

설계 단계에서의 건축물 조명전력 사용량 조사 연구

A Study on quantity using lighting power of building in design stage

민대식^{1*} · 이민욱² · 오혜영² · 김 훈²

(Dae-sik MIN^{1*} · Min-uk LEE² · Hye-young OH² · Hoon Kim²)

(¹강원기술단 · ²강원대학교 IT특성화대학 전기전자전공)

요 약

본 연구에서는 건축물 설계 시 조명전력 사용량 실태 조사 및 국내 조명전력 절감정책 과 외국에서 적용하고 있는 조명전력 허용기준의 적용사례와 국내 건물 중 사무실빌딩에서의 조명전력사용 실태를 조사 분석하여 향후 국내 조명전력허용기준을 적용하기 위한 선결과제 및 필요성을 제시 하였다.

1. 서 론

우리나라는 에너지를 대부분 수입에 의존하고 있음에도 불구하고 경제성장 및 생활수준 향상으로 에너지 소비가 급증하고 있으며, 특히 생활환경 개선과 문화적 욕구 충족을 위한 조명전력의 소비 비중이 급증하고 있다. 이 중 우리나라의 총 전기 에너지 중에서 조명에너지가 차지하는 비중이 약 20%를 차지하고 있다.

이에 반해, 국내 건물의 에너지 절약에 관한 시책은 설계 당시부터 고효율에너지기자재의 적용을 통한 “건물에너지효율등급인증제도(산자부고시)”와 “건축물의 에너지절약설계기준(건교부고시)”의 시책이 있으며, 아울러 기존건물의 에너지 사용 효율개선을 위하여 “건물자발적협약(산자부고시)”제도를 운용하고 있을 뿐 조명에너지 절약에 관한 구체적인 시책은 미비한 상태에 있다.

외국의 경우는 이미 에너지절감 및 환경규제에 대처하기 위하여 정부주도하에 강력한 제도적 규제와 재정적 지원을 병행하여 우선적으로 고효율 조명시스템 개발 및 보급촉진을 위한 다양한 프로그램을 시행중에 있으며, 또한 조명전력 허용기준을 제정하여 법으로 규제중이거나 권고사항으로 시행하여 조명에너지의 수치를 제한하여 에너지 절감을 극대화시키고 있는 실정이다.

본 연구에서는 국내에서의 조명에너지 절감 정책 및 외국에서의 조명 에너지 절감에 따른 제도적 규제 적용 사례를 조사하였으며 국내의 오피스 빌딩을 대상으로 조명 전력 사용 실태를 조사하여 향후 우리나라의 에너지 절감을 극대화하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 국내의 조명에너지 절감정책

2.1 고효율 기기 개발 및 보급화 사업

정부 주도의 연구 사업으로 고효율 조명기기 개발 및

일정규모이상 고효율 조명기기 사용 시 일정수준의 자금을 지원하는 제도 및 에너지등급 표시제도 등이 있다.[2]

2.2 에너지 절약 계획서 제출 의무화 제도

일정 규모이상의 건물은 건축허가 시 에너지절약 계획서를 의무적으로 제출하여 고효율조명기기 사용유무를 확인하는 제도다.[3]

2.3 녹색에너지 설계기준

설계 단계부터 에너지절약형 설비와 신기술을 도입 검토함으로써 건축물에서의 조명에너지 이용효율을 극대화하는 제도다. [4]

이 외에도 조달청에서 고효율 조명기기를 우선 구매하는 제도인 ‘고효율 조명기기 우선 구매 제도’ 등이 있다.

3. 외국의 조명에너지 절감정책

3.1 미국

미국의 경우에는 정부주도하에 강력한 제도적 규제로 에너지 절감 정책이 시행 중이다.

조명전력 허용기준은 일정 규모 이상의 신축 및 개축 건물을 대상으로 단위면적당 사용에너지(W/ft^2)를 제한하도록 추천하며, 에너지 절약 설계 기준을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

1992년에 제정된 연방입법인 EPACT(Energy Policy ACT)에서 조명에너지 절감을 위하여 미국의 냉동 공조 학회와 북미조명학회가 공동으로 연구를 하여 제정한 ASHRAE/IESNA Standard 90.1 동등하거나, 그보다 강

화된 에너지 규정을 채택하도록 요구하였으며 1989년에 제정되었으며 1999년 2004년에 내용이 강화되어 개정되었다.[5]

표 1. 규정법에 이용되는 단위 조명전력 허용기준 (W/ft²)

건물 용도별 조명 전력량 (W/ft ²)			
Automotive Facility	0.9	다가구 주택	0.7
회의장	1.2	박물관	1.1
법원	1.2	Office	1.0
식당: Bar 라운지가 있는 / 레저	1.3	주차 Building	0.3
식당 : 카페 / 페스트 푸트점	1.4	교도소	1.0
가정의 식당	1.6	공연장	1.6
기숙사	1.0	경찰서 / 소방서	1.0
Exercise Center(도장)	1.0	우체국	1.1
체육관	1.1	종교 건물	1.3
헬스클럽	1.0	소매점	1.5
병원	1.2	학교 / 대학교	1.2
호텔	1.0	경기장	1.1
도서관	1.3	시청	1.1
제조 공장	1.3	역 / 터미널	1.0
모텔	1.0	창고, 도매점	0.8
영화관	1.2	작업장	1.4

표 2. 시스템 성능법에 이용되는 단위 조명전력 허용기준 (ULPA) (W/ft²)

일반적인 공간	(W/ft ²)	건물의 특별용도 공간	(W/ft ²)
사무실 입구	1.1	체육관 / 연습실	
오픈 플랜 오피스	1.1	경기장	1.4
회의실 / 미팅룸 / 다목적 공간	1.3	연습장	0.9
교실 / 강의실 / 실습실	1.4	법원 / 경찰서 / 교도소	1.9
교도소에서의 교실 / 강의실	1.3	법정	1.9
로비	1.3	수감실	0.9
호텔 로비	1.1	판사실	1.3
공연장 로비	3.3	소방서	
영화관 로비	1.1	소방서 정비실	0.8

3.2 일본

일본은 1977년 성에너지법(에너지사용의 합리화에 관한 법률)에 의해 제정되었으며, 바닥면적 2,000[m²] 이상의 사무실, 물품판매 점포, 호텔 또는 여관을 대상으로 건축물외벽, 창 등에서의 열손실방지정도과 공기조화설비의 에너지 효율에 관한 건축주 노력을 목표로 정하였

다.

1993년과 2006년에 개정되었다.

조명설비에 관해서 건축물을 건축하는 경우 건축주는 “건축물에 관련된 에너지사용의 합리화에 관계되는 판단기준”을 따라야 한다.

계산법은 연면적합계가 2000m²이상인 건축물을 대상으로 조명에너지 소비계수(CEC/L)에 의한 평가법을 사용하고 있으며, 개정 이후 간단한 계산법인 포인트 법이 제정되어 5,000(m²)이하의 중간정도규모의 건축물에 한해서 사용하도록 승인되었다.[6][7]

표 3. 표준조명 소비전력 W_s(일반 공간)

Category	대상공간의 예	W _s (w/ m ²)
1	현관홀 입구(점포)	55
2	영업실(관청,은행,증권,금융,상사,부동산 건설관련모든업종) 제도실, 설계실, 디자인실	40
3	현관홀입구(점포이외)라운지,프론트접수, 컴퓨터실,관리실,통계실,감시실,방재센터, 상품전시실,점포판매장등,디스플레이공간	30
4	E/V홀,사무실,회의실,접견실,대합실,담화실,서고,자료실,인쇄실,도서실,열람실,미디어 시청각실,교실,강의실,연수실,실습실,준비실,집회실,CAD/VDT실체육관,회의실, 집합장,식당,다방,주방,레스토랑	20
5	화장실,세면실,욕실,흡연실,급탕실,대기실,당직실,수면실,용무원실,복도,통로,계단(외부자이용)	15
6	복도, 통로, 계단(내부자이용)창고(출입빈도가 많음)짐을 싣고 내리는 공간	10
7	기계실,전기실,주차장,차도,자전거주차장, 비상계단,창고)출입빈도가 낮은 무인 창고)창고	5

4. 국내 조명전력 사용 실태 조사

4.1 설계 단계에서의 조명전력 사용실태

설계 단계에서의 조명 전력 사용량을 조사하기 위해 국내의 오피스 건물(7개소)에 대한 조명설계도면 및 조도계산서를 입수하여 사무 공간에서의 단위 면적당 조명전력 사용 실태를 조사 분석하였다.

조사 분석 내용은 다음 표와 같다.

표4. 오피스 건물에서의 조명전력 사용실태 분석

건물명	면적 (m ²)	조명율 (%)	보수율 (%)	소비 전력 (W)	계산 조도 (lx)	면적당 조명 전력 (W/m ²)
신소재 세라믹 지원 센터	63	66	63	960	564	15.2
테크노 파크 지원 센터	120	73	70	1152	437	9.6
춘천 M빌딩 신축 공사	152	67	70	1728	384	11.7
구리 K빌딩 신축 공사	147.4	64	70	1289	346	8.7
원주 J빌딩 신축 공사	84.6	62	70	768	350	9.0
이천시청사 (예술회관)	166	73	70	1960	624	11.8
대전 통계 센터 신축 공사	156	70	70	1920	537	12.3
평균 (면적 가중)					466	11.03

오피스 건물에 대한 조명전력 사용량을 분석한 결과 면적당 조명전력의 편차가 발생하는 것을 볼 수 있으며 국내의 사무실 조도 기준인 400[lx]를 못 미치거나 초과하는 경우를 볼 수 있었다. [12]

계산 조도는 설계 단계에서 조명기구 개수를 정하는 큰 연관이 있으며 조명기구 개수는 조명 에너지 소비전력을 변동시킬 수 있는 요인이 된다.

4.2 설계 단계에서의 조도 계산 적용사례

국내의 오피스 건물(2개소)의 조도 측정을 실시한 후 조도 계산서의 계산 조도와 비교함으로써 설계 단계에서의 조명 전력 사용실태를 조사 분석하였다.[표5]

조도 측정에 사용된 계측기는 조도계 T-10이다.

표5. 설계 단계에서의 계산 조도와 실측 조도의 비교

건물	면적 (m ²)	천정 높이 (M)	기구 형태		기구 용량	기구 수량 (개)	요구 조도 [lx]	계산 조도 [lx]	측정 조도 [lx]	소비 전력 (W)	면적당 조명 전력 (W/m ²)
			광원의 종류	기구 수량 (개)							
A	206.25	3.2	매입 파라보릭	32W/2	400	640.81	3520	17.07			
			FL	55	-						
B	264	2.9	매입 파라보릭	36W/3	400	834.61	4320	16.37			
			FL	40	465.3						

건물 A의 경우 측정 조도 640.81[lx]을 나타냈으며 사무실의 조도기준(요구조도) 400[lx]보다 175.51[lx]의 차이를 보였다.

또한 건물 B의 경우 조명을, 보수율을 적용하여 계산 조도가 465.3[lx]로 설정되었으며 측정 조도는 834.61[lx]로 계산 조도와 비교했을 때 2배 정도의 차이를 보였다.

이는 설계 단계에서의 조도 계산에 적용되는 보수율, 조명율 등의 조명데이터가 설계자로부터 임의로 적당한 수치를 적용함으로써 정확한 조명 설계가 수행되지 못하는 결과를 초래하는 것으로 사료된다.

3. 국내와 국외의 조명전력 사용실태 비교

조사된 국내 오피스 건물의 단위면적당 조명전력과 국외의 조명전력 허용기준을 비교 분석하여 국내의 조명전력 사용량의 실태를 조사하였다.

국외의 조명전력 허용기준의 적정조도가 우리나라의 KS 조도기준과 다르기 때문에 우리나라의 조도 기준 400[lx]로 미국과 일본의 조명전력 허용기준을 환산계수로 사용하여 계산하고 조사된 건물을 비교하였다.

표 6은 조사된 국내 건물의 평균 면적당 조명전력과 환산 계수로 계산된 국외의 조명전력허용기준을 나타낸 것이며 그림 1은 그래프로 나타낸 것이다.

표 6 국내 건물의 평균 조명전력과 국외의 조명전력 허용기준 비교

건물 용도	국내(W/m ²)	미국(W/m ²)	일본(W/m ²)
사무실	10.11	9.44	10.67

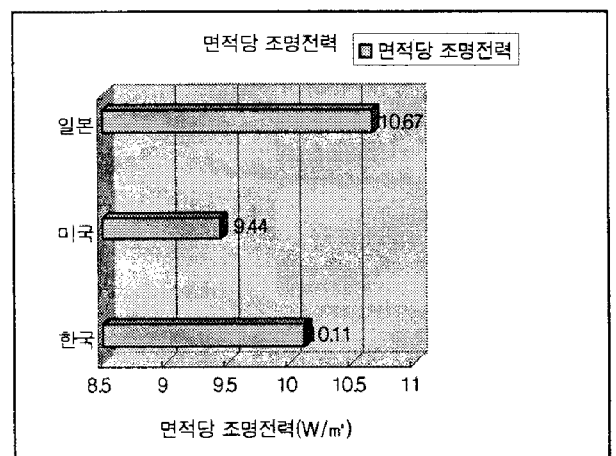


그림1 국내와 국외의 면적당 조명전력 비교

국내와 국외의 면적당 조명전력을 비교한 결과 국내의 면적당 조명전력 소비가 미국보다 높은 수준을 보였으며 일본의 기준치보다 다소 적은 양의 조명전력을 소비하고 있다는 것을 알 수 있다.

4.4 국내의 조명전력 사용량 분석 결과

국내의 조명전력 사용량을 분석한 결과 조사된 건물에서의 면적당 조명전력량이 다소 편차를 발생하였다.

이는 조명 기구의 개수를 결정하는 큰 요인인 계산 조도를 책정하는 과정에서 보수율과 조명율의 조명 데이터가 표준화되어 있지 않아 설계자 임의로 적당한 수치를 정하여 계산됨에 따라 정확한 조명 설계를 수행하는데 어려움이 있다.

또한 국외의 경우 정부 하에 제도적 규제나 재정적 지원으로 인한 조명 에너지 절감 시책이 구체적으로 시행되는 반면에 국내의 경우 조명전력 사용량의 기준 등의 제도적 규제가 미흡한 실정이다.

5. 결론

본 연구에서는 국내에서의 조명전력 절감시책과 외국에서의 조명전력 절감시책인 '조명전력 허용기준'의 적용 실태를 조사하고 허용기준의 적용실태를 조사하고, 국내 오피스 건물에서의 조명전력 사용실태를 조사 분석하였다.

조사 분석 결과, 국내에 적합한 조명 에너지 소비에 대한 제도적 규제 및 설계 단계에서의 정확한 설계 기법이 필요하다는 것을 확인 하였다.

따라서 건축물의 조명전력 사용량을 효과적으로 관리하기 위해서 조명 설계의 과정이 표준화되고 이를 바탕으로 설계 단계에서의 조명 에너지의 사용예정량이 정확하게 평가되어야 한다. 이를 통해서 궁극적인 목표인 조명에너지 절감과 고효율 제품의 개발과 보급이 증대하리라고 판단된다. 또한 우리나라에서도 국외의 제도적 규제인 '조명전력 허용기준'을 법제화시키고 시행되어야 한다고 판단된다.

이와 같이 국내에서 조명전력 허용기준을 적용하기 위해서는 첫째 공간 특성에 맞는 적정 조도를 개정해야 한다. 둘째 정확한 조명 설계 기법을 표준화한다. 셋째 각 조명 제품을 데이터화 시켜 조명설계 프로그램 개발을 한다. 또한 더 광범위한 국내 조명전력 사용 실태 조사를 통하여 국내에 적합한 기준을 제정하고 관련기관 회의(정부 기관, 설계업체, 조명기구업체, 학계 등) 및 위원회를 구성으로 제도적 규제에 대한 연구가 지속적으로 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 산자부, 조명 전력 허용기준 설정을 위한 추진전략 연구, pp43~80, 1998.12
- (2) 산업자원부고시 제2006-29호 "고효율에너지기자재 보급촉진에 관한 규정" 제25조
- (3) 전력기술관리법, 1997.12.13. 법률 제5453호
- (4) 에너지관리공단, CEF운동 TASK-III(녹색에너지실제), pp11~12
http://www.kemco.or.kr/html/ged.html
- (5) 미국의 ASHRAE/IESNA-90.1, pp60~66, 2004년
- (6) 일본의 전설공업, 2007년 3월호.
- (7) 일본의 성에너지법(에너지사용 합리화에 관한법률), 2006년 6월
- (8) IES Lighting Handbook 8th Edition
- (9) 김훈: 조명의 이론과 실제, 강원대학교 특성화 사업단, 2001년
- (10) 일본조명학회(http://www.jej.or.jp)
- (11) IESNA, "Lighting Handbook, 9th ed.", IESNA, New York, 2003년
- (12) 한국산업규격: KS A3011 학교 및 사무실의 조도 기준, pp15~19, 1993년