

탑상형, 판상형, 혼합형 공동주택단지의 배치유형별 바람길 효용성 분석: CFD 시뮬레이션을 기반으로

김정인¹, 이건원^{2*}

¹호서대학교 건축학과, ²고려대학교 건축학과

Analysis of Wind Path Effectiveness for Tower-shaped, Plate-shaped, and Mixed-Type Apartment Complexes According to Layout Types: Based on CFD Simulations

Jeongin Kim¹, Gunwon Lee^{2*}

¹Department of Architecture, Hoseo University

²Department of Architecture, Korea University

요약 본 논문은 우리나라의 대표적인 건축물 유형인 아파트를 대상으로 아파트 단지 유형별로 바람길의 효용성을 평가하는 것을 목적으로 하였다. 이를 위해, 본 연구에서는 아파트 단지의 배치와 바람의 유입 방향에 따른 바람 유동의 속도, 패턴 등을 분석하였으며, 연구의 대상은 2000~2010년대의 주요 아파트 단지 유형에 대한 선행연구를 참고하여 4가지 유형을 추출하였다. 각 유형별로 탑상형과 판상형, 혼합형 주동을 활용하여 표준화된 모델을 만들었다. 이 유형들에 대해서 총 8개 방위에서 바람이 유입되도록 설정하여 CFD 시뮬레이션 수행했다. 그 결과, 탑상형으로만 구성된 유형과 탑상형을 단지의 가운데로 배치하는 유형에서 상대적으로 바람의 방향과 상관없이 바람의 속도가 높았으며, 이 유형들에서 단지 내부까지 바람이 잘 유입되는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 건물의 형상에 따라 바람과 부딪히는 부분에서의 바람 손실을 계수화한 항력계수(Drag coefficient)에 영향을 받는 것으로 보여, 향후 초기 디자인 단계에서 단지의 패턴에 따른 항력계수의 관리가 필요함을 확인할 수 있었다. 본 연구의 결과는 추후, 단지 설계의 초기 단계에서 도시열섬, 미세먼지, 단지의 환기 성능 등을 관리함에 있어서 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract The aim of this study was to assess the effectiveness of wind roads in different types of apartment complexes. The speed and pattern of wind in a complex were analyzed according to its layout and the direction of wind inflow. Four major apartment complex types from the 2000s and 2010s were selected based on previous studies. A standardized model was created for each one using tower-shaped, plate-shaped, and mixed-type complexes. CFD simulations were conducted for each type with wind inflow from eight directions. As a result, the wind speed was relatively high regardless of the direction of the wind in the cases consisting of only the tower type and when the tower type was placed in the center of the complex. In these cases, it was found that wind flowed well into the interior of the complex. This finding was affected by the drag coefficient, which is a measure of wind loss in the area where the wind hits based on the shape of the building. Therefore, the pattern of the complex and drag coefficient management are essential in the initial design stage. The study's results could be used as a basis for managing urban heat islands, fine dust, and ventilation performance of a complex during the early design stages.

Keywords : Wind Pattern, Wind Path, CFD Simulation, Apartment Complex, Drag Coefficient

본 논문은 교육부와 한국연구재단의 재원으로 지원을 받아 수행된 산학연협력 선도대학 육성사업(LINC 3.0)의 연구결과입니다.

*Corresponding Author : Gunwon Lee(Korea Univ.)

email: upnd.cla@gmail.com

Received March 27, 2023

Revised May 8, 2023

Accepted May 12, 2023

Published May 31, 2023

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

오늘날 대한민국의 주거 유형 중 63.5% 이상이 아파트형 공동주택 단지로 조성되어 있다[1]. 이러한 아파트의 물리적 특징은 고층으로 지어진다는 것으로, 특히, 최근에는 과거 보다 더욱더 고층화 경향이 두드러지고 있다. 이렇게 고층으로 지어지는 건축물은 지상 바람의 유동을 변화시켜 해당 지역의 자연 환기에 영향을 미치며 더 나아가 미세먼지를 비롯한 대기질과 열환경에도 큰 영향을 끼치는 것으로 알려져 있다. 최종적으로 이러한 풍환경은 도시 생활의 핵심인 가로환경, 거주환경 등에 영향을 미치고 결국, 도시민들의 건강, 삶의 질 등에 영향을 미치기 때문에 이에 대한 계획 초기단계에서부터의 예측 및 평가가 필요하다.

1.2 연구의 범위 및 방법

아파트 단지의 환경에 영향을 미치는 요소는 일조, 열환경, 통풍 등 다양하다. 본 연구는 이러한 주거 환경을 결정하는 요소 중 통풍 즉, 바람의 유동에 집중하여 연구 범위를 한정하고자 한다. 공간적 범위는 도시지역에서 가장 많은 비율을 차지하고 있는 주거 유형인 아파트 단지를 대상으로 했다. 단, 실제 아파트 단지를 대상으로 하지는 않고, 우리나라 아파트 단지를 대표할 수 있는 표준 유형들을 추출하여 이를 이용하여 연구를 진행했다.

본 연구에서 표준 유형을 추출하기 위해서 검토한 아파트단지들은 2000~2010년대 아파트 단지들이므로, 본 연구의 시간적 범위는 2000~2010년대로 한정했다. 이 시기 아파트 단지들의 특징은, 판상형 주류의 경향에서 벗어나 탑상형과 판상형이 혼합되거나 탑상형 중심으로 계획되는 특징을 가지고 있으므로 이 시기의 특징이 본 연구에 반영되었다.

본 연구의 내용적 범위는 탑상형, 판상형, 그리고 두 유형이 혼합된 공동주택 단지배치의 유형에 따라 바람길의 효용성을 전산유체역학(CFD:Computational Fluid Dynamics, 이하 CFD)시뮬레이션을 통해 분석했다.

연구의 방법은 다음 네 단계로 이루어진다. 첫째, 선행연구들에 대해서 문헌검토를 이용하여 연구의 초점을 설정했다. 또한, 선행연구의 기존 사례에 따른 분류 기준 및 현재 주거유형 현황을 적용하되, 최근의 경향을 반영한 공동주택 단지배치 유형 4가지를 도출했다. 둘째, 공동주택 단지배치 유형에 따라 CFD를 이용하여 4가지 배치 유형별로, 다양한 각도의 풍향에 따른 바람의 유동 변

화를 시뮬레이션 하였다. 셋째, 도출된 시뮬레이션 결과를 기반으로 정성적 관점과 각 포인트별로 추출한 풍속 데이터를 이용한 정량적 관점의 분석을 통해 각 유형별 바람 유동 특징을 살펴봤다. 이를 위해 도시 환경적 측면의 유체 시뮬레이션이 가능한 CFD 프로그램인 STAR-CCM+ v.13.06을 활용했다.

2. 이론적 검토

2.1 CFD 시뮬레이션

전산유체역학은 유체 유동 현상을 편미분 방정식으로 표현한 지배방정식(governing equations)을 차분화하고 이를 컴퓨터를 활용해 계산하여 유동의 물리적 현상을 이해하고 분석하는 학문이다. CFD 시뮬레이션은 유체운동방정식인 Navier-Stokes 방정식을 유한체적법(FVM: Finite Volume Method) 등으로 대수방정식으로 변환하며, 이를 수치해석 알고리즘을 사용해 유체운동을 해석한다[2].

CFD는 실험을 위한 모형 제작 혹은 계측장비 등의 많은 장비와 인적자원을 요구하지 않으며, 실험조건의 변경이 용이하여 유사한 작업의 반복수행이 수월하고 다양한 조건을 적용하기에 용이하다는 장점을 가진다. 또한 쉽게 유체 유동이 가시화된다는 점에서 유동 특성 파악이 용이하다.

건축 및 도시분야에서는 국부적인 실내 기류 파악부터 도시 단위의 미기후 분석까지 이용되고 있으며, 컴퓨터의 성능발달에 따라 대공간의 온도분포, 난류분포, 기류 속도 및 방향 분석, 오염물질 확산 예측뿐만 아니라 친환경 도시 및 건축물의 건설에 따른 외부 대류 및 온도 해석에도 이용되고 있다[2].

CFD시뮬레이션 프로그램은 ENVI-met, HEXAGON scSTREAM, ANSYS Fluent, STAR-CCM+등이 있으며, 본 연구에서는 Simens사의 Star-CCM+를 이용하여 도시 내 바람의 이동을 분석하였다. StarCCM+는 항공, 기계, 자동차, 해양, 환경 등 다양한 분야에서 이용되고 있다. 이는 도시 단위의 시뮬레이션에 있어 식생, 토양, 건물 등 다양한 조건을 설정하고 선택하여 입력할 수 있으며, Rhino7을 이용한 모델링을 STL확장자를 통해 불러올 수 있어 연구 목적 및 계획에 따라 다양한 모델링 및 조건 적용이 가능하며, 복잡한 실태를 정량적으로 분석하기에 합리적이라고 할 수 있다.

2.2 선행연구 검토

본 연구와 유사하게 공동주택의 유형에 따른 환경 변화를 관찰한 선행연구는 다음과 같다.

Table 1. Literature review about the Environmental Change of Apartment Housing Types

Author (Year)	Subject	Site	Method
B.H.Lee G.W.Lee Y.H.Yeo (2010)	Environmental Indicator based on Housing Lay-out Types	Typeization of 135 complexes	Data investigation
W.K.Bae K.H.Yoon (2012)	Mitigation of Heat Island by the Type of Apartment Complex	Completion and Selection of Design Plan 2005~2010	CFD
H.B.Moon S. Lee (2018)	The Effect of Compositional Factors of Apartment Complex on Surface Temperature	340 Apartment Complexes in Seoul	Satellite Imagery
W.K.Bae J.C.Park (2021)	Comparative Analysis of Thermal comfort Before and After Renewal Project of Apartment Complex	Banpo Jugong Apartment Complex(1,2,4 district)	CFD
Y.N.Jang G.W.Lee (2021)	Thermal Environment according to the Shape and Layout of Apartment Complex	Sinwol-ri, Seovuk-gu, Cheonan-si (The winning proposals of Competition)	CFD
C.H.Cho T.K.Lee (2004)	Wind Environment according to the Layout of Apartment Complex	4 Layout Type of Apartment Complex	CFD
K.S.Son E.H.Jung (2009)	Wind Environment according to the Layout of Apartment Complex	Sinchun Area of Daegu City	CFD
S.Y.Lee S.J.Kim (2012)	Estimation for Wind Environment through Different Wind Direction in Apartment Complex	Apartment Complex in Jeonju	CFD
J.Y.You B.H.Nam M.W.Park G.P.You (2021)	Comparison for Assessment of Wind Environment	High-rise Apartment with two buildings	Wind-Tunnel, CFD

이병호·이건원·여영호(2010)은 1966년부터 2009년 6월까지 수도권 1,000세대 이상 135개의 단지를 대상으로 하여, 54개 유형별 분류체계를 설정하였으며 16개 대표 배치유형을 도출하여 건폐율, 단지평균 벽면율, 외벽

평균열관류율, 외피건폐율, 부지입면차폐도, 조망차폐율, 일조확보율 단위면적당 에너지사용량, 표준주택대비 에너지 절감율, 단위면적당 연간 CO₂ 배출량 등 환경평가 지표를 정량적으로 분석하였다[3]. 이는 당시 공동주택 단지의 유형을 체계적으로 분류하였다는 점, 공동주택 단지를 자료조사를 기반으로 환경적 지속가능성을 중심으로 연구하였다는 점에 의의가 있으며, 실제 사례를 기반으로 하여 주동유형을 분류한 것이 본 연구에의 활용도가 있다고 판단하여, 이 연구의 배치 유형 분류체계를 본 연구에서 활용하였다.

배용규·윤기학(2012)은 CFD시뮬레이션 프로그램인 Star CCM+를 이용하여 분석하였으며, 이를 통해 녹지 및 수공간의 비율보다도 주동의 유형과 배치에 따라 열환경의 변화가 커진다는 것을 도출해냈다[4]. 특히 혼합 유형의 단지가 그 형태나 조합에 따라 열환경에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다[4].

문현기·이수기(2018)은 Landsat8 고해상도 위성영상을 이용하여 서울시 340개 공동주택 단지를 대상으로 단지의 구성요소와 3차원 물리적 환경이 공동주택 단지의 지표 온도에 미치는 영향을 분석하였다[5]. 그 결과 공동주택 단지의 배치형태가 지표온도에 영향을 미치는 중요 요인이며, 판상형보다는 외부 환경에 노출도가 높은 탑상형이 지표온도 저감에 유리하며, 바람이 잘통하는 개방형 및 분산배치가 지표온도를 낮추는 요인으로 나타났다[5].

박진철·배용규(2021)은 CFD시뮬레이션 프로그램 ENVI-met을 이용하여 재건축사업에 따른 보행자 레벨의 전·후 온도와 온열쾌적성(PET) 변화를 확인하였으며, 이에 따라 단지 형태가 판상형 중심에서 혼합형으로 변화하면서 온도가 증가하고, 온열쾌적성(PET)이 감소하였다는 결과가 도출되었다[6].

장예나·이건원(2021)은 공공주택 설계공모대전에서 수상한 계획안들을 천안시 서북구 신월리 일대에 적용하여 주동형태에 따른 열환경의 변화를 파악하였다[7].

이에 더해, 건축물의 배치에 따른 풍환경의 변화에 집중하여 CFD시뮬레이션을 통해 분석한 연구는 다음과 같다. 조철희·이득구(2004)는 아파트 단지의 배치유형을 판상격자배치형, 탑상중앙배치형, 판상중앙배치형, 탑상배치형으로 4개의 배치유형으로 분류하여 아파트 단지에서 주거동의 배치 유형이 통풍계획에 미치는 영향을 CFD 시뮬레이션을 통해 분석하였다[8]. 연구결과에 따르면, 건폐율이 낮을수록 풍속비는 증가하며, 탑상형이 단지 중앙에 있을 때 통풍성능이 높게 나타난다는 것을

알 수 있다[8].

손경수·정영호(2009)는 ENVI-met 프로그램을 이용하여 대구광역시 신천지역을 대상으로 한 공동주택의 배치요소에 따른 바람환경의 변화를 분석하였다[9]. 그 결과 타워형 점배치 유형이 풍속이 증가되고 대기온도가 저감되었으며, 토지 녹화가 대기온도 감소에 효과가 있음을 도출하였다[9].

이선영·김상진(2012)는 전주시의 한 아파트 단지를 모델링하여, 주요 풍향인 남동풍을 위시하여 동서남북 각 방향에 따른 풍환경을 CFD 시뮬레이션을 이용하여 연구하였다[10]. 이는 한 유형에 대해 다양한 풍향을 적용하여 분석하였다는데에 의의를 갖는다[10].

유장열·남병희·박민우·유기표(2021)은 2개 동으로 이루어진 아파트 부지 내에 22개 측정지점에 대해서 풍동 실험과 CFD해석을 통해 풍환경 평가를 진행하였다[11]. 이는 풍동실험과 CFD 시뮬레이션을 동시 수행 및 비교 분석하여 연구의 각 방법의 장단점을 보완하고 연구의 정확도를 높였다는데에 의의를 갖는다[11].

3. 분석체계

3.1 적용 유형 설정

주동 배치 유형은 아파트의 배치 유형별 환경적 지속 가능성을 분석한 이병호·이진원·여영호(2010)의 연구에서 분류한 대표 배치유형별 주동 배치에서 활용하였다. 주동 유형 중 타워형 형태의 경우 현재 시점에 다수 배치된 아파트 형상을 반영하여 Y자 형에서 V자 형으로 변경하였으며, 주동유형의 배치 기준은 이병호·이진원·여영호(2010)와 동일하게 설정하되 용적률 등 법적기준이 변경된 부분을 반영하였다. 그 내용은 아래와 같다.

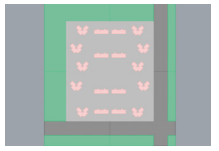
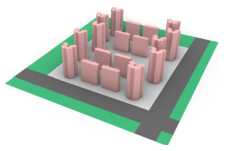
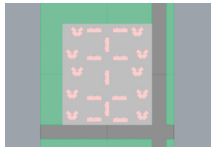
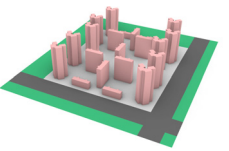
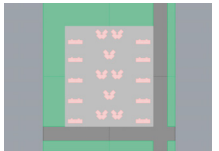
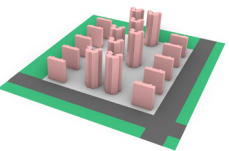
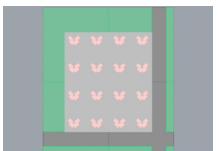
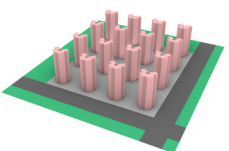
- ① 대지규모는 본 연구의 사례조사 중 빈도수가 높은 크기인 동서 293.5m x 남북333.9m의 98,000㎡으로 설정하였고, 남측과 동측에 전면도로가 있다고 가정하였다.
- ② 용적률은 제2종 일반주거지역의 기준인 200% 내외로 설정했다.
- ③ 건축물 형태에 대해서는, 판상형과 탑상형 모두 4호 조합으로 설정하였고, 탑상형은 V자 형을 선정하였다.
- ④ 인동간격은 1H로 하였다.
- ⑤ 정북방향의 경우에는 1/2H, 도로측에 면한 주동의 경우에는 도로 중심선으로부터 1/2H로 정했다.

⑥ 대지경계선으로부터는 10m이상을 이격했다.

⑦ 주동의 측벽간 거리는 건물 폭 이상인 12m를 이격시키는 것으로 설정했다.

⑧ 주동의 층수는 판상형의 경우는 저층과 중층으로, 저층은 6층으로 중층은 18~24층 범위에서, 탑상형의 경우에는 고층으로 25~35층까지의 범위로 설정했다.

Table 2. Modeling for Each Type of Apartment Housing

T2		
T2L		
T4		
T8		

위 기준에 따라 위 Table 2의 4가지 유형을 도출하였으며, 그 특징은 다음과 같다. T2는 동서로 평행인 방향으로 탑상형과 판상형을 병렬배치한 조합으로, 안쪽에 판상형, 바깥쪽에 탑상형이 위치한다. T2L은 T2에서 변형되어 저층형이 추가된 유형으로, 동서평행 배치와 남북평행 배치가 혼합되어 있다. T4는 동서평행 방향으로 탑상형과 판상형이 병렬배치된 조합으로, T2와 다르게 탑상형이 중앙에, 판상형이 바깥쪽에 위치하여 엇배치 되어 있는 유형이다. T8은 탑상형만 병렬배치된 유형이다.

3.2 분석 모델 설정

3.2.1 모델링 과정 및 격자 생성

위 유형기준에 따라 도출된 4개의 유형의 모델링 영역

은 앞서 유형 기준에서 밝혔던 대로 293.5m x 333.9m, 면적 98,000㎡이다. 이를 기준으로 시물레이션 도메인 크기는 Hu&Wang(2005)의 연구 기준에 맞춰 가로와 세로를 모델링 영역의 5배, 높이는 유형별 최대 아파트 높이의 10배로 시물레이션 영역을 설정하였다[12].

설정된 기준에 맞춘 모델링을 토대로 Star-CCM+를 이용하여 기본 격자 모델 Trimmed Mesh, 그리고 난류를 설정 및 생성 하였다. 또한 공기의 흐름이 집중되는 것으로 예상되는 지역 및 벽면에 가까운 부분에 대해 Prism Layer를 추가로 적용하여 더 구체적인 연구결과가 나오도록 보완하였다.

위 과정에 따라 격자를 생성한 결과 T2은 약 42만개, T2L은 약44만개, T4은 약43만개, T8은 약46만개의 격자가 생성되었다.

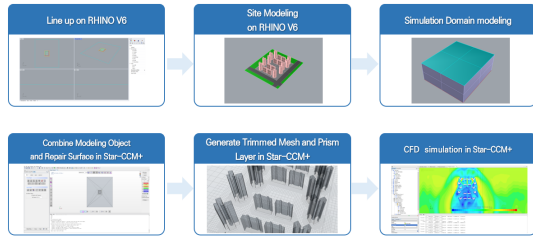


Fig. 1. Modeling & Generating Mesh Process

3.2.2 경계조건 및 물리모델 설정

본 연구를 CFD 시물레이션을 이용하여 수행하기 위하여, Siemens사의 Star-CCM+ v13.06을 활용하였다. 이에 Navier-Stokes 방정식을 적용하였으며, 대표적인 난류모델인 Realizable K-epsilon Turbulence모델을 적용하였다.

이 분석에 적용된 시물레이션의 경계조건은 Table 3와 같다.

Table 3. Boundary Conditions

Contents		Conditions
Domain Size		2,504.25m × 2,201.25m × 900m
Cell Type		Trimmed Mesh
Cell	TYPE 2	420,523
	TYPE 2L	437,721
	TYPE 4	432,243
	TYPE 8	465,801
Inlet	Velocity	5m/s(Height: 1.5m)
Outlet Condition		Pressure Outlet

4. 분석결과

4.1 유형별 유동 패턴 분석

본 연구의 대상인 4가지 유형에 대해서 유형별로, 바람의 유입 각도별로 구분하여 단지 내부로까지의 바람의 유입 경로, 속도, 바람의 차폐 등을 정성적으로 분석한 결과는 다음과 같다.

먼저, T2유형의 경우, 0도에서의 바람 유입에 대해서 상당히 차단 효과가 큰 것으로 나타났다. 다만, 전면 판상형과 탑상형의 사이에서 벤츄리 효과(venturi effect)가 나타나 유동의 속도가 빨라지는 것이 관찰되었다. 이 벤츄리 효과는 좁은 공간을 바람이 통과하며 그 속도가 더욱 증가하는 것을 말한다. 나머지 방향에서는 바람 속도의 손실이 없다가 180도에서 다시 바람 속도가 떨어지나, 0도 보다는 바람 속도의 손실이 적었다. 이는 바람에 부딪히는 건축물 형상, 형상별 항력계수(drag coefficient)와 관련이 깊다. 항력계수는 형상에 따라 바람이 영향을 받는 크기를 계수화한 것으로, 바람 방향으로 유선형인 형상이 0에 가깝고, 사각형은 1에 가깝다.

T2L은 T2 유형과 비슷하나 가운데 판상형 간의 간격을 늘리고, 외곽에 저층판상형(6층)을 추가하여 단지 중심부에 클러스터를 만들 수 있는 판상형을 추가한 것이다. 언뜻 주동이 더 증가한 것으로 보여 0°일 경우, 바람의 속도가 더 떨어질 것으로 보이나 바람은 우리가 예상한 것과는 다르게 유동했다. 오히려 T2 유형보다 더 단지의 중심에까지 바람이 도달했다. 물론, 단지 중앙에 T모양으로 수직 수평 배치된 주동배치에서는 바람의 유동이 주변부에 비해 정체되는 현상이 발생하였지만 더 유동 패턴이 골고루 퍼지는 것이 관찰되었다. 다만, 예상대로 45, 90, 225, 270° 등에서는 T2에 비해서 유동 속도가 떨어지는 것이 관찰되었다. T2에 비해서 전반적으로 바람 속도의 편차는 크지 않았지만, 대각선 방향에서 바람이 유입될 경우, 바람이 단지의 내부까지 충분히 유입되는 것이 관찰되었다. 이러한 경우, 전반적으로 단지 내부의 환기 성능이 좋아져서 공기질이 상당히 좋을 것으로 예상되며, 따라서 저층 혼합형이 단지 내부 환기 성능에 도움이 되는 것으로 예측된다.

T4는 외곽부에 판상형이, 내부에 탑상형이 위치한 유형이다. 45, 315°를 제외하고는 전반적으로 T2 및 T2L보다 바람 유동 상황이 더 좋게 관찰되어, 전반적으로 모든 바람 방향에 대해서 단지 내부까지 바람이 충분히 유입되고 있는 것이 관찰되었다. 이는 외부에 있는 판상형

에 대각선으로 바람이 받으면서 항력계수가 높아져서 인 것으로 풀이된다.

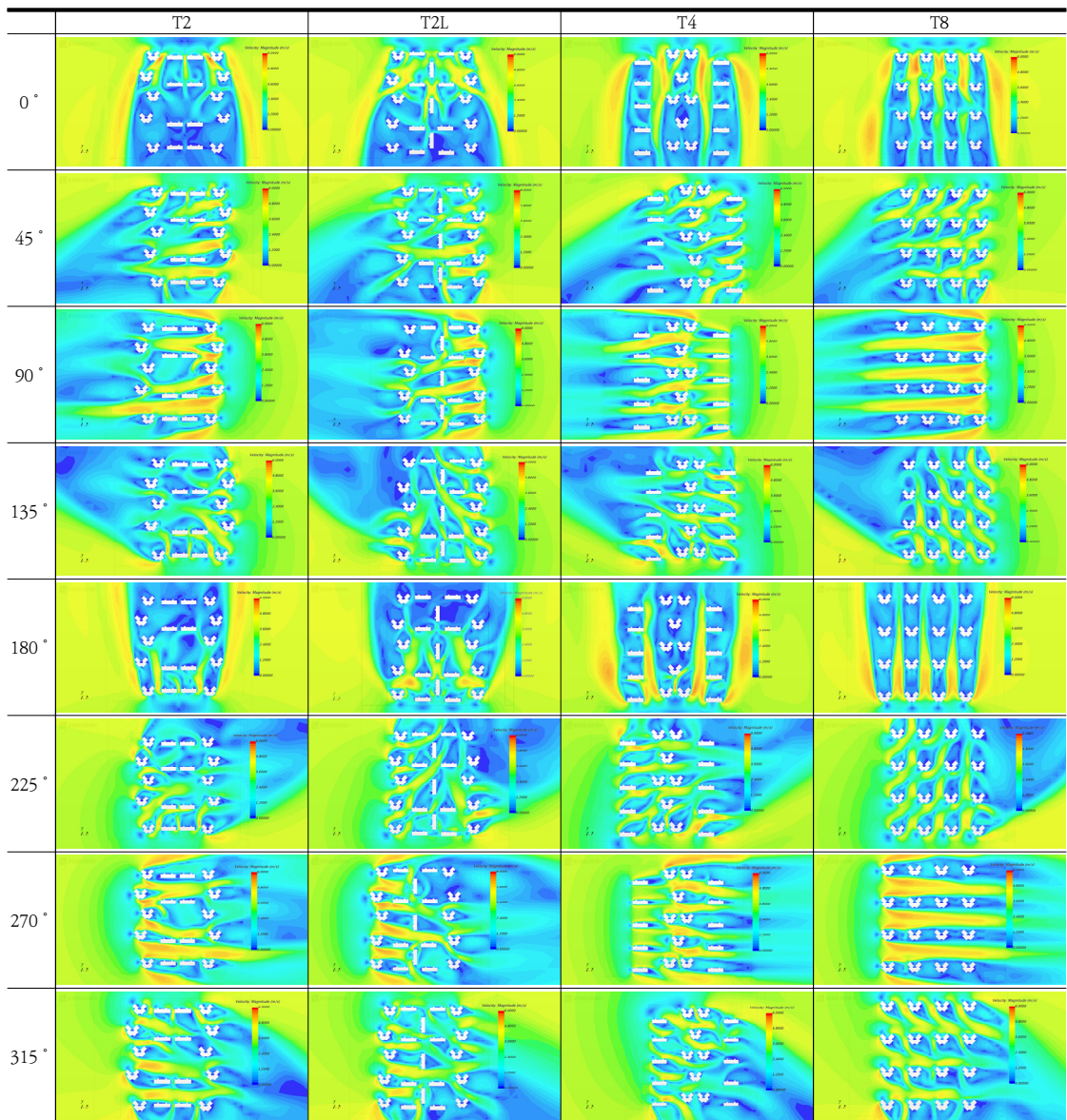
마지막으로 T8은 탑상형만으로 구성된 유형이다. 이 유형은 전반적으로 바람의 유동 패턴이 좋은 유형이다. 다만, 일부 각도에서 근소하게 T2와 T4 보다 바람 속도가 적은 것이 관찰되었으나, 그 크기는 상당히 적은 것으로 관찰되었다. 그 원인은 전체적으로 판상형에 비해서 탑상형이 항력계수가 낮기 때문으로 풀이된다. 다만, 탑상형의 복측은 형상이 다소 복잡하여 이 부분으로 바람

이 유입되는 대각선 방향에서 근소하게 바람의 속도가 저하되는 것이 관찰되어 이러한 주동 형태의 개선이 이루어진다면 충분히 단지 내부의 공기질이 우수한 유형으로 각광받을 수 있을 것으로 사료된다.

4.2 유형별 유동량 분석 결과

이번에는 단지 내부에 1만개 지점에 대해서 바람 속도를 추출하고, 이 측정값들의 평균, 표준편차, 최소, 최대 값을 산출하여 각 유형별, 바람 유입 방향별로 구분하여

Table 4. Simulation Results



정량적으로 분석하였다. 그 결과는 다음과 같다.

T2의 경우 풍향별로 평균풍속의 차이가 크게 나타나다. 0°의 풍향에서는 평균풍속이 가장 낮게 나타나며, 180°에서도 다른 유형에 비해 낮은 평균풍속이 나타나, T2는 수직방향으로 불어오는 바람에 대해 단지 환기 성능에 문제가 발생할 가능성이 높다고 사료된다. 그 이외의 풍향의 경우 높은 평균풍속과 비교적 낮은 편차가 나타난다.

T2L의 경우 T2와 비슷하게 0°와 180°에서 가장 낮은 평균풍속이 나타난다. 다만, T2보다 평균풍속이 조금 더 향상된 것으로 보아, 해당 풍향에서 저층판상형의 외곽 배치가 단지 환기 성능 개선에 도움을 주는 것으로 사료된다. 단, 그 이외의 풍향에 대해서는 T2에 비해 낮은 평균 풍속을 보인다.

편차는 사선방향의 풍향(45, 135, 225, 315°)에서 낮은 편차를 나타내고 있으며, T4 또한 같은 패턴을 보인다. 이는 바깥쪽에 있는 판상형이 수직 및 수평으로 바람을 맞이할 때 편차가 크게 발생하고, 사선방향으로 들어오는 방향은 고르게 분포되기 때문으로 해석된다.

T4의 경우 동풍 90°와 서풍 270°에서 전체적으로 가장 높은 평균풍속을 보인다. 측면에서 불어오는 바람이 판상형 사이를 따라 강하게 들어오고, 가운데 배치된 탑상형 또한 낮은 항력계수로 빠르게 바람을 흘러보내는 형태로 구성되었기 때문으로 풀이된다.

T8의 경우 90, 135, 225, 270°에서 아주 근소한 차이로 T2, T4 보다 바람 속도가 적은 것으로 나타나지만, 전반적으로 바람의 평균풍속이 높게 나타나 단지 내부 환기 성능이 우수한 유형으로 사료된다. 다만, 동서방향인 90°와 270°에서 다른 유형에 비해 큰 편차를 보이고 있어, 측면에서 바람이 불어오는 경우, 바람으로 인한 환기로부터 소외되는 공간이 발생한다고 예측된다. 반면, 대각선 방향에서는 편차가 적고 비교적 고르게 바람이 분포된다는 것을 확인할 수 있다.

T2L을 제외하고 대부분의 배치유형이 동서방향(90°, 270°)의 풍향에서 가장 높은 평균 풍속이 나타나며, 남북방향(0, 180°)의 풍향에서 가장 낮은 평균풍속을 나타낸다. 그 이외의 풍향(45, 135, 225, 315°)에서는 대체로 그 중간값이 나타나는 경향이 보여진다. 이는 탑상형이 동서방향(90°, 270°) 풍향에서 가장 높은 평균 풍속을 보이는 것을 보아 탑상형의 영향이 큰 것으로 보이며, 판상형의 경우에도 남북방향(0°, 180°)보다 동서방향(90°, 270°)일 때 바람을 맞이하는 표면적이 작아 항력 계수가 낮기 때문으로 풀이된다.

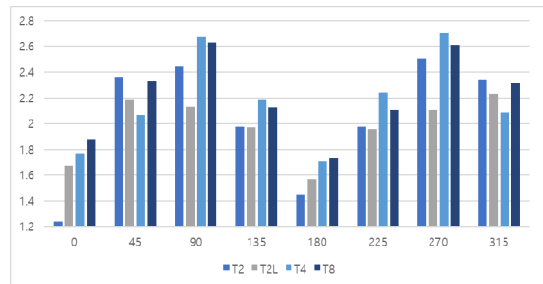


Fig. 2. Average of Velocity(%)

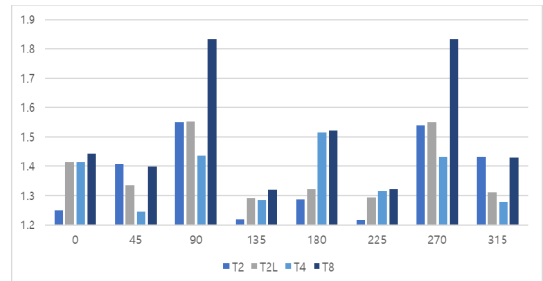


Fig. 3. Standard Deviation of Velocity(%)

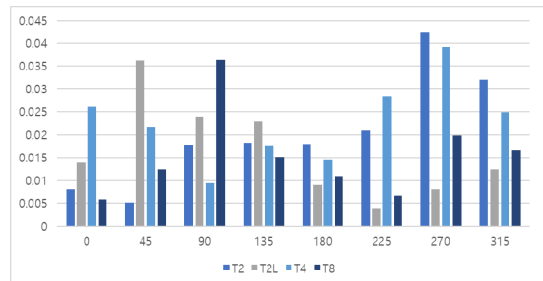


Fig. 4. Minimum of Velocity(%)

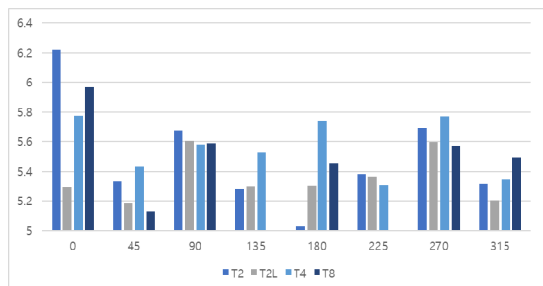


Fig. 5. Maximum of Velocity(%)

4.3 시사점

이상으로 분석한 결과를 바탕으로 시사점을 정리하자면 다음과 같다. 먼저, 단지의 유형별로 바람의 유동 속도, 패턴을 분석할 때, 반드시 다양한 바람의 유입방향에 대한 검토가 필요하다. 실제로, T2 유형의 경우에는 바

람의 유입 방향이 북측 또는 남측이나, 동측 또는 서측이냐에 따라서 평균 풍속의 차이가 1.4% 이상 차이가 나 상당히 컸다.

다음으로, 바람의 속도와 바람의 패턴을 살펴볼 때, 다수의 포인트로부터 바람의 속도를 추출하고 이를 정량적으로 분석할 필요가 있다. 대체로 바람이나 열섬을 분석하는 연구들은 대부분 정성적인 부분에 의존하는 분석이 주를 이룬다. 하지만 이러한 내용을 바탕으로 각 배치별 특성 또는 강점을 논하기에는 다소 무리가 있다. 이러한 데이터를 이용하여 보다 통계적인 분석을 실시한다면 본 연구와 같이 보다 객관적이고 의미있는 결과를 도출할 수 있을 것으로 사료된다.

세 번째로, 단지 배치 유형 그리고 주동의 형태에 대한 항력계수를 활용하여 설계 단계에서의 체크가 필요하다. 물론, 모든 경우 마다 다양하게 CFD 시뮬레이션을 수행하면 좋겠지만 대부분의 설계 단계에서 장시간이 소요되는 복잡한 시뮬레이션 수행은 어려움이 있다. 이에 이를 단순화한 항력계수를 활용한 가이드라인을 작성할 수 있다면 보다 쉽게 단지 배치 또는 주동 형상 디자인 시, 단지 내부까지의 유동 조건 및 환기 성능을 간략하게 조절할 수 있을 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구는 우리나라의 주를 이루는 공동주택인 아파트 단지를 바탕으로 최근에 자주 활용되는 배치 패턴을 표준화하여 분석했다는 데 향후 관련 분야 디자인에 도움이 될 것으로 판단된다. 또한, 다양한 바람 방향의 영향을 분석함으로써 그 결과를 보다 객관화했다는 점에서 역시 의의를 지닌다.

다만, 더 많은 유형을 다루지 못했다는 점, 용적률은 고정하였으나 각 주동의 높이와 건폐율 등은 고정하지 못했다는 점이 한계를 지닌다. 이러한 다양한 요인들이 바람의 유동에 미치는 영향을 분석하기 위해서는 보다 다수의 실험이 필요하므로 이를 보완 또는 높이를 고정하거나 건폐율을 고정하는 등의 추가적인 연구가 수행되어 본 연구 결과가 보완될 필요가 있다고 생각된다.

References

- [1] Statistics Korea. Press release of 2021 Population and Housing Census Results[Internet]. Statistics Korea, c2022 [reported 2022 July 28] Aviable From: https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020200&bid=203&act=view&list_no=419536 (accessed Feb. 2023)
- [2] J.H.Kim, W.D.Son, Y.H.Yoon. "Prediction of Effect on Outside Thermal Environment of Building and Green Space Arrangement by Computational Fluid Dynamic" Korea: Journal of the Environmental Sciences, vol. 21, no.1, pp.69-81. 2012. DOI: <https://doi.org/10.5322/jes.2012.21.1.69>
- [3] B.H. Lee, G.W. Lee, Y.H. Yeo, "Comparative Study of Environmental Sustainability in Basic Community Planning for Multiple Stock Housing based on Lay-out Types" JOURNAL OF THE ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA Planning & Design, vol.26, no10, pp.271-282. 2010.
- [4] W. K. Bae, K.H. Yoon, "A Design Guideline of the Apartment House Complex for Mitigation of Heat Island Effect - For the planning agenda constructed and elected in 2005~2010" Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design, vol.13, no.2, pp.47-60. 2012.
- [5] H.B. Moon, S. Lee, "Analysis of Compositional Factors and Three Dimensional Physical Environments Affecting Surface Temperature in Apartment Complex - Focused on 340 Apartment Complexes in Seoul", Korea,Journal of the Urban Design Institute of Korea Urban Design, vol.19, no.6, pp.35-52. 2018. DOI: <https://doi.org/10.38195/judik.2018.12.19.6.35>
- [6] W. K. Bea, J.C. Park, "Comparative Analysis of Ground-level Temperature and Thermal Comfort Before and After Renewal Project of Apartment Complexes-For the Banpo Jugong Apartment Complex (1,2,3 districts)in Seocho-gu, Seoul, Korea".Journal of the Korea Landscape Council, vol.13, no.2, pp.88-108. 2021. DOI: <https://doi.org/10.36466/klc.13.2.7>
- [7] Y.N. Jang, G.W. Lee, "Analysis of the Impacts of Building Layouts of Housing on the Thermal Environment of Buildings" .Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol.22, no.11, pp.185-194. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5762/kais.2021.22.11.185>
- [8] C.H. Cho, T.K. Lee, "The Effect of Layout Type of the Housing on Wind Flow Planning in Apartment Housing" .Journal of Korea Planning Association, vol.39, no.6, pp.115-129. 2014.
- [9] K.S. Son, E.H. Jung, "A Study on the Layout Type of an Apartment Complex Considering Wind Environment - Focused on the Sinchun Area of Daegu Metropolitan City". Journal of the Korean Housing Association, vol.20, no.3, pp.85-95. 2009.
- [10] S.Y. Lee, S.J. Kim. "Importance of Estimation for Wind Environment through Different Wind Directions in Big Scale Apartment Building" .Journal of The Korean Society of Living Environmental System, vol.19, no.3, pp.423-429. 2012.

[1] Statistics Korea. Press release of 2021 Population and

- [11] J.Y.You, B.H. Nam, M.W. Park, K.P. You, "Comparison for Assessment of Wind Environment in High-rise Buildings using Wind Tunnel Test and Computational Fluid Dynamics". Journal of the Architectural Institute of Korea, vol.37, no.5, pp.163-171. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.5659/JAIK.2021.37.5.163>
- [12] C. H. Hu, F. Wang, "Using a CFD approach for the study of street-level winds in a built-up area", Building and Environment , Vol.40, pp.617-631, May. 2005.
DOI: <https://doi.org/10.1016/i.buildenv.2004.08.016>

김 정 인(Jeongin Kim)

[준회원]



- 2018년 3월 : 호서대학교 건축학과 입학/재학

<관심분야>

도시설계, 건축설계, 도시미기후 관리, 도시재생, 주거

이 건 원(Gunwon Lee)

[중신회원]



- 2006년 2월 : 고려대학교 한국사학과 졸업/건축공학과 복수전공 수료
- 2008년 2월 : 고려대학교 건축공학과 건축계획학 전공 석사
- 2016년 8월 : 고려대학교 건축학과 도시계획 및 도시설계학 전공 박사
- 2009년 3월 ~ 2014년 2월 : (주)서울건축 종합건축사사무소 사원/대리
- 2014년 3월 ~ 2017년 2월 : 목원대학교 건축학부 조교수
- 2017년 3월 ~ 2023년 2월 : 호서대학교 건축학과 조교수/부교수
- 2023년 3월 ~ 현재 : 고려대학교 건축학과 부교수

<관심분야>

도시설계, 스마트시티, 지속가능한 도시, 도시재생, 도시 미기후 관리