국내 최대 5.5MW급 해상풍력발전시스템 설치 현황

조성희
현대중공업 그린에너지사업본부 풍력발전설계부 부장

1. 개 황

2009년 7월 현대중공업은 1.65MW 풍력발전시스템 시제품을 설치한 이후 지속적인 기술개발을 통해 높은 신뢰성과 우수한 성능을 갖춘 풍력발전시스템 확보를 위해 많은 노력을 펼쳤다. 그 결과 국내외 육상 프로젝트에 누적 설치용량 기준 100MW 규모의 풍력발전시스템을 공급하여 국내 터빈 제작업체 중 가장 많은 트랙 레코드를 보유하게 되었다.

현대중공업은 해상풍력 시장 진입을 위해서도 그동안 많은 노력을 수행하였으며, 그 결과물이 제주 김녕단지에 설치한 5.5MW 풍력발전시스템이다. 5.5MW 터빈은 현대중공업 해양

사업본부, 전기전자시스템사업본부, 그린에너지사업본부 및 엔진사업본부가 협력한 결과물이며 각 사업본부의 노하우를 집약하여 개발을 완료하였다.

해상풍력은 육상풍력에 비해 입지선정에 있어 자유로우며, 소음 등의 문제를 해결 할 수 있고, 대형화에 유리해 가격 경쟁력에서도 이점이 있어 앞으로 큰 성장이 기대되는 분야이다. 현대중공업 해상풍력발전시스템의 주요 특징 및 제작과정, 시제품 운송 · 설치에 대해 소개하고자 한다.

2. 당사 풍력발전시스템 주요 특징

가. 주요 제원

현대중공업의 5.5MW 해상풍력발전시스템은 강력한 태풍을 고려해 TC1 지역에 적합하도록 설계하여 최대풍속 62.5m/s(3초 평균)까지 견딜 수 있다. 풍속 11.75m/s에서 5.5MW의 정격 출력이 발생되며 [표 1]은 5.5MW 해상 터빈의 주요 사양이다.

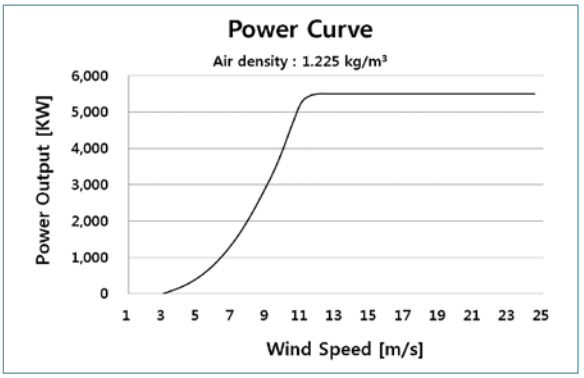
[표 1] 5.5MW 해상 터빈 주요사양

구분	내용
로터직경	140m (Blade Length : 68m)
타워 높이	100m
로터 · 나셀 중량	380ton
운전풍속	3.5~25m/s
정격풍속	11.75m/s
정격속도	12.17rpm / 1,100rpm (Rotor / Generator)

나. 영구자석형발전기 및 병렬회로 컨버터 적용

영구자석형발전기(PMG)는 상대적으로 운전효율이 높고 계통 적합성이 우수하여 불안정한 계통에 대응력이 뛰어나다.

또한, 현재 많은 국가에서 계통에서 사고가 발생 하더라도, 일정 조건하에서 풍력터빈이 운전을 할 수 있도록 그리드 코드 규정을 하고 있는데(Fault Ride Through), 현대중공업에서 적용한 Full Power



[그림 1] 5.5MW 해상 터빈 Power Curve

Converter는 이러한 규정에 좀 더 유연하게 대응할 수 있다. 또 이 컨버터는 이중 회로로 설계되어 있어 한 개의 회로에서 문제가 발생하면 남은 회로로 제한적이지만 발전을 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

다. 경량화 설계

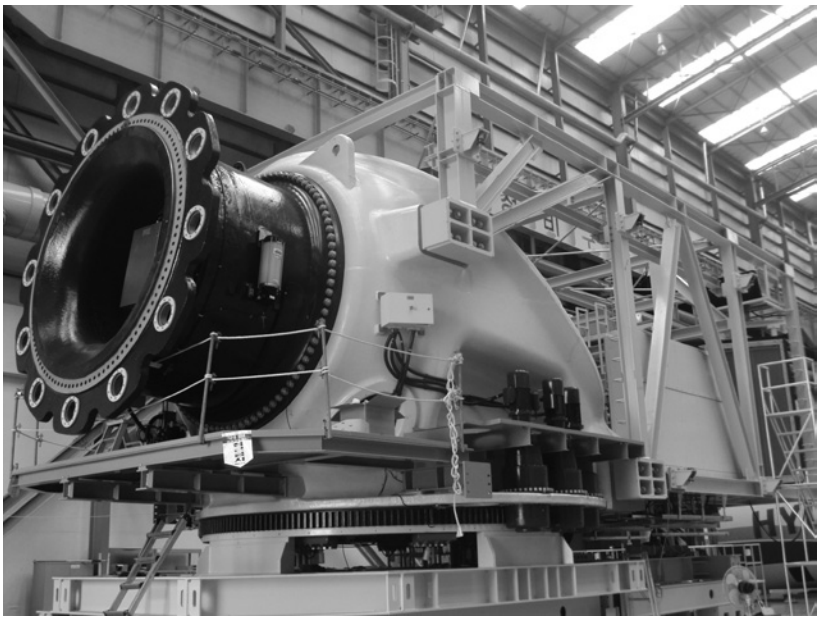
로터 및 나셀의 중량(THM)은 시스템의 중량을 결정짓는다. THM에 따라서 타워 및 하부 구조도 영향을 받게 되므로, THM가 많이 나간다면 일반적으로 타워 및 하부구조 또한 더 큰 하중을 버틸 수 있도록 설계가 되어야 하며 이것은 곧 원가의 상승으로 귀결된다.

현대중공업 5.5MW 해상터빈의 THM는 380톤으로 타사 동급 모델 대비 경량화 설계를 하였다. 무게 절감을 위해 설계를 원점에서 수없이 검토하였고 절감 가능한 요소를 찾아 설계에 반영하였다. 이와 같은 노력을 통해 경량화 모델이 개발되었다.

라. 우수한 안전성

해상 터빈은 주요부품에 고장이 발생하면 엄청난 수리비용과 시간을 소모하게 된다. 경우에 따라서는 작업에 필요한 해상 크레인 등이 가용되지 않아 수리가 무기한 연기될 수도 있다. 따라서 해상에서는 발생 가능한 리스크를 최소화하고, 시스템의 안전성을 높이는 것이 무엇보다 중요하다.

현대중공업 해상 터빈 시스템 설계수명은 20년이다. 하지만 주요 부품에서 발생할 수 있는 리스크를



[그림 2] 나셀 내부 조립

최소화 하고자 발전기, 기어박스와 같은 주요부품에 대해서는 25년 동안 견딜 수 있도록 설계를 하였다.

3. 시스템 제작 및 조립

풍력발전시스템은 크게 블레이드와 나셀, 허브 그리고 타워로 나눠진다.

블레이드는 양력을 발생시켜 로터를 회전시키는 힘을 발생시키는 부품으로 풍력터빈의 중요한 부품 중 하나이다. 이 블레이드는 전북 군산의 협력업체를 통해서 제작되었다.

로터 및 나셀은 현대중공업 군산 공장에서 조립이 되었다. 로터 및 나셀에 들어가는 부품들은 국내외 현대중공업의 서플라이 체인을 통해서 공급되었으며, 이러한 부품은 당사 입고 전 철저한 검사를 통해 품질이 검증되었다. 조립된 허브 및 나셀은 공장검사를 통해 출고 전 최종적인 품질 및 기능 검사가 수행된다.

타워는 경남 사천에서 제작되었다. 국내 최대 규모의 풍력터빈용 타워이다 보니 제작에 어려움을 겪었지만 엄격한 국제 규격의 요구사항에 맞춰서 제작되었다.

4. 시제품 운송 및 설치

풍력발전시스템 개발 후 시스템의 성능 및 안전성 검증을 위해 시제품을 세워 국제규격에 따라 시험을 진행하게 된다. 단기간에 성능 검증을 완료하고 상용화하기 위해서는 풍황자원이 풍부한 지역에 설치하는 것이 적합하다.

제주도는 이러한 현대중공업의 요구사항을 만족하는 지역으로 5.5MW 풍력발전시스템 시제품 설치지역으로 최종 선정되었다.

사전에 운송경로를 조사하여 주변 건물의 간섭이 없는지, 교량의 설계하중을 초과하지는 않는지 등의 사전 점검을 거쳐 최적의 운송경로를 선정하였다.

블레이드 단품 길이만 68m에 이르기 때문에 공장에서 설치 지역으로 운송하는데 많은 어려움이 있었지만, 주민들의 적극적인 이해와 협조로 사고 없이 안전하게 수행할 수 있었다.

현대중공업 해상풍력발전시스템 설치를 위해 1,350톤과 250톤의 크롤라 크레인이 동원 되었다. 바람 자원이 좋아서 제주를 선택했지만, 설치할 때만큼

[그림 3] 해상터빈 설치

은 바람이 불지 않는 날을 선택해야 한다.

기자재 제작부터 운송 · 설치까지 많은 어려움이 있었지만, 2013년 12월말에 국내 최대 해상풍력발전 시스템을 제주 김녕시험단지에 설치할 수 있었다.

5. 향후 계획

현재 현대중공업의 풍력발전시스템은 시운전을 마치고, 김녕시험단지의 환경에 맞도록 파인튜닝 중에 있다. 파인튜닝이 완료되면 시스템 검증을 위한 시험을 할 수 있게 된다.

국제공인시험기관과 하중시험, 성능시험, 전력품질시험, 안전 및 기능시험, 소음시험, 기어박스 시험 및 LVRT 시험 등을 완료하고 형식인증을 2014년 말까지 획득하는 것을 목표로 하고 있다.

에너지원의 가격이 급등하고 있고 기후 변화협약에 대한 적극적인 대응을 하기 위해 풍력발전과 같은 신재생에너지에 많은 관심이 필요하다. 현대중공업의 해상터빈이 대한민국의 풍력산업 발전에 이바지 할 수 있기를 기대해 본다.