

도로 조명시설의 효율적 운용사례

자료제공/상공자원부 전력국

목 차

1. 터널조명등 자동점소등 기기 연구개발 활용
2. 저압 나트륨등 전자안정기 사용
3. 가로등 배선회로 개선
4. 태양광 가로등
5. 터널조명등 절전형 저압나트륨등(SOXE)사용
6. 전력질감 실적
7. 결 론

1. 터널조명등 자동점소등 기기 연구개발 활용

가. 개발동기

도로조명 설비로서 전력사용이 가장 많은 터널조명등 운영은 일광 점멸기로 주·야간 2단계로만 자동 점소등되고 있는 것을 일기변화와 교통량이 적은 심야를 구분하여 다단계적으로 자동 조명되도록 하여 전력소비를 줄여 국가시책인 에너지절감 차원에서 이를 연구개발하게 되었다.

나. 기능 및 개요

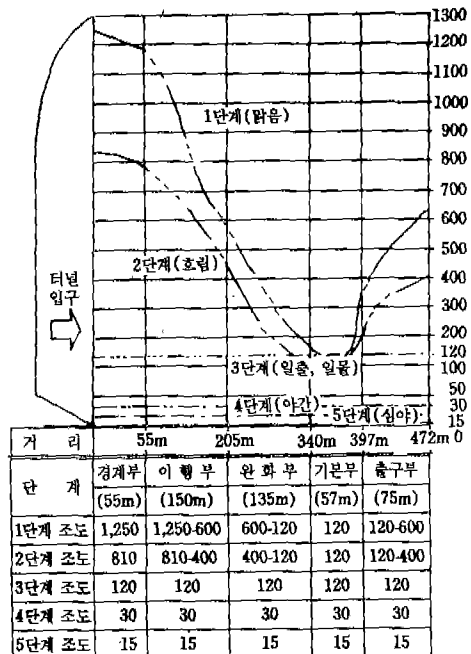
주·야간 2단계로 작동단계를 세분화시켜서 일기 변화에 따라 주간에는 맑음, 흐림(비), 일출, 일몰 야간에는 야간(일몰-24:00), 심야(24:00-일출)등 5단계이상으로 점소등함으로써 통행차량에 안전운행을 기하면서도 전력이 약 40%이상 절감되는 획기적인 기기이다.

1) 자동 점소등 기기 개발전후 전력사용 대비

단계	현 행		개 선		비 고
	일기상태	전력대비(%)	일기상태	전력대비(%)	
1	주 간	100%	맑은날	100%	
2	야 간	10%	흐린날	65%	
3	-	-	일출·일몰	30%	(2시간)
4	-	-	야 간	10%	일몰-24:00
5	-	-	심 야	5%	24:00-일출

2) 터널내 조명등 조도 분포도

- 광교터널 (상) L=472m (단위 : Lx)



3) 기기의 주요 특성

- 태양광 조도의 변화량을 감지하여 디지털 신호로 변환 점등제어
- 야외 조도의 급격한 변화에 따른 램프의 점소등 반복을 방지하기 위한 지연회로 내장(10분)
- 실시간 제어에 의한 심야, 야간 점소등 가능
- 기기 고장시 터널내 소등을 최소화하기 위한 A, B System 자동전환 및 외부 경보신호를 발생하여 조속 보수
- 각 위치 제어기의 점소등 및 동작상태를 원방 감시 제어기능 내장

다. 시험설치

1) 시험설치 개요

- 위치 : 광교터널 (신갈-안산간 고속도로)
- 연 장 : 상행 472m, 하행 465m
- 부하용량 : 159kW(SOX-E-91W : 1,168등, SOX-E-36W : 185등)
- 설치기간 : '92. 4. 1-'92. 8. 31

2) 시험 설치전후 전력사용 실적

구 분	개 선 전	개 선 후	절 감 비 고
전력량(월평균)	72,000kWh	42,000kWh	30,000kWh 41%절전
전력요금(월평균)	3,300천원	1,900천원	1,400천원

라. 터널 자동 점소등 기기 설치실적 및 계획

1) '92년도 설치 실적

('92. 12. 1-'93. 5. 30. 월평균)

터널명	전력량(kWh)				전력요금(천원)			
	설치전	설치후	절감비율	설치전	설치후	절감비율		
10개 터널	290,800	151,700	139,100 48%	16,900	9,800	7,100 42%		
광교(상, 하)	71,900	35,500	36,400 51%	3,300	2,200	1,100 33%		
광암(상, 하)	75,600	42,100	33,500 44%	4,100	2,600	1,500 37%		
사천(상, 하)	40,600	19,700	20,900 51%	2,600	1,300	1,300 50%		
진교(상, 하)	55,000	23,300	31,700 58%	3,900	1,700	1,700 56%		
광양(상, 하)	47,700	31,100	16,600 35%	3,000	2,000	2,000 33%		

※ 연간 절감

- 전력 : 139,100kWh × 12월 = 1,670,000kWh
- 요금 : 7,100천원 × 12월 = 85,200 천원

※ 투자비 회수기간

- 투자비 : 13,500천원 × 5대 = 68,750천원

- 회 수 : 약 10개월 (68,750천원 ÷ 7,100천원)

2) 설치계획

구 분	'93	'94	'95	비고
39개 터널	14개 터널	15개 터널	10개 터널	
	대전 (상, 하) 대덕 (상, 하) 영동 (상, 하) 반월 (상, 하) 동해 1, 2 중부1(상, 하) 중부2(상, 하)	황간 (상, 하) 옥천 (상, 하) 김해 (상, 하) 남해 (상, 하) 영동 2 고령, 남원 합천, 해인사 경주 (상, 하)	호남 (상, 하) 진주 (상, 하) 중부3(상, 하) 중부4(상, 하) 영동 1 달성	

3) 전체 49개 터널 설치 완료시 연간 예상절감

구 분	전력량(kWh)			
	설치전	설치후	절감	절전율
터널 49개	13,314,000	6,950,000	6,364,000	47.8%

구 분	절전요금(천원)			
	설치전	설치후	절감	절전율
터널 49개	771,000	447,000	324,000	42.0%

마. 의견

본 기기는 일기변화에 따라 터널내 조명조도가 적정하게 자동 조절되므로 차량 운행에 지장이 없으며 점등시간 단축으로 절전을 40% 이상 및 조명기구, 안정기의 수명을 연장하는 절전기로서 일반 시·도 터널에 확대 보급함으로써 외화절약에 큰 공헌을 할 수 있다.

2. 저압 나트륨 조명등 전자안정기 사용

가. 사용동기

고속도로에 설치된 조명등은 고·저압 나트륨 조명등으로서 점등에 필요한 안정기는 철침에 코일을 감은 초크방식으로 점등시 안정기 자체 전력손실이 약 25-35% 정도 낭비되고 있는 실정으로 국내 처음으로 안정기 자체 전력손실이 없는 전자식 저압 나트륨 등 안정기가 연구 개발되어 기능 및 내구성을 시험한 후 확대 설치하여 전력요금 예산을 절

감하고 조명등 수명을 연장코자 한다.

나. 시험설치

- 1) 위치 : 영동고속도로 대관령 휴게소 주차장 가로등
- 2) 규격 및 수량 : 저압 절전형 나트륨 조명등 (SOX-E-91-W) 30개
- 3) 설치기간 : '91. 9. 30 - '92. 8. 30(11개월)

다. 효과분석

(개당, 연간)

구 분	단위	현 행 (코일식)	개 선 (전자식)	효 과
전력 사용량	kWh	468	328	140kWh 절감(30%)
전력 요금	원	21,000	15,000	6,000원 절감
구입 가격	원	42,900	32,000	10,900원 절감

○ 수명연장 : 입력 전압 변동에 의한 2차측 정전압 공급수명 연장 기대

○ 내 구 성 : 부품이 50여개로 구성되어 있어 온도 변화에 따른 확실한 내구성 분석은 되지 않고 있다.

라. 설치계획 및 절감 예상

연 도	위 치	대상 등수 (등)	절 감 량 (4년간)		
			전 력 (kWh)	전력요금 (천원)	구입가격 (천원)
총 계		13,432	1,878,000	81,200	146,410
'93	소 계	200	28,000	1,200	2,180
	토평 LC	75	10,500	450	817
	동해 1 터널	125	17,500	750	1,363
확대설치	전 국	13,232	1,85,000	80,000	144,230

○ 소형 경량화로 유지보수 용이

마. 의 견

적은 수량을 터널 및 인터체인지에 실제 설치하여 약 1년간 기온변화에 따른 내구성과 기능을 검토 분석한 후 확대 설치코자 한다.

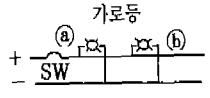
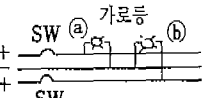
3. 가로등 배선회로 개선

가. 개선 개요

'86년부터 인터체인지 가로등 설계시 단상 2선식을 단상 3선식으로 개선하여 통행차량이 많은 일몰 시부터 24:00까지는 가로등 시설수량 전체(100

%) 점등되고 비교적 통행차량이 적은 24:00부터 일출시까지 시설수량의 절반(50%)이 격등으로 자동 점소등됨으로써 25%의 전력절감을 기하고 있으며, 자동차 전용도로 조명등에 확대 적용시 상당한 전력절감에 기여할 것으로 사료된다.

나. 가로등 배선회로 개선 전·후 효과 분석

구 분	기 준	개 선
배선 방법	 1φ 2W 식	 1φ 3W 식
절감 실적 (연간)	인터체인지 102개소, 10525등 전력 : 9,986,000kWh 요금 : 455,360천원	인터체인지 102개소 10525등 전력 절감량 : 9,986,000kWh × 25% = 2,496,000kWh 요금 절감액 : 2,496,000kWh × 45.6원 = 114,000천원
공사비	전력케이블 14mm ² ×2C m당 1,424원 전선관 PE 28m/m m당 274원 노무비 1식 1,810원 계 3,508원	전력케이블 8mm ² ×1C×3 m당 1,203원 전선관 PE 28m/m m당 274원 노무비 1식 2,305원 계 3,512원 공사비 큰 증감이 없음

4. 태양광 가로등

가. 원 리

무한한 태양광을 이용, 주간에 태양전지(Solar Cell)에서 태양빛을 전기에너지로 변화시켜 충전기를 통하여 배터리에 충전시킨후 야간에 인버터(D.C → A.C) 및 자동점소등 기기에 의하여 조명등을 점소등하는 시설이다.

나. 설치 개요

1) 설치 개소

총 계 193개소 : 398등

버스정류장 166개소 : 328등

비상주차대 27개소 : 70등

2) 조명등 : 저압나트륨등 SOX-55W

3) 기 간 : '90. 7. 1. - '91. 10. 22

4) 기대효과 - 야간 이용객에게 편의 제공

- 대체 에너지 개발 활용

- 전력 절감액(연간)

• 전력절감량 : 110,000kWh

• 요금절감액 : 5,000,000원

5) 검토의견

본 태양광 조명방식은 몇 등씩 소요되는 소규모 시설 조명이 필요한 개소에 설치되는 것으로 버스 정류장 및 비상 주차대에 조명시설을 하여 야간 이용객들에게 편의를 제공하는 시설이며, 광범위한 연속조명이 소요되는 인터체인지 조명은 조명시설 중심부에 태양광 발전시설을 설치하여 전력을 공급하는 방식으로 전문 연구 기관에 용역을 의뢰하여 성과에 의하여 소형 인터체인지 1개소를 선정, 시험설치가 필요하다고 사료된다.

다. 태양광 전원활용계획

1) 태양광 가로등 개발비용

가) 대 상 : 영동고속도로 덕평 인터체인지

나) 개 요 : 절전형 저압 나트륨등(SOX-E 91W) : 83등

다) 계약금액 : 75,000,000원

라) 계약기간 : '92. 7. 3 - '93. 8. 14

마) 계약자 : 한국에너지기술연구소(과학기술처 산하)

바) 용역개요

- 국내 전지역을 17개 권역으로 나누어 '80-'90(11년)간의 위치별 수평면 일사량과 경사면 일사량, 온도, 일조시간 등의 세부자료를 정밀 조사분석하여 지역별 태양전지 용량 결정

- 태양광 가로등 시제품 제작 각종 기능시험

- 실시 설계서 작성

2) 주요 태양광 전원 이용현황

가) 국내 이용현황

설비명칭	설치장소	발전규모	용 도	실험기관	설치연도
태양광 발전소	충남 호도	90	총괄전원	한국전력	'93. 2.
	제주 마라도	30	"	"	'91.12

설비명칭	설치장소	발전규모	용 도	실험기관	설치연도
	전남 하와도	25	"	에너지연구소	'87. 4
	강화 야차도	4	"	"	'80. 6
	대전에너지연구소	2	성능비교분석	"	'81. 5
	"	1.35	가정용 전원	"	'92. 8
유인등대	전 국	6-8	등대(14개소)	해운항만청	'91년이전
무인등대	"	0.3-1	"(497개소)	"	"
전화전원	"	0.1-0.5	부선 중계용(2,332개소)	한전, 수자원, 국방부, 한국통신, 항만청	"

나) 국외 이용현황

(1) 터널 조명 사례 : Meotoura Tunnel (일본)

- 태양광 발전 용량 : 17.9kWh

- 용도 : 터널 조명용(저압나트륨등 90W) 64등

- 발전방식 : 독립형 발전 시스템

(2) 방음벽 위에 설치 사례 : 스위스 고속도로

- 태양광 발전 용량 : 100 kWh (방음벽 830m)

- 용도 : 가정용 전원

- 발전방식 : 계통 연계 시스템

3) '94 태양광 전원 활용 계획

노 선	이전(Km)	명 칭	전기시설	소요예산	비 고
계		2개소		40,000	산악지대이며 외선거리가 20km나 되어 전기인입
영동선	110.5(하)	봉화산 공중 변소	120W	20,000	공사비가 46,000
	131.5(하)	태기산 공중 변소	120W	20,000	천원임

* 고속도로 전시설물에 대하여 본 설계용역 성과를 기초로 하여 태양광 이용방안을 검토 발전시켜 대체 에너지 활용에 기여하겠다.

5. 터널 조명등 절전형 저압나트륨등 사용

가. 현 황

터널 조명시설은 터널 조명기준 KSA-3703에 의거 고압나트륨등, 메탈할라이드등, 절전형 저압나트륨등(SOX-E)으로 설치되고 있는 실정므로 고속

도로의 터널조명등은 1973년부터 타조명등에 비하여 절전효과가 크며 매연 및 안개속에서 빛의 투과력이 좋은 저압 나트륨등(SOX)을 사용하였으며 1987년도에는 저압나트륨등이 발전되어 신개발된 것으로 성능은 동일하면서 절전율이 높은 절전형 저압 나트륨등(SOX-E)을 도입 사용하여 에너지 절감에 크게 기여하고 있음.

나. 조명등 제원

종 류	규 격	광 속 (LM)	색 상	효 율 (LM/M)	효율대비	효율순위	비 고
메탈 할라이드	175W	12,000	유백색	68.6	1	10	175W 기준
	250W	20,500	"	82	1.2	9	
고압 나트륨등	150W	14,000	등황색	93	1.4	8	
	250W	25,000	"	100	1.5	7	
저압 나트륨등 (SOX)	35W	4,600	황 색	131	1.9	6	
	55W	8,000	"	145	2.1	5	
	90W	13,500	"	150	2.2	4	
	135W	21,500	"	159	2.3	3	
절전형 저압 나트륨등 (SOX-E)	36W	5,700	"	158	2.3	2	
	91W	17,000	"	186	2.7	1	

다. 전력사용 대비

메탈 할라이드등 175W 전력소비율을 100%로 기준시 절전형 저압나트륨등(SOX-E)의 전력소비율은 36.9-43.3%이며 메탈 할라이드등은 절전형 저압나트륨등에 비하여 2.3-2.7배의 전력을 더 소비한다.

라. 전력절감 실적

1) 조명등 설치 수량

SOX-E 36W : 3,853등

SOX-E 91W : 17,978등

2) '93년도 절감실적

단위 : 천원

구 분	메탈 할라이드등	절전형 저압나트륨등	절감실적	비 고
사용전력량	26,925,000kWh	10,770,000kWh	16,155,000kWh	절전율 : 60%
전력요금	1,227,000	491,000	736,000	

마. 의 견

절전율이 가장 높은 저압나트륨등(SOX-E)을 터널 및 상습 안개지역의 조명등으로 설치 점등운영하고 있으며 앞으로 산악지대와 해안 고속도로에 확대 설치계획이다.

6. 연간 전력절감 실적

('93년도분)

구 분	절감 전력량(kWh)	절감 전력요금 (천원)
계	22,623,000	1,051,200
터널 조명등 자동점소등 기기	3,834,000	195,000
저압나트륨등 전자안정기	28,000	1,200
가로등 배선회로 개선	2,496,000	114,000
태양광 가로등	110,000	5,000
메탈할라이드등 → SOX-E	16,155,000	736,000

7. 결 론

한국도로공사에서는 1973년도 세계적인 석유팽동 이후부터 국가시책인 에너지 절감에 기여코자 지속적으로 절감방안을 수립, 추진하고 있으며, 특히 도로조명에 대하여 국내외 신기술, 신자재 및 자재 연구개발을 통하여 실지 활용함으로써 많은 전력절감 실적과 기술을 축적하였으며 유사 업무를 수행하는 시도의 도로조명에 활용한다면 에너지 절감에 지대한 공헌이 되리라 확신한다. ㉔

분별없는 불자낭비 구겨지는 나라경제