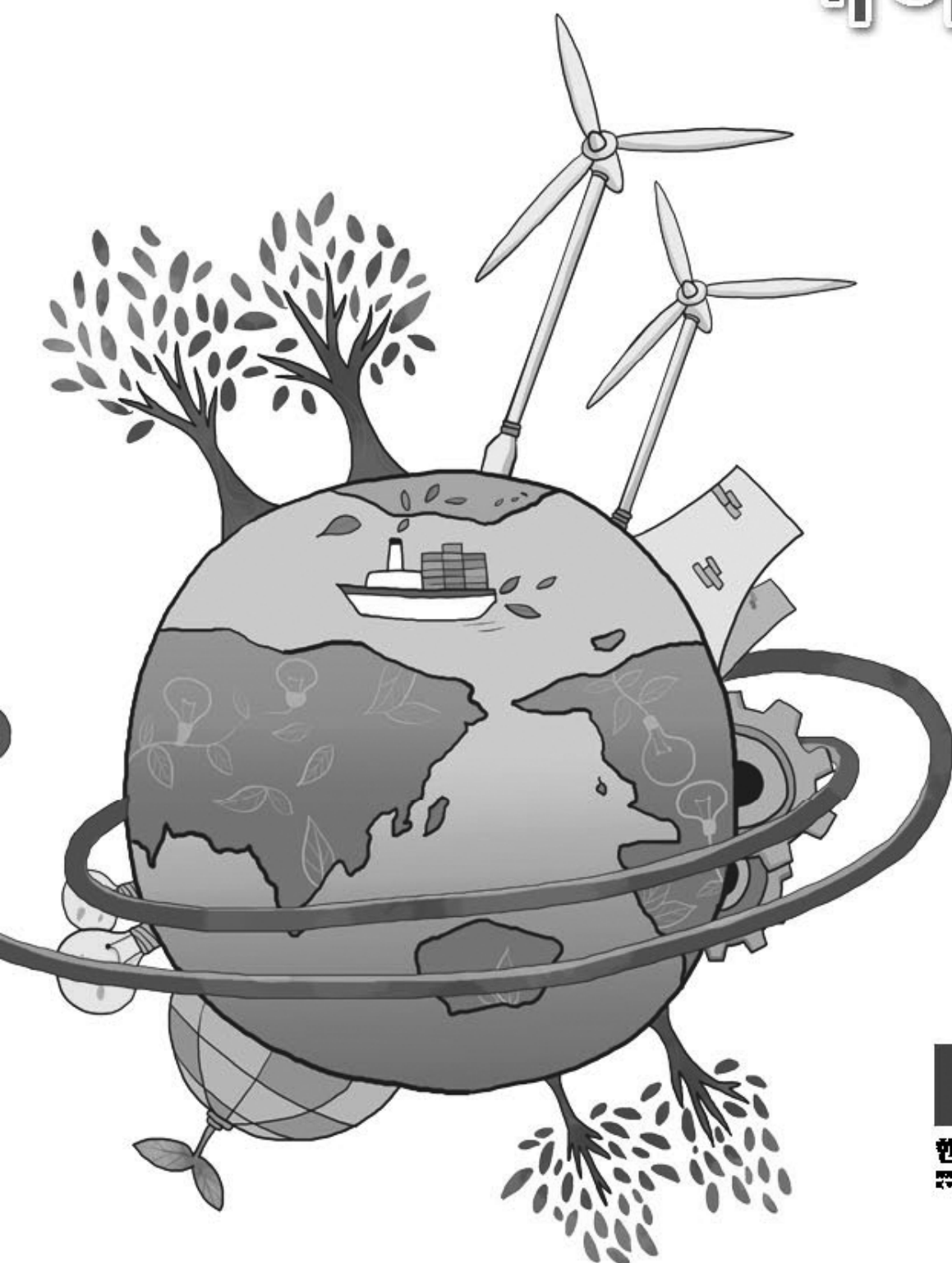


해상풍력 단지개발 가이드북

2015. 10



추천의 글

지하자원 부족, 에너지 안보, 기후변화 대비 등에 따라 세계의 많은 국가들이 신재생 에너지에 대한 투자와 지원정책을 지속적으로 시행하고 있습니다. 그 중에서도 특히, 해상풍력은 입지문제에서 비교적 자유롭고 대규모 발전단지 조성이 가능해 규모의 경제를 실현할 수 있어 유럽, 중국 등에서 적극적으로 추진하고 있습니다.

유럽연합은 풍력발전 누적 설비용량이 '14년말 129GW에서 향후 15년 동안 연평균 약 13GW씩 증가해 2030년 320GW에 이를 것으로 추산하고 있으며, 이중 해상풍력이 66GW를 차지할 것으로 전망하고 있습니다. 이러한 해상풍력에 대하여 Greenpeace 등 환경보호단체에서도 청정에너지원으로서 보급에 적극 찬성하고 있습니다.

우리나라는 해상풍력 도입 초기로서 R&D단계에서 실증단계로 넘어가는 과정에 있습니다. 우리나라가 상대적으로 글로벌 경쟁력을 갖고 있는 조선, 중공업, 해양플랜트, 건설, IT 등 연관산업을 해상풍력에 접목할 경우 머지않아 세계시장 진출도 가능하리라 예상됩니다.

수년전부터 국내에서는 여러 해상풍력 발전예정지에 대한 기상분석, 타당성 조사 등이 추진되고 있으며, 금년 4월 탐라해상풍력단지 착공, 10월 서남해 해상풍력 실증단지 EPC계약 체결 등에 따라 관련산업도 점차 활기를 띠 것으로 전망하고 있습니다.

산업부에서도 해상풍력을 통한 신성장동력 창출과 산업경쟁력 강화를 위해 정책적인 지원을 아끼지 않을 것이며, 본 책자의 발간과 함께 다시 한번 국내 해상풍력산업이 활성화되는 계기가 되기를 기대해 봅니다.

2015. 10, 산업통상자원부 신재생에너지과장

노진기

발 간 사

신재생에너지는 에너지 안보, 기후변화 대응, 에너지 신시장 창출 등을 위하여 중요한 대안으로 부각되어 왔습니다. 우리나라 신재생에너지 산업은 2008년 세계 금융 위기 이후 구조조정 시기를 지나 완만한 회복 움직임을 보이고 있습니다. 오는 12월 파리에서 기후변화협약 당사국총회 개최로 '신기후체제'가 시작될 것으로 예상됨에 따라 신재생에너지산업은 대폭 성장할 전망입니다.

이러한 변화의 소용돌이 속에서 온실가스 감축목표를 달성하고 지속성장을 이루기 위해서는 신재생에너지에 대한 지속적인 기술혁신과 투자가 필요합니다. 그 중에서도 특히 해상풍력은 대규모 발전단지 조성이 가능한 청정에너지원으로 각광받고 있으며, 전세계 누적 설치용량이 해마다 빠른 속도로 증가하고 있습니다.

우리나라는 조선, 철강, 해양플랜트 등 해상풍력 연관산업에 강점을 가지고 있어 해상풍력에 과감한 투자와 기술개발시 에너지신산업으로서 핵심역할을 담당하게 될 것입니다.

그러나, 국내 해상풍력사업은 도입 초창기로서 입지조사부터 기상관측·분석, 단지 설계, 해양시공 등 여러가지 쉽지 않은 과정을 거쳐야 하고, 각종 인허가와 지역사회 민원 등으로 사업자들이 많은 어려움을 겪고 있는 실정입니다.

이에 따라 한국에너지기술평가원에서는 해상풍력 전문가들과 협력하여 해상풍력 단지개발의 전체 프로세스를 쉽게 이해할 수 있도록 가이드북을 발행하게 되었습니다. 아무쪼록 본 책자가 해상풍력에 관심있는 분들에게 조금이나마 도움이 되기를 기대합니다.

2015. 10, 한국에너지기술평가원장

황진택

Contents_목차

서 문	1
1. 입지 개발	3
1.1 입지조사선정(Macro Siting)	5
1.1.1 입지위치 파악	5
1.1.2 풍황 조건	6
1.1.3 해황 조건	10
1.1.4 사회인문 여건	14
1.1.5 생태 여건	18
1.1.6 전력계통연계	21
1.1.7 지역사회 수용성	22
1.1.8 제약 조건	24
1.1.9 현장 조사	31
1.1.10 최적입지 선정	33
1.2 기상관측과 분석	34
1.2.1 기상탑 설치위치 선정, 인허가 신청	34
1.2.2 기상탑 측정장비 설계, 제작, 설치	37
1.2.3 기상탑 운영과 관측자료 취득	45
1.2.4 환경조건 분석과 Design Basis 수립	46
2. 단지설계·사업추진	57
2.1 단지설계	59
2.1.1 해상풍력 단지개발 흐름도	59
2.1.2 예비타당성 조사	60
2.1.3 풍황조사 및 분석	74
2.1.4 풍력발전단지 설계	78
2.2 해상풍력발전 인증	106
2.2.1 풍력발전 인증	106
2.2.2 국내·외 인증제도 현황	107
2.2.3 프로젝트 인증	108
2.3 SPC 설립	113

2.3.1 SPC 설립방안 검토 및 이사회 의결	113
2.3.2 주주협약 체결	113
2.3.3 법인설립 준비	114
2.3.4 창립 총회, SPC 이사회 개최	117
2.3.5 설립 등기	118
2.3.6 사업자등록	119
2.4 PF(Project Financing)	120
2.4.1 PF(Project Financing)	120
2.4.2 PF 관련기관 및 역할	121
2.4.3 PF 추진을 위한 선행업무	123
2.4.4 PF 추진절차	124
2.4.5 PF 사후관리	127
2.4.6 PF 관련 계약서	128
2.5 발주(입찰) 및 계약	129
2.5.1 발주방식의 종류	129
2.5.2 발주(입찰) 및 계약 절차	130
2.5.3 발주(입찰)의 내용	131
2.5.4 평가 및 선정 예시	132
2.5.5 계약	134
3. 인 · 허가	139
3.1 대규모 사업	141
3.1.1 전원시설 설치관련 주요 인 · 허가 사항	144
3.1.2 사전협의 사항	155
3.1.3 개별법에 근거한 협의사항	169
3.1.4 전원개발 실시계획 의제 협의사항	189
3.1.5 기타 허가 및 신고사항	199
3.2 중 · 소규모 사업	204
3.3 제주도내 사업	206
부 록	209
부록 1. 제주도 지역주민의 풍력발전기(풍차, 風車)에 대한 호감도 조사	211
부록 2. 발전소주변지역 지원에관한법률 시행령中 기본지원사업의 지원금 산정방법 ...	216
참고문헌	217

서 문

1991년 7월11일 덴마크의 남쪽에 위치한 Vindeby 해상에 높이 40m가 넘는 풍력발전기 11기가 우뚝 솟았습니다. 해안가로부터 약 1.5km 떨어져 있는 450kW급 풍력터빈에 강한 바람이 불면서 35m에 달하는 거대한 날개가 서서히 돌아가기 시작하자, 육지에 있는 변전소에서 전기가 들어오고 있다는 신호가 잡혔습니다. 세계최초의 상업용 해상 풍력발전단지가 탄생한 순간이었습니다.

이후 해상풍력발전산업은 성장을 거듭하여 2014년말 현재 영국, 독일, 덴마크 등 전세계 누적 설치용량이 약 7.7GW에 달하고 있으며, 건설중인 해상풍력발전단지도 4.7GW에 이르고 있습니다. 해상풍력은 육상풍력에 비해 상대적으로 입지와 환경측면에서 유리하고 규모의 경제 실현이 가능하여 세계 여러나라에서 투자와 기술개발이 지속되고 있습니다.

우리나라도 2010년 11월 정부에서 서남해 2.5GW 해상풍력 추진로드맵을 발표한 이래, 해상풍력분야에 국가 R&D와 산업체의 기술개발 투자가 진행되어 왔습니다. 금년 봄에는 30MW 규모의 제주도 탐라해상풍력발전단지가 공사에 착수하였고, 10월에는 서남해 해상풍력실증단지 EPC계약이 체결되어 우리나라도 이제 본격적인 해상풍력 시대의 서막을 예고하고 있습니다.

이러한 해상풍력발전단지가 성공적으로 건설되어 상업운전에 이르기까지는 많은 복잡한 절차와 인·허가를 거쳐야 합니다. 이에 따라 한국에너지기술평가원 해상풍력 추진단에서는 해상풍력개발의 전반적인 절차에 대해 체계적인 설명이 필요할 것으로 판단하고, 해상풍력 단지개발 가이드북을 제작하게 되었습니다.

본 가이드북은 단지개발 절차에 준하여 ①입지개발에 관련된 업무, ②단지설계와 사업추진에 필요한 사항을 기술하였고, ③끝으로 인·허가 절차를 설명하였습니다.

우선 입지개발과 관련하여 해상풍력발전단지에 대한 입지조사가 필요합니다. 개발 예정지에 대한 풍황·해황·생태여건 조사는 물론이거니와 해당지역에 대한 어업현황, 마을현황, 지역사회 수용성, 전력계통연계 및 각종 제약조건에 대한 사전조사가 수반되어야 합니다.

사전조사와 타당성 분석을 통하여 최적입지가 결정되면, 단지의 경제성을 정확히 판단하기 위해 기상탑 설치 및 상세관측을 수행하게 됩니다. 기상관측장비를 이용하여 풍속, 풍향, 온도, 대기압, 습도, 강수량 등 기상조건과 파랑변수, 해류, 수위 등의 해양조건에 대하여 최소 1년 이상의 관측을 하고, 기상분석을 시행해야 합니다.

해상풍력발전 기자재·기초형식 선정, 단지배치 검토, 계통연계방안 조사, 연간발전량 산정 등을 통한 예비타당성 조사와 함께 기상분석결과를 바탕으로 해상풍력발전단지 설계에 들어가게 됩니다. 시공계획, 공정관리계획, 운영·유지보수방안 수립도 필요하며, 총사업비 산정과 함께 사업성 분석이 완료되어 경제성이 있는 것으로 결정되면 본격적인 사업추진에 돌입합니다.

이러한 일련의 절차에 대한 안내와 함께 해상풍력발전 인증(Certification), 사업추진을 위한 특수목적법인(SPC) 설립, 자금조달을 위한 프로젝트 파이낸싱, 입찰, 계약 등에 대한 세부내용과 프로세스를 담았습니다.

아울러 해상풍력사업에 있어서 가장 중요한 부분의 하나인 인·허가에 대해서도 대규모사업, 중·소규모사업, 제주도내 사업 등으로 서로 차이가 있어 특성에 맞게 절차와 구비서류, 주요 검토내용을 상세하게 설명하였습니다.

부록으로는 제주도 주민수용성 향상을 위해 사용했던 설문지와 발전소주변지역 지원에 관한 법률의 기본지원사업 지원금 산정방법을 넣었습니다.

본 책자는 해상풍력단지개발 및 인·허가와 관련하여 참고용으로 작성되어 실제 프로젝트와는 일부 상이한 부분이 있을 수 있음을 알려 드립니다. 아무쪼록 해상풍력 관계자 여러분들께 도움이 되기를 기대합니다.



1. 입지개발



1. 입지개발

1.1 입지조사·선정(Macro Siting)

1.1.1 입지위치 파악

사업대상 입지선정의 구체화 및 진척정도에 따라 입지선정에 필요한 자료와 선정절차를 준비한다. 입지선정 검토대상 영역에 따라 필요한 자료와 방법이 결정된다.

가. 입지선정 검토대상 영역

- 대상영역의 크기와 위치 등으로 구분되는 입지선정 검토대상 영역의 범위를 파악한다.
 - 대상범위 예시 : 국내 전해상, 서해·남해·동해·제주 해상, 행정구역별(도, 군 등) 해상
- 검토대상 영역범위에 따라 입지선정을 위한 자료를 확보한다.
 - 대상영역을 포괄하는 입지선정 인자별 자료를 확보한다. 입지선정 인자는 다음 '1.1.2 풍황조건부터 1.1.8 제약조건'에서 제시된 인자를 말한다.
 - 각 자료는 국내 전역을 포함하는 광역 분포자료부터 세부 관측자료까지 범위와 정밀도가 다양하므로 대상영역에 적합한 자료를 준비해야 한다. 각 자료에 대한 종류와 입수방법 등은 다음 각 절을 참고한다.

나. 입지선정 여부

- 대상입지가 결정되어 있지 않은 경우에는 다음 1.1.2~1.1.10절에 제시된 최적입지 선정 절차에 따라 입지선정을 수행한다.
- 후보지가 결정되어 있는 경우에는 이하의 선정 절차없이 단지설계와 경제성 평가, 인허가에 필요한 상세 관측자료를 확보하고 입지에 대한 타당성을 평가한다.

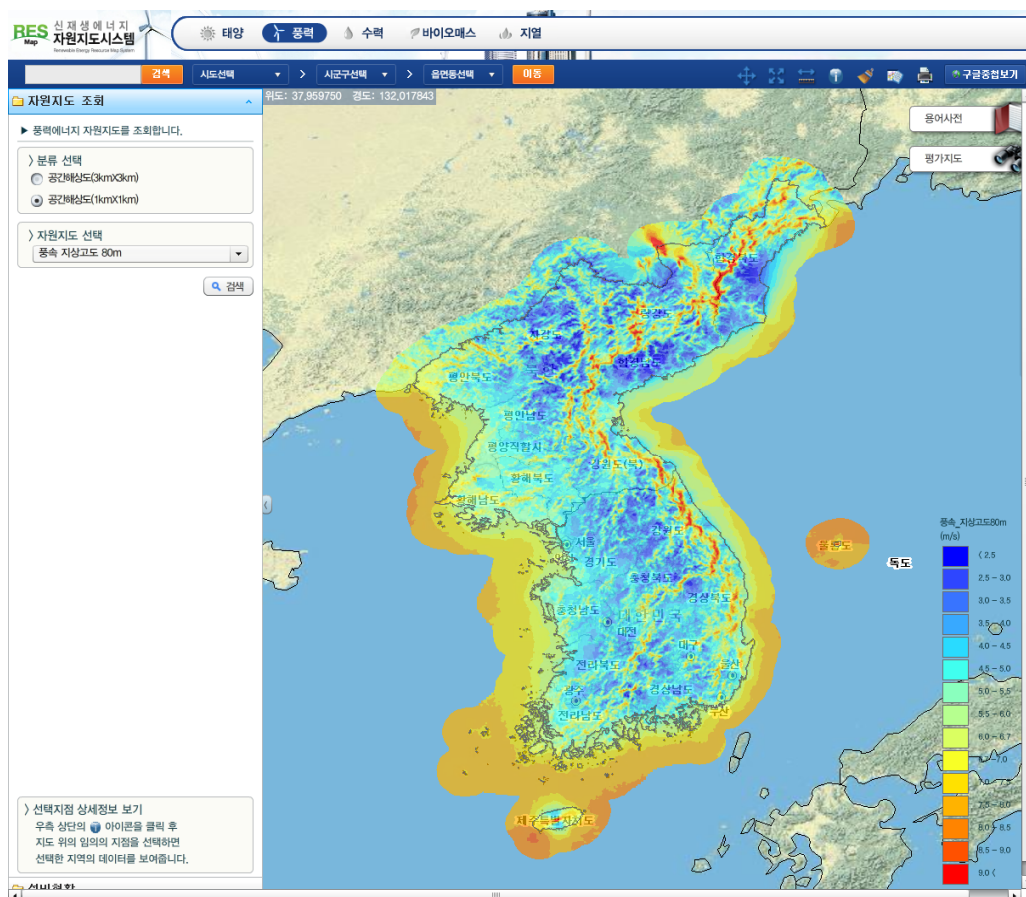
1.1.2 풍황 조건

입지조사를 바탕으로 사전타당성조사(Preliminary Feasibility Study)를 수행하고 그 결과를 평가하여 입지를 선정한다. 사전 타당성 조사는 후보지의 연간 에너지발전량(AEP: Annual Energy Production)을 추산하여 발전사업의 경제성을 판단하는 과정이다. 입지조사 단계에서는 풍력자원 분포조사가, 입지선정 단계에서는 기상학적 영향인자 조사가 필요하다.

가. 풍력자원 분포조사

- 풍력자원 분포조사는 평균풍속, 주풍향, 풍력에너지밀도(Wind Power Density) 등 풍력자원의 정량적 수준과 정성적 분포특성을 파악하는 절차이다. 이를 통하여 사전 타당성조사를 위한 연간 에너지발전량을 추산하고 국지풍계 분포특성을 파악하여 해상기상탑(Offshore Meteorological Tower) 설치에 적합한 기상학적 대표지점을 선정하거나 해상풍력단지의 규모와 배치를 추정할 수 있다. 이때 풍력자원 분포조사를 위한 핵심 자료는 풍력자원지도(Wind Resource Map)이다.
- 한반도 풍력자원 분포조사는 다양한 비교검증을 통하여 신뢰도가 검증된 한국에너지기술연구원의 풍력자원지도를 활용하는 것이 바람직하다. 참고로 신재생에너지 공급의무화(RPS) 발전사업자, 지자체, 연구기관 등은 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원센터를 통하여 풍력자원지도를 무상으로 제공받을 수 있다.(www.kier-atlas.org 참조)
- 한국에너지기술연구원의 풍력자원지도는 2005~2007년의 기간에 대해서 3km 해상도로(www.kier-wind.org), 2007년과 2010년에 대해서는 1km 해상도로 구축되어 있다. 현재는 기상청의 기상예보모델인 UM(Unified Model) 해석결과를 자료동화하여 2012~2014년의 기간에 대하여 500m 해상도로 업데이트하고 있다. 참고로 육상 풍력자원지도는 2010년에 대해서는 100m 해상도로 개발되었으나 체계적인 검증절차가 완료되지 않아서 연구목적의 참고자료로만 제한적으로 활용되고 있다.

- 그 외에도 IRENA Global Atlas(globalatlas.irena.org)에서는 전세계 풍력 자원지도를 무상으로 서비스하고 있으며, 미국 3TIER(www.3tier.com), AWS Truepower(www.awstruepower.com), 스페인 Vortex(www.vortex.es), 스위스 Sander & Partners(www.sander-partner.com) 등 다수의 풍력자원 컨설팅사는 전세계를 대상으로 풍력자원지도를 상업적으로 서비스하고 있다. 그러나 이들 대부분은 정확도와 해상도가 낮음에도 불구하고 고가로 판매되고 있어, 사전타당성 검토단계에서 참고용으로 활용하기에는 비용 부담이 큰 편이다.



[그림 1-1] 한국에너지기술연구원 풍력자원지도 웹서비스

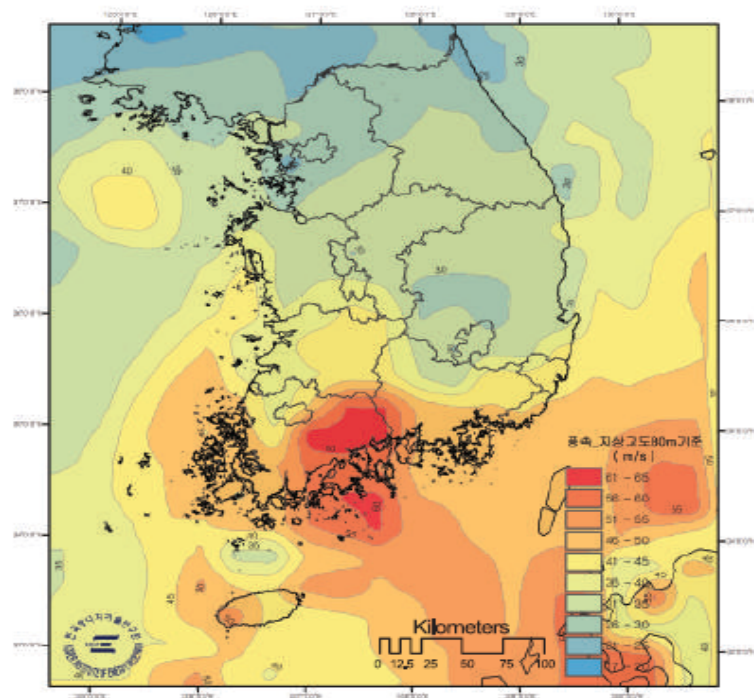
나. 기상학적 영향인자 조사

- 해상풍력 발전에 잠재적으로 영향을 미칠 수 있는 기상학적 인자는 다음과 같다.
 - ① 인근 지형지물의 영향
 - ② 인근 해상풍력 발전단지의 영향

- ③ 대기안정도의 영향
- ④ 파랑의 영향
- ⑤ 특이·극한 기상현상 영향

- 인근의 섬, 해상구조물 등 지형지물이 입지의 풍상부에 위치할 경우, 이들에 의해 생성되는 후류(wake)에 의하여 해상풍력 발전단지로 입사되는 풍속의 감소 또는 난류강도의 증가 등 부정적인 기상학적 영향을 미칠 수 있다. 만일 인근에 또 다른 해상풍력 발전단지가 위치할 경우, 대기안정도에 따라 풍력터빈에 의한 후류 영향이 20km 후방까지도 전파될 수 있다. 북해 해상풍력 발전단지에 대한 분석연구에 의하면 해상풍력 발전단지를 인근 해상풍력 발전단지로부터 10km 이격시킨다고 하더라도 대기안정도와 주풍향, 그리고 인근 해상풍력 발전단지의 규모와 배치 등에 따라 후류 영향이 큰 폭으로 변하여 연간에너지발전량 3% 이상의 손실이 발생할 수 있음을 보고한 바 있다. 따라서 입지조사 및 선정시 최소 20km 인근의 지형지물과 운영중이거나 계획된 인근 해상풍력 발전단지와 상호간섭을 고려하여야 한다.
- 해양에서 후류의 특성은 대기안정도에 지배적인 영향을 받는다. 안정(stable) 대기상태는 낮은 난류강도와 높은 풍향 지속성으로 인하여 허브 높이의 풍속을 증가시키는 긍정적인 영향이 있지만, 풍력터빈 후류의 소산을 억제하여 그 영향을 더 멀리까지 전파시키는 부정적인 영향도 있다. 불안정(unstable) 대기상태는 이와는 반대의 영향을 미친다. 따라서 입지에 대한 대기안정도의 특성을 파악하는 것은 잠재적인 부정적 요인을 파악함에 있어 매우 중요하다.
- 해상풍력 발전단지에서 발생한 후류는 해수면과 상호작용을 일으켜 난류강도를 상승시키거나 파랑이 심한 경우 지면거칠기 상승효과와 동일한 작용에 의하여 난류강도가 상승하기도 한다. 따라서 입지 인근의 파랑상태에 대해서도 조사할 필요가 있다.

- 특이 기상현상으로는 고온습윤한 고기압과 저온건조한 저기압에 의해 호우기단이 생성될 경우, 특히 야간에 하층제트(Low level jet)가 발생하며, 이는 급격한 풍력발전량 증가로 인한 풍력터빈의 구조적인 문제 및 전력계통 부하요인으로 작용할 수 있다. 이러한 특이 기상현상은 현실적으로 사전에 파악하거나 분석하기 힘들기 때문에 잠재적인 사업위험 요인이 된다. 현재 우리나라의 아리랑 5호 인공위성에는 합성개구레이더(SAR: Synthetic Aperture Radar)가 탑재되어 있으며, 이를 이용하여 촬영한 해수면 영상을 분석하면 특이한 기상현상과 입지 인근 지형지물 등의 영향을 정성적으로 파악할 수 있다.
- 극한 기상현상으로는 결빙과 관련된 최저기온, 강풍과 관련된 최대풍속 분포를 파악할 필요가 있다. 한국에너지기술연구원 신재생에너지자원센터에서는 고도별 평균기온, 최저기온, 최대풍속 분포도 등을 제공하고 있다. 최근에는 지난 15년간 한반도를 통과한 25개 태풍을 재해석하여 최대풍속을 산정함으로써 풍력터빈 허브높이인 80m 높이에서의 극한풍속 발생분포도를 작성한 바 있다.



[그림 1-2] 극한풍속 발생분포도 예시

1.1.3 해양 조건

풍력발전기의 기초 설계를 위하여 해양지질, 수심, 조석, 파랑 등을 조사하며, 문헌조사와 현장조사가 필요하다. 사전조사를 통해 대략적인 기초의 설계와 이를 통한 공사비, 사전타당성 검토를 실시하고, 추후 상세설계를 실시하여 투자비의 정확성을 높이는 작업을 수행하여야 한다.

가. 문헌조사

- 국립해양조사원 홈페이지(www.khoa.go.kr)에서 인근지역의 조석, 조류, 해류의 정보를 확인할 수 있다.



[그림 1-3] 국립해양조사원 홈페이지

- 국립해양조사원의 실시간 해양관측정보시스템에서 좀더 다양한 조류, 조석 등의 해양정보를 확인할 수 있다.



- 실시간 해양관측정보시스템을 클릭하면 격자형으로 조류, 조석 등의 정보를 확인할 수 있으며, 해양정보를 다운로드할 수 있다.



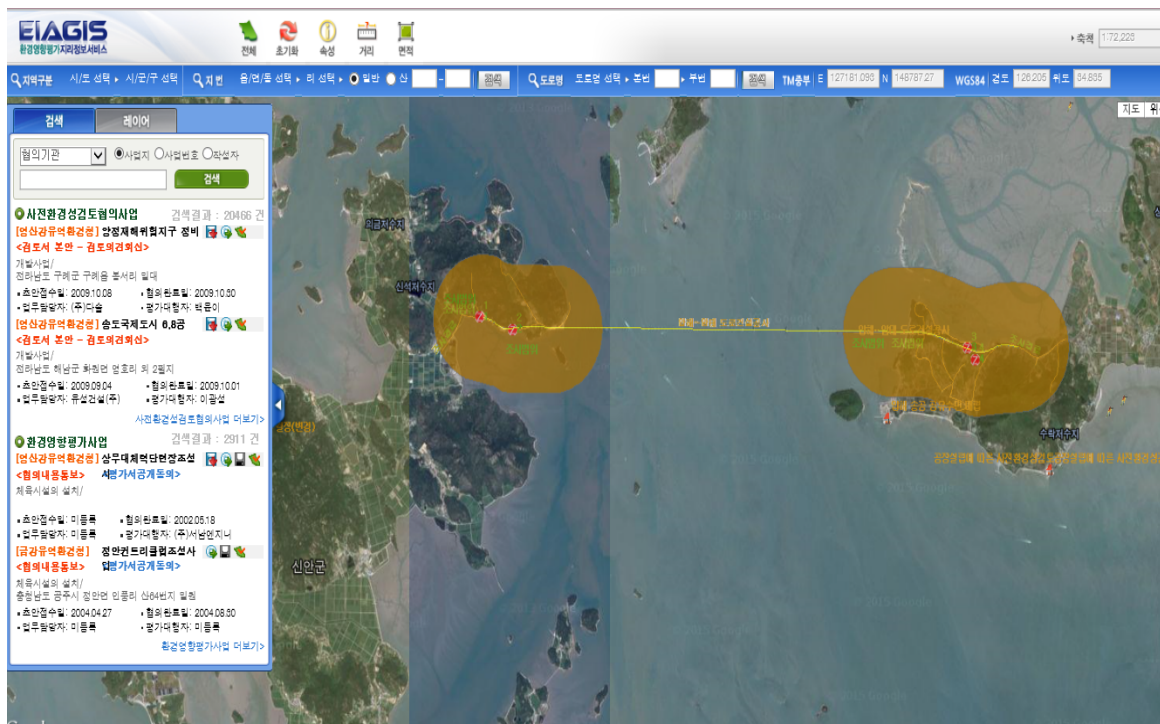
[그림 1-4] 격자형 해양정보서비스

- 주변 공사현황을 파악하여 보링과 수심측량 등 해저조건의 정보를 입수할 수 있다. 주변공사 현황은 환경영향평가정보시스템(www.eiass.go.kr)에서 간략히 조사할 수 있다.
- 환경영향평가정보시스템의 지리정보 서비스를 클릭한다.

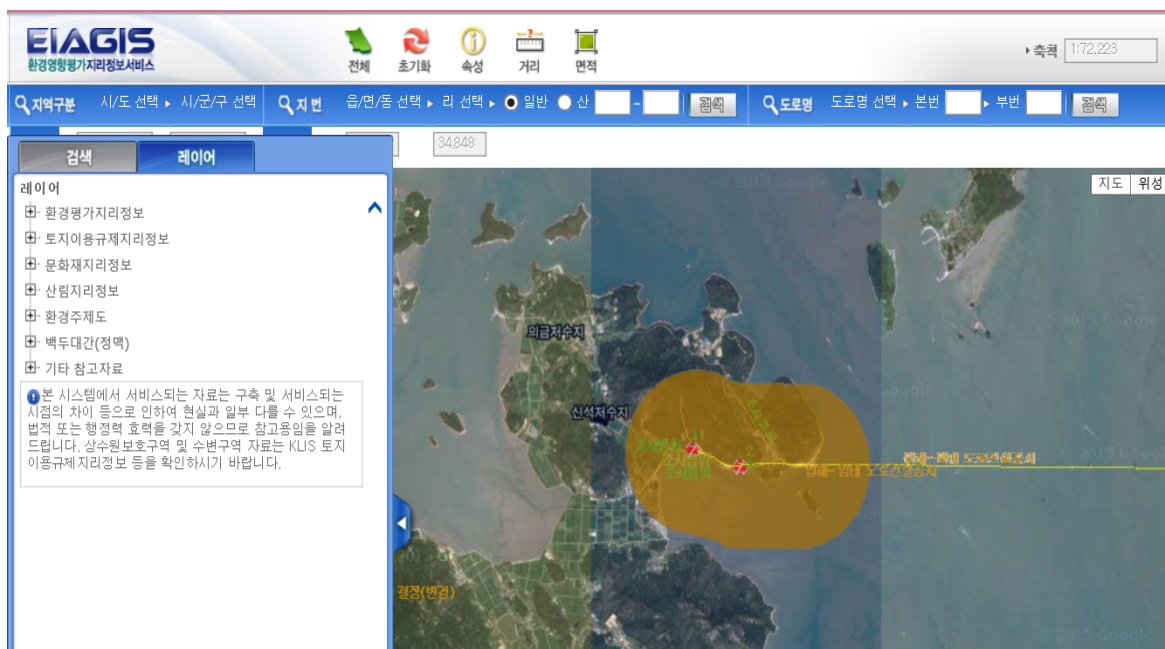


[그림 1-5] 환경영향평가 정보지원시스템

- 지리정보서비스의 초기 화면은 아래와 같으며, 확대시 주변공사 현황이 표시된다. 일정 규모의 개발사업은 모두 환경영향평가를 받아야 하며, 이것이 반영되어 있기 때문에 주변공사 현황을 확인할 수 있다.



- 화면을 확대하면 교량공사 등 주변공사가 진행된다는 사실을 확인할 수 있다.



- 또한, 지리정보 서비스의 레이어에서 볼 수 있듯이 환경평가 지리정보, 토지이용규제 지리정보, 문화재 지리정보, 산림지리정보, 백두대간 등 다양한 정보를 확인할 수 있다.

나. 해양조사

- 문헌조사를 통해 확보한 수심, 조류, 조석, 풍황 데이터를 기반으로 대략적인 풍력발전기의 기초설계와 투자비를 검토할 수 있다. 사업타당성이 있다고 판단될 경우 현장조사를 통해 투자비를 상세화하고, 이를 바탕으로 사업 리스크 등을 가늠할 수 있다. 현장조사 내용은 다음과 같다.
- 조석 관측
 - 해역의 조석특성을 파악하기 위해 압력식 검조기(XR-420-TG형) 또는 그 이상의 수준을 보유한 기기를 사업지구를 대표할 수 있는 적정지점에 설치하여 조사기간 동안 매시별 조위를 측정한다.
- 3차원 조류공간분포
 - 3차원 공간적인 유황특성을 파악하기 위해 도플러 유속계(ADCP) 또는 그 이상의 수준을 보유한 기기를 선박에 거치(혹은 예인)하여 사업지구의 조류 공간분포를 측정한다.
- 연속조류와 부유사 관측
 - 유황특성을 파악하기 위해 장기권 자기기록형 유속계(RCM-9형) 또는 그 이상의 수준을 보유한 기기를 사업지구를 대표할 수 있는 적정지점에 설치하여 조사기간 동안 10분 간격으로 유향과 유속을 측정한다.
- 수온·염분·부유사 공간분포와 입도분석
 - 수온, 염분, 부유사 공간분포와 입도분석을 위하여 약 20개소에서 조사한다.
- 지질 조사
 - 수심측량 성과에 의한 수심변화 양상과 함께 퇴적물 이동경로 추정자료로 활용하기 위하여 대상지역 일대의 저질입경 및 분포특성을 파악하기 위하여 30개 정점을 선정하여 해저질을 채취, 분석하여, 퇴적물의 이동경로 등을 추정한다.
- 수심측량
 - 수심측량은 음향측심기를 이용하고 측량선의 위치는 인공위성 측위보정방법(GPS)을 사용하여야 한다. 단, 측량선의 접근이 불가능한 해안

암초지대나 절벽 근접지, 간사지 등은 육상측량 등의 방법으로 보완하여야 한다.

다. 현지조사 및 현장시험

○ 시추조사

- 잭업바지(Jack-up Barge)를 사용하여 해상시추하며, 기반암층 확인 및 지반공학적 특성을 파악한다.

○ 표준 관입시험

- 해저질의 표준관입시험치(N값) 측정, 사질토의 상대밀도와 점성토의 연경도 판별한다.

○ 자연시료채취

- 연약지반 점성토층을 대상으로 실내 역학시험 및 동적특성시험을 실시하기 위하여 KS F 2317 규정에 의거하여 불교란 시료를 채취하고 공학적 특성을 파악한다.

○ 기타 현장 베인시험, 피에조콘관입시험 등이 있다.

1.1.4 사회인문 여건

사회인문 여건에서 다루어야 하는 항목은 본 사업 추진에 근간이 되는 자료로서 정확한 조사가 요구되며, 해상풍력단지 입지선정, 추후 환경영향검토 등 사업추진시 요구되는 자료이며 주민수용성을 판단하는 척도가 된다.

가. 어업조사

- 국립수산물과학원의 홈페이지(<http://www.nfrdi.re.kr> → 해양수산물연구정보 포털 → 어업자원 → 연근해어업총조사)를 통해 지역별 어업의 특성 및 어획자원 분포, 마을별 어업 경영실태, 조업방법 등을 알 수 있다. 국립수산물과학원 자료는 5년에 1번씩 발간되는 자료로 2005년, 2010년 보고서가 게재되어 있으며, 각 보고서는 해역의 지리적 위치별로 구분되어

① 인천과 경기도

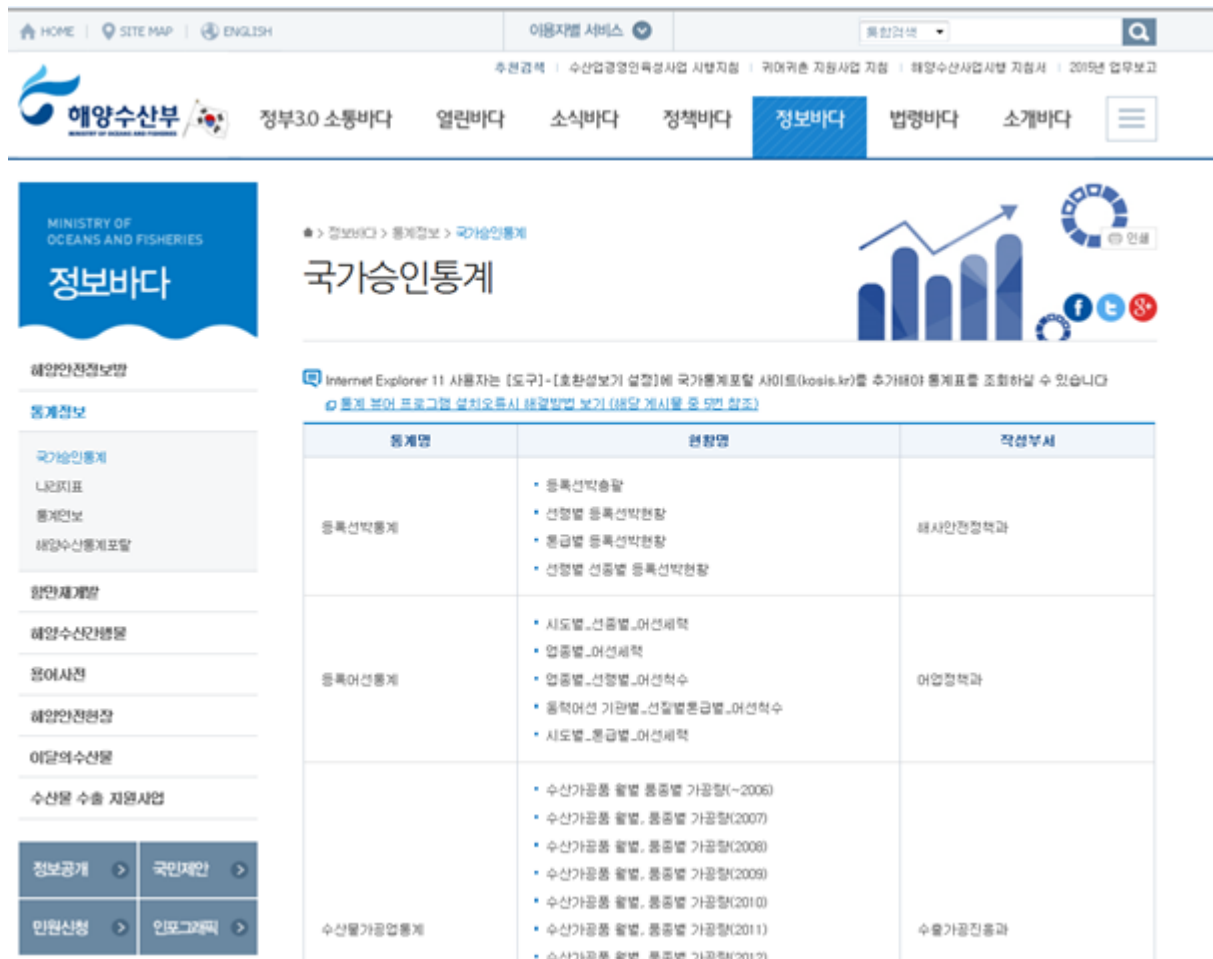
② 전라남도과 제주도

- ③ 울산광역시와 경상북도
- ④ 충청남도
- ⑤ 전라남도
- ⑥ 경상남도
- ⑦ 부산광역시
- ⑧ 강원도
- ⑨ 종합편 등 총 9권으로 구성되어 있다.

- 조사된 자료는 근해어업, 연안어업, 구획어업, 마을어업으로 구분되어 있으며, 각 어업에 대한 허가건수, 어선현황, 어획실태, 어구사용실태, 경영실태, 어업인식도 등이 조사되어 있다.
- 반면 이 같은 자료들은 2010.12월에 발표된 자료로 2009년까지 실적만 반영된 것으로 현황과는 차이가 있음을 인지해야 하고, 대 구역별로 어업조사 항목을 기술한 것이지 지역자료를 반영한 것으로 볼 수 없으므로 향후 예정부지가 확정되고 실시계획이 이루어지는 단계에서는 상세어로활동에 대한 조사가 필요하고, 해상풍력단지 건설공사에 따른 부유사 및 부산물로 인한 어업권 피해영향의 검토가 수반되어야 한다.
- 또한 마을 공동어장이나 지역특산물 어획이 빈번한 지역은 피해야 하며, 양식장이나 어항 정박지는 되도록 떨어질수록 유리하다.
- 아울러 지역 시·도청, 군청, 향만청 등과 사전협의를 이루어져야 하며 마을 어민회 등의 사전협의를 요구된다. 협의시 원칙은 해상풍력단지 공사시와 운영시의 마을 주민들의 어업권 침해가 최소화되는 것과 해양생물에 대한 보존 및 해양환경의 복구에 어려움이 없는 것임을 인지하고 접근할 필요가 있다.



[그림 1-6] 국립수산물과학원 홈페이지(www.nfrdi.re.kr)



[그림 1-7] 해양수산부 홈페이지(www.mof.go.kr)

- 위의 해양수산부 홈페이지를 통해 해양수산부 주요통계가 나타나 있으며, 시도별 등록선박, 수산물가공업 가공량 등을 확인할 수 있다. 하지만 단위지역별 자료는 해당 시·도 해양수산과를 방문하여 자료를 취득하여야 한다.

나. 마을현황

- 입지선정을 위한 기초자료로 해상풍력단지 주변의 마을 현황을 파악해야 한다. 이는 단지 개발에 따른 영향을 받을 수 있는 주민들에 대한 사전 통계조사이며, 향후 사업타당성 조사에 필요한 주민 보상부분을 고려하기 위함이다. 조사항목은 다음과 같으며, 통계청(www.kostat.go.kr)에 접속하여 쉽게 자료를 구할 수 있다.

① 인구수

② 연령별 인구분포도

③ 성별 인구분포도

④ 가구수

⑤ 가구당 소득

이외에도 산업별 인구 분포도와 연도별 인구증가추세를 검토하는 것이 필요하다.

1.1.5 생태 여건

해상풍력 발전단지의 건설에 의하여 생태계에 영향을 미칠 수 있기 때문에 생태여건에 대한 사전조사를 통하여 환경영향평가를 수행하여야 한다. 조사 대상에는 일반적으로 야생 조류, 수중생물(돌고래 등)이 포함되며, 이들의 서식지, 이동경로 등을 조사하되 필요시 사후 환경영향조사를 통하여 모니터링을 실시한다.

가. 야생조류

- 환경부는 철새 보호를 위해 철새도래지를 습지보호지역(9개소) 또는 생태경관보전지역(3개소)으로 지정하고 있다. 전국적으로 주요 철새도래지는 76개소(주요 도래지 68개소, 예찰지역 8개소)이며 환경부 국가환경지도시스템(eais.me.go.kr)에서 겨울철새 도래현황, 조류 멸종위기종 발견빈도 등의 주제도를 조회할 수 있다.
- 우리나라는 러시아(1994), 호주(2006), 중국(2007) 등과 양자간 철새보호 협정을 맺고 있으며, 협정 이행을 위해 국립환경연구원 등에서 철새의 이동경로 등 생태여건을 연구하고 있다. 그 외에도 국제조류보호협회(BirdLife International), 동아시아-태평양지역 도요새 네트워크(1994), 동북아시아 두루미 네트워크(1997), 아시아-태평양지역 오리기러기 네트워크(1996) 등 UN을 비롯한 다양한 국제기구의 후원을 받아 국제적 철새보호 활동을 수행하는 다양한 민간기구가 있다.

- 국내에서는 한국야생조류보호협회(www.kwildbird.com), 한국야생조류협회(kwbs.or.kr), 한국조류보호협회(www.bird.or.kr) 등의 민간협회가 활동중이며, 학술단체로는 (사)한국조류학회(www.birdkorea.or.kr)가 있다. 이 밖에 한국의 새(www.birdcenter.kr), 새와 생명의 터(www.birdskorea.org) 등의 홈페이지 또는 지방자치단체에서 발간하는 보호조류목록 등의 자료를 참조할 수 있다.



[그림 1-8] 환경부 국가환경지도시스템 - 겨울철새 도래현황(14.10.31.)

나. 수중생물

- 해상풍력 발전단지 건설 및 운영으로 인해 해양생태계에 영향을 미칠 수 있는 요인으로서는 해상풍력 발전단지 건설시 하부구조물의 설치를 위한 항타작업 및 기타 건설장비에 의한 수중소음영향과 발전단지 운영시 풍력터빈 또는 해상풍력 발전단지 관리를 위한 선박운행에 따른 수중소음영향을 들 수 있다. 특히 항타작업시 발생하는 소음레벨은 해양생태계에 상당한 영향을 미치므로 중요한 환경영향평가 요인이다.

- 국내는 수중소음의 발생이 수중생물에 미치는 영향에 대해서는 거의 연구가 이루어지지 않았으며, 수중소음 환경목표기준이 설정된 사례가 아직 없다. 참고로 미국에서는 대상 사업지구에서의 수중소음을 먼저 파악하고, 공사 중 항타와 선박에서 발생하는 소음에 배경소음을 합성하여 모델링을 실시하도록 권고하고 있다. 소음이 해양생태계에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 미국 해양어업국에서 제시한 기준을 넘기지 않아야 한다. 해양포유류와 바다거북의 경우 소음의 영향을 피하기 위한 기준은 180dB이다. 또한, 가급적 소음 피해를 줄이기 위해 공사영역으로부터 반경 500m 이내에 해양포유류가 없는 것을 확인한 뒤 항타공사를 개시하도록 하고 있다.
- 영국에서는 선박에서 해양포유류의 현황을 직접 관찰하거나 울음소리를 확인하는 방법으로 연간 조사를 실시한다. 어류와 해양포유류가 회유행동을 나타내는 소음기준으로 90dB, 일시적인 청각장애가 나타나는 소음기준으로 140dB을 참조하여 공사시 영향을 고려하도록 한다. 소음 피해를 줄이기 위해 공사영역으로부터 반경 1km 이내에 해양포유류가 없는 것을 확인해야 하며, 공사의 개시 전에는 인위적인 소음을 발생시켜 해양포유류 및 어류가 회피할 수 있도록 한다. 덴마크에서는 해양포유류의 가청역치 및 일시적인 청각장애가 나타나는 소음기준을 포함하여, 공사시 예상되는 소음으로부터 청각장애가 나타나는 범위를 계산하고, 영향범위 내에서 해양포유류의 서식유무를 확인한다. 또한 공사의 개시 전에는 경고음을 발생시켜 해양포유류 및 어류가 회피할 수 있도록 한다.
- 우리나라 근해에는 많은 종류의 해양포유류가 서식하고 있다고 알려져 있으며, 8과 35종의 고래가 서식 또는 출현한 것으로 보고되었다. 고래 및 다양한 해양포유류에 대하여 국립수산물과학원 산하 고래연구소에서 연구하고 있기는 하지만, 개체군 분포와 풍도를 파악하기 위한 목시조사 정도만 수행되고 있어 해상풍력단지 건설시 활용할 수 있는 자료는 희소하다.

1.1.6 전력계통연계

일반적으로 풍력발전단지는 풍속과 풍향이 좋은 지역에 밀집될 수밖에 없으며, 전력수요가 많은 지역으로의 송전을 위한 적절한 송변전설비가 필요하다. 풍력발전단지가 한전 계통에 연계되기 위해서는 별도의 신청 절차가 필요하며 풍력발전단지의 개발계획과 함께 고려되어야 한다. 한전에서 운영하고 있는 전력망을 기준으로 하여 새로 개발되는 풍력발전단지의 접속가능여부에 대하여 미리 확인할 필요가 있다.

- 한전에서는 발전소가 건설될 지역의 송변전설비 용량 등 공급신뢰도 및 안정적인 전력공급, 계통운영의 효율성을 고려하여 송배전용전기설비의 이용 가능여부를 검토하고 있다.

《 관련 법령 및 규정 》

전기사업법 제15조(송배전용전기설비의 이용요금 등), 동법 시행령 제14조
전기사업법 제31조(전력거래), 동법 시행령 제19조
송배전용전기설비 이용규정(한전)

- 풍력발전기는 그 특성상 풍량 등의 영향으로 출력이 일정하지 않으므로 전력계통을 안정적으로 운영하기 위해서는 풍력발전기의 출력변동에 응동할 수 있도록 전체 발전력의 일정부분을 일반 기력발전기나 계통연계를 통해 충당해야 한다. 그로 인해 풍력발전기가 최대로 운전할 수 있는 풍력한계용량이 존재하게 된다. 특히, 계통이 고립된 우리나라의 경우 유럽이나 미국에 비해 풍력한계용량이 더 작을 수 밖에 없는 실정이다.
- 풍력발전단지 인근의 한전 관할사업소를 방문하여 사전 협의를 통해 인근 변전소의 계통연계 가능여부를 사전에 확인하는 것이 좋다. 사업자는 사업타당성 검토 등 사업추진 확정시 향후 발전사업 허가 및 송배전용전기설비 이용신청을 통하여 계통연계업무를 추진해야 한다. 송전용전기설비 이용신청에 따른 행정소요일수는 접속제외(4개월), 접속제외 수락(2개월), 이용계약 체결(1개월) 등 약 7개월이 소요된다.

1.1.7 지역사회 수용성

풍력발전단지 관련민원은 개발단계부터 고려되어야 하고, 발전단지 조성 전에 주변마을과 자매결연, 지역농산물 구매, 지역현안사업 지원 등 선제적으로 대응시 민원이 다소 완화되는 경향이 있으나, 개발부터 시공, 상업 운전애 이르기까지 다양한 민원이 발생하며, 이에 대한 지속적인 관리와 대응이 필요하다.

가. 지자체 공무원, 주민대표 의견 사전조사

- 시·도와 같은 광역단체보다는 지역주민의 현안을 잘 파악하고 있는 군·면의 공무원과, 가능하다면 해당마을 이장 등 주민대표와 사전 협의하여 과거 개발사업에 대한 주민반응 혹은 현재 해당지역의 현안사업 등에 대해 상세히 조사하여야 한다.
- 해당마을의 연례행사를 조사하여 연간 지원계획을 세우고, 선진지 답사와 주민설명회를 통해 풍력발전 호응도를 높이는 방안이 필요하다.

나. 여론조사

- 해상풍력단지 지역 주민수용성을 위한 여론조사는 해상풍력단지 개발이 가능한지에 대한 첫 번째 작업으로서 대단히 중요하다. 사회가 발전되어 갈수록 NIMBY 현상이 보편화되고 있으며 환경문제 등의 이슈도 끊이지 않아 해당사업에 대하여 무엇보다도 지역주민들의 전폭적인 지지가 필요하다. 이러한 개발사업은 주민들의 생업과 직결되는 문제로서 앞서 논의된 '1.1.4절의 어업조사와 마을현황 파악'이 충분히 이루어진 후 진행하여야 한다. 여론조사 항목은 주로 다음과 같다.
 - ① 응답자 성별, 나이
 - ② 지역 환경 변화에 대한 민감도
 - ③ 풍력발전에 대한 이해도
 - ④ 풍력발전단지 보급의 필요성
 - ⑤ 지역 풍력발전단지 건설이 마을의 이익에 기여하는지 여부
 - ⑥ 지역 풍력발전단지 건설에 대한 찬반

- 종합적인 검토가 끝나면 몇개 지역을 우선 선정하여 지역공모를 실시하는 것도 한 방법이다. 공모지역은 보통 2~3개 지역으로 하며, 경우에 따라서는 여러 지역을 한 번에 진행하는 방법도 가능하다. 공모결과에 따라 해상풍력입지를 선정하며 선정된 지역에 대한 세밀한 조사가 이루어져야 한다.
- 여론조사는 향후 원활한 해상풍력 공사를 위한 '주민수용성'을 가늠해 볼 수 있으며, 제주도는 아래와 같이 고시로 정해 놓고 있다. 다른 지역의 경우에도 참조할 것을 권한다.

【 제주특별자치도 고시 제2011-121호】

[별표10]

다. 주민 수용성

해상풍력발전지구 예정지역 마을의 주민의견 수렴을 통하여 해상풍력 발전사업에 대한 적극적인 의사표시 또는 호응도가 높은 지역을 우선 지정할 수 있다.

이를 볼 때 해상풍력사업은 주민의 지지를 통해 이루어지는 사업으로 개발자와 지역주민간의 소통이 우선시 되어야 한다. 풍력단지 지역공모 이후에는 주민 설명회를 통해 시공 내용, 영향 범위와 시공 스케줄을 주민 및 작업선박에 공고하고 동시에 화합하며 일을 처리할 것을 권한다.

※ 제주도 지역주민의 풍력발전기에 대한 호감도 조사(부록 1) 참조

다. 공사중 민원발생 예측과 대책

- 해상풍력 발전시 주요 민원 중 어업피해에 대한 보상이 크므로, 공사전 어업피해영향평가를 실시하여, 보상범위 및 보상액 등 보상기준(안)을 사전에 조사하여 충분히 반영하여야 한다.

어민 민원 발생	자연경관 훼손	중차량 통행으로 인한 불편
· 공사중 해상 장비 이동 및 공사로 인한 어민 민원예상	· 공사중 발생 가능한 자연경관 훼손 및 영향 등을 사전 예측	· 운반 차량통행에 따른 분진 및 도로파손 발생 최소화 · 원활한 교통통제를 위한 신호수 배치 및 관련 시설물 설치

라. 운영중 민원발생 예측과 대책

민원 발생 해결을 위한 조직 구성
· 공사 및 운영중 가능한 민원발생 해결을 위해 관련 조직 구성 · 해당 지자체와의 유기적인 협조체계 구축

1.1.8 제약 조건

사업자가 풍력단지개발을 계획함에 있어서 사업추진이 늦춰지는 요소 중 가장 큰 부분이 인허가이다. 따라서 본 절에서 논하는 사업의 제약조건은 큰 그림을 그릴 때 강조되어야 할 부분이다. 해상풍력사업을 추진하려고 하는 사업자들은 다음 사항을 면밀히 조사해야 한다.
--

가. 행정적 제약

- 개별법에 의한 규제사항을 잘 파악하여 예정지구가 이에 포함되어 있는지에 대한 검토가 필요하다.
 - 야생동식물 보호구역
 - 생태경관보전지역
 - 생태계 변화관찰지역
 - 습지보호지역
 - 자연공원
 - 산림유전자원보호림

- 수산자원보호구역
- 백두대간보호구역
- 국제기구 또는 국제협약에 지정 등록된 지역

○ 각 구역에 대한 제한조건은 아래에 기술되어 있으며, 예정부지 인근에 대한 연안지도가 국토해양부 연안포털사이트(www.coast.kr/연안지도)에 자세하게 표시되어 있다. 그 내용으로는

- 해안 : 자연해안선, 인공해안선, 자연해안바닷가, 인공해안바닷가, 조간대
- 해상구역 : 교통안전특정구역, 어로한계선, 어업자원보호수역, 영해직선기선, 영해한계선, 유조선통항금지, 특정금지구역, 특정어업금지구역, 특정해역

- 양식장
- 산업단지
- 연안항
- 우수경관
- 환경보전해역
- 생태계환경보전지역
- 특별관리해역
- 습지보호지역
- 수자원보호구역
- 해수욕장
- 국가어항
- 무인도서
- 갯벌 등이 있다.

○ 각 구역별 제한사항을 살펴보면,

1) 야생동식물보호구역

- 야생동식물보호법 제2조, 제27조제1항, 제33조제1항에 의해 규정된 보호구역은 피해야 한다.

- 또한, 시·도 야생동식물보호구역도 피해야 한다.(환경부발간 전국 야생동식물 보호구역 현황 참조)
- 2) 생태경관보전지역
 - 자연환경보전법 제12조, 제23조에 의해 지정된 생태경관 보전지역은 전국 35개소가 지정되어 있으며 이를 피하여야 한다.
 - 3) 생태계 변화관찰지역
 - 자연환경보전법 시행규칙 제12조에 의해 지정된 생태계 변화관찰지역은 피하여야 한다.
 - 4) 습지보호지역
 - 습지보전법 제8조에 의하여 지정된 습지보전지역은 전국 28개소가 지정되어 있다.
 - 5) 자연공원
 - 자연공원법 제2조제1호에 의해 지정되는 자연공원은 국립공원, 도립공원, 군립공원으로 구분된다.
 - 국립공원 : 전국에 20개 지역이 지정되어 있다.
 - 도립공원 : 전국에 31개 지역이 지정되어 있다.
 - 군립공원 : 전국에 27개 지역이 지정되어 있다.
 - 6) 산림유전자원 보호림
 - 산림법 제7조제1항에 의해 지정된 산림유전자원보호림은 전국 62개소가 지정되어 있다.
 - 7) 수산자원 보호구역
 - 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제40조에 의한 수산자원보호구역은 전국 10개소이다.
 - 8) 백두대간 보호지역
 - 백두대간에 관한 법률 제6조에 의해 지정된 백두대간보호지역은 6개 도시 32개 시·군에 지정하고 있다.
 - 9) 국제기구 또는 국제협약에 지정 등록된 지역
 - 유네스코에서 지정한 세계자연유산이 있는지, 생물권보호지역이 분포하고 있는지에 대한 조사가 필요하다.

나. 인근 해양 이용

○ 고려해야 하는 항목으로는

- 어장
- 채사장
- 군사시설
- 항로
- 해상 국립공원
- 환경보호구역 등이 있다.

- 특히 어장의 존재여부는 사업개발입지에 대하여 어민의 생존권이 걸린 문제이기 때문에 상당히 민감한 사항이다. 해상풍력사업이 황금알을 낳는 사업이 아님에도 불구하고 많은 어장들이 지정된 곳을 굳이 선택하여 들어갈 필요는 없을 것이다. 또한, 예정부지가 정기 여객선의 항로 및 외항선의 항로에 위치할 경우 사업 추진 자체가 불가하므로 항로를 충분히 비껴간 위치로 고려하는 것이 바람직하다.

- 이러한 우려사항을 사전에 조사하기 위하여 국립해양조사원(www.khoa.go.kr)에서 발간한 수심도를 살펴보면, 지역에 대한 수심과 항로가 표시되어 있어 쉽게 판별이 가능하다.

다. 환경적 제약

○ 고려해야 하는 항목으로는

- 조류 이동경로
- 보호종 서식지 유무 등이 있다.

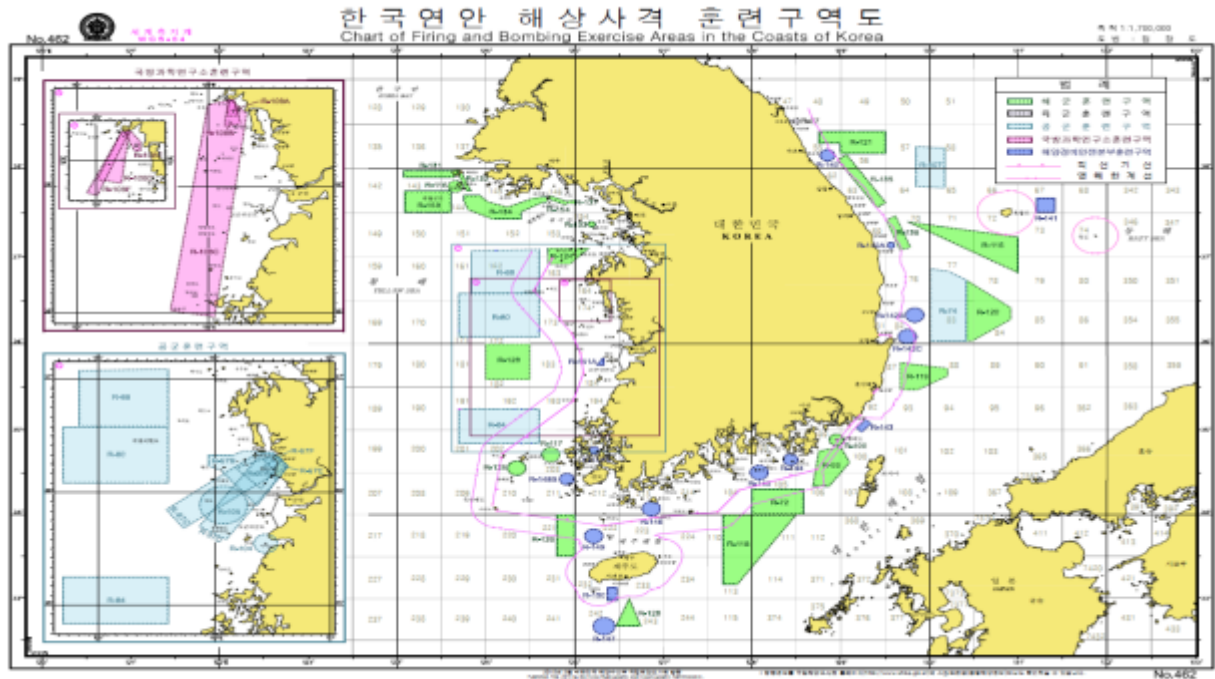
- 환경영향에 대한 사전 검토가 사업추진 여부를 결정짓는 아주 중요한 요소임을 부인할 수는 없다. 우리나라보다 해상풍력사업이 일찍 발달한 유럽에서 조차 이동조류에 대한 조사, 예정부지 인근에 위치한 조류의 집단서식지 등으로 말미암아 사업추진에 애로가 있었던 사례들도 있다.

또한, 사업추진 와중에 인허가의 단계로서 해야 하는 환경영향평가 심의에서 굳이 보호종이 아님에도 조류의 충돌 가능성 등을 이유로 사업추진이 어려울 수도 있으니, 이에 대한 각별한 주의가 필요하다.

- 참고문헌으로는 『한국의 새』(www.birdcenter.kr)에 조류 및 이동경로가 표시되어 있으며, 좀 더 자세한 문헌으로서는 각 지역별 시·도에서 발간하는 보호조류목록을 참조할 수 있다. 특히, 천연기념물의 서식지나 주요 이동경로인 경우 사업초기 단계에서 적극적인 검토가 요구된다.

라. 해상교통, 군사시설 영향

- 해상풍력단지 예정부지가 실제로 마을어업이나 어장의 기능을 하지 않더라도 그 인근 항구나 선착장을 기점으로 출항하는 모든 종류의 어선들이 당 사업의 해상풍력 예정단지를 우회하여 가는 사태가 발생할 수 있으므로 사업타당성이 본 궤도에 오르면 적극적인 검토가 뒤따라야 한다. 특히, 해상에서의 자리다툼에 따른 전쟁은 치열한 편이어서 미리 구체적인 숫자를 챙겨놓지 않으면 사업자에게 불리하게 작용할 수 있다.
- 아울러, 기껏 모든 조건이 좋아 사업을 추진하는 와중에 국방부에 해당 예정부지에 대한 군통신 영향에 대한 검토를 의뢰하여 그 결과가 예정부지에 대하여는 발전기 설치가 불가하다라는 답변을 들을 수 있으므로 반드시 사업초기 단계부터 어느 정도 예정부지가 결정되면 관련기관에 공문으로 질의하여 답변을 받아놓는 것이 필요하다. 군통신영향평가지 예정부지 전체가 영향권 내에 있어 발전사업이 불가한 경우를 제외하곤, 일부 발전기에 대한 위치 조정과 용량 변경으로 해결할 수 있는데 이에는 전문가의 도움이 필요하다.
- 또한, 예정부지 인근에 위치한 해상사격훈련구역도(2015년 해양수산부 국립해양조사원이 발행)을 참조하여야 한다.



[그림 1-9] 해상사격 훈련구역도

마. 경관, 소음 영향

- 경치가 좋은 도서지역이거나 인근에 해상국립공원이 있는 경우 경관에 특별히 신경을 써야 한다. 사업개발자 입장에서는 발전기가 아름다울지 모르나, 자연보호주의자 안목에서는 널푸른 바다에 인공적인 구조물을 설치하는 것으로 보여질 수 있기 때문이다.
- 터빈이 설치되는 경우 해당 높이에서의 발생소음은 발전기마다 약간씩 상이하다. 터빈용량에 따라 차이는 있으나 대부분 90~110 데시벨을 보이고 있으며, 도플러공식에 의거 거리별로 얼마나 소음이 발생하는지를 쉽게 알 수 있다. 해안선으로부터 최단거리에 설치한 발전기 위치로부터 인근 가옥까지 거리를 도상으로 지도에 표시하고 소음원으로부터 발생소음을 산출할 수 있다.

$$(\text{도플러 공식: } f' = f \times \frac{V}{V - v_0})$$

f' : 관측자가 들을 수 있는 주파수, f : 음원이 지닌 기본주파수,

V : 공기중의 소리의 속도, v_0 : 음원이 진행하는 속도)

- 낮과 밤에 산출된 소음예측치가 법규(소음·진동관리법 시행규칙 제20조 [별표8] 참조, 낮 70dB 이하, 밤 65dB 이하)에서 정한 소음보다 작다는 사실을 도출하여야 하며, 실제 인간이 느끼는 합성소음은 자연소음인 파도소리 등에 파묻혀 별 영향이 없는 것으로 밝혀졌다. 김소리나의 논문 '해상풍력단지 건설 예정지 주변의 물새류 분포현황 및 서식 환경조사 (2007)'에 의하면 풍력발전기에서 발생하는 소음은 대형풍력발전기의 최대풍속에서 103데시벨의 소음이 발생하며, 이 소음은 500m 거리에서 45데시벨로 감소된다. 따라서 500m 이상의 거리를 확보한다면 소음은 미미할 것으로 판단되며 해안가의 자연소음은 35데시벨로 알려져 있다.

바. 배후 항만시설, 항구와 연안 이격거리

- 배후 항만시설은 타워, 허브, 블레이드 등의 Pre-Assembly와 적치를 위하여 필요한 공간이다. 부지규모는 사업규모, 블레이드의 규격, 최소 반입 물량 등 여러가지 요소를 고려하여 결정하여야 한다.
- 항만시설이 갖추어야 할 필수조건으로서는 운송을 일반바지로 할 경우 최소 흘수¹⁾를 6m 이상으로 하고(사유 : 일반 평바지의 높이는 일반적으로 3.4m 이고 흘수가 2.0m 내외이고 조수간만의 차가 3.0m가 보통 이므로 해저지반으로부터 배 밑바닥까지 2m 확보하는 경우 $2.0 + \text{흘수}$ $2.0 + \text{조수간만 } 1.5 = 5.5 \sim 6.0\text{m}$), 일반화물선을 이용하여 운송할 경우 흘수는 최소 12m 이상을 확보한 항으로 하여야 한다. 요즘은 상선이 대형화되는 추세여서 14m이상 항 확보가 유리하다고 한다. 또한, 중량 물이 대부분이므로 지내력도 확보하는지를 체크하여야 한다.
- 육지에서는 군산항이 해상풍력 전용항만으로 개발중이고 선석이 여유가 있는 목포대불항, 광양항을 이용할 수 있다. 제주도의 경우 제주도항을 제외하고는 전부 어항이어서 현실적으로 적절한 항구가 없는 실정이므로 이를 사전에 확인하여야 한다.

1) 배가 물 위에 떠 있을 때, 물에 잠겨 있는 부분의 깊이. 일반적으로 수면에서 배의 최하부까지의 수직거리를 이른다.

1.1.9 현장 조사

지금까지는 사업 전반에 대하여 문헌이나 도상에서 제공된 자료를 바탕으로 검토하였으나 실제 인허가권자인 행정관서 및 사회수용성의 제일 당사자인 주민들과의 개별 면담을 통하여 사업추진 여부를 가늠할 수 있도록 하여야 한다.

가. 해양수산부 지청 방문조사

- 해당위치에 대하여 공유수면 점사용허가를 받을 수 있는지에 대한 사전 구두 질의가 필요하다. 국립해양공원이라든가 항로라든가 미처 파악하지 못한 이유들로 인하여 거부될 수 있으므로 사전조사가 필요하다.
- 도청, 시·군청 등 해당 지자체를 방문하여 정보를 청취한다. 사업 추진 가능여부는 에너지 관련부서에 가서 상의할 수 있고, 예정부지 인근에 대한 항만 사용 가능여부는 해운항만과에 문의할 수 있다. 또한, 인근 어항에 대한 어획량과 위판량 등 매출 등에 대하여는 수산정책과에 자료가 있다. 처음에 간과하기 쉬운 부서로는 환경보전과가 있는데 이는 환경영향평가를 담당하는 부서로서 추후 사업추진시 평가를 담당하는 주무부서로서 실무자의 의견이 중요하므로 반드시 의견을 청취하여야 한다. 사전에 준비를 어떻게 해야 하는지에 대한 조언과 경과기간 등에 대한 정보를 받는 것이 향후 사업추진에 중요한 변수로 작용함을 잊지 말아야 한다.

다. 한전 지사 또는 전력관리처 방문

- 가장 가까운 변전소까지의 거리를 도상으로 파악하여 두고 실제로 변전소까지 인입하는데에 사유지 등의 문제점이나 도로횡단, 하천횡단, 구조물 횡단 등이 필요한지도 조사해야 하며, 이를 꼼꼼히 기록한 후에 관할 사업소를 방문하여 해당 변전소의 여유 용량이 얼마나 있는지, 해당 사업에 대하여 송배전망 연결이 가능한지를 최대한 파악할 필요가

있다. 아울러 인근 변전소에 대한 연차적인 증설계획 또는 신설계획도 미리 파악해두면 좋다.

라. 지역사회 방문

- 해당지역 말단조직인 읍사무소를 방문하여 읍장, 이장, 총무등과 면담하며 지역의 발전목표, 그리고 사업추진시 요구사항이 있는지에 대한 구두조사를 선행하는 것이 바람직하다. 예정단지 규모가 커서 몇 개 리에 걸쳐 읍으로부터의 지원이 필요할 경우에는 읍사무소를 방문하는 것이 필요하지만, 규모가 작아 1~2개의 리로서 가능할 경우 굳이 읍사무소를 방문할 필요는 없다.
- 마을주민들을 대상으로 사업설명회를 할 수 있음을 피력하고 날짜를 잡아놓는 것이 필요하다. 그래야 마을 내부에서도 회의를 소집하여 어떻게 대처해야 하는지에 대해 한 목소리를 낼 수가 있으며 사공이 많은 것보다는 하나의 목소리를 듣는 것이 필요하다. 협상에 임하는 주민들은 보상의 범위와 규모가 관심사이고 개발자는 법이 규정하는 한도에서 가능한 것이기 때문에 그 차이가 발생할 수 밖에 없다. 그러한 차이점을 극복하는 것이 사업개발 성패의 관건이다. 이에선 상당한 정책적인 답변기술이 필요하다. 특히 발전소 주변지역 지원에 관한 법률을 숙지하고 이야기할 수 있어야 한다. 또한, 수산업법 시행령 별표4에 나와 있는 어업보상에 대한 손실액의 산출방법 및 산출기관 등을 숙지하고 있어야 함은 물론이다.
- ‘발전소 주변지역 지원에 관한 법률 제2조의 지역범위’란 설치된 지점으로부터 반지름 5km 이내의 육지 및 섬지역이 속하는 읍, 면, 동의 지역을 말한다. 지원금 산정방법은 동법 시행령 [별표 2]를 참조하기 바란다. 인근 항만을 조사하는데 일정규모 부지를 임차가능한지 살펴보고 가능하다면 해당항만 항운노조를 접촉하여야 한다. 이 때 임차가능항구 조건은 최소 수심 6m 이상 확보되어야 한다. 또한, 태풍이나 기상 이

면시 작업에 투입되는 해상 선단이 대피할 수 있는 규모인지, 그리고 대피 가능한 거리에 있는지를 종합적으로 검토해야 한다.

- 해안선을 직접 걸어보며 해안선으로부터 가장 가까운 민가는 얼마나 되는지, 그리고 어떤 형태의 건물인지를 꼼꼼히 기록하여야 한다. 인근 마을 가까운 곳에 학교가 있는지에 대하여 조사가 필요하다. 특히 유치원이나 초등학교 시설이 근접한 곳은 각별히 유의하여야 한다. 마을 주민들에게 가장 가까운 군부대나 특히 공군 시설이 있는지에 대하여도 탐문이 필요하다. 또한, 통계상으로는 나타나지 않는 실질적인 현장 상황 파악을 위하여 어른들에게 과거 극심한 기상이변이나 지진, 태풍이 있었는지에 대한 의견 청취도 필요하다. 어항 인근에서 출발하는 정기항로나 여객선, 화물선, 관광선 취항여부, 그리고 낚시배 등 그 규모를 관찰하는 것도 필요하다.

1.1.10 최적입지 선정

검토대상 영역에 대하여 각 입지선정 인자의 평가를 통해 입지 타당성을 평가하고 최적입지를 선정한다. 최적입지는 수익과 관련된 풍황자원 등의 지표와 비용과 관련된 전력선 연계거리, 수심, 지반조건 등의 공사비 연동지표를 고려한 경제성 평가를 통해 선정하며, 제약 조건과 관련되는 입지타당성을 함께 평가해야 한다.

가. 입지선정 인자 평가

- 풍력발전사업은 가능한 최소의 재화를 투입하고 환경영향을 최소화하며, 바람이 좋은 곳에 풍력발전기를 설치하고 계통연계후 전력을 안정적으로 공급하는 것을 목표로 하기 때문에 경제성, 환경성 관련 항목들이 주요한 평가 요소이다. 또한, 풍력발전단지로서 개발에 장애가 되는 제약조건은 극복 가능여부를 파악하여 대상입지의 타당성 평가에 반영해야 한다. 검토대상 전영역에 대하여 경제성과 제약조건을 함께 평가하여 후보지를 선정한다. 후보지 선정시 대상영역을 축소해가며 경제성과 제약조건을

검토하는 과정을 반복하여 후보지를 구체화한다.

나. 경제성 평가

- 단지 개발에 영향을 주는 제약조건이 유사한 입지 중에서는 사업 경제성이 높은 곳이 최적입지로 선정된다. 또한, 제약조건이 다소 불리하더라도 높은 경제성을 바탕으로 극복이 가능하다면 최적입지로 선정될 수 있다. 따라서 경제성과 관련된 입지평가 인자를 검토하여 후보지별 경제성을 비교한다. 경제성 관련 인자로는 수익과 연계되는 바람자원, 비용과 연계되는 수심, 지반조건, 전력선 연계거리, 항구이격거리 등이 있다.

다. 제약조건 검토와 최적입지 선정

- 앞서 제시된 제약조건을 검토하여 개발이 제한되는 지역을 배제해가면서 후보지를 선정한다. 제약조건의 극복이 불가능할 것으로 판단되는 지역은 배제하고, 극복 가능성이 있다고 판단되는 후보지는 경제성 평가와 병행하여 최종 입지선정에 반영한다.
- 제약조건의 영향이 적고 개발 가능성과 경제성이 가장 높은 최적 입지를 선정한다.

1.2 기상관측과 분석

1.2.1 기상탑 설치위치 선정, 인허가 신청

사업대상지와 사업시행 여부가 결정되면 기상탑을 통한 상세 관측을 수행해야 한다. 사업인증과 금융조달시 해상풍력 기기 설계, 사업성 평가는 반드시 국제기준을 준용하여 계측된 해상기상탑 관측자료를 근거로 이루어져야 한다. 기상탑 건설을 위해서는 먼저 기상탑 설치위치를 결정하고 해당해역 관할기관으로부터 공유수면 점사용허가를 득해야 한다.

가. 기상탑 필요성 및 형식 검토

- 풍력발전단지 건설에는 막대한 비용이 소요되기 때문에 정확한 자원량 및 환경조건 분석을 통한 경제성 확보방안이 마련되어야 한다. 이를 위

해서는 단지 건설전에 반드시 최소 1년 이상의 풍속, 풍향은 물론 해양 기상에 대한 상세한 관측이 이루어져야 한다.



해모수 1호



해모수 2호

[그림 1-10] 서남해 해상풍력 개발을 위한 해상 기상탑

- 대규모 해상풍력 단지의 건설은 프로젝트 파이낸싱이 수반되기 때문에 공인기관으로부터 프로젝트 인증 등 기술 검증이 이루어져야 하며, 이를 위해서는 대상 입지 내에서 기상탑을 통해 관측된 신뢰도 있는 기상자료 확보가 필수적이다. 따라서 국제기준을 충족하는 기상탑의 건설과 계측 시스템의 구축이 필요하다.
- 단지건설이 이루어질 대상입지에 터빈 허브높이 이상의 높이별 기상관측이 이루어질 수 있도록 기상탑이 건설되어야 한다. 해상의 경우 기상탑 건설 또한 많은 비용이 소요되기 때문에 개발대상 입지와 사업시행 여부가 확정된 후 신중하게 추진할 필요가 있다. 최근에는, 라이다(LiDAR : Light Detection and Ranging)와 같은 광학 원거리 측정 장비가 발달되어 해상 기상탑 형식 결정시 선택의 폭이 점차 확대되고 있는 추세이다. 고정식 하부 지지구조물 방식의 플랫폼 상에 연직 윈드 라이다를 운용하거나, 라이다를 부유체에 장착하여 운영하는 방식으로 기존의 해상 기상탑을 대체하는 방안도 있다.

나. 기상탑 설치위치 선정 및 인허가

- 기상탑의 위치는 풍력발전단지 영역 전체를 대표할 수 있는 지점 중에서 설치될 풍력발전기 위치와의 관계, 주풍향 분포·수심·지반조건 등의 환경조건을 고려하여 결정한다. 대상입지 인근에 섬이나 육지 등이 위치하지 않아 지형의 영향이 작은 경우, 해상에서의 거리에 따른 기상특성의 변화 정도가 작으므로 보다 넓은 영역을 대표할 수 있으며, 기상탑의 위치는 주풍향 방향으로 발전단지 앞에 위치하는 것이 좋다.
- 대상입지가 지형의 영향을 받는 경우 해상 기상탑은 가급적 지형의 영향이 작은 곳에 배치시키고, 영향을 주는 섬이나 육상에서 윈드 라이다 또는 간이 기상탑 등을 이용하여 추가 관측을 하는 것이 좋다. 기상탑의 설치위치, 측정 자료의 종류 및 방법 등은 IEC 61400-12-1, MEASNET²⁾ 기준에 따라 결정한다.
 - IEC 61400-12-1 : Power performance measurements of electricity producing wind turbines
 - MEASNET : Evaluation of site-specific wind conditions
- 기상탑 설치 후보지가 결정되면 해저지반 시추조사와 기상탑 설치를 위한 공유수면 점사용허가를 신청해야 한다. 허가를 득한 경우 설치 위치를 확정하고 시추조사 등을 진행한다. 공유수면 점사용허가는 ‘공유수면 관리 및 매립에 관한 법률[법률 제13186호]’에 따라 기상탑 설치대상 위치가 속한 해역의 관할기관에 허가 신청서를 제출하고 승인을 얻어야 한다. 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 공유수면은 해양수산부장관이 관리하고, 그 밖의 공유수면은 특별자치도지사·시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다)이 관리한다.
 - 「배타적경제수역법」 제2조에 따른 배타적 경제수역
 - 그 밖에 대통령령으로 정하는 공유수면

2) MEASNET은 풍력분야의 각종 측정업무를 수행하는 기관들의 구성체로서 풍력개발과 관련된 제반 측정과 평가활동을 수행한다. 각 기관들은 ‘MEASNET 절차’에 따라 측정 및 평가 기술과 품질을 문서화하고 수행해야 한다.

- 공유수면 점사용허가 신청시 구비되어야 하는 서류는 다음과 같다.
 - 공유수면 점사용허가(협의·승인)신청서
 - 사업계획서
 - 구적도 및 설계도서
 - 신청구역을 표시한 지형도 등

1.2.2 기상탑 측정장비 설계, 제작, 설치

공유수면 점사용허가 승인후 해저지반 시추조사를 통한 지반조건, 해양환경 조사를 거쳐 기상탑 측정장비를 구성하고, 그에 맞는 기상탑 구조설계를 실시한다.

가. 측정장비의 설계, 제작, 설치 개요

- 기본적으로 IEC 61400-12-1 및 MEASNET 등에 따라 풍·해황 등의 정밀한 측정을 위하여 유동왜곡이 최소화되는 각 계측기기들의 적절한 배치 등과 관련된 모든 계획, 방법, 절차 등이 수립되어야 한다.

나. 측정 항목과 위치

- 측정 목적에 따라 측정항목과 측정높이가 결정되어야 한다. 고려되는 측정항목은 대기기상의 경우 풍속(Wind Speed), 풍향(Wind Direction), 온도(Temperature), 대기압(Atmospheric Pressure), 습도(Humidity), 강수량(Precipitation) 등이 있으며, 해상의 경우는 파랑변수(Wave Parameter), 해류(Sea Currents), 수위(Water Level) 등의 측정이 이루어져야 한다.
- 풍속(Wind Speed)
 - 풍속은 기본적으로 컵 풍속계를 이용하여 측정하며 측정 목적에 따라 최고 측정높이가 결정되어야 한다. 높이별 풍속분포를 나타내는 풍속전단(Wind Shear) 평가를 위해서는 블레이드 회전반경 내 최소 1개 이상의 풍속이 추가 측정되어야 한다.
 - IEC 61400-12-1 : 6.2. Wind speed

- MEASNET : Evaluation of site-specific wind conditions, 7.2절
- 풍향(Wind Direction)
 - 풍향은 풍속전단(Wind Shear)을 평가하고 고장 발생을 대비하여 최소 2개 이상의 높이에서 측정이 되어야 한다. 추가 측정위치는 최소 20m 높이차를 두고, 로터 회전반경 내에 위치하는 것이 중요하다.
 - MEASNET : Evaluation of site-specific wind conditions, 7.3절
- 유동 경사각(Flow Inclination)
 - 상당한 유동경사가 발생 가능한 지점 즉, 복잡한 지형에서는 3차원 초음파 풍속계와 같은 적절한 계측기를 이용하여 유동경사각을 측정하여야 한다.
- 온도(Temperature)
 - 일반적으로 대기 밀도를 구하기 위해 온도 측정이 권장되며, 측정위치는 기상탑 상단 10m 내에 위치해야 한다. 풍속 프로파일에 영향을 주는 복잡지형이나 뚜렷한 성층이 있는 지역은 다른 높이로 두 개 이상의 온도 측정이 권장된다.
 - IEC 61400-12-1 : 6.4. Air density
- 대기압(Atmospheric Pressure)
 - 설치가 예상되는 풍력발전기 허브높이에 가까운 높이에서 대기압이 측정되어야 한다. 만약 허브높이에 가깝게 측정하지 못했을 경우에는 ISO 2533 기준에 따라 허브 높이로 보정되어야 한다.
 - IEC 61400-12-1 : 6.4. Air density
- 습도(Humidity)
 - 높은 온도 및 이상기후를 나타내는 사이트에서는 상대습도 측정이 권장된다. 측정센서는 기상탑 상단 10m 내에 설치되어야 한다.
 - IEC 61400-12-1 : 6.4. Air density

○ 파랑변수(Wave Parameter)

- 풍향 및 풍속과 동시에 파랑변수 관측이 이루어져야 한다. 파랑변수는 파고(Wave Height), 파향(Wave Direction), 파주기(Wave Period), 파고 및 파향 스펙트럼(Wave Height/Direction Spectrum) 등이 있으며, 파고는 유의파고, 최대파고 등으로, 파향은 평균파향 등, 파주기는 첨두파주기 등으로 세분화된다.
- 파랑계측기기는 수중에서 관측하는 압력식 또는 도플러 방식과 수면 밖에서 관측하는 레이더 방식 등이 있으며, 장기관측을 위해서는 해상기상탑 플랫폼에 설치하여 측정할 수 있는 레이더 방식이 권장된다.

○ 해류(Sea Currents)

- 해류는 해수면 근처의 바람에 의한 표층 흐름과 조석차에 의한 조류 그리고 해양순환에 의한 해류로 구성된다. 해상풍력 구조물 설계를 위해서는 수중의 수심별 유속과 유향이 관측되어야 한다.
- 수중에서의 장기관측이 어려우므로, 수심별 관측은 1개월 이상의 단기로 시행하고, 기상탑 플랫폼에 설치하는 수면 밖 관측방식의 계측기를 운영하여 표층 유속은 장기 관측하는 것을 권장한다.

○ 수위(Water Level)

- 설계 해수위를 결정하기 위해서는 조석차에 의한 수위변화를 관측해야 한다. 수위 계측기기 역시 파랑 계측기기와 동일한 방식의 기기들이 있으며, 기상탑 플랫폼에 설치하여 하나의 계측기에서 수위와 파랑을 동시에 관측할 수 있는 장비를 운영하는 것이 좋다.

다. 측정 방법

- 데이터의 충분한 양과 품질을 확보하기 위한 데이터 수집계획이 수립되어야 한다.
- IEC 61400-12-1 : 7. Measurement procedure
- 데이터는 샘플링 주기를 1Hz 또는 그 이상으로 연속적으로 수집해야 한다.

대기온도와 압력 등의 경우에는 그보다 낮은 샘플링 측정이 가능하나 최소 1분에 한번은 수집되어야 한다. 데이터 저장은 샘플링된 데이터 또는 다음과 같이 데이터 세트의 통계자료로 저장되어야 한다. 연속적으로 측정된 10분 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값 데이터는 최소 연속 12개월 동안 측정되어야 하며, 불량데이터를 제거한 데이터 회수율은 90% 이상이어야 한다. 그리고 데이터 세트는 일반적으로 10분 평균으로 저장하나 극치 돌풍과 풍속 분석을 위해서는 1초 단위로 저장되어야 한다.

라. 계측기기 요구 규격

○ 컵 풍속계(Cup Anemometer)

- 컵 풍속계는 MEASNET으로부터 인정된 기관에 의해 보정된 풍속계를 이용하여 측정하며, 지형조건에 따라 컵풍속계 클래스를 결정해야 한다.

○ 초음파 풍속계(Ultrasonic Anemometer)

- 수평·수직 풍속 측정을 위하여 3차원 초음파 풍속계가 이용될 수 있다. 방향별로 1도 간격으로 보정된 센서를 사용해야 하며, 컵 풍속계와 마찬가지로 IEC 61400-12-1에 따라 설치되어야 한다.
- 초음파 풍속계의 경우 디지털과 아날로그 측정방식 모두 가능하며, 각 방향별 풍속 성분 또는 풍향과 풍속 관측이 가능하다.

○ 풍향계(Wind Vane)

- 측정 오차가 5도 이내여야 하며, 풍향계 보정은 KOLAS 기관 등 인정된 시험기관에 의해 수행되어야 한다.

○ 기타 대기기상 계측기기

- 대기 온도 및 압력, 습도 등을 측정하기 위한 계측기는 KOLAS 기관이나 국제공인 시험기관에 의해 보정되어야 하며, 온도센서의 경우 측정 불확도를 최소화하기 위해 복사열로부터 정밀한 차폐가 이루어져야 한다.

○ 해양 계측기기

- 파고, 파향, 유속, 수위 등을 측정하기 위해서는 입지 환경을 고려하여 충분한 측정범위를 보유한 시스템을 설치해야 하며, 데이터 손실을 최소화하기 위해 적절한 통신 및 전원공급장치가 구성되어야 한다.

○ 데이터 로거(Data Logger)

- 데이터 로거는 취득 데이터를 연속적으로 기록해야 하며, 1년분 이상의 데이터 저장용량 구비가 권장된다. 부식 및 방수 등 외부환경으로부터 보호되어야 하며, 극한 환경에서도 동작이 가능해야 한다. 계획된 모든 계측기기의 데이터가 수집될 수 있도록 채널수·통신 프로토콜 규격 등을 고려하여 로거를 구성해야 하는데, 2개 이상의 로거를 병렬 구성할 수도 있다. 다수의 로거를 병렬 구성할 경우 로거간의 시간 동기화가 중요하다.

○ 전원공급 및 통신망

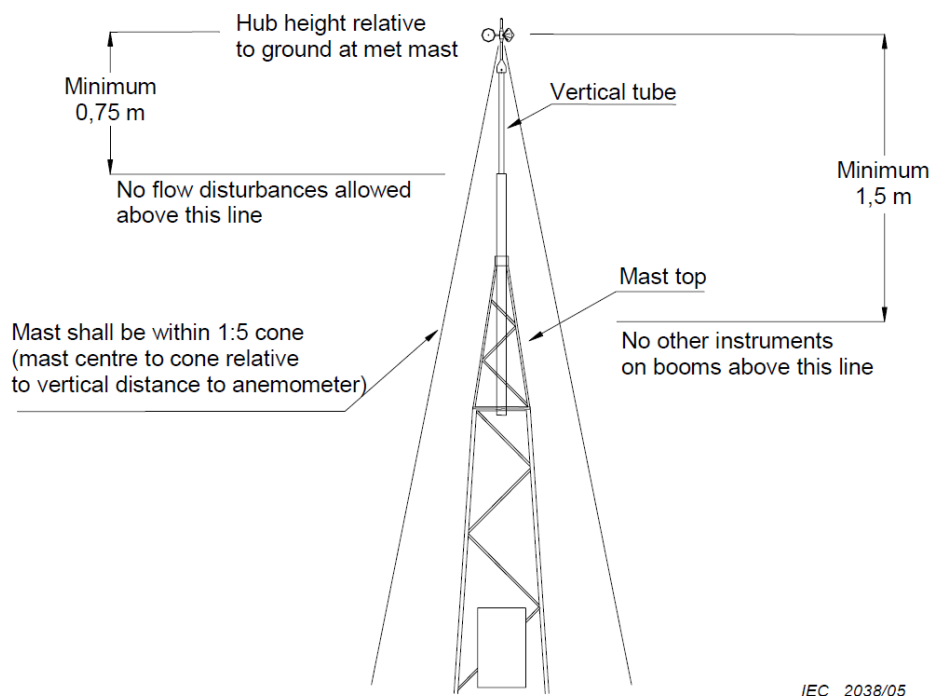
- 해상기상탑의 경우 일반적으로 무인운영되며 접근이 어려우므로 데이터의 손실을 최소화하기 위한 안정적인 통신과 전원공급 설비를 갖추어야 한다. 특히 무선통신을 통한 원격관리 시스템을 구비하도록 한다.
- 무선통신장비를 운영하기 위해서는 전파법[법률 제13233호]에 따라 관할기관(전파관리소)에 무선국 운영 신고를 하고, 무선국 허가를 득해야 한다.
- 전원공급은 태양광과 소형풍력발전을 병행하는 것이 좋다. 충분한 배터리 용량을 산정하고, 각 장비별 중요도를 고려하여 배터리 잔여 용량에 따른 순차적 전원차단과 복원절차를 수립하여 반영하도록 한다. 예를 들어 기상영향 등으로 전원공급량이 부족한 경우 일시적으로 운영이 중단되어도 되며 전력소모량이 큰 감시카메라, 무선통신장비 등을 먼저 전원 차단하고, 가장 중요한 풍속 관측자료 손실을 최소화하기 위하여 풍속풍향계 데이터 로거는 전력소모량이 작고 안정적인 제품을 사용하여 전원 차단 가능성을 최소화하는 등의 운영 전략이 필요하다.

마. 유동 왜곡 평가 및 계측기기 배치

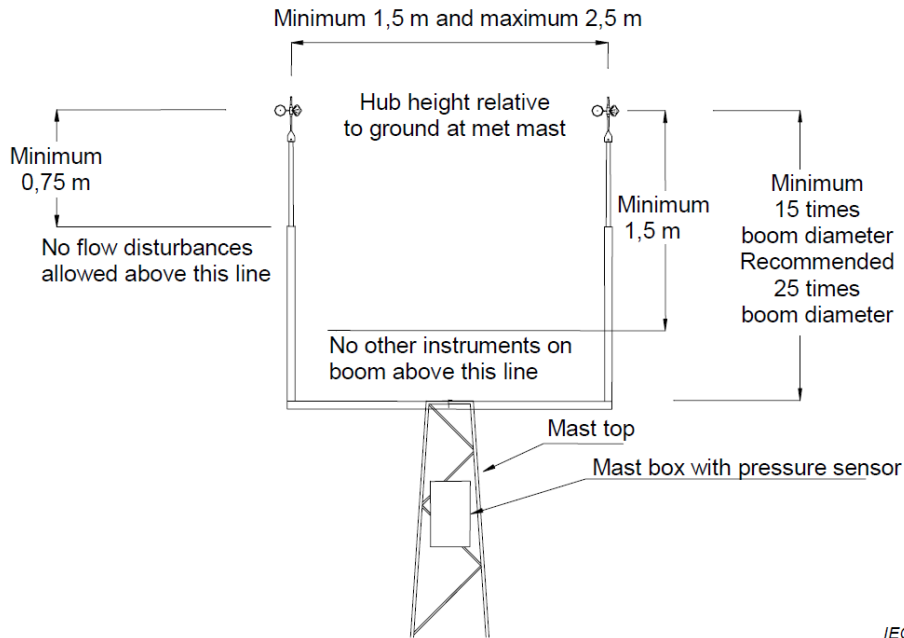
- 정밀한 측정을 위해서는 기상탑에 설치되는 계측기기의 적절한 배치가 중요하다. 특히 풍속계는 기상탑과 붐대의 영향으로부터 유동 왜곡 영향을 최소화하는 지점에 위치해야 하며, 다른 계측기기들은 풍속계에 영향을 주지 않으면서 최대한 허브높이에 가깝게 설치되어야 한다. 또한, 풍속 측정에 영향을 줄 수 있는 기상탑 구조물의 진동 영향도 고려되어야 한다.

바. 계측기기 설치

- 풍속계 최상부 설치
 - 풍속 측정의 왜곡 영향을 최소화하기 위해 허브높이에 최대한 근접한 기상탑 최상부에 컵 풍속계가 설치되어야 한다. IEC 61400-12-1 기준에 따라 기상탑 상부에 수직관을 이용한 설치방법과 주풍속계와 제어풍속계를 나란히 설치하는 방법을 이용하여 설치하여야 한다.
 - IEC 61400-12-1 : Annex G2, G3



[그림 1-11] 기상탑 최상부 풍속계 설치 요구사항



IEC 2039/05

[그림 1-12] 기상탑 최상부 주 · 제어 풍속계 설치 요구사항

○ 기타 계측기기 설치

- 기상탑 최상부의 풍속계 설치 방법에 따라 풍향, 온도, 압력 센서 등은 최대한 허브높이에 가깝게 위치하여야 한다.
- IEC61400-12-1: Annex G5

○ 낙뢰보호 장치

- 상부 설치된 계측기기의 보호를 위해 낙뢰 보호설비를 설치해야 한다. 낙뢰 장치는 기상탑 최상부에 설치하여 풍속계가 보호되어야 하며 적절한 규모로 접지되어야 한다. 낙뢰장치에 의한 유도왜곡은 평가되어야 하며, 또한 불확도가 고려되어야 한다.
- IEC61400-12-1: Annex G4

사. 붐 설치방향 결정

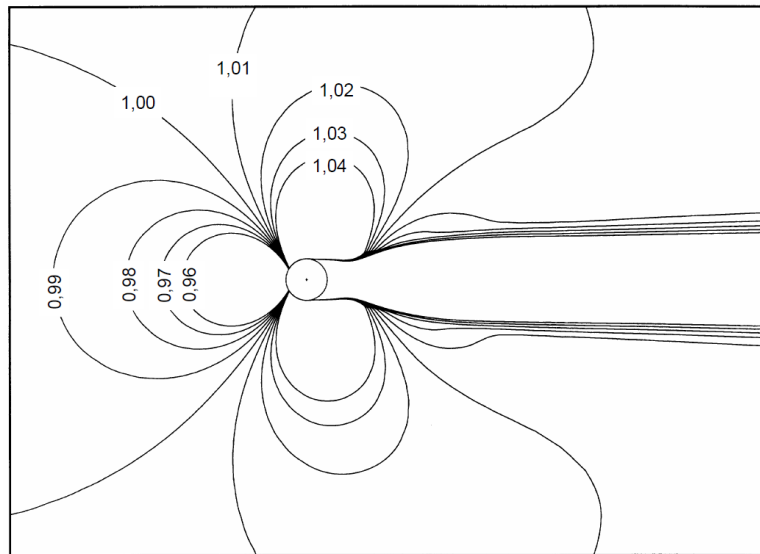
- 붐 위에 설치된 풍속계는 타워와 붐 양쪽 모두로부터 유도왜곡 영향을 받는다. 특히 타워 후류에서 측정되는 풍속은 상당히 큰 유도왜곡 영향을 받기 때문에 붐위 컵 풍속계는 타워로부터 충분한 이격거리를 두고 설치되어야 하며, 예상되는 주풍향 방향을 고려하여 붐 방향이 결정되어

야 한다. 타워와 붐에 의한 유동왜곡 영향은 각 1%와 0.5% 이하여야 하며, 타워로부터 이격거리는 타워의 형식과 솔리디티(Solidity)에 따라 결정된다.

○ 원통형 기상탑

- 원통형 기상탑의 경우 바람이 불어오는 방향의 45° 방향으로 붐이 위치할 때 유동왜곡 영향이 최소가 된다. 원형 타워 지름대비 타워 중심으로 부터 풍속계 위치까지 거리에 따라 상대속도 비가 달라지기 때문에 그 편차가 1%이하가 되기 위해 타워로부터 충분한 이격거리를 두고 측정해야 한다. 그러나, 기상탑의 높이가 높아질 경우에는 원통형 부재의 크기가 상대적으로 커져 충분한 이격거리 확보가 곤란한 단점이 있다.

- IEC61400-12-1: Annex G.6.1



IEC 2042/05

[그림 1-13] 원통형 타워 주위 국부 풍속변화 양상

○ 격자형 기상탑

- 격자형 구조 타워의 솔리디티(Solidity), 각 부재의 항력, 바람의 방향, 타워로부터의 거리에 따라 유동 왜곡 영향이 달라진다. 격자형 구조의 경우 각 부재의 항력과 타워의 공극률에 의해 추정된 추력계수에 따라 유동 왜곡이 달라지게 된다. 격자형 구조에서는 바람이 불어오는 90° 방향으로 붐이 위치할 때 유동왜곡이 최소화되며, 기상탑의 추력계수에 따라 디스크 길이 대비 타워로부터 측정거리비로 상대속도가 결정된다. 타워와 붐으로부터의 유동왜곡 편차는 각 1%, 0.5% 이하여야 한다.

아. 기상탑 진동 영향

- 기상탑의 상부구조에 따른 허용변위와 고유진동수를 검토하여 실제 풍속 측정에 미치는 영향을 평가해야 한다. 설치된 컵 풍속계는 수직으로부터의 편차각이 2도 이내여야 하며, 경사계를 이용한 측정이 권장된다.

1.2.3 기상탑 운영과 관측자료 취득

공인 기준에 의거 설계·제작·설치된 기상탑과 기상관측장비를 운영하여 풍속, 풍향, 온도, 대기압, 습도, 강수량 등의 대기기상조건과 파랑변수, 해류, 수위 등의 해양조건에 대하여 정상데이터 회수율 90% 이상, 최소 1년 이상의 관측자료를 확보하여야 한다.

가. 기상탑 측정장비의 운영, 관리

- 계측기기의 측정방법은 1.2.2절에 제시된 측정방법에 따라 측정이 이루어지고 자료가 수집되어야 한다. 계측기기별 교정주기에 따라 교정 또는 교체해야 하며, 교체시 관측자료의 일관성 확보를 위해 동일 제품으로 교체하는 것을 권장한다. 교정주기가 도래하지 않더라도 해상환경(염분, 습도 등) 특성상 계측기의 오작동이 발생할 수 있으므로 수시 점검을 통해 이상유무를 확인하고 이상 발견시 계측기의 교체 등 조치를 취하고, 계측기 오작동으로 인한 불량 데이터를 확인하도록 한다.
- 측정장비의 관리실적을 기록하여 보관하고, 각 계측기의 교정 또는 교체 작업 수행시 결과를 기록하고, 관련된 서류(교정서, 시험성적서 등)를 함께 보관하도록 한다.

나. 기상탑 구조물 및 기타 시설물 유지 관리

- 사설항로표지 관리
 - 해상 기상탑은 '항로표지법[법률 제13273호]'에 따라 사설항로표지 관리가 이루어져야 한다. 매월 정기점검 결과를 관할기관(지방해양항만청)에 보고하여야 하며, 연 2회 실태점검을 받아야 한다. 실태점검시 점검사항

은 다음과 같다.

- 시설항로표지의 관리원 및 관리시설 기준 적격여부
- 선박항해 안내용 등(부)표 관리실태 및 예비용품 보유기준 이행여부
- 등(부)표 위치 확인, 항로표지 정비점검 실시여부 및 기술지도
- 항로표지의 관리에 필요한 조치사항 이행여부

○ 기타 시설물 유지 관리사항은 다음과 같다.

- 선박접안대 및 진입 사다리 또는 계단 유지보수
- 상부타워 볼트연결부 점검
- 각 측정장비 체결 상태 점검
- 타워구조 안전성 점검
- 도장·부식상태 점검

1.2.4 환경조건 분석과 Design Basis 수립

해상풍력 단지배치 설계, 풍력발전기 및 지지구조물 설계를 위하여 기상탑 관측자료 등을 바탕으로 한 설계근거(Design Basis)를 수립하여야 한다. 설계 근거는 외부 환경조건과 설계평가 항목을 규정한다.

가. 설계근거 수립 목적

- 해상풍력 단지배치 설계, 풍력발전기 및 지지구조물 설계시 설계기준에서 요구하는 외부 환경조건 제시
- 대상입지 실제 환경, 외력조건 제시로 최적 기기 및 지지구조 개발 유도
- 지지구조 형식 결정을 위한 공통 요구사항
- 사업 타당성 평가 신뢰도 제고, 프로젝트 인증, 파이낸싱 등을 위한 근거 제시

나. 설계근거 수록 사항

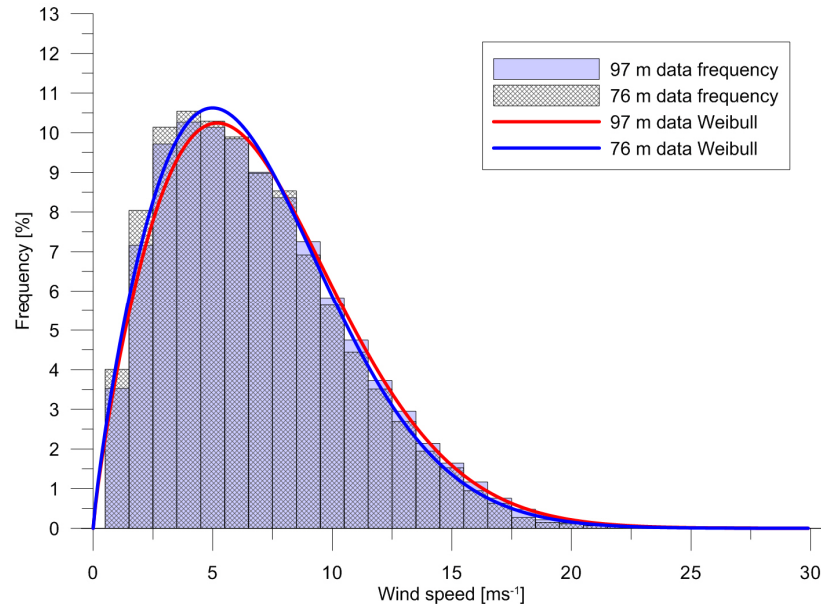
- 설계원리와 기준
- 단지 배치 정보

- 환경조건 분석 이용자료 정보
- 대기기상조건
- 해양기상조건
- 해저지반조건
- 기타 환경조건(기계 · 화학적 활성물질, 낙뢰, 지진 등)
- 지지구조물 설계절차 · 요건 · 부분안전계수 등

다. 대기 기상조건 분석

- 기상탑 관측자료를 이용하여 풍하중 등의 외력조건을 산출하기 위한 대기 기상조건을 분석한다. 설계근거 수립시 기상탑 관측기간이 보통 1~2년 내로 짧기 때문에 재현주기 50년 극치풍속 등 장기특성 조건은 기상탑 관측자료만으로 산출이 불가하며, 인근 장기 관측자료에 의한 보정이나 시뮬레이션 등에 의한 장기특성 추정이 필요하다.
- 관측자료의 분석은 대부분 통계분석이며, 풍속분포 · 난류강도 등의 바람 조건의 경우 EMD사의 WindPRO, DTU의 WAsP과 같은 전문 소프트웨어를 이용할 경우 편리하게 산출할 수 있다.
- 연평균풍속
 - 설치대상 허브높이에서의 연평균풍속을 산출한다. 기상탑 관측자료에 의한 결과와 장기경향이 반영된 보정된 풍속을 함께 제시한다.
 - 장기보정은 대상부지 인근에 위치하는 재해석자료 등과 같은 10년 이상의 자료와 MCP(Measure-Correlate-Prediction) 방법을 이용하여 산출한다.
- 풍속 빈도분포(풍속 크기별 출현율)
 - 발전량 산출에 이용되는 풍속 빈도분포를 산출한다. 풍속분포는 Weibull 또는 Rayleigh 확률분포함수³⁾ 등을 잘 따르는 것으로 분석되고 있으며, 일반적으로 Weibull 확률분포함수로 풍속 빈도분포를 표현한다.

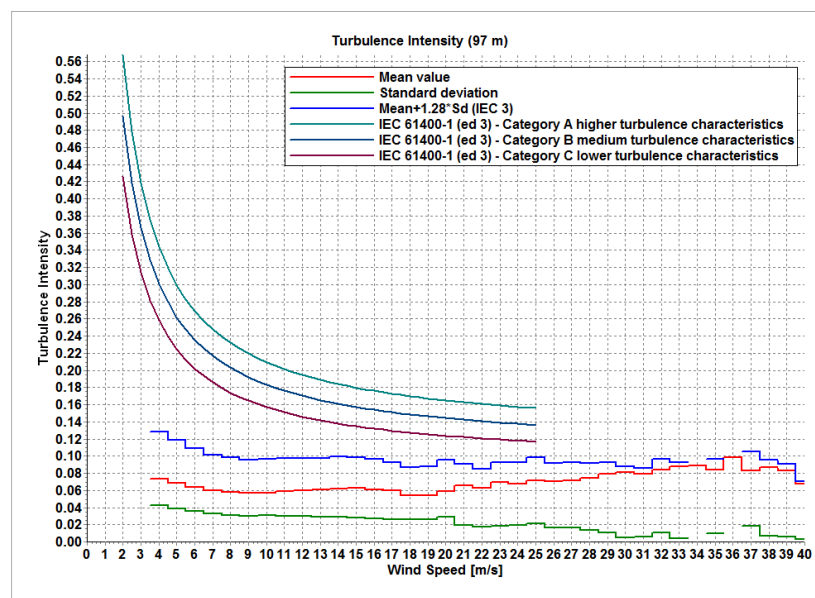
3) Weibull 확률분포와 Rayleigh 확률분포 : 어떤 사상의 발생확률을 연속 분포로 표현하기 위한 통계학적 연속확률분포 함수의 일종으로 풍속 빈도분포를 표현하기에 가장 적합한 함수로 Weibull 분포와 Rayleigh 분포를 이용한다.



[그림 1-14] Weibull 확률분포에 의한 풍속 빈도분포 추정 예시

○ 난류강도

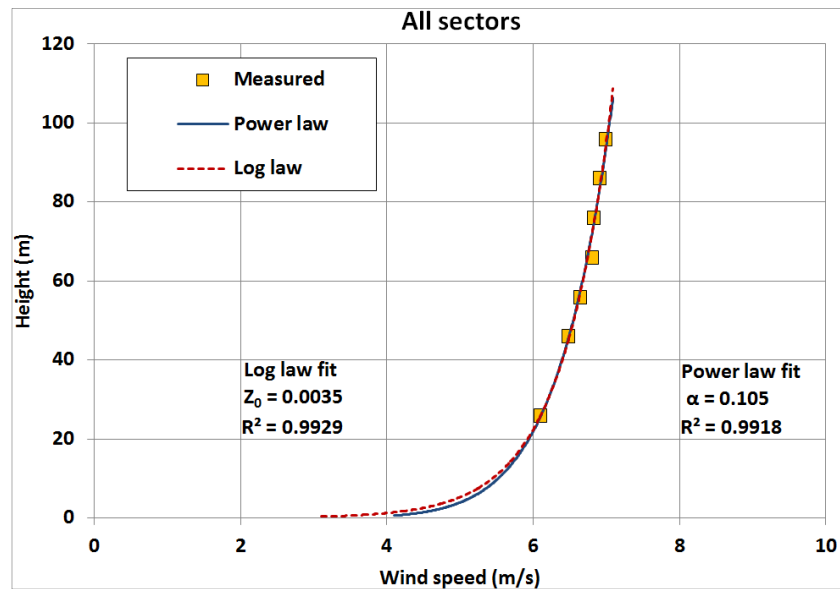
- 풍력발전기의 규격 적합성 검토와 피로하중해석 등을 위하여 난류강도를 제시한다.
- IEC 61400-1에 따라 평균난류강도, 대표난류강도를 산출한다.
- 풍력발전기 운전풍속 구간에 대하여 풍속별 유효난류강도와 1년 및 50년 재현주기 극치풍속(기준풍속)에 대한 유효난류강도를 산출한다.



[그림 1-15] 풍속크기별 난류강도 분포 추정 예시

○ 풍속 전단(풍속 연직분포)

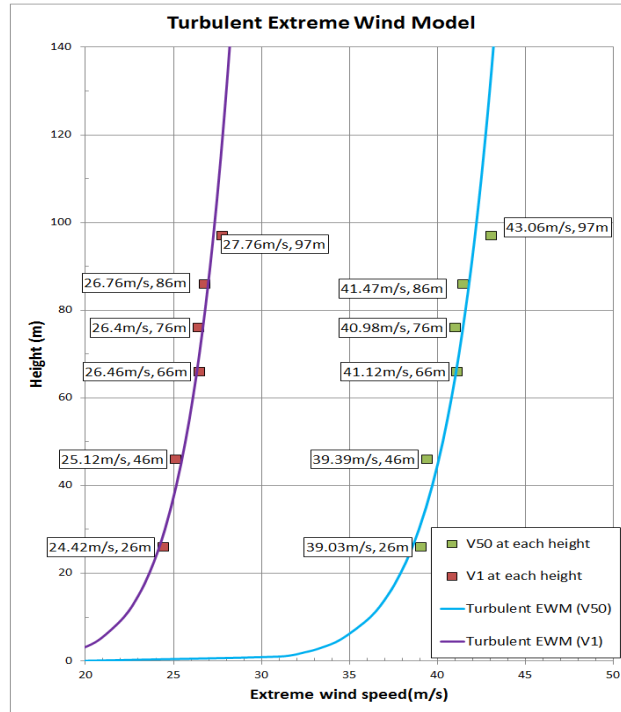
- 풍력발전기 허브높이가 다양한 경우의 발전량 산출시 그리고 풍하중 산출시 풍속 전단의 산출이 필요하다.
- 높이별 풍속 관측자료를 이용하며, 멱법칙(Power Law)과 로그법칙(Log Law) 함수를 잘 따르기 때문에 이들 함수에 의한 멱지수 또는 거칠기 길이로 산출한다.



[그림 1-16] 멱법칙과 로그법칙에 의한 풍속 연직분포 추정 예시

○ 재현주기별 극치풍속 프로파일

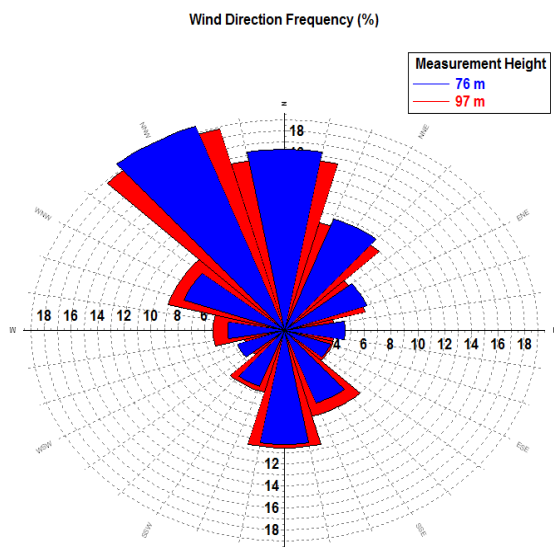
- 높이별 1년 재현주기 및 50년 재현주기 극치풍속을 산출한다.
- 10분 평균 풍속관측자료에 의한 극치풍속과 3초 평균 풍속관측자료에 의한 극치풍속을 산출한다.
- 50년 재현주기 극치풍속 산출시 이용자료는 장기자료를 이용할수록 신뢰도가 높으며, 10년 이상의 자료를 이용할 것을 권장한다.
- 우리나라의 경우 반드시 태풍의 영향을 고려해야 하며, 태풍풍속이 반영되지 않은 단기자료에 의한 극치풍속 산출은 피해야 한다.
- 관측자료가 없을 경우 수치해석에 의한 장기간의 태풍풍속을 모의하여 추정할 수 있다.



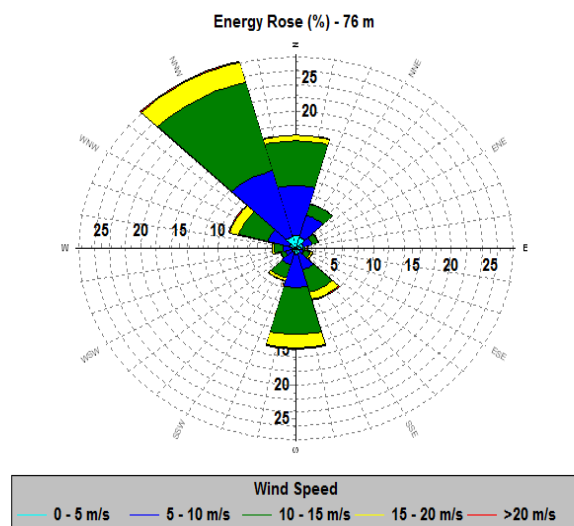
[그림 1-17] 재현주기별 극치풍속 프로파일 추정 예시

○ 풍향분포

- 각 방위별 풍향의 출현빈도를 산출한다. 풍력발전기간의 후류영향에 의한 발전손실 산정시 이용된다. 주로 30도 간격의 12개 방위별 출현율을 산출하며 월별·계절별 풍향분포를 바람장미도로 표현한다.
- 풍향별 빈도분포와 방위별 풍력에너지밀도를 산출하며 각 방위별로 다시 풍속크기별 빈도를 표현할 수 있다.



[그림 1-18] 풍향별 출현율 분포도



[그림 1-19] 풍향별 풍력밀도 분포도

○ 대기압

- 설치대상 풍력발전기 허브높이에서의 대기압의 월별 분포를 산출한다. 높이별 대기압 분포 추정을 위하여 2개 이상의 높이(허브높이 및 10m 높이 권장)에서 기압을 관측하거나 인근 기상관측소 자료를 이용할 수도 있다. 공기밀도 산출시 이용되며, 공기밀도는 풍하중 계산 및 발전량 계산시 중요한 인자이다.

○ 기온

- 기온 역시 허브높이와 해수면 근처높이에서의 관측결과를 이용하여 월별 분포를 산출하는 것이 좋다.

○ 공기밀도

- 공기밀도의 직접 관측자료가 없는 경우 대기압과 기온 관측자료를 이용하여 공기밀도의 월별 분포를 산출하여 제시한다.

○ 상대습도

- 상대습도의 월별 분포를 산출한다.

라. 해양기상조건 분석

○ 수위

- 대상지역에서의 1개월 이상의 수위 관측자료를 이용하여 조화분석을 통한 조석특징을 산출한다.
- 설계해수위를 산출하여야 한다. 설계해수위는 고극천문조(HAT: Highest Astronomical Tide) 및 저극천문조(LAT: Lowest Astronomical Tide)에 50년 재현주기의 폭풍 해일고를 더한 값으로 산출한다. 고극, 저극천문조는 18.6년 이상의 주기성분을 고려하여 산출되어야 한다.

○ 수심

- 대상지역의 수심분포도를 제시한다.

○ 해수특성

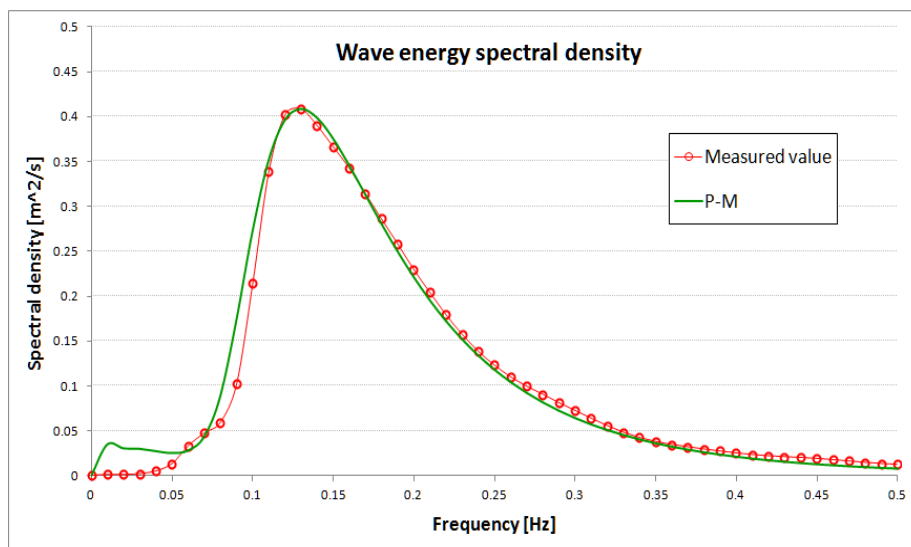
- 수온, 해수밀도, 해수염분의 월별 분포를 제시한다.

○ 해류

- IEC 61400-3에 따라 정상해류모형과 극치해류모형을 산출한다. 해류모형은 수심별 유속 관측자료에 의한 연직방향 유속 프로파일을 산출하고, 해수면 상의 풍속에 의한 재현주기별 표층 유속 추정치를 더하여 산출한다.

○ 파랑 - 스펙트럼

- 파랑 스펙트럼 모형을 제시한다. 파랑관측자료를 이용하여 적합한 스펙트럼 모형을 산정한다. 일반적으로 정상파랑 범위에서는 P-M(Pierson-Moskowitz) 스펙트럼 모형이 적합하고, 극치파랑 범위에서는 Jonswap 스펙트럼 모형이 적합하다.



[그림 1-20] 관측 정상파랑 및 P-M 스펙트럼 모델 비교

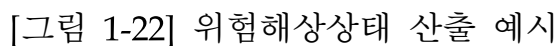
○ 파랑 - Scatter Diagram

- 풍력발전기의 통합하중해석(피로해석)을 위한 풍속 구간별 유의파고와 침두과주기의 분포를 나타내는 Scatter Diagram을 산출한다. 풍력발전기 허브높이 기준 풍속 구간별 Scatter Diagram을 산출하며, 이용자료는 10년

[illegible]

- 파랑 - 정상파랑
 - IEC 61400-3에 따라 정상해상상태와 정상설계파랑을 산출한다.

- 파랑 - 극치파랑
 - IEC 61400-3에 따라 위험해상상태, 극치해상상태, 극치설계파고를 산출한다. 극치파랑 산출시 50년 재현주기 극치파고의 산출이 필요하기 때문에 장기 관측자료 또는 수치모델에 의한 추산값을 이용한다.



○ 파랑 - 쇄파(Breaking Wave)

- IEC 61400-3에 따라 쇄파 발생조건을 검토한다.

○ 파랑 - 파향

- 파고별 파향 분포, 풍속-파랑 방향성을 산출한다.

		Wave direction												
All wind speeds	Wind direction	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300	330	
		N	NNE	ENE	E	ESE	SSE	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	
0	N	0.02051	0.00141	0.00015	0.00011	0.00010	0.00010	0.00001	0.01298	0.00355	0.00401	0.05533	0.05818	0.15643
30	NNE	0.00219	0.02127	0.00185	0.00036	0.00027	0.00007	0.00005	0.01224	0.00234	0.00255	0.01802	0.02659	0.08779
60	ENE	0.00025	0.00127	0.02246	0.00185	0.00057	0.00012	0.00010	0.01259	0.00234	0.00198	0.01184	0.01503	0.07042
90	E	0.00010	0.00004	0.00125	0.01871	0.00126	0.00029	0.00004	0.01609	0.00266	0.00216	0.00905	0.01003	0.06167
120	ESE	0.00012	0.00004	0.00004	0.00146	0.01665	0.00077	0.00007	0.01770	0.00268	0.00240	0.00668	0.00782	0.05643
150	SSE	0.00003	0.00004	0.00000	0.00008	0.00103	0.01409	0.00094	0.02230	0.00378	0.00272	0.00597	0.00485	0.05583
180	S	0.00005	0.00003	0.00001	0.00000	0.00005	0.00081	0.01251	0.04092	0.00853	0.00308	0.00548	0.00329	0.07476
210	SSW		0.00001			0.00004	0.00001	0.00090	0.04140	0.01611	0.00453	0.00572	0.00241	0.07115
240	WSW		0.00001			0.00003	0.00000	0.00004	0.01710	0.01777	0.00816	0.00784	0.00198	0.05294
270	W	0.00003	0.00003	0.00001			0.00004	0.00000	0.01154	0.00916	0.01365	0.01344	0.00287	0.05077
300	WNW	0.00012	0.00003	0.00001		0.00003	0.00001		0.01254	0.00702	0.01265	0.04642	0.00672	0.08556
330	NNW	0.00162	0.00004	0.00005	0.00004	0.00004	0.00004		0.01455	0.00553	0.00732	0.09928	0.04774	0.17625
		0.02501	0.02423	0.02585	0.02262	0.02007	0.01635	0.01468	0.23194	0.08147	0.06522	0.28507	0.18751	1.00000

Percentage of time(%)

90°+ from wind direction

90°- from wind direction

[그림 1-23] 풍향-파향 분포도 산출 예시

○ 작업가능 시간

- 풍속과 파고를 고려한 해상작업 가능시간과 대기시간을 산출한다. 작업 가능시간 산정기준이 되는 풍속과 파고값은 작업대상에 따라 상이하므로 작업공종별 기준을 설정하여 작업가능시간을 산출할 필요가 있으며, 기준 설정이 어려운 경우 대표적인 경우를 제시한다.

마. 해저지반조건 분석

○ 풍력발전기 설치 위치별 시추조사에 의한 정확한 지반조건이 산출되어야 한다.

○ 지층 구성 분석, 표준관입시험

- 시추공별 조사결과에 의한 지반깊이별 지질 특성을 산출한다.
 - 토질 구성종류와 층후, 심도, 표준관입시험에 의한 N값 등을 제시한다.

○ 공내 재하시험

- 시추공 내의 원위치 지반의 공벽에 하중을 재하하여 이에 대한 반력을

측정하여 각 지층별 변형계수를 파악한다.

○ 콘관입시험

- ASTM D 3441에 의거하여 콘관입시험을 실시한다.
- 원지반에서의 심도에 따른 비배수 전단강도를 산출하고 설계정수 산정에 반영한다.

○ 실내 토질시험

- 각 시추공에 대한 물성시험과 역학시험을 수행한다.
- 물성시험은 심도별 함수비, 비중, 액성한계, 소성지수, 체분석 결과 등의 토질 물성을 산출한다.
- 역학시험으로 표준압밀시험, 삼축압축시험, 압밀배수 삼축압축시험 등을 수행한다.

○ 실내 암석시험

- 기반암에 대한 실내시험을 수행하고 암석에 대한 비중, 흡수율, 압축강도, 탄성계수, 포아송비, 탄성파속도 등의 물성치를 산출한다.

○ 지반 설계정수

- 풍력발전기 통합하중해석을 위한 지반정보 제공을 위하여 설계정수를 산정한다.
- DNV 또는 API 설계기준에 따라 지반지지력-작용하중 관계를 산출한다.
- 각 한계상태 설계조건(부분계수)을 제시한다.
 - 극한한계상태(Ultimate Limit State, ULS)
 - 피로한계상태(Fatigue Limit State, FLS)
 - 사용한계상태(Serviceability Limit State, SLS)

바. 기타 환경 조건

○ 해양부착생물

- 해상구조물의 경우 구조물 표면에 어패류나 해조류와 같은 해양생물의 부착으로 구조물의 치수 및 표면거칠기가 증가하여 구조물 항력 증가, 부식 가속 등이 발생할 수 있다. 따라서 구조물 높이별 해양생물 부착률 또는 최대 부착두께 등을 설계에 반영해야 한다.

○ 화학적, 기계적 활성물질

- 대상부지 인근의 플랜트에서 유출되는 화학물질 등과 같이 발전기 주요 부품에 영향을 줄 수 있는 요인에 대하여 조사가 이루어지고 대책이 제시되어야 한다.

○ 낙뢰

- 대상부지의 낙뢰빈도를 조사해야 한다. 기상청은 단위면적당 발생하는 낙뢰의 횟수를 나타내는 대지 낙뢰 밀도를 제공하고 있다.

○ 지진

- 해상풍력 기기의 내진등급은 국내 주요 설계기준과 해외 기준을 종합 검토하여 산정한다.



2. 단지설계·사업추진



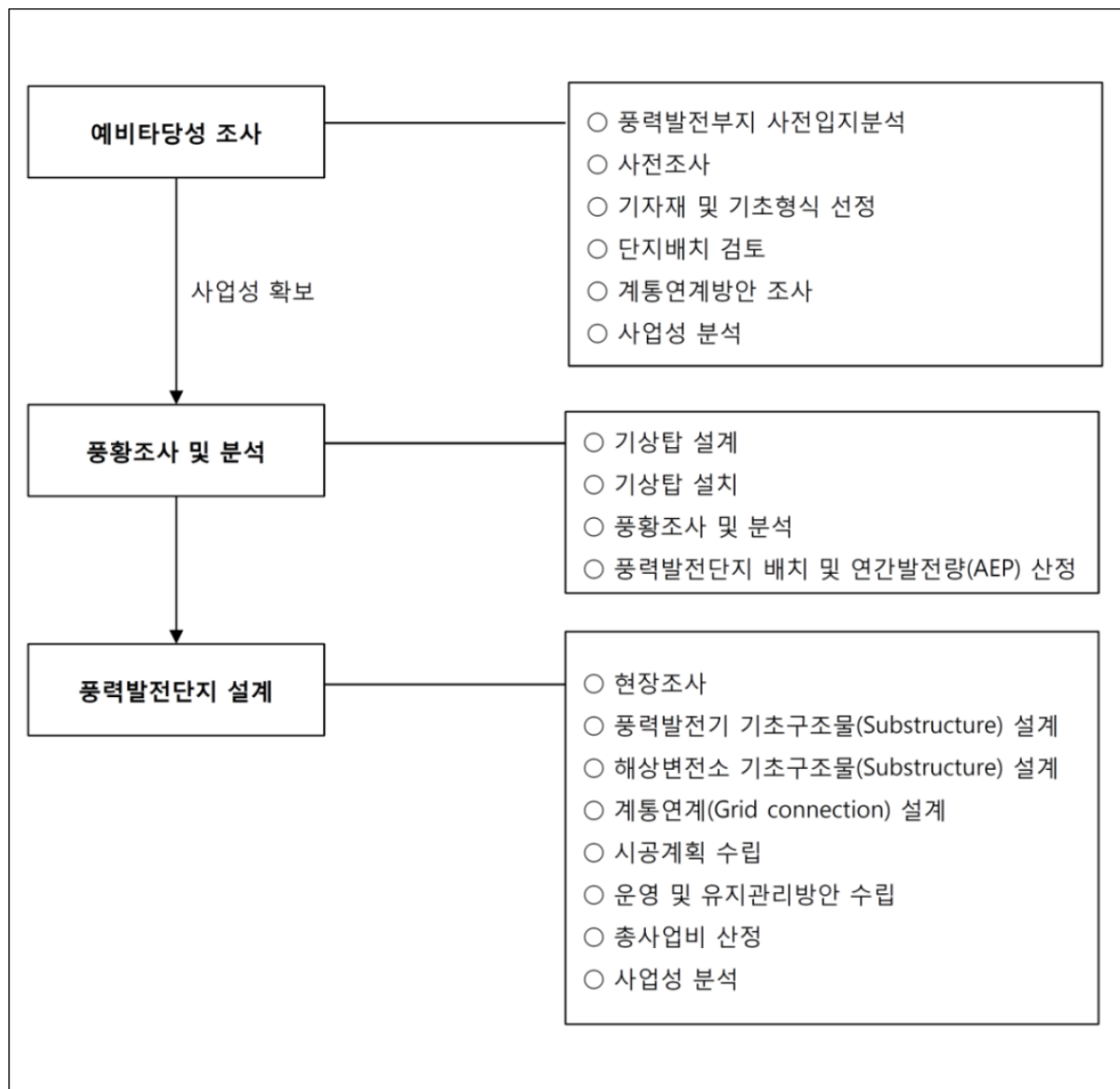
2. 단지설계 · 사업추진

2.1 단지설계

2.1.1 해상풍력 단지개발 흐름도

해상풍력 단지개발의 경우 일반적으로 입지개발→단지설계, 사업추진→인·허가→단지건설→시험운전→상업운영 순서로 진행한다. 단, 사업의 시급성과 사업자(Developer)의 판단 등 여건에 따라 단지설계와 인·허가를 동시에 병행할 수도 있다.

○ 아래는 해상풍력 단지개발 중 ‘단지설계 흐름도’를 나타낸 것이다.



2.1.2 예비타당성 조사

가. 풍력발전부지 사전 입지분석

사전 입지분석에 대한 내용은 '1. 입지개발' 편을 참고하도록 한다.

- 환경부와 해양수산부에서는 해상 및 연안에 대한 각종 보전·보호구역 등을 수시로 지정·고시하므로 발전단지계획 초기부터 조성완료시까지 모니터링이 필요하다.
- 환경부, 해양수산부의 보전·보호구역 지정 현황

구 분	지정 및 고시기관	비 고
국립공원 지정현황	환경부	수시 고시
습지보호지역	해양수산부	수시 고시
해양생태계 보호구역	해양수산부	수시 고시

The screenshot shows the homepage of the Korea Marine Environment Information Portal. At the top, there's a navigation bar with links like '바다생태', '해양보호구역', '전자지도', etc. The main banner area has a large image of people on a beach with birds flying overhead. Below this, there's a 'POPUP ZONE' section with a cartoon seal character and text about marine life. To the right, there's a '공지사항' (Public Notice) section with a list of events and dates. Further right is a '해양생태전자지도' (Marine Ecology Electronic Map) showing the Korean peninsula and surrounding waters. The bottom of the page has a footer with contact information for KOEM and copyright notices.

[그림 2-1] 해양수산부/바다생태정보나라 홈페이지(www.ecosea.go.kr)

나. 기자재 선정, 단지배치, 연간발전량 산정을 위한 자료 조사

풍력발전단지 대상부지에 대한 ‘기자재·기초형식 선정, 단지배치 검토, 계통 연계방안 조사, 연간발전량(AEP: Annual Energy Production) 산정’에 필요한 기상·해양조사를 관련기관 또는 각종 문헌을 통해서 수행하는 것을 말한다.

1) 조사 내용

○ 기상조사

풍속은 가장 중요한 요소이므로 신뢰성있는 조사가 필요하다. 대상지 인근에서 기 조사된 풍황자료 또는 인근도서나 연안에서 육상기상탑을 통해 관측한 풍황자료를 토대로 사업대상지의 해상 풍황상태를 판단하는 것이 필요하다.

조 사 내 용	적 용
• 풍속, 풍향, 온도, 적설, 습도	• 기자재 예비선정 • 단지배치, 연간발전량 예비산정 • 해상작업일수 산정 등
• 안개일수, 강수량 및 강우일수	• 해상작업일수 산정 등
• 태풍이력	• 기자재 예비선정 • 해상작업일수 산정 등

○ 해양환경조사

조 사 내 용	적 용
• 수심, 파고, 파향, 조류	• 풍력발전기 기초구조물 형식 예비선정 • 기초구조물 형식 예비선정 등

○ 지반조사

조 사 내 용	적 용
• 지층상태	• 해상부 : 풍력발전기·해상변전소 기초구조물 형식, 전력계통 경과지 검토 • 육상부 : 전력계통 경과지 검토

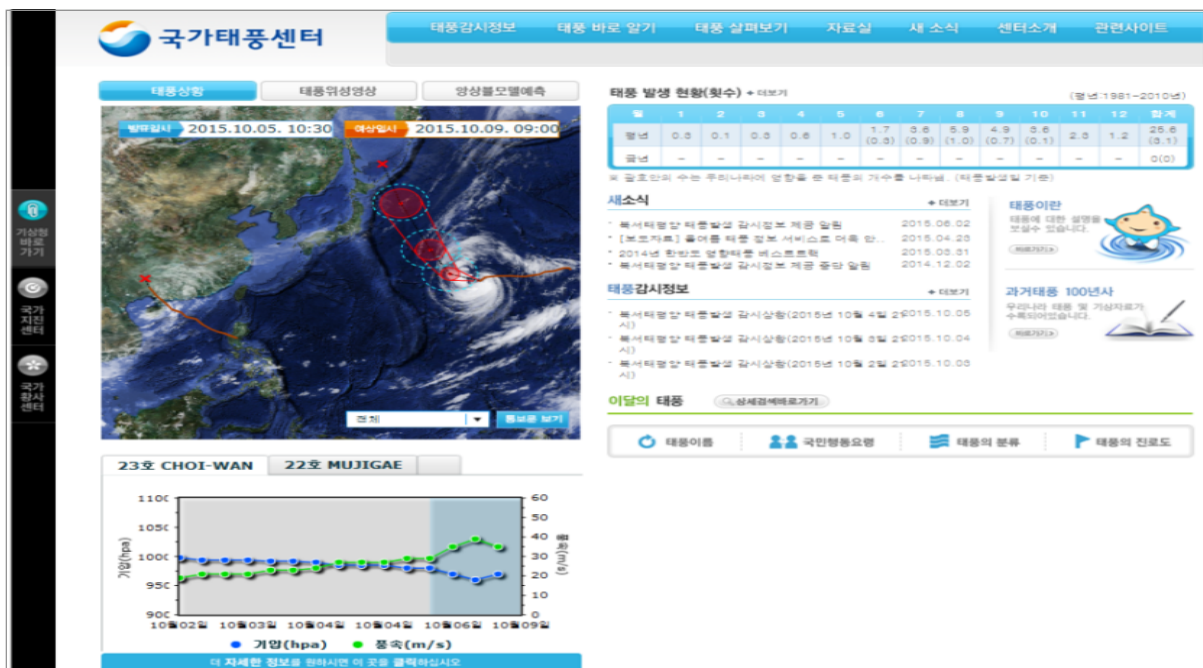
다. 기자재 및 기초형식 선정

1) 기자재 선정

인증된 풍력발전기 기자재의 경우 풍력발전기 등급기준에 적합하게 분류되어 있으므로 사전조사를 통해 조사된 풍황자료를 토대로 발전단지에 적합한 기자재를 선정한다. 풍력발전기 등급기준은 IEC 61400-1, 'Wind turbines-Part 1 : Design requirements'와 GL, 'Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines'가 있다.

- 풍력발전기 등급기준 상에서 기자재 선정요소에는 풍속과 난류강도가 있으며, 선정순서는 아래와 같다. 특히, 위의 기준들에는 태풍의 영향이 반영되어 있지 않으므로 대상지에 대한 태풍이력 조사가 필요하다. 풍력발전기등급기준에서는 이와 관련된 등급을 S등급으로 표현하고 있다.

평균풍속 산정 → 기준.극한풍속 산정 → 난류강도 산정 → 풍력발전기 등급 결정



[그림 2-2] 기상청/국가태풍센터 홈페이지(<http://typ.kma.go.kr>)

- 풍력발전기 등급 선정후 발전기 선정시 제품별로 발전기등급(Type Class)을 표기하므로 반드시 확인하도록 하며, 제품의 품질과 성능 확보를 위해 국제 인증기관에서 인증된 제품을 선택하도록 한다.

Basic parameters for wind turbine classes(IEC 61400-1)				
Wind turbine class	I	II	III	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	Value specified by the designer
A $I_{ref}(-)$	0.16			
B $I_{ref}(-)$	0.14			
C $I_{ref}(-)$	0.12			

• V_{ref} is the reference wind speed average over 10min(10분간 평균한 기준풍속)

• A designates the category for higher turbulence characteristics(고 난류강도에 대한 카테고리)

• B designates the category for medium turbulence characteristics(중 난류강도에 대한 카테고리)

• C designates the category for lower turbulence characteristics(저 난류강도에 대한 카테고리)

• I_{ref} is the expected value of the turbulence intensity² at 15m/s.(허브높이에서 10분 평균풍속이 15m/s인 경우의 평균난류강도)

* IEC(International Electrotechnical Commission) : 국제전기기술위원회

Basic parameters for wind turbine classes(GL)				
Wind turbine class	I	II	III	S
V_{ref} (m/s)	50	42.5	37.5	Site Specific
V_{ave} (m/s)	10	8.5	7.5	
A $I_{15}(-)$	0.18			
a(-)	2			
B $I_{15}(-)$	0.16			
a(-)	3			
C $I_{15}(-)$	0.145			
a(-)	3			

• V_{ref} = reference wind speed(기준풍속)

• V_{ave} = annual average wind speed over many years at hub height(허브높이에서의 연평균 풍속)

• A = category for higher turbulence intensity values(고 난류강도에 대한 카테고리)

• B = category for medium turbulence intensity values(중 난류강도에 대한 카테고리)

• C = category for lower turbulence intensity values(저 난류강도에 대한 카테고리)

• I_{15} = characteristic value of the turbulence intensity at 15m/s(평균풍속 15m/s인 경우의 평균난류강도)

• a = slope parameter for turbulence characteristics(난류강도에 대한 기울기 매개변수)

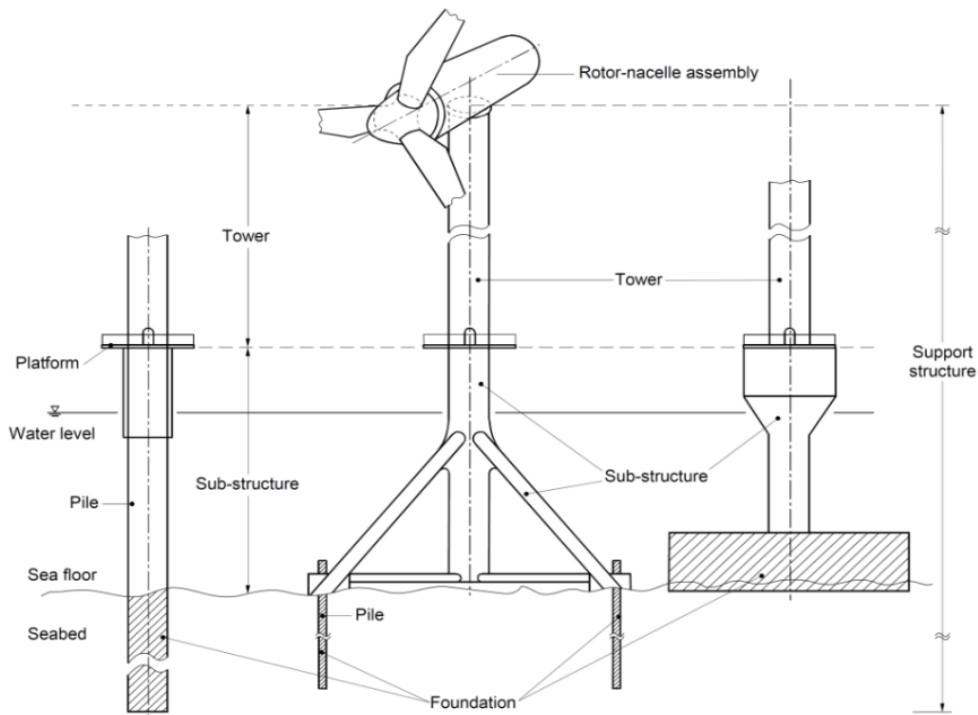
* GL(Germanischer Lloyd) : 독일선급

풍력발전기 등급(wind turbine classes) 예시		
Operational data	Power Regulation	Pitch regulated
	IEC Class	IA
	Cut-in Wind Speed	3 m/s
	Rated Wind Speed	13 m/s
	Cut-out Wind Speed	25 m/s
	Ambient Survival Temperature	-20°C to 50°C

• 위의 풍력발전기 제품사양서 상의 풍력발전기 등급 선정기준은 IEC 기준을 준용하였으며, 풍력발전기 등급 I(기준풍속(V_{ref}) 50m/s)에 해당되는 제품이고 난류강도 A $I_{ref}(-)$ (난류강도 0.16)에 적합하게 제작된 기자제임.

2) 기초구조물형식 선정

해상풍력발전기는 크게 Rotor Nacelle Assembly라 불리는 발전기 구성물과 지지구조물(Supporting Structure) 2개 부분으로 나눌 수 있으며, 이 지지구조물은 타워(Tower), 기초구조물(Sub-structure)과 기초(Foundation)로 구분된다.

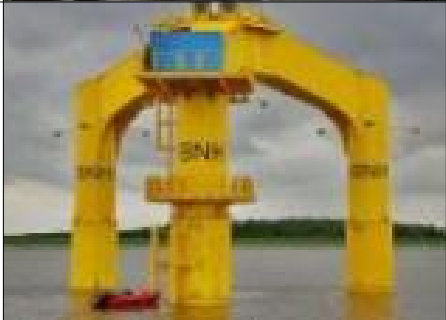
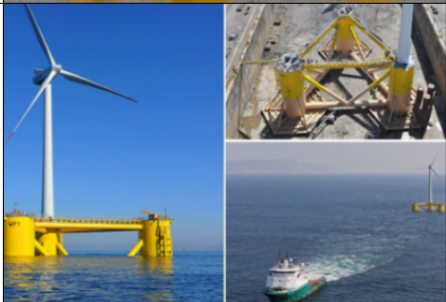


[그림 2-3] 기초구조물 개요도

○ 풍력발전기 기초구조물 형식

기초구조물 형식은 크게 기초구조물을 하저면(Seabed)에 고정시키는 고정식(Grounded type)과 수중에 부유시키는 부유식(Floating type)이 있다.

구 분	기초구조물 형식
고정식 기초구조물	• 중력식 기초(Gravity based) • 모노파일(Monopile type) • 자켓 기초(Jacket foundation) • 트라이포드(Tripod type) • 트라이파일(Tripile type)
부유식 기초구조물	• Barge floater • Tension leg platform • Spar floater

구 분	개 요	사 례
중력식 기초 (Gravity based)	자중으로 전도 모멘트에 저항하며, 주로 육상에서 제작되어 해상크레인을 이용하여 거치하는 공법	
모노파일 (Monopile type)	해저면에 대구경의 파일을 항타 또는 천공굴착하여 고정시키고 중앙부에는 철근 콘크리트로 그라우팅하여 해저면과 고정하는 공법	
자켓 기초 (Jacket foundation)	풍력타워를 지지하는 자켓 형식의 구조물을 파일에 의하여 해저에 고정하는 공법	
트라이포드 (Tripod type)	1.0~6.0m의 원형강관을 용접하여 제작하며, 트라이포드 leg의 각 끝부분에 위치한 슬리브(Sleeve)를 통하여 설치된 콘크리트파일(직경0.8~3.0m)에 해저에 고정하는 공법	
트라이파일 (Tripile type)	약 20~30m의 대구경의 말뚝 3개를 해상에서 항타 또는 천공굴착하며 내부 굴착 후 콘크리트를 채우는 공법으로 모노파일의 개선적인 형태	
부유식 기초 (Floating system)	60~900m 정도의 깊은 수심에서 적용이 가능한 공법으로 부유식은 과격한 해상운동에서 발전기의 하중을 지탱하기 위해 와이어를 이용하는 것이 특징	

- 기초구조물 형식 선정시에는 기자재 중량 및 외력, 지반의 상태, 경제성, 제작 및 보관(배후항만) 여건, 운반 및 설치장비 수급여건, 설치사례 등 발전단지 예정지에 대한 상황을 종합적으로 판단한 후 현장에 적합한 기초형식을 선정하도록 한다.

○ 해상변전소 기초구조물 형식

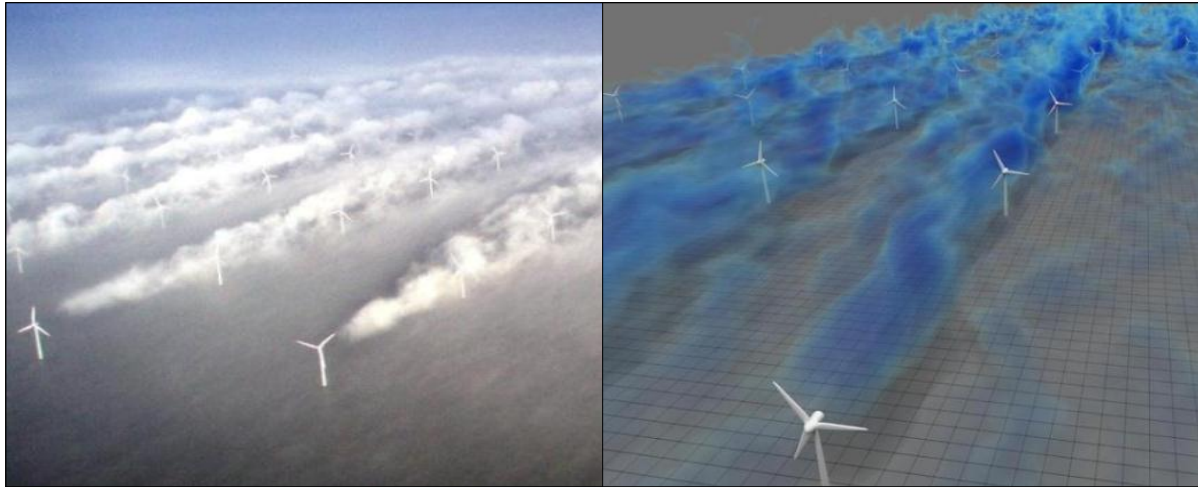
자켓형 (Jacket Type)	모노파일형 (Monopile Type)	중력식 (Concrete Gravity Type)	자주승강식 (Self Elevation Type)
			

- 기초구조물 형식 선정 시에는 상부구조물 형태 및 중량, 외력, 지반의 상태, 경제성, 제작장 여건, 운반 및 설치장비 수급여건, 설치사례 등 발전단지 예정지에 대한 상황을 종합적으로 판단한 후 현장에 적합한 기초형식을 선정하도록 한다.

라. 단지배치 검토

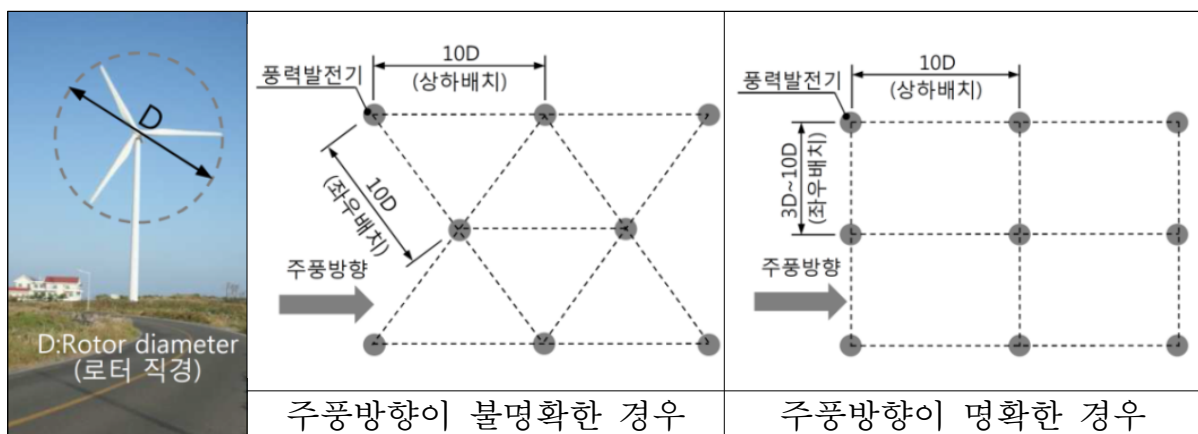
풍력발전기는 블레이드 회전시 후류(Wake)가 발생한다. 이 후류로 인해 발전기 간의 간섭이 발생하고 발전효율(이용률)이 다소 감소할 수 있으므로 계획된 부지 내에서 최적의 배치가 필요하다.

- 풍력발전기 배치는 주풍방향에 대하여 횡측 1열 배치 시 발전효율이 가장 우수하며, 2열 이상 다열(多列)배치는 블레이드 회전에 따른 후류(Wake)로 인해 1열 배치에 비해 발전효율이 다소 감소할 수 있다. 그러나 대규모 풍력발전단지 및 해상 풍력단지를 계획할 경우, 다열(多列)배치를 적용하여 단지를 설계함으로써 공간적 제약의 해결과 운영·관리의 효율성을 도모할 수 있다.



[그림 2-4] 후류(Wake)

- 해상풍력발전단지는 육상에 비해 용지확보가 비교적 용이 하나, 단지가 대형화될 경우 수심, 파고, 지반조건 등 공간적 제약과 해저전력선 건설로 계통연계 비용이 증가하므로 환경적, 경제적 측면을 고려하여 배열 형태를 결정하는 것이 바람직하다.
- 풍력발전기 배치에 따른 후류발생 효과를 줄이고 이용률(Capacity Factor)을 높이기 위한 발전기별 적정 배치간격은 로터 직경(D)의 5배(5D)~10배(10D)정도 이격하여 설치하도록 권장하고 있으며, 공간적인 제약이 큰 경우 좌우방향의 배치간격은 최소 3D까지도 가능하나 이 경우 이용률(Capacity factor)이 감소하게 되므로 경제성 검토 등 종합적인 분석을 통해 적용하는 것을 권장한다.



- 유럽의 해상풍력발전단지의 경우 배치간격을 상하좌우 10D이상 이격함으로써 발전기별 상호간섭이 배제되도록 설치하기도 한다.

○ 단지배치 사례

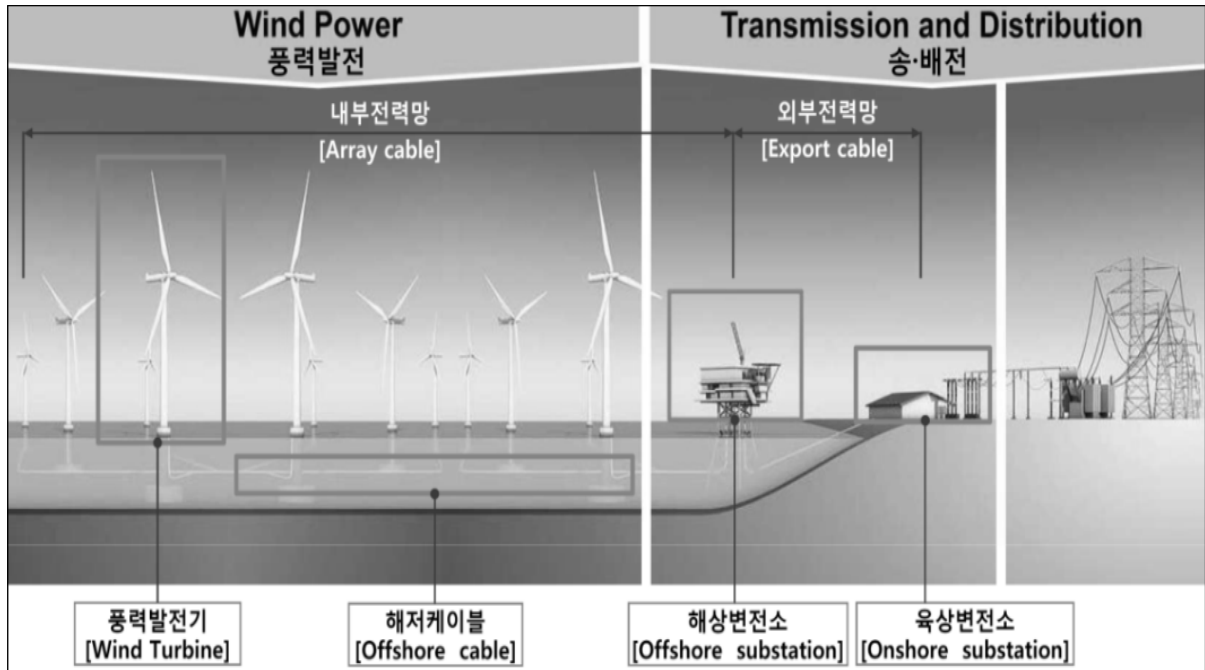
	
• 덴마크 HornsRev I 2MW×80기=160MW, 간격 560m	• 덴마크 Rodsand II 2.3MW×90기=207MW, 간격 600~900m

마. 계통연계방안 조사

풍력발전기를 이용해서 생산된 전력을 연계변전소에 계통 연계하는 것을 말한다. 풍력발전기에서 발생된 전압이 일정하지 않고 저압이므로 변압기를 통해 특고압으로 승압한 후 한전이나 고객이 사용할 수 있는 전압으로 변환시켜 안정적으로 공급한다.

1) 계통연계

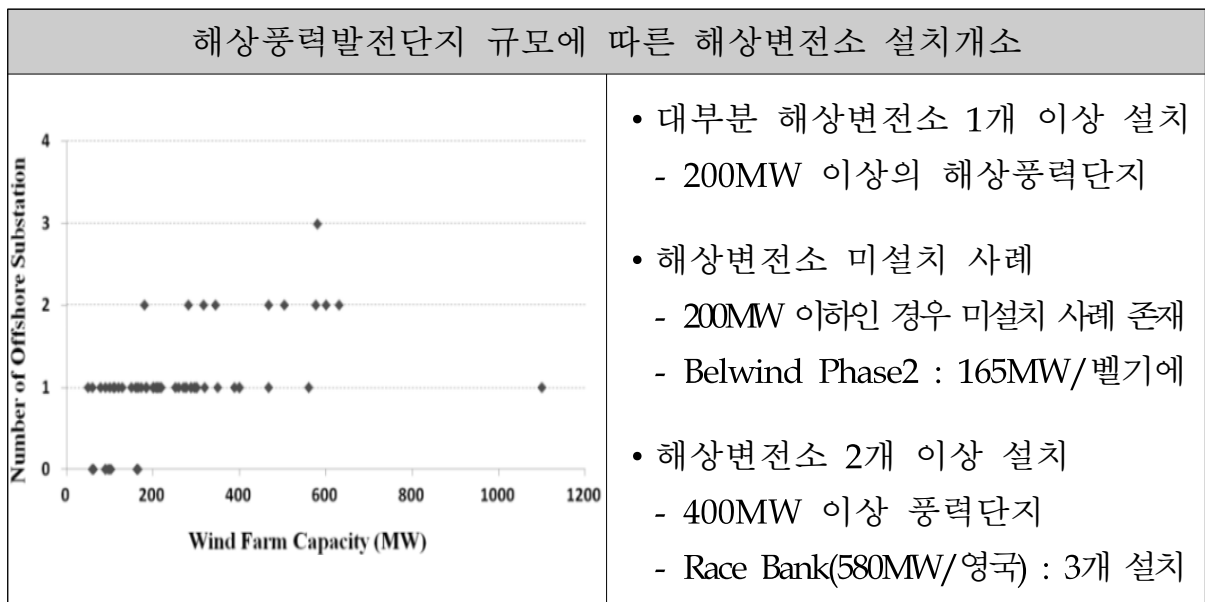
- 일반적으로 해상풍력단지 전력시스템은 크게 풍력터빈들과 내부망 케이블로 구성되는 내부전력망, 효율적인 에너지 전송을 위한 해상변전소, 외부전력망 등으로 구성된다.
- 해상변전소는 해상풍력단지의 규모가 크거나 육상에서의 거리가 매우 먼 경우 필요하게 된다. 해상풍력단지의 경우, 풍력터빈 구성 부품 중 해저케이블은 풍력단지의 전기적, 경제적 부분에 막대한 영향을 끼친다.
- 해상풍력단지의 해저케이블은 사용장소에 따라 크게 내부전력망에 설치되는 경우와 외부전력망에 설치되는 경우로 구분된다. 내부전력망에 설치되는 해저케이블은 풍력발전기와 풍력발전기 사이, 풍력발전기와 해상변전소를 연결하는데 사용된다. 외부전력망에 설치되는 케이블은 해상변전소와 육상변전소를 연결하기 위해 사용된다.



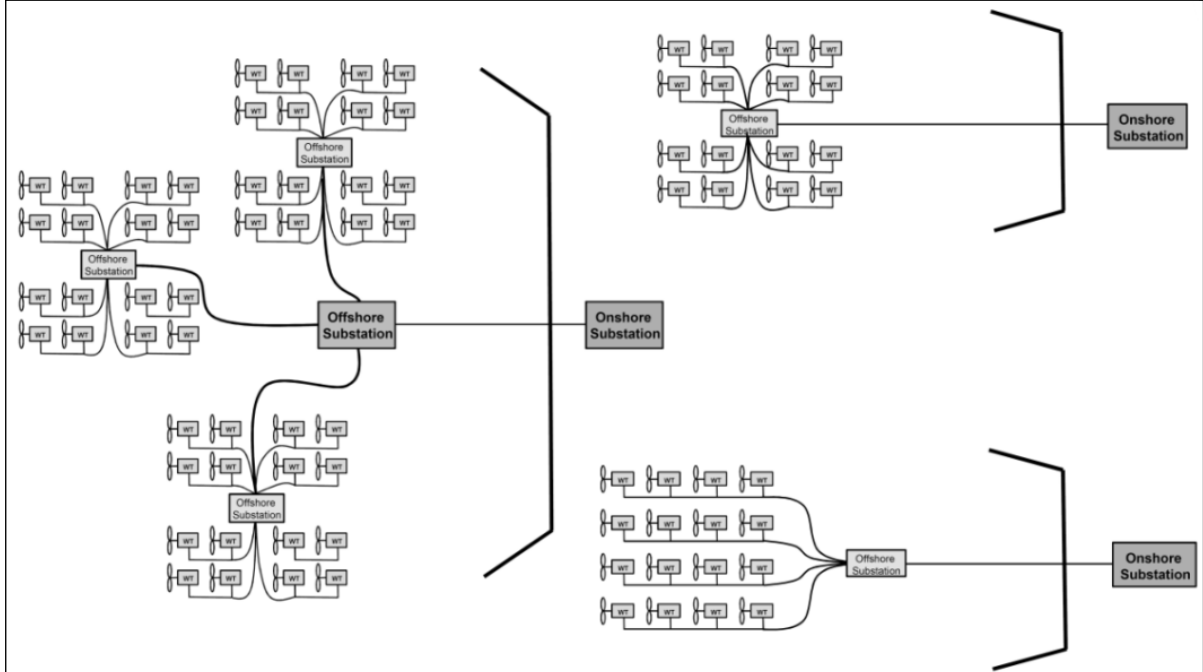
[그림 2-5] 내부전력망과 외부전력망

2) 해상변전소

- 풍력터빈에서 발전된 전력을 전력계통으로 보내는 과정에서 전압이나 전류의 성질을 변환시키는 역할을 하며, 원활한 계통연계를 위해 최근에는 필수적으로 해상풍력단지에 해상변전소를 설치하고 있다.
- 손실비용 감소, 외부전력망 케이블 비용 감소를 도모한다.
- 해상변전소의 위치 및 설치개소는 내부 및 외부전력망 구성방안, 경제성, 유사사례 등을 고려하여 결정한다.

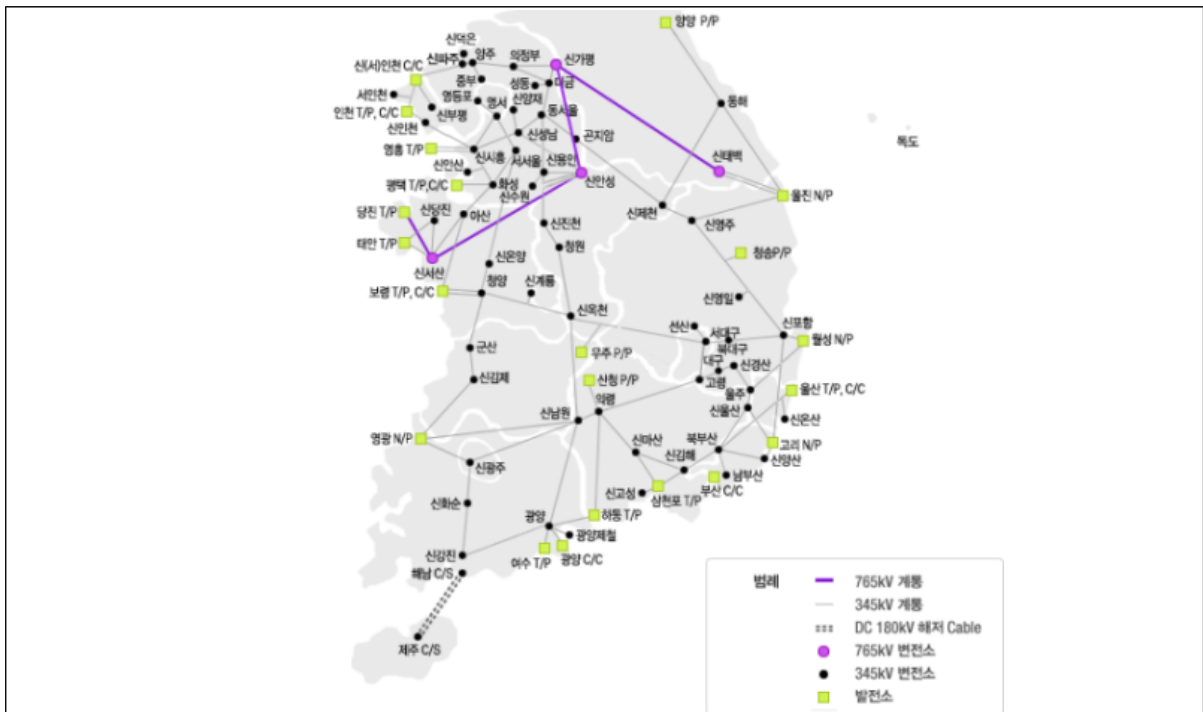


해상풍력발전단지 해상변전소 설치방안 사례



3) 육상변전소

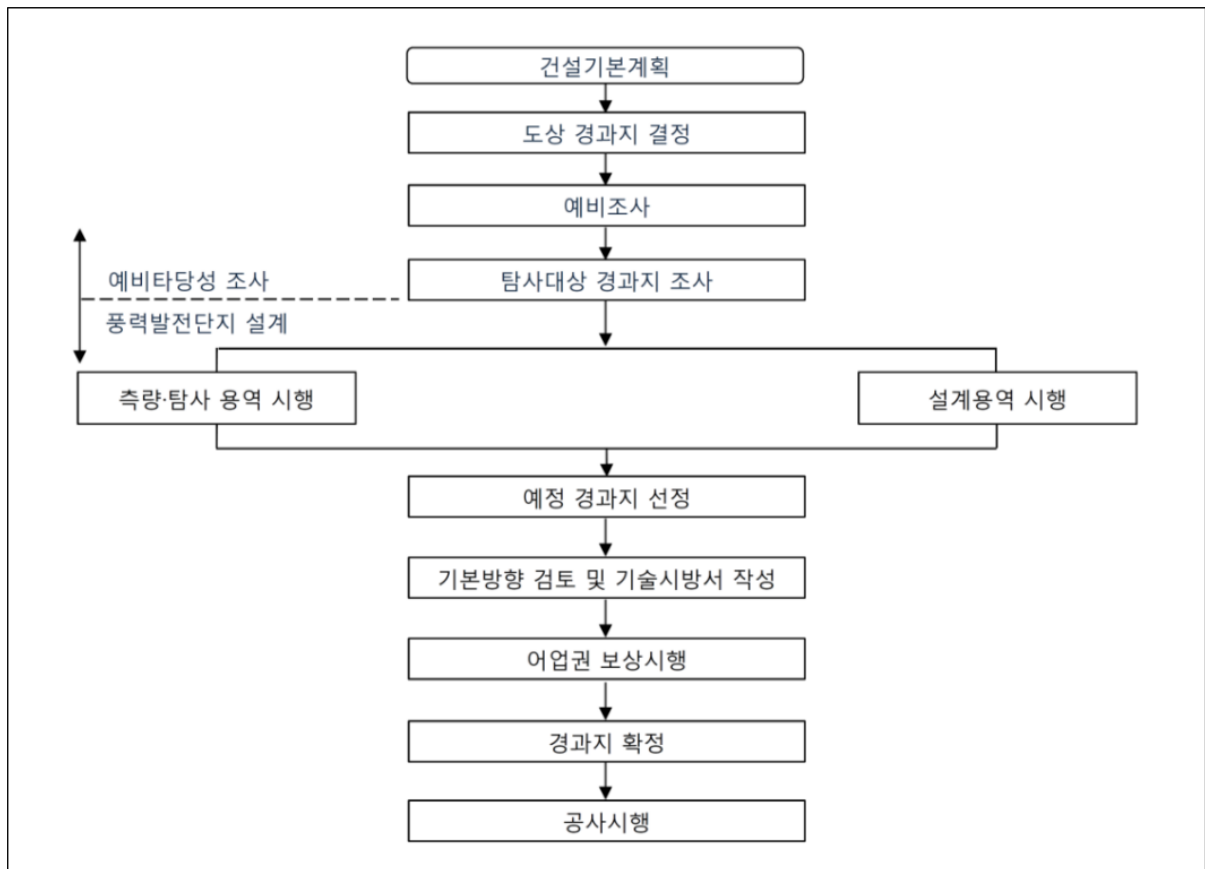
- 육상변전소는 해상풍력 발전단지와의 연계거리가 짧고 설치용량을 충족하며, AC 인출개소 및 공간확보가 가능해야 하므로 대상 변전소의 계통가능여부 또는 연계가능한 변전소에 대해서 반드시 확인하여야 한다.



[그림 2-6] 전국 계통도

4) 전력계통 경과지 조사

- 육양부는 케이블 입상 및 용지매입이 용이하고 육지선로와 연계가 쉬운 곳으로 한다.
- 조간대는 케이블 매설이 용이하고 선박의 계류, 특정 어업 등으로 인한 케이블 손상의 우려가 없는 곳을 선정하여야 한다.
- 선박의 양카 작업으로 인하여 해저케이블의 손상을 방지하기 위하여 케이블 피복두께는 충분히 확보되어야 한다.
- 해저케이블 매설작업 시 시공성 및 품질확보를 위해 가급적 조류속도가 느린 곳을 경유하도록 한다.
- 어장 및 양식장의 피해가 적은 경과지를 선정하여야 한다. 경제성을 감안하여 최단거리 경과지로 선정한다.
- 예비타당성 조사에서의 전력계통 경과지 조사는 해저케이블 및 육상케이블 건설공사 설계에 사용할 경과지를 확정하기 전에 경과지를 선정하는 것으로 지도(해도 및 지형도)를 이용한 도상경과지 선정 후 답사 형태의 예비조사를 거쳐 작성한다.



바. 사업성 분석

예비조사된 항목들을 통해 총사업비와 연간 에너지발전량(AEP)을 산정하며, 그 결과들을 토대로 경제성 분석을 통해 사업 진행여부를 판단한다.

1) 총사업비 산정

- 유사사례 및 각종 문헌상에 제시된 공사비자료를 토대로 계획 중인 해상풍력발전단지에 부합되는 추정공사비를 산출한다.

2) 연간발전량(AEP) 산정

- 기상자료를 통해 분석된 풍속자료를 토대로 연간발전량을 산정하며 산정방법에는 발전량 산정 전문프로그램을 이용하는 방법과 풍력발전기별 성능곡선(Power Curve)을 이용하여 산술식으로 산정하는 방법 등이 있다. 연간발전량 산정은 사업자(Developer)가 발전량 산정에 대한 전문지식과 경험이 있어 직접 산정하는 방법과 각종 외부기관이나 전문회사, 대학교 등에 의뢰하는 방법이 있다.

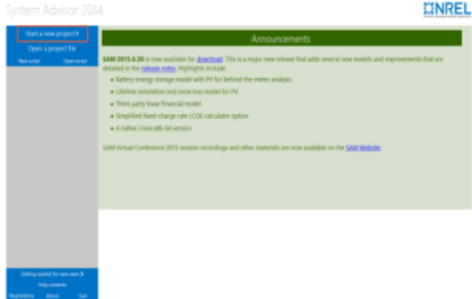
3) 경제성 분석

- 총사업비 및 연간발전량, 전력판매단가($SMP + \text{가중치} \times REC$), 금융조건 등을 이용하여 경제성 분석을 수행한다. 사업성 판단 기준요소에는 순현재가치(NPV, Net Present Value), 내부수익률(IRR, Internal Rate of Return), 자금 회수기간(Payback Period), 비용편익비율(B/C, Benefit-Cost Ratio) 등이 있으며, 판단기준은 사업자(Developer)가 설정한 기준에 따르도록 한다. 경제성 분석의 경우 사업자(Developer)가 직접 분석하는 방법과 외부기관에 의뢰하는 방법이 있다.

4) 경제성 분석 Tool

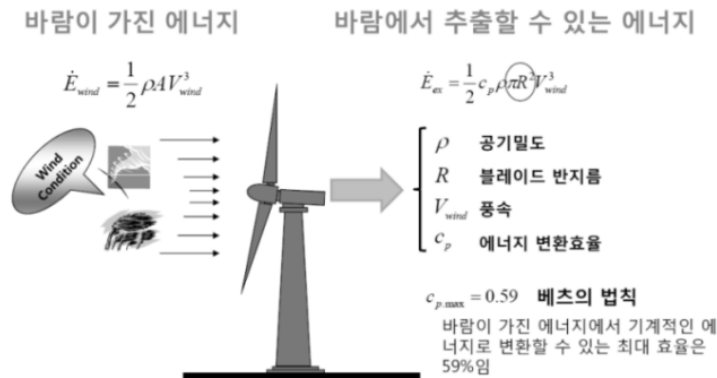
- 경제성 분석을 하기 위해서는 아직 확정되지 않은 비용 및 편익 항목들에 대한 다양한 가정이 필요하게 된다. 특히, 세부 원가 추정이 어렵기 때문에, 사업 초기 단계에서는 기존 경제성 분석 툴을 이용하여 분석을 진행할 수 있다. 해외 해상풍력사업에서는 다양한 활용 목적으로 Cost Model을 이용하고 있으며, 주로 설계 요소에 따른 풍력발전 원가 산정을 위한 원가 모델들이 개발, 활용되어 오고 있다.

- 아래에 있는 경제성 분석 프로그램은 참고용으로 소개한 것이며, 사업자 판단에 따라 적절한 경제성 분석기법이나 프로그램을 사용한다.

구 분	SAM(System Advisor Model)	해상풍력발전 경제성 모의프로그램
개 요	신재생에너지발전에 대한 성능 및 재무 모델이며, 시스템 건설 및 운영비, 설계 파라미터에 기반하여 신재생에너지발전 프로젝트에서의 에너지 비용과 성능을 예측할 수 있다.	국내 환경에서의 해상풍력발전단지 원가를 추정하며, 이를 통해 사업 계획에서 운영단계까지 사업의 경제성을 확보하는데 도움을 주는 프로그램이다.
홈페이지	https://sam.nrel.gov/download 	http://www.koreaowf.com 

2.1.3 풍황조사 및 분석

발전단지의 연간 에너지발전량 예측은 대상지에서 계측된 풍속데이터를 이용하며 풍력은 풍속의 3승에 비례하므로, 정확한 풍속데이터 계측은 정확한 연간 에너지발전량 예측에 필수적이다.



[그림 2-7] 바람에서 추출할 수 있는 에너지

가. 개요

- 풍황조사 및 분석에 관한 사항들은 ‘1. 입지개발’ 편을 참고하도록 한다.
- 일반적으로 해상기상탑은 해역이용협의서 제출→공유수면점사용허가→건축물 축조신고→해상기상탑 설계→해상기상탑 건설공사→해상기상탑 모니터링 장비설치→풍황자원조사 순서로 이루어진다.

나. 기상탑 설계

- 기상탑은 계측타워 및 기초구조물, 파일(필요시) 등으로 구성된다.
- 보트접안시설 및 플랫폼 접근시설 필요여부를 검토 후 설계에 반영해야 한다.
- 기초구조물이 강구조물인 경우에는 염분에 대한 부식방지대책을 수립하여야 하며, 기초구조물에 대해 세굴방지대책도 수립하여야 한다.
- 번개 및 항공기 충돌로 인한 피해 방지를 위해 피뢰침 및 항공장애표시등을 설치해야 한다.

항 목	기상탑 설계시 필요한 조사항목
기상조사	• 바람, 태풍이력
해양환경조사	• 수심, 파고, 파향, 해류, 조류
지반조사	• 기상탑 설치 소영역에 대한 위치측량, 수심측량, 해저지질측량, 물리탐사, 보링조사, 현장원위치시험, 실내시험

- 해상 구조물 설계조건은 구조물의 일생동안 발생될 가장 가혹한 설계 조건이 되는 변수들의 조합으로서 보통 다음과 같은 것으로 구성된다.

- 바람, 해류, 수심한계, 착빙 및 적설의 영향 등이 포함된 재현 주기에 상응하는 최대파고
- 공기와 해수의 극한 온도
- 조류와 폭풍해일에 의한 최대수위

○ 설계기준

현재 해상기상탑 설계를 위해 정립된 별도의 설계기준은 없으나 국내 해상에 설치되는 해양구조물과 유사하므로 현재 해양구조물 설계에 적용되는 기준 또는 해상기상탑 설계에 적용된 설계기준을 따르도록 한다.

해양구조물 주요 설계기준	• 항만 및 어항 설계기준(2005, 국토교통부) • 항만 및 어항 설계기준·해설(2014, 해양수산부) • 고정식 해양구조물 규칙(2012, 한국선급)
---------------	---

○ 기상탑 설계 시 고려하중

- 일반적으로 기상탑 설계 시 고려하는 하중은 아래와 같으며 현장여건에 적합한 하중 및 값들을 고려하여야 한다. 하중산정 기준은 채택한 설계 기준을 따르도록 한다. 아래의 표는 ‘고정식 해양구조물 규칙’에 명시된 하중들을 소개한 것이다.

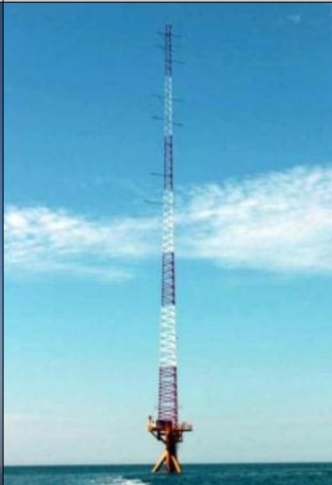
고정하중(Dead load)	• 주요구조물의 중량(타워, 파일 등)
활하중(Live load)	• 작업상태 중에 변하는 하중
변형하중	• 구조물에 일어난 변형으로 인한 하중
환경하중	• 환경현상에 기인한 하중 - 파랑하중, 바람하중, 해류하중, 착빙 및 적설하중 - 지진하중, 해양생물(Marine growth), 해빙(Sea ice) - 침하(Subsidence)

○ 기상탑 설계시 추가검토사항

동적해석 (Dynamic Analysis)	구조적 고유진동수 범위에 있는 파랑에너지가 구조물에 중요 동적반응을 야기하기에 충분한 크기인 경우 동적효과를 고려하여야 한다.
피로평가(Fatigue)	피로에 의하여 파괴될 가능성이 있는 경우나 누적 피로 손상 가능성으로부터 안정성이 보장되는 충분한 과거 실적이 없는 구조부재 및 연결부에 한하여 피로수명 평가를 하여야 한다.
연결부의 응력	구조부재의 연결은 연결부재 사이에 유효하게 하중을 전달하고 응력집중을 최소로 하며 지나친 펀칭전단(Punching Shear)이 방지되도록 하여야 한다.
접안 시설 (Boat Landing)	해상기상탑의 유지 보수를 위해 접안 시설이 구비되어야 하며 해상 충돌에 대한 위험성이 있는 경우 이에 대한 검토가 포함되어야 한다.

○ 기상탑 기초구조물 형식선정

기상타워 형태와 중량, 외력, 지지지반의 상태, 경제성, 제작장 여건, 운반 및 설치장비 수급여건, 설치사례 등 설치 예정지에 대한 상황을 종합적으로 판단한 후 현장에 적합한 기초형식을 선정하도록 한다.

구분	국내 해상기상탑 기초구조물 형식		
	자켓형식	트라이포드	모노파일
설치전경			

다. 기상탑 설치

- 기상탑 설치 전 아래의 조건들을 확인하도록 한다.

해상기상탑 설치현장과 가장 가까운 항구를 확인하며, 대상항구가 기상타워 및 기초구조물 조립·제작이 가능한 충분한 공간을 확보하고 있어야 하며 대형선박과 설치장비 등이 접안할 수 있는 요건을 갖추어야 한다. 기상탑 설치에 필요한 설치장비의 수급여부를 사전에 확인하여 설치공정에 차질이 없도록 해야 하며, 현장여건이 장비 운용에 적합한지 확인한다. 설치시 반드시 날씨, 파고 등 기상·해상조건 등을 확인한다.

- 기상탑 설치와 관련된 인·허가는 ‘공유수면점사용허가’, ‘건축물 축조 신고’ 등이 있으며 자세한 내용은 ‘3. 인허가’ 편을 참고하도록 한다.

라. 풍력발전단지 배치 및 연간발전량 산정

- 풍황 실측자료 분석을 통해 구해진 풍속과 난류강도, 태풍이력을 토대로 현장에 적합한 발전기 기종을 선정하도록 한다. 풍력발전기 등급 선정은 ‘2.1.2 예비타당성 조사/다. 기자재 및 기초형식 선정/1) 기자재 선정’ 편을 참조하도록 한다.
- 발전기 최적 배치설계에서는 현실적으로 설치가능 한(인·허가 및 관련 법규 검토) 영역 내에서 발전기간의 간섭 및 후류 영향 등을 고려하여 에너지발전량을 계산하고 최대 전력을 생산해 내는 발전기 배치를 찾아내는 작업을 반복적으로 수행해야 한다.
- 풍력발전기간 이격거리는 ‘2.1.2 예비타당성 조사/라. 단지배치 검토’ 편을 참조하도록 한다.
- 최적 발전기 배치를 위해서는 발전기 기종, 타워높이, 발전기간의 이격거리, 내부전력망 계획, 해상변전소 계획, 설치 가능한 지형, 제작장 및 적출장(지원항만) 조성여건 등도 고려해야 된다.
- 발전단지 최적 배치설계를 빠르고 손쉽게 하기 위한 상용 풍력발전단지 설계 전용 프로그램으로는 EMD사의 WindPRO, Garrad Hassan사의 GH WindFarmer 등이 있다.
- 발전량 산정시 발전기 고장 및 Cut-out풍속으로 인한 발전 정지기간과 송전선로의 손실률, 변압손실률 등을 유사사례를 참조하여 반영한다.

2.1.4 풍력발전단지 설계

해상풍력 단지배치 설계, 풍력발전기와 지지구조물 설계를 위하여 기상탐 관측자료 등을 바탕으로 한 설계근거(Design Basis)를 수립하여야 한다. 설계 근거는 외부환경조건(대기, 해양기상조건, 지반조건 등)과 설계평가 항목을 규정한다. 설계근거(Design Basis) 수립에 관한 사항들은 '1. 입지개발' 편을 참고하도록 한다.

가. 현장조사

현장조사는 크게 인·허가 사전협의사항 및 해양조사, 지반조사, 수치모형 실험, 전력계통 경과지 조사 등으로 이루어진다. 현장조사 항목과 방법은 조사 시작전 검토를 통해 발전단지 계획 및 현장여건에 맞게 선택한다.

1) 인·허가 사전협의사항

전파영향평가	• 군 레이더/통신영향 최소화 및 예방 • 군사보호구역 등 작전운용성 평가 포함
문화재지표조사	• 특정지역 안에서 건설공사의 시행에 앞서 지표 또는 수중에 노출된 유물이나 유적의 분포여부를 조사하는 것
해상교통안전진단	• 진단대상사업으로 발생할 수 있는 항행안전 위험요인을 전문적으로 조사, 측정, 평가하는 것

2) 해양조사의 종류

물리탐사 및 물리검층	• 다중빔 이용 해저정밀측량	• 육상연계 해저지형 자료 획득
	• 해저 탄성과 지층탐사	• 암반층 확인을 위한 고주파, 저주파탐사 시행
	• 해저면 음향 영상탐사	• 해저면 표층의 물성 및 특성, 지장물 파악

해양물리 및 환경조사	• 실시간 해양환경 모니터링	• Buoy식 해양조사 측정장비 설치 • 파고, 파향, 조류, 수온 등 관측
	• 조석관측	• 검측자료와 인근 검조소의 조석자료 비교 및 분석
	• 해양동식물 조사	• 동식물 플랑크톤 채집 및 엽록소 농도 측정 • 저인망 어류/해조류 조사

3) 지반조사의 종류

구 분	조 사 항 목
시추조사	• 해상시추(NX)
물리검층	• 공내 탄성과 탐사(SPS) • 시추공 영상촬영(BIPS)
현장시험	• 표준관입시험 • 공내재하시험(PMT) • 자연시료채취
실내시험	• 물성시험 • 역학시험 • 암석시험

4) 수치모형 실험

- 구조물 설계에 필요한 천해설계파를 산출하기 위하여 사업지구에 영향을 주는 50년빈도 심해파 및 풍속을 사용하여 파랑변형 수치모형실험을 실시한다.
- 실험을 통하여 파고 및 주기, 설계유속 등을 산정하고 기초구조물 설계에 적용한다.

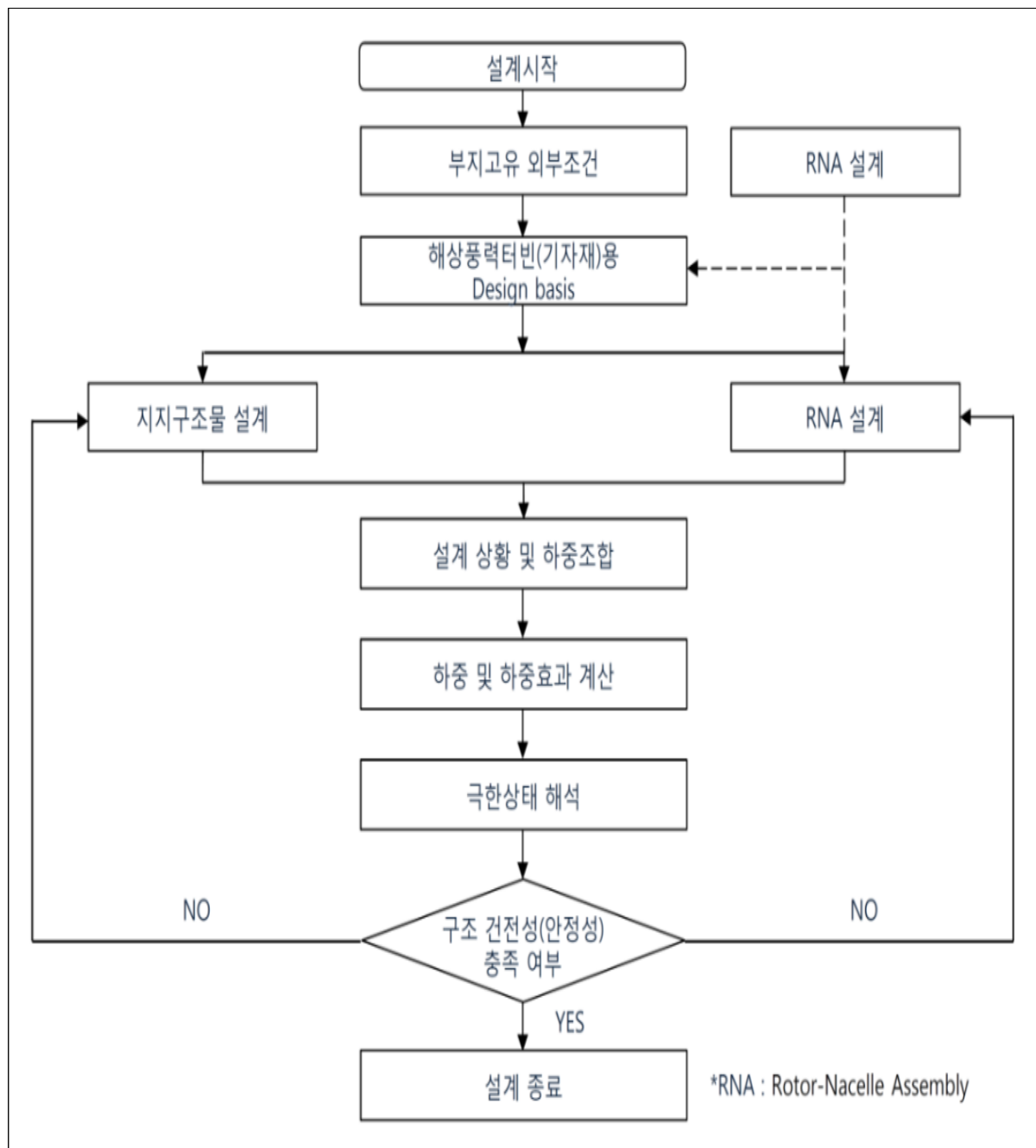
5) 전력계통 경과지 조사

현장조사 및 자료수집	가공송전선로 또는 지중선로 예상경과지의 현장조사 및 자료수집	• 현장조사 • 장래증설계획을 고려한 유관기관 과의 interface 조사 • 소유권 조사 • 기타 필요한 조사
지장물 조사 및 GPR 탐상 (필요시)	모든 지하매설물 조사	• 지장물(매설물 측량) 조사 • 타 지장물과의 간섭사항 검토 • GPR 탐상(필요시) • 기타 필요한 조사

나. 풍력발전기 기초구조물(Substructure) 설계

기초구조물 설계를 위한 설계근거(Design Basis)를 수립하여야 한다. 설계근거란 풍력터빈 및 지지구조물 설계시 근거가 되는 부지 고유의 외부 조건, 설계 일반 및 설계철학 등을 기술한 것을 말하며, 풍력단지 설계와 건설을 위한 기술적 근거 역할을 한다.

○ 일반적인 기초구조물 설계흐름도는 아래와 같다.

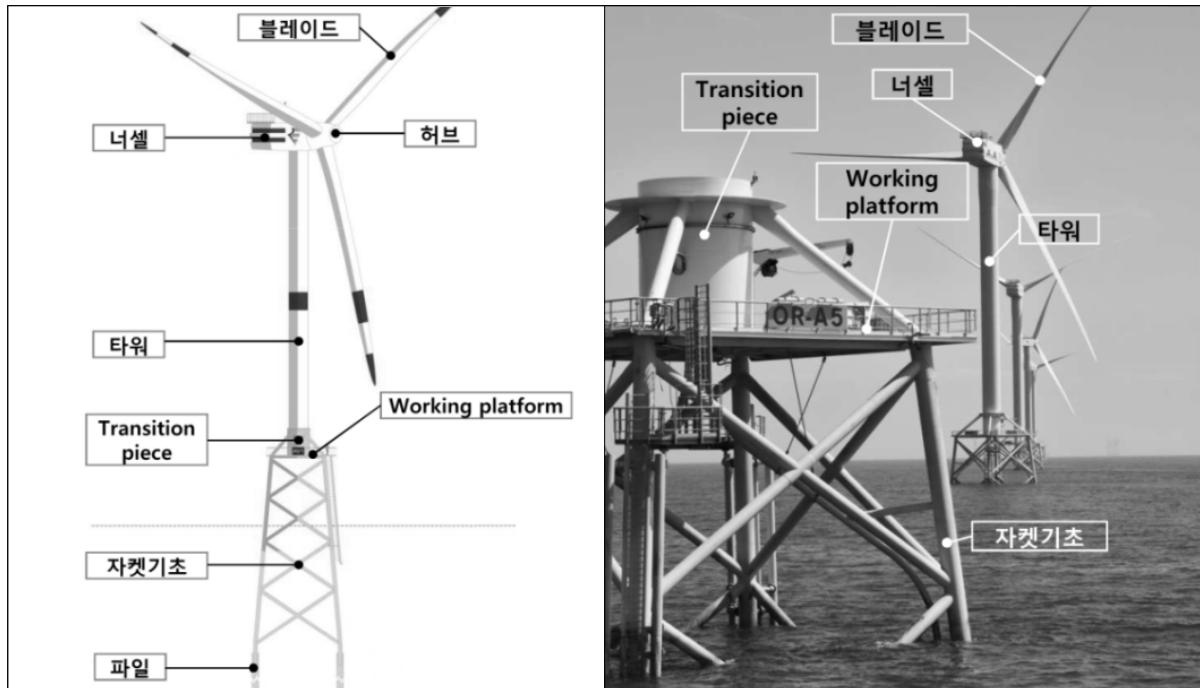


1) 기초구조물 형식선정

○ 기초구조물 형식 선정시 주요 고려사항은 아래의 표와 같다.

주요 내용	설계 적용
수심 및 지반조건	• 수심과 지반조건을 고려한 형식 선정
외력, 재하하중에 대한 안정성	• 바람, 파력, 터빈하중 등에 대해 안전한 형식 선정
해상환경에서의 시공성	• 해상작업시간을 최소화 할 수 있는 형식 선정
경제성	• 공사비 최적화가 가능한 형식 선정
시공 후 유지관리	• 설치 후 유지관리가 용이한 형식 선정
제작장 여건	• 지원항만 가용(可用)부지에 적합한 형식 선정
운반 및 설치장비 수급여건	• 운반 및 설치장비 수급이 가능한 형식 선정
적용 구조물 형식	• 검증된 형식 선정

- 기초구조물 구조형식은 대상지역의 실측한 수심 및 지반조건과 하중 등을 고려하여, 현지적용이 가능하고 외력 및 재하하중에 대한 충분한 안정을 확보할 수 있는 형식으로 계획되어야 한다.
- 또한, 구조물 설치로 주변해역 환경에 미치는 영향이 적고 내구성이 우수하며 유지관리가 용이한 구조형식으로 계획하는 것이 바람직하다.
- 기초구조물 형식은 ‘2.1.2 예비타당성 조사/2) 기초구조물형식 선정’ 편을 참조한다.
- Transition Piece의 Working Platform은 풍력발전시설물의 유지관리에 필요한 기계시설 및 전기시설이 배치되므로 Working Platform의 크기 계획 시 상부기능시설에 지장이 없어야하며, 마루높이 결정시 파랑의 영향을 고려하여 충분한 높이로 계획하는 것이 바람직하다. 상부공(Working Platform)의 높이가 낮을 경우 파랑으로 인해 상승하는 파면이 구조물 저면에 충돌하여 과도한 양압력이 발생하고, 구조물 안전성 확보에 지장을 초래하게 되므로 가능한 설계파(최대파)에 의한 양압력이 Working Platform 저면에 작용하지 않도록 높이를 결정하는 것이 효과적이다. 따라서 Working Platform의 마루높이 결정에 있어서는 약최고고조위를 대상으로 최대파고(Hmax)에 대한 파정고를 산정하고 그 이상의 높이로 Working Platform의 하단고를 결정함으로써 구조물 데크 저면에 양압력이 발생하지 않도록 계획하여야 한다.



[그림 2-8] 해상풍력발전기 구성요소별 명칭

2) 설계기준 및 조건

- 국외의 경우 해상풍력 기초구조물 설계 등에 적용할 수 있는 관련기준으로는 API, DNV, GL, IEC-61400-3 등이며 기준별로 해양구조물/해상풍력시스템 설계기준이 정립되어 있다. 이들은 모두 LRFD(하중저항계수설계법) 설계 등의 한계상태설계를 채택하고 국제표준으로 제정하고 있다. 국내에서는 한국선급에서 작성한 ‘해상풍력발전 시스템의 기술기준’이 있으나 풍력발전기 기초구조물 설계를 위해 정립된 별도의 설계기준이 없으므로 설계자의 판단에 따라 국내와 해외 설계사례상의 설계기준을 적용할 수 있다.

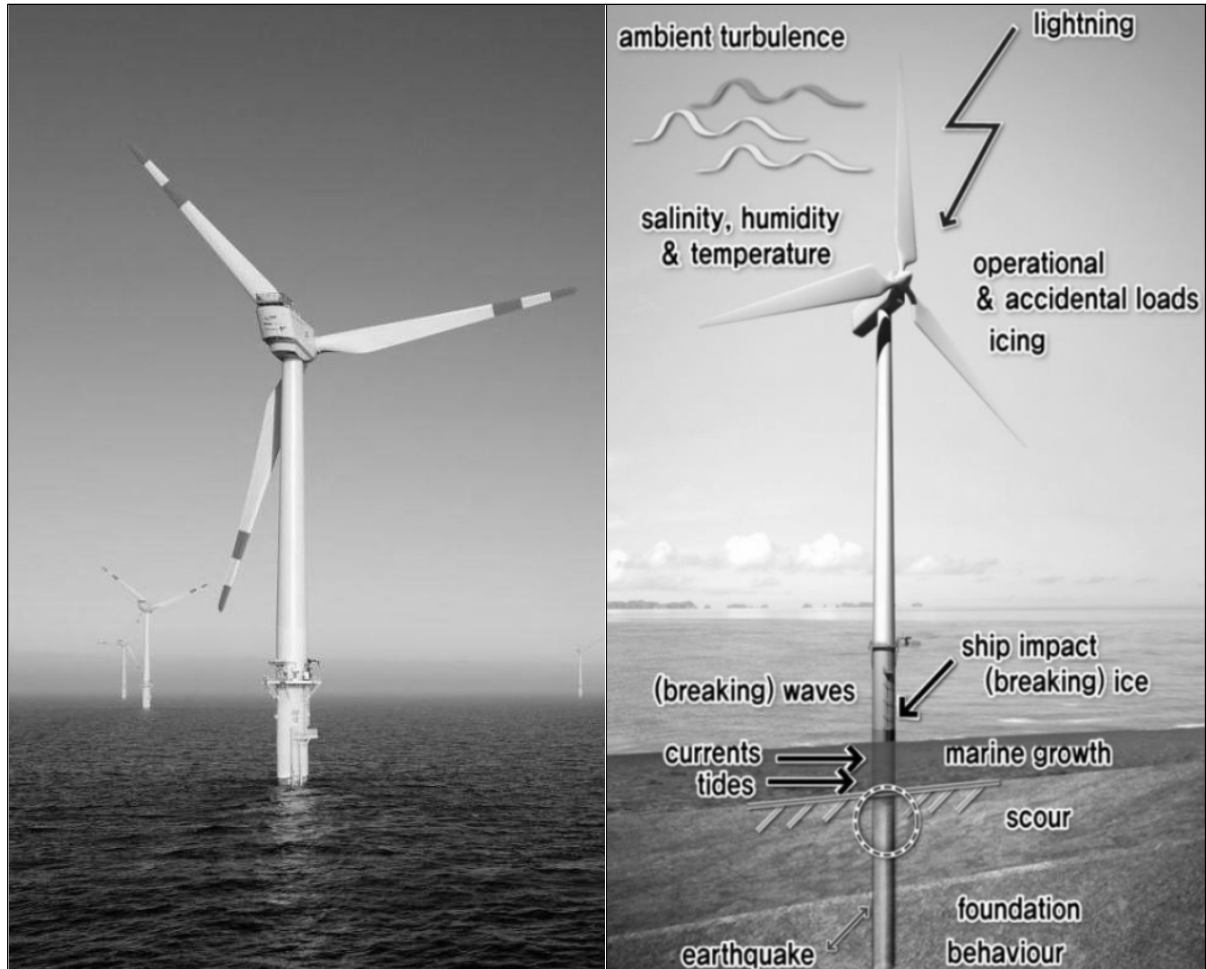
구 분	API RP2A (미국)	DNV-OSJ101 (노르웨이)	GL (독일)	IEC 61400-3 (국제기술서)
목 적	해양구조물 범용설계서	해상풍력발전 전용설계서	해상풍력발전 전용설계서	해상풍력발전 전용설계서
극한하중	100년 주기	50년 주기	50년 주기	50년 주기
한계상태	ULS, SLS	ULS, SLS	ULS, SLS	ULS, SLS
설계방법	한계상태/허용응력 설계	한계상태설계	한계상태설계	한계상태설계

- 아래의 기준은 참고용으로 국내 해상풍력 기본설계 시 적용한 설계 기준 및 주요 설계내용을 예로 정리한 것이다. 실제 풍력발전기 기초구조물 설계 시에는 현장 환경 및 채택한 설계기준 상에 명기된 내용을 기준으로 설계하도록 한다.

구 분	설 계 기 준
일반적 설계기준	• IEC 61400-3:Design requirements for Offshore Wind Turbines, 2009 • DNV OS J-101 : Design of Offshore Wind Turbine Structures, 2010 • ISO Standard • API/EUROCODE/NORSOK/AISC/ASTM/ACI/KS Code • 항만 및 어항설계기준 / 구조물 기초설계기준 / 콘크리트구조설계기준
강구조 관련 설계기준	• IEC 61400-3:Design requirements for Offshore Wind Turbines, 2009 • IEC 61400-1:Design requirements, 2005 • DNV-OS-J101:Design of Offshore Wind Turbine Structures, 2010 • GL:Guideline for certification of offshore wind turbines (latest version) • EuroCode no. 3:Design of Steel structures
콘크리트구조 관련 설계기준	• IEC 61400-3:Design requirements for Offshore Wind Turbines, 2009 • IEC 61400-1:Design requirements, 2005 • DNV-OS-J101:Design of Offshore Wind Turbine Structures, 2010 • GL:Guideline for certification of offshore wind turbines (latest version) • DNV-OS-C502:Offshore concrete Structures, July 2004 • EuroCode no. 2:Design of Concrete structures, 1992-1-1
환경설계 기준	• 수심조건, 설계파랑, 설계조류속, 설계풍속, 비말대(Splash Zone), 해양부착물(Marine Growth) 등
구조물 설계기준	• 구조물의 피로해석(Fatigue Analysis)시 기준인 구조물의 내용연수 • 구조물의 기능유지 및 내용연수 유지 기준인 부식방지 및 부식허용치
하중계수	• ULS에 대한 하중계수, FLS에 대한 하중계수, SLS에 대한 하중계수, 각각의 재료에 대한 재료계수가 있다. • 극한한계상태(ULS) : 일반적으로 작용한 최대 하중에의 저항에 해당 • 피로한계상태(FLS) : 반복적인 작용의 축적 효과에 해당 • 사용한계상태(SLS) : 정상기능 사용을 지배하는 기준에 해당

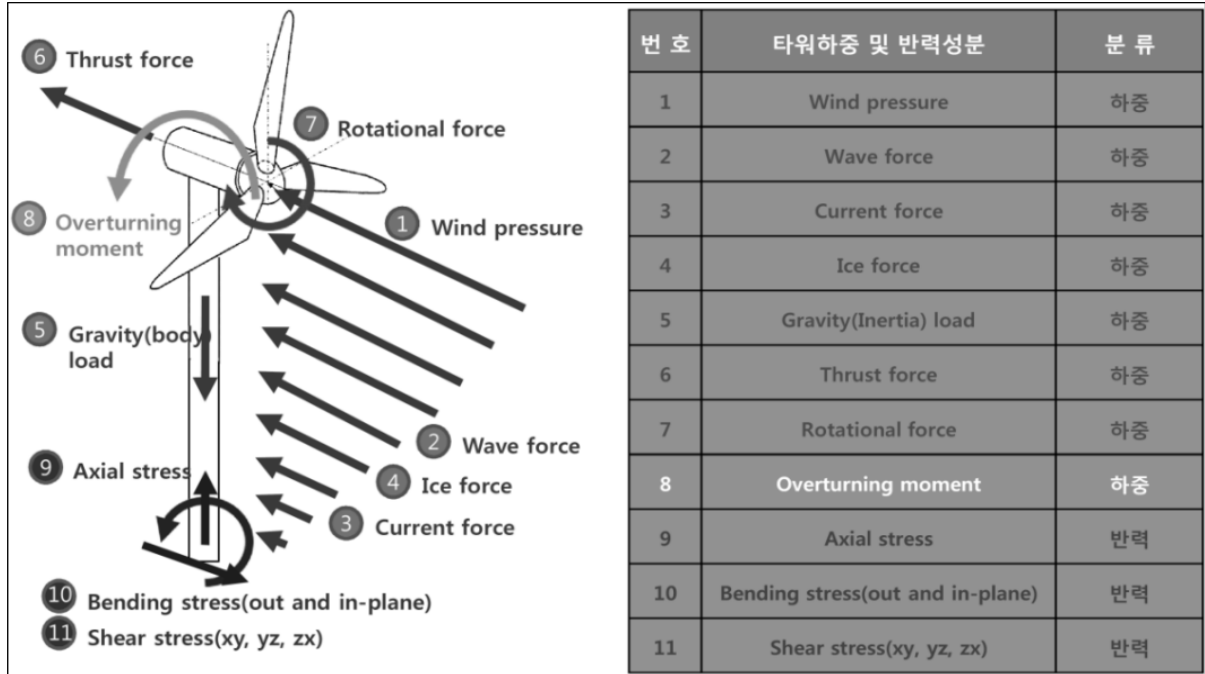
3) 기초구조물 설계

○ 구조물에 영향을 미치는 환경요인들은 아래와 같다.

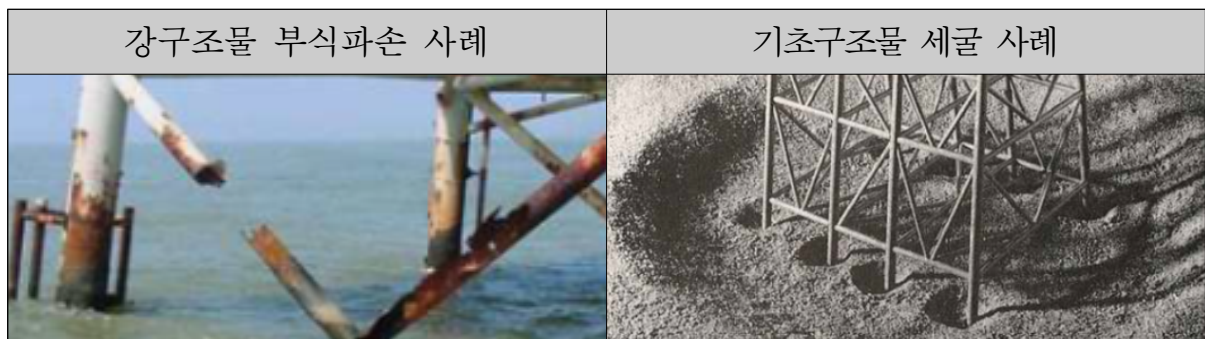


○ 구조물 설계에 사용되는 하중은 일반적으로 아래와 같으며 현장여건 및 기초구조물 계획에 적합하게 선택 및 추가하여 적용하도록 한다.

고정하중(dead load)	• 기초구조물 및 Pile의 자중 • Transition piece 자중 • Grout, Grout seal, Crown Plate • 각종 부속시설 • 헬기중량(필요시)
풍력발전기 하중	• 기자재(타워, 너셀, 허브, 블레이드) 설치 후 발전기 운용시 기초구조물에 작용하는 하중
환경 하중	• 파력 • 풍하중 • 지진하중 • 조류력(수류력) • Buoyancy Forces(부력) • 해양부착물(Marine growth)



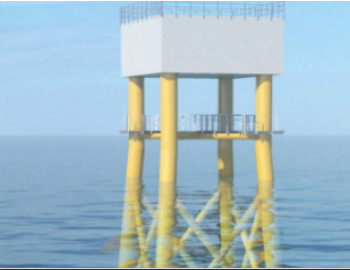
- 구조해석 및 단면검토는 구조해석결과 및 단면검토에 대한 신뢰성 확보를 위해 가급적 해상풍력발전기 기초구조물 해석 또는 항만구조물 해석 분야에서 검증된 프로그램(예 : SACS, Design and Analysis Software for Offshore Structures)을 적용하는 것이 바람직하다.
- 내진설계의 경우 국내 해상에 설치되는 점을 고려하여 국내 항만 시설물 또는 해양구조물 내진설계 기준에 적합 수행하도록 한다.
- 공진검토를 통해 기초 진동이 발전기의 운전에 미치는 영향을 최소화 하도록 기초의 고유진동수와 발전기의 운전속도가 서로 공진현상 (Resonance)을 발생시키지 않도록 설계한다.
- 풍력발전기와 기초구조물의 통합해석을 통한 기초구조물의 안전성을 검토한다. 기초구조물이 강구조물인 경우에는 적절한 염분에 대한 부식 방지대책을 수립하여야 하며, 모든 기초구조물에 대해 세굴방지대책 을 수립 하여야 한다.



4) Transition Piece 설계

Transition Piece란 전체적인 부재의 형상이 변화하거나 구조적인 거동이 상이한 부재를 연결하는 부분을 말하며, 주로 타워의 연직도 확보를 위한 레벨링 용도 및 기자재에 발생하는 하중을 기초구조물에 원활히 전달하기 위한 용도로 쓰인다.

- Transition Piece는 기초구조물 형식별로 불필요한 경우도 있으며, 다양한 형태의 Transition Piece가 특허출원 및 출원중에 있으므로 기초구조물 계획시 필요성 및 특허침해 여부에 대한 검토가 필요하다.

형 태			
개발사	OWEC TOWER AS	RAMBOLL	REPOWER

[그림 2-9] Transition Piece 개발 현황

- 설계기준 및 조건의 경우 일반적으로 아래의 기준들이 있으며, 기초구조물과 동일하게 설계자의 판단에 따라 현장여건에 적합한 별도의 국내 및 해외 설계기준을 적용할 수 있다.

관련기준	• DNV-OS-J101 Design of Offshore Wind Turbine Structures • GL Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines, 2012 Ed. • API Offshore Structure standards RP 2A • 한국선급 '해상풍력발전 시스템의 기술기준'
------	---

- Transition Piece는 기자재에 작용하는 하중을 기초구조물에 전달하는 역할을 하므로 설계시 하중은 Tower Bottom부에 작용하는 하중들 중에서 가장 큰 하중을 적용하여 설계를 수행한다.

5) 파일(Pile) 설계

- 파일은 상부기자재로부터 Transition Piece을 통해 기초구조물에 전달된 하중들을 지반으로 전달하는 역할을 하므로 기초구조물 설계시 적용한 설계기준을 토대로 파일단면검토, 지지력 검토, 변위량 검토, 침하량 검토를 통해 파일의 안정성을 확보한다.

6) 부대공사 설계

- 안전시공과 유지관리를 위한 보트랜딩 시설, 플랫폼 시설, 접근사다리, 안전난간 등의 설계를 수행한다.

다. 해상변전소 기초구조물(Substructure) 설계

변전소는 전기통신분야, 건축분야, 기계·설비분야, 부속설비(헬기장 등)분야 등 여러 분야의 계획들이 연관되어 있는 인터페이스이므로 관련분야들과의 인터페이스를 통해 기초구조물을 계획하여야 한다.

해상변전소 설계 시 고려사항			
토목분야	• 구조물의 설치 위치 결정 • 구조물의 형태 및 규모 결정 • 구조물의 모델링 및 해석 : 정역학적 해석, 지진해석, 피로해석, 설치해석, 해상운송해석, 하역해석		
건축분야	• 유지보수 동선을 고려한 각 설비 및 거주구 배치 • 주 변압기실, 고·저압 배전반실, 축전지실, 발전기실, 제어실, 거주구 • 내·외장재 선정, 창문 배치		
전기분야 통신분야	<table border="0"> <tr> <td> • 주변압기의 형식 및 용량 결정 • 예비전원설비(디젤발전기 등) • 동력, 전등, 전열 설비 • 전기방식 • 유·무선 통신 설비, CCTV </td><td> • GIS 차단기 규격 • 화재예방 설비 • 접지 및 낙뢰 보호 설비 • 원격제어 및 감시 설비 </td></tr> </table>	• 주변압기의 형식 및 용량 결정 • 예비전원설비(디젤발전기 등) • 동력, 전등, 전열 설비 • 전기방식 • 유·무선 통신 설비, CCTV	• GIS 차단기 규격 • 화재예방 설비 • 접지 및 낙뢰 보호 설비 • 원격제어 및 감시 설비
• 주변압기의 형식 및 용량 결정 • 예비전원설비(디젤발전기 등) • 동력, 전등, 전열 설비 • 전기방식 • 유·무선 통신 설비, CCTV	• GIS 차단기 규격 • 화재예방 설비 • 접지 및 낙뢰 보호 설비 • 원격제어 및 감시 설비		
기계분야	<table border="0"> <tr> <td> • 중량물 운반 설비 • 위생설비 • 담수화 설비(식수탱크) • 폐유저장탱크 </td><td> • 냉난방 공조설비 • 오·폐수 처리 • 디젤저장탱크설비 </td></tr> </table>	• 중량물 운반 설비 • 위생설비 • 담수화 설비(식수탱크) • 폐유저장탱크	• 냉난방 공조설비 • 오·폐수 처리 • 디젤저장탱크설비
• 중량물 운반 설비 • 위생설비 • 담수화 설비(식수탱크) • 폐유저장탱크	• 냉난방 공조설비 • 오·폐수 처리 • 디젤저장탱크설비		

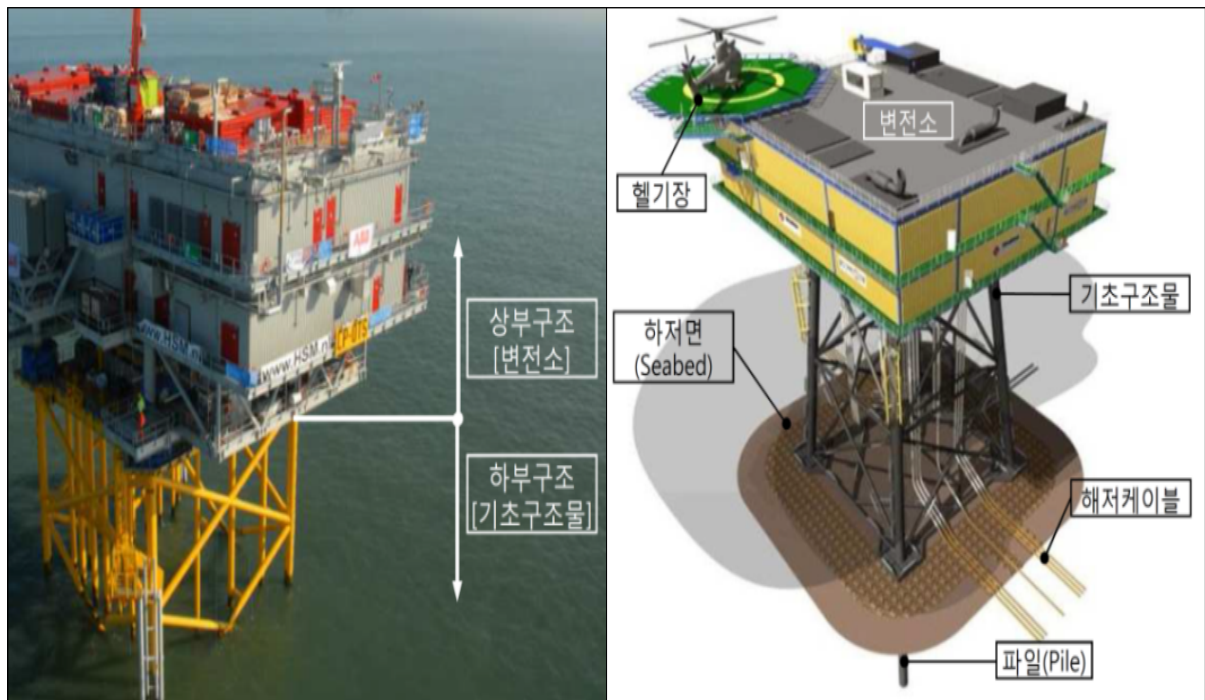
- 아래의 기준은 해상변전소 기초구조물 설계기준을 정리한 것이다. 실제 해상변전소 기초구조물 설계 시에는 현장 환경 및 채택한 설계기준 상에 명기된 내용을 기준으로 설계하도록 한다.

구 분	설 계 기 준
해상변전소 기초구조물 설계기준	• IEC 61400-1, Design requirements, 2005 • IEC 61400-3, Design requirements for Offshore Wind Turbines, 2009 • DNV-OS-J101, Design of Offshore Wind Turbine Structures, 2010 • Euro Code no.3, Design of Steel structures • API-RP-2A (LRFD), Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms • AISC, Fabrication and Erection of Structural Steel of Buildings, Specification for Design • AWS, D1.1 Structural Welding Code • API-RP-2L, Planning, Designing and Constructing Helicopters for Fixed offshore Platforms • ASCE 7-98, Minimum Design Loads for Building and Structures • ASTM, Application of Materials Specified in Civil/Structural Specification • UBC, Uniform Building Code • 기타 항만 및 어항 설계기준, CIGRE 483, 고정식 해양구조물 기준

- 구조물 설계에 사용되는 하중은 일반적으로 아래와 같으며 현장여건 및 기초구조물 계획에 적합하게 선택 및 추가하여 적용하도록 한다.

고정하중	• 기초구조물 및 Pile의 자중 • 변전소 하중(각종 설비들에 의한 하중 포함) • 각종 부속시설 • 헬기중량(필요 시)
환경하중	• 파력 • 풍하중 • 해양부착물(Marine growth) • 조류력(수류력) • Buoyancy Forces(부력) • 지진하중

- 해상변전소 위치 및 설치개소는 ‘2.1.2 예비타당성 조사/마. 계통연계 방안 조사/2) 해상변전소’ 편을 참조하며, 계통연계 분야와 협의를 통해 결정하도록 한다.
- 해상변전소 기초구조물 형식은 ‘2.1.2 예비타당성 조사/해상변전소 기초구조물 형식’ 편을 참조하도록 하며, 현장조사 및 작용하중, 변전소 계획 등을 토대로 적정한 기초구조물 형식을 선정하도록 한다.
- 기초구조물이 강구조물인 경우에는 적정한 염분에 대한 부식방지대책을 수립하여야 하며, 모든 기초구조물에 대해 세굴방지대책을 수립하여야 한다.



[그림 2-10] 해상변전소 조감도

라. 계통연계(Grid Connection) 설계

- ‘2.1.3 풍력발전단지 설계/나. 현장조사/5) 전력계통 경과지 조사’에서 조사된 자료들을 토대로 계통연계 설계를 수행한다.
- 계통연계는 발전기와 해상변전소를 연결하는 내부전력망(Array cable or inter array)과 해상변전소와 육상변전소를 연결하는 외부전력망(Transmission cable or export cable)으로 구분된다.

○ 계통연계 설계에 적용 가능한 설계기준은 아래와 같다.

구 분	설 계 기 준
계통연계 설계기준	• 전기사업법, 전기공사업법, 동 시행령 및 시행규칙 • 한전 전기공급약관 • 한전 송·배전용전기설비 이용규정 • 한전 분산형전원 배전계통연계 기술기준 • 대단위 해상풍력 연계기준(안) 검토 • 전기설비 기술기준, 내선규정 • 전기용품안전관리법, 동 시행령 및 시행규칙 • 전기통신기본법, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 • 환경보전법, 동 시행령 및 시행규칙 • 소방법, 소방기술기준에 관한 규칙 • 산업안전보건법, 동 시행령 및 시행규칙 • KS(Korean Standards) • NEMA(National Electrical Manufactures Association) • IEC(International Electrotechnical Commission) • ANSI/IEEE(American National Standards Institute/Institute of Electrical and Electronics Engineers) 등

○ 설계 시 '2.1.2 예비타당성 조사/가. 계통연계방안 조사' 및 '2.1.4 풍력 발전단지 설계/가. 현장조사/5) 전력계통 경과지 조사'편을 참조하도록 한다.

설 계 기 준	
풍력터빈 용량, 풍력단지 Layout ⇒ Internal Grid Design	• 케이블 선종/조장 산정, 종단접속재 선정 • 해저통신케이블 - 해저 광복합 전력케이블로 일체화 가능
계통연계 거리, 발전용량, 연계전압 ⇒ Collector System Design	• 케이블/Termination 사양 및 수량 결정 - 육지케이블, 해저케이블 • 주변압기 수량 및 용량 결정, 비상 발전기 용량 산정 • Switch Board(incl. Switchgear) 수량 결정 • 변전소 Layout 결정 및 소요면적 하중계산 - 전력설비, 소화설비, 헬기 착륙장, 크레인 사무실 등
LVRT, Power factor, Voltage Drop, 고조파 기준 ⇒ 계통해석 및 안정도 평가	• 연계방식 결정 (HVDC/HVAC), Contingency 해석 • Collector System 최적화 - 용량 및 사양 • 무효전력보상장치 용량 산정

마. 시공계획 수립

기자재 및 기초구조물의 제원과 중량을 검토하여 최적의 설치방안을 도출하며, 이에 따른 장비 수급계획 및 해상장비 운영방안을 수립함으로써 발전단지 예정공기 달성 및 시공 안정성, 경제성이 확보되도록 한다.

- 국내 업체가 보유한 해상장비를 조사하여 시공장비를 상부구조물과 하부구조물로 분리하여 각 공급사별 터빈에 맞는 장비조합을 통하여 설치방안을 검토하여야 하며, 또한 터빈 공급사에서 제시한 설치 메뉴얼을 참조하여 시공방법 및 장비조합에 대한 적정성을 검토하여야 한다.
- 기초파일 시공을 위한 장비 선택시 지반조사 결과를 토대로 지층 구성 및 심도를 고려하여야 한다. 시공시 투입될 해상장비의 운항조건 검토시 수심조사 결과를 토대로 수심을 고려하여야 한다.
- 기자재·기초형식, 기자재·기초구조물 중량, 시공방법이 결정되면 건설장비 수급가능 여부를 확인하고 장비 운영방안을 수립하여야 한다.
- 해상작업가능일수 선정시 공휴일, 강우량, 안개 일수, 바람, 태풍발생 기간, 온도(동절기)에 대해서 조사한 자료를 토대로 산정한다.
- 시공계획 수립 시 시공 난이도, 구조물형식 및 안전성, 공사기간, 공사비 등을 고려하며 기자재 공급사에서 별도의 시공방법을 제시할 경우 이에 따른 해상장비 운영방안도 추가로 제시되어야 한다.
- 가설공법은 가급적 국내에서 시공이 완료되어 운영 중인 시공실적이 있고 검증이 완료된 공법에 대하여 적용하도록 하며, 새로운 형식의 가설공법은 자문 등을 통해 면밀히 검토할 필요가 있다.
- 장비수급의 경우 대용량 해상장비(해상풍력발전기 설치전용선(WTIV⁴⁾) 등의 경우 장비보유 대수, 임대료, 장비 스케줄 등이 유동적이므로 국내 업체가 보유한 장비를 위주로 해상장비 운영방안을 검토하며, 대용량장비의 사용시에는 공사비, 임대가능 여부에 대한 면밀한 검토가 필요하다.

4) WTIV(Wind Turbine Installation Vessel) : 해상풍력발전기 전용설치선

○ 해상풍력발전단지 조성에 사용되는 주요장비와 기능은 아래와 같다.

구 분	기 능	장비 전경
해상크레인 (Floating crane)	• 기자재 또는 기초구조물 운반 및 설치	
잭업 바지선 Jack-up barge	• 기자재 또는 기초구조물 설치	
플로팅 바지선 (Floating barge)	• 기자재 또는 기초구조물, 각종 장비 운반	
예인선 (Tug boat)	• 기자재 또는 기초구조물을 적재한 부선(Barge) 이나 타운선 등을 예인	
항타장비 (Pile hammer)	• 기초구조물 파일(Pile) 항타 및 지반 근입	
해상풍력발전기 설치전용선 (WTIV)	• 기자재 적재 및 운반, 설치	
배치플랜트선 (Batcher plant)	• 속채움 콘크리트 또는 그라우팅용 모르타르 생산 및 타설	
해저케이블 설치선 (Cable Laying Vessel)	• Cable의 운반 및 설치	

○ 기자재 운반 및 하역, 선적, 적치장(지원항만시설) 계획수립

- 기자재 운반 및 하역, 선적, 적치장 계획수립시 기자재 설치방법에 따른 지원항만시설 가용면적(기자재 조립 및 보관, 하역, 선적 시 소요 면적), 운반경로 등을 조사하여 계획을 수립하여야 한다.
- 기자재의 경우 육상으로 운반할 경우 도로여건(폭원, 곡선반경 등), 교량(통과중량 제한 등), 터널 및 지하차도 시설한계(운송차량에 기자재 적재시 통과가능높이) 등의 제약조건이 많으므로 기자재 제작공장에서 지원항만시설까지 가급적 해상운반을 권장한다.
- 부득이하게 육상운송이 필요한 경우에는 사전조사를 통해 운송경로에 대한 철저한 검토 및 대책을 수립함으로써 발전단지 조성일정에 차질이 발생하지 않도록 한다.

차량의 통과높이 제한(시설한계) 및 교량통과중량 제한 표시사례



기자재 운반

육상 운반 사례



해상 운반 사례





○ 기초구조물 제작 및 운반, 설치계획 수립

- 기초구조물의 경우 형식별로 크기 및 중량에 다소 차이가 있으나, 일반적으로 육상운반을 하기에는 적합하지 않다. 그러므로 가급적 기초구조물 제작장(지원항만시설)을 발전단지 대상지에서 가까운 곳으로 하는 것이 바람직하다.
- 기초구조물 운반 및 설치계획은 기초구조물의 중량, 형식, 수심, 운반선의 흘수를 고려하여 선적하는 곳의 수심, 공사기간, 장비의 수급현황, 기상 및 해양조건을 고려하여 수립하도록 한다.



기초 구조물 설치 사례



○ 기자재 설치계획 수립

- 기자재 공급사에서 제시하는 설치방법, 기자재 운반방법, 기자재 중량, 수심, 공사기간, 장비 수급, 기상·해양조건을 고려하여 수립한다.

블레이드 설치 방안			
구 분	Single blade installation method	Bunny ear installation method	Rotor star installation method
개 요	개개의 기자재 현장운반 및 허브 설치후 블레이드를 1개씩 순차적으로 설치	너셀 및 허브에 블레이드 2개를 조립하여 현장운반 및 설치후 나머지 블레이드 1개설치	허브에 블레이드 3개를 조립후 현장운반 및 설치
시공순서	기초구조물 제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→타워설치→너셀설치→허브설치→블레이드 1개씩 순차적 설치	기초구조물 제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→타워설치→너셀+허브+블레이드2개 일괄설치→블레이드 1개 추가설치	기초구조물 제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→타워설치→너셀+허브+블레이드 3개 일괄설치
시공전경			
시공사례	• London array offshore wind farm • Anholt offshore wind farm	• Kentish Flats Offshore Wind Farm • Robin rigg offshore wind farm	• Alpha Ventus offshore wind farm • Thorntonbank offshore wind farm

풍력발전기 시공방안 사례			
구 분	부분가설방안	일괄가설방안	전용선 이용방안
개 요	기초구조물 선시공 후 Barge를 통해 운반된 발전기 부분을 Crane이 탑재된 Jackup Barge를 이용해 순차적으로 가설	기초구조물 선시공 후 육상에서 제작된 상부구조물(타워+너셀+허브+블레이드)을 해상크레인 으로 운반하여 일괄가설	기초구조물 선시공후 풍력발전기 상부구조물 (타워, 너셀, 허브, 블레이드) 모든 부분들이 적재된 전용선을 이용해 해상에서 순차적 가설
시공순서	기초구조물제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→상부구조물(타워, 너셀, 허브, 블레이드) 순차적 운반 및 설치	기초구조물 제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→상부구조물(타워+너셀+허브+블레이드) 조립 후 운반 및 설치	기초구조물 제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→상부구조물(타워, 너셀, 허브, 블레이드) 일괄 운반 및 순차적 설치
시공전경			
시공사례	•Alpha Ventus offshore wind farm •Thorntonbank offshore wind farm	•Beatrice windfarm project •Donghai Bridge offshore wind farm	•Gunfleet Sand offshore wind farm •Meerwind Sand offshore wind farm

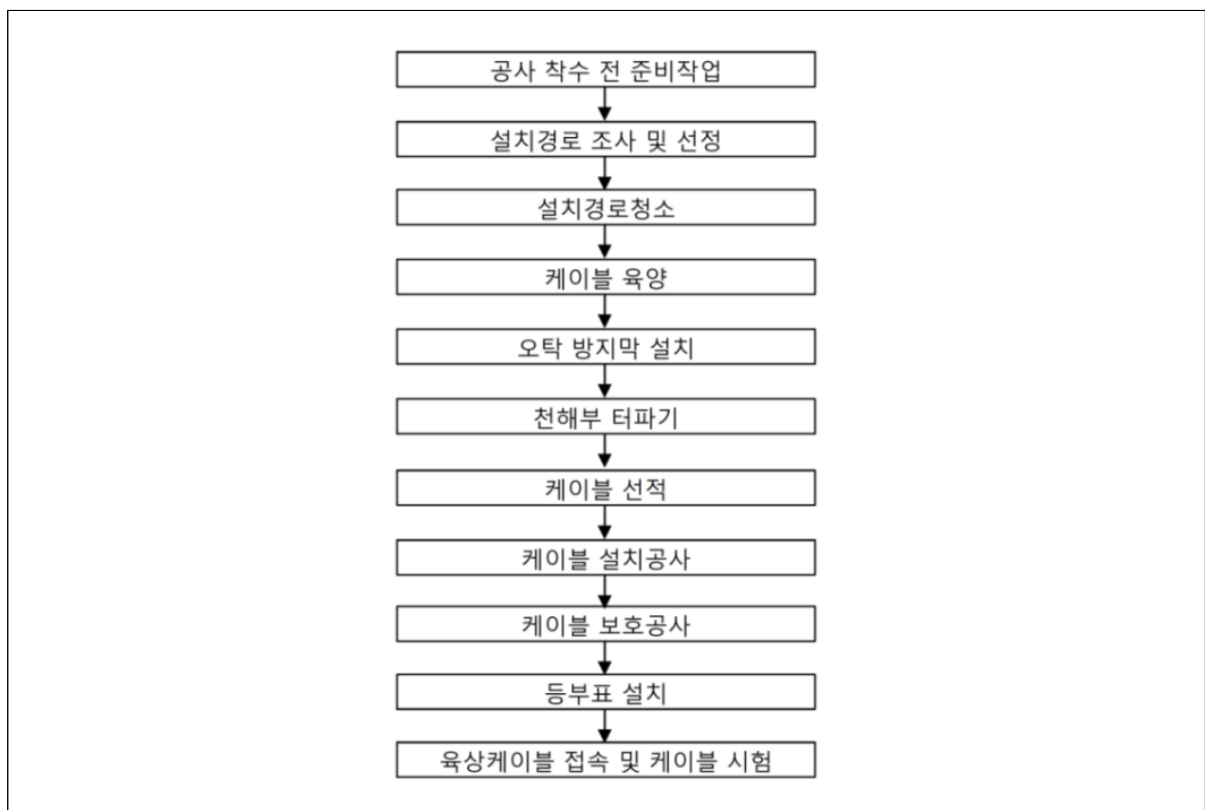
○ 해상변전소 시공계획 수립

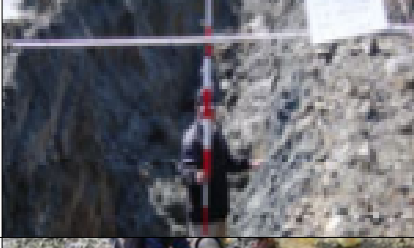
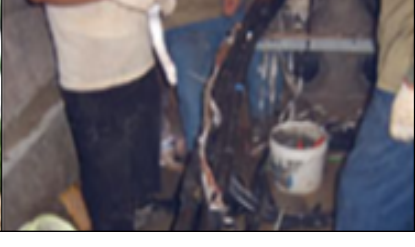
- 해상변전소 시공계획은 풍력발전기 기자재 및 기초구조물 설치계획, 해상변전소 기초구조물 운반 및 설치계획, 기초구조물의 중량, 형식, 수심, 운반선의 흘수를 고려하여 선적하는 곳의 수심, 공사기간, 장비의 수급 현황, 기상·해양조건을 고려하여 수립한다.
- 해상변전소 시공순서는 기초구조물 형식선정→기초구조물 제작→기초구조물 운반→기초구조물 설치→변전소 제작(육상)→변전소 운반→변전소 설치 순으로 진행되며, 주요공정은 아래와 같다.



○ 계통연계 시공계획 수립

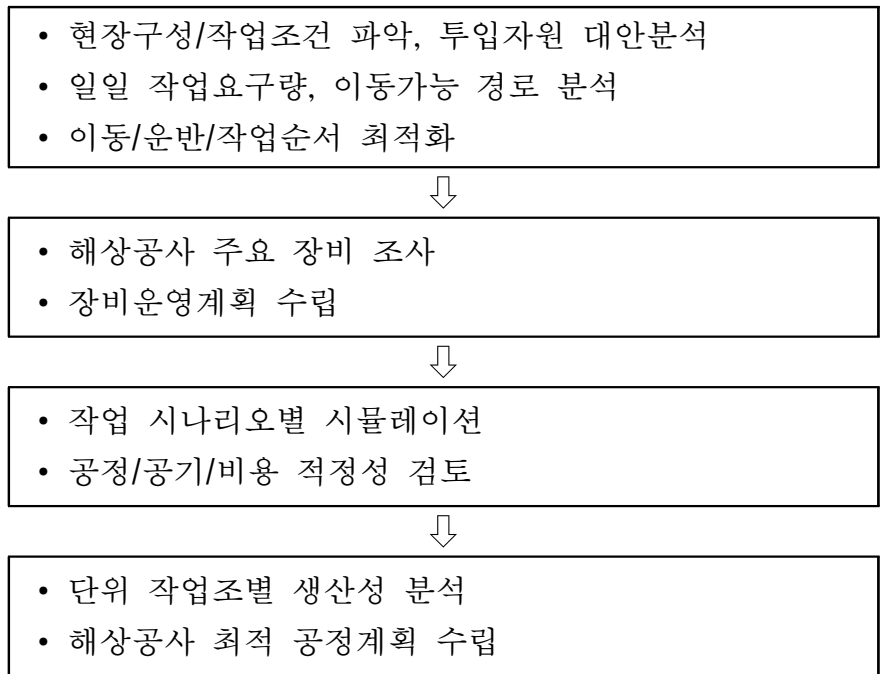
- 계통연계 시공계획은 발전기 기초구조물 및 기자재 설치일정, 해상변전소 설치일정, 케이블 매설방법·일정, 공사기간, 장비의 수급현황, 기상·해양 조건을 고려하여 수립한다.
- ‘2.1.4 풍력발전단지 설계/가. 현장조사/5) 전력계통 경과지 조사’ 및 라. 계통연계(Grid connection) 설계’를 토대로 시공계획을 수립한다.
- 계통연계 시공 중 주요공정인 케이블 설치는 해저케이블 설치과 육상 케이블 설치 구분된다. 육상케이블 설치의 지중송전선로와 가공송전선로로 나뉜다. 아래의 표는 일반적인 해저케이블 설치순서를 나타낸 것이다.



해저케이블 설치			
해저케이블 설치	해저 조사 및 루트 청소		
	케이블 육양		
	케이블 포설 및 매설		
	케이블 보호공 설치		
	육상 육양부 트랜치 작업		
	주철관 취부 및 콘크리트 보호 작업		
	직선접속 및 종단접속		

○ 공정관리 계획 수립

- 풍력발전사업은 발생하는 전력을 판매하여 수익을 올리는 투자사업 이므로 효과적인 공정관리를 통해 시공공정 최적화가 필요하다. 이를 토대로 조속한 상업운전이 되도록 발전단지 조성기간(공사기간)을 최소화하여야 한다. 아래의 표는 시공공정 최적화를 위한 흐름도이며 발전단지 규모, 기자재, 건설장비 수급여건, 현장여건 등 발전단지 조성과 관련된 여러 요인들을 종합적으로 분석하여 공정관리 계획을 수립하여야 한다.



○ 품질관리 계획 수립

- 시공단계별 선행공정, 후행공정간 절차서에 의한 검사와 점검으로 품질 향상을 목적으로 한다.
- 품질관리 자료의 DB화로 하자의 사전예방 및 문제해결의 기초자료로 활용한다.

○ 안전관리 계획 수립

- 공사현장에 적절한 안전시스템이 구축되고 정착되도록 한다.
- 사고 및 직업 유형별 안전방안을 도출하고 안전점검이 일상화 되도록 한다.
- 안전한 근로환경을 조성하여 작업능률이 향상되고 공기가 지연되는 것을 사전에 예방한다.

○ 환경관리 계획 수립

- 공사 중 자연환경, 생활환경, 기타환경 등에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 저감대책을 수립하여 건전하고 지속가능한 개발이 되도록 한다.
- 환경저감대책을 반영하여 친환경적 발전단지건설, 예기치 못한 환경 영향 및 민원발생 방지가 되도록 한다.

바. 운영 및 유지관리방안 수립

- 유지관리란 시스템을 항상 최상의 운전 상태로 유지하기 위해 각 장치의 시험, 조정, 수리, 복구 등을 하는 것을 의미한다.
- 유지관리는 프로그램에 의해 자동적으로 해결할 수 있는 경우와 유지관리자의 수조작에 의해 해결될 수 있는 경우로 나누어지는데 풍력발전의 경우에는 두가지 방식이 모두 사용되고 있다.
- 국내 최대 육상풍력발전단지인 강원풍력단지와 영덕풍력단지의 경우 6개월마다 정기점검을 실시하고 있으며, 각 기기마다 2~3일 간격으로 점검을 하여 가동율을 90% 이상으로 유지하고 있다.
- 강원풍력단지(총 시설용량 98MW)의 경우 대표자를 포함하여 7명이 현지에서 유지보수 작업을 수행하고 있으나, 기계적인 유지보수는 해외의 기술력 의존도가 높은 실정이다.
- 국내외 풍력발전단지의 경우 자체적으로 관리소를 운영하고 있으며, 발전상황 및 발전기의 작동 상황을 모니터링하고, 풍력발전기를 유지하기 위한 각종 유지보수 업무를 수행하고 있다.
- 유지보수를 전문으로 하는 전문기업이 있을 경우, 관리실에서는 관리업무와 모니터링만을 수행하고, 원활한 발전단지 운영을 위해 유지보수 업무는 전문기업에 위탁하는 방식도 가능할 것으로 판단된다.
- 풍력발전기 도입 시 일정기간(1~3년)동안 기계적 결함에 대한 A/S가 가능하고 협의결과에 따라 기간 연장이 가능할 것으로 판단되므로, 발전기 공급업체와의 충분한 협의를 통해 A/S기간을 가능한 최대로 확보할 필요가 있다.
- 해상풍력발전을 운영하기 위해서는 기본적으로 인원 및 부품을 조달

할 수 있는 작업선이 필요하므로 경제성과 용도를 고려하여 작업선의 도입 여부를 결정할 필요가 있다. 헬기의 경우 과도한 비용이 소요되므로 발전단지 규모별로 면밀한 검토가 필요하다.



사. 총사업비 산정

○ 총사업비 산정시 사용되는 항목은 아래의 표와 같다.

총사업비 항목			
구분	항 목	세 부 내 역	
비용	초기투자비	• 공사비 - 풍력발전기 공사 - 기초구조물 공사 - 계통연계 공사 - 해상변전소 공사	• 어업보상비 • 설계비(인허가비 포함) • 감리비 • 예비비 • 금융비
	유지관리비	• 운전유지비 • 공유수면 점·사용료	• SPC 운영비 • 보험비

아. 사업성 분석

해상풍력발전기 배치 및 발전량 추정 결과를 토대로 해상풍력 발전단지 건설계획 등을 구체적으로 설정하고 설계 결과를 기반으로 사업의 경제성, 리스크 평가를 실시하며, 사업의 타당성을 검토하여 본격적인 계획수립, 자금조달, 계약을 진행한다.

1) 사업성 분석 정의

- 해상풍력발전사업을 추진하기 위하여 투자금액과 회수금액을 산정후 수익성 여부를 검증하여 사업추진여부를 결정하기 위한 분석 작업을 말한다. 해상풍력발전단지 조성에는 막대한 자금이 소요되며 효과적인 사업 시행을 위해서는 사전에 사업 타당성 분석이 선행되어야 한다.

2) 사업성 분석 방법

- 사업타당성을 평가하기 위해 순현재가치(NPV: Net Present Value), 내부수익률(IRR: Internal Rate of Return), 편익비용비(Benefit/Cost Ratio) 등의 경제성 평가지표를 토대로 판단한다.
- 경제성 평가시 주요 고려항목
 - AEP(연간 에너지발전량)
 - 해상풍력 발전단지에서 생산되는 연간 에너지발전량은 사업의 경제성을 판단하는 가장 중요한 요소이기에 AEP의 정확한 예측이 사업성 판단에 중요하다.
 - 편익 분석을 위한 연간 에너지발전량(AEP) 계산은 해당부지의 장기 평균풍속의 추정치를 계산하여 적용한다. 풍속 추정치를 바탕으로 풍력발전기가 연간 생산할 수 있는 에너지 분포(AEP, 정규분포)와 확률기반 에너지 생산레벨(PX)을 도출한다. PX 에너지는 X% 이상의 확률로 공급 가능한 연간 에너지를 나타내며 P99는 99%, P90은 90%, P50은 50% 이상의 확률로 공급 가능한 연간 생산에너지이다.
 - 투자자 유형에 따라 서로 다른 민감도의 AEP가 적용된 경제성 분석 결과를 활용할 수 있으며, 각 민감도 별 AEP의 의미와 활용은 다음과 같다.

민 감 도	내 용
P50	예측된 AEP 보다 실제 발전량이 더 높을 확률이 50%인 것을 의미함.
P75	예측된 AEP 보다 실제 발전량이 더 높을 확률이 75%인 것을 의미함.(금융기관에서 주로 사용함)
P90	예측된 AEP 보다 실제 발전량이 더 높을 확률이 90%인 것을 의미함.
P99	예측된 AEP 보다 실제 발전량이 더 높을 확률이 99%인 것을 의미함.

- SMP(계통한계가격, System Marginal Price)
 - 편익항목 중 하나인 SMP는 경제성에 큰 영향을 주는 중 하나이다. 해상풍력의 전력판매수익은 전력거래시장의 SMP 단가에 발전량을 적용하여 결정된다. 향후 단지운영 기간동안의 SMP 전망은 기존 문헌자료를 활용하거나, 별도의 SMP 전망 용역을 수행하여 값을 적용한다.
- REC(신재생에너지 공급인증서, Renewable Energy Certificate)
 - 편익항목 중 신재생에너지 공급인증서(REC) 거래 수익은 REC 거래 단가 및 가중치에 발전량을 적용하여 결정된다. 신재생에너지 공급의무화제도(RPS) 하에서 평균 REC 단가는 전력거래소 홈페이지에서 확인 가능하며, 가중치는 정부정책에 의해 신재생에너지원별로 고시된다. 한편, REC에 대한 거래유형(입찰방식의 현물시장, 장기공급계약과 같은 계약시장)에 따라 사업성 분석시 단가 가정을 달리 할 수도 있다.
 - 신재생에너지 공급의무화제도(RPS)는 의무발전 비율, REC 가중치 지원 등을 통해 신재생에너지 발전사업의 활성화를 지원하는 제도이다.
 - RPS제도는 해상풍력단지 운영기간 중 REC 가중치 변동체계를 선택할 수 있으며, 풍력발전기 ESS연계와 지역주민 참여 사업에 가중치 혜택을 부여하는 등 해상풍력발전사업의 경제성을 향상시킬 수 있는 다양한 세부정책을 지원한다. 따라서 사업자는 사업계획시 정부정책과 연관된 해상풍력사업에 대한 수익구도 및 방식에 대해 사전 고려하여 이를 경제성 분석에 반영해야한다.

구 분	공급인증서 가중치	대상에너지 및 기준	
		설치유형	세부기준
해 상 풍 력	1.5	해상풍력(연계거리 5km이하)	
	2.0	해상풍력(연계거리 5km초과), 지열, 조력(방조제 無)	고정형
	1.0~2.5		변동형
	5.5	ESS설비(풍력설비 연계)	'15년
	5.0		'16년
	4.5		'17년

산업부 고시 2014-164호, 2014.9.12 시행(단, 개정된 가중치는 6개월이 지난후 적용됨)

[표 2-1] 해상풍력 REC 가중치

대상에너지 및 기준	공급인증서 가중치 및 적용기간		
	2.5	2.0	1.0
해상풍력 (5km 초과)	1~5년차	6~15년차	16년차~

[표 2-2] 운영기간에 따른 해상풍력 변동형 REC 가중치

- 경제성 평가지표를 토대로 도출된 결과를 통해 사업의 성패여부를 가늠할 수 있다.

구 분		내 용
단지조건	용량	• MW
	풍속	• 연평균 풍속자료 활용(m/s)
비 용 (Cost)	총사업비	• 어업보상비, 설계비(인허가포함), SPC운영비, 감리비, 예비비보험비, 금융비
	O&M	• 운전유지비, SPC 운영비, 공유수면 점·사용료, 보험비
	기타	• 기타 부대비용
편 익 (Benefit)	전력판매비	• SMP(계통한계가격)
	REC판매비	• 입찰방식의 현물시장 또는 장기공급계약
경제성	NPV	• 순현재가치 분석
	IRR	• 내부수익률 분석
	B/C	• 편익/비용 비율

[표 2-3] 사업성 분석 결과표 예시

3) 사업 리스크 도출

- 사업타당성 분석과 함께 계획하고 있는 해상풍력 사업의 전체 프로세스(계획, 건설, 운영, 해체)상에서 발생할 수 있는 다양한 위험 요소들을 파악하고 각 위험요소들에 대한 대안을 검토하고 사업 진행여부를 결정한다.
- 해상풍력 사업의 계획과 건설단계에서 발생할 수 있는 주민들의 민원,

터빈 등 설비업체와의 계약에서 발생할 수 있는 문제, 인허가 과정에서 발생할 수 있는 문제, 인플레이션 등 정치적, 경제적, 재무적 위험 요소들이 무엇인지 파악한다.

- 운영 단계에서 급작스런 터빈의 고장 또는 정비업체들에서 발생할 수 있는 위험 요소, 인허가 등 사회적 문제, 인건비 상승 등 경제적 문제 등 위험 요소들을 파악한다.
- 해상풍력터빈 등 설비 교체 및 해상풍력 사업 종료 결정시 발생할 수 있는 사회·경제적 위험 요소들을 파악한다.
- 각 위험 요소들을 헤지할 수 있는 방안을 검토하고, 위험 요소를 포함하여서 사업 진행여부를 결정한다.

분 야	위험 요소
프로젝트의 복잡성	이해관계자와의 다자간 계약
금융	낮은 투자수익률
인터페이스	육상, 항구, 해상, 항공
기술	기초구조물, 풍력발전기, 계통연계
케이블	가능성, 경로, J-Tube 설계, 설치방법, 육·해상 경계
해상기상 조건	구조물 및 작업에의 영향
해저면 조건	지질재해, 세굴, 침전
설치	중량물 기중, 충돌, 손상
선박	선박 충돌
교통	해상교통, 항공
환경영향	퇴적, 조류, 어류
보건안전	고소작업, 밀폐구역, 전기기계작업, 구조물 파손, 화재, 선박이동, 탈출, 다이빙
운전	고장, Weather windows, 물류

[표 2-4] 해상풍력발전단지 위험요소 예시

2.2 해상풍력발전 인증(Certification)

2.2.1 풍력발전 인증

풍력발전 인증의 종류로는 형식인증, 부품인증, 프로토타입인증과 프로젝트 인증이 있으며, 인증의 결과물로 인증서(Certificate) 또는 적합확인서(Conformity Statement)가 발행된다. 특히, 프로젝트인증은 해상풍력발전에서는 중요한 항목이지만 아직 국내에는 제도가 도입되지 않았다.

가. 인증 제도

- 인증이란 제3자가 제품, 공정 또는 서비스가 지정된 요구사항에 적합하다고 서면으로 보증하는 절차(적합성 평가)로서 풍력발전기의 안전성 확보 및 국제규격에 부합하는 풍력발전 시스템을 제작하여 국제무역을 촉진하기 위한 제도이다.

나. 인증 체계

- WTO/TBT(Technical Barriers to Trade)는 표준, 기술규정, 적합성평가에 관한 협정으로 무역상대국 간에 서로 상이한 표준, 기술규정, 인증절차, 검사절차 등을 채택, 적용함으로써 상품 및 서비스의 자유로운 이동을 저해시키는 장애요소를 제거하는 취지로서 도입된 제도이다.

다. 인증의 종류

1) 형식인증(Type Certification)

- 풍력터빈 형식이 설계가정, 지정된 규격, 기술요구사항에 적합하게 설계, 문서화, 제작되었는지를 평가하며 국내 설비인증에 해당한다.

2) 부품인증(Component Certification)

- 주요 구성부품이 설계가정, 지정된 규격, 기술요구사항에 적합하게 설계, 문서화, 제작되었는지를 평가한다.

3) 프로토타입 인증(Prototype Certification)

- 형식인증을 획득하기 위하여 개발단계의 풍력터빈의 시험을 목적으로 한다.

4) 프로젝트 인증(Project Certification)

- 형식인증을 받은 풍력터빈의 기초설계 및 해저케이블 등이 사이트의 외부조건, 건설·전기규격, 기타 요구사항에 적합한지를 평가한다.

2.2.2 국내·외 인증제도 현황

가. 인증제도 도입

- 풍력발전 인증은 30여년 이상의 역사를 가지고 있으며 초기에는 DNV, GL 등의 유럽 선급들에서 독자적으로 인증을 주도하였다.
- 풍력발전사업의 세계화로 2001년 풍력발전에 대한 국제인증시스템을 규정하는 IEC WT01이 탄생하게 되었고 현재는 세계 모든 풍력발전 인증기관과 국가에서 IEC 인증시스템을 채택 준용하고 있다.

나. 각국의 인증기관

(IEC WT CAC(인증자문위원회)정회원 기준)

인증기관	국 가	인증기관	국 가
DNV-GL (노르웨이선급-독일선급)	덴마크, 노르웨이, 독일	BV (프랑스선급)	프랑스
TÜV Nord	독일	CGC	중국
TÜV Sud	독일	TÜV Rheinland	독일
Korean Register (한국선급)	대한민국	SGS	스위스
DEWI-OCC(UL)	독일(미국)	NK (일본선급)	일본
Intertek	미국	Lloyds Register (영국선급)	영국(준회원)

다. 국내 인증제도 현황

국내 풍력사업은 RPS 제도로 시행되므로 모든 풍력 기자재는 국내 설비 인증 대상으로 에너지관리공단의 형식인증을 통과한 제품을 사용하여야 한다.

※ 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법」 제13조에 따른 중대형풍력발전설비 인증지침(대형풍력발전설비 인증절차서, 신재생에너지센터 공고 제2014-2호, 2014.3.26.)

- 에너지공단에서는 대형풍력 인증체계를 구축하여 풍력기자재에 대한 형식인증(Type certification)을 공동수행하고 있다.

인증기관 (신재생에너지센터)	
설계평가기관 한국선급 + UL(DEWI-OCC)	성능검사기관 (에기연·재료연 + UL(DEWI))

2.2.3 프로젝트 인증

프로젝트 인증은 프로젝트의 비 이해당사자인 독립적인 지위를 갖는 인증기관이 프로젝트 생애주기상 필요한 설계, 품질시스템을 검증하기 위함이다. 유럽은 프로젝트 인증제도가 프로젝트 파이낸싱, 보험, 인허가 등과 연계하여 잘 정착되어 있다. 우리나라는 형식인증과 달리 프로젝트 인증이 아직 도입되어 있지 않지만 프로젝트 인증제도가 RPS와 연계하여 제도화될 필요가 있다. 프로젝트 인증이 사업성에 대한 검증은 포함되지 않음을 유의하여야 한다. 프로젝트 인증이 제도적으로 도입되기전까지는 해상풍력 엔지니어링 경험이 풍부한 컨설팅사의 실사(Technical Due Diligence)를 통해 설계·경제성 평가를 실시할 필요가 있다. 기술 및 경제성 평가는 프로젝트 파이낸싱, 보험료 산정에 큰 영향을 미친다.

가. 프로젝트 인증의 목적

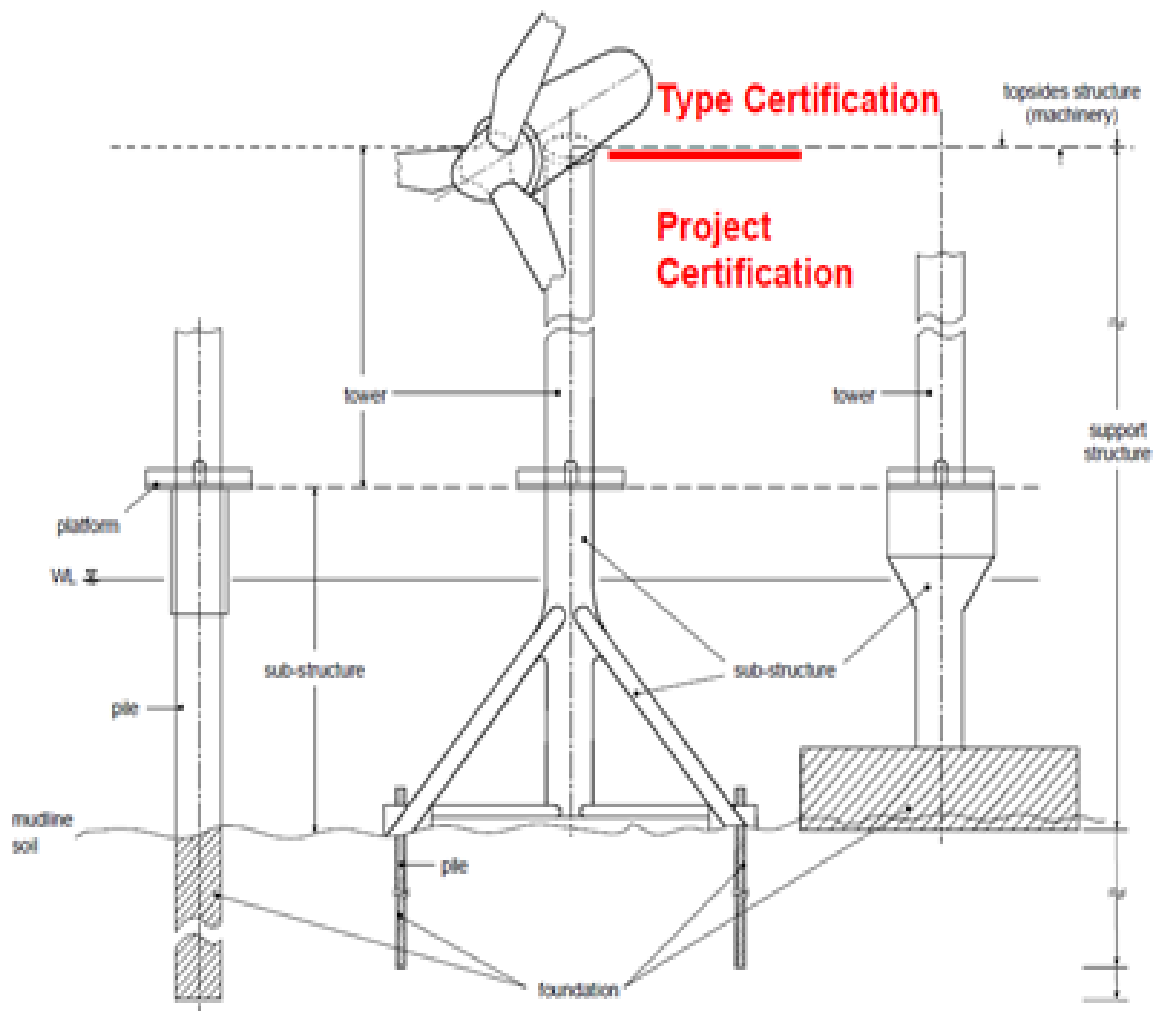
- ISO/IEC 17000에서 정의한 인증은 프로젝트 비이해당사자가 독립적으로 제품, 공정, 시스템, 인력에 대해 공인된 규격의 만족여부를 검증하는 것을 말한다.
- 해상풍력은 대규모 건설비 및 운영비가 요구되기 때문에 독일, 덴마크를 중심으로 프로젝트 인증제도가 프로젝트 파이낸싱, 보험, 인허가 등과 연계하여 잘 정착되어 있다.
- 해상풍력 프로젝트 인증제도는 설계, 제작, 건설, 운영 전 프로젝트 생애주기에 필요한 기술, 품질 시스템을 인증기관이 검증하며, 사업성에 대한 평가는 포함되지 않는다.

나. 프로젝트 인증 규격

- 해상풍력 인증규격은 크게 GL 규격과 IEC 61400-22 규격으로 구분할 수 있으며, 2012년 DNV Group과 GL Group 합병후, 해상풍력 가이드라인을 통합하는 작업이 진행중이다.
- GL 및 DNV 규격을 제외하고는 인증기관들이 IEC 61400-22를 기반으로 각 인증기관들이 가이드라인을 제시하고 있으며, 각 인증기관의 규격 및 절차는 대동소이하다.

다. 프로젝트 인증 대상

- 해상풍력 프로젝트 인증대상은 해상풍력 시스템, 해상변전소, 해저케이블로 나눌 수 있다.
- 풍력터빈은 프로젝트 인증을 신청하기 전 형식인증(Type Certification)을 별도로 획득하여야 한다.
- 해상풍력터빈의 타워는 하부구조물 설계와 연동되어 설계변경이 일어날 수 있어, 타워의 프로젝트 인증 포함 여부는 신청자가 결정하여야 한다.



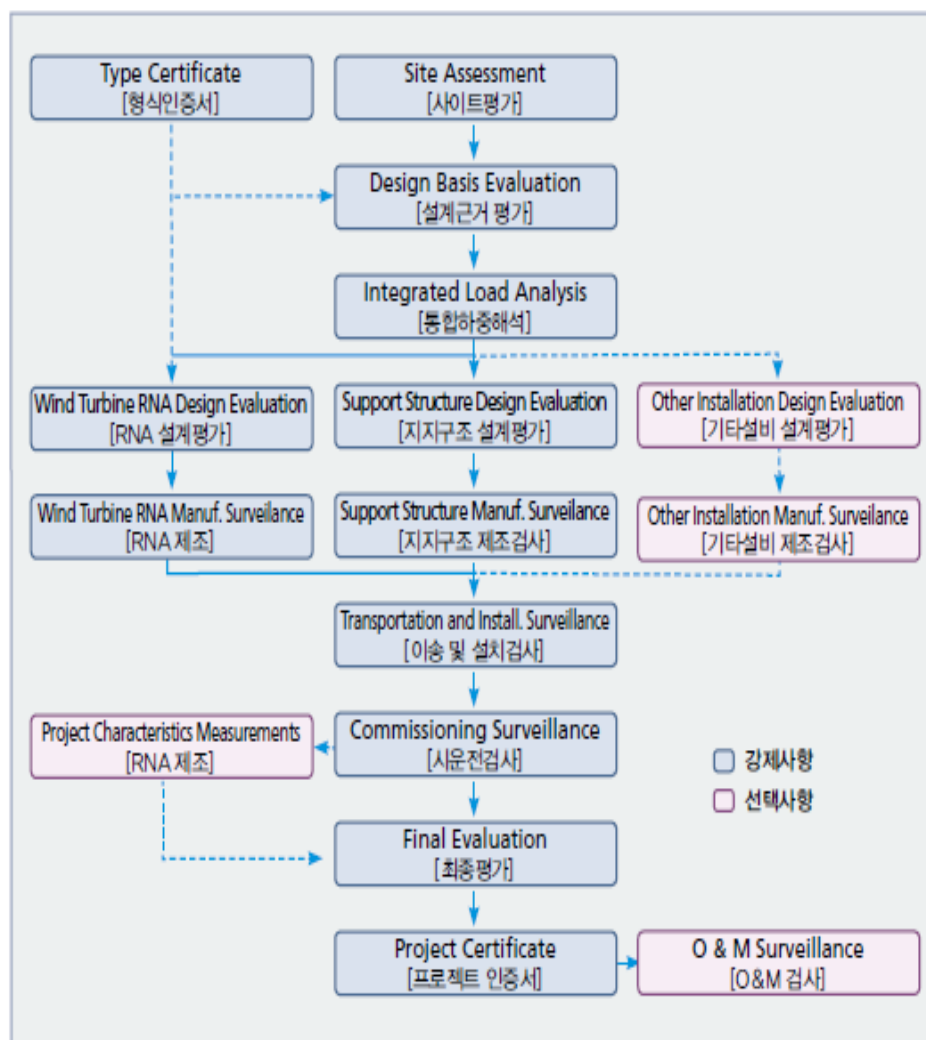
[그림 2-11] 풍력터빈 시스템의 형식 및 프로젝트 인증 범위

라. 프로젝트 인증 모듈

1) 프로젝트 인증 모듈의 종류

프로젝트 인증 시스템은 단지 건설 단계에 따라 잘 정의 되어 있다. 설계에서 시운전까지 다양한 모듈이 있으며, 강제 모듈과 선택 모듈로 구성되어 있다.

- 형식승인을 받은 풍력터빈의 해상 풍력단지 프로젝트 인증 취득을 위해서는 다양한 모듈의 검증을 획득하여야 한다.
- 대부분의 모듈은 필수이나 설치 및 (하부구조물 제조 검증) 모듈은 선택할 수 있다.(케이블, 해상변전소 설계, 제조 감독은 선택)
- DNV GL은 2012년 양 Group 합병 후 각사의 규격을 통합 작업중이며, IEC 61400-22와 연계가 되도록 구성중이다.



[그림 2-12] IEC 61400-22 프로젝트 단계별 인증 모듈

2) 주요 프로젝트 단계별 인증 모듈

프로젝트 인증 획득을 위해서는 각 모듈에 대한 기술 및 절차에 대한 이해가 중요하다. 각 모듈별로 적합확인서 CS(Conformity Statement)가 발행되며, 모든 모듈의 CS를 획득하면, 최종적으로 프로젝트 인증서가 발행된다.

Modules in IEC 61400-22	Phases in DNV-GL-SE-0073	Project Certificate Wind Farm			Deliverables
		Wind Turbines	Substations	Power Cables	
Site Conditions Evaluation	I	Design Basis	Design Basis	Design Basis	Conformity Statements
Design Basis Evaluation					
Integrated Load Analysis	II	Design	Design	Design	
Design Evaluation					
Manuf. Surveillance	III	Manufacturing	Manufacturing	Manufacturing	
Transport. & Install. Surveillance	IV	Transport & Installation	Transport & Installation	Transport & Installation	
Commissioning Surveillance	V	Commissioning	Commissioning	Commissioning	
Project Charact. Measurements					
Final Evaluation		Final Evaluation Report	Final Evaluation Report	Final Evaluation Report	Final Evaluation Report
Project Certificate		Project Certificate Wind Turbines ⊕	Project Certificate Substations ⊕	Project Certificate Power Cables ⊕	Project Certificate Wind Farm - Wind turbines - Substations - Power Cables
Operations & Maint. Surveillance	VI	In-Service ☺	In-Service ☺	In-Service ☺	Conformity Statement

[그림 2-13] IEC 61400-22와 DNV_GL 인증규격 간 연계

○ Phase I: 설계근거(Design Basis)

- 설계근거 검증은 단지 조건과 설계의 근거를 인증기관이 검증하는 것이다. 풍력단지 설계자는 인증기관에 아래의 자료를 제출하고 인증기관의 CS(적합확인서)를 획득해야 한다.

- 단지 조건
- 설계규격, 코드

- 설계 검증기준
 - 제조, 운송, 설치, 시운전 요건
 - 유지보수 요건
 - 풍력터빈 형식
- Phase II: 설계
- 인증기관은 설계검증기준에 따라 상세 설계자료를 검증한다.
 - 하중해석
 - 풍력터빈 형식
 - 풍력터빈
 - 하부구조물 설계 (Primary & Secondary structure)
 - 전기시스템 설계
 - 제조, 운송, 설치, 시운전 계획
- Phase III: 제조
- 인증기관은 설계 및 제조기준에 따른 제조시스템을 검증한다.
 - 제조평가
 - 품질시스템 평가
 - 품질 검증
 - 부품공급사의 품질 검증
- Phase IV: 운송 및 설치
- 인증기관은 운송 및 설치를 검증한다.
 - 운송 검증(설치 도면, 시방서, 부식방지 시스템 등)
 - 설치 검증(운전중 lifting, 쇄굴 방지, 지반 조사 등)
- Phase V: 시운전
- 인증기관은 시운전을 검증한다.
 - 시운전 검증(절차, 성능 검증, 체크리스트 등)

2.3 SPC 설립

2.3.1 SPC 설립방안 검토 및 이사회 의결

SPC 참여사 협의 또는 MOU 체결 등을 거쳐서 SPC 설립에 관한 기본계획을 수립한다. 기본계획에는 사업개요, 사업참여 방안, 사업성 검토, 향후계획 등의 내용이 포함되고, 이사회 안건으로 상정하여 의결한다.

가. SPC 설립방안 검토

- 해상풍력사업 추진을 위해서는 회사단독으로 추진하는 방안도 있을 수 있으나, 대개 발전회사, EPC회사, 또는 해상풍력터빈사와 함께 특수목적 법인을 설립하여 추진하는 경우가 많다. 따라서 회사의 재무여건, 기술력 등을 고려하여 투자방안과 사업추진형태를 검토한다.

나. 투자심의위원회 개최

- 회사별로 자체규정에 따라 일정금액 이상이 신규사업에 투자되는 경우 투자심의실무위원회, 투자심의위원회 등을 개최한다. 투자심의는 이사회 부의 전에 시행한다.

다. 이사회 부의, 의결

- SPC 설립을 위한 이사회 상정(안)에는 일반적으로 사업개요(사업명, 사업 목표, 연차별 사업계획), SPC 참여사, 자본금 출자, 사업성 분석결과 등을 포함시킨다. 이사회 상정(안)에 주주협약서(안)의 개략적인 내용을 미리 포함시키는 경우가 많으며, 참여사 지분비율, 이사회 구성, 회사명칭(안) 등을 제시한다.

2.3.2 주주협약 체결

해상풍력사업을 공동사업으로 추진할 경우 주주간 협약을 체결한다. 공동 참여사 간의 협의를 통해 주주간 협약서(안)를 작성하며, 사업추진에 관한 주요사항을 협약서(안)에 상세히 기술한다. 보통 법무부서의 검토를 거쳐 주주간 협약서(안)를 확정하게 된다. 주주간 협약서(안)에 대한 공동참여사의 동의를 득한다.

가. 주주협약 체결

- 주주협약은 SPC 설립과 운영에 필요한 제반사항을 결정하게 되는 단계이다. 일반적으로 주주간 협약서(안)을 작성하면 법무부서의 검토를 거치고 공동참여사의 의견을 반영하여 협약서(안)을 확정한다.
- 주주간 협약서가 확정되면 각 참여사 대표이사의 서명을 득한다.

나. 주주간 협약서 주요내용

- 주주간 협약서는 다음과 같은 내용을 포함한다.
 - 총칙(당사자의 기본적인 의무, 회사의 명칭과 사무소, 회사의 조직 등)
 - 주식의 인수
 - 출자비율
 - 사업계획 및 자금조달
 - 주주총회(소집시기, 소집권자, 결의방법 등)
 - 이사와 이사회(이사의 수와 임기, 이사회 구성과 소집, 결의 및 보고)
 - 회계 및 결산(회계장부 및 감사보고서의 작성, 이익금 배당, 손실금 분담 등)
 - 각종 협약사항
 - 분쟁해결 등

다. SPC 설립 세부추진계획 수립

- 주주협약을 체결함으로써 SPC 설립작업을 본격적으로 추진할 수 있다. 따라서 주주협약 체결이후의 세부추진계획 및 향후일정을 수립한다.
- SPC 설립 세부추진계획에는 일반적으로 SPC 임원선임 및 조직구성(안), 정관 협의 및 확정일정, 창립총회 및 SPC 이사회 개최계획, 자본금 출자 등 종합추진계획이 포함된다.

2.3.3 법인설립 준비

법인설립을 위해서는 관할 등기소 동일상호 유무확인, 정관 및 이사 확정, 주식인수 및 주금납입 등이 필요하다.

가. 법인설립시 필수 결정사항은 다음과 같다.

- 상호, 본점 주소

- 목적
- 공고할 신문
- 자본금 총액, 1주의 금액
- 임원 및 발기인 현황 등

나. 정관 작성

- 상법 제289조에 따라 정관을 작성하고, 법무부서의 검토와 공동참여사의 의견수렴, 협의를 통하여 정관을 확정한다.
- 정관은 회사의 조직 및 운영에 대한 기본골격을 정형화하는 회사 내부규칙으로서 다음과 같은 내용을 포함해야 한다.
 - 총칙(회사의 명칭, 사업목적, 본사 및 지사의 소재지, 공고방법)
 - 주식(발행할 주식의 총수, 주권의 종류, 신주인수권, 명의개서 등)
 - 주주총회(소집시기, 소집권자, 주주의 의결권, 주주총회 결의방법, 의결권 행사 등)
 - 이사와 이사회(이사의 수 · 선임 · 임기, 이사회의 구성과 소집, 의결사항, 이사의 보수와 퇴직금)
 - 감사(감사의 선임 · 임기 · 직무 · 보수)
 - 회계 및 결산 등
- 정관은 공증인의 인증을 받아야 회사 내부규칙으로서 효력을 가질 수 있다. 공증시에는 발기인회회의록, 정관, 주주명부, 공증촉탁서, 진술서, 법인인감증명서(발기인) 등이 필요하다. 다만, 자본금 총액이 10억원 미만으로 발기설립하는 경우에는 각 발기인이 정관에 기명날인 또는 서명함으로써 효력이 발생한다.

다. 기업결합 신고, 승인

- 독점규제 및 공정거래에 관한 법률 제12조와 관련하여 신고회사와 상대회사가 주식취득 · 소유 · 인수, 임원겸임 등으로 결합시 공정거래위원회에 기업결합신고를 한다. 주요내용은 신고회사 및 상대회사 현황, 예정주식인수내용, 임원겸임 계획 등이다.
- 신고회사는 자산총액 또는 매출액이 2,000억원 이상인 회사를 말하며, 상대회사는 자산총액 또는 매출액이 200억원 이상인 경우를 말한다.

○ 기업결합 신고서류는 다음과 같다.

- 새로 설립되는 회사의 주식인수 신고서
- 상대회사 현황(사업자번호, 대표자, 주소, 재무상황, 상장일 등)
- 새로 설립되는 회사의 주주현황
- 신고회사 및 상대회사의 주주현황
- 신고회사 계열회사 현황
- 관련시장 현황
- 임원겸임계획서, 주식취득 신고서
- 신고회사 및 상대회사의 공인회계사 감사보고서
- 신고회사 및 상대회사의 신설회사 설립관련 이사회 의결서
- 신설회사의 사업계획서
- 회사 설립관련 입증자료(의사록, 주식대금 납입 영수증 등)

라. 주식인수

- 주식인수는 상법 제293조에 따라 발행주식총수를 서면으로 인수하는 절차이다.
- 발기인들이 주식발행 동의서에 기명날인한다.
 - 주식발행 동의서에는 주식의 종류와 수, 주식의 발행가액 등을 기재한다.
- 각 발기인들에게 주식인수증을 교부한다.
 - 주식인수증에는 인수할 주식의 종류와 수, 총금액 및 1주의 금액, 주금 납입기관 등을 기재한다.

마. 주금납입

- 금융기관을 선정한다.
- 은행의 주금납입신청서를 작성하고, 발기인회의사록 사본, 법인인감증명서, 정관사본, 주식인수증 사본 등을 제출한다.
- 자본금을 입금하고, 주금납입증을 접수, 별도 주금납입계정에 보관한다.
- 법무사에 위임시켜 등기를 완료한다.
- 등본 확인후 법인계좌로 반환한다.

※ 주금납입시 제출서류의 확인사항은 다음과 같다.

▷ 주식납입금 수납대행의뢰서

검토항목	검토할 내용	與	否
1주의 금액	100원이상 인가? (상법329조 3항) -액면 주식의 법정 최소단위 100원임.		
납입 기일	발기인회의록 또는 이사회 의사록 등의 납입기일과 일치여부		
주 소	위탁자의 주소와 정관에 명시된 주소와 같은지 여부		
위탁자명의	발기인대표(회사설립의 경우) 또는 대표이사(증자)인지 여부		

▷ 정관 사본

검토항목	검토할 내용	與	否
인증여부 (상법 292조)	“공증인의 인증”을 받은 정관원본의 확인(회사설립시; 사본보관) 단, 자본금 총액이 10억원미만 발기설립 경우, 인증 생략가능 신주발행(증자)시에는 공증인의 인증이 없는 사본도 가능함		
주 소	정관에 명시된 회사 소재지와 본점 주소지가 일치하는지 여부		

▷ 발기인회의록 사본 /이사회 의사록 사본

검토항목	검토할 내용	與	否
(발)납입은행	납입은행과 납입기일이 기재되어 있는가?		
(발)기명날인	발기인 전원의 기명날인이 있는지 여부		
(이)증자결의	증자의 결의가 있는지 여부		
(이)신주정보	신주의 인수방법, 종류와 수, 납입기일의 기재여부		

2.3.4 창립 총회, SPC 이사회 개최

SPC 설립을 위한 발기인회, 창립총회를 개최하고, SPC 이사회를 개최한다.

가. 창립총회 개최

- 창립총회를 개최하여 임원을 선임하고, 정관 승인 및 주금납입장소 결정, SPC 대표이사·이사·감사 선임, 본점 설치장소, 대표이사 보수 등을 의결한다.

○ 세부적으로 필요한 사항들은 다음과 같다.

- 법인인감 제작
- 법인등록세 납부(사전 예산승인)
- 정관, 주식인수증, 발기인총회 의사록
- 취임승낙서 및 조사보고서
- 주금납입보관증명서(주거래 은행)
- 임원 주민등록초본 및 인감증명서
- 법인인감신고서 등

나. SPC 이사회 개최

○ 대표이사 및 이사들이 출석하여 필수규정 제정(안)을 의결한다.

○ 필수규정은 일반적으로 다음을 포함한다.

- 이사회 규정
- 직제규정
- 임원연봉규정, 직원연봉규정
- 취업규칙
- 계약규정
- 직무권한지침 등

2.3.5 설립등기

법인 설립등기에 의해서 주식회사가 성립하게 되며, 본점 소재지에서 설립 등기를 함으로써 법인격을 취득하게 된다.

가. 설립등기는 창립총회 종료일로부터 2주 이내에 관할등기소에 신청하며, 일반적으로 법무사 대행으로 처리한다.

나. 설립등기시 제출서류는 다음과 같다.

- 법인등기부등본
- 정관사본
- 주주명부, 사무실 임대차계약서 사본
- 법인 인감증명서 및 인감도장

2.3.6 사업자 등록

사업자등록은 사업을 개시하고 개시사실을 알리기 위해 관할세무서에 신고하는 절차이다. 사업자등록은 세법에 의무사항으로 규정되어 있으며, 관할세무서는 특별한 하자가 없는 한 사업자등록번호와 함께 사업자등록증을 교부하여 준다.

가. 사업자등록시 작성해야 할 내용은 다음과 같다.

- 법인명, 대표자, 사업장소재지
- 법인성격 및 현황
- 사업장 현황, 설립등기일 현재 재무상황 등

나. 사업자등록시 구비서류는 다음과 같다.

- 법인등기부등본
- 정관사본
- 주주명부
- 사무실 임대차계약서 사본
- 인허가증 사본(인허가 필요한 사업인 경우)
- 법인 인감증명서
- 법인 인감도장

다. 사업자등록 신청서류는 SPC 본점의 관할세무서에 제출하며, 사업자등록 소요기간은 법인의 경우 5일이다.

2.4 PF(Project Financing, 프로젝트 금융)

2.4.1 PF(Project Financing)

PF는 사업주로부터 분리된 프로젝트에 자금을 조달하는 것을 말하며, 자금 제공자들은 프로젝트의 현금흐름을 우선 고려해 대출을 결정하고, 프로젝트에 투자한 원금과 그에 대한 수익을 돌려받는 자금구조를 의미한다.

가. PF 개념

- PF는 해상풍력발전사업과 같이 어떠한 특정의 프로젝트로부터 발생할 미래현금흐름을 주요 상환재원으로 하고 프로젝트의 자산을 담보로 하되 사업주에 대한 소구권(상환청구권, Recourse)이 제한되며, 별도로 설립된 프로젝트회사에 자금을 공급하는 금융방식으로 기존 기업금융방식이 아닌 프로젝트 단위의 특별한 자금조달 방식을 의미한다.
- 즉, 사업주의 담보나 신용에 의한 대출이 이루어지는 기업금융과는 달리 사업주와 법적으로 독립된 프로젝트의 미래발생현금흐름을 차입자금의 상환재원으로 하고, 다양한 이해 당사자와의 계약을 근거로 하여 사업주는 제한적인 책임만 지면서 프로젝트에 소요되는 시공 및 건설비용 자금을 조달하는 기법이다.

나. PF와 기업금융의 비교

- PF와 기업금융의 차이는 아래와 같다.

구 분	PF	기업금융
차주	특수목적회사(SPC)	사업주 자신
사업성 분석 대상	예상현금흐름/ 프로젝트자산	사업주 과거 및 미래 재무제표
현금흐름/자산	분리	통합
상환청구권	제한적 청구	완전 청구권
담보	프로젝트 자산, 계약, 자금관리계정	차주 신용도, 담보
회계처리	사업주 재무제표와 분리	사업주 재무제표에 반영
현금흐름 재량권	약정에 의한 통제	차주가 재량권 보유
대주의 통제	엄격함	상대적 엄격하지 않음
사업구조	장기, 높은 비용, 복잡	단기, 낮은 비용, 단순

2.4.2 PF 관련기관 및 역할

해상풍력사업 PF에는 다양한 이해관계자들이 참여하고 있으며 각종 계약에 의해 상호간의 역할을 수행한다.

가. 대주단(Lender Group) 및 주간사(Lead Arranger)

- 해상풍력사업 PF는 소요자금의 규모가 크고 위험수준이 높은 프로젝트 이기에 단일 금융기관이 전체 소요자금을 지원하기에는 해당금융기관이 부담해야하는 위험수준이 높다. 따라서 적정 대출규모 및 리스크 분산을 위해 여러 금융기관이 참여하는 대주단을 구성하여 프로젝트에 자금을 제공하게 된다.

- 신디케이티드대출(Syndicated Loan)이란 대주 금융기관들이 그룹(대주단)을 구성하여 공통의 조건으로 일정금액을 대출하기 위하여 하나의 약정서에 서명하여 융자하는 방식을 말한다.
- 해상풍력발전사업 특성상 소요자금 규모가 크기 때문에 대규모 PF를 성공적으로 약정하기 위해서는 리스크 분산이 필요하고 이를 위해서는 여러 금융기관들이 참여하는 신디케이티드대출의 구성이 필수적으로 요구된다.

- 신디케이티드대출을 구성하기 위해서는 금융기관 중 대출주선 경험, 금융시장에서의 위상 및 사업에 대한 이해도 등을 고려하여 주간사를 선정하여 대주단을 구성한다.
- 주간사는 대주단을 대표하여 차주나 사업주와 협상을 통해 대출조건을 결정하고, 관련 계약서의 작성 등 실질적으로 자금의 차입이 가능하도록 주선하는 기관이다.

나. 대리은행(주관은행)

- 대리은행은 대주단을 대표하여 프로젝트회사를 도와 사업주와 금융 및 보증계약 등 프로젝트파이낸스에 필요한 제반계약에 대하여 협상을 진행하게 된다. 주관은행이 프로젝트회사의 운영기간 중에 담보관리자(Security Trustee)로서 사업주나 대출은행 간의 각종계약에 대한 감독, 관리권을 위임받아 융자 및 원리금상환, 배당, 여유자금 운용 등에 대한 감독권을 갖기도 한다.

다. 금융자문사(Financial Adviser)

- 금융자문사는 사업주의 입장을 대변하여 프로젝트 초기단계에서 완공까지 프로젝트관련 계약서 작성, 대주단 및 정부와의 협상지원 등의 역할을 수행하게 된다. 이러한 금융자문은 프로젝트파이낸스에 전문적인 지식을 갖고 있는 컨설팅회사나 금융기관에서 담당하는 경우가 일반적이다. 금융자문사는 프로젝트 개시단계에서 대주단을 모집하기 위한 사업설명서(IM, Information Memorandum)를 작성하고 프로젝트 참여기관들의 이해관계를 조정하게 된다.

라. 사업성평가기관 / 법무법인 / AEP 추정 기관

1) 사업성 평가기관

- PF에서 사업성 평가기관은 기술적인 측면을 검토하는 엔지니어와 재무적 측면을 검토하는 신용평가기관의 양대 축으로 구분된다. 대규모 프로젝트에서는 사업주와 대주간의 이해상반 문제로 인해 사업주와 대주는 각각 다른 엔지니어와 신용평가기관을 고용해서 사업성을 검토하나 소규모 프로젝트에서는 비용문제로 인해 단일기관을 고용해서 사업을 추진하는 경우가 많다. 이 경우 프로젝트의 가치중립성 및 객관성 확보를 위한 자문기관의 역할이 매우 중요하다.

2) 법무법인

- 법무법인 역시 사업주의 사업추진을 위한 법무법인과 대주의 대출 약정서체결을 위한 법무법인을 구분된다. 사업주의 이익을 위해 고용된 법무법인은 각종 사업계약서 및 인허가를 위한 지원을 포함한 정부와의 협상에 중요한 역할을 하게 된다. 대주의 이익을 위해 고용된 법무법인은 대출약정의 체결을 위한 금융조건(Term Sheet), 대출약정서 작성 및 사업관련 계약서의 대주 이익 침해 가능성 등 대주의 대출원리금 상환을 위한 채권보전 확보에 대부분의 관심이 있으며, 그를 위한 일체의 법률적 지원을 하게 된다.

3) AEP(Annual Energy Production, 연간에너지발전량) 추정기관

- 해상풍력은 다른 프로젝트와 달리 풍황이라는 불확실성을 기반으로 금융이 추진되며, 국제적으로 해상풍력 프로젝트는 비소구(Non-Recourse) 금융이 실행되고 있다. AEP 추정은 해당 지역의 풍황이라는 불확실성

에 대해 과학적인 검증과 확률적 계산을 통한 사업주 및 대주 각각의 리스크를 측정하기 위한 수단으로, Non-Recourse 금융에서 가장 중요한 근거가 된다. 따라서 AEP 추정은 비용이 발생하더라도 사업주와 대주가 각각 독립적으로 평가하는 것이 매우 중요하다.

2.4.3 PF 추진을 위한 선행업무

해상풍력사업 관련 PF를 추진하기 위해서는 사전에 인허가 획득, EPC 계약, REC 계약, O&M 계약 등의 업무들이 사전에 이루어져야한다.

가. 인허가 획득

- 해상풍력단지를 개발하기 위한 인허가 프로세스는 기본 설계인 타당성 조사 및 풍력지구 지정에서부터 상업운전 개시에 이르기까지 다양한 과정으로 구성되어 있다.

나. EPC 계약

- EPC 계약은 사업주와 해상풍력 EPC 공사를 수행하는 EPC사가 체결하는 공사도급계약으로 공동수급협정서, 일반조건, 특수조건, 가격명세, 기술 규격서, 기타 부속서류 등을 포함한다.

다. REC 계약

- REC 계약은 사업주와 RPS 공급의무자가 체결하는 신재생에너지 공급인증서(REC, Renewable Energy Certificate) 매매계약을 말한다.

라. O&M 계약

- O&M 계약은 해상풍력발전소의 운전 및 정비 업무와 관련하여 사업주와 운영사가 체결하는 O&M 용역계약을 말한다.
- O&M 계약은 LTSA(Long Term Service Agreement, 발전기 운영·보수 관련 계약)와 BOP(Balance of Plant, 부속설비) 부분의 O&M으로 구분되며, 이 부분에 대해 별개의 회사와 각각 개별 계약하는 경우가 많으며, 일부의 경우에는 O&M 경험이 풍부한 회사에 위탁하는 경우도 있다. LTSA의 의무는 터빈 제조사가 수행하는 경우가 대다수이다.

2.4.4 PF 추진절차

PF는 대출금융기관과 사업주 간 협상을 통해 추진된다. 대출약정을 체결하기 위해 차주와 대주 사이에 금융조건 등의 협의가 완료되어야 하며, 이를 위해서는 차주와 대주 사이에 존재하는 다양한 이슈와 조건에 대한 협상이 완료되어야 한다.

구분	1단계	2단계	3단계	4단계
사업주	예비타당성 검토 사업개발자간 MOU	금융자문사 선정	금융주간사 선정	SPC 설립
금융자문사		금융기관접촉	예비사업설명서 작성	금융협상
금융주간사			사업성 평가 프로젝트 실사	사업설명서 작성 금융조건 협상 대주단 구성

가. 금융자문사 및 금융주간사 선정

해상풍력 PF의 경우 매우 복잡한 계약서와 협상과정을 거치기 때문에 금융자문사 선정과 관련하여 금융 제공주체인 대주단과 분리된 기관을 선정하는 것이 효과적이다. 프로젝트에 따라서는 주간사 기관으로 예정된 기관이 금융자문서비스(금융구조 마련, 발주처와의 협상 등)를 제공하는 경우가 있다.

1) 금융자문사 선정

- 사업주는 기본적인 사업타당성 검토를 완료한 후 사업타당성 제고를 위한 방안 수립과 프로젝트에 관련된 이해관계자들과의 원활한 사업추진 및 협상, 그리고 설득력 있는 사업설명서(IM) 작성 등 사업개발자를 위해 자문하는 역할을 수행하는 금융자문사를 선정한다.

- 사업성타당성 검토
- 재원 조달 계획 및 금융구조 검토
- 재무모델 구축, 사업위험 및 대처방안 수립
- 프로젝트 관련 각종 계약서 검토
- 사업성 평가 보고서 작성 등

2) 금융주간사 선정

- 해상풍력사업 관련 신디케이티드 대출을 실행하기 위해서는 주간사 금융기관을 선정하고, 주간사 금융기관 주도하에 대주단을 구성하는 절차를 진행한다. 주간사 금융기관 선정시 주요 금융기관의 협의를 통하여 수의계약 하는 경우도 있지만 경쟁을 통하여 선정하는 경우도 있다.
- 주간사로 선정된 금융기관은 사업설명서 작성, 금융조건의 협상 및 확정, 실사 진행, 대주단의 구성, 참여 금융기관들을 위한 대출금 할당, 대출관련 서류 준비 등 대출계약서 체결시까지의 대주단 구성을 위한 모든 업무를 주관한다. 또한 대주기관들과 차주의 중간에서 양 당사자의 중재자 역할을 수행하기도 하고, 대출약정 체결 이후 대출금에 대한 사후관리업무를 담당하는 대리은행 역할을 수행한다.

나. 금융협상

- 총투자비의 적정성
 - 총투자비는 실질적으로 시설물 건설에 소요되는 총비용으로, 총사업비에 매년 발생하는 물가상승비(물가변동비)와 건설기간 중 자금조달비용(건설이자)을 합산한 금액이며 경상가격으로 표시된다.
- 운영비의 적정성
 - 운영비란 해상풍력발전소 준공후 운영기간 중 소요되는 인건비, 제경비, 시설의 보수, 개량, 대수선, 보험가입비 등을 고려하여 시설의 운영에 소요되는 비용을 합산한 것이다. 운영비용 항목은 아래와 같다.

구 분	내 용
인 건 비	해상풍력 발전소 운영기간중 투입되는 인원에 대한 총비용
제 경 비	복리후생비, 통신비, 교통비 등 사업운영기간 중 소요되는 기타 부대비용
유지관리비	해상풍력 발전소 시설유지관리에 필요한 비용으로 상시보수비, 구조물보수비, 운영설비보수비, 각종 점검비, 전력비 등을 포함
시설재투자비	시설물의 내구년수를 감안하여 시설물별로 대체하는 비용
보 험 료	시설물과 근무직원, 사용자에게 발생할 수 있는 손실을 보장하기 위해 가입하는 보험비용

○ 타인자본/자기자본 비율

- 총투자비는 채원조달 방법에 따라 자기자본과 타인자본으로 구분되며 자기자본을 총투자비로 나눈 비율이 자기자본 비율이다. 자기자본을 많이 투입하면 자기자본 투자수익률이 낮으면서 위험이 높아지고, 반면에 너무 높은 타인자본을 활용하면 대주단에 의해 프로젝트의 경영권이 좌우될 수도 있고 재무적 파산위험도 높아질 수 있기 때문에 자기자본과 타인자본의 비율을 적정수준으로 정해야 한다.

○ 이자율 및 금융수수료

- 이자율과 금융수수료는 총투자비중 타인자본을 조달할 때 발생하는 금융비용으로 이자율은 사업의 종류, 특성, 규모, 수요의 안정성, 사업시행 시기의 금융상황 등에 따라 예상되는 리스크를 감안하여 결정된다.

○ 거치기간 및 상환기간

- 프로젝트 금융에서는 대출금에 대한 이자와 원금을 프로젝트의 현금흐름에 맞추어 지급 상환해야 한다. 건설기간과 발전소 운영개시 초기에는 사업으로 인한 수입이 발생하지 않으므로 이자만 지급하고, 발전소 운영수입이 안정적으로 유입되는 시기에 원금상환이 시작된다. 따라서 거치기간과 상환기간을 결정하는 것은 PF 구조 설계단계에서 중요한 부분이다.

○ 자금 인출 선행조건

- 대출약정 이후 자금을 인출하기 위해서는 차주가 충족해야 할 자금인출 선행조건이 있다. 차주의 의무이행을 확실히 하고자 대주가 부과하는 조건으로서 일반적으로 PF에서는 다음과 같은 인출선행조건을 고려한다.
- 출자자의 출자금 납입에 대한 의무
- 각종 인허가 취득, 각종 담보제공 확약서, 공사완공보증서 등
- REC 매매, EPC계약 등의 체결

○ 채무불이행 사유

- PF의 채무불이행 사유는 일반 기업대출에 비해 매우 엄격하고 광범위하다. 차주는 대출계약시점에서 차주와 관련된 사항을 정확하게 진술하고 보장해야 하며, 각종 의무사항을 준수해야 한다. 프로젝트의 원활한 이행을 방해하는 사유는 모두 채무불이행 사유로 규정하고 있다.

○ 배당지급조건 및 후순위부채에 대한 원리금 지급조건

- SPC의 주주가 기대하는 배당이나 후순위대출금에 대한 원리금 지급은 선순위대주단과의 협상에 의해 미리 정해진 일정요건 충족시에만 지불된다.

<일반적으로 선순위대주가 요구하는 요건>

- 일정수준(1.2~1.4)이상의 누적부채상환능력계수(DSCR)가 연속해서 2~3년간 지속되는 경우
- 선순위대출금 관련 미지불금이 없을 것
- 인출된 단기차입금의 상황이 완료될 것
- 선순위대주가 요청하는 부채상환적립금(DSRA) 및 대수선적립금 등 적립금 예치를 완료하였을 것

다. 신디케이션 구성 및 대출 약정체결

- 금융주선기관은 사업설명서(IM)을 바탕으로 신디케이션을 주선하여 대주단을 구성하고 사업시행자와 대출약정을 체결한다. 이때 주간은행은 주간사 역할을 담당하고 필요에 따라서 공동주간사를 선정하기도 한다.
- 대출약정에는 사업시행자가 준수하여야 할 일반적인 조항 즉, 이자율, 차입전 자기자본 선출자, 배당제한조항, 각종 자금관리계정들에 대한 내용과 프로젝트회사의 영업활동을 제한하거나 대출원리금 상환보장을 위한 각종 제한조항이 포함된다.

2.4.5 PF 사후관리

대출약정 체결 이후 대리은행이 대출금의 인출, 원리금 회수 등 사후관리를 전담하게 된다. 대리은행은 계정관리에 따른 부대수익이 가능하며, 금융주선기관이 이를 담당하는 것이 일반적이다.

○ 사후관리 주요 내용

구 분	내 용
건설기간	• 인출선행조건 충족을 위한 지원 • 사업주와 대주단간 이해관계 조율 • 자금관리
운영기간	• 사업관련 주요계약 관리 • 대출원리금 상환관리 • 필요시 기존금융계약 변경 협의 • 사업관련 주요 변경사항 발생 시 대주단 협의 지원

2.4.6 PF 관련 계약서

관련계약서로는 대출약정서, 대주단합의서, 출자자 협약서 등의 서류가 있다.

가. 대출약정서

- 대출약정서는 PF의 기본이 되는 계약서류이며, 대출에 대한 모든 조건과 여러 가지 규정을 담고 있다. 대출약정서는 대주로서 채권회수를 위한 여러 가지 조건을 포함되어 신중하게 작성할 필요가 있다.

나. 대주단합의서

- PF에는 다수의 대주가 참여하기 때문에 대주간의 별도 계약을 체결하여 대주 사이의 권리 관계를 명확히 할 필요가 있으며 선순위대주와 후순위대주와의 상호간 권리, 의무를 명확하게 하기 위해 필요하다.

다. 담보관련 계약서

- PF에서 프로젝트 관련 담보 설정은 필수적이다. 담보의 설정은 대출원리금 회수를 강제 할 수 있고, 다른 채권자가 담보권을 취득할 수 없도록 하는 실익이 있으며, 채무 인수시 담보자산과 권리를 포괄적으로 인수할 수 있기 때문에 매우 중요하다.

라. 프로젝트 지원계약서

- PF와 관련하여 다양한 이해관계자 간에 각종 계약서가 체결되는데, 이를 통칭하여 프로젝트지원계약서라 한다. 이해관계자간에 체결된 각종 프로젝트 지원계약서는 프로젝트의 성공적인 수행과 정상적인 원리금 상환을 위한 사실상의 담보 역할을 하고 있어 매우 중요하다.

• 출자자 협약서

풍력 PF가 소구권이 없는 Non-Recourse에 기반하는 금융이지만 대주는 리스크 담보차원의 추가 출자의무 및 준공의무에 대해 보다 강력한 사업주의 책임으로 추가적인 출자자협약서를 요구한다. 일반적으로 사업주는 주주협약서의 존재를 근거로 그 대체를 요구한다.

• 책임준공 협약서

현행 EPC 계약서에 이미 EPC사의 책임준공 관련 내용이 포함되어 있으나, 실무에서는 EPC사가 민원 등의 이유로 책임준공 의무를 해태하는 경우가 있음에 따라 추가적으로 책임준공 협약서를 징구한다.

2.5 발주(입찰) 및 계약

2.5.1 발주방식의 종류

해상풍력발전사업의 경우 기자재, 계통연계, 하부구조물, 설계용역 등으로 크게 분류되어 일괄 또는 분리발주 형태로 진행할 수 있으며 관련 공종의 업체를 선정하기 위해 일반, 제한, 지명경쟁입찰 등의 방법으로 수행할 수 있다.

가. 발주방식 비교

해상풍력발전사업과 같은 민간투자사업의 경우 EPC(Engineering Procurement Construction)형태로 사업이 진행되므로 설계시공일괄 방식과 동일한 방식으로 발주되며 예컨대, 하부구조물, 계통공사, 기자재공사 등을 분리 또는 일괄로 발주가 가능하다.

1) 설계시공일괄(Design-Build) 발주방식

- 국내 건설업계는 턴키 또는 설계시공일괄 입찰이라고 하며 이 발주방식은 국가계약법시행령 제79조5항 및 6항에서 규정하고 있는 '정부가 제시하는 공사일괄입찰기본계획 및 지침에 따라 입찰시에 그 공사의 설계서, 기타 시공에 필요한도면 및 서류를 작성하여 입찰서와 함께 제출'하는 입찰방식을 의미한다.

2) 설계시공분리(Design-Bid-Build) 발주방식

- 설계와 시공이 분리되어 수행되므로 실시설계가 완료된 후에 입찰과정을 통하여 시공자가 선정되는 방식으로 Design-Bid-Build 라고 한다.

구 분	장 점	단 점
일괄방식	• 가격의 확정 • 적은갈등과 대립 • 설계/시공 협력관계 • 엔지니어링 Step 과다 (발주자)	• 품질관리의 문제 • 중소기업체의 제한적 참여
분리방식	• 참여사간 업무의 구분 명확 • 경쟁입찰 결과로 최저가 획득 • 품질관리 용이 • 중소기업체의 활발한 참여	• 설계단계 시공자 참여 결여 • 시공계약 완료시 최종금액산정 • 엔지니어링 Step 최소 (발주자) • 사업추진 기간 장기

나. 입찰방법 결정

1) 일반경쟁입찰

- 사업수행을 위한 일반적인 자격을 가진 불특정 다수의 입찰 희망자를 모두 입찰에 참여하도록 하는 방법

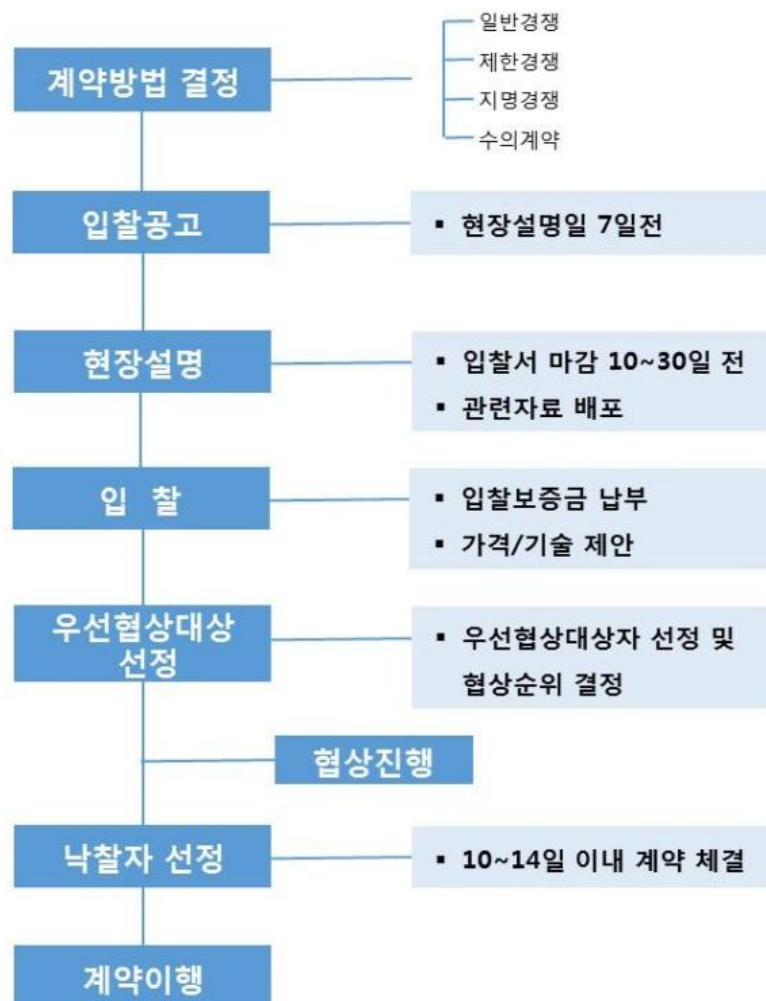
2) 제한경쟁입찰

- 계약 목적을 효과적으로 달성하기 위해 원활한 입찰과정을 목표로 하는 자격제한 입찰

3) 지명경쟁입찰

- 해당사업의 적격자로 인정하는 특정 다수인을 지명하여 경쟁시켜 계약 상대자를 결정하는 방법

2.5.2 발주(입찰) 및 계약 절차



2.5.3 발주(입찰)의 내용

발주에서 계약까지의 절차를 수행하기 위하여 입찰공고, 입찰참가자격, 입찰안내서 등의 상세한 정보를 포함하여야 하며, 규정된 절차 및 요건에 따라 발주자와 입찰참여자자는 그 내용을 준수하여야 한다.

가. 입찰공고

○ 입찰공고에는 다음사항을 명시하여야 한다.

① 입찰에 부치는 사항(예시)

1. 기자재(운송, 통관 및 기타 관련업무 포함) 공급
 - (1) 풍력발전설비 및 부속설비 일체
 - (2) 상세설계
2. 기자재 설치공사
3. 관리동 및 154kV 변전소 건축 · 설비공사
4. 전력 및 통신선로공사
5. 성능시험기간을 포함한 최소 ○년 이상 주요부품 무상 보증 및 O&M (정기점검 및 소모품 포함)
6. 입찰자가 제시한 무상 보증 및 O&M 기간 후 ○년간의 예비품 및 특수공구 공급
7. 직원의 교육훈련 및 유지정비 기술전수

② 입찰 또는 개찰의 장소와 일시

③ 현장설명의 장소, 일시, 참가자격 및 참가의무 사항

④ 입찰참가자의 자격 및 입찰보증금에 관한 사항

⑤ 낙찰자 결정방법

⑥ 계약 착수일 및 완료일 등 15개 사항

나. 입찰참가자격

○ 공종별 참가자격(예시)

- 기자재의 경우 IEC 기준에 부합하는 풍력발전기, 타워, 블레이드를 설계 제작 및 공급이 가능한 제조업체 또는 동급 이상의 실적 보유업체와 기술제휴(공급협약 또는 사업협약) 계약을 체결한 업체를 대상으로 한다.
- 건설공사의 경우 토목, 건축, 전기공사업에 의한 등록업체로 제한한다.
- 공동수급체를 구성하는 경우는 대표사 이하 00개 이내로 구성 등의 컨소시엄구성 내용을 명시하여야 한다.

다. 입찰안내서

- 해상풍력단지 건설에 필요한 발전설비의 설계, 기자재공급, 관련 용역의 발주범위, 계약조건, 구매범위, 납품일정, 기술규격 등의 상세한 입찰관련 정보를 제공한다.

라. 입찰서 구성 및 내용

- 가격 및 일반사항 입찰서
 - 가격제안서, 공사내역서, 재무제표 및 감사보고서, 조직체계 등
- 기술제안서
 - 입찰자 공급 범위에 속한 기자재 및 관련역무에 대한 성능 및 기술규격
 - 기술규격에 대한 이견사항(Deviations) 및 예외사항(Exceptions)
 - 입찰자와 하수급자의 품질보증계획서
 - 주요 기자재 하수급자 및 해당 기자재 공급실적
 - 참고도면 및 자료(공급 기자재에 대한 기술설명서, 사용설명서, 도면)

2.5.4 평가 및 선정 예시

입찰안내서에 명시한 평가기준 및 절차에 따라 공정하게 평가를 실시하며 예비평가, 상세평가의 과정을 거쳐 우선협상대상자를 선정한다.

가. 평가항목

1) 예비평가

입찰안내서에 명시된 내용에 부합하는 사업 대상자를 우선적으로 선정하기 위해 주요 기술규격 및 조건에 대한 내용등을 평가한다.

- 입찰용량 적격여부
- 주요기술요건 충족여부
- 입찰참여조건 적격여부
- 일반적 이견 및 예외사항 등 기타 검토

2) 상세평가

세부 기술성평가 및 입찰가격 등 관련비용에 대한 경제성 평가를 실시한다.

○ 1차 상세평가 : 기술성평가

- 에너지 발전량 및 성능차이
- 기자재 인도일정에 대한 평가
- 공급범위 및 기술규격 차이
- 운전 및 정비 경제성
- 설비용량, Tower 높이 차이에 따른 설치공사비 차이
- 기술성 이전 및 예외사항 등 기타 필요한 사항
- 운영기술 이전 범위에 대한 평가
- 계약조건에 대한 이전 및 예외사항
- 장기외자 부품 공급조건(가격상승을 등)에 대한 평가 등

○ 2차 상세평가 : 경제성 및 종합평가

- 당초 입찰가격 및 기술성 평가를 종합한 경제성 평가 결과
- 기술규격 및 계약조건 변경에 따른 입찰가격 증감금액
- 종합평가산식(예시)
= 경제성 평가 - 입찰가격 (종합평가결과 최대가 낙찰)

※ 경제성 평가

$$= \{ (\text{연간발전량} \times \text{전력판매단가}) + (\text{연간인증서 수량} \times \text{인증서 가격}) \} \\ - \{ \text{연간 건설비용} + \text{연간 O\&M 비용} \} \times \text{현가화 계수}$$

나. 우선협상대상자 선정 및 낙찰자 선정

- 제안서 평가결과에 따라 평가순위 1순위를 우선적으로 선정하여 협상을 진행한다.

- ① 우선협상대상자가 협상내용에 대하여 합의 할 경우 차순위 협상대상자와 협상을 생략한다.
- ② 우선협상대상자와의 협상이 결렬되면 동일한 기준과 절차에 따라 차순위 협상대상자와 협상을 실시하고, 이 경우에도 협상이 결렬되면 순차적으로 차순위 협상대상자와 협상을 실시한다.
- ③ 모든 협상대상자와 협상이 결렬된 때에는 협상대상자에게 금액을 조정한 가격제안서를 다시 제출하게 하여 당초 협상순서 및 예정가격 결정방법에 따라 재협상할 수 있다.

2.5.5 계약

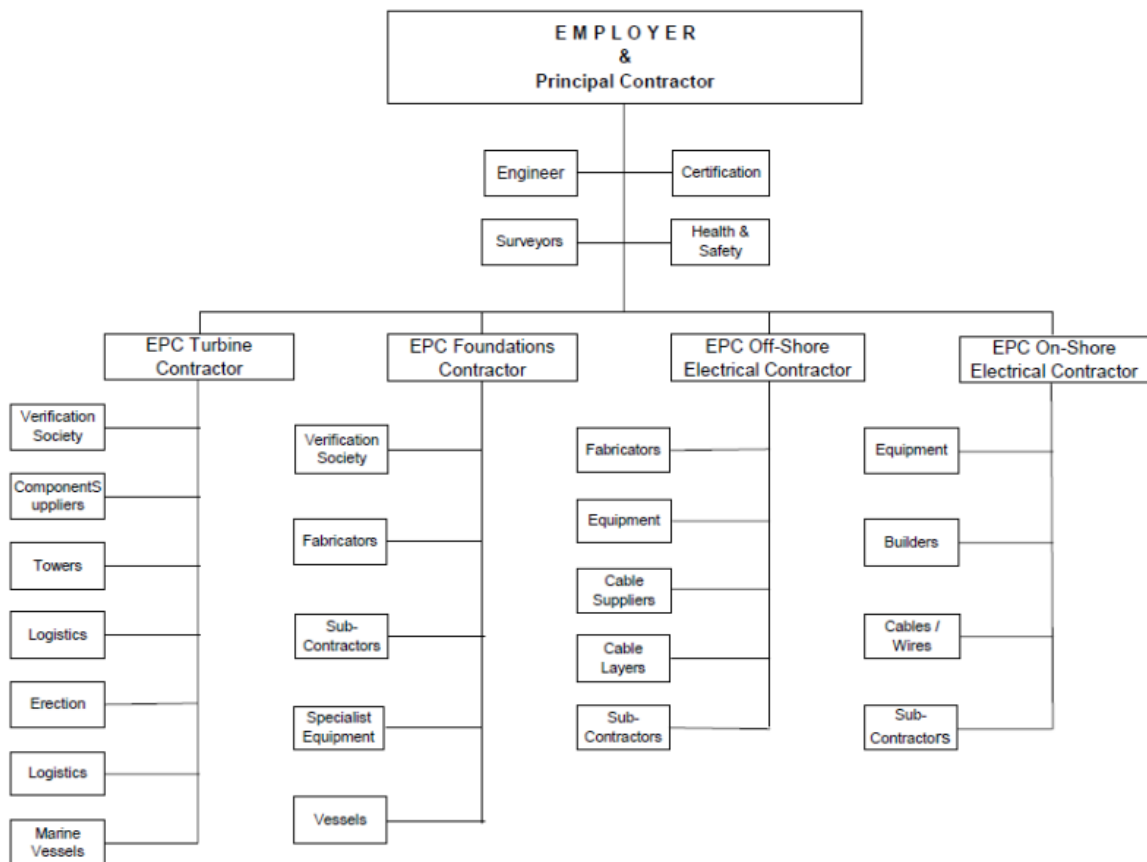
해상풍력 단지의 설계, 기자재공급, 계통연계, 하부기초 구조물 등의 설계, 제작, 통관등의 기술지원 용역 및 건설공사에 관한 계약을 체결한다.

가. 계약방식

사업자가 지지구조, 전력계통, 터빈 각각에 대해서 분할계약하는 Multi-Contract와 사업자가 사업경험과 설계능력이 부족할 경우에 터빈제작사 등과 일괄계약하는 EPC 방식이 있다.

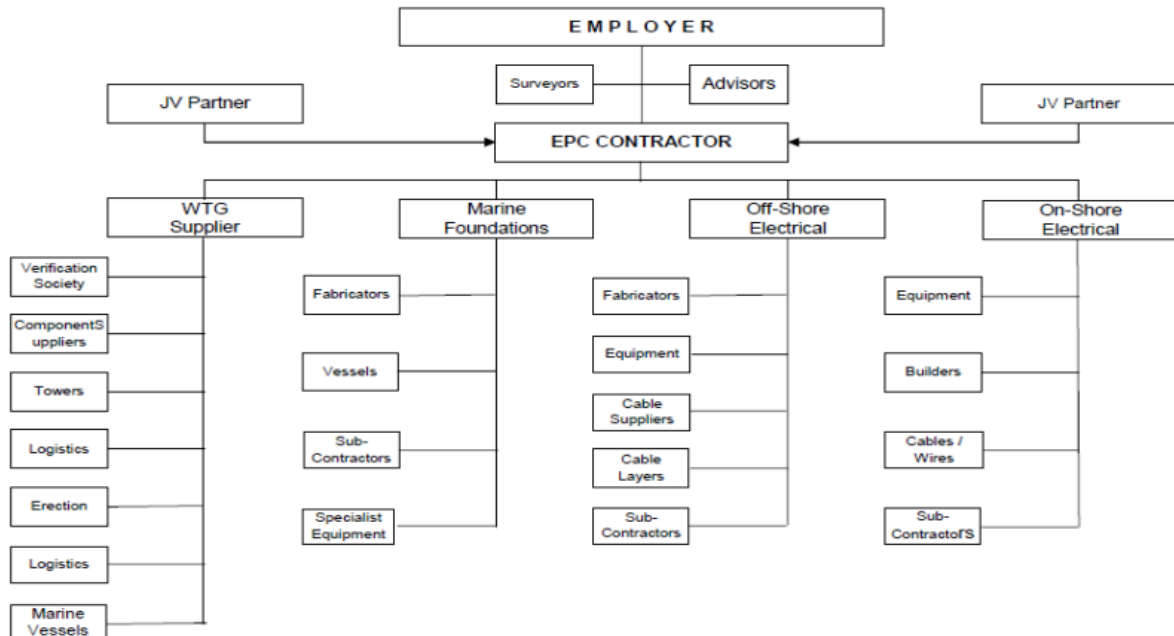
1) Multi-Contract

- Multi-Contract는 프로젝트의 각 주요 부분, 즉, 지지구조물, 터빈, 해상 및 육상 계통 시스템 등 별로 EPC 계약을 분할해서 계약하는 방식이다. 이 경우 사업자는 전체적으로 모든 과업에 대해 함께 진행하고, 조율하는 과업과 책임을 지게 된다.



2) EPC 일괄

- EPC 턴키계약의 경우, 계약자는 하나의 컨소시엄 또는 Joint Venture 형태로 진행된다. 계약자는 사업자에게 프로젝트의 모든 진행 업무(엔지니어링, 건설, 인도)에 대한 책임을 진다.



3) Strategic Partnership

- Strategic Partnership은 특정회사가 해상풍력단지 개발시 발생하는 리스크를 부담하는 형태를 벗어난 터빈 제작사와 단지개발자 간의 협업 계약 방식이다. 이것은 예상치 못하는 단지개발의 리스크를 공유하여 모든 리스크가 특정회사에 부담되지 않도록 관리하는데 있으며, 리스크를 투명하게 관리하기 위해 다음의 원칙에 의해 파트너쉽 체계를 구축하고 있다.

주요 원칙	내용
리스크 분담	보험적용이 안 되는 모든 리스크는 특정회사에 부담 되지 않고 공유됨
원가 목표의 공유	회사들은 초기의 목표원가를 함께 설정, 목표원가를 최종 원가와 비교하여 추가적으로 발생한 이익과 손실을 함께 부담
비적대적 관계	의견충돌 발생시 내부적으로 해결
공동 프로젝트협의회	의사 결정은 공동 프로젝트 협의회(Project Alliance Board)를 통해 모든 회사의 대표들이 함께 참여
통합	설계업체, 공급업체와 설치업체들이 공통의 목표를 위하여 개방적이고 협동적으로 작업

나. 계약체결

계약의 효력요건으로 계약내용, 위험부담, 보증조건 등의 내용을 명백히 하여 사전에 분규를 예방하려는데 목적이 있다.

1) EPC 계약

○ 일반조건

- 계약의 목적, 계약방식, 계약발효일·공기, 용어의 정의, 준거법, 책임, 보증, 계약금액, 계약금액의 조정, 지급조건, 하자보증, 세금 및 공과금
- 특수조건
- 공급범위, 인도조건 및 일정, 규격 및 표준, 예비품, 품질보증, 성능보증 및 배상

2) O&M 계약

○ 역무범위

- 일반적으로 풍력발전설비(본체설비, 전기설비, 제어설비)와 부속설비, 전용선로를 대상으로 적용된다.

○ 용역책임

- 역무범위내 설비하자로 인한 발전정지의 경우 계약된 일정금액에 대한 책임부여

3) REC 계약

- 해상풍력발전사업은 대규모사업이므로 RPS의무이행 대상사업자와 안정적인 수익을 확보할 수 있는 장기계약을 체결하는 것이 일반적이다.
- 해상풍력사업의 매출은 SMP와 REC로 구성되며, 이중 REC 매출은 정부의 정책으로 RPS 공급의무자와 장기공급계약을 체결하게 되며 체결 가격은 개별 공급의무자의 협상에 의한 결과로 귀속되기 때문에 사업주는 프로젝트에 대한 경험이 풍부한 자문기관의 선정을 통해 해당 자문기관에 계약관련 업무를 자문 받는 것이 필요하다.

① 장기 고정가 계약

- 장기적으로 고정가액으로 일정량을 계약하는 방식이다. RPS 의무대상자는 장기적으로 물량과 비용을 확정할 수 있다

② 변동가 계약

- 장기계약을 일정 물량으로 체결하되 매년 일정비율로 매입단가를 상승시키거나, 전년도 평균가격을 적용하는 방식으로 판매자와 매수자가 일정하게 만족할 수 있는 계약방식이다.

③ 고정매출 계약

- REC의 가격을 SMP와 묶어서 계약하는 방식이다. 예를 들면 SMP+REC 가격이 000원/kW이 되도록 계약하는 방식이다. 이 경우 판매자는 SMP와 REC의 변동성을 모두 헷지할 수 있어서 안정적인 수익률을 확보할 수 있다. 또한, 매년 계약 갱신을 통해 SMP+REC를 조정할 수 있도록 하기도 한다.

다. 계약이행

- 계약이 체결되면 계약당사자는 계약을 이행하여야 할 의무를 지게되며 계약담당자는 사업이 완료되는 시점까지 계약서상의 모든 사항에 대해 업무를 수행하여야 한다.



3. 인 · 허가



3. 인·허가

3.1 대규모 사업

과거 국내에서 진행된 해상풍력사업은 대부분 개별법령(공유수면관리및매립에관한법률)을 통하여 진행되어 왔으나 현재 추진중인 서남해 해상풍력사업(실증단지)의 경우 해상풍력으로는 최초로 전원개발촉진법으로 추진되고 있으며, 이를 사례로 하여 향후 일정규모 이상 해상풍력사업의 경우 전원개발촉진법 추진이 예상된다. 전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력사업의 인·허가 사항을 유형별로 구분하면, 첫째 전원시설 관련 주요 인·허가 사항, 둘째 입지와 규모에 영향을 줄 수 있는 사전협의 사항, 셋째 개별법령에 따른 협의 사항, 넷째 전원개발실시계획의 의제협의 사항, 다섯째 착공전·후 각종 신고 및 허가 사항으로 구분되며, 이에 준하여 전원개발촉진법에 근거한 인허가 절차를 소개하였다. 또한, 인·허가 사항은 아니지만 민원협의 성격을 가진 어업권 피해조사도 기술하였다.

▷ 인·허가 주체의 용어 정의

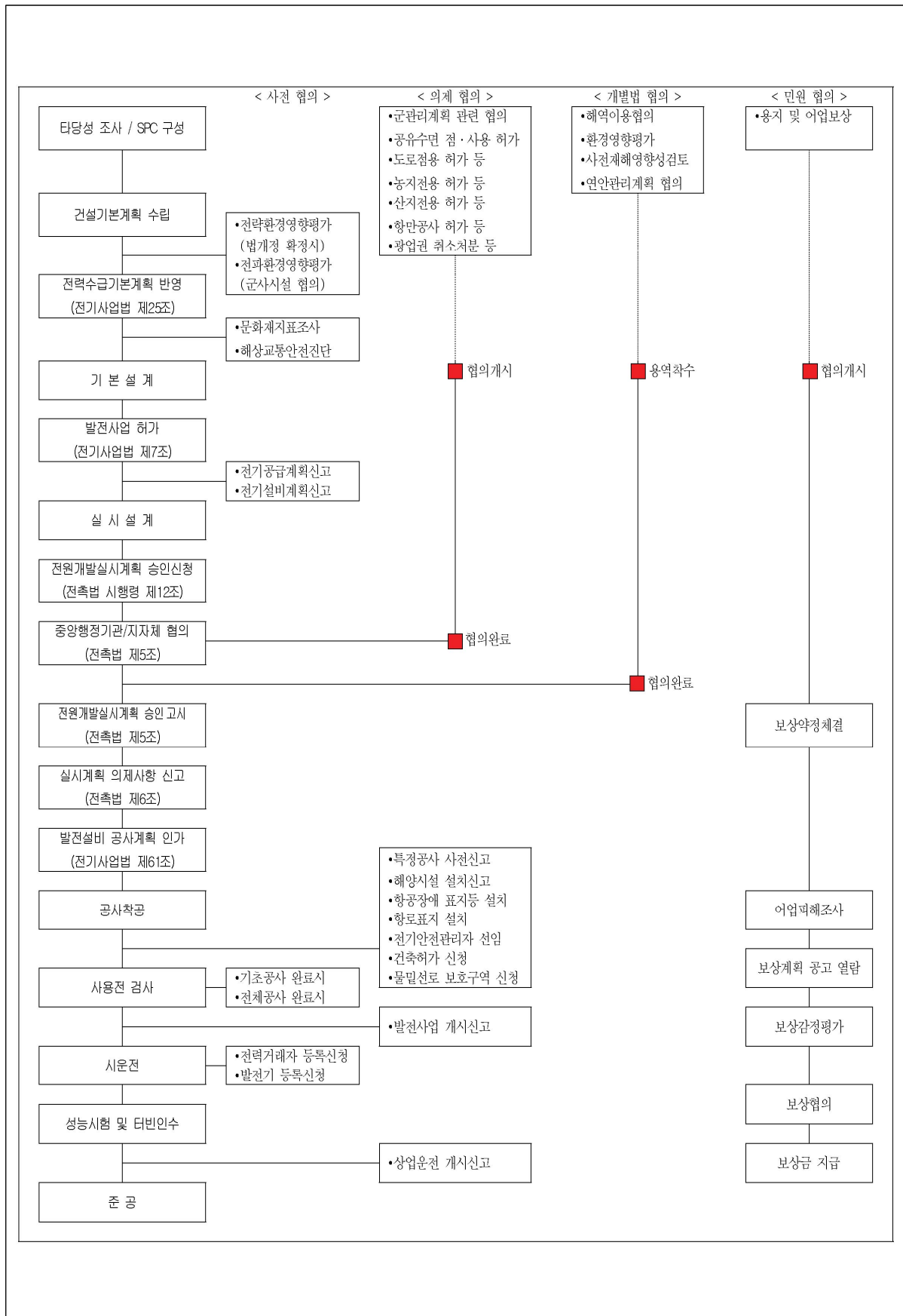
구 분	정 의
사업자	사업자는 해상풍력사업을 시행하는 주체로 각 개별법령상 용어가 상이하게 표현되는데, 전원개발촉진법에서는 ‘전원개발사업자’, 전기사업법에서는 ‘발전사업자’ 등으로 모두 사업자를 지칭하는 법적 용어임
승인기관	인·허가를 주관하는 기관으로 각 법령에서 승인기관, 허가기관, 인가기관, 처분기관 등의 용어로 사용되고 있음.
협의기관	인·허가를 주관하는 승인기관이 승인, 허가, 인가 등의 적합성 여부를 판단하기 위하여 협의를 시행하는 기관으로 대표적으로 환경영향평가를 협의하는 환경부를 들 수 있음.
대행기관	환경영향평가, 사전재해영향성검토 등 개별법령에서 규정한 협의를 시행시 사업자를 대신하여 업무를 수행할 수 있도록 법령에서 정한 기술능력을 갖춘 기관임. 그러나 대행기관은 기술업무 대행만을 시행하며, 인·허가를 위한 제반 사항(문서 발송, 협의, 보완)은 사업자 책임하에 이루어짐.

▷ 인·허가의 유형별 분류

- 전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력사업의 인·허가 유형은 전원시설 설치관련 주요 인·허가 사항, 사전협의 사항, 개별법령에 따른 협의사항, 전원개발실시계획 시행시 의제되는 협의사항, 기타 착공 전·후에 시행되는 각종 허가 및 신고 사항으로 구분된다.

구 분	내 용
전원시설 설치관련 주요 인·허가 사항	○ 전원시설 설치와 관련된 주된 인·허가 사항 - 전기사업법 제25조 전력수급기본계획 수립 - 전기사업법 제7조 발전사업 허가 - 전원개발촉진법 제5조 전원개발실시계획 승인 - 전기사업법 제61조 발전설비 공사계획 인가
사전협의 사항	○ 해상풍력사업의 입지 및 규모에 영향을 줄 수 있어 사전 협의가 필요한 인·허가 사항 - 군사기지및군사시설보호법 제13조 관련 전파영향평가 - 매장문화재보호및조사에관한법률 제6조 문화재지표조사 - 해사안전법 제15조 해상교통안전진단 - 환경영향평가법 제9조 전략환경영향평가
개별법령 에 따른 협의사항	○ 전원개발사업 시행시 실시계획 승인전에 개별법령에 따라 시행하여야 하는 협의 사항 - 환경영향평가법 제22조 환경영향평가 - 해양환경관리법 제84조 해역이용협의 - 자연재해대책법 제4조 사전재해영향성검토 - 연안관리법 제12조 연안관리계획 협의
의제협의 사항	○ 전원개발사업 실시계획 승인시 의제되는 인·허가 사항 - 공유수면관리및매립에관한법률 제8조, 제17조 공유수면의 점용 및 사용관련 협의 - 국토의계획및이용에관한법률 제30조, 제56조, 제86조, 제88조 도시·군 관리계획 및 개발행위 관련 협의 - 건축법 제11조 건축허가 - 기타 산지관리법, 초지법, 농지법, 도로법, 항만법 등(해당시)
기타 허가 및 신고 사항	○ 공사착공 전·후 시행하여야 하는 각종 허가 및 신고사항 - 전기사업법 제69조 물밑선로 보호구역 신청 - 항공법 제83조 항공장애 표시등 설치신고 - 해양환경관리법 제33조 해양시설의 설치 등록 - 기타 관련법령 해당 사항

▷ 인·허가 절차(총괄)



3.1.1 전원시설 설치관련 주요 인·허가 사항

전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력 사업의 전원시설 관련 주요 인·허가 절차로는 전력수급기본계획 반영, 발전사업 허가, 전원개발 실시계획 승인, 발전설비 공사계획 인가 등이 있으며, 전기사업법 및 전원개발촉진법의 절차가 복합적, 순차적으로 진행된다.

가. 전력수급기본계획 반영

1) 개요

- 전력수급기본계획은 전기사업법 제25조(전력수급기본계획의 수립)에 의거하여 산업통상자원부장관이 전력수급의 안정화를 위하여 매 2년 단위로 수립한다.
- 현재 전원개발촉진법으로 추진중인 해상풍력사업은 전력수급기본계획에 반영되었다.
- 과거 개별법령으로 추진되었던 해상풍력사업의 경우 전력수급기본계획에 반영없이 추진되었으나 전원개발촉진법으로 추진시에는 실시계획 승인 시 전력수급기본계획 반영 여부를 확인토록 하고 있어 반영절차가 선행되어야 한다.

2) 구비서류 및 주요 검토내용

- 전력수급기본계획 수립시 산업통상자원부 장관은 계획수립전 전기사업법 제25조 8항 및 동법시행령 제16조에 의거하여 전기사업자, 한국전력거래소 등으로부터 자료제출을 요구할 수 있으며, 이에 근거하여 한국전력거래소에서는 발전사업을 하고자 하는 기관(민간 및 공공)으로부터 건설의향서를 제출받아 이를 평가하여 전력수급기본계획에 반영시킬 사업자를 결정하게 된다. 따라서, 사업자가 발전사업을 시행하기 위해서는 건설의향서를 전력거래소에 제출하고 전력거래소의 검토결과 타당성 등이 입증되어 전력수급기본계획에 반영되는 것이 선행되어야 한다.
- 건설의향서의 양식 및 세부평가기준 등은 매 전력수급기본계획 수립시 전력거래소에서 사업자에게 배포되며, 사업자는 이에 준하여 건설의향서를 작성한다. 그러나 신재생에너지 사업의 경우 수급계획 반영을 위

한 사업자간 경쟁이 없으므로 개략적인 사업내용 제출을 통하여 반영이 가능하다.

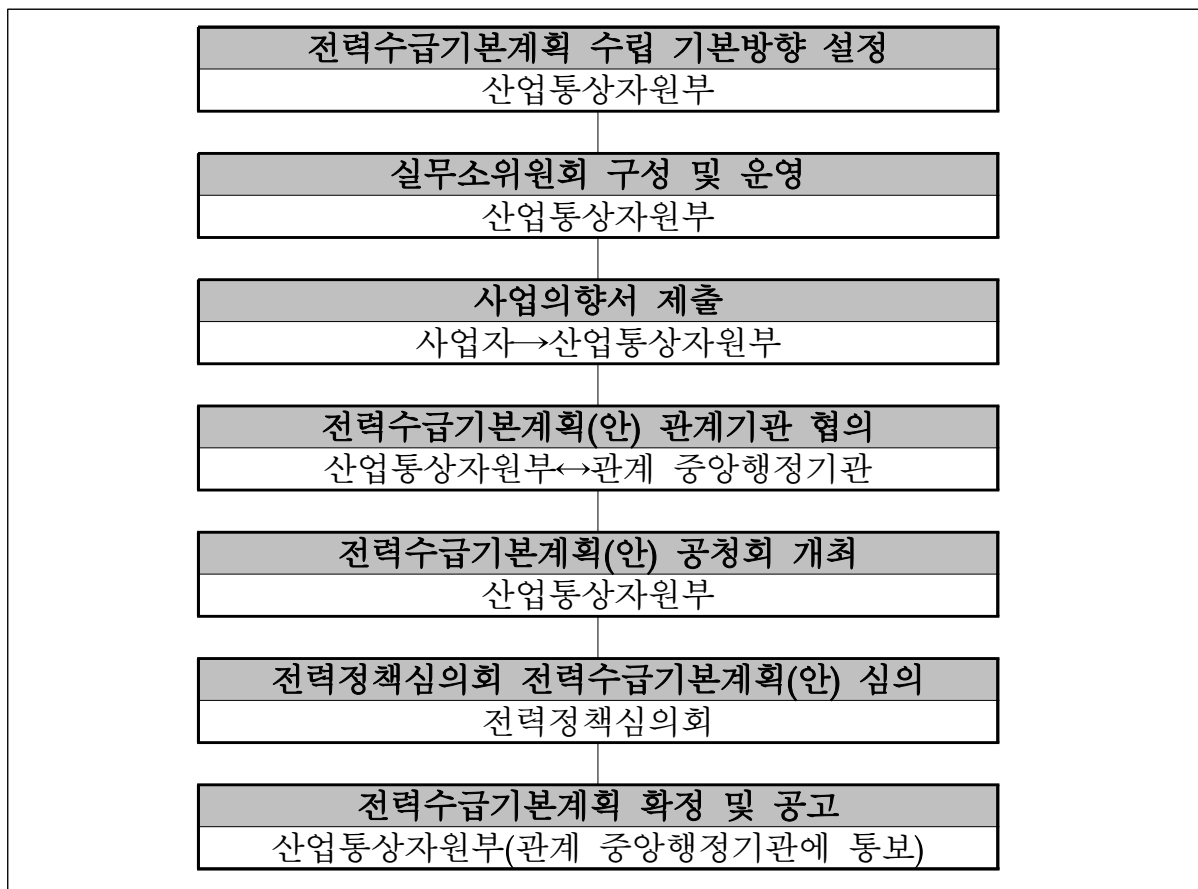
- 전력수급기본계획 수립시 산업통상자원부 장관이 검토하여야 하는 주요 사항은 다음과 같다.

< 전기사업법 제25조 전력수급기본계획의 수립 >

- ① 전력수급의 기본계획의 관한 사항
- ② 전력수급의 장기전망에 관한 사항
- ③ 전기설비 시설계획에 관한 사항
- ④ 전력수요의 관리에 관한 사항

3) 절차

- 전력수급기본계획은 산업통상자원부 장관 주관하에 사업의향서에 대한 검토, 관계기관 협의, 공청회, 전력정책심의회 등의 절차를 거쳐서 최종 확정된다.



나. 발전사업 허가

1) 개요

- 발전사업 허가 절차는 전기사업법 제7조(사업의 허가)에 의거하여 시행되며, 허가권자는 사업자의 사업수행능력, 전력계통 운영, 전력수급상황 등을 종합적으로 검토하여 허가여부를 결정한다.
- 발전사업 허가권자는 발전설비용량이 3천kW를 초과할 경우 산업통상자원부 장관이 되며, 3천kW 이하는 광역지자체장(특별시장·광역시장·특별자치시장·도지사 또는 특별자치도지사)에게 허가를 신청하여야 한다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 발전사업허가 신청시 사업자가 허가권자(산업통상자원부 장관 또는 광역지자체장)에게 제출하여야 하는 구비서류는 다음과 같다.

< 전기사업법 시행규칙 제4조 사업허가의 신청 >

- ① 사업계획서
- ② 전력수급의 장기전망에 관한 사항, 정관, 대차대조표 및 손익계산서(신청자가 법인인 경우만 해당하며, 설립중인 법인의 경우에는 정관만 제출한다)
- ③ 신청자(발전설비용량 3천킬로와트 이하인 신청자는 제외한다. 이하 이 호에서 같다.)의 주주명부. 이 경우 신청자가 재무능력을 평가할 수 없는 신설법인인 경우에는 신청자의 최대주주를 신청자로 본다.

3) 절차

- 허가권자(산업통상자원부장관, 광역지자체장)는 발전사업 허가를 신청한 사업자의 기술성 및 송배전 계통연계 등을 검토하며, 최종적으로 전기위원회 심의를 거쳐 발전사업 허가서를 사업자에게 교부한다.



다. 전원개발예정구역 지정

1) 개요

- 전원개발 예정구역의 지정은 전원개발촉진법 제11조(전원개발사업 예정구역의 지정고시)에 의거하여 산업통상자원부 장관이 필요하다고 인정할 때에 전원개발사업자의 신청을 받아 지정한다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

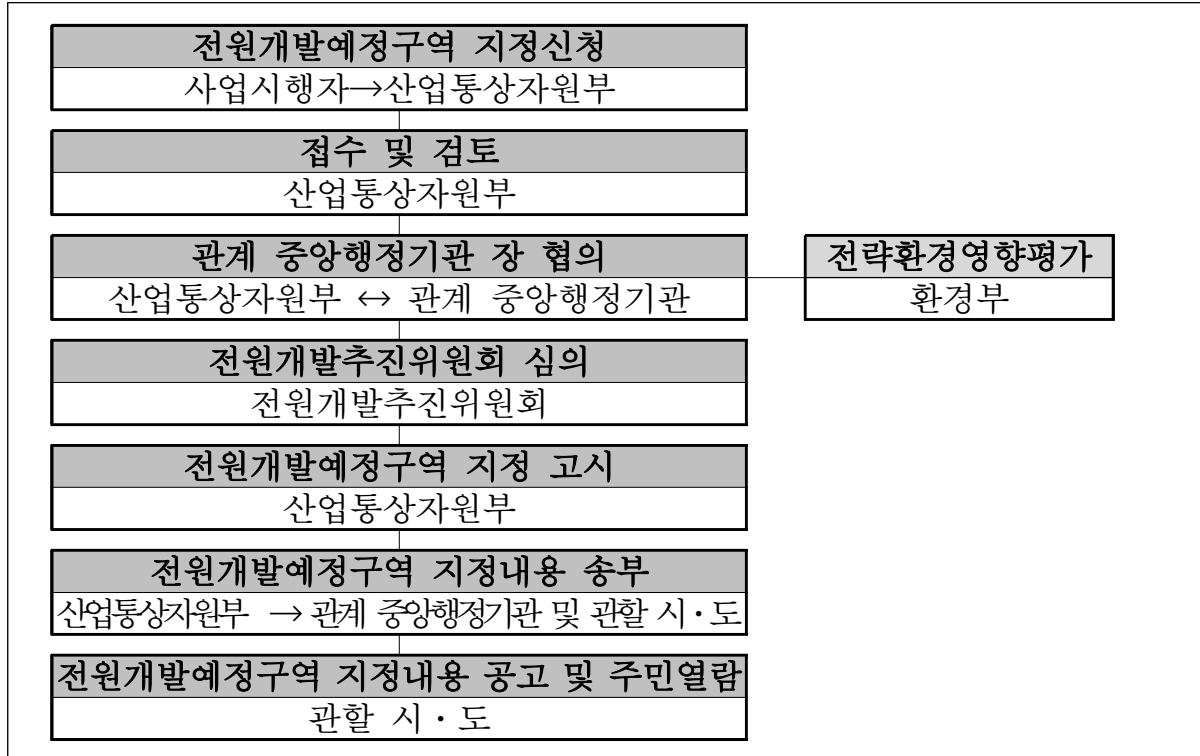
- 전원개발사업자는 전원개발 예정구역 지정을 신청하기 위하여 산업통상자원부 장관에게 다음 서류를 구비하여 신청하여야 한다.

<전원개발촉진법 시행령 제22조 전원개발사업 예정구역의 지정고시 등>

- ① 전원개발사업자의 성명 및 주소(법인인 경우에는 법인의 명칭·주소와 대표자의 성명을 말한다)
- ② 전원개발사업 예정구역의 명칭
- ③ 전원개발사업 예정구역의 지정목적
- ④ 전원개발사업 예정구역의 위치 및 면적
- ⑤ 전원개발사업 예정기간

3) 절차

- 전원개발 예정구역 지정시에는 사업자가 산업통상자원부 장관에게 신청서 접수후 관계 중앙행정기관장 협의와 전원개발사업추진위원회(전원개발촉진법 제4조)의 심의를 거쳐 지정 여부가 최종적으로 결정된다.
- 전원개발 예정구역 지정시에는 실시계획 승인 전이라도 토지매수 청구 등이 가능하여 사업진행상 유리한 점이 있으나 사회적 갈등상황의 조기 부각 등 단점도 가지고 있어 통상의 경우 예정구역 지정을 시행하지 않으며, 현재 전원개발촉진법으로 추진중인 해상풍력사업의 경우에도 전원개발 예정구역 지정 절차를 시행하지 않았다.
- 전원개발 예정구역 지정시에는 환경영향평가법 제7조의 전략환경영향평가를 선행하여야 하며, 전략환경영향평가는 예정구역 지정을 위한 전원개발추진위원회 심의전에 환경부와의 협의를 완료하여야 한다.



라. 전원개발실시계획 승인

1) 개요

- 전원개발 실시계획 승인절차는 정부의 전력수급기본계획을 근거로 하며, 전원개발촉진법 제5조(전원개발사업 실시계획의 승인)에 의거하여 사업자가 요청하여 산업통상자원부장관이 관계기관장 협의를 거쳐 최종 승인한다. 전원개발 실시계획 승인절차는 전원개발촉진법으로 추진되는 전원개발 사업의 가장 중요한 부분이라고 할 수 있다.
- 전원개발 실시계획의 승인신청 시기는 전원개발사업에 필요한 부지 조성을 시작하기 10개월 전이며, 이를 감안하여 전원개발사업자는 산업통상자원부 장관에게 승인신청서를 제출하여야 한다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 사업자가 산업통상자원부장관에게 전원개발 실시계획의 승인을 신청할 때 제출하여야 하는 서류는 전원개발촉진법 제5조 및 동법 시행규칙 제2조에 명시되어 있으며, 사업자는 이에 준하여 신청서를 작성하여야 한다. 그러나 법령상의 모든 사항을 작성하는 것은 아니며, 사업성격에 해당하는 허가서류를 구비하면 된다.

< 전원개발촉진법 제5조 실시계획에 포함되어야 하는 사항 >

- ① 전원설비의 개요
- ② 전원개발사업구역의 위치 및 면적
- ③ 전원개발사업의 시행기간
- ④ 전원개발사업의 소요 자금 및 그 조달에 관한 사항
- ⑤ 제13조에 따른 공공시설의 설치 및 비용 부담에 관한 사항
- ⑥ 국토자연환경 보전에 관한 사항
- ⑦ 그 밖에 전원개발사업에 관하여 대통령령으로 정하는 사항

< 전원개발촉진법 시행규칙 제2조 : 실시계획의 승인신청 등 >

- ① 위치 및 개괄도(概括圖)
- ② 위치도
- ③ 사업설명서(승인신청의 경우에만 첨부한다)
- ④ 토지등의 명세서, 보상계획 및 주민의 이주대책
- ⑤ 공공시설의 이전·철거계획 및 대체 시설물의 설치계획
- ⑥ 도시계획시설인 전기공급설비의 결정조서
- ⑦ 전원개발촉진법 시행령 제15조제2항에 따른 환경영향평가서, 사전환경성검토서(전략환경영향평가서) 또는 환경에 관한 검토서
- ⑧ 영 18조의3제3항 및 제18조의4제3항에 따른 검토서
- ⑨ 지적현황 측량도
- ⑩ 시설물 배치도
- ⑪ 원자력법 시행규칙 제8조제1항에 따른 부지사전승인신청서
- ⑫ 원자력법 제11조제5항에 따른 방사선환경영향평가서
- ⑬ 원자력법 제11조제5항에 따른 부지조사보고서
- ⑭ 변경이유서 및 변경내용 비교표(변경승인을 신청하는 경우에만 첨부한다)

- 또한, 사업자는 전원개발 실시계획 승인신청시 법률상의 기본적인 구비서류 외 각종 의제협의 사항에 대한 서류를 의제되는 법령의 작성 기준에 준하여 작성하여야 한다. 사례로 공유수면 점·사용 허가를 의제하는 경우 공유수면관리및매립에관한 법률상의 점·사용 허가신청서 양식의 구비서류가 첨부된다.
- 다음표 의제협의 사항 중 ①~⑰까지의 사항은 산업통상자원부 장관이 실시계획 승인전 허가, 인가 기관과의 협의를 선행하여야 하나 ①, ②의 건축법 및 주택법 관련사항은 사업자가 작성하는 실시계획 승인 신청서에 관련서류를 첨부하여 제출하지 않으며, 산업통상자원부 장관이 실시계획을 승인한 이후 사업자가 직접 허가기관에 관련서류(건축허가는 기본설계도서, 주택법 관련사항은 관계서류)를 제출함으로써 의제된다.
- 전원개발사업자가 법령 제5조에 따라 실시계획의 승인을 받은 전원개발 사업을 시행하기 위해서는 전원개발촉진법에서 규정한 양식에 의거하여 의제 협의 행정기관의 장에게 신고하여야 한다.

< 전원개발촉진법 제6조 실시계획 승인시 의제사항 >

- ① 국토의 계획 및 이용에 관한 법률 제30조에 따른 도시·군관리계획의 결정, 같은 법 제56조에 따른 개발행위의 허가, 같은 법 제86조에 따른 도시·군계획시설사업 시행자의 지정, 같은 법 제88조에 따른 실시계획의 인가, 도시개발법 제9조제5항에 따른 도시개발구역에서의 행위의 허가
- ② 도로법 제36조에 따른 도로공사 시행의 허가, 같은 법 제61조에 따른 도로점용의 허가
- ③ 사도법 제4조에 따른 사도(私道)의 개설허가
- ④ 하천법 제30조에 따른 하천공사 시행의 허가, 같은 법 제33조에 따른 하천의 점용허가 및 같은 법 제50조에 따른 하천수의 사용허가
- ⑤ 공유수면 관리 및 매립에 관한 법률 제8조에 따른 공유수면의 점용·사용허가, 같은 법 제17조에 따른 점용·사용 실시계획의 승인 또는 신고, 같은 법 제28조에 따른 공유수면의 매립면허, 같은 법 제35조에 따른 국가 등이 시행하는 매립의 협의 또는 승인 및 같은 법 제38조에 따른 공유수면매립실시계획의 승인
- ⑥ 삭제 <2010.4.15>

- ⑦ 수도법 제52조 및 제54조에 따른 전용상수도 및 전용공업용수도 설치의 인가
- ⑧ 자연공원법 제23조에 따른 공원구역에서의 행위의 허가
- ⑨ 농지법 제34조에 따른 농지전용(農地轉用)의 허가
- ⑩ 산지관리법 제14조·제15조 및 제15조의2에 따른 산지전용허가·산지전용신고 및 산지일시사용허가·신고, 같은 법 제25조에 따른 토석채취허가, 산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률 제36조제1항·제4항 및 제45조제1항·제2항에 따른 입목벌채등의 허가·신고 및 국유림의 경영 및 관리에 관한 법률 제21조에 따른 국유림의 대부 또는 사용의 허가
- ⑪ 사방사업법 제14조에 따른 벌채 등의 허가, 같은 법 제20조에 따른 사방지(砂防地) 지정의 해제
- ⑫ 군사기지 및 군사시설 보호법 제13조에 따른 행정기관의 허가등에 관한 협의
- ⑬ 초지법 제21조의2에 따른 초지에서의 토지의 형질변경 등의 허가, 같은 법 제23조에 따른 초지전용의 허가
- ⑭ 항만법 제9조제2항에 따른 항만공사 시행의 허가, 같은 법 제10조제2항에 따른 항만공사 실시계획의 승인
- ⑮ 장사 등에 관한 법률 제27조제1항에 따른 개장허가
- ⑯ 광업법 제24조에 따른 불허가처분, 같은 법 제34조에 따른 광업권 취소처분 또는 광구 감소처분
- ⑰ 원자력안전법 제10조제3항에 따른 부지 사전승인
- ❶ 전원개발사업자가 제5조에 따라 실시계획의 승인 또는 변경승인을 받은 전원개발사업을 시행하기 위하여 건축법 제2조제1항제2호에 따른 건축물을 건축하려는 경우에는 같은 법 제11조제2항에 따른 기본설계도서를 관계 행정기관의 장에게 제출함으로써 같은 법 제11조 또는 제14조에 따른 건축허가를 받거나 신고한 것으로 본다.
- ❷ 전원개발사업자가 제5조에 따라 실시계획의 승인 또는 변경승인을 받은 전원개발사업을 시행하기 위하여 주택법 제16조제1항에 따른 주택을 건설하려는 경우에는 같은 항에 따른 관계 서류를 관계 행정기관의 장에게 제출함으로써 같은 항에 따른 주택건설사업계획 승인을 받은 것으로 본다.

- 참고로 △△해상풍력사업의 실시계획 승인신청서(안)의 구비서류 목록은 다음과 같다.

< △△ 해상풍력사업의 전원개발 실시계획 승인신청서(안) 목록 >

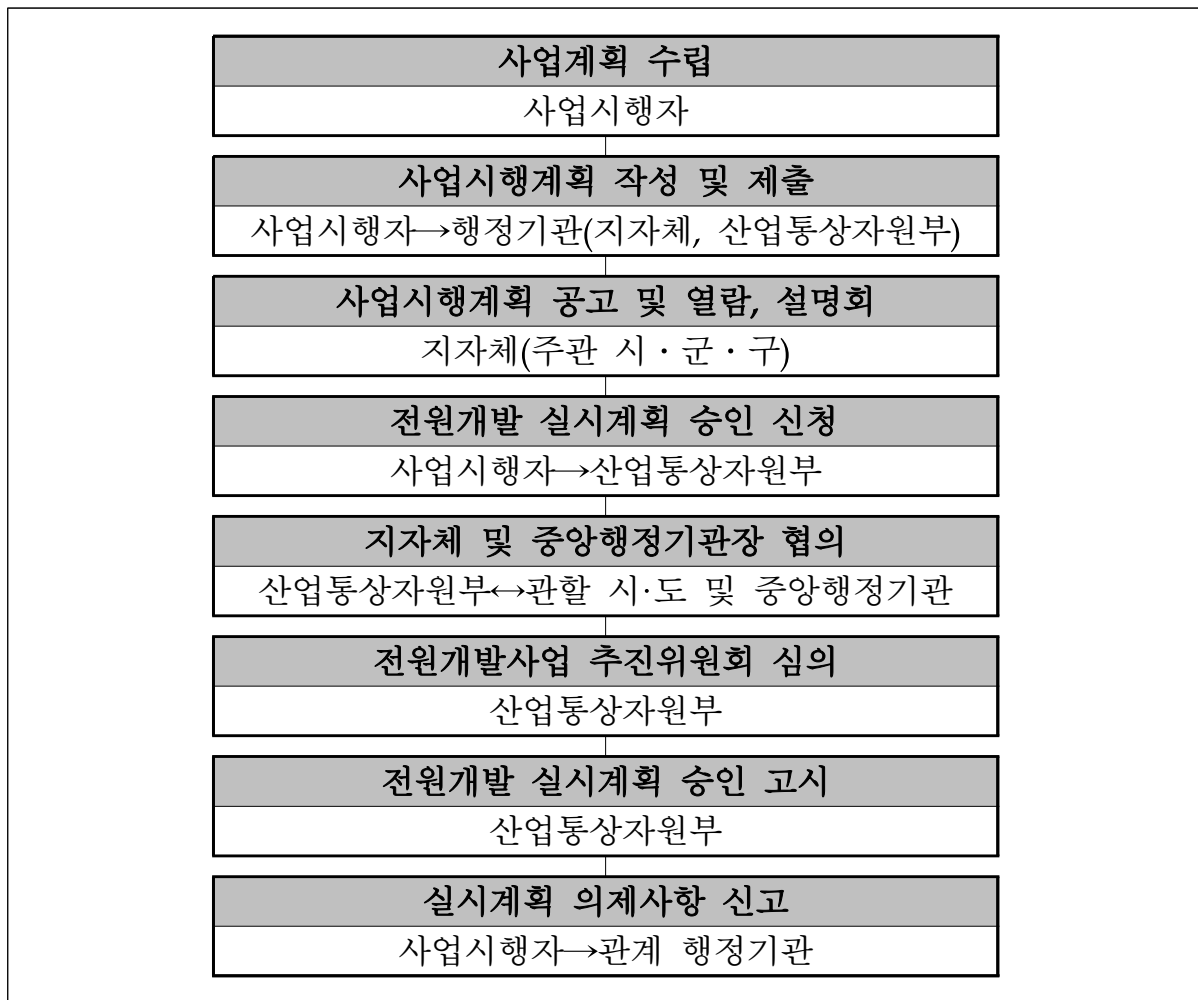
- ① 전원개발실시계획 승인 신청서
- ② 의제협의서류
 - ㉠ 공유수면점용 및 사용 허가 신청서(터빈, 해저케이블, 해상변전소)
 - ㉡ 공유수면점용 및 사용 실시계획 승인 신청서(")
 - ㉢ 개발행위허가 신청서(육상케이블, 실증센터)
 - ㉣ 도로점용허가 신청서(육상케이블)
 - ㉤ 산지전용허가 신청서(육상케이블)

- 산업통상자원부장관은 전원개발촉진법 제5조 4항에 의거하여 전원개발 사업구역을 관할하는 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사 및 관계 중앙행정기관의 장과 협의하며, 관계 중앙행정기관의 선정은 의제되는 사항 등을 고려하여 산업통상자원부장관이 결정한다.
- 산업통상자원부장관으로부터 전원개발 실시계획의 협의요청을 받은 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사는 다시 관할 시장·군수·구청장의 의견을 요청하게 된다.

3) 절차

- 사업자가 산업통상자원부 장관에게 실시계획 승인 신청서를 제출하면 산업통상자원부 장관은 절차에 의거하여 전원개발 승인여부를 결정한다.
- 실시계획 승인 절차 중 주민공람 절차인 사업시행계획 배포는 사업자가 작성하여 산업통상자원부 장관, 광역 지자체장(특별시장, 광역시장, 도지사) 및 기초 지자체장(시장, 군수, 구청장)에게 제출하며, 사업자는 사업면적을 가장 크게 관할하는 주관 지자체장(시장, 군수, 구청장)에게 공람 공고, 설명회 등 의견수렴 절차를 요청하여야 한다. 그러나 사업자의 요청에도 불구하고 주관 지자체장이 공고 등의 의견수렴 절차를 시행하지 않을 경우 사업자는 산업통상부장관에게 요청하여 시행할 수 있다.

- 또한, 주민 설명회 등의 절차가 의도적인 주민 방해 등으로 무산되고 부득이하게 추가적인 시행을 할 수 없을 경우에는 사업자가 주민설명회 무산내용을 공고(주민설명회 생략공고)후 실시계획 승인의 잔여 절차를 진행한다.
- 사업규모가 환경영향평가 대상사업에 해당하여 환경영향평가법상에서 규정한 주민공람 절차(공고, 공람, 설명회)를 이행한 경우에는 전원개발 촉진법의 주민공람절차는 생략할 수 있다.



마. 발전설비 공사계획 인가, 신고

1) 개요

- 발전사업자가 전기사업용 전기설비의 설치공사 또는 변경공사로써 산업통상자원부령으로 정하는 공사를 하려는 경우에는 전기사업법 제61조(전기사업용전기설비의 공사계획의 인가)에 의거하여 산업통상부장관으로부터 공사계획 인가를 받거나 또는 신고하여야 한다.

- 발전사업자가 산업통상자원부 장관에게 인가를 받아야하는 대상은 발전 시설로서 용량 1만 킬로와트 이상이며, 미만일 경우 시·도지사에게 신고 한다.
- 발전사업자가 공사계획 인가를 받는 범위는 전기사업용 전기설비에 한 한다. 전원개발촉진법상의 전원개발시설은 전원시설(풍력터빈, 케이블 등) 과 부대시설(제어동 등)로 구분되는데 공사계획 인가 대상은 전원시설에 한한다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 발전사업자가 공사계획 인가 및 신고를 하기 위해서는 다음의 구비서류 를 갖추어 인가(산업통상자원부 장관) 또는 신고대상 기관(시·도지사) 에게 제출하여야 한다.

< 전기사업법 시행규칙 제29조 공사계획 인가 등의 신청 별표 8 >

- ① 공사계획서
- ② 전기설비의 종류에 따라 제2호에 따른 사항을 적은 서류 및 기술자료
- ③ 공사공정표
- ④ 기술시방서
- ⑤ 원자력발전소의 경우에는 원자로 및 관계 시설의 건설허가서 사본
- ⑥ 전력기술관리법 제12조의2제4항에 따른 감리원 배치확인서(공사감리 대상인 경우만 첨부한다). 다만, 전기안전관리자가 자체감리를 하는 경 우에는 자체감리를 확인할 수 있는 서류로 한다.

3) 절차

- 사업자가 산업통상자원부 장관에게 공사계획 인가서류를 신청한 이후 처리기간은 20일로 규정되어 있다.



3.1.2 사전협의 사항

전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력사업의 인·허가 사항 중 전파영향평가, 매장문화재 지표조사, 전략환경영향평가, 해상교통안전진단 등은 사업의 입지와 규모에 영향을 줄 수 있는 사항으로 가급적 사업계획 초기 단계에 진행되어야 한다.

가. 전파영향평가

1) 개요

- 전파영향평가는 풍력 터빈의 블레이드 회전시 발생하는 전자파로 인한 군용레이더 오작동에 대한 문제를 평가하고 협의하기 위하여 사업자가 전파영향에 대한 사항을 분석하여 산업통상자원부 장관에게 요청하면 산업통상자원부 장관은 국방부장관과 협의를 시행한다.
- 전파영향평가 협의의 법적근거는 군용전기통신법 제8조(장애물의 제거 등), 군사기지 및 군사시설 보호법 제9조(보호구역에서의 금지 또는 제한), 군사기지 및 군사시설 보호법 제13조(행정기관의 처분에 관한 협의 등), 합참 전파관리 규정 제17조 이다.

2) 구비서류 및 주요 검토내용

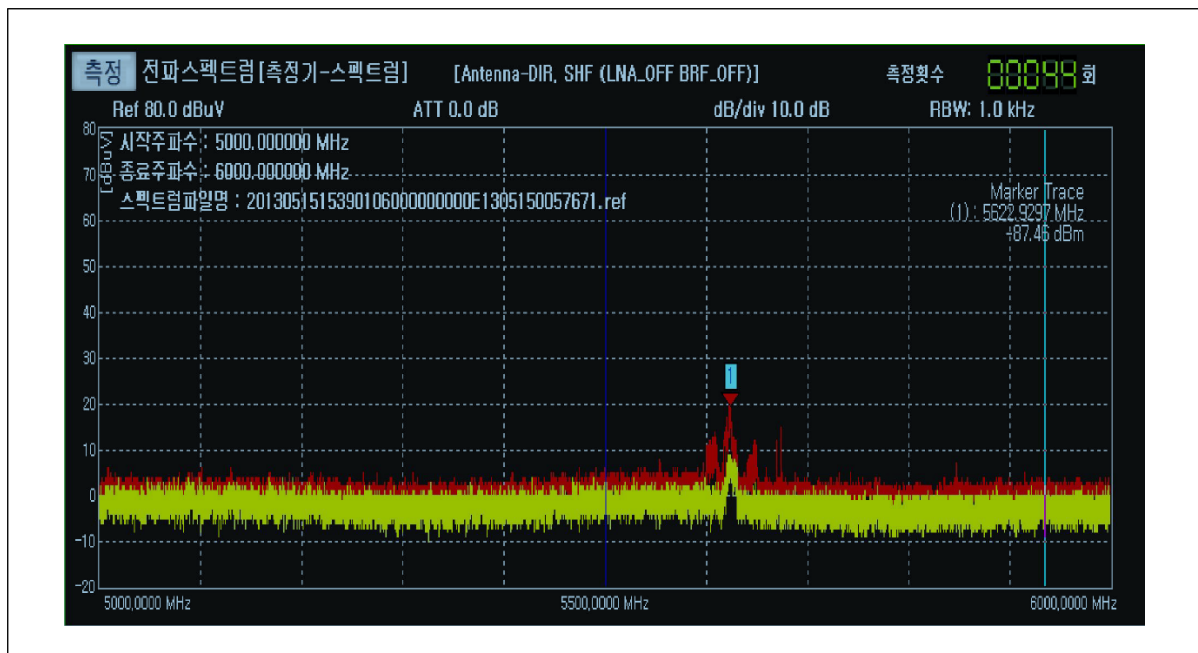
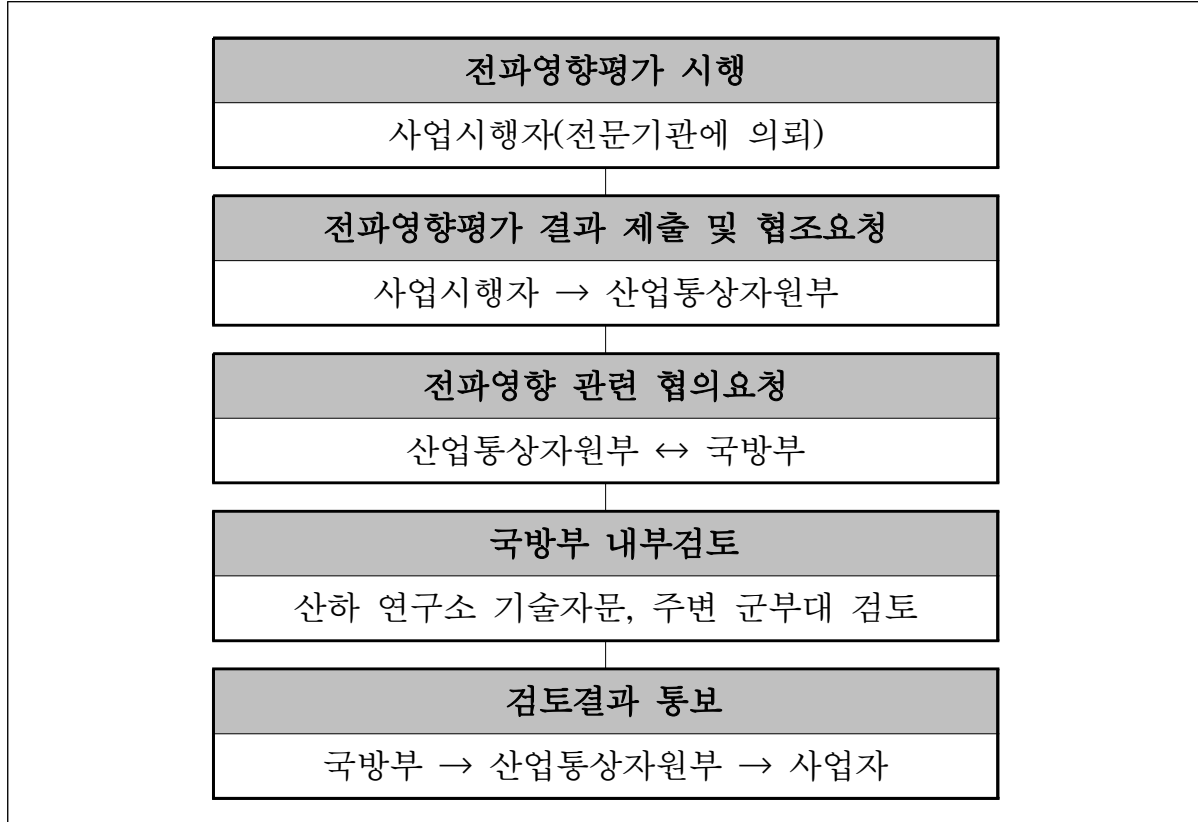
- 사업자가 해상풍력사업으로 인한 전파영향을 평가하기 위해서는 전파관련 전문기관(법적으로 대행기관이 정해져 있지 않음)에 의뢰하여 전파영향평가를 실시하여야 한다.
- 전파영향평가 전문기관은 해상풍력기 주변 군부대의 레이더 성능 저하 여부에 대하여 중점적으로 검토한다.

3) 절차

- 전파영향평가 절차는 사업자가 전문기관에 의뢰하여 전파영향평가서를 작성한 후 산업통상자원부에 제출하여 협의를 요청하며, 협의를 요청받은 산업통상자원부 장관은 국방부 장관에게 협조 요청한다.
- 산업통상자원부장관으로부터 협조를 요청받은 국방부 장관은 산하 국방과학연구소, 국방기술품질원, 국방전파연구원에게 분석협조 및 기술자문을 받으며, 국군 지휘통신 사령부, 각 군 본부 및 해당 군부대 등의 검토

토를 거쳐 최종적인 결과를 도출한다.

- 통상적으로 전파영향평가의 협의는 협의개시(사업자가 산업통상자원부장관에게 전파영향평가서 제출) 후 약 6개월 이상이 소요된다.



[그림 3-1] 전파스펙트럼 조사 예시

나. 매장문화재 지표조사

1) 개요

- 매장문화재 지표조사는 매장문화재보호및조사에관한법률 제6조에 의거하여 시행되며, 건설공사시 사전에 문화재 매장·분포지역 확인을 목적으로 한다.
- 매장문화재의 정의는 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률에서 규정하고 있으며, 첫째, 토지 또는 수중에 매장되거나 분포되어 있는 유형의 문화재, 둘째, 건조물 등에 포장(包藏)되어 있는 유형의 문화재, 셋째, 지표·지중·수중(바다·호수·하천을 포함한다) 등에 생성·퇴적되어 있는 천연동굴·화석, 그 밖에 대통령령으로 정하는 지질학적인 가치가 큰 것을 의미한다.
- 매장문화재의 정의 중 수중의 의미는 내수면, 영해와 배타적 경제수역 및 공해(대한민국 기원 유형문화재에 한함)를 모두 포함하고 있으므로 해상풍력사업이 이루어지는 수면은 모두 매장문화재 지표조사 대상이라고 할 수 있다.
- 연안(연안관리법상 제2조 1호)에서 이루어지는 개발사업 중 문화재지표조사 대상사업의 범위는 사업면적 3만^m 이상일 경우에 한한다. 따라서, 연안에서 이루어지는 대규모 해상풍력사업은 모두 매장문화재 지표조사 범위에 포함될 것으로 예상된다.

2) 구비서류 및 주요 검토내용

- 매장문화재의 지표조사는 사업자가 매장문화재보호및조사에관한법률 제24조에서 규정한 매장문화재 조사기관(문화재청장의 허가를 받은 학술기관으로 수중문화재 지표조사가 가능한 기관)을 선정하여 수행된다.
- 사업자로부터 매장문화재 지표조사를 의뢰받은 조사기관은 지표조사 착수시 문화재청장 및 해당 지역을 관할하는 시장·군수·구청장에게 지표조사 착수신고서를 제출하여야 한다.
- 착수신고서에는 지표조사의 실시기간이 명시되어야 하고, 20일 이내에 지표조사를 완료하고 사업자에게 보고서를 제출하여야 하며, 특별한 사유에 의한 기간 연장시에는 문화재청장과 협의하여야 한다.

- 매장문화재 조사기관이 작성하는 지표조사 보고서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.

< 매장문화재 보호 및 조사에 관한 법률 시행령 제5조 >

- ① 해당 사업지역의 역사, 고고(考古), 민속, 지질 및 자연 환경에 대한 문헌조사 내용
- ② 해당 사업지역의 유물 산포지, 유구 산포지, 민속, 고건축물(근대건축물을 포함한다), 지질 및 자연 환경 등에 대한 현장조사 내용
- ③ 해당 사업지역의 지표조사를 실시한 법 제24조에 따른 매장문화재 조사기관(이하 "조사기관"이라 한다)의 의견

3) 절차

- 사업자는 분리발주를 통하여 매장문화재 지표조사기관을 선정하여야 하며, 선정된 매장문화재 지표조사기관에 의하여 매장문화재 지표조사가 착수된 후 최종 협의 완료까지의 기간은 통상 약 5개월이 소요된다.
- 사업자에 의하여 선정된 매장문화재 지표조사기관은 매장문화재 지표조사 완료후 지표조사 보고서를 작성하며, 지표조사 보고서가 완료되면 사업자 공문으로 관할 시장·군수·구청장에게 제출하고 제출받은 관할 시장·군수·구청장은 다시 특별시장·광역시장·도지사 및 문화재청장에게 보고서를 제출한다.
- 특별시장·광역시장·도지사에게 보고서를 제출받은 문화재청장은 문화재위원회 심의를 시행하며, 특별시장·광역시장·도지사의 의견을 첨부하여 관할 시장·군수·구청장에게 검토의견을 통보하고 관할 시장·군수·구청장은 사업자에게 최종 검토결과(문화재 보전대책)를 통보한다.
- 만약, 지표조사기관에서 수행한 문화재 지표조사 결과 매장문화재 발견이 확인되면 사업자는 즉시 문화재청장에게 신고하여야 하며, 발견지역은 문화재유존지역으로 지정된다.
- 매장문화재가 발굴된 문화재유존지역에서 계속 사업을 시행하려면 사업자는 문화재청장에게 매장문화재보호및조사에관한법률 제11조의 매장문화재 발굴허가를 신청하고 발굴허가를 받아 사업자의 비용으로 발굴을

진행하여야 하나 사업입지에 대하여 어느 정도 유연성이 있는 해상풍력 사업의 경우 입지를 변경하여야 할 것으로 판단된다.



다. 전략환경영향평가

1) 개요

- 전략환경영향평가는 환경영향평가법 제9조에 근거하여 환경에 영향을 미치는 상위 행정계획을 수립할 때에 환경보전계획과의 부합 여부를 확인하고, 대안의 설정·분석 등을 통하여 환경측면에서 해당 계획의 적정성과 입지의 타당성 등을 검토하여 국토의 지속가능한 발전을 도모하는 목적으로 수행된다.
- 전략환경영향평가의 대상은 행정기관장이 수립하는 정책계획과 개발기본계획을 대상으로 한다.

- 전원개발사업의 전략환경영향평가는 환경영향평가법상 에너지 개발에 관한 계획으로 분류되어 전원개발촉진법 제11조 전원개발예정구역 지정 시에만 실시토록 하고 있다.
- 그러나, 국내 해상풍력사업을 포함한 발전사업에서 전원개발예정구역을 지정하는 사례가 거의 없어 전원개발예정구역 지정을 위한 전략환경영향평가의 시행사례도 드물다.
- 환경부에서는 현재 전기사업법 제25조 전력수급기본계획을 전략환경영향평가에 포함시키기 위한 환경영향평가법 개정안을 산업통상자원부와 협의중에 있으나 시행이 확정된 사안은 아니다.

2) 구비서류 및 주요 검토내용

- 전략환경영향평가의 목적은 행정계획의 입지 적정성 및 사업 타당성 검토를 주요한 목적으로 하므로 전략평가서의 작성내용도 이에 준하여 작성하여야 하며, 특히 환경측면 대안의 설정이 중요하다.
- 대안의 설정은 전략환경영향평가 대상계획의 목표와 방향, 환경적 목표와 기준, 추진전략과 방법, 수요와 공급, 위치와 시기, 입지 등의 조건을 고려하여 설정한다.
- 전략환경영향평가의 내용 작성 기준은 환경부 고시 제2013-171호(2013. 12.27)에 의거한다.

3) 절차

- 전략환경영향평가는 사업자가 직접 작성하거나 작성 능력이 없을 때는 환경영향평가법 제53조에 의거한 환경영향평가업자에게 의뢰하여 작성토록 하며, 통상 환경영향평가업자가 수행하는 것이 일반적이다. 업자의 선정시에는 반드시 공사와 관련된 다른 업무와 분리 발주하여야 한다.
- 사업자의 의뢰로 전략환경영향평가를 환경영향평가업자가 대행하더라도 공문서의 발송, 협의요청 등의 평가와 관련된 행정절차의 모든 주체는 사업자이다.
- 전략환경영향평가의 절차는 환경영향평가협의회 심의, 초안작성 및 주민공람(주민설명회 개최), 최종평가서 협의로 구분되며, 최종평가서 작성 완료후 환경부와의 협의기간은 30일(1회에 한하여 10일 연장 가능)이다.

- 환경부와와의 협의기간을 포함하여 전체 전략환경영향평가의 수행기간은 약 7~8개월(현황조사 1~2회 포함)이다.
- **(환경영향평가 협의회 심의)** 전략환경영향평가의 최초 절차인 환경영향평가협의회 심의는 사업자의 요청(평가준비서 제출)에 의하여 전원개발 예정구역의 지정권자(승인기관)인 산업통상자원부장관이 주관하며, 협의회의 구성은 산업통상자원부, 환경부, 지자체, 지역주민, 환경단체 등을 포함하여 10명 내외로 구성한다. 협의회 심의에서는 전략환경영향평가의 방법, 범위, 항목 등을 결정하며, 법적인 심의기간은 30일이다.

< 환경영향평가법 제11조 평가준비서 작성시 포함항목 >

- ① 전략환경영향평가 대상지역
- ② 토지이용구상안
- ③ 대안
- ④ 평가 항목·범위·방법

- **(심의내용 공개)** 심의위원장(산업통상자원부 관련부서 국장급 또는 과장급 공무원)은 환경영향평가 방법, 범위, 항목 결정후 20일 이내에 산업통상자원부 정보통신망 또는 지자체(시·군·구) 홈페이지 및 환경부(환경영향평가 정보지원시스템)에 결정내용을 14일 이상 게시한다.
- ※ 전략환경영향평가의 환경영향평가 협의회 심의는 계획수립 면적 6만㎡을 기준으로 하며, 6만㎡ 미만인 경우 심의는 생략되나 계획수립 행정기관이 자체적으로 결정한 방법, 범위, 항목 등의 공개절차는 동일하게 시행하여야 함.
- **(초안작성 및 주민공람)** 환경영향평가협의회 심의를 통하여 전략환경영향평가의 방법, 범위, 항목 등이 결정되면 사업자(환경영향평가 업자)는 초안을 작성하여 관계기관(계획수립 행정기관, 환경부, 해당 시·군·구, 시·도)에 배포하며, 산업통상자원부(계획수립 행정기관) 주관하에 주민의견수렴을 시행한다. 또한, 주민의견수렴기간 중 주민설명회를 개최하여야 하며, 주민요구가 법적기준에 맞을 경우 공청회를 추가적으로 개최한다.

< 전략환경영향평가 주민의견수렴 방법 >

① 계획수립 행정기관장의 주민공람 및 설명회 공고

- 사업자가 초안 제출후 10일 이내에 공고
- 신문등의진흥에관한법률상의 일반일간신문 및 지역신문 1회 이상
- 설명회 공고를 별도로 시행할 경우 설명회 개최 7일전까지 시행
- 주민공람기간 : 20일 ~ 40일(공휴일 산입하지 않음)

② 주민설명회 시행방법

- 주민설명회는 계획대상지가 위치한 시·군·구에서 시행
- 계획대상지가 두 개 이상의 시·군·구에 걸쳐 있을 경우 각각 시행

③ 공청회의 개최

- 주민요구시 주민설명회 외에 공청회를 개최
- 공청회 개최 공고는 공청회 개최 14일전까지 사업자 명의로 시행
- 신문등의진흥에관한법률상의 일반일간신문 및 지역신문 1회 이상
- 공청회의 개최요구의 법적 성립요건
 - 공청회 개최가 필요하다는 의견을 제출한 주민이 30명 이상인 경우
 - 공청회 개최가 필요하다는 의견을 제출한 주민이 5명 이상이고, 전략환경영향평가서 초안에 대한 의견을 제출한 주민 총수의 50퍼센트 이상인 경우
- 사업자는 공청회가 끝난후 7일 이내에 공청회 결과를 해당 시장·군수·구청장에게 통보

④ 설명회의 생략

- 설명회가 주민 등의 개최 방해 등의 사유로 개최되지 못하거나 개최되었더라도 정상적으로 진행되지 못한 경우
- 계획수립 행정기관장의(산업통상자원부 장관) 조치사항
 - 일간신문과 지역신문에 설명회를 생략하게 된 사유 및 설명자료 열람 방법 등을 각각 1회 이상 공고
 - 사업대상지를 관할하는 시·군·구 또는 산업통상자원부의 정보통신망 및 환경영향평가 정보지원시스템에 설명회를 생략하게 된 사유 및 설명자료 등을 게시

⑤ 공청회의 생략

- 공청회가 주민 등의 개최방해 등의 사유로 2회 이상 개최되지 못하거나 개최되었더라도 정상적으로 진행되지 못한 경우
- 계획수립 행정기관장(산업통상자원부 장관)은 공청회를 생략하게 된 사유, 의견제출 시기 및 방법, 설명자료 열람방법 등을 일간신문과 지역신문에 각각 1회 이상 공고

- **(전략환경영향평가서 검토)** 초안 및 주민공람을 통하여 제출된 주민 및 관계기관 의견은 주관 시장·군수·구청장이 취합하여 사업자에게 통보하며, 사업자(환경영향평가 업자)는 의견을 반영하여 전략환경영향평가서(최종)를 작성한다. 작성된 전략환경영향평가서(최종)은 승인기관(산업통상자원부)에 제출되며, 산업통상자원부장관은 검토후 환경부장관에게 최종협의를 요청한다. 환경부에서는 전략환경영향평가서(최종)의 검토를 위하여 한국환경정책평가연구원(KEI)에 검토 의뢰하며, 사업대상지가 연안관리법상의 연안(연안육역 및 연안해역)에 위치할 경우 해양수산부의 의견을 요청한다.
- **(전략환경영향평가 최종협의)** 전략환경영향평가서(최종)에 대한 의견이 취합되면 환경부에서는 보완 및 협의를 결정하며, 보완시에는 전술한 협의절차가 반복 시행된다. 전략환경영향평가에 대한 최종 환경부 의견은 ‘동의, 조건부 동의, 부동의’로 구분된다.
- **(전략환경영향평가 협의의견에 대한 조치계획 통보)** 전략환경영향평가에 대한 협의가 종료되면 환경부 장관은 최종 협의의견을 승인기관인 산업통상자원부 장관에게 통보하며, 산업통상자원부 장관은 이를 다시 사업자에게 통보한다. 최종협의의견을 통보 받은 산업통상자원부 장관은 협의의견에 대한 조치계획을 작성하여 해당 행정계획 확정후(전원개발 예정구역 지정) 30일 이내에 환경부 장관에게 통보하여야 한다.

< 전략환경영향평가에 대한 협의유형 >

(환경영향평가서등에 관한 협의업무 처리규정 환경부 예규 제492호, 2013. 7. 4)

① 동의

- 당해 계획에서 수립된 입지의 타당성이나 계획의 적정성으로 인하여 환경적인 측면에서 이의가 없는 경우를 말한다.

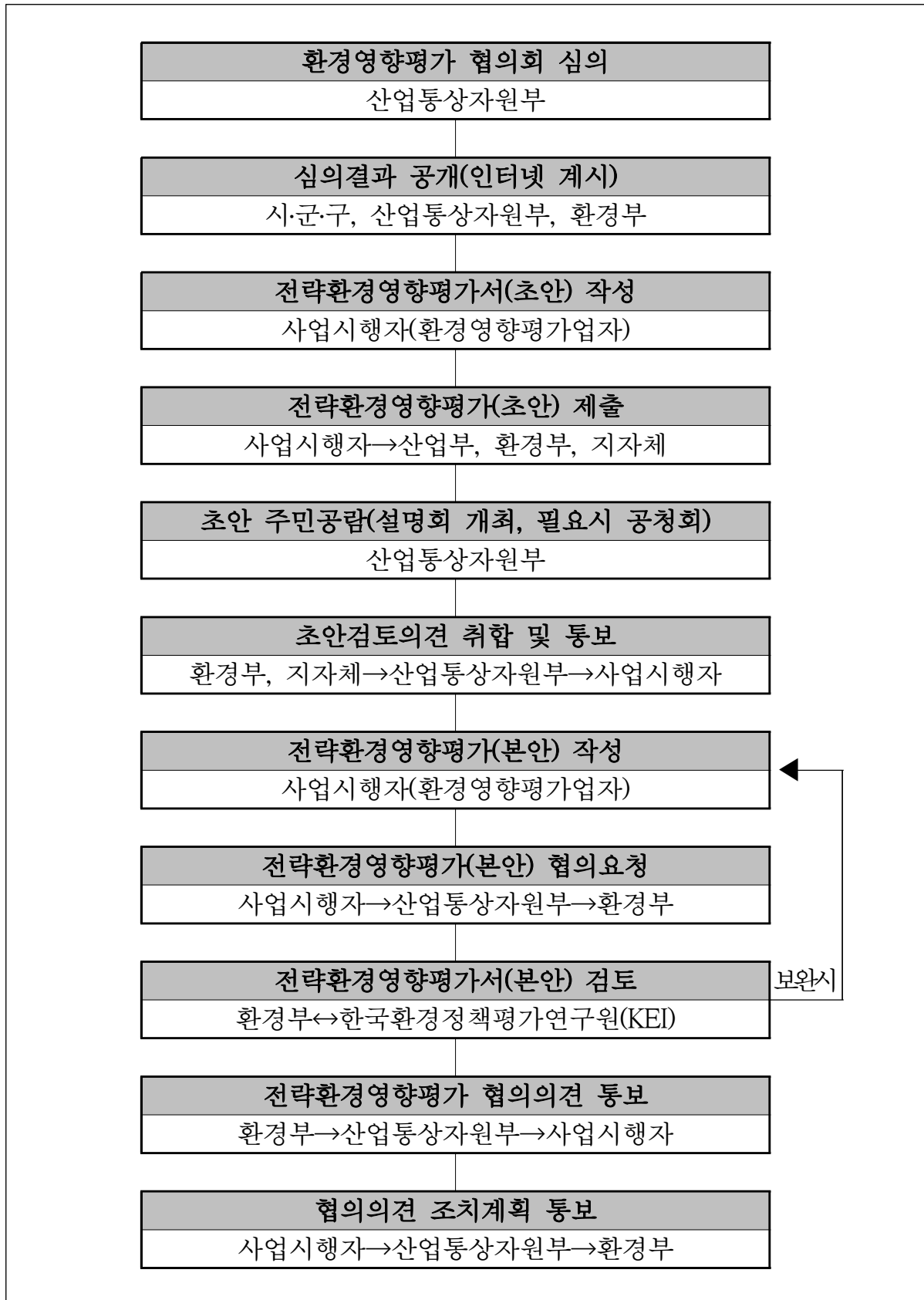
② 조건부 동의

- 정책계획수립시 환경보전계획과의 부합성, 상위계획과의 연계성·일관성 등이 미흡하여 추가로 검토하는 조건으로 계획수립에 동의하는 것을 말한다.
- 개발기본계획수립시 상위계획과의 연계성, 대안 설정·분석의 적정성이 미흡하여 추가로 검토하는 조건으로 계획수립에 동의하는 것을 말한다.
- 입지의 타당성 검토시 자연환경의 보전, 생활환경의 안정성, 사회·경제 환경과의 조화성 등 제시한 내용이 주변환경에 악영향이 있거나 악화될 우려가 있는 경우 별도의 환경대책을 마련하도록 협의한다.

③ 부동의

- 당해 계획이 관련법령에 저촉되거나 환경상 상당한 문제점이 있어 계획을 축소·조정하더라도 그 계획의 수립이 환경적 측면에서 바람직하지 않은 경우를 말한다.
- 저촉되는 법령지침 등과 당해 계획의 수립으로 인한 환경상 영향을 명기하여 그 규모·내용·시행시기 등에 대한 재검토를 하도록 협의한다.

▷ 개발기본계획 전략환경영향평가 절차(전원개발예정구역 지정)



라. 해상교통안전진단

1) 개요

- 해상교통안전진단은 해사안전법 제15조(해상교통안전진단)에 의거하여 시행되며, 해상교통안전에 영향을 미치는 사업으로 발생할 수 있는 항행안전 위험 요인을 전문적으로 조사·측정하고 평가하기 위하여 해양수산부장관과 협의하는 절차이다.
- 해상교통안전진단 대상사업은 해사안전법 제7조2 별표 6의2에 제시되어 있으며, 동 규정상 수역에 설치되는 시설물(교량·터널·케이블 등 시설물)로서 시설물 길이 200m, 면적 2만㎡(공유수면 점·사용 면적) 이상인 경우를 대상사업으로 규정하고 있다. 이를 **해상풍력사업에 적용하면 공유수면 점용 및 사용면적이 2만㎡ 이상이거나 해저 케이블 연장이 200m 이상인 경우는 해상교통안전진단 대상사업이 된다.** 다만 수역의 수심이 4m 미만인 경우는 대상에서 제외된다.
- 그러나 해사안전법상 해상교통안전진단 대상사업이라고 하더라도 사업 성격상 선박의 통항에 미치는 영향이 적다고 판단될 경우 사업자는 해양수산장관(지방해양수산청장에게 위임)에게 사업의 목적, 내용, 안전진단서의 제출이 필요하지 아니한 사유 등을 포함한 의견서를 제출할 수 있으며, 의견서를 제출받은 지방해양수산청장은 이를 검토하여 안전진단 수행 필요 여부를 사업자에게 통보한다.(의견서 제출후 30일 이내) 지방해양수산청장이 안전진단이 필요 없다고 판단한 경우 사업자는 약식 안전진단서를 작성하여 지방해양수산청장에게 제출하며, 약식 안전진단서를 제출 받은 지방해양수산청장은 이를 검토후 최종의견을 사업자에게 45일 이내(서류 보완 및 관계기관 협의에 걸리는 시간은 산입하지 않음)에 통보한다.
- 전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력사업의 해상교통안전진단 협의시기는 전원개발실시계획 승인전(해사안전법 시행규칙 제11조2 별표 6의2)으로 규정하고 있으나 안전진단 결과에 따라 사업의 입지가 변경될 수 있으므로 가급적 조기에 시행하여야 한다.
- 참고로 현재 전원개발촉진법으로 추진중인 해상풍력사업의 경우 발전사업

허가이후 개략적인 사업계획으로 해상교통안전진단을 실시한 바 있다.

2) 구비서류 및 주요 검토내용

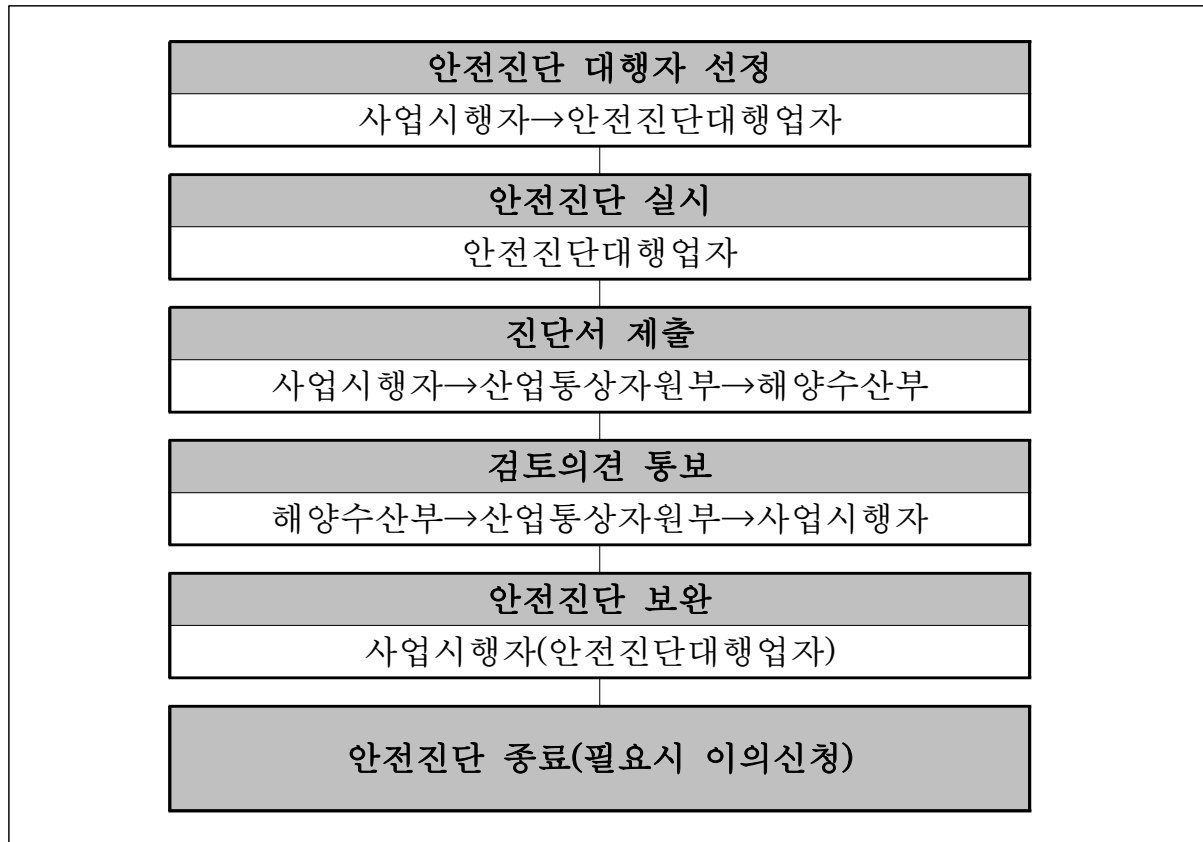
- 해상교통안전은 사업자가 해사안전법 제19조에서 규정한 안전진단대행업자에게 의뢰하여 시행되며, 안전진단서에는 해상교통현황 및 해상교통안전대책 등을 포함하여 작성한다.

< 해사안전법 시행령 제11조 별표6 해상교통안전진단서에 포함되는 내용 >

- ① 해상교통 현황조사
- ② 해상교통 현황측정
- ③ 해상교통시스템 적정성평가(통항안전성 및 접이안 안정성 포함)
- ④ 해상교통 안전대책

3) 절차

- 사업자는 해상교통안전진단을 실시하기 위하여 해사안전법 제19조의 안전진단대행업자를 선정하여야 한다.
- 선정된 안전진단대행업자는 안전진단서를 규정에 맞게 작성하여 사업자에게 제출하며, 사업자는 이를 허가·승인·인가·신고 기관장(전원개발촉진법에 의한 전원개발사업은 산업통상자원부장관)에게 제출하면 허가·승인·인가·신고 기관장은 해양수산부 장관에게 제출하여 협의를 요청하여야 한다.
- 안전진단서에 대한 협의를 요청받은 해양수산부 장관은 자체검토 및 관련분야 전문가(선박안전기술공단 해사안전연구센터 등)에게 의뢰하여 적합여부를 심사하고 검토의견을 산업통상자원부장관에게 통보하면 산업통상자원부 장관은 이를 사업자에게 다시 통보하며, 미비한 사항에 대한 보완을 시행한다.
- 안전진단서에 대한 최종검토 결과를 통보받은 사업자가 이의사항이 있을 경우에는 해사안전법 제17조에 의거하여 해양수산부장관에게 검토의견에 대한 이의신청을 할 수 있다.



< 대상사업별 안전진단 항목 >

안전진단항목 대상사업		해상 교통 현황 조사	해상교통 현황측정		해상교통시스템 적정성 평가				해상 교통 안전 대책
			현황 측정	교통 혼잡도	통항 안정성	접이안 안정성	계류 안정성	해상 교통류	
수역	설정	●	●	●	●	△	-	△	●
	변경	●	●	△	●	△	-	-	●
수역내 시설물	건설부설	●	●	△	●	△	△	△	●
	보수	●	●	-	●	-	-	-	●
항만 또는 부두	개발	●	●	●	●	●	●	△	●
	재개발	●	●	△	●	●	△	-	●
규칙 제3조에 따른 사업		●	●	△	●	△	△	△	●

● : 수행하여야 하는 항목

△ : 조건에 따라 수행하지 아니하여도 되는 항목

3.1.3 개별법에 근거한 협의사항

개별법에 근거한 협의 사항은 전원개발 실시계획 승인 신청시 법률에 근거한 최종 협의서를 첨부하여 승인 신청후 협의를 진행한다. 다만, 환경영향평가와 해역이용협의를 동시 대상일 경우에는 해양환경관리법상 환경영향평가 협의전에 해역이용협의를 수행하도록 하고 있으므로 실시계획 승인 신청전 협의를 완료하여야 한다.

가. 환경영향평가

1) 개요

- 환경영향평가는 환경영향평가법 제22조에 근거하여 시행되며, 환경영향평가의 목적은 환경에 영향을 미치는 실시계획, 시행계획 등의 허가·인가·승인·면허 또는 결정 등을 할 때에 해당 사업이 환경에 미치는 영향을 미리 조사 및 예측, 평가하여 해로운 환경영향을 피하거나 제거 또는 감소시킬 수 있는 방안을 마련하기 위함이다.
- 전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력사업의 환경영향평가 대상규모는 발전용량 100MW 이상(면적과는 관계없음)으로 규정되어 있으며, 대상규모 이하일 경우 환경영향평가를 시행하지 않는다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 환경영향평가는 사업자가 직접 작성하거나 작성능력이 없을 경우 환경영향평가법 제53조에 의거한 환경영향평가업자에게 의뢰하여 작성하여야 하며, 업자 선정시에는 반드시 공사와 관련된 다른 계약과 분리발주하여야 한다.
- 환경영향평가평가지 구비서류는 환경영향평가협의회 심의를 위한 환경영향평가준비서, 주민공람을 위한 환경영향평가서(초안), 최종적인 환경영향평가 협의를 위한 환경영향평가서(최종)으로 구분된다.
- 환경영향평가평가서 등에 포함해야 할 사항은 환경부 고시 제2013-171호에 세부적으로 제시되어 있어 환경영향평가업자는 이에 따라 환경영향평가서 등을 작성하며, 환경영향평가법상에 제시된 개략적인 포함내용은 다음과 같다.

< 환경영향평가법 시행규칙 제8조 환경영향평가 준비서의 작성방법 >

- ① 법 제22조제1항에 따른 환경영향평가 대상사업의 목적 및 개요
- ② 환경영향평가 대상지역의 설정
- ③ 토지이용계획안
- ④ 지역 개황(대상사업이 실시되는 지역 및 그 주변지역에 대한 환경현황을 포함한다)
- ⑤ 법 제24조제1항제3호에 따른 평가 항목·범위·방법의 설정 방안
- ⑥ 법 제51조제2항에 따른 약식절차에의 해당 여부(법 제51조제1항에 따른 약식평가를 하려는 경우만 해당한다)
- ⑦ 법 제25조에 따른 주민 등의 의견수렴을 위한 방안
- ⑧ 전략환경영향평가 협의 내용 및 반영 여부(전략환경영향평가 협의를 거친 경우만 해당한다)

< 환경영향평가법 시행령 제34조 환경영향평가서 초안의 작성 >

- ① 요약문
- ② 사업의 개요
- ③ 환경영향평가 대상사업의 시행으로 인해 평가항목별 영향을 받게되는 지역의 범위 및 그 주변 지역에 대한 환경 현황
- ④ 법 제18조에 따라 전략환경영향평가에 대한 협의를 거친 경우 그 협의 내용의 반영 여부
- ⑤ 법 제24조제1항 및 제4항에 따른 환경영향평가항목등의 결정 내용 및 조치 내용
- ⑥ 다음 각 목에 대한 환경영향평가의 결과
 - 가 환경영향평가항목별 조사, 예측 및 평가의 결과
 - 나 환경보전을 위한 조치
 - 다 불가피한 환경영향 및 이에 대한 대책
 - 라 대안 설정 및 평가
 - 마 종합평가 및 결론
 - 바 사후환경영향조사 계획

< 환경영향평가법 시행령 제46조 환경영향평가서 본안의 작성 >

- ① 법 제24조제1항 또는 제2항에 따른 환경영향평가항목등의 결정 및 조치 내용
- ② 제33조제2항에 따른 주민 등의 의견 검토 내용
- ③ 제34조제1항 각 호의 사항
- ④ 환경영향평가서 초안에 대한 주민, 전문가, 관계 행정기관의 의견 및 이에 대한 사업자의 검토의견
- ⑤ 부록
 - ㉠ 환경영향평가 시 인용한 문헌 및 참고한 자료
 - ㉡ 환경영향평가에 참여한 사람의 인적사항
 - ㉢ 용어 해설 등

3) 절차

- 사업자는 환경영향평가를 환경영향평가업자에게 대행시키더라도 공문서의 발송, 협의요청 등의 환경영향평가와 관련된 제반 행정절차의 모든 사항은 사업자가 주관이 되어 시행한다.
- 환경영향평가의 주요 절차는 환경영향평가협의회 심의, 초안작성 및 주민공람(주민설명회 개최), 환경영향평가서 최종협의로 구분되며, 최종평가서 작성 완료후 환경부와의 협의기간은 45일(협의기관장이 부득이 한 사유로 기간을 연장할 경우 60일이며, 환경영향평가서를 보완하는데 걸리는 시간 및 공휴일은 산입하지 않음)이다. 환경부와의 협의기간을 포함하여 전체 환경영향평가의 전체 수행기간은 약 10~12개월(현황조사 계절별 4회 포함)이다.
- **(환경영향평가 협의회 심의)** 환경영향평가를 수행할 때 최초의 절차인 환경영향평가협의회 심의는 사업자의 요청(평가준비서 제출)에 의하여 전원개발 실시계획의 승인권자인 산업통상자원부장관이 주관이 되어 개최하며, 협의회의 구성은 산업통상자원부, 환경부, 지자체, 지역주민, 환경단체 등을 포함하여 10명(위원장 포함, 승인기관의 국장급 또는 과장급 공무원) 내외로 구성한다. 환경영향평가협의회의 심의내용은 전략환경영향평가의 방법, 범위, 항목 등에 대하여 결정하며, 법적인 심의기간은 30일이다. 또한, 심의방식은 대면심의를 원칙으로 하나, 서면심의도 가능하다.

< 환경영향평가법 제4조 환경영향평가협의회의 구성 >

- ① 협의기관의 장이 지명하는 소속 공무원 1명
- ② 계획 수립기관의 장 또는 승인기관장등이 지명하는 소속 공무원 1명
- ③ 해당 계획 또는 사업, 환경영향평가 등과 관련한 학식과 경험이 풍부한 사람 중에서 위원장이 위촉하는 사람 1명 이상
- ④ 해당 계획 또는 사업지역을 관할하는 지방자치단체의 장이 추천하는 소속 공무원이나 전문가 중에서 위원장이 임명하거나 위촉하는 사람 1명 이상
- ⑤ 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사람 중 위원장이 위촉하는 사람 1명 이상
 - ㉠ 해당 계획 또는 사업지역 관할 지방자치단체에 거주하는 주민대표
 - ㉡ 시민단체에서 추천하는 민간전문가

- **(심의내용 공개)** 심의위원장(산업통상자원부 관련부서 국장 또는 과장급 공무원)은 환경영향평가에 방법, 범위, 항목에 대한 결정후 결정내용을 20일 이내에 산업통상자원부 정보통신망 또는 지자체(시·군·구) 홈페이지 및 환경부(환경영향평가 정보지원시스템)에 14일 이상 게시한다.
- **(초안작성 및 주민의견수렴)** 환경영향평가협의회의 심의를 통하여 환경영향평가의 방법, 범위, 항목 등이 결정되면 사업자(환경영향평가 업자)는 이를 반영하여 환경영향평가서(초안)을 작성하여 관계기관장(산업통상자원부, 환경부장관, 해당 시장·군수·구청장, 특별시장·광역시장·도지사·특별자치도지사, 해당지역을 관할하는 지방환경관서의 장)에게 배포하며, 주관 시장·군수·구청장 주관하에 주민의견수렴을 시행한다. 또한, 주민의견수렴기간 중 주민설명회를 개최하여야 하며, 주민요구가 법적기준에 맞을 경우 공청회를 추가적으로 개최한다.

< 환경영향평가 주민의견수렴 방법 >

- ① 주관 시장·군수·구청장의 주민공람 및 설명회 공고
 - 사업자가 초안 제출후 10일 이내에 공고
 - 신문등의진흥에관한법률상의 일반일간신문 및 지역신문 1회 이상

- 설명회 공고를 별도로 시행할 경우 설명회 개최 7일전까지 시행
- 주민공람기간 : 20일 ~ 40일(공휴일 산입하지 않음)

② 주민설명회 시행방법

- 주민설명회는 계획대상지가 위치한 시·군·구에서 시행
- 계획대상지가 두 개 이상의 시·군·구에 걸쳐 있을 경우 각각 시행

③ 공청회의 개최

- 주민요구시 주민설명회외에 공청회를 개최
- 공청회 개최 공고는 공청회 개최 14일전까지 사업자 명의로 시행
- 신문등의진흥에관한법률상의 일반일간신문 및 지역신문 1회 이상
- 공청회의 개최요구의 법적 성립요건
 - 공청회 개최가 필요하다는 의견을 제출한 주민이 30명 이상인 경우
 - 공청회 개최가 필요하다는 의견을 제출한 주민이 5명 이상이고 환경영향평가서 초안에 대한 의견을 제출한 주민 총수의 50퍼센트 이상인 경우
- 사업자는 공청회가 끝난후 7일 이내에 공청회 결과를 해당 시장·군수·구청장에게 통보

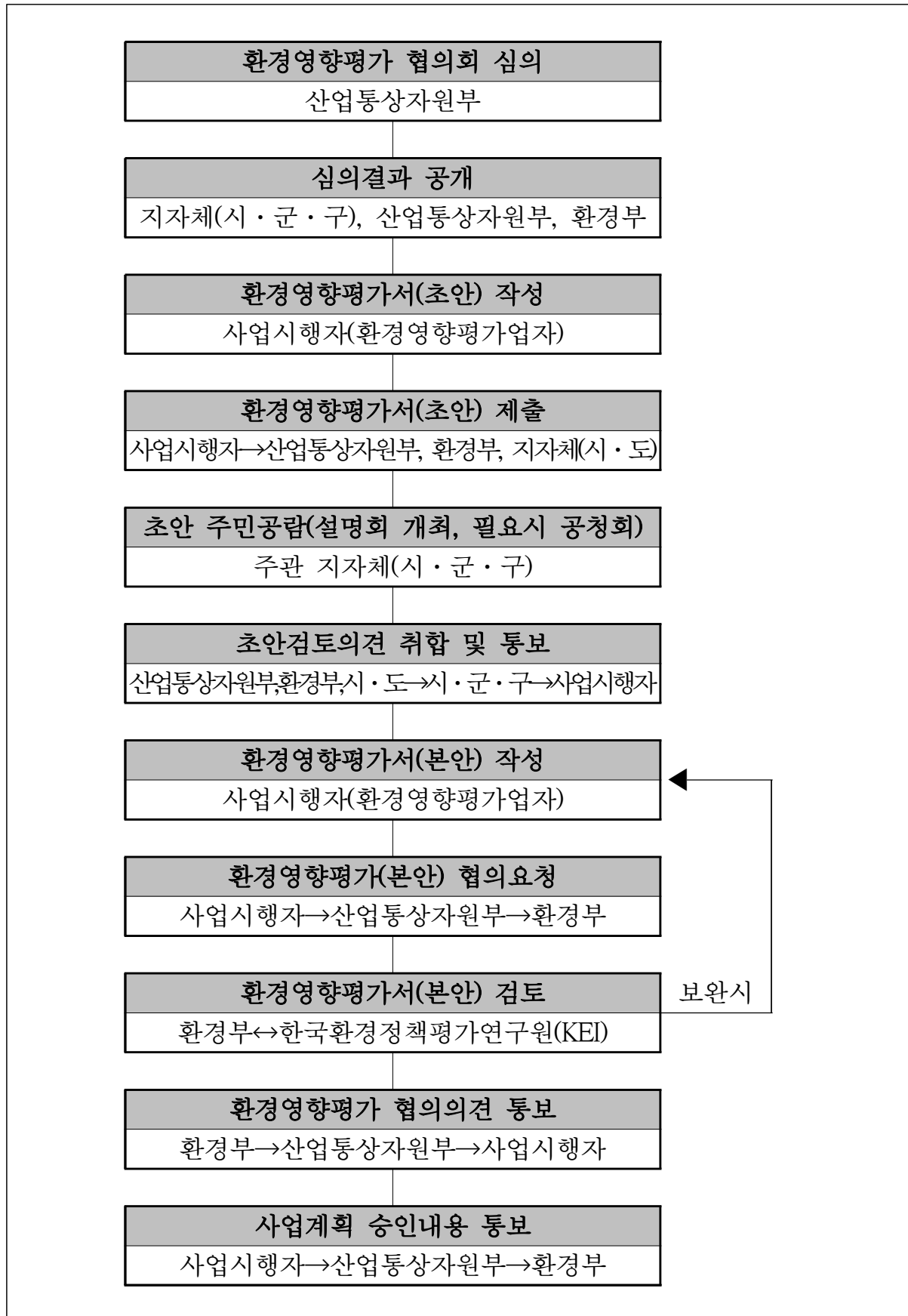
④ 설명회의 생략

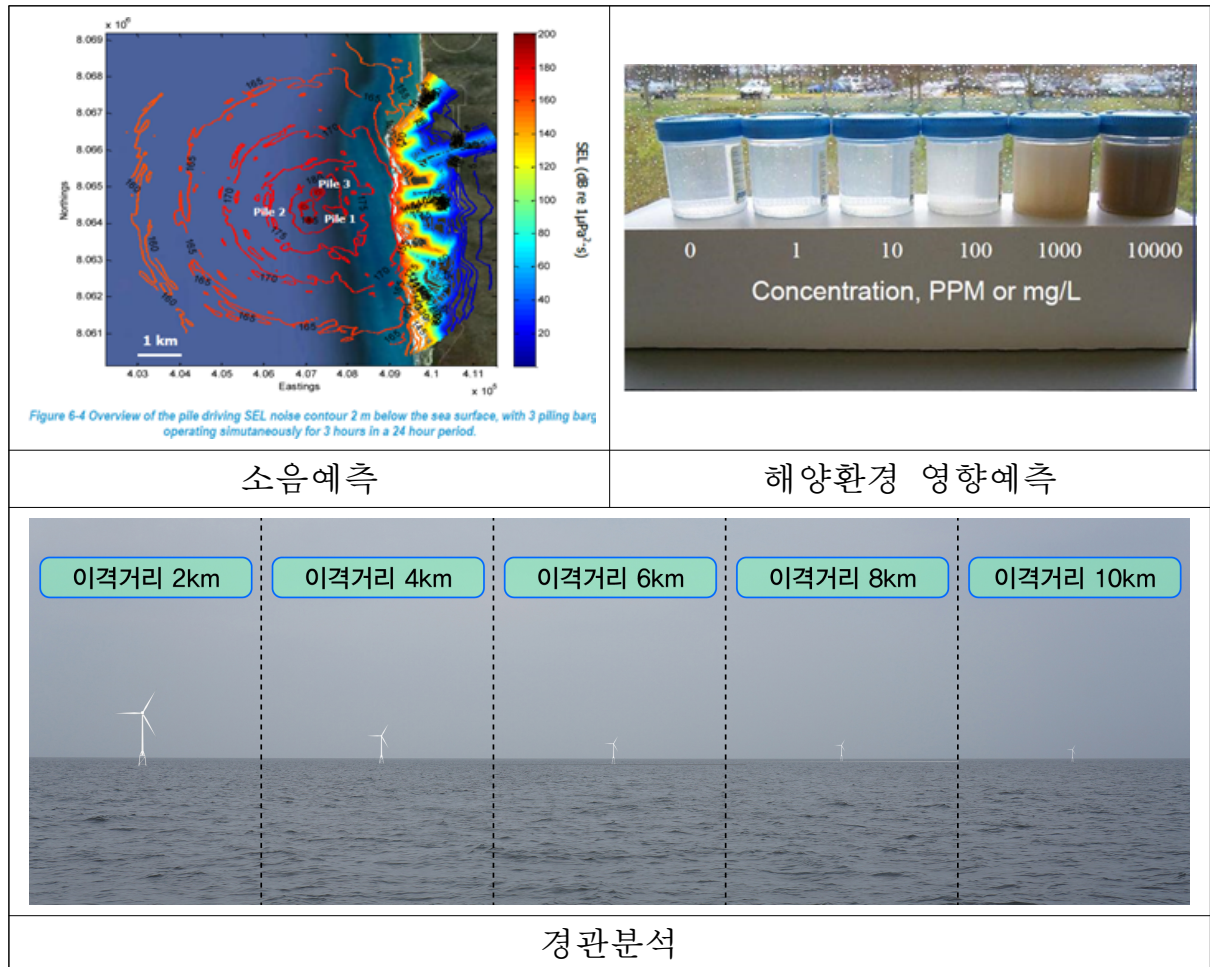
- 설명회가 주민 등의 개최 방해 등의 사유로 개최되지 못하거나 개최되었더라도 정상적으로 진행되지 못한 경우
- 사업자의 조치사항
 - 일간신문과 지역신문에 설명회를 생략하게 된 사유 및 설명자료 열람방법 등을 각각 1회 이상 공고
 - 사업대상지를 관할하는 시·군·구 또는 산업통상자원부의 정보통신망 및 환경영향평가 정보지원시스템에 설명회를 생략하게 된 사유 및 설명자료 등을 게시

⑤ 공청회의 생략

- 공청회가 주민 등의 개최 방해 등의 사유로 2회 이상 개최되지 못하거나 개최되었더라도 정상적으로 진행되지 못한 경우
- 사업자는 공청회를 생략하게 된 사유, 의견제출 시기와 방법, 설명자료 열람방법 등을 일간신문과 지역신문에 각각 1회 이상 공고

- **(환경영향평가서의 작성 및 협의)** 주민공람을 통하여 제출된 주민 및 관계기관 의견은 주관 시장·군수·구청장이 취합하여 사업자에게 통보하며, 사업자(환경영향평가 업자)는 통보된 의견을 반영하여 환경영향평가서(최종)를 작성한다. 작성된 환경영향평가서(최종)는 승인기관장(산업통상자원부 장관)에게 제출되며, 산업통상자원부 장관의 검토후 환경부 장관에게 최종 협의를 요청하게 된다.
- ※ 사업의 승인기관장이 중앙행정기관장이면 환경부와 협의하며, 승인기관장이 지자체장이거나 지방행정기관의 장이면 지방환경관서(유역환경청 및 지방환경청)와 협의를 시행하게되나 전원개발사업(전원개발촉진법)의 경우에는 산업통상자원부 장관이 승인하므로 환경부 장관과 협의한다.
- **(환경영향평가서의 검토)** 환경부에서는 환경영향평가서(최종)의 검토를 위하여 한국환경정책평가연구원(KEI)에 검토 의뢰하며, 사업대상지가 연안관리법상의 연안(연안육역 및 연안해역)에 위치할 경우 해양수산부 장관에게 의견을 요청한다. 환경부장관으로부터 환경영향평가서의 검토의뢰를 받은 해양수산부장관은 전문적인 검토를 위하여 국립수산물과학원 해역이용영향평가센터에 검토를 의뢰한다.
- **(환경영향평가의 보완)** 한국환경정책평가원 및 해양수산부로부터 환경영향평가서(최종)에 대한 의견이 취합되면 환경부에서는 보완 및 협의 여부를 결정하며, 보완시에는 전술한 협의절차가 반복 시행되며, 보완서의 작성기간은 법적인 협의기간에 산입되지 않는다.
- **(환경영향평가 사업계획 승인내용의 통보)** 환경영향평가에 대한 협의가 종료되면 환경부장관은 최종 협의의견을 사업 승인기관인 산업통상자원부장관에게 통보하며, 산업통상자원부 장관은 다시 사업자에게 통보한다. 최종 협의의견을 통보받은 산업통상자원부 장관은 이를 반영하여 사업계획을 승인하며, 사업계획 승인일로부터 30일 이내에 환경부장관에게 사업계획 승인시 반영한 협의의견에 대한 조치계획을 작성하여 환경부 장관에게 통보하여야 한다.





[그림 3-2] 환경영향평가에 포함되는 주요 내용

나. 해역이용협의

1) 개요

- 해역이용협의는 해양환경관리법 제84조(해역이용협의)에 의거하여 시행되며, 공유수면에서 시행되는 개발관련 법률에서 정한 면허·허가 또는 지정 등을 하고자 하는 행정기관 장(처분기관)은 면허 등을 하기 전에 대통령령이 정하는 바에 따라 미리 해양수산부장관과 해역이용의 적정성 및 해양환경에 미치는 영향에 관하여 협의를 하는 제도이다.
- 해역이용협의는 공유수면에서 이루어지는 모든 매립 및 점용·사용행위를 대상으로 하나 소규모 사업의 경우 간이해역이용협의를 수행하며, 사업규모가 간이해역이용협의 대상 이상인 경우에는 일반해역이용협의를 시행한다.(공유수면 점·사용 면적 3천㎡를 기준)

- 통상 간이해역이용협의를 간소화된 협의서 작성을 규정하고는 있지만 해상풍력사업의 경우 국내에서 아직 해양환경영향이 규명되지 않은 상황에 있어 3천㎡ 미만이라도 모두 일반해역이용협의를 준하여 협의하는 것이 일반적이다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 일반해역이용협의를 작성은 해양수산부 고시 제 2013-108호 해역이용협의 작성등에 관한 규정에 의거하여 작성되며, 동 고시에서는 해역이용협이에 포함될 내용을 제시하고 있다.

< 해양수산부 고시 제 2013-108호 해역이용협의 작성등에 관한 규정 >

- ① 요약문
- ② 사업 및 사업지역의 개요
- ③ 해역이용협의 대상지역 설정
- ④ 지역개황
- ⑤ 평가항목 설정
- ⑥ 평가항목별 현황조사·영향예측·저감방안의 내용, 범위, 방법
- ⑦ 해양환경영향조사
- ⑧ 부록

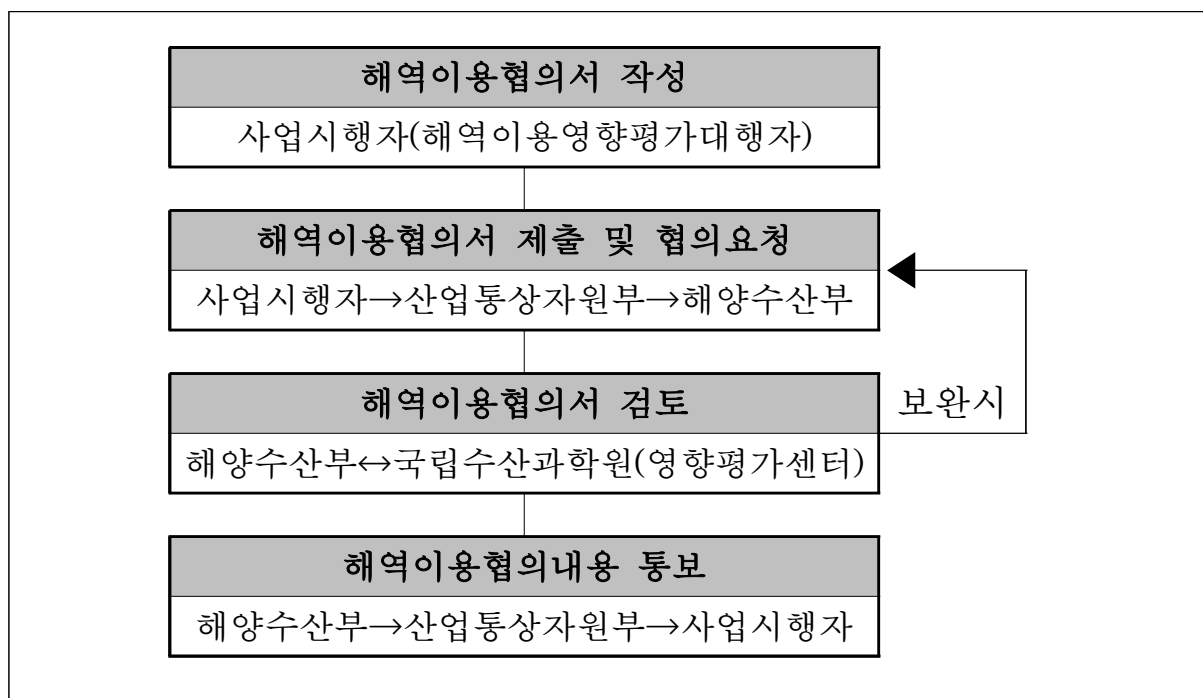
3) 절차

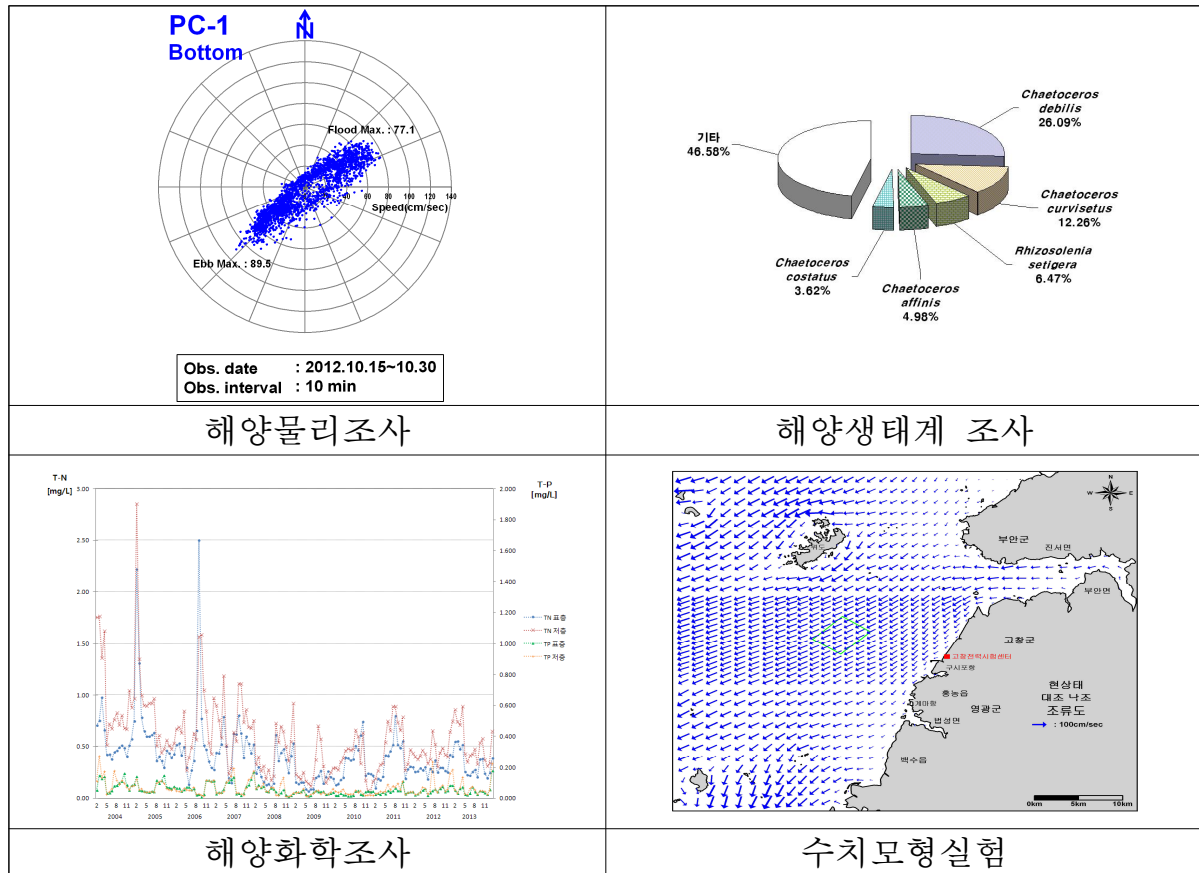
- 해역이용협이는 사업자가 해양환경관리법 제86조에 규정하고 있는 해역이용평가대행자에게 의뢰하여 시행한다.
- **(해역이용협의 기간)** 해역이용협의의 협의기간(해양수산부 장관에게 협의요청 이후 완료시까지)은 공유수면 점·사용 유형사업일 경우 20일을 기준(공유수면 매립 유형 사업은 30일)으로 하며, 통상 1계절~2계절 현황조사를 포함하여 협의기간을 포함한 총 수행기간은 5~6개월이다.
- **(해역이용협의서의 협의)** 사업자는 해역이용협의서를 해역이용평가대행자에게 의뢰하여 작성을 완료한 이후에는 사업자 명의 공문으로 처분기관(전원개발 실시계획의 승인기관인 산업통상자원부 장관)에게 제출하여야 하며, 사업자로부터 해역이용협의서를 제출받은 산업통상자원부장관

은 검토이후 협의기관장인 해양수산부장관에게 협의를 요청하여야 한다.

※ 사업의 처분기관(허가, 승인, 인가, 신고 기관)이 지자체 이거나 지방행정기관인 경우에는 협의기관이 지방해양수산청이 되며, 처분기관이 중앙행정기관이면 해양수산부가 협의기관이 된다. 따라서 전원개발촉진법으로 추진되면 산업통상자원부 장관이 실시계획 승인권자가 되므로 해양수산부 장관과 협의하여야 한다.

- **(해역이용협의서의 검토 및 보완)** 산업통상자원부 장관으로부터 해역이용협의를 요청받은 해양수산부 장관은 해역이용의 적정성 및 해양환경 보호에 관련된 사항을 검토하기 위하여 국립수산물과학원 산하 해역이용영향평가센터에 검토를 의뢰하며, 검토결과에 따라 협의 및 보완여부가 결정된다. 보완이 결정되면 사업자는 보완서를 작성하여 동일한 절차의 협의를 진행하여야 한다.
- **(해역이용협의를와 환경영향평가의 관계)** 해역이용협의를와 환경영향평가가 동시에 대상인 사업은 이를 각각 수행하여야 하며, 해양환경관리법 시행규칙 제48조에 의거하여 환경영향평가 협의 완료전에 해역이용협의를 완료되어야 한다.





[그림 3-3] 해역이용협의에 포함되는 주요 내용

나.-① 해역이용영향평가

- 해양환경관리법상에서 해역이용의 적정성 및 해양환경에 미치는 영향을 검토하는 환경성평가제도로는 제84조의 해역이용협의 뿐만아니라 제85조에 의거한 해역이용영향평가 제도가 있다.
- 해역이용영향평가는 해양에서의 이루어지는 대규모 개발사업(골재채취사업, 자원개발사업 등)을 대상으로 하며, 환경영향평가법상 환경영향평가 대상사업일 경우에는 중복하여 시행하지 않는다.
- 해상풍력사업이 해역이용영향평가 대상이 되는 경우는 준설량 20만^m³, 준설면적 10만^m²(대규모 해상풍력사업일 경우 케이블 굴착물량이 해당될 수 있음)일 때이나 전술한 바와 같이 발전용량이 100MW를 초과하여 환경영향평가 대상이 될 경우에는 해역이용영향평가는 생략된다. 따라서, 해상풍력사업이 해역이용영향평가 대상이 되기 위해서는 발전용량이 100MW를 초과하지 않으면서 굴착물량이 20만^m³를 초과하거나 준설

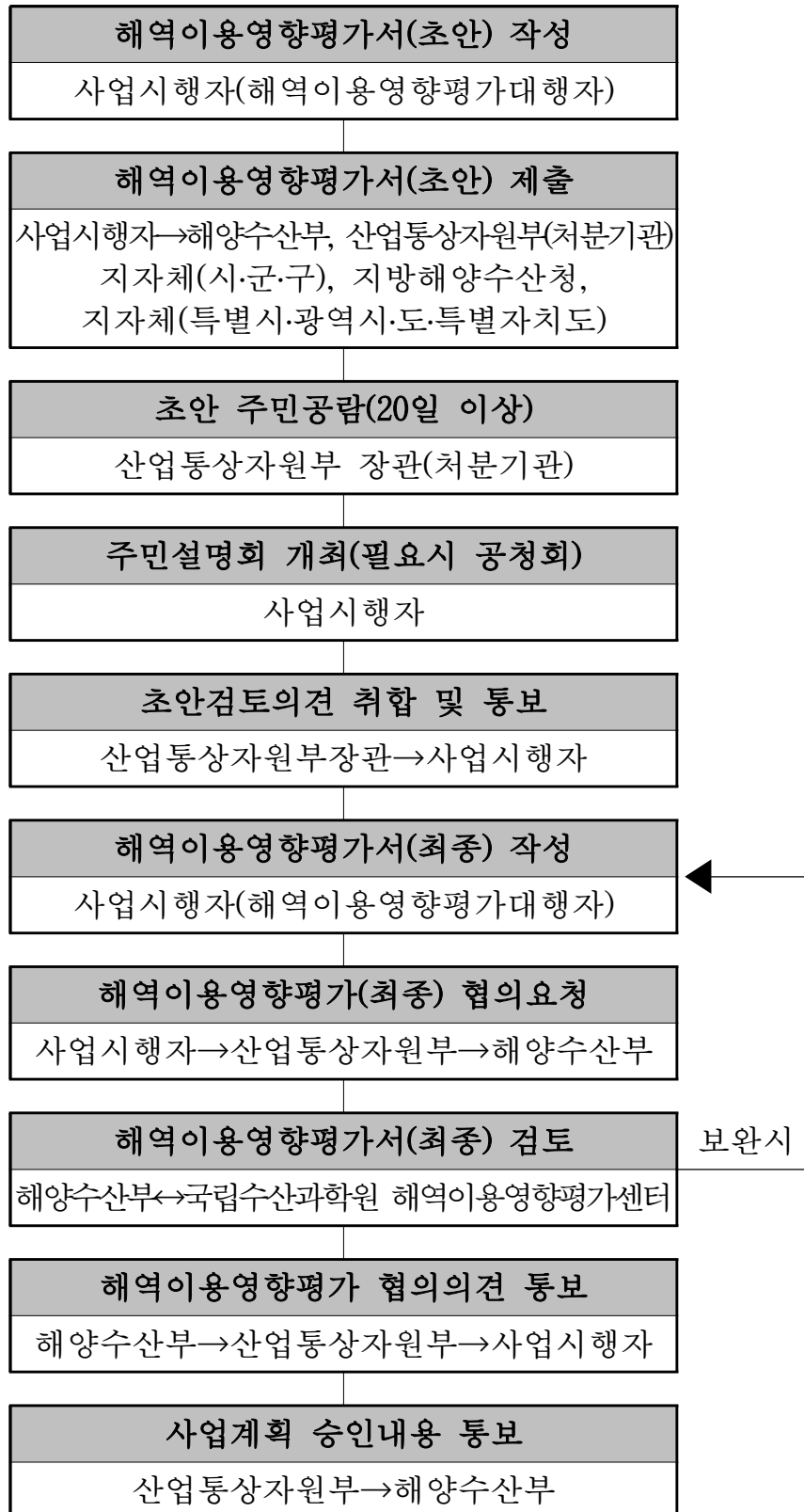
면적이 10만m²를 초과하는 경우이다.

- 해역이용영향평가의 작성은 해역이용영향평가작성등에관한규정(해양수산부고시 제2013-107호)에 의거하며, 주요내용은 다음과 같다.

< 해역이용영향평가서 작성 등에 관한 규정, 해양수산부 고시 제2013-107호 >

- ① 요약문
- ② 사업의 개요
- ③ 해역이용영향평가대상지역의 설정
- ④ 지역개황
- ⑤ 평가항목의 설정
- ⑥ 주민 등 이해관계자의 의견수렴
- ⑦ 해양환경현황조사, 영향 예측·분석 및 저감방안
- ⑧ 해양환경에 미치는 영향의 저감방안(총괄)
- ⑨ 해양환경영향조사계획
- ⑩ 대안설정 및 평가
- ⑪ 종합평가 및 결론
- ⑫ 부록

- 해양환경관리법상 해역이용영향평가 대상사업이 되는 경우 해양환경관리법 제84조의 해역이용협의 절차는 생략된다.
- 해역이용영향평가 절차는 초안작성, 주민의견수렴, 최종평가서 협의 등 환경영향평가 절차와 유사하나 협의기관이 환경부 장관이 아닌 해양수산부 장관이 된다. 또한, 환경영향평가의 경우 주민의견수렴의 주관기관이 사업구역을 관할하는 시장·군수·구청장이 되나 해역이용영향평가는 처분기관의 장(승인기관 장)이 된다.
- 해역이용영향평가서의 전문 검토기관은 해역이용협의와 동일하게 국립수산물과학원 산하 해역이용영향평가센터이다.
- 해역이용영향평가의 수행기간은 환경영향평가와 같이 4계절 해양 조사를 원칙으로 하므로 약 12개월 ~ 13개월 정도이다.



다. 사전재해영향성검토

1) 개요

- 사전재해영향성검토는 자연재해대책법 제4조에 의거하여 시행되며, 시행 목적은 자연재해에 영향을 미치는 각종 행정계획 및 개발사업으로 인한 재해 유발 요인을 예측·분석하고 이에 대한 대책을 마련하는 것을 목적으로 한다.
- 사전재해영향성검토의 대상이 되는 유형은 행정계획과 개발사업으로 구분되나 행정계획 중 에너지 관련계획의 대상사업은 없으며, 개발사업에서 전원개발촉진법으로 시행하는 5천㎡ 이상 개발사업을 대상으로 하고 있다.
- 따라서, 해상풍력사업으로 전원개발 사업구역이 5천㎡ 이상이면 사전재해영향성검토 대상사업에 해당된다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 사전재해영향성검토의 작성 및 협의절차는 자연재해대책법 시행령 제3조 및 소방방재청 고시 제2012-47호 사전재해영향성검토 실무지침(2012. 10.12)에 의거하며, 사전재해영향성검토(개발사업)에서 포함하여야 할 사항은 다음과 같다.

< 자연재해대책법 시행령 제3조 사전재해영향성 검토협의를 포함하여야 할 사항 >

- ① 사업의 목적, 필요성, 추진 배경, 추진 절차 등 사업계획에 관한 내용 (관계 법령에 따라 해당 계획에 포함하여야 하는 내용을 포함한다)
- ② 배수처리계획도, 침수흔적도, 사면경사 현황도 등 재해 영향의 검토에 필요한 도면(행정계획의 수립·확정 등 상세 검토가 필요 없는 경우는 제외한다)
- ③ 행정계획 수립시 재해 예방에 관한 사항
- ④ 개발사업 시행으로 인한 재해 영향의 예측 및 저감대책에 관한 사항
- ⑤ 제6조제2항에 따른 고시 내용에 대한 검토 사항

< 사전재해영향성검토 실무지침, 소방방재청 고시 제 2012-47호 >

- 개발사업 사전재해영향성검토의 주요 검토사항

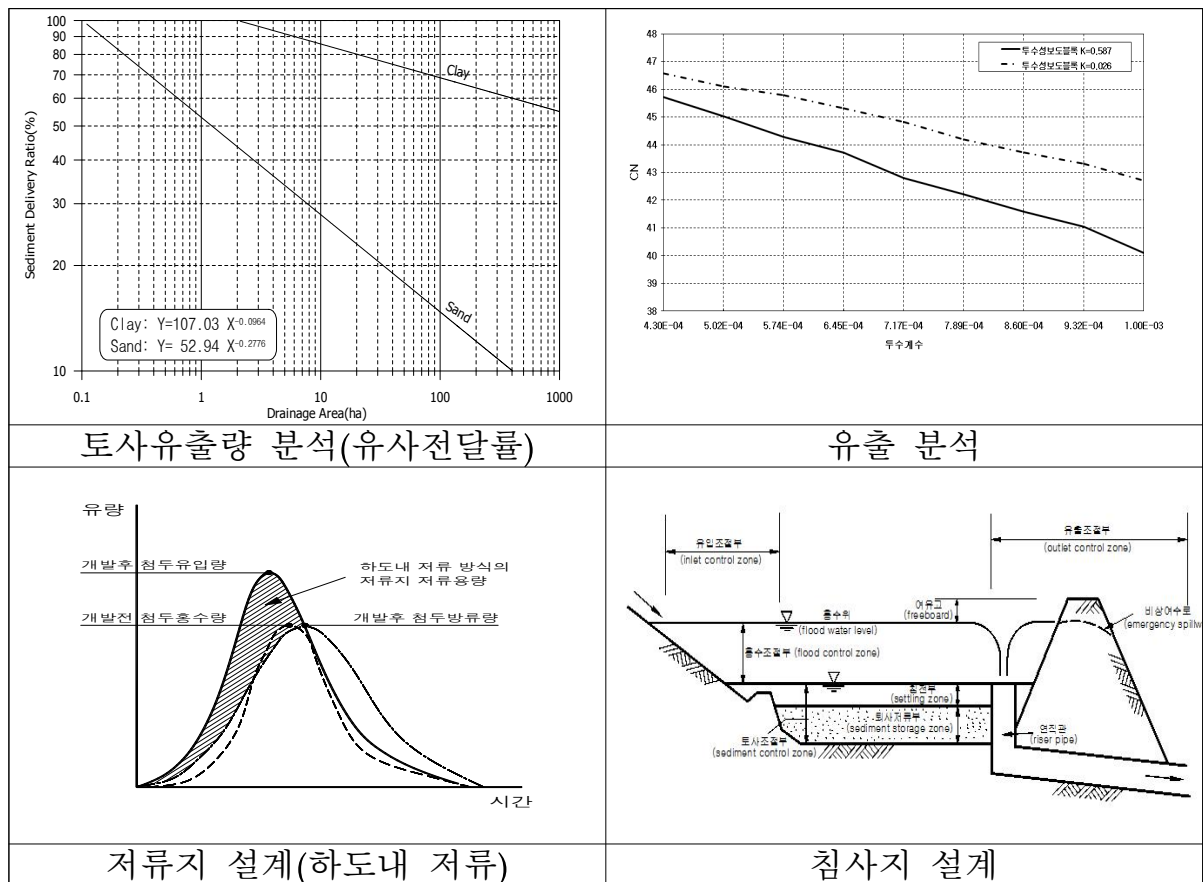
- ① 기존의 지형여건 및 주변환경에 따른 재해위험요인
- ② 주변지역이나 시설에 미치는 재해영향 및 예방에 관한 사항
- ③ 자연재해위험지구 현황조사 및 대상지역과의 관련성
- ④ 침수재해 발생 가능성
- ⑤ 주변지역의 토지이용, 개발계획 현황조사 및 대상지역과의 관련성
- ⑥ 재해저감을 고려한 토지이용계획이나 시설물의 배치
- ⑦ 과도한 지형변형으로 인한 재해발생
- ⑧ 대상지역 내 하천, 소하천의 포함 여부 및 정비계획
- ⑨ 대상지역 내 우수유출저감대책(저류시설, 침투시설)에 관한 사항
- ⑩ 대상지역 내 토사유출저감시설 설치계획
- ⑪ 자연재해저감시설 현황 및 재해예방에 관한 사항
- ⑫ 저감시설의 설치기준, 안정성 및 개발후 관리대책
- ⑬ 대상지역 내 지진재해 발생가능성 및 저감대책
- ⑭ 지반재해 발생가능성 및 저감대책
- ⑮ 배수시설의 적정성 및 주변지역 배수체계와의 연계
- ⑯ 토석 및 유목방지시설의 설치계획
- ⑰ 대상지역 내 낙뢰방지대책 수립

3) 절차

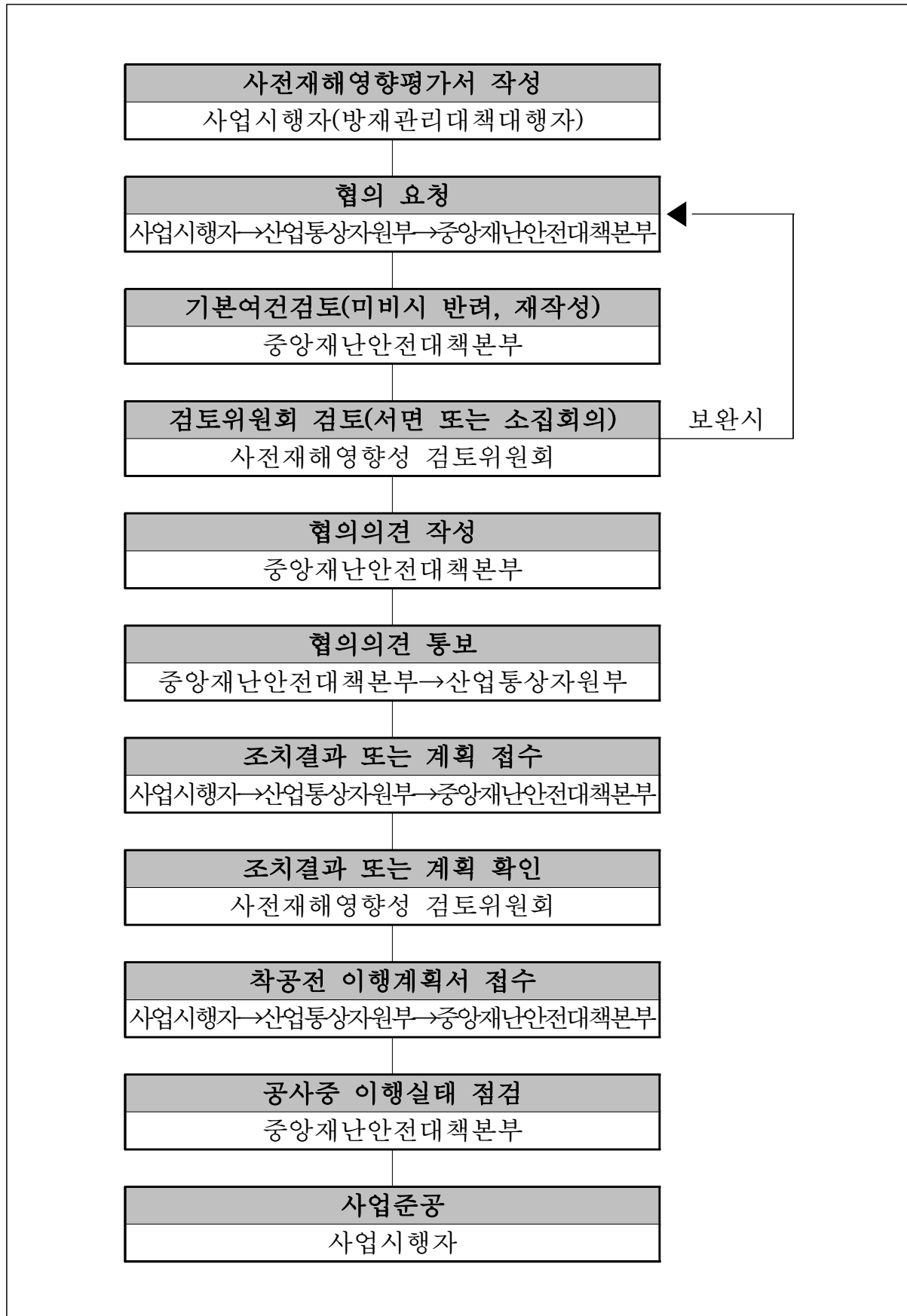
- 사전재해영향성검토는 사업자가 자연재해대책법 제38조에서 규정한 방재관리대책대행자에 의뢰하여 실시한다.
- 사업자의 의뢰로 방재관리대책대행자가 사전재해영향성검토서를 완료하면 사업자 명의로 개발사업의 인가·승인·면허·결정·지정권자(전원개발사업의 경우 실시계획 승인권자인 산업통상자원부 장관)에게 제출하며, 승인권자인 산업통상자원부장관은 국민안전처 산하 중앙재난안전대책본부장에게 협의를 의뢰한다.(인가·승인·면허·결정·지정권자가 시·도를 관할구

역으로 하는 특별지방행정기관장인 경우 시·도 재난안전대책본부장, 인가·승인·면허·결정·지정권자가 시장·군수·구청장인 경우 해당 시·군·구 재난안전대책본부장에게 검토협의를 시행)

- 산업통상자원부 장관으로부터 사전재해영향성검토의 협의를 요청받은 중앙재난안전 대책본부장은 사전재해영향성 검토위원회를 소집하여 검토하며, 검토위원회에서는 검토의견서를 작성하여 협의 또는 보완여부를 결정한다.
- 사전재해영향성 검토위원회에서 협의를 결정되면 중앙재난안전 대책본부장은 산업통상자원부 장관에게 협의의견을 통보하며, 산업통상자원부 장관은 사업자에게 이를 다시 통보함으로써 사전재해영향성검토 협의절차가 완료된다.
- 산업통상자원부장관은 사전재해영향성검토 협의가 된 날로부터 30일 이내에 조치결과 및 조치계획을 중앙 재난안전대책본부장에게 통보하여야 한다.



[그림 3-4] 사전재해영향성검토에 포함되는 주요 내용



라. 연안관리계획 관련 협의

1) 개요

- **(연안관리계획의 수립)** 해양수산부장관은 전국의 연안(연안육역, 연안해역)에 대하여 연안관리법 제6조에 의거하여 연안통합관리계획을 매 10년마다 수립하며, 이와 관련하여 특별자치도지사·시장·군수·구청장(필요시 시·도지사가 수립할 수 있음)은 관할 연안에 대하여 법률 제9조에 의거한 연안관리지역계획을 수립한다.

< 연안관리법 제2조, 연안의 정의 >

- ① "연안"이란 연안해역(沿岸海域)과 연안육역(沿岸陸域)을 말한다.
- ② "연안해역"이란 다음 각 목의 지역을 말한다.
 - ㉠ 바닷가 : 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제6조제1항제4호에 따른 해안선으로부터 지적공부(地籍公簿)에 등록된 지역까지의 사이를 말한다.
 - ㉡ 바다 : 공간정보의 구축 및 관리 등에 관한 법률 제6조제1항제4호에 따른 해안선으로부터 영해(領海)의 외측한계(外側限界)까지의 사이를 말한다.
- ③ "연안육역"이란 다음 각 목의 지역을 말한다.
 - ㉠ 무인도서(無人島嶼)
 - ㉡ 연안해역의 육지쪽 경계선으로부터 500미터(항만법 제2조제1호에 따른 항만, 어촌·어항법 제2조제3호가목에 따른 국가어항 또는 산업입지 및 개발에 관한 법률 제2조제8호에 따른 산업단지의 경우에는 1천미터) 이내의 육지지역(하천법 제2조제2호에 따른 하천구역은 제외한다)으로서 이 법 제6조에 따른 연안통합관리계획에서 정한 지역

- **(연안용도해역 및 연안해역기능구의 지정)** 연안관리지역계획을 수립하는 지자체장은 연안관리법 제16조에 따라 연안해역을 자연환경 특성, 이용개발현황, 국가 및 지방자치단체 장래의 보전·이용·개발수요, 관할 연안의 관리목표에 따라 이용연안해역, 특수연안해역, 보전연안해역, 관리연안해역으로 구분하여 지정하며, 용도해역내에서 기능구를 지정한다.

- 전원개발촉진법으로 추진되는 해상풍력사업은 기존에 수립된 연안통합관리계획 및 연안관리지역계획의 변경(특수연안해역 산업시설구로 변경)을 수반하게 된다. 이와 관련하여 전원개발 실시계획 승인권자인 산업통상자원부장관은 연안통합관리계획의 수립권자인 해양수산부장관 및 연안관리지역계획의 수립권자인 지자체장과 사전 협의를 진행하여야 한다.
- **(연안용도해역의 지정의제)** 전원개발 실시계획 승인권자인 산업통상자원부장관은 해양수산부 장관 및 지자체장과 연안통합관리계획 및 지역계획에 관하여 협의를 진행한 후 전원개발 실시계획 승인 및 전원개발사업구역을 지정하게 되며, 전원개발사업구역이 지정되면 연안관리법 제17조(다른 법률에 따라 지정·고시된 구역 등의 연안용도해역 지정 의제)에 따라 특수연안해역으로 자동적으로 지정된다.

< 해양수산부 예규 제1호 연안관리지역계획 수립 및 관리에 관한 업무처리규정 >

① 이용연안해역

- ㉠ 항만구 : 항만 건설과 항만의 기능 유지를 위하여 필요한 구역
- ㉡ 항로구 : 선박의 안전한 항해를 위하여 필요한 구역
- ㉢ 어항구 : 어항 건설과 어항의 기능 유지를 위하여 필요한 구역
- ㉣ 레저관광구 : 연안의 레저관광활동을 지원하기 위하여 필요한 구역
- ㉤ 해수욕장구 : 해수욕장 기능을 유지하기 위하여 필요한 구역
- ㉥ 광물자원구 : 광물 또는 골재를 채취하기 위하여 필요한 구역
- ㉦ 해중(海中)문화시설구 : 수중 수족관, 해양박물관 등 해중문화시설의 설치·운영을 위하여 필요한 구역

② 특수연안해역

- ㉠ 해양수질관리구 : 해수의 수질관리를 위하여 필요한 구역
- ㉡ 해양조사구 : 해수수질 또는 해양생태계의 조사를 위해 필요한 구역
- ㉢ 재해관리구 : 해일, 파랑, 지반의 침식 또는 적조(赤潮) 등 연안재해가 자주 발생하여 관리가 필요한 구역
- ㉣ 군사시설구 : 군사시설을 보호하기 위하여 필요한 구역
- ㉤ 산업시설구 : 발전소 등 에너지 관련시설 및 유류(油類) 비축시설 등 국가 기간산업 시설을 유지하기 위하여 필요한 구역
- ㉥ 해양환경복원구 : 해양환경 및 생태계 복원사업을 위해 필요한 구역

③ 보전연안해역

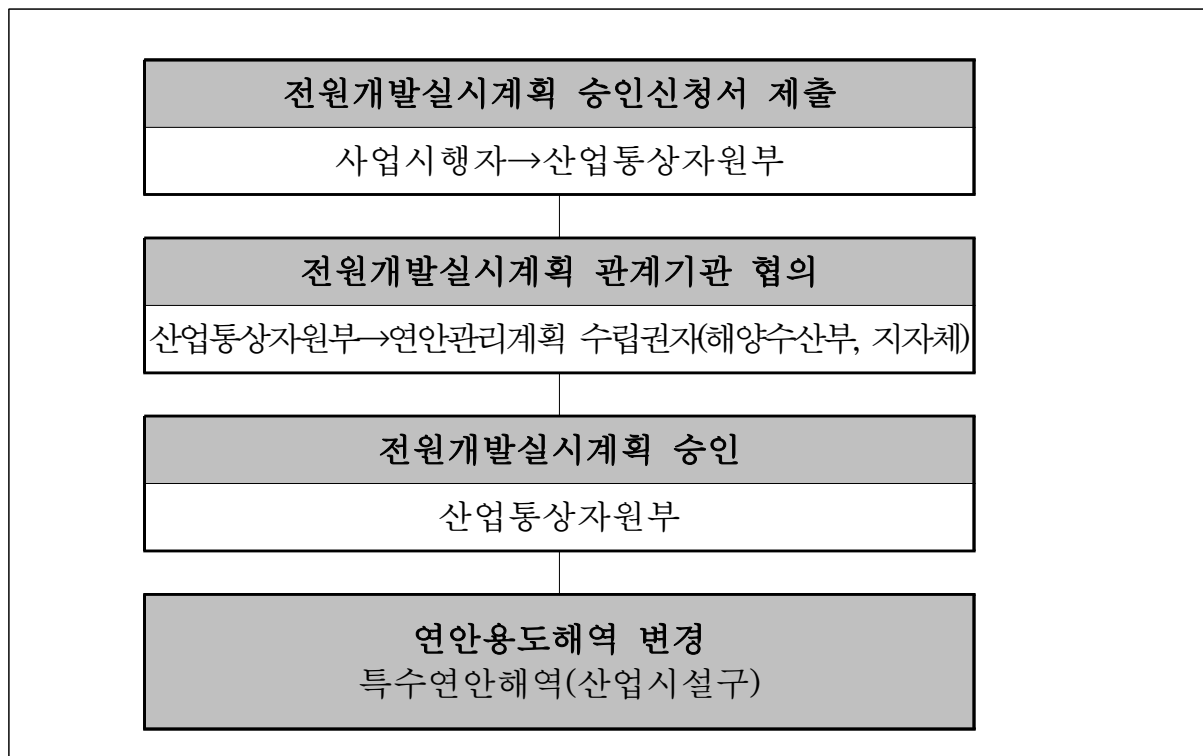
- ㉔ 수산생물자원보호구 : 수산자원 보호·육성을 위하여 필요한 구역
- ㉕ 해양생태보호구 : 해양생물 서식지를 유지하기 위하여 필요한 구역
- ㉖ 경관보호구 : 해안, 해상, 해중(海中) 또는 해저의 경관을 보호하기 위하여 필요한 구역
- ㉗ 공원구 : 자연공원의 기능을 유지하기 위하여 필요한 구역
- ㉘ 어장구 : 마을 어업, 양식어업 등을 위한 어장의 기능을 유지하기 위하여 필요한 구역
- ㉙ 해양문화자원보존구 : 보존가치가 있는 해양문화, 역사유물의 관리를 위하여 필요한 구역

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 전원개발 실시계획 수립시 연안관리계획 관련 협의는 전원개발 실시계획 승인신청서의 관계기관장(해양수산부 장관) 협의를 통하여 진행되며, 특별한 서류 양식은 없다.

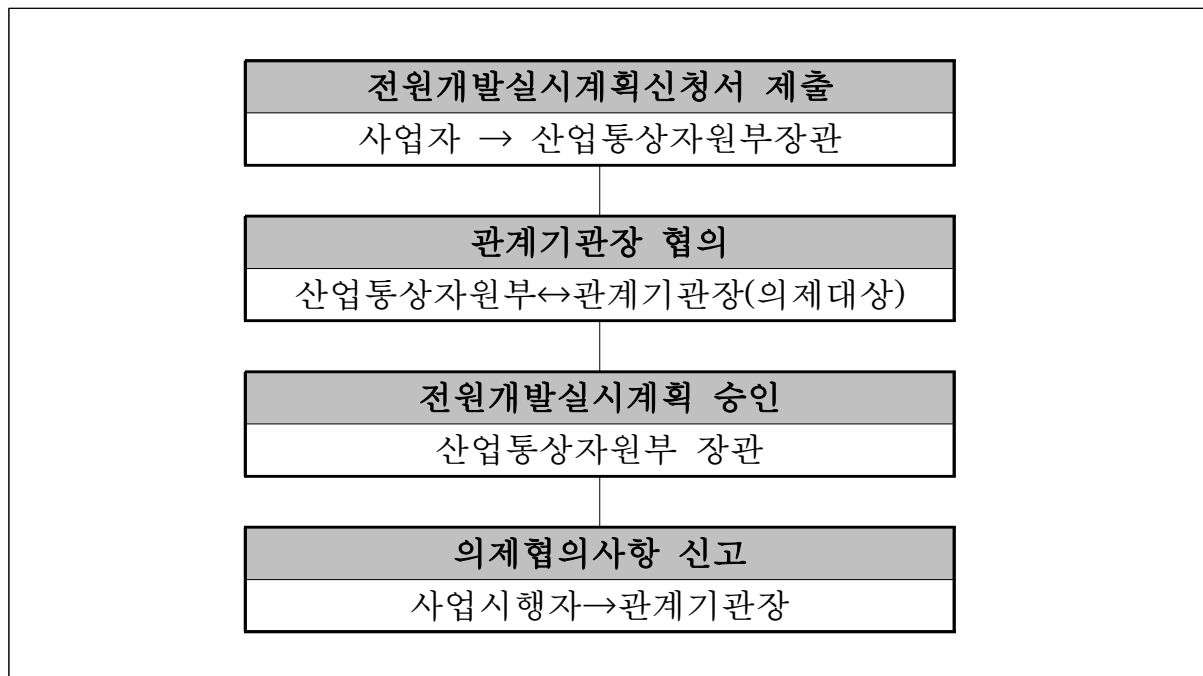
3) 절차

- 전원개발 실시계획 수립시 연안관리계획 관련 협의절차는 다음과 같다.



3.1.4 전원개발 실시계획 의제 협의 사항

사업자가 전원개발 실시계획 승인신청서를 산업통상자원부 장관에 제출하면 산업통상자원부 장관은 중앙행정기관의 장 및 전원개발사업구역을 관할하는 지자체장과 의제사항에 대한 협의를 진행하며, 협의가 완료되면 실시계획을 승인한다. 실시계획을 승인받은 사업자는 전원개발촉진법 제6조에 의제협의 대상 행정기관장에게 신고함으로써 의제사항에 대한 협의를 완료한다. 해상풍력사업의 주요 의제협의사항은 공유수면관리및 매립에관한법률 제8조 공유수면의점용및사용허가, 제17조 실시계획의 승인 및 국토의계획및이용에관한법률 제56조 개발행위의 허가 등이다.



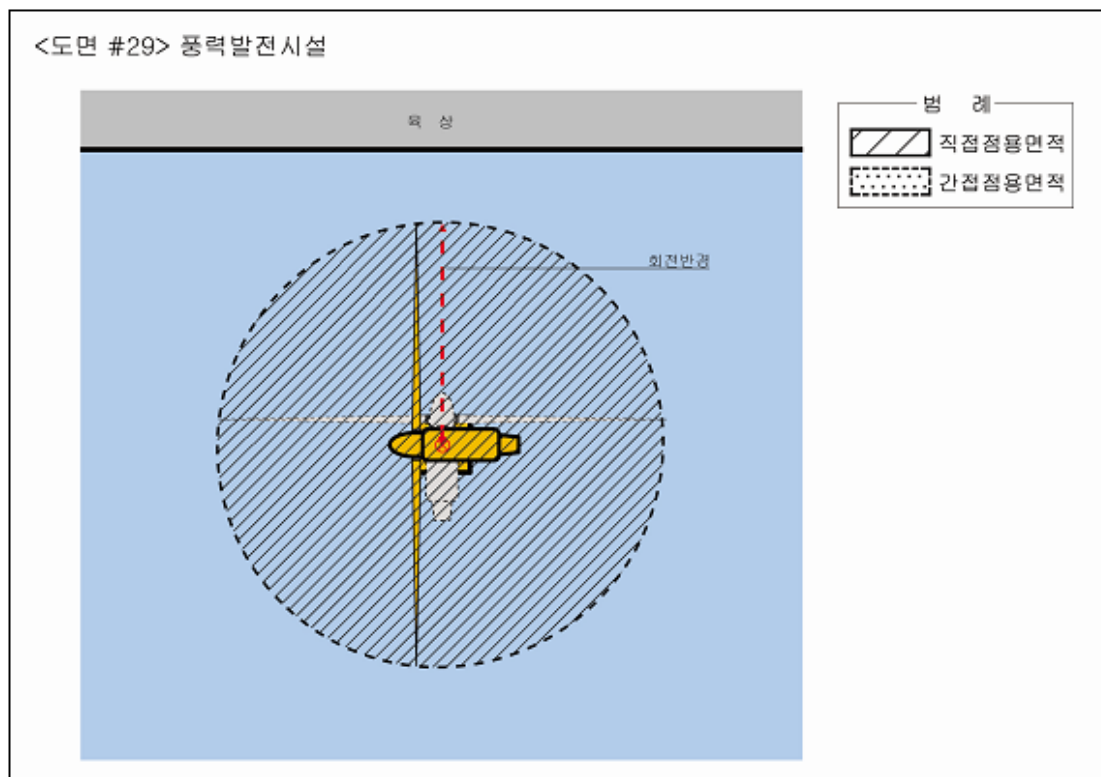
가. 공유수면 점용 및 사용관련 협의

1) 개요

- 해상풍력사업 추진시 해역에 위치하는 풍력터빈, 해저케이블, 해상변전소 등은 공유수면관리및매립에관한 법률상의 점용 및 사용 시설에 해당되며, 따라서 전원개발실시계획 승인시 이에 관련한 의제 협의를 해역관리자(항만법 제2조의 항만구역 : 지방해양수산청장, 항만구역외 : 시장·군수·구청장)와 시행하여야 한다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 사업자는 해상풍력사업의 전원개발 실시계획 승인신청서 작성시 의제협의 서류를 포함하여 작성하여야 하며, 의제협의 서류의 양식은 공유수면관리 및매립에관한법률에서 규정한 점용 및 사용허가 및 실시계획 인가서류 작성양식과 동일하게 작성하여야 한다.
- 해상풍력사업의 점용 및 사용 추진시 해역에 위치하는 풍력터빈, 해저케이블, 해상변전소 등은 공유수면관리및매립에관한 법률상의 점용 및 사용 시설에 해당되며, 따라서 전원개발실시계획 승인시 이에 관련한 의제협의를 해역관리자(항만법 제2조의 항만구역 : 지방해양수산청장, 항만구역외 : 시장·군수·구청장)와 시행하여야 한다.
- 공유수면의 점용유형은 직접 점용구역과 간접 점용구역으로 구분되며, 해상 풍력기 및 케이블은 직접 점용에 해당된다. 점용면적의 산정은 공유수면관리및매립에관한업무처리규정(해양수산부 고시 제 2013-19호)에 의거하며 산정한다.



[그림 3-5] 점용면적 예시

- 공유수면 점용 및 사용허가 및 실시계획 승인시 구비되어야 할 서류는 다음과 같다.

< 공유수면관리및매립에관한법률 제4조, 공유수면 점용·사용허가 신청 >

- ① 사업계획서
- ② 구적도(求積圖) 및 설계도서(건축물을 신축·개축·증축하는 경우에는 별표 1에 따른 작성례에 따라 작성된 것을 말하며, 포락지를 토지로 조성하는 경우에는 「건설기술관리법」 제2조제8호에 따른 건설기술자가 작성한 것을 말한다)
- ③ 신청구역을 표시한 축척 2만5천분의 1의 지형도 또는 연안정보도(배타적 경제수역의 경우에는 신청구역을 표시한 해도를 말한다)
- ④ 신청구역을 표시한 지적측량성과도(신청구역이 영해 또는 배타적 경제수역의 경우에는 해도). 다만, 법 제17조제2항에 따른 점용·사용 실시계획 신고대상 행위인 경우에는 신청구역을 표시한 인접한 토지의 지적도 등 본으로 갈음할 수 있다.
- ⑤ 공유수면 점용·사용 관련 권리자의 동의서(영 제12조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 권리자가 있는 경우만 해당한다)
- ⑥ 환경영향평가법 제18조에 따라 환경부장관이 통보하는 환경영향평가서 협의 내용(환경영향평가법 제4조에 따른 환경영향평가대상사업만 해당한다)
- ⑦ 해양환경관리법 제91조제1항에 따라 해양수산부장관이 통보하는 해역이용 협의 등에 대한 의견(해양환경관리법 제84조에 따른 해역이용협의 또는 같은 법 제85조에 따른 해역이용영향평가 대상사업의 경우만 해당한다)
- ⑧ 대표자임을 증명하는 서류(2인 이상이 공동으로 신청하는 경우만 해당한다)
- ⑨ 포락지의 토지조성과 관련한 다음 각 목의 서류(포락지를 토지로 조성하는 경우만 해당한다)
 - ㉠ 해양수산부장관이 지정하는 대학 또는 전문연구기관이 조사하여 포락지임을 증명하는 서류
 - ㉡ 토지로 조성된 경우를 예정하여 평가한 해당 토지에 대한 감정평가서(부동산 가격공시 및 감정평가에 관한 법률에 따른 감정평가업자가 평가한 것을 말한다)

- ㉔ 인접한 토지의 활용도 등을 고려할 때 포락지를 토지로 조성하는 것이 필요함을 증명하는 서류(토지로 조성하는 데 드는 비용이 토지로 조성된 경우를 예정하여 평가한 해당 토지에 대한 감정평가액보다 많은 경우만 해당한다)

< 공유수면관리및매립에관한법률 제6조, 건축물의 범위 >

- 공유수면관리청이 점용 및 사용허가시 검토하여야 할 사항

- ① 해상교통안전 및 해양오염방지대책의 수립에 관한 사항
- ② 태풍·지진 등 재난에 대한 방지대책의 수립에 관한 사항
- ③ 항만 운영 및 수산업 등의 피해에 대한 방지대책의 수립에 관한 사항
- ④ 건축물의 특성에 따른 다음 각 목에 관한 사항
 - ㉔ 건축물의 입지 및 배치의 적정성
 - ㉕ 건축물의 규모·형상 및 구조의 적정성
- ⑤ 매립요청지의 갯벌·수리현상(水理現象) 및 저서생물(低棲生物) 등 해양 환경과 생태계에 미치는 영향 및 그 저감대책의 수립에 관한 사항

<공유수면관리및매립에관한법률 제15조, 점용·사용 실시계획의 승인신청·신고>

- ① 사업계획서(점용·사용허가 신청시 제출한 서류와 달라진 경우에만 해당한다)
- ② 점용·사용허가 구역을 표시한 축척 2만5천분의 1의 지형도 또는 연안정보도(배타적 경제수역의 경우에는 신청구역을 표시한 해도를 말하며, 점용·사용허가 또는 변경허가 신청 시 제출한 서류와 달라진 경우만 해당한다)
- ③ 공사설명서(공사시방서, 공사명세서, 공사비 산출 근거, 수량계산서 및 구조계산서를 포함한다)
- ④ 공사감리계약서(건설기술관리법에 따른 공사감리 대상사업인 경우만 해당한다)

- ⑤ 실시설계도서. 다만, 건축물의 신축·개축 또는 증축에 관한 실시설계도서는 다음 각 목의 구분에 따라 작성한 것을 말한다.
- ㉠ 공유수면에 정착하는 건축물 : 건축사법 제2조제1호에 따른 건축사(이하 이 호에서 "건축사"라 한다)가 작성한 것
- ㉡ 공유수면에 떠 있는 건축물 : 기술사법 제6조에 따른 건축 관련 분야 기술사사무소 개설자 또는 엔지니어링산업 진흥법 제21조에 따라 선박 부문의 엔지니어링사업자로 신고한 자가 건축사의 참여하에 작성한 것
- ⑥ 예정 공정표
- ⑦ 점용·사용허가 조건에 따른 조치사항 및 조치계획을 적은 서류

나. 개발행위허가 의제협의

1) 개요

- 해상풍력사업의 내용 중 공유수면에 위치하게 되는 풍력터빈 및 해상케이블을 제외한 육상케이블 및 제어시설 등은 국토의계획및이용에관한법률 시행령 제2조에 기반시설 중 전기공급설비에 해당된다.
- 국토의계획및이용에관한법률 제6조(도시·군관리계획으로 결정하지 아니하여도 설치할 수 있는 시설)에 따르면 기반시설(전기공급설비) 중 발전소 및 변전소, 지상에 설치하는 15만4천 볼트 이상의 송전선로는 반드시 도시·군 관리계획으로 결정하여야 하나 이에 해당하지 않을 경우 국토의계획및이용에관한법률 제56조의 개발행위허가를 통하여 사업시행이 가능하다.
- 또한, 전원개발 실시계획 승인시 국토의계획및이용에관한법률상의 개발행위허가는 의제 협의 대상이므로 해상풍력사업의 육상시설을 개발행위허가(의제협의)를 통하여 추진이 법적으로 가능하다.
- 산업통상자원부 장관이 개발행위허가의 의제협의를 시행하여야 하는 기관은 관할 시장·군수·구청장이다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 사업자는 해상풍력사업의 전원개발 실시계획 승인신청시 의제협의 서류를 포함하여 작성하여야 하며, 의제협의 서류의 작성은 실제 국토의계획및이용에관한법률에서 규정한 개발행위허가 서류 작성양식과 동일하게 작성하여야 한다.

< 국토의계획및이용에관한법률 제9조, 개발행위허가신청서 >

- ① 토지의 소유권 또는 사용권 등 신청인이 당해 토지에 개발행위를 할 수 있음을 증명하는 서류. 다만, 다른 법령에서 개발행위허가가 의제되어 개발행위허가에 관한 신청서류를 제출하는 경우에 다른 법령에 의한 인가·허가 등의 과정에서 본문의 제출서류의 내용을 확인할 수 있는 경우에는 그 확인으로 제출서류에 갈음할 수 있다.
- ② 배치도 등 공사 또는 사업관련 도서(토지의 형질변경 및 토석채취인 경우에 한한다)
- ③ 설계도서(공작물의 설치인 경우에 한한다)
- ④ 당해 건축물의 용도 및 규모를 기재한 서류(건축물의 건축을 목적으로 하는 토지의 형질변경인 경우에 한한다)
- ⑤ 개발행위의 시행으로 폐지되거나 대체 또는 새로이 설치할 공공시설의 종류·세목·소유자 등의 조서 및 도면과 예산내역서(토지의 형질변경 및 토석채취인 경우에 한한다)
- ⑥ 법 제57조제1항의 규정에 의한 위해방지·환경오염방지·경관·조경 등을 위한 설계도서 및 그 예산내역서(토지분할인 경우를 제외한다). 다만, 건설산업기본법 시행령 제8조제1항의 규정에 의한 경미한 건설공사를 시행하거나 옹벽 등 구조물의 설치 등을 수반하지 아니하는 단순한 토지형질변경의 경우에는 개략설계서로 설계도서에, 견적서 등 개략적인 내역서로 예산내역서에 갈음할 수 있다.
- ⑦ 법 제61조제3항의 규정에 의한 관계 행정기관의 장과의 협의에 필요한 서류

다. 도시·군 관리계획 변경(도시·군계획시설의 설치) 의제 협의

1) 개요

- 해상풍력사업의 내용 중 공유수면에 위치하게 되는 풍력터빈 및 해저케이블을 제외한 육상케이블 및 제어시설 등은 국토의계획및이용에관한법률상의 기반시설(전기공급설비)이다.
- 기반시설인 전기공급설비 중 발전소 및 변전소, 지상에 설치하는 15만4천볼트 이상의 송전선로를 설치하는 경우에는 반드시 도시·군 계획시설로 결정하여야 하며, 해상풍력사업의 육상시설이 이에 해당할 경우에도 마찬가지이다. 그러나 전원개발촉진법 제6조에 의거하여 전원개발 실시계획

승인시 국토의계획및이용에관한법률 제30조 도시·군 관리계획의 결정, 제86조 도시·군계획 시설사업 시행자의 지정, 제88조 실시계획의 인가 사항이 의제되므로 의제 협의를 통하여 사업추진이 가능하다.

- 도시·군계획 시설사업자는 국토의계획및이용에관한법률 제96조(시행자의 지정)에 의거하여 도시·군계획 시설사업 면적의 3분의 2 이상에 해당하는 토지를 소유하고 토지소유자 총수의 2분의1 이상에 해당하는 동의를 얻어야 하나 전원개발촉진법의 전원개발 사업자는 이같은 규정에 제한을 받지 않는다.
- 산업통상자원부 장관이 도시·군 관리계획 결정(도시·군 계획시설 결정)의 의제협의를 시행하여야 하는 기관은 관할 시·도지사 또는 시장·군수·구청장이다.

2) 구비서류 및 주요검토내용

- 사업자는 해상풍력사업의 전원개발 실시계획 승인신청시 의제협의 서류를 포함하여 작성하여야 하며, 의제협의 서류의 작성은 실제 국토의계획및이용에관한법률에서 규정한 도시·군 관리계획 결정시 서류 작성양식과 동일하게 작성하여야 한다.

< 국토교통부 훈령 제551호, 도시·군 관리계획 수립지침 >

도시·군 계획시설 결정(변경) 조서

- ① 도시·군 관리계획서
 - ㉠ 계획의 배경
 - ㉡ 시군의 장기발전구상
 - ㉢ 도시·군 계획 시설계획
 - ㉣ 단계별 집행계획(재원조달방안을 포함)
- ② 계획설명서
 - ㉠ 기초조사결과서
 - ㉡ 토지적성평가 검토서
 - ㉢ 재해취약성 분석 결과서
 - ㉣ 교통성검토서
 - ㉤ 환경성검토서
 - ㉥ 도시·군 계획 시설계획 재검토서
- ③ 도시·군 관리계획조서 및 도면

< 국토의계획및이용에관한법률 시행령 제97조, 실시계획의 인가 >

- ① 사업의 종류 및 명칭
- ② 사업의 면적 또는 규모
- ③ 사업시행자의 성명 및 주소(법인인 경우에는 법인의 명칭 및 소재지와 대표자의 성명 및 주소)
- ④ 사업의 착수예정일 및 준공예정일

라. 건축법 관련사항 협의

1) 개요

- 건축법 제2조제1항2호에 규정된 건축물 설치시에는 관할 시장·군수·구청장에게 건축법 제11조의 건축허가를 받아야 하나 전원개발사업(전원개발촉진법)에 포함된 건축물의 경우 전원개발 실시계획 승인후 사업자가 관할 시장·군수·구청장에게 기본설계도서를 제출함으로써 제반 허가가 의제된다.
- 해상풍력사업 시행시 포함될 수 있는 건축법상 건축물은 제어동, 변전소 등이다.

2) 구비서류 및 주요 검토내용

- 사업자는 해상풍력사업의 전원개발 실시계획 승인신청시 의제협의 서류를 포함하여 작성하여야 하며, 의제협의 서류의 작성은 실제 건축법에서 규정한 건축허가 서류 작성양식과 동일하게 작성하여야 한다.

< 건축법 시행규칙 제6조제1항 별표 2 건축허가 신청에 필요한 서류 >

- ① 건축계획서
- ② 배치도
- ③ 평면도
- ④ 입면도
- ⑤ 단면도
- ⑥ 구조도(구조안전 확인 또는 내진설계 대상 건축물)
- ⑦ 구조계산서(구조안전 확인 또는 내진설계 대상 건축물)
- ⑧ 시방서

- ⑨ 실내마감도
- ⑩ 소방설비도
- ⑪ 건축설비도
- ⑫ 토지굴착 및 옹벽도

마. 기타 의제협의 사항

- 전원개발촉진법 제6조에서 전원개발 실시계획시 의제되는 사항은 다음표와 같고 해상풍력사업의 시행자는 사업 내용을 분석하여 법규상 허가·인가·면허·결정·지정·승인·해제·협의하여야 하는 사항을 분석하여 해당시 전원개발 실시계획 승인신청서에 의제협의 서류를 작성하여 산업통상자원부장관에게 제출하여야 한다.

< 전원개발촉진법 제6조, 다른법률과의 관계 >

- ① 전원개발사업자가 제5조에 따라 실시계획의 승인 또는 변경승인을 받았을 때에는 다음 각 호의 허가·인가·면허·결정·지정·승인·해제·협의 또는 처분 등(이하 "인·허가등"이라 한다)을 받은 것으로 보고, 같은 조 제5항에 따른 고시가 있을 때에는 다음 각 호의 인·허가등의 고시 또는 공고가 있을 것으로 본다.
- 1. 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」 제30조에 따른 도시·군관리계획의 결정, 같은 법 제56조에 따른 개발행위의 허가, 같은 법 제86조에 따른 도시·군계획시설사업 시행자의 지정, 같은 법 제88조에 따른 실시계획의 인가, 「도시개발법」 제9조제5항에 따른 도시개발구역에서의 행위의 허가
- 2. 「도로법」 제36조에 따른 도로공사 시행의 허가, 같은 법 제61조에 따른 도로점용의 허가
- 3. 「사도법」 제4조에 따른 사도(私道)의 개설허가
- 4. 「하천법」 제30조에 따른 하천공사 시행의 허가, 같은 법 제33조에 따른 하천의 점용허가 및 같은 법 제50조에 따른 하천수의 사용허가
- 5. 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조에 따른 공유수면의 점용·사용허가, 같은 법 제17조에 따른 점용·사용 실시계획의 승인 또는 신고, 같은 법 제28조에 따른 공유수면의 매립면허, 같은 법 제35조에 따른 국가 등이 시행하는 매립의 협의 또는 승인 및 같은 법 제38조에 따른 공

유수면매립실시계획의 승인

6. 삭제 <2010.4.15.>
 7. 「수도법」 제52조 및 제54조에 따른 전용상수도 및 전용공업용수도 설치의 인가
 8. 「자연공원법」 제23조에 따른 공원구역에서의 행위의 허가
 9. 「농지법」 제34조에 따른 농지전용(農地轉用)의 허가
 10. 「산지관리법」 제14조·제15조 및 제15조의2에 따른 산지전용허가·산지전용신고 및 산지일시사용허가·신고, 같은 법 제25조에 따른 토석채취허가, 「산림자원의 조성 및 관리에 관한 법률」 제36조제1항·제4항 및 제45조제1항·제2항에 따른 임목벌채등의 허가·신고 및 「국유림의 경영 및 관리에 관한 법률」 제21조에 따른 국유림의 대부 또는 사용의 허가
 11. 「사방사업법」 제14조에 따른 벌채 등의 허가, 같은 법 제20조에 따른 사방지(砂防地) 지정의 해제
 12. 「군사기지 및 군사시설 보호법」 제13조에 따른 행정기관의 허가등에 관한 협의
 13. 「초지법」 제21조의2에 따른 초지에서의 토지의 형질변경 등의 허가, 같은 법 제23조에 따른 초지전용의 허가
 14. 「항만법」 제9조제2항에 따른 항만공사 시행의 허가, 같은 법 제10조제2항에 따른 항만공사 실시계획의 승인
 15. 「장사 등에 관한 법률」 제27조제1항에 따른 개장허가
 16. 「광업법」 제24조에 따른 불허가처분, 같은 법 제34조에 따른 광업권 취소처분 또는 광구 감소처분
 17. 「원자력안전법」 제10조제3항에 따른 부지 사전승인
- ② 전원개발사업자가 제5조에 따라 실시계획의 승인 또는 변경승인을 받은 전원개발사업을 시행하기 위하여 제1항 각 호에 따른 행위를 하려는 경우에는 미리 관계 행정기관의 장에게 신고하여야 한다.
 - ③ 전원개발사업자가 제5조에 따라 실시계획의 승인 또는 변경승인을 받은 전원개발사업을 시행하기 위하여 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물을 건축하려는 경우에는 같은 법 제11조제2항에 따른 기본설계도서를 관계 행정기관의 장에게 제출함으로써 같은 법 제11조 또는 제14조에 따른 건축허가를 받거나 신고한 것으로 본다.
 - ④ 전원개발사업자가 제5조에 따라 실시계획의 승인 또는 변경승인을 받은 전원개발사업을 시행하기 위하여 「주택법」 제16조제1항에 따른 주택

을 건설하려는 경우에는 같은 항에 따른 관계 서류를 관계 행정기관의 장에게 제출함으로써 같은 항에 따른 주택건설사업계획 승인을 받은 것으로 본다.

3.1.5 기타 허가 및 신고사항

전원개발촉진법으로 해상풍력사업을 추진할 경우 시행되는 전원시설 설치 관련 주요 인·허가 사항, 사전협의 사항, 개별법 협의사항 외에 기타 공사 착공전, 공사진행단계, 준공단계에 시행하여야 할 각종 허가과 신고 사항에 대하여 준비한다.

가. 허가·신고 사항

1) 공사 착공전 시행사항

구 분	근거 법령	대상기관
전기설비 시설계획 신고	전기사업법 제26조	산업통상자원부
전기공급계획 신고	전기사업법 제26조	산업통상자원부
해상공사허가 신청	해사안전법 제13조	해양경찰청

2) 공사 진행단계 시행사항

구 분	근거 법령	대상기관
물밑선로 보호구역 신청	전기사업법 제69조	산업통상자원부
항공장애 표시 등 설치신고	항공법 제38조	지자체(시·군·구) 지방항공청
해양시설의 설치 등록	해양환경관리법 제33조	지방해양수산청
사설항로표지 설치 허가신청	항로표지법 제8조제2항	지방해양수산청
공작물 축조 신고	건축법	지자체(시·군·구)
가설건축물 축조 신고	건축법 제20조	지자체(시·군·구)
특정공사 사전신고	소음·진동관리법 제22조	지자체(시·군·구)

3) 공사 준공단계 시행사항

구 분	허가 및 신고사항	대상기관
발전사업 개시신고	전기사업법 제9조	산업통상자원부
사용전 검사	전기사업법 제63조	한국전기안전공사
발전기 등록신청	전력시장 운영규칙 제1.2.2조 제2항	전력거래소
전력거래자 등록신청	전력시장 운영규칙 제1.2.2조 제1항	전력거래소
상업운전 개시신고	전력시장 운영규칙 제114조	전력거래소

나. 환경관리 사항

- **(사후환경영향조사)** 해상풍력사업의 설비용량이 100MW를 초과하여 환경영향평가 대상사업일 경우 사업의 공사단계(공사기간) 및 운영단계(준공후 5년간)에 환경영향평가법 제36조의 사후환경영향조사를 시행하여야 한다.
- 사후환경영향조사는 사업자가 환경영향평가법 제53조(환경영향평가의 대행)의 환경영향평가 업자를 선정하여 시행하며, 환경영향평가업자 선정 시에는 공사와 관련된 다른 계약과 분리발주하여야 한다.
- **(해양환경영향조사)** 해상풍력사업의 설비용량이 100MW 미만일 경우에는 환경영향평가를 시행하지 않으나 해양환경관리법상의 해역이용협의 대상이 되므로 이 경우 해양환경관리법 제95조의 해양환경영향조사를 시행하여야 한다.
- 해양환경영향조사는 사업자가 해양환경관리법 제86조(평가대행자의 등록 등)의 해역이용영향평가 대행자에게 의뢰하여 시행한다.
- 환경영향평가와 해역이용협의를 동시에 시행한 경우에는 해양환경관리법 제71조제1항 별표17 비고1에 의거하여 해양환경영향조사는 시행하지 않고 환경영향평가법상의 사후환경영향조사만을 시행한다.

구 분	근거 법령	기간	조사주기
사후환경 영향조사	환경영향평가법 제36조	공사착공 ~ 준공 준공후 5년간	분기 1회 반기 1회
해양환경 영향조사	해양환경관리법 제95조	공사착공 ~ 준공	반기 1회

주) 조사주기는 환경영향평가 및 해역이용협의 결과에 따라 변경될 수 있음

다. 어업피해조사

- 해양풍력사업은 일정면적의 공유수면을 점유하게 되며, 사업구역내 선박 통항 및 어업행위를 제한하게 되므로 이에 따른 대상해역의 어업권 피해를 유발할 수 있다. 따라서, 사업자는 어업권 피해에 대한 영향유무를 조사하고 보상금액을 산출하기 위하여 피해영향조사 및 어업피해조사를 시행한다.
- 피해영향조사 및 어업피해조사는 사업자가 전문기관(수산업법 제 69조 어업의 손실액 조사기관, 해양수산부고시 제2015-35호(2015. 4.1))을 선정하여 시행하며, 국내 총 13개의 기관이 지정되어 있다.
- 피해영향조사는 사업시행 초기단계에 사업시행과 관련된 어업권 영향유무를 판단하기 위하여 조사, 예측만을 시행하나 반드시 시행하여야 하는 사항은 아니다. 어업피해조사에서는 피해가 확인된 경우 조사, 예측뿐만 아니라 손실액 산정을 위한 감정평가를 실시한다.
- 따라서, 수산업법상 보상대상 어업권인 면허·허가·신고어업에 대한 보상을 위해서는 어업피해조사를 시행하여야 한다.
- 어업권 및 구획어업이 사업구역 내에 위치한 경우 사전보상 대상(착공전 보상)이며, 사업구역 외부에 위치하나 피해가 예상되는 어업에 대하여는 공사로 인한 피해를 확인 후 보상을 원칙으로 한다. 그러나 필요시 피해영향조사를 시행하여 어업피해 예상범위 및 피해예상 어업자를 사전에 조사하여 사업시행자와 어민 대표간 어업보상약정 체결할 수 있다. 이 경우 조기 공사착공 및 사업의 원활한 진행이 가능하다.
- 어업피해에 대한 보상금은 어업피해조사를 시행하여 2이상 감정평가업자의 평가금액을 산술평균하여 지급한다.

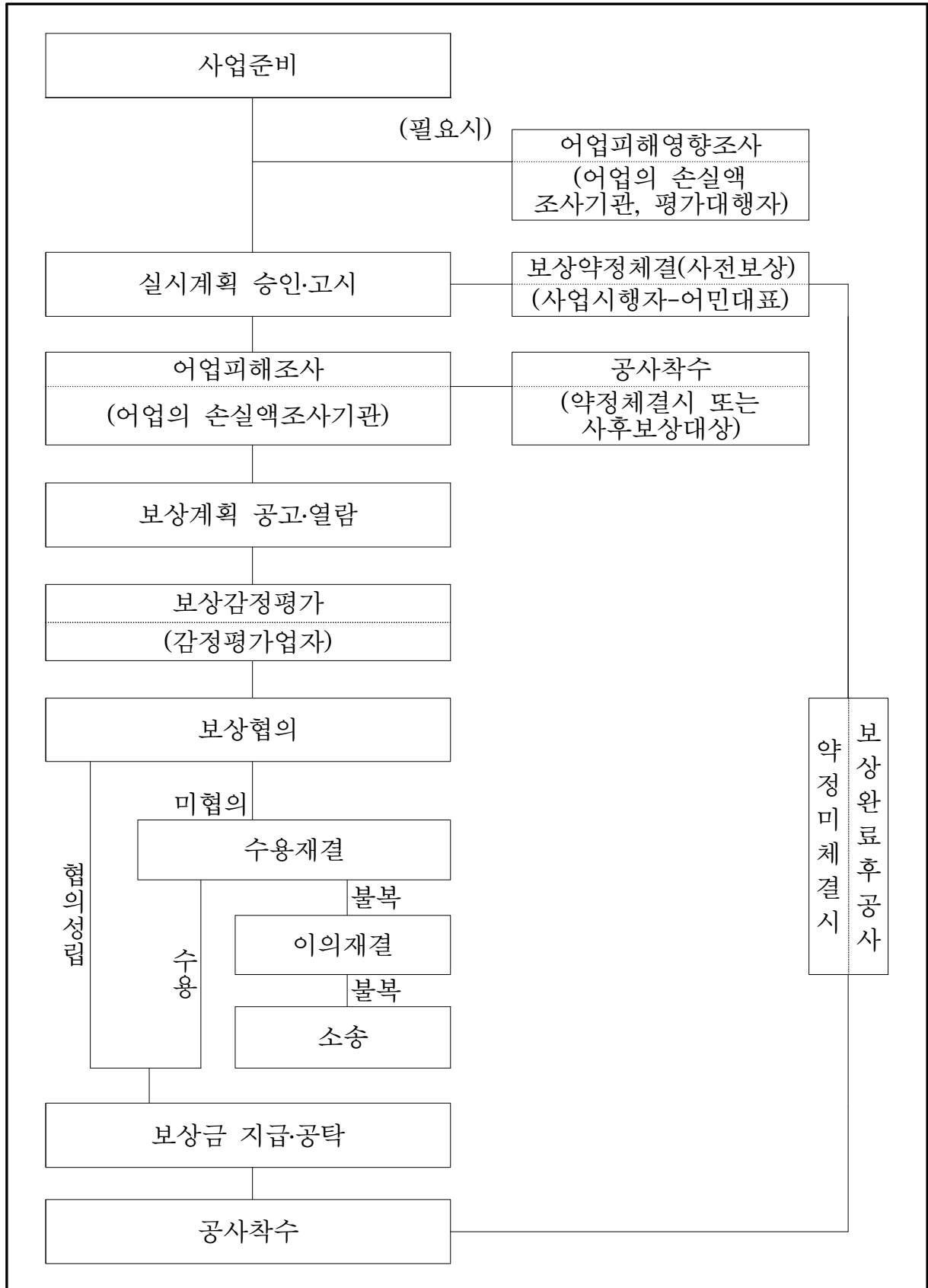
○ 어업피해 보상을 위한 업무별 소요기간은 다음과 같다.

- 어업현황 조사 : 2~3개월
- 보상설명회 개최 : 3개월
- 보상약정 체결 : 6~7개월
- 어업피해조사 용역 : 12~13개월
- 보상계획 공고·열람 : 1~2개월
- 보상감정평가 : 2~3개월
- 보상협의 및 보상금지급 : 3~4개월

기 관 명	소 재 지	지 정 기 간
경상대학교 해양산업연구소	경상남도 통영시 천대 국치길 38	2015.4.1~2020.3.31
군산대학교 수산과학연구소	전라북도 군산시 대학로 558(미룡동)	2015.4.1~2020.3.31
군산대학교 해양개발연구소	전라북도 군산시 대학로 558(미룡동)	2015.4.1~2020.3.31
부경대학교 수산과학연구소	부산광역시 기장군 일광면 일광로 474	2015.4.1~2020.3.31
서울대학교 해양연구소	서울특별시 관악구 관악로 1(신림동)	2015.4.1~2020.3.31
전남대학교 수산과학연구소	전라남도 여수시 대학로 50(둔덕동)	2015.4.1~2020.3.31
인하대학교 해양과학기술연구소	인천광역시 남구 인하로 100(용현동)	2011.11.5~2016.11.4
제주대학교 해양과학연구소	제주도 제주시 조천읍 함덕5길 19-5	2015.4.1~2020.3.31
한국해양과학기술원	경기도 안산시 상록구 해안로 787(사동)	2015.4.1~2020.3.31
한국해양대학교 해양과학기술연구소	부산광역시 영도구 태종로 727(동삼동)	2015.4.1~2020.3.31
목포대학교 갯벌연구소	전라남도 무안군 청계면 영산로 1666	2015.4.1~2020.3.31
한국수산회 수산정책연구소	서울특별시 서초구 논현로 83(양재동)	2011.10.1~2016.9.30
(사)한국수산증·양식 기술사협회 부설 한국 해양수산과학기술연구소	인천광역시 중구 항동 7가 1-17번지	2014.1.1~2018.12.31

[표 3-1] 어업피해조사 기관

□ 어업보상 절차도



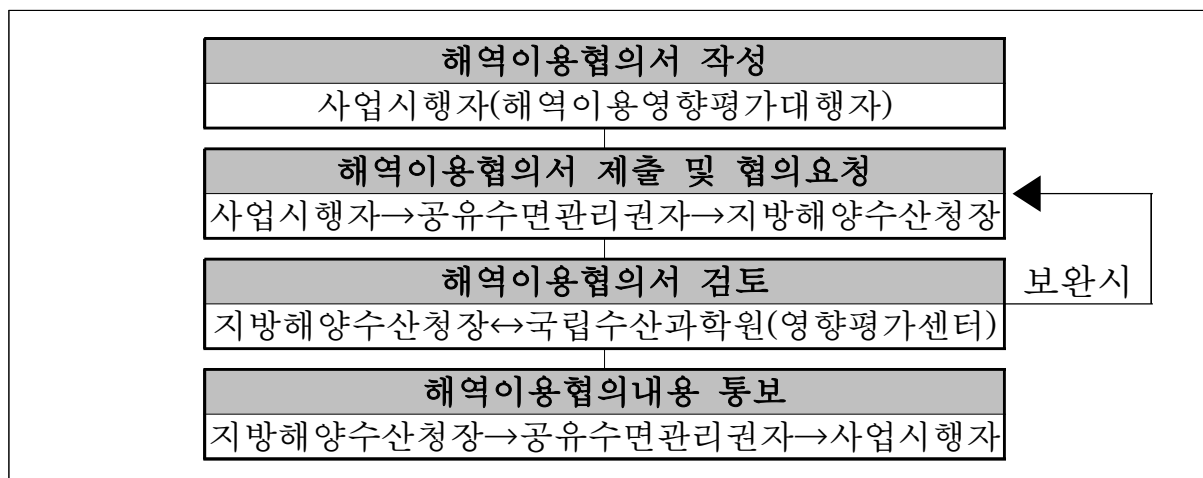
3.2 중·소규모 사업

과거 국내에서 추진되었던 중·소 규모의 해상풍력사업은 모두 전원개발촉진법이 아닌 공유수면관리및매립에관한법률(제8조 공유수면의 점용 및 사용허가 및 제17조 공유수면 점용 및 사용 실시계획)을 통하여 추진되었으며, 이 경우 공유수면 점·사용허가 신청전에 대부분의 관련 인·허가를 진행하게 된다.

- 개별법령으로 추진되는 중·소규모 해상풍력사업은 주로 바닷가(공유수면관리및매립에관한법률상의 해안선으로부터 지적공부(地籍公簿)에 등록된 지역까지의 사이)에 주로 설치되어 왔다.
- 개별법령으로 해상풍력사업을 추진시에는 전기사업법 제25조의 전력수급 기본계획에 사전에 반영하지 않고 추진되는 것이 일반적이며, 절차상 공유수면관리및매립에관한법률상의 공유수면 점용 및 사용 허가전에 전파영향평가, 문화재지표조사(사업면적 3만㎡이상), 해상교통안전진단(케이블 연장 200m, 시설물 설치 2만㎡ 이상), 해역이용협의(일반해역이용협의 사업면적 3천㎡ 이상), 사전재해영향성검토(공유수면 점유면적 5천㎡ 이상), 환경영향평가(발전설비용량 100MW 이상) 등이 진행되어야 한다. 그러나 지금까지 시행되었던 해상풍력사업의 규모는 각 인허가의 대상규모에 미치지 못하는 사업이 대부분이어서 실제 인허가 사항은 전파영향평가와 해역이용협의 정도가 이루어진다.
- 개별법령으로 추진되는 해상풍력사업의 추진절차를 보면 사업자는 건설 기본계획(개략적인 사업계획)을 수립후 공유수면관리권자(항만구역 : 지방해양항만청장, 기타 연안해역 : 시장·군수·구청장)에게 점용 및 사용 허가(공유수면관리및매립에관한법률 제8조)를 신청하며, 허가를 득한 후 이를 근거로 발전사업허가(전기사업법 제7조)를 진행하고 세부적인 사업계획을 수립하여 공유수면 점·사용 실시계획 인가(공유수면관리및매립에관한법률 제17조)를 받음으로써 실질적인 인·허가 절차가 완료된다.



- 해양환경관리법상의 해역이용협의를 공유수면 점용 및 사용면적 3천㎡을 기준으로 일반해역이용협의를와 간이해역이용협의로 구분되며, 공유수면 점·사용 허가 신청전에 지방해양수산청장과 협의를 완료하고 공유수면 점·사용허가 신청서에 협의내용을 첨부하여야 한다.



3.3 제주도내 사업

제주특별자치도는 자체 조례를 제정하여 풍력사업의 인·허가를 시행하고 있다. 제주도 풍력발전사업 인·허가의 특징은 조례로 풍력발전지구의 지정을 선행하여야 한다는 점이며, 풍력발전지구의 지정은 특별자치도지사가 시행한다. 조례에 따르면 육상풍력사업의 경우 민간이 풍력발전지구의 지정에 응모신청할 수 있으나 해상풍력사업은 이같은 절차없이 특별자치도지사가 시범지구 사업추진 상황을 고려하여 단계별로 지구 지정을 확대토록 하고 있어 실질적으로 민간이 Site를 개발하여 시행하는 해상풍력사업 추진은 불가능한 실정이며, 지정된 지구에서 개발사업 승인을 통하여 추진 가능하나 이 또한 지방공기업(제주에너지공사)을 통한 합동 개발방식을 조례상에 명문화하고 있다.

가. 제주특별자치도 풍력발전사업 관련 인·허가 규정

- 제주특별자치도 설치 및 국제자유도시 조성을 위한 특별법
- 제주특별자치도 풍력발전사업 허가 및 지구 지정 등에 관한 조례
- 제주특별자치도 개발사업시행 승인 등에 관한 조례
- 제주특별자치도 고시 제2011-121호(제주특별자치도 풍력발전사업 허가 및 지구지정에 관한 세부적용기준)

나. 풍력발전지구 지정

- 제주도내 풍력발전지구의 지정을 위해서는 풍력발전지구 입지평가 세부기준을 만족하여야 하며, 해상풍력발전지구의 경우 발전설비 용량이 100MW 이상이어야 하며, 제주지역의 특수성을 감안하여 바닷가(지적공부선)에서 1km 이내는 구역지정을 제한하고 있다. 또한, 기타 풍력자원 기준, 전력계통 기준, 환경·경관·문화재 기준을 충족하여야 한다.
- 풍력발전지구 지정의 절차는 기초조사후 지정계획(안)을 작성하여 주민공람을 거친후 풍력발전지구 이용계획서를 포함한 지정심의서를 작성하여 제주특별자치도 풍력발전사업심의위원회 심의 및 도회의 동의를 거쳐 풍력발전지구로 지정 고시되는 절차를 가지고 있으며, 모든 행위의 주체는 제주특별자치도지사이다.

- 육상풍력발전지구의 경우는 민간이 발전지구 지정을 응모(풍력발전지구 지정 응모 신청)할 수 있으나 해상풍력발전지구의 경우 이같은 절차가 없으며, 특별자치도지사만이 시범지구 추진상황을 고려하여 단계별로 지정할 수 있도록 규정되어 있다. 따라서, 지정심의요청자와 지정권자가 특별자치도지사로 동일하다.
- 해상풍력발전지구 지정심의서의 구비서류는 다음과 같다.

< 제주특별자치도 고시 제2011-121호 >

**제주특별자치도 풍력발전사업 허가 및 지구지정에 관한 세부 적용기준
해상풍력발전지구 지정 심의요청서 구비서류**

- ① 해상풍력발전지구 이용계획서
- ② 심의지구를 표시한 지적측량 성과도(위치, 면적 등)
- ③ 심의지구 경계를 명확하게 표시한 25,000분의 1 및 5,000분의 1 지형도
- ④ 심의지구 경계 인근지역에 대한 개발계획 유무, 주요시설물 목록 및 설치 현황을 파악할 수 있는 도면
- ⑤ 심의지구 내 입지기준 적합성(풍향,지질 등) 계측자료(공공기관 또는 수행실적이 있는 전문기관에서 조사한 자료)
- ⑥ 해당 마을 의견 수렴을 증명 할 수 있는 서류(마을 회의록 등)
- ⑦ 문화재보호구역, 군사기지 및 군사시설보호법, 전파관리법, 항공법 등 관련법령에 의한 협의내용

다. 개발사업 시행 승인

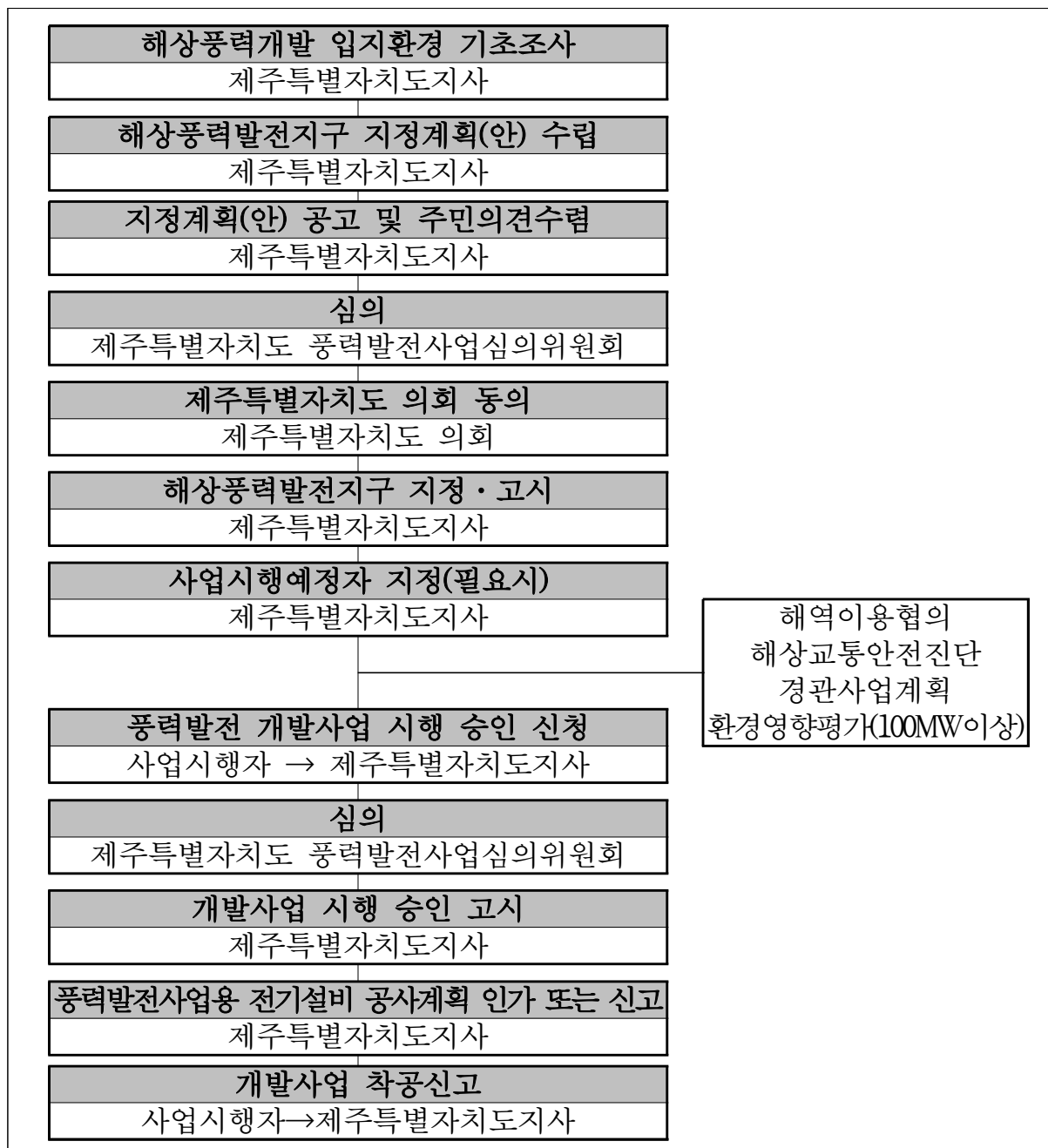
- 제주도특별자치도지사가 지정한 해상풍력발전지구에서는 개발사업 시행승인을 통하여 풍력발전사업이 가능할 수 있으나 개발방식에 있어서는 제주도내 풍력자원의 공공적 관리를 위하여 지방공기업(제주에너지공사)를 사업시행 예정자로 지정하여 공모를 통하여 지역주민, 민간법인, 공공법인이 참여하는 합동개발 방식의 추진을 개발사업 시행기준으로 명문화하고 있다.
- 개발사업 시행 승인절차는 사업자가 개발사업 승인신청서를 작성하여 특별자치도지사에게 제출하면 제주특별자치도 풍력발전사업 심의위원회 심의를 거쳐 승인여부를 확정하게 된다.

라. 공사계획 인가

- 사업자가 개발계획 시행승인을 완료한 이후에는 풍력발전용 전기설비의 공사계획 인가를 제주특별자치도 지사에게 신청하여야 한다.

마. 소규모 풍력발전 사업

- 제주특별자치도지사는 해상풍력발전지구와 접한 해안 마을에 한하여 소규모 풍력발전기의 설치를 허가하고 있으나, 허가기준은 풍력설비용량 3MW 이하 1기로 제한하고 있다. 또한, 제주지역의 특수성을 감안하여 바닷가에 서 바다쪽으로 1km 미만 해역에는 설치가 제한된다.





부 록



[부록 1]

제주도 지역주민의 풍력발전기(풍차, 風車)에 대한 호감도 조사

본 설문은 제주도와 한국에너지기술연구원(국가가 지정한 연구기관)에서 연구목적으로 제주도의 생활환경 변화와 풍력발전기의 보급 확대에 대한 지역주민 여러분들의 생각과 의견을 알아보고자 조사하는 것입니다. 제주도 지역주민 여러분들의 의견을 미리 알아보고 살고 계시는 지역발전에 도움을 드리고자 하는 질문서이오니 바쁘시더라도 많은 협조 부탁드립니다.

가. 주민 여러분의 기본사항에 대한 질문입니다.

1. 본인의 성별은?

남 ()

여 ()

2. 본인의 연령은?

10대 ~ 20대 ()

30대 ~ 40대 ()

50대 ~ 60대 ()

70대 ~ 80대 이상 ()

나. 살고 계시는 주변 환경의 변화에 대한 주민의견을 묻는 질문입니다.

1. 제주도가 과거에 비하여 현재의 주변 환경이 어떠하다고 생각하십니까?

① 좋아졌다() ② 변화가 없다() ③ 나빠졌다()

④ 기 타()

2. 현재에 비하여 앞으로의 환경은 어떠할 것 같습니까?

① 좋아질 것이다() ② 변화가 없을 것이다()

③ 나빠질 것이다() ④ 기 타()

3. 만일 환경이 나빠졌다고 느끼신다면 과거에 비하여 어떤 부분이 가장 크

게 나빠졌다고 생각하십니까?

- ① 수질오염() ② 대기오염() ③ 해양오염()
④ 토양오염() ⑤ 기 타 ()

4. 환경이 나빠진 원인은 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 자동차의 증가 () ② 관광객의 증가 ()
③ 해양오염원의 증가 () ④ 환경보호 인식부족()
⑤ 기 타 ()

다. 자연에너지(풍력발전기, 태양열)에 대해 얼마나 많이 알고 계신가에 대한 질문입니다.

1. 자연에너지(풍력발전기, 태양열)등의 뜻에 대해서 알고 계십니까?

- ① 많이 알고 있다 () ② 조금 알고 있다 ()
③ 관심없다 () ④ 모르는 편이다 ()
⑤ 전혀 모른다 ()

2. 방송이나 신문 또는 주변에서 자연에너지(풍력발전기, 태양열)에 대하여 들어보신 적이 있으십니까?

- ① 들어 본적이 있다 () ② 관심 없다 ()
③ 들어 본적이 없다 ()

라. 자연에너지(풍력발전기, 태양열)의 보급 필요성에 대한 의견을 묻는 질문입니다.

1. 자연에너지(풍력발전기, 태양열)를 많이 이용하는 것에 대해 어떻게 생각하십니까?

- ① 많이 필요하다 () ② 조금 필요하다 ()
③ 관심 없다 () ④ 약간 필요하다 ()
⑤ 전혀 필요없다 ()

2. 제주도에 적합한 자연에너지로는 어떤 것이 좋다고 생각하십니까?

(※생각하시는 순서대로 선택하여주십시오)

()

- | | | |
|----------|-------|-------|
| ① 파 력 | ② 수 력 | ③ 풍 력 |
| ④ 태양열 | ⑤ 화 력 | ⑥ 지 열 |
| ⑦ 기 타() | | |

마. 풍력발전기에 대해 얼마나 알고 계신가에 관한 질문입니다.

1. 제주도내 행원, 월령 등 풍력발전기 설치단지에 대해서 들어보신 적이 있으십니까?

- | | |
|-----------------|-------------|
| ① 들어 본적이 있다 () | ② 관심 없다 () |
| ③ 들어 본적이 없다 () | |

2. 풍력발전기에 대해 들어 본적이 있다면 현재 귀하께서는 풍력발전기에 대해서 어떤 생각을 가지고 있으십니까?

- | | | |
|------------|--------------|------------|
| ① 매우 좋다() | ② 좋다 () | ③ 관심 없다() |
| ④ 나쁘다() | ⑤ 아주 나쁘다 () | |

바. 풍력발전기가 많이 설치되는 것에 대한 귀하의 의견을 묻는 질문입니다.

1. 제주도의 바람을 이용해 전기를 생산하는 풍력발전기가 계속 설치되는 것이 귀하께서는 필요하다고 생각하십니까?

- | | |
|----------------|---------------|
| ① 많이 필요하다 () | ② 조금 필요하다 () |
| ③ 관심 없다 () | ④ 불필요하다 () |
| ⑤ 전혀 불필요하다 () | |

2. 풍력발전기의 건설이 제주도의 자연환경을 좋게 하는데 도움이 된다고 생각하십니까?

- | | |
|-----------------|-----------------|
| ① 많이 도움이 된다 () | ② 약간 도움이 된다 () |
|-----------------|-----------------|

- ③ 관심 없다 () ④ 별로 도움이 되지 않는다 ()
 ⑤ 전혀 도움이 되지 않는다 ()

3. 만약 풍력발전기가 많이 설치될 경우 제주도가 얻을 수 있는 좋은 점은 무엇이라고 생각하십니까?(※생각하시는 순서대로 선택하여주십시오)
 ()

- ① 관광객 유치 ② 제주도 자체적인 전기공급
 ③ 발전소 공해배출 주임 ④ 바람의 효과적 이용
 ⑤ 제주도민으로서의 긍지
 ⑥ 기 타()

사. 만일 내가 사는 마을 주변에 풍력발전기가 설치된다면 이에 대한 귀하의 의견을 묻는 질문입니다.

1. 내가 살고 있는 마을 주변에 풍력발전기가 설치된다면 어떻게 하시겠습니까?

- ① 적극 찬성한다() ② 찬성한다 () ③ 상관없다 ()
 ④ 약간 반대한다() ⑤ 절대 반대한다 ()
 ⑥ 기 타 ()

※ 내가 사는 마을 주변에 풍력발전기가 설치되는 것에 찬성하시는 편이라면 2번 질문에 답변해 주시면 감사하겠습니다.

※ 내가 사는 마을 주변에 풍력발전기가 설치되는 것에 반대하시는 편이라면 3번질문에 답변해 주시면 감사하겠습니다.

(찬성하시는 분)

2. 만일 우리 마을에 풍력발전기가 설치된다면 어떤 좋은 점이 있을 것으로 생각하십니까? (※ 여러 개 항에 ○표 하셔도 됩니다)

- ① 관광객의 증가로 인한 소득증대 ()

- ② 풍력발전기의 건설로 인한 마을 홍보효과 상승 ()
- ③ 외부에서의 사업비투자로 인한 우리 마을의 발전 ()
- ④ 기타 의견 ()

(반대하시는 분)

3. 만일 우리 마을에 풍력발전기가 설치된다면 어떤 나쁜 점이 있을 것으로 생각하십니까? (※ 여러 개 항에 ○표 하셔도 됩니다)

- ① 우리 마을에 실질적인 이득이 없을 것이다 ()
- ② 기본 뜻은 좋지만 다른 지역으로 이전을 원한다 ()
- ③ 내가 사는 생활환경이 나빠질 것이다 ()
- ④ 기타 의견 ()

아. 풍력발전기에 대한 기타 의견에 대한 질문입니다.

풍력발전기에 대해 기타 의견사항이 있으시면 적어주십시오.

[illegible]

※ 설문에 답해주신 주민여러분께 진심으로 감사의 말씀을 드립니다.

[부록 2]

발전소 주변지역 지원에 관한 법률 시행령 中 기본지원사업의 지원금 산정방법

[별표 2] <개정 2015.5.1.>

기본지원사업의 지원금 산정방법(제27조 제1항 관련)

1. 기본지원사업의 연간 지원금

가. 계산식

전전년도 발전량(kWh) × 발전원별 지원금 단가(원/kWh)
+ 설비용량(MW) × 발전원별 설비용량 단가(만원/MW)

나. 가목에 따른 발전량은 「전기사업법」 제35조에 따른 한국전력거래소에 판매한 전력량을 말한다. 다만, 법률 제6283호 전기사업법 전부개정법률 부칙 제8조 및 제9조에 따라 전기판매사업자에게 전기를 공급하는 자의 발전소인 경우에는 그 공급한 전력량을 말한다.

2. 발전원별 지원금 단가 및 설비용량 단가

발전원	원자력	유연탄 화력	무연탄 화력	유전소 화력	가스 화력	양수	수력	조력	신·재생 에너지
지원금 단가 (원/kWh)	0.25	0.15	0.3	0.15	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
설비용량 단가 (만원/MW)	-	-	-	-	-	50	500	-	-

비고: 수력발전소(양수발전소는 제외한다) 중 시설용량이 2천킬로와트 초과 1만킬로와트 이하인 발전소는 신·재생에너지 지원금 단가를 적용하고, 1만킬로와트를 초과하는 발전소는 수력 지원금 단가를 적용한다.

3. 기본지원사업의 연간 지원금의 발전원별 최저한도

가. 원자력발전소, 화력발전소, 수력발전소, 조력발전소 및 시설용량이 1만킬로와트를 초과하는 신·재생에너지설비(수력발전설비는 제외한다): 3천만원

나. 시설용량이 1만킬로와트 이하인 신·재생에너지설비: 2천만원

4. 그 밖의 사항

가. 지원사업계획 대상 연도에 발전기가 새로 건설되거나 폐지되는 발전소의 지원금은 건설기간과 가동기간에 따라 개월 수로 계산한다. 이 경우 공사착공월과 운전개시월은 건설기간으로 보며, 운전폐지월은 가동기간으로 본다.

나. 발전기 건설로 전전년도의 발전량 실적이 없는 달은 건설기간으로 보며, 건설기간의 발전량은 동일한 발전원의 전전년도 평균이용률[제1호나목에 따른 전력량÷{설비용량(kW)×24시간×365일}]을 적용하여 산정한다.

다. 발전소 구내에 발전원이 다른 발전기가 2기 이상 있는 경우 지원금은 지원금 단가가 더 높은 쪽의 지원금 단가를 적용하여 산정한다.

라. 둘 이상의 주변지역이 서로 중복되는 지역의 경우 지원금은 각각 산정된 지원금을 합한 금액으로 한다.

마. 매년 지원금을 산정할 때 100만원 미만은 버린다.

♠ 참고문헌 ♠

- 해외풍력자원 컨설팅사의 바람지도 서비스 분석, 한국신재생에너지학회지, Vol.6, No.2, pp.12-18, 2010. 김현구, 황효정
- 상업용 남한 풍력자원지도의 비교분석, 한국풍공학회지, Vol.19, No.1, pp.9-14, 2015. 김현구, 강용혁, 윤창열,
- 해상풍력발전기 수중소음 평가방안에 관한 고찰, 환경포럼, Vol.18, No.2, 2014. 환경정책평가연구원
- 국외 모니터링 사례를 통한 해상풍력발전의 환경적 영향 고찰, 한국해양환경 에너지학회지, Vol.16, No.4, pp.276-289, 2013. 맹준호, 조범준, 임오정, 서재인
- 제주 풍력발전지구 지정을 위한 타당성 조사(2012. 01) 제주특별자치도
- 국내 해역의 중형해상풍력발전 플랜트 타당성 조사연구(최종보고서) 지식 경제부; 2011. 한국전력공사 전력연구원
- 서남해 2.5GW 해상풍력 개발을 위한 실증단계 연구(2차년도 연차보고서). 산업통상자원부; 2013. 한국전력공사 전력연구원
- 해상풍력 국내 사업인증 및 성능평가 기술기준 개발(2차년도 연차보고서)
- American Petroleum Institute. Recommended Practice for Planning, Designing and Constructing Fixed Offshore Platforms-Working Stress Design (API RP 2A-WSD). 2002
- Det Norske Veritas. Offshore Standard DNV-OS-J101 Design of offshore wind turbine structures. 2009
- IEC 61400 Wind turbines - Part 1: Design requirements. IEC; 2005
- IEC 61400 Wind turbines - Part 3: Design requirements for offshore wind turbines. IEC; 2009
- IEC 61400 Wind turbines - Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines. IEC; 2005
- MEASNET. Evaluation of site-specific wind conditions. 2009
- Guideline for the Certification of Offshore Wind Turbines, GL, 2012 Ed.
- 해상풍력 심포지엄 ‘해상풍력발전단지의 계통연계’ 한국전력공사, 2013.6.20

- 해상풍력단지 계통연계 기술, (사)한국선급 신재생에너지팀
- 해상풍력 R&D 서남해 실증사업 연계워크샵 ‘해상변전소 기본설계’ 현대중공업, 2013.4.10
- 항만 해상풍력단지 도입을 위한 풍력자원조사 용역, 국토해양부, 2011.12
- 서남해 500MW 해상풍력단지 개발사업 타당성조사, 2012.3, 한국전력공사
- 해상 기상탑 설계 평가, (사)한국선급 에너지·산업기술팀
- 에너지정보화 및 정책지원사업 ‘해상풍력개발 기반조성연구’, 산업통상자원부, 2013.2.28
- 해상풍력 R&D 서남해 실증사업 연계 워크샵 ‘풍력발전기 설치와 전파환경평가 이해’ 합동참모본부, 2013.4.10
- 해상풍력 고정식 Substructure 설계기준, 한국강구조학회지, 2011.10
- 서남해 해상풍력 기초구조물 기본설계, 한국해상풍력(주), 2013.6
- 해상풍력단지 해상변전소 설계, 현대중공업, 2013.1.30
- 「도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙」 해설, 국토교통부, 2013.8.20.
- 서남해 500MW 해상풍력단지 개발사업 타당성조사보고서, 2012. 한전
- 대형풍력 인증제도 구축 현황, 에너지관리공단 2013.4.10
- 신재생에너지설비 인증지침(중대형풍력발전설비), 에너지관리공단 2014.12.26
- 프로젝트인증기술 기준 개발, 한국선급 2013.1.30
- 해상풍력발전프로젝트 인증 필요성, Risk&Insurance 코리안리, 2014 No.3 Vol. 114
- 건설정보사, 민간투자사업 실무를 위한 투자개발사업의 재원조달과 사례, 2010
- 한국기업평가, 프로젝트 파이낸스 평가방법론, 2015
- GL Garrad Hassan, OFFSHORE WIND ENERGY SUPPLY CHAIN OPPORTUNITIES, 2010
- DNV GL-S E-0073 Service Specification, 2014
- Assessment of Offshore Wind System Design, Safety, and Operation Standards, NREL 2015
- 공사발주 가이드북, 한국조달연구원 2011
- 제주 동북 풍력발전단지 조성사업 입찰안내서, 제주에너지공사 2014

필진

한국에너지기술평가원 성창경 단장
한국에너지기술평가원 고규용 책임연구원
한국에너지기술연구원 김현구 책임연구원
대림산업 김성조 부장
한국전력공사 유재홍 차장
포스코에너지 정경원 과장
코오롱글로벌(주) 김장환 부장
블루윈드엔지니어링 오정배 대표이사
(주)동해종합기술공사 박정섭 이사
전력연구원 강금석 책임연구원
전력연구원 김지영 선임연구원
(주)에코션 명철수 대표이사
(주)세광종합기술단 진승주 상무
(주)이엔씨기술 왕순영 연구소장
전라남도 김성규 주무관
네모파트너즈NEC 윤석호 부대표
