

자연통풍성능을 고려한 공동주택의 개구부 특성에 관한 연구

A Study on the Window Opening Characteristics for Natural Ventilation in Apartment Houses

○김 완 기* 나 수 연** 김 신 도*** 이 언 구****
Kim, Wan-ki Na, Su-Youn Kim, Sin-Do Rhee, Eon-Ku

Abstract

Recently, the trend of energy consumption in Korea indicates that the demand of cooling is rapidly increasing. Especially, in apartment housing the distribution rate of air-conditioner exceeds 30%, which creates serious concern regarding peak-demand of electricity supply. Consequently, natural cooling strategies are considered in apartment design, and the natural ventilation is regarded as the most appropriate solution among them.

This research tries to identify the most influential factors which affect the performance of natural ventilation. These factors are compared with each other in terms of ventilation effectiveness, when they are applied in design.

키워드 : 자연통풍, 자연냉방, 공동주택, 개구부,

Keywords : Natural Ventilation, Natural cooling, Apartment Houses, Window Opening.

1. 서 론

최근 국민생활수준이 크게 향상됨에 따라 쾌적한 주거환경에 대한 욕구가 급증하고 있으며, 이에 따라 냉방에너지 소비가 크게 증가하고 있다. 따라서 에너지 소비패턴이 최근 몇 년 사이에는 여름철 냉방에너지가 차지하는 비중이 난방에너지를 능가하는 형태로 전환되고 있다. 특히, 우리 나라 주택보급의 과반수를 차지하는 공동주택의 경우에는 1996년 현재 에어컨의 보급율이 30%정도에 이르고 있어서 국가적인 차원에서 냉방기의 전력수급에도 심각한 문제로 대

두되고 있다.

이에 따라 공동주택의 설계에 있어서 자연냉방기법의 도입이 중요시되고 있으며, 적용 가능한 여러 자연냉방기법중 자연통풍을 적극 도입할 경우 쾌적하고 건강한 주거환경을 조성할 수 있을 뿐 아니라 막대한 냉방에너지의 절약도 꾀할 수 있을 것이다.

자연통풍에 영향을 미치는 건축적인 요소들은 주풍향에 대한 건물의 향, 개구부의 크기, 형태 및 배치, 실내공간 구획 등이 있다.

본 연구에서는 공동주택의 단위세대에서 통풍성능에 영향을 미치는 건축적인 요인들 중에서 실내기류 패턴에 가장 큰 영향을 미치는 주요 인자를 추출한 후 각각의 통풍성능을 비교하고 실제 공동주택에 적용하였을 때의 통풍효과를 비교, 평가하고자 한다.

* 정희원, 중앙대 대학원 석사과정

** 정희원, 중앙대 대학원 박사과정

*** 정희원, 서울시립대 환경공학과 교수, 공학박사

**** 정희원, 중앙대 건축학과 교수, 건축학박사

2. 평면 특성에 따른 실내기류패턴 분석

2.1. 실험모델의 선정

실험모델은 우리나라 아파트 주호 중에서 가장 보편적이라고 볼 수 있는 대한주택공사의 아파트 평면(국민주택규모)과 H사의 아파트(국민주택규모이상) 평면들을 대상으로 하였다.

실험 대상은 우선 전용면적 18평형 2가지 타입, 25평형 3가지 타입, 36평형 2가지 타입, 40평형 1가지 타입 8개 평면들을 대상으로 1차 실험을 실시한 뒤, 규모 및 실내공간 배치 특성에 따라 대표적인 유형 3가지를 선택하였다.

2.2. 실험방법 및 조건

실험도구로는 2차원 모델의 실내기류 패턴을 가시적으로 분석할 수 있는 Ventilation Simulator (Fluid Mapping Table)를 제작하여 단위평면에서의 자연통풍효과를 분석하였다.

자연통풍을 주로 이용하는 하절기의 주풍향이 남동향이므로 바람의 방향은 아파트 평면의 정면에서 부는 것으로 가정하였다. 즉, 바람의 유입 방향을 벽면에 직각으로 부는 경우와 좌우각각 45도 정도로 비스듬히 부는 경우의 3가지로 나누어 실험하였으며, 이때 실내로 유입되는 외기의 풍속은 3-5m/s(나뭇잎이 약간 흔들리는 산들바람)정도를 기준으로 하였다.

2.3. 시뮬레이션 결과

2.3.1 26평형 B타입

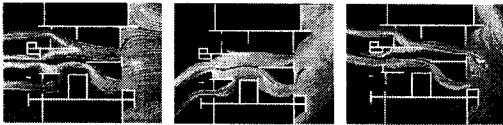


그림 1 26평형 기본형태

(1) 문제점

26평형 기본모델의 경우인 풍향에 따른 실험 결과 (그림 1)에서 전면 및 후면 미서기창의 개구위치에 따라 실내 기류분포의 특성이 좌우되며, 바람의 향에 따라 후면 작은 방의 통풍성능이 현저하게 차이가 난다.

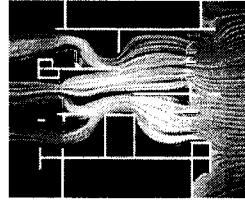


그림 2 대안-1

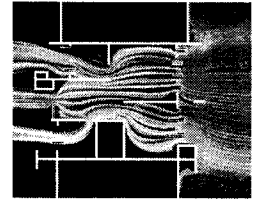


그림 3 대안-2

(2) 대안 1 - 전면 창호종류의 교체

26평형 기본모델의 전면창호를 교체하여 유효개구면적을 늘렸을 경우 (그림 2)와 같이 초기 풍량의 증가로 인한 실내 기류분포가 개선되는 것으로 나타났으며, 특히 전면의 거실과 안방의 통풍성능이 크게 개선되었다.

(3) 대안 2 - 전면과 후면 창호종류 교체

26평형 기본모델의 전후면 창호를 모두 교체했을 경우 건물 후면의 작은 방들의 통풍성능이 개선되는 것으로 나타났다.

2.3.2 40평형 H타입

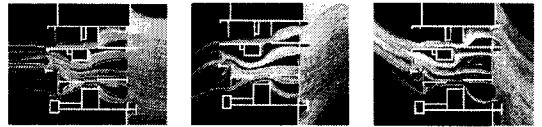


그림 4 40평형 기본형태

(1) 문제점

(그림 4)와 같이 40평형 기본모델의 경우도 풍향에 따른 실험 결과 전면 및 후면 미서기창의 개구위치에 따라 실내 기류분포의 특성이 좌우되며, 전면발코니의 차폐물에 의한 안방의 통풍성능 저하와 후면 서측 작은 방의 통풍성능이 현저히 떨어지는 것을 알 수 있었다.

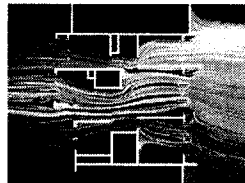


그림 5 대안-4

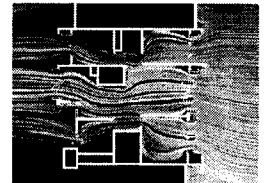


그림 6 대안-3

(2) 대안 3 - 전후면 창호의 교체 및 크기조절
40평형 기본모델의 전후면 창호의 종류를 변경하고 후면의 창호는 면적을 다소 줄인 경우 (그림 5)에서 볼 수 있듯이 전면의 통풍량은 충분히 확보하면서 후면의 작은 방들의 통풍성능이 향상되는 것으로 나타났다.

(3) 대안 4 - 전후면 창호 교체 및 차폐물 제거
40평형 기본모델의 전후면 창호를 교체하고 전면차폐물을 제거했을 경우 (그림 6)과 같이 안방의 자연통풍성능이 개선되었으며 풍향에 따른 안방의 통풍성능의 변동이 적은 것으로 나타났다.

3. 창호의 특성에 따른 통풍성능 분석

3.1. 실험방법 및 조건

본 연구에서는 유효 개구면적이 같은 경우 창호의 종류에 따른 실내 통풍량 변화를 비교하기 위해 각각 1개의 유입부와 통과부, 유출부를 갖는 2실의 단위모델을 설정하여 풍동실험을 실시하였다.(그림 7) 창호의 종류는 일반적으로 사용되고 있는 미서기창과 여닫이창을 기준으로 개폐방법과 회전축의 위치에 따른 분류를 통해 총 16가지의 유형을 선정하여 시뮬레이션을 실시하였다.(표 1) 또한 풍향 및 풍속의 변화에 따른 통풍량의 변화를 실측하였다.

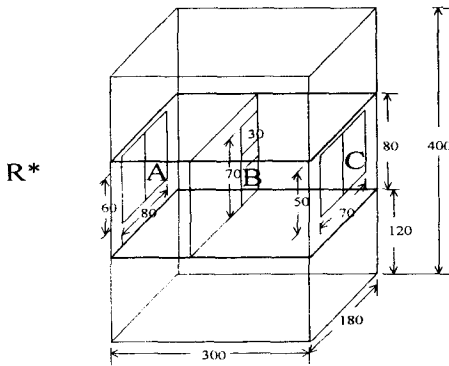


그림 7 시뮬레이션 모델

표 1 시뮬레이션 대상 창호의 분류

그룹 1	창 1		그룹 3	창 9	
	창 2			창 10	
	창 3			창 11	
	창 4			창 12	
그룹 2	창 5		그룹 4	창 13	
	창 6			창 14	
	창 7			창 15	
	창 8			창 16	

3.2. 시뮬레이션 결과

3.2.1 개구부 유형별 통풍량

바람이 개구부에 정면으로 유입되는 경우 동일풍속(2m/sec)에서 각 개구부 유형별 통풍량의 결과는 다음 (그림 8)과 같다.

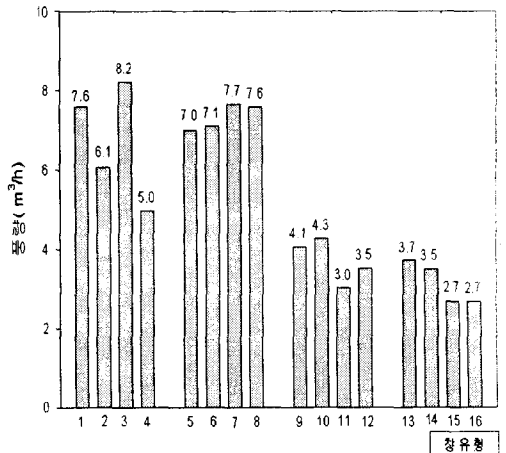


그림 8 개구부 유형별 통풍량

1) 미서기창에서 실제 유효개구면적을 반으로 줄이면 이론상으로는 통풍량도 반으로 줄어어야 하지만 비례관계가 있지는 않았다.

2) 여닫이창은 개폐각도에 따라 통풍량의 편차가 적은 것으로 나타났다.

3) 반여닫이창의 경우, 개폐각도의 제한으로 통풍량이 여닫이 창보다 작고 바깥쪽으로 열리는 창외 통풍량이 안쪽으로 열리는 창보다 더 컸으며, 창 중앙부에 개구부를 갖는 창이 창외 측에 개구부를 형성하는 창보다 다소 큰 통풍량을 나타내었다.

4) 하단부와 상단부에 각각 개구부를 형성하는 창(Basement window, Awning)의 통풍량은 개폐각도의 제한으로 인한 유효개구부의 현저한 차이로 인해 미서기창과 여닫이창의 결과치보다는 현저히 적은 통풍량을 나타내었으며, 회전축의 위치에는 큰 차이가 없이 바깥으로 열리는 창이 안쪽으로 열리는 창보다는 통풍성능이 우수한 것으로 나타났다.

결과적으로 바람이 벽면에 수직으로 불어올 경우 유효개구면적이 동일하다면 실내통풍량에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 개폐방법이며, 유효개구면적의 확보와 개폐방법에 따른 통풍량의 편차가 적은 여닫이 창이 가장 유리한 것으로 나타났다.

3.2.2 풍향에 따른 통풍량

개구부 유형별 풍향에 의한 통풍량을 비교하기 위하여 시뮬레이션한 결과는 다음과 (그림 9)와 같다.(풍속 2m/s)

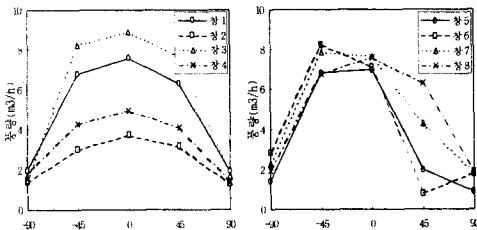


그림 9 풍향에 따른 창호별 통풍량

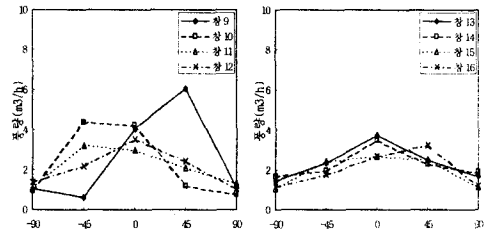


그림 9 앞에서 계속

1) 미서기 창 시뮬레이션에서는 벽면에 직각으로 바람이 불어올 때 풍량이 가장 크게 나타났으며, 모형벽면과 풍향이 이루는 각이 커질수록 유출풍량이 급감하는 것으로 나타났다.

2) 여닫이창은 열린 창의 각도에 따라 많은 차이를 나타냈으며, 특히 창5와 창6의 경우 열린 창이 바람의 유도작용을 하는 -45° 에서 가장 큰 통풍량을 나타냈다.

3) 반여닫이 창은 바깥으로 열리는 창9와 창10에서 바람의 향에 따라 통풍량의 편차가 매우 컸으며, 이에 반해 내부로 열리는 창11과 창12는 풍향에 큰 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

4) 회전축이 창틀 상부와 하부에 위치하는 창호(Basement window, Awning)의 시뮬레이션에서는 풍향에 따른 통풍량의 편차가 적은 것으로 나타났으며, 대부분 정면에서 바람이 불어올 때 가장 큰 통풍량을 나타냈다.

따라서 여닫이창의 경우 개폐방향과 풍향에 따라 통풍성능이 현저하게 차이가 나기 때문에 창의 개폐방향은 주풍향을 고려하여 계획하여야 한다.

3.2.3 풍속에 따른 통풍량

개구부 유형별 풍속에 의한 통풍량의 변화는 다음 (그림 10)과 같다.

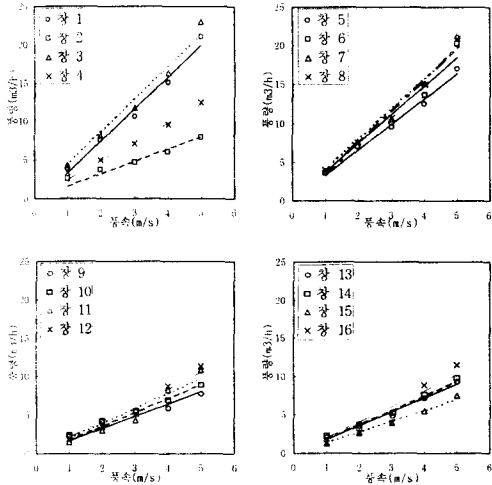


그림 10 풍속에 따른 창호별 통풍량

모델간에 다소 정확도의 차이는 있지만 풍속의 증가에 따라 통풍량도 비례해서 증가하는 것으로 나타났다. 풍속의 변화에 따라 미서기창의 개폐방법에 따른 통풍량 변화의 편차가 가장 컸으며, 반면에 여닫이창은 개폐방법에 따른 통풍량의 편차가 적은 것으로 나타났다.

3.3. 소결

이상과 같은 풍동 시뮬레이션 결과 비교적 유효 개구면적이 일정하고 개폐각도에 따른 통풍량의 편차와 풍속의 변화에 따른 통풍량의 편차가 적은 여닫이창이 실내 자연통풍성능에 가장 유리한 창호로 나타났다. 그러나 여닫이창은 개폐방향과 풍향에 따라 통풍성능이 크게 좌우되므로 배치계획시 주풍향을 고려하여 개폐방향을 정해야 할 것이다.

4. 통풍량 산정 시뮬레이션

4.1. 모델의 선정

자연통풍성능을 향상시키기 위하여 창호의 종류를 변경하였을 때 실제 공동주택 단위세대 내의 통풍량을 비교하기 위한 시뮬레이션을 실시하였다. 주택공사의 26평형 기준층을 모델로 하여 풍동 및 가시화 시뮬레이션에서 통풍성능이 우수한 것으로 나타난 여닫이창과 기존의 공동주택에서 사용하고 있는 미서기창, 두 가지 창호의 종류에 따른 실내 통풍량을 Brevant 프로그램을 사용하여 산정하였다.

4.2. 시뮬레이션 조건

창호 종류에 따른 실내 통풍량을 비교하기 위한 시뮬레이션 조건은 서울지역의 7월 5일(초여름) 24시간으로 한정하였다. 이때 사용된 기상조건은 다음 <표 2>와 같다.

4.3. 시뮬레이션 결과

표 2 서울지역 기상데이터 및 창호별 환기량 결과

월	일	시간	외기 건구 온도℃	풍향	풍속 (m/s)	미서기창 (환기횟수)	여닫이창 (환기횟수)
7	5	1	20.0	292	1.5	34.4	62.3
7	5	2	19.4	292	0.5	17.2	32.2
7	5	3	18.9	292	0.5	17.7	33.0
7	5	4	18.9	292	0.5	17.1	31.8
7	5	5	18.3	292	0.5	18.0	33.5
7	5	6	18.9	292	1.5	34.5	62.6
7	5	7	19.4	45	0.5	15.8	29.4
7	5	8	20.6	67	1.0	22.8	41.2
7	5	9	22.2	67	0.5	10.8	19.7
7	5	10	23.9	67	0.0	13.1	24.4
7	5	11	24.4	270	1.5	18.5	34.5
7	5	12	25.6	315	2.6	58.5	106.2
7	5	13	27.2	315	2.1	46.6	84.6
7	5	14	27.8	270	3.6	46.6	84.6
7	5	15	28.9	292	4.6	102.8	186.5
7	5	16	28.9	292	3.6	80.3	145.7
7	5	17	28.9	292	3.6	80.3	145.7
7	5	18	28.3	292	3.1	69.2	125.6
7	5	19	26.7	292	3.6	80.9	146.8
7	5	20	25.0	292	3.6	81.3	147.7
7	5	21	23.9	315	3.1	6.8	12.6
7	5	22	23.3	315	1.5	10.0	18.6
7	5	23	23.3	292	1.5	34.1	61.9
7	5	24	22.8	315	1.5	10.0	18.7
하루 총 통풍량(환기횟수)						927.0	1689.8
시간당 평균 통풍량(환기횟수)						38.6	70.4

시뮬레이션 결과 <표 2>와 같이 미서기창에 대한 여닫이창의 통풍량은 약 1.8배 증가하여 실내 통풍량이 크게 증가하는 것으로 나타났다.

5. 결론

이상과 같이 공동주택에서 자연통풍에 영향을 미치는 주요인자와 추출된 인자의 특성을 살펴본 결과는 다음과 같다.

1) 공동주택의 기존 설계안에서는 바람의 방향에 따라 각실의 자연통풍성능이 크게 차이나며, 통풍효과를 전혀 기대할 수 없는 실도 발생할 수 있다.

2) 공동주택의 기존 설계안에서 창호를 교체하여 유효개구면적을 증대할 경우 자연통풍 성능이 크게 개선된다. 즉, 실내 통풍 성능에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 창호의 종류에 따른 유효 개구 면적이다.

3) 개구면적이 동일할 때에는 여닫이 창이 개폐방법에 따른 통풍량의 변화가 적었으며, 풍향과 개폐각도에 따라 가장 큰 실내 통풍량을 나타냈다.

3) 실제 공동주택을 대상으로 한 모델 시뮬레이션에서 기존의 미서기창을 여닫이창으로 교체했을 경우 약 1.8배의 통풍량을 확보할 수 있었다. 따라서 공동주택에서 자연통풍 효과를 증대시키기 위해서는 현재 일률적으로 사용되고 있는 미서기창을 여닫이창이나 그밖에 통풍성능이 우수한 창으로 교체하는 대안을 검토해야 한다.

참고문헌

1. Terry S. Boutet, Controlling Air Movement, Mc Graw-Hill Company, 1989

2 H.B. Awbi. Ventilation of Building, E&FN SPON, 1991

3. Nobert Lechner, Heating Cooling Lighting, John Willy & Son, 1991

4. Watson, Donald, Energy Conservation through Building Design, Mc Graw-Hill Company, 1979

5. M. Santamouris and D. Asimakopoulos, Passive Cooling of Building, James James, 1996

6. 이연구, 김광우 공저, 건축환경과학, 태림문화사, 1990

7. 이경희 외, 건축환경계획, 태림문화사, 1996,