



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	운영 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°C일 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