

電氣設備의 診斷技術

(18)

第 2 編 應 用

第3章 地中電線路의 診斷技術

3.3 고압 CV케이블

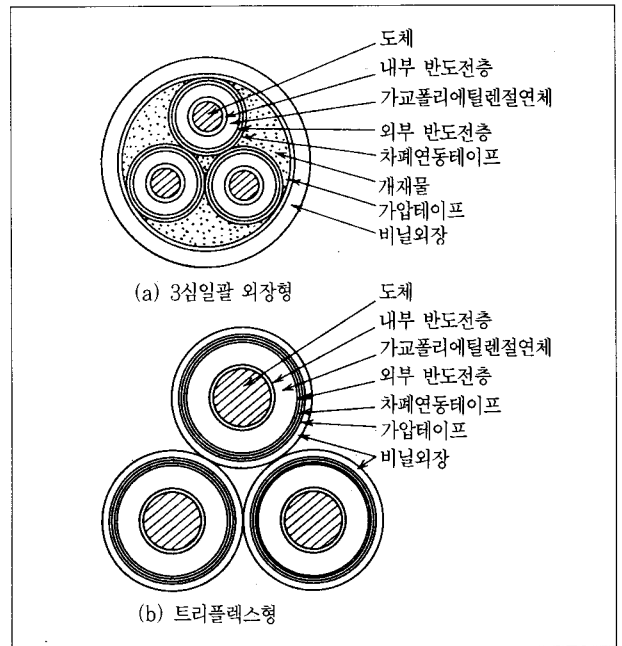
3.3.1 케이블의 現狀

1. 케이블과 부품

고압케이블에는 3.3kV와 6.6kV의 케이블이 있으며 대부분은 절연체가 XLPE(架橋폴리에틸렌)의 CV케이블이다. 일부에는 절연체가 부틸고무의 BN케이블도 사용되고 있다. 兩 케이블의 絶線劣化現象은 본질적으로 거의 같다고 생각되므로 여기서는 CV케이블을 주로 설명한다.

그림3.8은 CV케이블의 구조도이다. 내부와 외부 반도체층의 재질은 당초 半導體布테이프가 사용되었으나 최근에는 지출된 半導體層을 사용하게 되었다. 이것은 후자에서 발생하는 水트리(tree)쪽이 전자보다 현저히 적기 때문이다.

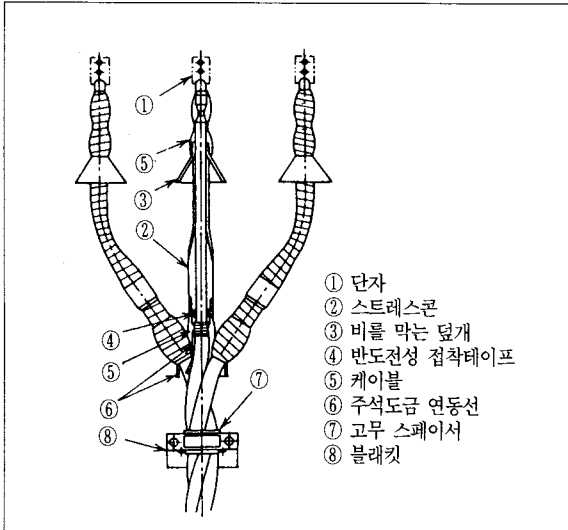
고압 CV케이블의 부품으로는 終端接續部(케이블헤드)와 直線接續部(조인트)가 있으나 각각에 대해서 잘 사용되고 있는 구조도를 그림 3.9와 그림 3.10에 나타내었다.



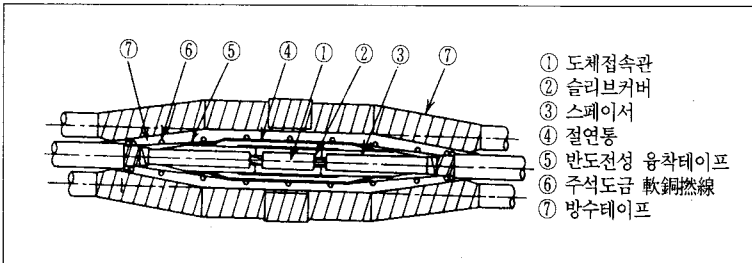
〈그림 3.8〉 6,600V CV케이블의 구조도

어는 것이나 이전에는 스트레스콘을 형성하는데 절연고무테이프와 납테이프를 감았으나 최근에는 미리 고무로 몰드된 成型유

기술연재



〈그림 3.9〉 6,600V CV케이블용 差入式육내 종단접속부



〈그림 3.10〉 6,600V CV케이블용 差入式 직선접속부

닛이 사용되고 있다.

3.3.2 高壓케이블의 故障實態

1. 事故調査結果

일본전기학회에서 조사한 사고사례를 종합하면 표 3.6 과 같다.

고압케이블의 사고원인은 3.3kV선로에서는 劣化가 첫 번째로서 60%, 6.6kV선로에서는 外傷이 첫 번째로서 42%을 차지하고 있다. 열화는 두 번째로서 25%을 차지하고 있는데 그 원인 중 水트리, 자연열화, 침수, 트레킹, 열

및 코로나가 60%을 차지하고 있다. 한편 고압케이블의 사고건수에 비하여 부품의 고장은 20~30% 정도로 적다.

a. 使用年數와 事故件數의 관계 : 6.6kV CV케이블에 대한 케이블內導構造와 사고건수의 관계를 조사하면 그림 3.11 과 같다. 다만 조사 범위는 1965년부터 1979년까지

〈표 3.6〉 6.6kV 배전선의 케이블사고

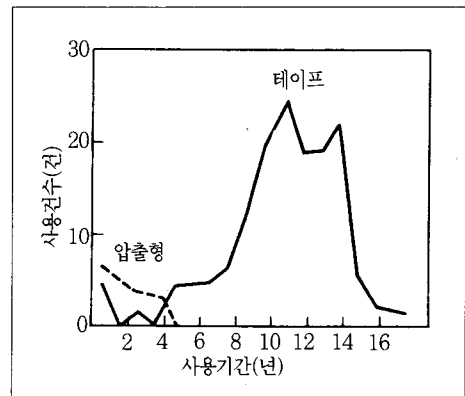
사고원인	3.3kV배전		6.6kV배전	
	건 수	%	건 수	%
열 화	67(12)	58.0	192(49)	24.7
자연현상	5(0)	4.4	27(3)	3.5
외 상	14(2)	12.3	325(2)	41.8
설비불량	19(17)	16.7	140(110)	18.0
기 타	9(4)	7.9	93(20)	12.0
합 계	114(35)	100	777(184)	100

- ()내의 수는 부속품의 사고를 의미한다.
- 水에 의하여 劣化되었다고 생각되는 6.6kV 케이블의 113건은 케이블의 파괴가 일어나기 전에 교환된 것으로서 제외되었다.

이다. 內導테이프捲線구조는 사용년수와 더불어 사고건수가 증가하며 서서히 劣化가 진행되는 磨耗破壞의 경향을 나타내고 있다.

14년 이상에서 감소하는 것은 1965년 이전에는 아직 CV케이블의 사용건수가 적기 때문이다.

4년 이하에서의 사고건수가 적은 것은 1972년 이후에 시설된 케이블은 內導押出形 구조인 것이 많고 사고발생건수가 현저히 감소하였기 때문이다.



〈그림 3.11〉 사용기간과 사고건수

b. 케이블 內導構造와 事故原因의 관계 : 표 3.7은 2종류의 내도구조에 대한 파괴원인을 수트리와 기타로 나누어 집계한 결과이다. 內導테이프 捲線구조는 사고원인의 80%가 수트리에 의한 것이다. 이에 대하여 압출구조에서는 원인의 대부분이 공사불량에 의한 것으로서 초기고장의 경향을 나타내고 있으나 최근에는 수트리에 의한 사고 사례도 나타나고 있다.

〈표 3.7〉 內導構造의 형태와 사고원인의 관계

타 입	전사고 건수	원인			
		수트리		기타	
		건수	%	건수	%
테이프압출	156	124	79.5	32	20.5
	15	0	0	15	100

3.3.3 劣化形態

1. 劣化形態의 分類

a. 열화를 일으키는 요인

(1) 전기적 요인 : 常時의 운전전압자체가 요인이 되는 이외에 사고시의 지속성 過電壓, 개폐서지 및 雷서지전압 등의 異常電壓이 요인이 되고 있다. 이들의 이상전압이 열화의 시작이며 常規對地電壓이 열화를 진행시킨다.

(2) 熱的要因 : 허용전류 내에서의 온도상승에 의한 熱劣化는 문제가 없어도 과도적인 고온에서의 사용은 변형을 일으키거나 熱的熱化를 촉진시킨다.

(3) 환경요인 : 布設狀態의 케이블에 침입하는 것으로서 水, 硫化物, 化學약품류가 있으며 또한 단말에는 자외선, 오존, 汚損(염분, 塵埃)의 영향이 있다. 생물에 의한 蝕害, 孔蝕에 의해서 시스(Sheath)가 손해를 입는 것도 있다.

(4) 기계적 요인 : 포설시 또는 포설후에 가해지는 굴곡, 충격하중 및 외상이 있다.

(5) 기타 요인 : 단말 또는 접속부 등의 시공불량에 의하여 空隙이 발생한다든지 水가 침입함으로써 部分放電劣化나 수트리劣化가 발생한다.

b. 劣化形態 : 열화를 일으키는 원인으로써 전술한 것이 생각되나 열화가 많은 경우 각종 원인이 중첩되어 복합적으로 작용함으로써 발생이 진행된다.

(1) 전기적인 열화 : 크게 나누어 部分放電劣화와 電氣트리劣化로 분류할 수 있다.

(a) 部分放電劣化 : 절연체 중의 보이드, 절연체와 차폐층간의 空隙 등에서 발생한 부분방전에 의해서 케이블 절연체가 열화하는 현상으로서 방전이 반복하여 서서히 절연체를 침식하고 파괴전압을 저하시킨다.

(b) 電氣트리劣化 : 케이블절연체 내부나 또는 반도체층과의 界面에 있어서 局部的으로 高電界部가 파괴를 일으켜 이것이 樹枝狀으로 전개된다. 케이블에 인가되어 있는 전압이 낮아도 국부적으로 高電界를 발생하는 부분이 있으면 열화가 일어난다.

통상 케이블에 있어서도 水의 공급이 없어진 후 수트리로부터 電氣트리로 변환되어 진전하는 일이 있다.

(2) 수트리劣化 : 수트리는 전극의 突起를 核으로서 水와 電界의 공존하에 樹枝狀으로 성장해 가는 白濁部(빛이 뿌연부분)를 말한다.

이 백탁부(白濁部)를 미세하게 관찰하면 미소한 보이드의 집합체로서 수트리는 電氣트리에 비하여 低電界에서도 발생한다.

內部 半導電層으로부터 발생된 수트리는 케이블의 절연 성능을 크게 저하시킨다. 포설후 몇 년간 운전중에 절연이 파괴되는 경우가 있는데 이와 같은 상태에서는 $\tan \delta$ 가 증가하고 직류누설 전류도 증대한다.

外部 半導電層에서 발생한 수트리도 內部 半導電層으로부터 발생한 수트리와 똑같이 절연성능을 저하시키는데 이 영향은 적다. 한편 절연체 중의 보이드나 異物質로부터 발생하는 나비넥타이狀(Bowtie) 수트리도 그 유해성은 비교적 적다. 그림 3.12는 열화된 CV케이블 절연체중의 수트리를 나타낸다.

(3) 化學的劣化 : 架橋폴리에틸렌이나 부틸고무는 油나 藥品에 의해서 여러 가지 영향을 받는다.

이 현상은 내부로의 침투에 의한 재료의 膨潤, 기계적 강

기술연재

도의 저하, 용해, 화학적 분해, 配合物의 추출에 의한 硬化, 酸化 및 重量減 등으로 나타나며 절연저항의 저하, $\tan \delta$ 의 증가, 파괴전압의 저하를 초래한다.

또한 화학트리는 케이블의 外裝과 절연체를 투과한 硫化水素 등의 유화물이 銅導體와 화학반응을 일으켜 硫化銅, 酸化銅, 亞硫化銅 등을 生成하며 이것이 절연체중을 樹枝狀으로 外裝側에 진전하므로 설파이드트리라고 부른다.

이 트리는 전계의 유무에 관계없이 일어나며 전계가 있는 경우에는 트리가 증가된다. 화학트리는 그 自體의 導電度가 높기 때문에 절연체의 破壞電壓이 현저히 저하된다.

(4) 熱的劣化 : 架橋폴리에틸렌이나 부틸고무 등의 高分子材料가 장기간 고온에 노출되면 열과 산소에 의해서 分子鎖가 절단되며 引張强度와 伸張의 저하를 초래하게 된다.

이와 같이 物性의 저하가 현저하면 절연능력이 저하되는 경우가 있다.

(5) 트래킹劣化 : 테이프 捲端末이나 몰드콘差入形 단말에서는 塩分, 塵埃에 의한 汚損에 의해서 표면누설, 微小浴面放電, 表面炭化燒損이 일어난다. 이것을 트래킹(Tracking) 劣化라고 칭한다. 트래킹劣化는 최종적으로는 표면플래시오버에 이르며 紫外線이나 오존은 단말 표면에 크랙(균열)을 발생시켜 트래킹劣化를 촉진하게 된다.

3.3.4 절연열화 진단기술

1. 各種 試驗法

a. 메가시험 : 일반적으로 참고치로 하는 것이 많으나 케이블 절연체나 外裝絶緣의 良否에 대한 개략적인 진단에 사용되 는 경우도 있다.

b. 직류누설전류시험 : 케이블 절연체에 직류고

압을 인가해서 검출되는 누설전류 또는 전류의 시간변화를 측정하여 절연체의 劣化狀態를 판정한다. 그림 3.13은 전형적인 측정예를 나타낸다. 印加電壓에 직류를 사용하기 때문에 長尺의 케이블에서도 소형의 장치로서 비교적 간단히 측정할 수 있고 현장시험에 적합하다(3.2.2.의 1항 참조).

c. $\tan \delta$ 시험 : 절연체가 吸水된 경우나 水트리가 발생한 경우, $\tan \delta$ 는 증가하므로 劣化狀況을 추정하는 유효한 수단이 된다. 시험방법으로서는 세링브리지법이나 速세링브리지법이 일반적인데 전자는 실험실내에서 측정하는데 사용되며 후자는 현장측정에서 이용된다(3.2.2.의 2항 참조).

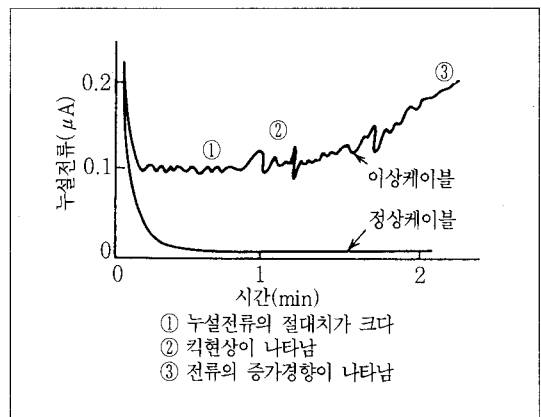
d. 부분방전시험 : 부분방전의 측정은 유효한 시험방법이라고 생각되나 현장에서는 잡음이 많아서 측정이 곤란하므로 6.6kV CV케이블로서 실시되는 일은 적으며 DC로서 측정되는 예가 있다. 이 측정은 DC 10kV의 상승 하강을 1사이클로 하는 課電에 근거를 두고 행한다. 판정기준은 1000pC로 하고 있다.

e. 새로운 시험법 : 지금까지 설명한 각종시험법은 水트리劣化로 대표되는 절연열화상태를 직접적으로 파악하는데 한계가 있어 각종 방법이 연구되고 있다.

대표적인 것으로는 殘留電壓法, 逆吸收 電流法, 電位減衰法, 超低周波 $\tan \delta$ 法 및 殘留電荷法 등이 있다. 또 다른 새로운 방법으로는 각종 活線測定法이 개발되고 있으나



〈그림 3.12〉 CV케이블 절연체 중의 水트리(內導 테이프층에서 발생된 例)



〈그림 3.13〉 누설전류 시간특성의 例

이들 중 대표적인 것을 들면 直流重疊法, 交流의 直流成分 檢出法, $\tan \delta$ 測定法 등이 있다.

또한 컴퓨터에 데이터파일로서 통계치나 과거의 데이터를 참고로 하여 절연진단을 행하는 것도 시험되고 있다. 다음에 대표적인 측정법에 대한 원리(劣化와의 관련성), 측정법 및 측정예의 개요를 기술한다.

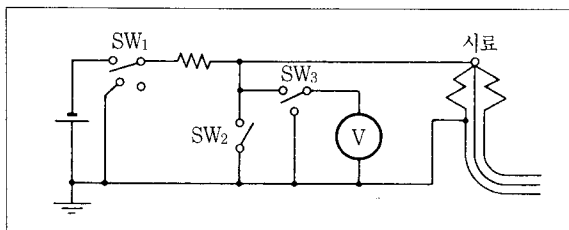
(1) 殘留電壓法

(a) 원 리 : 水트리劣化로 발생된 極性基가 電荷의 트랩 사이드를 만들며 緩化時間이 긴 空間電荷分極을 일으키기 때문에 水트리劣化가 발생된 케이블 절연체에 직류전압을 인가하면 공간전하가 발생한다.

이 공간전하의 발생이 쉽게 이루어지는 케이블의 水트리劣化를 목표로 하고 있다. 즉 직류전원에서 케이블을 차단하고 케이블 도체를 잠시 단락하여 充電電荷가 빠져나가게 한 후 절연체 내부에 남아 있는 空間電荷에 의해서 발생하는 誘起電壓을 측정함으로써 劣化判定을 행한다.

(b) 측정법 : 잔류전압의 측정은 그림 3.14와 같은 회로를 구성해서 행한다. SW₂를 열고 SW₃를 접지한 후 SW₁에 의해서 직류전압을 시료에 인가한다. 직류전압은 1kV/mm×절연두께, 인가시간은 10분간이 적당하다. 그후 SW₁을 접지하고 이어서 SW₂를 접지한다. 10초후에 SW₁을 열고 다시 SW₂를 열어서 SW₃을 케이블 도체측으로 전환하여 측정한다. 측정시간은 10~30분간이 적당하다.

(c) 측정예 : 6.6kV를 철거한 CV케이블에 대한 殘留電壓과 $\tan \delta$ 의 상관 측정 결과를 그림 3.15에 나타낸다. 이 예에서는 接地解放 1분과 100분후의 殘留電壓値가 표시되어 있으며 어느 것이나 $\tan \delta$ 와 잔류전압에는 양호한



<그림 3.14> 잔류전압 측정회로

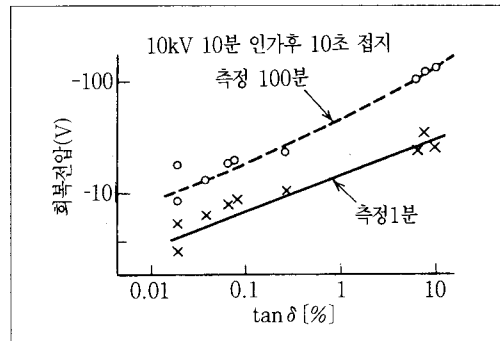
상관이라는 것을 알 수 있다.

(2) 逆吸水電流法

(a) 원 리 : 水트리劣化 CV케이블은 劣化가 없는 케이블에 비하여 큰 逆吸水電流가 관찰된다.

水트리劣化部에 공간전하에 의한 완화시간이 긴 분극이 誘起되기 때문이라고 생각된다.

이 방법은 逆吸水電流中 瞬時放電電流는 단시간 도체를 短絡해서 제거한 후 所定時間에 있어서 역흡수전류의 적분



<그림 3.15> 철거 케이블의 회복전압과 $\tan \delta$

값을 구하여 劣化를 판정한다.

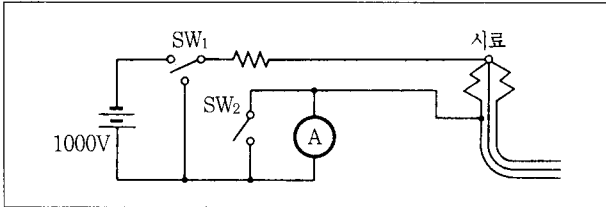
(b) 측정법 : 그림 3.16과 같은 회로를 구성해서 SW₂를 접지하고 SW₁에 의해서 직류전압 1000V를 10분간 인가한 후 SW₁에 의한 접지로서 방전한다. 방전을 개시하여 3초후 SW₂를 열고 33초까지 30초간의 전류를 적분한다. 이것을 吸水電流라고 하며 케이블 길이의 영향을 없애기 위하여 케이블의 靜電容量으로 나눈 Q/C를 劣化判定量으로 하고 있다.

(c) 측정예 : 그림 3.17은 실제로 사용한 후 철거한 6.6kV CV케이블의 측정결과로서 Q/C의 값과 교류과파전압, $\tan \delta$ 및 절연저항의 관계를 나타낸다. Q/C와 $\tan \delta$ 의 상관성은 좋으나 절연저항과의 대응은 좋지 않다. 이것은 절연저항이 케이블의 局部劣化에 대응하는 것에 대하여 Q/C는 $\tan \delta$ 와 똑같이 전체 劣化의 平均値에 대응하고 있기 때문이라고 생각된다.

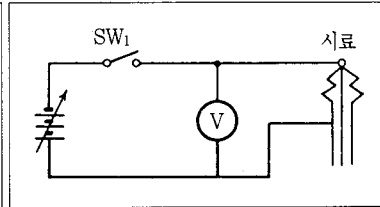
(3) 電位減衰法

(a) 원 리 : CV케이블 절연체의 熱劣化, 吸水劣化 및

기술연재



〈그림 3. 16〉 逆吸水電流 測定回路



〈그림 3.18〉 전위감쇠법에 의한 측정회로

어 온 직류누설 전류법과 비슷하며 각각 산출된 절연저항치는 그림 3.20과 같이 잘 일치하고 있다. 계속해서 活線測定法の 代表的事例에 대하여 기술한다.

化學劣化에 대해서는 이온性的 分解物이 생성되면 절연저항이 저하된다. 절연저항은 직류누설 전류로서도 측정되나 吸水電流와 혼동하기 쉽다.

이 방법은 직류전압에 의한 充電電荷의 減衰時定數로부터 절연저항을 구해 劣化判定을 행하는 것이다.

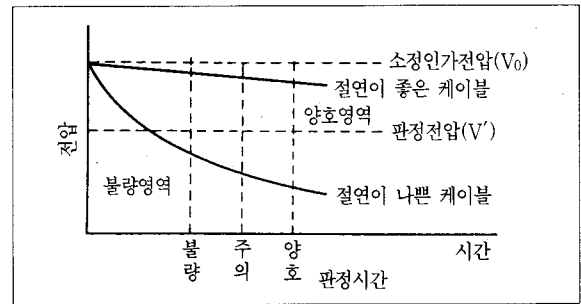
(b) 측정법 : 그림 3.18과 같은 회로를 구성한다. SW₁을 닫고 직류전압을 인가한 후 이것을 열면 充電電荷는 케이블 절연체를 통해서 방전하며 케이블 도체와 금속차폐층간의 전압이 시간의 경과와 함께 감쇠한다.

방전속도는 저항분의 크기 즉 케이블의 절연상태에 따라서 다르며 그림 3.19와 같은 결과를 얻는다. 인가 전압과 판정전압은 6.6kV케이블에 대해서는 5kV와 3kV, 3.3kV 케이블에 대해서는 3kV와 2kV로 되어 있다.

(c) 측정예 : 電位減衰法은 원리로 보아 종래부터 실시되

(4) 직류중첩법 : 그림 3.21와 같이 母線에 직류전압을 중첩시키고 活線下에서 절연체에 흐르는 직류전류를 측정한다.

(5) 직류성분법 : CV케이블의 水트리부에 針·平板電極

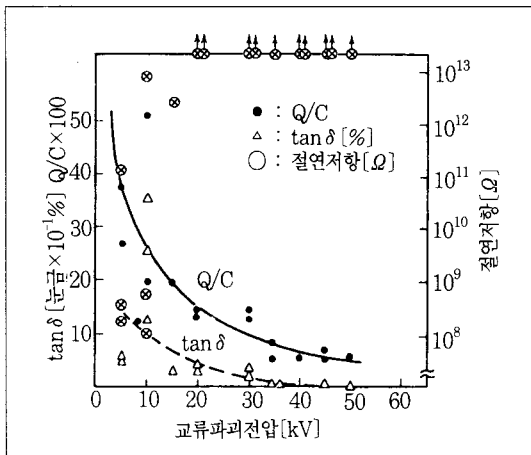


〈그림 3.19〉 전위감쇠법에 의한 방전특성

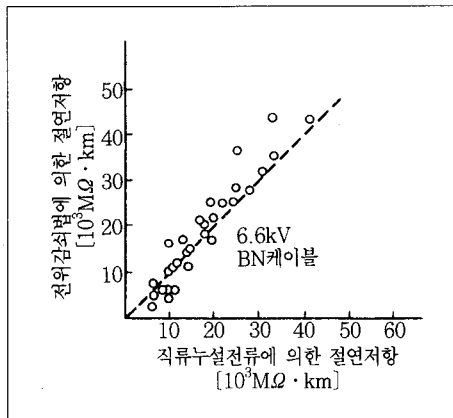
의 정류작용과 똑같은 현상이 있으며 水트리가 발생하고 있는 CV케이블에 대해서는 교류인가시에 직류전류가 발생한다.

그림 3.22와 같이 活線下에서 절연체에 흐르는 전류의 직류분을 측정한다.

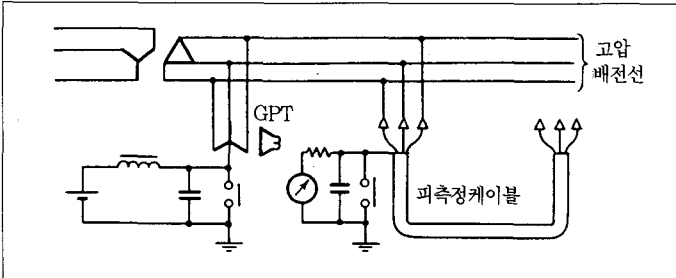
(6) tan δ법 : 그림 3.23과 같이 고압리드 케이블에 分壓器를 접속해서 線路電壓을 측정하고 절연체에 흐르는 전류를 CT에 의하여 검출, 양자의 전위차를 측정하여 tan δ를 구한다.



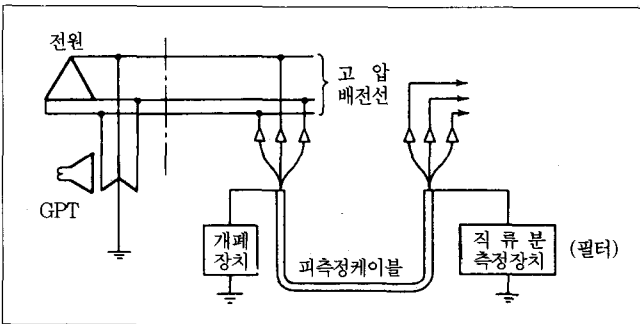
〈그림 3.17〉 철거케이블의 교류파괴전압과 Q/C, tan δ 및 절연저항의 관계



〈그림 3.20〉 직류누설 전류측정에 의한 절연저항과 전위감쇠법에 의한 절연저항의 비교(6.6kV, BN케이블)



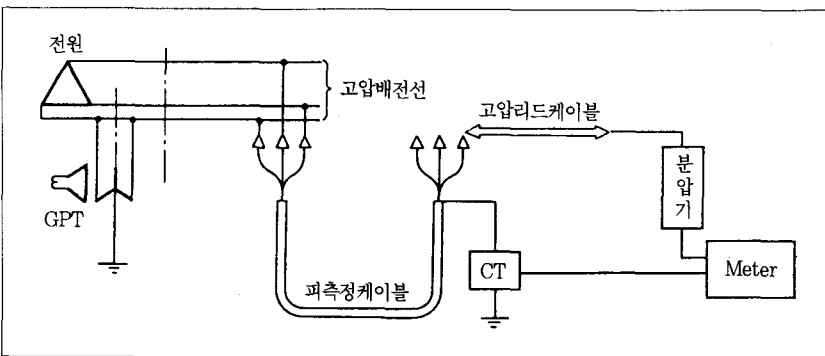
〈그림 3.21〉 직류중첩법의 측정회로



〈그림 3.22〉 직류분 측정회로

2. 절연열화진단의 실제

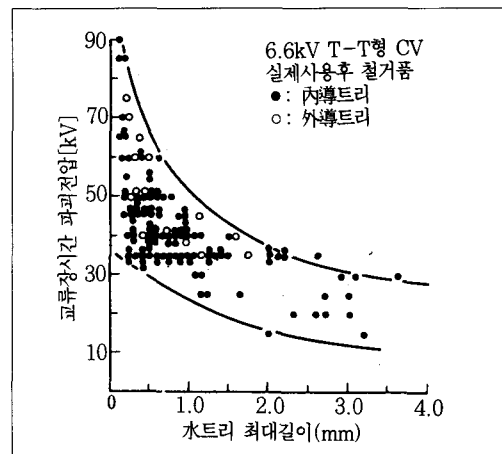
a. 절연열화진단과 수트리열화와의 관계 : 절연열화진단에 이용될 수 있는 절연특성은 케이블이 각종 요인으로서劣화된 결과 발생한 절연내력의 저하특성과 잘 일치하지 않으면 안된다.



〈그림 3.23〉 活線下의 $\tan \delta$ 측정회로

CV케이블의 주된 절연열화는 內導테이프捲線 구조의 케이블에서 수트리劣化이다. 여기서 수트리에 의한 절연내력이 어느 정도까지 저하되는가 또한 절연내력저하가 앞으로 어떻게 推移되는가 하는 것은 보다 定量的으로 더욱 精度가 良好하게 判定될 수 있는 특성을 적용하지 않으면 안된다. 다음에 수트리의 발생·진전과 각종 특성의 관계를 기술한다.

(1) 殘存絶緣破壞電壓 : 6.6kV CV케이블의 수트리 길이와 잔존절연파괴전압(교류장시간 파괴전압)과의 관계는 그림 3.24 와 같다. 잔존절연파괴전압은 수트리의 數보다 그 最大길이의 관계가 강하다.



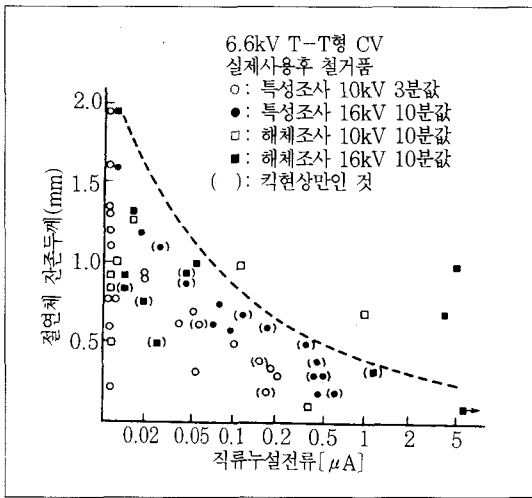
〈그림 3.24〉 수트리 최대길이와 교류파괴전압의 관계

(2) 직류누설전류 : 그림 3.25 은 10년간 실제로 사용한 6.6kV CV케이블(테이프捲線 半導電層)을 철거하여 직류누설 전류를 측정 한 후 케이블절연체 잔존두께(初期絶緣두께-進展된 수트리의 길이)와의 관계를 플로트한 것이다.

또한 그림 3.26 은 같은 직류누설 전류를 측정 한 후 殘存絶緣破壞電壓을 구한 것이다. 그림 3.25는 직류누설전류

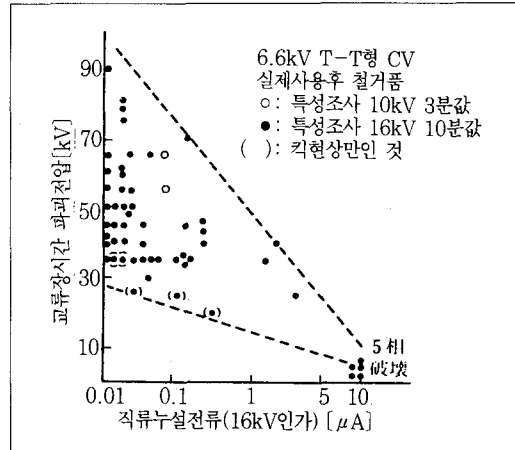
기술연재

의 昇壓(10kV→16kV)에 의한 효과도 나타난 것이며 10kV 印加로서는 검출할 수 없었던 킱 現象이 나오는 샘플에서는 절연내력이 저하됨을 알 수 있다.



〈그림 3.25〉 절연체 잔존두께와 직류누설전류의 관계

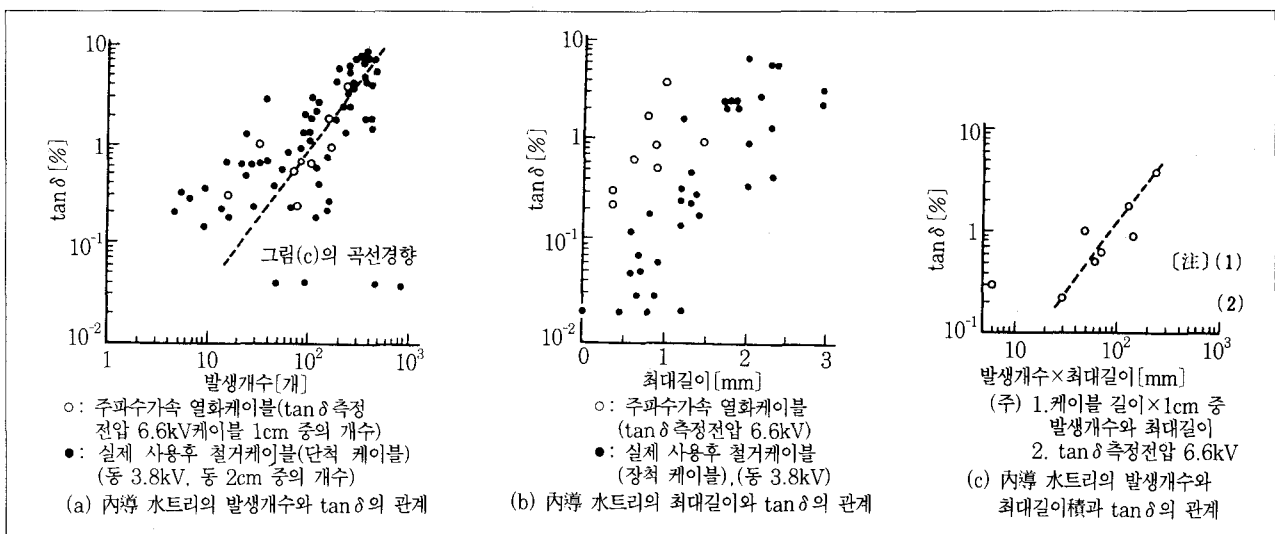
이와 같이 직류누설전류는 케이블의 수트리아劣化를 검출하며 더욱이 잔존절연체력을 진단하는데 있어서 유효한 특성이라고 생각한다. 한편 케이블 절연체를 관통한 각각의 수



〈그림 3.26〉 직류누설전류와 교류파괴전압의 관계

트리는 1kV의 저전압에서 0.1~10 μA의 누설전류를 나타내며 未貫通의 각기 수트리는 5kV에서도 0.001 μA 이하로서 직류누설전류에서는 극단적인 수트리아劣化를 하지 않으면 검출이 곤란하다는 보고가 있다.

(3) $\tan \delta$: $\tan \delta$ 는 수트리에 관한 데이터도 풍부하다. 더욱이 수트리의 발생에 의해서 급증하는 것도 있으며 종래부터 측정법이 확립되어 있는 특성의 하나이다. 그림 3.27은 6.6kV케이블의 수트리에 대한 발생상황과 $\tan \delta$ 값을

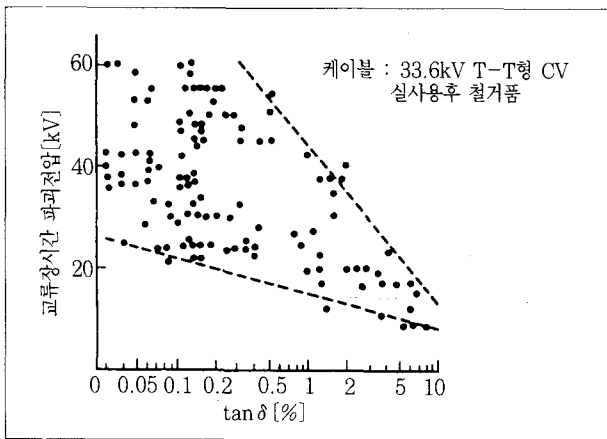


〈그림 3.27〉 수트리의 발생상황과 $\tan \delta$ 의 관계

조사한 결과를 나타낸다. $\tan \delta$ 값은 수트리의 길이, 발생 개수 또는 발생개수와 길이의 곱과 관계가 강하다.

이것은 $\tan \delta$ 가 케이블 절연체의 劣化를 평균적으로 나타내는 것이라고 이해할 수 있다. $\tan \delta$ 와 殘存絶緣破壊電壓 관계의 한가지 예를 그림 3.28에 나타내었다.

b. 絶緣劣化診斷法 : 수트리劣化의 대개의 경향은 앞에



〈그림 3.28〉 $\tan \delta$ 와 교류파괴전압의 관계

서 설명한 특성으로서 추정할 수 있다. 外裝 및 絶緣體의 메거측정 이외에 $\tan \delta$ 특성과 누설전류특성의 양쪽을 파악한다면 케이블의 이상을 조기에 발견하고 파괴사고의 미연 방지와 계획적인 보수 또는 갱신이 가능하다.

절연열화진단을 실제로 행하기 위한 체크항목과 진단 타이밍 및 방법에 대한 一例를 다음에 든다.

(1) 체크항목 : 앞에서 설명한 사고조사에 의하면 사고 요인은 外傷, 施工不良에 의한 初期不良, 수트리발생에 의한 經年劣化가 거의 대부분을 차지하고 있다. 따라서 다음의 체크 항목을 중점적으로 보수점검하면 좋다.

- ① 케이블 外裝의 메거측정 또는 눈대중 점검
- ② 케이블 및 단말, 접속부의 외관 異常점검
- ③ 常時 浸水部分이 존재하는 施設루트의 케이블상황 눈대중 점검

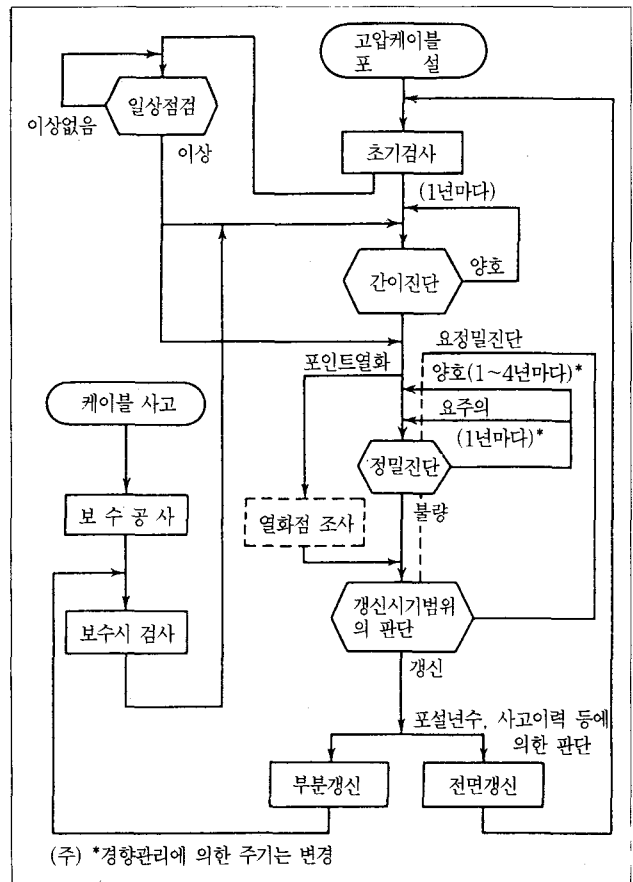
(2) 絶緣劣化診斷의 순서와 時期 : 앞에서 설명한 바와

같이 케이블은 施設後 6~8년에 수트리劣化에 의한 사고가 두드러지며 中間接續部, 終端接續部 등의 부품에서는 이러한 경향이 적다. 따라서 케이블의 절연열화진단은 초기와 정기적으로 外裝에 대하여 메거측정 등의 간이 진단을 행한다.

포설후 6년 미만에서의 정밀진단을 행하면 좋고 端末部에 대해서는 초기의 간이진단 이외에 日常點檢에 의한 체크를 하는 것이 좋다. 그림 3.29는 케이블 절연진단의 흐름을 나타내는 관리프로차트의 일례이다.

3. 絶緣劣化 判定基準

6.6kV CV케이블의 절연열화 판정기준에 대해서는 현재로서는 일반화되어 있지 않으므로 전력회사 등 유저회사에



(주) *경향관리에 의한 주기는 변경

〈그림 3.29〉 케이블 관리의 프로차트

기술연재

서 自主적으로 제안되고 있다. 3.3kV CV케이블과 BN케이블은 측정예가 적고 제안되어 있는 판정기준도 적다. 표 3.8은 각 유저회사에 있어서 절연열화 판정기준의 예를 일람표로 나타낸 것이다.

전체적인 경향은 메거에 의한 간이측정을 실시한 후 直流高壓法, $\tan \delta$ 또는 部分放電測定에 의한 정밀측정을 한 것이다. 직류고전압법의 印加電壓은 10kV를 사용하고 있는 것이 많으나 판정기준이 되는 누설전류값은 각 회사마다

〈표 3.8〉 6.6kV CV케이블 절연열화 판정기준(1)

회 사		A		B		C		D		E		
簡易測定	메가측정	절연체	-		-		10MΩ > 不良		良 > 2,000MΩ > 要精密		2,000MΩ < 要注意	
		외 장	-		-		-		良 > 0.5MΩ > 要精密		良 > MΩ > 不良	
	차폐, 테이프 抵抗(테스터)							良 < 15% < 要精密				
精密測定	直流高壓法	印加電壓	2-4-6-8-10kV와 스텝昇壓, 10kV에서 10분測定		10kV, 3분후 16kV, 7분測定		6kV, 10kV에서 5分測定		6kV, 10kV로서 10分測定		10kV, 16kV로서 7分測定	
		누설전류	0.1μA > 0.1~1.0μA 1.0μA <	a b c	0.3μA > 0.3~0.5μA 5.0μA <	良 要注意 不良	1μA > 1.0~10μA 10μA <	良 要注意 不良	0.1μA > 0.1~1.0μA 1.0μA <	良 要注意 不良	0.3μA/km > 3~10μA/km 10μA/km <	
		成極比	상승경향	c	1.0 < 1.0 >	良 要注意	漸增 경향	不良	1.0 < 1.0 >	良 要注意	1.0 < 1.0 >	良 不良
		키 現象	有	c	有	要注意	有	不良	有	要注意	有	不良
		不均衡率	-		-		200% > 200% <	良 要注意	200% > 200% <	良 要注意	200% > 200% <	良 不良
		弱点比	-		-		-		2.0 > 2.0 <	良 要注意	3.0 > 5.0 <	良 不良
		判定							要注意가 2개 項目 該當인 경우는 不良		누설전류 이외의 항목은 참고치	
測定	tan δ 測定 (3.8kV)	0.1% > 0.1~5.0% 5.0% <	a b c	0.5% > 0.5~5.0% 5.0% <	良 要注意 不良					0.2% > 0.2~5.0% 5.0% <	良 要注意 不良	
		部分放電試驗					DC10kV의 상승, 하강 또는 준 3각파전압을 인가하여 1,000pC <의 방전이 발생한다면 요주의					
총합판정, 기타	綜合判定										綜合判定	
	A	전체 a의 것	1. 요주의가 2개 항목 이상은 불량 2. 10kV 인가시에 5μA <일때 16kV는 중지		1. 요주의는 1년 이내의 주기로 재측정 2. 불량은 DC20.7kV의 내압시험을 행한 미과외의 경우는 6개월 이내에 재측정		* 期值 R ₂ = (1 - 測定值) × 100		良 전체의 이 양호 要注意 불량이 없고 요주의 판정을 포함 不良 1항목에서도 불량판정이 있는 것			
	B	AC이외의 것										
C	C가 있는 것											

〈표 3.8〉 6.6kV CV케이블 절연열화 판정기준(2)

F	G	H		I						
1,000MΩ<	-	良>2,000MΩ>要注意		1,000MΩ>要注意						
-	-	-		5MΩ>要注意						
				導通없이는 不良						
10kV	6kV, 10분 測定	10kV에서 7분 測定		6kV, 10kV로서 5分測定						
100μA<	절연저항(QF) 0.01>	1.0μA > 1.0~10μA 10μA<	良 要注意 不良	異常 波形	不均 衡率	成 極 比	漏洩電流 [μA]			
							0.1 未滿	0.1~1.0 未滿	1.0 以上	
증가 또는 변화 없음		1.0< 1.0>	不良	無	100% 未滿	1以上 未滿	良			
有		有	要注意		100% 以上	1以上 1未滿				
-	-	-	-	有	100% 未滿	1以上 1未滿				
-	-	-	-		100% 以上	1以上 1未滿				
				* 不均衡率は 各組의 漏洩電流값이 전부 0.05μA 이 하인 경우는 100%가 되어도 100% 미만으로 본다.						
2% <	5.0% <	測定周期								
		判定	良	要注意						
		케이블製造		(1)	(2)					
		'69年 以前	3	2	1					
		'70~'82年	5	3	1					
		'83年 以降	10	3	1					
불량판정기준	上記의 한가지 項目에도 해당 하는 것은 불량	綜合判定								
1. 상시험에서 3개 항목 이상 해당하는 것		良	漏洩電流가 양호							
2. 성극비가 해당되고 더 욱이 기타 한 개 항목 이 해당되는 것		要注意 (1)	漏洩電流가 要注意							
		要注意 (2)	漏洩電流가 要注意로 서 成極比, 各의 1項目 以上이 要注意							
		不良	漏洩電流가 不良							

다르다.

또한 成極比, 崎현상, 劣平형률, 弱點比의 각 항목(3.2.2의 1항 참조)도 要注意로 판정하는 회사와 不良으로 판정하는 회사로 나누어져 있다.

水트리劣化는 水트리가 절연체를 관통할 정도가 아니면 直流高電壓法에서는 검출할 수 없는 경우가 많다. 이 때문에

관통하지 않아도 검출가능한 tanδ 측정을 사용하고 있다.

앞으로 이상적인 절연열화 판정법으로서는 시험결과로부터 케이블의 耐用年數의 추정이 가능한 것이다. 이를 위하여 보다 확실한 새로운 시험방법의 도입 이외에 수집된 데이터를 유효하게 해석하는 엑스퍼트시스템(Expert System)의 구축이 기대되고 있다.