

技術解説

照明器具 反射板에 대한 小考

元 井 喜

(美美電子(株)代表理事)

머 리 말

이 글은 照明에 대한 專門인 研究論文이 아니라 일반적인 照明器具의 反射板에 대한 照明常識을 돕는데 참고를 목적으로 쓴 글이기 때문에 가급적이면 전문적인 標記나 用語, 公式 등을 사용하지 않고 照明의 利用方法으로서의 照明器具에 대한 일반적인 상식을 노변담화식으로 썼기 때문에 學術專門誌인 照明電氣設備學會誌에는 게재할 수 없는 글임에도 불구하고 學會誌에 게재토록 해주신 여러 분들에게 깊은 謝意를 드리는 바이며 또한 筆者 역시 照明에 대한 專門家가 아니기 때문에 表記上의 오류가 없지 않을 것으로 생각하는데 이점에 대하여도 충분한 양해를 구하는 바이다.

그리고 이 글로 말미암아 照明을 이해하지 못한 사람들이 이 글을 읽고 照明을 조금이라도 도움이 되는 사람이 있다면 筆者의 소망은 달성된 것이며 동시에 그 이상의 榮光도 없으리라고 생각하는 바이다.

1. 反射板과 照明器具의 効率 및 質

韓國照明·電氣設備學會가 中心이 되며 그간 전개해 온 설득력 있고 적극적인 밝게살기 운동에 영향을 받아서인지, 또는 文化發展過程의 소산인지는 알 수 없으나 근자에 와서 그 일부분에게는 하지만

一般產業界에서나 生活環境改善面에서 照明에 대한 관심이 커졌을 뿐만 아니라 그 改善策에서도 뚜렷한 변화를 가져오고 있는 것 만은 사실이다.

照明의 改善策이란 대체로 크게 나누어서 첫째가 보다 可視度가 높은 光源의 개발이고, 둘째는 光量의 增加設置이며 셋째가 光源의 効率的인 利用方法 등의 세가지 方向에서 생각할 수 있는 것인바 小考에서는 그 세번째인 効率的인 利用方法문제에 대하여 고찰해 보기로 한 것이다. 光源의 効率的인 이용방법이란 주로 照明器具(General purpose luminaire)의 効率的인 기능향상이라고 하겠는데 燈器具의 効率向上이란 그 形態의 技術的인 設計方法에도 있겠으나 주로 反射갓(Reflector)의 効率向上에 그 基準을 두어도 무방하리라고 생각한다.

주지한바와 같이 反射갓이란 램프의 일부를 가림으로써 360° 方向으로 放射(Radiation) 되는 余光束(total luminous flux)을 일정한 範圍內로 그 光源의 發散을 제어하며 反射板의 反射度에 의하여 필요 方向으로 光量(quantity of light)을 집중시키므로써 照度(Illuminance)를 向上시키는데 그 목적이 있는 것이다.

이때 문제가 되는 것이 反射갓의 素材에 따라 그 差異가 있다 하더라도 反射갓에 入射된 光量의 全量이 目標面上으로 入射(Reflection)되는 것이 아니라 光量의 일부가 熱 또는 기타의 요인 등으로 反射板에 吸收(absorption)되기 마련인데 이 吸收率(absorptance)은 $\frac{\text{反射板에서 放射되는 光束量}}{\text{lamp에서 放射되는 光束量}} \times$

100%) 백분비로 표시하며 이를 器具의 効率(light output ratio)이라고 부르며 이 効率が 재래식 페인트塗裝反射板의 경우에는 70% 정도이고 改良된 樹脂塗裝方式에 의한 것이 80% 정도로서 양자 공히 신품의 경우로서 각각 30%내지 20%의 光量이 反射板에 의하여 소모된다고 할 수 있다.

이와같은 光量의 消耗를 減少시키고 器具의 効率을 向上시키기 위한 수단으로서 새로이 開發된것보다 反射率이 높은 鏡面金屬性 反射板이라고 할 수 있는바 이 反射板은 그 効率が 90%에서 95%에 이르기 때문에 照度도 그만큼 向上되었다고 할 수 있을 것이다.

그러나 이같은 方法으로 照度を 向上시킨 것은 照度向上이라는 한가지 측면만을 생각한 것이고 照明生理는 무시한 것으로서 다시 말해서 照明의 質을 무시한 照度向上으로서 이는 그다지 가치가 없는 것이라고 할 수 있다.

照明이란 어디까지나 인간을 위한 것이기 때문에 人間生理에 맞는 良質의 照明이라야 한다는 것은 再言할 필요가 없는 것이다. 照明의 質이란 光源의 種類에 따라서는 電磁波(Electromagnetic wave) 중의 可視放射(Visible Radiation)는 紫外放射(Ultraviolet Radiation)에 인접된 波長 380nm 에 시작되는 것에서부터 赤外放射(Infrared Radiation)에 인접된 波長 780nm에 達하는 範圍內에서도 波長 550nm의 黃綠色에 속하는 빛이 가장 比視感度(Spectral luminous efficiency)가 좋은 것으로 되어있지만, 이 比視感度の 光源은 光源(Lamp)에서 결정되어있으므로 小考와는 별개의 문제이고 照明器具에 의하여 發生되는 照明의 質量에 대하여 고찰하기로 한다.

첫째, 反射板의 反射率을 높이고 동시에 照度を 向上시키기 위하여 鏡面性金屬板을 反射板素材로 사용할 경우 反射率이 上昇하고 동시에 照度도 向上되는 것 만은 사실이다. 그러나 여기에는 필연적으로 강한 輝度(luminance)가 수반되기 마련이다. 輝度(L)란 빛이 눈부시게 비치는 빛의 強度($L = \frac{I}{S}$)로서 (I =一定方向上的 光度 S '=一定方向上的 單位面積) 照度($E = \frac{\Phi(lm)}{S(m^2)}$) (Φ =光束量 S =入射 單位面積)와는 다르다.

예컨대 照度란 책상의 面積이 10㎡이고 5,000lm의 光束이 入射되었다고 하면 이때의 照度는 500

로 계산할 수 있으므로 單位面積의 光度와 單位面積上的 光束量과는 質的으로 다르지 않을 수 없다.

따라서 金屬性高照度 反射板을 사용하였을 때 眩한 바와 같이 高度의 鏡面反射(Regular Reflection) 때문에 高輝度가 수반되기 마련인데 이 高輝度가 照度는 向上시켰다 하여도 照明의 質을 두가지 측면에서 나쁘게 만든다.

그 하나가 生理的 측면에서 발생하는 網膜照度(Retinal illuminance)의 低下이고 또 한가지는 視覺(vision)的으로 視力(visual activity)를 低下시키는 눈부심(Glare)라고 할 수 있다.

첫째의 경우는 사람의 눈은 生理的으로 많은 빛이 網膜에 入射됨으로서 視野도 擴大되고 網膜照度가 上昇하여 可視能力이 增加하지만 지나치게 강한 빛이 눈에 비치게 되면 빛의 入射量을 調節하는 기능을 가진 虹彩가 瞳孔을 좁게 함으로써 도리어 빛의 入射量을 減少시키는 동시에 視細胞의 活動力을 低下시킴으로써 網膜에서 腦으로 傳達되는 化學的反應에 의한 電位信號量을 적게 하고 나아가서는 映像反復回數(網膜은 보통의 밝기에서 1초 동안에 外界의 視標物體를 차례차례로 映像했다가 재빨리 腦로 送傳하고 다시 다음 物體를 映像하는 作用을 40회에서 50회 정도 반복한다)를 低下시키는 결과를 초래하므로 밝으면 밝을수록 映像面數가 增加하고 映像面數가 增加할수록 外界의 物體를 재빨리 읽을 수 있는 生理的能力에 브레이크를 거는 원인을 초래하게 되는 不作用을 가져오게 된다.

두번째가 照明의 質을 가장 나쁘게 하는 눈부심(Glare)이다.

눈부심도 두가지로 나눌 수 있는데 첫째가 직접 눈부심(direct glare)이고 두번째가 反射눈부심(glare by Reflection)이다.

直接눈부심은 不快눈부심(discomfort glare)과 不能눈부심(disability glare)으로 配分되는데 不快눈부심이란 실내의 照明環境이 均一하지 못하고 高輝度光源과 低輝度光源이 混在되어 있거나 또는 照度の 분포가 均一하지 못함으로써 心理的으로 發生하는 不快감을 말하는데 이와같은 照明環境에서 長時間 作業을 하게되면 疲勞感이 쌓이게 되고 作業能率도 低下되며 不能눈부심은 강하게 빛나는 光源이 視野에 들어옴으로써 可視度를 低下시키는 것으로서 이같은 상태가 오래 지속되면 視力의 低下를

초래하는 요인이 되기도 한다.

다음으로 反射눈부심인데 이 反射눈부심은 여러 가지 原因이 있으나 가장 중요한 것이 反射面의 光澤度에 의한 鏡面反射(Regular Reflection)이다.

이 鏡面反射는 강한 輝度を 수반하기 때문에 앞서 설명한 網膜照度の 低下를 초래하게 되는 요인도 되지만 그보다 더 중요한 것이 우리가 보고자하는 視標物上에 강한 輝度の 光源이 入射됨으로써 光幕反射(Feiling Reflection)을 가져오게 된다.

光幕反射란 視標物上에 강한 빛이 닿게되면 背景의 輝도가 지나치게 높아지고 背景의 輝도가 높아짐으로써 視標物의 表面이 이글거리게되며 明視의 가장 중요한 조건중 하나인 對比(Luminance contrast)를 低下시키는 요인이 된다.

사람이 物體를 識別하게 되는 것은 物體와 背景의 反射輝도차때문이라고 할 수 있는데 이 對比差를 低下시킨다는 것은 마치 直射日光아래서 讀書하는 경우처럼 讀書에 어려움을 가져오는 경우와 같은 현상이라고 할 수 있다.

따라서 高輝度鏡面性反射같은 照明的 量을 增加시킬 수 있어도 照明的 質의 면에서는 부적합한 素材이므로 이 素材를 反射갓으로 選擇하는데는 충분한 고려가 있어야 할 것이다.

따라서 가장 理想的인 照明이란 直射日光아래서가 아니라 시원한 녹음 아래서 讀書하는 분위기의 照明이 가장 좋은 照明이라고 할 수 있을 것이다.

2. 照明器具의 補修와 素材

아무리 좋은 照明裝置를 하였더라도 定期間이 경과하면 Lamp의 교체와 있어야 하며 反射板의 變色 및 退色等으로 照度が 低下되기 때문에 週期的으로 補修管理를 하지 않으면 안된다.

이와같은 補修管理時, 램프의 교체를 제외한 反射板의 變色等으로 인한 効率의 低下를 補修率(light load factor)라고 한다. 이 基準은 設置當時의 効率과 一定期間이 경과한 후의 効率의 對比에다 두고있는데 현재 일반적으로 사용되고있는 塗裝 反射板은 光源의 吸收率이 높을 뿐더러 耐光性 및 耐侯性(light fastness)에 弱하기 때문에 쉽게 退色되고 吸收率이 累進的이어서 照도가 加速的으로 低

下됨은 물론이고 光源의 配色까지도 變化시키는 결과를 초래하게 되므로 우리나라와 같은 環境條件下에서는 극히 非經濟的인 동시에 照明器具에 대한 補修管理가 제대로 실시되지 않고있는 狀況하에서는 충분한 照明效果도 기대할 수 없다고 해도 과언은 아닐 것이다.

이와같은 不合理性을 극복하기 위한 수단으로 요즘 사용되는 金屬性高照度反射갓 역시 그 素材가 金屬性이기 때문에 전술한 바와같이 눈부심으로 인한 不作用은 물론이고 金屬性이기 때문에 耐光性 및 耐侯性 그리고 耐藥性에 약할 뿐더러 취급상의 불편 등으로 소기의 목적 달성에는 충분하다고 할 수 없을 것이다. 특히 우리나라와 같이 연탄을 주 연료로하는 農村 및 中小都市에서는 金屬性物質의 부식이 심하기 때문에 사용하는데 충분한 고려가 있어야 할 것으로 생각된다.

따라서 反射갓이란 이상 설명한 諸般惡條件을 극복하고 기존의 光源을 効率的으로 제어하며 照度を 向上시키며 보다 快適한 照明環境을 形成함으로써 諸般作業能率을 向上시키고 經濟的이면서도 우리나라 環境條件에 적합한 것이라야 소기의 목적을 達成할 수 있을 것이다.

이와같은 견지에서 볼 때 요즘 새로이 개발된 不透明 P.E.T(Poly Ethylene Terepathalate)와 反射率이 높은 金屬性和 高透明 P.E.T 필름을 混介 接着시켜 제조된 低輝度高照度 反射板이 가장 좋은 素材라고 할 수 있겠다.

이 素材의 특징은 어떠한 環境條件에서도 변화되거나 退色되지 않는 特性을 갖은 不透明合成樹脂面에다 反射率이 가장높은 高感度 알루미늄金屬을 接着 加工하고 이 金屬性反射層을 보호하는 동시에 金屬性에서 反射되는 눈부심을 감소시키기 위하여 高透明 P.E.T樹脂필름을 反射面에다 再接着시킨 反射率 96%의 特殊 熱硬化性 素材이다.

여기서 우리가 한가지 염려되는 것이 靜電氣의 발생으로 대기속의 먼지등 분진의 吸收로 反射面의 오손이라 하겠다.

원래 P.E.T 자체는 不誘電體物質로서 필연적으로 陽電氣性이건 또는 陰電氣性이든 간에 靜電氣를 內包하고 있기 마련이나 이 反射素材만은 合成樹脂면서도 다른 不誘電性物質에 비하여 靜電氣性분이 輻등하게 적게 내포하고 있거나 또한 거의 靜電氣가

발생하지 않는다고 할 수 있다.

그 이유는 첫째, 反射面의 투명 필름 製造時에 그 제조과정에서 각공정마다 電氣를 誘電시켜서 靜電氣를 제거하여 靜電氣成分을 減少시킨데다가 合成樹脂와 투명 P.E.T中間에 誘電體인 金屬性을 接着시키기 때문에 항시 이 誘電體가 樹脂層이 내포하고 있는 靜電氣를 吸收하여 충돌誘電체 함으로서 靜電氣를 말소시키는 作用을 하기 때문에 反射面에서는 合成樹脂이면서도 靜電氣가 발생하지 않는 特性을 가진 特殊素材이다.

뿐만 아니라 이 反射素材는 反射層(金屬層)의 손상없이 그 保護層 필름이 요철 形態로 미세하게 가공되어 있기 때문에 反射面이 빛나는 鏡面性이 전혀 없고 擴散反射(diffuse Reflection)가 이루어지기 때문에 휘도가 낮아서 光幕反射 등의 현상이 발생하지 않기 때문에 눈부심이 전혀 없고 반면에 反射層이 손상이 없어 反射率이 높아서 視標面에 入射되는 光量(quantity of light)이 많기 때문에 照度は 反射板의 型態에 따라 다소의 차이는 있겠지만 종래의 反射板에 比하여 30%에서 50%의 照度向上을 기대할 수 있다.

특히 擴散反射作用 때문에 실내의 照明率(utilization factor)이 均一하여 照明環境이 윤택할 뿐더러 中心視點(central vision)에서나 周邊視點(peripheral vision)에서도 그 明渡(lightness)가 같기 때문에 視標物의 光束發散度(luminous exitance)가 照度の 上昇과 더불어 均等하게 增加하여 視標物과 그 背景의 輝度對比(luminance contrast)도 또한 均等하여 上昇하므로 그 効率が 가장 높다고 할 수 있겠다.

3. 結 論

일반적으로 우리들은 밝은 곳에 가면 밝아서 좋다고 한다. 그러나 왜 좋은가에 대하여는 설명하기가 간단하지가 않다. 왜냐하면 가령 우리가 新聞을 읽을 때 200Lx의 照度에서도 읽을 수가 있으며 또한 500Lx의 照度에서도 읽는데 왜 費用을 들여서 照度を 500Lx로 上昇시킬 필요가 있는가 하는 문제이다. 그러나 人間의 網膜細胞는 단적으로 機械的인 機能을 가지고 있는 것이 아니라 環境에 따라

能動的으로 그 機能을 擴大調節할 수 있게끔 되어 있기 때문이다.

機械는 1時間에 10ℓ의 휘발유를 消耗하는데 그 供給量을 5ℓ로 줄인다면 30分後 에는 그 機械는 가동을 멈출 것이 분명하지만 사람의 경우는 하루 세끼의 식사를 하다가 두끼로 줄인다든가 또는 식사를 하지 않고 물만 마신다고 해서 당장에 죽지 않고 살아 있는 것처럼 200Lx밖에 되지 않는 照度이지만 網膜에는 상당한 무리가 따르더라도 그 機能을 확대시켜 新聞을 읽게 할 수 있는 것이다.

따라서 生理作用에 무리가 없는 照明 나아가서는 生理作用을 향상시킬 수 있는 照明이 우리에게는 필요한 것이다.

이와같이 밝은 照明下에서는 諸般作業이 効率의 인 반면 나쁜 照明下에서는 生理的으로 피로를 초래하게 되고 能率은 떨어지기 마련이다.

특히 근대산업사회에서는 照明下에서의 活動이 급격히 增加하고 있기 때문에 充分한 照明에 유의하지 않으면 안된다.

照明으로 인한 피로는 첫째가 눈의 피로이지만 눈의 피로는 近視가 되는 원인도 되겠지만 그보다는 精神的피로와 밀접한 關係를 가지고 있기 때문에 전신피로로 확대될 可能性을 가지고 있는 것이다.

눈의 피로가 전신피로로 확대되는 이유는 눈의피로가 累積되면 중추신경의 피로, 다시 말해서 腦의 피로를 초래하게 되는데 腦는 人間의 각종 부위의 活動을 自律的으로 제어하는 기능을 가지고 있기 때문에 腦의 피로는 각기관 장기에 異常을 초래하게 되며 이와같은 현상은 醫學的으로는 自律神經失調症이라고 한다.

따라서, 照明이라고 하면 지금까지는 光源面에서 보다 良質의 光源을 개발하는데 주력을 하여왔으나 科學의 發達로 보다 좋은 光源이 개발되고 있기 때문에 이 개발된 光源의 利用方法에 대하여서도 많은 연구가 필요하다고 생각하는 바이다.

특히 照明器具에 있어서의 反射板은 照明의 量을 增加시키는 역할을 할뿐만 아니라 照明의 質도 左右할 수 있는 機能을 갖고 있기 때문에 이 부분에 대하여도 照明生理學과 더불어 많은 研究가 要請되는 바이다.