

공동주택 Mock Up 세대 내의 CFD 분석 및 현장실측을 통한 환기시스템의 개선방안

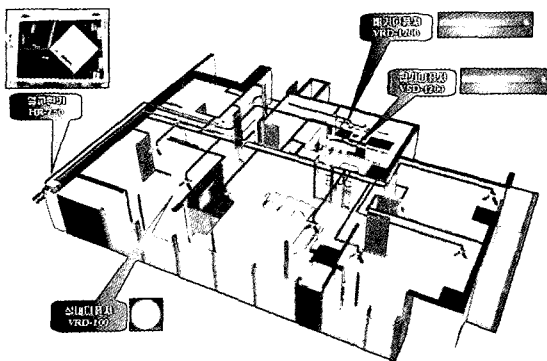
이 호 준

(주)벤틱이엔지(hojunlee2000@yahoo.co.kr)

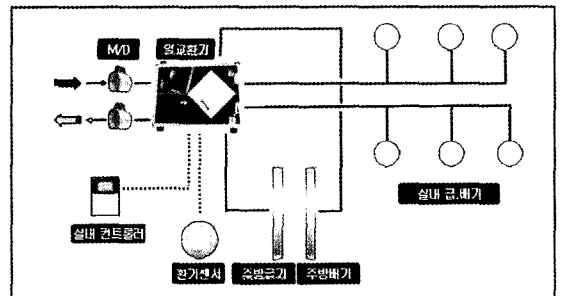
개요

최근 사무소 건물 외에 주거용 건물에 대한 실내공기환경의 문제점이 심각히 대두됨에 따라 환경부에서는 기존의 “지하생활공간 공기질 관리법”을 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리법”으로 개정하여 2003년 5월 공포하였으며, 법령의 범위에 2006년 1월부터 신축되는 공동주택에는 실내공기환경 개선을 위한 필요환기량을 확보하도록하는 주택법 개정안을 시행하고 있다. 지금까지의 공동주택은 외기와의 접촉 면적이 작고 에너지절약을 위한 고단열·고기밀화된 기술로 인하여 실내에서 발생하는 오염물질들을 외부로 배출시키지 못하는 문제점을 가지고 있었다.

또한 대부분의 공동주택에서는 개구부를 이용한 자연환기만을 이용함에 따라 특히 겨울철의 환기성능 및 환기효율이 의문시되고 있었으며, 이로 인해 거주자들의 건강에 위협이 되고 있었다. 따라서, 최근 건설되는 공동주택에서는 자연환기에만 의존하던 기존의 방식에서 탈피해 기계환기 시스템을 설치함으로써 거주자의 건강을 보호하고 공동주택의 실내공기환경을 향상시키기 위한 노력을 하고 있다. 따라서, 본 연구에서는 공동주택에 환기시스템을 실제 적용하기 전에 전산유체역학(CFD:computational fluid dynamics)기법을 이용하여 평형별 적정 환기량과 환



[그림 1] 공동주택의 환기시스템



구분	급기	배기
실내 환기량	- 실내공기 : 250CMH - 주방공기 : OFF	- 실내배기 : 250CMH - 주방배기 : OFF
주방 환기량	- 실내공기 : OFF - 주방공기 : 150CMH	- 실내배기 : OFF - 주방배기 : 150CMH

[그림 2] 공동주택의 환기시스템 개요도



기효율을 모델링하고, 공동주택 Mock Up 세대내 현장실측을 통하여 환기시스템의 환기성능을 향상시키기 위한 방안을 제시한다.

일반실과 주방 통합 환기시스템

일반실과 주방이 통합(integrated)된 방식으로 열교환유니트에서 6개의 접속구가 연결되어 있으며 주방 사용여부에 따라 자동 제어되도록 설계되어 있다. 선정된 시스템은 전체 각실과 주방을 환기시키는 방식으로 제안되었다.

그림 1, 2는 선정된 환기시스템의 설치도와 개요도를 나타내고 있다.

환기시스템의 제어방법

환기시스템 제어는 거실 및 각 방의 오염(CO₂)정도나 재실유무에 따라 환기를 제어하는 방식이다. 크게 자동제어 및 수동제어로 구분할 수 있으며 자동제어는 CO₂ 농도를 감지하여 농도 셋팅값에 의해 작동하는 제어기법을 들 수 있다. 그림 3은 적용한 제

어기법의 개념을 나타낸 것이다.

공동주택에 적용된 환기도면 검토

현재 적용된 세대별 환기시스템의 실별 풍량의 적정성을 중심으로 검토한 결과는 표 1과 같다.

해석대상모델 및 경계조건

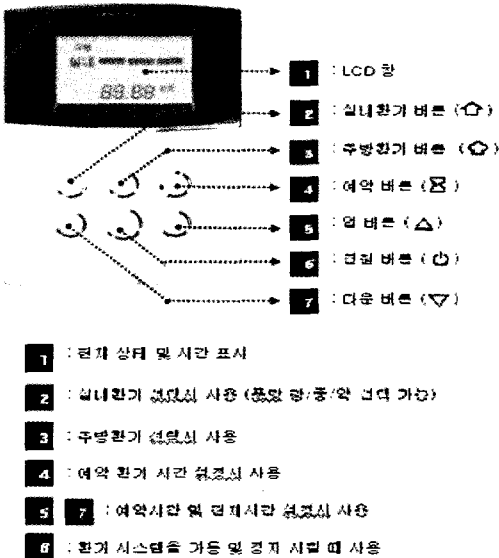
해석모델 경계조건

본 연구에서는 국내에서 상용되고 있는 AIRPAK 2.1을 해석의 도구로 사용하였다. 해석모델은 공동주택의 여러 가지 유형이 있으나, 지면관계로 하나의 타입을 대상으로 해석 결과를 제시하였다. 해석모델의 경계조건은 표 2와 같다.

거실의 효율적인 환기계획

급기구의 위치에 따른 환기효율

오염물질과 급기구와의 거리는 가까운 것이 환기효율 향상에 유리하며, 평면의 요철부위 등에는 급배기기



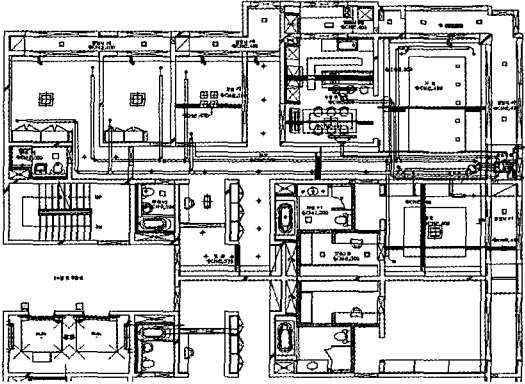
LCD 표시 상태	설명
자동 수동 선택 하려 현재 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 예약 시간 00:00	• 외연전차 표시 - LCD SIZE : 90*30 (mm)
자동 수동 선택 하려 현재 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 예약 시간 00:00	• 강배가동 - 실내 환기버튼(☰)을 누르면 자동 실내 환기모드로 운전됩니다. (가운 모드 만수용 불가) (외연전차 의해 작동함)
자동 수동 선택 하려 현재 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 예약 시간 00:00	• 실내환기 - 실내 환기버튼(☰)을 누르면, 수동으로 실내환기모드가 작동됩니다. 또한, 약 다음 버튼은 연속적으로 누르면 풍량의 약 및 강으로 변경됩니다.
자동 수동 선택 하려 현재 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 예약 시간 00:00	• 예약모드 - 실내환기 풍량모드 예약버튼(⊗)을 누르면 예약시간이 입력됩니다. 약 다음 버튼으로 원하는 시간 설정후 실내환기 버튼을 누르면 설정된 시간이 지난 후 자동으로 운전이 정지됩니다.
자동 수동 선택 하려 현재 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 예약 시간 00:00	• 주방환기 - 주방환기 버튼(☷)을 누르면, 수동으로 주방환기 모드가 작동됩니다.
자동 수동 선택 하려 현재 <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 예약 시간 00:00	• 현재 및 외연 표시 - 외연 : 현재에서 운전중도를 알기하여 실내환기 모드를 정지됩니다. - 외연 : 온도가 하려 과열시 정지됩니다.

[그림 3] 공동주택 적용한 환기시스템 제어기법

류가 방해받게 되어 환기효율 측면에서 불리하므로 급기구의 설치위치로 요철부위는 적합하지 않다. 또한, 오염물질 발생원의 직상부에 급기구를 설치하는 것은

발생된 오염물질이 배기되기 이전에 실내로 확산될 위험이 있으므로 피해야 하며, 발생한 오염물질이 급기기를 따라 배기기로 원활히 이동할 수 있도록 급기구의

<표 1> H type 환기 평면도

H type 도면																																	
검도 내용	<p>• 실별 환기량</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">실명</th> <th colspan="2">전체환기방식</th> <th rowspan="2">비고</th> </tr> <tr> <th>SA풍량</th> <th>EA풍량</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>안방</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td style="text-align: center;">60</td> <td></td> </tr> <tr> <td>거실</td> <td style="text-align: center;">120</td> <td style="text-align: center;">120</td> <td></td> </tr> <tr> <td>침실1</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>침실2</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>침실3</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td style="text-align: center;">30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>계</td> <td style="text-align: center;">270</td> <td style="text-align: center;">270</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>• 풍량검토 환기유니트는 장치 및 덕트, 필터의 정압 증가 등을 고려하여 충분한 용량이어야 하며 설치 후 TAB(측정, 조정, 평가) 작업을 하여 각실 환기량이 유지될 수 있도록 하여야 한다.</p>			실명	전체환기방식		비고	SA풍량	EA풍량	안방	60	60		거실	120	120		침실1	30	30		침실2	30	30		침실3	30	30		계	270	270	
실명	전체환기방식		비고																														
	SA풍량	EA풍량																															
안방	60	60																															
거실	120	120																															
침실1	30	30																															
침실2	30	30																															
침실3	30	30																															
계	270	270																															

<표 2> 해석모델의 경계조건

구분	항목	단위발생량(풍량)	경계수	분석 물질
환기 시스템	거실 급기수	60 m ³ /h	2	air
	거실 배기구	60 m ³ /h	2	air
	침실(안방 제외)급기구	30 m ³ /h	1	air
	침실(안방 제외)배기구	30 m ³ /h	1	air
	안방 급기구	60 m ³ /h	1	air
	안방 배기구	60 m ³ /h	1	air
해석내용	기류 속도 및 분포 해석			



위치와 더불어 배기구의 위치를 함께 고려하여야 한다. 한편, 실내 다수의 부위에서 오염물질이 발생하는 경우에는 각 오염물질에 대응할 수 있는 다수의 급·배기구를 설치하는 부위별 환기계획이 필요하다.

배기구의 위치에 따른 환기효율

배기구가 오염원으로부터 멀어짐에 따라 실내의 오염물질 농도는 점차 높아지며, 환기효율은 점차로 낮아짐을 알 수 있었다. 따라서, 배기구는 오염물질

<표 3> H type 거실 평면도 및 CFD

분류	평면도(●-inlet, ○-outlet)	CFD
기본안		
변경-1		
변경-2		

발생원에 가까이 설치되어야 하며, 이를 급기구의 해석결과와 함께 고려해 볼 때 급기구와 배기구는 오염물질을 중심으로 하나의 모듈을 형성하여야 함을 확인할 수 있었다. 즉, 실내오염물질 제거를 위한 환기 계획시에는 우선적으로 오염물질의 발생위치를 파악하여야 하며, 이로부터 오염물질을 중심으로 급기구와 배기구를 함께 설계한다면 환기효율을 향

상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

H type 디퓨저 위치에 따른 CFD 해석

H type의 거실과 안방을 중심으로 설계안(기본안)과 디퓨저 위치를 변화시키면서 공기의 흐름을 분석하였다.

기본안으로 설계된 급·배기구 위치를 시뮬레이션을 통하여 실내공간의 기류흐름을 살펴본 후, 변경안 1, 2를

<표 4> H type 안방 평면도 및 CFD

분류	평면도(◎-inlet, ⊙-outlet)	CFD
기본안		
변경-1		
변경-2		



시뮬레이션을 한 결과 기본안보다는 변경-2안이 보다 더 기류흐름이 원활한 결과가 나왔다(표 3).

기본안으로 설계된 급·배기구 위치를 시뮬레이션을 통하여 실내공간의 기류흐름을 살펴본 후, 변경안 1, 2를 시뮬레이션을 한 결과 기본안보다는 변경-1안이 보다 더 기류흐름이 원활한 결과가 나왔다(표 4).

기본안으로 설계된 급·배기구 위치를 시뮬레이션을

통하여 실내공간의 기류흐름을 살펴본 후, 변경안 1, 2를 시뮬레이션을 한 결과 기본안보다는 변경-2안이 보다 더 기류흐름이 원활한 결과가 나왔다(표 5).

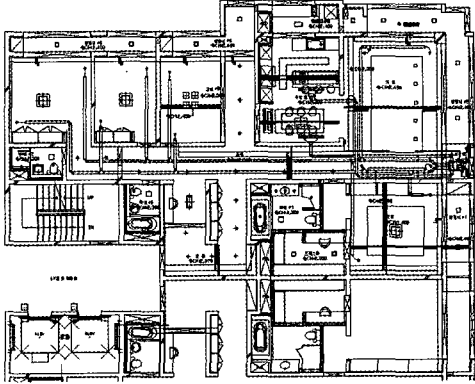
현장실측결과

개요

<표 5> H type 침실 평면도 및 CFD

분류	평면도(◎-inlet, ○-outlet)	CFD
기본안		
변경-1		
변경-2		

<표 6> 풍량 측정결과

H type 도면						
검도 내용	• 실별 환기량					
	실명	전체환기방식 (설계치)		전체환기방식 (측정치)		비고
		SA풍량	EA풍량	SA풍량	EA풍량	
	안방	60	60	57	57	
	거실	120	120	105	105	
	침실1	30	30	32	32	
	침실2	30	30	33	33	
계	270	270	274	274		

- 1) 측정세대 : H Type 세대
- 2) 측정시간 : 2006년 3월 10일
- 3) 풍량 측정점 : 각 실 급, 배기측

풍량 측정결과

전체적인 풍량은 설계치에 만족하였고, 안방을 제외한 거실 및 기타 침실은 적정 설계풍량을 만족시켰다. 다만, 안방은 장비가 위치한 곳으로부터 최단 거리에 위치한 관계로 설계치보다 약 25% 높은 풍량을 보였다. 안방의 풍량을 감소시키기 위하여 안방 급기측 PVC가 지덕트에 개구를 35%의 타공판을 삽입하여 풍량을 측정해본 결과 57 m³/h로 설계풍량을 만족시켰다(표 6).

맺음말

본 논고에서는 공동주택 세대내의 환기시스템 적용성에 관하여 설계단계에서부터 CFD를 이용하여

급·배기구의 위치에 따른 기류분석을 하였다. 분석 자료를 통하여 Mock Up 세대에 환기시스템을 적용한 후 현장 실측을 통하여 각 실의 풍량을 설계치와 비교하여 검증하였다. 실측결과, 각 실의 급, 배기구 디퓨저 위치 및 적정 풍량을 실제 적용하기 앞서 전산유체해석 프로그램을 이용하여 건축공간내의 환기효율과 최적의 필요환기량을 설정한 후에 설계 초기단계에서 반영하므로써, 세대에 적용하는 환기시스템의 효율성을 극대화를 할 수 있다. 따라서, 공동주택에 환기시스템을 적용할 시 설계 초기단계부터 실제 적용 가능한 환기 시스템을 고려하여 단순하게 세대내의 필요환기량만을 고려한 설계단계에서 벗어나 보다 적극적으로 각 세대내의 가구의 배치에 따른 급,배기구 디퓨저의 위치 설정 및 필요 풍량과 제어기법 등 다양한 변수들에 대한 설계지침을 만들어서 최적의 환기시스템을 만들어야 된다고 본다. ㉓