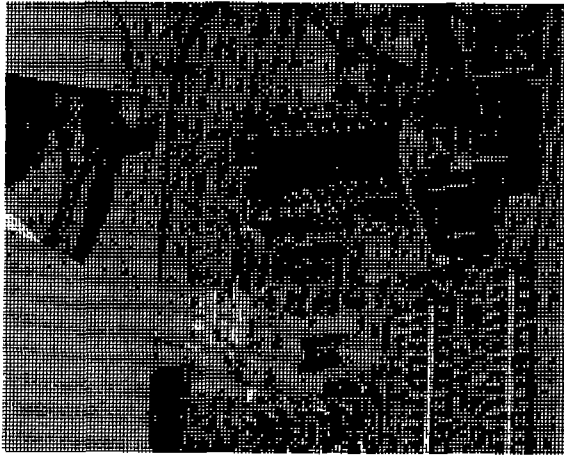


에너지節約을 위한連載



運轉改善으로 達成할 수 있는 에너지節約

21

4·5 에너지使用合理化에서 본 照明率

4·5·1 照明率이란

施設에서 사용되는 照明器具의 照明率과 그 照明施設에서의 소비 에너지와의 관계를 생각할 때 우선 照明率이란 어떠한 것인가를 정리하여 본다.

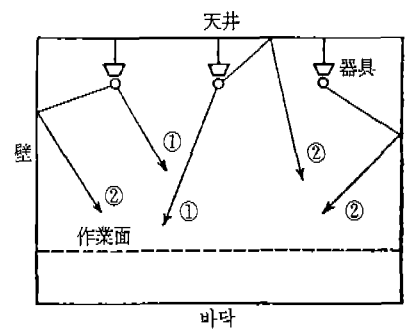
照明器具內的 램프에서 放射되는 빛은 모두가 照明用的 빛으로 유효하게 사용되는 것이 아니고, 그 일부는 照明器具를 구성하는 反射板이나 透光性 패널 등에 흡수된다(그림4·36). 또 照明器具에서 방사된 빛도 모두가 作業對象面에 비춰주는 것이 아니고 그 일부는 천정이나 벽면을 照明하고 거기서 흡수된 남은 反射光의 일부가 作業面에 도달한다. 한편 천정, 벽, 바닥을 照明한 빛은 室內表面에 몇 번이나 反射(相互反射라 한다)하고 이에 의하여 얼마되지 않으나 作業面에 照明光이 비춰진다. 이와 같이 照明器具에서 직접 내지는 相互反射에 의하여 간접적으로 作業面에 入射하는 光束의 全 램프 光束에 대한 비율을 照明率이라 한다.

照明率

$$= \frac{\text{作業面에 入射하는 光束}}{\text{全 램프 光束}} \quad (4.1)$$

照明器具에서 作業面에 직접 入射하는 光束 + 照明器具에서 放射된 빛 중에서 벽이나 천정 등에 상호 反射되어 作業面에 入射하는 光束

또 照明器具의 照明效率을 표시하는 것으로 照明率 외에 固有照明率과 器具效率이 있다. 이들의 관계를 표시하면 다음과 같다.



① 直射入射 光束 ② 反射後 入射하는 光束

<그림4·36> 作業面에 入射하는 光束

照明率 $U = \text{固有照明率 } U_0 \times \text{器具効率 } \eta$
(4.2)

다만,

固有照明率 $U_0 = \frac{\text{作業面に 도달하는 光束}}{\text{器具에서 放射되는 光束}}$

照明効率 $\eta = \frac{\text{器具에 도달하는 光束}}{\text{器具内の 램프 光束}}$

照明器具 메이커에서는 各種 照明器具에 대하여 室의 크기, 內裝材의 反射率을 변경하였을 때 照明率이 어떠한 값이 되는가를 미리 計算하여 照明率表로서 정리하여 公표하고 있다. 그 일례를 그림 4.37에 표시한다.

照明施設에서의 作業面の 平均照度 E 는 사용하는 照明器具의 照明率이 주어지는 경우 일반적으로 다음 식으로 주어진다.

平均照度 $E = \frac{N \times \phi \times U \times M}{A} \text{ [lx]}$ (4.3)

여기서 N 은 램프燈數, ϕ 는 램프 光束(lm), M 은 保守率, A 는 照明施設의 바닥면적(m²)이다.

(4.3)식은 일반적으로 光束法의 公式이라 부르고 있다.

일반적으로 設計照度 E [lx]를 얻기 위하여 필요한 램프燈數 N 은 (4.3)식에서

$N = \frac{E \times A}{\phi \times U \times M}$ (4.4)

로 구하여진다.

따라서 施設의 용도에서 사용될 수 있는 램프가 특정한 램프에 한정되고 있을 때는 照明率이 높은 照明器具를 사용하도록 所要燈數는 적어도 되게 된다. 또 램프의 使用燈數가 일정할 때 作業面の 平均照度를 높게 하려면 사용하는 照明器具의 照明率이 높을수록 좋아지게 된다.

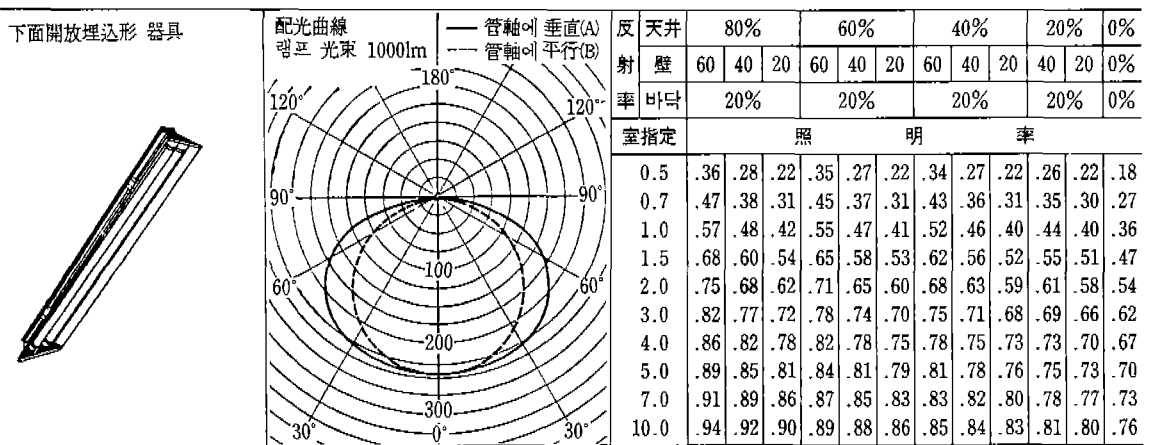
또 여기서 照明設計計算에서 쓰이는 '作業面'이라는 말의 뜻에 대하여 약간 기술하여 둔다.

통상적으로 '作業面'이란 책상 높이의 水平面을 뜻하고 특별히 지정하지 않을 때는 일반 事務室에서는 바닥 위 0.85m, 실내에서는 바닥 위 0.4m의 水平面을 말한다. 따라서 屋內照明에서 단지 作業面の 平均照度라는 경우는 책상의 높이에서 水平面의 平均照度를 표시하고 있다는 것을 지적하여 둔다.

4.5.2 照明率에 영향을 미치는 要素

照明器具의 照明率은 照明器具의 光學特性, 즉

- (a) 照明器具의 配光
- (b) 照明器具의 器具効率
- (c) 室內의 치수
- (d) 室內表面의 反射率
- (e) 照明器具의 設置·配置



<그림 4.37> 照明率表

에 의하여 결정된다.

이들 照明率에 영향을 미치는 요소와 照明率이 어떠한 관계가 있는가 그 관련되는 사항에 대하여 약간 기술한다.

(1) 室의 지수(室指數)의 照明率에 미치는 영향

照明率表에서 照明率을 구하고자 하였을 때 우선 照明設計의 대상으로 하는 室의 치수로 정하여지는 室指數를 구할 필요가 있다.

이 室指數는

室指數 K

$$= \frac{\text{폭} \times \text{바깥에서 안까지의 길이}}{(\text{폭} + \text{바깥에서 안까지의 길이}) \times H} \quad (4.5)$$

로 주어진다.

여기서 H 는 作業面에서 照明器具(光源)까지의 높이이다.

室指數 K 는 또 다음과 같이 표시될 수도 있다.

$$\text{室指數 } K = \frac{\text{바닥면적} + \text{天井面積}}{\text{作業面에서 照明器具까지의 사이벽面積}} \quad (4.6)$$

따라서 천정높이가 일정하면 바닥면적이 넓을수록 室指數는 커진다.

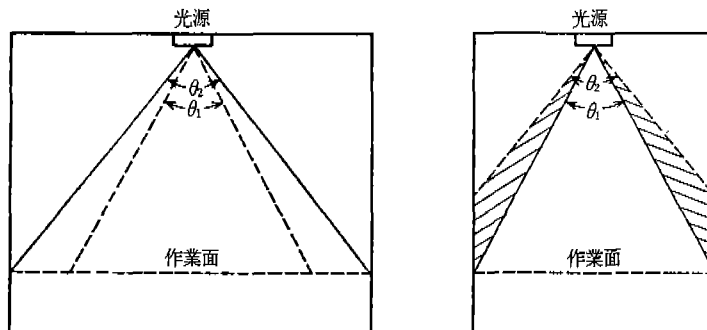
그림 4·38은 室指數와 照明率과의 관계를圖解한 것이다. 바닥면적이 넓고 室指數가 큰 室

(a)와 바닥면적이 좁고 室指數가 적은 室(b)에 각기 같은 配光을 갖는 照明器具를 설치하였을 때 室(a)에서는 照明器具의 配光이 넓어져 θ_2 의 부분에서 放射되는 빛이 作業面에 도달하는데 대하여 室(b)에서는 照明器具의 配光이 넓어져 θ_2 중 θ_1 부분의 빛만이 직접 作業面에 도달하고, 나머지(斜線 부분) 빛은 벽면에 投射되게 된다. 따라서 바닥면적이 넓고 室指數가 커짐에 따라 照明器具에서 作業面에 직접 도달하는 빛의 量은 커진다. 즉 同一配光의 照明器具를 사용한 시설에서는 室指數가 커질수록 照明率은 높아진다. 이는 그림 4·37(照明率表)를 보면 알 수 있다.

(2) 照明器具의 配光과 器具效率이 照明에 미치는 영향

照明率은 앞서의 (4·2)식에 표시한 바와 같이 固有照明率과 器具效率의 곱으로 표시된다. 따라서, 혹시 照明器具의 固有照明率이 같으면(配光이 같으면) 器具效率이 높은 照明器具일수록 照明率은 높아진다.

한편 照明效率이 같은 照明器具에서는 固有照明率이 높은(配光의 넓이가 적은) 照明器具일수록 照明率은 높아져 거꾸로 固有照明率이 낮은(配光의 넓이가 큰) 照明器具일수록 照明率은 낮아진다.



(a) 바닥면적이 넓은 室
室指數 : 크다
照明率 : 높다

(b) 바닥면적이 좁은 室
室指數 : 적다
照明率 : 낮다

<그림 4·38> 室指數와 照明率의 關係

(3) 室內反射率이 照明率에 미치는 영향

室內表面(천정, 벽, 바닥)의 反射率을 높이면 높일수록 照明器具率은 높아진다. 그러나 이 室內表面 反射率이 照明率에 미치는 영향은 照明器具의 配光에 따라 크게 달라진다.

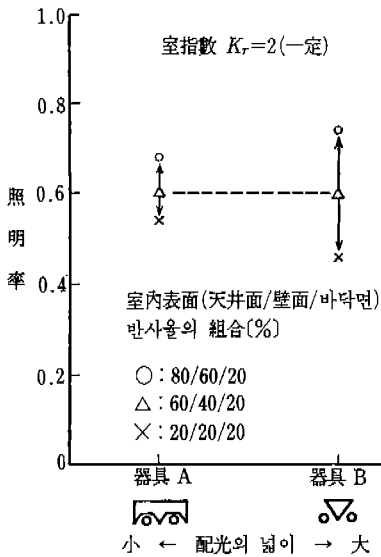
그림4·39는 그 일례를 표시한 것이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 일반적으로 그 넓이가 큰 照明器具일수록 그 照明率은 室內表面의 反射率에 의하여 큰 영향을 받는다.

(4) 照明器具의 設置(配置)가 照明率에 미치는 영향

照明率의 값은 照明器具의 設置 및 配置의 차이에 따라서도 약간 변화한다. 이는 照明器具의 設置 및 配置에 따라 照明器具에서 放射되는 下向光束 중 직접 作業面에 도달하는 光束의 비율(直接比라 한다)이 약간 다르기 때문이다.

메이커에 따라 준비되어 있는 照明率表에는 통상적인 照明器具의 配光曲線과 함께 照明器具의 最大 設置間隔('器具間隔 최대한'이라고도 한다)이 표시되어 있다.

照明率表에 기재된 照明率은 照明器具의 설



<그림4·39> 照明器具의 配光의 넓이, 室內表面 反射率 및 照明率의 關係

치간격이 대체로 이 최대 설치간격에 가까운 조건으로 하였을 때의 照明率이고, 照明器具의 설치간격이 최대 설치간격과 다를 때의 照明率은 엄밀하게 말하면 照明率表에 표시된 照明率의 값과 조금 다르나 이 차는 실용상 무시할 수 있다.

4·5·3 에너지 使用合理化에서의 照明率의 고려할 점

일반적으로 設計照度가 $E(\text{lx})$ 인 照明施設에서 소비되는 電力量은 다음 식으로 주어진다.

$$\text{消費電力量} = \frac{E \times A \times T}{U \times M \times \eta_{lr}} \quad (\text{W} \cdot \text{h}) \quad (4.7)$$

다만, A 는 바닥면적, T 는 點燈時間(h), U 는 保守率, η_{lr} 는 安定器損失을 포함한 램프의 종합효율이다.

따라서 照明 시스템의 에너지 소비를 될 수 있는 한 적게 하려면 램프 效率이 높은 램프와 照明率이 높은 照明器具를 組合하여 사용하는 것이 효과적이다. 사용할 수 있는 램프가 한정되어 있을 경우는 일반적으로 될 수 있는 한 照明率이 높은 照明器具를 사용하는 것이 에너지 절감의 점에서 득이 된다.

단지 에너지 절감을 위해 照明率을 기초로 가능한 한 照明效率이 높은 照明器具를 선정하려고 할 때는 약간의 주의가 필요하다.

첫째로 照明率은 앞서 기술한 바와 같이 照明器具의 配光이나 器具效率 외에 그 器具를 사용하는 室의 치수 및 室內表面反射率에 의한 영향을 받는다. 따라서 照明器具의 照明率을 비교할 때는 비교하는 조건을 적절히 선택할 필요가 있다.

둘째로 照明率은 照明 시스템의 照明效率을 표시하는 유효한 指數이기는 하나, 어떤 경우든 照明率을 적절하게 표시하는 것은 아닌 것이다.

우선 照明器具의 照明率을 비교할 때에 주의하여야 할 사항에 대하여 기술한다.

(1) 配光의 형태가 거의 같은 照明器具에서는

照明率이 높은 照明器具가 照明効率도 높다고 생각할 수 있다.

그러나,

(2) 配光의 모양이 다른 照明器具를 비교할 때는 室內表面 反射率이 실제보다 조금 낮은 反射率條件으로 하였을 때의 照明率을 비교하여, 그 중에서 照明率이 가장 높은 照明器具를 照明效率가 높은 것으로 선택하는 것이 중요하다.

먼저 그림 4·39에 配光의 넓이가 다른 두 종류의 照明器具에 대하여 室內表面의 反射率을 변화시켰을 때 照明率이 어떻게 변화하는지를 조사한 예를 표시하였다. 이 그림에서 가능한 照明用 에너지를 절감시키기 위해서는 실내 표면의 反射率을 높인 室에서 配光의 넓이가 큰 照明器具를 사용하는 것이 가장 좋을 수 있다.

그러나 실제로는 실내에 여러 가지 什器 등이 놓여져 있으므로 실효성 있는 室內反射率은 그다지 높지 않다. 反射率이 높은 室이 있다 하여도 어느 室은 안정된 감을 찾아볼 수 없고, 내장면이 오손되기 쉽고 보수를 자주 하여야 하는 경우가 있다.

이론상으로는 配光의 넓이가 큰 기구는 室內 反射率이 높은 조건으로 사용하면 높은 照明率을 갖는 照明器具가 되나 먼지 등에 의한 室內

表面의 오손이나 什器 등이 놓여지기 때문에 照明率이 높은 상태를 유지하기가 곤란하다.

따라서 照明器具의 照明率을 비교하는 데는 일반적으로 실제의 실내 實効의 表面反射率(실제의 表面反射率(내장재의 反射率)보다도 낮아진다는 것을 고려하는 것이 중요하다. 이와 같은 견지에서 그림 4·39에 표시한 器具 A와 器具 B의 照明率을 비교하면 거의 같고, 여기에 照明器具에 의한 Glare(눈부심)의 크기를 고려하면 配光의 넓이가 적은 器具쪽이 우수한 照明器具라 할 수 있다.

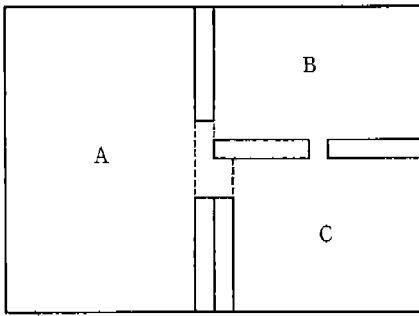
照明器具의 照明率을 照明率表에서 구하여 비교할 때 주의할 점은,

(3) 室이 수직으로 높은 設備로 구획되었을 때 개개의 구획된 스페이스를 독립된 室로 생각하여 照明率을 구하는 것이다.

照明器具의 照明率은 그것을 사용하는 室의 치수로 정해지는 室指數에 영향을 받는다(그림 4·36 참조). 따라서 그림 4·40과 같이 하나의 室이 수직으로 높은 什器 등의 설비로 A, B, C의 세 가지 스페이스로 구획되었을 때 개개의 스페이스를 각기 독립된 室로 생각하여 개개의 스페이스에 대한 照明率을 구하는 것이 중요하다.

다음에 照明器具의 照明率은 어느 때라도 照





<그림4·40> 넓은 실내가 수직으로 높은 什器·備品으로 계획되었을 때의 照明率에 대하여 고려할 점

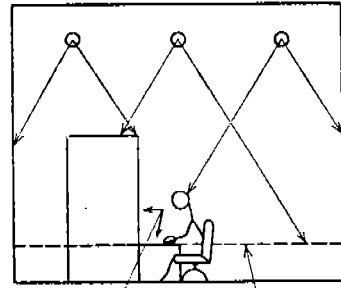
明 시스템의 照明率을 적절하게 표시한 것이라고는 말할 수 없고,

(4) 照明器具에서 照明效率의 높이는 照明光이 어느 정도 照明對象面을 유효하게 照明하는가로 평가하는 것이 중요하다.

照明의 목적은 文字나 사람의 얼굴 등의 視對象物을 쉽게 식별할 수 있도록 할 것과 照明된 장소를 기분 좋고 쾌적하게 하는 것이다. 그러기 때문에 照明 시스템의 效率는 視對象物을 보기 쉽고 쾌적하게 한다는 照明의 목적을 달성하기 위해서 필요한 電氣 에너지의 量으로 평가되어야 하는 것이다.

그런데 視對象物이 놓여 있는 作業面의 상태를 생각해 보면 作業面은 언제나 水平面만은 아니다. 예를 들면 工場에서는 鉛直面이나 경사면이 作業對象面이 되는 경우가 있다. 또 會議室이나 應接室에서는 사람의 얼굴 표정을 확실하게 알 수 있도록 照明하는 것이 중요하고, 이때의 作業面은 水平面(冊床面)과 鉛直面(顔面)이다.

지금 그림4·41에 표시하는 바와 같이 作業對象面이 水平面과 鉛直面일 때를 생각해 보자. 이 경우 照明器具 配置가 일정하다면 照明率이 높은 照明器具를 사용할수록 水平面의 照度は 높아진다. 그러나 照明率이 높은 照明器具를 쓸수록 鉛直面照度도 높아진다는 보장은 없다. 照明率이 같은 照明器具로는 配光의 넓이가 큰 것



實際의 作業面 設計上 假定한 作業面
<그림4·41> 設計照度を 구한 作業面과 實際作業面の 차이

이 일반적으로 높은 鉛直面照度を 낸다.

따라서 照明目的에 알맞는 配光과 照明器具의 設置位置를 고려하는 것이 중요하고, 단지 照明率의 大小만으로 照明器具의 效率를 판단하는 것은 적절하지 않다.

照明器具의 照明效率를 비교할 때 고려하여야 할 또 한 가지 점은,

(5) 照明率의 비슷한 照明器具일 경우는 Glare(눈부심)를 제거한 照明器具를 선정하는 것이 視覺效率이 높다는 것이다.

夜間에 자동차를 몰고 가는 운전자의 눈에 상대방 차의 헤드라이트가 비취었을 때 순간적으로 앞이 캄캄하고 이제까지 보이던 것이 잘 안 보이게 된다. 이는 헤드라이트라는 強力한 Glare 光源이 운전자 눈의 感度を 저하시키기 때문에 일어나는 현상이다. 照明器具에 의한 Glare는 헤드라이트에 의한 Glare만큼 강하지는 않으나 넓은 事務室 등에 램프가 노출된 채로 보이는 露出形 照明器具를 사용하면 Glare를 제거한 照明器具를 사용하였을 때에 비해 방안에 있는 사람들의 얼굴을 보았을 때 느끼는 밝기(視感輝度)가 낮아진다. 따라서 照明率이 별로 차이가 없는 照明器具 중에서 照明效率이 높은 照明器具를 선정하고자 할 때는 될 수 있는 한 Glare(눈부심)를 적절하게 제거한 照明器具를 사용하는 것이 바람직하다.

☛ 다음 호에 계속