

## 풍력발전기에 의한 전파간섭 영향평가 기초연구

김현구<sup>1)</sup>, 김효태<sup>2)</sup>

### Basic Study on Radio-Wave Interference Assessment of Wind Turbines

Hyun-Goo Kim, Hyo-Tae Kim

**Key words** : Radio-Wave Interference (전파간섭), Forecasting System(예보시스템), Neural Network (신경망회로), Measure-Correlate-Predict(MCP; 측정-상관-예측)

**Abstract** : This paper introduces a radio-wave interference assessment of wind turbines that were planned to be installed at Homi-Cape in Pohang region where wind resource has been evaluated worthwhile developing a wind farm. In that area, AM radio station with two antennas and a harbor radar facility are located so that radio-wave coupling is inevitable if the wind farm is designed without considering radio-wave environmental impact. A low-frequency analysis using MoM (Method of Moment) is used to examine interference effect caused by wind turbines and an optimal layout minimizes coupling effect is presented.

#### 1. 서론

본 논문은 경상북도 동해안 중 풍황이 우수한 것으로 조사된<sup>[1,2]</sup> 포항 호미곶의 풍력발전 단지 조성 타당성을 검토함에 있어서 대상지역 내 존재하는 AM 방송국, 항만 통신시설 등 전파설비와 풍력발전기간의 상호간섭에 의한 전파환경 영향평가를 수행함으로써 전파간섭이 최소화되면서 최대 에너지 수확이 가능한 풍력발전기의 배치를 결정하는 방법론에 대하여 소개하고자 한다.

#### 2. 연구내용 및 결과

포항 호미곶 일대에는 항만 통신시설, AM1, AM2 방송국 등 다수의 전파 송수신 시설이 존재한다. 이들은 각각 독립적으로 원하는 정보를 송수신하도록 고안되었기 때문에 또 다른 특정 도체가 존재할 경우에는 안테나와의 동조(coupling)가 발생하여 안테나 특성에 변화를 주게 된다. 비록 풍력발전기는 실제 현장측정에서 확인된 바와 같이 자체적으로 전자파를 방출하지는 않지만, 통신설비의 안테나에서 송신된 전자파 신호가 도체인 풍력발전기 표면에 입사되면 표면전류가 유도되며 표면전류는 자체적으로 전자파를 방출하게 됨으로써 안테나의 전자파 신호와 동조가 발생할 수 있다. 동조는 안테나로부터 일정거리 이상 이격되면 미약해지므로 영향을 무시할 수 있으나 사용주파수 파장에 비하여 짧은 거리 내에 새로운 구조물이 추가될 경우 그로인한 안테나 제정수 변화는 원치 않는 신호를 발생시키게 된다.

본 연구에서는 풍력단지 구성에 따른 통신설비

와의 전자파 동조를 계산하여 안테나 패턴 왜곡을 평가함으로써 전파환경에 영향을 미치지 않도록 풍력단지 배치를 도출하였다. 이를 위하여 풍력발전기와 지형을 삼각패치로 재구성하고 각 패치표면에서의 전류를 계산, 이로부터 방출되는 산란파를 산출하여 전파환경을 분석하였다. 이때 풍력발전기는 회전자의 회전 및 전파 입사각도에 따른 영향을 고려하여 해석을 수행하였다(그림 1).

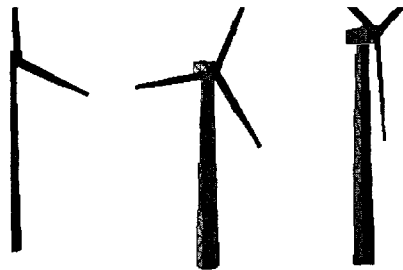


Fig. 1 풍력발전기 각도별 패치모델링

그림 2의 호미곶 지도를 보면 풍력자원 측정은 [0020], [0022], [0023], [0024] 네 지점에서 수행되었으며 AM 안테나는 [0020] 인근에, 항만 통신시설은 기상청 무인관측소인 [808] 인근에 위치하고 있다.

1) 한국에너지기술연구원 풍력발전연구단  
Email: hyungoo@kier.re.kr  
TEL: 042-860-3376 FAX: 042-860-3543  
2) 포항공과대학교 전기전자공학부 교수

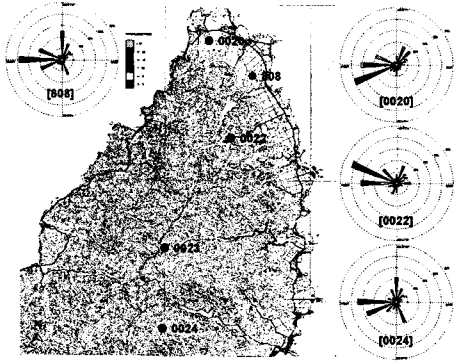


Fig. 2 포항시 호미곶 기상측정탑 배치도

Table 1 각 통신시설의 안테나 사양

	주파수	높이	전력	형태
AM1	1035kHz	95m	10kW	다이폴
AM2	558kHz	150m	50,200kW	2에레이
항만통신	310kHz	45m	300W	다이폴

AM 1 라디오 안테나의 사용 주파수는 1,035kHz, 파장은 290m이며 풍력발전기의 높이를 70m로 가정하면 파장의 1/4에 해당되므로 전자기적 공명(resonance)이 클 것으로 예상된다. 안테나의 지향성(directivity) 계산결과에 의하면 풍력발전기 6기를 설치할 경우 1km 반경 이내에 위치하게 되는 3기의 풍력발전기에 의하여 동조가 크게 일어날 수 있음을 확인하였다. 전파간섭 분석결과에서도 인근에 풍력발전기 6기를 배치하면 그림 3 (1)과 같이 근전계에 상당한 왜곡이 발생함이 확인된다. 반면 그림 3 (2) 수정 배치안은 방송전파 수신에 영향이 없는  $\mu\text{dB}$  이하로 왜곡율이 감쇄되는 것으로 평가되었다.

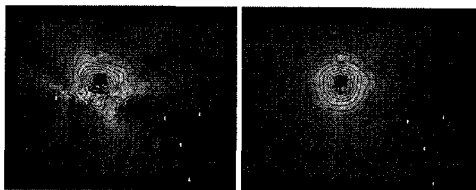


Fig. 3 풍력발전기 설치에 따른 근전계 변화

AM 2 라디오 방송 안테나는 사용 주파수 558kHz, 파장 538m로 공진은 없을 것으로 판단되며 원전계 지향성 예측결과인 그림 4 (1)과 같이 풍력발전기 설치유무에 상관 없는 결과를 보이고 있다. 한편 항만 통신시설 안테나의 사용 주파수는 310kHz, 파장은 968m로 역시 공진 가능한 주파수 영역대가 아니며 그림 4 (2)와 같이 원전계의 왜곡도 없는 것으로 나타났다. 참고로 그림 4에서 풍력발전기 설치 전후의 원전계를 실선과 점선으로 구분하였으나 전파간섭이 거의 없는 관계로 두 결과가 하나의 선으로 표시되었다.

참고로 그림 4의 원전계 지향성이 왜곡된 형태는 풍력발전기에 의해서가 아닌 지형의 영향 때문이다. 참고로 군용레이더 시설의 경우에는 관측의 방해요소가 전파적 장애와 광학적 장애로 분류된다. 특히 GHz 단위의 고주파수 대역의 레이더 관측 시 빛과 같이 직진성이 강하므로 레이더 전방에 광학적 장애물이 존재하면 투과가 불가능하므로 장애물 후방각도가 사각이 되므로 전파방해보다 그림자 영역에 대한 방위각 및 고각의 분석이 필요하다.

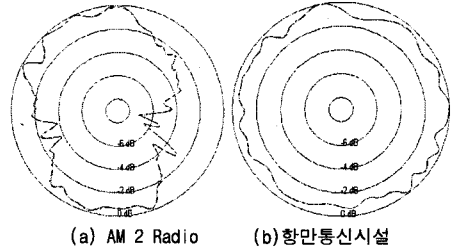


Fig. 4 풍력발전기 설치에 따른 원전계 변화

### 3. 결과 및 고찰

포항시 호미곶 일대에 풍력발전단지를 건설할 경우, 대상지역 내에 존재하는 라디오 방송국 및 항만 통신시설과의 전파간섭 영향을 근거리에서의 근전계, 원거리에서의 방사패턴에 대하여 평가한 결과에 의하면 AM1 방송안테나의 경우 풍력발전기가 영향권 이내에 존재하게 되어 다소간의 패턴왜곡이 발생함을 확인하였다. 그러나 AM2와 항만 레이더와의 간섭현상은 무시할만한 수준이었으며, AM1 안테나와의 간섭을 최소화하기 위하여 이격거리를 두도록 풍력발전기를 재배치한 경우에는 모든 경우에 대하여 전파간섭 영향은 매우 미약한 것으로 평가되었다.

본 연구를 통하여 향후 풍력발전단지를 건설할 때 전파 송수신 설비와 근접한 경우에는 전파간섭 영향평가가 필요함을 확인하였다.

### 후기

본 연구는 (재)포항산업과학연구원의 자체 연구과제로 수행된 「포항 풍력발전 단지조성 기반 연구」의 일부임을 밝힙니다.

### References

- [1] 김현구, 최재우, 손정봉, 정우식, 이화운, 2003, "풍력발전 단지조성을 위한 바람환경 분석," 한국대기환경학회지, Vol. 19, No. 6, pp. 745-756.
- [2] 김현구, 2004, "포항지역 풍속전단 형태분석과 측정-상관-예측법의 응용," 한국신재생에너지학회지, Vol. 1, No. 2, pp. 26-33.
- [3] 김현구, 2003, "포항 풍력발전 단지조성 기반 연구," (재)포항산업과학연구원, 2002H016.