

해상풍력용 발전기 기술 및 전망

김 호 민
한국전기연구원

1. 서 론

전 세계적인 한파로 인해 최근 우리나라에서도 100일간의 지속적인 유가상승과 한국전력의 전력예비율 저하로 인해 대형빌딩, 공공기관의 전기에너지 소비를 낮추도록 유도하고 있다. 글로벌 온난화 현상은 기후변화를 통한 세계 각국의 정책적 결단을 이끌어 내고 있으며 이러한 결과로 이산화탄소 발생을 억제하고 감축하고자하는 Kyoto Protocol이 선진국과 신흥국을 중심으로 받아들여지고 있다. 하지만 여전히 신흥국에서는 고도의 경제성장을 위해 에너지소비의 증가와 더불어 이산화탄소 배출량은 줄어들지 않고 있다.

전세계 국가들 중 유럽은 가장 먼저 자연의 바람을 전기에너지로 바꾸는데 관심을 갖고 상업용 대단지 풍력발전 설비를 건설했다. 풍력은 공해물질을 거의 발생시키지 않고 친환경적인 청정 에너지 자원이다. 또한 자원이 풍부하고 무상으로 이용할 수 있으며 가격 변동에 안정적인 에너지를 확보할 수 있어 자원 안보를 확대하는 현재의 국가별 산업구조에서 매우 중요한 기술로 급부상 하고 있다.

현재까지 풍력발전기는 대부분 육상에 설치되어 운전되고 있다. 하지만 육상풍력의 경우 풍력발전기 설치에 따른 공간적 제약과 상대적으로 적은 풍속, 소음 및 대형구조물에 대한 감정적 위화감 및 환경영향에 대한 논란 지속 등으로 대단위 풍력단지를 건설하여 경제성이 높은 전기에너지 생산을 위한 경쟁에서 해상풍력에 비해 상대적으로 경제성이 낮다.

2020년 경에는 해상풍력발전기가 전체 풍력발전기 건설의 절반을 차지할 것으로 전망되고 있고 우리나라의 수출산업 구조로 보았을 때 조선 및 중공업사에서 해상풍력용 발전기 수출 상품화를 위해 기술개발 투자가 뒤따를 것이다.

본 회지에서는 향후 중·장기적인 안목에서 해상풍력용 발전기 기술개발 추세와 국내외 시장 전망을 통해 대용량 풍력발전용 초전도 발전기의 연구개발 필요성을 살펴보았다.

2. 풍력발전기 개요

풍력발전기는 바람의 힘을 Blade와 회전축에 연결된 발전기를 이용하여 전기에너지를 발생하는 장치이다. 풍력발전기는 타워, Yaw 시스템, 나셀, 블레이드, 허브, 주축, 증속기, 브레이크, 발전기, 전력변환기 및 제어시스템으로 구성된다. 각 구성품은 그림 1에 나타내었다.

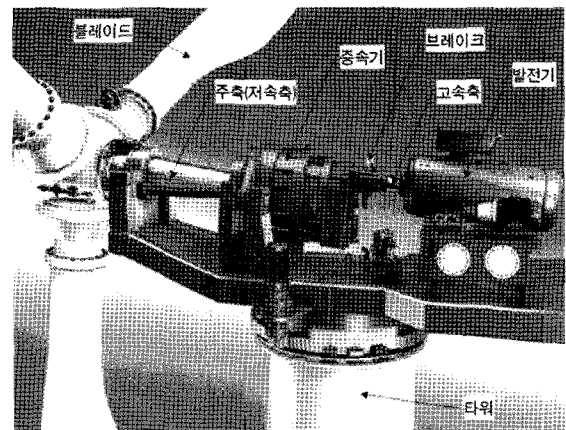


그림 1. 풍력발전기 구조.

2.1 해상풍력발전의 필요성

풍력터빈의 기술전개는 육상풍력발전의 발달로 인하여 대형화 되었고 이에 따라 설치장소의 한계가 드러나게 되었고 터빈의 대형화로 인한 소음문제, 설치 및 운반문제, 시가적인 위압감 등이 문제로 야기되었다. 따라서 이러한 육상풍력발전의 문제점을 해소하기 위한 해결책으로 해상풍력발전이 각광받기 시작했다.

2.2 해상풍력발전의 장점

■ 방대한 설치 장소 - 국토가 비좁은 국가에서 풍력터빈을 설치할 수 있는 지역을 찾기란 쉽지 않다. 즉 육상풍력발전의 경우 설치부지의 한계가 있다는 말이다. 이에 비해 해상은 부지확보가 양호해 대규모 풍력발전단지 조성이 가능하다.

■ 주기적이고 강한 바람 - 해상은 장애물의 감소로 바람의 난류와 높이나 방향에 따른 풍속변화가 적기 때문에 유사 조건의 육상풍력발전에 비해 상대적으로 낮은 피로하중으로 약 1.5~2배의 높은 발전량을 유지할 수 있다.

■ 소음과 시각적인 위압감 해소 - 해상풍력발전의 경우 해안과 15 km 내외로 떨어져 설치되기 때문에 풍력터빈의 대형화로 인하여 발생하는 소음과 시각적인 위압감 같은 문제를 해소할 수 있다.

■ 관광지역으로써 부가가치 창출 - 해상에 설치된 풍력발전단지는 뛰어난 경관을 연출한다. 실제로 덴마크 미델그룬덴은 세계적인 해상풍력발전단지 조성의 성공사례로 알려지면서 전력생산뿐만 아니라 관광 투어 코스로도 인기를 끌고 있다.

■ 어류와 해저 생물의 서식지 및 철새들의 쉼터 역할 - 바닷물 속에 잠겨 있는 풍력터빈 지지대가 어류와 해저 생물의 좋은 산란처 역할을 하여 어획량이 늘고 바닷물 위의 풍력터빈 지지대는 철새들의 쉼터 역할을 하고 있다.

3. 해상풍력발전 주요 기술

해상풍력발전은 풍력터빈을 호수, 연안과 같은 수역에 설치하여 그 곳에서 부는 바람의 운동에너지를 회전날개에 의한 기계에너지로 변환하여 전기를 얻는 발전방식을 말한다.

해상풍력발전기의 주요장치는 1) 해상풍력발전 터빈, 2) 해상 지지구조물 (Foundation), 3) 송전망 연결 들로 구성된다.

3.1 해상풍력발전 터빈

해상풍력발전터빈은 기본적으로 육상용 풍력발전터빈과 동일한 기술을 적용한다.

수명은 20년 이상이며 육상보다 대용량인 5~10 MW 이상의 풍력터빈을 적용한다. 각 요소장치들은 염분으로 인한 부식 피해를 막기위하여 설계 및 코팅된다.

3.2 해상 지지구조물 (Foundation)

해상용 풍력발전기용 지지구조물은 대표적으로 4가지 타입으로 나누어 설명할 수 있다.

3.2.1 콘크리트 케이슨 타입 (Concrete caisson type)

제작 및 설치가 용이하여 초기 해상풍력발전단지 건설에 사용된 타입으로 Vindeby, Middelgrunden, Nysted 해상풍력발전단지 등에 적용되었다. 비교적 얕은 6~10 m의 수심에서 사용가능하며 자중과 해저면의 마찰력으로 위치를 유지한다. 기초 직경은 12~15 m이며 불량지반에서는 편심경사로 안정성 문제를 유발할 가능성이 있다.

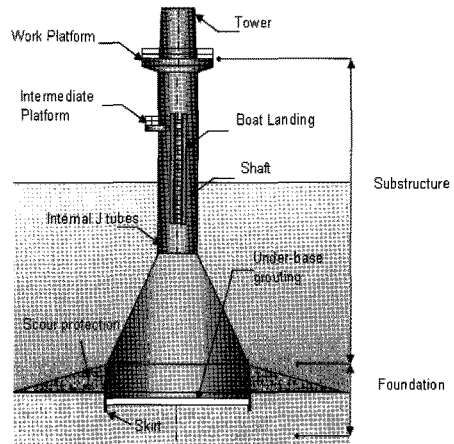


그림 2. Concrete caisson type 구조물.

3.2.2 모노파일 타입 (Monopile type)

현재 가장 많이 쓰이고 있는 해상풍력발전단지 기초 방식이며 25~30 m의 수심에 설치가 가능하다. Horns Rev, North Hoyle, Scroby Sands 해상풍력발전단지 등에 적용되었으며 해저면에 대구경의 파일(pile)을 항타(Driving) 또는 드릴링(Drilling)하여 고정하는 방식으로 대단위 단지에 이용하는 경우 경제성이 좋다. 기초 직경은 3~3.5 m이며 부재에 대한 피로 하중이나 부식 문제가 있다.

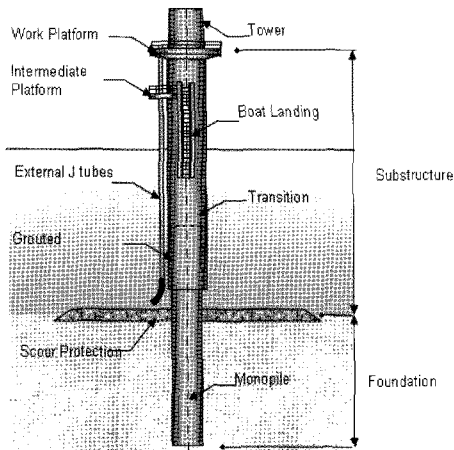


그림 3. Monopile type 구조물.

3.2.3 자켓 타입(Jacket type)

현재 해상풍력발전단지 보유국에서 많은 관심을 보이고 실증 중에 있는 타입으로 수심 20~80 m에 설치 가능하다. 영국의 "The Talisman Beatrice Wind Farm Demonstrator" 프로젝트에서 적용된 이 타입은 자켓식 구조물로 지지하고 말뚝 또는 파일로 해저에 고정하는 방식이다. 대수심 해양의 구조물이고 실적이 많아 신뢰도가 높은 편이며 모노파일 타입과 마찬가지로 대단위 단지 구성에 이용하는 경우 경제성이 좋다.

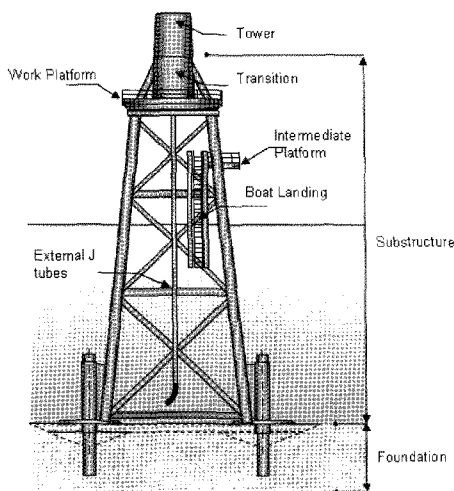


그림 4. Jacket type 구조물.

3.2.4 부유식 타입 (Floating type)

미래 심해상 풍력발전의 필수 과제라고 할 수 있는 부유식 타입은 수심 40~900 m에 설치가 가능하도록 많은 풍력회사에서 연구 중에 있다.

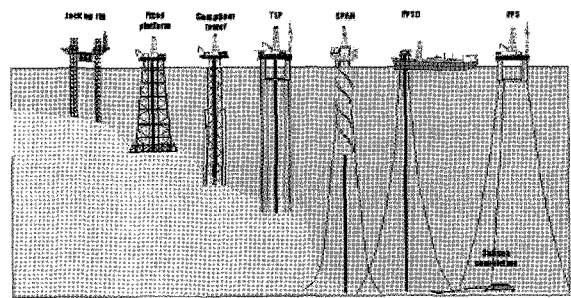


그림 5. Floating type 구조물.

3.3 송전망 연결

해상풍력발전 단지는 수 GW 이상의 규모로 건설되어 해상에서 발전된 전력을 육상의 계통에 연결하기 위한 기술이 필요하다. 본 논문에서는 3가지 방식의 연결방법에 대해 살펴본다.

3.3.1 인디비주얼 커넥션 (Individual connection)

다른 프로젝트에 영향을 주지 않으며 케이블 길이가 가장 짧은 것이 특징이다. 문제점이 발생했을 때 발생위치를 명확하게 알 수 있지만 케이블 연계를 위한 필요면적이 넓으며 운영 유연성이 부족하고 환경적으로 영향을 많이 준다는 단점을 가지고 있다.

3.3.2 메쉬 그리드 (Mesh Grid)

중개 송전로 사용으로 부분 부하시 효율 저하를 최소화 할 수 있으나 기술 및 상업성을 고려한 설계가 요구되며 투자 비용이 크다.

3.3.3 레디얼 컨피그레이션 (Radial Configuration)

케이블 연계를 위한 필요면적이 적어 인허가를 받기 쉬우며 환경적 영향이 적다. 하지만 케이블의 길이가 길어지고 운영 유연성이 부족하다는 단점이 있다.

4. 국내외 기술 동향

4.1 국내 기술 동향

국내 중 시스템사의 기술 동향을 살펴보았다. 두산중공업은 2009년 3 MW급 육상용 풍력발전기를 개발하고 제주 실증단지에서 인증을 마쳤으며 현재 해상풍력발전기를 독자 개발하고 있다.

효성중공업은 750 kW, 2 MW급 풍력발전기를 독자개발하여 인증을 완료하였고, 현재 5 MW급 개발을 진행 중에 있으며 2014년 개발을 완료 할 예정이다.

유니슨은 750 kW급 직접구동형 풍력발전기개발을 2010년에 완료하고 실증시험을 모두 마쳤다. 또한 2 MW급 풍력발전기를 개발하고 인증시험을 완료하였다.

한진산업은 100 kW, 1.5 MW급 풍력발전기를 독자개발하여 상업화를 진행 중에 있으며 현대로템은 2 MW 직접구동형 풍력발전기 개발을 진행 중에 있다.

현대중공업은 1.65, 2.0, 2.5 MW급 풍력발전기 공장을 군산에 건설하고 상공화하였으며 5 MW급 개발을 진행 중에 있다.

대우조선해양은 독일의 DeWind사 지분인수를 통하여 750 kW, 1.5 MW, 2.0 MW급 풍력발전기 모델을 보유하고 상업화를 진행하고 있다.

STX는 네덜란드 Harakosan사 지분을 인수하여 2 MW급 풍력발전기 기술을 확보하고 5 MW급 시스템 개발을 진행 중에 있다.

삼성중공업은 영국 풍력터빈 기술을 도입하여 2.5 MW급 풍력발전기를 Cielo사에 수출계약을 하였으며 현재 5 MW급 풍력발전기를 개발 중에 있다.

그 외 (주)태웅, 풍산 등 Yaw와 Pitch 베어링 단조제품을 생산하여 수출상품화 하였으며 현재 수출상품의 고부가가치화를 위해 시스템화 기술개발을 진행 하고 있다.

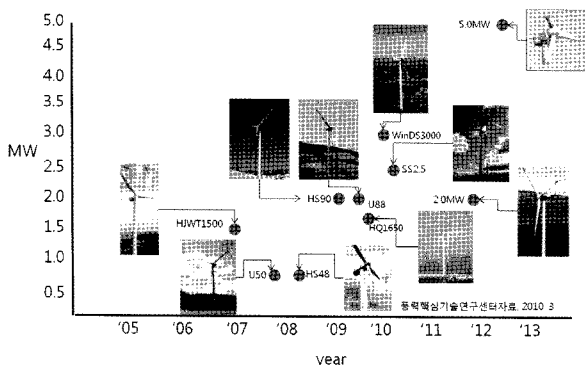


그림 6. 국내 풍력발전기 개발 동향.

4.2 국외 기술 동향

1. Cliper

Cliper사는 7.5 MW급 해상풍력용 발전기 개발을 위해 Britannia 프로젝트를 수행

하고 있으며 2013년까지 영국의 Blyth에 건설할 계획을 가지고 있다. 타워높이가 약 152 m, 블레이드 직경은 145 m로 개발 중에 있다.

2. Enercon GmbH

Enercon사는 세계에서 가장 큰 용량을 가지는 Prototype 풍력발전기를 개발하였으며, 타워높이 138 m, 로터 지경 126 m 크기를 갖는다.

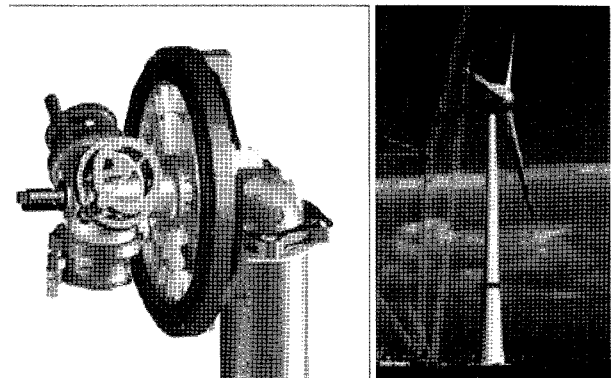


그림 7. Enercon사 E-126, 7 MW SG.

3. REpower

REpower사는 DOWNVInD wind farm에 5 MW급 풍력발전기를 Eailsman Energy사와 총 200기 건설을 목표로 진행 중에 있다. 수심 45 m 깊이에 건설되는 풍력발전기는 타워무게 210 ton, 나셀무게 410 ton에 이르고 Jacket 타입의 750톤짜리 구조물 위에 건설된다.

표 1은 3 MW급 이상의 Prototype 풍력발전기의 상세 사양을 나타내었다.

표 1. 3 MW급 이상 풍력발전기 사양.

Prototype	Repower 5M	Vestas V120	Multibrid M5000	Enercon E-112	Siemens 3.6 MW	GE Energy 3.6s
Rotor diameter	126 m	120 m	116 m	114 m	107 m	104 m *1
Swept area	12 469 m ²	11 310 m ²	10 568 m ²	10 207 m ²	8 992 m ²	8 495 m ²
Rated capacity	5.0 MW	4.5 MW	5.0 MW	4.5 MW *2	3.6 MW	3.6 MW
Gearbox	3-step	3-step	1-step	-	3-step	3-step
Generator	df ASG	df ASG	pm SG	SG	ASG	df ASG
Masses:						
Rotor blade	17.8 t	12.3 t	16.5 t	21 t	16 t	k.A.
Rotor with hub	120 t	65 t	110 t	k.A.	90 t	85 t
Nacelle	290 t	145 t	200 t	k.A.	120 t	210 t
Nacelle + Rotor	410 t	210 t	310 t	500 t	210 t	295 t
Tower	750 t	220 t	1 138 t *3	2 500 t *4	250 t	250 t
Hub height	120 m	90 m	102 m	124 m	80 m	76.5 m
In operation since	Nov 2004	2007 *5	Dec 2004	Aug 2002	Dec 2004	June 2004 *6
specific power	401 W/m ²	398 W/m ²	473 W/m ²	441 W/m ²	400 W/m ²	424 W/m ²
specific mass	32.9 kg/m ²	18.6 kg/m ²	29.3 kg/m ²	49.0 kg/m ²	23.4 kg/m ²	34.7 W/m ²

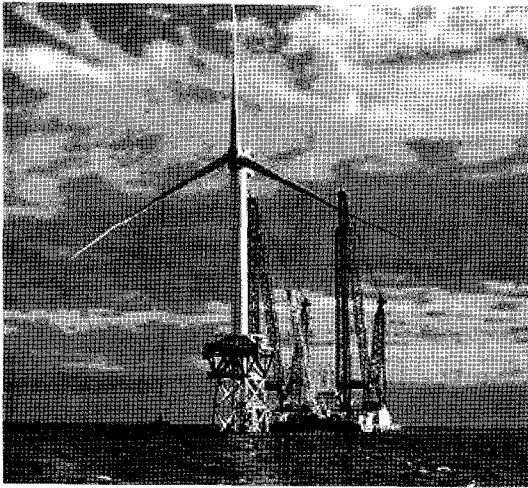


그림 8. REpower사 5MW: Tailsman Energy.

5. 초전도발전기 기술 동향

5.1 국내 초전도발전기 기술 동향

1999년 국내 최초로 30 kVA급 저온초전도 발전기를 한국전기연구원에서 개발 완료하였다.

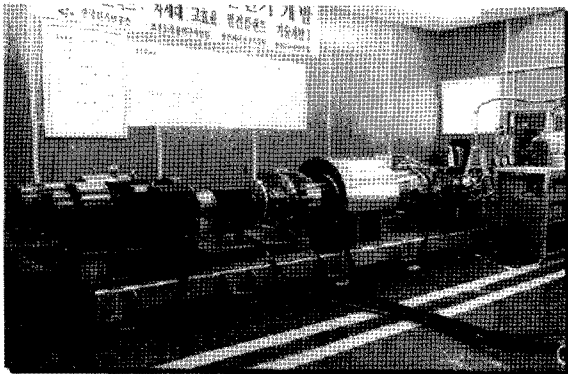


그림 9. 30 kVA급 저온초전도 발전기.

5.2 국외 초전도발전기 기술 동향

5.2.1. 유럽

영국의 Converteam사는 2009년에 500 kW급 30 rpm 소형 초전도발전기의 설계, 제작 및 특성평가를 통해 초전도발전기 개발을 위한 원천기술을 습득한 후 독일의 Zenergy사와 함께 EU FP6 프로젝트사업을 공동 수행하여 독일 E.ON 수력발전소 내에 설치되어 있는 3대의 1.2 MW, 214 rpm 발전기 중 한 대를 2010년 3월 1.7 MW급 초전도발전기로 대체하여 상업운전을 시작하였다.

현재 8 MW급 풍력발전용 초전도발전기 개발을 진행 중에 있으며 2014년 개발을 목표로 하고 있다.

독일의 Siemens사는 2005년 4 MVA급 산업용 초전도발전기를 개발완료하였으며 2세대 고온초전도 선재를 적용한 동급의 초전도발전기 개발을 수행하여 2007년 제작을 완료하였다.

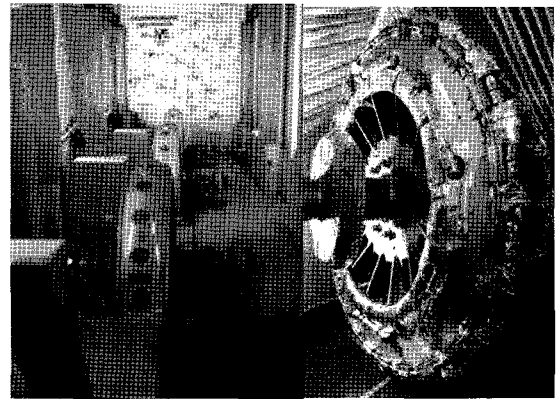


그림 10. 독일 E.ON 수력발전소.

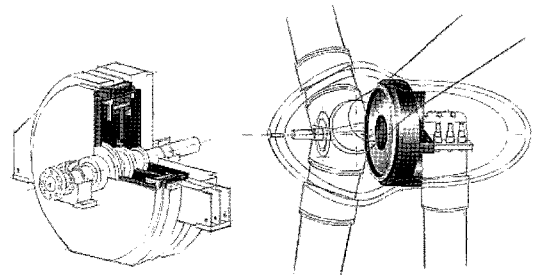


그림 11. 영국 Converteam 8 MW HTSG.

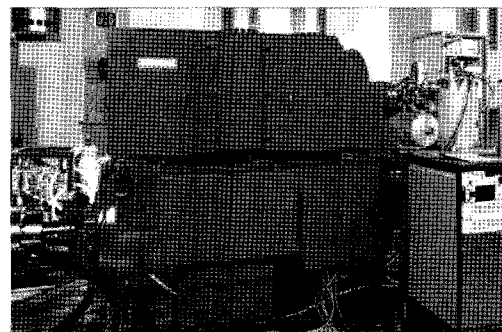


그림 12. 독일 Siemens사 4 MVA HTSG.

5.2.2. 미국

미국의 TECO-Westinghouse Motor Company사는 AMSC와 함께 발전용량 10 MW급 11 rpm 직접구동형 초전도발

전기 개발을 진행 중에 있으며 2010년 초 전도회전자용 냉각시스템 성능시험을 완료하여 2013년 시스템 개발을 목표로 하고 있다.

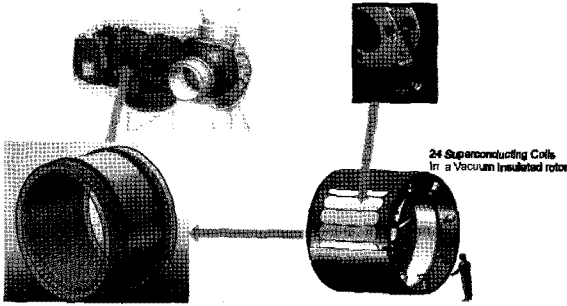


그림 13. 미국 10 MW SeaTitan HTSG.

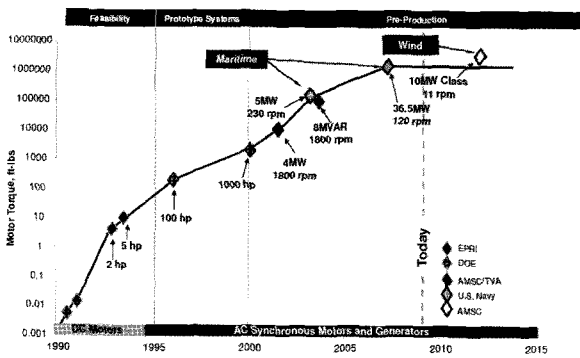


그림 14. 초전도회전기 개발 현황.

6. 해상풍력 발전기 전망

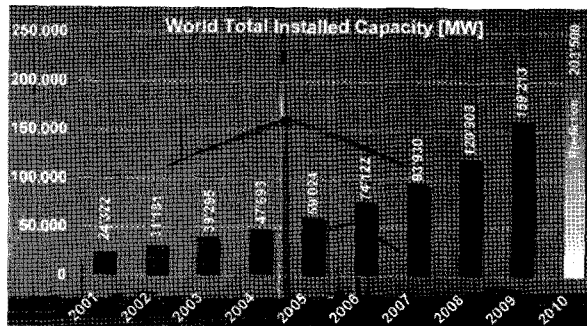


그림 15. 전 세계 풍력발전 건설용량.

2009년 기준 세계 풍력발전기 누적 설치용량은 약 159 GW를 건설하였으며 해상풍력 발전기는 2010년 10월 기준으로 약 3 GW에 이른다. 2008년 말까지 해상풍력발전 총 누적용량은 총 풍력발전 누적용량의 1%가 약간 넘는 수치인 1,473 MW였으며 2008년 한 해에만 약 30% 증가한 350 MW가 건설되었다.

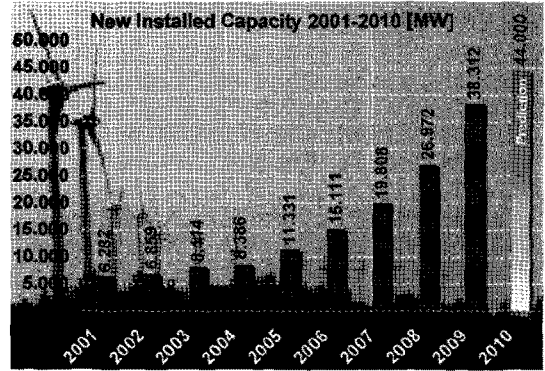


그림 16. 전 세계 풍력발전 신규건설 용량.

현재 건설 중인 해상풍력발전기는 2,568 MW이고 승인된 계획은 23,593 MW, 그리고 준비 중에 있는 해상풍력발전 건설단지는 153,938 MW에 이른다. 2020년까지 전체 풍력발전기 시장의 건설수요는 1,900 GW에 이를 전망이다 이 중 절반이 해상풍력용 발전기로 건설될 예정이다. 국가별 해상풍력 설치 계획은 다음과 같이 예상된다. 1) EU 40GW('20년), 2) 미국 54GW('30년), 3) 중국 35GW('30년)

세계 풍력산업은 '09년 635억불에서 '19년에는 1,145억불로 2배 가까이 성장할 것으로 전망되며, 특히 해상풍력이 유럽, 미국, 중국 중심으로 급속히 확산되는 추세이다.

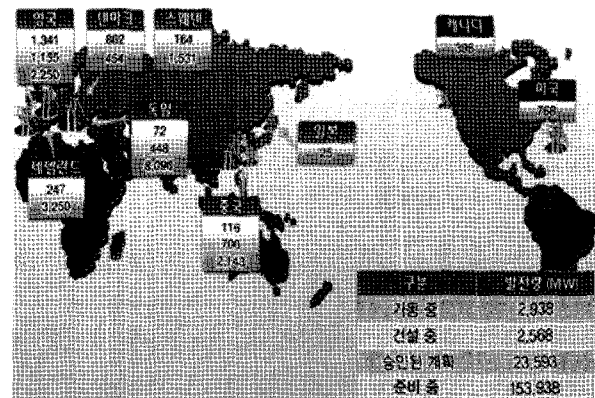


그림 17. 2010년 기준 해상풍력 설치 현황.

7.1 국내 시장 전망

2010년 1월 기준으로 우리나라에는 총 215기가 건설되었고 358.9 MW의 발전용량을 가지고 있다.

7.1.1 전남 부안·영광 해상풍력단지

오는 2019년까지 서해안에 국내 최대 규

모의 해상풍력발전단지 건설을 추진할 계획으로 '13년까지 100MW 국산 해상풍력 발전기 실증단지를 조성한 후, 어느 정도 풍력발전 기술을 확보하고 나서 '16년까지 900MW 규모의 시범단지로 확대하고, '19년까지 1,500MW 해상풍력 발전단지를 추가 건설하여 해상풍력발전의 거점으로 육성할 계획이다.

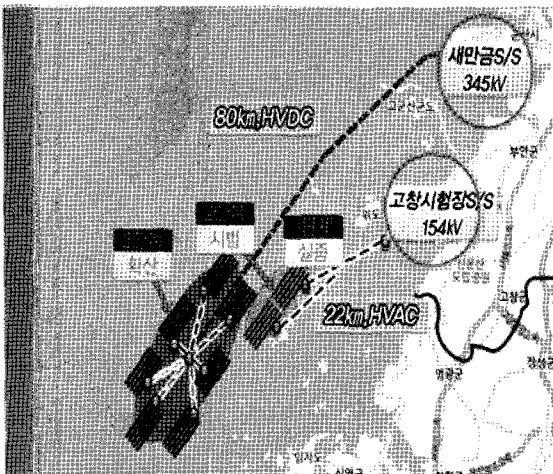


그림 18. 해상풍력단지 건설 위치 및 계통연계.

7.1.2 전남 신안-새만금 해상풍력단지

전라남도는 우수한 해상풍력자원을 활용해서 향후 20년간 국내 신재생에너지 총발전량의 20배에 해당하는 5 GW의 해상풍력발전단지를 조성할 예정이다.

'5+2광역경제권 선도산업 프로젝트'로 불리는 이 계획은 전남 신안군과 영광 앞바다 2,000 km² 일대에 해상풍력발전 단지를 건설하는 것으로 총 투자비는 약 18조 3,200억원이 예상된다. 이는 승용차 65만여 대에서 배출하는 145만 여 톤의 이산화탄소 감축 효과를 가져오는 것으로 향후 우리의 저탄소 녹색성장 산업의 핵심 분야로 떠오를 것으로 전망된다.

7.2 국외 시장 전망

2009년 기준 유럽의 해상풍력발전용량은 그림 19에서 보여주는 바와 같이 총 1,471.33 MW이며 영국(39%), 덴마크(28%), 네덜란드(17%), 스웨덴(9%), 벨기에(2%), 핀란드(2%), 아일랜드(1%), 독일(1%) 순이다.

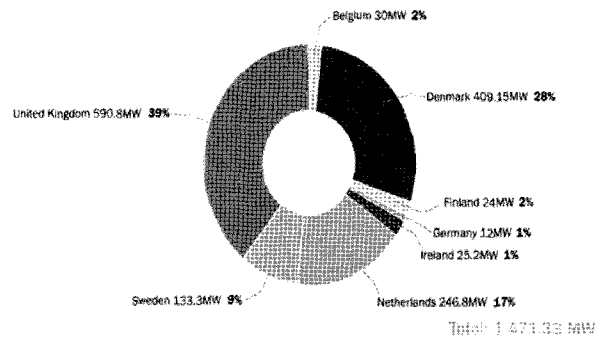


그림 19. 2009년 유럽 주요국의 해상풍력 발전용량 및 점유율.

2015년까지 유럽의 주요 해상풍력발전국은 그림 20에서 보여주는 바와 같이 건설용량을 대폭 높일 예정이다. 총 건설용량은 37,441.83 MW에 이를 전망이고, 독일(10,927.5 MW)이 가장 두드러진 증가세를 보일 전망이다.

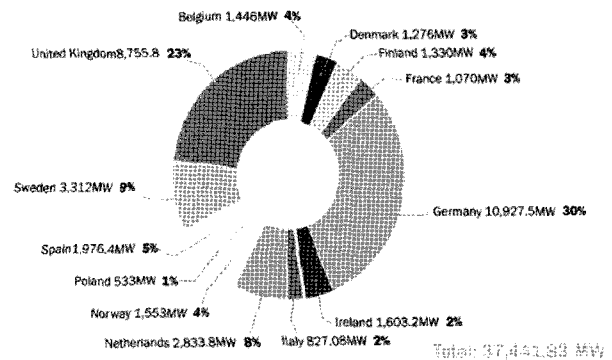


그림 20. 2015년 유럽 주요국의 해상풍력 발전용량 및 점유율 전망.

7.2.1 영국

영국 Thanet 해안에 20만가구에 전력을 공급할 수 있는 세계 최대의 해상풍력발전 시설이 세워져 2010년 9월에 가동에 들어갔다. 스웨덴 Vattenfall사가 시공한 이 풍력발전소는 Thanet 해역에 12 km에 걸쳐 100기의 풍력터빈을 설치한 것이다. 발전용량은 500만 kW로 설계되었으며 실제 발전량은 30만 kW/yr 될 전망이다. 축구장 4천개의 면적을 차지하는 이 해상풍력발전소는 각 터빈의 높이가 115미터이며 풍력발전소의 수명은 25년이다. 영국은 현재 풍력등 신재생에너지분야에서 총 에너지수요의 3%를 충당하고 있으며 2020년까지 이것을 15%로 올리려고 노력중이다.

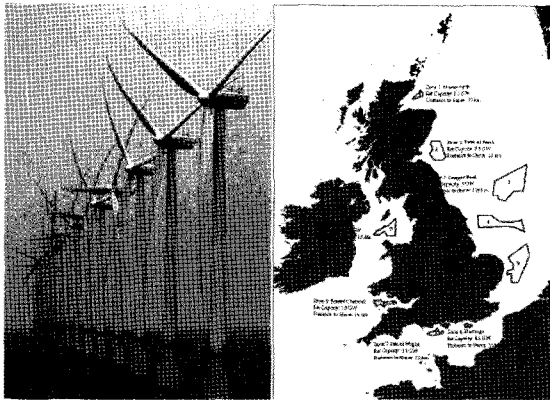


그림 21. 영국 Thanet 해상풍력단지과 건설 예정지.

7.2.2 덴마크

덴마크는 1980년 말부터 해상풍력에 관심을 갖기 시작해 현재 8곳의 해상풍력발전단지에서 총 발전용량 423 MW의 풍력발전기가 40만 가구가 1년간 사용할 전력을 생산하고 있다. 특히 2050년까지 전체 전력의 100%를 신재생에너지에서 얻겠다는 것을 목표로 호른스레우2와 니스테드2 건설을 추진 중에 있다.

2010년 완공을 목표로 하고 있는 두 발전단지가 완공되면 400 MW가 추가되며 2030년까지 현재 해상풍력발전 용량의 10배인 4천 MW로 늘릴 계획이다.

수백개의 섬으로 이뤄진 덴마크는 바다에서 불어오는 풍부한 바람자원을 이용해 세계 최초로 풍력에너지에 의한 전기를 생산하고 있는 곳이다. 현재 전체 전력의 20.8%를 풍력을 통해 얻고 있으며 2015년까지 전체 전력의 35%를 풍력발전으로 전기를 생산할 계획인데 이를 해상풍력에서 얻어낼 계획이다.

안테르센의 인어공주 동상에서 동쪽 해안으로 약 2 Km지점에 미델구룬덴 해상풍력단지(Middelgrundten Offshore Wind Farm)가 위치해 있다. 미델구룬덴 해상풍력단지는 2001년 설치된 40 MW규모의 덴마크 최초의 해상풍력 발전단지다. 1996년부터 준비에 돌입, 2년간의 환경영향평가를 거친 후 1999년 환경청의 승인을 얻어 2000년 착공했다. 당초 1.5 MW 발전기 27기를 3줄로 설치할 계획이었으나 2 MW로 용량을 늘려 모두 20개의 발전기를 부채꼴 모양의 커브로 설치해 어느 곳에서

보더라도 멋있게 보이도록 신경을 썼다.

미델구룬덴 해상풍력단지 조성 후 2002년 600 MW 규모의 호른스레우(Horns Rev) 해상풍력단지가 건립됐으며, 2003년에만 600 MW 규모의 니스테드(Nysted) 등 총 4개의 해상풍력단지가 건립됐다.

닐스룬트 해상풍력단지 사업인 경우 코펜하겐 해안에 풍력발전기를 설치하자는 제안이 나온 이후 준비하는데 3년이 소요됐고, 풍력발전기를 세우기까지 1년이 필요했다. 20기에서 생산되는 전력량은 코펜하겐 시내에서 하루 사용되는 전력의 3%를 담당하고 있다. 그동안 261t의 이산화황과 7만6천500t의 이산화탄소 배출을 감소시켜 코펜하겐의 공기를 맑게 유지하는 효과도 올렸다. 손익계산서를 분석해 보면 투자비가 570유로(4천200크로네)이고 전력판매 등 수익은 연간 80유로이다. 이중 유지비 10유로를 제외하면 순수익은 70유로이다. 투자비 회수 예상기간은 앞으로 7년이다.

7.2.3 독일

현재 독일의 풍력발전시장은 발전용량 기준 세계 2위, 발전기 및 부품제조 시장 점유율은 35%로 세계 1위다. 현재 풍력발전은 독일의 전체 전력생산량의 7%를 생산하고 있다.

독일은 2011년 400 MW급 해상풍력발전 단지를 시작으로 2015년 세계 최대 해상풍력발전국가로 도약하고 2020년까지 북해와 동해에 총 40개의 해상풍력발전단지를 건설해 12 GW 전력을 생산할 계획이며, 현재 25개의 해상풍력발전단지가 건설허가를 받았다. 또한 2030년까지 40개의 해상풍력

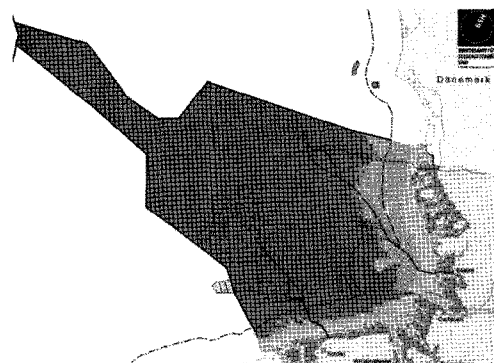


그림 22. 독일 해상풍력발전단지 건설계획.

발전단지를 추가로 건설하여 25 GW 전력을 생산할 계획을 준비하고 있으며 육상의 45 GW를 합하면 전체 전력소모량의 25%를 담당하게 될 예정이다.

7. 결 론

전 세계적으로 신재생에너지원 중 하나인 풍력발전기 건설은 2030년까지 지속적인 성장을 할 것으로 전망되었고, 2020년에는 육상풍력발전기의 건설용량의 절반에 이를 것으로 분석되었다. 2015년 영국에서 10 MW급 해상풍력용 초전도발전기를 세계 최초로 건설을 하기위해 사업화가 진행 중에 있어 우리나라도 정부의 주도과 대기업의 참여를 유도하여 세계 풍력시장을 주도할 수 있는 차세대 기술인 10 MW급 초전도발전기 개발을 적극 추진해야 하겠다.

참고문헌

- [1] 초전도 풍력발전기 개발 기획보고서, 한국초전도·저온공학회, (2009).
- [2] H. Polinder, et. al., "10 MW Wind Turbine Direct-Drive Generator Design with Pitch or Active Speed Stall Control," IEEE Trans. on Applied Supercon., pp 1390-1395, June, (2007).
- [3] Swarn S. Kalsi et. al., "Development Status of Rotating Machines Employing Superconducting Field Windings", Proceedings of The IEEE, Vol.92, No. 10, pp1688-1704, October, (2004).
- [4] Jacek F. Gieras, "Superconducting Electrical Machines State of the Art", presented at the IEEE Power Engineering Soc, Meeting, Chicago, IL, pp270-274, (2002).

- [5] Design and Development of a 100MVA HTS Generator for Commercial Entry, Final Technical Report, sep, 27, 2001-Sep, 30, 2006, (DOE Report).
- [6] "Advances in and prospects for development of high-temperature superconductor rotating machines at Siemens "IEEE Trans. on Applied Superconductivity, Vol.19, No. 3, Part 2, pp1055-1068, (2009).
- [7] K. sivasubramaniam, et al., "Development of a High Speed HTS Generator for Airborne Applications", IEEE Transactions On Applied Superconductivity, Vol. 19, No. 3, pp1656-1661, June, (2009).
- [8] Clive Lewis et al., "A Direct Drive Wind Turbine HTS Generator", Power Engineering Society General Meeting, pp1-8, (2007).
- [9] Converteam 2008 Annual Report.

저자이력



김호민 (金鎬民)

1970년 8월 23일생, 2002년 연세대학교 전기전자공학과 졸업 (공학박사), 2002년~2004년 M.I.T. Francis Bitter Magnet Lab. Post-Doctoral Research Associate, 2004년~2007년 LG산전(주) 전력연구원 선임연구원, 현재 한국전기연구원 초전도연구센터 선임연구원.