

# 해상기상관측 시스템 및 실시간 원격 모니터링시스템 개발

고석환\*, 장문석\*, 이윤섭\*\*

\*한국에너지기술연구원(korea19@kier.re.kr, msjang@kier.re.kr),  
\*\*공주대학교 전기전자제어공학부(yslee@kongju.ac.kr)

## The Development of Offshore Wind Resource Measurement System and Remote Monitoring System

Ko, Suk-Whan\* Jang, Moon-Seok\* Lee, Youn-Seop\*\*

\*Korea Institute of Energy Reserch (korea19@kier.re.kr, msjang@kier.re.kr),  
\*\*Dept. of Electrical · Electronic · Control Eng. National Kongju University(yslee@kongju.ac.kr)

### Abstract

The purpose for installation of offshore weather station is a measurement of wind resources and so on. If weather station is operated, it will be possible to analysis for wind resource and arrangement of wind farm by using measured data. In this paper, we carried out the development of offshore wind resource measurement system for measuring offshore wind resource. Also, In order to monitor for real-time wind data with 1 Hz, we installed the wireless transmission system. All wind characteristic data are sent to the server PC through the this system is connected outport of DataLogger. Transmitted wind data were used in order to look at in the Web-page and tablet PC on a real time basis in a graph. In this paper, we will introduce about the wind resource measurement and remote monitoring system that is the result of study.

Keywords : 모니터링 시스템(Monitoring System), 원격(Remote), 풍황계측 기상탑(Met Mast), 해상풍력단지(Offshore wind farm), 스마트폰 및 태블릿 PC(smart phone and tablet PC)

### 1. 서 론

화석연료 고갈에 대비한 에너지원의 다변화와 국제 기후변화 협약 등 국제적인 환경규제에 능동적으로 대처하기 위한 핵심 미래 에너지원의 개발에 심혈을 기울여야할 현재 상황에

풍력기술을 포함하는 신재생에너지 기술은 이러한 맥락에서 국제적인 관심과 시대적인 각광을 받고 있는 친환경 미래에너지기술이라 할 수 있다. 재생에너지원 중에서도 풍력 발전은 타 에너지원보다 경제적이고 대단위 단지 건설이 가능하기에 더욱더 각광받고 있다.

투고일자 : 2011년 10월 17일, 심사일자 : 2011년 10월 22일, 게재확정일자 : 2011년 12월 20일  
교신저자 : 이윤섭(yslee@kongju.ac.kr)

특히 해상풍력은 육상풍력과 비교하여 에너지밀도가 높으며, 단지확장의 제약 및 민원소지 가능성이 적어 세계적으로 해상단지 발굴이 활발히 이루어지고 있다. 우리나라의 경우 해상풍력을 국가 신성장 동력으로 지정하고 산업 활성화를 위해 해상풍력 로드맵을 발표하였으며, 해상단지 조성을 위한 1차 실증단지를 구축을 준비 중이다.<sup>[1],[2]</sup>

풍력산업의 선진국인 독일에서는 2030년까지 30GW를 설치하여 운영을 계획하고 있다. 이에 해상 풍황 자원 측정 및 바다 환경 데이터 측정 등을 위하여 북해 인근에서 지속적으로 바람, 파도, 환경데이터 등을 측정하고 있다. 현재 해상단지가 구축이 일부 되어 상용 운전 중에 있음에도 지속적으로 데이터를 수집 중에 있음을 알 수 있다.<sup>[4],[5]</sup>



그림 1. FINO 1, 2, 3<sup>[9]</sup>

그림 1은 북해 인근에 설치된 FINO의 설치도를 나타내고 있다. FINO 1은 기초구조물의 형상이 자켓 타입이며, FINO 2, 3은 모노파일 형태로 구축이 되어 있다. 그림 2는 FINO 기상탑의 설치위치를 나타낸다. FINO 기상탑의 설치 목적은 향후 해상풍력이 미래 에너지 자원으로 중요한 역할을 수행할 것을 예상하고 해상풍력발전기의 설계를 위한 각종 설계조건,

해상풍력 단지배치, 바다 환경 영향 조사, 해상풍력 단지의 타당성 평가를 위해서이다. FINO 기상 데이터의 저장 및 전송을 위성통신을 한다. 그러나, 위성통신의 경우 시간에 제약이 있으며, 경제적으로 많은 비용이 소비된다.



그림 2. FINO 1, 2, 3의 위치<sup>[9]</sup>

국내의 경우 2010년 10월 서남해안에 해상풍력실증단지구축을 위한 타당성 연구사업을 통하여 국내 최초로 그림 3과 같이 해상기상탑(해모수)이 구축이 되었다.<sup>[6]</sup>



그림 3. 해모수 해상기상탑

본 논문에서는 해상풍력단지건설 및 구축에 있어 아주 중요한 해상기상탑의 풍황자원 측정시스템 설계 및 실시간 데이터 원격 모니터링 시스템 설계에 대하여 논하였다. 또한,

실시간 전송데이터를 휴대가 간편한 태블릿 PC에서 감시 가능하도록 태블릿 PC 어플리케이션을 구현하였다.

## 2. 해상기상탑 Boom의 설계

서남해 해상실증단지의 바람자원 분석을 위하여 그림 3과 같이 위도와 안마도 사이 해역에 해상 기상탑을 설치하였다. 해상기상탑에는 총 8개의 풍속, 4개의 풍향, 2개의 운습도 및 대기압계가 그림 4의 배치도와 같이 설치되어 있다.

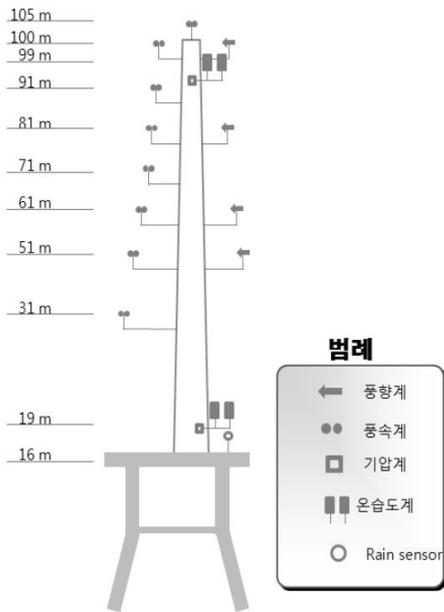


그림 4. 센서의 Type 및 종류

센서를 설치하기 위한 Boom의 설계는 IEC 61400-12-1의 ANNEX G(Mounting of Instruments on the Meteorology Mast)의 설치 기준에 따라서 수행이 되었다.<sup>[3]</sup> 향후 실증단지 성능평가를 위해서도 풍향 센서의 설치에 상당히 중요하다. 해모수 해상기상탑은 사각 격자형 타입으로 기상탑 중앙에서 풍속의 손실률을 감소해 Boom을 설계했다.

$$R = \frac{L}{\frac{1 - U_d}{(0.062 C_T^2 + 0.076 C_T)} + 0.082} \quad (1)$$

여기서,  $R$  : 기상탑 중앙으로부터 이격거리(mm)

$L$  : 기상탑 격자의 길이(mm)

$U_d$  : 풍속입력(왜란률 1%이내)

$C_T$  : 기상탑의 추력계수

식 (1)의  $R$ 은 풍속의 손실률이 1% 이내로 설계하기 위한 기상탑 구조물 중앙으로부터 센서설치 위치를 나타낸다.<sup>[3]</sup> 해모수 기상탑 각 위치에 설치될 기상센서의 이격거리를 계산 결과는 표 1과 같다.

표 1. 측정센서의 이격거리

타워 높이	기상탑길이 (L)mm	R(이격거리) (mm)	설계이격거리 (mm)
100m	713	1286.61	2500
91m	916	1652.92	2500
81m	1195	2156.38	2500
71m	1473	2658.03	3000
61m	1750	3157.88	3500
51m	2027	3657.73	4000
31m	2583	4661.03	5000

## 3. 풍향 계측 모니터링 시스템

### 3.1 모니터링 시스템의 구성

풍향 자원 및 성능평가를 위한 측정자료 데이터 Set은 10분 평균값, 최대값, 최소값, 표준편차로 표시되어야 한다. 본 논문에서 설계한 풍향 계측 데이터로깅 시스템은 10분마다 평균, 최대, 최소, 표준편차 값으로 저장된다. 또한, 원격 실시간 모니터링을 위해 데이터로깅 시스템의 출력단자를 통해 1Hz 데이터를 내보내는 시스템으로 구성되

어 있다.

데이터로깅 시스템으로부터 출력되는 1Hz 데이터는 WCDMA 무선전송기를 통해서 서버로 전송된다. 서버에 저장된 실시간 데이터는 웹페이지 또는 태블릿 PC를 이용해 모니터링이 가능하도록 구성하였다.

그림 5는 모니터링 시스템의 구성도를 나타낸다.

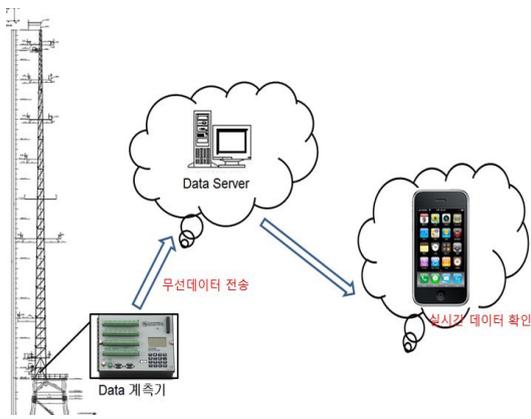
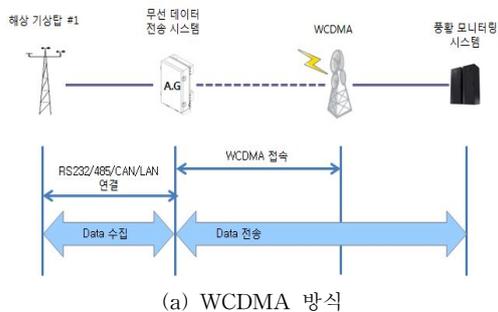
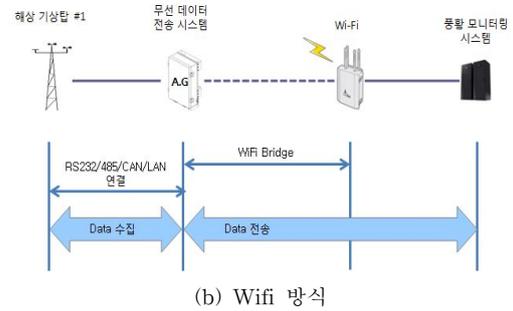


그림 5. 모니터링 시스템의 구성도

그림 6은 해양기상탑 데이터로깅시스템으로부터 서버에 전송되는 데이터 통신방법을 나타낸다. 그림 6의 (a)는 WCDMA 통신방식을 이용하여 데이터를 전송하는 방식이며, 본 연구에서 적용된 방법이기도 하다. 그림 6의 (b)는 무선전송기가 Wifi 지역에 있을 경우에는 WCDMA 방식이 아닌 무선인터넷 전송방법을 나타낸다.



(a) WCDMA 방식



(b) Wifi 방식

그림 6. 데이터 통신 체계도



(a) 기상측정시스템 (b) 무선데이터전송기

그림 7. 모니터링 시스템 설치

그림 7의 (a)는 기상측정시스템의 설치도를 나타내고 있으며, (b)는 무선데이터 전송기의 설치도이다.

### 3.2 실시간 모니터링 프로그램의 구성

풍황계측 데이터로깅 시스템으로부터 출력된 1Hz 데이터는 무선데이터 전송기를 통하여 서버로 전송된다. 서버에 저장된 1Hz 데이터는 10분 평균, 최대, 최소, 표준편차 값으로 자동 저장된다. 웹 브라우저를 통해 실시간 1Hz 데이터를 감시할 수 있도록 구성되었다.

그림 8은 웹브라우저에서 해모수 기상탑의 풍속계별 추이를 그래프로 확인할 수 있도록 구성된 웹페이지이다.

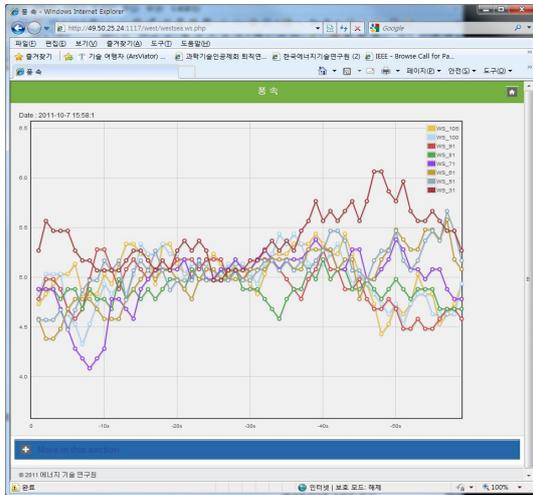


그림 8. 실시간 모니터링 웹 page

본 논문에서는 Apple iOS, Google Android 계열의 태블릿 PC에서 모니터링을 할 수 있도록 앱소프래스 플랫폼<sup>[8]</sup>을 이용하여 웹서버의 출력 데이터를 모니터링 하도록 설계구현하였다. 본 논문에서 사용된 태블릿 PC는 안드로이드 계열의 갤럭시 Tap 10.1을 사용하였다.

데이터서버는 mySQL DB로 구성이 되어 있으며, 현재부터 60초 이전의 데이터를 화면에 표출하도록 구성되었다.

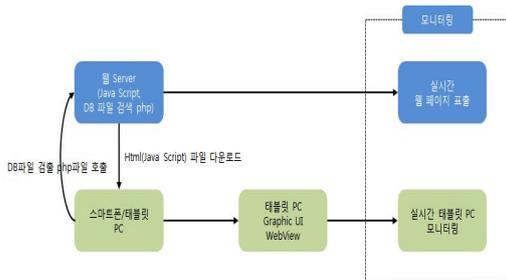
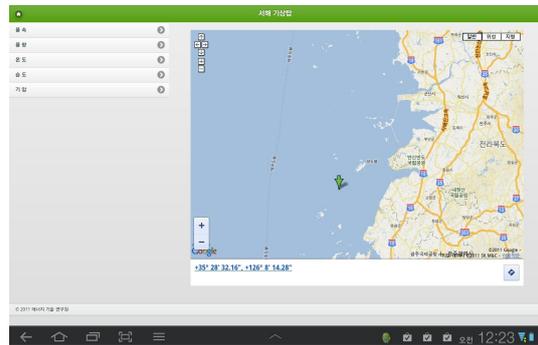


그림 9. 데이터서버 처리 구성도

그림 9는 웹서버로부터 웹페이지 및 태블릿 PC에서 실시간 모니터링 구현을 처리하기 위한 구성도를 나타낸다. 태블릿 PC에서 어플리케이션을 실행하면 html 파일을 다운로드하여 안드로이드 WebView<sup>[7]</sup> 방식과 유사

한 방법으로 서버의 DB데이터를 추출할 수 있는 php 스크립트 페이지를 호출하게 되고, 태블릿 PC에서 해당 페이지를 캐쉬하여 표출된다. 그림 10은 App을 실행한 결과 화면을 나타낸다. 태블릿 PC인 갤럭시 Tap 10.1에서 해상 기상탑 실시간 모니터링 실행화면(b),(c) 및 해상 기상탑의 설치위치(a)를 나타낸 그림이다.



(a) 해모수 기상탑 설치위치



(b) 실시간 풍속현황 모니터링 화면



(c) 실시간 풍향 현황 모니터링 화면

그림 10. 태블릿 PC 실시간 모니터링 화면

#### 4. 결 론

본 연구에서는 해상풍력 실증단지 후보지에 설치된 기상탑의 풍황자원 측정을 위한 시스템을 설계하였다. 해상에 설치된 기상관측 시스템의 실시간 모니터링하기 방법 및 태블릿 PC어플리케이션 구현도 수행하였다. FINO 기상탑은 위성통신을 사용하며, 본 논문에서는 WCDMA 무선전송방법을 사용하였다. 위성통신에 대비하여 경제적이고 시간제약이 없는 장점이 있다.

본 논문에서 구현한 태블릿 PC기반의 어플리케이션은 기상탑의 유지보수에 있어서도 실시간 바다 환경상황(풍속 분포)을 모니터링 할 수 있으므로 활용도가 증가 될 것이다. 또한, 실시간 기상센서의 상태를 점검하므로 계측센서의 고장유무를 실시간으로 확인 할 수 있는 장점이 있다고 할 수 있다.

무선전송기를 이용한 1Hz의 데이터 수집이 많지 않아서, 기상계측 데이터로깅 시스템에 저장된 10분 데이터 값과 비교수행은 하지 못하여 본 시스템의 신뢰성 및 효율성 평가를 수행하지는 못하였다. 향후 연구로는 제안된 시스템의 성능평가를 수행할 예정에 있다.

#### 후 기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다.

(과제 Code : NP2011-0038)

#### 참 고 문 헌

1. "해상풍력 추진단 발족과 해상풍력 로드맵", <http://www.mke.go.kr>, 2010
2. "해상풍력 추진단 정식 발족", <http://www.mke.go.kr>, 2010
3. IEC(International Electrotechnical Commission),

IEC Standard 61400-12-1, Wind turbines - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines, 1rd Ed., 2005

4. Lange, B. "Comparison of wind conditions of offshore wind farm sites in the Baltic and North Sea", Proceeding of the German Wind Energy Conference DEWEK, Wilhelmshaven, Germany, 2004
5. Tautz, S., "Thermal Effects in the Atmospheric Boundary Layer above the North Sea", Diplomarbeit, Universitat Oldenburg, Wind Report 2004-01, 2004
6. 이재경 외, "해상기상탑 통합계측 시스템 설계 및 적용", 풍력에너지저널 제2권, 제1호, pp 53~60, 2011
7. "android developer guide", <http://developer.android.com/>
8. "Appspresso Webpage and developer center", <http://appspresso.com/developer>
9. "FINO 3 Information", <http://www.fino3.de/>