

조명제어시스템의 부하관리 효과

(The Load Leveling Effect of Light Control System)

한승호* · 김성철** · 최경식*

(Seung-Ho Han, Seong-Cheol Kim, Kyoung-Sik Choi)

* 한전전력연구원 ** (주) 일진전기

Abstract

This paper represents the electric power load leveling effect of the Light Control System(LCS). The lighting of typical mid-large commercial buildings is the major factor of daytime electric power consumption. Since the national peak power demand occurs in between 11:00 and 16:00, the dimming control of light can contribute the decrease of the power demand. We will discuss the load leveling effect of dimming control with LCS.

1. 서론

국내 총 에너지소비량은 '04년 기준, 166백만 TOE이며, 이중 16%인 27백만 TOE(312TWh)를 전기에너지가 공급하고 있다. 그러나 에너지 공급측면에서 볼 때 환산열량 860kcal인 1kWh를 발전하기 위해서는 약 2.9배인 2,500kcal의 1차 에너지를 필요로 한다. 이에 따라 1차에너지 기준으로 환산한 발전용 에너지소비량은 78백만 TOE로써 우리나라 총 1차에너지 소비량 220백만 TOE의 약 35%를 사용하고 있다[1]. 그러므로 현재와 같은 고유가 시대에 전력사용을 절약하는 것이 국가 에너지 효율향상에 매우 중요하다.

또한 전력의 안정적 공급을 위해서는 현재 연간 전력수요피크의 약 10%이상을 예비율로 유지하며 장기적인 계획에 의해 발전소를 건설하고 있다[2]. 전력수요 피크억제 kW당 송변전설비 투자회피비용 110,125원*년 및 발전설비투자회피비용 107,432원*년이 된다고 하므로 국가적으로 막대한 투자예산을 절약할 수가 있다[3].

그러므로 본 논문에서는 피크시간대에 조명제어하는 것이 전력부하관리에 얼마의 효과가 있을지 알아보고자 한다.

2. 본론

2.1. 조명용 전력수요 추정

백열구, 형광등, HID 등으로 이루어지는 국내의 대표적인 11종 광원의 총 보급용량은 약 14.6[GW]이며, 연간 전력사용 환산량은 약 44.5[TWh]로 조사되었다[1]. 이러한 광원이 전체 조명용 에너지의 80%를 소비하고, 광원을 점등하기 위한 안정기의 효율을 85%라 가정할 경우 우리나라 조명용 전력은 연간 약 66[TWh]로 추정된다. 이는 우리나라 총 전력소비량 312[TWh]의 21% 수준으로 미국의 22%와 유사한 소비구조이다. 즉, 조명분야의 에너지소비량은 발전전력의 21%를, 국가 총 공급에너지의 7.4%를 사용하는 에너지 다소비 부문이라 할 수 있다[1,4].

조명시스템은 다른 에너지기기와는 달리 종합효율이 0.1~20%로 매우 효율이 낮은 에너지 다소비기기이다. 이렇게 낮은 조명시스템 효율은 역설적으로 에너지절약 잠재량이 매우 크다고 할 수 있다[1]. 이러한 조명용 전력이 피크시간대에 사용한다면 이를 적절히 제어하여 조명에너지 절약 뿐만 아니라 국가적 부하관리 관점에서도 기여할 수도 있을 것이다. 다음으로는 각 수용가의 현장의 예를 조사하여 부하관리와의 가능성을 타진해보기로 한다.

2.2. 중소형 상업용 건물 조명전력 사용 예

지금부터 우리나라 일반용 요금을 사용하는 건물의 조명사용 실태를 에너지관리공단 자료를 인용하여 설명하고자 한다. 다음의 H 건물은 서울시에 위치한 중소규

모 상업용건물이며 일반용 전력을 사용하고 있다.

표 1 H 건물의 개요

구분		내용
지역	지역 및 지구	일반상업지역
면적	건축면적	1,008.27 m' (305.00평)
건축	주요용도	오피스, 임대
	층별 정보	지하 2층 + 지상 11층(사무실) + 옥탑층

건물의 연간 총 전기 사용량은 2,248[MWh]로 나타났으며 건물의 부분별 전기 사용량 중 냉방에 쓰이는 전기가 23%로 가장 많으며 조명(22%), 기기(19%), 냉각탑(18%), 펌프(8%), 팬(6%) 순인 것으로 나타났다.

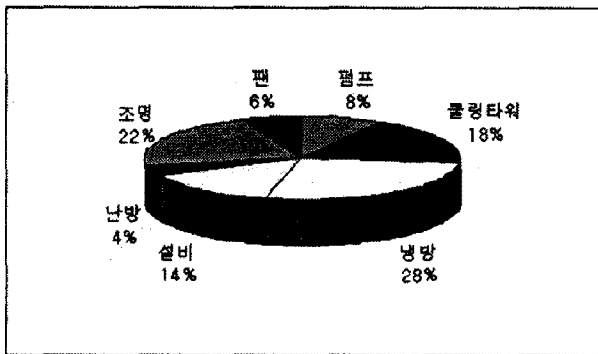


그림 1 H 건물의 전력기기 설비용량 비교

다음은 이 건물을 사용하는 수용가들의 전력사용 패턴을 알아보아야 하는데 우선 수용가들 각자가 오피스 등의 위치에 재설하고 있는지 퇴근을 하였는지의 여부와 전력사용 패턴이 연관되어 있을 것이므로 H 건물의 전형적인 근무일들에서 시간대별 재설 패턴과 조명사용량을 조사하였다.

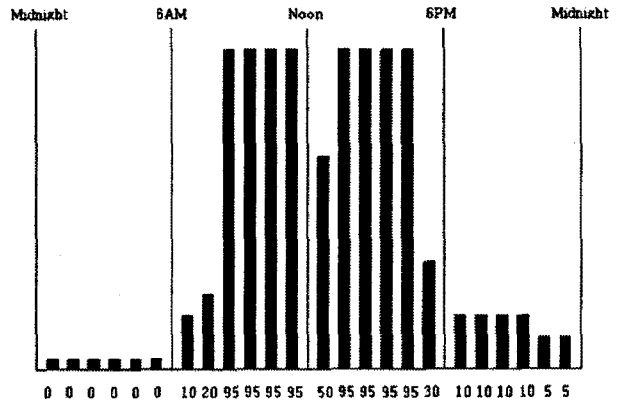


그림 2-1 H 빌딩 시간대별 재설 패턴

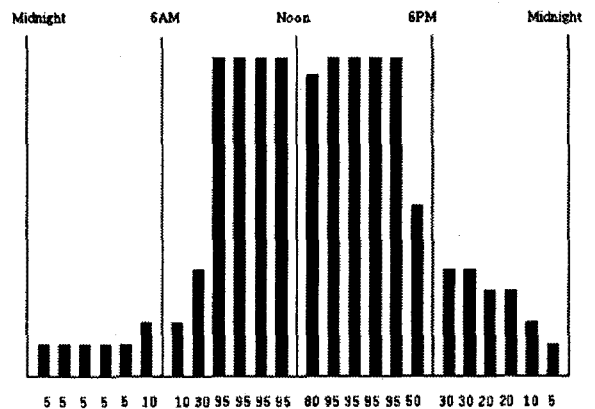


그림 2-2 H 빌딩 시간대별 조명사용비중
그림 2 H 빌딩 재설/조명사용 패턴비교

이외에도 현장의 비슷한 상업용 건물의 조명사용 패턴을 조사하였고 조명비중은 약 20~29% 정도이었으며 조명사용시간을 약 13~17시간에 집중되어 있었다. 이러한 건물에서 조명이 주간시간대에 집중되어 있을 것을 알 수 있는데 이를 적절히 조절한다면 부하관리에 사용될 수 있는 가능성이 있다.

2.2. 조명제어시스템의 부하관리에의 활용

전력수요피크시간대인 오전 11시~오후 4사이의 조명전력을 저감하기 위해서는 자연채광 등의 대체수단까지 고려해서 불필요한 조도를 낮추는 것을 고려해야 한다. 아래의 [그림 3]은 조명소비 전력을 줄일 때 실험공간에서 조도저하율을 실험한 데이터이다. 이는 부하관리 시 허용 최저조도로 낮출 경우 국가적 피크전력 저감을 판단하기 위한 자료이다.

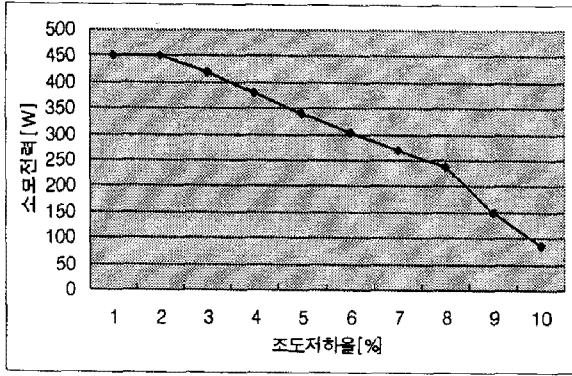


그림 3 소모전력과 조도저하율의 관계

조광제어에 따른 실내조도 측정을 하였을 때 150[lux]를 낮추는 데 전력소모율이 약 17.7%이다. 이를 볼 때 본 논문에서 제안된 상시 조광제어를 통한 절감률에 비상시 허용 최저조도를 유지하는 데 17.7% 추가 에너지 절감이 가능함을 알 수 있다. 그러므로 이 17.7%에 해당하는 전력이 부하관리 효과로 나타날 수 있다.

아래의 [표 2]는 2003년부터 2006년간의 최대전력 발생일시와 환경을 나타내고 있다. 본 논문에서는 상기 시물레이션 자료를 기초로 최대전력 발생시 추가 조도제어를 할 경우를 고려하고자 한다.

표 2 최대전력수요 발생일시

최대전력 발생 연월일	요일	시	최대전력 [MW]	증가율 [%]	최고기온 [°C]	불쾌지수 [%]
2003 8 22	금	12시	47,385	3.5	31.1	80.4
2004 7 29	목	15시	51,264	8.2	33.0	81.2
2005 8 17	수	12시	54,631	6.6	32.3	81.3
2006 8 16	수	12시	58,994	8.0	32.9	81.9

2006년 8월 16일은 부분담천공이며 일반용 계약 사용자가 12시에서 13시 사이에 상시 조광(Dimming)제어를 하였다면 40%의 조명에너지 절감을 이룰 수 있다.

또한 비상시 상황으로 파악 국가적으로 일반용 계약사용자에게 최저조도 제어를 요청하였다면 추가

적으로 적어도 17.7%의 전력 Peak값을 줄일 수 있다. 이를 [표 3]과 같이 정리한다.

표 3 조광제어에 따른 부하관리 효과

구분	조광제어 전	상시 조광제어 후	비상시 조광제어 후
최대전력 [MW]	58,994	57,685.6	57,106.7
전력절감 [MW]	0	1,308.4	578.9
절감률[%]	0	2.22	0.98

자연채광을 포함하여 조도를 조절하는 조광제어를 고려할 때 이를 국가적 최대수요전력의 변화를 환산해 본다면 [그림 4]로 나타낼 수 있을 것이다.

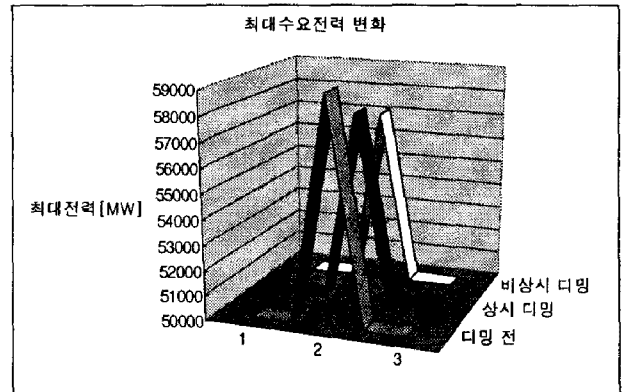


그림 4 조광제어에 따른 부하관리 효과

일반용 건물사용자 만을 통해 위와 같은 최대수요전력을 줄일 수 있다는 것은 국가적으로도 큰 의미가 있다. 조광(Dimming)제어를 주간시간대에 조명용 전력사용이 많은 일반용 계약자들을 중심으로 보급하는 것이 중요하며 이를 위한 설치리베이트 사업 및 비상시 조도제어를 통한 인센티브 제도를 검토할 필요가 있다.

참 고 문 헌

[1] 장우진, "고효율 조명신기술", 아진, 2007년
 [2] 지식경제부, "제3차 전력수급기본계획(2006~2020년)", 2006.12.
 [3] 2006년도 수요관리 Workshop 부하관리지원제도 교육자료, 한국전력공사, pp 10. 2006.
 [4] 정봉만 외, "LED조명기기 시범설치 및 효과분석", 한국에너지기술연구원, 2005. 12.