

## 22.9kV급 해저케이블 접속장치 개발 < I >



이 재 관  
(주)평일 부사장

### 1. 개 황

#### 가. 국내시설 현황

우리나라에서는 1979년부터 도서지방에 전력을 공급하기 위하여 해월철탑 건설과 해저케이블 건설 공사가

본격적으로 시행되었다. 많은 섬을 가지고 있는 전남 신안군에서부터 시작된 해저 전력케이블 설치공사는 관련 선박과 장비, 기술 등이 국내에는 전무한 상태여서 주로 일본의 관련사(스미토모 전공, 히다치 전선 등)에서 풀 턴키 방식으로 시행되었다.

[표 1] 해저케이블 시설 현황

지역	구 간	공장(m)	준공(년)	전압(kV)	케이블 규격	도서 수	시공사	
인 천	일도 ~ 영종도	4,233	1980	22.9	150x4C	6	스미토모	
		4,062	1997		325x4C	-		
충 남	안면도 ~ 원산도	1,895	1980	22.9	150x4C	2	스미토모	
	장고항 ~ 국화도	2,660	2004	22.9	70x4C	1	KT 서브마린	
전 남	신 안 군	장산도 ~ 자라도	1,557	1979	22.9	150x4C	5	스미토모
		막금도 ~ 상태도	1,249	1979	22.9	150x4C	2	스미토모
		능산도 ~ 대야도	1,588	1979	22.9	150x4C	3	스미토모
		비금도 ~ 상수치도	2,075	1979	22.9	150x4C	4	스미토모
		상수치도 ~ 상사치도	1,689	1979	22.9	150x4C	6	스미토모
	해 남 ~ 백일도	1,574	1980	22.9	200x4C	2	스미토모	
	흑일도 ~ 마삭도	3,694	1980	22.9	200x4C	5	스미토모	
		3,685	1997		325x4C	6		
	보길도 ~ 넓도	2,641	1983	22.9	60x4C	4	다이니찌니쁜	
	신지도 ~ 청산도	11,015	1985	22.9	200x4C	2	스미토모	
조약도 ~ 생일도	5,576	2001	22.9	240x3C	1	KT 서브마린		
경 남	고성하일 ~ 사랑도	4,142	1980	22.9	150x4C	2	스미토모	
	사랑도 ~ 두미도	11,997	1985	22.9	200x4C	1	스미토모	
	두미도 ~ 상노대도	4,432	1985	22.9	200x4C	2	스미토모	
	연대도 ~ 우도 ~ 옥지도	16,155	2002	22.9	200x3C	4	J-Power	
제 주	북제주구좌 ~ 우도	3,136	1983	6.6	150x3C	1	다이니찌니쁜	
계	20개소	89,055	-	-	-	-	-	

우리나라 최초의 해저케이블은 도체 규격 150SQmm×4 Core로 일본의 Hitachi Cable사에서 제작한 해저 전력케이블을 사용하면서부터 비롯되어 2004년 7월 기준, 총 20개소에 약 89,000m가 포설되었다. 국내의 해저 전력케이블은 제주~우도의 6.6kV급의 150SQ×3C 케이블과 직류 송전기술의 발전과 더불어 해남~제주간의 HVDC (High Voltage Direct Current) 케이블인 DC±180kV급 Solid Cable 800SQ×1C, 2회선이 설치된 것을 제외하고는 거의 22.9kV급 XLPE(가교폴리에틸렌)절연 케이블이 주로 사용되고 있는 실정이다(표 1).

이와 같이 도서지역 간에 시설된 해저전력케이블은 반영구적인 배전선로를 통해 안정된 전력공급을 가능

하게 하고, 소규모 자체 발전설비에 의존하여 제한적으로 전력을 사용해왔던 도서지역에 고품질의 풍부한 전력 공급을 가능하게 하였다. 무엇보다도 양식한 김의 가공 처리나 새우, 전복 등 고소득 축양사업이 가능하게 되었고, 부하증가 추세에 효율적으로 대응 가능한 점이 해저 전력케이블 건설의 최대 추진배경이 되었다.

국내에 많은 해저 전력케이블이 건설되면서 해저 케이블에 많은 외상고장이 발생되었다. ▲날카로운 저인망 어구에 의한 손상 ▲Anchor에 의한 손상 ▲해일 등 해저면의 변화에 따라 생성된 해저케이블의 브릿지 상태에서 조류에 흔들릴 때 암반마찰에 따라 발생하는 손상 등이 해당된다. 이에 대비하기 위해 케이블 포설 후

해저면에 노출되는 방식이 아닌 매설하는 공법이 2001년부터 연속적으로 채택되고 있으며, 해저 전력케이블의 안전과 반영구적 수명을 유지하기 위하여 보호관 취부와 매설공법을 병행 채택하는 방법이 새롭게 추진되고 있다.

나. 해저케이블 시공 기술

국내의 해저케이블 생산기술을 살펴보면, 최근 LS 전선(주)에서 250kV급 해저케이블 국산화 개발을 완료, 진도~제주 간 105km 구간에 시공될 해저케이블을 양산하고 있다. 1979년 도서지역 전화(電化)사업의 일환으로 신안군에 위치한 여러 도서에 해저 전력케이블을 건설하면서 부터 시작되었지만 그 당시에는 국내에 관련선박, 장비, 접속기술과 같은 경험이 전혀 없었기 때문에 일본의 케이블메이커와 시공사들에 의존하여 건설되었다.

그 후 약 20여년 후 흑일도~마삭도 간 해저케이블이 브릿지 현상으로 조류에 흔들려 케이블이 마모되면서 발생한 고장을 국내 자체기술로 복구하는데 성공하였다. 이후 건설을 포함한 시공기술에 자신감을 얻으면서 국내 기술의 자립과 함께 100% 국산화되었다. 사실 시공기술은 케이블의 인양 및 장시간 선상에서의 케이블 접속이 가능하도록 조류에도 일정한 위치를 유지할 수 있는 선박 장치가 필요하고, 고장난 낡은 해저케이블을 전기적·기계적으로 완벽하게 접속할 수 있는 접속장치와 관련 기술이 필수적이다.

특히 실제 계획에서부터 포설 후 송전까지 일련의 과정에서 작은 오류도 허락되지 않기 때문에 많은 경험과 자신감이 무엇보다 중요하다.

그 당시 KT서브마린이 보유한 8,300톤급 해저통신 전용 포설선(세계로호)과 평일이 자체 개발한 접속장치와 시공기술 그리고 한 번의 경험도 없었음에도 불구하고 과감하게 도전한 한전 전남지사 관련 직원들의 노력이 있었기에 성공할 수 있었다. 이러한 기술들이 국산화됨에 따라 그동안 외국 업체들의 무대였던 해저케이블 건설

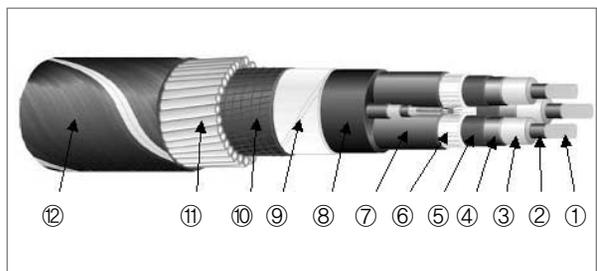
시장에 우리도 동등하게 경쟁하게 되었고, 국내에서 건설된 해저케이블의 건설비용이 국내외 경쟁에서 기존 건설 비용의 60% 정도로 가능하게 된 것 또한 커다란 수확이다.

2. 해저케이블 접속장치 개요

해저케이블 접속장치는 해저에 설치되는 특성상 해수의 압력 하에서 해저케이블의 접속부를 안정되게 밀봉시키는 구조여야 한다. 또한 해저케이블의 포설장력 및 조수에 의한 외력을 지탱해 주는 Steel Armour를 견고하게 연결하는 부분을 포함하는 장치로 해수에 의한 부식특성 등을 고려하여 설계, 제작되어야 한다.

가. 해저케이블의 구조

다음은 일반적으로 사용되는 XLPE 해저케이블의 상세 구조이다.



No.	ITEM	No.	ITEM
①	CONDUCTOR	⑦	ANTI-CORROSION COMPOUND TAPE(S)
②	CONDUCTOR SCREEN	⑧	FILLER
③	XLPE INSULATION	⑨	BINDER
④	INSULATION SCREEN	⑩	POLYPROPYLENE YARN BEDDING
⑤	WATERPROOF SEMICONDUCTING COMPOUND	⑪	STEEL WIRE ARMOUR
⑥	LEAD SHEATH	⑫	POLYPROPYLENE YARN SERVING

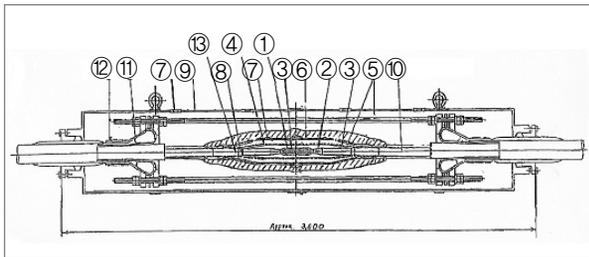
XLPE 해저케이블 구조

(출처 : Hitachi Cable)

나. 흑일도~마삭도 간 해저케이블 고장복구 시  
사용한 접속장치

배전용 해저 전력케이블에 적용하는 접속재로는 Pre-Molded Type의 Polymer Cable Joint로서 양단의 케이블 Conductor를 Sleeve로 연결, 압착하고 케이블의 반도전층 일부를 제거한 다음, 조립형 Polymer Cable Joint를 끼워서 시공하는 방식으로 현재 가장 많이 사용하는 방식이다.

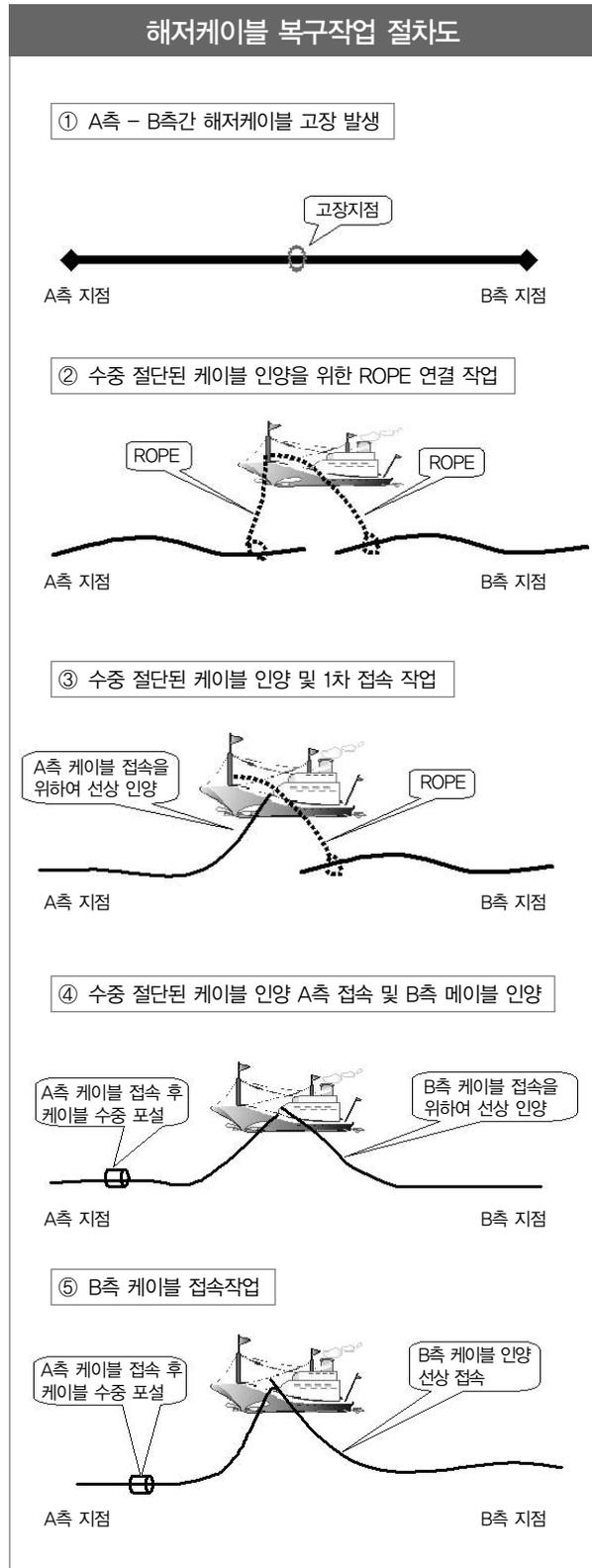
1998년 흑일도~마삭도 간 해저케이블 복구 시 사용한 접속장치는 국내 최초로 개발하여 사용된 의미가 있었다. 그러나 정형화된 접속장치 및 공법이 아니라 긴급하게 사용하기 위해 임시 개발하여 사용하였기 때문에 추후 일반적으로 적용하는데 어려움이 따랐으며, 선상에서 시행하는 접속 작업시간이 많이 걸리고 또한 접속부가 길어 접속장치 외함이 대형화 되는 등의 문제점도 제기되었다.

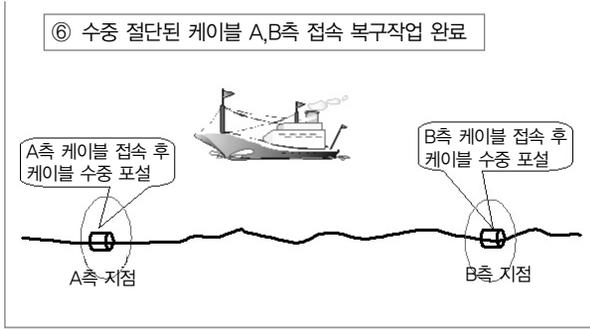


No.	ITEM	No.	ITEM
①	CONDUCTOR	⑧	INSULATION SHIELDING
②	SELF-BONDING TAPE	⑨	JOINF BOX
③	SUMI-CONDUCTIVE TAPE	⑩	CABLE JACKET
④	LEAD TAPE	⑪	ARMOUR WIRE
⑤	WATERPROOF COMPOUND	⑫	BINDING WIRE
⑥	LEAD SLEEVE	⑬	LEAD SHEATH
⑦	CAP-OF POURING HOLE		



다. 해저케이블 고장 시 복구 작업 개요





구분	케이블 설비 관리	선박 및 관련 장비	해저케이블 접속장치 시공	수중 공사
①	• 고장발생 통보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주 작업 선박 선장</li> <li>- 고장복구 작업 권한 인수</li> <li>• 잠수부로부터 작업 구역 사전 조사 결과 접수</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 감시선 배치</li> <li>• 잠수부 투입, 작업 구간 사전조사</li> <li>• 조사결과 협력업체 통보</li> <li>• 고장부분 사전 절단</li> </ul>
②	—	<p>《 수중 절단케이블 인양 준비 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A측 및 B측 케이블 인양용 ROPE 투하</li> <li>• A측 및 B측 케이블 ROPE 결속</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 케이블 연결용 ROPE와 케이블 연결</li> <li>• 잠수부 철수</li> </ul>
③	• A측 케이블 측정	<p>《 A측 케이블 선상 인양 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A측 케이블 종단 선상 인양</li> <li>• A측 케이블 Stopper 취부</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 케이블 접속 준비</li> <li>• A측 케이블 1차 접속</li> </ul>	—
④	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A측 케이블 접속함 해저 투하 및 케이블 포설</li> <li>• B측 케이블 종단 선상 인양</li> </ul>	—	<p>《 접속점 수중확인 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A측 접속함 투하 후 수중 안착상태 확인</li> </ul>
⑤	• B측 케이블 측정	<p>《 B측 케이블 선상 2차 접속 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B측 케이블 Stopper 취부 및 2차 접속</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 케이블 접속준비</li> <li>• B측 케이블 2차 접속</li> </ul>	—
⑥	<p>《 케이블 최종 측정 및 전원 공급 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A측, B측 케이블 측정</li> <li>• 고장점 복구 완료</li> <li>• 복구 확인 시험 완료 후 전원공급</li> </ul>	<p>《 B측케이블접속함 투하 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B측 2차 접속 완료 접속함 해저 투하</li> <li>• 고장점 복구작업 통솔 권한 이양</li> </ul>	—	<p>《 접속점 수중확인 》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B측 접속함 투하 후 수중 안착상태 확인</li> </ul>

[편집자註]

11월호에는 '해저케이블 접속장치의 개발' 과 '향후 계획' 에 대한 내용이 연이어 게재됩니다.