	98%	90%	76%

式－１～３を見るといずれも①背景光の輝度が大きくなるほど、②視認距離が大きくなるほど、視認性が低下しており、常識的な結果となっている。

式－１の灯台本灯の視認性については、灯塔照明が明るくなるほど視認性は向上しており、灯塔照明の効果が現れていることがわかる。

一方、式－２を見ると、灯台本灯との分離性についても灯塔照明が明るくなるほど分離性が向上している。これは予備調査で行ったモデルによる視認性調査の結果と異なる傾向である。これについては、「灯台本灯と灯塔照明の色調が微妙に異なっているため、双方の光度が高いほど、分離視認性が向上しているのではないか。」というのが実際に海上から視認した際の印象であった。

式－３の c) 内部照明の視認性 についての重回帰分析においては、内部照明の視認性について照明光度は寄与していないという結果を得た。このことは、回答者が灯塔照明を単独では見ていない、言い換えれば灯台本灯と灯塔照明を一体のものとして視認していることを示しているものと考えられる。

以上のことから、高松港玉藻防波堤灯台の視認性については、直接、灯台灯火の視認性を問うた表－１および式－１において評価するのが適当であると考えられる。現在、灯塔照明は 156.5[cd] で運用されており、表－１より、視認性が低い北側からの入港においても、概ね 75% の人が良く見えると評価していることとなる。また、式－１において $Y_{(\text{視認性})}$ を目標の値（玉藻防波堤灯台の例では 75%）に設定し、式－１を変形すれば、視認距離と背景光の平均輝度から必要な灯塔照明光度を求めることが出来る。

4. おわりに

アンケートの結果を重回帰分析した限りでは、灯塔照明が灯台の視認性を向上させていることは、ほぼ間違いのないことと思われる。背景光の輝度によっては、背景光による視認性の低下を灯塔照明でカバーする事も可能と思われる。ただし、灯塔照明の有無による効果については、点灯公示日と現地工程の関係から、残念ながら調査することが出来なかった。

今回、結果として、我々は灯塔の光度を確定することが出来ずに設計を行った。今後、このような「灯台も光る灯台」を設計する場合の灯塔照明の光度を決めるに当たっては、この灯台の事例（式－１等）が参考になるものと思われる。しかし、アンケートの自由記載欄には「灯塔照明が明るすぎる。」「灯台本灯が（相対的に）暗い。」「灯塔照明の上の部分で暗くして欲しい。」等の記述も散見され、本灯(告示光度 6,000[cd])に対して、1/25 程度(約 240[cd])の光度が上限である可能性も高い。もし、より以上の灯塔照明光度が必要と判断されるなら、本灯と灯塔照明部分の間隔を広げるなど分離視認性を高める工夫が必要であると思われる。

最後に、高松港に入港する各船の船長の方々には、入港時の慌ただしい中アンケートに御協力いただいた。ここに改めて深謝するとともに、航海の御安全をお祈りする次第である。