

터널 조명 제어장치의 성능개선

어 익 수
호남대학교

Improvement of Lighting Control System for Tunnel

Ik-Soo Eo
Honam University

Abstract - Lighting in the tunnel makes for safe driving of cars taking into account of change in perception arisen in the sight of drivers of cars entering into and passing tunnel, drivers' mental reaction and unique circumstances of a tunnel. There are many variables to satisfy safe driving in the tunnel. Since tunnels are mostly located in the mountainous area and illumination at the approach part differs largely depending on the surrounding circumstances, a standard different from that of common lighting is applied. An accident in the tunnel, which involves same danger as in underground, may lead to a large mishap. Therefore, control by sensors inside and outside of tunnel ensures prevention of an accident through control of illumination at the approach part and inside of tunnel. It is very important in the aspect of saving energy since such control is available to reduce depreciation factor resulted from early excessive intensity of illumination.

1. 서 론

터널조명은 암순용과 명순용이 교차하는 곳으로 조명 설계시 순용이 대단히 중요한 요소로 작용한다. 터널은 대부분 산악지대에 위치 하고 주위 환경에 따라(계절적 요인, 날씨의 요인등) 입구부 밝기의 차이가 상대적으로 커 일반 조명과는 다른 기준이 적용된다. 터널내의 사고는 지하공간과 동일한 위험성을 내포하고 있어 대형사고로 이루어질수 있으므로 이러한 제 조건을 분석하여 터널 내외부의 센서제어로 입구부와 터널내부 밝기를 제어하여 안전사고를 예방하고, 초기 과조도에 의한 감광보상율을 줄일 수 있어 에너지 절약 측면에서 매우 중요하다. 일반적인 방법은 터널의 입구측 도로상에서 야외 조도를 감지할 수 있는 조도센서를 설치하여 여기서 감지되는 조도값에 따라 조명 제어반에서 분전반을 제어함으로써 터널내의 조명등을 제어하는 방법이다. 이러한 방법은 조도센서가 터널 입구측에 설치되어 야외 조도만을 측정하는 것임으로 운전자의 시각 조도와는 다른 위치로 현실적이지 못하고 또한 터널의 입구 방향이 서로 달라 정확한 시각적 측면에서 현실적이지 못하는 문제점을 가지고 있다. 이에 대하여 본 논문에서는 터널 내외부에 포토센서를 설치하여 조명비로 인한 밝기가 단계적으로 설정되어 안전운행을 할 수 있도록 성능개선을 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 조명제어장치의 구성 및 기본회로

터널 내외부에 포토센서를 설치하여 입 출력값에 따

른 단계별 조명제어(8Step)구성하여 점등을 조절하는 장치이다. 이것은 감광보상율에 의한 초기 과조도를 줄일 수 있어 에너지 절약 측면에서 효과적이고 터널 내부 회로의 단락 및 사고를 감지하여 교통사고를 줄일 수 있는데 그 특징이 있으며 전체적인 개발 장치의 구성도는 그림1과 같다.

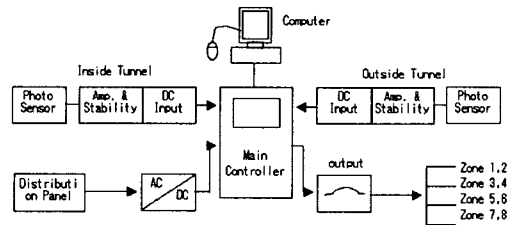


그림 1. 터널 제어장치의 구성도

주장치에서 조도를 측정하기 위하여 구성된 터널 입구부는 그림2와 같이 빛에너지를 감지하는 센서와 여기서 출력되는 미세한 신호를 증폭하는 증폭단과 안정화 부분, 그리고 잡음을 제거하는 필터부, 및 A/D Converter부분, 그리고 이 신호를 Display하기 위한 Digital Indicator부분으로 구성된다.

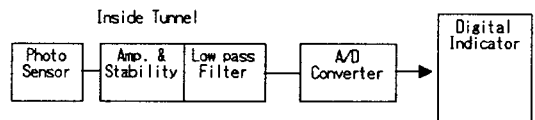


그림 2. 터널 내부의 제어센서 부분

그림3은 터널내부의 조도측정 방법을 보여주며 그 값은 터널입구의 Digital Indicator와는 다르게 컴퓨터 모니터에 파형의 형태로 표현할 수 있게 되어있다. 즉 입구 데이터는 디지털 값으로 표현되고 내부 데이터는 그래프 형태로 밝기의 강도를 Real Time으로 표현한다. 이렇게 함으로써 데이터(밝기)를 정확하게 감지하여 터널내부의 점등 상태, 회로의 고장유무 및 유지보수의 상태를 정확하게 파악할 수 있다.

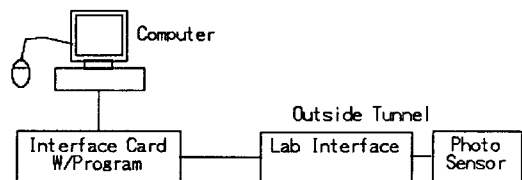


그림 3. 터널외부의 제어 센서부분

2.2 포토센서(SP-45ML)의 특징과 특성

본 실험에 사용한 SP-45ML 센서는 광에너지를 전기 에너지로 변환하는 일종의 트랜지스터로 그 구성은 반도체의 PN접합부에 광검출 기능을 추가한 것으로 전기적 광학적 특징은 표1과 같다.

표 1. SP-45ML의 전기적 광학적 특징

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max	Unit
Open Cir. Voltage	Voc	Ev=		0.4		V
Shot Cir. Current	Isc	1,000		170		μA
Dark Current	Id	Vr=5V			10	μA
Curve Factor	C.F.		0.55			
Capacitance	Ct	V=0V		1,050		pF
Temp. coefficient Voc	αt			2.2		mV/°C
Temp. coefficient Isc	βt			0.18		%/°C
Spectral sensitivity	λ			450~1,050		nm
Peak wavelength	λp			900		nm
Harf angle	Δθ			±60		deg

2.3 주 제어장치(Microprocessor Based Indicator)의 입출력 및 기능

Microprocessor Based Indicator를 활용한 8Step 출력으로 세분화하여 적용 하였으며 입력신호는 0~2V DC이고, 전류 0.4~20mA이며 센서용 전원은 DC24V 이내로 조정 가능하게 되어있다. 녹색으로 표시되어 있는 숫자는 Step출력 상태를 표시하고 있으므로 사용중에도 출력의 상태를 알수있어 사용이 편리하며 각 단계의 데이터 설정, Full Scale값 설정, Calibration 등의 데이터는 푸시버튼으로 간단히 조작이 설정, 변경, 가능하고 데이터는 정전시 자동 기억 된다. Full Scale 및 Calibration등의 데이터는 암호 입력후 데이터 변경이 가능하도록 하여 안정성이 있다.

2.4 동작 시험 및 결과

포토센서를 이용한 터널조명제어장치의 완성품은 그림4와 같이 제작 되었으며 좌측 중앙에는 내부 조도를 측정할수 있는 센서이고 좌측 하단에는 내부 조도 측정용 센서 연결용 케이블과 컴퓨터로 인터페이스 할 수 있도록 구성하여 ISO카드와 연결되는 부분이다. 그림5는 본 장치의 내부도로 좌측에는 8Step 콘트롤 시그널 부분과 장치내부의 전면에는 각 Zone별 릴레이가 장착되어있으며 뒤쪽에는 Signal부, Display부, Switch부가 설치된다. 제작된 모형의 동작상태는 표2에서 보는 바와 같이 입구의 조도가 20Lux 이하일 경우(야간으로 인식)Step1이 동작하여 터널내부를 밝히고, 10,000Lux~18,000Lux일 경우 Step1~Step8이 동작하여 전체 조명을 밝히도록 구성되어있다. 실제 사용상에 있어서는 터널내의 입력값을 감지하여 조정가능 하도록 제작 되어 있다.

표 2. 신호 출력 상태

출력상태	녹색상태	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7	Step 8
Step1 ≥ (20Lux이하), Step1 < (50Lux이하), Step2 < (100Lux이하), Step3 < (200Lux이하), Step4 < (500Lux이하), Step5 < (1,000Lux이하), Step6 < (10,000Lux이하), Step7 < (18,000Lux이하), Step8 <		on							
		on							
		on	on						
		on	on	on	on				
		on	on	on	on	on			
		on	on	on	on	on	on		
		on	on	on	on	on	on	on	
		on	on	on	on	on	on	on	on

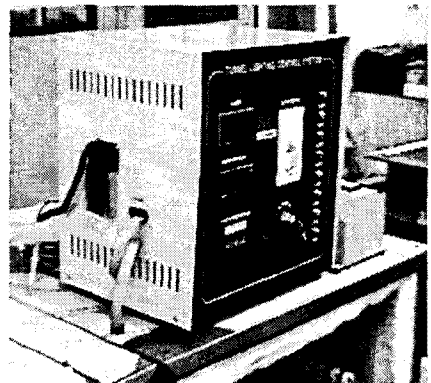


그림 4. 본 장치의 완성품

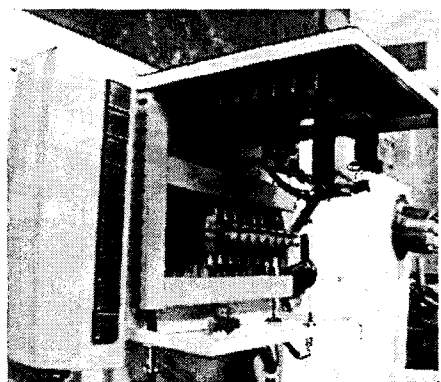


그림 5. 본 장치의 내부도

그림6, 7은 터널내부의 조도값을 조도센서와 Interface card 및 컴퓨터와 연계하여 시뮬레이션한 결과(적분값, 평균조도값)이며 그림8은 결과값을 데이터로 환산된 값을 보여준다.

측정장소:교수 연구실
 측정일시:2003. 03. 01 18:00시(주간조도 전혀 없음)
 Sample Speed : 60 Read/s
 Experiment Length : 10sec

3. 결 론

내부 조도계를 설치하여 터널 내부의 조명 상황을 감시실에서 감시할 수 있고 전력반 릴레이의 고장이나, 누전차단기의 오동작 등으로 일부 회로가 차단되어도 쉽게 확인이 가능하여 유지보수관리 측면에 크게 기여할 수 있다. 또한 그 결과를 분석할 수 있고, 감광 보상에 의한 초기 과조도를 줄일 수 있어 에너지 절약에 효과적이므로 신설되는 터널은 이의 적극적 활용이 기대된다. 부가적으로 터널내의 상황을 실시간 감시할 수 있는 감시카메라 시스템 및 환경 감지등이 복합적으로 동작하여 터널내의 안전사고에 적극 대비할수 있는 연구 개발이 요구된다.

본 연구는 2002년 광주전남 중소기업청 산학연 컨소시엄 사업으로 일부 진행 되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] C. Greacen, D. Green, "The role of bypass diodes in the failure of solar battery charging station in Thailand", Solar Energy Materials & Solar Cells 70, 2001.
- [2] Dirk Uwe Sauer, Jurgen Garcke, "Optimum battery design for application in photovoltaic system-theoretical considerations", Journal of Power Sources 95, 2001.
- [3] R. Adjakou, C. Lishou, "Using state-space representation for the modelisation of photovoltaic systems", Applied Mathematics and Computation 124, 2001.
- [4] 일본 규격 협회 JIS-Z 9116.
- [5] 한국 산업 규격 KSA 3703.
- [6] Charles Ehrlich, Konstantinos Papamichael, Judy Lai and Kenneth Revzan "A method for simulating the performance of photosensor-based lighting controls", Energy and Buildings, Volume 34, Issue 9, October 2002, Pages 883-889.
- [7] A. K. Athienitis and A. Tzempelikos "A methodology for simulation of daylight room illuminance distribution and light dimming for a room with a controlled shading device", Solar Energy, Volume 72, Issue 4, April 2002, Pages 271-281.

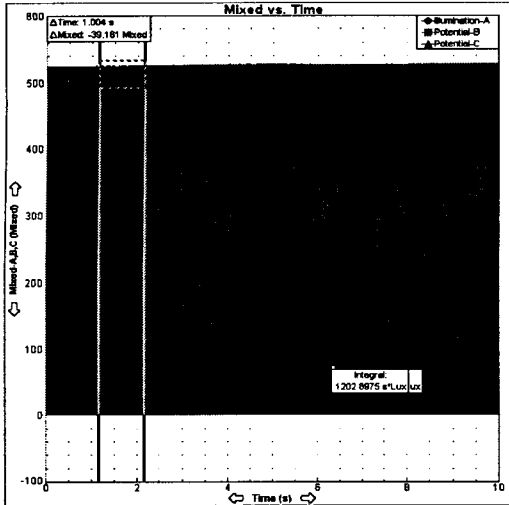


그림 6. 조도 분석값(예)

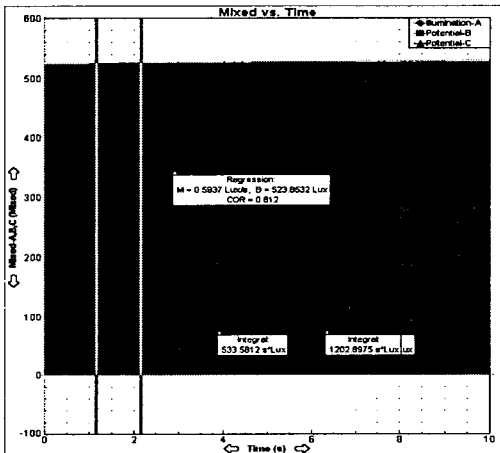


그림 7. 조도 분석값(평균값, 순간값, 적분값)

Data Table Window				
Latest Data				
Row Num	Time (s)	Illumination-A (Lux)	Potential-B (V)	Potential-C (Volts)
1	0.000	523.438	-0.806	-0.688
2	0.017	523.340	-0.348	-0.410
3	0.033	523.578	-0.360	-0.412
4	0.050	522.774	-0.367	-0.412
5	0.067	523.593	-0.367	-0.408
6	0.083	524.313	-0.369	-0.407
7	0.100	524.135	-0.378	-0.409
8	0.117	523.957	-0.379	-0.407
9	0.133	524.682	-0.383	-0.409
10	0.150	523.571	-0.389	-0.409
11	0.167	524.443	-0.392	-0.411
12	0.183	524.085	-0.390	-0.407
13	0.200	524.634	-0.393	-0.413
14	0.217	523.371	-0.396	-0.408
15	0.233	524.453	-0.404	-0.414
16	0.250	524.337	-0.399	-0.410
17	0.267	523.586	-0.400	-0.411
18	0.283	524.119	-0.400	-0.410
19	0.300	524.198	-0.407	-0.415
20	0.317	524.395	-0.409	-0.414
21	0.333	524.198	-0.405	-0.413
22	0.350	524.616	-0.410	-0.416
23	0.367	524.396	-0.410	-0.419
24	0.383	524.258	-0.412	-0.416
25	0.400	524.195	-0.405	-0.413
26	0.417	524.313	-0.417	-0.419
27	0.433	524.342	-0.414	-0.419
28	0.450	524.342	-0.417	-0.419
29	0.467	524.101	-0.415	-0.417
30	0.483	523.363	-0.415	-0.417
31	0.500	524.198	-0.414	-0.415
32	0.517	524.390	-0.418	-0.419
33	0.533	524.671	-0.421	-0.419
34	0.550	524.477	-0.417	-0.416
35	0.567	524.388	-0.421	-0.419
36	0.583	524.119	-0.418	-0.415
37	0.600	524.323	-0.418	-0.414
38	0.617	524.640	-0.423	-0.419
39	0.633	524.621	-0.421	-0.416
40	0.650	524.525	-0.423	-0.417

그림 8. 조도 데이터 값