



공기순환형 구조체 축열 공조시스템

건물의 구조체를 직접 축열조로 활용하는 축열공조시스템의 원리 및 개발 동향에 대해서 소개한다.

이 정 재

· 동이대학교 건축학부 (jjyee@mail.donga.ac.kr)

정 광 섭/건축환경부문 위원장

· 서울산업대학교 건축공학과 (kschung@duck.snut.ac.kr)

축열 공조방식 중 현재 가장 많이 보급되고 있는 방식은 빙축열 방식과 수축열 방식이다. 본래 축열식 공조는 열원 용량을 감소하고, 값싼 심야전력을 통해서 운전비용(running cost)의 절감을 목적으로 하지만, 열을 저장하기 위한 “축열조”가 필요하므로, 필연적으로 초기투자비(intial cost)의 증가를 동반하며, 기존의 건물에는 쉽게 적용할 수 없는 등의 문제점이 있다. 따라서 축열을 위한 초기비용을 증가시키지 않는 축열식 공조방식으로서 건축물 자체가 가지는 높은 열용량에 착안하여 구조체 축열에 관한 연구가 최근 활성화되고 있다.

구조체 축열은 건축물 그 자체를 축열 매체로 이용하기 때문에 별도의 축열조가 필요 없고, 구조체로부터의 “복사”형태로 거주영역에 직접적으로 작용하여 실내의 온열환경을 향상시킬 수 있다. 이 때문에 2차측 공조기의 용량을 절감시킬 수 있고, 축열 부위에서의 열반송이 필요없는 등, 구조체 축열시스템은 기존의 빙축열과 수축열 방식에서는 없는 여러 가지 장점을 가지고 있다.

구조체 축열 공조시스템은 기존의 공조시스템 중에서 급기구 부위만을 변경하여 주간에 종래의 공조시스템과 같이 실내로 공조 공기를 급기하고, 야간에는 급기구에 설치된 댐퍼를 조절하여 천정면으로 공조 공기를 급기함으로써 구조체에 열을 축열시키는 방안이다. 본 시스템은 기존의 설비시

스템을 이용하여 건축물의 구조체를 축열, 공조개시전 및 주간의 부하를 대폭 줄임으로써 에너지를 절감시킬 수 있다는 장점을 갖는다.

따라서 구조체 축열 공조시스템은 “지구환경 유지·전력부하 평준화·안전성·에너지 절약·비용절감·쾌적성”의 모든 조건을 만족시키는 유력한 차세대 공조 방식이 될 것으로 판단되며, 본보에서는 공기순환형 구조체 축열시스템을 소개하고자 한다.

구조체 축열시스템의 분류

냉·온수 방식

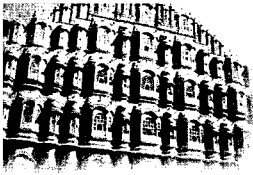
이 방식은 그림 1과 같이 수직계 파이프를 슬라브에 매입하고, 냉·온수를 파이프로 순환시켜 바닥으로 축열하는 방식으로 우리나라의 온돌과 유사한 방식이다. 냉·온수는 냉동기 및 보일러를 이용하는데, 현재에는 냉수는 우물을 온수는 태양열 집열기를 이용하는 예가 있다.

장점) - 열의 전달 방향으로 전도되기 때문에 축열시의 열손실이 작다.

단점) - 배관 및 부가 설비비용의 증대

- 냉·온수의 반송동력의 증대

- 누수의 위험성이 있다.



구조체 축열 공기방식

· 천장내 공기순환방식

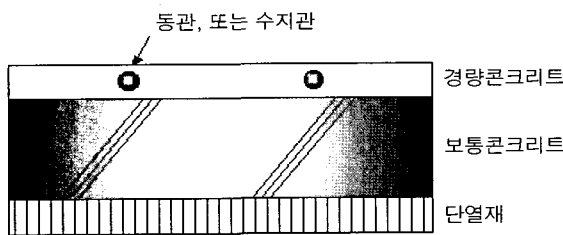
이 방식은 그림 2와 같이 천장내에 야간의 냉·온풍을 순환시켜 상층의 슬라브, 보, 바닥, 벽 등을 축열하는 방식이며, 다음과 같은 장단점을 갖는다.

- 장점) - 구체축열을 하기 위해서 부가 설비공사가 없다.
- 축열부위가 거주역에 있기 때문에 열반송이 필요없다.
- 단점) - 공기로부터 고체로의 열전달에 대한 축열량의 예측이 어렵다.
- 주간 및 야간에 취출구의 교체가 필요하다.

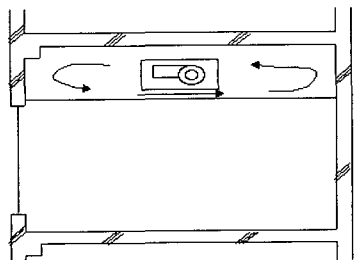
· 천장 급기 + 집무실 리턴방식

이 방식은 그림 3과 같이 천장면을 급기 챔버로서 이용하고 천장내에서 냉·온풍을 취출한 후에 실내로 취출하여 집무실로부터 리턴된다.

- 장점) - 구체축열을 의식하지 않고 축열, 일반적인 공조를 할 수 있다.
- 천장내, 실내의 기기류의 열용량이 이용될 수 있다.



[그림 1] 냉·온수 방식의 구조체 축열 개념도



[그림 2] 천장내 공기순환 방식의 개요도

- 단점) - 외벽, 특히 창면으로부터의 열손실이 크다.
- 공기로부터 고체로의 열전달에 대한 축열량의 예측이 어렵다.
- 프리 액세스 방식에서 한정된다.

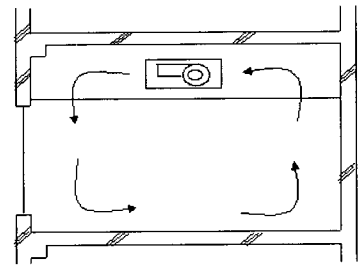
· 프리 액세스 방식

이 방식은 그림 4와 같이 프리 액세스 방식 플로어내로 냉·온풍을 통과시켜 슬라브를 축열한 후, 실내 페리미터로 취출하여 집무실로부터 리턴한다.

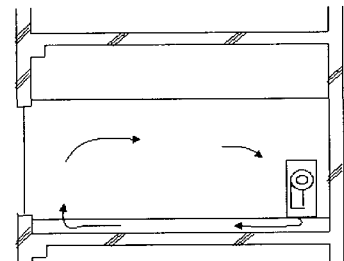
- 장점) - 구체축열을 의식하지 않고 축열과 일반적인 공조를 할 수 있다.
- 단점) - 공기로부터 고체로의 열전달에 대한 축열량의 예측이 어렵다.

구조체 축열시스템의 경제성 검토

그림 5는 천정 공기순환형 구조체 축열 공조시스템의 개요도이다. 그림 5의 (a) 겨울철(방열)의 경우 주간(집무시)에는 일반 공조시스템과 같이 실내기에서의 온풍을 구조체축열용 교체담퍼를 통해서 실내공간



[그림 3] 천장 급기 + 집무실 리턴방식의 개요도

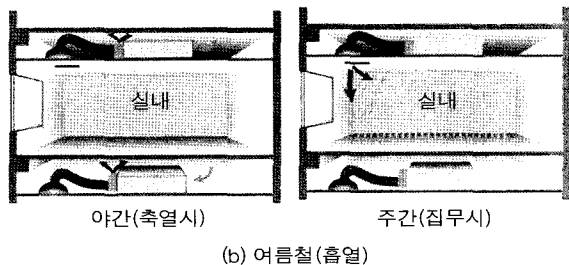
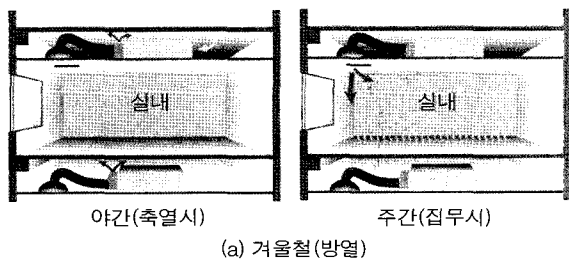


[그림 4] 프리 액세스 방식의 개요도



으로 취출시켜서 난방을 하고, 야간에는 천장 플레넘의 챔버를 이용하여 심야 전력시간대(22시부터 익일 오전8시)에 실내기로부터의 온풍을 구조체 축열용 교체담퍼를 이용하여 기류를 슬라브로 취출하여 슬라브, 보 등의 구조체를 축열시켜 주간에 실내쪽으로 방열시키는 것이다. 이와 동일한 방법으로 (b) 여름철(흡열)의 경우 주간(집무시)에는 일반 공조시스템과 같이 실내공간으로 기류를 취출시킴으로 냉방을 하고, 야간에는 기류를 슬라브로 취출시켜 슬라브, 보 등의 구조체를 축열시켜 주간에 실내공간의 열을 흡열시키는 것이다.

에너지 절약과 실내환경의 개선 및 부하 평준화를 동시에 충족시켜 줄 수 있는 실용적 구조체 축열시스



[그림 5] 구조체 축열 공조시스템 개요도

템의 개발을 위해서는 경제성의 검토가 가장 중요하며, 아래에 건물 냉방부하 절감에 대한 경제성 검토결과를 소개한다.

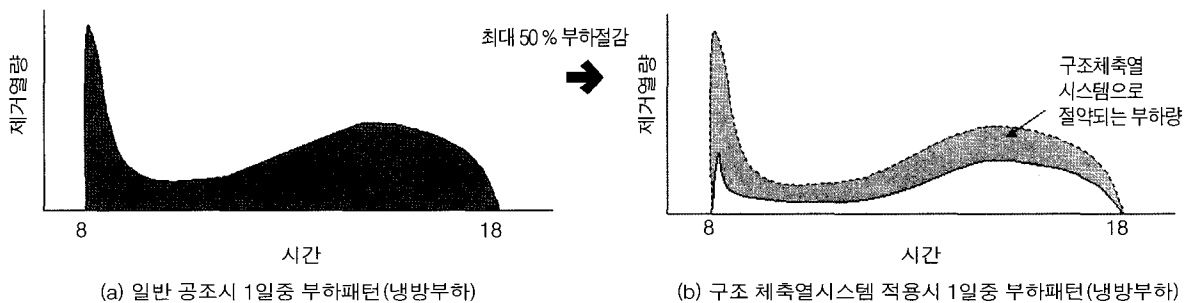
일반적 공조시스템 적용시의 냉방부하패턴에 주목하면 그림 6의 (a)에 나타낸 것과 같이 공조개시전에 피크의 부하가 나타나며, 이는 공조중지후부터 공조개시전까지의 축열부하에 기인한다. 한편, 구조체 축열 공조시스템 적용시의 부하패턴은 그림 6의 (b)와 같이 공조개시전의 피크부하가 대폭 줄어들게 되고, 전체적으로 냉방부하가 최대 50% 정도까지의 절감효과를 기대할 수 있다.

한편, 그림 7은 구조체 축열 공조시스템 적용시 예상되는 기대 효과를 HASP 계산에 의한 동적 열부하시뮬레이션에 의해 정량적으로 평가한 결과를 나타낸 것으로, 주간 냉방에너지가 대폭적으로 절감되는 것을 시사하고 있다.

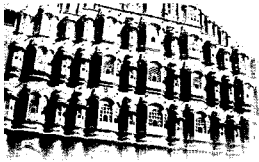
또한, 그림 8은 구조체 축열 공조시스템 적용시 예상되는 연간 에너지 절감량을 검토한 결과를 나타낸 것으로, 특히, 12, 1, 2월의 난방기 및 7, 8, 9월의 냉방기에 절감효과가 현저한 것을 알 수 있다.

결론

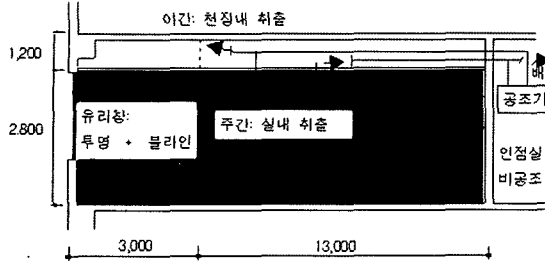
국내의 경우 냉·난방용 전력은 가정용, 상업용 및 산업용으로 분류할 때 상업용, 가정용, 산업용 순으로 상업용이 월등히 높은 비율을 차지하고 있다. 상업용 건물 중 다중 이용시설인 백화점, 병원, 호텔 등은 고객의 서비스 향상 차원에서 냉·난방을 강화하고 있으며, 사무용 빌딩의 경우 사무자동화나 인텔리전트



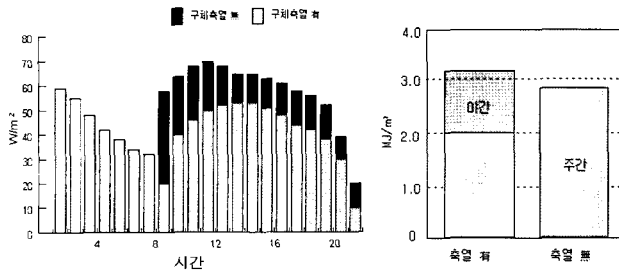
[그림 6] 일반 공조시스템과 구조체 축열 공조시스템의 부하패턴 비교



집중기획 건축환경 및 에너지 신기술 개발 동향

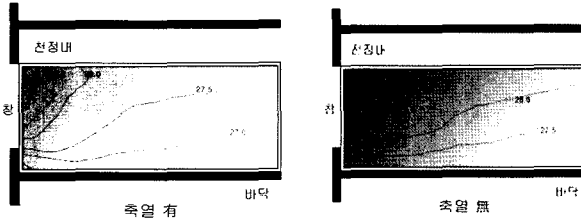


(a) 대상건물모델



(b) 구조체 유무시 공조 현열 처리량

(c) 일직산 현열량



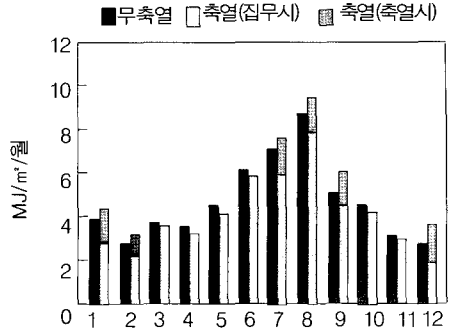
(d) 작동 온도 분포 (정온, °C)

[그림 7] 냉방피크시 에너지 절감효과

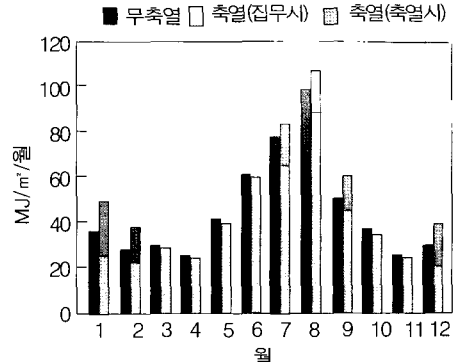
화로 인한 PC, 복사기 등의 OA기기가 도입되어 내부의 발열량이 증가하고 있다. 또한, 에너지 비용보다는 근무환경 개선에 의한 경영효율 향상에 주력하고 있어 냉·난방 전력은 계속 증가될 전망이다.

일반적으로 냉방용 전력은 업무용 빌딩을 중심으로 증가하고 있으며, 이러한 에너지 사용패턴에 부응하면서, 특히 14시부터 16시 사이의 전력 피크를 어떻게 줄이느냐 하는 것이 국가 전력 평준화에 있어서 큰 과제이다. 따라서 국내에서는 이러한 문제를 해결하기 위하여 빙축열, 수축열시스템을 적극적으로 권장하고 있다.

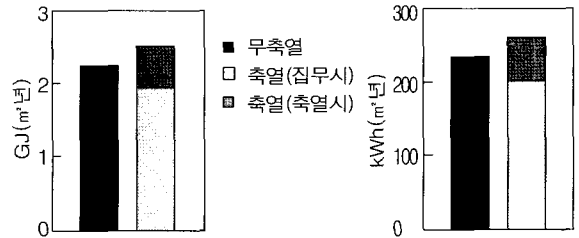
구조체 축열 공조시스템은, 덕트 설치시 초기비용이 일반 공조시스템에 비해서 미세하게 증가하나(변



(a) 기기처리열량(월별)



(b) 소비전력량(월별)



(c) 연간 계산결과(floor 전체)

[그림 8] 사무소 건물을 대상으로 한 연간 에너지 소비량

형 유닛 추가), 전체적인 초기 비용은 부하 및 에너지의 절감으로 감소하는 것을 알 수 있다. 특히 공조 운용시의 에너지절약과 쾌적성이 크게 향상되는 점과, 지금의 에너지 절약시대에 꼭 맞는 상당히 매력적인 시스템이라 할 수 있다. 본 시스템은 기존 건물의 리노베이션시 단순한 기기 추가로 인하여 비용이 부담이 없으며, 에너지절약에 의한 운전비의 저감을 고려할 때, 보다 심도 있는 연구개발을 통해 고성능의 시스템이 구축되어야 할 것이다. (⊙)