

照明에 있어서의 에너지節約

우리나라의 電氣에너지의 約10% 정도가 照明用 電力으로 攄定되고 있으며, 現代式 大規模 建物에서의 照明用 電力은 全負荷電力의 20~30%에 達하고 있다.

1. 電力節約의 照明 方法

省에너지 照明의 實現을 위하여 歐美 및 日本에서는 지금까지 여러가지의 提案이 이루어졌으며 우리 나라에서도 이에 대한 對策을 세워 놓고 있다. 그 內容은 다음과 같다.

① 美國

美國照明學會에서는 1973年 10월에 照明用 에너지使用의 最適化를 도모하기 위한 推獎項目을 發表하였다.

② 國際照明委員會

國際照明委員會에서는 1975年 4월에, 에너지 節約과 照明에 관한 聲明을 發表하였다.

③ 日本

日本照明學會 및 照明普及會에서는 1974年 5월에 省에너지 照明을 爲한 7가지 方法을, 1975年 12月에는 照明學會와 照明合理化 委員會에서 照明合理化 指針을 發表하였다.

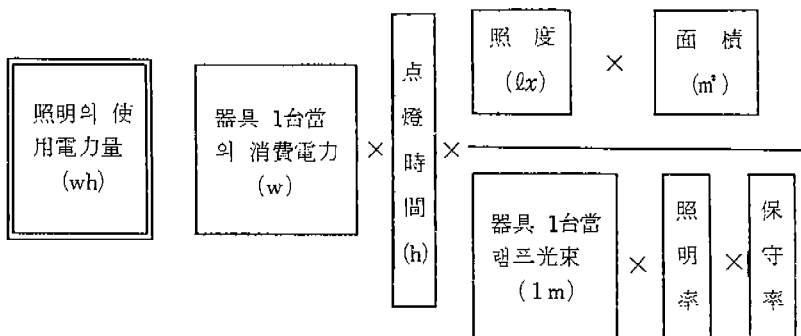
이들의 提案에 포함된 內容은 다음의 5項目으로 集約된다.

- ① 適光揚所
- ② 効率이 높은 램프와 器具
- ③ 自然光의 活用
- ④ 點滅이 쉬운 配線
- ⑤ 램프交換과 器具의 清掃

照明設備의 使用電力量 wh는, 照明器具 1台當의 消費電力 w와 點燈時間 h의 곱에, 燈數 N을 곱한 것이다.

燈數 N을 分解하면 照明電力量 wh는 [그림 1]의 式으로 표시된다.

이 식의 右邊의 分子를 적게, 分母를 크게 하는 것이 電力節約이 된다.



[그림 1] 省電力 照明

電氣 = 돈을 바르게 쓴다.

이 式에서 7개의 要素는 곧 照明의 合理的 使用에서의 7가지 要素이며 電力節約의 里程 表나 할 수 있다.

여기서 器具 1台當의 消費電力과 램프光束은 高効率 光源의 使用이고 照明率은 器具效率이 높고, 照明率이 높은 器具의 使用이며 照度, 面積, 點燈時間은 照明設計, 運用의 適正化이고, 保守率은 照明設備의 清掃, 1點燈램프의 交換 등 保守管理의 適正化 들을 표시한다.

그러므로 이들은 단지 光源, 器具를 提供하는 메이커만으로는 實現되지 않으며, 照明디자인, 照明設計面, 실제로 照明施設을 使用 運用하는 保守 管理面이라는 소프트적 아프로치를 포함한 省電力化가 추진되어야 한다.

省電力은 단지 國民的 危機意識에 호소할 뿐 아니라 經濟的 效果에 관한 인센티브를 부각시켜가는 것이 이것을 추진 실현시키는 유력한 원 동력이라 생각된다.

④ 韓國

政府에서도 省에너지 政策에 대하여 여러가지 指嚮를 취하였다. 商工部에서는 1977年 3月 18日字로 電氣設備 技術基準令을 改正하고, 一般家庭에서는 電燈을 每燈마다 點滅이 가능토록 하고, 또 事務所 등의 電燈은 螢光燈은 30w, 白熱燈은 100w 以內로 制限하도록 하는가 하면, 新築하는 모든 事務所 및 工場 등의 電燈施設은 每 6燈마다 點滅이 가능하도록 하였다.

또한 商店이나 百貨店 등의 電燈은 螢光燈은 40w, 白熱燈은 120w以內로 制限하는 등 節電에 대하여 強力히 規制하고 있다.

한편 第2無任所長官室에 非常電力對策會를 設置하고, 節電運動을 강력히 추진하고 있으며, 1977年 7月 8日 會議에서, 夏節期の 電力供給을 円滑히 하기 위하여 모든 에어컨의 使用을

制限하도록 하였다. 즉, 營業用에어콘은 8月 31日까지 피이크 時間인 19:00~21:00까지 使用을 抑制하도록 措置하였다.

2. 電力節約의 光源의 動向

電力節約 光源이란, 밝기를 내리지 않고, 入力을 적게 하는 方法인 節電形과, 人力은 같고, 밝기를 증가시키는 方法인 高効率形이 있다. 모두 効率을 높이는 것이 對象으로 되고 있다. 가까운 將來, 螢光램프 100ℓ m/w, 螢光水銀램프 70ℓ m/w, 메탈하라이드램프 130ℓ m/w, 高壓 나트륨 램프 140ℓ m/w 등의 實現이 가능하다고 보고 있다.

省에너지 照明의 方法은, 低效率의 램프를 高效率의 램프로 바꾸는 것이다. 人間 1人當의 照明에 사용되는 에너지는, 生活에 사용되는 에너지의 約 5%이다. 全世界에서 電球를 螢光램프로 바꾸어 놓으면, 전체의 照明面에서 約 35% 정도 Energy 節約이 된다. 또한 螢光水銀램프를 高壓 나트륨램프로 바꾸면 30% 이상 節電된다. 體育館, 競技場 등과 같이 照明의 質이 문제가 되는 곳은, 混光照明이 바람직하다.

① 白熱電球, 할로겐電球

白熱電球는 效率이 낮음에도 불구하고, 따뜻한 光色, 우수한 集光性 및 간편성 때문에 좋아하고 있다.

이 電球의 節約化로서 크리프톤電球가 있다. 封入가스를 아르곤으로부터 크리프톤과 窒素의 混合가스로 대체하면 效率은 10% 向上시키고, 밝기는 거의 같고, 人力을 10% 減小, 平均壽命은 2倍정도 연장시킬 수 있다.

또한 高照度電球 '세미화이트 램프'는 유리球의 內面에 拡散性的 白色塗料를 실시하여 유리

의 頭部만을 照明으로 하고, 電球直下照度を 約 30% 밝게 한 것이 있다.

할로겐電球는 一般電球보다 効率 및 對束維持率이 좋고, 小形高輝度の 特徵을 살릴 수 있기 때문에 적용분야가 확대되고 있다. 沃素, 臭素, 塩素, 弗素 등의 有機化合物에 의한 발브內的 텅스텐 등의 化學輸送特性, 黑化나 필라멘트 浸蝕의 防止 등이 熱力學的 解析이나 텅스텐의 改良이 계속되고 있고, 照明用에도 많이 사용되고 있다.

② 螢光램프

螢光램프는 効率, 演色性, 壽命特性 모두 비교적 優秀하므로, 住宅, 事務所 등에 가장 많이 사용되고 있다.

省에너지 化의 方向으로서 既施設의 照明基準을 준수하는 立場과 使用者의 입장에서 부터, 밝기를 낮추지 않고 入力を 내리는 방법, 종래의 器具의 立換性일 것, 보급하기 쉬운 價格이 어야 한다는 생각에서 나온 것이 省電力 螢光램프인 '와트부라이드'이다.

이 램프의 클로우스타터形은 封入가스로서 아르곤과 크립톤을 넣어 다시 管지름을 32.5mm ϕ 로부터 29mm ϕ 로 축소하여, 밝기는 동일하고 消費電力은 約 5% 減小시킬 수 있는 것이 있다.

또한 래피드形에는 10%以上 省電力이 實現된 螢光램프가 外國에서 發表되고 있다.

이외에 光色을 白熱電球에 근접시킨 電球螢光램프는 61w電球와 비교하면 效率는 約 4배이다.

電球의 代치용으로서 水銀蒸氣를 電磁場에서 勵起시켜서 發光시키는 電球形의 垂電極램프나 管内에 그라스울을 封入하여 電界를 높여서 高出力 小形化된 램프가 發表되었다.

高演色螢光램프로서 狹帶域 赤綠靑三成分 螢

光體의 採用으로 效率向上시킨 램프가 개발되고 있다.

③ 高出力放電램프

高出力放電램프(HID)는 水銀램프, 메탈하라이드램프, 高壓나트륨램프 등 여러가지가 있다.

이 HID는 빌딩, 商店 등의 屋内外 照明, 公共施設, 道路, 工場의 照明 등 폭넓은 용도로 쓰이고 있다.

메탈하라이드램프, 高壓나트륨램프의 보급은 HID램프의 3~4% 정도로 적으나 省에너지의 입장으로 볼때 效率가 좋고 高出力인것 등의 이유로 금후 급속히 신장될 것으로 기대하고 있다.

螢光水銀램프는, 유로피움付活바지나인酸, 이도븀螢光體에, 靑, 綠의 螢光體를 添加하여 效率, 演色性, 光色을 개선한 슈퍼화이트 램프가 개발되어 屋內에서 사용되게 하고 있다.

메탈하라이드램프의 效率는 金屬할로겐 化合物의 蒸氣壓에 좌우된다. 蒸氣壓을 높이는 방법으로서, 發光管의 最冷部 溫度를 높이는 방법이나, 蒸氣壓이 높은 할로겐化合物과의 複化合物을 만드는 方法 등이 있다.

水銀램프의 代치용으로서 起動電壓을 낮추고 水銀燈用 安定器로 點燈할 수 있는 램프가 Ne-Kr 등의 케닝가스 封入에 의하여 製品化되었으며 螢光水銀램프와 비교하면 約 15% 節電할 수 있다.

高壓나트륨램프는 一般照明用 光源으로서 가장 效率가 높다. 그러나 演色性이 좋지 않으며, 光色이 感覺의으로 받아 들여지고 있다. T場, 體育館 등의 屋內照明에도 사용되고 있다. 狀次 屋外照明의 主力으로 될 것이라 기대되고 있다.

3. 照明器具의 電力節約

照明器具는 光源으로부터 發散하는 光束을 목적의 方向으로 制御하는 作用을 갖고 있다. 이 制御의 手段으로서, 反射, 屈折을 적절히 이용하는 것이 필요하다. 이 原則은 幾何光學 分野에 屬하며 理論이 확립된지 이미 오래이다.

實用의 照明器具 分野에서는 光源이 크기를 가지고 있으며, 反射面의 特性이 鏡面, 定全擴散面의 中間의 反射特性을 갖고 있으므로 理論設計가 곤란하다. 그러나 컴퓨터의 이용과 實用材料의 測定, 데이터의 活用に 의하여 現想的인 配當을 갖는 反射面의 결정이 가능하게 되어, 器具 効率が 현저하게 向上되었다.

HID 램프用 高天井 反射각의 예에서는 器具 効率が 71%로부터 85%로, 約14% 改善이 되어, 體育館의 照明施設의 經濟比較에서 初期設備費 77%, 年間電力費 86%, 年間照明費 85%로 되었다.

投光器의 狹角形에서 비임効率が 21%에서 31%로 改善되고 그라운드照明의 예에서는, 設計照度 200lx에서 電力量이 22% 削減되었다.

이와같이, 器具設計에서도 컴퓨터技術을 活用함과 동시에 現行 器具의 再檢討를 行하면 대폭적인 電力節約을 할 수 있을 것이다.

4. 點燈裝置의 電力節約

放電燈에서는 光源의 點燈에 安定器를 필요로 하며, 여기서의 消費電力은 損失로 된다.

이 電力損失을 적게 할 뿐만 아니고, 보다 發光効率が 上昇하는 點燈回路의 研究開發이 이루어지고 있다.

일반의 安定器는 鉄心과 銅線에 의한 초오크

코일 또는 磁氣漏設 變壓器로 絶緣材料의 耐熱性 向上, 鉄心材質, 磁氣回路의 改良으로서 年年 小形化되고, 그만큼 電力損도 低減되고 있다.

한편, 半導體回路를 이용한 펄프始動器에 의한 하이브리드電子安定器, 또한 트랜지스터인버터 등에 의한 全電子化 安定器가 省電力의 手段으로서 有力하게 되었다.

예컨대 메탈하라이드燈 70w用에서는 하이브리드電子安定器에 의하여 損失은 70w로부터 52w로 低減되어 18w의 電力節約을 할 수 있다. 螢光燈 40w用 電子安定器에서는, 同-한 光出力을 얻는데 人力電力에서 15%의 電力節約이 달성되고 있다.

安定器의 電力損은, 램프特性과의 관련이 크므로 램프特性의 改善과 더불어 今後 더욱 低減될 것이다.

多燈用 산델리아에서는, 常時は 60% 정도로 全燈調光하고 來客이나 讀書時는 100% 點燈할 수 있는 調光器를 사용하면 대체로 20~30% 電力節約이 가능하다.

電子技術의 應用에 의한 點燈回路는 實用化 단계가 머지않아, 今後의 省電力의 유력한 무기로서 큰 기대를 갖게 하고 있다.

5. 照明시스템으로서의 電力節約

照明의 電力은 點燈에 의하여 消費되고 있다. 따라서 設備의 高効率化, 省電力化와 동시에 點滅 혹은 調光 등의 制御로서 T·P·O (Time, Place, Occasion)에 應하여 적절한 管理運用이 省電力 效果를 크게 한다.

事務室用 빌딩에서는 螢光燈 照明이 널리 사용되고 있으며, 우리나라의 事務室의 照度は 대체로 300~500lx를 사용하고 있다.

그러나 初期照度は 保守率을 고려하므로, 維持照度보다 높은 값의 照度로 되고 있으며 또한 晝食時間, 殘業時間 등의 照明, 晝光이 많이 들어가는 窓의 照明 등에는 더욱 細分된 點減制御가 이루어져서 필요한 個所에 필요한 照明을 실시하여야 할 것이다.

적절한 受光센서에 의한 照度の 檢出信號, 執務時間에 對應한 타이머信號 등에 의하여 마이콘을 制御하여, 事務室內의 레이아웃에 應한 照明의 點減, 調光을 이루면 約10%의 省電力을 할 수 있다고 報告되고 있다. 이 경우에, 센서, 制御裝置, 配線工事 등의 設備가 부가되기 때문에 節減 電力費로 충분히 償却될 수 있는 것이 필요하며, 今後 大型事務室, 빌딩, 工場 등에 普及되리라 생각된다.

6. 照明方式에 의한 節約

照明의 省에너지라 함은 일반적으로 節電, 消燈, 1點燈 등 照明을 사용하지 않는다는 이미지가 많다.

그러나, 여기서 말하려는 省에너지는 구체적으로 照明의 質을 低下시키지 않고 合理的 照明을 實施하며, 필요하다면 종래보다 더 높은 照度로 하는 적극적인 照明手法을 실시하는 것이다.

① 局部照明의 活用

局部照明이란 作業에 필요한 個所만을 局部的으로 照明하는 방식이며, 좁은 作業面の 범위를 비교적 高照度로 照明함을 뜻한다.

그러나 作業에 필요한 個所란 좁은 범위라 하여도 相對的인 것이므로 絶對值로 作業面積을 결정하기는 힘들므로 現作業에 대하여 作業面の 근처에 光源을 配置하고 상당 범위의 면

積을 高照度로 하는 등 局部照明을 再檢討하여 活用할 필요가 있다.

具體의 例로서 書齋의 卓上에 이 방식을 活用하면 종래 FL20SW×1燈用 바라켓트(卓上부터 光源中心까지의 높이 42cm) 器具 사용의 경우, 卓上面의 平均照度は 750lx였으나 FL20SW×2燈用으로 改造한 결과 平均照度は 종래의 2倍인 1500lx로 되었다.

卓上面은 나비 120cm×길이 76cm이지만 실제 사용하고 있는 作業面은 65cm×45cm 정도이며, 對比가 弱하고 細密한 것을 보는 作業에는 1,000~2,000lx가 필요하다는데 해당한다.

省에너지의 견지에서 걸트를 하면 天井燈의 天井燈 FL20W×3燈과 書架의 FL15W×1燈이 卓上の 作業面に 미치는 照度は 50~80lx 정도로, FL20SW×2燈 바라켓트器具에 의한 卓上の 作業面の 平均照度の 數%에 지나지 않으므로 天井燈 등의 영향은 그다지 없는 것으로 생각된다.

따라서 天井燈 등은 消燈하여도 卓上の 作業面の 平均照度は 約2倍가 되며 均齊度는 거의 변화없고, 消費電力은 종래의 約35%로 된다.

② 局部的 全般照明의 再檢討

房全體를 거의 均一하게 照明하는 全般照明에 대하여, 照度基準은 作業의 種類에 따라서 다르다.

現作業의 用途 目的에 따라서 局部的 全般照明을 採用하는 경우는, 꼭 房全體가 均一한 照度は 아니고 廣範圍한 現作業이 충분히 照明되므로 電力의 節約으로 되고 더우기 同一 電力에서 高照度를 얻을 수 있으므로 合理的이다.

例컨데 코오드펜던트燈具 사용의 경우 코오드를 延長하여 燈具의 높이를 낮게 作業面に 光源의 위치를 근접시키고 다른 天井燈 등을 消

燈하여도 넓은 범위에 걸쳐서 高照度を 얻을 수 있다. 이것은 全般照明과 局部照明을 併用하여 필요한 個所의 照明을 실시한 경우 그 兩方의 照明을 局部的 全般照明으로 한 形式으로 된 것이다.

具體的인 例로서 어떤 房의 照明用 코오드펜덴트形 FCL30w × 2燈用器具와 直付形 FL20w × 3燈用器具의 併用으로, 테이블面에서 約100lx였으나 코오드펜덴트燈具를 테이블 直上에서燈具의 下面까지 90cm로 낮게 매달 결과 테이블面의 平均照度は 200lx를 얻을 수 있다. 이것은 램프를 新品으로 사용한 경우이며 點燈 約2年 經過의 램프를 사용한 경우도 平均照度は 170lx였다.

코오드펜덴트燈具를 사용하여 局部的 全般照明을 실시함에 있어 다음과 같은 事項에 주의할 필요가 있다.

㉑ 全般拡散形 器具일 것

㉒ 照明器具 直下の 作業面으로서는 비교적 大形의 테이블을 놓고 될 수 있는 한 移動시키지 말 것

㉓ 照明器具를 낮게 매달기 때문에 종래의 코오드보다 긴 코오드로 바뀌어야 한다.

이 局部的 全般照明의 採用을 省에너지의 입장에서 檢討하면 均齊度나 眩輝 등의 영향은 없고 平均照度は 約2倍로 되며 読書 등은 충분하며 天井燈 FL20SW 3燈을 消燈 함으로써 消費電力은 종래의 約50%로 되었다.

以上, 특히 照明負荷電力이 큰 個所에서의 照明 改善에 대하여 그 對策에 대하여 설명하였다.

그러나 필요가 없는 個所에서의 點燈은 적극 피하고, 長時間 자리를 뜰 경우에는 손쉽게 消燈할 수 있도록 고려하여야 한다.

螢光램프의 壽命도 최근에는 비교적 點滅의 영향을 받지 않으며 長壽命이므로 電力節約을 위하여 變頻이 點燈하여도 지장이 없다.

또한, 點燈時間이 문제가 되는 홀, 化粧室 등은 래피드스타트螢光燈 또는 電子點燈方式을 採用하면 不便이 없다.

7. 램프의 清掃와 交換

管理運用面에서 잊어서는 안되는 것은 램프의 保守, 交換, 清掃이다.

아무리 優秀한 照明施設이라도 램프는 점차로 어두어져가며, 결국에는 끊어져 버린다. 램프나 照明器具에 먼지가 끼고, 室内面의 汚損 등도 照度を 低下시킨다. 이에 대하여 램프의 交換, 器具 등의 清掃, 室内面의 칠을 바꾸는 등의 保守를 필요로 한다.

또한, 保守를 하기 직전에도 所要照度を 確保하기 위하여, 設計의 計算에서 保守率, 또는 減光補償率을 고려한다.

① 保守效果

保守效果에 대해서는, 反射率의 增大, 光束發散度分布의 改善, 照度の 向上이 招來된다.

예를 들면, 照도가 施設當初의 49%로 低下한 것에 대하여 室内面의 칠을 다시 함으로써 61%로, 램프와 照明器具의 清掃로써 81%로 올라가며, 램프를 新品으로 交換하여 點燈 함으로써 100%로 改善된 實例가 있다.

照明器具는 칠을 다시 하지 않는 한 退色되기 때문에, 아무리 비누로 닦아도 新品과 같아지지 않으며 最終적으로 100%로 改善되지 않으므로 照明器具는 적당히 償却하여 어느 時期에 新品과 交換할 필요가 있다.

一般照明用 電球의 30w 以上은 平均 壽命이 1,000h, 螢光燈은 豫熱起動形이나 래피드스타트形은 7500h, 스텝라인形, 高出力形 등은 6,000h, 水銀燈은 6,000h이다.

이 壽命 사이의 光束의 減退는 動程曲線으로 알 수 있으나 이曲線에는 램프나 照明器具의 먼지의 영향은 고려되지 않으며 항상 깨끗이 維持되는 경우를 표시한다.

② 清掃 間隔

될 수 있는대로 자주 清掃를 하면 照明施設은 항상 좋은 狀態로 維持되지만, 이에 요하는 清掃費와 이것으로부터 얻는 것을 비교하면 經濟的이라고 할 수 없다.

그러나 어느 정도 清掃의 度數를 增加하면 清掃費는 높아져도 保守率이 커지며 소요燈數가 減少되면 오히려 유리하게 된다.

종래의 經驗으로부터 아래表와 같은 清掃間隔이 추천되고 있다.

[定期的으로 實施하는 清掃間隔]

| 場 所 \ 清掃方法 | 먼지떨기 | 물로씻기 |
|--------------|------|------|
| 먼지가 많은 장소 | 1주간 | 4주간 |
| 먼지가 적은 장소 | 2주간 | 8주간 |
| 먼지가 극히 적은 장소 | 4주간 | 16주간 |

먼지의 누적에 따른 減光을 直線的이라 보고, 그 減光率은 R(1월), 清掃費를 除外한 月間 照明費를 A(원), 燈當 1[回]의 清掃費를 C(원)이라 하면, A個月間的 清掃費를 包含하고 單位光量을 얻기 위한 總照明費가 $\frac{A+C/t}{1-Rt/2}$ 이라

하며, 이 식으로부터 가장 經濟的인 清掃間隔 tc(월)은 근사적으로,

$$tc = (2c/RA) 1/2 \text{ 로 된다.}$$

③ 交換法

램프가 點燈되지 않거나 어두워지면 交換하여야 한다. 램프의 交換에는 3가지 方法이 있다.

㉑ 不良한 것은 交換하는 個別 交換

㉒ 交換하여가면서 當初로부터 一定한 時間 經過되면 全部 交換하는 集團 交換

㉓ 짧은 壽命의 交換은 放任하고 일정한 時間이 經過하면 일체 交換하는 集團 交換

이들 중에서 ㉓의 方法은 램프의 架設燈數가 많은 경우에 適當하고, 集團交換의 時期는 定格平均壽命의 70% 정도가 좋으며, 이 때에 點燈되지 않은 램프는 全體의 10% 정도이다.

