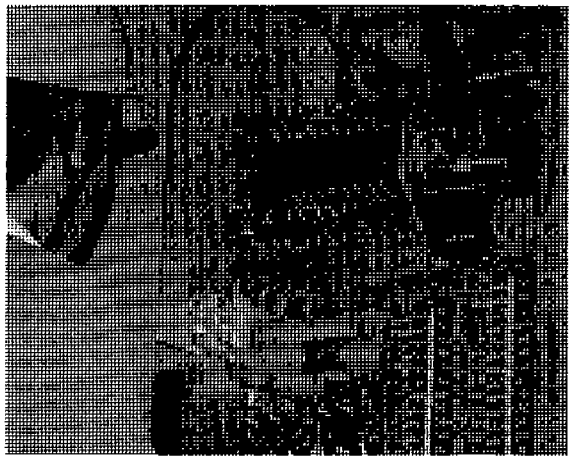
에너지 節約을 위한 連載



運轉改善으로 達成할 수 있는 에너지 節減

⑱

4·2 照明電力節減方法

4·2·1 節減方案

일반적으로 節減이라 하면 點燈되어 있는 電燈을 중간중간 하나씩 끄는 등의 방법을 생각할 수 있으나 밝기를 희생하여 가면서 電力節減을 하여서는 바람직스럽지 못하다. 전에도 그러했고 현재도 그러한 경향이 있지만 生産性이나 業體의 능률이 떨어지는 것은 필연적인 사실로서 결코 이러한 方法이 電力節減은 아니라고 보며, 이제부터는 "點燈하면서의 節減"을 강조하여야 되겠다.

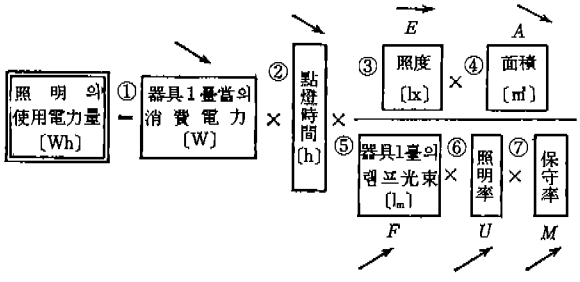
照明用電力을 合理的으로 사용하는 방법으로서 다음과 같은 7가지의 基本的인 方法이 제시되고 있다.

(1) 目的에 맞는 照明을
(2) 效率이 좋은 光源으로
(3) 照明器具도 效率이 좋은 것을
(4) 晝光의 利用
(5) 空間의 환경을 밝게
(6) 손쉽게 消燈할 수 있는 配線方式
(7) 器具의 청소와 램프의 교환

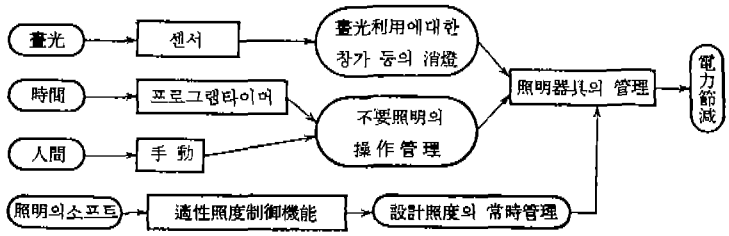
조명설비의 使用電力量〔Wh〕은 照明器具 1대당 소비전력〔W〕과 點燈時間〔h〕에 등수 N을 곱한 것이다. 燈數 N을 분해하면 照明의 使用電力量〔Wh〕은 그림 4·6과 같이 표시된다. 이 式은 照明計算의 光束法計算式(燈數 $N=E\cdot A/F\cdot U\cdot M$)을 利用 展開한 것으로, 결국 電力節減 照明設計는 각 항목을 화살표와 같이 分子는 극력 낮거나 또는 적절하게, 分母는 극력 크게 그 숫자를 설정하도록 結論지어져 있다.

4·2·2 照明 시스템으로서의 電力節減

照明電力은 點燈에 의하여 소비된다. 따라서 照明에서의 電力節減은 光源, 安定器, 器具의 高效率化 외에 照明의 효율적인 點燈管理 또는 調光 등을 함으로써 쾌적성을 잃지 않고 실행된다.



〈그림 4·6〉 電力節減照明의 7가지 포인트



〈그림 4·7〉 電力節減을 위한 照明制御體系圖

즉, TPO管理(Time(시간), Place(장소),Occasion(때)의 도입이다.

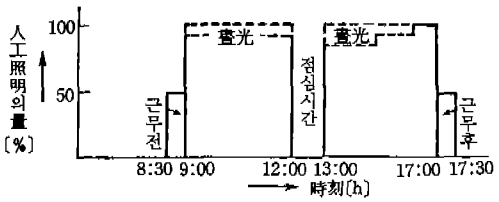
各 電氣 메이커에서 發光되는 節電型 照明 시스템은 이와 같은 點滅 내지는 調光管理를 자동적으로 하는 照明의 콘트롤 시스템이다. 電力節減 照明 시스템에서는 點燈 내지는 調光에 의한 電力節減을 그림 4·7과 같이 체계화하고 있다.

(1) 晝光利用

오피스 빌딩이나 工場 등에서는 晝光이 窓을 통하여 들어온다. 그 量을 光 센서로 檢知하여 晝光量의 大小에 따라 窓側으로부터 2列 消燈(또는 調光)이나 1列 消燈(또는 調光)이 가능하다.

(2) 時間制御

예를들면 오피스, 工場에서의 근무 전후, 근무중, 점심시간 등, 또는 점포나 수퍼마켓 등에서의 開店前과 後, 손님이 적을 때, 손님이 많을 때 등과 같이 시간이 다르면 필요한 照明器具의 點燈 狀態가 상이하여도 관계없으므로 설정된 타임 스케줄에 의하여 照明器具의 點燈 패턴을 바꾸어 나간다. 오피스에서의 타임 스케줄의 일례를 그림 4·8에 든다.



〈그림 4·8〉 오피스에서의 타임스케줄 —例

(3) 블록 操作

오피스의 경우, 殘業을 위한 그 장소만의 點燈 또는 長時間 離席時 등의 그 장소만의 消燈에 대해서는 手動操作에 의해 블록마다의 點滅도 필요하다.

(4) 照明의 소프트—適正照度制御機能

照明設備는 일반적으로 點燈時間의 경과에 따라 램프 光束이 저하하는 부분이나 光源 및 器具의 오염에 의한 밝기의 低下를 保守率 M이라 하는 係數(보통은 0.64~0.72)로 보아 設計되며, 따라서 設備完成時 초기에는 設計照度의 4~6割增의 밝기가 된다. 예를 들면 1,000lx의 設計照度로 설계하였을 때 設備初에는 1,400~1,600lx의 照度가 된다. 이 과잉된 밝기를 커트하여 항상 設計照度가 1,000lx가 유지되는 "適正照度制御機能"을 이 시스템에 적용시키면 효과적인 電力節減制御가 가능해진다.

4·2·3 器具 1대당의 消費電力을 적게

(1) 電力節減形光源의 채택

시대에 발맞추어 동일한 밝기로 消費電力을 5~10% 적게 한 電力節減形의 각종 白熱電球나 형광 램프 및 HID 램프가 제품화되고 있다. 표 4·3에 각종 電力節減形 光源과 그 節電量을 표시한다.

(2) 半導體使用의 電子安定器 채택

형광 램프나 HID 램프와 같은 放電燈은 負抵

〈표 4·3〉 各種電力節減光源과 램프만의 節電試算例

品名			消費電力節電量〔W/個〕
白熱電球	電力節減形一般電球	60W形 57W	3
	電力節減形白色볼電球	60W形 57W	3
	熱線차단형빔電球	100W形 90W	10
	크립톤電球	54W	6
電力節減形 형광램프		FL 40S/38	2
		FCL 30/28	2
		FLR 40S/M/37	3
		FLR 110H/A/102	8
電力節減形 형광수은램프		HF 400X/V·375	25
		HF 1000X/V·940	60

〈표 4·4〉 40W형광 램프1燈用의 全電子化安定器와 從來安定器의 比較

	40 W 1 燈 用			
	100V 타입		200V 타입	
	全電子化安定器	現行品	全電子化安定器	現行品
電源電壓〔V〕	100	100	200	200
入力電流〔A〕	0.415	0.55	0.21	0.29
入力電力〔W〕	40 (75%)	53 (100%)	40 (75%)	53 (100%)
力率	高力率	高力率	高力率	高力率
램프比光束〔%〕	100	100	100	100
外形치수〔㎜〕	38×48×260	40×57×220	38×48×260	41×57×215
重量〔kg〕	0.3 (27%)	1.1 (100%)	0.39 (44%)	0.88 (100%)

使用램프 : 現行品은 一般의 래피드스타트, 全電子化의 데이터는 電力節減形 래피드스타트形

抗이므로 반드시 電流制御를 위한 安定器가 필요하다. 이 安定器에서의 와트 로스를 무시할 수 없다. 예를 들면 40W 형광등 1燈用에서는 13W의 安定器 損失이 있으며 이것에 램프의 와트를 더하면 실로 53W의 入力電力리 된다. 이와 같은 安定器損失을 적게 하는 방법으로서 ① 鐵心과 捲線으로 만드는 종전방식의 安定器를 구성하는 재료와 磁氣回路의 개선, ② 捲線과 鐵心의 일부분의 半導體化, ③ 高周波點燈 등에 의한 回路에서 모두 半導體化하는 등의 방법이 있다.

표 4·4에 全電子化安定器와 종전 安定器의 비교 데이터를 표시한다. 半導體를 利用한 全電子化로 40W 형광등 1燈用의 경우는 약 20%의 入力電力이 경감되고 또 半導體利用에 의해 대폭적인 安定器의 경량화와 容積輕減이 가능해졌다.

(3) 다이리스터 調光器의 채용

앞서 기술한 安定器의 개량에 의한 入力電力의 경감과는 조금 다르지만 計劃 단계에서 다이리스터 調光의 적극적인 채용은 어떠할까. 調光器도 半導體化가 추진되어 小形이고 경량인 電球 내지는 형광등용 다이리스터 調光器가 제품화되고 있다. 配線回路 도중에 調光器를 넣어 실내 벽면에서 조작하는 方式과 현재는 燈具內에 내장된 電球 내지는 형광등용 홈라이트 등이 있다. 모두 明暗의 조작에 의해 대략 그에 比例한 入力電力이 되어 電力節減에 연결된다.

家庭 등의 무드 照明再現의 이용방법 외에 前述한 初期照度의 과잉이라고 할 수 있는 밝기를 調光器로 커트하여 항상 設計照度 값으로 照明設備를 사용하면 훌륭한 電力節減방법이 된다.

4·2·4 點燈時間의 減少

(1) 晝光利用을 적극적으로

計劃단계에 窓으로부터의 晝光을 利用하는 방법을 생각하여 본다. 앞서 기술한 시스템的으로 晝光量을 검지하여 人工光을 제어하면 가장 이상적이라 할 수 있으나 그것이 불가능할 때는 窓側으로부터 1列째, 2列째……와 같이 配線系統을 나누는 配線設計를 고려하여야 하겠다.

(2) 點燈回路의 再檢討

오피스나 工場에서는 근무시간 전후와 점심시간 등에 모든 燈을 點燈할 필요는 없다. 시스템的으로 시간제어를 하거나 點減回路를 再檢討하여 1/2이나 1/3의 減燈을 고려해 볼 필요가 있다.

또 계단이나 복도는 3路 스위치 내지는 4路 스위치의 組合으로 2개소 도는 3개소 이상 몇개소

에서도 點滅될 수 있는 回路가 편리하고 나아가서는 電力節減에 연결된다.

(3) 消燈을 잊지 말도록

"晝行燈"으로 形容되는, 外燈의 消燈을 잊어버리는 경우는 종종 볼 수 있다. 포토 스위치와의 併用이 가장 확실하나 주택의 外燈은 파일럿 램프附 點滅器를 사용하면 消燈을 잊는 것을 防止할 수 있다.

대규모 아케이트 설비 등에서는 타이머와 포토 스위치의 併用에 의해 저녁때 일제히 점등하고 영업종료시에 殘置燈만을 남기고 다른 것은 消燈, 다음날 아침 전부 消燈하는 方式이 편리하고 또 消燈을 잊는 것도 해소된다.

4·2·5 設計照度를 적절히

照度는 일이나 생활을 위하여 필요한 것으로, 電力節減이라고 해서 無定見하게 낮추어 버리면 본래의 照明의 뜻을 잃게 된다. 照度에 대해서는 KS 등에 여러가지 기준이 정해져 있다.

4·2·6 計算面積을 적절하게

照明計算의 光束法計算式에서는 「가로×깊이」의 面積이 거의 燈數에 비례한다. 따라서 平面圖上의 단순한 계산만이 아니고 방의 용도와 가구등의 배치를 잘 안 후에 계산하는 것이 좋다. 오피스 등에서는 흔히 방 벽면에 鐵製書類函 등이 진열되어 있고 그 위에 밝은 照明이 되어있는 것을 볼 수 있다.

4·2·7 器具 1대당의 램프光體를 높이도록

(1) 램프 効率이 높은 光源을 使用

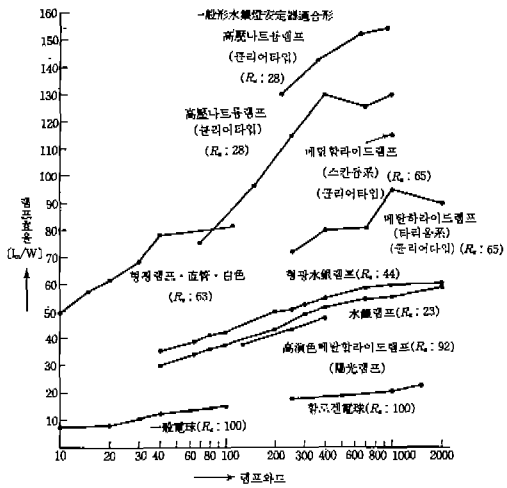
光源의 효율은 〔lm/W〕(루멘퍼와트)로 표시된다. 현재 電球, 형광 램프, 수은 램프, 메탈하라이트 램프, 高價 나트륨 램프 등이 실용화되고 있는데, **그림 4·9**에 各 光源의 램프 와트(가로軸)에 대한 램프 效率〔lm/W〕(세로軸)을 표시한다. 일상적으로 자주 보는 各種 光源에 이만큼 차이가 있는 것에 놀랄 것이다. 오피스나 점포에서 가장 많이 사용되는 형광 램프는 電球와 비교하면 형광 램프가 약 6배의 램프 效率이 된다. 屋外의 스포츠 照明이나 高運送路에 사용되는 高壓나트륨 램프는 154lm/W로서, 현재의 실용광원중에서 최고의 램프효율로 가장 시대적 요청에 적합한 電力節減形光源이라고 할 수 있다.

이제까지 논한 바에 의하면 결론은 高壓 나트륨 램프의 全面的인 使用이 가장 좋은 方法이 되겠으나 다시 한번 **그림 4·9**를 살펴보자. 各 光源 아래에(R_a : 00)이라는 數字가 기입되어 있다. 이 數字는 "平均演色評價數"라 하며, 色의 보임을 計數化한 것이다. 물론 100에 가까울수록 色의 보임이 좋다고 한다.

지금까지 램프 效率이 낮다고 한 電球가 R_a : 100인데 대해서 가장 램프 効率이 높은 高壓 나트륨 램프는 R_a : 28로서 반드시 좋지는 않다. 따라서 램프 效率과 演色性의 뉴언스가 照明設計의 중요한 포인트가 되므로 용도에 따른 光源의 選擇 "적재 적소"를 중요시 하여야 하겠다.

(2) 와트 數가 높은 光源의 채용을

다시 한번 **그림 4·9**를 보자. 같은 種類의 램프라도 와트 數가 높아지면 질수록 램프 效率이 높아지는 것을 알게 될 것이다. 예를 들면 10W의 형광 램프가 49lm/W에 대하여 40W는 78lm/W, 110W 高出力 형광램프는 81lm/W가 된다. 또 HIL 램프도 같은 경향이 된다. 400W 메탈할



註 : FL은 25℃ 100時間値, HID 램프는 100時間値.
R_a平均演色評價數로서 100에 가까울수록 연색성은 좋다.

〈그림 4·9〉 各種 光源의 램프와트와 램프 效率

라이드 램프가 80lm/W에 대하여 1kW는 95lm/W가 된다. 따라서 同一照度에서 여러가지로 와트 數를 변화시켜 設計하여 照度不均衡이 없는 범위에서 극력 와트 數가 높은 光源을 채택하는 것이 좋다.

4·2·8 照明率을 極力높게

照明率이란 光源의 全光束중 被照明面에 이용되는 率을 말한다. 따라서 照明設計上 이 수치가 높으면 높을수록 器具臺數가 경감되어 電力節減과 함께 設備量도 경감된다.

(1) 器具效率이 높은 照明器具의 채용을

照明率에 가장 큰 영향을 주는 것이 器具效率이다. 器具效率이란 光源의 全光束〔lm〕(루멘)중 器具밖으로 나가는 光體의 率을 퍼센트로 표시한 것으로, 물론 100에 가까울수록 高效率 照明器具가 된다.

표 4·5에 각종 40W 형광램프 2燈用器具의 效率과 同一算出條件에 의한 照明率을 표시한다. 乳白 커버 附 2燈用器具는 器具效率 57%로, 약

〈표 4·5〉 各種40W형광램프 2燈用器具의 器具效率과 照明率

形狀	器具效率	照明率
設置函	93%	0.84
逆三角形	93%	0.86
半埋入形	85%	0.79
H 形	83%	0.75
反射갓	84%	0.87
埋入形 (下面乳白 커버附)	57%	0.57
埋入形 (下面透明 프리즘커버附)	69%	0.74
埋入形 (下面開放)	82%	0.90

算出條件 : 室指數-3.0
反射率-천장 80%, 壁 50%, 바닥 30%

1개분의 光밖에 이용되지 않게 된다.

무드를 중요시하는 任員 會議室 등 이외에는 반드시 開放型器具의 채용이 바람직하다.

(2) 室內의 反射率을 極力 높게 하고 또 방이 큰 건축설계를

屋內의 照明設計는 前述한 光束法計算式에 의하여 하게 되는데, 計算上 필요한 照明率은 器具에 따라 다르고 또 천장·벽·바닥(被照明面)의 反射率에 따라서도 다르다. 당연한 일로서 各 反射率이 높은 편이 照明率이 높아지고 결과적으로는 器具臺數가 경감된다.

또 실내의 反射率과 동일하게 建築計劃에서 고려할 일이지만 극력 방의 크기를 크게 구성하여야 한다. 그렇게 하면 照明率이 높아지고 單位面積當의 器具臺數가 줄어든다. **표4·6**은 같은 천장 높이에서의 실내의 反射率과 방 치수의 상위에 따른 照明率의 변화를 표시한다.

電力節減을 위해서는 밝은 색상의 마감을 한 큰 방이 효과적이며, 표에서 보듯이 (i) 큰 방은 작은 방에 비하여 12%, (ii) 밝은 마감은 어두운 마감에 비하여 20%, (iii) 큰 방에 밝은 마감을 한 방은 작은 방에 어두운 마감을 한 방에 비하여 30%, 각각 照明用電力이 節電된다.

4·2·9 保守率을 극력 높일 것

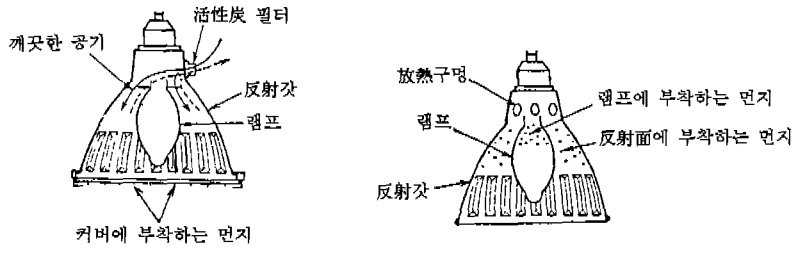
(1) 잘 더러워지지 않는 照明器具를 채용

保守率은 램프의 光束감쇠나 램프와 器具 등의 汚損에 의한 光束低下를 미리 예측한 係數인데,

〈표 4·6〉 反射率과 방치수의 차이에 의한 照明率의 變化

部室치수〔m〕				9×9	9×36
室指數				2.25	3.6
照明率	밝은 마감	反射率〔%〕	천장 80	0.75	0.85
			壁 50		
			바닥 30		
	어두운 마감	反射率〔%〕	천장 50	0.60	0.67
			壁 30		
			바닥 10		

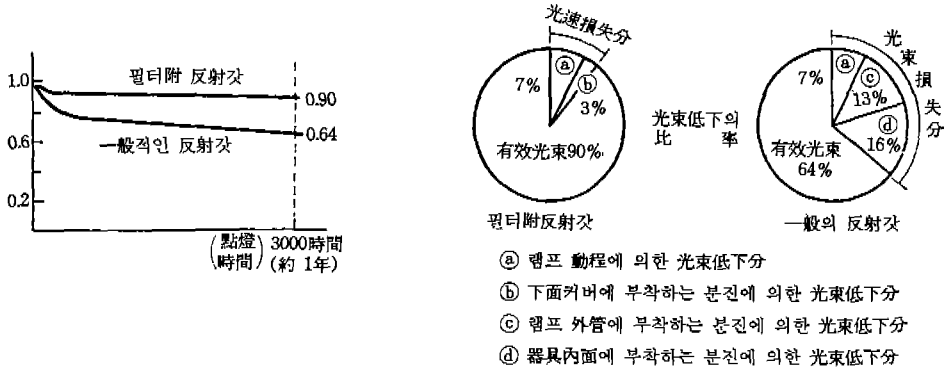
使用照明器具 : 40W 형광램프 2燈用埋入開放
光源의 높이 : 2m



(a) 필터附密閉形 高天障用反射갓 (b) 一般形의 高天障用反射갓

空氣의 흐름 ⋯→點燈時
→消燈時

〈그림 4·10〉 필터附 高天障用 反射갓의 淸淨效果



〈그림 4·11〉 一般高天障用反射갓과 필터附 高天障用反射갓의 保守率 比較(鑄物工場의 實測値)

保守率 0.5라고 하면 設備初에는 실제로 필요한 照明의 2倍의 設備를 하게 된다.

따라서 保守率은 1.0에 가까울수록 設備燈數가 줄고 電力節減設計가 된다고 할 수 있다.

粉塵이나 부식성 가스가 발생하는 工場 등에서는 필터 내장의 高天障用反射갓이 효과적이다. 이 필터는 램프의 점등, 소등에 의한 器具內 空氣 出入時 신선한 공기만을 器具內에 吸入하는 것으로, 그 淸淨效果의 해설을 그림 4·10에, 주물공장에서의 實測値를 그림 4·11에 각각 표시한다.

또 먼지가 많은 屋外에서 사용할 때는 필터附 投光器가 효과적이다.

(2) 保守計劃을 設計時부터

前述한 바와 같이 이 保守率은 램프의 光束低下나 램프·器具의 더럽힘에 의한 效率低下를 미리 추정하여 係數로서 감안하는 것이다. 따라서 준공후 램프 교환이나 기구청소가 계획적으로 실시되면 係數로서는 높게 設定하는 것이 가능할 것이다. 設計할 때는 經濟性도 고려하여 미리 交換方法(個別交換, 一齊集團交換, 個別集團交換)이나 램프·器具의 청소간격을 정하여 지도하여야 된다고 생각된다.

이상 "照明電力節減方案"을 設計하는 立場에서 해설하였는데, 여기서 주의하여야 할 것은 높은 效率을 올리기 위하여 照明本來의 목적이나 효과를 잃어서는 本末이 전도된다는 것이다. 設計를 하는 施設의 用途·目的·效果를 충분히 검토한 후에 "適光適所"를 기본으로 電力節減을 위한 設計를 推進하여야 한다.

〈다음 號에 계속〉