

보수율을 고려한 조명시스템의 경제성 평가

(The Economics Evaluation of Lighting System Considering Maintenance Factor)

심상만* · 김기훈** · 황남극*** · 김훈****

(Sang-Man Shim · Gi-Hoon Kim · Nam-Keuk Hwang · Hoon Kim)

· 요약

조명시스템의 경제성에 크게 영향을 주는 요소들을 보면 초기 설비비, 보수비, 전기요금 등이 있다. 이 중에서 보수비는 램프 교환비, 램프교환 인건비, 청소비로 구성되어 있으므로 보수계획에 따라서 조명시스템의 경제성이 다르게 나타난다. 따라서 설계초기에 어떠한 조명시스템이 경제적으로 유리한가를 예측하는 것은 중요하다. 그러므로 본 연구에서는 평균조도를 계산하는데 사용되는 ZCM에서의 보수율 구성 요소들을 변화시켜 보수율을 산정한 다음 조명시스템의 경제성을 평가하여 보수율의 중요성을 보였다.

Abstract

Factors which affect largely the economics of lighting system, are initial installation costs, maintenance costs, energy costs as so on. In these costs, maintenance costs are made up of lamp replacement cost, lamp replacement labor cost, luminaire cleaning cost et al. So the economics of lighting system are evaluated different by maintenance planning. It is important to evaluate which lighting system would be economically advantageous in a initial design. In this study, the importance of maintenance factor is verified by the evaluations of the economics of lighting systems while maintenance factor is varied composition factors in ZCM which is used to calculate the average illuminance.

1. 서론

최근 조명시설의 대형화나 문화수준 향상에 따른 조명시설의 고급화로 보다 정확한 경제성 평가가 요구되고 있으며, 에너지 이용 합리화법에 의한 조명에

너지 절감 노력이 고조되고 있다. 조명시스템의 경제성에 크게 영향을 주는 요소들을 보면 초기 설비비, 보수비, 전기요금 등이 있는데 이 중에서 보수비는 램프 교환비, 램프교환 인건비, 청소비로 구성되어 있다[1,2]. 그러므로 보수비는 보수계획에 따라서 조명시스템의 경제성이 다르게 나타난다. 특히 보수비 중에서 조명시스템의 청소주기는 초기비용의 감소와 에너지 절감의 두 가지 효과가 있다[1,2]. 따라서 설계초기에 어떠한 조명시스템이 경제적으로 유리한가를 예측하는 것은 중요하다. 그리고 이러한 평가를 통해 선정된 조명시스템은 운용시 적절한 보수가 이루어지

* 정회원 : 춘천 기능대학 전기과 조교수

** 정회원 : 강원대 공대 전기공학과 대학원 박사과정

*** 정회원 : 강원대 공대 전기공학과 대학원 석사과정

E-mail : antar@hanmail.net

**** 정회원 : 강원대 공대 전기전자정보통신공학부 교수

접수일자 : 2001년 6월 27일

최종완료 : 2001년 7월 24일

보수율을 고려한 조명시스템의 경제성 평가

지 않으면 처음에 기대했던 조명환경을 유지할 수 없으므로, 설계자는 보수에 대해 상세한 계획을 세우고 사용자는 이를 확실히 실행하여야한다. 그러나 유지 및 보수를 적극적으로 하면 보수율이 큰 값이 되어 초기 설비비와 전력비는 싸게 되지만 오히려 유지 및 보수비가 커지기 때문에 전체 조명시스템에 투자되는 비용은 증가하게 되므로, 보수율에 대한 경제성 평가가 필요하다[3]. 그러므로 본 연구에서는 조명설계사 평균조도 계산법으로 사용되는 ZCM에서 광손실률에 영향을 주는 요소들을 변화시켜 계산용 프로그램을 이용하여 산출한 다음 조명시스템에서의 보수율에 대한 경제성 평가를 수행하였다.

2. 광손실률 계산

조도계산시 사용되는 보수율은 조명시설을 어느 기간 동안 사용한 후 작업면 상의 평균조도와 초기조도의 비를 의미한다. 조명설비를 시설한 초기의 조도는 시간이 경과함에 따라 점차 감소한다. 그것은 광원의 자체의 특성에 따른 광속 감소와, 광원 및 조명기구가 대기환경으로 인한 먼지에 의하여 오염되어 반사율이 저하하기 때문이다. 따라서 처음 기대했던 조명환경은 광속 감소시의 광원을 교환하고 조명기구의 청소를 통하여 유지할 수 있다. 그러나 광원의 교환시기와 청소 주기는 조명시스템의 경제성에 영향을 준다. 그러므로 본 연구에서는 조명시스템의 보수율에 대한 경제성을 평가하기 위해 국내에서 평균조도 계산법으로 사용되는 3배광법과 ZCM 중에서 정확도가 3배광법 보다 높게 평가되고 있는 ZCM의 광손실률을 스프레드시트를 이용하여 간편히 구할 수 있는 도구를 개발하였다.

기존에 광손실률을 계산하는 방법은 광손실률에 관련된 여러 요소들의 값을 구하는데 있어서 제조자가 제공하는 값을 데이터나 주어진 도표를 이용하여 구한 다음 수식에 적용하는 등 여러 단계를 거쳐서 계산하는 복잡함이 있었다. 그러나 여기서는 개발된 도구는 광손실률에 관련된 요소들의 데이터만 입력시키면 간단히 구해지도록 구성하였다. 그리고 이러한 방법으로 구한 값을 경제성 평가 프로그램을 이용하여 조명시스템에서의 보수율에 대한 경제성 평가를 실시하였다.

2.1 광손실률 계산 구성

광손실률 계산 구성은 광손실률 구성요소 중에서 회복 불가능 요소들은 배제하고 회복 가능 요소들인

- ① 램프 광출력 감소 요인(LLD)
- ② 조명기구 먼지열화 요인(LDD)
- ③ 실내면 먼지열화 요인(RSDD)
- ④ 램프수명 요인(LBO) 등을 고려하여 산출하였다.

2.2 광손실률 계산 흐름도

광손실률을 산정하는데 있어서 광원의 교환방식은 개별 교환방식을 선택하고 광원의 교환시기는 램프 수명의 70%로 하며, 청소주기를 고려하여 산출하는 흐름도가 그림 1이다. 흐름도에서 각 요소들은 상호 독립적이며 각 요인들에 의해 산출된 계수들을 모두 곱하여 최종적으로 구해진다.

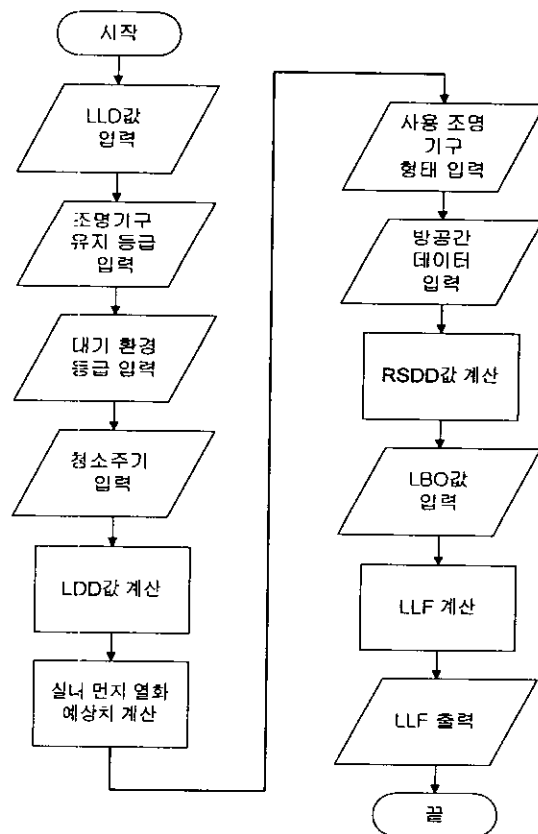


그림 1. 광손실률의 계산 흐름도
Fig. 1. Calculation Flowchart about Lighting Loss Factor

2.3 광손실률 계산 프로그램의 절차

경제성 평가를 위한 광손실률의 계산은 표 1과 같은 순서에 의하여 산정된다. 회복 불가능 요인은 보수에 의한 영향이 매우 작아서 무시하였다.

표 1. LLF 계산 프로그램
Table 1. The Program of LLF Calculation

1. 램프광출력의 감소요인을 입력한다. (1)제조자가 제공하는 도표에서 얻을 수 있다. (2)북미 조명학회에서 형광램프 38mm 40W의 경우 0.82, 형광램프 26mm 32W의 경우 0.88을 사용한다. (국내의 제품에 대해서는 제공되는 데이터가 없으므로 상기값을 참고한다.)
2. 조명기구 먼지열화 요인의 계산을 위한 데이터를 입력한다. (1)조명기구 유지등급 분류 표에 의한 등급을 결정하여 입력한다. (조명기구 유지등급의 종류 : 1, 2, 3, 4, 5, 6) (2)조명기구를 사용하는 대기환경 등급을 분류 표에 의해서 결정하여 등급을 입력한다. (대기 환경의 5등급 : 매우 청결, 청결, 중간, 불결, 매우 불결) (3)청소 주기를 개월 단위로 입력 한다.
3. 실내면 먼지열화 요인의 계산을 위한 데이터를 입력한다. (1)앞에서 결정된 대기 환경 등급 및 청소 주기에 따라 실내면의 먼지 열화예상치가 결정된다. (2)사용되는 조명기구의 형태를 결정하여 입력한다. (조명기구 형태의 종류: 직접, 반직접, 직접-간접, 반간접, 간접) (3)방공간 비율을 결정하기 위한 공간의 길이의 폭, 조명기구의 취부 높이를 m단위로 입력한다. ① 공간의 길이 입력 ② 공간의 폭 입력 ③ 조명기구의 취부 높이 입력 ④ 공간비율 출력
4. 램프 수명 요인 값 입력 개별 교환 방식을 선택하는 것으로 하여 1을 입력한다.
5. 광손실률을 계산한다. (1) LLD의 출력 (2) LDD의 출력 (3) RSDD값의 출력 (4) LBO값의 출력 (5) LLF값의 계산
6. LLF 값을 출력한다.

3. 조명시스템의 광손실률에 대한 경제성 평가의 예

광손실률에 대한 경제성을 평가하기 위해서는 보수율에 영향을 주는 요소들의 변화에 따른 LLF값을 계산하고 이에 따른 조명기구의 수를 구하여 조명비를 산출한 후 비교하는데 조명비의 경우 초기 설비비, 연간 전력비, 보수비용은 각각 다른 시간대에 발생하므로 그것들은 직접적으로 비교될 수 없다. 그러므로 상이한 시점에서 발생한 비용들을 돈의 시간적 가치를 반영한 동일한 시점의 가치로 환산하여 비교하는 등가 가치 환산 비교법이 있다. 이 방법은 조명기구의 구입비, 운용비, 유지 및 보수비에 지출되는 주요 비용을 이자율을 감안하여 계산하는 방법으로 조명시스템의 전 수명 기간에 투자되는 전체비용을 연간비용으로 등가 환산하여 비교하는 방법과 현재 가치로 등가 환산하여 비교하는 방법이 있다.

조명시스템의 전체비용을 연간비용으로 등가 환산할 경우 식 (1)에 의하여, 전체비용을 현재가치로 등가 환산할 경우 식 (2)를 이용하여 산출한다.

연간비용 등가 환산 =

$$\begin{aligned}
 & (\text{초기설비비}) \times \\
 & \frac{(\text{이자율}) \times [1 + \text{이자율}]^{(\text{상각년수})}}{[1 + \text{이자율}]^{(\text{상각년수})} - 1} + \\
 & (\text{잔존가치}) \times \frac{(\text{이자율})}{[1 + \text{이자율}]^{(\text{상각년수})} - 1} + \\
 & (\text{연간조명비}) \dots \dots \dots (1)
 \end{aligned}$$

현재가치 등가 환산 =

$$\begin{aligned}
 & (\text{초기설비비}) + \\
 & \frac{(\text{잔존가치})}{[1 + \text{이자율}]^{(\text{상각년수})}} + (\text{연간조명비}) \times \\
 & \frac{[1 + \text{이자율}]^{(\text{상각년수})} - 1}{\text{이자율} \times [1 + \text{이자율}]^{(\text{상각년수})}} \dots \dots (2)
 \end{aligned}$$

여기서 이자율은 시장이자율로 시중은행의 일반대출의 할인율로, 잔존가치는 조명설비의 경우 건물의 시설장비로 보아서 초기 설비비의 5%로, 감가상각

보수율을 고려한 조명시스템의 경제성 평가

년수는 조명시스템의 구성요소 중에서 수명이 가장 긴 것으로 하여야 하나 여기서는 전자식 안정기를 기준으로 하여 적용한다. 일반적인 사무실의 폭이 12[m]이고 길이가 18[m], 등기구 취부 높이가 2.8[m]인 조명공간에서 조도 400[lx]를 유지하기 위해 매입하면 개방형 직접식 2등용 형광등기구로써 IESNA 표준조명기구 25번(하부 커버가 있는 것)과 42번(하부커버가 없는 것)을 사용한 조명시스템에서 광원은 형광램프 26[mm] 32[W]를 사용하고, 주위환경은 청결과 더러움, 두 가지로 하여 보수율에 대한 평가를 다음과 같이 하였다.

3.1 대기환경, 조명기구 유지등급, 청소 주기를 고려한 광손실률의 평가

대기환경, 조명기구 유지등급, 청소주기에 따른 조

표 2. 대기환경, 조명기구 유지등급, 청소주기에 따른 연간 조명비(천원)

Table 2. The Annual Lighting Cost According to Atmospheric Environment, Maintenance Class of Luminaires, Cleaning Cycle

주위 환경	기구 유지 등급	LLF	청 소 주 기					
			6개월	1년	1년 6개월	2년	2년 6개월	3년
청	커버 미 부착	LLF	0.826	0.802	0.781	0.763	0.75	0.738
		기구 수	28	29	29	30	30	31
		조 보수비	298	180	140	115	113	105
		운전비	831	859	880	912	916	931
		계	1,129	1,039	1,020	1,027	1,029	1,036
결	커버 부착	LLF	0.791	0.754	0.728	0.704	0.687	0.671
		기구 수	30	32	34	35	36	38
		조 보수비	599	375	263	258	239	221
		운전비	1,693	1,763	1,887	1,905	1,966	1,996
		계	2,292	2,138	2,150	2,163	2,205	2,217
불	커버 미 부착	LLF	0.771	0.727	0.687	0.659	0.634	0.611
		기구 수	56	59	61	63	65	66
		조 보수비	325	201	165	147	133	130
		운전비	907	968	1,028	1,058	1,089	1,150
		계	1,232	1,169	1,193	1,205	1,222	1,280
결	커버 부착	LLF	0.714	0.656	0.61	0.576	0.548	0.523
		기구 수	62	68	73	77	81	85
		조 보수비	667	429	354	314	297	284
		운전비	1,875	2,057	2,208	2,329	2,450	2,570
		계	2,442	2,516	2,562	2,643	2,747	2,854

명시스템의 경제성을 평가하기 위해 먼저 LLF값을 계산하고, 이 값의 변화에 따른 조명기구의 수를 구하여 이에 대한 연간 조명비를 산출하면 표 2와 같이 나타난다.

표 2에서 LLF의 경우 조명기구의 종류와 주위환경 그리고 청소주기를 변화시키에 따라서 그 값이 각각 다르게 나타나는데, 이것은 여러 요소들 중에서 조명기구 먼지열화 요인에 의한 것이다.

여기서 청소 주기를 6개월로 단축시 LLF값을 보면 주위 환경이 청결하고 조명기구 커버가 부착되지 않은 조명시스템이 최대 2.4% 정도, 주위 환경이 불결하고 조명기구 커버가 부착된 조명시스템의 경우는 최대 5.8% 정도 개선됨을 알 수 있다.

따라서 동일한 조명환경과 같은 종류의 조명기구를 사용한 시스템에서 청소주기가 짧을수록 그리고 조명기구 커버가 부착되지 않은 시스템이 LLF가 크게 나타났으며 청결한 환경보다는 불결한 환경에서 LLF의 개선효과가 더욱 크게 나타났다.

그리고 LLF에 따른 조명기구 수를 보면 청소주기를 줄임으로써 조명기구의 수를 줄여도 같은 공간에서 동일한 조도를 유지할 수 있다.

이것은 청소를 자주 하면 먼지에 의한 조명기구의 효율 감소를 막을 수 있기 때문이며 청소주기의 단축효과는 청결한 환경보다는 더러운 환경에서 더욱 크고 커버가 없는 조명기구보다 있는 것이 더욱 크게 나타났다.

그러나 청소주기를 단축하면 효율은 증가하나 경제적인 문제가 대두된다. 그러므로 적절하고 경제적인 조명시스템을 운용하기 위해 청소주기의 변화에 따른 조명설계 초기의 조명기구의 수 선정과 조명시스템의 운용시 유지보수비에 대한 영향을 고려하여야 한다.

LLF에 따른 연간조명비의 경우를 보면 청소주기에 따라 매년 지불되는 조명비용이 각각 다를 수 있는데 환경이 청결하고 하부 커버가 없는 조명시스템의 경우 그림 2와 같이 청소주기가 1년 6개월, 환경이 청결하고 하부 커버가 있는 조명시스템의 경우 그림 3과 같이 1년, 환경이 불결하고 하부 커버가 없는 조명시스템의 경우는 1년, 환경이 불결하고 하부 커버가 있는 조명시스템의 경우는 그림 4와 같이 6개월 정도에서 각각 연간 조명비가 적게 나타나는 것으로 보아 환경이 더러운 곳과 하부 커버가 부착

된 조명시스템에서는 청소주기를 짧게 하여 보수하는 것이 경제적인임을 알 수 있다.

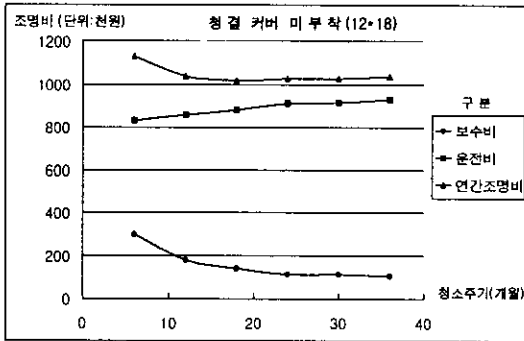


그림 2. 대기환경이 청결하고 커버가 부착되지 않은 조명시스템
 Fig. 2. An Uncovered Lighting System in Clean Atmospheric Environment

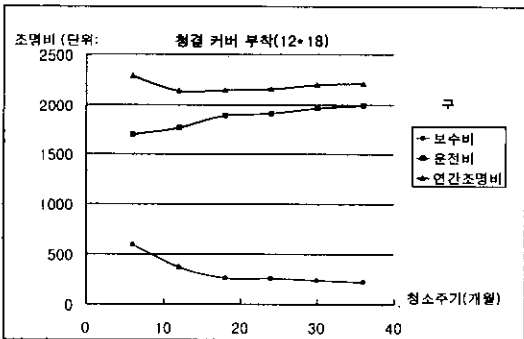


그림 3. 대기환경이 청결하고 커버가 부착된 조명시스템
 Fig. 3. A Covered Lighting System in Clean Atmospheric Environment

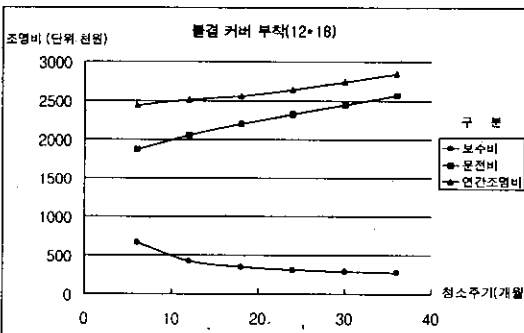


그림 4. 대기환경이 불결하고 커버가 부착된 조명시스템
 Fig. 4. A Covered Lighting System in Dirty Atmospheric Environment

3.2 조명기구 형태에 따른 광손실률의 평가

일반적인 사무실에서의 폭이 12[m], 길이가 20m, 조명기구 취부 높이가 3[m]이고, 시설공간의 조도가 400[lx]인 조명시스템에서 광원은 형광램프 26[mm] 32[W]를 사용하고 조명기구 유지등급과 대기환경 그리고 청소주기 변화에 따른 직접과 간접식 조명기구의 LLF 값을 구하고 이에 따른 연간 조명비를 산정하여 표 3에 보였다.

표 3. 조명기구 형태에 따른 직접과 간접식 조명시스템의 연간 조명비

Table 3. Annual Cost of Direct and Indirect Lighting System

구 분	청 소 주 기								
	6개월	1년	1년 6개월	2년	2년 6개월	3년			
청결 커버 미 부착	직접	조명비 (천원)	1,666	1,602	1,587	1,598	1,622	1,646	
		LLF	0.832	0.806	0.776	0.758	0.741	0.726	
	간접	조명비 (천원)	3,694	3,720	3,778	3,879	4,008	4,127	
		LLF	0.777	0.711	0.68	0.653	0.627	0.605	
	청결 커버 부착	직접	조명비 (천원)	1,743	1,673	1,695	1,723	1,761	1,766
			LLF	0.788	0.755	0.725	0.703	0.682	0.667
간접		조명비 (천원)	3,897	3,978	4,048	4,184	4,353	4,485	
		LLF	0.736	0.665	0.635	0.606	0.577	0.556	
불결 커버 미 부착		직접	조명비 (천원)	1,781	1,754	1,784	1,830	1,877	1,923
			LLF	0.771	0.721	0.69	0.661	0.641	0.621
	간접	조명비 (천원)	4,319	4,544	4,825	5,147	5,472	5,749	
		LLF	0.664	0.582	0.533	0.492	0.459	0.434	
	불결 커버 부착	직접	조명비 (천원)	1,951	1,987	2,024	2,063	2,150	2,209
			LLF	0.703	0.637	0.607	0.587	0.559	0.54
간접		조명비 (천원)	4,735	5,146	5,493	5,796	6,278	6,623	
		LLF	0.606	0.514	0.468	0.437	0.4	0.377	

보수율을 고려한 조명시스템의 경제성 평가

표 3에서 연간 조명비의 경우 대기환경, 조명기구 유지등급이 동일하고, 같은 평균조도 400lx를 유지하는데 청소주기에 따른 경제성을 보면, 주위환경이 청결하고 커버가 부착되지 않은 직접식 조명시스템은 1년 6개월, 간접식 조명시스템은 6개월에서 경제적인 것으로 나타났다.

그리고 주위환경이 불결하고 커버가 부착되지 않은 점식 조명시스템에서 1년 정도, 간접식 조명시스템은 6개월 정도에서 경제적인 것으로 보아 조명기구의 형태와 주위환경 그리고 청소주기에 따라 경제성이 다르다는 것을 알 수 있다. 또 간접식 조명시스템의 경우는 주위환경과 청소주기를 변화시켜도 6개월 정도에서 모두 경제적인 것으로 나타나므로 직접식 조명시스템보다 청소주기를 짧게 하는 것이 경제적인임을 알 수 있다.

3.3 사무실크기 변화에 따른 광손실률의 평가

표 4. 직접식 조명시스템의 방 크기와 청소주기 변화에 따른 연간 조명비
Table 4. Annual Cost Based on Room Size and Cleaning Cycle for Direct Lighting System (단위:천원)

구 분	청 소 주 기					
	6개월	1년	1년 6개월	2년	2년 6개월	3년
2[m]×60[m]	1,397	1,329	1,341	1,356	1,373	1,393
8[m]×60[m]	3,770	3,589	3,626	3,661	3,705	3,765
12[m]×48[m]	4,390	4,175	4,220	4,256	4,315	4,380
12[m]×60[m]	5,404	5,146	5,198	5,244	5,318	5,920
12[m]×96[m]	8,583	8,174	8,249	8,324	8,438	8,560
24[m]×168[m]	29,809	23,379	28,649	28,908	29,312	29,740

표 5. 간접식 조명시스템의 방 크기와 청소주기 변화에 따른 연간 조명비 (단위:천원)
Table 5. Annual Cost Based on Room Size and Cleaning Cycle for Indirect Lighting System

구 분	청 소 주 기					
	6개월	1년	1년 6개월	2년	2년 6개월	3년
2[m]×60[m]	4,768	5,015	5,326	5,685	6,038	6,351
8[m]×60[m]	9,081	9,554	10,141	10,827	11,500	12,091
12[m]×48[m]	9,794	10,307	10,937	11,680	12,407	13,045
12[m]×60[m]	12,079	12,713	13,492	14,406	15,306	16,089
12[m]×96[m]	19,029	20,023	21,249	22,691	24,104	25,340
24[m]×168[m]	66,075	69,532	73,791	78,788	83,706	88,006

일반적인 사무실 조명시스템에서 동일한 조도를 유지하면서 사무실 크기를 변화시켜 청소주기에 따른 연간 조명비를 보면 주위환경이 청결하고 하부 커버가 없는 직접식 조명시스템의 경우 표 4에서 청소주기가 1년, 주위환경이 불결하고 커버가 부착되지 않은 간접식 조명시스템의 경우는 표 5에서 6개월 정도에서 경제적인 것으로 나타났다. 그러나 이것은 두 시스템 모두 램프의 교환을 개별 교환방식을 선택한 경우이므로, 교환방식을 달리하여 집단교환이나 개별집단 교환방식을 선택하면 경제성은 달라질 것이다.

4. 결 론

국내 조명설계시 사용되는 평균조도계산법 중에서 ZCM을 이용하여 일반적인 사무실 조명시스템에서의 LLF에 영향을 주는 요소들을 변화시켜 조명시스템에 대한 경제성을 비교 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 조명기구의 종류, 주위환경, 청소주기에 따른 조명시스템의 경제성 평가는 청소주기를 단축할 경우 청결한 환경보다는 더러운 환경에서, 조명기구 커버가 없는 것보다는 있는 것이 광손실률의 효과가 크게 나타났다.

(2) 일반적인 사무실 조명시스템에서 조명기구 형태와 환경이 동일한 경우, 램프를 개별 교환방식일 때 사무실의 크기 변화에 의한 경제적인 청소주기는 모두 동일하게 나타났으나 램프의 교환방식을 다르게 실시할 경우 경제성은 달라질 것으로 본다.

이상과 같은 결과들을 볼 때 보수율(광손실률)은 주위환경과 조명기구의 종류 그리고 청소주기에 따라서 다르게 나타나므로, 보수율의 산정기준을 명확히 하고, 건물준공 후 유지관리의 기준이 되도록 설계도서 작성의 기준에 포함되도록 하며, 설계자는 상세한 계획 그리고 사용자는 확실한 실행으로 경제적인 조명시스템을 이룰 수 있다고 본다.

참 고 문 헌

- (1) IESNA, "Lighting Handbook, 8th ed.", IESNA, New York, 1993.
- (2) 日本照明學會, "Lighting Handbook", オーム社, 1987.

- (3) 沈相萬, “照明시스템의 經濟性 評價를 위한 道具 開發”, 박사학위논문, 2000년 2월, 江原大學校.
- (4) 김 훈, “조명 계산용 소프트웨어”, 조명·전기설비학회지, 11권, 2호 1997, pp 23~28.
- (5) 조명·전기설비학회, 조명디자인 자격인증 교재, pp. 13-1~13-8, 1999, 1.

◇ 저자소개 ◇

심 상 만 (沈相萬)

1955년 8월 20일생. 1993년 서울 산업대학교 전기공학과 졸. 1995년 강원대 산업대학원 전기공학과 (석사). 2000년 8월 강원대 대학원 전기공학과 박사졸업. 현재 춘천 기능대학 전기과 조교수.

김 기 훈 (金紀勳)

1970년 4월 24일생. 1997년 강원대 공대 전기공학과 졸. 1999년 2월 강원대 공대 전기공학과 대학원 석사졸업. 현재 강원대 공대 전기공학과 대학원 박사과정.

황 남 극 (黃南勳)

1974년 12월 15일생. 2000년 강원대 공대 전기공학과 졸. 현재 강원대 공대 전기공학과 대학원 석사과정.

김 훈 (金 燾)

1958년 8월 6일생. 1981년 서울대 공대 전기공학과 졸. 1993년 서울대 대학원 전기공학과(석사). 1988년 서울대 대학원 전기공학과(박사). 1993년 호주 국립대학 방문 교수. 현재 강원대 공대 전기전자정보통신공학부 교수. 당학회 편수 이사.