

초고층 공동주택의 소형풍력발전시스템 적용을 위한 수직연도 활용에 관한 연구

김성용*, 이용호**, 박진철***, 황정하****

*경북대학교 건축도시환경공학부(yong1011@hanmail.net), **(sms5379@naver.com), ****(peter@knu.ac.kr),
***중앙대학교 건축학부(jincpark@cau.ac.kr)

A Study on the Vertical Flue Duct for Application of Small Wind Power System in High-Rise Apartments.

Kim, Seong-Yong* Lee, Yong-Ho** Park, Jin-Chul*** Hwang, Jung-Ha****

*School of Architecture & Urban Environmental Engineering, Kyungpook National University
(yong1011@hanmail.net), **(sms5379@naver.com), ****(peter@knu.ac.kr), ***School of Architecture &
Building Science, Chung-Ang University(jincpark@acu.ac.kr)

Abstract

This study examined vertical shafts in high-rise apartments of the old high-rise buildings, reviewed the possibility of using flue ducts, and analyzed airflow patterns according to pressure differences between in and outside of flue ducts through computational fluid dynamics(CFD). The resulting conclusions are as follows:

1) The analysis results of airflow according to the stack effect of flue ducts show that smaller-diameter flue ducts($\varnothing 1.2\text{m}$) would be more favorable in increasing downward wind velocity than bigger-diameter ones($\varnothing 1.6\text{m}$) and that the introduction ducts for outside air should be more than 50% of flue duct diameter to obtain a downward wind velocity higher than 3.0m/s that is the minimum blade wind velocity of a small domestic wind generator.

2) The optimal installation location of a bypass introduction duct is the neutral plane of a flue duct or lower. When the diameter of the upper duct is bigger than that of the lower duct, it will generate more effects on the increase of downward wind velocity in flue ducts.

Keywords : 초고층 공동주택(High-Rise Apartments), 수직샤프트(Vertical Shaft), 연도(Flue Duct), 연돌효과(Stack Effect), 수치계산(CFD: Computational Fluid Dynamics), 소형풍력발전시스템(Small Wind Power System)

기 호 설 명

Outlet : 연도 말단부
 Inlet 1, 2, 3 : 바이패스 유입관 설치위치
 I, II, III : 바이패스 유입관 관경배치

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

초고층 건물 수요가 크게 증가하고 있는 우리나라의 경우, 초고층 건물은 대표적인 에너지 다(多)소비 건물로 전체에너지 소비 가운데 건물부분에서 에너지 소비가 24%인 점을 감안할 때, 건물의 에너지절약은 그 어느 때보다 중요하다고 할 수 있다.¹⁾

일반적으로 초고층 건물 내부의 수직샤프트 공간은 엘리베이터샤프트, 계단실샤프트, 설비·공조샤프트 3가지로 크게 구분되며, 수직샤프트 공간 내부는 입·출구간의 압력차로 인하여 연돌효과(Stack Effect)가 발생되어 수직방향의 상승기류가 생성됨으로 이 대류현상을 활용하여 적정 풍량을 유도함으로써 건물운용에 필요한 일정량의 전기에너지를 공급할 수 있을 것으로 여겨진다.²⁾

따라서, 본 연구는 기존 초고층 건물 가운데 공동주택 용도의 건축물을 대상으로 수직샤프트에 대한 실태조사 통하여 연도의 활용가능성을 검토하고, 수치계산을 통한 연도 내·외부의 압력차에 따른 연돌효과와 외부풍압에 따른 기류유동을 분석함으로써 초고층 공동주택의 배기검용소형풍력발전시스템을 개발하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

초고층 도시주거 협의회(CTBUH: Council

1) 전현도, 박진철, 이언구, 초고층 건물의 풍력발전시스템 적용방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획편 제26권 제8호(통권262호)2010년 8월, pp273~280.

2) 정광섭, 김철호, 수직 공간 내에서 고도 변화에 따른 기압차로 인한 기류현상 예측에 관한연구, 설비공학논문집 제21권 제7호 2009, pp409~416.

on Tall Buildings and Urban Habitat)의 정의에 따르면 건축법 시행령 제2조 15항에서 초고층 건물을 “층수가 50층 이상이거나 높이가 200m 이상인 건물”로 규정하고 있다. 그러나 이 규정은 일반적으로 사무용도 초고층 건물에 대한 것으로 초고층 공동주택 경우는 층수와 높이에 따른 정의를 달리할 필요가 있다고 판단된다.

따라서, 본 연구는 앞선 연구사례를 바탕으로 초고층 공동주택의 범위를 30층 이상이거나 높이가 100m 이상인 건물로 기준을 정의하고 이에 해당하는 총 9개의 공동주택을 대상으로 건물별 높이에 따른 존 구획과 설비·공조샤프트 내의 수직공간의 유형 및 건축바닥면적당 설비·공조 샤프트 면적비를 조사하여 연도의 활용가능성을 검토하였다.

또한, 실태조사를 통하여 활용가능한 연도를 대상으로 공기유동해석 COMTAMW 2.4 프로그램을 이용하여 연도 내·외부의 압력차에 따른 연돌효과를 분석하였고, STAR - CCM+ Ver 5.06 프로그램을 이용하여 외부풍압에 따른 연도내 기류유동을 분석하여 초고층 공동주택에서 소형풍력발전시스템 적용을 위한 고려요소를 분석하였다.

2. 실태 조사와 연도의 활용방안

2.1 건물별 높이에 따른 존 구획

국내 초고층 공동주택을 대상으로 수직샤프트의 유형분석과 활용가능성을 검토하고자 표 1과 같이 2011년 1월4일부터 3월31일까지 총 9개(서울 2곳, 청주 2곳, 대구 2곳, 부산 3곳)곳을 대상으로 건물 내부의 수직샤프트 공간의 종류 및 규모와 위치 등에 따른 실태조사를 실시하였다.

초고층 공동주택 수직샤프트 실태조사 분석 결과 엘리베이터샤프트와 계단실샤프트는 법적기준에 맞추어 일반적인 코어배치 형태를 보이는 반면, 설비·공조 샤프트는 단위평면 유형과 층별 존 구획에 따라 샤프트위치와 면적

이 다양하게 변화되었다.

특히, 두드러진 변화 양상은 건물별 높이에 따른 층별 존 구획으로 인한 수직 샤프트 위치가 변하는 곳이 많은 것으로 조사되었다.

로 평균 3.6m의 층고를 형성하며, 층수에 비례하여 B6(청주)건물은 최저 135m이고, B4(서울)건물은 최고 264m의 높이를 형성하는 것으로 조사되었다.

표 1. 실태조사 대상 건물의 설비·공조 샤프트 현황

대상	B1(대구)	B2(대구)	B3(서울)	B4(서울)	B5(청주)	B6(청주)	B7(부산)	B8(부산)	B9(부산)		
항목											
용도	주상복합	주상복합	주상복합	주상복합	주상복합	주상복합	주상복합	주상복합	주상복합		
층수(F/BF)	F57/BF3	F54/BF7	F50/BF6	F69/BF5	F45/BF3	F41/BF4	F60/BF5	F58/BF5	F51/BF3		
완공년도	2010년	2009년	2009년	2004년	2010년	2009년	2008년	2011년	2006년		
피난층 및 기계실	29F	-	-	16F, 55F	-	-	28F, 52F, 60F	58F	-		
층별존	초고층	43-57F	43-54F	40-50F	55-69F	-	54-60F	53-58F	40-51F		
	고층부	30-42F	30-42F	16-39F	32-54F	31-45F	27-41F	30-53F	22-39F		
	중층부	19-29F	16-29F	08-15F	16-31F	15-30F	13-26F	04-29F	03-32F		
	저층부	01-18F	04-15F	01-07F	03-15F	01-14F	01-12F	01-03F	01-02F		
	지하층	BF 01-03	BF01-07	BF01-06	BF01-05	BF01-03	BF01-04	BF01-05	BF01-05	BF01-03	
설비 공조 샤프트 (m)	공용덕트	-	Ø 4.5	8.0×5.0	4.0×5.0	3.5×4.0	-	3.5×5.5	4.0×6.0	3.5×5.5	
	연도	보일러	Ø 1.9	Ø 1.6	Ø 1.6	-	-	Ø 1.4	Ø 1.6	Ø 2.0	-
		발전기	Ø 1.9	Ø 1.2	Ø 1.4	-	-	Ø 1.4	Ø 1.4	Ø 2.0	-
	AD&PD	3.0×3.0	3.5×3.5	-	-	0.4×0.3	1.7×1.9	-	-	-	
	E P S	1.5×3.0	1.6×0.8	1.5×3.0	2.9×1.0	4.0×1.4	2.3×1.7	1.5×3.0	4.2×1.4	3.0×3.0	
	T P S	1.0×3.0	1.6×0.8	1.5×3.0	2.9×1.0	2.7×2.2	2.3×1.7	1.5×3.0	2.8×1.6	3.0×3.0	
P S	2.0×3.0	1.6×2.8	3.0×9.0	1.5×2.0	3.0×3.4	2.6×2.7	4.3×2.6	2.8×2.4	3.0×2.2		

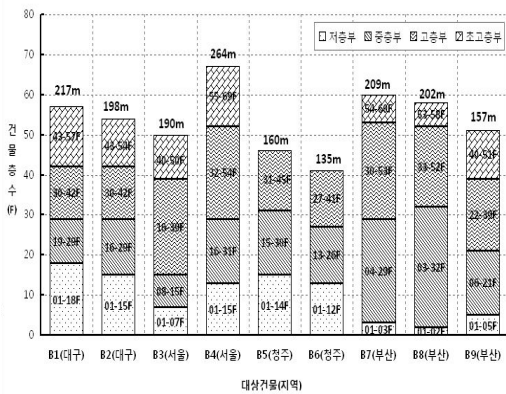


그림 1. 건물별 높이에 따른 존 구획

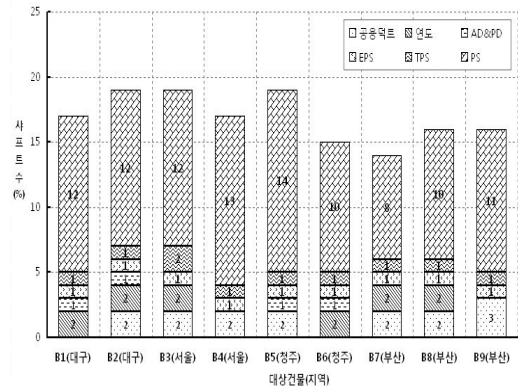


그림 2. 건물별 설비·공조 샤프트의 수직공간 현황

초고층 공동주택의 높이에 따른 존 구획은 그림 1과 같이 건물 층고는 보편적으로 3.0~3.8m

건물높이에 따른 층간 존 구획은 일반적으로 단위평면의 형태와 피난층 및 기계실의

유·무에 따라 3~4개의 준으로 구분되며, 조사대상 건물 가운데 청주에 위치한 B5와 B6 건물 2곳은 3개의(저층부, 중층부, 고층부)준으로 구획되며, 그 외 지역 대상건물 B1~4, B7~9은 모두 4개의(저층부, 중층부, 고층부, 초고층부)준으로 구획된 것으로 조사되었다.

준 구획별 용도는 일반적으로 저층부 준은 주거부분과 상업시설 등의 서비스 용도의 복합공간으로 사용되며, 중층부 준은 세대 및 중간 기계실과 피난층 구역이 위치하고, 고층부 준은 단위세대 면적이 큰 세대로 주로 사용되며, 초고층부 준은 펜트하우스 층으로 구분된 양상을 나타냈다.

2.2 건물별 설비·공조 샤프트의 현황

건물별 설비·공조 샤프트의 현황은 그림 2와 같이 일반적으로 샤프트 덕트는 공용덕트(주방·욕실), 연도(보일러·발전기), AD & PD(Air Duct & Pipe Duct)으로 구분되고, 샤프트 실은 EPS(Electricity Pipe Shaft), TPS(Technical Pipe Shaft), PS(Pipe Shaft)로 나누어져 있으며, 건물별(B1~9)로 총14~19개의 샤프트 덕트와 실이 존재하는 것으로 조사되었다.

저층부에서 최상층까지 수직으로 공기유동이 이루어지는 설비·공용 샤프트 덕트는 크게 공용덕트(주방·욕실)와 연도(보일러·발전기), AD & PD 3종류가 있으며, 이 가운데 공용덕트의 경우는, 세대별 개별환기가 이루어지는 B1, B6건물을 제외한 7곳(B2~5, B7~9)의 건물에서 단위세대마다 주방과 욕실부분에 2~3개소가 각각 설치되어 있으며, 연도는 지역난방 방식을 도입한 서울지역 B4 건물과 청주지역 B5 건물, 부산지역 B9 건물을 제외한 6곳(B1~3, B6~8)의 건물에 각각 발전기 및 보일러 연도가 설치 되어있는 것을 확인 할 수 있었다.

AD & PD의 경우는 조사대상 9곳 가운데 4곳(B1, 2, 5, 6)의 건물에 설치되어 있어 공

용덕트와 연도에 비하여 설치 비율이 낮은 것을 확인 할 수 있었다.

건물(B1~9)별로 공통적으로 존재하는 설비·공조 샤프트 실은 EPS, TPS, PS 3종류가 있으나, 건축법상 EPS, TPS 샤프트 실은 다른 용도로의 사용이 제한되어 있어서, PS실만이 수직공간으로 활용이 가능할 것으로 판단된다.

2.3 건물별 설비·공조 샤프트의 면적비

각 건물별(B1~9) 기준층 건축바닥면적 당 설비·공조 샤프트가 차지하는 면적을 그림 3과 같이 나타냈다.

전체적인 면적비는 1.3~5.6%의 비율을 보이며, 대구지역 B1 건물의 경우 5.6%로 조사대상 건물 가운데 건축바닥면적당 설비·공조 샤프트 면적비가 가장 크고, 이 가운데 연도가 2.6%로 가장 넓은 면적을 차지하였으며, 공용덕트는 없고, PS실은 1.1%, 기타 샤프트는 1.2%를 차지하는 것으로 조사되었다. 반면에, 서울지역 B4 건물은 건축바닥면적당 설비·공용 샤프트 면적비는 1.3%로 조사대상 건물가운데 샤프트 면적비가 가장 작으며, 지역난방 방식을 도입하여 연도가 없고, 공용덕트가 차지하는 비율은 0.6%, PS실은 0.7% 차지하며, 기타 샤프트는 0.1%의 면적비를 나타내는 것으로 조사되었다.

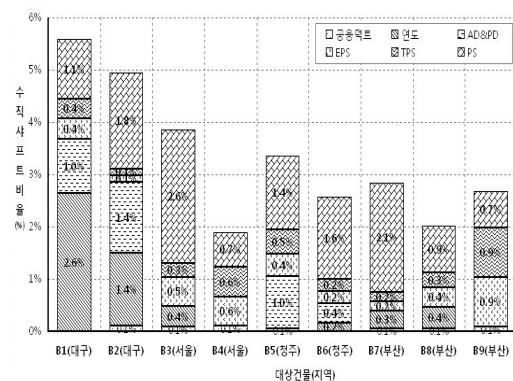


그림 3. 건물별 설비·공조 샤프트의 건축바닥면적당 면적비

이와 같이 초고층 공동주택 설비·공조 샤프트의 면적비는 전체적으로 6%미만인 것으로 조사되었으며, PS, 연도(보일러·발전기), AD&PD, 공용덕트(주방·욕실), EPS, TPS 용도 순으로 기준층 바닥면적당 샤프트 면적이 큰 것으로 나타났다.

2.4 실태조사에 따른 연도의 활용방안

현장 실태조사를 통하여 초고층 공동주택에 대한 설비·공용 샤프트의 수직공간을 활용하는 방법을 크게 2가지로 나누어 첫째, 그림 4와 같이 저층부에서 초고층부 존까지 위치한 기존의 덕트를 활용하는 방안과 둘째, PS 실에 새로운 유인덕트를 매립하는 방안을 제안하며, 그 가운데 본 연구는 기존건물에 설치되어 있는 연도(보일러·발전기)를 활용하는 방안에 대하여 분석을 실시하였다.

그림 5는 초고층 공동주택의 연도(보일러·발전기)에서 내·외부의 압력차로 발생하는 연돌효과(Stack Effect)에 따른 유도바람(Induced wind)을 이용한 개념을 나타냈다.

지하 기계실로부터 건물 최상부까지 수직으로 위치한 관경 Ø1,2~2,0m의 연도(보일러·발전기)를 대상으로 연도의 중성대(Neutral Plane) 하부지점(피난층 및 기계실)에 외기 유입을 유도하는 바이패스 유입관을 설치하여 연도 내·외부 압력차에 따른 기류유동을 발생시킴으로써 풍력발전에 필요한 적정 풍량을 유도하였다.

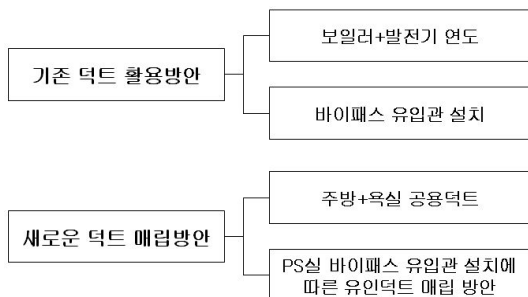


그림 4. 설비·공용 샤프트의 활용방안

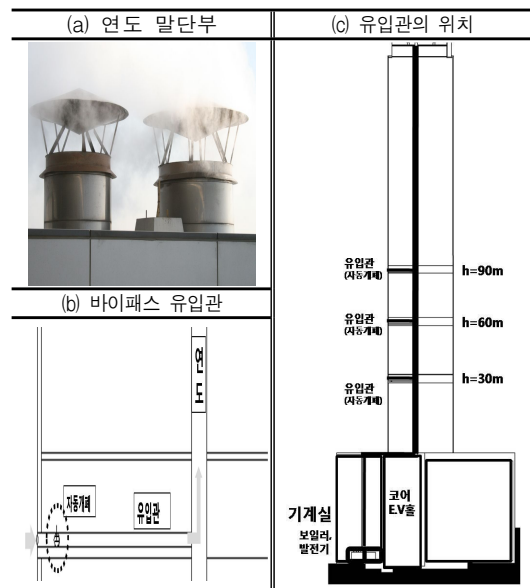


그림 5. 보일러·발전기 연도의 활용 개념도

3. 연도 내·외부 압력차에 따른 연돌효과

3.1 수치계산의 입력조건

바이패스 유입관을 통하여 외기가 연도로 유입될 경우, 연도 내·외부의 압력차에 따른 연돌효과를 분석하고자 CONTAMW 2.4 프로그램을 이용하여 수치계산을 실시하였다.

수치계산은 표 2와 같은 조건에서 유입환경 변화와 연도환경 변화에 따른 압력차를 분석하였다.

표 2. 수치계산의 입력조건[CONTAMW 2.4]

구분		입력값				
기본	온도	외기	5℃			측정치
		실내	20℃			난방설계온도
	바람	풍향	WNW			기상연보
		풍속	4.74m/s			측정치
압력		101.3 KPa				표준대기압
건물층수		54층				표준대기압 높이 (195m)
변수	유입환경 변화 (연도관경 Ø1.2m)	0.2	0.4	0.6	0.8	
	연도환경 변화 (유입관경 Ø0.2m)	1.2	1.4	1.6	2.0	

수치계산 기본조건은 대구지역을 대상으로 표 2와 같이 외기조건이 계절과 시간에 따라 변화하지만 가장 연돌효과를 촉진시키는 겨울철 2011년 2월(1개월)기간 동안 측정한 평균 외기온 5℃를 입력값으로 설정하였으며, 실내온도는 공동주택의 난방설계기준 온도인 20℃로 설정하였다. 분석대상 B2 건물은 정남향으로 배치되어 있고, 연도는 지하 3층 기계실에서 54층까지 건물 중심부의 코어 부분에 위치하며, 옥상에서 외부로 개방된 형태를 취하고 있다.

3.2 유입관경 변화에 따른 압력분포

유입관경 변화에 따른 압력차는 그림 6과 같이 연도관경 Ø1,2m에서 중간층에서 매립된 외기 유입관경이 Ø0.2~0.8m로 변할때, 유입관경 Ø0.2m는 (42.1Pa), 유입관경 Ø0.4m는 (51.5Pa), 유입관경 Ø0.6m는 (68.1Pa), 유입관경 Ø0.8m는 (101.8Pa)의 압력차를 보여 유입관경이 증가할수록 압력차는 커졌다. 중성대의 위치는 유입관경 Ø0.2m는 43층(155m), 유입관경 Ø0.4m는 39층(140m), 유입관경 Ø0.6m는 33층(118m), 유입관경 Ø0.8m는 30층(108m)에 위치하여 유입관경이 증가할수록 중성대의 위치는 낮아지는 경향을 나타냈다.

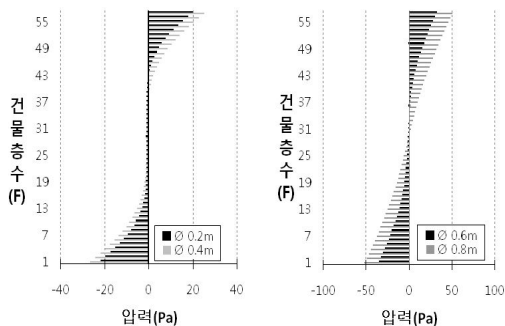


그림 6. 유입구관경 변화에 따른 압력차(ΔP)

3.3 연도관경 변화에 따른 압력분석

연도관경 변화에 따른 압력차는 그림 7과

같이 중간층에 매립된 외기 유입관경 Ø0.2m에서 연도관경이 Ø1,2~2,0m으로 변할때, 연도관경 Ø1,2m는 (129.2Pa), 연도관경 Ø1,4m는 (121.5Pa), 연도관경 Ø1,6m는 (113.9Pa), 연도관경 Ø2,0m는 (101.8Pa)의 압력차를 보여, 연도관경이 증가할수록 압력차 작아지는 경향을 보인 반면, 중성대의 위치는 연도관경이 Ø1,2m에서 Ø2,0m로 증가하여도 30층(108m) 위치에 동일하게 존재하며 유입관경의 변화가 없을 경우는 연도관경이 증가하여도 중성대의 위치는 변하지 않는 것으로 나타났다.

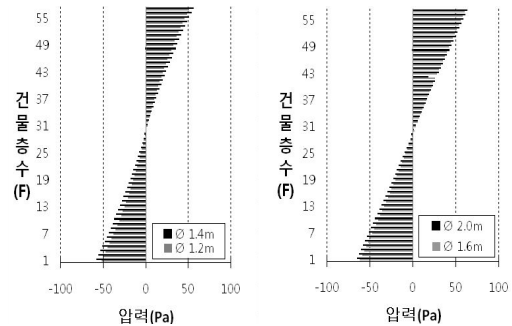


그림 7. 연도관경 변화에 따른 압력차(ΔP)

위의 그림 6, 7과 같이 바이패스 유입관을 통하여 외기가 연도로 유입될 경우 연도 내·외부의 압력차에 따른 연돌효과는 유입관경은 클수록, 연도관경은 작을수록 기류유동에 영향을 크게 미칠 것으로 판단되며, 바이패스 유입관을 통하여 외기 유입시 중성대 하부는 부압(-)이 형성되어 외기가 자연스럽게 연도로 유입되는 반면, 중성대 상부는 정압(+)이 형성되어 외기가 연도로 유입될 때 저항을 받으므로 바이패스 유입관은 중성대(30층) 높이 108m이하에 설치하여야 할 것으로 여겨진다.

4. 연도의 연돌효과에 따른 기류유동

4.1 수치계산의 입력조건

초고층 공동주택의 연도에서 발생하는

연돌효과에 따른 기류유동을 분석하기 위해 STAR-CCM+ Ver5.06 프로그램을 사용하여 표 3과 같은 조건에서 수치계산을 실시하였다.

표 3. 수치계산의 입력조건 [STAR-CCM+ Ver 5.06]

구 분		입력 값						
기본	Material	Air 표준대기압						
	Equation	Turbulent 난류						
	Reynolds-Averaged Turbulence	K-ε Turbulence RAN 방정식적용						
	Velocity (Height)	5.12m/s (h=90m)	대구지역 높이별 기류풍속 Deacon 방정식 보정					
Temperature	Indoor	20℃						
	Outdoor	5℃						
변수	연도관경(Øm)	Inlet	바이패스 유입관경 (Øm)					
	Case-1	1.2	[1~3]	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
	Case-2	1.6	[1~3]	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	연도관경(Øm)	Inlet	바이패스 유입관경 배치 (Øm)					
				I	II	III		
	Case-3	1.2	[1,2]	1.0>0.6	0.9=0.9	0.6<1.2		
	Case-4	1.2	[1,3]	0.9>0.6	0.8=0.8	0.6<1.1		
Case-5	1.2	[2,3]	0.8>0.6	0.7=0.7	0.6<0.8			

※ [I]:상부관경>하부관경, [II]:상부관경=하부관경, [III]:상부관경<하부관경

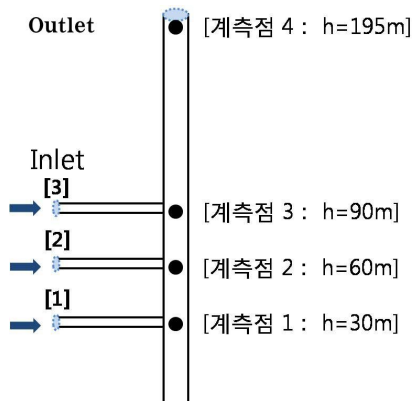


그림 8. 유입관 높이에 따른 계측점 위치

바이패스 유입관이 3곳에 위치할 경우, 유입환경 변화에 따른 [Case-1, 2]의 기류유동과 유입관이 2곳에 위치할 경우, 유입환경 배치변화에 따른 [Case-3~5]의 기류유동을 분석하였다. 그림 8은 수치계산에 사용된 바이패스 유입관의 위치와 연도내 1~4 계측점 높이를 나타낸다.

4.2 높이별 외기풍속과 연도의 유입풍속

대구지역의 높이별 기류풍속은 2001년부터 2010년까지의 10년간 표준 기상 데이터를 바탕으로 Deacon식³⁾을 이용하여 높이에 따른 풍속을 보정하여 적용하였다. 연도의 유입풍속은 그림 9와 같이 높이 30m(Inlet 1)의 유입풍속은 2.06m/s로 외기풍속과의 차는 1.21m/s이고, 높이 60m(Inlet 2)의 유입풍속은 4.05m/s로 외기풍속과의 차는 0.51m/s이며, 높이 90m (Inlet 3)의 유입풍속은 4.74m/s로 외기풍속과의 차는 0.38m/s인 것으로 나타나 유입구의 높이가 낮을수록 유입풍속이 감소하는 경향을 나타냈다.

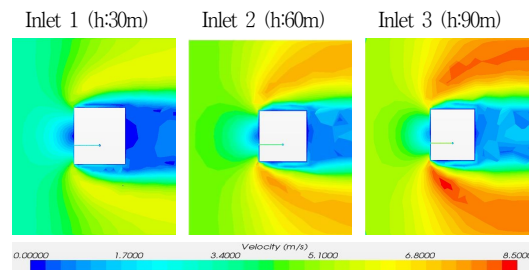


그림 9. 높이별 외기풍속에 따른 연도의 유입풍속 가시화

4.3 유입환경 변화에 따른 기류유동

외기 유입관 3곳(Inlet 1~3)의, 연도관경이 Ø1,2m일때 유입환경 변화에 따른 [Case-1]의 기류유동은 그림 10과 같이 연도 최상부 말단 높이 195m의 토출풍속은 유입환경이

3) 보정식은 일반적으로 가장 오차가 적고 비교적 보정이 용이한 Deacon 식을 이용하였다. $\frac{U(Z)}{U(Z_a)} = \left(\frac{Z}{Z_a}\right)^\alpha$ U(Z):보정풍속, U(Z_a):실측풍속, Z:보정고도, Z_a:실측고도, α:풍속할증계수

Ø0.4m일때 1.67%, 유입관경 Ø0.5m는 2.07%, 유입관경 Ø0.6m은 2.96%, 유입관경 Ø0.7m은 4.14%의 풍속을 보여, 유입관경이 커질수록 토출풍속 또한 증가하여 유입관경 Ø0.8m일 때 최대 5.28%까지 토출 풍속이 증가하는 것으로 나타났다.

외기 유입관 3곳(Inlet 1~3)이고, 연도관경 Ø1.6m일때, 유입관경 변화에 따른 [Case-2]의 경우도 유입관경이 Ø0.6m에서 Ø1.0m으로 커질수록 토출풍속 또한 증가하는 경향을 보이며, 유입관경이 Ø1.0m일때 최대 4.74%까지 토출 풍속이 증가하였다.

이와 같이 외기 유입관이 3곳 일때 연도의 적정한 유입관경은 기존 국·내외 소형풍력발전기의 블레이드 가동풍속 3.0%를 기준으로 연도관경 Ø1.2m인 [Case-1]은 유입관경 Ø0.6m이상, 연도관경 Ø1.6m인 [Case-2]는 유입관경 Ø0.8m 이상에서 가동풍속 이상의 토출풍속을 나타내므로 유입관경을 연도관경의 50%이상으로 설치하여야 블레이드 가동풍속 이상의 토출풍속을 얻을 수 있다. 또한, 연도관경은 큰 관경(Ø1.6m)보다 작은 관경일수록 연도내의 토출풍속 증가에 유리한 것으로 판단된다.

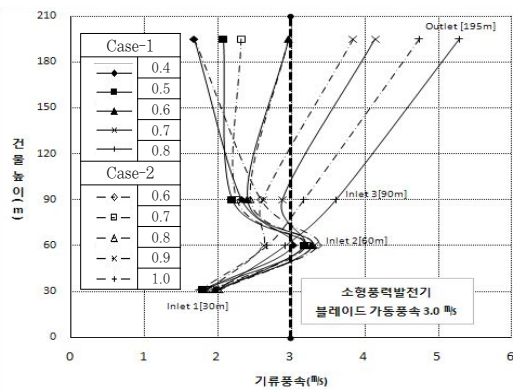


그림 10. 유입관경 변화에 따른 기류분포 (Case-1:연도관경 Ø1.2m, Case-2:연도관경 Ø1.6m)

4.4 유입관경 배치변화에 따른 기류유동
유입관경 변화에 따른 기류분석을 통하여

토출된 유입관 3곳(Inlet 1~3)에서 연도관경이 Ø1.2m일때, 유입관경이 Ø0.6m인 [Case-3]의 유입풍량(12,000m³/hr)을 기준으로 유입관경 배치변화에 따른[Case-3~5]의 기류유동을 분석하였다.

유입관 2곳(Inlet 1, 2)에서 연도관경이 Ø1.2m일때, 유입관경 배치변화에 따른 [Case-3]의 기류유동은 그림 11과 같이 연도 최상부말단의 평균 토출풍속은 3.63%이며, 상부관경이(Ø1.0m) 하부관경(Ø0.6m)보다 큰 I 배치는 3.68%, 상부관경(Ø0.9m)과 하부관경이(Ø0.9m)동일한 II 배치는 3.80%, 상부관경이(Ø0.6m) 하부관경(Ø1.2m)보다 작은 III배치는 3.43%의 풍속을 보여, 상·하부 동일관경배치(II:상부관경=하부관경)형태가 토출풍속 증가에 유리한 것으로 나타났다.

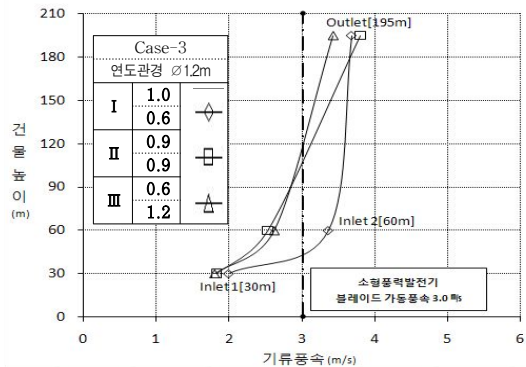


그림 11. 유입관 (Inlet 1, 2)일때 유입관경 배치변화에 따른 기류분포

유입관 2곳(Inlet 1, 3)에서 연도관경이 Ø1.2m일때, 유입관경 배치변화에 따른 [Case-4]의 기류유동은 그림 12와 같이 연도 최상부말단의 평균 토출풍속은 3.37%이고, 상부관경이(Ø0.9m) 하부관경(Ø0.6m)보다 큰 I 배치는 3.54%, 상부관경(Ø0.8m)과 하부관경이(Ø0.8m)동일한 II 배치는 3.32%, 상부관경이(Ø0.6m) 하부관경(Ø1.1m)보다 작은 III배치는 3.26%의 풍속을 보여, 상부관경이 하부관경보다 큰 배치(I:상부관경>하부관경)형태가 토출풍속 증가에 유리한 것

으로 나타났다.

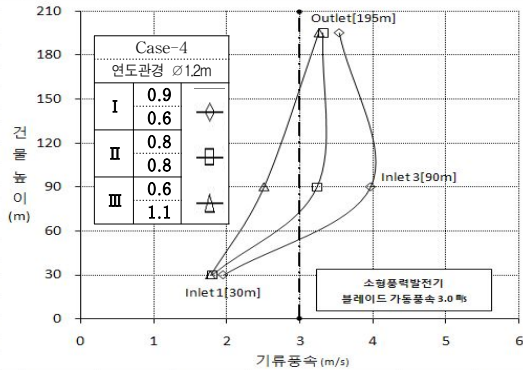


그림 12. 유입관 (Inlet1, 3)일때 유입관경 배치변화에 따른 기류분포

유입관 2곳(Inlet 2, 3)에서 연도관경이Ø1.2m일때, 유입관경 배치변화에 따른 [Case-5]의 기류유동은 그림 13과 같이 연도 최상부말단의 평균 토출풍속은 3.33m/s이며, 상부관경이(Ø0.8m) 하부관경(Ø0.6m)보다 큰 I 배치는 3.44m/s, 상부관경(Ø0.7m)과 하부관경이(Ø0.7m)동일한 II 배치는 3.28m/s, 상부관경이(Ø0.6m) 하부관경(Ø0.8m)보다 작은 III배치는 3.27m/s의 풍속을 보여, [Case-4]와 동일하게 상부관경이 하부관경보다 큰 배치(I:상부관경>하부관경)형태가 토출풍속 증가에 유리한 것으로 나타났다.

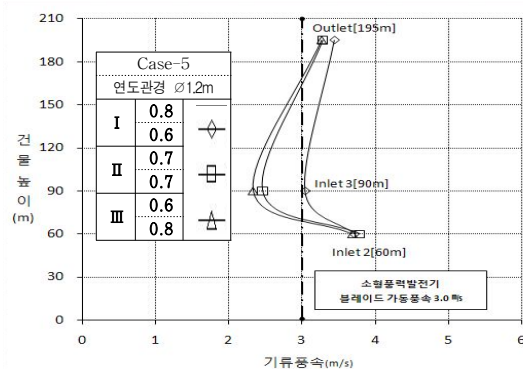


그림 13. 유입관 (Inlet2, 3)일때 유입관경 배치변화에 따른 기류분포

이와 같이 연도 말단부의 평균 토출풍속은

[Case-3]의 경우 3.63m/s이며, [Case-4]는 3.37m/s이고, [Case-5]는 3.33m/s로 나타나 유입관의 위치는[Case-3]과 같이 30m이상에서 60m이하에 유입관을 설치할수록 토출풍속 증가에 유리하고, 유입관경의 배치형태는 하부관경보다 상부관경이 큰 배치(I:상부관경>하부관경)형태 일수록 외기유입풍량이 증가함으로써 연도의 토출풍속 증가에 유리한 것으로 판단된다.

5. 결론

초고층 공동주택의 수직샤프트에 대한 실태조사 통하여 연도의 활용가능성을 검토하고, 수치계산을 통하여 연도 내·외부의 압력차에 따른 기류유동을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 초고층 공동주택 수직샤프트의 공간은 공용덕트(주방·욕실), 연도(보일러·발전기), AD&PD, EPS, TPS, PS의 6종류가 존재하며, 샤프트의 수직공간을 활용하는 방법으로 저층부에서 초고층부 존까지 위치한 연도(보일러·발전기)를 활용하는 방안을 제안한다.
- (2) 연도(보일러·발전기)를 활용하는 방안으로 바이패스 유입관을 설치하였을 경우, 연도내의 상승기류를 발생시키는 내·외부 압력차는 유입관의 경우 관경이 증가할수록 커지는 반면, 연도는 관경이 증가할수록 압력차는 감소하였다.
- (3) 연도의 연돌효과에 따른 기류분석 결과연도관경은 큰 관경(Ø1.6m)보다는 작은 관경(Ø1.2m)이 연도내의 토출풍속 증가에 유리하며, 바이패스 유입관경은 연도관경의 50%이상으로 설치하여야 국내 소형풍력발전기 블레이드 가동풍속 3.0%이상의 토출풍속을 얻을 수 있다.
- (4) 바이패스 유입관의 적정 설치 위치는 연도의 중성대 이하(대상건물 B2의 경우 108m)

에 설치하여야하고, 유입관경 배치형태는 하부관경보다 상부관경이 큰 배치형태일 수록 연도의 토출풍속 증가에 유리한 것으로 판단된다.

이상 본 연구는 실태조사와 CFD 수치계산을 통한 연도내 연돌효과와 외부풍압에 따른 기류유동 분석만이 이루어져 향후, 연도의 활용에 대한 실용성을 높이기 위해서는 연도의 본래 기능인 배기가스의 원활한 배출과 풍력 발전을 위한 바이패스 유입관의 외기 유입에 따른 자동변환 제어장치에 대한 연구가 추가되어야 할 것으로 사료된다.

후 기

이 연구는 2010년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.(과제번호 : 2010-0279393)

참 고 문 헌

1. 전현도, 박진철, 이연구, 초고층 건물의 풍력발전시스템 적용방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획편 제26권 제8호(통권262호), 2010.08, pp273~280.
2. 정광섭, 김철호, 수직 공간 내에서 고도변화에 따른 기압차로 인한 기류현상 예측에 관한 연구, 설비공학논문집 제21권 제7호 2009 pp409~416.
3. 황진택, 유장열, 유기표, 김영문, 초고층 건물의 최상층에 풍력발전시스템을 구축하기 위한 다양한 유입구 형상에 대한 연구, 대한건축학회 학술발표대회논문집 구조계 제30권 제1호(통권제54집), 2010.10, pp.87~88.
4. 송중의, 임현우, 이준호, 이중훈, 송두삼, 초고층건물의 연돌효과 특성의 검토, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 계획계 제29권 제1호(통권 제53집), 2009. 10.23, pp837~840.
5. 박동식, 정광섭, 김영일, 김철호, 권지혜, 초고층 건물 내에서 수직 공기유로 비율에 관한 연구, 대한설비공학회 2010년도 하계 학술발표대회, 2010.06, pp390~394.
6. Walton, G.N., 2000, CONTAMW-User Manual, NISTIR 6476, National Institute of Standards and Technology.
7. Jo J, H, Yeo, M, S, Yang, I, H and Kim K, W, A Study on the stack effect in high-rise building, Proceedings of the AIK '00 Annual Conference, Vol.30, 2000, pp769~772.
8. Jung-han Park, A Study on Thermal Phenomena and Stack Effect of Nude Elevator Shaft of High Rise Building that used CFD, SAREK, Summer Annual Conference, 2008, pp1059~1064.
9. ASHRAE(2005), ASHRAE Handbook - Fundamentals(SI), American Society of Heating, Refrigeration, and Air-conditioning Engineers, Inc., Chapter 16.