

FPL45[W]램프, 안정기의 전력수요관리를 위한 경제성 평가 연구

(A Study on Economic Evaluation of FPL 45[W] Lamp and Ballast to Demand Side Management)

임상국* · 조현경 · 김재철**

(Sang-Kug Im · Hyun-Kyung Cho · Jae-Chul Kim)

요 약

기존의 조명기기 효율향상은 장려금 지원과 에너지절약 정보제공 등의 정부 지원제도로 인해 지속적으로 개선되었다. 그러나 현재 조명기기의 사용 패턴은 사용자의 취향이 고급화, 다양화됨에 따라 더 높은 조도와 간접조명이 더욱 확대되고 있다.

본 논문은 이와 같은 변화에 맞추어 점점 사용이 늘고 있는 FPL55[W]램프·안정기를 대체할 수 있는 FPL45[W]램프·안정기의 경제성평가 및 시뮬레이션을 통해 전력수요관리를 위한 제도적 도입방안을 검토하고자 하였다.

Abstract

The energy efficiency of existing lighting appliances has continuously been improving due to the government aid such as rebate programs and information of energy saving, etc. However, the usage patten of lighting appliance at this moment has more been increasing higher illumination and indirect lighting method according that the taste of customers has changed variously.

This paper estimates the economic evaluation and simulation for FPL45[W] lamp & ballast instead of FPL55 lamp & ballast in order to study the governmental support to demand side management.

Key Words : Demand Side Management, Lighting Appliances, Economic Evaluation

1. 서 론

조명전력은 우리나라 전력소비량의 약 20[%] 정도를 차지하며, 전력소비부문 수요관리 및 환경규제 대처방안으로서 절전 잠재량이 막대히 크므로 고효율 제품의 개발 및 보급의 필요성이 절실한 부분이다.

현재 조명기기는 기존에 주로 사용하던 FLA0[W]

* 주저자 : 에너지관리공단 수요관리실
** 교신저자 : 숭실대학교 전기공학부 교수
Tel : 02-820-0647, Fax : 02-817-0780
E-mail : skimmr@kemco.or.kr
접수일자 : 2009년 2월 12일
1차심사 : 2009년 2월 19일
심사완료 : 2009년 3월 6일

램프는 고효율 제품인 FLR32[W]램프와 FPL55[W]램프로 점점 대체되고 있으며, 이에 따라 FPL55[W]램프의 수요는 점점 증가하고 있다[1].

FL40[W]램프 생산금지가 FLR32[W]램프의 보급을 증가시킨다는 사실만 고려하여 FLR32[W]램프에는 많은 관심을 보이고 있다. 그러나 FL40[W]램프 생산금지는 FLR32[W]램프 뿐만 아니라 FPL55[W]램프의 수요도 증가시켰다. 이는 수요가 점점 증가하는 FPL55[W]램프의 효율향상에도 관심을 가져야 한다.

본 논문에서는 이에 초점을 맞추어 FPL55[W]램프·안정기 대체용 FPL45[W]램프·안정기의 경제성평가와 시뮬레이션을 통해 전력수요관리 프로그램 도입의 가능성을 검토하기 위한 필요성으로 인해 연구되었다.

2. 전력수요관리의 의의

전력수요관리(DSM)는 경제적인 비용으로 전력사용자에게 전력사용 형태에 변화를 주어 전력수요를 바람직하게 유도하는 수단이며, 전력수요의 저감 또는 부하평준화를 통하여 전력공급 설비에 대한 투자를 합리적으로 조정하고, 기존 설비의 이용률 향상을 통한 원가절감과 전력수급안정을 도모하고 전력공급 비용을 절감하는 것이다[2].

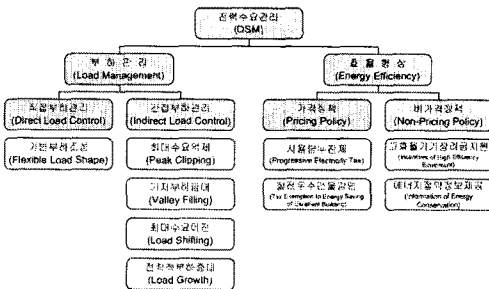


그림 1. 전력수요관리(DSM)의 분류 및 유형
Fig. 1. Type of Demand Side Management

전력수요관리의 유형은 그림 1과 같이 부하관리와 효율향상으로 구분할 수 있다. 부하관리는 최대부하와 최저부하간의 차이를 감소시켜 부하평준화를 도모하고, 전력공급설비의 이용효율을 향상시킬 목적

으로 추진하고 있다.

부하관리는 직접부하관리와 간접부하관리방식으로 구분되며, 직접부하관리는 공급자 측에서 필요할 경우 부하를 직접 조정하는 방식으로 가변부하 조성 등의 기법을 활용하고, 간접부하관리는 소비자 스스로 부하를 조정하도록 유도하는 방식으로 최대수요 억제, 기저부하 증대, 최대수요 분산, 전략적 부하증대, 가변부하 조성 등의 기법을 활용한다.

효율향상은 전기의 이용효율 향상을 통해 전력수요를 감축하는 방식으로 사용량누진제, 절정우수전물 요금감액 등 가격정책을 이용한 방식과 고효율기기 보급 장려금 지원, 에너지절약 정보 제공 등 비가격 정책을 이용한 방식이 있다[2].

3. 조명기기 전력수요관리 방법 및 평가

3.1 조명기기 전력수요관리 방법

국내의 경우에는 조명에너지절감의 노력을 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 93년부터 정부 주도로 추진된 단위 조명기기의 대한 고효율을 위한 연구 개발이며, 두 번째는 고효율 조명기기 보급 확대를 위한 에너지소비효율등급표시제도, 고효율기자재인증제도 등의 효율관리제도와 장려금 지원프로그램이 있다.

3.2 조명기기 전력수요관리 경제성 평가 방법

수요관리 프로그램의 경제성분석 방법으로 가장 보편적으로 사용되는 것은 프로그램 시행에 소요되는 비용과 그로부터 얻게 되는 편익을 비교하는 것이다. 수요관리 프로그램의 편익은 크게 효율향상을 통한 에너지비용의 절감(회피에너지비용)과 전력공급설비의 증설을 일부 회피함으로써 얻게 되는 비용(회피설비비용)의 절감으로 구분된다.

수요관리 프로그램의 경제성 평가기법으로 현재 가장 널리 채택되고 있는 방법은 캘리포니아 표준 평가방법으로서 미국의 전력회사, 연구소 및 규제기

관들이 공동으로 참여하여 연구한 결과가 집약되어 있는 방식이다. 이는 수요관리 프로그램에 대한 경제성 평가를 서로 다른 네 가지 방식으로 수요관리 프로그램을 평가한다[3].

표 1. 테스트별 편익 및 비용
Table 1. Benefit and Cost of Test

테스트(Test)	편익(Benefit)	비용(Cost)
참여자 테스트 (P Test)	I/LR	PH
전력회사비용 테스트 (UC Test)	AC	OC / I / UH
수용가영향도 테스트 (RIM Test)	AC	OC / I / UH / LR
총자원비용 테스트 (TRC Test)	AC	OC / UH / PH

참고사항
 AC : 회피비용(전력회사)
 I : 인센티브(수용가, 전력회사)
 LR : 요금감소(수용가) / 요금수입감소(전력회사)
 OC : 프로그램추진비용(전력회사)
 PH : 참여자 기기비용(수용가)
 UH : 전력회사 기기비용(전력회사)
 참여자(P)테스트 = I + LR - PH
 전력회사비용(UC)테스트 = AC - OC - I - UH
 수용가영향도(RIM)테스트 = AC - OC - I - UH - LR
 총자원비용(TRC)테스트 = AC - OC - (UH+PH)

3.3 조명부문의 전력수요관리 평가

현재 조명기기의 추세를 보면 기준에 주로 사용하던 FL40[W]램프는 고효율 제품인 FLR32[W]램프와 FPL55[W]램프로 대체되었으며, 이에 따라 FPL55[W]램프의 수요는 점점 증가하고 있다.

FPL55[W]램프 · 안정기의 보급 변화를 알아보기 위해 2001년 형광램프 · 안정기의 생산현황과 2004년 보급대수를 비교하였으며, 보급증가율을 알아보기 위해 32[W]용 고효율조명기기 보급 활성화 방안 연구 보고서 자료를 인용하였다[4].

2004년 말 기준으로 고효율조명기기 제조협회에서 제시한 FPL55[W]안정기 유통량은 연간 300만개

로 2001년에 비해 급속히 증가하였다. FPL55[W]안정기는 FPL55[W]램프에만 사용되는 것으로 FPL55[W]램프 역시 안정기 증가율과 비슷한 추이로 변화하였다고 볼 수 있다.

표 2. FPL55(W)램프 · 안정기 보급변화율 추이
Table 2. Change of penetration rate of FPL55(W) lamp and ballast

구 분	2001년		2004년	
	개수 (천개)	점유율 (%)	개수 (천개)	점유율 (%)
FPL55[W]램프	13,454	4.7	59,796	10.5
FPL55[W]안정기	675	4.7	3,000	13.6

3.4 FPL45[W]램프, 안정기를 적용한 전력수요관리

시중에는 FPL55[W]램프 · 안정기 대체용 FPL45[W]램프 · 안정기가 개발되어 있다. FPL45[W]램프 · 안정기는 FPL55[W]램프 · 안정기와 비교하여 여러 장점을 가지고 있다.

표 3. FPL55(W)램프와 FPL45(W)램프의 특성 비교

Table 3. Characteristic comparison between FPL55(W) lamp and ballast and FPL45(W) lamp and ballast

구분	FPL55 EX-D	FPL45 EX-D	비 고
전력([W])	55.91	43.87	21[%]절전효과
광속([lm])	3,620	3,897	7[%]광속상승
효율([lm/W])	56.83	88.83	56[%]효율향상
기준안정기	FPL55[W] 표준 안정기	FPL45[W] 표준 안정기	조명기술연구소 시험 DATA임

3.4.1 경제성 평가 투입 자료

조명에너지 절약을 위한 FPL45[W]램프 · 안정기를 평가하게 될 경우 경제성 평가의 전제 자료이다.

경제성 평가에 필요한 세부항목들의 계산을 위해 채택한 기본 전제는 다음과 같다. 할인율은 8[%]와 6[%], 전력회사의 수요관리 프로그램 추진비용과 인센티브는 고려하지 않는다. FPL45[W]램프 · 안정기

FPL45[W]램프, 안정기의 전력수요관리를 위한 경제성 평가 연구

설치비용은 수용가가 부담하며 참여자 기기비용은 기존시스템과 새로운 시스템 가격 차 만큼을 적용한다. 또한, 전력회사기기비용은 발생하지 않으며 회피 발전설비로는 수명기간 25년의 LNG복합 화력을 적용하였다.

회피비용 산정에 사용된 자료는 제1차 전력수급기본계획과 2001년 실적치를 주로 사용 했으며, LNG 복합화력은 효율향상사업 및 부하관리사업에 적용한다.

경제성 평가에 필요한 기초 자료는 전력요금 단가, 전력 절감, 전력량 절감, 참여자(수용가)기기비용, 적용 장소 자료이다. 첫째로 전력요금 단가에서 전력 기반요금 및 부가세는 제외하였으며 각각의 사용량은 실제데이터를 가지고 작성되었다.

표 4. 전력사용량에 따른 기본요금 및 전력량요금 (2006년도)

Table 4. Basic fee and electric fee to use of electricity

[mm]	평균전력사용량 ([원/kWh])	기본요금 ([원])	전력량요금 ([원/kWh])
53	159	820	77
80	224	1,430	93
125	301	3,420	113
158	345	3,420	130

전력절감은 1개의 시스템기준으로 FPL55[W]램프 55.91[W], FPL45[W]램프는 43.87[W]로 절감량은 12.04[W]이고, 전력량 절감은 1개의 시스템 기준으로 전력 절감량(12.04[W])에 연간사용시간(3,513[h])을 곱한 42,295[Wh](42.3[kWh])이다.

기기 비용은 표 5와 같으며, FPL45[W]램프·안정기를 적용한 아파트 기초자료는 SH공사(문화동 신동아아파트3단지)의 도면)자료를 바탕으로 분석하였다.

표 5. FPL55(W)램프와 FPL45(W)램프의 기기 비용

Table 5. Appliance cost between FPL55(W) lamp and ballast and FPL45(W) lamp and ballast

구 분	LAMP금액	안정기금액	LAMP수명
FPL55[W]	5,500원	16,000원	16,000[HR]
FPL45[W]	6,000원	17,000원	20,000[HR]

3.4.2 FPL55[W]램프·안정기의 유통량에 따른 경제성 평가

FPL55[W]램프와 안정기는 최근 3년간 신규 아파트 단지에서 기하급수적으로 장착이 되고 있으며, 상업 및 공공에서의 사용도 점점 증가하고 있다.

최근 보급이 주로 아파트에서 되는 것으로 보아 [kWh]당 요금은 앞에서 했던 평수별 요금을 평균치(110[원/kWh])를 내어 계산하였다. 또한 전력요금에는 아무런 영향을 끼치지 않는다는 가정으로 계산한다.

수요관리 프로그램의 경제성을 평가하기 위해서 계산한 주요 평가 항목의 값을 따로 정리하면 표 6과 같다.

표 6. FPL55(W)시스템 유통량에 따른 평가항목 수치

Table 6. Figure of evaluation categories for penetration rate of FPL55(W) lamp and ballast

(단위 : 백만 원/year)

수요관리 프로그램	할인율8[%] 조명시스템	할인율6[%] 조명시스템
AC (회피비용)	263,781	263,781
I (인센티브)	0	0
LR (요금감소/요금수입감소)	278,198	278,198
OC (프로그램추진비용)	0	0
PH (참여자기기비용)	40,960	39,764
UH (전력회사기기비용)	0	0

표 7. FPL55(W)시스템 유통량에 따른 테스트별 수치

Table 7. Figure of test for penetration rate of FPL 55(W) lamp and ballast

(단위 : 백만 원/year)

할인율	Test	Benefit	Cost	B/C	편익비용 편차
8[%]	P	I / LR	PH	6.79	237,238
	Test	278,198	27,400		
	UC	AC	OC / I / UH	0.95	-14,418
	Test	263,781	0		
RIM	AC	OC / I UH / LR	0.95	-14,418	
Test	263,781	278,198			

(Continue)

할인율	Test	Benefit	Cost	B/C	편익비용 편차
	TRC	AC	OC / UH / PH	6.44	222,820
	Test	263,781	40,960		
6[%]	P	I / LR	PH	7.00	238,434
	Test	278,198	39,764		
	UC	AC	OC / I / UH		
	Test	263,781	0		
	RIM	AC	OC / I UH / LR	0.95	-14,418
	Test	263,781	278,198		
TRC	AC	OC / UH / PH	6.63	224,016	
Test	263,781	39,764			

가정에서 FPL55[W]램프·안정기 대신 FPL45[W]램프·안정기를 사용하게 되면 연간 안정기보급량 300만개를 기준으로 연간 전력절감량은 2,529,076 [MWh]이다.

연간보급량 기준으로 FPL45[W]램프·안정기보급에 따른 수요관리프로그램을 적용하였을 때(할인율 8[%], 6[%]) 보면, 참여자테스트(P Test)에서는 편익이 비용보다 6.8배(8[%]), 7배(6[%]) 가 높아 수용가 입장에서 참여하려는 동기를 유발하기 쉽다. 할인율이 줄어들수록 B/C rate가 높아지는 경향을 보인다.

국가차원에서는 2,782억 원 정도의 이익을 보고, 순 이익은 2,228억 원(8[%]), 2,240억 원(6[%])이 되는 아주 긍정적인 평가를 얻었기에 FPL55[W]램프·안정기를 대신할 FPL45[W] 램프·안정기는 사회 모든 관점에서 경제성이 있다는 것을 의미한다.

4. 조명기기의 조도계산

4.1 조도계산 및 시뮬레이션

실내 전체의 균일한 조도를 얻기 위한 방법인 전반조명의 경우 조도를 계산하는 방법으로서 일반적으로 국내에서는 '광속법'이 이용된다. 이때 소요되는 수평면 조도는 조도 기준에 기초하여 설계한다[6].

이론적으로 제안한 것이 실제 어떻게 적용되는지를 보여주기 위한 시뮬레이션은 Lightscape를 이용하였다. Lightscape는 Photo Realsim을 구현할 수 있는 3D Solution Tool로, Lightscape 3D 모델에 실제의 재료속성과 등기구의 배광 곡선을 입력하여 모델의 실제적인 분위기를 연출할 수 있고, 인공조명의 IES 파일과 자연광의 표현을 정확한 데이터를 기반으로 작업할 수 있다.

표 8은 조도계산을 위한 필요수치이며, 장소는 FPL55[W] 램프·안정기가 주로 쓰이는 거실로 하였다.

보통 가정에 사용하는 글로브는 유백색유리의 반투명·반확산 투과를 사용하여 투과율은 60~70[%]이며 투과율의 중간 값인 65[%]를 적용하여 계산하였고, 조명을 적절하게 보수하지 못할 수 있다고 보여 보수율(상), (중)으로 나누어서 계산하였다.

표 8. 조도계산을 위한 수치
Table 8. Figure for calculation of illumination

항 목		m'			
		53	80	125	158
실내면적[㎡]		3670 *2420	4460 *3390	4780 *3820	4780 *4000
소요평균조도[lx]		전반(150-200-300), 작업(300-400-600)			
보수율		상(0.625), 중(0.555)			
조명률		0.45	0.45	0.45	0.39
사용램프 전체광속 [lm]	FPL 55[W]	10860	14480	18100	18100
	FPL 45[W]	11691	15588	19485	19485

KS 조도기준을 보면 거실의 전반적인 조도는 150-200-300[lx]이며, 거실에서 독서와 같은 작업을 하기 위한 조도는 300-400-600[lx]이다.

표 9에서 보는 것과 같이, 글로브 적용 전 FPL55[W]램프 사용 시 254~269[lx], FPL45[W]램프 사용 시 261~295[lx]의 조도가 나왔다. 이는 모두 전반적인 조도 범위 안에 들었으나, 거실에서 독서와 같은 작업을 하기 위한 조도 범위 안에는 들지 못했다.

글로브 덮개인 아크릴이나 유리를 덮게 되면, FPL55[W]램프 사용 시 160~184[lx], FPL45[W]램프

사용 시 170~192[lx]의 조도가 나왔다. 이는 전반적인 조도 값의 반인 200[lx]에도 미치지 않은 값이다.

표 9. 크기별 조도 값과 시뮬레이션 결과 값 비교(글로브 투과율 65(%) 적용 전·후)
Table 9. Compares figure of illumination with figure of simulation to size(before and after using 65(%) transmittance of reflector)

항 목		[m ²]		53		80		125		158	
		전	후	전	후	전	후	전	후	전	후
FPL 55[W] 램프	보수율(상)	301	196	269	175	278	181	266	173		
	보수율(중)	267	174	239	155	248	161	237	154		
	시뮬레이션	261	184	267	160	269	175	254	165		
FPL 45[W] 램프	보수율(상)	324	211	290	189	300	195	287	187		
	보수율(중)	288	187	258	168	267	174	255	166		
	시뮬레이션	292	190	261	170	295	192	273	178		

시뮬레이션 결과 값을 보면, FPL45[W]램프 가 FPL55[W]램프 보다 적은 전력으로 더 높은 조도 값을 보인다. 이는 FPL55[W]램프 대신 FPL45[W]램프의 적용은 도입되어야 한다는 것을 나타내고 있다.

램프는 사용하면 할수록 발광이 줄어들다. 또한 글로브의 유지보수가 제대로 이루어지지 않으면 처

음 설치 때의 조도 값을 유지할 수 없다. 그렇기 때문에 위의 글로브적용 조도 값은 우리가 사용할 때 느끼는 조도 값보다 높은 값이다. 이 문제를 해결하기 위해서는 글로브의 투과율을 근본적으로 높이는 방법을 고려해야 한다.

4.2 글로브 낮은 투과율 제한의 필요성

가정은 다른 곳과 다르게 작업이 아니라 휴식을 요하는 공간이기에 조명기구에는 모두 글로브가 장착되어 있다. 이러한 글로브는 다른 반사 값과 달리 투과율이 낮은 문제점으로 인해, 가정에서 원하는 조도를 얻기 위해 램프를 과다 설치해 조명전력이 많이 나오거나, 글로브를 제거하고 사용하여 집안의 안락함을 느끼지 못하고 시감도 좋지 않은 상태로 사는 경우가 있다. 이러한 문제를 근본적으로 막기 위해서는 램프의 효율등급 및 최저효율기준을 설정하는 것처럼 글로브도 효율등급 및 최저효율기준을 설정하여 낮은 투과율을 가지는 글로브를 근본적으로 막아야 할 필요가 있다.

또한 동일조건에서 FPL 45[W]램프가 FPL 55[W]램프에 비해 글로브 투과율에 따른 조도변화가 우수한 것으로 분석된 점은 의미가 있다고 할 수 있다.

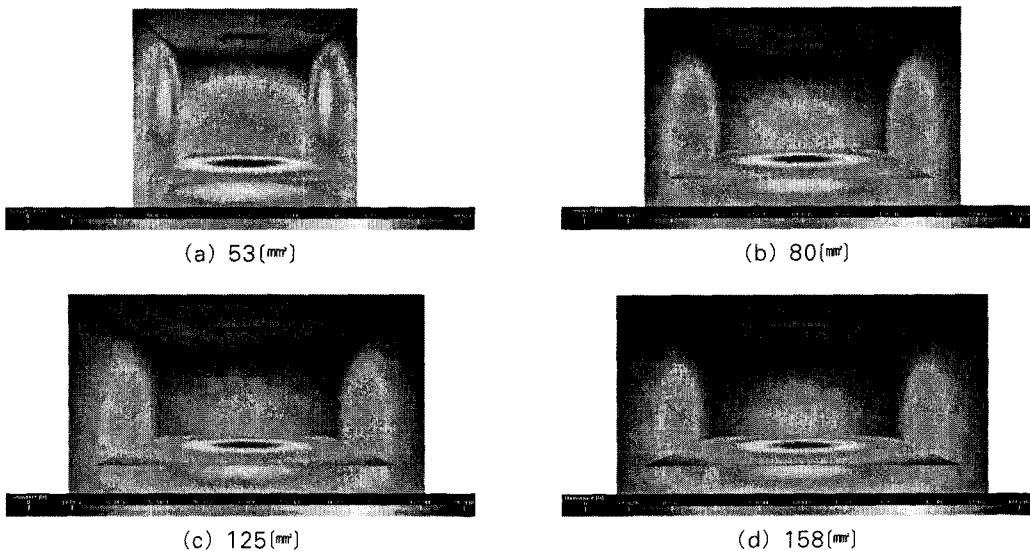


그림 2. 크기별 Lightscape 시뮬레이션
 Fig. 2. Lightscape Simulation to size

표 10. 글로브 투과율에 따른 조도 변화
Table 10. Change of illumination for transmittance of reflector

	[mm]	53		80		125		158	
	투과율	상	중	상	중	상	중	상	중
FPL 55[W] 램프	1.0	301	267	269	239	278	248	266	237
	0.8	241	214	215	191	222	198	213	190
	0.65	196	174	175	155	181	161	173	154
	0.4	120	107	108	96	111	99	106	95
FPL 45[W] 램프	1.0	324	288	290	258	300	267	287	255
	0.8	259	230	232	206	240	214	230	204
	0.65	211	187	189	168	195	174	187	166
	0.4	130	115	116	103	120	107	115	102

5. 결 론

기존의 조명기기 효율향상은 연구개발과 장려금 지원 등의 정부 지원제도로 인해 지속적으로 개선되었다. 그러나 현재 조명기기의 사용 패턴은 사용자의 취향이 고급화, 다양화됨에 따라 더 높은 조도와 간접조명이 더욱 확대되고 있다.

이와 같은 변화에 맞추어 점점 사용이 늘고 있는 FPL55[W]램프·안정기의 에너지절약기기인 FPL45[W]램프·안정기의 도입 가능성을 경제성평가 및 시뮬레이션을 통해 조명기기의 효율향상에 따른 제도적 도입방안은 제안해 보았다.

FPL45[W]램프·안정기의 도입 가능성은 경제성평가에서 사회 모든 관점에서 경제성이 있다는 결과를 가져왔으며, FPL55[W]램프·안정기에 비해 조도가 차이가 없다는 것을 조도계산 및 시뮬레이션 결과로 확인하였다.

고효율기기를 적극적으로 도입할 수 있게 조명부문 에너지절약기기의 제도적 도입 방안으로서 글로브의 낮은 투과율 제한이 필요함을 제안하였다.

본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

References

(1) 에너지경제연구원, “가정부문 에너지소비행태 분석 및

건물부문 DB 구축”, 2004.12.
 (2) 임상국, “산업용 전기로의 수요관리 잠재량 산정 및 보상제도에 관한 연구”, 숭실대학교 대학원, 석사학위 논문, 2004.12.
 (3) 박종진, 이창호, 김진오, “ 전력수요관리사업 실적평가 : 2002년도 효율개선사업을 중심으로”, 대한에너지공학회 학술대회 추계학술 발표회 논문집, pp. 343~348, 2002.
 (4) 고효율조명기기제조협회, “32(W)용 고효율조명기기 보급 활성화 방안 연구”, 2004.07.
 (5) 고효율조명기기제조협회, “32(W)용 고효율조명기기 보급 활성화 방안 연구”, 2004.07.
 (6) 최홍규 외, “조명설비 및 설계”, 성안당, 4-17~21.
 (7) 조현경, “전력수요관리를 위한 조명부문 에너지 절약기반의 효율향상제도 도입에 관한 연구”, 숭실대학교 대학원, 석사학위 논문, 2007.06.
 (8) 산업자원부, “조명전력 허용기준 설정을 위한 추진전략 연구”, 1998.12.
 (9) 산업자원부, “효율관리제도개선 및 국제표준화 연구를 통한 고효율 기기 보급기반 구축에 관한 연구”, 2006.07.
 (10) 산업자원부, “절전형 조명시스템(메탈할라이드150(W)+안정기) 시범적용”, 2003.12.
 (11) 조현경, 김재철, 정승복, 임상국, “고효율반사갯을 이용한 등기구 저감효과”, 한국조명설비학회 학술대회 추계학술발표논문집 pp.148-149, 2006.
 (12) Hyun Kyung Cho, Jae-Chul Kim, Seung-Bock Jung, Sang kug IM, “Effect of Energy Saving Assessment Using High Efficiency Luminaries”, ICEE Summer Conf.

◇ 저자소개 ◇

임상국 (任相國)

1970년 11월 11일생. 1996년 전북대학교 전기공학과 졸업. 2006년 숭실대학교 전기공학과 박사과정수료. 현재 에너지관리공단 수요관리실 과장.
 [주 관심분야] 전력수요관리, 고효율기기, 전력IT, 에너지효율향상시스템, 전력경제 등
 E-mail : skimmr@kemco.or.kr

조현경 (趙賢敬)

1981년 7월 26일생. 2005년 숭실대학교 전기제어시스템공학부 졸업. 2007년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 KD파워 연구원.
 [주 관심분야] 전력수요관리, 고효율기기, 에너지시스템 등
 E-mail : welcomecho@ssu.ac.kr

김재철 (金載哲)

1955년 7월 12일생. 1979년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 1983년 서울대학교 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 숭실대 전기공학과 교수.
 [주 관심분야] 배전계통 신뢰도, 배전계획 및 운영, 전력설비 진단, 전기철도, 전력IT, 분산전원, 고효율기기 등
 E-mail : jckim@ssu.ac.kr