

고성능 터널조명 측정시스템

(A high performance measurement system for tunnel lighting)

황재산 · 김형권 · 한중성 · 정현일 · 김필영 · 김 훈

(Hwang-Jae San · Hyeong-Kwon Kim · Jong-Sung Han · Hyeon-Il Jung · Pil-Yeong Kim · Hoon Kim)

요 약

터널조명 상황을 안전하고 신속하게 측정하기 위해 고속주행에서도 노면의 조도와 휘도에 대해 다량의 데이터를 수집할 수 있는 '고성능 터널조명 측정시스템'을 개발 하였다.

1. 서 론

도로조명에서 고속도로의 터널은 밝기가 급변하는 장소로서 자동차 운전자가 터널 진입 시 도로의 상황이나 교통상황을 정확히 파악하여 안전하고 불안감 없이 도로를 통행 할 수 있게 하여야한다. 특히, 터널내의 충분한 노면휘도 유지와 적절한 균제도는 대단히 중요하다. 터널내부는 폐쇄된 공간이므로 터널내부에서 사고가 발생할 경우 인적, 물적 피해가 대단히 크기 때문에 터널 내부의 조명설비를 항상 최적화하여야 한다.

따라서 터널내부의 수직, 수평면조도를 정기적으로 측정하여 기준에 적합한지를 평가하여야하는데 기존의 수동식 측정법으로는 수많은 터널의 조도측정에 한계가 있기 때문에 보다 신속하고 신뢰도 높은 조도 및 휘도를 계측하는 시스템의 개발이 필요하다.

이에 본 연구팀에서는 2005년과 2006년에 걸쳐 다점측정 조도계와 휘도계를 사용하고 이러한 장비를 구동시킬 수 있는 프로그램을 개발하여 '차량을 이용한 터널조도 및 휘도 측정시스템'을 개발 했다. 또한 '도로조명 측정을 위한 2분할 측정시스템에 대한 연구'를 진행하여 노면의 조도 및 휘도 데이터에 대한 수집방법의 검증을 완료했다.

본 연구에서는 이러한 선행연구 결과를 바탕으로 고속주행에서도 터널 노면의 조도와 휘도 데이터를 다량으로 신속하고 정확하게 측정할 수 있는 시스템을 개발하고 보고한다.

2. 고성능 터널조명 측정시스템

2.1 시스템 구성

노면 조도 측정을 위해 T-10센서의 아날로그 신호를 수집하며, 휘도는 BM-5A10000 휘도계의 아날로그 출력신호를 측정하였다.

측정시스템의 계측기로는 T-10 센서를 이용한 2분할 수광 센서를 차량 앞부분과 후미 하부에 각 2개씩 일정 간격으로 설치하였으며, 1개의 T-10센서를 차량 천정부에 부착하여 동기구의 on/off 를 감지하도록 하였다. 운전자의 눈높이와 동일하게 휘도계를 차량내부 보조석에 장착하고, 이들의 측정값을 저장하며 분석하기 위한 Notebook PC, 그리고 일정거리마다 데이터를 측정하기 위한 신호를 발생시켜주는 펄스발생기로 구성되며 전체적인 시스템 구성은 그림 1과 같다.

측정시스템의 전반적인 하드웨어를 탑재하기 위해 시험차량 앞과 뒤, 상단에 탈부착이 가능하도록 구조물을 제작하였다.

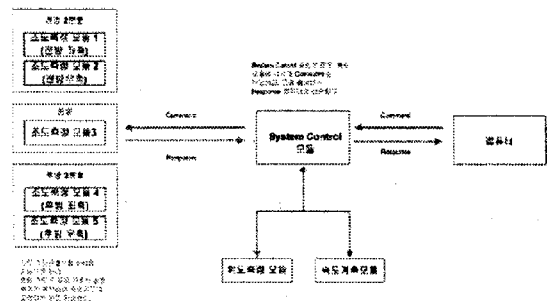


그림 1 측정시스템 구성도
Fig 1. Construct of a measurement system

2.2 측정시스템의 사양

2.2.1 휘도계

TOPCON BM-5A10000 기종으로 휘도계 설정에 따라 시야각 0.1°, 0.2°, 1°, 2°까지 변화시킬 수 있고, 아날로그 데이터로 1V~9V 사이 전압으로 입력받을 수 있다.

본 연구에서는 휘도계 개구부 높이를 지면으로 부터 1.5m로 하였다.

2.2.2 조도계

미놀타 T-10 조도계의 센서부를 사용하였으며 차량 전면과 후면에 2분할 수광방식이 가능하도록 제작한 센서를 도로 폭 방향에 따라 1.2m, 차선축을 따라 5m 간격으로 위치시켰다. 각 모듈의 설치높이는 노면에서 센서 수광부까지 15cm로 하였다. 또한 차량 천정중앙에 완전개방상태의 센서를 부착시켜 터널 등기구의 점멸상태를 감지하도록 하였다.

데이터 수집은 60km/h이상의 차량 속도에서도 10cm 간격으로 한다.

그림 2는 차량에 센서를 결합시켜 놓은 형태이다.

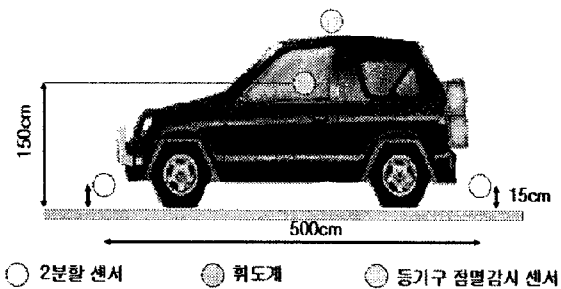


그림 2. 센서 결합
Fig 2 The Setting of sensors

2.3 Tachometer

조도계 및 휘도계를 일정거리마다 동작시키기 위해서는 자동차 주행거리를 검지하여 펄스 신호를 계측기에 전송하여야 하는데 자동차 전용의 Tachometer를 차량 바퀴에 탈부착이 가능하도록 연결하였다.

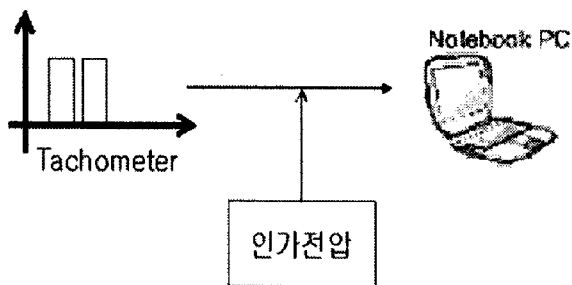


그림 3 펄스신호
Fig 3. A puls signal

2.4 차량

본 연구는 고속도로 터널의 조명시스템을 고속주행을 하며 노면의 조도 및 휘도데이터를 10cm 간격으로 측정하기 위해 개발되었다. 한국도로공사 차량을 이용하였으며 데이터 수집을 위한 센서부를 차량에 결합시키기 위해 탈부착이 가능한 구조물을 제작하였다.

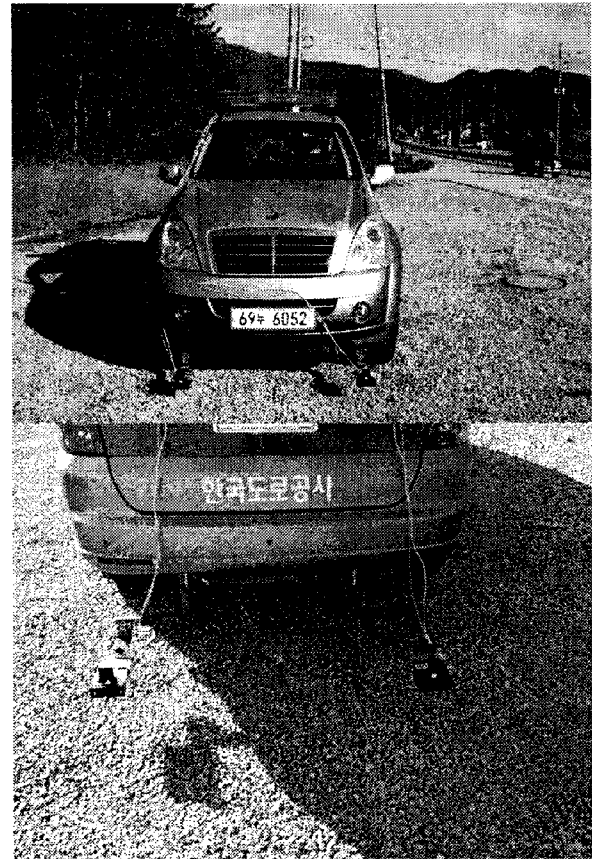


그림 4 고성능 터널조명 측정시스템 차량
Fig 4 A high performance measurement system for tunnel lighting

3. 시스템을 이용한 측정

3.1 측정방법

설계된 시스템을 이용하여 춘천_화천 간에 위치한 말고개터널을 대상으로 측정하였다.

- 터널길이 : 630m, 양방향 2차선
- 조명기구 : 저압나트륨
- 측정시간 : 오후 3시, 날씨맑은
- 측정시간 : 1분

3.2 측정결과

그림 5는 말고개터널 측정 결과이다.

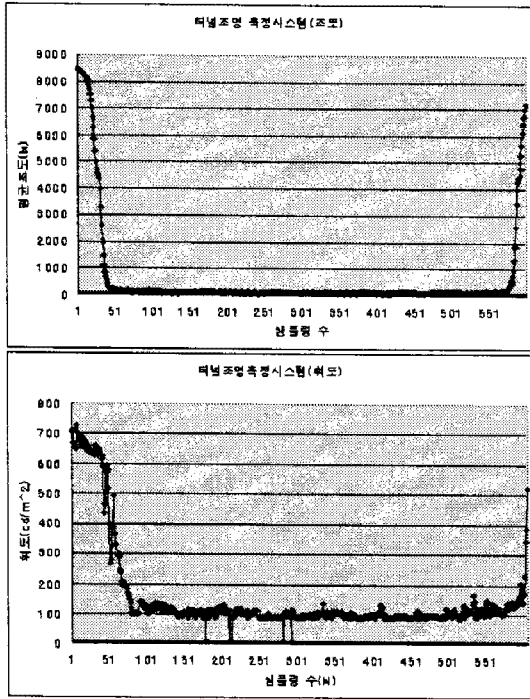


그림 5 조도/휘도 측정결과
Fig 5 The result of illuminance and luminance

4. 결론

표 1은 선행연구 결과와 고성능 터널조명 측정시스템 성능에 대한 비교표를 나타낸다.

표 1 측정시스템 비교
Table 1 The comparison of measurement system

시스템	차량을 이용한 터널조도 및 휘도 측정시스템	도로조명 측정을 위한 2분할 측정시스템	고성능 터널조명 측정시스템 개발	
센서 사양	조도 휘도	T-10 LS-110	T-10 LS-110 (아날로그출력) BM-5A10000	
데이터 수집 간격		2.8m	2.8m	0.1m
차량 운행속도		10km/h~ 20km/h	10km/h~ 20km/h	60km/h 이상
등기구 점등상태 판별기능의 유무		판별불가	판별불가	판별가능

‘차량을 이용한 터널조도 및 휘도 측정시스템’에서와 ‘도로조명 측정을 위한 2분할 측정 시스템’에서는 T-10 과 LS-110을 이용한 디지털 신호를 컴퓨터로 받아 들여 계산하였다. 이러한 처리과정은 통신속도에 관계되어 측정시스템의 데이터 수집이 이루어지는 과정에서 최소측정 가능 시간에 대한 한계가 발생하여 데이터 수집 간격이 멀어지게 된다.

본 연구에서 개발된 ‘고성능 터널조명 측정시스템’은 실제 고속도로 상에서 차량운행을 하면서 터널의 조도 및 휘도 데이터 수집이 가능하도록 계측기의 아날로그 출력 신호를 사용하였다. 결과 1개 데이터 수집거리가 짧아졌고, 차량운행 속도도 60km/h 이상으로 높아졌

다.

차량 천정부에 1개의 조도센서를 추가하여 차량 전·후상황과는 관계없이 터널내부 차량 진행 방향에 설치되어 있는 등기구의 점멸상태를 확인할 수 있는 기능을 추가하였다.

도로조명에서 터널조명은 주야간에 거쳐 차량이 설계주행속도로 안전하고 안락하게 통과하기 위한 인공 시설이다. 터널의 도로는 일반도로와는 달리 협소하고 밀폐된 공간으로 교통에 의한 압력 및 혼란 등의 위험이 잠재된 특수조건을 갖고 있다. 따라서 터널내부의 일정하고 균일한 조도값을 유지하기 위하여 정기적인 조도측정이 필수적이다. 신설된 터널이나 좀 더 정확한 측정치를 원하는 장소에서는 휘도측정을 병행하는 것이 좋다.

이러한 정기적 측정조사를 통한 조명설비의 경시변화를 구하면 조명설비 보수 및 개선 또는 신설 터널의 경우 설계값과의 적합성을 판단 할 수 있으며 터널조명 설계에 필요한 기초자료로 활용하기도 한다. 기존의 수동식 측정법은 KSC 7612, 7613에서 규정한 대로 측정할 경우 측정시간이 길어지고 측정자의 안전이 위협된다.

강원대학교 조명연구실에서는 개발한 ‘고성능 터널조명 측정시스템’은 운전자의 안전을 보장하고 안정을 줄 수 있는 시각환경을 만들어주기 위한 터널 설계 및 유지보수자료 데이터 수집에 앞으로 유용하게 이용될 것이다.

후 기

이 논문은 한국도로공사의 연구용역에 의해 수행된 연구결과의 일부임.

참 고 문 헌

- (1) 건설교통부 “도로터널 조명시설의 설계기준” 1996.4
- (2) KOE “터널 및 도로조명기준 개선용역”, 2004.12
- (3) 일본도로공단 “자동식 조도 측정 시스템” presentation 자료, 2005.9
- (4) 한국도로공사 “고속국도 및 터널조명 계측기기 차량설치용 시스템 개발 및 운용 타당성 연구” 2005.11
- (5) 김동주 외, “차량을 이용한 터널조도 및 휘도 측정시스템 개발” 2005.11
- (6) 한국토지공사 “도로조명 현황 분석 및 개선방안 도출” 최종보고서, 2006.8
- (7) 조덕수 “도로조명 측정을 위한 2분할 측정시스템에 대한 연구” 2007.2