

## 학교 건물에서 외부 차양 장치 유형에 따른 일반교실 내 빛환경 특성에 관한 연구

A Study on the Characteristics of Daylighting Environment  
in Classroom of an School Building Due to the External Shading Devices

임 재 한\*      정 진 주\*\*      이 지 영\*\*  
Lim, Jae-Han      Jung, Jin-Ju      Lee, Ji-Young

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate the characteristics of daylighting environment in classroom of an school building due to the external shading devices such as fixed louvers, light shelves and exterior venetian blinds. In this study, we have made a field research with regard to the facade design in classroom of an school building. And we have made a classification of external shading devices considering the design parameters. Finally, through RADIANCE simulation, we have calculated the spatial distribution of illuminance, uniformity ratio of illuminance and daylight factors. The results of this study will provide the building designer with the basic daylighting performance data at early design stages.

키워드 : 빛환경, 차양 장치, 루버, 외부 베네시안 블라인드, 광선반

Keywords : Daylighting Environment, Shading Devices, Louver, Exterior Venetian Blind, Light Shelves

## 1. 서론

### 1.1 연구의 목적

최근 들어 학교건물에서 설계 초기단계에 학교 관계자 및 학부모들을 대상으로 실내공기질 개선 및 수업환경 개선, 친환경 학교건물의 적용에 대한 인식이 확산됨에 따라 학교건축의 친환경 계획 적용방안에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 그리고 2005년부터 학교시설을 대상으로 친환경건축물 인증제도가 시행되면서 환경친화적 토지이용 및 교통, 에너지 절약, 친환경 자재의 사용, 건강 및 쾌적성 등의 측면에서 여러 가지 건축디자인 요소들이 설계단계에서 고려되고 있다. 특히 거주자의 건강과 시각적 쾌적감, 그리고 학습능력 향상을 위한 고려로서, 건물 외피에 적합한 차양계획이 중요한 설계 요소로 반

영되고 있다.

일반적으로 기존 학교건물에서 일반교실은 빛환경측면에서 자연채광을 최대한 유입하기 위해 대부분 남향으로 배치되고, 상대적으로 넓은 창 면적을 확보하고 있다. 그러나 건물외피에서 자연채광에 대한 계획이 미흡하여 조도불균형과 현휘문제가 심각하여 오히려 학습 능력의 저하를 야기하고 있으며, 여름철 창문에서의 과도한 일사 유입으로 냉방부하의 증가를 야기하고 있다. 이에 기존 선행연구에서는 학교건물을 대상으로 빛환경 문제점을 실측하여 실내조도, 주광율, 휘도비 등을 분석하였으며, 광선반과 같은 친환경 자연채광 설계방안에 대한 연구의 필요성을 지적하였다.<sup>1)2)</sup> 또한, 학교건물에서의 에너지 소비예측에 관한 기존 연구에서는 여름철 일사에 의한 냉

\* 정회원, 청주대 건축공학부 전임강사(제1저자)

\*\* 정회원, 청주대 건축공학부 전임강사

1) 임상훈·천원기·오정무·이남호, 초중고등학교 교실의 빛환경 실측 연구, 태양에너지, 제12권 1호, 1992

2) 박경은·김준태, 초등학교 교실의 빛환경 실측에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 제9권 5호(통권 34호), 2002

표 1. 기존 학교건물의 현황 조사 결과

학교 구분 조사 항목	초등학교				중학교		고등학교	
	D 초교	N 초교	S 초교	SS 초교	J 중학교	S 중학교	D 고등학교	S 고등학교
교사동 건립년도	1990년	1995년	2007년	2007년	1991년	2007년	1987년	2007년
교실의 향	남향	남향	남향	남향	남향	남향	남향	남향
구조 방식	RC조	RC조	RC조	RC조	RC조	RC조	RC조	RC조
교실 크기(m×m)	9.0×7.1	9.0×7.2	8.4×7.5	8.4×7.5	8.0×7.5	8.4×7.5	9.0×6.4	8.4×7.5
층고/천장고(m)	3.4/2.7	3.4/2.8	3.6/2.7	3.6/2.7	3.0/2.4	3.6/2.7	3.4/2.7	3.5/2.7
교실 창면적비(%)	70	53	63	56	67	68	67	63
냉난방방식	선풍기 심야축열식 온풍기	선풍기 전기히터	EHP	EHP	선풍기 전기히터	EHP	선풍기 전기히터	EHP
차양 계획	실내 커튼 박스 설치							
	철근 콘크리트 돌출차양(0.6m)	버티컬 블라인드	롤 블라인드 설치	고정 루버 철근 콘크리트 돌출차양(0.8m)	버티컬 블라인드 철근 콘크리트 돌출차양(0.6m)	베네시안 블라인드	버티컬 블라인드	롤 블라인드
천장면 마감	텍스 마감 (흰색)							
벽체 마감	수성 페인트 마감(흰색)							
바닥면 마감	플로링 보드				화강석 물갈기	플로링 보드	화강석 물갈기	
조명기구	매립형 형광등							

방부하로 인해 냉방기기의 사용이 급증하게 됨을 밝히고 있다.<sup>3)</sup> 이러한 제반 문제점을 해결하기 위해 건축 디자인 측면에서 건물 외피에 차양 목적의 설계요소를 반영하기 위해서는, 우선 외부에 설치되는 차양장치의 유형에 따른 실내 빛환경 특성에 대한 연구가 선행되어야 한다.

그러므로 본 연구에서는 외부에 설치되는 차양장치의 적용안을 평가하기 위해, 초등학교의 일반교실을 대상으로 빛환경 시뮬레이션을 진행하여 교실 내 빛환경 문제점을 분석하고, 실내 빛환경을 조절하기 위한 외부 차양 장치의 적용유형에 따른 빛환경 특성을 분석하는 것을 연구목표로 하였다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 학교건물에서 외부 차양장치의 적용 유형에 따른 빛환경 특성을 분석하기 위해, 우선 기존 학교 건물의 외피 디자인 현황을 조사(청주지역 8개교)하고, 기존 논문 및 문헌 고찰을 통해 학교건물에서 빛환경 개선을 위한 차양장치의 유형을 분류하고, 각 설계 대안의 적용방안을 평가하였다. 그리고 실측 대상 학교건물 중 하나의 사례를 대상으로, 실내 빛환경 개선을 위한 설계

방안, 즉 외부 고정 차양 및 광선반, 외부 베네시안 블라인드를 적용하여 이에 따른 실내 빛환경 특성을 분석하였다.

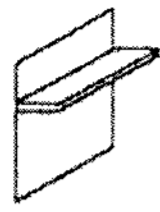


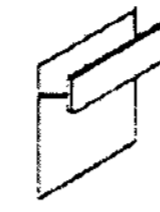


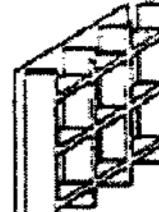
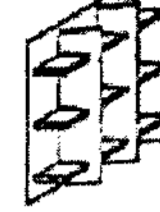
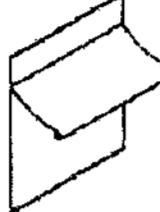



## 2. 학교건물의 실내외 차양장치 현황 조사

### 2.1 현황 조사 계획

최근 들어 학교건물에서 일반교실은 실내 현휘를 감소시키고, 직사일광을 이용하여 시환경을 향상시키기 위해 차양, 광선반, 루버, 천창 등과 같은 시설을 설계에 반영하도록 유도하고 있다. 즉, 차양 부분을 돌출함으로써 직사광선의 유입을 차단하고, 건물 입면 디자인에 있어서 조형감을 형성하고 전체 입면의 입체감을 강조하는 효과를 얻고 있다. 본 연구에서는 최근의 학교건물 설계안과 90년대 전후의 학교건물 설계안을 비교하기 위해, 신설 및 기존 초·중·고등학교로 구분하여 대상 학교건물을 선정하였다. <표 1>과 같이 청주지역의 초·중·고등학교를 대상으로 8개교를 선정(초등학교 4개교, 중학교 2개교, 고등학교 2개교)하여 일반교실의 빛환경에 영향을 미치는 배치, 입면 및 평면 구성과 관련된 교실의 향, 창면적비 등을 조사하였으며, 광선반이나 외부 차양 설계에 기본 설계 조건으로 일반 교실의 크기, 층고/천장고, 냉난방 방식, 조명방식 등을 실측을 통해 조사하였다.

3) 조성우·최정민·이경희, 학교교실의 실내열환경과 에너지 소비 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제23권 2호(통권 220호), 2007

표 2. 외부 차양장치의 유형 분류

형태 가동여부	오버행 모양 (Overhang)				핀 모양(fin)		격자 모양(eggcrate)	
고정형 차양장치	 [ Case 1 ]	 [ Case 2 ]	 [ Case 3 ]	 [ Case 4 ]	 vertical fin	 slanted fin	 eggcrate	 eggcrate with slated fin
가동형 차양장치	 awning		 rotating horizontal louver (movable venetian blind)		 rotating fin		 eggcrate rotating horizontal louver	

## 2.2 현황 조사 결과

청주지역의 초·중·고등학교를 대상으로 실내의 차양장치 현황을 조사한 결과, <표 1>과 같이 대부분 실내 커튼박스를 설치하여 내부에 커튼이나 베네시안 블라인드, 버티컬 등의 차양장치를 설치하도록 계획되고 있었으며, 최근에 지어진 일부 학교건물에서는 루버 형태의 외부 고정형 차양장치가 적용되고 있음을 알 수 있었다. 학습 능력을 향상시키기 위해 창면적비<sup>4)</sup>를 약 60% 정도로 설계함에도 불구하고, 입면 계획에 있어서는 대부분 차양 계획이 단순하게 이뤄지고 있음을 알 수 있다. 최근 시공된 학교는 대부분 바닥마감재 상단에서 천장 마감재 하부까지의 천장고를 2.6m 이상으로 계획되었으나, 일부 90년대에 시공된 학교는 2.4m 내외로 다소 낮게 계획되기도 하였다. 그리고 외부에 면한 창호 높이는 바닥 마감면에서 0.9m 이상으로 설계되었다. 교실의 크기는 90년대 전후로 건립된 학교의 경우, 9.0×7.5m<sup>2</sup>로 80년대 표준설계 초등학교 건물<sup>5)</sup>과 유사한 경향을 보이고 있으며, 최근에 건립된 학교건물은 대부분 8.4×7.5m<sup>2</sup>로 나타났다.

일반적으로 학교건물의 교실에서는 실내 커튼 박스를 설치하여 교실의 사용에 따라 커튼이나 베네시안 블라인드 등을 실내에 설치하여 일사 유입을 조절하고 있다. 일

부 건물 외부에서는 외부 고정 루버를 설치하거나 캔틸레버 형태의 철근 콘크리트 구조물(돌출 차양)을 창문 위에 시공하고 있다. 교실의 천장은 흰색의 텍스 마감으로 이뤄지며, 벽체는 흰색 또는 아이보리 색상의 밝은 수성 페인트 마감으로 이뤄졌다. 그리고 바닥면은 초등학교건물에서는 목재마감(플로링 보드)으로 이뤄져 양말을 신은 채 교실 내 생활이 이뤄지고 있으며, 고등학교의 경우 화강석 물갈기로 마감하여 실내화 등을 신은 채, 생활이 이뤄지고 있었다. 루버나 광선반 등을 적용하여 자연채광을 효과적으로 활용하기 위해서는 각 대안에 대한 설계와 아울러 일반적인 교실환경 조건 하에서의 빛환경 평가가 필요할 것으로 판단된다.

## 2.3 빛환경 개선을 위한 차양 장치 유형

일반적으로 차양장치는 설치되는 위치에 따라 건물 독립형과 건물 부착형으로 구분할 수 있다. 건물 독립형은 건물과 독립된 하나의 구조물로서, 기존 수직, 수평 루버의 형태와 유사하며, 본 건물과 이격되어 설치됨으로 인해 조망의 확보가 가능하다.<sup>6)</sup> 건물 부착형은 벽이나 창문, 커튼월에 구조적으로 부착되는 형태로서, 실내의 베네시안 블라인드나 롤 블라인드, 버티컬 블라인드 등이 넓은 의미에서는 포함된다. 실외에 설치되는 차양장치를 가동 여부에 따라서 구분하면 고정식과 가동식으로 구분할 수 있으며, 기존 문헌<sup>7)</sup>을 참고로 형태적 측면에서 외부 차양장치 유형을 분류하면, <표 2>와 같이 오버행 모양(Overhang), 핀 모양(fin), 격자 모양(eggcrate)으로 구

4) 건설교통부, 공동주택의 에너지절약설계기준, 제3조 용어의 정의, 1999

‘창면적비’라 함은 지붕과 바닥을 제외한 건축물 전체 외피면적에 대한 창면적의 비를 말하며, 창면적비 산정시 창틀은 창면적에 포함하여 계산한다. 본 연구에서는 일반교실등을 기준으로 창면적을 계산하였다.

※ 창면적비 = [창면적 / (외벽면적 + 창면적)] × 100

5) 박지현 · 이선영, 80년대 표준설계 초등학교 단위 교실의 친환경적 리노베이션에 관한 연구, 한국교육시설학회지 제13권 2호(통권 55호), 2006

6) 최원기 · 서승직, 건물의 환경성능향상을 위한 독립형 외부 차양장치의 응용에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제22권 4호, pp.293~300, 2006

7) Norbert Lechner, Heating, cooling, lighting : Design methods for architects, John Wiley&Sons, pp.139~145, 1991



그림 1. 외부 차양장치 적용 사진 (S 초등학교)

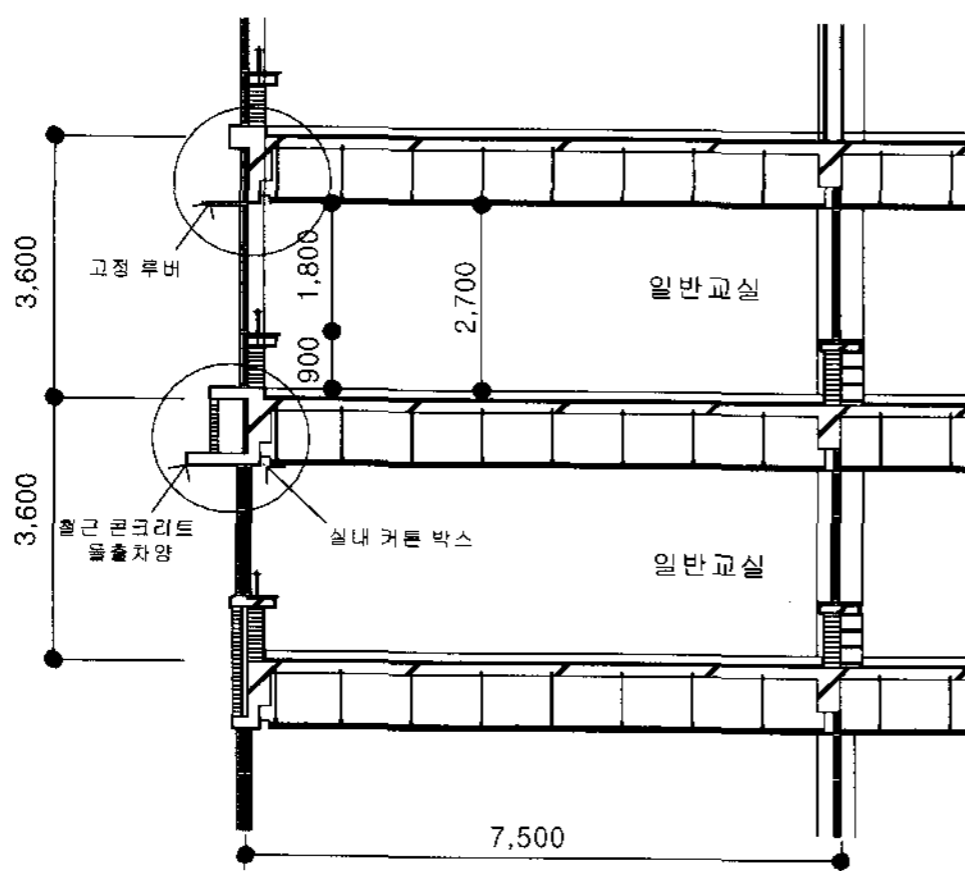


그림 2. 외부 차양장치 적용 도면 (S 초등학교)

분된다. 앞서 사례 조사에서 나타난 일부 학교건물의 차양은 <그림 1>, <그림 2>와 같이 고정형 차양장치로서 오버행 모양의 철근 콘크리트 돌출 차양(<표 2>의 Case 1)과 고정 루버(<표 2>의 Case 2)이다. 본 연구에서는 외부 차양장치로서 돌출 콘크리트와 고정 루버, 광선반, 베네시안 블라인드의 설계 대안으로 하여 학교건물에 적용하기 위한 방안을 고찰하였다.

### 2.3.1 철근 콘크리트 돌출 차양

철근 콘크리트 돌출 차양은 RC조 학교건물에서 가장 일반적으로 적용할 수 있는 방식으로, 보와 기둥 사이 부재에서 쉐일레버 형식으로 800~900mm 가량 돌출된 것으로, 칠판에서의 반사현회를 막기 위해서 측벽과 함께 적용되는 것(격자 모양)이 바람직하다. 측벽을 설치함으로써, 태양 고도가 낮은 아침이나 저녁 시간대의 현회를 방지할 수 있다.

### 2.3.2 고정 루버(Fixed louver)

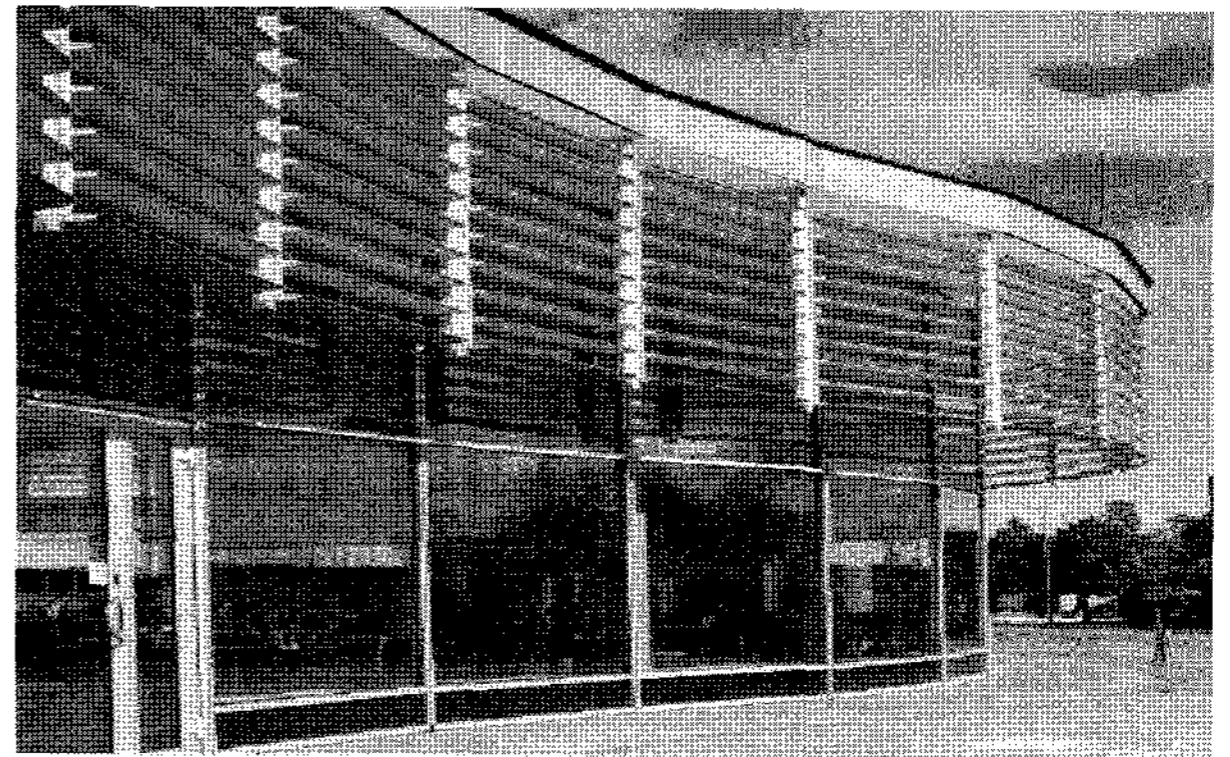


그림 3. 고정 루버 설치 사례<sup>8)</sup>

건물 외부에 설치되는 고정 루버는 일반적으로 다수의 수평, 수직, 혹은 경사진 슬랫(slat)을 가진 차양장치로서, 아연도금강판(galvanized steel)이나 착색 알루미늄, 플라스틱(PVC) 등의 재질로 만들어진다. <그림 2>와 같이 창호나 외벽에 부착되며, 각 지역의 태양 고도에 따라 슬랫이 45°~60° 가량 기울어진 형태로 설치된다. <표 2>의 Case 2와 같이 일반적으로 수평방향으로 설치되지만, <표 2>의 Case 3, 또는 <그림 3>과 같이 주요 구조부에 부착되어 수직으로 설치될 수도 있다<sup>8)</sup>.

### 2.3.3 광선반(Light shelf)

광선반은 외부 직달일사의 실내 유입을 조절하여 현회의 문제점을 극복하고, 창문측에 도달한 직달 일사를 건물의 내부로 깊이 유입하기 위한 디자인 설계요소이다. 일반적으로 창문을 중심으로 실내측이나 실외측의 수평방향으로 반사판(specular plate)을 형성하며, 건물의 외피(facade)에 구조적으로 고정되거나, 건물구조체에 직접 매입되어 설치된다. 대부분의 광선반 적용 사례는 기성 제품이 아닌 건물디자인에 따라 주문 생산으로 건물에 반영되고 있다. 보통 거주자의 눈높이보다 위에 설치되어 창문의 가시영역과 채광창(clerestory window) 상부로 입면을 구분하게 된다. 광선반을 학교건물의 일반교실에 적용하기 위해서는 교실의 크기, 층고/천장고, 학생들의 시선 높이 등을 고려하여 광선반의 수직적 설치 높이와 실내외 돌출 길이, 설치 각도를 결정해야 한다. 보통의 경우에는 광선반이 설치되는 높이가 낮을수록, 천장면에서 반사되는 빛의 양이 많아져 현회가 더 많이 발생하게 된다. 일반적으로 실내측 돌출 길이를 광선반 위의 채광창 높이로 설계되며, 외부 광선반의 길이는 작업면에서 광선

8) 본 자료는 Sapa group의 루버시스템이 적용된 사례 건물의 사진임.(www.sapabuildingsystem.se)

반까지의 높이와 거의 유사하게 설계된다. 학교건물의 일반교실에 광선반을 적용하는 경우, 학생들의 시선높이와 각 지방의 위도, 기후 조건(천공상태)에 따라 실내외 돌출길이, 수직적 설치높이, 설치 각도를 다르게 설계되어야 한다. 저위도지방에서는 채광창을 통해 유입되는 직달 일사를 항상 막아주기 위해 내부 광선반의 돌출길이를 설계한다. 그리고 고위도지방이나 동서측에 면한 입면에 광선반을 적용하는 경우에는 빛이 광선반과 천장면에 반사되어 공간 내부로 깊게 유지되도록 설계되어야 하며, 채광창 부분에는 별도의 차양장치를 설치하여 계절에 따라 별도로 조절하는 것이 좋다. 광선반을 일반교실의 외피에 적용함에 있어 빛환경에 영향을 미치는 중요한 설계 요소로는 천장면의 재료 종류(반사율), 마감 특성(거칠기), 천장면의 경사도가 있다. 경면반사 특성(specular reflectance)을 갖는 재료를 사용할수록, 실내로 유입되는 빛의 양을 늘릴 수 있지만, 광선반 위 천장면에서의 현휘가 크게 문제될 수 있으므로 주의해야 한다. 일반적으로는 현휘를 막기 위해서 천장면 마감을 흰색 페인트(diffusing or low-gloss paint)나 이와 유사한 마감재로 처리해 주는 것이 좋다.

### 2.3.4 베네시안 블라인드(Venetian blind)

외부에 설치되는 고정 루버와 마찬가지로, 베네시안 블라인드는 학교건물에서 일사 유입을 막고, 현휘를 줄이기 위해 가장 널리 사용되는 방법이다. 고정 루버가 실외에 설치되는 것에 비해, 일반적인 베네시안 블라인드는 실내 측에 설치되며, 보통 내구성 및 유지관리 편의성을 고려하여 착색 알루미늄이나 플라스틱을 많이 사용한다. 그리고 외부에 설치되는 고정 루버의 슬랫 크기가 50~100mm인데 반해, 실내에 설치되는 슬랫의 크기는 10~50mm의 폭을 갖으며, 슬랫의 모양은 보통 평평한 형태와 C자 형태, Z자 형태로 구분된다. 천공상태가 맑은 경우, 슬랫의 각도에 따라 직달일사와 확산일사가 직접 유입될 수 있어 현휘의 문제가 발생할 수 있다. 또한, 슬랫 각도에 따라 외부로의 조망을 상당부분 침해하게 될 수도 있다. 특히, 반사율이 높은 슬랫을 적용한 경우에는 현휘 문제가 크게 발생할 수 있다. 고정 루버의 경우 기본적인 차양의 기능으로만 설계되지만, 최근에는 일사 취득에 따른 냉방부하 저감 및 현휘의 방지 등을 위해 가동형 블라인드를 건물 외부에 적용하기도 한다. 베네시안 블라인드의 경우, 슬랫의 각도나 슬랫의 표면 처리(반사율), 슬랫 사이 간격에 따라 실내로 유입

되는 빛의 양이 달라지므로, 이에 따른 교실에서의 빛환경 평가가 필요하다.

## 3. 빛환경 시뮬레이션 모델링

일반적으로 빛환경 시뮬레이션 방법은 실물 크기의 Mock-up 모형이나 축소모형을 제작하여 빛환경 성능을 평가하거나<sup>9)</sup>, 컴퓨터 프로그램을 사용하여 공간의 설계 조건에 따라 다양한 조건에 대해 빛환경 성능을 비교평가하고 있다. 본 연구에서는 외부 차양의 다양한 유형에 대한 빛환경 성능을 평가하기 위해, 기존 국내외 연구<sup>10)11)12)</sup>에서 베네시안 블라인드 등의 실내외 차양 조건에 대해 검증된 RADIANCE 2.0 프로그램을 활용하였다.

### 3.1 대상 건물 모델링

본 연구에서는 기존 실측 학교건물 가운데서, 외부 차양(돌출 콘크리트, 고정 루버)이 적용된 예를 대상으로 빛환경 분석 시뮬레이션을 진행하였다. 이를 위해 AutoCAD 프로그램을 이용해 건물 입력 파일을 작성하고, Desktop Radiance 2.0 프로그램을 활용하여 실내외 조도 값을 산출하였다. <그림 4>에서 보이는 바와 같이, 교실 내에 있는 책상 등 가구, 전등, 칠판 등 집기를 각각 모델링하고, <표 3>과 같이 적용된 재료의 반사율을 고려



그림 4. 시뮬레이션 대상 교실 내부 사진

- 9) 김정태 · 신화영, Mock-up을 이용한 일반창호 및 경사형 광선반 창호의 채광성능에 관한 비교 실험, 한국생태환경건축학회, 제6권 2호, pp.67~74, 2006
- 10) 송규동 · 김민성 · 김지현, RADIANCE 프로그램을 이용한 베네치안 블라인드의 차양특성 분석, 한국생태환경건축학회 논문집, 제5권 3호, pp.3~9, 2005
- 11) 박병철 · 김유신 · 정근영 · 최안섭 · 이정호, RADIANCE 소프트웨어를 이용한 롤러 블라인드와 베네시안 블라인드에 의한 실내 주광분포 분석 및 창면 글레어(DGI) 평가, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제27권 1호(통권 51권), pp.993~996, 2007
- 12) Christoph F. Reinhart, Oliver Walkenhorst, Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds, Energy and Buildings, Vol 33, pp.683~697, 2001

표 3. 시뮬레이션 적용 재료의 마감 조건

설계조건 부위	재료 종류	Radiance 설정값	반사율 (%)	투과율 (%)
교실 바닥	목재	wood floor	12.3	-
복도 바닥	화강석 물갈기	stone-gray	45.5	-
천장면	텍스(흰색)	white	85.7	-
칠판	칠판	fir-green	13.8	-
출입문	목재	larch wood	34.0	-
책상	목재	birch wood	35.0	-
벽체	페인트 마감	off-white paint	68.0	-
창틀	PVC 창호	red-brown	23.0	-
유리창	투명창유리	5mm clear laminate	7.2	87.1
콘크리트 돌출차양	콘크리트	concrete-gray	20.0	-
고정 루버	착색 알루미늄	beige-gray	46.4	-
광선반	착색 알루미늄	luminare-Louvre Master	80.0	-

표 4. 외부 차양장치 설계 조건

설계조건 대안	항목	조건
철근 콘크리트 돌출차양 (Alt 1)	돌출 길이 L(mm)	600 / 800 / 1000 / 1200
	수직 차양 적용 조건	돌출 차양만 적용 / 측벽 적용 / 수직 차양 적용 / 수직 고정 루버 적용
고정 루버 (Alt 2)	슬랫 크기 SL(mm)	50 / 80 / 100
	슬랫 각도 AG(°)	15 / 30 / 45 / 60
광선반 (Alt 3)	슬랫 재질 (반사율, %)	beige-gray(46.4) / luminare-Louvre Master(80)
	내부길이 IL(mm)	150 / 300 / 450 / 600
	외부길이 EL(mm)	700 / 900 / 1100
베네시안 블라인드 (Alt 4)	기울기 AL(°)	-10 / 0 / 10
	재질 (반사율, %)	beige-gray(46.4) / luminare-Louvre Master(80)
	슬랫위치(mm)	실내(12) / 실외(60)
	슬랫크기 VL(mm)	60 / 80 / 100
	슬랫각도 VA(°)	0 / 15 / 30 / 45 / 60 / 75

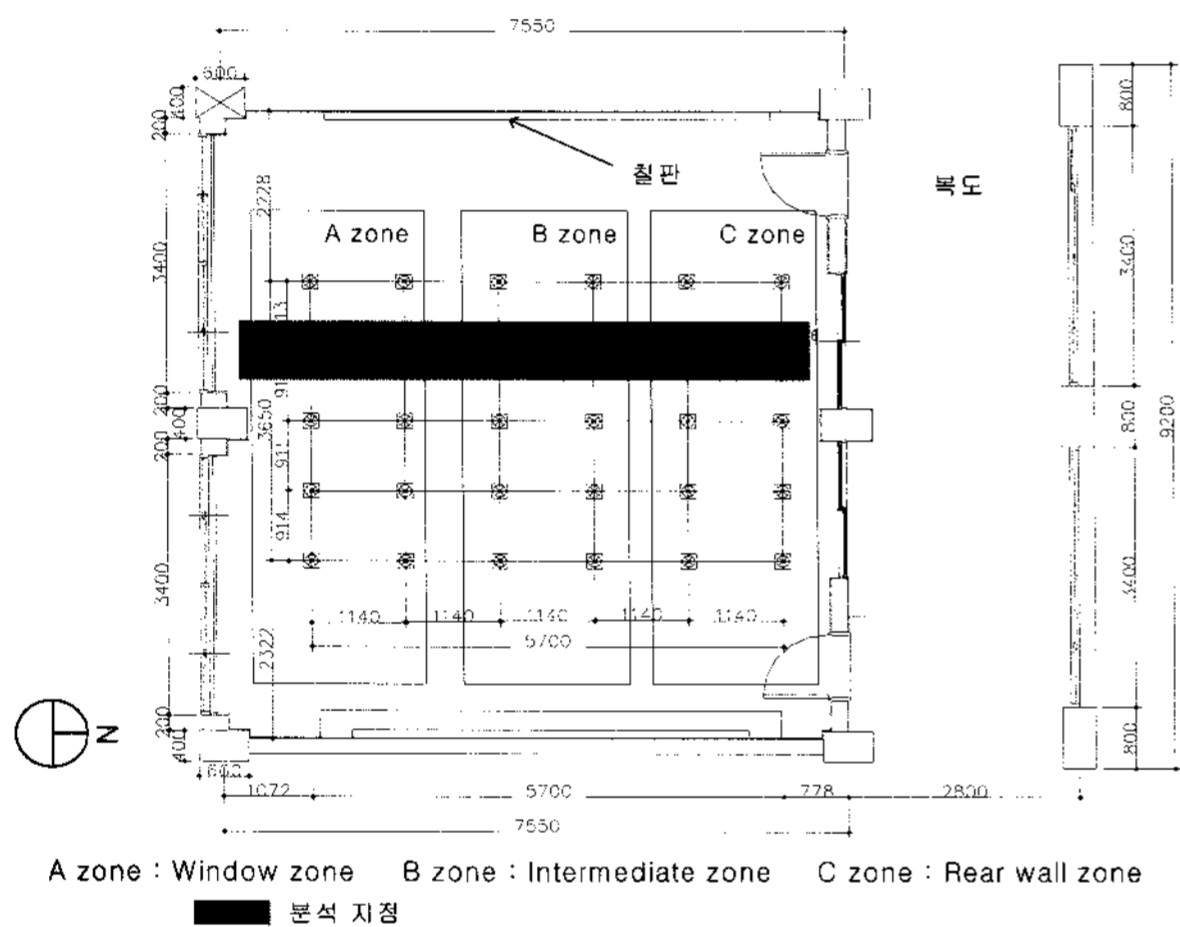


그림 5. 교실 평면 구성 및 조도값 분석 지점

하여 기존 Radiance 프로그램 내부의 재료(material) 속 성값을 지정하였다.

### 3.2 시뮬레이션 조건 및 방법

실내 조도 분포를 분석하기 위해 <그림 5>와 같이 창문으로부터 가장 가까운 부분(A zone, window zone)과 중간 부분(B zone, intermediate zone), 교실 안쪽 부분(C zone, rear wall zone)으로 구분하였다. 그리고 학생들의 책상이 배치되는 공간을 대상으로 가로 6지점, 세로 5지점으로 구분하였으며, 교실내 조도분포를 비교하기 위해 중간 2열에 위치하는 점을 대표값으로 분석하였다.

외부 차양장치의 유형에 따라 철근 콘크리트 돌출 차양(Alt 1), 고정 루버(Alt 2), 광선반(Alt 3), 베네시안 블라인드(Alt 4)로 구분하여 각 대안별로 <표 4>와 같이 설계 변수의 범위를 조절하면서 시뮬레이션을 진행하였다. 철

근 콘크리트 돌출 차양의 경우, 우선 돌출 길이를 변수로 해석하였으며, 각각 다른 디자인 유형을 적용하여 시뮬레이션을 진행하였다. 그리고 각각 균제도가 높은 조건을 반영하여, 계절별(봄·가을, 여름, 겨울), 시간별(10시, 1시, 3시) 실내 빛환경 특성을 시뮬레이션 하였다. 고정루버의 경우, 슬랫의 크기, 슬랫의 각도, 슬랫의 재질(반사율)을 설계변수로 설정하였으며, 광선반은 각각 내외부 길이와 기울기, 재질(반사율)을 설계변수로 하였다. 베네시안 블라인드는 우선 실내측에 설치하는 경우와 실외측에 설치하는 경우로 구분하여 시뮬레이션을 진행한 뒤, 슬랫의 크기와 각도를 변화시켜가며 시뮬레이션을 진행하였다.

### 3.3 빛환경 성능 평가 기준

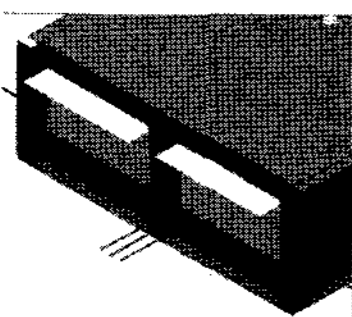
#### 3.3.1 조도 기준

조도는 단위 면적당 입사하는 광속을 의미하며, 작업면에 도달한 빛의 양이다. 국내 학교건물에 관한 조도기준은 KS A 3011-1993에 규정되어 있으며, 최저허용조도를 300lux, 표준기준조도를 400lux, 최고허용조도를 600lux로 정하고 있다. 국외의 경우, 국제조명학회(CIE)와 영국 CIBSE에서는 최저조도를 300lux로 규정하고 있다. ISO 기준에 있어서는 중간 정도의 시각적 요구를 수반하는 작업에 있어서 최저 300lux, 평균 500lux, 최대 750lux로 규정하고 있다.

#### 3.3.2 균제도 기준

균제도는 작업면 조도의 균일한 정도를 나타내는 지표로서, 작업면 기준의 최고조도에 대한 최저조도의 비로서

표 5. 철근 콘크리트 돌출 차양의 적용에 따른 실내 빛환경 분석 결과

시뮬레이션 조건		결과값						균제도	주광률(%)		
차양 설치 조건	시간 조건	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6		최소값	평균값	최대값
No-Shading	6월 21일 13시	1,870	1,097	666	442	337	256	0.12	0.30	0.92	2.40
L = 600mm		1,431	906	590	401	323	253	0.13	0.26	0.77	1.89
L = 800mm		1,399	894	556	375	299	244	0.14	0.25	0.75	1.85
L = 1,000mm		1,328	861	561	389	307	254	0.15	0.26	0.73	1.78
L = 1,200mm		1,288	839	547	363	307	241	0.15	0.25	0.71	1.72
L = 800mm / Side wall		1,227	784	503	352	278	233	0.15	0.23	0.66	1.56
L = 800mm / Vertical louver		1,086	722	443	298	240	217	0.14	0.21	0.60	1.47
L = 800mm / Vertical wall		1,130	727	457	303	248	233	0.14	0.21	0.61	1.51
 L = 800mm	3월 21일 10시	1,430	880	562	367	280	235	0.12	0.44	1.27	3.51
	3월 21일 13시	1,861	1,036	631	401	313	228	0.12	0.35	1.09	3.00
	3월 21일 15시	1,641	926	555	365	259	238	0.12	0.39	1.22	3.33
	6월 21일 10시	1,180	764	490	343	255	214	0.13	0.25	0.79	1.97
	6월 21일 15시	1,274	779	494	317	254	210	0.15	0.30	0.79	1.97
	12월 21일 10시	1,720	1,430	932	660	477	361	0.15	1.20	3.43	5.83
	12월 21일 13시	1,946	1,471	917	622	445	347	0.16	0.80	2.34	5.16
	12월 21일 15시	1,820	1,407	937	535	377	292	0.12	1.02	3.59	5.22

\* L : 돌출 차양의 내민 길이, Side wall : 측벽, Vertical louver : 수직 루버, Vertical wall : 수직 벽

나타낸다. 교실 전체에서 같은 수준의 학습이 이뤄지므로, 가급적 균일한 조도분포가 유지되어야 한다. 일반적으로 인공조명의 경우 1/3 이상, 주광조명에서는 1/10 이상, 그리고 동일 작업범위 내에서 시각적 작업이 이뤄지는 경우, 2/3 (약 0.6)이상이 요구된다.<sup>13)</sup>

### 3.3.3 주광률 기준

실내의 빛환경 성능평가에서 실내 조도분포는 주광의 변화에 영향을 받기 때문에, 실내 조도분포만으로 빛환경의 설계나 평가를 진행하기에는 부적합하다. 그러므로 옥외 조도레벨과 상관없이 실내 주광량을 나타내는 지표로서 주광률을 사용하는데, 이는 외부 전천공조도에 대한 실내 작업면 조도의 비로서 표현된다. 영국 CIBSE에서는 교실 책상면을 기준으로 최저주광률을 2%, 평균주광률을 5%로 권장하고 있다<sup>14)</sup>.



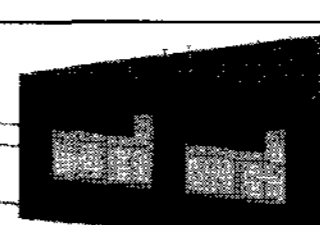
## 4. 빛환경 시뮬레이션 결과 분석

### 4.1 철근 콘크리트 돌출 차양의 적용

#### 1) 돌출 차양의 길이에 따른 결과 분석

철근 콘크리트 돌출 차양의 돌출 길이에 따른 실내 조도 분포(태양 고도가 가장 높게 나타나는 하지날 오후 1시를 중심으로 분석)를 살펴보면, <표 5>와 같이 돌출

표 6. 수직차양 적용 방법

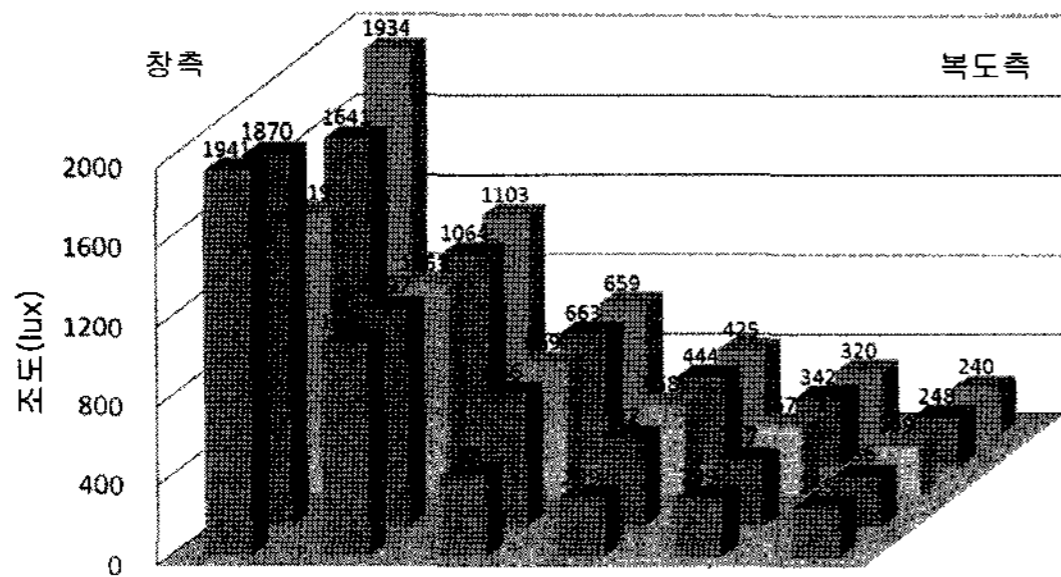
수직 차양 적용 유형	외부 모습	부위별 치수 및 적용방법
측벽 (side wall)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 돌출 차양 길이 : 800 mm</li> <li>• 수직벽 길이 : 800 mm</li> <li>• 수직벽 높이 : 1,800 mm</li> </ul>
수직 루버 (vertical louver)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 돌출 차양 길이 : 800 mm</li> <li>• 수직루버 크기 : 80 mm</li> <li>• 수직루버 각도 : 45°</li> <li>• 수직루버 간격 : 80 mm</li> <li>• 수직루버 개수 : 8 개</li> </ul>
수직 벽 (vertical wall)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 돌출 차양 길이 : 800 mm</li> <li>• 수직벽 길이 : 800 mm</li> <li>• 창문 상부로부터 수직벽 길이 : 500 mm</li> </ul>

길이에 따른 조도분포는 창문 존(A zone)에서 대략 1,300~1,400lux, 중간 존(B zone)에서 360~590lux, 내측 존(C zone)에서 240~320lux로 나타나 교실 내 수평방향의 실내 조도 차이가 크게 나타나 균제도가 대략 0.12~0.15 내외로 낮게 유지됨을 알 수 있었다. 주광률 측면에서는 기존 영국의 CIBSE 기준에 크기 미치지 못하는 0.75 (L=800인 경우) 내외로 나타났으며, 돌출 차양 길이에 따라 평균값은 큰 차이를 보이지는 않았다. 차양이 설치되지 않는 경우에 비해 창문 존에서의 조도 레벨이 20% 가량 낮아졌으며, 중간 및 내측 존에서의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

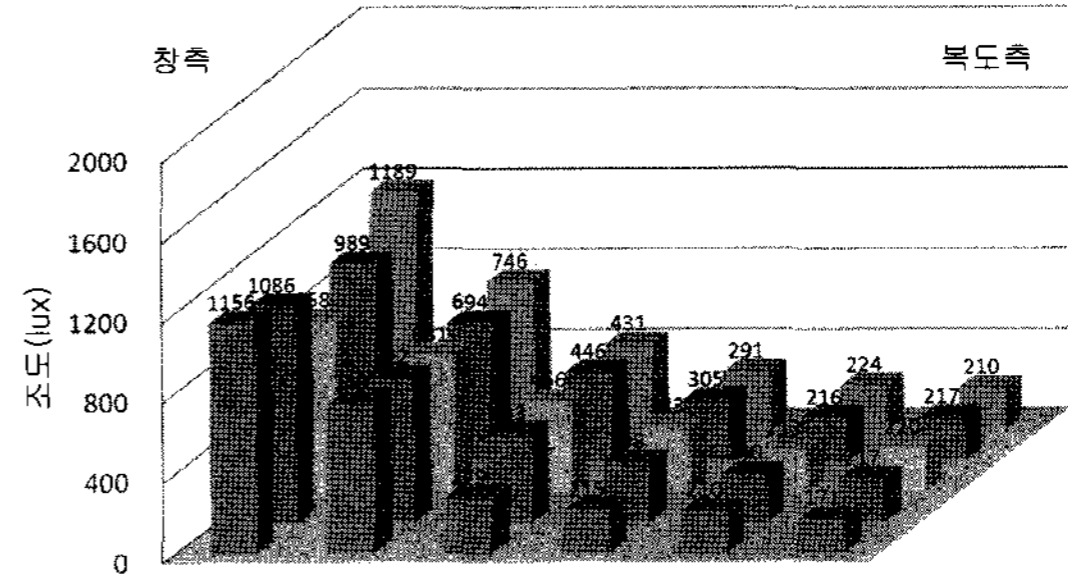
13) 임만택, 건축환경학, 보문당, p.252, 2006

14) 이상우 외, 건축환경계획론, 태림문화사, pp.225~227, 1996

#### 2) 수직차양 적용에 따른 결과 분석



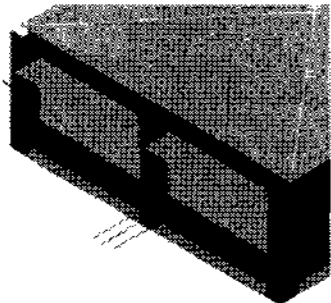
(a) 차양장치가 없는 경우



(b) 콘크리트 돌출 차양을 적용한 경우(L = 800 / vertical louver)

그림 6. 외부 차양 장치 적용에 따른 교실 내 조도 분포

표 7. 고정 루버의 적용에 따른 실내 빛환경 분석 결과

시뮬레이션 조건		결과값	조도 분포(Lux)						균제도	주광률(%)		
차양 설치 조건	시간 조건		PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6		최소값	평균값	최대값
	SL = 50, AG = 45, R-Low	6월 21일 13시	1,650	980	628	404	308	265	0.12	0.26	0.83	2.20
	SL = 80, AG = 45, R-Low		1,459	910	555	414	308	258	0.13	0.25	0.77	1.95
	SL = 100, AG = 45, R-Low		1,411	873	549	378	289	245	0.14	0.26	0.74	1.86
	SL = 80, AG = 15, R-Low		1,388	893	556	396	314	261	0.14	0.25	0.76	1.85
	SL = 80, AG = 30, R-Low		1,411	908	589	381	321	247	0.14	0.26	0.77	1.90
	SL = 80, AG = 60, R-Low		1,470	916	594	395	321	283	0.14	0.28	0.78	1.95
	SL = 80, AG = 45, R-High		1,827	1,065	647	418	325	258	0.13	0.31	0.91	2.42
	SL = 80, AG = 45, R-Low	3월 21일 10시	1,480	896	581	366	361	238	0.19	0.49	0.99	1.78
		3월 21일 13시	1,585	958	587	335	285	220	0.15	0.29	0.82	2.01
		3월 21일 15시	1,465	869	577	341	312	234	0.15	0.45	1.47	4.06
		6월 21일 10시	1,138	673	504	361	422	551	0.14	0.28	0.80	1.48
		6월 21일 15시	1,240	705	553	425	310	237	0.14	0.26	1.04	2.91
		12월 21일 10시	1,780	1,415	966	695	484	319	0.20	0.81	1.27	5.63
	12월 21일 13시	1,908	1,477	1,056	754	488	336	0.19	0.97	1.57	5.90	
	12월 21일 15시	1,703	1,403	931	669	460	332	0.19	0.86	2.45	5.92	

\* SL : 슬랫 크기(mm), AG : 슬랫 각도(°)

R-Low : 슬랫 재질을 beige-gray(반사율 46.4%)로 한 경우, R-High : 슬랫 재질을 luminare-Louver Master(반사율 80%)로 한 경우

창문 존의 높은 조도 레벨을 낮추기 위해, 본 연구에서는 <표 6>과 같이 돌출 차양에 측벽(side wall), 수직 루버(vertical louver), 수직 벽(vertical wall)을 창문의 외부에 설치하여 실내 빛환경 특성을 분석하였다. 그 결과, <표 5>에서 보는 바와 같이 남측 창문 존(PT 1)의 조도 레벨을 단순히 돌출 차양을 적용하는 경우에 비해 약 200~300 lux 가량 낮출 수 있었다. 돌출 차양에 측벽을 설치하는 경우에 비해 수직루버나 수직벽을 부착하는 것이 외주부의 과도한 조도 레벨을 낮추는데 효과적인 것으로 나타났다. 내측 존에서의 조도 레벨이 전체적으로 낮게 유지됨으로써 전체적인 실의 균제도와 주광률에 있어서는 큰 변화가 나타나지 않았다. <그림 6>과 같이 차양장치가 없는 경우 창문 존의 조도 레벨이 대략 2,000lux에 이르지만, 콘크리트 돌출 차양을 설치한 경우 창문 존의 조도 레벨이 최대 약 1,200lux로 크게 낮아졌으며, 실내의 최대 조도와 최소 조도의 차이도 크게 줄었다. 다만, 전체

적인 일사 유입의 감소로 내측 존에서 조도레벨이 기존 250 lux에서 220lux로 감소하는 것으로 나타났다.

### 3) 계절별 시간별 결과 분석

계절별 시간별 실내 빛환경을 분석하기 위해 봄(3월 21일), 여름(6월 21일), 겨울(12월 21일)을 대상으로 각각 10시, 13시, 15시에 걸쳐 시뮬레이션을 진행하였다. 그 결과, 돌출 차양이 설치된 있는 경우에도 겨울철 태양의 고도가 낮은 시간에는 창문 존의 조도 레벨이 약 1,700~1,900lux로 매우 높게 나타났으며, 교실의 중간 존까지의 조도가 600lux 이상으로 매우 밝게 유지되었다. 겨울철에는 창문 존과 내측 존의 조도 레벨의 차이가 커짐으로써 전체적인 교실의 균제도가 봄이나 여름보다 낮은 0.08 내외의 값으로 나타났다. 시간대별로는 태양의 고도가 높은 13시 경에 창문 존의 조도 레벨이 높게 나타났다. 봄과 여름에 걸쳐 전반적인 균제도는 0.1 이상으로 유지되었



고, 겨울철 평균 주광률은 3% 내외로 나타났다.

### 4.2 고정 루버 적용

#### 1) 슬랫의 크기, 각도, 재질에 따른 결과 분석

외벽에 고정 루버를 설치하는 경우 슬랫 크기를 50mm, 80mm, 100mm로 증가시켜가며 시뮬레이션을 진행한 결과, <표 7>과 같이 슬랫의 크기가 커질수록 실내로 유입되는 일사량이 줄어들음을 알 수 있었다. 차양이 없는 경우(<표 5>의 No-shading 조건)와 비교하여 창문 존의 조도는 각각 220lux, 411lux, 459lux 정도 낮게 나타났다. 그러나 교실의 안쪽으로 들어갈수록 고정 루버에 의한 영향이 거의 없으며, 복도측은 항상 최소 요구 조도 기준보다 낮게 250lux 내외로 유지되었다.

슬랫의 각도에 따라서는 창가 쪽 실내 조도 감소에 큰 효과가 없는 것으로 나타났는데, 이는 고정 루버의 간격을 다소 조밀하게 가정했기 때문으로 판단된다. 반면, 슬랫 재질(반사율)에 따라서 창가 쪽 조도는 크게 영향을 받았다. 슬랫의 반사율을 높인 경우, 차양장치가 없는 경우와 유사하게 창문존의 조도 분포가 1,800lux까지 나타

났다.

#### 2) 계절별 시간별 결과 분석

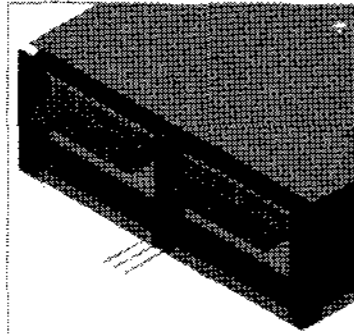
돌출 차양의 경우와 마찬가지로, 겨울철 일부 시간대에서는 창가 측의 조도가 최대 1,700~1,900lux까지 상승하였으며, 중간 존(B zone)과 내부 존(C zone)에서는 근사적으로 KS 허용조도기준을 만족하였다. 계절별 시간별 실내 조도분포는 돌출 차양을 적용한 경우와 유사한 패턴으로 나타났으며, 외부 조도가 높은 1시 부근에서 다소 높게 나타났다.

### 4.3 광선반 적용

#### 1) 내부 길이, 외부 길이, 기울기, 재질(반사율)에 따른 결과 분석

<표 8>과 같이, 광선반을 적용함으로써 차양장치를 설치하지 않은 경우에 비해 실내 조도가 높게 나타남을 알 수 있다. 이는 외부 광선반이 차양으로서의 역할을 하고 있음에도 상부 채광창을 통한 빛의 유입으로 전반적인 조도 레벨이 증가한 것으로 판단된다. 그리고 광선반의

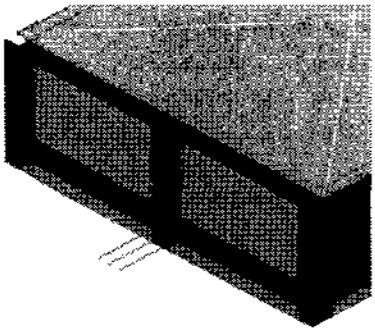
표 8. 광선반의 적용에 따른 실내 빛환경 분석 결과

시뮬레이션 조건		조도 분포(Lux)						균제도	주광률(%)		
차양 설치 조건	시간 조건	PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6		최소값	평균값	최대값
IL = 150, EL = 900, AL = 0, R-high	6월 21일 13시	2,530	1,764	956	558	390	277	0.10	0.34	1.33	3.55
IL = 300, EL = 900, AL = 0, R-high		2,232	1,827	958	596	396	286	0.11	0.35	1.29	3.16
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-high		2,180	1,882	957	556	377	276	0.11	0.34	1.27	3.01
IL = 600, EL = 900, AL = 0, R-high		1,999	1,320	947	530	396	294	0.13	0.33	1.10	2.47
IL = 450, EL = 700, AL = 0, R-high		2,205	1,766	921	545	380	289	0.11	0.33	1.24	2.90
IL = 450, EL = 1,100, AL = 0, R-high		2,248	1,885	1,010	555	408	335	0.11	0.34	1.32	3.12
IL = 450, EL = 900, AL = -10, R-high		1,903	1,644	865	522	365	276	0.12	0.33	1.14	2.74
IL = 450, EL = 900, AL = 10, R-high		2,404	2,013	1,074	614	452	372	0.13	0.42	1.39	3.25
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-low		1,534	1,061	704	420	312	259	0.13	0.26	0.85	1.97
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-high, Blind 0		1,460	859	556	374	278	241	0.13	0.25	0.75	1.91
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-high, Blind 45		1,438	825	486	324	245	223	0.14	0.25	0.70	1.85
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-high, Blind 85		1,128	624	394	290	238	229	0.16	0.25	0.58	1.51
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-low, Blind 0		1,126	737	480	324	273	244	0.17	0.25	0.63	1.46
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-low, Blind 45		1,060	675	432	324	266	223	0.18	0.25	0.60	1.41
IL = 450, EL = 900, AL = 0, R-high, Blind 45 	3월 21일 10시	1,250	689	409	269	198	189	0.13	0.35	0.94	2.71
	3월 21일 13시	1,528	854	496	306	225	223	0.11	0.29	0.84	2.58
	3월 21일 15시	1,377	735	408	288	216	194	0.11	0.31	0.92	2.82
	6월 21일 10시	1,106	638	399	255	212	201	0.14	0.26	0.65	1.86
	6월 21일 15시	1,165	701	411	271	230	187	0.14	0.25	0.67	1.87
	12월 21일 10시	1,377	871	589	412	292	215	0.14	0.77	2.38	5.57
	12월 21일 13시	1,709	1,141	684	444	296	242	0.12	0.53	1.77	4.53
12월 21일 15시	1,683	1,057	549	340	244	176	0.10	0.68	2.98	7.11	

\* IL : 내부 길이(mm), EL : 외부 길이(mm), AL : 기울기(°),

R-Low : 광선반 재질을 beige-gray(반사율 46.4%)로 한 경우, R-High : 광선반 재질을 luminare-Louver Master(반사율 80%)로 한 경우

표 9. 베네시안 블라인드의 적용에 따른 실내 빛환경 분석 결과

시뮬레이션 조건		결과값	조도 분포(Lux)						균제도	주광률(%)		
차양 설치 조건	시간 조건		PT1	PT2	PT3	PT4	PT5	PT6		최소값	평균값	최대값
	내부 VL = 12, VA = 45	6월 21일 13시	554	391	254	159	148	172	0.19	0.14	0.34	0.72
	외부 VL = 60, VA = 45		671	369	249	162	190	201	0.17	0.15	0.37	0.90
	외부 VL = 80, VA = 45		469	357	239	154	158	182	0.20	0.16	0.32	0.79
	외부 VL = 100, VA = 45		689	444	288	140	143	184	0.18	0.16	0.37	0.87
	외부 VL = 60, VA = 0		836	610	442	301	276	241	0.22	0.23	0.54	1.08
	외부 VL = 60, VA = 15		643	508	365	260	223	198	0.23	0.20	0.43	0.87
	외부 VL = 60, VA = 30		623	460	321	195	167	181	0.20	0.17	0.38	0.82
	외부 VL = 60, VA = 60		471	228	143	92	96	146	0.11	0.07	0.23	0.62
	외부 VL = 60, VA = 75		288	124	68	63	76	128	0.11	0.04	0.14	0.37
	외부 VL = 60, VA = 45	3월 21일 10시	632	413	277	135	126	154	0.15	0.21	0.55	1.37
		3월 21일 13시	803	520	310	207	139	159	0.15	0.18	0.50	1.25
		3월 21일 15시	653	429	264	167	150	145	0.16	0.22	0.53	1.34
		6월 21일 10시	503	305	199	140	134	183	0.16	0.14	0.34	0.83
		6월 21일 15시	505	289	214	137	146	179	0.20	0.16	0.33	0.80
	12월 21일 10시	690	413	253	178	141	114	0.12	0.35	1.07	2.91	
	12월 21일 13시	939	541	331	211	169	140	0.12	0.31	0.93	2.62	
	12월 21일 15시	722	428	250	152	122	106	0.13	0.40	1.13	3.19	

\* VL : 슬랫 길이(mm), VA : 슬랫 각도(°)

내부 길이가 길어짐에 따라 창문에 가장 가까운 지점(PT1)과 이에 인접한 지점(PT2)에서의 조도 레벨에 변화가 나타났으며, 중간 존과 내부 존에서의 조도 레벨은 길이 변화에 따라 큰 차이가 나타나지 않았다. 또한, 광선반의 외부 길이를 700mm, 900mm, 1,100mm로 변화시켜 시뮬레이션한 결과, 실내 조도변화가 크게 나타나지 않았다. 광선반의 외부 길이 변화보다는 내부 길이 변화에 따라 실내 조도변화에 더 많은 영향을 받고 있음을 알 수 있었다. 광선반의 기울기를 -10°, 0°, 10°로 변화시켜 시뮬레이션을 진행한 결과, 각도가 클수록 실내에 유입되는 일사량이 많아져서 조도레벨이 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 광선반의 반사율을 변화시킨 경우, R-high(반사율 80%)에서는 PT1의 조도레벨이 2,180lux이지만, R-low(반사율 46.4%)에서는 PT1의 조도레벨이 1,534lux로 큰 차이가 나타나, 광선반의 재질에 따라 창문 존의 조도 레벨에 큰 차이가 나타남을 알 수 있다. 광선반을 적용하는 경우, 교실 내 균제도를 높이기 위해 상부 채광창에 블라인드를 설치한 결과, 블라인드 각도가 0°, 45°, 85°로 변화함에 따라 균제도가 기존 0.11에서 0.13, 0.14, 0.16으로 높아졌으며, 반사율이 낮은 재질의 광선반을 사용하는 경우에는 균제도가 0.17과 0.18까지 높아졌다. 반사율이 높은 재질의 광선반을 적용한 경우, 교실 전체적인 조도 레벨이 상승하지만, 창가 쪽(A zone)의 조도가 최대 2,500lux까지 크게 증가함을 알 수 있다. 광선반을

적용하는 경우, 과도한 채광을 조절하기 위해서는 전동 또는 수동으로 조절이 가능한 별도 차양장치가 필요함을 알 수 있다. 상부 채광창에 베네시안 블라인드를 적용하여 슬랫 각도를 조절함으로써 창가 측 조도를 약 1,000lux로 낮출 수 있었다.

#### 2) 계절별 시간별 결과 분석

광선반과 그 상부 채광창에 베네시안 블라인드를 적용하여 계절별, 시간별 시뮬레이션을 진행한 결과, <표 8>과 같이 태양의 고도에 따라 일사 유입이 많은 겨울철에 실내 조도 레벨이 높게 나타났다. 전반적으로 봄이나 여름에 비해 겨울철(0.53~0.77)에 주광률이 높게 나타났으며, 균제도는 전 기간에 걸쳐 0.11~0.14의 범위로 나타나 현재의 교실 길이(7.55m)에 있어서는 내부 존의 조도를 균일하게 높이기 위한 인공조명과 통합 설계가 요구된다.

#### 4.4 베네시안 블라인드 적용

##### 1) 슬랫의 위치, 크기, 각도에 따른 결과 분석

실내외 베네시안 블라인드를 적용한 경우, 창가 측 조도는 허용범위로 조절이 가능하지만, 내부 존(C zone)에서는 200lux 내외로 낮게 나타났다. 그리고 외부 베네시안 블라인드를 적용한 경우, 다소 조도레벨이 높게 나타났는데, 이는 외부에 적용되는 베네시안 블라인드의 슬랫 크기가 일반적으로 내부 블라인드보다 크기 때문에 이를

반영하여 시뮬레이션을 진행한 결과로 판단된다. 실내측에 비해 외부에 적용하는 경우, 슬랫 크기가 커질 수 있으므로 재실자의 시야 확보와 더불어 일사 차폐에 따른 냉방부하 절감에도 큰 효과가 있을 것으로 판단된다. 외부 블라인드의 슬랫 크기에 따라 60mm, 80mm, 100mm 조건에서 시뮬레이션을 진행한 결과, 80mm 조건에서 실내 조도 레벨이 가장 낮게 나타났으나, 창가 측을 제외하고 큰 차이를 나타내지는 않았다. 슬랫의 각도를 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75°로 변화시키며 시뮬레이션을 진행한 결과, 창가 측의 조도레벨이 최대 836lux에서 최소 288lux로 큰 변화가 나타났다. 빛환경 측면에서는 슬랫 위치나 슬랫 크기보다는 슬랫의 각도를 자동으로 조절함으로써, 일사 유입을 효과적으로 제어할 수 있을 것으로 판단된다.

### 2) 계절별 시간별 결과 분석

베네시안 블라인드를 적용한 경우, 창문 존에서 연중 과도한 일사 유입을 막을 수 있으나, 전반적인 실내 조도의 감소(150lux 내외)로 내부 존에서의 인공 조명 사용이 불가피할 것이다. 계절별로 태양의 고도가 낮은 겨울철에 조도분포가 다소 높게 나타났으며, 주광률도 높게 나타났다. 그러나 균제도 측면에서는 태양 고도가 높은 여름철에 0.2 내외로 비교적 높게 나타났다. 봄이나 여름철에 있어 내부 존(PT5, PT6)에서 조도 레벨이 역전된 것은 내부 복도에 면한 창문으로부터 일사가 유입되었기 때문으로 판단된다.

## 5. 결론

본 연구는 학교건물의 외부 차양장치의 적용에 따른 실내 빛환경 특성을 파악하는 것을 목표로 하여, 다양한 차양장치 적용에 따른 교실 내 조도분포 및 균제도, 주광률 특성을 살펴봄으로써, 친환경 건축설계를 위한 기초 자료를 제시하고자 하였다. 본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 철근 콘크리트 돌출차양에 있어 측벽이나 수직 루버, 수직 벽을 함께 적용함으로써 창가 측 조도를 200~300lux 가량 낮출 수 있었다. 또한, 이를 통해 쉐드레버 형태의 돌출차양과 더불어 측벽과 수직 루버, 수직 벽을 함께 적용함으로써, 평이한 건물 입면 디자인에 입체감을 부여할 수 있을 것이다.

2) 광선반을 적용하는 경우, 채광창에 별도의 블라인드를 설치함으로써 태양 고도변화에 따라 일사 유입량을

조절할 수 있었다.

3) 베네시안 블라인드를 적용한 경우, 슬랫의 위치, 크기보다는 슬랫의 각도를 조절함으로써 일사 유입을 효과적으로 제어할 수 있을 것이다. 외부 베네시안 블라인드를 적용하는 경우, 슬랫 각도를 자동제어함으로써 일사 유입을 효과적으로 조절할 수 있으며, 외부 경관에 대한 시야를 확보하고, 일사에 의한 냉방부하 저감에 큰 기능을 할 수 있을 것이다.

### 참고문헌

1. 건설교통부, 공동주택의 에너지절약설계기준, 1999
2. 김옥 · 이언구, 학교 교실의 빛환경 평가 및 개선방안에 관한 연구, 한국태양에너지학회 춘계학술발표회논문집, 2006
3. 김정태 · 신화영, Mock-up을 이용한 일반창호 및 경사형 광선반 창호의 채광성능에 관한 비교 실험, 한국생태환경건축학회, 제6권 2호, 2006
4. 박경은 · 김준태, 초등학교 교실의 빛환경 실측에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 제9권 5호(통권 34호), 2002
5. 박병철 · 김유신 · 정근영 · 최안섭 · 이정호, RADIANCE 소프트웨어를 이용한 롤러 셰이드와 베네시안 블라인드에 의한 실내 주광분포 분석 및 창면 글레어(DGI) 평가, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 제27권 1호(통권 51권), 2007
6. 박준승, 학교건축의 친환경 계획 적용방안, 한국교육시설학회지, 제14권 1호(통권 58호), 2007
7. 박지현 · 이선영, 80년대 표준설계 초등학교 단위 교실의 친환경적 리노베이션에 관한 연구, 한국교육시설학회지 제13권 2호(통권 55호), 2006
8. 송규동 · 김민성 · 김지현, RADIANCE 프로그램을 이용한 베네치안 블라인드의 차양특성 분석, 한국생태환경건축학회논문집, 제5권 3호, 2005
9. 임상훈 · 천원기 · 오정무 · 이남호, 초중고등학교 교실의 빛환경 실측 연구, 태양에너지, 제12권 1호, 1992
10. 이광영, 친환경학교건축 설계 적용 방향, 한국교육시설학회지, 제14권 1호(통권 58호), 2007
11. 이상우 외, 건축환경계획론, 태림문화사, 1996
12. 임상훈, 자연에너지를 이용한 생태학교, 한국교육시설학회지, 제14권 1호(통권 58호), 2007
13. 조성우 · 최정민 · 이경희, 학교교실의 실내열환경과 에너지 소비 예측에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제23권 2호(통권 220호), 2007
14. 조성환 · 신기식, 베네치안 블라인드의 슬랫 각도변화가 건물의 냉난방 부하에 미치는 영향, 공기조화 냉동공

- 학논문집, 제7권 2호, 1995
15. 최봉철, 다양한 천공조건에 대한 광선반 시스템의 성능, 한양대학교 석사학위논문, 2002
  16. 최원기·서승직, 건물의 환경성능향상을 위한 독립형 외부 차양장치의 응용에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제22권 4호, 2006
  17. 홍승신·이선영, 환경친화적인 리노베이션 기법을 적용한 폐교의 재활용-폐교를 이용한 복합 예술작업공간 설계, 한국교육시설학회지, 제9권 4호(통권 33호), 2002
  18. Reihart, Christoph F., and Walkenhorst, Oliver, Validation of dynamic RADIANCE-based daylight simulations for a test office with external blinds, Energy and Buildings, Vol. 33, 2001, IEA, Daylight in Buildings: A Source Book on Daylighting Systems and Component, Report of IEA SHC Task 21 / ECBCS Annex 29, July 2000
  19. Ruck, Nancy C., International Energy Agency's Solar Heating and Cooling Task 31, 'Daylighting Buildings in the 21st Century', Energy and Buildings 38, 2006
  20. Lechner, Norbert, Heating, cooling, lighting : Design methods for architects, John Wiley & Sons, 1991