

지중케이블 자계 측정치와 계산치와의 비교 분석

안호성*, 맹종호*, 안희성*, 임윤석**, 김상범**
기초전력연구원*, 한전 전력연구원**

An analysis of the measured magnetic fields of underground cable

Ho-Sung An*, Jong-Ho Maeng*, Hee-Sung An*, Yun-Seog Lim**, Sang-Beom Kim**
KESRI*, KEPRI**

Abstract - 본 논문에서는 지중케이블에서 발생하는 자계의 수준을 알아보기 위해 지중관로가 위치해 있는 인근에서 자계를 측정하였다. 측정지점 중 가장 높게 측정되는 Spot의 자계 평균치는 2.84 μT , 최대치는 4.14 μT 로 나타났으며, 전 세계의 전자계 관련 기준치보다 현저히 낮은 값을 나타내고 있다. 이 측정치를 계산치와 비교분석하였다.

1. 서 론

최근 국내에서는 전력설비에서 발생하는 전자계에 대한 주변 인식이 높아지고 있는 실정이다. 전자계는 0~300Hz 대역의 주파수를 사용하는 극저주파 중 송전선로, 변압기와 같은 전력설비 뿐만 아니라 우리가 흔히 사용하는 TV, 냉장고, 세탁기, 전자레인지 등 60Hz 전기를 사용하는 모든 가전제품에서 발생하는 전자파를 말한다. 주파수가 높을 경우에는 전계는 자계를 발생하고, 자계는 전계를 발생하는 상호작용으로 조합하여 공간을 전파해 나가는 특징을 가지게 되는데 전자계는 인체 내부에 자연 발생하는 전류보다 매우 약한 전류를 신체에 흐르게 할 수는 있으나 그 파장이 5,000km로 매우 길기 때문에 전계와 자계가 분리되어 먼 공간을 전파해 나가지 못하고, 발생원으로부터 제곱에 반비례하여 급격하게 감소하는 특징이 있어 전리효과나 열전효과가 없다. 전력설비에 의해 공간상 전계가 존재하며 이로 인해 대전된 도체에 신체일부가 접촉하는 경우 정전기가 발생할 수 있으며 지속시간은 매우 짧으나 불쾌감을 느낄 수 있다. 지중송전선로의 경우 흙 또는 시멘트 등의 재료가 매립되어 전계는 대부분 차폐된다. 자계의 경우 인체 내부에 유기기전력을 발생시키기 때문에 대부분의 국가에서는 전력설비에서 발생하는 자계 인체 노출기준치를 설정하고 있으며, 친환경 설계를 통해 송전선로 건설 및 운영 시 이 기준치를 초과하지 않도록 규제하고 있다.

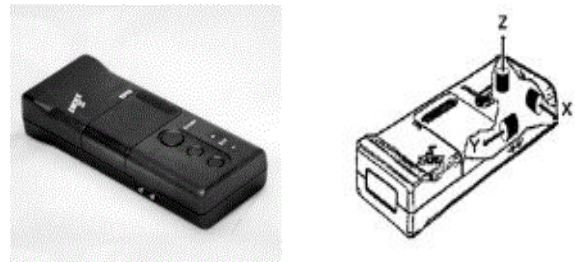
본 논문에서는 인근 지중선로를 선정하여 지중케이블 인근 지표면에서 측정되는 자계측정치와 예측계산결과를 비교하여 그 차이를 분석하고 이를 통해 계산결과와 신뢰성을 확인하고자 한다. 이를 위해 무한 직선선로를 가정한 지중케이블에서의 자계크기를 계산하고 이를 측정치와 비교하였다. 비교방법은 측정시간대의 전류 값을 모의하여 지중케이블의 횡방향 거리에 따른 비교를 수행하였다.

2. 본 론

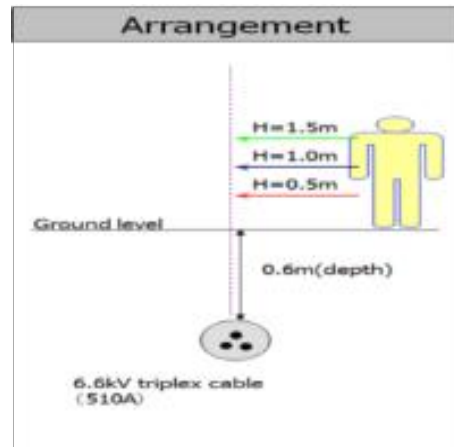
2.1 전자계 측정방법

측정에 사용된 계측기는 미국의 EPRI와 EnerTech Consultant사에서 공동으로 개발한 EMDEX II로 현재 널리 사용되고 있는 휴대 가능한 Spot 측정용 계측기이다. 저주파 전계와 자계를 측정할 수 있는 장비로 계측기 내부에 3 방향의 자계센서가 내장되어 이 센서를 이용하여 상용주파수 자계의 직각 Vector 성분을 측정하고 별도로 제공되는 외부 센서를 이용하여 상용주파수대역의 전계의 크기를 측정하여 데이터 저장 가능한 측정기이다. 자체의 메모리에 저장된 측정 데이터는 RS-232 또는 Lan Port를 통해 PC로 전송된다. EMDEX II 계측기의 정확도는 전계 $\pm 3\%$, 이내, 자계 $\pm 1\%$ 이내이며, 보다 자세한 사양은 다른 문헌에 잘 나타나 있다. [1]

지중케이블 인근에서의 자계측정은 지표면에서 케이블이 포설되는 방향의 횡축으로 2m 까지 0.5m 간격으로 측정하였으며 자계는 케이블로 분포 변화를 보고자 하였다. 측정위치는 IEC 62110[2]에 의거 발생하는 전자계를 측정하였으며 측정방법은 그림 2와 같이 케이블이 위치하는 지표면에서 0.5m, 1.0m, 1.5m 높이에서의 측정치의 평균치를 기준으로 하였다. 해당 지중선로의 구성은 다음 그림3과 같으며 매설깊이는 0.6m의 깊이에 매설되어 있는 것으로 추정된다. 선로의 진행방향을 표시하는 표식의 간격이 2m 이격 된 것으로 확인 되었으며 이 표식을 참고하면 각 회선의 간격이 약 2m 가량 떨어져 있는 것으로 파악된다. 케이블에 흐르는 전류는 해당 선로를 관할하는 변전소의 전류계를 참고하였으며, 각 회선당 부하전류는 #1 : 70A, #2 L 71A 이다.



<그림 1> EMDEX II 외형도 및 내부 센서구성



<그림 2>지중케이블 지표면 측정방법



<그림 3> 선로의 구성

2.2 자계 계산치

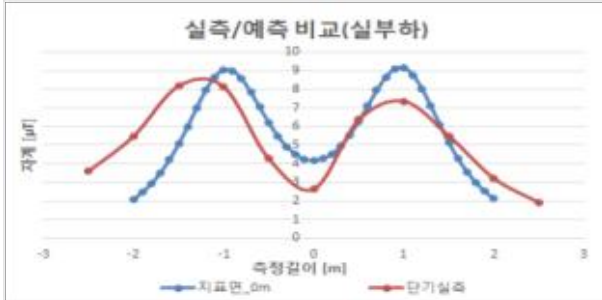
지중케이블의 자계 계산은 미국 Southern California Edison에서 개발한 3D Field를 이용하여 예측 계산하였다. 모의계산은 실 선로와 동일하게 적용하였으며 전류치 역시 실 부하전류를 적용하여 모의하였다. 계산 결과 지중케이블의 실 부하전류의 지중선로 중앙지점에서 각 높이별 평균치는 1.79 μT 이며 좌우측 거리별로 감쇄하는 특성을 나타내고 있다. 여기서 평균치는 앞에서 언급한 바와 같이 전자계 측정방법 및 절차에 따른 기준인 IEC 62110[2]에 나타나있는 0.5m, 1.0m, 1.5m의 산술평균치이다.

<표 1> 지표면 높이별 자계 계산치

	지표면 높이별 예측치 [μT] (지중선로 중앙)			
실 부하전류	0.5m	1.0m	1.5m	평균치
#1: 70A, #2 : 71A	2.857	1.597	0.908	1.79

2.3 자계 측정치와 계산치의 비교 및 고찰

그림 4는 지중케이블에서 횡축 방향으로 측정된 자계 측정치와 예측 계산치를 비교한 그래프이다. 측정치와 계산치를 비교해보면 매우 유사한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있으나 최대치와 최저치의 차이에 대한 원인으로는 도체배열 및 배치 등이 표준 설계 형태와 다소 차이 나기 때문일 수 있다. 위 전자계 측정방법에서 언급한 바와 같이 지중케이블의 진행방향을 나타내는 표식의 간격이 짧아진다면 전혀 다른 형태의 자계분포가 나타난다. 해당 지중케이블의 경우 관로로 매설되어 있어 정확한 케이블의 위치, 깊이, 상간격 등을 파악하기 어려운 점이 있으며 선로의 상배열과 정확한 위치정보를 확인한다면 보다 정확한 자계예측 계산이 가능하며 실제 측정치와 매우 유사한 결과를 확인할 수 있다. 이에 대한 고찰은 향후에 추가 검토할 예정이다.



〈그림 4〉 실제 측정치와 예측 계산치의 비교(실부하전류)

3. 결 론

지중케이블 인근에서의 자계를 측정하고 이를 예측 계산치와 비교하였다. 자계 측정치는 해당 선로의 중앙지점으로 예측되는 지점의 측정치 비교결과 예측 계산치 보다 8% 정도의 차이를 보이며 이는 해당 선로의 정확한 구성 및 배치에 따른 차이로 보여진다. 정확한 위치정보 및 배열 등을 파악한다면 전자계 예측계산만으로 지중케이블의 자계분포 예측이 가능하리라 판단된다.

[참 고 문 헌]

- [1] 김상범 외 4인, “송전선로 부근과 가전제품의 전자계 측정”, 한국전자과학기술논문지, 9[5], 687-697, 1998
- [2] IEC(2009), Electric and magnetic field levels generated by AC power systems - Measurement procedures with regard to public exposure, IEC 62110 Ed. 1.0