

## 국내 바닥급기시스템 설계사례 (동부금융센터)

바닥급기 시스템이 건물전체에 적용된 인텔리전트 빌딩인 동부금융센터의 설계 사례 및 거주 후 실내 환경 실험 결과를 소개한다.

정차수, 유지용

(주)한일엠이씨 (cjyong.yu@himec.co.kr)

### 개요

21세기에 들어선 현재 오피스 빌딩에 대한 개념은 크게 변화하여 생산성의 향상, 효율화를 목표로 사무자동화가 진행되고 있으며 이에 따른 국제적인 정보네트워크에 충실한 인텔리전트 빌딩이라는 호칭이 일반화되고 있다. 또한 오피스 빌딩 거주자들은 하루 생활의 1/3정도를 건물 내에서 보내고 있으며 점점 그 시간이 증가하고 있어 거주자의 쾌적성이 강조되고 있다.

이와 같은 배경으로 실의 용도변경에 대한 유연성, 부분 공조, 개별공조 및 거주역위주의 공조에 의한 에너지 절감 및 쾌적성 향상, 유지관리의 편의성 등의 장점을 갖는 바닥급기 시스템에 대한 관심이 높아지고 있다.

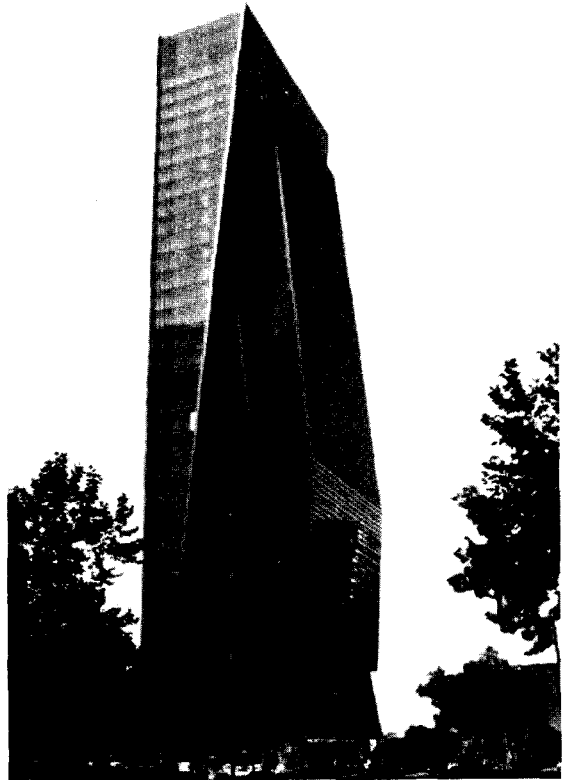
따라서, 본 고에서는 바닥급기 시스템이 건물전체에 적용된 인텔리전트 빌딩인 동부금융센터의 설계 사례 및 실내 환경 실험을 소개함으로써 앞으로 이 방식의 적용에 있어 도움이 되고자 한다.

본 건물의 개요 및 적용된 공조 설비는 다음과 같다.

#### 건물 개요

- 건물명 : 동부금융센터
- 위치 : 서울시 강남구 대치동 891-10~14, 16, 58
- 연면적 : 56,874.12m<sup>2</sup>
- 규모 : 지하 7층, 지상 35층

- 구조 : 철골 철근 콘크리트
- 주용도 : 업무, 관람집회시설, 근린생활시설
- 건축설계 : (주)도시건축종합건축사사무소
- 기계설비설계 : (주)한일엠이씨



[그림 1] 건물전경



### 공조 설비

<표 1> 공조 설비 개요

항목		내용
열원 방식	빙축열조	밀폐형 축열조 : 92m <sup>3</sup> × 2대 (1,500RT × 2대)
	냉열원	저온냉동기 : 480RT × 1대, 흡수식 냉동기 : 500RT × 2대
	온열원	노동연관식 보일러 : 5,000kg/hr × 2대
공조 방식	2 ~ 34층	바닥급기 시스템
	35층	VAV
	기타층	CAV

### 바닥급기 시스템

#### 시스템 개념

동부금융센터는 동부그룹의 금융·보험군의 사옥으로 인텔리전트 빌딩으로는 국내 최초로 건물 층에 바닥급기 시스템이 적용되었다. 본 건물의 경우 사무자동화 기기 등의 사용이 많은 금융시설의 특성상 부하 변동, 시간별, 준별 독립운전 등에 대한 융통성 확보가 필요하고 또한 추후 사무실 레이아웃 변경에 대한 유연성이 요구돼 바닥급기 시스템이 적용되었으며, 다음과 같은 효과가 기대된다.

- ① 유연성(flexibility) : 팬터미널유닛의 위치 변경 및 증감으로 공간 활용과 변화에 최대한의 유연

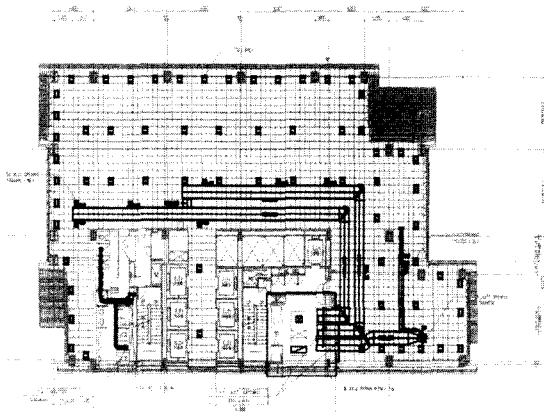
성 제공

- ② 효율성(efficiency) : 가변풍량 및 개별제어로 에너지 절약적이며 개개인에게 맞는 쾌적한 환경 창출
- ③ 유지관리(maintenance) : 팬터미널유닛이 바닥에 설치되어 문제시 수리가 용이하고 청소 또한 그릴을 들어올리고 진공청소기로 박스 내부 청소가 가능

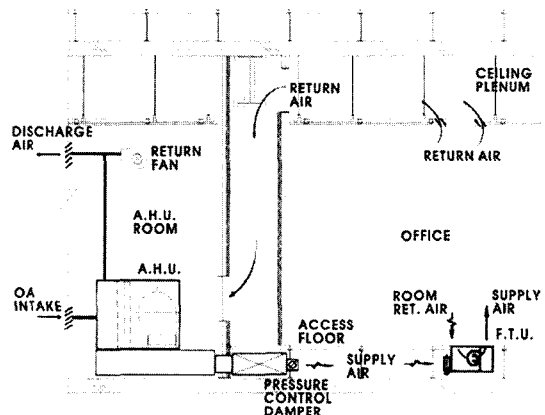
그림 2와 그림 3은 본 건물의 기준층 공조 덕트 평면도와 기준층에 적용된 바닥급기 시스템 개념도이다. 본 시스템은 급기방식으로는 덕트 + 챔버 방식을 적용하였고 압력방식은 등압식을 사용한 바닥급기 시스템으로 그림 3에서와 같이 공조기에서 플레넘(plenum)내의 급기 덕트를 통하여 1차 공기를 바닥 플레넘에 공급하고, 역세스 플로어에 설치된 팬터미널유닛(FTU : Fan Terminal Unit)에서 1차 공기와 재순환 공기를 혼합하여 2차 공기를 실내로 취출하고 천정으로 배기하는 방식이다.

일반적으로 바닥급기 시스템의 급기 방식으로는 덕트 방식, 덕트 + 챔버 방식, 챔버 방식 등이 있고 압력방식으로는 등압식, 가압식 등이 있으며 건물의 특성, 건물의 형태, 공조 조닝, 실내 환경 조건 등에 의해 적절한 방식을 선택하게 된다.

이 중 덕트 + 챔버 방식의 경우, 보통 공조기 한 대가 담당해야할 공조 면적이 넓을 경우에 적용되는데 본 건물은 층별 공조 방식을 적용해 공조기 한 대가 담당해야할 공조 면적이 넓어 덕트 + 챔버 방식 적



[그림 2] 기준층 공조 덕트평면도



[그림 3] 바닥 급기시스템 개념도

용으로 플레넘 내부의 압력을 일정하게 유지하게 하였다. 또한 등압식인 팬터미널유닛은 부하 변동에 따른 대응이 용이하고 풍량 조절이 가능하여 어느 정도 개별 공조가 가능한 장점이 있다.

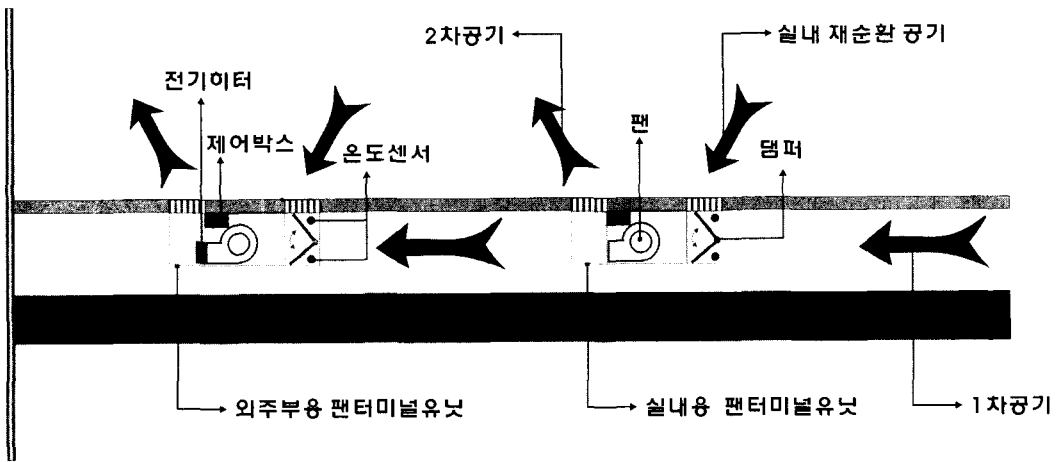
**팬터미널유닛**

그림 4는 본 건물에 적용된 팬터미널유닛의 구조 및 공기 흐름을 나타낸 그림으로 팬터미널유닛은 본 건물에 적용된 바닥급기 시스템의 핵심이며 위에서 언급한 바와 같이 공조기에서 공급된 플레넘 내의 1차 공기를 실내 재순환 공기와 혼합하여 2차 공기를 실내에 공급하는 유닛이다.

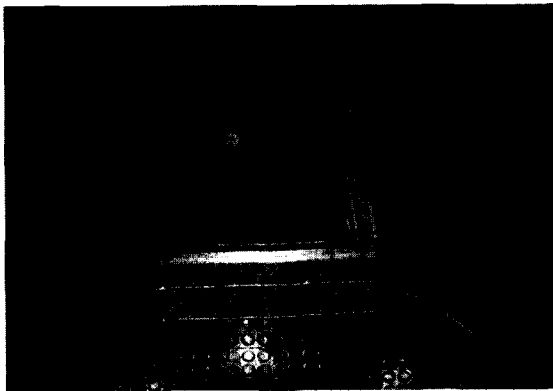
팬터미널유닛 각 구성 요소의 기능은 다음과 같다.

- 댐퍼 : 1차측 댐퍼와 재순환 공기측 댐퍼를 재순환 공기측에 설치된 온도감지기에 의해 비례 제어함. 1차측 댐퍼의 최소풍량 설정으로 실내에 최소 외기 도입.
- 팬 : 2단으로 운전 가능하며 댐퍼를 통해 혼합된 2차 공기를 실내에 급기함
- 전기히터 : 외주부 팬터미널유닛에 설치되어 있으며 동절기에 실내 온도(재순환 공기 온도)가 실내 설정온도보다 2℃ 낮을 경우에 가동됨

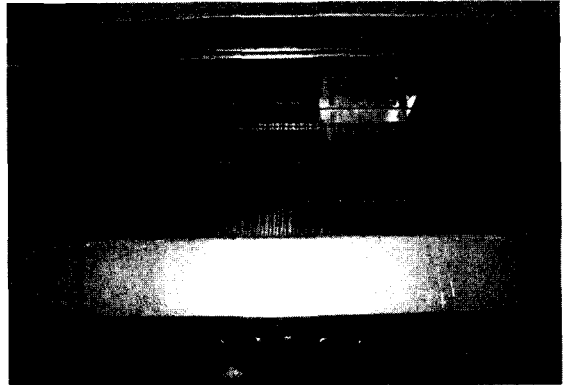
그림 5, 6은 각각 본 건물에 적용된 팬터미널유닛 과 외주부용 팬터미널유닛에 설치된 전기 히터 이다.



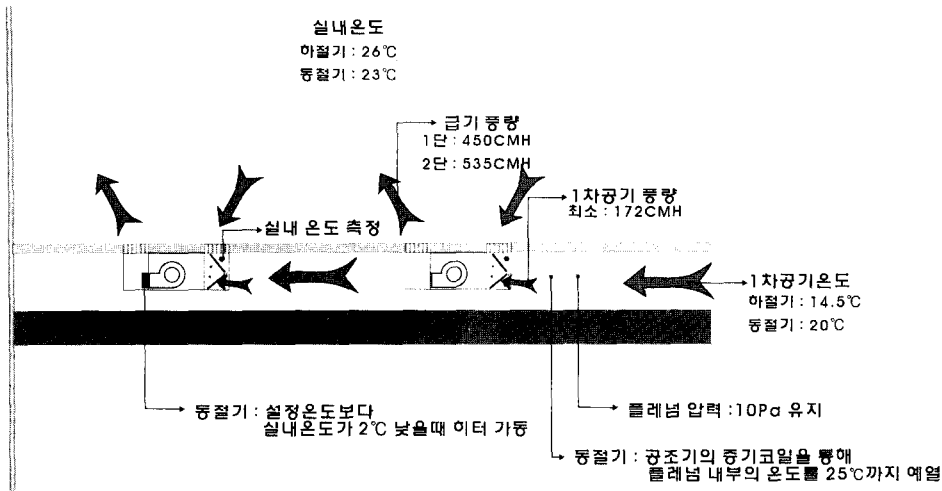
[그림 4] 팬터미널유닛 구조 및 공기 흐름



[그림 5] 팬터미널유닛



[그림 6] 전기 히터



[그림 7] 운전 모드

**운전 모드**

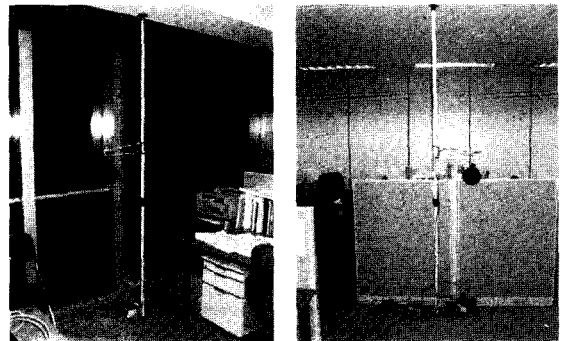
그림 7은 본 건물에 적용된 바닥급기 시스템의 운전 모드를 보여주는 그림이다.

하절기의 경우, 실내 온도(재순환 공기 온도)가 설정온도보다 2℃(조절 가능) 높을 경우 댐퍼가 개방되어 1차 공기와 재순환 공기를 혼합하여 실내에 2차 공기를 공급한다. 또한 실내온도가 설정온도보다 낮아지면 댐퍼는 닫히고 1차 공기는 최소 외기량만 공급된다.

동절기에는, 전체 운전 전에 공조기에 달린 증기코일을 이용해 플레넘 내부 온도가 25℃ 도달할 때까지 예열 운전을 하고 전체 운전 시에는 실내와 외주부가 다르게 운전된다. 실내는 OA기기 부하 등으로 인해 겨울에도 냉방부하가 걸려 하절기와 동일한 모드로 운전되나 외주부의 경우 외피부하에 의해 난방부하가 걸리므로 1차 공기와 재순환 공기를 혼합한 후 설정온도보다 실내온도(재순환 공기온도)가 2℃ 낮을 경우에는 전기히터를 통해 가열 후 실내에 2차 공기를 공급한다. 실내온도가 설정온도보다 2℃ 높아질 경우 전기히터는 정지하게 된다.

팬터미널유닛의 팬은 사용자가 수동으로 1단, 2단, 정지 등 개별제어가 가능하도록 되어있다.

또한 1차 공기와 재순환 공기의 혼합량에 따라 플레넘의 압력이 변하므로 플레넘 압력을 일정하게 유지하기 위해 공조기는 인버터 제어를 한다.



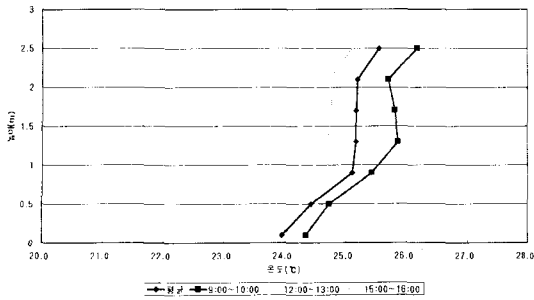
[그림 8] 실내 환경 측정 사진

**실내 환경 평가**

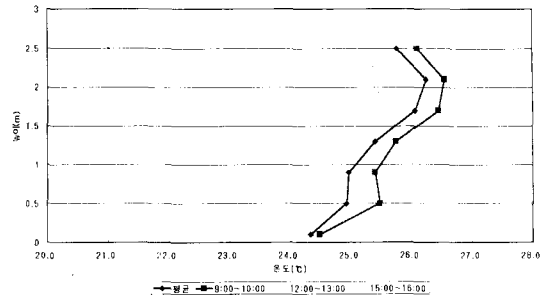
바닥급기 시스템은 아직 국내에 보급이 많이 되지 않은 관계로 실제 바닥급기 시스템이 적용된 건물의 실내 환경이 어떠한지는 설계자나 학계, 업계 모두가 궁금할 것으로 여겨진다. 본 건물의 경우 (주)한일엠이씨와 건설기술연구원이 공동으로 수행하고 있는 '환경친화형 스마트빌딩 기술개발 연구'의 세부과제인 '하이브리드형 스마트 바닥급기 시스템 기술개발' 연구의 일환으로 본 건물에 대한 실내 환경 실험이 수행되어 그 결과를 간단히 소개하고자 한다.

**실험 개요**

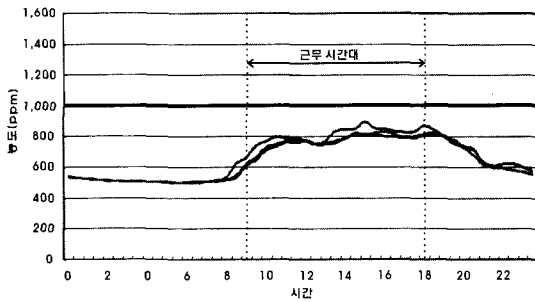
본 실험은 동절기 3일간 수행되었으며 실험을 통해



[그림 9] 수직온도 분포(외주부)



[그림 10] 수직온도 분포(실내)



[그림 11] 시간대별 CO2 농도

외주부의 콜드드래프트 발생 여부, 바닥급기 시스템의 실내환경 및 공기환경, 팬터미널유닛의 소음 여부를 측정 분석하였다.

실험 개요는 다음과 같다.

- 목 적 : 바닥급기 시스템에 대한 실내 환경 평가
- 대상건물 : 동부금융센터
- 측정기간 : 2003 1. 22 ~ 2003. 1. 25 (약 3일간)
- 측정항목 : 외주부 수직온도 분포(겨울), 실내 수직온도 분포, CO<sub>2</sub> 농도, 실내 소음 등

**실험 결과**

그림 9, 10은 각각 외주부와 실내의 수직온도를 시간대별로 측정된 결과이다. 수직온도 분포를 측정 한 결과 재실 시간 동안에 외주부 수직온도는 23.6°C ~ 26.2°C 정도의 수직온도 분포를 나타냈으며 실내 측 수직온도는 23.8°C ~ 27.2°C의 수직온도 분포로 나타났다. 외주부가 실내측 보다 온도분포가 약간 낮게 측정되었으나 콜드드래프트 현상은 발생하지 않았다. 수직온도분포의 전체적인 경향은 실내측, 창가측 모두 측정점의 높이가 올라감에 따라 측정점

의 온도도 높아지는 것으로 나타났다.

그림 11은 팬터미널유닛의 급기 부분, 호흡선(1.5 m), 배기구 위치에서 측정된 CO<sub>2</sub> 농도로 근무시간대(09:00~18:00)의 평균 농도는 각각 759, 770, 805 ppm로 나타났으며 기준인 1,000 ppm을 넘지 않아 본 시스템이 효과적으로 환기가 되는 것으로 사료된다. 또한, 실내부유분진 농도는 0.002~0.005 mg/m<sup>3</sup>으로 상당히 양호한 것으로 나타났다.

실내 소음은 주간에는 45~51 dB로 측정되었으며, 야간에는 41~45.2 dB로 측정되어 팬터미널유닛의 소음이 크게 문제되지 않는 것으로 나타났다.

**맺음말**

바닥급기 시스템은 여러 가지 장점이 있음에도 불구하고 아직 국내에는 적용사례가 많지 않다. 그 이유는 아직 국내에 적합한 설계기준 등이 부족하고 실제 적용시 나타날 수 있는 경제성, 쾌적성, 유연성, 유지관리 등에 대한 실질적인 효과나 자료가 부족하여 일반적인 천정급기 시스템에 비해 적용하기가 쉽지 않기 때문으로 여겨진다.

따라서, 동부금융센터는 건물 전 층에 바닥급기 시스템이 적용된 국내 최초의 인텔리전트 빌딩으로 그 자체만으로도 큰 의미가 있다고 여겨지며 본 건물 등을 토대로 시스템 전반에 대한 평가, 최적의 운전 조건, 운영방식, 거주 후 평가, 여름철 실내환경 실험 등이 이루어져 국내 실정에 맞는 설계 기준과 적용 효과 등이 도출된다면 설계시 바닥급기 시스템을 적용하는데 좋은 가이드라인을 제공할 것으로 사료된다. (★)