

해저케이블 고장점 탐지시스템 육상 특성 연구

안용호*, 정길조, 유희영, 정창수, 박찬영

한전전력연구원, 한전전력연구원, 한국전력공사, 한국전력공사, (주)서브씨테크놀로지

Study on the Property of Land for Fault Point Searching System of Submarine Cable

Y.H.An, G.J.Jo, H.Y.Yu, C.S.Jung, C.Y.Park

KEPRI, KEPRI, KEPCO, KEPCO, Subseatech.Ltd.

Abstract - HVDC(High Voltage Direct Current) is an underwater cable between Jeju Island and Haenam in main land and supplies approximately 50% of electrical usage in Jeju Island. If there is any power failure due to HVDC, it will cost approximately 50,000 US dollars per day including Thermal Electrical Generation. Therefore it is absolutely necessary to recover the problem in rapid timely basis.

In conclusion, new method and new systems(ULTRA #44 Model) are needed urgently to upgrade current HVDC underwater cable survey technique in Korea to minimize the cost and time factors.

1. 서 론

국내에서는 HVDC 해저케이블 사고 발생과 관련하여 이에 대한 적극적이고, 신속한 대처를 위해 Innovatum사의 ULTRA #02 모델을 도입하였다. 그러나 이 모델은 Active A.C 모드 즉, 교류활성모드에서만 운용이 가능한 시스템이다. 이는 매설된 케이블에 일정 주파수의 A.C 전원을 인위적으로 주입하여야만 케이블에 대한 추적이 가능하다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 개발된 고장점 탐지시스템인 Innovatum ULTRA #44 모델을 대상으로 육상시험선로를 구축하여 인위적 고장점을 발생시켜 그 특성을 분석하였다.

2. 본 론

2.1 실험장비 구성 및 특성

2.1.1 Sensors

Innovatum사의 Cable Tracking System인 Ultra #44 Model의 Sensor들은 250bar의 압력에 견딜 수 있는 지름57㎜, 높이460㎜의 원통형의 Titanium Housing으로 싸여있으며, 탐지 하고자하는 케이블 및 파이프의 종류에 따라 다음과 같은 모드로 변환되어질 수 있다.

2.1.1.1 GRADIOMETERS

추적물체의 자기장 성분중 자기장 합산 수직성분(z)과 자기장이 소거된 추적물체의 고유 자기장 성분(Δz)을 측정

2.1.1.2 TRI-AXIAL FLUXGATE SENSORS

3축(x,y,z) 방향에 대한 모든 자기장 성분을 동시에 측정

2.1.1.3 COMBINATION (4-AXIS) SENSORS

GRADIOMETERS와 TRI-AXIAL FLUXGATE SENSORS 가 합쳐진 형태로 모든 축에 대한 자기장 강

도와 수직 자기장 성분의 변화값(Δz)을 측정

2.1.1.4 HIGH CURRENT AC SENSORS

교류전압이 주입된 활성 상태의 케이블을 추적

2.1.1.5 TILT SENSORS

System의 Pitch, Roll을 측정

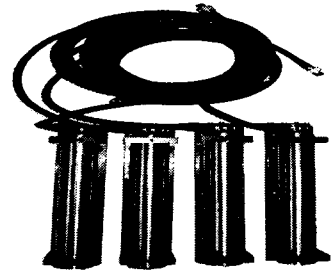


그림 1. Ultra #44 Model Sensors

2.1.2 Topside

Innovatum Ultra #44 Model의 제어 및 Data계산에 해당하는 Part를 담당하는 Topside 연산부는 기본적으로 CPU 800㎎ 이상의 연산속도를 가지는 Personal Computer로 설계되어있다. 그러나 잠수정의 공간적인 측면과 사용 전력상의 문제점을 보완하기 위하여 잠수정 내부의 메인 컴퓨터로의 직접 연결방식을 구축하였다. 이번 육상시험에서는 잠수정의 제약으로 Wearable Computer를 활용하였다.

2.1.3 Tone Generator

Model TG10-Uk는 다양한 전원 공급을 할 수 있는 간이 휴대용 장비로서 동작전원은 내부 D.C 18-36Volts(배터리 용량 7Ampere)와 외부 85-285Volts, 50-400㎎를 사용할 수 있다. 본 실험에 사용된 전원은 안정적인 전원 공급을 위해 220V 교류전원을 사용하였으며, D.C 케이블 테스트에서는 12V 자동차 배터리를 적용하였다.

2.1.4 Vehicle

육상시험에서 사용되는 Vehicle은 실전에서 Cable Tracking system을 탑재하는 잠수정 'pathfinder'호의 역할을 수행한다. Vehicle은 Sensor를 탑재하는 1호차와 Topside를 탑재하는 2호차로 구성된다. Target과 System 자체에서 발생하는 자기장의 간섭에 의하여 야기되는 오차를 배제하기 위하여 플랫폼의 재질은 알루미늄 등의 비철금속과 폴라스틱, 고무를 사용, 특수 주문 제작을 하여 어떠한 물체도 Sensor와의 거리가 최소 1m 이상 떨어져야 한다는 조건을 만족하였다.

2.2 실험방법 및 내용

2.2.1 실험선로

한국전력 전라도 고장 실증시험센터에 위치한 야지를 선택하여 재정비한 후 실시하였다. 준설된 시험장은 약

100m 구간 동안 4개의 Copper Conducted line을 Copper 차폐망과 PVC로 피복한 10mm Cable이 그림 2와 같은 깊이로 매설되어있으며 본 시험에서는 한 가닥의 Conducted line 만을 사용하였다.

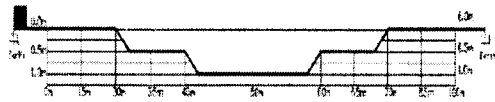


그림 2. 시험선로 구축 단면도

2.2.2 실험내용

Tone Generator를 이용하여 모의 실험용 케이블의 한 가닥의 Conducted line말단에 연결하여 12V, 60Hz의 교류 전류를 걸어주었으며, 직류 전류의 적용에서는 D.C 12V 자동차 배터리를 이용하였다. Vehicle 1, 2호차의 간격을 자기장의 간섭을 배제하기 위해 1m 이상으로 유지하며 케이블 매설지점 위를 다음과 같이 운행하였다.

- 1) 운행을 여러 회 반복하면서 프로그램의 설정 값에 따른 변화점, 차이점 등의 특징을 파악하였다.
- 2) 케이블 매설지점 위를 'S'자와 'Z'자 방향으로 운행하며 탐지 방향에 따른 특징 및 센서와의 이격거리에 따른 특징 등을 파악하였다.
- 3) 약 0.5knot, 0.7knot, 1.0knot 의 등속도를 각각 적용하여 속도변화에 따른 특징을 파악하였다.

2.3 실험결과 고찰

매설깊이 및 위치 파악의 경우 비교적 양호한 수치를 획득하였다. 그림3은 실제 케이블 매설 깊이가 아닌 Ultra #44 System을 이용하여 획득한 Data에 의해 계산된 케이블의 깊이이다.

지반이 고르지 못한 점과 vehicle을 인력으로 운용하여 정확한 등속도 운행이 안 된점, 눈비로 인한 지반변화 등의 원인으로 실제 매설상태와의 차이가 발생하였다.

이전의 Ultra #2 Model 에서는 단지 수직성분(z,Δz)만을 취득하였으나, Upgrade 된 Ultra #44 Model 은 Δz의 성분뿐만 아니라 3축방향(x,y,z) 성분의 자기장을 모두 감지함을 확인하였다.

이는 잠수정의 Pitching, Rolling 과 Heading을 억제하거나 보정만 해주면 케이블이 매설된 깊이(Δz) 뿐만 아니라 해저면 2차원상의(x,y) 미세한 케이블 굴곡까지도 감지할 수 있음을 의미한다.

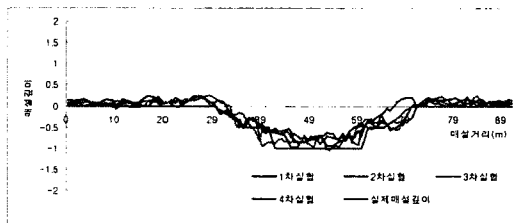


그림 3 SUltra #44 Model System 취득 케이블의 깊이

그러나 실제로 취득된 케이블의 2차원적(x,y) 굴곡은 시험장 지반의 요철, 인력에 의한 Vehicle 운행 등으로 실제매설 상태보다 굴곡이 크게 분석되었다.

D.C 전류측정에서도 A.C와 같은 방법으로 실험을 실시하였으나 배터리의 전류가 너무 약하여 정확한 감지는 되지 못했다. 그러나 실제 현장에서의 전류는 많은 양의 전류가 흐름으로 충분히 감지가 가능할 것으로 예상된다.

3. 결 론

새로 도입된 Innovatum 사의 Ultra #44 Model은 x,y,z의 3축방향의 자기장과 매설 깊이의 변화에 따른 Δz 까지도 모두 감지할 수 있음을 육상실험을 통해 검증하였다. 실제 사용되는 케이블은 대단히 높은 전류가 주입되어 실험 현장보다 더 강한 자기장 신호를 발생시킴으로 보다 명료한 감지를 할 수 있을 것으로 판단된다. Tone Generator를 사용하지 않고도 3축 방향의 자기장과 수직성분의 자기장 변화를 감지할 수 있으므로 케이블 및 파이프의 고유 자기장만으로도 Passive Mode에 충분히 적용이 가능할 것으로 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] "송배전용 해저케이블 점검기술 개발 중간보고서", 한국전력공사, 안용호 외, 2004. 10
- [2] ULTRA Manual Revision 1.1, June 1998