

# 학교시설의 빛환경 현황과 자연채광 기법을 이용한 빛환경 개선방법

## Status of Daylighting Conditions in School Classrooms and Improving Methods of Daylighting Performance

김 준 태\*  
Kim, Jun-Tae

### 1. 학교시설의 빛환경

학교시설의 실내 환경에 대한 관심과 연구는 예전부터 주로 온열환경에 초점이 맞추어져 왔다. 온열환경이 재실자의 쾌적감에 가장 직접적으로 영향을 미치고 대부분의 경우 에너지 소비에도 가장 큰 영향을 미치는 요소이기 때문이다. 그러나 최근에는 삶의 질이 향상되고 건강한 삶을 영위하는 것에 대한 관심이 높아지면서, 실내 환경의 질적인 부분에 대한 관심도 높아졌다. 이전에는 ‘하면 좋지만...’, ‘당장의 시급한 문제는 아닌’ 것으로 여겨지던 건물 내의 공기환경이나 빛환경 등에 대한 관심이 증가하고 있다. 공기환경에 대한 관심은 2000년대 들어 급격히 증가하였는데, 이는 각종 마스크를 통해 일명 ‘새집증후군’이 이슈가 되면서라고 할 수 있다. 한편, 학교시설의 빛환경에 대한 관심도 점차 높아지고 있는데, 빛환경의 역할에 대한 인식이 증대되고 전 지구적 이슈인 효율적인 에너지 사용에 대한 대안 중 하나로 태양에너지에 대한 관심이 높아지면서 건물 내의 자연채광 이용에 대한 연구도 자연스럽게 증가하고 있다. 이러한 배경으로 본고는 국내 학교시설의 빛환경에 대한 현황 및 문제점을 살펴보고 이를 바탕으로 건축계획적인 측면에서 자연채광 기법을 살펴보고자 한다.

### 2. 학교시설에서 빛환경의 역할

빛환경의 경우, 쾌적조건보다 과도한 자연광이 유입되면 커튼 등의 차양장치로 실내로 유입되는 빛을 차단하고, 자

연광이 부족하면 인공조명장치를 통해 필요조도를 확보해 주면 실생활에서 크게 불편함을 느끼지 못한다. 그러나 국내외의 연구문헌들을 살펴보면 쾌적한 빛환경의 조성은 단순히 ‘보이는 것’, 또는 실내 밝기 그 이상의 역할을 감당함을 알 수 있다. 특히, 학교시설에서의 빛환경은 재실자인 학생들의 건강 및 학습성취 능력에도 큰 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다. 실제로 Heschong Mahone Group<sup>1)</sup>의 연구에서 이를 뒷받침할만한 결과를 언급하고 있다.

미국의 몇 개 지역에서 샘플링한 학교에서 21,000명 이상의 학생들을 대상으로 수학과 읽기 테스트를 실시하여, 자연채광과 학업 능률 사이의 관계에 대해서 조사 및 관찰하였다. 연구결과에 따르면 Capistrano School에서 가장 좋은 자연채광 조건의 교실에서 공부한 학생이 최소한의 자연채광을 받는 교실에서 공부한 학생보다 수학에서 20%, 읽기에서 26% 더 빠르게 학습과정을 수행한 것으로 나타났다. 다른 학교에서도 자연채광이 최대인 교실의 학생들이 자연채광이 최소인 교실의 학생들보다 7~18% 더 높은 점수를 받은 것으로 나타났다. Nicklas<sup>2)</sup>의 연구에서도 이와 비슷한 결과가 나타났다.

이와 같은 학습 성취도 이외에도 건강이나 에너지 사용과 관련된 연구들도 발표되었는데, Hathaway<sup>3)</sup>는 그의 논

- 1) Heschong Mahone Group, Daylighting in Schools, Pacific Gas and Electric Company on behalf of the California Board for Energy Efficiency Third Party Program, 1999
- 2) Nicklas, M. and G. Bailey, Analysis of the Performance of Students in Daylit Schools, Annual Conference, ASES, 1997
- 3) Hathaway, W., Effects of School Lighting on Physical Development and School Performance, The Journal of Educational Research, Volume 88, No.4, 1992

\* 정회원, 공주대 건축학부 부교수

문에서 캐나다의 한 초등학교에서 빛환경 계획이 잘 된 교실과 그렇지 않은 교실의 어린이들을 비교한 결과, 좋은 빛환경 조건에서 생활을 하는 학생들의 결석일수가 더 적게 나타났다고 밝혔다. Kuller<sup>4)</sup>는 그의 연구에서 자연채광이 학생들의 전반적인 건강과 신체발달을 증진시킬 수 있다고 밝히고 있다. 스웨덴의 초등학교 학생 90명을 대상으로 관련 연구를 수행한 결과, 자연광이 없는 교실에서는 기본적으로 스트레스 호르몬이 높아지고, 이것은 집중하거나 협동하는 것에 대한 학생들의 수행능력에 영향을 미치는 것으로 나타났고, 연간 신체 성장과 장기 결석에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, Nicklas<sup>5)</sup>의 또 다른 연구에서는 실제로 자연채광 기법을 이용한 학교들은 일반적인 학교들에 비해 22%에서 64%까지 에너지 비용을 절약할 수 있다고 밝혔다.

이와 같이 학교에서의 빛환경은 적절한 조도를 제공하는 기본적인 역할 이외에도 재실자의 건강과 작업능력, 그리고 에너지 효율 등을 향상시키는데 중요한 역할을 수행하는 요소임을 알 수 있다.

### 3. 국내 학교의 빛환경 현황

1980년대까지만 해도 “학교표준설계”에 의해 전국의 학교들이 거의 획일적으로 지어졌던 것에 비해, 최근에 지어지고 있는 학교들은 예전의 학교시설과는 달리 보다 다양한 형태를 취하고 있다. 그동안 제기되어온 학교시설의 획일적인 형태 문제, 여러 차례의 교과과정 개편, 또한 삶의 질 향상과 인식의 변화 등이 영향을 준 것이라 하겠다. 기본적인 학교 건물의 변화와 함께 학교시설 실내환경에도 변화가 나타났다. 그러나 건축계획 및 건축구조적인 변화에 의해 실내 환경성능을 높이려는 노력보다는 현대적인 설비에 의존하려는 경향이 강하다고 할 수 있다. 이에 따라 학교에서의 에너지 소비 또한 증가하고 있는데, 그러면 이러한 투자와 변화로 인해 학교의 실내 환경도 진보가 이루어지고 있는가?

최근 발표된 연구 결과를 보면 적어도 빛환경에 있어서는 그렇지 못한 것으로 나타나고 있다. 물론, 설계 초기단계에서부터 환경을 고려하여 재료 선정에서 설계, 시공, 그리고 관리까지 매우 우수한 친환경 학교 사례도 있지만,

아직까지는 오래된 학교시설뿐만 아니라 신축되는 학교 중에서도 빛환경에서의 고질적인 문제인 조도불균형 문제가 나타났다.<sup>6)</sup> <그림 1>과 <그림 2>는 표준설계에 기초해 지어진 한 초등학교 교실의 배치도 및 조도 측정 결과이다<sup>7)</sup>. 일반 교실의 조도를 측정한 결과 교실의 평균 조도는 기준(300lux 이상)을 만족시키고 있지만, 그림에서와 같이 남쪽 창측 자리와 북쪽 통로측 자리의 조도 불균형이 매우 심하게 나타났다. 이러한 조도 불균형을 막기 위해 커튼 등의 차양 장치로 유입되는 태양빛을 차단할 경우, 조도 불균형은 다소 해소되지만, 교실 전체의 조도 수준이 감소되어 시간 및 기상조건과 상관없이 주간 교실사용 시간에도 인공조명에 의지해야 하는 문제가 발생할 수 있다.

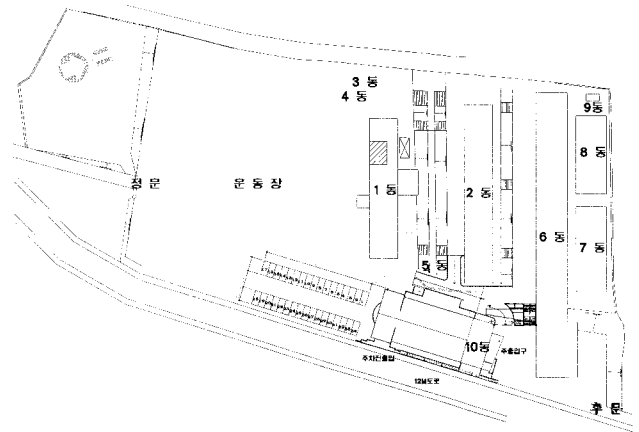


그림 1. 표준설계학교(S초등학교) 배치도

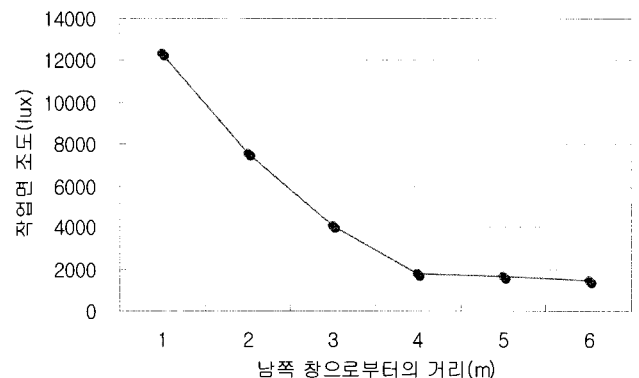


그림 2. S초등학교 교실의 조도 분포

이러한 현상은 표준설계에서 탈피한 구조를 가진 학교 (이하 현대화 학교)에서도 유사하게 나타난다. <그림

4) Kuller, R. and Lindsten, C. Health and Behavior of Children in Classrooms with and without Windows, Journal of Environmental Psychology, 12, 1992  
 5) Nicklas, M. and G. Bailey, Energy Performance of Daylit Schools in North Carolina, Report for North Carolina, 1996

6) 정민희 · 한승원 · 광혜란 · 나수연 · 박진철, 환경친화적 학교시설 계획을 위한 환경성능 실태조사, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 통권12호, 2007  
 7) 박경은 · 김준태, 초등학교 교실의 빛환경 실측에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 제9권 제5호(통권34호), 2002

3)~<그림 6>은 현대화 학교의 여러 유형 중 두 가지 사례로, 각각의 학교에 대해 빛환경 평가를 수행한 결과를 나타내고 있다.<sup>8)</sup>

그림에서 보이는 바와 같이 날짜, 기상조건, 시간 등에 따라 측정값은 다르지만, 교실의 남쪽 창측과 북쪽 북도측의 조도 불균형 현상은 앞의 사례와 유사함을 알 수 있다.

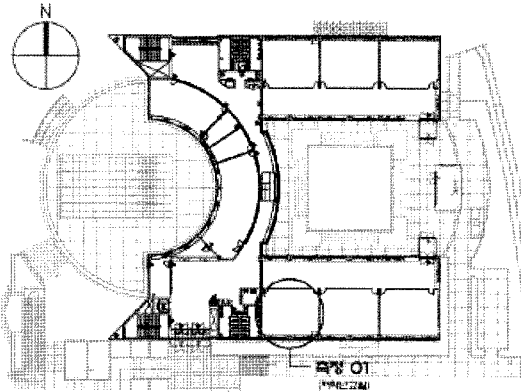


그림 3. 현대화 학교(K초등학교) 평면도

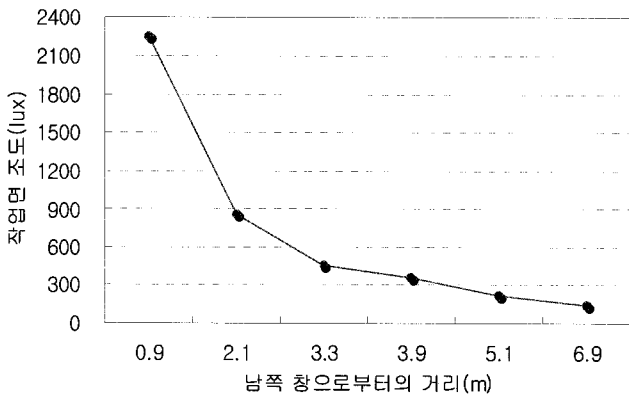


그림 4. K초등학교 교실의 조도 분포

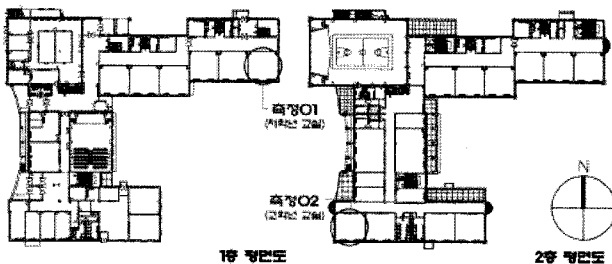


그림 5. 현대화 학교(H초등학교) 평면도

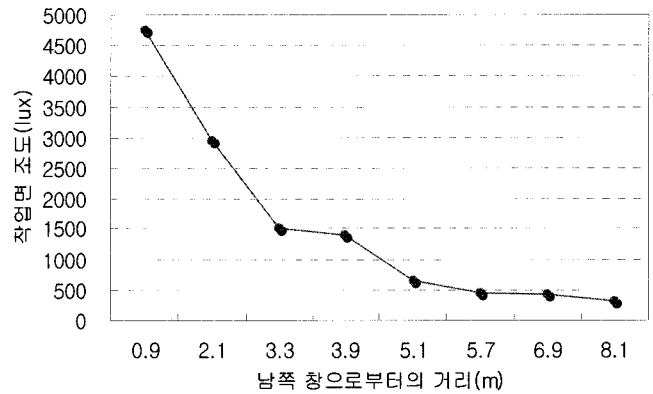


그림 6. H초등학교 교실(측정1)의 조도 분포

#### 4. 학교시설 자연채광 적용방안

앞장에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 학교 시설에서 빛환경은 아직까지도 많이 개선되어야 할 여지가 많은 영역이다. 이러한 문제점과 개선방법에 관해서는 국내에서도 몇몇 연구자들에 의해 제안이 되어왔다. 국내 학교시설은 대부분 다층형 구조를 이루고 있기 때문에 주로 입면에 적용 가능한 개선 방안들이 제안되어 왔다.<sup>9)10)11)12)</sup> 루버를 비롯한 차양장치 및 광선반의 효율적인 적용 기법이나 천장고를 높이는 방법 등이 그 대표적인 것이라 하겠다.

본 장에서는 이와 같이 학교 건물입면에 적용 가능한 자연기법을 포함한 다양한 빛환경 개선 자연채광기법들을 사례와 함께 제안하고자 한다.

##### 4.1 측창 채광방식

측면을 이용한 자연채광 기법은 우리 주변에서 가장 많이 볼 수 있는 것으로, <그림 7>과 같이 채실자로 하여금 조망이 가능하게 하는 기본적인 형태가 있고, 그 이외에도 벽의 상부에 창을 내거나 건물 내외부에 고정 또는 가동식의 차양이나 빛선반 등을 이용하여 실내로 유입되는 빛의 양이나 수준을 조절할 수 있다.

- 9) Ibid.
- 10) 김옥·이언구, 학교 교실의 빛환경 평가 및 개선방안에 관한 연구, 한국교육시설학회지 제15권 제2호, 2008
- 11) 임재환·정진주·이지영, 학교 건물에서 외부 차양 장치 유형에 따른 일반교실 내 빛환경 특성에 관한 연구, 한국교육시설학회지 제15권 제2호, 2008
- 12) 공성훈·이종국·은소진·박현장, 친환경 학교 건축의 설계 기준적용에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집 제1권 제2호, 2007

8) 김미섭·박지수·이승훈·이선영, 초등학교 단위교실 디자인의 환경친화적 개선방향에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 22권 5호(통권 211호), 2006

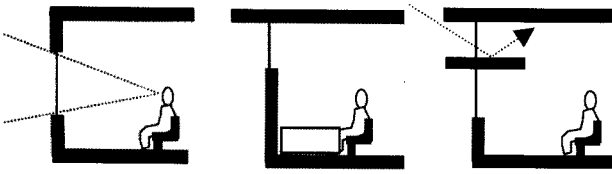


그림 7. 측창을 이용한 자연채광기법 개념도

앞서 언급한 바와 같이 국내 학교 시설은 대부분 다층형구조로 이루어져 있어 거의 대부분 전면에 있는 창을 통해 조망, 환기, 그리고 자연채광이 이루어지고 있다. 건물 외측면을 이용한 자연채광은 계획, 시공, 그리고 유지관리에 있어서 가장 손쉽게 적용할 수 있는 반면, 유입되는 자연광이 한쪽에 과도하게 집중되어, 조도 불균형 현상이 발생하기 쉽다. 따라서 측창 본래의 기능을 감당하면서 실내로 쾌적한 자연광을 유입하기 위해서는 조도 불균형에 대한 대책이 마련되어야 한다. 이를 위한 대책 중 하나로 블라인드나 루버를 들 수 있다. 블라인드는 태양의 고도와 방위각이 변함에 따라 수평 또는 수직 방향으로 조절이 가능한데, 단순히 차양만을 하는 것이 아니고 <그림 8>과 같이 빛의 일부를 반사시켜 실내로 유입시킬 수 있는 부가적 역할도 가능하다. 이를 극대화시키기 위해 특별한 곡면을 갖는 블라인드가 개발되었는데, 그림에서와 같이 태양의 고도가 변하면서 반사되는 각도는 다르지만, 일종의 소규모 루버 역할을 하여 실내로의 직사광 유입은 막고 반사광의 유입만 가능하도록 한다.

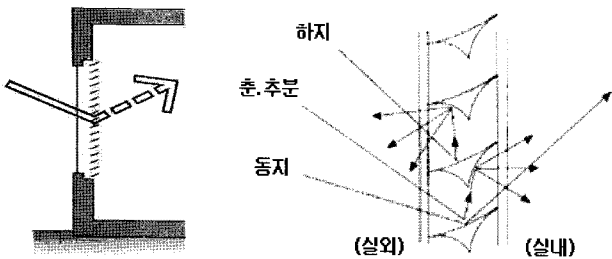


그림 8. 수평 루버에 의한 자연채광 기법

<그림 9>는 수직·수평 차양 및 루버를 이용한 다양한 창호 디자인 개념으로, 기존의 학교에서는 주로 지붕 처마를 길게 내거나 첫 번째 그림과 같이 창 상부에 수평루버를 설치하는 방식이 사용되었다. 그러나 이는 태양의 움직임 및 그림자의 영향을 고려하여 설계하지 않으면 크게 효과를 기대하기 어렵다. 또한, 수직루버는 아침과 저녁 시간 즉, 태양의 고도가 낮을 때 발생할 수 있는 현회를 방지할 수 있다. <그림 10>은 실제로 학교시설에 수평 및 수직루버를 적용한 사례이다.

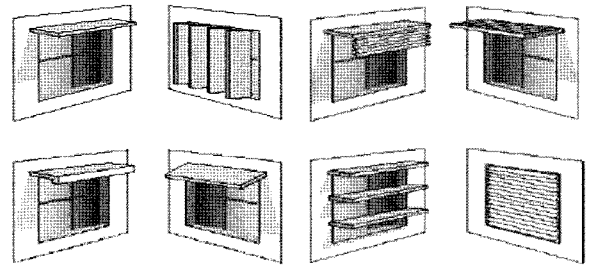
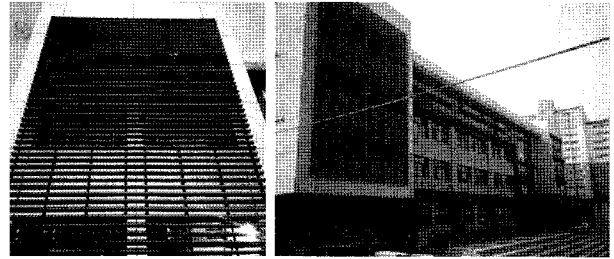
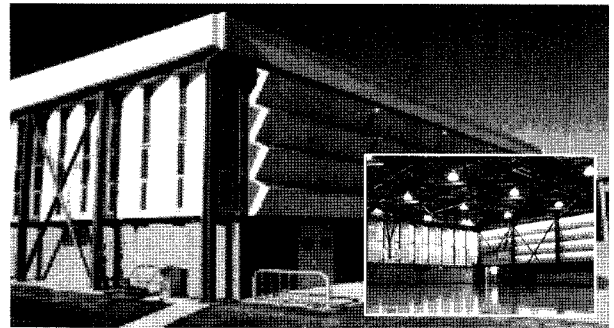


그림 9. 수직·수평 루버의 이용방법



(a) 초등학교 입면 적용사례(수평루버)



(b) 다목적실(체육관) 적용사례(수직&수평)

그림 10. 루버의 건물외피 적용 사례

차양의 역할과 함께 좀 더 적극적으로 반사광을 실내로 유입시킬 수 있는 빛선반도 좋은 자연채광 기법 중 하나이다. 빛선반은 수평루버와는 달리 주로 창의 중상단 부분에 위치하며, 직사광이 실내로 유입되지 않도록 차단하면서 반사율이 높은 표면을 이용하여 반사광을 실내로 공급해준다. 따라서 빛선반을 이용할 때에는 대상 실의 면적, 벽 및 창의 높이, 태양의 위치 등을 고려하여 빛선반의 크기, 설치위치 및 각도 등을 결정해야 한다. 또한, 반사율이 높은 재료의 특성상, 재질자에게 2차 현회가 발생하지 않도록 주의해야 한다. 빛선반은 기본적으로 평평한 형태로 이용하는 경우가 많은데, <그림 11>과 같이 실내 깊숙한 곳까지 반사광을 보내기 위해 빛선반에 각을 주거나 곡면을 만들어 이용하기도 한다. 또한, 효율을 더 높이기 위해 추적 장치를 이용하기도 한다. <그림 12(a)>는 빛선반을 실외와 실내 양쪽에 적용한 사례이고, <그림 12(b)>는 실외에 빛선반을 설치한 사례이다. 사진에 나타난 바와 같이

빛선반에 의해 반사된 자연광이 실내로 유입되고 있음을 볼 수 있다.

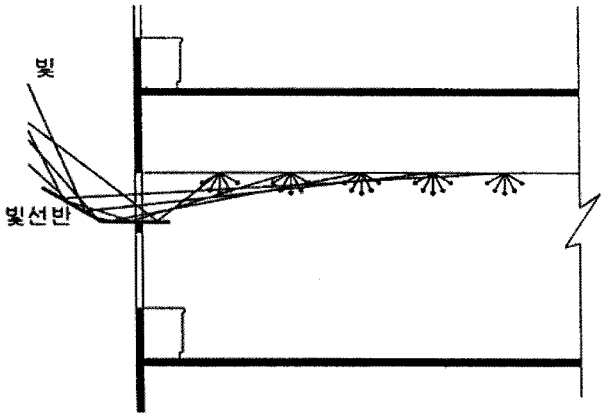
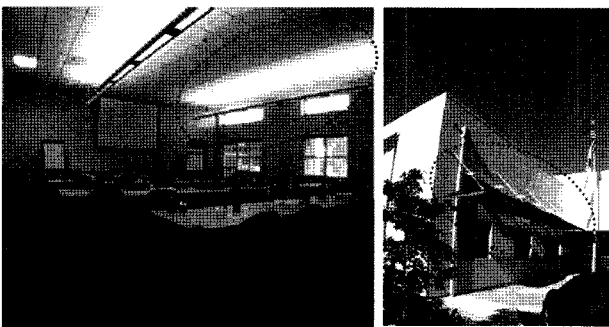


그림 11. 변형된 빛선반 개념



(a) 실내의 설치 사례



(b) 실외 설치 사례

그림 12. 빛선반 이용 사례

#### 4.2 천창 채광방식

천창 채광방식은 측창채광의 조도 불균형 문제를 해결하는 좋은 방법 중 하나로, 주로 미국이나 유럽 등에서 많은 사례를 찾아볼 수 있다. <그림 13>은 천창의 개념을 보여주고 있는 것으로 측면에 비해 많은 자연광을 받아들일 수 있다. 또한, 그림과 같이 천장을 통해 유입되는 빛은 실내에 고르게 분산되어 균일한 빛환경을 조성할 수

있다. 그러나 천창을 통해 직사광이 과도하게 유입될 우려가 있으므로 이에 대한 고려가 필요하다. 직사광의 유입을 막고 양질의 빛을 제공하기 위해서 주로 빛을 확산시켜줄 수 있는 투과체를 사용하거나 루버를 사용하여 입사되는 빛이 실내에 닿기 전 루버에 의해 반사 및 확산이 이루어져 실내로는 쾌적한 확산광만 유입되도록 한다. <그림 14>는 실제로 학교 시설에 적용된 천창채광 사례들이다.

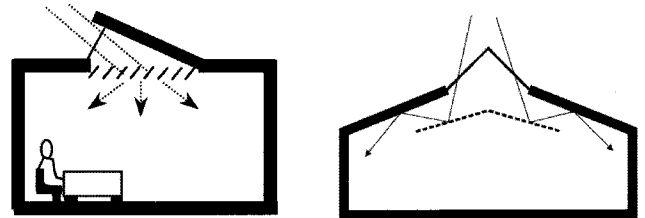


그림 13. 천창을 이용한 자연채광기법 개념도



그림 14. 천창채광 이용 사례

국내 학교시설에서 천장면에 자연채광 기법을 사용한 예는 많지 않다. 과거의 획일적인 설계에서 탈피하기 시작한 지 그리 오래 되지 않았고, 학교시설에 대한 관심이나 투자가 적었기 때문에 다양한 시도가 이루어지지 못했다. 그러나 점차 학교시설도 다양하게 조성되는 추세이기에 비록 다층형 구조의 학교시설이라도 최상층 또는 다목적 홀과 같은 특별공간에는 충분히 적용이 가능한 기법이라고 할 수 있다.

천창채광은 <그림 15>와 같이 공간의 크기, 목적 등에 따라 분산된 형태로 활용될 수도 있다. 학교의 체육관이나 다목적실 등 대규모 공간에 적용하기 좋은 기법이다.

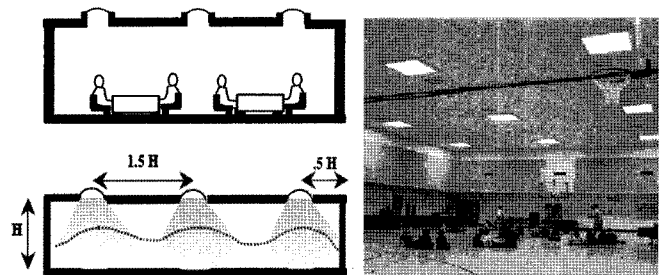


그림 15. 패턴형 천창채광 이용 사례

또한, 천창은 <그림 16>과 같이 선형으로 적용할 수도 있는데, 그림에서와 같이 복도나 실 내부에서의 통로 공간 등에 이용하기에 유리하다.

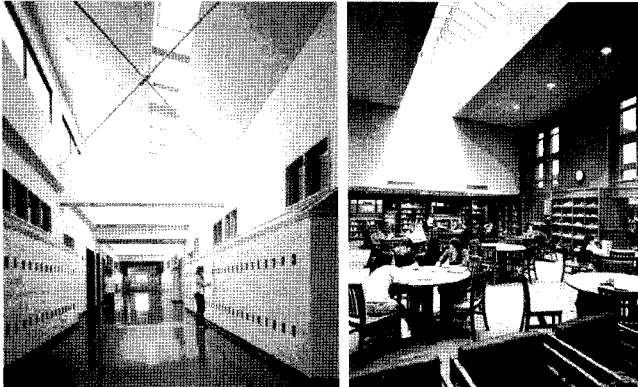


그림 16. 선형 천창채광 이용 사례

#### 4.3 기타 자연채광 기법

앞서 언급된 학교시설의 자연채광기법 이외에도 광덕트를 이용하여 복쪽의 공간이나 화장실 등 자연광의 유입이 어려운 실내공간에 자연광을 유도하거나, 반사거울, 프리즘 등의 자연형 채광 설비를 이용하여 최소한의 에너지 소비를 통해 보다 적극적으로 자연광을 유입시킬 수 있는 방법 <그림 17>을 활용하기도 한다.

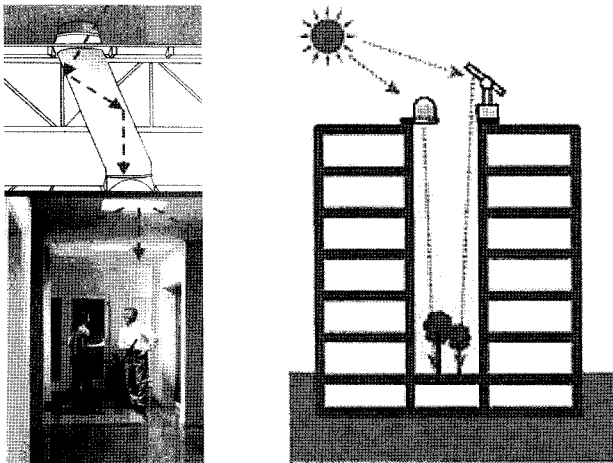


그림 17. 덕트형 자연채광 방식

### 5. 결론

본고에서는 학교시설에서 ‘보는 것’과 관련된 본래의 기능 이외에 재실자의 작업능력 향상 및 건강증진에 영향을 미칠 수 있는 빛환경에 대해 기술하였다. 현재 우리나라 학교시설은 다양화 그리고 친환경화를 지향하며 빠르게

변화하고 있지만, 적어도 빛환경에 있어서만큼은 여전히 조도 불균형과 같은 고질적인 문제점을 안고 있다. 이에 실제로 미국이나 유럽의 학교시설에 적용된 자연채광 기법들을 토대로 우리나라 학교시설의 특성에 부합하는 자연채광기법을 찾고 적극적으로 적용하는 것이 필요하다. 빛환경 효율 및 쾌적한 시환경 조성에 대한 기술적인 측면의 연구개발과 함께 건축형태 및 계획상의 구조적인 접근을 통해 우수한 수준의 빛환경 조성이 필요하다. 다양한 자연채광기법의 건축적용은 건물의 에너지 절감효과와 함께 국내 교육시설의 실내 시환경 효율을 향상시킬 수 있다. 또한 이는 미래의 주역이 될 학생들에게 보다 좋은 교육환경을 조성해주는 것이며 건축적으로는 보다 다양한 유형의 교육시설을 조성하는 기회를 제공할 것이다.

#### 참고문헌

1. Heschong Mahone Group, Daylighting in Schools, Pacific Gas and Electric Company on behalf of the California Board for Energy Efficiency Third Party Program, August, 1999
2. Nicklas, M. and G. Bailey, Analysis of the Performance of Students in Daylit Schools, Annual Conference, ASES, 1997
3. Hathaway, W., Effects of School Lighting on Physical Development and School Performance, The Journal of Educational Research, Vol. 88, No.4, 1992
4. Kuller, R. and Lindsten, C. Health and Behavior of Children in Classrooms with and without Windows, Journal of Environmental Psychology, 12, 1992
5. Nicklas, M. and G. Bailey, Energy Performance of Daylit Schools in North Carolina, Report for North Carolina, 1996
6. 정민희 · 한승원 · 광혜란 · 나수연 · 박진철, 환경친화적 학교시설 계획을 위한 환경성능 실태조사, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 통권12호, 2007
7. 박경은 · 김준태, 초등학교 교실의 빛환경 실측에 관한 연구, 한국교육시설학회지, 제9권 제5호(통권34호), 2002
8. 김미섭 · 박지수 · 이승훈 · 이선영, 초등학교 단위교실 디자인의 환경친화적 개선방향에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획계, 22권 5호(통권211호), 2006
9. 김옥 · 이언구, 학교 교실의 빛환경 평가 및 개선방안에 관한 연구, 한국교육시설학회지 제15권 제2호, 2008
10. 임재환 · 정진주 · 이지영, 학교 건물에서 외부 차양 장치 유형에 따른 일반교실 내 빛환경 특성에 관한 연구, 한국

김준태

교육시설학회지 제15권 제2호, 2008

11. 공성훈 · 이종국 · 은소진 · 박현장, 친환경 학교 건축의 설계 기준적용에 관한 연구, 한국건축친환경설비학회 논문집 제1권 제2호, 2007
12. Collaborative for High Performance Schools(CHPS), Best practice manual volume II:Design, CHPS, 2006
13. IEA Energy Conservation in Buildings and Community Systems Programme, Daylight in buildings : a source book on daylighting systems and components, IEA SHC, USA, 2000