



# 건축전기설비기술사 문제 해설.

글 / 김세동 (두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kmse@doowon.ac.kr)

도로조명 설계 시에 조명기구 광출력 저하에 따른 노면의 평균휘도 감소를 고려하여 보수율을 산정하도록 되어 있다. 보수율에 대해서 설명하시오.

항 목	Key Point 및 확인 사항	비 고
Key Word	도로조명기준의 보수율	—
도로조명 관련 기준	한국산업표준 KS A 3701(도로조명기준 : 2007)과 국토해양부의 도로안전시설 관리지침(2011)	국제조명위원회(CIE) 등의 기준
보수율	보수율 산정 방법	—

## <해설>

### 1. 보수율의 개념

보수율(MF : Maintenance Factor)은 조명시설을 일정 기간 사용한 시점에서의 휘도 및 조도의 출력과 처음 새로 설치했을 때의 휘도 및 조도 출력간의 비로 정의한다.

$$MF = \frac{E_m}{E_n}$$

여기서,  $E_m$  : 유지(일정기간 경과 후) 휘도 및 조도

$E_n$  : 초기 휘도 및 조도

### 2. 배경

조명기구 광출력 저하의 원인은 초기 설치 후 시간이 경과함에 따른 램프 광속의 감소와 차량 배기가스, 대기 중 먼지 등의 오염물질로 인한 조명기구 외벽의 오염 등이 있다. 따라서 조명시설의 설계 시에 도로조명의 오염 상황이나 광속 감소의 정도를 감안하여 상황과 장소에 적절한 보수율이 적용되어야 한다.

### 3. 보수율의 산정 방법

보수율은 다음 여러 계수의 곱으로 산정한다.

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

여기서, LLMF(Lamp Lumen Maintenance Factors) : 램프 광속 유지계수

LSF(Lamp Survival Factors) : 램프 수명계수

LMF(Luminaire Maintenance Factors) : 조명기구 유지계수

이와 같은 계수들의 크기는 램프, 조명기구, 환경 및 시간에 따라 다르며, 여러 계수의 선정은 제조업체의 데이터를 이용해야 한다. 여기서는 대표적인 데이터를 참고로 제시한다.

[표 1] 램프 광속 유지계수(LLMF)

램프 유형	운용 시간 (단위 : 1000시간)				
	4	6	8	10	12
고압나트륨램프	0.98	0.97	0.94	0.91	0.90
메탈 할라이드 램프	0.82	0.78	0.76	0.74	0.73
※ 주변온도가 25℃일 때의 값이므로 해당 장소의 온도 점검 필요 램프에 대한 구체적인 자료는 제조업체에 문의					

[표 2] 램프 수명계수(LSF)

램프 유형	운용 시간 (단위 : 1000시간)				
	4	6	8	10	12
고압나트륨램프	0.98	0.96	0.94	0.92	0.89
메탈 할라이드 램프	0.98	0.97	0.94	0.92	0.88

※ 램프에 대한 구체적인 자료는 제조업체에 문의

[표 3] 조명기구 유지계수(LMF)

IP 등급	오염 범위	노출 기간 (단위 : 년)				
		1.0	1	2.0	2.5	3.0
IP2X	높 음	0.53	0.48	0.45	0.43	0.42
	중 간	0.62	0.58	0.56	0.54	0.53
	낮 음	0.82	0.80	0.79	0.78	0.78
IP5X	높 음	0.89	0.87	0.84	0.80	0.76
	중 간	0.90	0.88	0.86	0.84	0.82
	낮 음	0.92	0.91	0.90	0.89	0.88

※ LMF의 산정에서 오염범위의 정의는 다음과 같다.

- 높 음 : 인근에서 발생하는 매연이나 분진이 평상시 조명기구를 둘러싸고 있는 환경
- 중 간 : 인근에 보통 정도의 매연 또는 분진 발생 활동이 있고, 교통량이 보통에서 많은 환경. 주변 입자 밀도가 입방미터 당 600 마이크로그램을 넘지 않는 수준
- 낮 음 : 인근에 매연 또는 분진 발생 활동이 없고, 주변 오염도가 낮은 환경으로 대부분 주거지역이나 농촌지역에 국한됨. 주변 입자 밀도가 입방미터 당 150 마이크로그램을 넘지 않는 수준

#### 4. 보수율의 산정 절차

보수율은 다음의 단계적 절차에 따라 구할 수 있다.

1단계 : 적용할 램프와 조명기구를 선택한다.

2단계 : 램프의 일괄교체 주기를 결정한다.

3단계 : 2단계에서 설정한 기간에 대한 LLMF를 구한다.

4단계 : LSF를 구한다(적용 가능 시).

5단계 : 조명기구의 세척주기를 결정한다.

6단계 : 조명기구의 IP 등급, 환경적 공해 범주 및 5단계에서 정한 세척주기들을 평가하여 LMF를 구한다.

7단계 :  $MF = LLMF \times LSF \times LMF$ 를 구한다.

※ 가능하다면, 세 항목의 수치들을 넘지 않는 범위로 유지계수를 계산한다.

8단계 : 유지보수 계획의 선택사항들이 초기 설계 단계에서 고려될 수 있도록 1~6 단계를 여러 부품을 조정함으로써 반복하는 것이 바람직하다.

## 5. 보수율의 적정 선정

위에 제시된 1~8단계의 계산 과정을 통하여 산출된 보수율은 그 값이 너무 높을 경우에는 유지·보수 비용이 과다하게 소요되고, 너무 낮을 경우에는 시설 초기의 조도 및 휘도가 높아져 설비의 설치대수 또는 설치용량 등의 초기투자비용이 증가하게 된다. 따라서, 최종적으로 산출되는 보수율은 0.65~0.75의 값을 갖도록 하는 것이 경제적으로 바람직하다.

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 한다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기의 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

■ KS C IEC 60529(외곽의 방진보호 및 방수보호등급 구분 - IP코드 -)에서는 옥외에 설치시 강우, 강설에 대하여 충분한 보호등급(degrees of protection)을 갖는 것에 대하여 규정하고 있다. IP코드의 배열에 대해서 확인해 보고, IP2X의 의미를 확인해 보세요.

① IP : 코드문자

② 제1특성 숫자(기기에 외부 분진이 침투하는 것을 보호한다) : 2의 의미

- 위험한 부분으로의 접근에 대한 보호 : 손가락이 위험부분으로 접근하는 것에 대한 보호

- 외부 분진에 대한 보호등급 : 지름 12.5 mm 이상의 외부 분진에 대한 보호

③ 제2특성 숫자 : 생략 KEA

### [참고문헌]

1. 한국산업표준 KS A 3701(도로조명기준), 2007
2. 건설교통부의 도로안전시설 관리지침, 국토해양부, 2011
3. KS C IEC 60529(외곽의 방진보호 및 방수 보호등급-IP 코드), 2006
4. CIE(국제조명위원회) Technical Report 154, 2003