

고압케이블의 절연열화 특성

Characteristics of Insulation Aging in High Voltage Cables

김경열
Kyeong-Yeol Kim
한전 전력연구원
KEPCO Research Institute

Abstract : High Voltage cross-linked polyethylene (XLPE) cables are widely used in a thermal power plant. These cables had been in service for 26 years. The insulation condition of six 6 kV XLPE cables was estimated by insulation diagnostic analyzer (IDA) with voltage amplifier. IDA was measured dissipation factor and capacitance of the whole cable as a function of frequency and voltage. This system measures in the frequency range from 0.1 to 10 Hz at each voltage level. Six XLPE cables are judged good condition, but three cables are analyzed at an aged condition.

Key Words : XLPE cable, insulation condition, IDA, dissipation factor, capacitance

1. 서론

최근 운전연수가 30년 이상 경과한 발전소가 증가함에 따라 발전기, 변압기, 고압전동기 및 고압케이블 등 주요 전기설비의 절연물에 대한 건전성 평가에 관심이 높아지고 있다. 고압 XLPE(cross-linked polyethylene) 케이블은 당초 설계수명인 30년을 초과하여 사용되고 있는 것이 다수가 있기 때문에 안정적인 운전을 위해 절연열화 특성을 파악하여 교체 여부를 판정할 필요가 있다. XLPE 케이블은 고전계, 고온 등 과도한 조건에서 사용할 경우 절연재료는 장기적으로 전기적 성질 저하가 발생한다.

XLPE 케이블은 열적 열화, 부분방전 열화, 수트리 열화 및 전기트리 열화 등에 의해 내부에서 절연열화가 생성되어 진전됨에 따라 최종적으로 절연파괴가 발생한다. XLPE 케이블이 지하에 매설된 경우 수트리 혹은 접지불량에 의해 부분방전이 발생되어 외부에서부터 내부로 절연열화가 진전되어 절연파괴에 이른다. 따라서 이러한 절연열화 현상을 사전에 확인하기 위해 직류전류 시험, 내전압 시험, 유전정접 시험, 부분방전 시험, 잔류전하 시험 및 활선진단 시험 등이 사용되고 있다 [1, 2].

본 논문에서는 화력발전소에서 26년 이상 동안 운전된 고압전동기용 XLPE 케이블 9조에 대해 절연열화 상태를 분석하기 위해 주파수와 인가전압의 변화에 따라 캐패시턴스와 유전정접을 측정하여 분석하였다.

2. 결과 및 토의

화력발전소에서 26년 이상 동안 운전된 고압전동기용 6 kV XLPE 케이블의 절연열화 상태를 분석하기 위해 Insulation Diagnostic Analyzer(IDA)를 사용하여 주파수와 전압의 변화에 따라 캐패시턴스와 유전정접을 측정하여 분석하였다. 1차적으로 측정전압은 0.87 kV, 1.73 kV, 2.6 kV, 3.46 kV 및 1.73 kV(반복)를 인가하였다. 그리고 2차적으로 건전성을 정밀 분석하기 위해 정격전압의 50%, 100% 및 50%(반복), 즉 3 kV, 6 kV 및 3 kV(반복)를 인가하였으며, 측정 데이터를 종합적으로 분석하여 절연상태를 평가하였다. 인가전압 별로 캐패시턴스와 유전정접의 측정 주파수 범위는 0.1~10 Hz이다.

그림 1은 고압 XLPE 케이블의 유전정접-주파수 특성을 나타내었으며, 케이블 길이는 180 m 이다. 인가전압 증가에 따라 유전정접의 측정 주파수 범위는 0.1~10 Hz이다. 주파수가 0.1 Hz로 이동하고 전압이 증가함에 따라 유전정접이 크게 증가하고 있다. 이와 같은 시험결과를 나타내는 6kV XLPE 케이블의 3조는 결정적인 절연열화로 판정되어 즉시 교체를 권고하였다. 나머지 6조는 지속적인 운전에 문제가 없는 것으로 평가되었다. 그리고 XLPE 절연 케이블에서 주요한 문제는 수트리링(water-treeing)이며, 수트리 열화과정은 진행 속도가 매우 느다.

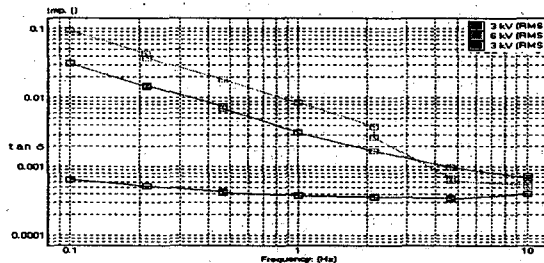


그림 1. 고압 XLPE 케이블의 유전정접-주파수 특성

참고문헌

[1] T. Tsujimoto, M. Nakade, Y. Yagi, K. Adachi, and H. Tanaka, "Development of on-site diagnostic method for XLPE cable by harmonics in AC Loss Current", Proceedings of the 7th International Conference on Properties and Applications of Dielectric Materials, pp. 73~76, 2003.

† 교신저자) 김경열, e-mail: k2yeol@kepri.re.kr, Tel: 042-865-7576

주소: 305-760 대전광역시 유성구 문지로 65 한전 전력연구원 엔지니어링센터