

초고층 건물에서의 소형풍력발전시스템 적용에 관한 연구

A Study on the Application of Small Wind Turbine System in Super High-rise Building

박영현(Young Hyun Park)[†], 박정하(Jung Ha Park), 박진철(Jin Chul Park), 이언구(Eon Ku Rhee)
중앙대학교 건축학부

School of Architecture and Building Science, Chung Ang University, Seoul 156-756, Korea

(Received January 29, 2013; revision received February 15, 2013)

Abstract Thanks to the characteristic of high-rise buildings, the increase of wind speed according to the height of a building makes it possible to use high wind power resources, many countries led by some advanced nations are recently making steady and persistent effort in introducing small wind turbine systems as a step to lower electric power load in high-rise buildings. The aim of this research is to propose an optimum application process of a small wind turbine system in high-rise buildings. To achieve this goal, the case studies on the applications of high-rise and tall buildings were conducted and the best application among them was selected. On the basis of the case studies, an application process was proposed.

Key words High-rise building(초고층 건물), Small wind turbine system(소형풍력발전시스템), CFD simulation(전산유체역학 시뮬레이션), Case study(사례 조사)

[†] Corresponding author, E-mail: mynetpark85@gmail.com

1. 서 론

지구온난화 및 환경문제로 인하여 전 세계적으로 에너지 절약의 중요성이 대두되고 있지만 최근 대도시를 중심으로 증가하고 있는 초고층 건물의 경우 일반 건물에 비하여 에너지 소비량과 그에 따른 온실가스 배출량이 많다는 문제점이 있다.

따라서 초고층 건물에서의 온실가스 배출량을 줄이기 위하여 CO₂ 배출과 화석연료 고갈에 따른 문제를 동시에 해결할 수 있는 신·재생에너지의 적용이 증가하고 있다.

특히, 초고층 건물의 특성상 건물의 높이에 따른 풍속의 증가로 고밀도의 풍력에너지를 활용할 수 있기 때문에 선진국을 중심으로 초고층 건물에서 전력에너지 소비량 저감을 위해 소형풍력발전시스템을 적용하려는 시도가 꾸준히 이루어지고 있다.

국내에서도 풍력에너지와 같은 신·재생에너지 적용을 위해 사회 전반에 걸쳐 지원하고 있으나 이에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 초고층 건물의 소형풍력발전

시스템 적용방안을 제시함으로써 초고층 건물의 에너지 저감 기술력 확보와 풍력발전시스템 적용방안 관련 연구의 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 이론고찰

2.1 초고층 건물의 정의 및 개요

초고층 건물의 정의는 시대적·사회적 여건에 따라 조금씩 바뀔 수 있지만, 국내에서는 2008년 10월 개정된 건축법 시행령 2조 15항에 따라 층수가 50층 이상이거나 높이가 200미터 이상인 건축물을 초고층 건물로 정의하고 있다.

초고층 건물의 수직적 높이가 증가함에 따라 창면적비가 증가하게 되어 건물 외피를 통한 일사 획득이 증가하고 그 결과, 여름철 건물의 실내온도가 높아지게 된다. 또한 건물 높이가 증가함에 따라 풍속 역시 증가하여 건물 외피의 열손실을 초래하고 건물의 냉·난방시스템이 과도하게 가동되어 결과적으로 일반 건물보다 많은 에너지를 사용하게 된다.⁽¹⁾

2.2 소형풍력발전시스템 개요

소형풍력발전시스템의 규정 및 정의에 대해서는 각 국가나 기관에 따라 기준이 다르지만 통상적으로 시스템 용량이 100 kW 이하이거나 블레이드 회전면적이 200 m² 이하인 경우 소형풍력발전시스템으로 분류하고 있다. 국내의 경우 신재생에너지 설비심사세부기준에서 소형풍력발전 시스템의 범위를 블레이드 회전 면적 200 m² 미만(정격 출력으로는 30 kW 미만)으로 규정하고 있다. 일반적으로 소형풍력발전기가 발전을 시작하는 시동풍속은 3 m/s로, 이 이상의 평균풍속이 확보되면 소형풍력발전시스템 적용을 고려할 수 있다.

3. 초고층 건물의 소형풍력발전시스템 적용 프로세스 제안

3.1 초고층 건물에서의 소형풍력발전시스템 적용을 위한 고려요소 도출

본 장에서 도출한 초고층 건물에서의 소형풍력발전 시스템 적용을 위한 고려요소를 정리하면 Table 1과 같다. 각 고려요소들은 궁극적으로 시스템의 에너지생산 효율성 및 실제 적용가능성을 결정짓는다고 볼 수 있다.

3.1.1 대상 지역의 고려요소

초고층 건물에서 소형풍력발전시스템 적용을 위해서는 일차적으로 대상 지역의 기후특성을 분석하여 적용 가능성을 판단해야 한다. 이러한 기후분석 결과들은 풍동실험 또는 전산유체역학 시뮬레이션을 수행하기 위한 기초자료로 사용되기 때문에 중요하다. 대상 지역에서의 기후특성과 풍환경 분석을 위해서 필요한 고려요소들은 풍속, 풍향, 최대 순간풍속, 풍속 분포가 있다.

Table 1 A consideration for small wind turbine application

Category	Consideration Factors
Location	◦ Wind Velocity ◦ Wind Direction
	◦ Maximum Wind Velocity
	◦ Wind Velocity Distribution
Building	◦ Pressure Distribution
	◦ Airflow Characteristics
Small Wind Turbine System	◦ Small Wind Turbine System Detailed Standards
	◦ Noise, Vibration, Loads

3.1.2 대상 건물의 고려요소

초고층 건물이 주로 위치한 도심지에서의 압력 분포와 기류 특성은 주변 환경 조건에 의해 매우 복잡하게 나타나고 건물 주위에 흐르는 풍속에도 영향을 준다. 따라서 소형풍력발전시스템의 최적 설치위치를 선정하기 위해서는 대상 건물의 압력 분포와 기류 특성을 정확하게 분석하여 높은 풍속이 확보되는 지점과 난류 현상이 적게 분포하는 지점을 찾아 시스템의 최적 설치위치를 판단해야 한다.

3.1.3 소형풍력발전시스템의 고려요소

초고층 건물이 유리한 풍환경 조건을 가지고 있더라도 성능과 안전성을 객관적으로 검증받지 못한 소형풍력발전시스템을 설치할 경우에는 시스템 효율 및 안전사고가 발생할 수 있기 때문에 소형풍력발전시스템의 성능과 안전에 대해서 객관적으로 검증이 필요하다. 특히, 소음과 진동은 건물 거주자의 쾌적성과 직접적으로 연관되기 때문에 중요한 고려요소이지만 이를 비전문가가 모두 검토하고 숙지하는데 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 신에너지 및 재생에너지개발·이용·보급촉진법 시행규칙 제7조 1항의 설비인증심사기준, 제2항의 설비심사기준, IEC 61400 시리즈를 기반으로 작성된 소형풍력발전시스템의 설비심사세부기준에서 총 14장의 시험기준을 고려요소로 선정하였다.

3.2 초고층 건물에서의 소형풍력발전시스템 적용 프로세스 제안

앞서 도출한 대상 지역, 대상 건물, 소형풍력발전시스템의 고려요소를 바탕으로 하여 초고층 건물의 소형풍력발전시스템 적용 프로세스를 Fig. 1과 같이 제안하였다. 적용 단계는 적용 가능성 평가단계, 적용계획 단계, 적용 방안 검토 단계로 구성되어 있다.

적용 가능성 평가 단계는 대상 건물에 대한 전반적인 설계 개요와 대상 지역의 지리적 특성을 파악하고 기후적 특성과 풍환경을 검토함으로써 대상 건물의 소형풍력발전시스템 적용 가능성을 검토하는 단계이다. 풍환경 검토에서는 전산유체역학 시뮬레이션 또는 풍동실험을 통해 건물 주위의 기류 특성을 파악하는 것이 중요하다.

적용계획 단계는 대상 지역의 풍력자원을 평가한 결과를 토대로 적용 방안을 수립하는 단계로 건물의 전력 사용량을 분석하여 적용 목표를 설정한다. 이 때, 적용목표는 담당 전력량과 같은 에너지 성능 목표와 디자인 목표로 나눌 수 있다. 다음으로 전산유체역학 시뮬레이션을 수행하여 건물의 기류분석을 통해 풍속

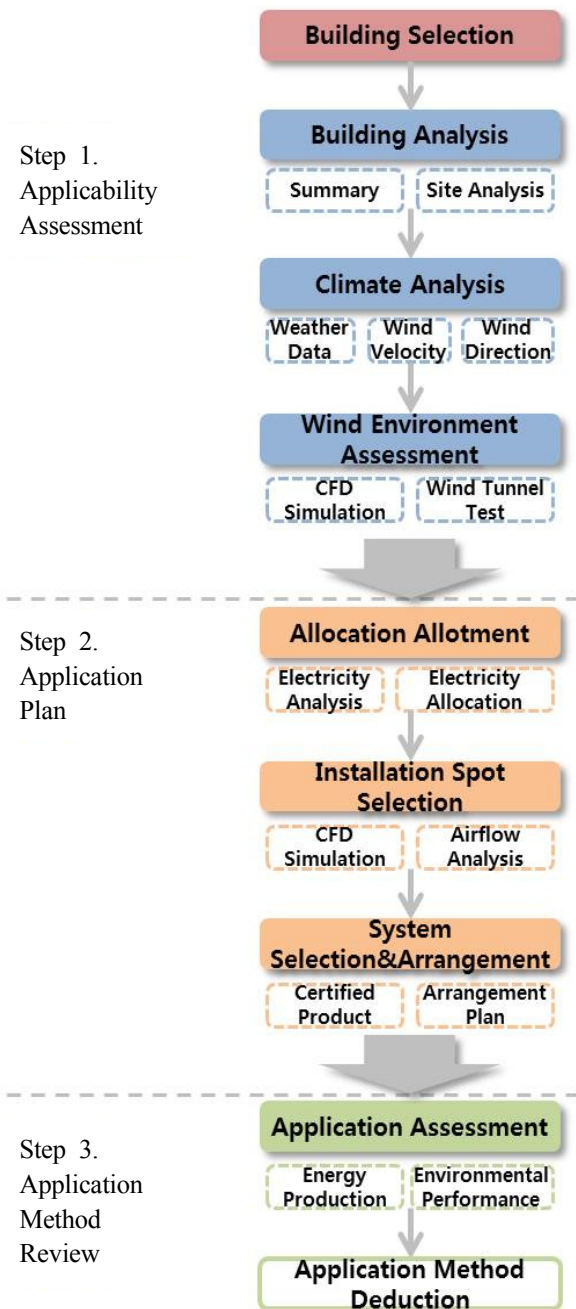


Fig. 1 Small wind turbine system application process.

이 높고 난류 발생이 적은 지점을 도출함으로써 시스템의 최적 설치 위치를 선정한다. 설정된 목표와 설치 위치에 따라서 시스템을 선정하고 배치하도록 한다.

적용방안 검토 단계에서는 적용계획 단계에서 수립한 적용 방안에 대하여 소형풍력발전시스템의 에너지 성능을 평가하여 목표에 부합하는 최적 적용방안을 도출한다.

4. 초고층 건물에서의 소형풍력발전시스템 적용 프로세스 검증

4.1 대상 건물 개요

대상 건물은 서울 영등포구 여의도동에 위치한 IFC 건물 중 THREE IFC로 최고 높이는 284 m이며, 건물 높이에 따른 풍속의 증가로 얻을 수 있는 풍력 에너지를 활용하여 소형풍력발전시스템의 설치 가능성이 있다고 판단된다.

대상 건물의 주변 현황은 Fig. 2와 같고, 인접해 있는 한강으로 인하여 다른 도심지에 비해 풍력 에너지의 잠재성이 높으며 주변에 대상 건물에 영향을 줄 수 있는 고층 건물 또한 없기 때문에 소형풍력발전시스템 적용에 유리한 것으로 판단된다.

4.2 대상 지역 기후분석

4.2.1 대상 지역 풍향 및 풍속

2003년에서 2007년까지 대상 건물이 위치한 영등포 지역의 기상청 실측 풍향 및 풍속 자료를 분석한 결과는 Table 2와 같다. 주풍향은 서풍의 비율이 가장 높고, 연 평균 풍속은 3.7 m/s로 나타났으며, 계절별 평균 풍속은 봄과 여름철이 높은 풍속을 보였다.

또한 연 평균 풍속 5 m/s 이상 비율은 15.6%로 나타



Fig. 2 Case building surroundings.

Table 2 Wind direction and velocity of Yeongdeungpo (80 m)

	Annual	Spring	Summer	Fall	Winter
Average Wind Velocity	3.7 m/s	4.0 m/s	3.8 m/s	3.4 m/s	3.5 m/s
Over 5 m/s Rate(%)	15.6%	31.5%	15.9%	8.1%	10.8%
Wind Direction	W	W	W	E	NW
Wind Direction Rate(%)	22.9%	30%	20.1%	21.8%	26.8%

났고, 계절별로는 봄철이 약 30%로 가장 높은 비율을 보였다. 대상 건물 높이에서는 평균 풍속과 5 m/s 이상 비율이 더 높아질 것으로 예상되며, 소형풍력발전시스템 적용에 적합한 것으로 판단된다.

Table 3은 2006년~2010년까지 서울 지역의 최대 순간풍속을 나타낸 것이며, 최대 순간풍속은 약 20 m/s로 나타났기 때문에 소형풍력발전시스템의 구조물 파괴에 별다른 영향은 없을 것으로 판단된다.

4.2.2 대상 건물 높이에서의 풍속

소형풍력발전시스템의 적용 가능성을 평가하기 위해 대상 건물 높이에서 발생하는 풍속을 Deacon 방정식을 이용하여 도출하였다. Deacon 방정식에서 지면 거칠기는 대도시 기준인 1.6 m로 적용하였으며, 풍속은 기상청에서 기상예보를 위해 10 m에서 실측한 1.7 m/s를 적용하였다. 풍속 보정 결과, Table 4와 같이 높이가 증가함에 따라 풍속도 증가하는 것을 확인할 수 있으며, 100 m 높이에서는 4.04 m/s, 200 m 높이는 4.73 m/s 마지막으로 300 m 높이에서는 5.12 m/s의 풍속이 나오는 것을 예측할 수 있다. 또한 대상 건물 높이인 284 m에서는 약 5.07 m/s로 소형풍력발전시스템 적용 가능성은 충분한 것으로 판단된다.

Table 3 Maximum instantaneous wind speed of Seoul

Date	Maximum Wind Velocity	Wind Direction
2006. 03. 04	20.2 m/s	SWS
2007. 08. 09	18.7 m/s	SW
2008. 04. 25	19.7 m/s	SW
2009. 02. 13	20.1 m/s	S
2010. 09. 02	21.6 m/s	SSE

Table 4 Wind velocity of Yeongdeungpo by height

Height (m)	Wind Velocity (m/s)	Height (m)	Wind Velocity (m/s)	Height (m)	Wind Velocity (m/s)	Height (m)	Wind Velocity (m/s)
10	1.70	110	4.14	210	4.78	310	5.15
20	2.40	120	4.23	220	4.82	320	5.19
30	2.82	130	4.31	230	4.87	330	5.21
40	3.12	140	4.38	240	4.91	340	5.24
50	3.34	150	4.45	250	4.95	350	5.27
60	3.53	160	4.51	260	4.98	360	5.30
70	3.69	170	4.57	270	5.02	370	5.32
80	3.82	180	4.63	280	5.06	380	5.35
90	3.94	190	4.68	290	5.09	390	5.37
100	4.04	200	4.73	300	5.12	400	5.40

4.3 시뮬레이션을 통한 대상 지역 풍환경 검토

4.3.1 시뮬레이션 개요 및 분석조건

본 연구에서는 건물 주위의 형상변화에 따른 유동 박리의 정확한 해석을 위해 전산유체역학 시뮬레이션 프로그램인 STAR-CCM+ 4.02를 사용하여 기류분석을 실시하였다. 시뮬레이션 설정조건은 Table 5와 같다.

4.3.2 단지 기류분석 결과

Fig. 3은 대상 건물 단지 시뮬레이션 분석 결과로, 주 풍향이 불어오는 쪽의 건물들은 대체적으로 강한 풍속 분포를 보였다. 대상 건물의 경우 수직적 높이에 따라서 강한 풍속 분포를 보였으며, 건물 옥상에서의 최대 풍속은 약 6.5 m/s로 나타나 같은 높이에서의 보정풍속인 5 m/s보다 26% 증가율을 보였다. 이는 소형풍력발전시스템을 운전에 필요한 최소 풍속인 3 m/s보다 2배

Table 5 Simulation Boundary Condition

Boundary Condition	
Space	Three Dimensional
Motion	Stationary
Material	Gas
Flow	Segregated Flow
Equation of state	Constant Density
Time	Steady
Viscous Regime	Turbulent
Equations	$k-\epsilon$ Turbulence (RANS : Reynolds-Averaged Navier Stokes equations)
Velocity	1.7~5.4 m/s

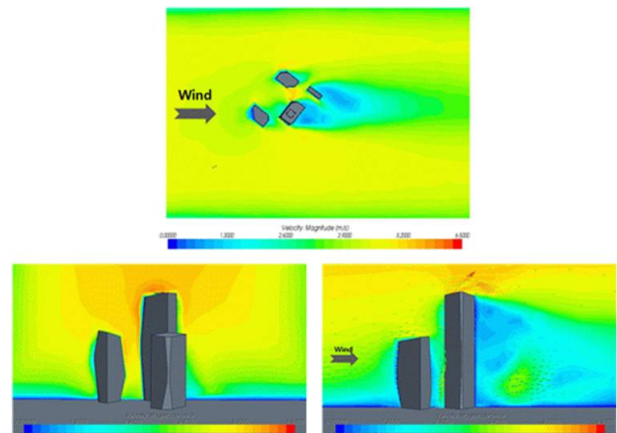


Fig. 3 The analysis of case building complex.

이상 높은 풍속이기 때문에 결과적으로 건물 옥상은 소형풍력발전시스템을 설치하기에 적합한 풍환경으로 판단된다.

4.4 소형풍력발전시스템 적용계획

4.4.1 소형풍력발전시스템 목표 전력량 설정

대상 건물에 소형풍력발전시스템을 적용하기 위해서는 예상 전력량을 분석하여 담당 전력량을 설정함으로써 시스템의 용량과 대수를 결정해야 한다. Table 6은 시공사로부터 제공받은 대상 건물의 전력사용량을 나타낸 결과이며 연간 33,344 MWh의 전력을 사용하는 것으로 분석되었다.

4.4.2 시뮬레이션을 통한 최적 설치위치 선정

대상 건물의 결과를 분석하기 위해 Fig. 4와 같이 대상 건물의 수직 방향으로 50 m씩 높이 250 m까지 총 5부분으로 나누었으며, 건물 옥상 면 270 m와 헬리포트가 위치한 284 m 부분을 추가로 나누었다. 해석 영역은 주풍향이 불어오는 옥상 부분을 중심으로 수평방향으로는 주풍향을 직각으로 받는 건물의 정면부분과 측면부분까지 총 9부분으로 나누어 분석을 수행하였다.

Fig. 5는 대상 건물을 높이별로 나누는 section 1~section 7의 기류분석 결과를 나타낸 것이다. 50~200 m 높이에서는 대상 건물을 포함한 모든 건물의 후면으로 소용돌이 형태의 난류영역이 형성되었으며, ONE IFC와 대상 건물 사이에서는 벤츨리 효과로 인해 5 m/s의 강한 풍속의 바람이 흘러나가는 것으로 나타났다. 대상

Table 6 Annual power consumption of case building

Annual Power Consumption (Lighting) (MWh)	Annual Power Consumption (Mechanical) (MWh)	Annual Power Consumption (Others) (MWh)	Annual Power Consumption (Total) (MWh)
9,269.6	14,804.7	9,269.6	33,344.4

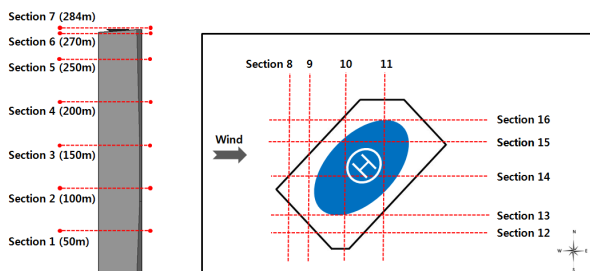


Fig. 4 The analysis section.

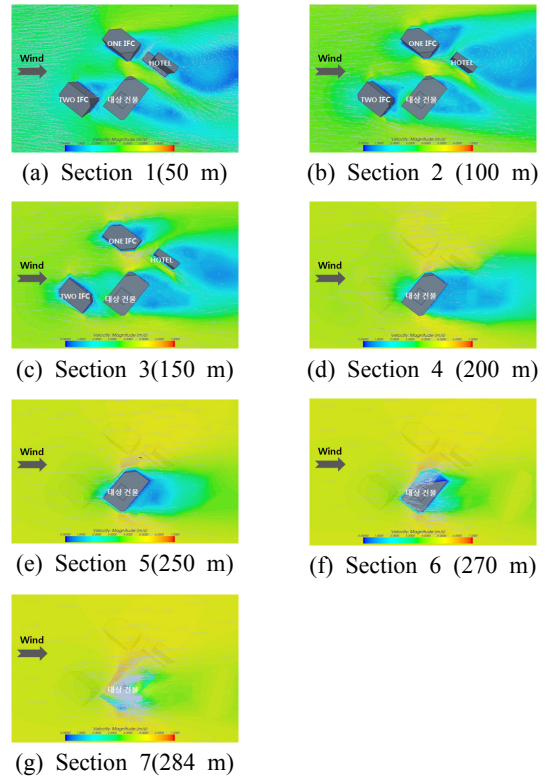


Fig. 5 The analysis of section 1~section 7.

건물은 앞에 위치한 TWO IFC의 간섭으로 인하여 정면에서는 소용돌이와 역류가 발생하여 주변보다 약한 풍속이 나타났다.

하지만 TWO IFC의 건물 높이인 199 m 이상부터 대상 건물에 대한 간섭이 점차 줄어들고 높이 270 m에서는 거의 영향을 받지 않는 것으로 나타났으며, 상층부로 갈수록 대상 건물 뒤쪽의 난류 영역 역시 점차 줄어드는 것으로 나타났다. 주풍향의 영향을 가장 먼저 받는 면에서 최대 6.5 m/s의 강한 풍속이 분포하여 소형풍력발전시스템을 설치하는데 유리한 것으로 판단되지만 헬리포트 뒤쪽에서의 풍속은 0~2 m/s로 나타나 소형풍력발전시스템을 설치하기에 불리한 것으로 판단된다.

Fig. 6은 section 8~section 11의 기류분석 결과를 나타내고 있으며, 건물 옥상에서의 난류영역과 풍속은 건물 옥상에 위치한 헬리포트의 영향을 많이 받는 것으로 확인된다. Section 8은 주풍향의 영향을 가장 먼저 받는 부분으로 안정적인 풍속과 난류영역이 적게 분포하는 것으로 나타났고, section 9의 경우 건물 옥상 모서리에 부딪힌 바람이 다시 헬리포트 하부 면을 따라 흐르면서 난류영역 위로 6 m/s 이상의 강한 풍속이 분포하는 것으로 나타났다. Section 10은 위쪽으로 여전히 강한 풍속이 존재하고 양 측면 역시 위쪽보다는

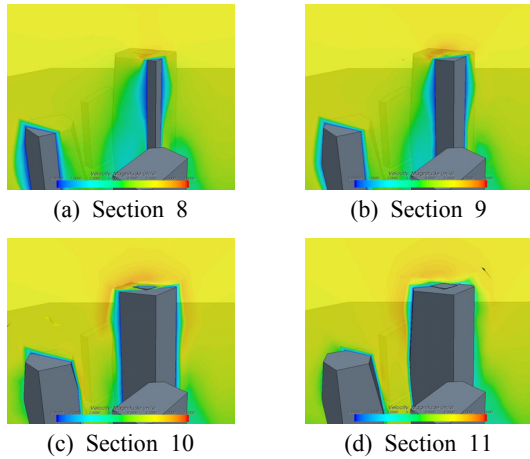


Fig. 6 The Analysis of Section 8~Section 11.

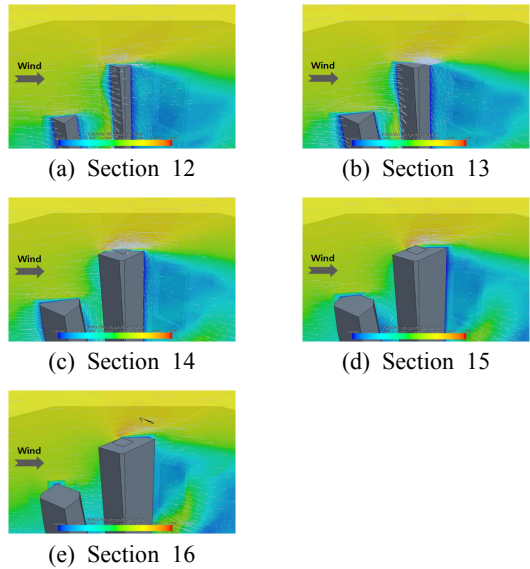


Fig. 7 The Analysis of Section 12~Section 16.

약하지만 약 4 m/s의 풍속이 나오는 것을 확인할 수 있다. Section 11은 헬리포트에 의한 상승 난류의 영향으로 인하여 상대적으로 풍속이 약하게 나타났으며, 측면에서의 난류영역이 커지는 것을 확인할 수 있다. 결과적으로 헬리포트 앞부분에 위치한 지점들이 소형풍력발전시스템을 설치하기에 유리할 것으로 판단된다.

Fig. 7의 section 12~section 16 분석결과, 건물 모서리 부분과 가까운 section 12와 section 13의 주풍향을 바로 받는 곳을 중심으로 대부분 풍속이 강하게 분포되며, 건물 옥상 모서리에 부딪힌 바람이 위쪽으로 흘러나가는 것으로 나타났다. 또한 대상 건물 뒤쪽으로는 건물의 하단부에서 생성된 소용돌이 일부와 상승풍이 벽면을 타고 올라와 불규칙한 풍속이 형성되기 때

문에 건물의 후면부에는 풍력발전시스템을 설치하기 부적합한 것으로 판단된다. Section 14에서는 건물 좌측 옥상 모서리의 경우 헬리포트의 영향이 작기 때문에 기류 흐름이 안정적인 반면 우측에서는 헬리포트를 타고 부딪쳐 흘러나가는 바람으로 인해 불규칙한 난류영역이 크게 형성되며, section 15~section 16 역시 같은 결과를 보이고 있다. 따라서 주풍향의 영향을 가장 먼저 받는 부분에서 강한 풍속과 안정적인 기류가 분포하고 난류영역이 상대적으로 작기 때문에 소형풍력발전시스템 설치에 가장 적합할 것으로 판단된다.

시뮬레이션을 통한 기류분석 결과, 소형풍력발전시스템 설치에 가장 적합한 위치는 Fig. 8과 같이 section A와 section B인 것으로 판단된다.

각 지점에서 난류영역은 평균적으로 건물 옥상 바닥면에서 최대 2 m 높이까지 분포하기 때문에 타워의 높이를 2 m 이상으로 하여 소형풍력발전시스템을 설치하는 것이 적합할 것으로 판단된다. 건물 옥상 바닥을 기준으로 높이 2 m 지점에서 section A에서의 평균 풍속은 약 6.28 m/s, section B의 평균 풍속은 약 5.52 m/s로 나타났다.

4.4.3 소형풍력발전시스템 선정

대상 건물에 적용할 소형풍력발전시스템은 출력이 높고 풍향에 관계없이 운전이 가능한 수직형 제품으로 선정하였으며 사양은 Table 7과 같다. 내부 블레이드는 항력형의 사보니우스, 외부 블레이드는 양력형의 다리우스인 이중 블레이드 구조로 되어 있어 시스템의 효율을 높인 제품이다. 또한 시스템 자체의 소음, 진동, 하중

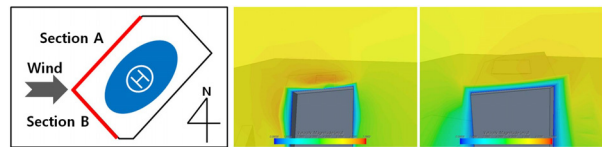


Fig. 8 The optimum install place of small wind turbine.

Table 16 Specification of small wind turbine

Category	Specification
Nominal electrical power generated	3 kW
Rotation Axis	Vertical Axis
Rotor diameter	4 m
Turbine Weight	680 kg without tower
Certification	New · Renewable Energy Center in the Korea Energy Management Corporation

은 신재생에너지 설비심사 세부기준을 모두 통과하였기 때문에 관련 문제는 없을 것으로 판단된다.

4.4.4 소형풍력발전시스템 배치계획

대상 건물에서의 기류분석 결과, 설치 위치에서 난류 영향이 적은 3 m를 타워의 높이로 정하였고 최소 허브 높이는 5 m로 설정하였다. 평면상의 배치시 설치되는 풍력발전시스템이 다른 시스템의 전력 생산량에 영향을 미치지 않도록 적당한 이격거리를 유지해야 한다. 대상 건물에서 풍력발전시스템을 최적 위치에 설치할 경우, 주풍향을 기준으로 횡렬로 평행하게 배치되기 때문에 이때의 적정이격거리는 로터지름의 2~4배가 최적이다.⁽²⁾ 선정된 풍력발전시스템인 3 kW급의 로터지름은 4 m이므로 최소 적정이격거리는 8 m이며, section A의 길이는 52.5 m로 4대, section B는 34.5 m로 3대, 최대 7대의 소형풍력발전시스템을 설치할 수 있는 것으로 나타났다.

소형풍력발전시스템 옥상 설치 시 이격거리를 포함한 시스템 하나의 설치면적은 8.73 m², 설치 하중은 1 ton이며, 단위 면적당 작용하는 하중은 114.5 kg/m²로 건물 옥상의 등분포적재하중 기준인 500 kg/m²에 크게 미치지 못하므로 구조적 문제 또한 없을 것으로 판단된다.

4.5 적용방안 검토

4.5.1 소형풍력발전시스템 연간 발전량 예측

본 연구에서는 신재생에너지 관련 프로젝트의 표준 통합 분석 평가 프로그램인 RETScreen을 이용하여 대상 건물에 적용된 소형풍력발전시스템 7대의 연간 발전량을 산출하였다. 기상청에서 제공한 영등포 지역 10 m 높이에서의 실측 풍속과 소형풍력발전시스템 업체에서 제공하는 제품 사양을 참고하여 소형풍력발전시스템 7대의 연간 발전량을 산출한 결과, 총 17 MWh/년으로 나타났다.

5. 결론

본 연구에서는 적용 가능성 평가, 적용계획, 적용방안 검토로 나누어 실제 초고층 건물에 소형풍력발전시스템을 적용 및 평가하였다.

먼저 적용 가능성 평가 단계에서 대상 지역 및 건물에 대한 풍향 및 풍속 자료를 분석하고 전산유체역학 시뮬레이션을 실시한 결과 소형풍력발전시스템 적용에 적합한 환경으로 판단하였다.

적용계획 단계에서는 건물의 전력 사용량을 분석하여 적용 목표를 설정하고 전산유체역학 시뮬레이션을

통한 건물의 기류분석을 실시한 결과, 주풍향을 가장 먼저 맞이하는 쪽 모서리 부분이 풍속이 높고 난류 발생이 적은 것으로 나타나 소형풍력발전시스템 적용에 가장 적합한 것으로 나타났다.

적용방안 검토 단계에서는 적용계획 단계에서 수립한 적용 방안을 RETScreen 평가도구를 통하여 소형풍력발전시스템의 에너지 성능을 평가한 결과 연간 17 MWh/년의 전력량을 생산할 수 있는 것으로 산출되었다.

후 기

본 연구는 2012년도 국토해양부 첨단도시개발사업(과제번호 : 2009 첨단도시 A01)의 연구비 지원을 받아 수행되었습니다.

참고문헌

1. Park, S. H., Baek, S. H., Kim, J. H., Yeo, M. S., and Kim, K. W., 2010, The Evaluation of the Radiant Heating and Cooling Panel System for High-rise Office Building, Proceedings of the Architectural Institute of Korea Spring Annual Conference(I), pp. 51-52.
2. Kang, S. Y., 2002, A study on the application strategies of wind power system in apartment complex, MS thesis, Chung-ang University, Seoul, Korea.
3. Jun, H. D., 2010, A Study on the Application of Wind Power System in Super High-rise Building, MS thesis, Chung-ang University, Seoul, Korea.
4. Lee, D. Y., 2011, A Study on the Application of Hybrid Power System in Super High-rise Building, MS thesis, Chung-ang University, Seoul, Korea.
5. Jang, H. J., 2012, A Study on the Application Process of Small Wind Turbine System in Super High-rise Building, MS thesis, Chung-ang University, Seoul, Korea.
6. Jun, H. D., 2010, A Study on the Application of Wind Power System in Super High-rise Buildings, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 26, No. 8, pp. 273-280.
7. Jang, H. J., Lee, D. Y., Park, J. C., and Rhee, E. K., 2011, A Study on Analysis of Air Flow for Wind Power System by Shape of Super High-rise building, Proceedings of the Korean Solar Energy Society Spring Annual Conference, pp. 42-47.
8. Kim, J. W., 2012, An experimental study on the application of small wind power system combined exhaust, MS thesis, Chung-ang University, Seoul, Korea.