

베를린 제1회 세계풍력회의를 다녀와서(2)

The World Wind Energy Conference in Berlin (2)



글 / 奇 宇 奉

(Kee, Woo Bong)

발송배전기술사, 국제전력기술 사장.

E-mail: kwb35@dreamwiz.com

본 원고는 2002년 8월호(Vol. 35, No. 4) 기술사지에서 이어지는 원고입니다.

2. 회의 진행 및 토의 내용 요약

7/4(목)

오전 ; 오전에는

- 풍력자원 예측
- 풍력발전을 위한 자금 조달 방안
- 개발도상국의 자금조달

등에 대한 발표가 있었으며, 주요 요점은 다음과 같음.

(1) 풍력자원 예측

- ① 초기 풍력자원의 예측에서는 자료의 부족 즉 풍력 등 기상자료의 부족과 계측기간의 불충분, 예측모형의 조잡함 등으로 인해서 풍력자원 예측의 부정확으로 인한 사업상에 많은 문제점이 야기되었다. 그러나 최근 기상자료 수집의 개선과 예측모델의 연구 발전으로 차차 개선되고 있다고 함.
- ② 예측모델은 많은 연구기관에서 시안을 제출하고 실측과 대비하여 많은 진척이 있으며, 계측 기기와 계측방법의 발전도 풍력자원 예측의 정확성을 높이는데 기여하고 있다고 하였음.
- ③ 본 회의에서는 각 연구기관의 계측방법과 예

측모델을 발표하여 자기들 기술의 정확성을 강조하였음.

(2) 유럽을 중심으로 한 선진국의 자금조달

- ① 비교적 새로운 산업이고 장기적인 설비투자이며 대부분의 시설이 노천에 설치되어 기상조건에 직접적인 영향을 받는 산업이라, 직접 투자자나 간접투자자가 망설일 수 있는 산업인데도 인류의 미래와 다급한 환경문제를 해결하는데 불가피하다는 점을 감안하고 국가 정책의 강력한 뒷받침도 있어 비교적 쉽고 유리하게 자금을 조달하는 것으로 나타났음.
- ② 대부분의 직접투자자들은 대 기업이나 은행이 아니라 지방정부와 환경과 지구 장래에 관심이 있는 수많은 일반 소액 투자자들이 주종을 이루고 있으며, 간접투자자는 국책은행은 물론 일반 시중상업은행이 전체 투자액의 80% 전후를 공급하고 있다.
- ③ 은행이 대출을 할 때 가장 중요시하는 몇 가지를 든다면, 사업 자체의 타당성과 해당 정부의 사업에 대한 지원태세의 강약, 생산된 전력의 구매자와의 안전한 계약 및 사업주체의 신뢰

성 등이라 한다. 물론 그 외에도 세부사항에 대해 철저히 검토가 이루어진다고 한다.

④ 대여기간은 설비의 수명을 감안하여 장기로 하며 그 이율은 일반적으로 4~6%라고 한다.

(3) 개발도상국에서의 자금조달

① 개발도상국에서의 자금조달은 소규모의 경우는 국가의 지원이 있어 쉬우나 대규모인 경우 자금 형편으로는 대부분 쉽지 않은 것으로 보였음.

② 선진국의 시중은행이나 세계은행 등의 발표자들은 긍정적으로 표현했지만 막상 세부 검증 사항을 본다면 쉽지 않은 것 같은 느낌이 들었다.

(4) 풍력발전사업에 대한 정부 지원 방법을 분류해보면

① 화석연료에 대한 세금 부과 - 네덜란드

② 투자 지원 - 인도

③ 가격 지원 - 덴마크, 독일, 스페인

④ 쿼타 배정 및 경쟁 입찰 - 영국

⑤ 신 재생에너지에 대한 보상 및 허가 영국, 미국

오후 ; 오후에는

- 농어촌과 도서에서의 풍력발전 응용과 풍력발전의 하이브리드시스템
- 건물과 탈염 담수화설비에서의 풍력 이용과 수소가스 발생 등
- 해상 풍력단지

등에 대한 발표가 있었으나 풍력발전기 제조회사 현장 견학 프로그램이 있어 그 쪽을 택하고 REpower System이라는 한 풍력발전기 제조회사의 조립공장을 견학하였다. 이 공장에서 600 KW발전기를 조립하고 있었으며, 마음대로 보고 사진을 찍도록 하였으며 질문에 대해서도 성실하게 답변을 하였다. 이곳 발전 시스템은 비동기발전기로 2중 공급 가변속 비동기발전기였으며 회전자에 총 용량의 30% 정도의 Inverter가 연결되어 있었다. Inverter는 낫슬에 탑재되나 예비로 1대

를 지상에 둔다고 하였음. 구조는 카탈로그에 있는 그대로 였으나 잘 안 보이는 부분을 실감 있게 볼 수 있었다는 차이가 있었다.

7/5(금)

오전 ; 오전에는

- 해상풍력단지
- 풍력발전기의 제어, 발전기, 날개, 면허 및 유지보수에 대한 발표와 토론이 있었으며 주요 내용은 아래와 같다.

- (1) 풍력자원의 예측을 위한 새로운 방안으로, 우선 추정을 한 후 관측을 하여 관측에 따르는 주변의 모든 여건을 고려하여 분석을 하는 것이 가장 실제에 가까웠다는 보고가 있었다.
- (2) 해상에서 200m 이상의 고도에서 기상을 실측하기란 쉽지 않음으로 레이저빔을 수직과 일정한 각도를 주고 발사하여 SODAR라는 새로운 관측법을 제시하였다.
- (3) 조수와 거친 해수면시의 해상풍력설비의 안정성에 대한 연구결과와 해상풍력단지의 효과적인 배치 방법에 대한 시안이 발표되었다. 해상설비의 진동과 안정성에 대한 발표가 있었으며,
- (4) 날개와 구조물 등은 강성(Stiff-Stiff) 보다 유연(Soft-Soft)한 설계가 유리하다는 연구결과를 발표하였다.
- (5) 심한 결빙과 풍압하중이 기초에 주는 영향에 대한 연구결과도 발표되었다.
- (6) 심한 풍량이 있을 때에도 해상설비의 수리가 가능하게 특수 설계된 수리수송선을 소개했다. 길이가 25m로 2개의 동체를 가진 수송선으로 파고 3.5m에서도 운반 및 작업을 할 수 있도록 설계되었으며 승무원(보수요원) 3명이 승선가능하며 속력은 18 knot라 하였음.
- (7) 가변속 풍력발전기를 위한 여러 가지 제어기술에 대해 비교하는 발표가 있었으며, 날개의 대형화 과정을 설명하고 한계성에 대한 연구결과와

발표가 있었다.

(8) 유도발전기에서 최근의 영구자석 발전기로의 전환 과정의 설명이 있었으며, 재래방식과의 장단점에 대한 발표가 있었다.

오후 ; 오후에는 오전과 같은 제목의 발표가 있었다.

(1) 발전설비의 구조해석모델의 발표가 있었으며,

(2) ABB의 J. K. Steinke는

① 풍력발전기의 단일기 용량이 대형화하는 추세에 비추어 발전기의 전압을 저압(일반적으로 690V) 대신 중전압(3.3 KV 또는 4.16 KV)로 승압 할 필요가 있다고 강조하였으며 승압을 했을 경우에도 발전기와 인버터의 양쪽 모두 현재의 기술로서 안전하고 경제적인 설계가 가능하다고 하였다.

② 대형 유도발전기(2.5MW 이상)에서는 4상한 운전 Converter를 사용해야하며, 일반 동기발전기에서도 4상한 운전이 유리하며, 영구자석 동기발전기에는 반드시 4상한 운전을 하여야한다 하였음.

③ Converter를 표준화한다면 8% 정도의 원가절감이 예상된다고 하였음.

④ 현재 Converter의 고조파문제는 해결되었다고 보아도 좋다고 하였음.

(3) 풍력발전기의 지상고와 출력에 대한 연구 발표가 있었으며, 해상 100m 까지는 높을수록 출력이 증가하지만 100m를 넘으면 출력증가율이 현격하게 줄어든다는 결론을 얻었다고 함. 예를 들면 70m에서 125m로 높아지면 출력이 59% 증가하며, 90m에서 120m로 높아지면 26%의 출력증가가 예상되며, 125m에서 160m로 높아지더라도 10% 출력의 증가가 예상된다 함.

(4) 해상설비의 고장예측 방법에 대한 시안을 제시하였음.

(5) 해상 풍력발전기를 위한 구조물 설계 방향에

대한 발표가 있었으며, 발전기의 대형화에 따라 원통형 탑 구조물은 수송, 설치 및 경제적인 면에서 문제가 있는 것으로 보이며, 장래는 트라스 구조로 가야 할 것이라는 연구 결과를 발표함.

7/6(토)

오전 ; 풍력발전기의 대형화의 방향과 전망에 대한 발표가 있었음.

(1) 오스트리아의 ELIN사에서는 자기회사가 개발한 1.5MW 발전기(외각계자 회전형, 영구자석형) 동기발전기에 대한 발표가 있었다. 이 발전기는 타사와는 달리 자극을 외피에 두고 고정 축에 연결된 전기자의 외부에서 회전하게 되어 있으며 수냉식이고, 발전기 크기를 줄이기 위하여, 편축에 만 베어링을 두고 있으며, 발전기 직경은 3.8M, 회전수는 18M, 무게는 40톤이라 하였음. 장점으로서는 기어, 베어링, 슬립링 등 취약 부분을 제거 또는 최소화하였으므로 고장정지율이 낮고, 수명이 길고, 환경에 유리하고, 원가가 낮을 것이라고 주장하였음.

	Windtec	REpower	비고
날개 직경(m)	116	125	
재료	Fiber 및 CarbonFiber		
Hub 높이(m)	85	해상 90-95 육상 100-150	
탑의 재질	-	철근콘크리트 (원형)	
상부직경(m)	-	5.5	
넛슬 무게(톤)	230	350	
회전수(rpm)	5.9-14.8	-	
발전기 형식	영구자석 동기발전기	비 동기발전기	
직경(m)	2.6	3.2	
회전수(rpm)	150	-	
gear ratio	1 : 10	-	
전력변환장치	GTO	-	
Cut-In Speed	3.5 m/s	-	
Rated Speed	12.5 m/s	-	
Cut-Out Speed	25 m/s	-	
생산 연도	2003년도 시제품 (초기는 육상)	2004/2005 초기생산 2006년도 양산	

(2) 같은 오스트리아의 WINDTEC사와 독일의 REpower System 사는 이후 생산할 계획중인 각사의 5MW 풍력발전기의 설계 제원을 위의 표와

같이 발표하였다.

(3) 독일 Saarsbruicken에서 참가한 F. Klinger 씨는 “단기용량 10MW 이상의 풍력발전기는 가능한가” 하는 제목에서 기술적으로도 문제가 있지만 100m 이상 높이에서는 KW당 건설비가 증가함으로 경제성이 없으며 한 개의 철탑(또는 철근 콘크리트탑)에 5MW짜리 풍력발전기 여러 대를 설치하는 방안을 제시하였다.

(4) 독일 Muchen에서 온 T. Pflanz는 대양에다 플랫폼을 만들어 한 탑에 여러 대의 풍력발전기가 달린 풍력발전단과 과력발전, 해수온차 발전 등을 총합한 발전단지를 만들고 여기서 생산된 전기로 수소를 만들어 수송한다는 아이디어를 제시했다.

(5) 끝으로 폐회식 행사가 있었으며 우수논문 발표자의 시상이 있었다. 일본인 2명과 영국인 1명이 수상하였다. 수상이 끝난 후 회의를 총괄하면서 이번 회의에서 많이 참석한 나라를 순위 테로 발표했는데 독일 다음에 일본, 한국은 다섯 번째였다.

오후 : 오후에는 독일에서 가장 크다는 독일 북동부, 베를린 북쪽의 ENERTRAG사의 Uckermark 풍력발전단지를 견학하였다.

Uckermark는 Berlin 북쪽에 위치한 독일 최대의 풍력단지인데(총 92MW) 버스로 약 2시간 걸려 현장에 도착하였다. 풍력단지간부들이 과거 농가의 창고로 쓰던 허름한 건물에서 우리 일행을 맞았다. 소박하게 놓여진 긴 테이블 위에는 샌드위치, 파이, 음료수 등이 준비되어있었다. 시간이 없어 점심도 제대로 못 먹은 터라 모두들 맛있게 요기를 하였다. 이어서 풍력발전단지의 역사와 현황을 설명하였다.

Uckermark 풍력단지는 “ENERGTRAG”이라는 회사의 우산 하에 있으며, 76기의 풍력발전기로 총 용량이 92MW로 연간 발전량이 2억 1천 8백만 kwh라 하였으며, 총 투자비는 1억 4천 3백 3십만 유로(EU)라고 하였음. 시설 투자비의

80%는 용자로 충당하였으며, 20%는 신 재생에너지의 개발에 호의적인 수많은 투자자들의 투자에 의하여 모금되었다고 한다. 용자의 이율은 3.5%에서 6%까지 다양하다고 하였음. 발전기의 총합 이용률은 약 26%정도라 함.

모회사인 “Nenertrag”사를 살펴보면 95명의 주주(회원)과 미래 에너지의 성공적인 성취를 위해 참여한 수많은 파트너로 이루어진 회사로서, 산하 자회사는 아래 표와 같다.

회사명	사업 분야 또는 업무	
ENERTRAG AG	중앙지원 (HR, 관리, E&IT 등)	
Finance Div.	ENERTRAG Management AG	계획 및 자금조달
	UmweltDirektInvest Beratungsgesellschaft mbH(UDI)	자금 연결 브로커
	ENERTRAG Windpark Verwaltungs GmbH	풍력단지 경영
Energy Div.	ENERTRAG Energiebau GmbH	풍력단지 건설
	ENERTRAG Energiedienst GmbH	풍력발전단지 운영
	ENERTRAG GmbH & Co KG	풍력발전단지 소유 및 운영
Projects Div.	ENERTRAG International GmbH	국제 매입 및 프로젝트 개발
	ENERTRAG UK Limited	영국내의 프로젝트 개발
	ENERTRAG France SARL	프랑스내의 프로젝트 개발
	ENERTRAG Polska sp.zo.o.	폴란드내의 프로젝트 개발
Partner Co.	UCKERMARK Energietechnik GmbH	프로젝트 개발, 계획, 관리 (독립적이거나 긴밀한 협조하에)
	PROKON Nord Energiesysteme GmbH	프로젝트 개발, 계획, 관리 (독립적이거나 긴밀한 협조하에)
	UCKERMARK & PROKON Nord GmbH & Co. KG	풍력단지의 소유 및 운영

ENERTRAG의 시설 및 재무관계 용약은 아래 표와 같다.

연간 재무 수치	
에너지 관계 프랜차이즈 엔지니어링 매출	75,000,000 - 150,000,000 EU
전력 매출액	42,000,000 EU
equity capital(이익 잉여)	20,000,000 EU
기술적인 수치	
시설 용량	211 MW
운전중인 발전기의 대 수	180
연간 발전량	4억 6천 2백만 KWH
운전중인 풍력단지 총 투자비	3억 2백만 EU

3. 후기

지난 10년간 세계 특히 유럽에서 풍력발전의 괄목한 발전상에 경악하지 않을 수 없었다. 뿐만 아

나라 지금 이 시간에도 급속한 대형화와 그를 뒷받침할 요소기술의 개발이 각 분야를 망라하여 연구기관과 생산업체에서 연구와 개발에 박차를 가하고 있는 것을 보았을 때 두려움마저 느끼게 하였다. 우리와의 거리가 무서운 속도로 멀어져 가고 있기 때문이다.

이에 비하여 우리는 너무나 오랫동안 동면을 한 것 같다. 우리도 지난 70년대 후기부터 과기연을 중심으로 연구를 시작하였으나, 그간 관련기관의 무관심으로 너무나 긴 동면을 하였다는 말이다. 불과 2년여 전부터 겨우 수백 KW 급 풍력발전기가 몇 곳에 한 두 대씩 설치된 것이 고작인 실정이며 올해야 겨우 대관령에 대형 풍력발전단지 건설을 위한 정부승인이 난 것으로 안다. 그러나 현 추세라면 앞으로 거대한 시장으로 발전이 예상되는데도 풍력발전기 생산을 위한 기초는 거의 황무지라 할 수 있으며, 풍력발전단지의 건설을 위한 계획 및 설계를 할 수 있는 기술 용역 주체도 겨우 에너지기술연구소가 그 일부를 하는 것 외에 거의 찾아 볼 수가 없다. 풍력발전단지는 세계적인 추세가 해상건설 쪽으로 나가고 있어 기초 및 구조물설계 등 토목분야에서의 연구와 기술개발이 필요할 것으로 생각한다. 아쉽기는 하지만 정부에서 늦게나마 풍력발전사업자와 태양광발전사업자가 생산한 전기를 한전에서 자체 판매가 보다 높은 가격으로 구입하도록 입법화하여 어느 정도 재생에너지 개발의 숨통을 터 주었다는 것은 그나마 다행스럽게 생각한다. 그러나 설비 수명이 20년 이상인데도 이번 법령에는 5년만 보장하여 주게 되어 있어서 큰 오점을 갖고 있다. 이번 베를린 세계풍력회의에서도 한국대표의 발표에 대해 각국 대표들은 그 법령이 정말로 풍력발전을 지원하자는 의지가 있는 것인지 묻는 질문에 대하여 발표자는 난처한 입장에 처한 해프닝도 있었다. 앞으

로 정부가 좀더 과감한 지원대책을 강구할 필요가 있다는 한 가지 시사라 하겠다.

그러면 풍력발전의 적극적인 개발이 우리에게 끼칠 영향을 생각해 보자.

첫째로 선진국들이 교토의정서에 따른 이산화탄소의 할당량을 달성하고 나면 우리나라와 같은 어정정한 나라에 대해(우리나라는 교토의정서에서 정한 기준인 1990년 가스배출량의 2배에 접근하고 있어 배출량 1위라는 불명예를 안고 있음) 가스 발생량의 감축을 위한 가혹한 요구를 할 것은 뻔하며 그때는 우리산업은 상상할 수 없는 큰 혼란을 겪을 것임

둘째로 학자들의 추산에 의하면 화석연료는 금세기 말에 거의 바닥이 날 것이며, 멀지 않아 생산이 내리막길로 접어들면 연료가격은 그 시점에서 폭등할 수밖에 없다. 이때 우리의 산업 경쟁력은 어떻게 될 것인가? 생각만 해도 소름이 끼친다.

셋째 현재 세계 풍력발전기 시장은 유럽을 중심으로 거의 폭발적으로 확장되고 있으며, 이러한 현상은 앞으로도 더 가속되거나 적어도 이러한 추세를 유지할 것이라 생각되며, 따라서 우리나라와 같이 국내 산업이 폭 넓게 사양의 길을 걷고 있는 상황에서 이러한 좋은 시장을 허송세월로 놓친다는 것은 정말 안타까운 일이라 생각한다.

넷째 국내의 재래식 굴뚝산업이 한 두 가지를 빼고는 경쟁력 부족으로 사양화되고 있는데 풍력발전기와 같이 비교적 노동 집약성이 강한 산업을 육성함으로써 상당한 고용 창출 효과를 기대할 수 있을 것이다. 다섯째 유럽 기업들이 이러한 풍력 시장에서 완전히 석권하기 전에 우리가 조속한 기술개발과 능력 배양으로 적어도 동남아 시장이라도 확보해야 하며, 이를 위해서도 국내 풍력산업의 발전을 적극 추진하여야 할 것이다.

(원고 접수일 2002. 7. 24)