

旧（平成23年9月版）	新（朱書き修正）
<p>3. LED照明設計要領</p> <p>LED 道路・トンネル照明の性能は、「道路照明施設設置基準」の規定を満足するものとする。LED道路・トンネル照明の設計は、原則として以下の基準等に準拠するものとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「道路照明施設設置基準・同解説」（（社）日本道路協会） ・「電気通信施設設計要領・同解説（電気編）」（（社）建設電気技術協会） ・「道路・トンネル照明器材仕様書」（（社）建設電気技術協会） <p>（以下、それぞれ「設置基準・同解説」、「設計要領」、「器材仕様書」という。）</p> <p>従来のHID道路照明灯はJIS に規定されたランプ規格等で設計し、「器材仕様書」の照明器具で施工すれば、概ね所要の照明性能を得られるが、LED 照明の場合は製造者により灯具の定格光束や配光などの照明灯具の性能が異なると共に、光束維持率など特有の要素があるため、本ガイドライン（案）において照明設計手法の考え方等を示す。</p>	<p>3. LED照明設計要領</p> <p>LED 道路・トンネル照明の性能は、「道路照明施設設置基準」の規定を満足するものとする。LED道路・トンネル照明の設計は、原則として以下の基準等に準拠するものとする。</p> <p>・「道路照明施設設置基準・同解説」（（社）日本道路協会）</p> <p>・「電気通信施設設計要領・同解説（電気編）」（（社）建設電気技術協会）</p> <p>・「道路・トンネル照明器材仕様書」（（社）建設電気技術協会）</p> <p>（以下、それぞれ「設置基準・同解説」、「設計要領」、「器材仕様書」という。）</p> <p>従来のHID道路照明灯はJIS に規定されたランプ規格等で設計し、「器材仕様書」の照明器具で施工すれば、概ね所要の照明性能を得られるが、LED 照明の場合は製造者により灯具の定格光束や配光などの照明灯具の性能が異なると共に、光束維持率など特有の要素があるため、本ガイドライン（案）において照明設計手法の考え方等を示す。</p> <p><u>LED道路・トンネル照明の設計は、「設置基準・同解説」に基づき、性能指標（規定値）及び推奨値を満足するものとする。</u></p> <p><u>LED 照明の場合、製造業者等により灯具の定格光束や配光など照明灯具の性能が異なるため、本ガイドライン（案）において照明設計手法の考え方を示す</u></p> <p><u>なお、設計及び技術仕様の詳細は、以下を参考にするとよい</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>・「電気通信施設設計要領・同解説（電気編）」（（一社）建設電気技術協会）（以下、「設計要領」という。）</u> <u>・「道路・トンネル照明器材仕様書」（（一社）建設電気技術協会）（以下、「器材仕様書」という。）</u>

3.1 道路照明設計

3.1.1 連続照明

3.1.1.1 性能指標の決定

連続照明の性能指標は「道路照明施設設置基準」に基づき、平均路面輝度、輝度均斉度、視機能低下グレア、誘導性とし、同基準の性能を満足するものとする。

1. 平均路面輝度

平均路面輝度は、表3.1. の値を標準とする。ただし、国が管理する高速自動車国道にあつては、必要に応じて表3.1. の下段の値をとることができる。

また、一般国道で、中央帯に対向車の前照灯を遮光するための設備がある場合には表3.1. の下段の値をとることができる。

表3.1. 平均路面輝度

(単位：cd/m²)

道路分類		外部条件		
		A	B	C
高速自動車国道等		1.0	1.0	0.7
		—	0.7	0.5
一般国道等	主要幹線道路	1.0	0.7	0.5
		0.7	0.5	—
	幹線・補助幹線道路	0.7	0.5	0.5
		0.5	—	—

備考 外部条件A、B、Cとは、次の条件を指す。

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。

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。

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。

2. 輝度均斉度

輝度均斉度は、総合均斉度とし、表3.2 を原則とする。

表3.2 総合均斉度

道路分類		総合均斉度
高速自動車国道等		0.4以上
一般国道等	主要幹線道路	
	幹線・補助幹線道路	

また、車線軸均斉度は推奨値とし、高速自動車国道において0.7 以上、一般国道の主

3.1 道路照明設計

3.1.1 連続照明

3.1.1.1 性能指標の決定

連続照明の性能指標は「**道路照明施設設置基準・同解説**」に基づき、平均路面輝度、輝度均斉度、視機能低下グレア、誘導性とし、同基準の性能を満足するものとする。

1. 平均路面輝度

平均路面輝度は、表3.1. の値を標準とする。ただし、国が管理する高速自動車国道にあつては、必要に応じて表3.1. の下段の値をとることができる。

また、一般国道で、中央帯に対向車の前照灯を遮光するための設備がある場合には表3.1. の下段の値をとることができる。

表3.1. 平均路面輝度

(単位：cd/m²)

道路分類		外部条件		
		A	B	C
高速自動車国道等		1.0	1.0	0.7
		—	0.7	0.5
一般国道等	主要幹線道路	1.0	0.7	0.5
		0.7	0.5	—
	幹線・補助幹線道路	0.7	0.5	0.5
		0.5	—	—

備考. 外部条件A、B、Cとは、次の条件を指す。

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。

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。

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。

2. 輝度均斉度

輝度均斉度は、総合均斉度とし、表3.2 を原則とする。

表3.2 総合均斉度

道路分類		総合均斉度
高速自動車国道等		0.4以上
一般国道等	主要幹線道路	
	幹線・補助幹線道路	

また、車線軸均斉度は推奨値とし、高速自動車国道において0.7 以上、一般国道の主

要幹線道路において0.5以上とする。ただし、幹線・補助幹線道路においてはこの限りではない。

3. 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加とし、表3.3を原則とする。

表3.3 相対閾値増加

(単位：%)

道路分類		相対閾値増加
高速自動車国道等		10以下
一般国道等	主要幹線道路	15以下
	幹線・補助幹線道路	

4. 誘導性

適切な誘導性が得られるよう、灯具の高さ、配列及び間隔等を決定する。

3.1.1.2 照明方式の選定

連続照明の照明方式は、ポール照明方式を原則とする。

3.1.1.3 灯具の配置

連続照明の性能指標の規定値を満足するよう適切に配置する。

(1) 灯具の配列

道路の直線部における灯具の配列は、片側配列、千鳥配列及び向合せ配列の3種類とし、車道幅員及び灯具の取付高さ等に応じて適切な配列を選定する。

また、曲線半径1,000m以下の曲線部における灯具の配列は、それに続く直線部の配列を考慮して片側配列及び向合せ配列のいずれかとし、片側配列の場合は、原則として曲線の外縁に設置する。

広い中央帯を有する道路は、それぞれの車道を独立した道路と考える。

(2) ポールの設置位置

ポールの設置位置は、原則として歩道の車道側とし、建築限界外とする。

図3.1にポール設置位置の例を示す。

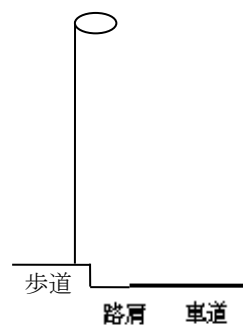


図3.1 ポールの設置位置

要幹線道路において0.5以上とする。ただし、幹線・補助幹線道路においてはこの限りではない。

3. 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加とし、表3.3を原則とする。

表3.3 相対閾値増加

(単位：%)

道路分類		相対閾値増加
高速自動車国道等		10以下
一般国道等	主要幹線道路	15以下
	幹線・補助幹線道路	

4. 誘導性

適切な誘導性が得られるよう、灯具の高さ、配列及び間隔等を決定する。

3.1.1.2 照明方式の選定

連続照明の照明方式は、ポール照明方式を原則とする。

3.1.1.3 灯具の配置

連続照明の性能指標の規定値を満足するよう適切に配置する。

(1) 灯具の配列

道路の直線部における灯具の配列は、片側配列、千鳥配列及び向合せ配列の3種類とし、車道幅員及び灯具の取付高さ等に応じて適切な配列を選定する。

また、曲線半径1,000m以下の曲線部における灯具の配列は、それに続く直線部の配列を考慮して片側配列及び向合せ配列のいずれかとし、片側配列の場合は、原則として曲線の外縁に設置する。

広い中央帯を有する道路は、それぞれの車道を独立した道路と考える。

(2) ポールの設置位置

ポールの設置位置は、原則として歩道の車道側とし、建築限界外とする。

図3.1にポール設置位置の例を示す。

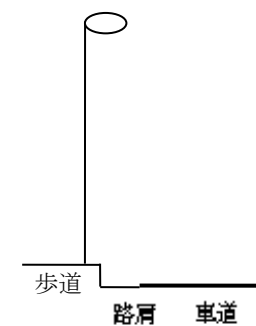


図3.1 ポールの設置位置

3.1.2 局部照明

局部照明は、交通流が局部的に複雑となるような場所、道路の平面線形や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設置する。

3.1.2.1 交差点

交差点の照明は、自動車の前照灯の効果が及ばないところを補い、交差点に接近、進入及び通過する自動車の運転者に対して下記の役割を果たすことを目的としている。

- ① 灯具を適切に配置し、遠方から交差点の存在が分かること
- ② 交差点付近に存在する他の自動車及び歩行者等が、交差点の手前から識別できるよう灯具を適切に配置すること
- ③ 交差点内に存在する他の自動車及び歩行者等が、交差点内において識別できるよう明るさを確保すること

交差点内の照明範囲は、原則として平面交差する道路部分とし、横断歩道がある場合は、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する。

交差点内の範囲を図 3.2 に示す。

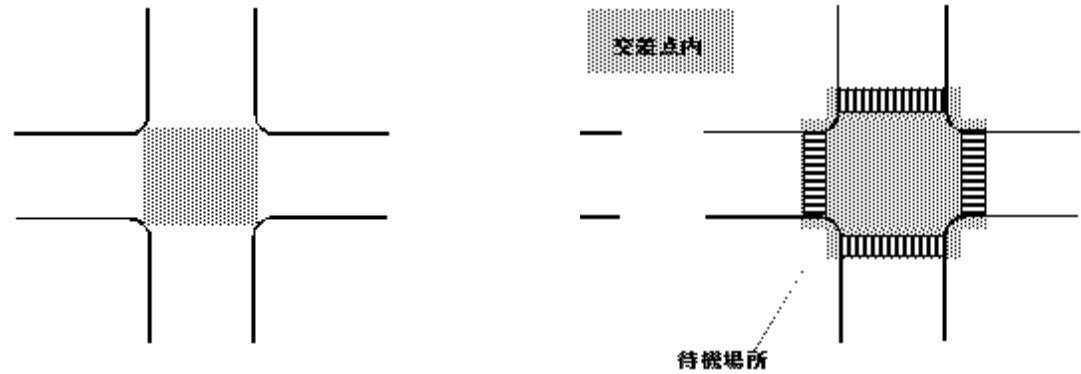


図3.2 (a)
交差点内の範囲

図3.2 (b)
横断歩道のある交差点内の範囲

交差点内の明るさは、次の値を確保する。

- ① 交差点内の平均路面照度は20lx 程度、かつ交差点内の照度均斉度（路面上の最小照度を平均路面照度で除した値）は0.4 程度を確保することが望ましい。
- ② 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は10lx 以上を確保する。
- ③ 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。
- ④ 交差点が連続照明区間内に存在する場合は、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。表3.4 は連続照明の平均路面輝度を照度換算して、連続照明より交差点内を明るくした場合の参考値であり、車両や歩行者等の交通状況等を考慮し適

3.1.2 局部照明

局部照明は、交通流が局部的に複雑となるような場所、道路の平面線形や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設置する。

3.1.2.1 交差点

交差点の照明は、自動車の前照灯の効果が及ばないところを補い、交差点に接近、進入及び通過する自動車の運転者に対して下記の役割を果たすことを目的としている。

- ① 灯具を適切に配置し、遠方から交差点の存在が分かること
- ② 交差点付近に存在する他の自動車及び歩行者等が、交差点の手前から識別できるよう灯具を適切に配置すること
- ③ 交差点内に存在する他の自動車及び歩行者等が、交差点内において識別できるよう明るさを確保すること

交差点内の照明範囲は、原則として平面交差する道路部分とし、横断歩道がある場合は、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する。

交差点内の範囲を図 3.2 に示す。

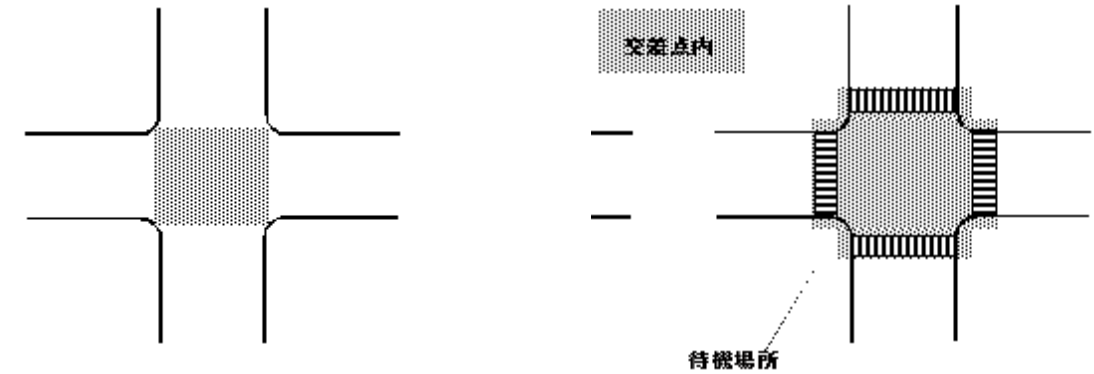


図3.2 (a)
交差点内の範囲

図3.2 (b)
横断歩道のある交差点内の範囲

交差点内の明るさは、次の値を確保する。

- ① 交差点内の平均路面照度は20lx 程度、かつ交差点内の照度均斉度（路面上の最小照度を平均路面照度で除した値）は0.4 程度を確保することが望ましい。
- ② 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は10lx 以上を確保する。
- ③ 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。
- ④ 交差点が連続照明区間内に存在する場合は、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。表3.4 は連続照明の平均路面輝度を照度換算して、連続照明より交差点内を明るくした場合の参考値であり、車両や歩行者等の交通状況等を考慮し適

宜定めるものとする。

表3.4 連続照明区間内に存在する交差点内の明るさ（参考値）

連続照明の平均路面輝度 (cd/m ²)	交差点内の平均路面照度 (lx)
1.0	20
0.7	15
0.5	10

注. 連続照明の平均路面輝度は交差する道路の平均路面輝度のどちらか高い値とする。

連続照明の灯具間隔Sを用いた配置例を図3.3 に示す。

図3.3 (a)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る。

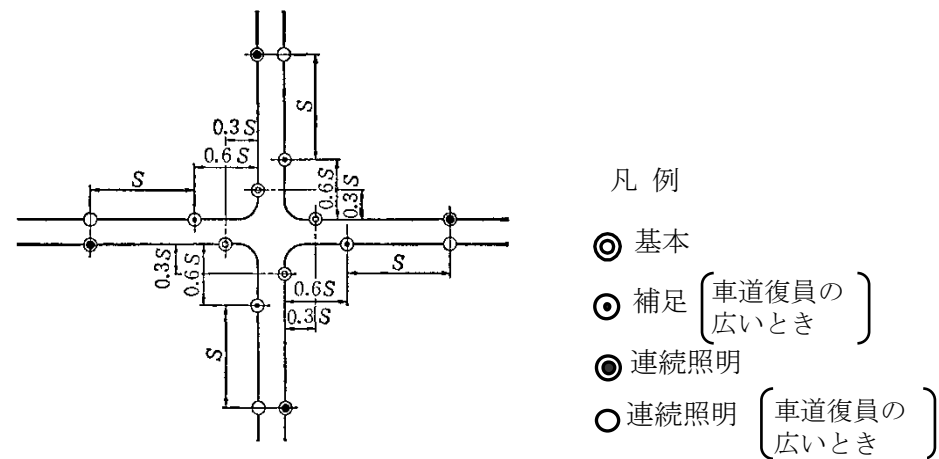


図 3.3 (a) 同程度の幅員を有する道路の十字路の灯具の配置例

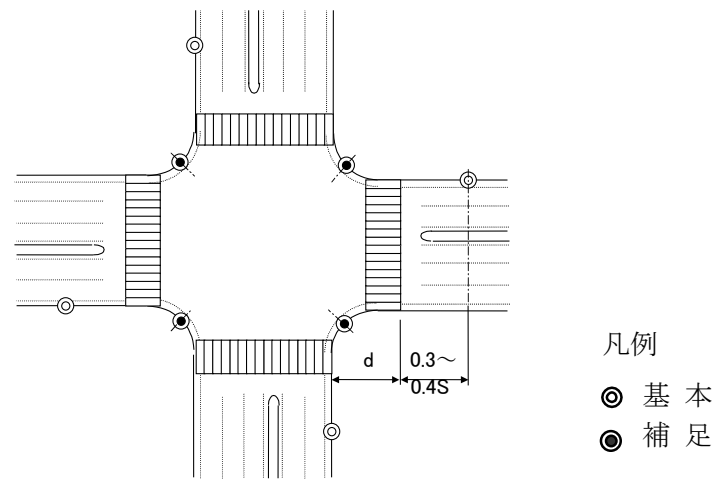


図3.3 (b) 隅切り部への灯具の配置例

宜定めるものとする。

表3.4 連続照明区間内に存在する交差点内の明るさ（参考値）

連続照明の平均路面輝度 (cd/m ²)	交差点内の平均路面照度 (lx)
1.0	20
0.7	15
0.5	10

備考. 連続照明の平均路面輝度は交差する道路の平均路面輝度のどちらか高い値とする。

連続照明の灯具間隔Sを用いた配置例を図3.3 に示す。

図3.3 (a)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る。

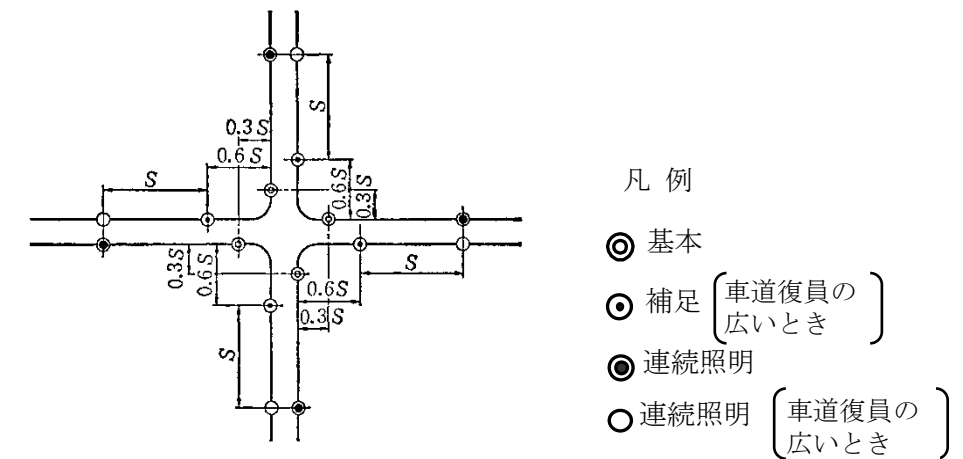


図 3.3 (a) 同程度の幅員を有する道路の十字路の灯具の配置例

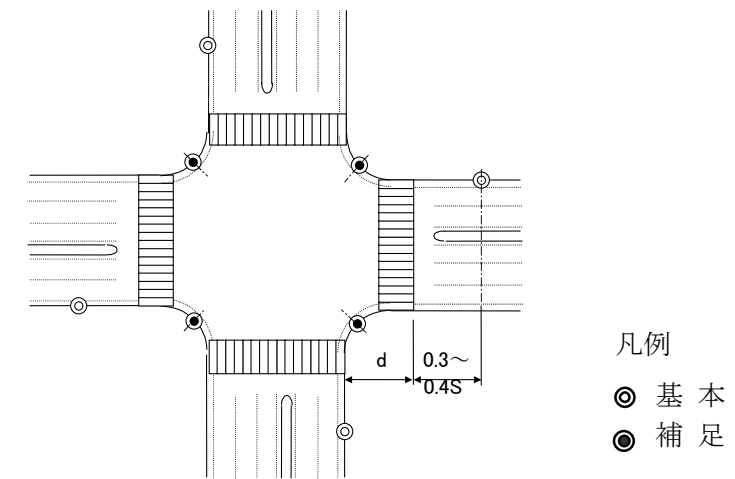


図3.3 (b) 隅切り部への灯具の配置例

また、図3.3 (b)は、道路幅員が広く、横断歩道が設けられている交差点で、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等の見え方を向上させる配置例である。

なお、灯具の配置の考え方は、2.1 設計条件タイプ及び「設置基準・同解説」によるものとする。

3.1.2.2 横断歩道

横断歩道の照明は、運転者から見て歩行者の背景を明るくし、影絵（シルエット）の状態として視認させる方式を原則とする。

ただし、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等に設けられ背景が路面になりにくい場合等には、歩行者自身を照明する方式とすることができる。

なお、照明要件及び灯具の配置の考え方は、2.2 ② 2)、「設置基準・同解説」及び「設計要領」によるものとする。

3.1.2.3 歩道等

歩道等の照明は、夜間における歩道等において、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必要に応じて設置する。

照明要件及び灯具の配置の考え方は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」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。

3.1.2.4 橋梁

延長50m 以上の橋梁にあつては、幅員構成の変化を明示するため、必要に応じてその両端に照明灯を各1 灯設置することを標準とする。

ただし、橋梁に接続する一般部に連続照明がある場合は、「設置基準・同解説」の規定に準じるものとする。

図 3.4 に一般部に連続照明の無い場合の配置例を示す。

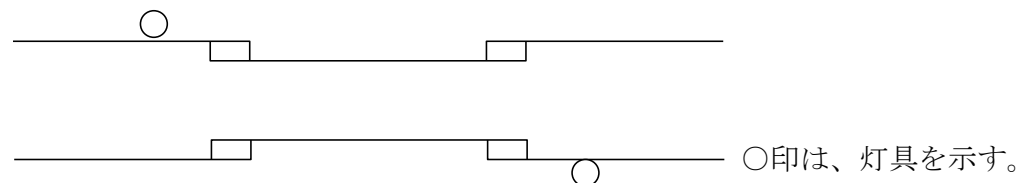


図3.4 橋梁で一般部に連続照明の無い場合の配置

また、図3.3 (b)は、道路幅員が広く、横断歩道が設けられている交差点で、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等の見え方を向上させる配置例である。

なお、灯具の配置の考え方は、2.1 設計条件タイプ及び「設置基準・同解説」によるものとする。

3.1.2.2 横断歩道

横断歩道の照明は、運転者から見て歩行者の背景を明るくして、~~影絵（シルエット）の~~**状態**として視認させる**照明**方式を原則とする。

ただし、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等に設けられ背景が路面になりにくい場合等には、歩行者自身を照明する方式とすることができる。

なお、照明要件及び灯具の配置の考え方は、2.2 ② 2)、「設置基準・同解説」及び「設計要領」によるものとする。

3.1.2.3 歩道等

歩道等の照明は、夜間における歩道等において、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必要に応じて設置する。

照明要件及び灯具の配置の考え方は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」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。**

3.1.2.4 橋梁

延長50m 以上の橋梁にあつては、幅員構成の変化を明示するため、必要に応じてその両端に照明灯を各1 灯設置することを標準とする。

ただし、橋梁に接続する一般部に連続照明がある場合は、「設置基準・同解説」の規定に準じるものとする。

図 3.4 に一般部に連続照明の無い場合の配置例を示す。

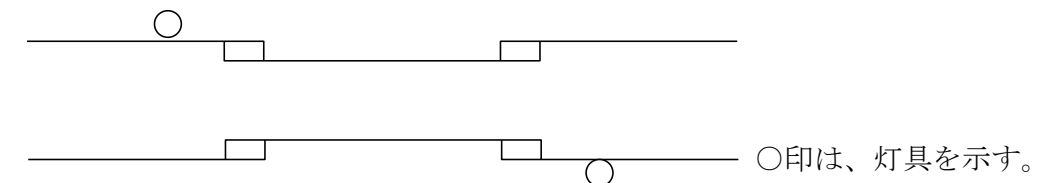


図3.4 橋梁で一般部に連続照明の無い場合の配置

3.1.2.5 その他の照明

道路の幅員構成・線形が急変する場所、踏切などの局部照明の照明要件及び灯具の配置の考え方は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」によるものとする。

3.1.3 照明設計

3.1.3.1 連続照明

1. 連続照明の設計手順

連続照明の設計の手順を図 3.5 に示す。

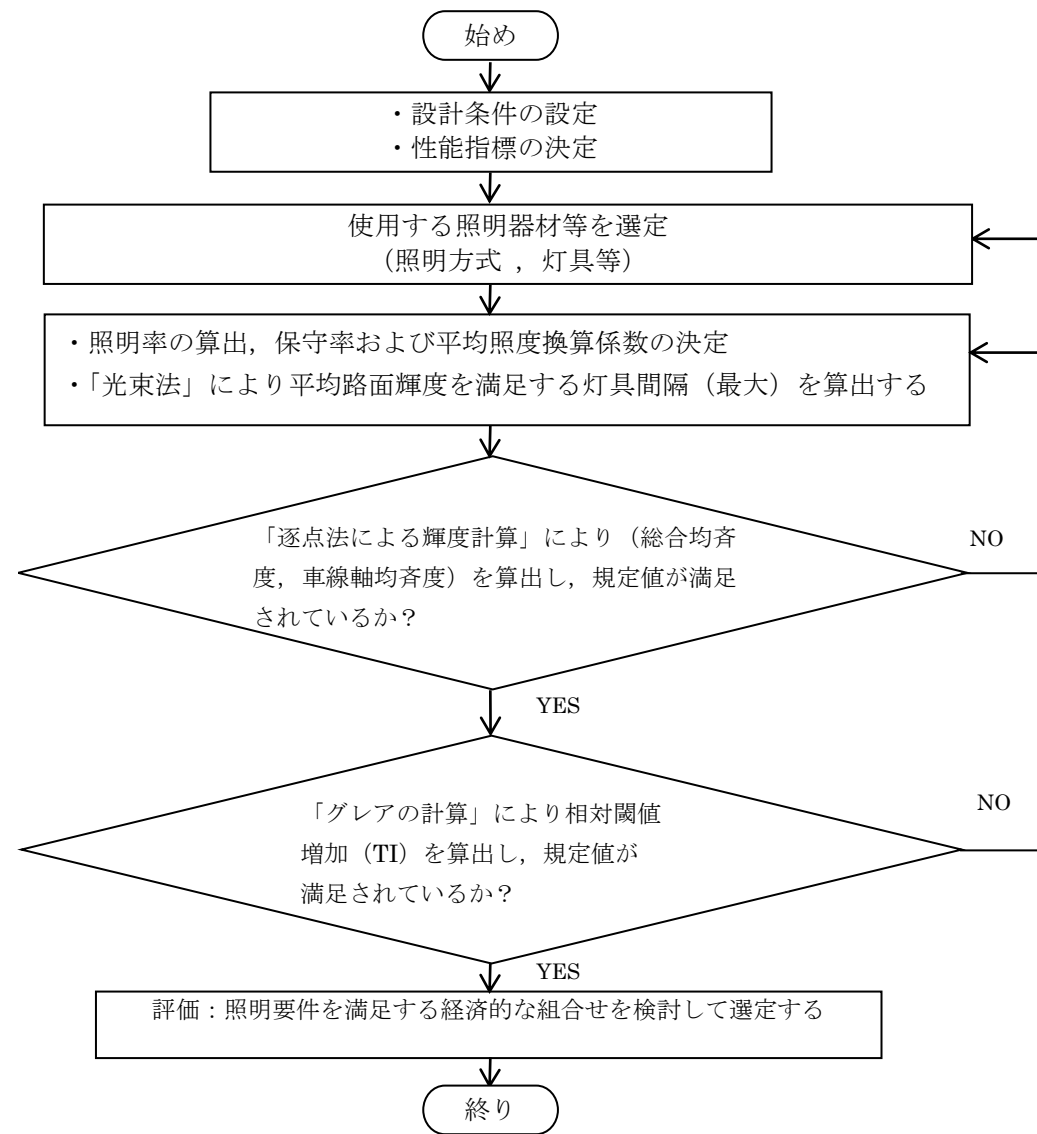


図3.5 連続照明の設計手順

3.1.2.5 その他の照明

道路の幅員構成・線形が急変する場所、踏切などの局部照明の照明要件及び灯具の配置の考え方は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」によるものとする。

3.1.3 照明設計

LED道路照明の設計は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」に基づき、性能指標(規定値)及び推奨値を所定の計算方法により算出し、経済性等を総合的に勘案し、照明施設を決定するものである。各照明施設の一般的な設計手順を以下に示す。

3.1.3.1 連続照明

1. 連続照明の設計手順

連続照明の設計の手順を図 3.5 に示す。

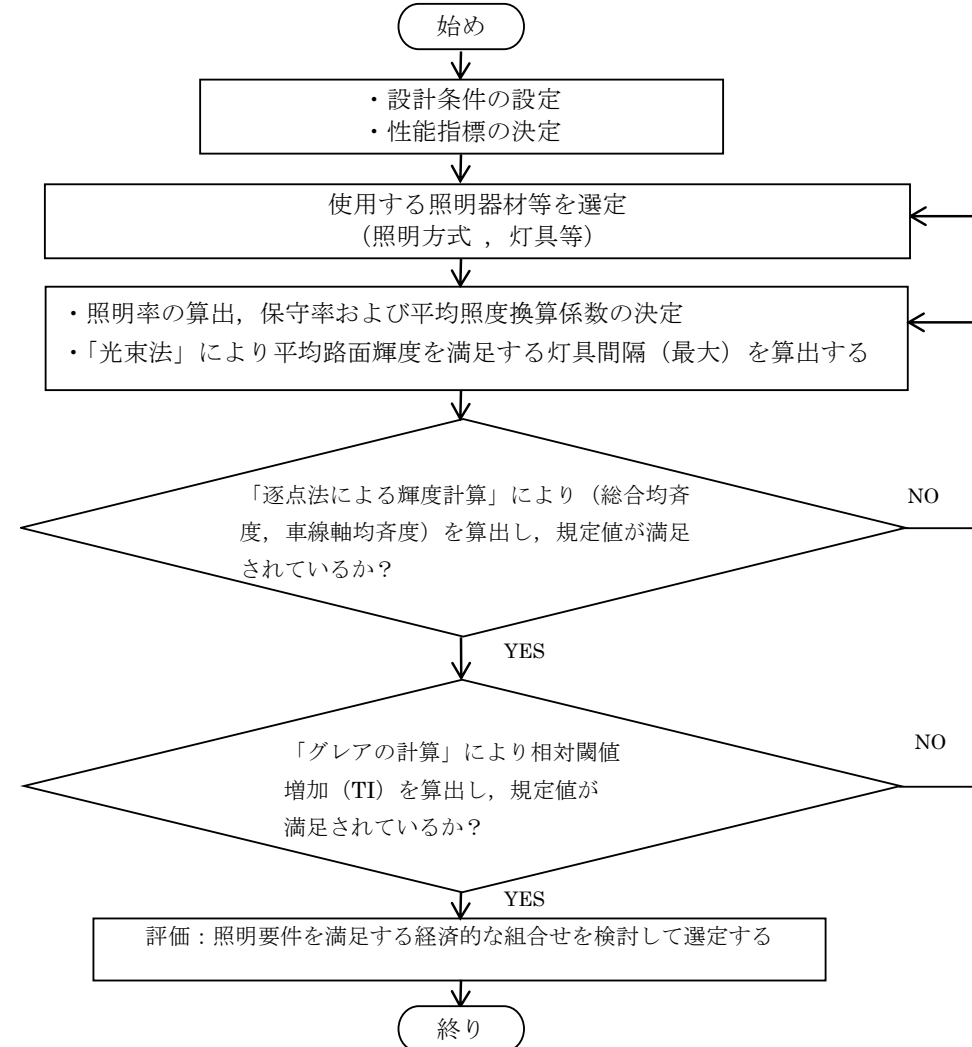


図3.5 連続照明の設計手順

2. 照明計算（光束法）

光束法は道路照明の概略設計段階で、LED 照明の適用性確認、灯具間隔の設定などに用いることを目的とする。LED照明の場合は灯具の性能や配光などが製造者により異なるため、最終的な照明設計は逐点法により行わなければならない。

(1) 設計条件の設定

設計条件となる道路分類、外部条件及び路面の種類を設定する。

(2) 性能指標の設定

3.1.1.1「性能指標」にしたがい、道路分類及び外部条件より各性能指標の規定値を設定する。

(3) 照明器材の選定

HID照明の場合は照明器材の選定によって設計上の光束及び照明率を設定することが可能であるが、LED 照明の場合は灯具が特定できない設計時点で定格光束や照明率の設定が困難である。

当該道路条件において連続照明の路面輝度を満足するための、所要光束 F_r は、照明器具の定格光束 F と照明率 U を乗じた値 ($F_r=F \times U$) として表すことができ、(3.1-1)式を変形して、次式より求めることができる。

$$\text{所要光束 } F_r = (F \times U) = (L_r \times S \times W \times K) / (N \times M)$$

式の右辺は灯具間隔 S を除き、道路条件で決まるもので、灯具間隔に応じて所要光束が求まることを意味し、標準灯具間隔 ($S=40\text{m}$) とすれば、当該道路条件における所要光束の目安が決まり、所要光束 F_r を確保するために必要な器具の定格光束 F と照明率 U を持つ道路照明灯具を選定する必要がある。

実証実験における道路照明灯具の定格光束は7,000lm～14,000lm程度であり、(5)に示すように、標準的な照明率を0.4とすれば、所要光束は2,800lm～5,600lmであり、当該道路条件においてLED 照明が適応可能であると概ねの判断が可能である。

ここでは、個別LED 照明灯具の定格光束及び照明率が明確になっている場合における光束法による照明計算を行うものとする。

(4) 灯具配置の決定

灯具配置は、3.1.1.3「灯具の配置」に基づき決定する。

2. 照明計算（光束法）

連続照明の平均路面輝度及び灯具間隔の計算は光束法より求める。

~~光束法は道路照明施設の概略設計段階で、LED 照明の適用性確認、灯具間隔の設定などに用いることを目的とする。LED照明の場合は灯具の性能や配光などが製造者により異なるため、最終的な照明設計は逐点法により行わなければならない。~~

(1) 設計条件の設定

設計条件となる道路分類、外部条件及び路面の種類を設定する。

(2) 性能指標の設定

3.1.1.1「性能指標」にしたがい、道路分類及び外部条件より各性能指標の規定値を設定する。

(3) 照明器材の選定

照明器材は、4.1「LED道路照明器具」、4.2「LED歩道照明器具」及び4.3「道路照明・歩道照明用LED モジュール・LED モジュール制御装置」に示す所定の性能を満足するものを選定する。

~~HID照明の場合は照明器材の選定によって設計上の光束及び照明率を設定することが可能であるが、LED 照明の場合は灯具が特定できない設計時点で定格光束や照明率の設定が困難である。~~

~~当該道路条件において連続照明の路面輝度を満足するための、所要光束 F_r は、照明器具の定格光束 F と照明率 U を乗じた値 ($F_r=F \times U$) として表すことができ、(3.1-1)式を変形して、次式より求めることができる。~~

~~$$\text{所要光束 } F_r = (F \times U) = (L_r \times S \times W \times K) / (N \times M)$$~~

~~式の右辺は灯具間隔 S を除き、道路条件で決まるもので、灯具間隔に応じて所要光束が求まることを意味し、標準灯具間隔 ($S=40\text{m}$) とすれば、当該道路条件における所要光束の目安が決まり、所要光束 F_r を確保するために必要な器具の定格光束 F と照明率 U を持つ道路照明灯具を選定する必要がある。~~

~~実証実験における道路照明灯具の定格光束は7,000lm～14,000lm程度であり、(5)に示すように、標準的な照明率を0.4とすれば、所要光束は2,800lm～5,600lmであり、当該道路条件においてLED 照明が適応可能であると概ねの判断が可能である。~~

~~ここでは、個別LED 照明灯具の定格光束及び照明率が明確になっている場合における光束法による照明計算を行うものとする。~~

(4) 灯具配置の決定

灯具配置は、3.1.1.3「灯具の配置」に基づき決定する。

(5) 照明設計

1) 計算式

照明計算は、(3.1-1)式に示す光束法の計算式により行う。

$$L_r = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{S \cdot W \cdot K} \dots\dots\dots (3.1-1)$$

ここで L_r : 平均路面輝度 (cd/m²)

F : 定格光束 (lm)

U : 照明率

M : 保守率

N : 配列係数 (片側配列・中央配列・千鳥配列N = 1、向合せ配列N = 2)

S : 灯具間隔 (m)

W : 道路幅員 (m)

K : 平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

2) 平均照度換算係数

平均照度換算係数は路面の平均輝度を平均照度に換算する係数であり、路面の種類、灯具の配光及び配置等によって変わるが、表3.5 を標準とする。

表3.5 平均照度換算係数
(単位 : lx/cd/m²)

舗装の種類	平均照度換算係数
アスファルト	15
コンクリート	10

3) 照明率の計算

灯具の照明率は、LED 照明の場合、灯具の配光は製造者の設計により異なるため、設計時点で灯具毎の照明率を設定することは困難である。

実証実験の結果から検証照明率は0.28~0.578 で平均0.396 であり、本ガイドライン(案)では、照明率を0.4 として設定し、標準的な照明設計を行う場合に適用する。

道路条件が特殊な場合は照明率の値を設定することができるものとする。

道路照明灯具が特定されて、照明率曲線が明確になる場合は、「設置基準・同解

(5) 照明設計

1) 計算式

照明計算は、(3.1-1)式に示す光束法の計算式により行う。

$$L_r = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{S \cdot W \cdot K} \dots\dots\dots (3.1-1)$$

ここで L_r : 平均路面輝度 (cd/m²)

F : 定格光束 (lm)

U : 照明率

M : 保守率

N : 配列係数 (片側配列・中央配列・千鳥配列N = 1、向合せ配列N = 2)

S : 灯具間隔 (m)

W : 道路幅員 (m)

K : 平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

2) 平均照度換算係数

平均照度換算係数は路面の平均輝度を平均照度に換算する係数であり、路面の種類、灯具の配光及び配置等によって変わるが、表3.5 を標準とする。

表3.5 平均照度換算係数
(単位 : lx/cd/m²)

舗装の種類	平均照度換算係数
アスファルト	15
コンクリート	10

3) 照明率の計算

~~灯具の照明率は、LED 照明の場合、灯具の配光は製造者の設計により異なるため、設計時点で灯具毎の照明率を設定することは困難である。~~

~~実証実験の結果から検証照明率は0.28~0.578 で平均0.396 であり、本ガイドライン(案)では、照明率を0.4 として設定し、標準的な照明設計を行う場合に適用する。~~

~~道路条件が特殊な場合は照明率の値を設定することができるものとする。~~

~~LED道路照明の場合には、製造者等により配光特性が異なるため、使用する灯具~~

説」や「設計要領」などの計算例に準拠し、オーバーハングを考慮して車道及び歩道部分の照明率を算出して光束法による計算を行うものとする。

最終的な照明設計は、逐点法により確認するものとする。

4) 保守率

照明施設は、光源の光束の低下と照明器具や光源の汚れ等によって路面輝度・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、光源の交換時間と交換方式、灯具の清掃間隔等によって異なる。

保守率の値は、光源の光束維持率に器具の設計光束維持率（器具の汚れ）を乗じて求める。

LEDモジュールの定格寿命の規定（4. 照明灯具技術仕様）において周囲温度条件を30℃としているが、実環境上では30℃以下で動作する期間が大半であり、また初期光束補正機能が働いている期間では定格電流よりも低い電流値で点灯すること等からLEDモジュール自体の光束維持率（70%）より灯具実装状態の周囲温度、動作環境を考慮してLED照明灯具の光束維持率は定格寿命において80%以上とする。

したがって、器具の汚れを考慮した器具の設計光束維持率を90%とした場合、標準的な保守率の値は0.7となる。このため本ガイドライン(案)において設計に用いるLED灯具の保守率は、0.7を標準値として、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。

3. 照明計算（逐点法による輝度計算）

LED照明における照明計算は概略設計段階における光束法を除き、原則として逐点法により設計、確認するものとする。

照明計算における逐点法はCIE Pub. 30.2 -1982 に準拠する。

(1) 輝度均斉度の計算

連続照明における路面の輝度均斉度の計算は逐点法より求める。

輝度均斉度には、総合均斉度と車線軸均斉度があり、これらを求めるには各点の輝度

~~が特定できない設計段階では灯具毎の照明率を設定することは困難である。~~

LED道路照明の場合、製造業者等により灯具の定格光束や配光などの照明灯具の性能が異なる。設計段階において、使用する灯具が特定できない場合は、「器材仕様書」等を参考に、オーバーハングを考慮して車道及び歩道部分の照明率を算出して光束法による計算を行うものとする。

なお、照明率は、定格光束のうち被照面に入射する光束の割合をいう。

~~道路照明灯具が特定されて、照明率曲線が明確になる場合は、「設置基準・同解説」や「設計要領」などの計算例に準拠し、オーバーハングを考慮して車道及び歩道部分の照明率を算出して光束法による計算を行うものとする。~~

~~最終的な照明設計は、逐点法により確認するものとする。~~

4) 保守率

照明施設は、光源の光束の低下と照明器具や光源の汚れ等によって路面輝度・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、光源の交換時間と交換方式、灯具の清掃間隔等によって異なる。

保守率の値は、光源の光束維持率に器具の設計光束維持率（器具の汚れ）を乗じて求める。

~~LEDモジュールの定格寿命の規定（4. 照明灯具技術仕様）において周囲温度条件を30℃としているが、実環境上では30℃以下で動作する期間が大半であり、また初期光束補正機能が働いている期間では定格電流よりも低い電流値で点灯すること等からLEDモジュール自体の光束維持率（70%）より灯具実装状態の周囲温度、動作環境を考慮してLEDモジュール照明灯具の光束維持率は定格寿命において80%以上とする。~~

~~したがって、器具の汚れを考慮した器具の設計光束維持率を90%とする場合、標準的な保守率の値は0.7となる。~~

このため本ガイドライン(案)において設計に用いるLED灯具の保守率は、0.7を標準値として、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。

3. 照明計算（逐点法による輝度計算）

~~連続照明における路面の輝度均斉度の計算は逐点法より求める。LED照明における照明計算は概略設計段階における光束法を除き、原則として逐点法により設計、確認するものとする。~~

照明計算における逐点法の計算方法は、CIE Pub. 30.2 -1982 に準拠する。

(1) 輝度均斉度の計算

~~連続照明における路面の輝度均斉度の計算は逐点法より求める。~~

輝度均斉度には、総合均斉度と車線軸均斉度があり、これらを求めるには各点の輝度

値を逐点法によって計算しなければならない。輝度計算は、直射成分による総合均斉度と車線軸均斉度を次によって求める。

① 総合均斉度

総合均斉度は、次式で表される。

$$U_o = \frac{L_{\min}}{L_r'}$$

ここで 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)

② 車線軸均斉度

車線軸均斉度は、次式で表される。

$$U_\theta = \frac{L_{\min(\theta)}}{L_{\max(\theta)}}$$

ここで $L_{\min(\theta)}$: 各車線中心線上の最小部分輝度 (cd/m²)
 $L_{\max(\theta)}$: 各車線中心線上の最大部分輝度 (cd/m²)

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
 L : 灯具

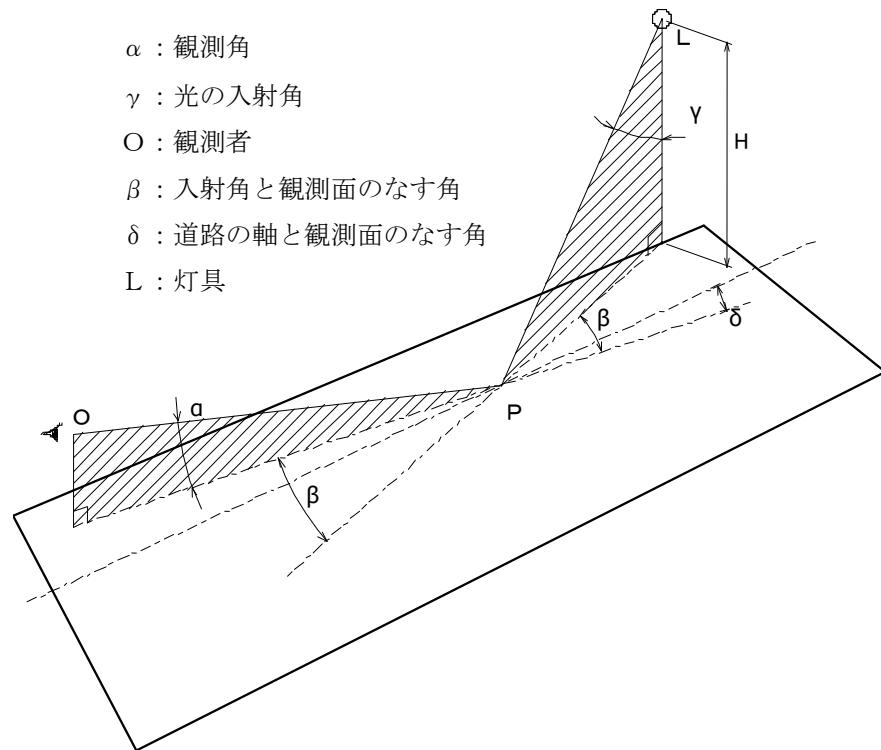


図3.6 灯具(L)、観測点(P)及び観測者(O)の幾何学的関係

値を逐点法によって計算しなければならない。輝度計算は、直射成分による総合均斉度と車線軸均斉度を次によって求める。

① 総合均斉度

総合均斉度は、次式で表される。

$$U_o = \frac{L_{\min}}{L_r'}$$

ここで 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)

② 車線軸均斉度

車線軸均斉度は、次式で表される。

$$U_\theta = \frac{L_{\min(\theta)}}{L_{\max(\theta)}}$$

ここで $L_{\min(\theta)}$: 各車線中心線上の最小部分輝度 (cd/m²)
 $L_{\max(\theta)}$: 各車線中心線上の最大部分輝度 (cd/m²)

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
 L : 灯具

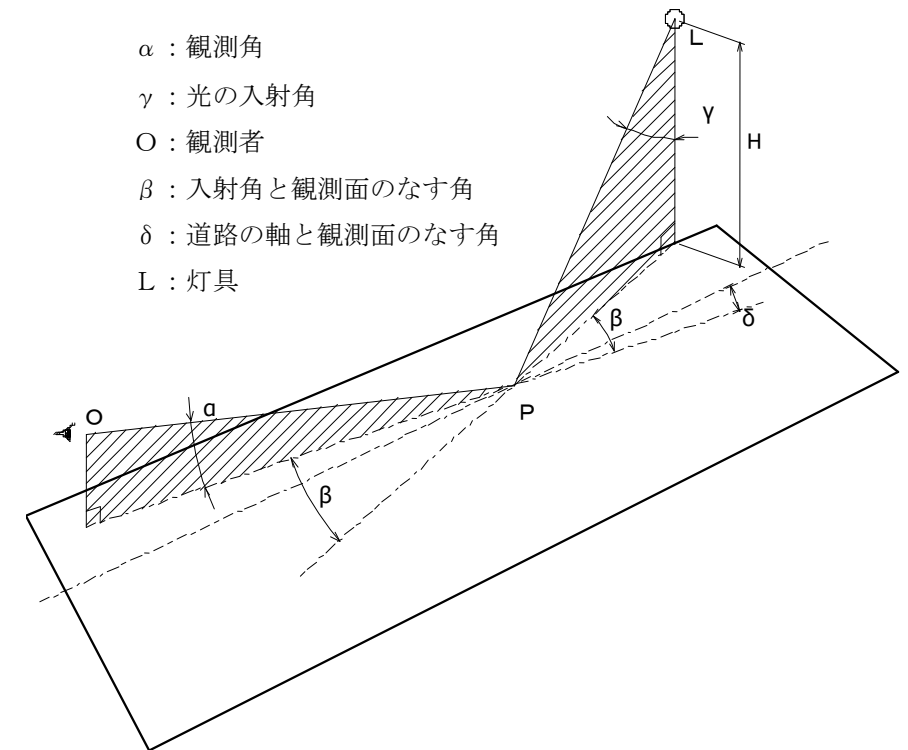


図3.6 灯具(L)、観測点(P)及び観測者(O)の幾何学的関係

図3.6 において、観測者Oが見ている路面上の点Pの輝度を L_p (cd/m²)、この部分の水平面照度を E_p (lx)、路面の輝度係数を q_p 、灯具Lの取付高さを H (m)、灯具から点Pに向かう光度 I (cd)の鉛直入射角を γ (°)とすると、次の関係が成り立つ。

$$L_p = q_p \cdot E_p = (I/H^2) \cdot (q_p \cdot \cos^3 \gamma) \dots\dots\dots (3.1-2)$$

路面の反射特性は、路面の種類ごとに光の入射方向(β , γ)に対する輝度換算係数 r ($q_p \cdot \cos^3 \gamma$)の分布として表すことができる。路面上の各点における輝度換算係数 r の分布がわかると、灯具の配置と配光から、路面の輝度分布を逐点計算より求めることができる。

実際の照明設計において必要の都度、対象となる路面の光反射特性を測定することは困難なため、国際照明委員会(CIE)で規定している標準的な路面の光反射特性から選択する。

標準的な乾燥路面の反射特性としては、コンクリート路面の場合C1を、アスファルト路面の場合C2を使用する。C1及びC2の輝度換算係数 r を表3.6に示す。

表3.6 (a) 輝度換算係数 (コンクリート舗装 : C1)

β tan γ	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770
0.25	710	708	703	710	712	710	708	707	704	702	708	698	702	704	714	708	724	719	723	
0.5	586	582	587	581	581	576	570	567	564	556	548	541	531	544	546	562	566	587	581	589
0.75	468	467	465	455	457	446	430	420	410	399	390	383	373	384	391	412	419	437	438	445
1	378	372	373	363	347	331	314	299	285	273	263	260	250	265	278	295	305	318	323	329
1.25	308	304	305	285	270	244	218	203	193	185	179	173	173	183	194	207	224	237	238	245
1.5	258	254	251	229	203	178	157	143	134	128	124	120	120	132	140	155	163	177	179	184
1.75	217	214	205	182	153	129	110	100	95	90	87	84	88	98	103	116	123	134	137	138
2	188	181	174	142	116	95	80	73	69	64	62	64	64	72	78	88	95	105	108	109
2.5	145	136	121	90	66	53	46	41	39	37	36	36	39	44	50	55	60	66	69	71
3	118	108	87	57	41	32	28	26	25	23	22	23	25	28	31	37	41	45	47	51
3.5	97	87	64	39	26	20	18	17	16	15	15	16	17	19	23	27	30	33	35	37
4	80	69	50	29	17	14	13	12	11	11	11	11	13	15	17	19	22	26	27	29
4.5	70	58	37	21	13	10	9	8	8	8	8	9	10	12	14	16	17	20	21	22
5	60	51	29	15	9	7	7	6	6	6	6	7	7	9	10	12	14	17	17	18
5.5	52	41	23	12	7	6	6	6	5	4										
6	48	36	19	8	6	5	5	5	5	5										
6.5	44	32	17	7	6	5	5	5												
7	41	28	14	6	5	4	4	4												
7.5	37	26	12	6	4	3	3													
8	34	23	11	5	4	3	3													
8.5	32	21	9	5	4	3	3													
9	29	19	8	4	3	3														
9.5	27	17	7	4	3	3														
10	26	16	6	3	3	3														
10.5	25	16	6	3	2	1														
11	23	15	6	3	2	1														
11.5	23	14	6	3	2															
12	21	14	5	3	2															

Standard reflection table C1
class C1
Qo=0.10

図3.6 において、観測者Oが見ている路面上の点Pの輝度を L_p (cd/m²)、この部分の水平面照度を E_p (lx)、路面の輝度係数を q_p 、灯具Lの取付高さを H (m)、灯具から点Pに向かう光度 I (cd)の鉛直入射角を γ (°)とすると、次の関係が成り立つ。

$$L_p = q_p \cdot E_p = (I/H^2) \cdot (q_p \cdot \cos^3 \gamma) \dots\dots\dots (3.1-2)$$

路面の反射特性は、路面の種類ごとに光の入射方向(β , γ)に対する輝度換算係数 r ($q_p \cdot \cos^3 \gamma$)の分布として表すことができる。路面上の各点における輝度換算係数 r の分布がわかると、灯具の配置と配光から、路面の輝度分布を逐点計算より求めることができる。

実際の照明設計において必要の都度、対象となる路面の光反射特性を測定することは困難なため、国際照明委員会(CIE)で規定している標準的な路面の光反射特性から選択する。

標準的な乾燥路面の反射特性としては、コンクリート路面の場合C1を、アスファルト路面の場合C2を使用する。C1及びC2の輝度換算係数 r を表3.6に示す。

表3.6 (a) 輝度換算係数 (コンクリート舗装 : C1)

β tan γ	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770	770
0.25	710	708	703	710	712	710	708	707	704	702	708	698	702	704	714	708	724	719	723	
0.5	586	582	587	581	581	576	570	567	564	556	548	541	531	544	546	562	566	587	581	589
0.75	468	467	465	455	457	446	430	420	410	399	390	383	373	384	391	412	419	437	438	445
1	378	372	373	363	347	331	314	299	285	273	263	260	250	265	278	295	305	318	323	329
1.25	308	304	305	285	270	244	218	203	193	185	179	173	173	183	194	207	224	237	238	245
1.5	258	254	251	229	203	178	157	143	134	128	124	120	120	132	140	155	163	177	179	184
1.75	217	214	205	182	153	129	110	100	95	90	87	84	88	98	103	116	123	134	137	138
2	188	181	174	142	116	95	80	73	69	64	62	64	64	72	78	88	95	105	108	109
2.5	145	136	121	90	66	53	46	41	39	37	36	36	39	44	50	55	60	66	69	71
3	118	108	87	57	41	32	28	26	25	23	22	23	25	28	31	37	41	45	47	51
3.5	97	87	64	39	26	20	18	17	16	15	15	16	17	19	23	27	30	33	35	37
4	80	69	50	29	17	14	13	12	11	11	11	11	13	15	17	19	22	26	27	29
4.5	70	58	37	21	13	10	9	8	8	8	8	9	10	12	14	16	17	20	21	22
5	60	51	29	15	9	7	7	6	6	6	6	7	7	9	10	12	14	17	17	18
5.5	52	41	23	12	7	6	6	6	5	4										
6	48	36	19	8	6	5	5	5	5	5										
6.5	44	32	17	7	6	5	5	5												
7	41	28	14	6	5	4	4	4												
7.5	37	26	12	6	4	3	3													
8	34	23	11	5	4	3	3													
8.5	32	21	9	5	4	3	3													
9	29	19	8	4	3	3														
9.5	27	17	7	4	3	3														
10	26	16	6	3	3	3														
10.5	25	16	6	3	2	1														
11	23	15	6	3	2	1														
11.5	23	14	6	3	2															
12	21	14	5	3	2															

Standard reflection table C1
class C1
Qo=0.10

表3.6 (b) 輝度換算係数 (アスファルト舗装 : C2)

β tan v	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
0.25	362	358	371	364	371	369	362	357	351	349	348	340	328	312	299	294	298	288	292	281
0.5	379	368	375	373	367	359	350	340	328	317	306	280	266	249	237	237	231	231	227	235
0.75	380	375	378	365	351	334	315	295	275	256	239	218	198	178	175	176	176	169	175	176
1	372	375	372	354	315	277	243	221	205	192	181	152	134	130	125	124	125	129	128	128
1.25	375	373	352	318	265	221	189	166	150	136	125	107	91	93	91	91	88	94	97	97
1.5	354	352	336	271	213	170	140	121	109	97	87	76	67	65	66	66	67	68	71	71
1.75	333	327	302	222	166	129	104	90	75	68	63	53	51	49	49	47	52	51	53	54
2	318	310	266	180	121	90	75	62	54	50	48	40	40	38	38	38	41	41	43	45
2.5	268	262	205	119	72	50	41	36	33	29	26	25	23	24	25	24	26	27	29	28
3	227	217	147	74	42	29	25	23	21	19	18	16	16	17	18	17	19	21	21	23
3.5	194	168	106	47	30	22	17	14	13	12	12	11	10	11	12	13	15	14	15	14
4	168	136	76	34	19	14	13	11	10	10	10	8	8	9	10	9	11	12	11	13
4.5	141	111	54	21	14	11	9	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	10	10	11
5	126	90	43	17	10	8	8	7	6	6	7	6	6	7	6	7	8	8	8	9
5.5	107	79	32	12	8	7	7	7	6	5										
6	94	65	26	10	7	6	6	6	5											
6.5	86	56	21	8	7	6	5	5												
7	78	50	17	7	5	5	5													
7.5	70	41	14	7	4	3	4													
8	63	37	11	5	4	4	4													
8.5	60	37	10	5	4	4	4													
9	56	32	9	5	4	3														
9.5	53	28	9	4	4	4														
10	52	27	7	5	4	3														
10.5	45	23	7	4	3	3														
11	43	22	7	3	3	3														
11.5	43	22	7	3	3															
12	42	20	7	4	3															

Standard reflection table C2
class CII
Qo=0.07

(2) 計算範囲の設定

路面輝度の計算範囲はCIEに基づき、片側配列及び向合せ配列の場合は、灯具間隔 S (1 スパン) とし、千鳥配列の場合は、2 スパンとする。

計算に含まれる灯具は、計算範囲の手前側5H (灯具の高さの5 倍) から、後方へ12H (灯具の高さの12 倍) まで考慮する。

表3.6 (b) 輝度換算係数 (アスファルト舗装 : C2)

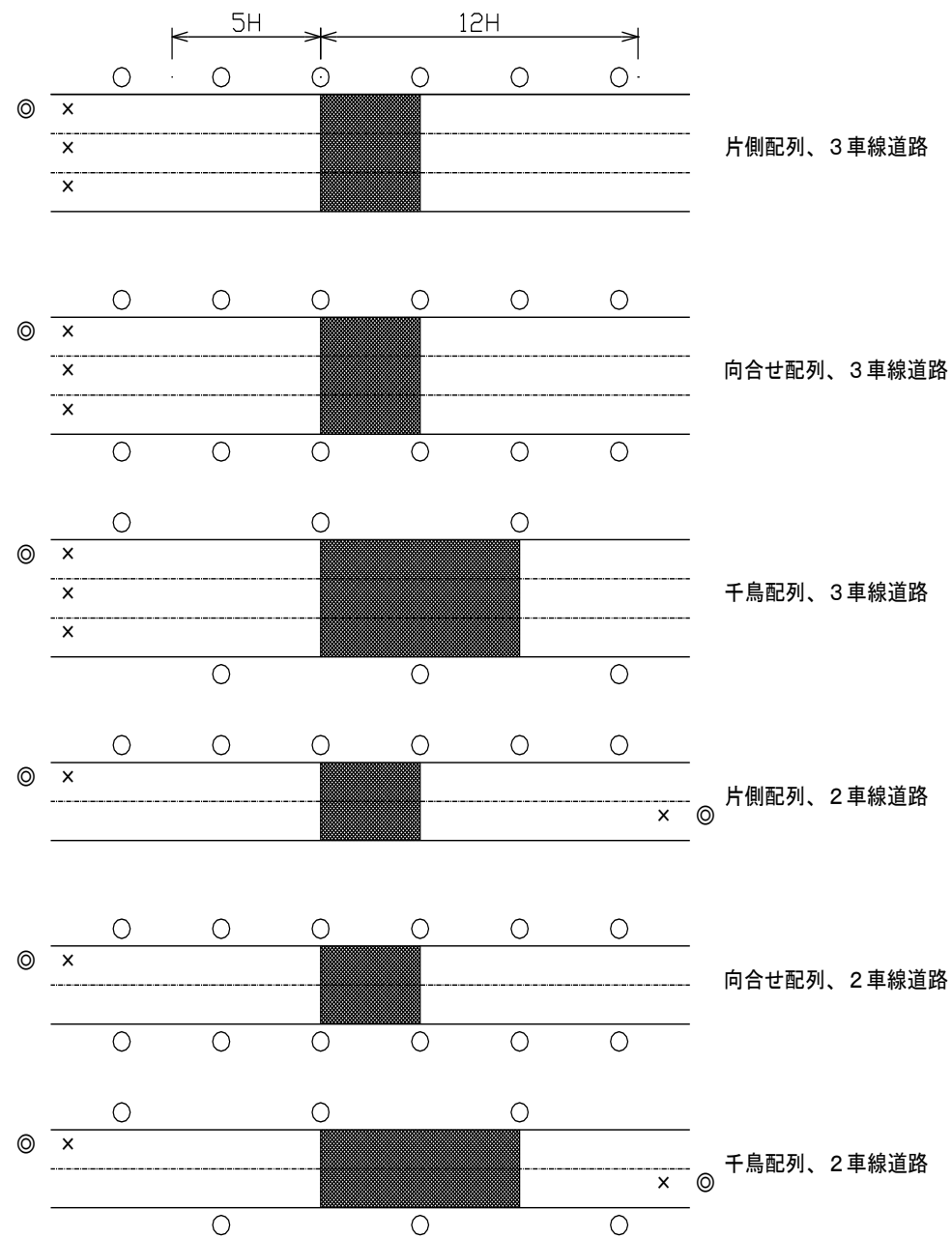
β tan v	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
0.25	362	358	371	364	371	369	362	357	351	349	348	340	328	312	299	294	298	288	292	281
0.5	379	368	375	373	367	359	350	340	328	317	306	280	266	249	237	237	231	231	227	235
0.75	380	375	378	365	351	334	315	295	275	256	239	218	198	178	175	176	176	169	175	176
1	372	375	372	354	315	277	243	221	205	192	181	152	134	130	125	124	125	129	128	128
1.25	375	373	352	318	265	221	189	166	150	136	125	107	91	93	91	91	88	94	97	97
1.5	354	352	336	271	213	170	140	121	109	97	87	76	67	65	66	66	67	68	71	71
1.75	333	327	302	222	166	129	104	90	75	68	63	53	51	49	49	47	52	51	53	54
2	318	310	266	180	121	90	75	62	54	50	48	40	40	38	38	38	41	41	43	45
2.5	268	262	205	119	72	50	41	36	33	29	26	25	23	24	25	24	26	27	29	28
3	227	217	147	74	42	29	25	23	21	19	18	16	16	17	18	17	19	21	21	23
3.5	194	168	106	47	30	22	17	14	13	12	12	11	10	11	12	13	15	14	15	14
4	168	136	76	34	19	14	13	11	10	10	10	8	8	9	10	9	11	12	11	13
4.5	141	111	54	21	14	11	9	8	8	8	8	7	7	8	8	8	8	10	10	11
5	126	90	43	17	10	8	8	7	6	6	7	6	6	7	6	7	8	8	8	9
5.5	107	79	32	12	8	7	7	7	6	5										
6	94	65	26	10	7	6	6	6	5											
6.5	86	56	21	8	7	6	5	5												
7	78	50	17	7	5	5	5													
7.5	70	41	14	7	4	3	4													
8	63	37	11	5	4	4	4													
8.5	60	37	10	5	4	4	4													
9	56	32	9	5	4	3														
9.5	53	28	9	4	4	4														
10	52	27	7	5	4	3														
10.5	45	23	7	4	3	3														
11	43	22	7	3	3	3														
11.5	43	22	7	3	3															
12	42	20	7	4	3															

Standard reflection table C2
class CII
Qo=0.07

(2) 計算範囲の設定

路面輝度の計算範囲はCIEに基づき、片側配列及び向合せ配列の場合は、灯具間隔 S (1 スパン) とし、千鳥配列の場合は、2 スパンとする。

計算に含まれる灯具は、計算範囲の手前側5H (灯具の高さの5 倍) から、後方へ12H (灯具の高さの12 倍) まで考慮する。

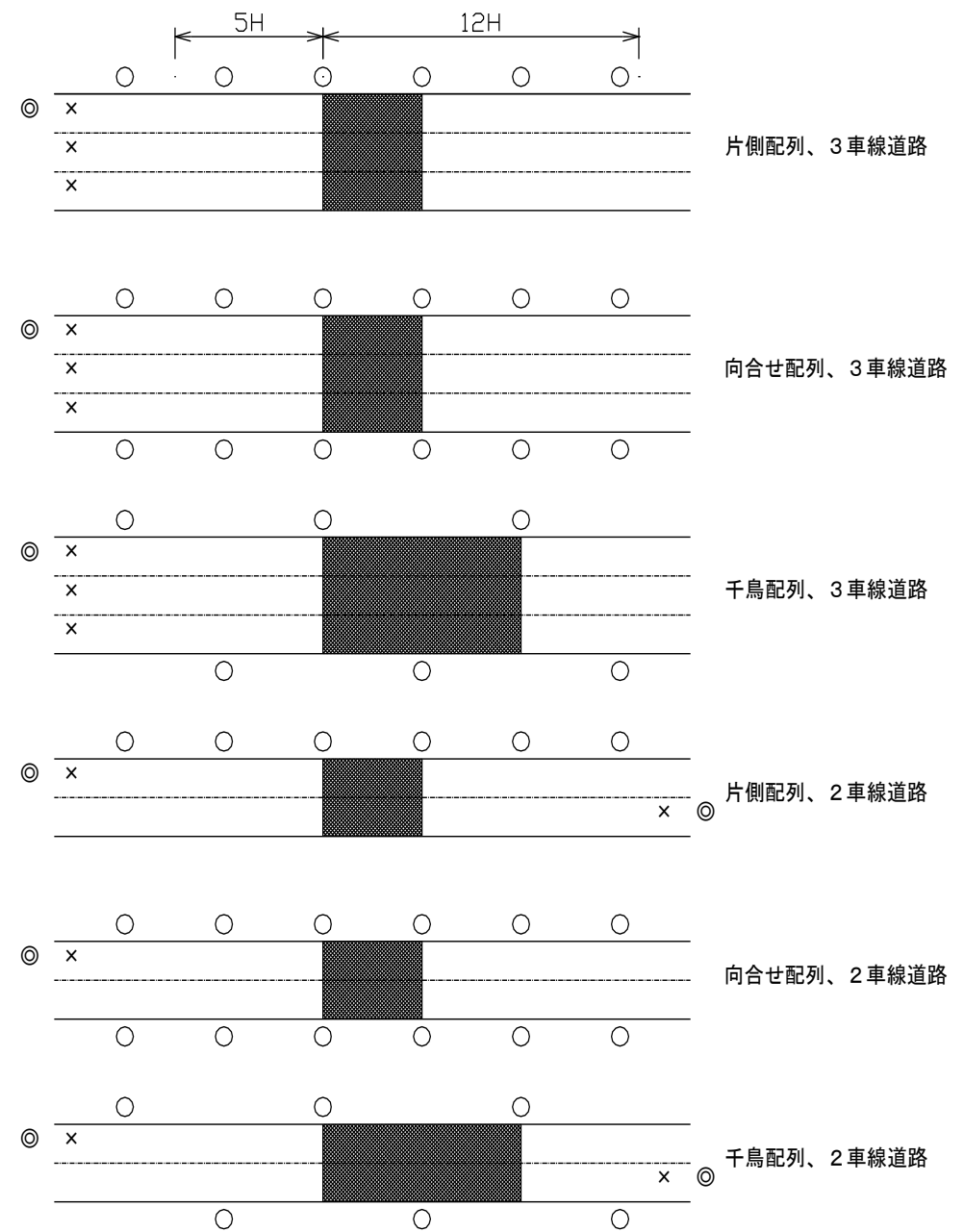


◎ 観測点 (総合均斉度) (交通方向によらず、計算範囲の灯具の
 × 観測点 (車線軸均斉度) 1灯目は左側に配置し計算する。)
 ■ 計算範囲
 ○ 灯具

図3.7 計算範囲と観測点の位置関係の例

(3) 計算点の設定

路面輝度の計算は、CIE Pub. 30.2 -1982 に準拠し、計算点の例を図3.8 に示す。
 この場合の視点位置は、車線中央の高さ1.5m とし計算範囲の手前側から60mとする。
 道路横断方向に対しては、車線ごとにW/5 間隔 (W=3.5m の場合0.7m) で5 点の計算点
 を設定する。また、道路縦断方向に対しては、手前側の灯具と同じ位置から、灯具間



◎ 観測点 (総合均斉度) (交通方向によらず、計算範囲の灯具の
 × 観測点 (車線軸均斉度) 1灯目は左側に配置し計算する。)
 ■ 計算範囲
 ○ 灯具

図3.7 計算範囲と観測点の位置関係の例

(3) 計算点の設定

路面輝度の計算は、CIE Pub. 30.2 -1982 に準拠し、計算点の例を図3.8 に示す。
 この場合の視点位置は、車線中央の高さ1.5 m とし計算範囲の手前側から60 mとする。
 道路横断方向に対しては、車線ごとにW/5 間隔 (W=3.5 m の場合0.7 m) で5 点の計算
 点を設定する。また、道路縦断方向に対しては、手前側の灯具と同じ位置から、灯具間

隔S に対してS/10 間隔で10 点の計算点をとる。ただし、計算点の間隔が5m を越える場合は計算点を増やして5m 以内とする。

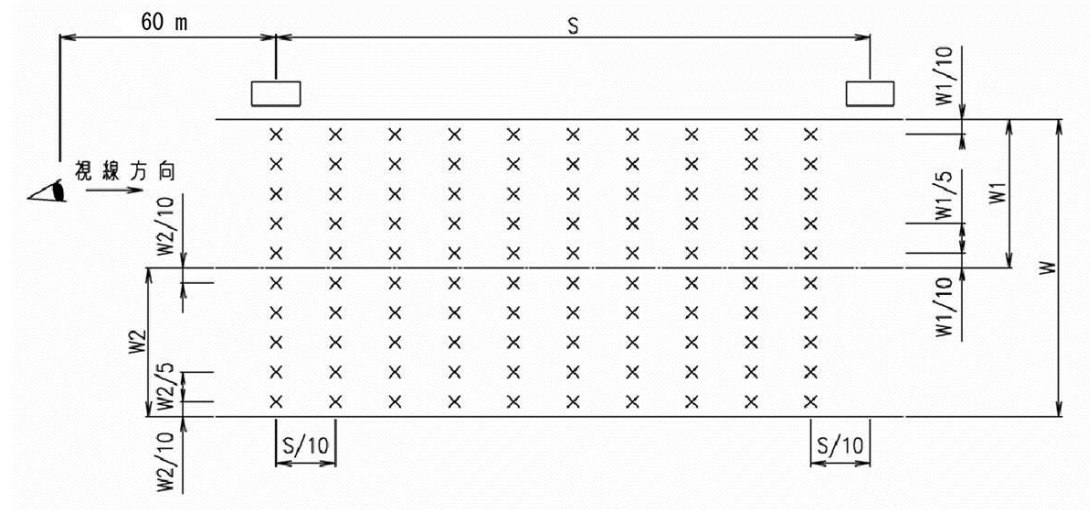
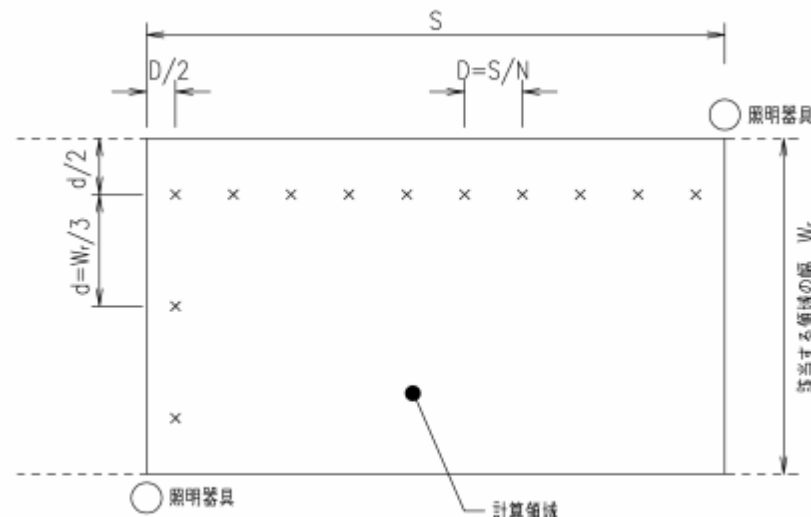


図3.8 輝度計算の計算点の例 (CIE Pub. 30.2)

路面輝度の計算はCIE Pub. 30.2 に準拠することが望ましいが、簡易設計においては、CIE Pub. 140-2000 によることができる。

Pub. 140 の計算点を図3.9 に示す。車線毎にW/3 間隔(W=3.0mの場合1.0m)で3点の計算点を設定する。

道路縦断方向に対しては、手前側の灯具の計算点間隔D/2 の位置から灯具の設置間隔が30m以下の場合は灯具間隔S に対してD=S/10 間隔で10 点の計算点を取り、灯具の設置間隔が30mを越える場合は計算点を増やして3m以内とする。



× は、横方向と縦方向の計算点の例を示している。

図3.9 輝度計算の計算点の例 (CIE Pub. 140)

間隔S に対してS/10 間隔で10 点の計算点をとる。ただし、計算点の間隔が5 mを越える場合は計算点を増やして5 m以内とする。

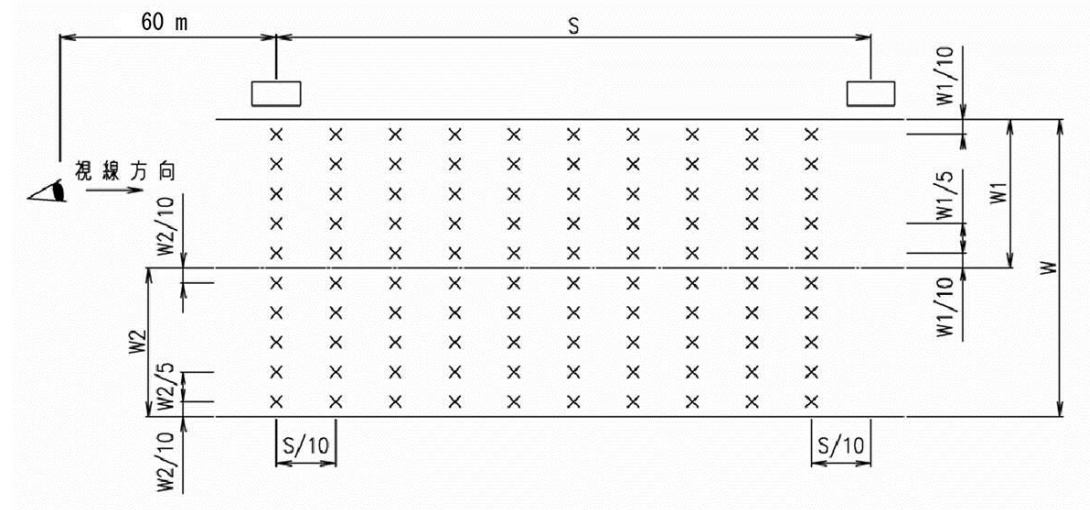
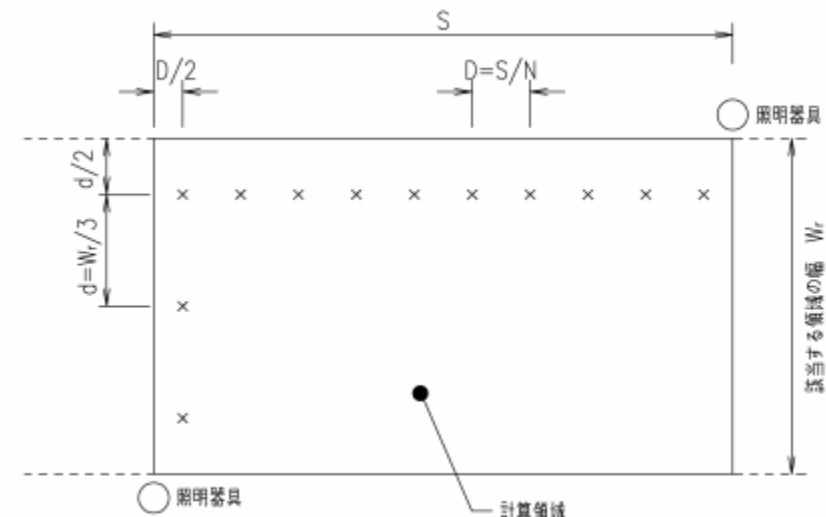


図3.8 輝度計算の計算点の例 (CIE Pub. 30.2)

路面輝度の計算はCIE Pub. 30.2 に準拠することが望ましいが、簡易設計においては、CIE Pub. 140-2000 によることができる。

Pub. 140 の計算点を図3.9 に示す。車線毎にW/3 間隔(W=3.0 mの場合1.0 m)で3点の計算点を設定する。

道路縦断方向に対しては、手前側の灯具の計算点間隔D/2 の位置から灯具の設置間隔が30 m以下の場合は灯具間隔S に対してD=S/10 間隔で10 点の計算点を取り、灯具の設置間隔が30 mを越える場合は計算点を増やして3 m以内とする。



× は、横方向と縦方向の計算点の例を示している。

図3.9 輝度計算の計算点の例 (CIE Pub. 140)

4. 視機能低下グレアの計算

視機能低下グレアを評価するための相対閾値増加T I (%)の計算は、(3.1-3)式又は3.1-4)式より求めることができる。

① $L_r \leq 5$ (cd/m²) の場合

$$T I = 65 \cdot \frac{L_v}{L_r^{0.8}} \dots\dots\dots (3.1-3)$$

② $L_r > 5$ (cd/m²) の場合

$$T I = 95 \cdot \frac{L_v}{L_r^{1.05}} \dots\dots\dots (3.1-4)$$

ここで 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)

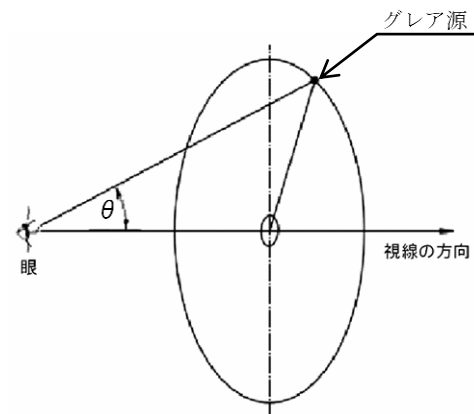


図3.10 等価光幕輝度の概念図

等価光幕輝度は、眼球内散乱の程度を表し、図3.10 に示すように、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決まり、照度が高く、角度が小さいほど高くなる。グレア源が複数存在する場合の等価光幕輝度 L_v (cd/m²) は、次式より計算する。

$$L_v = 10 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_{vi}}{\theta_i^2} \dots\dots\dots (3.1-5)$$

ここで 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

ただし、路面輝度については、(3.1-1)式に示す光束法の計算式を変更し、保守率を1.0として求めた値を使用する。

4. 視機能低下グレアの計算

視機能低下グレアを評価するための相対閾値増加T I (%)の計算は、(3.1-3)式又は3.1-4)式より求めることができる。

① $L_r \leq 5$ (cd/m²) の場合

$$T I = 65 \cdot \frac{L_v}{L_r^{0.8}} \dots\dots\dots (3.1-3)$$

② $L_r > 5$ (cd/m²) の場合

$$T I = 95 \cdot \frac{L_v}{L_r^{1.05}} \dots\dots\dots (3.1-4)$$

ここで 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)

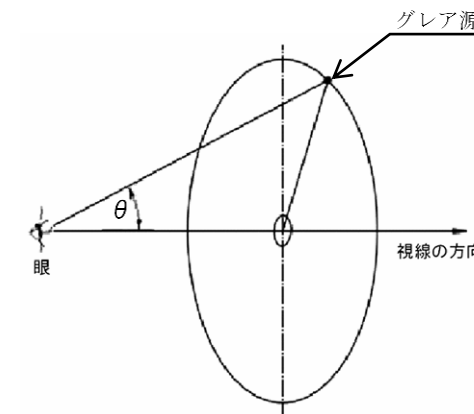


図3.10 等価光幕輝度の概念図

等価光幕輝度は、眼球内散乱の程度を表し、図3.10 に示すように、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決まり、照度が高く、角度が小さいほど高くなる。グレア源が複数存在する場合の等価光幕輝度 L_v (cd/m²) は、次式より計算する。

$$L_v = 10 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_{vi}}{\theta_i^2} \dots\dots\dots (3.1-5)$$

ここで 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

ただし、路面輝度については、(3.1-1)式に示す光束法の計算式を変更し、保守率を1.0として求めた値を使用する。

(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 $1.5^\circ \sim 60^\circ$ までとする。特に下限値 (1.5°) を下回らないこと。

等価光幕輝度の計算範囲は、片側配列及び向合せ配列の場合は、灯具間隔S (1 スパン) とし、千鳥配列の場合は、2 スパンとする。

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。したがって、計算点は図3.11 のように視点の位置を基点とし灯具間隔S に対してS/10 間隔で10点の計算点をとる。ただし、計算点の間隔が5m を越える場合は計算点を増やして5m 以内とする。

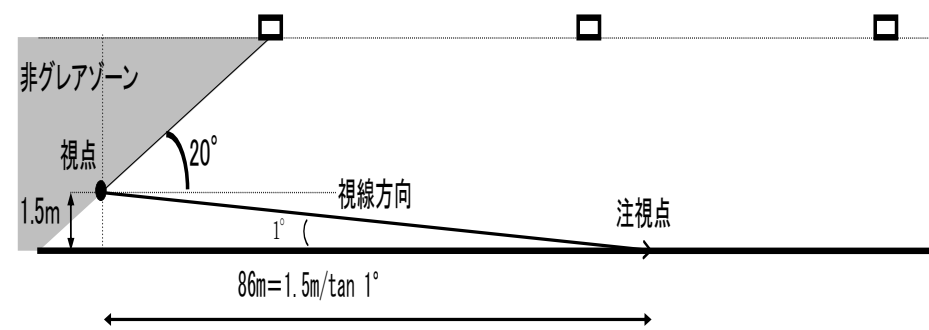


図3.11 視機能低下グレアを計算する視点の位置

3.1.3.2 局部照明

1. 交差点照明

交差点照明の設計の手順を図3.12 に示す。

(計算条件)

- ① 視点は高さ1.5 m、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 $1.5^\circ \sim 60^\circ$ までとする。特に下限値 (1.5°) を下回らないこと。

等価光幕輝度の計算範囲は、片側配列及び向合せ配列の場合は、灯具間隔S (1 スパン) とし、千鳥配列の場合は、2 スパンとする。

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。したがって、計算点は図3.11 のように視点の位置を基点とし灯具間隔S に対してS/10 間隔で10点の計算点をとる。ただし、計算点の間隔が5 m を越える場合は計算点を増やして5 m 以内とする。

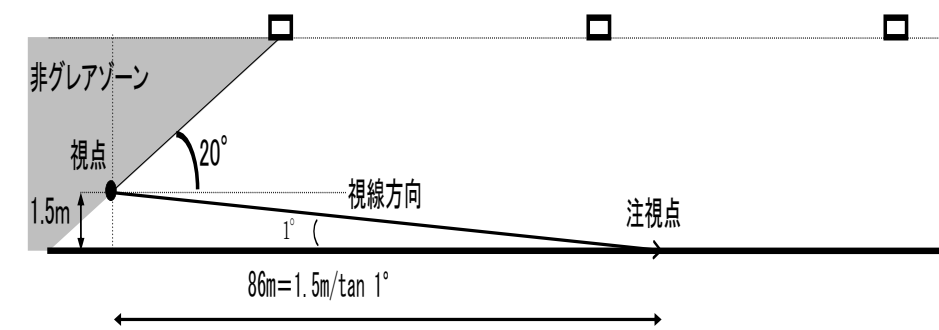


図3.11 視機能低下グレアを計算する視点の位置

3.1.3.2 局部照明

1. 交差点照明

交差点照明の設計の手順を図3.12 に示す。

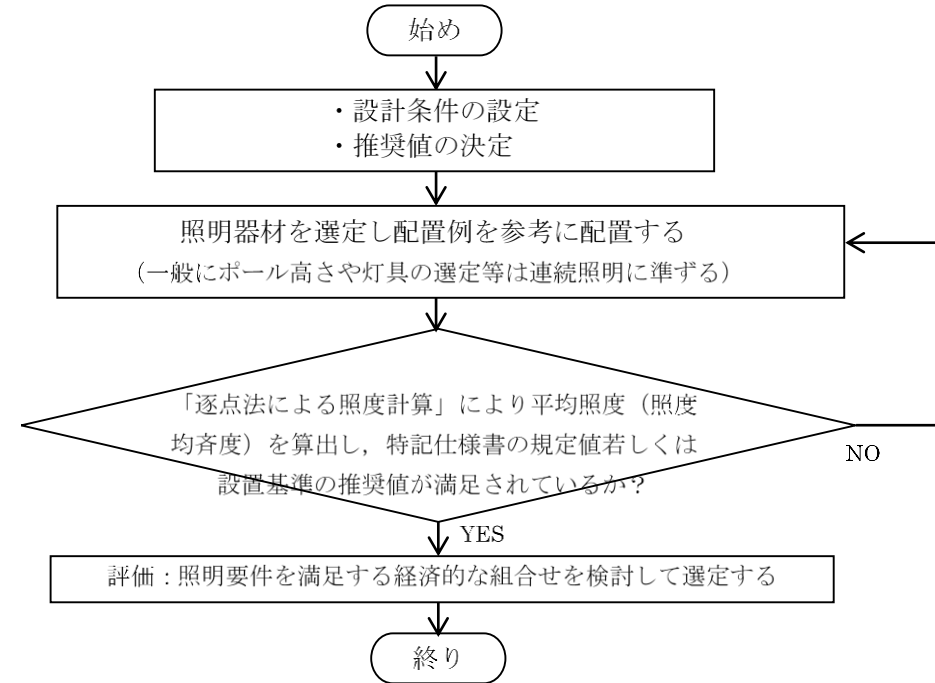


図3.12 交差点照明の設計手順

交差点照明における照明灯配置は、図2.5～図2.8を参考とすると共に所要の明るさを満足するように図3.3 (a)、(b)の範囲で設計を行うものとする。

交差点内の明るさは、「設計要領」に示す逐点法を用いた照度計算により所要の明るさを満足するよう設計する。

2. 横断歩道照明

横断歩道照明は、図3.13「横断歩道照明の設計手順」に基づき、照明方式を選定し設計する。ただし、これによらない場合は、「設計要領」に示す光束法及び逐点法の照明計算により所要の明るさを満足するよう設計する。

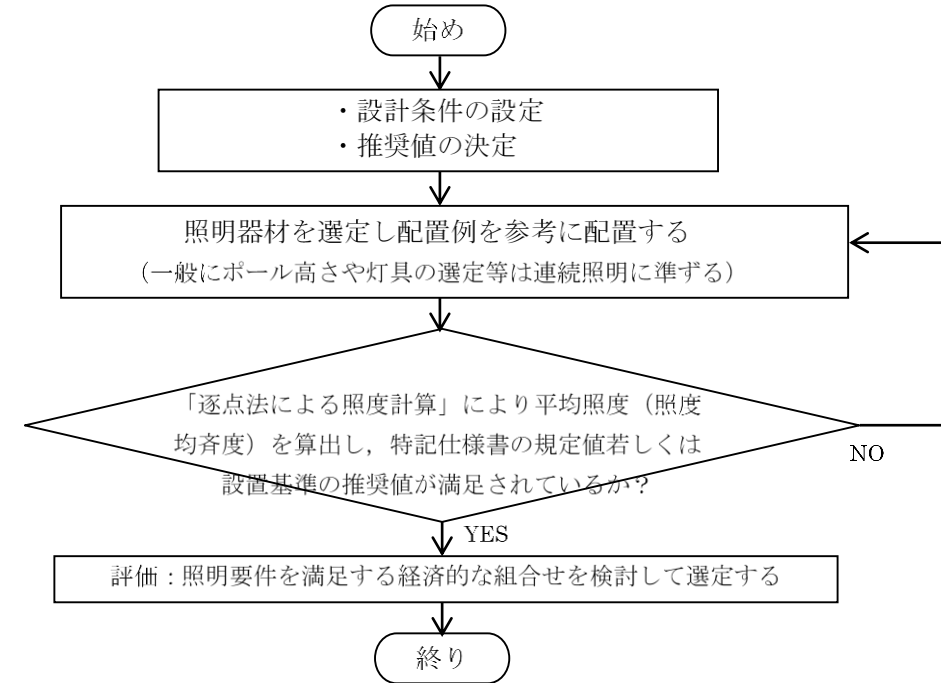


図3.12 交差点照明の設計手順

交差点照明における照明灯配置は、図2.5～図2.8 **及び表2.2**を参考とすると共に所要の明るさを満足するように図3.3 (a)、(b)の範囲で設計を行うものとする。

交差点内の明るさは、「**設置基準・同解説**」及び「設計要領」に示す逐点法を用いた照度計算により所要の明るさを満足するよう設計する。

2. 横断歩道照明

横断歩道照明は、図3.13「横断歩道照明の設計手順」に基づき、照明方式を選定し設計する。ただし、これによらない場合は、「**設置基準・同解説**」及び「設計要領」に示す光束法及び逐点法の照明計算により所要の明るさを満足するよう設計する。

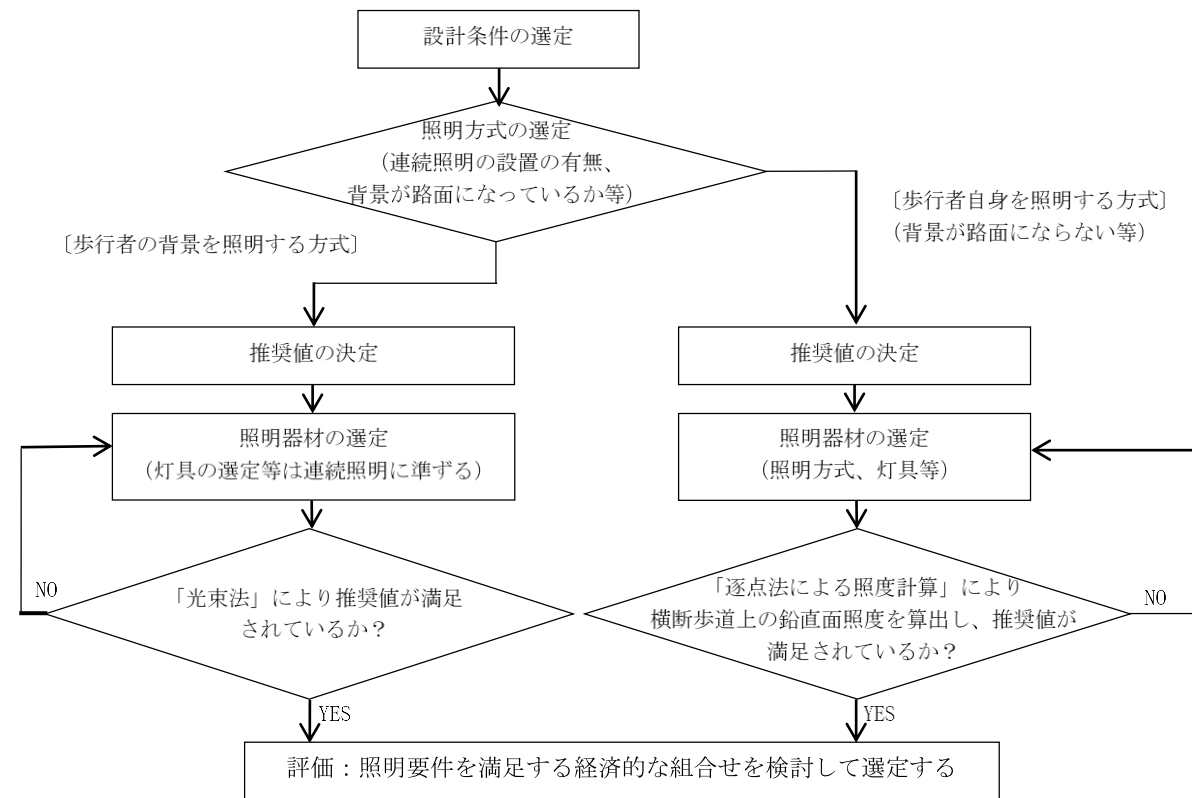


図3.13 横断歩道照明の設計手順

1) 歩行者の背景を照明する方式

歩行者の背景を照明する方式は、図2.9 及び表2.2 を参考（2車線201x の場合）に配置する。ただし、これによらない場合は、(3.1-1) 式に示す光束法の計算式により、所要の明るさを満足するよう設計する。

2) 歩行者自身を照明する方式

歩行者自身を明るくする照明方式は、図2.10 及び表2.3 を参考（2車線201x の場合）に配置する。ただし、これによらない場合は、「設計要領」の逐点法による鉛直面照度の計算により、所要の明るさを満足するよう設計する。

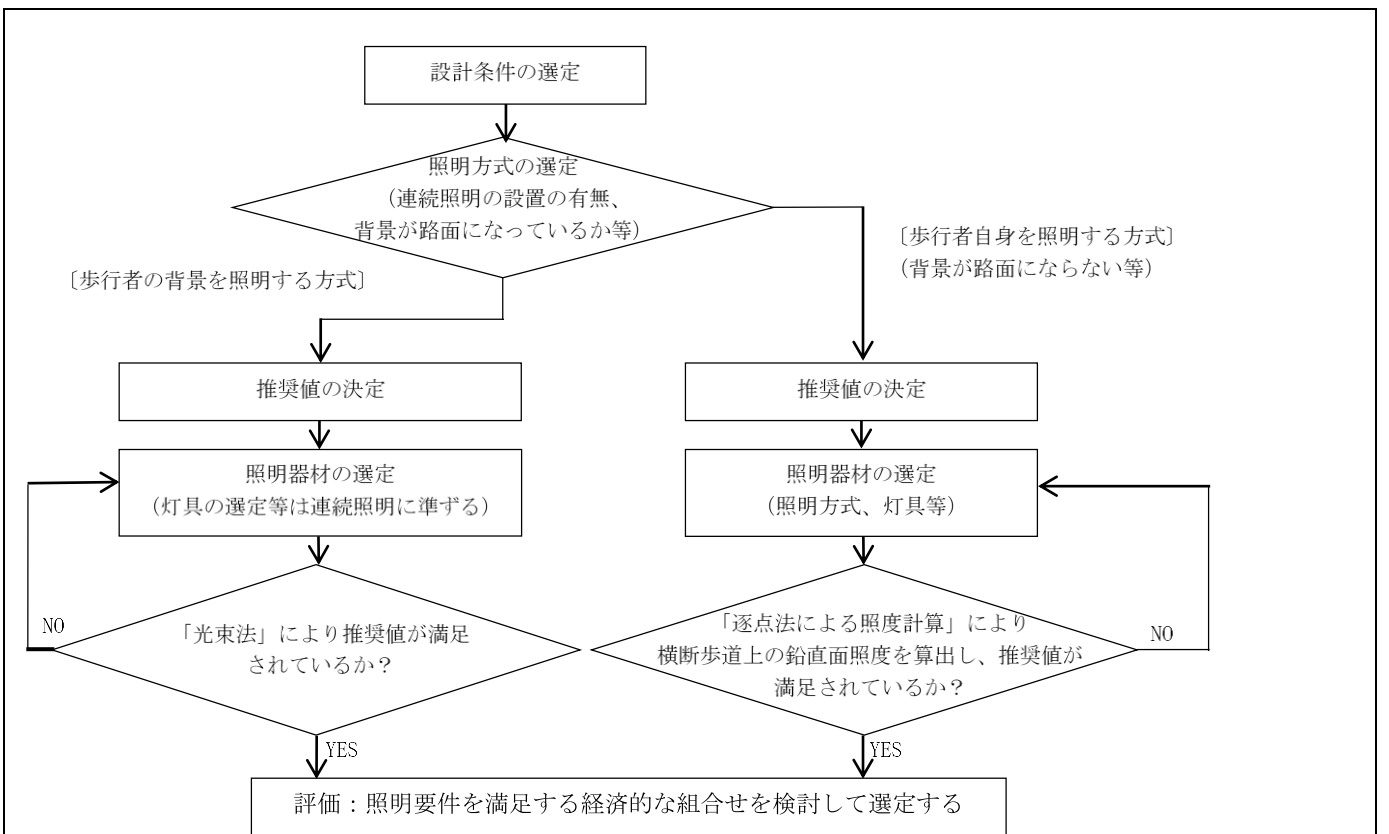


図3.13 横断歩道照明の設計手順

1) 歩行者の背景を照明する方式

歩行者の背景を照明する方式は、図2.9 及び表2.2 を参考（2車線20 1x の場合）に配置する。ただし、これによらない場合は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」~~=(3.1-1)式~~ に示す光束法の計算 ~~式~~ により、所要の明るさを満足するよう設計する。

2) 歩行者自身を照明する方式

歩行者自身を明るくする照明方式は、図2.10 及び表2.3 を参考（2車線20 1x の場合）に配置する。ただし、これによらない場合は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」の逐点法による鉛直面照度の計算により、所要の明るさを満足するよう設計する。

3. 歩道等の照明

歩道等に専用の灯具を設置する場合の設計の手順を図3.14 に示す。

灯具の配置は、図2.11 を参考に配置する。ただし、これによらない場合は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」に示す光束法及び逐点法により、所要の明るさを満足するよう設計する。

3.1.3.3 具体的な道路照明の設計手順

LED道路照明の場合には、照明灯具の性能が応札者により異なるため、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を検討する。

- (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」を前提とするため、LED照明の場合もHID照明の場合と基本的に変わらない。
- (2) 灯具配置の決定
 - ① 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

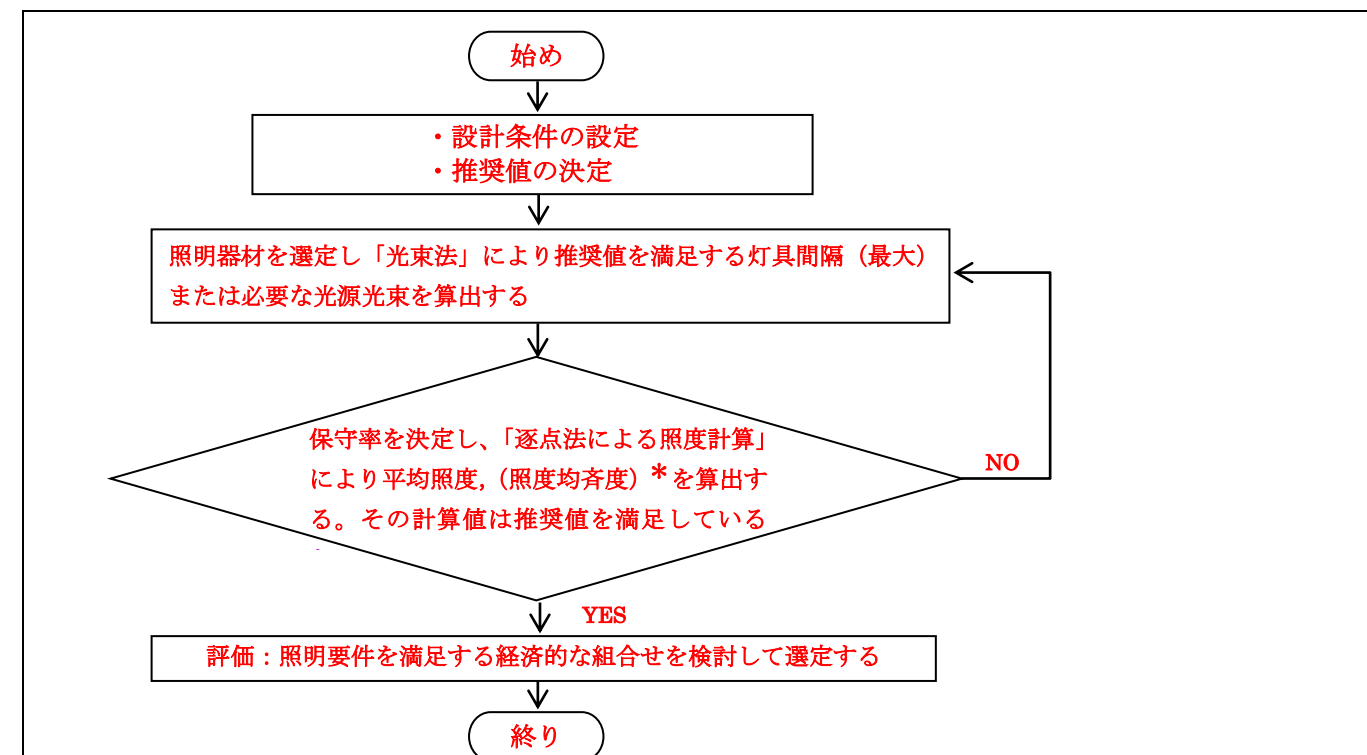


図3.14 歩道等の照明の設計手順

3.1.3.3 具体的な道路照明の設計手順

LED道路照明の場合には、~~製造業者等により灯具の定格光束や配光などの照明灯具の性能が異なる。~~設計段階において、使用する灯具が特定できない場合は、「器材仕様書」等を参考に設計する。

~~製造業者等により配光性能が異なるため、使用する灯具が特定できない設計段階では定格光束や照明率曲線の設定が困難である。照明灯具の性能が応札者により異なるため、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、計画設計段階における具体的な道路照明の設計手順を以下に示す。~~

- (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」を前提とするため、LED道路照明の場合もHID道路照明の場合と基本的に変わらない。
- (2) 灯具配置の決定
 - ① 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道路照明に灯具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

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。

② 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 2.1 の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3.7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 $S=40\text{m}$ 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(3.1-1)式を変形して照明灯具の車道幅員1m当たり所要光束 F_r (灯具の定格光束と照明率を乗じた値)から、幅員毎に必要な定格光束と照明率の目安を表3.8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。

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40 m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。

② 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 ~~道路照明照明器具~~の場合同様の灯具配置を前提とする。具体的には 2.1 の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（定格光束等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、~~実証実験等から~~現在のLED照明灯具は概ねHID道路灯と同等の光学性能を有するものと考えられるため、~~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3.7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 $S=40\text{m}$ 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(3.1-1)式を変形して照明灯具の車道幅員1m当たり所要光束 F_r (灯具の定格光束と照明率を乗じた値)から、幅員毎に必要な定格光束と照明率の目安を表3.8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。~~

表3.7 LED道路照明が導入可能なタイプ一覧

道路分類		国が管理する 一般国道等 (片側)						国が管理する 高速自動車国道		
		1車線 道路		2車線道路		3車線道 路		2車線道路		
設計条件		有	無	有	無	有	無	無		
① 連続照明	平均路面輝度 1cd/m ²	○	○	○	○	×	×	×		
	平均路面輝度 0.7cd/m ²	○	○	○	○	×	×	×		
	平均路面輝度 0.5cd/m ²	○	○	○	○	/				
② 局部照明	交差点照明	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	○									
横断 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, 20lx	△								

注1. 表3.7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以上の場合には適応可能であり△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。

表3.8 各路面輝度における所要光束 (例)

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
1.0cd/m ²	860×W	6,020 lm	9,030 lm
0.7cd/m ²	600×W	4,200 lm	6,300 lm
0.5cd/m ²	430×W	3,010 lm	4,520 lm

注. 所要光束 $Fr = (L \cdot S \cdot W \cdot K) / (N \cdot M)$
 但し、アスファルト舗装 (K=15lx/cd/m²)、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

表3.7 LED道路照明が導入可能なタイプ一覧

道路分類		国が管理する 一般国道等 (片側)						国が管理する 高速自動車国道		
		1車線 道路		2車線道路		3車線道 路		2車線道路		
設計条件		有	無	有	無	有	無	無		
① 連続照明	平均路面輝度 1cd/m ²	○	○	○	○	×	×	×		
	平均路面輝度 0.7cd/m ²	○	○	○	○	×	×	×		
	平均路面輝度 0.5cd/m ²	○	○	○	○	/				
② 局部照明	交差点照明	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	○									
横断 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, 20lx	△								

注1. 表3.7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以上の場合には適応可能であり△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。

表3.8 各路面輝度における所要光束 (例)

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
1.0cd/m ²	860×W	6,020 lm	9,030 lm
0.7cd/m ²	600×W	4,200 lm	6,300 lm
0.5cd/m ²	430×W	3,010 lm	4,520 lm

注. 所要光束 $Fr = (L \cdot S \cdot W \cdot K) / (N \cdot M)$
 但し、アスファルト舗装 (K=15lx/cd/m²)、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

入札契約段階では、応札者は、発注図書に規定する当該道路の性能指標及び本ガイドライン(案)に基づき応札時点で工事に使用する当該照明灯具の定格光束、照明率などの値を基に、当該灯具が性能指標を満足することを逐点法によって確認し、技術資料として提出するものとする。

また、工事条件などから必要に応じて、詳細設計付工事などにより工事の発注を行うことも可能とする。

~~(3) 工事発注段階~~

~~入札契約工事発注段階では、受注者応札者は、発注図書に規定する当該道路の性能指標及び本ガイドライン(案)に基づき応札時点で工事に使用する当該照明灯具の定格光束、照明率などの値を基に、当該灯具が性能指標を満足することを逐点法によって確認し、技術資料として提出するものとする。~~

~~また、工事条件などから必要に応じて、詳細設計付工事などにより工事の発注を行うことも可能とする。~~