

# 거울형 태양광 채광시스템의 공간유형별 적용현황 분석

## An Analysis on Applications of Mirror Sunlighting Systems to the Contemporary Buildings with Different Spatial Types

정 주 희\*                      이 종 수\*\*                      김 정 태\*\*\*  
 Jung, Joo Hee                      Lee, Jong Soo                      Kim, Jeong Tai

### Abstract

Sunlighting offers the high quality of life and has potential to improve environment, economy and human comfort. Especially mirror sunlighting system has competitive power in price, saving energy and solving problems of sunshine lack. This study aims to analyze the adequate applications of mirror type sunlighting systems available in Korea to enhance the living environment. For the purpose, contemporary applications were analyzed by spatial characteristics, size and usage in Germany, Switzerland, Australia, Japan and Korea. As the results, they are being applied for the place with lack of sunshine in housings. For culture complex, they are usually applied for atrium. Nowadays, application of complex systems is increasing to solve sunshine lack and make uniform illuminance. Therefore both aesthetic and technical consideration is needed to apply the advanced mirror sunlighting systems in various spaces.

키워드: 거울형 태양광 채광시스템, 자연채광, 헬리오스타트, 집광  
 Keywords : Mirror sunlighting system, Daylighting, Heliostat, Collector

### 1. 서 론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

신재생에너지의 기술개발 및 보급의 중요성이 화두로 떠오른 요즘 거울형 태양광 채광시스템은 도시공간의 북측 실내 공간, 창이 없는 방, 지하 공간 등 자연채광이 어려운 모든 실내에 일조를 확보하는데 유효한 채광장치로 인식 되고 있다. 이 시스템은 실내외에 다양한 방법으로 태양광을 유입 시킬 수 있으므로 신재생 대체에너지 기술의 일원으로 에너지절약과 환경측면에서 매우 효용성이 높다.

이와 같이 태양광 채광시스템으로 인한 자연채광은 크게 3가지의 의미에서 필요하다. 첫째, 건축적인 요구이다. 도시의 과밀화, 건물의 고층화, 지하공간의 이용증가에 의해 태양광이 미치지 못하는 공간이 증가하여 자연채광의 요구가 높아지고 있다. 자연채광이 부족한 실내에 일조를 확보하여 일조기준 부족세대에 일조기준을 충족하고, 자연광 부족으로 인한 폐쇄감을 감소시킬 수 있다. 또한, 태양광을 채광하여 건물이나 햇빛이 도달되지 않는 임의의 공간으로 자연햇빛이 유입되게 함으로써 재실자들은 외부환경을 직접적으로 접촉하고 있는 기분을 느낄 수 있다. 그로 인해 외부 기후변화에 대한 시간 감각 및 옥외 기상상태 인식이 증대 되면서 업무효율이 증대된다.

둘째, 특수한 환경조건을 창출하기 위한 요구이다. 실내에서의 일광욕이나 식재육성, 자연광에 의한 연색을 필요로 하는 상품의 조명, 태양광에 의한 퇴색이나 열화에 의 배려가 필요한 미술품과 가구의 조명 등에 이용된다.

셋째, 삶의 질 향상의 요구이다. 현재 삶의 트렌드인 웰빙을 통한 건강과 삶의 질적 수준을 높이기 위한 수단으로 거울형 태양광 채광시스템은 그 가치가 높다. 그 이유는 다른 태양광 채광시스템에 비해 값이 저렴하고 구조가 간단하며 설치 및 유지관리가 편리하기 때문이다.

이에 본 연구는 거울형 태양광 채광시스템의 국내외 적용현황을 위치, 규모, 용도별로 분석하고 거울방식과의 복합시스템을 평가하여 국내 건축물에 적합한 시스템의 적용 및 설치방안을 제시하고자 한다.

#### 1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구의 주요내용 및 연구방법은 다음과 같다.

- ① 거울형 태양광 채광시스템의 정의 및 구성을 문헌고찰을 통하여 조사하였다.
- ② 거울형 태양광 채광시스템의 유형 및 국내외의 개발 현황, 적용사례를 문헌고찰과 인터넷을 통해 조사·분석하였다.
- ③ 최근 적용현황을 적합한 분류방법을 통해서 재정리하고 국내에 알맞은 적용방안을 제시하였다.

\* 경희대학교 건축공학과 석사과정  
 \*\* 경희대학교 건축공학과 석박사통합과정  
 \*\*\* 교신저자, 경희대학교 건축공학과 교수(jtkim@khu.ac.kr)

2. 거울형 태양광 채광시스템의 이론적 고찰

2.1 거울형 태양광 채광시스템의 정의

태양광 채광시스템은 자연광의 유입이 어려운 실내에 여러 가지 하드웨어를 사용하여 부족한 태양광의 도입을 가능하게 하는 시스템이다. 거울형 태양광 채광시스템은 반사거울을 이용하여 태양광을 추적하여 반사일광이 필요한 공간에 채광하는 방식이다. 지구온난화를 방지하고 에너지 절약 및 지속가능한 건축을 위한 태양활용 시스템의 하나로서 인공조명으로는 가질 수 없는 쾌적한 자연광의 환경을 제공하기 위하여 개발된 시스템이다.

2.2 거울형 태양광 채광시스템의 구성

태양광 채광시스템의 구성은 사용하는 반사거울의 설치개수에 따라 다르지만 일반적으로 2개의 반사거울을 사용할 경우 크게 3부분으로 구성되어 있다. 태양추적센서 혹은 컴퓨터 프로그램을 이용하여 태양을 추적하여 빛을 받아들이는 채광부(1차 반사거울과 태양추적장치), 채광된 빛을 전송하는 전송부(보통은 태양반사광이 지나는데 장애물이 없는 대기임), 그리고 전송받은 빛을 실내·외로 빛을 산란·조사하는 조사부(2차 반사거울)로 구성되어 있다. 거울형 태양광 채광시스템의 빛을 채광하는 원리는 [그림1]과 같다.

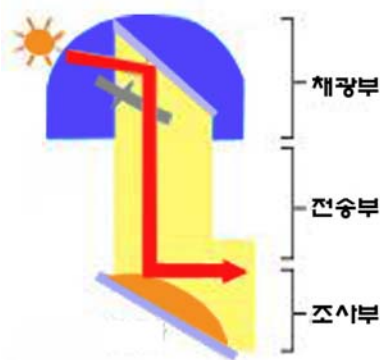


그림 1. 거울형 태양광 채광시스템의 채광원리

채광부는 태양광을 추적하고 집광하는 유니트로서 1차 반사거울과 태양추적장치로 구성된다. 추적제어장치에는 태양의 위치를 예측할 수 있는 프로그램을 이용하여 제어하는 방식과 태양위치 검출센서를 사용하는 방식이 있다. 일반적으로 태양광 채광시스템의 채광방식은 거울방식, 파라볼릭방식, 프리즘 굴절방식, 렌즈집광방식이 있다<sup>1)</sup>(표1).

이 논문에서 다루게 될 거울형 채광방식은 평면 또는 곡면거울 등을 이용하여 빛이 필요한 소정의 장소로 빛을 전달하는 방식이다. 필요에 따라 2차 거울이나 덕트, 광섬유, 광파이프 등을 복합사용하기도 한다. 보통 빛의 직진성을 이용하여 공중전송방식으로 전달하며, 비교적 장거리의 조사도 가능하다. 그러나 정밀한 조사위치의 조절이 어려워 빛을 장거리로 조사하기 위해 조사하려는

표 1. 태양광 채광시스템 구성의 특징

구분	방식	특징
채광부	거울방식	평면 또는 곡면거울 등을 이용하여 소정의 장소로 빛을 전달하는 방식
	파라볼릭방식	포물면의 축에 평행으로 입사된 태양광을 모두 반사하여 한 곳의 초점으로 집중시켜 이용하는 방식
	프리즘 굴절방식	2장의 평평한 프리즘 판을 수평으로 조합하여 채집된 태양광을 수직 아래로 굴절시켜 채광하는 방식
	렌즈집광방식	렌즈를 사용하여 빛을 집광하고 집광된 빛은 광섬유에 의해 전송되는 방식
전송부	광섬유방식	채광된 태양광을 광섬유 케이블에 의해 빛이 필요한 실내 공간으로 태양광을 전송하는 방식
	공중전송방식	반사율이 높은 거울 반사체를 사용하여 빛을 일정한 각도로 조절하여 소정의 장소에 보내는 방식
	덕트(광파이프) 전송방식	채광부에 의해 채광된 태양광을 반사율이 높은 투명한 원통형의 스테인리스 튜브나 금속제 덕트 등을 통해 전송하여 조사부까지 보내주는 방식
조사부	전송부로부터 전송된 태양광을 직접 또는 거울이나 렌즈 등을 사용하여 실내로 산광 시키는 광원 부분	

장소에 정확히 유도하기 위하여 시공상의 정확성과 정밀한 제어장치가 필요하다. 또한, 거울의 특성으로 인해 태양고도가 높으면 거울의 반사면적이 작아지므로, 태양고도가 높은 하지나 태양 남중시의 자연채광량은 크게 저하될 수 있다.

파라볼릭 방식은 우리가 평소에 흔히 볼 수 있는 스카이라이프와 같은 수신용 안테나와 비슷하게 생긴 것으로서 포물면의 축에 평행으로 입사된 태양광을 모두 반사하여 한 곳의 초점으로 집중시켜 이용하는 방식이다.

프리즘방식은 태양의 고도에 따라 채광량의 변화가 발생하는 것을 보완하기 위하여 개발된 원리이다. 2장의 평평한 프리즘 판을 수평으로 조합하여 채집된 태양광을 수직 아래로 굴절시켜 채광하는 방식이다. 프리즘 판은 개별적으로 제어가 가능하고 리모콘 조절에 의한 2단계 변환도 가능하므로 채광효율을 높일 수 있다. 보통 천장용 틀에 부착할 수 있도록 규격품으로 제작되고 있으며,

1) 한봉수, 황민구, 김정태, “태양광채광시스템의 건축적 적용방법에 관한 연구”, 한국생태환경건축학회, 통권1호, 2001. 12, P.284

우천이나 담천공 시 부족한 자연광을 보완하기 위하여 조광기능을 부착할 수 있다. 이 방식은 자외선을 차단할 수 있는 아크릴 돔에 프리즘을 설치하여 태양광을 채광하고 반사율이 유도관을 통하여 실내로 유입하는 방식이다.

렌즈집광방식은 볼록 렌즈를 사용하여 빛을 집광하고 집광된 빛은 광섬유에 의해 전송되는 방식이다. 채광부 안의 렌즈는 항상 태양을 향하도록 추적 장치에 의해 제어되기 때문에 태양고도의 변화를 추적하여 일정량의 전송 효율을 얻을 수 있다.

전송부는 전송방식에 따라 집광된 태양광을 전달하는 부분이다. 광섬유에 의한 전송방식은 채광된 태양광을 광섬유에 의해 빛이 필요한 실내 공간으로 태양광을 전송하는 방식이다. 이 방식은 자외선, 적외선 등 인체에 유해할 수 있는 성분을 제외한 가시광선만을 전송하는 방식이기 때문에, 실내 채광을 뿐만 아니라 식물을 생육을 위한 중정의 채광에도 매우 효과적이다.

공중전송방식은 반사율이 높은 거울반사체를 사용하여 빛을 일정한 각도로 조절하여 실내에 보내는 방식이다. 시공 및 설치가 복잡하지 않고 채광효율이 높을 뿐만 아니라 가격이 저렴하고, 설계중인 건물뿐만 아니라 기존에 이미 지어진 건물에도 설치가 가능하여 효율적인 방식이다.

덕트전송방식은 채광부에 의해 채광된 태양광을 반사율이 높은 투명한 원통형의 스테인레스 튜브나 금속제 덕트 등을 통해 전송하여 조사부까지 보내주는 방식이다. 수직, 수평, 굴곡형태의 덕트 등이 있고 덕트방식을 건물에 설계하여 적용한 후에는 쉽게 변경하기가 어렵기 때문에 설치 전에 충분히 시스템을 고려하고 적용하는 것이 좋다.

조사부는 전송부로부터 전송된 태양광을 직접 또는 거울이나 렌즈 등을 사용하여 실내로 산광시키는 광원 부분으로써, 직선적인 빛을 다양한 배광의 빛으로 변화시키는 것이 가능하다.<sup>2)</sup>

**2.3 거울형 태양광 채광시스템의 채광방식에 따른 분류**

거울형 태양광 채광시스템은 태양의 추적유무에 따라 고정형과 추적형으로 구분된다. 고정형은 집광방식과 반사방식으로 구성되는데 집광방식은 집광면이 평면 혹은 곡면 형상이며 태양광을 집광하는 부분이 태양을 추적하지 않고 태양의 고도나 경로를 고려하여 한 방향으로 고정되어 있는 방식이다. 반사방식은 태양을 추적하지 않고 반사하는 방식으로 반사루버, 광선반 등이 있다.

스위스 Heliobus AG사의 Heliobus Mirror Shafts와 우리나라 (주)찬성에너지의 독립채광기와 벽채광기 시스템 등은 고정형 집광방식이다. 이 두 시스템은 천공의 직사 일광 및 천공광을 집광하고 광덕트를 통해 실내로 채광하는 Anidolic Ceiling System이다(그림2).

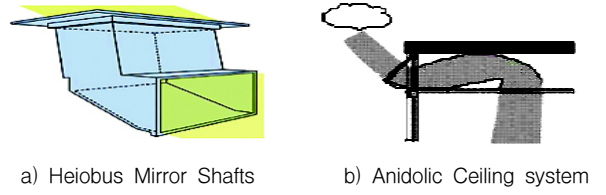


그림 2. 고정형 채광방식

추적형 채광방식은 태양의 움직임을 추적할 수 있도록 회전하거나 움직이는 구조로 되어 있으며, 건물의 옥상이나 건축물의 외부에 설치되는 채광방식이고, [그림3]과 같이 4가지 방식으로 구분된다.

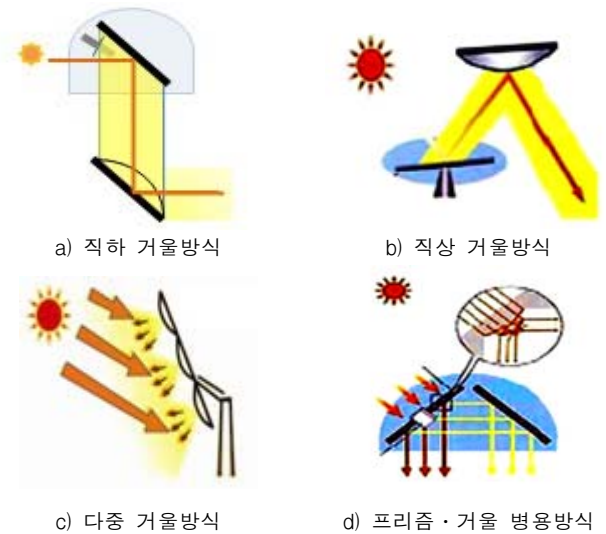


그림 3. 추적형 채광방식

직하 거울방식은 평면거울이나 곡면거울을 1차 반사거울로 이용하여 본체 반사경 모터에 의해 태양광을 하부로 반사하여 필요에 따라 2차 반사거울 등을 사용하여 소정의 장소에 태양광을 전송하는 방식이다.

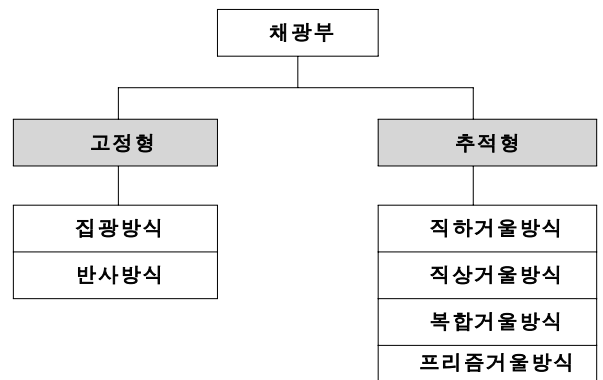


그림 4. 채광방식에 따른 분류

2) 황민구, “반사거울형 태양광 채광시스템의 개발 및 채광성능 평가에 관한 연구”, 경희대학교 박사학위 청구논문, 2003. 02, pp.6~12

직상 거울방식은 본체 1차 거울이 태양을 추적하여 태양광을 상부로 2차 거울에 전달시켜 임의장소에 태양광을 채광하는 방식이다. 빛의 전송은 공기 중을 통하여 직접 행해지고 비교적 장거리의 조사도 가능하다. 직하·직상 거울방식의 1차거울을 1축 구동방식과 2축 구동방식이 있다(표2).



그림 5. 직상 거울방식 (MITSUI사의 Sunderful DM Type 설치도)

표 2. 직상 거울방식 (MITSUI사의 Sunderful DM Type)

	1축 구동방식	2축 구동방식
구동 개념도		
특징	① 고도각 or 방위각 추적 ② 시스템이 단순함 ③ 제작비가 저렴함 ④ 투영위치의 정확성 부족	① 고도각 and 방위각 추적 ② 1축구동도 가능 ③ 제작비가 비쌈 ④ 투영정확성이 높다

다중 거울방식은 여러 개 거울의 조합으로 태양을 자동 추적하여 임의 일정범위에 태양광을 조사한다. 빛의 전송은 공기 중을 통하여 직접 행해지고, 장거리의 조사도 가능하다. 여러 개 곡면거울을 구성하게 되면 쳐다보아도 눈부시지 않게 제작할 수 있다. 옥외의 공원이나 교정 등 대규모 채광에 주로 사용되며 [그림6]과 같다.



그림 6. MITSUI사의 Sunderful CM Type

프리즘·거울병용방식은 전반사 프리즘에 의해 수직방향으로 입사된 태양광을 2차 거울을 이용하여 수평방향으로 굴절시켜 실내로 유입하는 원리이다. 따라서 태양고도에 의한 채광량의 변화가 적고, 대용량의 광량을 전송할 수 있으며 직선적으로 장거리 및 단거리 조사가 가능하다.

### 3. 거울형 태양광 채광시스템의 개발현황

#### 3.1 국외 개발현황

거울형 태양광 채광시스템은 독일, 오스트리아, 스위스 등지의 유럽과 일본에서 주로 개발되고 있다. 독일의 Bomin Solar사의 “Lightron”은 하늘을 횡단하는 것처럼 1차, 2차의 거울을 사용하고 태양추적장치가 부착되어 있다. 빛을 필요로 하는 대부분의 장소에 직접적인 태양광을 유입시킬 수 있다. 정확한 빛의 추적은 내장되어있는 마이크로 프로세서 콘트롤 시스템에 의해 가능하게 되어 있다.

독일의 EGIS사의 “heliostat”는 빛을 추적하는 Solar Tracker와 그 빛을 건물 내부로 반사시키는 큰 거울 반사체로 구성되어 있다. 전자시계를 내장한 컴퓨터 제어 시스템에 의해 실시간으로 태양 위치를 추적 할 수 있다.

오스트리아의 KUZELKA사의 “solar-mirror system”은 태양의 위치를 자동으로 추적하여, 원하는 장소에 채광을 하는 방식이다. 적외선을 포함한 모든 스펙트럼의 태양광을 반사하며 시간 및 계절의 변화에 따라 역동적인 태양광을 실내에 사입 할 수 있는 시스템이다. 외부 방해물에 의해 채광이 어려운 실을 포함하여, 모든 실에서 창 의 방향과 관계없이 주간에 약 100룩스 이상의 조도를 제공할 수 있다. 또한 지하 공간에 적용시 에너지 절약과 동시에 재실자의 쾌적감을 향상시킬 수 있다.

오스트리아의 Bartenbach Lichtlabor사의 “solar- illumination system”은, 1차·2차의 거울 시스템에 의해 태양광을 반사시켜 빛이 들지 않는 지하 공간에 자연광을 채광 할 수 있다. 1차로 태양 집광기에 의해 반사된 태양광은 2차 거울에 의해 원하는 건물의 내부공간에 빛을 제공한다.

스위스의 Heliobus AG사의 “Heliobus Mirror Shafts” 시스템은 대중시장을 겨냥하여 옵션에 따라 다양하게 적용할 수 있는 시스템으로서 반사거울과 덕트가 복합되어 있으며 지하공간의 채광에 주로 사용된다. “Heliobus System”은 1997년 바젤 MIT에서 유럽 환경상을 수상한 제품으로 광파이프, 인공조명과 복합 적용되어 상업건물의 채광에 주로 사용되고 있다.

일본은 좁고 밀집된 주택들이 많은 주거 특징으로 인해 과거부터 일조 및 채광에 대한 연구가 계속되어 왔으며, 주로 주거 시설에 설치되어 부족한 자연광을 도입하는데 이용되고 있다. TECNET사의 “Natulite” 제품은 광 센서에 의해 태양광을 일출부터 일몰까지 추적 가능하고 반사 효율이 높은 고반사율 특수 반사판을 사용해 채광 효율이 좋다. 그리고 비교적 단순한 구조의 시스템으로 시공 및 유지관리가 간단하고, 자외선이 제거된 가시광선과 적외선만을 채광한다. 료코사의 “solaris” 제품은 1차 거

울내의 2개의 반사경에 의해 수직·수평 방향으로 향하는 모든 빛을 수직 아랫방향으로 보낸다. 태양의 고도·방위가 바뀌어도, 태양 추적장치가 반사경면을 움직여, 빛의 방향은 항상 일정으로 유지된다. TAISEI사의 “T-Soleil”은 1차 거울은 태양광을 자동추적하고 조명제어장치와 병용하게 설계됨으로서 조명소비전력량을 20~30% 절감할 수 있다.

**3.2 국내 개발현황**

국내의 거울형 태양광 채광시스템의 개발단계는 유럽이나 일본과 비교해 볼 때 개발회사와 시스템의 수가 현저히 작아 초기단계 수준에 그치고 있다.

(주)찬성에너지는 태양빛을 이용한 집광채광장치를 개발·상용화 하고 있다. 이 회사에서 개발한 집광채광기는 2000년부터 인천 송도 해양경찰청, 김해농산물센터, 역곡 하수 처리장, 태능 선수촌 복싱경기장, 서울대학교 태양열급탕설비, 인천시청, 성동구청 주민헬스센터, 대한항공 승무원훈련센터, 서천군청 춘장대 해수욕장 등 2006년 9월 이전까지 26곳의 설치 사례가 있다. 특히 에너지관리공단 시범 보급 사업으로 유한대학에 이 제품을 설치한 결과, 집광채광기는 단순히 빛을 제공하는 것 뿐 만이 아니라 살균·소독·정화·탈취 등 실내 환경개선과 건강증진 효과도 있는 것으로 나타났다<sup>3)</sup>.

휠코리아는 기능성필름, 자연채광, 방탄유리를 전문으로 취급하는 회사로써, 휠코리아의 HSR (Harnes The Sun's Ray)은 센서방식으로 태양을 추적하며 일정한 조광부에 계속적으로 태양광을 공급하는 태양동력장치이다. 용량 및 용도에 따라 다양한 크기로 제작가능하다. HSR는 건축사회관과 디올리치빌라에 설치되어 있다.

경희대학교의 반사거울형 태양광채광시스템은 한국에너지기술연구원의 신재생에너지연구부 고온태양열연구팀, 서울산업대학교 제어계측공학과 로봇제어실협실, (주) 동아산전과의 공동 작업으로 개발되었으며, 반사거울형 태양광채광시스템은 거울면에 빛을 반사시켜 태양광을 유입하는 장치로서 옥상에 설치된 1차 반사거울에 반사된 빛은 전송부를 통하여 2차 거울에 보내지게 되고 빛의 유입이 어려운 곳에 전달된다<sup>4)</sup>. 경기도 안양시 반지하 주거공간에 적용되어 있으며 협소한 인동간격으로 1차 반사거울의 직경을 780mm로 설계하였으며, 태양 위치의 변화에 따라 거울면의 각도를 제어하여 태양을 추적한다.

채광부에서 집광된 빛은 2차 거울을 통하여 실내로 빛을 보내게 되는 데, 안양시 반지하 주택에 사용된 2차 거울의 직경은 780mm로 설계되었으며, 사각 평면형의 형태를 갖는다. 또한, 반사거울 모두 95%의 높은 반사율을 가지고 있다.

**4. 거울형 태양광 채광시스템의 적용현황**

거울형 태양광 채광시스템의 적용현황은 공간특성에 따라 위치별, 규모별 및 용도별로 분류하여 분석하였다.

**4.1 공간위치별 적용**


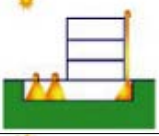




기존 논문(황민구, 2003)에서는 거울형 태양광 채광시스템의 공간위치별 적용을 대공간, 지하, 복층, 장애물이 있는 4가지 공간으로 분류하였다. 그러나 본 논문에서는 적용현황을 보다 상세하게 분석하기위해 중정 및 아트리움, 지하공간, 복층공간, 장애물이 있는 공간, 오브제를 강조하는 공간, 계단실 등 6개의 항목으로 [표4]와 같이 분류하였다.

표 3. 거울형 태양광 채광시스템의 국내의 개발현황

국가	회사	제품명	적용	추적	모드
독일	BOMIN-SOLAR	Lightron	추적형	유	프로그램
	EGIS	Heliostat	추적형	유	프로그램
오스트리아	KUZELKA	Solar-mirror system	추적형	유	센서
	Bartenbach L'chtlabor	Solar Illumination sytem	추적형	유	불확실
스위스	Heliobus AG	Heiobus Mirror Shafts, Heliobus System	고정형	무	무
일본	TECNET	Natulite	추적형	유	센서
	RYUKO	Solaris	추적형	유	센서
	TAISEI	T- Soleil	추적형	유	불확실
	MITSUI	Sunderful Series	추적형	유	프로그램 + 센서
	후지타	Solaris	추적형	유	프로그램 + 센서
	마츠시타전공	자연채광 시스템	추적형	유	센서
	Hazama	Sun chaser	추적형	유	프로그램
한국	(주)찬성에너지	독립채광기, 벽채광기	고정형	무	무
	(주)휠코리아	HSR	추적형	유	센서
	경희대학교	반사거울 시스템	추적형	유	프로그램 + 센서

3) 찬성에너지 홈페이지 www.solareng.com  
 4) 정인영, 실용형 태양광채광시스템이 반지하공간의 주거패적성에 미치는 영향, 추계학술발표대회논문집, 제6권 제1호, 2006. 03, P.18

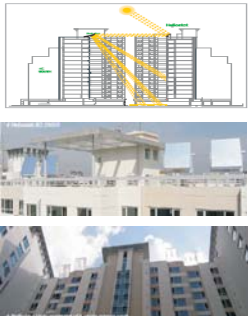
표 4. 거울형 태양광 채광시스템의 공간유형별 적용

공간 위치별	채광개념도	채광장치 (개발회사)
중정 및 아트리움		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (보민솔라)</li> <li>솔라리스 (료코)</li> <li>네츄라이트 (TECNET)</li> <li>자연채광시스템 (마츠시타 전공)</li> </ul>
지하 공간		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (보민솔라)</li> <li>Heliobus (Heliobus AG)</li> <li>집광채광기 (찬성에너지)</li> </ul>
복층 공간		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (보민솔라)</li> <li>Heliostat (EGIS)</li> <li>집광채광기 (찬성에너지)</li> </ul>
장애물이 있는 공간		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (보민솔라)</li> <li>솔라리스 (료코)</li> <li>네츄라이트 (TECNET)</li> </ul>
공간 강조		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (보민솔라)</li> <li>Heliobus (Heliobus AG)</li> <li>Heliostat (EGIS)</li> </ul>
계단실		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (보민솔라)</li> </ul>

4.1.1 중정 및 아트리움 공간의 적용현황

아트리움은 다층건물의 유리로 덮인 내부 공간으로 상부까지 오픈시킴으로서 수평 및 수직적으로 열린 공간을 조성한 것이다. 대형공간으로서의 아트리움은 넓은 채광장을 통해 실내로 유입되는 태양광에 있다. 넓은 채광장은 사람들에게 시각적인 개방감을 제공하며, 실내조경이 가능해 외부공간과 같은 분위기를 연출하면서 쾌적한 온열환경을 제공하고 있다.<sup>5)</sup> 중정에 적용된 대표적인 우리나라의 예는 D 아파트에 적용된 보민솔라사의 Lightron 제품으로 아파트 2동 사이에 있는 중정의 채광을 위해 적용되었다(표5).

표 5. 'D 아파트'의 적용현황

적용모습	개요
	위치: 서울시 영등포구 문래동
	적용: D 아파트
	장치: Lightron (보민솔라)
	특징: 대규모 공간
적용 목적	아파트 2동 사이의 중정에 채광을 위한 태양광을 유입

미국 보스톤의 Genzyme 본사는 보민솔라사의 Lightron 제품을 사용하여 12층 규모의 대규모 아트리움에 채광을 통한 업무 효율 증진 및 2차 거울을 이용한 심미적인 효과를 준다(표6).

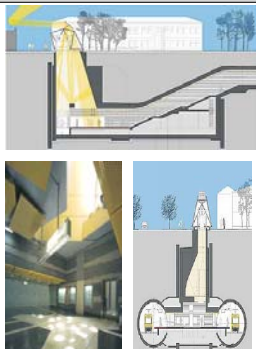

표 6. 'Genzyme 본사'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	미국 보스톤
	적용	Genzyme 본사
	장치	Lightron (보민솔라)
	특징	대규모 공간 Platinum under LEED
	적용 목적	12층 규모의 아트리움에 채광을 통한 업무효율증진, 2차거울의 미적효과

4.1.2 지하공간의 적용현황

주거건물과 업무건물의 지하공간의 활용이 증가하고 있는 추세에서 조명의 중요성은 이루 말할 수 없다. 즉, 다양한 생활패턴에 의한 지하생활공간 이용의 증가는 필연적으로 지하공간의 쾌적한 생활환경 조성을 위한 합리적인 조명환경이 필요하게 되었다. 지하공간과 지상공간과의 연계성을 주어 자연광을 유입하고 인공조명과 병용해서 사용하면 에너지 절약에 효용성이 높다. 독일의 Altenessen 지하철 역사는 보민솔라사의 Lightron 제품을 유리구조물에 설치하여 대규모 공간인 지하공간을 채광하고 지상공간과 연계성을 갖는다(표7).


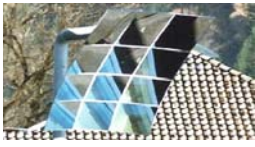

표 7. 'Altenessen 지하철 역사'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	독일
	적용	Altenessen 지하철역사
	장치	Lightron (보민솔라)
	특징	대규모 공간
	적용 목적	지하철역사의 지하공간을 채광하기 위해 지상 유리구조물에 채광장치를 설치한다.

스위스의 Schiers 주택은 Heliobus AG사의 Heliobus System을 사용하여 주택의 지하에 채광한다. 원형의 1차 반사거울 2개와 복합 2차 반사거울 1개를 광파이프와 함께 복합 적용하여 2개층에 걸쳐 복도와 바닥에 자연광을 유입하였다. 호일 및 extractor 사이에 광학효과가 나타나고 밤에는 인공조명과 함께 사용한다(표8).

5) 김정태, 대공간의 환경설비계획, 공기조화냉동공학회지, 1999. 02, P.10

표 8. 'Schiers 주택'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	스위스
	적용	Schiers 주택
	장치	Heliobus System (Heliobus AG)
	특징	주택의 지하
	적용 목적	반사거울과 광파이프를 이용하여 2개 층에 걸쳐 복도와 바닥에 채광한다. 호일 및 extractor 사이에 광학효과가 나타나고 밤에는 인공조명과 함께 사용한다.

4.1.3 북측공간의 적용현황

주택의 경우 거실은 대부분 남측이지만, 주방은 북측인 경우가 많기 때문에 태양광이 유입되지 않아 낮에도 조명을 사용해야하는 경우가 많고, 또한 건물에 따라서 거실이나 안방이 북측에 있어서 낮에도 어두운 공간들이 많다. 북측공간에서의 효율적인 채광을 위한 거울형 채광시스템이 적용되어 있는 사례는 다음과 같다. EGIS사의 Heliostat를 사용한 독일의 주택은 4m<sup>2</sup>의 반사거울이 200m 떨어져 태양광을 조사하였다. 20초마다 빛을 추적하여 1도 간격으로 반사거울을 움직여서 적용된 사례이다(표9).

표 9. '독일 주택'의 적용현황



적용모습	개요	
	위치	독일
	적용	주택
	장치	Heliostat (EGIS)
	특징	장거리 조사
적용 목적	4m <sup>2</sup> 의 반사거울이 200m 떨어져 태양광을 조사한다. 20초마다 빛을 추적하여 1도 간격으로 움직인다.	

표 10. 'Aachen 전문대'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	독일
	적용	Aachen 전문대
	장치	Heliostat (EGIS)
	특징	낮에도 조명필요
적용 목적	대학교의 북측교실을 채광하기 위해 채광장치를 설치하여 사용한다.	

대학교에 적용된 사례로는 독일의 Aachen 전문대의 북측교실을 채광하기 위해 채광장치를 설치하였다(표10).

4.1.4 장애물이 있는 공간의 적용현황

장애물이 있는 공간이란 수직으로 높은 건물과 건물의 좁은 사이공간이나 통로공간을 의미한다. 건물의 채광문제에 있어서 요즘 가장 문제가 되고 있는 것이 바로 인근의 신축건물들로 인해 기존 건물 저층부의 실내 채광을 침해받고 있는 사례들이다. 이 때문에 일조 침해의 문제로 이웃들 간의 법정 소송도 많이 일어날 뿐 아니라 이러한 일조 침해는 단순히 태양만이 가려진 문제와 그 공간의 통풍, 조망 등의 생활환경까지 제한하기 때문에 그 심각성이 더 크다고 할 수 있다. 따라서 장애물이 있는 공간에서의 효율적인 채광을 위해 건물에 거울형 채광시스템이 적용되어 있는 사례를 살펴보면 다음과 같다. 일본의 도쿄도스기나미구 주택은 료코사의 Solaris 제품을 사용하여 주거 밀집 지역의 저층부 소규모 거실 채광을 위해 사용되었다(표11).



표 11. '도쿄도스기나미구 주택'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	일본
	적용	도쿄도스기나미구 주택
	장치	Solaris (료코)
	특징	소규모 공간
적용 목적	주거 밀집 지역의 저층부 거실 채광을 위해 채광장치 사용한다.	

4.1.5 오브제를 강조하는 공간의 적용현황

어두운 곳을 밝게 비추는 것이 목적이라기보다는 반사거울을 설치하여 그 대상물을 강조하기 위한 목적으로 사용되고 있었다. 공간 강조를 위해 거울형 채광시스템이 설치되어 있는 사례로 미국 LA의 EGIS사의 Heliostat 제품을 사용하여 외부표지판을 조명하였다(표12).

표 12. 'LA, 미국'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	미국 LA
	적용	불확실
	장치	Heliostat (EGIS)
	특징	표지판외부조명
적용 목적	1차 반사거울을 통해 반사된 빛은 수직 아래에 고정된 반사판을 통해서 15m거리의 예술개체에 조명한다.	

4.1.6 계단실 공간의 적용현황

계단실은 건물의 고층화와 더불어 엘리베이터와 같은 수직이용수단의 발전으로 이용률이 급격히 저하된 상태를 보이는 경우가 있다. 그러나 점점 증가하는 주상복합으로 계획된 공동주택의 경우는 지하공간까지 연결됨으로써 좀 더 쾌적하고 안전한 공간으로 요구되고 있는 실정이다.

계단실의 경우 2차 반사거울을 통한 공중전송방식이나 광파이프를 이용한 자연광 유입이 유리하다. 수직이동수단으로 활용되는 계단실 용도상의 특성으로 인해 적극적인 자연광 유입이 가능하며, 계획단계에서부터 실내공간과의 유기적인 연계를 고려한다면 실내공간에도 자연광 유입을 시킬 수 있는 장점을 가지고 있다. 문화 및 집회 시설이나 판매 및 영업시설 등 대형건물의 실내 채광이 부족한 공간에 이용된 사례가 있으며, 태양광의 유입효과 뿐만 아니라 미적인 2차 거울을 배치함으로써 정적인 공간을 동적으로 디자인하는 기능도 한다.

독일 베를린의 독일기술박물관은 보민솔라사의 Lightron 제품을 사용하여 계단실 수직공간에 다양한 색의 효과와 태양광을 제공하기 위해 적용되었다(표13). 또한, 스위스에 있는 업무용 Basel에 적용된 원형 계단실 중앙으로 채광과 내부 조형물을 통한 미적 효과를 높이기 위해 적용되었다(표14).

표 13. '독일기술박물관'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	독일 베를린
	적용	독일기술박물관
	장치	Lightron (보민솔라)
	특징	수직공간
적용 목적	넓은 계단실 공간에 다양한 색의 효과와 태양광 제공을 위해 적용하였다.	

표 14. '업무용 Basel'의 적용현황

적용모습	개요	
	위치	스위스 Basel
	적용	업무용 Basel
	장치	Lightron (보민솔라)
	특징	수직공간
적용 목적	건물의 원형계단실 중앙으로 채광과 내부조형물을 통한 미적효과를 높이기 위해 적용됨	

4.2 공간규모별 적용

거울형 태양광 채광시스템의 공간규모별 적용현황을 편의상 500m<sup>2</sup>를 기준으로 분석하였다. 쇼핑센터, 공항시설, 박물관, 호텔의 아트리움 등과 같은 500m<sup>2</sup> 이상의 대형 공간을 채광 할 때에는 보민솔라사의 Lightron,

Heliobus AG 사의 반사거울과 광파이프가 복합시스템인 Heliobus Systems 등의 유럽제품이 주로 사용되고 있고, 500m<sup>2</sup>미만의 미만주거 밀집지역의 개인 주택 거실이나 지하실 등과 같은 중소형 공간을 채광 할 때에는 RYUKO사의 Solaris, TECNET사의 Natulite 등의 일본 제품이 주로 사용되었다.

스위스 Heliobus AG 사의 Heliobus Mirror Shafts은 지하공간에 반사거울과 덕트가 복합 적용되어 사용되었다. Lightron 제품은 직사각형의 2차 거울 제품도 있어 모서리 부분까지 이용하여 빛을 넓게 반사시킬 수 있기 때문에 대형공간에 많이 사용되었다. Solaris와 Natulite 제품은 가격이 저렴할 뿐만 아니라 채광부 안에 2개의 거울 판이 있어서 수직·수평 방향으로 반사되는 모든 빛들을 직하방향으로 보내는 역할을 하였다.

표 15. 공간규모별 채광장치 적용현황

규모별	채광장치	적용 목적
500m <sup>2</sup> 이상 공간	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron(보민솔라)</li> <li>Heliobus system (Heliobus AG)</li> </ul>	공연장, 박물관, 공항, 업무시설, 지하철역사와 같은 대형공간의 중정이나 지하공간의 채광 및 공간강조
500m <sup>2</sup> 미만 공간	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solaris(료코)</li> <li>Natulite(TECNET)</li> <li>HSS (Heliobus AG)</li> </ul>	주택거실, 복층의 주방이나 화장실, 지하실, 사무소 공간 등의 빛의 유입

4.3 건물용도별 적용

건축법 제1항 제2호의 규정에 의한 건축물의 용도는 다음과 같이 22가지로 구분된다. 단독주택, 공동주택, 제1종 근린생활시설, 제2종 근린생활시설, 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 의료시설, 교육연구 및 복지시설, 운동시설, 업무시설, 숙박시설, 위락시설, 공장, 창고시설, 위험물저장 및 처리시설, 자동차관련시설, 동물 및 식물관련시설, 분뇨·쓰레기처리시설, 공공용시설, 묘지관련시설, 관광휴게시설, 기타 대통령령이 정하는 시설 이다. 그러나 본 논문에서는 거울형 태양광 채광시스템이 주로 설치된 용도를 크게 단독주택과 공동주택을 합쳐서 주거시설, 문화 및 집회시설, 판매 및 영업시설, 업무시설, 교육연구 및 복지시설, 기타시설 등 6가지로 분류하여 분석하였다.

표 16. 본 논문에서 적용한 건물용도별 시설 분류

용도	분류	
주거	단독주택	단독주택, 다중주택, 다가구주택 등
	공동주택	아파트, 연립주택, 다세대주택 등
문화 및 집회	종교집회장, 공연장, 박물관, 전시장 등	
판매 및 영업	시장, 쇼핑센터, 철도역사, 공항시설 등	
업무	공공 업무시설, 업무시설 등	
교육 및 복지	도서관, 학교, 연구소, 아동시설 등	
기타	숙박시설, 공원, 의료시설 등	



거울형 태양광 채광시스템을 개발한 유럽의 5개회사, 일본의 3개회사, 한국의 3개 개발처를 중심으로 총 79개 건물의 적용현황을 가로축에는 용도, 세로축에는 위치별로 분류하였다(표17). 건물용도에서는 주거시설에서 21개, 업무시설에서 20개의 건물에 적용되어 주로 주거시설과 업무시설에서 거울형 태양광 채광시스템이 많이 설치되었다.

주거시설에서는 북측 또는 일조가 필요한 공간, 장애물이 있는 공간에 주로 적용되었으며, 업무시설에서는 다양한 위치에서 자연채광의 유입을 위해 시스템이 자유롭게 적용되어 있다. 공연장, 박물관 등의 문화 및 집회시설에서는 중정 및 아트리움의 공간에 중점적으로 적용되어 있는 것으로 나타났다.

표 17. 건물용도별 적용현황

위치 용도	중정 및 아트리움	지하공간	북측/일조가 필요한 공간	장애물이 있는공간	공간구조	계단실
주거 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 소가시공동주택</li> <li>○ 오오사카시 공동주택 I</li> <li>○ 오오사카시 공동주택II</li> <li>◆ KUZELKA사 공동주택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Schiers 주택 (Light Pipe)</li> <li>■ Heliobus AG (HSS)</li> <li>다수의 주택</li> <li>● 안양시 주택</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hedebygade 5 리노베이션</li> <li>★독일개인주택</li> <li>● 코펜하겐공동주택</li> <li>☆ 요코즈카공동주택</li> <li>▷ 흥성개인주택</li> <li>▷ 산천포광발전단지</li> <li>□ 잠원동 디올리치빌라</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◇ 동경공동주택</li> <li>◇ 오오미야시주택</li> <li>☆ 요코즈카시 공동주택</li> <li>◇ 요코하마시주택</li> <li>☆ 동경주택</li> <li>● Paragon 아파트</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Austr. Residential Estate</li> </ul> 
문화 및 집회 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Nals 공연장</li> <li>● BMW 박물관</li> <li>● 서울국립박물관</li> <li>● Discovery World 박물관</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>● 독일기술박물관</li> </ul> 
판매 및 영업 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Luisen 쇼핑몰</li> <li>● Rincenter 쇼핑몰</li> <li>● Stuttgart 공항</li> <li>● Aachen 버스정류장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Altenessen 지하철역사</li> <li>■ Potsdamer 지하철역사</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Aachen 버스정류장</li> </ul> 		<ul style="list-style-type: none"> <li>● Manchester 공항</li> <li>■ Coop. Moritz 마트</li> <li>■ Coop. Davos 마트</li> </ul>	
업무 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Genzyme 본사</li> <li>● Gerlinger 은행</li> <li>● Central 은행</li> <li>◇ 후나바시시 사무소</li> <li>◇ 하카리가오카 도립센터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Aldrans 사무실</li> <li>● 쿠퍼스 AG 사무실</li> <li>▷ 대림산업연구소</li> <li>▷ 에너지관리공단</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 섬유기술지원센터</li> <li>▷ 한국수자원공사 시흥정수장</li> <li>▷ 에일종합건설</li> <li>▷ 대한항공훈련센터</li> <li>□ 건축사회관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Morgan 법륜회사 (Light Pipe)</li> <li>● Loan Corporation 재건축</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Borusan Group 본사</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 독일 Central 은행</li> <li>● 업무용 Basel</li> <li>● ZUG 행정건물</li> </ul>
교육 연구 및 복지 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Munich 유치원 (안뜰)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 유한대학</li> <li>● 경희대학교 공학관</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rhein-Sieg 대학교</li> <li>■ ST. Gallen 학교</li> <li>○ 일본상지대학교</li> <li>▷ 구포중학교강당</li> <li>▷ 모덕초등학교강당</li> </ul>			
기타 시설	<ul style="list-style-type: none"> <li>● King George 호텔</li> <li>● Cardiology Clinic (Entrance Hall)</li> <li>☆ 동경아다치병원</li> <li>☆ 춘일정시백병원</li> <li>☆ 동경도립병원</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 역곡 하수 종말처리장</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Teardrop 공원</li> <li>▷ 태능선수촌</li> <li>▷ 선춘준장대 해수욕장</li> <li>▷ 서초직장보유센터</li> <li>▷ 사근동 주민 헬스센터</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 예림원</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 올림픽아 2000</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Kempten Clinic</li> </ul> 

[법례] ●: 유럽회사군/ ■:Heliobus AG, ●:Bomin-solar, ★:EGIS, ◆:KUZELKA, ▶:Bartenbach Lichtlabor, ●:일본, 한국회사군/ ○:마츠시타전공, ☆:료코, ◇:TECNET, ▷:찬성에너지, □:휠코리아, ●:경희대학교 등

보민솔라사의 Lightron제품은 다양한 용도로 다양한 위치에 적용되고 있으며, 특히 판매 및 영업시설과 중정 및 아트리움에 가장 많이 적용되었고, 일본개발회사의 시스템은 주거시설의 일조가 부족한 공간에 주로 적용되고 있다.

### 5. 거울형 태양광 채광시스템의 복합적용사례

거울형 태양광 채광시스템은 주로 태양광을 추적하여 공중전송방식에 의해 전송되나 최근에는 광덕트, 광섬유, 광파이프 등의 전송시스템과 복합적으로 적용되고 있다. 이를 통해 산광부에서 발생하는 글레이문제는 물론 어두운 실내의 불균일한 조도상태를 향상 시킬 수 있는 것으로 나타났다. 복합적으로 거울형 태양광 채광시스템이 복합적으로 사용된 사례는 표18 과 같다.

표 18. 반사거울시스템의 복합적용사례

+	덕트	광섬유	광파이프
반사 거울	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heliobus Mirror Shafts (Heliobus AG)</li> <li>집광채광기 (찬성에너지)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sun chaser (Hazama)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lightron (Bomin-solar)</li> </ul>

#### 5.1 반사거울 + 덕트 + 환기시스템

Heliobus AG사의 Heliobus Mirror Shafts(HSS)는 덕트를 통해서 주거공간, 학교, 사무실 등 다양한 용도에서 사용되고 있으며, 특히 지하공간에 많이 사용되고 있다.

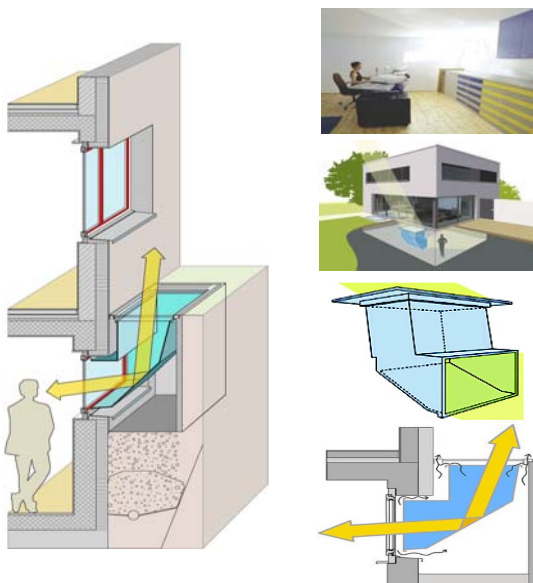


그림 7. Heliobus AG사의 HSS 개념도 및 사진

HSS시스템은 지하공간의 실내에서 거울을 통해 밖을 전망할 수 있으며 강화유리 테두리에 환기장치를 함께 설치 할 수 있어 신선한 공기를 실내로 유입시킬 수 있

다. 자연채광효과로 인한 에너지절감, 전망이 가능해서 시야각이 넓으며 범죄예방의 효과가 있다. 사생활 방지를 불투명 강화유리, 거울철 눈이나 빗물이 얼지 않도록 얇은 열판, 프레임 색, 디자인, 벌레통, 미끄럼방지, 안전장치, Facade 거울 등을 옵션으로 추가할 수 있어 개인 기호에 따라 다양한 시스템을 설치할 수 있으며, [표19]와 같이 2가지 종류가 있다.

표 19. HSS의 종류

유형	LUX version	Light version
특성	알루미늄 덕트와 반사유리로 이루어진 시스템	LUX version의 저렴한 대안 시스템으로 1mm의 고광도 알루미늄 얇은 판으로 이루어진 시스템
외부 모습		
내부 모습		

#### 5.2 반사거울 + 광섬유

일본 하자마(Hazama)사에서 개발된 선체이서는 반사거울과 광섬유를 채택하고 있다. 추적장치는 마이크로 컴퓨터가 태양의 정확한 위치를 계산하여 거울을 회전시키는 것으로 태양광을 한 방향에 계속 반사시킨다. 추적장치와 집광장치가 각각 독립되어 있어 구동하는 것은 거울뿐이므로 낮은 전력 소비량이 특징이고, 집광기 내의 필터로 적외선을 흡수, 반사하므로 실내에는 여분의 열이 전달되지 않는다. 또한 설치 장소의 조건과 용도에 의해 반사경을 이용한 방식 외에 광섬유를 이용한 방식을 채택할 수도 있다.

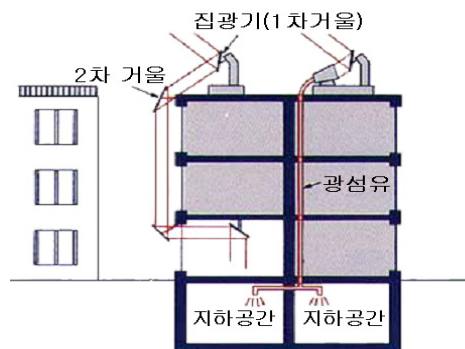
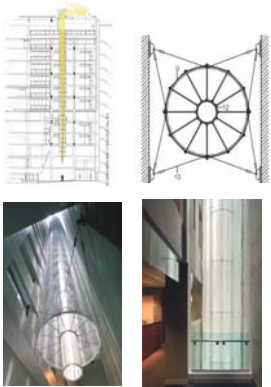
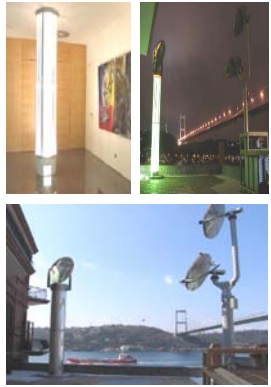




그림 8. 'Hazama' 사의 Sun chaser 개념도

표 20. 반사거울과 광파이프의 복합 적용 사례

적용 건물	Morgan Lewis 국제법률회사본사	Borusan Group 본사	Potsdamer Platz	ST. Gallen School
회사	BOMIN SOLAR	Heliobus AG	Heliobus AG	Heliobus AG
위치	Washington DC, U.S.A.	Istanbul, Turkey	Berlin, Germany	Switzerland
용도	업무시설	업무시설	판매 및 영업시설	교육연구 및 복지시설
채광장소	좁은 두 입면에 만나는 통로 및 각 면에 접한 실	옥상테라스와 각 실	Potsdamer Platz 지하철역	3개의 지상층과 지하층 (총 4개층)
채광방법	1,2차 거울을 통해 낮에는 자연광을 집광, 밤에는 인공광을 조명하여 Light Pipe를 통해 전송 및 조사	2개의 Heliostat를 이용하여 빛을 채광하여 파이프 상부의 2차 거울로 빛을 공중전송하여 광파이프로 전송 및 조사	Heliostat를 이용하여 빛을 채광하여 광파이프로 빛을 전송 및 조사	학교 지붕위에 Heliostat를 이용하여 빛을 채광하여 광파이프로 조사
특징	① Pipe: Double Skin Outer- fibre fabric Core- Glass Prism ② 높이 36m 12층 빌딩, 50m ③ 계절 및 시간에 따른 빛의 변화 ④ IALD Award 2003	① 2개의 Heliostat 와 1개의 수직반사거울 ② 높이 22m, 지름 600-800mm ③ LED lighting system을 이용한 조명 예술	① 개별의 반사거울을 가진 3개의 광파이프 각 21m, 17m, 14m ② 밤, Dusk: 인공조명 ③ Steel, Glass Pipe ④ ITEG Technische Projekte Planungs and Organisations GmBH ⑤ 땅위도시건축물과 지하철의 연결	① 옥상의 1개의 반사거울과 연결된 광파이프 ② Pipe: 투명한 포일, 지하층의 흰색의 돔형 빛 분산 extractor ③ 밤, Dusk: 인공조명
실내외 사진				

5.3 반사거울 + 광파이프

독일의 BOMIN SOLAR사와 스위스의 Heliobus AG사에서는 반사거울과 광파이프를 접목한 복합 채광시스템을 개발 및 적용한 단계에 있다. 1차 반사거울은 태양광을 추적·집광하여 광파이프를 통해서 전송 및 조사가 이루어지고 있다. 보통 실내의 수직으로 좁고 긴 공간이나 건물의 각 층을 관통하는 형태, 지상과 지하를 연결하는 통로등으로 사용되고 있으며 밤에는 인공조명을 이용하여 개성있는 실내·외 공간을 창출한다. 또한, 자연광에 부족한 실내공간의 채광효과 뿐만 아니라 계절 및 시간에 따른 변화를 느낄 수 있다(표20).

6. 결론

본 연구는 태양광 채광시스템의 구성과 특징을 기초로 거울형 태양광 채광시스템을 채광방식에 따라 분류하였다. 또한 거울형 태양광 채광시스템의 공간 위치, 규모, 용도별 적용사례와 거울형과 다른 전송시스템의 복합적용사례를 분석하였으며, 종합적인 결론은 다음과 같다.

① 거울형 태양광 채광시스템은 태양의 추적유무에 따라 고정형과 추적형으로 구분된다. 고정형 채광방식은 자연채광을 위한 시설 또는 장치가 어떠한 형태의 구동부도 포함하고 있지 않으며, 추적형 채광방식은 태양광 채광을 위한

채광부가 태양을 추적하고 자동제어시스템을 포함하고 있는 형태의 장치이다.

거울형 태양광 채광시스템에서는 스위스 Heliobus AG사의 Heliobus Mirror Shafts와 한국 (주)찬성에너지의 독립 채광기와 벽채광기 시스템 등은 태양광을 집광하는 시스템으로 고정형 집광방식이다. 추적형 채광방식은 직하·직상 거울방식과 복합거울방식을 골고루 이용하는 보민솔라사의 Lightron이 주로 사용되었고, 주거 밀집지역의 개인 주택 거실과 같은 소형공간을 채광할 때에는 프리즘·거울 병용방식의 료코사의 솔라리스, 직하·직상거울 방식의 TECNET사의 네츄라이트가 주로 사용되었다.

② 거울형 채광시스템은 건물 위치별로 아트리움, 지하공간, 복층공간, 장애물이 있는 공간, 오브제의 강조, 계단실 등의 공간형태에 적용되고 있다. 이중에서도 주거시설에서는 일조가 필요한 공간, 문화 및 집회시설에서는 중정 및 아트리움 공간에 중점적으로 적용되어 있는 것으로 나타났다.

③ 최근에는 반사거울방식과 함께 광섬유, 광덕트, 광파이프 등 복합시스템의 개발이 진행되고 있다. 거울·덕트병용방식으로 Heliobus AG사의 Heliobus system, 거울·광파이프 병용방식으로 보민솔라사의 Lightron제품을 이용한 예가 대표적이다. 시스템을 복합적으로 적용하면 glare방지, 채광성능 향상 및 실내공간의 심미적·의장적 효과도 증진되는 것으로 나타났다.

④ 거울형 태양광 채광시스템을 용도, 위치 및 규모별로 외국의 적용사례를 비교해 볼 때 국내의 경우는 건물 적용범위가 제한적인 것으로 나타났다. 이는 아직까지 우리나라에서는 태양광 채광시스템에 대한 인식이 부족하고, 새로운 시스템의 적용에 대한 부담감때문으로 사료된다. 또한 시스템이 건물과의 일체성과 심미성이 국외 적용현황에 비해 부족하기 때문이다. 따라서 태양추적시스템의 정밀화와 복합채광시스템의 적극적인 도입을 통하여 채광확적인 요구뿐 아니라 미적 효과를 동시에 만족시키는 시스템의 개발이 필요하다.

## 후 기

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. R11-2008-098-00000-0).

## 참고문헌

1. 김정태, 정유근, 황민구, 강용혁, 임상훈, “반사거울형 태양광 채광시스템의 개발에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 제18권 제6호, 2002. 06, pp.109~116
2. 백승현, 김정태, “반사거울형 자연채광시스템의 최근 건축물 적용 현황 분석”, 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 제6권 제1호, 2006. 05, pp.217~220
3. 정유근, 김정태, “지하공간 활성화를 위한 반사거울형채광장치 의 성능평가”, 대한건축설비학회 논문집, 제17권 제5권, 2001. 05, pp.197~202
4. 정인영, 김정태, “실용형 태양광채광시스템이 반지하공간의

- 주거쾌적성에 미치는 영향”, 추계학술발표대회 논문집, 통권 9호, 2005. 11, pp.57~60
5. 정인영, 김정태, “채광시스템 유형별 실내공간의 시각적 쾌적성에 관한 평가”, 한국생태환경건축학회 논문집, 제6권 제1호, 2006. 03, pp.17~24
6. 한봉수, 황민구, 김정태, “태양광채광시스템의 건축적 적용방법에 관한 연구”, 한국생태환경건축학회, 통권1호, 2001. 12, pp.283~288
7. 황민구, “반사거울형 태양광 채광시스템의 개발 및 채광성능평가에 관한 연구”, 경희대학교 박사학위 청구논문, 2003. 02
8. POP Florin, Architectural Lighting, Daylighting and Artificial Lighting, Some Thoughts Concerning Trends and Cost, IEE 2004
9. DETAIL, internationale Architektur-Dokumentation GmbH +Co. KG Press, 2004. 04, pp. 327~329
10. 임만택, 건축환경학, 보문당, 2007. 07, pp. 270~273
11. www.bomin-solar.de
12. www.egis.org
13. www.sun.or.jp
14. www.heliobus.com
15. www.kkryoko.co.jp
16. www.bartenbach.com
17. www.mes.co.jp
18. www.solareng.com
19. www.whilkor.com
20. www.light.khu.ac.kr
21. www.tecnet.ne.jp
22. www.taisei.co.jp

투고(접수)일자: 2008년 11월 19일

심사일자: 2008년 11월 21일

게재확정일자: 2008년 12월 24일