

공동주택 단위공간의 자연통풍계획에 관한 연구

A study on the Natural ventilation strategies for Apartment Plan

0류 흥 선* 나 수 연** 이 연 구***

Ryu, Heung-Sun Na, Su-Yeun Rhee, Eon-Ku

Abstract

The objective of the study is to present architectural design strategies to maximize the utilization natural ventilation in apartment houses as a means of providing human comfort and energy conservation. For this purpose, the behavior of airflow and distributions of air flow velocities are verified in the apartment unit plans. Furthermore the case study was conducted to demonstrate how to apply the proposed natural ventilation design strategies in the real design process.

키 워 드 : 자연통풍, 공동주택, 기류패턴, 실내기류속도

keywords : Natural Ventilation, Apartment plan, Air flow Pattern, Air velocity

1. 서 론

공동주택의 단위평면 계획에서 소요공간과 공간의 위치 및 규모가 정해지면 각 공간에 대한 치수, 개구부 위치 및 창호 크기 등이 계획된다. 이러한 단위공간의 설계요소(Design element)는 실내 통풍 성능에 직접적으로 영향을 미치며 다양한 설계변수들이 관련된다.

본 연구에서는 공동주택의 단위공간에서 통풍 성능에 영향을 미치는 설계변수들을 추출하고 이에 따른 실내풍속 분포 및 풍량을 비교, 검토함으로써 자연통풍 계획을 위한 적정안을 제시하고자 하였다.

2. 설계요소(Design element)에 따른 자연통풍계획

단위공간 규모에서는 전체 평면내의 공간과 공간의 복잡한 연결이 배제되어 일반적으로 단순한 기류패턴을 이루므로 우선 기류속도 분포 및 유입풍량만을 평가척도로 보았다. 풍속 및 풍량의

산정은 CFD 프로그램을 사용하였으며, 시뮬레이션을 위한 기본 경계 조건은 각 공간이 전체 주동에서 중앙층에 있는 중간세대 내에 위치하는 것으로 보았다. 외부 바람의 조건은 풍속이 1m/s 이고, 풍향은 전면 벽체에 수직으로 부는 경우(90°)와 비스듬히 부는 경우(45°, -45°)로 구분하였으며, 개구부 계획상 필요한 경우에는 후면에서

표1. 각 설계변수의 범위

	설계 변수	변수 범위
가 공간 형태	장방형 형태	장단변비(1:1, 1:1.5, 1:2)
	장방형이외의 형태 (거실, 주방)	굴절형, 분절형, 분리형, 내부돌출형 (1.1림 6.2) 참고
개구부의 위치 및 크기	유입구와 유출구의 상대적위치	창호와 마주 보는 위치에 문이 있는 경우, 창호와 마주 보지 않는 위치에 문이 있는 경우
	유입구와 유출구의 상대적크기	유입구/유출구비(1:1, 1:2, 1:3, 2:1, 3:1)
	거실 칸막이 분	거실과 식당사이에 출입문이 없는 경우 거실과 식당사이에 미서기문이 있는 경우 거실과 식당사이에 미닫이문이 있는 경우
창호의 종류와 크기	창호종류및 개폐방식	미서기창, 오르내리창, 여닫이창, 수직회전창
	창호크기	창면적비(20%, 40%, 55%)
외부차폐물	발코니 새쉬	발코니, 발코니 새쉬의 설치 유무 발코니 창외 개구방법 및 개구면적

* 성희원, 중앙대학교 건축공학과 대학원
** 성희원, 중앙대학교 생산공학 연구소, 공학박사
*** 성희원, 중앙대학교 건축학과 교수, 건축학박사

바람이 부는 경우를 추가하였다. 공동주택의 실내 기류패턴에 영향을 미치는 단위공간설계변수들과 각 변수들의 범위는 표 1과 같다.

2.1. 공간의 형태

1) 침실 : 일반적으로 전면 폭이 넓으면 창호의 크기를 증가시킬 수 있으므로 통풍능력이 좋아지지만, 같은 개구면적일 때 공간의 폭이 커지면 실내 기류 패턴이 저하된다. 따라서 전면 개구면적을 확보할 수 없는 경우에는 전면 폭이 넓은 형태보다는 실의 길이가 긴 형태가 좋다.

2) 거실, 식당 및 주방 : 만약 후면에 있는 주방이나 식당에 적정 개구면적을 확보할 수 없는 평면형의 경우, 장방형이 더 좋은 통풍조건을 제공할 수 있다. 반면에 공간의 형태가 비정형인 경우, 후면개구부를 충분한 크기로 분산해서 배치하면 장방형보다 기류패턴이 더 좋아진다.

2.2 개구부 계획

1) 유입구와 유출구의 상대적 위치

전면 창호에 대해 문은 대향 벽에 위치하고 직접 마주보지 않도록 배치한다. 만약 문과 창호가 인접하는 벽체에 위치한 경우에는 문이 유입구가 될 때 특히 실내 통풍능력이 떨어지므로 전체 평면구조부터 재검토하여 가능한 한 문을 통한 통풍기회가 생기도록 고려해야 한다.

2) 유입구와 유출구의 상대적 크기

각 공간의 개구면적은 전면과 후면이 같은 비율이거나, 주풍향을 고려하여 주로 유출구가 되는 면의 개구면적이 더 큰 것이 유입풍량의 측면에서 유리하다.

3) 거실문을 설치하는 경우

거실문을 설치할 경우에는 개구면적이 후면 유출구 면적보다 같거나 커지도록 해야 하며, 미서기 문보다는 문짝이 벽면에 들어가 개구면적이 커질 수 있는 미닫이문을 설치하는 것이 좋다.

2.3 창호계획

1) 창호의 종류

창호의 종류는 주풍향 및 공간의 통풍설계 수준과 공간의 위치에 따라 선택되어야 한다. 표2는 전면에 발코니가 설치되지 않은 경우를 기준

으로 창호종류에 따른 기류패턴과 풍량을 비교하여 보여준다. 이때 창호에 대한 평가는 발코니 새쉬를 설치하지 않는다는 조건이며, 기류패턴이 비교적 우수하고 평균 유입풍량이 큰 경우를 그 규모에 적절한 개폐방법으로 평가한다

표2. 창호종류에 따른 통풍성능의 비교

		설계 조건				
		—	~	~	~	!
주 풍 향	주풍향과 전면벽체가 수직일 때	○	○	△	○	○
	주풍향에 전면벽체가 수직이 아닐 때	×	○	○	○	×
	풍향 변동이 심한 때	×	△	△	△	○
	후면에 위치한 실인 경우	×	○	×	○	×
공간 위치	1.2m높이에서의 기류패턴	×	△	△	○	△
	같은 장면적일 때 평균유입 풍량	△	○	△	○	×

○ : 좋다 △ : 보통이다 × : 나쁘다

2) 창호의 크기

① 전면에 위치한 침실

표3은 전면에 위치한 안방의 경우 유효 개구면적을 2.2m²이상 확보하기 위한 창호의 크기를 창호유형에 따라 보여준다. 이때 개폐방법에 대한 평가는 발코니 새쉬를 설치하지 않는다는 조건이며, 기류패턴이 비교적 우수하고 평균 유입풍량이 큰 경우를 그 규모에 적절한 개폐방법으로 평가한다. 또한 창호의 개폐가 쉽지 않거나 구조적으로 불가능한 규모인 경우는 평가에서 제외시켰다. 만약 출입문이 0.9m×2.2m크기인 작은방의 경우는 표4를 참조한다.

② 후면에 위치한 침실

후면에 위치한 침실의 경우 실내 출입문의 크기는 일반적으로 0.9m×2.2m정도의 크기이므로 창호의 유효개구면적은 2m²이상이어야 한다. 표4는 유효 개구면적을 2m²이상이 확보하기 위한 창호의 크기를 창호유형에 따라 보여준다. 이때 개폐방법에 대한 평가는 기류패턴과 유입풍량이 우수할 뿐 아니라 유리면적을 최소화하고 틈새바람도 작아서 난방부하를 최소화할 수 있는 경우를 적절한 개폐방법으로 평가한다.

③ 거실

표5에서는 거실창호의 높이를 2.2m로 할 때 창호개폐방법과 창호폭 크기에 따른 유효 개구면적

표3. 침실의 창호규모 및 개폐 방법의 평가(1)

창호종류	창호높이	최소창호폭	개폐방법에 따른 평가				
			미서기창			오르내리창	
			—	—	—	!	!
미서기창/오르내리창	2.2	2.0	*	*	*	○	○
	2.1	2.1	△	*	*	△	○
	1.8	2.7	△	×	×	△	△
	1.5	3.0	*	×	○	△	△
	1.2	3.9	*	△	○	×	△
0.9	4.9	*	△	○	×	×	

창호종류	창호높이	최소창호폭	개폐방법에 따른 평가		
			—	—	—
			—	—	—
여닫이창/수직회전창	2.2	1.0	×	×	○
	2.1	1.0	×	△	○
	1.8	1.2	×	△	○
	1.5	1.5	△	○	○
	1.2	1.8	△	○	○
	0.9	2.4	△	○	○

○ : 좋다 △ : 보통이다 × : 나쁘다 * : 불가

표4. 침실의 창호규모 및 개폐 방법의 평가 (2)

창호종류	창호높이	최소창호폭	개폐방법(평가)			
			—	—	—	!
			—	—	—	!
미서기창/오르내리창	2.2	1.8	×	*	*	△
	2.1	2.0	×	*	*	△
	1.8	2.2	×	*	△	△
	1.5	2.5	△	*	△	△
	1.2	2.7	△	△	○	×
0.9	4.5	*	△	○	×	

창호종류	창호높이	최소창호폭	개폐방법(평가)		
			—	—	—
			—	—	—
여닫이창/수직회전창	2.2	0.9	×	△	△
	2.1	1.0	×	△	△
	1.8	1.1	×	△	△
	1.5	1.2	△	△	△
	1.2	1.5	△	○	○
	0.9	1.8	△	○	○
	0.6	2.2	△	○	○

○ : 좋다 △ : 보통이다 × : 나쁘다 * : 불가

을 계산하고 통풍성능을 비교하여 보여준다. 여기서 구해진 유효 개구면적은 후면 주방 및 식당의 창호계획을 위한 기초자료로 사용한다.

④ 주방 및 식당

주방과 식당의 창호는 거실창호의 개구면적과 유사한 유효개구면적을 갖도록 계획한다. 표6에서는 주방과 거실 유효개구면적이 같도록 주방과 식당의 창호 최소폭을 산정하여 보여준다.

표5. 거실창호크기와 개폐 방식에 따른 유효개구면적

창폭 (m)	미서기문+미서기창		여닫이문+미서기창 (여닫이창)	
	창호형태	유효개구면적	창호형태	유효개구면적
1.8	—	1.78	—	1.78
			—	3.56
2.1	—	1.78	—	1.78
			—	4.16
			—	4.16*
			—	4.16*
2.4	—	1.78	—	1.78
			—	3.68*
			—	3.56
2.7	—	1.78	—	1.78
			—	3.56
3	—	1.78	—	5.94
			—	3.56

* : 기류패턴의 측면에서 유리한 개폐방식

표6. 거실 유효개구면적에 따른 주방과 식당의 창호크기

거실창의 개구면적	창높이 (m)	미서기창이나 오르내리창	미서기창 +여닫이문
		창의 최소폭 (m)	창의 최소폭 (m)
2.0m ² 이하	1.8	2.4	1.0
	1.5	3.0	1.2
	1.2	3.6	1.5
	0.9	4.9	2.0
	0.6	7.2	3.0
2.0m ² ~ 2.5m ² 미만	1.8	3.0	1.5
	1.5	3.6	2.0
	1.2	4.6	2.4
2.5m ² ~ 3.0m ² 미만	0.9	6.0	3.0
	0.6	9.2	4.8
	1.8	3.6	2.2
3.0m ² ~ 3.5m ² 미만	1.5	4.2	2.6
	1.2	5.5	3.3
	0.9	7.2	4.4
3.0m ² ~ 3.5m ² 미만	1.8	4.2	2.8
	1.5	5.0	3.0
	1.2	6.3	4.0

2.4 발코니 계획

전면벽체에 발코니를 설치하는 경우 유입풍량이 약간 증가되지만 발코니 새쉬를 설치하면 풍량은 크게 감소되므로 발코니의 본래기능을 살려서 가능한 한 새쉬를 설치하지 않는 것이 바람직하다. 발코니 새쉬 설치로 인한 유입풍량의 감소율을 10%이내로 하려면 발코니 창의 개구비율을 55%이상으로 해야한다.

3. 자연통풍 계획의 사례연구

3.1 개요

본 연구에서는 앞에서 제시한 자연통풍의 적극적인 활용을 위한 계획방안들을 실제 건물의 설계에 직접 적용하여 자연통풍 성능의 향상효과를 정량적으로 분석함으로써 계획방안의 타당성을 확인하고자 사례연구를 실시하였다.

3.2 대상 공동주택

사례연구는 주동형식을 편복도형과 계단실형 두 가지로 구분하여 편복도형 중에서 가장 통풍 성능이 떨어지는 것으로 분석된 Unit 7과 계단실형에서 국민주택 규모 이상 중에서 가장 일반적인 평면유형인 Unit 8을 대상 공동주택으로 선정하였다.

(1) 서초동 SD아파트(Unit 7)

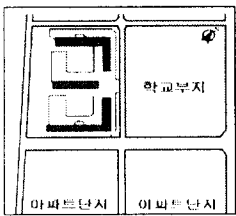


그림1. 위치 (UNIT7)

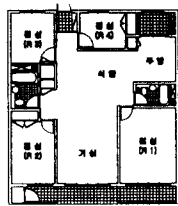


그림2. 평면도(UNIT7)

(2) 가양동 D아파트(Unit 8)

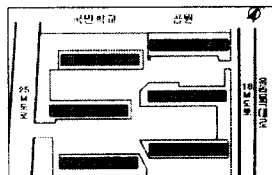


그림3. 위치 (UNIT8)

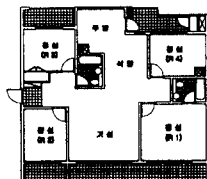


그림4. 평면도(UNIT8)

3.3 자연통풍을 고려한 공동주택 설계안

단위공간계획에서 가능한 한 미서기창이나 오르내리창과 같은 단순형 창호를 이용한 '대안1'과 건축 계획적인 제약과 설치비용이 추가되더라도 여닫이창이나 수직회전창과 같은 수직형 창호를 설치하는 '대안2'를 제안하였다.

(1) 서초동 SD아파트(Unit 7)의 대안

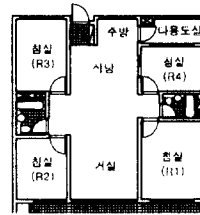


그림5. UNIT7 -대안1

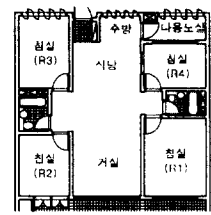


그림6. UNIT7- 대안2

(2) 수서동 H아파트(Unit 8)의 대안

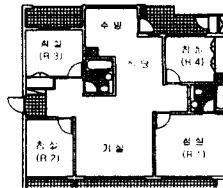


그림7. UNIT8- 대안1

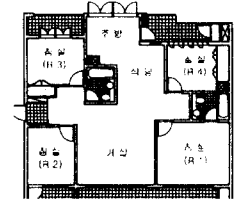


그림8. UNIT8- 대안2

3.4 통풍성능의 평가

(1) 서초동 SD아파트(UNIT7)의 기존안과 대안의 통풍성능 비교

그림5와 그림6은 UNIT7과 2가지 대안의 실내 기류속도분포와 유입풍량을 비교하여 보여준다.

(2) 수서동 H아파트(UNIT8) 기존안과 대안의 통풍성능의 비교

그림7과 그림8은 UNIT8과 2가지 대안의 실내 기류속도분포와 유입풍량을 비교하여 보여준다.

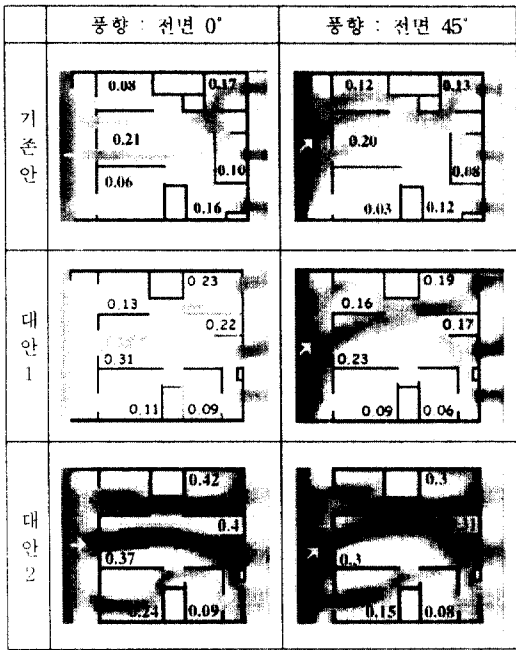


그림9. 실내 기류분포의 비교(Unit 7)

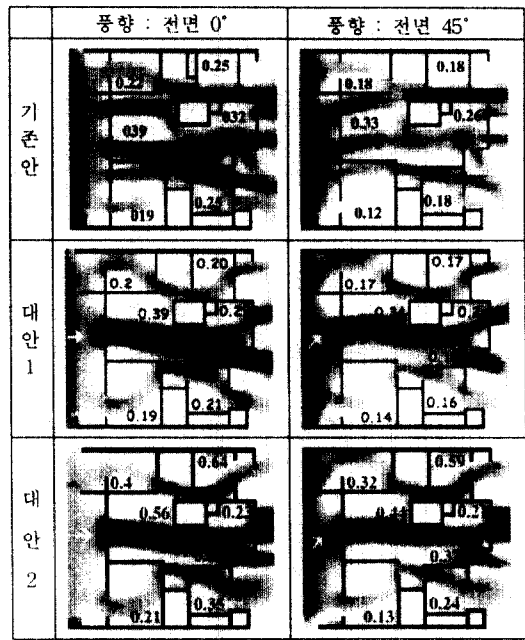


그림11. 실내 기류분포의 비교(Unit 8)

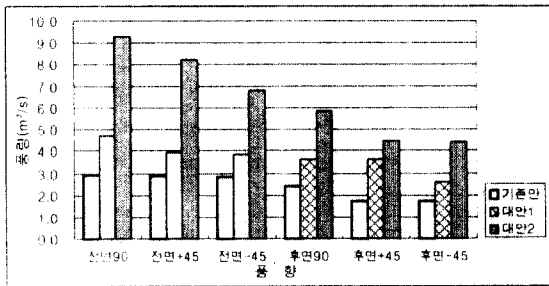


그림10. 유입풍량의 비교(Unit 7)

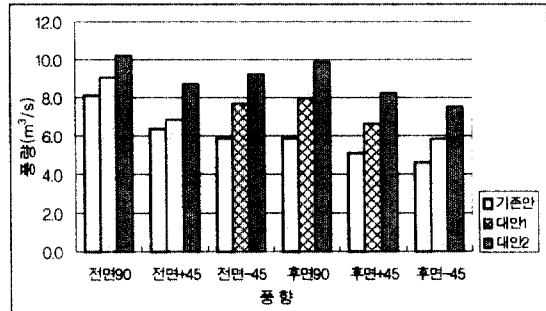


그림12. 유입풍량 비교(Unit 8)

3.5 기존안과 대안의 통풍성능 비교평가

Unit 7 기존안의 경우, 주기류가 형성되지 못하고 유입풍량도 매우 미소하였으나 계획된 대안들을 보면 주기류가 모든 공간을 통과하고 거실, 식당주방의 기류성능이 크게 향상되었으며 풍량도 증가하였다. 또한 Unit 8의 대안1은 기존안의 창호크기와 같거나 작은 미서기창을 설치하면서도 기류패턴은 크게 향상되었으며 유입풍량도 증가하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 공동주택 단위공간의 다양한 설계변수들에 따른 자연통풍 성능 분석을 통하여 설계 단계에서 자연통풍을 적극적으로 이용할 수 있는 건축계획 방법을 제시하고자 하였다.

실내 통풍성능에 직접적인 영향을 미치는 설계요소인 단위공간의 설계요소에 대해 수동실험을 통한 모델 시뮬레이션과 전산 유체 해석기법을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하여 통풍성능을 분석하였다.

연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 침실의 형태는 전면 폭이 넓으면 창호의 크기를 증가시킬 수 있으므로 통풍성능이 좋아지지만 같은 개구 면적에서는 폭이 넓은 형태보다는 깊이가 긴 형태가 좋다.

2) 거실과 식당 및 주방의 형태는 후면에 있는 부엌이나 식당에 적정 개구면적을 확보할 수 없는 평면형의 경우 장방형이 좀더 좋은 통풍조건을 제공할 수 있다. 반면에 후면개구부를 충분한 크기로 분산해서 배치할 수 있으면 실의 형태가 장방형보다 비정형인 경우 기류패턴이 더 좋아질 수 있다.

3) 거실과 식당을 구분 짓는 실내문은 설치하지 않는 것이 통풍에 유리하지만 설치할 경우에는 개구면적이 후면 유출구 면적보다 커지도록 해야하며 미서기문보다는 문짝이 벽면에 들어가 개구면적이 커질 수 있는 미닫이문을 설치하는 것이 좋다.

4) 창호의 종류는 주풍향과 실의 통풍설계 수준 및 위치에 따라 선택되어야 한다. 일반적으로 사용하는 미서기창은 창호의 개폐방법에 따른 기류패턴의 편차가 클 뿐 아니라 유효개구면적이 15%로서 통풍성능이 떨어진다. 여닫이 창이나 수직회전창을 설치하면 동일 창면적의 미서기창에 비해 유입풍량이 각각 35%, 40% 증가되는 효과가 있어 통풍성능이 크게 향상되는 것으로 나타났다. 창호의 개구형태가 수평으로 긴 오르내리창을 설치하면 유효 개구면적은 작지만 풍향 변화에 따른 유입풍량의 편차가 적고 실내기류 분포도 비교적 우수하다.

5) 전면벽체 발코니에 발코니 새쉬를 설치하면 유입풍량이 크게 감소되므로 발코니의 개구면적은 벽체에 설치된 개구부의 면적보다 크게 계획하여야 한다.

본 연구에서는 기존의 면적 배분 위주의 공동주택 설계방법에서 벗어나, 자연통풍을 적극적으로

로 활용할 수 있도록 단위공간 계획에서 창호의 크기와 개폐방식을 설정할 수 있는 자료를 제시하고 사례연구를 통하여 기존의 계획안과 자연통풍 계획이 적용된 대안의 비교, 분석하여 통풍성능의 향상을 확인하였다.

참고문헌

- 1) Donald W. Abrams 'Low Energy colling', Van Nostland Reinholdcompany Inc, USA, 1986.
- 2) B. Givoni, 'Passive and Low Energy Cooling of Buildings', Van Nostrand Reinhold, NewYork, 1994
- 3) Arens, E., cited in world Literature review and Annotated Bibliography, 'Passive Cooling by Natural Ventilation', FSEC-CR-81-21(TT), Florida Solar Energy Center, 1981.
- 4) Donald watson, FAIA, and Kenneth Labs, 'Climatic Design', McGRAW-Hill Book Company, New york, 1983.
- 5) ASHRAE Handbook, 1997 Fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers, Inc. 1791, pp.25.1-25.28
- 6) Terry S. Boutet, 'Controlling Air Movements', McGraw-Hill Book Company, New York, 1987.
- 7) 최용수, 심우갑, '유형론적 지식을 이용한 아파트 평면계획 모델에 관한 연구', 대한건축학회 논문집 9권1호 통권 51호, 1993. 1.