

1.4 グレア評価

1.4.1 グレア

グレア(glare)とは、視野の中に不適当な輝度分布があるか、輝度の範囲が広すぎるか、又は過度の輝度対比があるために視野内の細部や物体を見る能力が減少(減能グレア:disability glare)もしくは不快感(不快グレア:discomfort glare)を生じさせる視覚の条件又は状態をいいます。

グレアを生じさせる面から分けると次のようにになります。

- 直接グレア (direct glare)
視野内、特に視線に近い方向にある輝度の大きい面によって生じるグレア。
- 反射グレア (glare by reflection)
高輝度面が映り込み、文字などが読みにくくなるような現象。
- 光幕反射 (veiling reflection)
視対象面に光がペールのように重畳することによって、視対象と背景の輝度コントラストが低下して見えにくくなる現象。視認性が低下するという点で減能グレアと類似した現象ではあるが、まぶしさが原因となる視認性低下ではないため減能グレアとは区別されている。

1.4.2 不快グレアの評価

関連資料
JIS Z 9110:
照明基準総則(2024)

(1) UGR (Unified Glare Rating)

暫定CIE法(CGI)に代わって1995年にCIEが推奨した方法です。数値が小さいほどグレアが少ないことを示し、 BGI とほぼ同じ意味をもつとされています。 UGR の方が約3単位高くなるという研究もあります。(一社)日本照明工業会が発行している「JCIE-002 屋内作業場の照明基準設計ガイド」によると、 UGR の設計値は UGR_L より3を超えない範囲で設定するのが妥当であるといえます。

$$UGR = 8 \log\left(\frac{0.25}{L_b} \sum \frac{L^2 \omega}{P^2}\right)$$

L_b --- 背景の輝度 cd/m^2

L --- その環境にある各照明の発光部分の輝度 cd/m^2

ω --- 光源の立体角 sr

P --- 光源の位置指数 m

また、 L_b は下記で表されます。

$$L_b = \frac{E_i}{\pi}$$

E_i --- 観察者の目の位置での
間接照度 lx

表4.1 UGR段階とグレアの程度の関係

| 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 |
| 10 | 感じ始める |

(参考文献 JIS Z 9110: 照明基準総則(2024))

関連資料

ISO 8995:
The lighting of indoor
work systems(1989)

(2)輝度制限法

この方法は、照明器具単位のグレアの程度を表そうとするもので、鉛直角45°以上 の照明器具の輝度制限値を定める方法で、ISO 8995 (The lighting of indoor work systems)に示されています。また、公共施設用照明器具のグレア分類は、これが基礎になっています（図4.1～図4.3）。

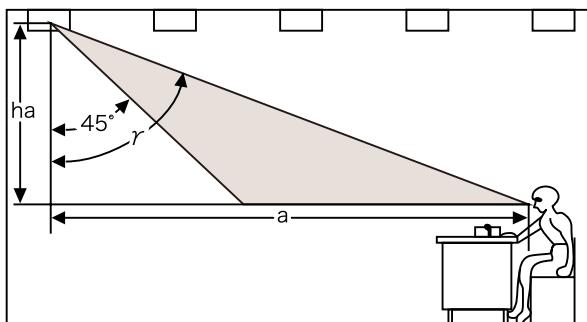


図4.1 輝度制限法

（参考文献 ISO 8995 : The lighting of indoor work systems(1989)）

| 規制段階 | 適用できる照度範囲 [ℓ_x] | | | | | | | |
|------|------------------------|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | | | | |
| A | | | | | | | | |
| B | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | | | |
| C | | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | | |
| D | | | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | |
| E | | | | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 |

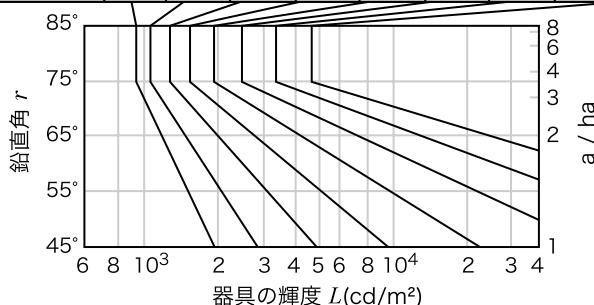


図4.2 長辺が視線に直角に取付けられ、側面から光が出ている照明器具に対する限界輝度

（参考文献 ISO 8995 : The lighting of indoor work systems(1989)）

| 規制段階 | 適用できる照度範囲 [ℓ_x] | | | | | | | |
|------|------------------------|------|------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | | | | |
| A | | | | | | | | |
| B | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | | | |
| C | | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | | |
| D | | | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 | |
| E | | | | | 2000 | 1000 | 500 | ≤ 250 |

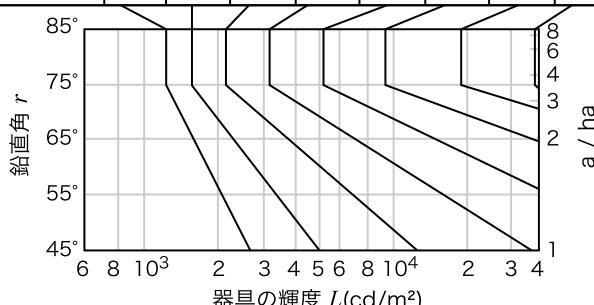


図4.3 長辺が視線に平行に取付られた照明器具及び、側面から光が出でない器具に対する限界輝度

（参考文献 ISO 8995 : The lighting of indoor work systems(1989)）

1.4.3 屋外(スポーツ) 施設の不快グレア 評価

関連資料

JIS Z 9127:

スポーツ照明基準
(2020)

この方法は、任意の点から各照明塔方向の水平から 2° 下に視線を向けた際の不快グレアの程度を評価する方法で、グレア比(GR)で評価されます。

$$GR = 27 + 24 \log_{10} \left(L_{vl} / L_{ve}^{0.9} \right)$$

$$L_{vl} = 10 \sum (E_{eye} / \theta^2)$$

$$L_{ve} = 0.035 \rho E_h h / \pi$$

GR ---- グレア比

 L_{vl} ---- グレア光による等価光幕輝度 cd/m² L_{ve} ---- 反射光による等価光幕輝度 cd/m² E_{eye} ---- 視線方向の照度 lx θ ---- グレア光と視線のなす角度 ° E_h ---- フィールド面の平均水平面照度 lx ρ ---- 反射率 % (芝:約15%)

表4.2 GRとグレアの程度との関係

| GR段階 | グレアの程度 |
|------|-----------|
| 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(2020))

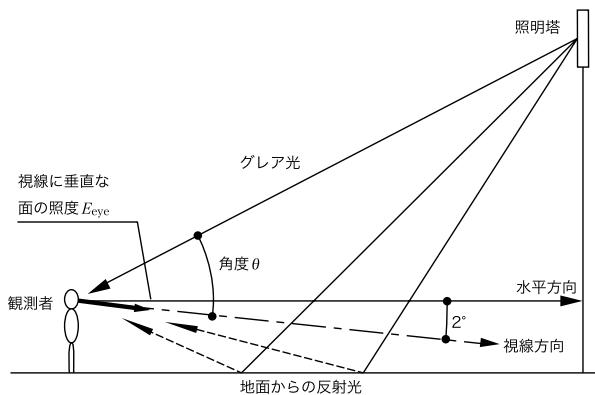


図4.4 屋外(スポーツ)施設のグレア評価

1.4.4 減能グレアの評価 (視機能低下グレア)

関連資料

(公社)日本道路協会:
道路照明施設設置基準
・同解説(2007)減能グレアは、知覚しうる最小輝度差の増加量(TI)で表されます。

$$TI = (\Delta L_g - \Delta L_o) / \Delta L_o \times 100 \quad \%$$

 ΔL_g : グレアがあるときの知覚しうる最小輝度差 cd/m^2 ΔL_o : グレアがないときの知覚しうる最小輝度差 cd/m^2

減能グレアによる知覚しうる最小輝度差の増加は、ある均一輝度を有する光幕（等価光幕輝度）を視対象と目の間にかけたときの、知覚しうる最小輝度差の増加に置き換えて考えることができます。

1.4.5 道路・トンネル照明 の減能グレア評価

関連資料

(公社)日本道路協会:
道路照明施設設置基準
・同解説(2007)

視機能低下グレアの程度を相対閾値の増加量（グレアのない状態に対してグレアがあることによって障害物などの視認性が低下する割合）として照明設計や性能確認において算出する場合は、実験により求められた次式を用いることができます。

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

$$L_r > 5 \text{ cd/m}^2 \text{ の場合} \quad TI = 95 \times L_v / L_r^{1.05} \quad \%$$

 L_r --- 平均路面輝度 cd/m^2 L_v --- 運転者の視野内の灯具による等価光幕輝度 cd/m^2

等価光幕輝度と相対閾値増加の計算は、照明施設の完成当初の状態で計算します。したがって相対閾値増加を計算する際に用いる等価光幕輝度及び平均輝度は、保守率を1とします。

上記の2つの式で必要となる等価光幕輝度 L_v は、以下の式により表されます。
また、道路・トンネルにおいては、表4.3の値を原則とします。

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

 E_{vi} --- グレア源 i による視線と垂直な面における照度 ℓ_x θ_i --- 視線とグレア源 i のなす角度 $^\circ$ i --- 対象とする灯具数 台

表4.3 相対閾値増加

| 道路・トンネル分類 | 相対閾値増加(%) |
|-----------|-----------|
| 高速自動車国道など | 10以下 |
| 一般国道 | 主要幹線道路 |
| | 幹線・補助幹線道路 |
| トンネル | 15以下 |

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

1.4.6 街路照明器具の輝度規制

関連資料
JIES-010：歩行者の安全・安心のための屋外照明基準(2014)

街路照明器具が歩行者などに与えるグレアは、その発光部分の見かけの大きさ(立体角)と輝度との関係で取り扱うことができます(図4.5)。照明学会では、これを簡略化し、鉛直角85°方向の光度を、取付高さに応じて表4.4に示す値以下と規定しています。

図4.6は、各種基準や研究結果との関係をまとめたものです。

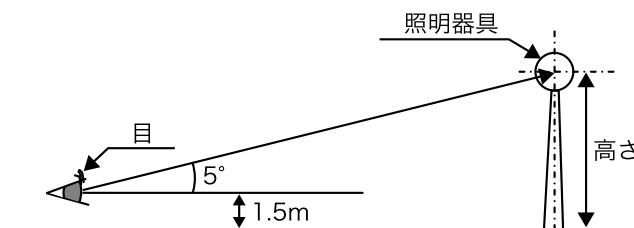


図4.5 街路照明器具の輝度規制

表4.4 照明器具のグレア規制(取付高さ10 m未満のもの)

| 鉛直角85° 以上の輝度 | 20,000 cd/m ² 以下 (注) | | |
|--------------|---------------------------------|-----------|-----------|
| 照明器具の高さ | 4.5 m以下 | 4.5~6.0 m | 6.0 m以上 |
| 鉛直角85° 方向の光度 | 2,500 cd | 5,000 cd | 12,000 cd |

(注) 鉛直角85° 方向の光度から推定してもよい。

(参考文献 JIES-010:歩行者の安全・安心のための屋外照明基準(2014))

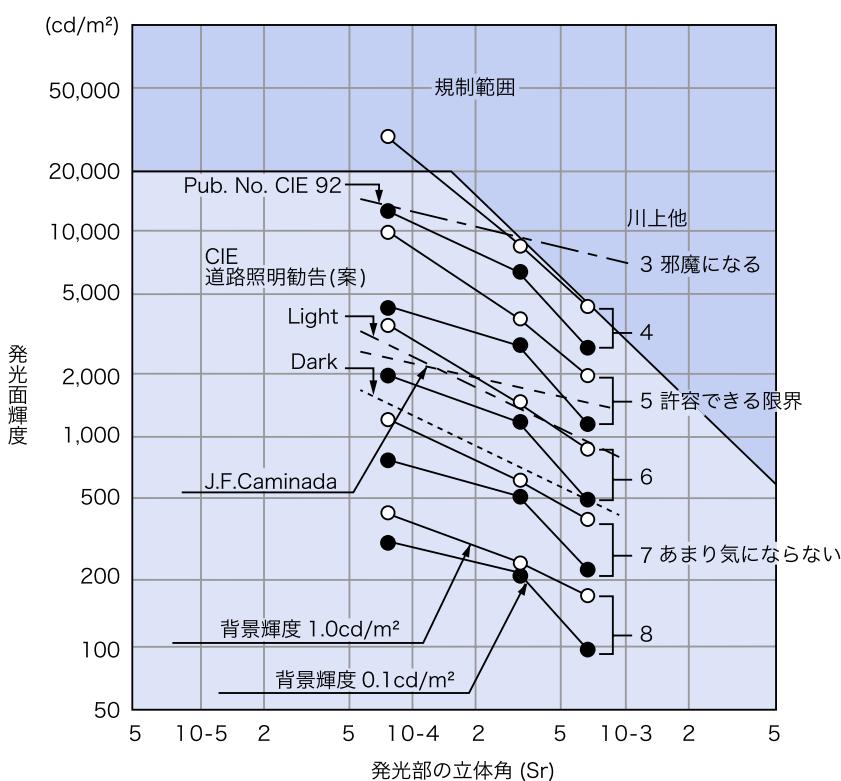


図4.6 発光面輝度・発光部の立体角とグレアの程度

(参考文献 JIES-010:歩行者の安全・安心のための屋外照明基準(2014))