



국내 해저전력케이블 건설의 현황과 전망



손 형 수

한국전력공사 송변전개발처 PM실 차장

1. 개요

2010년 11월 국내 최초로 154kV AC 해저케이블이 전남 화원반도에서 안좌도까지 약 6.6km 구간에 설치

되어 상업운전에 들어갔다. 기존 해저케이블 사업이 해외 업체에 의존하여 건설된 반면 이 사업은 케이블 제작부터 시공까지 국내 기술로 이루어진 사업으로서 '국내 해저 케이블 기술 개발'이라는 큰 의미를 지닌다고 할 수 있다.

최근 세계적으로 Green Energy가 큰 주목을 받고 있는 가운데 그 중 해상풍력은 상당한 비중을 차지하고 있다. 우리나라에서도 2019년까지 총 2,500MW의 대규모 해상 풍력단지 건설을 추진하고 있으며, 이 해상풍력 사업에 있어서 빼놓을 수 없는 분야가 바로 해저케이블 분야이다.

그리고 국가 간 전력유통을 목적으로 하는 스마트 그리드의 구축에 있어서도 상당부분 해저케이블 건설을 필요로 하고 있으며, 일본과 우리나라를 해저케이블로 연결하는 동북아 슈퍼그리드는 그 좋은 예가 된다.

또한, 도서지역의 전력공급도 자연경관 유지와 선박의 통행에 대한 장애 문제로 가공에서 해저로 선로를 구성하는 추세에 있다. 이렇듯 에너지 산업의 큰 흐름으로 볼 때 해저케이블 분야의 발전 가능성은 매우 클 것으로 전망된다.

3면이 바다인 우리나라는 자원 부족국가이면서 에너지 소비 상위국으로서 해상풍력 등과 관련하여 해저케이블 분야는 우리의 관심과 적극적인 기술개발이 필요한 분야임에 틀림없다. 따라서 해저케이블 분야에 대한 전반적인 사항을 알 수 있도록 우리나라 해저케이블 건설 사례 소개 및 그 현황과 전망을 살펴보고자 한다.

2. 현황

가. 건설 개요

해저케이블은 기본적으로 HVAC(High voltage alternating current)와 HVDC (High voltage direct current)로 나뉘며, 절연방식은 합침지유절연과 압출 플라스틱(XLPE 등)절연으로 대별된다. HVAC는 3상의 각 도체에 교류를 전송하는 방식이며, HVDC는 주 도체와 귀로도체 또는 해수귀로를 이용하여 직류로 전력을 전송하는 방식이다. 케이블의 직경은 최대 300mm에 달하며, 주로 허용전류용량과 케이블외장의 크기에 따라 결정된다.

참고로 해저 송유관은 1500mm에 달하며, 반면에 통신 케이블은 17~50mm 정도이다. 케이블의 무게는 최대 140kg/m로 외장층 구성에 따라 달라진다.

케이블의 최대 길이는 HVAC 해저케이블의 경우 104km로 2000년 Isle of Man에서 Mainland England에 걸쳐 건설되었고, HVDC 케이블은 580km로 2008년 Norway와 Netherlands 간에 건설되었다.

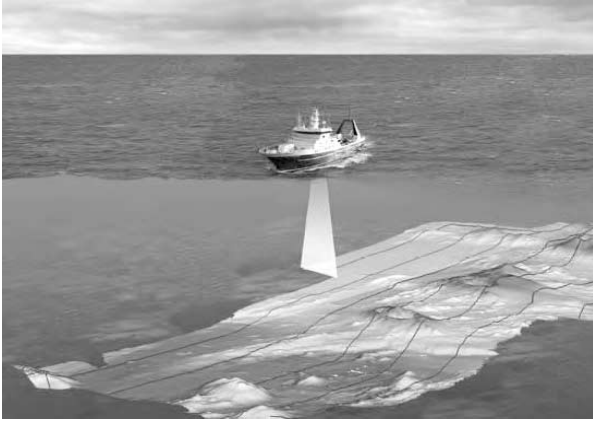
현재 해저케이블의 최고 전압은 500kV로 1998년 일본에 설치되었다.



HVAC 해저케이블



HVDC 해저케이블



해저케이블 경과지 해양조사

해저케이블 설치하는 일반적으로 예정경과지 선정, 관계 당국의 허가, 해양조사와 최종경과지 선정, 현장조건에 맞는 케이블 시스템 설계, 케이블 설치 등의 과정이 필요하다.

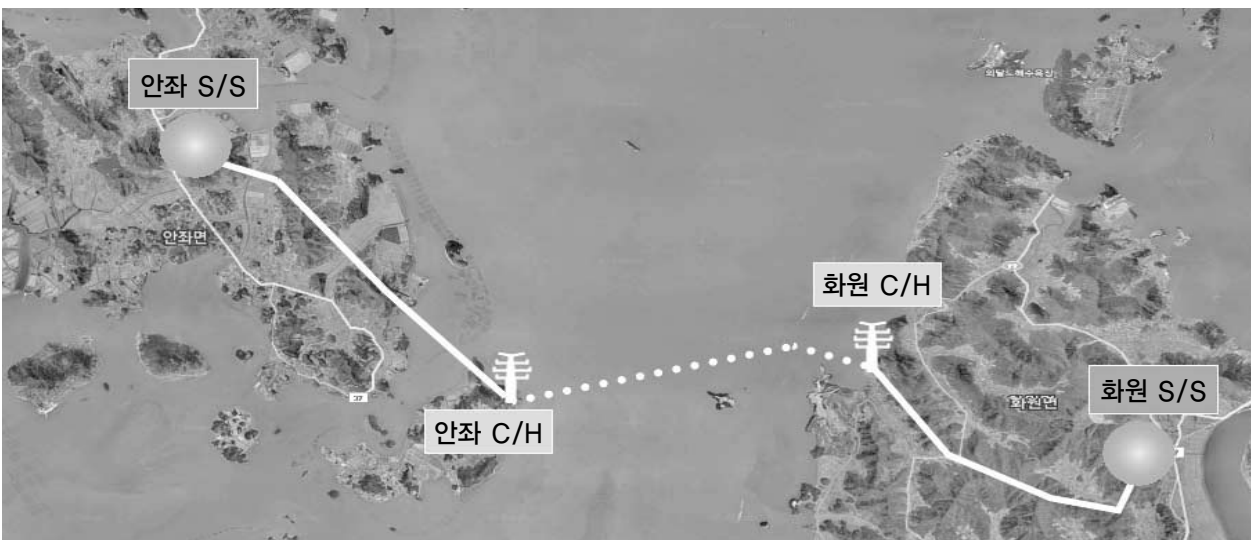
케이블을 포설하기 위해서는 포설선박의 케이블 선적 전용장비를 이용하여 저장소에 케이블을 Loading하고, 현장에서 Unloading하는 과정을 거치는데 수심이 얇은 개소는 잠수부가 해저에서 모니터하며, 수심이 깊은 개소는 ROVs(Remotely Operated Vehicles)라는 원격 조정 모니터링 장비가 동원되기도 한다.



해저케이블 포설선박

케이블 보호를 위하여 해저면에 케이블을 매설하기도 하는데 통상적으로 워터젯(물분사 굴착 장비)이나 프라우(포설과 동시에 매설이 가능한 장비)를 사용하며, 평균 매설 진행속도는 0.2km/hr이지만 케이블 형태나 해저 조건에 따라 좌우된다.

케이블의 매설 깊이는 해저 지질 및 닛 등의 위해요소 규모에 따라 결정된다. 케이블 매설이 불가능한 지역에서는 케이블 위에 돌을 쌓아올리거나 연접식 관, 또는 콘크리트 매트리스 등을 설치하기도 한다.



화원~안좌 간 해저케이블 경과 지도

나. 설치 사례(국내최초 AC해저케이블 건설)



화원~안좌 간 해저케이블 건설은 서두에 언급한 바와 같이 국내 최초 154kV AC 해저케이블로서 제작과 설치 등이 국내 기술로 건설되었다.

화원~안좌 간 해저케이블은 전남 해남군 화원면과 신안군 안좌도를 연결하는 선로로서 154kV XLPE Cable 500mm² 3심 2회선으로 송전용량은 회선당 100MW이며, 선로길이는 6.62km이다. 케이블의 외형적인 특징으로는 외경이 203mm로 매우 크며, 단위 무게가 83kg/m

(공기 중)로서 국내에서 사용된 케이블 중 외경과 무게가 최대이다. 케이블은 4심으로 전력용 3심과 통신용 16core 1심의 광케이블을 포함하고 있으며, 각 단심 케이블 도체는 단면적이 500mm²로 압축원형연선의 구조로서 주 절연재료는 두께 17mm의 XLPE를 사용하였다. 케이블의 시스는 Al 대비 비중이 커서 유동방지가 뛰어나고 내부식성 및 신율이 큰 납(Lead)으로 이루어진 연합금을 채택하였으며, 방식층과 외장은 각각 반도체 폴리에틸렌과 직경 6mm의 아연도금 철선(1중 강선)을 적용하였다.

구 분	재 질
도 체	나연동선, 압축원형연선
내부반도전층	반도전성 테이프
절연층	압출 가교폴리에틸렌(17mm)
외부반도전층	반도전성 콤파운드
금속시스층	연합금
방식층	반도전 폴리에틸렌
철선외장	아연도금 철선(1중 강선)

해저케이블 구조

구 분	Vessel(DP선)	바지선
구 조		
조정 능력	자체 동력 보유로 용이함	자체 조정능력 없음
운용 수심	저 수심개소에 불리	저 수심개소에 유리
지원 선박	필요시 동원	예인선 필수

포설선박 비교



구 분	내 용
선적 중량	6303ton
전 장	105m
전 폭	20m
만재흘수	9.1m
최대속도	14knot
재화중량 톤수	7959ton

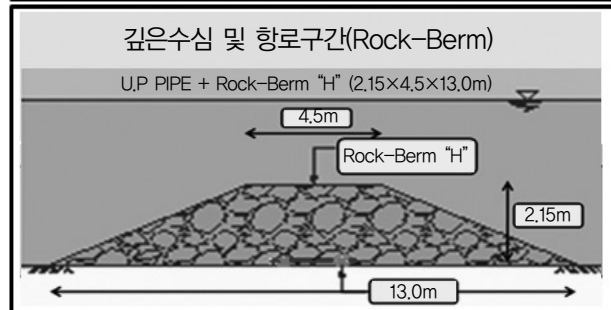
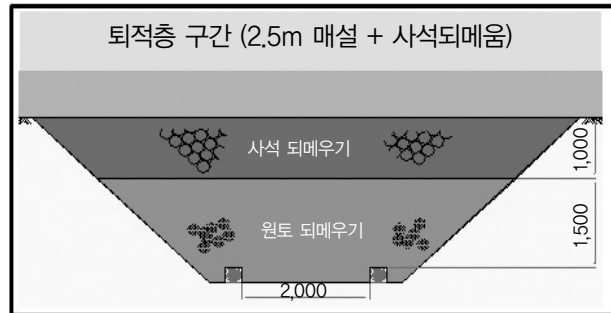
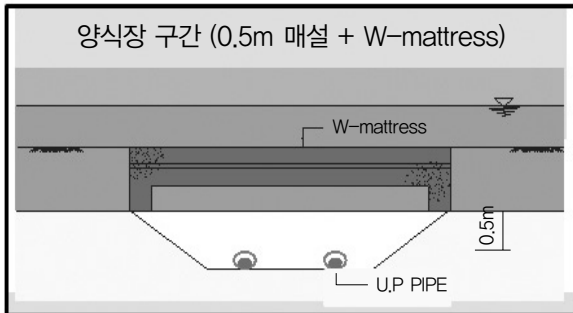
화원~안좌 해저케이블 포설시 투입 선박

해저케이블 포설은 선박을 이용하며, 포설선은 크게 Vessel과 바지선 방식으로 구분할 수 있다.

화원~안좌의 경우 강(強)조류 등 현장여건에 적합한 Vessel형태의 DP선을 포설선으로 채택하였다.

해저케이블은 역동적인 해양 자연환경과 인간의 해상 활동 등으로 인하여 항시 위협에 노출되어 있기 때문에 별도의 보호시설을 필요로 한다. 보호설비 선정은 외부 요인에 의한 케이블 손상 및 고장 방지를 위하여 매우

신중하게 결정되어야 하며, 경과지에 대한 해양조사 결과를 바탕으로 위해요인을 분석한 다음, 케이블 보호에 가장 적합한 보호방식을 선정하게 된다. 화원~안좌 간 해저 케이블 경과지의 주 위해요인으로는 6.1knot의 강 조류와 인근 목포항으로 출입하는 선박의 주묘와 투묘 등으로 분석되었으며, 육양부 인근의 경우에는 파랑의 영향과 양식장에 사용되는 쇠 말뚝 등이 위해요인으로 파악되었다. 이에 각각의 위해요인에 맞는 보호공법을 선정 하였다.



주요 보호공법

3. 전망

우리나라는 1979년 전남 해남 인근에 시설된 장산~자라 간(약 1.7km) 배전급 해저케이블을 시작으로 주로서·남해안 도서지역에 전력을 공급하기 위하여 해저케이블을 시설하였다. 1997년 제주~해남 간 약 100km HVDC 해저케이블을 해외업체를 통하여 건설하였으며, 2010년에는 국내 기술로 전남 화원~안좌 간 송전선로를 154kV AC 해저케이블을 최초로 건설하였고, 현재는 제주~진도 간 HVDC 102km를 국내 기술진에 의해 건설 중에 있다.

향후 국내 해저케이블 사업 전망을 살펴보면, 먼저 대규모 풍력단지 조성, 제주지역 전력공급을 위한 제3연계선 건설, 영흥도~덕적도 간 해저케이블 사업, 신당진 BTB사업, 기타 도서지역 전력공급을 위한 해저케이블 사업 등 많은 사업이 계획, 추진 중에 있다.

현재 세계적으로 해상 신재생에너지에 대한 의존도가 증가함에 따라 많은 나라들이 해저케이블을 중요 인프라로

분류하고 있다. 세계 각국은 에너지 자원 확보와 수요 충족, 그리고 온실가스를 줄이기 위해서 풍력, 파력 및 조력 발전 등을 포함한 해상의 신재생에너지 개발을 계획하고 있으며, 국가 간 전력유통을 위한 슈퍼그리드를 추진하고 있다.

따라서 해저케이블에 대한 수요가 급격하게 증가할 것으로 전망되며, 이런 측면에서 우리나라는 매우 유리한 조건을 갖추고 있다.

화원~안좌 간 154kV급 AC 해저케이블 건설의 성공적 수행 및 제주~진도 간 102km를 HVDC 해저케이블 건설 경험을 바탕으로 빠르게 기술과 노하우를 축적해 가고 있기 때문이다.

세계적으로 해저케이블에 대한 기술 보유국이 많지 않은 실정이므로 우리가 해저케이블에 집중하고 기술 개발에 전력을 다 한다면 해저케이블 분야의 세계 강국으로 발돋움할 수 있을 뿐만 아니라, 해저케이블 사업이 우리나라의 새로운 성장동력이 될 것이다. KEA

국내 해저케이블 건설 현황

구분	시설연도	1997 이전	1997	2001	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	계
배 전	길이(km)	58.33	7.75	5.56	15.56	2.61	2.56	4.45	2.82	15.7	1.7	2.0	-	119.04
	개 소	15	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	-	28
송 전	길이(km)	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.62	106.62
	개 소	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2