

학교교실의 환경개선을 위한 조명설계 연구

좌 승 태* · 오 성 보**

A Study of Lighting Design for Environmental Improvement in Schoolroom

Seung-Taek Jwa* and Seong-Bo Oh**

ABSTRACT

School illumination with full volume of light and adequate brightness is designed to help students better focus on their education and produce an optimum atmosphere where students can apply their utmost to learning. This paper presents to study actual illumination environment of schools in order to figure out illumination problems. Furthermore, it attempts to suggest an optimum design for schoolroom illumination through computer simulation to attain qualitative improvement effect in school illumination under the illumination plan which is based on illumination maintenance and uniformity ratio that K.S. illumination standard sets.

Key words : Lighting design, illumination, uniformity ratio, computer simulation

1. 서 론

학생들은 대부분의 시간을 학교 교실에서 보내며 교실내에서 많은 생활을 시작업으로 소비하고 있다. 하지만 학교 교실 조명은 열악한 실정이라서 최근 눈의 굴절이상, 약시 등으로 인하여 우리나라 아동기와 청소년기 학생의 안경 및 콘택트렌즈 사용이 계속 증가하고 있는데 그 원인 중의 하나가 교실의 조명환경이 거론되고 있다. 학교시설의 환경개선에 있어 학교 교실 조명은 교사와 학생들에게 쾌적한 명시환경을 주어 시력보호와 학습효과의 향상을 도모하는데 매우

중요한 역할을 하고 있다.

자연계의 밝기 분포는 10:1을 초과하지 않지만, 인공조명에 의한 교실은 100:1~1000:1의 밝기 차이가 있다. 그러나 100:1이하의 밝기 차이에서도 예민한 시각이 얻어지는 것을 고려해야 한다¹⁾.

학교 교실에서의 밝기 분포는 물건의 보기 쉬움과 쾌적함 양쪽 모두에 영향을 준다. 즉, 조도분포가 극단적으로 불균일한 장소에서는 사물을 보기 위하여 시선을 움직이면 시야내의 밝기가 변동하고 이것에 순응하기 위해 동공의 크기가 극단적으로 변동하기 때문에 피로나 불쾌감을 줄 수 있다. 이 때문에 대상물을 보기 쉽고 불필요한 피로가 생기지 않도록 하기 위하여 균일한 밝기의 분포를 주는 것이 바람직하다. 이러한 밝기의 변화를 나타내는 척도로서 균제도(uniformity ratio)를 사용한다²⁾.

* 제주대학교 산업대학원

Graduate School of Industry, Cheju Nat'l Univ.

** 제주대학교 전기공학과, 산업기술연구소

Dept. of Electrical of Eng., Res. Inst. Ind. Tech., Cheju Nat'l Univ.

본 연구에서는 학교 조명 실태를 조사하여 그 문제점을 파악하고 교실조명의 K.S. 조도기준이 정하는 조도 유지 및 균제도를 고려한 조명계획에 따른 학교 조명의 질적 개선 효과를 확보하고 조명시뮬레이션을 통하여 학교 교실 조명 최적 설계안을 제시하고자 한다.

II. 학교 조명의 실태 조사

학교 조명의 목적은 교육에 충분한 밝음과 질적인 조명으로 학습에 충실할 수 있는 조명을 해야 하며³⁾ 학생들의 심리를 움직이게 하는 기분이나 분위기를 그때의 생활행동에 알맞도록 하는 것이다.

복제주군의 초, 중학교 46개교를 중심으로 하여 등기구 설치 현황, 교실 조도 및 균제도 등 학교 조명 실태조사를 하였다.

2.1. 조명계획의 배경

2.1.1. 조도

조도는 단위면적당의 빛의 입사광속을 말하며, 일반적으로 조도가 높을수록 좋은 조명이 된다. 그러나 조도를 높게 하면 같은 종류의 광원을 사용할 경우 설비비와 유지비도 높아진다⁴⁾. 그러므로 기준조도에 맞는 최적의 등기구 배치가 요구된다.

K.S. 기준조도는 Table 1과 같고, 교실의 조도분류는 G에 해당하여 조도범위는 최저 300[Lux], 표준 400[Lux] 그리고, 최고 600[Lux]이다.

Table 1 K.S. illumination standard in classroom

장소/활동 조도 분류	전반	F 일반	G 컴퓨터실
실내	두건물을 잇는 복도	E 계복, 정밀	H 일반작업
강당	F 방송실	F 연구실	H 판독작업
집회실	F 전화교환실	F 정밀시험실	H
공인실	G 보건실	F	말의실
교실(일반)	G 비상계단	D 천평실	G 휴게실
교직원실	F 서고	F 인쇄실	F 서비스공간
사무실	F	E 계도실	제단, 엘리베이터
수위실	F		
회의실	F		
급식실	F 승강구	F 일반계도	G 세면장, 화장실
식당, 주방	F		
도서열람실	H 실내체육관	G 정밀계도	H
도서열람	H	G 차고, 창고	D

2.1.2. 균제도

조명이 행해진 공간에는 공간의 넓이, 구조 및 광원의 종류, 수량, 배치, 높이 등 여러 요인들에 의해 부분적으로 조도의 차이가 발생하게 되며 이런 조도차이의 비를 균제도라 한다. 작업의 종류, 업무의 형태에 따라 요구되는 균제도의 차이가 다를 수 있으나 학교 교실인 경우 균제도의 차이가 작을수록 좋으며 이에 따른 최소조도/평균조도 [균제도1]는 0.5이상으로 함이 바람직하고 최소조도/최대조도 [균제도2]는 0.3이상인 것이 좋다⁵⁾.

2.2. 등기구 설치 현황

학교의 조명설비 현황을 파악하기 위하여 46개 학교를 대상으로 실시한 실태조사 및 조도 측정 결과를 분석한 결과는 다음과 같다.

조사대상 학교의 주 광원으로는 직관형 형광등을 사용하고 있으며 교실별 등기구 수량은 40[W] double등을 기준으로 하였다. 그리고, 설치현황은 Table 2와 같다. 평균조도가 226[Lux]인 교실당 6등 배열이 42[%]이며, 조도가 160 [Lux] 수준인 4등 설치 비율은 28[%]이고, 조도가 305[Lux]인 8등 배열은 30[%]로 조사되어 현 기준조도인 300[Lux] 이하의 교실이 전체의 70[%]를 차지하므로 교실의 조도 환경은 대부분 매우 열악한 것으로 나타나 앞으로 조도개선을 위한 적정 등기구의 설치 및 배치에 대한 검토가 매우 필요한 것으로 판단되었다.

Table 2 Present conditions of luminaire and illumination in classroom

Division	Four luminaire	Six luminaire	Eight luminaire	Sum
School number	12	20	14	46
Percent	28	42	30	100
Average photometry illumination	160	226	305	

2.3. 조도 측정

2.3.1. 조도 측정 방법

조명 실태 조사를 위한 측정에서는 책상면의 높이

를 50[cm]로 하여 책상면 위의 조도를 측정하였다. 그리고 많은 grid의 조도 측정값에서 측정 범위내의 평균조도를 산출하려면 측정범위를 같은면적의 단위 구역으로 나누고, 우선 단위 구역마다의 평균조도를 산출한 뒤 그들의 평균을 낸다. 단위 구역의 평균조도를 구하는데는 여러 가지 방법이 있으나 본 연구에서는 교실 전체를 한 단위 구역으로 보고 Fig. 1 과 같이 가로, 세로 각각 1[m]로 하여 단위구역의 평균 조도 산출법⁶⁾을 사용하여 계산하였다.

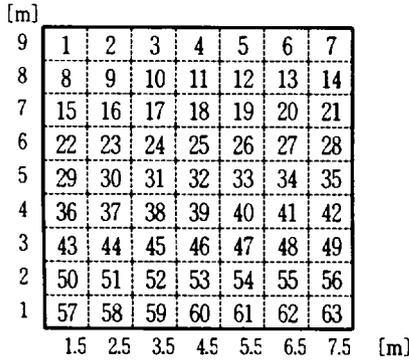


Fig. 1 Position of illumination photometry

2.3.2. 조도 측정 결과

학교 교실의 조도분포 현황을 파악하기 위해 교실에 설치된 40[W] double 8등의 조도를 실측한 결과는 Fig. 2와 같으며, 조명등수에 따른 평균조도, 균제

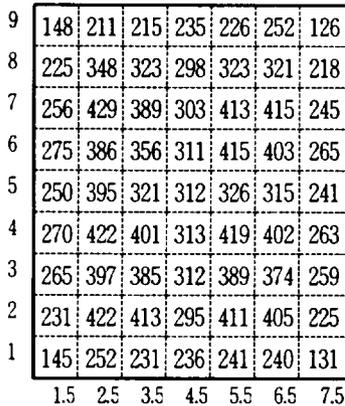


Fig. 2 Values of illumination photometry in classroom

도 등 측정 분석치를 Table 3 에 제시하였다. 그리고, 평균조도가 300[Lux]만을 만족하는 경우는 40[W] double 8등을 설치해도 되지만 균제도1은 0.412, 균제도2는 0.293으로 기준치에 미치지 못하고 있어 기준 조도, 균제도1 및 균제도2 모두를 만족해야 할 때에는 40[W] double 9등 이상으로 설치하여야 하는 것으로 사려되었다.

Table 3 Values of illumination and uniformity ratio

Luminaire number Item	Four luminaire	Six luminaire	Eight luminaire
Average photometry illumination	160	226	305
Uniformity ratio 1	0.275	0.389	0.412
Uniformity ratio 2	0.159	0.228	0.293

III. 학교 교실의 조명시뮬레이션

교실내 조도에 영향을 주는 조도 조건으로 작업면의 높이는 50[cm], 피조면에서의 조명기구까지의 높이는 2[m], 교실의 가로의 길이는 7.5[m], 교실의 세로의 길이는 9[m]로 하였고, 적용반사율은 조명표상 중간값인 천장 70[%], 벽면 50 [%], 바닥 30[%]의 값을 적용하였으며, 사용한 simulation의 package는 Philips Lighting B.V.의 CalcuLux 2.0c을 이용하였다.

3.1. 모델 simulation

Fig. 3은 교실전체를 가로, 세로 각각 12 Grid로 구분하여 40[W] double 9등을 설치하였을 때 책상면에서의 조도분포를 수치로 나타낸 것이며, Fig. 4는 책상면을 기준으로 한 교실 전체의 등가 조도 분포 곡선이고, Fig. 5는 공간 조도 분포 3차원 곡선을 나타낸 것이다.

40[W] double 9등을 설치하였을 때 조명 simulation을 한 결과 평균조도는 338[Lux]로서 기준인 300[Lux]이상이며, 또한 균제도1은 0.59로서 기준

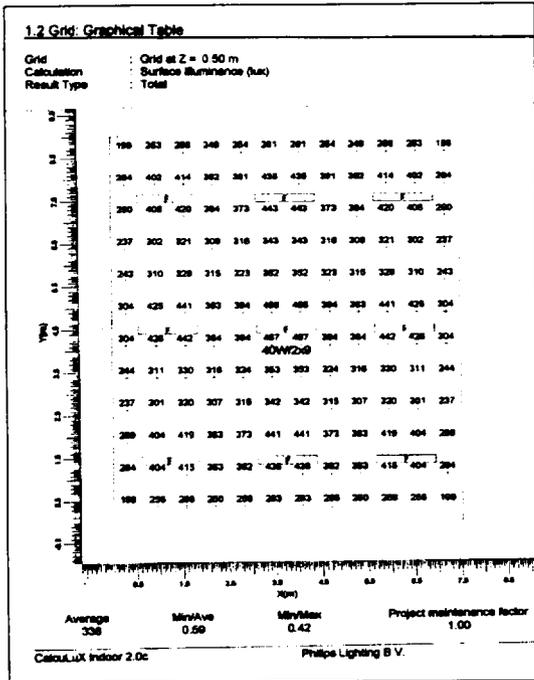


Fig. 3. Illumination distribution of grid

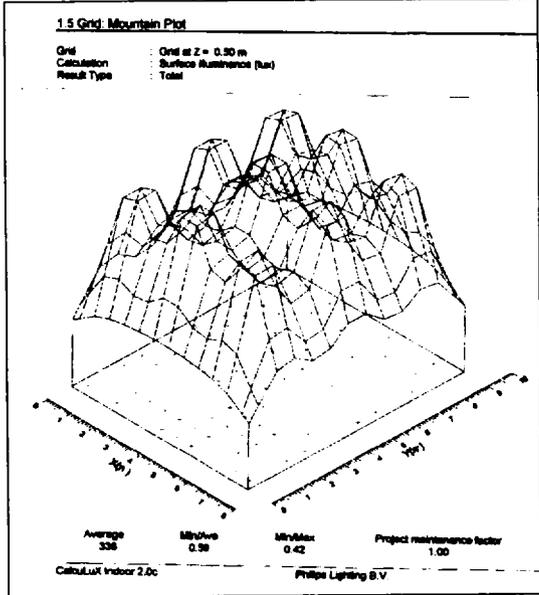


Fig. 5 Three dimension diagram of the space illumination distribution

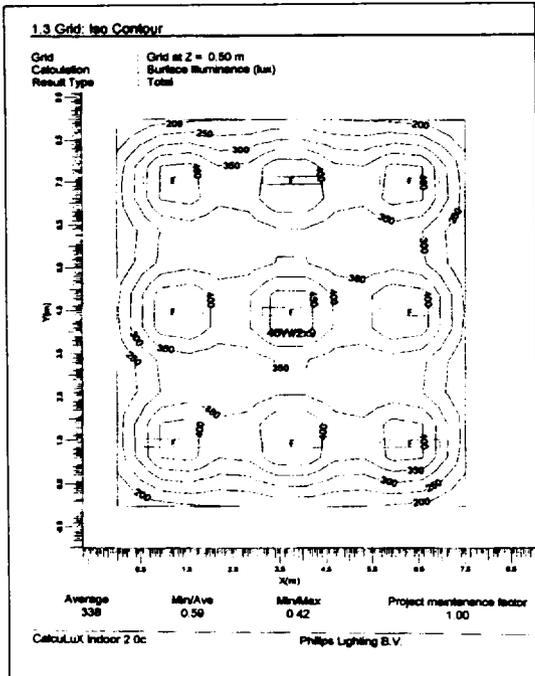


Fig. 4 Iso-lux diagram

인 0.5이상이고, 균계도2는 0.42로서 기준인 0.3이상으로 평균조도, 균계도1 및 균계도2 모두 양호한 결과를 보였다.

IV. 결과 및 검토

학교조명의 실태조사를 통해 교실별 등기구 설치현황은 Table 2 에서 보여준 바 같이 기준조도인 300[Lux] 이하의 교실이 전체의 70[%]를 차지하고 있다. 그리고, 30[%]를 차지하고 있는 40[W] double 8등 설치시 평균조도는 305[Lux]로서 기준치인 300[Lux]이지만 Table 3에서 균계도1은 0.412로서 기준치인 0.5, 균계도2는 0.293로서 기준치인 0.3에 미달하고 있어 학교 조명환경이 매우 열악한 것으로 나타났다으며 이에 대한 개선이 시급한 것으로 분석되었다.

이에 따라 학습 환경 개선을 위한 적정 등기구의 수량 및 배치에 대한 simulation을 한 결과 평균조도는 300[Lux], 균계도1은 0.5, 균계도2는 0.3이상만 만족하려면 40W Double 9등을 Fig. 3과 같이 설치하여야 하는 것으로 해석되었다.

V. 결 론

학교 조명은 교육에 충분한 밝음과 질적인 조명으로 학습에 충실할 수 있는 조명을 주어 교사와 학생들에게 시력보호와 학습효과의 향상을 도모하는데 매우 중요한 역할을 한다.

학교 조명 개선을 통한 학습 환경의 질을 높이기 위해 복제주군 관내 초, 중학교 46개교를 실태 조사한 결과 교실 평균조도 기준치 300[Lux]이상인 40W double 8등으로 배열된 학교가 전체의 30[%]로 나타났으나 균제도1과 균제도2의 값이 기준치에 미치지 못하고 있는 실정이라서 학습환경의 저해 및 학생들의 시력에 영향을 주므로 학교조명의 최적 설계에 의한 적절한 조명 등기구의 배치가 요구되어 진다.

본 연구는 기존의 교실 환경을 감안하여 최적의 조명환경을 구현하기 위하여 실제 교실 환경에서의 측정을 통해 평균조도, 균제도 외에 등기구 배치방법 등을 연구하였으며, 교실조명의 K.S. 조도기준이 정하는 조도 유지, 균제도, 등기구 적정수량 및 배치를 얻기 위해 조명 simulation을 한 결과 40[W] double 9등을 하는 경우가 최적의 상태로 분석되었다. 얻어진 결과를 항목별로 기준화하여 학교교실 조명설계시 연구결과가 각급 학교의 적정 조명 표준 설계안으로 적용

되리라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 제주월드컵축구경기장 건설사업관리단에서 시행한 경기장 조명 관리를 위한 기초 연구의 일부로 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) 한국조명전기설비학회, 1999, 조명디자이너 자격인 중 교재, pp.1-10.
- 2) 김현지·안옥희, 1999, 실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰, 조명·전기설비학회논문지, 제13권 제2호, p.7.
- 3) 한국조명전기설비학회, 1999, 조명디자이너 자격인 중 교재, pp.7-18.
- 4) 지철근, 1993, 최근조명공학, 문운당, p.173.
- 5) 김경호, 교실의 효율적인 조명을 위한 등 기구에 관한 연구, 김경호, p.33.
- 6) 조명학회, 1992, 조명데이터북, 세진사, p.69.