

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

## CFD를 이용한 공동주택 전열교환기 급·배기구 위치에 따른 환기 효율

### An Analysis of Ventilation Efficiency by Locations of Supply and Exhaust of a Heat Recovery Ventilator in an Apartment Building by using CFD Simulation

○김혜진\*      성남철\*\*      김대웅\*\*\*  
Kim, HyeJin      Seong, Namchul      Kim, Daeung

#### Abstract

The purpose of this study is to find a proper location of supply and exhaust diffusers to improve ventilation efficiency in apartment buildings. For this purpose, a unit of a newly built apartment building was chosen. In this unit, total 8 diffusers of supply and exhaust connected with a heat recovery ventilator. By varying the locations of supply and exhaust diffusers, 8 different cases were created and age of air and ventilation efficiency for each case were analyzed by using CFD simulation. As a result, the highest ventilation efficiency was obtained when the supply diffuser was located in the middle of the room near the windows. In addition, the airflow in the room without any diffusers was influenced in the vicinity of the exhaust diffuser.

키워드 : 환기 효율, 급·배기구, 공동주택, 전열교환기, CFD 시뮬레이션

Keywords : Ventilation efficiency, Supply and exhaust diffuser, Apartment building, Heat recovery ventilator, CFD simulation

#### 1. 서론

국토교통부령으로 공포된 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제11조에 의하여 공동주택 및 다중이용시설에서는 시간당 0.5회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연 환기설비 또는 기계 환기설비를 설치하여야 한다. 건물의 고도화로 인해 자연환기가 어려워짐에 따라 전열교환기를 이용하여 강제환기하는 방법이 급증하고 있으며, 이를 설치한 공동주택이 많아지고 있는 추세이다.

전열교환기는 필터를 통한 외부 공기의 유해 물질 차단과 동시에 실내 열 손실을 감소시킨다. 일반적으로, 기계 환기설비에서 천장형 급·배기구의 위치에 따라 실내 공기유동이 달라지며, 이는 환기효율을 결정하게 된다. 이에 따라 실내 공기질이 달라지며 쾌적성에도 영향을 미친다(Choi, 2019). 공동주택의 경우, 전열교환기 급·배기구의 위치 및 개수가 건설사별로 다르며, 이에 따라 환기 효율도 차이가 날 것으로 판단된다. 이에 관해 건설사별로 비교분석을 한 선행연구가 진행되었다(Park, 2023). 또한, 전열교환기 급·배기구 위치에 따른 환기효율에 관한 연구

가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 CFD 시뮬레이션을 이용하여 공동주택의 전열교환기 급·배기구의 위치에 따른 환기 효율을 비교 분석하여, 최적의 급·배기구의 위치를 찾고자 한다.

#### 2. 실험개요

##### 2.1 대상 건물

본 연구의 분석을 위해 일산에 위치한 국내 아파트 크기 중, 일반적인 84m<sup>2</sup> 형을 선정하였다(그림 1). 층고는 2.3m이며, 게스트룸을 제외한 두 개의 실과 거실에 급기가 위치하였고, 배기는 세 개의 실과 현관 및 거실에 총 5개가 위치하였다.

##### 2.2 환기효율 지표

전열교환기의 급·배기구의 위치에 따른 환기효율을 평가하기 위해서, 오염원의 위치와 관계없이 실내 기류 분포에 의한 환기 상태를 정량화한 공기령(Age of air) 개념을 이용하였다. 본 연구는 CFD 시뮬레이션을 이용하여 환기 효율을 분석하였기에, 이를 위해 고안된 SVE(Scales for Ventilation Effectiveness)를 이용하였다.

##### 2.3 CFD 시뮬레이션 경계조건

본 연구에서는 상용 프로그램인 Star-CCM+ 02.007을 사용하였으며, 난류 모델은 Realizable k-ε 모델을 이용하였다. 선

\* 청주대 대학원 석사과정

\*\* 청주대 산학협력단 연구원, 공학박사

\*\*\* 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Cheongju University, dkim@cju.ac.kr)

정된 아파트는 Hexahedral mesh를 이용하여 약 430,000개로 구성하였다.

### 2.4 Case 설정

급·배기구의 위치와 개수를 달리하여 총 8개의 해석 Case를 선정하였으며, 총 급기량은 기존과 동일하게 유지하였다.

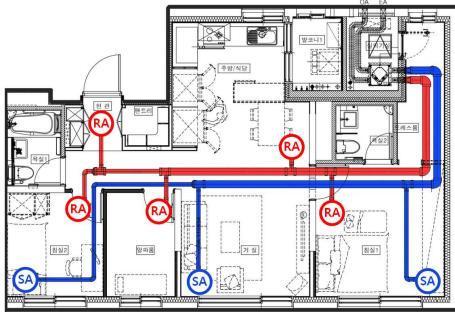


그림1. 대상 건물의 급·배기구 위치

### 3. 실험결과

공기령은 국소평균 공기연령을 명목환기시간으로 무차원화된 값으로 나타내었으며, CFD 해석 결과를 그림2에 나타내었다. Base case는 기존 급·배기구에 의한 공기령을 나타낸 것으로 급기가 존재하지 않는 게스트룸과 주방, 드레스룸에 공기의 정체가 나타났으며, 평균 공기령 0.9의 값을 나타내고 있다. 주방 옆 공간인 발코니에서는 공기령이 증가하여 최대 1.65 값이 나왔다. Case 1-1, 1-2는 급기구의 위치 변경 시의 공기령 분포를 나타낸 것으로, 급기구가 중앙에 위치한 Case 1-1이 기존 위치보다 개선된 공기 흐름을 보여주었으며, 급기구를 배기구의 위치와 평행하게 위치시킨 경우(Case 1-2), 드레스룸 및 발코니의 공기령 값이 1.94로 기존 급·배기구 거리의 공기령보다 큰 값이 나온 것을 확인했다. Case 2-1, 2-2는 급·배기구의 위치를 최소이격거리인 1.5m 간격으로 위치 변경 시 공기령 분포를 나타낸 것으로 급기구를 이동시킨 경우(Case 2-1), 기존 급·배기구의 거리보다 개선된 공기 흐름이 나타났으며, 배기구를 이동시킨 경우(Case 2-2)는 드레스룸 및 발코니의 공기령 값이 5로 기존 급·배기구 거리의 공기령보다 큰 값이 나온 것을 확인했다. Case 3은 각 방의 배기구를 없애고 가장 큰 실인 거실과 부엌 배기

표1. 환기효율

Item	Age of air	Ventilation Efficiency(%)
Base Case	0.9	55.7
Case 1-1	0.78	63.7
Case 1-2	1.04	47.8
Case 2-1	0.93	54.0
Case 2-2	2.58	8.7
Case 3	1.78	28.2
Case 4-1	2.51	19.4
Case 4-2	0.89	56.6
Case 5	0.9	55.8

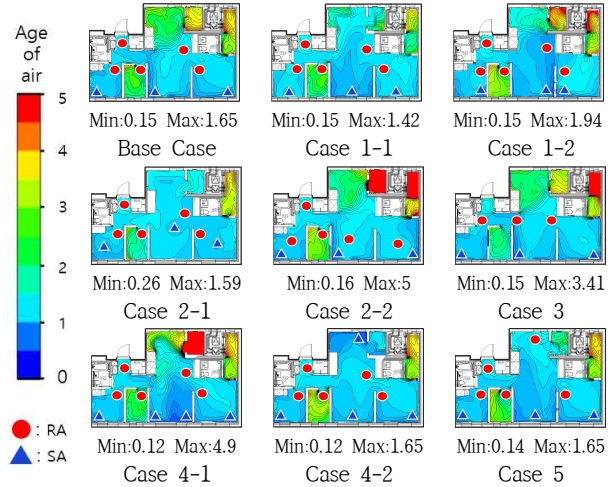


그림2. CFD 프로그램 해석 결과

구의 개수를 1개에서 3개로 증가시켰을 때 공기령 분포를 나타낸 것으로 드레스룸과 발코니의 공기령 값이 3.41을 초과하는 것을 확인했다. Case 4-1, 4-2는 거실과 부엌에 급기구 개수를 1개에서 2개로 증가시켰을 때 공기령 분포를 나타낸 것으로, 2개의 급기구 모두 거실 창문 양 끝에 위치시켰을 때(Case 4-1)보다 부엌 창문과 거실 창문에 하나씩 설치하였을 경우(Case 4-2) 더 나은 공기 흐름이 나타났다. Case 5는 기존의 급·배기구 위치에서 거실에 있는 배기구를 부엌에 이동시켰을 때 공기령 분포를 나타낸 것으로, Base case 해석 결과와 비슷한 공기흐름을 보여주고 있다.

표 1은 각 Case의 무차원화된 평균 공기령 값과 환기효율을 나타내고 있다. 환기효율은 값이 클수록 효율이 좋다는 것을 의미하며, 표1을 통해서도 급기구의 위치가 중앙에 위치한 Case 1-1이 높은 환기효율을 나타내는 것을 확인했다.

### 4. 결론

본 연구에서는 공동주택에서 전열교환기의 급·배기구 위치에 따른 공기령 분포와 환기효율을 분석하였다. 분석 결과, 급기구의 적절한 위치 선정이 환기효율에 영향을 미치며, 기류 분포는 급·배기구의 위치에 따라 정체구역이 달라지므로 시뮬레이션을 통한 예측이 필요할 것으로 판단된다. 또한, 급기구를 추가한 Case들도 환기 성능이 뛰어났으나, 급기구의 위치를 조절한 것(Case 1-1)으로도 환기 효율이 향상되었으므로, 불필요한 에너지 및 비용을 줄일 수 있을 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 최정민, 조성우, 실내 급·배기구 위치변화에 따른 실 공기유동에 관한 연구, 2009
2. 박종빈, 김명호, 김종민, CFD에 의한 공동주택 전열교환기 급·배기구의 최적 설계, 2023