

터널조명방식의 국제동향 및 비교평가 연구

Investigation of International Trend and Comparison In Tunnel Lighting System

김형권 · 한종성 · 한재웅 · 김 훈

(Hyeong-Kwon Kim · Jong-Sung Han · Jae-Ung Han · Hoon Kim)

요 약

본 연구에서는 터널조명 시스템에 대한 국제적 동향을 알아보기 위해 일본과 유럽의 터널조명 시스템에 대하여 자료를 수집하였다. 이러한 자료를 근거로 Lightscape 시뮬레이션 프로그램과 경제성 평가도구 WEELS를 이용하여 터널의 기본부를 조명하는 광원의 종류, 주간과 야간, 터널 설계속도 그리고 기구배열 방법에 따라 터널조명시스템에 대한 비교평가 연구를 진행하였다.

1. 서 론

본 연구에서는 해외 터널조명의 추세를 조사하고 이를 바탕으로 국내 실정에 적합한 터널조명 시스템에 요구되는 여러 고려사항들을 비교 평가하였다.

등기구 배열방식은 중앙배열, 대칭형 배열, 편측배열로 정하고 각각 사용광원의 종류에 따라 분류하였다. 터널내 기본부 조명에 대하여 표 1과 같이 모의상황을 설정하고 광원의 종류, 배열방식, 조명시간 등의 조명방법에 차이를 두고 설계조건값을 달성하는 등기구의 간격을 Lightscape 프로그램으로 찾았다.

최종적으로는 경제성평가도구인 WEELS를 이용하여 터널조명시스템을 비교·평가했다[2].

2. 터널시스템의 구성

터널 조명은 입구부 조명, 기본부 조명, 출구부 조명, 접속도로 조명 및 비상 조명으로 구성된다. 주간에 도로를 주행하는 자동차 운전자는 야의 휘도에 순응한 상태로 터널에 접근하기 때문에 운전자에게 터널 내부는 모두 암흑으로 보여, 터널의 내부는 잘 식별되지 않는다. 이러한 장애를 경감하기 위하여 입구부에 설치한 조명설비를 입구부조명이라 한다.

표 1 시뮬레이션 설정치
Table 1. The Set Points of Simulation

사용광원	형광등 32W*3 고압나트륨 150W, 250W 무전극 램프 100W, 200W 컴팩트 메탈헬라이드 70W, 150W
터널제원	길이 : 300m(기본부), 높이 : 7.43m 말굽형 2차로 터널
반사율	천정 : 0 벽부 : 평균 0.3 노면 : 0.1
등기구 배열	천정 중앙, 대칭배열 : FL, HPS, 무전극램프 천정 편측배열 : CMH
등기구 설치	높이 : 노면에서 6m, 간격 : 배열/배광특성고려
보수율	0.6 고정
설계/시뮬레이션	AutoCAD/Lightscape

기본부 조명이란 터널 전체에 걸쳐 원칙적으로 조명 기구를 일정 간격으로 배치하여 조명하는 것으로, 주간에 터널 외부로부터 터널에 진입한 자동차 운전자가 입구부 조명 구간을 통과하여 거의 정상적 시각 상태에 도달한 후의 조명을 말한다.

주간에 터널 내부에서 출구부를 보았을 경우 출구가 대단히 밝은 배경으로 되고 출구부근에 있는 모든 장애물은 검은 실루엣으로 보이며 쉽게 보인다. 그러나 출구부 야외의 휘도가 대단히 높은 경우, 교통량을 많게 하기 위하여, 차간 거리가 짧게 되어 선행하는 차는 실루엣이 개구부의 일부를 가리는 경우 선행하는 차를 따라가는 작은 차나 낙하물 등은 식별하기가 곤란하다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 자동차의 후면을 적당히 조명할 필요가 있는데 이것이 출구부 조명이다.

야간에 터널 접속도로에는 입구부, 출구부 모두 조명을 설치한다. 입구부의 조명은 입구부 부근의 도로 폭의 변화를 알리기 위한 것이고, 출구부 조명은 터널 내에서 접속도로의 상황을 파악하도록 설치하는 것이다. 비상조명이란 고속도로 터널 내를 주행 중 갑자기 정전을 당하면, 갑자기 어두워진 터널 내를 주행하던 자동차는 매우 위험한 상황에 처하게 되는데 이러한 현상을 방지하기 위한 조명시설을 의미한다.

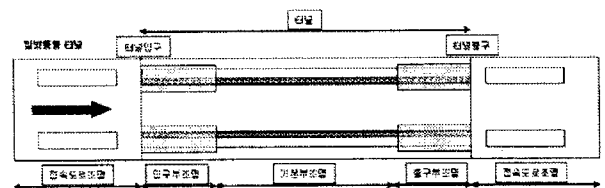


그림 1 터널조명의 구성
Fig 1. The Composition of Tunnel Lighting

3. 터널조명 시스템의 국제적 동향

3.1 일본

표 4 주야간 터널조명 시스템 평가표
Table 4 The estimation table for tunnel lighting system

구분	시각	조명방식	주간				야간							
			1차	2차	3차	4차	1차	2차	3차	4차				
주간	주간	일반형등(100W)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
		일반형등(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		고압나트륨(150W)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
		고압나트륨(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		형광등(32W)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
		무전극 램프(100W)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
		무전극 램프(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		컴팩트 메탈 할라이드(70W)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
		컴팩트 메탈 할라이드(150W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		합계												
		야간	야간	일반형등(100W)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
				일반형등(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
고압나트륨(150W)	0.80			0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
고압나트륨(200W)	0.60			0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
형광등(32W)	1.50			1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
무전극 램프(100W)	1.20			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
무전극 램프(200W)	0.60			0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
컴팩트 메탈 할라이드(70W)	0.80			0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
컴팩트 메탈 할라이드(150W)	0.60			0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
합계														

4.3 결과 분석표 작성

본 연구에서는 고압나트륨 150W, 200W, 형광등 32W, 무전극 램프 100W, 200W 그리고 콤팩트 메탈 할라이드 70W, 150W 을 대표적인 터널조명용 램프로 선정하고, 시뮬레이션을 통해 터널 조명의 조건을 변화시키며 각각의 상황에 따라 발생하는 결과를 표 5에 정리했다.

표 5 주야간 터널조명 시스템 비교평가표
Table 5 The comparative table for tunnel lighting system

구분	시각	조명방식	주간				야간							
			1차	2차	3차	4차	1차	2차	3차	4차				
주간	주간	일반형등(100W)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
		일반형등(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		고압나트륨(150W)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
		고압나트륨(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		형광등(32W)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
		무전극 램프(100W)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
		무전극 램프(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		컴팩트 메탈 할라이드(70W)	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
		컴팩트 메탈 할라이드(150W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
		합계												
		야간	야간	일반형등(100W)	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
				일반형등(200W)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
고압나트륨(150W)	0.80			0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
고압나트륨(200W)	0.60			0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
형광등(32W)	1.50			1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50		
무전극 램프(100W)	1.20			1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20	1.20		
무전극 램프(200W)	0.60			0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
컴팩트 메탈 할라이드(70W)	0.80			0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80		
컴팩트 메탈 할라이드(150W)	0.60			0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
합계														

5. 결론

국내외의 터널조명 방식을 조사했고 터널조명시스템의 비교평가에 고려될 수 있는 사항들을 선정하였다. 또한 실제상황과 유사한 터널을 시뮬레이션하

고 터널의 특성에 따른 조명방식의 변화를 평가할 수 있도록 터널의 구조적특성과 설계특성에 따라 경제적인 평가가 가능하도록 표를 작성하여 다양한 측면에서 상호비교 되도록 하였다.

계산에 사용한 데이터를 보다 정확하게 보완하여 개선할 예정이다.

참고 문헌

- (1) 건설교통부 "도로터널 조명시설의 설계기준"
- (2) 심상만, "조명시스템의 경제성 평가를 위한 도구 개발", 2000.8
- (3) 일본조명학회지 8월호, 1991년 ~ 2007년
- (4) IESNA RP_22_05
- (5) CIE 88_2004
- (6) 김기훈 외, "광원의 종류에 따른 터널조명 설비의 실태조사 및 경제성 평가", 추계학술대회 논문집 2001.11