

주거 환기 시스템의 공기 분배 성능 개선 방안

박 은 준[†], 김 용 봉, 나 희 형, 이 상 기*

(주)에강 기술연구소, *세딕(주)

A Method for Improving Air Distribution Performance at the Residence Ventilation System

Eun-Jun Park[†], Yong-Bong Kim, Hee-Hyoung Na, Sang-Ki Lee*

Institute of Technology, Aikang, Seoul 137-733, Korea

**Cedic, Seoul 153-803, Korea*

ABSTRACT: In the mechanical ventilation system, it is a fundamental condition to distribute the air equally to the each room. In this study, distribution performance of the air distributor which generally connected to a circular duct was investigated by simulation and experiment. In the first CFD analysis, maximum air flow rate deviation was an 63% in the air distributor model. After numbers of model modification and simulation, maximum flow rate deviation was reduced to 19% in the final simulation model. An air distributor which used in the experiment was produced by using data obtained from the final analysis. When experimental result was compared with analysis result, there was a deviation difference as much as 9%.

Key words: Air Distributor(공기 분배기), Distribution Performance(분배 성능) ,Flow Rate Deviation(풍량 편차)

1. 서 론

1990년대 이후 새집증후군과 같은 주거용 건물에서의 실내 환경의 오염 문제를 해결하고자 실내 오염 물질 발생원에 대한 근본적 차단 및 이미 발생되어 실내에 존재하는 오염물질을 배출시키기 위하여 환기기준이 제정 되었다.

이에 실내 환기 성능을 향상시키기 위한 다각적인 방안이 검토되고 있으며, 공동주택의 경우 2005년 개정된 소방법(전 층 스프링클러 설비 적용)에 따라 천정 공간 확보가 가능해지면서 전열교환기와 덕트 설비를 이용한 기계 환기 시스템의 적용이 확대되고 있다.⁽¹⁾

덕트를 이용한 환기 시스템의 경우 덕트의 형

상 및 연결 방식에 따라 풍량 분배 성능에 많은 차이를 나타낸다.⁽²⁾

본 논문에서는 2006년 제정된 환기 및 환기설비 설치 기준 기본 요건 사항 중 각 실에서 필요로 하는 환기량을 최대한 균등하게 확보할 수 있는 시스템을 적용해야한다는 내용에 맞춰 일본에서 현재 많이 적용 중이며 국내에서도 점차 그 사용량이 증가하고 있는 원형 덕트와 공기 분배기를 조합한 덕트 설비 시스템에 대하여 풍량 분배 성능 개선 방안을 제시하고자 한다

2. 공기 분배기 제원 및 해석

2.1 공기 분배기 제원

공기 분배기는 주로 Fig. 1의 (a)같이 주로 원형 덕트와 연결하여 천장 슬라브와 마감재 사이의 공간에 시공하는 기계 환기 설비 제품으로 Fig. 2의 (b)처럼 일부 사각 덕트를 이용하여 시공되기도 한다.

현재 국내에서 사용 중인 공기 분배기 대부분의 경우 각 분지관에서의 풍량이 동일하게 분배되지 않으며.⁽²⁾, 이로 인해 각 실별 필요 환기량의 불균형을 유발할 수 있다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 기본적으로 공기 분배기 각 분지관에서의 풍량이 동일하게 분배되도록 설계되어야 하나 이것은 현실적으로 어려운 과제이다.

국내 공동주택의 협소한 천정 공간 내에서도 풍량 분배가 가능한 공기 분배기를 고안하였으며, Table 1 과 Fig. 2에 본 해석 및 실험에 사용할 분배기의 제원 및 형상을 제시하였다.



(a) Circular duct (b) Rectangular duct
Fig. 1 Construction view of air distributor

Table 1 Specification of air distributor

Material	EPS
Height	130 mm
Main duct size	φ 100 mm
Branch duct size / No.	φ 65 mm / 7
Shape	Symmetric Triangle



Fig. 2 View of air distributor

2.2 풍량 분배 해석 및 결과

수치 해석은 초기 모델에 대한 해석을 통해 풍량 편차를 감소시킬 수 있도록 공기 분배기 모델 수정 및 재해석 과정을 반복하여 수행하였으며, 본 논문에서는 최초 공기 분배기 모델 및 최종 모델에 대한 결과만을 나타내었다.

본 연구에서 사용한 수치해석 방법은 Table 2와 같으며, 해석을 위해 사용된 공기 분배기의 형상을 Fig. 3에 제시하였다.

Table 2 Numerical methodology

Solver	SC/T V6 of Cradle
Turbulence model	k-ε
Inlet condition	250 m ³ /h
Mesh Configure	0.4 million node 1.6 million element

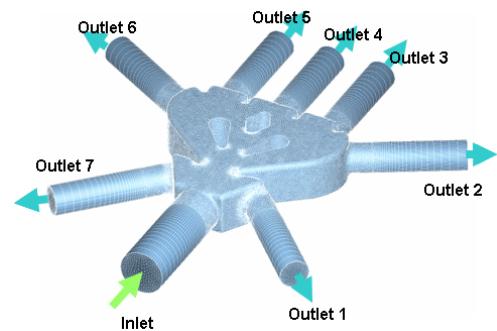


Fig. 3 Simulation model

초기 모델에 대한 해석 결과, Table 3에 나타난 바와 같이 전체 평균 풍량 대비 1번 및 4번 분지관의 풍량 편차는 각각 -32.6% 및 30.7%로 분배기 내 최대 풍량 편차 차이는 63%였다.

또한, 4번 분지관을 기점으로 3번(5번), 2번(6번) 및 1번(7번) 분지관의 풍량이 점차 감소함을 볼 수 있는데, 이는 Fig. 4에 표시한 1번, 2번 및 3번 분지관으로 향하는 관로 부분에서의 와류 발생에 의한 유동 저항으로 예측된다.

Fig. 5는 풍량 분배 개선을 위해 수행된 모델 수정 내용을 나타낸다. 1번 분지관 풍량 증가를 위해 Fig. 5 (a)와 같이 곡률 반경 및 관로를 증가시켰고, 4번 분지관의 풍량 감소 및 2번 과 3번 분지관으로의 풍량 증가를 위해 Fig. 5 (b)와 같이 분배기 전체 형상 및 내부 익형을 변경하였

다.

최종 공기 분배기 모델에 대한 수치 해석 결과 1번 및 4번 분지관의 평균 풍량 대비 편차는 각각 -7.3% 및 11.2%로 분배기 내 최대 풍량 편차 차이가 초기 해석 수치 63%에서 18.5%로 크게 감소하였다. Fig. 6은 최종 모델에 대한 유동 형상을 나타낸다.

최초 및 최종 해석결과로 공기 분배기의 풍량 분배 성능은 분배기 내의 미세한 익형 형상 변경에 따라 큰 차이를 나타냄을 알 수 있다.

Table 3 Result of simulation

Outlet	1st Simulation		Final Simulation	
	m ³ /h	Deviation (%)	m ³ /h	Deviation (%)
1	24.1	-32.6	33.1	-7.3
2	36.3	1.6	34.8	-2.5
3	41.3	15.6	37.2	4.2
4	46.7	30.7	39.7	11.2
5	41.3	15.6	37.2	4.2
6	36.3	1.6	34.8	-2.5
7	24.1	-32.6	33.1	-7.3
Total	250		250	

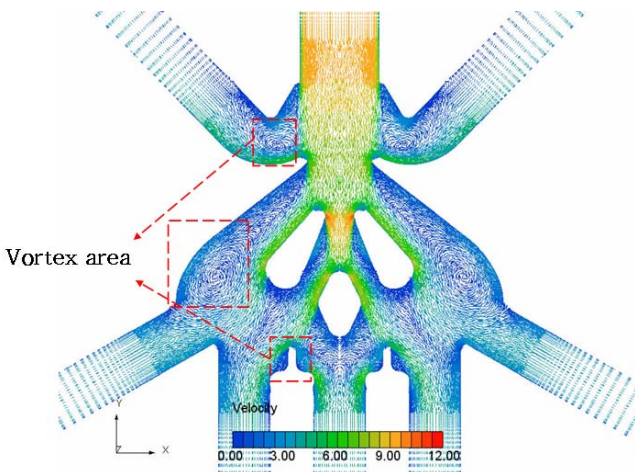


Fig. 4 Flow distribution of 1st simulation

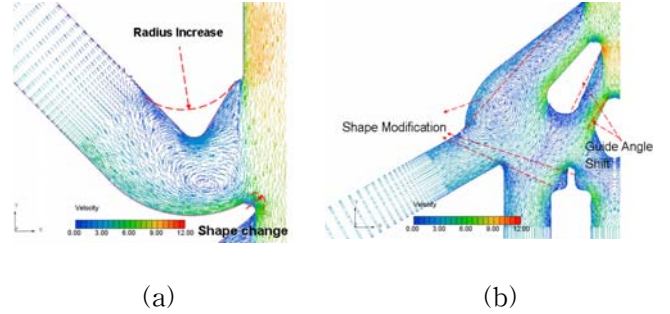


Fig. 5 Model modification

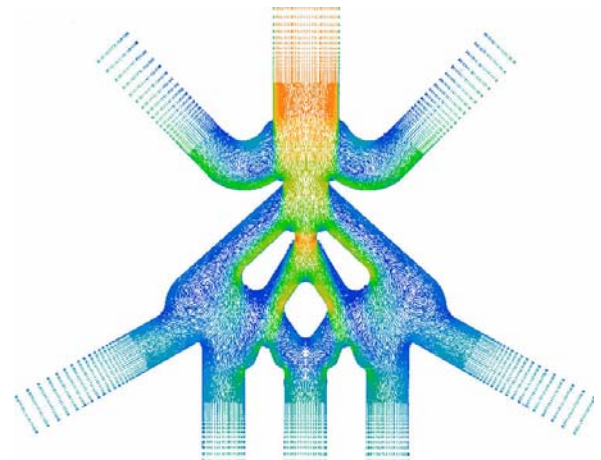


Fig. 6 Flow distribution of final simulation

3. 공기 분배기 풍량 분배 성능 실험

3.1 실험개요

본 실험에서는 Fig. 2에 나타낸 공기 분배기를 원형 덕트와 연결하여 각 분지관에서의 풍량을 측정하여 풍량 분배 성능을 수치해석 결과와 비교 검토한다.

실험에 사용한 공기 분배기는 2차 해석 모델과 동일하며, 분지관에 연결하는 덕트는 2 m 길이의 직경 Φ 65 mm 원형 덕트로 덕트 저항을 받지 않도록 직관이 되도록 연결한다. 입구부에서는 직경 Φ 100 mm 원형 덕트를 송풍기에 연결한다.

각 분지관의 유속은 덕트 내에서의 유동이 완전 발달될 수 있도록 분지관으로부터 1.5 m 떨어진 지점에서 측정한다.

실험 전 각 분지관의 연결구에서 풍량 손실이 발생하지 않도록 기밀 시험을 수행하고, 연결 덕트의 정압 손실에 의한 영향은 고려하지 않았다.

Fig. 7은 실험에 사용한 열선형 풍속계이며,

Fig. 8은 본 실험의 측정 장면을 나타낸다.



Fig. 7 View of anemometer

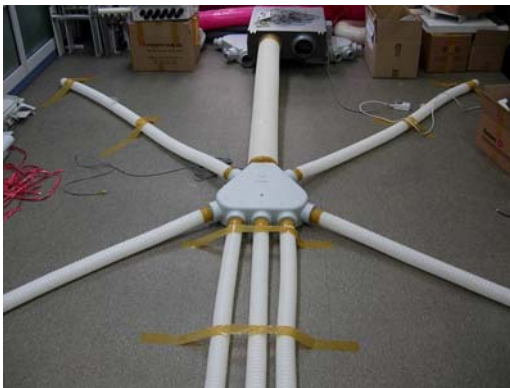


Fig. 8 View of Experiment

3.2 풍량 분배 실험결과 및 분석

송풍기를 이용한 공기 분배기 풍량 분배 실험 결과를 최종 해석 값과 비교하여 Table 4에 나타내었다.

실제 공기 분배기의 풍량을 측정한 결과, 5번과 7번 분지관에서의 풍량 편차가 각각 15% 및 -12.3%로 최대 편차 차이는 27.3%로 나타났다. 또한 분배기의 대칭 형상과는 다른 비대칭 유동 값을 나타내었다.

비대칭 풍량 분배의 원인으로는 분배기 입구에서의 원형 덕트 연결 시 정확한 직관이 되지 않은 것으로 판단된다.

풍량 편차 값은 최대 27.3%로 최종 해석과는 다소 차이를 보였으며, 이는 실험 오차 및 해석 모델과 실제 분배기 형상과의 차이로 판단된다.

Table 4 Result of experiment

Outlet	Final Simulation		Experiment	
	m ³ /h	Deviation (%)	m ³ /h	Deviation (%)
1	33.1	-7.3	28.8	-6.4
2	34.8	-2.5	33.6	9.2
3	37.2	4.2	28.8	-6.4
4	39.7	11.2	27.6	-10.3
5	37.2	4.2	35.4	15.0
6	34.8	-2.5	34.2	11.1
7	33.1	-7.3	27	-12.3
Total	250		215	

4. 결 론

본 연구에서는 원형 덕트를 연결하여 공동주택의 각 실별 환기량을 분배할 수 있는 공기 분배기의 풍량 분배 성능 해석 및 실험 검토를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 각 실별 소요 환기량을 확보할 수 있도록 공기 분배기의 풍량 분배 성능이 중요하며, 국내 공동주택의 천정 층고 제한 조건을 고려할 때 분배기의 높이는 130mm이내가 적절하며, 전체 분지관 수는 7개 이내로 하는 것이 분배성능이 효과적인 것으로 판단된다.

(2) 초기 및 최종 수치 해석 결과, 공기 분배기의 풍량 분배 성능은 분배기 내의 작은 익형 형상 변경에도 큰 차이를 나타내었으며, 해석 모델 수정 결과 풍량 편차가 최대 63%에서 19%로 크게 감소하였다.

(3) 또한, 공기 분배기를 통한 각 분지관에서의 측정 풍량 편차는 최대 27.3%로 해석 결과보다 큰 수치를 보였으나, 실제 세대 내 설치 시 최소한의 T.A.B를 통해 각 실별 소요 환기량을 최적으로 공급할 수 있을 것으로 판단된다.

후 기

상기 해석 및 실험은 공기 분배기 자체 분배 성능에 대한 내용이다. 추후 환기 시스템에서 공기 분배기 분배 성능에 따른 영향을 검토하기 위

해 실제 아파트 또는 목업 세대에서의 세대별 환기량 평가 실험을 수행할 예정이다.

또한 기존의 일반 덕트 시스템과의 풍량 분배 성능 비교 시험도 추가적으로 병행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Yun-Gyu Lee, Sun-Sook Kim, Hea-Jeong., 2007, New Regulation of Ventilation and Various Ventilation System for Apartment, Proceedings of the SAREK 2007 Summer Annual Conference.
2. Se-Hwan Go, Ho-Jun Lee, Jin-Chul Park., 2006, An Experimental study of Ventilation Effectiveness according to Duct Layouts in Apartment Units, Proceedings of the SAREK 2007 Summer Annual Conference.
3. Jin-Hyuk Choi, Sung-Yong Joo, Jurng-Jae Yee., 2007, A Study on Application of Distributor for Duct Design at House Ventilation System, Proceedings of the SAREK 2007 Summer Annual Conference.