

6.6 kV 철거 CV 케이블의 잔존 절연 특성

Residual Insulation characteristics of long - term serviced 6.6 kV CV Cable

*
백 주흠, 김 동욱, 한 기 만 금성전선 (주) 전력연구소

J.H.Bhek, D.W.KIM, K.M.Hahn Power Research Institute of Goldstar Cable Co.

Abstract

In order to investigate possibility of CV cable diagnosis technique, residual insulation characteristics of long - term serviced 6.6 kV CV Cable are examined by DC leakage current, residual voltage, tensile strength, crosslinking density and AC & impulse breakdown. Also effect of cable structure and water tree are reported

1. 서 론

지난 수 십년간 급속한 산업화의 발달로 국내 전력량의 수요가 크게 증가함에 따라 전력을 공급하는 배전선로의 규모도 상당히 확대되어 왔다. 그러나 아직까지 국내의 환경은 케이블의 운전역사가 장시간 경과되어 왔음에도 절연상태의 사전 파악이나 사고 예방을 위한 유지보수로의 관심이 부족한 상황에 머물렀던 실정이었다. 최근 이에 대한 관심이 높아짐에 따라 본 보고는 케이블 진단기술의 가능성을 검토하기 위해 현재까지 운전중에 있다 철거된 장기 및 단기 사용경력의 6.6 kV CV 전력 케이블의 잔존 절연 특성을 파악하기 위해 직류 누설 전류 및 잔류전압의 측정 그리고 절연체의 물성 특성을 조사하였다. 또한 이러한 특성들의 추이가 최종적으로 절연파괴 특성과의 연관성도 조사 하였다.

2. 시험의 개요

2.1 시료 케이블

본 시험에 사용되어진 시료 케이블은 1976년 이래 포설되어져 현재까지 운전중에 있다가 철거된 6.6 kV CV 케이블 3 x 150 SQ 로서, 76년 및 79년 케이블은 외도 반도체층이 Tape 권으로 되어 있고 나머지는 외부 반도체층이 동시 압출 구조로 되어 있는 케이블을 사용하였다. 그리고 시료의 길이는 공히 20 m 로 하고 시료의 수는 각 측정 년도 별로 4 본으로 하여 사용하였다.

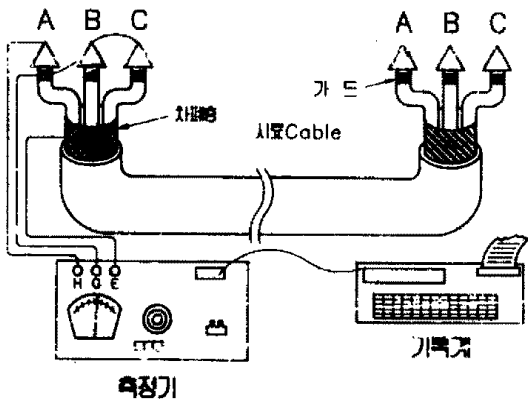
2.2 시험 내용

우선 케이블의 잔존 절연 특성을 파악하기 위해 직류누설전류 특성과 잔류전압량을 각각의 시료에 대해 측정하였고, 케이블 재료의 잔존 물성 조사로는 가교도 및 절연체 인장강도를 조사하였다. 이렇게 측정 분석된 잔존 특성들의 절연특성

과의 상관 관계를 파악하기 위해 최종적으로 AC 파괴 및 Impulse 파괴시험을 실시하였다.

2.3 시험회로

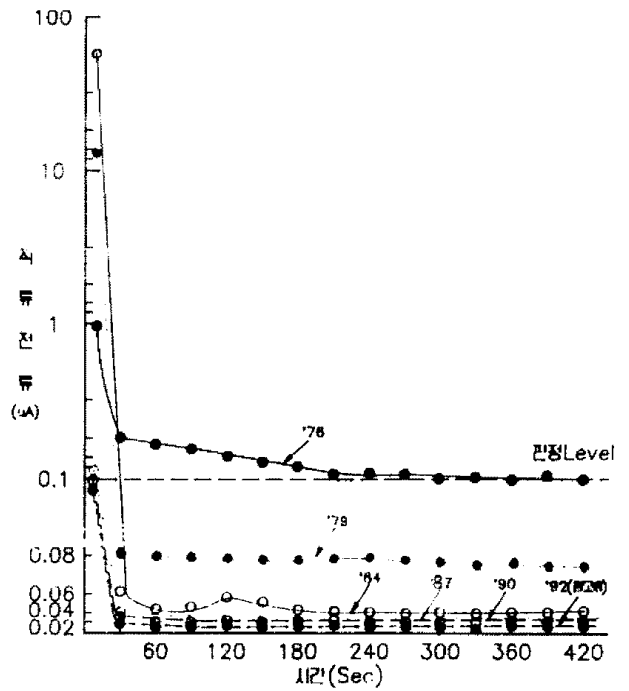
직류 누설 전류 및 잔류전압을 측정하기 위한 시험 회로는 < 그림-1 > 과 같다. 시료의 단말은 시험의 오차를 줄이도록 절연스커트로 처리를 하고 DC 전원으로 -10 kV 를 사용하였고 30 초 간격으로 DATA 를 측정하였다. 그리고 기타 시험은 일반적인 시험규격에 의거 실험하였다 .



< 그림-1 > 직류누설전류 및 잔류전압 측정회로

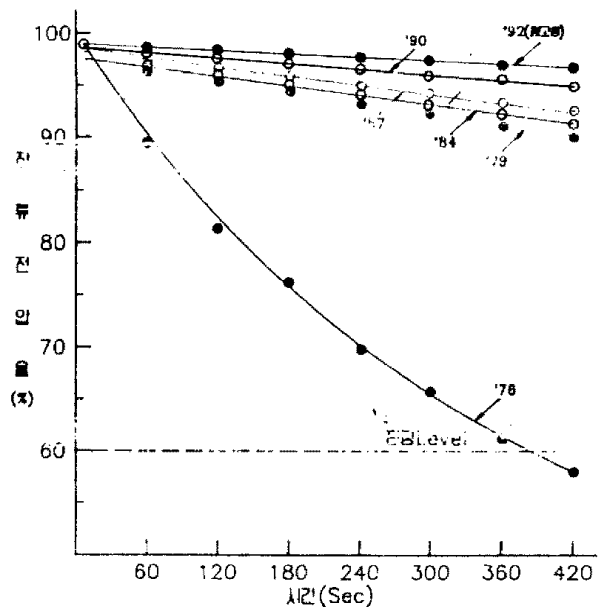
3. 측정 절연특성 결과

직류 누설전류의 측정 결과는 < 그림-2 > 와 같다. 포설된지 18년이 경과한 케이블이 다른 것 보다 현저히 높은 직류 누설전류 값을 보이고 있고 15년 운전시 케이블도 0.08 μ A 의 높은 누설 전류치가 측정되었다. 그리고 이후 10 여년 경과한 케이블은 비교적 양호한 상태로 측정되었다. 그리고 직류 누설전류의 측정에는 단순히 전류값 뿐만 아니라 짧은 순간 방전이 발생하는 킥 현상에 관한 정보도 포함되어 있는데 18년 및 15년 경과 시료에서는 수십 내지 수개의 킥 현상이 관찰되었다.



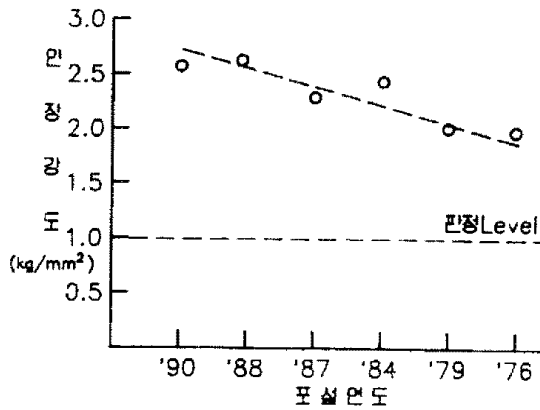
< 그림-2 > 직류누설 전류 측정 결과

잔류전압의 측정 결과는 < 그림-3 > 과 같다. 이 측정 결과도 직류누설전류의 결과 패턴과 유사하게 76년 포설제품이 측정 7분 후 55% 까지 잔류전압치가 감소하는 현상을 나타내고 있다.

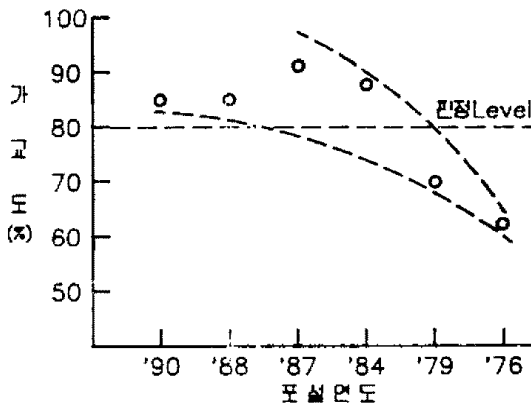


< 그림-3 > 잔류전압의 측정 결과

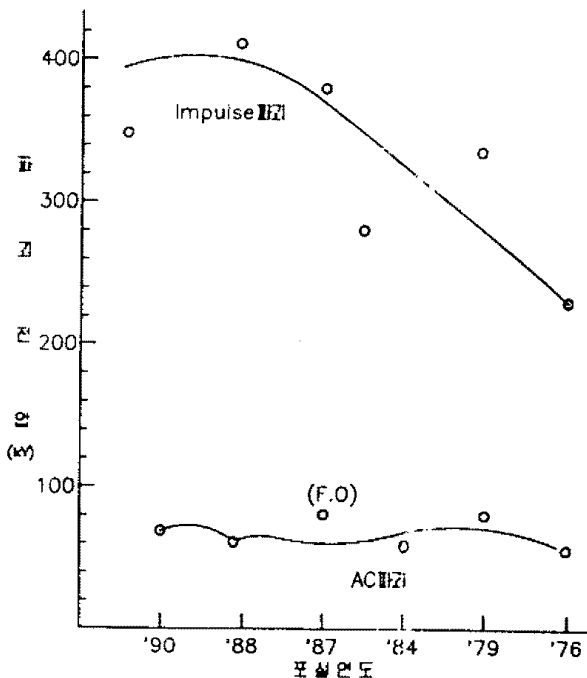
또한 포설년도별 케이블 시료 절연체의 인장강도 및 가교도의 측정 결과는 < 그림-4 > 및 < 그림-5 >와 같다. 절연체의 인장강도는 장기간 경과하



< 그림-4 > 절연체 인장강도 측정 결과



< 그림-5 > 절연체 가교도 측정 결과



< 그림-6 > AC 및 Impulse 파괴전압 측정결과

면서 서서히 약해지고, 가교도는 반도체층이 Tape 권인 79년 이전에서는 70% 이하의 값을 보이고 있다. 이렇게 측정된 시료에 대해 AC 파괴 및 Impulse 파괴시험의 결과는 < 그림-6 > 에 나타내었다. AC 파괴 전압치는 60 ~ 80 kV 이지만 Impulse 파괴 전압치의 분포는 220 kV ~ 410 kV 로 포설년도 별 보다 큰 편차를 나타내었다.

4. 결과 고찰

시험에 사용된 케이블의 제조 방식에 따라서 절연특성의 차이가 나타나는데 76년 및 79년 시료는 Tape 권 형으로 장시간 운전애 있어 외부의 열화요인에 쉽게 영향을 받은 것으로 파악되어서 케이블 시료를 조사한 결과 76년도 시료의 경우 외도층에 다수의 수트리가 발견되었다.

4.1 직류누설전류 및 잔류전압의 특성

< 그림-2 > 및 < 그림-3 >에서 알수 있듯이 이 두 요소의 추이는 아주 유사한 패턴 특성을 보여주고 있다. 직류누설 전류치가 0.08μA 이하인 경우 잔류 전압치는 거의 90% 이상 결과를 나타내는데 이는 앞서 언급한 수트리의 존재와 연관이 있는 것으로 판단된다. 수트리 존재시 잔류 전압의 특성은 명확한 저하를 나타내고 있다.

4.2 직류누설전류 및 잔류전압의 물성

특성과의 관계

케이블의 운전사용 기간이 장기간화됨에 따라 절연체 인장강도 특성은 일정하게 저하되어 가는데 가교도 특성은 그리 큰 영향을 받지 않다가 케이블에 수트리등의 열화요소가 있을 경우 직류누설 및 잔류 전압의 특성과 같은 양상으로 아주 크게 떨어지는데, 이는 수분의 존재로 수트리가 생길 때 화학적 산화 및 물리적 열화현상이 풀리

에틸렌의 가교구조에도 큰 영향을 끼치는 것으로 판단된다.

4.3 AC 파괴 및 Impulse 파괴특성과의 관계

앞서의 특성들이 직류 누설전류 특성의 저하와 함께 물성도 저하되는데 절연파괴의 특성에 있어서는 교류 파괴전압 보다 Impulse 파괴전압의 변화율이 크게 나타났다. 이는 파괴 부위의 절연체를 조사한 결과, 절연체를 관통하는 수트리의 형성이 없고 포설 년도별 시료의 Bow - Tie 트리의 밀도차가 약간 있었으나, 76년 제품의 경우 외도 수트리가 관찰된 점으로 보아 외도수트리의 존재가 직접적인 Impulse 파괴전압 특성의 저하에 영향을 끼친 것으로 판단된다. 이것으로 보아 절연체 내에 현저한 결함 이외의 파괴특성은 Impulse의 영향이 높아 비교적 운전전압에서 절연상태가 양호할 지라도 트리 또는 이물등에 의해 열화가 된 경우 뇌 Surge 또는 과도 현상 등에 의해 파괴가 일어날 수 있음을 알 수 있다

5. 결 론

포설되어 장시간 사용되온 케이블의 잔존절연 특성을 조사한 결과, 케이블의 반도체층이 동시에 압출이 아닌 Tape 권인 시료가 쉽게 열화되어 외도에 수트리를 발생시킴이 관찰되어졌다. 그리고 이 요인에 의해 직류 누설전류 및 전류전압의 특성이 현저히 약화되어 나타남으로 케이블의 열화 현상의 진단에 활용이 가능한 것으로 사료된다. 특히 수트리 등에 의해 열화되어 관통되지 않은 경우 AC 파괴보다 Impuse 파괴의 영향이 높고 또 물성적인 면에서는 운전이력이 장기간 경과시 인장강도는 서서히 약화되지만 가교도는 크게 의존성은 없으나 수트리의 발생시는 저하되어 절연특성에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

6. 참고문헌

- 1) 柏木信治 외 " 6 kV CVI 케이블 長期 課電 試驗 結果 について ", 電氣學會 研究會資料 DEI - 92 - 42 (1992)
- 2) 勝田銀浩 " 劣化 CV 케이블 殘留電壓 特性 " 電氣學會 全國大會 No. 1483 (1991)
- 3) 山下泰浩 " 劣化 CV 케이블 漏洩電流 特性 " 電氣學會 全國大會 No. 280 (1991)