

플로팅 건축에서의 풍력 활용 가능성에 관한 연구

† 김 용 이

† 군산대학교 건축공학과 교수

요 약 : 플로팅 건축물이 지어지는 수상은 풍력 자원이 풍부한 것으로 알려져 있다. 건축물에서 풍자원을 활용하기 위한 건축설계적 인 노력이 부족한 실정이다. 이 연구에서는 플로팅건축물의 지붕 형태에 대한 수치해석을 통하여 풍력 활용 가능성을 검토하였다.

핵심용어 : 정주형 플로팅 건축, 건물일체형 풍력시스템, 지붕 형상, 수치해석

1. 서론

연구의 배경 및 목적

- 수상은 풍력과 태양광이 지상에 비하여 상대적으로 풍부
- 건물일체형의 풍력 설계 기술이 부족
- 풍력 활용을 위한 지붕 형상 설계 자료 제시

연구의 내용 및 방법

- 풍자원 분석
- 건물일체형 풍력시스템 사례 분석 및 모델링
- 지붕 형상 설계에 따른 에너지생산량 비교

1

2. 풍자원 분석

● **전북지역 풍자원 분석**

연평균 풍속

풍력발전

풍속의 Weibull분포

에너지 밀도

● **전남지역 풍자원 분석**

| 위치 | 평균풍속[m/s] | 에너지밀도 [kWh/m ² /y] | 주풍향 [편도] | 적정기간 |
|------|-----------|-------------------------------|--------------|-----------------|
| 인아도 | 8.62[9m] | 3,889.8 | N[NW](18.9%) | 2008.12-2008.11 |
| 달노북도 | 8.30[9m] | 4,921.3 | E[18.7%] | |
| 비룡도 | 8.48[9m] | 2,897.6 | N[16.1%] | 2008.11-2007.11 |

2

2. 풍자원 분석

● **수역별 풍자원 분석**

연평균 풍속

최대 풍속

1월 풍속

7월 풍속

주풍향 범위

5m/s이상 주풍향 범위

주풍향 비율

5m/s이상 주풍향 비율

(국립기상연구소, 풍력-기상지원지도, 2009)

2

3. 풍력시스템 사례 분석 및 모델링

● **풍력시스템 사례**

| 유형 | 사 례 | | | |
|-----------------|--------------------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|
| 건물 부착형 풍력터빈 | Logan airport, Boston | DOR Tower, Miami | The Green Building | Strata E1, London |
| 건물 사이 섬 지형 풍력터빈 | The Bahrain World Trade Centre | Project W&E - Irid | Turbine Tower | |
| 건물 관동형 풍력터빈 | Pearl River tower | High-rise integration | Vestform | |

4

† 교신저자 solarview@kunsan.ac.kr

3. 풍력시스템 사례 분석 및 모델링

BIWT의 유형 분석

| BIWT의 유형 | 상대적 에너지 생산 | | | |
|-----------------|------------|---------|---------|------|
| | 균일 | 약한 일방향성 | 강한 일방향성 | 양방향성 |
| 육상 설치형 | 1.12 | 1.12 | 1.12 | 1.12 |
| 원형 육상 설치형 | 1.15 | 1.15 | 1.15 | 1.15 |
| 원형 육상의 집류장지형 | 1.03 | 1.07 | 1.10 | 1.16 |
| 건물 정면의 라형 집류장지형 | 1.24 | 1.27 | 1.31 | 1.38 |
| 건물 정면의 원형 집류장지형 | 1.36 | 1.39 | 1.43 | 1.51 |
| 건물 측면 설치형 | 0.78 | 0.81 | 0.84 | 0.88 |
| 건물 사이 설치형 | 0.89 | 1.03 | 1.07 | 1.13 |

주) 동일한 지상고의 독립형 풍력타워에서 생산되는 에너지에 대한 상대적인 크기

5

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

수치해석을 위한 실험계획법

| 요인 | Aidegruel | Bidegruel | Cidegruel |
|----|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 10 | 10 | 15 |
| 2 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | 30 | 30 | 25 |
| 4 | 40 | 40 | 30 |

다구치기법을 이용하여 16개case 선출

| case | Aidegruel | Bidegruel | Cidegruel |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| case1 | 10 | 10 | 15 |
| case2 | 10 | 20 | 20 |
| case3 | 10 | 30 | 25 |
| case4 | 10 | 40 | 30 |
| case5 | 20 | 10 | 20 |
| case6 | 20 | 20 | 15 |
| case7 | 20 | 30 | 20 |
| case8 | 20 | 40 | 25 |
| case9 | 30 | 10 | 25 |
| case10 | 30 | 20 | 30 |
| case11 | 30 | 30 | 15 |
| case12 | 30 | 40 | 20 |
| case13 | 40 | 10 | 30 |
| case14 | 40 | 20 | 25 |
| case15 | 40 | 30 | 20 |
| case16 | 40 | 40 | 15 |

한국건설기술연구원 풍력기술개발사업 연구 5

3. 풍력시스템 사례 분석 및 모델링

건물일체형 풍력시스템(BIWT) 모델링

Design Concept

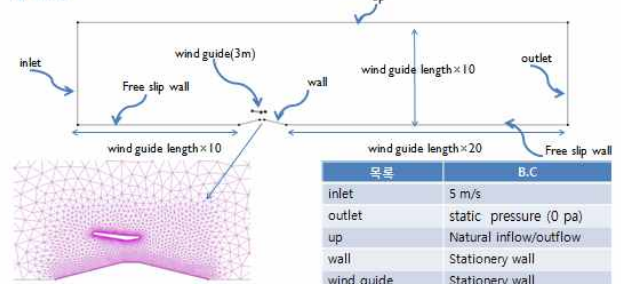
- 한 세대가 사용
- 옥상에 풍력터빈을 설치
- 집중효과를 이용한 날개
- 풍향의 영향이 적은 수직형



6

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

경계조건



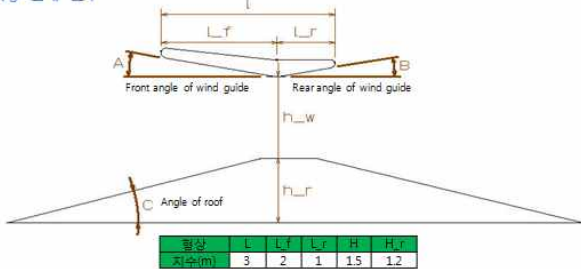
Mesh 최대 최소 크기 : 2~0.03m
Mesh 수 : 19만

| 목록 | B.C |
|-----------------|------------------------|
| inlet | 5 m/s |
| outlet | static pressure (0 pa) |
| up | Natural inflow/outflow |
| wall | Stationery wall |
| wind guide | Stationery wall |
| Turbulent model | Standard k-ε |
| Free slip wall | Free slip wall |

한국건설기술연구원 풍력기술개발사업 연구 9

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

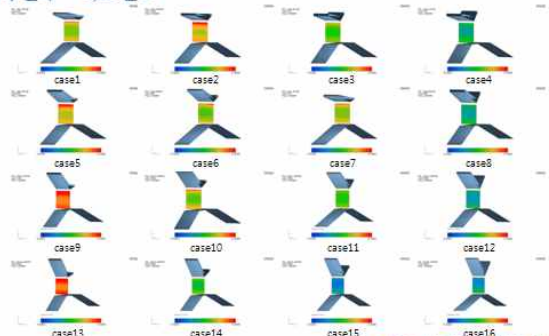
지붕 설계 변수



한국건설기술연구원 풍력기술개발사업 연구 7

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

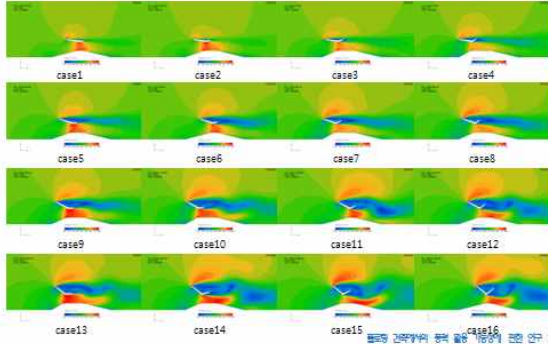
해석 결과 - 속도 분포



한국건설기술연구원 풍력기술개발사업 연구 10

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

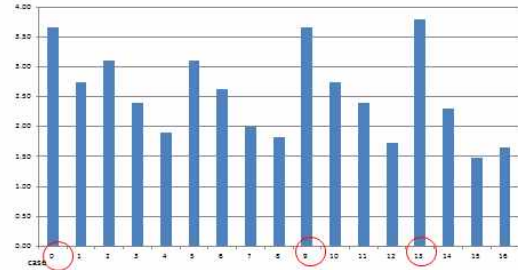
해석 결과 - 유동분포



동양 건설회사 풍력 실험 기술팀 연구 안주 11

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

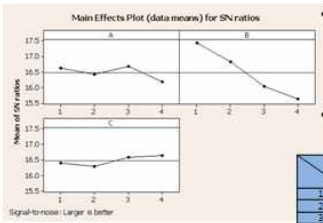
에너지 생산량



동양 건설회사 풍력 실험 기술팀 연구 안주 14

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

설계 인자 분석



- SN 비 분석
 - A 변수 3번일 때
 - B 변수 1번일 때
 - C 변수 4번일 때
- 가장 높은 결과를 가진 경우를 예측할 수 있다.

| | Aidagrei | Bidagrei | Cidagrei |
|---|----------|----------|----------|
| 1 | 10 | 10 | 15 |
| 2 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | 30 | 30 | 25 |
| 4 | 40 | 40 | 30 |

→ case0

* A3, B1, C4 의 조합일때 가장 높은 결과를 얻을수 있지만
다구치 직교배열표를 보면 이경우에 대한 해석은 포함되지 않았으며
C변에서 4번가 3번이 유사하게 결과를 미치는 것을 확인 할수 있다.
이를 직교배열표에 적용시키면 case9번에서 가장 높은 속도를 얻을것을 확인 할수 있다.

동양 건설회사 풍력 실험 기술팀 연구 안주 12

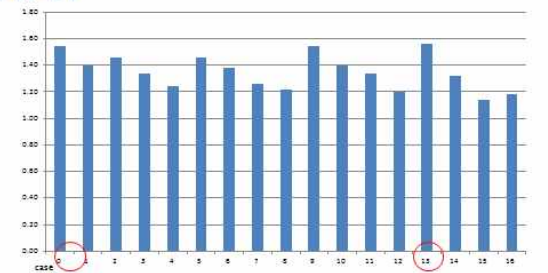
4. 지붕 설계를 위한 수치해석

- A** Wind guide의 앞쪽 각도(A)가 30°까지 증가 시 wind guide 성능 지수 중 가장지만 40°에서는 감소하는 경향을 보였다. 이는 강풍 영역이 Wind guide내보다 뒤쪽으로 더욱더 발달하여 나타난 영향으로 보인다.
- B** Wind guide의 뒤쪽 각도(B)가 증가 시 wind guide 성능 지수 감소한다. 그 이유는 수치해석 결과 강풍영역이 풍력 발전기가 설치될 곳보다 뒤쪽 으로 형성 되어 나타난 결과로 해석된다.
- C** 지붕의 각도(C)각도가 최적수준 미세하지만 Wind guide 성능 지수가 커지는 것을 확인 할 수 있었다.

동양 건설회사 풍력 실험 기술팀 연구 안주 15

4. 지붕 설계를 위한 수치해석

성능지수 분석



$$\text{wind guide 성능 지수} = \frac{u_{\text{guide}}}{u_{\text{city}}}$$

u_{city} = inlet velocity u_{guide} = wind guide velocity

후 기

본 논문은 2010년 국토해양부 기술연구개발의 지역기술혁신사업(과제번호: 10지역기술혁신B01)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.