

2.1 逐点法による照度計算

2.1.1 点光源による直射照度

○点にある光源からP点へ光度 $I(\text{cd})$ が照射されている場合(図1.1)、P点の各方向の照度は表1.1に示す式で求めることができます。

- 点光源とみなして計算できる離隔距離の限界
 - 線光源 ----- 管長の5倍
 - 円環光源 ----- 直径の10倍

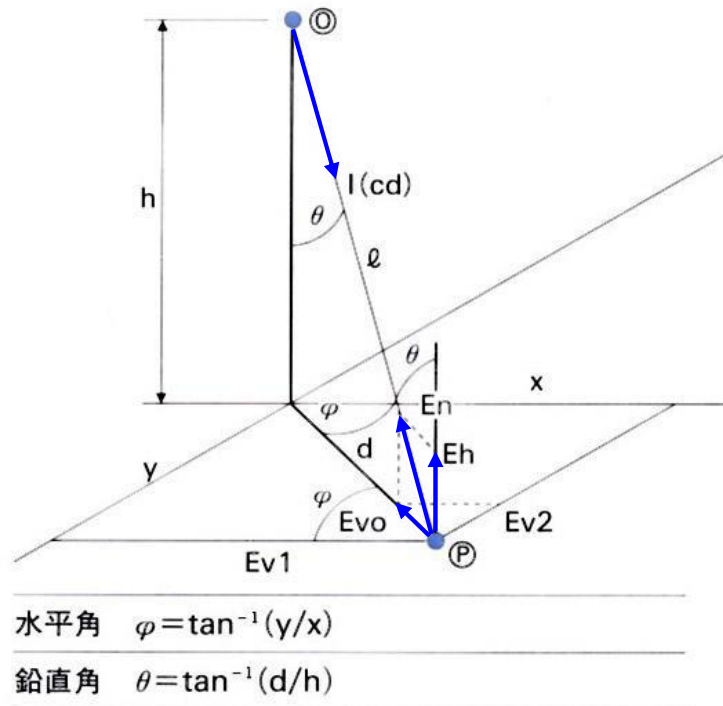


図1.1 点光源による色々な方向の照度

表1.1 点光源による直射照度計算式

	照度を ℓ で求める場合	照度を h で求める場合	E_n との関係
法線照度 E_n	$\frac{I}{\ell^2}$	$\frac{I}{h^2} \cos^2 \theta$	—
水平面照度 E_h	$\frac{I}{\ell^2} \cos \theta$	$\frac{I}{h^2} \cos^3 \theta$	$E_n \cdot \cos \theta$
鉛直面照度 E_{v_0}	$\frac{I}{\ell^2} \sin \theta$	$\frac{I}{h^2} \sin \theta \cdot \cos^2 \theta$	$E_n \cdot \sin \theta$
鉛直面照度 E_{v_1}	$\frac{I}{\ell^2} \sin \theta \cdot \cos \varphi$	$\frac{I}{h^2} \sin \theta \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos \varphi$	$E_n \cdot \sin \theta \cdot \cos \varphi$
鉛直面照度 E_{v_2}	$\frac{I}{\ell^2} \sin \theta \cdot \sin \varphi$	$\frac{I}{h^2} \sin \theta \cdot \cos^2 \theta \cdot \sin \varphi$	$E_n \cdot \sin \theta \cdot \sin \varphi$
平均球面照度	微小球面上の平均照度		$\frac{E_n}{4}$
平均円筒面照度 E_c	垂直に立てた微小な円筒の側表面の平均照度		$E_n \cdot \frac{\sin \theta}{\pi}$
半円筒面照度 E_{sc}	垂直に立てた微小な半円筒の側表面の平均照度		$E_n(1 + \cos \varphi) \cdot \frac{\sin \theta}{\pi}$

■距離の逆二乗の法則

照明灯具の直下照度を簡単に算出する方法に距離の逆二乗の法則というものがあります。図1.2のように点光源Lがある場合、光源Lから直角に光を受けるP点の照度は直下光度に比例、光源と平面までの距離の2乗に反比例し、式-1が成り立ちます。

$$E = \frac{I}{H^2} \quad (\text{式-1})$$

E : 照度 (lx)
 I : 直下光度 (cd)
 H : 光源と計算点までの距離 (m)

図1.2の場合だと、直下光度が100(cd)なので光源から1.0m離れたP1の照度は100(lx)、2.0m離れたP2の照度は25(lx)となります。

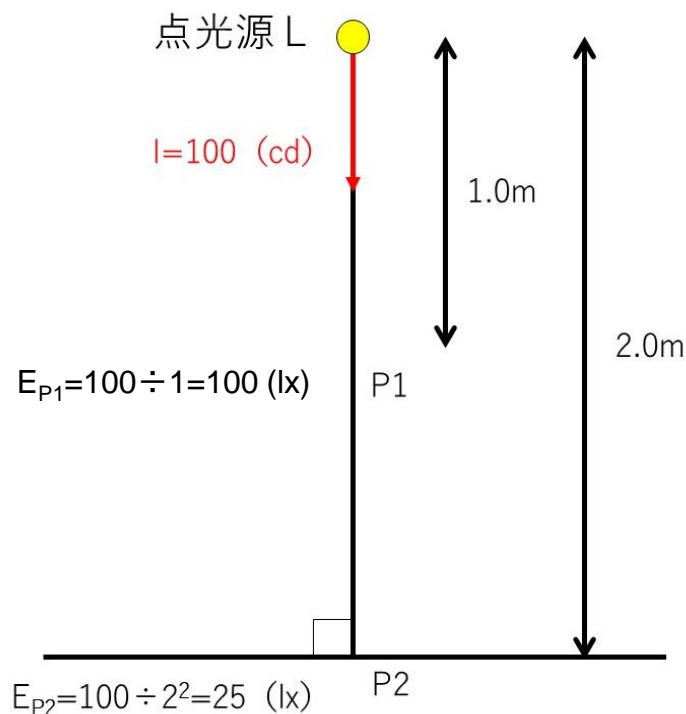


図1.2 距離の逆二乗の法則

2.1.2 直線光源による直射照度

蛍光ランプのように光源に長さがあり、ランプ単体か、または反射面が完全拡散するような器具（笠付形、埋込形、逆富士形等）に適用できます。

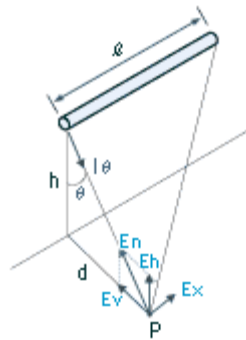
法線照度
$$E_n = \frac{l\theta}{2} \left[\frac{\ell}{h^2 + d^2 + \ell^2} + \frac{1}{\sqrt{h^2 + d^2}} \tan^{-1} \left(\frac{\ell}{\sqrt{h^2 + d^2}} \right) \right]$$

(ラジアン表示)

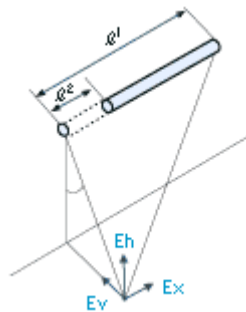
水平面照度
$$E_h = \frac{h}{\sqrt{h^2 + d^2}} \cdot E_n$$

鉛直面照度
$$E_v = \frac{d}{\sqrt{h^2 + d^2}} \cdot E_n$$

$$E_x = \frac{l\theta}{2\sqrt{h^2 + d^2}} \cdot \frac{\ell^2}{h^2 + d^2 + \ell^2}$$



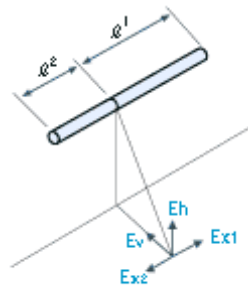
- ℓ : 光源の長さ
- lθ : θ方向の単位長さ当たりの光度
- h : 高さ
- d : 光源直下からの水平距離
- θ : 光源直下方向と計算点P方向のなす角



$$E_h = E_{h1} - E_{h2}$$

$$E_v = E_{v1} - E_{v2}$$

$$E_x = E_{x1} - E_{x2}$$



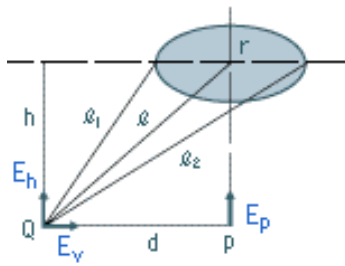
$$E_h = E_{h1} + E_{h2}$$

$$E_v = E_{v1} + E_{v2}$$

図1.3 直線光源による直射照度

2.1.3 面光源による直射照度

乳白カバー付器具、間接照明による光天井や壁を面光源とした場合やトップライトまたは側窓からの昼光照度計算に適用できます。



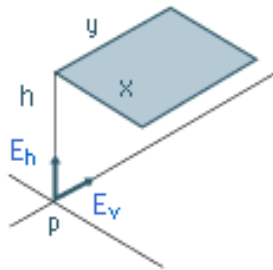
$$E_p = \frac{\pi L \cdot r^2}{h^2 + r^2}$$

$$E_h = \pi L \cdot \frac{4r^2 - (\ell_1 - \ell_2)^2}{4\ell_1 \cdot \ell_2}$$

$$E_v = \frac{\pi L \cdot h \cdot (\ell_1 - \ell_2)^2}{d \cdot 4\ell_1 \cdot \ell_2}$$

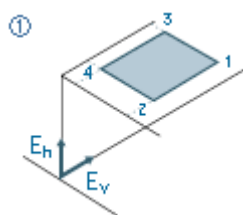
L = 光源の輝度

図1.4 平円板光源



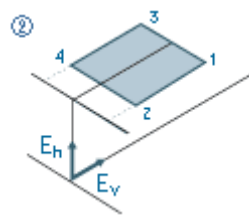
$$E_h = \frac{L}{2} \left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + h^2}} \tan^{-1} \frac{y}{\sqrt{x^2 + h^2}} + \frac{y}{\sqrt{y^2 + h^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{y^2 + h^2}} \right)$$

$$E_v = \frac{L}{2} \left(\tan^{-1} \frac{x}{h} - \frac{h}{\sqrt{y^2 + h^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{y^2 + h^2}} \right)$$



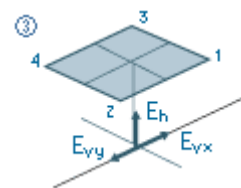
$$E_h = E_{h1} - E_{h2} - E_{h3} + E_{h4}$$

$$E_v = E_{v1} - E_{v2} - E_{v3} + E_{v4}$$



$$E_h = E_{h1} - E_{h2} + E_{h3} - E_{h4}$$

$$E_v = E_{v1} - E_{v2} + E_{v3} - E_{v4}$$

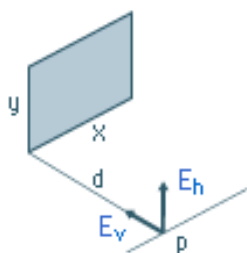


$$E_h = E_{h1} + E_{h2} + E_{h3} + E_{h4}$$

$$E_{vx} = E_{v1} + E_{v3}$$

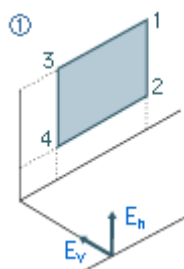
$$E_{vy} = E_{v2} + E_{v4}$$

図1.5 長方形光源(水平)



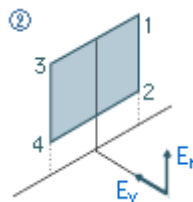
$$E_h = \frac{L}{2} \left(\tan^{-1} \frac{x}{d} - \frac{d}{\sqrt{y^2 + d^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{y^2 + d^2}} \right)$$

$$E_v = \frac{L}{2} \left(\frac{x}{\sqrt{x^2 + d^2}} \tan^{-1} \frac{y}{\sqrt{x^2 + d^2}} + \frac{y}{\sqrt{y^2 + d^2}} \tan^{-1} \frac{x}{\sqrt{y^2 + d^2}} \right)$$



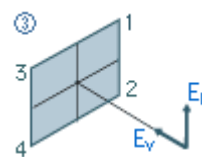
$$E_h = E_{h1} - E_{h2} - E_{h3} + E_{h4}$$

$$E_v = E_{v1} - E_{v2} - E_{v3} + E_{v4}$$



$$E_h = E_{h1} - E_{h2} + E_{h3} - E_{h4}$$

$$E_v = E_{v1} - E_{v2} + E_{v3} - E_{v4}$$



$$E_h = E_{h1} + E_{h3}$$

$$E_v = E_{v1} + E_{v2} + E_{v3} + E_{v4}$$

図1.6 長方形光源(垂直)