탑상형 아파트 만곡부의 외부 통풍환경 개선에 대한 연구

장 현 재[†], 김 형 진^{*}

홍익대학교 건축공학부, *홍익대학교 대학원

The Improvement of The Exterior Air Flow Environment in The Inner Curved Area of Tower Type Apartment

Hyun-Jae Chang[†], Hyung-Jin Kim^{*}

School of Architectural Engineering, Hongik University, Chungnam 339-701, Korea

**Graduate School, Hongik University, Chungnam 339-701, Korea*

(Received October 28, 2011; revision received November 2, 2011)

ABSTRACT: Recently, tower type apartment has been a main stream at the apartment market, in Korea. Tower type apartment has features that is easy to maintain a proper distance between apartment buildings, and to keep a prospect comparing to flat type apartment. However, there is usually a inner curved area at tower type apartment, and it is able to make an unhealthy environment because of shaded area through a day and a bad air flow. In this study, the duration of sunshine and the exterior air flow environments are examined. As results, the duration of sunshine at the inner curved area of tower type apartment was extremely short, and the exterior air flow environment was very bad for the low air velocity of about 0.08m/s. Installing pilotis in the 1st floor which faces to the inner curved area makes the good improvement of exterior air flow environment.

Key words: Tower type apartment(탑상형 아파트), Exterior air flow environment(외부 기류환경), CFD(수치해석)

1. 서 론

국내에서 건설되는 아파트는 크게 판상형과 탑상형으로 분류할 수 있다. 판상형 아파트라 함은 주동 평면이 ‘-자’ 형태로 구성된 아파트로서 단면과 장면 비율이 1 : 4 이상인 직육면체 형태의 아파트를 일컫는다. 판상형 아파트는 입면이 안정감 있고 아파트 내의 거의 모든 세대가 남향으로 배치 될 수 있으며, 탑상형 아파트에 비해 외기와 면하는 면적이 작아 열손실이 상대적으로 작은 장점을 지니고 있다.

반면, 판상형 아파트는 단지 내의 여러 주동에서 조망권과 일조권을 확보하기 힘들며, 각 주동이 천편 일률적이어서 단조로운 면이 있다. 이에 비해 탑상형 아파트는 각 주동간의 거리확보가 상대적으로 용이하고 주동을 서로 엇갈리게 배치 할 수 있어 조망권과 일조권의 확보에 보다 용이한 편이다.

탑상형 아파트에 대한 기존의 연구로서, Sim and Lee⁽¹⁾은 탑상형 주동에서 향 불리 세대의 취약 부분 발생 문제를 최소화하기 위해 결함 주호수를 3호로 줄이거나 평면 형태를 변형시킨 향 개선형 평면들이 다수 적용되고 있다고 하였다.

Lee⁽²⁾은 판상형에 비해 탑상형이 일조면에서 약간 유리하기는 하나, 단지 내 모든 세대가 일조조건을 만족하기 위해서는 주동의 배치를 일영의 특성

[†] Corresponding author

Tel.: +82-41-860-2614; fax: +82-41-865-2796

E-mail address: changhj@hongik.ac.kr

을 고려한 배치로 계획하여야 하고 배치방식은 기본 거리를 이격시키는 일반 배치와 변화 있는 주동배치 방식인 등각 확대 배치 방법을 적절히 활용함으로써 다양하고 변화 있는 주동 배치가 가능하다고 하였다. 또한 Kim and Lee⁽³⁾은 최근에 탑상형 아파트 건설이 증가하게 된 이유로 일조 측면 보다는 개방성에 대한 요구가 높아졌기 때문이라고 판단하고 탑상형 아파트가 가지는 환경적 특성을 제대로 이해하기 위해서는 일조와 개방성에 대한 분석이 함께 이루어져야 한다고 주장하였다.

한편, 탑상형 아파트는 아파트의 평면구조 특성상 Fig. 1에 나타낸 바와 같은 만곡부가 생기기 쉽다. 만곡부는 대체로 입구가 좁고 안쪽으로 북주머니 모양을 하고 있으며 북쪽에 면하는 경우가 대부분이다. 따라서 만곡부는 특히 저층 부분이 일조와 통풍에 매우 불리하여 습하고 곰팡이가 서식하며, 기류의 정체로 인한 오염물질이 쌓이는 등 비위생적인 환경이 조성 될 가능성이 높다.

본 연구에서는 탑상형 아파트 만곡부의 저층 부분을 대상으로 비위생적인 환경을 개선하기 위해 일조량과 통풍 성능에 대해 검토한다.

2. 연구방법

본 연구에서는 탑상형 아파트 만곡부의 일조조건은 VE(Virtual environment) 프로그램을 사용하여 해석하였으며, 만곡부의 풍환경은 CFD 해석 프로그램인 FLUENT를 사용하여 해석하였다. CFD 해석은 등온조건에서 수행되었으며, 난류모델은 표준 $k-\epsilon$ model을 사용한 3차원 해석을 실시하였다. 연속성, 3방향의 풍속, k 및 ϵ 의 residual이 10^{-3} 이하인 경우를 수렴조건으로 판정하였다. 해석 대상 아파트의 높이는 52.8 m이다.

Fig. 1 Curve of tower type apartment.

3. 해석 결과

3.1 일조시간

탑상형 아파트의 만곡부 저층 부분 일조시간 해석을 위한 모델링과 해석 대상면을 각각 Fig. 2와 Fig. 3에 나타낸다. 본 연구에서는 Fig. 2의 모델에서 환경조건이 가장 열악할 것으로 예상되는 1층 부분을 대상으로 검토하였다. 탑상형 아파트의 평면 배치에서는 각 세대가 최대한 남향으로 배치되도록 하기 때문에 만곡부는 통상 북쪽을 향하게 된다. 본 연구에서는 만곡부의 방향이 N과 NE 그리고 NW일 때의 일조시간을 분석하였다. 매월 15일을 기준으로 하여 01:00~24:00까지 매시각의 평균 일조면적을 분석하였다.

해석결과, 만곡부가 N 방향인 경우에는 어느 면에서도 일조가 없었으며(일조시간이 “0”이므로 따로 결과를 나타내지는 않음), 만곡부가 NE 방향과 NW 방향인 경우는 Table 1~Table 4에 나타낸 4개 면에서만 일부 시간대에 일조가 가능한 것으로 나

Fig. 2 Modeling for sunshine rates.

Note) 1. ①~⑦ are walls of the first floor face to the curve.

2. ⑧, ⑨ are the grounds of the curve.

Fig. 3 Analysis faces for sunshine rates.

Table 1 Sunshining area rates at the wall ④ in direction of the curve 'NE' (%)

Month	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Jan			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Feb			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Apr		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May	6.3	4.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun	12.0	13.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul	8.4	10.6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aug	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oct		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nov			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dec			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Table 2 Sunshining area rates at the wall ⑥ in direction of the curve 'NE' (%)

Month	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Jan			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Feb			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mar		0.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Apr		10.0	5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
May	5.8	19.0	26.6	5.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jun	7.5	20.1	36.2	30.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Jul	5.6	18.0	31.7	22.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aug	1.4	14.4	16.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sep		3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oct		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nov			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dec			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Table 3 Sunshining area rates at the wall ② in direction of the curve 'NW' (%)

Month	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Jan			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Feb			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Apr		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1
May	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.3	5.9
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.9	12.7
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.5	10.5
Aug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3
Sep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oct		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Nov			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dec			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Table 4 Sunshining area rates at the wall ⑦ in direction of the curve 'NW' (%)

Month	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00
Jan			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Feb			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mar		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Apr		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.2	10.5	0.3
May	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7.2	26.4	18.2	5.2
Jun	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.1	36.3	21.2	8.4
Jul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.1	32.1	21.9	8.5
Aug	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.2	15.7	3.8	
Sep		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.4		
Oct		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Nov			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Dec			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

타났을 뿐 다른 면에서는 전혀 일조가 나타나지 않았다. 만곡부가 NE 방향인 경우는 '④번' 면이 5월부터 8월의 06시~07시 사이에 4.7~13.5%의 일조면적을 나타내었으며, '⑥번' 면은 3월부터 9월의 06시~09시 사이에 0.5~36.2%의 일조면적을 나타내었다. 만곡부가 NW 방향인 경우는, '②번' 면이 4월

부터 8월의 18시~19시 사이에 0.1~12.9%의 일조면적을 나타내었으며, '⑦번' 면은 3월부터 9월의 16시~19시 사이에 0.3~36.3%의 일조면적을 나타내었다.

결과적으로, 탐상형 아파트 만곡부의 저층 부분에는 일조가 거의 비추지 않는다고 판단할 수 있다.

3.2 통풍성능

탐상형 아파트 만곡부의 저층 부분에 대한 통풍성능 검토를 위해 CFD 시뮬레이션을 수행하였다.

CFD 시뮬레이션은 Fig. 1과 Fig. 4에 나타난 주동을 대상으로 실시하였다. Fig. 1은 필로티가 없는 주동이며, Fig. 4는 Fig. 1에서 만곡부에 면하는 1층 중앙의 2개 세대를 없애고 필로티를 설치한 주동이다. 이는 만곡부 1층 부분에서의 통풍 성능이 좋지 않을 것으로 예측하여, 1층의 중앙세대를 필로티로 처리함으로써 통풍성능을 개선하는 방안을 검토하기 위함이다. 즉, CFD 해석을 통하여 만곡부에 면하는 1층 중앙부분에 필로티가 설치되지 않은 경우와 필로티가 설치된 경우에 대한 통풍 성능을 검토하였다.

해석대상 영역 및 Mesh 분할을 Fig. 5에, 해석조

Fig. 4 Installing a pilotis.

(a) Domain

(b) Mesh

Fig. 5 Meshes for CFD simulation.

건을 Table 5에 나타낸다. 풍향은 각각의 경우에서 8개 방위(E, W, S, N, NW, NE, SE, SW)의 풍향(총 16 Cases)에 대해 해석하였다.

CFD 시뮬레이션을 실시한 8개 방위(16 Cases) 중 4개 방위(E, W, S, N)에 대한 기류속도 분포를 Table 6~Table 9에 나타낸다. 각 방위에 대한 결과는 필로티가 없는 경우와 필로티가 설치된 경우로 구성되어 있으며, 수직단면과 수평단면(GL.+2.5 m)에서의 기류속도 분포 및 만곡부를 확대한 결과를 나타낸다.

풍향이 동풍일 때(Table 6 참조) 필로티가 없는 경우는 만곡부에서 전체적으로 상향기류가 발생하나 만곡부 저층 부분은 느린 풍속의 와류가 발생하고 있다. 이로 인해 만곡부 지면 근처(GL. +0~GL. +5 m)에서의 평균 기류속도는 0.17 m/s의 느린 풍속을 나타낸다. 필로티가 설치된 경우는 만곡부에서 필로티를 통과하는 기류가 발생한다. 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도는 0.65 m/s로 필로티가 없는 경우에 비해 0.48 m/s의 빨라진 기류속도를 나타낸다.

풍향이 서풍일 때(Table 7 참조) 필로티가 없는 경우는 동풍인 경우와 마찬가지로 만곡부에서 전체적으로 상향기류가 발생하고 만곡부 저층 부분에서는 느린 풍속의 와류가 발생하며, 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도 역시 0.20 m/s의 느린 풍속을 나타낸다. 필로티가 설치된 경우 역시 동풍과 유사한 기류분포를 나타내며, 만곡부에서의 평균 기류속도는 0.63 m/s로 필로티가 없는 경우에 비해

0.42 m/s 빨라진 기류속도를 나타낸다.

풍향이 남풍일 때(Table 8 참조) 필로티가 없는 경우는 동풍과 서풍의 경우와 마찬가지로 만곡부에서 전체적으로 상향기류가 발생하고 만곡부 저층 부분에서는 매우 느린 풍속의 와류가 발생하며, 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도는 0.04 m/s를 나타낸다. 필로티가 설치된 경우는 필로티로부터 기류가 만곡부로 유입되며 만곡부 내에서는 전체적으로 상향기류가 발생한다. 만곡부에서의 평균 기류속도는 1.30 m/s로 필로티가 없는 경우에 비해 1.26 m/s 빨라진 기류속도를 나타낸다.

풍향이 북풍 일 때(Table 9 참조) 필로티가 없는 경우는 만곡부 하부 쪽에서는 하향기류가 발생하고 지면 근처에서는 느린 풍속의 와류가 발생한다. 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도는 0.17 m/s를 나타낸다. 필로티가 설치된 경우는 만곡부 하부의 하향기류가 만곡부 지면근처를 지나 필로티를 통해 빠져나가는 기류분포를 나타낸다. 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도는 0.65 m/s로 필로티가 없는 경우에 비해 0.48 m/s 빨라진 기류속도를 나타낸다.

본 연구에서 수행한 8개 방위의 풍향에 대한 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도를 Table 10에 나타낸다. 필로티가 없는 경우는 만곡부 지면 근처에서의 평균 기류속도에 대한 전체 평균이 0.08 m/s를 나타내며, 필로티가 설치된 경우는 0.92 m/s를 나타내어 필로티의 유무에 따라 0.84 m/s의 차이를 나타낸다. 풍향이 남풍인 경우 필로티 설치로 인해 1.26 m/s 빨라진 풍속을 나타내어 가장 큰 풍속 상승률을 보이며, 풍향이 서풍인 경우 0.43 m/s 빨라진 풍속을 나타내어 검토 케이스 중 가장 적은 상승률을 보였다.

또한 필로티 유무에 따른 기류속도 상승이 만곡부 뿐만 아니라 육상상태에 대한 관점을 고려할 때, 필로티 구현에 따른 만곡부에서의 최고풍속 1.3 m/s는 Beaufort⁽⁴⁾의 풍력계급기준에도 잘 부합한다고 사료된다.

3. 결 론

본 연구에서는 탑상형 아파트에서 흔히 생기게 되는 만곡부에 대해 위생상 문제가 있다고 판단되는 저층부분의 일조 조건과 통풍 성능에 대해 검토하고, 통풍 성능을 개선할 수 있는 방안에 대해 검토하였다. 검토 결과를 정리하면 다음과 같다.

Table 5 CFD for boundary conditions

Domain size	608×608×159.6(m)
Wind velocity	1.9 m/s at the height of 10 m
Approach wind Profile	$V = V_o(Z/Z_o)^a$ $V_o = \text{reference wind velocity of 1.9 m/s}$ $Z = \text{height}$ $Z_o = \text{reference height of 10 m}$ $a = \text{coefficient of roughness of 0.25}$
Turbulence model	standard k-ε model
κ-value	1.28 m ² /s ²
ε-value	$\varepsilon = C u^{1/2} \cdot \kappa \cdot \frac{du_2}{dz_3}$
Mesh	tetraheadron mesh, 1.25 million cells

Table 6 Air flow distribution(Wind direction 'E')

Table 7 Air flow distribution(Wind direction 'W')

Table 8 Air flow distribution(Wind direction 'S')

Table 9 Air flow distribution(Wind direction 'N')

Table 10 Average wind velocities of 8 wind directions at the lower level of curved area

Wind directions	Wind velocity [m/s] (Without pilotis)	Wind velocity [m/s] (With pilotis)
N	0.06	1.11
NE	0.04	1.00
E	0.17	0.65
SE	0.04	0.86
S	0.04	1.30
SW	0.04	0.84
W	0.20	0.63
NW	0.05	0.98
Avg. of wind velocity	0.08	0.92

1. 만곡부 지면근처는 일조가 거의 닿지 않아 비위생적인 환경을 유발하는 원인이 될 수 있다.

2. 필로티가 없는 만곡부의 지면근처는 평균기류 속도가 0.08 m/s 내외로서 통풍 성능이 극히 불량하다.

3. 만곡부에 면한 1층에 필로티를 설치함으로써 만곡부 지면근처의 통풍 성능이 크게 개선됨을 확인하였다.

금후의 연구로서는 탑상형 아파트의 다양한 필로티 설치방법에 따른 만곡부의 통풍성능 개선 효과에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 홍익대학교 신임교수 연구지원비에 의하여 지원되었음.

참고문헌

1. Shim, W. G. and Lee, J. W., 2001, A study on the planning characteristics of tower-type block in korean apartment housing estates, Korean journal of the architectural, Vol 174, No 10, pp. 43-52.
2. Lee, J. B., 2008, A study on the possibilities of application of 'Y' type apartment throughout the comparative analysis plank type and 'Y' type apartment, and the new planning method of 'Y' type apartment to an apartment complex, Korean journal of the architectural, Vol 24, No 4, pp. 171-178.
3. Kim, K. M. and Lee, S. J., 2006, The analysis of the sunshine effect of tower-type apartment houses, Busan Ulsan Gyeongnam chapter of architectural institute of korea, Vol. 2, No. 1, pp. 609-614.
4. Lim, M. T., 2011, Architectural Environmental Planning, Bomoondang, p. 100.