

## 발전용 풍력설비 안전관련 기술기준 및 규정제정 연구

김 한수<sup>1)</sup>

### A Study on Safety Code and Design Guide of Wind Power Plant

Hansoo Kim

Key words : 풍력발전, 기술기준, 표준, 대체에너지, 법정검사

#### Abstract

본 연구는 발전용 풍력설비의 안정적인 전원공급 및 계통운영에 필요한 기술기준 및 규정을 제정하는 것으로 전기사업법 제67조(기술기준)에 따라 전기설비의 안전관리를 위하여 운영중인 기술기준 중 현재 제정되어 있지 않은 「발전용 풍력설비기술기준」 과 법정 기술기준을 구체화하여 설비의 설계, 제작, 시공, 운영, 검사 및 보수시에 기술지침으로 활용할 수 있는 「풍력발전규정」 을 신규로 개발하는 것이다.

현재 기술기준은 전기사업법 제67조(기술기준) 및 동법시행령 제43조(기술기준의 제정)에 따라 전기설비기술기준, 발전용 화력설비기술기준, 발전용 수력설비기술기준 및 발전설비용접기술기준 등 4개가 고시로 운영중이다. 그러나 국내 풍력발전기 설비용량은 약 22MW 이고, 다수가 건설중 이거나 계획중에 있으나 설치허가 및 검사기준이 되어야 할 기술기준이 없는 상황이다.

따라서, 본 연구를 통하여 풍력발전설비에 대한 국내기술의 안정적인 전원공급 및 계통운영에 필요한 기술기준(안) 및 규정(안) 등을 실현 하였다.

#### 1. 서 론

본 연구의 내용은 전기사업법 시행규칙 제28조(인가 및 신고를 하여야 하는 공사계획)관련된 풍력발전설비의 설치공사에 대한 법정검사(사용전검사)기준과 풍력발전설비 기술기준에 따른 세부적 기술사항 및 기술기준의 적합성 평가에 필요한 판단기준으로 풍력발전 규정을 제정하는 것으로 국내·외의 풍력발전 관련 설계회사, 제작회사, 운영회사를 방문 및 풍력발전 관련 세미나 등을 참석하여 자료를 수집하여 「발전용 풍력설비 기술기준」 및 「풍력발전규정」을 작성하였다.

연구결과의 전문성과 공정성 확보를 위하여 풍력발전위원회를 자문기구로 활용하였다.

#### 2. 연구결과

##### 2.1 국내·외 현황분석

##### 2.1.1 세계의 풍력발전

1) 2003년 말 세계 풍력발전 총 설비용량은

1) (사)대한전기협회

E-mail : khs@electricity.or.kr

Tel : (02)2274-1664 Fax : (02)2263-8360

39,294MW이며, 앞으로도 계속적인 성장이 기대되고, 2020년까지 세계전력 수요의 12%(126만MW)를 풍력발전기가 공급할 것으로 전망되고 있다.

2) 풍력발전기의 설치는 세계적으로 급속도로 증가하고 있으며, 2003년도 한해동안 설치된 풍력발전기 용량은 8,133MW로서 2002년도 보다 26% 증가하였다.

### 2.1.2 국내의 풍력발전

1) 2004년 3월 현재 국내 총 설비용량은 약 22MW(전기를 생산하여 한전에 판매하는 풍력발전기 기준)이고, 2018년까지 2,250MW를 보급할 계획이다.

2) 전북 새만금(7.5MW), 경북 포항(5.3MW), 강원 태백(4.5MW) 등 지역에너지산업으로 소규모 풍력발전 시범단지가 조성될 예정이며, 강원 대관령(98MW), 전남 신안(300MW), 경북 영덕(39.6MW), 전남 무안(1,300MW)에 대규모 상업용 풍력발전 단지가 조성될 계획이다.

3) 정부는 풍력발전분야를 대체에너지기술개발 3대 중점분야로 선정하여, 1단계(2000~2007)로 중대형(750kW~1.5MW급) 풍력발전 시스템의 국산화 개발을 지원, 2단계(2008~2012)에서는 대형(1.5~3.0MW) 풍력발전 시스템의 기술개발을 지원, 3단계(2013~2018)에서는 초대형(3MW급 이상) 및 해양풍력발전시스템 개발을 목표로 하고 있다.

## 2.2 각국의 기술기준 및 표준

### 2.2.1 미국

미국의 풍력발전 기술기준은 미국풍력에너지협회(American Wind Energy Association : AWEA)에서 제정 되었다. AWEA는 미국표준협회(ANSI)가 인정한 미국내 유일의 공식 풍력에너지 표준 제정기관이며, 국제표준 제정활동에서 미국산업을 대표한다. AWEA의 표준은 미국내의 풍력산업회원, 기술자, 연구자, 정부, 전기사용자, 소비자 및 공급자들의 대표들이 참가하여 개발되며, 현재 풍력에너지변환시스템의 표준 성능시험 의 7종이 있다.

### 2.2.2 유럽연합

유럽의 표준은 유럽표준화기관들과 협정을 맺어 동시 발행이 되고 있으므로 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission : IEC)에서 발행한 표준이 곧 유럽표준이다.

IEC에서 풍력발전 표준은 "TC88-Wind Turbine" 에서 다루고 있다. IEC가 2004년 6월말 현재 발행한 표준은 10종이며, 이중 4종이 개정되고 있고 또한 3종이 신규로 제정 중이다.

#### 1) 제정완료

- ① IEC 61400-1 : 중대형풍력발전터빈의 안전요건
- ② IEC 61400-2 : 소형풍력터빈의 안전요건
- ③ IEC 61400-11 : 소음측정기술
- ④ IEC 61400-12 : 출력성능시험
- ⑤ IEC 61400-13 : 기계적 하중측정
- ⑥ IEC 61400-21 : 전력품질측정 및 평가

⑦ IEC 61400-23 : 블레이드 구조시험

⑧ IEC 61400-24 : 낙뢰방지

⑨ IEC 60050-415 : 풍력발전 국제전기 기술용어

⑩ IEC WT 01 : 적합성 시험 및 인증을 위한 IEC 시스템

#### 2) 개정작업 중 : 4종

① IEC 61400-1 : 중대형풍력발전터빈의 안전요건

② IEC 61400-2 : 소형풍력터빈의 안전요건

③ IEC 61400-11 : 소음측정기술

④ IEC 61400-12 : 출력성능시험

#### 3) 신규로 제정 중 : 3종

① IEC 61400-3 : 해상풍력터빈의 설계요건

② IEC 61400-14 : 음압 및 음조감 설정

③ IEC 61400-25 : 풍력터빈 원격제어 및 감시를 위한 통신표준

### 2.2.3 일본

일본에서 전기사업법 관련 기술기준은 일본전기협회(JEA)에서 관리하며 풍력발전과 관련한 기술기준은 아래와 같다.

1) 발전용 풍력설비에 관한 기술기준을 정하는 성령 : 1997년 제정

2) 풍력발전규정 : 1999년도 제정, 2001년 1차 개정

또한, 일본규격협회(JSA)에서 제정한 풍력발전에 관한 표준(JIC)은 아래와 같다.

3) JISC 1400-0 : 풍력발전 용어

4) JISC 1400-1 : 안전요건

5) JISC 1400-2 : 소형풍력발전시스템의 안전요건

6) JISC 1400-11 : 소음측정방법

7) JISC 1400-12 : 풍력터빈의 성능계측방법

### 2.2.4 우리나라

전기사업법시행규칙 제29조(공사계획 인가 등의 신청) 별표 8에 규정된 원동력설비는 구력설비, 기력설비, 가스터빈설비, 복합화력설비, 내연력설비, 풍력설비 및 원자력 설비 등으로 분류하고 있으나, 풍력설비에 대한 기술기준은 아직 제정되지 않고 있다. 풍력발전에 대한 KS표준으로는 현재 1종이 제정 되었으며, 4종은 신규로 제정중이다.

#### 1) 제정완료 : 1종

KS C IEC 60050-415 : 풍력발전 국제전기기술 용어

#### 2) 신규로 제정 중 : 4종

① 중대형풍력터빈의 안전요건

② 소형풍력터빈의 안전요건

③ 전력품질측정 및 평가

④ 출력성능시험

## 2.3 기술기준 개발방향

### 2.3.1 WTO / TBT 협정

기술기준과 관련된 WTO/TBT 협정요건은 아래와 같다.

1) 기술기준은 국제표준의 채택을 원칙으로 할 것(본문 2.4항)

2) 성능을 기준으로 하는 기술기준일 것(본문 2.8항)

### 2.3.2 기술기준 체제개편 기본방침

1) WTO/TBT 협정에 따른 국제기술기준과의 조화 등을 위해 법규로서의 기술기준은 간소화·국제화하고, 보완조치로서 국제표준 및 민간표준을 활용하는 체제로 개편

① 국제표준과 부합된 국가표준(KS)의 우선활용

② KS가 제정되어 있지 않거나, 국제표준과의 부합화가 이루어지지 않은 사항에 대하여는 국제표준 및 민간표준 인용

2) 민간표준 활용 및 기술책임 강화로 시장경쟁체제하에서의 국가경쟁력을 강화할 수 있는 체제로 개편

3) 전기사업의 국제화에 대처하고, 신기술의 신속 도입을 기할 수 있는 체제로 개편

① 전기사업법기술기준을 만족하는 구체적인 판단기준을 마련

2. 풍압에 대하여 구조상 안전할 것  
3. 운전중 풍력터빈에 손상을 주는 진동이 없도록 시설할 것

4. 설계허용 최대풍속에 있어서 취급자의 의도와 다르게 풍력터빈이 기동하지 않도록 시설할 것

5. 운전중에 다른 시설물, 식물 등에 접촉하지 않도록 할 것

⑤ 제5조 (풍력터빈의 정지장치) 풍력터빈은 다음 각호의 경우에 자동적으로 정지하거나 위험속도 이하로 유지할 수 있는 장치를 하여야 한다.

1. 회전수가 비정상적으로 상승한 경우  
2. 풍력터빈의 제어장치의 기능이 비정상적으로 저하한 경우

⑥ 제6조 (압유장치 및 압축공기장치) 풍력터빈에 사용되는 압유장치 및 압축공기장치는 다음 각호에 따라 시설하여야 한다.

1. 기름탱크 및 공기탱크의 재료 및 구조는 최고사용압력에 대해 충분히 견디고 또한 안전할 것

2. 기름탱크 및 공기탱크는 내식성을 가질 것

3. 압력이 상승하는 경우에는 해당 압력이 최고사용압력에 도달하기 이전에 해당 압력을 저하시키는 기능을 가질 것

4. 기름탱크 또는 공기탱크의 압력이 저하하는 압력을 자동적으로 회복시키는 기능을 가질 것

5. 이상압력을 조기에 감지할 수 있는 기능을 가질 것

⑦ 제7조 (풍력터빈을 지지하는 구조물) 풍력터빈을 지지하는 구조물은 자중, 적재하중, 적설 및 풍압과 동시에 지진, 기타의 진동 및 충격에 대해 구조상 안전하여야 한다.

⑧ 제8조 (공해방지) 풍력터빈을 시설하는 자는 소음·진동규제법 등에서 규정하는 기준을 준용하여야 한다.

## 3. 연구성과

### 3.1 「발전용 풍력설비기술기준」 제정

1) 「발전용 풍력설비기술기준」(안)은 WTO/TBT 협정의 의무사항과 「전기사업법 기술기준 체제개편 계획」에 따라 전기설비의 안전 확보에 필수적인 성능만을 규정

2) 규정항목은 전기사업법시행령 제43조(기술기준의 제정)의 제정원칙에 따라 선정

① 사람이나 가른 물체에 위해 또는 손상을 주지 아니하도록 할 것

② 내구력의 부족 또는 기기 오동작에 의하여 전기공급에 지장을 주지 아니하도록 할 것

③ 다른 전기설비 그 밖의 물건의 기능에 전기적 또는 자기적인 장애를 주지 아니하도록 할 것

④ 에너지의 효율적인 이용 및 신기술·신공법의 개발·활동 등에 지장을 주지 아니하도록 할 것

3) 상기의 기술기준 제정원칙에 따라 확정된 각 조의 내용은 아래와 같다.

① 제1조(목적) 이 기술기준은 전기사업법 제67조 및 동법시행령 제43조의 규정에 의하여 풍력을 원동력으로 전기를 발생하기 위하여 시설하는 설비의 기술기준에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

② 제2조(정의) 이 기술기준에 사용하는 용어는 전기사업법시행규칙에서 사용하는 용어의 정의에 따른다.

③ 제3조(위험방지조치) 풍력터빈 부근에는 풍력터빈이 위험하다는 표시를 하여야 하며 또한 취급자가 아닌 사람이 용이하게 접근할 수 없도록 적절한 조치를 하여야 한다.

④ 제4조(풍력터빈의 구조) 풍력터빈은 다음 각호에 따라 시설하여야 한다.

1. 부하를 차단하였을 최대속도에 대하여 구조상 안전할 것

### 3.2 「풍력발전규정」 제정

1) 「풍력발전규정」(안)은 성능 규정화된 기술기준을 구체화 하여 설비의 설계, 제작, 시공, 운영, 검사 및 보수시에 기술지침으로 활용할 수 있도록 한다.

2) 주요내용은 아래와 같으며, 현행 기술기준과의 관계를 설명하고 KS규격과 관련법규를 인용하고 KS에 없는 내용은 IEC규격, JIS규격 및 국내의 관련 단체 규격을 인용하였다.

① 풍력발전시스템의 구성 : 풍력터빈, 풍력터빈의 지지물, 발전시스템의 구성, 계통연계 기술요건

② 전기기계기구 : 절연성능, 열적강도, 구조, 성능, 시설조건 등

③ 감시제어방식 및 계속·보호장치 : 감시 제어방식, 감시조작장치, 계속장치, 보호장치

④ 기타장치 : 접지공사, 압유장치 및 압축 공기장치, 피뢰설비, 조멸설비 등

⑤ 시험 및 검사 : 전기설비의 시험 및 검사, 외관검사, 접지저항측정, 절연저항측정, 절연내력시험, 보호장치정정, 차단기 및 개폐기 관

계시험, 부하시험, 감시·제어·보호경보장치시험, 소음측정, 진동측정, 사용전검사

⑥ 운전·보수 : 안전관리규정, 운전·보수규정, 운전·보수요령

#### 4. 결 론

「발전용 풍력설비기술기준」은 풍력설비에 대한 최소한의 안전요건으로서 산업자원부고시로 공표되어 운용될 것이며, 「풍력발전규정」은 풍력발전 설비의 설계, 제작, 시공, 운영, 검사 및 보수시에 기술지침으로 활용할 수 있을 것이다.

「풍력발전규정」에서 많은 부분을 인용하고 있는 「전기설비기술기준」은 2005년 12월까지 전면 개정될 것이며, IEC표준을 참고하여 제정 중인 풍력발전 관련 KS규격은 추후 완료될 예정이다. 따라서, 본 연구의 결과물인 「발전용 풍력설비기술기준」과 「풍력발전규정」은 전면 개정되는 「전기설비기술기준」과 신규로 제정되는 풍력발전 관련 KS규격을 반영하여 보완할 필요가 있다.

#### References

1. 한국전력공사 경영정보처 “대체에너지분야의 국가 기술기준 개발방향과 대책에 관한 연구” 2001. 7
2. 산업자원부 “2004년도 대체에너지 기술개발 및 이용·보급 실행계획” 2004. 2
3. EWEA/Greenpeace “Wind Force 12, A blue print to achieve 12 percent of the world's electricity from wind power by 2020” 2002. 3
4. “일본의 풍력발전사업” 전기저널, 2002. 12
5. 이학성 “세계 풍력발전 보급현황 및 기술추세” 전기저널, 2003. 11
6. 김건훈 “세계에 부는 풍력발전” 전기의 세계, 2003년 제52권 제1호
7. 윤기갑 “국내 풍력발전 현황 및 향후 전망” 전기의 세계, 2003년 제52권 제1호
8. 김재연 “풍력발전 전력계통연계 대책” 전기의 세계, 2003년 제52권 제1호
9. NEDO “風力發電導入ガイドブック” 2001. 11
10. 長井 治 “洋上風力發電について” 電氣學會誌, 2004. 1
11. 松宮 輝 “風力發電普及のための研究開発と規格” 電氣學會誌, 2004. 1
12. 七原 俊也 “世界および日本における風力発電の普及状況と導入支援制度” 電氣學會誌, 2004. 1
13. 松宮 輝 “風力発電の最新技術動向” 電氣評論 2003. 10
14. 牛山 泉 “2020年までに世界の全電力の12%を賄うと期待される風力発電技術” OHM, 2003. 7

15. 日本電氣協會 “JEAC 5005-2001, 風力發電規程” 平成13年12月25日
16. Germany “Act on Granting priority to Renewable Energy Sources” 2000. 9.
17. US DOE “Overview of Renewable Energy Policy in the U.S” 2000.
18. IEC “Publications” 2003
19. 대한전기협회 “전기관계법령집” 2003. 3
20. 산업자원부/대한전기협회 “전기사업법상 기술기준 체제개편 계획” 2003. 2