

LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案)

平成27年3月

国土交通省

大臣官房技術調査課電気通信室
都市局街路交通施設課
道路局国道・防災課道路保全企画室

目次

1. 概要	1
1.1 目的	1
1.2 適用範囲	1
2. LED道路・トンネル照明設計基本条件	2
2.1 設計条件タイプ	2
2.2 LED道路・トンネル照明の設計条件	4
3. LED照明設計要領	19
3.1 道路照明設計	19
3.1.1 連続照明	19
3.1.2 局部照明	21
3.1.3 照明設計	25
3.2 トンネル照明設計	38
3.2.1 基本照明	38
3.2.2 入口部・出口部照明	42
3.2.3 特殊構造部の照明	43
3.2.4 停電時照明	44
3.2.5 トンネル照明の運用	45
3.2.6 照明設計	45
4. 照明灯具技術仕様	53
4.1 LED道路照明器具	53
4.1.1 一般事項	53
4.1.2 適用基準及び規格	53
4.1.3 種類	53
4.1.4 構造	54
4.1.5 性能	56
4.1.6 表示	58
4.2 LED歩道照明器具	59
4.2.1 一般事項	59
4.2.2 適用基準及び規格	59
4.2.3 種類	59
4.2.4 構造	59
4.2.5 性能	62
4.2.6 表示	63

4.3	道路照明・歩道照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置	64
4.3.1	一般事項	64
4.3.2	適用基準及び規格	64
4.3.3	LEDモジュールの性能	64
4.3.4	LEDモジュールの寿命	64
4.3.5	LEDモジュール用制御装置の性能	65
4.3.6	LEDモジュール用制御装置の寿命	69
4.3.7	表示	70
4.4	LEDトンネル照明器具	71
4.4.1	一般事項	71
4.4.2	適用基準及び規格	71
4.4.3	種類	71
4.4.4	構造	72
4.4.5	性能	73
4.4.6	表示	74
4.5	トンネル照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置	75
4.5.1	一般事項	75
4.5.2	適用基準及び規格	75
4.5.3	LEDモジュールの性能	75
4.5.4	LEDモジュールの寿命	75
4.5.5	LEDモジュール用制御装置の性能	76
4.5.6	LEDモジュール用制御装置の寿命	78
4.5.7	表示	79
4.6	LEDモジュール、LEDモジュール用制御装置の設計寿命の確認	80
5.	LED道路・トンネル照明のライフサイクルコスト算定	82
5.1	LED照明導入判断の考え方	82
5.1.1	LED照明の適合性判断	82
5.1.2	LED照明のライフサイクルコスト判定	83
5.2	道路照明におけるLEDとHIDのライフサイクルコスト算定	84
5.2.1	LED照明と比較する光源の種類	84
5.2.2	器具・照明柱の種類	84
5.2.3	耐用年数の考え方	85
5.2.4	ランニングコストの算出期間	86
5.2.5	電気料金の算定	86
5.2.6	補修費の算定	87
5.3	トンネル照明におけるライフサイクルコスト算定	88
5.3.1	ライフサイクルコスト算定における基本条件	88

5.3.2 LED照明と比較する光源の種類	88
5.3.3 耐用年数の考え方	88
5.3.4 ランニングコストの算出期間	89
5.3.5 電気料金の算定	89
6. LED道路・トンネル照明工事における性能等の確保について.....	90
6.1 特記仕様書等における構成及び記載項目の例.....	90
6.1.1 構成	90
6.1.2 特記仕様書等の記載項目の例	90
6.1.3 入札説明書の記載項目の例	91

1. 概要

1.1 目的

近年、発光ダイオード（Light Emitting Diode）（以下「LED」という。）照明技術の向上や灯具のコスト低減に伴い、照明コストや使用電力の節減などを目的として、LED照明が様々な用途に利用拡大している。

本LED道路・トンネル照明導入ガイドライン（案）（以下「ガイドライン（案）」という。）は、LED照明技術を道路・トンネル照明に適用する場合の基本的条件、照明設計の手法、LED照明灯具の技術仕様などを示すと共にライフサイクルコスト算定や導入手法などの考え方を示すことで、道路・トンネルにおける適切な照明環境を確保しつつLED照明技術の的確で円滑な導入を図り、道路・トンネル照明の省電力化及び維持費の低減を目的とする。

1.2 適用範囲

本ガイドライン（案）は、国が管理する一般国道及び高速自動車国道の道路照明施設（連続照明、局部照明及びトンネル照明）を整備する場合に適用する。

本ガイドライン（案）は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ものであるが、LED素子の性能向上や灯具コストの低減などを考慮し、導入を検討する時点で適用道路条件、コスト等に関する最新のデータによる確認を行う必要がある。

2. LED道路・トンネル照明設計基本条件

2.1 設計条件タイプ

本ガイドライン（案）において設定した代表的な設計条件タイプを表2.1 に示す。

なお、「道路照明施設設置基準」（国土交通省）に定められた性能指標（規定値）及び「道路照明施設設置基準・同解説」（（社）日本道路協会）（以下、「設置基準・同解説」という。）の推奨値等を参考に本ガイドラインに記載している。

表2.1 の局部照明のうち、交差点照明については「設置基準・同解説」において、平均路面照度20 lx程度、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10 lx以上を確保することが望ましいとされている。

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とされているため、連続照明区間内の交差点を想定して、連続照明 1.0 cd/m² (15lx) の場合に交差点内平均路面照度 20 lx、連続照明 0.7 cd/m² (10.5 lx) の場合に交差点内 15 lx、連続照明 0.5 cd/m² (7.5 lx) の場合に 10 lx を設定している。

また、横断歩道においても「設置基準・同解説」にて、歩行者の背景を照明する方式、歩行者自身を照明する方式において平均路面照度は 20 lx 程度を確保することが望ましいとされていることから設計条件タイプを設定した。

表2.1 設計条件タイプ及び適応表

設計条件		道路分類	国が管理する 一般国道（片側）				国が管理する 高速自動車国道
			2車線道路		3車線道路		2車線道路
		歩道	有	無	有	無	無
① 連続照明		平均路面輝度 1.0 cd/m ²	a	b	c	d	e
		平均路面輝度 0.7 cd/m ²	f	g	h	i	j
		平均路面輝度 0.5 cd/m ²	k	l			
② 局部照明	交差点照明	十字路（2車線×2車線），20 lx	m				
		十字路（2車線×2車線），15 lx	n				
		十字路（2車線×2車線），10 lx	o				
		十字路（4車線×2車線），20 lx	p				
		十字路（4車線×2車線），15 lx	q				
		十字路（4車線×4車線），20 lx	r				
		十字路（4車線×4車線），15 lx	s				
		十字路（6車線×4車線），20 lx	t				
	十字路（6車線×4車線），15 lx	u					
	横歩道	歩行者の背景を照明する方式，20 lx	v				
歩行者自身を照明する方式，20 lx		w					
③ トンネル基本照明		（設計速度 40 km/h） 平均路面輝度 1.5 cd/m ² 千鳥	x				
		（設計速度 40 km/h） 平均路面輝度 1.5 cd/m ² 向合せ	y				
		（設計速度 50 km/h） 平均路面輝度 1.9 cd/m ² 千鳥	z				
		（設計速度 50 km/h） 平均路面輝度 1.9 cd/m ² 向合せ	a a				
		（設計速度 60 km/h） 平均路面輝度 2.3 cd/m ² 千鳥	b b				
		（設計速度 60 km/h） 平均路面輝度 2.3 cd/m ² 向合せ	c c				
		（設計速度 70 km/h） 平均路面輝度 3.2 cd/m ² 千鳥					d d
		（設計速度 70 km/h） 平均路面輝度 3.2 cd/m ² 向合せ					e e
		（設計速度 80 km/h） 平均路面輝度 4.5 cd/m ² 千鳥					f f
		（設計速度 80 km/h） 平均路面輝度 4.5 cd/m ² 向合せ					g g

- 備考
1. 片側1車線道路については一般国道等2車線道路を準用する。
 2. 交差点照明の車線数は、交差する各々の道路の全車線数を示す。
 3. 入口部照明は、トンネルの設計速度、野外輝度、交通量及びトンネル延長等を考慮し、所要の平均路面輝度を満足するようLED灯具を組合せ配置する。

2.2 LED道路・トンネル照明の設計条件

代表的な道路の所要輝度、車線数、歩道の有無、交差点・横断歩道の所要照度及びトンネルの所要輝度、設計速度、灯具配置により分類し、設計条件タイプを以下のとおり設定した。

なお、詳細設計等の際には各設計条件タイプを参考とし実際の道路条件により行うものとする。

(1) 連続照明

- ・タイプ a 平均路面輝度： 1.0 cd/m^2 (片側2車線道路 + 歩道有)
 - ・総合均斉度： 0.4 以上 (視点位置走行車線)
 - ・車線軸均斉度： 0.5 以上 (各車線)
 - ・相対閾値増加： 15 %以下
 - ・車道幅員： 7.0 m、路肩幅員：0.5 m
 - ・灯具高さ： 10 m、オーバーハング： -0.7 m (図2.1 参照)
 - ・保守率： 0.7
 - ・片側配列、灯具間隔： 40 m

(歩道部)

- ・歩道幅員： 3.5 m
- ・平均路面照度： 5 lx 以上、照度均斉度 0.2 以上

- ・タイプ b 平均路面輝度 1.0 cd/m^2 (片側2車線道路 + 歩道なし)
車道部の設計条件は、タイプ a の条件とする。(図 2.1 参照)

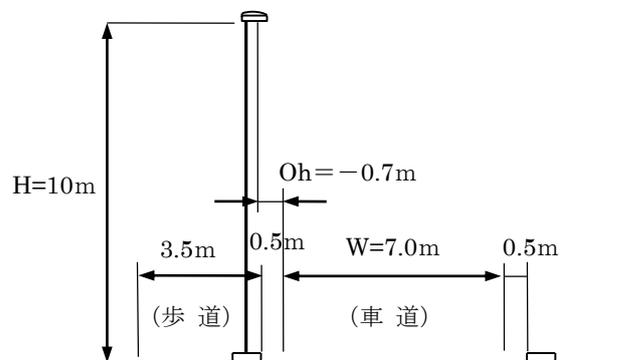


図2.1 タイプ a, b, f, g 道路断面とポール位置
(ただし、タイプ b, g は歩道を除く)

- ・タイプ c 平均路面輝度 1.0 cd/m^2 (片側3車線道路 + 歩道有)
 車道部及び歩道部の設計条件は、タイプ a の条件と同じする。
 - ・総合均斉度：0.4 以上 (視点位置走行車線)
 - ・車線軸均斉度：0.5 以上 (各車線)
 - ・相対閾値増加：15 %以下
 - ・車道幅員：10.5 m、路肩幅員：0.5 m
 - ・灯具高さ：12 m、オーバーハング：-0.7 m (図2.2 参照)
 - ・保守率：0.7
 - ・片側配列、灯具間隔：42 m
 (歩道部)
 - ・歩道幅員：3.5 m
 - ・平均路面照度：5 lx 以上、照度均斉度：0.2 以上

- ・タイプ d 平均路面輝度 1.0 cd/m^2 (片側3車線道路 + 歩道なし)
 車道部の設計条件は、タイプ c の条件とする。(図 2.2 参照)

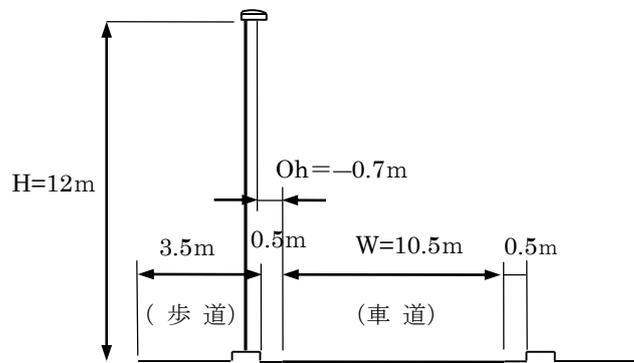


図2.2 タイプ c, d, h, i 道路断面とポール位置

(ただし、タイプ d, i は歩道を除く)

- ・タイプ e 平均路面輝度 1.0 cd/m^2 (片側 2 車線道路 高速自動車国道)
- ・総合均斉度 : 0.4 以上 (視点位置走行車線)
- ・車線軸均斉度 : 0.7 以上 (各車線)
- ・相対閾値増加 : 10 %以下
- ・車道幅員 : 7.0 m
- ・灯具高さ : 12 m、オーバーハング : -3.0 m (図2.3 参照)
- ・保守率 : 0.7
- ・片側配列、灯具間隔 : 42 m

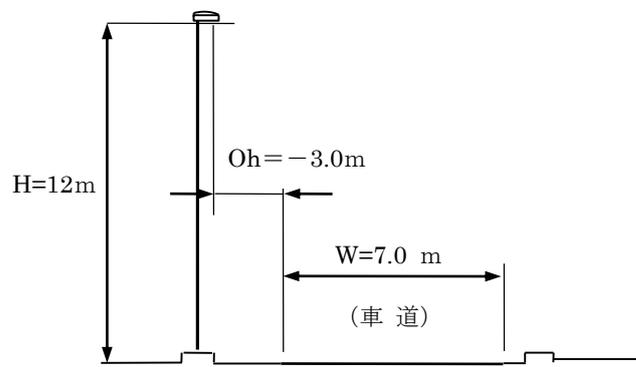


図2.3 タイプ e, j 道路断面とポール位置

- ・タイプ f 平均路面輝度 0.7 cd/m^2 (片側 2 車線道路 + 歩道有)
車道部及び歩道部の設計条件は、タイプ a と同じ条件とする。(図2.1 参照)
- ・タイプ g 平均路面輝度 0.7 cd/m^2 (片側 2 車線道路 + 歩道なし)
車道部の設計条件は、タイプ f の条件とする。(図2.1 参照)
- ・タイプ h 平均路面輝度 0.7 cd/m^2 (片側 3 車線道路 + 歩道有)
車道部及び歩道部の設計条件は、タイプ c と同じ条件とする。(図2.2 参照)
- ・タイプ i 平均路面輝度 0.7 cd/m^2 (片側 3 車線道路 + 歩道なし)
車道部の設計条件は、タイプ h の条件とする。(図2.2 参照)
- ・タイプ j 平均路面輝度 0.7 cd/m^2 (片側 2 車線道路 高速自動車国道)
車道部の設計条件は、タイプ e の条件とする。(図2.3 参照)

- ・タイプk 平均路面輝度 0.5 cd/m^2 (片側2車線道路 + 歩道有)
- ・総合均斉度 : 0.4 以上 (視点位置走行車線)
- ・相対閾値増加 : 15% 以下
- ・車道幅員 : 6.5 m 、路肩幅員 : 0.5 m
- ・灯具高さ : 10 m 、オーバーハング : -0.7 m (図2.4 参照)
- ・保守率 : 0.7
- ・片側配列、灯具間隔 : 40 m

(歩道部)

- ・歩道幅員 : 3.5 m
- ・平均路面照度 : 5 lx 以上、照度均斉度 : 0.2 以上

- ・タイプℓ 平均路面輝度 0.5 cd/m^2 (片側2車線道路 + 歩道なし)
- 車道部の設計条件は、タイプkの条件とする。(図2.4 参照)

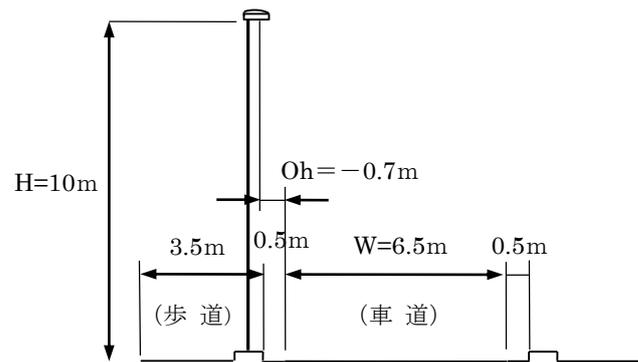


図2.4 タイプk, ℓ 道路断面とポール位置
(ただし、タイプℓ は歩道を除く)

※ 片側1車線道路に関しては、タイプa/b、タイプf/g、タイプk/ℓ に準拠するものとし、実際の歩道幅などを考慮する。

(2) 局部照明

表2.1 以外の具体的な設計においては、連続照明区間以外における交差点照明も含め、交通量や周辺環境などを考慮して適切な交差点照明の照度を設定するものとする。

1) 交差点照明

- ・タイプ m 十字路（2車線×2車線） 灯具の配置（図2.5 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：20 lx程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4 程度
 - ・交差点の範囲は、図2.5 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 m を含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

- ・タイプ n 十字路（2車線×2車線） 灯具の配置（図2.5 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：15 lx程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4 程度
 - ・交差点の範囲は、図2.5 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 m を含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

- ・タイプ o 十字路（2車線×2車線） 灯具の配置（図2.5 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：10 lx 以上
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4 程度
 - ・交差点の範囲は、図2.5 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 m を含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

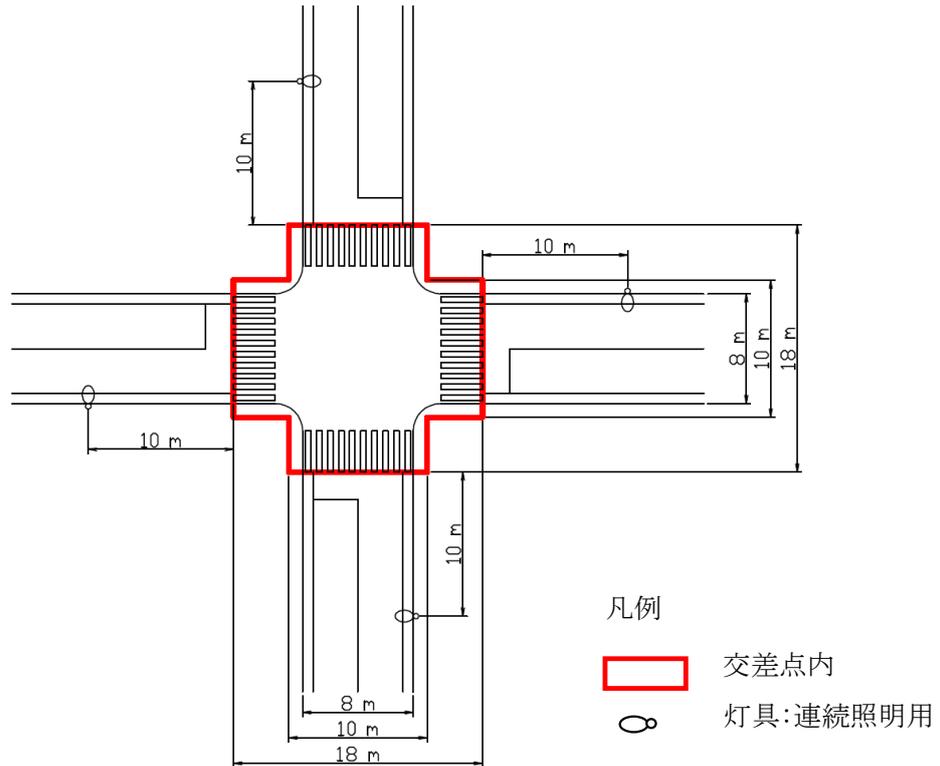


図2.5 タイプm, n, o 十字路（2車線×2車線） 灯具の配置

- ・タイプp 十字路（4車線×2車線） 灯具の配置（図2.6 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：20 lx 程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4 程度
 - ・交差点の範囲は、図2.6 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 m を含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 m とする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

- ・タイプq 十字路（4車線×2車線） 灯具の配置（図2.6 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：15 lx 程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4 程度
 - ・交差点の範囲は、図2.6 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 m を含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 m とする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

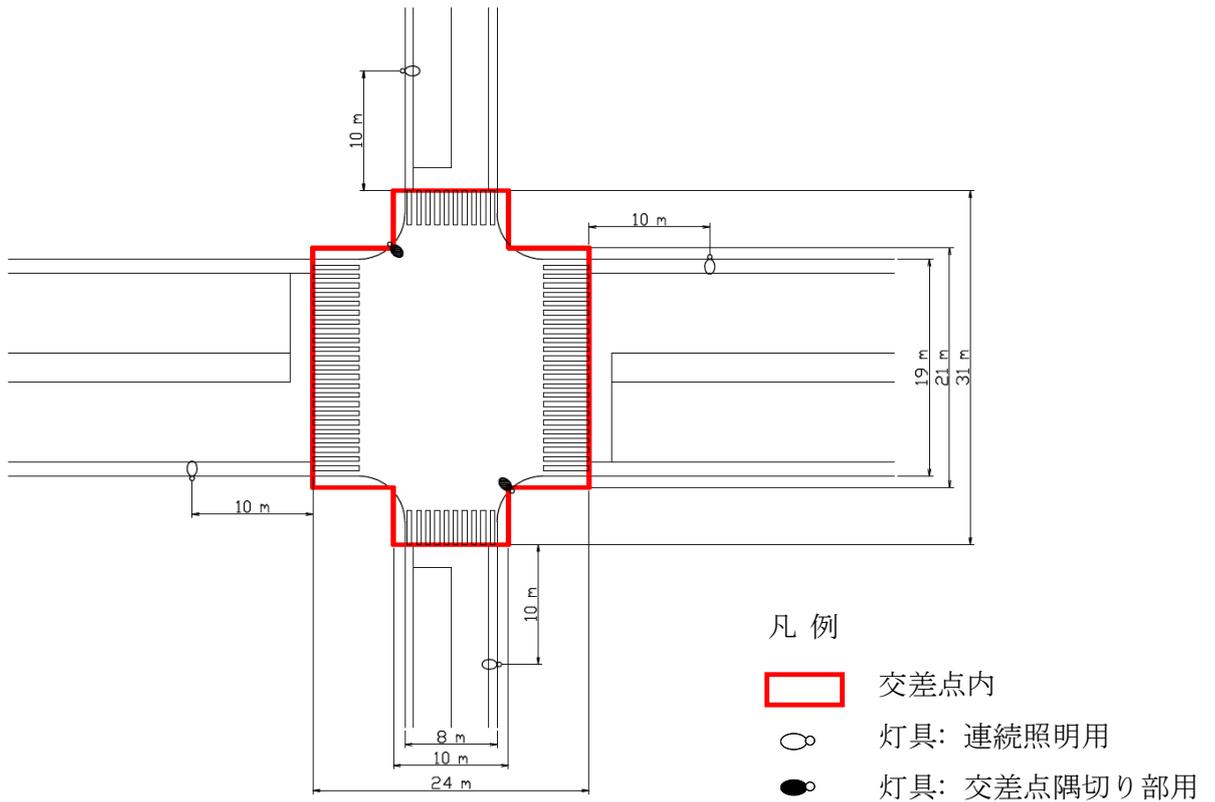


図2.6 タイプp, q 十字路（4車線×2車線） 灯具の配置

- ・タイプr 十字路（4車線×4車線） 灯具の配置（図2.7 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：20 lx程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4程度
 - ・交差点の範囲は、図2.7のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 mを含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・交差点照明用ポールは直線ポールとする。

- ・タイプs 十字路（4車線×4車線） 灯具の配置（図2.7 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：15 lx程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4程度
 - ・交差点の範囲は、図2.7のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 mを含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

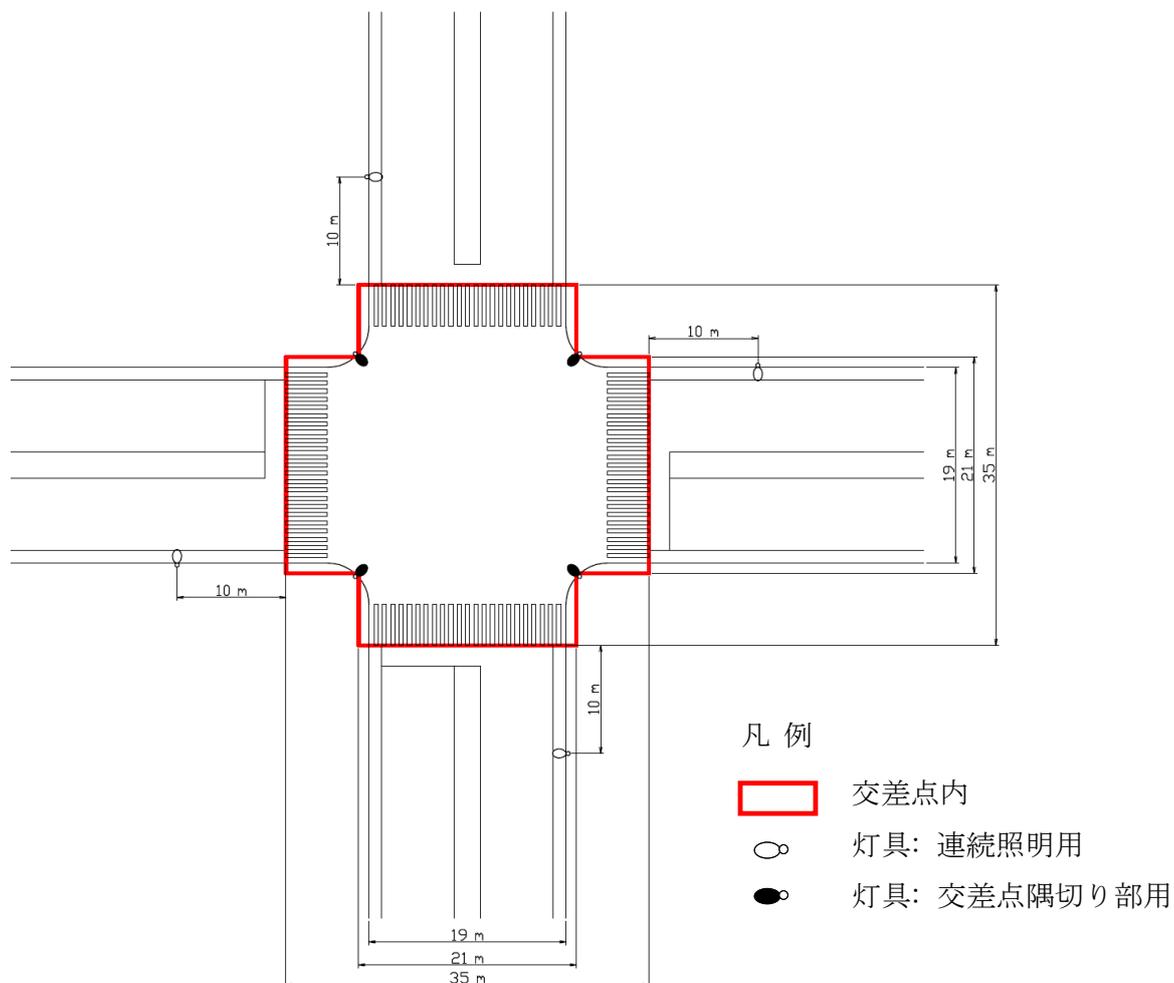


図2.7 タイプ r, s 十字路 (4車線×4車線) 灯具の配置

- ・タイプ t 十字路 (6車線×4車線) 灯具の配置 (図2.8 参照)
 - ・交差点内 平均路面照度 : 20 lx程度
 - ・交差点内 照度均斉度 : 0.4 程度
 - ・交差点の範囲は、図2.8 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所 1 m を含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

- ・タイプu 十字路（6車線×4車線） 灯具の配置（図2.8 参照）
 - ・交差点内 平均路面照度：15 lx程度
 - ・交差点内 照度均斉度：0.4程度
 - ・交差点の範囲は、図2.8 のとおりとし、横断歩道部と歩行者待機場所1 mを含む範囲とする。
 - ・ポール位置は縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。

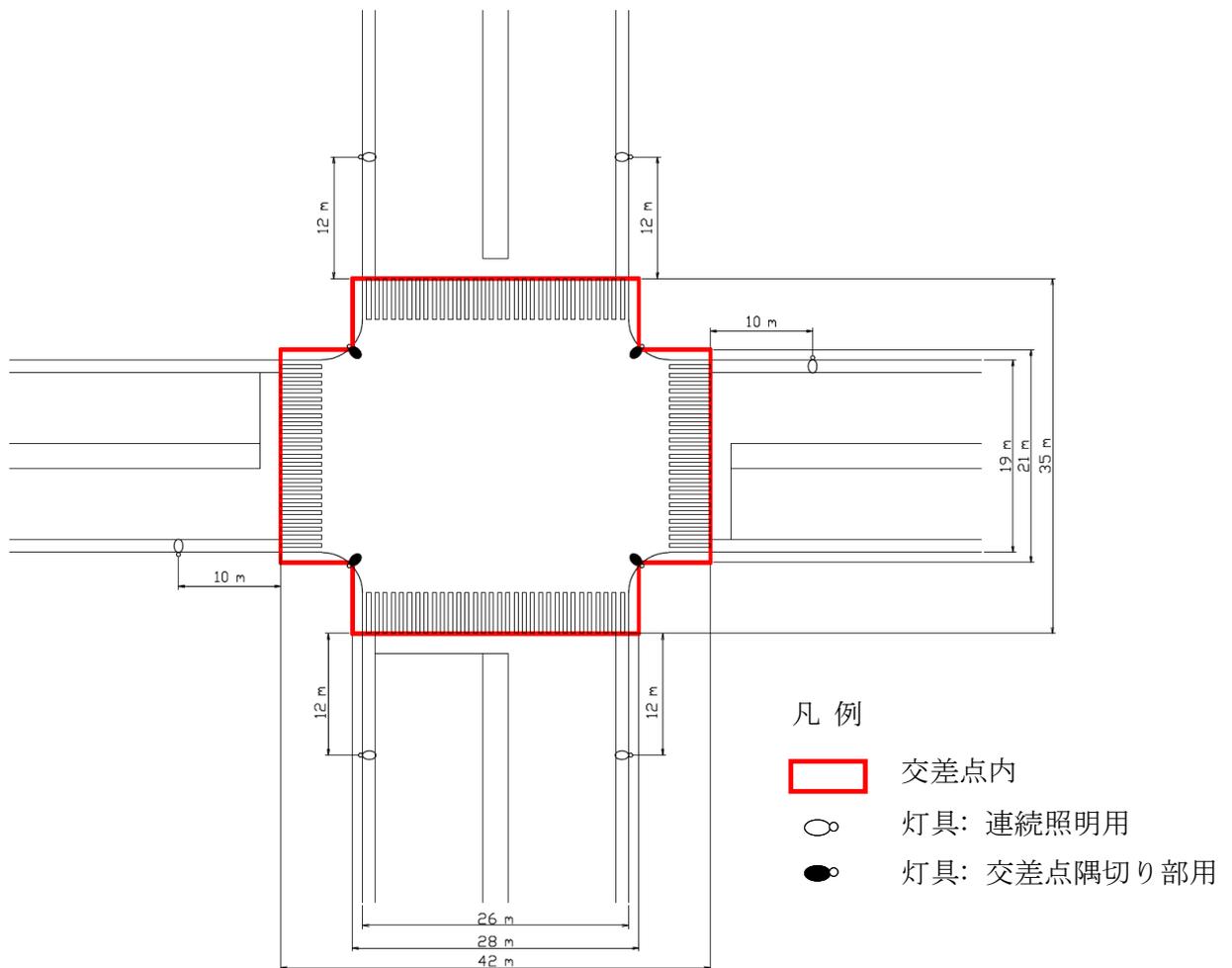


図2.8 タイプt, u 十字路（6車線×4車線）灯具の配置

表 2.2 十字路における灯具の配置条件

設計条件 タイプ	交 差 点 範 囲	交差点内		灯 具	灯具高さ (m)	横断歩道端 からの距離 (m)	台数
		平均照度 (lx)	照度均斉度				
m	2車線×2車線 (18m×18m)	20	0.4	連続照明用	10	10	4
n	2車線×2車線 (18m×18m)	15	0.4	連続照明用	10	10	4
o	2車線×2車線 (18m×18m)	10	0.4	連続照明用	10	10	4
p	4車線×2車線 (31m×24m)	20	0.4	連続照明用	10	10	4
				交差点 隅切り部用			2
q	4車線×2車線 (31m×24m)	15	0.4	連続照明用	10	10	4
				交差点 隅切り部用			2
r	4車線×4車線 (35m×35m)	20	0.4	連続照明用	10	10	4
				交差点 隅切り部用			4
s	4車線×4車線 (35m×35m)	15	0.4	連続照明用	10	10	4
				交差点 隅切り部用			4
t	6車線×4車線 (42m×35m)	20	0.4	連続照明用	10~12	6車線 12	6
				交差点 隅切り部用		4車線 10	4
u	6車線×4車線 (42m×35m)	15	0.4	連続照明用	10~12	6車線 12	6
				交差点 隅切り部用		4車線 10	4

- 備考 1. 灯具の配置は、交差点内及び交差点付近を適切に照明するため、灯具高さH離れた位置に配置。
2. 交差点隅切り部用灯具は、交差点隅切り部に配置するものとする。
3. 交差点隅切り部用灯具の保守率は、連続照明用灯具と同じとする。

2) 横断歩道照明

「設置基準・同解説」では、交通量が少なく周辺環境が暗い場合においては平均路面照度10 lx 以上とすることができるとされており、表2.1 以外の具体的な設計においては、交通量や周辺環境などを考慮して適切な横断歩道照明の照度を設定するものとする。

- ・タイプ v 歩行者の背景を照明する方式 (図2.9 参照)
 - ・照明範囲 横断方向 車道全幅員：8 m
道路軸方向 横断歩道の背景となる35 mの範囲
 - ・平均路面照度：20 lx
 - ・ポール位置は、横断歩道中心から17.5 m、縁石から0.5 mとする。
(図2.9 参照)
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。
 - ・灯具高さ：10 m、保守率：0.7

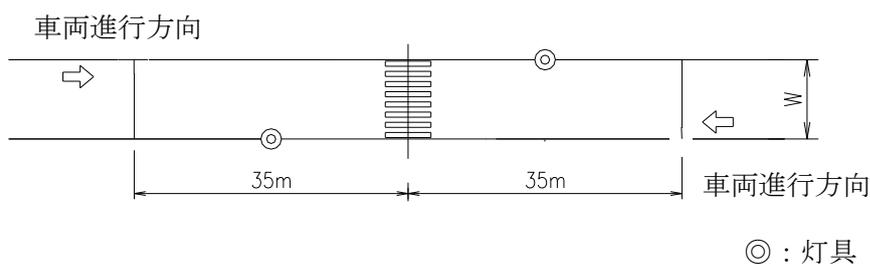


図2.9 タイプ v 横断歩道照明 歩行者の背景を照明する方式の配置

表2.3 横断歩道照明 歩行者の背景を照明する方式の配置例

設計条件 タイプ	車道全幅員	平均路面 照度 (lx)	灯具	灯具高さ (m)	横断歩道中心か らの距離 (m)	台数
v	8 m (2車線)	20	連続 照明用	10	17.5	2

備考 横断歩道が連続照明区間内にある場合は、図2.9 の配置を考慮し連続照明区間より明るくすることが望ましい。

- ・タイプw 歩行者自身を照明する方式（図2.10 参照）
 - ・照明範囲 横断方向 横断歩道中心線上、車道全幅員 8 m鉛直面照度の計算高さは1 m とし、照度の向きは車道軸に直角で自動車の進行方向に対向する方向。
 - ・平均鉛直面照度： 20 lx
 - ・ポール位置は、横断歩道中心から10 m、縁石から0.5 mとする。
 - ・照明用ポールは直線ポールとする。
 - ・灯具高さ：10 m、保守率：0.7

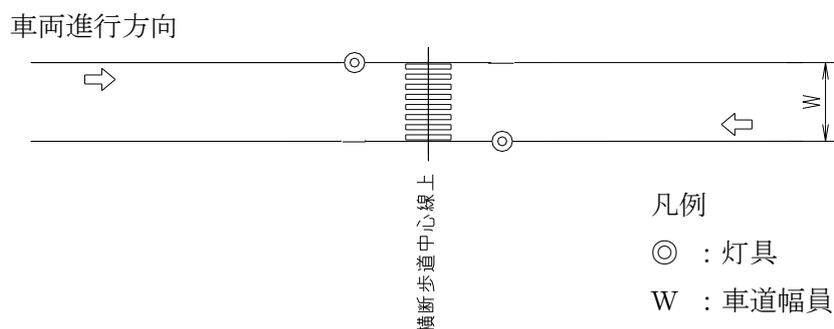


図 2.10 タイプw 横断歩道照明 歩行者自身を照明する方式の配置

表2.4 横断歩道照明 歩行者自身を照明する方式の配置例

設計条件 タイプ	車道全幅員	鉛直面照度 (lx)	灯 具	灯具高さ (m)	横断歩道中心 からの距離(m)	台数
w	8 m (2車線)	20	連続 照明用	10	10	2

3) 歩道等の照明（図 2.11 参照）

- ・平均路面照度： 5 lx、10 lx
- ・照度均斉度： 0.2 以上
- ・歩道幅員： 3.5 m
- ・灯具高さ： 5 m、オーバーハング：0.7 m
- ・保守率： 0.7
- ・片側配列、灯具間隔：30 m

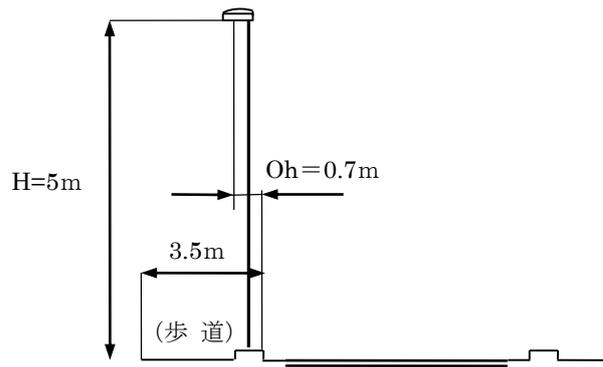


図 2.11 歩道等の照明の道路断面とポール位置

(3) トンネル照明

トンネル断面の事例として、図2.12に一般国道用トンネル断面、図2.13に高速自動車国道用トンネル断面を示す。また、表2.5に基本照明のタイプ毎の設計条件を示す。

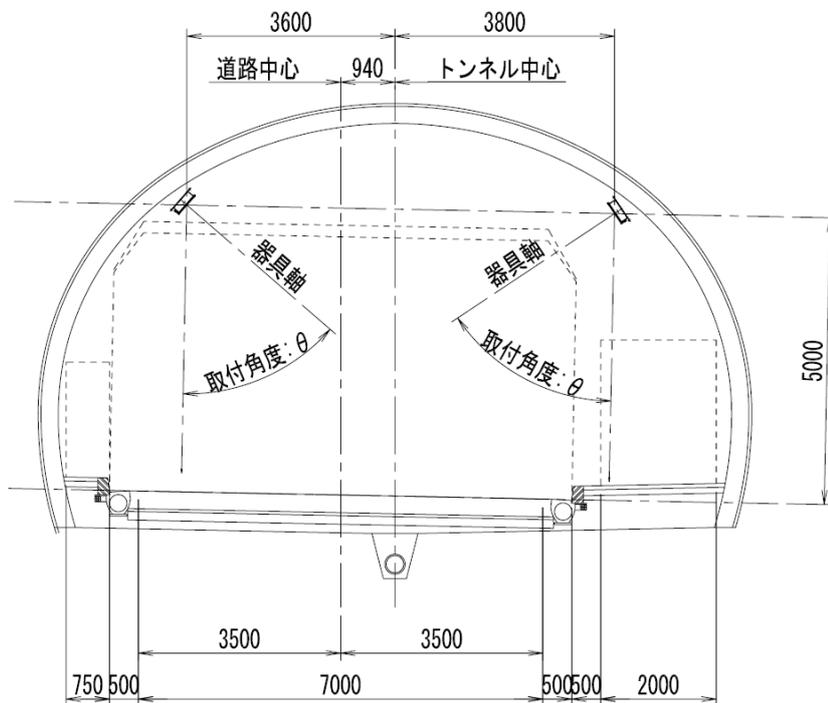


図 2.12 トンネル断面 一般国道用 (タイプ x ~ cc)

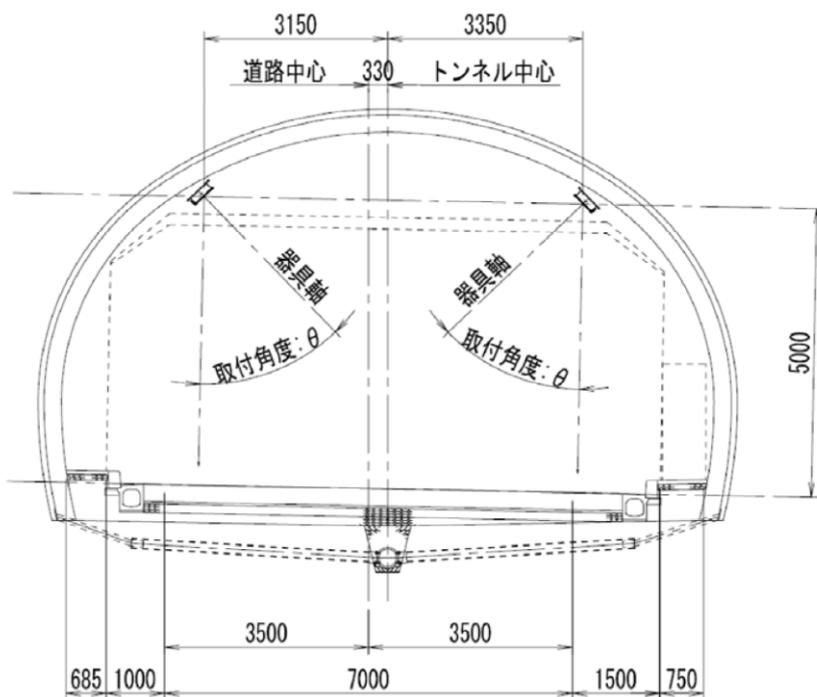


図 2.13 トンネル断面 高速自動車国道用 (タイプ dd ~ gg)

表2.5 トンネル基本照明の設計条件

設計条件 タイプ	設計速度 (km/h)	平均路面輝度 (cd/ m ²)	トンネル内仕上げ	舗装	灯具高 さ(m)	配列
x	40	1.5	天井、壁面 コンクリート	コンクリート舗装	5	千鳥
y	40	1.5	天井、壁面 コンクリート	コンクリート舗装	5	向合せ
z	50	1.9	天井、壁面 コンクリート	コンクリート舗装	5	千鳥
a a	50	1.9	天井、壁面 コンクリート	コンクリート舗装	5	向合せ
b b	60	2.3	天井、壁面 コンクリート	コンクリート舗装	5	千鳥
c c	60	2.3	天井、壁面 コンクリート	コンクリート舗装	5	向合せ
d d	70	3.2	天井、壁面 コンクリート 内装2.5m	コンクリート舗装	5	千鳥
e e	70	3.2	天井、壁面 コンクリート 内装2.5m	コンクリート舗装	5	向合せ
f f	80	4.5	天井、壁面 コンクリート 内装2.5m	コンクリート舗装	5	千鳥
g g	80	4.5	天井、壁面 コンクリート 内装2.5m	コンクリート舗装	5	向合せ

備考 1. 灯具間隔は、「ちらつき防止のために避けるべき灯具間隔（「設置基準・同解説」表解5-2）以外の範囲において、以下に示す所要基準等を満足すること。

- ・ 平均路面輝度 1.5～2.3 cd/m²
- ・ 総合均斉度 0.4 以上（視点位置走行車線）
- ・ 車線軸均斉度 0.6 以上（各車線）（推奨値）
- ・ 相対閾値増加 15 %以下
- ・ 壁面輝度比 1：0.6～1：1.5（推奨値）

本断面では、一般国道用（適応タイプ x～cc）の歩道反対側壁面のみ 0.6
高速自動車国道用（適応タイプ dd～gg）の両壁面は 1.0

2. 入口部照明は、トンネルの設計速度、野外輝度、交通量及びトンネル延長等を考慮し、所要の平均路面輝度を満足するよう LED 灯具を組合せ配置する。

3. LED照明設計要領

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。

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を示す。

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。

- ・「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。）
- ・「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。）

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「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っては、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。

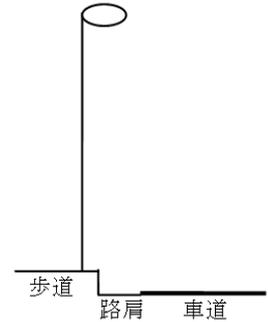


図3.1 ポールの設置位置

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。

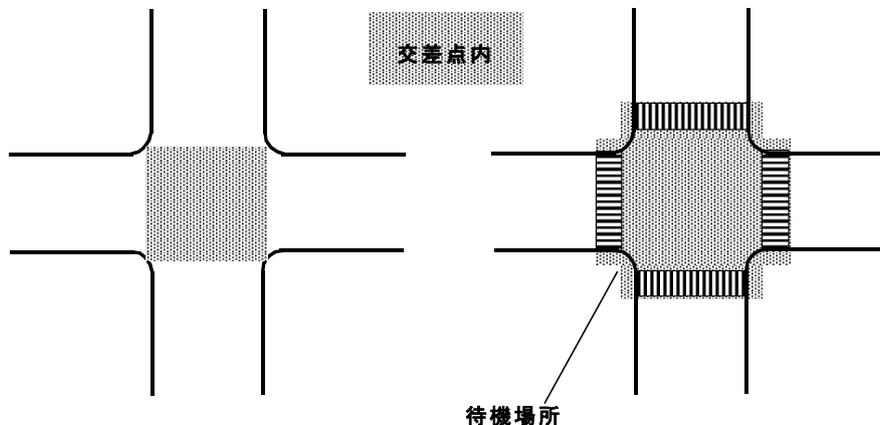


図 3.2 (a) 交差点内の範囲

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

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。

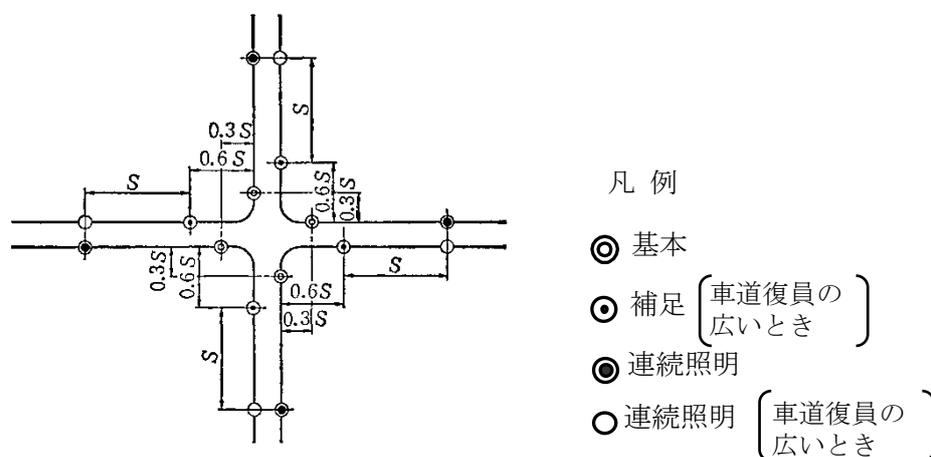


図 3.3 (a) 同程度の幅員を有する道路の十字路の灯具の配置例

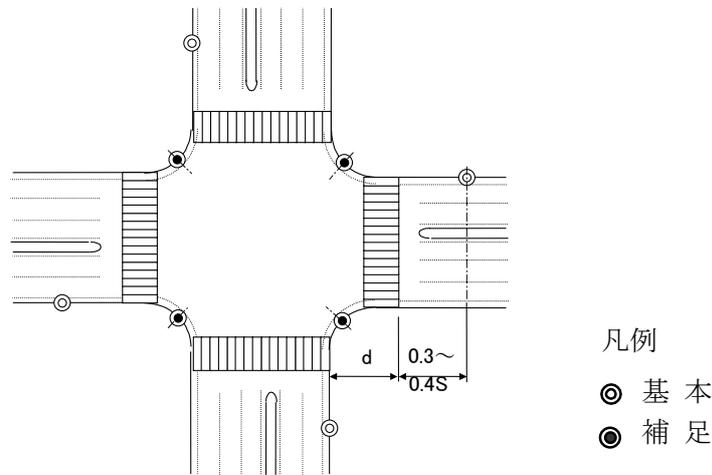


図3.3 (b) 隅切り部への灯具の配置例

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てシルエット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。

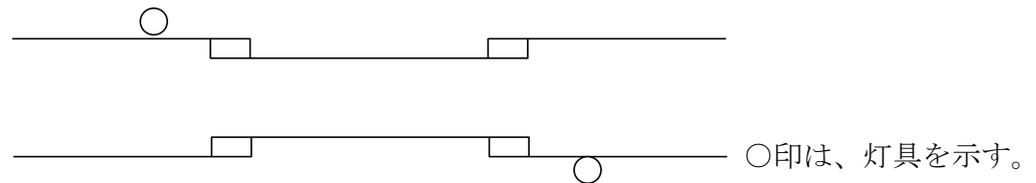


図3.4 橋梁で一般部に連続照明の無い場合の配置

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

LED道路照明の設計は、「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。

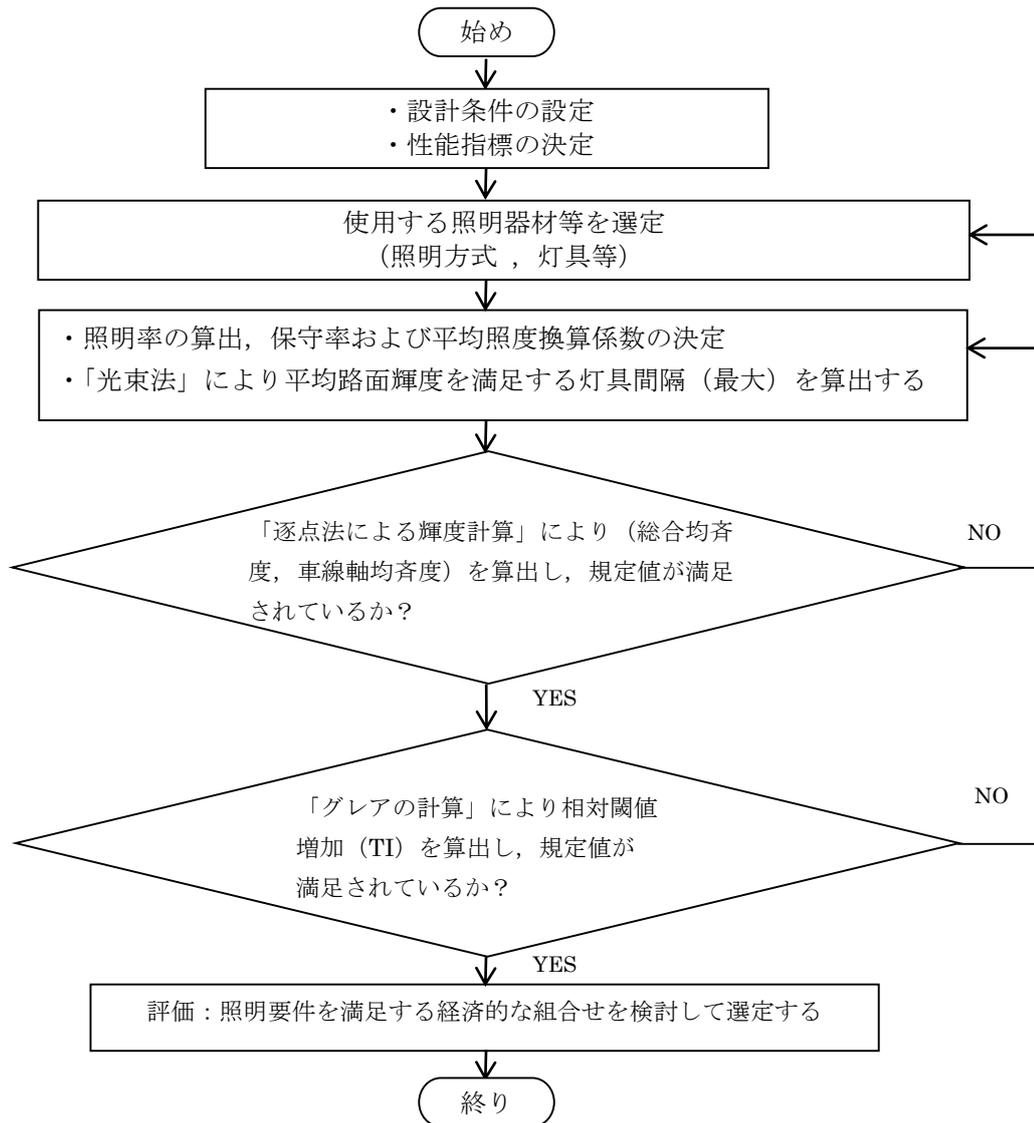


図3.5 連続照明の設計手順

2. 照明計算（光束法）

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。

(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モジュール用制御装置」に示す所定の性能を満足するものを選定する。

(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/m^2)

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 ($\text{lx}/\text{cd}/\text{m}^2$)

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 : $\text{lx}/\text{cd}/\text{m}^2$)

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

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、「LED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。

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モジュールの光束維持率は定格寿命において80%以上、器具の汚れを考慮した器具の設計光束維持率を90%とすると、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。

なお、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

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。

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

ここで $L_{\min(\ell)}$: 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)

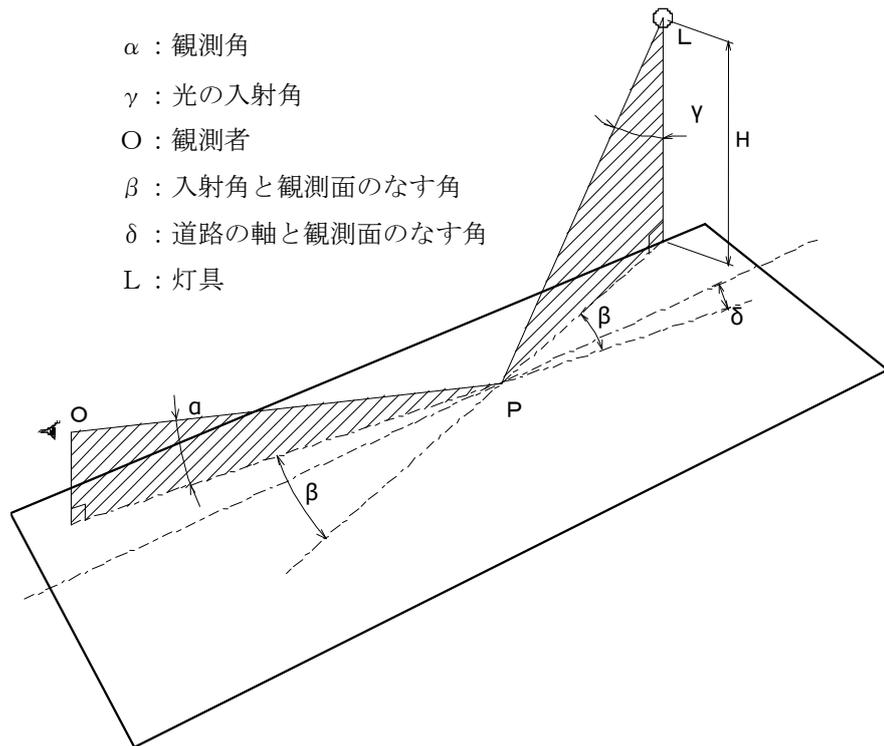


図3.6 灯具(L)、観測点(P)及び観測者(O)の幾何学的関係

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) (×10⁻⁴)

β tan v	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	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											
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 C I
Qo=0.10

表3.6 (b) 輝度換算係数 (アスファルト舗装 : C2) (×10⁻⁴)

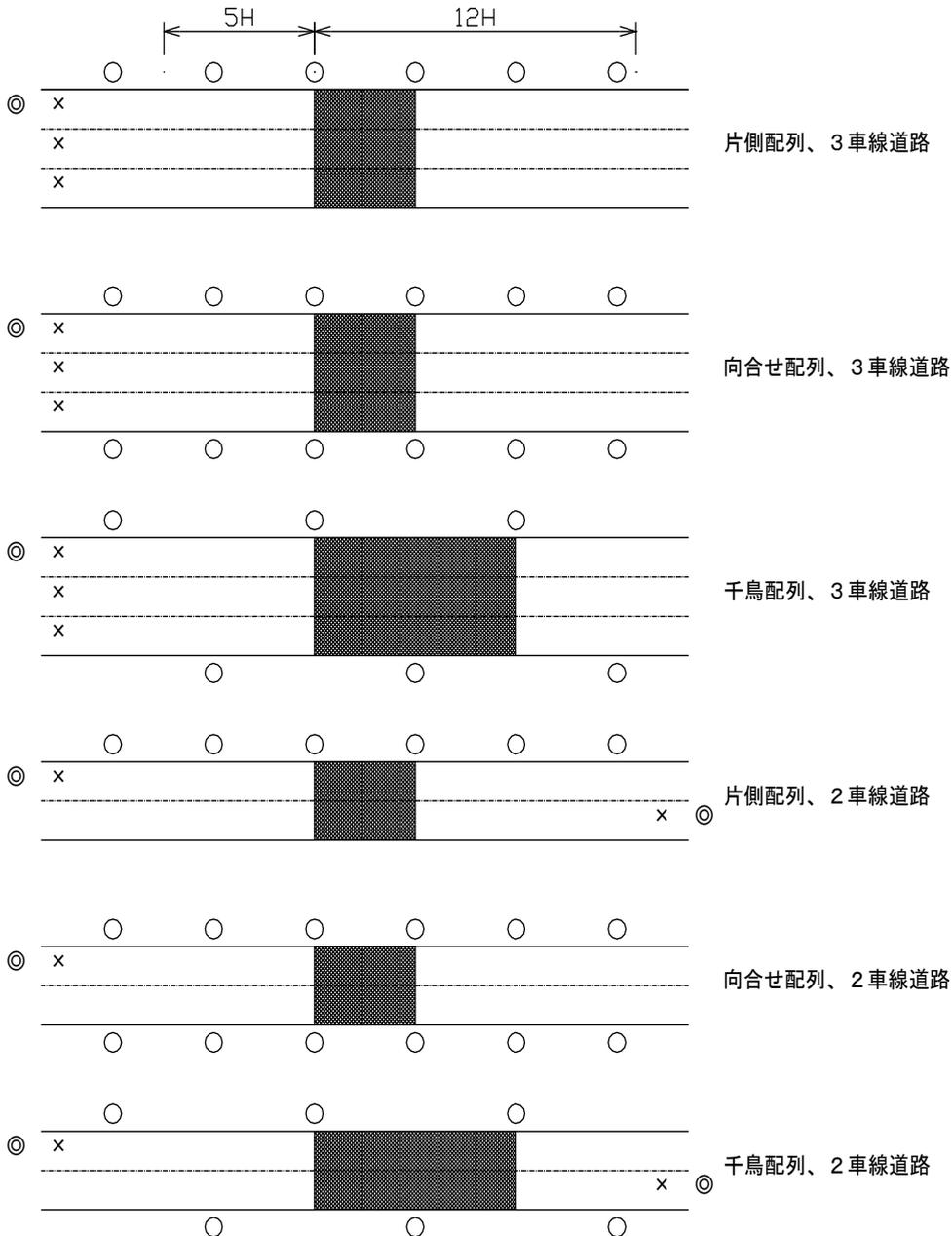
β tan v	0	2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180
0	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329	329
0.25	362	358	371	364	371	369	362	357	351	349	348	340	328	312	299	294	298	288	292	281
0.5	379	368	375	373	367	359	350	340	328	317	306	280	266	249	237	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	7	6	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	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 C II
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)
- × 観測点(車線軸均斉度)
- 計算範囲
- 灯 具

(交通方向によらず、計算範囲の灯具の1灯目は左側に配置し計算する。)

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 ($W=3.5$ 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。

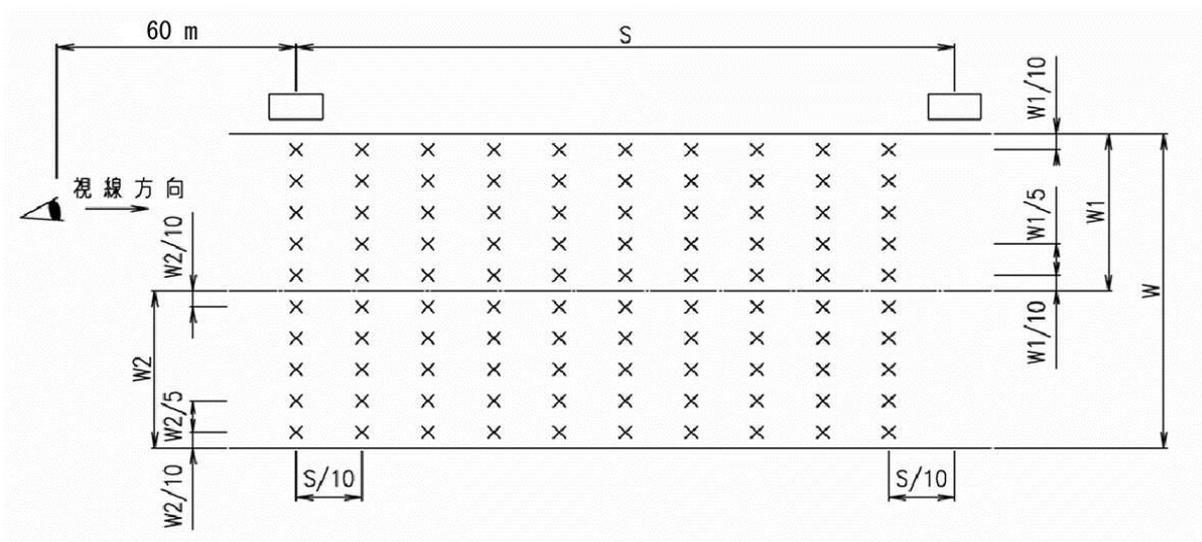


図3.8 輝度計算の計算点の例 (CIE Pub. 30.2)

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。

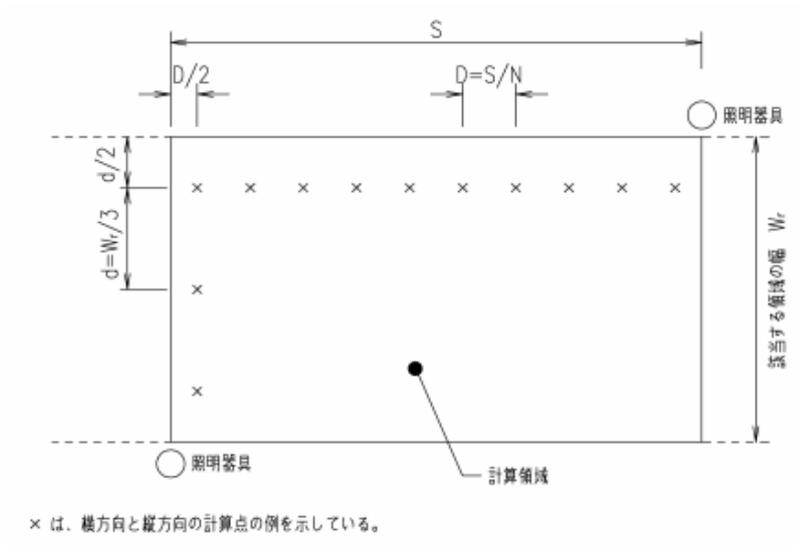


図3.9 輝度計算の計算点の例 (CIE Pub. 140)

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

$$T I = 95 \cdot \frac{L_v}{L_r^{1.03}} \dots\dots\dots (3.1-4)$$

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)

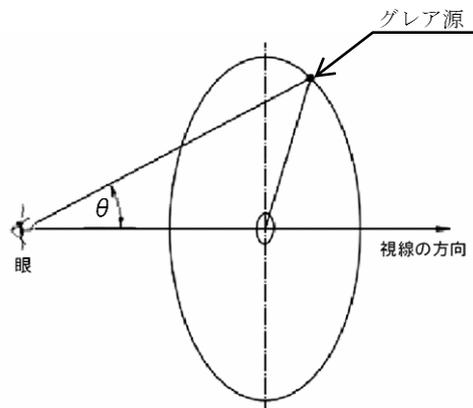


図3.10 等価光幕輝度の概念図

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/m^2) 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 ($^\circ$)
 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1.5 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。

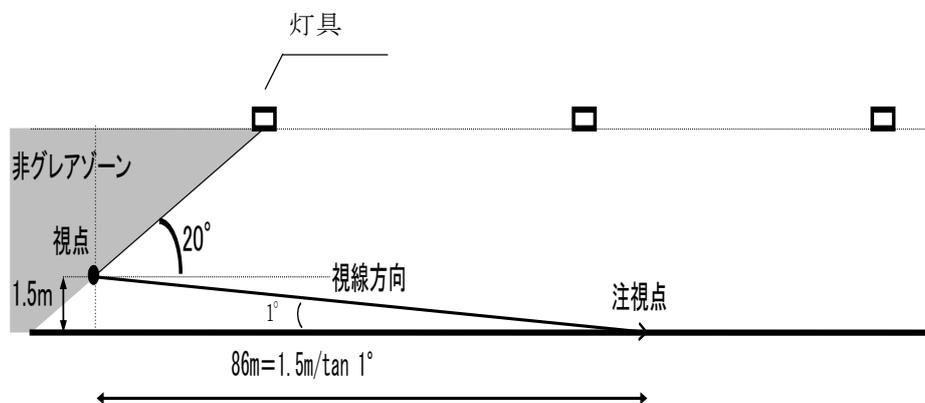
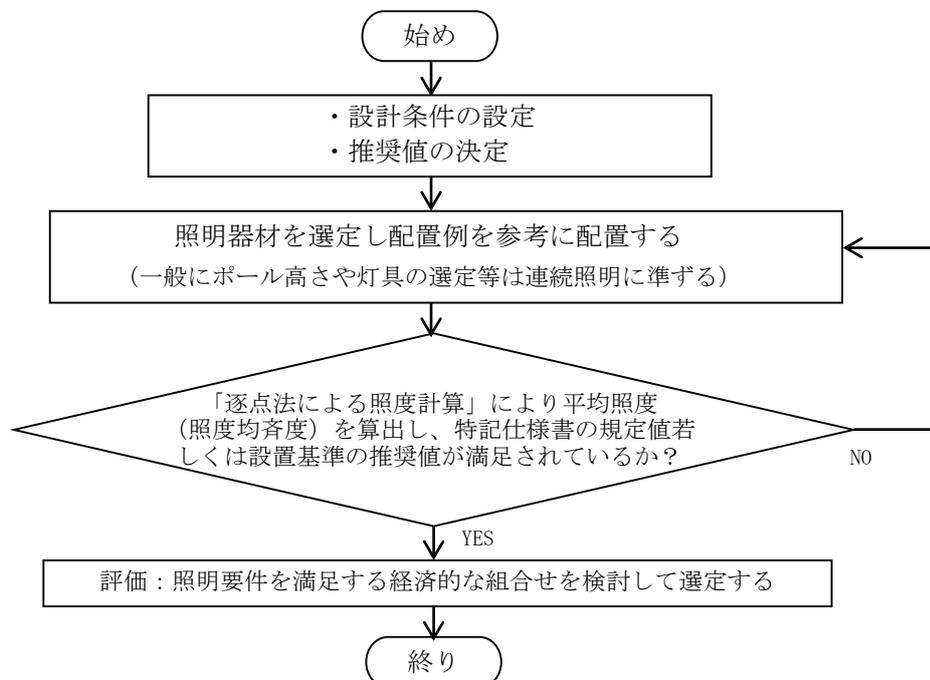


図3.11 視機能低下グレアを計算する視点の位置

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。



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。

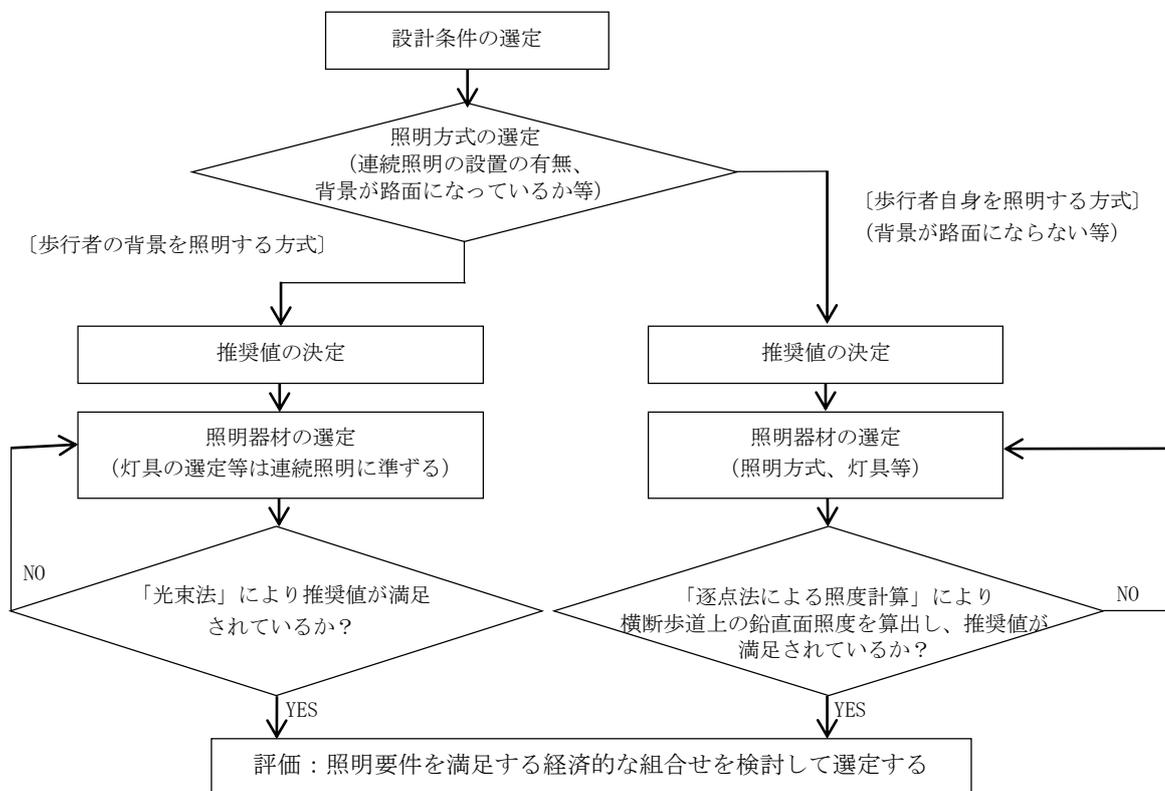


図3.13 横断歩道照明の設計手順

(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 20 lx 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」に示す光束法の計算により、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 lx 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。

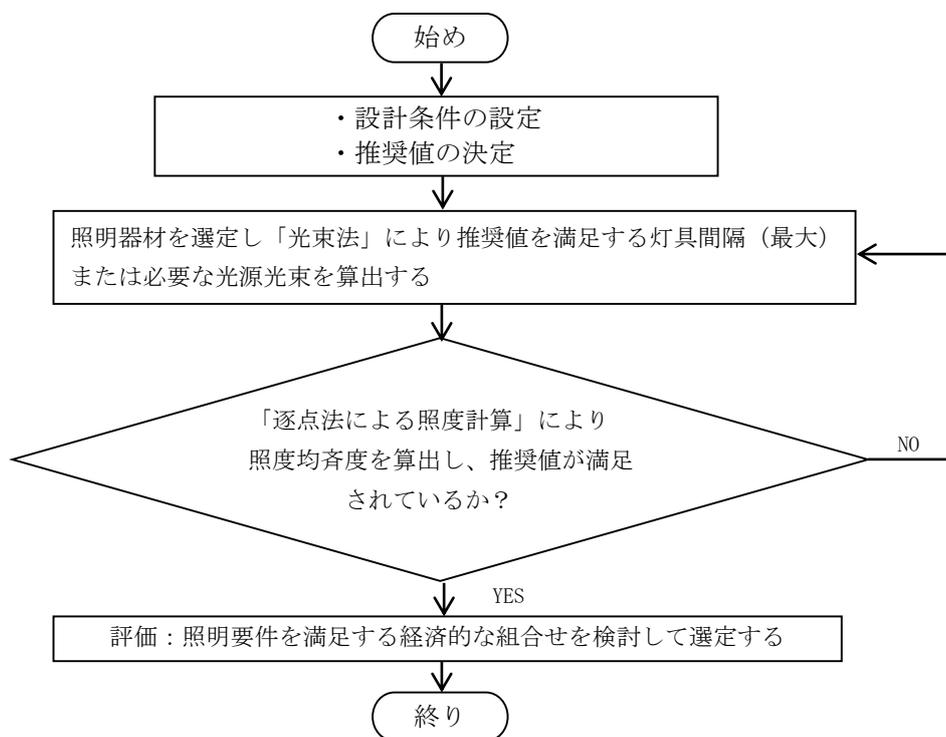


図3.14 歩道等の照明の設計手順

3.1.3.3 具体的な道路照明の設計

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」等を参考に設計する。

LED道路照明の多くは、既設の高輝度放電ランプ (High Intensity Discharge lamp) (以下「H I D」という。) 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は変わらない。

これらを考慮して、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H I D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H I D道路照明をLED道路照明に灯具のみ更新する場合、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）によって、設計上の灯具間隔は変わることになる。しかし、現在のLED照明灯は概ね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、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ペン化を検討し経済性の向上を図るものとする。

3.2 トンネル照明設計

トンネル照明には基本照明（停電時照明を含む）、入口部照明、出口部照明及び特殊構造部の照明（分合流部、非常駐車帯、歩道部等）がある。

LEDトンネル照明においても高出力化が可能になったことから、基本照明（停電時照明）、入口部・出口部照明及び特殊構造部照明を対象とする。

3.2.1 基本照明

3.2.1.1 性能指標の決定

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. 平均路面輝度

トンネル内の平均路面輝度は、設計速度に応じて表3.9の値を標準とする。

表3.9 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

備考 ここで用いる設計速度は、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、交通規制の状況などに応じて適宜定めるものとする。

トンネル1本当りの交通量が10,000台/日未満の場合は基本照明の平均路面輝度を表3.9の値の1/2まで低下させてもよい。

また、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については、トンネル入口から走行時間が135秒以降の部分の平均路面輝度を表3.9の値の65%まで低下させることができる。ただし、この場合においても0.7 cd/m²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とし、表3.10を原則とする。

表3.10 総合均斉度

道路分類	総合均斉度
トンネル	0.4 以上

また、車線軸均斉度は推奨値とし、0.6 以上とする。ただし、一般国道で設計速度60 km/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の車線軸均斉度はこの限りでない。

3. 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加を原則として表3.11 とする。

表3.11 視機能低下グレア

道路分類	相対閾値増加 (%)
トンネル	15 以下

4. 誘導性

適切な誘導性が得られるよう、灯具の高さ、配列、間隔等を決定するものとする。

トンネル内に分合流部のある場合は、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。

5. 壁面輝度

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た良好な視環境を作り出す必要がある。

壁面輝度は、路上からの高さ 1 m までの範囲を対象に平均路面輝度との比とし、表3.12を推奨値とする。

表3.12 壁面輝度の推奨値

壁面仕上げ	路面舗装		壁面輝度比 (路面：壁面)
内装板あり	コンクリート	比較的路肩が狭い場合	1 : 1.5
		上記以外の場合	1 : 1
	アスファルト		1 : 1
内装板なし	—		1 : 0.6

備考1. 比較的路肩が狭い場合とは、路肩幅員が0.75m程度までとする。

2. 広い路肩や歩道を有するトンネルなど、壁面が障害物の背景となりにくい場合の壁面輝度比はこの限りではない。

3. 内装とは、白色系塗装を含む。

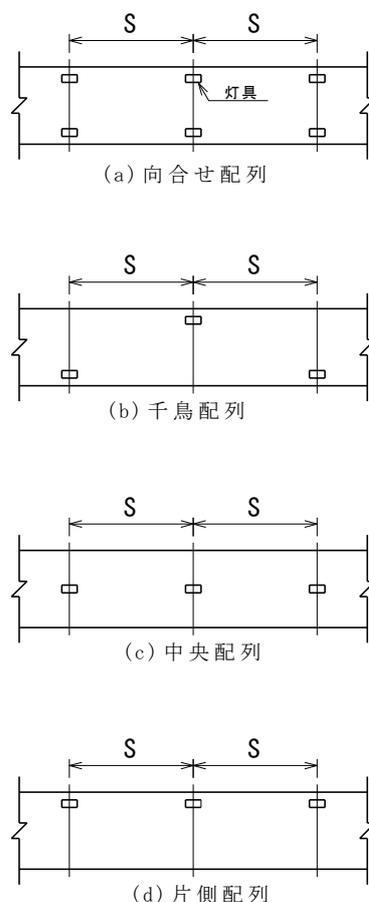
3.2.1.2 灯具の配置

1. 灯具の取付高さ

灯具の取付高さは、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悪影響をできるだけ少なくするため、原則として4～5 m程度以上の高さとする。

2. 灯具の配列

照明灯具の配列は、向き合せまたは千鳥配列を原則とするが、幅員が狭いなど、状況に応じて、片側または中央配列とすることができる。図3.14に照明灯具の配列例を示す。



S : 灯具の間隔

図3.14 灯具の配列

3. 灯具の間隔

灯具の間隔S 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内容を考慮する必要がある。

- 1) ちらつきの明暗輝度比が少ないほど不快感が少ない。
- 2) ちらつきによる不快感は、明暗の周波数が2.5 Hz 以下または25 Hz 以上の場

合にはほとんど問題にならず、5 ～ 18 Hz の間が最大である。

- 3) 明るくなる時間が明暗の1周期の25%程度をとる場合（明暗時間率25%）を中心にして、それより大きく、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3.13 に示す明暗輝度比、明暗時間率、明暗の周波数の関係を避けることがよい。

表3.13 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

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

灯具の間隔の設定にあたっては、表3.13 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、できるだけこれを避ける配列と灯具の間隔を設定すること。各設計速度に応じて5 ～ 18 Hz 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3.14 に示す。

表3.14 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	0.8～2.8
40以下	0.6～2.2

ただし、明暗輝度比が10 以下の場合は、表3.14 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のような場合や短いトンネルでは下記の理由により問題にしなくてもよい。

- 1) 灯具を連続して取り付けのような場合には、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80 km/hの場合、約670 mに相当）や入口照明区間では問題にする必要はない。

3.2.2 入口部・出口部照明

入口部照明及び出口部照明は、設計速度、トンネル延長、交通量及び野外輝度等を考慮し設置する。

3.2.2.1 入口部照明

入口部照明は、延長が50 m以上のトンネルに設置する。

なお、延長が50m 未満のトンネルにあっても、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。

3.2.2.2 入口部照明各部の路面輝度と長さ

入口部照明各部の路面輝度及び長さは、表3.15を標準とする。

表3.15 入口部照明（野外輝度3,300 cd/m²の場合）

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	9.0	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

備考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. 路面輝度L₁、L₂は野外輝度に比例して設定するものとし、その場合の緩和部の長さℓ₃は次式により算出する。

$$\ell_3 = (\log_{10} L_2 - \log_{10} L_3) \cdot V / 0.55 \quad (\text{m})$$

ただし、Vは設計速度 (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. 対面交通の場合は、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が重なる場合は、路面輝度の高い方の値を採用する。

3.2.2.3 出口部照明

出口部照明は、次の条件が重なるような場合に設ける。

- ① トンネルの設計速度が80 km/h以上
- ② トンネル出口付近の野外輝度が5,000 cd/m²以上
- ③ トンネル延長が400 m以上

出口付近の野外輝度は、トンネル内から見た20度視野が出口坑口とほぼ重なる位置に設定する。出口部照明の明るさは、車線中央の路上高さ0.7 mの鉛直面照度が

野外輝度の12 %以上とする。また、照明区間の長さは出口までの80 mとする。

3.2.3 特殊構造部の照明

特殊構造部の照明においては、設計速度における所要路面輝度、照明対象の所要照度などからLED照明灯具の性能、設置方法などを考慮してLED照明灯具の適応性をそれぞれ検討するものとする。

3.2.3.1 分合流部の照明

分合流部には、運転者がその位置と道路線形を安全な距離から視認でき、交通流の変化に安全に対処できるような照明施設を設ける。分合流部の照明は、以下に示す点が重要である。

- ・明るさを増加することによる位置の明示。
- ・光学的誘導効果を考慮した灯具配置。

分合流部の照明は交通量に応じて、基本照明、平均路面輝度の1.5倍から2倍とするのがよい。その照明範囲は、原則としてノーズの先端から車道部のテーパの終端までとする。

3.2.3.2 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。

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ぬので、以下に示すような手法が有効である。

- ・明るさを増加することによる位置の明示。
- ・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、夜間減灯時においても基本照明と併せて平均路面照度 50 lx以上を保つように照明施設を設置する。

なお、本線の設計照度が高い場合には、非常駐車帯の照度は本線の照度と同等以上にする。

3.2.3.3 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必要に応じて設置する。

歩道を有するトンネル歩道部の推奨照度は、夜間減灯時においても、平均路面照度 5 lx以上の明るさを確保することが望ましい。トンネル照明のみで、所要照度を満足する場合は歩道部専用の照明施設を設置する必要はない。

基本的に基本部の照明設計において歩道部の照度を確保できるように設計すること。別に歩道部照明を設置する場合には、LED照明灯具の適応性については別途検討を行う。

3.2.3.4 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。
避難通路の推奨照度は以下のとおりとする。

避難坑 … 平均路面照度 10 lx 以上

避難連絡坑 … 平均路面照度 20 lx 以上

避難通路は本線トンネルと断面及び路幅が異なるためLED照明灯具の適応性については別途検討を行う。

3.2.4 停電時照明

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ものとし、基本照明の一部を兼用することができる。

一般に延長200 m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、200 m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できる。

LED照明灯具の場合は、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モジュールの一部又は全部を電池若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照明灯具の特性を生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。

停電時照明の電源方式は次による。

(1) 無停電電源装置によって電源供給する方式

この方式には次の二つがある。

1) 灯具組み込み電源によって電源供給する方式

① トンネル延長が短く、受電室を設けない場合又は無停電電源装置を設けることが著しく不経済である場合には、照明灯具内に蓄電池とインバータによって変換させ停電時に自動的に点灯させる。

② 停電時の照明レベルは、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) 電気室等に設置した無停電電源装置又は蓄電池によって電源供給する方式

① 無停電電源装置による交流電源を供給する方式又は蓄電池による直流電源を供給する方式がある。その照明レベルは、基本照明の概ね1/8 以上の明るさを確保するものとする（蓄電池による直流電源供給方式は、交流停電後にLED照明灯具に直接直流電流を供給し、一定の光束を確保する方式）。

② 無停電電源装置又は蓄電池の容量は、主電源の停止後必要な点灯時間を確保するものとする。

(2) 予備発電設備によって電源供給する方式

予備発電設備（自家発電設備）により基本照明の一部を使用した停電時照明に交流電源を供給する場合の照明レベルは、基本照明の概ね1/4以上の明るさとする。

3.2.5 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。

3.2.5.1 基本照明の調光

交通量の低減する夜間においては、基本照明の路面輝度を低減することができる。基本照明は、夜間は表3.9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する。ただし、その場合でも平均路面輝度は 0.7cd/m^2 以上、総合均斉度は0.4以上とするが、できるだけ高く維持することが望ましい。

LED照明の調光は一般的にモジュール制御装置の調光機能により可能であり、制御設備（制御線等）を考慮すると共に、プログラム制御方式等も含めて総合均斉度等に優れた最適な調光制御方式を検討するものとする。

3.2.6 照明設計

LED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。

3.2.6.1 基本照明の設計手順

基本照明は、施設整備計画に基づき、合理的かつ経済的な照明施設の設計を行うものとする。

1. 基本照明の設計手順

基本照明の設計手順を図3.15 に示す。

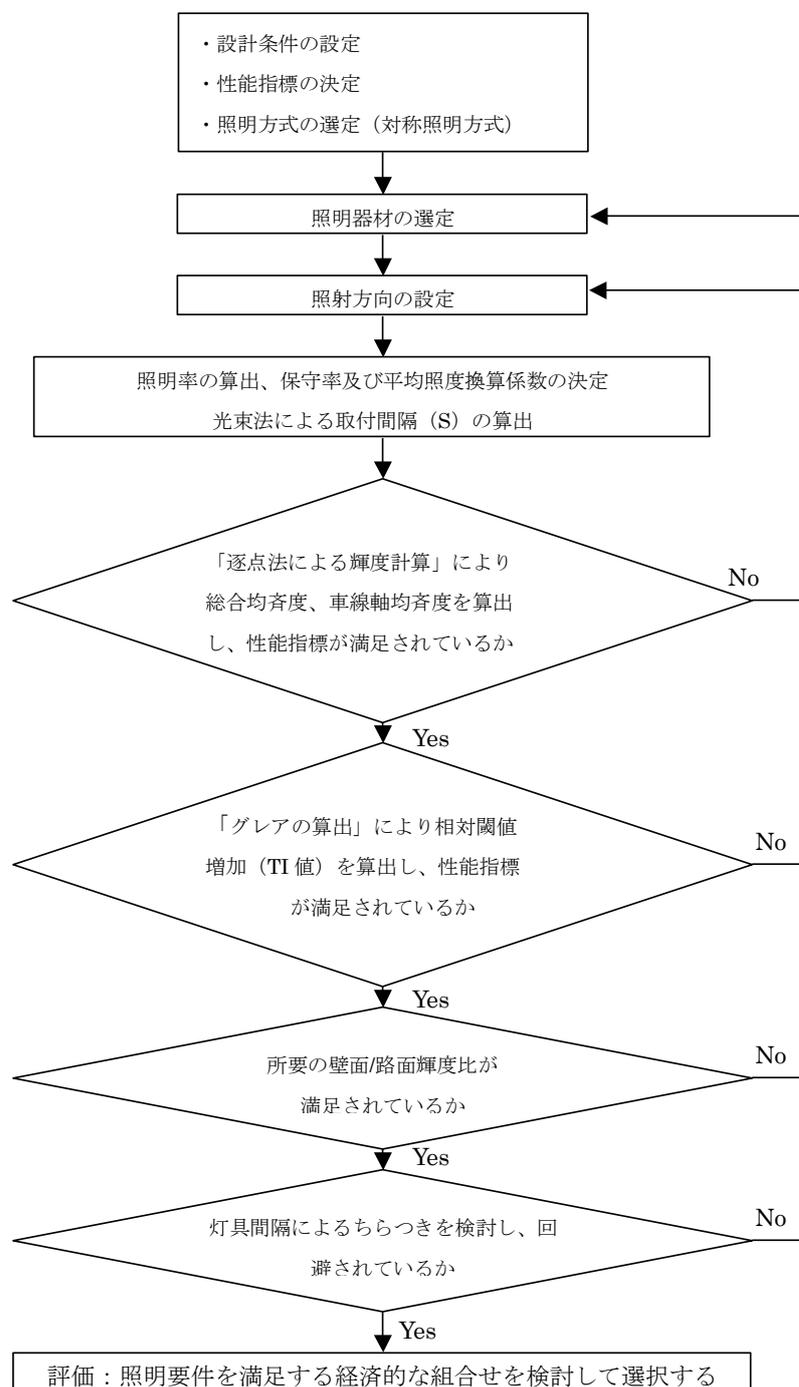


図3.15 基本照明の設計手順

2. 照明計算 (光束法)

基本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。

(1) 設計条件の設定

設計条件となる設計速度及び路面の種類を設定する。

(2) 性能指標の設定

3.2.1.1「性能指標の決定」にしたがい、設計速度に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、4.4「LEDトンネル照明器具」及び4.5「トンネル照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置」に示す所定の性能を満足するものを選定する。

(4) 灯具配置の決定

灯具配置は、3.2.1.2「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、3.1.3.12(5)「照明設計」の(3.1-1)式に示す光束法の計算式により行う。

2) 平均照度換算係数

平均照度換算係数は表3.16を標準とする。

表3.16 平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

舗装種別 照明方式	コンクリート	アスファルト
対称照明	13	18

3) 照明率

LEDトンネル照明においても従来器具同様に直射照明率曲線から①路面、壁面及び天井面の照明率を換算して車道の照明率を求めると共に、②壁面照度を算定し③輝度比を求める。

① 路面

図3.16に示す断面のトンネルにおける照明率の計算は、車道幅員(W)に対して次の式で求める。

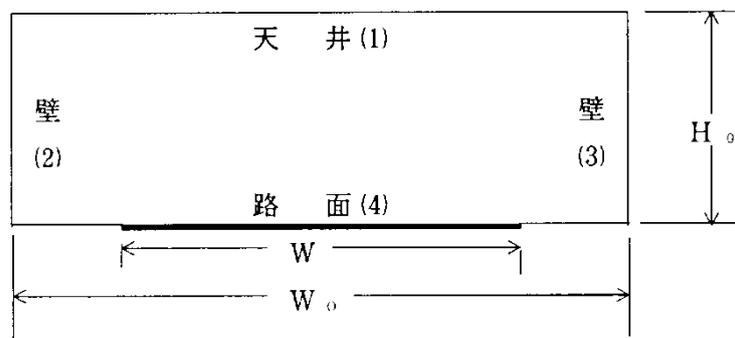


図3.16 トンネル断面

全路面 (W_0) の照明率

$$U_4 = A_{41} \cdot U_{10} + A_{42} \cdot U_{20} + A_{43} \cdot U_{30} + A_{44} \cdot U_{40} \cdots (3.2.6-1)$$

車道 (W) の照明率

$$U_4' = U_{40}' + (W/W_0) \times (U_4 - U_{40}) \cdots (3.2.6-2)$$

ここに、

W_0 : 路面全幅員 (m)

W : 車道幅員 (m)

A_{41} : 照明率を求めるための係数 (天井面)

A_{42} : 照明率を求めるための係数 (器具に近い壁面)

A_{43} : 照明率を求めるための係数 (器具に遠い壁面)

A_{44} : 照明率を求めるための係数 (路面)

U_{10} : 天井面に対する直射照明率

U_{20} : 器具に近い壁面に対する直射照明率

U_{30} : 器具に遠い壁面に対する直射照明率

U_{40} : 路面全幅員に対する直射照明率

U_{40}' : 車道幅員に対する直射照明率

路面の照明率を求めるための係数 (A_{41} 、 A_{42} 、 A_{43} 、 A_{44}) は、「設置基準・同解説」付表2-24から求める。

照明率 (U_{10} 、 U_{20} 、 U_{30} 、 U_{40} 、 U_{40}') は、使用する照明器具の直射照明率曲線から求める。

なお、コンクリート及びアスファルト舗装路面の反射率は、

コンクリート : 25 %

アスファルト : 10 %

とする。

② 壁面

同様に、路面上1.0mの壁面 (H_m) に対する照明率は
器具に近い全壁面 H_0 に対する照明率

$$U_2 = A_{21} \cdot U_{10} + A_{22} \cdot U_{20} + A_{23} \cdot U_{30} + A_{24} \cdot U_{40}$$

器具に遠い全壁面 H_0 に対する照明率

$$U_3 = A_{31} \cdot U_{10} + A_{32} \cdot U_{20} + A_{33} \cdot U_{30} + A_{34} \cdot U_{40}$$

器具に近い壁面 H_m に対する照明率

$$U_2' = U_{20}' + (H_m/H_0) \times (U_2 - U_{20})$$

器具に遠い壁面 H_m に対する照明率

$$U_3' = U_{30}' + (H_m/H_0) \times (U_3 - U_{30})$$

壁面の照明率 (U) は、 $(U_2' + U_3') / 2$

ここに、

U_{20}' : 器具に近い壁面 H_m に対する直射照明率

U_{30}' : 器具に遠い壁面 H_m に対する直射照明率

壁面の照明率を求めるための係数 (A_{21} 、 A_{22} 、 A_{23} 、 A_{24}) は、「設置基準・同解説」付表2-24から求める。なお、 W_0/H_0 と反射率とがこの表に出ていない時には、比例補完して求める。

照明率 (U_{10} 、 U_{20} 、 U_{30} 、 U_{40} 、 U_{20}' 、 U_{30}') は、使用する照明器具の直射照明率曲線から求める。

③ 輝度比の算出

壁面を完全拡散面と仮定して壁面輝度を求める。壁面輝度比は、各値を下記の算出式 (3.2.6-3) に代入して求める。

$$L_w/L_r = K \cdot (\rho_w/\pi) \cdot (W/H_m) \cdot ((U_2' + U_3') / (2 \cdot U)) \quad \dots (3.2.6-3)$$

ここに、

- L_w : 平均壁面輝度 (cd/m²)
- L_r : 平均路面輝度 (cd/m²)
- ρ_w : 壁面の反射率
- π : 円周率
- W : 車道幅員 (m)
- H_m : 計算対象とする壁面高さ (m)
- U_2' : 対象壁面 H_m から近い器具の照明率
- U_3' : 対象壁面 H_m から遠い器具の照明率
- U : 路面の照明率
- K : 平均照度換算係数 (lx/cd/m²)

トンネル内に内装が施される場合は、内装の反射率、内装の高さより平均の反射率を求めて壁面と路面の輝度比を算出するものとする。内装板の標準的な反射率は60 %とする。

4) 保守率

照明施設は光源の光束の低下や器具の汚れ等により、平均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に見込んでおく係数が保守率である。

この減少の程度は、道路構造、交通状態、光源の交換時間、器具の清掃間隔等によって異なる。LEDモジュールの光束維持率は定格寿命において80%以上とし、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。

トンネル内では、これに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3.16に示す。なお、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。

表3.16 保守率の標準値

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

3.2.6.2 入口部・出口部照明の設計手順

入口部照明は野外輝度を設定した後、所要路面輝度を満足する必要光束を算出し、光源の組合せと数量を算出して「光束法」で路面輝度を確認する。

出口部照明は、「逐点法」により所要の平均鉛直面照度を算出する。そして照明要件を満足する経済的な組合せを検討して選定する。

3.2.6.3 具体的なトンネル照明設計

LEDトンネル照明の場合、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」等を参考に設計する。

1. 基本照明

(1) 性能指標の決定

3.2.1.1 に従い設計速度や交通量に応じて、特記仕様書で示される道路状況等に応じた性能指標を決定する。

(2) 照明方式の選定

特記仕様書で示される道路状況等に応じたトンネル基本照明部の灯具配置を3.2.1.2の灯具配列に準じて決定する。

(3) 灯具配置の決定

灯具間隔及び照射方向について以下の手順で設計する。

① 灯具間隔の設定

灯具間隔は、3.2.6.1 2 (5)「照明設計」の計算式を基にした光束法により算出する。使用灯具が明確な場合は、当該灯具の定格光束、配光（直射照明率曲線）値を用いて算出する。

算定された灯具間隔に基づき、各照明性能要件（輝度均斉度、視機能低下グレア、壁面輝度比、ちらつき）が満足されるように逐点法等により検証を行うものとする。計算方法は、輝度均斉度および視機能低下グレアについては、3.1.3.13.「照明計算（逐点法による輝度計算）」、壁面輝度比については、3.2.6.1 2. (5) 3) ③「輝度比の算出」、ちらつきについては3.2.1.2 3 「灯具の間隔」により検証するものとする。

検証計算により、照明性能要件が満足されない場合は、灯具間隔の変更又は次に示す照射方向の設定の変更を行い、照明性能要件が満足されるようにフィードバックを行って、所要の照明性能要件を満足するように設計するものとする。

② 照射方向の設定

灯具間隔を設定する上で、照明性能要件が満足されない場合には、灯具の照射方向（光軸の角度）の設定を行い①のフィードバックを繰り返し、灯具間隔と合わせて照明性能要件を満足するように設計の最適化を行う。歩道を有するトンネルの場合、歩道側を照射する灯具の照射方向についても車道部とのバランスを確保しつつ同様に調整する。

③ 採用照明灯具の変更

灯具間隔及び照射方向の設定を行っても所要の照明性能要件を満足することができない場合は、照明灯具の変更（定格光束、配光の変更）を検討する。

2. 入口部・出口部照明

入口部照明及び出口部照明の具体的な設計は、「設置基準・同解説」及び「設計要領」によるものとする。

4. 照明灯具技術仕様

本仕様書は、道路・トンネル照明施設に使用するLEDを光源とするLED照明灯具に適用する。

なお、LED照明灯具はLED照明器具、LEDモジュール及びLEDモジュール用制御装置で構成される。

4.1 LED道路照明器具

4.1.1 一般事項

本仕様は、道路照明施設（連続照明・交差点照明・横断歩道照明）に使用するLEDを光源とするLED照明器具（以下「器具」という。）に適用する。

4.1.2 適用基準及び規格

次の基準及び規格に適合するほか、本仕様によるものとする。

電気用品安全法

電気設備に関する技術基準を定める省令

JIS C 8105-1 照明器具-第1部：安全性要求事項通則

JIS C 8105-2-3 照明器具-第2-3部：

道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項

JIS C 8105-3 照明器具-第3部：性能要求事項通則

JIS C 8105-5 照明器具-第5部：配光測定方法

JIS C 8131 道路照明器具

JIS C 8153 LEDモジュール用制御装置－性能要求事項

JIS C 8155 一般照明用LEDモジュール－性能要求事項

道路照明施設設置基準・同解説 平成19年10月（社）日本道路協会

（「設置基準・同解説」）

なお、技術仕様の詳細は、「器材仕様書」を参考にするとよい。

4.1.3 種類

器具の種類は表4.1に示すとおりとする。

表4.1 器具の種類

種別	配光	光源の種類	備考
アーム取付形	カットオフ	白色LED	曲線型照明用ポール取付
ポールヘッド形			直線型照明用ポール取付

備考 配光はカットオフ配光を標準とするが、設置条件や周辺環境に応じて、セミカットオフ配光も選定できる。

表 4.2 光度値 (単位：cd/1000lm)

角度	水平角	90 度	
	鉛直角	90 度	80 度
カットオフ配光		10 以下	30 以下
セミカットオフ配光		30 以下	120 以下

備考 1. カットオフ配光：自動車の運転者に対するグレアを厳しく制限した配光。

2. セミカットオフ配光：自動車の運転者に対するグレアをある程度制限した配光。

4.1.4 構造

(1) 構造一般

器具は、堅牢で防水性、耐候性、耐食性を有し、保守点検が容易なもので、正常な使用状態において機械的、電氣的及び光学的にその機能を継続的に保持できるものとする。

1) 器具の形状寸法及び質量

器具の形状寸法は特に規定しないが、受圧面積は正面方向 0.14 m²以下、側面方向は 0.15 m²以下とし、質量は 16 kg 以下とする。

なお、この規定値外の場合は、JIL 1003「照明用ポール強度計算基準」に規定する所定の計算を行い確認するものとする。

2) 照明ポールとの接合部

照明ポールとの接合部は、φ60.5 ×120 のアダプタに適合し、振動などにより器具が回転したり脱落しない構造を有するものとする。

3) 塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護

JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する IP23（従来の防雨形に相当する）以上とし、固形物及び水気の侵入により有害な影響を及ぼしてはならない。

なお、LEDモジュール及び反射板、レンズなどが収容される箇所は IP44 以上の保護等級とし、塵埃などの侵入により器具の光束維持率の低下を極力小さくする構造とすること。また LEDモジュール制御装置を器具内に内蔵する場合も IP44 以上の保護等級とすること。

4) 接地ボルト

ポール支持金具に接地ボルトを設けるものとする。

5) 合いマーク

器具には、正常な取付位置を示す「合いマーク」をポールとの接合部に設けるものとする。

6) 器具の取付け方法

器具の取付け方法は、直線形照明用ポール取付けを標準とし、曲線形照明用ポール取付けも対応可能な構造とし、2つ以上の手段（2本以上のボルト又は2つ以上の同

等な十分な強度をもつ手段) で固定するものとする。

7) 落下防止構造

器具とポールは、万が一取付部が緩んだ場合にも、大きく回転したり、落下しないように、落下防止構造を有するものとする。

器具の落下防止構造としては、穴加工を施したポールアダプタの片側を貫通するボルト (M6 以上)、ポールと器具を接続する落下防止ワイヤー及び同ワイヤーを固定可能な専用のボルト (M6 以上) を有する構造とする。

(2) 器具の材料及び部品

器具を構成する主な材料及び部品は、次のとおりとする。

1) 本体

器具の本体は、JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定する ADC12 と同等の強度、防錆、耐食性のある材料 (必要に応じ塗装を含む) を使用し、有害な「す」、「割れ」、「錆」、「塗装むら」等のないものとする。

2) 透光性カバー

透光性カバーは、JIS R 3206「強化ガラス」に規定するものと同程度の強度及び光透過性を有し、器具の光学的性能を継続的に十分満足させるもので、これらの支障となる「亀裂」、「きず」、「泡」、「くもり」等が生じないものとする。

3) 反射板及びレンズ

LEDモジュールの配光制御は反射板、レンズ方式又はその組合せとし、反射板を用いる場合は、JIS H 4000「アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条」に規定するもの又は樹脂を成形、表面処理したものと同等以上の耐久性を持つものとし、レンズを用いる場合には、耐熱性、耐久性に優れた樹脂などを成形したものとする。

LEDモジュールと反射板又はレンズ及び透光性カバーと組合せて器具の光学性能を継続的に十分満足するものとする。

4) パッキン類

パッキン類は、弾力性に富み、耐熱性を有し、吸湿性がなく、容易に劣化しない材料を使用するものとする。

5) ラッチ及び掛金

ラッチ構造を用いる場合は、従来器具と同程度の品質を確保するため JIS H 5301「亜鉛合金ダイカスト」に規定するものにクロムめっきを施したものの、又は JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定するものに合成樹脂焼付け塗装を施したのものもしくは、JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定するステンレス製 (SUS304 又は同等以上) のものを使用する。

掛金を用いる場合は、従来器具と同程度の品質を確保するため鋼板 (標準寸法 2.3 mm 以上) に電気亜鉛めっきを施したものの、又は JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する SUS304 又は同等以上の強度と耐久性を持つものとし、標準寸法は 2.0 mm 以上の板厚とする。

なお、灯体の一部で、掛金の機能を持たせても良いものとするが同等の強度を持つものとする。また、振動や地震動で容易に開閉しない構造・強度を有するものとする。

6) 丁番及び丁番軸

灯具に丁番構造を用いる場合は、JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定するステンレス製（SUS304 又は同等以上）標準寸法 1.5 mm 以上の板厚とし、丁番軸は JIS G 4303「ステンレス鋼棒」に規定するステンレス製（SUS304B 又は同等以上）とする。

なお、丁番および丁番軸は本体一体構造のものでも良いものとするが同等の強度を有するものとする。

7) 器具内配線

① 器具内配線と外部電線との接続は、端子台又は防水コネクタにて行うものとする。

② 器具内配線と端子台との接続は、すべて圧着端子を使用するものとする。

8) 端子台

端子台を用いる場合は、磁器製の端子とし、沿面距離 6 mm 以上、空間距離 4 mm 以上のものとする。接地用端子には、その近傍にⓍ、E、≡ 又はアースの表示をする。

プラス・マイナスの極性をもつものは、容易に消えない適切な方法で端子又はその近傍に極性を表示するものとする。

9) ポール支持金具

ポール支持金具は、電気亜鉛めっきされた鋼板製又は、表面処理を施した JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定する ADC12 製と同等の強度、防錆、耐食性のある材料（必要に応じ塗装を含む）を使用するものとする。

10) 銘板

銘板は、容易にはがれないものとし、表示内容は 4.1.6 による。

(3) 塗装

本体の塗装は、さび止め処理後上塗りとして合成樹脂系塗料を内外面 1 回塗り以上とし、焼付塗装と同等の強度、防錆、耐食性を有するものとする。

4.1.5 性能

(1) 光学性能

器具の光学性能は、JIS C 8105-5「照明器具-第 5 部：配光測定方法」に規定する方法により測定するものとし、「設置基準・同解説」第 3 章、第 4 章、第 7 章に示す性能指標及び推奨値を満足するものとする。

なお、上方光束比（上半球光束比）は、器具を水平に取付けた状態で 5 %以下とする。

(2) 絶縁抵抗

JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する方法により測定したとき、次の1)の性能を満足すること。

- 1) 絶縁抵抗は、次の2)の方法により試験したとき、5 MΩ以上でなければならない。また冷間で試験したとき、30 MΩ以上であること。
- 2) 絶縁抵抗試験は、連続点灯を行い器具各部の温度がほぼ一定になった後、両端子を一括したものと非充電金属部との間の絶縁抵抗を JIS C 1302「絶縁抵抗計」に規定する 500 V 絶縁抵抗計又はこれと同等以上の精度を有する測定器で測定する。

(3) 耐電圧

JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する方法により測定したとき、次の1)の性能を満足すること。

- 1) 耐電圧は、次の2)の方法により試験したとき、これに耐えなければならない。
- 2) 耐電圧試験は、絶縁抵抗試験のすぐ後で充電部と非充電金属部との間に周波数 50 Hz、又は 60 Hz の正弦波に近い試験電圧 (2U+1000V) を 1 分間加え、異常が無いことを確認する。
- 3) 器具外部に設置する独立形 LED モジュール制御装置を使用する場合は、器具と制御装置を組合せた状態にて行なう。

(4) 耐熱衝撃

器具の耐熱衝撃は、JIS C 8131「道路照明器具」より、JIS C 8105-2-3「照明器具-第2-3部：道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項」(熱衝撃試験)に規定された方法により測定したとき、次の1)の性能を満足すること。

- 1) 耐熱衝撃は、次の2)の方法により試験したとき、器具本体、透光性カバー等に亀裂、変形、又は破損が生じないものとする。
- 2) 耐熱衝撃試験は、器具を通常の使用状態で点灯し、各部の温度がほぼ一定になったとき周囲温度より 10 °C 低い水を器具本体、透光性カバー等に雨状に注水して行う。ただし、注水する水の最低温度は、4 °C とする。

(5) 耐振動性

器具を取付け状態に固定し、振動数毎分 500~800 回、複振幅 2~3 mm で 5 分間試験したとき、取付部のボルトのゆるみや器具に破損がないこと。

4.1.6 表示

器具の表面の見やすい箇所に、容易に消えない方法で次の事項を表示するものとする。

- ① 形式
- ② 定格入力電圧(V)
- ③ 定格消費電力(W)
- ④ 屋外用
- ⑤ 製造年月又はその略号
- ⑥ 製造業者名又はその略号
- ⑦ IP 番号
- ⑧ (PS)E マーク (LEDモジュール用制御装置内蔵の場合に限る。)
- ⑨ その他必要事項

4.2 LED歩道照明器具

4.2.1 一般事項

本仕様は、歩道照明施設に使用するLEDを光源とするLED歩道照明器具（以下「器具」という）に適用する。

4.2.2 適用基準及び規格

次の基準及び規格に適合するほか、本仕様によるものとする。

電気用品安全法

電気設備に関する技術基準を定める省令

JIS C 8105-1 照明器具-第1部：安全性要求事項通則

JIS C 8105-2-3 照明器具-第2-3部：

道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項

JIS C 8105-3 照明器具-第3部：性能要求事項通則

JIS C 8105-5 照明器具-第5部：配光測定方法

JIS C 8131 道路照明器具

JIS C 8153 LEDモジュール用制御装置－性能要求事項

JIS C 8155 一般照明用LEDモジュール－性能要求事項

道路照明施設設置基準・同解説 平成19年10月（社）日本道路協会

（「設置基準・同解説」）

なお、技術仕様の詳細は、「器材仕様書」を参考にするとよい。

4.2.3 種類

器具の種類は表4.3に示すとおりとする。

表4.3 器具の種類

種別	光源の種類
アーム取付形	白色LED
ポールヘッド形	白色LED

4.2.4 構造

(1) 構造一般

器具は、堅牢で防水性、耐候性、耐食性を有し、保守点検が容易なもので、正常な使用状態において機械的、電氣的及び光学的にその機能を継続的に保持できるものとする。

なお、LEDモジュール用制御装置を器具内に収納できる構造とする。

1) 器具の形状寸法及び質量

器具の形状寸法は特に規定しないが、受圧面積は正面方向0.05 m²以下、側面方向

は 0.10 m²以下とし、質量は 7 kg 以下とする。

なお、この規定値外の場合は、JIL 1003「照明用ポール強度計算基準」に規定する所定の計算を行い確認するものとする。

2) 照明ポールとの接合部

照明ポールとの接合部は、振動などにより器具が回転したり脱落しない構造を有するものとする。適合アダプタは、製造業者に確認するものとする。

3) 塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護

JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する IP23（従来の防雨形に相当する）以上とし、固形物及び水気の侵入により有害な影響を及ぼしてはならない。

なお、LEDモジュール及び反射板、レンズなどが收容される箇所は IP44 以上の保護等級とし、塵埃などの侵入により器具の光束維持率の低下を極力小さくする構造とすること。また LEDモジュール制御装置を器具内に内蔵する場合も IP44 以上の保護等級とすること。

4) 器具の取付け方法

器具の取付け方法は、直線形照明用ポール取付けや曲線形照明用ポール取付けの対応可能な構造とし、2つ以上の手段（2本以上のボルト又は2つ以上の同等な十分な強度をもつ手段）で固定するものとする。

5) 落下防止構造

器具とポールは、万が一取付部が緩んだ場合にも、大きく回転したり、落下しないように、落下防止構造を有するものとする。器具の落下防止構造としては、穴加工を施したポールアダプタの片側を貫通するボルト（M6 以上）を有する構造とする。

(2) 器具の材料及び部品

器具を構成する主な材料及び部品は、次のとおりとする。

1) 本体

上部本体は、JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定する ADC12 と同等の強度、防錆、耐食性のある材料（必要に応じ塗装を含む）を使用し、有害な「す」、「割れ」、「錆」、「塗装むら」等のないものとする。

下部本体は、ADC12 又は樹脂とし、透光性カバーと一体としてもよい。

2) 透光性カバー

透光性カバーは、強化ガラス、硬質ガラス、又は樹脂のいずれかとし、器具の光学的性能を継続的に十分満足させるもので、これらの支障となる「亀裂」、「きず」、「泡」、「くもり」等が生じないものとする。

強化ガラスは、JIS R 3206「強化ガラス」に規定するものとする。

3) 反射板及びレンズ

LEDモジュールの配光制御は反射板、レンズ方式又はその組合せとし、反射板を用いる場合は、JIS H 4000「アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条件」に規

定するもの又は樹脂を成形、表面処理したものと同等以上の耐久性を持つものとし、レンズを用いる場合は、耐熱性、耐久性に優れた樹脂などを成形したものとする。

LEDモジュールと反射板又はレンズ及び透光性カバーと組合せて器具の光学性能を継続的に十分満足するものとする。

4) パッキン類

パッキン類は、弾力性に富み、耐熱性を有し、吸湿性がなく、容易に劣化しない材料を使用するものとする。

5) ラッチ及び掛金

ラッチ構造を用いる場合は、従来器具と同等の品質を確保するため JIS H 5301「亜鉛合金ダイカスト」に規定するものにクロムめっきを施したものの、又は JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定するものに合成樹脂焼付け塗装を施したのもしくは、JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定するステンレス製（SUS304 又は同等以上）のものを使用する。

掛金を用いる場合は、従来器具と同等の品質を確保するため鋼板（標準寸法 2.3 mm 以上）に電気亜鉛めっきを施したものの、又は JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定する SUS304 又は同等以上の強度と耐久性を持つものとし、標準寸法は 2.0 mm 以上の板厚とする。

なお、灯体の一部で、掛金の機能を持たせても良いものとするが同等の強度を持つものとする。また、振動や地震動で容易に開閉しない構造・強度を有するものとする。

6) 丁番及び丁番軸

灯具に丁番構造を用いる場合は、JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」に規定するステンレス製（SUS304 又は同等以上）標準寸法 1.5 mm 以上の板厚とし、丁番軸は JIS G 4303「ステンレス鋼棒」に規定するステンレス製（SUS304B 又は同等以上）とする。

なお、丁番および丁番軸は本体一体構造のものでも良いものとするが同等の強度を有するものとする。

7) 器具内配線

① 器具内配線と外部電線との接続は、端子台又は防水コネクタにて行うものとする。

② 器具内配線と端子台との接続は、すべて圧着端子を使用するものとする。

8) 端子台

端子台を用いる場合は、磁器製又は樹脂製の端子とし、沿面距離 6 mm 以上、空間距離 4 mm 以上のものとする。接地用端子には、その近傍にⓍ、E、≡ 又はアースの表示をする。

プラス・マイナスの極性をもつものは、容易に消えない適切な方法で端子又はその近傍に極性を表示するものとする。

9) ポール支持金具

ポール支持金具は、電気亜鉛めっきされた鋼板製又は、表面処理を施した JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定する ADC12 製と同等の強度、防錆、耐食性のある材料（必要に応じ塗装を含む）を使用するものとする。

10) 銘板

銘板は、容易にはがれないものとし、表示内容は 4.2.6 による。

(3) 塗装

本体の塗装は、さび止め処理後上塗りとして合成樹脂系塗料を内外面 1 回塗り以上とし、焼付塗装と同等の強度、防錆、耐食性を有するものとする。

4.2.5 性能

(1) 光学性能

器具の光学性能は、JIS C 8105-5「照明器具-第 5 部：配光測定方法」に規定する方法により測定するものとし、「設置基準・同解説」第 4 章、第 7 章に示す性能指標及び推奨値を満足するものとする。

なお、上方光束比（上半球光束比）は、器具を水平に取付けた状態で 5 %以下とする。

(2) 絶縁抵抗

JIS C 8105-1「照明器具-第 1 部：安全性要求事項通則」に規定する方法により測定したとき、次の 1) の性能を満足すること。

- 1) 縁抵抗は、次の 2) の方法により試験したとき、5 MΩ 以上でなければならない。また冷間で試験したとき、30 MΩ 以上であること。
- 2) 絶縁抵抗試験は、連続点灯を行い器具各部の温度がほぼ一定になった後、両端子を一括したものと非充電金属部との間の絶縁抵抗を JIS C 1302「絶縁抵抗計」に規定する 500 V 絶縁抵抗計又はこれと同等以上の精度を有する測定器で測定する。

(3) 耐電圧

JIS C 8105-1「照明器具-第 1 部：安全性要求事項通則」に規定する方法により測定したとき、次の 1) の性能を満足すること。

- 1) 耐電圧は、次の 2) の方法により試験したとき、これに耐えなければならない。
- 2) 耐電圧試験は、絶縁抵抗試験のすぐ後で充電部と非充電金属部との間に周波数 50 Hz、又は 60 Hz の正弦波に近い試験電圧 (2U+1000V) を 1 分間加え、異常が無いことを確認する。

(4) 耐熱衝撃

器具の耐熱衝撃は、JIS C 8131「道路照明器具」より、JIS C 8105-2-3「照明器具-第2-3部：道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項」(熱衝撃試験)に規定された方法により測定したとき、次の1)の性能を満足すること。

- 1) 耐熱衝撃は、次の2)の方法により試験したとき、器具本体、透光性カバー等に亀裂、変形、又は破損が生じないものとする。
- 2) 耐熱衝撃試験は、器具を通常の使用状態で点灯し、各部の温度がほぼ一定になったとき周囲温度より10℃低い水を器具本体、透光性カバー等に雨状に注水して行う。ただし、注水する水の最低温度は、4℃とする。

(5) 耐振動性

器具を取付け状態に固定し、振動数毎分500～800回、複振幅2～3mmで5分間試験したとき、取付部のボルトのゆるみや器具に破損がないこと。

4.2.6 表示

器具の表面の見やすい箇所に、容易に消えない方法で次の事項を表示するものとする。

- ① 形式
- ② 定格入力電圧(V)
- ③ 定格消費電力(W)
- ④ 屋外用
- ⑤ 製造年月又はその略号
- ⑥ 製造業者名又はその略号
- ⑦ IP番号
- ⑧ (PS)Eマーク
- ⑨ その他必要事項

4.3 道路照明・歩道照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置

4.3.1 一般事項

本仕様は、道路照明及び歩道照明施設に使用するLED照明灯具のLEDモジュール、LEDモジュール用制御装置に適用する。

4.3.2 適用基準及び規格

次の規格に適合するほか、本仕様によるものとする。

JIS C 8147-1	ランプ制御装置-第1部：通則及び安全性要求事項
JIS C 8147-2-13	ランプ制御装置-2-13部 直流又は交流電源用LEDモジュール用制御装置の個別要求事項
JIS C 8152-2	照明用白色発光ダイオード LEDの測定方法-第2部：LEDモジュール及びLEDライトエンジン
JIS C 8153	LEDモジュール用制御装置-性能要求事項
JIS C 8154	一般照明用LEDモジュール-安全仕様
JIS C 8155	一般照明用LEDモジュール-性能要求事項
JIS C 61000-3-2	電磁両立性-第3-2部：限度値-高調波電流発生限度値 (1相当たりの入力電流が20A以下の機器)
JIS C 61000-4-5	電磁両立性-第4-5部： 試験及び測定技術-サージイミュニティ試験

4.3.3 LEDモジュールの性能

4.1.4 (1) 3)、4.2.4 (1) 3)で規定する「塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護」の保護等級を有した器具内に内蔵され、適切な放熱設計により長期間に渡って規定された光束を継続的に維持するものとする。

LEDモジュール用制御装置と組合せた場合の初特性は表4.4を満足すると共に照明灯具に応じたLEDモジュールの規定光束を満足するものとする。

表4.4 LEDモジュールの初特性（全光時）

種類	初特性（定格）	
	相関色温度（K）	平均演色評価数 Ra
道路照明用白色LED 歩道照明用白色LED	4500 ±2000	60 以上

4.3.4 LEDモジュールの寿命

(1) 寿命

規定する条件で点灯させたLEDモジュールが点灯しなくなるまでの時間又は、光束が点灯初期に測定した値（LEDモジュールの規定光束）の80%未満になった時点（不点灯と見なす）までの総点灯時間のいずれか短い時間をLEDモジュールの寿命とする。

命とする。

(2) 定格寿命

一定の期間に製造された、同一形式のLEDモジュールの点灯の残存率が50%となる時間の平均値を定格寿命とし、その値を表4.5に示す。

また、定格寿命は、製造業者等の試験によるほか、LED単体部品の製造業者等のLEDの動作条件を表す温度及び電流、並びに光学的特性の維持率の時間変化の関係を示した技術資料と器具装着状態のLED素子温度などから理論的に導き出した推定値を採用してもよい。

表 4.5 LEDモジュールの寿命

種 類	定格寿命 (h)
道路照明用白色LED	60,000 以上
歩道照明用白色LED	60,000 以上

器具に装着した状態におけるLEDモジュールの定格寿命が、表4.5に示す値以上となるような放熱設計やLEDモジュールの選定を行わなければならない。

(3) 寿命の算出方法

LEDモジュールの寿命試験は、JIS C 8155 付属書C（光束維持率試験及び寿命試験の点灯条件）によるものとする。

LEDモジュールの推定寿命は、以下のいずれかの方法により算出したものとする。

- ① 北米照明学会（IES）LM-80（光束維持率測定方法）及びTM-21（長期光束維持率推定方法）より求めた推定値
- ② 温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値

寿命推定の条件は、器具周囲温度30℃、器具装着状態のLEDモジュールに定格電流値を通電した状態とする。

なお、具体的なLEDモジュールの設計寿命確認方法の事例を4.6（1）に示す。

4.3.5 LEDモジュール用制御装置の性能

(1) 構造及び材料

構造及び材料は、JIS C 8147-2-13「ランプ制御装置-2-13 部（直流又は交流電源用LEDモジュール用制御装置の個別要求事項）」による。

(2) 寸法

照明ポールに収納する場合は、表4.6に示す各部の参考寸法に収まる大きさであり、ジョイントボックスとともに容易に取付け、取出しができることとする。

なお、表 4.7 に照明用テーパーポールにおける LED モジュール用制御装置取付部でのポール内径及び収納可能 LED モジュール用制御装置の対角線上の参考寸法を示す。

また、LED モジュール用制御装置を道路照明器具に内蔵する場合は、4.1.4 構造に示す器具の形状寸法及び質量の規定を満足すること。

表 4.6 LED モジュール用制御装置の寸法

適合照明器具	長さ A (mm) 以下	幅 B (mm) 以下	高さ C (mm) 以下	適用
道路照明用 白色 LED	550	125	120	ポール内 収納型

備考 LED モジュール用制御装置を複数台使用する場合は、ポール内への収納可否を十分考慮すること。

表 4.7 照明用テーパーポールの LED モジュール用制御装置取付位置での内径参考寸法

ポールの高さ (m)	ポールの種類		LED モジュール用制御装置取付フック位置の内径 D (mm)	内蔵可能 LED モジュール用制御装置の対角線上の寸法 (mm)
8	直線形	1 灯用	142	132
		2 灯用		
	長円形・折線形	1 灯用	140	130
		2 灯用		
10	直線形	1 灯用	152	147
		2 灯用		
	長円形・折線形	1 灯用	160	155
		2 灯用		
12	直線形	1 灯用	172	162
		2 灯用		
	長円形・折線形	1 灯用	180	170
		2 灯用		

(3) 口出線

口出線は、JIS C 3306「ビニルコード」又は、JIS C 3327「600V ゴムキャブタイヤケーブル」と同等の性能を有する公称断面積 0.75 mm² 以上を使用する。

絶縁電線を使用する場合、ポール内収納型は JIS C 3307「600V ビニル絶縁電線 (IV)」、器具内蔵型は、JIS C 3317「600V 2 種ビニル絶縁電線 (HIV)」と同等の性能を有する公称断面積 0.75 mm² 以上を使用する。

ポール内収納型の口出線の長さは 700 mm 以上付属すること。

(4) 性能

LEDモジュール用制御装置は、当該照明灯具のLEDモジュールに対して十分な電源供給能力を持つものとする。

LEDモジュール用制御装置を照明ポール内に収納する場合は、ポール内の温度、湿度条件の環境下において電源のON/OFFが1回/日行われても長期間の使用に十分耐えられるものとする。器具に内蔵する場合は、4.1.4(1)3)及び4.2.4(1)3)で規定する「塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護」の保護等級を有した器具内において、灯具内の温度、湿度条件の環境下において電源のON/OFFが1回/日行われても長期間の使用に十分耐えられるものとする。

LEDモジュール用制御装置の定格入力電圧は、AC100V～AC265Vの範囲内とする。

(5) 諸特性

当該LEDモジュールの最大使用電力に対して安定的に電力を供給する能力を有するものとし、過電流の抑制等のLEDモジュールの保護機能を有すること。

LEDモジュール用制御装置の回路力率は85%以上(全光時)とし、入力電力ができる限り小さい設計を考慮するものとする。

(6) 耐湿性及び絶縁性

照明ポール内に収納するLEDモジュール用制御装置は、JIS C 8147-1「ランプ制御装置-第1部(通則及び安全性要求事項)」(耐湿性及び絶縁性)に規定された方法により測定したとき、以下の性能を満足すること。

制御装置を相対湿度91%～95%に保たれた加湿容器内に48時間以上保管し、加湿処理の直後、約500Vの直流電圧を1分間印加し絶縁抵抗を測定し、2MΩ以上であること。

(7) 雑音特性

灯具から発生する雑音端子電圧、及び灯具から発生する雑音電力は、電気用品安全法に規定された方法により測定したとき、下記の性能を満足すること。

なお、器具外部に設置する独立型LEDモジュール用制御装置を使用する場合は、器具と制御装置を組合せた状態にて測定を行うこと。

- 1) 端子電圧 526.5 kHz～ 5 MHz : 56 dB 以下
 5 MHz～ 30 MHz : 60 dB 以下
- 2) 雑音電力 30 MHz～300 MHz : 55 dB 以下

(8) 高調波電流

有効入力電力が25Wを超える灯具(クラスC:照明機器)に対しては、JIS C 61000-3-2に規定する相対的限度値以下とする。

なお、器具外部に設置する独立型LEDモジュール用制御装置を使用する場合は、器具と制御装置を組合せた状態にて測定を行うこと。

表 4.8 クラスCの機器の相対的限度値

高調波次数 n		照明灯具の基本波入力電流の百分率として表される最大許容高調波電流 (%)
偶数高調波	2	2
奇数高調波	3	$30 \times \lambda$ 注)
	5	10
	7	7
	9	5
	$11 \leq n \leq 39$	3

注) λ は回路力率

有効入力電力が 25 W 以下の照明機器に対しては JIS C 61000-3-2 に規定する次のいずれかの要求事項に適合すること。

- 1) 高調波電流は、表 4.9 に示す電力比例限度値以下とすること。
- 2) 基本波入力電流に対する百分率で示す第 3 次及び第 5 次高調波は、それぞれ 86 % 及び 61 % 以下とする。また、入力電流の波形は、基本波入力電圧の 0 点を起点とし、60 ° 又はそれより前で電流しきい値に到達し、65 ° 又はそれより前にそのピーク値をもち、かつ、90 ° より後ろで電流しきい値以下とすること。
電流しきい値は、測定画面に現れる最大ピーク値の絶対値の 5 % とする。
位相角の測定は、この最大ピーク値を含む周期で行う。

表 4.9 クラスDの機器の電力比例限度値

高調波次数 n	電力比例限度値 mA/W
3	$3.4 \times (230 / V_{nom})$
5	$1.9 \times (230 / V_{nom})$
7	$1.0 \times (230 / V_{nom})$
9	$0.5 \times (230 / V_{nom})$
11	$0.35 \times (230 / V_{nom})$
$13 \leq n \leq 39$ (奇数次高調波だけ)	$(3.85 / n) \times (230 / V_{nom})$

注) 220V, 230V 又は 240V の商用電源系統の場合は、 $V_{nom}=230V$ で一定とする。

(9) 耐雷サージ

JIS C 61000-4-5 に規定するクラスXの条件、コモンモード（対地間）15 kV、ノ

ーマルモード（線間）2 kV の電圧負荷に対する耐久性以上とする。

なお、灯具外部にLEDモジュール用制御装置を設置する場合は組合せた状態にて測定を行うこと。

(10) 初期光束補正

設置当初の余剰な明るさを一定の明るさ（定格光束値の80%以上）に自動的に調光する機能を設けること。初期光束補正の方法は、照度センサーにより器具内部の明るさを計測、又はプログラム制御によって自動的に行うこと。ただし、歩道照明器具はこの限りではない。

4.3.6 LEDモジュール用制御装置の寿命

(1) 寿命

規定する条件で使用したとき、LEDモジュール用制御装置が故障するか、出力が定格出力未満となり、使用不能となるまでの総点灯時間をLEDモジュール用制御装置の寿命とする。

(2) 定格寿命

一定の期間に製造された、同一形式のLEDモジュール用制御装置の寿命の残存率が50%となる時間の平均値を定格寿命とし、その値を表4.10に示す。

表 4.10 LEDモジュール用制御装置の定格寿命

種 類	定格寿命 (h)
道路照明用白色LED	60,000 以上
歩道照明用白色LED	60,000 以上

照明ポール内への設置又は器具に内蔵した実際の使用状態においても定格寿命以上となるよう回路設計や使用部品の選定等を行わなければならない。

(3) 寿命の算出方法

製造者等は、以下のいずれかの方法により求めたLEDモジュール用制御装置の設計寿命の根拠を発注者に提出するものとする。

寿命推定における周囲温度及び実装などの条件は、器具にLEDモジュール用制御装置を内蔵する場合は、器具周囲温度30℃の装着状態、照明ポール内へ設置する場合は、周囲温度40℃として、当該LEDモジュールの定格電流を供給するものとする。

- ① 温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値
- ② 使用する主要部品の最大温度ディレーティング率等から算定される寿命

推定値

- ③ LEDモジュール制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定を
実装状態にて周囲温度条件により換算した値。

なお、具体的なLEDモジュール用制御装置の設計寿命確認方法の事例を 4.6(2)に示す。

4.3.7 表示

LEDモジュール用制御装置には、見やすいところに容易に消えない方法で、次の事項を表示する。

- ① 名称
- ② 定格入力電圧(V)
- ③ 定格周波数(Hz)
- ④ 定格入力電流(A)
- ⑤ 定格入力電力(W)
- ⑥ 製造業者名又はその略号
- ⑦ 製造年又はその略号
- ⑧ <PS>E マーク (LEDモジュール用制御装置が別置の場合)
- ⑨ その他必要事項

器具に内蔵する場合は器具の銘板に表示しても良い。

4.4 LEDトンネル照明器具

4.4.1 一般事項

本仕様は、道路照明施設に使用するLEDを光源とするLEDトンネル照明器具（基本照明用及び入口照明用）（以下「器具」という）に適用する。

4.4.2 適用基準及び規格

次の基準及び規格に適合するほか、本仕様によるものとする。

電気用品安全法

電気設備に関する技術基準を定める省令

JIS C 8105-1 照明器具-第1部：安全性要求事項通則

JIS C 8105-2-3 照明器具-第2-3部：

道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項

JIS C 8105-3 照明器具-第3部：性能要求事項通則

JIS C 8105-5 照明器具-第5部：配光測定方法

JIS C 8131 道路照明器具

JIS C 8153 LEDモジュール用制御装置－性能要求事項

JIS C 8155 一般照明用LEDモジュール－性能要求事項

道路照明施設設置基準・同解説 平成19年10月（社）日本道路協会

（「設置基準・同解説」）

なお、技術仕様の詳細は、「器材仕様書」を参考にするとよい。

4.4.3 種類

器具の種類は、表4.11に示す側壁取付型を標準とする。

表4.11 器具の種類

種類	配光 (取付位置)	光源の種類	備考
側壁取付型	側壁	白色LED	枠有り
			枠無し

4.4.4 構造

(1) 構造一般

器具は、堅牢で防水性、耐食性を有し、保守点検が容易なもので、正常な使用状態において機械的、電氣的及び光学的にその機能を継続的に保持できるものとする。

塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護については、JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全要求事項通則」に規定する IP55 以上とし、固形物及び水気の侵入により有害な影響を及ぼしてはならない。

なお、LEDモジュール及び反射板、レンズなどが収容される箇所は塵埃などの侵入により器具の光束維持率の低下を極力小さくする構造とすること。

(2) 構造及び材料部品

器具の構造及び構成する主な材料及び部品は次のとおりとする。

1) 本体

本体は JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する IP55 以上の機能を有するものとする。

本体の材質は JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」の SUS304 に適合する標準寸法 1.0 mm の板厚を用いたプレス成形による無溶接と同等の強度、防錆、耐食性のある材料（必要に応じ塗装を含む）とする。

2) 取付脚

取付脚は JIS G 3131「熱間圧延軟鋼板及び鋼帯」の SPHC 又は JIS G3101「一般構造用圧延鋼材」に適合する標準寸法 4.5 mm の板厚のものに HDZ55 以上の亜鉛メッキを行ったものと同等以上の強度、防錆機能を持つものとする。また、本体との間にゴムパッキンを挿入しねじ止めとする。

3) 透光性カバー

透光性カバーは JIS R 3206「強化ガラス」に適合する標準寸法 4.0 mm 以上の板厚のものと同程度の強度及び光透過率を有し、器具の光学的性能を継続的に十分満足させるもので、これらの支障となる傷、亀裂、くもりなどが生じないものとする。

4) 反射板及びレンズ

LEDモジュールの配光制御は、反射板、レンズ方式又はその組合せとし、反射板を用いる場合は、JIS H 4000「アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条」に規定するものを成形、又は樹脂を成形、表面処理したものと同等以上の耐久性を持つものとし、レンズを用いる場合には、耐熱性、耐久性に優れた樹脂などを成形したものとする。LEDモジュールと反射板又はレンズ及び透光性カバーと組み合わせて器具の光学性能を継続的に十分満足するものとする。

5) パッキン

パッキンは弾力性に富み、耐熱性を有し、吸湿性がなく容易に劣化しないものとする。

6) ラッチ

ラッチ構造を用いる場合は、JIS G 4305「冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯」の SUS316 製と同等の強度と耐久性を持つものとし、取付部分は防水処理を施すものとする。

7) ヒートシンク

放熱手段としてヒートシンクを使用する場合は、JIS H 5302「アルミニウム合金ダイカスト」に規定する ADC12 と同等の強度と放熱性を持つものを使用するものとする。

8) 器具内配線

- ① 器具内配線と外部電線との接続は端子台にて行うものとする。
- ② 器具内配線と端子台との接続はすべて圧着端子を使用するものとする。

9) 端子台

端子台は磁器性又は合成樹脂製でカバー付とする。また、端子台のうち1端子を接地用とし、区別のためにその近傍に、、E、 又はアースの表示をするものとする。

10) 電源グラウンド

電源グラウンドは防水性を有する合成樹脂製のものとする。

11) 銘板

銘板は容易にはがれないものとし、表示内容は 4.4.6 による。

(3) LEDモジュール及びLEDモジュール用制御装置の取付

トンネル照明器具内に取り付けられるLEDモジュール及びLEDモジュール用制御装置は、脱着が可能な方法で取付けるものとする。

(4) 塗装

本体の塗装は、外面のみ脱脂等の前処理後、上塗りとして合成樹脂系塗料を1回以上塗り焼付塗装とし、同等の強度、防錆、耐食性能を有するものとする。

4.4.5 性能

(1) 光学性能

器具の光学性能は、トンネル内の側壁に取付けた状態で路面、壁面を効果的に照明する性能を有するものとし、JIS C 8105-5「照明器具-第5部：配光測定方法」に規定する方法により測定を行い、「設置基準・同解説」第5章、第7章に示す性能指標及び推奨値を満足するものとする。

なお、光出力比は、周囲温度-10~40℃において、JIS C 8105-5「照明器具-第5部：配光測定方法」に示す条件における値に対して80%以上とする。

(2) 絶縁抵抗

JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する方法により測定したとき1)の性能を満足すること。

- 1) 絶縁抵抗は、2) により試験をした時5 MΩ 以上でなければならない。また、冷間で試験したとき、30 MΩ 以上であること。
- 2) 絶縁抵抗試験は、連続点灯を行い器具各部の温度がほぼ一定になった後、両端子を一括したものと非充電金属部との間の絶縁抵抗を、JIS C 1302「絶縁抵抗計」に規定する500 V絶縁抵抗計又はこれと同等以上の精度を有する測定器で測定する。

(3) 耐電圧

JIS C 8105-1「照明器具-第1部：安全性要求事項通則」に規定する方法により測定したとき1) の性能を満足すること。

- 1) 耐電圧は、2) の方法により試験したとき、これに耐えなければならない。
- 2) 耐電圧試験は、絶縁抵抗試験のすぐ後で充電部と非充電金属部との間に周波数50 Hz、又は60 Hz の正弦波に近い試験電圧(2U+1000 V) を1分間加え、異常が無いことを確認する。
- 3) 器具外部に設置する独立形LEDモジュール用制御装置を使用する場合は、器具と制御装置を組合せた状態にて行なう。

(4) 耐熱衝撃

器具の耐熱衝撃は、JIS C 8131「道路照明器具」より、JIS C 8105-2-3「照明器具-第2部-3部：道路及び街路照明器具に関する安全性要求事項通則」(熱衝撃試験)に規定された方法により測定したとき1) の性能を満足すること。

- 1) 耐熱衝撃は、次の2) の方法により試験したとき、器具本体、透光性カバー等に亀裂、変形、又は破損が生じないものとする。
- 2) 耐熱衝撃試験は、器具を通常の使用状態で点灯し、各部の温度がほぼ一定になったとき周囲温度より10℃低い水を器具本体、透光性カバー等に雨状に注水して行う。ただし、注水する水の最低温度は、4℃とする。

4.4.6 表示

器具の見やすい箇所に、容易に消えない方法で次の事項を表示するものとする。

- ① 形式
- ② 定格電圧(V)
- ③ 定格消費電力(W)
- ④ 製造年月又はその略号
- ⑤ 製造業者名又はその略号
- ⑥ IP 番号
- ⑦ (PS)E マーク (制御装置内蔵の場合に限る。)
- ⑧ その他必要事項

4.5 トンネル照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置

4.5.1 一般事項

本仕様は、トンネル照明施設に使用するLEDトンネル照明灯具のLEDモジュール、LEDモジュール用制御装置に適用する。

4.5.2 適用基準及び規格

次の規格に適合するほか、本仕様によるものとする。

JIS C 8147-2-13 ランプ制御装置-2-13 部

(直流又は交流電源用LEDモジュール用制御装置の個別要求事項)

JIS C 8152-2 照明用白色発光ダイオード(LED)の測光方法-第2部:
LEDモジュール及びLEDライトエンジン

JIS C 8153 LEDモジュール用制御装置-性能要求事項

JIS C 8154 一般照明用LEDモジュール-安全仕様

JIS C 8155 一般照明用LEDモジュール-性能要求事項

JIS C 61000-3-2 電磁両立性-第3-2部: 限度値-高調波電流発生限度値
(1相当りの入力電流が20A以下の機器)

JIS C 61000-4-5 電磁両立性-第4-5部:
試験及び測定技術-サージイミュニティ試験

4.5.3 LEDモジュールの性能

4.4.4 (1)で規定する「塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護」の保護等級を有した器具内に内蔵され、適切な放熱設計により長期間に渡って規定された光束を継続的に維持するものとする。

LEDモジュール用制御装置と組み合わせた場合の初特性は表4.12を満足すると共に照明灯具に応じたLEDモジュールの規定光束を満足するものとする。

表4.12 LEDモジュールの初特性(全光時)

種類	初特性 (定格)	
	相関色温度 (K)	平均演色評価数 Ra
基本照明用白色LED 入口照明用白色LED	4500±2000	60以上

4.5.4 LEDモジュールの寿命

(1) 寿命

規定する条件で点灯させたとき、LEDモジュールが点灯しなくなるまでの時間又は、光束が点灯初期に測定した値(LEDモジュールの規定光束)の80%未満になった時点(不点灯と見なす)までの総点灯時間のいずれか短い時間をLEDモ

ジュールの寿命とする。

(2) 定格寿命

一定期間に製造された、同一形式のLEDモジュールの点灯の残存率が50%となる時間の平均値を定格寿命とし、その値を表4.13に示す。

また、定格寿命は、製造業者等の試験によるほか、LED単体部品の製造業者等のLEDの動作条件を表す温度及び電流、並びに光学的特性の維持率の時間変化の関係を示した技術資料と器具装着状態のLED素子温度などから理論的に導き出した推定値を採用してもよい。

表 4-13 LEDモジュールの定格寿命

種 類	定格寿命 (h)
基本照明用白色LED	90,000 以上
入口照明用白色LED	75,000 以上

器具装着状態で表4.10に示す値以上となるような放熱設計やLEDモジュールの選定を行わなければならない。

(3) 寿命の算出方法

LEDモジュールの寿命試験は、JIS C 8155（光束維持率試験及び寿命試験の点灯条件）によるものとする。

LEDモジュールの寿命推定は、以下のいずれかの方法により算出したものとする。

- ① 北米照明学会（IES）LM-80（光束維持率測定方法）及びTM-21（長期光束維持率推定方法）より求めた推定値
- ② 温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度の寿命推定値
寿命推定の条件は、器具周囲温度30℃、器具装着状態のLEDモジュールに定格電流値を通电した状態とする、。

なお、具体的なLEDモジュールの設計寿命確認方法の事例を4.6(1)に示す。

4.5.5 LEDモジュール用制御装置の性能

(1) 構造及び材料

構造及び材料は、JIS C 8147-2-13「ランプ制御装置-2-13 部（直流又は交流電源用LEDモジュール用制御装置の個別要求事項）」による。

(2) 寸法

LEDモジュール用制御装置の寸法は、器具内に収納できる寸法とし、器具の放熱などを考慮して取付けるものとする。

(3) 口出線

口出線は、JIS C 3317「600V 二種ビニル絶縁電線(HIV)」、JIS C 3306「ビニルコード」又は、JIS C 3327「600V ゴムキャブタイヤケーブル」と同等の性能を有する公称断面積 0.75 mm²以上を使用する。

(4) 性能

LEDモジュール用制御装置は、当該照明灯具のLEDモジュールに対して十分な電源供給能力を持つものとする。

4.3.4 (1)で規定する「塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護」の等級を有した器具内に内蔵され、長期間の使用に十分耐えられるものとする。

LEDモジュール用制御装置の定格入力電圧は、AC100 V～AC265 V の範囲内とする。

なお、入力電圧が 240 V を超え 460 V までの場合は、器具内にトランスを内蔵してもよい。

(5) 諸特性

当該LEDモジュールの最大使用電力に対して安定的に電力を供給する能力を有するものとし、過電流の抑制等のLEDモジュールの保護機能を有すること。

LEDモジュール用制御装置の回路力率は 85 %以上（全光時）とし、入力電力ができる限り小さい設計を考慮するものとする。

(6) 雑音特性

器具から発生する雑音端子電圧、及び器具から発生する雑音電力は、電気用品安全法に規定された方法により測定したとき、以下の性能を満足すること。

なお、器具外部に設置する独立型LEDモジュール用制御装置を使用する場合は、器具と制御装置を組み合わせた状態にて測定を行うこと。

1) 端子電圧 526.5 kHz～5 MHz : 56 dB 以下

5 MHz～30 MHz : 60 dB 以下

2) 雑音電力 30 MHz～300 MHz : 55 dB 以下

(7) 高調波電流

有効入力電力が 25 W を超える灯具（クラス C : 照明機器）に対しては、JIS C61000-3-2 に規定する相対的限度値以下とする。

なお、器具外部に設置する独立型LEDモジュール用制御装置を使用する場合は、器具と制御装置を組み合わせた状態にて測定を行うこと。

表 4.14 クラス C の機器の相対的限度値

高調波次数 n		照明灯具の基本波入力電流の百分率として表される最大許容高調波電流 (%)
偶数高調波	2	2
奇数高調波	3	$30 \times \lambda$ ^{注)}
	5	10
	7	7
	9	5
	$11 \leq n \leq 39$	3

注) λ は回路力率

(8) 耐雷サージ

JIS C 61000-4-5 に規定するクラス 4 の条件、コモンモード（対地間）4 kV、ノーマルモード（線間）2 kV の電圧負荷に対する耐久性以上とする。

なお、灯具外部に LED モジュール用制御装置を設置する場合は組み合わせた状態にて測定を行うこと。

(9) 初期光束補正

器具設置当初の余剰な明るさを、ある一定の明るさ（定格光束値の 80 % 以上）に自動的に調光する機能を設けること。初期光束補正の方法は、照度センサーにより器具内部の明るさを計測、又はプログラム制御によって自動的に行うこと。

(10) 調光機能

特記仕様書の規定により夜間は 1/2、深夜は 1/4 程度調光することを基本とし、照明レベルに応じて調光ができるものとする。ただし、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。調光の方式はタイマー若しくは制御線によるものとし、特記仕様書の規定による。

(11) 停電時照明機能

特記仕様書の規定により、交流入力断となった場合に、器具に内蔵した蓄電池により 10 分以上 LED モジュールを点灯させることができるものとする。

4.5.6 LED モジュール用制御装置の寿命

(1) 寿命

規定する条件で使用したとき、LED モジュール用制御装置が故障するか、出力が定格出力未満となり、使用不能となるまでの総点灯時間を LED モジュール用制御装置の寿命とする。

(2) 定格寿命

一定の期間に製造された、同一形式のLEDモジュール用制御装置の寿命の残存率が50%となる時間の平均値とし、その値を表4.15に示す。

表 4.15 LEDモジュール用制御装置の定格寿命

種 類	定格寿命 (h)
基本照明用白色LED	90,000 以上
入口照明用白色LED	75,000 以上

器具に内蔵した実際の使用状態においても定格寿命以上となるよう回路設計や使用部品の選定等を行わなければならない。

(3) 寿命の算出方法

製造者等は、以下のいずれかの方法により求めたLEDモジュール用制御装置の設計寿命の根拠を発注者に提出するものとする。

なお、寿命推定における器具周囲温度条件は30℃とする。

- ① 温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値
- ② 使用する主要部品の最大温度ディレーティング率等から算定される寿命推定値
- ③ LEDモジュール用制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定値を
実装状態にて、周囲温度条件により換算した値

おって、具体的なLEDモジュール用制御装置の設計寿命確認方法の事例を4.6(2)に示す。

4.5.7 表示

LEDモジュール用制御装置には、見やすいところに容易に消えない方法で、次の事項を表示する。

- ① 名称
- ② 定格入力電圧(V)
- ③ 定格周波数(Hz)
- ④ 定格入力電流(A)
- ⑤ 定格入力電力(W)
- ⑥ 製造業者名又はその略号
- ⑦ 製造年又はその略号
- ⑧ <PS>E マーク
- ⑨ その他必要事項

4.6 LEDモジュール、LEDモジュール用制御装置の設計寿命の確認

以下はLEDモジュール、LEDモジュール用制御装置の寿命推定の事例に関する参考資料であり、高温下の加速度試験を行い温度条件で換算する等の方法もある。

(1) LEDモジュール設計寿命確認方法の事例

1) 検証方法

寿命の検証方法は JIS C 8155 の規定によるものとする。但し、周囲温度については 30 °C とする。

寿命の検証は、製造業者等による試験によるほか、LED 単体部品の製造業者等の LED の動作条件を表す温度及び電流、並びに光学特性の維持率の時間変化の関係を示した技術資料などから、理論的に導き出した推定値を採用してもよい（別紙 1 参照）。

2) 試験方法

周囲温度 30 °C の状態で器具を連続点灯し、温度が安定した状態で器具内に組込んだ LED モジュールのケース温度測定を行い、測定結果から算定式で求めたジャンクション温度が、設計寿命の温度管理値以内であることを確認する。

ここでいう温度管理値とは、光束維持率 80 % を満足できる値とし、LED 順方向電流は最大定格値とする。

まず、LED モジュールのケース温度測定を行い、その測定結果より、ジャンクション温度を算定式で求める。

この算出したジャンクション温度が、LED モジュール寿命特性の図表（LED モジュールの製造業者による使用電流等をパラメータとした光束維持率の時間変化を示した文書）による設計寿命の温度管理値以内であることを確認する。

算定式

$$T_c = T_j - R_{j-c} \times P$$

T_c : LED モジュールケース温度 (°C)

T_j : LED モジュールジャンクション温度 (°C)

R_{j-c} : ジャンクション・ケース間の熱抵抗 (°C/W)

P : 消費電力 (W)

(2) LEDモジュール用制御装置設計寿命確認方法の事例

1) 検証方法

器具周囲温度 30 °C（器具に内蔵する LED モジュール用制御装置の場合）

周囲温度 40 °C（照明ポール内等に設置する独立型 LED モジュール用制御装置の場合）

周囲温度が安定した状態で、制御装置により器具を連続点灯し、温度が安定した時点で制御装置の主要部品の温度測定を行い、測定結果より寿命を検証する（別紙 2 参照）。

ここでいう主要部品とは、電解コンデンサとする。

2) 試験方法

周囲温度：30 °C又は40 °C

入力電圧・周波数：AC200 V、50/60 Hz

接続負荷：試験用LED照明灯具又は同等の負荷

測定時間：点灯開始後、測定箇所の温度が一定となった状態で温度測定を実施

評価方法：周囲温度30 °C又は40 °Cにおいて主要部品の測定温度が最大定格温度以下になることを確認する。

5. LED道路・トンネル照明のライフサイクルコスト算定

5.1 LED照明導入判断の考え方

LED照明の新規導入又はHID照明からの更新に当たっては、安全な道路交通を確保するため、「3. LED照明設計要領」で示す性能指標として平均路面輝度や平均路面照度、輝度均斉度、照度均斉度、相対閾値増加などの基準を満足する必要がある。

また、照明灯具の設置などに係わるイニシャルコストと照明に要する電気料などに関わるランニングコストを合わせたライフサイクルコスト（以下「LCC」という。）がHID照明と同等程度かそれ以上の経済性を確認する必要がある。

LED照明の導入判断における検討フローを図5.1に示す。

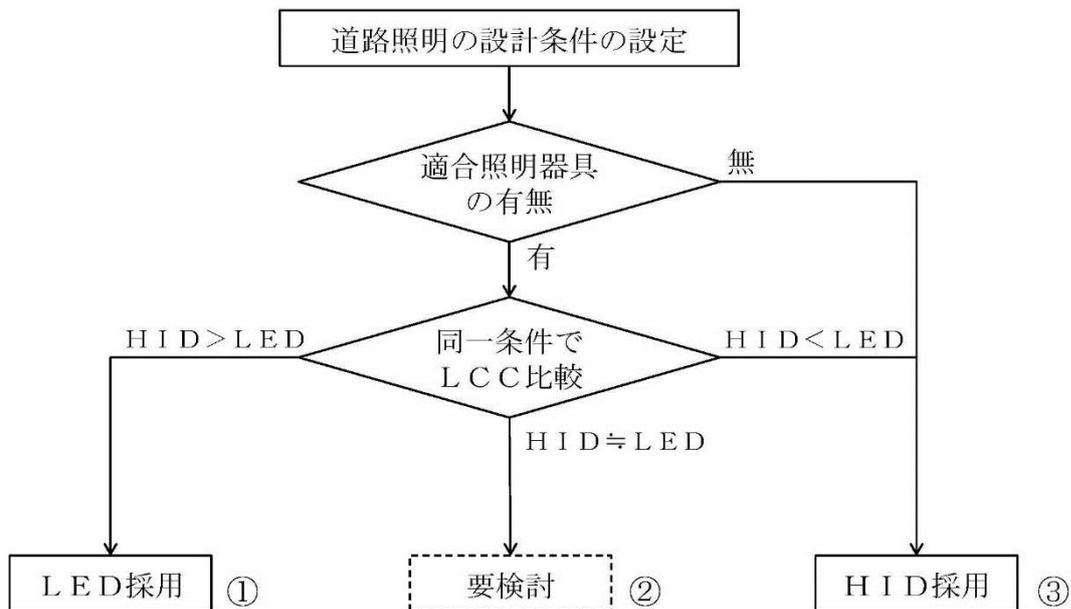


図 5.1 LED照明導入判断のフロー

5.1.1 LED照明の適合性判断

LED照明の適合性については、表2.1の設計条件タイプ又は設計条件タイプと異なる道路の場合は「3. LED照明設計要領」により照明設計を行い、適合性を確認するものとする。

5.1.2 LED照明のライフサイクルコスト判定

道路・トンネル照明の新設もしくは照明灯具の取替を検討する場合は、同一道路条件におけるH I D照明と同等の照明性能を有するL E D照明について、同一条件でL C Cの算定を行う。H I DランプとL E Dの場合のコスト算定における条件などについては、5.2 以降に示す。

L C C算定における判断は以下のとおりとする。

ケース①：L E D照明の採用

ケース②：算定L C Cがほぼ同じで、L E D照明を採用してもデメリットが無く、入札時点のコスト低下も見込まれるため、L E D照明の採用を前提とした設計を行う

ケース③：原則としてはH I D照明の採用であるが、L C Cのコスト差が小さい場合は、発注時点で当該道路条件におけるL E D照明灯具のコストを確認し、L C Cの再計算を行い判断する。H I D照明灯具更新の場合は更新時期の延期などを考慮するものとする。

また、消費電力の抑制が社会的要請となっているほか、今後の化石燃料の価格動向や再生可能エネルギーの導入などにより電気料金の上昇が見込まれるため、それらの要素も含めて消費電力の小さいL E D照明採用の可否を検討するものとする。

現状では、長期的なL E D照明灯具コストや電気料金の動向は不確定要素が大きく、定量的にL C C算定に取り込むことが困難であるため、本ガイドライン（案）では既存資料のみで算定を行うものとする。

5.2 道路照明におけるLEDとHIDのライフサイクルコスト算定

5.2.1 LED照明と比較する光源の種類

現在、道路照明に使用されているHIDランプの種類は、以下が一般的である。

- ・水銀ランプ（HF）
- ・高圧ナトリウムランプ（NHT）
- ・（セラミック）メタルハライドランプ

水銀ランプに関しては発光効率が低く、消費電力が大きいため、経済性から高圧ナトリウムランプやメタルハライドランプに変更してきており、LED照明と比較してもLED照明の優位性が高い。

メタルハライドランプに関しては演色性が良く、水銀ランプより変更して使用される例もあるが、JIS化されておらず製造メーカー間で形状やコストに差があり、高圧ナトリウムランプより若干高コストである。

高圧ナトリウムランプは一般国道、街路などで最も多くの採用実績があり、JIS規格品であり技術的特性、コストも製作メーカーで差違がなく、HIDランプの中では総合的経済性が高い。

以上から、LED照明とのLCC算定の比較対象は高圧ナトリウムランプとする。

5.2.2 器具・照明柱の種類

(1) 照明器具

デザイン照明灯など個別に設計される特殊な照明器具を除き、一般国道などで使用される道路照明器具は、「器材仕様書」において標準化されており、以下の照明器具がある。

- ・KSC タイプ
- ・KSN タイプ
- ・KSH タイプ

各タイプの照明器具の中で、KSCとKSNタイプはアーム取付形であり、KSHタイプはポールヘッド形で照明柱との取付方式が異なる。従前はハイウェイタイプなどのアーム取付形が主体であったが、近年は高圧ナトリウムランプとの組み合わせで器具効率も高く、経済性が良い直線型照明柱が適用されており、新設の道路照明灯は直線型照明柱の採用実績が最も多くなっている。

以上からLED照明とのLCC算定の比較対象は、直線型照明柱、高圧ナトリウムランプと組み合わせ最も多く採用されているポールヘッド型のKSHタイプとする。

既存照明柱を利用して照明灯具のみ更新、交換するケースもLCC算定の対象とする。LED照明灯具の場合は照明柱への取付方式として、アーム取付形とポールヘッド形の両方を規定しており、KSCやKSNタイプの照明器具と交換することも可能であるが、LCC算定においては最も経済的なKSHタイプとの比較を行うものとする。

(2) 照明柱

照明柱は、「器材仕様書」において以下のタイプがある。

- ・直線型
- ・曲線型（長円形）
- ・曲線型（折線型）

照明柱はLED照明の場合とHID照明の場合でも比較条件は基本的に同じであり、既存照明柱を利用して照明灯具のみ更新交換する場合はコスト算定の対象外となる。

新設する場合のコスト算定の採用照明柱は、1. 照明器具においてKSHタイプの照明器具を対象としているため直線型照明柱を対象とする。

5.2.3 耐用年数の考え方

(1) 照明器具の耐用年数

照明器具の耐用年数は、使用条件（周囲温度・点灯時間・汚損・振動など）によって大きく影響され、一律に規定することが困難であるが、「道路照明器具・テーパーポール経年劣化の実態と点検」（平成11年12月建設電気技術協会）の調査結果によれば、アルミダイカスト製KSC灯具の設計耐用寿命は15年としている。

LED照明器具においてもアルミダイカスト製同等の性能としているため、照明器具の耐用年数は15年とする。

(2) 光源の交換周期

光源の交換周期は、光源の定格寿命と年間点灯時間：4,000時間（（社）日本照明器具工業会「照明経済計算方法」より）より求める。

1) LEDモジュールの交換周期

- ・LEDモジュールの定格寿命：60,000時間

よって、LEDモジュールの交換周期は15年とする。

2) 高圧ナトリウムランプの交換周期

- ・高圧ナトリウムランプの定格寿命：24,000時間

（「器材仕様書」より）

よって、高圧ナトリウムランプの交換周期は6年とする。

(3) LEDモジュール用制御装置及び安定器の交換周期

1) LEDモジュール用制御装置の交換周期

- ・LEDモジュール用制御装置の定格寿命：60,000時間

よって、LEDモジュール用制御装置の交換周期は15年とする。

2) 安定器の交換周期

安定器の交換周期の算出には、安定器の寿命を決定する必要がある。各種諸基準には以下のような記述がある。

- ・ JIS C 8110 : 平均寿命 8~10 年
- ・ 電気用品の技術上の基準を定める省令 : 絶縁物の限界値 40,000 時間
(年間点灯時間 4,000 時間より 10 年)
よって、安定器の交換周期は 10 年とする。

5.2.4 ランニングコストの算出期間

ランニングコストの算出期間については、以下を考慮する。

- ・ H I D 照明器具耐用年数 : 15 年
- ・ L E D モジュール : 60,000 時間 (交換周期 : 15 年)
- ・ L E D モジュール用制御装置 : 60,000 時間 (交換周期 : 15 年)

以上から本ガイドライン (案) における L C C 算定期間は 15 年とする。

照明ポールの耐用年数なども含めて、さらに長期間のコスト算定期間を設定することも考えられるが、その場合には L E D 照明灯具の更新取替が生じるため、更新費用を計上する必要がある。しかしながら、前述の様に L E D 技術の進展や L E D 照明灯具のコスト低下、電気料金の 15 年後を推定することが困難であるとともに 15 年後に H I D ランプが継続して生産供給されているかを予測することも困難であり、現時点で算定可能な 15 年を算出期間とする。

5.2.5 電気料金の算定

電気料金は、道路照明に適用される電力会社毎の電気料金により算定することとし、各一般電気事業者が約款等で定めている単価を適用して、実際の契約にあわせてランニングコストを算定する。

(1) 契約種別

「公衆街路灯 A」

「公衆街路灯 B」

(2) 料金区分

各電気事業者では、公衆街路灯の区分が異なるが契約容量が 50kVA 以下の場合には、表 5.1 の料金区分になる。

表 5.1 電気事業者別、契約種別及び適用区分

電気事業者	契約種別	適用
北海道・東北・東京・北陸・中部・九州・沖縄電力	公衆街路灯 B	1 kVA 以上 50 kVA 未満
関西・中国・四国電力	公衆街路灯 B	1 kVA 以上 6 kVA 未満
	公衆街路灯 C	6 kVA 以上 50 kVA 未満

(3) 料金単価

該当の電気事業者の単価を採用する。

(4) 契約容量

契約容量に用いる容量計算 (kVA) は、

灯数×安定器等の入力電流×電圧とする (0.1 kVA 単位で切り上げ)。

安定器等の入力電流は、H I D照明の場合は安定器の入力電流とし、L E D照明の場合は、L E Dモジュール用制御装置の最大容量とする。

(5) 電力量

従来灯具の電力量は、

$$\text{年間電力量 (kWh)} = \frac{\text{灯数} \times \text{安定器等の入力電力}}{\times \text{年間点灯時間 (4,000 時間)}}$$

なお、年間点灯時間は、(社)日本照明器具工業会「照明経済計算方法」の4,000時間を適用する。

L E D照明の消費電力は、初期光束補正機能を考慮し、L E Dモジュール用制御装置の平均消費電力とする。

$$\text{年間電力量 (kWh)} = \frac{\text{灯数} \times \text{制御装置の平均消費電力}}{\times \text{年間点灯時間 (4,000 時間)}}$$

5.2.6 補修費の算定

(1) H I D照明の条件

H I D照明の場合はL C C算定期間中にランプ及び安定器等の取替交換が発生するため補修費の算定については、各器材の交換費用として、以下を算出する。

- 1) 安定器の交換
- 2) ランプの交換 (リフト車を計上)
- 3) 安定器及びランプの交換の際の交通誘導員は、道路構造、交通状況により交通規制帯の取り方が異なるため、必要に応じて計上する。
- 4) 器具の清掃については、計上しない。

(2) L E D照明の条件

L E D照明の場合は原則としてL C C算定期間中に器具の交換などは発生しないが、算定条件として交換が発生する場合は以下による。

- 1) L E D照明のランプ交換は、一般的にL E Dモジュールが器具と一体であるため、灯具取替 (器具及びL E D部は一体) として計上する。また、一部灯具の機能としてL E Dモジュールのみを交換できる機能を有しているが、L E Dモジュールの定格寿命を15年相当としており、15年後に同一規格のモジュールが供給される保証が無い場合L C C算定においては考慮しない。
- 2) L E Dモジュール用制御装置の交換は、L E Dモジュールと対で動作するため、L E D照明器具と同じサイクルでの交換を前提とする。
- 3) 器具の清掃については、計上しない。

5.3 トンネル照明におけるライフサイクルコスト算定

5.3.1 ライフサイクルコスト算定における基本条件

トンネル照明のLCC算定の対象は基本照明及び入口部照明を対象とする。

トンネル照明の場合は、トンネル断面により照明設計が異なり、内装板等の有無や反射率の設定、建築限界などから照明器具取付位置の制約などがあるほか、以下に示すように照明器具光源の種類、設備規模などで照明設計の基本条件として標準的なケースを示す事が難しい。

実際のトンネル照明の設計においては、各トンネルの具体的設計条件を反映してトンネル毎に器具配置や採用光源を検討して最も経済的な設計を行っている。

トンネル照明におけるLED照明の採用に関しても、具体的設計条件より比較検討する必要がある、本ガイドライン（案）においては、LED照明のLCC算定における基本的考え方を示し、具体的には他の光源の照明器具との比較を行った上で、個々に採用の判断を行うものとする。

5.3.2 LED照明と比較する光源の種類

トンネル照明器具は「器材仕様書」において標準化されているが、JIS規格化されている光源は、蛍光ランプ、低圧ナトリウムランプ及び高圧ナトリウムランプである。しかしながらトンネル照明設計においてはトンネル毎に経済性を比較して適用光源を選定しており、器材仕様書で規定されていないセラミックメタルハライドランプや無電極ランプなども採用されている。

このため、採用実態を踏まえて比較対象光源を選定するものとするが、比較する照明器具の代表的特性を設定するためには、比較時点の性能などの調査が必要である。

本ガイドライン（案）において比較する対象光源は、最近のトンネル照明で採用実績の多い以下とする。

- ・ 蛍光ランプ（基本照明）
- ・ 高圧ナトリウムランプ（入口照明）

5.3.3 耐用年数の考え方

(1) トンネル照明器具の耐用年数

一般的な環境でのトンネル照明器具の耐用年数として、「器材仕様書」ではSUSプレス加工器具の耐用年数は20年とされている。LED照明器具においてもSUSプレス加工器具同等の性能としているため、トンネル照明器具の耐用年数は20年とする。

(2) 光源の交換周期

1) LEDモジュールの交換周期

LEDモジュールの定格寿命は4.5.4 LEDモジュールの寿命によるものとし、年間点灯時間より換算して交換周期を求める。

2) H f 蛍光灯及び高圧ナトリウムランプ等の交換周期

H f 蛍光灯及び高圧ナトリウムランプ等の交換周期の算出には、ランプの定格寿命と、年間当たりの点灯時間より求める。

ランプ寿命は、「器材仕様書」を参考とする。

3) 安定器及びLEDモジュール用制御装置の交換周期

① LEDモジュール用制御装置の交換周期

LEDモジュール用制御装置の定格寿命は 4.5.6 LEDモジュール用制御装置の寿命によるものとし、年間点灯時間より換算して交換周期を求める。

② 安定器の交換周期

安定器の交換周期は 10 年とする。

5.3.4 ランニングコストの算出期間

ランニングコストの算出期間としては、照明器具の耐用年数を考慮するが、トンネル照明の場合は設置環境によって劣化状況等に影響を受ける。漏水や塩分、排気ガスなどにより器具の劣化が進むと考えられるため、トンネルの状況に応じて適切な期間を設定する必要がある。

一般的な環境での SUS プレス加工器具の耐用年数は 20 年とされているため、LCC の算出期間は 20 年とする。

5.3.5 電気料金の算定

電気料金は、各一般電気事業者が約款等で定めている単価を適用して、実際の契約状況に準じてランニングコストを算定する。

トンネル照明の場合は、短いトンネルで契約種別が低圧電力の公衆街路灯契約となっている場合、中規模トンネルなどで他のトンネル付帯設備（トンネル非常警報、換気設備）と合わせて高圧受電としている場合、長大トンネルで付帯設備等が大きく特別高圧受電の場合があり、電力料金の単価が異なっているため、個別のトンネルに応じた電気料金により比較するものとする。

6. LED道路・トンネル照明工事における性能等の確保について

LED道路・トンネル照明工事の実施にあたって公平性、透明性、競争性の高い入札・契約手続きを円滑に行うとともに、前章までに規定した技術的性能の確保を図る必要がある。具体的には、技術仕様、特記仕様書等の記載及び競争参加資格における応札者の審査（技術資料）項目等を適切に設定する必要があるため、以下の項目の記載を求める場合がある。

なお、特記仕様書を含めた発注図書は、個別の工事において示されるものである。

6.1 特記仕様書等における構成及び記載項目の例

6.1.1 構成

発注図書は一般的に以下の資料で構成される。

- (1) 特記仕様書、施工図面、入札説明書
- (2) LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）

なお、LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案）については、本ガイドライン（案）「4.1 LED道路照明器具」、「4.2 LED歩道照明器具」、「4.3 道路照明・歩道照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置」、「4.4 LEDトンネル照明器具」、「4.5 トンネル照明用LEDモジュール・LEDモジュール用制御装置」を灯具の技術仕様書として使用する。

6.1.2 特記仕様書等の記載項目の例

特記仕様書等の記載項目として、表 6.1 の構成を一般的な例として示す。表 6.1 の記載項目の例のうち、「設置基準・同解説」及び技術仕様書で規定される項目であれば、特記仕様書等の記載を省略することが可能である。

なお、通常の道路・トンネル照明工事では照明灯設置箇所毎の照明灯規格として照明器具タイプとランプ出力の記載で目的物を規定している場合が多いがLED道路照明工事の場合は、平均路面輝度や交差点内の平均路面照度などの性能規定となるため留意が必要であり、施工現場が複数となる場合はそれぞれに性能規定を明確に記載する必要がある。また、「設置基準・同解説」において推奨事項となっている項目については必要に応じて特記仕様書に記載する。表 6.2 の確認項目は、必要に応じて特記仕様書に規定する。

その他、表 6.1 に記載が無い個別の工事内容等については、一般的な道路・トンネル照明工事と同様の記載とする。

6.1.3 入札説明書の記載項目の例

入札説明書においては、必要に応じて表 6.2 に示す資料に記載した性能を確認する。

表 6.1 特記仕様書等の記載項目の例

項目	記載内容の例
遵守事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ LED道路・トンネル照明灯具技術仕様書（案） ・ 道路照明施設設置基準・同解説 ・ 道路・トンネル照明器材仕様書 ・ 電気通信施設設計要領（電気編） ・ 電気通信設備工事共通仕様書 ・ 電気通信設備施工管理の手引き ・ 土木請負工事必携 ・ 電気設備に関する技術基準を定める省令 ・ その他関係法令規則等
平均路面輝度 （連続照明、基本照明）	連続照明の場合の記載 ・ 平均路面輝度（車道） ○○cd/m ²
総合輝度均斉度（車道）	0.4 以上
車線軸均斉度 （車線毎）	0.5 以上
相対閾値増加 （車線毎）	15 %以下
平均路面照度 （交差点／横断歩道）	平均路面照度（交差点／横断歩道） ○○lx 以上
照度均斉度 （交差点毎）	0.4 程度
歩道平均路面照度 （歩道毎）	5 lx 以上
歩道照度均斉度 （歩道毎）	0.2 以上
舗装の種類	アスファルト（又はコンクリート）
LEDモジュール用制御装置 の定格入力電圧	AC100 V～265 V
提出図書	(1) 監督職員の確認を必要とする図書 1) 器材の仕様に関する図書 2) 特記仕様書及び図面の設計条件に基づく照明設計資料 ・ 光度値（水平角 0～180°、鉛直角 0～90° の光度値を 1° 又は 5° 刻みに記入した表）

	<ul style="list-style-type: none"> ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 <ul style="list-style-type: none"> 輝度分布図（連続照明） 照度分布図（局部照明） 定格光束 ・LED道路照明器具の照明率表 <ul style="list-style-type: none"> （0.01刻み。光度値表から器具前面（車道側） 3W/H～器具背面（歩道側）2W/H間の照明率データ） ・照明灯設置図 <p>3) 施工図</p> <p>(2) 監督職員の確認を必要としない図書 （※通常の道路照明設備工事と同じ）</p>														
性能の確認等	<p>LED道路照明器具の性能等の確認は、次の各号のとおり行うものとし、その確認結果については整理して記載することが求められる。</p> <p>(1) LED道路照明器具等の仕様に関する確認</p> <p>LED道路照明器具等については、使用する器材が、本特記仕様書及び器材仕様書に規定された品質基準を満足することが求められる。なお、主な確認項目は、表6.2のとおりとする。</p> <p>(2) 工事材料の品質及び検査等</p> <p>LED道路照明器具等については、発注者の確認を受けたものを使用する。</p> <p>(3) 設置完了時の性能に関する確認</p> <p>LED道路照明の光学性能については、「道路照明施設設置基準・同解説」8-2性能の確認により実施するものとする。</p> <p>試験項目に対する試験個数は、器種（タイプ）別の数量に応じ下表のとおりとする。</p> <p style="text-align: center;">表 6.1(1) 試験項目及び標準試験個数</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;"></th> <th style="width: 15%;">タイプ別 器具数量</th> <th style="width: 15%;">10以下</th> <th style="width: 15%;">11～50</th> <th style="width: 15%;">51～200</th> <th style="width: 15%;">201～ 500</th> <th style="width: 15%;">500を 超える 場合</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">点灯試験 (照度測定箇所)</td> <td></td> <td>2</td> <td>4</td> <td>7</td> <td>10</td> <td>13</td> </tr> </tbody> </table> <p>照度測定箇所は、当該工事の器種（タイプ）別の数量に応じ、表6.1(1)に示す試験個数（箇所）によるものとする。</p> <p>1) 連続照明</p> <p>供用中の道路では、原則、交通規制を行い、器種（タイプ）毎に1スパンを測定し、所要の性能を満足していることを確認する。（設置基準、付録5測定要領、付図5-1参照）</p>		タイプ別 器具数量	10以下	11～50	51～200	201～ 500	500を 超える 場合	点灯試験 (照度測定箇所)		2	4	7	10	13
	タイプ別 器具数量	10以下	11～50	51～200	201～ 500	500を 超える 場合									
点灯試験 (照度測定箇所)		2	4	7	10	13									

	<p>交通規制が困難な場合は、直下照度等の代表的な箇所を測定し、計算値と測定値を照合し所要の性能を満足していることを確認する。</p> <p>2) 交差点照明</p> <p>供用中の道路では、原則、交通規制を行い、「ガイドライン」に示す交差点照明のタイプ別及び、器種（タイプ）毎に代表的な交差点を選定し、所要の性能を満足していることを確認する。（設置基準、付録5測定要領、付図5-2、参照）</p> <p>交通規制が困難な場合は、横断歩道や歩道等の代表的な箇所を測定し、計算値と測定値を照合し所要の性能を満足していることを確認する。</p> <p>3) 局部照明（灯具単体等）</p> <p>1)、2)によらず灯具単体での局部照明の場合は、特記仕様書に示す種別毎の測定を行い、所要の性能を満足していることを確認する。</p> <p>測定時には、交通規制を原則とするが、交通規制が困難な場合は、直下照度等の代表的な箇所を測定し、計算値と測定値を照合し所要の性能を満足していることを確認する。</p> <p>なお、性能についての主な確認項目は、表6.2のとおりとする。</p>
器材配置	<p>器材の配置は、添付図面によるほか次のとおりとする。なお、詳細については、施工図等の提出により監督職員の確認を得るものとする。</p> <p>(1) 国道○号 ○○バイパス ポール・基礎は新設 (2) 国道○号 ××道路 ポール・基礎は既設流用 (3) 国道○号 □□交差点 ポール・基礎は既設流用 (4) 国道○号 △△交差点 ポール・基礎は既設流用</p>
かし担保	<p>LED道路照明灯具のかし担保は、通常に定める契約条項の他、次のとおりとする。</p> <p>・受注者は、LED照明灯具が引き渡し後2年以内に、特記仕様書に基づき受注者が提出した照明設計資料による光学性能を満足しなくなった場合は修補を行わなければならない。</p>
平面図	<p>(1) 連続照明の場合</p> <p>車線数、歩道の有無、幅員、対象延長が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>(2) 交差点照明の場合</p> <p>交差する車線数、幅員、交差点の対象範囲が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>(3) 横断歩道の場合</p> <p>車線数、幅員が明確に分かる平面図を添付する。</p> <p>※更新の場合には、既設照明灯の位置、ポールの仕様(高さ、直線/長円)を明示する。</p>
灯具詳細図	灯具詳細図は添付しない。
LED道路照明器具の数量表	LED道路照明器具 ○タイプ ○台

表 6.2(1) LED道路照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

凡例) ○道路照明の性能に関する確認(書類確認)

■工場立会い試験時に関する確認(実測)

(工場立会いを実施しない場合は省略)

△器材の仕様に関する確認(書類確認)

▲照度測定結果により計算

(部分的な測定しか出来ない場合は省略)

本ガイドラインにおける項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加段階	提出資料	施工確認段階
	平均路面輝度 (連続照明区間)	連続照明の場合の記載 ・平均路面輝度(車道) ○○cd/m ² 以上 (路面:アスファルト舗装)	○	※1 ・光度値(水平角0~180°、鉛直角0~90°の光度値を1°又は5°刻みに記入した表) ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 輝度分布図(連続照明) 照度分布図(局部照明) 定格光束 ・LED道路照明器具の照明率表(0.01刻み。光度値表から器具前面(車道側)3W/H~器具背面(歩道側)2W/H間の照明率データ) ・照明灯配置図	▲
	総合輝度均斉度 (車道部)	0.4以上	○		▲
	車線軸均斉度 (車線毎)	0.5以上	○		○
	相対閾値増加 (車線毎)	15%以下	○		○
	平均路面照度 (交差点毎)	交差点照明/横断歩道照明の場合の記載 ・平均路面照度 ○○lx以上	○		▲
	照度均斉度 (交差点毎)	0.4程度	○		▲
	歩道平均路面照度(歩道毎)	5lx以上	○		▲
	歩道照度均斉度(歩道毎)	0.2以上	○		▲
	LEDモジュール用制御装置の総皮相電力	特記仕様書の規定値又は技術提案値		制御装置の試験成績書(入力電圧、入力電流)及び照明灯数	■ △
4.1.4(1)1)	器具の形状寸法及び質量	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面 又は製品仕様書等	■ △
4.1.4(1)3)	塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.1.4(2)1)	本体	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面 (本技術仕様に規定する材料以外を用	△

※歩道があり、その光学性能を要求する場合

				いる場合は、その性能評価書を提出すること)	
4.1.4(2)2)	透光性カバー	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面	△
4.1.3	配光	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案)		配光特性図	△
4.1.5(1)	上方光束比	4. 照明灯具技術仕様 参照			
4.1.5(2)	絶縁抵抗	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.1.5(3)	耐電圧	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.1.5(4)	耐熱衝撃	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.1.5(5)	耐振動性	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.3	L E D モジュールの性能	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.4	L E D モジュールの寿命	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照	○	※2 寿命試験は JIS C 8155 による。 寿命推定は①、②のいずれかによる。 ① IES LM80 及び TM-21 より求めた推定値 ② 温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値 ・ ケース温度 ・ ジャンクション温度 ・ 温度管理・実測データ ・ L E D の寿命	△
4.3.5(5)	諸特性	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.3.5(6)	耐湿性及び絶縁性	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.3.5(7)	雑音特性	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.5(8)	高調波電流	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.5(9)	耐雷サージ	L E D 道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△

4.3.5(10)	初期光束補正機能	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面又は製品仕様書等	△
4.3.6	LEDモジュール用制御装置の寿命	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照	○	※3 (①～③のいずれか) ①温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値 ②使用する主要部品の最大温度ディレーティング率等から算定される寿命推定値 ③LEDモジュール用制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定値を、実装状態にて周囲温度条件により換算した値	△

表 6.2(2) LED歩道照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

- 凡例) ○歩道照明の性能に関する確認(書類確認)
 ■工場立会い試験時に関する確認(実測)
 (工場立会いを実施しない場合は省略)
 △器材の仕様に関する確認(書類確認)
 ▲照度測定結果により計算
 (部分的な測定しか出来ない場合は省略)

本ガイドラインにおける項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加段階	提出資料	施工確認段階
	歩道平均路面照度(歩道毎)	5 lx 以上	○	※1 ・光度値(水平角0~180°、鉛直角0~90°の光度値を1°又は5°刻みに記入した表) ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 照度分布図	▲
	歩道照度均斉度(歩道毎)	0.2 以上	○	定格光束 ・LED道路照明器具の照明率表(0.01刻み。光度値表から器具前面(車道側)2W/H~器具背面(歩道側)1W/H間の照明率データ) ・照明灯配置図	▲
	LEDモジュール用制御装置の総皮相電力	特記仕様書の規定値又は技術提案値		制御装置の試験成績書(入力電圧、入力電流)及び照明灯数	■ △
4.2.4(1)1)	器具の形状寸法及び質量	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面	■ △
4.2.4(1)3)	塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.2.4(2)1)	本体	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面 (本技術仕様に規定する材料以外を用いる場合は、その性能評価書を提出すること)	△
4.2.4(2)2)	透光性カバー	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面	△
4.2.5(1)	上方光束比	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案)		配光特性図	△

		4. 照明灯具技術仕様 参照			
4.2.5(2)	絶縁抵抗	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.2.5(3)	耐電圧	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.2.5(4)	耐熱衝撃	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.2.5(5)	耐振動性	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.3	LEDモジュールの性能	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.4	LEDモジュールの寿命	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照	○	※2 寿命試験は JIS C 8155 による。 寿命推定は①、②のいずれかによる。 ①IES LM80 及び TM-21 より求めた推定値 ②温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値 ・ケース温度 ・ジャンクション温度 ・温度管理・実測データ ・LEDの寿命	△
4.3.5(5)	諸特性	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.3.5(6)	耐湿性及び絶縁性	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.3.5(7)	雑音特性	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.5(8)	高調波電流	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.3.5(9)	耐雷サージ	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△

4.3.6	LEDモジュール用制御装置の寿命	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照	○	※3 (①～③のいずれか) ①温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値 ②使用する主要部品の最大温度デレレーティング率等から算定される寿命推定値 ③LEDモジュール制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定値を、実装状態にて周囲温度条件により換算した値	△
-------	------------------	---	---	---	---

表 6.2(3) LEDトンネル照明器具等の構造及び性能の入札説明書における確認項目の例

凡例) ○トンネル照明の性能に関する確認(書類確認)

■工場立会い試験時に関する確認(実測)

(工場立会いを実施しない場合は省略)

△器材の仕様に関する確認(書類確認)

▲照度測定結果により計算

(部分的な測定しか出来ない場合は省略)

本ガイドラインにおける項目番号等	項目	基準	確認時期・提出資料		
			競争参加段階	提出資料	施工確認段階
	平均路面輝度	(1)トンネル基本照明の場合の記載 ・本線部 ○○cd/m ² 以上 (夜間○.○cd/m ² 以上、深夜○.○cd/m ² 以上) (路面:○○○○舗装) (2)トンネル入口照明の場合の記載 ・平均路面輝度 別添図面の入口照明曲線図に示す輝度(cd/m ²) (路面:○○○○舗装)	○	※1 ・光度値(水平角0~180°、鉛直角0~90°の光度値を1°又は5°刻みに記入した表) ・光度値からの各項目の算出書類及び結果 輝度分布図(基本照明)	▲
	総合均斉度	0.4以上	○	入口部照明曲線図(入口部照明)	○
	車線軸均斉度 (車線毎)	0.6以上	○	定格光束 ・LEDトンネル照明器具の照明率表	○
	相対閾値増加 (車線毎)	15%以下	○	(1度刻み。光度値表から基準軸より上方(車道側)90度~下方(歩道側)	○
	歩道平均路面照度(歩道毎)	5lx以上	○	90度の照明率データ) ・照明灯具配置図	▲
	壁面輝度比	L側○:○以上、R側○:○以上	○		○
	LEDモジュール用制御装置の総皮相電力	特記仕様書の規定値又は技術提案値		制御装置の試験成績書(入力電圧、入力電流)及び照明灯数	■ △
4.4.4(1)	塵埃、固形物及び水気の侵入に対する保護	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.4.4(2)1)	本体	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面 (本技術仕様に規定する材料以外を用いる場合は、その性能評価書を提出すること)	△
4.4.4(2)2)	取付脚	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面	△

※歩道があり、その光学性能を要求する場合

4.4.4(2)3)	透光性カバー	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面	△
4.4.5(1)	光出力比	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.4.5(2)	絶縁抵抗	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.4.5(3)	耐電圧	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	■ △
4.4.5(4)	耐熱衝撃	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.5.3	LEDモジュールの性能	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.5.4	LEDモジュールの寿命	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照	○	※2 寿命試験は JIS C 8155 による。 寿命推定は①、②のいずれかによる。 ① IES LM80 及び TM-21 より求めた推定値 ② 温度加速度試験結果からアレニウスプロットによる使用温度による寿命推定値 ・ ケース温度 ・ ジャンクション温度 ・ 温度管理・実測データ ・ LEDの寿命	△
4.5.5(5)	諸特性	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.5.5(6)	雑音特性	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.5.5(7)	高調波電流	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.5.5(8)	耐雷サージ	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		試験成績書	△
4.5.5(9)	初期光束補正機能	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面又は製品仕様書等	△
4.5.5(10)	調光機能	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照		製品図面又は製品仕様書等	△
4.5.6	LEDモジュール用制御装置の	LED道路・トンネル照明導入ガイドライン(案) 4. 照明灯具技術仕様 参照	○	※3 (①～③のいずれか) ① 温度加速度試験結果からアレニウス	△

	寿命		<p>スプロットによる使用温度による寿命推定値</p> <p>②使用する主要部品の最大温度デレターティング率等から算定される寿命推定値</p> <p>③LEDモジュール制御装置の製造者が規定する方法で算定した寿命推定値を、実装状態にて周囲温度条件により換算した値</p>	
--	----	--	---	--

LEDモジュール設計寿命確認方法例

1. 検証方法

周囲温度 30°Cの状態ではLED照明灯具を連続点灯し、温度が安定した状態で器具内に組込んだLEDモジュールのケース温度測定を行い、測定結果から算定式で求めたジャンクション温度が、設計寿命の温度管理値以内であることを確認する。

2. 試験方法

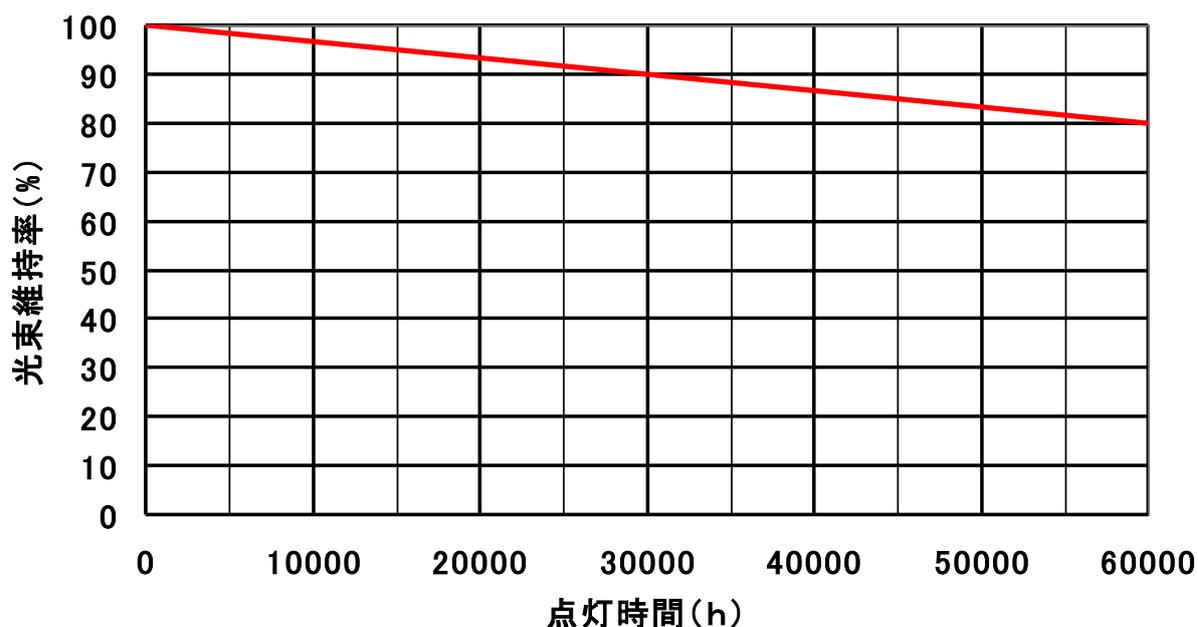
LEDモジュールのケース温度測定を行い、その測定結果より、ジャンクション温度を算定式で求める。

この算出したジャンクション温度が、LEDモジュール寿命特性の図表（LED単体の製造業者が定めたLED順方向電流に対する光束維持率の時間変化の関係を示した技術資料）による設計寿命の温度管理値以内であることを確認する。

ここでいう温度管理値とは、光束維持率 80 %を満足できる値とし、LED順方向電流は最大定格値とする。

最大定格電流時における寿命特性（LED単体製造業者値）は以下のとおり。

LEDジャンクション温度 (T_j) = 120 °C
LED順方向電流 (I_f) = 0.8 A



3. 寿命の検証について

LEDのジャンクション温度 (T_j) を求めるためには、LEDケース温度 (T_c) を測定して計算を行う。

算定式

$$T_c = T_j - R_{j-c} \times P$$

T_c : LEDケース温度 (°C)

T_j : LEDジャンクション温度 (°C)

R_{j-c} : ジャンクション・ケース間の熱抵抗 (°C/W)

P : 消費電力 (W)

(計算例)

$T_j = 120$ (°C) (最大定格値) : メーカー仕様値

$R_{j-c} = 2.4$ (°C/W) : メーカー仕様値

$P =$ LED素子の消費電力

$$= \text{LED順方向電流 (If)} \times \text{LED順方向電圧 (Vf)} = 0.8 \text{ A} \times 10 \text{ V} = 8 \text{ W}$$

上記の条件で T_c を計算すると以下のような値となる。

$$T_c = T_j - R_{j-c} \times P = 120 - 2.4 \times 8 = 100.8 \text{ °C}$$

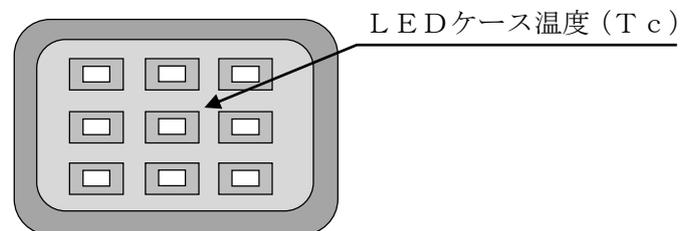
したがって、 T_j を120 °C以下にするためには、LEDケース温度(T_c)は、100.8 °C以下となればよい。

4. 検証結果

器具周囲温度30°CにおけるLEDケース温度の測定結果は、温度試験成績書のとおり98 °Cである。

測定結果

	測定箇所	LED ケース温度
1	LED	98
2	LED	98
3	LED	98
4	LED	98



測定結果から算定式で求めたジャンクション温度が、設計寿命の温度管理値以内であることがいえる。よって、設計寿命60,000 hを満足する。

LEDモジュール用制御装置設計寿命確認方法例

1. 検証方法

器具周囲温度30℃（器具に内蔵するLEDモジュール用制御装置の場合）

周囲温度40℃（照明ポール内等に設置する独立型LEDモジュール用制御装置の場合）

周囲温度が安定した状態で、制御装置により照明灯具を連続点灯し、温度が安定した時点で制御装置の電解コンデンサの温度測定結果あるいは、メーカー仕様値の電解コンデンサ温度と制御装置の温度（テストポイント）の技術資料を用いて寿命を検証する。

2. 試験方法

周囲温度：30℃（器具に内蔵するLEDモジュール用制御装置の場合）又は、40℃（照明ポール内等に設置する独立型LEDモジュール用制御装置の場合）

入力電圧・周波数：AC200V、50Hz（又は60Hz）

接続負荷：試験用LED照明灯具

測定時間：点灯開始後、測定箇所の温度が一定となった状態で温度測定を実施

評価方法：周囲温度30℃（器具に内蔵するLEDモジュール用制御装置の場合）又は、40℃（照明ポール内等に設置する独立型LEDモジュール用制御装置の場合）において主要部品の測定温度が最大定格温度以下になることを確認する。

3. 寿命の検証について

推定寿命 L_x (h) を求めるためには、周囲温度 T_x (°C) を測定して算定式により計算を行う。

算定式

$$L_x = L_o \times 2^{(T_o - T_x)/10}$$

L_x ：推定寿命 (h)

L_o ：定格温度での寿命 (h)

T_o ：定格温度 (°C)

T_x ：周囲温度30°C又は、40°Cにおける測定温度 (°C)

4. 検証結果

測定結果

	測定箇所	定格温度 T_0 (°C)	定格温度での 寿命 L_0 (h)	周囲温度30 °C、又は 40 °Cにおける 測定温度 T_X (°C)	推定寿命 L_X (h)
1	電解コンデンサ	105	8,000	70	90,510
2	電解コンデンサ	105	8,000	65	128,000
3	電解コンデンサ	105	8,000	65	128,000
4	電解コンデンサ	105	10,000	70	113,137
5	電解コンデンサ	105	10,000	65	160,000

よって、設計寿命 60,000 h を満足する。