

전열교환기의 세대내 풍량 분배를 위한 CFD를 이용한 최적설계방안

김진호[†], 송난정, 이건태
 삼성물산 건설부문, 기술연구센터, 친환경에너지연구소

Optimal Design for Airflow Distribution of Total Heat Exchanger in House Using CFD

Jin-Ho S. Kim[†], Nan-Jung Song, Geon-Tae Lee

Inst. of Sustainable Tech. Research, Technology Research Center, Samsung C&T, Seoul 137-956, Korea

ABSTRACT: After revision of law of architecture in 2006, all houses which have more 100 households must has ventilation unit for the indoor air quality. Optimal design of the natural and the mechanical ventilation has being considered. In this paper, it is carried out about optimal design for airflow distribution of total heat exchanger in houses using CFD. As the result, first design of ventilation has some problem in porch area. Adding diffusers in porch area and changing diffuser schedule make more efficient ventilation than original design.

Key words: Ventilation(환기), CFD(전산유체역학), Airflow Distribution(풍량분배)

1. 서론

1980년대부터 개발된 CFD(전산유체역학, Computational Fluid Mechanics)는 최근 컴퓨터 성능의 향상으로 점차 그 활용영역이 확대되고 있다. 또한 2006년 6월에 개정된 '건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 중 제11조(전문)'에 의하면, '공동주택의 경우 100세대이상 신축 또는 리모델링하는 공동주택과 공동주택을 다른 용도와 복합하여 건축하는 건축물로서 주택이 100세대이상인 건축물에 대하여 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연 환기설비 또는 기계 환기설비를 설치하여야 한다.'라는 내용과 이에 따르는 부칙으로서 '기계 환기설비

는 환기의 효율을 극대화할 수 있는 위치에 설치하여야 한다.'라고 언급하고 있다. 이에 따라 당사에서는 세대의 환기효율을 극대화하여 설계하는 방법으로서 CFD를 활용하고 있다.

2006년 건축법규의 개정 이후 자연환기 및 기계환기에 있어서 최적설계에 관한 많은 논문들이 발표되었다.⁽¹⁻⁶⁾ 발표된 대부분의 논문에서는 실제 세대를 모델링한 경우는 많지 않으며, 특히 디퓨저를 실제와는 다르게 모델링하는 경우가 많았다.

CFD에서 환기횟수를 구하는 방법으로서 국소 공기령을 계산한다. 계산된 국소 공기령을 역수로 환산하면, 국소환기횟수를 구할 수 있으며, 이로부터 세대평균 환기횟수를 구할 수 있고, 이는 설계상의 환기횟수와 같은 값을 가지게 된다. CFD를 통하여 알 수 있는 사항은 세대 내의 속도분포와 국소적인 환기횟수 또는 국소 공기령이며, 이를 세대 내에 고르게 분포할 수 있도록

[†] Corresponding author

Tel.: +82-2-2145-7640; fax: +82-2-2145-7660

E-mail address: jinho.s.kim@samsung.com

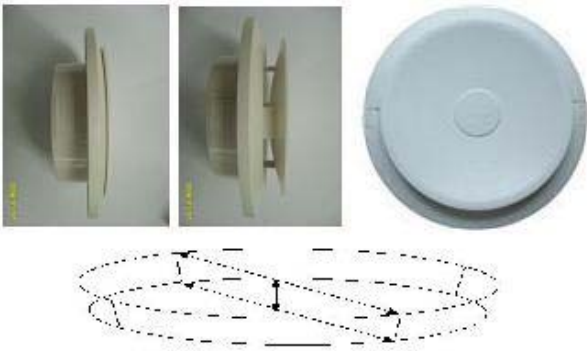


Fig. 1 Shape and Model of Round Diffusers

급기구/배기구의 위치 및 풍량을 변경하여, 최적의 세대환기를 설계할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 CFD방법을 이용하여 디퓨저를 실제와 유사하게 모델링하고, 실제 평형 타입에 적용하여, 세대내 국소환기가 최적이 되는 디퓨저의 위치 및 풍량을 결정하였다.

2. 세대 환기에서의 CFD방법

일반적으로 사용하는 디퓨저는 공기가 유출되는 방향에 따라 직하형(공기가 수직 방향으로 배출되는 형태)와 확산형(공기가 원주방향으로 배출되는 형태)의 두가지가 있으며, 이중 Fig. 1에는 확산형의 디퓨저를 보이고 있다. 직하형의 경우, 디퓨저 바로 아래에 사람이 있는 경우, 불쾌감을 유발할 수 있기 때문에, 세대환기에서는 가급적 선정하지 않는 것이 좋다. 다만, 복층세대의 거실과 같이 층고가 높은 경우에는 직하형 디퓨저를 선정하는 것이 유리하다. 이는 복층의 경우, 천정의 디퓨저에서 공급되는 신선외기가 거주영역까지 충분히 도달할 수 있도록 하기 위함이다. 하지만, 일반적으로 복층이 아닌 경우에는 모두 확산형 디퓨저를 사용하는 것이 좋다. 확산형 디퓨저의 형상을 모델링 하는 것은 실내부의 유동장을 좌우하는 중요한 요소이다. 이전의 논문에서는 디퓨저를 계산의 편의성을 위하여 직하형으로 모델링 하였으나, 본 연구에서는 디퓨저는 Fig. 1의 아래에 보이는 바와 같은 모델을 사용하였으며, 이때 급기 또는 배기되는 면은 원뿔대의 측면이다.

지배방정식과 경계조건은 일반적으로 사용되는 방법을 사용하였으며, 이에 관한 자세한 설명은 김경환 등⁽⁷⁾의 논문에 자세히 설명되어있다. 또

Table 1 Ventilation air flowrate along position

Ventilation [CMH]	1st Design		2nd Design	
	SA	RA	SA	RA
Porch	-	-	-	25
Living room	50	125	50	70
Room	75	-	75	-
Kitchen	-	-	-	30
Sum	125	125	125	125

한, 세대환기에 있어서는 편의성을 위하여, 각 방문은 열린 것으로 가정하였으며, 침기와 누기는 무시하였다. 또한 화장실과 창고와 같은 비공조영역은 대상영역에서 제외하였다. 일반적으로 확장형 세대의 환기면적이 넓기 때문에 확장형 세대의 환기가 원활하다면, 기본형 세대의 환기도 원활하다고 볼 수 있기 때문에 확장형 세대를 대상으로 CFD해석을 수행한다.

세대환기 분야에 CFD를 활용하는 방법에 대한 설명을 S지구의 세가지 평형을 대상으로 설명한다. 한단지에서 평형이 많기 때문에 보통 대상 세대중 일부의 세대만을 해석한 후, 이를 바탕으로 유사한 평형도 설계한다. 보통, 대표적인 평형을 3~5가지 선정하는데, S지구의 경우, 3개 평형을 선정하였으며, 이는 각각 25A, 34B 및 52A 평형이다.

3. 시뮬레이션 결과 및 고찰

3.1 25A type

25A 평형의 면적은 60.17 m²이며, 계산 체적은 136.2 m³이다. 최초 설계시 총 환기량은 125 CMH로서, 이를 환기횟수로 환산하면, 0.92회가 된다. 위치별 급기/배기량을 Table 1



Fig. 2 Diffuser schedule in 25A type

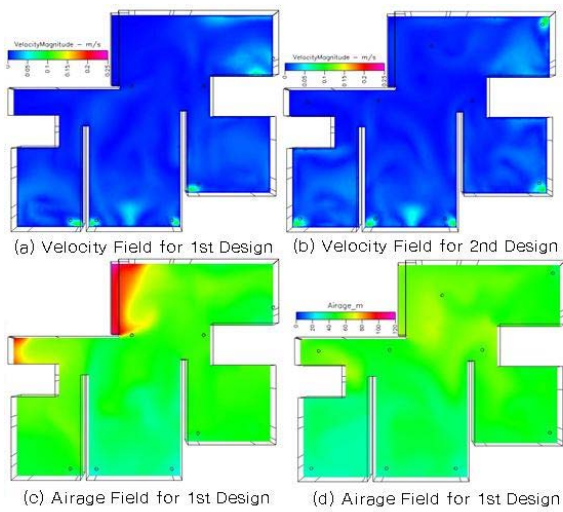


Fig. 3 Velocity and Airage Fields

과 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 2에서 급기는 파란색으로 배기는 붉은색으로 표시하였다. 최초 설계안과 개선안은 급기에서는 차이가 없지만, 배기구를 주방측과 현관에 추가하고, 복도의 배기구 위치를 조정하였다.

25A형의 해석한 결과 중 1m높이에서의 속도장 및 공기령(空氣齡)을 Fig. 3에 나타내었다. 그림에서 최초 설계안과 개선안을 비교해 보면, 속도장은 크게 차이가 나지 않아 보인다. 대부분의 속도는 0.05 m/s이하로서 사람이 인지하기 어려운 속도임을 알 수 있다. 공기령의 단위는 분이며, 이를 시간으로 환산하고 역수를 취하면, 국소환기횟수가 된다. 즉, 60분의 공기령은 1 회/hr이며, 120분은 0.5 회/hr가 된다. 그러므로, 0.7 회/hr의 환기횟수를 공기령으로 환산하면, 대략 85분정도가 된다. 그림에서 최초 설계안의 경우, 주방 안쪽이 환기가 원활하지 못하며, 현관 입구 근처도 환기가 원활하지 않은 것으로 예측되었다. 주방의 경우는 조리시 주방후

Table 2 Ventilation air flowrate along position

Ventilation [CMH]	1st Design		2nd Design	
	SA	RA	SA	RA
Porch	-	-	-	25
Living room	80	140	80	80
Room	90	30	90	25
Kitchen	-	-	-	40
Sum	170	170	170	170

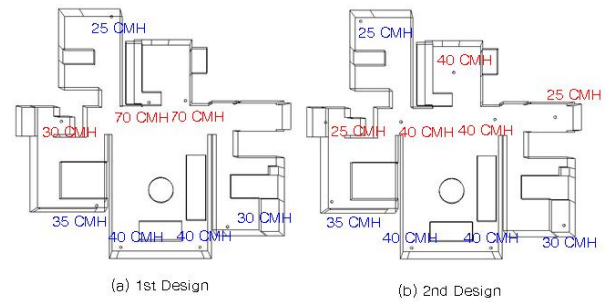


Fig. 4 Diffuser Schedule in 34B type

드를 가동하면 환기가 원활해지기 때문에 문제가 되는 영역은 아니다. 주방과 현관에 배기구를 추가하고, 복도의 배기구 위치를 변경한 개선안의 경우, 모든 영역에서 환기가 원활함을 볼 수 있다.

3.2 34B type

34B평형의 면적은 80.76 m²이며, 계산 체적은 184.07 m³이다. 최초 설계시 총 환기량은 170 CMH로서, 이를 환기횟수로 환산하면, 0.92회가 된다. 위치별 급기/배기량을 Table 2과 Fig. 4에 나타내었다. Fig. 4에서 급기는 파란색으로 배기는 붉은색으로 표시하였다. 최초 설계안과 개선안은 급기에서는 차이가 없지만, 배기구를 주방측과 현관에 추가하고, 복도의 배기구 위치를 조정하였으며, 각 배기구의 배기량을 변경하였다.

Fig. 5에 34A형의 해석한 결과중 1 m 높이에서의 공기령을 나타내었다. 속도장은 25B와 유사한 결과가 나오기 때문에 표시하지 않았다. 그림에서 최초 설계안의 경우, 현관측은 환기가 원활하지 않은 것으로 평가되었으며, 개선안의 경우, 주방측은 약간 환기가 악화되었으나, 현관측

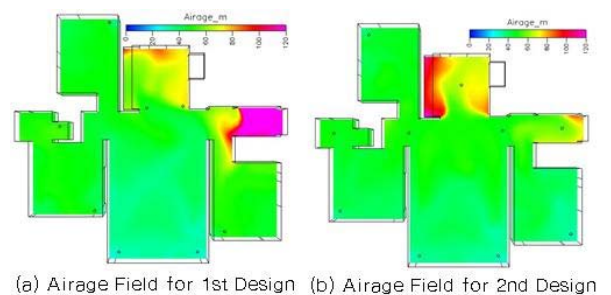


Fig. 5 Airage Field

Table 3 Ventilation air flowrate along position

Ventilation [CMH]	1st Design		2nd Design	
	SA	RA	SA	RA
Porch	-	-	-	85
Living room	100	230	100	120
Room	170	40	170	35
Kitchen	-	-	-	30
Sum	270	270	270	270

은 환기가 원활해지는 것으로 예측되었다. 앞절에서 언급한 바와 같이 주방의 경우, 조리시 주방 후드를 가동하면, 환기가 원활해지기 때문에 환기가 원활하지 못하는 것은 큰 문제가 되지 않는다.

3.3 52A Type

52A평형의 면적은 128.32 m²이며, 계산 체적은 296.28 m³이다. 최초 설계시 총 환기량은 270 CMH로서, 이를 환기횟수로 환산하면, 0.91 회가 된다. 위치별 급기/배기량을 Table 3과 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 7에서 급기는 파란색으로 배기는 붉은색으로 표기하였다. 최초 설계안과 개선을 비교해 보면, 개선안에서는 방 급기구의 위치를 약간 변경하였으며, 배기구를 주방측과 현관에 추가하고, 복도의 배기구 위치를 조정하였으며, 각 배기구의 배기량을 변경하

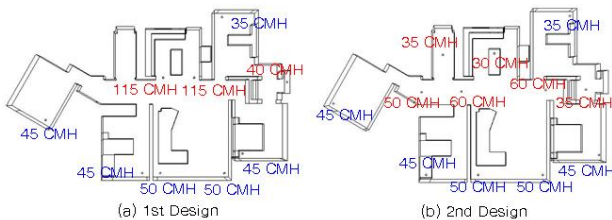


Fig. 6 Diffuser Schedule

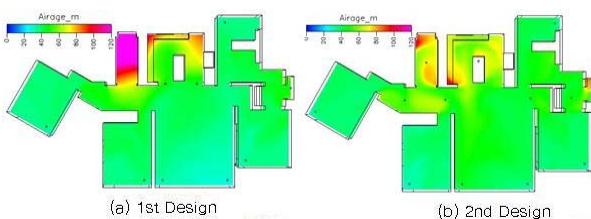


Fig. 7 Airage Field

였다.

52A평형의 해석한 결과중 1 m높이에서의 공기령을 Fig. 8에 나타내었다. 그림에서 최초 설계안의 경우 현관 근처에서 환기가 원활하지 않는 것으로 예측되었으며, 개선안에서는 현관에서의 환기도 원활한 것으로 개선되었다.

4. 결론 및 추후과제

본 연구에서는 CFD를 활용하여 몇가지 세대 타입별로 세대내 국소환기가 최적이 되는 디퓨저의 위치 및 풍량을 결정하였다.

결과에 따르면, 원설계안은 현관측의 환기가 원활하지 못하였으며, 현관측에 배기 디퓨저를 추가함으로써 현관측의 환기를 원활히 할 수 있었다.

추가연구로서 전열교환기에서 디퓨저로 공급하는 신선공기가 적절히 분배되는지에 관한 연구가 필요하며, 이는 덕트 배관까지를 포함하는 해석으로서 가능하다.

참고문헌

1. Choi, J.-M. and Cho, S.-W., 2009, A Study on the Indoor Airflow Patter by Changing the Location of Mechanical Terminal Unit, J. of SAREK, Vol. 21, No. 3, pp. 193-200.
2. Moon, Y.-J., Kim, H.-S., Kwak, M.-K. and Oh, M.-D., 2008, Evaluation of the Location of the Outlets According to the Analysis of Ventilation Conditions, Proceedings of the SAREK '08 Summer Annual Conference, pp. 1207-1212.
3. Won, Y.-M., Kim, D.-S., Lee, W.-J., Kim, D.-G. and Kim, S.-H., 2008, A Research on the CO₂ Peak Control According to Ventilation Frequency During Sleeping, Proceedings of the SAREK '08 Summer Annual Conference, pp. 731-736.
4. Chun, C.-Y., Kim, G.-T., Lee, J.-S. and Kim, S.-H., 2008, A Study on the Performance Evaluation of the Hybrid Ventilation System for Small Apartment Houses, J. of SAREK, Vol. 20, No. 9, pp.

- 696-701.
5. Park, E.-J., Kim, Y.-B., Na, H.-H. and Lee, S.-K., 2007, A Method for Improving Air Distribution Performance at the Residence Ventilation System, Proceedings of the SAREK '07 Winter Annual Conference, pp. 589-593.
 6. Choi, J.-H., Kim, D., Hong, G.-P., Lim, T.-S. and Kim, B.-S., 2007, Estimation on Locations of Air-supply and Exhaust Ports for Optimum Ventilation in the Apartment, Proceedings of the SAREK '07 Summer Annual Conference, pp. 464-469.
 7. Kim, K.-H., Moon, J.-H., Lee, J.-H., Oh, M.-D., Kim, J.-P and Im, Y.-C., 2001, Effect of the Jet Fan Mixing for the Performance of Ventilation Equipment in an Underground Parking Garage with Inclined Downward Air Supply, Proceedings of the SAREK '01 Winter Annual Conference, pp. 587-593.