

第5章 道路照明施設

第1節 総 則

1 基準の目的

本基準は道路照明施設の整備に関する一般的技術的基準を定め、その合理的な計画、設計、施工および維持修繕を行うのに資することを目的とする。

解 説

道路照明施設は、道路法第30条に基づく道路構造令第31条において、「交通事故の防止を図るため必要がある場合においては、横断歩道橋等（地下横断歩道を含む。）、さく、照明施設、視線誘導標、緊急連絡施設、その他これらに類する施設で国土交通省令で定めるものを設けるものとする。」と規定され、交通安全施設として位置づけられている。

さらに、道路構造例第34条において「トンネルには、安全かつ円滑な交通を確保するため必要がある場合においては、当該道路の設計速度等を勘案して、適当な照明施設を設けるものとする。」として、トンネル照明施設について規定している。

本基準は道路構造令第31条および第34条に規定されている照明施設の計画、設計、施工および修繕維持を行うのに必要な一般的技術的基準を定めその合理的な整備を図ることを目的としたものである。

2 適用の範囲

本基準は道路法の道路に道路管理者が道路照明施設を整備する場合に適用する。

解 説

本基準は、道路法の道路に道路管理者が道路照明施設を整備する場合に適用するものとする。既設の道路照明施設の維持、修繕においても、本基準の趣旨にかんがみこれを準用することが望ましい。

なお、自転車道等に照明施設を設置する場合は、「自転車道等の設計基準」の規定によるものとする。また、「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」における重点整備地区に照明施設を設置する場合は、「道路の移動円滑化整備ガイドライン（財）国土技術研究センター」を参考にする
とよい。

また、LED 道路・トンネル照明における照明性能の確保やライフサイクルコスト算定方法などの基本的な考え方を示すとともに、具体的な内容については、「LED道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）」平成24年4月長野県を参考にする
とよい。

3 用語の定義

本基準における用語の意義は下記各号に定めるとおりとする。

- | | |
|--------------|---|
| (1) 一般国道等 | 高速自動車国道等以外の道路をいう。 |
| (2) 高速自動車国道等 | 高速自動車国道およびこれに準ずる自動車専用道路をいう。 |
| (3) 主要幹線道路 | 一般国道等のうち、主として地方生活圏および大都市圏内の骨格となるとともに、高速自動車国道を補完して生活圏相互を連絡する道路をいう。 |
| (4) 幹線道路 | 一般国道等のうち、地方部にあつては、主として地方生活圏内の二次生活圏の骨格となるとともに、主要幹線道路を補完して、二次生活圏相互を連絡する道路をいう。都市部にあつては、その骨格および近隣住区の外郭となる道路をいう。 |
| (5) 補助幹線道路 | 一般国道等のうち、地方部にあつては、主として地方生活圏内の一次生活圏の骨格となるとともに幹線道路を補完し、一次生活圏相互を連絡する道路をいう。都市部にあつては近隣住区内の幹線となる道路をいう。 |
| (6) 交通量 | 自動車の年平均日交通量をいう。 |
| (7) 連続照明 | トンネル、橋梁等を除く単路部のある区間において、原則として一定の間隔で灯具を配置し、その区間全体を照明することをいう。 |
| (8) 局部照明 | 交差点、橋梁、休憩施設、インターチェンジ等必要な箇所を局部的に照明することをいう。 |
| (9) トンネル照明 | トンネルあるいはアンダーパス等を照明することをいう。 |
| (10) 市街部 | 市街地を形成している地域または市街地を形成する見込みの多い地域をいう。 |
| (11) 光束 | 単位時間当たりの放射エネルギーを視覚により評価したものをいう。
単位：ルーメン (lm) |
| (12) 光度 | 点光源からある方向への光束密度をいう。
単位：カンデラ (cd) |
| (13) 照度 | 単位面積当たりに入射する光束をいう。
単位：ルクス (lx) |
| (14) 輝度 | 発光面からある方向の光度をその方向への正射影面積で割った値をいう。
単位：cd/m ² またはニト (nt) |
| (15) 光色 | 光源の見かけの色をいう。 |
| (16) 演色性 | 光源による物体色の見え方の効果をいう。 |
| (17) 照明率 | 光源の光束のうち車道面に入射する光束の割合をいう。 |
| (18) 平均路面輝度 | 運転者の視点から見た路面の平均輝度で路面が乾燥している状態を対象とする。単位：cd/m ² |

(19) 輝度均斉度	輝度分布の均一の程度をいう。
(20) グレア	見え方の低下や不快感や疲労を生ずる原因となる光のまぶしさをいう。
(21) 外部条件	建物の照明、広告灯、ネオンサイン等道路交通に影響を及ぼす光が、道路沿道に存する程度をいう。
(22) 外部条件A	道路交通に影響を及ぼす光が連続的にある道路沿道の状態をいう。
(23) 外部条件B	道路交通に影響を及ぼす光が断続的にある道路沿道の状態をいう。
(24) 外部条件C	道路交通に影響を及ぼす光がほとんどない道路沿道の状態をいう。
(25) 調光	光源を減光あるいは減灯することによって明るさを減ずることをいう。
(26) 灯具	光源と照明器具を組み合わせたものをいう。
(27) 歩道等	構造令で規定している歩道、自転車歩行者道、自転車歩行者専用道路、歩行者専用道路を総称したものをいう。ただし、自転車歩行者道、自転車歩行者専用道路において、専ら自転車の通行に供するために区画された部分は除く。
(28) 歩行者等	歩道等の利用者を総称したものをいう。
(29) トンネル等	トンネル及びアンダーパスや掘割構造蓋掛け部などの閉鎖区間であって、昼間において明るさの急変する場所をいう。
(30) 道路照明施設	道路構造令第31条及び34条に規定される照明施設をいう。道路照明施設には連続照明、局部照明、トンネル照明がある。
(31) 相対閾(いき)値増加	視野内に高輝度の光源が存在することによって、対象物の見え方を低下させるようなグレア(視機能低下グレア)を定量的に評価するための指標をいう。単位：%
(32) 誘導性	照明の効果により、運転者に道路の線形を明示するものであり、灯具を適切な高さや間隔で配置することでこの効果が得られる。また、連続して配置された照明により照射された路面、区画線や防護柵などが見えることでも同様の効果が得られる。
(33) 漏れ光	灯具から照射される光で、その目的とする照明対象範囲外に照射されるものをいう。

解 説

(1) 高速自動車国道及び一般国道等

高速自動車国道等とは、高速自動車国道法第4条第1項に規定する道路およびこれに準ずる自動車専用道路(道路法第48条の2第1項または第2項の規定により指定を受けた自動車専用道路のうち、その沿道からの出入制限の程度が高速自動車国道に準じて完全または一部出入制限が施されている道路をいう。)をいう。すなわち、ここで規定する高速自動車国道等とは、他の道路との交差が立体交差となっており、それとの接続がインターチェンジによって行われるか、あるいは若干の平面交差はあってもその構造が本線交通を優先させるようにチャンネリゼーションがなされており、かつ、いずれも沿道から直接この道路に出入りすることが原則としてできないようになっている道

路である。

一般国道等とは、高速自動車国道等以外の道路であるが自動車専用道路であっても平面交差が多いもの、沿道から直接出入ができるようなものは、一般国道等とみなされる。

(2) 道路分類

道路分類は、道路照明設計の基本となる平均路面輝度、グレアの抑制という視点から交通状況（交通量、設計速度、混合交通の状況等）、道路構造（出入制限、中央帯の有無、交差形態、歩車道の分離等）に基づいて定めたものである。

本基準では、大きく、自動車専用道路（高速自動車国道等）とその他の一般道路（一般国道等）に分類し、一般道路は主要幹線道路、幹線道路、補助幹線道路に分類した。この分類は、「道路の標準幅員に関する基準（案）について」（昭和50年7月15日、都計発第40号、道企発第51号）によるものである。定義に用いられる生活圏とは、建設省地方生活圏構想（地域計画の主要課題、昭和43年7月）において使用する用語の例によるものであり、これによれば次のように定義されている。

地方生活圏 …… ある程度の大きさをもった都市を中心として、いくつかの二次生活圏から構成される地域をいう。

二次生活圏 …… 大きな買物ができる商店街、専門医をもつ病院、高等学校などかなり広範囲の利用圏をもつ都市を中心に一次生活圏をいくつかその中に含む地域をいう。

一次生活圏 …… 役場、診療所、中学校などの基礎的な公共施設が集まっていて、それらのサービスが及ぶ地域をいう。

なお、「道路の標準幅員に関する基準（案）について」による道路分類と道路法上の道路の種類との対応は、一律には行いがたいが、概念的には次のように考えられる。

道路種類 道路分類	一般国道	都 道 府 県 道		市町村道
		主要地方道	一般都道府県道	幹線的な市町村道
主 要 幹 線 道 路	◎	◎	○	
幹 線 道 路	○	◎	◎	○
補 助 幹 線 道 路		○	◎	◎

◎主たる対応

また、これら道路分類と交通状況、道路構造との対応を示せば、おおむね表解1-1のように表わせる。

表解1-1 道路分類と交通の状況、道路構造との対応

道路分類		交通量	設計速度 (km/h)	交通の種類	出入制限
高国 速自 道 動 車 等	都市間高速道路	多	高(120~60)	自動車専用	完全出入制限
	都市高速道路	多	中(80~60)	自動車専用	完全出入制限
	その他の自動車専用道	中	中(80~60)	自動車専用	完全出入制限 一部出入制限
一 般 国 道 等	主要幹線道路	多	中(80~60)	人車混合	出入制限なし 一部出入制限
	幹線道路	中	中(60~50)	人車混合	出入制限なし
	補助幹線道路	小	低(50~40)	人車混合	出入制限なし

(3) 交通量

原則として年平均日交通量(A・A・D・T)を用いるものとするが、適当な資料が得られない場合は、短期間の交通量調査結果から得られる平均日交通量(A・D・T)によってもよい。

なお、新設もしくは改築の道路については、計画交通量によることとする。

(4) 連続照明・局部照明、トンネル照明

連続照明とは、ある区間において交通量が連続してあり、照明施設を設けることにより、高い便益が得られると認められる場合に設置するもので、トンネル、橋梁等を除く単路部において連続的に設置する照明施設をいう。連続照明は少なくとも500mを1単位として設置することが望ましい。

一方、局部照明は交差点、橋梁、休憩施設、歩道等、インターチェンジ等のように、道路の構造上あるいは道路利用上から、特に照明施設設置の必要がある場所に、それぞれの場所に適するように設置した照明施設をいう。

本基準では道路照明設計の基本となる連続照明、および昼間も照明を必要とし出入口照明が必要となるなど設計思想の異なるトンネル照明をそれぞれ定義し、これ以外のものを局部照明としてとりまとめて定義した。

したがって単路部に連続照明が設置されている区間に交差点、橋梁等が含まれる場合は当然のことながら当該箇所は局部照明として設計する必要がある。

ただし、車道と併設される歩道等の局部照明は、連続照明により歩道等の夜間における良好な視環境は確保できる場合は、連続照明の一部として設計してもよい。

(5) 光 束

単位時間当たりに、ある面を通過する放射エネルギー(単位:w)を目の感度(視感度)に対応する量で評価したものが光束である。放射エネルギーのうち目に明るさの感覚を与えるものは波長380~760nm[1nm(ナノメートル)=10⁻⁹m]の範囲にあり、その視感度には個人差があるので、多

くの人々の平均値をとってC I E（国際照明委員会）により図解1-1に示す標準比視感度Vが決められ、わが国でも計量法によりこれを採用している。

光束は次の式で表わされる。

$$F = Km \int_0^{\infty} \phi_e \lambda V(\lambda) d\lambda$$

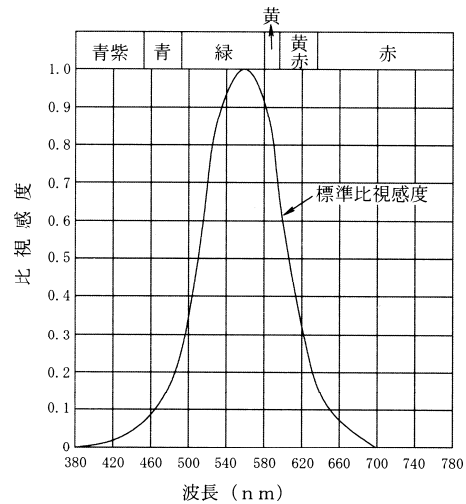
ここに、

Km：最大比視感度

($\lambda = 555\text{nm}$ において
 683lm/w)

$\phi_e \lambda$ = 波長 λ における放射束の
 分光密度

$V(\lambda)$ ：標準比視感度



図解1-1 標準比視感度（2度視野、明所視）

(6) 光 度

すべての光源および灯員の発光部分はある大きさをもっているが、ある距離から見ると点光源とみなして差しつかえない。このような実用上の点光源からある方向の微小立体角 $d\omega$ 内に放射する光束を dF とすれば、光度 I は次式で表わされる。

$$I = dF / d\omega$$

なお、光束は上式を積分して、

$$F = \int Id\omega$$

となる。

図解1-2のような半径 r の球の中心 O にすべての方向の光度が 100cd であるような光源があるとすれば、立体角の定義から、

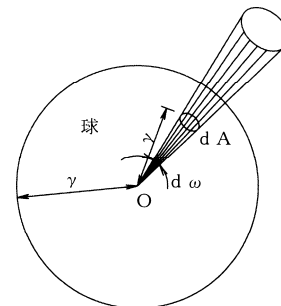
$$d\omega = dA / r^2$$

であるから、この光源の全光束は、

$$4\pi r^2$$

$$F = \int Id\omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} I = 4\pi I \doteq 1,257\text{lm}$$

となる。



図解1-2

(7) 照 度

ある面積 A (m^2) に光束 F (lm) が一様に入射しているときは、その面の照度 E (lx) は、

$$E = F / A$$

となる。また、光束と光度との関係から、光源からその面までの距離を r (m) とすれば、

$$F = \int I d\omega = IA / r^2$$

であるから、

$$E = I / r^2$$

したがって、照度は光源の光度に比例し、光源からの距離の2乗に反比例する。

平均路面照度という場合は、路面が光源などで照射される程度を示すもので、対象とする路面に入射する光束をその路面の面積で割ったものである。道路照明では灯具が道路の軸に沿ってほぼ等間隔に配置されているので、このうちの代表的な灯具間隔の一つについての平均値を用いる。

(8) 輝 度

光源や灯具またはこれらの光を反射している面などを、ある方向から見たときの明るさの程度を示すものが輝度であり、微小面からある方向への光度が (cd) で、微小面のその方向の見かけの面積が (m²) ならば、その面積の輝度は (cd/m² または nt) となる。

路面輝度という場合は、路面に入射した光束のうち路面で反射されて運転者の目に向かうものの程度を示し、運転者から見た路面そのものの明るさを表す。同じ照明条件においても、その輝度は路面の種類およびその乾潤の程度によって変化する。照明設計時には、乾燥した路面に対する輝度をその照明施設の路面輝度とする。平均路面輝度とは、前方路面上の輝度の透視図的な平均値であり、(cd/m²) で表される。

(9) 光色と演色性

光色とは光源の見かけの色をいい、演色性とは照明による物体色の見え方を決定する光源の性質のことである。同じ白色に見える光源であっても、その種類によって一般には分光分布が違っているので、演色性は異なる。

(10) 照 明 率

照明率の値は、対象とする車道幅員と灯具の取付高さの比、灯具の配光等により変化する。トンネルの場合は、直射成分以外に路面、壁面、天井面による相互反射成分が加わる。

(11) 平均路面輝度

平均路面輝度とは、前方路面上の輝度の透視図的な平均値である。路面輝度とは、路面に入射した光束のうち路面で反射されて運転者の目に向かうものの程度を示し、運転者から見た路面そのものの明るさを表す。同じ照明条件においても、路面輝度は舗装の種類及びその乾湿の程度によって変化する。照明設計時の路面輝度は、乾燥した路面を対象とする。

(12) 輝度均斉度

路面の輝度分布は通常均一ではない。輝度均斉度は、この分布の均一の程度を数値的に示そうとするものであって、二つの種類がある。

$$(イ) \quad u_0 \text{ (総合均斉度)} = \frac{L \min}{L}$$

ただし、 L は平均路面輝度、 $L \min$ は車道上の最も暗い場所の輝度である。

$$(ロ) \quad u_\ell \text{ (車線軸均斉度)} = \frac{L \min(\ell)}{L \min(\ell)}$$

ただし、 $L \max(\ell)$ 、 $L \min(\ell)$ はそれぞれ各車線の中心線上で測定した最大輝度および最小輝度である。

通常 u_ℓ は、各車線に関する u_ℓ の値のうち最も小さいものをとる。

u_0 (総合均斉度) は、路面上の対象物の見え方を左右する均斉度であり、 u_ℓ (車線軸均度) は、前方路面の明暗による不快の程度を左右する均斉度である。

(13) グレ ア

視野内の他の部分に比べて極端に高い輝度をもつ物体がある場合、この物体によって生ずる感覚がまぶしさである。まぶしさは、不快であるばかりでなく、対象物を見えにくくする。“まぶしさ”を全然感じない条件のもとでも、視野の周辺の輝度によって、対象物が見えにくくなる場合もある。

まぶしさも含めてこのような現象をグレアという。グレアには、不快感を与える不快グレアと、対象物見え方に影響を与える視機能低下グレアがある。

(14) 外部条件

道路に隣接する建物の照明、広告灯、ネオンサイン等の先は運転者にグレアやちらつきを与えたり、その明るさのために、道路とその周辺を不明確にしたりするなどの影響を及ぼす。また、これらの道路の周辺の明るさの程度によって、道路照明が運転者にグレアを与えることがある。すなわち、道路周辺が明るい場合には道路照明によるグレアは少ないが、暗い場合には道路照明によってグレアをより強く感じる事となる。これらのことから平均路面輝度、グレアは、このような道路外部の光の影響を考慮して設定する必要がある。

ここでは、道路交通に影響を及ぼす光が道路沿道に存する程度をA・B・Cの3ランクで表すこととする。外部条件Aは、道路交通に影響を及ぼす光が沿道に連続的にある状態をいい、一般的には人口集中地区(D I D)がこのような条件に相当するであろう。外部条件Bとは、道路交通に影響を及ぼす光が沿道に断続的にある状態をいい、走行に及ぼす影響が比較的小さい都市近郊部の状態に相当するであろう。また外部条件Cとは、道路交通に影響を与える光がほとんどない状態をいう。なお、外部条件の設定にあたっては、当該地域の開発計画等を十分考慮する必要がある。

(15) 調 光

調光には、光源光束を低下させる減光と、照明器具内に複数個備え付けられた光源のいくつかを消灯する減灯、あるいは、一つの照明柱に複数個取り付けられた光源のいくつかを消灯する減灯がある。連続的に照明されている場合、間引き消灯される場合があるが、これも広義の調光といえる。

(16) 灯 具

ここでいう光源とは、けい光水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ、低圧ナトリウムランプ、けい光ランプなどの放電ランプやその他の電球類をさす。照明器具とは、これらの光源の配光を制御する機能をもち、これらを固定したり保護したりする器具をいい、本体、ソケット、反射板、照明カバーなどから構成されている。

(17) 相対閾（いき）値増加

道路上にある障害物が見えるのは、背景（路面や壁面等）と対象物（障害物）との間に輝度の差（明暗）があるからで、この輝度差が小さい場合、対象物は背景と同化して見えなくなる。この見えなくなる限界の輝度差を「輝度差弁別閾（いき）」（ ΔL_{\min} ）といい、対象物が視認できる最小の輝度差を意味する。これに視機能低下グレアが加わる条件下では、さらに大きな輝度差（ $\Delta L_{\min}'$ ）がないと対象物を視認することができなくなる。この時「 $(\Delta L_{\min}' - \Delta L_{\min}) / \Delta L_{\min} \times 100$ （%）」により求められる値を相対閾値増加という。

(18) 誘導性

運転者が道路を安全に走行するためには、前方の道路線形の変化及び分合流の状態等を予知する必要がある。このため、道路には区画線や視線誘導標等が設けられているが、これらに加えて適切に配置された道路照明施設は、優れた誘導効果をもつ。照明施設によるこのような誘導効果を誘導性という。灯具は不適切に配置すると、道路の線形、分合流等に関して運転者に錯覚を生じさせる恐れがある。

第2節 道路照明施設整備計画

1 道路照明の目的

道路照明は、夜間において、あるいはトンネルのように明るさの急変する場所において、道路状況、交通状況を的確に把握するための良好な視覚環境を確保し、道路交通の安全、円滑を図ることを目的とする。

解 説

道路状況、交通状況等を的確に把握するためには次に示す視覚情報が必要である。

- (イ) 道路上の障害物または歩行者などの存否および存在位置
- (ロ) 道路幅員、道路線形などの道路構造
- (ハ) 道路上の特殊箇所（交差点、分岐点、屈曲部など）の存否および存在位置
- (ニ) 走行車線の路面の状態（乾湿、凸凹など）
- (ホ) 車両の存否および種類、速度、移動方向
- (ヘ) 道路周辺の状況

実際の道路において、運転者は刻々変化する視野の中に含まれる上記のような視覚情報をとらえ、予測及び判断を繰り返しながら、運転操作や歩行を行っている。運転者や歩行者等にとって特に重要なのは、状況の変化が予測可能な十分連続性のある視覚情報を得ることである。

したがって、道路照明は明るさの急変する場所においては、このような視覚情報を的確にとらえ得る良好な視覚環境を作り出すことによって、運転操作上の誤り、あるいは緊張感の持続による疲労を防止し、道路交通の安全、円滑を図ることを目的とする。

ここで、良好な視覚環境を確保するためには、次のような照明の要素に留意する必要がある。

- (イ) 路面輝度（または路面照度や鉛直面照度）
- (ロ) 均 斉 度
- (ハ) グ レ ア
- (ニ) 誘 導 性

これらについては、3-1で詳細に解説している。

2 設置場所

(1) 連続照明

1) 一般国道等

市街地の道路においては、次のいずれかに該当する道路の区間において、必要に応じて照明施設を設置するのがよい。

- (イ) 歩道等の利用者が道路を横断するおそれがあり、自動車交通量および歩道等の利用者数の多い区間
- (ロ) 車両が車線から逸脱するおそれがあり、自動車交通量の多い区間
- (ハ) 上記以外で連続照明を必要とする特別な状況にある区間

2) 高速自動車国道等

次のいずれかに該当する道路の区間において、必要に応じて道路照明施設を設置するのがよい。

- (イ) 市街部の道路で道路に隣接する建物等の光が道路交通に影響を与える区間
- (ロ) 上記以外で連続照明を必要とする特別な状況にある区間

(2) 局部照明

1) 一般国道等

i) 次のいずれかに該当する場所においては、原則として道路照明施設を設置するのがよい。

- (イ) 信号機の設置された交差点または横断歩道
- (ロ) 長大な橋梁
- (ハ) 夜間の交通上特に危険な場所

ii) 次のいずれかに該当する場合においては、必要に応じて道路照明施設を設置するものとする。

- (イ) 交差点または横断歩道
- (ロ) 歩道等
- (ハ) 橋 梁
- (ニ) 道路の幅員構成、線形が急激に変化する場所
- (ホ) 踏 切
- (ヘ) 駅前広場等公共施設に接続する道路の部分
- (ト) 乗合自動車停車所
- (チ) 料金所広場
- (リ) 休憩施設
- (ス) 上記以外で局部照明を必要とする特別な状況にある場所

2) 高速自動車国道等

i) 次のいずれかに該当する場所においては、原則として道路照明施設を設置するものとする。

- (イ) インターチェンジ
- (ロ) 料金徴収所
- (ハ) 休憩施設

ii) 次のいずれかに該当する場所においては、必要に応じて道路照明施設を設置するのがよい。

(イ) 道路の幅員構成、線形が急激に変化する場所

(ロ) 橋 梁

(ハ) 乗合自動車停車所

(ニ) 上記以外で局部照明を必要とする特別な状況にある場所

(3) トンネル照明（一般国道等、高速自動車国道等）

トンネル等においては設計速度、延長、交通量等に応じて道路照明施設を設置するものとする。

解 説

道路照明施設は本来すべての道路に設置されることが望ましいことであるが、照明施設を設置し、これを維持するのに要する費用は決して少ないものではない。したがって、照明施設の設置は広い意味での投資効果を考慮して判断する必要がある。すなわち、照明施設は道路または交通の状況からみて、交通事故が発生するおそれの多いところで、道路照明により事故の減少が図れるところ、あるいは照明によって便益を受ける道路利用者の多いところを優先して整備する必要がある。

なお、設置場所を一般国道等と高速自動車国道等別に定めたのは、それぞれの道路機能が本質的に異なっており、それぞれの道路条件、交通条件から要求される照明の必要性もまた異なるものがあるからである。

(1) 連続照明

1) 一般国道等

一般国道等における連続照明の設置は歩行者、自転車等の通行状況、沿道からの光が道路交通に及ぼす影響等を考慮して、市街部の道路を対象とすることとし、道路照明施設の設置による夜間事故の減少の便益等を勘案して25,000台/日以上の場合には原則として設置することとした。

(イ) 歩道等の利用者が道路を横断するおそれがあり、自動車交通量および歩道等の利用者数の多い区間

(ロ) 車両が車線から逸脱するおそれがあり、自動車交通量の多い区間

(ハ) 上記以外で連続照明を必要とする特別な状況にある区間

2) 高速自動車国道等

高速自動車国道等は、歩行者、自転車交通が排除されていること、沿道からの車両の出入制限がなされていること、往復車線が分離されていることなどにより、一般国道等に比べ事故率は極めて低い。このため、高速自動車国道等については、交通量による設置場所の選択基準は示していない。

高速自動車国道等における連続照明は、次の区間を対象とする。

i) 市街部の道路で、道路に隣接する建物等の光が道路交通に影響を与える区間。

道路に隣接する建物等の照明が道路交通に影響を与える区間とは、道路に沿って建物の照明、広告灯、ネオンサイン等の光が存する場合、あるいは、並行する道路に照明施設が設置されている場合のように、道路外部からの光が運転者にグレアを与えたりするなどにより走行の安全、円滑を損なうおそれのある区間をいう。市街部の道路において、このような状況にある区間では、必要に応じて照明施設を設置することとした。

ii) 上記以外で連続照明を必要とする特別な状況にある区間

i) 以外でも、霧等が発生しやすいなど特殊な気象条件下にある区間、路肩、車線、中央帯の幅員が標準値以下に縮小されている区間、夜間交通が著しく複雑となる区間、設置されているインターチェンジ、休憩施設等、道路照明施設が設置されている場所には含まれた区間でその延長が1km以下の区間、連続照明のある他の道路と連続している区間などにあつては、必要に応じて照明施設を設置することが望ましい。

(2) 局部照明

局部照明を設置すべき場所として、次の(イ)～(ハ)に該当するものを取りあげた。

- (イ) 交通流が局部的に複雑となるような場所で、道路状況、交通流の状況を照明により明確にすべき場所およびそのような場所の存在を運転者に予知させるべき場所（交差点、横断歩道、歩道等、橋梁、駅前広場、インターチェンジ等）
- (ロ) 道路の平面線形、縦断線形が複雑ないしは厳しい状態にあり、照明により道路状況を明確にすべき場所（屈曲部、坂路等）
- (ハ) 道路付属施設の利用のためおよびその存在を明示するために照明すべき場所（休憩施設、乗合自動車停車所、料金徴収所等）

道路照明施設は、交通事故の危険性等から特に重要度の高い場所に原則として設けるものとし、他の交通安全施設との補完性、利用ひん度あるいは経済性等を加味して設置の要不要を考えるべき場所には必要に応じて設けるのがよい。夜間において各場所に必要な照明効果が、他の照明施設により十分に得られる場合においては、照明施設を設置しなくてもよい。

1) 信号機のある交差点、横断歩道

交差点は交通の方向が変換する場所であり、交通の流れが複雑に錯綜するため走行上危険な場所であるといえる。したがって、このような場所は遠方からその存在を示し、自動車の進行方向の視覚状況を良くする必要がある。

横断歩道およびその付近は、歩行者および自転車が頻繁に往来する場所であり、夜間においては、交通の安全上特に運転者から明確に視認されるべき場所である。

交差点・横断歩道のうち、信号機の設置されたものを原則として設置することとしたのは次による。すなわち、信号機は「信号機設置の指針」（平成16年8月13日付け警察庁交通局交通規制課長通達）に基づいて、事前に交通量、交通事故発生状況、交差点形状等を調査・分析するとともに、交通規制等他の対象により代替が可能か否かについて検討し、設置することになっており、信号機の設置された交差点や横断歩道はそれ以外の交差点や横断歩道に比べ、重要な場所と考えられるためである。

ただし、信号機が設置されていてもそれがもつばら昼間のみ使用されるようなもの（例えば押しボタン式または夜間点滅運用している信号機）である場合には、必ずしも道路照明施設を設置する場所とはならない。

2) 歩道等

「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」による重点整備地区のような特別な状況にある歩道等においては、歩行者等の交通の安全かつ円滑な移動を確保するために、必要に応じて照明施設を設置するのがよい。

3) 橋 梁

橋梁には次の理由により照明が必要と考えられる。

- (イ) 道路幅員が一般部よりも縮小されている場合があり、事故の発生するおそれが高い。
- (ロ) 霧などが発生しやすく、走行条件が悪くなりやすい。
- (ハ) 一旦事故が発生すると逃げ場がなく、二次的事故につながりやすく、また交通のネックとなるため、他に与える影響も大きくなりやすい。

このため、一般国道等の長大な橋梁においては、原則として設置することとし、その他の橋梁については交通の状況により、必要に応じて設置するのがよい。ただし、長大な橋梁にあっても、気象条件が良好で幅員の縮少幅も小さいなど、事故の危険性が高くないと考えられる場合には、設置の必要性あるいは橋梁全体にわたって照明施設を設置する必要性等について十分検討する必要がある。

4) 夜間交通上特に危険な場所

夜間における交通事故の発生原因は多様で、必ずしも照明施設を設置すればすべての事故が防止できるものではない。しかしながら、同一箇所では夜間の事故が多発している場合には、その場所に固有な道路条件、交通条件等に起因していると考えられるため、照明施設の設置により事故防止が期待し得る。このような場所では、原則として照明施設を設置するものとした。

5) 道路の幅員構成が急激に変化する場所

道路の幅員構成が急激に変化する場所とは、次のようなところである。

- (イ) 車線数が急激に減少する場所（片側2車線以上の道路において車線数が減少する場所）
- (ロ) 車道幅員が急激に減少する場所（車数区分のない道路において急に幅員が狭くなる場所）
- (ハ) 路肩幅員が急激に変化する場所

このような場所では、合流等により走行上危険となるところがある。したがって、このような場所では道路状況を明らかにし、交通の安全を確保するため必要に応じて照明施設を設置するのがよい。

6) 道路線形が急激に変化する場所

道路線形が急激に変化する場所とは、次のようなところである、

- (イ) 見通しの悪い屈曲部、屈折部
- (ロ) 平面線形の連続性が悪い場所（曲線半径が大きく変化する場所）
- (ハ) 縦断線形の連続性が悪い場所（縦断曲線が大きく変化する場所）

このような場所では、一般に道路の平面形状の予告、縦断形状の予告、交通流の変化の予告等の警戒標識を設置することになっているが、交通状況に応じて照明施設を設置するのがよい。

7) 踏 切

鉄道と交差する踏切は、遠方から鉄道路踏切の存在を予知させるとともに、付近の道路状況を見通すための照明が必要である。ただし、踏切遮断機その他の保安設備が設置されている場合、その他交通状況によっては設置しなくてもよい。必要に応じ、照明施設を設置するのがよい。

8) 駅前広場等公共施設に接続する道路の部分

駅前広場、市民会館、病院等の大規模な公共施設に接続する道路においては、これらの施設への交通需要が多く、その出入交通のため、その付近では交通流の乱れが生じやすくなる。したがって、これらの施設に接続する道路の部分には、必要に応じて照明施設を設置するのがよい。

9) 乗合自動車停車所

乗合自動車停車所は、バス乗客の乗降のため車道から分離し専用使用するバス停車帯（バスベイ）と、バス乗客の乗降のため本線の外側車線をそのまま使用するバス停留所（バスストップ）とがある。

このうち、恒久的な施設であるバス停車帯についてはバスの発着ひん度等を考慮して照明施設

を設置するのがよい。

10) 料金所広場

本線料金所、インターチェンジ料金所では通常車線数より多くブースが設けられ、ブース前後の料金所広場で相互に他車の動きに合わせて調整走行を行いながらブースに出入りするため、料金徴収所付近を全体的に照明する必要がある。また、料金徴収のため車種形態を判別するための照明が必要である。したがって、高速自動車国道等においては、原則として照明施設を設置することとするが、一般国道において、料金所広場の利用形態等を勘案して、必要に応じて照明施設を設置するのがよい。

11) インターチェンジ

- i) インターチェンジの局部照明とは、ランプ（本線と他の道路とを連絡する道路部分で、有料道路の場合、料金徴収所がランプに設けられるときには、料金徴収所広場および他の道路までの取付区間も含む。）およびランプ接続点付近の本線に設置する照明をいう。
- ii) 全体を照明する必要のないインターチェンジのランプ部分等では、道路および交通の状況を遠方より予知させ、またその付近における交通を円滑にさせるため、原則としてランプの接続部付近に照明施設を設置することとするが、交通量が少ないなど道路および交通の状況によっては省略することができる。

12) 休憩施設

休憩施設には、出入制限された道路に必要なに応じて設けられるパーキングエリアとサービスエリアおよび一般道路に設けられる道の駅等がある。

パーキングエリアまたはサービスエリアにおいては、本線部と休憩施設に取り付くランプの接続部での照明のほか、休憩施設内の駐車、車の点検、食堂、便所へのアプローチ等のため休憩施設敷地の全体的な照明が必要となる。

また、道の駅等においては、駐車場やトイレなどがあり、必要に応じてそれらの施設および施設間に照明を設置するのがよい。

(3) トンネル照明

トンネル等は、一般部と異なり昼間においても照明を必要とすることや、周囲が側壁等で閉鎖されているため、走行上特に注意を要するなどの特殊性を有している。さらに道路幅員が一般部よりも縮小されている場合があり、事故の発生する恐れが高いため、特に安全を確保する必要がある。このため、トンネル等には設計速度、交通量、延長、構造、線形等に応じた適切な照明施設を設置するものとした。

なお、運転者の眼は、明るいところから暗いところに移行するときは順応時間が長く、暗いところから明るいところに移行する時は順応時間が短い。したがって、トンネル等にあっては眼の順応を円滑に行うため、昼間においても照明施設が必要となる。

3 道路照明施設の整備計画の基本

道路照明施設が計画的、効果的に整備されるよう、道路状況、交通状況はもちろんのこと道路周辺の土地利用、交通施設等について十分調査し、漏れ光による影響や地域景観を考慮した適切な整備計画を立てるものとする。

解 説

(1) 局部照明の設置の優先度

照明施設の設置及び維持管理に要する費用は決して少ないものではなく、その整備に際しては、広い意味での投資効果を考慮して計画的に実施する必要がある。すなわち、道路または交通の状況からみて夜間における交通事故の発生する恐れの高いところほど優先度が高くなる。

(2) 局部照明の施設整備に際しての留意点

照明施設は、沿道の諸活動あるいは鉄道等他の交通に対して、種々の影響を及ぼすことがある。

また、照明施設は一旦設置すると撤去が容易でない。したがって、照明施設の整備に際しては、沿道土地利用、道路幅員、占用物件、他道路及び鉄道等との位置関係等を事前に調査し、漏れ光による影響や地域景観を考慮した適切な整備計画を立てる必要がある。

①沿道土地利用などへの配慮

照明施設の設置対象道路が住宅地を通過する場合、果樹園、田畑を通過する場合、あるいは養殖場や漁場付近を通過する場合においては照明施設が住環境や、農作物の生育、養魚、漁場などに影響を及ぼすことがあり、照明の特定方向への遮光、点灯時間帯等について十分検討しておく必要がある。また、商店街を通過する場合は特に光源の演色性に留意する必要がある。

②他の道路、交通施設等との調整

- i) 立体交差点あるいは道路が並行して走る場合においては、一方の照明光が他の道路を走行中の運転者に影響を及ぼすことがあるため、照明施設の設置に際しては、相互の調整を図る必要がある。
- ii) 鉄道に隣接して照明施設を設置する場合は、列車の運行への影響を考慮して光源、灯具の位置や配光を決める必要がある。
- iii) 交差点において、交差する道路の管理者がそれぞれ異なる場合には、統一性のある照明施設が整備されるよう、設置に際しては道路管理者間で調整を図る必要がある。

③他の施設との調整、地域景観への配慮

- i) 照明柱の設置によって、道路標識、信号機などへの視認性を損なわないようにする必要がある。

また、電柱、道路標識、信号機等が集中すると、歩行空間を狭めるだけでなく、景観的にも乱雑なものとなる。したがって、このようなところではこれらを統合して、一つの柱に設置することや電柱共架にすることを考える必要がある。特にこれらが集中しやすい交差点では統合化について検討すべきである。

- ii) 照明施設が地域景観との調和を損ねないよう計画、設計することは当然であるが、例えば、都市の表玄関になるような場所、メインストリートあるいは橋梁上に設けられるものは、良好

な景観形成に配慮した適切な形状・色彩とするものとし、地域景観、都市美を創出すべく、光源、照明器具、ポール等の選定に配慮する必要がある。

iii) 局部照明やトンネル照明など異なる照明施設に挟まれた道路でその延長が短い区間に照明施設を設置する場合は、前後の照明施設を含む区間全体において、明るさなどの連続性を考慮する必要がある。

④照明施設の段階的施工

新設、改築の道路にあって、交通量がある程度に増加後、照明施設を設置または増設しようとする場合、沿道状況の変化により配管、建柱に際して施工性が悪くなり、経費がかさむことがあるので、配管、ポール基礎についてはあらかじめ施工しておいた方がよい場合がある。特に橋梁についてはポール取付部等をあらかじめ施工しておくのがよい。

(3) トンネル照明の施設整備に際しての留意点

①計画

道路トンネルは、トンネル及びその前後に接続する道路が一体となって道路としての機能を果たすものであり、トンネル単独で考えるのではなく、道路の一部を構成するものとして計画する必要がある。また、道路トンネルの照明施設は、トンネルの形状・構造などとも関連するので、トンネル建設の全体の一環として計画する必要がある。

②調査

トンネル照明の計画・設計にあたっては、トンネルの形状・構造、交通条件、坑口付近の環境及び関連施設の状況などについて調査を行う必要がある。

i) トンネルの形状・構造

トンネルの形状・構造の調査は、トンネル照明の構成、灯具の選定や取付位置、照明率などの算出に必要となる。このため、トンネルの延長形状、幅員構成、建築限界、平面及び縦断線形、路面や壁面及び天井面の仕上げと反射率などの調査が必要となる。その他、内装の有無についても、照明施設の設計に用いる照明率及び視環境などに影響を与えるため、構造及び光反射特性の調査が必要となる。

ii) 交通条件

交通条件は、照明方式の検討、路面輝度及び保守率の決定などに必要となる。このため、設計速度、交通量、交通方式、道路種別などの調査が必要となる。なお、トンネルの照明施設設計に用いる設計速度は、一般にはトンネル本体の設計速度が基本になるが、道路線形等の幾何構造の他、交通の状況、最高速度の制限等の交通規制の状況などに応じて適宜定めることとなるのでこれらの調査も必要となる。

iii) 坑口付近の環境

坑口付近の環境の調査は、入口部照明や出口部照明の明るさ及び接続道路の照明の必要性などを検討するために必要となる。このため、坑口の方位、坑口付近の地形・地物の状況、接続する道路の線形（平面線形、縦断勾配）及び気象状況などの調査が必要となる。

iv) 関連施設の状況

換気施設、非常用施設等の関連施設の状況の調査は、照明施設の規模、方式、配置・配列、配線及び運用などに関連する前提条件を設定するために必要となる。換気施設は、照明施設と密接

な関係にあることから換気施設の計画内容及び煤煙の設計濃度（煤煙透過率）などについて調査が必要となる。また、トンネル内で火災その他の事故が発生した場合などの非常時には、所要の明るさを確保する必要があることから、非常用施設の計画及び運用について調査が必要となる。また、トンネルは、照明施設や換気施設等にかかる消費電力が大きく、かつ山間部に位置することが多いことから、上記の関連施設の規模等を踏まえて早い段階から受電計画に取り組むことが必要である。

v) 維持管理

施設の維持管理を効率的、経済的に行うため、当該トンネルに近隣のトンネルや同等規模のトンネルにおいて、交通条件、運用・制御方法などについて調査が必要となる。

第3節 局 部 照 明

1 局部照明の一般原則

局部照明は、それぞれの整備目的を十分考慮のうえ、適切な光源、照明器具、灯具の配置方法等を選定するものとする。

解 説

局部照明は、交通流が局部的に複雑となるような場所、道路の平面線形、縦断線形が複雑な場所等において、交通状況、道路状況等を明確にすることを目的として整備するものである。

局部照明に用いる光源、照明器具、灯具の配置方法等は、各局部照明の目的に基づいて選定し、照明方式については連続照明の規定を準用する。

連続照明区間に局部照明を整備する場合は、路面輝度、灯具配光等を考慮して局部照明のための灯具の配置を行うことが必要である。

2 交 差 点

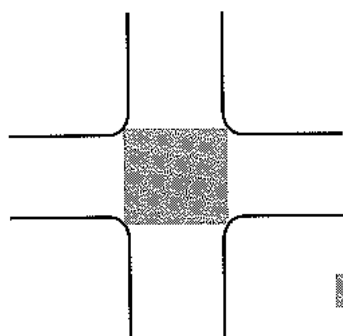
交差点の照明は、道路照明の一般的効果に加えて、これに接近してくる自動車の運転者に対してその存在を示し、交差点内および交差点付近の状況がわかるようにするものとする。

解 説

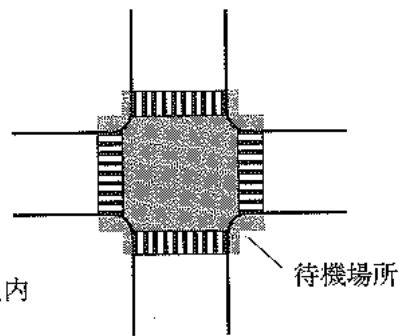
交差点の照明は、3-6に示す輝度分布を考慮し、進路を変更しようとする自動車の前照灯効果の及ばないところを補い、交差点に接近してくる自動車の運転者に対して以下の役割を果たすことを目的としている。

- ①遠方から交差点の存在がわかること。
- ②交差点付近に存在する他の自動車、歩行者等が交差点より手前から識別できること。
- ③交差点内に存在する他の自動車、歩行者等が交差点内において識別できること。

交差点内とは、原則として平面交差する道路部分を対象とし、図解3-1に示す。また横断歩道がある場合は、歩行者等の見え方が交通事故防止には特に重要であり、横断中及び横断しようとしている歩行者等の見え方を考慮し、図解3-2に示すように横断歩道部と歩行者等の待機場所（1m程度）までを含む範囲を交差点内と考えるとよい。



図解3-1 交差点内の範囲



図解3-2 横断歩道のある交差点内の範囲

交差点内の明るさは、平均路面照度20lx程度、かつ照度均斉度は0.4程度（路面上の最小照度を平均路面照度で除した値）を確保することが望ましい。また、車両や歩行者等の交通量が少なく、周辺環境が暗い交差点においても、平均路面照度が10lx以上を確保することが望ましい。なお、交差点内の横断歩道上の平均路面照度は、交差点内と同程度の値を確保することが望ましい。

交差点が連続照明区間内に存在する場合には、交差点内を連続照明区間より明るくすることが望ましい。さらに、灯具配置などで連続照明との間に変化を付けることにより交差点の存在を強調し、それを交差点に進入しようとする自動車運転者に示すことができる。

各種の交差点における灯具の配置についての考え方については図解3-3～3-12による。

なお、ポール照明以外の照明方式を採用する場合には、誘導性を十分検討して適切に灯具を配置する必要がある。

(1) T字路

図解3-1は、T字路における灯具の配置例を示したものである。

各灯具の主要効果は次のとおりである。灯具Aは、道路①より左折する自動車の前方を照明し、②、③より直進する自動車に対して①より右左折する自動車のあることを示す。灯具Bは、道路①よりT字路に接近しつつある自動車に対して、道路の終端および終端付近の状況を示す。

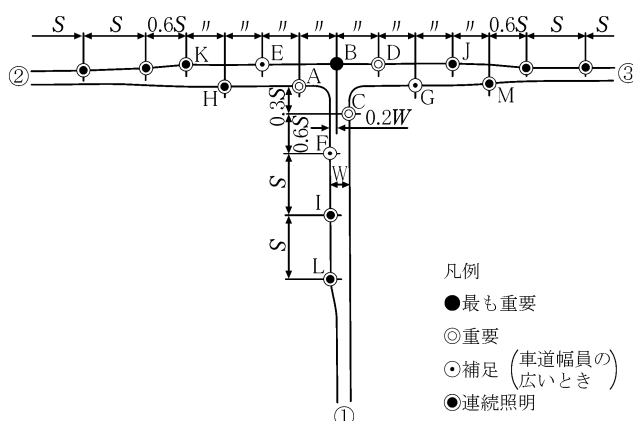
灯具Cは、道路②より右折または③より左折する自動車の前方を照明する。

灯具Dは、道路①より右左折する自動車に対して、道路③より左折または直進しつつある自動車の存在を示すと同時に、道路①より右折する自動車の前方を照明する。

灯具E・F・Gは、道路の幅員が広く明るさが確保できない場合にそれぞれ灯具A・C・Dの効果を補うものである。

灯具H・J・K・Mは、それぞれ連続照明の灯具を示すもので、原則的としてこのT字路の照明には含まれない。道路①には連続照明が設けられていないが、灯具I・Lは幅員構成の変化を明示するための照明である。

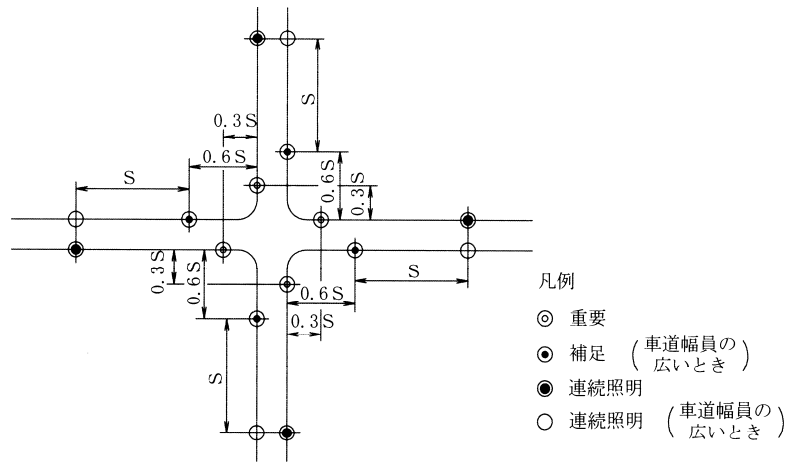
以下各交差点の灯具配置は上述の効果を原則としている。



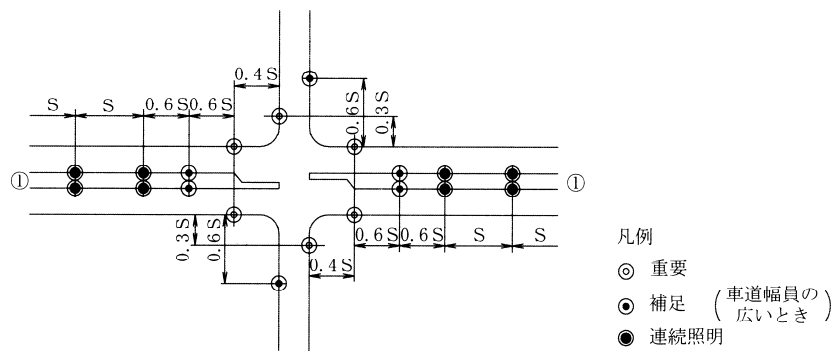
図解3-3 T字路における灯具の配置例

(2) 十字路

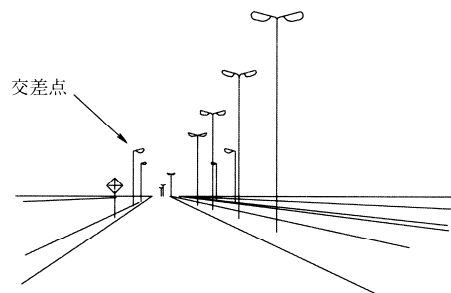
図解3-4～図解3-9は、種々な十字路における灯具の配置例を示したものである。



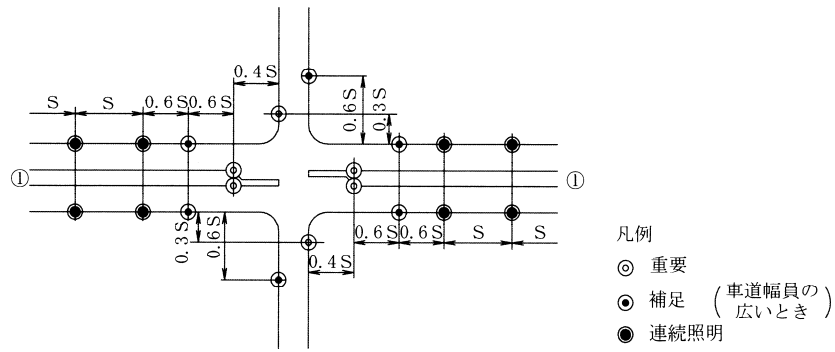
図解3-4 同程度の幅員を有する道路の十字路の灯具の配置例



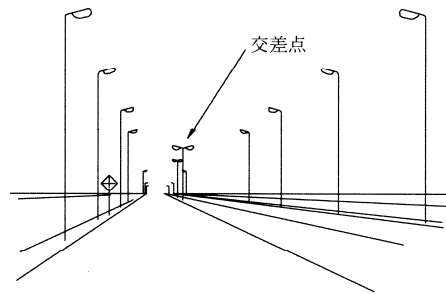
図解3-5 照明施設を中央帯に配列する場合の灯具の配置例



図解3-6 図解3-5により配置した場合の透視図



図解3-7 照明施設を路側に配列する場合の灯具の配置例



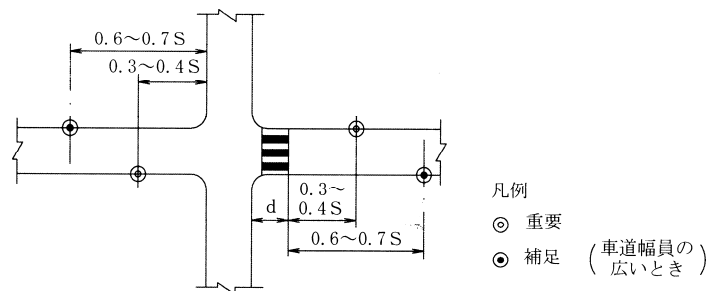
図解3-8 図解3-7により配置した場合の透視図

図解3-4は同程度の幅員を有する道路の十字路における灯具の配置例であり、各灯具の主要効果は前記T字路の場合と同様である。

いずれか一方の道路の交通量が少ない場合には、その道路の灯具は省略してもよい。

図解3-5及び図解3-7は、それぞれ中央帯を有する道路（道路①）が、他の道路と交差している場合の灯具に配置例を示すものであり、各灯具はT字路について述べたような効果を有すると同時に、主道路位置の照明施設の配置を交差点で明確に変え、交差点の存在をわかりやすくしてある。図解3-6及び図解3-8は、それぞれの場合において道路①から見た透視図を示したものである。

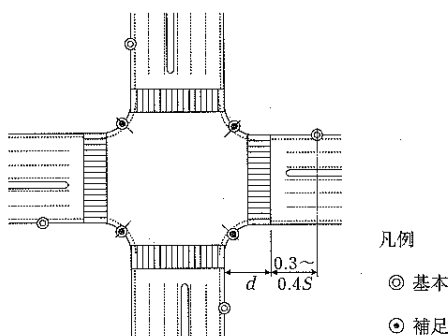
図解3-9は交差点付近に横断歩道が設けられている場合にお灯具配置例を示したものであって、この考え方は図中に示す距離 d が概ね $0.3S$ より小さい場合のみ適用し、これ以上の場合には、3-3と合わせて検討するのがよい。各灯具の効果や重要性は図解3-3と同様である。



図解3-9 横断歩道のある十字路における灯具の配置例

図解3-10は道路幅員が広く、横断歩道が設けられている交差点で、図解3-4～図解3-9を参考に灯具を配置しても交差点内の明るさが確保できない場合に、隅切り部に灯具を補足することで効果的に交差点内の明るさを確保し、右左折時の横断歩行者の見え方を向上左折配置例である。

なお、隅切り部への灯具の配置においては、運転者からの歩行者等の見え方に影響を与えないように配慮する必要がある。



図解3-10 隅切り部への灯具の配置例

(3) Y 字 路

Y字路は、走行している道路が前方で右および左に分岐するもので、運転者に対する誘導性が特に重要である。

図解3-11(a)、(b)は、それぞれ右および左に分岐しているY字路を示す。

図解3-11(a)の灯具Aは、道路③より①へ左折する自動車の前方を照明すると同時に道路②より①へ直進する自動車に対して道路③より左折しつつある自動車が存在することを示す。

灯具Bは、道路①より②に直進する自動車に対して、道路③より②に右折しつつある自動車の存在を示し、③より②に右折する自動車の前方を照明する。

灯具Cは、道路①より③へ分岐する自動車に対して、分岐点付近を照明し道路③の存在を明瞭にする。

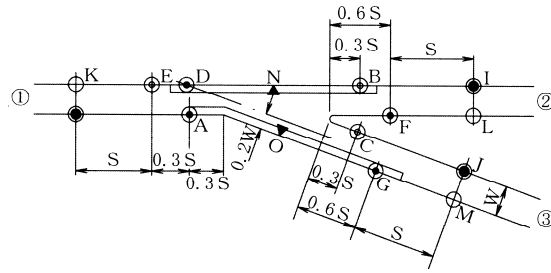
灯具Dは、道路③より分岐点に接近しつつある自動車に対して、道路③の終端付近の状況を示す。

灯具E・F・Gはそれぞれ道路の幅員が広く明るさが確保できない場合、それぞれ灯具A・B・Cの効果を補うもので、狭い道路では省略してもよい。ただし、狭い道路でも、このY字路に連続して道路照明を行う場合は、この位置から開始する必要がある。灯具H・I・Jはそれぞれ連続照明の灯具を示すもので、原則的にはこのY字路の照明には含まれない。

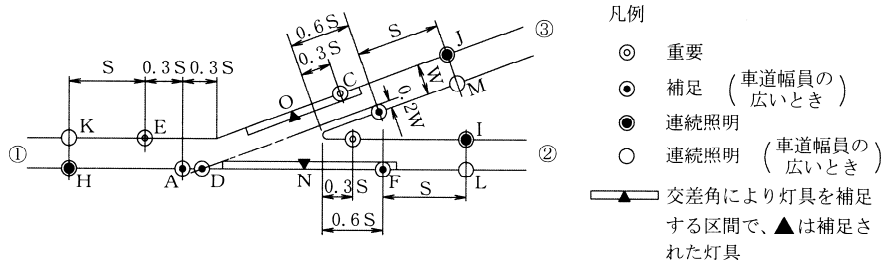
灯具K・L・Mはそれぞれ道路の幅員が広く、向き合わせ配列が必要な場合の灯具の位置を示す。灯具BD間および灯具AC間の距離は、交差角によっていろいろ変化するが、これらの灯具の間隔が広くなることで、明るさが確保できない場合は灯具を増設する必要がある。灯具N・Oはその例である。

また、交差角によって灯具EとDがごく接近して、その間隔が $0.3S$ 以下になる場合には、二つの灯具を設けるべき地点の中間に灯具を1灯設置し、これで兼用させてもよい。さらに道路③が一方通行で、分岐する方向だけの交通しかない場合には、灯具Dを省略してよい。

図解3-11(b)の灯具Aは、道路③より①に合流する自動車の前方を照明すると同時に、道路②より①へ直進する自動車に対して、道路③より①に合流しつつある自動車が存在することを示す。



(a) 右分岐における灯具の配置例



- 凡例
- ◎ 重要
 - 補足 (車道幅員の広いとき)
 - 連続照明
 - 連続照明 (車道幅員の広いとき)
 - ▲ 交差角により灯具を補足する区間で、▲は補足された灯具

(b) 左分岐における灯具の配置例

図解3-11 Y字路における灯具の配置例

灯具Bは、道路①より②へ直進する自動車に対して道路③より①に合流しようとする自動車の存在を示し、道路③と②の分岐点付近を照明し道路②の存在を明瞭にする。

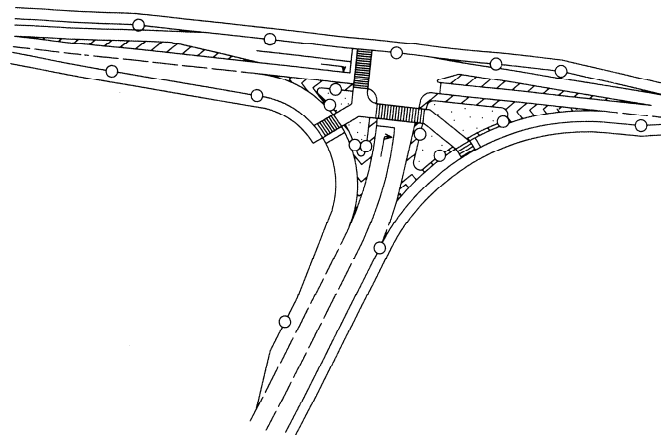
灯具Cは、道路①より③へ分岐する自動車および道路②より③へ右折する自動車の前方を照明する。

灯具D以下は、図解3-11(a)と同じ効果をもつ。

(4) 特殊な交差点

特殊な交差点における照明は、上記の組合せと考えることができるが、必ずしも配置例どおり設置することはできないので、その都度交差点内の平均路面照度や照度均斉度を慎重に検討して配置を決定する必要がある。

図解3-12は、チャンネルリゼーションを行った変形交差点において、灯具を配置する場合の一例である。



図解3-12 チャンネルリゼーションを行った変形交差点における灯具の配置例

3 横断歩道

横断歩道の照明は、これに接近してくる自動車の運転者に対して、その存在を示し、横断中および横断しようとする歩行者等の状況がわかるようにするものとする。

解 説

横断歩道の照明は、単路部に単独に存在する横断歩道について規定するものであり、交差点内にある横断歩道の照明については 2 交差点によるものとする。

横断歩道は、歩行者が車道を横断するように指定された場所であり、ここでは特に歩行者等の安全を確保しなければならない重要な場所である。したがってその照明は、自動車の運転者が横断歩道の存在を知り、そこを横断中の歩行者が良く見え、また、横断しようとして歩道の縁石あるいは路端に立っている歩行者も良く見えることが重要である。

横断歩道の照明方式は、運転者から見て歩行者の背景を照明する方式を原則とするが、背景の明るさを確保することが難しい場合などには、歩行者自身を照明する方式を選定することができる。

以下にそれぞれの照明方式とその照明要件を示す。

(1) 歩行者の背景を照明する方式

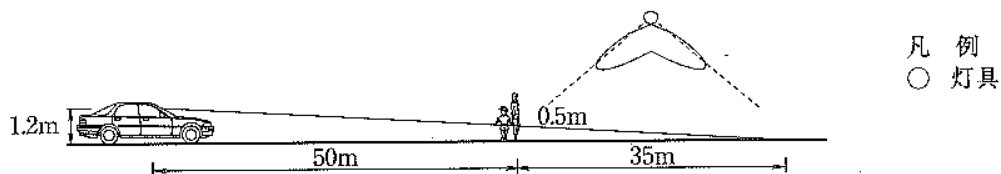
1) 連続照明のない場合

通常、横断歩道上またはその付近にいる人物の路面上0.5mまでの高さを50m手前の運転手から視認できることが必要である。ここで、人物の高さを0.5mとしたのは、人物の一部を対象とすれば、シルエット視によりその存否が確認できること、人物は子供を前提とし子供の身長を1mとして、その下半身の高さを採用したことによる。

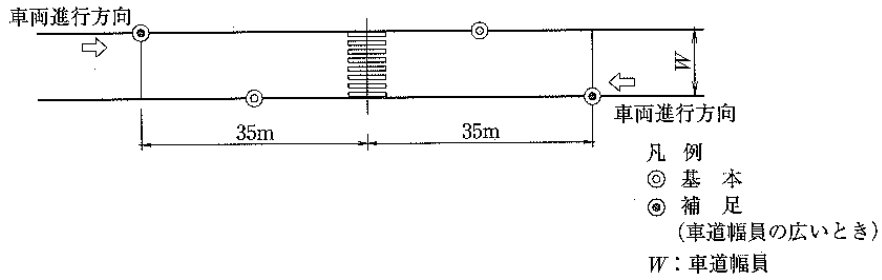
有効な背景として横断歩道の後方35m以上の路面を明るくする必要があるが、明るい路面を背景とする人物のシルエット効果をよくするためには、横断歩道の後方に灯具を配置し、横断歩道の直前には設置しない方がよい。図解3-13参照

平均路面照度は、横断歩道の前後それぞれ35mの範囲を対象に20lx程度を確保することが望ましく、交通量が少なく、周辺環境が暗い場合においても10lx以上を確保することが望ましい。

また、路面の照度分布が不均一になると歩行者等の視認性に影響するため、路面の照度分布はできるだけ均一に保つことが望ましい。



図解3-13 運転者から見た歩行者の背景の長さ



図解3-14 歩行者の背景を照明する方式の灯具配置例

2) 連続照明のある場合

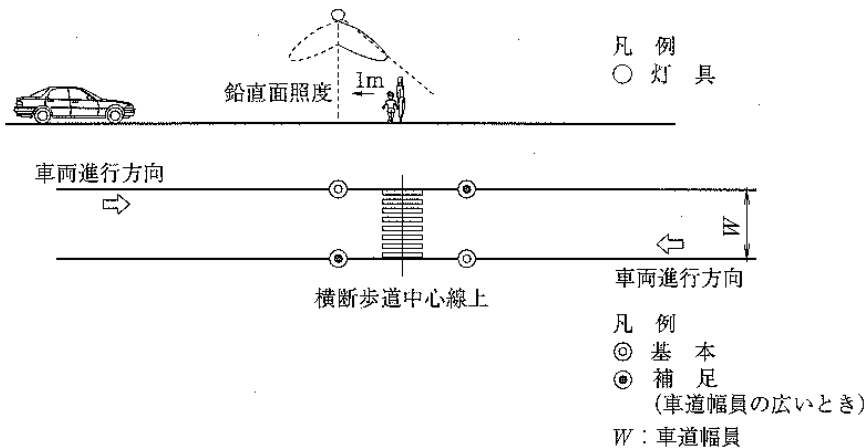
横断歩道が連続照明区間内に存在する場合は、図解3-14に示す配置となるように考慮し、横断歩道の前後それぞれ35mの範囲を連続照明区間より明るくすることが望ましい。

(2) 歩行者自身を照明する方式

横断歩道上の歩行者等を直射光により照明する方式は、将来においても連続照明が設置されない道路や横断歩道が曲線部や坂の上などに設けられ、背景が路面になりにくい場合など、背景の明るさの確保が難しく、シルエット効果が得られにくい場合に適している。

横断歩道上及びその付近の歩行者等を視認するには、運転者方向の鉛直面照度が必要であり、横断歩道中心線上1mの高さにおいて、鉛直面の平均照度は20lx程度を確保することが望ましい。なお、交通量が少なく、周辺環境が特に暗い場合などにおいても10lx以上を確保することが望ましい。ここで、鉛直面照度を高さ1mとしたのは、人物は子供を前提とし、子供の身長を1mとしてその全身を照明し、人物の存否、動き等の視覚情報を得るためである。

灯具は、横断歩道の手前の鉛直面照度が高くなる位置に設置するとともに、横断歩道中心線上の鉛直面照度の分布をできるだけ良好に保つことが望ましい。(図解3-15参照)



図解3-15 歩行者自身を照明する方式の灯具の配置例

4 歩道等

歩道等の照明は、夜間における歩行者等の安全かつ円滑な移動を図るために良好な視環境を確保するようにするものとする。

解 説

歩行者等が歩道等を安全に通行するためには、道路上に存在する障害物や路面の段差などの道路状況を把握するうえで適切な路面照度を確保するのがよい。

路面照度の設定には、交通量や周辺の光環境などを考慮するものとし、視認性の観点から平均路面照度5lx以上とすることが望ましい。また、歩道等の路面に明るさのムラがあると障害物の視認が困難となる。このため路面の照度均斉度（路面上の最小照度を平均照度で除した値）は0.2以上を確保することが望ましい。灯具は、誘導性を考慮し等間隔で連続的に設置することが望ましい。

なお、当該路線の照度及び均斉度が連続照明等によって確保される場合は、歩道等の照明を設置しなくてもよい。

高齢者や障害者などの利用が多く、特に重要であると認められる箇所においては、「道路の移動円滑化整備ガイドライン」（(財)国土技術研究センター）を参考にするとよい。

5 その他の場所

道路の幅員構成・線形が急変する場所、橋梁、踏切、インターチェンジ、料金所広場、休憩施設等を照明する場合は、灯具の配置等に留意するものとする。

解 説

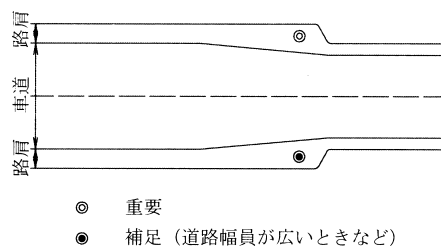
(1) 橋 梁

橋梁の照明は、原則として連続照明の規定に準ずるのがよい。橋梁の構造、その装飾性などによっては、一般部の道路照明そのままでは不適当な場合があるので、下記の事項を考慮する必要がある。

- 1) 橋梁の構造などによっては、灯具の取付高さや間隔が制限されることがある。灯具の取付高さや間隔が制限された場合には、灯具の取付位置に注意して、グレアをできるだけ少なくするようにすることが望ましい。
- 2) 橋梁によっては、橋梁を側面から見た照明効果やその装飾性などに特別の考慮が必要となることがある。

(2) 道路の幅員構成が急変する場所

車道幅員、路肩幅員の減少などにより幅員構成が急激に変化する場所は、走行上危険な箇所となるおそれがあるので、道路標識、防護柵などの設置とともに、急変する場所の状況が遠方より視認できるよう必要に応じて照明施設を設置するのがよい。



図解3-16 幅員構成が急変する場所の灯具配置の例

(3) 道路の線形が急変する場所

道路の線形が急変する場所としては、平面線形が急変する場所、縦断線形が急変する場所および両者が複雑に絡み合った場所がある。

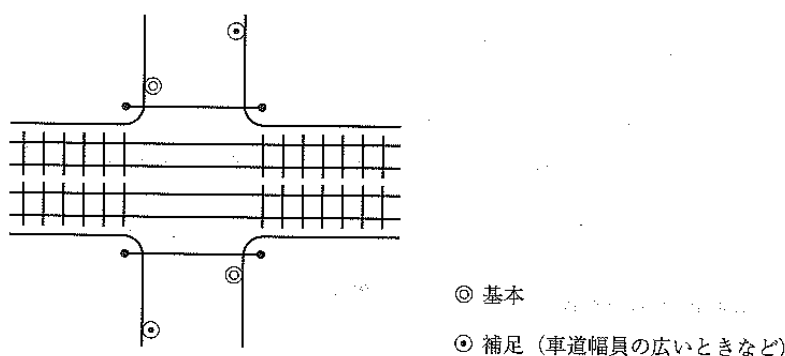
平面線形が急変する場所の照明は、当該箇所の状況を明示することはもちろんのこと、灯具の配列と路面上の輝度分布のつながりによって、良い誘導性が得られるよう、灯具を適切に配置する必要がある。

一方、縦断線形の急変する場所の照明は、前照灯の効果が及ばない頂部や底部において付近の詳細がわかるように、適切な灯具の配置が必要である。また坂路では、運転者が灯具から強いグレアを受けやすいので、灯具を必要以上に傾斜して取り付けたりしないこと、灯具の配光を制御するなどの配慮が必要である。

インターチェンジのランプなどのように、平面線形と縦断線形とが複雑に変化する場所においては、灯具の配列と路面上の輝度分布のつながりによって良い誘導性が得られるように透視図などを用いて灯具配置の検討することが望ましい。

(4) 踏 切

踏切では、遮断機、踏切警標、停止線などが確認でき、前方の道路状況が明確に見通せるよう考慮しなければならない。また、線路方向にはできるだけ直射光を出さない配慮が必要である。図解3-13に、踏切における灯具配置の例を示す。



図解3-17 踏切における灯具の配置例

(5) インターチェンジ

インターチェンジ（ジャンクションを含む。）の照明は、通過、あるいはこれらに出入りする自動車の運転者に対して、インターチェンジ付近の線形、他の自動車などの状況が明確にわかるようにする必要がある。

特に分合流部は、道路線形や幅員の変化があり、かつ車線変更、速度変更が行われる場所であるため、灯具の配置については、十分に検討する必要がある。

(6) 料金所広場

料金所広場では、これに出入りする自動車の運転者はゲートを中心にして、他の自動車の動向に注意しながら、分流、一旦停止、発進加速、合流などの一連の複雑な動作を行う必要がある。こ

れを正確に行うための視覚情報を得るには他の自動車の動向や自車とゲートとの位置関係などを正確に知る必要がある。

ゲート内の料金徴収員は、ゲートに接近する自動車の車種、車軸数、車両幅、積載高などを極めて短時間に判断して、カードや料金の授受を行わなければならない、多くの視覚情報を必要とする。このため十分な照明レベルが必要となる。

(7) 休憩施設

パーキングエリア、サービスエリア内の駐車場や、道路に隣接する駐車場においては、駐車場へ出入りする自動車および歩行者等の安全の確保、ならびに給油所、食堂、トイレなどへのアプローチなどのため、その敷地内全体にわたって適切な照明が必要である。

また、一般道路に設置される道の駅等においては、駐車場やトイレなどがあり、必要に応じてこれらの施設および施設間を照明するのがよい。なお、歩行者等の通行する部分においては「4歩道等」を準用する。

(8) その他の場所

乗合自動車停車所あるいはその他局部照明が必要な箇所の照明を行う場合には、その利用目的に合致した照明のレベル、照明方式、光源、照明器具を選択することが望ましい。

6 局部照明の運用

局部照明は、交通の安全に配慮のうえ調光することができる。

解説

電力消費の軽減を図るため、減光、厳灯の調光装置によって照明レベルを下げるができる。しかしながら、照明施設は、本来、交通安全施設として設置したものであり、調光にあたっては、道路状況、道路周辺状況、交通状況等を充分配慮のうえ、実施場所、調光の方法、明るさのレベル、実施時間帯等を慎重に決定する必要がある。なお、道路管理者の異なる局部照明あるいは連続照明が隣接する場合は、照明特性の連続性を考慮して調光の時間帯や明るさのレベル等を調整することが望ましい。

(1) 調光の対象

調光は、歩道等、インターチェンジ、休憩施設、橋梁等の照明を対象とし、交通安全上の影響を与えらると思われる交差点、横断歩道、踏切の照明はその対象から除くこととする。なお、連続照明の規定に準じて連続的に照明を設置している場所では、連続照明の運用に準じて調光を実施するのがよい。

(2) 調光の方法

調光を間引き減灯によって行くと、輝度あるいは照度の均斉度が低下するので、調光を行う場合は減光によることが望ましい。ただし、休憩施設等のように時間帯により自動車や歩行者等の交通量が著しく減少し、限られた範囲を利用する場所においては、利用されない範囲に限って減灯することができる。調光を採用する照明施設にあつては、あらかじめ調光方法に応じた配線、草地を設置しておく必要がある。

(3) 調光の時間帯と明るさのレベル

夜間から深夜にかけて、時間の経過とともに自動車、歩行者等の交通量が減少し、走行条件が良好になるのが一般的と考えられる。したがって、調光にあたっては沿道に存在する光の程度や自動車、歩行者等の交通量を時間毎に把握することが必要であり、これらの調査結果を勘案して、対象とする場所の目的に応じて調光する時間帯や明るさのレベルを決定するのがよい。

第4節 トンネル照明

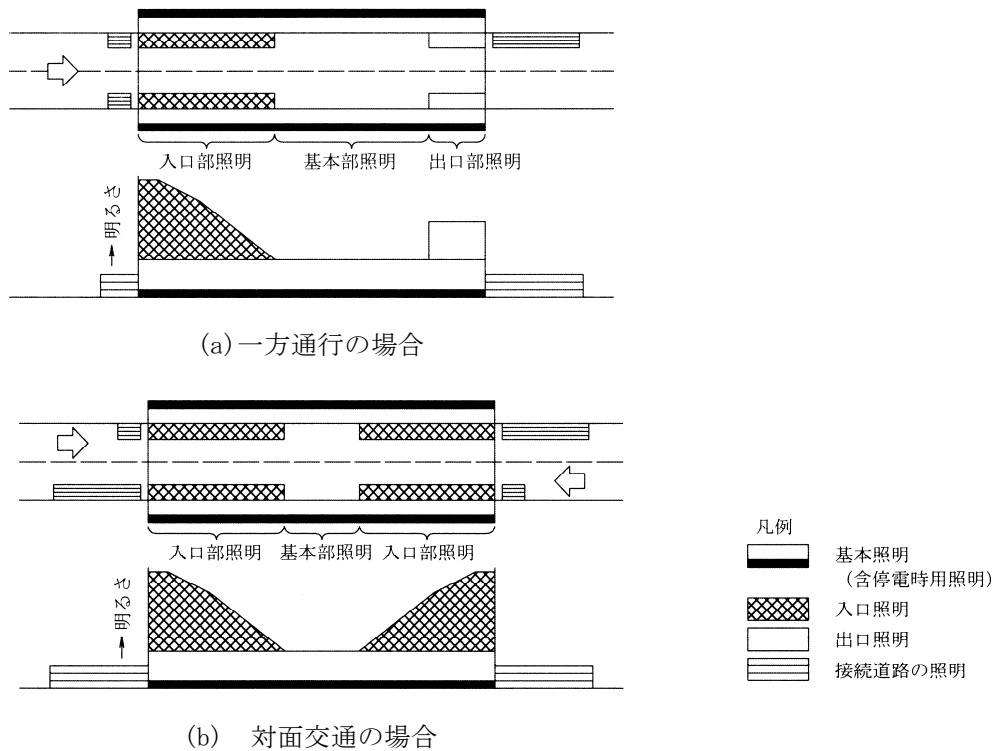
1 トンネル照明の構成

トンネル照明の構成は下記のとおりとする。

- (1) 基本照明
- (2) 入口部照明
- (3) 出口部照明
- (4) 接続道路の照明
- (5) 停電時用照明
- (6) 特殊構造部の照明

解 説

トンネル照明の構成例を図解4-1に示す。



図解4-1 トンネル照明の構成

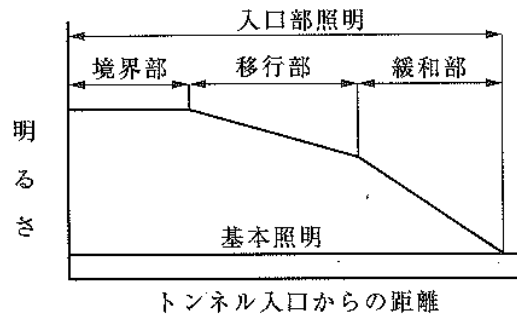
(1) 基本照明

基本照明とは、トンネルを走行する運転者が前方の障害物を安全な距離から視認するために必要な明るさを確保するための照明であり、図解4-1に示すようにトンネル全長にわたって灯具を一定間隔に配置して照明するものであり、照明のみの区間の照明を基本部照明という。

(2) 入口部照明

昼間、運転者がトンネルに接近する際に生じる急激な輝度の変化と、進入直後から起きる眼の順応の遅れを緩和するための照明であり、図解4-2に示すように基本照明と入口照明を加えたものをいう。

なお、入口部照明は、図解4-2に示すように境界部、移行部、緩和部の3つの区間によって構成される。



図解4-2 入口部照明の構成

入口照明は、人工照明のみによる方法が一般的であるが、自然光を利用する方法（自然光照明）もある。自然光照明はルーバまたは類似の構造を用いた遮光構造物によって自然光を直接制御して、入口照明や、連続するトンネルの坑口間の路面輝度を調節しようとするものである。トンネルの立地条件によっては、遮光構造物の形状や色などにより野外輝度を下げることができる。遮光構造物の構造は、下記の2種類に大別できる。

- ①不透明あるいは半透明部材を所定の間隔でトンネル入口天井部に配置する方式
- ②透光性材料を用いてトンネル入口部をシェルター状に覆う方式

自然光照明は、主として下記に示すいずれかの条件に合致する場合に、その採否について検討する。

- (イ) 野外輝度が高く、入口照明の所要路面輝度が高くなる場合
- (ロ) トンネル坑口部が掘割構造などルーバ等の架設に適した構造となっている場合
- (ハ) 掘割構造道路などのように路面輝度の変化が大きい場合や連続するトンネルの坑口間距離が比較的短い場合

(3) 出口部照明

昼間、出口付近の野外輝度が著しく高い場合に、出口の手前付近にある障害物や先行車の見え方を改善するための照明であり、図解4-1に示すように基本照明と出口照明を加えたものをいう。なお、出口照明にはルーバ等を用いて自然光を制御する方法もある。

(4) 特殊構造部の照明

トンネル内の分合流部、非常駐車帯、歩道部、避難通路に設置する照明。

i) 分合流部の照明

分合流付近の状況を示し、分合流する自動車の存在を把握させるために設置する照明

ii) 非常駐車帯の照明

本線を走行中の車両から非常駐車帯の位置が視認でき、本線車道から非常駐車帯に堆積している車両の存在が確認できるように設置する照明

iii) 歩道部の照明

歩道を有するトンネルの歩道部において歩行者等が安全に歩行できるように設置する照明

iv) 避難通路の照明

非常時の避難や安全などを確保するために設置する照明

(5) 接続道路の照明

夜間、入口部においてトンネル入口付近の幅員の変化を明示するため、あるいは出口部においてトンネル内から出口に続く道路の状況を把握させるため設置する照明を接続道路の照明である。

(6) 停電時用照明

運転者がトンネル内を走行中、突然停電になった場合に起きる危険な状態を防止するための照明で基本照明の一部として兼用することができる。

2 照明方式の選定

トンネル照明の照明方式は原則として対象照明方式とする。ただし、道路の構造や交通の状況などによっては、非対象照明方式を選定することができる。

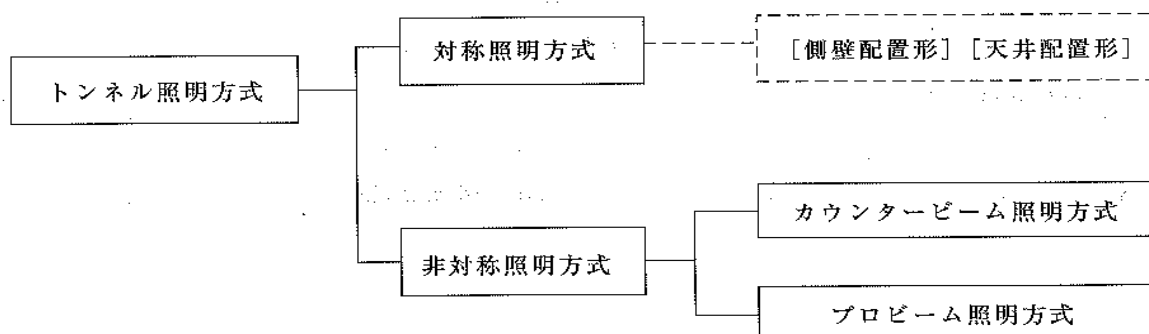
解 説

トンネル照明方式は、設計速度、交通方式、交通量、トンネル断面形状などを考慮して選定する。トンネル照明においては、路面輝度を確保するとともに壁面輝度を含めた視環境を考慮する必要があり、対称照明方式はそれらの要件に適し、総合的にバランスのとれた照明方式であることから、原則として対称照明方式を選定するものとした。ただし、道路の構造や交通の状況などによっては、非対称照明方式を選定することができる。

なお、段階施工でのトンネルにおいては、交通量、暫定供用期間、完成形への移行などを考慮する必要がある。

(1) 照明方式の概要

照明方式は灯具の道路縦断方向の配光により、対称照明方式と非対称照明方式に分類される。対称照明方式は、さらにその配置と道路横断方向の配光により、側壁配置形と天井配置形に分類される。非対称照明方式は、道路縦断方向の配光により、カウンタービーム照明方式とプロビーム照明方式に分類される。照明方式の分類は図解4-3による。



図解4-3 照明方式の分類

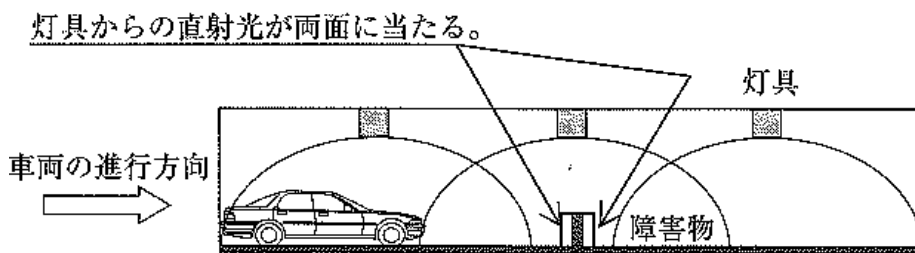
各照明方式の概要とその特徴は下記のとおり。

1) 対称照明方式

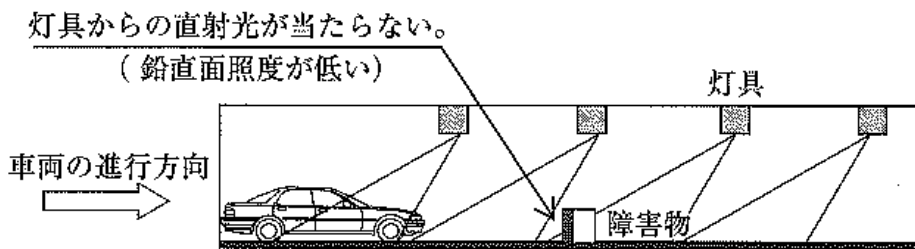
対称照明方式は、図解4-4(a)に示すように灯具の配光が道路の縦断方向（道路軸方向）にほぼ対称であることが特徴であり、道路の横断方向の配光はその配置（取付位置）により、側壁配置形と天井配置形の2種類に分類され、灯具の配置に合わせて選定する必要がある。

2) 非対称照明方式

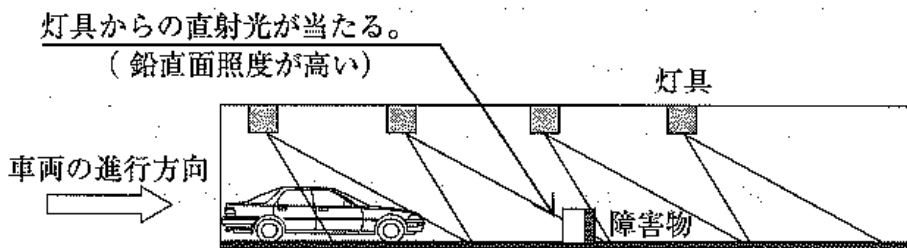
非対称照明方式は、灯具の配光が道路の縦断方向に非対称であることが特徴である。非対称照明方式には交通方向（車両の進行方向）に対向する配光をもつカウンタービーム照明方式と、交通方向に配光をもつプロビーム照明方式とがあり、カウンタービーム照明方式は入口照明に、プロビーム照明方式は入口・出口照明に採用される。



(a) 対称照明方式



(b) カウンタービーム照明方式



(c) プロビーム照明方式

図解4-4 照明方式と灯具配光

i) カウンタービーム照明方式

カウンタービーム照明方式は、図解4- (b)に示すように、灯具からの光を交通方向に対向させて照射する方式であり、本照明方式のコントラスト係数（路面輝度／鉛直面照度）は0.6以上と定義されている。この配光によれば、図解4- (b)に示すように、障害物の運転者側の面に灯具からの直射光が当たらないため、障害物と路面との間に比較的高い輝度対比が得られる。

これによって路上の障害物が視認しやすくなり、種々の反射率の障害物に対して安定した視認性が

得られる。このため、境界部の路面輝度が対称照明方式より低く設定することができる。また、配光特性上、平均照度換算係数が対称照明方式よりも小さくなる。この他、適度にグレアが抑制された灯具を採用することにより、トンネルに進入しようとする運転者は、入口部付近のトンネル内部の道路線形が把握しやすくなる。

しかしながら、カウンタービーム照明方式の配光特性上、先行車の背面（運転者側の面）の鉛直面照度が低下し、車両の形状等によってはその視認性が対称照明方式に比べて若干低下することがある。

ii) プロビーム照明方式

プロビーム照明方式は、図解4- (C)に示すように、灯具からの光を交通方向に照射する方式である。この配光によれば、先行車の背面（運転者側の面）の鉛直面照度を高めることができ、入口付近や出口付近等の先行車に対して安定した視認性が得られる。

(2) 非対象照明方式を選定する際の適用条件および留意点

トンネル小穴みには原則として対称照明方式を用いるが、照明方式の概要に示したように、非対称照明方式の有する特徴を考慮し、道路の構造や交通の状況などによっては、主として入口・出口照明に非対称照明方式を選定することができる。非対称照明方式は、設計速度、交通量、主たる視対象物等をもとに検討するものとし、下記に示す適用条件及び留意点に加え、保守性、施工性、経済性なども考慮して総合的に判断する必要がある。ここで、主たる視対象物とは、路上の障害物及び先行車をいう。なお、非対称照明方式の基本照明への適用にあたっては、安全性、経済性等について十分な検討を行い、総合的に判断する必要がある。

1) カウンタービーム照明方式

カウンタービーム照明方式は、路上の障害物に対して安定した視認性を確保出来ることから、路上の障害物の視認性が重視されるトンネルでは、本照明方式を採用することができる。

i) 交通量が比較的少なく路上の障害物の視認性が重視される設計速度50km/h以上のトンネルの入口照明に本照明方式を適用できる。ただし、境界部の路面輝度が表4-2に示す設計速度60km/hのL1が1/2未満となる場合は、自然光の影響によって本照明方式の効果が得にくいことから本照明方式を適用できない。また、対面通行のトンネルで両坑口の入口照明区間が重複する延長のトンネルにも本照明方式は適用できない。

ii) 交通量が比較的多く先行車の視認性が重視される設計速度が高い高速自動車国道等においては、先行車背面の鉛直面照度、壁面を含む視環境等を総合的に判断し、採否を決定する必要がある。

iii) 自然光の差し込みが強いトンネルにおいては、本照明方式の効果が期待しにくいいため、十分な検討が必要である。

2) プロビーム照明方式

プロビーム照明方式は、運転者方向の鉛直面照度を高める方式で、先行車に対して安定した視認性が得られることから、設計速度が高い、交通量が多い、野外輝度が高い等、いずれかの条件が存在し、先行車の視認性特に重視されるトンネルでは、本照明方式を採用することができる。

また、出口部照明は、目的に照らしてプロビーム照明方式が適している。

3 基本照明

基本照明の性能指標は、平均路面輝度、輝度均斉度、視機能低下グレア、誘導性とする。

(1) 平行路面輝度

トンネル内の平均路面輝度は、設計速度に応じて表4-1の値を標準とする。

表4-1 基本照明の平均路面輝度

設計速度 (km/h)	平均路面輝度 (cd/m ²)
100	9.0
80	4.5
70	3.2
60	2.3
50	1.9
40以下	1.5

(注) ここで用いる設計速度は、トンネル本体の設計速度が基本になるが、道路線形等の幾何構造のほか、交通の状況、最高速度の制限等の交通規制の状況などに応じて適宜定められた値をいう。

なお、交通量、トンネル延長に応じて、または夜間時等において、平均路面輝度は表4-1に示す値より低い値とすることができる。ただし、この場合においても0.7cd/m²が未満であってはならない。

(2) 輝度均斉度

輝度均斉度は、総合均斉度0.4以上を原則とする。

(3) 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加15%以下を原則とする。

(4) 誘導性

適切な誘導性を得られるよう、灯具の高さ、配列、間隔等を決定するものとする。

解 説

(1) 平均路面輝度

1) トンネル内の基本照明は、その照明によりトンネル内を走行する自動車の運転者が安全、円滑に走行するため、障害物等をその走行速度に応じた視距で視認できることを目的とする。

排気ガスによって透過率が低くなると、見え方が低下して不快な環境になりやすいので、トンネル内の換気をできるだけ良好に保つことが大切であり、自動車の運転手が安全、円滑に走行できる透過率を維持することが必要である。表4-1は通常の換気状態にあるトンネル内において、煤煙が存在する状態のもとで決定したものであり、必要な平均路面輝度は設計速度別に示したものである。

このため、交通量が少なく透過率が高い場合には平均路面輝度は低減できることとした。すなわち、トンネル1本当りの日交通量が10,000台/日未満の場合は基本照明の平均路面輝度を表4-1の値の1-2まで低下させてもよいが、昼間はトンネル内を走行する運転者の目の順応に基本照明が少なからぬ影響を及ぼしているため、野外輝度が高い場合は、輝度低減は慎重に行う必要がある。

昼間時にトンネルに接近、進入する自動車の運転者の眼の順応には長い時間を要し、暗順応時

間が長くなるとトンネル内の所要の平均路面輝度は低下することが明らかになっていることから、トンネル内走行時間が135秒以上となるような延長を有するトンネルの場合（設計速度が80km/hの場合、約3,000m以上に相当）については、トンネル入口からの走行時間が135秒以降の部分の平均路面輝度を表4-1の値の65%（設計速度が80km/hの場合、約3.0cd/m²）まで低下させることができる。

2) トンネルは、一般の道路と異なり密閉された構造であるため、トンネル内を走行する自動車の運転者の視野内に占める壁面、天井面の輝度が、トンネルの線形や障害物の識別などに大きな影響を与える。したがって、運転者がトンネル内を安全、円滑に走行するためには、路面だけでなく、壁面、天井面も含めた明るさのバランスにも配慮し良好な視覚環境をトンネル内に作り出すことが望ましい。

i) 壁面の明るさを適切に保つことにより、良好な視環境が実現でき、トンネル内における運転者の圧迫感の軽減に役立つ。

ii) 明るい壁面は運転者に視覚的誘導効果を与えるとともに、形状の大きい障害物に対してはその背景となる場合があり、その視認に寄与する。

iii) 運転者が自車の走行位置や先行車との距離を確認するためには、路面と壁面との境界が明瞭にわかることが重要である。

以上、三つの観点から、壁面輝度を設定することとし、トンネル内に存在が予想される危険な障害物の高さやトンネルの構造などを考慮して、壁面輝度は路上から高さ1mまでの範囲を対象とする。

内装が施される場合の壁面輝度は、路面輝度と同程度とするのがよい。ただし、白色系の舗装で比較的路肩が狭く、壁面が障害物の背景となるような場合の壁面輝度は、障害物の視認性の観点から路面輝度の1.5倍とすることが望ましく、内装が施されない場合にも壁面輝度は路面輝度の0.6倍以上とすることが望ましい。

また、白色系の舗装で壁面輝度を路面輝度と同程度とする場合には、路面と壁面の境界が不明瞭となる傾向があるため、区画線及び縁石等の立上り部分を明瞭に見せる等の対策を合わせて検討することが望ましい。

なお、広い路肩や歩道を有するトンネルのように、壁面が障害物の背景となりにくい場合の壁面輝度は別途検討する必要がある。

壁面の輝度均斉度については特に規定しないが、著しい輝度ムラは運転者に不快感を与えるため、輝度均斉度できるだけ両坑に保つ必要がある。

(2) 輝度均斉度

路面の輝度均斉度は、特に平均路面輝度が低い場合、見え方に大きな影響を与えるので、できる限り良好に保つ必要がある。

総合均斉度及び車線軸均斉度は、式(4.1)及び式(4.2)による。

総合均斉度 U_0

$$U_0 = \frac{L_{\min}}{L_r} \dots\dots\dots (4.1)$$

L_{min} : 対象範囲の最小部分輝度 (cd/m²) L_r : 平均路面輝度 (cd/m²)

車線軸均斉度 U_ℓ

$$U_{\ell} = \frac{L_{\min(\ell)}}{L_{\max(\ell)}} \dots \dots (4.2)$$

L_{min(ℓ)} : 車線中心線上の最小部分輝度 (cd/m²)

L_{max(ℓ)} : 車線中心線上の最大部分輝度 (cd/m²)

トンネル照明においては、障害物の視認性を確保するため、総合均斉度は0.4以上を原則とした。なお、車線軸均斉度は運転者の視覚的な不快感を軽減するため0.6以上とすることが望ましい。

ただし、一般国道等で設計速度60km/h以下の場合に、交通量により平均路面輝度を低減しているトンネルでは、下記の理由により車線軸均斉度の推奨値は適用しなくてもよい。

- 1) 総合均斉度は、障害物の視認性を確保するために重要であり、平均路面輝度を低減しているトンネルにおいても0.4以上を原則としていること。
- 2) 車線軸均斉度は、運転者の視覚的な不快感を軽減するための要件であり、平均路面輝度を低減しているトンネルでは、車線軸均斉度の推奨値を適用すると灯具間隔が短くなる場合が多く、結果的に路面の平均輝度が高くなってしまう場合がある。

(3) 視機能低下グレア

障害物の視認性は、視機能低下グレアとも関係があり、相対閾値増加が小さいほど運転者の視野内のグレアが少なく、障害物が視認しやすい状況となる。

トンネル照明における相対閾値増加は、国際照明委員会の推奨する値及びこれまでに国内で採用実績のある灯具の配光特性を勘案し、15%以下を原則とした。

相対閾値増加TIは、式(4.3)のとおり。

$$TI = \frac{\Delta L_{\min}' - \Delta L_{\min}}{\Delta L_{\min}} \times 100 \quad (\%)$$

ΔL_{min}' : グレア源(光源を含むグレアの原因となる輝度)がある場合に障害物を視認するために必要な障害物と背景路面との最小輝度差

ΔL_{min} : グレア源がない場合に障害物を視認するために必要な障害物を背景路面との最小輝度差

照明設計及び性能の確認においては、実験的に求めた式(4.4)及び式(4.5)を用いて相対閾値増加TIを算出する。

$$L_r \leq 5 \text{cd/m}^2 \text{ の場合} \quad TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_r^{0.8}}$$

$$L_r \leq 5 \text{cd/m}^2 \text{ の場合} \quad TI = 95 \cdot \frac{L_v}{L_r^{1.05}}$$

L_r : 平均路面輝度 (cd/m²) L_v : 運転者の視野内の灯具による等価光幕輝度 (cd/m²)

等価光幕輝度L_vは、グレア源から眼に入射する照度と視線とグレア源とのなす角度によって求

まり、照度が高いほど、角度が小さいほど高くなる。

単一グレア源による等価光幕輝度 L_v は式 (4.6) のとおり。

$$L_v = 10 \cdot \frac{E_v}{\theta^2}$$

E_v : 視線と垂直な面における照度 (lx) θ : 視線とグレア源のなす角度 (°)

グレア源が複数存在する場合は、式 (4.7) によって等価光幕輝度 L_v を算出する。

$$L_v = 10 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_{vi}}{\theta_i^2}$$

E_{vi} : 視線と垂直な面における照度 (lx) θ_i : 視線とグレア源 i のなす角度 (°)

i : 対象となる灯具の台数

(4) 誘導性

誘導性には視覚的誘導効果と光学的誘導効果があり、視覚的誘導効果は性能指標である平均路面輝度と総合均斉度を満たすことにより基本的に確保出来る。

一方光学的誘導効果は、単独で検討すべき誘導性の効果である。灯具を適切に配置することにより、優れた光学的誘導効果が得られるので、灯具の高さ、配列、間隔等が道路の線形を適切に示しているかどうかを検討する必要がある。特に交通量等の条件により路面輝度を低減する場合は、視覚的誘導効果が低下するおそれがあるので、これを補うためにも灯具による光学的誘導効果を考慮して灯具の配列を検討する必要がある。

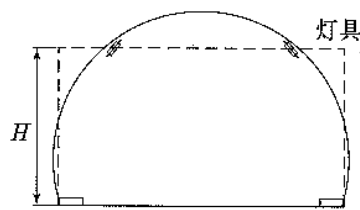
また、トンネル内に分合流部がある場合は、運転者が分合流部の存在を安全な距離手前から確認できるとともに、分合流に伴う車線の変化状況を把握しやすくするため、灯具の配列などによる光学的誘導効果を利用することが有効である。

したがって、灯具の配置（高さ、配列、間隔）は本節でしました規定を満足するとともに良好な誘導性が得られるように検討する必要がある。

(5) 灯具の配置

1) 灯具の取付高さ

路面の輝度分布の均一性を出来るだけ良好に保つと同時に、灯具のグレアによる影響ができるだけ少なくするため、灯具の取付高さ H は原則として4~5m程度以上とする。

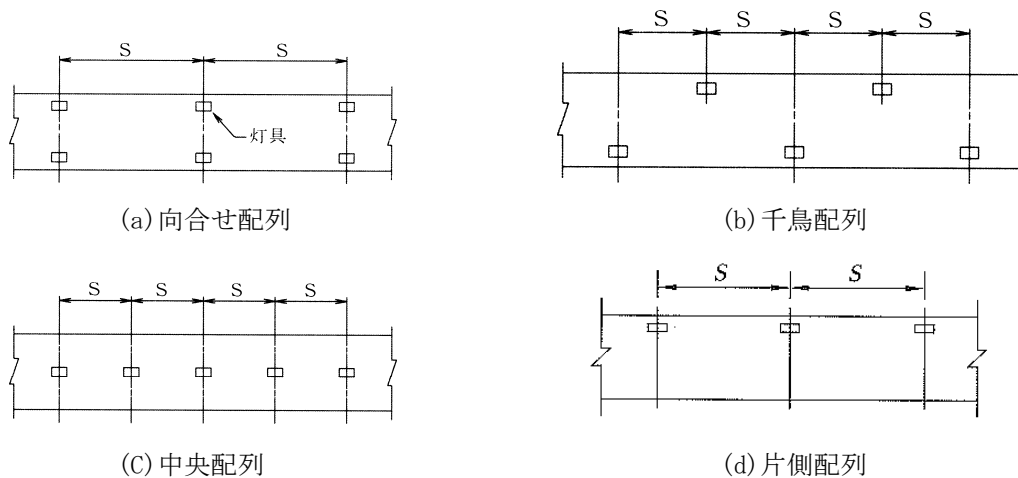


H : 灯具の取付高さ

図解4-5 灯具の取付高さ

2) 灯具の配列

灯具の配列は、図解4-6に示すように、向合せ配列、千鳥配列、中央配列、片側配列の4種類が用いられる。灯具の配列は各配列の特徴を考慮するとともに、トンネル断面形状、設計速度、交通量、運用の他、付属設備や維持管理などを勘案のうえ選定するものとする。



図解4-6 灯具の配列

i) 向合せ配列

向合せ配列は、両側の壁面に灯具を向かせて配置するため、路面の輝度均斉度や誘導性が良好であり、平均路面輝度が高いトンネルで用いることが多い。

ii) 千鳥配列

千鳥配列は、両側の壁面に灯具を千鳥に配置するため、路面や壁面の明るさが左右で若干異なるが、誘導性は比較的良好である。平均路面輝度は低いトンネル及び交通量が少ないため平均路面輝度を低減するようなトンネルに用いることが多い。なお、千鳥配列で灯具の設置間隔が長くなると壁面の輝度均斉度が低下し、運転者に不快感を与える恐れがあるため注意する必要がある。

iii) 中央配列

中央配列は、灯具をトンネルのほぼ中央に設置するため、路面や壁面の明るさが左右対称になり、誘導性も良好である。交通量が少なく、比較的断面の小さいトンネルに用いることが多い。ただし、中央配列の選定にあたっては維持管理に対しても十分な検討が必要である。

iv) 片側配列

片側配列は、片側の壁面に灯具を配置するため、平面線形が直線のトンネルでは誘導性が良好である。なお、平面線形に曲線があるトンネルでは、曲線の外縁に灯具を取り付けるなど誘導性を考慮することが望ましい。

3) 灯具間隔

灯具間隔は路面の輝度均斉度とちらつきに影響を与えるので、その設定にあたっては下記の事項を考慮する必要がある。

トンネル内で起こるちらつきによる不快感は、自動車の走行速度と灯具の配光、取付角度とて生ずる明暗周波数、明暗輝度比、明暗時間率などが複合して生ずるものである。

明暗の周波数、輝度比、時間率などが、不快の程度にどのような影響を及ぼすかについては以下のような関係がある。

(イ) ちらつきによる不快感は、明暗の周波数が2.5Hz以下または25Hz以上の場合にはほとんど問題にならず、5～18Hzの間が最大である。

(ロ) 明暗輝度比が少ないほど、ちらつきによる不快感が少ない。

(ハ) 明暗時間率が25%程度となる場合を中心にして、それにより大きく、または小さくなるほど不快感は減少する。

ちらつきによる不快感を少なくするためには表解4-1に示す明暗輝度比、明暗時間率、明暗の周波数を避けることが望ましい。

灯具の間隔の設定にあたっては、表解4-1をもとにちらつきによる不快感を少なくするための検討を行い、これを避ける配列の種類と灯具の間隔を設定することが望ましい。特に明暗の周波数は影響が大きいので、各設計速度に応じて5～18Hzのちらつきによる不快感を除くために避けるべき灯具の間隔を表解4-2に示す。

表解4-1 ちらつきによる不快感を少なくするための三つの要素の関係

明暗輝度比	避けるべき明暗の周波数 (Hz)	避けるべき明暗時間率 (%)
50	3.5～17	5～62
40	4.0～16	6～59
30	4.5～14.5	7～56
20	5.0～12.5	9～51
10	—	15～40

(注) 明暗輝度比 = $\frac{\text{ちらつき光の明輝度}}{\text{ちらつき光の暗輝度}}$

明暗時間率 = $\frac{\text{ちらつき光の明時間}}{\text{ちらつき光の暗時間}} \times 100$

表解4-2 ちらつき防止のために避けるべき灯具の間隔

設計速度 (km/h)	灯具の間隔 (m)
100	1.5～5.6
80	1.2～4.4
70	1.1～3.9
60	0.9～3.3
50	0.8～
40	0.6～2.2

ただし、明暗輝度比が10以下の場合、表解4-2に制約されることなく、灯具の間隔を設定できる。さらに、灯具を連続して取り付けるような場合や短いトンネル及び入口照明区間では下記の理由によりちらつきを問題にしなくてもよい。

① 灯具を連続して取り付けるような場合には、明暗輝度比、明暗時間率が小さくなるので、これをあまり問題にしなくてもよい。

② ちらつきによる不快感は、ある程度の時間継続する場合に起こるので、走行時間が30秒以下の短いトンネル（設計速度が80km/hの場合、約670mに相当）や入口照明区間では問題にする必要はない。

4 入口部・出口部照明

(1) 入口部照明の設置

全長50m以上のトンネルにおいては、下記の境界部、移行部および緩和部からなる入口部照明をトンネル入口部に設けることを原則とする。

入口部照明は、トンネルの設計速度、トンネル延長、接続道路およびトンネルの線形ならびに野外の輝度を考慮して設計するものとする。

(2) 入口部照明各部の路面輝度と長さ

入口部照明の各部の路面輝度および長さは、野外の輝度が3,300 cd/m²の場合には、設計速度に応じて表4-2を標準とする。なお、路面輝度は、交通量、照明方式あるいは連続するトンネルの坑口間距離に応じて表4-2より低い値とすることができる。

設計速度 (km/h)	路面輝度(cd/m ²)			長さ(m)			
	L ₁	L ₂	L ₃	ℓ ₁	ℓ ₂	ℓ ₃	ℓ ₄
100	95	47	9	55	150	135	340
80	83	46	4.5	40	100	150	290
70	70	40	3.2	30	80	140	250
60	58	35	2.3	25	65	130	220
50	41	26	1.9	20	50	105	175
40	29	20	1.5	15	30	85	130

表4-2 入口部照明（野外輝度3,300 cd/m²の場合）

- (注) 1) L₁は境界部、L₂は移行部終点、L₃は緩和部終点（基本照明）の路面輝度、ℓ₁は境界部、ℓ₂は移行部、ℓ₃は緩和部、ℓ₄は入口部照明の長さ（ℓ₁+ℓ₂+ℓ₃）
 2) 野外輝度が本表と異なる場合の路面輝度L₁、L₂は野外輝度に比例して設定するものとする。緩和部の長さℓ₃は次式により算出する。

$$\ell_3 = (\log_{10}L_2 - \log_{10}L_3) \cdot \frac{V}{0.55} \quad (\text{m}) \quad V: \text{設計速度 (km/h)}$$

- 3) 通常のトンネルでは、自然光の入射を考慮してトンネル入口より概ね10mの地点より人工照明を開始する。
 4) 対面通行の場合は、両入口それぞれについて本表を適用する。短いトンネルで両入口の入口部照明区間が重なる場合は、路面輝度の高い方の値を採用するものとする。

(3) 入口部照明の灯具配置

入口部照明の灯具配置は基本照明に準ずるものとする。

(4) 出口部照明

出口部には、設計速度、トンネル延長、出口付近の野外輝度を考慮して必要に応じて照明施設を設けるのがよい。

解 説

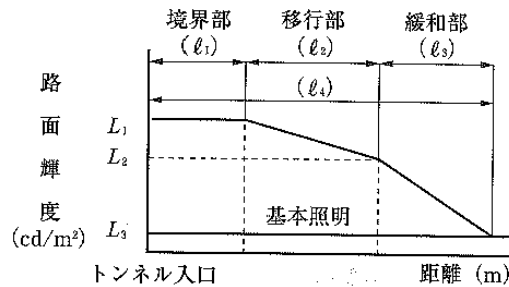
(1) 入口部照明の設置

トンネルでは、通常、入口から約10m、出口から40mの区間、それぞれ自然光の射し込みによりト

ンネル内の路面の明るさが確保されるため、入口部照明は、原則として延長が50m以上のトンネルに設置するものとする。なお、延長が50m未満のトンネルであっても、トンネルの線形等により見通しが悪く、入口部と出口部からの自然光の射し込みが期待できない場合は、入口部照明を設置するものとする。

(2) 入口部照明各部の路面輝度と長さ

表4-2は、入口部照明の各部の路面輝度と長さの標準値である。入口部照明の構成例は図解4-7のとおり。



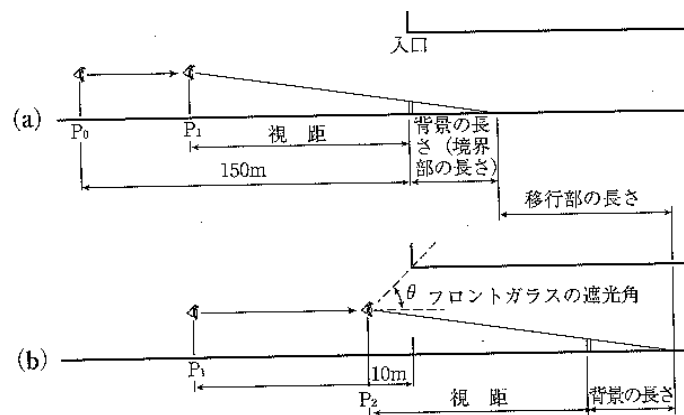
図解4-7 入口部照明の構成例

- L1 : 境界部の路面輝度 (cd/m²) l1 : 境界部の長さ (m)
- L2 : 移行部最終点の路面輝度 (cd/m²) l2 : 移行部の長さ (m)
- L3 : 緩和部最終点の路面輝度 (cd/m²) l3, l4 : 緩和部の長さ (m)
- L4 : 基本照明の平均路面輝度 (cd/m²) l5 : 入口部照明の長さ (m)

1) 各部の路面輝度と長さ

i) 境界部

図解4-8において、トンネルの入口から視距だけ離れた地点P1から運転者がトンネル入口にある障害物を識別できるような背景を作ることが、視界部の目的である。



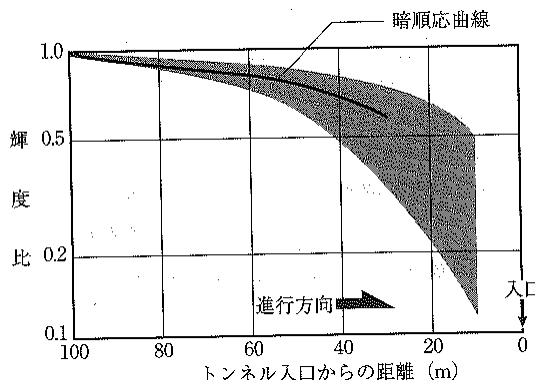
図解4-8 境界部、移行部の長さ

境界部の路面輝度は、運転者の眼の順応輝度に応じ、一定の視認性が確保されるよう決定される。トンネルに接近しつつある運転者の眼の順応輝度は、昼間、トンネルより手前の区間においては中心窩順応輝度（視線中心の視角約2度の部分の順応輝度）よりも等価光幕輝度の影響が支配的であることが明らかとなっている。また、運転者の眼の順応輝度は、トンネル坑口から距離によって図解4-9のように変化する（図は坑口手前100m地点の順応輝度によって正規化したもの）。順応輝度はトンネルに接近するにつれ漸次低下するのは、運転者がトンネル

を注視したためではなく、空などの高輝度部分の影響が小さくなったためである。

また、運転者の眼の順応輝度と野外輝度との間には、図解4-10にあるとおり一定の関係があることが確認されているため、本基準では運転者の眼の順応輝度に比べて計算及び測定が容易にできる野外輝度を用いている。順応輝度はトンネル坑口からの距離100m以遠ではほぼ一定となること、野外の輝度が入口手前150mの地点で設定されてきたことから、本基準においても150mの地点（図解4-8 (a) P0点）の野外輝度をもとに境界部の輝度を設定した。

境界部の長さは、図解4-8に示す障害物の背景の長さに等しく、これは障害物の大きさ、設計速度に対する視距、運転者の眼の高さなどによって決まる。



図解4-9 トンネル坑口における運転者の眼の順応輝度の変化

ii) 移行部

移行部の目的は、自動車が図解4-8 (a) のP1の位置からさらにトンネル入口に近づき、トンネルに進入するまでの間に必要な背景を作ることにある。この場合にも、障害物は設計速度に対する視距が得られる地点より前方から、絶えず識別できなければならない。図解5-9に示したように運転者がトンネルに近づくと運転者の眼の順応速度は低下するので、障害物を識別するために必要な路面輝度は、トンネル入口手前の視距相当の地点P1において必要な値よりも低下させることができる。

この関係は、運転者がトンネル直前に達して全視野がトンネル開口部の暗い部分で覆われるようになるP2点まで続く。現在の一般乗用車のフロントガラスの上端の遮光角は、視線に対して20°程度であり、自動車がトンネル入口より約10m手前の位置に達するとフロントガラス内の視野は、全てトンネル開口部で占められるようになり、視覚的にトンネルに進入した状態となる。図解4-8 P2すなわちトンネル入口より10m手前の地点を移行部の長さを決める最終点としたのはこのためである。したがって、移行部の長さは視距よりも10m減じた値となっている。

ただし、順応輝度の変化にはトンネルによって大きな違いがあるが、図解4-9に示すように、従来の移行部の設定における根拠となった暗順応曲線は、図解4-9の順応輝度の変化のほぼ平均値に位置するため、移行部の輝度については、この基準においてもこれを踏襲することとした。

iii) 緩和部

自動車が図解4-8のP2の位置より更にトンネル内に進入すると、運転者の眼の順応速度は急激に低下し始める。この順応輝度の低下に対応して必要な路面輝度は、暗順応曲線に従う。

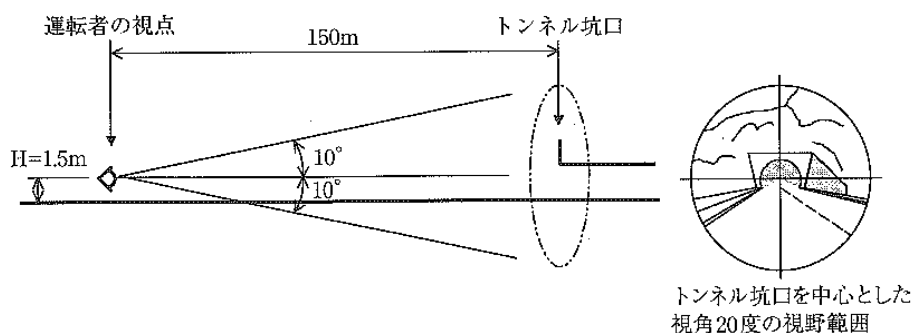
したがって、緩和部の路面輝度は、移行部終点の路面輝度から基本部の平均路面輝度まで接続すればよい。表4-2の注2) に示した式は、順応曲線から各設計速度に対する緩和部の長さを求め

る方法を示したものである。緩和部の長さは、一の位の切り上げで5m単位で設定するものとする。

2) 野外輝度の設定

野外輝度は、トンネル入口手前150mの地点、路上1.5mからトンネル坑口を見たとき、トンネル坑口を中心とした視角20度の円形視野内の平均輝度であり、トンネル坑口の方位、地形及び地物などを考慮して設定する（図解4-10参照）なお、野外輝度の設定高さ1.5mは、小型車及び大型車運転者の視線高さを考慮したものである。

「野外輝度」は、「視角20度の視野」を対象としたものであり、「全視野」を対象とした「野外輝度」とは異なる。実態調査の結果、野外の輝度 $3,000\text{cd}/\text{m}^2$ として設計されたトンネルの野外輝度が平均的に $2,500\text{cd}/\text{m}^2$ であることが明らかになった。この関係をもとに、従来、入口照明の路面輝度の標準の値を示していた野外の輝度 $4,000\text{cd}/\text{m}^2$ の条件に相当する野外輝度 $3,300\text{cd}/\text{m}^2$ を標準とすることとした。



図解4-10 野外輝度

野外輝度の設定には i) 計算による方法、ii) 表からの選択による方法、iii) 現地測定による方法の三つがある。

野外輝度は、図解4-10に示すようなトンネル坑口付近が完成した状態においては直接iii) 野外測定を行うことが望ましいが、野外輝度はトンネルの坑門、接続道路の舗装などが完成する以前に設定する必要がある場合が多く、トンネル照明施設の改修などを除き、現地測定が可能なケースは少ないと予想される。一方、ii) 表からの選択による方法は、トンネル坑口付近の状況に関するデータが少ない段階で採用されるもので、設計上の目安と位置付けられる簡便法である。これらに比べi) 計算による方法は、実用上必要な精度を有することが実態調査により確認されている。

以上のことから、野外輝度の設定はi) 計算による方法を原則とすることとした。

i) 計算による方法

この方法は、式(4.8)に示すように、野外輝度を構成する視角20度の円形視野内の天空や地物の面積比にそれぞれの部分輝度を乗じたうえ、それらを加算することによって野外輝度 L_{20} (cd/m^2)を算出する。

$$L_{20} = A_s \cdot L_s + A_r \cdot L_r + A_e \cdot L_e + A_h \cdot L_h \dots \dots \dots \text{式 (4.8)}$$

L_s : 天空輝度 (cd/m²) A_s : 天空の面積比
 L_r : 路面輝度 (cd/m²) A_r : 路面の面積比
 L_e : 坑口周辺の輝度 (cd/m²) A_e : 坑口周辺の面積比
 L_h : トンネル内空の輝度 (cd/m²) A_h : トンネル内空の面積比

$$A_s + A_r + A_e + A_h = 1$$

なお、野外輝度の視野内にはトンネル坑口が含まれるため、トンネル内空の面積比を加えたものが1となるが、トンネル内空の輝度 L_h が相対的に低いため、第4項の L_h はゼロとして計算するものとする。

また、式 (4.8) を用いる部分輝度は、表解4-3の値を用いるとよい。なお、部分輝度を現地測定から求めた場合には、表解4-3によらず、その結果を用いることができる。

(イ) 部分輝度

野外輝度の計算に用いる部分輝度は、表解4-3の値を用いるとよい。なお、部分輝度を現地測定から求めた場合には、表解4-3によらず、その結果を用いることができる。

坑口方位	天空輝度 L_s (cd/m ²)	路面輝度 L_r (cd/m ²)	坑口周辺の輝度 L_e (cd/m ²)			
			擁壁	樹木	建物	草
北	13,000	4,000	2,000	1,500	2,000	2,000
東・西	8,000	3,500	2,000	1,500	3,000	2,000
南	7,000	3,000	3,000	2,000	4,000	2,000

表解4-3 部分輝度

- 注1) 坑口方位は坑口が向く方向を示し、交通方向はこれとは逆方向となる。
- 注2) 坑口の方位が、北東・北西・南東・南西の場合は、表解4-3の各坑口方位に対応下部分輝度の平均値を用いるのがよい。
- 注3) 部分輝度は、積雪時を考慮しないものとする。

(ロ) 面積比

視角20度の円形視野内にある天空や地物などの面積比を求めるためには、視角20度の範囲を特定する必要がある。その方法には、a) 完成予想図から求める方法、b) 写真から求める方法の二つがある。

a) 完成予想図から求める方法

トンネル坑口付近の完成予想図を用いる場合には、その図に坑口を中心とした視角20度の円を描いてその範囲を求めるものとする。

b) 写真から求める方法

坑口が完成状態にあるトンネルにおいて、写真から視角20度の範囲を求める場合、トンネル入口150m手前の距離から視角20度の範囲が得られる写真を用い、トンネル坑口の中心を基準として視角20度の円を描く。

以上、a) または b) の方法により求めた坑口を中心とした20度視野の範囲において、天空、路面、坑口周辺の地物（擁壁、樹木、建物、草）の面積比を求める。

(ハ) 野外輝度

(イ) で求めた部分輝度と (ロ) で求めた地物の面積比を式 (4.8) に代入することにより野外輝度を求める。

ii) 表からの選択による方法

トンネル坑口付近の状況に関するデータが少ない段階では、野外輝度（視角20度）の円形視野内に占める天空の面積比 A_s に応じ、表解4-4をもとに野外輝度を設定するとよい。

天空の面積比 A_s は、前記 i) 計算による方法を参照するものとする。

なお、20度視野に占める天空の面積比 A_s (0.05以上) に対する野外輝度は、国際照明委員会を参考に設定している。

20度視野に占める天空の面積比 A_s に対する野外輝度				
面積比	$A_s < 0.05$	$0.05 \leq A_s < 0.15$	$0.15 \leq A_s < 0.25$	$0.25 \leq A_s$
野外輝度 (cd/m ²)	2,500	3,300	4,200	5,000

表解4-4 表からの選択による野外輝度

iii) 現地測定による方法

トンネル坑口付近が完成した状態において、野外輝度を直接測定できる場合は、この方法によることが望ましい。特に、年間の野外輝度が連続して測定できる場合は、そのデータを用いて年間の累積出現時間頻度95%に相当する野外輝度を直接的に求め、これを設計に用いる野外輝度とする。

過去に行われた実態調査により、6~8月の晴天日の南中時の野外輝度が、年間の累積出現時間頻度95%に近似することが明らかにされており、短時間の測定による場合は、この日時に測定を行うことが望ましい。

(3) 入口部照明各部の路面輝度と長さの適用上の注意点

境界部、移行部、緩和部の路面輝度と長さは、上述の機能を考慮して各種の実験で確認して決めたものである。その適用について注意すべき点は次のとおりである。

i) 入口部照明の所要輝度は、トンネル入口付近の野外の輝度にはほぼ比例して増減する。表4-2の値は、野外輝度3,300 cd/m²の場合を示す。この野外輝度の値は従来の野外の輝度4,000cd/m²に相当する。野外の輝度はトンネル入口付近の地形等により異なるので、それらの条件に応じて設定する。

ii) 入口付近における自然光の差し込みは照度としては比較的高いが、トンネルに近づくに従って入射角が深くなり、運転者の方向への反射光による輝度成分は少なくなる。したがって、自然光と人工照明が同じ照度値であってもこれらによる運転者の方向への輝度は全く異なるので、入口照明の設計を自然光と人工照明との算術的合計で行うことはできない。現在までの実施例では、自然光の差し込みによって有効な輝度を生ずるのはトンネル入口より10m前後の長さであるので、入口から10mの地点から表4-2に示す入口照明の路面輝度を人工照明により設定する。

したがって、入口部照明のうち表4-2に示す境界部の長さからそれぞれ10mを差し引いたものが人工照明を設置すべき区間である。

- iii) 入口照明は運転者の眼の順応現象に対して所要の視認性を確保するために設置されるものであるが、設計速度80km/h未満の交通量が少ないトンネルにおいて、道路や交通の状況を総合的に勘案して交通安全上支障がなければ、路面輝度を表4-2の値の1/2を下限として低減できる。
- iv) 入口部照明の壁面輝度は、「3 基本照明 (1)平均路面輝度」に記述した壁面輝度に準ずるものとする。
- v) 入口部照明にカウンタービーム照明方式を採用する場合、境界部の路面輝度を20%低減することができる。ただし、境界部の路面輝度が表4-2に示す設計速度60km/hのL1の1/2未満となる場合は、自然光の影響によって本照明方式の効果が得にくいことから適用できない。移行部、緩和部は表4-2（注(2)に準ずる。なお、本照明方式を採用する場合の相対閾値増加は15%以下を目安とする。
- vi) 入口部照明にプロビーム照明方式を採用する場合、表4-2の路面輝度及び表解4-5に示す鉛直面照度（路上高さ0.7m）を確保するものとし、設置区間の延長は設計速度（km/h）と同値（m）、開始地点は坑口とする。

設計速度(km/h)	60	70	80	100
鉛直面照度 (lx)	1,200	1,400	1,600	1,900
区間の延長 (m)	60	70	80	100

表解4-5 所要鉛直面照度（野外輝度3,300cd/m²）

- vii) トンネルに進入する前に出口部が見えるような短いトンネルにおいても、トンネルに進入する運転者の眼の順応輝度は、図解4-9とほぼ一致し、出口部の高輝度の影響は少ないことが明らかになったため、短いトンネルでの輝度の増加は行わないこととした。なお、トンネル出口より40mの地点まで入口部照明を設置するものとする。
- viii) 植樹、日除け、ルー場などにより、入口部の明暗の急変を緩和することが期待できることから、これらの採用についても検討するのがよい。

(4) 連続するトンネルの入口部照明

二つのトンネルが連続して存在する場合、この間の野外輝度は図解5-12に示すように先行トンネルの出口に近づくとともに上昇し、出口で最大となった後、接続トンネルの入口に接近するとともに徐々に低下する。

坑口間距離が設計速度に対応した視距よりも短い場合には、先行トンネルの出口における野外輝度が、単独で存在するトンネルにおける視距に相当する地点の野外輝度よりも低くなるため、その比だけ接続トンネルの入口部照明の路面輝度を低減することができる。

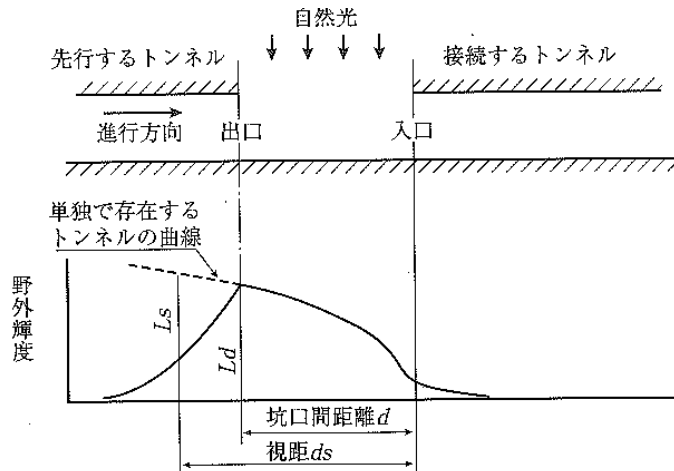
i) 野外輝度

後続トンネルの野外輝度は、先行トンネルの存在しない状態、すなわち後続トンネルが単独で存在する状態を想定して求める。

ii) 境界部の路面輝度

後続トンネルの野外輝度は、図解4-12に示すように、先行トンネルの出口の野外輝度が最大と

なり、視距手前の地点から求める先行トンネルが存在しない状態での野外輝度より低くなる。



図解4-12 坑口間における野外輝度の変化

境界部の路面輝度 L_1' は、単独で存在するトンネルの境界部の路面輝度 L_1 と表解4-6に示す坑口間距離に対応した入口部照明の低減 f_1 から式 (4.9) より算出する。

$$L_1' = f_1 \cdot L_1 \quad (\text{cd/m}^2) \quad \dots \dots \dots (4.9)$$

坑口間距離 d (m)	設計速度 V (km/h)					
	100	80	70	60	50	40
$d \leq 10$	0.30	0.35	0.35	0.40	0.40	0.45
$10 < d \leq 15$	0.40	0.45	0.50	0.50	0.55	0.60
$15 < d \leq 20$	0.50	0.55	0.55	0.60	0.65	0.75
$20 < d \leq 35$	0.60	0.70	0.75	0.75	0.85	0.95
$35 < d \leq 50$	0.70	0.80	0.85	0.90	1.00	1.00
$50 < d \leq 70$	0.80	0.90	1.00	1.00		
$70 < d \leq 100$	0.90	1.00				
$100 < d$	1.00					

表解4-6 接続トンネルの入口部照明の低減係数 f_1

iii) 入口部照明各部の路面輝度と長さ

後続トンネルの入口部照明各部の路面輝度と長さは、表4-2 注2)により設定する。したがって、移行部及び緩和部の路面輝度の低減係数も f_1 となる。

(5) 入口部照明の灯具配置

入口部照明の灯具配置は、「3 基本照明」に準ずるものとする。なお、平面線形に曲線のあるトンネルにおいて片側配列を採用する場合は、曲線の外縁に灯具を取り付けるなど誘導性を考慮することが望ましい。

(6) 出口部照明

1) 昼間、運転者がトンネル内を走行して、トンネルの出口に近づくと出口開口部が非常に明るく見え入口とは逆に“白い穴”に見えるような現象が生じる。このとき、交通量が多くなり、

車間間隔が短くなると、大きな自動車の背後に追従する自動車や障害物の見え方が低下するので、これを補うために先行車の背面を明るくするための照明を必要に応じてトンネル出口部に設けるのがよい。

- 2) 次の条件が重なるようなとき、またはその他特に必要と考えられる場合は出口部照明を設けるのがよい。
 - (イ) トンネルの設計速度が80km/h以上
 - (ロ) トンネル出口付近の野外の輝度が5,000 cd/m²以上
 - (ハ) トンネル延長が400m以上
- 3) 出口部照明の路上高さ0.7mの鉛直面照度は、トンネル内から見たトンネル出口付近の野外の輝度の12%の値、すなわち野外の輝度が5,000cd/m²ならば、路面照度は600lxとする。ここで、先行車の背面を明るくし、その視認性を改善するため、照明レベルを鉛直面照度で示した。また、照明区間は、種々の車頭間隔の検討により80m前後の長さがあれば十分である。
- 4) トンネルの出口区間が上がり勾配の場合、トンネル内から見た出口部は高輝度の天空となることがある。このような条件では太陽光がトンネル内部まで射し込みやすいため、設計速度60km/h以下のトンネルにおいても必要に応じて出口部照明の設置を検討するとよい。
- 5) 出口の平面線形に起因して、視距に相当する距離手前の地点からトンネル出口が見通せない場合は、路面や壁面が徐々に明るくなることから、出口部における上記の問題が発生する可能性が低い。また、植樹、日除け、ルーバなどにより、出口部の野外輝度の低減を図ったり、太陽光の射し込みを防止するのがよい。

5 特殊構造部の照明

特殊構造部の照明は、それぞれの目的を考慮し下記のとおり設けるものとする。

- (1) 分合流部の照明
分合流部には、その位置と道路線形を視認するため、照明施設を設けるものとする。
- (2) 非常駐車帯の照明
非常駐車帯には、その位置が視認でき、かつ一時的に待避している車両の存在を走行中の車両から確認するため、照明施設を設けるものとする。
- (3) 歩道部の照明
歩道を有するトンネルの歩道部には、歩行者等の安全を確保するため、必要に応じて照明施設を設けるのがよい。
- (4) 避難通路の照明
避難通路には、非常時の避難や安全などを確保するために照明施設を設けるものとする。

解 説

(1) 分合流部の照明

分合流部には、走行する自動車の運転者が車道前方の分合流部の道路線形を安全な距離から視認でき、分合流部で生じる交通流の変化に対応して安全に対処できるような照明施設を設けるものとする。分合流部の照明は、下記に示す点が重要である。

- (イ) 明るさを増加することによる位置の明示
- (ロ) 光学的誘導効果を考慮して灯具を適切に配置

分合流部の照明は、交通量に応じて基本照明の平均路面輝度の1.5倍から2倍とすることが望ましく、その照明範囲は原則としてノーズ先端から車道部のテーパーの終端までとするのがよい。

(2) 非常駐車帯の照明

非常駐車帯には、その位置がわかり、かつ一時的に待避している車両の存在を走行中の車両から確認できるよう、照明施設を設けるものとする。

非常駐車帯の照明は、その設置目的から、遠方からその存在が良くわからなければならないので、下記に示す点が重要である。

(イ) 明るさを増加することによる位置の明示

(ロ) 灯具の配置や光源の光色を変えることによる位置の明示

非常駐車帯は、トンネル内で故障などを起こした車両が一時的に待避する場所であることから、その位置の視認ができ、かつ一時的に待避している車両の存在を走行中の車両から確認するため、夜間減灯時においても基本照明と併せて平均路面照度50lx以上を保つように照明施設を設置することが望ましい。

なお、本線の設計照度が高く、非常駐車帯の照度よりも本線照度の方が明るくなるような場合には、非常駐車帯の照度は本線の照度と同等以上とすることが望ましい。

また、一時的に待避している車両等の見え方を考慮し、演色性の良い光源を選定するのがよい。

(3) 歩道部の照明

歩道を有するトンネルの歩道部には、歩行者等の安全を確保するため、夜間減灯時においても平均路面照度5lx以上の明るさを確保するよう照明施設を設けるのがよい。

歩道の明るさは、歩行者等がトンネル内を安全かつ安心して通行できるよう、歩道上の障害物や路面の見やすさ及び他の歩行者の見やすさを考慮して設定したものである。

なお、夜間減灯時においても、トンネル照明のみで所要の照度を満足する場合は、歩道部専用の照明施設設置しなくてもよい

(4) 避難通路の照明

避難通路には、非常時の避難や安全などを確保するために照明施設を設けるものとする。

避難通路には、避難坑及び避難連絡坑があり、非常時の避難はもとより、トンネルの維持管理を行う場合の通路としても使用されることから、維持管理のために必要な明るさを考慮し、停電時にも通常の電源設備以外の電源により点灯を維持することが必要である。

なお、避難通路の明るさについては、「道路トンネル非常用施設設置基準・同解説（（社）日本道路協会）」によるものとする。

6 接続道路の照明

夜間においては、トンネル出入口付近の幅員構成や道路線形の変化などを明示するため、必要に応じて設けるのがよい。

解 説

夜間、トンネルだけに照明があり、これに接続する道路に照明がない場合、トンネル入口付近の道路幅員や道路線形の変化がわからず危険である。このためトンネル入口付近にはトンネル入口を明示するような照明が必要である。また、自動車が明るいトンネル内を走行し、トンネル出口にさしかかったとき、トンネル出口に続く接続道路に照明がないと、トンネル出口が暗い穴に見え、接続道路の線形や危

険な障害物の存在などがわからなくなる（写真解4-2参照）。したがって、トンネル出入口に続く接続道路には、必要に応じて照明施設を設けるのがよい。

なお、トンネル出口付近の道路の線形が急激に変化しているときには、単に路面を明るくするだけでなく、灯具の配置に十分な注意を払い、道路照明の光学的誘導効果によって道路の線形が十分予知できるようにしなければならない。

7 停電時用照明

停電時照明は、停電時における危険防止のため、必要に応じて設けるのがよく、基本照明の一部を兼用することができる。

解 説

トンネル内で突然停電に遭遇すると、運転者は心理的動揺をきたし、事故を起こすおそれがある。

このため停電直後から通常の電源以外の電源によって照明することを考慮するものとする。

基本照明の一部を兼用し、停電時照明とすることができる。

一般に、延長200m未満の直線に近いトンネルでは、出口がよく見通せ、停電の場合でも比較的容易に通過できることから、停電時照明を設置しなくてもよい。ただし、屈曲し出口の見えないようなトンネルでは、200m未満の短いトンネルであっても、停電時照明を設置することが望ましい。

LED照明器具の場合、基本的に直流で動作するため、交流で動作する照明灯具と停電時照明方式が異なり、LEDモジュールの一部または全部を電池もしくは直流電源で容易に点灯させることが可能である。灯具の更新も考慮し、既存の電源設備などを調査の上、LED照明灯具の特性を活かして適切な停電時照明となるように検討するものとする。

この電源設備には次のような方式があり、採用にあたってはトンネル照明施設以外の付帯設備との関係もあるため、非常時の運用および経済性や保守性を考慮して選定するものとする。

1) 無停電電源装置によって電源供給する方式

i) 受配電盤を設置した場所に蓄電池を設置し、インバータによって変換した交流電源をトンネル内の一部の灯具に供給して、停電時、自動的に点灯させる。

ii) トンネル内の一部の灯具にそれぞれ蓄電池とインバータを内蔵させ、停電時に自動的に点灯させる。

いずれも、無停電電源装置により照明する場合の照明レベルは、基本照明の概ね1/8以上の明るさを確保することが望ましい。

2) 予備発電設備によって電源供給する方式

予備発電装置（自家発電設備）により電源供給する場合の照明レベルは、基本照明の概ね1/4以上の明るさを確保することが望ましい。

なお、停電後に予備発電設備が正規電圧を発生するまでの間は、1)の無停電電源装置によって電源供給する方式による。

8 トンネル照明の運用

トンネル照明は、交通の安全に配慮のうえ、効率的かつ経済的に運用するものとする。

解 説

トンネル照明は、野外の明るさと交通量及び照明施設の目的に応じて合理的に運用するものとし、具体的には路面輝度を制御することによってこれを行う。

路面輝度の調光は、当該トンネル及びその周辺の状況、交通量及び安全性などを十分考慮のうえ、明るさや時間帯などを慎重に決定して実施する必要がある。あくまで照明施設の効率的かつ経済的な運用を図るために行うものであって、交通の安全性を低下させるようなことがあってはならない。

(1) 基本照明

夜間において交通量が減少し、トンネル内視環境が改善される場合は、基本照明の路面輝度を状況に応じて低減することができる。基本照明は、夜間は表 4-7 に示す値の1/2、深夜は1/4程度に調光することを基本とし、照明レベルに応じて調光の段階を設定する。ただし、夜間の交通量が多く、煤煙透過率が低くなるおそれがある場合には慎重に検討するものとする。いずれの場合においても路面輝度は0.7cd/m²未満としてはならない。

照明の調光は、減光によることが望ましいが、やむを得ず減灯による調光を行うトンネルであっても、路面輝度の総合均斉度はできるだけ高く維持することが望ましい。

なお、基本照明の全点灯から1/2点灯への調光は野外輝度または照度により、1/2点灯から1/4点灯への調光はタイマーによるものとする。

(2) 入口部・出口部照明

入口部照明は、野外輝度に応じて所要の照明レベルが決定される。このため、野外輝度が増加した場合にはそれに応じてトンネル内の路面輝度を調光することができる。通常は、入口部照明の調光段階を2または4段階とし、野外輝度の設定値に対する比率に応じて所定の路面輝度の比率となるよう照明施設を制御する。設計速度が高いトンネルで入口部照明のレベルに応じた調光段階を4段階にした表解4-7 に、設計速度が低いトンネルで調光段階を2段階にした例を表解4-8 に示す。

出口部照明は、入口部照明と同様の考えをもとに調光するのがよい。

野外輝度の設定値に対する比率	路面輝度の比率
75%以上	100%
50%以上～75%未満	75%以上
25%以上～50%未満	50%以上
5%以上～25%未満	25%以上

表解4-7 入口部照明の調光（4段階の例）

野外輝度の設定値に対する比率	路面輝度の比率
50%以上	100%
5%以上～50%未満	50%以上

表解4-8 入口部照明の調光（2段階の例）

(3) 特殊構造部の照明等

特殊構造部の照明は、それぞれの目的を考慮し、適切に運用するものとする。接続道路の照明は、夜間におけるトンネル照明との連続性を考慮して運用するのがよい。

(4) 非常時の運用

非常時には道路利用者等の避難、消火活動のために照明が必要であり、基本照明を全点灯するのがよい。なお、昼間は入口部・出口部照明及び基本部照明を直前の点灯状態に維持することが望ましい。

第5節 照明用器材

1 光源及び安定器

光源および安定器は、次の事項に留意して選定するものとする。

- (1) 効率がよく寿命が長いこと
- (2) 周囲温度の変動に対して安定であること
- (3) 光源は光色と演色性が適切であること

解 説

道路照明施設に使用する光源及び安定器は、効率、寿命、光束などの特性が安定しており、製品の互換性、入手の容易さなどに加えて、設置場所の環境に適合したものを選定する必要がある。光源及び安定器の選定にあたり留意する事項には次のようなものがある。

(1) 効率と寿命

道路及びトンネルの照明に使用する光源及び安定器には、効率が高く、寿命が長いことが求められる。

効率には光源のみの発光効率と、安定器の電力損を含む総合効率があり、安定器の入力電力は安定器の種類によって異なるので、効率を考慮し選定する必要がある。

光源の寿命は照明施設の維持管理に対して重要である。一般的に光源の平均寿命は実験室的な一定条件下において求めた平均値で表されている。しかし、実際には平均寿命は電源電圧の変動、周囲温度の変化、点滅頻度、照明器具の構造、安定器の特性など影響を受けるので留意する必要がある。

(2) 周辺温度の影響

光源は、周辺温度の変動に対して特性が安定であることが必要である。光源の種類によっては、周辺温度により効率が低下したり、低温時に始動しにくくなる。

蛍光灯や発光ダイオードは周辺温度により効率が変動する。また、蛍光水銀ランプや蛍光灯は、低温になると始動しにくくなるので、低温時の対応を考慮する必要がある。なお、光源の周辺温度は組み合わせる照明器具の構造によっても異なるので、周辺温度の影響を考慮して照明器具や安定器を選定する必要がある。

安定器は、周辺温度が高くなると寿命が短くなる傾向がある。よって、安定器の寿命を長く維持させるためには安定器周囲の温度上昇を抑える等の配慮が必要である。

(3) 光色、演色性

1) 調光と始動特性

運用において、減光による調光をする場合には、減光が可能な光源を選定する必要がある。また、点灯・消灯が多いトンネル照明では自動時間が短いことも重要である。停電時の照明を考慮すると、特にトンネルの基本照明には再始動時間が短い光源を採用することが望ましい。

2) 各種光源の選定

道路照明施設に使用される光源には、高圧ナトリウムランプ、蛍光ランプ、メタルハライドランプ、セラミックメタルハライドランプ、低圧ナトリウムランプ、蛍光水銀ランプ、発光ダイオード等がある。これらの光源を平均寿命、総合効率、光色・演色性、周囲温度特性、減光の可否等の特性に応じて適宜選択する必要がある。

3) 安定器の選定

i) 放電灯を安定に点灯させるためには安定器は必要であり、使用する光源の種類とそのワット数に適したものを電気方式、電圧変動、周囲温度その他、施設設計上の諸事項に留意して選定する必要がある。安定器の特性は電源施設や配線設備を決定する重要な要素である。安定器の入力電力は安定器の種類によって異なるので、光源と安定器の組み合わせによって決まる総合効率に留意する必要がある。減光による調光を行う場合には、調光形安定器を使用し、運用に応じて連続調光形または段調光形の安定器を選定するのがよい。

安定器の種類は、使用する光源の種類とそのワット数、電源電圧、周波数の他、使用場所、力率によって区分され、一般高力率形、高周波点灯形、定電力形、調光形、送相形などがある。なお、これらは単独での区分ではなく、高周波点灯・調光形といったように合わせて使用される。

ii) ポール照明方式の安定器は通常ポール内に収容される。特に、調光用安定器を使用する場合は、安定器の大きさを考慮したポール収納部の構造を県とすることがある。トンネル照明施設の照明器具では、器具に内蔵されるのが一般的である。安定器は絶縁体の種類によって温度上昇限度が関連規定に定められており、絶縁破壊や絶縁劣化の原因となる温度上昇が生じないようにする必要がある。

2 照明器具

照明器具は、設置場所に応じ、次の事項に留意して選定するものとする。

- (1) グレアが少なく高い照明率が得られ、照明方式に適した配光特性を有するものとする。
- (2) 長時間にわたり光源を安定に点灯させるために必要な電気性能、機械性能、防水性能、耐食性能等を有するものとする。
- (3) 道路の附属物として、設置場所に適した外観を有し、維持管理が容易なものとする。
- (4) ポールまたは構造物との取付部は十分な強度を有し、作業性および維持管理に配慮した構造を有するものとする。
- (5) LED照明器具に関しては、「LED道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）」平成24年4月長野県を参照するものとする。

解 説

照明器具は、設置場所（連続照明、局部照明、トンネル照明）及び周辺の状態に応じ、下記の事項に留意して選定する必要がある。

(1) 配光性能

- 1) 照明器具に要求される最も重要な性能は配光特性であり、照明施設の質と経済性に大きく影響する。また、照明器具は照明方式に適した配光を有することが必要である。

- 2) トンネルの照明器具の配光特性も基本的には道路照明の照明器具と同じであるが、トンネル照明器具は取付高さが低いため、グレアが大きくなる範囲で、照明率が高く均斉度の良い配光特性を有することが必要である。

また、トンネル内で他の車両、歩行者、障害物等の視認を容易にするためには、側壁への光束も必要であり、器具からの光束が路面のみでなく側壁にも適当に配分されるのが望ましい。

- 3) 照明器具は器具効率が高いことが望ましく、器具効率は反射板の反射率、照明カバーの透過率及びそれらの形状により異なるので、配光特性と合せて器具効率の高いものを選定する必要がある。

(2) 電気性能、機械性能、防止性能、耐食性能等

- 1) 照明器具は絶縁抵抗、絶縁耐力とともに長時間にわたり良好であることが必要である。

これらの電気性能はJIS C 8131（道路照明器具）に規定されている。

- 2) 照明器具には通常の使用状態で予想される振動、衝撃等によってランプとソケットの接触不良、脱落、器具各部の緩み、破損等を生じないような機械的性能が必要がある。
- 3) 一般に道路の照明器具は風雨にさらされ、またトンネルの照明器具は洗浄時に圧力水を噴射されるので、正常な動作を阻害するおそれのある浸水が起こらない防水性能が必要である。
- 4) 照明器具は自動車の排気ガスはもちろんのこと、工業地帯においては亜硫酸ガス、海浜地帯においては塩分粒子等の腐食性雰囲気さらされる。またトンネル照明器具はトンネル内の湿気によって湿潤状態におかれる。このような使用環境で長時間にわたり配光性能、電気性能、機械性能が劣化しないような耐食性能が必要である。
- 5) 照明器具は太陽光線や点灯時の発熱による温度変化を受ける。内部温度上昇によって器具の各部の変形、変質を生じないほか、安定器、ソケット、内部配線等の絶縁劣化が生じないような耐熱性能も必要である。

(3) 外観等

照明器具は道路の附属物として、設置場所に適した外観形状とすることを考慮する必要がある。また、照明器具は維持管理が容易な構造であることが求められ、開閉機構を有する場合は容易に開閉できる構造とする必要がある。

(4) 取付部の構造等

- 1) 照明器具の取付は、特別の場合を除き高所作業になるので簡易な方法で強固に取り付け得ることが望ましい。
- 2) ポール照明方式に用いる照明器具は、ポールへの取付部に容易に脱落、ねじれ等の生じない構造とする。また、照明器具の落下防止を考慮する必要がある。
- 3) トンネル照明器具は、トンネル側壁または天井に金具を取付け、照明器具を直付けする方法が一般的であり、トンネル側壁または天井の建築限界外に空間的な余裕をもって取付ける必要がある。コンクリート面に取付ける場合は、腐食の対策と維持管理を考慮して、側壁から50mm程度話すことが望ましい。

(5) LED照明器具等

一般的事項に関しては上記を参考とし、LED照明器具については「LED道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）」平成24年4月長野県、4. 照明灯具技術仕様を参考とするとよい。

3 ポール

ポールは、次の事項に留意して選定するものとする。

- (1) 灯具の性能を十分発揮させるように保持し、設置場所に適した外観を有するとともに、灯具の配列に応じて経済的な形状および構造を有するものとする。
- (2) 灯具およびポールに加えられる外力に対して十分な強度や耐久性を有するとともに、設置場所に応じた耐食性を有するものとする。
- (3) 安定器等を取り付け得る構造のものとする。

解 説

(1) ポールは、灯具の性能を十分発揮させるように保持し、灯具の配列に応じて経済的かつ設置場所に応じた外観形状及び構造を有する必要がある。また、灯具の落下を防止する対策が可能な構造とすることが望ましい。

(2) ポールは器具の重量はもとより、風圧力による転倒モーメントおよびねじれあるいは地盤からの起震力による振動などの外力に対し十分な強度を有する必要がある。特に、橋梁や高架道路ではポールにかかる通行車両による振動などの影響を考慮する必要がある。

ポールは最大瞬間風速60m/secに耐えるものとし、設計条件および強度計算は、JIL 1003照明用ポール強度計算基準によるとよい。なお、地上からの高さが6m以下のポールは、最大瞬間風速を50m/secとすることができる。

一方、十分な耐食性を保持させるため、ポールには適切な防食を施す必要がある。塩害を受けやすい場所や腐食性ガスの発生する工場地帯等では、ポールの寿命に大きな影響を与えるので、塗装を行う場合は、それぞれの周辺環境に適した特殊塗料を使用することも考慮する必要がある。また、ポールを埋め込む場合は、地際部に腐食防止の補強をすることが望ましい。

なお、ポール断面形状が円形でなく、多角形の場合の風力係数は1.0~1.3とするのが望ましい。

(3) ポールは、必要に応じて安定器や開閉器が取付けられ、かつそれらが点検可能な構造とする必要がある。

4 その他の器材

(1) 自動点滅器

自動点滅器は、自然光の明るさに応じて回路を開閉させる機能を有し、動作が確実に長期間安定に作動するものとする。

(2) 自動調光装置

自動調光装置は、野外輝度または鉛直面照度あるいは時刻に応じて明るさのレベルを制御する機能を有し、動作が確実に長期間安定に作動するものとする。

(3) 配電盤

配電盤は、自動点滅器あるいは自動調光装置などの信号を受けて、光源を点滅または減光するために必要な機能を有し、設置場所の条件に適合した外観や形状および構造を有するものとする。

(4) 電線

電線は、許容電流値、電圧降下等を考慮した太さのもので、使用場所に適合した絶縁体、シースまたは外装を有するものとする。

(5) 管路

管路は、収容する電線を保護するために必要な太さと強度、耐久性を有し、敷設する場所の条件に応じた施工性等を有するものとする。

解 説

自動調光装置

(1) 自動点滅器

自動点滅器は、自然光の明るさに応じて回路を開閉するもので、JIS C 8369（光電式自動点滅器）に種類、性能、構造等が詳細に設定されている。自動点滅器は動作が確実で機械的に優れ、耐候性に富み、雨水の浸入、滞水により正常な動作を阻害されることのない構造で、通常の使用状態において振動に耐えることが要求される。また、腐食性ガスや塩害のおそれのある場所等に用いる場合は耐食性を考慮する必要がある。なお、自動点滅器の設置位置は、自然光の明るさを適切に検知できるように決定する必要がある。

(2) 自動調光装置

自動調光装置は、道路照明装置の明るさのレベルを制御するものであり、野外輝度または野外の鉛直面照度を検出して、あらかじめ設定した明るさや時刻に応じて制御信号を発生し、明るさのレベルを制御する。

- 1) 自動調光装置は、受光部と制御部から構成される。
- 2) 受光部には、野外輝度を検出する輝度計式と野外の照度を検出する照度計式がある。
- 3) トンネルの野外輝度または鉛直面照度を検出するため、坑口付近に受光部を設置する。視角20度の輝度計を用いる場合、受光部はトンネル坑口から150m程度離れた位置の路側に設置するとよい。道路線形等により坑口の見通しが悪い場合には、視角20度内に坑口が適切に入る坑口手前の位置とするとよい。この場合、設置位置を変更することによる野外輝度の低下を考慮した補正が必要となる。また、照度計式の受光部の設置位置・方向は、野外輝度との関連が高くなるようにすることが望ましい。

なお、受光部の設置にあたっては、交通の妨げにならず、草木の陰になったり、自動車のヘッドライトの影響を受けないような位置を選定する必要がある。

- 4) 制御部は受光部の信号を受けて、或いは時刻に応じて制御信号を発生し、確実かつ安定した明るさのレベルを制御するものである。

(3) 配電盤

配電盤は、自動点滅器或いは自動調光装置などの信号を受けて、光源を点滅または減光するために必要な機能を有するものである。なお、非常用施設が設置されるトンネルでは、停電時や非常時に連動できる機能を有することが望ましい。

また、配電盤は設置場所の条件に適合した外観や形状及び構造を有するものとし、できるだけ小形にすることが望ましい。

屋外に設置するものは、浸水の浸入、滞水によって機能が阻害されないことが要求され、前面ドアのパッキング、電線の引入れ、引出し口等の構造に留意する必要がある。また、十分な耐食性を保持させるため、適切な防食を施す必要がある。

配電盤内部はなるべく充電部が露出しない構造で、絶縁劣化等の原因となる有害な温度上昇を生じないよう放熱、通風も考慮する必要がある。

(4) 電 線

- 1) 受電地点から照明器具に給電するための電線は原則としてJIS適合品とし、その区間の配線方式に適したものを選定する必要がある。
- 2) 電線は施工時の引張り力、使用時の伸縮力に対して折損または破断のおそれの少ない撚線を導体としたものとし、電線の太さは許容電流、電圧降下及び施工性を勘案して選定する必要がある。

(5) 管 路

管路は、ケーブルを保護してその電氣的性能を保持させるものであるから次の諸点に留意して使用材料を選定する必要がある。

- 1) 外部からの荷重、衝撃、振動等からケーブルを保護するような十分な機械的強度を有すること
- 2) 管路自身の温度伸縮、構造物の温度伸縮、地盤沈下による伸縮等を吸収してケーブルに曲げ、引張り等の応力を及ぼさないこと
- 3) 並行する通信線路がある場合は静電誘導を与えないため、遮へい効果を考慮すること
- 4) 腐食性ガス、塩分、紫外線の環境条件に対し十分な耐久性を有すること
- 5) 管路の施工が容易でかつケーブル引入れ工事も容易に行えること

第6節 設計及び施工

1 照明施設設置の手順

- (1) 道路照明施設整備計画に基づき、合理的かつ経済的な照明設計、配線設計および施工を行うものとする。
- (2) 更新及び新設する道路照明（トンネル照明含む）については、原則LED照明による設計、施工で行うものとする。

解 説

(1) すなわち、施設整備計画の前提条件を整理し、連続（局部）照明とトンネル照明別に、使用光源および照明器材の選定の後、配置を決め、照明率、保守率等の計算設計の設定を行い、光束法および逐点法により照明計算を行い灯具の間隔と光源の大きさ（ワット数）等を決定する。

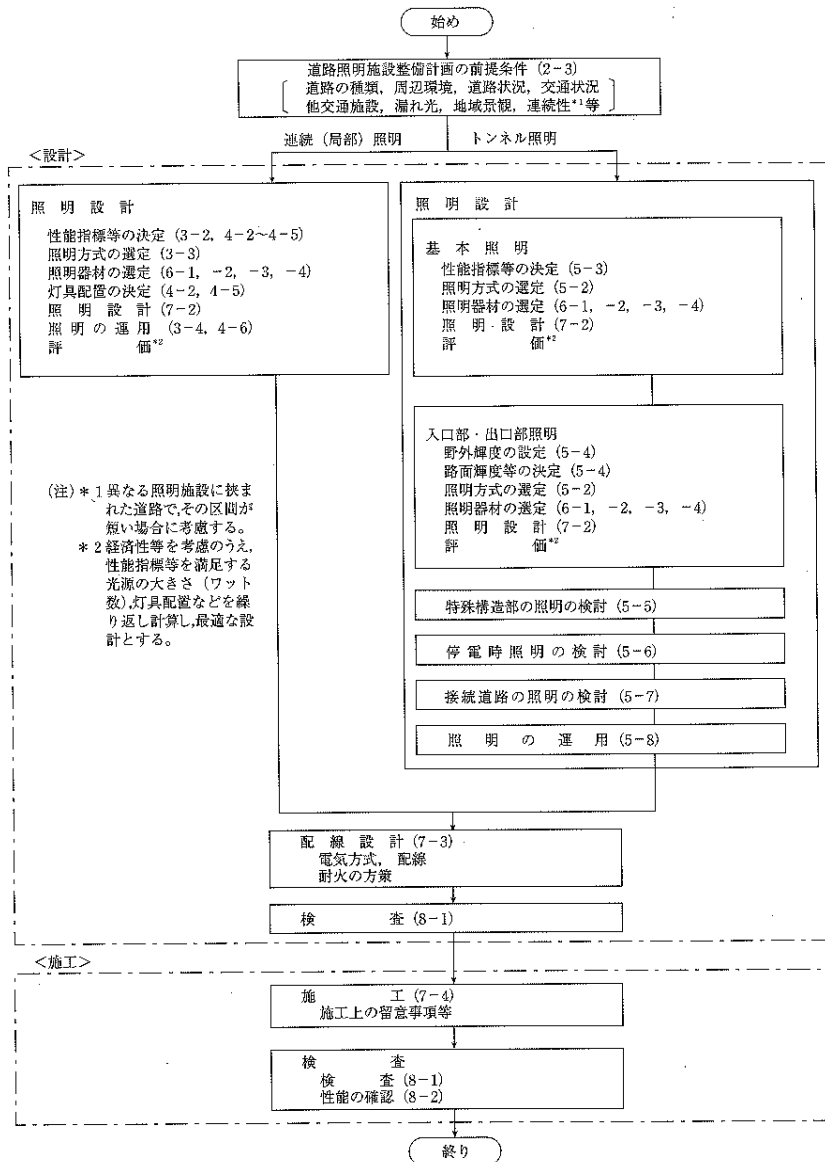
次に、調光等を考慮のうえ、電気方式、契約種別を決め、電圧降下計算等を行い、具体的な配線設計を行って、設計時の検査により性能ならびに機能を確認する。

以上の決定項目に基づき現場において施工を行い、施工時の検査により性能並びに機能を確認する。

なお、局部照明やトンネル照明など異なる照明施設に挟まれた道路で、その延長が短い区間に照明施設を設置する場合、前後の照明施設を含む全体区間において、明るさなどの連続性を考慮し計画する必要がある。

(2) LED照明の設置に関する通知については、平成25年7月29日付25道管号外道路管理課長名で通知済みであり、道路及びトンネル照明の更新及び新設する場合は、原則LED照明により設計を行うものとする。

また、設計を行うにあたっては、ライフサイクルコストを算定することとし、算定方法については「LED道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）」平成24年4月長野県、5 LED道路・トンネル照明のライフサイクルコスト算定を参考に算出するものとする。



2 照明設計

連続照明においては、連続照明、局部照明、トンネル照明及び照明用基材の規定に従い、光源、灯具配光、灯具の配置等を決定するものとする。

(1) 照明設計の概要

1) 連続照明、局部照明及びトンネル照明の施設設置手順は図解6-1に概要を示すが、選定された照明機材を使用し、連続照明、局部照明、トンネル照明に規定等された規定値及び推奨値等が得られるように、設計及び計算を行うのがよい。ここで、規定値は性能指標として規定された値、推奨値は解説において推奨されており、満足することが望ましい値をいう。なお、各照明施設はその設置場所により相互に関連する場合があるため、連続性を考慮し、総合的に検討する必要がある。

各照明施設と、それぞれに該当する性能指標 (規定値) 及び推奨値との関係は表解6-1による。

設計対象項目		性能指標(規定値)				推奨値					
		平均路面輝度	総合均斉度	相対閾値増加	誘導性	平均路面輝度	照度均斉度	車線軸均斉度	相対閾値増加	壁面輝度	鉛直面輝度
照明施設											
連続照明		○	○	○	※			△ ^{*1)}			
局部照明	交差点の照明					○	○				
	横断歩道の照明					△ ^{*2)}					△ ^{*2)}
	歩道等の照明					○	○				
	その他の場所の照明					△ ^{*3)}					
トンネル照明	基本照明	○	○	○	※			△ ^{*4)}		○	
	入口部照明	○							△ ^{*5)}	△ ^{*6)}	△ ^{*7)}
	出口部照明										○
	特殊構造部の照明					○					
	接続道路の照明					△ ^{*8)}					

表解6-1 各相名施設と設計対象項目

注) ○：設計対象とする △：必要に応じて設計対象とする ※：定量評価の対象としない

*1) 車線軸均斉度は高速自動車国道等、主要幹線道路において設計対象項目とするものとする

*2) 歩行者の背景を証明する方式では平均路面照度、歩行者自身を照明する方式では鉛直面照度を設計対象項目とする

*3) 対象となる設置場所が多岐にわたるため、照明施設の設置目的に応じて適宜、設計対象項目を決定するとよい

*4) 車線軸均斉度は、設計速度と交通量に応じた平均路面輝度の低減を考慮して、設計対象とするかを決定するのがよい

*5) 相対閾値増加はカウンタービーム照明方式の場合に設計対象項目とする。ただし、カウンタービーム照明方式の器材仕様に適合した灯具を用いる場合は省略してよい

*6) 路面輝度は、灯具の光軸方向・配光が基本照明の灯具と同等と判断される場合は省略してよい

*7) 鉛直面照度はプロビーム照明方式の場合に設計対象項目とする

*8) 複数の灯具を設置される場合等に平均路面照度を設計対象項目とすればよい

設計対象項目ごとの計算法は表解6-1による。

設計対象項目 計算法	性能指標(規定値)				推奨値					
	平均路面輝度	総合均斉度	相対閾値増加	誘導性	平均路面輝度	照度均斉度	車線軸均斉度	相対閾値増加	壁面輝度	鉛直面輝度
光束法	○			※	○				○	
逐点法		○	○	※		○	○	○		○

表解6-2 設計対象項目と計算法

注) ※：定量評価の対象としない

光束法は被照面の平均の明るさを一括して求めるものであり、逐点法は被照面の中の任意の点の明るさを求めるもので、照度と輝度に対する方法がある。

光束法と逐点法は設計対象項目に応じて選択するとよい。

表解6-1から照明施設に応じた性能指標（規定値）、推奨値を選定し、次に表解6-2から設計対象項目に対する計算法を決定するとよい。個々の計算法については(2)照明計算のとおり。

2) LED道路照明の場合、照明灯具の性能が応札者により異なっていたため、計画段階で光束法における定格光束や照明率の設定が困難で詳細な照明設計を行うことは難しい場合がある。しかし、LED道路照明の多くは既設道路照明のLED照明への変更であり、新設する場合でもLED照明灯具の大幅な性能向上などが無い限り基本的な灯具配置が大幅に変わることは無いと考えられる。これらを考慮して、計画段階における具体的な道路照明の設計手順は下記のとおりである。

①性能指標の決定

道路照明の性能指標は「設置基準・同解説」を前提とする。

②灯具配置の決定

i) 既設照明灯の更新（既設照明柱を再利用する場合）

既設のHID道路照明をLED道路照明に器具のみを更新する場合、灯具配置は変わらないため連続照明における灯具間隔、局部照明における灯具配置場所は変わらない。

既設の照明柱の位置を前提として照明計算を行うものとし、照明計算では、灯具間隔（S）を既設配置として、当該LED照明灯具を設置した場合に平均路面輝度、総合均斉度、車線軸均斉度などの性能指標を満足するか検証を行うことになる。

連続照明において既設照明柱の灯具間隔（S）が概ね40m程度の場合、局部照明の場合では交差点などの灯具配置が、設計条件タイプに準拠している場合はLED道路照明に更新することが可能である。

ii) 照明灯の新設

交差点照明や横断歩道照明等の局部照明を新設する場合は、LED道路照明の場合においても基本的条件は変わらないため、HID照明器具の場合同様の灯具配置を前提とする。具体的には設計条件タイプの灯具配置に準じて配置を行う。

連続照明を新設する場合は、当該道路条件と照明灯具の性能（定格光束と当該道路条件にお

ける照明率)によって、設計上の灯具間隔は変わることになる。しかし、実証実験から現在のLED照明灯具は概ねHIDナトリウム灯のNH110W、NH180W及びNH220Wに相当する照明性能を有すると考えられ、性能的に大幅な差異は無いため、新設の場合も設計条件タイプに示す平均的な灯具間隔で設計を行うものとする。

今後、照明性能で定格光束の増大や当該道路条件における照明率の向上がある場合は、それらを前提として設計上の灯具間隔の広スパン化を検討し経済性の向上を図るものとする。

3) 設計の手順

基本設計段階、発注段階の照明設計及び発注図書の作成において、対象とする道路照明が、既設のHID照明をLED照明に更新する場合及び局部照明の新設の場合で既存HIDランプ又は従前設計のHIDランプがNH110W、NH180W及びNH220Wに相当する場合は、標準的な照明設計で所要の照明指標を満足すると考えられることから、当該道路条件が以下の表解6-3に示すLED道路照明が適応可能な設計条件タイプに適合することを確認する。特記仕様書に性能規定として所要の性能指標を明記し、既存の照明柱配置、交差点における配置を明確にして発注図書とする。

連続照明を新設する場合は、基本的に灯具間隔 $S=40m$ として設計を行うが、当該道路条件において照明率として標準値(0.4)より良い値が期待できる場合、または定格光束を大きく設定できる場合は、光束法による照明計算を行い適切な灯具間隔を設定することも可能とする。

なお、光束法における式を変形して照明灯具の車道幅員 $1m$ 当たり所要光束 Fr (灯具の定格光束と照明率を乗じた値)から、幅員毎の必要な定格光束と照明率の目安を表解6-4に示す。これにより、個別LED照明器具の性能を概略評価して、当該道路条件の適合性が判断できる。

設計条件		道路分類	県が管理する一般国道(片側)							
			1車線道路		2車線道路		3車線道路			
		歩道	有	無	有	無	有	無		
① 連続 照明	平均路面輝度 1.0 cd/m ²		○	○	○	○	×	×		
	平均路面輝度 0.7 cd/m ²		○	○	○	○	×	×		
	平均路面輝度 0.5 cd/m ²		○	○	○	○	/			
② 局部 照明	交 差 点	十字路 (2車線×2車線)、20lx	×		/					
		十字路 (2車線×2車線)、15lx	○							
		十字路 (2車線×2車線)、10lx	○							
	十字路 (4車線×2車線)、20lx	○								
	十字路 (4車線×2車線)、15lx	○								
	十字路 (4車線×4車線)、20lx	○								
	十字路 (4車線×4車線)、15lx	○								
	十字路 (6車線×4車線)、20lx	×								
	十字路 (6車線×4車線)、15lx	○								
	横 歩 道	歩行者の背景を照明する方式、20lx		△					/	
歩行者自身を照明する方式、15lx			△							

表解6-3 LED道路照明が導入可能なタイプ一覧 (H23.10月現在)

注1. 表解6-3において導入可能と判定されていないものは、実証実験において適合する道路照明灯の応募がなかったものである。照明設計を行う時点で照明灯具の性能向上により適合する場合がある。

注2. 横断歩道照明の設計条件は、2車線（8m）20lx程度で実証実験に応募がなかったが、設計条件が10lx以上の場合は適応可能であり△としている。注1. と同様に4車線以上の道路条件も含めて適合性を確認するものとする。

路面輝度	所要光束Fr (lm)		車道幅員 W=7m 2車線	車道幅員 W=10.5m 3車線
	2車線	3車線		
1.0 cd/m ²	860×W	900×W	6,020 lm	9,450 lm
0.7 cd/m ²	600×W	630×W	4,200 lm	6,615 lm
0.5 cd/m ²	430×W	450×W	3,010 lm	4,725 lm

表解6-4 各路面輝度における所要光束（例）

注. 所要光束Fr = (L×S×W×K) / (N×M)

但し、アスファルト舗装(K=15lx/cd/mm²)、設置間隔S=40m、片側配列N=1、車道幅員W、保守率M=0.7の場合。3車線の場合はS=42m

(2) 照明計算

照明設計で用いる計算法には、表解6-2に示すように「光束法」と「逐点法」がある。逐点法はさらに「逐点法による照度計算」と「逐点法による輝度計算」に分類される。

光束法は、灯具からある面に入射する光束により、その面の平均照度を計算する方法であり、逐点法は、照明施設内の任意の点の照度、輝度を灯具から入射する光度や灯具とその点との距離、角度等から求める計算法である。

1) 光束法による計算

i) 平均路面輝度の計算

(イ) 平均路面照度、平均路面輝度

光束法は一般的に用いられる計算法で、平均照度、器具間隔や灯数の算出に使用される。平均路面照度Erは式(6.1)のとおり。

$$E_r = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{S \cdot W}$$

F：光源光束 (lm) U：照明率 M：保守率 S：灯具の間隔 W：車道幅員

N：配列係数 千鳥配列・片側配列・中央配列=1 向合わせ配列=2

平均路面輝度Lrは、路面の種類別に定められている平均照度換算係数(K=Er/Lr)を用いて式(6.2)で示す。

$$L_r = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{S \cdot W \cdot K}$$

K：平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

(ロ) 平均照度換算係数

平均照度換算係数は平均路面輝度を平均路面照度に換算する係数であり、路面の種類以外に、灯具の配光、配置などによって変わる。わが国でのこれまでの実施例、既往研究等により表解6-5に示す値が妥当と考えられる。

なお、排水性舗装や明色舗装等並びに低ポール照明や高欄照明等の低位置照明の平均照度換算係数については、調査・研究等により適切に設定する必要がある。

	コンクリート	アスファルト
連続照明、局部照明	10	15
トンネル照明 (対称照明方式)	13	18

表解6-5 平均照度換算係数

トンネル照明において、非対称照明方式を採用する場合の平均照度換算係数が別途検討が必要である。カウンタービーム照明方式を採用し、車道幅員内あるいは車道と路肩の境界幅員に灯具を配置する場合については、コンクリート及びアスファルト舗装共に $91\text{x}/\text{cd}/\text{m}^2$ を適用することができる。

(ハ) 照明率

a) 道路照明（連続照明、局部照明）

連続照明、局部照明の設計計算に用いる照明率は、光源と照明器具との組み合わせによる照明率曲線から、道路の横断方向における灯具の位置と灯具の取付高さとの関係より算出される。

b) トンネル照明

トンネル照明の照明率は他の照明施設と同様の手順で求めることができるが、道路幅と灯具位置、灯具の取付高さ・取付角度の他、天井、壁、路面による相互反射成分を加える必要がある。

c) LED照明

LED灯具の照明率は0.4として設定し、標準的な設計を行う場合適用する。

(ニ) 保守率

道路照明施設は、光源の光束の低下、灯具及び壁面反射率の低下などによって路面輝度・照度が設置当初の値より減少する。この減少の程度を設計時点で見込む係数が保守率である。

この減少の程度は、道路構造、交通状況はもとより光源の交換時間と交換方式、灯具の清掃頻度などによって異なる。

表解6-6は、設計に用いる保守率の推奨値を示したものである。保守率の設定に際しては、交通量、車種構成、道路周辺状況及び維持管理等を勘案のうえ適切な値を採用する必要がある。

区 分	保 守 率
連続(局部)照明	0.65~0.75
トンネル照明	0.50~0.75

表解6-6 保守率の推奨値

LED灯具の保守率は0.7を標準値とし、道路構造や交通状況等に応じて ± 0.05 の範囲で選択できるものとする。

また、トンネル内では、壁面反射率の低下を考慮し、日交通量に応じた保守率の標準値を表解

6-7に示す。なお、道路構造や交通状況に応じて±0.05の範囲で選択できるものとする。

日交通量	保守率
20,000台以上	0.55
10,000台以上20,000台未満	0.60
5,000台以上10,000台未満	0.65
5,000台未満	0.70

表解6-7 保守率の標準値

ii) 平均壁面輝度の計算

(イ) 計算方法

平均壁面輝度 (L_w) の計算は、視環境の評価のために壁面と路面の輝度比を求めることを目的に行うもので、壁面を完全拡散面と考えると式 (6.3) で表される。

$$L_w = \frac{\rho_w \cdot E_w}{100 \pi} = \frac{\rho_w}{100 \pi} \cdot \frac{F \cdot U_w \cdot M \cdot N}{S \cdot H_w}$$

ρ_w : 壁面の反射率 (%)

E_w : 平均壁面照度 (lx)

F: 灯具1台あたりの光源の光束 (lm)

U_w : 路面から H_w (m)までの壁面の照明率(相互反射も含む)

M: 保守率

N: 配列係数(片側・中央・千鳥=1、向合わせ=2)

S: 灯具の間隔 (m)

H_w : 計算対象とする壁面高さ (m)

(ロ) 路面と壁面との輝度比の計算

路面と壁面との輝度比は式 (6.4) で表される。

$$\frac{L_w}{L_r} \dots \dots \dots (6.4)$$

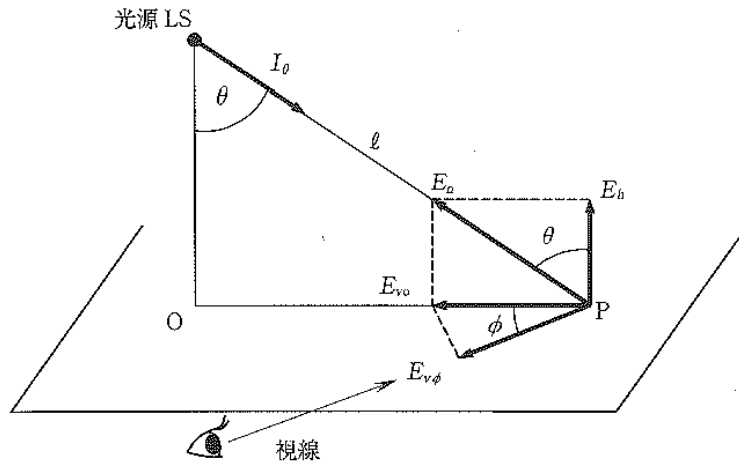
L_w : 平均壁面輝度 (cd/m^2) L_r : 平均路面輝度 (cd/m^2)

なお、路面の照明率 U_r と壁面の照明率 U_w 、被照面(路面と壁面)の面積及び反射率から路面と壁面との輝度比を算出してもよい。

2) 逐点法による照度計算

i) 計算方法

逐点法による照度計算は、任意の点の照度を光源の光度、光源からの距離並びに任意の点と光源との角度より照度を算出するものであり、照度分布図の作成や照度均斉度の算出に使用される。



図解6-2 逐点法による照度計算

- I_{θ} : 光源 (灯具) から点P方向への光度 (cd)
- l : 光源 (灯具) から点Pまでの距離 (m)
- θ : 点Pから光源への法線と垂線との角度 ($^{\circ}$)
- E_n : 点Pにおける法線照度 (lx)
- E_h : 点Pにおける水平面照度 (lx)

図解6-2の点Pにおける法線照度 E_n 及び水平面照度 E_h は式 (6.5) (6.6) のとおり。

$$E_n = \frac{I_{\theta}}{l^2} \quad (\text{lx}) \dots \dots \dots (6.5)$$

$$E_h = E_n \cdot \cos \theta \quad (\text{lx}) \dots \dots \dots (6.6)$$

また、光源の直下の点O方向における点Pの鉛直面照度 E_{v0} 、これと水平角 ϕ における鉛直面照度 $E_{v\phi}$ は式 (6.7) (6.8) のとおり。

$$E_{v0} = E_n \cdot \sin \theta \quad (\text{lx}) \dots \dots \dots (6.7)$$

$$E_{n\phi} = E_n \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \quad (\text{lx}) \dots \dots \dots (6.8)$$

ii) 照度均斉度 (UoE) の計算

照度均斉度 (UoE) は対象範囲の最小照度を平均路面照度で除したもので、式 (6.9) のとおり。

$$U_{on} = \frac{E_{\min}}{E_r} \quad \dots \dots \dots (6.9)$$

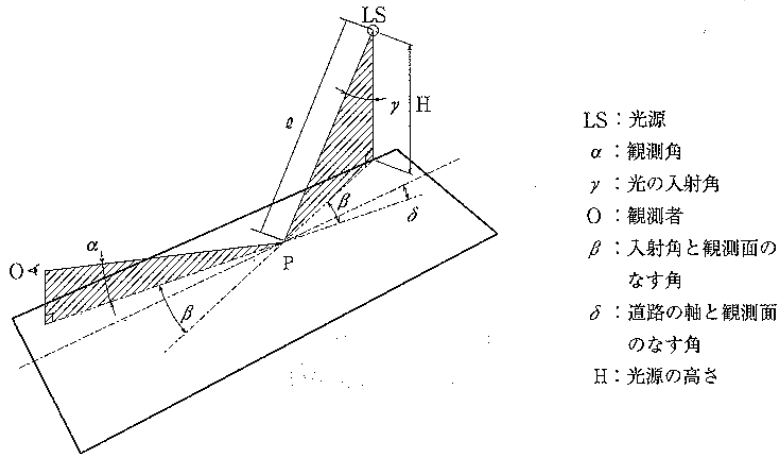
E_{\min} : 対象範囲の最小照度 (lx) E_r : 対象範囲の平均路面照度 (lx)

3) 逐点法による照度計算

i) 計算方法

逐点法による輝度計算は、計算エリア内で規定の点の照度と国際照明委員会が推奨する標準的な路面の反射特性を用いて各点の輝度を計算するもので、輝度分布、輝度均斉度の算出に使用される。

輝度計算は、路面の照度に運転者の視点から見た計算点における輝度係数を乗じて求めるものである。輝度係数 q は、路面毎に視点・路面（計算対象としているある点）・光源の3点の位置関係から式 (6.10) のとおり。



- LS : 光源
- α : 観測角
- γ : 光の入射角
- O : 観測者
- β : 入射角と観測面のなす角
- δ : 道路の軸と観測面のなす角
- H : 光源の高さ

図解6-3 路面上の計算点Pの位置

$$q = \frac{L}{E} \dots \dots \dots (6.10)$$

L : 照度 (cd/m²) E : 照度 (lx)

図解6-3のとおり、計算点Pにおける照度は、逐点法による式 (6.11) のとおり。

$$E = \frac{I}{\ell^2} \cos \gamma \quad (lx) \dots \dots \dots (6.11)$$

I : 光源から点P方向への光度 (cd)

ℓ : 光源LSから点Pまでの距離 (m)

γ : 点Pから光源への法線と垂線とのなす角度 (°)

ただし、 $\cos \gamma = H/\ell$ であるから $\ell^2 = H^2 / \cos^2 \gamma$ であり

よって、計算点Pの輝度Lは式 (6.12) のとおり。

$$L = q \cdot \frac{I}{H^2 / \cos^2 \gamma} \cos \gamma = \frac{I \cdot q \cdot \cos^3 \gamma}{H^2} = \frac{I \cdot r}{H^2}$$

H : 灯具の高さ (m) r : 輝度換算係数 ($q \cdot \cos^3 \gamma$)

上記の式中の輝度係数 q に $\cos \gamma$ の3乗を乗じた数値は輝度換算係数 r として標準化されている。

ii) 輝度照度均斉度の計算

輝度均斉度には総合均斉度 (U_o) と車線軸均斉度 (U_ℓ) の二つの種類があり、下記のとおり計算する。

(i) 総合均斉度 (U_o)

総合均斉度は式 (6.13) のとおり。

$$U_o = \frac{L_{\min}}{L_r} \dots \dots \dots (6.13)$$

L_{\min} : 対象範囲の最小部分輝度 (cd/m²)

L_r : 逐点法による平均路面輝度 (cd/m²)

(v) 車線軸均斉度 (U_ℓ)

車線軸均斉度は式 (6.14) のとおり。

$$U_\ell = \frac{L_{\min(\ell)}}{L_{\max(\ell)}} \dots \dots \dots (6.14)$$

$L_{\min(\ell)}$: 各車線中心線上の最小部分輝度 (cd/m²)

$L_{\max(\ell)}$: 各車線中心線上の最大部分輝度 (cd/m²)

4) 相対閾値増加の計算

視機能低下グレア (相対閾値増加 TI) の計算方法は式 (6.15) (6.16) のとおり。

$$L_r \leq 5 \text{cd/m}^2 \text{ の場合} \quad TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_r^{0.8}} (\%) \dots \dots \dots (6.15)$$

$$L_r > 5 \text{cd/m}^2 \text{ の場合} \quad TI = 95 \cdot \frac{L_v}{L_r^{1.05}} (\%) \dots \dots \dots (6.16)$$

L_r : 平均路面輝度 (cd/m²) L_v : 運転者の視野内の灯具による等価光幕輝度 (cd/m²)

等価光幕輝度と相対閾値増加の計算で特に注意が必要なのは、照明施設の完成当初の状態に計算するという点であり、相対閾値増加を計算する際に用いる等価光幕輝度及び平均路面輝度は、保守率を 1 として計算する。

式 (6.15) 式 (6.16) で必要となる等価光幕輝度 L_v は式 (6.17) のとおり。

$$L_v = 10 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_{vi}}{\theta_i^2} \quad (\text{cd/m}^2) \dots \dots \dots (6.17)$$

E_{vi} = グレア源 i による視線と垂直な面における照度 (lx)

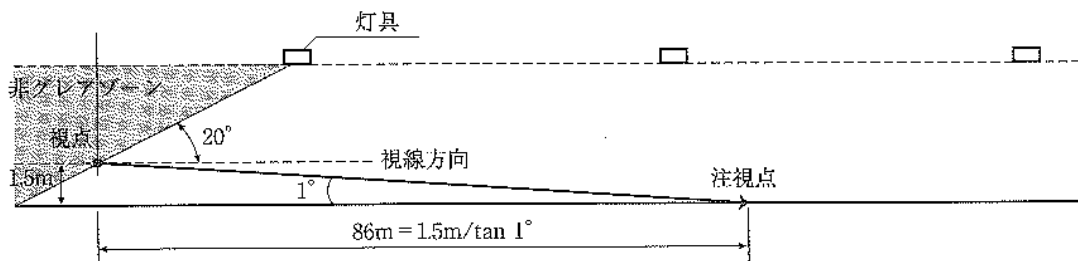
θ_i = 視線とグレア源 i のなす角度 (°)

i = 対象とする灯具数

(計算条件)

- ① 視点は高さ 1.5m、各車線中央とする。
- ② 自動車のフロントガラス上端による遮光角は 20° とする。
- ③ 道路軸方向の等価光幕輝度値を計算し、最大値を求める。
- ④ 視線は道路軸に平行で、俯角 1° の地点を注視するものとする。
- ⑤ θ_i の計算条件は 1.5° ~ 60° までとする。特に下限値 (1.5°) を下回らないこと。

等価光幕輝度の最大値を与える位置は、自動車のフロントガラス上端から一番手前の灯具が遮光される瞬間である場合が多いことから、図解 6-4 のように視点の位置を設置する。



図解6-4 視機能低下グレアを計算する視点の位置

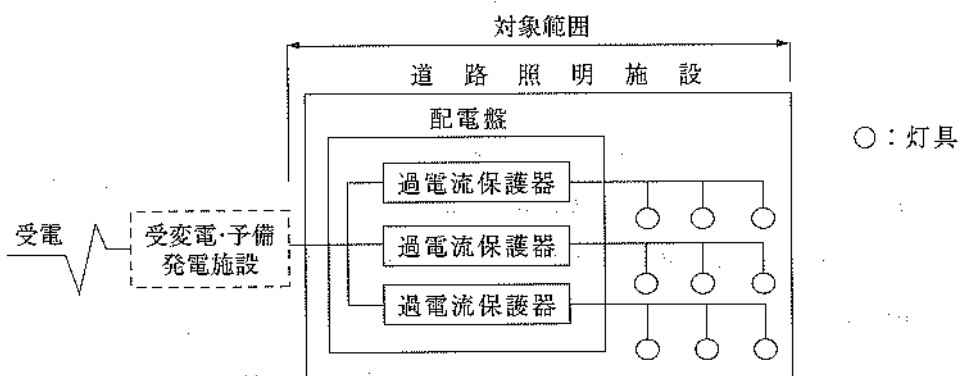
3 配線設計

- (1) 灯具に給電する電気方式は給電距離、光源の大きさ（ワット数）灯数、分岐回路の構成等を考慮して最も経済的な方式を用いるものとする。
- (2) 配線による電圧降下は光源が安定に点灯し、かつ、光束および効率が著しく低下しない範囲でなければならない。
- (3) トンネル内の配線は、必要に応じて耐火の方策を考慮するものとする。

解 説

道路照明施設の配線設計は、光源の種類、灯具の配置、配列、電圧降下、運用などの諸条件をもとに、経済性に配慮して電気方式と分岐回路を選定しなければならない。

対象範囲は図解6-5を標準とする。



図解6-5 道路照明施設の対象範囲

- (1) 電気方式

電気方式は表解6-7を標準とする。

電 気 方 式		周波数(Hz)
単層2線式	100Vまたは200V	50または60
単層3線式	100/200V	50または60
3相3線式	200V	50または60
	415V	50
	460V	60
3相4線式	415/240V	50
	460/256V	60

表解6-7 電気方式

電力会社の電気供給約款に基づき、契約電力が50kW未満の場合は低圧で受電し、公衆街路灯または従量電灯などの契約とする。

契約電力が50kW以上の場合は電力会社から高圧などで受電し、受変電設備を設け、各種の配電電圧に変換し、適合した電力方式で配電するのがよい。

一般に多相多線式で供給電圧が高い方が配線に要する費用は少なく、また配電線の線路損失も少なくなるが、3相3線式415Vまたは460V及び3相4線式415/240Vまたは460/265Vは電力会社から受電できないため、道路管理者が変電設備を設けて電気方式を変換する必要があり、これに要する費用も含めて総合的な検討を行う必要がある。

(2) 配線

1) 電圧降下

- i) 電圧降下は幹線及び分岐回路において、それぞれ標準電圧の2%以下とすることを原則とする。ただし、電気使用場所内の変圧器により供給される場合の幹線の電圧降下は3%以下とすることができる。
- ii) 負荷末端までの電線のこう長60mを超える場合は、前項にかかわらず表解6-8に示す電圧降下の範囲とする。ただし、放電灯の場合は6%を超えると光束の低下や立消えの原因となるため、電圧降下は6%以下とする。

供給変圧器の二次側端子 または引込線取付点から 最遠端の負荷に至る間の 電線のこう長(m) (ケーブル長)	電圧降下(%)	
	使用場所内に設けた変圧器から供給する場合	電気事業者から低圧で電気の供給を受けている場合
120以下	5以下	4以下
200以下	6以下	5以下
200超過	7以下	6以下

表解6-8 電圧降下

iii) ケーブルサイズは、電圧降下と許容電流を検討し決定する。

iv) 電圧降下について、式 (6.18) のとおり。

$$e = \frac{KLI}{A} \cdot 10^{-3} \quad (\text{V}) \quad \dots\dots\dots (6 \cdot 2)$$

ここに、

K : 電気方式により定まる定数 (Ω・m)

単相 2 線式 35.6

3 相 3 線式 30.8

単相 3 線式

17.8 ただし、中性点に対する電圧降下を求める場合

3 相 4 線式

e : 線間の電圧降下 (V)

L : ケーブル長 (m)

I : 線電流 (A)

A : 導体断面積 (mm²)

2) 分岐回路の定格電流

分岐回路の定格電流は15A以下とし、過電流保護器に配線用遮断器を用いる場合は20A以下とする。ただし、ランプ口金を大型口金 (E39) とした照明器具を接続する回路では、定格電流50A以下とする。

3) 地絡遮断装置

60Vを超える低圧電路には、電路に地気が生じたとき、自動的に電路を遮断する装置を設けることが望ましい。ただし、C種接地工事またはD種接地工事の接地抵抗値が3Ω以下の場合はこの限りではない。なお、防災対策上重要な回路については、電路に地気が生じても、電路を遮断しない対策を講じることが望ましい。

4) 配線の方式

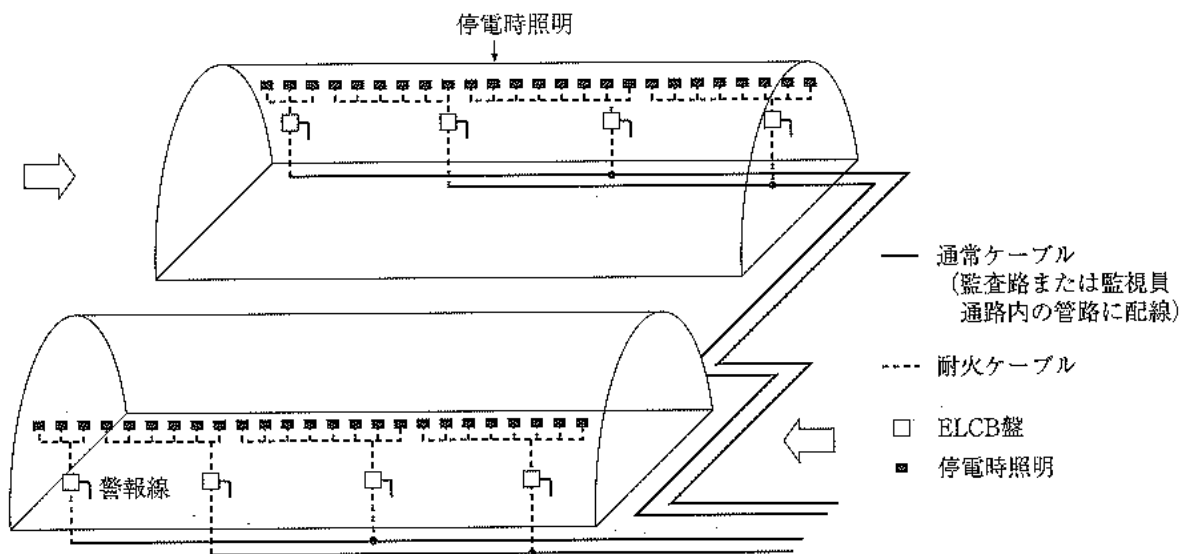
配線の方式は、合成樹脂管、金属管、ケーブルラック、ケーブルダクト、トレンチ及びコンクリートトラフなどがあるが、敷設場所の断面形状および維持管理などを考慮して計画するのがよい。

また、区分開閉器及び漏電遮断器の設置にあたっては、トンネル延長などを考慮して決定する必要がある。

(5) 耐火の方策

トンネル内で火災が発生した場合、重大な事故に発展するおそれがある。このため、停電時照明への露出管内配線及びケーブルラック上の配線等は、必要な耐火の方策を施す必要がある。

ただし、蓄電池とインバータを内蔵した照明器具を設置する場合は除くものとする。なお、停電時照明の一部に耐火ケーブルを配線する例を下記に示す。



図解6-6 停電時照明の一部に耐火ケーブルを配線する例

4 施 工

道路照明施設の施工は、設計条件に基づく所要の性能および機能をまんぞくするように行うものとする。なお、走路・トンネル本体工および他の施設との工程等を十分調整し実施するものとする。

また、交通の安全および他の構造物への影響に留意し、安全かつ確実に施工しなければならない。

解 説

(1) 施工上の留意事項

道路照明施設の施工は、法令、基準等の遵守はもとより、設計条件に基づき性能及び機能等を満足するように行うものとする。施工場所は他の工事と輻輳する場合があるため、工程等十分調整を行い、事故等を未然に防止して実施するものとする。

また、施工に際しては、交通の安全や他の構造物への影響に留意し、安全かつ確実に行わなければならない。

(2) その他の留意事項

1) ポールの基礎

ポールの基礎の設計については、「道路附属物の基礎について」（昭和50年7月15日付け建設省道企発第52号）を参考にするとよい。

2) ポールの設置

ポールは定められた位置に建柱する必要がある。なお、ポールには管理番号等を記入した銘板を必要に応じて取付けるのがよい。ただし、周囲の状況や埋設物の関係で埋め込み深さが限定される場合、軟弱地盤や岩盤などが特殊な場合等、上記通達の設計条件と著しく異なる場合には別途に設計を行う必要がある。

3) 灯具の取付

灯具の目的は、光を有効適切に利用することであり、特に不揃いがあったりすると美観上はもとより灯具の配光等光学的特性が失われる。また、取付不備による灯具の落下は重大な事故に波及するおそれがあるので、灯具の取付には十分注意する必要がある。

i) 灯具は定められた取付位置、取付角度で強固に取り付ける必要がある。

ii) トンネルなどについては、取付金具を用いて堅固に取り付ける必要がある。灯具の直下または壁画などの見やすい箇所に管理番号などを記入した銘板を取り付けることが望ましい。

4) 配電盤等の取付

i) 配電盤はアンカーボルト等により堅固に取り付ける必要がある。また、ボルト締め後はコーキング剤を注入し、漏水に対する処理を行う必要がある。

ii) 配電盤と電線管との接合部は歪みをなくし、コーキング材等により防水処理を行う必要がある。

5) 配管・配線

i) 電線管は、灯具及びポールの配置に合わせて堅固に取り付ける必要がある。

ii) ケーブルラック上の配線は、整然と並べ一定間隔で結束を行う必要がある。

iii) 幹線から灯具への分岐は、プレハブケーブルまたは分岐ボックスを使用する必要がある。

6) 測定・試験

全施工完了後、原則として下記項目を行うものとする。

(イ) 接地抵抗測定

(ロ) 絶縁抵抗測定

(ハ) 端子電圧測定

(ニ) 点等試験

不点等のないことを確認の後、制御装置等により手動及び自動にて運用時の動作確認を行う必要がある。