

入出路照明の省エネルギー化に対する考察

保全施設部 電気通信課 橋本史郎
同部 同課 金田誠

まえがき

現在、阪神高速道路上に設置されている照明灯の総数は、大阪地区・神戸地区を合わせて約8000灯ある。道路照明灯は、夜間および悪天候時の交通の安全性を確保し、道路の利用率を高め、都市高速道路としての美観を高めるなど幾多の効果があり、都市高速道路施設として必要不可欠のものとなっている。

本稿は、都市高速道路における照明環境の必要性を論じ、また、入出路照明と云った限られた範囲ではあるが、現状の水銀灯の代替照明として高圧ナトリウム灯を使用した場合の照明環境および省エネルギー効果の比較を行ったものである。

1. 道路照明の目的と必要性

視覚情報は、昼間は自然光により、十分得られるが、夜間または悪天候時には、適切な人工照明がない場合は、視覚情報を得る効果が悪化する。ここで云う視覚情報とは、実際に運転者が安全に運転するために必要な情報であり、以下の情報が想定される。①道路の線形、勾配等の構造、②道路利用者自身の位置と動き、③他の道路利用者の相対的位置と動き、④道路上で突発的に発生する障害物の位置等である。これらの情報を得るため、人工照明として自動車の前照灯や道路照明灯が使用されているわけである。前照灯については、道路交通関連法上では、車両保安基準により、ビームが下向きの場合、40m前方にある障害物等が確認できれば良いと、云ったような基準が定められている。しかし、それだけでは満足できる情報は得られるわ

けでなく、都市高速道路等の交通量の多い道路では道路照明にたよらざるを得ないと云える。従って、夜間の道路利用者が、情報確認のため十分な時間的余裕をもって、道路施設を視認して、安全かつ快適に走行できることが道路照明の目的であると云われる。云い替えれば、運転者にとっては、道路の形状や路面上の障害物を速やかに正しく視認できることが重要であり、高速で移動中の車の前照灯だけではカバー出来ない、走行に必要な情報や危険回避のための視覚による情報不足を補うことを目的としているとも云える。ところで、道路照明の有無と夜間事故の発生とは、密接な関係がある。道路照明を設置することによる、夜間の交通事故の減少効果に関する資料を表一1の通り報告

表一1 道路照明設置による夜間事故減少率表

道路の種類	場所	夜間事故減少率(%)	交通事故の種類
高速道路	日本道路公団(名神豊川-茨木)	6.2	全事故件数(乾燥路面)
〃	〃	4.6	〃(湿潤路面)
〃	〃	5.6	〃(全体)

* (西森、第11回全国道路会議論文集 昭48) されている。ここで云う事故の減少効果については、運転者の安全面での効果だけでなく、定量的に把握することは、むずかしいが、道路施設全般にわたる設備損傷の減少と云った面での効果も期待されるのは当然である。

2. 入出路照明に要求される条件

一般に、すぐれた道路照明環境の条件としては、①道路面の輝度が十分高くその分布ができるだけ均一なこと（輝度均斉度）、②視線誘導が良いこと（視線誘導性）、③不快なまぶしさが少ないこと（低グレア性）等があげられる。阪神高速道路の入出路については、本線と異り走行車両の合流、分岐と云った横方向の情報を多く必要とするため、本線上の低圧ナトリウム灯よりも演色性の良い水銀灯を使用してきた。ここで云う演色性とは、色の見え方におよぼす効果で、基準光源から異なるほど、演色性が悪く、数値的には演色評価数であらわされる。評価数は、光源と基準光源との分光分布の差を平均化したものであり、水銀灯では、 $R_a = 63$ 、高圧ナトリウム灯では、 $R_a = 28$ である。問題点としては、一般に演色性の悪い照明は効率が良く、演色性の良い照明は効率が悪く、演色性と効率とは互いに反比例し、両方兼ね備えたものはないことである。照明設計を行う場合、目的や環境等の違いはあるが、一般的に省エネルギー化を計るためには、どこまで光源としての効率を高め、どの程度まで、演色性を犠牲するかと云うことにかかっている。その他、入出路照明として要求される条件として、悪天候時に光源がよく視認されること、光源色の違いにより、入出路と本線の区別が出来ること、光源の違いによる視力の低下がないこと、光源による動植物に対する影響が少ないこと等が考えられる。

3. 水銀ランプと高圧ナトリウムランプ

ここで、入出路部に従来から使用してきた水銀ランプと、それに代わる省エネ照明として期待されている高圧ナトリウムランプについて言及する。

3-1 構造上の違い

図-1および図-2にそれぞれのランプの構造を示した。

蛍光水銀ランプの構造は、図の通り発光管と外管とに分かれており、発光管には高温に耐えるよう石英ガラスが使用されている。また、発光管と外管との間に、適当なガスを封入して熱の損失を防いでいる。また、水銀ランプは、水銀の可視輝線ス

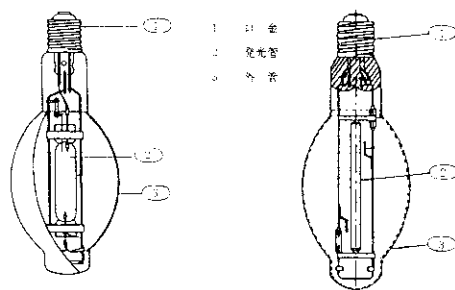


図-1 水銀ランプ構造図 図-2 高圧ナトリウムランプ構造図

ペクトルのほかに紫外線が含まれているため、その紫外線を利用して、可視光線域の光を出すようなけい光物質を利用すれば、演色性の良い照明が得られる。そのため、外管の内面にけい光物質を塗布した構造となっている。

高圧ナトリウムランプの外形、寸法は同一ワットの水銀ランプとほぼ同じであるが、発光管がアルミナセラミックで構成されており、中にナトリウム蒸気が封入されている点が水銀ランプと異なる。表-2に同程度のランプの主な構造上の違いをまとめた。

3-2 性能上の比較

表-3に現在入出路に設置されているHF400と同程度の明るさを持ったNH220とを性能面から比較してみた。同表に示す通り安定器入力電力では高圧ナトリウムランプは、水銀ランプの57%と省エネルギーとなっている。また、効率・寿命・光束など光源として必要な特性及び製品の互換性、入手の容易さ（汎用性）等についても、同

表-2 構造比較表

名称	型式	長さ mm	外管径 mm	備考
けい光水銀ランプ	HF 400	約280~290	約116~120	現在使用ランプ
高圧ナトリウムランプ	NH 220	約240	約 90~100	代替省エネランプ
けい光水銀ランプ	HF 250	約240	約 90	代替ランプと同等の消費電力を有する水銀ランプ

表-3 特性比較表

名称	型式	全光束 (lm)	光源効率 (lm/w)	平均寿命 (h)	安定入力電力 (w)	総合効率 (lm/w)	平均色 標照度
けい光水銀ランプ	HF 400	21,000	52	12,000	* 425	49	41
高圧ナトリウムランプ	NH 220	25,000	114	12,000	* 245	102	25

程度もしくはそれ以上となっている。

3-3 ポール間隔の比較

ポール間隔の比較は、照度分布により行うことができる。図-3、-4、-5、-6は、道路



図-3 照度分布図
HF400 30mピッチ



図-4 照度分布図
NH220 30mピッチ



図-5 照度分布図
HF400 40mピッチ

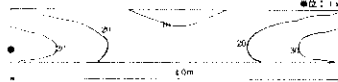


図-6 照度分布図
NH220 40mピッチ

有効幅 6.5 m、取付高さ 10 m、器具取付傾斜角 10°照明器具セミカットオフ K S C-4 型 2 台を条件として、HF 400 (光束 21,000 lm) 及び NH 220 (光束 25,000 lm) をそれぞれ 30 m、40 m ピッチで設置した場合について電算によりシミュレートした、等照度分布図である。同図から分かるように同一条件では消費電力の少ない NH 220 の方が光束が高いため、同程度の明るさを基準とすれば設置ピッチは約 10 m 長くできると云える。

表-6 にこれを定量化してみた。NH 220 を使用し 40 m ピッチで設置した場合でも、道路照明設置基準で定められている条件を満足する。以上

のほかにポール間隔を決定する方法として、計算式により決定する方法がある。

設計基準による基準輝度で算出されるポール間隔は、

$$\frac{F}{S} = \frac{K \cdot L \cdot W}{N \cdot U \cdot M} \text{より} \quad S = \frac{N \cdot U \cdot M}{K \cdot L \cdot W} \cdot F \text{ であり}$$

S : 灯具間隔 (m)

K : 基準輝度を平均照度に換算するための係数 K=15

L : 基準輝度 (nt) L=1.0

W : 車道巾員 (m) W=6.5

N : 灯列数 N=1

U : 照明率 U=0.18

M : 保守率 M=0.6

F : 光源光束 (lm) F=25,000 (NH)

F=21,000 (HF)

上記より、高圧ナトリウムの場合、

$$S_1 = 50.76 \div 50 \text{ 塵埃および煤煙等による光の透過率の減退を考えると、} \\ S'_1 = 50 \times 0.8 = 40 (m)$$

同様に水銀灯の場合は、

$$S_2 = 43.6 \div 40 \\ S'_2 = 40 \times 0.8 = 32 \div 30 (m)$$

以上のように、計算式においても、水銀灯の代替として、高圧ナトリウム灯を設置するほうが、ポールピッチを広げることが出来、全体設備として考えた場合、灯具数を少なくすることが可能となり、電力料金の軽減は勿論のこと、設置費等の低減を計ることができる。

3-4 経済比較

表-4 設備単価(1灯当たり)表

	水銀灯(HF)	高圧ナトリウム(NH)
設置費	100%	105%
電力費	100%	57%
換球費	100%	217%

表-5 ランニングコスト

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
水銀灯	100%	100%	100%	100%	100%
高圧ナトリウム灯	98%	94%	90%	91%	88%

表一4、表一5より、単体としては、設置費および換球費等で、水銀灯が有利であるが電力消費を考えたランニングコストを含めると、高圧ナトリウム灯が、逆転する。また、これは灯具1灯当りの比較であり、設備全体として考えた場合は高圧ナトリウム灯は、ポール間隔を長くすることが出来るので、灯具数の低減が行え、設置費でも有利となる。

表一6 ポール間隔の差による性能比較表

	平均照度 (lx)	平均輝度 *換算 (cd/m ²)	最大照度 (lx)	最小照度 (lx)	均斉度
HF 400 (30m)	18	1.2	25.3	11.7	0.65
" (40m)	13.5	0.9	24.1	5.6	0.41
NH 220 (30m)	26.5	1.7	38.6	14.5	0.54
" (40m)	19.9	1.3	36.6	7.7	0.38

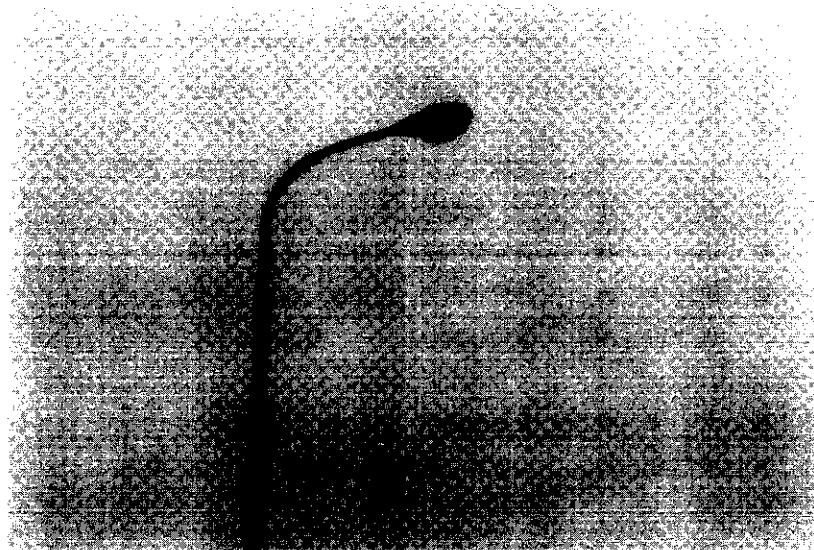
- 基準輝度(平均輝度) 1.0以上
ここでアスファルトの場合の平均照度換算係数を
15 lx/cd/m²とする。
- 路面均斉度(総合均斉度) 0.4前後
均斉度 $U_0 = \frac{L_{min}}{L_{av}}$

あとがき

以上の検討考察を基に現在、省エネルギー化を図れるとして、湾岸線(湾大橋南～三宝まで)において試験的に入出路部の高圧ナトリウム化を進めている。供用開始に伴ない、演色性の面で運転者に与える現実の影響等、まだ未知数が残されているので、供用後各方面からの評価を収集し今後の設計資料としたい。最後に、省エネルギー化にあたって、電力消費軽減だけを考慮して交通状況を考えに入れず、ただ単に減光、間引き点灯など照明レベルの低下による省エネルギー化を行うのではなく、効率の良い光源、照明器具への切替えや好ましい照明配置、灯具の清掃頻度等の検討も十分行うことが必要である点を訴えて終るものである。

参考文献

- 東芝電材：東芝施設照明器具 照器A-27' 82
- 松下電工：総合カタログ施設照明編 '81年3月
- 松下電工照明LABグループ：ランブウェイ道路照明の検討
(計算例) 57年6月
- 社団法人日本道路協会：道路照明施設設置基準
同解説 昭和56年4月



入出路用照明灯