

## 운전중 6.6kV 케이블 시스템의 부하전류와 온도의 상관관계 연구

이관우\*, 황영하\*\*, 이상훈\*\*, 엄기홍\*\*\*  
 오성메가파워\*, 서부발전\*\*, 한세대\*\*\*

### A study on the Relationship between Load Current and Temperature of 6.6 kV Cable Systems in Operation

Kwan-Woo Lee\*, Yung-Ha Hwang\*\*, Sang-Hun Lee\*\*, Keehong Um\*\*\*  
 Osung Mega Power\*, Korea Western Power Co., Ltd., Hansei University

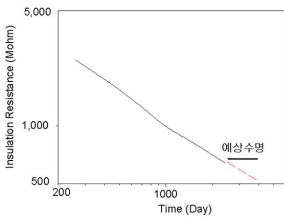
**Abstract** - This work is to study the effect of load current on 6.6 kV power cables in operation. In order to figure out the relationship between load current and temperature of the power cables, we have developed measuring equipment for insulation resistance, temperature, and current tested on 9 cables at power station, Western Power Co. Ltd. The cables used in our test were in operation for the last 18 years. Our research over a year showed that the remaining lifetime of 8 cables was more than 20 years. The remaining lifetime of one cable was about 16 to 18 years.

#### 1. 서 론

부하전류는 케이블의 송전 용량을 결정하는 주요소이다. 케이블 시스템의 수명을 30년이라고 하였을 경우, 전선에 흐르는 최대전류(즉, 허용전류)는 계산된다. 수명 이론에 의한 열화과정은 “열열화 → 전압열화 → 부분방전열화”의 순서로 진행된다. 랜덤한 형태로 진행되는 열열화는 일명 아레니우스 열화라고도 하며, 절연저항이 높을 경우에 주로 발생한다. 전압열화는 열열화의 진행이 끝난 후 진행되는 데 와이브 특성을 따르면서 열화가 발생된다. 부분방전열화는 전압열화가 종료되는 시점에서 나타나는 데, 이 열화가 발생하면 케이블을 교체할 준비를 하여야 한다.

그림 1은 운전 중인 케이블의 잔여수명을 예측하는 방법을 제시한다. 부하전류는 수명에 큰 영향을 미치고 있음에도 불구하고, 이에 대한 연구가 아직까지 체계적으로 진행되지 않고 있다. 부하 전류가 적다고 하더라도 케이블 시스템의 수명이 다한 경우가 있다. 이 경우, 부하전류가 수명에 영향을 미치기는 하지만, 정확하게 수명이 얼마나 되는지를 측정하지 못하였기 때문에 예상 수명을 예측할 수 없었기 때문이다.

본 연구에서, 운전 중 케이블의 부하전류가 수명에 어떤 영향을 미치는지 확인하기 위하여 서부 발전에서 설치 운전 중인 6.6 kV 케이블의 부하전류를 1년 동안 측정하고, 이를 분석하여 수명과 상관관계를 제시한다.



〈그림 1〉 예상 잔여 수명

#### 2. 본 론

##### 2.1 측정 장치

그림 2와 3은 서부 발전에서 동작 중인 케이블을 9회선 선택하여 실험하기 위하여 설치 운영 중인 절연저항 측정장치와 온도전류 측정장치의 외관을 각각 보여 준다.



〈그림 2〉 절연저항 측정 장치



〈그림 3〉 온도 전류 측정 장치

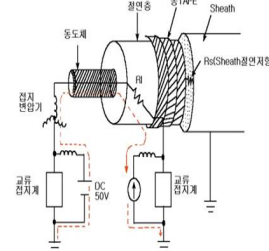
##### 2.2 측정 방법

절연저항을 측정하기 위하여 케이블 중성점에 DC전류를 가한다. 이 때 차폐층을 통하여 나오는 누설전류를 이용하여 절연저항 값으로 환산한다. 온도 및 전류는 센서를 통하여 나오는 전류를 수치로 변환하여 그 결과를 데이터로 나타낸다.

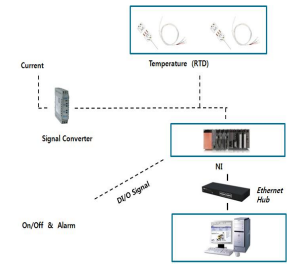
그림 4는 절연저항 측정 방법을 나타낸다. 그림 5는 온도 및 전류 측정 장치 원리를 나타낸다.

##### 2.2 측정 결과

케이블들의 절연저항을 모두 측정한 결과 수명측정범위를 초과하는 8회선의 수명은 20년 이상, 1회선은 예상 수명이 16~18년 정도 남아있음을 확인할 수 있었다. 측정하여 얻은 데이터의 양이 충분히 많을수록 더 정밀한 분석을 할 수 있다. 1회선은 부하전류가 10~20A 이내로 흘렀으나, 잦은 기동 특성을 갖는 부하전류이다. 부하전류가 10A 일 경우, 예상 수명은 한계가 거의 없어야 하나, 잦은 기동전류를 갖는 부하전류는 케이블의 수명을 크게 단축시킬 수 있었다. 이와 같이 잦은 기동전류는 스위칭 서지를 발생시키게 되며, 이 서지전류가 케이블의 수명을 단축시키는 것으로 확인된다. 그림 6은 케이블이 설치된 지 20년정도이지만, 예상 잔여수명이 16~18년 남은 케이블의 부하전류를 나타낸다.

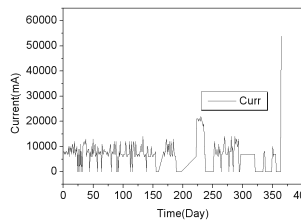


〈그림 4〉 절연저항 측정장치



〈그림 5〉 온도전류 측정장치

부하전류가 90℃라고 가정하여 허용전류를 산정하였으나, 실제로는 이보다 훨씬 낮은 부하전류에서도 열화가 발생하여 수명을 감소시키는 원인이 되고 있음을 확인할 수 있었다. 따라서, 부하전류가 수명에 미치는 요인은 허용 전류 외에 다른 요인도 있음을 확인할 수 있었다. 즉, 잦은 부하 변동도 수명을 단축시키는 요인이 됨을 확인하였다. 그러나, 이에 대한 검토를 한 연구는 전혀 없는 상황이다. 이 케이블의 부하전류는 340A 이나 실제 부하전류는 10A 밖에 흐르지 않아, 낮은 전류에서도 수명 변화가 일어나는 것을 확인할 수 있었다.



〈그림 6〉 부하전류 변동이 심한 경우

#### 3. 결 론

발전소에서 운전 중 6.6 kV 케이블 시스템의 부하전류와 온도의 상관관계를 검토한 결과, 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 부하전류 값이 작더라도 잦은 기동이 있는 케이블 시스템의 수명은 감소될 수 있다.
2. 케이블의 부하전류는 340A 정도 흐르도록 설계되어 있으나 그 이하인 10A에서도 수명변화가 일어나는 것을 확인할 수 있었다.

### [참 고 문 헌]

- [1] K. W. Lee, Y. H. Whang, Y. C. Weon, K. H. Um, J. H. Lee, D. H. Park, "Developing a Diagnosis Equipment to Determine the Relationship between Load Current and Lifetime of 6.6kV Cables in Operation." KIEE 2013, Fall Conference.
- [2] Kwan-Woo Lee, "A Study on Remain life with Aging in 22 kV CV Cable", KIEE, pp. 19-21, 2003.
- [3] K. W. Lee, "A Study on evaluating the life exponent in voltage deterioration of 22kV high-voltage cables in operation", 2012 Summer Conference KIEE.
- [4] K. W. Lee, B. K. Kim, Y. S. Mok, K. H. Um, K. J. Lee, D. H. Park, "A Study on the Deterioration Process of 22kV High-voltage Cables and Evaluating the Remaining Life of Cables in Operation", Fall Conference, KIEE, 2012.