

중국 해상풍력 발전의 개발 및 확대 전망

한국과학기술정보연구원
전문연구위원 나덕주
(djra15@reseat.re.kr)

1. 서언

- 지난 10년 동안 풍력발전은 신재생 에너지 분야의 중요한 기술로서 지속가능하고 또한 급속히 개발되어 왔다. 2008년까지는 주로 육상풍력에 집중되었으나 그 때부터 유럽에서 해상풍력의 개발이 급성장하기 시작하였다. 2000년 이전에는 주로 덴마크와 네덜란드에 1MW 이하의 해상풍력 단지가 건설되었으나 2000년 이후에는 영국에서 개발을 시작하여 개발속도와 설치용량 측면에서 세계 선두자리를 차지하고, 지금은 세계 근해 풍력발전의 90%가 유럽에 설치되어 있다.
- 북미 지역은 해상풍력단지의 설치가 증가하여 2020년에는 10GW, 2030년에는 54GW에 이를 전망이다. 아시아에서는 중국은 물론 한국과 일본이 해상풍력에 깊은 관심을 보이고 있다. 한국은 국내 기업으로 하여금 해상풍력 장비 개발을 수행하고 2016년까지 400MW의 해상풍력 시범단지를 건설하고 그 후 2020년까지 2GW를 건설할 계획이다.
- 중국은 지난 10년 동안 풍력산업이 급성장하여 2013년도 말에는 세계 총 용량의 28.7%인 91,423MW의 설치 용량을 갖게 될 것이다. 중국의 12차 5개년 계획에 의하면 중국 정부는 2015년까지 5GW, 2020년에는 30GW의 해상풍력 설치용량을 갖겠다는 의욕적인 계획을 제시하고 있다. NEA(National Energy Administration)는 연안지역 지자체로 하여금 해상풍력단지 건설계획을 세워 승인을 받도록 지시하였고, 2014년에 NDRC(National Development and Reform Commission)는 해상풍력 FIT(Feed-In Tariff)정책을 발표하고, 해상풍력 개발을 지원하였다.
- 중국의 해상풍력 에너지 잠재력은 2010년, 2020년 및 2030년에 해안 지역의 총 전기 수요의 56%, 46% 및 42%를 담당하게 될 것이다. 본문에 중국의 해상풍력 정책, 시장 및 기술에 관한 개발 상황을 정리하고,

해상풍력의 계획에 관한 로드맵을 요약하고, 해상풍력의 SWOT분석을 실시하고, 마지막에 해상풍력의 황금기에 관한 이슈를 설명하였다.

2. 중국 해상풍력의 현재 상황

- 정책 여건: 해상풍력의 개발에 있어서 적절한 정책이 가장 중요하다. 중국 정부는 2005년부터 R&D 지원, 프로젝트 기획, 건설 관리, 프랜차이즈 입찰 가격과 벤치마킹 가격 등 가장 최신 가격정책을 시행하였다. NDRC는 신재생 에너지 산업과 해상 풍력터빈 기술 개발에 관한 안내서를 발표하고, 중국정부는 11차 5개년 계획기간 동안 해상풍력 발전의 기술개발을 확대하고, 중국 연안에 실험 및 시범 프로젝트 추진을 통해 해상풍력을 장려하였다.
- NEA는 2009년에 기획 보고, 예비타당성 조사 및 해상 풍력 프로젝트를 계획을 조정하는 3가지 정책을 내 놓았다. NEA와 SOA는 해상풍력 개발 계획의 목표설정을 위한 각종 세미나, 위원회 등을 개최하였고, NDRC는 12차 5개년 계획에 2015년까지 5GW, 2020년까지 30GW의 해상풍력을 확대하겠다는 의욕적인 목표를 제시하고, NEA는 이 목표 달성을 위해 국가 해상풍력 개발 및 건설계획을 작성하였다.
- NEA와 SOA는 해상풍력 건설계획과 프로젝트를 원만하게 실행하기 위해 해상풍력 프로젝트 관리 기준과 표준을 제시하고 관련 기관의 책임을 명확히 정의하는 건설관리 지원정책을 내 놓았다. 또한 해상풍력 단지는 해안에서 10km 이상 떨어져 있어야 하고, 수심이 10m 이상인 곳에 설치하여야 한다는 관리규정을 작성하였다. NDRC는 2010년 해상풍력발전에 컨세션 입찰 제도를 도입하였다. 이는 입찰 가격 구조를 바꾸고, 낙찰 가격을 정해진 가격 수준으로 제한하는 방식이다.
- 시장 상황: 2005년 해상풍력 개발을 시작한 이후 첫 번째 시범 프로젝트가 2007년까지 가동하지 못했다. 이는 건설비용이 너무 높고 기술이 부족하여, 2006년에서 2007년 사이에는 설치가 거의 정체되고 있었기 때문이다. 2010년부터 2012년 동안 해상풍력 설치용량이 급격히 증가하여 2012년 말 총 용량은 세계 3위에 해당하는 389.6MW를 달성하였다. 그러나 2013년에 신규 설치가 겨우 39MW에 머물렀던 이유는 첫째 전

력망 접속 가격이 애매하고 투자 리스크가 높았고, 둘째 관련 부서 간의 갈등이 심각하여 협조가 잘 이루어지지 않았기 때문이다.

- 해상풍력터빈이 새로운 시장으로 각광을 받기 시작하면서 지난 5년 동안 능력 있는 풍력터빈 제조업체가 시장을 장악하게 되었다. 대표적으로 Sinovel, Goldwind, Siemens 및 United power가 거의 86%를 차지하였고, Sinovel과 Siemens는 주로 근해 풍력터빈 프로젝트에 참여하고, Goldwind 풍력터빈은 주로 해안 풍력프로젝트에 설치되었다.
- 해상풍력 기술기반: 세계 해상풍력 기술개발은 4MW~8MW급 대형 풍력터빈의 개발에 집중하고 있다. 이 기간에 중국에는 20여개의 업체가 등장하여 3MW~6MW급 해상풍력터빈의 제조능력을 갖추게 되었다. 특히 Sinovel은 NEA로부터 10MW급 초대형 해상풍력 터빈 개발 시범 프로젝트를 승인 받고, 2013년에 R&D를 수행하였다.

3. 중국 해상풍력 추진계획 로드맵

- 종합 계획: 중국 정부는 시범 프로젝트의 결과를 근거로 2011년부터 2015년 기간 동안 근해 풍력 개발을 확대하기로 정하고, 상해 등에 근해풍력단지의 건설과 이용에 집중적으로 노력하고, Zhejiang 등에 해상풍력단지 프로그램 추진을 가속하였다.
- 12차 5개년 계획에 의하면 2015년 말 5GW의 해상풍력 단지가 가동되고, 8GW 및 10GW 해상풍력 프로젝트가 건설 중 및 준비 단계에 있을 것이다. 그러나 2013년 말 설치용량은 428.6MW로 2015년 계획 대비 10% 이하 수준에 불과하다. 2014년 NEA는 서둘러 Hebei 등에 44개의 해상풍력 프로젝트를 승인하고, 설치용량을 10GW로 끌어 올렸다.
- 해안지역 종합개발: NEA는 2009년 해안지역 지자체에게 지역 해상풍력 개발계획을 수립하도록 촉구하였다. 이에 따라 상해 등은 2013년 말 계획을 완성하고 NEA의 검증을 받은 결과 대략 6GW 규모의 지역 해상풍력 단지 계획을 공식적으로 승인 받았다. 이 계획은 2015년에 설치용량이 9~10GW에 도달하고, 2020년까지 34.75~36.75GW를 달성하는 등 총 설치용량은 58GW 이상이 될 것으로 예상된다.

4. 중국 해상풍력 개발에 관한 SWOT 분석

- 중국 해상풍력자원의 가능성은 무궁무진하다. 중국 정부는 국내 제조자들에게 해외 선진 기업들과 협력하여 기술혁신에 참여하도록 장려하고 있다. 중국의 해상풍력은 많은 강점이 있고 최대 호기를 맞이하고 있지만, 아직 초기 단계로 많은 도전과 위협을 동시에 안고 있다. 아래에 중국 해상풍력의 강점과 약점, 기회와 위협 요인에 대해 기술한다.
- 강점: 전력부하와 근접성이 좋고 지리적으로 천부적인 혜택이 있으며, 해안지역 지자체의 적극적인 지원이 뒷받침하고 있다. Gansu에서 Jiangsu Taizhou까지 풍력전기 송전 비용은 \$50.8/MWh이다. 육상풍력과 달리 중국의 해상풍력은 Jiangsu, Fujian, Shandong, Guangdong 등과 같이 주로 남동해안 지역에 분포되어 있고, 전력 수요지역에 근접해 있기 때문에 해상풍력 전력을 받아들이고 전력망에 연결하는데 별로 어려움이 없다.
- 약점: 해상풍력발전의 개발을 제한하는 가장 큰 이유는 투자비용이 높다는 점이고, 현재 투자비는 육상풍력 발전의 2배인 \$2,296.2/MWh~\$2,952.3/MWh 정도로 추정된다. 육상풍력의 경우 터빈 비용, 인프라 비용, 운영 정비비용이 총 투자비용 중 65%, 10%, 5%를 차지하는데 비해, 해상풍력단지의 터빈 비용, 인프라 비용, 운영 정비비용은 총 투자비용 중 각각 33%, 24%, 23%를 차지한다.
- 기회: NDRC는 2014년에 해상풍력 FIT에 관한 공고문을 통해 해상풍력의 벤치마킹 가격을 공식적으로 인정하였다. 벤치마킹 가격은 해상풍력의 계획 목표를 달성하기 위한 가격 지원제도로, 해상풍력 개발자는 벤치마킹 가격을 기준으로 투자수익을 예측하여 투자 결정을 할 수 있다. 대규모 개발 경험의 축적을 통해 해상풍력 비용도 급속히 감소하게 될 것이다.
- 위협: 해상풍력에 관한 건설 및 관리업무는 NEA, SOA, 해양부, 환경보호부, 어업부, 국방부 등 많은 부서와 관련되어 있고, 이들과 협조하여 계획 및 승인을 받는 절차가 대단히 복잡하다. 해상풍력 프로젝트는 다른 부서의 협조 받기가 어렵고 관리가 더욱 복잡하며, 해사 기능의

영역이 혼란스럽고 입찰금액이 너무 낮다. 여기에 기술이 성숙되지 않았기 때문에 정부가 협력 체제를 구성하지 않으면 중국의 해상풍력 개발을 위협하게 될 것이다.

5. 결론

- 중국의 해상풍력터빈은 일부 약점과 불확정성이 있기는 하지만 상당히 밝은 전망을 가지고 있다. 중국의 해상풍력발전의 황금기가 도래하려면 기술, 비용, 전력망 접속 가격, 시장요구 등을 포함하여, 해안 지자체의 강력한 정책, 배기가스 감축과 신재생 에너지개발에 관한 2020년 목표를 실현하려는 욕구 등을 필요하다.
- 기술의 진보 및 성숙도: 해상풍력 제조기술은 해상풍력 개발에 중요한 역할을 한다. 중국 정부는 해상풍력 기술의 R&D에 중요성을 인식하고, 11차 5개년 계획의 하나로 추진하고 있다. 중국 풍력터빈 제조자들은 해상풍력 기술개발에 능동적으로 참여하여 3~6MW 터빈을 설계 및 제조할 수 있게 되었고, 실험 데이터와 경험을 축적하여 향후 관련기술을 완전한 수준까지 향상시키게 될 것이다.
- 비용의 대폭감소: 비용은 해상풍력 개발자에게 직접적으로 이익을 가져다주기 때문에 비용 절감은 투자 의욕을 자극하게 된다. 2020년까지 해상풍력 투자비용을 30%를 줄이면 그만큼 투자 수익을 돌려주게 되므로 자금을 시장으로 유인하게 된다.
- 벤치마킹 가격의 개선: NDRC가 2014년에 공고한 FIT 정책에 의하면 벤치마킹 가격은 2016년도 말까지 가동하는 해상풍력 단지에 적용 가능하고, 2017년 이후는 다시 개정할 예정이다. 이렇게 함으로써 2020년 해상풍력 개발 목표를 실현할 수 있고, 강력한 가격지원을 통해 해상풍력 개발을 촉진할 수 있다.
- 시장 수요 증대: 중국 정부는 해상풍력 개발에 중요성을 부여하고 2015년에 5GW, 2020년에 30GW를 설치하겠다는 의욕적인 개발계획을 수립하였다. 2013년 말 총 해상풍력 설치용량은 428.6MW로 계획에는 미달하였지만 성장 잠재력은 대단히 크고 향후 시장 수요를 창출하게 되어

2020년에 10GW를 초과할 것으로 예상된다.

- 해안 지역 지자체의 적극적 개발정책: 해안지역 지자체는 2015년까지 9~10GW, 2020년까지 34.75~36.75GW를 설치하겠다는 대단히 의욕적인 개발 목표를 세웠다. 그들은 개발에 대한 자신감을 가지고 정부의 개발 목표 달성을 적극 지원할 계획이다.
- 배기가스 감축 및 신재생 에너지 개발: 중국 정부는 2020년에 탄소배출 강도(intensity)를 2005년 기준 40~45%를 감축하고, 전체 에너지 소비 중 신재생 에너지 비율을 25%까지 끌어 올리겠다는 계획을 세웠다. 그러나 2013년 탄소배출 강도는 겨우 28.56% 떨어졌고, 신재생 에너지 비율은 10% 이하 수준이었다. 탄소배출의 감소와 신재생 에너지 개발 압박이 강해지면서 해상풍력의 탐색은 더욱 중요한 의미를 갖게 되었다.
- 2020년에는 중국의 해상풍력 황금기가 도래할 것으로 예상된다. 그 근거로 기술의 발전에 의해 2020년에 비용은 분명히 감소하게 될 것이고, 2017년 이후에 벤치마킹 가격이 다시 구성되면 시장 수요가 크게 확대되어 투자 수익이 발생할 것이다. 또 지자체의 의욕적인 목표와 배기가스 감축과 신재생 에너지 개발에 대한 2020년 목표를 달성하려는 움직임은 해상풍력 개발을 더욱 촉진하게 될 것이다.

출처 : Xin-gang Zhao, Ling-zhi Ren, "Focus on the development of offshore wind power in China: Has the golden period come?", *Renewable Energy*, 81, 2015, pp.644~657

◁ 전문가 제언 ▷

- 2013년 세계 풍력발전 설치용량은 318GW이고, 상반기에 1,080MW가 설치되는 등 풍력에너지가 가장 성숙된 신재생 에너지기술로 인식되고 있다. 해상풍력산업은 지난10년 동안 비약적으로 발전하여 평균 투자비용이 3,000유로/kW 정도로 평가되고 있는데 기술발전과 대형화 및 정책지원 확대로 2020년에는 1,500유로/kW 수준으로 감소할 전망이다.
- 중국은 정부의 강력한 주도로 1,000만kW 규모의 해상풍력발전단지 가 동부 해안에 설치될 전망이다. 12차 5개년 계획에 2015년의 해상풍력 발전용량 목표를 500만kW로 정하고, 국가발전개혁위원회는 2017년에 운행할 근해풍력발전 전기의 기준가격(Benchmark price)을 0.85위안/kW, 해안풍력발전 전기의 기준가격을 0.75위안/kW로 정하였다.
- 중국의 미래 해상풍력 발전을 위해 해결하여야 할 과제로는 첫째 해상 풍력 프로젝트의 복잡한 심사와 비준 프로세스의 개선, 둘째 운영 및 유지보수 비용의 절감, 셋째 해상풍력발전 전력에 대한 지원과 해저 케이블 등 송전설비 개발에 대한 지원 정책의 제정, 넷째 핵심부품 국산화와 풍력발전설비의 신뢰성 향상 등이 있다.
- 중국은 2020년에 해상풍력 황금기가 도래할 것으로 예상된다. 기술발전으로 비용이 감소하게 되고, 2017년에 벤치마킹 가격을 재조정하면 시장 수요가 크게 확대되고 투자수익이 발생할 것이다. 또 지자체의 의욕적인 목표와 배기가스 감축과 신재생 에너지 개발에 대한 2020년 목표를 달성하려는 움직임은 해상풍력 개발을 더욱 촉진하게 될 것이다.
- 우리나라도 2020년까지 서해에 2.5GW의 해상풍력발전단지를 건설하여 세계 3대 해상풍력 강국으로 도약할 계획이다. 이 목표를 달성하기 위해서는 해상풍력산업 지원에 관한 특별법을 신설하고, 국가와 지자체가 적극적이고 능동적으로 선도하고, 지원 항만과 배후 산단 연계로 해상 풍력 기업을 집적화하고, 해상풍력 시범프로젝트와 제조, 기술 및 건설을 집중 육성하기 위해 노력하여야 한다.

이 분석물은 미래창조과학부 과학기술진흥기금, 복권기금의 지원을 받아 작성하였습니다.