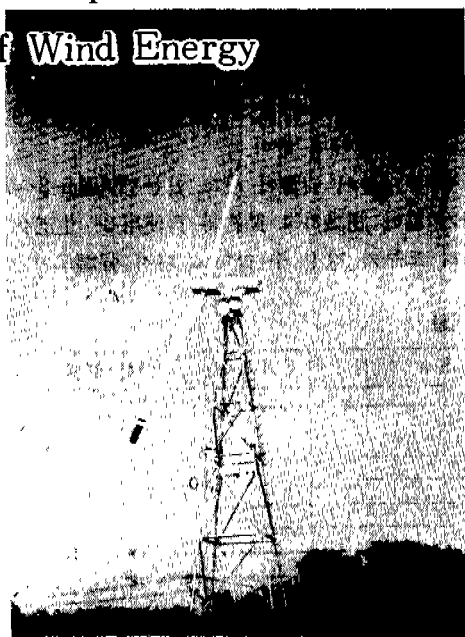


# 風車發電 實用化 試驗에 關하여

(中)

## An Experiment in Utilization of Wind Energy



韓電用役으로 개야도에 설치된 10 kW 級 風車

李 春 植

KAIST 機械 · 電子工學 研究部長  
工博

### 나. 캐나다

#### 1) NRC / IREQ 사업

1977년 유류절감을 위해 NRC (National Research Council)와 IREQ (Institut de Recherche de l'Hydro-Quebec) 사이의 공동사업으로 Saint Laurence 만이 있는 Magdalen 섬에 200 kW급 대형 수직풍차를 설치·운전하고 있다.

이 풍차는 NRC가 기초설계를 하고 NRC 지원으로 DAF (Dominion Aluminum Fabricating Ltd.)에서 상세설계를 완성하였다.

건설, 운전 및 측정은 IREQ에 의해 수행되었으며 제원은 표 1 과 같다. 1978년 Brake System의 정비도중 과회전으로 Rotor가 파손되었으나 1979년 7월에 완전히 수리되어 현재 만족스럽게 성능을 발휘하고 있다.

#### 2) 상용 개발품

DAF는 현재 표 3 과 같은 Darrieus 풍차를 상용으로 생산하고 있으며 그외에 Bristol Aerospace에서는 10 kW 이하의 소형 Darrieus 풍차를 생산하고 있다.

### 다. 서독

Hütter의 100 kW 풍력발전기가 Stuttgart 부근에 건설되어 1959년부터 1968년 까지 운전되었으며 이것의 경험을 바탕으로 풍력발전기의 지속적인 개발을 할 수 있었다. 70년대 부터 수행되어 온 연구개발 사업들은 다음과 같은 것들을 목표로 하고 있다

○ 기술적 응용을 위한 풍력관계 자료의 정리 및 분석

○ 저렴한 소형 풍차의 개발

〈표-3〉 DAF사의 각종 Darrieus 풍차

구 분	소형	중형	대형
출력	10 kW	50 kW	200 kW
형태			
翼断面 (翼弦長)	NACA 0015 (15cm)	NACA 0015 (36cm)	NACA 0018 (61cm)
發電機	誘導發電機	誘導發電機	誘導發電機
定格回転數		發電機 : 2,160 rpm	發電機 : 720 rpm

〈표-4〉 MAN 10kW급 풍차

	출 력 (kW)	날개직경 (m)	정격풍속 (m/s)	GEAR RATIO	수명 (년)	형 식
KLEIWEK	10	11	8	1 : 30	15	수평하류형
AEROMAN 10	10	11	8	1 : 30	20	수평하류형
AEROMAN 11 / 11	11	11	8	1 : 15	20	Fan Tail Type

○대형 풍차의 실제적인 응용에 대한 기술적인 문제와 경제성에 대한 연구집토

현재까지 독일정부의 여러기관과 기업체가 진행하여 온 Project 와 그 결과들은 다음과 같다.

1) MAN

MAN은 70년대에 10kW급 풍력발전기(표4) 개발에 주력해 왔으며 그 응용범위는 다음과 같다.

○단일 수요 System (난방장치, 양수장치 등)에 공급

○독립된 지역에 전력공급

○기존 계통선에 공급함으로써 Energy 절약

최근에는 독일정부와 함께 3 MW, 5 MW 급의 Growian 1, 2를 북해 연안에 건설하고 있다(표5).

2) Voith Getriebe KG

1976년 부터 1979년 까지 Prototype 의 개발을 위한 Project를 수행해 왔으며 현재 10kW~300kW kW급 풍력발전기를 상용으로 생산하고 있다(표5).

3) Pornier System GmbH

1977년 1월부터 직경 5.5m의 수직축풍차 개발 사업을 수행하여 왔다. 이 풍차는 풍속 6.5m/s 에서 70 rpm으로 회전하여 1 kW의 출력을 낸다.

현재는 풍동실험을 끝내고 지속적인 연구를 위해서 Pellworm 섬에 설치할 예정이다. 또한 풍속 8.5

m/s에서 20 kW의 출력을 낼 수 있는 12m 직경의 보다 큰 수직축 풍차를 설계하고 있다.

라. 덴마크

약 60년의 풍차역사를 가진 덴마크는 1977년 Danish Ministry of Commerce(현재 Ministry of Energy)가 전기회사들과 공동으로 덴마크 전력수요를 충당할 풍력에너지 사용의 가능성을 타진할 목적으로 풍력연구 사업이 시작되었으며 그 내용은 다음과 같다.

1) Gedser 풍차

Gedser 풍차는 1956년 Baltic 해안에 건설되어 10년간 운전된 200kW급 대형풍차이다. 덴마크는 1977년 11월 부터 DOE/NASA의 지원을 받아 이 풍차에 대한 여러가지 측정을 시작하였으며 그 목적은 다음과 같다.

○성능곡선 측정

○바람의 변화상태에 따른 구조물에 작용하는 하중

○발전되는 전기의 특성조사

2) Twind 풍차

1977년 Twind College에 건설되어 현재까지 운전중이며 세원은 표6과 같다.

〈표-5〉 서독의 풍력발전개발 현황

명 칭	Growian 1	Growian 2	Voith WEC-11	Voith WEC-38	Voith WEC-52	Voith WEC-300
정격출력 (kW)	3000	5000	10	145	285	316
정격풍속 (m/s)	12	12	8	8	8	8.5
날개직경 (m)	100	148	11	38	52	52
날개수 (개)	2	1	2	2	2	2
탑높이 (m)	100	-	11	24	30	30
현 황	북해연안에 건설중		상 용 개 발 품			

〈표-6〉 덴마크의 풍력 개발 현황

종 차 명 칭	Gedser	Tuinol	Nibe A	Nibe B
건설년도	1956	1977	1979. 9월	1980. 3월
장 소	Baltic 해안	Tuind College	Nibe Bredning해안	Nibe Bredning해안
정격출력(kW)	200	2000	630	630
날개직경(m)	24	54	40	40
Hub 높이(m)	24	53	45	45
정격풍속(m/s)	15	14.8	13	13
날개수(개)	3	3	3	3
형 식	수평상류형	수평하류형	수평상류형	수평상류형
현 황	성능추진을 위해 1977년 다시 가동 1979년 중단	가동중	가동중	가동중
특 징			4 Discrete Pitch Angles, Stall Regulation	Full Pitch Control, Power Regulation

### 3) Nibe 풍차

Nibe Bredning해안에 건설되었으며 Turbine A는 1979년 9월부터 B는 1980년 3월부터 각각 630 kW의 출력으로 지금까지 운전되고 있으며 약 40호의 가정에 송전이 가능하다.

### 4) 앞으로의 계획

1986년 부터 1995년 까지 날개직경이 50m인 풍차를 1년에 150~200대씩 설치하여 1990년대 후반에는 전체 전력수요의 10%를 풍력발전으로 충당할 것을 구상하고 있다.

#### 마. 스웨덴

지난 3년간 약 \$1,000만의 예산으로 외욕적인 풍력개발 사업을 진행시켜 왔다. 현재는 SAAB-Scandia에 의해 건설된 85kW급 풍력발전기를 운전중에 있고 Kalskronavaret/Hamilton Standard에서는 2MW와 3MW급 풍차를 1983년까지 가동시킬 계획으로 있다.

#### 바. 영국

영국은 1977년 ERA Ltd., Hawker Siddeley Dynamics Ltd.(현재 British Aerospace Dynamics Group), Taylor Woodrow Construction Ltd.와 Cleveland Bridge and Engineering Co. Ltd.로 구성된 공동협의체를 구성함으로써 본격적인 대규모 풍력개발 사업을 시작했다. 이 사업은 현재 날개직경이 60m에 정격출력 3.7MW로 풍력발전기

를 설계하여 건설중에 있다.

#### 사. 일본

일본은 잠재적 풍력에너지를 개발하기 위해 과학기술청 주관하에 1977년 부터 Putopia Project를 수행하여 왔으며 실용으로 사용할 수 있는 풍력에너지 개발에 대한 기술적인 면과 경제적인 면에서 연구를 했다.

이 연구는 실용화 성공률이 가장 크다고 판단되는 1~2 kW급 소형 풍력발전기(표7) 8대를 설치, 운전함으로써 수행되었다.

최근에는 Sunshine Project의 일부로써 “풍력에너지 변환시스템개발 Project”가 수행되고 있다. 이 Project는 IEA와 공동으로 수행하고 있으며 그 내용은 다음과 같다.

○환경에 대한 평가

○풍력에너지 자료의 분석과 개발에 적합한 입지의 선정

○풍력에너지로 부터 발전시스템까지의 연관 시스템 연구

○대형 풍력 발전시스템 개발을 위해 기본적 기술에 대한 연구

또한 이 Project중에는 100kW급 풍력발전기를 설계·제작·설치하여 운전하는 것도 포함되어 있다. 현재는 상세설계가 완성되어 1/21 Model을 이용한 풍동실험이 Mechanical Engineering Lab.에서 수행되고 있다. 다음은 이 풍력발전기의 설계제

〈표-7〉 Putopia의 풍력발전장치 제원

제원 제작업체	東海大學望星企業	富士電機製造	松下精工	山田	湯機電池
種 類	수직 Darrieus	푸로펠러	푸로펠러	푸로펠러	푸로펠러
날개직경 (m)	2.5	5	4	4	3.6
날개수 (재질)	3 (Al 합금)	3	2 (FRP)	2 × 2 (나무)	2 (나무)
탑높이	10	(철)	10	10	10
정격풍속 (w/s) 출 력 (W)	10, 1500	10	8.5, 1000	6, 1500, 7.5 2000, 9, 3000	12, 2200
발 전 기	교류 (48V, 31.3A)	6,750	교류 (24, 41.7)	직류 (12, 125) 직류 (24, 83.3) 직류 (110, 27)	교류 (110, 20)
제어기구	336 rpm 넘지 않 도록 공기역학적 회전제어	교류 (24, 32.3)	가변피치에 의 한 회전제어, 강 풍시 비상정지	15 m/s 이상에 서 푸로펠러가 지면과 수평되 도록 함	12m/s 이상에 서 가변피치, 강 풍시 Tail을 접 는다

원이다.

정격출력 100kW      Hub높이 28m  
 정격풍속 10m/s      날 개 수 2  
 날개직경 29.4m      건설예정지 Miyakejima  
 형 식 수평하류형  
 회전수조절 Microcomputer에 의해 Pitch  
 Angle 제어

아. 소련

1931년 Russia가 흑해연안 Yalta부근의 Balac - lava에 100kW용량의 실험용 풍력발전기를 건설한 경험이 있으나 2차대전 후 풍차개발이 활발히 이루어지고 있다.

현재 소련에서 관심을 가지고 개발하는 풍차는 1~15kW급으로 주로 기존 전기망과 격리된 지역의 Oil Pipeline의 전해부식 방지용이나 통신전원과 양수용으로 활용되고 있다.

〈표-8〉 소련의 풍력발전장치와 양수장치의 제원

타이프	VBL-3	VTL-3	VD-3T	Chayka	Buran	Vikhr	Veterok	Berkut	VE-2M	VIESK D-4	UVEU (1)-4-6	VEV -6-6	SOKOL
風車直徑 [m]	3	3	2.8	3	4	4	4	4	2	4	6	6	12
翼 數	3	18	2	12	3	2	3	2	2	2	2	2	3
風車回轉數 (計算値) [rpm]	270	90	420	108	108	320	270	300	600	280	186	250	88
公 稱 出 力 [kW]	1.0	0.8	0.7	0.75	1.6	1.6	1.6	1.6	0.15	1.6	3.4	3.2	15.2
運轉風速範圍 [m/s]	4~35	3.3~18	3~30	3.6~17	4~17	4~40	3.5~40	4.5~40	3~25	4~40	4~40	4~30	4.5~40
最 大 風 速 (計算値) [m/s]	35	30	40	30	35	40	40	40	30	40	40	30	40
全 効 率	0.17	0.15	0.31	0.6	0.2	0.16	0.55	0.16	0.65	0.5	0.15	0.4	0.7
風車軸高 [m]	5.75	5.8	6	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	7~12	5~7	9	6	10
裝 置 重 量 [kg]	430	445	295	490	500	420	470	450	51	240	1,300	1,000	1,900