

3.1 道路照明

3.1.1

道路照明とは

1. 道路照明の目的と視環境

道路照明の目的は、夜間において、道路交通を安全かつ円滑に走行できるようにすることであり、次に示す視環境を確保するものでなければなりません。

- ・道路上の障害物または歩行者などの存否および存在位置
- ・道路幅員および道路線形などの道路構造
- ・道路上の特殊箇所(交差点、分岐点、屈曲部など)の存否および存在位置
- ・車道内の路面の状態(乾湿、凹凸など)
- ・車両の存否および種類、速度、移動方向
- ・道路周辺の状況

2. 道路照明の要件

道路照明において、良い視環境を確保するためには、次に示す要件を考慮する必要があります。

- ・平均路面輝度が適切であること
- ・路面の輝度均斉度が適切であること
- ・グレアが十分抑制されていること
- ・適切な誘導性を有すること

2.1 路面輝度

道路照明における障害物は、一般的に明るい路面を背景として、黒いシルエットとして見えます。そのため路面の明るさ(路面輝度)が十分でない場合には、障害物を視認することができない場合があります。

2.2 輝度分布と見え方

図1.1は、横軸に路面輝度を縦軸に障害物の輝度をとり、対象物の見え方特性を示したものです。斜線部分は、路面と障害物の輝度が同レベルであるため、見えにくいゾーンです。障害物の輝度が高くなるにしたがい障害物の細部まで視認できるよう(逆シルエット視)になり、逆に、低くなれば障害物が影として視認できるよう(シルエット視)になります。

図1.2は最小知覚可能輝度比(L_r/L_o)_{min}を得るのに要する平均輝度の増加率(L_r/L_u)と輝度均斉度(L_{min}/L_r)との関係の実験結果を示したものです。路面輝度が均一であれば平均輝度は低くても良いが、不均一な場合には平均輝度を高くする必要があることを示しています。

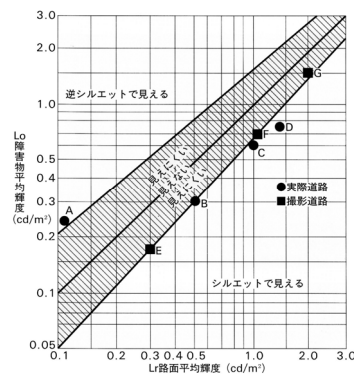


図1.1 対象物の見え方特性

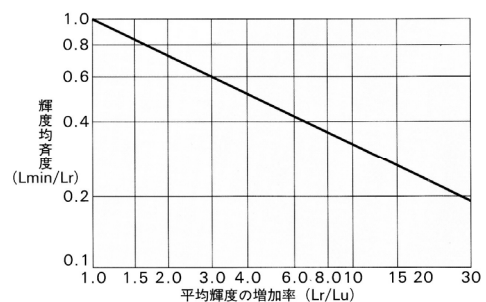


図1.2 最小知覚可能輝度比を得るために要する平均輝度の増加率と輝度均斉度の関係
(参考文献 Narisada: CIE Barcelona(1971))

2.3 グレア(まぶしさ)

グレア(まぶしさ)には、次に示す2通りがあります。

2.3.1 不快グレア

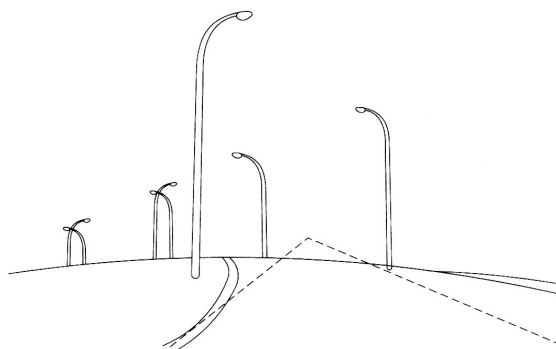
光源の輝きが眼の順応状態に対して大きい場合に、不快な感じを生じさせるまぶしさのことです。

2.3.2 視機能低下グレア

背景の高輝度光源などによって、眼球内に生じる散乱光が視対象物の網膜上にかぶさって物の見え方を低下させるまぶしさのことです。視機能低下グレアは、知覚しうる最小輝度差の増加値で表されます。

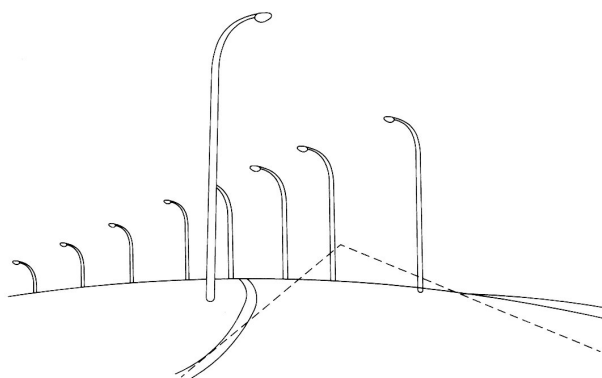
2.4 誘導性

運転者が道路を安全に走行するためには、前方の道路の線形の変化および分合流の状況を予知する必要があります。照明施設によるこのような効果を誘導性といい、図1.3は誘導性の悪い例を図1.4は良い例を示します。



曲線部における千鳥配列の透視図
(路面の輝度分布が不均一で誘導性も悪い)

図1.3 誘導性が悪い例



曲線部における片側配列の透視図
(路面の輝度分布が良好で誘導性も良い)

図1.4 誘導性が良い例

3.1.2

道路照明設計 (連続照明)

1. 連続照明の設計手順
連続照明の設計は、図1.5に示す手順で行います。

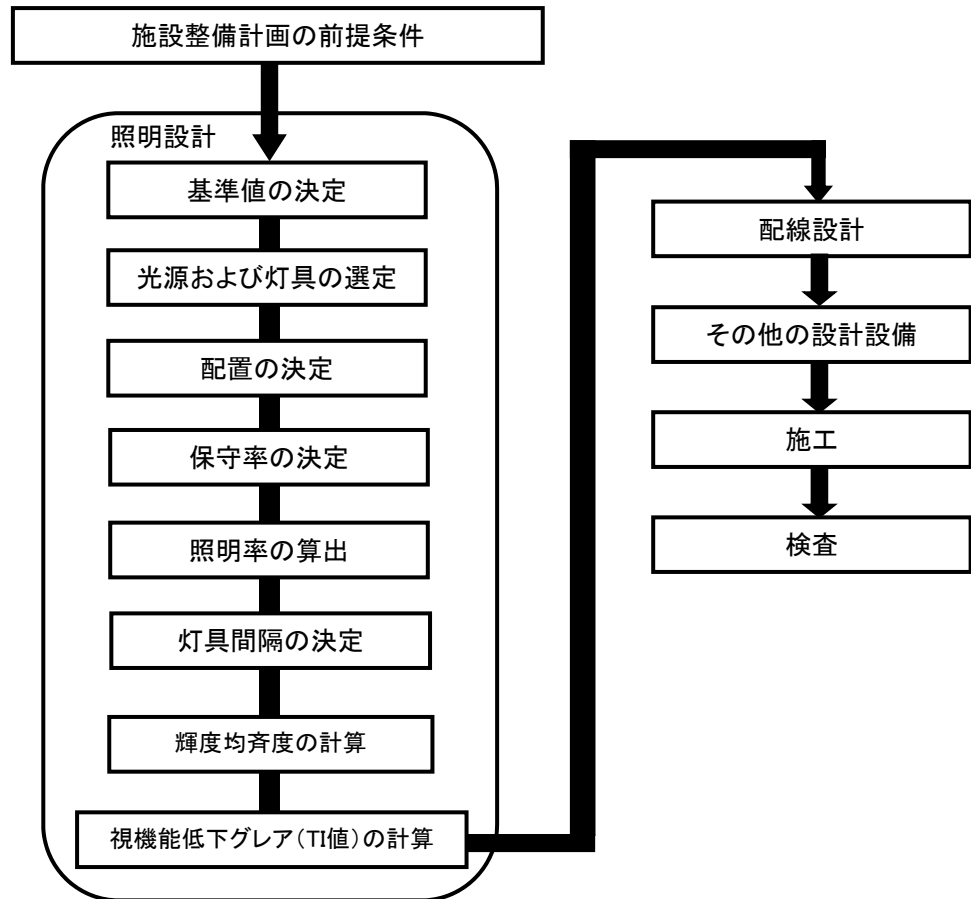


図1.5 道路照明(連続)の設計手順

2. 基準値の決定

道路照明の設計を行うにあたり、まず基準値を設定する必要があります。基準値は「道路照明施設設置基準・同解説」に記載されており、以下に示す4つの基準値が定められています。

- ・平均路面輝度
- ・総合均斉度
- ・車線軸均斉度
- ・視機能低下グレア(TI値)

2.1 路面輝度

路面輝度の基準値は、表1.1のように定められています。

表1.1 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	—	—

外部条件A: 道路交通に影響を及ぼす光が連続的にある道路沿道の状態をいう。

外部条件B: 道路交通に影響を及ぼす光が断続的にある道路沿道の状態をいう。

外部条件C: 道路交通に影響を及ぼす光がほとんどない道路沿道の状態をいう。

(参考文献 (社)日本道路協会: 道路照明施設設置基準・同解説(2007))

平均路面輝度は、道路分類および外部条件に応じて、表1.1の上段の値を標準としますが、状況に応じて(設計速度が低く、交通量も少ない時など)表1.1の下段の値をとることができます。

また、特に重要な道路、またはその他特別の状況にある道路においては、表1.1の値にかかわらず、平均路面輝度を2cd/m²まで増大することができます。

2.2 総合均斉度

総合均斉度は、0.4以上を原則とします。

2.3 車線軸均斉度

車線軸均斉度は表1.2の値とすることが望ましいです(推奨値)。

表1.2 車線軸均斉度

道路分類		車線軸均斉度
高速自動車国道等		0.7以上
一般国道等	主要幹線道路	0.5以上
	幹線・補助幹線道路	—

(参考文献 (社)日本道路協会: 道路照明施設設置基準・同解説(2007))

2.4 視機能低下グレア

視機能低下グレアは、相対閾値増加TIを原則として表1.3の値とします。

表1.3 相対閾値増加TI

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	

(参考文献 (社)日本道路協会: 道路照明施設設置基準・同解説(2007))

3. 光源および灯具の選定

3.1 光源の選定

光源はLEDを標準として、以下の要件を考慮して選定します。

- ・効率が長く寿命が長いこと
- ・周囲温度の変動に対して安定していること
- ・光色と演色性が適切であること

3.2 灯具の選定

道路照明に使用される灯具は、次に示す2つのタイプに分類することができます。

3.2.1 カットオフ

水平に近い光を極力カットした配光になっており、運転者にまぶしさを与えない器具です。このような配光の器具は、道路交通に影響を及ぼすような光の無い道路(周囲が暗い道路)で使用するのに適しています。

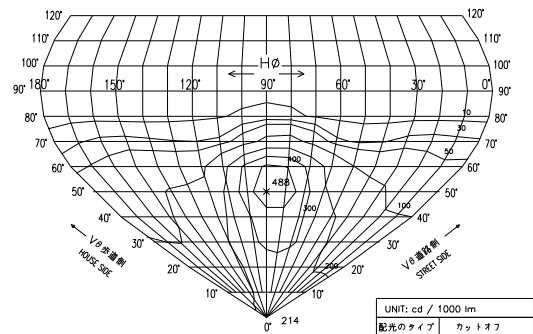
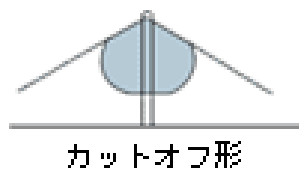


図1.6 カットオフ形の配光図

3.2.2 セミカットオフ

水平に近い光を抑え、運転者のまぶしさを少なくしつつ、縦断方向への光の伸びも考慮している配光です。カットオフ器具より照明間隔を広くしても均斉度の低下をカバーできる配光です。しかし、光が周囲に広がるため、光害の原因となる可能性が有ります。

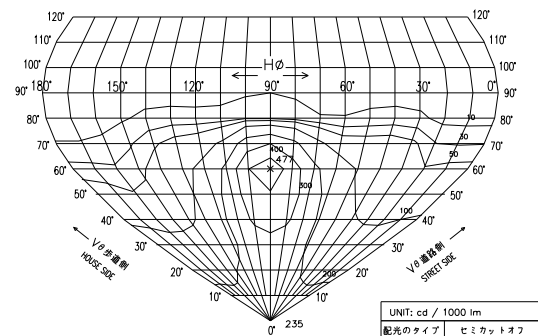


図1.7 セミカットオフ形の配光図

3.3 光源および灯具の例 道路照明に用いられる光源と灯具の例を以下に示します。

・LED道路照明

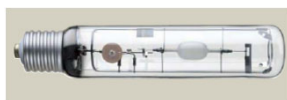


LEDモジュール



カットオフ照明器具

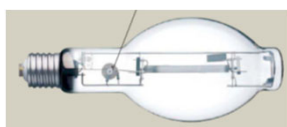
・HID道路照明



セラミックメタルハライドランプ



セミカットオフ照明器具



高圧ナトリウムランプ



セミカットオフ照明器具
(後方カット型)

4. 配置の決定

4.1 照明方式

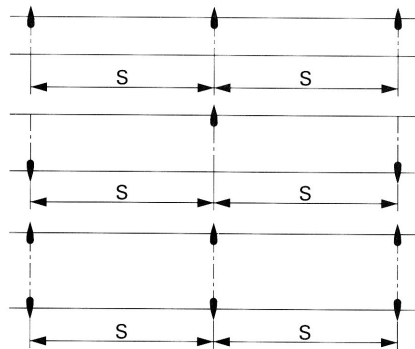
道路照明方式には、ポール照明方式、高欄照明方式、構造物取付照明方式、ハイマスト照明方式があり、目的や場所に応じて使い分けの必要があります(表1.4参照)。ポール照明方式を採用することがほとんどですが、最近は高欄照明方式を採用する場合も増えてきています。

表1.4 照明方式の比較

項目	ポール照明	高欄照明	構造物取付照明	ハイマスト照明
概要	地上8～12mのポールの先端に照明器具を取付け照明にするもので広く使用されている方式	ポール照明方式が採用できない所で高欄に低ワットの灯具を取付けて道路を照明する方式	道路上又は道路側方に設置されている構造物に直接照明器具を取付けて照明する方式	照明塔などによる高所からの照明で、通常地上高20～40m程度の照明塔に大容量の光源を多数取付けて照明する方式 照明器具が地上に下りてくるようにした昇降装置付もある
長所	<ul style="list-style-type: none"> ●ポールの連立により誘導性がある ●比較的経済的である 	<ul style="list-style-type: none"> ●誘導性が良い ●昼間の景観が良い 	<ul style="list-style-type: none"> ●ポールなどの支持物が不要であり、建設費が安価となる場合がある ●昼間の景観が良い 	<ul style="list-style-type: none"> ●ポールの本数が少なく、スッキリとした景観になる ●シンボルとして利用できる
短所	<ul style="list-style-type: none"> ●保守作業の場合、道路を規制する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ●幅の広い道路では均斉度が悪い ●取付け高さが低くグレアの生じる可能性が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ●取付位置や照明器具の選定に制限がある ●取付け高さが低くグレアの生じる可能性が大きい 	<ul style="list-style-type: none"> ●誘導性に欠ける ●施設外に光がもれる
用途	<ul style="list-style-type: none"> ●インターチェンジ ●パーキングエリアのランプウェイ ●道路本線 	<ul style="list-style-type: none"> ●空港周辺で灯具の高さに制限がある場所 ●ポールが設置できない場所 	<ul style="list-style-type: none"> ●遮音壁のある道路 ●トラス橋 	<ul style="list-style-type: none"> ●インターチェンジ ●パーキングエリア ●料金所広場

4.2 灯具の配列

道路照明の灯具の配列には、片側配列、千鳥配列および向き合せ配列があります。各配列の特徴を以下に示します。



- 片側配列
曲線道路または市街地道路ならびに中央分離帯のある道路に用います。
- 千鳥配列
直線道路では良好ですが曲線道路では誘導性が悪く、路面輝度の均一性が低下します。
- 向き合せ配列
直線道路ならびに広い曲線道路に適し、誘導性は良好です。

図1.8 道路照明の配列

4.3 灯具の取付高さ

取付高さは、現在多く使用されている8m、10mおよび12mの3種類が標準となります。ただし、光学特性の基準値を満足する場合はこの限りではなく、樹木や、構造物により設置高さに制約がある場合などもこれに準ずるものとします。

4.4 オーバーハング

路面が濡れているときでも照明効果があまり悪くならないようにするには、路面上に点在する水の膜による輝度分布を考慮してオーバーハングを検討する必要があります。灯具の横方向に配光のピークがある灯具では、オーバーハングを0とすることが望ましいとされてきましたが、灯具の横方向よりもやや前方に配光のピークがある灯具では、その配光特性により湿った路面においても、灯具の横方向に配光のピークがある灯具よりも良好な光学特性が得られます。このため、オーバーハングは図1.9、図1.10に示す配光の種別により選定するとよいでしょう。

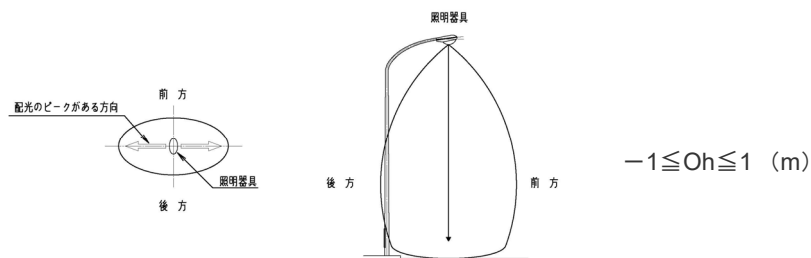


図1.9 横方向に配光のピークがある灯具

(参考文献 (社)日本道路協会:道路照明施設設置基準・同解説(2007))

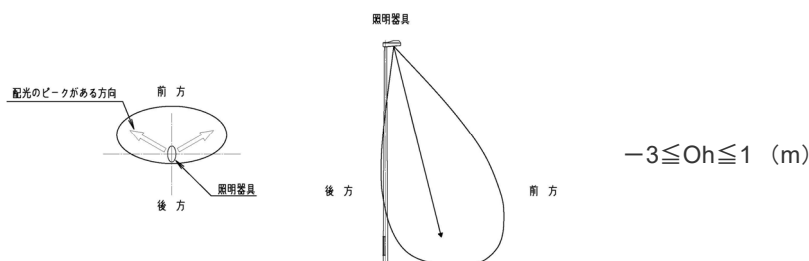


図1.10 横方向よりもやや前方に配光のピークがある灯具

(参考文献 (社)日本道路協会:道路照明施設設置基準・同解説(2007))

5. 保守率の決定

光源の光束の低下、灯具の汚れなどによって路面輝度・照度が設置当初の値より減少します。この減少の程度を設計時点で見込む係数が保守率です。

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

道路照明の設計に用いる保守率は、0.7を標準として、道路構造や交通状況に応じて±0.05の範囲で選択できます。

表1.5 保守率の推奨値

区 分	保 守 率
連 続 (局 部) 照 明	0.65~0.75

(参考文献 (社)日本道路協会:道路照明施設設置基準・同解説(2007))

6. 車道照明率の算出方法

図1.11に示す条件での車道照明率は、式-1、式-2より求めることができます。

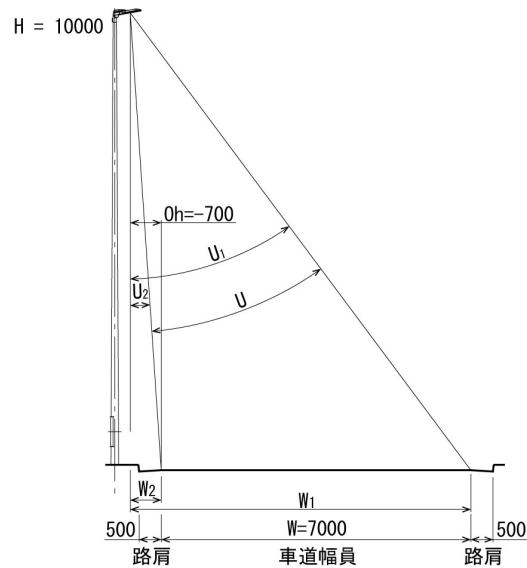


図1.11 車道の断面図

・式-1より、灯具側の路肩と車道を含めた照明率(U_1)を求めます。

$$U_1 = \frac{W_1}{H} = \frac{(W + |Oh|)}{H} \quad (\text{式-1})$$

・式-2より、灯具側の路肩照明率(U_2)を求めます。

$$U_2 = \frac{W_2}{H} = \frac{|Oh|}{H} \quad (\text{式-2})$$

・車道照明率 U は次の通り求めます。

$$U = U_1 - U_2$$

7. 灯具間隔の計算

照明灯具(路面輝度)の間隔を得るための計算は、(式-3)で行います。

$$S = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{Lr_1 \cdot W \cdot K} \quad \dots\dots(\text{式-3})$$

- ここに
- Lr_1 : 平均路面輝度(基準値)(cd/m^2)
 - F : 灯具光束(lm)
 - U : 車道照明率
 - M : 保守率
 - N : 配列係数 (千鳥配列、片側配列 $N=1$ 向き合せ配列 $N=2$)
 - S : 器具間隔(m)
 - W : 車道幅員(m)
 - K : 平均照度換算係数($\text{lx}/\text{cd}/\text{m}^2$)
(路面舗装がアスファルトの場合:15 コンクリートの場合:10)

8. 輝度均斉度の計算

8.1 総合均斉度

総合均斉度 U_o は式-4にて求めます。

$$U_o = \frac{L_{\min}}{L_{r_2}} \quad (\text{式-4})$$

ここに L_{\min} : 最小部分輝度 (cd/m^2)

L_{r_2} : 平均路面輝度 (cd/m^2) (逐点法による)

総合均斉度算出に必要な路面輝度の計算は、CIE Pub.30.2-1982に基づき図1.12の計算点(全100箇所)に対して行います。灯具の配列が千鳥配列の場合は2スパンで計算を行うため計算点は200点となります。視点位置は車線中央の高さ1.5mとし計算範囲手前から60mとします。道路横断方向に対しては、車線ごとに $W/5$ 間隔($W=3.5\text{m}$ の場合 0.7m)で5点の計算点を設けます。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 の $1/10$ 間隔で10点の計算点をとりま。ただし、計算点の間隔が5mを超える場合は計算点を増やして5m以内にします。また交通方式が一方交通の場合は、視点位置が走行車線からの計算のみとなります。

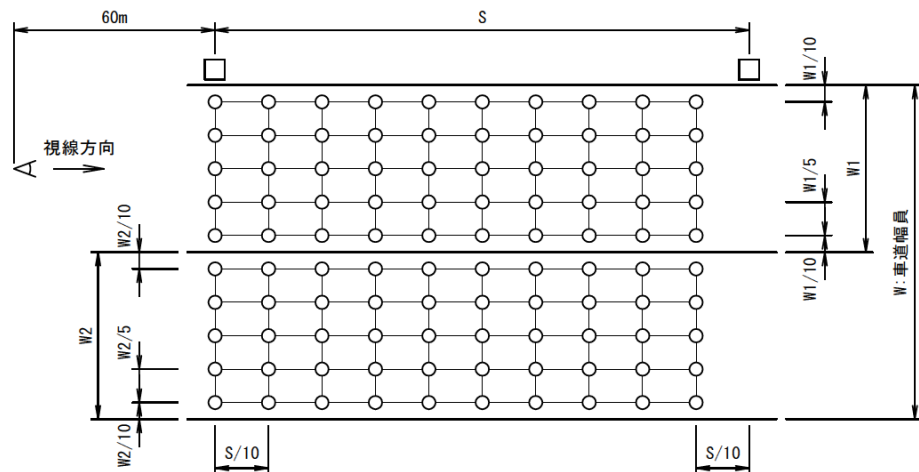


図1.12 総合均斉度の計算点

8.2 車線軸均斉度

車線軸均斉度UIは式-5にて求めます。

$$UI = \frac{L_{\min}(l)}{L_{\max}(l)} \quad (\text{式-5})$$

ここに $L_{\min}(l)$: 車線中心線上の最小部分輝度 (cd/m^2)
 $L_{\max}(l)$: 車線中心線上の最大部分輝度 (cd/m^2)

車線軸均斉度算出に必要な路面輝度の計算は、CIE Pub.30.2-1982に基づき図1.13の計算点(全10箇所)に対して行います。灯具の配列が千鳥配列の場合は2スパンで計算を行うため計算点は20点となります。視点位置は車線中央の高さ1.5mとし計算範囲手前から60mとします。道路横断方向に対しては車線中央1点の計算点を設けます。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の1/10間隔で10点の計算点をとりま。ただし、計算点の間隔が5mを超える場合は計算点を増やして5m以内にします。また交通方式にかかわらず全ての車線において計算を行います。

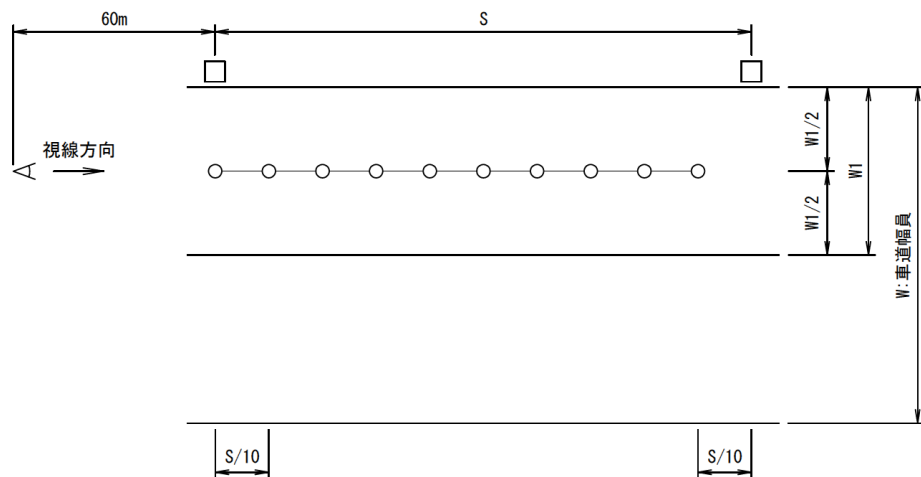


図1.13 車線軸均斉度の計算点(視線位置: 走行車線)

9. 相対閾値増加TIの計算

相対閾値増加TIは式-6、式-7にて求めます。

$$L_r \leq 5 \text{ (cd/m}^2\text{) の場合} \quad TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_{r_3}^{0.8}} \quad (\%) \quad \text{(式-6)}$$

$$L_r > 5 \text{ (cd/m}^2\text{) の場合} \quad TI = 95 \cdot \frac{L_v}{L_{r_3}^{1.05}} \quad (\%) \quad \text{(式-7)}$$

ここに L_{r_3} : 平均路面輝度 (cd/m²)

ただし、 L_{r_4} : 平均路面輝度 (計算値) の初期値とする。

L_v : 運転者の視野内の照明器具による等価光幕輝度 (cd/m²)

等価光幕輝度は、眼球内散乱の程度を表し、図1.14のようにグレア源による視線と垂直な面における照度と、視線とグレア源とのなす角度によって決まります。等価光幕輝度 L_v は、照度が高く角度が小さいほど高くなります。

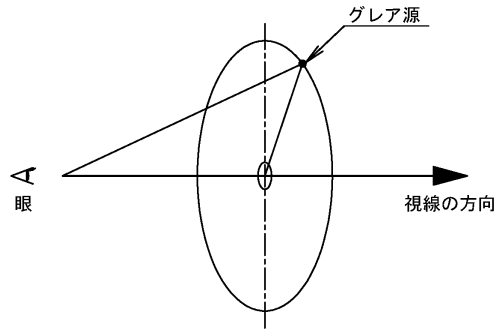


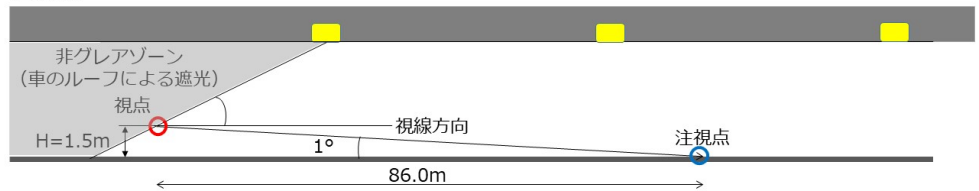
図1.14 等価光幕輝度の概念図

(参考文献 (社)日本道路協会:道路照明施設設置基準・同解説 (2007))

等価光幕輝度の計算範囲は、千鳥配列の場合2S(2スパン)とし、それ以外の配列の場合は灯具間隔S(1スパン)とします。計算点は図1.15のように視点の位置を基点として、灯具間隔Sの1/10間隔で10点の計算点をとります。ただし、計算点の間隔が5mを超える場合は計算点を増やして5m以内にします。

全ての計算点のうち、等価光幕輝度が最大となる位置のTI値を式-6、式-7にて求めます。

【立面図】



【平面図】

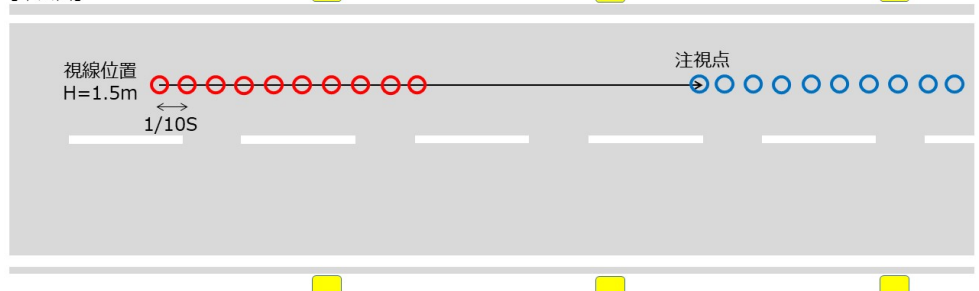


図1.15 相対閾値増加TI値の計算点

3.1.3

計算例(連続照明)

1. 設計条件

表1.6、表1.7に示す設計条件で計算します。計算に使用する車道の断面図を図1.16に示します。

表1.6 設計条件

交通方式	一方交通
車道幅員	7.0(m)
灯具高さ	10.0(m)
オーバーハング	-0.7(m)
保守率	0.70
配列	片側配列
灯具間隔	40(m)
路面舗装	アスファルト
定格光束	11600(lm)

表1.7 性能指標値

平均路面輝度	1.0(cd/m ²)
総合均斉度	0.4以上
車線軸均斉度	0.5以上
視機能低下グレア	15(%)以下

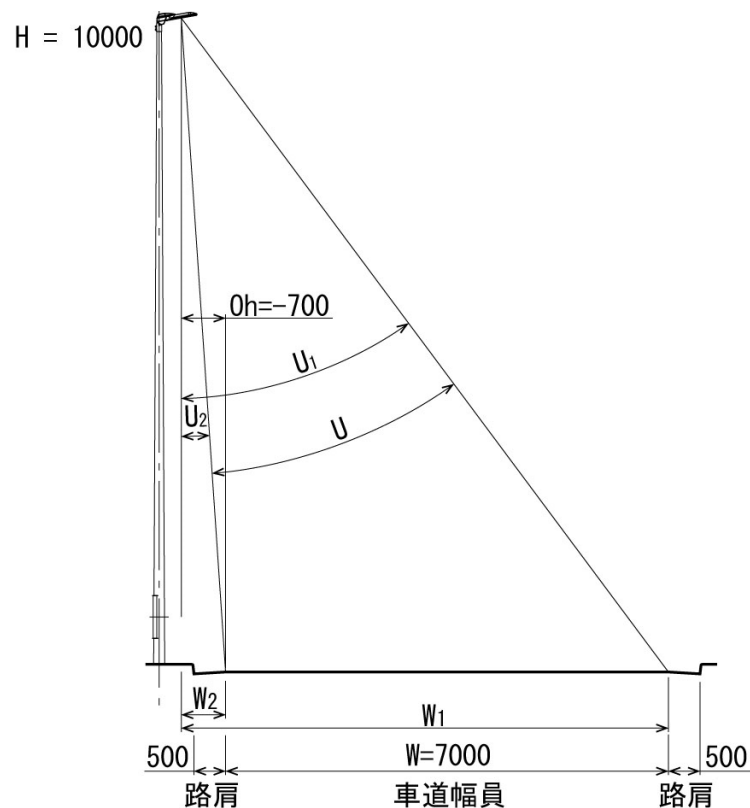


図1.16 車道の断面図

2. 車道照明率の算出

設計に使用する照明灯具の直射照明率曲線は、図1.17とします。図1.16、図1.17より車道照明率を求めます。

- ・下式より、灯具側路肩と車道を含んだ照明率(U_1)を求めます。

$$U_1 = \frac{W_1}{H} = \frac{(W + |Oh|)}{H}$$

$$\frac{(7 + 0.7)}{10} = 0.77$$

→ 照明率曲線図(図1.17)より $U_1 = 0.582$

- ・下式より、路肩照明率(U_2)を求めます。

$$U_2 = \frac{W_2}{H} = \frac{|Oh|}{H}$$

$$\frac{0.7}{10} = 0.07$$

→ 照明率曲線図(図1.17)より $U_2 = 0.043$

- ・車道照明率 U は次の通り求めます。

$$U = U_1 - U_2 = 0.582 - 0.043 = 0.539$$

3. 路面輝度の算出

下式より平均路面輝度を計算します。

$$Lr_4 = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{S \cdot W \cdot K} \qquad Lr_4 = \frac{11600 \cdot 0.539 \cdot 0.7 \cdot 1}{40 \cdot 7.0 \cdot 15} = 1.04$$

ここに

Lr_4 : 平均路面輝度(計算値)(cd/m^2)

F: 灯具光束(lm)

U: 車道照明率

M: 保守率

N: 配列係数 (千鳥配列、片側配列 N=1 向き合せ配列 N=2)

S: 器具間隔(m)

W: 車道幅員(m)

K: 平均照度換算係数($lx/cd/m^2$)

(路面舗装がアスファルトの場合: 15 コンクリートの場合: 10)

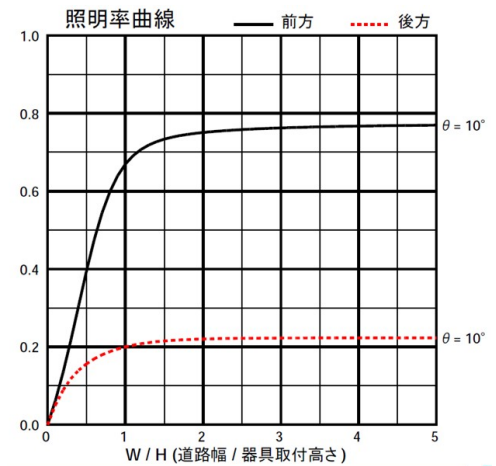


図1.17 照明率曲線の例

4. 輝度均斉度の計算

逐点法および式-4、式-5によって総合均斉度および車線軸均斉度を計算します。

4.1 総合均斉度の計算

表1.8 逐点法による輝度計算の結果(視線位置:走行車線)

単位(cd/m²)

m	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
6.65	0.78	0.79	0.79	0.82	1.09	1.39	1.42	1.39	1.31	1.04
5.95	0.9	0.87	0.83	0.83	1.04	1.29	1.39	1.41	1.39	1.15
5.25	1.05	0.94	0.84	0.78	0.93	1.15	1.27	1.38	1.43	1.24
4.55	1.1	0.98	0.86	0.74	0.83	1	1.15	1.28	1.43	1.29
3.85	1.1	1.01	0.85	0.69	0.72	0.88	1.02	1.17	1.37	1.29
3.15	1.07	1	0.82	0.64	0.65	0.76	0.92	1.05	1.27	1.26
2.45	0.99	0.94	0.76	0.6	0.58	0.69	0.81	0.93	1.13	1.16
1.75	0.86	0.83	0.69	0.54	0.52	0.62	0.72	0.82	0.98	1.01
1.05	0.68	0.69	0.61	0.49	0.47	0.56	0.63	0.71	0.84	0.83
0.35	0.51	0.55	0.52	0.44	0.42	0.51	0.56	0.62	0.7	0.65

$$U_o = \frac{L \min}{L r_2} = \frac{0.42}{0.91} = 0.461$$

4.2 車線軸均斉度の計算

表1.9 逐点法による輝度計算の結果(視線位置:走行車線)

単位(cd/m²)

m	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
5.25	1.05	0.94	0.84	0.78	0.93	1.15	1.27	1.38	1.43	1.24

$$U_l = \frac{L \min(l)}{L \max(l)} = \frac{0.78}{1.43} = 0.545$$

表1.10 逐点法による輝度計算の結果(視線位置:追越車線)

単位(cd/m²)

m	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
1.75	0.87	0.84	0.71	0.58	0.58	0.68	0.79	0.87	1.01	1.03

$$U_l = \frac{L \min(l)}{L \max(l)} = \frac{0.58}{1.03} = 0.563$$

5. 相対閾値増加TI値の計算
 逐点法および式-6により等価光幕輝度を算出します。

表1.11 逐点法による等価光幕輝度の計算結果(視線位置:走行車線) 単位(cd/m²)

m	-23.4	-19.4	-15.4	-11.4	-7.4	-3.4	0.6	4.6	8.6	12.6
5.25	0.102	0.003	0.004	0.005	0.007	0.010	0.014	0.020	0.034	0.056

$$TI = 65 \cdot \frac{Lv}{Lr_3^{0.8}} = 65 \cdot \frac{0.102}{1.48^{0.8}} = 4.8$$

表1.12 逐点法による等価光幕輝度の計算結果(視線位置:追越車線) 単位(cd/m²)

m	-23.4	-19.4	-15.4	-11.4	-7.4	-3.4	0.6	4.6	8.6	12.6
1.75	0.079	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.014	0.021	0.032	0.050

$$TI = 65 \cdot \frac{Lv}{Lr_3^{0.8}} = 65 \cdot \frac{0.079}{1.48^{0.8}} = 3.7$$

3.2 トンネル照明

3.2.1

トンネル照明とは

1. トンネル照明の目的

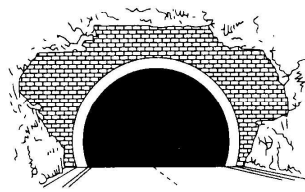
トンネル照明の目的は、主に昼間時の明るい屋外から暗いトンネル内に入る時に、安全かつ快適に走行できるようにすることです。したがって、照明設備は屋外の明るさ(野外輝度)に応じたトンネル内部の明るさを得る必要があります。トンネル付近の地形、方位、接続道路の線形、車の走行速度等を把握することが重要になります。また、トンネルは密閉された空間であり、天井、壁の輝度が走行する運転者の視覚情報の確保に大きな影響を与えるため、運転者が安全かつ快適に走行するためには路面だけでなく天井、壁をも含めた明るさのバランスを適切にし、良好な視環境をつくる必要があります。

2. トンネル付近の視環境

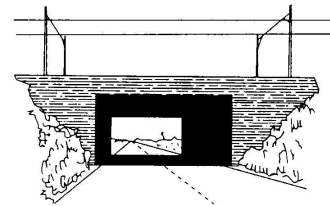
昼間のトンネル付近における視覚条件は、一般部の道路と著しく異なっている点があり、特別な対策が必要になります。トンネル付近で起こる主要な視覚的問題点の概要を、一般部の道路からトンネルに接近し、トンネルを通過したのち再び一般部の道路に出るまでの時間的経過に従って示します。

2.1 ブラックホール現象とブラックフレーム現象

昼間、野外の道路を走行してきた車両が、照明の不完全なトンネルの入口に接近した時、運転者にはトンネルが図2.1のような黒い穴、または黒い枠に見え内部の詳細を識別できなくなることがあります。これがブラックホール現象、またはブラックフレーム現象と呼ばれる現象です。人間の目はその時に順応している輝度(順応輝度)より、はるかに低い(0.5%以下)輝度の対象物に対しては一律に暗黒に見え、区別することができなくなります。



(a)ブラックホール現象(長いトンネル)



(b)ブラックフレーム現象(短いトンネル)

図2.1 ブラックホール現象とブラックフレーム現象

2.2 順応の遅れ現象

昼間、車両が照明の不完全なトンネルに進出した直後、しばらくの間、運転者にはトンネル内が非常に暗く見え、その詳細を識別できなくなることがあります。これが、順応の遅れ現象と呼ばれるものです。明るい視野に順応している人間の目が、急に暗い視野を見た時、暗い視野に順応するために若干の時間的経緯を必要とするため、自動車の進行に伴う経過時間と順応変化の関係に対応できるだけの照明がトンネル内に設置されていない時に発生します。

2.3 フリッカ現象

昼間、車両がトンネル内を走行している時、車両の室内や先行する車両の背面が、明るくなったり暗くなったりすることを繰り返し、一種のちらつきを生じて不快感を与えることがあります。これがトンネル照明におけるフリッカ現象です。フリッカ現象は、照明器具が一定の間隔に取付けられており、かつ、その取付高さが低い場合(4.5m前後)に起こります。この時、照明器具の直下付近では明るく、照明器具と器具の間で暗くなります。

ただし、それだけで必ずしも不快感を生ずるとは言えず、照明器具の取付間隔と車両の走行速度の関係によって決まる、ちらつきの周波数の他、明暗の輝度比、明暗の時間比などの組み合わせが影響しますので、これらを適切な範囲に維持すれば、ちらつきによる不快感を防ぐことができます。

2.4 透過率の低下

トンネルの交通状況に対してトンネル内の換気が不十分であると、自動車の排気ガスがトンネル内に充満し、空気中の光の透過率が低下して視認性が低下することがあります。通常、このような透過率の低下は、衛生的見地からでもできるだけ避けなければなりません。実際のトンネルでは、たとえ衛生的に許容し得る状態であっても、障害物の視認が困難となる場合がしばしばあるので、透過率を一定以上に維持できるように、換気設備を設けるなどの対策が必要です。空気の透過率が低下した場合の視認性は、路面輝度の他、照明に使用する光源の光色によっても強く影響されます。

2.5 ホワイトホール現象

昼間、車両がトンネルの出口に接近した時、照明の不完全なトンネルだと暗いトンネル内に目が順応した運転手には、出口が眩しく白い穴に見え坑外の詳細を識別できなくなることがあります。これがホワイトホール現象です。



図2.2 ホワイトホール現象

3. トンネル照明の構成

トンネル照明は、上記で述べた視覚的問題点を軽減するために図2.3に示す4つの照明から構成されています。

- ・基本照明
- ・入口部照明
- ・出口部照明
- ・接続道路の照明

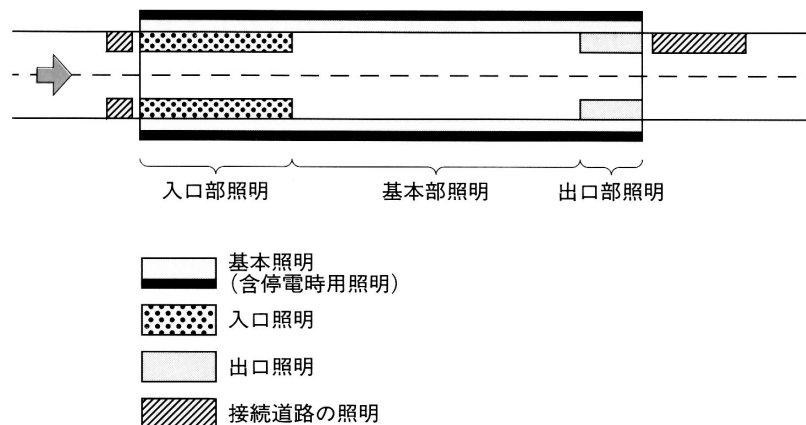


図2.3 トンネル照明の構成例(一方通行の例)

(参考文献 (社)日本道路協会 : 道路照明施設設置基準・同解説(2007))

3.1 基本照明

基本照明は、トンネルを走行する運転者が前方の障害物を安全な距離から視認するために必要な明るさを確保するための照明であり、原則としてトンネル全長にわたり灯具を一定間隔に配置します。基本照明のみの区間の照明を基本部照明といいます。

3.2 停電時照明

運転者がトンネル内を走行中に突然停電にあうと、走行上極めて危険な状態に遭遇します。このような危険を防止するために設ける照明を停電時照明といい、基本照明の一部を兼用することが一般的です。停電時の電源を供給する方法として、予備発電設備、または無停電電源装置(蓄電池とインバータ)があります。

3.3 入口部照明

入口部照明は、ブラックホール(フレーム)現象および順応の遅れ現象を緩和するための照明であるため、入口部には基本部より高いレベルの照明施設が必要となります。入口照明とは、トンネル入口部において基本照明に付加される照明であり、入口部照明とは基本照明と入口照明を加えたものをいいます。

3.4 出口部照明

出口部照明は、ホワイトホール現象を緩和するための照明であり、基本照明と出口照明を加えたものをいいます。

3.5 接続道路の照明

夜間、入口部においてトンネル入口付近の幅員の変化を把握させるため、あるいは出口部においてトンネル内から出口に続く道路の状況を把握させるために設置する照明をいいます。

3.6 特殊構造部の照明

トンネル内の分合流部、非常駐車帯、歩道部および避難通路に設置する照明のことです。

3.6.1 分合流部の照明

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

3.6.2 非常駐車帯の照明

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

3.6.3 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設置する照明のことです。

3.6.4 避難通路の照明

非常時の避難や安全などを確保するために設置する照明のことです。

3.2.2

トンネル照明設計

1. トンネル照明設計の手順

トンネル照明設計は、図2.4に示す手順で行います。

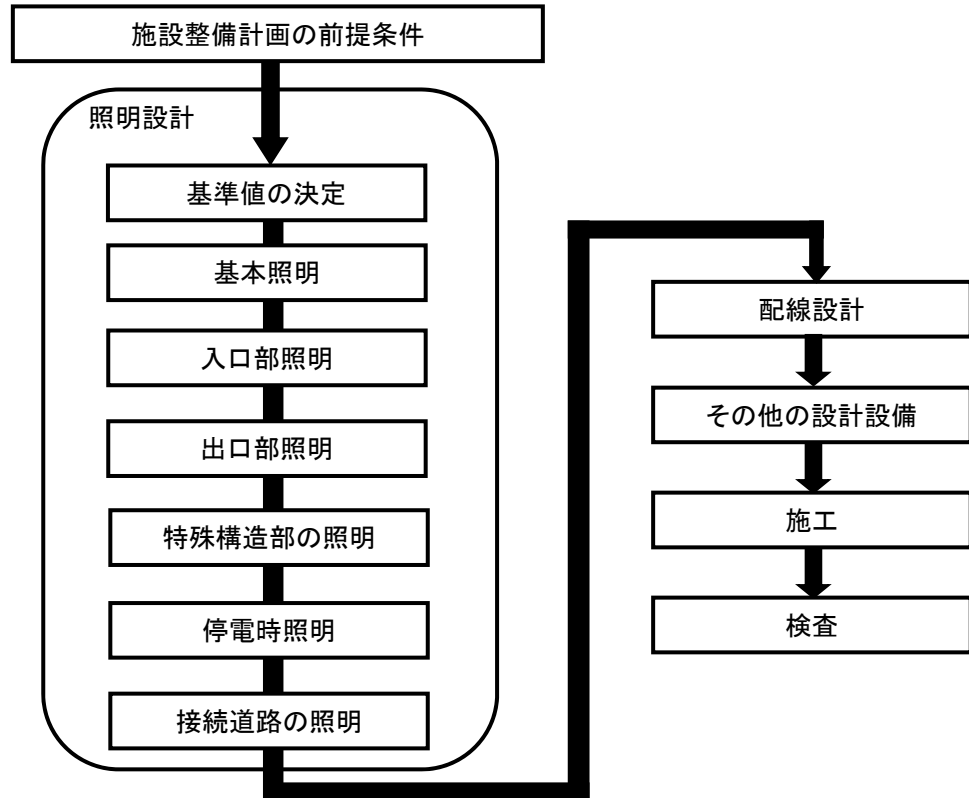


図2.4 トンネル照明の設計手順

2. 基準値の決定

トンネル照明の設計を行うにあたり、まず、トンネル照明を構成する各照明要素ごとの所要輝度や区間長などの基準値を設定する必要があります。基準値は道路照明と同様に「道路照明 施設設置基準・同解説」に記載されています。

- ・基本照明
- ・入口部照明
- ・出口部照明
- ・特殊構造部の照明(歩道部、非常駐車帯部、他)
- ・停電時照明
- ・接続道路の照明

2.1 基本照明

基準値は、表2.1のように定められています。

表2.1 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

(参考文献 (社)日本道路協会 :道路照明施設設置基準・同解説(2007))

なお基本照明には、上記の平均路面輝度の他に輝度均斉度(総合均斉度:0.4以上、車線軸均斉度(推奨値):0.6以上)、視機能低下グレア(15%以下)、誘導性といった性能指標が存在します。また、「フリッカ現象(ちらつき)」や「路面と壁面の輝度比」にも配慮を要する必要があります。

2.2 入口部照明

入口部照明は図2.5に示すように構成されており、各区間の輝度と長さは表2.2のように定められています。

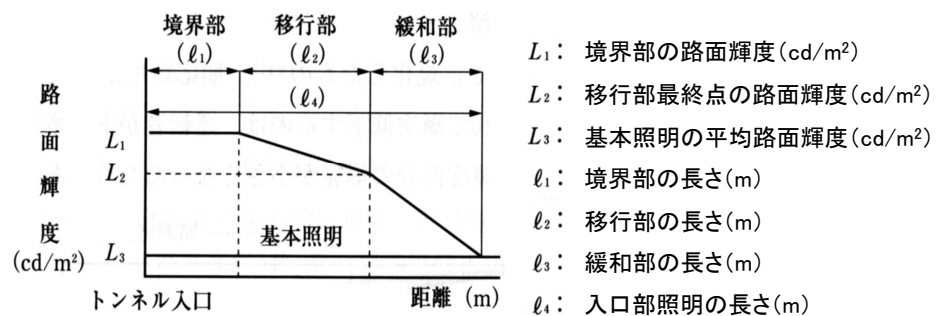


図2.5 入口照明の構成

(参考文献 (社)日本道路協会 :道路照明施設設置基準・同解説(2007))

表2.2 入口照明各区間の輝度と長さ(野外輝度*3300cd/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	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

※野外輝度とは、トンネル入口手前150(m)の地点、路上1.5(m)からトンネル坑口を見た時の、トンネル坑口を中心とした20度視野の平均輝度のことをいいます。

(参考文献 (社)日本道路協会 :道路照明施設設置基準・同解説(2007))

また、基本照明と同様に「路面と壁面の輝度比」にも配慮を要する必要があります。

2.3 出口部照明

出口部照明は以下に示す条件が重なる時に設置します。

- ・設計速度が $80(\text{km/h})$ 以上
- ・出口付近の野外輝度が $5,000(\text{cd}/\text{m}^2)$ 以上
- ・延長が $400(\text{m})$ 以上

なお、トンネル出口部照明の基準値は昼間時の鉛直面照度で設定することになっており、その値は出口部の野外輝度の数値の12(%)、照明区間は $80(\text{m})$ とします。

2.4 特殊構造部の照明

トンネルの特殊構造部は、以下の各々について推奨値が示されています。

- ・分合流部……………基本照明の1.5倍～2倍。
- ・非常駐車帯……………夜間減灯時においても基本照明と併せて路面照度 $50(\text{lx})$ 以上。ただし、本線照度が $50(\text{lx})$ 以上の場合には、本線照度と同等の明るさを保つ必要があります。
- ・歩道部……………夜間減灯時においても基本照明と併せて路面照度 $5(\text{lx})$ 以上。
- ・避難通路……………避難連絡坑は水平面照度を $20(\text{lx})$ 以上、避難坑および避難口には水平面照度 $10(\text{lx})$ 以上。

2.5 停電時照明

次に示す明るさを満たす必要があります。

- ・予備発電装置により照明する場合の照明レベルは、基本照明の概ね $1/4$ 以上
- ・無停電電源装置により照明する場合の照明レベルは、基本照明の概ね $1/8$ 以上

2.6 接続道路の照明

明確な基準はありませんが、入口付近に1～2基程度設置されている事例が多く見られます。なお、トンネル出口付近の道路線形が急激に変化している時には、灯具の配置に十分な注意を払い、器具の光学的誘導効果によって道路の線形が予知できるようにする必要があります。

3.2.3

基本照明設計

1. 光源および灯具の選定

1.1 光源の選定

光源はLEDを標準として、以下の要件を考慮して選定します。

- ・効率が高く寿命が長いこと
- ・周囲温度の変動に対して安定していること
- ・光色と演色性が適切であること

1.2 トンネル照明の器具

トンネル照明器具は、トンネルの側壁上部(隅角部)または天井部の建築限界外に取り付けます。このため、トンネル構造に適した取付方法ができる器具を選択する必要があります。また、トンネル清掃作業の際に水の直接噴射を受ける場合は、器具の構造を防噴流形とし、それ以外の場合は防雨形とします。更に、灯具の配光は、路面、壁面、天井面に対して光束が適切に配分されるような器具を取付位置に応じて選択する必要があります。

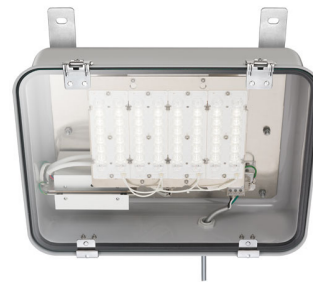
現在は、直付形で防噴流構造のものが使用され、耐食性に優れ、軽量・コンパクトなアルミ筐体照明器具が主流となっています。

1.3 トンネル照明器具の例

トンネル照明器具の例を以下に示します。



LED アルミ筐体照明器具



LED SUSプレス筐体照明器具

2. 灯具の照明方式

トンネルの照明方式は、以下に示す3種類から選定します。

- ・対称照明方式
- ・カウンタービーム照明方式
- ・プロビーム照明方式

2.1 対称照明方式

対称照明方式とは、隅角部に照明器具を取り付け、道路横軸に対して対称配光の照明器具を使用する照明方式のことをいい、基本照明および入口照明に用いられます。

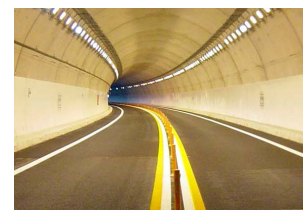
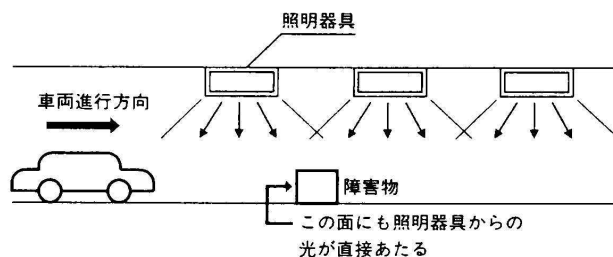


図2.6 対称照明方式

2.2 カウンタービーム照明方式

カウンタービーム照明方式とは、隅角部に照明器具を取り付け、走行する車両の進行方向と逆方向に照明する照明方式です。この方式は、交通量の少ないトンネルの入口照明に適しており、運転者側への高い路面輝度と障害物正面が暗くなることから、路面と障害物に高い輝度対比を得やすい特徴があります。

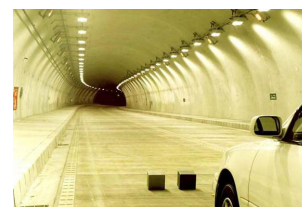
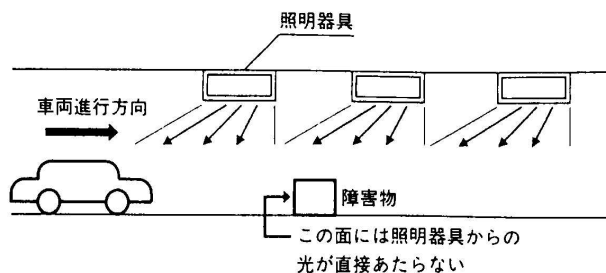


図2.7 カウンタービーム照明方式

2.3 プロビーム照明方式

プロビーム照明方式とは、隅角部に照明器具を取付け、走行する自動車の進行方向に照明する照明方式です。トンネル坑口付近に存在する先行車の背面を照明することにより、先行車に対する視認性を改善した照明方式で、交通量の多いトンネルの入口照明で補足的に用いられます。

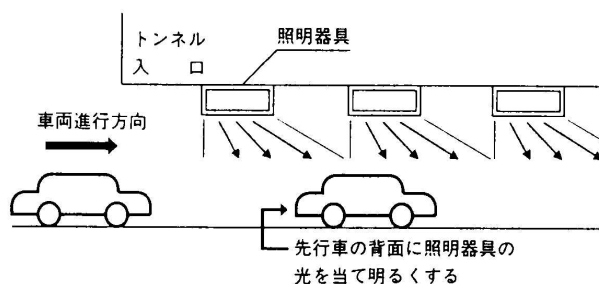


図2.8 プロビーム照明方式

3. トンネル照明の配列方式

トンネル照明の配列方式は、図2.9に示す4種類の配列があり、照明器具の配光、路面の輝度分布、視線誘導効果、保守および経済性などを考慮して選定します。

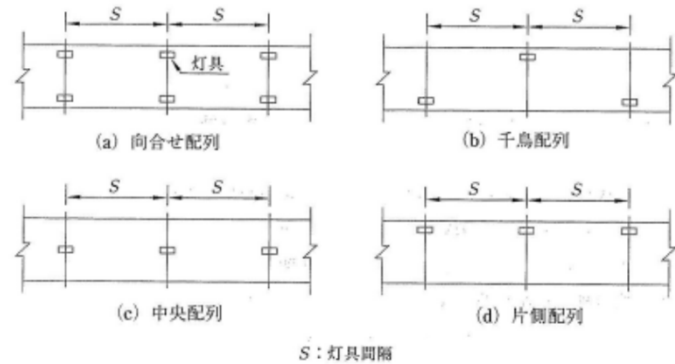


図2.9 配列方式

(参考文献 (社)日本道路協会 :道路照明施設設置基準・同解説(2007))

4. 灯具の取付高さ

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

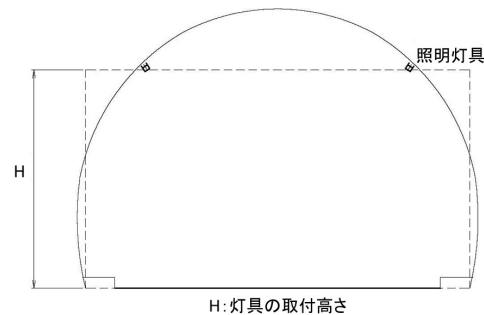


図2.10 灯具の取付高さ

5. 保守率の決定

光源の光束の低下、灯具の汚れおよび壁面反射率の低下などによって路面輝度・照度が設置当初の値より減少します。この減少の程度を設計時点で見込む係数が保守率です。

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

表2.3は設計に用いる保守率の推奨値を示したものです。保守率の設定に際しては、交通量、車種構成、道路周辺状況及び維持管理を勘案のうえ適切な値を採用する必要があります。

表2.3 保守率の推奨値

区分	保守率
トンネル照明	0.50~0.75

(参考文献 (社)日本道路協会 :道路照明施設設置基準・同解説(2007))

6. 照明率の算出

6.1 車道幅員の照明率

図2.11に示すトンネル断面の車道幅員の照明率(相互反射加味)は、式-1、式-2にて求めます。

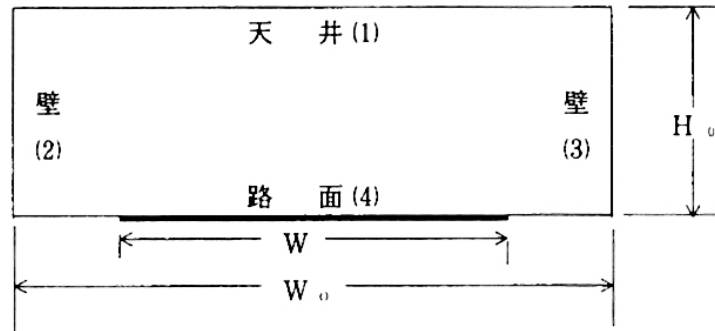


図2.11 トンネル断面例

(参考文献 (一社)建設電気技術協会 : 電気通信施設設計要領・同解説(電気編)(2017))

全路面幅員(W_o)の照明率: U_4

$$U_4 = A_{41} \times U_{10} + A_{42} \times U_{20} + A_{43} \times U_{30} + A_{44} \times U_{40} \quad \dots\dots (式-1)$$

車道幅員(W)の照明率: $U_{4'}$

$$U_{4'} = U_{40'} + \frac{W}{W_o} \times (U_4 - U_{40}) \quad \dots\dots (式-2)$$

ここで

- $U_{4'}$: 車道幅員の照明率
- U_4 : 全路面幅員の照明率
- U_{10} : 天井面に対する直射照明率
- U_{20} : 灯具に近い壁面に対する直射照明率
- U_{30} : 灯具に遠い壁面に対する直射照明率
- U_{40} : 全路面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
- $A_{41} \sim A_{44}$: 照明率を求めるための係数(伝達係数)
- W : 車道幅員(m)
- W_o : 全路面幅員(m)

6.2 壁面の照明率

同様に、図2.11に示すトンネル断面の路面上1.0(m)の壁面(Hm)に対する照明率は、式-3～式-7にて求めます。

全壁面Hの照明率(灯具に近い壁面の場合): U_2

$$U_2 = A_{21} \times U_{10} + A_{22} \times U_{20} + A_{23} \times U_{30} + A_{24} \times U_{40} \quad (\text{式-3})$$

全壁面Hの照明率(灯具に遠い壁面の場合): U_3

$$U_3 = A_{31} \times U_{10} + A_{32} \times U_{20} + A_{33} \times U_{30} + A_{34} \times U_{40} \quad (\text{式-4})$$

計算範囲Hmの照明率(灯具に近い壁面の場合): $U_{2'}$

$$U_{2'} = U_{20'} + \frac{Hm}{H} \times (U_2 - U_{20'}) \quad (\text{式-5})$$

計算範囲Hmの照明率(灯具に遠い壁面の場合): $U_{3'}$

$$U_{3'} = U_{30'} + \frac{Hm}{H} \times (U_3 - U_{30'}) \quad (\text{式-6})$$

壁面の照明率: U

$$U = \frac{U_{2'} + U_{3'}}{2} \quad (\text{式-7})$$

なお、トンネル断面が非対称または、左右の照明器具の取付角度が異なる場合には、左右それぞれの灯具からの $U_{2'}$ 、 $U_{3'}$ を算出する必要があります。

ここで

U_2	: 全壁面(灯具に近い壁面)の照明率
U_3	: 全壁面(灯具に遠い壁面)の照明率
$U_{20'}$: 計算範囲Hm(灯具に近い壁面)に対する直射照明率
$U_{30'}$: 計算範囲Hm(灯具に遠い壁面)に対する直射照明率
$A_{21} \sim A_{34}$: 照明率を求めるための係数(伝達係数)
H	: 全壁面高さ(m)
Hm	: 計算対象とする壁面高さ(m)

6.3 壁面輝度比の算出

路面と壁面の輝度比(Lw/Lr)は、式-8にて求めます。

$$\frac{Lw}{Lr} = K \cdot \frac{\rho_w}{\pi} \cdot \frac{W}{Hm} \cdot \frac{U}{U_{4'}} \quad (\text{式-8})$$

Lw/Lr	: 壁面輝度比
K	: 平均照度換算係数($\text{lx}/\text{cd}/\text{m}^2$)
ρ_w	: 壁面の反射率
π	: 円周率
W	: 車道幅員(m)
Hm	: 計算対象とする壁面高さ(m)
U	: 壁面照明率
$U_{4'}$: 車道の照明率

6.4 照明率を求めるための係数($A_{41} \sim A_{44}$ 、 $A_{21} \sim A_{34}$)の求め方

照明率を求めるための係数($A_{41} \sim A_{44}$ 、 $A_{21} \sim A_{34}$)は、道路照明施設設置基準・同解説に記載されている表より求めることができます。表2.4にその1例を示します。なお、路面全幅員(W_0)/器具取付高さ(H_0)、天井反射率および壁面反射率の値が表にない場合には、比例補完して求めます。

表2.4 反射係数一覧表の例

W_0/H_0	天井 反射率	壁面 反射率	路面 反射率	A_{41}	$\frac{A_{42}}{A_{43}}$	A_{44}	$A_{21} \cdot A_{31}$	$A_{23} \cdot A_{32}$	$A_{22} \cdot A_{33}$	$A_{24} \cdot A_{34}$
1.0	0.10	0.25	0.25	0.047	0.086	1.017	0.036	0.114	1.020	0.086
		0.40		0.051	0.151	1.027	0.040	0.189	1.470	0.094
		0.60		0.058	0.257	1.043	0.045	0.300	1.101	0.107
	0.25	0.25	0.119	0.093	1.026	0.093	0.119	1.026	0.093	
		0.40	0.131	0.164	1.037	0.102	0.199	1.057	0.102	
		0.60	0.150	0.282	1.056	0.117	0.319	1.120	0.117	
0.40	0.25	0.195	0.100	1.034	0.152	0.125	1.031	0.100		
	0.40	0.215	0.177	1.048	0.167	0.209	1.067	0.110		
	0.60	0.249	0.308	1.071	0.194	0.340	1.141	0.128		
1.2	0.10	0.25	0.25	0.052	0.093	1.018	0.033	0.101	1.018	0.078
		0.40		0.056	0.161	1.028	0.035	0.165	1.039	0.084
		0.60		0.063	0.270	1.043	0.040	0.260	1.082	0.093
	0.25	0.25	0.134	0.102	1.029	0.085	0.106	1.023	0.085	
		0.40	0.145	0.176	1.040	0.092	0.175	1.048	0.092	
		0.60	0.163	0.298	1.058	0.103	0.278	1.100	0.103	
0.40	0.25	0.128	0.110	1.040	0.138	0.111	1.028	0.091		
	0.40	0.238	0.192	1.053	0.151	0.185	1.058	0.100		
	0.60	0.271	0.329	1.075	0.172	0.298	1.119	0.114		
1.4	0.10	0.25	0.25	0.057	0.099	1.019	0.030	0.090	1.015	0.071
		0.40		0.061	0.169	1.028	0.032	0.147	1.033	0.075
		0.60		0.067	0.280	1.042	0.035	0.229	1.068	0.083
	0.25	0.25	0.145	0.108	1.031	0.077	0.094	1.020	0.077	
		0.40	0.156	0.187	1.042	0.083	0.156	1.042	0.083	
		0.60	0.174	0.311	1.060	0.092	0.246	1.085	0.092	
0.40	0.25	0.238	0.118	1.045	0.126	0.100	1.025	0.084		
	0.40	0.257	0.205	1.058	0.137	0.165	1.052	0.091		
	0.60	0.289	0.345	1.079	0.153	0.264	1.103	0.102		
1.6	0.10	0.25	0.25	0.061	0.104	1.020	0.028	0.081	1.014	0.065
		0.40		0.065	0.176	1.029	0.030	0.132	1.029	0.069
		0.60		0.071	0.287	1.042	0.032	0.205	1.058	0.075
	0.25	0.25	0.156	0.114	1.034	0.071	0.086	1.019	0.071	
		0.40	0.167	0.195	1.045	0.076	0.141	1.038	0.076	
		0.60	0.183	0.321	1.061	0.084	0.221	1.074	0.084	
0.40	0.25	0.255	0.125	1.049	0.117	0.091	1.024	0.078		
	0.40	0.274	0.218	1.062	0.125	0.150	1.047	0.084		
	0.60	0.304	0.358	1.082	0.139	0.237	1.091	0.093		
1.8	0.10	0.25	0.25	0.064	0.107	1.021	0.026	0.074	1.013	0.060
		0.40		0.068	0.181	1.079	0.027	0.120	1.026	0.063
		0.60		0.073	0.293	1.041	0.029	0.185	1.050	0.068
	0.25	0.25	0.165	0.119	1.036	0.066	0.078	1.017	0.066	
		0.40	0.175	0.202	1.046	0.070	0.128	1.034	0.070	
		0.60	0.190	0.329	1.062	0.076	0.199	1.065	0.076	
0.40	0.25	0.269	0.131	1.053	0.108	0.083	1.022	0.073		
	0.40	0.288	0.224	1.065	0.115	0.137	1.043	0.078		
	0.60	0.316	0.369	1.084	0.127	0.215	1.081	0.085		
2.0	0.10	0.25	0.25	0.067	0.110	1.021	0.024	0.067	1.012	0.055
		0.40		0.071	0.185	1.079	0.025	0.109	1.023	0.058
		0.60		0.076	0.298	1.040	0.027	0.168	1.044	0.062
	0.25	0.25	0.172	0.123	1.038	0.061	0.072	1.016	0.061	
		0.40	0.182	0.207	1.048	0.065	0.117	1.031	0.065	
		0.60	0.196	0.336	1.062	0.070	0.182	1.058	0.070	
0.40	0.25	0.282	0.136	1.057	0.101	0.076	1.021	0.068		
	0.40	0.299	0.231	1.068	0.107	0.125	1.039	0.072		
	0.60	0.326	0.377	1.086	0.116	0.197	1.073	0.079		

(参考文献 (社)日本道路協会 : 道路照明施設設置基準・同解説(2007))

6.5 直射照明率(U_{10} ~ U_{40} 、 U_{20} 、 U_{30} 、 U_{40})の求め方

照明率の算出に必要な直射照明率(U_{10} ~ U_{40} 、 U_{20} 、 U_{30} 、 U_{40})は、器具の取付角度と使用器具の直射照明率曲線の値を基に算出します。トンネル断面と取付角度が図2.12、使用器具の直射照明率曲線が図2.13のような場合、以下のように求めます。

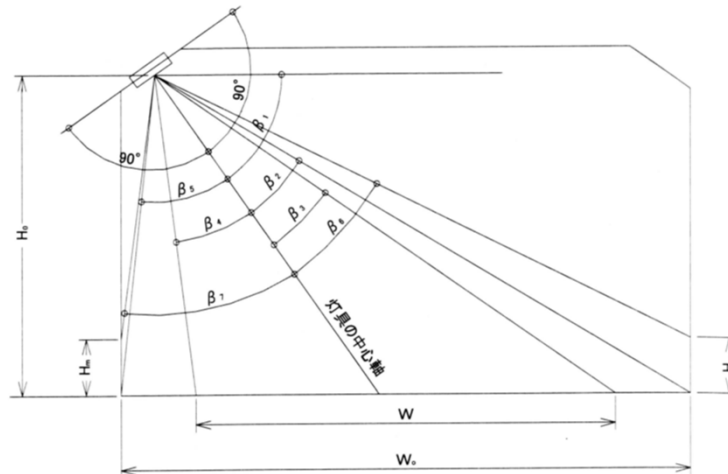


図2.12 トンネル断面例

(参考文献 (一社)建設電気技術協会：電気通信施設設計要領・同解説(電気編)(2017))

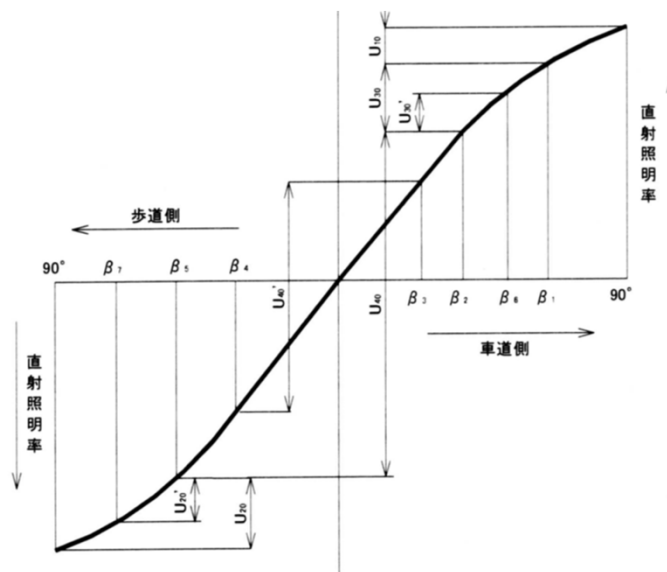


図2.13 直射照明率曲線

(参考文献 (一社)建設電気技術協会：電気通信施設設計要領・同解説(電気編)(2017))

天井面	$U_{10} = U(90.0^\circ) - U(\beta_1)$
壁面(器具側)	$U_{20} = U(-90.0^\circ) - U(-\beta_5)$
壁面(器具と反対側)	$U_{30} = U(\beta_1) - U(\beta_2)$
全路面	$U_{40} = U(\beta_2) + U(-\beta_5)$
車道幅員	$U_{40'} = U(\beta_3) + U(-\beta_4)$
壁面(器具側計算範囲)	$U_{20'} = U(-\beta_7) - U(-\beta_5)$
壁面(器具と反対側計算範囲)	$U_{30'} = U(\beta_6) - U(\beta_2)$

7. 灯具間隔(路面輝度)の計算

照明灯具(路面輝度)の間隔を得るための計算は、(式-9)で行います。

$$S = \frac{F \cdot U \cdot M \cdot N}{Lr_1 \cdot W \cdot K} \quad \dots\dots(式-9)$$

- ここに
- Lr_1 : 平均路面輝度(基準値)(cd/m²)
 - F: 灯具光束(lm)
 - U: 車道幅員の照明率
 - M: 保守率
 - N: 配列係数 (千鳥配列、片側配列 中央配列N=1 向き合せ配列 N=2)
 - S: 器具間隔(m)
 - W: 車道幅員(m)
 - K: 平均照度換算係数(lx/cd/m²)
(対称照明方式かつ路面舗装がアスファルトの場合:18 コンクリートの場合:13)

8. 輝度均斉度の計算

8.1 総合均斉度

総合均斉度 U_0 は式-10にて求めます。

$$U_0 = \frac{L_{min}}{Lr_2} \quad \dots\dots(式-10)$$

- ここに
- L_{min} : 最小部分輝度(cd/m²)
 - Lr_2 : 平均路面輝度(cd/m²)(逐点法による)

総合均斉度算出に必要な路面輝度の計算は、CIE Pub.30.2-1982に基づき図2.14の計算点(全100箇所)に対して行います。灯具の配列が千鳥配列の場合は2スパンで計算を行うため計算点は200点となります。視点位置は車線中央の高さ1.5mとし計算範囲手前から60mとします。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点の計算点を設けます。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の1/10間隔で10点の計算点をとります。ただし、計算点の間隔が5mを超える場合は計算点を増やして5m以内にします。また交通方式が一方交通の場合は、視点位置が走行車線からの計算のみとなります。

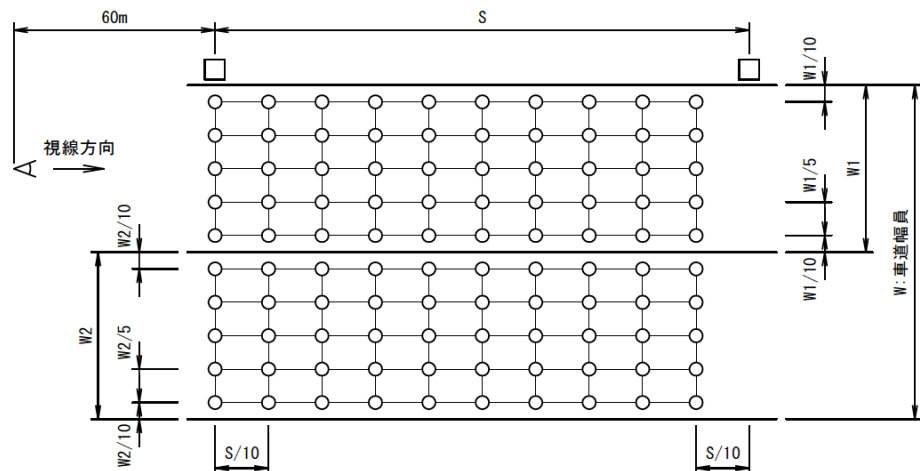


図2.14 輝度計算の計算点の例

8.2 車線軸均斉度

車線軸均斉度UIは式-11にて求めます。

$$UI = \frac{L \min(l)}{L \max(l)} \quad \dots\dots(式-11)$$

ここに Lmin(l): 車線中心線上の最小部分輝度 (cd/m²)
 Lmax(l): 車線中心線上の最大部分輝度 (cd/m²)

車線軸均斉度算出に必要な路面輝度の計算は、CIE Pub.30.2-1982に基づき図2.15の計算点(全10箇所)に対して行います。灯具の配列が千鳥配列の場合は2スパンで計算を行うため計算点は20点となります。視点位置は車線中央の高さ1.5mとし計算範囲手前から60mとします。道路横断方向に対しては車線中央1点の計算点を設けます。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の1/10間隔で10点の計算点をとります。ただし、計算点の間隔が5mを超える場合は計算点を増やして5m以内にします。また交通方式にかかわらず全ての車線から計算を行います。

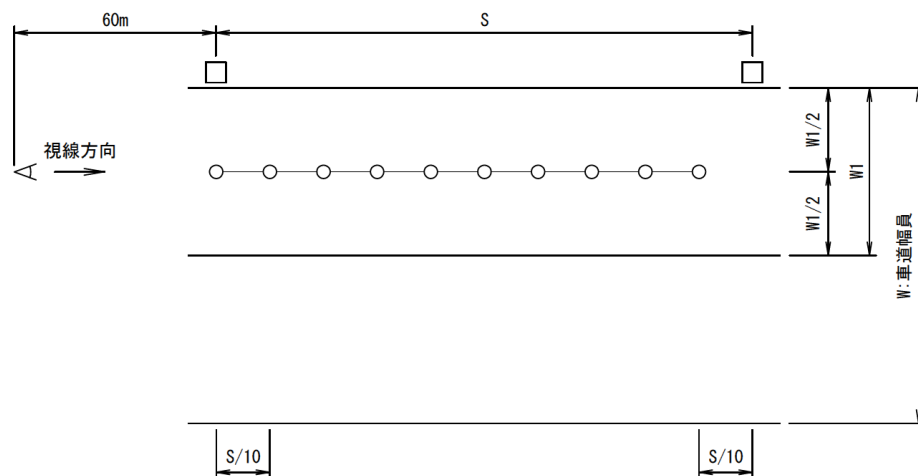


図2.15 輝度計算の計算点の例

9. 相対閾値増加TIの計算

相対閾値増加TIは式-12、式-13にて求めます。

$$L_r \leq 5 \text{ (cd/m}^2\text{) の場合} \quad TI = 65 \cdot \frac{L_v}{L_{r_3}^{0.8}} \text{ (\%)} \quad \dots\dots\text{(式-12)}$$

$$L_r > 5 \text{ (cd/m}^2\text{) の場合} \quad TI = 95 \cdot \frac{L_v}{L_{r_3}^{1.05}} \text{ (\%)} \quad \dots\dots\text{(式-13)}$$

ここに L_{r_3} : 平均路面輝度 (cd/m²) の計算値 (初期点灯時)

L_v : 運転者の視野内の照明器具による等価光幕輝度 (cd/m²)

等価光幕輝度は、眼球内散乱の程度を表し、図2.16のようにグレア源による視線と垂直な面における照度と、視線とグレア源とのなす角度によって決まります。等価光幕輝度 L_v は、照度が高く角度が小さいほど高くなります。

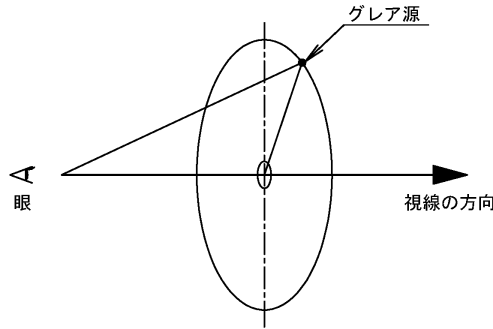


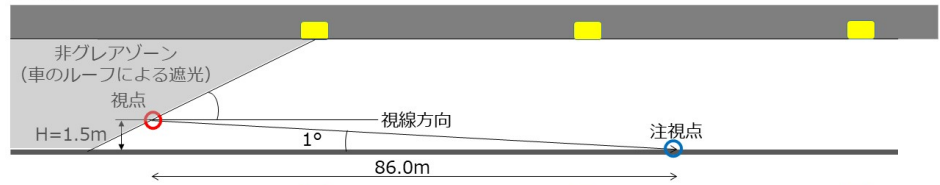
図2.16 等価光幕輝度の概念図

(参考文献 (社)日本道路協会 :道路照明施設設置基準・同解説(2007))

等価光幕輝度の計算範囲は、千鳥配列の場合2S(2スパン)とし、それ以外の配列の場合は灯具間隔S(1スパン)とします。計算点は図2.17のように視点の位置を基点として、灯具間隔Sの1/10間隔で10点の計算点をとります。ただし、計算点の間隔が5mを超える場合は計算点を増やして5m以内にします。

全ての計算点のうち、等価光幕輝度が最大となる位置のTI値を式-12、式-13にて求めます。

【立面図】



【平面図】

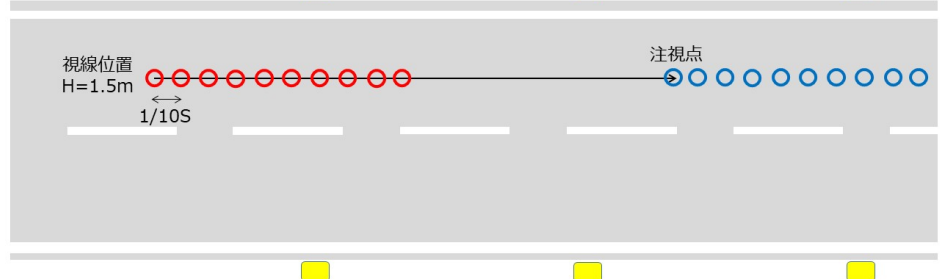


図2.17 視機能低下グレアを計算する視点の位置

3.2.4

計算例(基本照明)

1. 設計条件

表2.5に示す設計条件にて計算します。計算に使用するトンネル断面図を 図2.18に示します。

表2.5 設計条件

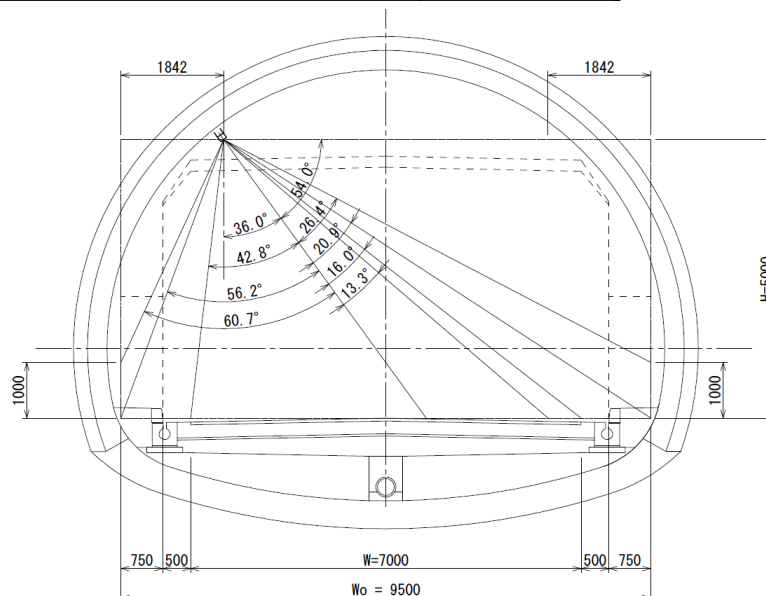
交通方式	対面交通
設計速度	50(km/h)
車道幅員	7.0(m)
全車道幅員	9.5(m)
反射率	天井、壁面、路面 25(%)
路面舗装	コンクリート
平均照度換算係数	13($lx/cd/m^2$)
灯具取付高さ	5.0(m)
配列方式	向き合わせ
保守率	0.60
灯具取付角度	36.0°
灯具間隔	19.0(m)
光束	4100(lm)

2. 性能指標の決定

性能指標は、表2.6とします。

表2.6 性能指標

平均路面輝度	1.90(cd/m^2)
総合均斉度	0.4以上
車線軸均斉度	0.6以上
視機能低下グレア	15(%)以下



※断面および照明器具の位置、振向け角度は、左右対称とする。

図2.18 断面条件

3. 灯具の直射照明率曲線

設計に使用する照明灯具の直射照明率は、図2.19とします。

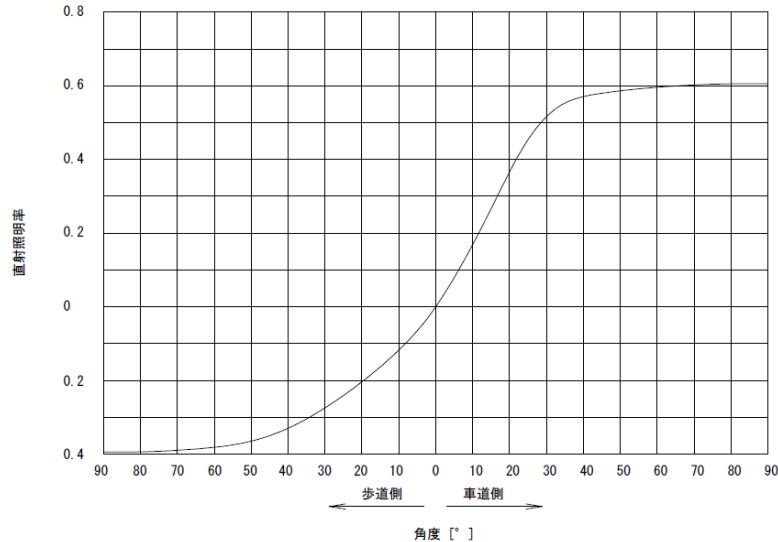


図2.19 直射照明率曲線の例

4. 車道照明率の算出

車道照明率の算出例を以下に示します。

4.1 照明率を求めるための係数($A_{41} \sim A_{44}$)の算出

表2.4より($A_{41} \sim A_{44}$)を求めます。

$W_o/H_o=1.9$ 、天井反射率0.25、壁面反射率0.25、路面反射率0.25より

$$A_{41} = 0.168 \quad A_{42} = 0.121 \quad A_{43} = 0.121 \quad A_{44} = 1.037 \quad \text{となります。}$$

4.2 直射照明率($U_{10} \sim U_{40}$ 、 $U_{40'}$)の算出

図2.12、図2.13、図2.18、図2.19より直射照明率($U_{10} \sim U_{40}$ 、 $U_{40'}$)を求めます。

$$\text{天井面} \quad U_{10} = (90.0^\circ) - (54.0^\circ) = 0.606 - 0.591 = 0.015$$

$$\text{壁面(器具側)} \quad U_{20} = (-90.0^\circ) - (-56.2^\circ) = 0.394 - 0.377 = 0.017$$

$$\text{壁面(器具と反対側)} \quad U_{30} = (54.0^\circ) - (20.9^\circ) = 0.591 - 0.383 = 0.208$$

$$\text{全路面} \quad U_{40} = (20.9^\circ) + (-56.2^\circ) = 0.383 + 0.377 = 0.760$$

$$\text{車道幅員} \quad U_{40'} = (16.0^\circ) + (-42.8^\circ) = 0.286 + 0.342 = 0.628$$

4.3 車道照明率の算出

式-1、式-2より車道照明率を求めます。

全路面幅員の照明率

$$U_4 = 0.168 \times 0.015 + 0.121 \times 0.017 + 0.121 \times 0.208 + 1.037 \times 0.760 = 0.817$$

車道幅員の照明率

$$U_{4'} = 0.628 + \left(\frac{7}{9.5}\right) \times (0.817 - 0.760) = 0.670$$

以上より車道照明率は、0.670となります。

5. 壁面照明率の算出

壁面照明率の算出例を以下に示します。

5.1 照明率を求めるための係数($A_{21} \sim A_{34}$)の算出

表2.4より($A_{21} \sim A_{34}$)を求めます。

$$\begin{array}{llll} A_{21} = 0.063 & A_{22} = 1.016 & A_{23} = 0.075 & A_{24} = 0.063 \\ A_{31} = 0.063 & A_{32} = 0.075 & A_{33} = 1.016 & A_{34} = 0.063 \end{array}$$

5.2 直射照明率($U_{10} \sim U_{40}$ 、 $U_{20'}$ 、 $U_{30'}$)の算出

図2.12、図2.13、図2.18、図2.19より直射照明率($U_{10} \sim U_{40}$ 、 $U_{20'}$ 、 $U_{30'}$)を求めます。

$$\begin{array}{ll} \text{天井面} & U_{10} = (90.0^\circ) - (54.0^\circ) = 0.606 - 0.591 = 0.015 \\ \text{壁面(器具側)} & U_{20} = (-90.0^\circ) - (-56.2^\circ) = 0.394 - 0.377 = 0.017 \\ \text{壁面(器具と反対側)} & U_{30} = (54.0^\circ) - (20.9^\circ) = 0.591 - 0.383 = 0.208 \\ \text{全路面} & U_{40} = (20.9^\circ) + (-56.2^\circ) = 0.383 + 0.377 = 0.760 \\ \text{壁面(器具側計算範囲)} & U_{20'} = (-60.7^\circ) - (-56.2^\circ) = 0.382 - 0.377 = 0.005 \\ \text{壁面(器具と反対側計算範囲)} & U_{30'} = (26.4^\circ) - (20.9^\circ) = 0.473 - 0.383 = 0.090 \end{array}$$

5.3 全壁面の照明率の算出

式-3、式-4より壁面の照明率を求めます。

全壁面の照明率

$$U_2 = 0.063 \times 0.015 + 1.016 \times 0.017 + 0.075 \times 0.208 + 0.063 \times 0.760 = 0.081$$

$$U_3 = 0.063 \times 0.015 + 0.075 \times 0.017 + 1.016 \times 0.208 + 0.063 \times 0.760 = 0.261$$

5.4 計算範囲の壁面照明率の算出

式-5、式-6より壁面の照明率を求めます。

計算範囲の壁面の照明率

$$U_{2'} = 0.005 + \left(\frac{1}{5}\right) \times (0.081 - 0.017) = 0.017$$

$$U_{3'} = 0.090 + \left(\frac{1}{5}\right) \times (0.261 - 0.208) = 0.100$$

5.5 壁面照明率の算出

式-7より壁面の照明率を求めます。

壁面の照明率

$$U = \left(\frac{0.017 + 0.100}{2}\right) = 0.058$$

6. 壁面輝度比の算出

式-8より壁面輝度比を求めます。

壁面輝度比

$$\frac{L_w}{L_r} = 13 \times \left(\frac{0.25}{\pi}\right) \times \left(\frac{7.0}{1.0}\right) \times \left(\frac{0.058}{0.670}\right) = 0.63$$

以上より上記の条件での壁面輝度比は、0.63となります。

7. 基本照明の平均路面輝度の算出
式-9より平均路面輝度を算出します。

$$Lr = \frac{4100 \times 0.670 \times 0.60 \times 2}{19 \times 7.0 \times 13} = 1.90$$

8. 輝度均斉度の計算
逐点法および式-10、式-11によって総合均斉度および車線軸均斉度を計算します。

8.1 総合均斉度の計算

表2.7 逐点法による輝度計算の結果 単位 (cd/m²)

m	0	1.9	3.8	5.7	7.6	9.5	11.4	13.3	15.2	17.1
6.65	1.89	1.8	1.86	1.95	1.91	1.84	1.82	1.82	1.68	1.67
5.95	2.1	2.14	2.21	2.3	2.28	2.21	2.22	2.15	2.02	1.99
5.25	2.16	2.4	2.43	2.43	2.5	2.44	2.42	2.26	2.23	2.23
4.55	2.19	2.55	2.54	2.48	2.53	2.5	2.42	2.29	2.29	2.39
3.85	2.06	2.53	2.45	2.41	2.53	2.52	2.42	2.16	2.22	2.38
3.15	2.06	2.54	2.46	2.42	2.55	2.52	2.42	2.18	2.22	2.38
2.45	2.2	2.57	2.56	2.52	2.56	2.52	2.45	2.31	2.31	2.4
1.75	2.18	2.42	2.46	2.46	2.52	2.46	2.45	2.27	2.24	2.23
1.05	2.1	2.14	2.21	2.29	2.27	2.21	2.21	2.14	2.02	1.99
0.35	1.89	1.79	1.84	1.93	1.88	1.81	1.8	1.81	1.67	1.67

$$Uo = \frac{L \min}{Lr_2} = \frac{1.67}{2.23} = 0.748$$

8.2 車線軸均斉度の計算

表2.8 逐点法による輝度計算の結果 単位 (cd/m²)

m	0	1.9	3.8	5.7	7.6	9.5	11.4	13.3	15.2	17.1
5.25	2.16	2.40	2.43	2.43	2.50	2.44	2.42	2.26	2.23	2.23

$$Ul = \frac{L \min(l)}{L \max(l)} = \frac{2.16}{2.50} = 0.864$$

9. 相対閾値増加TI値の計算
逐点法および式-12によって等価光幕輝度を算出します。

表2.9 逐点法による等価光幕輝度の計算結果 単位 (cd/m²)

m	-9.617	-7.717	-5.817	-3.917	-2.017	-0.117	1.783	3.683	5.583	7.483
5.25	0.340	0.013	0.015	0.018	0.022	0.031	0.047	0.074	0.125	0.214

$$TI = 65 \cdot \frac{Lv}{Lr_3^{0.8}} = 65 \cdot \frac{0.340}{3.16^{0.8}} = 8.8$$

3.3 歩行者空間の照明

3-38

3.3.1 歩行者空間の照明とは

1. 歩行者空間の照明の目的

歩行者空間での照明は、「安全」、「見え方」、「効率」、「経済性」という機能的なものだけではなく、快適な視環境を創るための照明が必要となります。快適な視環境を創るためには、次に示す要件を満たす必要があります。

2. 歩行者空間の照明の要件

2.1 環境に溶け込む色彩、形状、光色であること

街の中には、様々な形状、材質、色彩があふれています。このような環境の中での照明器具は、自己主張の少ない普遍的なデザインであると同時に、環境に融合した違和感の少ない色彩であり、光色であることが必要です。

2.2 親しみの持てる大きさ(ヒューマンスケール)であること

道、街灯、ストリートファニチャーなどでは、それが人体スケールに合っている時のみ親しみが持てるものです。非常に広い幅員を持った道路や非常に高い街灯などは決して親しみがあるものとはいえません。図3.1は、環境に調和した例と街灯が高すぎる例を示したものです。また図3.2は、このヒューマンスケールを考慮した場合の幅員と高さを表す参考資料です。

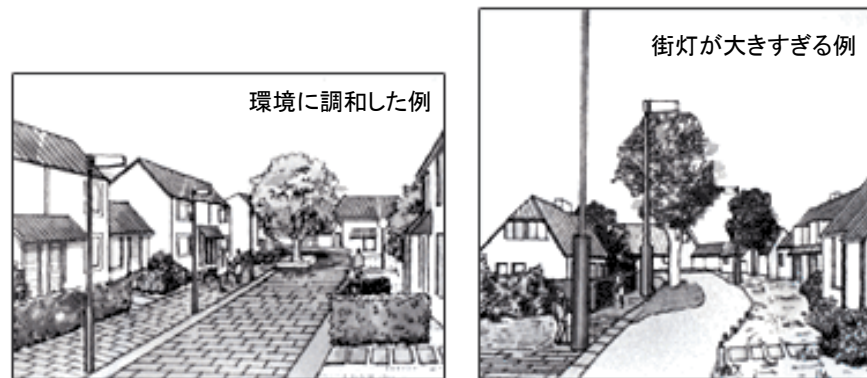


図3.1 環境との調和

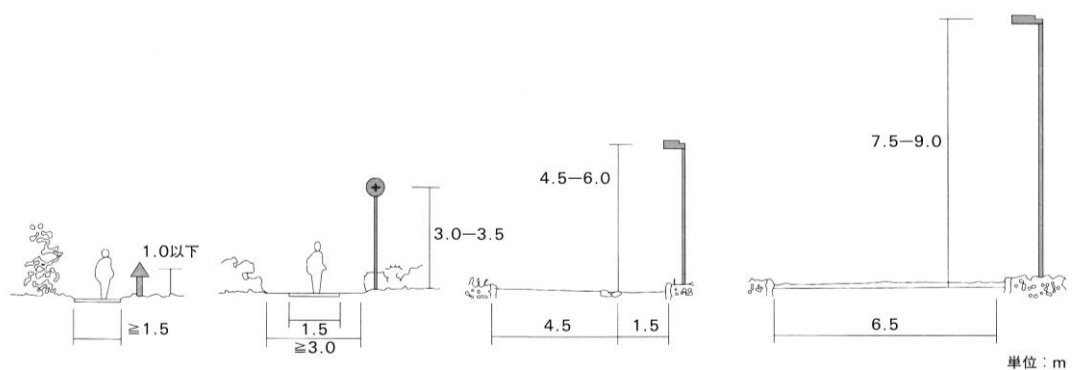
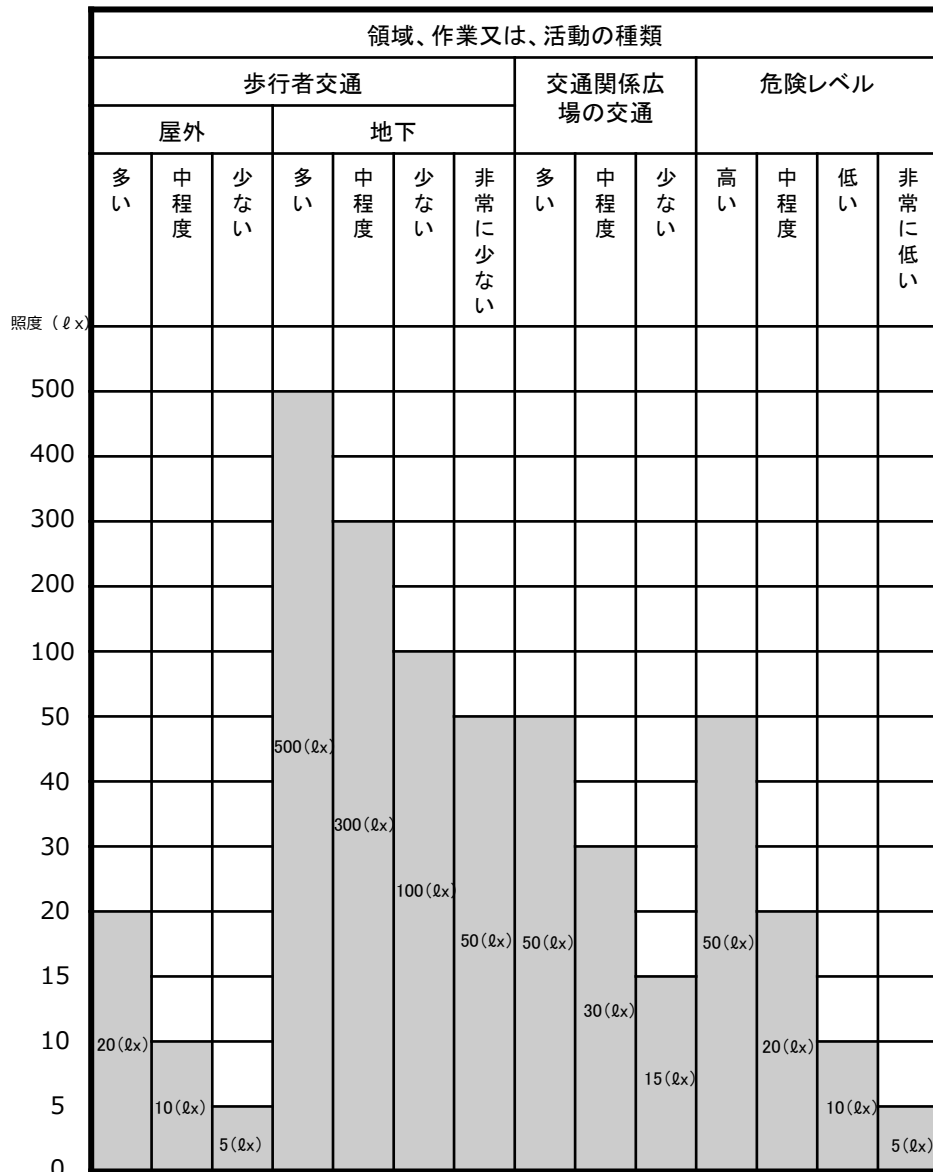


図3.2 ヒューマンスケールを考慮した場合の道幅と街路灯

2.3 適切な明るさであること

歩行者を中心としたコミュニティの場としての道路においては、接近してくる人の表情を離れた距離からでも確認できる明るさが必要です。この明るさは、周辺の明るさや交通量を考慮して設定します。また水平面照度だけではなく鉛直面照度も大切になります。これらの点を加味してJIS、照明学会および国際照明委員会CIE等では、推奨照度を定めています。表3.1に推奨照度を示します。

表3.1 通路、広場および公園における推奨照度



※表の照度は維持照度を表しており、使用期間中は下回ってはいけな値を表します。
 (参考文献 JIS Z 9110 : 照明基準総則(2010))

2.4 不快グレアを生じさせない

街路灯の輝きは、規則正しく配列することにより道路形状を明らかにし、人を誘導する働きがあります。また同時に、明かりとして安心感や賑わいを与えてくれます。しかし、その輝きが強すぎるとグレアとなり人を不快な気分にしたり、人の視認を妨げたり、時として景観照明などの演出効果をも低下させてしまいます。そのため器具のグレアを規制することが必要になります。

図3.3は、視線から5度上方向に照明器具がある場合の、発光部分の輝度とその見かけの大きさとの関係を示したものです。

2.5 LED照明器具によるグレア

歩行者の安全・安心のための屋外照明基準(照明学会)によると、屋外に設置されているLED照明器具の中には極端に高輝度なLEDモジュールがグローブ越しに見えるものがあるため、従来方式によるグレア評価は適用できない可能性があるとしています。そのため、LED照明器具のグレア評価を行う場合はその特性を十分に考慮して評価・検討を行う必要があります。また歩行者に対し照明器具を直視しないよう注意喚起されています。

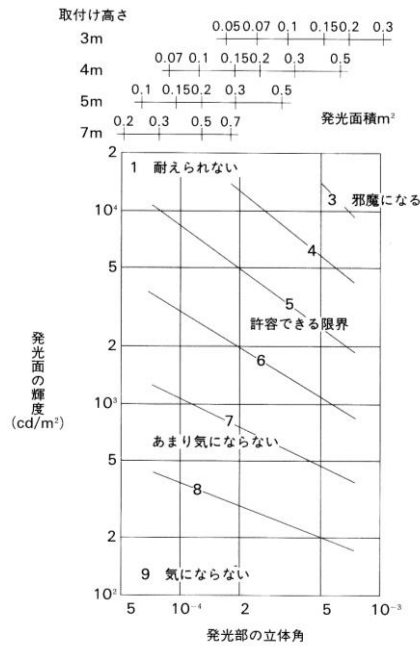


図3.3 照明器具の輝度とグレアの関係

またJISによると屋外グレア評価値GRによってグレアの規制を行っています(表3.2参照)。

表3.2 通路、広場及び公園のグレア制限値

GR	領域、作業又は、活動の種類													
	歩行者交通						交通関係広場の交通			危険レベル				
	屋外			地下			多い	中程度	少ない	高い	中程度	低い	非常に低い	
	多い	中程度	少ない	多い	中程度	少ない	非常に少ない	多い	中程度	少ない	高い	中程度	低い	非常に低い
55														
50	50	50	55	規定なし	規定なし	規定なし	規定なし	50	50	55	45	50	50	55
45														
40														
30														
20														
10														
0														

※表のGR値は、許容される上限値を表しています。
 (参考文献 JIS Z 9110 : 照明基準総則(2010))

2.6 用途に合った照明器具を使用

照明器具は、用途によって求められる要件が異なります。選定に際しては、次の3点を考慮することが大切です。

(1) 見せる

- ・昼景：地域の個性を考慮したデザイン、素材を用いる。
- ・夜景：照明器具の輝度を適度にし、その輝きを細かくする。

(2) 見える

- ・昼景：空間に溶け込むように形と色をシンプルにする。
- ・夜景：照明器具がまぶしくないよう輝度を規制する。

(3) 隠す

- ・昼景：小形照明器具を選定し、目立たない配色にする。
- ・夜景：照明対象だけが浮かび上がるようにし、器具の輝きを見せない。

3. 照明手法

照明手法を表3.3に示します。

表3.3 照明手法と特徴

照明手法の例と特徴	例
<p>【ポール照明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・照明ポールの高さによる使い分けができる。 ・照明器具の配光による使い分けができる。 ・照明ポールが空間の個性や景観を壊すおそれがあるので、意匠や配置(配列)に注意する必要がある。 ・照明器具の輝きが夜間景観の一部となるので、輝度をどの程度に設定するかが重要になる。 	
<p>【ブラケット照明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空間がスッキリする。 ・取付け高さが視線に近くなりやすいので、器具の意匠輝度規制が重要になる。 ・壁や路面に明暗を生じやすいので、それに規則性を持たせれば変化のある雰囲気演出が容易になる。 ・取付け配線などの施工性に難点がある。 	
<p>【投光(演出)照明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・照明器具を見せずに、樹木やモニュメントなどを容易に照らし出すことができる。 ・照明器具を上手に隠し、まぶしさを与えないようにすることが重要になる。 ・照明対象に、細かい明暗や陰影が生じるように、光の方向性を考慮することが重要になる。 	
<p>【景観材組み込み照明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空間がスッキリする。 ・路面に明暗分布が生じやすいので、それに規則性を持たせれば変化のある雰囲気演出が容易になる。 ・空間(特に路面)にベースとなる明るさがないと、不安定で居心地の悪い雰囲気になりやすい。 ・取付・配線・保守などに難点がある。 	

4. 照明器具

歩行者空間に使用される照明器具を表3.4に示します。

表3.4 照明器具の分類

上方光束比	照明環境 類型	CIE(国際照明 委員会による 地域環境)	エリア	達成イメージ	推奨対策	照明器具の例
 0(%)	照明環境Ⅰ	本来暗い場所を伴う領域	<ul style="list-style-type: none"> ・自然公園 ・里地 ・田園 	<p>現況において、屋外照明及び屋外広告物の設置密度が相対的に低く、また不適切な照明設置が、主に自然環境に対して潜在的な影響が大きいと考えられる地域において、照明に関する厳密な計画と配慮に基づいて、可能な限り障害光の低減がなされている状況。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・自然環境などへの配慮を優先した照明計画の推進など 	
 0(%)～ 5(%)以下	照明環境Ⅱ	周辺の照度が低い領域	<ul style="list-style-type: none"> ・里地 ・村落 ・郊外型住宅地 	<p>村落部や郊外の住宅地などで、屋外照明としては、道路・街路灯が主として配置されている地域において、より漏れ光、障害光の発生が極力少ない照明機器の整備がなされている状況。</p> <p>また、屋外広告物などが設置される場合においては、厳密な配置・管理が行われることが望ましい状況。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・照明システムの見直し ・光害対策及び啓発について環境教育等へ積極的に活用 ・既存の照明システム(施設単位、街区単位)の積極的見直しの 	
 5(%)～ 15(%)以下	照明環境Ⅲ	周辺の照度が中間的な領域	<ul style="list-style-type: none"> ・地方都市 ・大都市周辺市町村 ・都市部住宅地 	<p>都市部住宅地などで、道路・街路灯を中心とした屋外照明が多く、また屋外広告物もある程度設置されている地域において、より漏れ光、障害光の発生度合の少ない照明機器の整備がなされ、適切な屋外広告物などの設定がなされる状況。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・設備更新の際に積極的な照明システムの見直し ・星空観測スポットの設定、整備 	
 15(%)～ 20(%)以下	照明環境Ⅳ	周辺の照度が高い領域	<ul style="list-style-type: none"> ・都市中心部 ・繁華街、商店街 ・都市幹線道路沿い 	<p>大都市中心部、繁華街などで、屋外照明、屋外広告物の設置密度が高く、一貫性の低い照明配置がなされている地域において、より漏れ光、障害光の発生度合の少ない照明機器の整備がなされていく状況。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・照明器具の積極的更新 ・運用上の積極的調整(点灯時間の再検討、メンテナンスなど) <p>注)照明環境Ⅳについては、広域目標としての照明環境類型の設定として選択されることは望ましくない。</p>	

備考：上方光束比は、照明器具から出る光束うち水平より上方へ向かう光束の比で表されます。
照明環境ⅢおよびⅣの上方光束比の5～15%、15～20%は暫定的に許容されるものです。

(参考文献 環境省：光害対策ガイドライン(1998,2006))

3.3.2 広場・公園照明

1. 目的

広場や公園における照明設備の設置目的は、主に次の3点が挙げられます。

- 1 人びとの交流・レクリエーションの場として、安全性を確保すること
- 2 車や人の流れを安全・円滑に誘導すること
- 3 時・場合に応じた多彩な雰囲気(楽しさ、落ちつき、活気など)をつくり出すこと

2. 照度設定

公園・広場全般の照度は、そこで行われる行為(視作業)をもとに表3.1などを参考に設定します。例えばコミュニティ機能を重視した広場では、犯罪の危険性や周囲の明るさなどを考慮して公園を使用する人々が安全な活動が可能となる照度を設定する必要があります。またターミナル機能を重視した広場では車の安全走行が可能となる照度、または路面輝度を設定する必要があります。一方公園の照明は、その機能、性格や周辺環境、夜間の利用形態などを考慮して計画します。夜間閉鎖され、利用がほとんど考えられない場合には、自然環境を保全する意味から、照明は必要最小限に制限し、夜間開放され人々が利用する公園では、園路、広場、案内標識、修景対象(花壇、植込み、モニュメント、芝生、樹木、池など)などを照明し、安全性を確保するとともに、公園の奥行きや広がりなど空間特性がよくわかるようにします。安全性の確保は、暗がりや物陰をつくらないことが重要で、照度の確保よりもむしろ、植込みなど暗がりとなりやすい箇所にとっとした明かりを付加するなどの配慮が必要です。

3. 照明方式

公園・広場の代表的な照明手法は、表3.3に示すものがあります。その特徴をよく把握し、広場の目的や対象に合ったものを選択します。なおポール照明は、照明器具の高さ(表3.5)や配光の種類によって、照明効果や雰囲気が異なるので設置場所の目的によって使い分ける必要があります。

表3.5 照明器具の取付高

取付高	主な特徴	適用例	ランプ光束の目安 [lm/灯]
12m以上	<ul style="list-style-type: none"> ・照明で象徴的な景観形成ができる。 ・照明効率がよく経済的である。 ・照明ポールの乱立を防止できる。 ・周囲への光漏れが多くなりやすい。 ・保守点検のための対策が必要である。 	大駐車場 交通広場	40000以上
7m~12m	<ul style="list-style-type: none"> ・高さ3~5倍の間隔に配置すれば、連続した光の美しさ(誘導効果)が得やすい。 ・必要な明るさを、経済的に得ることができる。 ・光の制御(フード、ルーバの装着)が比較的容易にできる。 	道路 駐車場 一般的な道路 緑道	10000~50000
2m~7m	<ul style="list-style-type: none"> ・人の高さに近いので親しみ・暖かみが得やすい。 ・意匠デザインで景観形成が容易にできる。 ・グレアを与えやすい。(発光面輝度が高くなりすぎないランプ光束の選定が重要) 	公園 緑道 建築構内 小規模広場	1000~20000
1.5m以下	<ul style="list-style-type: none"> ・陰影・明暗など「光と影」の演出がしやすい。 ・保守が容易であるが、破壊される恐れがある。 ・誘導もしくは、注意をうながすのに効果的である。 ・グレアを与えやすい。(ランプ光束の選定に注意し、発光面の輝度規制が必要) 	アプローチ空間 住宅内庭園 公園	3000以下

(参考文献 ガイド116:障害光低減のための屋外照明機器の使い方ガイド,(一社)日本照明器具工業会(2002))

4. 照明設備

照明設備は光源、安定器、照明器具などを組み合わせた時に、照明効率、省エネルギー性、経済性などが高い組合せを検討する必要があります。照明の設置位置は、広場の多彩な利用目的に対し、種々の催しに安全で支障が生じないように、また保守点検が容易なように検討します。表3.6に光源の特性比較を示します。

表3.6 光源の特性比較

光源	高圧ナトリウムランプ		メタルハライドランプ			LEDランプ		
	一般形 (始動器 内蔵形)	高演色形 (専用 安定器)	一般形 (低始動 電圧形)	セラミック 発光管 一般形 (低始動 電圧形)	セラミック 発光管 高演色形 (専用 安定器)	電源 内蔵 形	電源 別置 形	
大きさ(W)	40W～ 940W	150W～ 400W	100W～ 1kW	110W～ 660W	35W～ 400W	28W～ 67W	14.6W～ 118.0W	
全光束(lm)	3200～ 139000	7300～ 24000	7500～ 99000	12100～ 75000	3000～ 38000	3000～ 10000	1100～ 13500	
定格寿命(h)	9000 ～24000 ○	9000 △	9000 ～12000 ○	18000 ～24000 ○	9000 ～15000 ○	40000 (光束維持率90%) ◎	40000 (光束維持率75.80%) ◎	
ランプ効率(lm/W)	74～148 ◎	40～60 △	68～110 ○	101～125 ◎	77～115 ○	-	-	
総合効率	(lm/W)	59～141 ◎	40～55 △	62～106 ○	94～115 ○	67～105 ○	107.1～153.8 ◎	75.3～131.8 ◎
	環境省・ ガイド評価 ※1	○	×	○	○	○	○	○
相関色温度(K)	1900 ～2100 (橙白色)	2500 (橙白色)	3800 ～4500 (白色)	3500 ～4100 (温白色 ～白色)	2800 ～5500 (電球色 ～昼白色)	2100 ～5000 (ナトリウム色 ～白色)	2100 ～5000 (ナトリウム色 ～白色)	
平均演色評価数 (Ra)	15～25	85	65～75	75～85	90～95	70～80	65～85	
周囲温度 の影響	効率	なし	なし	なし	なし	なし	なし	なし
	始動	なし	なし	低温で やや始動 しにくい	低温で やや始動 しにくい	低温で やや始動 しにくい	なし	なし
調光の可否	可能	否	否	否	可能	否	否	
特徴	長寿命で経済性も優れた道路照明の主流ランプになっています。また、誘虫性が比較的低いため防虫性にも優れています。	電球色に近い色温度で演色性が優れているので、人通りの多い場所で、落ち着いた演出したい場合に適した光源です。	演色性に優れた爽やかな白色光。発光効率110lm/W(400W)で、水銀ランプと比べ1.8倍の高効率です。	高効率・高演色を実現。発光効率125lm/W(360W)や24000時間の長寿命とあわせ、大幅な省エネを実現できます。	115lm/W(100W)の高効率・調光可能形を実現。高演色で光色も幅広いので、色を正しく見せたい場合や人通りの多い場所に適した光源です。	電源ユニット内蔵形LEDランプなので、リニユーアルでも省施工で簡単LED化可能です。40000時間と圧倒的な長寿命光源です。	40000時間と圧倒的な長寿命光源で、大幅な省エネ効果があります。	

※1 環境省・ガイド評価とは、環境省の光害対策ガイドラインに示された光源の総合効率(安定器損を含む)の下限値に対する評価を示しています。評価基準は次の通りです。ランプ入力200W以上:60lm/W以上 ランプ入力200W未満:50lm/W以上

3.4 景観照明

3-45

3.4.1 計画の手順

景観照明において夜間景観を演出する場合は、都市全体のバランス、景観を見る位置と方向から演出効果が高くなる対象を厳選すべきであり、次に示す事項を考慮する必要があります。表4.1に計画の手順を示します。

- (1) 光害対策を施すこと(適正な照度・手法・照明器具の選択)
- (2) 反射グレアがないこと(適正な照明手法の選択)
- (3) 色彩に違和感がないこと(適正な光源の選択)
- (4) 適正な点灯時間の検討
- (5) 保守の容易性

表4.1 計画の手順

手順	検討項目	検討内容
①	対象物の選定	<ul style="list-style-type: none"> ●美的、建築的、歴史的、造形的、技術的価値。 ●都市内の照明対象の価値の順位づけ(ヒエラルキーをつける)。
↓		
②	許可	<ul style="list-style-type: none"> ●所有者の許可、行政当局の許可、共同社会と第三者の利益。
↓		
③	資料収集	<ul style="list-style-type: none"> ●地図、図面、写真、そのほか対象物の規模、照明設置位置などの知識。
↓		
④	現場予備調査	<ul style="list-style-type: none"> ●周囲の諸条件が照明に与えるであろう影響を予測する。観測地点、周囲の夜間照明、季節的な変化とその影響、取付けや保守のための接近方法、電源位置と供給方法。
↓		
⑤	予備計画	<ul style="list-style-type: none"> ●照明方式の決定、光源の設定、明るさの決定、部分的な照明実験。 ●電気容量の見積り、設備費の見積り、工事期間など。
↓		
⑥	最終設計	<ul style="list-style-type: none"> ●照明器具の種類、数、位置、設置方法、光源の種類、ワットなど。
↓		
⑦	設置と調整	<ul style="list-style-type: none"> ●投光器の照射方向の決定。 ----照射効果の良否、グレアの有無。

3.4.2 照度

照明対象の明るさは、照明対象の輝度と背景(周囲)の輝度に関係し、多くの場合水平視線近くに位置するため、照明対象の垂直な部分の照度(鉛直面照度)に依存します。所要照度は、対象の素材などによって異なり、周囲の明るさを考慮して表4.2を参考に設定します。また街路照明器具などの輝度を規制し、周囲の照度を控えめに設定するなど、背景(周囲)の明るさをコントロールすればより高い演出効果が期待できます。

表4.2 照明対象の照度

周囲の明るさ		明	中	暗
		・都市部 ・ビル街 ・広告サインの 密集地帯	・小さな街 ・広告サインの 少しある中ビ ジネス街	・薄暗い地方 ・広告サインの少 ない場所
表面材質	反射率	12(cd/m ²)	6(cd/m ²)	4(cd/m ²)
白い大理石 クリーム色のテラ コッタ 白色プラスタ	70~85%	150(lx)	100(lx)	50(lx)
コンクリート 明灰色の石灰石 粗面レンガ	45~70%	200(lx)	150(lx)	100(lx)
中灰色の石灰石 黄茶色のレンガ	20~45%	300(lx)	200(lx)	150(lx)
茶褐色の石 暗灰色のレンガ	10~20%	500(lx)	300(lx)	200(lx)

3.4.3 色温度

照明対象物表面の色に応じた色温度の選定も検討項目のひとつです。表4.3に景観照明に用いられる色温度の使い分けを示します。色温度の選択は表5.3を参考にしつつ、色温度と周囲の環境のバランスや光源の特性を考慮して最終的に決定します。

表4.3 景観照明に用いられる色温度の使い分け

色温度	使い分けのポイント	造形					植物				水			光源の種類	特性			
		青銅	石材	木材	銅	レンガ	青竹	芝	樹木	花	滝	噴水	水中		効率	演色性	寿命	
2100K	高効率で長寿命であり、経済性や保守性に優れている。樹木などの緑が映えないので、経済性優先な場所に適する。			○	○	○									高圧ナトリウムランプ	非常に高い	低い	非常に長い
2100K	電球色に近い光色で演色性に優れ、暖かい雰囲気を出し、人通りの多い場所に適する。紅葉した樹木に適している。		○	○	○	○		○	○						高演色形高圧ナトリウムランプ	高い	優れる	長い
3000K	小形で手軽に使用でき、黄・赤味が美しく見える。寿命が短いので保守のしやすい場所で使用。		○	○	○	○				○	○	○	○		ハロゲン電球	低い	優れる	短い
3000K	高効率、長寿命で演色性も良いので庭園、遊歩道等の低い照明に最適。色温度が低く暖かい雰囲気を出せる。			○	○	○				○					蛍光灯ランプ(電球色)	高い	高い	長い
4200K	高効率、長寿命で演色性も良く水銀ランプ、メタルハライドランプと色温度が似ているので違和感が少ない。		○					○	○						蛍光灯ランプ(白色)	高い	高い	長い
4200K	高効率で演色性も優れているので、人通りの多い大きな広場照明や街路灯などに適している。	○	○					○	○	○		○			メタルハライドランプ	水銀ランプより長い	高い	長い
4200K	特に演色性に優れ、人通りが多く、ファッションナブルな広場やモール等に良い。	○	○	○	○			○	○	○	○				高演色形、メタルハライドランプ	高い	優れる	長い
5000K	高効率、長寿命で演色性も良く色温度が高く、爽やかな雰囲気を出せる。			○				○	○						蛍光灯ランプ(昼白色)	高い	高い	長い
2100~5000K	高効率で非常に長寿命、演色性も良く色温度が高い。様々な場所にマルチに対応可能	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	LEDランプ	高い	優れる	非常に長い

3.4.4 照明器具

照明器具は、照明対象の大きさ、照明器具との距離(H)を考慮し、周辺へ漏れる光が少ない配光タイプを選定します。配光の狭い器具は、照度分布の均斉度が悪くなる恐れがあるので、あらかじめ照度分布をよく検討し、適切な数量、光源のW数選定を行う必要があります。高Wの光源を小灯数を用いるのではなく、低W光源をきめ細かく使用することにより、周囲への漏れ光もさらに低減できます。景観照明に用いられる投光器の使い分けを表4.4に示します。

表4.4 景観照明に用いられる投光器の使い分け

配光	狭角	中角	広角	超広角
1/10 ビーム開き	約10° ~30°	約30° ~60°	約60° 以上	
光の輪郭例				
主な用途	高照度、アクセント照明 建造物・樹木・植込など 部分的なアクセント用	大きな建物など部分的 あるいは均一に照 明したい場所	建物などを均一に照 明したい場合	広場、横広りの低い 建造物

3.4.5 照明対象と 照明の留意点

夜間照明の印象は、「目立ち」「落ち着き」の評価が上がると、「美しさ」や「好ましさ」の印象が向上するので、照明対象内にきめ細かい明暗の変化が生じ、輪郭が明瞭になるように照明を考えます。表4.5に照明対象と照明の留意点を示します。

表4.5 照明対象と照明留意点

	建物	構造物	植栽
照明対象			
照明の留意点	全体を均一に照明して平面的に見せると「目立ち」「落ち着き」および総合評価(美しさ)が低下する。したがって、凸凹が多い建物を選定し、それによって生じる陰影がはっきり分かるように、また輪郭が明瞭に際立って見えるように照明することが重要になる。	背景が暗い場合には、鉄骨構造体などが発光体のように見え、「目立ち」「落ち着き」および総合評価(美しさ)がすべてが向上する。すなわち、細かく強い輝度対比が生じる「トラスト構造物」のようなものを選択することがポイントになる。	幹中心の照明は「落ち着き」や「美しさ」の評価が悪いが、葉中心の照明にすれば逆に評価が高くなる。したがって、幹を目立たせず、葉がある程度の広がりを持って光るように照明する。

※写真は、効果的な照明例を表しています。

3.4.6 光の当て方

光を当て、ただ明るくするのではなく、適度な明暗が付いて対象物が立体感に見えるように、光の方向を考えます。図4.1～図4.7に代表的な照明対象への光の当て方とその留意事項を示します

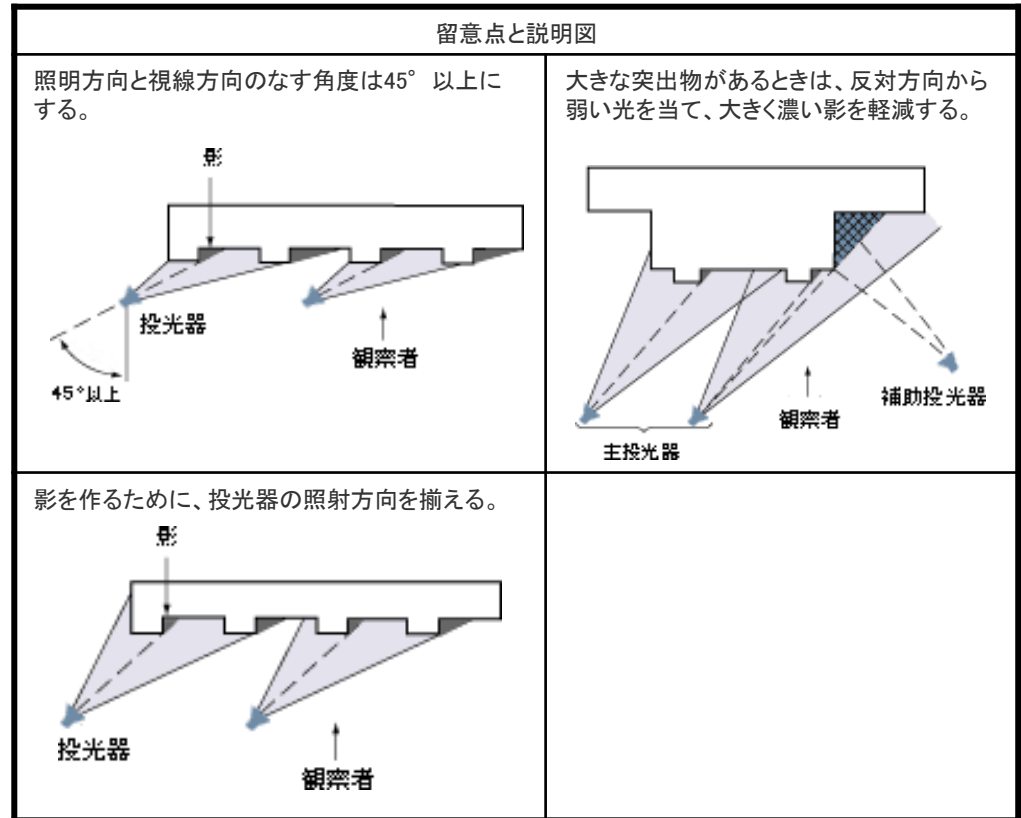


図4.1 光の当て方

(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

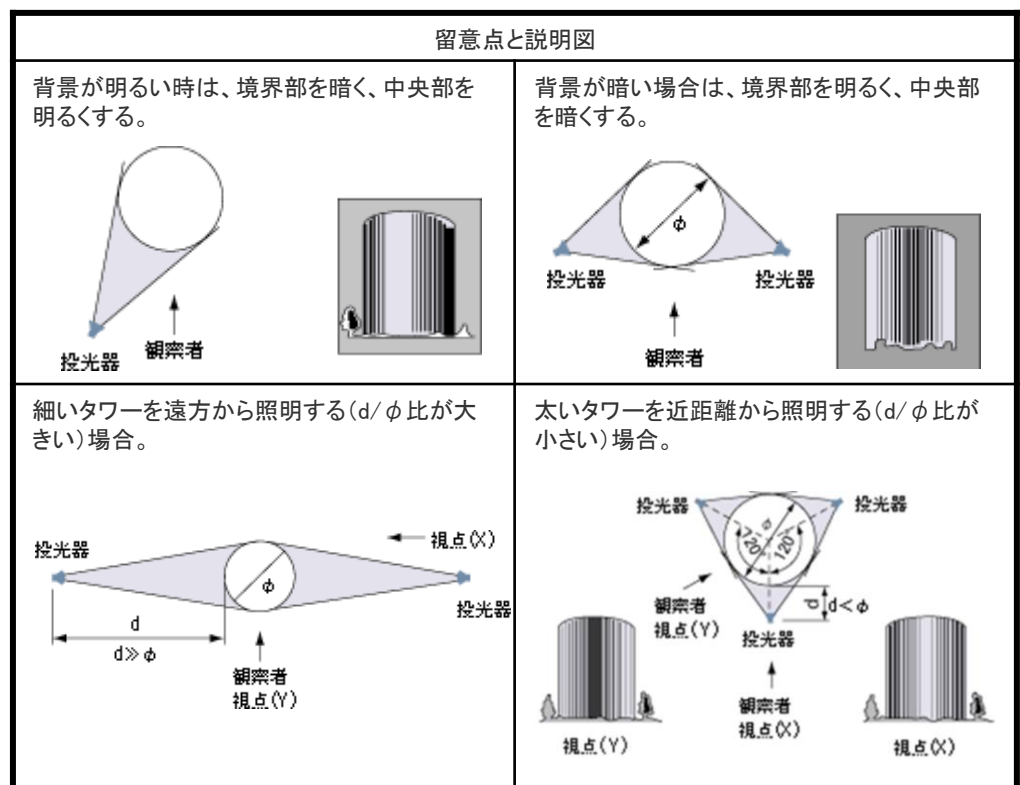


図4.2 施設別照明の考え方 円筒状のタワー

(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

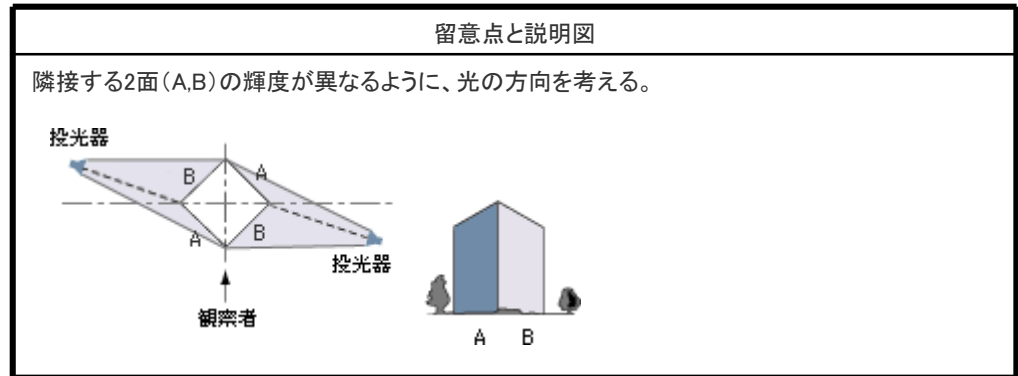


図4.3 施設別照明の考え方 多面体のタワー
(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

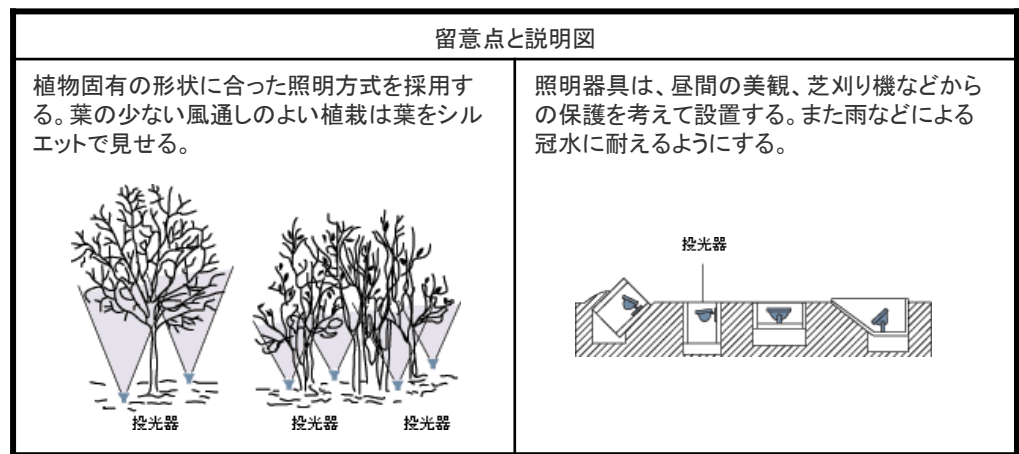


図4.4施設別照明の考え方 植栽
(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

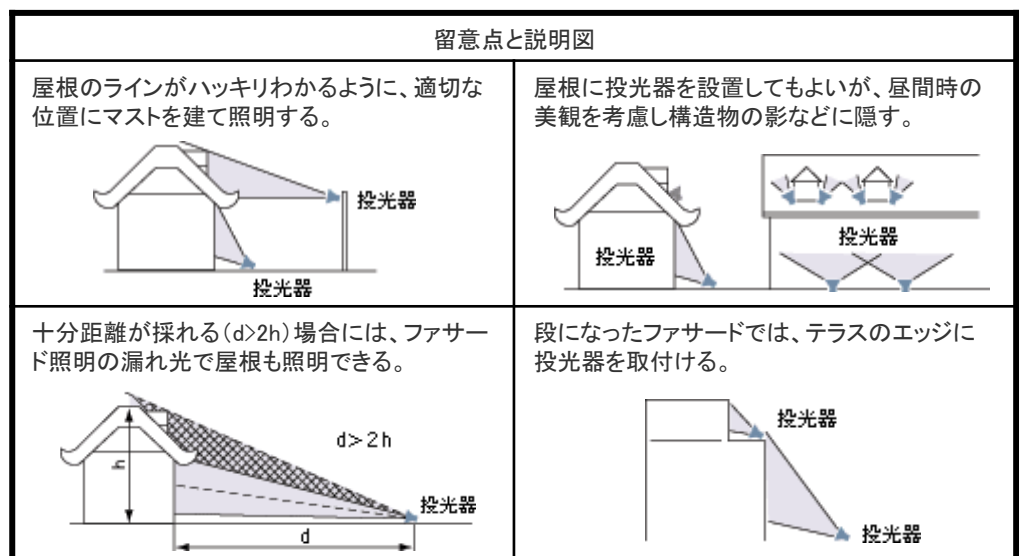


図4.5 施設別照明の考え方 屋根
(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

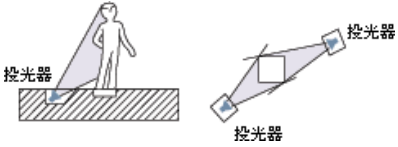
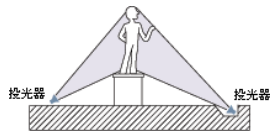

留意点と説明図	
<p>投光器の背後に植物や石などの障壁がある場合(顔の見え、グレアに注意)。</p> 	<p>台座が明るくなりすぎず、またその影が邪魔にならない位置から光を当てる。</p> 
<p>台座の周りに照明をおくことができない場合には、周囲のビルや照明柱からグレアを避けながら照明する。</p> 	

図4.6 施設別照明の考え方 彫刻・モビール
(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

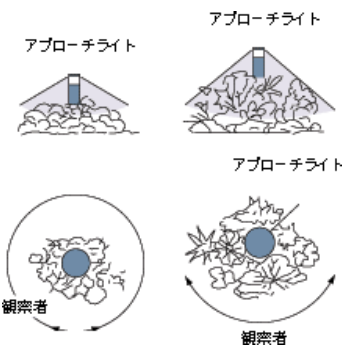
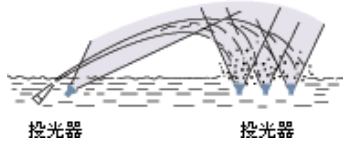
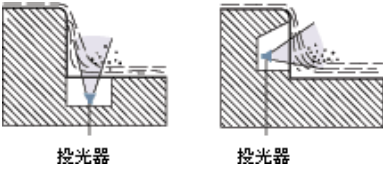
留意点と説明図	
<p>直射光が下方のみ放射される0.5~1.0(m)の高さの照明器具を用いる。 高さは、花の高さに応じて決定する。 色彩が非常にバラエティに富んでいるので、演色性の高い光源を用いる。</p> 	<p>水が動き泡立っているノズルのすぐ横、水の落下点に照明器具を置く。</p> 
	<p>水の落下部分の底あるいは背面に照明器具を設置する。流れの幅が広い場合には、細長い光源があう。</p> 

図4.7 施設別照明の考え方 花壇・水
(参考文献 CIE : GUIDE FOR FLOOD LIGHTING(1993))

3.5 サイン広告照明

3-52

1. 目的


サイン広告照明は、夜間における宣伝効果が目的です。設計する際には、以下に示す点に注意する必要があります。

- (1) 光害対策を施すこと(適正な照度・手法・照明器具の選択)
- (2) 反射グレアがないこと(適正な照明手法の選択)
- (3) 色彩に違和感がないこと(適正な光源の選択)
- (4) 適正な点灯時間の検討
- (5) 保守の容易性

2. 照度設定

サイン広告面に必要な明るさは、設置場所の周囲の明るさや看板表面の状態により異なります。多色カラーの鮮やかなサインボードでは、絵と文字を浮き出させるために単色や文字のサインボードより、さらに明るくする必要があります。表5.1に看板照明の明るさの目安を示します。

表5.1 照度の目安

	サインボード表面の状態	周囲が明るい	周囲が暗い
			
手書き・文字・ 単色 サインボード	表面が明るい(白っぽい)	500(lx)以上	300(lx)以上
	表面が暗い(黒っぽい)	1000(lx)以上	500(lx)以上
カラーサインボード	文字看板	750(lx)以上	500(lx)以上
	グラフィック看板	1000(lx)以上	750(lx)以上

3. 機材の選定

3.1 光源

光源の選定は、表示面の見え方に影響を及ぼします。ランプ効率ばかりでなく、演色性や光色にも注意しなければなりません。色彩の見え方が重要なものでは、平均演色評価数Ra=80以上の光源を用い、光色と再現される色のイメージを考慮します(表5.2)。表5.3に光源の特徴を示します。

表5.2 光源の光色と再現されるイメージ

相関色温度[K]	光色	色のイメージ(Ra80以上)
~3300	暖	暖かみのある雰囲気赤がハッキリとする。
3300~5300	昼間	白地がより白く、ほとんどの色が忠実に再現できる。
5300~	涼	ほとんどの色を再現しながら、涼しげな色を演出する。

表5.3 光源の特徴

ランプ	演色性 (Ra)	ランプ効率 (lm/W)	定格寿命 (h)	高維持率	UVカット	特長	ランプ形状
LED	83~70	170 ~123.3	40000 (光束維持率 80%)	○	○	屋外にも屋内にも導入しやすいコンパクトなLEDランプ。40000時間と圧倒的な長寿命光源。	
	83	123.3~104.5	40000 (光束維持率 80%)	○	○	高天井や投光器として活用できます。屋外用なので、幅広い使用環境に対応可能。40000時間と圧倒的な長寿命光源。	
	83~65	124 ~84	40000 (光束維持率 80%)	○	○	放熱性を高める冷却ファン搭載で、投光器(密閉形)に使用可能。40000時間と圧倒的な長寿命光源。	
セラルクス	95~90	100 ~80	16000 ~12000	○	○	高効率、高演色性のセラミック発光管タイプ。光色のバラツキを低減したメタルハライドランプ。	
FECセラルクスエース	85	120 ~85	21000 ~12000	○	○	高効率、高演色性のセラミック発光管タイプ。水銀ランプ用一般形・低始動電流形安定器点灯タイプ。	
FECセラルクスエース PRO・PRO2	85~70	125 ~105	24000~ 18000	○	○	FECセラルクスエースの高効率重視形。 点灯方向: ±垂直点灯45°	
FECセラルクスエース EX・EX2	85~75	125 ~105	24000~ 18000	○	○	FECセラルクスエースの高効率重視形。 点灯方向: 水平方向±45°	
FECマルチハイエースH	75~65	98 ~68	12000 ~9000			5つの発光元素による爽やかな5波長域白色光で演出性アップ。	
アイ クリーンエース	90	80 ~54	9000			昼光色、水銀ランプ用一般形・低始動電流形安定器点灯タイプで 最高の演色性(当社比)。	

3.2 器具

照明器具は、取付けアームに器具を取り付けて照射するのが一般的ですが、表示面からの出幅を必要としないものや、省施工・省メンテナンスを考慮した電源・安定器内蔵タイプも使用されています。また、LED照明器具は長寿命で省メンテナンスなため、光源部と器具が一体となった製品が多く使用されるようになってきました。サイン広告照明では、表示面の照度均斉度も重要であり、照明器具の出幅は一般的には看板高さの1/4~1/2程度を必要とします。照明器具の配光は、出幅に応じたものを選定し、適切な取付け間隔にて設置します。(図5.1)

		出幅		
		0.5m以下	0.5 ~ 1.0m	1.0 ~ 2.0m
サイン広告高さ	15m			
	10m			レディオックフラッドブリッツ レディオックフラッドスポラート 380Wタイプ
	6m		レディオックフラッドネオ 180-130クラス	レディオックフラッドアーバンビューⅡ 210-160Wタイプ 190Wタイプ
	5m	レディオックフラッドアーバンビューダイレクト	レディオックシーリングHB 投光器タイプ	電源ユニット別置形 130Wタイプ
	4m		レディオックフラッドネオ 90-60クラス	電源ユニット併置形 65Wタイプ
	3m	レディオックマルチライン集光形 レディオックカトラスタイプL	LEDアイランプ+ランプホルダ レディオックフラッドルント	
2m			レディオックフラッドネオ 40-30クラス	
1m	レディオックマルチライン一般形 レディオックカトラスタイプS			

図5.1 出幅とサイン広告高さの目安

4. 照明方式

照明方式を表5.4に示します。なお照明器具の照射方向は、表示面の2/3より遠方を照射し、下部から上方へ照射する場合には、天空など照明範囲外への漏れ光を制限する必要があります。また上部から下方向へ照射する場合には、周囲へのグレアに注意する必要があります。

表5.4 照明方式

照明方式		特徴および留意点	看板高さ
上方向からの照明		<ul style="list-style-type: none"> ・照明器具が、広告を隠すことはない。 ・直射・反射グレアを与えないように注意する必要がある。 ・昼間に照明器具の影が看板面にできることがある。 ・照明器具の保守・点検が困難になることがある。 	1m ~ 5m
下方向からの照明		<ul style="list-style-type: none"> ・照明器具に広告が隠れることがある。 ・直射・反射グレアが最小限に抑えられる。 ・照明器具の保守・点検が比較的容易である。 ・看板より下方の光漏れを極力抑えることができる。 	1m ~ 5m
上下方向からの照明		<ul style="list-style-type: none"> ・明るさのむらが最も少なくなる。 ・看板の上下に照明器具が並ぶため不快感を与えないように注意する。 ・高照度が求められる場所に最適である。 	5m ~ 8m

3.6 スポーツ照明

3-56

スポーツ施設の照明は、机上の視作業のための平面的な照明ではなく、競技空間の照明であり、競技者が動きながら動いている視対象物を見て、瞬時に正確な判断が下せるようにすることが要求されます。このため照明設計では、競技種目によって異なる視対象物の大きさ、動き、競技範囲等を十分に把握し、競技面、競技空間及び背景に適切な明るさを配分するとともに、競技者等の視線方向を考慮して競技に集中できるような視環境を作ることが要求されます。

3.6.1 照明要件

1. 照度

ある光源(器具)によって照らされている面の明るさを示す指標で、単位(lx)で表します。

2. 照度均斉度

競技者の視線は、動作にしたがって常に動いているので、照度分布にムラがあり明暗の差が大きいと、目は常に明暗順応を繰り返さなければならず、見え方の低下や疲労の原因となります。

3. グレア(まぶしさ)

グレアは、視対象物の見え方や競技への集中力を低下させる原因となるため、極力軽減することが重要です。しかし、スポーツでは、あらゆる位置からあらゆる方向を見るため、完全にグレアをなくすことは困難です。グレアには、減能グレアと不快グレアがあります。

3.1 減能グレア

減能グレアとは、競技者の視界に輝度の高い光源(器具)が直接目に入った場合、視対象物が見えなくなったりする等、競技者のスポーツ能力に悪影響を及ぼすものをいいます。

3.2 不快グレア

不快グレアとは、競技者等に不快感を与え、競技への集中力を低下させることをいいます。不快グレアは、次式に示すGRを計算することで予測することができます。GRと不快グレアの関係を表6.1に示します。

$$GR = 27 + 24 \log \left(\frac{L_{vl}}{L_{ve}^{0.9}} \right)$$

$$L_{vl} = L_{v1} + L_{v2} + \dots + L_{vn}$$

$$L_{vn} = 10 \times \frac{E_{eye}}{\theta^2}$$

$$L_{ve} = 0.035 \times E_{hav} \times \frac{\rho}{\pi}$$

- ここに、
- L_{vl} : 個々の照明器具によって生じる等価光幕輝度(cd/m²)の合計
 - L_{vn} : 個々の照明器具の光幕輝度(cd/m²)
 - E_{eye} : 観測者の視線に対して垂直な面の照度(lx)(水平下方2°)
 - θ : 観測者の視線と個々の照明器具とのなす角度(°)
 - L_{ve} : 環境の等価光幕輝度(cd/m²)
 - ρ : 領域(地面など)の平均反射率
 - E_{hav} : 全運動競技面の平均照度(lx)

表6.1 GRと不快グレアの程度

GR	不快グレアの判定
90	耐えられない
70	邪魔になる
50	許容できる限界
30	あまり気にならない
10	気にならない

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

グレアの軽減策としては下記の方法が考えられます。

3.3 グレアの軽減策

- ・照明器具の背景を明るくする。
- ・照明器具の輝度を低くする。
- ・競技中に比較的好く見る方向、または範囲に照明器具を設置しない。
- ・照明器具にルーバを取付ける(ただし、空間の明るさが不足しやすいので注意が必要)。
- ・照明器具の照射する向きをできるだけ下げようとする。
- ・照明器具の設置高さを高くする。

グレアの生じる原因は、照明器具からの直接光ばかりでなく、光沢面での反射、昼間時の窓面等も考えられますので、それらの取扱いにも十分な配慮が必要です。

4. ストロボ現象

ストロボ現象は、ボールなど高速に動く視対象が断続的に動いているように見える現象であり、競技に支障を与えたり、写真やテレビジョンの画質を低下させることがあります。そのため、ストロボ現象を避けるように設計します。

4.1 ストロボ現象の防止策

照明器具3灯を三相交流の各相で位相をずらして点灯させます。
(最もよく用いられる方法である。この場合、照明光が空間で十分に交差していることがポイント)
また、ストロボ現象を考慮して電源回路設計したLED専用電源装置とLED照明器具を組み合わせ使用することでストロボ現象を抑えることができます。

5. 光色

光色は、運動競技者の心理状態に影響を及ぼすもので、特別な理由のない場合には中間色を用います。また、テレビジョン撮影及び写真撮影にも影響を及ぼすので、昼光及び人工光を併用する場合には、昼光と調和する4000K～6500Kの人工光を用います。

表6.2 光源の光色と見え方

光色の見え方	涼しい (青みがかった白)	中間色	暖かい (赤みがかった白)
相関色温度(K)	5300以上	3300～5300	3300以下

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

6. 平均演色評価数

演色性は、物の色がその照明に照らされたとき、どれだけ忠実にその物本来の色を再現できるかを表したものです。照明器具(光源)の平均演色評価数Raを用いて評価します。

3.6.2 照明計画上の留意事項

1. テレビジョン撮影のための照明

テレビジョンカメラの特性は人間の眼の機能に比べて不十分なところがあるので、良質な画像を得るには質の高い照明環境が要求されます。空間照度、最大照度に対する最小照度の割合、相関色温度、平均演色評価数、観客席の照度、を満たすほか、画面上のフリッカの防止対策のために正しい色再現のための条件を整える必要があります。そしてこれらの事柄は、スポーツの種類や競技レベルに関わらず、テレビジョン撮影を行うかぎり必要となります。

1.1 撮影のための照度

テレビジョン撮影を行う場合の照度は、表6.3に示す値とします。

表6.3 撮影のための照度(S/N比 50dB 及び標準的なカメラ)

	カメラを通して見た場合の被写体の速度		
	比較的緩やか <small>注1</small>	中程度の速度 <small>注2</small>	比較的速い <small>注3</small>
撮影距離 25 m	500 lx	700 lx	1000 lx
撮影距離 75 m	700 lx	1000 lx	1400 lx
撮影距離 150 m	1000 lx	1400 lx	-

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

注1) 比較的緩やかな競技:

アーチェリー、体操、ビリヤード、ボウリング、カーリング、馬術、水泳など

注2) 中程度の速度:

バドミントン、野球、ソフトボール、バスケットボール、ボブスレー、リュージュ、フットボール、ハンドボール、ホッケー、アイススケート、柔道、テニス、競輪、競馬、ドッグレース、ローラースケート、スキー・ジャンプ、スピードスケート、バレーボール、レスリングなど

注3) 比較的速い競技:

ボクシング、クリケット、フェンシング、アイスホッケー、ラケットボール、スカッシュ、卓球など

1.2 最大照度に対する最小照度の割合

基準面の水平面照度及び空間照度の最大照度に対する最小照度の割合は、次に示す範囲を満たす必要があります。また、水平面照度の勾配は、5m当たり25%を超えてはいけません。

$$\begin{aligned} \text{水平面照度} & E_{h,\min} / E_{h,\max} \geq 0.5 \\ \text{空間照度} & E_{sp,\min} / E_{sp,\max} \geq 0.3 \end{aligned}$$

1.3 相関色温度

相関色温度は、3000Kから6500Kとし、屋外照明設備を薄暮から使用する場合は、相関色温度を4000から6500Kとします。

1.4 平均演色評価数Ra

平均演色評価数Raは、80以上とします。

1.5 観客席の照度

映像又は画像の背景となり得る観客席の照度は、基準面における空間照度の平均値の25%以上とします。

2. 屋光利用

屋内スポーツ施設における屋光利用は、省エネルギーの観点から重要ですが、その取扱いには特別な配慮が必要です。

2.1 昼光利用の問題点

- ・昼光による照度は、季節・時間・天候条件等により変化するので、安定した照明環境(照度均斉度、視野内の輝度分布等)が得られない。
- ・昼間時に採光窓の輝きが、グレアの原因となる。
- ・夜間時に採光窓がブラックホールとなり、視対象の見え方が低下する。

2.2 昼光の利用方法

- ・昼光利用はレクリエーション等の場合とし、公式競技では行わないようにする。必要に応じてカーテンやブラインドで遮光できるようにする。
- ・太陽の直接光が入射しないように配慮する。
- ・外景や高輝度の窓面が見えないようにする。したがって、競技正面の壁には、窓を設置しないようにする。
- ・昼光は、天窗北側採光がよく、この場合も天窗は、拡散ガラスとルーバ等により十分遮光することが大切である。
- ・エアテント等の天井面が一律に輝く採光は望ましいが、梁等で明暗の格子模様をつくることは避ける必要がある。また、夜間時の対策として、天井面を照明する必要がある。

3. 周囲環境への影響

屋外スポーツ照明からの漏れ光による周囲環境への影響が問題となる場合があります。スポーツ照明は、空間の照明であることから、漏れ光を制限することは非常に困難ですが、次に示すような対策が考えられます。また地域住民との十分な対話をするのが大切になります。

○漏れ光軽減策

- ・樹木・フェンス・観客席等で競技面を囲う。
- ・競技場周囲にオープンスペースを設け、公園や駐車場として利用する。
- ・照明塔の位置をよく吟味し、影響を及ぼす可能性がある照明器具にフードやルーバを設ける。
- ・比較的漏れ光の少ない照明器具を採用する。

4. 保守管理

保守管理は、照明効果(照度)の低下及び照明設備そのものの短寿命化を防ぐためには重要です。設計の段階から、保守計画をたて点検が容易に行える設備とすることが大切です。

○保守管理計画時に留意すべき事項

- ・清掃間隔を設定する。一般に電気設備のチェックと一緒に行う。
- ・照明設備は、保守が容易に行える位置及び構造とする。
- ・汚れにくい器具、清掃が簡単な器具を採用するとともに、耐食性に富む部材または処理を施す。

8年経過以降、照明器具の故障率は上昇し、10年を過ぎた照明器具は外観では判断できない内部の劣化も進行するため、更新の予算化をすることも大切になります。

5. 照明塔

屋外スポーツ照明に使用されるものとしては、下記のものがあります。

- ・耐候性鋼材(鍍安定化促進処理)
- ・鋼管(溶融亜鉛めっき仕上げ、または塗装仕上げ)
- ・コンクリートポール

検討すべき事項としては、下記の点があげられます。

- ・照明器具取付台数
- ・照明器具の取付高さ
- ・経済性
- ・デザイン性
- ・建柱場所の制約(スペース、地盤の状況)

3.6.3 テニスコート照明

テニスコート照明は、コート内だけを明るくするのではなく、ベースライン後方、サイドライン側方も使用することを考慮して、それらコート外の範囲においても十分な照度及び均斉度を確保することが重要です。また、施設的に市街地や住宅地に設置されるケースも多いので、その場合、光漏れの少ないテニスコート専用器具を使用するなど、周辺環境を配慮した照明計画をする必要があります。

1. 照明範囲

次に示すように競技面全体とします(図6.1参照)。

- ・テニスコート1面 : テニスコートを中心とした16m×36m(運動競技面+安全領域^{注)})
- ・テニスコート2面以上: テニスコートを中心とした16m+Lm×36m(運動競技面+安全領域^{注)})

注) 運動競技面周囲に、運動競技の安全を目的として設けるエリア。運動競技のルールなどで規定されている。

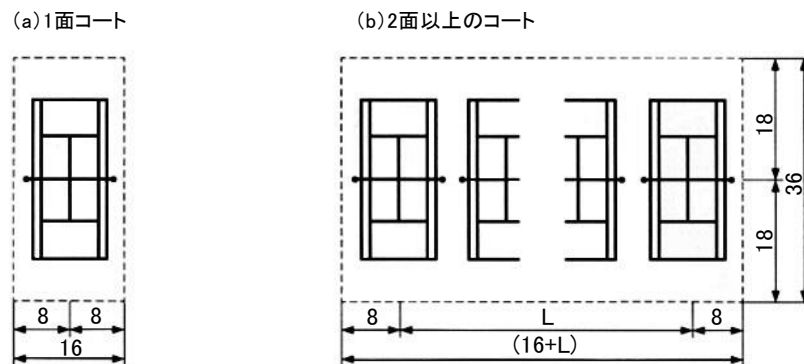


図6.1 照明範囲

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

2. 照明要件

テニスコートの推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.4)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.4 屋外テニスの照明要件

運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GRL	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
I ^{注1}	500	0.7	50	60	2×2	4×4	地表面
II ^{注2}	300	0.6					
III ^{注3}	200	0.5	55	-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング

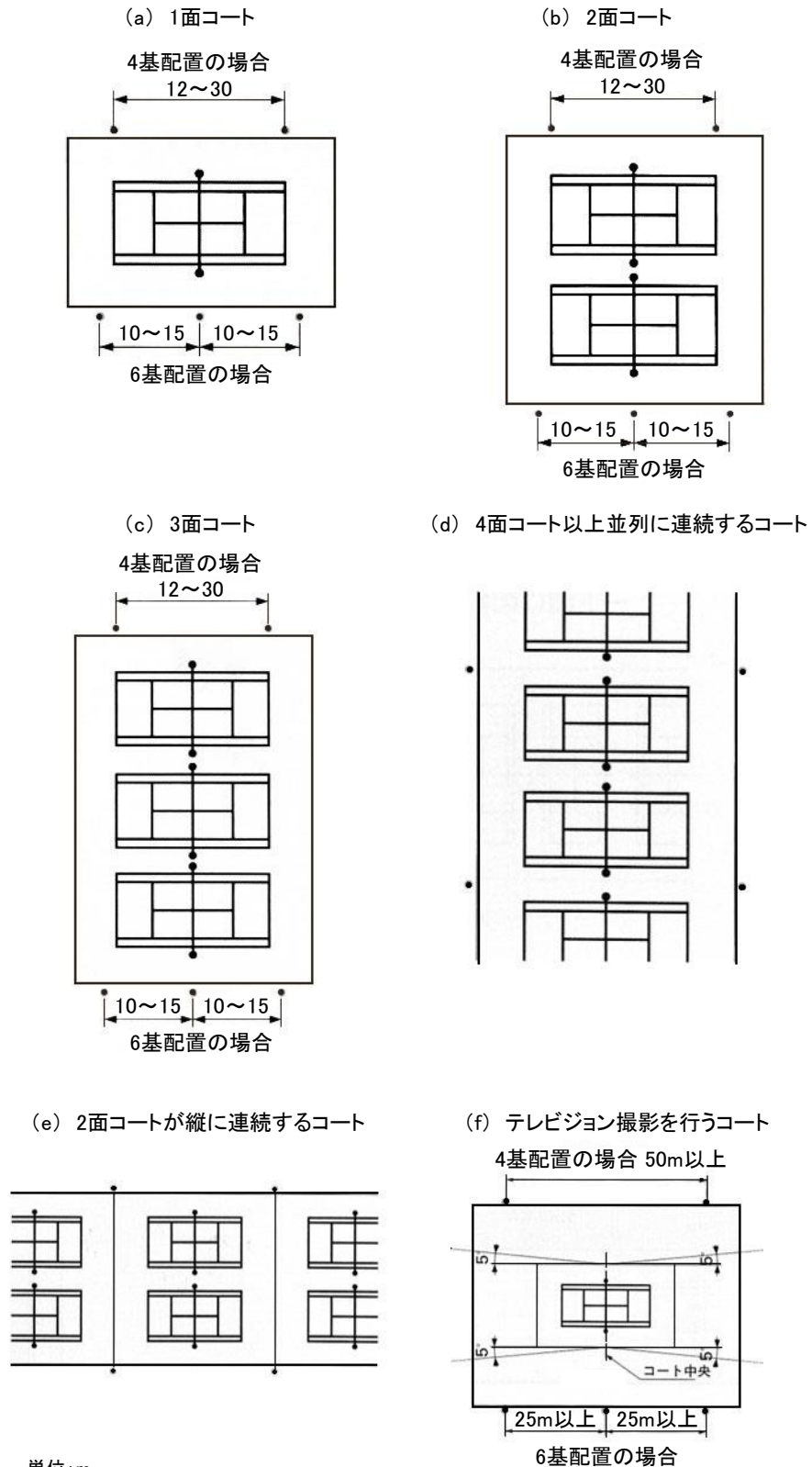
注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3. 照明方式及び照明器具の配置

テニスコートには主に投光照明方式を採用します。図6.2に一般的な照明器具の配置を示します。



単位: m

備考: ●印は、照明器具の設置位置。

図6.2 照明器具の配置

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

4. 照明器具の取付高さ

照明器具の取付高さは、図6.3に示す照明器具の間隔Lによって決定します。ただし、運動競技区分Ⅰ・Ⅱはいかなる場合でも12m、運動競技区分Ⅲの場合は8mを下回らないようにします。(表6.5参照)。

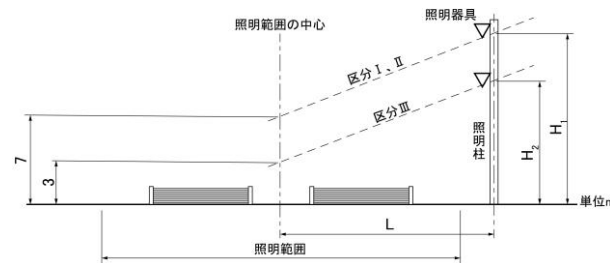
表6.5 照明器具の取付高さ

運動競技区分	取付高さ(m)	最低取付高さ(m)	参照
Ⅰ	$H_1 \geq 7 + L \tan 25^\circ$	12	図6.3
Ⅱ			
Ⅲ	$H_2 \geq 3 + L \tan 25^\circ$	8	

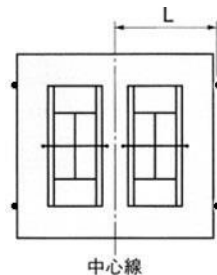
H_1 、 H_2 : 最下段の照明器具の取付高さ(m) L: 競技面の中心線から照明器具までの水平距離(m)

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

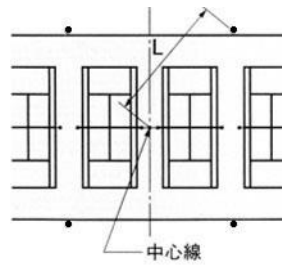
(a) 横断面(2面コートの場合)



(b) サイドラインと平行に配置する場合



(c) ベースライン後方のコート間に配置する場合



(d) テレビジョン撮影を行う場合に配置する場合

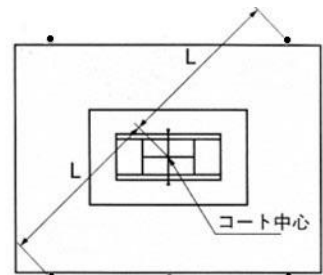


図6.3 照明器具の取付高さ

(参考文献 (a) (参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

(b)(c)(d) (参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

5. 照明器具の選定

主に投光器を用います。配光は運動競技の区分によって選定します。(表6.6参照)。

表6.6 投光器の選定

運動競技の区分	Ⅰ		Ⅱ		Ⅲ	
	1面	2面以上	1面	2面以上	1面	2面以上
配光種類	狭角形	●	—	○	—	
	中角形	○	●		○	●
	広角形	○	—	○	●	○

(備考) ●:主に用いるもの。 ○:必要に応じて用いるもの。

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

3.6.4

野球場照明 (ソフトボール場照明)

野球場照明はその競技の特徴として、フライなど空中に高く上がったボールを見上げることが多いため、空間の照度を確保しながら、グレアにも十分に配慮した照明計画を行う必要があります。照明器具から直接目に入る光が過大になると、競技に支障をきたすグレアを感じる場合があります。野球場照明の場合、照明器具を直視する機会が多いため、グレアを生じない適切な配光を持った照明器具を採用することが重要です。

1. 照明範囲

野球場照明の照明範囲は、フェンス、スタンドなどで囲まれた競技面全体とします。

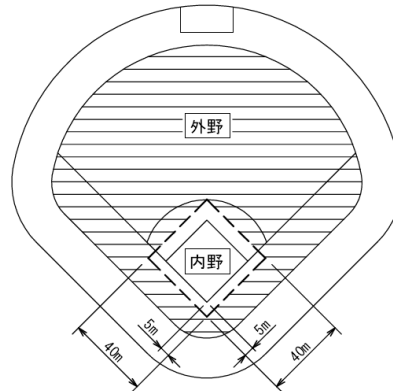


図6.4 標準的な照明範囲

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

2. 照明要件

野球場の推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.7)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.7 野球場の照明要件

競技種目	照明範囲	運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GR _L	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
硬式野球	内野 注4	I 注1	1,000	0.7	50	60	5 × 5	5 × 5	地表面
		II 注2	750	0.6					
		III 注3	500	0.5	55	-			
	外野 注5	I 注1	750	0.5	50	60		10 × 10	
		II 注2	500	0.5					
		III 注3	300	0.3	55	-			
軟式野球	内野 注4	I 注1	750	0.6	50	60	5 × 5	5 × 5	地表面
		II 注2	500	0.5					
		III 注3	300	0.5	55	-			
	外野 注5	I 注1	500	0.5	50	60		10 × 10	
		II 注2	300	0.5					
		III 注3	200	0.3	55	-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング。

注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

注4) 内野は、ダイヤモンドを含むファウルラインと外側5mから外野方向へ、野球は40m、ソフトボールは30mをとった正方形内とします。

注5) 外野は、競技面全体から内野を除いた残りとなります。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3. 照明方式及び照明器具の配置

投光照明方式とし、原則として、図6.5に示す6ヶ所配置とします。レクリエーション施設などのやむを得ない場合には、4ヶ所配置とすることもあります。

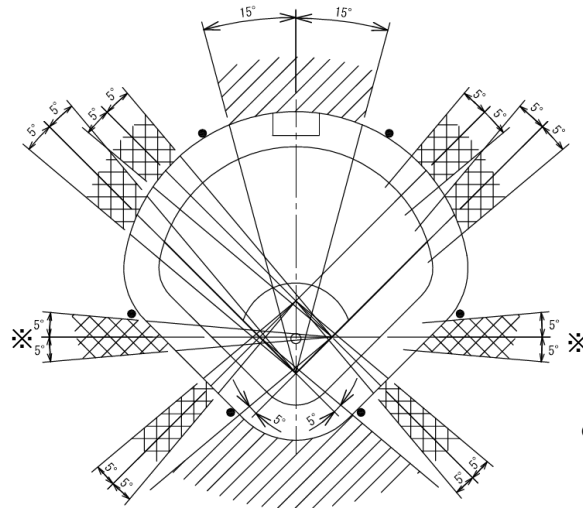


図6.5 照明器具の配置

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

4. 照明器具の取付高さ

照明器具の取付高さは、図6.6に示す照明器具の間隔Lによって決定します。

$$\frac{L}{2} = \tan 20^\circ \leq H \leq \frac{L}{2} \times \tan 30^\circ$$

H: 最下段の照明器具の取付高さ(m)

L: 照明器具の間隔(m) (各内外野の照明器具の位置を対角線で結んだ長いものをとる)。

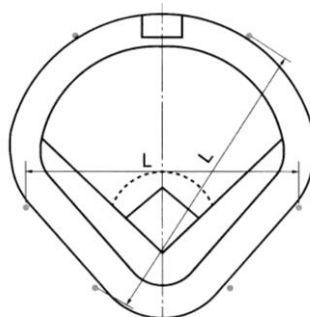


図6.6 照明器具の取付高さ

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

5. 照明器具の選定

主に投光器を用います。配光は競技区分によって選定します。(表6.8参照)。

表6.8 照明器具の選定

区分		硬式			軟式		
		I	II	III	I	II	III
配光の種類	狭角形	●	●	○	●	○	○
	中角形	○	●	●	●	●	●
	広角形	○	○	○	○	○	●

(備考) ●:主に用いるもの。 ○:必要に応じて用いるもの。

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

3.6.5 屋外陸上競技場 サッカー場 ラグビー場照明

サッカー場・ラグビー場照明は、競技中に競技面を外れた競技者やボールが極端に見えにくならないように、競技面周辺部分においても十分な照度を確保することが重要です。また、ゴール前、コーナー部分はプレーにおいて重要な場所であり、競技面全体の均斉度を良くするような照明計画をすることが重要です。

1. 照明範囲

次に示すように競技面全体とします。

- ・屋外陸上競技場：走路及びそれに囲まれた範囲（走路の外側に競技施設がある場合は、その競技施設全体を含める）。
- ・サッカー場：タッチラインとゴールラインに囲まれた範囲＋安全領域^{注)}
- ・ラグビー場：タッチラインとデッドボールラインに囲まれた範囲＋安全領域^{注)}

注) 運動競技面周囲に、運動競技の安全を目的として設けるエリア。運動競技のルールなどで規定されている。

2. 照明要件

推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.9)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.9 屋外陸上競技場、サッカー場、ラグビー場の照明要件

運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GRL	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
I ^{注1)}	500	0.7	50	60	5×5	10×10	地表面
II ^{注2)}	200	0.5					
III ^{注3)}	100	0.3	55	-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング

注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3. 照明方式及び照明器具の配置

投光照明方式とし、原則として、表6.10に基づいて設定します。

表6.10 照明器具の配置

区分	照明器具の配置	参照
陸上競技場及び兼用競技場	サイド:8ヶ所配置	図6.7
サッカー場	コーナー:4ヶ所配置	図6.8

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

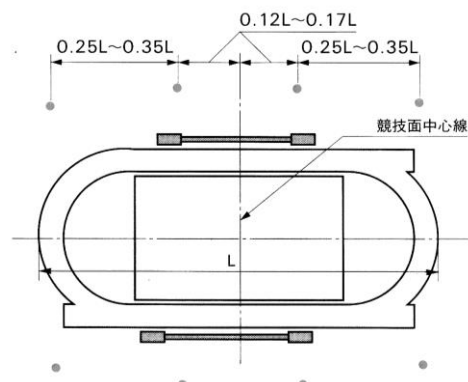


図6.7 陸上競技場及び兼用競技場の配置

備考: ●印は、照明器具の設置位置

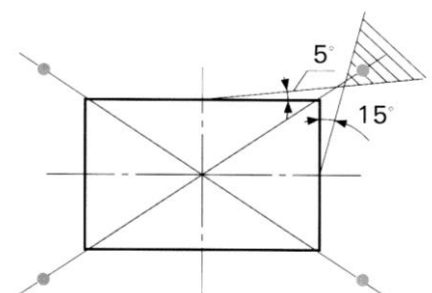


図6.8 サッカー場の配置(コーナー配置)

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

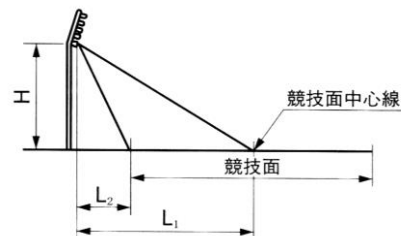
4. 照明器具の取付高さ

照明器具の取付高さは、照明配置により異なり図6.9及び図6.10に示す照明器具の間隔Lによって決めます(表6.11参照)。

表6.11 照明器具の取付高さ及び取付間隔

照明配置	取付高さ(m)	参照
サイド配置	$L_1 \tan 20^\circ \leq H \leq L_1 \tan 30^\circ$ かつ $L_2 \tan 45^\circ \leq H \leq L_2 \tan 75^\circ$	図6.9
コーナー配置	$L_1 \tan 20^\circ \leq H \leq L_1 \tan 30^\circ$ かつ $L_2 \tan 45^\circ \leq H \leq L_2 \tan 70^\circ$	図6.10

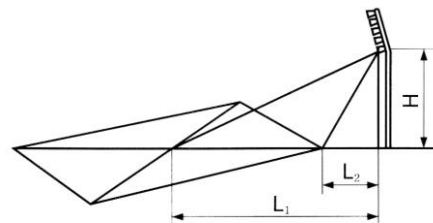
(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))



L1: 競技面の中心線から最下段の照明器具までの水平距離(m)
 L2: 競技面の端から最下段の照明器具までの水平距離(m)
 H: 最下段の照明器具の取付高さ(m)

図6.9 照明器具の取付高さ(サイド配置)

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))



L1: 競技面の中心線から最下段の照明器具までの水平距離(m)
 L2: 競技面の端から最下段の照明器具までの水平距離(m)
 H: 最下段の照明器具の取付高さ(m)

図6.10 照明器具の取付高さ(コーナー配置)

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

5. 照明器具の選定

主に投光器を用います。配光は運動競技の区分によって選定します。(表6.12参照)。

表6.12 照明器具の選定

運動競技の区分		I・II		III	
照明配置		サイド	コーナー	サイド	コーナー
配光種類	狭角形		●		○
	中角形	●	○	●	
	広角形		○		●

(備考) ●:主に用いるもの。 ○:必要に応じて用いるもの。

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))

3.6.6

屋内運動場照明

屋内運動場ではさまざまな競技が行われるため、目的に応じた照明環境となる汎用性の高い照明とすることが理想的です。したがって、それらの使用競技にそれぞれ対応できるような点灯パターンを考慮した照明計画を検討することが重要です。

1. 照明範囲

競技場の床面全体とします。ただし、専用競技場は、運動競技面+安全領域^{注)}とします。

注) 運動競技面周囲に、運動競技の安全を目的として設けるエリア。運動競技のルールなどで規定されている。

2. 照明要件

屋内運動場の推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.13)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.13 屋内運動場の照明要件

競技種目	運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GR _L	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
バレーボール バスケットボール ハンドボール フットサル	I 注1	750	0.7	-	60	2×2: バスケットボール バレーボール	4×4: バスケットボール バレーボール	床面
	II 注2	500	0.6					
	III 注3	200	0.5					
テニス バドミントン 卓球	I 注1	750	0.7	-	60	2×2: テニス	4×4: テニス	床面: テニス バドミントン
	II 注2	500	0.6					
	III 注3	300	0.5					
体操	I 注1	500	0.7	-	60	2.5×2.5	5×5	床面
	II 注2	300	0.6					
	III 注3	200	0.5					
柔道 剣道	I 注1	750	0.7	-	80	1×1	2×2	床面
	II 注2	500	0.6		60			
	III 注3	200	0.5		-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング。

注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3. 照明方式及び照明器具の配置

表6.14より、長所、短所を考慮して選定するようにします。

表6.14 照明器具の配置

照明方式	特徴	図	選定のポイント	
直接照明	分配配置	<ul style="list-style-type: none"> ●水平面照度が得やすく、均斉度もすぐれている反面、鉛直面照度(空間の明るさ)が不足します。 ●競技面に競技の妨げとなる影が生じにくくなります。 ●多灯用の集合体を用いれば、1/2点灯など段階点灯が容易に行えます。 ●上空をよく見上げる競技では、突発的に大きなグレアが生じます。 		<ul style="list-style-type: none"> ●中小規模の施設 ●設備費が比較的安い ●天井が比較的低い場合、照明器具は広照形が適する
		<ul style="list-style-type: none"> ●点灯段階を設ける場合 ●多目的に利用する施設 ●天井空間がすっきりと整理される 		
	サイド配置	<ul style="list-style-type: none"> ●鉛直面照度(空間の明るさ)が得やすく、陰影・立体感の点ですぐれています。 ●投光器が競技方向と平行に配置される場合、グレアは少ない反面、競技の正面の低い位置に配置される場合には問題が大きくなります。 ●キャットウォークを利用すれば、施工、保守管理が容易で、キャットウォークの延長距離も短くて済み、天井空間がすっきりとします。 		<ul style="list-style-type: none"> ●競技方向が定まっている施設 ●天井が比較的高い場合 ●カラーTV中継に適する
		<ul style="list-style-type: none"> ●水面、水面での正反射の防止を図る場合 ●施設の幅が広い場合 ●天井構造が特殊な場合 		
	併用配置	<ul style="list-style-type: none"> ●テレビジョン撮影など、水平面及び空間の照度が高い値を必要とする場合に最も適しています。 	-	<ul style="list-style-type: none"> ●天井が比較的高い場合 ●カラーTV中継に適する
全周配置	<ul style="list-style-type: none"> ●照明器具を、運動競技面の全周に沿って天井に配置をします。 		<ul style="list-style-type: none"> ●競技方向が定まっている施設 ●天井が比較的高い場合 ●カラーTV中継に適する 	
間接照明	<ul style="list-style-type: none"> ●非常にグレアが少なく、競技面に競技の妨げとなる影が生じない手法である反面、陰気で陰影・立体感に乏しい照明となり、距離感が不足します。 ●空間の光の分布にすぐれ、水平面、鉛直面とも良好な均斉度の照明が得られます。 ●照明効率が低くなります。 		<ul style="list-style-type: none"> ●施設の幅が狭い場合 ●天井が高い場合 ●天井に照明器具が取付かない施設(エアータント、可動式屋根) 	
			<ul style="list-style-type: none"> ●施設の幅が広い場合 ●天井が低い場合 ●比較的容易に間接照明ができる ●照明器具は、特広照形が適する 	

4. 照明器具の取付高さ及び間隔

照明器具の取付高さと同様、配置方法によって異なります。分散配置を用いる場合、取り付け高さには特に規定はありませんが、取付間隔は競技面上で1/2照度角を満足する範囲と決められています。サイド配置を用いた場合、取付間隔には特に既定はありませんが取り付け高さは、競技場端の床面より仰角30°以上と決められています(表6.15参照)。

表6.15 照明器具の取付高さ及び取付間隔

区分	取付高さ(m)	取付間隔(m)	参照
分散配置	-	競技面上で1/2照度角を満足する範囲 (バレーボール場などではネット上端の高さ)	図6.11
サイド配置	競技場端の床面より仰角30°以上	-	図6.12

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

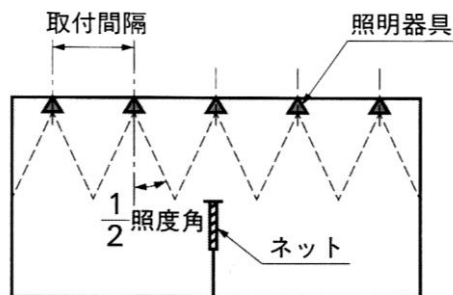


図6.11 分散配置における照明器具の取付間隔

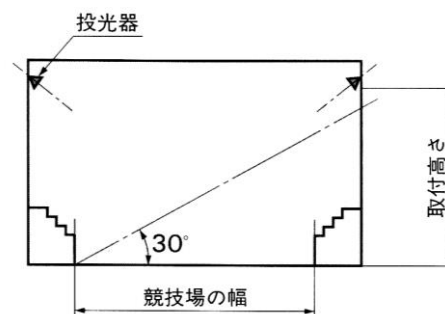


図6.12 サイド配置における照明器具の取付高さ

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

5. 照明器具の選定

一般的に高天井用照明、もしくは投光器を単独で、または複数まとめて使用します。なお、ボールなどが衝突して照明器具が破損しないようガードなどを付設することが望まれます。

3.6.7 屋内水泳プール照明

水泳プール照明は利用者が快適な視環境のもとで施設を利用することができるだけでなく、水中とプールサイドの安全管理にも十分に配慮した照明計画をする必要があります。水中の見え方を確保するためには、水面への光の入射角を小さくし、水面での光幕反射を極力軽減することが重要となります。光源は人の肌色が忠実に見えるように、演色性の高い光源を選定することが望まれます。また、照明器具においては常に高湿度環境にあるため防湿性や、耐食性に富んだものを使用する必要があります。

1. 照明範囲

フェンス(壁)または観客席などで囲まれたプールサイドを含むプール全体とします。

2. 照明要件

屋内水泳プールの推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.16)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.16 屋内水泳プールの照明要件

運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GRL	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
I 注1	750	0.5	-	60	2.5×2.5	5×5	水面
II 注2	500	0.5					
III 注3	200	0.4		-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング

注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3. 照明方式及び照明器具の配置

屋内水泳プールの照明方式及び照明器具の配置を、表6.17に示します。

表6.17 照明方式及び照明器具の配置

照明方式	特徴	図	選定のポイント
直接照明	分配配置 <ul style="list-style-type: none"> ●水平面照度が得やすく、均斉度もすぐれている反面、鉛直面照度（空間の明るさ）が不足します。 ●競技面に競技の妨げとなる影が生じにくくなります。 ●多灯用の集合体を用いれば、混光照明や1/2点灯のような段階点灯が容易に行えます。 ●上空をよく見上げたときに、突発的に大きなグレアが生じます。 		<ul style="list-style-type: none"> ●中小規模の施設 ●設備費が比較的安い ●天井が比較的低い場合、照明器具は広照形が適する
	サイド配置 <ul style="list-style-type: none"> ●鉛直面照度（空間の明るさ）が得やすく、陰影・立体感の面で優れています。 ●投光器が競技方向と平行に配置される場合、グレアは少ない反面、競技の正面の低い位置に配置される場合には問題が大きくなります。 ●キャットウォークを利用すれば、施工、保守管理が容易で、キャットウォークの延長距離も短くて済み、天井空間がすっきりとします。 		<ul style="list-style-type: none"> ●競技方向が定まっている施設 ●天井が比較的高い場合 ●カラーTV中継に適する
間接照明	<ul style="list-style-type: none"> ●非常にグレアが少なく、競技面に競技の妨げとなる影が生じない手法である反面、陰気で陰影・立体感に乏しい照明となり、距離感覚が不足します。 ●空間の光の分布にすぐれ、水平面、鉛直面とも良好な均斉度の照明が得られます。 ●照明効率が低くなります。 		<ul style="list-style-type: none"> ●施設の幅が狭い場合 ●天井が高い場合 ●天井に照明器具が取付かない施設（エアータント、可動式屋根）
	<ul style="list-style-type: none"> ●非常にグレアが少なく、競技面に競技の妨げとなる影が生じない手法である反面、陰気で陰影・立体感に乏しい照明となり、距離感覚が不足します。 ●空間の光の分布にすぐれ、水平面、鉛直面とも良好な均斉度の照明が得られます。 ●照明効率が低くなります。 		<ul style="list-style-type: none"> ●施設の幅が広い場合 ●天井が低い場合 ●比較的容易に間接照明ができる ●照明器具は、特広照形が適する

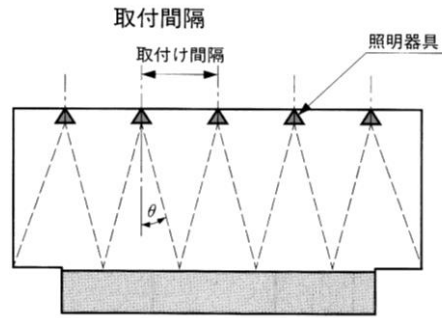
4. 照明器具の取付間隔及び投光器の取付高さ

照明器具の取付高さ及び取付間隔は水面における反射グレアを考慮し、表6.18に基づいて設定します。

表6.18 照明器具の取付高さ及び取付間隔

区分	取付高さ(m)	取付間隔(m)	参照
分散配置	-	競技面上で1/2照度角を満足する範囲	図6.13
サイド配置 (直接照明方式)	観客席あり プール端より 仰角40°以上	-	図6.14
	観客席なし プール端より 仰角30°以上		
サイド配置(間接照明方式)	床面から2.3m以上	-	-

(参考文献 (公財)日本体育施設協会:スポーツ照明の設計マニュアル(2016))



(備考) θ は1/2照度角を示す。

図6.13 分散配置における照明器具の取付間隔

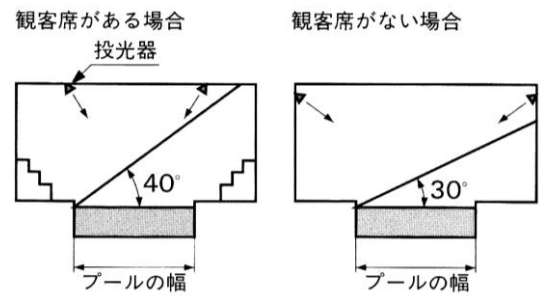


図6.14 照明器具の取付高さ(屋内プールの場合)

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

5. 照明器具の選定

照明器具は、防滴形以上の防水性能をもち、材質仕上げは湿度や塩素などへの防護を施した投光器、高天井用照明、またはこれらを箱体に収納したものとします。

3.6.8 アイススケート場 照明

アイススケート場照明においては、競技者が安全で快適な視環境のもとで競技を行えるだけでなく、競技者の動作が審判員や観客からよく見えるように照明計画をすることが重要です。また、氷面に映り込んだ照明器具により競技に支障をきたすようなグレアが生じることがないように照明計画をすることが重要です。

1. アイスホッケー及びフィギュアスケート用リンク照明

1.1 照明範囲

フェンスで囲まれたリンク全体とします。

1.2 照明要件

アイスホッケー及びフィギュアスケート用リンクの推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.19)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.19 アイスホッケー及びフィギュアスケート用リンクの照明要件

運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GR _L	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
I 注1	750	0.7	-	60	5×5	10×10	氷面
II 注2	500	0.6					
III 注3	200	0.5		-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング

注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

2. スピードスケート用リンク照明

2.1 照明範囲

滑走コース全域とします。

2.2 照明要件

スピードスケート用リンクの推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.20)。またテレビジョン撮影を行う場合は、表6.3の照明要件も満たすことが必要です。

表6.20 スピードスケート用リンクの照明要件

競技種目	運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GR _L	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
屋内スピードスケート	I 注1	500	0.7	-	60	5×2	10×4	滑走面
	II 注2	200	0.6		-			
	III 注3	100	0.5		-			
屋外スピードスケート	I 注1	500	0.5	50	60	5×2	10×4	滑走面
	II 注2	200	0.4	55	-			
	III 注3	100	0.3		-			

注1) 観客のいる国際、国内、地域全体または特定地域における最高水準の運動競技会。最高水準のトレーニング

注2) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注3) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3.6.9 ゴルフ場(練習場)照明

ゴルフ場及びゴルフ練習場照明は、プレーヤーがボールを打つときに必要な水平面照度だけではなく、飛んでいくボールの行方を確認するための空間照度も確保することが重要です。また、ゴルフ場においては、ティーイングエリア、フェアウェイ、グリーンといったプレー場所に応じた照明計画をする必要があります。特にティーイングエリアには、第1打目のボールは遠くまで飛ぶので空間照明用の器具を設置し、遠方までの空間照度を確保する必要があります。また、グリーンにおいては、プレーの方向が一方方向ではないので、プレーヤー自身の影によってボールが見にくくならないように、グリーン両側からの照明をする必要があります。

1. ゴルフ場照明

1.1 照明範囲

ティーイングエリア、フェアウェイ、グリーンを範囲とします。

1.2 照明要件

ゴルフ場の推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、運動競技区分ごとに決定します(表6.21)。

表6.21 ゴルフ場の照明要件

競技種目	運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GRL	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
ティーイングエリア ・ グリーン	Ⅱ 注1	75	-	-	-	5×5	5×5	地表面
	Ⅲ 注2	50						
フェアウェイ	Ⅱ 注1	50				10×5	20×10	
	Ⅲ 注2	30						

注1) 観客のいる地域全体または特定地域における一般的な運動競技会。高水準のトレーニング。

注2) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

2. ゴルフ練習場照明

2.1 照明範囲

打席とフィールド空間を範囲とします。

2.2 照明要件

ゴルフ練習場の推奨照度、照度均斉度、グレア制限値、平均演色評価数などの照明要件は、表6.22の照明要件を満たすことが必要です。

表6.22 ゴルフ練習場の照明要件

競技種目	運動競技の区分	推奨照度 (lx)	照度均斉度 (Min/Ave)	グレア制限値 GRL	平均演色評価数 Ra	計算間隔 (m)	測定間隔 (m)	基準面の高さ
打席	Ⅲ 注1	100	0.8	-	-	15m 間隔	15m 間隔	地表面
空間	Ⅲ 注1	50	-					

注1) 観客のいない特定地域の運動競技会。学校体育又はレクリエーション活動。一般のトレーニング。

(参考文献 JIS Z 9127:スポーツ照明基準(2011))

3.7 サービスステーション照明

3-74

関連資料

JIS Z 9125:
屋内作業場の照明
(2007)

JIS Z 9126:
屋外作業場の照明
(2010)

1. 目的

サービスステーション照明の目的は、顧客に対しての誘引効果とともに、より良いサービスが提供できるように視環境を整備することにあります。具体的には次の事項が考えられます。

- (1) 走行中の車両(ドライバー)が、サービスステーションの存在と、系列メーカー、営業中であるか否かをすばやく確認できること。
- (2) 車両の出入りを安全かつ容易にすること。
- (3) 顧客、サービスマンが容易に作業ができるよう視環境を整備すること。
- (4) 顧客の誘引と休息の場としての環境を作るためのものであること。

また環境保全・省エネルギーなどの地球温暖化防止対策という点から、省エネルギーにも注意しなくてはなりません。サービスステーションでの必要な明るさを確保しながら、それらの問題に対応できる照明器具・光源が必要になります。

2. 推奨照度

照度基準はJISに示されていますが、ここでは上記の目的を実現するための推奨照度を表7.1に示します。

表7.1 推奨照度

屋外	屋内	照度 [lx]
進入・退出路	—	20～50
—	用品庫・雑品庫	50～100
—	コンプレッサー室・湯沸室	70～150
—	シャワー室	100～200
給油機周辺・防火塀 キャンピエッジ・洗車エリア	—	150～300
—	セールスルーム・サービスルーム 事務室	300～500
看板・その他・アクセント	—	500～1000

3. 照明設計のポイント

屋外照明の設計のポイントを表7.2に、屋内照明の設計のポイントを表7.3に示します。

表7.2 屋外照明設計のポイント

場 所	設計のポイント
給油機周辺 (キャンपी)	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスマンの作業がすみやかに、安全確実にこなせる明るさであること。 ・水平面照度・鉛直面照度が高くグレアの少ないこと。
進入・退出路 (アプローチ)	<ul style="list-style-type: none"> ・車両(ドライバー)が入りやすく、安全であること。 ・ドライバーに対し障害物が明視できるだけの路面の明るさがあること。 ・通行中のドライバー又は歩行者に対しグレアの少ないこと。
駐車・洗車エリア	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザー・サービスマンの作業が行いやすく、車両の移動が安全に行えること。 ・障害物が明視できる明るさであること。
防火塀・キャンピーエッジ	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスステーションの存在と営業中であるか否かすばやく認識できる明るさであること。 ・系列メーカーがすばやく判別できること。 ・周辺への光の影響を少なくすること。
看板・その他 (アクセント)	<ul style="list-style-type: none"> ・サービスステーションの存在と営業中であるか否かすばやく認識できる明るさであること。 ・過度なグレアとならないこと周辺環境にグレアをおよぼさないこと。 ・系列メーカーがすばやく判別できること。

表7.3 屋内照明設計のポイント

場 所	設計のポイント
セールスルーム	<ul style="list-style-type: none"> ・商品の展示、仕入品の販売を行うために十分な照度と演色性が要求され、スポットライトなども補助照明として必要。 ・休憩室の照明には清潔感のあるものが望ましい。 ・グレアの少ないこと。
事務室	<ul style="list-style-type: none"> ・伝票の整理等の事務作業を行なうのに十分な照度であること。
サービスルーム	<ul style="list-style-type: none"> ・車両の点検整備のためサービスマンが容易にかつ安全に作業できる明るさが必要。 ・リフト使用時には補助照明が必要。
用品庫	<ul style="list-style-type: none"> ・ストックの製品が容易に視認できる明るさであること。
雑品庫	<ul style="list-style-type: none"> ・危険物を収納するため防爆構造の機器を使用すること。
コンプレッサー室	<ul style="list-style-type: none"> ・回転機を使用するため保守点検を考慮し、LEDなど瞬時に点灯できる光源を使用すること。
湯沸室	<ul style="list-style-type: none"> ・防湿形の器具を使用すること。
シャワー室	<ul style="list-style-type: none"> ・防湿形の器具を使用すること。

3.8 屋内作業場照明

3-76

3.8.1 工場照明

1. 目的

工場照明の目的は次に示す照明環境を提供することです。

- ・製造中の製品や監視用メーターなど直接知りたい視対象を認識すること
- ・通路や設備機器など、自分がある周囲の状況が適切にわかること

また、地球温暖化問題など環境負荷への軽減策として、CO₂削減・省エネルギーが強く求められ、エネルギーの使用の合理化に関する法律が施行されています。

2. 照明計画

工場の照明計画を行うとき、検討すべき主な項目は次の通りです。

(1) 建屋構造、機械類のレイアウトはどうなっているか？

→可能な照明方式、保守方法を考察します。

(2) 作業内容の特徴は？

→必要照度及びその分布、演色性・色温度の要求範囲、グレアレベル等から照明方式・使用光源・照明器具配光等の要件を考察します。照度は表8.1を参考に決定します。

(3) 施設場所の雰囲気はどうか？

→使用機器の機能への制約条件を考察します。

(4) 優先すべき照明の要件はなにか？

→(1)~(3)に経済性などを加え、照明諸要件のバランスを考えて、最も適切な手法、照明機器、周辺機器を選定します。

3. 照明方式

照明方式は昼光を用いる場合と人工光を用いる場合があります。

3.1 昼光照明方式

3.1.1 昼光利用の注意

昼光の利用にあたっては、人工照明との兼ね合いにもよりますが、次の点に注意しなければなりません。

- (1) 作業を妨げるような、まぶしい光がないこと
- (2) 照度の不均一があまり大きくないこと
- (3) 1日中のはげしい照度変化がないこと
- (4) 採光とともに熱の侵入がないこと

3.1.2 採光の方法

採光の方法は、窓の位置により図8.1のような種類があります。

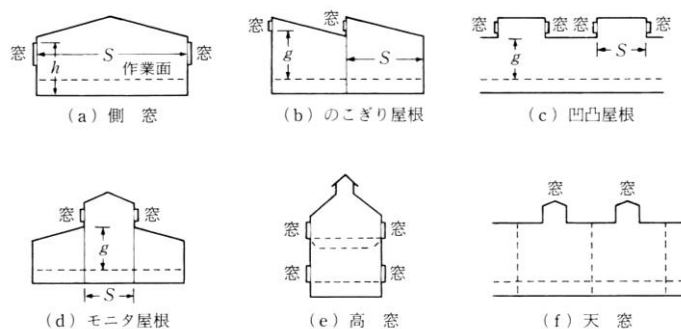


図8.1 工場の採光方法

3.2 人工照明方式

人工照明の方式は次の3つがあります。

3.2.1 全般照明

全般照明は、作業場全体が明るくなるように、照明器具を一様に分散して取りつける基本的な照明手法です。

3.2.2 局部全般照明

局部全般照明は、全般照明された作業場においてある程度広い範囲の一部をさらに高照度にするための照明手法です。

3.2.3 局部照明

ある局所のみを高照度にするために、特にその場所に照明器具を密集させたり、スタンド利用したりする照明方式です。

4. 照度設定

4.1 工場内照明

JIS Z 9110 (照度基準総則)に記載されている照度基準を表8.1に示します。

表8.1 照度基準

		0	50	100	150	200	300	500	750	1000	1500
作業	精密機械、電子部品の製造、印刷工場での極めて細かい視作業、 例えば・組立a、・検査a、・試験a、・選別a	1500 (lx)									
	繊維工場での選別、検査、印刷工場での植字、校正、化学工場での 分析など細かい視作業、 例えば・組立a、・検査b、・試験b、・選別b	750 (lx)									
	一般の製造工程などでの普通の視作業、 例えば・組立c、・検査c、・試験c、・選別c、・包装a、	500 (lx)									
	粗な視作業で限定された作業、例えば・包装b、・荷造a	200 (lx)									
	ごく粗な視作業で限定された作業、例えば・包装c、・荷造b、c	100 (lx)									
	設計・製図	750 (lx)									
	制御室などの計器及び制御盤などの監視	500 (lx)									
	倉庫内の事務	300 (lx)									
	荷積み、荷降ろし、荷の移動など	150 (lx)									
空 執 間 務	設計室・製図室	750 (lx)									
	制御室	200 (lx)									
共 用 空 間	作業を伴う倉庫	200 (lx)									
	倉庫	100 (lx)									
	電気室・空調機械室	200 (lx)									
	便所、洗面所	200 (lx)									
	階段	150 (lx)									
	屋内非常階段	50 (lx)									
	廊下、通路	100 (lx)									
	出入口	100 (lx)									

備考1) 同種作業名について見る対象物及び作業の性質に応じ三つに分ける。

(1)付表中のaは細かいもの、暗色のもの、対比の弱いもの、特に高価なもの、衛生に関係ある場合、精度の高いことを要求される場合、作業時間の長い場合などを表す。

(2)付表中のbは、(1)、(3)の中間のものを表す。

(3)付表中のcは、粗いもの、明色のもの、頑丈なもの及びさほど高価でないものを表す。

※表の照度は維持照度を表しており、使用期間中は下回ってはいけない値。

(参考文献 JIS Z 9110:照明基準総則(2010))

4.2 構内照明

工場の構内には大小の道路があり、資材の搬入、製品の搬出、従業員の通行で大きな役割を果たしています。したがって道路にも照明を施し、事故防止や犯罪防止に留意する必要があります。

照明方式は、主要道路は一般の交通道路灯が使用されますが、工場の建物を利用して、プラケット灯や投光照明によって照明されている場合もあります。どの方式によるにしても建物やその他の設備との調和がとれているかどうかを考える必要があります。照度については、次の表8.2のようになります。

表8.2 照度基準

歩行者交通が少ない場所	5lx
歩行者交通がやや多い場所	10lx
最高10km/hの低速交通 (例:フォークリフト、トラック、自転車など)	10lx
通常の交通 (最高40km/h、バス停及びタクシー乗り場を含む。)	20lx
通行人があり、自動車の切り替え又は荷物の積み込み、積み下ろしがある区域	50lx

(参考文献 JIS Z 9110:照明基準総則(2010))

5. 全般照明による照明計画

5.1 高天井(10m以上)・中天井(6m~10m)

製鉄、大型機械工場などは、作業、設備の関係から天井が高くなります。大容量の光源で灯数を少なくした方が、保守及び費用の点で有利になることと作業面に有効に光を集中するには、集光性の良い照明器具が必要になることから、LEDやセラミックメタルハライドランプが多く用いられます。なお高天井になるほど、集光性の高い配光が適し、中天井では中照形や広照形の配光が適します。

5.2 低天井(6m以下)

天井の低い作業場の照明には、LEDベースライトや蛍光灯が最も多く用いられますが、特に天井の低い所、グレアを抑える必要がある所では、埋込形器具が用いられます。

なお、作業場全体を明るくするこの方式は、あらゆる場所に適合し、照明として最も自然で対象物の見え方も良好です。しかし、全般照明で精度の高い作業の必要照度を得ることは設備費・電力費が高くなり不経済です。このため必要な部分には、局部照明を併用して照明費を下げるのが一般的です。

6. 特定環境の照明

工場では作業の種類により特殊な環境となる場所があります。その場合は、次のような検討が必要になる場合があります。

(1) 温度が高い場所、低い場所

→温度が高い場所ではランプの口金、光出力の高温特性など、温度が低い場所では、始動の確実性、光束が安定するまでの時間、安定後の光出力、発生熱量など。

(2) 爆発性ガス、粉じんの発生する場所

→耐圧防爆形、安全増防爆形、粉じん防爆形器具等の使用。

(3) 湿度の高い場所、水気のある場所

→防湿形器具の使用。

(4) 腐蝕性ガスの発生する場所

→耐食塗装器具、ステンレス製器具等の使用。

- (5) 振動の多い場所
→耐振形器具、ランプホルダ等の使用、状況に応じて防振ゴムの使用。
- (6) 埃を嫌う場所 クリーンルーム
→ガラスカバーや帯電防止処理をしたアクリルカバーを使用。

7. 保守

照明施設における保守とは、ランプの交換及びランプ、照明器具の清掃等をいいます。ランプ自体には、時間の経過につれて減光していく特性があり、その上に工場内のほこりや汚れが、照明器具やランプに付着して、透過率や反射率の低下が起こります。このような状態のまま放置すると、効率のよい照明は得られず不経済となります。さらに作業能率の低下をもたらし、場合によっては工場の機能に支障をきたす事にもなります。したがって明るさを維持するために、適正な時期のランプ交換と定期的な清掃を行う必要があります。

8. 照明設計

照明設計は、次の手順で行われます。

- (1) 照度の決定
設計する工場の種類、作業の内容によって適当な照度を決めます。
- (2) 照明方式の選定
作業に最も適した方式を決めます。一般的には全般照明が多く使われます。
- (3) 光源と照明器具の選定
工場照明に使用される光源や照明器具は、作業内容、点灯時間、取付場所の高さや面積などの条件から選定します。
- (4) 照明率の決定
照明器具の照明率表と、室内反射率及び室指数から照明率を決定します。照明器具の照明率表の例を表8.3に示します。室指数は、室の形状、大きさ、器具の位置によって決まる計数で、式-1により算出します。

$$Kr = \frac{X \times Y}{H (X + Y)} \quad \text{式-1}$$

- ここで Kr:室指数
X:間口(m)
Y:奥行き(m)
H:作業面から照明器具までの高さ(m)

表8.3 照明率表の例

反射率(%) REFLECTANCE	天井	80			70			50			30			0
	壁	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	0
	床	10			10			10			10			0
器具形式 SAW415	0.60	56	48	44	55	48	73	54	47	43	52	47	43	39
	0.80	64	57	53	63	57	52	61	56	52	59	55	51	47
光源形式 M180FCELSH -W/BUD	1.00	69	64	59	68	63	59	66	62	58	65	61	58	54
	1.25	73	67	64	72	67	63	70	66	62	68	64	62	58
室指数(Kr) ROOM INDEXES	1.50	76	71	68	75	70	67	73	69	66	71	68	66	62
	2.00	79	75	72	78	74	72	76	73	71	74	72	70	66
	2.50	80	78	75	79	77	74	77	75	73	76	74	72	69
$Kr = \frac{X \times Y}{H(X + Y)}$	3.00	82	79	77	81	78	76	79	77	75	77	75	74	71
	4.00	83	81	79	82	80	79	80	79	77	78	77	76	73
BZ 2	5.00	84	82	81	83	82	80	81	80	79	79	78	77	74
	7.00	85	84	83	84	83	82	82	81	80	80	79	79	76
最大器具取付間隔 MAX SPACING 1.40 H	10.00	86	85	84	85	84	83	83	82	81	81	80	80	77

(5) 保守率の決定

使用する周囲の環境、ランプ交換や清掃の計画から経済的な保守率を決めます。

(6) 所要灯数の計算

光束法(式-2)によって所要灯数を求めることができます。

$$N = \frac{E \times A}{F \times U \times M} \quad \text{式-2}$$

ここで N: 所要ランプ数 (器具一体型LEDの場合は所要台数)

A: 室面積(m²)

E: 所要照度(lx)

F: ランプ光束(lm) (器具一体型LEDの場合は定格光束(lm))

U: 照明率

M: 保守率

(7) 器具の配置

器具は一様に分散させて配置します。この時使用する照明器具の最大取付間隔の条件を満足しているかどうか確認する必要があります。条件を満たしていれば、照度むらの少ない照明であるため問題はありませんが、条件を満たしていない場合は照明器具配光をより広配光に変更するか、ランプ出力を落して再度所要灯数を算出し、器具配置を決めます。この時、壁と器具間の距離は、器具相互間の距離×1/2とします。但し、壁ぎわをよく使う所では、壁と器具の距離＝器具相互間の距離×1/3とします。

9. 計算例

計算例を示します。

(1) 設計条件

- a.作業内容 : 特に定めません。
- b.所要照度 : 300(lx) (床面)
- c.床面積 : 30m×50m=1500(m²)
- d.天井高さ(H) : 9(m)
- e.室内反射率 : 天井30(%)、壁30(%)、床10(%)
- h.器具 : 表8.3を参照
- i.光源 : 表8.3を参照(19800(lm))
- j.保守率(M) : 0.69

(2) 室指数の計算

$$\text{室指数}(Kr) : Kr = \frac{30 \times 50}{9 \times (30+50)} = 2.08$$

(3) 照明率の計算

室指数の計算結果及び表8.3より、U=0.703

(4) 所要灯数の計算

(式-2)より所要灯数を求める。

$$N = \frac{300 \times 1500}{19800 \times 0.703 \times 0.69} = 46.85 \text{ (台)}$$

以上より器具の配置は、図8.2のように6×8=48台の全般照明とします。またこの時の照度は以下のようになります。

$$E = \frac{19800 \times 0.703 \times 48 \times 0.69}{1500} = 307 \text{ (lx)}$$

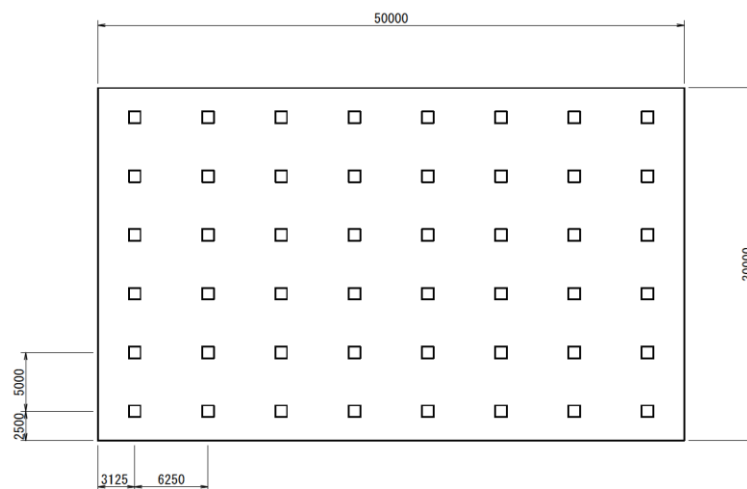


図8.2 照明器具の配置例

(5) 照度むらの検討

器具取付間隔と表8.2の最大器具取付間隔を比較すると

- 最大取付間隔 $6.25 < 1.4H = 1.4 \times 9 = 12.6$
- 壁と器具の距離 $3.125 < 1.4H = 1.4 \times 9 \times 1/2 = 6.3$ 以上より問題ありません。

3.8.2 オフィス照明

1. 目的

オフィス照明は、執務者の視機能を良好に保ち、疲労を軽減し、作業能率が向上するように設計・設備される必要があります(明視性:作業の照明)。

また、照明は見ようとする視対象だけを十分に明るくすれば良いというものではなく、天井面・壁面・床面・什器などの明るさのバランスを適切にし、居住空間として快適と感じられるように、設計・設備される必要もあります(快適性:環境の照明)。

2. 照明の要件

オフィス照明の基本的な要件は次の4つです。これらは相互に関連し合っているので、実際の照明の場ではこれらを総合的に取り扱う必要があります。

- ・照度
- ・不快グレアと減能グレア
- ・光幕反射と反射グレア
- ・光色と演色性

2.1 照度

2.1.1 水平面照度

表8.4にオフィス照明基準表を示します。表中の水平面照度は、各エリアの室の種類毎に推奨する保守率を含む水平面照度の平均値を示しています。作業面が指定されていない場合は、床上0.8(m)の仮想的な水平面の値とし、通路や廊下では床上0.1(m)以内の中心線上の平均値としています。また、視作業の種類ごとには表8.5の値を推奨します。

2.1.2 照度均斉度

作業面における水平面照度の変化は、出来るだけ小さいことが望ましく、執務エリアにおいては、視作業域内の平均照度(タスク照明による照度とアンビエント照明による照度の和)に対するアンビエント照明の平均照度の比は1/3以上となるようにします。また、視作業域内の照度の均斉度は、最小照度/平均照度を0.6以上とする必要があります。また、タスクアンドアンビエント照明方式のような不均一な照明を選定する場合は、壁面照度を200lx、天井面照度を100lxを推奨しています。

2.1.3 照度の連続性

人間がオフィス内を移動する場合、室と廊下または室と室の間に、ある限度以上の照度差があると、床面、障害物、歩行者などが見え難くなり、通行の安全が損なわれることがあります。低い方の照度が高い方の1/5以上であることが理想的です。

2.1.4 鉛直面照度

対話をする相手の表情を見る時や、書棚の書類を探す時などには、十分な鉛直面照度が必要となります。また、OA機器を操作する室内においては、資料や原稿を見るために十分な鉛直面照度が必要な反面、液晶モニタなどのディスプレイ表面の照度が高すぎると、表示文字の輝度対比が低下して見えにくくなったり目が疲れやすいため、適正な範囲に抑える必要があります。これらを考慮した基準が表8.4の中の鉛直面照度です。特に指定がない場合は、床上1.2mにおける鉛直面照度とします。

2.1.5 壁面照度・天井面照度

執務空間において、タスクアンドアンビエント照明を用いる際、明るさを適正に保つ必要があります。各照度の推奨値を、表8.4に示します。壁面照度は、平均反射率を30%と想定して、天井面照度は、平均反射率を50%と想定して照度を算出します。反射率が高い場合は、輝度が同等となるように照度を低減することができます。

表8.4 オフィス照明基準表

区分	室の種類	視作業域内 (TALの場合)		室内全域 (全般照明の場合)		照度の 連続性	鉛直面 照度[lx]	壁面 照度 a) [lx]	天井面 照度 b) [lx]	不快 グレア (UGR)	光色	平均演色 評価数 (Ra)	
		水平面 照度[lx]	照度 均斉度	水平面 照度[lx]	照度 均斉度								
		基準	基準	基準	基準								
執務空間	設計室・製図室	1500	0.6以上	1500	0.6以上	1:5 以内	100以上	200	100	16	中涼	80以上	
	事務室 c)	750		750				200	100	19			
	役員室	750		750				200	100	16			
	役員会議室			500						19	暖中涼		
	診察室			500				150以上				19	中涼
	調理室			500				100以上	200	100	22	80以上	
	印刷室・コピー室	500	0.6以上	500					200	100	19		
	電子計算機室・サーバー室	500		500				200	100	19			
	中央監視室・管理室	500		500	150以上		200	100	16				
	コールセンター	500		500	100以上		200	100	19				
	守衛室				500						19		
受付 d)			300			150以上			22	暖中(涼)			
共用空間	会議室・集会室・セミナー室			500	0.6以上					19	暖中涼		
	応接室			500			100以上			19			
	宿直室			300					19				
	社員食堂 d)			300			100以上				暖中(涼)		
	喫茶室・ラウンジ・給湯室 d)			200									
	休憩室・ リフレッシュコーナー d)			100							中涼		
	書庫			200			100以上						
	倉庫			100								60以上	
	更衣室・ロッカー室			200								80以上	
	パウダールーム	500					150以上					暖中涼	90以上
	便所・洗面所	200		200			150以上					80以上	
	電気室・機械室	200									中涼	60以上	
	階段			150								暖中(涼)	80以上
	屋内避難階段			50									
	共用廊下 d)			100									
	エレベーターホール d)			300									
	エントランスホール(昼間) d)			500									
エントランスホール(夜間) 玄関(車寄せ) d)			100										

備考 a) 壁面の反射率を30%と想定して算出した壁面照度の推奨値、壁面の反射率が高い場合は、輝度が同等となるように照度を低減してもよい。反射率が低い場合は、輝度が同等となるように照度を高める必要がある。
 b) 天井面の平均反射率を50%と想定して算出した天井面照度の推奨値、天井面の反射率が高い場合は、輝度が同等となるように照度を低減してもよい。反射率が低い場合は、輝度が同等となるように照度を高める必要がある。
 c) 細かな作業をともなう場合、高齢者に配慮する場合は1.5倍程度の照度とするのが望ましい。
 d) 光色を涼とする場合、高照度にすることが望ましい。

(参考文献 JIEG-008: 照明学会・技術指針 オフィス照明設計技術指針(2017))

表8.5 作業面の推奨照度と照度範囲、作業の例

推奨照度[lx]	照度範囲[lx]	作業または行動の例
75	50～100	車庫・非常階段
100	75～150	ごく粗な視作業、時折の短い訪問、倉庫
150	100～200	作業のために連続的に使用しない空間
200	150～300	粗な視作業、作業のために連続的に使用する空間(最低)
300	200～500	やや粗な視作業
500	300～750	普通の視作業
750	500～1000	やや精密な視作業
1000	750～1500	精密な視作業
1500	1000～2000	非常に精密な視作業

照度範囲300～750は、300[lx]以上、750[lx]以下を示す。この場合の推奨照度は、500[lx]である。
 (参考文献 JIEG-008:照明学会・技術指針 オフィス照明設計技術指針(2017))

2.2 グレア

良好な視環境を得るためには、作業者に照明器具によるグレアを与えないように、適切な照明器具を選択しなければなりません。屋内における不快グレアは、一般には輝度が高い照明器具又は窓から直接的に生じるので、抑制する必要があります。

2.2.1 グレア源の遮光

グレアは、視野内の著しい高輝度部及び高い輝度の対比によって生じ、対象物の見易さを損ないます。これは高輝度な光源を遮光したり、高輝度な窓面にブラインドを用いたりすることによって回避できます。ランプ(光源)輝度に対するランプ(光源)最小遮光角は、表8.6に示した値を下回ってはなりません。なお、最小遮光角は照明器具が通常作業中に視野にない場合又は照明器具が減能グレアを与えない場合には適用しません。遮光角とは、ランプ(光源)を装着した照明器具の最下面に接する水平線と照明器具内のランプ(光源)の発光部分が見え始める視線方向のなす角のことをいいます。

表8.6 作業面の推奨照度と照度範囲、作業の例

ランプ輝度(×1000cd/m ²)	最小遮光角
1以上20未満	10°
20以上50未満	15°
50以上500未満	20°
500以上	30°

(参考文献 JIEG-008:照明学会・技術指針 オフィス照明設計技術指針(2017))

2.2.2 不快グレア

不快グレアの評価は、屋内統一グレア評価方法に基づいて式-3によってUGRを求めます。UGRの計算方法はCIE117に則ります。UGRIは、表8.4に示すUGR制限値(UGR)を超えないことが望ましいです。それぞれのUGR段階とグレアの程度との関係は表8.7に示します。UGRは発光面の輝度が均一であると仮定して計算されることから、発光面の輝度均斉度について配慮しています。

$$UGR = 8 \log \left(\frac{0.25}{L_b} \cdot \sum \frac{L^2 \omega}{p^2} \right) \quad \text{式-3}$$

L_b : 背景輝度 (cd/m²)

L : 観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の輝度 (cd/m²)

ω : 観測者の目の方向に対するそれぞれの照明器具の発光部の立体角 (sr)

P : それぞれの照明器具の視線からの隔たりに関する Guth(グース)の位置指数

背景輝度 L_b は、CIEPub.117 Discomfort Glare in Interior Lightingによれば、グレア源を含まない視野内の観測者の目の位置における鉛直面照度と全く同じ値をつくりだす全周囲の一律な輝度と定義されています。

表8.7 UGR段階とグレアの程度との関係

UGR段階	グレアの程度
28	ひどすぎると感じ始める
25	不快である
22	不快であると感じ始める
19	気になる
16	気になると感じ始める
13	感じられる

(参考文献 JIEG-008:照明学会・技術指針 オフィス照明設計技術指針(2017))

2.2.3 UGR計算値

既往研究によりUGRはグレアの程度に関する主観評価よりも3~6程度厳しい方向にずれること、JIS Z9125 屋内作業場の照明基準では「UGR制限値を超えないことが望ましい」とされていることを考慮し、JCIE-002 屋内作業場の照明基準設計ガイドでは、例えばUGRが19の部位に推奨できるUGR計算値は19 ≤ UGR < 22とすることを提案しています。(図8.3)

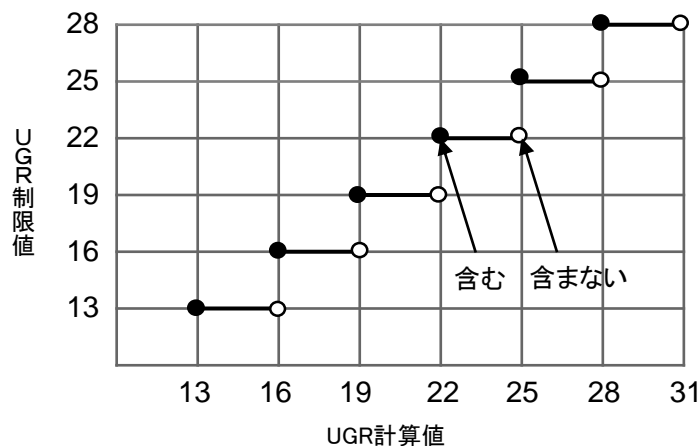


図8.3 UGR計算値の判定

(参考文献 JIEG-008:照明学会・技術指針 オフィス照明設計技術指針(2017))

2.3 光幕反射

光沢のある紙面などの視作業面で、対向する高輝度物体が反射して、紙面上に重畳することで視対象の対比低下をまねき、見えにくくなる光幕反射があります。光幕反射を防止するためには、以下のような配慮をする必要があります。

- ・望ましくない反射が通常の視線方向からはずれるように、照明器具、視対象物及び執務者を配置する。
- ・主たる照明を拡散光で左側方または頭上の少し後方からとるようにする。
- ・光幕反射が生じないよう局部照明を用いて作業対象面の照度を上げ、光幕反射の影響を相対的に軽減する。
- ・作業対象面内の光沢面を光沢のない面に換える。
- ・室内面を光沢のない仕上げとする。

2.4 光源の光色と演色性

2.4.1 光源の光色

色温度が低いと赤みをおびた光色となるため暖かい感じとなり、色温度が高いと青みをおびた光色となるため涼しく感じます。光色を与える印象は相関色温度により表8.8に示す光色分類で表します。ただし、長時間室内に滞在し、その室の光色に十分順応した状態においては、このような心理的効果は軽減されます。

色温度は温冷感に影響があり、室内の雰囲気左右する重要な要素となります。ひとつの空間や隣接する空間で異なる光色の光源を用いると不自然に感じられる場合があります。特に、屋光の入る空間に色温度の低い光源を使用するとバランスが悪く不自然に感じられるため、光色区分の中または涼の色温度の光源を使用するのが理想的です。また、光源の選定にあたっては、室の目的に応じた雰囲気を考慮し、内装や家具の色彩、照度との関係にも留意することが望ましいです。

表8.8 光色の分類

区分	光色の印象	相関色温度(K)
暖	暖かい	3300未満
中	中間	3300～5300
涼	涼しい	5300以上

(参考文献 JIEG-008: 照明学会・技術指針 オフィス照明設計技術指針(2017))

2.4.2 光源の演色性

演色性とは、その光源により照明した物体の色がどの程度忠実に見えるか、その程度のことをいいます。演色性の程度は「JIS Z 8726: 光源の演色評価方法(1990)」に規定される平均演色評価数Raによって表されます。Raの値が100に近いほど物体の色を忠実に表すことが出来ますが、相関色温度が異なる光源同士は、平均演色評価数の大小では必ずしも演色効果を比較出来ないのので注意が必要です。人が長時間働いたり、滞在したりする場所にはRa 80以上の光源を用いるのが理想的です。また、印刷やデザイン関係の仕事など色がより正しく見えることが求められる空間ではRa90以上を推奨します。

機械室や倉庫などのバックヤードにはRa 60以上という値が推奨されていますが、危険作業を伴うような空間では、安全色彩、安全標識が適切に見える光源を使用します。演色性の良否は、執務者の作業効率や疲労にも影響を及ぼすことが考えられます。また、高齢化社会の到来にともない、執務者の高齢化への対応が求められています。一般に、若年者に比べて色彩弁別能力などの視機能が低下するため、高齢者にとっても明確に対象物が見えるよう、Ra80以上とするのが理想的です。

3. 照明方式

照明方式は、照明の目的に適したものを選択し、照明設備は光源・照明器具（安定器を含む）・制御システムなど個々の効率だけでなく、照明システム全体の効率を考慮して決定するのが望ましいといえます。また初期費用だけでなく電力費、維持費を含めた設備稼働全期間の総費用が少なくなるように計画することが必要です。オフィス照明に採用される照明方式は図8.4を参照ください。

3.1 全般照明方式

天井全体に多数の照明器具を規則正しく配置し、室内の作業面全体にほぼ均一な照度を与える方式です。この方式の最大の利点は、作業対象、作業場所などが変わっても、照明条件はほとんど変わらないという柔軟性があることですが、反面、部屋全体をその部屋で行われる最も細かい作業に必要な照度で照明しなければならないことが欠点といえます。

なおこの方式は、使用する照明器具の配光特性によって、直接照明と間接照明に分けることもできます。前者は、直接作業面方向への配光を有する照明器具を使う方式であるのに対し、後者は照明器具から出た光を一旦天井や壁で反射させ、その2次反射光を作業照明用に利用する方式で、所要照度があまり高くない場合、VDTが多く設置される部屋などに適しています。

3.2 局部的全般照明方式

この方式は、照明器具を作業する場所を中心にして機能的に配置して所要照度を与え、その他の場所には、これより低い照度を与える方式です。この方式の場合は、完成後の作業場所の変更に対応しにくいいため、設計段階で照明器具の設置位置と作業領域との関係を正確に把握しておく必要があります。

3.3 局部照明方式

作業に使用される限定された狭い範囲とそのごく近傍の周辺のみを照明する方式で、部屋の一部で高照度を必要とする場合に適しています。

3.4 タスクアンドアンビエント照明方式

全般照明方式と局部照明方式を組み合わせた方式です。タスク照明とは各机などに設けた作業（タスク）用照明のことで、アンビエント照明とは、居室内全体用のベース照明を意味します。一般的にベース照明の照度レベルは作業面照度より低く設定し、250(lx)以上とするのが望ましいといえます。

この照明方式により、設備のイニシャルコスト及び電気料金を低減させることが出来、さらに離席者が各自のタスクライトを消灯することでより大きな省エネ効果を得ることが出来ます。

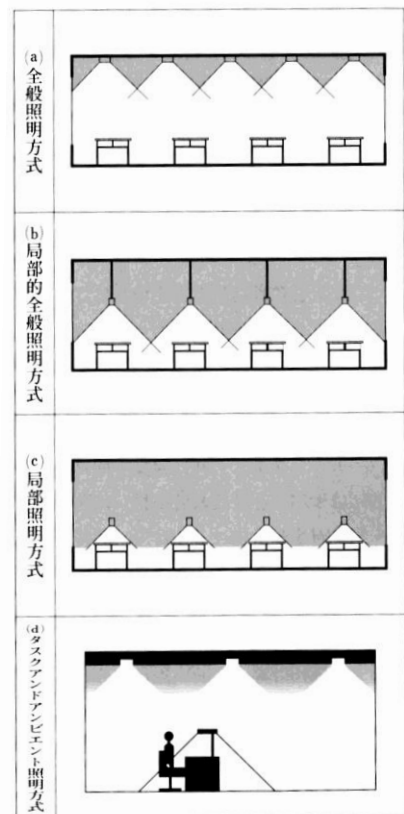


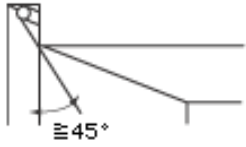



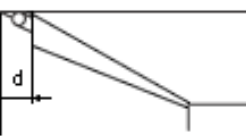
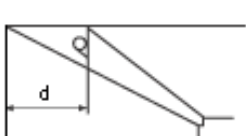
図8.4 照明方式

3.9 建築化照明

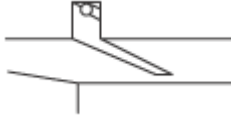
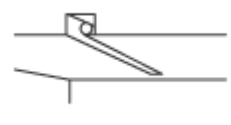
3-88

建築化照明とは、「光源を天井や壁などに組み込み、建築構造と一体化させた照明方式」をいいます。次にそれぞれの照明方式の特徴を示します。

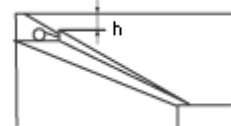
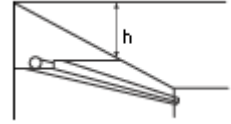
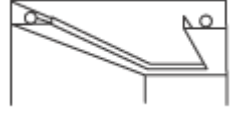
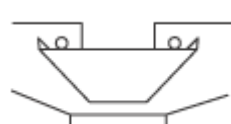
■コーニス照明

図	特徴
	<p>コーニス(下面開放)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁が明るくなり、広がり感が得られる。 ●カーテン・ブラインド照明によく用いられる手法である。 ●ランプが視野に入らないためには、遮光角が45°以上必要である。
	<p>コーニス(ランプ遮光)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁が明るくなり、広がり感が得られる。 ●通路などでコーニスに平行に見る場合に、ランプを見せないための手法である。 ●施工が難しいという欠点がある。
	<p>コーニス(下面拡散ガラス)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁が明るくなり、広がり感が得られる。 ●コーナー型光天井とよく似た手法となるが、コーニスの場合は幅が狭く線形が強調される。 ●天井と壁の境界部分が目立ったものとなる。
	<p>コーニス(下面ルーバ)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁が明るくなり、広がり感が得られる。 ●開放形や拡散ガラス形よりは壁の下方まで明るくなる。 ●エレベータホールや通路などによく用いられる。
	<p>コーニス(凹・dが小さい場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●カーテン・ブラインド照明によく用いられる手法である。 ●コーニスを天井内に納められない場合に用いられやすい。 ●天井が暗く感じられやすい。
	<p>コーニス(凸・dが大きい場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁廻りだけが明るくなり、その部分が強調される。 ●カウンターや店舗の棚の照明としてよく用いられる。 ●広がり感が得られる。

■トロファ照明

図	特徴
	<p>トロファ</p> <ul style="list-style-type: none"> ●アーチ形天井などともによく用いられ、天井空間に明暗の変化が得られる。 ●ランプが直接見えないように視線方向に注意する。ランプ遮光角は45°以上必要である。
	<p>トロファ(ランプ遮光)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●ランプが直接見えないようにする手法である(無方向性)。 ●空間に変化を与えたり、区分したい場合に用いられる。 ●施工が難しいという欠点がある。

■コーブ照明

図	特徴
	<p>コーブ(hが小さい場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●柔らかい光が空間全体に得られ、影の少ない環境となる。 ●光の帯が天井面に生じ、空間に変化を与える。 ●通路などに用いれば誘導効果上がる。
	<p>コーブ(hが大きい場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●影のない柔らかい環境が得られ、店舗などのベース照明として用いられる。 ●天井面が比較的一様に照明され、天井を高く感じさせる。
	<p>コーブ(上り天井)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●シャンデリアと併用されることの多い手法である。 ●天井を高く感じさせ、シャンデリアなどの輝きも適度なものとなる。
	<p>コーブ(下り天井)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●広い空間を視覚的に区分し、空間に変化を与える。 ●ダウンライトなど直接照明によって生じる陰影を和らげる。 ●デパート、ホテルのロビーなどに用いられる。

■光天井

図	特徴
	<p>光天井(全体的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●曇天時の屋外の雰囲気、影が少ない柔らかい光が得られるが、陰気な感じにもなりやすい。 ●$S \leq 1.5 \cdot h$でほぼ一様な輝きの光天井が得られる。 ●アクリル系は防災上面積の制限有り。
	<p>光天井(部分的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●天窓がある感じで、明るく軽快な雰囲気が得やすい。 ●グレアレスダウンライトと併用されることが多く、単調になりがちな天井に変化を与える。 ●店舗によく用いられる。
	<p>光天井(凸・部分的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●天井面が明るくなるので、広く高く感じられる。 ●店舗では絵や模様入ガラスが用いられることもある。 ●光天井は汚れや虫などが目立ちやすく、保守方法が課題である。
	<p>コーナー型光天井</p> <ul style="list-style-type: none"> ●適度な陰影(立体感)が得られとても感じが良い。 ●グレアレスダウンライトと併用されることが多い。天井・壁が明るくなり、高く感じられる。 ●通路などで誘導効果がある。

■ルーバ照明

図	特徴
	<p>ルーバ天井(全体的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●光天井と同様だが、光の拡散性がやや弱く、壁が暗くなる。 ●$S \leq 1.5 \cdot h$でほぼ一様な輝きになるが、ランプ長軸方向の光の模様は消せない。 ●アクリル系は防災面積の制限有り。
	<p>ルーバ天井(部分的)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●光天井と同様だが、光の拡散性がやや弱く、壁が暗くなる。 ●玄関ホールなどによく用いられ、大メッシュが多くなった。 ●ランプ交換・ルーバの清掃などが課題である。

■バランス照明

図	特徴
	<p>バランス(dが小さい場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁に変化を与えるとともに広がり感が得られる。 ●バランスの位置に応じ、ランプ遮光角は上側または下側に45°以上が必要である。 ●リビングや通路に用いられる。
	<p>バランス(dが大きい場合)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁廻りが明るくなり、空間を広く感じさせる。 ●間接光が陰影を和らげるとともに、天井を高く感じさせる。 ●カウンターや店舗の棚の照明によく用いられる。
	<p>バランス(ルーバ付)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●壁廻りが明るくなり、空間を広く感じさせる。 ●カウンターや店舗の棚の照明の、グレードの高い手法である。 ●ランプが直接見えないようにする手法である。

■吊・半間接

図	特徴
	<p>吊・半間接(ルーバ付)</p> <ul style="list-style-type: none"> ●カウンターや店舗のショーケースの照明としてよく用いられ、空間に境界を創る。 ●間接光が陰影を和らげるとともに、天井を高く感じさせる。

3.10 障害光の低減

3-90

3.10.1 障害光

国際照明委員会(CIE)では、照明光による環境への障害を許容できるレベルに抑制するために、関連する照明の特性値の許容限界値を示しています。概要を表10.1から表10.2に示します。

表10.1 環境区域

区域	環境	光環境	例
E1	自然	本来暗い	国立公園、保護された場所
E2	地方	低い明るさ	産業的または居住的な地方領域
E3	郊外	中間の明るさ	産業的または居住的な郊外領域
E4	都市	高い明るさ	都市中心と商業領域

(参考文献 CIE No.150-2017 : Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor lighting installations(2017))

表10.2 障害光の制限に関する照明技術的指標の推奨最大値

照明技術的指標	利用条件	環境区域			
		E1	E2	E3	E4
1.周囲地所に対する照明の制限(鉛直面照度の最大値) 制限は、近隣住居、潜在的住居、特に窓のような関係する面や部分に適用される。値は、照明器具からの総和である。					
鉛直面照度 (Ev:lx)	減灯時間前	2	5	10	25
	減灯時間以降	0 ^{注)}	1	2	5
注) 照明器具が公共(道路)照明用である場合、この値は1まで許容される。					
2.視野内のまぶしい照明器具の制限(指定された方向における、照明器具の光度の最大値) 制限は、照明器具の輝いた面が居住者に迷惑を与えそうな個々の器具に適用される。観察点は、そのような眺めが継続する位置であり、一時的・短期的状態は含まない。					
照明器具の光度 (I:cd)	減灯時間前	2,500	7,500	10,000	25,000
	減灯時間以降	0 ^{注)}	500	1,000	2,500
注) 照明器具が公共(道路)照明用である場合、この値は500まで許容される。					
3.交通機関に対する影響の制限(非道路照明設備による閾値増加量の最大値)					
閾値の増加 (TI:%)	道路照明なし	M5	M4/M3	M2/M1	
	15 順応輝度 0.1cd/m ²	15 順応輝度 1cd/m ²	15 順応輝度 2cd/m ²	15 順応輝度 5cd/m ²	
注: 1.区分はCIE 115-1995による。 2.制限は、交通機関の利用者が必要な視覚情報の見え方の低下を受けやすい場所に適用する。値は、走行路における関連位置、視線方向に適用する。					
4.大気中での散乱光の制限(CIE Publication 126-Table2 ¹⁾ による)					
上方光束の比 ²⁾ (ULR)	設置位置での照明器具水平面から上に照射される光と器具総光束の比。	0	0.05	0.15	0.25
1) パラメータULRは、CIE126で使われるULORinstと同一である。 2) ULRは器具光束に対する比として定義されている。					
5.過剰照明された建物表面及び看板の影響の制限(許容される表面平均輝度の最大値)					
建物表面の輝度(L _v)	平均照度×反射率/πより求める。	0 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
看板の輝度(L _v)	平均照度×反射率/πより求める。 または、自発光しているものの輝度	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1000 cd/m ²
注: 値は減灯前後の両方に適用される。ただし、E1は除く。この値はCIE74-1988に示されている。区間E1及びE2では周期的あるいは点滅する照明を含んだ看板の使用は認めない。いずれの区域でも、住居の窓の近傍に取付けるべきではない。					

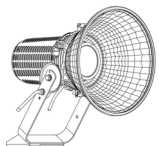
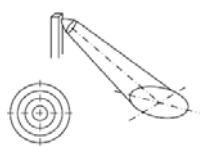
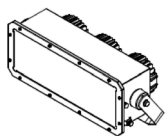
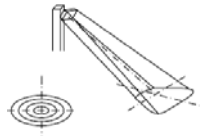
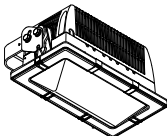
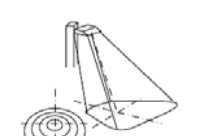
(参考文献 CIE No.150-2017 : Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor lighting installations(2017))

3.10.2 投光照明器具

1. 投光器の区分と特長

投光照明は、照明器具の照射方向(取付け角度)が自由に設定でき、取付け場所も道路・街路照明のように限定されないことが多く、その使い方によっては被照射面外への漏れ光が大きく異なるので、適切な光の広がり(配光)を持つものを選定し、適切な位置に設置することが特に重要です。表10.3に投光器の区分と特徴を示します。

表10.3 投光器の区分と特徴

投光器の区分		特徴	主な用途	参考図(照明器具・配光形状の例)	
I	配光が光軸を中心とした軸対称のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 1つの照明柱に多数設置し多方向に照射するなど広い範囲を高照度で照射する場合に用いる。 配光の広がりに応じて、狭い狭角形、広い広角形、その中間の中角形などがある。 光軸の光度の高いタイプは被照射面までの距離が長い場合や高い位置からの照射に適する。 照射角度によっては、グレアや上方への漏光が大きくなるが、ルーバやフードなどを追加することで抑制できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 広場 広いグラウンド 広い駐車場 モニュメント、樹木、高い建物の照明 		
II	配光が横長の矩形もしくは長円形のタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 被照射面に沿って列状に配置するなど、特定の範囲を比較的むら無く照射する場合に用いる。 鉛直方向の配光の広がりに応じて、狭い狭角形、広い広角形、その中間の中角形などがある。 1灯で幅の広い範囲を照射することができる。 照射角度によっては、グレアや上方への漏光が大きくなるが、ルーバやフードなどを追加することで抑制できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 駐車場 比較的狭い広場 屋外プール 屋上広場、コート エプロン(飛行場) 看板照明 壁面照明 		
III	配光が上方後方の光を抑制し下方前方へ照射したタイプ	<ul style="list-style-type: none"> 比較的被照射面までの距離が短く、狭い範囲を照射する場合に用いる。 配光の広がりに応じて、狭い狭角形、広い広角形、その中間の中角形などがある。 器具を平行に取付ければ、上方への漏光は大幅に規制できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 駐車場 建物外周の広場 テニスコート 中庭 看板照明 壁面照明 		

(参考文献 (一社)日本照明工業会 ガイド116:障害光低減のための屋外照明機器の使い方ガイド(2002))

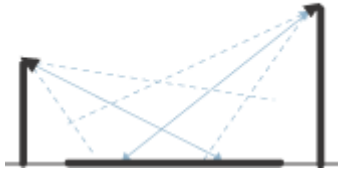
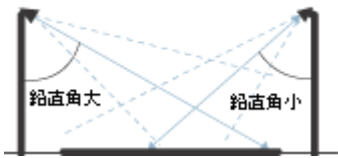
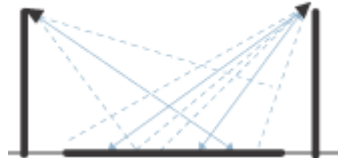
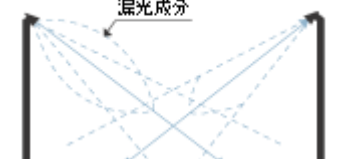
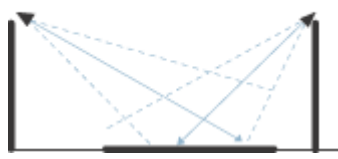
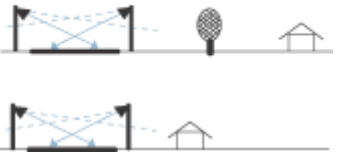
2. 障害光の低減策

2.1 投光照明と障害光の関係

障害光を低減するには、投光器の取付け高さ、照射角度(鉛直角)、1台あたりの光出力、配光、被照射面からの距離などを、施設やその周囲の状況に応じて、適切に定めることが重要です。表10.4は、投光照明のパラメータと障害光との関係を示したものです。各パラメータの長所と短所に留意して、施設に最も適していると考えられる方法を選定します。

漏れ光の低減に最も効果があるのは、照射角度を小さくすることです。もし、この角度を大きくせざるを得ない場合でも70度以下に抑えるのが良いでしょう。また、照射角度を小さくするためには、取付け高さを高くしたり、被照射面からの距離を小さくする等が考えられます。このような配慮をすれば、ルーバやフードなどによる漏れ光の制御も容易になります。しかし、照度分布が悪くなったり、空間の照度が不足したりするので、投光器1灯当たりの光出力を抑え、良好な照度分布を得るのに必要な灯数を用います。

表10.4 投光照明のパラメータと障害光の関係

パラメータと図	特徴
<p>取付け高さ</p> 	<p>取付け高さを高くすれば</p> <ul style="list-style-type: none"> ・狭い配光の採用で漏れ光低減ができる。 ・照射角が小さな鉛直角にでき、漏れ光制御が容易になる。 ・大出力光源の採用でも良好な照明効果が得易い。 ・昼間時に照明設備が目立ちやすい。
<p>照射角度（鉛直角）</p> 	<p>照射角度（鉛直角）を小さくすれば</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広い配光を採用しても比較的漏れ光が少ない。 ・ルーバやフードなどでの漏れ光の制御が容易になる。 ・隣接地域から見た照明器具の輝きが低くなる。 ・取付け高さが低いと、照度均斉度が悪くなり易い。 ・空間の照度が低くなる。 ・照射角度は70度以下が推奨される。
<p>光出力（1台当たり）</p> 	<p>光出力を小さくすると</p> <ul style="list-style-type: none"> ・光出力が少ないため周囲への影響が少ない。 ・きめ細かな照射方向の設定で、漏れ光の低減が容易になる。 ・同時に、良好な照明効果が得やすい。 ・照明器具台数が増えるので、設備費や保守費が割高になる。
<p>配光</p> 	<p>より制御された配光を採用すると</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ルーバやフード等の使用の必要性が減少する。 ・隣接地域から見た照明器具の輝きが低くなる。 ・被照射面での利用光が増加する。
<p>被照射面からの距離</p> 	<p>被照射面からの距離を小さくすると</p> <ul style="list-style-type: none"> ・広い配光を小さな鉛直角で照明でき、漏れ光低減が容易になる。 ・照度均斉度が悪くなり易い。 ・空間の照度が不足し易い。 ・照明塔が邪魔になり易い。
<p>隣接地域との距離</p> 	<p>隣接地域からの距離を大きくすると</p> <ul style="list-style-type: none"> ・良好な照明設計によって漏れ光の影響低減が容易になる。 ・遮光物の設置が容易になる。

(参考文献 (一社)日本照明工業会 ガイド116: 障害光低減のための屋外照明機器の使い方ガイド(2002))

2.2 照明施設別の障害光低減策

投光照明は、フレキシブルな使用が可能なることから様々な施設で使用されますが、照明対象、照明範囲、所要照度などによってその使い方が異なります。表10.5は、これらを考慮して照明施設別に推奨される障害光低減策を示したものです。

特に、照明範囲の広いスポーツ施設・大きな広場・駐車場などでは、照射角度が大きくなりがちになるので、取付け高さを高くすること、配光がより制御された投光器を使用すること、可能ならば隣接地域との距離を大きくすること等が重要になります。また、使用時間帯を考慮に入れた運用(減光・消灯など)も障害光の低減に効果があります。

表10.5 照明施設別の障害光低減策

照明施設	スポーツ施設				駐車場	作業場	ヤード
	プロ競技	公式競技	一般競技	レクリエーション			
障害光の低減対応策	取付け高さを高くする	◎	◎	○	○	○	◎
	照射角度を小さくする		○	○	◎	◎	
	1台当たりの光出力を小さくする			○	○	○	
	配光がより制御されたものを採用する	◎	○	○	○	○	◎
	被照射面からの距離を小さくする		○	○	◎	◎	○
	隣接地域との距離を大きくする	◎	◎	○	○	○	◎

(備考) ○: 推奨される低減策。 ◎: 特に推奨される低減策。

(参考文献 (一社)日本照明工業会 ガイド116: 障害光低減のための屋外照明機器の使い方ガイド(2002))

2.3 垂直に近い面の投光照明方法

宣伝・広告物、建築物や構造物などの垂直な面への投光照明は、都市空間の広がりや奥行き認識を容易にし、人々の安全かつ円滑な誘導に貢献しています。しかし、天空や周辺への漏れ光が多くなり、交通機関や住民への障害光となりやすいため、被照射面の大きさ、照明塔から被照射面までの距離、照射方向を考慮に入れて、適切な広がり(配光)を持つ投光器を選定します。また、投光器は下向きに照射することが望まれますが、もし上向きに照射せざるを得ない場合は、できるだけ仰角を小さくすると共に、ルーバやフードなどで漏れ光を厳しく規制することが望まれます(図10.1)。

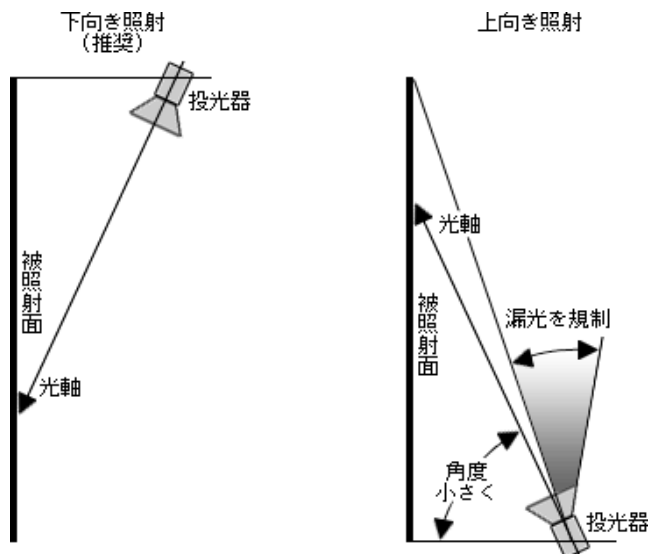


図10.1 垂直に近い面への投光照明方法

3.10.3 街路照明器具

街路照明器具については、3.3歩行者空間の照明をご参照ください。

3.10.4 光害

光害は、「良好な照明環境の形成が、人工光の不適切あるいは配慮に欠けた使用や運用、漏れ光によって阻害されている状況、またはそれによる悪影響」と定義されています。

環境省は良好な光環境を形成するために光害対策ガイドラインを策定しました。光害対策ガイドラインによると、良好な光環境を形成するためには、地域特性に応じた光環境を形成することが重要としています。その上で人工照明(照明設備)の計画の際には関係者に次の3点を考慮するように求めています。

- ・エネルギーの有効利用
- ・人間諸活動への影響
- ・動植物(自然生態系)への影響

なお、光害対策ガイドラインには地域特性に応じた良好な光環境を形成するための目安として照明環境の類型を示しています(表10.6)。

表10.6 照明環境の類型

照明環境Ⅰ	自然公園や里地等で、屋外照明設備等の設置密度が相対的に低く、本質的に暗い地域。
照明環境Ⅱ	村落郡や郊外の住宅地等で、道路灯や防犯灯等が主として配置されている程度であり、周辺の明るさが低い地域。
照明環境Ⅲ	都市部住宅地等で、道路灯、街路灯や屋外広告物等がある程度設置されており、周囲の明るさが中程度の地域。
照明環境Ⅳ	大都市中心部、繁華街等で、屋外照明や屋外広告物の設置密度が高く、周囲の明るさが高い地域。

(参考文献 環境省:光害対策ガイドライン H18年 12月改訂版(2006))

1. 屋外照明設備の推奨基準

光害対策ガイドラインに記載されている屋外照明設備の推奨基準を表10.7に示します。

表10.7 屋外照明設備の推奨基準

総合効率(安定器を含む)	ランプ入力 200W以上・・・60lm/w 200W以下・・・50lm/w
照明率	・照明率が高くなるような照明機器の設置 ・設置された状態で高い照明率を確保するための機器開発
上方光束比	照明環境Ⅰ ……0% 照明環境Ⅱ ……0%～5% 照明環境Ⅲ ……0%～15% 照明環境Ⅳ ……0%～20%
グレア及び人間諸活動への影響	・既存JIS・技術指針に従う ・HIDランプを使用する場合、器具の透過材を通して、通常の通行に際し、光源が眼に入らないように考慮する。
動植物への影響の抑制	照明器具の配光、取付け方法の改良、遮光体などで、自然環境を照射する人工光をできるだけ抑制すること。
照明の時間設計	・時間帯による人の有無に配慮した時間調光を行う。 ・時間調光によりトータルで省エネルギーが図れる取り組みを行う。

(参考文献 環境省:光害対策ガイドライン H18年 12月改訂版(2006))

2. 広告物照明の取り扱い

光害対策ガイドラインには広告物照明に対する配慮事項が存在します。広告物照明として配慮する範囲は、人工光を利用する屋外広告物全般と屋外広告行為（移動式看板、自動販売機、サーチライト等）であり、照度、輝度を与える範囲を適正に設定することを求めています。具体的な配慮事項としては、主に次の「光の性質に関する配慮」「省エネルギーに対する配慮」を要請しています。

(1) 光の性質に関する配慮

- ・点滅させないこと（発光部分、照射範囲）
- ・動かさないこと（発光部分、照射範囲）
- ・投光照明を着色しないこと（環境配慮としてフィルターをかけることは除く）

(2) 省エネルギーに関する配慮

- ・効率の良い光源の使用を推奨する。
- ・点灯時間に関する配慮（管理・運用上の配慮）を行う。

3.11 防災照明

3-96

3.11.1 誘導灯

1. 誘導灯とは

誘導灯とは、避難を容易にするために避難口や避難方向を指示するための照明設備のことであり、普段は常用電源により点灯し、火災時等による断線や停電などの非常時には自動的に非常電源に切替わり、暗間でも十分その効果を発揮します。

誘導灯は「消防法施行令第26条」と各地方自治体の火災予防条例などによって、劇場・旅館などの人の多く集まる場所に設置が義務づけられています。

2. 関連法規及び規格

2.1 法規

法………消防法(昭和23年、法律第186号)

政令………消防法施行令(昭和36年、政令第37号)

省令………消防法施行規則(昭和36年、自治省令第6号)

告示………消防庁告示

通達………消防庁通達

条例準則…火災予防条例準則(昭和36年11月22日 自消甲予発第73号消防庁長官通達)

建基法………建築基準法(昭和25年、法律第201号)

建基政令…建築基準法施行令(昭和25年、政令第338号)

2.2 規格等

JIL5501(非常用照明器具技術基準)

JIL5502(誘導灯器具及び避難誘導システム用装置基準)

JIL5505(積極避難誘導システム技術基準)

JIL技術資料123(誘導等器具及び非常用照明器具の保守・点検方法)

JIL技術資料125(誘導灯器具及び避難誘導システム用装置技術基準細則)

JIL技術資料126(誘導灯器具及び避難誘導システム用装置試験細則)

3. 誘導灯の区分

誘導灯は、「避難口誘導灯」と「通路誘導灯」の2種類に分けられます(表11.1)。

表11.1 誘導灯の区分

用途による区分	法令区分	設定による区分	高輝度誘導灯	従来の誘導灯
避難口誘導灯 	A級	A級	40形	大形(40W×2)
	B級	B級BH形	20A形	特殊大形(40・35・32W×1)
		B級BL形	20B形	中形(20W×1)
	C級	C級	10形	小形(10W×1)
通路誘導灯 	A級	A級	40形	大形(40W×2)
	B級	B級BH形	20A形	特殊大形(40・35・32W×1)
		B級BL形	20B形	中形(20W×1)
	C級	C級	10形	小形(10W×1)

(参考文献 消防法施行令第26条、消防法施行規則第28条の3、消防予第245号(1999))

誘導灯認定証標について

岩崎電気の誘導灯は、消防庁登録認定機関である(一社)日本電気協会のJEA誘導灯認定委員会の認定に合格し、図11.1に示す認定証票を貼付しています。



図11.1 誘導灯認定証票

表11.2 誘導灯の種類(電池内蔵形)

取付場所			壁		天井		
取付方法			 直付形	 埋込形	 直付形		
電池内蔵	一般形	C級	片面形	EMSJ100C	EMSJ101C	EMSJ100C	
			両面形	—	—	EMSK100C	
		B級 BL形	片面形	EMSJ200BL	EMSJ201BL	EMSJ200BL	
			両面形	—	—	EMSK200BL	
		B級 BH形	片面形	EMSJ400BH	EMSJ401BH	EMSJ400BH	
			両面形	—	—	EMSK400BH	
		A級	片面形	EMSJ440A	—	EMSJ440A	
			両面形	—	—	EMSK440A	
		長時間定格形	C級	片面形	EMSJL100C	—	EMSJL100C
				両面形	—	—	EMSKL100C
			B級 BL形	片面形	EMSJL200BL	—	EMSJL200BL
				両面形	—	—	EMSKL200BL
	B級 BH形		片面形	EMSJL400BH	—	EMSJL400BH	
			両面形	—	—	EMSKL400BH	
	A級		片面形	EMSJL440A	—	EMSJL440A	
			両面形	—	—	EMSKL440A	
	防湿・防雨形		C級	片面形	EMSJR105C	—	EMSJR100C
				両面形	—	—	EMSKR100C
			B級 BL形	片面形	EMSJR205BL	—	EMSJR200BL
				両面形	—	—	EMSKR200BL
		B級 BH形	片面形	EMSJR405BH	—	EMSJR400BH	
			両面形	—	—	EMSKR400BH	

 避

避難口誘導灯

 通

通路誘導灯

取付場所			天井		床		
取付方法							
電池内蔵	一般形	C級	片面形	EMSJ100C+吊具	—	EMSLR100C	
			両面形	EMSK100C+吊具	—	—	
		B級 BL形	片面形	EMSJ200BL+吊具	EMSPJ200BL	—	
			両面形	EMSK200BL+吊具	EMSPK200BL	—	
		B級 BH形	片面形	EMSJ400BH+吊具	EMSPJ400BH	—	
			両面形	EMSK400BH+吊具	EMSPK400BH	—	
		A級	片面形	EMSJ440A+吊具	—	—	
			両面形	EMSK440A+吊具	—	—	
		長時間定格形	C級	片面形	EMSJL100C+吊具	—	EMSLRL100C
				両面形	EMSKL100C+吊具	—	—
	B級 BL形		片面形	EMSJL200BL+吊具	—	—	
			両面形	EMSKL200BL+吊具	—	—	
	B級 BH形		片面形	EMSJL400BH+吊具	—	—	
			両面形	EMSKL400BH+吊具	—	—	
	A級		片面形	EMSJL440A+吊具	—	—	
			両面形	EMSKL440A+吊具	—	—	
	防湿・防雨形		C級	片面形	EMSJR100C+吊具	—	—
				両面形	EMSKR100C+吊具	—	—
		B級 BL形	片面形	EMSJR200BL+吊具	—	—	
			両面形	EMSKR200BL+吊具	—	—	
		B級 BH形	片面形	EMSJR400BH+吊具	—	—	
			両面形	EMSKR400BH+吊具	—	—	

避 避難口誘導灯 通 通路誘導灯

4. 誘導灯の設置基準

誘導灯の設置基準は「消防法施行規則第28条の3」により次のように定められています
(表11.3、表11.4)。

表11.3 誘導灯の設置基準

区分	防火対象物	避難口誘導灯		通路誘導灯 (室内に設けるもの)		通路誘導灯 (廊下に設けるもの)		通路誘導灯 (階段に設けるもの)
		設置対象	該当階の 床面積	設置対象	該当階の 床面積	設置対象	該当階の 床面積	設置対象
			1000 ㎡ 以上		1000 ㎡ 未満		1000 ㎡ 以上	
(1)	イ 劇場、映画館、演芸場又は観覧場	全部	全部	全部	全部	全部	全部	全部
	ロ 公会堂又は集会場							
(2)	イ キャバレー、カフェー、ナイトクラブ、その他これらに類するもの	全部	全部	全部	全部	全部	全部	全部
	ロ 遊技場又はダンスホール							
	ハ ※1 風俗営業等の規制及び業務の適正化等に関する法律(昭和23年法律第122号)第2条第5項に規定する性風俗関連特殊営業を営む店舗(2並びに(1)項イ、(4)項、(5)項イ及び(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供されているものを除く。)その他これに類するものとして総務省令で定めるもの							
(3)	イ 待合、料理店その他これに類するもの	全部	全部	全部	全部	全部	全部	全部
	ロ 飲食店							
(4)	百貨店、マーケット、その他の物品販売業を営む店舗又は展示場	全部	全部	全部	全部	全部	全部	全部
(5)	イ 旅館、ホテル又は宿泊所、その他これに類するもの	地下、 無窓階 地上11階 以上	全部	地下、 無窓階 地上11階 以上	全部	地下、 無窓階 地上11階 以上	全部	地下、無窓階 地上11階以上
	ロ 寄宿舎、下宿又は共同住宅							
(6)	イ 病院、診療所又は助産所	全部	全部	全部	全部	全部	全部	全部
	ロ 老人短期入所施設、養護老人ホーム、特別養護老人ホーム、有料老人ホーム(主として要介護状態にある者を入居させるものに限る。)、介護老人保健施設、救護施設、乳児院、知的障害児施設、盲ろうあ児施設(通所施設を除く。)、肢体不自由児施設(通所施設を除く。)、重症心身障害児施設、障害者支援施設(主として障害の程度が重い者を入居させるものに限る。)、老人福祉法(昭和38年法律第133号)第5条の2第4項若しくは第6項に規定する老人短期入所事業若しくは認知症対応型老人共同生活援助事業を行う施設又は障害者自立支援(平成17年法律第123号)第5条第8項若しくは第10項に規定する短期入所若しくは共同生活介護を行う施設(主として障害の程度が重い者を入居させるものに限る。ハにおいて「短期入所等施設」という。)							
	ハ 老人デイサービスセンター、軽費老人ホーム、老人福祉センター、老人介護支援センター、有料老人ホーム(主として要介護状態にある者を入居させるものを除く。)、更生施設、助産施設、保育所、児童養護施設、知的障害児通園施設、盲ろうあ児施設(通所施設に限る。)、肢体不自由児施設(通所施設に限る。)、情緒障害児短期治療施設、児童自立支援施設、児童家庭支援センター、身体障害者福祉センター、障害者支援施設(主として障害の程度が重い者を入居させるものを除く。)、地域活動支援センター、福祉ホーム、老人福祉法第5条の2第3項若しくは第5項に規定する老人デイサービス事業若しくは小規模多機能型居宅介護事業を行う施設又は障害者自立支援法第5条第6項から第8項まで、第10項若しくは第13項から第16項までに規定する生活介護、児童デイサービス、短期入所、共同生活介護、自立訓練、就労移行支援、就労継続支援若しくは共同生活援助を行う施設(短期入所等施設を除く。)							
ニ	幼稚園又は特別支援学校	全部	全部	全部	全部	全部	全部	全部

区分	防火対象物	避難口誘導灯				通路誘導灯 (室内に設けるもの)				通路誘導灯 (廊下に設けるもの)				通路誘導灯 (階段に設けるもの)	
		設置対象	該当階の床面積		設置対象	該当階の床面積		設置対象	該当階の床面積		設置対象	該当階の床面積		設置対象	
			1000㎡以上	1000㎡未満		1000㎡以上	1000㎡未満		1000㎡以上	1000㎡未満		1000㎡以上	1000㎡未満		
(7)	小学校、中学校、高等学校、高等専門学校、大学、各種学校、その他これらに類するもの														地下、無窓階 地上11階以上
(8)	図書館、博物館、美術館、その他これらに類するもの														地下、無窓階 地上11階以上
(9)	イ 公衆浴場のうち、熱気浴場、蒸気浴場その他これらに類するもの	全部			全部			全部							全部
	ロ イに掲げる公衆浴場以外の公衆浴場														
(10)	車面の停車場又は船舶若しくは航空機の発着場 (旅客の乗降又は待合の用に供する建築物に限る)。														地下、無窓階 地上11階以上
(11)	神社、寺院、教会その他これらに類するもの														地下、無窓階 地上11階以上
(12)	イ 工場又は作業場														地下、無窓階 地上11階以上
	ロ 映画スタジオ又はテレビスタジオ														地下、無窓階 地上11階以上
(13)	イ 自動車倉庫又は駐車場														地下、無窓階 地上11階以上
	ロ 飛行機又は回転翼航空機の格納庫														地下、無窓階 地上11階以上
(14)	倉庫														地下、無窓階 地上11階以上
(15)	前各項に該当しない事業場														地下、無窓階 地上11階以上
(16)	イ 複合用途防火対象物のうち、その一部が(1)項から(4)項まで、(5)項イ、(6)項、又は(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供されているもの ※2	全部			全部			全部							全部
	ロ イに掲げる複合用途防火対象物以外の複合用途防火対象物														地下、無窓階 地上11階以上
(16)2)	地下街														全部
(16)3) ※2	建築物の地階((16)2)項に掲げるものの地階を除く)で連続して地下道に面して設けられたものと当該地下道と合わせたもの((1)項から(4)項まで、(5)項イ、(6)項、又は(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供される部分が存するものに限る)	全部			全部			全部							全部

(参考文献 消防法施行令第26条、消防法施行規則第28条の3、消防予第408号(2009))

※1 (1)項イ、(4)項、(5)項イ、(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供されているものを除きます。

※2 上表は消防法に規定する防火対象物を抜粋しています。(16)項イ(複合防火対象物)、(16)3)項(建築物の地階)のなかで誘導灯の設置を考える際、(5)項イ、(6)項は避難口・通路誘導灯ともにC級以上がご使用になれます。

全部
地階
11階以上
無窓階

その建物のどの階にあっても設置
その建物の地階部分だけに設置
その建物の11階以上の部分だけに設置
建築物の地上階のうち避難上または、消火活動上有効な開口部を有しない階

避難口A級
 避難口B級BH形、又はB級BL形+点滅式
 避難口C級以上
 (避難の方向を示す矢印を有するものはB級以上)
 通路A級
 通路B級BH形
 通路C級以上

表11.4 誘導灯別の有効範囲

区 分			(ア)方式		(イ)方式		
			表示面縦寸法 h(m)	距離 (m)	歩行距離 D=kh	k(係数)	表示面縦寸法 h(m)
避難口 誘導灯	A級	避難の方向を示すシンボルのないもの	0.4	60	Dは歩行距離(m) hは表示板の 縦寸法(m) Kは区分に応じた 係数	150	表示面の縦寸法は 器具により異なります ので承認図より求 めてください
		避難の方向を示すシンボルのあるもの		40		100	
	B級	避難の方向を示すシンボルのないもの	0.2	30		150	
		避難の方向を示すシンボルのあるもの		20		100	
	C級	避難の方向を示すシンボルのないもの ※	0.1	15		150	
	通路 誘導灯	A級		0.4		20	
B級		0.2	15				
C級		0.13	10				

1) 避難口誘導灯及び通路誘導灯の有効範囲は、原則として、当該誘導灯までの歩行距離が上表の中の(ア)又は(イ)に定める距離のうちいずれかの距離以下となる範囲とされていること。この場合において、いずれの方法によるかは、設置者の選択によるものであること。ただし当該誘導灯を容易に見とおすことのできない場合又は識別することができない場合にあつては、当該誘導灯までの歩行距離が10メートル以下になる範囲とする。

2) ※避難口誘導灯のうちC級のものについては、避難口であることを示すシンボルについて一定の大きさを確保する観点から、避難の方向を示すシンボルの併記は認められていない(誘導灯告示、第4第1号(六)イただし書き)。

(参考文献 消防法施行令第26条、消防法施行規則第28条の3、消防予第408号(2009))

5. 誘導灯、誘導標識の取付が免除される建物 消防法施工規則第28条の2により次のように定められています。

5.1 誘導灯、誘導標識の設置を必要としない防火対象物又はその部分

5.1.1 避難口誘導灯の設置が除外される場合
居室か各部分から主要な避難口を、容易に見通し識別できる場合で、その歩行距離が下図の距離以下の時、設置は不要です。

5.1.2 通路誘導灯の設置が除外される場合
主要な避難口を容易に見通し、かつ識別できる場合でその歩行距離が下図の時以下の場合は設置は不要です。
※階段又は傾斜路では非常灯による所要条件が揃った場合。

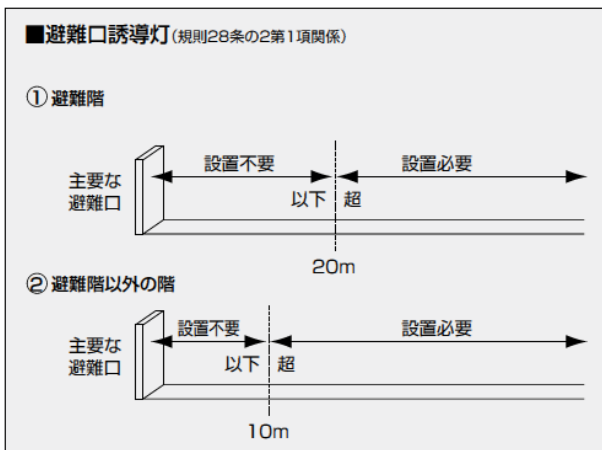


図11.2 避難口誘導灯の設置が除外される場合

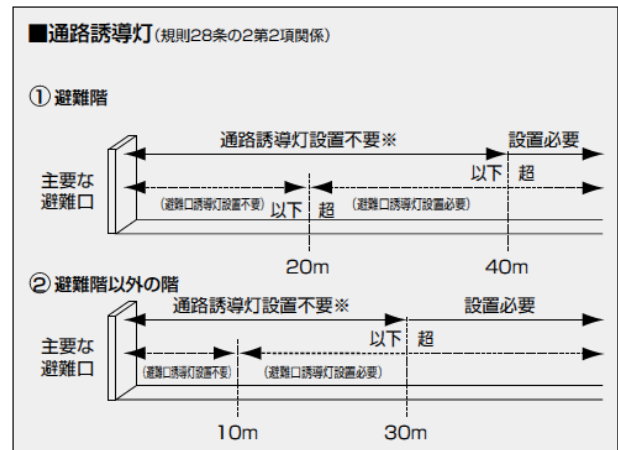


図11.3 通路誘導灯の設置が除外される場合

階段又は傾斜路のうち、非常灯により避難上必要な照度が確保され、避難の方向の確認(当該階の表示等ができる場合)ができる場合、通路誘導灯は不要です。

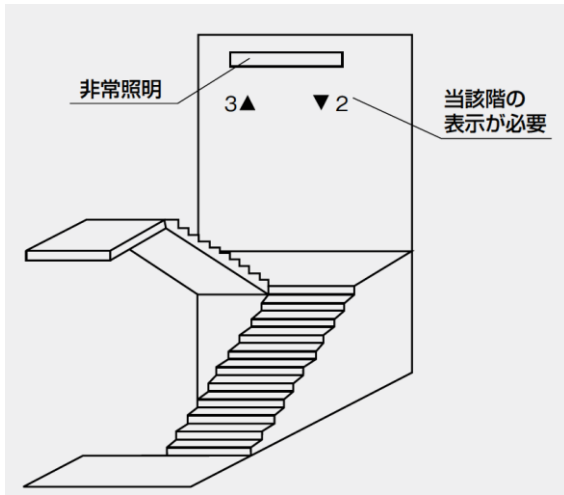


図11.4 通路誘導灯の設置が除外される場合

廊下または通路の各部分が、避難口誘導灯の有効範囲に包有される場合、通路誘導灯は不要です。

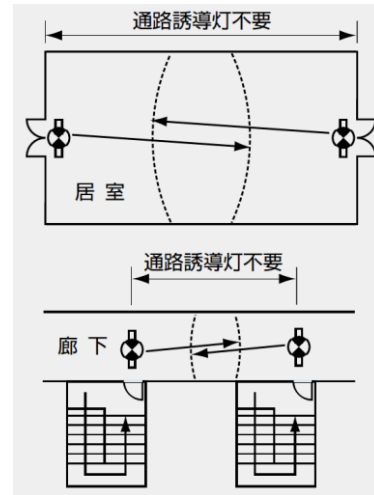


図11.5 通路誘導灯の設置が除外される場合

5.1.3 避難口誘導灯の設置を必要としない居室の要件

規則第28条の3第3項第1号(ハ)の消防庁長官が定める居室は、室内の各部分から当該居室の出入口を容易に見通し、かつ、識別できるもので、床面積が100m²(主として防火対象物の関係者及び関係者に雇用されている者の使用に供するもの)以下であるとする。



図11.6 避難口誘導灯の設置を必要としない居室の要件

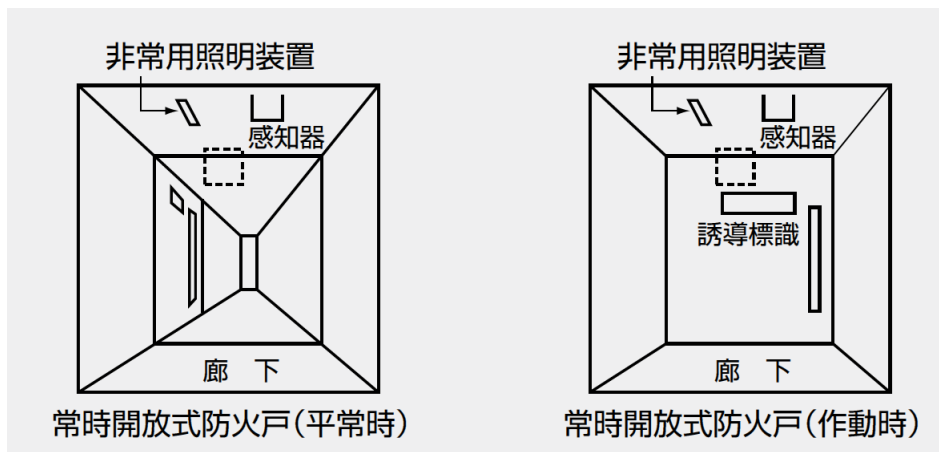


図11.7 避難口誘導灯の設置が除外される例

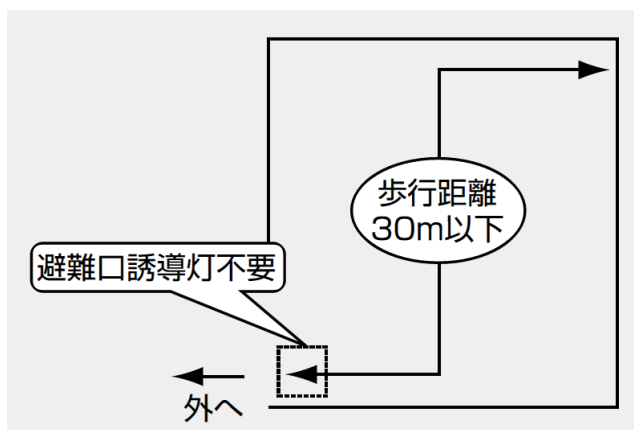


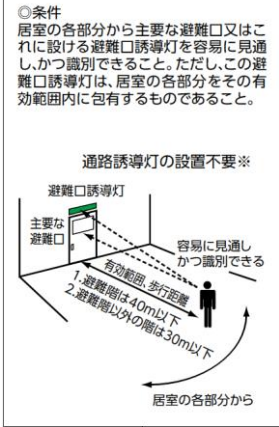
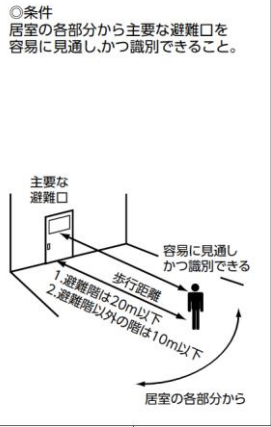
図11.8 避難口誘導灯の設置免除の例

【条件】

- ・直接地上に通ずる出入り口を有する
- ・避難口を容易に見通し識別できる
- ・該当避難口に至る歩行距離30m以内
- ・蓄光式誘導標識が消防庁長官が定めるところにより設けられていること

表11.5 誘導灯、誘導標識の取付が免除される建物

区分	防火対象物		避難口誘導灯		通路誘導灯(室内)		通路誘導灯(階段、傾斜路)
			避難階	避難階以外の階	避難階	避難階以外の階	
			無窓階を除く	地階、無窓階を除く	無窓階を除く	地階、無窓階を除く	
(1)	イ	劇場・映画館・演芸場又は観覧場	歩行距離 20m以内 は 免除	歩行距離 10m以内 は 免除	歩行距離 40m以内 は 免除	歩行距離 30m以内 は 免除	全て 免除 ◎条件 ※3 参照
	ロ	公会堂又は集会場					
(2)	イ	キャバレー・カフェー・ナイトクラブ、その他これらに類するもの					
	ロ	遊技場又はダンスホール					
	ハ ※1	性風俗関連特殊営業を営む店舗、その他これらに類するもの					
(3)	イ	待合・料理店その他これらに類するもの					
	ロ	飲食店					
(4)	イ	百貨店・マーケットその他の物品販売業を営む店舗又は展示場					
(5)	イ	旅館、ホテル又は宿泊所、その他これらに類するもの					
	ロ	寄宿舎、下宿又は共同住宅					
(6)	イ	病院・診療所又は助産所					
	ロ	老人福祉施設、有料老人ホーム、教護施設、更正施設、児童福祉施設(母子寮及び児童更正施設を除く) 身体障害者更正救護施設(身体障害者を収容するものに限る)又は精神薄弱者救護施設					
	ハ	幼稚園、盲学校、聾学校又は養護学校					
(7)	イ	小学校、中学校、高等学校、高等専門学校、大学、各種学校、その他これらに類するもの					
(8)	イ	図書館、博物館、美術館、その他これらに類するもの					
(9)	イ	公衆浴場のうち、熱気浴場、蒸気浴場、その他これに類するもの					
	ロ	イに掲げる公衆浴場以外の公衆浴場					
(10)	イ	車両の停車場又は船舶若しくは航空機の発着場(旅客の乗降又は待合の用に供する建築物に限る)					
(11)	イ	神社、寺院、教会その他これに類するもの					
(12)	イ	工場又は作業場					
	ロ	映画スタジオ又はテレビスタジオ					
(13)	イ	自動車車庫又は駐車場					
	ロ	飛行機又は回転翼航空機の格納庫					
(14)	イ	倉庫					
(15)	イ	前各項に該当しない事業場					
(16)	イ ※2	複合用途防火対象物のうち、その一部が(1)項から(4)項まで、(5)項イ、(6)項、又は(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供されているもの					
	ロ	イに掲げる複合用途防火対象物以外の複合用途防火対象物					
(16-2)	イ	地下街					
(16-3)※2	イ	建築物の地階((16-2)項に掲げるものの地階を除く)で連続して地下道に面して設けられたものと当該地下道と合わせたもの((1)項から(4)項まで、(5)項イ、(6)項又は(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供される部分が存するものに限る)					



※1 (1)項イ、(4)項、(5)項イ、(9)項イに掲げる防火対象物の用途に供されているものを除きます。
 ※2 上表は消防法に規定する防火対象物を抜粋しています。(16)項イ(複合防火対象物)、(16)3項(建築物の地階)の中で誘導灯の設置を考える際、(5)項イ、(6)項は避難口、通路誘導灯ともにC級以上がご使用になれます。
 ※3 「非常用の照明装置」により避難上必要な照度が確保されるとともに、避難の方向の確認(当該階の表示等)ができる場合には通路誘導灯の設置は不要です。
 (参考文献 消防法施行規則第28条の2、平成11年消防法告示第2号消防予第245号(1999))

6. 避難口誘導灯の設置

避難口誘導灯は、下記(イ)(ロ)(ハ)(ニ)の避難口の上部またはその直近の避難上有効な箇所に設けます(表11.6)。

表11.6 避難口誘導灯の設置条件

<p>(イ) 屋内から直接地上へ通ずる出入口 (附室が設けられている場合にあっては、当該附室の出入口)</p>	<p>(ロ) 直通階段の出入口 (附室が設けられている場合にあっては、当該附室の出入口)</p>
<p>(ハ) (イ)又は(ロ)に掲げる避難口に通ずる廊下、又は通路に通ずる出入口 (室内の各部分から容易に避難することができるものとして消防庁長官が定める居室の出入口を除く)</p>	<p>(ニ) (イ)又は(ロ)に掲げる避難口に通ずる廊下、又は通路に設ける防火戸で直接手で開くことができるもの(くぐり戸付き防火シャッターを含む)がある場所 (自動火災報知設備の感知器の作動と連動して閉鎖する防火戸に誘導標識が設けられ、かつ、当該誘導標識を識別することができる照度が確保されるように非常照明が設けられている場合を除く)</p>

(参考文献 消防法施行規則28条の3(1999))

7. 通路誘導灯の設置

通路誘導灯は、下記(イ)(ロ)(ハ)(ニ)に設けます(表11.7)。

表11.7 通路誘導灯の設置条件

<p>(イ) 曲がり角 曲がり角があれば曲がり角に通路誘導灯を設ける。</p>	<p>(ロ) 主要な避難口 前項(イ)(ロ)に設ける避難口誘導灯の有効範囲内の箇所に、通路誘導灯を設ける。</p> <p>(例) 避難口にB級(矢印なし)を設置の場合 30m以内に一つの通路誘導灯を設置</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(イ)及び(ロ)の 避難口誘導灯の区分</th> <th colspan="2">距離</th> </tr> <tr> <th>避難方向を示す シンボルのないもの</th> <th>避難方向を示す シンボルのあるもの</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>避難口A級</td> <td>60メートル</td> <td>40メートル</td> </tr> <tr> <td>避難口B級</td> <td>30メートル</td> <td>20メートル</td> </tr> <tr> <td>避難口C級</td> <td>15メートル</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	(イ)及び(ロ)の 避難口誘導灯の区分	距離		避難方向を示す シンボルのないもの	避難方向を示す シンボルのあるもの	避難口A級	60メートル	40メートル	避難口B級	30メートル	20メートル	避難口C級	15メートル	—								
(イ)及び(ロ)の 避難口誘導灯の区分	距離																						
	避難方向を示す シンボルのないもの	避難方向を示す シンボルのあるもの																					
避難口A級	60メートル	40メートル																					
避難口B級	30メートル	20メートル																					
避難口C級	15メートル	—																					
<p>(ハ) 廊下又は通路の各部分を通路誘導灯の有効範囲内に包含するように通路誘導灯を設ける。</p> <p>(例) 避難口にB級(矢印なし)通路にC級を設置の場合は、(30+10=40m)以内に一つの通路誘導灯を設置</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">(イ)及び(ロ)の 避難口誘導灯の区分</th> <th colspan="2">距離</th> </tr> <tr> <th>避難方向を示す シンボルのないもの</th> <th>避難方向を示す シンボルのあるもの</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>避難口A級</td> <td>60メートル</td> <td>40メートル</td> </tr> <tr> <td>避難口B級</td> <td>30メートル</td> <td>20メートル</td> </tr> <tr> <td>避難口C級</td> <td>15メートル</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table>	(イ)及び(ロ)の 避難口誘導灯の区分	距離		避難方向を示す シンボルのないもの	避難方向を示す シンボルのあるもの	避難口A級	60メートル	40メートル	避難口B級	30メートル	20メートル	避難口C級	15メートル	—	<p>(ニ) 通路誘導灯間の配置 ○避難口への廊下又は通路の各部分への通路誘導灯の配置</p> <p>(例) 通路に共にC級を設置の場合は(10+10=20m)以内の間隔で通路誘導灯を設置</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>区分</th> <th>距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>避難 A級</td> <td>20メートル</td> </tr> <tr> <td>避難 B級</td> <td>15メートル</td> </tr> <tr> <td>避難 C級</td> <td>10メートル</td> </tr> </tbody> </table>	区分	距離	避難 A級	20メートル	避難 B級	15メートル	避難 C級	10メートル
(イ)及び(ロ)の 避難口誘導灯の区分		距離																					
	避難方向を示す シンボルのないもの	避難方向を示す シンボルのあるもの																					
避難口A級	60メートル	40メートル																					
避難口B級	30メートル	20メートル																					
避難口C級	15メートル	—																					
区分	距離																						
避難 A級	20メートル																						
避難 B級	15メートル																						
避難 C級	10メートル																						

(参考文献 消防法施行規則28条の3、消防予245号(1999))

8. 誘導灯の消灯（消防法施行規則第28条の3、平成11年消防法告示第2号消防予第245号（1999））

当該防火対象物が無人である場合、以下に挙げる場所に設置する場合であって、自動火災報知設備の作動と連動して点灯し、かつ、当該場所の利用形態に応じて点灯するように措置されているときは消灯可能です。

- ・外光により避難口又は避難の方向が識別できる場所
- ・利用形態により特に暗さが必要とされる場所
（遊園地のアトラクション、劇場、映画館、プラネタリウム）
- ・主として当該防火対象物の関係者に雇用されている者の使用に供する場所

8.1 誘導灯を消灯させる場合のシステム例

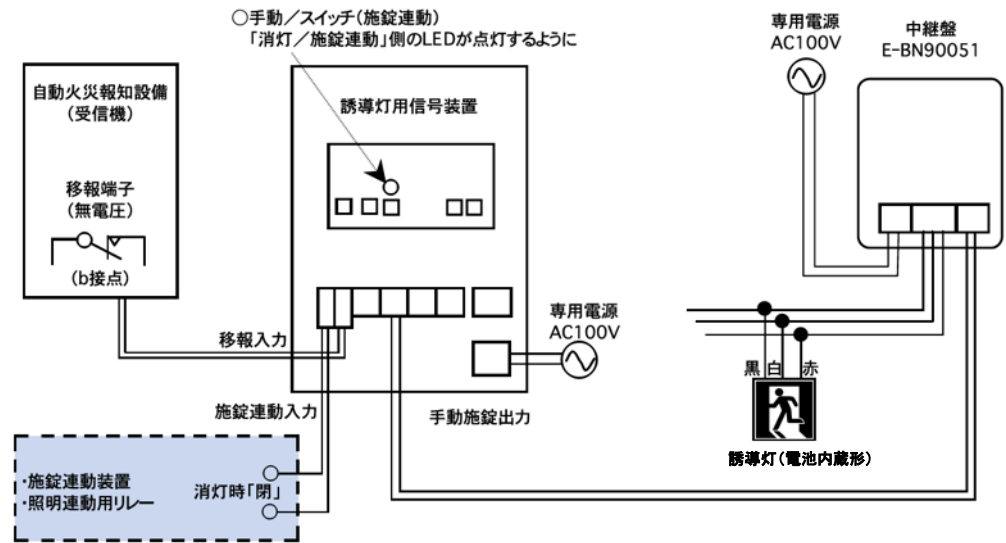


図11.9 消灯させる場合の基本配線図

図11.10に示すとおり4つの方法があります。

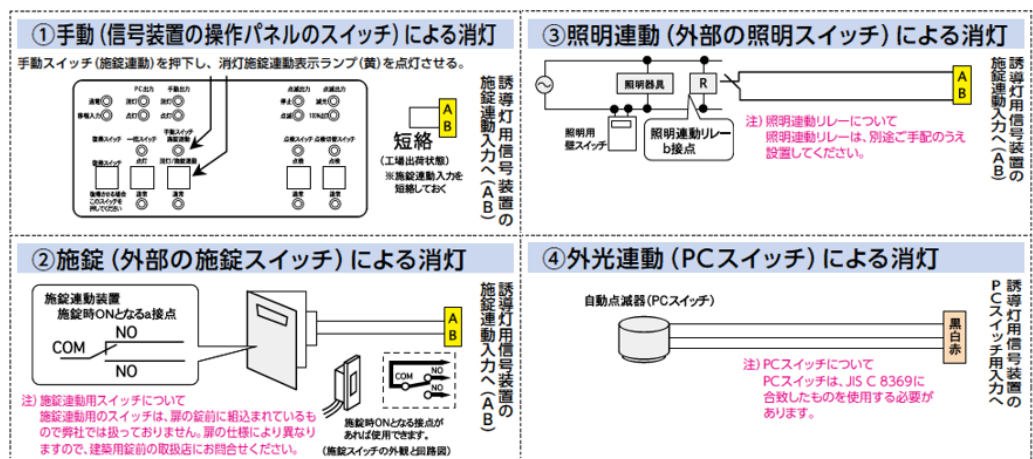


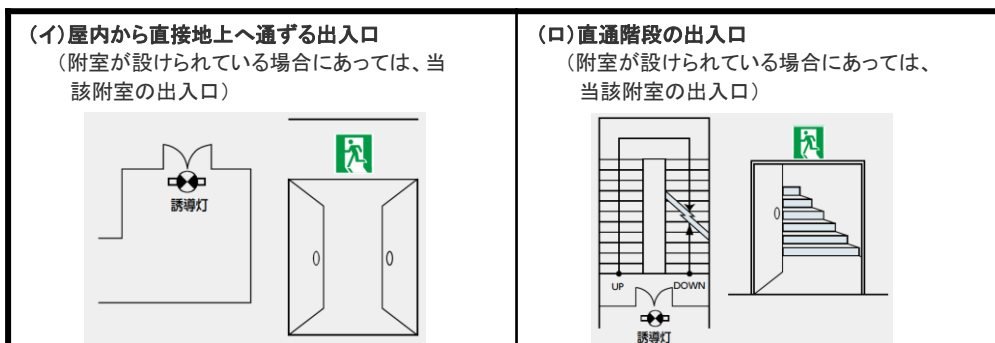
図11.10 消灯させる場合の方法

9. 点滅・音声付加点滅誘導灯の設置

誘導灯に設ける点滅機能又は音声誘導機能は、以下に定めるものとします。

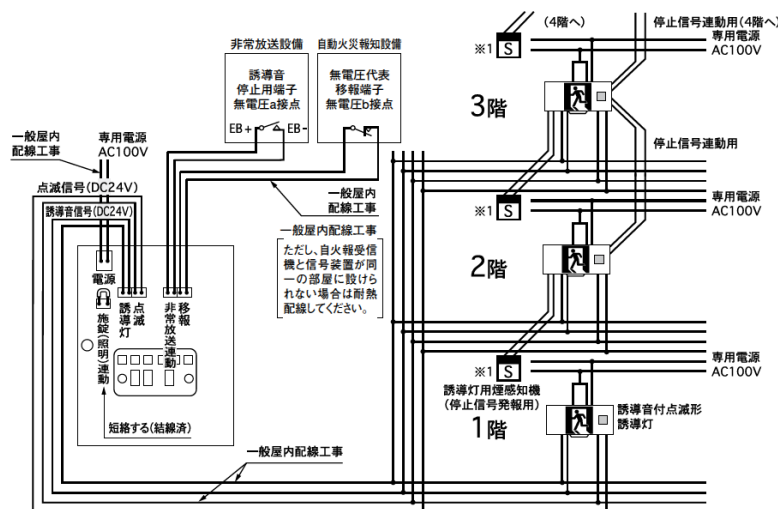
- ・表11.8(イ)又は(ロ)に掲げる避難口に設置する避難口誘導灯以外の誘導灯に設けてはならない
- ・自動火災報知設備の感知器と連動して起動すること
- ・避難口から避難する方向に設けられている火災報知設備の感知器が作動したときは、当該避難口に設けられた誘導灯の点滅及び音声誘導が停止すること
- ・音声警報装置付の非常放送設備と併せて使用する際の誘導音装置付誘導灯の音圧レベルは、当該装置の中心から1m離れた位置で70dBIに調整されていること

表11.8 点滅・音声付加点滅誘導灯の設置



(参考文献 消防法施行規則第28条の3、平成11年消防法告示第2号消防予第245号(1999))

9.1 点滅・音声付加点滅誘導灯のシステム例





※1.直下階の階段室に専用の煙感知器を設置します。
1階の誘導灯には誘導灯用煙感知器は接続不要です。

図11.11 誘導音+点滅を全館一斉動作させる場合の基本結線図

9.2. 誘導灯用信号装置

誘導灯用信号装置は点滅形音声誘導灯、点滅形誘導灯、減光誘導灯の誘導音、点滅、減光の動作を行う場合や誘導灯を消灯させる場合に自動火災報知設備と連動して誘導灯を制御する装置です。機能に応じて2タイプの信号装置があります(表11.9)。

表11.9 種類と機能一覧

品 種 形 式		点滅・消灯用(1回路) MS15		誘導音・点滅用(1回路) MS16A	
					
機 能					
特 長		<p>誘導灯への配線を3線引で消灯させることができ、既設の配線でも配線替え(2線→3線)が可能な場合、この信号装置を使用すると機器設備費が低減されます。</p> <p>自動火災報知器からの信号を中継し、火災時には誘導灯を一括点灯させる信号を出します。手動スイッチによる消灯信号のほか、施錠(照明)連動スイッチ、フォトスイッチ(光電式自動点滅器)とを連動させた自動による消灯信号が出せます。点滅形と組合せて使用することも可能です。</p>		<p>自動火災報知受信機から得た火災信号により、全館の誘導音と点滅を一斉に同時動作させます。また、非常放送が入った場合、自動的に誘導音を停止させる機能を付加しております。</p> <p>誘導音付加点滅形誘導灯と組合せて、一般誘導灯を手動、施錠、照明、外光との連動により消灯、点灯させる際にも利用できる多機能形です。</p>	
		動 作	信号出力	動 作	信号出力
消 灯	手 動	○	AC100V	○	AC100V
	施 錠	○	AC100V	○	AC100V
	照 明	○	AC100V	○	AC100V
	外 光	○	AC100V	-	-
減 光		○	AC100V	-	-
点 滅		○	AC100V	※	-
誘 導 音 + 点 滅	停電補償	-	-	○	DC24V
	非常放送連動	-	-	○	DC24V
	鳴動区分	-	-	一斉鳴動	-
移報入力表示		○	-	○	-
復帰お知らせ		○	-	○	-
出力表示		○	-	○	-

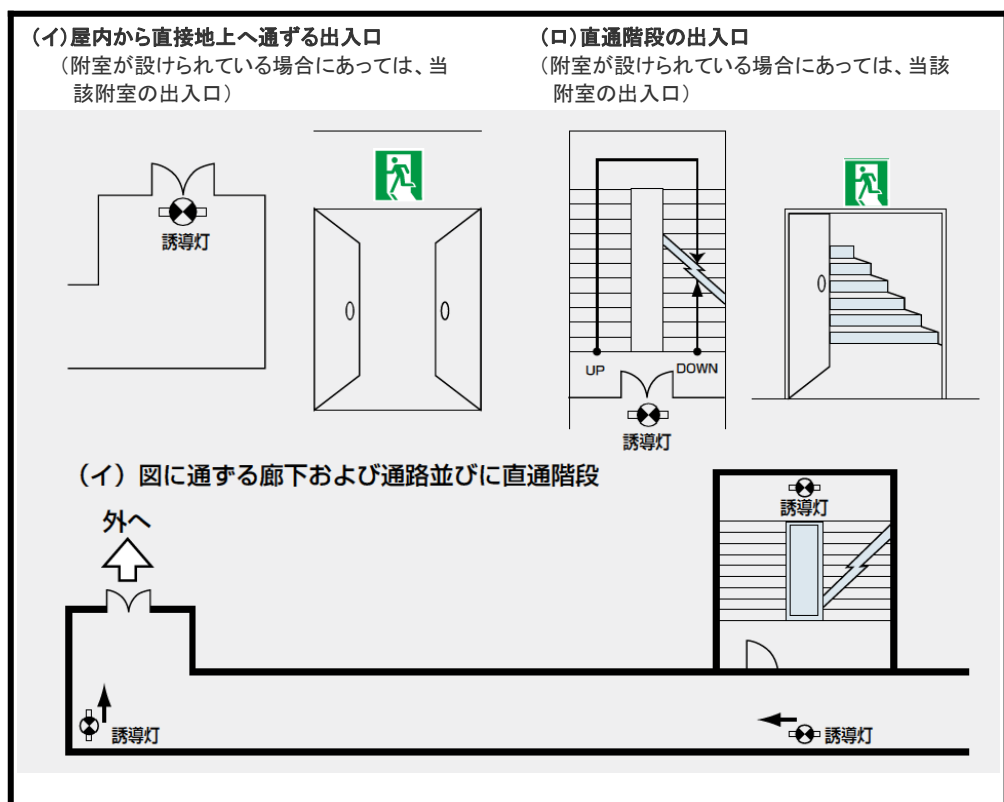
※ 点滅信号入力がDC24Vに対応した点滅形誘導灯に限り使用可能です。

10.長時間(60分)形誘導灯の設置

防火対象物のうち(1)から(4)のいずれかに該当する場合で下図(イ)及び(ロ)に掲げる避難口、避難階の(イ)に通ずる廊下及び通路並びに直通階段に設けるものにあつては、非常電源の容量を60分とします。(20分を超える時間における作動に係る容量にあつては、自家発電によるものを含みます)

- (1) 延べ面積5万平方メートル以上
- (2) 地階を除く階数が15以上であり、かつ、延べ面積3万平方メートル以上
- (3) 地下街で延べ面積1000平方メートル以上
- (4) 地下駅及び地下駅に通じる階段、傾斜路及び通路のうち 消防長又は消防署長が避難上必要があると認めて指定したもの

表11.10 長時間(60分)形誘導灯の設置



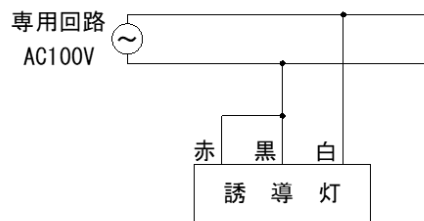
(参考文献 消防法施行規則第28条の3、平成11年消防法告示第2号消防予第408号(2009))

11. 誘導灯の配線方法

11.1 電池内蔵形の場合

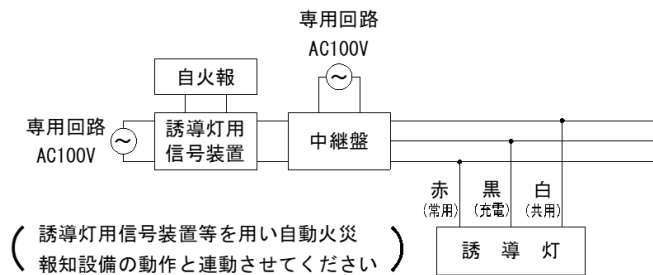
電池内蔵形誘導灯の配線工事は、電気工作物にかかわる法令によって工事するほか次に従ってください(電池内蔵形のため、耐火規制は受けません)。ただし、誘導灯を消灯する場合や減光する場合の配線は、下図によって工事をしてください。

- ・誘導灯を一般用電気配線に接続しないでください。
- ・分電盤からの直接回路とし、途中に一般の人が容易に開閉できるようなスイッチを設けないでください。



- 消防法では、2線式が原則となっていますので、この配線方法で結線してください。
- 口出線の赤と黒を一括し、白と赤・黒間に電源を印加してください。

図11.12 誘導灯の配線方法(2線式配線-常時点灯)



- 採用する場合は、所轄の消防庁(署)の指導を受けてください。
- 口出線の白と黒間に電源を印加し、黒と赤間にスイッチを入れてください。

図11.13 誘導灯の配線方法(3線式配線-平常時消灯・非常時点灯)

●絶対にしてはいけない結線

3線配線方式の場合、機器を損傷するおそれがありますから、図11.14のような結線は行なわないでください。

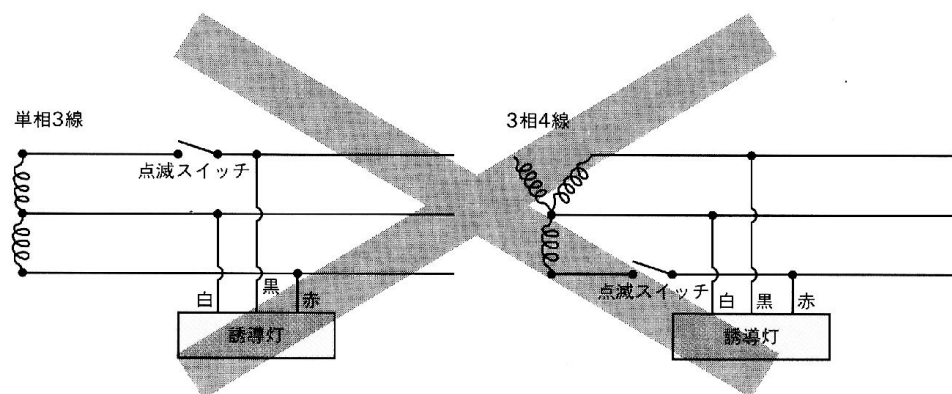


図11.14 誘導灯で行ってはいけない結線

3.11.2 非常用照明器具

1. 非常用照明器具とは

非常用照明器具とは、地震、火災その他の災害、事故などにより停電が発生した場合に、人々の建築物からの避難に際して、心理的動揺を抑制し、パニックによる混乱を防止し、秩序ある避難行動を可能にするための照明設備のことであり、火災時等による断線や停電などの非常時には自動的に非常電源に切替わり、室内や通路を明るく照らします。

非常時用照明器具は、建築基準法施行例により、不特定多数の人々が利用する特殊建築物及び一定規模以上の建築物の住居等に設置が義務付けられています。

2. 非常用照明器具関連法規及び規格

- ・建築基準法
- ・JIL5501(非常用照明器具技術基準)
- ・電気用品安全法
- ・労働安全衛生法

3. 非常用照明器具

(一社)日本照明工業会の自主定評に合格し、図11.15に示すJIL適合マークを貼付しています。



4. 非常用照明器具の種類

非常用照明器具の種類を表11.11に示します。

図11.15
非常用照明器具
JIL適合マーク

表11.11 非常用照明器具の種類

電源区分	器具区分		非常用光源による区分
電池 内蔵形	LED	専用形	非常時のみLEDを点灯
		組込形	常時はメインのLEDモジュールが点灯 非常時は非常用LEDモジュールが点灯
電池 別置形	ハロゲン	専用形	非常時のみハロゲンを点灯

5. 非常用照明器具の設置場所

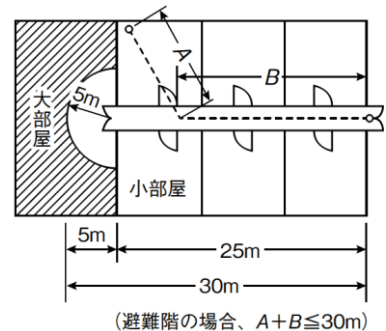
非常用照明装置に関する法令は、昭和46年1月1日に施行されており、昭和46年1月1日以前に既存する建築物については、適用されません。(法第3条、第2項)しかし、増築、改築、大規模の修理や模様替えをした場合には、増改築の部分だけではなく、既存の部分も含めて設置の対象になります。(法第3条、第3項)表11.12に設置を義務付けられている建物及び義務付けられていない建物を示します。

表11.12 非常用の照明装置の設置基準

対象建築物	対象建築物のうち設置義務のある部分	対象建築物のうち設置義務免除の建築物または部分
1 特殊建築物 (一) 劇場、映画館、演芸場、観覧場、公会堂、集会場 (二) 病院、診療所（患者の収容施設があるものに限る） ホテル、旅館、下宿、共同住宅、寄宿舎、 児童福祉施設等 (三) 学校等 ¹⁾ 、博物館、美術館、図書館 (四) 百貨店、マーケット、展示場、キャバレー、 カフェー、ナイトクラブ、バー、ダンスホール 遊技場、公衆浴場、待合、料理店、飲食店 物品販売業を営む店舗 (床面積10m ² 以内のものを除く)	① 居室 ²⁾ ② 令第116条の2第1項第一号に該当する窓その他の 開口部を有しない居室 ³⁾ （無窓の居室） ③ ①及び②の居室から、地上へ通ずる避難路となる 廊下、階段その他の通路 ④ ①②又は③に類する部分、たとえば、廊下に接する ロビー、通り抜け避難に用いられる場所、その他 通常、照明設備が必要とされる部分	① イ. 病院の病室 ロ. 下宿の宿泊室 ハ. 寄宿舎の寝室 ニ. これらの類似室 ⁴⁾ ② 共同住宅、長屋の住戸 ③ 学校等 ④ 採光上有効に直接外気に開放された通路や 屋外階段等 ⑤ 平12建告第1411号による居室等 ⁵⁾ ⑥ その他 ⁶⁾
2 階数が3以上で、延べ面積が500m ² を超える建築物	同上	上記の①②③④⑤⑥ ⑦ 1戸建住宅
3 延べ面積が1000m ² を超える建築物	同上	同上
4 無窓の居室を有する建築物	① 令第116条の2第1項第一号に該当する窓その他の 開口部を有しない居室 ³⁾ （無窓の居室） ② ①の居室から、地上へ通ずる避難路となる廊下、 階段その他の通路 ③ ①又は②に類する部分、たとえば、廊下に接する ロビー、通り抜け避難に用いられる場所、その他 通常、照明設備が必要とされる部分	上記の①②③④

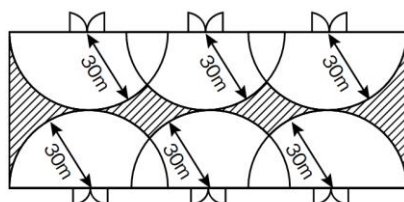
注 1) 学校等とは、学校、体育館、ボート場、スキー場、スケート場、水泳場又はスポーツの練習場をいう(令第126条の2)。
学校とは、おおむね学校教育法にいう学校をいい、学校教育法にいう学校とは、小学校、中学校、高等学校、大学、高等専門学校、盲学校、聾学校、養護学校、幼稚園、専修学校及び各種学校をいう。他の法令の規則によるその他の学校(例 各省の組織の中の学校等)は含まれない。
体育館で観覧席を有するもの、又は観覧の用に供するものは、集会場と見なされて除外できない。
学校で夜間部が併設されているものは、法規制上は不要であるが、避難上安全を確保するために、避難経路である廊下、階段、屋外への出入口には、原則的に必要であろう。

- 2) 居室とは、居住、執務、作業、集会、娯楽その他これらに類する目的のために継続的に使用する室をいう。
- 3) 令第116条の2第1項第一号に該当する窓その他の開口部を有しない居室とは、採光上有効な部分の面積の合計が、当該居室の床面積の1/20以上の開口部を有しない居室をいう。
- 4) これらの類似室には、事務所ビル等の管理人室は、長屋若しくは共同住宅の住戸に類する居室と見なされ含まれるが、当直室の場合は不特定多数の人々が使用する居室に見なされ含まれない。
- 5) 平成12年建設省告示第1411号による適用除外の居室等を例示すれば、次のとおりである。
イ. 小部屋を含む建物の例。
半円で歩行距離を示すのは適当ではないが、具体的な通路の示し方がないので半円で示した。実際の歩行距離によって制限を受けるので注意を要する。
(1) 小部屋部分は30m以内であり、除外される。
(2) 大部屋部分は30mをこえる部分があり、この大部屋すべてに設置が必要となる。
(3) 廊下部分は避難経路となるので設置を必要とする。
(4) 避難階の直上階、直下階は30m以内が20m以内となるので注意を要する。



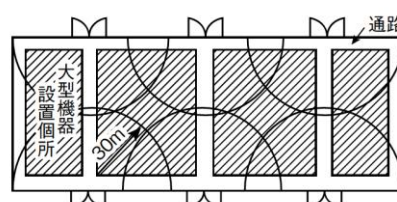
工場の例

(1) 機器設置が不明な場合



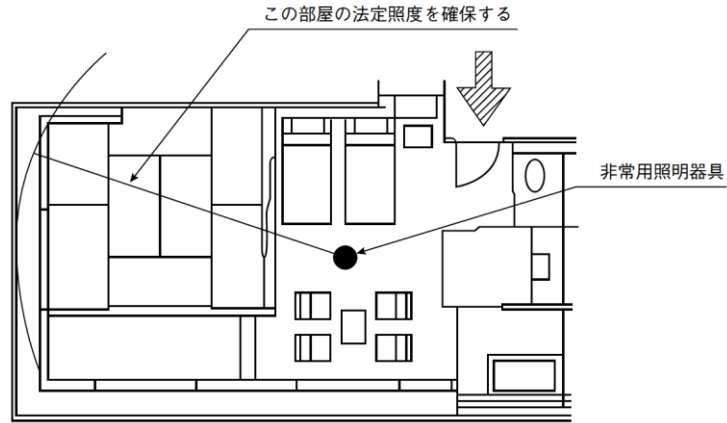
30mでおおわれない斜線部分があり、この建物はすべて設置を必要とする。

(2) 機器配置が明確な場合



この建物はすべて設置を必要とするが、斜線部分の大型機器設置箇所は除外され、通路のみに設置を必要とする。

- 6) その他次の部分は、設置義務が免除できる。(1) ホテル、旅館等において、前室と奥の部屋の間がふすま、障子等随時開放することができるもので仕切られた2部屋は、1部屋と見なしてよいので、避難経路に近い前室に設置すればよい(下図参照)。ただし、ふすま等を開放した状態で法定照度を確保すること。(2) 地下駐車場の駐車スペースは居室に該当せず、車路は、人が通常出入りする通路ではないので必ずしも法的には必要ない。ただし、避難のために通路として使用されることがあるので設置することが望ましい。



(参考文献 防火設備に関する指針:(一社)日本電設工業協会(2004))

5.1 消防法との関係

階段に限り建築基準法で定める、耐熱性、即時点灯性などの規定を満足し、しかも消防法にも適合する照明器具で床面を $1lx$ (LED・蛍光灯の場合は $2lx$)以上、30分間非常点灯するものを使用すれば、非常用の器具と誘導灯を兼用できます。ただし、消防法改正(平成11年9月25日 消防予第245号)に伴い、「非常用の照明装置」により避難上必要な照度が確保されるとともに、避難の方向の確認(当該階の表示等)ができる場合には階段通路誘導灯を設置しなくてよいこととなりました。

6. 非常用照明の照明設計

6.1 照度(令第126条の5、昭和45年告示第1830号及び通達住指発第44号)

直射照明で床面において水平面照度 $1lx$ 以上(LED・蛍光灯によるものは、高温内では明るさが半減するので $2lx$ 以上)の照度を30分間確保しなければなりません。ただし、地下街の各構えに接する地下道においては、床面水平面照度 $10lx$ 以上(LED・蛍光灯によるものは $20lx$ 以上)の照度が必要です。(昭和44年建設省告示第1730号)

7. 照明器具の配置

非常用照明器具の配置は、総合カタログの商品掲載ページに記載している配置間隔表を使用して決めることができます。配置間隔表は、各天井高(器具取付高さ)に対して30分間点灯後の照度が $1lx$ (LED・蛍光灯の場合、 $2lx$)となる最大器具取付間隔を示していますので、器具配置の場合は、表示されている値以下の間隔で配置してください。

7.1 単灯配置の場合

各天井高(器具取付高さ)に対して、 $1lx$ (LED・蛍光灯 $2lx$)の範囲(単位m)を① A1で蛍光灯や組込形器具のように配光に方向性のある場合は②、③、④のようにランプの軸に直角の方向(A断面方向)をA1及びA'1、平行の方向(B断面方向)をB1及びB'1で表します。

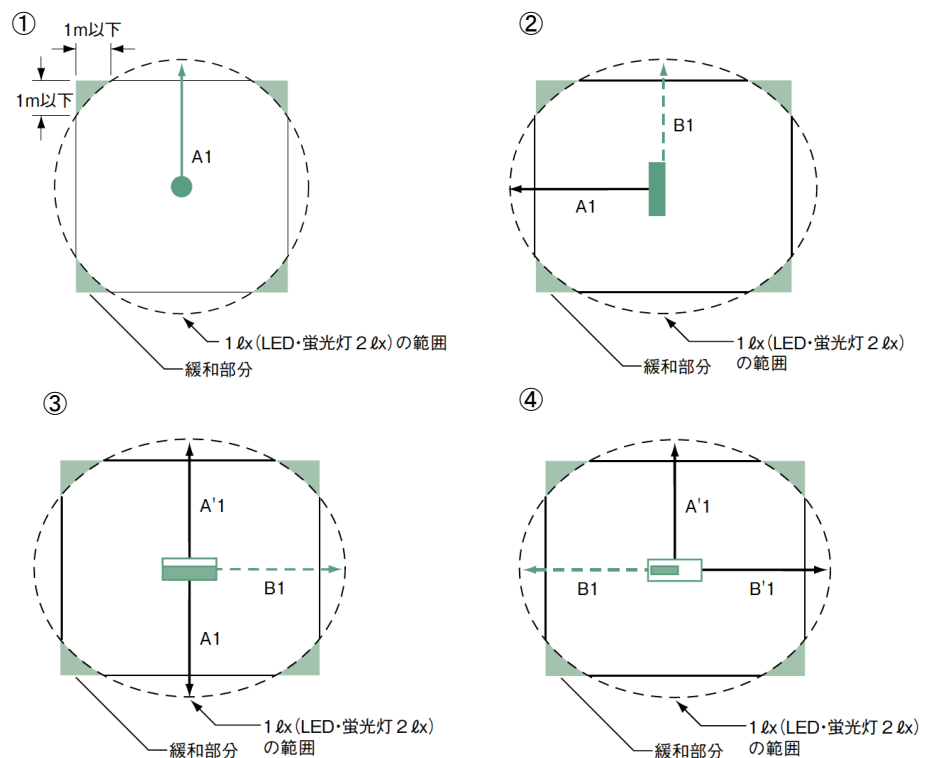


図11.16 非常灯の配置(単灯)

7.2 直線配置の場合

各天井高(器具取付高さ)に対して、幅2mの廊下の壁ぎわでの合成照度が $1lx$ (LED・蛍光灯 $2lx$)以上となるための最大取付間隔(単位m)を A_2 、 B_2 で表してあります。蛍光灯のように配光に方向性のある場合で、⑤のようにA断面方向に配置する場合は、 A_2 で表し、⑥のようにB断面方向に配置する場合は B_2 で表しますので、この数値以下の間隔で照明器具を取付けてください。また廊下の端部は、単体配置の表により照度範囲 A_1 、 A_1' 、 B_1 、 B_1' を決めてください。

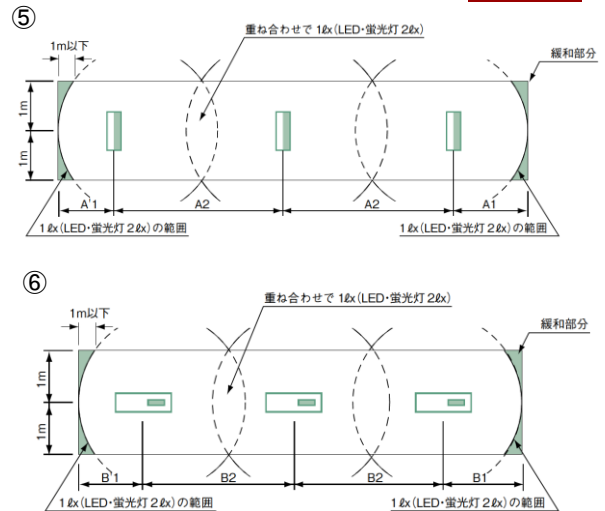


図11.17 非常灯の配置(直線)

7.3 四角配置の場合

各天井高(器具取付高さ)に対して、照明器具の対角線の交点の合成照度が $1lx$ (LED・蛍光灯 $2lx$)以上となる最大取付間隔(単位m)を A_4 で表してあります。蛍光灯や組込形器具のように配光に方向性のある場合は、A断面方向の間隔を A_4 、B断面方向を B_4 で表しますのでこの数値以下の間隔に取付けてください(⑦)。なお、部屋の隅部及び壁際は、単体配置・直線配置の両方を満足するよう設置してください。また、壁から1m以上離して設置する場合は⑧のように A_0 、 B_0 、 A_4 、 B_4 以下の間隔で取付けてください。

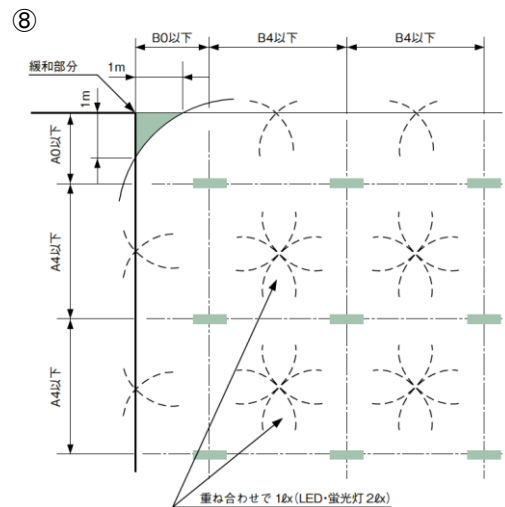
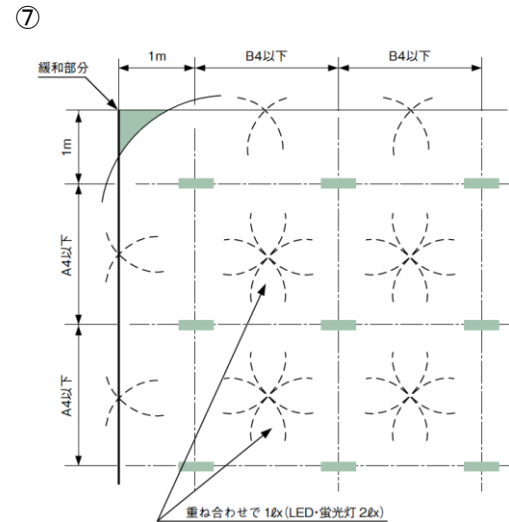


図11.18 非常灯の配置(四角)

(注)

この①~⑧値は、保守率の推奨値や電圧降下による光束換算係数を見込んで計算されています。電源別置形器具の場合は、器具端子電圧90V(光束換算係数0.7)で算出しています。

8. 非常用照明器具(電池内蔵形蛍光灯器具)のトラブルのチェックポイント

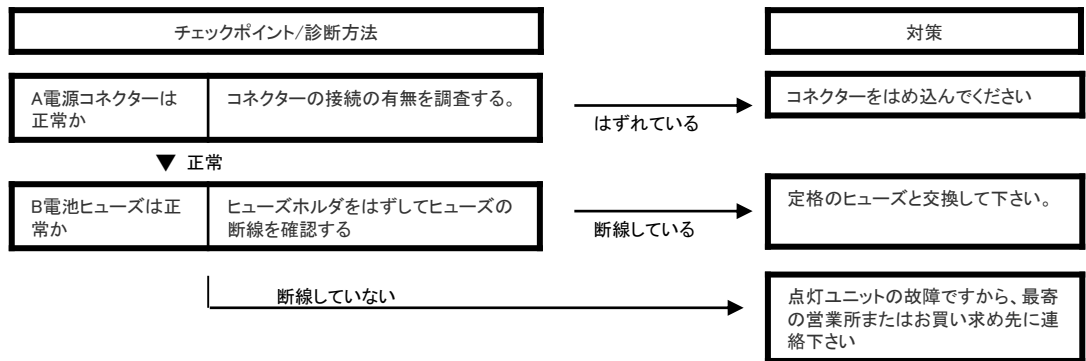
8.1 常用点灯しない場合

チェックポイント/診断方法			対策
A 電源電圧は正常か	電源電圧が器具に供給されているかをテスターにて調査する。	電圧は正常に供給されていない	電源周りをチェックし、定格電圧を供給できるようにしてください
▼ 定格電圧どおり			
B 電源との結線は正常か	器具の結線は銘板、取扱い説明書通りにされているのか調査する。	説明書と違っている	結線をしなおしてください。
▼			
C ランプ、グロースターターは良品か	ランプ、グローランプを正常なものと交換してみる	点灯する	OK
▼ 点灯しない			
D ソケットの入れ違いはないか	2灯用の場合、対応するソケットに非常時点灯の銘板が付いているが、それが対応するか確認する。	違っている	ソケットを正常に入れ替えてください
▼ 入れ違いはない			
E 点検スイッチを引く	リレーの切り替え音がするかどうか確認する。	音がしない	点検スイッチ、または点灯ユニットの故障ですから、最寄の営業所またはお買い求め先にご連絡下さい
▼ 音がしない			
F ソケット間の電圧(安定器の良否)	ソケット間の電圧をテスターにて測定(最高端子電圧を測定)	電圧がでない	安定器の故障ですから、最寄の営業所またはお買い求め先にご連絡下さい
▼ 安定器銘板の2次無負荷電圧が出ている			
G 点灯の確認	ソケット間の電圧をテスターにて測定(最高端子電圧を測定)	点灯しない	最寄の営業所またはお買い求め先にご連絡下さい
▼ 点灯する			
OK			

8.2 非常点灯しない場合(非常時の点滅は3線式の場合、点滅スイッチをONの状態で行ってください。)

チェックポイント/診断方法			対策
A 電源コネクターは正常か	コネクターの接続の有無を調査する。	はずれている	コネクターをはめ込んでください
▼ 正常			
B 電池ヒューズは正常か	ヒューズホルダをはずしてヒューズの断線を確認する	断線している	定格のヒューズと交換して下さい。
▼ 断線していない			
C 充電は十分されているか	非常灯48時間以上、誘導灯24時間以上、充電したか確認する	充電されていない	既定時間通り、充電を行ってください
▼ 充電されている			
D 電池を正常のものと交換してみる	正常な電池と交換して点灯を確認する	点灯する	OK
▼ 入れ違いはない			
E ランプの確認	正常なランプと交換し、点灯を確認する	点灯しない	点灯ユニットの故障ですから、最寄の営業所またはお買い求め先に連絡下さい
▼ 点灯する			
OK			

8.3 充電モニター(緑色)のチェック モニターを点灯しない場合



9. 非常灯の配線方法

9.1 電池内蔵形の場合

電池内蔵形非常灯の配線工事は、一般屋内配線方法によって工事するほか次に従ってください(電池内蔵形のため耐火規制はうけません。)

- ① 階段通路誘導灯と兼用する場合を除き、一般照明器具を接続してもかまいません。(非常用の照明装置に関する指針:昭和46年11月)
- ② 一般電源回路には、一般の人が容易に電源を開閉できるスイッチを設けないでください。
- ③ 階段通路誘導灯と併用する非常用照明器具で平常時点滅を行う場合、所轄消防署の了解を得てください。

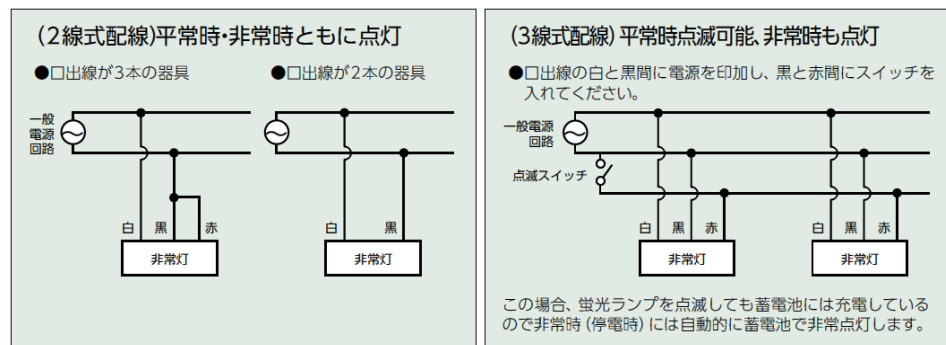


図11.19 非常灯の配線方法

●絶対にしてはいけない結線

3線配線方式の場合、次のような結線は、機器を損傷するおそれがありますから、このような結線は行なわないでください。

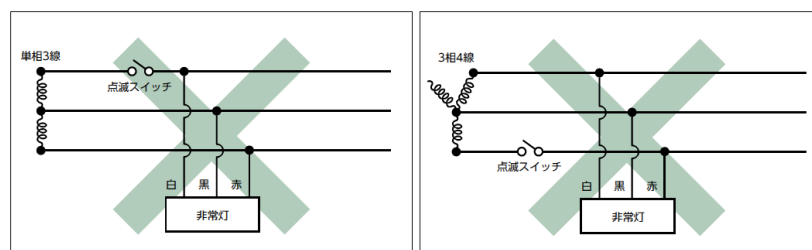


図11.20 非常灯の行ってはいけない配線方法

10. 非常用照明器具の使用上の注意

10.1 使用上の注意

- 器具は、常温(20°C±15)の雰囲気内で使用してください。電池の寿命は、温度に多分に影響されやすいため、高い温度の雰囲気内で使用すると極端に寿命を縮めます。したがって、ダクト・ボイラーなどの熱源周辺や直射日光のあたる場所での使用はさけてください。
- 器具は必要性能を確保するために慎重に調整されているため、取付けの際、衝撃をあたえたり、内部の構造、部品の位置などを変更することのないよう注意してください。
- 電池内蔵形器具設置の際、通電前に内蔵電池の接続器(コネクタ)を接続しないでください。通電前に接続しますと、電池が放電してしまい、再充電するのに時間がかかります。
- 電池内蔵形器具の点灯試験を行なう場合、内蔵電池が自己放電していることがあるため、あらかじめ非常灯で48時間以上、誘導灯で24時間以上充電してから行なってください。
- 配線工事終了後、試験通電を行なう前にもう1度、誤配線がないか、また電源電圧はどうかチェックしてください。
- 器具の銘板に、非常時のみ点灯と表示された光源は、平常時に連続点灯しないでください。

10.2 保守上の注意点

〈共通事項〉

- ランプが黒化した場合は、光束が減少し、床面の必要な明るさが確保できない場合がありますので、ランプを交換してください。
- 光源を交換する場合は、指定されたランプ(照明設計時に定めたもの、交換時に器具についていたものと同一のもの)を使用してください。
- 保守のための部品交換は、指定以外のものを使用しないでください。
- 一度、高温雰囲気中(140°C)で使用されたものは、再使用しないでください。この場合は器具全体を取りかえてください。
- リレー接点は、ほこり等により接触不良になることがありますので、定期点検で非常灯切替試験を、必ず実施して接触不良のないことを確認してください。
- 点灯装置の改造、部品の追加はしないでください。
- 点灯装置の動作不良が生じた場合は、新しい器具と交換してください。

10.3 〈電池内蔵形器具〉注意事項

- 常時充電状態になるように給電してください。
- 点灯持続時間がもし、非常灯で30分以下、誘導灯で20分以下となった場合には、内蔵電池を交換してください。電池交換の際はカタログに記載されているの交換電池一覧表を参照して、器具に適した電池をご使用ください。
- 電池の交換は、指定以外のものを使用したり、あらかじめ組合されたものを分解して再組合せをしたりしないでください。
- 電池の交換の際は、接続端子部(コネクタ)からはずしてください。接続端子部(コネクタ)以外の口出線部分を切断したりすると、逆接続、切断時の短絡などにより電池を損傷するおそれがあります。
- ヒューズ交換には、指定されたものを使用してください。
- 長期間器具を使用しないときは、消灯するまで放電させた後に接続器を外しておいてください。
- 電池を有効に動作させるため、定期的(6か月に1回が望ましい)に十分な放電を行なってください。

10.4 点検上の注意点

- 点検は、点検事項及びその内容により、つぎのような定期的点検を行なうように心掛けてください。
- 破損、変形などについては、3か月に1回以上。
 - 蛍光ランプなどの汚れ、反射板などの汚れについては、6か月に1回以上。
 - 点灯持続時間、切替動作、明るさなどの機能的事項に関する点検は6か月に1回以上。

なお、電池内蔵形器具にあっては、電池を非常灯で48時間以上、誘導灯で24時間以上充電したのち行なってください。

11 耐熱配線について

11.1 耐熱配線の種別

(1) 耐熱A種配線 (F_A)

JIS A 1304「建築構造部分の耐火試験方法」に規定する加熱温度(昭和44年建設省告示第2999号の規定に同じ)に従った加熱曲線(火災温度曲線ともいう)の約1/8の曲線に従って30分(この時の温度は110℃)加熱を行い、この間異常なく通電できる性能(「110℃の耐熱性能」という)を有する配線のことです。

(2) 耐熱B種配線(F_B)

加熱曲線の1/3の曲線に従って30分(この時の温度は280℃)加熱を行い、この間異常なく通電できる性能(「280℃の耐熱性能」という)を有する配線のことです。

(3) 耐熱C種配線(F_C)

加熱曲線に従って30分(この時の温度は840℃)加熱を行い、この間異常なく通電できる性能(「840℃の耐熱性能」という)を有する配線のことです。

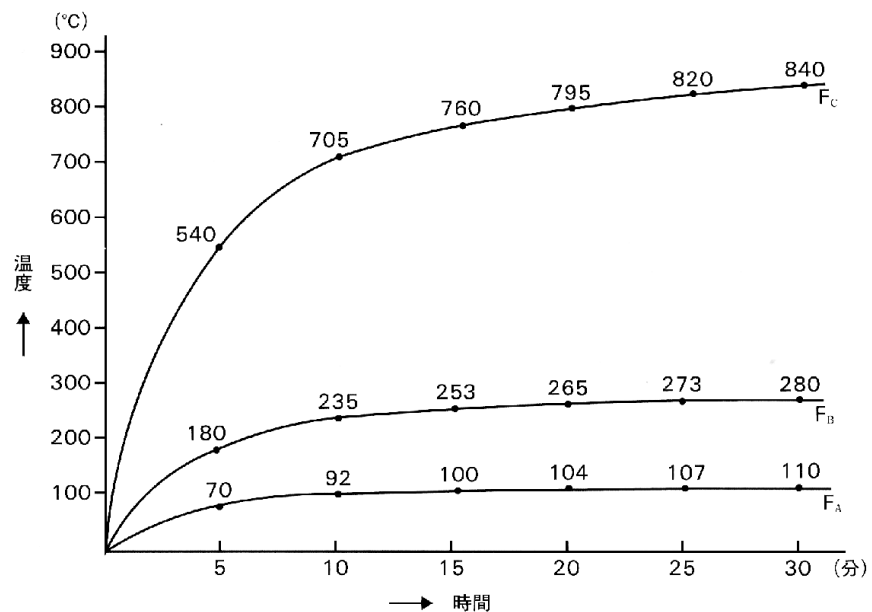


図11.21 耐熱配線の加熱曲線

(参考文献 JIS A 1304 :建築構造部分の耐火試験方法(1994))

11.2 耐熱配線の選定

耐熱配線は施設場所の耐熱性と配線の耐熱性能とを考慮して決めなければなりません。防災設備及び施設場所に応じた耐熱配線の選定を表11.13に示します。

表11.13 配線の選定例

適用場所	適用場所		天井地下、天井仕上材などが不燃材料以外で造られた天井裏及び露出場所	天井地下、天井仕上材などが不燃材料で造られた天井裏	不燃材料で区画された機械室等	耐火区画室
	回路種別					
誘導灯	電源		F _C	F _C	F _A	-
非常用の照明装置	電源	幹線	F _C	F _C	-	F _A
		分岐	F _C	F _A ^{※1}		
	操作 ^{※2}		F _B	F _A		
非常用の進入口	電源		F _C	F _C		

※1 表中のF_Aのものは、F_B、F_Cを使用してもよい。F_BのものはF_Cを使用してもよい。

※2 操作とは、表示、警報回路を含む。廊下及び階段はF_Bが望ましい。

11.3 耐熱配線の種類

耐熱配線は、使用する電線の種類、工事種別、耐熱処理、電線の保護及び支持材料の組合わせによって表11.14のようになります。

表11.14 耐熱配線の種類

工事種別	電線の種類	電線の保護及び支持材	熱処理	耐火構造の主要構造部に20mm以上埋設された管路	耐熱保護材を用いた工法			
					耐火被覆板 ^{※1} または耐火被覆材でおおわれたもの、ラス金網を巻き、モルタル20mm以上塗布したもの	けい酸カルシウム保温筒(25mm以上)に石綿クロスを巻いたもの	ロックウール保温筒(25mm以上)を巻いたもの	ロックウールフェルトまたはロックウール保温板(40mm以上)処理
ケーブル工事	耐火電線(耐火ケーブル)		F _C ^{※4}	F _C	-	-	-	F _C ^{※2}
	MIケーブル		F _C	-	-	-	-	
	耐熱電線		F _B	F _C	F _C	F _C	F _C	F _C
	架橋ポリエチレンケーブル		F _B ^{※6}					
金属管工事 可とう電線管工事 金属ダクト工事 合成樹脂管工事	架橋ポリエチレン絶縁電線 けい素ゴム絶縁電線 ふっ素樹脂絶縁電線 ハイバロン絶縁電線		F _B ^{※5}	F _C	F _C	F _C	F _C	-
	二種ビニル絶縁電線		F _A ^{※5}	F _C	F _C	F _B	F _B	-
バスダクト工事	耐火性を有するバスダクト		F _C	×	-	-	-	-
	バスダクト		F _B	×	F _C ^{※3}	-	-	-

(備考) × 施工不能。 - 使用しない。

(注) (1)耐火被覆板とは、石綿けい酸カルシウム板等をいい、耐火被覆材とは吹付けロックウール等をいいます。

(2)ロックウールフェルトによる耐熱処理は不要です。

(3)耐火被覆板で覆ったもの。

(4)金属管及び金属ダクトに収める耐熱電線は、電線管用耐火電線を使用します。

(5)金属管または金属ダクト工事に限ります。ただし、電動機等の機器に接続する短少な部分は、表中の電線を用い二種可とう電線管工事とすることができます。

(6)消防用設備の配線に用いる場合で、耐火性能を有する電気配線シャフトに他の配線と15cm以上隔離して施設する場合以外は、金属管、二種可とう電線管で保護したものに限りません。

11.4 電線の種類

耐熱配線に使用できる電線は、二種ビニル絶縁電線と同等以上の耐熱性能を有する電線とされています。主に使用される電線の規格等を表11.15に示します。

表11.15 耐熱電線の種類

電線の種類		記号	定格電圧(V)	最高使用温度(°C)	規格
絶縁電線	架橋ポリエチレン絶縁電線	IC	600	90	JCS 360
	二種ビニル絶縁電線	HIV	600	75	JIS C 3317
	ハイパロン絶縁電線	IH	600、3300	95	—
	ふっ素樹脂絶縁電線	—	600	200	—
	けい素ゴム絶縁(ガラス編組)電線	IK(KGB)	600	180	JIS C 3323
ケーブル	架橋ポリエチレンケーブル	CE、CV	600、3300、6600	90	JIS C 3605 JIS C 3606
	M-ケーブル	MI	300、600	—	昭和40年通商産業省告示第271号 第5条
	耐熱電線※1	HP	60	—	—
	耐火電線※1	・露出用	FP	600、3300、6600	75、90
・電線管用		FP-C			
バスダクト	耐火性能を有するバスダクト※2	—	600	60、75、80、90、95	JIS C 8364
	バスダクト	—	600	60、75、80、90、95	—

※1(株)日本電線工業会耐火・耐熱認定業務委員会の認定マーク(JCMA)のあるもの。

※2(株)日本電線工業協会では耐火性を有するバスダクトの審査承認業務を行っています。

3.11.3

屋外用非常灯及びソーラーライト技術基準

1. 屋外用非常灯及びソーラーライトとは

災害発生による停電の際、心理的動揺を抑制し避難路を明瞭にすることによって、安全かつ円滑な避難行動を可能にする生活空間及び避難通路に設ける照明器具です。その器具は、予備電源、充電装置及び切替装置を含むバッテリーユニット、配線並びに照明器具から構成されます。

2. 規格等

電気用品安全法の技術基準

JIS C 1302 絶縁抵抗計

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部—3部:道路及び街路照明器具に関する安全性能要求事項

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 8154 一般照明用LED モジュール—安全仕様

JIS C 8702-1 小型制御弁式鉛蓄電池—第1部:一般要求事項、機能特性及び試験方法

JIS C 8704-2-1 据置鉛蓄電池—第2—1部:制御弁式—試験方法

JIS C 8708 ポータブル機器用密閉型ニッケル・水素蓄電池(単電池及び組電池)

JIL 7002 照明器具の表示箇所標準

日本照明工業会ガイドA102

日本照明工業会住宅用非常灯及び屋外用非常等の自主評定業務に関する規則

3. 屋外用非常灯及びソーラーライトの種類及び区分

3.1 屋外用非常灯及びソーラーライトの種類

屋外用非常灯及びソーラーライトの種類は、表11.16によるものとします。

表11.16 屋外用非常灯及びソーラーライトの種類

種類	点灯方法	外形図(例)
屋外用非常灯	専用形	
	併用形	   <p>停電補償装置付き LED防犯灯</p> <p>LED停電補償装置 ANSEEN+LED道路灯</p>
	組み込み形	
ソーラーライト	<ul style="list-style-type: none"> ・独立電源形 ・商用電源併用形 	   <p>LED太陽灯 10VAタイプ</p> <p>LED太陽灯 20VAタイプ</p> <p>LED太陽灯 全周配光タイプ</p>

3.2 屋外用非常灯及びソーラーライトの区分

屋外用非常灯及びソーラーライトの評定区分は、表11.17及び表11.18によります。

表11.17 屋外用非常灯の評定区分

要素			詳細区分		
光源	(A)	非常用光源の種類	1	LEDモジュール	10W 未満のもの
			2		10W 以上 40W 未満のもの
			3		40W 以上のもの
器具構造	(B)	非常時の灯数	1	1 のもの	
			2	2 のもの	
			3	3 のもの	
	(C)	点灯方法	1	専用のもの	
			2	併用のもの	
			3	組込みのもの	
(D)	保護機能 (使用温度範囲)	1	一般屋外 -5℃以上のもの		
		2	低温仕様 -20℃以上のもの		
		3	その他のもの		
電池の種類	(E)	電池の種類	1	ニッケル・カドミウム蓄電池のもの	
			2	ニッケル・水素蓄電池のもの	
			3	リチウムイオン蓄電池のもの	
			4	鉛蓄電池のもの	
			5	その他のもの	
機能	(F)	自動点検機能	1	あるもの	
			2	ないもの	
	(G)	有効点灯時間	1	3 時間以上 12 時間未満のもの	
			2	12 時間以上のもの	

表11.18 ソーラーライトの評定区分

要素			詳細区分		
光源	(A)	光源の種類	1	LEDモジュール	10W 未満のもの
			2		10W 以上 40W 未満のもの
			3		40W 以上のもの
器具構造	(B)	保護機能 (使用温度範囲)	1	一般屋外 -5℃以上のもの	
			2	低温仕様 -20℃以上のもの	
			3	その他のもの	
電池の種類	(C)	電池の種類	1	ニッケル・カドミウム蓄電池のもの	
			2	ニッケル・水素蓄電池のもの	
			3	リチウムイオン蓄電池のもの	
			4	鉛蓄電池のもの	
			5	その他のもの	
電源の分類	(D)	電源の分類	1	独立電源形のもの	
			2	商用電源併用形のもの	
機能	(E)	自動点検機能	1	あるもの	
			2	ないもの	
	(F)	有効点灯時間	1	12 時間以上 14 時間未満のもの	
			2	14 時間以上のもの	
	(G)	不日照日数	1	2 日以上 4 日未満のもの	
			2	4 日以上のもの	

4. 屋外用非常灯及びソーラーライトの設置基準

4.1 推奨設置場所と設置例

- a) 屋外用非常灯は、特に住宅から防災公園などの一時避難場所や体育館などの避難場所までの避難経路に設置することが望ましいです。
- b) ソーラーライトは、一時避難場、避難場所に設置することが望ましいです。

4.2 設置条件

- a) 評定時
 - 1) 屋外用非常灯は、道路幅5m, 器具取付間隔30m, 照明器具の取付高さ4.5m の条件で照度計算を行い、非常灯電池による非常点灯時に地表面で0.1 lx 以上の照度を維持するものでなければなりません。緩和範囲は判定の対象外とします。(図11.22参照)
 - 2) ソーラーライトは、蓄電池による点灯時に直下近傍1 lx 以上を維持するものでなければなりません。照明器具直下近傍とは、照明器具、光源(発光面)の中心直下、又は光源(発光面)の基準軸と地表面の交点を中心として半径5m の範囲内の任意の1点をいいます。(図11.23参照)。照明器具の取付高さは2.5m 以上とします。
 - 3) 屋外用非常灯で、避難場所、一時避難場所での使用を想定した配光形状をもつ製品は、2) の条件を用いて判定してもよいこととします。

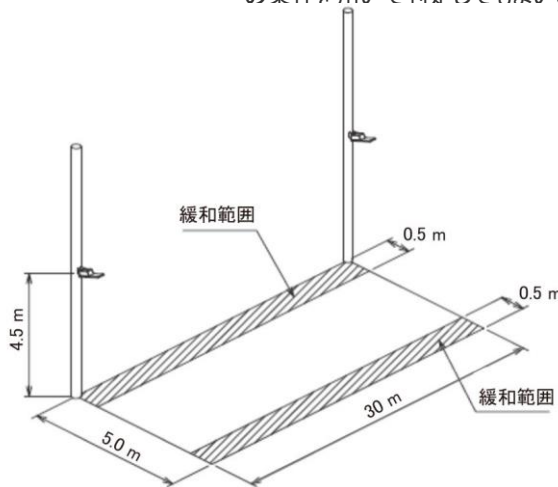


図11.22 屋外用非常灯の設置方法

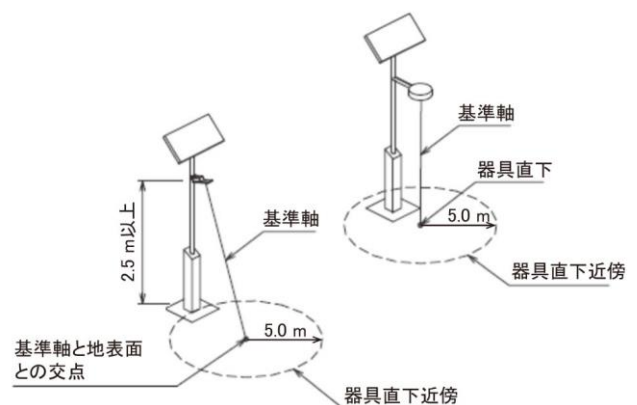


図11.23 照明器具直下近傍図

b) 設計時

- 1) 屋外用非常灯は、非常灯電池による非常点灯によって非常時に地表面で0.1 lx 以上の照度を維持するよう設置します。照度の計算は、発注者等との協議によって定めた照射範囲で行います。照射範囲の一部は、緩和範囲として判定の対象外とします。(図11.24～図11.31参照)
- 2) ソーラーライトは、蓄電池による点灯によって夜間に地表面で0.1 lx 以上の照度を維持するよう設置します。照度の計算は、発注者等との協議によって定めた照射範囲を用います。照射範囲の一部は、緩和範囲として判定の対象外とします。(図11.24～図11.31参照)

4.2.1 ソーラーライト設置間隔表の表示

- 1) 設置間隔表の表示例は、表11.19によります。
- 2) 取付高さは、2.5 m 以上とし、それ以外の高さは、必要に応じて表示するものとします。

表11.19 設置間隔表の例

器具取付高さ		2.5 m	3.5 m	4.5 m
単体配置	A1	8.5	9.2	9.5
	B1	8.5	9.2	9.5
直線配置	A2	25	27.5	30
	B2	25	27.5	30

- 3) 単体配置のA1, B1 の値は、対象器具の配光の形によって必要に応じて表示します。
- 4) 表11.19に示す以外の器具の取付高さの場合は、前後の値の比例計算によって算出してもよいこととします。

4.2.2 単体配置

ソーラーライト又は屋外用非常灯を単体で配置する方式であり、次の方法で設置します。

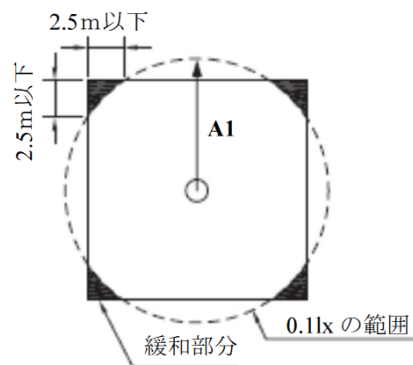


図11.24 軸対称配光の単体配置の例

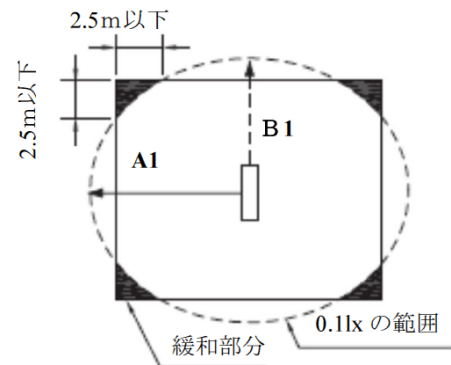


図11.25 二面对称配光の単体配置の例

- a) 表11.19に示す設置間隔表を利用して、それぞれの器具取付高さに対する取付間隔の値を用いて、0.1 lx以上を確保できるように、設置設計を行います。
- b) 軸対称配光の場合
A1 とは、半径A1 の範囲内が0.1 lx 以上を確保できる範囲。
- c) 二面对称配光の場合
1) A1 とは、A 断面配光方向の0.1 lx 以上を確保できる範囲。
2) B1 とは、B 断面配光方向の0.1 lx 以上を確保できる範囲。

4.2.3 直線配置

道路など長い避難経路に、直線的に器具を配置する方式。設置間隔表の算出では、道路の幅員を5 m と設定し、2 台の器具の配光を利用して、点灯時の照度を確保できる配置の取付間隔を、A2 として設定します。緩和部分を除き、合成照度を含め0.1 lx 以上を確保するようにします。

- a) 道路の幅員が5 m 以下の場合、設置間隔表の各器具取付高さのA2, B2 の値を利用して設置設計を行います。
- b) 軸対称配光の場合、A2 以下で配置します。

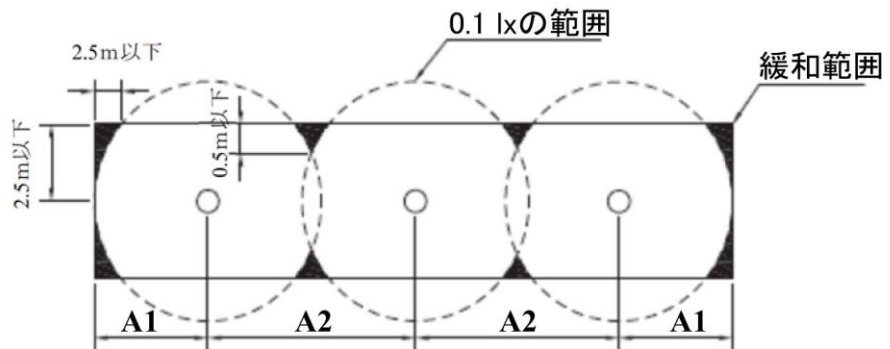


図11.26 軸対称配光の直線配置の例

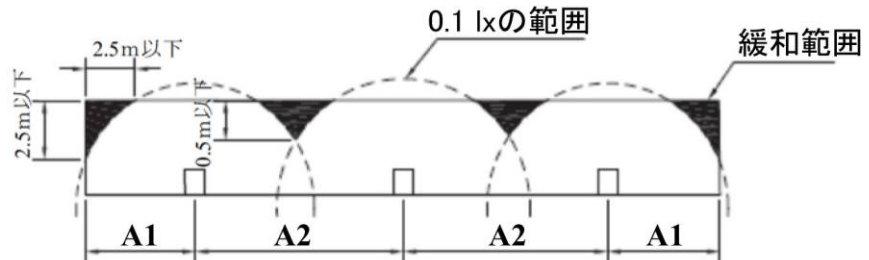


図11.27 軸対称配光の直線配置の例

- c) 二面対称配光の場合

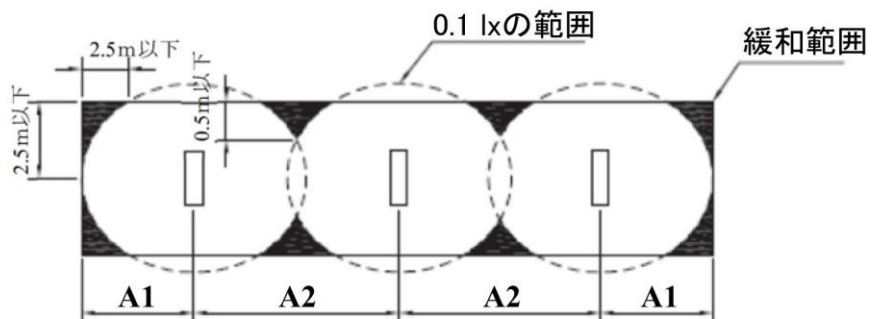


図11.28 二面対称配光でA断面の直線配置の例

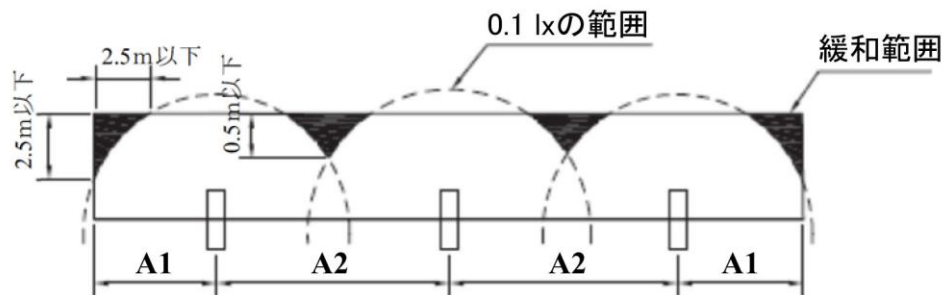


図11.29 二面对称配光でA断面の直線配置の例

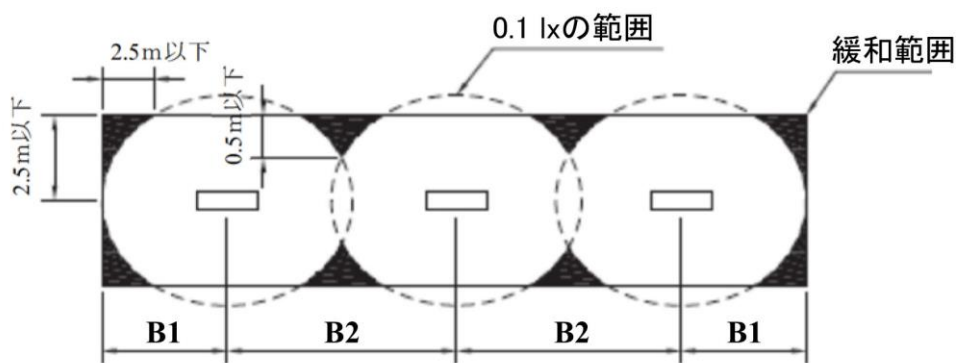


図11.30 二面对称配光でB断面の直線配置の例

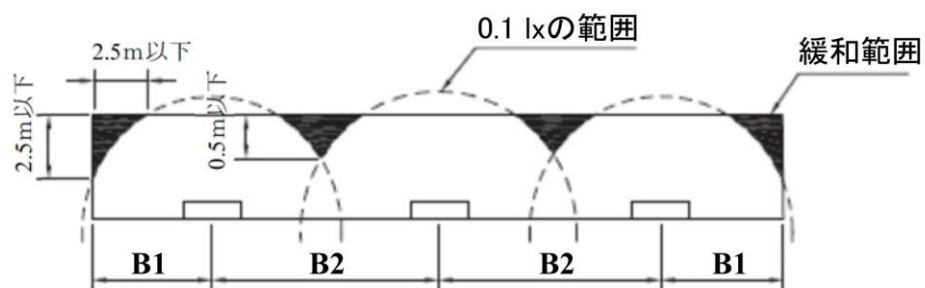


図11.31 二面对称配光でB断面の直線配置の例

5. 屋外用非常灯及びソーラーライトに関するマークの表示

5.1 屋外用非常灯及びソーラーライトJIL認定マークの様式

屋外用非常灯及びソーラーライトJIL認定マーク(以下、JIL認定マークという。)は、一般社団法人日本照明工業会の住宅用非常灯及び屋外用非常灯等のJIL 適合認定を受けた製品以外の製品に表示してはならないこととなっています。



図11.32 JIL認定マーク

5.2 JIL認定マークの表示箇所

照明器具への表示は、原則として器具銘板の近傍とします。ただし、スペースがない場合や、容易に認識できる場所がない場合は次によることとします。

- a) 屋外用非常灯及びソーラーライトを施設場所に取り付けた状態で、明確かつ容易に視認できる器具の外表面に表示します。
- b) 透光性カバーなどをもつ器具で、器具の外表面に表示することが、器具の性能又は美観を大きく阻害する場合は、カバーなどをはずしたとき、容易に視認できる器具内の表面に表示してもよいこととします。

3.12 防爆照明

3.12.1

危険場所と 防爆照明機器

石油石炭鉱業、石油精製工業、化学工業、食品工業などの採掘、製造プラント、各種工業の洗浄、及び可燃物貯蔵・供給場所など、爆発性雰囲気となりうる危険場所が、広く存在しています。

このような場所で可燃性ガスや可燃性液体の蒸気が空気中に放散され、空気と混合すると危険な爆発性ガスになり、これに点火源（火花や高温の物体）を与えると爆発や火災を起こし、大きな事故に拡大する可能性があります。またガスだけではなく、爆発性の粉じんや可燃性の粉じんが存在する場所においても点火源になりうる機器に対して粉じんが侵入したり、たい積したりすると発火または爆発する恐れがあります。

このような危険場所に使用する電気機器は、特に爆発を防止する構造のもの、すなわち防爆機器を使用することが法令で指定されています。

3.12.2

防爆電気設備の 関係法規

1. 労働安全衛生法及び同関係規則

◆労働安全衛生法〔昭和47年 法律第57号〕

第20条 〔事業者の講ずべき措置等〕

第42条 〔譲渡等の制限〕

第43条の2

第44条の2 〔型式検定〕

第44条の3 〔型式検定合格証の有効期間等〕

第44条の4 〔型式検定合格証の失効〕

第54条の2 〔型式検定代行機関〕

第96条 〔労働大臣等の権限〕

◆労働安全衛生法施行令〔昭和47年 政令第318号〕

第13条 〔労働大臣が定める規格または安全装置を具備すべき機械等〕

第14条の2 〔型式検定を受けるべき機械等〕

◆労働安全衛生規則〔昭和47年 労働省令第32号〕

第27条 〔規格に適合した機械等の使用〕

第27条の2 〔通知すべき事項〕

第256条 〔危険物を製造する場合等の措置〕

第257条 〔作業指揮者〕

第261条 〔通風等による爆発または火災の防止〕

第274条 〔作業規定〕

第274条の2 〔退避等〕

第275条 〔改造、修理等〕

第276条 〔定期自主検査〕

第277条 〔使用開始時の点検〕

第278条 〔安全装置〕

第279条 〔危険物等がある場所における火気等の使用禁止〕

第280条 〔爆発の危険のある場所で使用する電気機械器具〕

第281条 〔防爆構造電気機械器具の使用〕

第282条 〔防爆構造電気機械器具の使用〕

第283条 〔修理作業等の適用除外〕

第284条 〔点検〕

第288条 〔立入禁止等〕

第546条 〔危険物等の作業場等〕

第548条 〔自動警報設備等〕

第549条 〔避難用の出入口等の表示等〕

◆機械等検定規則

〔昭和47年 労働省令第45号〕

第2章型式検定 〔第6条～第17条〕

◆電気機械器具防爆構造規格

〔昭和44年 労働省告示第16号〕

第一章 総則

第二章 ガス蒸気防爆構造

2. 電気事業法および同関係規則

- ◆電気事業法〔昭和39年 法律第170号〕
第39条 〔事業用電気工作物の維持〕

◆電気設備技術基準

〔電気設備に関する技術基準を定める省令。昭和40年 通商産業省令第61号〕

- 第159条 〔金属管工事〕
- 第164条 〔ケーブル工事〕
- 第168条 〔高圧配線の施設〕
- 第175条 〔粉じんの多い場所の施設〕
- 第176条 〔可燃性のガス等の存在する場所の施設〕
- 第185条 〔放電灯の施設〕

◆電気設備に関する技術基準の細目を定める告示〔昭和40年 通商産業省告示第271号〕

- 第31条 〔金属管の防爆型附属品の規格〕
- 第33条 〔電気機械器具の防爆構造の規格〕

◆内線規程(JEAC8001-2011)〔(一社)日本電気協会 第13版〕

- 3編 〔電気使用場所等の施設〕 4章 〔特殊場所の施設〕

3. IEC関係規格

- IEC 60079-0 (2011.06)Part0:Equipment—General requirements (機器—一般要求事項)
- IEC 60079-1 (207.04)Part1:Equipment protection by flameproof enclosures “d”
(耐圧防爆容器)
- IEC 60079-2 (2007.02)Part2:Equipment protection by pressurized enclosures “p”
(内圧防爆構造)
- IEC 60079-5 (2007.03)Part5:Equipment protection by powder filling “q”
(特殊防爆構造)
- IEC 60079-6 (2007.03)Part6:Equipment protection by oil immersion “o”
(油入防爆構造)
- IEC 60079-7 (2006.03)Part0:Equipment protection by increased safety “e”
(安全増防爆構造)
- IEC 60079-10-1 (2008.12)Part10-1:Classification of areas—Explosive gas atmospheres
(危険場所の分類—可燃性ガス雰囲気)
- IEC 60079-10-2 (2009.04)Part10-2:Classification of areas—Combustible
dust atmospheres (危険場所の分類—爆発性粉じん雰囲気)
- IEC 60079-11 (2011.03)Part11:Equipment protection by intrinsic safety “i”
(本質安全防爆構造)
- IEC 60079-20-1 (2010.01)Part20-1:Material characteristics for gas and
vapour classification—Test methods and data
(ガス及び蒸気の分類のための材料特性—試験方法及びデータ)
- IEC 60079-25 (2010.02)Part25:Intrinsically safe electrical systems
(本質的安全システム)
- IEC 60079-26 (2006.08)Part26:Equipment with equipment protection level(EPL)Ga
(機器の保護レベル(EPL)Gaをもつ機器)
- IEC 60079-27 (2008.01)Part27:Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO)
(本質的安全の概念)
- IEC 60079-28 (2006.08)Part28:Protection of equipment and transmission
systems using optical radiation
(機器の保護及び光放射を用いる伝達システム)
- IEC 60079-29-1 (2007.08)Part29:Gas detectors – Performance
requirements of detectors for flammable gases
(ガス検知器—可燃性ガス用検知器の性能要求事項)

- IEC 60079-29-2 (2007.08)Part29: Gas detectors –Selection,installation,use and maintenance of detectors for flammable gases and oxygen
(ガス検知器—可燃性ガス及び酸素用検知器の選定、据付、使用及び保守)
- IEC 60079-29-3(2011.05)Part29: Gas detectors –Requirements on the functional safety of fixed gas detection systems
(ガス検知器—固定形ガス検知システムの機能安全に関する要求事項)
- IEC 60079-29-4 (2009.00)Part29: Gas detectors –Performance requirements of open path detectors for flammable gases and Oxygen
(ガス検知器—可燃性ガス用オープンパス検知器の性能要求事項)
- IEC 60079-30-1 (2007.01)Part30-1:Electrical resistance trace heating— General and testing requirements
(電気抵抗トレース加熱—一般及び試験要求事項)
- IEC 60079-30-2 (2007.01)Part30-2:Electrical resistance trace heating— Application guide for design,installation and maintenance
(電気抵抗トレース加熱—設計、据付及び保守の適用手引)
- IEC 60079-31 (2011.03)Part31:Equipment dust ignition protection by enclosure “t”
(エンクロージャ“t”による機器の粉じん防爆)
- IEC 60079-33 (2011.04)Part33:Equipment protection by special protection “s”
(特殊防爆構造“s”による防爆構造規格)
- IEC 60079-35-1 (2011.01)Part35-1:Caplights for use in mines susceptible to firedamp— General requirements—Construction and testing in relation to the risk of explosion
(可燃性ガス蒸気の発生危険のある坑内で使用するキャップランプ—一般要求事項—爆発のリスクに対応した構造及び試験)
- IEC 60079-35-2 (2011.08)Part35-2:Performance and other safety— related matters
(性能及び他の安全—関連事項)

4. 日本産業規格 (JIS)

- ◆ JIS C 60079-0 第0部：一般要件
- ◆ JIS C 60079-1 第1部：耐圧防爆構造“d”
- ◆ JIS C 60079-2 第2部：内圧防爆構造“p”
- ◆ JIS C 60079-6 第6部：油入防爆構造“o”
- ◆ JIS C 60079-7 第7部：安全増防爆構造“e”
- ◆ JIS C 60079-10 第10部：危険区域の分類
- ◆ JIS C 60079-11 第11部：本質安全防爆構造“i”
- ◆ JIS C 60079-15 第15部：タイプ“n”防爆構造
- ◆ JIS C 60079-18 第18部：樹脂充てん防爆構造“m”

5. 高圧ガス取締法関係法令

- ◆ 液化石油ガス保安規則
第9条 [第一種製造設備]
- ◆ 一般高圧ガス保安規則
第12条 [定置式製造設備等の基準]

6. 工場電気設備防爆指針(労働省産業安全研究所)

- ◆ ガス蒸気防爆(2006)
- ◆ 国際整合技術指針(2015 改訂版)
- ◆ 粉じん防爆(1982)

7. 消防法

- 危険物の規制に関する政令
第3章第1節第9条～第13条

3.12.3 危険物の分類

危険性物質には非常に多くの種類がありますが、労働安全衛生規則に規定されている危険物は次の6種類です。

1. 爆発性の物

爆発性の物は、可燃物質であるとともに酸素供給物質でもあるきわめて爆発しやすい物質です。摩擦したり衝撃を与えたり、加熱したりすると多量の熱とガスを発生して激しい爆発を起こす危険性があります。

●主な物質名

ニトログリセリン、トリニトロトルエン、ピクリン酸

2. 発火性の物

発火性の物は通常の状態においても発火しやすい物質で、水(水分)により分解して可燃性ガスを発生して発熱発火したり、また空気(酸素)、酸化性の物質等と接触して発火する危険性があります。

●主な物質名

金属ナトリウム、黄リン、炭化カルシウム(カーバイド)、マグネシウム粉、アルミニウム粉、セルロイド

3. 酸化性の物

単独では発火、爆発等の危険性はありませんが、可燃性物質や還元性物質と混合した場合には、衝撃、点火源等により発火、爆発等が起きる危険性があります。

●主な物質名

塩素酸ナトリウム、塩素酸アンモニウム、過酸化ナトリウム、硝酸カリウム

4. 引火性の物

引火性の物は、火を引きやすい可燃性の液体であり、液体が直接引火して火災を生じる危険性のほか、その液体表面から蒸発した可燃性の蒸気と空気との温気による爆発の危険性をもっています。

●主な物質名

エタノール、ガソリン、軽油、重油、シンナー、灯油、トルエン、ベンゼン

5. 可燃性ガス

可燃性のガスは、常温、常圧において気体となっているもので、これが空気、酸素その他の酸化性の気体とある一定の濃度範囲(爆発限界)内に混合しているときに、点火源(火花、火災その他火気)が与えられると、火災が急速に混合ガス中を伝播し、爆発を起こします。

●主な物質名

アンモニア、一酸化炭素、水素、プロパン、メタン、硫化水素、石炭ガス、都市ガス

6. 可燃性の粉じん

可燃性の粉じんは、危険物の粉じんと危険物以外の粉じんとに分けられます。どちらも微粉となって空気中に浮遊している場合には、粉じんの空気との接触面積が大きいため、一定の粉じん濃度のもとで点火源が与えられると、急速に燃焼し、可燃性のガスと同様に爆発現象(粉じん爆発)を起こす危険があります。

●主な物質名

マグネシウム粉、アルミニウム粉、亜鉛粉、石灰粉、硫黄粉、でんぷん、小麦粉

3.12.4 用語の意味

◆耐圧防爆構造

耐圧防爆構造とは、全閉構造で、容器内部で爆発性ガスの爆発が起こった場合に、その圧力に耐え、かつ外部の爆発性ガスに引火するおそれのない構造。

◆油入防爆構造

油入防爆構造とは、電気機器の火花またはアークを発生する部分を油中に納め、油面上に存在する爆発性ガスに引火するおそれのないようにした構造。

◆内圧防爆構造

内圧防爆構造とは、容器内部に保護気体(新鮮な空気またはガス)を圧入することによって、爆発性ガスが侵入するのを防止した構造。

◆安全増防爆構造

安全増防爆構造とは、正常な運転中に火花、アークまたは過熱を生じてはならない部分に、これらの発生するのを防止するために、構造上または温度上昇について特に安全度を増加した構造。

◆粉じん防爆普通防じん構造

粉じん防爆普通防じん構造とは、接合面にパッキンを取付けること、接合面の奥行きを長くすること等の方法により容器の内部に粉じんが侵入し難いようにし、かつ、当該容器の温度の上昇を当該容器の外部の可燃性の粉じん(爆燃性の粉じんを除く)に着火しないように制限した構造。

◆粉じん防爆特殊防じん構造

粉じん防爆特殊防じん構造とは、接合面にパッキンを取付けること等により容器の内部に粉じんが侵入しないようにし、かつ、当該容器の温度の上昇を当該容器の外部の爆燃性の粉じんに着火しないように制限した構造。

◆容器

容器とは、回転機の外被、変圧器および開閉器の外箱などのような防爆構造。

◆錠締

錠締とは責任者以外の者が安全保持に必要なねじ類(ボルト、ナット、小ねじ、ねじこみぶた等)を緩めてふたを開き、または危険な操作を防ぐために、特殊な工具を使用しなければ緩めまたは操作することができないようにした締付装置。

◆スキおよびスキの奥行

- (a) スキとは、内部に圧力が加わっていない通常の状態での容器の相対するフランジ部、はめあい部などの接合面間の最大すきま、または穴と軸との最大直径差。
- (b) スキの奥行とは、スキが許容値以下に保たれているすきま部分の最小長さ。

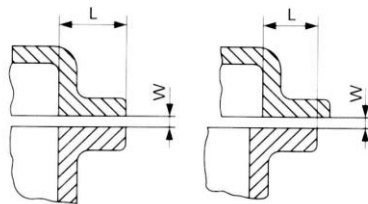


図12.1 フランジ部

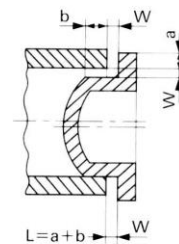


図12.2 はめあい部

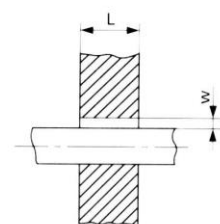


図12.3 軸貫通部

◆沿面距離

沿面距離とは裸充電部分とこれと絶縁されるべき他の部分との間において、絶縁物の表面に沿って漏電するおそれがある経路の最短距離。

- (a) 充電部分を単にラック塗装または酸化したものは裸充電部分とみなす。ただし、巻線中におけるエナメル線およびこれに類するものは、裸充電部分とみなさない。
- (b) 継ぎ合わせた絶縁物にあつては、張り付けた場合でも、継目がないものと同じの効果をもつ処理を施した場合のほかは、その継目を漏電するおそれがある表面とみなす。

◆絶縁空間距離

絶縁空間距離とは、裸充電部分とこれと絶縁されるべき他の部分との間の最短空間距離。

◆危険性料品

危険性料品とは、可燃性ガスおよび可燃性液体の総称。

◆危険雰囲気

危険雰囲気とは、爆発性ガスと空気が混合し、爆発限界内にある状態の雰囲気。

◆危険源

危険源とは、爆発性ガスを放出し、危険雰囲気生成の根源となるもの。

◆点火源

点火源とは、危険雰囲気に対して、爆発を起こさせるだけのエネルギーをもっている電気火花又は高温部。

3.12.5 ガス蒸気危険箇所の種別

ガス蒸気危険箇所は、爆発性雰囲気の存在する時間と頻度に応じて、特別危険箇所、第一類危険箇所、第二類危険箇所の3種類に分類されます。

1. 特別危険箇所

特別危険箇所とは、爆発性雰囲気が通常の状態において、連続し長時間にわたり、又は頻繁に可燃性ガス蒸気が爆発の危険のある濃度に達するものをいいます。

2. 第一類危険箇所

第一類危険箇所とは、通常の状態において、爆発性雰囲気をしばしば生成するおそれがある場所をいいます。

(a) 通常の運転、操作による製品の取出し、ふたの開閉などによって可燃性ガス蒸気を放出する開口部付近

(b) 点検又は修理作業のために、可燃性ガス蒸気をしばしば放出する開口部付近

(c) 屋内又は通風、換気が妨げられる場所で、可燃性ガス蒸気が滞留するおそれのある場所

3. 第二類危険箇所

第二類危険箇所とは、通常の状態において、爆発性雰囲気を生成するおそれが少なく、また、生成した場合でも短時間しか持続しない場所をいいます。

(a) ガasketの劣化などのために可燃性ガス蒸気を漏出するおそれのある場所。

(b) 誤操作によって可燃性ガス蒸気を放出したり、異常反応などのために高温、高圧となって可燃性ガス蒸気を漏出したりするおそれのある場所。

(c) 強制換気装置が故障したとき、可燃性ガス蒸気が滞留して爆発性雰囲気を生成するおそれのある場所。

(d) 第一類危険箇所の周辺又は第二類危険箇所に隣接する室内で、爆発性雰囲気がまれに侵入するおそれのある場所。

(e) 爆発性雰囲気の持続とは、発生から消滅までをいいます。

3.12.6 粉じん危険場所の分類

粉じん危険場所は一般工場において、粉じん爆発または燃焼を生じるために十分な量の粉じんが空気中に浮遊するおそれがある場合、または粉じんのたい積があって浮遊するおそれのある場所をいい、粉じんの性質により爆燃性粉じん、可燃性粉じんに分類されます。

1. 爆発性粉じん

爆発性粉じんとは、空気中の酸素が少ない雰囲気または二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生じる粉じんをいいます。主に、マグネシウム、アルミニウム、アルミニウムブロンズなどの金属粉じんをいいます。

2. 可燃性粉じん

可燃性粉じんとは、空気中の酸素を利用して発熱反応を起こして燃焼する粉じんのことをいい、小麦粉、でんぷん、砂糖、合成樹脂、科学薬品など非導電性のものと、カーボンブラック、コークス、鉄、銅など導電性を有するものをいいます。

3.12.7 爆発性ガスに対する安全の確保

「工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆2006)」および「国際規格に整合した技術的基準対応2008」では、電気設備の防爆を考える際に、温度限度などについて、次のような分類をしています。どちらに準拠しても良いのですが、設置場所の危険雰囲気を生成する爆発性ガスの危険性に従い、安全サイドになるように機器を選ぶ必要があります。

1. 工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆2006)

表12.1 爆発性ガスの発火温度による分類

発火度	発火温度
G1	450°Cを超えるもの
G2	300°Cを超え450°C以下のもの
G3	200°Cを超え300°C以下のもの
G4	135°Cを超え200°C以下のもの
G5	100°Cを超え135°C以下のもの

(参考文献 工場電気設備防爆指針:ガス蒸気防爆(2006))

表12.2 爆発等級

爆発等級	火炎逸走限界の値
1	0.6mmを超えるもの
2	0.4mmを超え0.6mm以下のもの
3	0.4mm以下のもの

(参考文献 工場電気設備防爆指針:ガス蒸気防爆(2006))

表12.3 電気機器の爆発性ガスに対する温度上昇限度(°C)

発火度	G1	G2	G3	G4	G5
温度上昇度	320	200	120	70	40

(参考文献 工場電気設備防爆指針:ガス蒸気防爆(2006))

注)温度上昇限度値はそれぞれの発火度に対応する発火温度の下限値の約80%から基準周囲温度40°Cを差し引いた値。

2. 国際整合技術指針(2015 改訂)

表12.4 ガス、又は蒸気の種類

耐圧防爆構造の電気機器の対象とされるガス又は蒸気の種類

ガス又は蒸気の最大安全隙間の範囲	ガス又は蒸気の種類
0.9mm以上	IIA
0.5mmを超え、0.9mm未満	IIB
0.5mm以下	IIC

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

本質安全防爆構造の電気機器の対象とされるガス又は蒸気の種類

ガス又は蒸気の最小点電流比の範囲	ガス又は蒸気の種類
0.8を超える	IIA
0.45以上、0.8以下	IIB
0.45未満	IIC

注)最小点電流比はメタンの最小点電流を基準として示されています。

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

表12.5 電気機器の最高表面温度に対する温度等級(°C)

温度等級	T1	T2	T3	T4	T5	T6
最高表面温度	450	300	200	135	100	85

注)電気機器の最高表面温度は基準周囲温度40°Cを含む。

(参考文献 工場電気設備防爆指針:国際整合技術指針, 改訂版(2015))

表12.6 爆発性ガスの分類一例

構造規格 [爆発性ガスの爆発等級と発火度]

爆発等級		発火度	発火温度による分類				
			450°C超過	300°C超過 450°C以下	200°C超過 300°C以下	135°C超過 200°C以下	100°C超過 135°C以下
			G1	G2	G3	G4	G5
火炎逸走限界による分類	0.6mm超過	1	アセトン アンモニア 一酸化炭素 エタン 酢酸 酢酸エチル トルエン プロパン ベンゼン メタノール メタン	エタノール 酢酸イソペンチル 1-ブタノール ブタン	ガソリン ヘキサン	アセトアルデヒド	
	0.4mm超過 0.6mm以下	2		エチレン エチレンオキシド			
	0.4mm以下	3a	水生ガス・水素				
		3b					二硫化炭素
3c			アセチレン				

国際整合防爆指針 (技術的基準) [防爆電気機器のグループ及び温度等級と対応する爆発性ガス]

爆発性ガスの発火温度		450°C超過	300°C超過 450°C以下	200°C超過 300°C以下	135°C超過 200°C以下	100°C超過 135°C以下	80°C超過 100°C以下
温度等級		T1	T2	T3	T4	T5	T6
防爆電気機器のグループ	II	II A	アセトン アンモニア エタン 塩化イソプロピル シクロプロパン 酢酸 酢酸エチル スチレン トルエン ベンゼン プロパン メタン プロピレン	エチルベンゼン 塩化アセチル 塩化ビニル O-キシレン 酢酸ビニル 酢酸ブチル 酢酸プロピル シクロペンタン 1-ブタノール ブタン プロピルアミン プロパン メタノール メタクリル酸メチル	エチルシクロヘキサン エチルシクロペンタン 塩化ブチル オクタン シクロヘキサノール シクロヘキサン デカン ヘキサン ヘブタン ペンタン メチルシクロヘキサン 石油ナフサ テレピン油	アセトアルデヒド	亜硝酸エチル
		II B	アクリル酸メチル アクリロニトリル 一酸化炭素 シアン化水素	アクリル酸エチル エチレン エチレンオキシド 1,3-ブタジエン フラン	アクリルアルデヒド クロトンアルデヒド ジメチルエーテル テトラヒドロフラン	エチルメチルエーテル ジエチルエーテル ジブチルエーテル	
		II C	水素	アセチレン			

表12.7 可燃性物質の危険特性値及び電気機器の防爆構造に対する分類

物質名	引火点 (°C)	発火 温度(°C)	爆発限界(vol%)		蒸気密度 (空気=1)	電気機器の防爆構造に対応する分類			
			下限	上限		構造規格		国際整合防爆指針	
						爆発等級	発火度	グループ	温度等級
アセチレン		305	2.3	100	0.9	3	G2	II C	T2
アセトアルデヒド	-38	155	4.0	60	1.5	1	G4	II A	T4
アセトン	-20	539	2.5	14.3 100°C	2.0	1	G1	II A	T1
アンモニア		651	16	25	0.6	1	G1	II A	T1
一酸化炭素		609	12.5	74	1.0	1	G1	II B	T1
エタノール	12	400	3.1	19	1.6	1	G2	II B	T2
エタン		515	2.4	15.5	1.0		G1	II A	T1
エチルメチルケトン	-10	404	1.5 93°C	13.4 93°C	2.5	1	G2	II B	T2
エチレン		440	2.3	36.0	1.0	2	G2	II B	T2
エチレンオキシド		423	2.6	100	1.5	2	G2	II B	T2
オクタン	13	206	0.8	6.5	3.9	1	G3	II A	T3
O-キシレン	30	470	1.0	7.6	3.7	1	G1	II A	T2
ガソリン	-4.3	257.2	1.4	7.6	3~4	1	G3		
酢酸エチル	-4.0	470	2.0	12.8	3.0	1	G1	II A	T1
酢酸ブチル	22	425	1.7	7.6	4.0	1	G2	II A	T2
酢酸プロピル	10	430	1.7 38°C	8	3.5	1	G2	II A	T2
酢酸メチル	-10	505	3.1	16	2.6	1	G1	II A	T2
シクロヘキサノン	43	419	1.3 100°C	9.4	3.4	1	G2	II A	T2
シクロヘキサン	-17	245	1.3	8.3	2.9	1	G3	II A	T3
水素		560	4.0	75	0.1	2	G1	II C	T1
スチレン	30	490	1.0	8.0	3.6	1	G1	II A	T1
デカン	48	235	0.7	5.6	4.9	1	G3	II A	T3
トルエン	4	530	1.0	7.8	3.1	1	G1	II A	T1
二硫化炭素	-30	90	0.6	60	2.6	3		II C	T6
1,3-ブタジエン		420	1.4	16.3	1.9	2	G2	II B	T2
1-ブタノール	35	343	1.4	12	2.6	1	G2	II A	T2
ブタン		372	1.4	9.3	2.0	1	G2	II A	T2
プロパン		450	1.7	10.9	1.6	1	G1	II A	T2
ヘキサン	-22	223	1.1	7.5	3.0	1	G3	II A	T3
ヘプタン	-7	204	1.1	6.7	3.5	1	G3	II A	T3
ベンゼン	-11	498	1.2	8.6	2.7	1	G1	II A	T1
1-ペンタノール	42	320	1.06 100°C	10.5	3.0	1	G2	II A	T2
ペンタン	-40	280	1.4	7.8	2.5	1	G3	II A	T3
メタノール	9	440	6.0	36	1.1	1	G1	II A	T2
メタン		600	5.0	15.0	0.6	1	G1	II A	T1

注) 可燃性ガス蒸気の「危険特性値」及び「電気機器の防爆構造に対応する分類」を示す。この資料は、電気技術者が危険場所を分類し、十分な防爆性能をもった防爆電気機器を選定するための基礎資料として編集したものである。

引火点、爆発限界及び蒸気密度は、爆発性雰囲気気の生成に関連する危険特性であり、発火温度、MESG(最大安全すぎま)及びMIC比(メタンを1とする最小点火電流比)は、電気機器の防爆構造に関連する危険特性である。また、爆発下限界及び沸点は、タイプn防爆構造の呼吸制限容器(Ex nR)における呼吸制限係数の計算に用いられる。

なお、引火点、爆発限界及び発火温度は、多くの文献に掲載されており、文献によって多少相違するが、この表ではIEC60079-20-1の記載内容のうち主要な物をほぼそのまま採用している。また、国際生業防爆指針における分類の「グループ」及び「温度等級」における記号の一部は、測定データによらず物質の化学的類似性等から推定したものも含まれている。

利用に当たっては、上述のことを理解した上、活用されるか、ご自身で確認して活用されることを望む。

(参考文献 産業安全研究所技術指針 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(ガス防爆2012))

表12.8 粉じんの発火度及び危険性

粉じんの種類	粉じんの名称	発火度	危険性分類
金属	アルミニウム(表面処理)	11	爆
	アルミニウム(含脂)	12	〃
	鉄	12	可、導
	マグネシウム	11	爆
	赤りん	11	可
	カーボンブラック	12	可、導
	チタン	11	〃
	亜鉛	11	〃
	カルシウムカーバイド	11	可
	カルシウム・ケイ素・アルミ合金(8% Ca-30% Si55% Al)	11	可、導
	フェロシリコン(45% Si)	11	〃
	黄鉄鉱	11	〃
	ジルコン	11	〃
化学薬品	ステアリン酸亜鉛	11	可
	ナフタリン	11	〃
	アンスラセン	11	〃
	アジピン酸	11	〃
	フタル酸	11	〃
	無水フタル酸(粗製品)	11	〃
	フタロジニトリル	11	〃
	無水マレイン酸(粗製品)	11	〃
	酢酸ナトリウムエステル	11	〃
	ナフトールイエロー	11	〃
	クリスタルバイオレット	11	〃
	テトラニトロカルバゾール	11	〃
	ジニトロクレゾール	11	〃
	アンチピリン	11	〃
	粉石けん	11	〃
青色染料	11	〃	
合成樹脂	ポリエチレン	11	可
	ポリプロピレン	11	〃
	ポリスチロール	11	〃
	スチロール(70%)ブタジエン(30%)コポリマー	11	〃
	ポリビニルアルコール	11	〃
	ポリアクリロニトリル	11	〃
	ポリウレタン	11	〃
	ポリエチレンテレフタレート	11	〃
	ポリビニルピロリドン	11	〃
	ポリビニルクロライド	11	〃
	塩化ビニル(70%)スチロール(30%)コポリマー	11	〃
	フェノール樹脂(ノボラック)	11	〃
	プレキシガラス	11	〃
ゴム・天然樹脂	にかわ	11	可
	硬化ゴム	11	〃
	軟質ゴム	11	〃
	セラック	11	〃
	コーバル	11	〃
	コロフォニウム	11	〃

粉じんの種類	粉じんの名称	発火度	危険性分類
ピッチろう類	硬ろう	11	可
	軟ピッチ	11	〃
	硬ピッチ	11	〃
	石炭タールピッチ	11	〃
農産物・繊維・魚粉など	ライ麦	11	可
	ライ麦(生粉)	11	〃
	ライ麦(粉碎後、ふるい分け品)	11	〃
	小麦	11	〃
	小麦(生粉)	11	〃
	小麦(粉碎後、ふるい分け品)	11	〃
	えん麦と大麦の混合物(生粉)	12	〃
	米(ふるい分け品)	12	〃
	とうもろこしでんぷん	11	〃
	じゃがいもでんぷん	11	〃
	ブディング原料	11	〃
	デキストリン	11	〃
	粉砂糖(たい積品)	11	〃
	乳糖	11	〃
	ココア(脱脂品)	12	〃
	コーヒー(精製品)	11	〃
	ビール麦芽	11	〃
	クローバ・むらさきうまごやし	11	〃
	亜麻かす(微粉)	11	〃
	菜種かす(脱脂品)	11	〃
	魚粉	11	〃
	タバコ	11	〃
	木綿繊維	11	〃
	ステープルファイバ	11	〃
	亜硫酸塩セルローズ	11	〃
	リグニン	12	〃
	紙(微粉)	11	〃
	やし(椰子)	11	〃
	コルク	11	〃
	針葉樹(松)	11	〃
	樫木(ブナ)	11	〃
	炭素系	泥炭(たい積品)	12
褐炭(未熟亜炭)		12	〃
褐炭(練炭層)		12	〃
れきせい炭		12	〃
ガス炭		12	〃
コークス用石炭		11	〃
貧石炭		11	〃
無煙炭		11	〃
木炭(硬質)		11	〃
泥炭コークス		11	〃
褐炭コークス		12	〃
石炭コークス		11	〃

備考

危険性分類の欄で「爆」と表示してあるものは爆燃性粉じんを、「可、導」と表示してあるものは可燃性で導電性の粉じんを、また、「可」と表示してあるものは可燃性で非導電性の粉じんを表します。

3.12.8 粉じんの発火度の分類

粉じんが空気中に浮遊して電気機器の高温部分に触れたり、たい積したりすると、爆発または発火を生じる危険があります。このため、粉じん防爆構造の電気機器においては、対象粉じんの発火点に応じて機器の温度上昇を一定の限度内におささなければなりません。そこで粉じん発火点にしたがって表12.9のように分類しています。

表12.9 発火度の分類

発火度	発火点
11	270℃を超えるもの
12	200℃を超え270℃以下のもの
13	150℃を超え200℃以下のもの

(参考文献 工場電気設備防爆指針:粉じん防爆(1982))

3.12.9 防爆構造の種類

防爆構造の種類は爆発性ガスの存在する危険場所や粉じんの存在する危険場所、使用目的に応じて、次の種類に分類されます。

- 耐圧防爆構造
- 油入防爆構造
- 内圧防爆構造
- 安全増防爆構造
- 本質安全防爆構造
- 特殊防爆構造
- 非点火防爆構造
- 樹脂充てん防爆構造
- 粉じん防爆特殊防じん構造
- 粉じん防爆普通防じん構造

これらのうち、照明器具、制御機器、電線管付属品等に関係の深いものは次の4種類になります。

1. 耐圧防爆構造(d)

全閉構造で、容器内部で爆発性ガスの爆発が起こった場合に、容器がその圧力に耐え、かつ外部の爆発性ガスに引火するおそれのない構造にしたものです。通常は1種場所および2種場所に使用されますが、ガス濃度の高い場所などでは、必要最小限度施設することが望ましいといえます。

2. 安全増防爆構造(e)

正常な運転中に電気火花または高温を生じてはならない部分に、これらが発生するのを防止するように、構造上および温度上昇について、特に安全度を増した構造にしたものです。通常は2種場所に使用されます。なお、耐圧防爆形白熱電球用ハンドランプは、防爆指針によると1種場所でも使用可能であり、また移動式のため頑丈な構造になっていますが、万一事故などにより破損して大事故を引き起こす可能性も考えられますので、なるべく1種場所での使用は避けてください。

3. 粉じん防爆特殊防じん構造(SPD)

全閉構造で、接合面の奥行きを一定値以上にするか、または接合面に一定値以上の奥行きをもつパッキンを使用して、粉じんが容器内部に侵入しないような構造にしたものです。通常は爆燃性粉じん危険場所および可燃性粉じん危険場所に使用されますが、導電性を有する可燃性粉じんがある場合などでは、必要最小限度施設することが望ましいといえます。

4. 粉じん防爆普通防じん構造(DP)

全閉構造で、接合面の奥行きを一定値以上にするか、または接合面にパッキンを使用して、粉じんが容器内部に侵入しないような構造にしたものです。通常は可燃性粉じん危険場所に使用されません。

3.12.10 防爆構造の記号

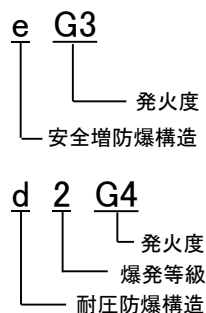
ガス防爆用器具には、次に示すような記号を使用して、その器具の防爆構造、性能を表しています。

表12.10 防爆構造の種類を示す記号

	構造規格による表示	国際整合防爆指針による表示
防爆構造であること	—	Ex
防爆構造の種類	耐圧防爆構造	d
	内圧防爆構造	f
	安全増防爆構造	e
	油入防爆構造	o
	本質安全防爆構造	ia又はib
	特殊防爆構造	s
	非点火防爆構造	nA, nC, nR, nL
	樹脂充填防爆構造	ma又はmb

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

■構造規格表示例



■国際整合防爆指針表示例

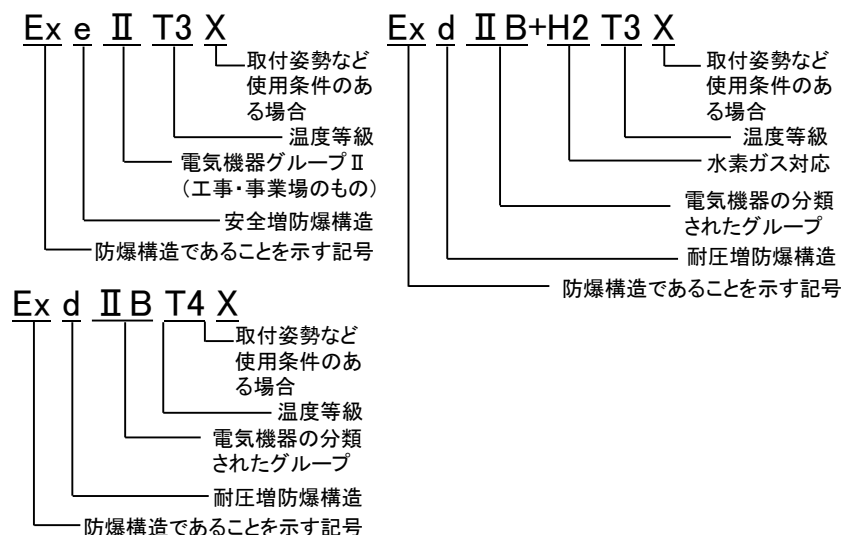


表12.11 爆発等級又はグループを示す記号

防爆構造の種類	記号	
	構造規格による爆発等級	国際整合防爆指針によるグループ
耐圧防爆構造	1,2,3(a, b, c, n)	II A、II B、II C
内圧防爆構造	—	II
安全増防爆構造	—	II
油入防爆構造	—	II
本質安全防爆構造	1,2,3(a, b, c, n)	II A、II B、II C
特殊防爆構造	—	—
非点火防爆構造	—	—
樹脂充填防爆構造	—	—

a: 水性ガス及び水素(水性ガスとは、水素をコークスより生成するときには発生する)
b: 二硫化炭素/c: アセチレン
n: 爆発等級3のすべてのガスを対象

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

表12.12 発火度又は温度等級を示す記号

防爆構造の種類	記号	
	構造規格による発火度	国際整合防爆指針による温度等級
各種防爆構造に共通	G1、G2、G3、G4、G5	T1、T2、T3、T4、T5、T6

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

表12.13 可燃性ガス又は蒸気の発火度の分類

発火度	発火点の値(°C)	温度上昇限度(°C)
G1	450を超えるもの	320
G2	300を超え450以下	200
G3	200を超え300以下	120
G4	135を超え200以下	70
G5	100を超え135以下	40

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

表12.14 電気機器の温度等級に対応するガス又は蒸気の種類(国際整合技術指針)

電気機器の最高表面温度(°C)	温度等級	ガス又は蒸気発火温度の値(°C)	温度上昇限度(°C)
450以下	T1	450を超えるもの	410
300以下	T2	300を超え450以下	260
200以下	T3	200を超え300以下	160
135以下	T4	135を超え200以下	95
100以下	T5	100を超え135以下	60
85以下	T6	85を超え100以下	45

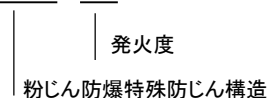
(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

表12.15 防爆器具構造の比較例

防爆構造の種類	工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆2006)		国際整合技術指針(2015 改定)	
	耐圧防爆形	安全増防爆形	耐圧防爆形	安全増防爆形
防爆構造の記号	d	e	Exd	Exe
防爆構造の目的	万一器具内部で爆発が超こってもその爆圧に耐え、外部に引火しない構造	温度上昇、絶縁等に特に安全度を要し、容器内にちり、ほこりが入らない様にした構造	万一器具内部で爆発が超こってもその爆圧に耐え、外部に引火しない構造	温度上昇、絶縁等に特に安全度を要し、外部からの損傷等に対する安全性を高めた構造
温度上昇の制限	イ) 容器外面 ロ) 外部引出端子部 ハ) 安定器巻線 ニ) 口金	イ) 容器内外面 ロ) 同左 ハ) 同左 ニ) 同左	イ) 容器外面 ロ) 外部引出端子部 ハ) 安定器巻線 ニ) 口金	イ) 容器内外面 ロ) 同左 ハ) 同左 ニ) 同左
錠締の必要な場所	防爆性保持に必要なすべての部分	使用中取りはずしをし、裸充電部が露出する部分	なし (注意書き表示必要)	なし
ガード	(要)強さを規定	(要)強さを規定	ガードによって保護されることが望ましい	
保護カバー	材質、肉厚を規定、機械的強度を規定	同左	材料、機械的強度を規定	同左
電氣的安定度	特に安全度を増すよう使用材料等規定	同左	特に安全度を増すよう使用材料等規定	同左
ネジ嵌合	ピッチ、嵌合山数、嵌合長さを規定	同左(端子箱部)	ピッチ、嵌合山数、嵌合長さを規定	同左(端子箱部)
ゆるみ止	(要)	(要)	(要)	(要)
容器の強さ	内容積に応じ8~10 [kg/cm ²]の内部圧力に耐えること	-	強さを規定	-
容器の保護等級	-	-	-	内部に裸充電部がある容器IP54以上

一方、粉じん防爆では、次のように表されます。

SDP 12



また、粉じん防爆特殊防じん構造は、爆燃粉じんおよび可燃性粉じん危険場所に使用し、粉じん防爆普通防じん構造は可燃性粉じん危険場所に使用します。

3.12.11 防爆照明に使用される器具

防爆照明においても各種の光源が使用されていますが、その光源の特徴を考慮して使用場所を決め、照明器具を選定すればより効果的な照明が行えます。光源の種類及び特長を表12.16に、照明器具を表12.17に示す。

表12.16 防爆設備からみた光源の種類及び特長

光源	特長	摘要場所
LED・LEDランプ	<ul style="list-style-type: none"> ●効率がよい ●演色性がよい ●長寿命 	<ul style="list-style-type: none"> ●保守のやりにくい場所 ●保守周期の長い場所 ●点灯時間の長い場所
FECセラルクスエース (セラミックメタルハライドランプ)	<ul style="list-style-type: none"> ●長寿命 ●効率がよい ●演色性がよい ●1灯当たりの光束：大 	<ul style="list-style-type: none"> ●高天井、広い場所の照明 ●保守、点検等で十分な明るさを必要とする場所 ●投光照明、構内照明 ●保守のやりにくい場所 ●保守周期の比較的長い場所
FECサンルクスエース (高圧ナトリウムランプ)	<ul style="list-style-type: none"> ●効率がよい ●長寿命 ●1灯当たりの光束：大 	<ul style="list-style-type: none"> ●高天井、広い場所の照明 ●保守、点検等で十分な明るさを必要とする場所 ●投光照明、構内照明 ●保守のやりにくい場所 ●保守周期の比較的長い場所
FECマルチハイエース (メタルハライドランプ)	<ul style="list-style-type: none"> ●効率がよい ●演色性がよい ●1灯当たりの光束：大 	<ul style="list-style-type: none"> ●高天井、広い場所の照明 ●保守、点検等で十分な明るさを必要とする場所 ●投光照明、構内照明 ●保守のやりにくい場所 ●保守周期の比較的長い場所
白熱電球	<ul style="list-style-type: none"> ●低価格 ●寿命1000～1500h ●1灯あたりの光束：小 	<ul style="list-style-type: none"> ●天井の低い、狭い場所 ●あまり明るさを要求しない場所 ●局部照明を要する場所

表12.17 防爆照明に使用される照明器具

光源の種類	器具名称	ランプの大きさ	適合ランプ
LED・LEDランプ	防爆形照明器具	5W～250W	器具組込形
FECセラルクスエース (セラミックメタルハライドランプ)	防爆形照明器具(安定器併置、別置)	150W～360W	BT形ランプ
	各種構内灯		BT形ランプ
FECサンルクスエース (高圧ナトリウムランプ)	防爆形照明器具(安定器併置、別置)	180W～360W	BT形ランプ
	各種構内灯		BT形ランプ
FECマルチハイエース (メタルハライドランプ)	防爆形照明器具(安定器併置、別置)	250W～400W	BT形ランプ
	各種構内灯		BT形ランプ
白熱電球	耐圧防爆形 ハンドランプ	60W～100W	PS形電球

3.12.12 防爆電気工事

1. 防爆電気配線

防爆電気機器および防爆電気配線の選定に当たっては、「ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012)」の推奨基準に示されている可燃性ガスまたは蒸気の危険特性、防爆構造の特質、環境条件、温度上昇に影響する外的諸条件などを考慮しなければなりません。

なお、危険場所における電気設備は、「ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012)」などに示されている要件を十分に考慮するほか、電気設備技術基準、内線規程などに該当する規定がある場合は、それに準拠して施設しなければなりません。

1.1 配線方法

ケーブル配線、金属管配線、移動電気機器の配線又は本安回路の配線によるものとします。

表12.18 防爆電気配線における配線方法の選定の原則

配線方法		危険場所の種別		
		特別危険箇所	第一類危険箇所	第二類危険箇所
本安回路以外の配線	ケーブル配線	×	○	○
	金属管配線	×	○	○
	移動用電気機器の配線	×	○	○
本安回路の配線		○	○	○

備考 表中の記号の意味は次のとおり。

○:適するもの ×:適さないもの

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

1.2 外部配線と電気機器との接続(電気機器の端子箱等への引込)
電気機器の防爆構造及び配線の種類に応じて選定します。

表12.19 ケーブルの引込方式(ケーブルグランド)の選定例

設備の端子箱等の 防爆構造	引込方式 (ケーブルグランドの種類)	ケーブルの種類			
		ゴム・ プラスチック ケーブル	金属製 がい装 ケーブル	鉛被 ケーブル	MI ケーブル
耐圧防爆構造	耐圧パッキン式	○	○	○	—
	耐圧固着式	○備考2	○備考3	○備考3	—
	耐圧スリーブ金具式	—	—	—	○
安全増防爆構造	耐圧パッキン式	○	○	○	—
	安全増パッキン式	○	○	○	—
	安全増固着式	○	○	○	—

備考1 防爆電気機器の端子箱等は、本体容器の一部分を指す場合と、独立した容器である端子箱を指す場合がある。また、接続箱は、法規上電気機器ではないが、ケーブルの引込方式の適用においては、電気機器の端子箱等と同等に取り扱われる。

備考2 シースの内部に空隙の多いゴム・プラスチックケーブルは、固着式には不向きであり、耐圧固着式ケーブルグランドを用いても十分な耐圧防爆性能を確保し難いので適用してはならない。

備考3 金属がい装又は鉛被ケーブルは、がい装を除いたケーブル部をパッキンで圧縮するか又は固着する。

備考4 表中の意味は次のとおり。

○:適するもの —:適用しないもの

(参考文献 工場電気設備防爆指針:国際整合技術指針, 改訂版(2015))

表12.20 金属管配線における電線管用付属品の選定例

防爆電気機器の 端子箱等の防爆構造	電線管用付属品の種類			
	ユニオンカップリング アダプタ、ニップル	フレキシブル フィッチング	シーリング フィッチング	ボックス類
	耐圧	耐圧	耐圧	耐圧
耐圧防爆構造	○	○	○	○
安全増防爆構造	○	○	○	○

備考1 防爆電気機器の端子箱等については、表12.19の備考1に準ずる。

備考2 ボックス類は、防爆電気機器とシーリングフィッチングの外側に設置する場合は、必ずしもこれによらなくてよい。

備考3 表中の意味は、次のとおり。

○:適するもの

(参考文献 ユーザーのための工場防爆設備ガイド(2012))

1.3 ケーブル配線

1.3.1 ケーブル配線

電気配線におけるケーブルの実用性と多様性の優位のため、金属管配線に代わって、ケーブル配線が多く使用されるようになったため、ケーブル配線に関する規定の充実が計られています。

1.3.2 使用ケーブル

ケーブルの種類を選定に当たっては、外傷に対する保護方法、絶縁体、シースの周囲温度、薬品等に対する劣化防止を考慮の上、使用場所の環境及び施工方法に適したものを選定します。

1.3.3 ケーブルの布設方法

(1) 布設経路

ケーブルの布設経路の設定に当たっては、腐食性溶剤、他からの熱伝導、振動などの影響を受けないように留意するとともに、布設作業が容易に行えるように考慮します。

なお、埋設ケーブルの布設位置、布設経路などは、標識などによって分かりやすくしておくことが望ましいでしょう。

(2) ケーブルに必要な防護措置(ケーブルダクト又はケーブルトレイ)

ケーブルが外傷を受けるおそれがない場合を除き、鋼製電線管、配管用炭素鋼鋼管、ダクト他に納め、外傷保護措置を行う必要があります。

外傷を受けるおそれがない場合は、ピット内、盤内等に設置された場合になります。

尚、波付鋼管、鋼帯などの金属がい装ケーブル及びMIケーブルはケーブル自身で外傷保護の機能を有しているので外傷保護の必要がありません。

1.3.4 ケーブルの接続

危険場所内でのケーブルは中間接続なしで布設することが望ましい。ただし、接続延長が避けられない場合には、防爆性能が確認された接続箱を使用して導体の接続を行う必要があります。導体の接続は、圧着、ボルト締め、溶接、ろう付け等の方法によって行います。

1.4 金属管配線

1.4.1 金属管配線

接続端子部を内蔵する電気機器に連なる部分には、その容器の防爆構造に応じた処置を施しますが、途中の電線管路には耐圧防爆構造又は、安全増防爆構造の電線管用附属品を使用することは、必ずしも必要ではない(ただし、安全増相当品の強度を要す)との考えから、第一類危険箇所、第二類危険箇所の施工上の違いに差がなくなってきたので配線方法の表現が一本化されました。又高圧配線、低圧配線の分類がなくなり一本化されました。

1.4.2 配線材料

金属管配線に使用する電線は、JIS C 3307に規定する600Vビニル絶縁電線又はこれと同等以上の絶縁電線(屋外用ビニル絶縁電線を除く)とします。

なお、ケーブル又はキャブタイヤケーブルは、使用してはなりません。電線管は、JIS C 8305(鋼製電線管)に規定するねじ付き厚鋼電線管(以下、「電線管」という)を使用する必要があります。

1.4.3 シーリング

電線管路には、下記の箇所にシーリングフィッチングを設け、シーリングコンパウンドを充てんしなければなりません。

- (1) 異なる種別の危険場所の間及び危険場所と非危険場所の間の境界。境界に隔壁がある場合は、いずれか一方の3m以内にシーリングフィッチングを設け、それと隔壁との間の電線管路に継ぎ目を設けないこと。
- (2) 分岐接続、又は端末処理を行う防爆電気機器と電線管路との間。防爆電気機器(接続箱も含む)の隔壁に使用するシーリングフィッチングは、製品に付属したシーリングフィッチングを使用して施工する。なお、防爆電気機器の一部として、既にシーリングが施された容器の場合には、重ねてシーリングを施す必要はない。

1.4.4 ねじ結合

電線管と電線管用附属品又は電気機器との接続、電線管用附属品相互の接続、又は電線管用附属品と電気機器との接続は、JIS B 0202(管用平行ねじ)に規定する管用平行ねじにより、完全ねじ部で5山(爆発等級3及びグループⅡCの危険場所で使用される場合に対しては6山)以上結合させなければなりません。なお、カップリングによる電線管相互の送り接続は、行ってはなりません。

1.4.5 可とう性接続

可とう性を必要とする接続箇所は、耐圧防爆構造又は安全増防爆構造のフレキシブルフィッティングを使用し、これを曲げる場合の内側半径は、フレキシブルフィッティングの管の部分の外径の5倍以上としなければなりません。

1.4.6 除滴

電線管路、ボックス類、シーリングフィッティングなどにおいて、内部に水分が凝縮して集積するおそれがある場合には、水分の凝縮を防止する方法又は集積した水を排除する方法を講じなければなりません。

3.12.13 防爆電気設備の 保守

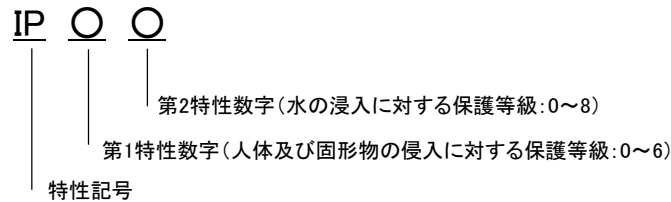
防爆電気機器の防爆性能を維持するために表12.21のような点検項目について点検が必要になります。

表12.21 防爆構造電気機器の点検項目例

項目	耐圧	安全増	方法	点検内容	備考
容器	○	○	目視	さび、損傷のないこと	清掃、防食処理
透明窓	○	○	目視	損傷のないこと	取替え
接合面	○		目視	損傷、さびなどによる面荒れのないこと	清掃
締付ねじ	○	○	目視、触感	緩み、じんあいの付着、さびのないこと	増締め、清掃
パッキン類	○	○	目視	亀裂または著しい変形のないこと	取替え
軸受	○	○	目視	油、グリースの漏れおよび劣化のないこと	取替え
導線引込部	○	○	目視	損傷及び劣化のないこと	取替え
移動電線引込部	○	○	目視、触感	損傷、劣化および緩みのないこと	増締め、取替え
端子部	○		目視、触感	接続部に緩みのないこと、絶縁部に汚れのないこと	増締め、テーピング、清掃
接続部		○	目視、触感	緩みのないこと、絶縁物の汚れのないこと	増締め、テーピング、清掃
絶縁物		○	目視	汚れ、劣化、変色のないこと	清掃、取替え
接地端子	○	○	目視、触感	緩み又は損傷のないこと	増締め、取替え
温度上昇	○	○	温度計、触感	爆発性ガスに触れる部分の温度上昇が規定値以上であること	原因究明
過負荷保護装置		○	動作テスト	正常に動作すること	取替え
電圧、電流、周波数		○	計測	規定値どおりであること	原因究明

3.12.14 IP表示

IP表示とは、IECが「外郭構造による保護方式の分類(IEC60529)」によって想定している器具の保護程度の表示方式。第1特性として固形物の侵入に対する保護等級を、第2特性として水の侵入に対する保護等級を、併せて規定しており、IPナンバーとして以下のように表記しています。なお、岩崎電気密閉形器具が試験方法として適用しているIEC60598-1(照明器具の一般要求事項及び試験)は、このIEC60529を基本に取り入れたものです。



●第1特性数字

外郭内の充電部に人が接触又は接近することに対する保護及び外郭内の可動部に人が接触することに対する保護ならびに固形物の侵入に対する機器の保護(表12.23 参照)

●第2特性数字

外郭内に水が有害な程度に侵入することに対する機器の保護(表12.24 参照)

表12.22 表示例(IEC 60529)

器具形式	IP表示	摘要
普通形	IP×0	シンボルなし
防滴形	IP×2	水滴1個
防雨形	IP×3	四角形の中に水滴1個
防沫形	IP×4	三角形の中に水滴1個
防噴流形	IP×5	三角形の中に水滴の組合せ2つ
耐水形	IP×7	水滴2個
防じん形	IP5×	格子形
耐じん形	IP6×	わく付き格子形

表12.23 第1特性数字(人体及び固形物に対する保護等級(IEC 60529))

第1特性数字	保護の程度		IEC 60598-1
	記事	説明	
0	無保護	特記すべき保護構造はない	-
1	50mmよりも大きい固形物に対して保護されている	表面積の大きい物体、例えば人の手(ただし、故意に押し込む場合を除く)直径50mmを超える固形物体	○
2	12mmよりも大きい固形物に対して保護されている	指先または長さが80mmを超えない類似物直径が12mmを超える固形物体	○
3	2.5mmよりも大きい固形物に対して保護されている	直径または長さが、2.5mmを超える工具またはワイヤ直径が2.5mmを超える物体	○
4	1.0mmよりも大きい固形物に対して保護されている	厚さ1.0mmを超えるワイヤ、又はひも状物体直径が1.0mmを超える物体	○
5	防じん形 (Dust-protected)	じん埃の侵入が完全に防げなくとも、機器を支障なく運転できる範囲に止まる。	○
6	耐じん形 (Dust-tight)	じん埃の侵入が全くない。	○

※IEC 60529、IEC 60598-1……○: 対応、-: 規定無し
但し、○: 対応部分の試験方法は異なる。

表12.24 第2特性数字(水の侵入に対する保護等級(IEC60529))

第2特性数字	保護の程度		JIS C 0920	IEC60598-1
	記事	説明		
0	無保護	特記すべき保護構造はない	一般形	-
1	滴下する水に対して保護されている。	鉛直に滴下する水が有害な作用を及ぼしてはならない。	防滴Ⅰ形	○
2	15° 傾斜したとき、滴下する水に対して保護されている。	外被が正常な取付位置より15° 以内の範囲で傾斜したとき、鉛直に滴下する水が有害な作用を及ぼしてはならない。	防滴Ⅱ形	-
3	噴霧水 (spraying water) に対して保護されている。	垂直線60° 末端の角度で噴霧状に落下する水が悪影響を与えてはならない。	防雨形	○
4	飛沫 (splashing water) に対して保護されている。	いかなる方向から機器に向う水の飛沫であっても悪影響を与えてはならない。	防沫形	○
5	噴流 (water jets) に対して保護されている。	いかなる方向から、ノズルで水が機器に向って吹きつけられても悪影響を与えてはならない。	防噴流形	○
6	波浪 (heavy seas) に対して保護されている。	波浪の水又は強力なジェット噴流の水が有害な程度に外被から侵入してはならない。	耐水形	-
7	水中に浸漬 (immersion) しても影響がないように保護されている。	規定条件の圧力及び時間に従って水中に外被を浸漬しても有害量の水の侵入が不可能でなければならない。	防浸形	○
8	水没状態 (submersion) に対して保護されている。	この構造の機器は製造者によって規定される条件に従って連続的に水中に置かれる場合に適する。 (注)このことは、原則として機器は完全密閉(hermetically sealed)構造になっていることを意味する。しかし、ある種の装置では水が侵入しても有害な現象を引き起こさない方法がとられている場合がある。	水中形	○

※IEC60529—JIS C 0920……全体の思想と基本的な規定は整合

※IEC60529—IEC60598-1……○: 対応、-: 規定無し

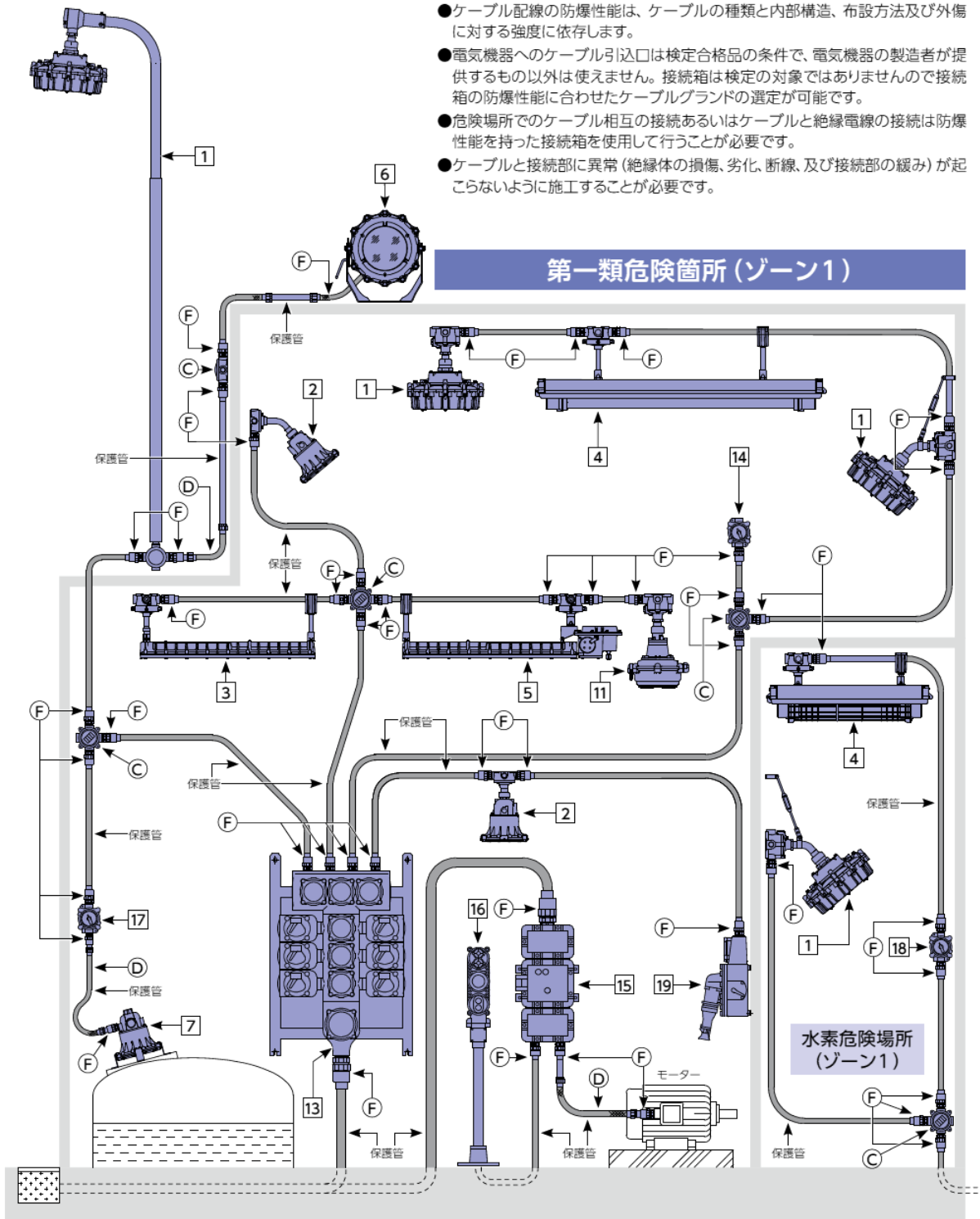
但し、双方共、試験方法は異なる。

※防湿試験(JIS C 0920)とは

「照明器具について適用するもので、器具を周囲温度35℃以上、相対湿度90%以上の槽中に点灯状態で8時間置き、引き続き常温、常湿の室内に、点灯状態で16時間放置する。この操作を10回繰り返す」です。

ガス蒸気防爆危険場所【ケーブル配線】

- ケーブル配線の防爆性能は、ケーブルの種類と内部構造、布設方法及び外傷に対する強度に依存します。
- 電気機器へのケーブル引込口は検定合格品の条件で、電気機器の製造者が提供するもの以外では使えません。接続箱は検定の対象ではありませんので接続箱の防爆性能に合わせたケーブルブランドの選定が可能です。
- 危険場所でのケーブル相互の接続あるいはケーブルと絶縁電線の接続は防爆性能を持った接続箱を使用して行う必要があります。
- ケーブルと接続部に異常（絶縁体の損傷、劣化、断線、及び接続部の緩み）が起こらないように施工する必要があります。



※例示の器具は弊社の製品を使用して電化していますが、市販されているすべての機器、取組条件に当てはまるものではありません。実際の施工に当たっては、ご使用になる機器の取扱説明書等をお読みの上、関連法規にしたがって行ってください。

※この設置例は「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」JNIOOSH-TR-No.44 (2012) に準拠したものです。法令の改正等でのこの設置例の内容と差異が生じた場合はそれにしたがって施工してください。

配線用付属品及びケーブルブランド

記号	名称
(A)	シーリングフィッティング
(B)	ジャンクションボックス
(C)	接続箱
(D)	フレキシブルフィッティング

記号	名称
(E)	エルボ
(F)	ケーブルブランド

例示器具 (国際整合指針による器具)

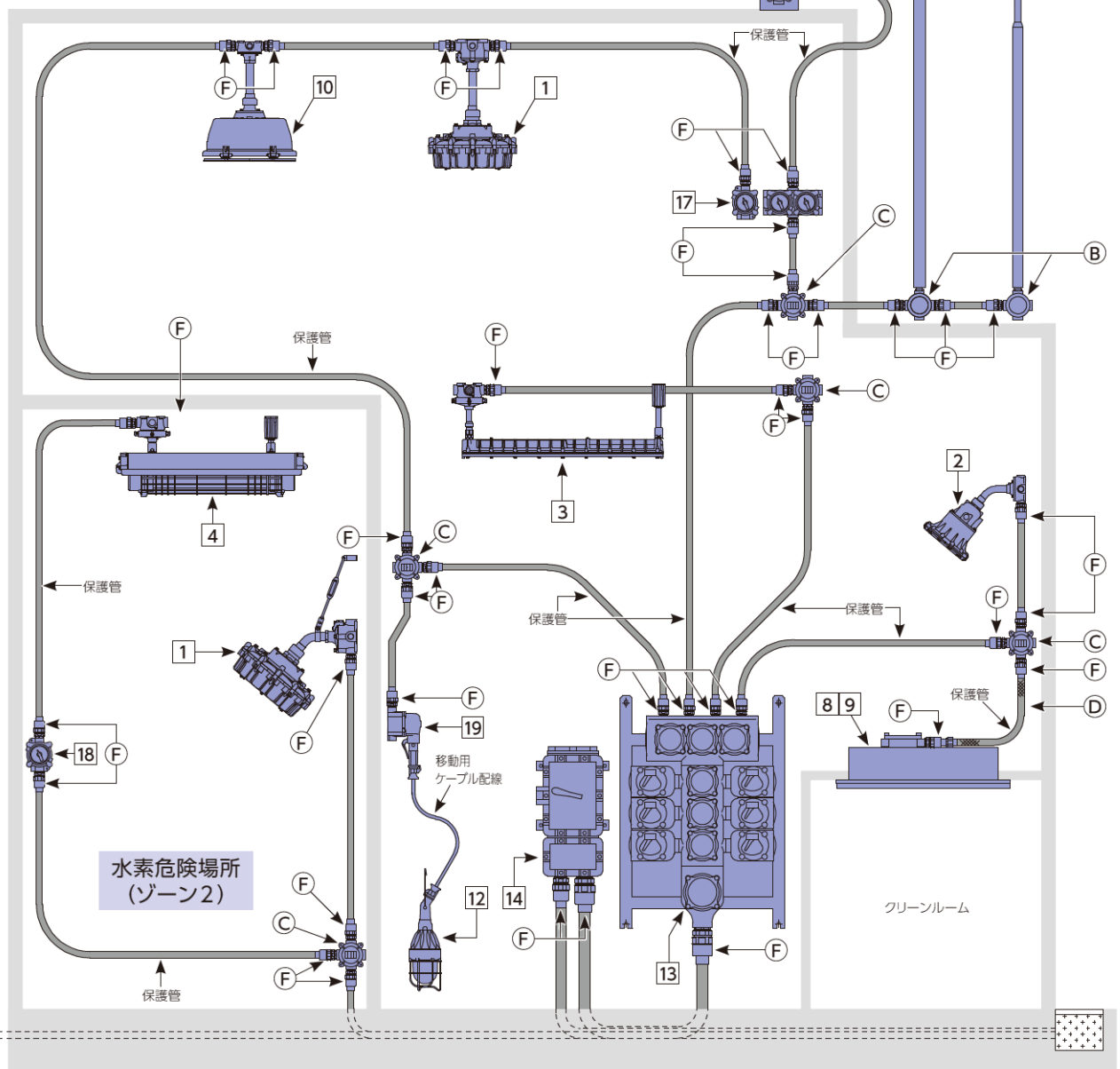
記号	名称
(1)	防爆形LED高天井用照明器具 (HID灯代替)
(2)	防爆形LED照明器具 (HID/白熱灯代替)
(3)	防爆形LED照明器具 (蛍光灯代替)
(4)	防爆形直管LEDランプ照明器具 (蛍光灯代替)
(5)	防爆形非常用LED照明器具 (蛍光灯代替)

防爆形照明器具・配電配管器具系統図

3-152

- 保護管はケーブルの外傷保護の目的で使用されるものなので、鍍装のないケーブルでは危険場所の種類にかかわらず原則として必要となります。
- 電気機器内で生じた爆発による火災がケーブル内を通じて他の箇所に波及しないように対策が必要です。
- 非危険場所で生じたケーブルの火災が危険場所に延焼しないように対策が必要です。
- 外傷によりケーブルが損傷しないように布設することが必要です。
- 爆発性雰囲気保護管、ダクトを通して、種別の異なる危険場所へ流動するのを防止するためにそれぞれの境界付近において保護管をシールし、又はダクトの内部に砂などを充填するなどの適切な処置が必要となります。

第二类危険箇所 (ゾーン2)



例示器具 (構造規格による器具)

記号	名称
⑥	防爆形LED投光器 (HID灯代替)
⑦	防爆形LED透視灯 (白熱灯代替)
⑧	防爆形クリーンルーム用LED照明器具 (蛍光灯代替)
⑨	防爆形クリーンルーム用非常用LED照明器具 (蛍光灯代替)

記号	名称
⑩	安全増防爆形LED照明器具 (蛍光灯代替)
⑪	防爆形非常用LED照明器具 (白熱灯代替)
⑫	ハンドランプ
⑬	分電盤
⑭	配線用遮断器

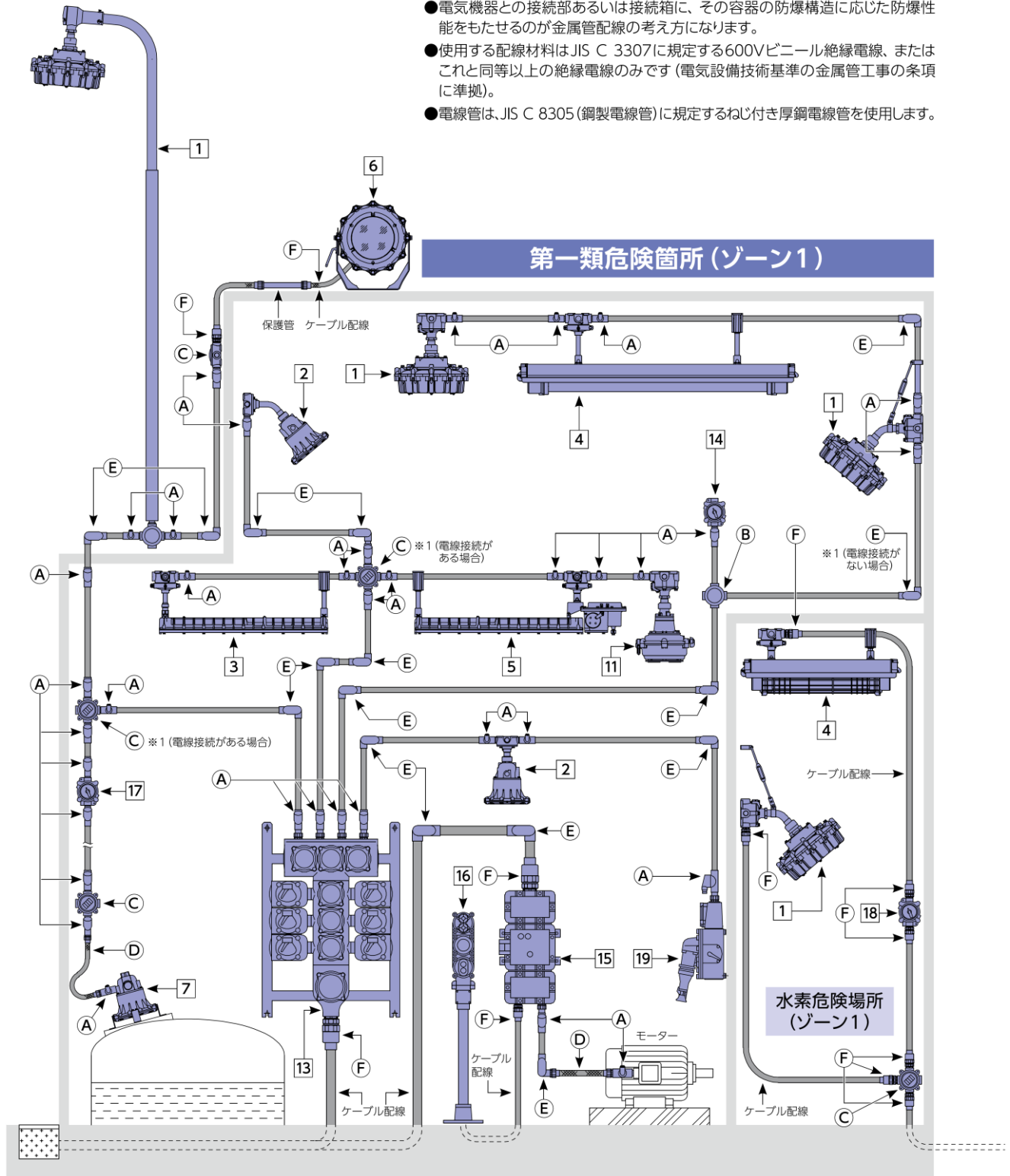
記号	名称
⑮	電磁開閉器
⑯	コントロールボックス
⑰	タンプススイッチ
⑱	タンプススイッチ (水素ガス対応)
⑲	コンセント

防爆形照明器具・配電配管器具系統図

3-153

ガス蒸気防爆危険場所【金属管配線】

- 電気機器との接続部あるいは接続箱に、その容器の防爆構造に応じた防爆性能をもたせるのが金属管配線の考え方になります。
- 使用する配線材料はJIS C 3307に規定する600Vビニール絶縁電線、またはこれと同等以上の絶縁電線のみです（電気設備技術基準の金属管工事に条項に準拠）。
- 電線管は、JIS C 8305（鋼製電線管）に規定するねじ付き厚鋼電線管を使用します。



※1 2012年版の「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」に準拠して施工する場合には、ボックス内で電線接続を行う箇所は、危険場所の分類に応じた「接続箱」を使用し、シーリングを施す必要があります。
 ※ 例示の器具は弊社の製品を使用して書かれていますが、市販されているすべての機器、環境条件に当てはまるものではありません。実際の施工に当たっては、ご使用になる機器の取扱説明書等をお読みの上、関連法規にしたがって行ってください。
 ※ この設置例は「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」JNIO5H-TR-No.44 (2012)に準拠したものです。法令の改正等でこの設置例の内容と差異が生じた場合はそれにしたがって施工してください。

配線用付属品及びケーブルグランド

記号	名称
(A)	シーリングフィッティング
(B)	ジャンクションボックス
(C)	接続箱
(D)	フレキシブルフィッティング

記号	名称
(E)	エルボ
(F)	ケーブルグランド

例示器具 (国際整合指針による器具)

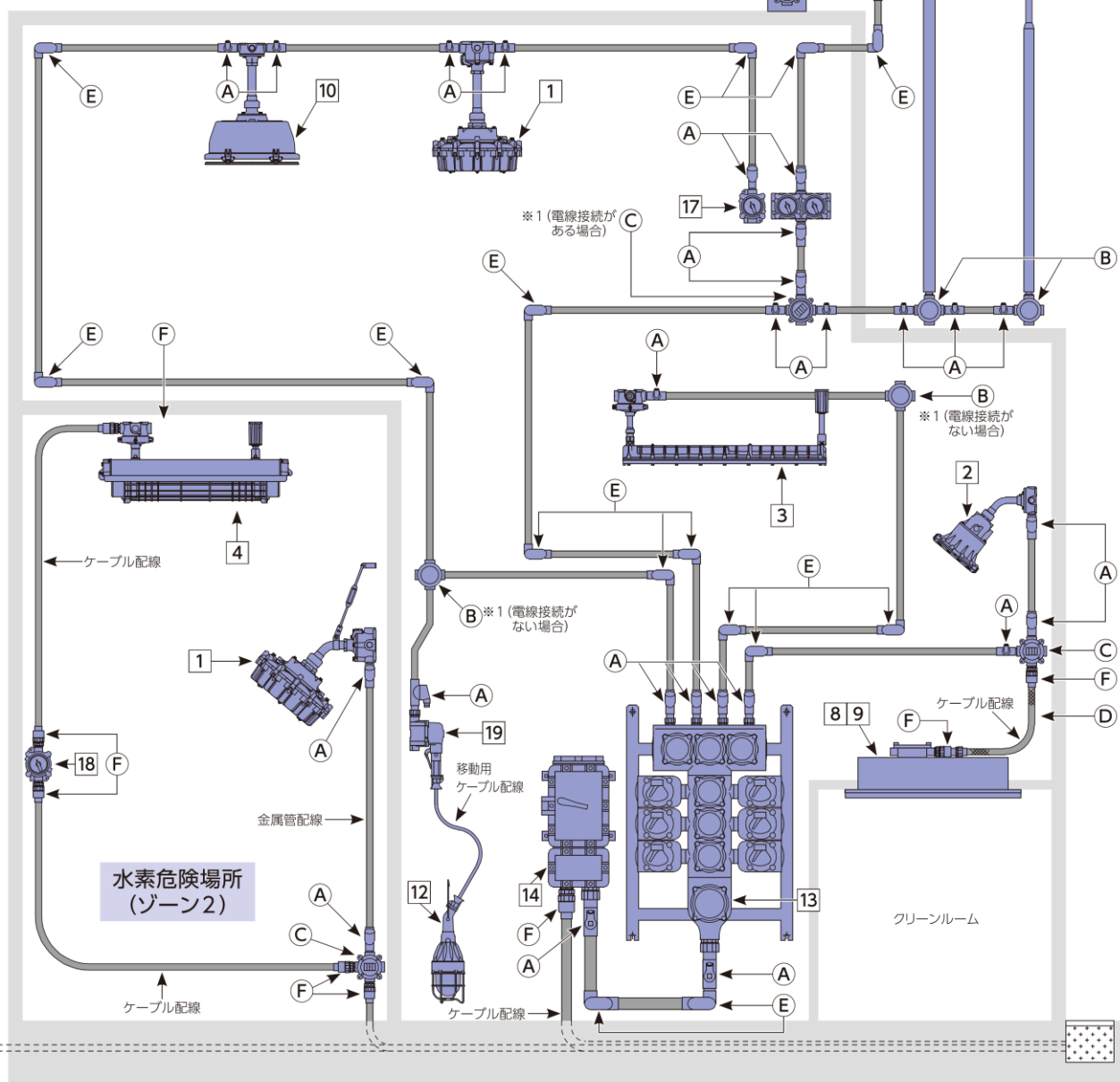
記号	名称
[1]	防爆形LED高天井用照明器具 (HID灯代替)
[2]	防爆形LED照明器具 (HID/白熱灯代替)
[3]	防爆形LED照明器具 (蛍光灯代替)
[4]	防爆形直管LEDランプ照明器具 (蛍光灯代替)
[5]	防爆形非常用LED照明器具 (蛍光灯代替)

防爆形照明器具・配電配管器具系統図

3-154

- 2012年発行の「ユーザーのための工場防爆電気設備ガイド (ガス防爆 2012)」では、1994年版ガイドと異なり絶縁電線の接続箇所を使用するボックスは「接続箱」が必要となっていますのでご注意ください。
- 接続箱の外部導線引込口、電気機器とシーリングの間に使用する電線管用付属品 (シーリングフィッチング、フレキシブルチューブ及びカップリング類) は、耐圧防爆性能を有するものを使用することが原則となります。ただし、安全増の接続箱あるいは電気機器の端子箱が安全増のものを使用する場合は、安全増防爆性能を有するものでも使用することが可能です。
- シーリングフィッチングは、施工場所により縦型、自在型あるいはドレンフィッチングをご選定ください。
- 金属管配線は、d3クラス及びII Cクラスの機器には適用できません。
- シーリングは、下記の目的を持っています。
 - a. 金属管配線を行う電気機器の引込口に防爆性能を保持するため。
 - b. 電線管路を通して爆発性雰囲気流動を防止するため。

第二类危険箇所 (ゾーン2)



例示器具 (構造規格による器具)

記号	名称
⑥	防爆形LED投光器 (HID灯代替)
⑦	防爆形LED透視灯 (白熱灯代替)
⑧	防爆形クリーンルーム用LED照明器具 (蛍光灯代替)
⑨	防爆形クリーンルーム用非常用LED照明器具 (蛍光灯代替)

記号	名称
⑩	安全増防爆形LED照明器具 (蛍光灯代替)
⑪	防爆形非常用LED照明器具 (白熱灯代替)
⑫	ハンドランプ
⑬	分電盤
⑭	配線用遮断器

記号	名称
⑮	電磁開閉器
⑯	コントロールボックス
⑰	タンブラスイッチ
⑱	タンブラスイッチ (水素ガス対応)
⑲	コンセント