

## 저주파수 전원을 이용한 전력케이블 절연평가에 관한 연구

김성민, 이상훈, 장재열  
한국동서발전\*

### Power Cable Insulation Diagnosis Using Low Frequency Power

Kim Sungmin, Lee Sanghun, Jang Jaeyel  
KOREA EAST-WEST POWER COMPANY

**Abstract** - As time goes by these cables make a insulation problems, and ask for a preventive diagnosis method. Cable has very high electrostatic capacity and insulation defects mainly caused by water-tree(WT). Dissipation factor test is very useful for detecting WT but it needs huge power supply. In this paper we presented a cable insulation diagnosis by dissipation factor using low frequency power supply.

#### 1. 서 론

최근 30년 이상 운전된 발전소가 증가함에 따라 건설시 포설된 케이블의 건전성 평가의 필요성이 증가하고 있다.

케이블의 경우 제조사의 기술력 향상에 따라 전동기와 같은 기기의 절연열화와 달리 수트리(Water tree), 자연열화, 침수, 트레킹, 열 및 코로나 등이 열화원인의 60%를 차지한다. 따라서 수트리를 검출할 수 있는 유전정접 측정법이 케이블 열화평가에 가장 좋은 방법으로 알려져 있다. 케이블은 장거리 포설로 인해 높은 캐패시턴스 값을 가지고 있어 유전정접의 측정을 위해서는 대용량 전원장치가 필요하다는 단점이 있다. 본 논문에서는 저주파수 전원 이용을 통해 전원장치의 크기를 줄여 현장에서 쉽게 측정할 수 있는 방안을 마련하고 실제 절연과피 혹은 건전한 케이블과의 측정결과 비교를 통한 결과를 보여주고자 한다.

#### 2. 본 론

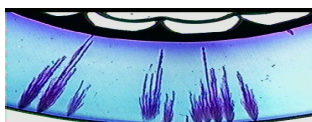
##### 2.1 케이블 사고발생 및 수트리

표1에는 6kV 케이블 사고 건수 및 원인을 나타냈다. 가공선로에서는 자연현상에 의한 것이 가장 많은 반면 지중전선로의 경우 열화에 의한 것이 가장 많다. 발전소에서 사용하는 케이블은 대부분 지중 혹은 케이블트레이를 이용해 포설되므로 지중전선로의 사고 경향을 따를 것으로 판단된다.

〈표 1〉 6kV 케이블 사고 건수 및 구성비율

	가공선로		지중전선로	
	건수	구성비율(%)	건수	구성비율(%)
열화	860	12	115	41
설비불량	431	6	65	23
자연현상	3,051	41	22	8
고장·과실	550	7	49	18
타물접촉	1,526	20	2	1
기타	1,073	14	26	9

그림 1에는 24kV XLPE 케이블 절연물을 0.5mm 두께로 잘라 측정된 수트리 모습이다. 고전압을 이용한 유전체 주파수 응답측정은 수트리 함량과 파괴전압사이에 관련성을 보여준다. 수트리가 있으면 유전손실과 캐패시턴스가 비선형적으로 증가한다. 신폴인 경우 유전손실이 낮고 전압에 대해 선형성을 가지는 특징이 있다.



〈그림 1〉 XLPE 케이블 수트리

##### 2.2 시험방법

발전소 정지중에 고압전동기용 6.9kV XLPE 케이블을 대상으로 Insulation Diagnostic Analyzer(IDAX-300, Megger)와 Voltage

Amplifier(VAX-214, Megger)를 이용해 유전정접을 측정했다. 인가전압은 운전전압의 25, 50, 75, 100 및 50%(반복) 인가했다.

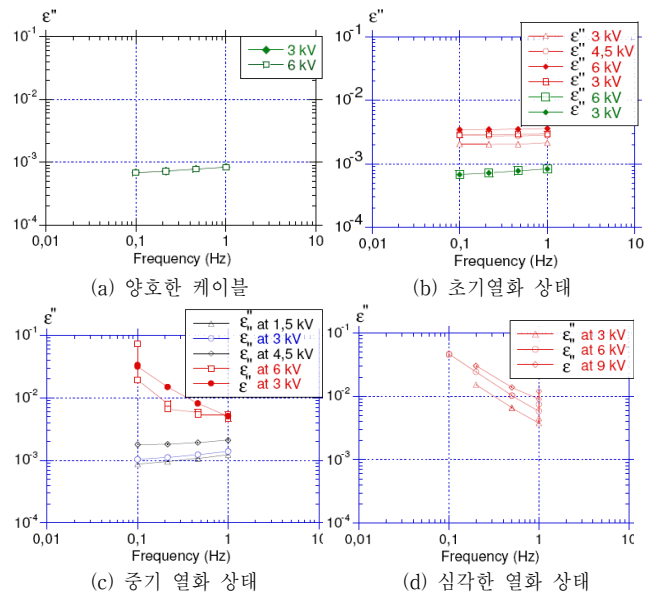
##### 2.2 시험결과

그림2는 케이블별 유전정접 시험결과를 나타냈다. (a)는 양호한 케이블을 나타냈다. 50, 100% 운전전압에서 일정한 유전정접값을 가지고 있음을 볼 수 있다.

(b)는 열화가 상당히 진행된 케이블의 시험결과를 나타냈다. 반복해 측정된 50% 전압에서 측정된 값은 최초 측정된 값에 비해 상당히 크게 증가한 모습을 보이고 있으나 100%전압 인가치 보다는 낮다.

(c)는 2차 50% 전압인가 결과치가 100% 전압인가치보다 높은 경우를 나타냈다. 그림3에 비해 열화가 더욱 진행된 경우라 할 수 있다.

(d)는 저주파수에서의 유전정접 값이 높은 주파수의 값보다 높은 경우를 나타냈다. 절연에 심각한 문제가 있는 케이블에서 측정된 결과로 즉시 교체가 필요한 경우다.



〈그림 2〉 케이블 열화에 따른 유전정접

#### 3. 결 론

본 논문에서는 케이블 절연열화를 판단하기에 좋은 유전정접 시험을 저주파수 전원을 이용해 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 양호한 케이블은 주파수나 전압에 관계없이 일정한 값을 가짐
- 열화가 진행됨에 따라 50%운전전압의 초기값에 비해 2차 측정값이 많이 증가함
- 사고직전의 케이블은 낮은 주파수에서 오히려 더 높은 값을 보임 앞으로 추가적인 데이터 축적과 알고리즘 개발로 케이블 진단의 기준이 마련될 것으로 판단된다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 전력연구원, "최신 일본전력회사 고압케이블 열화진단 기술", 2008
- [2] 기초전력공학공동연구소, "전력케이블의 열화진단과 실습", 2001