

4D1) 도심 내 고층건물 상부의 풍력자원 평가

Wind Resource Assessment for a High-Rise Building Rooftop in Urban

김현구 · 이화운¹⁾ · 최현정¹⁾ · 김동혁¹⁾ · 전완호²⁾ · 윤성욱²⁾

한국에너지기술연구원, ¹⁾부산대학교, ²⁾(주)쎄덕 기술연구소

1. 서론

풍력발전에 대한 관심이 집중되고 있는 가운데 도심 건물군에 소형 풍력발전기를 도입하려는 시도가 본격화되고 있다. 최근에는 풍력발전기를 초고층 빌딩의 한 부분으로 흡수하여 보다 효율적으로 전력을 생산하는 방법을 많은 건축가들이 찾고 있다. 이는 초고층 빌딩이 더 이상 단순한 높이의 랜드마크(landmark) 경쟁에서 벗어나 환경친화적이라는 상징성까지도 제공해야 한다는 패러다임(paradigm)이 생겨나기 시작하였기 때문이다(윤성욱 등, 2009). 우리나라의 경우에도 제2롯데월드, 상암 월드컵 경기장 인근의 고층빌딩, 그리고 한강변을 따라서 세워지고 있는 고층 아파트군은 단지 보기 좋은 고층 건축물이 아닌 스스로 에너지를 공급할 수 있는 친환경 건축을 추구하며 풍력발전기 도입을 적극적으로 고려하고 있다.



Fig. 1. Building integrated wind turbines(left: vertical, right: horizontal axis type wind turbine).

2. 연구 방법

서울 도심 내 고층건물 옥상부에 풍력발전기를 설치하기에 앞서 건물복합형 풍력발전 타당성을 검토하기 위하여 풍력자원평가(wind resource assessment)를 수행하였다. 이를 위하여 고층건물 건축예정지에서 소다(SODAR) 및 라이더(LIDAR)를 이용하여 건축예정 고층건물의 옥상부 높이구간(지면고도 450~550 m)에 대하여 고공풍황 원격탐사(remote sensing) 현장실측을 수행하였다.

실측자료는 한국에너지기술연구원에서 구축한 국가바람지도(김현구, 2009)와의 기상통계분석을 통하여 풍력자원평가에 필요한 설계풍황자료로 재구축하였다. 이 과정에서 서울의 도심 건물군 특성을 반영한 수치기상예측(NWP; Numerical Weather Prediction)을 병행하여 고공풍황 실측자료와 국가바람지도의 기상학적 상관성을 확인하였다. 설계풍황자료(design wind data)는 고층건물이 세워지지 않은 빈 공간에서의 풍황자료이므로 고층건물이 건설됨에 따른 고층건물 주위로의 대기유동장 변화특성을 정밀하게 예측하여 설계에 반영하기 위하여 고층건물 및 주위의 도심 건물군을 모두 고려한 전산유동해석(Computational Flow Analysis)을 수행하였다. 참고로 서울 도심 건물군은 수치전산지도 및 고해상도 인공위성영상, 그리고 건물높이 정보를 이용하여 지리정보시스템(GIS; Geographical Information System) 하에서 재구성하였다.

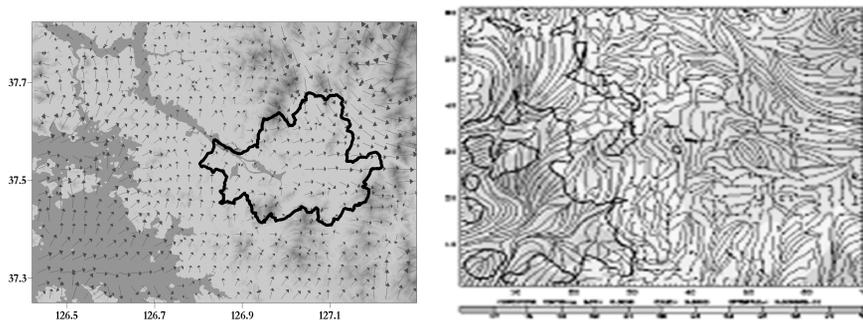


Fig. 2. NWP results considering urban canopy characteristics in Seoul area.

이를 통하여 최종적으로 고층건물 옥상부의 풍력자원지도를 작성하였으며, 건물복합형 풍력발전 타당성 검토의 일례로 미국 SouthWest 사의 1 kW급 수평축 풍력발전기를 설치한 경우에 대한 풍력발전량을 산출 시나리오를 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

수평축(horizontal axis) 풍력발전기는 소음, 진동 등의 문제가 있기 때문에 건물장착용으로는 추천되지 않는 형식이나 본 연구에서는 풍력발전량 계산에 대한 정량적인 개념을 제시하기 위한 목적으로 가상의 설치 시나리오를 검토하였다. 즉, 성능곡선(power curve)이 공개되어 있는 미국 Southwest사의 1kW급 수평축 소형 풍력발전기인 Whisper 200 모델 총 16기를 고층건물 원형 옥상부의 지지구조물 기둥사이에 설치한 경우에 대하여 평가하였다. 풍력발전의 손실요인으로는 설비가동률(availability)이 95%, 후류손실(wake loss) 15%, 동계 빙결(icing) 2% 그리고 계통손실(grid loss) 2%를 적용하였다. 이러한 조건에 따르면 총 16 kW 설비용량의 풍력발전 시스템을 구성할 경우 연간 설비이용률(capacity factor)은 19.2%, 연간에너지생산량(AEP; Annual Energy Production)은 26.9MWh로 추산되었다.

Table 1. AEP(Annual Energy Production) prediction by BIAT(Building-Integrated Wind Turbines).

Month	Annual Mean Wind Speed (m/s)	Time At Zero Output (%)	Time At Rated Output (%)	Mean Net Power Output (kW)	Mean Net Energy Output (kWh/yr)	Net Capacity Factor (%)	Gross Energy Output (MWh/yr)
Jan	4.25	44.22	1.21	0.1	100	13.4	1.60
Feb	4.43	44.94	1.49	0.2	108	16	1.73
Mar	6.88	14.92	2.82	0.3	244	32.8	3.90
Apr	3.98	43.33	0.14	0.1	77	10.7	1.23
May	5.74	35.89	3.49	0.3	194	26	3.10
Jun	3.62	58.61	0.42	0.1	72	10.1	1.15
Jul	4.26	57.26	0.67	0.1	104	14	1.66
Aug	6.56	38.04	4.7	0.3	217	29.2	3.47
Sep	6.43	33.61	4.17	0.3	208	28.9	3.33
Oct	3.88	54.7	0.81	0.1	91	12.3	1.46
Nov	4.72	44.31	1.53	0.2	125	17.4	2.00
Dec	4.95	34.01	0.94	0.2	140	18.8	2.24
Overall	4.98	41.93	1.87	0.2	1,681	19.2	26.88

참고 문헌

- 김현구 (2009) 국가바람지도(National Wind Atlas), 설비저널, 38(7), 1-7.
 윤성욱, 전완호, 김현구 (2009) 풍력발전 복합형 건축물에 대한 고찰, 풍공학회지, 13(3), 45-51.