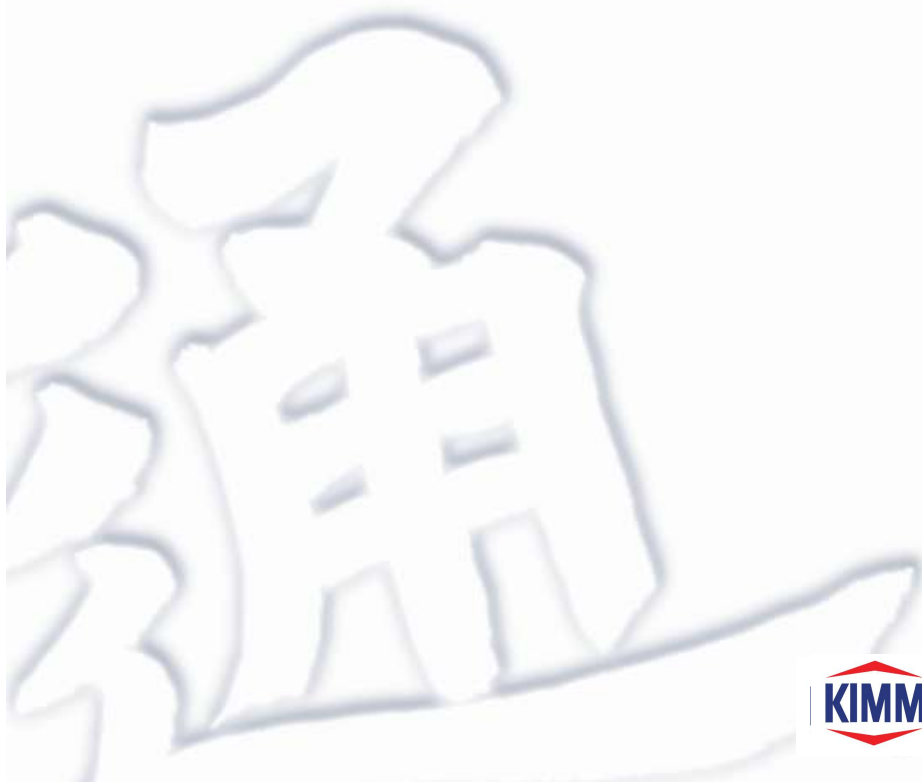


Vol.6 No.05  
2012.05

# 기계기술정책

KIMM Technology Policy

● **풍력 발전 시스템용 기어박스  
글로벌 시장 동향 분석**







# 1. 기어박스란?

## □ 정의 및 분류

- 구동력 시스템에 사용되는 기어 장치를 내장한 상자형 프레임으로 회전축의 기어비(比)<sup>1)</sup>를 조정하여 속도 및 토크를 제어
  - 기어박스의 내부는 기어, 샤프트(축), 베어링 등으로 구성
- 형태에 따라 워م 기어박스, 유성 기어박스, 베벨 기어박스, 헬리컬 기어박스, 헬리컬베벨 기어박스 등으로 분류

〈표 1〉 형태에 따른 기어박스의 종류 및 특징<sup>2)</sup>

종류	특징	그림
헬리컬 기어박스	<ul style="list-style-type: none"> <li>기어 톱니(Teeth)가 나선형(Spiral)</li> <li>Spur 기어나 Worm 기어에 비해 접촉선의 길이 및 기어 간 접촉 시간이 길어 에너지 전달의 효율성이 높음</li> <li>고출력을 요하는 산업용으로 사용</li> </ul>	
베벨 기어박스	<ul style="list-style-type: none"> <li>2개의 축이 직각 또는 둔각으로 만나 축 간 운동을 전달하는 기어</li> <li>자동차의 코너링을 위한 후차축, 비행기 크랭크 축과 프로펠러 축간의 감속 등에 사용</li> </ul>	
헬리컬 베벨 기어박스	<ul style="list-style-type: none"> <li>헬리컬 기어와 나선형 톱니를 가진 베벨기어가 수직으로 맞붙은 구조</li> <li>드라이프 샤프트의 구동력이 90도로 전환되어 휠에 전달되어야 하는 자동차에 주로 활용</li> <li>고속으로 원활한 동력 전달이 필요한 기계에 사용되며, 직선 베벨 기어에 비해 진동이나 소음이 작은 특징</li> <li>유지·보수 시 헬리컬기어와 베벨기어를 동시에 교체해야 하는 특징</li> </ul>	
유성 기어박스	<ul style="list-style-type: none"> <li>가운데의 Sun(태양) 기어와 주변을 회전하는 1개 이상의 유성(Planet/Outer) 기어, 내접(Internal) 기어로 구성</li> <li>적은 마찰률 및 마모성, 높은 신뢰성과 정확성 등으로 인해 풍력 발전, 자재 관리, 전력 산업 등 다양한 분야에서 사용               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 효율적이고 안정적인 동력 전달 장치에 대한 중요성이 증가하면서 유성 기어박스에 대한 수요 증가</li> </ul> </li> </ul>	
웜 기어박스	<ul style="list-style-type: none"> <li>기어와 Wrom이라 불리는 Screw thread가 달린 샤프트로 구성</li> <li>스퍼기어 등에 비해 작은 크기로 제작되며, 속도 저감, 토크 증가가 필요한 용도에서 사용</li> <li>큰 감속비, 적은 소음, 유지·보수의 용이성 등이 장점</li> </ul>	

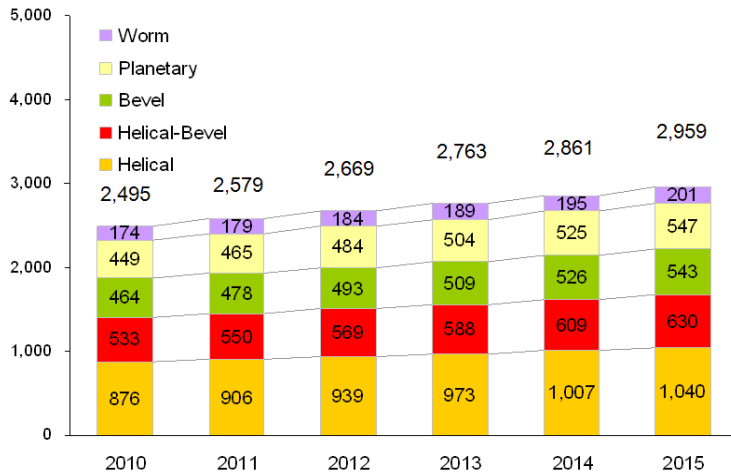
1) 서로 맞물리는 기어에 있어서, 큰 기어의 잇수를 작은 기어의 잇수로 나눈 값으로, 풍력 발전용 기어박스의 경우 블레이드의 저속·고토크 에너지를 발전기의 고속·저토크 에너지로 변환하는 역할을 함

2) Frost & Sullivan, 'Gearbox and Gear Motors Market', January 2012

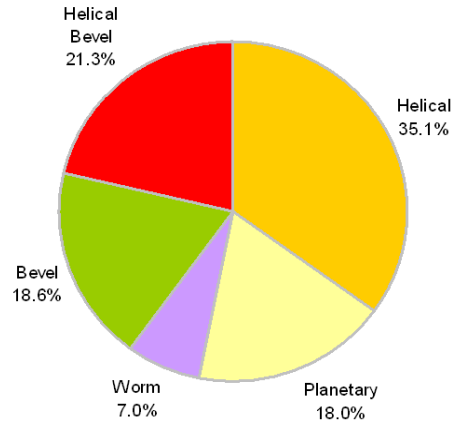
- 2010년 유럽(동유럽 포함) 시장 기준 약 24.9억 달러의 시장이 형성된 가운데, 헬리컬 기어박스가 전체의 35.1%로 가장 큰 비중 차지

\* 2010년~2015년 사이 연평균 시장 성장률은 3.5% 수준

유럽 기어박스 시장 추이(백만 달러)



기어박스 종류별 비중(2010)



<그림 1> 유럽의 기어박스 형태별 시장 규모와 전망<sup>3)</sup>

- 용도에 따라 자재 취급, 음식료품, 풍력발전, Oil&Gas, 건설, 농업 등으로 분류

<표 2> 기어박스 주요 전방산업 및 시장 비중<sup>4)</sup>

종류	특징	시장 비중*
자재 취급 (Material Handling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>컨베이어, 엘리베이터, 크레인 등 운반하역기계에 응용</li> <li>기어모터와 기어박스는 기계의 생산성 향상에 결정적 역할</li> <li>2017년까지 현재의 비중 유지하며 시장 규모 확대 예상</li> </ul>	28.2%
음식료품	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mixer 가동, 분리기, 코팅기, 음식료품 제조공정 상의 컨베이어벨트 등에 활용</li> <li>오염 물질의 분리에 필요한 구동력 시스템의 속도 및 방향 제어 등에 활용되면서 시장 점유율 확대 추세</li> </ul>	16.6%
풍력발전	<ul style="list-style-type: none"> <li>블레이드의 회전 속도를 전기생산이 가능한 속도로 변환</li> <li>2017년 시장 비중 16.2%까지 증가 예상</li> </ul>	15.6%
화학 및 Oil&Gas	<ul style="list-style-type: none"> <li>압축기용 증속 기어박스 등 열유체 부품에 동력 전달에 활용</li> </ul>	4.8%
제지 및 펄프	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tube Feeder, Conveyor, Air Opening Rodding System, Rolling Drive 등에서의 동력 전달용으로 사용</li> </ul>	6.4%
건설 및 농기계용	<ul style="list-style-type: none"> <li>건설 및 농기계 동력 전달용, 작업 효율성 제고</li> </ul>	10.4%
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>선박, 제철소(압연 라인), 석탄 분쇄용 미분기 등에 활용, 2017년 시장 비중 17.6%로 소폭 감소 예상</li> </ul>	18.0%
* 2010년 유럽(동유럽 포함) 시장 규모(24.9억 달러) 기준		

3) Frost & Sullivan, 'Gearbox and Gear Motors Market', January 2012

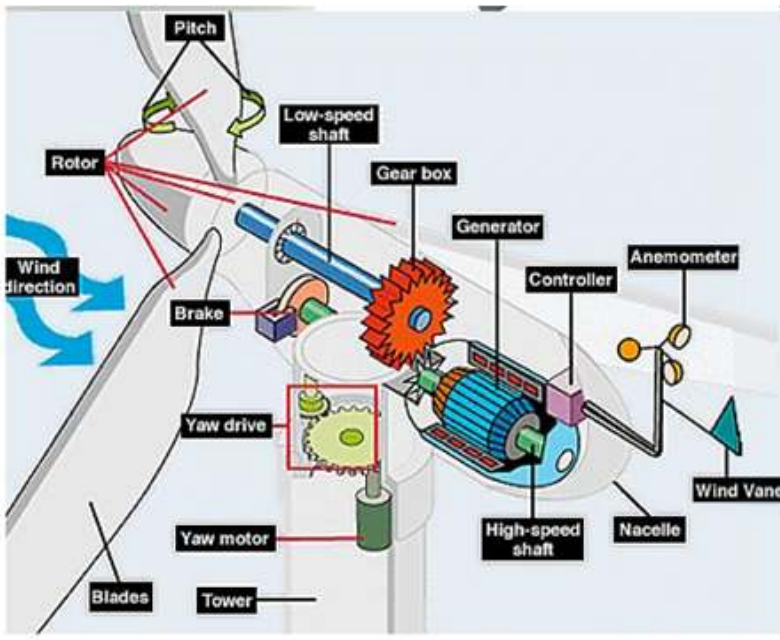
4) Frost & Sullivan, 'Gearbox and Gear Motors Market', January 2012

<표 3> 기어박스 종류 별 전방산업 분포<sup>5)</sup>

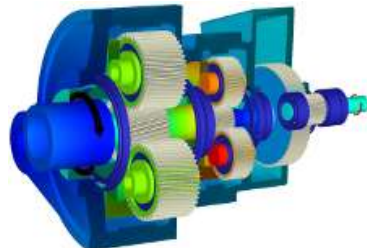
종류 \ 용도	자재 취급	음식료품	풍력발전	화학 및 Oil&Gas	제지 및 펄프	건설기계 · 농기계
헬리컬	○	○	○	○	○	○
헬리컬베벨	○			○	○	○
베벨	○					○
유성		○	○	○		○
웜	○	○		○	○	

## 2. 풍력 발전 시스템에서 기어박스의 위치 및 역할

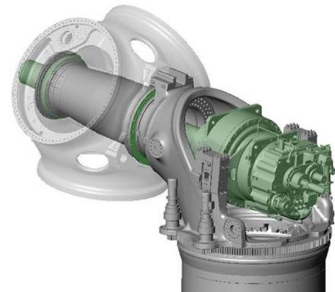
□ 풍력 발전 시스템은 약 8,000개 이상의 부품으로 구성



Gearboxes 모델링



Gearbox와 Generator Layout



- ① Blade가 바람을 맞아 회전
- ② Blade가 바람을 잘 맞도록 Pitch system이 블레이드 각도 조절
- ③ Yaw system은 바람이 불어오는 방향으로 Drive Train(Gearbox + Generator)을 회전하게 함
- ④ Low-Speed Shaft가 블레이드의 회전력을 Gearbox로 전달
- ⑤ Gearbox 내에서 다양한 기어들이 맞물려 블레이드의 회전속도를 전기 생산이 가능한 속도 까지 증가시켜줌(속도변환)
- ⑥ Generator(발전기)는 기어박스로부터 전달 받은 회전력을 전기로 변환
- ⑦ Converter(주파수 변환기)는 발전기에서 생산된 전기의 주파수 변환
- ⑧ Transformer(변압기)는 생산된 전기의 전압 변환, Grid에 전달
- ⑨ 타워는 발전 시스템 지지 구조물, 내부에 Cable(Grid), 풍력 발전기 접근용 사다리 등 설치

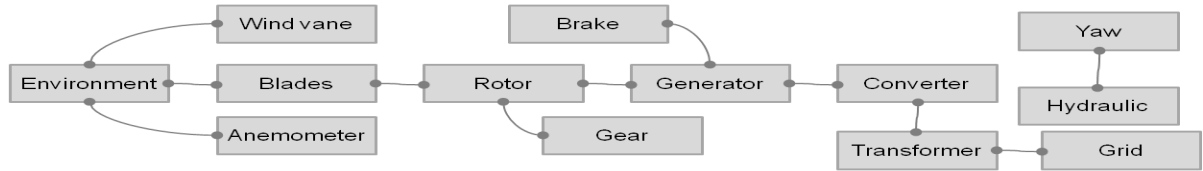
※ 발전기 부품 가동을 위해 필요한 전력은 최초에는 발전기에 연결된 송전망으로부터 공급받고, 발전 중에는 자체 공급(전기 축적, 발전 중단 후에도 일정시간 자가 동작)

<그림 2> 풍력발전기 부품 구성 및 발전 프로세스

5) Frost & Sullivan, 'Gearbox and Gear Motors Market', January 2012

○ 이 중 기어박스가 풍력발전기 원가에서 차지하는 비중은 12.9%

- 기어박스는 로터의 회전속도를 증속시켜 전기 생산이 가능하도록 발전기의 속도를 변환



<그림 3> 풍력발전기 제어 시스템에 따른 부품 간 인터페이스<sup>6)</sup>

<표 4> 풍력발전기 주요 부품 및 특징 및 원가 비중<sup>7)</sup>

종류	특징	비중	그림
타워	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 블레이드와 기어박스, 발전기 등 부품이 모두 조립된 나셀을 지지하는 구조물로 개당 가격은 20~30만 달러 수준</li> <li>• 높이는 40m~100m 이상이며, 120m짜리도 등장</li> </ul>	26.3%	
블레이드	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 길이는 보통 60m 이상</li> <li>• 복합재료(유리섬유+에폭시 수지)로 제작된 주형 틀로 제작</li> <li>• 개당 가격은 20~30만 달러 수준</li> </ul>	22.2%	
기어박스	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 회전축(Rotor Shaft)에서 입력된 회전 수를 전기발전에 적합한 회전수로 증속하는 역할</li> <li>• 개당 가격은 12.5~25만 달러 수준</li> </ul>	12.9%	
발전기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기어박스가 전달한 기계적 에너지를 전기 에너지로 바꿈</li> <li>• 동기식/비동기식 모두 사용, 개당 가격은 5~15만 달러</li> </ul>	3.4%	
전력 변환장치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발전기에서 생산된 직류형 전기를 교류형으로 변환하여 Grid에 전달</li> </ul>	5.0%	
메인 프레임	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 동력전달장치(Drive Train, Low/High Speed Shaft)의 장착 및 정확한 고정을 위한 장치, 철강재로 제작</li> </ul>	2.8%	
피치	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 바람을 최대한 활용하기 위해 블레이드의 각을 조절</li> </ul>	2.7%	
로터 허브	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍력발전기에서 블레이드와 회전축(Shaft)을 고정하는 장치</li> <li>• 블레이드에 가해지는 벤딩모멘트로 인하여 주조법으로 제작</li> </ul>	1.4%	
요 시스템	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 풍향 변화에 따른 나셀의 회전을 돕는 부품</li> </ul>	1.3%	

원가비중은 REpower MM92 모델 (blades 45m, Tower 100m) 기준으로 산출

6) National Instruments, 'Siemens Wind Power Develops a Hardware-in-the-Loop Simulator for Wind Turbine Control System Software Testing'에서 인용

7) Wind Directories, EWEA(2009)/하나금융그룹, '국내 풍력발전산업의 전망과 경쟁력 분석(2009)'에서 인용·재구성

### 3. 풍력 발전 시스템용 기어박스 세계시장 동향

#### □ 글로벌 시장 트렌드

##### (1) 시장 성장 촉진 요인

##### ① 신재생에너지 시장에 대한 정부의 지원(보조금 등)

- 세계 각국의 신재생에너지 보급 확대 정책에 따라 풍력 발전에 대한 지원도 확대되는 추세

<표 5> 주요국의 신재생에너지 관련 정부정책 및 제도<sup>8)</sup>

국가	내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신재생에너지 사용 의무화 쿼터 설정(Renewable Fuel Standard : RFS)을 통한 신재생에너지 생산 및 소비 의무화(2005)</li> <li>• 신재생에너지 공급확대를 위해 조세감면, 기술개발, 국제협력 확대 등 인센티브 부여</li> <li>• 생산세액공제(Renewable Electricity Production Tax Credit: PTC), 신재생에너지 생산 인센티브(Renewable Energy Production Incentive: REPI) 등의 다양한 지원제도 마련</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 온실가스 배출 억제에 위한 Climate Change Act 2008 발표</li> <li>• 2001년 설립된 Carbon Trust는 탄소배출라벨제도 도입 등 탄소감축을 위한 사업개발, 컨설팅, 신재생에너지 개발지원 등을 하며, 2016년부터 '제로카본 주택정책' 도입 예정</li> <li>• 'ACT ON CO<sub>2</sub>'(2008) 캠페인을 통해 에너지 절약과 탄소 배출 감축 정책을 국민들에게 홍보</li> </ul>
독일	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 신재생에너지 R&amp;D 지원 프로그램, 신재생에너지 사용 확산 장려 정책 및 특혜제도 운영 확대</li> <li>• 신재생에너지 관련 제품에 대한 세금감면 제도 운영</li> <li>• Der blaue Engel, TÜV-Mark EE01(Ökostrom) 등의 환경 및 신재생에너지 인증 제도 운영</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NEDO '신에너지 벤처기술 혁신사업'(2008) 등과 같은 신재생에너지 R&amp;D 지원 프로그램 추진</li> <li>• 태양광 발전, 바이오매스 에너지, 풍력 발전 등 신재생에너지 분야별 지원금 및 지원책, 장려정책 마련</li> </ul>
대한민국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2011년 '신재생에너지 기술개발 및 이용보급 실행계획'을 통해 신재생에너지 기업에 대한 상생보증펀드 조성, 신재생에너지 설비인증 체계 강화, 세제지원 방안 등을 다각적으로 추진</li> <li>• 에너지 사업자에게 에너지의 일정 비율을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 신재생에너지의무비율 제도(2012) 시행</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '재생에너지 발전 기금' 조성(2009) 및 관리 강화 정책 발표(2012)</li> <li>• 2006년 신재생에너지법(可再生能源法) 개정을 통해 풍력발전을 위한 전력망 지원 확대</li> <li>• 차량선박세법 개정(2010)을 통해 신재생에너지 차량·선박에 대해서는 면세 또는 50% 감면 혜택 제공</li> </ul>

8) KOTRA, '주요국의 녹색산업 동향 및 기술보유기업 조사, 2009에서 인용·재구성  
지식경제부, '2011년 신재생에너지 기술개발 및 이용보급 실행계획'에서 인용·재구성

- 미국 정부는 대형 풍력 발전 프로젝트를 위해 프로젝트 비용의 30%를 지원해주는 'ARRA 2009'<sup>9)</sup> 마련(2009년 2월)
- 상기 지원책은 2010년에 만료 예정이었으나 2012년까지 연장되었으며, 미국 내 풍력 발전 시스템 보급 확대에 기여
- 최근 경제 위기로 인한 선진국의 보조금 지원 감소·중단은 장기적으로 풍력 발전 시스템 보급에 부정적인 영향 예상

## ② 국가별 에너지 안보 및 자급 노력에 의한 풍력발전 투자 증가

- 풍력 발전은 자원의 수급 및 가격 변동성에 따른 리스크는 거의 없는 편
- EU는 연간 천연가스 수입량의 25%를 러시아에 의존하며, 이중 80%가 우크라이나를 통과함에 따라 가스와 관련한 분쟁이 지속적으로 발생<sup>10)</sup>
- 국가별 에너지 자급률<sup>11)</sup> 제고 및 에너지 안보 확보 노력에 따른 풍력 발전 투자 증가 기대
- 다만 바람의 세기, 방향 등에 따른 발전량의 변동성 발생은 풍력 발전 확대의 최대 아킬레스건
  - \* 독일 전력회사 E.On Netz에 따르면 풍력 발전량의 최고치와 최저치간 사이가 4,340MW에 이름(대형 석탄 화력 발전소 6~8개의 발전량 수준)



<그림 4> 풍력 발전의 발전량 변동(E.On Netz 사례)<sup>12)</sup>

9) American Reinvestment and Recovery Act

10) 천연가스 관련 분쟁 등은 기계기술정책 2012년 3월호 <산업용 가스발전 시스템 글로벌 시장 동향 분석> 참고

11) 에너지 공급에서 국산 에너지가 차지하는 비율

12) E.On Netz, Wind Report, 2004



### ③ 지속가능한 발전을 위한 신재생에너지 수요 증가

- 화석 연료 소비 및 환경 문제 등은 신재생에너지 발전 계획 및 투자에 중요한 동력으로 작용
- 유럽은 2010년 4월 'Re-thinking 2050'을 통해 2050년 신재생에너지의 전력 공급 비중 100% 실현을 목표로 제시
  - \* 2008년 12월 EU 의회의 NEP(New Energy Policy) 2009에서 제시한 2020년 신재생 에너지 전력 공급 비중 20% 목표를 상향 조정
  - \*\* 풍력 발전의 비중은 31.1%(2050년 기준)로 가장 높은 수준

<표 6> EU 'Re-thinking 2050'에서 제시한 신재생에너지 발전량 목표(TWh)<sup>13)</sup>

		2007	2020	2030	2050
풍력(Wind)		104	477	833	1552
수력(Hydro)		325	384	398	448
태양광(PV)		5.4	180	556	1347
바이오매스(Biomass)		102	250	292	496
지열(Geothermal)		5.8	31	169	601
태양열(CSP)		0.8	43	141	385
해양(파력, 조력 등)		-	5	18	158
합계		543	1,370	2,407	4,987
EU 27개국 전력 소비량					
Eurostat		3,362			
NEP	Moderate Price		3,443		
	High Price		3,493		
2030	Moderate Price			3,616	
	High Price			3,702	
2050	Moderate Price				4,987
	High Price				3,491
신재생에너지(RES) 비중		16%	39.2%~39.8%	65%~67%	100%~143%

- 중국은 2011년 '한-중 신재생에너지협력포럼'을 통해 신재생에너지 비중을 2020년까지 15%까지 증가시킬 것으로 발표
  - \* 그 중 풍력발전 설비는 2015년까지 70GW 신설할 것으로 계획
- 미국은 2007년 '2017 비전 제시'를 통해 2017년까지 신재생에너지 비중을 15%로 늘리겠다는 정책을 제시
  - \* 2005년~2009년 미국의 신재생에너지 관련 투자 가운데 풍력발전이 차지하는 비중은 43.1%
- 일본은 2009년 8월 발표한 '장기에너지수급전망'을 통해 2030년까지 신재생에너지의 공급 비중을 11.6%로 전망

13) EREC, 'Re-thinking 2050 - A 100% Renewable Energy Vision for the European Union', 2010 April



#### ④ 노후 · 소규모 발전소의 대체 방안으로 부상

- 전력 수요 증가를 고려할 때 노후 · 소규모 발전소는 증설이나 성능 개선 보다는 폐쇄를 통한 자원 소비 절감 및 오염 물질 배출 저감이 효과적  
\* 석탄화력 발전의 경우 발전 용량이 작을수록 KWh 당 석탄 소비량이 증가하는 특징
- 북미 · 유럽 지역의 발전소는 1960년대 지어진 노후 발전소가 대부분으로 이들의 수명이 40~50년임을 고려할 때, 교체 주기가 도래
- 중국은 제11차 5개년 계획 기간('06~'10) 중 50MW급 이하의 발전소(총 15,000MW)와 노후소형 석유 발전소(총 7,000MW) 폐쇄 목표 제시
- 기존 노후 발전소의 교체 비용으로 보다 효율적인 대안인 풍력 발전과 같은 신재생에너지 발전소 설립 가능

#### (2) 시장 성장 저해 요인

##### ① 송전선 구축에 막대한 비용 소모

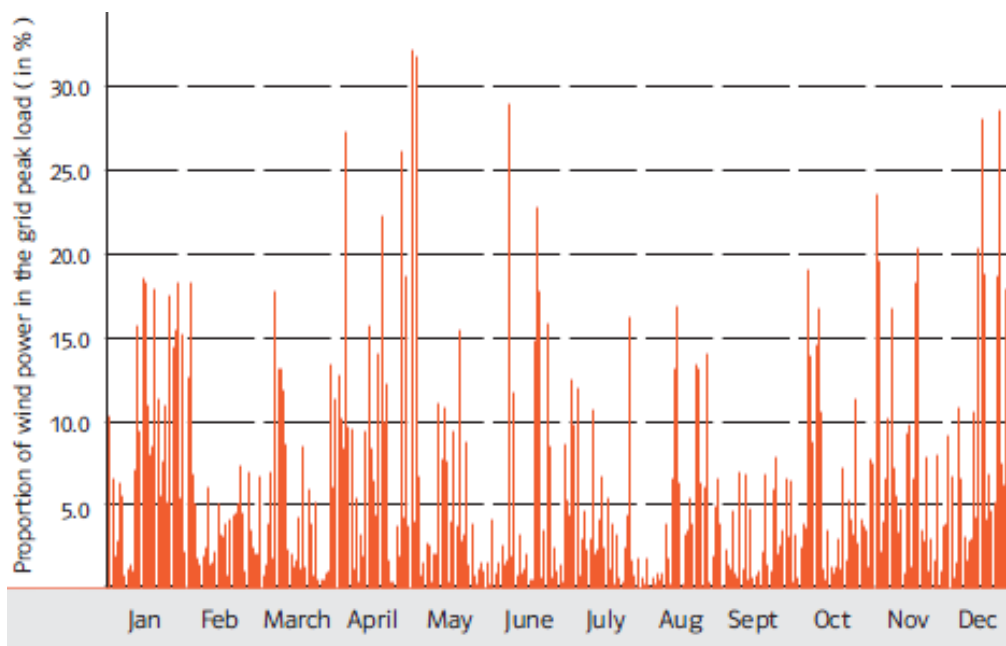
- 풍력 발전의 가장 큰 단점 중 하나는 지역과 전력 소비 지역 간의 거리로 인해 전력 공급을 위한 송전선 구축에 높은 비용이 든다는 점
- 미국의 경우 동부의 풍력 발전량을 송전하기 위해 2024년까지 고압 송전 그리드 구축에 500억~800억 달러의 비용 추산<sup>14)</sup>
- 미 캘리포니아 주 정부는 RETI와 QAEPC\*를 통해 신재생에너지 운송 비용 절감 지역 선별, 효율적 운송 기술 개발에 대한 세금 공제 혜택 부여  
\* Renewable Energy Transmission Initiative, Qualifying Advanced Energy Project Credit
- 영국의 해상풍력단지 조성 계획 2020에 따르면, 48GW급 발전단지 조성에 필요한 2,000억 파운드 중 300억 파운드가 해저 송전 케이블 건설에 소요<sup>15)</sup>  
\* 해상 풍력은 해양 구조물 설치, 염분과 파도 등의 환경 조건으로 인해 최대 2배 이상의 비용 소요
- 글로벌 금융위기로 인한 유럽의 송전선 투자 감소, 송전선 건설에 대한 지역 주민들의 반발 등은 향후 해결해야할 과제

14) 전력 소비량의 5%~20% 공급을 가정하고 비용 추산, Reuters 2009년 2월 9일 기사 'REFILE-New U.S. wind power grid to cost \$50-80 bln-study'에서 인용

15) KOIRA 글로벌윈도우 <영국 해상풍력발전시장 현황> 2011년 7월 24일

## ② 불안정한 공급으로 인한 풍력발전기 수요 감소

- 화석 연료 발전의 설비이용률(Capacity Factor)은 60%~80% 수준인 반면, 풍력 발전의 설비이용률은 25%~40%에 불과
- 전력 공급에 간헐적인 성격을 보이는 풍력 발전은 수요에 따라 안정적으로 공급하는 것이 어려워 효율성이 떨어질 수 있음
- 풍력 발전의 전력 피크 부하 기여율<sup>16)</sup> 0.1%~32%로 변동성이 매우 큼
  - \* 풍력의 출력량은 하루 전 예측이 가능하지만 20%~50% 정도의 오차를 보이는 경우도 흔함



<그림 5> 2003년 독일 풍력 발전의 피크 부하(E.On Netz 사례)<sup>17)</sup>

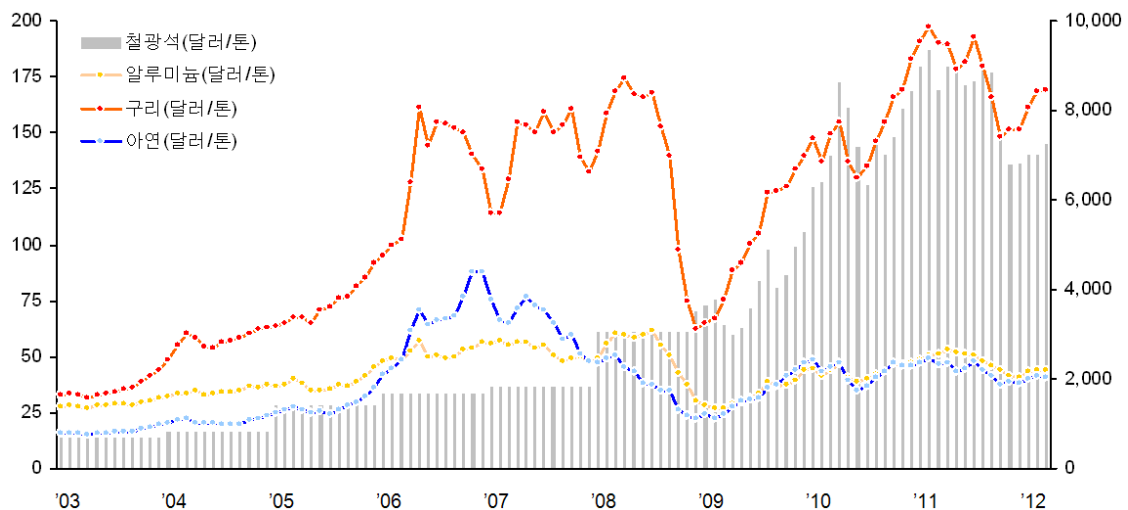
- 발전의 간헐성으로 인해 요구되는 에너지 수요 관리 기술, 부하 분산 기술, 발전 저장 시스템 기술\* 등에 대한 개발 노력 진행 중
  - \* off peak time에 생산한 전기를 저장하여 peak time에 사용하는 기술 등
  - \*\* 2011년 한국에너지기술연구원은 '글로벌 신재생에너지 연구센터'를 개소하여 전력공급이 불안정한 신재생에너지들의 상용화를 위해 에너지 융복합 및 첨단 전기저장방식 연구
- 발전 지역과 전력 소비 지역 간의 거리로 인한 송전선 안전 문제 제기 시, 현재는 발전기(Generator) 가동을 중단하는 등 효율성 문제도 발생

16) 하루 중 최대 전력 수요량에 대한 기여

17) E.On Netz, Wind Report, 2004

### ③ 풍력 발전 시스템 생산 단가 상승

- 2004년~2008년 달러 약세 · 원자재 상승 등의 요인으로 풍력 발전 시스템 (WTG) 단가는 상승세 기록
  - \* 2010년은 세계 경기침체로 2008년보다 16.1% 하락
- 2012년 이후 경기 회복에 따른 풍력 발전 투자 증가 시, 풍력 발전 시스템 단가는 점진적으로 상승 전망
- 신흥국의 경제 성장 등으로 인한 원자재 가격 상승 또한 풍력 발전 시스템 가격에 악영향 예상
- 시스템 내 영구 자석 발전기 제작에 사용되는 네오디뮴, 디스프로슘의 공급 부족은 신규 풍력 발전 보급에 부정적 영향
  - \* 중국이 전세계 네오디뮴 생산의 95%를 차지하고 있는데, 중국 내 수요 증가와 2010년 이후의 수출 제한은 공급 부족 현상을 유발
- 미국의 볼더 윈드파워와 같이 희토류를 사용하지 않고 풍력 발전 시스템 부품을 제조할 수 있는 기업에 대한 관심 확대



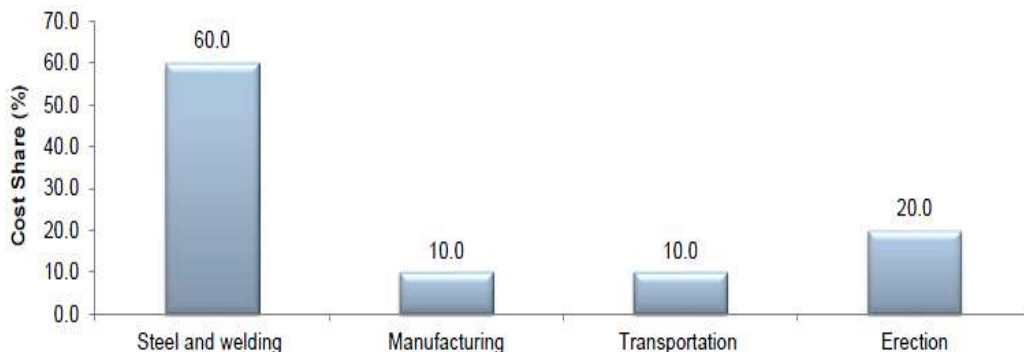
<그림 6> 풍력 발전 시스템 제작 관련 주요 원자재 가격 추이<sup>18)</sup>

- 이 밖에 블레이드 제조에 사용되는 수지(Resin), 선철(Pig iron), 발사 (Balsa), 발포 고무(Foam) 등의 핵심 소재의 가격 변동성도 확대되는 추세
- 한편 중국의 저가 공세는 유럽 · 북미 업체의 가격 인하 압박 요인으로 작용 가능

18) [www.indexmundi.com](http://www.indexmundi.com)

#### ④ 풍력 발전 시스템 대형화에 따른 물류 비용 증가

- 블레이드나 타워의 대형화에 따라 풍력 발전 산업에서의 물류 이슈가 부각되기 시작
  - \* 터널의 크기나 고가도로 하중에 따라 통행 제한 사례 빈발
- 타워 운송 비용은 타워 관련 비용의 10%를 차지하는데, 거리에 따라 140~180달러/tower · mile 수준으로 알려짐



<그림 7> 타워의 원가 구조<sup>19)</sup>

#### ⑤ 풍력 발전 시스템 부품의 고장에 대한 신뢰성 제고 필요

- 풍력 발전기의 주된 고장 사례 대부분의 원인이 기어박스 고장으로, 설계, 작동 부하 과소 추정, 기어박스과 베어링 간의 Alignment 문제, 베어링 미끄러짐 현상 등에서 기인
  - \* 풍력 발전 시스템 전체 부품 중 기어박스의 고장률은 약 30% 정도로 추정
- 풍력발전 투자에 따른 수익률 확보를 위해 기어박스의 신뢰성 제고 노력이 시급한 상황
- 메인 프레임 및 로터 허브 등 대형 주조 부품의 품질이 풍력발전 시스템 가동에 매우 중요하나, 고품질 제품을 공급하는 기업은 소수에 불과

#### ⑥ 부품의 초과 공급 발생

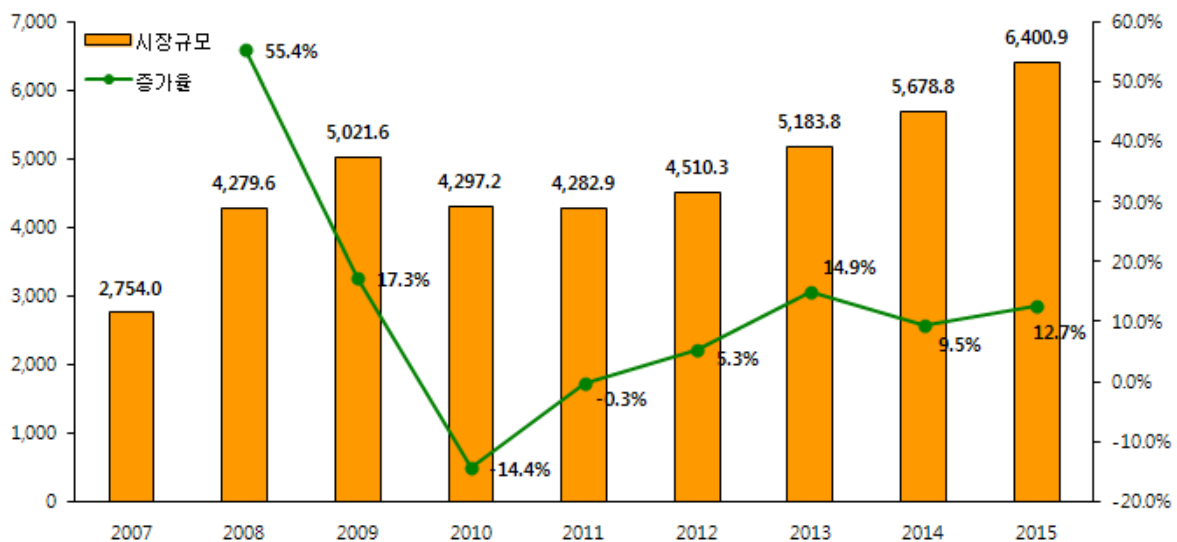
- 타워, 블레이드 등 부품 산업의 신규 진입, 기존 업체의 증설에 따른 경쟁 격화, 풍력 발전 수요 감소가 겹치면서 2009년 이후 부품 공급 초과 현상 발생
- 부품 제조업체들은 경쟁력 유지를 위해 비용 절감 등의 전략 구사

19) Frost & Sullivan

□ 세계 풍력발전 시스템 기어박스 시장 동향

○ 풍력 발전용 기어박스 시장 규모는 2010년 현재 약 43억 달러 수준이며, 2015년 64억 달러에 이를 전망

- 2010년은 글로벌 경제 위기로 인해 풍력 발전의 수요가 감소하면서 전년 대비 14.4% 감소
- 2011년 이후 2015년까지 연평균 10.6% 성장, 64억 달러의 시장 규모 전망
- 기어박스 원재료의 96%(비용 기준)가 철강제품인 만큼 철광석 가격 변동에 따라 기어박스 시장 규모가 증가 또는 감소할 것으로 추정



<그림 8> 풍력용 기어박스 세계 시장 동향 및 전망<sup>20)</sup> (백만 달러)

○ 기어박스 공급 구조는 기어박스를 자체 제작하는 OEM(In-house)과 기어박스를 전문 제작하는 독립 제작사로 구분

- 기어박스의 자체 제작 이유는 발전 용량의 대형화에 따른 부품의 신뢰성 확보, 납기 단축, 기술 보호 등이 중요해졌기 때문
- 풍력용 기어박스의 까다로운 신뢰성 요구 조건으로 인해 기존 산업용 기어박스 제조사가 시장 진입을 꺼려하는 것 또한 자체 제작 이유로 작용  
\* 제품 공급 후 발생할 수 있는 막대한 유지·보수 비용 감당이 어려움

20) Frost & Sullivan, 'Analysis of the Wind Turbine Components Market'(2011)에서 인용

- 베어링 공급, 기어박스 제작, 조립 및 검사 등 기어박스 납기 기간은 대략 60주가 소요

<표 7> 기어박스 제작을 위한 부품 공급의 소요 시간 추이<sup>21)</sup>

원자재 및 부품	공급 소요 시간	기어박스 제조	조립 및 테스트
베어링	56주~72주		
금속 부품	~40주		
단조 부품	~30주		
주조	~20주		
기어 가공		10주	
기어박스 하우징 가공		2~3주	
테스트			2~3주

- Siemens, Suzlon 등은 2000년대 중반 기어박스 제조업체인 Winergy와 Hansen Transmission 인수를 통해 기어박스 공급의 안정성 확보 시도
- 신뢰성 확보, 완제품 제조사의 기술 요구에 신속 대응이 가능한 독립 제작사는 10여 개에 불과

<표 8> 주요 기어박스 제작사(생산 용량 순)<sup>22)</sup>

기업명	국적	생산 용량(MW)	비고
Winergy GmbH	독일	9000	• 2005년 지멘스에서 인수
Hansen Transmission	벨기에	7000	• 2006년 인도 수출론이 인수 • 해상 풍력 발전용 기어박스에 강점 보유 • 2009년 1월 유동성 문제 해결을 위해 지분 10%를 런던 소재 투자 회사(Ecofin)에 매각
Bosch Rexroth	독일	3400~3600	
Moventas OY	핀란드	n/a(est.3000)	• 핀란드 Jyväskylä에 풍력발전용 기어제작공장 설립
Echesa	스페인	2000	• Gamesa의 자체제작 공급 업체
Brad Foote	미국	2000	• 새로 진입한 미국업체
China Highspeed	중국	2000	• 중국 기어변속기 산업의 선도 기업
Eickhoff	독일	1300	• 12년 이상의 저소음 기어박스 제작
Jahnel Kestermann	독일	1200	• 2008년 4월 평산이 인수 • 2010년 12월 현대중공업이 재인수(부채 1,030억 원 인수 조건)
Chongqing Gearbox Co. Ltd	중국	800	• 중국에서 두 번째로 큰 기어박스 제조업체
Dalian Heavy Industry	중국	750	• 중국기업 Sinovel 모회사 • 연간 생산능력을 2000MW로 확장할 계획
GE Transportation	미국	n/a(est.500)	• GE의 자체제작 공급 업체
Ishibashi	일본	500	• 2008년 미쓰비시가 설립한 회사
Fellar	스페인	n/a(est.200)	
Hyosung Corporation	한국	200	• 효성중공업의 공급업체
Hangzhou Advance Gearbox	중국	150	• Windy와 Huayi社가 고객
RENK	독일	100	• 대형 및 해상풍력발전 시장에 집중
Sichuan Erzong	중국	100	• Dongfang社에 1.5MW 기어박스 공급
Voith Turbo	독일	40	• 새로운 개념의 구동장치계 DeWind8.2 공급

21) 한국선급, '국내외 풍력산업 부품, 소재 부분의 기술 및 산업동향'에서 인용

22) 한국선급, '국내외 풍력산업 부품, 소재 부분의 기술 및 산업동향'에서 인용·재구성

○ GE, Gamesa, Enercon, Suzlon, Siemens 등 선두기업은 In-house 또는 자회사 형태로 기어박스 제작사를 보유

- 2010년 이후 중국 기업의 약진이 돋보였으나, 기어박스 수급 능력은 열위에 있는 것으로 파악

\* 2010년 기준 세계 10대 풍력 발전 기업 중 4개가 중국 기업<sup>23)</sup>

<표 9> 풍력발전기 제조사별 기어박스 공급<sup>24)</sup>

	Vestas	GE	Gamesa	Suzlon	Siemens	GoldWind	Acciona	Nordex	Sinovel	Enercon	Repower
In-house		O	O							O	
Winergy	O	O	O	O	O		O	O			O
Hansen	O		O	O	O						
Moventas	O	O	O				O				
Bosch Rexroth	O	O	O					O			
Eickhoff		O						O			O
Jahnel Kestermann				O							
Fellar	O										
China Highspeed		O				O			O		
Chongqing						O					
Dalian									O		
RENK											O

○ 업체별 세계 시장 점유율은 2010년 현재 Winergy(30~40%), Hansen(10~20%), Bosch · Moventas(각각 5~10%) 등의 과점 상태

- Hansen, Bosch, Moventas 등 유럽 기업들은 세계 시장에 비해 유럽에서 보다 높은 점유율을 기록

<표 10> 유럽 소재 주요 기어박스 제조 기업의 시장 점유율<sup>25)</sup>

	Winergy	Hansen	Bosch	Moventas
세계 시장 점유율	30~40%	10~20%	5~10%	5~10%
유럽 시장 점유율	30~40%	20~30%	10~20%	5~10%

23) 화루이(Sinovel), 진펑(Goldwind), 동치, 유나이티드 파워

24) 한국선급, '국내외 풍력산업 부품, 소재 부분의 기술 및 산업동향'에서 인용

25) Europea Commission, Case No COMP/M.6361 - ZF / Hansen Commission decision pursuant to Article 6(1)(b) of Council Regulation No 139/2004130/09/2011



#### 4. 풍력 발전 시스템 기어박스 국내시장 동향

- 국내 업체 중 풍력발전 시스템용 기어박스를 생산하는 기업은 효성, 두산중공업, 현대중공업, 우림기계 등 소수
  - 효성은 2010년 국내 최초로 1.65MW급 기어박스 해외 수출에 성공 (인도 고다왓 에너지)
    - \* 독일 Renk사와 기술 협약 체결, 660KW~2MW급 제품 생산
  - 두산중공업은 2009년 9월 3MW급 기어박스(WinDS3000) 자체 개발을 완료하고 제주도 김녕에 실증플랜트 설치·운영
    - \* 2011년 4월에는 교체비용이 높은 기어박스의 효율적인 유지·보수를 위해 풍력발전기 내부에 자체 크레인을 장착하여 대형 크레인을 이용하지 않는 독자적인 방식 개발
  - 효성(2009년)과 두산중공업(2011년)은 독일 풍력발전 인증기관인 DEWI-OCC\*로부터 국제인증 획득에 성공
    - \* DEWI GmbH가 2003년에 설립한 풍력발전 시스템 인증 전문기관으로 전세계 13개국의 1,300개 이상의 업체에 풍력발전 인증과 기술자문 서비스를 제공
  - 2010년 12월 현대중공업은 기어박스 제조업체인 야케(JAKE)社를 평산으로부터 재인수하며 풍력발전 부품 역량 강화
    - \* 야케(JAKE)는 100년 이상의 전통을 갖고 있는 독일의 기어박스 전문 업체
  - 포메탈은 풍력용 기어박스 부품 일부를 일본 나브테스코사에 공급 중
  - 우림기계는 2011년 3MW급 기어박스 독일 인증 절차를 진행 중인 것으로 알려졌으며 2012년 하반기 중 매출 발생 기대
  - S&T 중공업은 기어박스의 상세설계, 실물모형 제작에 성공하였으며, 2012년말까지 국제 인증 취득을 목표
- 정부에서는 「그린에너지 전략 로드맵 2011」을 통해 5~10MW급 풍력용 기어박스의 국산화 및 신뢰성 확보를 추진
  - 설계 등 선진국 대비 열위 기술의 경쟁력을 2015년 80%, 2030년에 100%까지 끌어올리겠다는 목표 제시
  - 부품 국산화 및 수직계열화를 통한 안정적인 공급망 확보, 국제 경쟁력을 갖춘 인증·성능평가기관 육성이 목표

## 5. 요약

- 기어박스란 구동력 시스템에 사용되는 기어 장치를 내장한 상자형 프레임
  - 기어박스는 회전축의 기어비(比)를 조정하여 속도 및 토크를 제어하며 내부는 기어, 샤프트(축), 베어링 등으로 구성
  - 형태에 따라 워엄 기어박스, 유성 기어박스, 베벨 기어박스, 헬리컬 기어박스, 헬리컬베벨 기어박스 등으로 분류
  - 용도에 따라서는 자재 취급, 음식료품, 풍력발전, Oil & Gas, 건설, 농업 등의 산업 분야에서 활용
- 풍력용 기어박스 세계 시장은 시장 성장 촉진 요인과 저해 요인이 공존
  - 시장 성장 촉진 요인에는 신재생에너지에 대한 정부 지원 및 수요 증가, 국가별 에너지 안보·자급 노력에 의한 풍력발전 투자 증가 등의 요인 존재
  - 시장 성장 저해 요인에는 송전선 구축의 어려움, 풍력 발전의 낮은 설비이용률, 풍력 발전 시스템의 생산 단가 상승 및 부품 잦은 고장 등의 요인 존재
- 2010년 기준 풍력용 기어박스 시장 규모는 약 43억 달러 수준
  - 2011년~2015년 연평균 10.6% 성장하여, 65억 달러의 시장 규모를 달성할 것으로 전망
  - 전체 풍력 발전 시스템에서 기어박스가 원가에서 차지하는 비중은 12.9%이며, 기어박스의 개당 가격은 12.5~25만 달러 수준
  - 풍력용 기어박스는 기어박스를 자체 제작하는 OEM(In-house)과 전문 제작하는 독립 제작사로 구분
    - GE, Gamesa, Enercon, Suzlon, Siemens 등의 선두기업은 In-house나 자회사 형태로 기어박스 자체 제작사 보유
      - \* 2000년대 중반 Siemens, Suzlon 등은 기어박스 제조업체인 Winergy와 Hansen Transmission 인수를 통해 기어박스 공급 안정성 확보 시도
    - 그 외에 신뢰성 확보, 완제품 제조사의 기술 요구에 대응이 가능한 독립 제작사는 세계적으로 10여 개에 불과

- 2010년 기준 업체별 세계 시장 점유율은 Winergy(30~40%), Hansen(10~20%), Bosch·Moventas(각 5~10%) 등으로 과점 시장을 형성
- 우리나라의 풍력용 기어박스 생산 업체는 효성, 두산중공업, 현대중공업, 우림기계 등으로 소수 기업이 존재
- 효성(2009년)·두산중공업(2011년)은 독일 풍력발전 인증기관인 DEWI-OCC로부터 기어박스 국제인증 획득에 성공하는 등의 성과 달성
- 정부는 「그린에너지 전략 로드맵 2011」을 통해 5~10MW급 풍력용 기어박스의 국산화, 안정적인 공급망 및 신뢰성 확보 추진

:: Vol.6, No.5 2012

## 기계기술정책

KIMM Technology Policy

---

| 발행처 | 한국기계연구원 전략기획본부 전략연구실  
 | 발행일 | 2012. 05  
 | 기획·편집 | 광기호, 박효주, 박영준(시스템신뢰성연구실)  
                   김재윤, 오승훈, 정준호,  
 | 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156번지  
 | 전화 | (042) 868 - 7682 (전략연구실)