

탑상형 공동주택의 주동형태와 배치각에 따른 주호의 자연환기 성능

유 선 용†, 김 지 영, 김 태 연, 이 승 북
연세대학교 건축공학과

Improving the natural ventilation in multi-housing units of tower-type buildings according to their shapes and directions

Seonyong Yoo, Jiyoeng Kim, Taeyeon Kim, Seung-bok Leigh
Department of Architecture, Yonsei University, Seoul 120-749, Korea

ABSTRACT: Natural ventilation is an effective method for improving IAQ(Indoor Air Quality) and removing heats in buildings. In order to use natural ventilation, many factors such as wind pressure around the buildings and possibility of air intake on different shapes need to be known. On this paper, the natural ventilation performance in multi-housing units of tower-type buildings was investigated. Tower-type multi-housing buildings are recently more and more constructed for they may change urban landscape and get more openness in multi-housing site. However, such housing buildings have problems with natural ventilation because of the various directions of the building units. The purpose of this paper is to find the proper building direction regarding to wind direction in order to optimize air intake in every units in the building.

Key words: CFD(전산유체역학), Wind direction(풍향), Building direction(배치각)

1. 서론

사회적으로 실내 공기오염에 대한 관심이 증대되고 문제가 확산됨에 따라 정부에서는 친환경 건축자재 품질 인증제도⁽¹⁾를 통해 오염물질방출 자재의 사용을 감소시키고 2006년 2월 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제11조 공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 기준을 신설하여 신축 또는 리모델링 하는 주택 또는 건축물에서 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 자연환기설비 또는 기계환기설비를 설치⁽²⁾하여 방출된 오염물질의 배출을 원활히 하도록 하고 있다.

그러나 재료를 선정하고 환기설비를 설치하기

이전에 계획 단계에서부터 자연환기를 고려한 평면을 계획하여 기계환기설비의 가동으로 인한 에너지 소비를 감소시키고 실내공기질을 개선하도록 하는 노력이 이루어져야 한다.

자연환기는 바람이나 실내외 온도차에 의해 이루어지는데 특히 바람에 의한 환기는 건물의 형태에 큰 영향을 받는다. 최근 도시경관과 단지내 개방감 확보 차원에서 판상형 주거동에 비해 큰 장점을 갖는 탑상형 주거동의 건립추세가 확대⁽³⁾되면서 모든 세대의 맞통풍이 가능한 판상형 주거동에 비해 탑상형 주거동을 구성하는 주호의 환기성능은 위치에 따라 편차가 심하게 나타난다. 주호의 자연환기 성능 향상은 실내 공기질의 개선 뿐 아니라 여름철 통풍 냉각에 의한 냉방 부하 저감의 효과도 함께 가지고 있기 때문에 이를 개선할 수 있는 방법에 대한 연구가 이루어지면 냉방 에너지 소비 저감 효과 또한 기대할 수 있다.

†Corresponding author

Tel.: +82-2-393-4066; fax: +82-2-393-4066

E-mail address: seonyong@yonsei.ac.kr

본 연구는 주동형태에 따른 바람의 영향을 분석하고 주호별 자연환기 가능성에 대한 평가를 실시함으로써 주풍향에 대하여 주동 형태별로 자연 환기에 유리한 주동의 배치각을 찾아내어 주호의 자연환기 성능을 증진시키는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상의 설정

(1) 탑상형 공동주택의 주동 형태

연구에 사용된 주거동의 형태는 L자형과 Y자형, 변형된 □자형인 양날개형으로 분류하였다. 주동 형태를 선정함에 있어 결합주호수가 2호인 주동은 제외하였는데 이들은 단위주거가 일반 판상형과 동일할 뿐만 아니라, 단지 배치에 있어서도 판상형 배치 패턴과 동일한 양상을 보이기 때문이다.⁽³⁾ 본 연구에서는 결합주호수가 3호, 4호인 주동을 기본 대상으로 하였다.

3호 결합 주동의 경우 Y자형과 같이 각 세대들이 서로 벽을 공유하지 않도록 주거동을 구성하여 일반적인 공동주택의 형식과 차별화 시키려는 의도를 보이거나 이에 따른 외주면적의 증가 부담 때문에 최근 사례들에서는 모든 세대들이 벽을 공유하게 되는 L자형 주거동이 가장 많이 등장하고 있다.

4호 조합 형식 중 □자형은 탑상형 주거동의 도입 초기부터 대표적인 평면형식으로 적용되어 왔으나 풍향에 불리한 세대들이 형성된다. 이를 개선하기 위해 97년 이후 외날개형, 양날개형, Z자형 등 향을 개선한 주동 형태를 많이 시도하고 있으며⁽³⁾ 이번 연구에는 양날개형 변형 □자형 주

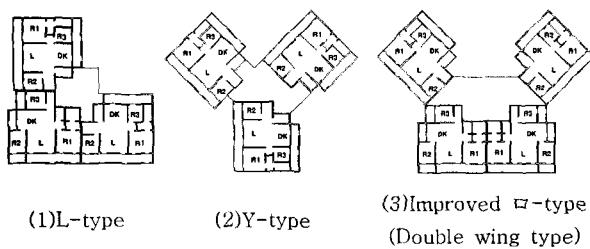


Fig. 1 Building shapes

동을 연구 대상으로 선정하였다.

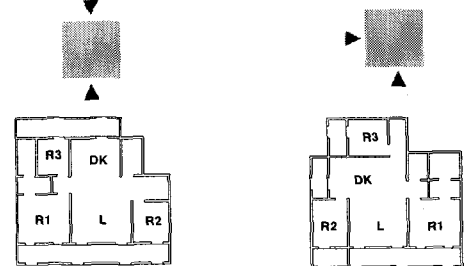
(2) 주호의 형태

오염물질의 정체에 영향을 주는 세대 내 벽체와

개구부의 구성은 각 실을 구분하고 연결하는 요소이기 때문에 세대를 구성하는 공간의 개수에 영향을 받는다. 본 연구에서는 실의 개수의 증감에 따른 개구부 등의 변화에 대한 영향을 최소화하기 위하여 5개의 실로 이루어진 주호의 평면을 기본으로 하였다. 5개의 실은 3개의 침실과 거실, 부엌과 식당이 공존하는 dining kitchen을 의미하며 3R-L-DK형이라 표기한다. 이러한 평면 구성은 분양면적 20평형대에서 40평형대까지 가장 보편적인 형태로 나타나고 있다.

탑상형 주동에 배치된 주호의 환기 가능성은 외기에 인접한 개구부의 위치에 따라 다양한 성능을 보인다. 주호의 외기 인접 형태는 일면개방형, 양단개방형, 직각개방형, 삼면개방형으로 나눌 수 있는데 일면개방형은 초고층 주상복합 건물의 주거형태등 상대적으로 큰 건물 매스에 의해 사용빈도가 높게 나타나고 있으나 본 연구에서 대상으로 하고 있는 단지형 공동주택에서는 그 빈도수가 적으므로 제외하고 나머지 3가지 주호 형태 중 탑상형 주동의 기본적인 구성에 필요한 양단개방형과 직각개방형을 대상으로 하였다.

주호 평면은 2006~2008년 사이에 분양되거나 분양예정인 공동주택 단지를 대상으로 3R-L-DK형의 5개의 실을 가진 평면을 추출하고 이를 외기 인접 형태에 따라 양단개방형, 직각개방형으로 구분하였으며 그 중 가장 빈도수가 높은 평면(Fig. 2)을 선정하고 단순화하여 본 연구에 사용하였다. 개구부의 개방에 의한 자연환기 성능을 평가하기 위한 연구이므로 도면상에 존재하는 창문의 개구부를 개폐 가능한 면적 모두를 개방하였을 경우를 대상으로 하였다. 연구 대상으로 선정된 평면의 개구부는 거실이 면한 입면에 4개의 개구부, 부엌/식당이 면한 입면에 2개의 개구부를 가진다.



(1) Parallel
2 Sides Opening

(2) Perpendicular
2 Sides Opening

Fig. 2 Unit types

2.2 해석 방법

(1) 배치각

배치각을 풍향과 건물의 주축이 이루는 각이라 정의한다. Fig 3에서 보는 것과 같이 풍향축과 건물축이 일치했을 때를 0°로 정의하였으며 건물축을 시계방향으로 회전시키면서 45°간격으로 8방향을 해석하여 360°해석을 실시하였다.

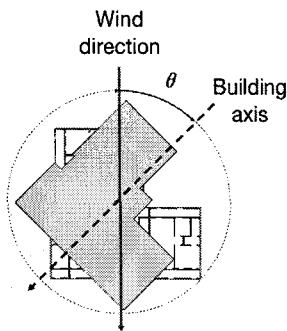


Fig. 3 The angle between wind direction and building axis

(2) CFD(Computational Fluid Dynamics) 해석
CFD에 의한 시뮬레이션 방법은 네트워크 방식에 비해 형태에 따른 풍환경의 변화를 보기에 적합한 방법으로 볼 수 있다. 건물 주변의 풍압 분포, 각각의 개구부의 위치에 따라 유입되는 풍속 등을 가시적으로 확인할 수 있으므로 건물의 형태를 결정하는 설계 과정에서 이용하여 적절한 해결책을 찾는 데 유용한 방법이다.

시뮬레이션은 선정된 3가지 주동 형태별로 배치각에 따라 8방향 해석을 실시하였으며 풍속은 서울시 연중 평균 풍속인 2.4m/s를 사용하였다. 해석은 각 주동 형태별 비교를 위한 것으로 2차원으로 진행되었으며 건물 높이에 따른 풍속의 차이는 고려하지 않았다.

(3) 환기성능 평가 방법

주호내 유입되는 풍량이 많을수록 환기량은 증가하며 환기량이 증가할수록 오염물질의 배출 가능성이 커지게 된다. 따라서 본 연구에서 주호의 환기성능은 각 주호 개구부로 유입되는 풍량을 기준으로 하였다. 개구부의 평균 풍속을 파악하여 유입되는 풍량을 주호의 체적으로 나누어 구한 환기횟수로 표현하였다.

환기성능에 있어 중요한 또 한 가지는 주호에

유입되는 기류의 이동경로이다. 부엌 등에서 발생하는 냄새 등 오염물질이 거실, 침실 등의 오염되지 않은 공간으로 확산되는 것을 방지하기 위해 기류의 방향이 부엌에서 거실 방향으로 흐르지 않도록 주의해야 한다. 따라서 주호의 환기성능 평가 기준의 하나로 주호 내 기류 이동경로 분석하였다.

주호의 환기량을 평가하여 3개 또는 4개의 주호의 환기량의 표준편차가 작고 기류의 이동경로 거실에서 부엌 방향으로 흐르는 배치각을 찾아 제시하였다.

3. 해석 결과

3.1 배치각에 따른 풍압 분포

CFD 방법을 통해 건물 주변의 상대적인 풍압 분포(Fig. 4,5,6)를 나타내었다. 건물의 형태별 배치각에 따라 건물 주변에 분포하는 풍압의 절대값은 하나의 스케일로 표현하기에 그 편차가 크고 그림으로 가시화하기에 한계가 있기 때문에 그림에서 보이는 각각의 풍압의 최소값과 최대값의 차가 10이 되도록 상대적인 값으로 조정하여 나타내었다. 즉, 그림에서 보이는 압력이 높은 빨간색 부분과 압력이 낮은 파란색 부분은 압력차가 10이상임을 뜻한다.

(1) L자형

건물의 전체 형태가 모두 직각으로 이루어져 있는 L자형 주동에서는 주동면이 풍향과 직각을 이루는 0°, 90°, 180°, 270°에서 나타나는 풍압 분포에서는 바람이 불어오는 방향에서 최고 풍압을, 풍향과 직각을 이루는 건물의 측면쪽에 최저 풍압이 나타나고 있으며 이러한 전면과 측면에 동시에 면하지 못한 주호의 경우 바람의 재순환 영역에 머물고, 풍압차가 거의 없어 풍압차에 의한 환기가 이루어지기 힘들 것으로 판단된다.

이에 비해 45°, 135°, 225°와 같이 풍향과 주동면이 경사를 이루고 있는 배치는 직각 배치보다는 바람의 하류에 있는 주호의 풍압차가 크게 나타나고 있다. 그러나 315° 배치각의 경우에는 주동의 오목한 면에 바람이 모아지는 형태로 주동의 코어 부분에 높은 압력이 형성되고 건물의 뒷면에 포함된 하나의 주호가 완전히 바람으로부터 차단되는 형태를 보인다.

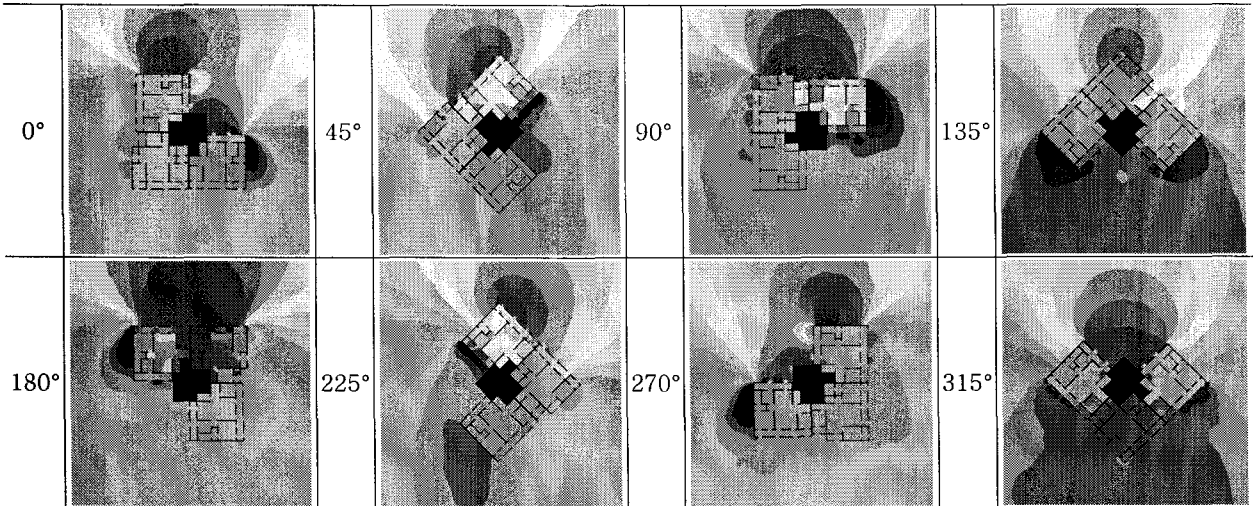


Fig. 4 Pressure distribution of L-type

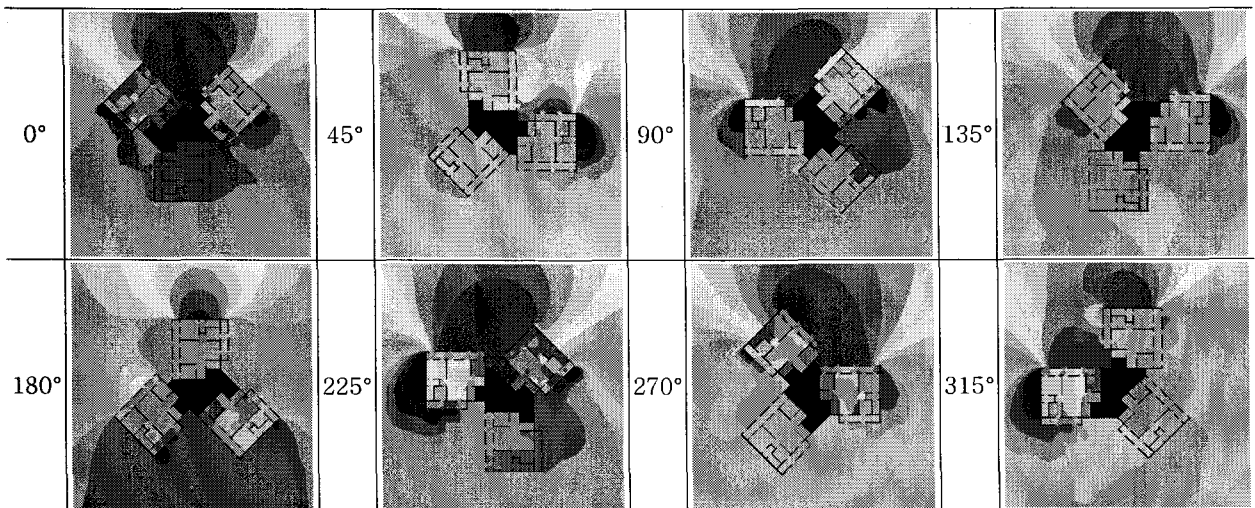


Fig. 5 Pressure distribution of Y-type

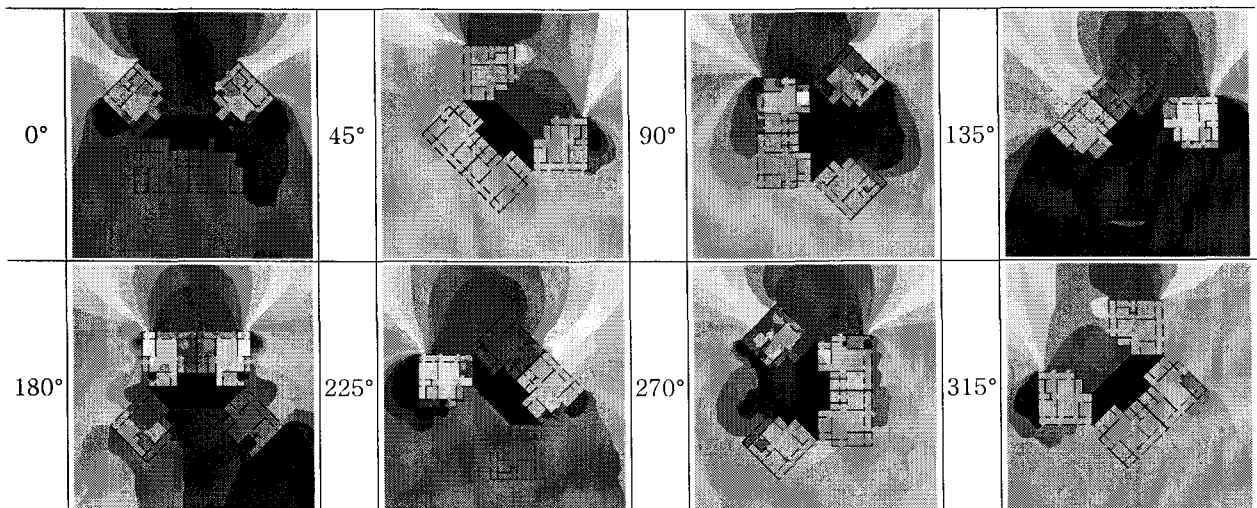


Fig. 6 Pressure distribution of Improved □-type

(2) Y자형

Y자형 주동은 L자형과 같이 3개의 주호로 이루어졌으나 L자형 비해 외기와 집하는 표면적이 넓게 형성되어 있고 각각의 주호가 이루는 각도의 영향으로 풍압 분포가 좀 더 다양한 양상을 보인다. 그러나 L자형 주동의 315° 배치각의 경우와 같이 Y자형 주동의 0° 배치각에서는 바람으로부터 차단된 하나의 주호에 심각한 자연환기 성능 저하를 예상할 수 있다.

(3) 변형 □자형 (양날개형)

주호가 4개로 늘어난 만큼 얼마나 많은 입면이 바람이 불어오는 방향과 면하고 있는지가 풍압차가 발생하는 데 큰 영향을 미치고 있다. 풍향과 배치각이 45°, 135°, 225°, 315°인 경우에는 바람이 불어오는 방향에 3개의 주호가 배치되어 3개 주호에서는 풍압차가 형성되고 있으나 나머지 한 주호 주변의 풍압차가 거의 형성되지 않는 것을 알 수 있다.

배치각 0°의 경우 앞서 L자형과 Y자형에서 나타난 것과 같이 바람으로부터 차단된 주호가 나타나며 이 경우에는 그 영향이 두 개의 주호로 확대 형성되었으며 이와 반대로 180°배치각에서는 모든 주호가 바람이 불어오는 방향에 면하고 있어 모든 주호의 환기 성능을 기대할 수 있다.

3.2 주호의 환기성능 분석

주동 형태와 배치각에 따른 주호의 자연환기 성능을 분석하기 위해 각 주동에 배치된 각각의 주호의 환기량을 산출하고 기류 방향을 분석하여 Table 1에 나타내었다. 각 주호 A, B, C, D의 배치는 Fig. 7에서 보는 것과 같다.

Table 1에서 산출된 환기량은 개폐 가능한 모든 개구부를 개방한 상태로 환기 성능이 극대화 되었을 때의 값이다. 실제로는 개구부를 100% 개구하는 경우는 없고 가구배치 등에 따라 달라질 수 있으므로 각각의 성능을 비교하기 위한 값으로 보는 것이 타당하다.

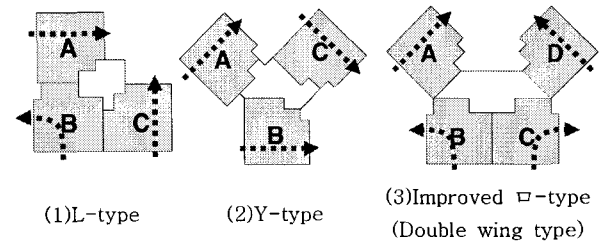


Fig. 7 Units in Building and + air flow direction in units

(1) L자형

환기횟수가 100회를 넘어갈 정도로 개폐 가능한 창문을 개구했을 경우 환기가 잘되는 주호의 경우 그 이용 가능성이 큰 것을 알 수 있다. 그러나

Table 1 Air change rate and flow direction in units

		0°		45°		90°		135°		180°		225°		270°		315°	
		ACH	AFP**	ACH	AFP	ACH	AFP	ACH	AFP	ACH	AFP	ACH	AFP	ACH	AFP	ACH	AFP
L-type	A	105	-	122	+	122	+	88	+	24	-	14	+	124	-	131	-
	B	27	+	90	-	113	-	37	+	105	+	72	+	21	-	4	+
	C	121	-	27	+	17	-	81	+	118	+	119	+	111	-	131	-
SD***		41		40		48		23		42		43		46		60	
Y-type	A	136	+	81	+	125	-	126	-	87	-	15	+	34	-	118	+
	B	6	+	40	+	121	+	132	+	40	-	133	-	112	-	24	+
	C	134	-	119	-	23	+	27	-	95	+	122	+	126	+	107	-
SD		61		32		47		48		24		53		41		42	
□-type	A	147	-	82	-	140	+	85	+	44	+	6	-	36	+	126	-
	B	17	-	63	-	118	-	28	-	108	+	70	+	23	+	4	-
	C	22	+	4	-	22	-	51	-	111	+	30	+	120	-	66	-
	D	150	-	125	-	40	+	13	-	46	+	126	+	140	+	87	-
SD		64		44		50		27		32		45		51		44	

*ACH: Air Change per Hour

**AFP: Air Flow Path (+: Living Room → Kitchen / -: Kitchen → Living Room)

***SD: Standard Deviation

배치각 315°의 주호 B의 경우에는 시간당 환기횟수가 4회로 외부 풍속 2.4m/s에서 모든 개구부를 열었음에도 불구하고 개구부 풍속이 0.13m/s로 나타나 자연환기의 이용이 어려울 것으로 판단되는 경우도 발생하였다. 이러한 경우를 최소화하기 위하여 산출된 각 주호의 환기량의 표준 편차를 계산해 보면 배치각 135°의 경우 가장 작은 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 이는 각 주호의 환기량이 고르게 분포하고 있음을 의미한다.

이 경우는 기류의 방향 또한 모든 주호에서 + 방향을 보이고 있어 자연환기에 가장 적절한 배치각으로 판단된다.

(2)Y자형

Y자형 주동에서 각 주호의 환기량의 편차가 가장 작은 배치각은 180°로 나타났다. 그러나 45°의 경우에 편차는 조금 크지만 환기량이 크게 떨어지는 주호가 보이지 않으므로 자연환기 성능이 좋은 배치각이라 할 수 있다.

Y자형 주동의 경우에는 기존의 주호 배치에 의한 기류 방향 분석에서 모든 주호가 + 방향을 가지는 배치각은 존재하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 경우에는 일조나 조망 등에 큰 영향이 없는 경우 주호의 공간배치를 바꿔줌으로써 해결이 가능하다.

(3) 변형 ㄱ자형 (양날개형)

변형 ㄱ자형 주동에서 주호 환기량의 표준편차가 가장 작게 나타난 배치각은 135°로 나타났으나 전체적인 환기량이 많지 않고 주호 D의 환기량이 13회로 비교적 작게 나타나 가장 좋은 경우로 볼 수 없다. 이에 비해 180° 배치각의 경우 모든 주호의 환기량이 높고 기류 방향 또한 모두 + 방향을 보여 가장 좋은 배치각으로 판단된다.

4. 결 론

L자형, Y자형, 변형 ㄱ자형 탑상형 주동에 대하여 풍향에 대한 배치각에 따라 각 주동에 배치된 주호의 환기 성능 분석을 통해 그 각 주호의 환기 성능이 고르게 분포하여 모든 주호에서 주풍향에 대해 유리한 건물의 향을 찾아냈다. L자형 주동에서는 풍향과 건물축이 이루는 배치각이 135°를 이루는 경우, Y자형 주동에서는 45° 배치

와 180° 배치, 변형 ㄱ자형 주동에서는 180° 배치 가 가장 좋은 배치각으로 나타났다.

본 연구는 단지내 배치에 의한 통풍 효과, 단위 세대 평면 구성을 통한 환기성능 향상 방법 연구와 더불어 공동주택에서 실내 공기질 향상과 냉각 효과를 얻기 위한 자연환기 이용 효율을 높이는 연구의 일환으로 진행되었다.

본 연구에서는 자연환기만을 고려하여 가장 유리한 배치각을 도출하였다. 공동주택 건물 계획에 있어서 자연환기 성능을 최우선 과제로 볼 수는 없기 때문에 추후 연구를 통하여 일조나 조망 등을 고려하여 결정된 주동 배치각에서 불리한 자연환기 성능을 개선하기 위한 방법을 찾아내 검증해 나가는 연구가 필요하다.

후 기

본 연구는 과학기술부(한국과학재단) 특정기초 연구지원으로 수행되었음.(R01-2005-000-11063-0)

참고문헌

1. Ministry of Environment, 2004 2 ,A System of Building Material Labeling
2. Ministry of Government regulation, 2006 2,
3. Kim, Hyung-Jin, A Study on the Block Plan and Layout Pattern in High-Rise Multi-Family Housing , Journal of Architectural Institute of Korea, v.16 n.12 (2000-12)
4. Lee, Suk-Moon, A Comparative Study on the Openness according to Building Block Types in Apartment Housing, Journal of Architectural Institute of Korea, v.21 n.11(2005-11)
5. Joe, Keuk-Rae, A Study on the Spatial Characteristics of the Apartment Unit Plans according to the Outdoor Adjacency Methods, Journal of Architectural Institute of Korea, v.22 n.1(2006-01)
6. Shim, Woo-Gab, A Study on the Planning Characteristics of 'Tower-type Block' in Korean Apartment Housing Estates, Journal of Architectural Institute of Korea, v.17 n.10(2001-10)