

# 건축전기설비기술사 문제 해설.

글 / 김세동 (두원공과대학 교수, 공학박사, 기술사 e-mail : kmse@doowon.ac.kr)

**풍력발전 장치를 풍차의 종류에 따라 분류하고, 풍력발전의 구성개요 및 특징에 대해서 설명 하시오.**

☞ 본 문제를 이해하기 위해서는 스스로 문제를 만들고, 답을 써보시오. 그리고, 기억을 오래 가져갈 수 있는 아이디어를 기록한다.

| 항 목               | Key Point 및 확인 사항  |
|-------------------|--|
| 가장 중요한 Key Word는? | 풍력발전장치   |
| 관련 이론 및 실무 사항     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 풍력발전의 개념에 대해서 알고 있나요?</li> <li>2. 풍차의 종류에 대해서 알고 있나요?</li> <li>3. 풍력발전기의 구성에 대해서 알고 있나요?</li> <li>4. 수직축과 수평축 풍력발전기에 대해서 비교할 수 있나요?</li> <li>5. 바람의 세기가 어느 정도이면 풍력발전을 할 수 있나요?</li> <li>6. 설치 시 주의사항을 알고 있나요?</li> </ol> |

[해설]

1. 풍력발전의 개요

풍력발전은 풍력을 풍차로 기계적 에너지로 변환해서 발전하는 것으로서 비록 그 규모는 작으나 자연 에너지 이용의 신시스템으로서 각광을 받고 있다.

풍력 에너지 E는 다음 식으로 주어진다.

$$E = \frac{1}{2} \rho A V^3 [W]$$

단, ρ : 공기의 밀도

V : 평균풍속[m/s]

A : 흐름의 단면적[m<sup>2</sup>]

위의 식으로부터 알 수 있듯이 출력발전시스템의 출력은 풍속의 3승에 비례하기 때문에 가장 불안정한 발전시스템이라 할 수 있다. 그리고, 풍차 출력을 크게 하기 위해서는 회전자를 크게 해야 하기 때문에 탑도 높아진다. 예상될 최대 풍속으로 풍차를 설계한다는 것은 비경제적이기 때문에 프로펠러 풍차에서는 날개의 피치를 변화시켜서 여분의 바람을 일부 그냥 통과시키도록 하고 있다.

2. 풍차의 종류

풍차에는 수직축과 수평축으로 분류되며, 비교적 대용량의 발전에 적합한 형태로서는 2~3매 날개의 프로펠러 풍차와 다리우스 풍차가 사용되고 있다.

1) 수평축 풍차 : 프로펠러형, 네덜란드-4암형, 다익 미국형, 세일윙형

2) 수직축 풍차 : 다리우스형, 바들형, 사보니우스형

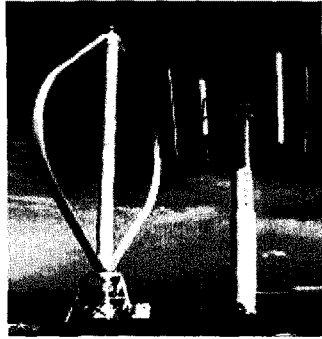
여기에서는 프로펠러형과 다리우스형의 특징을 비교하면 다음과 같다.

① 프로펠러형

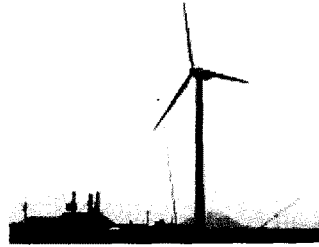
- 장점 : 현재의 형식 중에서 가장 효율이 좋고, 소형에서 대형까지 가장 널리 이용되고 있다.
- 단점 : 풍차의 회전축을 바람을 향하게 하여야 하고, 발전기 등의 중량물을 지지물의 상부에 설치하여야 한다.

② 다리우스형

- 장점 : 풍향에 대하여 무지향성이며, 발전기 등의 기기를 풍차 회전축의 상부에 설치할 수 있고, 보수 점검이 손쉽다.
- 단점 : 프로펠러형보다 고가이며, 큰 시동토크가 필요하다.



[그림 1] 수직축 발전기

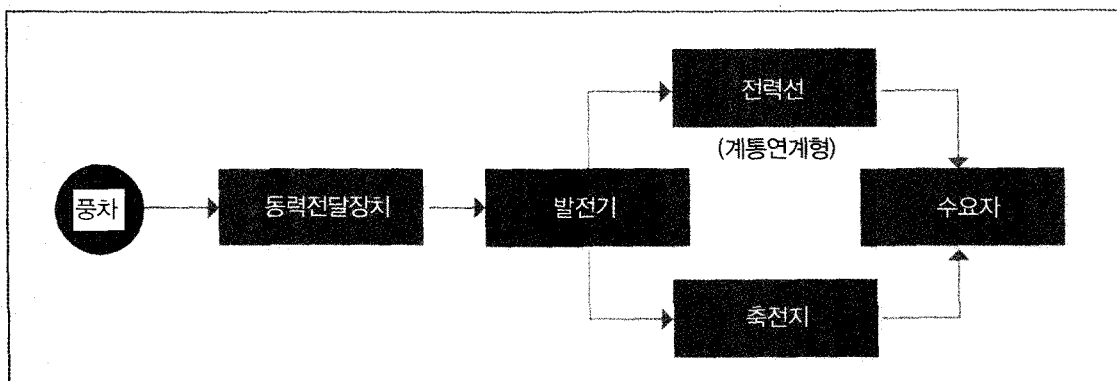


[그림 2] 수평축 발전기

3. 풍력발전시스템의 구성

풍력발전기는 바람에너지를 기계에너지로 변환하는 회전자와 나셀(nacelle)로 불리는 동력장치실 내부에는 동력전달장치, 증속기(gear box), 발전기 및 요잉장치 등이 있고, 이들 부품들을 지지하는 철탑과 철탑 바닥에는 무인 운전을 가능하게 하는 제어장치들로 구성되어 있다.

- 풍차날개(Blade) : 바람의 운동에너지를 기계적 회전력으로 변환
- 동력전달장치(Gearbox) : 입력된 에너지를 증폭
- 발전기 : 기계적 회전력을 전기에너지로 변환
- 전력변환장치(Inverter) : 직류(DC)전기를 교류(AC)전기로 변환



[그림 3] 풍력발전시스템의 구성

#### 4. 풍력발전기의 종류와 특징

풍력발전기는 시스템의 형태에 따라 수직축 풍력발전기(VAWT, vertical axis wind turbine)과 수평축 풍력발전기(HAWT, horizontal axis wind turbine)로 분류된다.

즉, 풍력발전기는 날개의 회전축이 놓인 방향에 따라 수평축 발전기와 수직축 발전기로 나뉜다. 수직축 발전기는 땅 위에 세워진 기둥 주위에 볼록한 형태의 큰 날개가 붙어서 서서히 도는 형태를 하고 있다. 그러나, 수직축 발전기는 수평축에 비해 효율이 떨어지기 때문에, 현재 풍력발전기 시장에서 판매되는 것은 거의 모두 수평축발전기이다. 수평축 풍력발전기도 크게 날개의 수가 세 개인 것과 두 개인 것으로 나눌 수 있다.

다리우스형 수직축 풍력발전기 날개가 두 개인 형태는 주로 바다에 세우는 초대형 발전기(예상 발전용량 3-6메가와트)에 많고, 지상에 세워지는 풍력발전기는 대부분 세 개의 날개를 가지고 있다.

또한, 풍력으로부터 오는 힘이 발전기에 전달될 때 기어라는 중개 장치를 이용하는지, 그 힘이 날개 이외의 아무런 매개체도 거치지 않고 직접 전달되는지에 따라 형태가 달라진다. 날개의 도는 힘이 직접 발전을 돌리는 형태는 최근에 독일의 에너콘(Enercon)이라는 회사에서 개발한 것으로, 기어를 거치지 않기 때문에 효율이 조금 높아진다는 이점을 가지고 있다.

#### 5. 풍력발전기의 타당성 검토

풍력발전기를 세우려면 먼저 대상 지역에서 부는 바람의 세기와 성질을 조사해야 한다. 조사 결과가 나오면 이에 따라 그 곳에 가장 적합한 풍력발전기의 형태와 크기 그리고 여러 개를 설치할 경우에는 어떻게 배치할 것인가가 결정된다. 바람의 세기가 약 4m/s 이상인 곳에는 풍력발전기를 세울 수 있는데, 바람은 공중으로 올라갈수록 강하게 불기 때문에 바람이 약한 곳에도 풍력발전기를 높게 세우면 전기를 생산하기에 충분한 바람을 얻을 수 있다.

#### 추가 검토 사항

☞ 공학을 잘 하는 사람은 수학적 사고를 많이 하는 사람이란 것을 잊지 말아야 한다. 본 문제에서 정확하게 이해하지 못하는 것은 관련 문헌을 확인해 보는 습관을 길러야 엔지니어링 사고를 하게 되고, 완벽하게 이해하는 것이 된다는 것을 명심하기 바랍니다. 상기의 문제를 이해하기 위해서는 다음의 사항을 확인바랍니다.

1. 풍력발전기를 운전 형태에 따라 분류해 보면 다음과 같다.

|         |       |   |
|---------|-------|---|
| 운전형태 분류 | 독립운전형 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 도서지역 등의 독립 전원용</li> <li>• 연계방식 : AC/DC/AC</li> <li>• 디젤, 태양광 등과 복합발전으로 적용</li> </ul>     |
|         | 계통연계형 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 발전원의 대체 전원용</li> <li>• 연계방식 : AC/DC/AC, AC/AC</li> <li>• 대규모로 Power Plant용</li> </ul> |

독립운전형은 전력계통이 없이 생산된 전력을 사용자에게 직접 공급하는 방식으로 저장장치인 축전기와 보조 전력인 디젤발전기 등과 함께 복합적으로 사용되는 형태로서 도서지역, 산간오지, 등대 및 통신장비 전원용 등으로 활용되고 있다.

계통연계형은 풍력발전기는 연계되는 전력계통의 조건에 맞게 저압/중압/고압으로 계통에 연계됨으로 변압기, 계통연계장치 등을 포함하여 구성되어 있다.

2. 풍력발전설비의 설치시 유의 사항에 대해서 '건축물의 에너지절약설계기준'에서 정하고 있는 사항에 대해서 알고 있나요?

- 1) 풍력발전설비는 건축물의 설치 유효공간, 연중 풍향 및 풍속, 경제성, 안전성 등을 고려하여 풍력발전 적용 여부 및 적용시스템의 종류를 선정하여야 한다.
- 2) 풍력발전설비는 설치 가능위치와 발전 효율을 고려하여 최적의 효율을 얻을 수 있도록 설계하여야 한다.
- 3) 대지에서 연중 일정한 풍향 및 풍속을 얻을 수 있는 위치를 고려하여 발전설비를 설치한다.
- 4) 태풍 등 과도한 풍속에 의해 발전설비 및 발전설비의 전복으로 인한 주변 피해를 방지할 수 있어야 한다.

3. 대체에너지의 발전전력 기준가격(2002. 6. 3)이 정해져 있으며, 알고 있나요?

대체에너지를 이용하여 전력을 생산할 경우 생산가격과 전력시장에서 거래되는 판매가격과의 차액을 정부로부터 보조받을 수 있다. 대체에너지 발전기준의 세부 가격을 보면, 태양광발전의 경우 714.40원/kWh, 풍력발전은 107.66원/kWh, 소수력은 73.69원/kWh으로 결정되었다. 그러나, 실제로는 지난해 평균 전력거래가격인 48.80원/kWh은 대체에너지 기준가격에서 빼고 나머지 차액만을 지원한다. 즉, 태양광은 714.40원/kWh에서 지난해 평균 전력거래가격을 뺀 나머지 667.60원/kWh만을 대체에너지 발전기업체에 지원된다. KEA

[참고문헌]

1. 송길영, 발전공학, 동일출판사, 2004
2. 김두훈, 류지윤, 해외 풍력발전기술의 동향과 전망, 2001
3. 기우봉, 풍력발전 기술의 현황과 동향, 전력기술인, 2002. 12
4. 국토해양부, 건축물의 에너지절약설계기준, 2009
5. <http://kemco.or.kr>