

초고층 공동주택의 주방·욕실 배기 풍속을 풍력발전에 활용하는 방안

이용호*, 김성용**, 황정하***, 박진철****

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

A Study on the Wind Power Generation Using Vertical Exhaust Air Duct of the High-Rise Apartments.

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

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

Abstract

The purpose of this study was to promote the utilization of wind velocity of kitchen and bathroom exhaust ducts for wind power generation in high-rise apartments. The research content can be summarized as follows:

- 1) Nine high-rise apartments were examined for the installation of kitchen and bathroom exhaust ducts located in the pipe shaft (PS) section. After selecting simulation candidates, a simulation was performed with the STAR-CCM+ Ver 5.06 program.
- 2) Of nine high-rise apartments, seven had kitchen and bathroom exhaust ducts, whose cross section was in the range of 0.16m²~0.4m². The area ratio between the exhaust ducts and PS section (cross section of exhaust duct / area of PS section x 100) was on average 3.2%.
- 3) The simulation results were analyzed. As a result, the smaller cross section kitchen and bathroom exhaust ducts had, the more advantages there were for increasing exhaust wind velocity. If an out air inlet duct is installed to the old kitchen and bathroom exhaust ducts, it will increase exhaust wind velocity by 3.01~3.98% and contribute to the proper wind velocity level (3.0%).
- 4) When the simultaneous usage rate between the kitchen and bathroom exhaust fan increased from 20% to 60%, exhaust wind velocity increased. The "entire households" condition for exhaust fan operation provided more even exhaust wind velocity than the "some households" condition.
- 5) Exhaust wind velocity increased in the order of amplified (T-3), induced (T-2) and vertical (T-1) top of kitchen and bathroom exhaust ducts. Of them, the amplified type (T-3) was under the least influence of external wind velocity and thus the most proper for kitchen and bathroom exhaust duct tops.

Keywords : 초고층 공동주택(High-rise Apartment), 연돌효과(Stack effect), 수치계산(CFD: Computational Fluid Dynamics), 풍력발전(Wind turbine), 주방·욕실 배기덕트(kitchen and bathroom, ventilation duct)

Submit data : 2012. 2. 29, Judgment data : 2012. 3. 7, Publication decide date : 2012. 5. 12
Communication author : Hwang, Jung-Ha(peter@knu.ac.kr)

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근 우리나라는, 에너지소비절약의 일환으로 건물에 신재생에너지를 활용하는 다양한 연구들이 진행되고 있다. 그 가운데 풍력 에너지를 활용하는 방안으로 초고층 건물의 옥상에 풍력발전시스템을 설치하여 높이에 따라 증가하는 외기풍속을 이용하는 방법과 건물내부의 설비·공조샤프트와 같은 수직샤프트에서 발생하는 연돌현상(Stack Effect)으로 인한 상승기류를 풍력발전에 이용하는 방법 및 풍력발전기를 건물의 외피에 일체화시킴으로서 의장적요소와 기능적 요소를 동시에 부여하는 건물 통합형(BiWP)풍력발전시스템 등을 일례로 들 수 있다. 이와 같이 초고층 건물에 풍력발전 시스템을 적용하기 위한 연구들은 현재 무한한 잠재성을 내포하고 있으며, 향후 다양한 시너지효과가 기대됨에 따라 앞으로 보다 적극적인 연구개발을 위한 노력이 필요하다 생각된다.

따라서, 본 연구는 최근 급속히 증가하는 초고층 건물 가운데 공동주택 용도의 건물을 대상으로 설비·공조 수직샤프트의 PS(Pipe Shaft)실에 위치한 주방·욕실 배기 덕트(이하 ‘배기덕트’라 칭함)풍속을 활용하여 풍력발전 가능성을 검토하고, 적용요소에 따른 CFD수치계산을 통하여 배기덕트 풍속을 풍력발전에 활용하는 방안을 제시하고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구는 초고층 공동주택의 배기덕트 풍속을 풍력발전에 활용하기 위한 연구로서, 연구방법 및 범위는 다음과 같다.

- (1) 국내 초고층 공동주택 가운데 9곳의 건물을 대상으로 현장실태조사를 실시하여 건물별 설비·공조샤프트 가운데 PS실에 위치한 배기덕트의 설치현황을 분

석하였다.

- (2) 현장실태조사 결과를 바탕으로 수치계산에 적합한 대상건물을 선정하고, 배기덕트 풍속을 풍력발전에 활용하기 위한 적용요소를 도출한 후, STAR-CCM+ Ver 5.06 프로그램을 이용하여 CFD수치계산을 실시하였다.
- (3) CFD수치계산은 기존 배기덕트의 단면적 변화에 따른 분석과 외기유입덕트 설치시 높이와 개소에 따른 풍속을 분석하였으며, 주방·욕실 배기팬의 가동조건 「전체세대, 일부세대」에 따라 동시사용율[α]이 20%~60%로 증가할 경우의 풍속과 배기덕트 최상부의 형태(수직형, 유인형, 증폭형)변화에 따른 풍속을 분석하였다.

2. 실태조사와 수치계산 대상건물

2.1 실태조사 현황분석

2011년 1월4일~3월31일까지 총 9곳의 초고층 공동주택(서울-2, 청주-2, 대구-2, 부산-3)을 대상으로 현장실태조사를 실시하여 주방·욕실 배기방식을 분석하였다. 조사대상 건물 가운데 7곳(B2~5, 7~9)의 건물이 실내의 오염공기가 주방후드와 욕실배기팬을 통하여 플렉시블덕트를 거친 후 PS실의 배기덕트와 합류하거나, 별도의 입상덕트를 통하여 건물 옥상으로 배출되는 방식을 취하였다. 그 외 2곳(B1, 6)의 건물은 주방과 욕실이 외벽과 면하여 실내의 오염공기를 해당 층에서 직접 외부로 배기하는 방식을 취하는 것으로 조사되었다.

이에 본 절에서는 배기덕트 방식을 취하는 7개 건물을 대상으로 주동 1개소당 PS실의 수평면투영면적과 배기덕트 단면적을 Fig. 1과 같이 분석하였다. 대상건물의 주동 1개소당 PS실의 수평면투영면적은 전체적으로 3.0 m²~11.2m²의 범위에 있었으며, PS실에 위치한 배기덕트 단면적은 0.1~0.4m²인 것으로

조사되었다.

또한, (1)식을 이용하여 PS실 수평면투영 면적에서 배기덕트 단면적이 차지하는 배기 덕트 면적비(%)를 구하였다. 배기덕트 면적 비는 B3건물의 경우 7.0%로 가장 큰 반면, B5건물이 1.4%로 가장 낮은 면적비를 보이며, 평균적으로 3.2%를 형성하는 것으로 조사되었다.

$$\bullet \text{ 배기덕트면적비}(\%) = \frac{\text{배기덕트단면적}(\text{m}^2)}{\frac{[\text{EDAR}]}{\text{PS실수평면투영면적}(\text{m}^2)} \times 100} \quad (1)$$

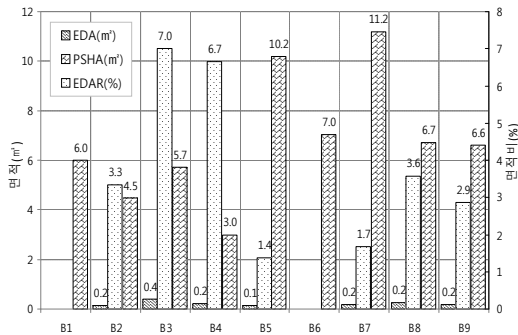


Fig 1. Changes of cross section of the PS room in each subject building

2.2 수치계산을 위한 대상건물

배기덕트 방식을 취하는 7곳의 건물 가운데 배기덕트 면적비가 3.2% 평균치에 근접하는 B2건물을 수치계산 대상건물로 선정하였다.

선정된 대상건물은 Table. 1과 같이 주상복합 용도의 중앙코어형 건물로 지상54층, 지하7층 규모이며, 지상층은 건물 층수에 따라 저층부에서 초고층부의 4개존(Zone)으로 구분되어 있으며, 1층에서 54층까지 건물 중심부의 코어 부분에 위치한 PS실에 단면적 0.16m²의 배기덕트가 설치되어 있고, 건물옥상의 배기덕트 최상부는 회전부가 없는 무동력 배기구가 부착되어 있다.

Table 1. The current state of the CFD buildings

Item	Building (B2)		
	Foreground	Duct	Exhaust
Purpose	Mixed-use		
Floors(F/BF)	F54 / BF07		
Year of completion	2009		
Zoning	Z-4	43~54F	
	Z-3	30~42F	
	Z-2	16~29F	
	Z-1	01~15F, 01~07BF	

2.3 배기덕트의 활용방안

현장실태조사 기간 중에 B2건물의 옥상에 측정된 배기덕트의 최상부 풍속은 세대내에 설치된 주방후드와 욕실 배기팬의 가동 유무는 확인할 수 없었으나, 전체적으로 0.5~1.5m/s의 풍속이 측정되어서 기존 배기덕트 풍속만을 이용한 풍력발전시스템 적용은 어렵다고 판단하였다.

따라서, 본 연구는 PS실에 위치한 배기 덕트에 외기유입덕트를 설치하여, 연돌현상에 따른 상승기류를 유인함으로써 배기덕트 풍속을 증가시켜 풍력발전에 필요한 블레이드 가동풍속(3.0m/s) 이상을 유도할 수 있는 배기덕트의 활용방안을 제안하였다.

외기유입덕트의 설치에 연돌현상 발생시 기류유동에 따라 발생하는 소음과 차압에 따른 문제점을 고려하여 유입된 외기가 건물내 거주영역에 영향을 주지 않고, 배기 덕트에만 영향을 주도록 하였으며, 외기유입덕트 설치시, 일정공간이 필요함에 따라 준별로 PS실의 입상배관이 차지하는 면적을 Table. 2와 같이 조사하여 외기유입덕트 설치에 필요한 공간을 확보 하였다.

1) 본 연구에 적용되는 풍력발전기는 (주)하이에너지코리아의 300W 다리우스식 풍력발전기(D-300)로 블레이드 가동에 필요한 최저풍속은 3.0m/s이다.

(2)식을 이용하여 얻어진 존별 PS실의 입상배관이 차지하는 입상면적비(%)는 저층부(Z-1)에서 초고층부(Z-4)로 갈수록 PS실에 설치된 입상배관의 개수가 33개에서 16개로 점차 감소하여, PS실의 수평면투영면적(5.4m²)에서 입상배관단면적이 차지하는 면적은 저층부가 18.1%(0.98m²)인 반면, 중층부는 15.1%(0.82m²), 고층부는 11.6% (0.63m²), 초고층부는 8.1%(0.44 m²)로 상부층으로 갈수록 3~10%(0.16~0.54 m²)의 감소되는 면적이 발생하는 것으로 조사되었다.

따라서, 대상건물의 중층부(Z-2)이상의 PS실에서 발생하는 입상배관의 감소면적을 활용하면 외기유입덕트 설치가 가능할 것으로 판단되었다.

$$\bullet \text{ 입상면적비}(\%) = \frac{\text{입상배관단면적}(\text{m}^2) \times 100}{\frac{[\text{SPA}]}{\text{PS실수평면투영면적}(\text{m}^2)} \times [\text{PSHA}]} \quad (2)$$

Table 2. The area of the PS room of each zone and the standing piping

Floors Zone	PS	Vertical Pipe			
		PSHA (m ²)	SPA (m ²)	EA (개)	SAR (%)
Z-4	초고층부 (43.54m ²)	5.4	0.44	16	8.1
Z-3	고층부 (30.42m ²)		0.63	22	11.6
Z-2	중층부 (16.29m ²)		0.82	28	15.1
Z-1	저층부 (4.15m ²)		0.98	33	18.1

위와 같이 도출된 PS실의 입상배관 감소면적을 활용하여 배기덕트에 Fig. 2와 같이 외기유입덕트를 설치하였다.

외기유입덕트는 기존배기덕트 단면적(0.16 m²)의 75%(0.12m²)로 설정하였으며, 설치위치는 고도에 따른 외부풍압과 설치공간을 고려하여 건물의 기계실과 피난층이 위치한 90m~150m사이 3곳(H1~3)에서 외기 유입을 유도하며, 배기덕트 최상부에 3가지 형태(수직형, 유인형, 증폭형)의 배기구를 설치하여 배기풍속 증가를 유도하였다.

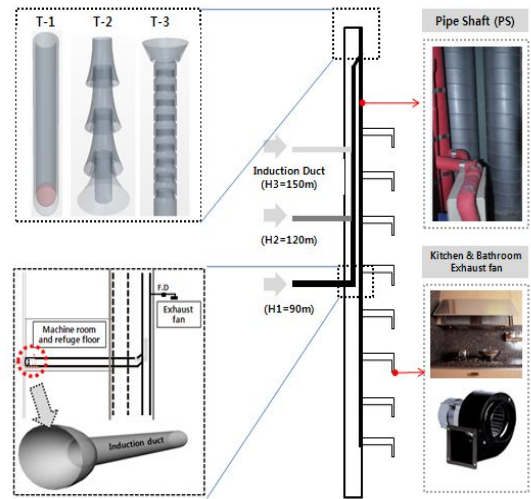


Fig. 2 Concept map of an external induction duct installed at the exhaust duct

3. 배기덕트 활용방안에 따른 수치계산

3.1 수치계산 입력조건과 계측점 위치

배기덕트 활용방안에 따른 수치계산은 STAR - CCM+ Ver 5.06 프로그램을 이용하여 비선형 미분방정식인 Navier - Stoke Equation에 의해 해석되었다. 또한, 구조물 주변의 기류유동 현상을 실제와 같은 차원으로 해석하기 위하여 k-ε Turbulence Model을 사용하였으며, 수치계산을 위한 대상건물의 기본입력 조건과 배기덕트에 적용된 변수 항목은 Table. 3과 같이 설정하였다.

외기유입덕트 설치에 따른 배기덕트의 풍속을 분석하기 위하여 Fig. 3의 (a)와 같이

높이별 계측점(1~4)에서 풍속을 분석하였으며, 배기덕트 최상부 형태 변화에 따른 풍속은 계측점 5에서 Fig. 3의 (b)와 같이 덕트 최상부에서 위로 0.3m 이격된 지점에서 측면 외기의 주풍향을 기준으로(전면(a), 중앙(b), 후면(c)) 3지점에 대한 풍속을 분석하였다.

Table. 3 Basic input conditions of CFD and application elements for exhaust duct utilization

Item		CFD Condition				
Analysis	Space	Three Dimensional		3-D		
	Material	Gas(Air)		Uniform density		
	Motion	Stationary		-		
	Flow	Segregated Flow		-		
	Time	Steady		-		
	Viscous Regime	Turbulence				
Reynolds-Averaged Turbulence	$k-\epsilon$ Turbulence		RAN Equation			
Building	Temperature	Indoor	20°C			
		Outdoor	5°C			
	Size	Height	196m	54 Floors		
	Kitchen & Bathroom exhaust	Area	0.16m ²			
F-D diameter		Ø0.1m				
	Volume	16,200m ³ /h				
Input Variables	Exhaust Area(m ²)	A1	A2	A3		
		0.16	0.24	0.40		
	Induction	Type	Circle		75% of the exhaust duct area	
		Area(m ²)	0.12			
		Installation Location(m)	H1	H2	H3	Pipe Shaft
			90	120	150	
		Altitude	H1	H2	H3	Deacon Equation ²⁾
	Wind Velocity (m/s)	4.56	4.99	5.35		
	Usage factor [a]	All	$\alpha=20\%$ (3,240m ³ /h)	$\alpha=40\%$ (6,480m ³ /h)	$\alpha=60\%$ (9,720m ³ /h)	
			54unit 1.66%	54unit 3.32%	54unit 4.98%	
Some		$\alpha=20\%$ (3,240m ³ /h)	$\alpha=40\%$ (6,480m ³ /h)	$\alpha=60\%$ (9,720m ³ /h)		
	11unit 8.3%	22unit 8.3%	33unit 8.3%			
Top form	Vertical Type	Induced Type	Amplified Type			
	(T-1)	(T-2)	(T-3)			

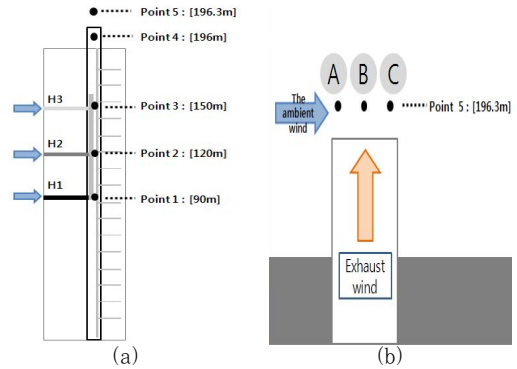


Fig. 3 Locations of measuring points of an exhaust duct

3.2 배기덕트의 단면적 변화에 따른 풍속
외기유입덕트가 미설치된 기존 배기덕트를 대상으로 54개층 「전체세대」의 주방·욕실 배기팬이 가동하는 조건에서 동시사용률[a]이 20% (1.66%)³⁾일때, 배기덕트의 단면적(A1 : 0.16m², A2 : 0.24m², A3 : 0.40m²)변화에 따른 풍속을 Fig. 4와 같이 분석하였다.

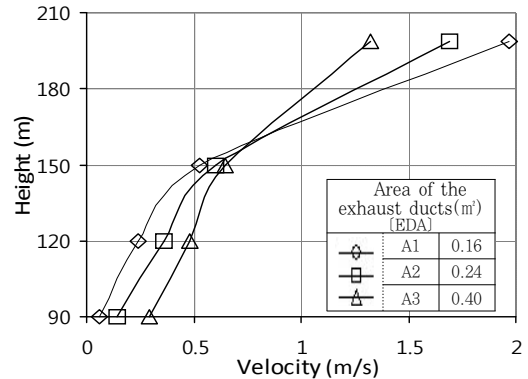


Fig. 4 Wind velocity according to the changes of cross section of the existing exhaust ducts (the entire households, $\alpha=20\%$)

A1~3(0.16~0.40m²)의 3가지 조건 모두 150m까지는 0.7%이하의 배기풍속을 보이나,

2) 보정식은 오차가 적고, 보정이 용이한 Deacon식을 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

3) 전체 54세대의 주방·욕실 배기 총풍량 16,200m³/h를 기준으로 주방과 욕실의 배기팬 가동조건 「전체세대, 일부세대」에 따라 동시사용률[a]이 20%(3,240m³/h), 40%(6,480m³/h), 60% (9,720m³/h)일때 각 세대의 주방·욕실 배기팬의 풍속.

최상부 196m는 연돌현상에 따른 기류상승과 외기풍의 영향으로 배기풍속이 1.32~1.97% 까지 증가되는 경향을 나타냈다. 배기 덕트 단면적 A1(0.16m²)과 A3(0.40m²)의 풍속차이는 0.65%로 단면적이 작을수록 풍속이 증가하는 경향을 보여, 배기덕트의 단면적 감소가 풍속증가에 유리한 것으로 여겨진다.

3.3 외기유입덕트 설치 높이에 따른 풍속

풍력발전기 설치시 배기덕트 단면적이 최소 0.19m²이 필요함에 따라 추후 실물측정 실험과 연계를 고려하여 배기덕트의 단면적을 A2(0.24m²)크기로 설정하고, 「전체세대」의 주방·욕실 배기팬이 가동하는 조건에서 동시사용율[α]이 20%(1.66%)일때, 외기유입덕트를 설치하여 높이(H1~3)와 개소(1~3개소)에 따른 배기풍속을 비교분석하였다.

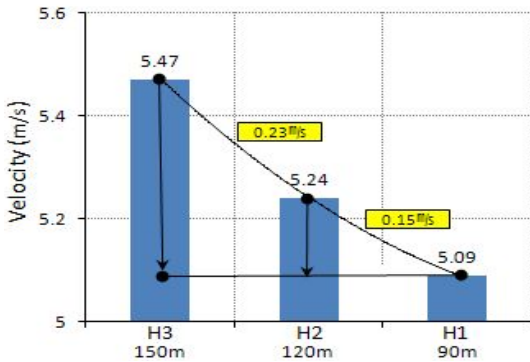


Fig. 5 Wind velocity according to the installation height (H1~3) of an external induction duct (the entire households, α=20%)

Fig. 5는 배기덕트에 외기유입덕트 설치시 높이 H1~3(90~150m)에 따른 배기풍속을 분석한 것으로 설치높이가 H3에서 H1으로 낮아질수록 외기유입풍량이 감소하여, 배기덕트 최상부의 풍속 또한 감소되었고, 외기유입덕트의 설치높이가 H3일때, 배기풍속은 5.47%인 반면, H2는 5.24%로 H3일때보다 0.23% 감소되었다. H1일때는 5.09%로

H3일때보다 0.38%감소되어 외기유입덕트의 설치높이에 따라 최대 6.9%정도의 풍속차이가 발생하였다.

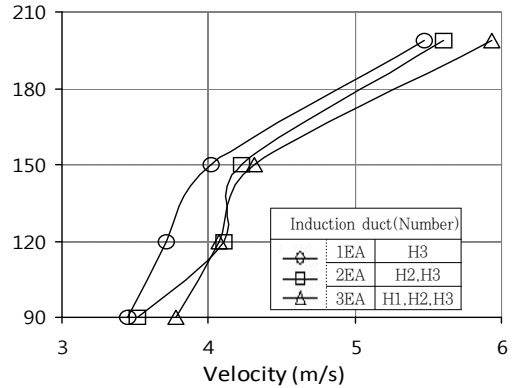


Fig. 6 Wind velocity according to the number (1~3EA) of external induction ducts installed (the entire households, α=20%)

Fig. 6은 배기덕트에 외기유입덕트 설치시 설치개소(1~3EA)에 따른 풍속으로 외기유입덕트 1개소(H3)설치의 경우, 배기 덕트 최상부의 풍속은 5.47%였으며, 외기유입덕트 2개소(H2, H3)설치는 5.61%, 외기 유입덕트 3개소(H1, H2, H3)설치는 5.93%로 평균 5.67%의 배기풍속을 보이며, 외기유입덕트가 미설치된 기존 배기덕트의 풍속보다 3.98% 증가되어 풍력발전을 위한 블레이드 가동풍속(3.0%)이상의 풍속을 얻을 수 있는 것으로 나타났다. 외기유입덕트 설치개소에 따른 배기풍속은 1개소와 3개소 설치시 풍속 차이가 0.46%로 미약하여 외기유입덕트는 건물의 상부층에 1개소만 설치하여도 풍력 발전에 필요한 블레이드 가동풍속 이상을 유도할 수 있을 것으로 여겨진다.

3.4 배기팬의 동시사용율[α] 변화에 따른 풍속

앞서 수행된 수치계산 결과를 바탕으로 배기덕트의 단면적 A2(0.24m²)에서 외기유입덕트 1개소를 H1높이에 설치하고, 주방·욕실

동시사용율[α] 변화에 따른 풍속차이는 외기유입덕트 미설치의 경우, 최대 1.7%의 풍속차이가 발생하였으며, 외기유입덕트가 설치된 「전체세대」 경우는 0.95%, 「일부세대」는 1.62%의 풍속차이가 발생하여 외기유입덕트 미설치 조건과 비교시 「일부세대」 가동조건은 풍속차이가 4.7% 감소되는 반면, 「전체세대」 가동조건은 44% 감소하는 것으로 나타났다.

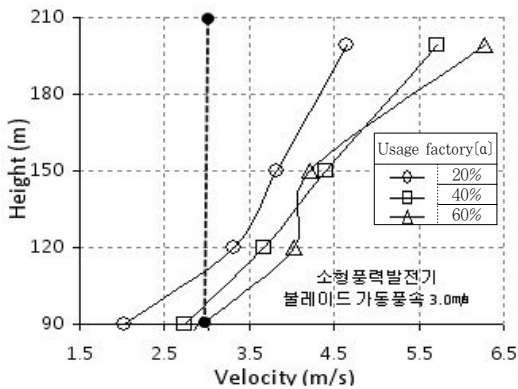


Fig. 8 Wind velocity according to the changes of an exhaust fan's usage factory (some households, external induction duct: 1, H1)

3.5 최상부 형태 변화에 따른 풍속

배기덕트의 단면적 A2(0.24m²)에 외기유입덕트 1개를 H1(90m)높이에 설치하고, 「전체세대」 배기팬의 동시사용율[α] 20%(1.66%)일때, 배기덕트 최상부에 수직형(T-1), 유인형(T-2), 증폭형(T-3)의 3가지 형태의 배기구를 각각 설치하여 풍속을 비교분석하였다.

Fig. 9는 배기덕트 최상부에서 0.3m 위로 이격한 위치의 계측점 5(전면①, 중앙②, 후면③)에 대한 풍속을 분석한 것으로 수직형(T-1)의 경우, 외기유입덕트 설치에 따른 기류상승으로 인하여 4.15%의 배기풍속이 4.95% (18.3%)까지 증가하였고, 수평방향의 측면 외기의 영향으로 전면①과 후면③에서 1.2%의 풍속차이가 발생하였다.

유인형(T-2)의 경우도 외기유입덕트 설치에 따른 영향으로 배기풍속이 4.79% (15.4%)까지 증가하였으며, 전면①과 중앙②의 풍속차이는 최대 0.54%로 수직형(T-1)보다 0.75% (58%)감소하였다.

증폭형(T-3)은 외기유입덕트 설치에 따른 영향으로 배기풍속이 5.52% (33%)까지 증가되었으며, 전면①과 후면③의 풍속차이는 0.37%로 수직형(T-1)보다는 0.92% (71%)감소하였고, 유인형(T-2)보다는 0.17% (31%)감소하여 가장 균일한 풍속을 형성하였다.

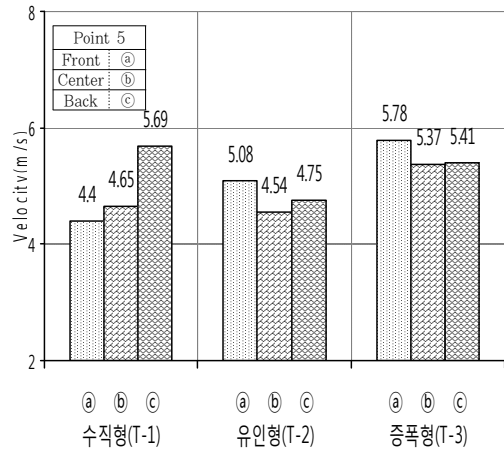


Fig. 9 Wind velocity according to the shapes of the top of an exhaust duct

Fig. 10은 배기덕트 최상부 형태에 따른 기류유동을 가시화한 것으로 연도식 흡출기 방식인 수직형(T-1)의 경우, 배기덕트의 수직방향의 상승기류가 수평방향의 측면 외기의 영향을 받아 배기덕트의 후면으로 밀려나는 와류현상이 발생하였으며, 배기덕트 전면은 일부 수평방향의 측면 외기가 배기덕트내로 역류하여 수직방향의 상승기류에 간섭을 초래하여 배기풍속이 감소되었다.

유인형(T-2)의 경우, 수직형(T-1)에서 발생하던 배기덕트 후면의 기류 밀림 현상은 원뿔형태의 유도관이 설치됨에 따라 수평방향의 측면 외기가 배기덕트 주변에서 상승 유도

되어 기류의 밀림으로 인한 와류현상이 완화되었으며, 수직형(T-1)에서 발생하던 수평방향 측면 외기의 역류현상 또한 완화되어 배기 풍속이 균일하게 나타났다.

증폭형(T-3)의 경우는 배기구 상단에 부착된 역방향 원뿔형태의 유도관이 수평방향의 측면 외기를 차단하여 수직형(T-1)과 유인형(T-2)에서 발생하던 상승기류의 밀림현상과 외기의 역류현상이 차단되었고, 각 구조체는 수평방향의 측면 외기를 배기덕트내로 유도함으로써 배기풍속이 증가되는 현상이 나타났다.

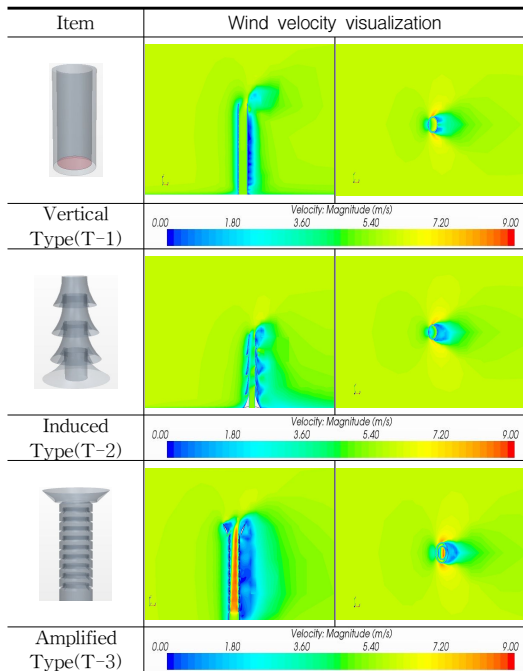


Fig. 10 Wind velocity visualization according to the shapes of the top of an exhaust duct

4. 결 론

초고층 공동주택의 배기덕트 풍속을 풍력발전에 활용하기 위한 현장실태조사와 배기덕트 활용방안에 따른 적용요소별 수치계산 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 초고층 공동주택의 현장실태조사 결과 조사대상 9곳의 건물 가운데 7곳의 건물이 옥상층 상부로 배출되는 배기덕트 방식을 취하였으며, PS실에 위치한 배기덕트의 단면적은 0.16m²~0.4m²범위로 PS실에 대한 배기덕트 면적비는 평균 3.2%로 조사되었고, PS실에서 발생하는 입상배관의 감소면적은 저층부에서 상부층으로 갈수록 3~10%(0.16~0.54m²)의 면적이 감소되는 것으로 조사되었다.
- (2) 현장실태조사 기간동안 측정된 배기덕트 최상부(옥상)의 풍속은 0.5~1.5m/s로 풍력발전기 블레이드 가동풍속(0.3m/s)이하로 나타나, 기존 배기덕트의 풍속만을 이용한 풍력발전의 가능성은 미흡하다 여겨졌다. 따라서, 건물의 PS실에서 발생하는 입상배관의 감소면적을 활용하여 외기유입덕트를 설치함으로써 배기풍속을 증가시킬 수 있는 방안을 제시하였다.
- (3) 풍력발전기의 블레이드 설치를 고려하여 최소 0.24m²의 배기덕트 단면적이 요구되며, 외기유입덕트는 건물 상부층에 1개소만 설치하여도 기존 배기덕트보다 3.98%의 배기풍속 증가효과가 나타나, 풍력발전기 블레이드 가동풍속(3.0m/s)이상의 적정풍속을 얻을 수 있었다.
- (4) 주방·욕실 배기팬 「전체세대」 가동조건에서 외기유입덕트가 미설치된 경우, 동시사용율[a] 60%이하 조건은 풍력발전기 블레이드 가동풍속(3.0m/s)의 확보가 어려운 반면, 외기유입덕트가 설치된 동시사용율[a] 20~60% 경우는 배기풍속이 3.01m/s 증가하여 풍력발전기 블레이드의 가동풍속이상을 만족하였고, 「일부세대」 가동조건에서는 동시사용율[a] 20~60% 모두 풍력발전기의 블레이드 가동풍속이상을 만족하는 것으로 나타났다.
- (5) 동시사용율[a] 증가에 따른 풍속차이는 외기유입덕트 미설치의 경우, 최대 1.7m/s의

풍속차이가 발생하였으며, 외기유입덕트가 설치된 「일부세대」 경우는 1.62%, 「전체세대」는 0.95%의 풍속차이가 발생하여 외기유입덕트 미설치 조건과 비교시 「일부세대」는 4.7% 감소되는 반면, 「전체세대」는 44% 감소하여 「전체세대」가동조건이 「일부세대」가동조건보다 배기풍속이 균일한 것으로 나타났다.

- (6) 최상부 형태에 따른 배기풍속은 외기유입구 설치시 수직형(T-1)은 18.3%, 유인형(T-2)은 15.4%, 증폭형(T-3)은 33%의 풍속 증가효과가 발생하였으며, 수평방향의 측면 외기로 인한 풍속차이는 수직형(T-1)의 경우 1.29%, 유인형(T-2)은 0.54%, 증폭형(T-3)은 0.37%로 나타나 배기덕트 최상부 형태 가운데 증폭형(T-3)의 경우가 외기의 간섭이 최소화되고, 배기풍속이 균일하게 유지되므로 배기덕트 최상부 형태로 가장 적합하다고 판단된다.

이상 본 연구는 현장실태조사와 수치계산을 실시한 연구로서 향후, 실물측정실험을 통하여 배기풍속 증가를 위한 적용요소들에 대하여 실증연구가 보완되어져야 할 것으로 사료된다.

후 기

이 논문(저서)은 2011학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

References

1. Cho K.P, Jeong S.H, A Study on Ventilation in a Building Group in Urban Area, Journal of AIK, Vol. 27, No. 3, 21-28, (2011)
2. Yoon J.O, Joo J.S, Simulations of Wind Environments in the Citis by Computational Fluid Dynamic, Journal of AIK, Vol. 27, No. 1, 213-220, (2011)
3. Kim Y.S, Song D.S, An building load anaysis of ultra high-rise building under the effect of vertical microclimate change, Proceedings of The SAREK, 407-412, (2011)
4. Jun, H. D., A Study on the Application of Wind Power System in Super High-rise Building, thesis for degree of Chung Ang University, (2010)
5. Kim J.S, Piao H.L, Park B.Y, Kim T.Y, Lee S.B, analysis of Outdoor Thermal Environment in Space Arrangement of Apartment Complex in Summer by Actual Measurement and CFD Simulation, Journal of AIK, Vol. 26, No.5, 335-342, (2010)
6. Jun, H. D., A Study on the Application of Wind Power System in Super High-rise Building, thesis for degree of Chung Ang University, (2010)
7. 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, 1059-1064, (2008)
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, 1059-1064., (2008)
9. 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, 769-772, (2000)