

## 고효율 형광등기구의 시범보급사업

辛基石<에너지자원기술개발지원센터 과장>  
金昌燮<에너지자원기술개발지원센터 팀장>  
朴炳春<에너지자원기술개발지원센터 연구원>  
張禹鎭<서울산업대학교 교수>  
安玉姬<영남대학교 교수>

### 1. 서론

#### (1) 추진개요

국내 에너지 해외의존율은 96.4[%]로서 대부분의 에너지를 해외에 의존하고 있는 실정이다. 이처럼 많은 양의 에너지를 해외에 의존하고 있는 실정에서 에너지/GNP 소비탄성치 또한 1.04로서 에너지 소비패턴 또한 매우 열악한 환경에 처해 있다.

정부에서는 그간 다양한 에너지절약운동을 전개하여 에너지소비를 억제하고자 노력하여 왔으며, 그 일례로 '한등끄기 운동'을 전개한 바도 있다. 그러나 이로 인하여 작업능률의 저하, 시력약화 등 많은 악영향도 또한 도출되었으며, 국민들의 생활수준의 향상으로 열악한 조명환경에서 벗어나고자 하는 욕구가 표출되면서 더이상 이러한 방법을 통하여 에너지를 절감하기가 힘들어졌다.

이와 같은 환경의 변화에 의하여 1994년 8월에는 전기예비율이 2.8[%]까지 떨어지는 상황이 발생하였고, 에너지의 절감을 위한 목소리가 각 계각층에서 표출되었다.

한편 통상산업부에서는 절전형 고효율 조명 기구를 생산, 보급하여 국내 에너지소비를 줄이는데 착안, 1993년 5월 "조명부문 효율향상 대책"

을 수립하여 시행해 오고 있다. 이 대책은 국내 전기수요의 약 20[%]를 차지하는 조명부문에 조명 기구의 효율을 약 30[%] 향상시키는 것을 목표로 하고 있으며, 대책 추진완료시 국내 총 전기수요의 5.4[%]가 절감 가능하리라 예상된다.

이를 달성하기 위하여 에너지자원기술개발지원센터에서 1993년 11월 총 15개 과체의 "조명부문 정부주도연구사업" 협약을 체결하여 연구사업에 착수하였다.

#### (2) 사업의 추진 목적

"조명부문 정부주도연구사업" 추진 결과 다양한 고효율 조명 기구의 개발성고가 도출되었다. 이러한 연구결과품이 시중에 보급될 경우 국내 전기에너지 절감에 매우 큰 공헌을 하리라 예상되지만, 본 연구결과품에 대한 신뢰성이 미확보된 상태에서 고효율 조명기기 보급의 필요성은 강화되어 가기만 하였다.

한편 조명부문 효율향상대책의 핵심이 되는 관경 26[mm], 32[W]형 형광등에 있어서 램프의 수명에 대한 데이터 확보, 램프 및 안정기 간의 정합성 확보 등 신뢰성 확보가 보급을 위한 중요한 인자로 대두되었다. 또한 단시간 내에 개발을 하

고자 연구에 치중하다 보니 시장보급을 위한 기초자료의 확보가 되어 있지 않은 등 본격적인 보급활동을 시작하기에는 여러 문제점이 산재해 있었다.

이러한 문제점을 해결하기 위한, 즉 고효율 조명 기구의 보급확대를 위한 신뢰성 확보 및 시장 창출 기반을 구축할 목적으로 에너지자원기술센터에서 “신조명 시범보급사업”이 시작되었다.

본 사업의 효율적인 추진을 위하여 유관기관 및 관련 전문가들로 구성된 기술평가위원회(약칭 ‘기평위’: 13명) 및 장기자문위원 1인을 위촉하여 본 사업의 전반에 걸친 자문을 하였다. 위원들의 자문사항 중 중요사항을 열거하면 다음과 같다.

— 고효율 조명기기 시범보급사업 대상건물 선정기준

- 시범 설치될 고효율 형광등의 구매 기준
- 계측 기기의 선정 Spec.
- 계측항목 및 방법
- 계측결과의 분석 및 평가
- 고효율 형광등 교체결과의 사용자 평가
- 신조명 시범보급사업의 평가
- 기타 본 사업 추진의 중요사항

## 2. 추진내용

### (1) 대상건물 선정

공공성 또는 상징성이 강한 중대형 건물중 서울 근교에 위치하고 있으며, 연건평 2,000평 내외의 건물로 기존의 건물에 교체설치하여 실증시험을 겸할 수 있는 건물을 상대로 대상건물 선정작업을 하여, 한국감정원, 아주대학교 중앙도서관, 숭실대학교 중앙도서관, 제주도 시립 우당도서관, 외환신용카드(주) 3층, 총 5개의 교체 대상건물을 선정하여 교체를 실시하였다.

### (2) 교체대상 형광등 및 구입

본 사업에 소요되는 관경 26[mm], 32[W]형 고효율 형광등의 공급자는 조명부문 정부주도 연구사업에 참여한 기업들로부터 연구시제품을 제출받아 국립공업기술원에서 시험한 정합성 시험(초기특성 시험)결과, 문제가 없는 제품으로 한

정하였다.

또한, 조명부문 정부주도 연구사업에 참여한 업체들 중에서도 시제품을 제출치 않은 업체가 있었으며, 이들은 연구시제품을 완성하지 않은 것으로 간주하여 기기공급 대상자에서 제외하였다.

한편, 현재 시중에서는 본 제품의 구매가 어려운 점 및 신뢰성이 확보되지 않은 점 등을 감안하여 램프의 경우 20(%), 안정기의 경우 10(% )씩을 더 구매하여 교체대상 건물주에게 보관토록 조치하여 예비부품으로 사용토록 하였다.

#### ① 형광램프의 성능측정

총 80개의 형광램프를 시료로 하여 램프전압, 램프전류, 램프전력, 전광속을 측정하였다. 자기식 안정기의 경우 ANSI규격의 32[W]용 래피드식 시험용안정기를 사용하였으며, 전자식안정기의 경우 IEC규격의 전자식 시험용안정기를 사용하였다.

#### ② 안정기의 성능 측정

Sylvania Octron Lamp를 사용하여 각 안정기별로 5개의 시료를 대상으로 하여 시동성, 램프전류, 파고율, 입력전류, 입력전력, 역률, THD(A)를 측정하였으며, 그후 램프는 시제품으로 교체하여 15분 on, 15분 off하여 100회 on-off시험을 하였다.

### (3) 약 1,500시간 사용후 제품의 성능측정

본 사업에 사용된 제품의 특성을 파악하기 위하여 교체후 약 1,500시간을 사용한 시점에서 제품별로 무작위 채취하여 국립공업기술원에 의뢰, 각 제품별 성능을 측정하였다. 형광램프의 시험결과를 표 2.1에서, 안정기의 시험결과를 표 2.2에서 제시하였다. 측정결과는 시제품의 시험결과와 다소 차이가 나지만, 이 결과가 시제품과 본 사업에 소요된 제품간의 성능차에 의한 것인지, 제품의 사용에 따른 성능저하에 의한 것인지는 분명하지 않다.

한편, 전력소비량을 측정한 결과 전력소비량이 예상치보다 적게 나타나, 약 1,500시간 사용한 각 제품별 Sample을 채취, 국립공업기술원에 의뢰하여 전압의 변화에 대한 입력전류, 역률, 입력전

력, 전광속의 변화를 측정하였다. 입력전류의 변화에 따라 입력전력 및 전광속의 변화가 심한 것으로 나타났다.

**(4) 고효율 형광등의 교체**

공사계약은 기기 공급계약자와 체결하였고, 고효율 형광등의 교체내역은 표 2.3과 같으며, 교체는 각 건물별로 '94년 11월부터 '95년 1월사이에 실시하였다.

**(5) 계측장비 구입 및 계측지점 선정**

① 계측장비

○ 소비전력량 측정장비 : ITALY Elcontrol Energy사의 Energy Analyzer(Model : VIP SYSTEM 3)

○ 조도 측정장비 : 일본 Topcon사 조도계 (Model : IM-2D)

② 측정지점 선정

○ 소비전력량

- 각 대상건물별 1~4개의 분전반에서 소비 전력량 등 측정

○ 조도 측정

- 각 건물별 5~11개의 조도 측정위치 선정

- 일몰 후, 형광등 점등 30분후 측정

**(6) 사용자 평가**

고효율 형광등의 교체 전후의 사용자 평가를 위하여 사용자 평가 설문지에 의한 앙케이드조사를 실시하였다.

교체후 바로 실시하여야 할 사용자 평가가 늦어져 정확한 평가가 되지 못하였다. 교체후 평가시점까지의 지연기간은 평균 59일이다.

표 2.3 고효율 형광등 교체 내역

램 프	안 정 기		등 기 구
	1 등 용	2 등 용	
12,450	2,938	4,756	937

표 2.1 약 1,500시간 사용후 형광램프의 초특성 시험결과

시 험 목	단 위	기 준 치	Sample							평 균
			A	B	C	D	E	F	G	
램 프 전 압	V	137 (참고치)	142.9	142.6	147.4	144.0	142.9	143.3	142.2	143.6
램 프 전 류	A	0.235~ 0.295	0.252	0.252	0.248	0.252	0.252	0.252	0.254	0.252
램 프 전 력	W	29.9~34.1	30.43	30.50	30.99	30.49	30.38	30.52	30.40	30.53
전광속 (광 속 유지율)	1m	2,432이상 (3,040의 80%이상)	2,561 (84.2)	2,610 (85.8)	2,492 (81.9)	2,512 (82.6)	2,538 (83.4)	2,535 (83.3)	2,540 (83.5)	2,541 (83.5)

\* 점등 15분 후에 측정한 것임.

표 2.2 약 1,500시간 사용후 안정기의 시험결과

시 험 항목	단 위	B사 (1등용)	E사 (1등용)	F사 (1등용)	B사 (2등용)	D사 (2등용)	평 균		
							1등용	2등용	
입 력	전류	A	0.139	0.136	0.174	0.278	0.292	0.150	0.285
	전력	W	29.4	28.9	37.7	58.7	61.5	32.0	60.1
출력전류	A	0.315	0.314	-	0.302	0.292	0.320	0.297	
전 광 속	90%	1m	1,961	2,084	2,115	1,968	2,117	2,053	2,043
	100%	1m	2,400	2,324	2,629	2,397	2,553	2,451	2,475
	110%	1m	2,793	2,542	2,874	2,805	2,791	2,736	2,790
역 륵	-	0.967	0.966	0.986	0.959	0.957	0.973	0.958	
파 고 율	-	1.714	1.548	-	1.776	1.750	1.631	1.763	

### 3. 측정 결과

조명에너지의 절감효과를 측정하기 위하여 기존의 형광등을 고효율 형광등으로 교체한 후, 이로써 얻어지는 결과를 소비전력량과 조도의 비교를 통하여 도출하고자 하였다.

본 시범 보급사업에 적용된 고효율 형광등을 사용할 경우 종래의 40[W] 형광등에 비하여 소비전력의 절감, 플리커(깜박임) 현상의 해소, 광색의 향상 등의 장점이 있는 반면, 램프의 가격이 비싸고 기존의 안정기를 교체하는데 드는 비용의 부담이 생기는 단점이 있다.

이와 같은 장점과 단점의 비교를 위하여 실측, 계산, 조사된 데이터를 바탕으로 분석된 결과는 다음과 같다.

#### 1) 소비 전력량

##### ① 소비전력량 절감효과 예측

기존의 자료 및 시험품의 측정 결과 등을 바탕으로 40[W] 형광등과 32[W] 고효율 형광등의 단위당 소비전력을 예측하면 표 3.1과 같다.

여기서 각 등기구를 하루 10시간 사용할 경우 (08:30~18:30) 소비전력량을 예측하면 표 3.2와 같다.

따라서 기존의 조명기구를 고효율 형광등으로 대체할 경우 등기구당 소비전력량의 절감은 한달 25일 기준으로 계산하여 표 3.3과 같다.

##### ② 실측된 소비전력량

전력소비량은 기존 형광등과 32[W] 고효율 형광등의 교체전·후에 대한 소비전력량을 비교하여야 하지만 본 사업의 착수시기, 계측기구의 확보 및 교체 대상건물의 선정 등 제반 문제점으로 인하여 교체대상 형광등에 대한 데이터 확보에 많은 어려움이 있었으며, 이러한 이유로 기존 형광등의 소비전력량은 매우 짧은 시간의 데이터만이 확보되었다.

또한 각 건물별 전열, 전등선의 분리 및 형광등 on-off 통제의 곤란 등으로 데이터의 해석에는 많은 어려움이 있었다.

##### (가) 한국감정원

사용한 등수는 63등이며, 기존의 형광등은 시

간당 평균 2.483[kWh/h]를 소비하였고, 고효율 형광등은 1.719[kWh/h]를 소비하여 약 30.76(%)의 에너지절약 효과를 낸 것으로 산출되었다. 그러나 점심시간에는 사무실 등을 소등하였으며, 이를 감안한다면 에너지절약 효과는 이보다 다소 적을 것임을 알 수 있다.

##### (나) 숭실대학교 중앙도서관

숭실대학교 중앙도서관은 2층 전체를 대상으로 하여 소비전력량을 측정하였다. 중앙도서관 2층의 사용등수는 274등이며, 기존의 형광등은 시간당 평균 11.201[kWh/h]를 소비하였고, 고효율 형광등은 시간당 평균 7.824k[Wh/h]를 소비하여 30.15(%)의 에너지절약효과가 있는 것으로 나타났다.

##### (다) 외환신용카드(주) 빌딩

외환신용카드(주) 빌딩은 총 8층 중 에너지자원기술개발지원센터가 입주해 있는 3층만 고효율 형광등으로 교체하였다. 외환신용카드(주) 빌딩 3층의 사용등수는 323등이며, 기존의 형광등은 시간당 평균 12.129[kWh/h]를 소비하였고, 고효율 형광등은 시간당 평균 9.640[kWh/h]를 소비하여 20.52%의 에너지절약효과가 있는 것으로 나타났다. 한편, 측정결과 소비전력량의 변화가 매우 심하였고, 이는 오피스 빌딩의 특성을 보여주는 것으로서, 많은 수의 등들이 사용중에 on-off되고 있음을 나타내주고 있다.

표 3.1 소비전력 예측

구 분	소 비 전 력 [W]		전 력 절 감 율 (%)
	기존 형광등	고효율 형광등	
1 등용	44~46	33~34	25
2 등용	86~90	65~66	25

표 3.2 하루 10시간 사용시 소비 전력량 예측

구 분	소 비 전 력 량 [Wh]		
	기존 형광등	고효율 형광등	비 고
1 등용	440~460	330~340	100~130절감
2 등용	860~900	650~660	200~250절감

표 3.3 등기구당 한 달의 전력소비 절감 예측량

구 분	소 비 전 력 량 절 감 [kWh]
1등용	2.5~3.25
2등용	5~6.25

(라) 아주대학교 중앙도서관

아주대학교 중앙도서관은 총 4층 중 2층의 1/4을 대상으로 하여 계측을 실시하였다. 아주대학교 중앙도서관의 사용등 수는 158등이며, 기존의 고효율 형광등을 설치하고 나서 각 건물에 대하여 시간에 따른 조도를 측정하였다. 측정 장소는 평균 조도를 측정하기 위한 1개 층의 여러 지역과 이외의 층에 대하여 대표적인 위치를 선정하였다.

측정은 4~6개월 간에 걸쳐 실시되었다. 일반적으로 등기구에 의한 조도는 시간의 경과와 더불어 감소한다. 측정된 데이터에서는 조도의 감소가 잘 나타나지 않았으며, 이것은 측정기간이 현저한 조도의 감소를 보일 만큼 길지 않았기 때문으로 사료된다. 일반적으로 형광등기구의 조도 감소는 7천시간 점등시 전광속의 감소가 10~20(%) 일어나는 것으로 되어 있으며, 이번 신조명 시범보급사업의 측정기간 사이에서는 3~5(%)의 감소가 일어난 것으로 추산된다. 그러나 이 광속의 감소는 전압변동에 의한 광속의 변화 폭보다 작으므로 이번 측정에서는 광속의 감소 즉, 평균조도의 감소가 잘 나타나지 않고 있다. 또한 입력 전압의 변동에 의하여, 조도가 증가한 구간도 나타났다.

평균 조도는 앞서 밝힌 바와 같이 특정 실내의 '지역 평균'값과 대표지점을 포함하는 '총 평균'의 두가지 값으로 나타난다. 이 두 값은 예상한 바와 같이 거의 동일한 추세를 나타내고 있다.

측정기간의 조도 평균값을 구하여 보면 표 3.5와 같다.

개정된 KS A 3011-1993에 표시되어 있는 각 시설별 조도기준에 따르면 하-중-상으로 되어 있는 조도범위의 중간 값이, 도서관의 경우 전반 조도 200[lux], 열람실 400[lux]이며, 사무실의 경우 VDT작업 200[lux]로 되어 있다. 이 값과 비교하여 보면 평균조도가 상당히 높은 것으로 되어 있으나, KS 기준이 선진국에 비하여 낮은 값을 감안하면, 외국의 기준과 비교하여 비슷한 수준 또는 약간 이상이 된다. 기존의 형광등에 대한 조도 측정값이 없으므로 절대치의 비교는 불가능하지만 기구개체 후 출입자의 느낌

이 '밝아졌다'고 하는 사람이 많은 점으로 미루어 이 형광등은 시간당 평균 7.565[kWh/h]를 소비하였고, 고효율 형광등은 시간당 평균 4.365[kWh/h]를 소비하여 42.3%의 에너지절약효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 아주대학교 중앙도서관의 경우 기존의 형광등에 대한 데이터의 양이 매우 적어 데이터의 신뢰성이 많이 저하된다. 한편, 기존의 형광등에 대한 소비전력량 측정시기가 동절기였으며, 야간의 소비전력이 상승하는 것으로 미루어 불 때 전등선에 연결기를 연결하여 야간에 사용하는 것이 아닌가 의심할 수 있다.

(마) 제주 시립 우당도서관

제주 시립 우당도서관 3층의 기존 형광등에 대한 소비전력량 측정은 에너지관리공단 전기수요관리반에서 실시하여 그 결과가 등당 한시간에 40.74[Wh/h]를 소비하는 것으로 나타났다. 제주 시립 우당도서관 3층의 사용등수는 167등이며, 고효율 형광등의 시간당 소비전력량은 4.732[kWh/h]로써 등당 28.34[Wh/h]를 소비하여 30.44%의 에너지절약효과가 있는 것으로 나타났다.

(바) 소비전력량 측정결과 종합분석

기존 형광등의 경우 램프가 사용중이었고, 안정기 또한 자기식안정기, 전자식안정기 및 고효율 40[W]용 안정기 등 다양하게 사용되고 있어서 고효율 형광등으로 교체한 후 소비전력량의 변화를 직접 비교하기에는 다소 문제가 있으나 앞의 분석된 결과들을 종합하여 표 3.4에서 교체 전후를 직접 비교분석하였다.

즉, 하루 10시간 사용할 경우 소비전력량의 절감량은 등당 119.6[Wh/일]이며, 한달에 25일 사용한다면 등당 2.99[kWh/월]의 소비전력량을 절감할 수 있다.

교체 전·후 각건물의 소비전력량은 당초 예측치(기존 : 45W, 고효율 : 33W)보다 훨씬 적은 것으로 나타났으며, 이는 입력전압이 정격치(220V)보다 낮게 공급된 영향으로 분석할 수 있다.

(2) 조 도

전의 평균조도보다는 높아진 것으로 사료된다. 또한 개체가 실시된 건물의 건축시점이 개정된

KS 기준 적용 이전임을 감안하면 설계조도가 개 정된 KS 기준보다 작은 이전의 KS 기준을 적용 하였을 것으로 사료되며, 이 점 역시 형광등 개 체로 인하여 평균조도가 상승하였을 것임을 나타 내고 있다.

(3) 사용자 평가

15개의 평가항목에 대한 사용자 평가를 7단계 SD법(Semantic Differential Method)을 사용하여 실시하였다. 또한 예전 환경과의 비교를 위한 6 항목을 동시에 평가하도록 하였다. 평가자는 총 280명(남자 : 195명, 여자 : 85명)이며, 평균 연령 은 27.8세이다.

SD특점치를 가지고 요인분석을 실시한 결과, 요인은 3가지로 분류되었으며 55.7(%)의 설명력 을 가지고 있다. 제1요인은 밝기감을 나타내므로 명시성, 제2요인은 정서감을 나타내므로 정서성, 제3요인은 눈부심, 자극성 등을 나타내므로 자극 성 요인으로 명명하였다.

다음으로 요인에 대한 설명을 주로 평균치 프 로필을 통하여 나타내었다. 전체적으로 약간 긍 정적인 평가를 하고 있으며 예전에 비해서는 밝 기감, 넓이감, 온도감, 선명감, 균일성, 정서성 모 두 좋아진 것으로 판단된다.

장소에 따른 평가에서, 제주 시립 우당도서관 의 평가가 가장 높고, 외환신용카드(주), 한국감 정원, 숭실대학교, 아주대학교의 순으로 평가하고

있어 제주 시립 우당도서관을 제외하면 도서관이 일반 오피스 빌딩(외환신용카드(주), 한국감정 원)보다 낮게 평가하고 있어 문제점으로 지적된 다. 그러나 이는 조명환경의 변경에 의한 것이지 그외의 빛환경을 조성하는 건물특성, 예를들면 창 의 크기나, 공간의 크기, 색채, 재질 등에 의한 것인지 분명하지 않다. 모든 항목에서 집단별로 5(%)의 유의수준으로 차이가 인정되었다.

예전과 비교하는 평가에서는 제주 시립 우당도서관, 외환신용카드(주), 한국감정원, 아주대학교, 숭실대학교의 순으로 평가가 높아 현재의 평가를 나타내는 전술의 결과와 거의 같은 경향을 나타 내고 있으나 전반적으로 평가가 향상되었음을 알 수 있다.

안정기가 자기식이냐 전자식이냐로 구분하여 평균치 프로필을 분석해 본 결과, 자기식의 평가 가 높았다. 그러나 자기식의 경우 외환신용카드 (주) 빌딩만이 샘플이 된 경우이고, 교체후 평

표 3.5 조도 측정결과

건 물 별	측정기간중 평균조도 (lux)	비 고
아주대학교 중앙도서관	663.3	
숭실대학교 중앙도서관	495.9	
외 환신용카드(주)	623.3	
한 국 감 정 원	454.0*	
제주시립우당도서관	739.0*	고조도 반사갓 교체
평 균	595.0	

\* 설치 초기의 측정조도 평균값

표 3.4 고효율 형광등의 에너지절약 효과

건 물 별		시 간 당 소비전력량 (KWh/h)	등당시간당 소비전력량 (Wh/h)	전 압 (V)	전 류 (A)	에 너 지 절약효과 (%)
한국감정원 3층	기 존	2.483	39.41	211.7	12.29	30.76
	고효율	1.719	27.29	213.1	8.38	
숭실대학교 중앙도서관 2층	기 존	11.201	40.88	211.3	30.19	30.15
	고효율	7.824	28.56	216.1	27.74	
외환신용카드(주) 빌딩 3층	기 존	12.129	36.53	218.6	21.17	20.52
	고효율	9.640	29.04	218.3	24.99	
아주대학교 중앙도서관 2층	기 존	7.565	47.88	227.7	10.03	42.30
	고효율	4.365	27.63	226.6	6.19	
제주 시립 우당도서관	기 존	-	40.74	-	-	30.44
	고효율	4.732	28.34	219.9	7.30	
평 균		-	40.42	-	-	29.59
			28.46			

가까지의 소요일수가 다른 건물에 비하여 많이 짧았다. 그러므로 이 결과가 안정기의 특성을 나타내는 것인지, 다른 특성을 나타내는 것인지는 분명하지 않다. 이를 분명히 하기 위해서는 다른 조건을 동일시하고 안정기만을 교체하여 평가하는 실험실 실험에 의한 검토가 필요하다.

반사각의 교체유무에 따라 평균치 프로필을 분석해 본 결과, 반사각을 교체한 제주 시립 우당도서관의 평가가 월등히 높았다. 그러나 이것도 안정기의 경우와 마찬가지로 반사각을 교체한 후 평가를 실시한 곳이 우당도서관 뿐이므로 이 결과가 반사각의 교체유무로 인해 나타나는 것인지 다른 특성(예를 들어 장소별에서 우당도서관의 평가가 높았다)을 나타내는 것인지 분명하지 않다. 또한 안정기와 반사각에 의한 평가의 경우에만 집단(숭실대학교, 아주대학교, 한국감정원)은 항상 같은 집단이었으므로 안정기의 종류와 반사각 교체유무의 관련정도를 개괄적으로 보면 안정기에 의한 평가의 폭보다 반사각의 교체유무에 따른 평가의 폭이 크므로 조명환경의 심리적 평가는 안정기의 종류보다는 빛의 반사 등에 직접 영향을 주는 반사각에 의한 것이 더욱 큰 것으로 추측된다.

#### (4) 하자발생

형광등을 교체한 후 건물별 사용시간은 다르지만 대략적으로 약 1,500시간 이상을 사용하였고 그동안 점등이 불량한 몇가지 경우가 발생하였으며, 램프에서 0.10(%), 안정기에서 0.42(%의 불량률을 나타내었다.

불량 원인을 조사한 결과 안정기의 조립시 작업 부주의에 의한 불량, 검사 불량 및 부품 불량 등으로 판명되었고, 아직까지는 램프 및 안정기에 대하여 주목할 만한 결점은 찾을 수는 없었으며, 종래에 사용되어오던 램프 및 안정기의 특성에 비추어, 차후에도 별다른 하자발생은 없을 것으로 예상된다. 한편, 점등이 불량한 제품은 전량 등급의 다른 제품으로 교환하여 개선되었다.

본 시범보급사업에서는 장비의 부재 및 사용시간이 짧은 관계로 램프의 수명, 램프와 안정기 사이의 정합성, 안정기의 내구성 등에 대한 충분

한 데이터를 제공하지는 못한다. 이 부분에 대하여는 과제로서 계속적인 연구수행이 바람직하다고 사료된다.

#### (5) 기 타

램프의 발광원으로 사용되는 수은은 인체에 축적될 경우 미나마타병과 같은 치명적인 결과를 초래하는 물질로서, 이의 사용량이 기존램프( $\phi 32$  (mm) 40(W) 램프)의 경우 통상적으로 35~40(mg/개)가 사용되었으나,  $\phi 26$ (mm) 32(W) 슬림형 램프이 경우 약 20(mg/개) 만이 사용되고 있어 중급속 오염으로 야기되는 환경오염의 감소에도 일조를 하리라 사료된다.

아울러 외국에서는 사용한 폐램프를 수거하여 유리관 및 수은을 분리하여 재활용함으로써 자원의 재활용 및 환경보전에 크게 기여하는 시스템이 자리잡고 있으나, 국내에는 이를 수거하는 회사가 없으며 많은 폐램프가 파기되어 버려지고 있어 환경파괴 뿐만 아니라 주변에 거주하고 있는 주민의 인체에 직접적인 피해가 우려된다. 향후 우리나라에도 이에 대한 제도적인 검토가 이루어져 사용후의 폐램프로부터 수은을 안전하게 회수, 활용하는 시스템이 자리를 잡아야 하겠다.

### 4. 결 론

(1) 기존의 형광등은 등당 한시간에 40.42(Wh/h)를 소비하였으나, 고효율 형광등으로 교체한 후에는 등당 한시간에 28.46(Wh/h)를 소비한 것으로 나타나 고효율 형광등은 기존의 형광등에 비하여 29.59(%의 에너지절약효과가 있는 것으로 나타났다. 즉, 고효율 형광등으로 교체할 경우 한달에 약 2.99(kWh/등)의 소비전력량을 절감할 수 있다.

(2) 평균조도는 KS A 3011-1993의 조도기준을 상회하는 것으로 측정되었으며, 개체 이전의 평균조도와는 직접 비교가 불가능하지만 여러 요인이 이 전의 평균조도보다 상승하였음을 시사하고 있다. 설치장소의 환경특성으로 눈에 떠만한 등 기구의 광속 감소는 감지되지 않았다. 이 점은 앞으로 시험설비를 갖춘 기관에서 동정특성을

측정하여야 할 것으로 사료된다.

(3) 고효율 형광등으로 교체후 실시한 사용자 평가에서 응답자들은 전체적으로 긍정적인 평가를 하였고, 예전에 비해 밝기감, 온도감, 선명감, 균일성, 정서성 모두 좋아진 것으로 나타났다. 한편, 조명환경의 심리적 평가는 반사각에 의한 것이 큰 것으로 추측할 수 있었다.

(4) 본 신조명 시범보급사업에서 사용된 고효율 형광등의 불량율은 램프의 경우 0.10(%), 안정기의 경우 0.42(%로 매우 적었으며, 아직까지 주목할 만한 불량은 발견하지 못하였다.

(5)  $\phi 26$ [mm] 32[W] 슬림형 램프의 경우 램프의 발광원으로 사용되는 수은이 약 20[mmg]만 사용되고 있어 중금속 오염으로 야기되는 환경오염의 감소라는 부대효과도 기대할 수 있다.

## 5. 향후 추진대책

### (1) 보급 기본방향

#### ① 공급과 수요의 확대균형에 노력

○ 현재 기술개발 결과로 연간 최대 약 2,000만개의 공급능력확보가 가능해졌으며, 이는 현재 시점의 수요창출 가능량에 비하여 상당히 많은 양으로 관련업체에 제고증대 등의 부담이 가중되며, 또한 외산수입품을 감안시 공급능력과 수요의 불균형은 심화될 것으로 예상된다. 반면 전용안정기부분은 수요공급 조정에 문제가 없을 것으로 판단된다.

○ 기존의 저효율 기기와 고효율 기기의 시장에서의 공급능력과 수요량의 균형을 최대한 감안하여 시장질서와 부합되는 보급 정책을 수립할 필요가 있다.

#### ② 민간협력사업(Partnership Program)을 중심적 사업방식으로 추진

○ 민관이 협력하여 동일한 목표를 위하여 사업을 수행하는 민간 협력 사업(Partnership Program)을 중심적 사업방식으로 추진할 필요가 있다.

○ 지금까지의 에너지절약보급사업은 관 주도 형태로 시장 및 제조사의 역동성을 활용치 못하는 실정으로서 다소 비효율적이었다고 볼 수 있

으며 따라서 민간의 활력을 최대한 활용할 수 있는 지원방안의 모색을 통하여 사업성과의 극대화 필요가 있다. 이때 이러한 협력대상으로는 제조업체뿐 아니라 언론, 민간단체(환경단체, 소비자단체), 전기설비설계주체, 도소매업자 등과의 협력이 가능하다.

#### ③ 관련 정책지원수단의 종합화에 의한 효율성 제고

○ 현재 에너지절약과 관련하여 정부기관부서(한전, 에너지관리공단 등)가 각각 다양한 사업수단을 통하여 동일한 사업을 추진중이나 연계성이 부족하며, 이로 인한 제조업체의 혼란가중으로 민원요인으로 작용하는 측면도 있다. 따라서 고효율 형광등 보급사업과 관련한 각 제도적 수단에 대하여는 종합조정기능에 의한 에너지 효과를 기대할 수 있다.

### (2) 기본전략

#### ① 신규물량사업과 개체물량사업(Retro-fit) 및 지원사업으로 구분하여 접근

○ 신규물량사업의 경우에는 신축건물 사용의 무화를 최종목표로 사업을 추진하되, 의무화 시점전단계에 대한 대응전략을 별도로 수립하여야 한다.

○ 개체물량사업의 경우에는 자금지원사업(융자, 보조금)을 중심으로 사업을 수행하되 가능한 사업비의 경제적 운용을 위한 전략을 수립한다.

#### ② 고효율 형광등 보급일정 제시 및 합의도출 유도

○ 신축건물 사용의무화 시점 등 고효율 형광등에 대한 보급정책 일정을 제시하여 민간의 대응력을 제고하고 시장의 혼란을 최소화한다.

#### ③ 효율적 추진체계 구축

○ 현재 기관별로 분리운용되는 각종 정책을 종합적으로 조정할 수 있는 체계를 구축 혹은 각 기관별 역할분담 및 책임수행을 강요할 수 있는 체계를 구축하여 전체사업의 원활한 수행을 도모해야 한다.