建物の窓際照明の制御による 省エネルギー効果の一考察†

専門会員 中坊 俊夫* 佐々木 武** 中島 裕介**

1. はじめに

1974 年秋に突発した石油ショックを境いに、世界のエネルギー事情は、それまでの高度成長時代とは本質的といつてよいほどの変貌をとげ、その結果、各方面で省エネルギー化の必要性が声を大にして呼ばれるようになった。このことは、照明分野においても例外ではなく、合理性をもった省エネルギー対策の立案は、今後われわれに課せられた一つの大きな課題であるといつても差し支えない。これについて筆者は照明に対する昼光の最大限利用がその方策の一つであると考えて、昨秋開催の電気三学会関西支部連合大会シンポジウムにおいて、「省エネルギーの一環としての窓際照明制御に関する一考察」と題して、私見の発表を行なう機会を得た。

この論文は、そのときの説明に一部修正を加えてとりまとめたものである。なおこの考察は、1963 年の国際照明委員会以来、新しい照明のあり方、最適化照明の研究として世界的な注目を浴びた PSALI 研究、そして照明学会関西支部 PSALI 設計技術研究委員会が、昭和 49 年初頭に発表した結果報告「昼間の合理的照明設計（新しい PSALI）」とは、あとで述べるように基本的な考え方の一部に若干の相違があること、およびその点が今後の議論の予地であることをあらかじめお断わりしておく。

2. 照明制御の空調設備に及ぼす影響と建物の消費エネルギー

照明制御が、建物の空調設備に及ぼす影響を夏の冷房時に例を引いて概念的に説明すると次のとおりである。

夏に室内照明の一部を消灯すると、室内空調負荷は消灯された照明器具の発生熱分だけ減少することになるので、冷凍機にかかる負荷はそれだけ少なくなる。

冷凍機とその補機からなる熱源が、現在最も普遍的に

採用されている蓄熱運転方式……冷凍機でつくり出された冷水をいったん蓄熱槽と称する水槽にたくわえ、このたくわえられた冷水をポンプで汲み上げて、系統ごとに各階に供給するような方式……による場合は、冷凍機の運転時間が減少する。

冷凍機に要求される冷熱負荷は、そのときに気象データがあらかじめわかれば、これをインプットデータとして、電算機でシミュレーションすることができる。そして冷凍機の所要運転時間は、このシミュレーション結果に、後述の計算式を適用して予測することができる。

それと同時に、上述の消灯が昼光との関連のもとに計画的に行なわれる場合は、室内負荷もまた消灯の程度に応じて全体的に低下することになるので、室内空調負荷の最大値をもとに容量決定される蓄熱槽以降の各階空調系統の機器、すなわち各階空調機、循環ポンプなどの定格容量は、最大負荷減少分だけ理論上小さいものとすることになる。そしてこれらの各階空調系統の機器は、その系統の冷房が行なわれつつある間は、運転を止めることができないので、定格容量の減少は同時にその系統の省エネルギー化につながることをいえる。

ついでながら説明を付け加えると、室内負荷の変動に対するこれらの機器の対応のしかたは、冷却コイルに通ずる冷水量を、バイパス方式などにより加減する方式が一般的で、この方式では機械の消費電力は、室内負荷変動に関係なくほぼ一定である。

したがって、もし上記の各階空調系統の機器の運転状況が、何らかの方法で統計的に明らかにされれば、上述の冷凍機所要運転時間の予測とあわせて、首題の照明制御による省エネルギー効果の推測が可能となる。

これに関して、最近大阪大林ビルのエネルギー消費状況が、ビル設備の総合監視（制御）と研究用の両目的を兼ねたデータロその他によって、比較的良好に解明することができた。表 1 はこの建物の真夏の一日の設備項目別エネルギー消費状況を示している。

この表で、熱源の冷凍機のかわりにヒートポンプなる用語が用いられているのは、この建物が暖房用ボイラ設

† Discussion on the Energy Saving Effect of Controlling the Window-Side Lighting in Buildings

* クラレンスエンジニアリング㈱ ** ㈱大林組

Toshio Nakabo, Takeshi Sasaki, Hiroyuki Nakajima

表 1 大阪大林ビルにおける電力消費の状況(昭50.8.6の例)

負荷の種類	設備容量 kW	消費電力 kWh/day	消費電力 比率の %	単位容量当 たりの消費電力 kWh/ kW-day
空 調 熱 源	991	12,275	34.1	12.39
空 調 二 次 動 力	1,320	8,562	23.8	6.48
照明 (差込みコンセント を含む)	1,059	9,465	26.4	8.94
昇 降 機	638	1,800	5.0	2.82
給排水、衛生動力	507	1,200	3.3	2.37
電 算 機、事務用動力	362	2,651	7.4	7.32
合 計	4,877	35,953	100	7.37

備考 1. 差込みコンセントには、ファンコイル、ユニット(60kW)を含む

2. 空調熱源=ヒートポンプ+クーリングタワー+熱源ポンプ

3. 合計容量には常時運転されない防災用機器動力分を含まない

注 空調設備のうち、空調熱源を除く機器(各階空調機ファンコイルユニット、換気用動力など)を空調二次動力と総称する。

備を省略して、夏の冷房用の冷凍機を、冬の暖房目的に再使用するための逆サイクル切替え方式、いわゆるヒートポンプ方式が採用されているためである。

この表について、多少の説明をつけ加えると次のとおりである。

まず空調熱源の消費電力は、建物全体の34%余であるが、これに各階空調系統の設備および換気設備……ここでは空調二次動力と略称している……を加えると58%と、広義の空調に属する設備の消費電力は、建物の全消費量の過半数を占めている。

このことは建物の省エネルギー化対策上、空調設備の合理化と、そしてこれに密接に関係する建物内外装の断熱性の向上の二つが何よりもたいせつな要素であることを示している。

次に照明(差込みコンセントを含む)に消費される電力は26%余で、省エネルギー化の一環としての首題の

ような照明合理化が、これに劣らず必要であることを示している。

以上の負荷設備に比べて給排水衛生設備、昇降機その他事務用機器などが消費する電力は、合計設備容量が全体の31%近い割には小さく15.7%に過ぎない。

表にはまた1日分のkW当たり消費電力が記載されているが、もし仮りに各設備の負荷率が100%であると仮定すると、この数字をそれらの設備1日分の稼働時間平均値に置き換えることができる。この値をここでは消費エネルギー基準値と略称し、熱源機器を除く各設備の消費電力計算上の基礎データとして用いる。

なお、シミュレーションのためのインプットデータとしては、空調衛生工学会の手になる唯一の公式資料である1966年度東京地方気象データを用いることとする。

3. 対象とする建物の概要と昼間の室内照度

この考察を行なうにあたり、筆者はまず地上19階、地下2階、延面積24,556m²のモデル建物を想定した。

図1はこの建物の基準階平面と、その室内天井器具の配置を示している。照明器具は下面開放形FL40W×2の器具が、建物の北側事務室の天井に60台埋め込まれ、机上面の平均照度は計算上540lxとなっている。南側事務室についても同様である。

また室の空気調和と密接な関係をもつ建物の外装は、採光用の窓が右側の図に示すように、南北全面にわたって設けられ、そしてこの両面は、アルミ製カーテンウォールが採用されている。これに対して窓のない東西両側はショックベトンによる外装となっている。

図に記載がないが、建物の諸設備の方式は、空調設備

建築概要 階数 地上19F 地下2F, 延面積 24,556m², 基準階面積 1160.33m²
外装 南北面 アルミカーテンウォール, 両側 ショックベトン

図1 基準階平面図と照明器具の配置

を始めとして、他のものについても大林ビルと基本的には非常によく似ている。

次に自然採光によるこの室の床面の明るさを、夏のよく晴れた日を対象として逐点法により求めたものを図 2 に示している。

図 2 事務室内の照度分布

計算にあたっては、天空輝度を $10,000 \text{ cd/m}^2$ としているが、この値は PSALI 設計技術研究委員会が計算上の基準値として推奨している値によっている。

この曲線上に示された各点の平面上の位置は、窓面から中央コア部の壁までの床面で、かつ窓中心延長線上の諸点である。

図にはまた、上述の自然採光による照度とあわせて、天井灯を全点灯した場合、およびそのうちの一部を窓際に限定して消灯したケース 2 例についても図示している。

全点灯の場合と対比しながら、一部消灯の影響をみると、室の中央部付近、窓からの水平距離 5、6 m の位置から内側では、消灯による床面照度への影響はわずかで、コア一部分に近づくにつれて照度の差はしだいに小さくなる。

これと反対に窓際付近では当然のことながら、照度差はしだいに開いて自然採光の状態に近くなり、その結果として一部消灯の場合の照度曲線は、全点灯の場合よりも全体として下方に寝た形となる。

このことを PSALI で示されている内容と比較してみると、PSALI では比較的奥行のある室の照明は、従来の夜間を対象とした照度決定方法に加えて、昼間のシルエット現象の防止と、モデリングの改善を考慮した方法が加味されなければならないこと。その結果として特に窓際においては、全般照明の一部増強が必要となることなどを提唱している。このことは、冒頭に記した照明の質的改善を意味しているのであるが、窓際の照明制御の考え方は、この点で PSALI と基本的な相違点がみられることになる。

しかしながら美術館、店舗などの特殊照明を除けば、現在の省エネルギー化促進の一般状況からみて、上述の質的な点は、ある程度がまんせざるを得ないのではないか。そして同時に筆者はこの昼間の窓際照明制御の考えは、PSALI 研究の発端となった 1959 年のホブキンスの提案「昼光と人工光の総合照明設計」の中でふれている、「昼光の程度に応じた窓際照明の一部消灯の必要性」の思想……その後修正されているが……にある意味で一脈通じる点があるようにも思う。

4. 晴天の夏の日の照明制御によって得られる省エネルギー効果

前 3 項で述べたモデル建物の室内空調負荷を、前述の気象データによってシミュレーションした結果は表 2 のとおりである。

表 2 建物に要求される空調負荷と照明制御の関係

点灯の条件	基準階事務室における消灯率 %	空調負荷 Kcal/day	ヒートポンプ運転所要時間 h	空調負荷節約率 %	冷房時間中の最大負荷 Kcal/h	同左の減少比率 %
全 点 灯	0	14,155,500	8	0	68,290	0
基準階窓側 1 列消灯	20	13,902,500	7.86	1.79	66,900	2.04
同上窓側第 1 列および第 2 列のうち 1 列消灯	30	13,775,600	7.79	2.69	66,210	3.05

備考 ヒートポンプの容量 650 US, RT 1 US, RT=3,024 Kcal 蓄熱槽容量 680 m³, 同最大蓄熱容量 4.28 Gcal, 同熱損失 10% (空調学会昭和 41 年 8 月 12 日東京地方気象データのシミュレーションによる)

地上部分の基準階事務室の窓際照明を、前述のような方法で消灯して、その室内全般照明の 20 および 30 % 相当分を節電したとき、建物全体としての空調負荷は、百分率でそれぞれ 1.8 % および 2.7 % 程度減少する。

一方、空調負荷の処理のためにヒートポンプが必要とする運転時間は次式で与えられるので、これによって上記の負荷の減少に応じた運転時間を、それぞれ計算することができる。

$$H = \frac{Q}{3,024 \times 10^3 P \eta}$$

H : ヒートポンプの所要運転時間 (h)

Q : 空調期間中の建物の熱負荷の合計 (Kcal)

P : ヒートポンプの出力 (U.S ton)

η : 蓄熱槽の効率 (%)

表 2 に空調負荷とともに、ヒートポンプ運転所要時間として記載されたものは、上式により計算した結果である。全点灯時に 8 時間、窓際第 1 列目の全部 (室内照明の 20 % 相当分) を消灯した場合は 7.86 時間、この消灯に続いてさらに第 2 列目の器具のけい光ランプ 各 1 本 (同 30 % 相当分) を追加消灯した場合には 7.79 時間となる。

このヒートポンプ所要運転時間を熱源機器の容量に乗ずるとともに、他の諸設備についてはそれぞれの設備容量に、前第2項の消費エネルギー基準値を乗じて、建物全体の消費電力を推定すると表3のとおりで、その合計値は約15,870 kWh/day程度となる。

表3 建物の推定消費電力(全点灯時)

負荷の種類	設備容量 kW	消費エネルギー基準値 kWh/kW-day	推定消費電力 kWh/day
照明(差込みコンセントを含む)*1)	319	8.94	2,852
空調熱源	707	8.00*2)	5,656
空調二次動力	723	6.48	4,685
換気用動力	183	6.48	1,186
給排水衛生動力	94	2.37	223
昇降機	213	2.82	1,272
消火ポンプ、排煙ファンほか	317	0	0
合 計	2,556	6.21*3)	15,874

備考 *1 照明制御の対象となる基準階事務室(1~18階)の設備容量は218kW

*2 表2のヒートポンプ運転所要時間による。

*3 推定消費電力よりの逆算値

また、消灯による省エネルギー効果を求めるために、空調熱源にはその設備容量に表2の節約率を、空調二次動力には同減少比率を乗ずるとともに、照明負荷に対しては表3の備考*1、地上基準階事務室照明設備の合計容量に前述の消灯率をそれぞれ乗じて一欄表にすると、表4のとおりとなる。消灯率が室内全般照明の20%、および30%である場合の省エネルギー効果は、百分率にしてそれぞれ3.7%および5.5%程度となる。そしてその中で空調設備によるものは1.24%、1.86%と全体の3分の1程度の寄与率となっている。

なお、空調二次動力の計算に際して負荷の節約率を用いないで、冷房中の最大負荷減少率を用いたことについて

表4 窓際照明制御による省エネルギー効果

照明制御の条件	負荷の種類	計 算 式	省エネルギー量 kWh/day	節約率 %
窓側第1列消灯	照 明	$\text{kW} \times \text{kWh} \times \frac{20}{100}$ $218 \times 8.94 \times \frac{20}{100}$	390	2.46
	空調熱源	$\text{kWh} \times \frac{1.79}{100}$ $5,656 \times \frac{1.79}{100}$	101	0.64
	空調二次動力	$\text{kWh} \times \frac{2.04}{100}$ $4,685 \times \frac{2.04}{100}$	96	0.60
	合 計		587	3.72
窓側第1列および第2列のうち1灯消灯	照 明	$\text{kW} \times \text{kWh} \times \frac{30}{100}$ $218 \times 8.94 \times \frac{30}{100}$	585	3.68
	空調熱源	$\text{kWh} \times \frac{2.69}{100}$ $5,656 \times \frac{2.69}{100}$	152	0.96
	空調二次動力	$\text{kWh} \times \frac{3.05}{100}$ $4,685 \times \frac{3.05}{100}$	143	0.90
	合 計		880	5.54

備考 * 照明制御の条件を空調設備設計時点であらかじめ計画に折り込むことができるので、空調二次動力用機器の容量はピーク負荷減少分に比例し、したがって省エネルギー量もまたこれに比例するものとみなしている。

ては、第2項の説明を参照されたい。

5. 年間あるいはシーズンを通じてみた省エネルギー効果

前第4項は、真夏の特定の日の計算例についてのものであるが、省エネルギー対策上からみるとむしろ年間または、それぞれのシーズン期間中の全消費電力に対する効果を検討することがより必要である。

この計算は前項のように簡単ではなく、次のような項目についての仮定、あるいは統一見解が必要となる。

すなわち、曜日、たとえば土曜および日曜、祭日などに対する建物の営業時間の見方、四季および天候によって変わる昼光利用の考え方などである。ここでは、曜日に関する事項については、原則として土曜日の営業時間は5時間、日曜、祭日などの休日は原則として休館されること。そしてこれらの休館時間帯においては、建物の諸設備は全部休止するものと仮定する。

次に四季および天候に関する事項については、空調衛生工学会の気象データにある日射関係データを用いて次のような仮定を設ける。

(イ) 照明制御は晴天、および薄雲の日に限定してこれを行なう。

(ロ) 晴天および薄雲の日と、雨天または曇天の日の区別は、法線面直達日射量、および水平面日射量に限界基準値を設けて電算機で判別する。

(ハ) 夏期に比べて、日射時間の少ない冬および中間期の消灯終了時刻(点灯開始時刻)は、水平面直達日射量から上記に準じた限界基準値を仮定して推定する。

表5は以上の仮定に基づいて、昭和41年度東京地方の各シーズンごとの照明制御可能日数、および各シーズン中の平均制御時間を求めた結果である。なお表の摘要欄には、参考までに電算機のインプットデータとした上述の限界基準値の仮定をそれぞれ記載している。

この計算によると、年間の制御可数日数は合計179日で、この年の日曜、祭日を除く全日数の59%に当たる。またこの制御日数を6月~9月の冷房シーズンについてみると50日程度で、年間の場合と同様日曜、祭日を除くシーズン通算日数の49%弱と非常に少ない。残念ながら、何がゆえにこのような結果となったか明らかにすることができないが、この年は、たまたま例年になく雨の多い年に当たるのか、もしくは仮定の(イ)および(ロ)に示された仮定、特に限界基準値が適切さに欠けているかなどの点について、今後の研究が必要であると考えている。しかし計算上ではどちらかというところ、安全サイドにあるので、この数値をもとに今後の計算を進めることとする。

表 5 気象条件と窓際照明制御の関係

昭和41年空調学会気象データより類推(東京)

空調シーズン 月/日	曜日の区分	シーズン通算日数		窓際照明制御時間	摘 要
		合計日数	照明制御可能		
夏 期 6/1～9/30 冷房シーズン	平 日 土 曜 日曜、祭日 小 計	86日 17 19 122	43日 7 — 50	平日 8:30～17:30 9 H 土曜 8:30～13:30 5 H	1. 窓際の照明制御は、晴天および薄曇りの日に限り行なわれるものと仮定し、かつ晴天もしくは薄曇りの判別は下記によるものとする 法線面直達日射量が最低 Ind 以上で、その値が5時間以上継続されるか NO → 水平面天空日射量が最低 Ihs 以上で、その値が5時間以上継続されるか YES → 晴天 NO → 雨または曇り 薄曇り 夏 中間期 冬 Ind (Kcal/m ² -H) 500 450 400 Ihs (") 200 120 100
冬 期 12/1～3/31 暖房シーズン	平 日 土 曜 日曜、祭日 小 計	83 16 22 121	61 14 — 75	4か月平均値をとる 平日 8:30～16:00 7.5 H 土曜 8:30～13:30 5 H	
中 間 期 4/1～5/31 換気だけ	平 日 土 曜 日曜、祭日 小 計	42 8 11 61	24 5 — 29	2か月平均値をとる 平日 8:30～16:00 7.5 H 土曜 8:30～13:30 5 H	
同 上 10/1～11/30 同 上	平 日 土 曜 日曜、祭日 小 計	40 9 12 61	22 3 — 25	2か月平均値をとる 平日 8:30～15:45 7.25 H 土曜 8:30～13:30 5 H	
年 間 合 計		a 365日	b 179日	b/a = 49%	2. 窓際照明の制御時間は水平面天空日射量により類推 例 冬期 Ihs 最大値 115 Kcal/m ² -H 最終制御時間15:30と仮定し、そのときのIhs=75 Kcal/m ² -H

5.1 冷房シーズン

6～9月の冷房期に、照明制御が空調負荷に及ぼす影響について、第4項よりも最近の新しい建物の実情により近い750 lxの室内照度の条件下でシミュレーションにより求めると、表6のとおりとなる。基準階事務室の照明の20%を制御することによって建物の空調負荷は2.51%減少し、そしてこの冷房期間中のヒートポンプの運転時間は11時間分だけ短縮される。この結果から第4項に準じて建物のシーズン中の予想消費電力量を算出すると表7のとおりであり、また期間中の照明制御による省エネルギー効果は、この消費電力量に対して表8

表 6 冷房シーズン中における空調負荷と期間中におけるヒートポンプ運転延時間数の推定

照明の条件	空調負荷 Kcal×10 ³	ヒートポンプ 運転所要時間 h	節約比率 %
全 点 灯	786.036	444	0
基準階窓側1列制御	766.299	433	2.51

表 7 冷房シーズン中における消費電力の予想

負荷の種類	容 量 kW	消費エネルギー 基準値 kWh kW-day	消費電力 kWh		
			平 日	土 曜	計
照 明	455	8.94	349,822	38,675	388,497
熱 源 機 器	707	4.44*	313,908		313,908
空 調 二 次 動 力	723	6.48	403,555	61,294	464,829
換 気 用 動 力	183	6.48	102,140	11,217	113,357
衛生、給排水動力	94	2.37	19,159	2,104	21,263
エ レ ベ ー タ	213	2.82	51,657	5,672	57,329
合 計	2,375	—	—	—	1,359,183

備考 1. * 表6参照のこと。
2. シーズン中における平日、および土曜日の合計日数は表5参照のこと。
3. 土曜日の消費電力は平日分に換算係数を乗ずるものとした
換算係数 = $\frac{\text{土曜日建物使用時間}}{\text{平日同上}} = \frac{5}{9}$

表 8 照明制御による冷房期間中の省エネルギー効果

負荷の種類	計 算		省エネ 量 kWh	節約比 率 %
	平 日	土 曜		
照 明 負 荷	$\frac{1355 \text{ kW} \times 8.94 \text{ kWh}}{43 \text{ 日} \times \frac{20}{100}} = 27,294$ $\frac{355 \text{ kW} \times 8.94 \text{ kWh}}{7 \text{ 日} \times \frac{20}{100} \times \frac{5}{9}} = 2,488$		29,782	2.19
空調熱源負荷	707 kW × (444 H - 433 H) = 7,777		7,777	1.27
空調2次動力	$\frac{464,829 \times 2.04}{100} = 9,482$		9,482	
合 計	—	—	47,041	3.46

備考 *1 照明設備のうち基準階事務室部分の負荷。

*2 表4備考欄参照。

に示すとおりとなる。

建物に予想される消費電力量は、シーズン通算で約1,360×10³ kWhで、これに対し前述のような計画的な照明制御を通じて省エネルギー化される電力は、百分率にして3.46%となる。

なお、このシーズン中の制御可能日数が前述のように、全日数の49%と低率であるにもかかわらず、期間中の省エネルギー効果が、第4項の夏の一日の場合とあまり大差がない。それについては6月および9月の冷房負荷の軽い時期での建物の消費電力に及ぼす消灯の影響度が、7月、8月の盛夏のときに比べ率的には高いものとなること、そしてまた今回の室内平均照度の変更も当然影響があるが、この点については後述する。

5.2 中 間 期

換気設備の運転は行なわれるが、原則として冷暖房を必要としない中間期においては、制御によって節約される照明電力がそのまま建物の省エネルギー量であるとみなすことができる。

この期間中の消費電力は、表9のように約616×10³

表 9 中間期中における全消費電力

負荷の種類	容量 kW	消費エネルギー 基準値 kWh/kW-day	消費電力 kWh		
			平日	土 曜	合 計
照 明	455	8.94	333,551	38,675	372,221
換 気 そ の 他*	283	6.48	150,906	17,381	168,287
衛生, 給排水動力	94	2.37	18,268	2,104	20,372
エレベータ	214	2.82	49,254	5,673	54,927
合 計	1,046	—	551,979	63,833	615,812

備考 * その他には外気取入用給気ファン(空調時には外気処理用空調機として使用される)を含む。

表 10 中間期の期間中における照明制御の省エネルギー効果

負荷の種類	期 間	計 算 式		省エネルギー 量 計 kWh	節約率 %
		平 日	土 曜		
照 明	4～5月	$355 \text{ kW} \times 24 \text{ 日} \times 7.5 \text{ H} \times \frac{20}{100} = 12,780$	$355 \text{ kW} \times 5 \text{ 日} \times 5 \text{ H} \times \frac{20}{100} = 1,775$	14,555	—
	10～11月	$355 \text{ kW} \times 22 \text{ 日} \times 7.25 \text{ H} \times \frac{20}{100} = 11,325$	$355 \text{ kW} \times 5 \text{ 日} \times 5 \text{ H} \times \frac{20}{100} = 1,065$	12,390	
合 計		24,105	2,840	26,945	4.38

kWh 程度であり、照明制御によるエネルギーの節約は表 10 のとおりである。量的には冷房シーズンの半分弱と少ないが、全体の消費電力量も少ないので、百分率では 4.38%と冷房時よりも若干高くなる。

5.3 暖房シーズン

冬期においては照明発生熱はもちろんのこと、すべての館内発生熱、日射のように外部から供給される熱など、あらゆる発熱はすべて有効な熱源として暖房に寄与している。

特にこの建物では、熱回収方式が採用されているので、これらの発生熱は各階空調系統→蓄熱槽→ヒートポンプの順序に従って、最も効率的な方法で熱回収されて暖房に再利用される。それとともに建物の暖房負荷がシーズン中この回収熱を大きく上回ることはないよう、ヒートバランス的な配慮が計画当初からはられている。したがって、冬期の照明制御を外気温に無関係に行なうと、このヒートバランスが崩れる恐れがあり、そして同時にそのことが冬期の照明制御の問題点の一つとなる。このヒートバランスと、照明制御の相関関係をみるために行なった空調負荷シミュレーションの結果は、表 11

表 11 暖房シーズン中における空調負荷

照明制御の条件	空調負荷 Kcal $\times 10^3$	ヒートポンプ運転 所要時間(h)
全 灯 点 灯	536,982	273
基準階窓側 1 列消灯	555,372	283
差 引	-18,390*1	-10*2

備考 *1 暖房方式が熱回収方式の場合に、シーズン中の暖房負荷が、この期間内の館内発生熱の回収分を上回ることを示している。

*2 ヒートポンプの運転時間が見掛け上増加する。

に示すとおりである。

結果的には、両者の間 18,400 $\times 10^3$ Kcal 程度の差異を生じるので、照明制御を無計画に行なう場合は、他の熱源を通じてその分だけ余分の熱供給を行なわなければならないこととなる。仮りに補助熱源として電気ボイラを用いる場合には、この不足分のために機器の熱効率を考慮にいれて、約 30,550 kWh の電力を余分に消費することになる(ただし詳細計算は省略する)。

これに対して、照明制御による消費電力の節約量は、前各項と同様に基準階照明の 20%を対象とした場合、約 37,450 kWh となるので、計算上は差引き 6,900 kWh 程度の電力が、照明制御によって省エネルギー化されることとなるが、以上は非常に単純な比較計算の結果であって、実際には暖房期間中には、シーズン始めや終わりに代表されるような、比較的温暖な日の続く時期があり、そのときには回収熱が、建物の暖房負荷をかなり上回ることが予想される。これに反して厳冬期では、全点灯による場合でも、なおかつヒートバランスを十分保つことができないで、不足分を補助熱源に頼らざるを得ない寒い日が続くこともありうる。したがって実際面での照明制御は、以上のような実情を考慮しながら行なうことがより合理的であり、そしてそれによってより大きな省エネルギー効果が期待されるが、これを計算上で具体的な数値として解明するには、条件的な制約があまりにも多く困難である。

6. む す び

省エネルギー建築についての研究は、空調学会、建築学会ならびにこれに関連する関係各方面で、現在もなお真剣な努力が続けられているが、最近開催されたある説明会の講師の一部の見解に、室内照度見直しもとれる意見があったことは非常に残念である。

筆者はこのような一部の傾向に対し、照明についてもより合理的な省エネルギー化の途があることを具体的に示す必要を痛感して、その第一段階として、今回のような考察を試みた次第である。

昼光の有効利用による省エネルギー効果は、本文に関する限りそれほど大きなものでないかも知れない。しかしながら本文にみられるような幾つかの仮定、たとえば昼光との関連で制御が可能な窓際照明の範囲、天候ならびに四季と照明制御の関係などの問題については、今後なお実地に則した研究が必要であり、そしてそれによって、あるいはより大きな省エネルギー効果が期待できるかもしれない。

そのほか、昨年秋再度参加することを得た三学会関西支部連合大会シンポジウムにおいて、筆者はその題目の一つ「照明施設の変遷と今後」の中で、これからの課題

として、空調照明器具による省エネルギー化に言及した。その結論だけを簡単に付け加えると、この器具をこのモデルビルに採用した場合、さらに6.5%程度の省エネルギー化が可能であること。したがって本文の主題である昼光の有効利用をこれと併用することによって、冷房シーズン中に10%あるいは、それ以上の省エネルギー化をはかりうるのではないか。

そしてこの値は、建物全体の消費エネルギーの中で、照明の占める比率が30%以下であることをあわせ考えると、決して小さいものではない。

以上が、筆者がこれまで考えた照明施設省エネルギー化対策の概要であるが、私自身まことにはずかしいことながら、必ずしも内容的に正確を期しているとは考えて

いない。この考察が現在の省エネルギー化時代における照明研究の一助ともなれば、幸甚であると考えている次第である。それとともに以上の考察の中で、第4項において基準階の平均照度を540 lxに、また第5項においてはこれを750 lxの基準に変更して計算したために、全体として一貫性に欠けたことを深くおわびしたい。最後に第4項の照度を第5項と同一基準の750 lxにした場合の概略計算結果は、第1列だけの制御で約4.7%、これに第2列の1灯を加えた場合は7.1%程度の省エネルギー効果となることを付記して、この考察を終わることとする。

(受付1976年8月27日、再受付1977年3月2日)

著 者 紹 介

江 島 義 道 君 (専門会員)

昭和51年10月号参照。

野 口 透 君 (専門会員)

昭和51年10月号参照。

みなと きちえ
湊 幸衛君(専門会員)

昭和9年3月28日生まれ、昭和33年3月千葉大学工学部工業意匠学科卒業、同大学講師、視覚情報講座、主として色と形を担当。本年7月AIC大会で招待講演(Color in industrial design)。

日本色彩学会、日本心理学会、日本応用物理学会会員。

なか ぼう とし お
中 坊 俊 夫 君 (専門会員)

大正8年1月26日生まれ、昭和14年3月旧制浜松高等工業学校電気科卒業、同年4月～昭和21年3月株式会社日立製作所勤務、昭和24年1月株式会社大林組入社、昭和42年5月～同45年11月同社東京

支店設備部長、同45年12月～同51年8月同社本店建築本部設備部長、昭和52年1月同社停年退職、同年2月クラレ、エンヂニアリング株式会社入社、常勤顧問社長補佐として現在に至る。

昭和41年11月技術士(電気部門)、昭和50年～51年度照明学会関西支部評議員、昭和39年5月、昭和38年度日本

建築学会賞受賞、昭和40年12月第17回毎日工芸技術奨励賞受賞、その他照明学会普及賞ほか受賞5回。

こ きた あつし
小 北 篤 君

昭和27年1月3日生まれ、昭和52年3月、千葉大学大学院工学研究科工業意匠学専攻修士課程修了。現在同大学意匠学科色彩研究室技術補佐員、日本色彩学会会員。

さ き たけし
佐々木 武君

昭和19年3月3日生まれ、昭和43年3月徳島大学電気工学科卒業、昭和43年4月株式会社大林組に入社、昭和45年より東京本社にて建築設備に関する電算機化業務に従事の後、昭和50年4月より大

阪本店設備設計部にて設計に従事。

なか じま ひろ ひき
中 島 裕 介 君

昭和23年5月23日生まれ、昭和47年3月大阪大学工学部環境工学科卒業、昭和49年3月大阪大学工学部大学院修士課程修了、昭和49年4月大林組に入社、以来、大林組本店設備設計部にて、空調・衛生設備設計に従事。空気調和・衛生工学会会員。