

# 복사냉방 시스템 기술 개념 및 적용 현황



The Leader in Providing Energy Saving Solutions

새로운 출발  
힘찬 도전  
우리는 한마음

---

# 복사냉방의 개념 및 특징

---

1. 현 주거건물 냉방방식의 문제점
2. 복사냉방 방식의 개념
3. 복사냉방의 에너지 절약 요인
4. 복사냉방 적용의 기대효과

### 에어컨 냉방의 문제점

### 대체냉방시스템의 개선방향

#### Energy

##### 전기식, 공랭식 냉방

- 과도한 전력 소비(전력피크 상승)
- 주 열매가 공기이므로 수송효율이 낮음
- 과용량 산정
- 부분부하 대응 불량

- 가스 또는 지역냉방 열원 적극 활용
- 냉수식, 복사 냉방으로 효율 높임
- 동시사용율에 의한 에너지 절감
- 적정 용량 산정 및 공급
- 부하변동에 따른 적절한 용량 제어

#### Comfort

##### 국부적 불쾌감

- 온도분포 불균형
- 저온 기류에 의한 쿨드 드래프트 발생

- 넓은 방냉면 확보로 온도 불균형 해소
- 고온의 열매로 쾌적도 향상

#### Control

##### 개실별 쾌적도 충족 불리

- 실온 유지 성능 불량
- 실별 열량공급 불균형 발생

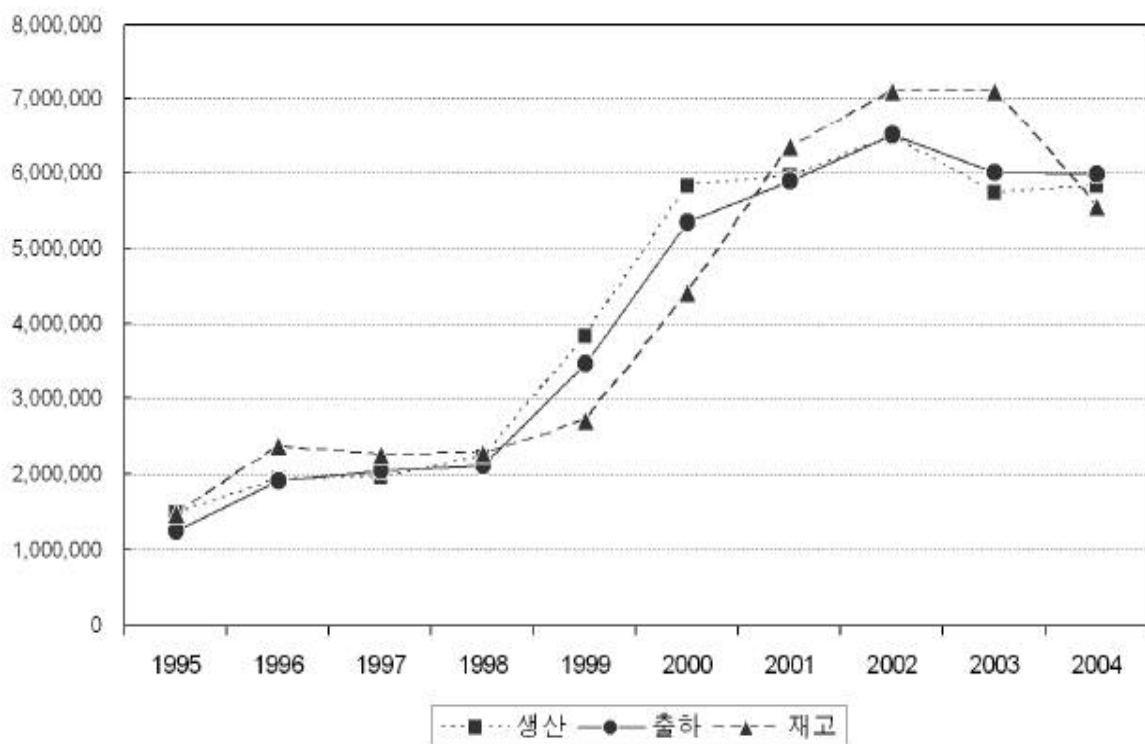
- 과냉방지를 통한 정확한 실온유지
- 개실제어, 열량 밸런싱을 통한 균등한 열공급

복사 냉방 방식 적용 필요

### 에어컨 냉방에 의한 전력수급 파급효과

- 주거건물 대부분 냉방에 공기식(에어컨) 이용
  - 국내 에어컨 수요: 보급율 35%, 매년 600만대 이상 생산
  - 에어컨에 의한 에너지 소비량: 전력설비 6000만 kW가운데  
에어컨에 의한 소비전력 1000만 kW(16%)로 피크 부하시  
전력수급에 어려움
- 전력소비를 저감시킬 수 있는 대체 냉방 시스템이 요구됨

(단위:대)



<룸 에어컨의 연도별 시장통계.(통계청, 광공업 동태조사(1994~2004))>

### 복사냉난방의 정의

- 공간과의 열교환 중 복사의 비율이 50% 이상인 냉난방 방식  
[ASHRAE(미국공기조화냉동공학회) handbook, HVAC Systems and Equipment 2008]
- 복사 패널을 이용한 복사열과 이로 인한 대류효과를 냉난방에 이용하는 방식
- 냉난방방식은 재실자 및 공간에 대한 열전달방식에 따라 대류냉난방과 복사냉난방으로 구분됨



대류냉난방기기

에어컨, FCU, 컨벡터

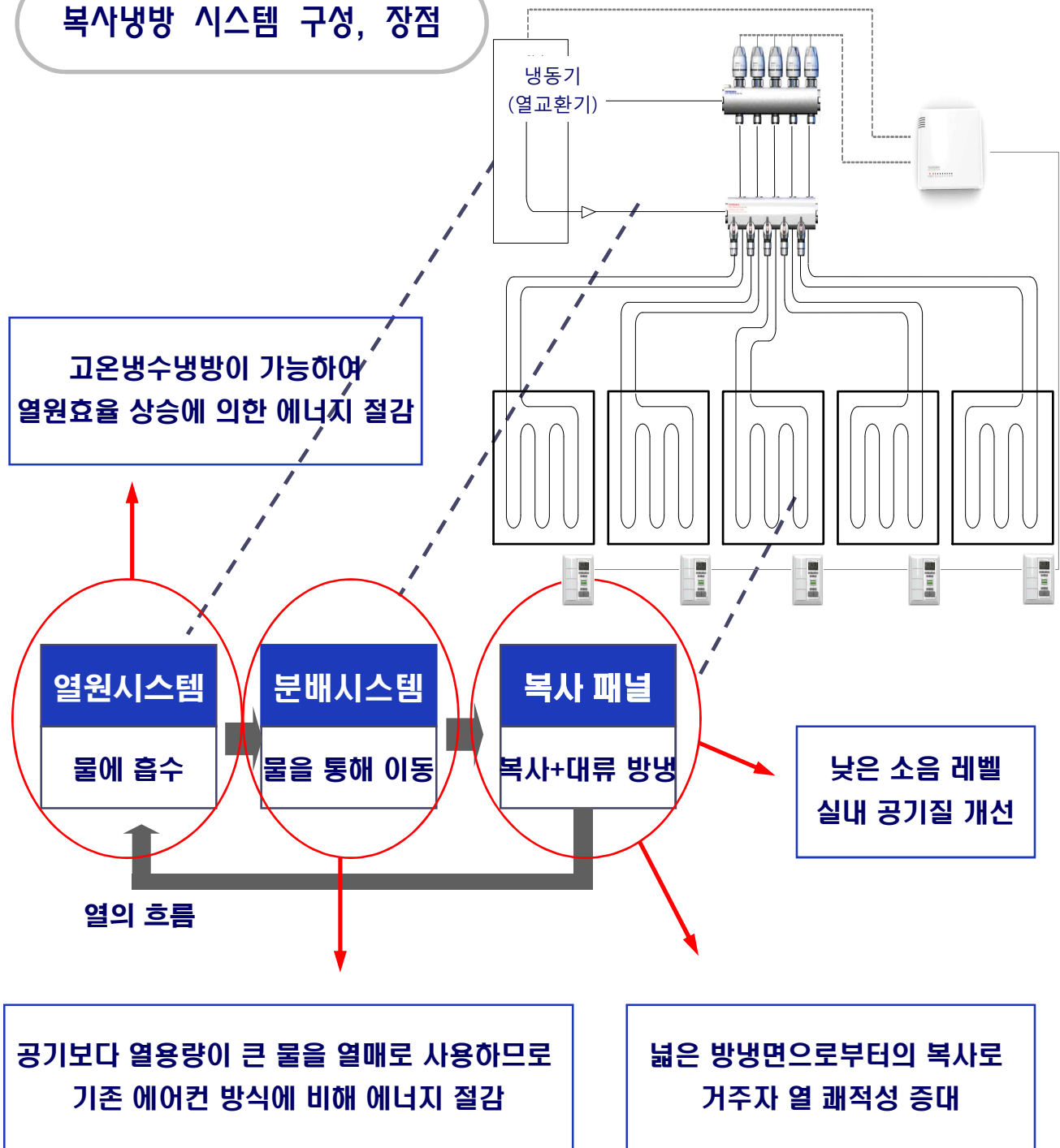


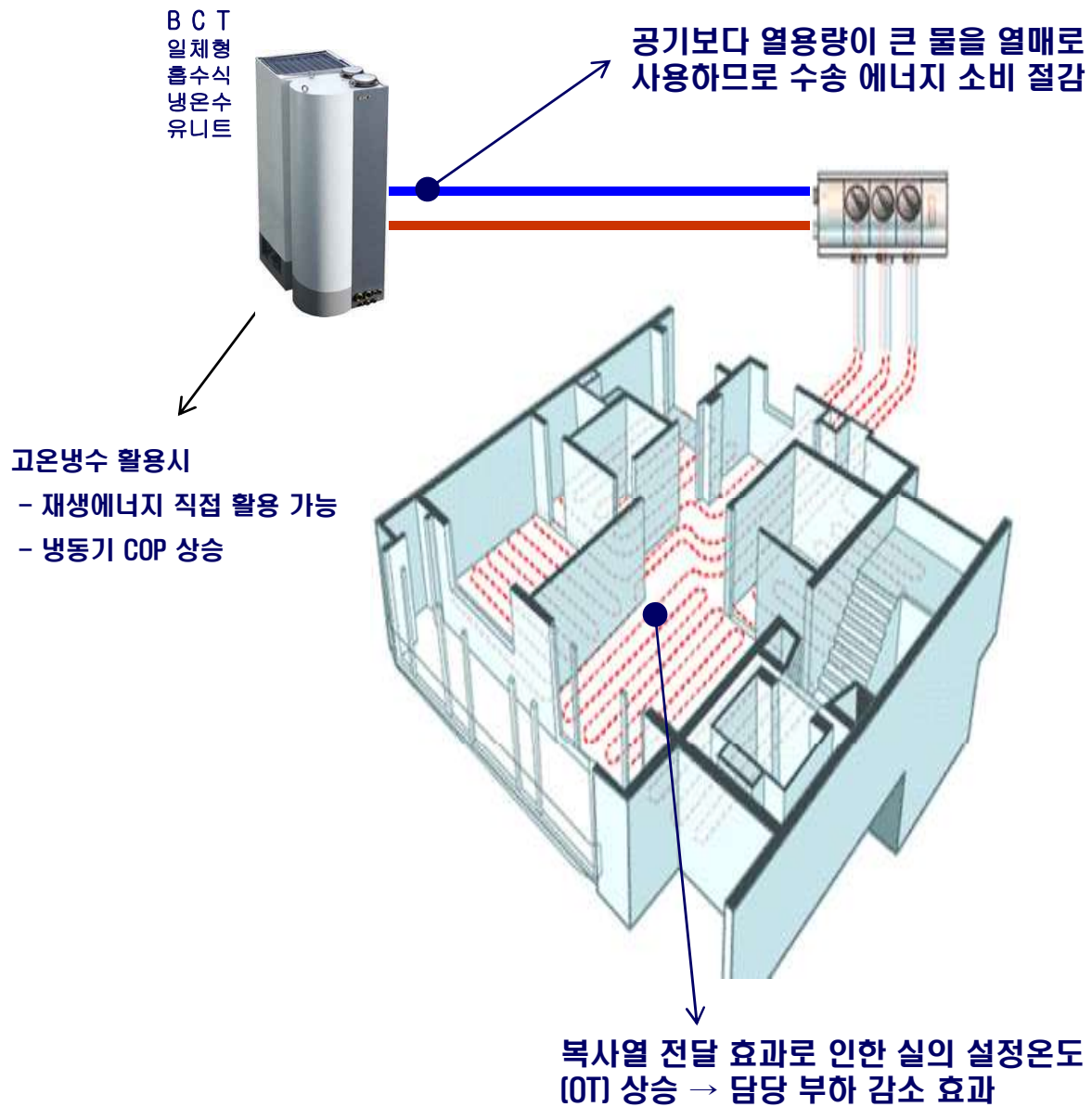
복사냉난방기기

복사패널

그림출처 : <http://www.citysub.com/equipment.html>

### 복사냉방 시스템 구성, 장점





- **하계피크부하 저감** : 가스, 지역열원 등의 사용이 가능하여 전력피크 저감 가능  
시스템 특성상 연속운전이 필요하며 이는 부하를 분산시키는 효과가 있으므로 최대부하 시간대 이전의 효과를 가져올 수 있음
- **설비중복투자 방지** : 기존 온돌 배관에 냉수를 공급하여 복사 냉방(초기 비용 증가 최소화)
- **운전에너지 저감** : 물을 열매로 하여 동력이 절감되며 실온이 상대적으로 높게 유지되어도 낮은 복사면의 온도를 통해 쾌적을 유지할 수 있으므로, 실내설정온도를 높일 수 있음
- **재생가능 에너지 이용** : 상대적으로 높은 온도의 냉수로 냉방이 가능하므로 지역 냉열원, 지중열 등을 효과적으로 이용할 수 있음
- **쾌적감 향상** : 에어컨의 냉기류에 의한 cold draft 현상을 방지, 실내 온도분포 균일성 향상



**복사 냉방으로 에어컨에 의한 냉방 수요를 분담하고, 실용화  
기술개발 및 표준화를 통해 복사 냉방 시스템의 기술 정착 및  
시장 진입을 촉진시킬 것으로 전망**



---

# 복사냉난방 시스템 기술 및 구성품

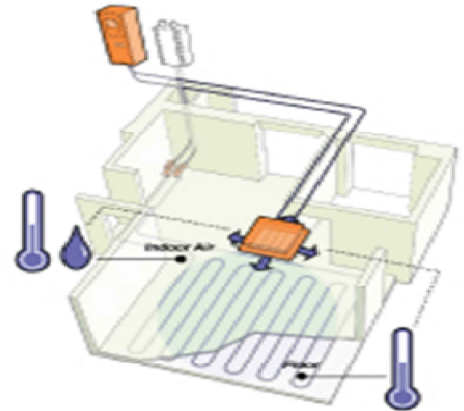
---

1. 기술 개발 추진 현황
2. 보유 기술 및 구성품

- 2008. 8. 복사냉난방 시스템 세계적 생산업체 독일 REHAU사와 한국시장개발 MOU 체결  
[ 舊 (주)코로나와 MOU 체결, 현재 GS그린텍(주)으로 합병 ]
  - 2008년 GS건설 주택연구 실험동에 REHAU 복사냉난방 시스템 설치 현재 성능테스트中
- 2010. 3. 서울대학교 산학협력단과 한국형 시스템을 위한 기술개발 협약 체결
  - 서울대학교 연구성과 공유
  - 한국형 복사냉난방 알고리즘 및 제어기 개발
  - 냉난방 분배 시스템 및 조절기 개발
  - 천정형 복사판넬 개발
- 2010. 4. 초고층빌딩 복사냉난방 관련 국책연구과제 참여 업체로 활동中



- 복사냉난방 시스템의 최적 제어 기술
  - 냉난방 통합 제어 알고리즘
  - 세대별, 실별 유량분배 기술
  - 실별 온도제어 및 에너지 절약 기술



- 복사냉난방 시스템용 분배기 / 제어시스템



냉난방 겸용 분배기/구동기

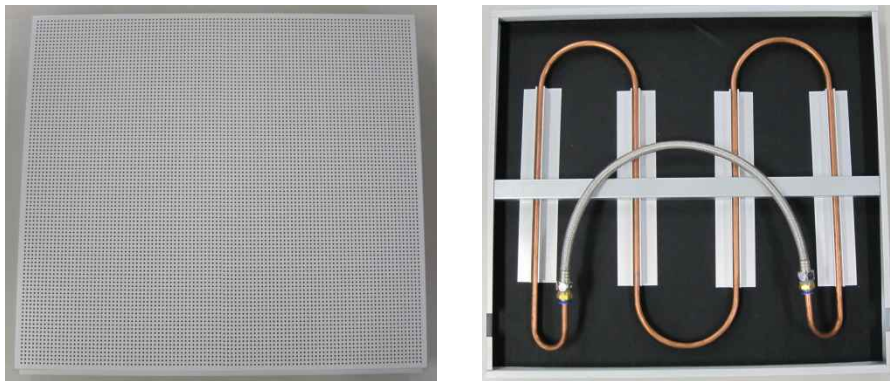


실온 조절기  
[온습도센서 내장]



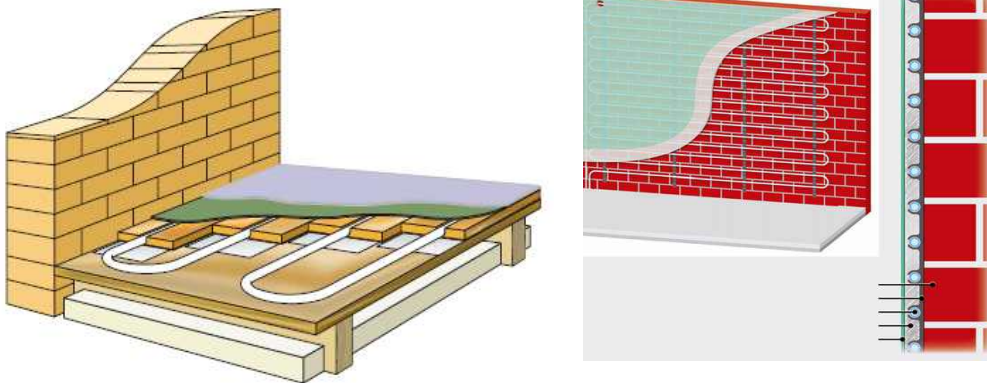
제어기(구동기 제어, 열원 제어)

- 복사냉난방 시스템용 천정형 판넬



천정형 복사 판넬 전면 / 후면

- 복사냉난방 시스템용 배관 파이프



바닥, 벽체, 콘크리트코어 방식 배관 파이프

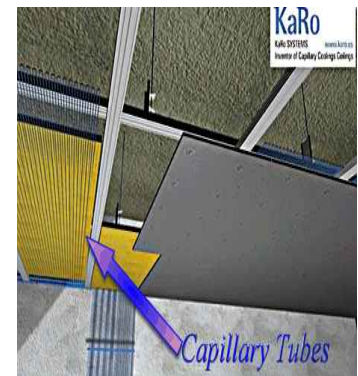
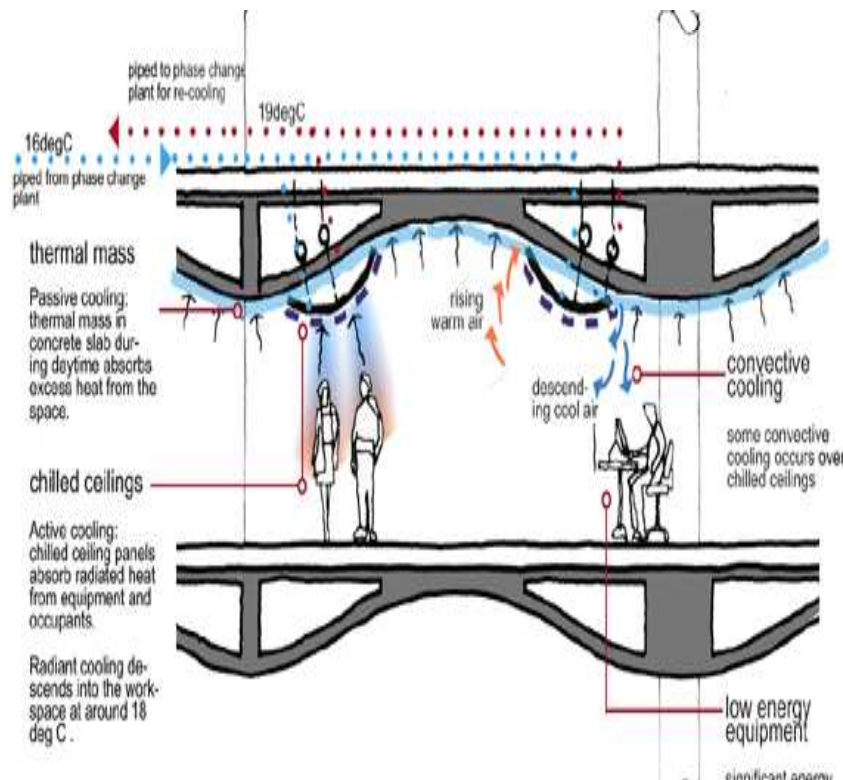
---

# 국내외 기술현황

---

1. 국외 기술 발전 추이
2. 복사냉방시스템의 적용 유형
3. 국외 복사냉방 적용 사례
4. 국내 복사냉방 적용 사례

- 1909년 영국: 온수난방 (hydronic heating)의 개발
- 1950년대 후반 유럽과 일본 : 플라스틱 배관을 이용한 온수 복사난방시스템 개발
- 1970년대 후반 미국 및 유럽 : 복사냉난방 방식의 에너지 절감 성능, 새로운 부속 개발로 인해  
복사냉난방 방식에 대한 관심 재조명, 관련 산업의 꾸준한 증가
- 1990년대 독일 : 복사냉방을 적용한 사무소 건물 신축 증가
- 2000년대 일본, 중국 : 쿨링 라디에이터 실용화(일본), 주거건물 복사냉방 적용(중국)



천장을 이용한 복사냉방 시스템을 사무소 건물에 적용

### 천장 복사냉방 패널

### 독일 등 유럽

- 사무소건물의 외부 존 상부 또는 천장 전반에 설치하여 활용하고 있음
- 열전도율이 좋은 재료를 사용하면 실내부하의 변동에 빠르게 대응할 수 있는 장점이 있음
- 다습한 지역에서는 천장면에 결로가 생길 위험이 있으므로 냉수온도 조절에 유의하고 제습을 위해 공조시스템과 연동해서 제어될 필요가 있음





### 모세 유관 패널

독일 등 유럽, 일본

- 직경 8mm 이하의 플라스틱 배관을 구조체 표피에 매설하여 냉수를 공급하는 방식
- 관경이 작아 설치 공간을 최소화할 수 있고 개보수시 적합
- 스케일 방지를 위해 냉수의 수질 관리에 주의하여야 함



### 쿨링 라디에이터

독일, 일본

- 냉수를 라디에이터에 공급하여 냉방부하를 처리하며 결로는 하부 드레인판으로 배수하는 방식
- FCU나 에어컨과 같이 결로수를 적극적으로 배수할 수 있어 다습한 기후에 적합함
- 파티션 등 인테리어 오브제로 활용이 가능
- 반면 방냉면적을 확보하기 위한 충분한 설치공간 요구됨

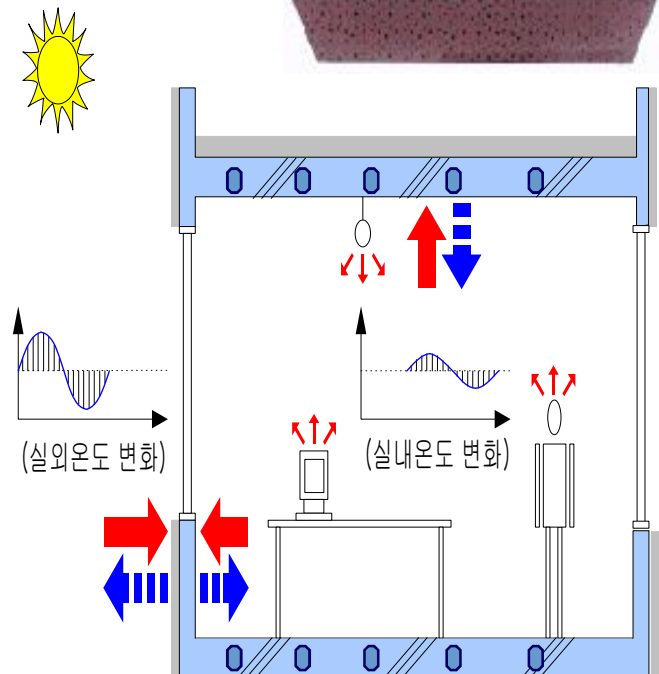
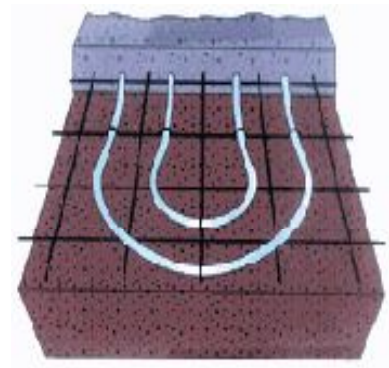




## 구체 축냉

## 유럽, 일본, 한국

- 건물의 슬래브를 축열체로 이용하여 저부하시(야간) 축열 하였다가 피크부하시(주간) 구조체가 방방하여 냉방효과를 얻도록 하는 시스템
- 냉방공사와 구조체 공사를 단일 공정으로 처리하므로 공사비 절감 및 공기 단축의 효과가 기대된다(단, 자재 및 기술의 국산화를 전제로 함)
- 축열체 열적 지연효과(time-lag)에 의해 실부하 변화에 빠르게 대응하기 위한 제어가 어려운 것이 단점



Messe AG

총 면적 : 13,563m<sup>2</sup>  
완공 : 1999년  
높이 : 20층, 82m  
위치 : 독일 북서부 하노버

## 부하저감 방안

복도형 이중외피

### 하절기

- 이중외피 중공층 자연환기에 의한 전열부하 저감
- 전동식 차양에 의한 일사부하 저감

### 동절기

- 이중외피에 의한 태양열 축열 및 자연환기로 난방효과
- 이중외피의 열적 버퍼역할로 인한 전열부하 저감

▲ 건물 전경



## 냉난방 설비

구체축냉 (core activation)

- 바닥 하부에 냉난방 겸용 코일 설치
- 바닥 냉수 온도 : 16~18°C 정도

기계실 주요 장비	용 량	비 고
냉동기 (왕복동식) x 1대	50 RT	냉수 입출구 온도 : 10/16°C
보일러 x 2대	400,000 kcal/h x 2	온수 입출구 온도 : 70/50°C
공조기(외기처리용)	12,000 CMH	냉수코일 및 열회수용 열교환기

▲ 실내 환기창



## 국외 복사냉방 적용 사례

국내외 기술현황

### Neues Kranzler Eck

연면적 : 72,000 m<sup>2</sup>  
완공 : 1999년  
용도 : 임대 사무소 및 상점  
위치 : 독일 베를린



### 냉난방 설비

천장 복사냉난방 + 최소외기



◀ 복사냉난방 패널



전동 블라인드 ▶



## Commerzbank

연면적 : 120,736 m<sup>2</sup>  
완공 : 1997년  
용도 : 사무소 및 리테일  
위치 : 독일 프랑크푸르트

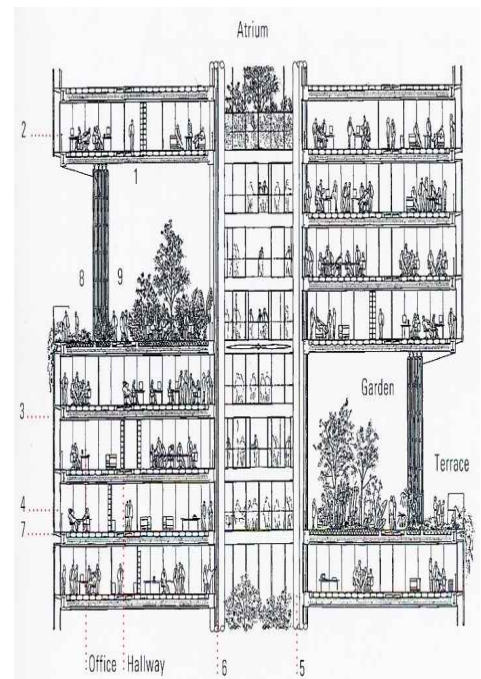
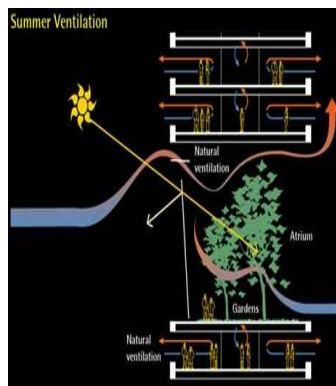


### 부하저감 방안 고층건물의 아트리움 + 이중외피

- 아트리움 환기 : 4개층 단위의 중정이 열적 버퍼 역할
- 이중외피 : BOX Window 형의 이중외피(외주부)에 의한 하이브리드 환기(기계환기 + 자연환기)

### 냉난방 설비 지역냉난방 : 천정복사냉방 + 컨벡터 + 최소외기

- 냉방 : 냉수이용 천장복사패널(천장의 냉수온도 약 17℃)  
실내 50% 정도만 천장에 동관을 배치
- 난방 : 외피측 컨벡터
- 하절기 야간에는 외기를 실내로 도입함으로써 구조체에 의한 축냉효과를 활용

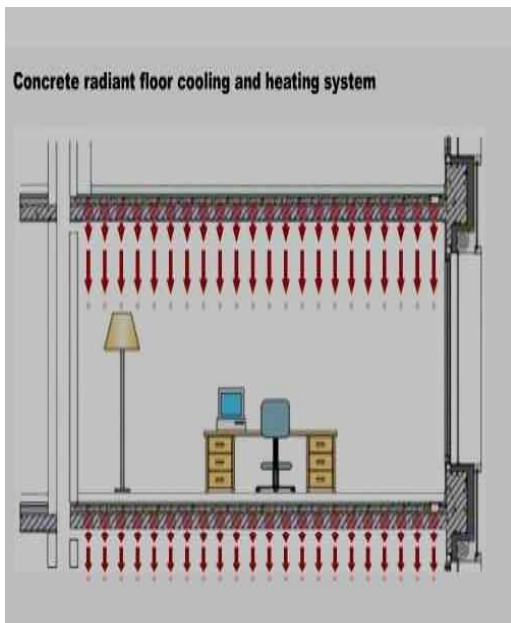


## Grand MOMA



<Grand MOMA>

- 건축가 : Steven Holl
- 중국 베이징, 2009년 완공
- 바닥구조체(slab)에 파이프가 매설되어 천장 복사 냉난방에 의해 냉난방이 이루어지도록 계획됨.
- 기존의 패키지 에어컨에 비해 쾌적 온/습도를 유지하는데 있어 훨씬 더 적은 에너지를 소모하도록 계획됨.
- 냉난방시스템의 열원으로 건물의 지하주차장 아래 600m깊이의 지열 열교환기 설치



<천장복사냉난방 시스템의 개념도>

출처 : [http://farm4.static.flickr.com/3272/2830674100\\_15b9eebd9f.jpg?v=0](http://farm4.static.flickr.com/3272/2830674100_15b9eebd9f.jpg?v=0)

출처 : [http://blog.sina.com.cn/s/blog\\_55baefe1010005eg.html](http://blog.sina.com.cn/s/blog_55baefe1010005eg.html)

### 이화여대 캠퍼스 센터

연면적 : 68,657 m<sup>2</sup>  
완공 : 2008년  
용도 : 교육연구 및 리테일  
위치 : 한국 서울



### 부하저감 방안

#### 지중열 활용

- Thermal labyrinth : 구조적 이유의 지중 중공으로 외기를 도입하여 외기부하 저감
- 건물 상당부분을 지하에 두고 지중 구조체의 축열성을 활용

### 냉난방 설비

- 슬래브 내부에 냉난방 겸용 코일 설치(concrete core activation)
- 천정 노출 마감 (CCA의 열전달 성능 확보 목적)
- 슬래브 공급 냉수 온도 : 16~18℃ 정도
- CCA용 열원 : 지열 열교환기, 냉동기 (하계) / 보일러 (동계)



강의실 내부 천장



CCA 시공장면

