ビル施主の立場から†

専門会員 清水 寿栄次*

ビルにおける照明のエネルギーは、ビル全体の消費エネルギーの 30~40 %とされているが、国全体の総消費エネルギーに対しては、数パーセントにすぎない。したがって省エネルギーの要請に対する照明の負担は、他の部門に比してきわめて小さいのであるが、エネルギー節約という国家的要望に対しては、他部門同様十分に協力しなければならない。

その場合、あくまで照明の目的を損なわない範囲内であるべきで、いたずらに 1/4~1/3、はなはだしいときは、1/2 減灯というような、機械的、画一的な手段はさける必要がある。それは不適正な照明による生産性、安全、社会的モラルの低下の実例が、石油ショックに関連して採られた照明の Cut off 以来、各方面で相当顕著に

現われていることからいえる¹⁾²⁾。

照明を構成し維持するものは、設計および工事、光源および器具ならびに保守管理である。

まず、設計において省エネルギー時代にあって、照度基準に示された照度を、どの程度に守るべきかということである。巷間、今までの設計照度は高すぎる、省エネルギーに対応してたとえば、一般事務室の照度は、JIS 照度基準の照度範囲の下限 300 lx にすべきではないかとの説もある。表 1 は各国の照度基準の抜粋である³⁾。

この表の内容をよく考えるとともに、石油ショック前後にわたって調査された全国主要都市の 247 ビルの照明施設状況の回答では、事務室の照度の平均値は 588 lx であったこと⁴⁾、あるいは当時一時的におそらく 300~

表 1 各国の照度基準比較（事務室関係だけ抜粋）

日 本 JIS Z 9110-1975	ド イ ツ
照度段階 1,000 lx 照度範囲 1,500~700 lx	段 階 照 度
事務室 a (2), 営業室 設計室 製図室	4 120 lx
照度段階 500 lx 照度範囲 700~300 lx	5 250 普通の視作業；中くらいの対比で対象物の大きさが中程度のもの
事務室 b, 役員室 会議室 集会室 応接室 制御室など	6 500
	7 750
	8 1,000 むずかしい視作業；むずかしい対比で対象物が小さい
英 国	CIE
あ ら い の 作 業；あ ら い の 機 械 加 工 や 組 立 作 業 300 lx	分 類 推奨照度
普 通 の 作 業；事務室, 制御室, 中精密度の機械作業, 組立作業 500 lx	作業室の全般照明 300 lx } 限定された条件の視作業
やや細密な作業；細密な設計, 製図, 事務器械室, 中精度の機械作業と検査 750 lx	500 } 例：粗なる機械作業, 講義室
	750 } 普通の視作業
	1,000 } 例：普通の機械作業, 事務所
	1,500 } 特別な視作業
	2,000 } 例：彫刻, 織物工場の検査
米 国 IES	注 (英 国) 中年の人 (37歳ぐらい) を対象とした最低所要値
(a) 製 図 室 精密作業 2,200 lx	(米 国) 正常な視力をもった青年で最低照度値
一般作業 1,600	(ドイ ツ) 高齢者の多い所では, 1段階高くする
(b) 一 般 事 務 室 } 作業の内容により 1,600 1,100 750 330	(CIE) 高齢作業者については1段階高くする
(c) 個 人 作 業 室 }	(日 本) 年齢関係明記なし
(d) 会 議 室 重要な視作業 1,100	
会議だけ 330	

† From the Standpoint of a Building Constructor

* 関電産業株式会社

Sueji Shimizu

400 lx ぐらいに低減された所で、徐々に照度復活が要求され実行されている事実などより見て、一般事務室の設計照度は 500 lx を最低照度とするのが適切と思われる。もちろん役員室とか会議室などについては、執務の内容によってこの値よりやや下げるか、補助照明を併用するようにするのがよい。

次に、どのような光源を選ぶかである。近時、優秀な HID ランプが開発されたが、これをビル事務室に使うことは、1 灯当たりのワット数、器具の配光、室全般の照度分布、光色、まぶしさ、価格、点灯方法と定格照度に達するまでの時間などにおいて、まだかなりの問題がある。

一方、けい光ランプは、能率、光色などにおいて、性能の向上が進んできているし、何よりも低廉な価格で手軽に入手できることが有利である。したがって現在ではやはり一般事務室では 40 W、または 110 W けい光ランプを使用するのが妥当であろう。したがって省エネルギーの観点から、40 W か 110 W のいずれを使用するかを、経済面ないし管理面より比較検討し決定する。かつ器具はなるべく器具効率のよいものを選ぶのであるが、許されるならば、半埋込みカバー付き→半埋込み下面開放形→H 形→つり下げ形などと、種々比較検討して決定する。

ただ、外国では 10 ft (約 3 m) の天井高の部屋で、水銀灯、けい光ランプ、メタルハイドランプを使用した場合の比較計算がなされ、メタルハイドランプが、最も電力消費量も少なく、年経費においても最少であることが発表されているのは⁵⁾ 注目すべきことである。

照明の手法については、米国でも従来多用されていた光天井や、アクリルカバー付き照明器具の多数配列に代わって、バップルまたはコーニッシュ構造と、裸のけい光ランプを併用した方法や、移動可能な器具とトロリーダクトを併用して、必要な箇所に照明器具を配置するような今までの全般照明方式より変わって、省エネルギー照明に沿った手法を採用している所がある。

また、一つの手法である“Task Lighting”に関連して、ESI (Equivalent Spherical Illuminance) ということが提唱されている⁶⁾。また、この考え方に対応する“Twin Beam”または、“Bat Wing”の配光曲線を有する器具を使用し、目に反射光のはいらないようにすれば、従来の高照度の全般照明にだけたよる場合に比し、少ない電力でよい照明が得られるといわれている。確かに“Task Lighting”方式を適用すれば、電力は少なくともすむであろうが、米国とわが国とでは、執務環境、事務スペース、あるいは仕事の管理体制などに相当の相違があり、またこれに適合する什器にしても、通常のものに比べ数倍を要するともいわれているし、また ESI の

考え方には、なお検討されるべき点があるようであるから⁷⁾、一概に適用するかどうかはよく実情に応じて考えなければならない。

表 2 Task Lighting 計算例

項目	場 合	器具	所要照度 (lx)				注
			500	750	1,000		
設備器具数	天井灯だけ	FL40W×2	38	56	75	半埋込み	下面開放形 スタンド
	天井灯スタンド併用	FL40W×2	8	27	45		
		FL15W×1	42	42	42		
消費電力 (W)	天井灯だけ	FL40W×2	A 3,649	5,376	7,200	@ 96W	
	天井灯スタンド併用	FL40W×2	768	2,592	4,320		
		FL15W×1	840	840	840	@ 20W	
		計	B 1,608	3,432	5,160		
設備器具価格 (円)	天井灯だけ	FL40W×2	C 539,600	795,200	1,065,000	@ 14,200円	
	天井灯スタンド併用	FL40W×2	113,600	383,400	639,000		
		FL15W×1	180,600	180,600	180,600	@ 4,300円	
		計	D 294,200	564,000	819,600		
比 率		B/A	0.44	0.64	0.72		
		D/C	0.55	0.71	0.77		

注 1. 室の広さは 14 m×21 m 天井高さ 2.6 m
反 射 率 天井 80% 壁 60% 床 20%
器 具 天井灯 FL40W×2 下面開放形
スタンド FL15W×1

2. 1 人当たり床面積 7 m² 人員 42

簡単な器具を用いた単純な Task Lighting について試算すると、表 2 のように 30~50 % の省電力を得られる (ただこれは、ESI の考え方ははいていない)。したがって、個室的な執務のとき、製図室、タイプ室などで、事務室として比較的個定的な所または、後から照度追加が必要となった場合には、考慮すべき方式であろう。

“明かるくつけて、こまめに消す”，これが省エネルギー照明の基本の一つである。このためには電灯回路をできるだけ多く分け、必要に応じて点滅することとする。回路の開閉は、使用者の意志により自からが行なうのが好ましいが、その実効はなかなか上がらず、経験によれば、昼間休みにおける消灯率は期待値の 1/3 以下であった。このような場合には、タイムスイッチを使用するのも一法である。また、窓ぎわ照明の点滅も、人為的にはなかなか励行できないので、自然光を受光して働く光電装置による自動制御装置をつけることなどが試みられている。これらの装置によって、必要照度を確保し省エネルギーとなり、かつ節約された電気料金で、設備費は数年で償却できることになっているが、受光素子の設置場所については、建物の環境、目的などを十分考慮しないと、所期の目的を達せられない場合がある⁸⁾⁹⁾。

照明のエネルギーの節約のためには、建築との協力も求めなければならない。

一例として、室内の仕上げ材には反射率のよいものを採用してもらふ。これによってたとえば天井、壁、床の反射率を各々 50 : 30 : 20 の場合と、80 : 60 : 20 の場合では約 10 % の灯数の減となる。また空調や衛生給排水設備との協調も考える。照明熱を室内よりすみやかに排出する照明熱帰還あるいは排出方式を採用すれば、これまた 10 % ぐらいの電力節約となる。冬期においては、照明熱はかえって暖房に寄与する。照明排熱を他の排熱とあわせてヒートポンプの熱源とし、温水供給を考えることが、照明熱発生の大きい放送局、電子計算センターなどで試みられているし、少し目標は違うが、便所などにおける光電管利用による電灯点滅やシスターン用水の制御なども試みられている。

次に考えられることは、保守管理の励行である。これには、ランプの交換、器具の清掃がある。ランプの交換は、人件費の高騰により高天井の場所や設置灯数の多い百貨店などでは、個別交換より集団交換のほうが有利とされる場合もあるが、一方、資源愛護の見地から交換ランプの有効利用を心掛けなければならない。

清掃については、照明エネルギーの有効利用ということのほかに、清掃による照度増加により、生産性、安全性の低下防止に役立つことを考えるならば、清掃費用はそれによって得られる利得をはるかに上回るものである¹⁰⁾。

清掃などの励行は、なかなか行なわれにくいものであるが、このような意義づけを感じ、JIS 基準になるべく近づけるよう、ビルオーナーおよびテナントに働きかけその同意を得ることが必要である。

照明の省エネルギーの手法などについては、種々の勧奨がなされている。これらの実用化、普遍化をはかることがたいせつである。表 3 はこれらの抜すいである。

表 3 省エネルギー照明に対する種々の勧奨とその一部の要約

1. 照明学会・照明普及会 省エネルギー照明のための 7 つの手法 省エネルギー照明		
2. 国際照明委員会の声明		
3. 米国 IES “12 項目の照明エネルギー節約対策”		
4. 米国 NBSIR (The National Conference of States on Building Codes Standards ; 連邦建築基準審議会) 74-452 Feb. 27 1974 新設ビルに対する省エネルギーのための設計および評価基準 ¹¹⁾ 照明の項		
作業照明	(1) 作業照明 (Task Lighting) の照度は IES 基準以下とする。また回路ごとに開閉器をおく	人員密度 4.6m ² /人以上の部屋には適用せず
その他の照明	(1) 一般照明は作業照明の 1/3 とする。 (2) 非居住区の照明は、一般照明の 1/3 とする。	階段、廊下、便所など
照明設計条件	(1) 初期反射率：天井 80% 壁 50% 床 25%	反射率のよいものを使用したとき

	(2) 損失条件：清浄空気、年 1 回清掃、焼損係数 1、復元係数 1 (3) ランプ効率(パラスト損失を含む) 40 lm/W 以上	は、それに比例した照度にあげてよいが、悪いときには所要照度を得るために入力を増すことはできない。
外部照明	(1) 500 W または、内部照明合計の 1 % のうち、大きいほうをとる。	ネオンサインおよび建物照明に適用
排熱利用	照明器具からの排熱を暖房用として回収するときは、その回収熱の 1/2 相当の電気エネルギーを追加使用してよい。	回収効率は 50 % 以上とし、回収熱が冷房負荷とならないこと

5. 米国 ASRAE 規格 99-75¹²⁾

Energy Conservation in New Building Design

照度レベル基準	IES Lighting Handbook 第 5 版および ANSI Standards による。	
全 般 照 明	全般照明の平均レベルは、そこで行なわれる作業レベルの 1/3 を用いる。ただし、いかなる場合でも 20 FC 以下にしてはならない。	
重要でない場所の照明	特定の視作業のない通路や休憩所においては、平均照度レベルは、全般照明の 1/3 とする。ただし 10 FC 以上とする。	
反 射 率	初期の表面反射率は、天井 80%、壁 50%、床 20% とする。	
照明設計と管理	(2) 清掃とランプ取り替えのスケジュールをたいせつに考える。 (3) 作業場が 100 ft ² 以上のときは、作業の終了時には 1/2 以下に減灯し、空室のときは開路する。	

6. 米国 GSA (連邦管財庁) -1976

ビル新築の場合の省エネルギー指導書

照明関係 53 項目の抜すい、○印はマンチェスター新連邦庁舎に採用、番号は項目番号

- 1 照明は実床面積 1 ft² 当たり、2.3 W (約 25 W/m²) あるいは、それ以下で設計すること。
- 3 照明設計において高い利用率と維持率をとって行なうようにし、また使用者には、器具を清潔にしランプを早い目に取り替えることを指導する。
- 4 暖房あるいは冷房負荷との関係において、差引きエネルギーの節約が可能なときは、自然光を利用する。
- 7 人工照明と自然光を関連連させて考える (それは各々を単に重複させるよりは優れたものになる)。
- 8 室内の仕上げ面は高い反射率で、つや消しの表面を持った明るい色のものを使用する。壁の色は明るい反射率が約 60%、天井はなるべく白いものとする。
- 9 机の天板や、ファイリングキャビネット、あるいは視界にある限りの他の仕上げ面は、明るいつや消しのものを用いる。
- 10 幾何学的 (画一的) なものより、視作業に適した照明器具の配列を考える。
- 11 器具を机に取り付ける方式では、余分の反射ができるだけないように、机の上に直接取り付け。
- 14 什器や、室の使用目的の変更に対応して光の集中使用をはかるため、移動できる照明器具を使うことを考える。
- 17 同じような仕事をする室で、最大の照明の効率と配線方式を持つように、グループ分けする。
- 21 視作業をする面に隣接する面の輝度を 1/4 まで減少させる。ただし、10 FC より小さくはしない。
- 23 仕事のための照明を設計する。
- 24 使用者の要望と照明の方法を検討し、各自の仕事に対する照明のワット数を減らすこと。
- 26 作業面と背景との間のコントラストは、8 : 1 または 10 : 1 のように大きい比となるよう考える。
- 27 什器に組み込まれ、低い輝度に保たれる Task Lighting を考えること。

- ②⑨ 水平の作業面に対して、主たる光の分力が斜方向よりあって、作業面で最大の ESI 照度が出る器具を考える。
- 31 任意の時刻に、昼光の量によって変化あるいはシャ断できる（おそらく光電管を持って自動的に）開閉装置を持った窓ぎわの人工照明を用意する。
- ③⑩ ごくわずか、あるいはまれに使用する場合には（安全を害さない程度で）自動的に照明を落とすタイマーを設ける。
- ③⑪ 多重拡散板、放物線形反射板あるいは、“Bat Wing 形”の光分布を持ったルーパまたは照明器具を用いる。これらは低輝度の特性を持つからである。
- 39 ルーメン当たりワット数を減ずる高周波点灯を考える（これはバランスの熱損失とランプの寿命を長くする付加価値がある）。
- 40 ランプの性能の向上と、事務室に対する熱の発生を減少し、また冷房負荷を減少させるため、照明器具の冷却を考える。
- ④⑫ 下記のようなワット当たりルーメンの多いランプを使用する。
- 2本の 4 ft ランプの代わりに1本の 8 ft のけい光ランプ
 - 2本の 2 ft ランプの代わりに、Uチューブランプ
 - タイプライタの仕事のように、ごく局所的な照明を除き、すべての白熱灯の代わりにけい光ランプを
- ④⑬ 什器の配置の変化に適合して移動可能な可動の照明器具に適した配線方式を考える。

最後にユーザの立場から、省エネルギー照明についての意見を総括的に述べたい。

(a) 建築、空調、衛生、電気など、他の部門との関連も十分考慮したバランスのとれた、よりきめの細かい適切な“照明の省エネルギー設計基準”を作成されたい。

(b) 省エネルギー設計、および工事に適合したよりよい資材（ランプや器具など）と、工事方法の開発と提供を望みたい。

(c) 省エネルギー優先の立場に立てば、経費の増額を覚悟してでも協力すべきであるが、これが達成を容易に

するために、米国のようにボーナス的配慮がされることが望まれる。

(d) 省エネルギーについて、テナントに十分な協力を得られるよう PR するとともに、省エネルギー工事の施工、保守管理の向上に努め、適切照明の保持と省エネルギーという目的に対して、その双方を矛盾することなく適合さすように尽力すべきである。

参 考 文 献

- (1) Elect. Review 199-12 (1976) 24
- (2) Internat. Lighting Rev. 27-2 (1976)
- (3) 照度基準調査専門委員会報告：照学誌 59 8 (昭50) 22
- (4) 太刀川三郎：照学誌 59-2 (昭50) 38
- (5) Light. Des. Appl., Feb. (1976) 10
- (6) Elect. World Feb. 15 (1976) 76
- (7) 松浦ほか：昭52-11 電気関係学会関西支部連合大会 シンポジウム S8
- (8) Elect. World May 15 (1976) 116
- (9) 中坊俊夫：照学誌 61-9 (昭52) 24
- (10) 清水寿栄次：生産と電気 (昭52-4)
- (11) 清水邦雄：空調衛生工学誌 49-11 (昭50) 22
- (12) 空調衛生工学誌 51-2 (昭52) 81

(受付 1977 年 11 月 30 日)