

국내 최초 전력선 해저케이블 고장복구 사례

이재관, 조광수, 김정구
한국전력공사

The First Successful case of Repairing the Troubled Submarine Cable line for Carrying Electric Power in Korea

Lee, Jae-Kwan Cho, Kwang-Su Kim, Jeong-Gu
KEPCO KEPCO KEPCO

Abstract - All the submarine cable lines have been repaired restored and newly installed since 1970's they were installed by the foreign technician around the islands off the southern and western coast of Korean peninsula. But April, 10th, 1998, for the first time in Korea, we Korean team of technicians succeeded in repairing and restoring the troubled cable lines from HEUGIL island to MASAG island, WANDO county, CHUN-NAM province. This job was done only by applying our newly research-ed and developed technology. The troubled cable lines were connected again by this technology.

1. 서 론

2010년 해양Expo 유치와 서남해안 지역의 풍부한 해양자원 개발을 위하여 도서지역의 급증하는 전력수요에 대처하기 위한 배전설비인 해저케이블의 관리 및 유지보수는 매우중요하다. 그러나 1970년대부터 시설한 해저케이블은 전량 해외기술에 의하여 신설 및 고장복구가 시행되어 왔다.

〈표1〉 해저케이블 시설 및 고장복구 현황

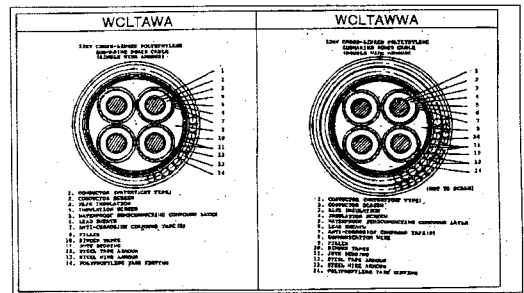
구 간	설치년도	제작 및 시공	고장년도	복구년도
남성리-백일도	1980	住友日立		
평목-하조도	1980	"	81	폐기
신지도-청산도	1980	"		
흑일도-마삭도#1	1980	"	98	98자체
흑일도-마삭도#2	1997	"		
보길도-넙도	1980	"		
신지도-청산도	1980	"	88	88일본
상사치도-상사치도	1980	"		
상수치도-비금도	1980	"		
대야도-능산도	1980	"		
장산도-자라도	1980	"		
초란도-당사도	1980	"	93	폐기
상태도-막금도	1980	"	87	폐기

따라서 해외 기술의존을 탈피하고 IMF상황하의 고액의 외화유출 방지 및 해저케이블 국내기술 축적등의 장기적인 안목에서 급번 발생한 해저케이블 고장복구에 대하여 자체에서 기술을 개발, 국내 기술진에 의해 복구키로 추진하였다.

2. 본 론

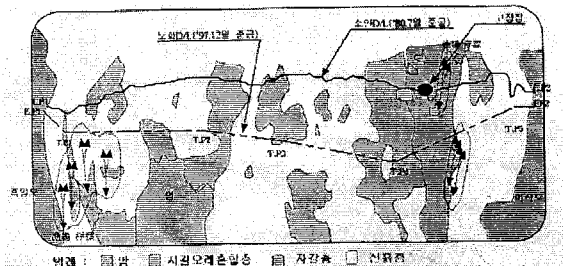
2.1 해저케이블 고장발생 개요

- 1) 고장일시 : 1998. 4. 10 (금), 17:09 (맑음)
- 2) 고장개소 : 흑일도~마삭도간 해저케이블 (총공장 3.7km) 마삭도基點 980m 지점
- 3) 고장내용 : 해저케이블 A, N상 절연분랑
- 4) 고장케이블 규격
 - 육 상 부분 : WCLTAWA 200mm×4C
 - 해 저 부분 : WCLTAWWA 200mm×4C
- 5) 케이블 설치년도 : 1980년 7월
- 6) 제작 및시공회사 : 일본 Hitachi Cable Ltd. 및 Sumitomo .
- 7) 매설방법 : 비보호 비매설



〈그림1〉 케이블 단면구조

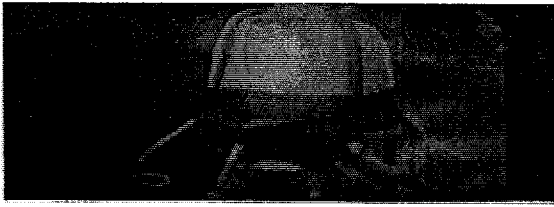
2.2 고장점측정 및 탐사



〈그림2〉 해저케이블 포설구간 약도

고장구간을 분리하여 3차에 걸쳐 제측정 및 탐사한 결과 A상과 N상간의 절연이 0 MΩ으로 불량하게 나타났으며 고장점거리 측정은 당사 및 외부용역회사(한우테크)의 측정지가 마삭도기점 952~987m 지점으로 측정되어 〈그림3〉과 같이 육지에서 사용한 음향탐지기를 개조하여 수중에 활용(일본에서는 써치코일 사용:국내 미보유), 잠수부를 통해 정밀탐사한 결과 〈그림2〉에서와같

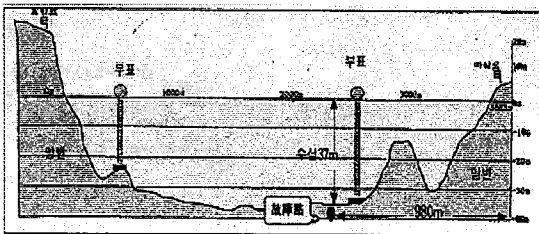
이 펄, 암반, 모래가 혼합된 마삭도 기점 980m 지점에서 고장점을 발견하였다.



〈그림3〉 개조한 음향탐지기 이용 고장점 확인

탐사비용은 일본 스미토모 전력이 1억원 비해 자체탐사 비용이 2,500만원 소요되어 7,500만원 비용절감을 가져왔다.

2.3 고장원인 분석



※ 해저면 상태 □ 펄, 모래, 암반혼합층

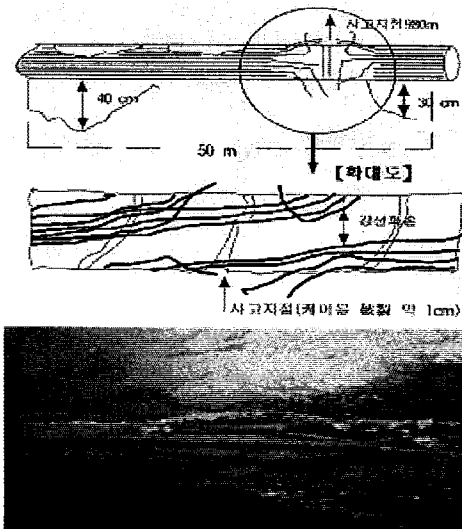
〈그림4〉 해저케이블 고장구간 단면도

2.3.1 고장지점 주변상황

〈그림4〉의 해저케이블 경과지 고장점 주변상황은 수심 37m이며 잦은 조류변화와 유속이 4~4.6Kn 빠르므로 해저면 상태가 펄, 모래, 암반혼합층이며 계절풍 영향으로 인해 케이블이 모래에 물림과 노출이 반복되는 것으로 나타났다.

2.3.2 고장 원인

해저케이블이 암반과 암반사이에서 걸려져 브릿지된 상태에서 조류변화에 따라 장기간 케이블이 암반과 반복마찰로 인해 〈그림5〉와 같이 외장강선 및 강대가 마모되어 절연층이 파괴되었다.



〈그림5〉 강선 및 강대 손상 상태

2.3.2 고장복구 방안 검토, 결정

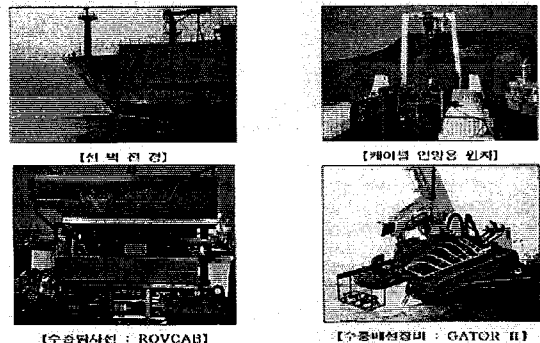
〈표2〉 복구 방안별 장, 단점 비교

구분	개요	장점	단점
국내 기술진 수리	· 공기:15일 · 비용:9억	· 자체기술력 축적 · 비용절감(8억원) · 외화지출 방지 · 공기단축	· 장기간 방치로 노후케이블 경화 우려 · 재 고장시 비용및공기 손실우려
외국 기술진 수리	· 공기:40일 · 비용:17억	· 신설대비 비용 및공기절감	· 국내 기술 축적 불가 · 고액 외화 지출
신설	· 공기: 1년 · 비용:50억	· 책임보증 가능	· 비용부담 과중 · 고액 외화 지출 · 동계부하 대응불가

〈표2〉에서 비교한 바와 같이 Risk 측면에서는 외국에 복구 의뢰하는 방안이 가장 유리하나, 첫째, 신설 또는 보수는 Cable 제작사인 일본측(스미토모 전선)의 퇴가 불가피함에 따라, IMF상황하에 고액의 외화 소요에 따른 비용 지출등 경제적 측면 (자체 복구시 약 8억원 절감 예상). 둘째, 신설시 절대공기 약 1년, 외국사 보수시 절대공기 약 40일 소요로 해당 도서지역의 수용특성상 (해태가공, 축양장 밀집) 동절기 피크 이전에 보수 완료 해야하는 시기적 제약. 셋째, 국내 서, 남해안 일대 62C-km나 설치된 국내 해저케이블 운영 환경과 일본 편향 의존적인 기술현실을 감안한다면 유사 사고시를 대비하여 국내 기술축적이라는 장기적인 안목에서 본 건의 처리는 당사 주관하에 국내기술력에 의하여 자체 복구기로 결정하였다.

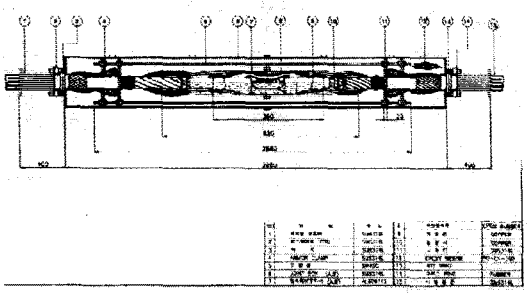
2.5 해저케이블 고장복구 추진

국내기술력에 의한 자체복구로 결정됨에 따라 해저케이블 복구 Task Force Team을 구성, 해외 및 국내자료를 수집하여 검토한 결과 케이블인양 및 포설분야는 국내 유일한 해저통신(주)에서 보유한 〈그림6〉의 해저케이블 전문포설선박인 세계로호(8,300톤)을 동원하고



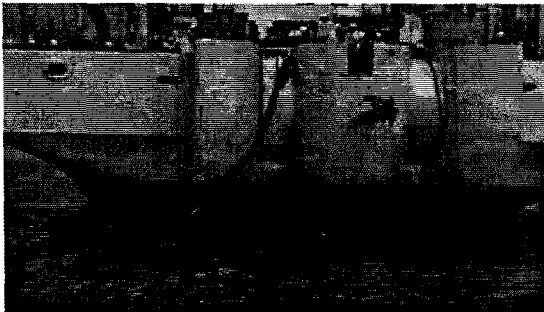
〈그림6〉 세계로호 첨단 보유장비

케이블접속 및 외피보강 분야는 케이블 접속 및 접속재 생산 전문업체인 평일산업(주)에서 국내 접속전문가들로 구성하여 훈련하게 하였으며, 수중잠수작업 및 해저보강은 다년간 해저보강 및 탐사실적이 있는 (주)해양수중건설에서 담당하여 각분야별로 인양, 입수 시공메뉴얼, <그림7>과 같이 해저케이블 접속단면도 및 접속메뉴얼



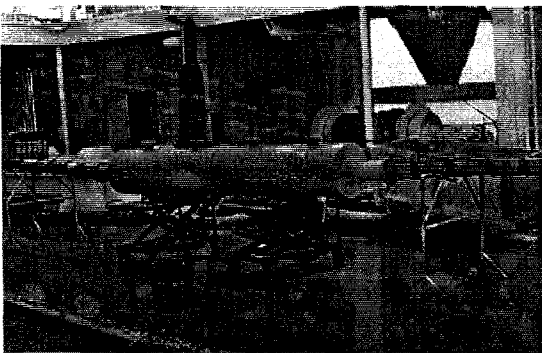
<그림7> 케이블 접속 단면도

수중작업 및 해저보강 시공메뉴얼을 작성, 수차례 협의 및 연구 개발하고 3차례 예행연습에서 나타난 문제점을 보완하여, 3개업체 공동으로 시공하게 하였다. 해저케이블 복구일정별 주요 추진공정을 살펴 보면, 작업전에 경과지 탐사('98.8.12~'98.8.17)을 시행하여 해저케이블 재포설 장소를 확정하고, 고장개소를 수중절단('98.8.16~'98.8.19)하여 케이블 소선내로 수분이 침투하지 못하도록 양끝을 방수처리한후, 인양장치를 취부하여 준비를 완료하였다. <그림8>은 세계로호가 케이블 인양작업('98.8.28)현장이다.



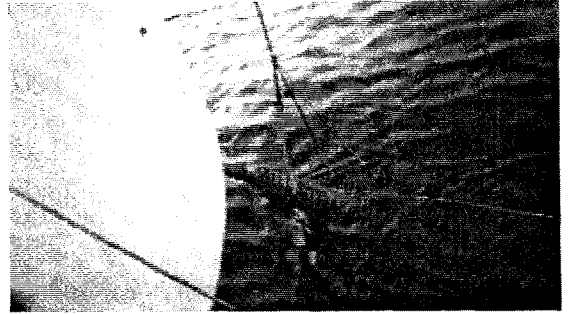
<그림8> 해저케이블 인양

<그림9>는 인양한 케이블의 불량부분을 제거하고 고무 밴드를 이용, 외피손상부분을 보강한 후 16시간 작업을 통해 접속('98.8.29)을 완료하였다.



<그림9> 해저케이블 접속

<그림10>은 케이블을 해저에 입수작업 현장으로 케이블 접속부분 및 해저면에 닿는 부분이 곡률반경을 유지하도록 입수속도를 정밀하게 조정해야 하는 고난도 작업이었으며



<그림10> 해저케이블 입수

'98.8.30. 19시 해저케이블 보수작업을 완료하고 송전 하므로써 국내 최초 전력선 해저케이블 고장복구를 성공하였다.

3. 결 론

지금까지 국내 서,남해안 일대에 62C-Km의 해저케이블 신설 및 보수를 해외 기술진에 의해 시공되어 왔으나 본공사의 성공으로 인하여 국내 기술자립과 136만불의 외화유출을 방지하였으며 향후 추진될 서남해안 1,968개 도서의 전력공급을 위한 해저케이블 설치공사도 새로이 축적된 기술로 국내시공이 가능하게 됨에 따라 국제입찰시 유리한 위치에서 계약추진, 해저케이블 제작 국산화 추진 계기등 국민경제에 기여하게 되었다. 아울러 해저탐사 장비 및 기술향상, 접속장치 Slim화에 대하여 지속적인 연구와 노력을 기울려야 하며 국내 전선업체 해저케이블 생산에 대하여 적극적인 지원을 하여야 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 飯塚喜八郎, "電力ケーブル技術ハンドブック", P63~106, P321~388 P395~397, 1994
- [2] 辻 康次郎, 龜田 實, "耐外傷特性に優れた海底ケーブルの検討", 住友電氣 第113号, P32~44, 1981
- [3] 安 東 文次郎, 田 中 孝, "海底ケーブルの 保守について", 住友電氣