特 輯

學校敎室의 自然採光計劃

Sunlighting of School Classrooms

金 正 泰*
Kim, Jeong-Tai

1. 머릿말

학습환경에서의 교실은 학생들의 지적 성취, 학습효과, 태도, 가치관 뿐만 아니라 신체적 성장에도 영향을 미친다. 자연채광으로 인한 교실의 주광환경은 학생들의 성장과 행동 및 시력보호라는 측면에서 매우 중요시 되고 있다. 따라서, 교실의 주광환경은 학생과 교사들에게 학습과정의 보조수단으로서 시작업을 원활하게 수행할 수 있을 뿐만 아니라 시각적으로 쾌적하고, 심리적·감정적으로 만족스러워야 한다.

주로 주간에 사용되는 학교교실에서 자연채광의 이용은 가장 큰 에너지 소비원인 조명부하를 감소시켜 에너지를 절약할 수 있는 가장 효과적인 방법중의 하나이다. 또한, 일반적으로 공간이 개방형 형태를 취하며 작업면(책상, 흑판 등)의 위치가 창을 마주보지 않는 학교교실은 비교적 단순한 자연채광 기법으로 쾌적한 실내 빛환경을 창출할 수 있다.

학교교실의 자연채광 설계에서 가장 중요한 요소는 창, 실표면, 칠판과 같은 수직면과 책상 등의 수평의 작업면에 얼마나 많은 확산광을 시각적 공해없이 제공하느냐에 달려있다. 눈에 직접 사입되는 직사광으로 의한 글레어의 발생, 블라인드에 의한 시대상의 왜곡 등은 학교수업을 방해하는 주된 원인이다. 또한, 도입된 자연채광 기법의 유지·관리 및 일정한 실내환경의 질을 유지하기 위하여는 필름이나 블라인드 등의 일시적인 방법이 아닌 루버, 광선반 등의 건축적 방법에 의한 채광설계가 바람직하다.

2. 학교건축의 자연채광

학교교실에 필요한 조도는 200~700lx 이다. 자연채광의 관점에서 보면 기준 주광율은 최소 2%로 보통 5% 이상이 필요하다. 이를 위해, 교실 내벽의 마감은 일반적으로 밝고 확산성이 있는 재료를 사용한다. 편측창 채광방식으로 이루어진 교실의 경우에는 실안쪽의 주광율이 급속하게 감소하지 않도록 주의하여야 한다. 이때, 천장이나 벽을 통하여 반사되어 작업면에 도달하는 반사광의 이용의 중요하며 광원이나 반사광이 시야에 들어오지 않도록 계획하여야 한다. 또한, 눈의 피로를 초래하는 눈부심을 피하기 위해 실내 조도분포는 매우 중요하다. (그림 1)은 교실 표면 마감의 설계 예이다.

표 1. 교실의 반사율

부 위	반사율	부 위	반사율
천 정	85%	칠 판	15~20%
벽	60~70%	가 구	40~60%
바 닥	20~25%		

* 정회원, 경희대학교 건축공학과 교수

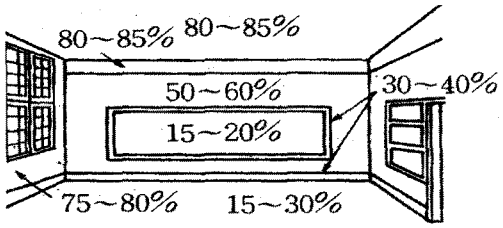

그림 1. 실표면 반사율 예

시선이 집중되는 흑판은 본질적으로 정반사가 적고, 그 표면의 변화가 적은 내마모성의 재료를 사용하여야 한다. 흑판의 광막반사는 창으로부터 입사각 70° 이상의 기울기로 들어오는 직사일광에 의해서 발생한다(그림 2-1). 그러므로, 흑판의 광막반사를 방지하기 위하여는 흑판에 가까운 쪽의 외벽에 창을 설치하지 않거나, 만일 창을 설치할 경우 확산성의 유리를 사용하며 곡면흑판 또는 접(folding) 흑판 등을 사용하여야 한다(그림 2-2).

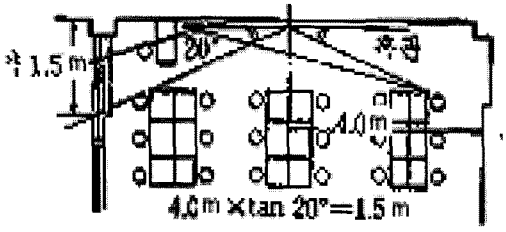

그림 2-1. 흑판의 광막반사

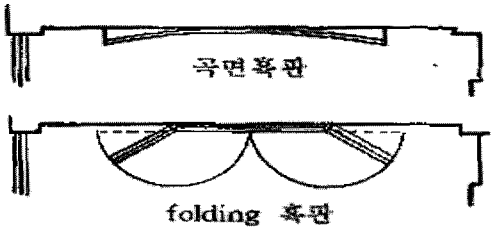

그림 2-2. 흑판의 계획

교실내의 눈부심은 응시하고 있는 작업면의 밝기와 그 배경의 밝기차가 큰 경우 발생하며 주로 직사일광의 유입이나 실내마감의 부적절한 설계에 의해 발생한다. 이를 방지하기 위한 교실내의 주광 조도분포는 (표 2)와 같다. 교실내 균일한 조도분포를 얻기 위하여는 보조적인 고창(高窓)의 설치나 루버(louver)와 광선반(lightshelf)과 같은 창 주변의 직사일광을 차단하고 실내 깊숙히 반사광을 사입할 수 있는 장치의 설치가 바람직하다(그림 3).

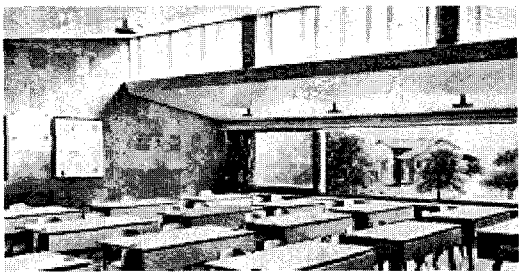

그림 3. 고창의 예

그림 4. 루버를 부착한 고창

표 2. 교실내의 주광 조도분포

조도비 대상	권장조도비	조도비 대상	권장조도비
작업면과 책상	3 : 1	작업면과 바닥면	10 : 1
작업면과 천정	1 : 10	창문과 인접한 면	20 : 1
작업면과 주위의 밝은 면	1 : 10	작업면과 주위의 어두운 면	5 : 1
작업면과 바깥 둘레의 밝은면	1 : 50	작업면과 바깥 둘레의 어두운 면	5 : 1

3. 자연채광 사례

3.1 Soddy Daisy High School (미국, 테네시주)

이 교등학교의 자연채광 계획은 적은 예산으

로 인해 저비용의 자연채광 기법을 도입하였다. 기본적인 자연채광 기법은 설계초기인 공간계획 단계에서 결정되었으며 이를 기초로 자연채광 성능과 에너지성능을 분석하였다. 이 학교의 배치는 동쪽으로 15 ° 기울어져 아침에 1시간 빨리 자연광을 얻을 수 있도록 계획되었다. 이러한 건물배치로 방과후 활동이 적은 학교의 자연채광 이용시간을 길게 할 수 있다.

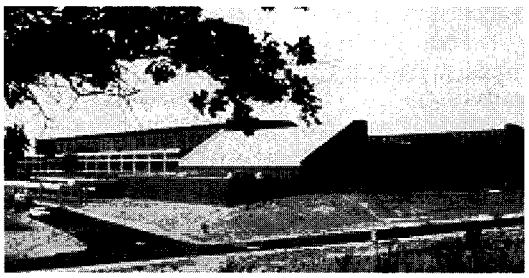

그림 5. 남측전경

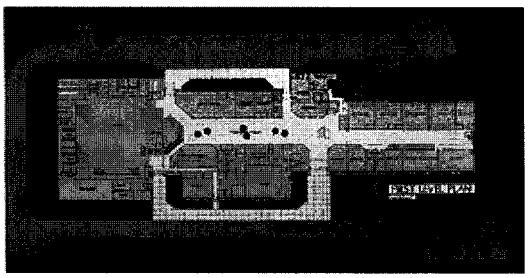

그림 6. 1층평면 및 배치도

학교건물 깊숙히 자연광을 유입하기 위하여 동쪽과 서쪽 교실사이에 리트리움(litrium)을 설치하였다(그림 7과 8). 리트리움은 학생들의 순환공간 뿐만이 아니라 일상활동의 중심공간이며 주변교실을 위한 완충공간으로서 쾌적한 온열환경의 조성 및 2차광원으로서의 역할을 수행한다. 리트리움은 남측을 향한 선스쿠프(sunscoop)에 의해 채광된다. 선스쿠프에 인접한 지붕은 흰색 페인트로 마감되어 유입되는 자연채광을 극대화하였다. 지붕경사와 선스쿠프 채광창의 높이는 겨울철 리트리움의 북측면에 접한 모든 교실에 자연광을 직접 유입하도록 계획되었다. 분석결과, 겨울철에 일사에 위한 충분한 열획득이 가능하고 여름철은 실내과열을 막기 위해 외부차양이 필요한 것으로 분석되었다.

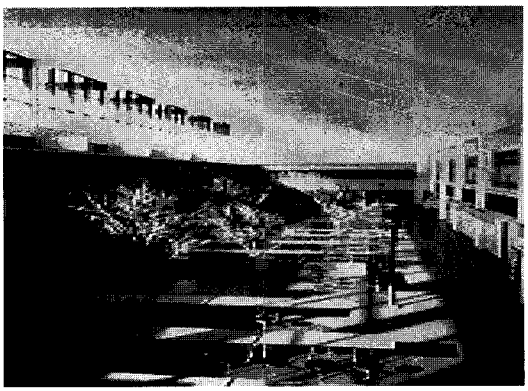

그림 7. 리트리움

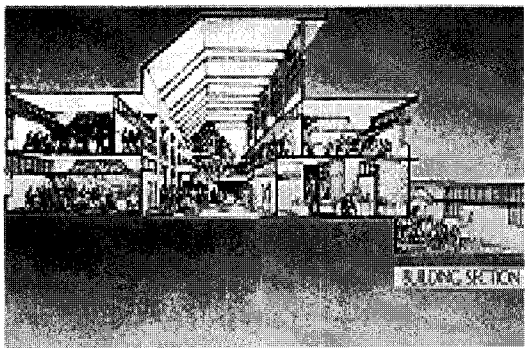

그림 8. 단면도(리트리움 부분)

모든 교실은 양측채광방식을 사용하였다(그림 9). 남쪽에 위치한 교실의 경우 외부에 면한 남측창으로 실내채광이 충분하나, 균일한 주광 조도분포를 위하여 교실 북쪽의 리트리움을 통해 확산광을 유입하였다. 그러므로, 실폭 6m · 실깊이 9m인 학교교실의 자연채광 효과를 극대화하였다. 특히, 2차광원으로서 리트리움의 역할은 직접적인 자연광의 유입이 어려운 북향 교실에서 매우 효과적으로 나타났다. 리트리움을 거쳐 광선반에 반사되어 천장으로 유입된 자연광은 채광효과 및 밝음의 제공에 더불어 학생들에게 일조인식을 제공하여 쾌적한 교실환경 조성에 기여한다.

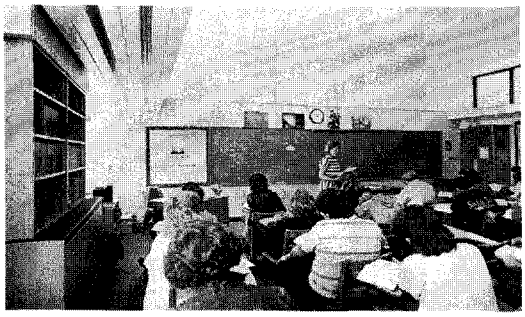

그림 9. 교실의 자연채광

그림 10. 체육관의 자연채광

체육관에 자연채광을 도입하기 위해 가장 큰 문제점은 글레어 및 시각장해의 발생 가능성이다. 이를 해결하기 위하여 광원을 시야에서 숨겨 벽면을 조사하도록 계획하였다(그림 10). 자연채광을

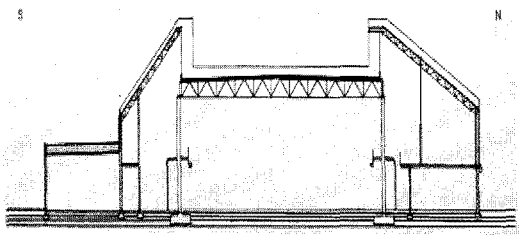

그림 11. 체육관 단면도

위해 체육관 지붕의 남쪽과 북쪽에 각각 선스쿠프와 라이트스쿠프(lightscoop)를 설치하였다(그림 11). 북측의 라이트스쿠프에는 선케쳐 버플(suncatcher buffle)을 설치하여 부족한 자연광을 보충할 수 있도록 계획되었다(그림 12). 이러한, 선스쿠프와 선케쳐 버플의 조합으로 주간에 자연채광 조도분포를 균형있게 유지할 수 있다.

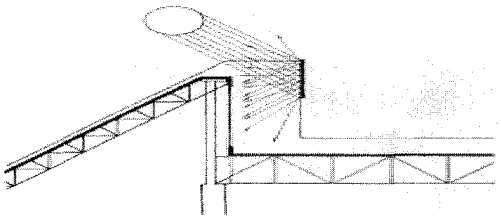

그림 12. 선케쳐 버플

3.2 Protopype Classrooms in the Middle East, (사우디 아라비아)

사우디 아라비아의 태양열이 강한 지리적 특성으로 인해 이 대학교실의 모든 개구부는 안쪽으로 깊이 후퇴하여 계획되었고 일조조절 장치로 전통적인 목재 스크린인 마우차라비(maucharabi)가 설치되었다(그림 13). 최초의 조명계획은 인공조명으로 위주로 계획되었으나 자연채광을 이용하기 위하여 교실층고를 최대화하였고 이를 위해 교실 외주부에 계획되었던 덕트설비를 중앙복도에 설치하였다.

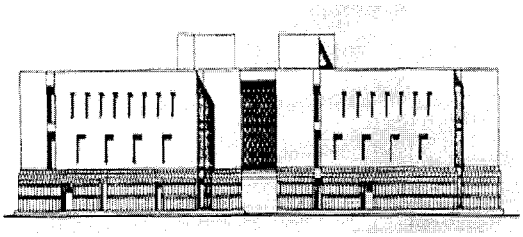

그림 13. 남측입면도

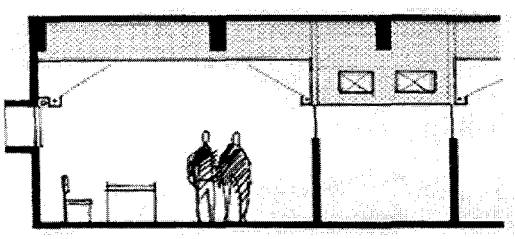

그림 14. 복도의 덕트설비

두꺼운 조적벽과 같이 그늘진 개구부를 형성하기 위하여 창턱을 실내 또는 실외로 돌출시켜 설치하였다. 이때, 천창으로 반사되는 자연광을 극대화하기 위해 백색 페인트로 마감된 창턱은 글레어의 발생을 억제하며 재실자에게 조망을 제공하기 위하여 좌석에 앉은 사람의 눈 높이 보다는 높고 서있는 사람의 눈 높이 보다는 낮은 위치에 설치되었다(그림 15).

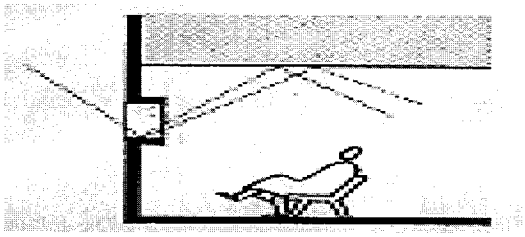

그림 15. 돌출된 개구부

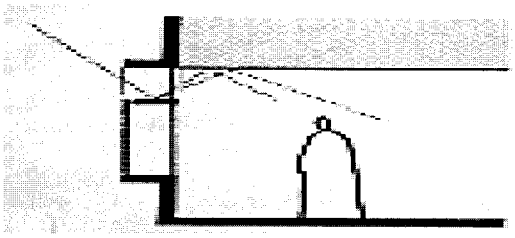

그림 16. 고창

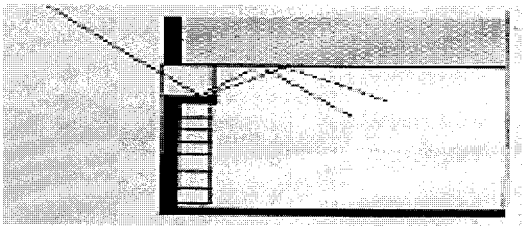

그림 17. 책장위 고창

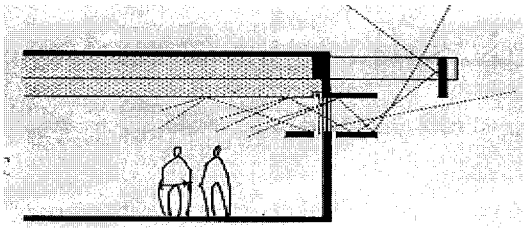

그림 18. 선케쳐 버플

목재 스크린에 의해 개구부가 차단된 경우에도 실내에 자연광을 허용하기 위하여 광선반을 지닌 수평적으로 길고 높이가 낮은 고창을 설치하였다(그림 16). 이러한 고창은 책장을 지닌 외벽에도 응용되어 실내에 자연광을 유입할 수 있도록 계획되었다(그림 17). 또한, 확산광의 실내 유입과 벽면에 음영효과를 제공하기 위해 동쪽과 서쪽 입면에 선케쳐 버플을 설치하였다(그림 18).

3.3 Blue Ridge 초등학교 (미국, 와싱톤)

이 초등학교는 에너지절약과 협소한 부지조건을 해결하기 위해 지하건축물로 계획되었다(그림 19). 학교의 평면형태는 동북-남서축에 따라 가늘고 길게 연장되어 있다. 건축물은 지하에 묻힌 부분과 평지에 흙을 쌓아 올린 부분으로 되어있다. 부지의 남동쪽은 옥외 레크레이션 지역, 북서쪽은 자동차의 진입, 주차 및 학교의 주 입구로 구분되어 있다. 학교 남동쪽의 대부분은 노출되어 있고 창의 95%가 이 방향으로 면해 있다.

그림 19. 내부전경

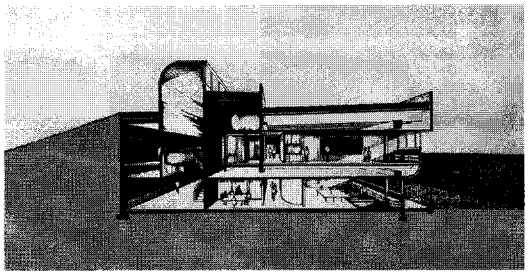

그림 20. 단면도

이 초등학교의 자연채광 계획은 개방된 남측면에 측창을 이용하여 채광함으로써 다른 지하공간에 비교하여 쉽게 해결할 수 있었다. 지하공간 내부의 북서쪽 공간의 자연채광을 위하여는 북쪽 입구광장과 지붕에 설치된 3개의 천창을 이용하였다. 지붕의 천창은 남쪽으로 향한 수직유리면에서 받아들인 자연광을 굴곡면에 반사시켜 아래쪽으로 최대한의 자연광을 유입한다. 이러한 3개의 톱라이트는 북쪽의 주 복도로 이어지는 계단위에 설치되어 빛을 아래층까지 전달하고 복도를 걷는 재실자에게 공간적 변화와 자연광의 변화를 제공한다. 복도의 벽은 백색을 사용하고 계단은 파스텔 칼라로 빛이 반사하게 끔 하였다.

4. 맺음말

주된 사용시간이 주간이고 일반적으로 작업면이 고정된 학교교실은 다른 건물에 비해 비교적 단순한 자연채광 기법의 도입으로 최대한의 에너지 절약효과를 얻을 수 있다. 또한, 자연채광의 이용은 시각적 개방감과 함께 시환경의 질을 향상시켜 재실자에게 생리적·심리적 상쾌한 자극제로서의 역할을 수행할 수 있다. 본고에서는 학교교실의 자연채광 설계방법과 설계사례를 간략히 기술하였으며, 앞으로 학교교실의 자연채광 계획의 활성화를 위하여 유입된 자연광에 대한 재실자의 반응 및 관련된 여러 문제점에 대한 지속적인 검토 및 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 김정태(편), "건축+조명", 기문당, 1990.
2. 건축공학연구회 역, "건축자료집성 1집, 4집", 보원, 1995.
3. 김창수편저, "학교설계", 대우출판사, 1995.
4. William M. C. Lam, "Sunlighting as Formgiver for Architecture", Van Nostrand Reinhold Co., 1986.