

최근의 풍력발전 기술동향

손 총 렬

(인하대학교 선박해양공학과 교수)

풍력 에너지는 무한한 자원과 공해없는 에너지원으로 바람을 이용하여 전기를 생산하는 신발전 기술로 부존자원의 한계와 지구 온난화현상에 대비한 근래들어 가장 주목받는 에너지이다. 또한 최근들어 전세계적으로 풍력 발전 관련기술이 급격히 발전하여 미국을 비롯한 유럽각국 등 많은 선진국가에서 단일기로서는 수 MW급의 대형 풍력발전 시스템개발과 풍력 발전단지 건설에 관한 사업이 활발하게 진행되고 있으며, 이에 대한 경제성과 신뢰도는 과거 1970년대보다 더욱 급진적으로 발전되어 21세기에 들어서는 기존의 발전 방식과 대등한 경쟁관계로 전개될 전망이다.

특히 기술개발 목표 중 핵심적인 것은 풍력 발전기의 대형화라고 할 수 있으며, 기술적 분석에 의해 경쟁력있는 풍력 발전기의 규모가 1~3MW급으로 조사됨에 따라 미국 및 유럽각국의 선진국들에서는 이러한 초대형 풍력 발전기의 개발 연구가 진행되고 있는 실정이다. 국내에서는 1970년대 이후 풍력 발전에 대한 기술 개발 노력이 시작된 이후부터, 1988년 대체 에너지 개발 촉진법의 제정을 계기로 기술 개발을 본격적으로 추진하기 시작하였다. 그러나 아직까지 국산화의 기술 개발이 미진하여 주로 국산화의 기술 개발에 치우쳐 왔으나, 국제적 상황과 기후 협약 등 환경의 변화로 빠른 시기에 풍력 발전기의 보급 확대가 예상되고 있다.

1. 신기술 개발동향 및 국내풍력발전 기술 현황

국외의 풍력에너지 기술개발은 시스템의 대응량화, 안정성 및 시스템 효율증대, ttmxpa 이용효율 향상과 이를 통한 유지관리비용 축소 등으로 발전하여 1999년 말 현재 13,506MW의 풍력 발전기가 설치되어 운용적이며, 그 이용량이 매년 25% 이상씩 증가하고 있는 추세이다. 또한 수MW급 초대형 풍력발전기의 실용화, Offshore 풍력단지개발, 침

단요소기술의 지속전인 개발을 통하여 21세기 지구 환경대응의 선도기술로서 입지를 구축하였으며, 2020년까지 전세계 전력소비량의 10%를 풍력에너지로 공급할 목표로 있다.

이에비해 국내의 경우 1988년 대체에너지 개발 촉진법의 제정 이후 본격적인 기술 개발이 이루어졌으나 초기에는 연구용 시험기기가 제작되고, 학술적인 연구에 집중되어 그 성과는 미비하였다. 그러나 1988년~1999년말까지 정부투자 4,919,000,000원 포함 총 9,613,000,000원을 투자한 기술개발은, 소형(20kW) 수평축 풍력 발전기 시험개발, 중형(50~300kW)수직축 풍력 발전기 시험 개발, 중형급 풍력 발전 시스템 운영기술 구축, 중대형(750kW) 수평축 풍력 발전기 시험 개발 및 국내 풍력자원 측정 분석기술 개발을 이루었다.

이러한 기술 개발을 통하여, 자체 국산화 개발 또는 부분 기술 도입에 의한 풍력 발전 시스템의 국산화 개발 및 풍력 발전 기술의 실증화에 연구개발의 성과를 보이고 있다. 또한 수직축 풍력발전시스템(50~300kW)의 국산화 기술개발로 실증시험을 완료 하였을 뿐 아니라 중대형급 풍력발전 시스템 주요 요소의 역설계 및 제작 기술도 개발 단계에 있다. 이로써 산업체의 개발 사업 참여유도로 풍력기기 산업화의 기반을 구축하였으며, 복합체 기술인 풍력 기술의 특성상 각 요소 기술을 연계 시키는 시스템 조합기술(System Integration)은 기초 개발 단계에 접어 들었다.

현재 수행중인 연구로는, 2000년 개발 완료 목표로 로타블레이드 개발을 중점으로한 750kW 수평축 풍력발전기 개발 과제가 수행되어 전남 무안 연장에서 실증시험중에 있으며, 기존 국외 도입된 전력변환장치와 제어장치의 국산화 개발이 2002년을 개발목표로 2000년에 착수되었고, 또한, 2001년을 개발목표로 중대형(600kW~750kW)급 동력전달장치, 발전장치 등의 개발연구가 착수되어 풍력발전기의 실용화 가능성을 증대 시키고 있다.

한편 기초연구로서 국내 풍력에너지 부존량 조사분석이 지속적으로 실시중에 있어, 보다 정확한 국내 풍력에너지 가용량의 계측을 통한 풍력자원 분포도(Wind Energy Map) 개발과 이에 근거한 장기적인 풍력 발전기 보급계획의 수립이 가능할 전망이다.

2. 기술 개발 추진 성과

현재까지 추진된 풍력에너지 개발을 통해 얻어진 성과는 크게 기반기술 성과와 상용화 기술 개발성으로 분류할 수 있다. 먼저 기반기술의 성과는

- 국내 풍력 자원 측정 분석 및 풍력에너지 잠재량조사를 통한 일부지역의 풍력에너지 가용량 예측 성과
 - 시스템의 공력, 구조설계 및 진동특성의 기초연구를 통한 기반기술의 확보
 - 연구용 중소형(2~50kW) 풍력발전기 시험 제작을 통한 시스템 기초기술연구결과 습득
 - 풍력발전 시스템의 운용기술 구축 등이다
- 또한, 상용화 기술개발 성과는
- 수직축 풍력발전시스템(50~300kW)의 국산화 기술개발을 수행하여, 실증시험을 완료하였고,
 - 중대형(750kW) 수평축 풍력발전기 시험개발을 완료하여 실증시험 수행중이며,
 - 풍력 발전시스템의 회전자, 동력전달장치, 전력변환설비, 발전 및 제어장치 등의 관련분야 전문산업체의 개발사업 참여 확대로 풍력발전기의 상업화 기반이 확보되었다.

3. 풍력 발전기 국내 보급가능 지역

국내의 풍력에너지자원 우수지역은 이미 기상청 자료 분석과 해당지역의 직접 계측을 통한 분석을 수행하여 확보된 상태이다. 특히 제주도, 경북 동해안, 전북 및 전남 서해안, 그리고 대관령지역이 풍력등급 4~6등급으로 아주 우수한 자원을 보유하고 있고, 특히, 제주도 지역과 동해, 남해의 해안선 지역, 그리고 내륙의 고산지역이 풍력에너지 자원이 우수한 것으로 조사되었다.

현재의 기술수준으로 풍력발전이 가능한 에너지 밀도는 200W/m² 수준이며 풍력발전기가 보급가능한 지역으로는, 서해안의 대단위 간척지역 방조제에 대규모의 풍력발전단지 조성이 가능하며, 설치가능 지역으로는 새만금 방조제(11km), 시화 방조제(12km), 대호 방조제(7.8km) 등이다.

우리나라 내륙의 강풍지역으로는 내륙의 고산지역과 해안의 강풍지역으로 볼 수 있는데 강원도 대관령, 경북 포항, 전남 목포, 경남 거제, 부산, 전북 군산, 인천 지역등이 특히 강풍지역으로 풍력발전기 설치 가능지역으로 선정될

수 있다.

우리나라에서 가장 바람이 많은 제주도 지역에는 풍력자원조사를 통한 기반 자료가 구축된 상태이다. 현재 4.2MW 용량의 풍력발전단지가 운용중인 행원을 비롯하여, 용당, 접지, 우도 등 제주도 대부분이 설치 가능지역으로 조사되어 있다.

이들 자원조사결과로 예측할 때, 국내 전체의 풍력에너지 자원량은 제주도, 경북포항의 에너지 밀도가 500W/m² 인 것을 비롯해 평균에너지 밀도는 100W/m² 정도로 추산되며, 이는 연간 660,000,000MWh의 전력생산이 가능한 자원이다.

또한 우리나라는 삼면이 해안선으로 구성된 국토의 특성에 따라 무한저의 Offshore 에너지 잠재량을 보유하고 있으며, 국내에 보급된 풍력 발전기 총 보급현황은 6.7MW로서, 주요 설치지역인 제주행원단지에 4.25MW, 무안시협단지에 1.3MW 그리고 울릉도 지역에 0.6MW가 설치되어 있으나, 거의 외국제품에 의존하고 있는 실정이다.

4. 국내의 기술수준 비교

현재 전체전력소비량 중 풍력발전에 의한 전력 공급률은 덴마크가 10%로 가장 높고, 독일 2%, 미국이 1% 정도이다. 국지적으로는 독일 일부 주는 15%, Spain Navara지역은 23%의 전력소비량을 풍력에너지로부터 공급받고 있다. 그러나, 유럽의 경우 2020년까지 전체 전력사용량의 20%까지를 풍력에너지로 대체 계획이며, 미국의 경우 2000년도까지 10,000MW 설치 계획(Wind Power 2000)을 확보하고 있다.

그러나 국내풍력에너지 이용실태와 기술수준을 외국과 비교해 보면 다음과 같이 상당히 낙후한 실정이나 근래들어 관련산업의 상업화를 위한 노력과 산업저변이 보유한 기술력을 활용하여 지속적인 기술투자와 국내 풍력시장 확대의 노력을 지속하면 급속히 성장할 수 있는 여건은 확보되어 있다.

• 국내의 기술/보급 수준 비교

구분	국내	국외
기술개발	- 750KW국산화 개발 중	- 1.5MW 상용화 단계 - 3MW 실증 시험 중
발전단가	- 8¢/KWh	- 4¢/KWh
보급현황	- 총 6.8MW	- 13,400MW
보급계획	- 150MW 추정(2006년, 제주도)	- 53,000MW 추정 - 2005년까지
보급정책	- 설치비 국고보조(해당 지자체) - 의무구입 도입 검토	- 의무구입 - 설치비 보조(생산보조금)

5. 국내 보급환경 조성의 필요성 및 추진방향


풍력단지 조성에 관한 사전 조사 및 기술적 지원은 정부가 부담하여 개인 발전 사업자의 상업용 풍력단지 건설을 유도하기 위한 국가주도 시범단지 건설, 운영비(인건비포함) 및 부대설비 공용사용을 감안하여 자체 예산으로 신규 증설이 가능하도록 중대규모 단지를 건설한다. 이때 초기 풍력시장 창출과 풍력단지로의 경쟁력 확보를 위한 임계규모까지의 정책적 정부 지원이 필요하며, 시범단지 운용결과에 따른 풍력발전의 적정 매입단가 제시로 향후 개인 발전 사업자 육성 지원책이 요구되어진다.

또한 산업자원부, 에너지 관리공단, 한국전력공사, 에너지 기술(연), 시도지사체의 협조체계 및 계통 연계를 위한 기술적 방법 규정 신설 및 단기간 정부 지원금 확보를 통하여 에너지 대체 및 환경개선 효과 기술 개발 및 풍력관련 산업 성장 및 지역경제 부양을 꾀할수 있는 기술 개발 및 부대 효과를 창출한다.

결 론

2002년도 50MW 국가 주도 풍력발전단지의 건설로 연간 120,000MWh의 청정 전력에너지 보급효과가 발생하며, 연간 120,000MWh의 풍력발전 전력은 연간 3만 TOE의 대체 에너지원 발생 효과가 있고, 이로인해 연간 98,000톤의 이산화탄소 발생 저감으로 인한 환경개선 효과가 있으며, 석탄화력 발전 대비 9억 ~ 16억원/년의 회피 비용을 창출한다.

뿐만 아니라, 국내 풍력산업 보급시장의 안정적 확대와 기술개발 촉진으로 인한 환경친화적 에너지 기술자립으로 국가 경쟁력의 제고 및 신용도에 긍정적 영향을 미친다.

또한 국내 풍력발전 산업 및 시장의 확대로, 풍력발전시스템의 국산화 기술개발촉진, 기간산업체의 참여동기 개발 및 관련 사업기술발전등의 연쇄적 파급효과 및 대형 풍력발전시스템의 제조 및 대규모 풍력단지의 건설과 운용에 따른 고용 창출 효과가 크며 지역경제의 활성화 효과 및 협소한 우리 국토의 사정상 복합적으로 국토활용에 적합한 풍력기술의 보급 촉진으로 제방, 도로변, 산간오지지역등에 대한 국토 이용효율성을 향상시킬 수 있다. 

< 저 자 소 개 >



손충렬

1945년 5월 27일생. 1972년 인하대 조선공학과 졸업. 1974년 동 대학원 졸업(석사). 1989년 독일 아헨공대 구조·진동·소음(공학). 1975년 ~1989년 독일 아헨공대 연구원. 1989년~현재 인하대 선박해양공학과 교수. 현재 대한에너지포

럼 회장. 풍력기술연구위원회 회장. 산학연 컨소시엄 전국협의회 감사.