

ZCM에 의한 평균조도 계산용 Software개발

(The Development of Average Illumination Calculation Software)

윤미림* · 심상만** · 허남돈*** · 김 훈****

(Mee-Rim Yun · Sang-Man Sim · Nam-Don Hur · Hoon Kim)

요 약

설계초기단계에서 고효율 조명기기의 채택을 원활하게 해주고, 동시에 LLF값을 산정 해줌으로써 건물설계에 적용되는 조명에너지를 절감해주기 위해서는 조명 설계 기법의 개선과 조명 설계 과정의 표준화가 필요하다. 이를 바탕으로 구역공간법(ZCM: Zonal Cavity Method)을 이용한 평균조도 계산용 소프트웨어를 개발하였다.

Abstract

At the beginning of the lighting design, the improvement of lighting design method and standardization of the lighting design needed for saving lighting energy in the building design that can help to choose a high efficiency luminaire, and it can calculate LLF(light loss factor). for that reason Average Illumination Calculation Software using ZCM for lighting designer was developed.

1. 서 론

현대사회에 있어서 조명은 인공조명에 크게 의존하고 있으며 그 대부분이 전기에너지를 소비하고 있는 실정이다. 최근 국내에서도, 조명용으로 사용되는 전력이 총 전력소비량의 무려 18%를 상회하는 수준에 도달해 있다. 게다가 절대량에서는 매년 크게 증가하고 있는 추세로 조명부분의 효율 향상은 실생활은 물론 국가 에너지 절약 측면에서도 매우 중요한 과제로 대두되고 있다.

또한 에너지 절약과 환경보호 및 생활의 편리라는

측면에서 볼 때, 조명이 우리 인간생활에 깊이 관련되어 있으며, 중요한 역할을 하고 있으므로, 조명분야에 대한 투자효과가 매우 클 것으로 분석되고 있다. 따라서 조명을 통하여 에너지 효율이나 환경문제를 해결하려는 움직임이 전 세계적으로 확산되어 가고 있다[1].

우선 국외의 경우를 살펴보면, 에너지 절약 및 환경규제에 대처하기 위하여 정부주도 하에 강력한 제도적 규제와 재정적 지원을 병행하여 우선적으로 고효율 조명시스템 개발 및 보급촉진을 위한 다양한 프로그램을 시행중이다. 또한 설계부문과 관련하여서는 각 국가마다 다양한 방법을 적용하고 있으며, 조명설계 시 특정 기업의 조명기구 사용을 전제로 한 고도의 설계프로그램이 배포되고 있다. 또한 각 국에서 단위면적 당 조명전력 허용기준을 제정하였고, 이를

* 정회원 : 2001년 강원대 대학원 전기공학과 석사졸업예정

** 정회원 : 춘천교육대학 전기과 부교수

*** 정회원 : 2000년 강원대 공과대학원 전기공학과 입학

**** 정회원 : 강원대 공대 전기전자정보통신 공학부교수 당학회 편수이사
접수일자 : 2000년 12월 7일

권고사항으로 실시하거나, 에너지 합리화법 등으로 규제 중이다. 따라서 국내에서도 전기에너지 중에서도 소비비중이 크고, 절전 잠재량이 가장 큰 조명부문에 대한 고 효율화 노력을 보다 체계적으로 확대할 필요가 있다.

국내의 경우 조명에너지 절감의 노력을 크게 두가지로 분류할 수 있다. 첫번째는 고효율기기의 개발이다. 단위 개체로서의 램프, 안정기, 조명기구 등 조명에 사용되는 기기의 고효율화를 위하여 '93년부터 정부주도로 추진된 단위 조명기기의 고효율화 개발성과를 기반으로 하여 선진기술의 추가확보를 통한 기술자립 및 업계경쟁력 강화를 시도하였다. 두 번째는 정책적인 배려로서 리베이트, 리트로핏 프로그램과 에너지 효율등급표시제도 등이 있다[2].

본 연구에서는 단위 고효율 기기의 개발에 의하여 얻어지는 에너지 절감효과보다는 정책적인 범주에 속하는 리트로핏 프로그램과 설계초기단계에서 고효율 조명기기의 채택을 원활하게 해주고 동시에 보수율을 산정해줌으로써 건물설계에 적용되는 조명에너지를 절감하기로 한다. 이를 위해서는 조명 설계기법의 개선과 조명 설계과정의 표준화가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 쓰이던 3배광법보다는 구역공간법(ZCM)을 이용하여 조명 설계과정을 표준화시켰고, 이를 바탕으로 평균조도 계산용 소프트웨어인 KZCM(Korean ZCM)을 개발하였다. 이것은 설계하고자 하는 공간에 필요한 조명기구의 대수와 단위 면적당 소비전력, 조명기구의 효율 등을 계산하게 되므로 건물설계에서의 에너지 절감과 고효율 조명기구의 선택을 원활히 할 수 있다.

2. KZCM의 특징

2.1 운용 환경

KZCM은 Windows 98 환경 하에서 Microsoft Visual Basic 6.0 [3]으로 개발되었기 때문에, 윈도우 프로그램의 다양한 장점을 그대로 활용할 수 있다. 특히 각종 파라미터의 입력과 Tree View기능은 효율적이고 신속한 해석을 가능하게 하였다.

2.2 KZCM의 성능

KZCM은 조명디자이너가 실내공간을 디자인할때, 공간에 적합한 설계 조도 기준값, 실내공간의 특성

(방의 크기, 반사율, 조명기구의 취부 높이, 작업면 높이), IES 파일, 램프종류, 조명기구 유지등급, 대기 환경, 청소주기, 조명기구 형태 등을 입력하면, 이용률(CU: Coefficient of Utilization), 방공간비율, 유효 천정 공간 반사율, 유효 바닥 공간 반사율, 램프광속, 조명기구당 램프개수, 램프 총광속, 입력전력, 조명기구 효율, 램프 광출력 감소 요인(LLD), 조명기구 먼지열화 요인(LDD), 실내면 먼지열화 요인(RSDD), 램프 수명 요인(LBO), 광손실률(LLF), 조명기구 개수, 평균조도, 단위 면적당 소비전력을 출력으로 볼 수 있고, 조도계산서를 생성해주는 성능이 있다.

2.3 사용법

KZCM은 컴퓨터에 관한 지식이 없어도 간단하게 기본 데이터의 입력에 의해서 주어진 실내의 평균조도를 계산할 수 있도록 짜여진 프로그램이다. 따라서 조명설계자가 건축물의 각 공간에 대하여 조명설계를 실시할 때 화면에서 보여지는 표준화된 조명설계 단계를 거치면서 정확하고 쉽게 조도계산서를 출력할 수 있다.

2.4 KZCM의 구성

2.4.1 시작화면

그림1은 KZCM을 실행시켰을 때의 시작화면이다. 프로그램에 대한 정보와 프로젝트명, 설계자를 텍스트로 입력할 수 있고, 설계일은 자동으로 생성되도록 하였다. 입력된 값은 조도계산서가 출력될 때 보여지게 된다.

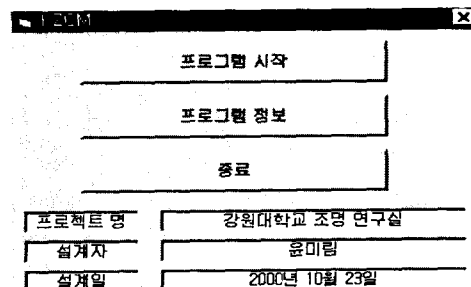


그림 1. 시작화면
Fig. 1. An active Window when KZCM Start

2.4.2 Step1 화면

Step1부터는 직접 계산에 영향을 미치는 입력값 부분이다. 입력값을 순서대로 살펴보면

1) 설계하고자 하는 공간에 대해, 적당한 조도값을 KS기준표(표1)를 참고하여 선택한다. 기준표는 사용자가 직접 선택할 수 있도록, Tree View형식으로 라이브러리를 구축하였다.

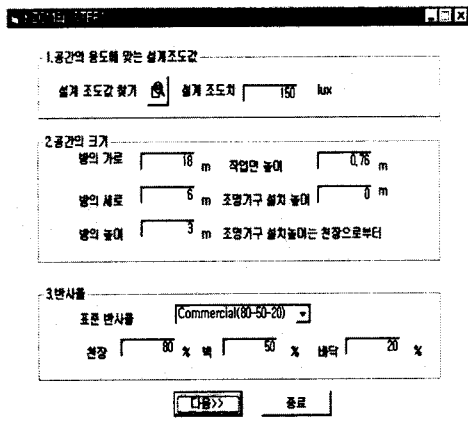


그림 2. step1 화면
Fig. 2. An active Window for step1

표 1. 학교의 조도기준 (KS A 3011)
Table 1. Standard illuminance values of the school (KS A 3011)

장소/활동 과 조도분류			
강당, 집회실	F	세면장, 화장실	E
계단, 복도, 승강구	G	숙직실	E
공입실	G	실내 체육관	E
교실(칠판)	G	인쇄실	F
교직원실, 사무실, 회의실	F	창고, 차고	D
급식실, 식당, 주방	F	탈의실	E
두 건물을 잇는 복도	E	휴게실	F
방송실, 전화교환실	F	농구장, 배구장	E
보건실	F	수영장	E
비상계단	D	제조장	D
서고	F	테니스코트	E

표 2에서 최저-표준-최고의 조도범위의 선택은 거주자 연령(40세이하: -1, 40~55세: 0, 55세이상: +1),

속도와 정확도의 중요성(중요하지 않음: -1, 중요함: 0, 매우 중요함: +1), 작업 배경면의 반사율(70%이상: -1, 30~70%: 0, 30%이하: +1)등을 고려해서, 그 가중치의 합이 2이상이면 최고 추천조도, -2이하이면 최저 추천조도, 그 사이의 값은 표준 추천조도[4]를 선택하도록 하였다.

표 2. 조도분류와 조도범위 (KS A 3011)
Table 2. Classification of illuminance values and Range of illuminance Values (KS A 3011)

조도분류와 조도범위 [lx]			
A	3-4-6	F	150-200-300
B	6-10-15	G	300-400-600
C	15-20-30	H	600-1000-1500
D	30-40-60	I	1500-2000-3000
E	60-100-150	J	3000-4000-6000

그림3은 기준조도값을 Tree view로 보여주고, 사용자가 그 값을 선택하면 최저-표준-최고 조도기준을 선택하는데 필요한 3가지 사항을 옵션박스로 처리한 화면이다.

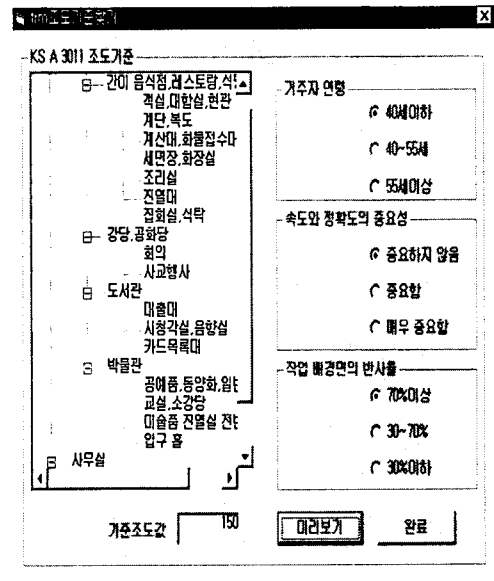


그림 3. Step1에서 KS A 3011 기준조도값
Fig. 3. KS A 3011 Standard illuminance in step1

미리보기를 클릭해서 값을 확인했으면, 완료를 클릭해서 다시 Step1 화면으로 돌아간다.

2) 조명설계를 하고자 하는 공간의 크기(방의 가로, 세로, 높이, 작업면 높이, 조명기구 설치높이)를 그림4와 같은 방법으로 입력한다.

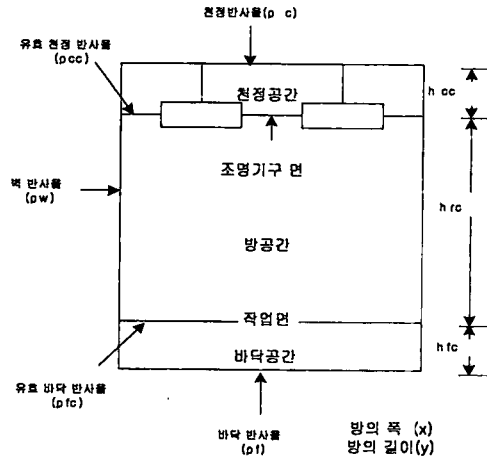


그림 4. ZCM에서의 3공간
Fig. 4. The three Cavities used in the Zonal Cavity Method

3) 각 공간의 반사율을 그림4와 같은 방법으로 입력한다. 반사율은 콤박스에서 3가지 표준적인 장소의 반사율(Lithonia lighting사에서 제공하는 값)을 선택할 수 있게 하였고, 직접 입력도 가능하게 하였다.

Step1의 입력이 끝났다. 다음을 클릭하면 Step2 화면으로 넘어가게 된다.

2.4.3 Step2 화면

1) Photometric 파일인 IES파일(LM-63-1995)을 읽어들이어서 이용률(CU: Coefficient of Utilization)과 조명기구 효율을 계산한다. 램프종류, 1개의 조명기구 내에 들어있는 램프개수, 램프의 총광속, 입력전력값은 IES 파일에서 읽어들이도록 코딩하였다. 그 외에 방공간 계수(RCR), 유효천장공간 반사율 (\$\rho_{cc}\$), 유효 바닥공간 반사율 (\$\rho_{fc}\$)은 Step1의 2),3)에서 입력된 값을 식(1),(2),(3)에 각각 대입하여 계산되어진다.

$$\text{방공간 계수(RCR)} = \frac{5h_{cc}(x+y)}{x \times y} \quad (1)$$

$$\rho_{cc} = \frac{\rho_c}{\frac{A_s}{A_o} - \rho_c \left(\frac{A_s}{A_o} - 1 \right)} \quad (2)$$

$$\rho_{fc} = \frac{\rho_f}{\frac{A_s}{A_o} - \rho_f \left(\frac{A_s}{A_o} - 1 \right)} \quad (3)$$

\$x\$: 방의 가로, \$y\$: 방의 세로

\$h_{cc}\$: 조명기구 설치높이

\$A_s\$: 천정(또는 바닥) 표면적

\$A_o\$: 천정(또는 바닥) 개구부면적

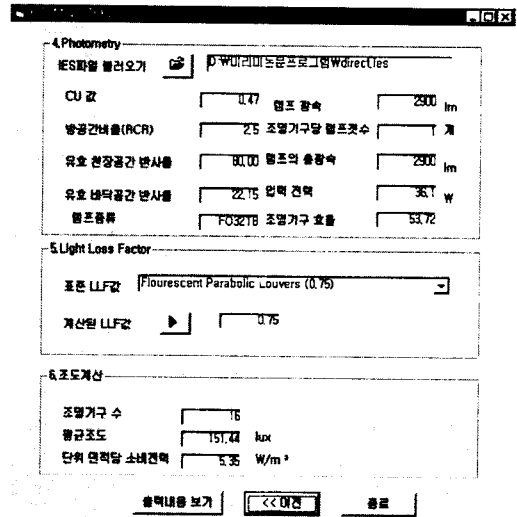


그림 5. Step2 화면
Fig. 5. An active window for step2

CU값을 계산하는데 필요한 변수인 램프의 개수, 램프의 광속, 수직각의 개수, 수평각의 개수, 광도 값을 IES 파일(LM-63-1995)에서 읽어들이다.

읽어들인 광도값에서 수직각을 기준으로 각각의 수평각에 해당하는 광도값을 뽑아서 식(4)에 대입하면 평균광도값을 얻을 수 있다.

$$I_{Avg} = \frac{1}{2(Nh-1)} \left(I_{First} + 2 \sum_{i=First+1}^{i=Last-1} I_i + I_{Last} \right) \quad (4)$$

\$I_{Avg}\$: 평균광도, \$Nh\$: 수평각 개수

\$I_{First}\$: 첫 번째 광도값, \$I_{Last}\$: 마지막 광도값

계산된 평균광도 중에서 수직각 5°, 15°, 25°, 35°, 45°, 55°, 65°, 75°, 85°, 95°, 105°, 115°, 125°, 135°, 145°, 155°, 165°, 175° 에 해당되는 18개의 값만 선택하여 배열형식으로 읽어들인다.

이 값은 조명기구의 측광중심을 중심으로 한 구에서 바닥쪽에서부터 10° 간격으로 구역을 배분하여 생긴 18개의 구역에서의 평균광도 값이 되는 것이다. 각 구역에 번호를 할당하여, 구역지수 N을 생성하고, 그 값의 범위는 1 ≤ N ≤ 18 이다.

그림6과 같은 구역배분에서 N번째 구역으로 나가는 광속은 식(5)와 같이 구할 수 있다.

$$\phi_N = 2 \pi I_{\theta N} (\cos \theta_N - \cos \theta_{N+1}) \quad (5)$$

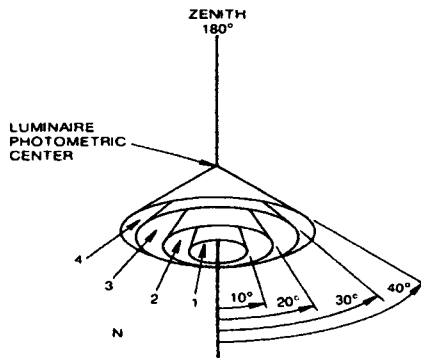


그림 6. 구역광속을 계산하는데 사용되는 10° 간격의 입체각

Fig. 6. An Conic solid zones of 10° width for use in calculating zonal flux

조명기구의 총광속과 상향 및 하향 광속비는 식(6),(7),(8)과 같고, 조명기구 효율은 식(9)와 같다.

$$\phi_{total} = \sum_{N=1}^{18} \phi_N \quad (6)$$

$$\phi_{down} = \frac{1}{\phi_{lamp}} \sum_{N=1}^9 \phi_N \quad (7)$$

$$\phi_{up} = \frac{1}{\phi_{lamp}} \sum_{N=10}^{18} \phi_N \quad (8)$$

$$\text{조명기구 효율} = \frac{\phi_{total}}{\phi_{lamp}} \quad (9)$$

ϕ_{lamp} : 램프의 총광속

조명기구의 하향광속 중 직접 작업면에 입사하는

광속의 비인 직접비는 식(10)과 같다.

$$D_G = \frac{1}{\phi_{down} \phi_{total}} \sum_{N=1}^9 K_{GN} \phi_N \quad (10)$$

조명기구에서 나오는 광속 중 상향하는 광속이나 하향하는 광속중 직접 작업면에 입사되지 않는 광속은 작업면이 아닌 다른 면에 입사하여 흡수, 또는 반사되며 빛의 일부만 작업면에 입사하게 된다. 이렇게 한번, 또는 여러번의 반사를 거쳐 작업면에 입사하는 광속을 혼합하여 이용율(Coefficient of Utilization)은 식(11)과 같이 구할 수 있다[5].

$$CU = \frac{2.5 \rho_w C_1 C_3 (1 - D_G) \phi_{down}}{G(1 - \rho_w)(1 - \rho_{fc})C_0} + \frac{\rho_{cc} C_2 C_3 \phi_{up}}{(1 - \rho_{cc})(1 - \rho_{fc})C_0} + (1 - \frac{\rho_{fc} C_3 (C_1 + C_2)}{(1 - \rho_{fc})C_0}) \frac{D_G \phi_{down}}{1 - \rho_{fc}} \quad (11)$$

위의 (11)식에서 사용된 매개변수 C1, C2, C3, C0는 다음과 같이 계산된다.

$$C_1 = \frac{(1 - R_w)(1 - F_{cc \rightarrow fc}^2)G}{2.5R_w(1 - F_{cc \rightarrow fc}^2) + G F_{cc \rightarrow fc}(1 - R_w)} \quad (12)$$

$$C_2 = \frac{(1 - R_{cc})(1 + F_{cc \rightarrow fc})}{1 + R_{cc} F_{cc \rightarrow fc}} \quad (13)$$

$$C_3 = \frac{(1 - R_{fc})(1 + F_{cc \rightarrow fc})}{1 + R_{cc} F_{cc \rightarrow fc}} \quad (14)$$

$$C_0 = C_1 + C_2 + C_3 \quad (15)$$

$$F_{cc \rightarrow fc} \approx 0.026 + 0.503 e^{-0.270K_{\pi}} + 0.470 e^{-0.119K_{\pi}} \quad (16)$$

2) LLF(Light Loss Factor)값을 산정하기 위해서 표준 LLF값을 콤포박스에서 선택하는 방법과 직접 표준 LLF값을 계산하는 방법 두가지로 분류해 놓았다. 표준LLF값은 Lithonia lighting(US)사에서 제공하는 값을 이용하였다.

다음은 LLF값을 직접 계산하는 화면 구성의 처음이다.

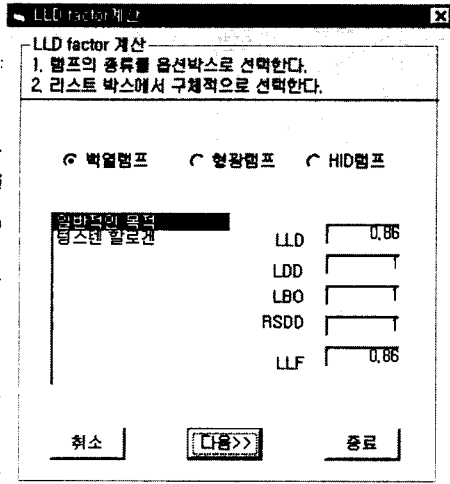


그림 7. LLD 계산 화면
Fig. 7. An active window for LLD calculation

가) 램프 광출력 감소 요인 (LLD)

- ① 제조자가 제공하는 도표에서 얻을 수 있다.
- ② 국내의 제품에 대하여는 제공되는 데이터가 없으므로 여기서는 Lithonia lighting(US)사에서 제공하는 값을 참고하도록 한다.

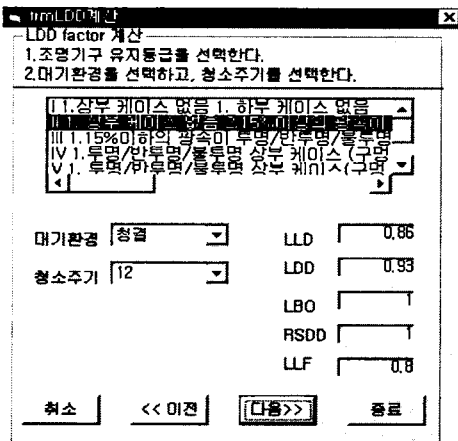


그림 8. LDD 계산 화면
Fig. 8. An active window for LDD calculation

나) 조명기구 먼지열화 요인 (LDD)

조명기구가 먼지 등으로 오염되면 광출력이 감소

하며, 작업면의 조도가 낮아진다. 이 손실을 조명기구 먼지열화라 하고, 다음과 같이 계산된다.

① 사용되는 조명기구의 형태에 따라 여섯등급으로 분류된 표3를 이용하여 조명기구의 유지등급을 결정한다.

표 3. 조명기구의 유지등급 분류
Table 3. Classification of the Luminaires Maintenance Category

유지 등급	상부 케이스	하부 케이스
I	1. 상부 케이스 없음	1. 하부 케이스 없음
II	1. 상부 케이스 없음 2. 15% 이상의 광속이 투명/반투명/불투명 상부 케이스의 구멍을 통해 방사됨	1. 하부 케이스 없음 2. 루버 또는 차폐장치 (배플)
III	1. 15% 이하의 광속이 투명/반투명/불투명 상부 케이스의 구멍을 통해 방사됨	1. 하부 케이스 없음 2. 루버 또는 차폐장치
IV	1. 투명/반투명/불투명 상부 케이스 (구멍 없음)	1. 하부 케이스 없음 2. 루버
V	1. 투명/반투명/불투명 상부 케이스 (구멍 없음)	1. 투명/반투명 하부 케이스 (구멍 없음)
VI	1. 상부 케이스 없음 2. 투명/반투명/불투명 상부 케이스 (구멍 없음)	1. 투명/반투명/불투명 하부 케이스 (구멍 없음)

② 조명기구를 사용하는 대기환경 등급과 조명기구 유지등급, 조명기구 청소계획 주기에 따라 다음 (17) 식에서 LDD값을 계산한다[5].

$$LDD = e^{-At^B} \quad (17)$$

A, B의 값은 표4 에서 조명기구 유지등급과 대기환경 등급의 결정에 따라 찾아낼 수 있다. t는 청소

주기를 연수로 표시한 것으로 단위는 년이다.

다) 램프수명 요인(LBO)과 실내면 먼지열화 요인(RSDD)

표 4. LDD 계산을 위한 상수
Table 4. An The Constant for Calculating the LDD

조명기구 유지등급	B	A				
		매우 청결	청결	중간	불결	매우 불결
I	0.69	0.038	0.071	0.111	0.162	0.301
II	0.62	0.033	0.068	0.102	0.147	0.188
III	0.70	0.079	0.106	0.143	0.184	0.236
IV	0.72	0.070	0.131	0.216	0.314	0.452
V	0.53	0.078	0.128	0.190	0.249	0.321
VI	0.88	0.076	0.145	0.218	0.284	0.396

표 5. 청소주기와 대기환경에 따른 먼지열화 예상치
Table 5. Dirt Depreciation expectation values in accordance with cleaning cycle and operating atmosphere

청소 주기	대기 환경 5등급				
	매우 청결	청결	중간	불결	매우 불결
0	0	0	0	0	0
3	2	5	9	11	15
6	5	8	13	17	21
9	6	10	16	20	26
12	7	12	18	23	29
15	8	14	20	25	32
18	9	15	21	27	34
21	10	16	22	29	36
24	11	17	23	31	37
27	12	18	24	32	38
30	13	19	25	33	39
33	14	20	26	34	40
36	15	21	27	35	41

램프 수명 요인(LBO)은 전체 사용 램프 수에 대한 작동되는 램프 수의 비를 의미하며, 램프 교환방식에 있어서 개별 교환방식을 선택한다면 램프 수명요인은 1로 하여 입력한다. 여기에서는 개별 교환 방식으로 가정한다.

표 6. RSDD 값
Table 6. Value of RSDD

Percent Expected Dirt Depreciation	Luminaire Distribution Type									
	Direct		Semi-Direct		Direct-Indirect		Semi-Indirect		Indirect	
Room Coeff. Rate	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	98.26	94.22	97.52	88.84	94.87	89.76	94.87	89.76	90.20	79.60
2	98.06	94.02	96.02	88.83	94.87	89.75	94.87	79.72	90.20	69.59
3	98.26	93.98	96.81	87.82	94.86	79.74	94.86	79.71	90.79	69.59
4	97.66	92.90	95.95	85.83	94.88	79.73	94.86	79.70	89.76	67.56
5	97.94	91.89	94.93	84.79	93.88	79.72	93.86	77.63	89.78	66.55
6	97.94	91.89	94.89	83.78	93.88	79.71	93.85	76.68	89.77	65.54
7	97.94	89.87	93.88	82.77	93.84	77.70	93.84	76.68	89.76	65.53
8	96.93	89.86	93.87	81.75	93.84	76.69	93.84	76.68	89.76	64.52
9	96.92	88.85	93.87	80.74	93.84	76.68	93.84	75.67	89.75	63.51
10	96.92	87.83	93.86	79.72	93.84	75.67	93.83	75.67	89.75	62.50

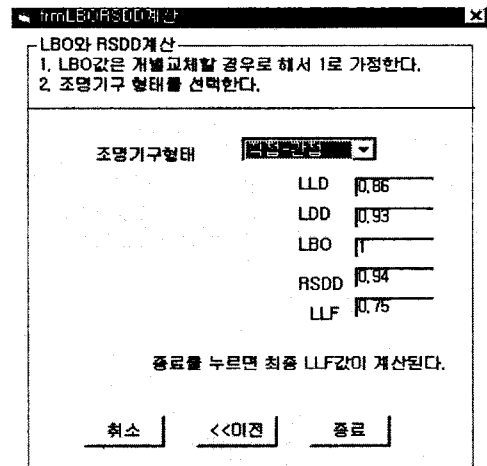


그림 9. LBO, RSDD 계산 화면
Fig. 9. An active window for LBO and RSDD calculation

실내면에 먼지가 퇴적하면 반사 광속 및 작업면으로의 상호 반사가 줄어든다. 이를 고려하기 위하여, 표6을 이용해서 실내면 먼지열화 요인(RSDD) 값을 다음과 같은 순서로 결정한다.

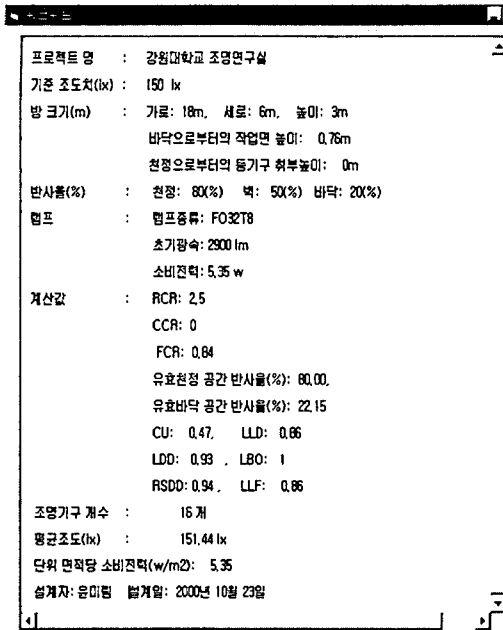


그림 10. KZCM의 출력 화면
Fig. 10. An active window of result for KZCM

① 앞서 결정된 대기환경 등급 및 청소 주기에 따라 표5에서 먼지열화 예상치를 찾아낸다.

② 먼지열화 예상치, 조명기구의 종류, 방 공간비율(RCR)값에 따라 표6에서 RSDD 값을 찾아낸다.

3) 광손실률(LLF)

위에서 구해진 광손실률에 관련된 모든 구성 요소들이 계산되면, 구성 요소들의 전체 값 즉 LLD, LDD, RSDD, LBO 등을 모두 곱하여 광손실률이 식(18)과 같이 구해진다.

$$LLF = LLD \times LDD \times RSDD \times LBO \quad (18)$$

최종 LLF 값이 계산되었으면, 종료버튼을 클릭해서 Step2 화면으로 돌아간다.

4) CU, LLF값에 의해서 공간에 적절한 평균조도를 제공하기 위한 조명기구의 개수는 식(19)에 의해서 계산되어진다.

$$N = \frac{F \cdot CU \cdot LLF}{A \cdot E} \quad [\text{개}] \quad (19)$$

N : 조명기구의 개수

E : 작업면의 설계조도 [lx]

F : 조명기구 1개내에 들어있는 램프의총광속

CU : 이용률

LLF : 광손실률, A : 방의 면적 [m²]

마찬가지로 평균조도값은 위에서 구한 조명기구의 개수를 평균조도 구하는 식에 대입하면 구해진다. 마지막으로 단위 면적당 소비전력값은 식(20)에 의해서 계산되어진다.

단위 면적당 소비전력값:

$$\frac{\text{조명기구개수}(N) \times \text{조명기구소비전력}}{\text{방의면적}} \quad (20)$$

5) 출력화면

조명설계가 완성되었으면, 출력내용보기를 클릭해서 전체 입력값과 계산값을 조도계산서 형식의 텍스트문서로 보여주고, 조도계산서의 저장과 인쇄가 가능하다.

3. 결론

본 연구에서 개발한 KZCM은 설계하고자 하는 공간에 적절한 조도를 제공할 수 있는 조명기구의 개수를 계산해주고, 조명기구의 효율과 단위 면적당 소비전력을 계산해준다. 이를 바탕으로 설계초기단계에서 고효율 조명기구의 채택을 원활하게 해주고, 동시에 LLF값을 산정 해줌으로써 건물설계에 적용되는 조명에너지를 절감하도록 해준다. 또한 본 소프트웨어는 윈도우 프로그래밍 언어인 Microsoft Visual Basic6.0으로 개발되었기 때문에 컴퓨터에 대해 전혀 모르는 사용자도 쉽게 이용할 수 있도록 만들어졌다. 앞으로 업그레이드 시킬점은 조명기구의 설치간격과 그래픽적인 효과를 적용하도록 개발하는것이 필요하겠다.

참 고 문 헌

- [1] 안규환, 조명산업의 경쟁력 제고 방안에 관한 연구, 국민대학교, 1996.10.
- [2] 조명전력 허용기준 설정을 위한 추진전략 연구, 산업자원부, 1998.
- [3] 주경민, 박성완, 김민호, Visual Basic Programming Bible Ver6.x, 1999.
- [4] 한국산업규격, “조도기준 KS A 3011-1993”.
- [5] Lighting Handbook, 9th edition, Illuminating Engineering Society of North America, 1993.

◇ 저자소개 ◇

김 훈 (金燾)

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

윤 미 림 (尹美林)

1976년 9월 19일생. 1999년 강원대 공대 전기공학과 졸업. 2001년 강원대 대학원 전기공학과 석사 졸업 예정.

심 상 만 (沈相萬)

1955년 8월 20일생. 1993년 서울산업대 전기공학과 졸업. 1995년 강원대 산업대학원 전기공학과 졸업(석사). 2000년 강원대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 춘천기능대학 전기과 조교수.

허 남 돈 (許南敦)

1973년 7월 21일생. 2000년 강원대 공대 전기공학과 졸업. 2000년 강원대 공과대학원 전기공학과 입학.