

초·중 고등학교 교실의 빛환경 실측 연구

임 상 훈·천 원 기·오 정 무·이 남 호

한국에너지기술연구소

An Experimental Study on the Interior Visual Environment of Classrooms in the Existing School Buildings

Lim, Sang-Hoon · Chun, Won-gee · Auh, Chung-moo · Lee, Nam-Ho

Korea Institute of Energy Research

요 약

종래 북측 복도 남측 교실 학교 건물에서는 교실내에서 칠판에서 뿐만아니라 남측과 북측 책상 위에서의 조도 불균형 및 현휘 등이 현저하여 이로 인하여 바람직한 교수 학습에 지장을 초래하고 있다. 따라서 본고에서는 초·중 고등학교 교실에 있어서 빛환경에 대한 제반 문제점을 검토하고, 이에대한 개선안을 제시하였다.

ABSTRACT

The conventional school building design, which locates the hallway on the north side of the classroom, has proven to be very ineffective for indoor light control. Especially, glares and dark spots on the work plane as well as nonuniform illuminance on the chalkboard were causing undesirable visual effects for the students. The present study has investigated various problems with the classroom in the existing elementary and(junior) high school buildings from the point of indoor visual environment, and made some suggestions for possible solutions.

I. 서론

학교시설은 학교교육의 목적을 달성하는데 필요한 제반 물리적 환경을 총칭한다. 학교교육시설은 기본적으로 학습의 장으로서의 기능과 생활의 장으로서의 기능을 가지고 있다. 여기서 학습의 장으로서의 기능은 교사, 학생, 그리고 교육내용이 만나는 구체적인 교수-학습상황을 지원하고 촉진하는 기능이라고 할 수 있다. 이에 따라 학교시설은 학생들이 바람직한 학습결과를 가져올 수 있도록 지원하는 요소가 되기도하며 혹은 제한하는 요소가 되기도 한다. 그리고 교육시설은 단순히 교수-학습 장소 그 이상의 의미를 갖는다. 바로 학교시설은 학생과 교직원에게 함께 생활하는 장으로서의 기능을 갖는다. 이러한 관점에서 보면 학교시설은 안전하고 쾌적한 장소에서 학생들과 교직원이 생활하는데 불편이 없도록 적절하게 마련, 배치, 운용되어야 할 것이다.

그러나, 오늘날 많은 수의 학생들이 안경을 착용하는데, 이것이 先天的이라든가 TV過多視聽이나 오락실 출입 등의 영향도 있겠지만, 어떤 의미에 있어서는 교실내에서의 照度不均衡 및 眩輝 등으로 인한 원인도 있다고 할 수 있으므로 종래 北側複道 南側教室 학교건물에서의 빛 환경에 대한 改善이 필요했다. 그러나, 건설부에서 1980년도에 公告 제130호로서 告示한 국민학교 교실 표준설계 계획안('80년도 국민학교 標準圖面)과 1982년도에 동력자원부의 후원아래 韓國動力資源研究所에 의해 계획되어져 문교부 심의를 거쳐 건설부에서 인정된 '82년도 自然型 太陽熱學校 標準設計圖面에서도 이 빛에 대한 검토가 무엇보다 부족했다.

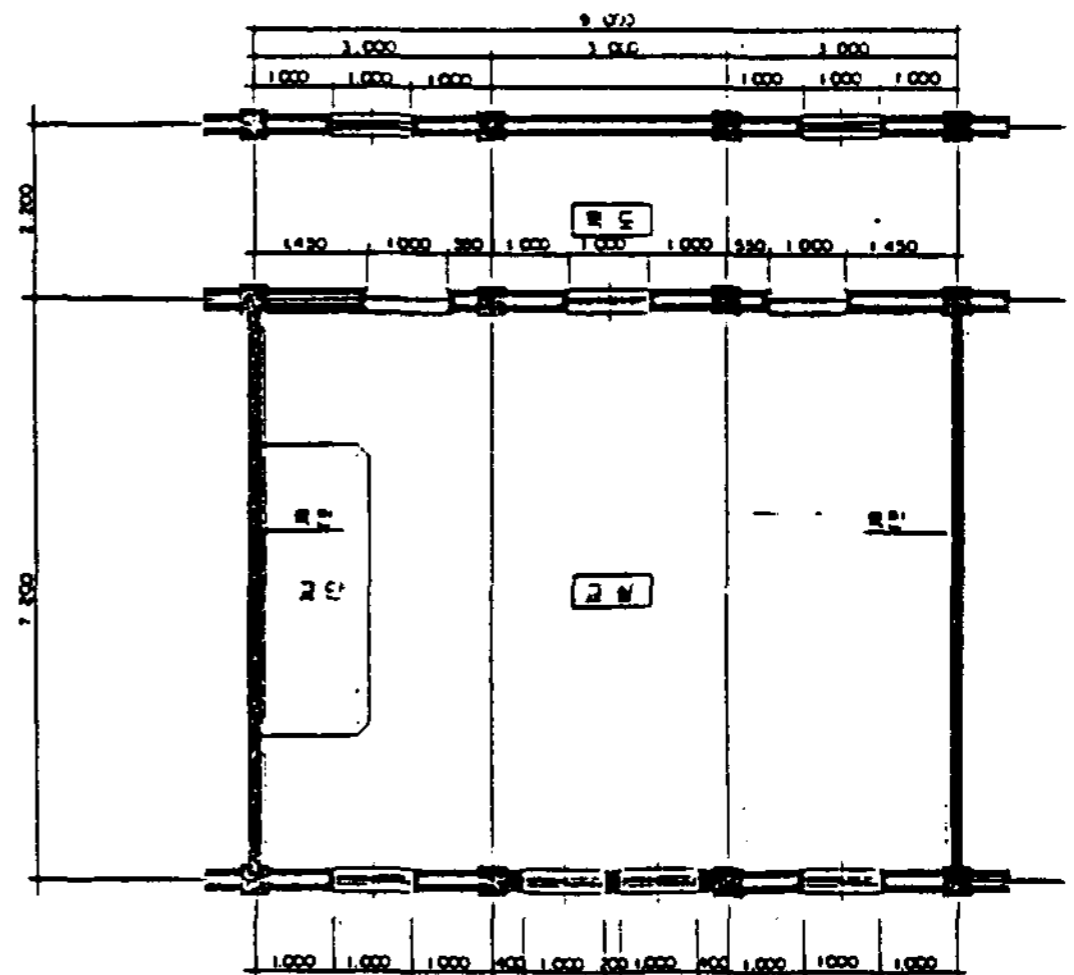
따라서, 본고에서는 초·중·고등학교 교실에 있어서 빛환경에 대한 제반 문제점을 검토하고, 이에 대한 개선안을 제시하는데 본 연구의 목적이 있다.

II. 건축계획적 고찰

현 학교 건축은 역사적으로 볼 때 근대 초기의 기점으로 시작한 서구 건축양식의 변형물이다. 즉, 서구 건축양식으로 넘어가는 과도기적 시기에서 새로운 기운을 받을 아무런 준비없이 일제에 의해 강압된 조건에서 취해진 학교 건축의 변칙적 변모는 예전부터 유래되어 왔던 우리 고유의 유교사상과 생활양식 등 모든 것을 변화시킨 하나의 큰 원인이 되었다. 그러므로 이러한 정신적 지주를 잃어 버린 학교 건축의 변천과정을 현실에 토대로 두고 재정립할 필요가 있다. 왜냐하면 학교교육은 조선시대 서당 이후 교육 제도나 교육 형태면에서 커다란 변화를 가져와 종래의 자기 성찰 취득시에서 학급단위에 의한 일제 수업식으로 바뀌면서 교실의 규모와 학생 배치도 달라졌기 때문이다.

한편, 이러한 변화는 학교건축의 변천으로서 교육제도의 변천에 따른 양식과 계획상의 변천으로 대별할 수 있는데 학교건축의 양식상의 변천을 일반 건축사와 비교하여 다음과 같이 설명할 수 있다.

즉, 신교육 태동기(1876년)부터 1910년까지의 학교 건축은 외국공사관 건물, 교육건축과 함께 양식 건축을 주도했다. 다시 말하면 사랑방 학교



[그림 1] 교동국민학교 교실단위 평면도

형태인 한옥 교사에서 탈피하여 1886년 배재 학당사를 선두로 르네상스, 고딕 등에 준하는 양식과 1906년 휘문 학당 본관에서 볼 수 있었던 한·양 절충의 특이한 양식등이 출현하였다.

다음에 일제때(1911~1945)의 학교 건축은 조선 총독부가 설치되면서 그들의 양식에 준거한 일본국의 양식 건물이 학교 건축으로 보편화 하였다.¹⁾ 즉 이때부터 대부분 학교교사는 북측편 복도에 남측교실형으로 건축되었는데, 이에는 1928년도에 재건된 교동국민학교²⁾등이 있다.

그러다가 해방 후 1949년 우리나라 교육법이 제정·공포됨에 따라 많은 변화가 예상됐지만 6·25동란으로 더 이상 발전은 중단되었고, 피난시절 임시 교사 속에서 교육의 형태는 속계되었다. 이 시기에서 나타난 특징은 조적식 공법의 2~3층 규모의 모임 지붕 형태에서 일체식으로 이어지는 분수령을 맞게되고 건물 형태는 단순한 사각형으로 4층까지 건축되었으며 시설 규모도 성장하게 되었다.

이러한 흐름이 1960년대 말까지 계속되다가 1970년대에 접어들면서 학교건축의 급격한 증가가 있었으며 경제 성장에 힘입어 변화를 받게 되었다. 따라서 학교건축의 이러한 양적 팽창으로 인해 표준도면의 필요성이 대두되어 1972년부터 표준도면이 작성되어 사용하게 되었는데, 특징은 1950년대와 같은 일체식 구조이다. 이 일체식 구조, 그 자체는 계속되었지만 학교에 따라 신축과 함께 종합적인 장기 계획에 의해 외부환경에 대한 배려가 서서히 일기 시작했다. 즉, 일부 사설 중·고등학교 및 공립 학교에서는 체육관이나 강당 등이 별개의 건물군으로서 등장 하였다. 또한 외벽의 마감은 건축 재료의 발달과 함께 다양한 모습으로 나타났는데, 수성 페인트 마감 등 페인팅이 주류를 이루며 치장 벽돌혼용 등이 나타났다. 그리고 이러한 흐름이 오늘날까지 이어지고 있다.

한편, 학교시설계획에 직접 연관되는 법규로서 대통령령의 학교시설 설비기준령(1982년 제정)과 학교 교구설비에 관한 규칙 등이 있으며, 구체적으로 건축계획과 관련하여 학교시설의 표준

설계지침서와 1972년부터 작성하여 1980년에 개정된 학교교사 표준설계도가 있다. 또한 1982년도에는 자연형 태양열 학교 표준도면 및 조립식 학교 표준도면³⁾이 추가되어 만들어졌다. 그런데 1980년도의 학교교사 표준설계도(건설부 공고 제 130호, '80년 10월 28일)는 국민학교와 중학교를 분리하여 도면화 하였으나, 1982년 자연형 태양열 학교 표준도면은 국민학교와 중학교가 분리되어 있지 않다.

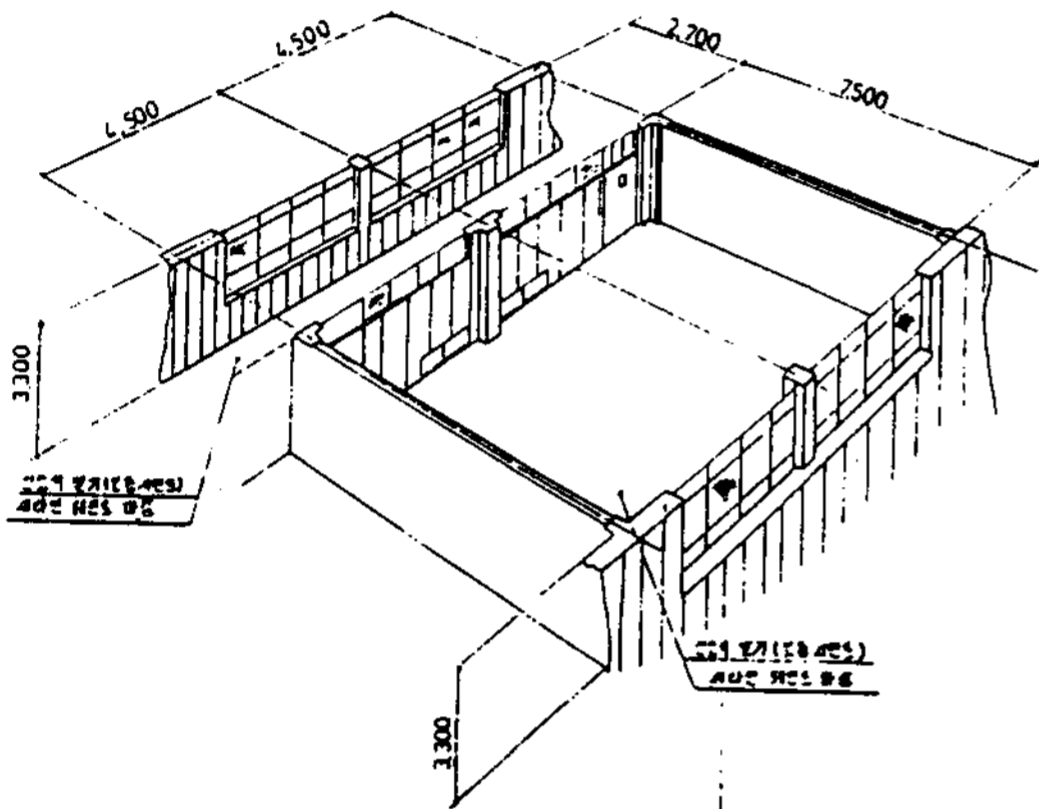
이와 같은 표준도면은 현재 표준도면 그대로 학교건축에 적용하여 설계되는 일은 없고, 다만 표준도면을 이용하여 각 시·도 교육위원회 또는 교육청 시설과에서 현장에 맞게끔 부분적으로 수정하여 설계하고 있다. 그런데 여기서 서울시 경우는 국민학교와 중학교를 전부 분리 설계하나, 일부 지방의 경우는 비분리 설계하기도 한다.⁴⁾

여기서 먼저 '건설부 공고 제130호 국민학교 교실 표준설계계획안'에 관하여 살펴 보면, 이 계획안은 지금까지의 학교건물이 홑벽, 단창, 비단열 구조로 되어 있는데 반하여 이중벽, 이중창 단열구조로서 에너지를 절약할 수 있는 구조를 채택하였다. 특히 실내구조는 획득한 태양에너지를 장기간 저장할 수 있는 구조로써 남측이외의 부분은 열손실이 적은 구조로 하였으며, 환기계획은 상하단부의 창호를 개폐식으로 하여 자연 환기를 도모하도록 하였다. 이를 각 부위별로 설명하면 다음과 같다.

- ㄱ. 창 : 남측은 집열창의 개념으로 설치, 태양열의 직접획득이 용이하도록 하였다. 창호틀의 재료로는 플라스틱을 권장하였으며 12mm유리의 이중창호를 이용할 수 있도록 하였다.
- ㄴ. 벽 : 외기가 접하는 벽은 70mm의 공간을 두어 이중벽으로 구성하고 그 사이에 단열재를 충전하도록 하였으며, 바닥은 지하동결선까지, 천정은 외기에 접한 부분만 단열 시공하도록 하였다.
- ㄷ. 계단 : 각 계단은 격벽공간으로 처리하여 냉기유도역할을 방지하도록 하였다.

ㄹ. 차양 : 일사를 차단하기 위하여 남측창에서 돌출하여 설치하도록하며, 각 지방의 위도에 따라 상이하게 그 길이가 조절될 수 있다(평균 30cm).

이상으로 학교교실 표준계획안은 에너지 절약적인 차원에서는 고무적이나 태양열을 능동적으로 이용한다는 기본취지에는 다소 미흡한 면이 있다(그림 2 참고).

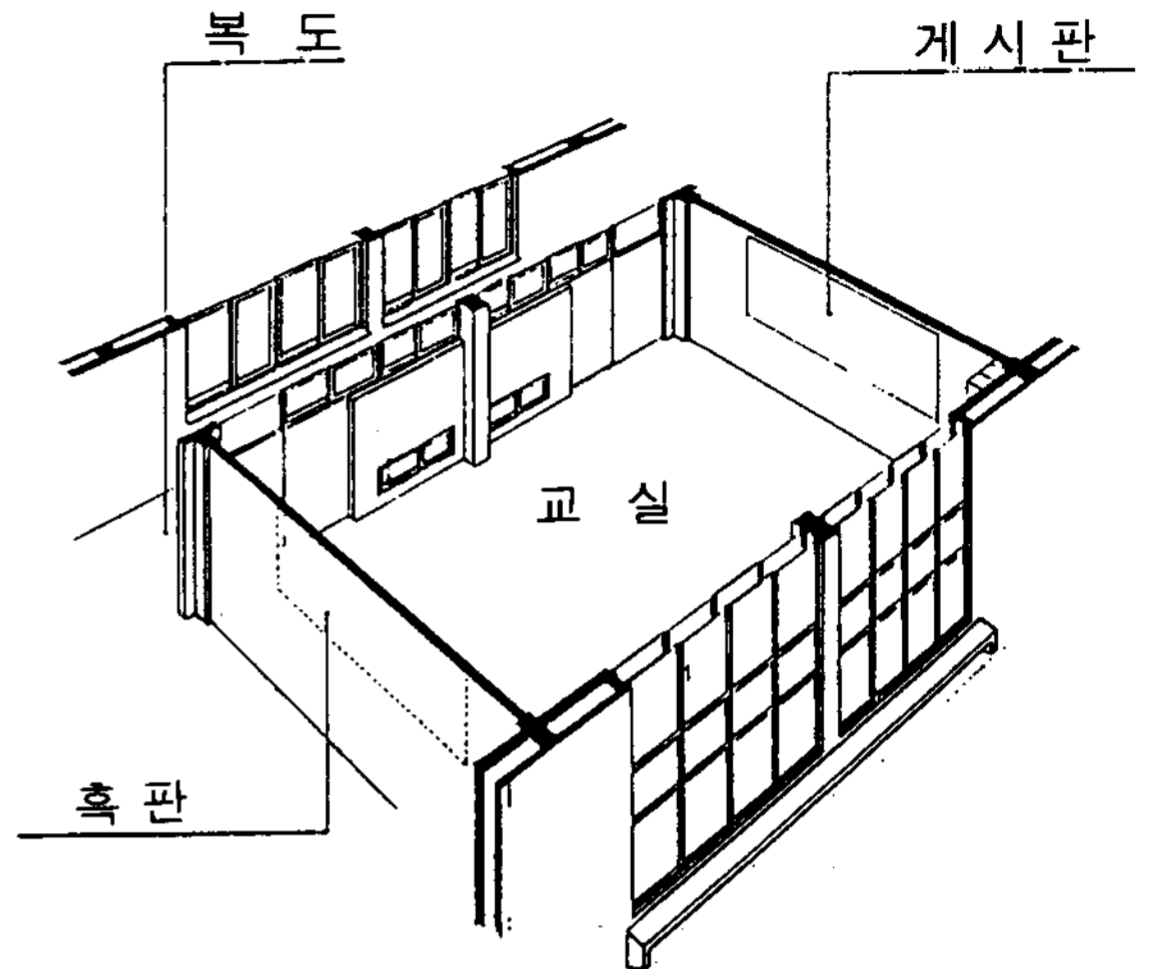


[그림 2] 일반학교 보통 교실투시도

다음에, '82년도 자연형 태양열 학교 표준도면에서의 특기사항을 살펴보면 다음과 같다.

- ㄱ. 집열창재료는 전면 창호의경우 복층투과 재료를 사용하며, 실내측창호는 목재틀에 3mm유리를 이용한 여닫이문으로 구성된다.
- ㄴ. 복층창호 역시 복층투과재료로 시공한다.
- ㄷ. 벽, 천정은 100mm, 바닥은 50mm의 단열재를 사용하며 전면 집열판 뒷면의 단열은 100mm로 한다.
- ㄹ. 환기를 고려하여 집열창 상단부는 개폐가 가능하도록 하였으며, 전후방 회전이 가능한 fan을 집열창 최상단에 설치한다.
- ㅁ. 하단부의 집열판 상단에는 통기구(damper)를 설치하여, 하절기 및 동절기에 따라 개폐가 가능하도록 한다.
- ㅂ. 외기와 통한 부분의 더운 공간에는 벌레가 꼬이기 마련이므로 집열공간의 최하단에 이러한 해충등 벌레를 제거할 수 있는 청소구를 두어, 하층 천정 부분에서 수거할 수 있도록 한다.

ㅅ. 먼지 오염등으로 인한 집열창 내부의 청소를 위하여 바닥에 구배를 두며, 집열부의 집열창을 개폐가능하도록 한다.

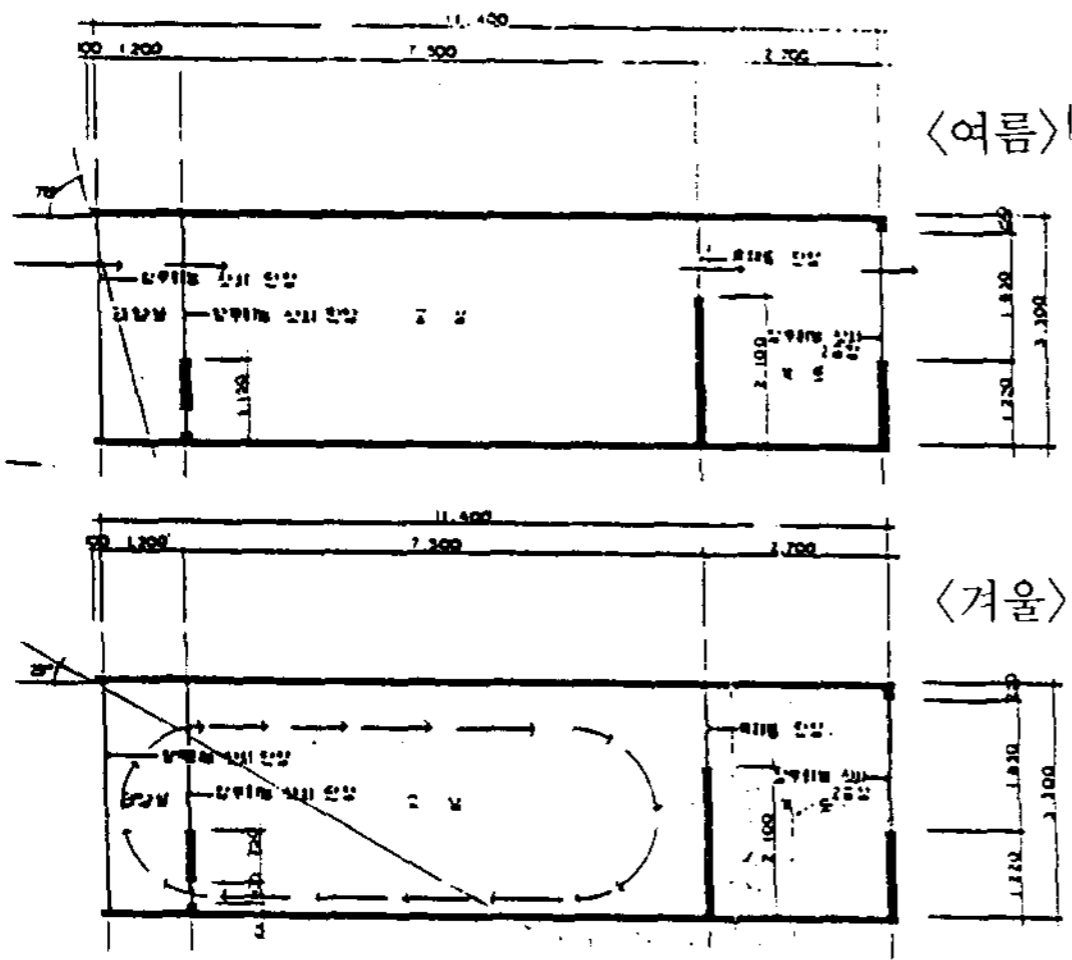


[그림 3] '82학년도 자연형 태양열학교 교실투시도

한편, 오늘날까지 우리나라에 건립되어진 태양열 교실은 전부 자연형 태양열 교실로써, 자연형 태양열 시스템 분류상 직접획득형, 축열벽형(물벽형 포함), 축열지붕형, 부착온실형, 자연대류형, 이중외피구조형 중에서 직접획득형과 부착온실형⁵⁾ 그리고 여러 유형을 조합한 조합형(직접획득형과 구조판식의 조합) 등의 3개 유형이 보급되었다.⁶⁾

그런데, 1980년에 보급된 직접획득형 자연형 태양열 교실은 일반학교교실에서 남측창의 유리만 단층유리에서 복층유리로 쓰고, 정남을 이용하였다는 면에서만 차이가 있으므로 일반학교교실과 다를 바 없다.

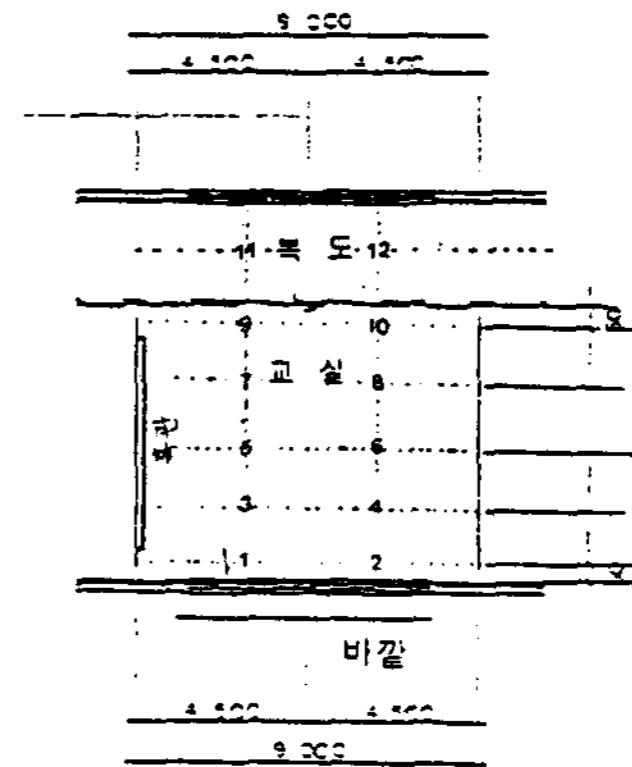
그러므로 '80년도 학교교사 표준설계도와 '82년도 자연형 태양열학교 표준도면을 적용하지 않은 태양실형 자연형태양열학교 교실의 여름과 겨울의 서울지역에서의 직사광선폭을 나타내면 다음 그림과 같다.



[그림 4] 직사광선폭

조도계 사양

Receptor : Silicon photocell
 Spectral Response : 400~760mm± 2% (C.L.E 표준)
 Acceptance-Angle error : 30°± 2%
 60°± 7%
 80°± 25%
 Measuring Function : Lux(I_x) or footcandle(f_c)
 Measuring Range : 0.01~99.900 I_x
 0.001~9.990 f_{cd}
 Accuracy : ± 3% (C.L.E 표준 규격)



[그림 5] 교실 조도 측정점

III. 빛환경 실측 실험

학교 교실에 대한 실지 조도 측정은 일본 MI-NOLTA社의 'ILLUMINANCE METER T-IH'로 측정하였다. 이 조도계의 사양은 다음과 같다.

측정점 위치를 1~12로 표시하여 교실 평면도 상에 나타내면 다음 [그림 5]와 같다.

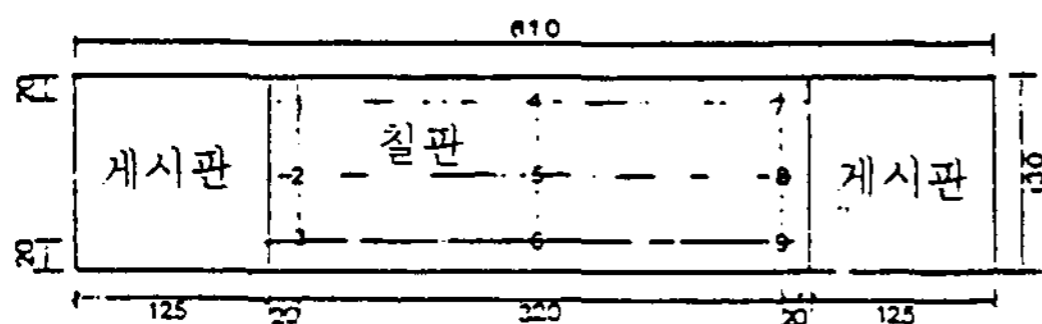
Table 1. 학교개요

| | 충주여고 | 예성여중 | 예성여고 | 도성국교 | 교동국교 | 오류국교 |
|-------|---------|------------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 위 치 | 충주시 용산동 | 충주시 호암동 | 충주시 호암동 | 서울·역삼동 | 서울·경운동 | 대전·오류동 |
| 측정기간 | '92.3.5 | '92.3.6 | '92.3.7 | '92.3.13 | '92.3.12 | '91.12.2 |
| 향 | 남 향 | 남 향 | 남 향 | 남 향 | 남 향 | 남 향 |
| 건물형태 | ·자형 | ·자형 | —자형 | —자형 | —자형 | —자형 |
| 일반구조 | 조적조 | 콘크리트옹벽식구조 | 철근콘크리트라멘조 | 철근콘크리트라멘조 | 철근콘크리트라멘조 | 철근콘크리트라멘조 |
| 학교특징 | 일반학교 | 빛 환경 개선 (단열보강)학교 | 직접획득형 학교 | 태양실형 학교 | 일 반 학 교 | '82년도 자연형 태양열 학교 |
| 층 수 | 2 층 | 4 층 | 4 층 | 4 층 | 4 층 | 4 층 |
| 집열창구조 | AL창 | AL창 | 철제창 | AL창 | AL창 | AL창 |

Table 2. 지역별 학교 교실 조도측정결과

| 지역 | 충주지역 | | | | | | 서울지역 | | | | 대전지역 | |
|----|--------------------|------|--------------------|------|---------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|------|---------------------|------|
| | 충주여고 ⁸⁾ | | 예성여중 ⁹⁾ | | 예성여고 ¹⁰⁾ | | 도성국교 ¹¹⁾ | | 교동국교 ¹²⁾ | | 오류국교 ¹³⁾ | |
| 부위 | 교실 | 칠판 | 교실 | 칠판 | 교실 | 칠판 | 교실 | 칠판 | 교실 | 칠판 | 교실 | 칠판 |
| 1 | 601 | 105 | 12500 | 1040 | 9450 | 568 | 975 | 421 | 332 | 103 | 1370 | 966 |
| 2 | 853 | 109 | 13200 | 1450 | 11500 | 771 | 631 | 414 | 143 | 116 | 1640 | 1173 |
| 3 | 362 | 154 | 3710 | 1420 | 3730 | 932 | 459 | 434 | 249 | 124 | 1280 | 2009 |
| 4 | 523 | 65.4 | 3740 | 612 | 2150 | 273 | 682 | 343 | 180 | 79.6 | 1040 | 256 |
| 5 | 204 | 66.2 | 1840 | 873 | 670 | 442 | 237 | 350 | 117 | 89 | 368 | 1897 |
| 6 | 219 | 73.0 | 1410 | 1130 | 704 | 534 | 283 | 359 | 112 | 94 | 382 | 2086 |
| 7 | 130 | 52.0 | 1320 | 430 | 361 | 202 | 107 | 254 | 63.8 | 64.7 | 272 | 159 |
| 8 | 104 | 51.2 | 1070 | 537 | 309 | 234 | 177 | 265 | 76.2 | 60 | 135 | 286 |
| 9 | 101 | 45.3 | 932 | 768 | 203 | 291 | 122 | 271 | 45.6 | 60.6 | 127 | 1792 |
| 10 | 72.8 | | 642 | | 237 | | 209 | | 50.9 | | 81 | |
| 11 | 813 | | 2630 | | 1930 | | 773 | | 158 | | 380 | |
| 12 | 107 | | 2570 | | 2160 | | 1040 | | 276 | | 351 | |

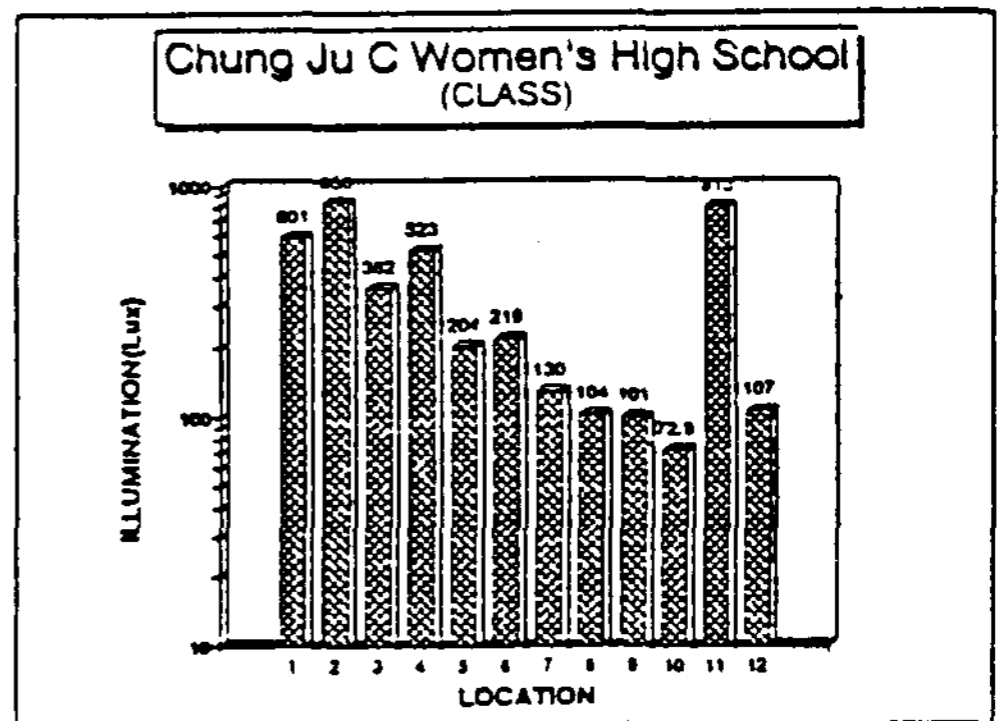
그런데, 측정점의 높이는 학생 책상(4호 규격)⁷⁾ 높이에 일치시켜 교실 바닥면에서 59cm로 하였으며, 칠판은 전국에서 보편적으로 사용되고 있는 가로 610cm, 세로 130cm 규격으로써 칠판 조도 측정점 위치는 [그림 6]에서의 1~9와 같다.



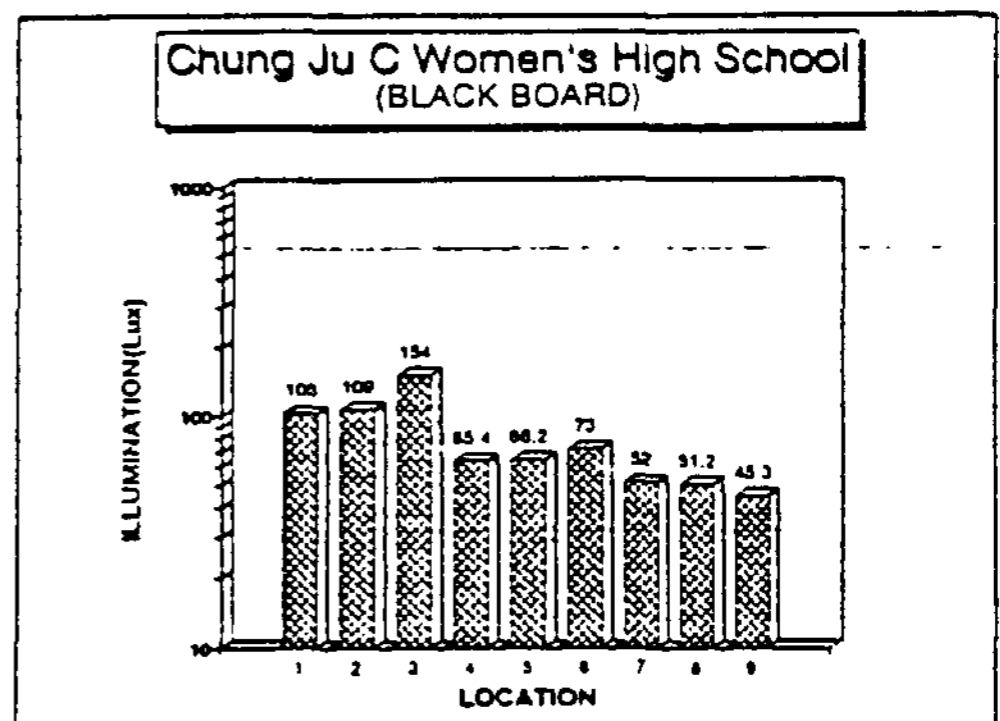
[그림 6] 칠판 조도 측정점

측정학교의 학교별 개요는 Table 1과 같다. 그리고, 측정결과는 Table 2와 같다.

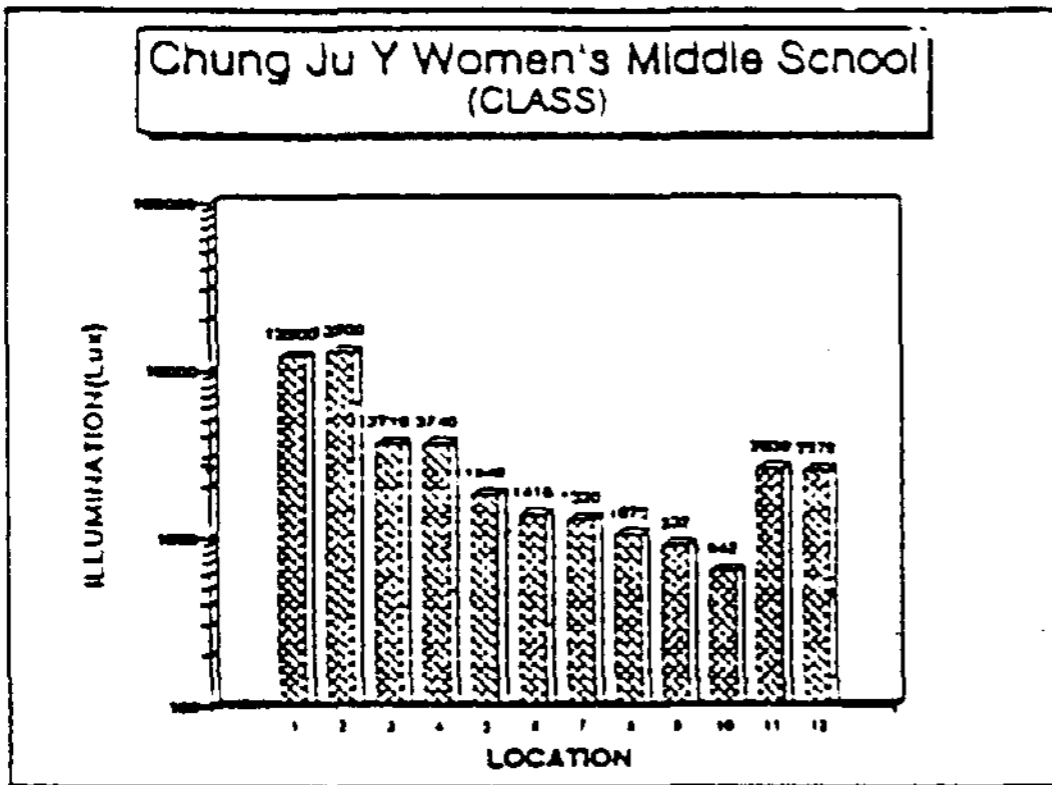
상기표에 의하면, 창측에 가까울수록 높은 조도를 나타내며, 복도측에 갈수록 낮은 조도를 나타내어, 같은 교실내에서도 창측과 복도측 또는 칠판 경우 상하좌우에 따라 조도차가 크게 발생할 수 있다. 이를 알기 쉽게 막대그래프로 표시하면 다음과 같다.¹⁴⁾



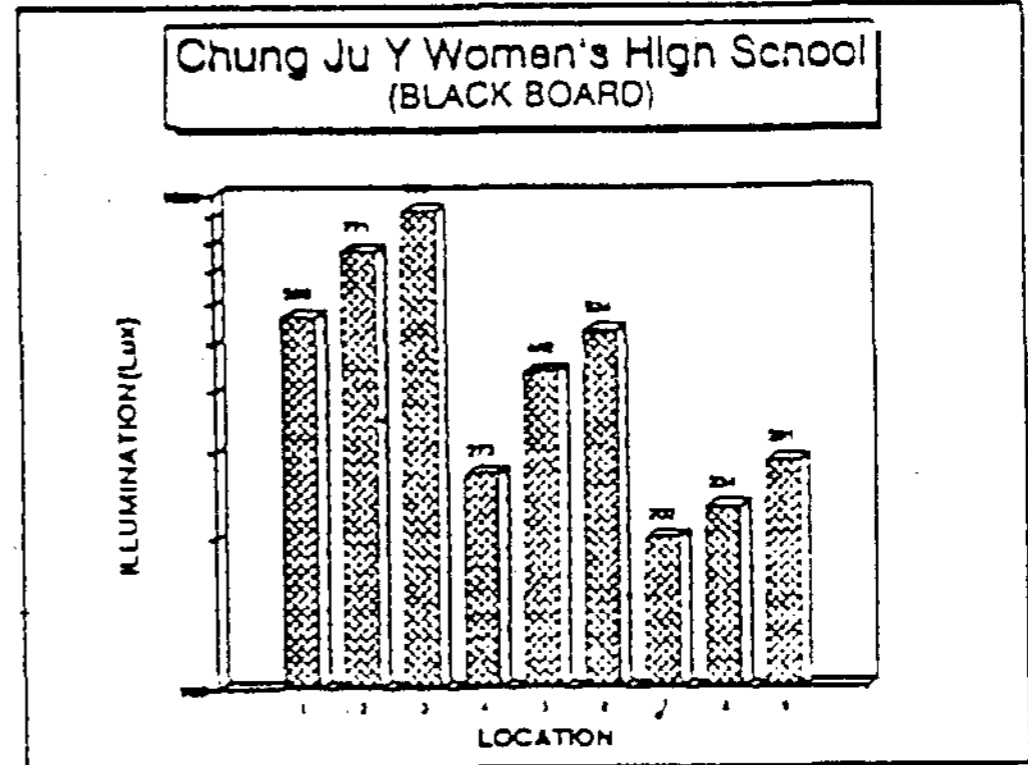
<ㄱ> 충주여고 -교실-



<ㄴ> 충주여고 -칠판-

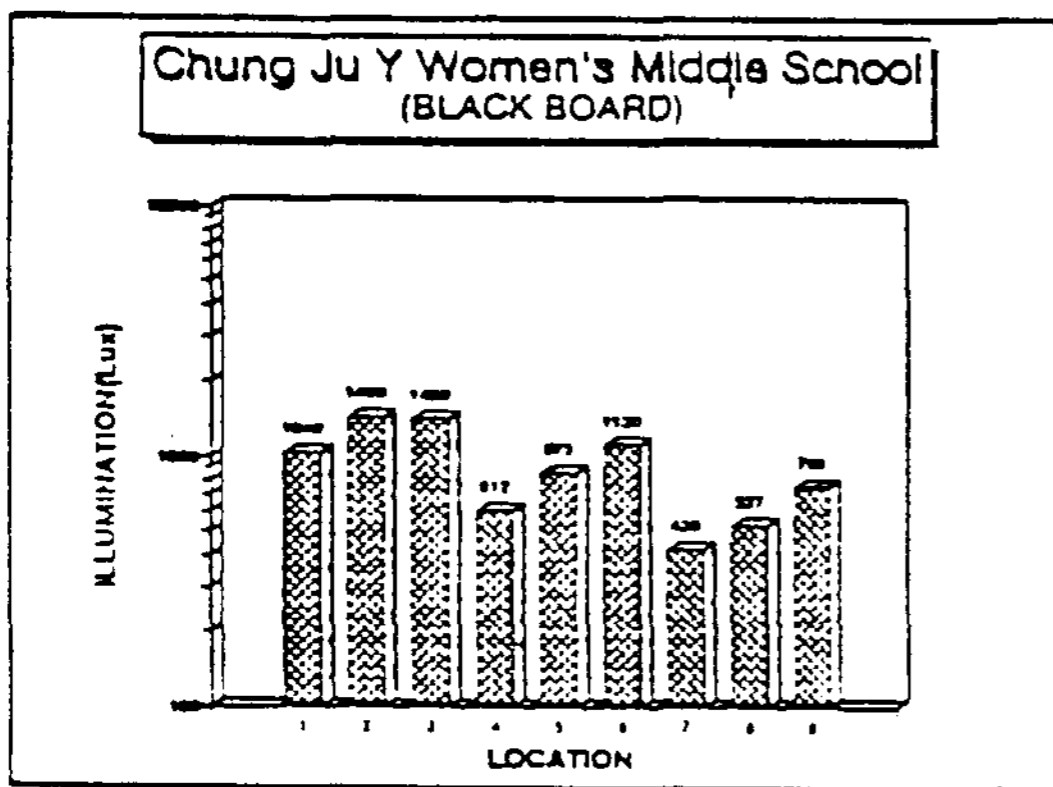


<ㄷ> 예성여중 -교실-

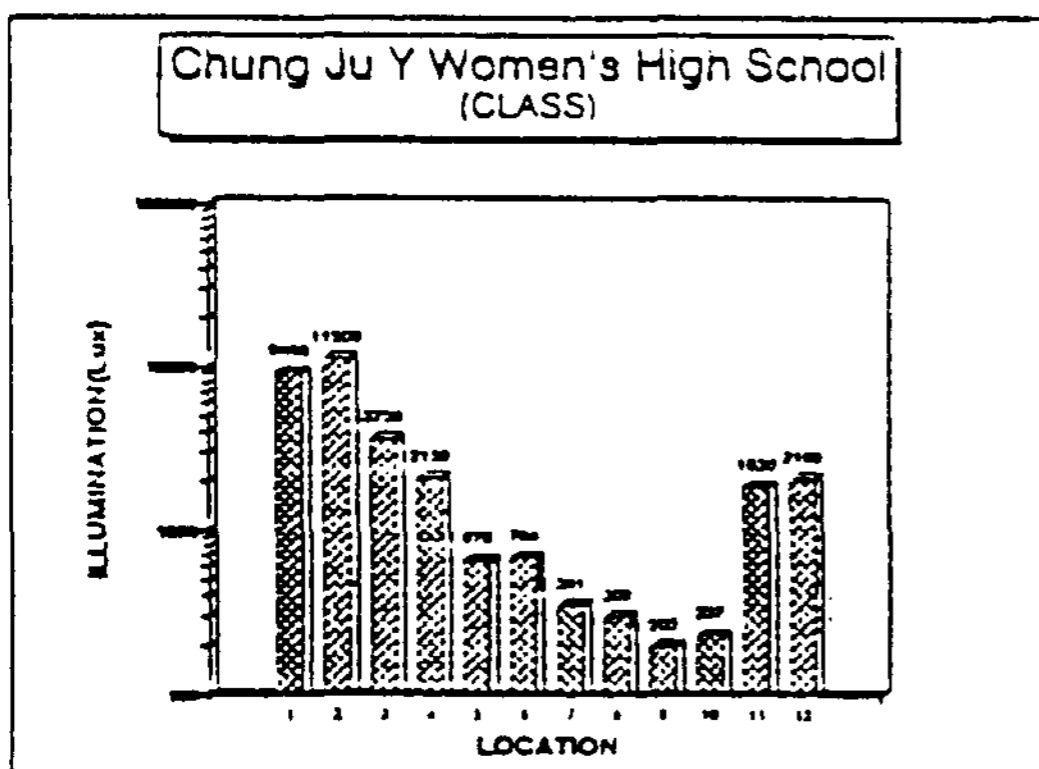


<ㄴ> 예성여고 -칠판-

[그림 7] 학교별 교실 조도측정결과



<ㄹ> 예성여중 -칠판-



<ㄹ> 예성여고 -교실-

IV. 개선 및 검토

1980년도부터 태양열 이용학교가 우리나라에 건립되기 시작하였는데, 이제까지 건립된 태양열 학교는 전부 자연형 태양열 시스템을 채택한 자연형 태양열 학교로서 적용 시스템은 직접획득형, 부착온실형 그리고 조합형 등의 3개 유형이었다.

그런데, 기존의 유형 중 직접획득형 및 조합형 ('82년도 자연형 태양열학교) 경우는 일사가 직접 교실로 사입되어 창가측 학생들에게 있어서 시력저하를 가져 올 뿐 아니라, 10월초부터 11월 중순까지 또는 3월초부터 4월 중순까지의 비난 방기에 있어서 오전 11시 이후 따스한 햇볕은 아침에 두꺼운 옷을 입고 나온 창가측 학생들에게는 참지 못하는 더위를 주며, 또한 교사들로 하여금 밝은 창가측과 어두운 북쪽 북도측을 번갈아 보며 수업을 함으로써 짜증을 불러 일으키는 등의 문제점을 야기시키고, 더구나 여름철 일사의 피해를 줄이기위해 설치되는 차양은 공사비의 증감을 가져왔다.

그리고 부착온실형은 초기투자비의 현저한 증가에도 불구하고 에너지절약면에서 뿐만 아니라 빛환경에서도 개선이 이루어지지 않았고, 무엇보다도 학생과 교사로 하여금 답답함을 느끼게

하였으며, 그리고 여름철에는 원활한 맞통풍이 이루어지지 않았다.

따라서, 자연형 태양열시스템 분류상 직접 획득형, 조적벽형, 축열지붕형, 부착온실형, 자연대류형, 이중외피구조형 중 조적벽형은 미관 및 빛환경 그리고 학생들의 정서면 등으로 학교 교실에 적용하기엔 무리가 따르고, 축열지붕형과 자연대류형은 일률적으로 배분되는 현재의 학교 교실 건축비에 비해 상당히 공사비 증가를 가져올 뿐만 아니라, 단층건물 경우가 아니므로 열적으로도 효율을 최대화 할 수 없다.

그리고, 이중외피구조형은 미관, 빛환경, 정서면 등에서 조적벽형과 마찬가지로 나쁠 뿐만 아니라, 건축비가 최대로 증가하므로 좋지 않다.

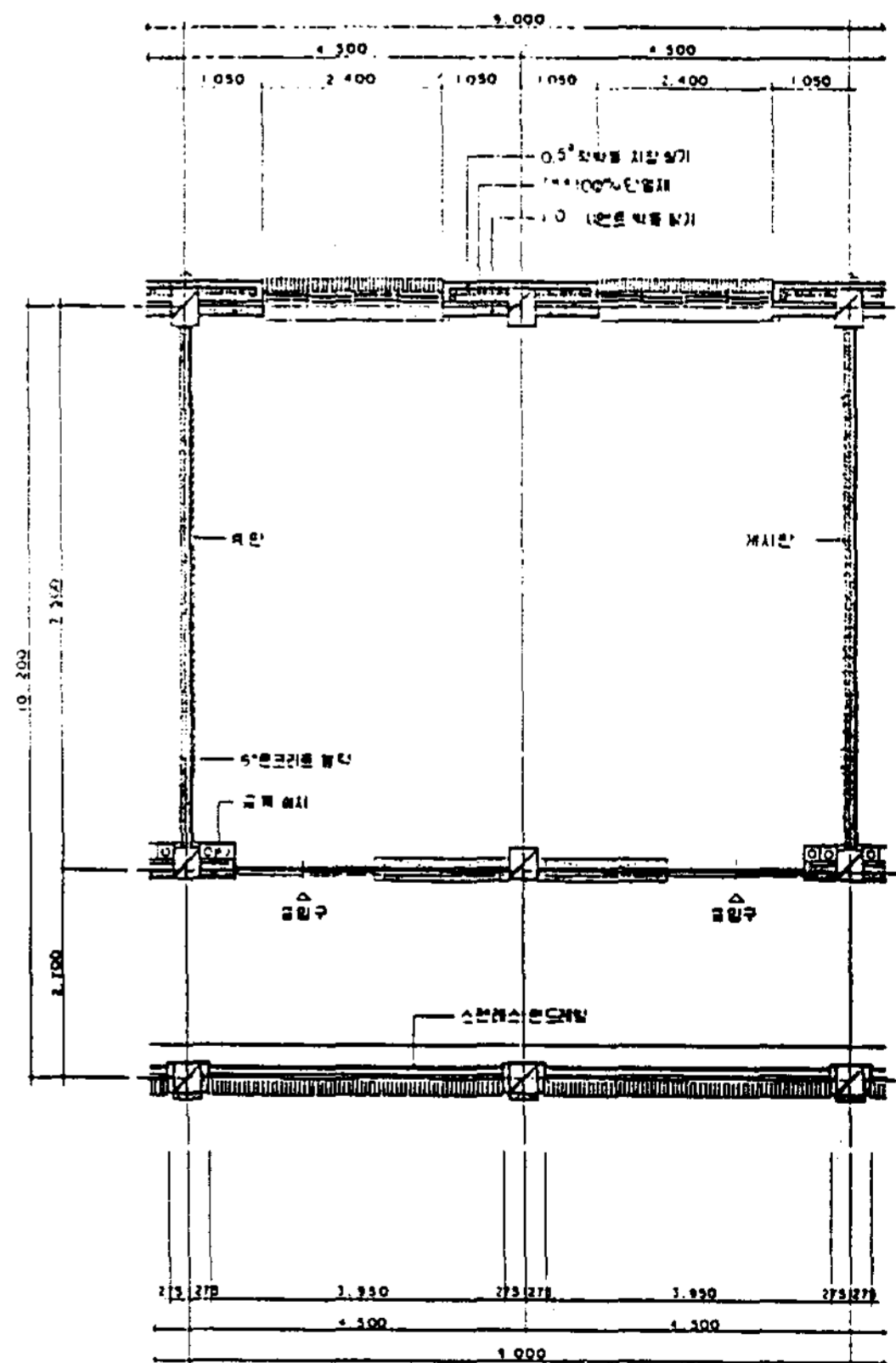
따라서, 직접 획득형, 부착온실형 그리고 각 유형을 2개 이상 조합한 조합형 등이 학교 교실에 적용 가능한 데 이중 직접 획득형, 부착온실형, 그리고 한종류의 조합형은 앞서와 같이 시도되었던 것이다. 그리하여 각 시스템에 대한 장단점을 분석하고, 현재 교육부에서 배분하는 학교 교실당 공사비에서 무리가 없는 한도에서 건립될 수 있는 새로운 자연형 태양열 학교 교실의 설계 개념을 보완하면서, 빛환경 등을 보다 중시하여, 평면상으로 보았을 때는 남측복도형¹⁵⁾이고 열시스템적으로 보았을 때는 온실형인 자연형 태양열 학교를 제안한다.

그런데 이 남측복도형 자연형 태양열 학교에 있어서, 온실형이라는 시스템 열효율 자체는 다른 시스템에 비해 최상이라고 할 수는 없겠지만, 복도라는 상주공간이 아닌 통로공간을 태양열 시스템 구성상 수열과 집열의 공간인 온실로, 별도의 공간을 두지 않고, 그대로 이용하고 종래 남측교실에 있어 직사광선에 의한 교실내 조도 불균형 및 현휘현상 등이 교실내의 수업에 있어 학생들의 시선산만의 원인이 되고, 무엇보다도 성장기 학생들의 안과적 건강을 크게 해치는 요인이 되었던 점 등을 크게 개선할 수 있으리라 본다.

한편, 초·중·고등학교 건축은 교육적 특성과

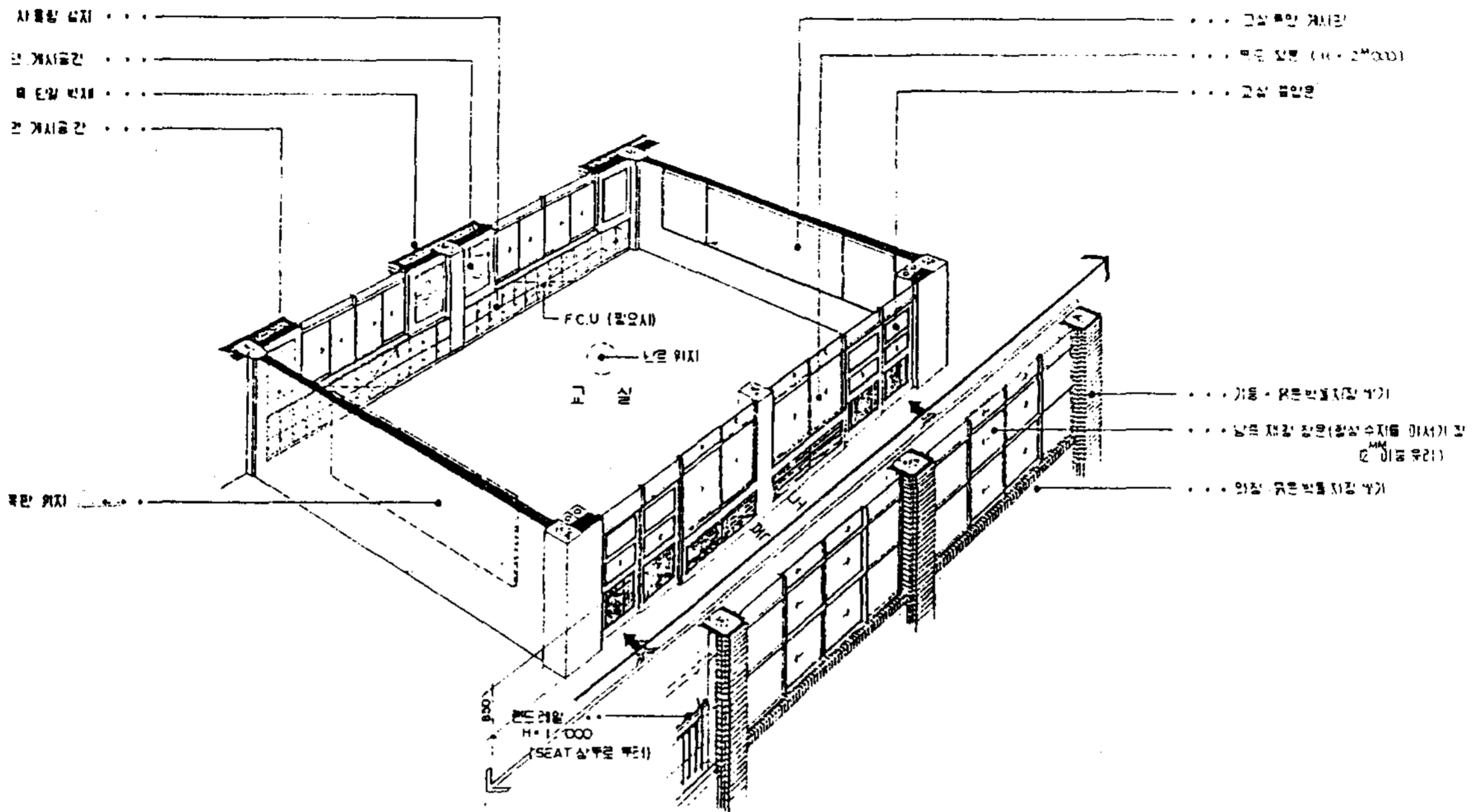
경제적 여건을 봐서도 편복도형교실¹⁶⁾ 배치를 주로 하게 되는데, 그럴 경우 복도가 북측에 배치되는 것은 타당한 것이다.

그런데, 재래의 학교가 북측에 복도를 둠으로써 겨울에 북측의 찬기운을 복도라는 완충공간을 통해 한번 더 막아 주는 역할을 하는데, 오늘날 국내건축기술의 향상과 재료의 발달로 북측면의 열차단은 이중창이라든지 벽체단열 등으로 인하여 문제가 없으며¹⁷⁾ 또한 남측복도를 통해 교실내 직사광선을 피하면서, 천공광을 보다 많이 받아들일 수 있도록 높고, 넓은 창을 계획하여 실내 주광조도를 향상시키고, 시각적인 수업환경을 좋게 할 수 있으므로, 남측복도형 자연형 태양열 학교를 제안하는 것이다[그림 8, 9, 10 참고].

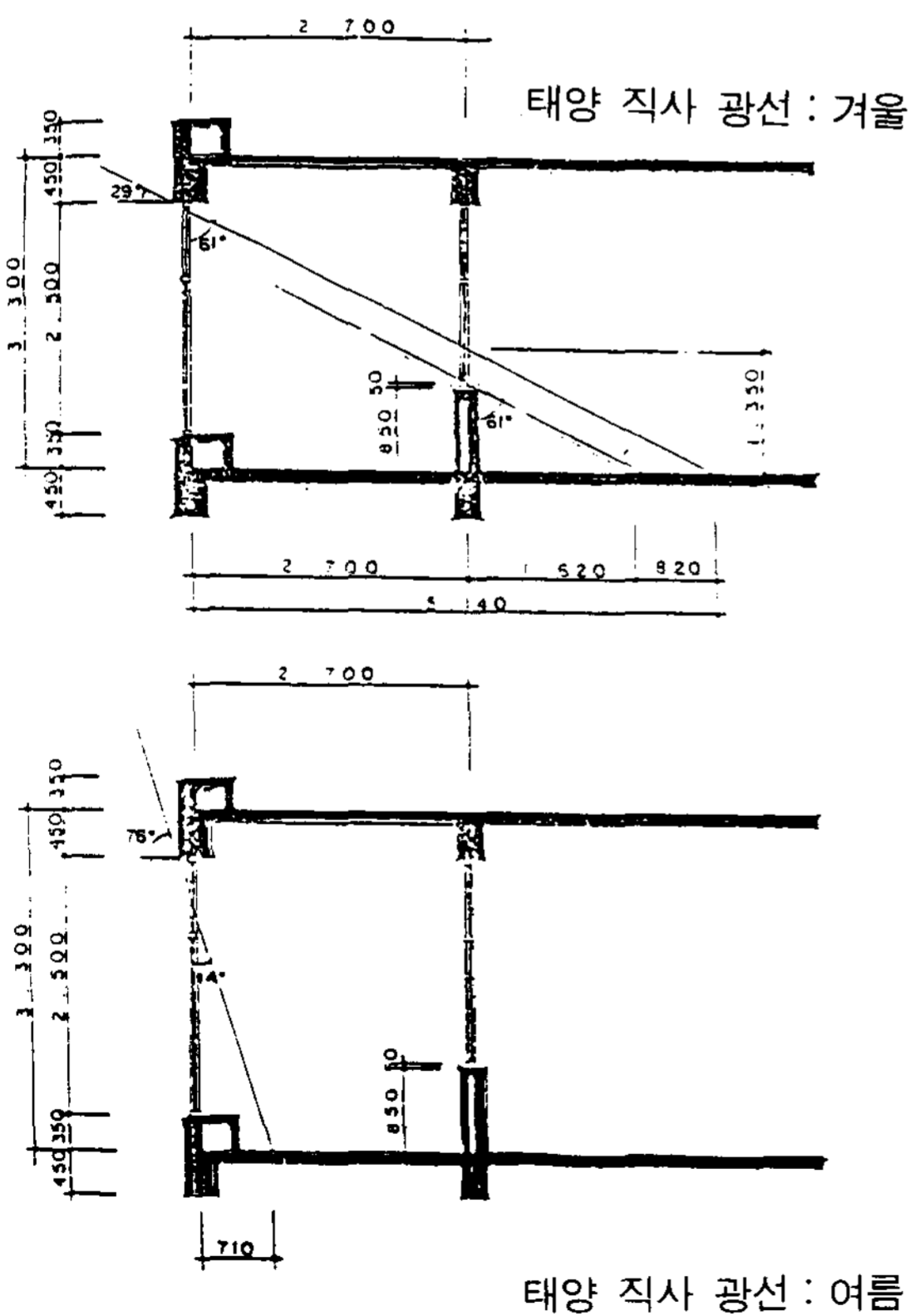


[그림 8] 남측복도형교실 단위 평면도

학교교실에 대한 주광을 예측 방법으로는



[그림 9] 남측복도형교실 투시도



[그림 10] 태양직사광선폭

IES법¹⁹⁾이 여러 가지 변수들을 고려한 점으로 보아 합리적인 방법이나, 아직 우리나라에서는 이에 대한 각 변수의 값이 정확히 나타나 있지 않아 계산상의 어려움이 따르므로, 여기서는 총광속법을 사용하였다. 이 방법은 폐쇄된 공간에 개구부를 통해 빛이 들어오는 것을 계산하는데, 이때 창면의 조도에 창면적을 곱하여, 창을 통해 들어오는 총광속량을 구하는 것이다. 이 유효광속을 바닥면적으로 나누면 평균 바닥면 조도를 구할 수 있다. 그러나 특정지점의 조도를 알기 위해서는 조명율(utilization factor : UF)을 알아야 하는데, 이러한 방법은 미국에서 널리 사용되는 방법으로 주광조명설계의 총광속법 또는 루멘법이라고 한다. 이를 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$\phi_l(\text{lumen}) = E_w \times A_w \dots\dots\dots (1)$$

$$E = \frac{E_w \times A_w \times UF \times MF \times GF \times B}{A_f} \dots\dots\dots (2)$$

$$DF = \frac{A_w \times UF \times MF \times GF \times B}{A_f} \dots\dots\dots (3)$$

Table 3. 유형별 일반교실주광율

| 변 수 | 유 형 | '80년도 국민학교 표준도면 | '82년도 자연형 태양열학교표준도면 | 남측복도형자연형 태양열학교 |
|-----------------------------|-----|---------------------|------------------------|---------------------|
| 창 면 적(A _w) | | 17.66m ² | 17.66m ² | 22.68m ² |
| 유 효 창 면 적(B) ²⁰⁾ | | 0.80 | 0.70 | 0.85 |
| 주 광 율(DF) | | 7.9 | 6.9 | 10.8 |

여기서, E_w : 창면조도(I_x)
 A_w : 창면적(m²)
 E : 작업면 조도(I_x)
 UF : 조명율로써 이 값은 실지수(room index : RI)와 천정과 벽 마감재의 반사율, 창의형태(천창, 측창등)창에 대한 검토점의 위치 등에 따라 영향을 받는다.
 MF : 유지율(maintenance factor)로써, 유리에 끼는 먼지와 기타 투과체의 손상을 고려한다.
 GF : 글래스율(glass factor)로써, 투명유리 이외의 투과체를 사용했을 경우에 고려한다.
 B : 유효창면적율로써 창의 유효면적을 감소시키는 창틀이나 기타 장애물을 고려한다.
 A_f : 바닥(또는 작업면) 면적(m²)
 DF : 주광율

식(3)에 의하여 앞서의 3개 유형 학교의 일반 교실에 대한 주광율을 분석하면 다음표와 같다. 그런데 여기서 유지율은 0.9로 그리고 글래스율은 0.85로 조명율은 0.5 그리고 바닥면적은 67.5m²로 같게 하였다.

상기 표에 의하면 남측복도형 자연형 태양열 학교의 일반교실의 주광율이 다른 유형보다 양호하다.

한편, 교실의 창설계에서의 현휘²¹⁾는 교실내의 주광율과 함께 학생들에게 중요한 문제인데, 이 두 요소는 서로 이율배반적인 영향을 미친다. 예컨대, 보다 높은 주광율을 얻기 위해서는 창 크기를 증가시켜야 하지만, 반면에 현휘를 고려

하면 창의 크기는 작게 하거나 차양장치가 필요하다.

따라서 교실내의 현휘를 조절하기 위해, 창에 학생들이 쉽게 조절가능한 커튼이나 블라인드장치 등의 일시적인 방법을 하거나, 돌출차양 아니면 남측복도형 자연형 태양열학교교실과 같이 완충공간(복도) 등을 두는 영구적인 방법을 쓸 수 있다. 그러나, 영구적인 방법을 쓸 경우 많은 빛이 사입되도록 실내에 높은 반사율의 재료마감을 함으로써 실내조도를 다소 향상시킬 필요가 있다.

V. 결 론

초·중·고등학교 교실에서는 다양한 학습 활동과 학습 장소에 따라 다양한 수준의 조도가 요구되는데, 우리나라는 미술·음악실과 도서실에서 300Lux의 비교적 높은 수준을 요구하고 있는 반면에 보통교실에서는 200Lux의 비교적 낮은 수준을 요구하고 있다.²²⁾

그런데 보통교실의 경우 일본과 미국에서는 각각 200Lux(일본),²³⁾ 300~400Lux(미국)²⁴⁾을 요구하고 있는데, 우리나라는 보통교실에서의 실제 조도가 200Lux이하 경우가 많으므로 이로 인하여 효과적인 교수·학습 활동에 많은 지장을 받고 있다.

한편, 기존학교 경우 교실내의 현휘를 조절하기 위해 보통 창에 학생들이 쉽게 조절 가능한 커튼이나 블라인드장치 등의 일시적인 방법을 하나, 이 경우 채광 뿐만 아니라 겨울에는 태양열수열

에도 문제가 있으므로²⁵⁾ 남측복도형교실 경우와 같이 돌출차양과 같은 완충공간(복도)를 두면 쉽게 이 문제가 해결된다. 그리하여, 교실에 인입되는 직사광선이 최소화됨으로써, 학생 및 교사의 시력보호 등 빛환경이 양호해지는 것이다. 그런데, 이 경우는 복도를 통해 많은 빛이 사입될 수 있도록 복도를 높은 반사율을 지닌 재료로 마감함으로써 실내조도를 향상시킬 필요가 있고, 교실내부도 역시 모든 부위를 반사율이 높은 재료를 쓰되, 흐린날과 야간을 위해 인공조명을 쓸 경우 광색에 도움이 되도록 벽면을 밝고 온화한 색으로 마감할 필요가 있다.

참 고 문 헌

1. 이경희, '건축환경계획', 문운당, 1986
2. 이언구외, '건축환경과학', 태림문화사, 1989

3. 유호천외, '국민학교 교실의 빛환경 성능평가에 관한 연구', 대한건축학회학술발표논문집, 제9권 2호, 1989, pp.404~407
4. 김정태, 《학교교실의 주광환경 평가에 관한 연구》, 연세대박사논문, 1985.
5. 임상훈, 《태양열 학교건축의 환경계획에 관한 연구》, 동국대박사논문, 1991
6. 문교부, 《학교교사 표준설계도 연구보고서》, 1980
7. 오진석외, 《학교자체평가안내서》, 한국교육개발원, 연구보고 RR 88-8, 1988
8. Basil Castaldi, 《Educational Facilities》, Allyn and Bacon, Inc., 1982
9. 梅干野 晁 外, 《パッシブシステムを取り入れた北向き教室の環境工學的研究》, 日本建築學會大會學術講演概要集, 1991.9

주

- 1) 학교 건물에 있어서 교실의 향에 대한 연구는 1895년 일본에서 「학교건축도설명」에서부터 활발히 시작되었는데, 이 연구에 있어 교실의 향에 대한 1단계 논의의 종결은 교사 위생상의 이해조사 보고(三島, 1902년)에 의해 이루어져, 그후 우리나라와 일본은 오늘날까지 북측편복도 남측교실을 선호하고 또한 대부분 남측교실로 건립되어져 왔다. 그런데, 일본에서는 明治시대 때 건립된 많은 학교가 낡고 시설등이 뒤떨어져 1980년대 후반에 와서 개축되어지기 시작하였는데, 이때 마침 1990년 페르시아만 사태가 발생하여 태양열의 보다 적극적 이용을 위해, 열적인 면에서 뿐만 아니라 자연채광면 등에서 남측교실에 대한 문제점이 다시 부각되기 시작하였다. 그리하여, 자연형 태양열 시스템을 이용한 북향교실의 환경공학적 연구(梅干野 晁 1991년)가 남향교실재검토 및 북향교실의 제안의 면에서, 그리고 북향교실의 공학적 열환경 연구(都根永, 梅干野 晁, 1991년)가 남향교실과 북향교실의 열환경 특성에 대해 정량적으로 분석되면서 이 분야에 대한 연구가 향후 활발히 진행될 것 같다.
- 2) 우리나라 초등교육의 효시로서 조선 개국 503년(고종 31, 광서 20년, 1894년) 9월 18일에 왕실 자녀의 신교육을 위하여 왕실 설립 교동소학교로 개교하였으며, 이어 한성사범학교가 설립되어 부속 소학교로 지정되었다. 그 후 한일합방(1910년)으로 교동공립보통학교로 개칭되었고, 1927년 대 화재후 현재 건물이 개축되었던 것이다.
- 3) 실지로 조립식학교는 국민학교 1개소(서울·양천구 목동, 월촌국민학교), 중학교 1개소(서울·강동구 성내동, 성내중학교)만 건립되었다.('91년 10월 현재).
- 4) 건설부 등에서는 화장실, 특별교실 등 각 부분별 표준설계도를 중학교와 국민학교를 비분리하여 공고하기도 하는데, 예컨대, 건설부 공고 제9호('86년 1월 24일)에 보면 초·중·고등학교 수세식 변소 표준설계도 등이 있다.
- 5) 본 고에서는 남측복도형 자연형 태양열 학교 교사와 구분하기 위해 태양실형으로 명명.
- 6) 한편, 태양열 교실이 있는 일부 학교에 있어서는 옥상에 설비형 태양열 시스템을 설치하여 관리실 예컨대, 교장실이라든가 숙직실에 이를 이용토록 하기도 하지만, 요즈음엔 전혀 가동하지 않고 있으며, 대부분 폐기 조치되었다.(원곡국민학교, 도성국민학교등 1980년대초 건립된 학교 경우 일부 설치되었던 것임)
- 7) 학생키 130~137cm 기준(책상과 결상은 1호에서 8호까지 있는데, 책상의 윗면 크기는 가로 60cm, 세로 40cm로써 모든 호수가 이 크기는 동일하며 다만, 높이만 차이가 있다)
- 8) 오후 4시부터 5시까지 2번 측정된 값의 평균값임. 운동장에서의 전청공 조도는 오후 4시 50분에 6,180Lux. 측정교실은 1층 1학년 1반 교실이며, 보슬비가 내렸으며, 칠판부분 일부는 교육용 TV로 인하여 그림자가 생겼음.
- 9) 오전 11시 30분부터 12시 20분까지 2번 측정된 값의 평균값임. 운동장에서의 전청공조도는 오전 12시에 16,300Lux. 오전 12시 30분 60,700Lux. 측정교실은 4층 3학년 4반 교실이며, 구름이 있는 날씨로 조도가 순간적으로 해와 구름과의 관계로

변함.

- 10) 오전 11시부터 12시까지 2번 측정한 값의 평균값임. 운동장에서의 전청공조도는 오전 11시에 31,900Lux. 오전 12시에 41,700Lux. 측정교실은 2층 1학년 7반 교실이며, 계단측 교실임.
- 11) 오전 12시 30분부터 오후 1시 40분까지 2번 측정한 값의 평균값임. 운동장에서의 전청공조도는 구름이 낀 맑은날인 관계로 오후 1시 39분에 38,200Lux였다가 금방 51,100Lux로 바뀔, 태양실부위의 조도는 교실과 같은 방법으로 측정한 결과 전청공조도 38,200Lux때 앞부분 11,700Lux 뒷부분 13,800Lux였으며, 51,100Lux때는 20,500Lux와 20,900Lux였음.
- 12) 오전 10시 30분부터 11시 30분까지 2번 측정한 값의 평균값임. 운동장에서의 전청공조도는 오전 10시 30분에 12,500Lux. 11시 10분에 13,900Lux. 측정교실은 2층 5학년 1반 교실.
- 13) 오전 8시 16분부터 30분동안 2번 측정한 값의 평균값임. 운동장에서의 전청공조도는 5,040Lux.
- 14) 지면관계상 충주지역 학교에 한하여 막대그래프 그림을 게재합니다.
- 15) 충주예성여자고등학교가 배치상으로 운동장쪽에 복도를 두고 있어, 열 및 빛환경을 제외하고는 소음이라든가 학생관리등 교육환경면에서 남측복도형학교와 유사한 형태를 하고 있는데, 예성여자고 교장(윤병기)에 의하면 교육상으로 기존 학교와 별다른 차이를 못느끼나 소음이 적어 좋다고 함.(1991. 3. 1. 방문실태조사)
- 16) 장난이나 뛰다니기를 좋아하는 학생들에게 단순한 동선으로 안전한 통행을 보장하며, 이 뿐 아니라 교실의 가변성을 높인다는 의미에 있어서 등의 교육적 특성과 현재 1교실당 2,150만원씩 일률적으로 지급되는 건축비에 대한 경제적 현실.
- 17) 물론 북측에 복도가 있으면 복도의 완충역할로 교실내의 열손실은 남측복도형보다 감소된다.
- 18) 직사광선이 교실내에 사입되는 시간을 월별로 나타내면 다음과 같다.
 - 1월21일 : 종일 사입
 - 2월21일 : 10시~15시 차단
 - 3월21일 : 완전 차단
 - 9월21일 : 완전 차단
 - 10월21일 : 10시~15시 차단
 - 11월21일 : 종일 사입
 - 12월21일 : 종일 사입
 따라서, 봄·여름·가을철엔 직사광선이 수업시간중엔 거의 차단되고, 햇볕이 따스롭게 느껴지는 겨울철에만 일부 사입되므로, 자연채광을 고려하여 원설계도면대로 하여도 무리가 없으리라 본다.
- 19) Illuminating Engineering Society法은 실의 창측, 중앙부, 내측의 주광을 검토하고 브라인드, 스크린, 지면 등의 반사율을 많이 고려한다.
- 20) B는 표에서 구하는데, '80년도 국민학교 표준도면에 의한 교실에서는 운동장측외부창은 금속제이고, 복도측 창은 목재창이므로 유효 창면적율을 0.8로 간주하였고, '82년도 자연형 태양열학교 표준도면에 의한 교실에서는 양측 모두 목재창이므로 0.7, 남측복도형 자연형 태양열학교 교실에서는 양측 모두 금속재 창이므로 0.85로 계산
- 21) 현휘란 시야내에 눈이 순응하고 있는 휘도보다 현저하게 높은 휘도부분이 있거나, 휘도대비가 큰 부분이 있으면, 눈부심 현상이 일어나고 보는데 방해가 되며 불쾌감을 느끼게 하는 것을 말하며, 보는데 방해가 되는 경우를 감능현휘, 불쾌감을 느끼게 하는 경우를 불쾌현휘라 한다.
- 22) 문교부, '학교교사 표준설계도 연구보고서', 1980, p.105.
- 23) 양지민, '국민·중학학교 건축연구 : 학교건축총서 4', 중화민국학교건축연구학회, 중화민국 75년, p.137.
- 24) 미국의 시설 용도별 조명 기준(자료 : Basil Castaldi, 'Educational Facilities', Allyn and Bacon, Inc., 1982, p.280.)
- 25)
 - 일본 경우 남향교실에 있어서 겨울철 난방가동기간 중 커튼을 치는 비율이 50%이상 75%까지 되므로 실지 맑은 날 교실에서 태양열을 이용하지 못하고 있다고 평가(Akira Hoyano, '자연형 태양열 시스템을 이용한 북향교실의 환경공학적 연구' 일본 건축학회 학술 강연개요집, 1991. 9)
 - 우리나라 경우도 겨울철엔 커튼이 설치된 학교는 커튼을 맑은날 직사광선을 피하기 위해서 사용하며, 미설치된 학교는 유리창을 반투명 유리로 교체해 줄 것을 교육위원회 등에 건의

ABSTRACTS

SOLAR ENERGY VOL. 12, NO.1, 1992

An Experimental Study on the Interior Visual Environment of Classrooms in the Existing School Buildings**Lim, Sang-Hoon · Chun, Won-gee · Auh, Chung-moo · Lee, Nam-Ho***Korea Institute of Energy Research*

The conventional school building design, which locates the hallway on the north side of the classroom, has proven to be very ineffective for indoor light control. Especially, glares and dark spots on the work plane as well as nonuniform illuminance on the chalkboard were causing undesirable visual effects for the students. The present study has investigated various problems with the classroom in the existing elementary and(junior) high school buildings from the point of indoor visual environment, and made some suggestions for possible solutions.

Solar Absorption System Analysis with Spreadsheet Models**Choi, Hong Kyu · Rocco A. Fazzolari****Korea Solar Creative Cooperation****Nuclear and Energy Engineering Dept. University of Arizona*

An hourly simulation model of a solar LiBr-water absorption cooling and heating system (for bervity, solar absorption system) is presented, based on SuperCalc spreadsheet computational procedures. This paper demonstrates the value of using spreadsheet simulation techniques by examining the thermal performances of a solar absorption system. The hourly heating and cooling coil loads for a typical office building in Tucson, Arizona are modeled and calculated using ASHRAE methods. The details of the algorithms for the components and control schemes are presented. Two case studies are also presented using real system parameters.C

Natural Convection Heat Transfer from a Hot Body in an Inclined Square Enclosure**Kwon, Sun-Sok* · Chung, Tae-Hyun****