

풍력에너지 개발을 위한 자원평가 및 엔지니어링 설계

Resource Assessment and Engineering Design for Wind Energy Development



글 | 金晟國
(Kim, Seong Kook)

산업기계설비기술사, 공조냉동기계기술사,
LEED AP(미국그린빌딩협회 공인 친환경 전문가),
파슨스브링커호프아시아(Parsons Brinckerhoff Asia)
한국지사이사,
E-mail : kimseongkook@gmail.com

Wind energy development and wind farm construction request multi-disciplinary study and coordination to pursuit economically and technically feasible project that may deliver a viable business model. This paper is to provide the study and coordination procedure with key management factors about the wind energy resource assessment and engineering design for EPC(Engineering, Procurement and Construction) contract for the successful business development.

1. 서론

고유가와 청정에너지에 대한 국제적인 요구에 따라 우리나라에서도 이미 많은 풍력발전단지가 가동 중이거나 계획 및 건설 중에 있다. 이런 풍력발전단지의 건설은 투자비 및 전력판매계약과 관련된 수익성분석, 환경영향평가 등의 다양한 접근을 포함한 타당성 검토에 의해 그 경제성과 사업성이 담보되어야 함이 선결사항임은 재론의 여지가 없다고 하겠다.

풍력발전단지의 건설은 기상학, 기계공학, 토목공학, 전기공학 등 물리학에 기반을 둔 제반 학문의 종합적인 지식을 요구하고 있어 사업기획 및 프로젝트 관리자가 각 핵심요소에 대한 이해를 가지고 조율하여야 성공적인 사업의 추진이 가능하다.

본 기고문은 기본적인 후보지를 선택한 단계에서 풍력발전소를 개발하는데 필요한 풍력자원평가 및 설계구매시공일괄(Engineering, Procurement and Construction = EPC)계약을 추진하는 입찰용 기술지침의 준비를 포함하는 엔지니어링 설계를 수행하는 절차에 대해 기본적인 정보를 제공함으로써, 사업기획자 및 프로젝트 관리자가 풍력발전단지개발의 기술적인 고려에 대한 배경지식과 착안점을 얻을 수 있도록 하기 위해 작성되었다.

2. 엔지니어링 검토의 조건

풍력단지의 엔지니어링 검토는 다음 사항을 전제로 진행 된다.

- 부지선정: 지형 및 기상조건을 고려한 후보지 선택
- 풍력발전기 설치 대수: 후보지 지형 및 기존 개발지 등을 고려한 예비선정

- 풍력발전단지와 서브스테이션은 별도의 EPC 계약자에 의해 건설 추진
- 풍력발전단지의 상세 설계와 발전소 에너지 수지 및 설비배치 최적화는 EPC 계약자가 추후 작성

3. 엔지니어링 설계 단계 및 범위

검토가 진행되는 경과에 따라 엔지니어링 설계 단계별로 사업성을 평가하여 후속 단계의 진행 및 사업의 추진 여부를 결정하게 된다. 최종 단계까지 진행된 경우에 엔지니어링 설계를 통해 얻어지는 결과물은 다음과 같으며, 이를 통해 사업성을 확보할 수 있는 건전한 EPC 계약을 성취하는 기술기준이 마련될 수 있다.

- 대상 부지의 풍력자원평가 및 에너지 생산량 분석/예측
- EPC 계약자의 입찰 및 계약을 위한 주요 설계변수의 확립
- 풍력발전소 EPC계약을 위한 기술시방서의 작성
- 서브스테이션 EPC 계약을 위한 기술시방서의 작성

3.1 풍력자원평가 및 에너지 생산량 분석/예측

풍력자원 및 에너지생산량 분석의 목적은 다음과 같다.

- 대상 부지의 예상되는 월별, 연도별 에너지 생산량을 분석하여 제시함으로써 현금흐름분석을 통한 사업 경제성을 판단하는 기준을 제시
- 예상되는 자원 및 에너지 생산량의 정확도 제고

- EPC 계약 및 터빈 선정의 기준이 되는 주요 설계변수의 확정
- 각각의 설계변수 및 자원요소 등에 대한 신뢰도 수준 제시

3.1.1 초기 예비타당성 검토

기대되는 에너지 생산량의 예측을 위한 초기 검토를 시행하고 최초 경제성 판정을 위한 기준 자료의 작성을 통하여 간단한 예비 타당성 검토 보고서가 작성된다.

- 기상청, 지방자치단체 등의 공공기관에서 구득 가능한 자료를 이용한 풍속 예측.
- 부지의 지형, 물리적 특성, 간섭효과 등을 지도와 사진자료를 이용하여 검토하며 소음, 시각효과, 장비운송 및 부지 접근경로 등의 확보에 대한 조사를 통해 풍력발전단지 배치 시안의 수립
- 부지의 예상 에너지 생산량 산정
- 자원측정 방법 제안

3.1.2 자원측정

위 3.1.1항의 결과가 사업추진의 요건을 충족한다고 판단되면 자원측정을 시행한다.

해당 지형이 비교적 평탄하며 개방된 지대라는 가정을 하고 측정방법을 예시하면 다음과 같다. 측정방법은 부지조건 및 지형에 따라 변경되므로 실행단계에서는 전문가의 참여가 필요하다.

- (1) 소형 마스트를 설치하여 대상 부지의 일반적인 자원상황을 평가
- (2) 선정된 기간 동안 자료 수집을 시행한 후 인근 지역의 장기 기상 측정 자료와 지형조건

을 고려한 상관관계의 분석을 통하여 일차적인 평가를 실시한다. 장기 풍속은 대상 부지의 물리적인 특성을 반영하여 주어진 유효높이에 해당하는 값으로 제시된다.

(3) 위 (2)의 소형 마스트에서 측정된 결과가 사업성을 기준으로 적합한 조건임을 지시하면 중대형 마스트의 설치를 추진하게 된다. 이를 통해 보다 정확한 평균, 극한 풍속 및 와류조건 등 대상 부지의 물리적인 특성에 대한 평가가 이루어진다.

3.1.3 풍력 데이터 처리 및 검증

현장의 자료는 무선통신망을 통하거나 기타 방식으로 수집되어 처리되고 검증된다. 획득된 자료를 처리하면 다음과 같은 결과를 얻게 된다.

- 측정기간 및 자료의 품질 검증
- 풍속과 풍향에 대한 시간 자료
- 자료수집 기간 중의 최소, 평균 및 최대 풍속
- 와류조건 등 물리적 특성

3.1.4 자원 및 에너지생산량 중간 평가

대상 부지에서 3.1.3을 통해 수집 및 분석된 자료를 기준으로 다음의 분석을 시행하고 중간 검토를 작성하게 된다.

- 측정된 데이터의 검토 및 점검
- 주변 환경에 대한 기준, 풍력자료, 간섭사항, 무효 데이터, 부지특성 및 자료수집 방법의 일관성에 대한 검토 및 점검
- 장기 기준 자료(기상 데이터 등)와 측정 자료의 상관도 분석
- 대상 부지 특성에 부합되는 바람의 물리적 특

성을 고려하여 예상되는 장기 평균풍속, 풍속 분포 등

- 풍력발전기의 설치를 가정한 초기 배치의 제안 및 에너지판매량 등의 예측

3.1.5 전체 풍력자원 평가

선정된 측정기간이 경과하면, 대상 부지에서 수집된 모든 자료를 동원하여 풍력자원을 재 산정한다.

- 측정된 현장 데이터의 검토 및 점검
- 참조 자료의 검토 및 점검
- 장기간의 참조자료와 수집된 자료에 대한 상관도 분석
- 부지의 물리적 특성 분석 및 풍력 적용 값 선정
- 장기풍속 및 풍향 작성 자료
- 작성된 풍력자원의 기대 값에 대해 신뢰도 분석

3.1.6 풍력단지 배치 설계 및 에너지 생산량

예측초기에 선정된 부지의 풍력발전기 및 시설물 배치는 풍력자원의 특성은 물론 소음, 시각효과, 도로간섭, 부지경계, 토지사용, 및 전자파간섭 등의 제한요건을 고려하여 최적화 한다. 이 단계에서 시행하는 배치 설계는 선정된 특정 모델의 풍력발전기 특성에 따라 최적화 된다.

- 유동 모델링과 풍속변수 확립
- 지형특성을 고려하여 유동모델링 보정
- 공기 및 바람의 물리적 특성 계산
- 와류 모델링을 통한 손실 계산
- 에너지 생산의 손실을 고려하여 예상치를 조정하고 기대되는 에너지판매량 예측

3.1.7 최종 경제성 평가용 자료

풍력자원조사의 방법 및 결과가 경제성 평가에 적합한 자료의 형태로 작성되며, 에너지 예측 및 각종 설계변수의 계산 결과를 통해 풍력발전단지 EPC 계약을 위한 기본 사양서를 작성하는데 필요한 기준을 확립한다.

3.2 EPC 계약자 선정을 위한 입찰용 기술지침 작성

경제성 평가를 포함한 타당성 검토가 완료되고 사업 추진이 결정되면, EPC 입찰 시 입찰참가자의 제안서에 포함되어 입찰설계 및 기본설계의 기준이 되는 설계조건 및 변수를 제시하는 기술적 지침을 작성한다.

(1) 주요 풍력 변수의 평가

극한풍속 및 바람의 물리적 특성에 대한 분석 결과를 제시하며, 풍속분포 및 공기밀도 등의 수치와 함께 EPC 계약을 위한 기본 설계서의 작성에 이용되는 자료이다. 입찰을 위해 제시된 설계 항목을 재검증하고 현장조건에 부합됨을 확인하는 작업은 EPC 계약자에 의해 이루어지게 된다.

(2) 계통연계검토

기간 전력망에 연결하여 운전하는데 따른 안전성에 대한 검토가 전기적인 설계변수를 고려하여 이루어져야 한다. 이를 통해 가능한 풍력단지의 적정 규모가 결정되며 서브스테이션을 건설하기 위한 EPC 계약의 입찰지침으로 이용될 수 있다. 풍력단지 EPC 계약자 또는 우선협상대상자가 선정되면 제안된 기술이 입찰지침에 적합하며 전력망

운영에 부합되는지 여부를 검토하는 기준이 된다.

(3) 풍력단지 배치 설계 및 최적화

위 3.1.6에서 선정된 풍력단지 배치를 참조하며, 설계 최적화는 EPC 계약자를 통해 기본설계 단계에서 시행하게 된다.

(4) 대상 부지의 지질조건

현장 조건을 고려하여 적합한 개소를 시추하고 지질조사를 실시하고 EPC 계약자가 예상되는 지질 조건에 근거하여 입찰할 수 있는 기준을 제시한다. 상세 지질조사 및 실사는 EPC 계약자에 의해 추후에 시행하게 된다.

3.3 기술시방서의 작성

EPC 계약자 선정 및 계약을 위한 기술시방서는 다음과 같은 항목에 대해 작성할 것이 권장된다.

(1) 서브스테이션의 건설

서브스테이션 EPC 계약을 위하여 다음의 사항을 규정하는 기술시방서를 작성한다.

- 프로젝트 일반사항
- 계약자의 공급범위
- 여타 작업과의 협력관계 및 제외사항
- 법규 준수
- 안전보전 요건
- 엔지니어링 설계 요건
- 전기
- 토목
- 건축물 관련 사항
- 건설 및 설치작업 중의 요건
- 시운전 요건

- 유지보수 요건
- 주요 제출도서 목록

(2) 풍력발전단지 전반 (서브스테이션 제외)의 건설 풍력발전기의 설치를 포함한 발전단지 전반의 건설 EPC 계약을 위해 다음의 사항을 포함하는 기술시방서를 작성한다.

- 프로젝트 일반사항
- 계약자의 공급범위
- 여타 작업과의 협력관계 및 제외사항
- 법규 준수
- 안전보건 요건
- 엔지니어링 설계 요건
- 풍력발전기 안전, 성능 및 운전요건 (주요 설계변수의 선정을 포함)
- BOP (Balance of Plant) 요건
- 전력감시계통 요건
- 건설 및 설치작업 중의 요건
- 시운전 요건
- 유지보수 요건
- 주요 제출도서 목록

(3) 전력기술시방

- EPC 계약자의 공급범위
- 계통 서브스테이션 계약자와의 업무조정
- 전기설계 요건 (기능, 이중화, 접지, 낙뢰보호, 배치 제안, 전력감시계통)
- 시운전 요건
- 변수에 대한 규정
- 적용 전기규격
- 기간 전력량 연결 요건

(4) 토목기술시방

- EPC 계약자의 공급범위
- 현장 접근로 요건
- 현장 배수작업 요건
- 현장 복원 요건
- 기타 시설의 운영에 연관되는 제반 관련된 항목
- 서브스테이션/제어동의 토목 설계 요건
- 관련된 토목설계 기준의 규정
- 지질조사결과

4. 맺는말

이상으로 살펴본 바와 같이 각 엔지니어링 단계 별로 검토사항과 책임소재를 명확히 함으로써 수익성을 가지는 사업모델의 선정과 사업성을 확보 할 수 있는 건전한 EPC계약의 추진이 가능하게 된다.

엔지니어링 설계단계에서 적절한 전문가 투입을 통해 명확한 EPC 입찰 및 계약 기준을 확립함으로써 얻어지는 효과는 건설비용의 절감은 물론 상업운전 개시 후 수익성을 좌우하는 효율적인 풍력발전단지의 구성에 절대적인 역할을 한다고 함은 여타 유틸리티 프로젝트를 수행한 경험을 통해 알고 있는 주지의 사실이라 하겠다.

향후 경제성 있는 풍력발전사업의 추진이 활발히 이루어지고, 아울러 본 기고문이 사업자가 해당사업의 추진절차를 정립하는데 다소나마 도움이 되기를 바란다.

(원고 접수일 2008년 11월 27일)

● 참고문헌

본 기고문은 저자가 유사 프로젝트의 기술 제안서 작성 및 수행을 통해 얻은 지식을 바탕으로 정리한 것입니다.