

도로터널 조명시설의 설계기준

A Design Basis of Tunnel Lightign Equipment

지 철 근 서울대 전기공학과

이 진 우 호서대 전기공학과

제 1 장 서 론

터널조명은 주간과 야간에 걸쳐서 터널 내 도로에서 차량의 교통수송이 설계주행속도로 안락하고, 안전하게 통과하기 위한 것이다. 차량을 운전할 경우에는 운전자의 눈에 보이는 주위의 상황을 모두 알아야 되므로, 터널 내부를 조명함으로써 차량 운전자에게 주위의 상황을 알려서 터널이 수송기능을 충분히 발휘할 수 있다. 터널 내 도로는 일반도로와는 달리 협소한 공간, 교통에 의한 압력 및 혼란 등의 위험성이 있는 특수한 조건에 있다. 이러한 특수 조건은 교통기능의 저하를 초래하게 되므로, 수송기능저하를 가능한 경감시키기 위하여, 터널 내부에 조명설비가 필요하다.

본 논문에서는 국제조명위원회(CIE), 일본공업규격(JIS Z 9116), 일본의 고속도로 조사회, 한국산업규격(KS A 3703), 건설교통부 도로안전시설설치편람 등을 연구, 비교 검토 하였다.

제 2 장 터널조명의 기본사항

2.1 터널조명의 구성

터널 조명은 입구부 조명, 기본부 조명, 출구부 조명, 접속도로 조명 및 비상 조명으로 구성된다.

2.2 입구부 조명

2.2.1 입구부 조명의 설치

보통 터널 입구에서 약 10[m]까지와 출구에서 약 40[m]까지의 터널 내부는 자연광으로 터널 내가 조명되므로, 50[m] 이상의 터널의 입구에는 야외휘도와 설계 속도에 따르는 입구부 조명을 설치하여야 한다. 단, 터널의 길이, 야외 휘도, 설계 속도, 기타의 이유로 주간에 터널 내의 상태가 잘 보이는 경우는 설치하지 않는다.

2.2.2 입구부 조명의 조건

입구부 조명의 설계에는 야외 휘도, 설계 속도, 주시개시점 등을 고려하여야 한다.

2.2.3 입구부 조명곡선

입구부 조명곡선은 터널의 형태, 입구부근의 상황, 설계속도와 교통량, 야외휘도 등에 따라 다르게 되지만, 기본적인 모양은 경계부, 이행부, 완화부의 3부분으로 나눌 수 있다.

2.2.4 연속터널의 입구부 조명

50[m]이상의 터널이 둘 이상 연속하여 존재하고, 선행(앞에 통과)하는 터널의 출구로부터 후속하는 터널의 입구까지의 거리(갱간 거리)가 설계속도에 대응한 시인거리보다도 짧은 경우 후속하는 터널의 입구부 조명의 평균노면휘도의 설계치를 갱간 거리에 따라서 감소시킨다.

2.2.5 입구부 조명의 조절

입구부 조명은 터널입구로 접근하는 차량 운전자의 눈의 순응휘도에 따라 조명레벨이 결정되므로 계절, 기후 및 시각 등에 따라 순응휘도가 변화하는 경우에는, 이에 대응하여 입구부 조명을 조절할 수 있다.

터널입구부 조명의 조절은 터널입구부근의 야외휘도에 따라서 시행하는 것이 바람직하다.

2.2.6 자동조광장치

터널용 자동조광장치는 터널 내부휘도의 적정화와 조명의 경제적 운영을 목적으로 설치되며, 터널외부 주광조도의 변동이나, 타이머에 의하여 터널입구부 완화조명 및 내부의 기본부 조명을 몇 단계에 걸쳐서 자동적으로 변경시켜, 그의 접점신호를 조명반 내의 전자 개폐기부로 공급하여, 터널조명 전체를 제어하는 것이다.

터널 내부의 조도는 주로 입구부 조명의 조도 조절이 주이고, 야간이나 심야 등 교통량이 적은

경우 기본부의 조도를 감광한다.

2.3 기본부 조명

2.3.1 조명기구 설치

(1) 조명기구의 설치

일반적으로 조명기구의 설치 위치는 측벽 상부에 설치되는 예가 많음으로 노면상 4.5[m] 이상의 위치에 설치하는 것을 원칙으로 하였지만, 노면의 오버레이 등을 사전에 고려하여 건축 한계 외의 여유를 보고 설치하는 것이 바람직하다.

(2) 조명기구의 설치 간격

(가) 설치 간격과 노면·벽면의 휘도규제도

조명기구의 설치 간격(S)의 양부는 노면·벽면의 휘도규제도를 좌우한다. 휘도규제도는, 특히 평균휘도가 낮은 경우, 보임의 상태에 크게 영향을 주기 때문에 가능한 한 양호하게 유지하는 것이 바람직하다.

(나) 설치 간격과 플리커

터널 내에서 일어나는 플리커에 의한 불편감을 피하도록 하여야 한다.

2.3.2 노면과 벽면의 휘도

(1) 노면 휘도

운전자의 눈의 순응 휘도, 터널의 매연투과율 및 경제성을 고려하여, 표 1에 나타내는 값을 노면휘도로 하도록 하였다.

터널내 주행시간이 135[초] 이상 되는 긴 터널의 경우(설계 속도가 80[km/h]의 경우, 약 3,000[m] 이상에 상당)에는 이것 이후의 부분의 노면휘도를 표 3-12의 노면휘도의 65%(설계 속도가 80[km/h]의 경우, 약 3.0[cd/m²])까지 저하시켜도 좋다.

표 1. 기본부 조명의 노면 휘도

설계속도 V [km/h]	노면평균휘도 Lr [cd/m ²]
100	9.0
80	4.5
60	2.3
40	1.5

(2) 벽면 휘도

터널 내에서 존재가 예상되는 위험한 장애물의 높이나 터널의 구조 등을 고려하여 노면상 적어도 2[m] 높이까지의 벽면의 평균휘도는 평균노면휘도 이상인 것이 바람직하다.

2.4 출구부 조명

2.4.1 출구부 조명의 설치

터널 출구에는 터널 설계속도 80[km/h]이상, 터널 출구부 야외휘도 6,000[cd/m²]이상, 그리고 터널 길이 400[m]이상의 경우는, 조명을 설치하는 것이 바람직하다.

2.4.2 출구부 조명의 조건

출구조명은 원칙적으로, 주간의 노면휘도는 출구부 야외휘도의 1/10으로 하고, 조명구간은 80[m]로 한다.

2.5 접속도로의 조명

출구부접속도로의 노면휘도는 터널 내를 주행하는 차량 운전자의 눈의 순응휘도와 소요노면휘도에 관한 실험결과로부터 설계속도에 따라 표 2에 나타내었다.

표 2 야간시 출구접속도로의 조명

설계속도 V [km/h]	노면 휘도 Lr[cd/m ²]	길이 l [m]
100	2.0	180
80	1.0	130
60	0.5	95
40	0.5	60

제 3 장 비상조명

비상주차대 시설의 평균노면조도는 75[lx]를 표준으로 한다. 피난경로의 밝기는 적어도 평균노면조도 10[lx]를 확보할 필요가 있다. 피난연락경도는 평균노면조도 20[lx]는 확보할 필요가 있다.

길이가 300[m]이상의 터널 내에는 정전시용 조명을 설치할 필요가 있다.

제 4 장 조명기구

4.1 광원

터널조명용 광원은 저압 나트륨 램프, 고압 나트륨 램프, 형광 램프 중에서 선택하는 것을 원칙으로 한다.

4.2 안정기

터널 조명용으로서 저압나트륨램프를 사용할 때에는 진상형안정기, 고압나트륨램프를 사용할

때에는 일반형 고역률 안정기, 형광램프를 사용할 때에는 일반형 고역률 안정기를 사용한다. 또 필요한 경우에는 조광형 안정기를 사용한다.

4.3 조명기구

터널 조명기구는 매입형이나 직부형으로 터널 조명에 적합한 배광특성을 갖고 있는 것으로 하고, 방수형을 원칙으로 한다.

제 5 장 조명계산

5.1 조명계산식

조명계산은 다음의 식을 사용한다.

$$\frac{F}{S} = \frac{W \cdot E}{N \cdot U \cdot M} = \frac{W \cdot k \cdot L}{N \cdot U \cdot M}$$

여기서, F : 광원의 광속 [lm]

S : 조명기구의 간격 [m]

W : 차도폭 [m]

k : 평균조도환산계수

L : 노면휘도 [cd/m^2]

N : 조명기구의 간격 S 내의 기구수
대칭 배열은 2

지그재그 배열, 중앙배열은 1

U : 조명률

M : 보수율

5.2 평균조도환산계수

평균조도환산계수 값은 콘크리트노면에서는 $13[\text{lx}/\text{cd}/\text{m}^2]$, 아스팔트노면에서는 $18[\text{lx}/\text{cd}/\text{m}^2]$ 을 원칙으로 한다.

제 6 장 유지관리

6.1 점검

점등상황, 조명커버 부착 상황 및 파손의 유무, 조명기구의 설치 상황 및 파손의 유무, 자동조광 장치의 동작상황에 대하여 정기적(1[회/월] 정도) 점검할 필요가 있다.

6.2 유지관리

6.2.1 유지관리

(1) 청소

조명커버 외면은 대개 3개월에 1회 이상 정기적으로 청소를 시행할 필요가 있다. 조명커버 내면, 반사판 표면, 램프 표면은 필요에 따라서 청소를 시행하는 것이 바람직하다.

(2) 램프 교환

각 램프의 점등시간의 합계가 표 3에 나타내는 시간을 초과하는 경우, 램프 교환이 바람직하다.

표 3 램프의 추천교환시간

램프의 종류	추천 교환 시간 [시간]
저압 나트륨 램프	7,000
고압 나트륨 램프	8,000
형광 램프	6,000

(3) 조도의 측정

대표적인 지점의 선정은 정기적인 유지수선작업을 시행할 때에 조도측정이 가능한 지점을 택하면 좋다. 정기적(1[회/6개월] 정도)인 노면조도의 측정이 바람직하다.

(4) 기록

조명기구번호 등에 의한 관리대장을 비치하고, 청소, 램프교환, 노면조도 등을 기록할 필요가 있다.

6.2.2 조도, 휘도 측정법

조도, 휘도 측정방법은 KS C 7612 「조도 측정방법」과 KS C 7613 「휘도 측정방법」에 따른다.

6.3 터널 내장

운전자가 터널 내를 안전, 쾌적하게 주행하기 위하여는 노면 뿐아니라 벽면, 천정면도 밝기의 밸런스를 적절히 하고 양호한 시각환경을 터널 내에 만드는 것이 필요하다.

6.4 환기

자동차 배기가스에 의한 터널 내부의 휘도감소를 적게 하기 위하여, 긴 터널 내부에는 환기장치가 필수 설치되어야 한다. 주간 기본부에 필요한 휘도는 터널의 설계속도에 따라 $2 \sim 10[\text{cd}/\text{m}^2]$ 의 값을 얻을 정도의 환기가 필요하다.

참고문헌

- (1) Guide for the Lighting of Road Tunnels and Underpasses : C.I.E Publication No. 88-1990 (ISBN 3900734259)
- (2) トンネル照明設計指針 : 高速道路調査會
- (3) 터널입구 조명에 대한 조사보고서 : 高速道路調査會

- (4) 빛의 플리커가 불편함에 미치는 영향 : National Tech. Rept. 14-1
- (5) 터널조명에 관한 조사보고서 : 高速道路調査會
- (6) The International Recommendation for the Lighting of Public Throughfares : C.I.E Publication No. 12
- (7) The Lighting of Vehicular Traffic Tunnels : Philips Tech. Library
- (8) 신현준, 조정식, 1991, 도로터널의 환기시스템 연구, 한국건설기술연구원
- (9) 건설부, 1989, 도로안전시설 설치편람
- (10) 한국산업규격, 1992, KS A 3703 터널조명기준
- (11) 한국산업규격, 1991, KS A 3701 도로조명기준
- (12) 日本道路協會, 1981, 道路照明施設設置基準·同解説
- (13) 대한전기협회, 1989, 터널내 조명기구의 선정과 설계
- (14) 일본조명학회, 1992, ライティングハンドブック, オーム社
- (15) 서울특별시, 1994, 도로기전시설계획 및 유지관리요령
- (16) 한국토지개발공사, 1987, 가로등설치에 관한 기준
- (16) 日本道路公團, トンネル照明設備
- (17) 日本規格協會, JIS Z 9116, トンネル照明基準
- (18) J. B. De Boer, "Public Lighting", Philips Technical Library, 1967
- (19) Recommendations for the Lighting of Roads for Motorized Traffic, : C.I.E Publication No. 12.2-1977
- (20) Calculation and Measurements of Luminance and Illuminance in Road Lighting, : C.I.E Publication No. 30/2-1982
- (21) Glare and Uniformity in Road Lighting Installations, : C.I.E Publication No. 31A-1976