

CHAPTER 5

Solar Radiation

5.1 INTRODUCTION

사람들은 꽤 많은 생물이 태양에 의존한다는 것을 알고 있었기 때문에 태양을 신처럼 숭배해 왔다. 최근 과학과 기술의 급속한 발전으로 모든 문제는 우수한 기술로 해결 될 수도 있고 더 이상 자연과의 조화도 필요하지 않다고 믿게 되었다. 이러한 태도의 건축적인 일례는 사막에 에너지를 아주 많이 소비하는 공조기에 의해서만 사람이 살수 있는 아주 넓은 창을 가진 건물과의 관계에 대해서 다시 고찰하도록 우리를 설득했다. 자연과 조화로운 기술로부터

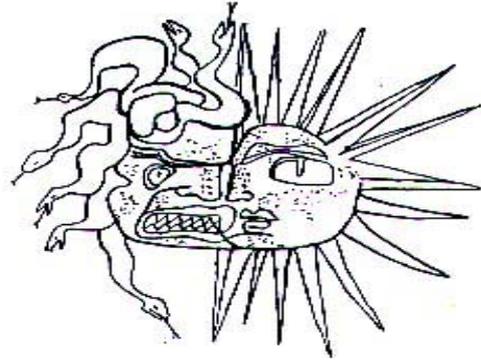


그림1. 일년중 일부는 태양이 우리의 친구이고 일년중 일부는 우리의 적이다.

주요 진보가 이루어질 거라는 신념을 확산되고 있다. 자연 에너지에 대한 관심의 증가가 이런 국면의 변화를 잘 보여주고 있다. 건축에서는 겨울에는 햇빛을 건물에 인입하고 여름에는 그늘지게 하는 것이 이런 관점을 대변하고 있다.

건축의 이러한 접근을 위해서는 건축가가 자연세계에 대한 많은 이해가 필요하다. 이러한 이해의 중심적인 것은 태양과 지구의 관계이다. 이장은 태양복사와 기후에 대한 태양복사의 효과에 대해 논의 된다.

5.2 THE SUN

태양은 광원자들이 더 무거운 원자에 녹아서 이런 과정에서 에너지를 방출하는 거대한 원자로이다. 이런 과정은 25,000,000°F의 온도가 존재하는 태양의 내부에서만 가능하다. 어쨌건 상대적으로 차갑긴 하지만 태양의 표면으로부터 태양방사가 지구의 표면에 도달한다. 따라서 태양복사는 약 10,000°F정도의 온도를 가진 물체에서 나오는 방사된 복사의 한 종류이다. 지구 대기권의 표면에 도달하는 태양방사의 총량과 구성은 거의 일정한데 이를 solar constant(태양항상성)라고 한다. 지구의 표면에 도달하는 태양방사의 총량과 그 구성은 입사각도와 대기의 구성에 따라 아주 다양하다.

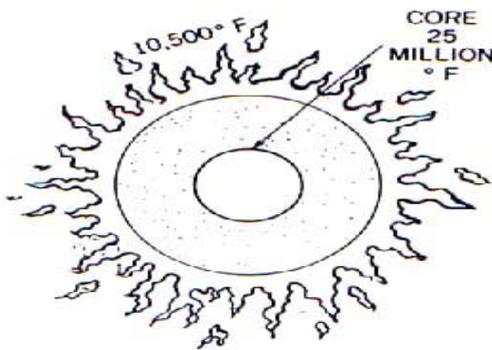


그림2. 태양의 표면온도가 방사된 복사의 타입을 결정한다.

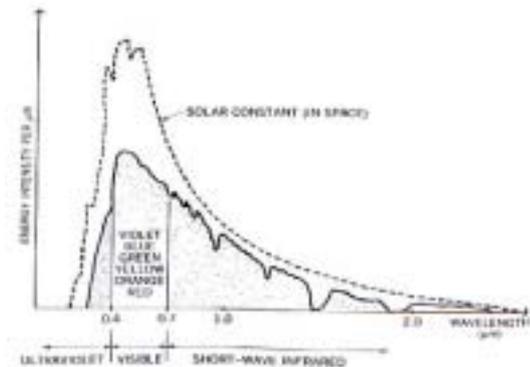


그림2. 지구 표면에서의 태양광은 약 47%의 가시광선과 48%의 단파장 적외선 그리고 약 5%의 자외선을 포함한다.

5.3 ELLIPTICAL ORBIT

지구의 궤도는 원이 아니라 타원형이기 때문에 지구가 태양 주위를 돌때 지구와 태양과의 거리는 계속 변한다.

이런 것이 7월보다 1월이 더 추운 것을 설명해 줄 것인가? 그렇지 않다. 왜냐하면 7월보다는 1월에 지구가 태양에 더욱 가깝게 있기 때문이다. 사실은 이런 태양으로부터 거리의 미소한 변화가 북반구에서 겨울의 혹독함을 조금은 완화시켜준다. 그럼 계절의 원인은 무엇인가?

태양은 지구로부터 아주 멀리 떨어져 있고 지구 궤도의 평면에 위치하고 있기 때문에 지구에 방사되는 태양광은 항상 평행하다. 지구가 태양주위를 돌면서 남북축으로 자전을 하고 있지만 이 축이 공전궤도에 수직이 아니고 23.5° 기울어져 있고 또 공전하면서 이 축이 고정되어있기 때문에 태양광이 지구를 비치는 각도는 일년동안 계속 변한다. 이 기울어진 23.5°가 태양에너지의 가장 주요한 암시이며 이것이 계절을 야기시킨다.

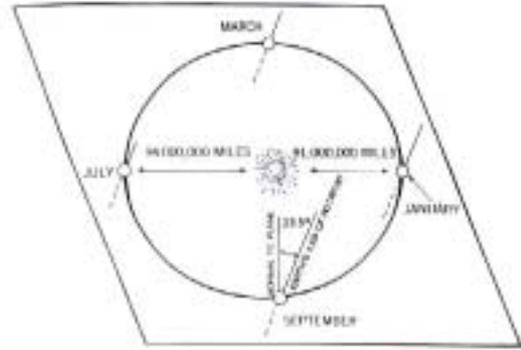


그림4. 지구의 자전축은 타원형 궤도에 있어 기울어져 있다.

5.4 TILT OF THE EARTH'S AXIS

지구의 자전축이 고정되어있기 때문에 북반구는 6월에 태양을 마주하게 되고 남반구는 12월에 마주하게 된다.

6월 21일에 북극 존은 24시간 태양이 비치는 것을 주목해야한다

이것은 북반구에서 낮이 가장 긴데 이것을 하지라고 한다. 또한 같은날 태양은 북위 23.5°의 북회귀선부근의 지구 표면에 수직으로 비치게 되며 이는 우연이 아니다. 북회귀선 이북의 지구는 어느 부분도 태양빛을 수직으로 받는 부분은 없다.

6달후 12월 21일은 지구는 태양궤도의 반대편에 위치하게 되며 북극은 태양으로부터

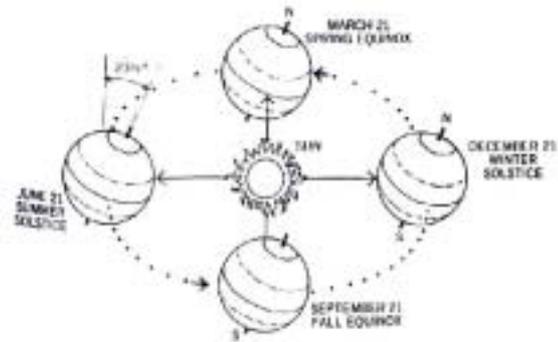


그림5. 계절은 지구 자전각의 기울어짐 때문이다.

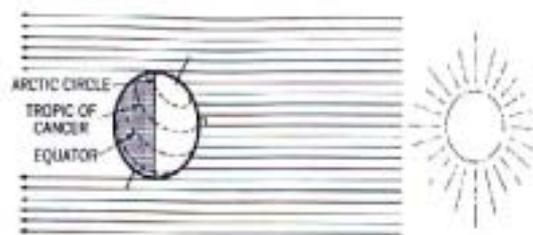


그림6. 하지 때 태양은 북회귀선을 수직으로 비춘다.

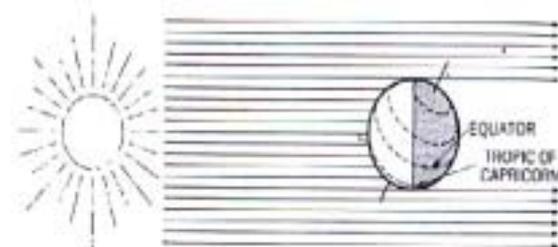


그림7. 동지 때 태양은 남회귀선을 수직으로 비춘다.

아주 먼쪽을 향하게 되기 때문에 북극권은 24시간 어둠을 경험하게 된다. 북반구에서 이날은 가장 밤이 긴 날이며 이를 동지라고 한다. 이날 태양은 남반구보다 북반구에서 더 낮은 각도로 비추게 된다.

낮이 가장 긴 날과 가장 짧은 날 중간에 주간과 야간이 같아지는 때가 있다. 이런 상황은 일년에 두 번 3월과 9월 21일에 발생하는 춘분과 추분이라고 한다. 이날엔 태양이 적도를 수직으로 비춘다.

5.5 CONSEQUENCES OF THE ALTITUDE ANGLE

태양광이 지구의 표면을 비추는 수직각을 고도각이라고 부른다. 이것은 지형적 위도, 일년 동안의 시간 그리고 하루 동안의 시간의 함수로 나타난다.

그림8에서 이러한 세 가지 요소로부터 어떻게 고도각이 유도되는지를 알 수 있다. 태양광이 적도 부근에서 지구에 수직일 때 춘, 추분점에서 12시 정각에 가장 단순한 현상이 나타난다. 어떤 위도에서 태양의 고도각을 알기 위해서는 그 위도에서 지구에 대한 지평면 탄젠트를 그려보면 된다. 간단한 기하학적 원리에 의해서 고도각은 90° 에서 그 위도를 뺀 것과 같음을 알 수 있다. 기후와 계절에 따라 이 고도각은 두가지 중요한 결과를 나타낸다.

고도각의 첫 번째 효과는 그림9에 의해 설명되어 있는데 이것은 태양광이 낮은 각도로 통과하면 대기를 더욱 많이 통과한다는 것을 뜻한다. 결과적으로 표면에 도달하는 복사는 약해질 것이고 그 성분이 줄어들게 된다. 극단적인 경우는 복사가 빨갛고 바라볼 수 있을 만큼 충분히 약해져 있는 때인 해질녘이 생긴다. 이것은 선택적인 흡수, 반사, 그리고 대기 중에서 태양 복사광의 굴절 때문이다.

고도각의 두 번째 효과는 코사인 법칙의 다이어그램에 설명되어 있다. 이 법칙은 태양빛의 주어진 광선은 태양이 하늘에서 낮아질수록 큰 면적을 비춘다는 것이다. 정해진 양의 태양광이 큰 면적에 걸쳐 퍼질 때 각 제곱 피트당 태양 빛은 자연적으로 약해지게 된다. 표면으로부터 받은 태양빛의 양은 태양광과 표면에 정상인 각 사이의 코사인에 따라 변한다.

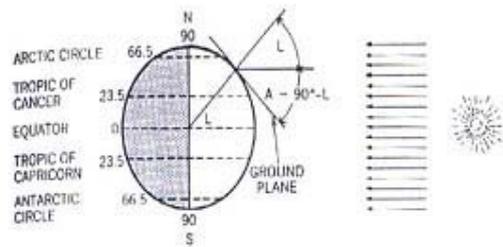


그림 9 춘,추분점에서 지구위의 각점에서 태양의 고도는 -90° 위도이다.

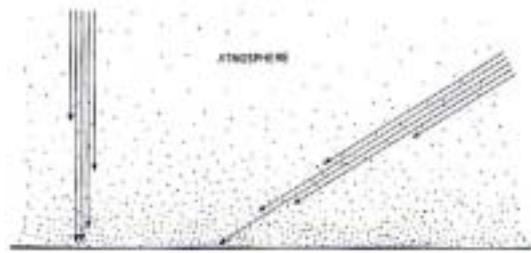


그림9. 고도각은 대기에 의해 얼마만큼의 태양복사가 흡수될 것인지를 결정한다.



그림10. 코사인 법칙은 표면에 받은 복사의 양은 태양광의 입사각이 정상각에서 증가 할 때마다 줄어드는 것을 나타낸다.

5.6 WINTER

이제 우리는 무엇이 겨울을 만들어 내는지를 이해하게 되었다. 공기의 온도뿐만 아니라 땅의 온도는 주로 지표면에 흡수되는 태양 복사의 양에 따라 결정된다. 이 공기는 지표면과 반응하여 가열되거나 냉각된다. 겨울철에 지표면에 떨어지는 적은 양의 복사가 그 이유이다. 가장 중요한 것은 겨울에는 주광이 내리 쬐는 시간이 매우 짧다는 사실이다. 정확히 이는 위도와 관계있고 앞에서 언급했듯이 12월 21일 극지방에는 태양광이 없다. 예를 들어 40° 위도에서는 6월 21일 보다 12월 21일에 6시간이나 적게 태양 빛이 비춘다.

지구의 감소된 온도의 두 번째 이유는 코사인 법칙 때문이다. 12월 21일 지표면의 각 제곱 피트당 떨어지는 태양복사는 6월 21일의 것보다 상당히 적다.

최근에 낮은 태양각은 태양이 통과해야 하는 대기의 양을 증가시키고 그런 까닭에 지표의 각 제곱 피트당 적은 복사가 도달한다.

5.7 THE SUN REVOLVES

AROUND THE EARTH

고문과 죽음의 위협에도 불구하고 갈릴레오와 코페르니쿠스는 지구는 태양의 주위를 돈다고 주장했고 이에 대해 확신 했다. 그럼에도 불구하고 비종교적 입장에서 태양은 지구의 주위를 돌고, 또한 적어도 이 논쟁에 있어서 태양은 건물 주위를 돈다고 가정을 해야 한다고 주장해야 한다. 이러한 가정은 태양의 궤적을 더욱 쉽고 확실히 알 수 있게 해준다. 좀 더 일을 쉽게 하기 위해서는 건물 대지를 둘러싸고 있는 넓고 깨끗한 플라스틱 반구라고 가정된 스카이 볼트를 상상하라.

5.8 SKYVAULT

그림11에서 우리는 추측으로 건물대지 위를 둘러싼 스카이볼트를 알아보았다. 매 시각 각 점은 태양광이 스카이 볼트를 통과하는 곳에 찍히게 된다.. 하루 동안의 모든 점이 연결될 때 그 날의 태양 궤적이라고 불리는 선을 얻을 수 있다.

그림11은 일년 중 가장 높은 태양 경로(하지), 가장 낮은 태양 경로(동지), 그리고 중간 태양경로(춘,추분점)를 보여준다. 태양은 오직 동지와 하지 사이의 태양 경로 사이로만 들어간다는 사실을 명심해야 한다. 태양 복사는 하루 중 아침과 저녁에 가장 약하기 때문에 대부분의 유용한 태양광이 들어오는 스카이볼트 부분을 태양 창이라고 부른다.

그림12는 아침 9시가 시작이고 오후 3시가 끝인 일반적인 태양을 통해 들어오는 태양광을

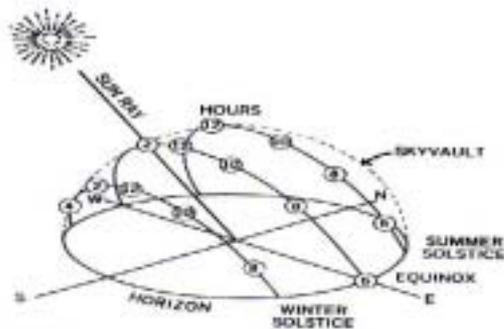


그림11. 스카이볼트와 세 개의 태양경로

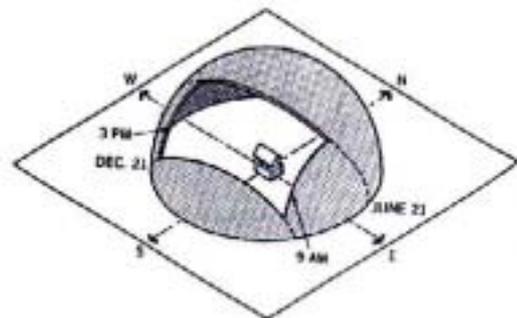


그림12. 아침9시에서 오후3시까지의 태양창

막아서는 안된다. 실내의 난방은 단지 겨울 동안에만 태양의 출입을 필요로 하는 반면(태양 창 의 적은 부분), 생활용수의 가열은 년 중 내내 태양열을 필요로 한다.(전체태양 창)

그림13은 동쪽에서 바라본 스카이 볼트의 그림이다. 하지의 태양경로(6월21일) 춘.추분점(3월21일,8월21일), 그리고 동지(12월21일)는 끝부분에 표시된다. 태양 경로의 오후 부분은 태양 경로의 아침 부분의 정확히 뒤쪽이다.

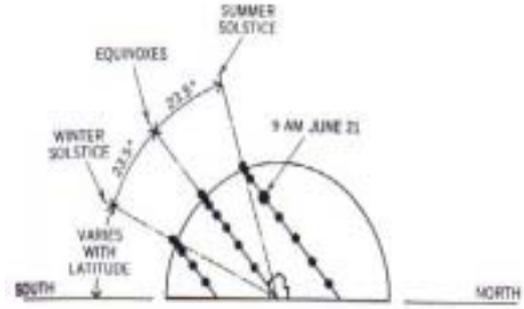


그림 13. 스카이 볼트의 동쪽면

그래서 오후 3시는 다이어그램 상에서 아침 9시의 정확히 뒤 쪽에서 표시된다. 태양의 움직임은 남, 북측에 대해 정확히 대칭이다. 다이어그램에서 지구 회전축의 기울기 때문에 태양이 춘.추분점이 각 측면을 23.5° 기울기로 움직이는 것을 관찰하라. 그래서 겨울과 여름 사이의 수직적인 총 움직임은 47°이다. 그러나 실제의 고도는 위도에 달려 있다.

5.9 DETERMINING ALTITUDE AND AZIMUTH ANGLES

태양과의 복합적인 각도를 재는 가장 오래된 방법은 부분 각을 사용하는 것이다. 가장 유용한 성분은 수직면에서 측정이 되는 고도와 수평면에서 측정이 되는 방위각이다.

그림14에서 우리는 춘,추분점에서 오후 2시에 스카이볼트로 들어오는 태양광을 볼 수 있다. 이 태양광의 수평적인 투영은 지평면에 달려있다. 이 투영에서부터 태양광까지의 수직각을 고도라고 부른다. 이것은 하늘에서 태양이 얼마나 높게 있는지를 설명한다. 남,북의 선으로부터 측정되는 수평각은 방위각이라고 부른다. 이것은 태양이 남쪽으로부터 얼마나 동쪽 또

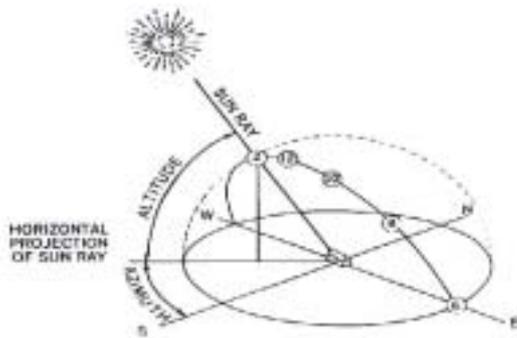


그림14. 고도와 방위각의 정의는 서쪽으로 떨어져 있는가를 설명해 준다.

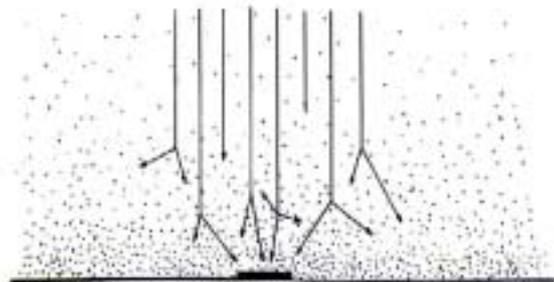


그림 15. 확산 복사

일반적으로 방위각은 남쪽으로부터 측정되고, 때때로 북쪽에서도 측정된다. 태양각에 대한 위의 논의는 단지 직접 복사에 대한 것을 언급했음을 알아두는 것이 중요하다.

물과 먼지 조각은 태양광을 확산시키기 때문에 구름이 많은 날, 습한 날, 또 먼지가 많은 날에는 확산 복사는 태양에너지의 일반적인 형태가 된다.

5.10 SOLAR TIME

낮 12시 태양시 태양은 항상 남쪽에 있다. 그러나 태양은 항상 시각의 12시에 위치하지 않는데 태양시와 식구는 다음의 세 가지 이유로 다르다. 첫째는 주광 보존 시간의 사용이다. 둘째는 시간대의 기본 경도와 건물대지의 경도가 다르다는 것이다. 셋째는 지구의 자전 궤도의 속도가 태양주위의 궤도에 따라 변한다. 수정의 정도는 연중 시간에 달려있다. 시각에 대한 태양시의 전환, 그 반대의 경우도 매우 복잡하다. 그 전환이 꼭 필요한 것이 아니고 해서 여기는 설명하지 않았다.

5.11 HORIZONTAL SUN PATH DIAGRAMS

비록 고도의 방위각이 표에 의해 쉽게 얻어진다 해도 수평태양궤도 다이어그램을 이용한 정보는 더 편리하다.

그림 16에서 천구 형태를 볼 수 있는데 마치 지구의 위도와 경도 같은 고도와 방위선들이 격자형태로 나타나 있다. 지구의 지도와 같이 쉽게 투영되어 천구에서 수직이나 수평에서 투영된다.

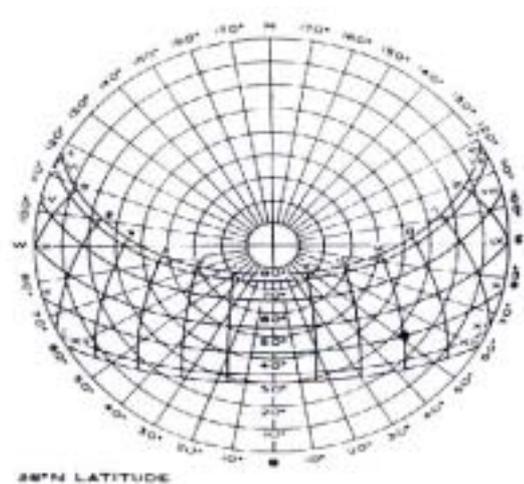
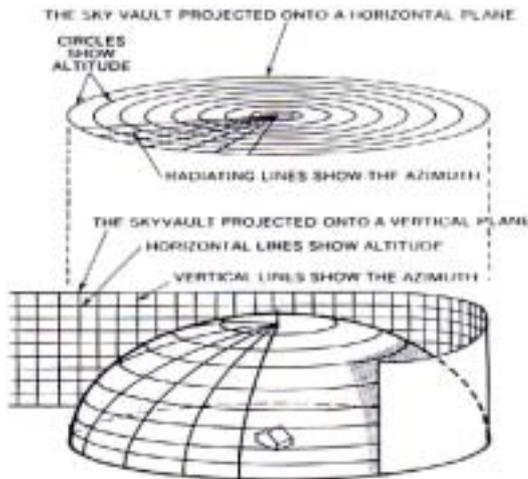


그림 16. 수평과 수직 태양궤도 다이어그램의 분리

그림 17. 수평 태양 궤도 다이어그램

태양궤도가 수평으로 투영되어 그려질 때 그림17과 같이 태양궤도 다이어그램 얻을 수 있다. 이 다이어그램에서 각 달 21일의 태양궤도는 로마 숫자로 표시했다. 하루 중 시간은 6월의 태양 궤도에 따라 표시 되었다. 동심원은 고도를 방사형의 선은 방위각을 나타낸다. 북위 36도의 태양 궤도를 그림17에 나타냈다. 다른 것 들은 부록 A에 있다.

예: 멤피스, 테네시의 2월 오전 9시의 태양의 고도와 방위각을 알아보자.

단계1. 미국 지도에서 멤피스의 위도를 알아본다. 그 위도는 35도 이기에 부록 A의 36도 태양궤도 다이어그램을 사용한다.

단계2. 이 다이어그램 위에서 2월 21일 오전 9시의 태양 궤도 교점을 찾고 이 교점을 원형으로 잇는다.

단계3. 동심원형에서 고도를 약 27도라고 찾는다.

단계4. 방사원선에서 방위각이 남동51도 라고 찾는다.

5.12 VERTICAL(MERCATOR) SUN PATH DIAGRAMS

그림 16에서 천구의 수직 투영이 이루어졌는지 보여 주었다. 그러나 천구의 꼭지점은 선으로 투영된다는 사실을 알아야한다. 결과적으로 높은 고도에서는 심한 왜곡이 일어난다는 것을 알 수 있다. 그림 18에서 북위 36도의 수직 태양궤도 다이어그램을 볼 수 있다.

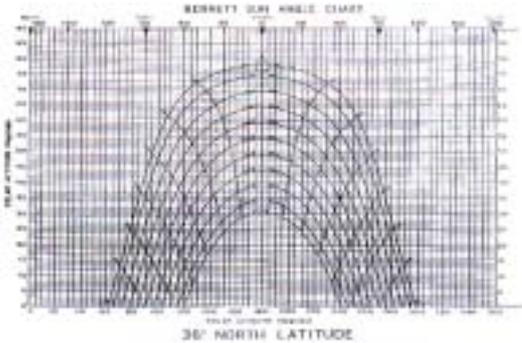


그림 18. 수직 태양 궤도 다이어그램

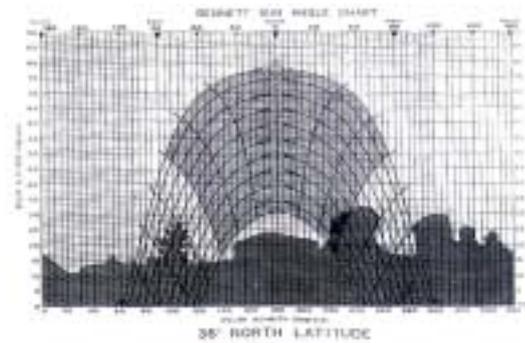


그림 19. 일광창과 수평 단면도의 다이어그램

고도의 방위각은 수직에서의 방법과 같이 손으로 구할 수 있다.

예: 네바다주 라스베가스, 3월21일 오후 3시의 태양 고도와 방위각을 알아보자.

단계1. 북위 36도에 해당하는 라스베가스의 태양 궤도 다이어그램을 고른다.

단계2. 3월21일 오후3시에 해당하는 곡선에 교점을 찾는다.

단계3. 그림위의 수평단위에서 방위각이 남서로 60도라고 찾는다.

단계4. 수직 단위에서 고도사 약 35도 라고 찾는다.

태양각에 대한 자료뿐만 아니라 이 그림은 창문의 일광 부분과 그것을 막는 방해물을 미리 볼 수 있다. 그림 19에서 약간 흐린 부분은 일광의 부분을 나타내고 아래쪽에 어두운 부분은 나무와 부지 주위의 건물의 실루엣을 나타낸 것이다. 나무 한 그루가 겨울철에 일광을 부분적으로 가리는 것이 보인다. 그러므로 태양 궤도 다이어그램은 부지의 일광 문제를 적절히 나타내어 준다.

태양 궤도의 3차원 모델은 특히 복잡한 태양각을 이해하는데 도움이 된다.



그림 20. 각 위도에 따라 태양각을 쉽게 보여줄 수 있는 실제모델



그림 21. 다양한 태양궤도 모델의 비교, 특히 적도, 북회귀선, 북극 지방의 태양궤도

그림 20은 간단히 6월 21일, 3월과 9월의 21일, 12월 21일의 태양궤도를 보여준다. 이 모델을 디자이너에게 어떻게 태양이 건물의 위치에 관계되어 있는가를 잘 보여 준다.

그림 21에서 위도에 따른 태양의 궤도를 보여준다. 모델은 적도, 북회귀선, 북극선의 위도를 보여준다. 부록 F에서 0, 24, 28, 32, 36, 40, 44, 48, 64의 위도에 따르는 태양 궤도를 찾아 볼 수 있다. 태양 궤도 모델을 만드는데 15분 정도를 쓰는 것은 상당히 가치 있는 일이다.

5.13 SOLAR SITE ELEVATION TOOLS

태양이 접근하지 않는 대지위의 solar building (태양열을 이용한 건축물)은 완전히 실패이다. 다행히도 태양의 운행에 의한 접근과 관련된 대지를 분석하기 위해 이용하기 편리한 많은 우수한 도구들이 있다. 이 도구들의 대부분은 천정의 태양 궤도 운행표에 근거를 두고 있다.

부록 B에는 그림 22에서 보인 것과 비슷한 저비용의 대지 입면 도구를 어떻게 만들고 사용할 것인가에 대한 정보에 관한 두 가지의 자료가 기재되어 있다. 또한 부록 B에는 상업적으로 이용하기 편리한 도구들이 기재되어 있으며, 저자는 이런 도구들의 사용을 적극 권장하고 있다.

이런 모든 도구들은 비슷한 방식으로 가능하다. 그림 22에서 설명된 것처럼, 대지는 태양의 궤도 운행표가 대지의 모습을 자막과 그림으로 이중 인화한 방식을 사용하는 고안 장치를 통해 보여 진다. 그 다음에는 즉시 투명한 일광창으로 어느 정도 차단되어야 한다.

부록 B에 기록된 태양입면도구들의 모든 것 중에서 한 가지 중요한 단점은 그 도구가 사용된 지점에서 중요한 단점은 그 도구가 사용된 지점에 대한 태양의 접근을 가리킨다는 것이다. 그것들은 제안된 고층빌딩의 지붕에 대한 태양의 접근을 쉽게 결정할 수 없다. 그러나 이런 문제에 대한 해결책이 있다. Sun Machine을 가지고 분석한 대지의 축적 모형은 그 계획의 설계와 표현 단계를 위해 사용 될 수 있다.

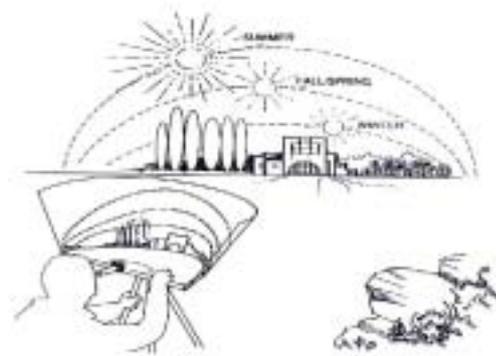


그림 22. 태양의 궤도 운행표는 태양의 운행에 의한 대지 입면 도구의 일부분으로 사용된다.

5.14 SUN MACHINE

축적모형에서 음영, 그림자들, 태양의 진출과 태양의 접근을 모의 실험하기 위해 Sun Machine 또는 Heliodon이라고 불리는 장치가 사용된다.

Sun Machine은 태양과 건물사이의 관계를 모의 실험하는 것이다. 이런 관계에 영향을 미치는 세 가지 변화할 수 있는 요소는 위도와 년시와 일시이다. 모든 Sun Machine은 광원과 인위적인 평평한 지반과 바람직한 위도와 년시와 일시가 일치하는 적당한 각도에서 빛이 평평한 지면을 비추는 세가지 조절장치가 있다.

그림 23에서 보여주는 Sun Machine에서 우리는 일사를 의미하는 원형의 트랙위를 움직이는 광원을 볼 수 있다. 그 트랙은 년시를 나타내기 위해 앞과 뒤로 미끌어지고 위도를 나타내기 위해 회전한다. 이런 종류의 Sun Machine은 사용하고 이해하기가 아주 쉬울지라도, 고가이며 만들기가 어렵다.

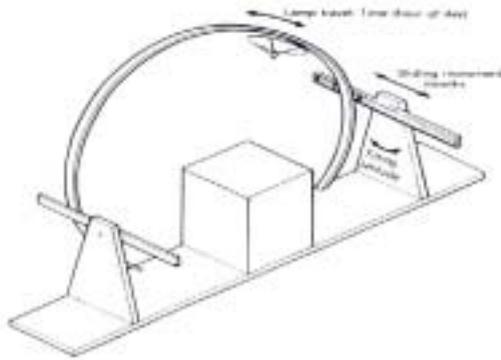


그림 23. Szokolay에 의해 개발된 Sun Machine이다.

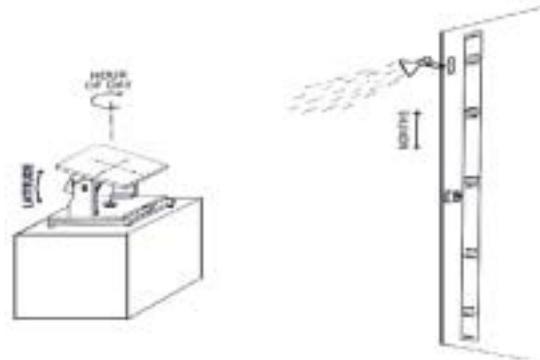


그림 24. 이런 유형의 Sun Machine은 모든 설계 작업실에서 실용적이고 적절한 도구이다.

그림 24의 Sun Machine은 모형대와 이것을 지지하는 책상과 보통문의 가장자리에 설치된 클립에서 채운 조명으로 구성 된다. 년시를 나타내기 위한 조절 장치는 문의 가장 자리를 따라 조명을 위와 아래로 움직임으로써 만들어 진다. 모형대는 위도의 조절을 위해 기울어 지고 일시의 조절을 위해 수직축에 대해 회전한다.

효과적인 Sun Machine을 제외한 이런 단일체는 설계를 진행하는 동안 여러 단계에서 사용 될 수 있다.

1. 태양의 접근에 대한 대지 분석
2. 설계(예를 들어, 바람직한 그림자가 형성될 때까지 다른 크기의 돌출부를 사용하라.)
3. 설계안을 선택해서 번갈아가며 비교하라.
4. 발표(표현)을 하고 또는 사진들을 만든다.

이런 종류의 Sun Machine은 앞에서 언급된 것처럼 사용하거나 이해하기가 쉽지 않은 반면에 그것은 아주 쉽게 만드는데 비용이 그리 많이 들지 않는다.(약 20\$) 이런 Sun Machine의 다른 장점은 비록 커다란 모형을 제공한다고 할 지라도 그것은 경량이고 긴밀하며, 저장하거나 운송하기가 쉽다. 이런 유형의 Sun Machine의 많은 장점 때문에 사용과 구조에 대한 완전한 지침은 부록 C에 나타나 있다.

저자는 이런 Sun Machine을 만드는데 소비하는 시간은 보다 더 나은 건축의 설계에 있어서 아주 빠르게 진전된다는 것을 매우 강하게 느끼고 있다. 그래픽 기술이 유용할 지라도 가장 간단한 경우를 제외하고는 어떤 면에 있어서는 배우고 적용하기가 어렵다. 또한 몇 가지의 유용한 컴퓨터로 모형화하는 기술이 있다. 이것은 사용하기에는 값이 비싸고, 응용이 제한되며, 사용자가 소비하는 시간은 기대하는 것 이상으로 더 많이 소요된다.

다른 한편으로는 물리적으로 모형화하는 것은 이해하기가 극히 쉽고 일정한 유통성이 있으며, 사용할 때의 비용은 싸다. 그것은 Sun Machine을 얻기 위해 오로지 초기 투자만을 필요로 하고 이런 투자는 그림 24에서 보여지는 Sun Machine에 아주 적당하다.

5.15 INTEGRATING SUN MACHINE

새로운 유형의 Sun Machine은 건축학교인 Auburn대학에 있는 저자에 의해 개발되었다.

심지어는 켜지기도 전에 그것은 일광창의 3차원적인 모형 때문에 마치 아주 우수한 교육적인 도구처럼 작용한다. 그것을 가지고 태양-지구의 관계를 이해하기가 쉽다. 각각의 조명기구에 대해 분리되어 있는 개폐기는 어느 달이나 시간과 관계가 있는 태양각에 대한 모의실험을 쉽게 하도록 도와준다. 위도 조절장치는 모형 책상을 기울임으로써 만들어진다. 태양-지구 관계의 동적인 성질은 자동적으로 연속되는 조명에 의해 모의실험으로 이루어진다.

그것은 이미 전에 언급된 기계장치처럼 순간적인 태양각 뿐만 아니라 또한 모든 계절의 효과를 합칠 수 있기 때문에 "Integrating Sun Machine"이라 불리운다. 예를 들어, 자연적인 태양의 설계의(passive solar design)의 겨울일 때의 성능을 검사하기 위해 겨울 계절을 나타내는 모든 조명은 즉시 켜진다. 그 때 모형의 내부에 있는 광전지는 모든 계절에 대한 태양의 결합 효과를 측정하고 이것은 서로 다른 설계 기획을 객관적으로 비교할 수 있게 한다.

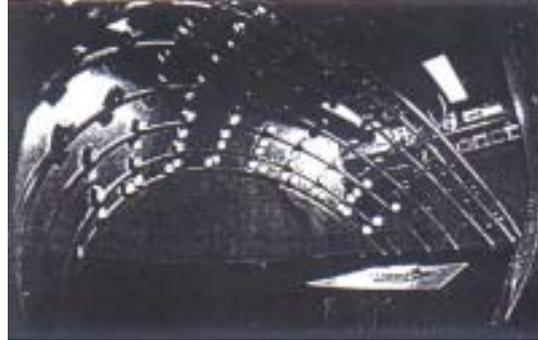


그림 25. 이런 "Integrating Sun Machine"은 알라바마의 Auburn대학에 있는 저자에 의해 개발되었다.

5.16 SUMMARY

이장에서 태양과 지구 사이의 관계에 대해 나타난 개념은 이 책의 많은 부분을 이해하는데 있어서 기초가 된다. 자연적인 태양에너지(passive solar energy), 차양, 자연 냉방(passive cooling)과 주광에 관해서 이장은 여기서 나타난 정보에 대부분을 의존하고 있다.