

에너지 절감방안



김유종 | 환경관리공단 기술진흥처 근무

인간의 생활수준 향상 추구로 인한 산업활동의 증가로 주에너지원인 석유, 석탄 등이 고갈되어가고 있으며 에너지원 확보 여부가 국운을 좌우할 만큼 중요한 과제로 대두되고 있습니다.

세계 각국은 안정적인 에너지원 확보를 위해 석유가 매장된 나라와의 공동유전개발, 관계강화 등 다각적인 노력을 기울이고 있습니다.

우리 경제에 있어서도 에너지원은 이처럼 중요한 요소이지만 안타깝게도 우리나라에서는 가장 핵심적인 에너지원이라 할 수 있는 석유가 나지 않습니다.

과도한 에너지의 사용은 경제적인 효율성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 인류의 미래를 위협하는 지구온난화와 같은 심각한 환경재앙을 초래하기도 합니다. 이에 대처하

기 위해 세계 각국이 참여하는 기후변화협약이 최근 러시아의 가입으로 발효(發效) 단계에 있습니다. 이 협약은 곧 단순히 에너지를 사용하는 비용뿐만 아니라 사용으로 인해 발생하는 지구온난화 유발물질에 대한 국가단위의 대가를 요구하는 내용을 담고 있습니다.

머지 않은 장래에 우리나라도 이 부담을 안게 됩니다.

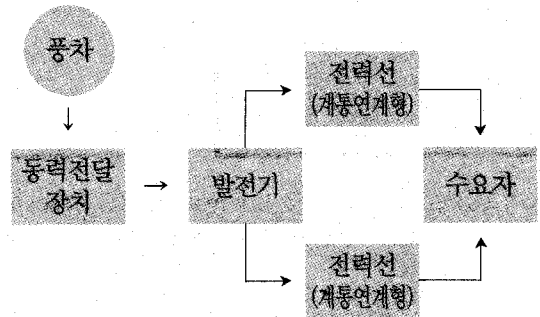
따라서 석유, 석탄, 원자력, 천연가스가 아닌 에너지 즉 대체에너지와 더 나아가서 현재까지 개발되어 실용화되고 있는 신재생에너지의 종류와 국내·외 기술개발 현황 및 동향을 알아봄으로써 환경분야 종사자들에게는 정책적, 기술적 실천지침이 되고 국민 여러분께는 에너지 절약에 대한 이해를 도우면서 에너지 절감을 위한 생활혁신에 유용하게 활용되기를 바랍니다.

풍력

1 개요

1.1 원리

바람의 힘을 회전력으로 전환시켜 발생하는 유도전기를 전력계통이나 수요자에게 공급하는 기술이다.



1.2 특징 및 시스템 구성

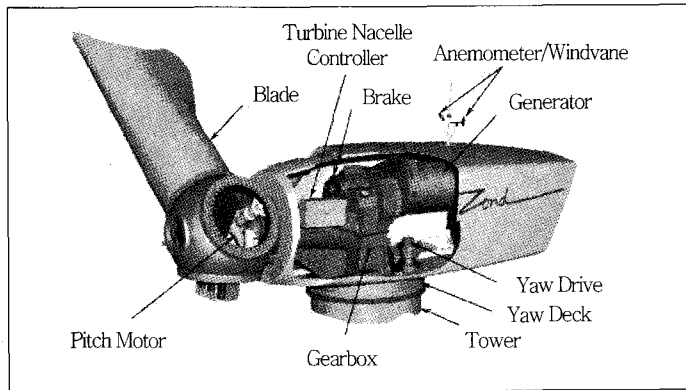
풍력이 가진 에너지를 흡수, 변환하는 운동량변환장치, 동력전달장치, 동력변환장치, 제어장치 등으로 구성되어 있으며 각 구성요소들은 독립적으로 그 기능을 발휘하지 못하며 상호 연관되어 전체적인 시스템으로서의 기능을 수행한다.

기계장치부는 바람으로부터 회전력을 생산하는 Blade(회전날개), Shaft(회전축)를 포함한 Rotor(회전자), 이를 적정 속도로 변환하는 증속기(Gearbox)와 기

동·제동 및 운용 효율성 향상을 위한 Brake, Pitching & Yawing System 등의 제어 장치부문으로 구성되어 있다.

전기장치부는 발전기와 계통연계형의 경우에는 계통선과의 연계운전을 위한 계통연계장치 또는 독립전원용의 경우에는 독립형 전력변환장치로 구성된다.

제어장치부는 풍력발전기가 무인 운전이 가능토록 설정, 운전하는 Control System 및 Yawing & Pitching Controller와 원격지 제어 및 지상에서 시스템상태 판별을 가능하게 하는 Monitoring System으로 구성된다.



< 그림 > 풍력발전시스템(Geared Type)

1.3 풍력발전시스템 분류

구조상 분류	수평축 풍력시스템(HAWT) : 프로펠라형
(회전축 방향)	수직축 풍력시스템(VAWT) : 다리우스형, 사보니우스형
운전방식	정속운전 (fixed roter speed type) : 통상 Geared형
	가변속운전 (variable roter speed type) : 통상 Gearless형
출력제어방식	Pitch(날개각) control
	Stall(失速) control
전력사용방식	계통연계(유도발전기, 동기발전기)
	독립전원(동기발전기, 직류발전기)

주) HAWT: horizontal axis wind turbine VAWT: vertical axis wind turbine

가) 회전축방향에 따른 구분

풍력발전기는 날개 회전축의 지면에 대한 방향에 따라 회전축이 지면에 대해 수평으로 설치되어 있는 수평축 풍력발전기와 회전축이 지면에 대해 수직으로 설치되어 있는 수직축 풍력발전기로 구분된다.

수평축은 가장 보편적으로 이용되고 있는 기술로서 회전자, 주축, 기어박스 및 발전기 등의 주요 구성품이 지지철탑 상부의 너셀(Nacelle)내부에 장착되어 있는 구조로서 설치하기 편리하나 바람의 방향을 추적해야 하는 단점이 있다.

수직축은 바람의 방향에 관계가 없어 사막이나 평원에 많이 설치하여 이용 가능하지만 소재가 비싸고 수평축 풍차에 비해 효율이 떨어지는 단점이 있다. 보편적으로는 수평축 기술이 많이 사용되고 있으나, 부분적으로는 수직축 기술도 사용된다.

나) 운전방식에 따른 구분

2. 국내외 기술개발 현황 및 동향

2.1 해외현황

1980년대 초부터 풍력발전의 제작기술이 급속히 발전하여 2003년도말 현재 전세계적으로 40,301MW정도의 규모로 설치되어 있으며, 독일의 Germanischer Lloyd, 덴마크의 DNV 및 RISO 등에서 설계인증·검증, 성능평가기준을 제시하고 있는 실정이며, IEA에서는 풍력발전 에 관한 국제규정을 마련하고 있는 단계이다.

유럽을 중심으로 시스템의 대형화에 초점을 두고 2MW는 상용화하고, 4.5MW는 시험중이며 독일에서는 5MW를 개발중에 있다. 미국은 DOE를 중심으로 첨단 풍력발전기 개발에 중점 지원하고 있으며, 제작기술의 발달로 풍력발전단가는 1980년도 52센트/kWh에서 현재 4센트/kWh 수준에 이르고 있다. 설치비도 1980년대 3,000달러/kWh에서 현재 750~950달러/kWh 수준이다.

가) 시장전망

2003년 현재 풍력발전비율은 세계 전력수요의 0.49%(82.24TWh)를 차지하고 있으며 4.11%(2012년), 11.98%(2020년), 20.14%(2030년)로 급신장할 전망이다이며, 현재 독일은 전력수요의 약 6%, 덴마크 18% 수준을 풍력으로 공급하고 있다.

< 표 > 세계 풍력발전 기술 및 시장 전망

구분	2003년 (현재)	2012년 (전망)
- 풍력발전량(TWh/년)	82.24	705.7
• 전력수요의 풍력발전비율(%)	0.49	4.11
- 풍력발전시설용량(MW)	40,301	52,241
• 시장성장률	최근5년간 31.7%	20~25%
- 풍력발전시설비(\$/kW)	765	529
- 발전단가 7m/s기준(¢/kWh)	3.61	2.5
- 평균설비 이용율(%)	23	28
- 시장규모(억 \$/년)	89	1,970

출처 : Wind Force 12, European Wind Energy Association, GREENPEACE, BTM Consult ApS, March 2004

최근 5년간 풍력발전 시장성장율이 연평균 31.7%로 급신장하고 있는 가운데 최근 5년간('98~'03) 세계 풍력발전 누적보급량은 4.0배 증가하였다('98년 10,153 MW → '03년 40,301MW).

하여 정부차원에서 지원

- 풍력발전 선도국가에서는 도입의무화, 투자에 대한 안정된 수익보장 및 전력시장의 장애요인 제거 등 정책적인 지원으로 보급확대

나) 기술개발현황

'80년대초부터 미국·유럽을 중심으로 정부의 적극적인 지원으로 제작기술이 급속히 발전함으로 2003년도 현재 전세계적으로 40,301MW 보급되어 있다.

선진국은 대형화, 경량화로 설비비 및 발전단가의 저감, 대단위 풍력단지 및 해양풍력단지, 및 타 전원과의 연계 등 응용기술에 대한 연구를 진행중이다.

• 세계 풍력발전시설 보급현황

- 세계 풍력발전 시설이 2003년 현재 40,301MW가 설치되어 82.24 TWh/년 발전하여 전세계 전력수요의 0.49%를 차지함

- 2003년도에는 독일, 스페인, 미국, 덴마크, 인도, 오스트리아, 일본, 네덜란드, 영국 및 이태리 등 10개국의 보급량이 전세계의 90%를 점유

- 시설비 감소 등으로 발전단가가 3¢/kWh로 낮아져 가스발전설비와 경쟁 수준으로 최근 5년간 31.7% 신장

다) 보급현황

• 선진국에서는 풍력발전산업육성과 보급확대를 위

< 표 > 풍력발전 보급현황

(2003년 기준)

구 분	독 일	스페인	미 국	덴마크	인 도	기 타	세계합계
설치용량(MW)	14,612	6,420	6,361	3,076	2,125	7,707	40,301
점유율(%)	36.3	15.9	15.8	7.6	5.3	19.1	100

• 국가별 제작사별 시장점유율은 덴마크의 VESTAS, NEG MICON사 등이 36.7%, 독일 ENERCON, NORDEX사 등 19.8%, 스페인 GAMESA사 등 12.3%를

점유하고 있음.

• 최근 5년간의 풍력발전보급 증가율이 31.7%이고 향후 20~25% 증가 할 것으로 전망됨.

< 표 > 세계 풍력발전시장 현황 및 전망

구 분	2003년(현재)	2006년	2010년	2020년
연간설치용량(MW)	8,344	20,752	44,824	150,000
시장규모(억\$)	89	133	249	671

출처 : Wind Force12, European Wind Energy Association, GREENPEACE, BTM Consult ApS - March 2004

2.2 국내현황

가) 기술개발 현황 및 동향

'90년대 초에 대학과 연구원을 중심으로 기초연구 및 소형풍력시스템 연구를 시작한 이래 '90년대 중반부터 본격적으로 기술개발을 수행하였다.

1단계('88~'91) 사업으로 전국 64개 기상청 산하 기상관측소, 일부지역의 도서 및 내륙 일부지역에서 관측된 풍속과 풍향자료를 이용한 풍력자원 특성분석을 마쳤으며, '93년부터 한국에너지기술연구소가 제주 월령에 풍력, 태양광 및 태양열 시설을 포함한 신재생에너지 시범단지를 조성, 100kW 풍력발전기 1기와 30kW 풍력발전기 2기를 설치, 계통선에 연계 운전중에 있다.

1단계 사업기간에 한국과학기술원이 20kW 소형 수평축 풍력발전기를 국산화하려는 연구개발을 시도하였고, 2단계('92~'96) 사업기간에는 복합재료 분야의 전문업체인 한국화이버가 한국형 중형급 수직축 300kW 풍력발전기를 개발하였다. 또한 마라도에 50kW 수직축 풍력발전기를 설치하여 운전중('98)에 있으며 (2001년 3월 40kW 급으로 교체), 2001년 한국화이버에서 중대형급(750kW급) Gearless Type (Direct Drive Generation) 수

평축 풍력발전기(블레이드) 개발을 완료하였다.

2001년 (주)효성에서는 풍력발전 시스템용 증속기 및 유도발전기 개발을 완료하였으며, 2002년 한국전기연구원에서는 750kW급 제어 및 계통연계장치를 개발한 바 있다.

2003년 (주)우리들에서는 50kW급 풍력, 태양광, 디젤 복합발전 시스템을 개발완료 하였으며, 2004년 (주)효성과 유니스산업(주)에서 750kW급 기어박스형 및 기어리스 풍력발전시스템 국산화 기술을 개발 중에 있다 (2004년 12월 완료 예정).

나) 보급현황

국내 풍력에너지 잠재량은 660TWh/1년이며 국내 2001년도 총발전량 285TWh의 2.3배로 추정된다. 이중 5%정도를 개발할 경우에는 33TWh이고 국내 총발전량의 11.6%수준에 이른다.

국내 풍력발전 보급현황은 현재 65기(23,754kW)가 설치되어 가동 중이며, 2003년도 총 발전 판매량은 14,757 MWh수준에 이른다. 제주(행원), 전북(새만금), 경북(포항), 강원(대관령) 등에서 상업용 풍력발전을 하고 있으며, 시설용량은 16,095kW(24기) 이다. ◀

「월간 '환경기술인」 정기구독안내

- 구독방법 : 무통장 입금 기본
- 구독료 : 6만원(1년)
- 구입문의 : (02) 852-2291(연합회 사무국)