

# 일본의 터널조명설비 유지관리 사례

김수길 <오서대학교 전기정보통신공학부 교수>

## 1. 점 검

점검에 임해서는 조명설비의 각 부분에 관해서 그 기능이 완전하지 어떤지를 보고 혹시 불완전한 것이 있으면 필요에 응하여 수선을 시행한다.

## 2. 유지수선

(1) 터널조명설비의 유지수선은 조명기구의 청소와 램프의 교환이 주된 것으로 이들의 작업은 그의 조명효과를 유지하기 위하여 대단히 중요한 것이다.

표 1과 그림 1은 교통량 약 40,000[대/일], 대형

차 혼입을 약 35[%]의 터널에 있어서 조명기구의 청소를 시행했을 때의 노면조도의 변화를 기록한 것으로 이와 같은 더러움이 많은 터널에서는 1개월에 1회 정도의 청소가 필요하다는 것을 나타내고 있다.

그러나 일반적인 터널에서는 더러움의 정도가 주로 하여 대형차교통량에 비례한다고 생각되므로 이것을 고려하여 3개월에 1회 정도의 청소를 시행하면 소의 조명효과를 유지된다고 생각된다.

또 교통량 약 20,000[대/일], 대형차 혼입을 약 20[%]의 터널에 있어서 조명기구의 측면커버 외면의 청소로 12[%], 전면커버 내면, 반사판, 램프표면의 청소로 20[%]의 노면조도의 회복이 있었다고 보고되

표 1. 청소작업과 노면조도와의 관계(東明高速道路, 都夫良野터널 상행선)

측 정 일	경 과 일 수		평균조도(Ix)	비 율		청 소 작 업
	A	B		A	B	
10. 9	0		62.8	1.00		조명기구 청소직후
11. 10	32		58.1	0.93		측벽 세정전
			61.0	0.97		측벽 세정후
12. 10	62	0	55.6	0.89		조명기구 청소전
			59.1	0.94	1.00	조명기구 청소후
1. 22	102	43	52.9	0.84	0.90	이 사이 청소작업 없음

(주) 1. 평균조도란 터널중앙부의 추월차선 10(m)구간의 노면수평면조도의 평균값을 나타낸다.

2. 조명기구 청소란 조명기구의 전면커버 내외면, 반사판, 램프표면을 청소한 것이다.

3. 측벽세정이란 측벽 및 조명기구의 전면커버의 외면을 세정한 것이다.

어 있다.

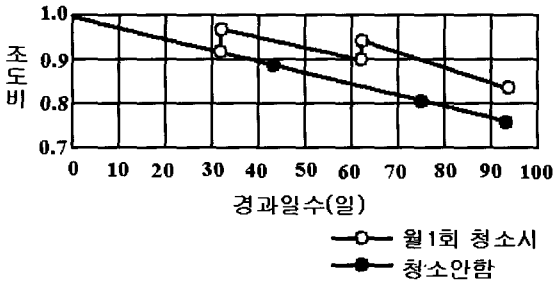


그림 1. 청소작업과 노면조도와의 관계  
(東明高速道路, 都夫良野터널상행선)

이들의 실태, 청소작업의 난이도 등을 고려하여 본문에 나타낸바와 같은 빈도의 청소를 시행할 것이 적당하다고 하였다.

또한 교통량이나 대형차 혼입율의 상위에 의하여 조도기구의 더러움의 상황이 달라짐으로 본문에 나타내는 빈도를 표준으로 하여 각 터널의 실상에 적용시킨 청소작업을 시행할 필요가 있다.

(2) 터널조명에 사용하는 광원은 일반적으로 점등시간의 경과와 더불어 광속이 감퇴하고 단위소비전력당의 유효광속이 적게 되어 불경제로 된다. 따라서 램프의 점등시간의 합계가 그의 평균수명보다도 약간 짧은 시점에서 일체교환을 시행하는 방법이 가장 경제적이며 실용적인 램프교환 방법이라고 생각된다. 그의 시간의 선택방법은 램프의 종류나 램프교환에 요하는 비용 등에 의하여 저압 나트륨램프에 관해서 일례를 계산하면 다음과 같이 된다.

램프교환에 요하는 비용을 램프비를 포함하여  $C_l$ (엔)로 하고, 램프 1등당의 소비전력을  $W$ ([kW]), 전기요금을  $P$ ([엔/kWh]), 시설비를  $I$ ([엔]), 1시간당의 상각계수를  $R$ 라고 하면 초광속  $F_0$ ([lm])의 램프를  $t$ ([hr])시간 점등한 후의 광속  $F$ ([lm])는,

$$F = F_0(1 - mt)$$

단,  $[m]$ 은 1시간당의 감광율이다.

가장 경제적인 램프교환시간  $t$ ([hr])를 구하기 위하여 램프 1등당 (단위광량당)의 유지관리비  $C$ 는 아래 식으로 표시된다.

$$C = \frac{C_l + PWt + Rit}{Ft} = \frac{C_l}{F_0} \times \frac{1 + at}{(1 - mt)t}$$

단,  $a = \frac{PW + PI}{C_l}$

이 비용을 최소로 하기 위하여는  $dC/dt = 0$ 을 계산하면

$$amt^2 + 2mt - 1 = 0$$

$$t = \frac{1}{a} \left( \sqrt{1 + \frac{a}{m}} - 1 \right)$$

저압 나트륨램프 55(W)의 경우  $C_l = 10,900$ 엔,  $W = 0.08$ [kW],  $P = 20$ [엔/kWh],  $I = 150,000$ [엔],  $R = 2.5 \times 10^{-5}$ ,  $m = 2.5 \times 10^{-5}$ 로 하여  $t \approx 7,200$ (시간)

이 된다.

따라서 이 예에서는 점등시간의 합계가 대개 7,000시간이 되는 시점에서 램프교환을 시행하는 것이 가장 경제적으로 된다.

다른 램프에 관해서도 같은 방법으로 계산을 시행하여 각 램프의 추천 교환시간을 표 2와 같이 결정할 수 있다.

표 2. 램프의 추천 교환시간

램프의 종류	추천 교환시간(hr)
저압 나트륨램프	7,000
고압 나트륨램프	8,000
형광수은램프	8,000
형광램프	6,000

(3) 터널조명설비의 유지관리에 임해서 유지하여

야 하는 조명효과를 객관적으로 판단하는 방법으로서 는 조명레벨의 측정을 시행하는 것이 일반적이다.

터널 조명기준에서는 반드시 유지하여야 하는 조명의 레벨로서 노면의 평균휘도를 사용하고 있으나 노면의 휘도를 직접 측정하는 것은 통상의 유지관리작업으로는 곤란하므로 이것을 대신하는 것으로 노면의 평균조도를 측정하면 좋다. 대표적인 지점의 선정은 하기의 상세 측정지점 중 정기적인 유지수선작업을 시행할 때에 조도측정의 가능한 지점을 택하면 좋다.

(4) 유지관리의 기록은 조명설비의 기능상태를 정확히 파악하는 것이 중요하고 램프 등의 소모품의 관리를 합리화하기 위해서도 필요한 자료가 된다. 따라서 조명기구번호 등에 의한 관리대장을 비치하고, 청소, 램프교환, 노면조도 등의 기록을 시행할 필요가 있다.

### 3. 운 용

터널의 조명설비의 운용에 임하여서는 안전하고 원활한 교통의 확보에 필요한 조명효과를 유지하는 것과 동시에 과대한 점등이 되지 않도록 배려할 것도 필요하다. 조명의 레벨은 터널조명기준에 나타나 있다.

터널조명 계산에는 평균조도환산계수와 보수율이 포함되어 있어 새로운 설비를 점등할 때나 램프교환, 조명기구청소 직후 등에는 당초의 더러움이 적은 어느 기간, 소요레벨의 1.5~2배의 노면휘도가 얻어지게 되도록 되어있어 회로별의 선택점등을 시행하여 교통의 상황에 적합한 레벨에 의한 합리적인 운용을 시행할 수 있다.

그 외에 입구조명에 관해서도 실제의 야외휘도에 응하는 레벨에 조절할 필요가 있다. 또 설계속도와 실제의 주행속도가 다르게 되는 경우에는, 입구조명, 기본조명들도 그의 주행속도에 응하는 레벨에 조절하여 합리적인 운용으로 하여야만 한다.

또 교통량이나 대형차 혼입율의 관계에서 터널내의

매연 투과율이 좋은 상태가 길게 연속되는 경우에는 그것에 응하여 기본조명의 노면휘도를 표 3에 의하여 조절하는 것도 가능하다.

표 3. 매연투과율에 의한 기본조명 노면휘도의 조절

설계속도(Km/h)	매연투과율(%)	
	50	80
100	9.0	4.5
80	4.5	2.3
60	2.3	1.5
40이하	1.5	1.0

더욱이 노면의 오손상황이나 노면조도의 측정결과 등에서 판단하여 소요의 노면휘도가 유지되어 있지 않음을 알았을 경우에는 청소의 빈도를 많게 하거나 램프교환시기를 빨리 하거나 조명기구의 조명커버나 반사판을 교체하거나 하여 소요의 노면휘도를 유지하여야만 한다.

(노면의 오버레이를 시행할 경우에는 명색 골재입의 아스팔트와 같은 평균조도환산계수가 작은 표층을 사용할 것이 요망되고, 벽면의 반사율의 낮은 터널에서는 명색의 내장을 시행함에 의하여 조명효과를 개선하는 것도 가능하다.)

### ◇ 저 자 소개 ◇



김수길(金秀吉)

1965년 8월 2일생. 1988년 2월 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업(학사). 1991년 2월 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1997년 2월 서울대학교 대학원 전기공학부 졸업(박사). 1997년~현재 호서대학교 전기정보통신공학부 부교수, 본 학회 사 업이사.