

# 대공간의 열환경 예측을 위한 배기구 위치 선정에 관한 연구

박종수\*

\*인하공업전문대학 건축과

e-mail : jspark@inhatec.ac.kr

## A study on the location of air outlets to predict the thermal environment in large spaces

Jong-Soo Park\*

\*Department of Architecture, Inha Technical College

### 요 약

본 연구에서는 A type의 대공간 건물의 열환경을 예측하기 위해 거시적 모델(macrosopic model)과 미시적 모델(microscopic model)의 연계해석을 수행하기 위한 전 단계에서 시간과 노력을 절약하기 위해 급기 및 배기구의 위치를 결정하고자 한다. 해석은 동일 공간을 대상으로 하는 case별 상대비교이기 때문에 배기구 위치만을 변수로 하여 다른 조건들은 모두 동일하게 설정한 후, CFD(Computational Fluid Dynamics)를 이용하여 3가지 경우에 대한 기류 및 온도 분포 결과를 예측하였다.

case 1 ~ case 3의 급배기 방식별 컴퓨터시뮬레이션 예측 결과는 case 1이 난방 및 냉방 시 에너지 절약과 거주역 공조 측면에서 가장 우수한 것으로 나타났다. 기류분포도 거주역에서 전반적으로 0.4m/sec이하의 기류를 조성하였고 공기의 정체영역을 해소시켜, 거주자에게 열 및 공기 환경 측면에서 양호한 것으로 나타나 case 1이 연계해석 연구에 적용되는 가장 우수한 배기구 위치로 선정되었다.

### 1. 서론

대공간은 벽, 유리, 지붕으로 둘러싸인 큰 공간으로 정의 할 수 있다. 대공간은 유동적 측면에서 1) 열적인 부력(thermal buoyancy)이 공기의 유동에 큰 영향을 미치고 2) 거주역이 전체용적에 비해 작고 3) 레일레이 수(Rayleigh Number)가 큰 특징을 가지고 있다. 또한 열 및 공기 환경조절이라는 측면에서 대공간이란 단지 큰 용적을 갖는 공간을 칭하는 것이 아니라, 환경조절의 난이도라는 관점에서 이해되어야 한다. 환경조절의 어려움은 공간 규모와 형상 그리고 사용공간인 거주역에 밀접히 관련되어 있으며, 거주역은 주로 바닥근처에 한정되어 있다.

본 연구의 대상인 A type의 건축 공간은 대공간이라는 특성상 밀폐공간의 기류는 열에 의해 가장 큰영향을 받으며, 밀폐공간은 외부환경과의 밀접한 열적관계를 유지한다. 즉, 자연·혼합대류(Natural·mixed Convection), 장파복사(long wave thermal radiation), 외부 구조체를 통한 열전달 그리고 축열과 같은 표면 열전달 과정에 대한 정확한 모델링이

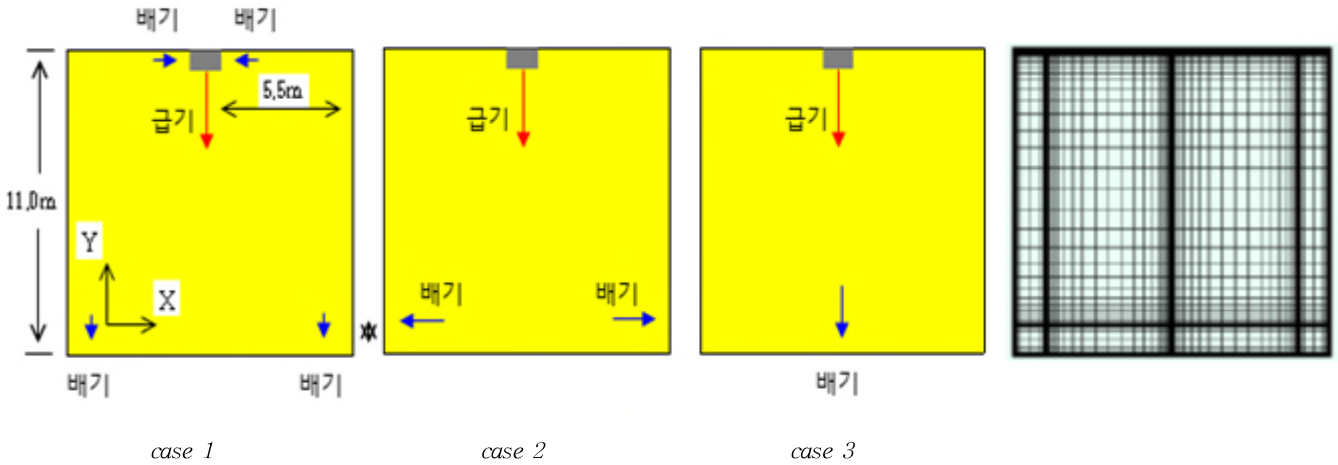
수치해석 예측결과의 정확성을 좌우하는 가장 중요한 요소 중에 하나가 된다.

본 연구에서의 수치해석은 크게 복사를 포함하는 전열해석을 통해 CFD(Computational Fluid Dynamics) 모델의 경계조건을 도출하는 거시적 모델(macrosopic model)과 그 결과를 CFD 모델에 적용하여 대상공간의 기류 및 온도분포를 상세하게 예측하는 미시적 모델(microscopic model)로 구분하여 수행하는 연계해석을 하기 위한 전 단계에서 시간과 노력을 절약하기 위해 A type의 건축 공간에서 CFD 모델을 이용하여 급기구를 고정하고 배기구들의 위치를 결정하고자 한다.

[표 1]은 거시적 모델과 CFD 해석모델을 포함하는 미시적 모델의 연계해석 흐름이다.

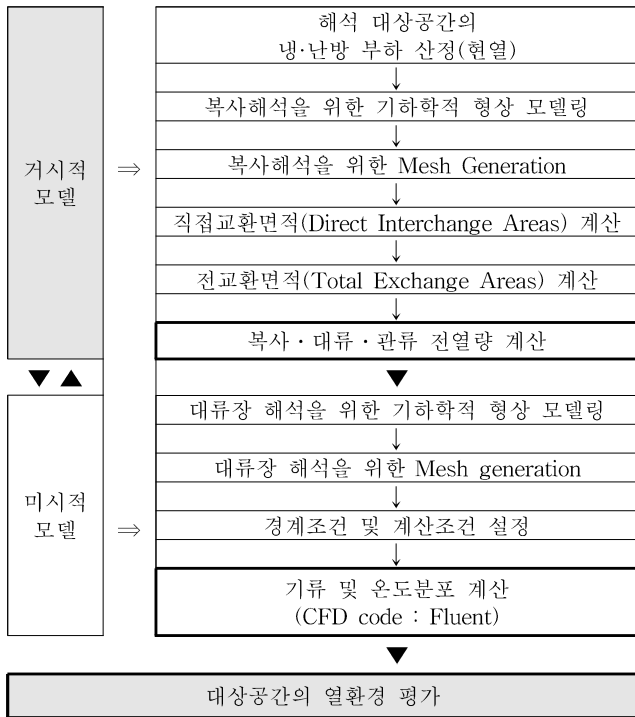
### 2. 해석 공간 및 조건

해석공간은 case별 상대비교를 통해 배기구의 위치를 결정하는 것이 목적이기 때문에, [그림 1]과 같은 단순한 2차원 동일 공간[11.0m(X) x 11.0m(Y)]을



[그림 1] 해석 공간 및 격자분할

[표 1] 연계해석 흐름



[표 2] 난방 및 냉방 시 계산 조건

	공조 조건	급기량 [m <sup>3</sup> /h]	급기 온도 [°C]	외기조건	부위별 열관류율 [W/m <sup>2</sup> K]	배기량 [m <sup>3</sup> /h]	급기구 배기구 길이[m]
case 1	난방	1,620	28	상대비교를 위해 부위별로 일사량을 고려하여 동일조건으로 조성	0.4	상부(972) 하부(648)	0.05
	냉방	1,620	17		0.4	상부(972) 하부(648)	0.05
case 2	난방	1,620	28		0.4	1,620	0.05
	냉방	1,620	17		0.4	1,620	0.05
case 3	난방	1,620	28		0.4	1,620	0.05
	냉방	1,620	17		0.4	1,620	0.05

해석을 위한 벽면 경계조건은 건축공간의 조건을 최대한 모사하고자 외부 벽면에서는 외부 열전달 경계조건을 적용하였고, 벽체는 내부 계산영역에 포함시켜 전도 성분으로 고려하였다.

### 3. 해석 결과

#### 3.1 난방 시

동일한 위치의 급기구 조건으로 배기구가 변동하는 경우인 case1 ~ case3의 해석 결과, 실내 측 벽면의 열전달 계수 및 표면온도 등의 영향으로 전체 열량(total heat rate)이 감소함에 따라 실내 평균온도는 case1(22.4°C), case2(21.5°C), case3(21.0°C) 순서로 낮아지는 것으로 나타났다. 이는 배기구 위치가 변동함에 따라 실내 대류 열전달 현상이 달라짐에 따라 나타난 현상으로 분석된다. 따라서 에너지 평가측면에서 볼 때 유용한 배기구의 위치는 case1 > case2 > case3 순서인 것을 알 수 있다.

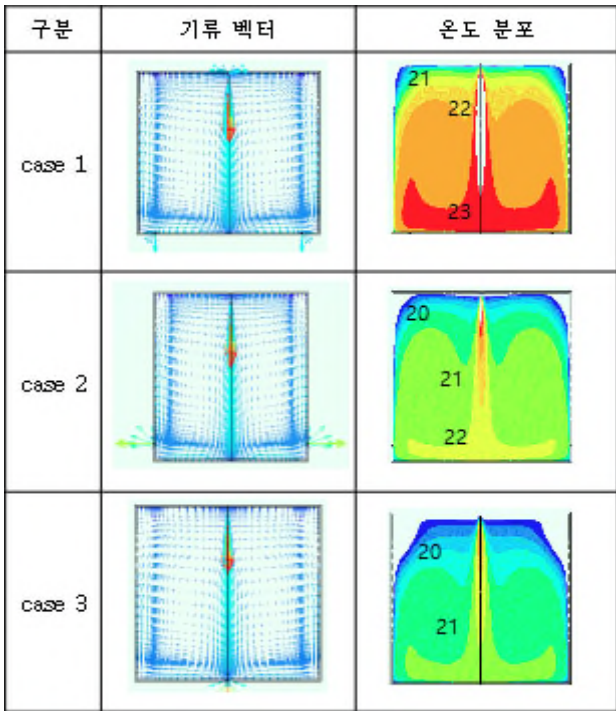
[그림 2]는 각 case 별 기류 및 온도분포를 나타낸 것으로 3가지 경우 모두 거주역 난방을 실현하는

대상으로 선정하였다. 격자분할은 벽면 부근에서는 조밀한 격자를 가질 수 있도록 복합격자시스템을 적용하였다. 격자수는 37(X)x51(Y)=1,887개로 X방향으로 중앙부분은 symmetry 경계조건을 적용하였다.

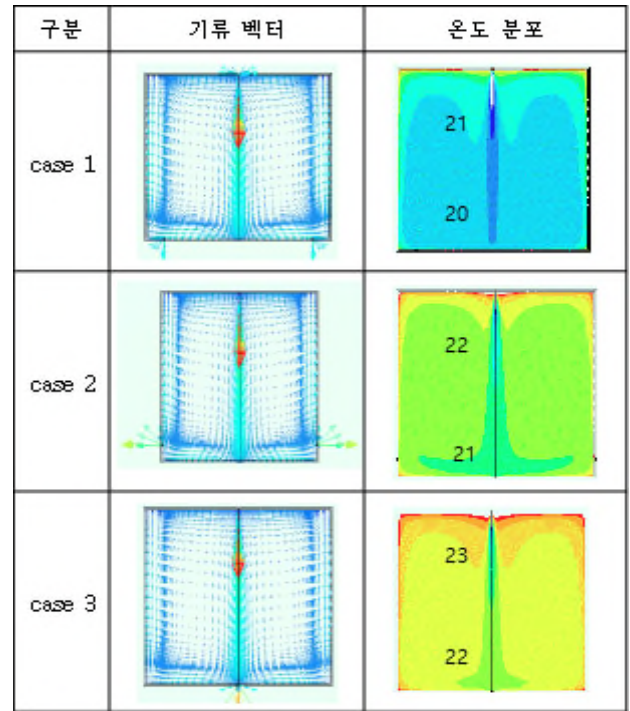
해석조건은 A type의 건축 공간의 건축적 특성상 급기구 위치 및 크기는 고정하였고, 배기구 위치가 틀린 3가지 급배기방식은 동일한 외기조건 및 급기조건으로 설정하였다.

해석은 [표 1]에 나타난 미시적 모델을 이용하는 것으로 범용유체해석 프로그램인 Fluent code를 사용하여 대류장의 기류 및 온도 분포를 예측하였다.

난방 및 냉방 시 계산조건은 [표 2]에 나타내었다.



[그림 2] 난방 시 기류 및 온도 분포



[그림 3] 냉방 시 기류 및 온도 분포

데는 큰 문제가 없는 것으로 나타났으며, 기류분포를 보면 case1의 경우가 가장 활발한 유동현상을 나타냈으며, 그 결과 공기의 정체영역을 최소화시켜 국소적인 과열·과냉 및 공기오염 현상을 해소할 수 있으리라 판단된다.

### 3.2 냉방 시

난방 시와 동일하게 실내 평균온도는 case1 (20.9°C), case 2(21.7°C), case 3(22.0°C) 순서로 높아져 냉방 시에도 case1 > case2 > case3 순으로 에너지 절약적인 측면에서 유리한 것으로 나타났다.

[그림 3]에 나타난 냉방 시 기류 및 온도분포를 보면 온도 값은 부력에 의해 더운 공기가 상승함으로써 거주역에서는 차가운 공기가 조성되어 case1 ~ case3 모두 거주역 공조를 실현하고자 하는 급·배기 방식에는 문제가 없는 것으로 나타났으나, 전반적인 확산분포 면에서는 case1이 가장 우수한 것을 알 수 있었다. 또한, 기류분포 측면에서도 난방 시와 동일하게 case1의 경우가 가장 폭 넓고 활발한 유동현상을 보여 유리함을 알 수 있었다.

### 4. 결론

본 연구에서는 연계해석을 이용하여 A type의 대공간 건물의 열환경을 예측하기 위한 전 단계에서 배기구의 위치 변동에 따른 컴퓨터시뮬레이션을 실

시하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) case1 ~ case3의 급배기 방식별 컴퓨터시뮬레이션 결과, case1이 냉·난방 시 에너지 절약과 거주역 공조 측면에서 가장 우수한 것으로 나타났다.
- 2) case1은 기류분포도 거주역에서 0.4m/sec이하의 기류속도를 조성하였고 공기의 정체영역을 해소시켜, 거주자에게 열 및 공기 환경 측면에서 양호한 것으로 나타났다.

따라서 향후 연계해석 기법을 이용한 A type 대공간의 실내 열환경을 예측하는 연구에서는 case 1이 기본 급배기 모델로 채용되어 질 것이다.

### 참고문헌

- [1] 손장열, 박병윤, 박종수, 강대식, “대공간 건축물의 실내온도 및 기류분포 예측 기법에 관한 연구” 한양대학교 산업과학논문집 제45집, pp.27~38, 1998
- [2] 유기형, “몬테카를로 방법과 광선추적기법에 의한 아트리움의 자연채광 성능 예측에 관한연구”, 한양대학교 석사학위논문, 1997
- [3] 尾關義一 外 4人, “アトリウム内の温熱環境解析 その6 放射場, 対流場の延性解析”, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1992