

초·중·고교의 흑판조도분포에 관한 연구

김동진* 최재명 김태현 이현재 이병기 박동화
인천대학교

A Study on Illumination Distribution of Blackboard
on Elementary, Junior and Senior High School

Dong-jin Kim.* Jae-myung Choi, Tae-hyoun Kim, Hyoun-jae Lee.
Byoung-gi Lee, Tong-wha Park.
University of Incheon

Abstract - This study is concluded under by investigation about the lighting environment on a blackboard in elementary, middle, high school of incheon metropolitan

1. The illumination was approximated to standard value in the side of quantity by the result of the Mimistry of Education's command. However, the uniformity of illuminescence was relatively increased
2. In order to raise the blackboard lighting, we installed local lighting fixture for blackboard but most of schools are directly adopted to the way of sticking to the blackboard and the lower part of the blackboard is not effective. So that it is desirable of teacher and students to put the local lighting in front of the higher part of the blackboard or install in getting the perfect diffusion light from the ceiling.
3. Deviation of luminance is also more great when local lighting exist for blackboard. And, regardless of local lighting, luminance of blackboard in side of window, from direction of floor is high because of regular reflected light. Therefore a curtain or blind must be installed pertinently.

1. 서 론

학교 건축물은 학생들이 학습활동을 하는 장소이며 교실공간은 교육의 장으로서 학생들이 많은 시간을 지내는 공간이다. 따라서 학생에게 있어 교실환경은 학생들의 신체적 발달, 감정적 발달, 지적 발달 등 학생들의 총체적인 성장발달과 매우 밀접한 관계를 가진다. 그중에서도 교실의 조명환경은 특히 학습활동에 큰 영향을 미치는데, 판서를 통해 많은 지식이 전달되는 현 교육현장에서는 흑판 조명의 중요성이 더욱 강조되고 있다. 교과 학습내용을 학생들이 수용하며 이해하고, 이를 바탕으로 수업해 나아가는데 있어 가장 중요한 단계가 수업요지의 판서인데, 판서의 내용을 학습자가 가장 잘 받아들여야 하면 흑판의 환경이 매우 중요하며 이런 상황을 고려한다면 전체적인 교실내의 적절한 조명환경 뿐만 아니라 흑판의 조명환경이 학생들의 학습효과에 미치는 정도가 대단히 크다고 볼 수 있다. 최근에, 우리나라 교실의 조명환경에 대해서는, 광경숙⁽¹⁾과 장우진⁽²⁾에 의해서 각 하나의 건축물에서 측정·연구되었으며, 전반적인 학교 건축물에 대해서는 박동화⁽³⁾의 "학교건축물의 야간조도 분포 분석"이 발표되어 있다.

현실의 흑판조명에 미치는 영향을 대별하면 주광 조도의 고저, 시간 및 계절에 따른 태양의 고도, 교실의 창문방향에 따라 변화되는 외부 환경적 요인과 창문의 크기, 등 기구의 수, 흑판조명용 등 기구의 유무, 등 기구의 조명을 저하, 커튼이나 블라인드의 유무 등 실내의 설비적 요인으로 구분될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 조건 중 각 학교교실의 창문 방향과 흑판조명기구의 유무, 커튼의 유무 등을 고려하여 각 학교 흑판의 평균조도와 균제도를 조명기구의 점·소등시로 구분하여 측정·비교하였다.

조도특성의 분석법에는 여러가지가 있는데⁽⁴⁾ 우리나라의 경우는 광속법에 의해 조명설계가 이루어지므로 등조도곡선 표기법을 이용하였다. 또한 시작업자(학습자)의 보일의 조건을 고찰하기 위한 기초자료로서 관측자의 방향에서의 휘도를 측정·분석함으로써 흑판의 밝기뿐만 아니라 흑판 구조개선의 기본자료를 제공하고자 한다.

2. 측정 및 분석

2.1 흑판의 조도 및 휘도 측정

2.1.1 Sampling 추출

본 연구를 위하여 인천광역시 소재한 초, 중, 고등학교 각각 7개교를 인천직할시 교원단체 연합회 발간자료에서 random 추출하였다.

2.1.2 측정 방법

(1) 조도 측정

측정 및 계산법은 다음과 같다.

- 1) 모델 공간을 가로 9개소×세로 5개소 = 총 45개소로 분할하여 각 지점의 조도를 측정한다.
- 2) 조명기구를 모두 점등시킨 후와 조명기구를 모두 소등시킨 후에 각각 측정한다.
- 3) 오전 10시~11시 사이와 오후 3시~4시에 측정한다.
- 4) 각 계절마다 위의 측정을 반복한다.(봄, 여름, 가을, 겨울)
- 5) 측정한 자료들을 그래프로 도시하고 각각 평균값과 균제도를 계산한다. 균제도⁽⁵⁾는 흑판의 조도분포를 나타내는 값으로 아래의 식에 의하여 구하며, 최대값이 0.3이하의 값을 권장하고 있으므로 이 두 식으로 계산값 중에 큰 값을 선택하여 판정의 기준으로 하였다.

$$\text{균제도} = \frac{\text{평균조도} - \text{최소조도}}{\text{평균조도}}$$

또는

$$\text{균제도} = \frac{\text{최대조도} - \text{평균조도}}{\text{평균조도}}$$

(2) 휘도 측정

- 1) 모델공간은 흑판을 세로의 중앙에, 가로를 3개소로 분할하였다.
- 2) 분할된 개소마다 가장 앞의 책상열의 가장 좌측, 중앙, 가장 우측에서 측정점을 바라보는, 3방향에서 측정하였다.
- 3) 측정시 휘도계를 흑판으로부터 1m의 이격거리에서 측정하였다.
- 4) 이하의 측정방법은 위의 조도 측정방법과 동일하게 행하였다.

2.2 측정 결과 및 분석

본 연구에서는 국부조명의 유·무에 따른 등조도곡선의 공통성이 있는, K공업고등학교와 D여자중학교의 등조도곡선을 중심으로 비교·분석하였고, 휘도의 공통성은 앞에서의 조건을 고려하여 D여자중학교와 F여자중학교를 중심으로 분석하였다.

2.2.1 조도분포

(1) 국부조명이 미 설치된 경우. (K공업고등학교)

- 봄 - 오전의 점등시는 소등시에 비하여 균계도는 1.07에서 0.79로 향상되고 있으나 흑판의 조도분포의 구배특성은 불변인 특성으로 나타났다. 그림 1은 K고등학교의 봄철 오후의 조명기구 점등시의 조도분포도이다.

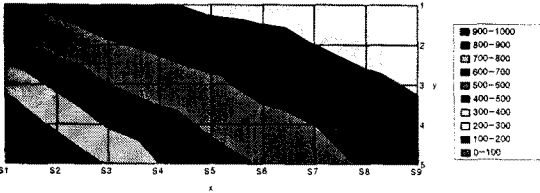


그림 1. K고등학교의 칠판 조도분포

- 여름 - 오전의 소등시의 균계도의 값은 1.21이나 점등시의 값은 0.48로 적정값을 나타내지만 오후에는 점·소등시 1.0이상으로 매우 높은 값으로 나타났다.
- 가을 - 오전의 흑판의 최대조도가 직사광으로 인하여 매우 높으며, 오후에는 소등시에 최소조도가 170 [lx]로 낮게 나타났다. 오후의 점등시를 제외한 균계도의 값도 1이상으로 높게 나타났다. 이러한 현상은 남향의 건축물에서 전형적으로 나타나는 특성으로서 공법에 준수한 조명설계를 실시하여 재시공하여야 하여야 하며, PSARI^{(6),(7)}와 커튼을 겸비하여 설치하는 경우에 완전히 개선될 수 있다. 또한 오전 점등시의 좌측 하단부분에서 매우 급격한 조도구배현상이 나타나고 있다. 이러한 현상은 실내에 설치한 반사체나 시청각자료에 의한 영향으로 설치시 반사광에 유의해야 될 사항이다.
- 겨울 - 오전과 오후의 등조도곡선은 유사한 구배로 변화되고 있으나 조도의 값은 평균값이 60.2~103.3 [lx]로서 측정학교중 가장 낮게 나타났다. 그러나 균계도의 값은 점등시에는 매우 적정값을 보이고 있다. 이러한 현상은 겨울철의 주광이 차단되는 건축물에서 나타나는 특징으로써 주광차단에 대처하고 필요조도를 얻기 위해서는 다음 사항을 고려해 볼 수 있다.
 - 흑판의 투광조명기구 설치.
 - 전반조명에 의한 부족조도 보충.
 - 반사율을 고려한 내부시설의 보완.
 - 창문으로의 광의 누설차단 설비 등이 있다.

(2). 국부조명이 설치된 경우. (D여자중학교)

- 봄 - 오전의 점·소등시의 등조도곡선의 구배는 서로 반대방향이며, 오후에 점등시의 등조도곡선은 소등시에 비해 구배가 완만하며 평균조도가 345[lx]정도로 증가하고 있고 직사광으로 인하여 균계도의 값은 0.66이상으로 높게 나타났다. 그림 2는 D여자 중학교의 칠판조도 분포도이다.

- 여름 - 오전의 소등시에는 직사광으로 인하여 점등시에 비해 직사광 투사부분에 등조도구배의 방향반평 현상이 나타나고 있다. 또한 점등시의 최소조도가 60~70[lx]로서 매우 낮으므로, 국부조명을 설치하였

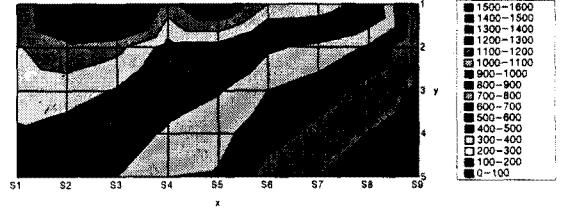


그림 2. D여자 중학교의 칠판 조도분포

으나, 오후의 균계도가 0.93인 문제점을 발생시키고 있다. 이러한 현상은 국부조명의 설치방법을 고려하지 않은 결과이므로 흑판의 규격에 따른 국부조명등의 수의 정확한 산정과 흑판과의 거리확보에 노력하여야 할 것이다.

- 가을 - 오전의 점·소등시의 등조도곡선은 일반적으로 완만한 구배변화를 보이지만 오후에는 부분적인 직사광의 영향으로 흑판상단에 부분적인 조도상승이 발생되고 있다. 이러한 현상은 강한 반사현상을 이르는 경우가 있으므로 시력에 영향을 미치게 된다. 따라서 이 현상을 제거하기 위해서는 다음사항을 고려하여야 한다.

- 직사광을 고려한 차단장치를 설치.
- 시청각 자료 설치시의 반사체 고려.
- 환경미화를 고려하여 설치한 거울 등의 반사체 고려.
- 겨울 - 오전의 등조도곡선의 구배가 직사광으로 인하여 급한 구배를 보이고 있으나 오후에는 구배가 완만해 지며 가을철의 경우보다 조도특성이 향상되고 있다. 이러한 점에서 겨울철의 채광에 의한 에너지절약을 고려하지 않는다면 학교교실의 위치를 북측으로 설치해야 한다는 주장⁽⁸⁾과 같은 특성을 나타내고 있다. 그러나 열에너지의 부존자원을 90%이상 수입에 의존하는 우리나라로서는 교실의 북측화 보다는 다음과 같은 방법을 모색해 볼 수 있다.

- PSALI⁽⁹⁾의 합리적인 병용으로 쾌적한 조명환경을 형성할 수 있다. 그러나 이 방법을 활용하려면 실내 조도레벨의 적정설정, 조도밸런스의 배려, 휘도밸런스의 배려, 창에 의한 글래어 처리, 주광과 인공광원의 광색 조화 등의 선결문제가 해결되어야만 가능할 수 있다.
- 학생활동의 영역이 제한되지만 교실을 계단화시키는 방법이다. 이러한 경우에 시야내·외의 글래어 영역 (Glare Zone)⁽⁹⁾을 30° 이내로 유지할 수 있으므로 눈부심에 의한 빛의 손실⁽¹⁰⁾(광원과 시선으로부터의 각도가 40일 경우에 42%)을 보상할 수 있어서 흑판의 조도를 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.
- 신체 발달사항을 고려한 교실의 과학화를 이룸으로써 학습에 필요한 조도의 자동화로 학습효과를 향상시키는 방안이다. 학생의 신체적인 발육현상에 따라 시력의 차이가 있으므로 시력에 따른 최적조건을 유지하고, 명시의 조건과 기분상태를 고려하여 학습효과를 향상시키는 방법으로 가정의 조명환경과의 연계성을 고려해야 하므로 집단수용을 실시하는 특수 학교의 조명환경조성에서 고려되어 왔다.

흑판에서 국부조명을 설치시 점등시에는 년 평균 563[lx]~696[lx], 소등시에는 년 평균 400[lx]~438[lx]로 매우 높게 나타나고 있다. 이러한 현상은 1990년대의 교육부의 교육개혁지침의 결과로 조도의 양적인 면에서는 규정값에 가까워 지고 있으나 질적인 면에서의 균계도의 값은 상대적으로 높아지고 있다. 그 원

인을 대별하면 다음의 몇가지로 분석할 수 있다.

- ① 기존설비를 방치한 상태에서 등의 수만을 증설한 경우.
- ② 조명환경의 개선을 위한 교실내부, 등기구의 청결상태가 불량한 경우.
- ③ 표준규격이하의 등기구를 사용한 경우.
- ④ 천정의 높이가 높은 경우.
- ⑤ 불량상태의 등기구를 방치한 경우.

2.2.2 휘도분포

Sampling된 학교중 휘도에 미치는 요소인 국부조명의 설치와 곡률곡판을 고려하여 추출된 10개 학교곡판의 겨울철 휘도를 측정하였다.

(1) 국부조명이 미 설치된 경우. (F여자중학교)

오전의 각 방향에서 측정된 평균휘도값은 점등시에 10~200(cd/m²), 소등시에는 10~60(cd/m²)로서 점등시의 휘도가 소등시에 비해 최소휘도는 같으나 최대값의 경우는 3배이상의 큰 값으로 나타났다. 오후에는 점등시에 10~70(cd/cm²), 소등시에는 9~60(cd/cm²)로 오전보다는 채광으로 인하여 감소되어 현휘상에는 큰 문제점이 없을 것으로 평가되지만 오전에서의 이러한 값은 현휘를 느낄뿐 만 아니라 시정되어야 될 사항이다. 이러한 현상은 이미 등조도곡선에서 설명한 바와 같이 기존설비를 방치한 상태에서 등의 수만을 증설한 경우이거나 주광의 과잉투사로 인한 부분적인 조도의 증가가 원인이 되는 경우가 많으므로 재시공에 의해 등기구를 배치하거나 창문에 채광의 제어설비를 설치함으로써 개선될 수 있다.

(2) 국부조명이 설치된 경우. (D여자중학교)

오전의 각 방향에서 측정된 평균휘도값은 점등시에 10~170(cd/m²), 소등시에는 20~90(cd/cm²)로서 점등시의 휘도가 소등시에 비해 최소휘도는 같으나 최대값의 경우는 약 2배의 큰 값으로 나타났다. 오후에는 점등시에 60~180(cd/m²), 소등시에는 30~200(cd/m²)로 나타나고 있어 부분적으로 현휘상에 큰 문제점이 있을 것으로 평가된다. 또한 국부조명의 유무와 관계 없이, 복도측 앞열의 경우, 창측의 칠판에서는 정반사분에 의해 휘도가 높게 나타났다. 따라서 적절한 커튼이나 블라인드의 설치가 요망된다.

3. 결 론

본 연구는 인천광역시 소재한 초.중.고등학교의 교실곡판의 조명환경에 대하여 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 1990년대의 교육부의 교육개혁지침의 결과로 조도의 양적인 면에서는 규정값에 가까워 지고 있으나 질적인 면에서의 강제도의 값은 상대적으로 높아졌다.
- (2) 곡판조명을 높이기 위하여 국부조명을 설치하였으나 대부분의 학교에서 직접 곡판상단에 부착하는 방법을 채택하고 있으므로 곡판의 하단부분의 조도는 국부조명의 효과가 낮다.
- (3) 휘도분포 또한, 국부조명 설치시에 더욱 급격한 구배를 보이고 있으며 국부조명의 유무와 관계 없이, 복도측 앞열의 경우, 창측의 칠판에서의 광원의 정반사분에 의해 휘도가 높게 나타났다. 따라서 적절한 커튼이나 블라인드의 설치가 요망된다.

(참 고 문 헌)

[1] 광경숙, "남북 강의실 빛환경의 시계열 분석" 한양대학교 박사학위 논문, 1994.
 [2] 장우진 외, "교실의 주간 조명환경과 칠판의 눈부심현상에 관한 연구" 한국조명.전기설비학회 추계발표회 논문집, 1996. 11. p.47.
 [3] 박동화 외, "학교건축물의 야간조도분포 분석" 한국조명.

전기설비학회 논문집 제10권 제6호, 1996. 12.
 [4] 김훈, "몬테카르로를 이용한 실내조도의 계산" 한국조명.전기설비학회 논문집 제6권 제5호, 1992. pp.19~20.
 [5] 김정수 외, "전기용용(7)" 학원사, 1974.
 [6] J.E. Kaufman, ed. "IES Lighting Handbook" Reference Volume IESNA 1984, New York.
 [7] IES Testing Procedures Committee. "IES Approved Method for Totar and Diffuse Reflectometry (IES LM-44-1990) IESNA, 1990, New York.
 [8] 임상훈 외, "초.중.고등학교의 교사건축의 환경계획에 관한 연구" 한국에너지연구소, 제15권 3호, 1993. p.96.
 [9] 지철근 "조명원론" 문운당 1994. p.21. p.127.
 [10] 지철근 "최신전기용용" 문운당 1997. p.11.