

## 초등학교 교실의 빛 환경 실측에 관한 연구

### A Study on the Experiment of Luminous Environment in Classroom of An Elementary School

朴 庚 恩\*

金 俊 泰\*\*

Park, Kyung-Eun

Kim, Jun-Tae

#### Abstract

Daylighting in educational environment is very important as it has an effect on students' performance as well as in their visual health. It is regarded as a good energy conservation method in saving energy used for lighting. This study conducted initial daylight measurements to analyze luminous environment in classrooms of Korean elementary school. The results indicated that the typical classroom had a reasonable level of daylight. However, it also found that the classroom had some problems of the uniformity of illuminance and the contrast of brightness of surfaces in the classroom. It is argued that daylighting design for school classroom should consider these aspects to make daylit classrooms ideal so as to provide comfortable visual environment.

키워드 : 자연채광, 교실, 조도, 주광률, 휘도, 균제도

Keyword : Daylighting, Classroom, Illuminance, Daylight factor, Luminance, Uniformity ratio of illuminance

#### 1. 서 론

##### 1.1 연구배경 및 목적

학교시설은 학교교육의 목적을 달성하는데 필요한 제반 물리적 환경을 총칭한다. 학교교육시설은 기본적으로 학습의 장으로서의 기능을 가지고 있고, 많은 시간을 학교에서 보내게 되므로 생활의 장으로서의 기능도 가지고 있다. 이에 따라 학교시설은 학생들이 바람직한 학습결과를 가져올 수 있도록 지원하는 요소가 되기도 하며 혹은 제한하는 요소가 되기도 한다. 이러한 관점에서 학교시설은 학생들과 교직원에게 안전하고 쾌적한 장소로서 운용되어야 할 것이다.<sup>1)</sup>

오늘날의 학교시설을 살펴보면, 재실자들이 1차적으로 느끼게 되는 열 환경에 대해서는 흑한·혹서기에는 방학이 주어지므로 어느 정도 해결이 가능하다. 그러나 빛 환경에 있어서는 개선되어야 할 점들이 많이 있다. 그 중에서도 자연채광은 거주자의 건강과 시각적 쾌적감, 그리고 학습능률에 영향을 미칠 뿐 아니라 건물의 에너지 사용에도 영향을 미치는 요소이므로, 반드시 고려해야 한다. 특히 학교의 경우, 건물을 사용하는 시간이 주간이고 우리나라 학교 교실의 대부분은 남측을 향하면서 상대적으로 넓은 창호를 확보하고 있어 자연채광

\* 정회원, 공주대학교 건축공학과

\*\* 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수

1) 임상훈, 천원기, 오정무, 이남호, “초·중 고등학교 교실의 빛환경 실측 연구”, 태양에너지, Vol. 12, No. 1, pp. 4-5, 1992.

확보에 유리한 것으로 평가된다. 따라서 자연채광의 사용으로 조명에 소비되는 전기 에너지를 절약할 수 있다. 그러나 자연채광에 관한 계획이 잘 되어있지 않은 경우에는, 교실 내의 조도 불균형 또는 현휘를 발생시키는 원인이 되어 오히려 재실자에게 불쾌감을 주거나 학습 능률을 저해할 수 있다. 또한, 과도한 일사 유입으로 인한 여름철 냉방부하의 증가로 그에 따른 에너지 소비를 증가시키는 원인이 될 수 있다. 따라서 자연채광의 이용에 있어서 대상 학교 교실 환경에 적합한 자연채광 계획이 필요하다. 이를 위해서는 계획시 교실의 빛 환경에 대한 정확한 현황분석이 선행되어야 한다.

따라서 본 논문의 목적은 초등학교 교실의 채광 성능 측정을 통하여, 교실의 빛환경 특성을 분석하는 것이다.

### 1.2 연구방법 및 범위

본 연구에서는 국내 초등학교의 빛환경 평가를 위하여, 실제로 국내 초등학교를 선정하여 실측하였다. 그 절차는 다음과 같다.

1) 문헌고찰을 통하여 자연광의 특성과, 실내로의 주광 유입경로, 자연채광에 영향을 미치는 요소를 알아보았다.

2) 자연채광의 성능을 평가하기 위한 지표들을 조사하고, 우리나라와 외국에서 규정하고 있는 각각의 기준들에 관해 조사하였다.

3) 실측을 통한 빛 환경 평가방법과 진행과정을 고찰하였다.

4) 공주시에 소재한 S초등학교 교실을 대상으로 청천공 조건과 담천공 조건에서 실측을 수행하고, 그 결과를 분석하여 교실의 빛환경을 평가하였다.

## 2. 건물내의 자연채광

건축에서 자연광을 이용하는 것은 특정지역의 천공에서 오는 빛을 활용하는 것을 말한다. 자연광의 이용은 재실자들이 외부환경을 직접적으로 접촉하고 있다는 기분을 느낄 수 있게 해 주고, 공간내의 조도를 자연스럽게 변화시켜 재실자들에게 즐겁고 생산적인 분위기를 조성해 줄 수 있다. 또한 적

절한 자연광의 활용으로 조명이나 난방에 사용되는 에너지 사용을 줄일 수 있고 궁극적으로 환경보전에까지 도움을 줄 수 있다.

주광은 다음 그림 1과 같이 여러 가지 경로를 통해 실내로 유입된다. 천공에서 가장 밝은 곳(태양에 근접한 부분)과 가장 어두운 곳(태양 방향과 90°지점)의 휘도비가 약 10:1일때를 청천공 상태라고 하는데,<sup>2)</sup> 청천공일때는 직사일광과 천공광이 모두 실내로 유입되며 그 중 일부는 외부의 지면에 반사되거나 인접건물과 같은 외부 장애물에 반사되어 실내로 유입되기도 한다. 천정 휘도와 수평면 휘도의 비율이 약 3:1일 때를 담천공 상태라고 하는데, 담천공상태일때는 직사일광이 없이 천공광만이 유입되며, 이때에도 외부 지면이나 장애물에 의해 반사된 천공광이 실내로 유입된다. 이렇게 유입이 된 빛은 그대로 작업면에 도달하거나, 실내에서 천정이나 벽, 바닥과 같은 요소에 다시 반사되어 작업면에 도달하게 된다. 이와 같이 주광은 내외부의 여러 조건에 따라 유입량이나 질이 달라지게 된다.

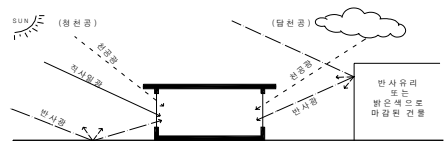


그림 1. 주광의 유입량에 영향을 주는 요소

## 3. 채광성능의 평가기준

### 3.1 조도 기준

조도는 단위 면적당의 입사광속으로, 작업면 또는 관련면에 와 닿는 빛의 양으로, 미터법에서 광원으로부터 1m 떨어진 1m<sup>2</sup>의 면적위에 이르는 빛의 양을 1lux로 나타낸다. 한국공업규격(KS A 3011-1993)에서는 학교에 관한 조도기준을 규정하고 있다<sup>3)</sup>. 학교 교실의 경우, 활동 유형을 일반회도

2) Egan, M. D, and Olgyay, V. (2002) 《Architectural Lighting》 New York, McGraw-Hill, Inc., Second Edition, p. 89.

3) 산업자원부, 학교건물의 에너지관련시설 최적화방안 연구, 1997-2-BD04-01, pp. 93-94, 1998.

대비 혹은 작은 물체 대상의 시작업 수행에 관련된 항목으로 분류하여 최저허용조도를 300lux, 표준기준조도를 400lux로 최고허용조도를 600lux로 규정하고 있다.

### 3.2 주광률 기준

주광에 의한 조도는 계절, 기상, 시각 등에 의해 수시로 변동하기 때문에 실내 시환경의 설계나 평가를 위한 기준으로 사용하기에는 부적당하다. 옥외의 조도와는 상관없이 실내의 주광량을 표시하는 지표로서 주광률을 사용하는데, 외부전천공조도에 대한 실내작업면조도의 비로 나타낸다.

국내에는 주광률에 대한 기준이 마련되어 있지 않은 상태이기 때문에 외국의 주광률 기준을 살펴보았다. 일본 건축학회에서는 보통 교실에 대한 기준 주광률을 2%로 권장하고 있고, 영국의 CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers)에서는 교실 책상면을 기준으로 최저주광률을 2%로, 평균 주광률을 5%로 권장하고 있다<sup>4)</sup>.

### 3.3 균제도 기준

균제도는 작업면 조도의 균일한 정도를 나타내는 지표로 작업면 최고조도에 대한 최저조도의 비로 나타낸다. 교실과 같이 실 전체에서 같은 수준의 시 작업이 이루어지는 장소에서는 실내 작업면의 조도 분포가 균일하게 유지되어야 한다.

균제도는 인공조명의 경우 1/3 이상, 주광조명에서는 1/10 이상 요구된다. 또한, 책상 위 흑판면과 같은 동일 작업범위 내에서 그 면내의 균제도는 1/1.5 이상으로 요구되고 있다<sup>5)</sup>.

### 3.4 휘도 기준

휘도는 어떤 방향의 단위 투영면적당 광도로, 입사 또는 반사에 의한 밝기 정도를 나타낸다.

illuminating Engineering Society의 Lighting Handbook에서는 표 1과 같이 작업대상물과 그 주변지역이 밝기에 대한 최대비율 권장치를 명시하고 있다.<sup>6)</sup> 교실내에서 작업 대상물인 책상면과 칠판과의 허용 최대 휘도비는 10:1 이상이 되어야 한다.

표 1. 시야 내의 휘도분포가 허용되는 한도

비교대상	휘도비
작업대상물과 그 주위와의 사이(책과 책상면)	3 : 1
작업대상물과 그것으로부터 떨어진 면(책과 바닥)	10 : 1
조명기구 또는 창과 그 부근 면과의 사이(천장, 벽면)	20 : 1
보통 통로 내의 각부	40 : 1

## 4. 채광성능 측정방법

### 4.1 실측 대상교실의 방위와 위치

학교의 자연채광 성능 측정을 위해 선정한 공주시 소재의 S초등학교의 대상교실은 남서22°를 향하고 있고, 운동장에서 가장 가까운 교실건물인 1동의 2층에 위치하고 있다(그림 2, 3).

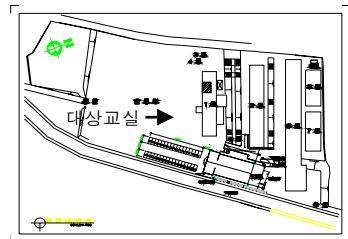


그림 2 공주시 S초등학교 배치도



그림 3. 공주시 S초등학교 전경

### 4.2 외부천공조건

자연채광은 외부의 천공조건에 의해 실내로 유입되는 양이나 질에 있어서 큰 영향을 받는다. 본 논문에서는 답천공 상태인 경우와 정천공 상태인 두 경우에 모두 실측을 실행하여 각각의 경우에 대한 대상 교실의 빛환경을 평가하였다.

4) 이상우 외 9명 공저, 건축환경계획론, 태림문화사, pp. 225-227, 1996.  
 5) 박병전, 건축환경공학, 서울, 기문당, pp.366-367, 1998.  
 6) 산업자원부, op. cit., pp. 192-196.

1) 답천공 조건 : 교실내의 측정점에 대한 조도 측정은 외부조도가 32120lux인 답천공 상태에서 2002년 5월 3일 오전 11시 30분에 수행되었다. CIE(국제조명위원회) 표준 답천공 조건인 천정과 수평면의 휘도비율은 3:1 이하 이어야 하나, 실측 당시의 천공 상태는 천정 휘도가 152.96cd/m<sup>2</sup>, 수평면 휘도가 42.28cd/m<sup>2</sup>으로 그 비율이 약 3.6:1 이었다. 이 비율은 CIE표준답천공의 기준이 되는 휘도비보다 조금 높은 값이지만, 그 차이가 크지 않으므로, 실측을 실행하였다.

2) 청천공시 : 2002년 2월 1일, 구름이 없는 맑은 천공상태에서 오전 9시부터 오후 3시까지 한 시간 간격으로 실행되었다.

#### 4.3 측정도구

측정대상교실 내·외의 조도측정을 위해 Extech Instruments사의 조도계(model 407026)를 사용하였다. 휘도 측정을 위해 Topcon사의 휘도계(BM-8)를 사용하였다.

#### 4.4 측정대상교실 상세

##### 1) 외부제원

측정 대상 건물은 철근콘크리트 구조로 되어있고, 외부는 벽돌로 마감이 되어있다.

남쪽에는 운동장이 있어서 대상교실에 영향을 주는 외부 장애물이 없고, 북쪽에는 4m높이의 언덕과 2층 규모의 다른 교실 등 건물이 외부장애물로써 자연 채광 유입에 영향을 미친다.

##### 2) 내부제원

실험을 위한 측정교실(그림 4) 내부요소들의 크기를 측정해본 결과, 바닥면적은 63m<sup>2</sup>, 창문면적은 15.6m<sup>2</sup>, 순수유리면적은 10.25m<sup>2</sup>로 측정되었다. 바닥면적에 대한 창문면적 비는 24.8%이나 바닥면적에 대한 창틀을 제외한 순수 유리 면적비는 16.3%로 실측되었다.

교실 천정은 흰색 텍스로 마감하였고, 벽은 흰색 페인트로, 바닥은 장판으로 마감하였다. 창문은 전반적으로 투명한 3mm 두께의 판유리가 사용되었고, 남쪽 창문면적의 30%를 차지하는 하단부는 반투명 유리로 되어 있다. 창문의 구조는 남쪽과 북쪽의 외부에 면하는 창은 이중창으로 되어 있었고, 교실과 복도 사이의 창은 단창으로 되어있다. 남쪽 창문에는 직사광을 막기위해 커튼이 설치되어있었다.

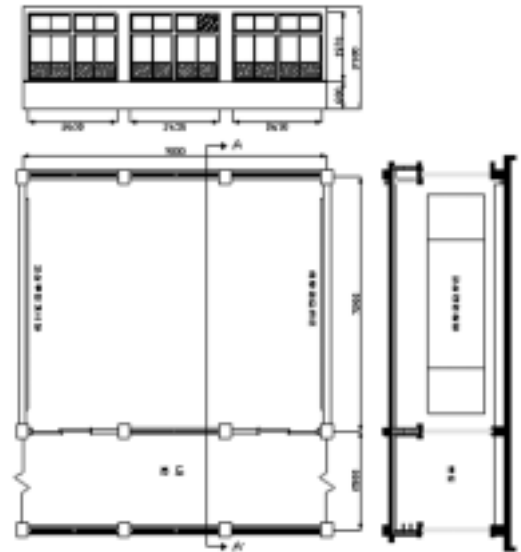


그림 4. 측정대상교실 평면, 단면, 남측내부입면

실측대상 교실의 인공조명은 32W/2등용 등기구 6개가 천장 텍스에 매입된 형태로 설치되어 있었다. 조명방식은 ON/OFF 방식으로 교실 앞부분 4등과 교실 뒷부분 2등으로 나누어 제어하도록 설치되었다.

##### 3) 광학적 특성

각 내부요소들의 투과율이나 반사율과 같은 광학적 특성들은 자연광의 유입과 분산에 영향을 미친다.

##### ① 투과율

휘도계로 외부의 특정한 물체의 휘도를 측정하여 유리창의 투과율을 산출하였다. 실내에서 창문을 닫은 상태에서 유리 뒤로 보이는 대상의 휘도(L<sub>in</sub>)를 측정하고, 창문을 열고 그 대상의 휘도(L<sub>out</sub>)를 측정하였다. 측정한 이 두 가지 측정값의 비율이 투과율이 된다.<sup>7)</sup>

$$\tau = L_{in} / L_{out} \quad (1)$$

이렇게 산출한 창문의 투과율은 다음 표 2와 같다.

7) Fontoynt, M. (ed), Daylight Performance of Buildings, James & James, London, pp. 12-20, 1999.

표 2. 창문의 투과율

창문	외부 이중창 (투명)	외부 이중창 (반투명)	복도창 (투명)
투과율	80%	36%	87%

② 반사율

반사율을 측정하기 위해 이미 반사율을 알고 있는 표준판을 사용하였다. 반사율이 18%(±1%)인 8×10 inch Kodak Grey Card를 측정하고자 하는 표면에 놓고, 그 카드의 휘도를 측정한 다음 카드를 제거하고 표면의 휘도를 측정하였다. 측정 대상면의 반사율은 표면 휘도를 표준판 휘도로 나눈 후 표준판의 반사율을 곱하여 산출하였다.<sup>8)</sup>

$$\rho = \rho_{grey} * L_{surface} / L_{grey} \quad (2)$$

( $\rho$ : 측정대상면의 반사율,  $\rho_{grey}$ : 표준판(grey card)의 반사율,  $L_{surface}$ : 측정대상면의 휘도,  $L_{grey}$ : 표준판(grey card)의 휘도)

이렇게 산출한 대상 교실 내부 요소들의 반사율은 다음 표 3과 같다.

표 3. 내부요소 반사율

횟수	바닥	벽	천장
평균	36%	63%	68%

4.5 조도측정

1) 측정점

대상 교실의 빛환경을 평가하고 비교 분석하는 지표로 사용된 평균 주광률을 산출하기 위해 담천공 조건일 때 교실 전체를 등간격으로 나누어 측정하였다. 즉, 그림 5에서 보여지는 것과 같이 네 벽에서 각각 1m 이내를 제외하고 나머지 부분을 남북방향으로 1m, 동서 방향으로 1.5m마다 같은 간격으로 나누어, 총 30곳의 측정점을 선정하였다.

청천공일때의 실측은 실 깊이 방향에 따른 조도 분포의 수준을 평가하는 것이 목적이므로, 그림 6에서 보여지는 것과 같이 창에 수직인 방향으로 하여 창의 중심(1~6)과 기둥 중심(1'~6')

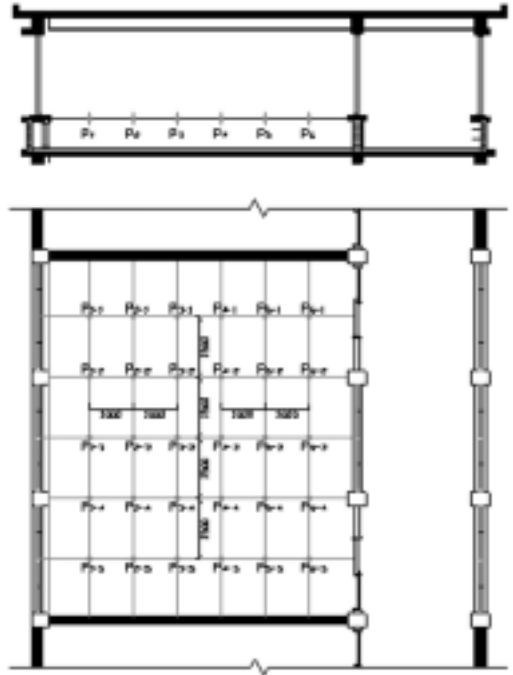


그림 5. 측정 대상 교실의 측정점(담천공)

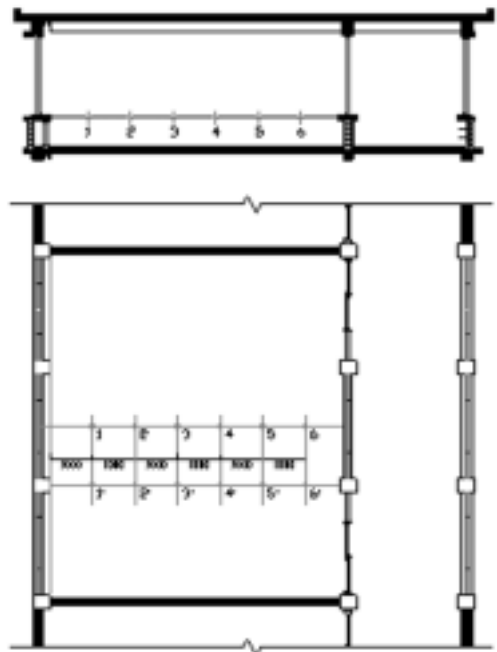


그림 6. 측정 대상 교실의 측정점(청천공)

8) Egan, M. D., 박종호 역, 건축조명개론(Concepts in Architectural Lighting), 서울, 기문당, pp. 37-101, 1992.

점을 선정하였다.<sup>9)</sup> 측정점은 벽면으로부터 1m를 제외하고 1m마다 같은 간격으로 총 12곳을 선정하였다.

작업면의 높이는 재실자인 학생들이 사용하는 책상 높이는 70cm 높이로 정하여 측정점을 표시하고, 실측을 실행하였다.

2) 실내·외 조도 측정

측정자나 재실자에 의해 수광부에 입사하는 빛이 영향 받지 않도록 주의하면서 대상 교실의 각 측정점에서 수평면 조도를 측정하였고, 동시에 외부에서 조도를 측정하였다. 외부 조도 측정도 측정자나 외부 장애물에 의해 영향을 받지 않도록 주의하면서, 교실 건물의 옥상에서 실행하였다.

3) 휘도측정

바닥면에서 1.5m(서있는 사람의 눈 높이)의 위치에 수평계가 있는 삼각대를 설치하고 그 위에 휘도계를 설치하였다. 측정위치에서 주방향으로 바라본 시야내의 대상 물체들을 포함한 투시도를 작성하였고,<sup>10)</sup> 같은 위치에서 같은 시야의 사진을 찍었다. 휘도계가 설치된 지점에서 시야 내 대상물체들의 휘도를 측정 후 투시도에 기입하고, 컴퓨터 도구를 이용하여 사진에 측정값을 기입하였다.

5. 빛 환경 평가 분석

5.1 답천공 조건

대상교실에서 각 지점의 조도를 측정하여 주광률을 평가한 결과, 교실의 각 지점에서 측정된 조도들의 평균 조도는 약 1,031lux로 우리나라 초등학교 교실의 기준인 300lux보다 훨씬 높은 수준인 것으로 나타났다. 실의 가장 안쪽의 지점들에서 측정된 조도를 살펴보면, 300lux에 조금 못 미치는 부분들이 있지만, 거의 근접한 것으로 나타나 교실 전체가 기준조도 이상의 자연채광을 획득하고 있는 것으로 나타났다. 이것은 다른 건물에 비해 우리나라 초등학교 교실의 창문 면적의 비율이 상대적으로 크기 때문인 것으로 분석되었다. 그러나 남쪽 창에 인접한 부분과 북도쪽에 인접한 실의 깊숙한 부분과의 조도차이가 크게 나타나

높은 수준의 빛환경을 제공하고 있지는 못한 것으로 분석되었다.

교실의 각 지점에서 측정된 주광률들을 이용하여 산출한 평균 주광률은 3.21%로, 최소 평균주광률 2%는 상회하지만 권장 평균주광률 5%에는 못 미치는 것으로 측정되었다.

그림 7과 같이 남쪽 창에 인접한 부분의 경우 10%내외의 높은 주광률이 측정된 반면, 북도측으로 갈수록 주광률이 낮아져서 교실 중간( $P_{m-3}$ 열)을 제외하고는 남쪽 창으로부터 2m 이내만이 권장 평균주광률 5% 범위에 들었고, 남쪽 창으로부터 3-4m 이후부터는 대부분이 최소 평균주광률 2%에도 못 미치는 것으로 측정되었다. 특히 창측 지점( $P_{1-n}$ )의 주광률 평균이 8.25%로, 북쪽 북도측 측정지점( $P_{6-n}$ )에서의 주광률 평균 1.02% 보다 8배 높게 나타나 교실 내 주광률의 편차가 큰 것으로 측정되었다.

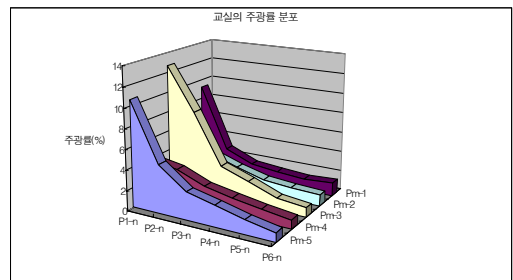


그림 7. 교실 주광률 분포

실측 대상 건물의 북측에는 4m정도의 언덕과 다른 교실 건물 동등의 장애물이 있어서 교실 내에 직접적인 천공광의 유입은 어렵고, 확산광과 반사광만이 유입된 것으로 판단된다. 실제로 그림 8의 그래프에서 보여지는 것과 같이  $P_{m-1}$ 열(교실 앞쪽)의 경우에는 북쪽 북도측 창으로부터 미소한 양의 채광이 이루어져,  $P_{5-1}$ (1.18%)보다  $P_{6-1}$ (1.32%)의 주광률이 더 높게 나타나고 있다. 그러나, 그림 9에서 그 밖의 다른 부분들의 실내 주광률은 북도측으로 갈수록 낮아져, 북측 북도벽의 기둥이나 책장과 같은 내부 장애물로 인해 크게 영향을 받지 않는 것으로 분석되었다.

남쪽창을 통해 유입되는 자연광도 외벽에 있는 기둥에 의해서 영향을 받게 된다. 기둥이 있는 위치에서 안쪽으로 측정된  $P_{m-2}$ 와 창문 중앙 지점에서 안쪽으로 측정된  $P_{m-3}$ 의 주광률을 비교해 보면,

9) 윤동원, 손장열, 건축환경실험, 서울, 기문당, pp. 170-173, 1994.

10) Ibid, pp. 187-183.

그림 9에서 보여지는 것과 같이  $P_{m-2}$ 열은 전반적으로 주광률 5%이하에서, 교실 내부로 갈수록 완만한 저하를 보인다. 그러나  $P_{m-3}$ 열은 창문과 인접한 부분에서는 급격한 주광률 변화를 보이다가 남쪽 창으로부터 3m정도 떨어진 교실의 중앙부분 이후부터는  $P_{m-2}$ 열과 비슷한 분포를 보였다. 가장 안쪽 측정점에서는  $P_{m-3}$ 의 북쪽 북도측 창에 있는 책장이 작업면에 장애물로 작용하여, 오히려  $P_{m-2}$ 의 주광률이 다소 높게 나타났다.

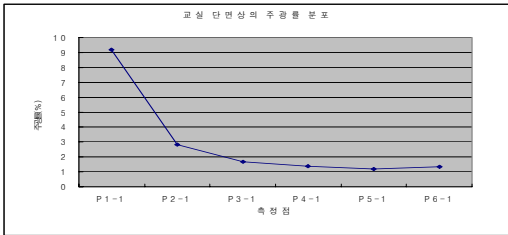


그림 8. 교실 전면 부분( $P_{m-1}$ )의 주광률 분포

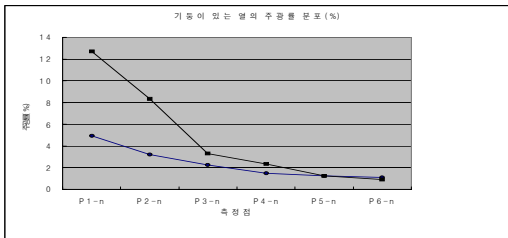


그림 9. 기둥( $P_{m-2}$ )과 창문중심( $P_{m-3}$ )의 주광률

## 5.2 청천공 조건

대상교실에서 측정된 각 지점의 조도와, 동시에 측정된 외부조도, 내 외부 조도의 비율인 주광조도비, 균제도, 휘도를 분석한 결과가 다음과 같다.

### 1) 조도

외부조도는 오전 9시부터 꾸준히 높아지다가 오후 1시경에 가장 높은 조도값이 측정되었고, 대상 교실의 작업면 조도도 비슷한 분포를 보였다. 그림 9에서 나타난 것과 같이 외부의 직사광 유입에 의한 영향으로, 남쪽창문에 인접한 부분 즉, 창문으로부터 2m이내의 범위에서 시간별 작업면 조도의 차이가 현격하게 나타나고 있다. 가장 큰 외부 조도값이 측정된 오후 1시에 실내에서도 가장 높은 작업면 조도값이 측정되었고, 그 다음으로 12시와 2시, 11시, 10시, 9시 순으로 작

업면 조도값이 측정되었다. 이와 같이, 실내의 작업면 조도는 외부 조도에 의해 영향을 받고 있음이 분석되었다.

실측이 비교적 외부조도가 낮은 겨울철에 실행되었음에도 불구하고, 9시에 측정된 조도값 268lux을 제외하고 모든 시간대에서 초등학교 기준 조도값인 300lux보다 높은 조도값이 측정되었다. 따라서, 대상 교실의 자연채광량이 기준 이상이 되는 것을 예측할 수 있었다. 그러나, 그림 10, 11에서와 같이 남쪽 창측과 북쪽 북도측의 조도 차이가 현저하게 나타나 높은 채광수준은 제공하고 있지 못한 것으로 분석되었다.

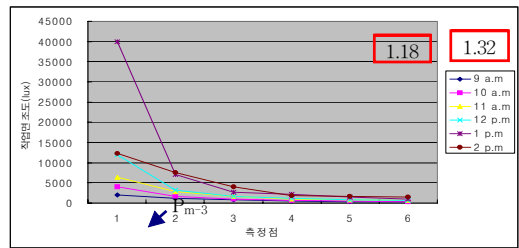


그림 10. 천청공 조건일때의 시간별 작업면 조도(창문 열)

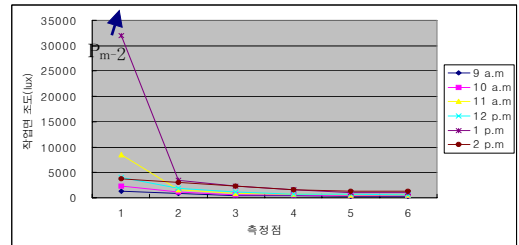


그림 11. 천청공 조건일 때의 시간별 작업면 조도(기둥 열)

### 2) 주광조도비

오전 9시부터 한 시간 간격으로 교실내외의 조도를 측정하여 주광조도비를 산출한 결과, 그림 12, 13과 같이 모든 시간대에서 교실내외의 조도 불균형이 나타났다. 특히 남쪽 창으로부터 2m 이내까지 심한 편차를 보였으며, 시간대로는 오후 1시경의 편차가 가장 심한 것으로 분석되었다. 또한 기둥에 의한 영향으로 기둥이 있는 열이 창문 열보다 주광조도비가 낮게 나타났다.

측정 시간대별 최대, 최소 주광조도비를 계산하면 다음 그림 14의 그래프와 같이 나타낼 수 있다. 각 시간대별 데이터 중 가장 큰 편차를 보

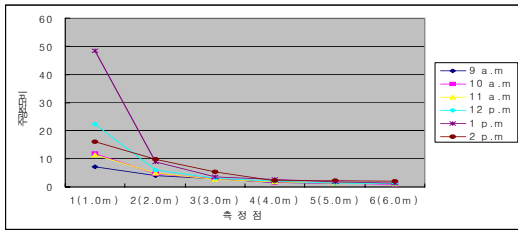


그림 12. 청천공 시 교실의 주광조도비(창문 열)

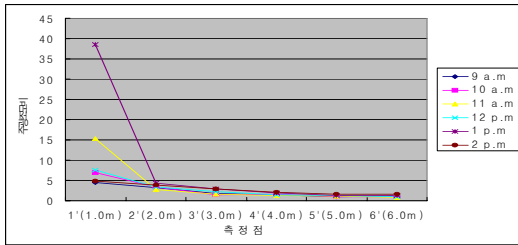


그림 13. 청천공 시 교실의 주광조도비(기동 열)

이는 오후 1시의 측정값을 살펴보면, 최대 주광조도비가 48.36으로, 최소 주광조도비 1.21보다 약 40배가 큰 것으로 나타나 교실내의 조도불균형이 매우 큰 것으로 분석되었다. 이것은 가장 높은 값이 측정된 오후 1시의 외부조도가 영향을 미친것임을 알 수 있다. 같은 이유로 오후 1시 다음으로 높은 외부조도 값이 측정된 12시와 오후 2시의 주광조도비의 차이가 그 다음으로 크게 나타났고, 아침시간으로 갈수록 그 차이가 작아지는 것으로 나타났다.

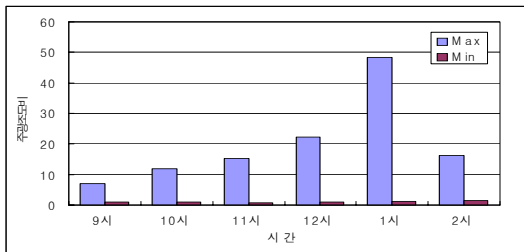


그림 14. 시간별 최대, 최소 주광조도비

### 3) 균제도 분석

균제도는 인공조명의 경우 1/3 이상, 주광조명에서는 1/10 이상 요구된다. 또한, 책상 위 후판면과 같은 동일 작업범위 내에서는 그 면내의 균제도가

1/1.5 이상 요구되고 있다. 시간별로 측정된 최대 · 최소 조도값으로 균제도를 산출한 결과, 다음 그림 15와 같이 맑은 날 학생들이 학교에 머무는 모든 시간대에서 주광조명에서의 기준인 1/10(0.1)보다 못 미치는 것으로 나타나, 교실 내의 조도가 기준보다 균일하지 못한 것으로 분석되었다. 특히, 외부조도가 높아지는 11시부터 2시까지의 균제도가 다른 시간대에서보다 낮게 나타나, 조도 불균형이 더 심한 것으로 분석되었다.

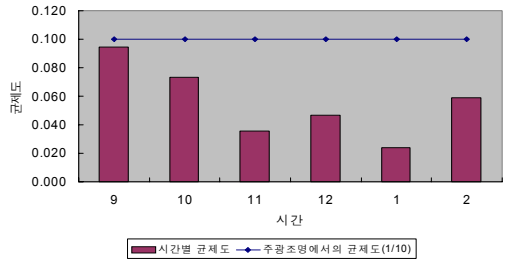


그림 15. 교실내의 시간별 균제도

### 4) 휘도 분석

외부와 면하는 창쪽 책상면의 휘도가 31.50 cd/m<sup>2</sup>, 북도쪽 창쪽 책상면 휘도가 0.82 cd/m<sup>2</sup>로 그 비가 약 38 : 1이 되고, 가장 밝은 책상면 휘도와 칠판과의 휘도비는 112 : 1로 측정되었다. 이는 작업대상물과 그것으로부터 떨어진 면 사이의 최대 휘도비 10 : 1, 보통 시야 내의 각부와의 최대 휘도비 40 : 1보다 현저히 큰 휘도 차이를 나타내고 있다. 이러한 교실내의 큰 휘도차는 그림 16의 사진에서 보여지는 것과 같이 현휘를 일으키는 원인이 되어 학생들에게 쾌적하지 못한 빛 환경을 제공하고 있는 것으로 나타났다.



그림 16. 교실내의 휘도분포 (단위 : cd/m<sup>2</sup>)



## 6. 결 론

학교 건물에서의 자연채광의 올바른 이용은 학생들에게 학습과 건강에 도움이 되는 쾌적한 환경을 제공할 뿐만 아니라 조명에 사용되는 전기에너지를 절약할 수 있는 가장 좋은 방법의 하나이다. 본 논문에서는 초등학교 교실의 최적의 자연채광 계획을 하기 위해 선행되어야 하는 현황분석을 위해, 실측을 실행하였다. 실험대상 초등학교 교실의 빛환경 실측치를 분석한 결과, 담천공 상태에서 평균주광률이 3.21%로 기준 평균주광률인 2%를 상회하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 질적인 측면에서는 높은 수준의 자연채광을 제공하지 못하는 것으로 분석되었다. 특히 실내 조도 불균형은 담천공 상태에서는 물론이고 청천공 상태일 경우 특히 심한 것으로 나타났다. 또한 교실 내 표면의 휘도 차이가 현격한 것으로 분석되었다. 이와 같은 조도불균형이나 휘도차에 의한 현휘의 발생은 재실자의 시각 건강뿐 아니라 학습을 저해하는 요소가 된다. 한편 실내로 유입되는 직사광선을 차단하기 위해서 사용되는 커튼이나 블라인드 같은 차양장치를 사용하는

데, 이는 인공조명의 사용을 요구하게 되어 건물의 전기에너지 소비를 증가시키는 요인이 된다.

따라서, 창 인접공간의 직사광 유입은 막고 실의 깊숙한 내부로 빛을 반사시킴으로, 공간 전체에 높은 수준의 자연채광을 확보해 줄 수 있는 빛선반과 같은 진보된 자연채광 기법의 적용이 필요한 것으로 분석되었다.

## 참고문헌

1. 임상훈, 천원기, 오정무, 이남호, “초·중 고등학교 교실의 빛환경 실측 연구”, 태양에너지, Vol. 12, No. 1, 1992.
2. 산업자원부, 학교건물의 에너지관련시설 최적화방안 연구, 1997-2-BD04-01, 1998.
3. 이상우 외 9명 공저, 건축환경계획론, 태림문화사, 1996.
4. 박병진, 건축환경공학, 서울, 기문당, 1998.
5. Fontoynt, M. (ed), Daylight Performance of Buildings, James & James, London, 1999.
6. Egan, M. D., 박종호 역, 건축조명개론(Concepts in Architectural Lighting), 서울, 기문당, 1992.
7. 윤동원, 손장열, 건축환경실험, 서울, 기문당, 1994.