

전력케이블의 열화진단 신기술



글 / 김 일 권

한우테크(주) 대표이사

☎ 0343)24 · 0732

1. 개 요

지중배전선로는 건설비가 가공선로에 비해 월등히 높아 지중설비를 확대하는데 장애요인이 되고 있으나 도시화의 증가와 환경문제의 대두로 인해 전력설비의 지중화가 급속히 진행되고 있으며 따라서 지중선로는 고신뢰도를 요구하는 도심지에 대부분 시설되어 있으므로 지중선로에서 고장이 발생하는 경우 고장의 규모에 비해 그 파급영향은 매우 심각한 것이 대부분의 경우이다.

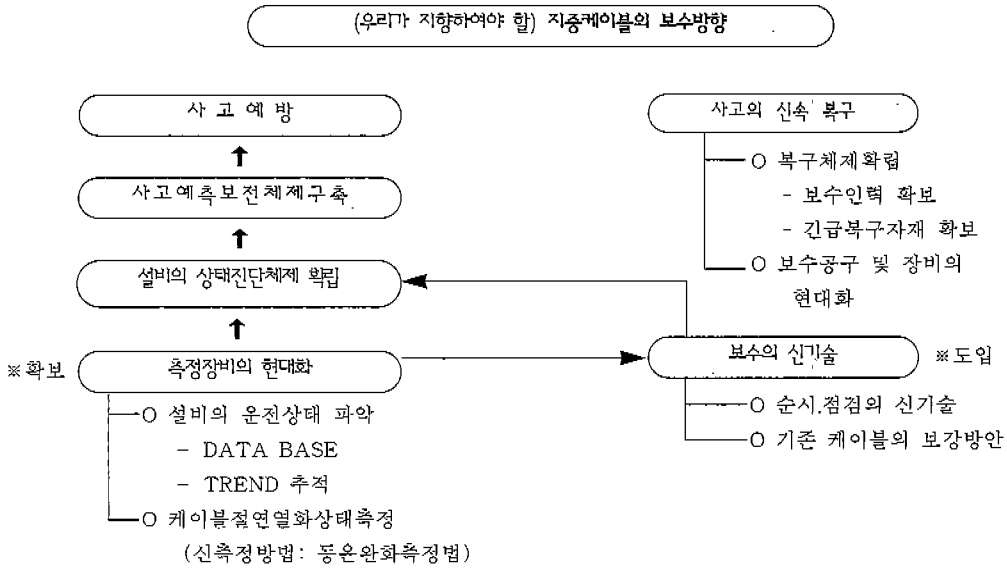
따라서 지중선로는 건설당시부터 고신뢰성을 보장할 수 있도록 시설하는 것이 필수적이며 아울러 시설후에도 지속적인 유지관리를 통해 설비의 안

정성을 확보하여야 한다.

현재까지 우리나라는 케이블 및 접속재등의기자재 개발, 지중설비 시공방법등 설비시설 측면에 주안점을 두어 기술개발을 추진한 결과 우리나라 전력케이블 제조회사의 케이블 제조 및 시공기술은 일정계도에 올라있으나 시설후 일정기간이 경과한 설비에 대한 체계적인 유지보수 또는 유지관리 기법에 대한 기술개발은 상대적으로 등한시 되어 왔다.

전력설비는 특성상 수명이 다하여 고장이 발생할 때까지 사용할 수는 없으므로 고장이 발생하기 전에 미리 교체하거나 보수를 하여야 한다. 따라서 케이블의 운전과정에서 습득한 징후들을 체계적으로 관리하고 수명예측에 필요한 여러 가지 측정법과 예측기법을 적용하여 케이블에서의 고장발생 가능시기를 예측하는 것이 필수적인 사항이다. 수명예측을 위해서는 우선 현장에 시설되어 있는 케이블의 상태를 파악하는 작업이 선행되어야 한다. 현장에 시설되어 있는 케이블은 현장여건이 각 시설장소에 따라 다르기 때문에 열화의 정도도 전부 다르게 된다. 따라서 케이블의 교체주기를 하나의 척도, 다시 말하면 모든 케이블에 공통적으로 적용할 수 있는 일률적인 교체기준을 적용할 수는 없다. 만약 이렇게 한다면 어떤 케이블은 고장이 몇번씩 반복되고서야 교체하게 될 것이며 어떤 케이블은 잔존수명이 많이 남아 있음에도 불구하고 교체하여 예산을 낭비하는 결과를 가져올 수도 있기 때문이다.

< 표 1 >



많은 경우 측정된 데이터의 절대치보다는 시간에 따라 변화하여 가는 경향이 더욱 중요하다. 예를들면 부분방전 전하량의 절대치는 타 케이블보다 작더라도 이전의 측정결과에 비해 현저하게 증가하였다면 이는 이 케이블에서 열화가 급격히 진행되고 있음을 의미하며 따라서 여타 케이블보다 더욱 세밀하게 관찰할 필요가 있음을 의미하고 있기 때문이다. 이와같은 이유로 현장에 시설되어 있는 케이블의 잔존수명 예측을 위해서는 케이블 개개의 이력관리가 반드시 필요한 사항이나 이를 인력으로 관리하는 것이 매우 어려운 일이며 또한 번거로운 일이므로 컴퓨터를 이용하여 전산 Database를 구축하여 관리할 필요성이 있다. 즉 케이블의 초기상태, 시설조건, 열화측정 자료, 각종 유지보수 자료등을 체계적으로 관리하여 유지보수 또는 각종 측정을 시행할 최적시기를 도출하며, 이러한 측정결과의 추이(Trend)를 바탕으로 케이블의 잔존수명을 제시함으로써 지중설비가 최적의 상태로 운전하여 사고를 미연에 방지함으로써 양질의 전력이 공급되도록 하고자 함이 케이블 유지보수의 최종 목적이다.

향후에는 경제성장의 안정화, 에너지 과소비형 산업구조의 변화, 가정용 전기기기 보유의 포화등 전력구조의 변화와 더욱이 IMF 상황하에서의 대

폭적인 전력수요의 신장은 기대하기 어려운 상황이다. 따라서 대규모 선형투자에 의한 설비의 신설은 어려운 전망으로 열화형 설비의 교체가 어려워짐에 따라 설비의 수명이 다할 때까지 이를 효과적으로 활용하려는 경향이 두드러지게 될 것이다. 전력케이블도 장기간 사용에 따른 절연성능의 열화등을 감안할 때 현재는 보수 및 유지관리기술의 고도화가 무엇보다 필요한 시점이라 판단된다.

전력케이블의 열화진단에 사용되는 시험방법은 전기적 시험과 비전기적 시험으로 대별되며 양자는 또 파괴시험과 비파괴시험으로 나눌 수 있으며 이중에는 현장에 포설되어 있는 케이블에 적용하기가 부적당한 것들도 있다. 현장에 포설되어 있는 케이블은 전기적 시험법중에서도 비파괴시험이 적용 가능하며 이러한 비파괴시험의 주내용은 직류법, 교류법, 초저주파법, 교직중첩법등으로 대별된다. 시험법 가운데 직류누설전류법(시험전압 DC 30kV)은 이미 한국전력의 22.9kV 지중배선 케이블에 사용해 오고 있으나 고압의 직류전압을 장시간 인가함으로써 케이블 절연체 자체에 공간전하 축적등의 해악을 기침이 보고됨에 따라 그 사용을 제한하고 있는 추세이다. 또 상기의 여러 가지 진단법 이외에도 동온완화전류법(Isothermal Relaxation Current)을 이용한 사선진단장치가 이

미 개발되어 선진외국에서 사용중에 있으며 최근에는 부분방전의 측정을 통한 사선 및 활선상태에서의 진단장치 개발에 대한 연구가 매우 활발하나 현장 케이블에 대한 안정적 적용이나 충분한 신뢰성 확보에는 미흡한 실정이다.

2. 국내. 외 기술현황

2-1 국내

1978년부터 한국전력에서 채택하여 사용하고 있는 22.9kV 배전용 지중전력케이블은 1996년 3월 현재 모두 9,950 C-km 가 지중에 포설되어 있다. CN-CV 전력케이블의 설계 내용년수는 30년이나 수트리 열화현상이나 산화현상등으로 인하여 실제 수명은 8~12년 정도이며 한전의 지난 5년간 사고 실적에 의한 분석으로는 평균 5.5년 만에 사고가 발생되어 기대수명에 비하여 훨씬 떨어지고 있으며 국내의 경우 고장난 케이블의 원인규명을 위한 분석기술이 단순히 수트리 크기의 측정정도에 머물고 있는 실정이다.

지금까지 고분자 절연체 또는 배전케이블의 열화판정에 대한 연구는 거의 대부분 비파괴 전기적 방법인 직류고전압 인가시 흐르는 직류누설전류 측정이나 파괴방법의 하나인 수트리 특성의 분석에만 치중되어 있는 실정으로 단순한 직류누설전류 측정법이나 수트리 특성에 의한 열화판정 또는 사고원인 추정은 수트리가 많아도 케이블이 그런대로 운전되어 왔다는 평범한 사실에 비추어 볼 때 매우 위험한 판정이라고 할 수 있다

2-2 국 외

외국에서는 배전케이블의 열화정도를 판정할 수 있는 시스템의 개발에 많은 연구가 이루어져 현재 상당한 진전을 보고 있는 실정이다. 특히 EPRI 보고서에 의하면 약 10여년 전부터 미국과 캐나다에서는 케이블 열화정도를 판정하기 위하여 새로운 방법을 사용하고 있다. 이 방법은 기존의 전기적 방법 이외에 케이블의 열화와 연결될 수 있는 특성을 모두 종합하여 최종적으로는 점수제를 도입하여 일정 수준 이상의 점수를 얻으면 케이블이 상당수준 열화된 것으로 판정하는 방법과 절연체

의 특성변화를 측정하는 방법이다. 이 방법 등은 매우 복잡한 고분자 절연체의 분석방법을 동원해야 하는 불편함이 있기는 하지만 매우 유익한 방법으로 평가되고 있다. 그 이유는 다음과 같다.

첫째, 전기적 방법은 단말처리 또는 주변환경에 의하여 측정치가 너무 영향을 받기 때문에 심지어 측정된 수치의 신뢰성부터 의문시되는 경우가 많을 정도로 불확실하다.

그러나 열화요인의 종류에 상관없이 최종적으로는 재료의 특성을 변화시키므로 재료의 특성을 확실하게 파악하기만 하면 절연재료가 어느정도 열화되었는지 알 수 있으며 이를 절연파괴강도와 잘 연결하면 결국 잔존수명이 얼마인지를 알 수 있다. 또한 케이블의 특성변화 측정은 절연체의 특성분석으로부터 시작된다고 할 수 있으며 전력케이블의 열화판정을 위한 케이블 특성분석은 분석 자체도 중요하지만 분석된 특성과 전기적 성질, 특히 케이블의 열화판정에 관련된 전기적 특성과의 연관성을 찾는 것이 매우 중요하다.

이러한 방법은 최근 선진외국에서 시도되고 있는 방법으로써 원리상 상당히 합리적인 방법이다.

3. 케이블 열화진단시험의 첨단기술

3-1 비파괴 케이블분석

: 등온완화전류(Isothermal Relaxation Current) 측정 이론

가. 케이블 시험과 분석

OF 케이블의 경우에는 일정기간 간격으로 고전압 시험을 하는 것이 일반적인 방법이다. 시험으로 얻어지는 누설 전류치를 기록하여 케이블의 신뢰성을 판정할 수 있으며 개개의 결함을 밝혀낸다.

그이후 프라스틱 케이블의 출현으로 상황은 완전히 변하였다. 지금까지 적용하던 DC Test는 더 이상 바람직하지 못하며 필요한 경우는 전압수준을 낮추어 시험하여야 한다. 이러한 문제점에 대한 대안으로서 VLF 시험법, AC 공명(resonant) 시험법, 진동파(oscillating wave) 시험법 등이 추천되어 있었다. 그들 각각의 방법들은 나름대로의 장점과 결점을 갖고 있으나 장비 모두가 고가이고 부피가

<표 2> 대기온도에서 XLPE의 완화시간계수

	완화시간(t/2) : τ/s	트랩수준 : w/eV
대부분의 절연체	3 ~ 6	0.66 ~ 0.68
절연체 접촉면	12 ~ 80	0.70 ~ 0.70
절연체 결합점	150 ~ 250	0.77 ~ 0.80

크며 종전의 DC Test 장비보다 사용이 불편할 뿐만 아니라 프라스틱 케이블의 시험에 있어서 문제점을 안고 있다.

오일페이퍼(Oil-Paper)케이블은 고전압(약 8xU₀)으로 시험되고 사용에 있어서 제한이 없으나 프라스틱 케이블에 있어서 고전압 시험방법은 수명을 단축시키는 것으로 판명되고 있다.

케이블의 수명을 연장하는데 있어서 많은 기술 진전이 이루어지고 있으나 현재 문제를 야기시키는 케이블들은 1970년대와 1980년대의 제품들이다. 잔여 수명이 한정되어 있다는 사실은 시험전압의 선택을 보다 어렵게 한다. 만일 시험전압을 너무 높히면 케이블이 치명적으로 손상될 수 있어 선로의 질을 개선하는 대신에 시험후에 오히려 케이블의 신뢰성을 떨어뜨리게 되는 것이며 만일 시험수준을 너무 낮게하면 케이블 수명감소는 미미하지만 시험의 목적을 달성할수 없게 되며 케이블의 주요결함을 감지하지 못하게 된다. 시험전압 수준과 시간의 올바른 선택은 시험의 필요성과 케이블의 파괴가 서로 맞물려 조심스럽게 결정되어야 하는 미묘한 부분이다.

전압내력시험의 문제점이 대두되면서 다른 시험방법에 대한 필요성이 요구되었다. 이런 문제점에 대한 해결방안으로 부분방전(Partial Discharge) 분석법이 케이블 제조업체와 설치현장에서 검수시험 방법으로 널리 사용되고 있으며 나름대로의 장점을 갖고 있으나 이 또한 비용이 높으며 주변 소음 문제등으로 현장에서의 사용이 쉽지가 않다. 특히 오래된 XLPE 케이블의 진단에 있어서는 보다 심각하다. 왜냐하면 수트리 초기 상태는 부분방전이 작용하지 않기 때문이다. 부분방전과 노화년수는 정비례 관계가 아니며 부분방전을 일으키려면 상당한 전압수준이 필요하다.

또다른 해결방법으로는 tanδ측정법이 있다. 이는 시험전압에 따라 tanδ가 변화하는 것이다. 이 방법의 효력에 관해서는 전문가들 사이에서 많은

논란이 있으나 신뢰성있는 결과를 갖기 위해서는 tanδ측정법은 고전압을 걸어야 함은 의심할 여지가 없다.

이들 외에 다른 방법들도 있으나 상기 부분방전 분석법과 tanδ측정법이 가장 일반적으로 사용되었던 방법이다.

나. 등온완화전류 분석 (Isothermal Relaxation Current Analysis)

등온완화전류(IRC) 분석법은 전혀 다른 접근방법으로서 절연체의 특성변화를 이용하는 전력케이블의 중합절연체 상태를 측정하는 것이다. 그것은 중합체 구조중의 특정 에너지 수준에서 전하의 흐름이 "트랩"된다는 사실에 기초한다.

저전압의 DC 전압(1kV)를 사용해서 전극화시키는 과정동안 절연체 내에 다른 "트랩"들이 상존하게 되거나 충전(Charge)된 상태가 된다. 케이블이 약한 전류로 방전(Discharge)되면 트랩된 충전이 다시 자유롭게 방전저항을 통해 작은전류로 관찰될 수 있다. 그러한 트랩의 다른 에너지 수준에 따라 방전 기간동안 다른 시간계수를 갖게된다. 특히 기능이 저하된 중합체는(수트리가 있는 경우가 전형적인 예임) 구별된 에너지 수준을 갖고 따라서 정상적인 절연체의 전류와는 구분되어 진다..

표 2는 전형적인 에너지 수준과 XLPE 케이블에 있어서 문제의 완화시간 계수가 서로 연관되어 있음을 나타낸다.

완화시간계수 τ와 에너지 수준과의 상관관계는 다음 식(1)로 나타난다.

$$\tau = \text{const} \cdot e^{w/kT} \text{----- 식 (1)}$$

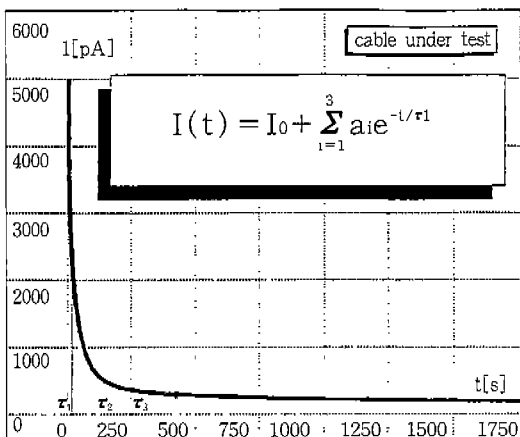
여기서 k = 볼츠만 상수

T = 온도

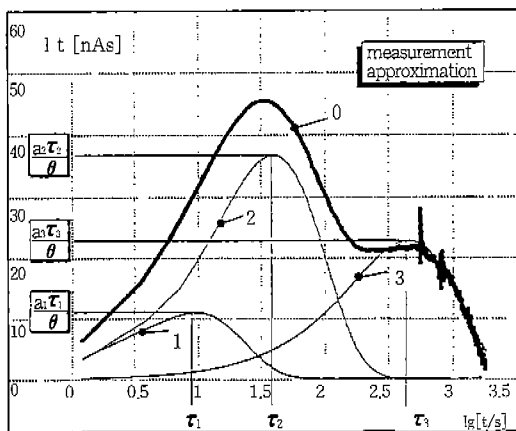
중합체 폴리머의 열화는 완화전류에 "흔적"(Fingerprint)을 남기고 다른 정상 중합체와는 구분되어질 수 있으며 노화정도를 분명하게 나타내 준다.

(1) 측정과 모델링

상기한 "흔적"을 감지해 내는 것은 그리 간단치 않다. 원하는 결과를 얻기 위해서는 올바른 연속적인 시험과 민감한 전자기기와 복잡다양한 수학



<그림 1> XLPE 케이블의 완화전류



<그림 2> Charge Over 로그형(t) 표시

적 모델링이 이루어 져야 한다.

측정의 시작단계에서 케이블은 1kV의 전압으로 저항(Resistor)을 통하여 충전된다. 이과정을 소위 “형성”과정이라 하며 약 30분간 지속된다. 이시간이 필요한 것은 의도한 대로 확실히 트랩이 상존되도록 하기 위함이다.

그 이후에 수초동안 케이블을 방전(Discharge) 시킨다. 이는 케이블 정전용량에 부하되는 전기가 케이블 전단에 있어서는 관련사항이 아니므로 이를 방전시키는 것이다. 다음과정으로 케이블의 완화전류가 고감도 증폭기를 통해 기록되고 더

지털화 하여 기록치가 컴퓨터(PC)로 전송된다. 전형의 표준화된 연속적 시험에서 데이터 취합에 또 30분이 소요된다.

그림 1은 완화전류와 시간의 전형적인 기록을 나타낸다.

그림 1에서 열화분석에 필요한 다른 시간 계수들을 구분해 내는 것은 사실 불가능하다. 따라서 등온완화전류(IRC)분석의 주요부분은 PC 소프트웨어로 이루어 진다.

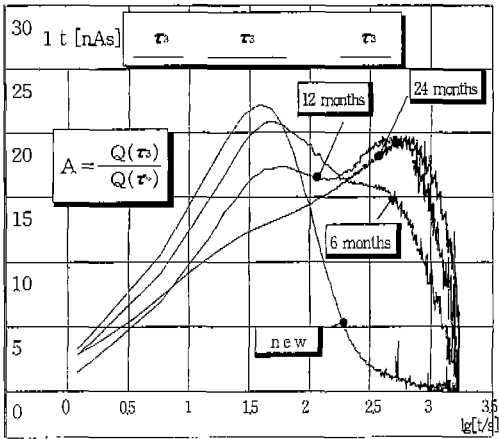
우선적으로 모든 데이터는 다른 형태로 변화되어 제시된다. 그림 2의 y축에 전류대신 충전이 표시되고 시간눈금은 로그대수형으로 나타난다.

그림 2는 IRC 분석법의 주요원리를 나타내 주기도 한다. 상단부분에 있는 진한색의 곡선이 시험대상 케이블의 측정된 방전전류이다. 그 외에도 세 개의 다른 그래프가 나타나 있다. 이 경우는 파괴된 중합체에 의한 변화를 분리하기 위해 방전전류 그래프가 세 개의 e⁻함수로 전개되어진 것이다. 소프트웨어가 최상의 근사값을 찾아내고 계산들이 한 점으로 수렴되는 것을 확실히 하기 위해서는 복잡한 수학적 계산이 요구된다.

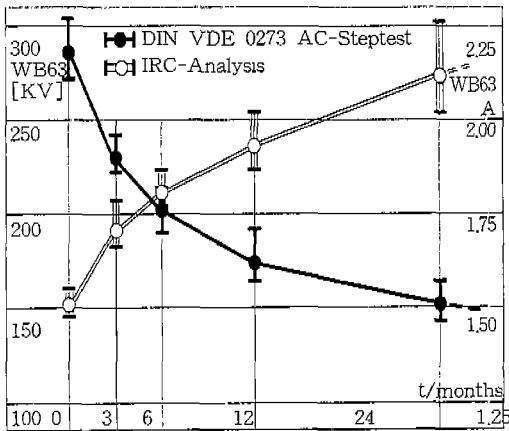
표 2의 물리적 효과에 따라 시간상수의 초기값이 선택된다. 그리고 프로그램은 가장 적합한 시간상수와 조합된 진폭 즉, 7개의 변수를 계산해 낸다. 근사치를 성공적으로 얻어낸 후 3개의 다른 시간상수들에 속하는 충전들이 별도로 계산된다. 여러 연령의 케이블에 대한 시험평가는 연령에 따라 시간상수 τ 의 충전이 감소하고 증가하는 것을 보여준다.

그림 3은 케이블의 연령에 대한 시험 결과치를 나타낸다.

그림 3은 새로운, 6개월, 12개월, 24개월된 케이블로 VDE 0273A1에 따른 가속시간측정법에 의한 시험결과치이다. 짧은시간에 케이블의 오래된 상태를 얻도록 가속하기 위해 40°C수조에서 4xU₀로 케이블 중심선이 물에 젖도록 하고 스크린을 사용하여 측정되었다. 시간상수 τ 의 효과를 높이는 것은 상기한 바와 같이 명확하게 나타난다. 다른 연령상태에서 수많은 케이블시험에 기초해서 경험적



<그림 3> 다른연령의 케이블 시험 결과치



<그림 4> 절연강도(웨이블 63%)와 에이징 인자 A

인수 A(Aging Factor)가 정의되었고 이는 중합체의 열화상태를 파악하게 해준다.

$$A = \frac{Q(\tau_3)}{Q(\tau_2)} \text{ --- 식 (2)}$$

가속시간시험을 거친 케이블들은 AC Breakdown 시험을 통해 잔여강도(Residual Strength)가 조사되었고 6개월 간격으로 시험중인 케이블에 대해 잔여강도(웨이블공칭값)를 측정하였다.

이들 AC Breakdown시험과 IRC측정을 병행하여 각각의 연령인자가 계산되었다. 케이블은 모두

Triple 사출 XLPE 이다.

그림 4는 시험시간에 대해 잔여강도가 감소되는 것을 나타내 주며 IRC연령인수 A로부터의 결과치와 대응한다.

두 인자가 서로 잘 대칭되고 있음을 알 수 있으며 이는 IRC 분석이 전력케이블의 열화판정을 위한 전기적 특성과의 관련성을 나타내는 것으로 케이블의 중합 절연체의 상태를 판정하는 새로운 좋은 방법임을 확신시켜 준다.

등온완화전류분석(IRC)은 케이블 열화진단문제에 대한 새로운 접근방법으로 시험기기가 작고 경량이며 소프트웨어가 사용자편의를 제공하여 쉽게 작동되도록 되어 있어 사용에 편리하다. 케이블이 보수할 가치가 있는지 혹은 교체할 시기가 되었는지 하는 어려운 결정을 IRC 분석기기로 케이블의 열화상태를 명확히 나타내 줌으로써 용이하게 만들어 준다.

IRC가 새로운 방법이지만 그 논리를 확인시켜 주는 수 많은 성공적인 결과치가 여러 다른형태 및 다른 연령치의 케이블에 대해 이미 얻어졌다.

실제 오래사용된 케이블에 대한 현장시험으로부터의 많은 데이터 베이스 확보가 보다 정확한 판단을 할 수 있게 해준다.

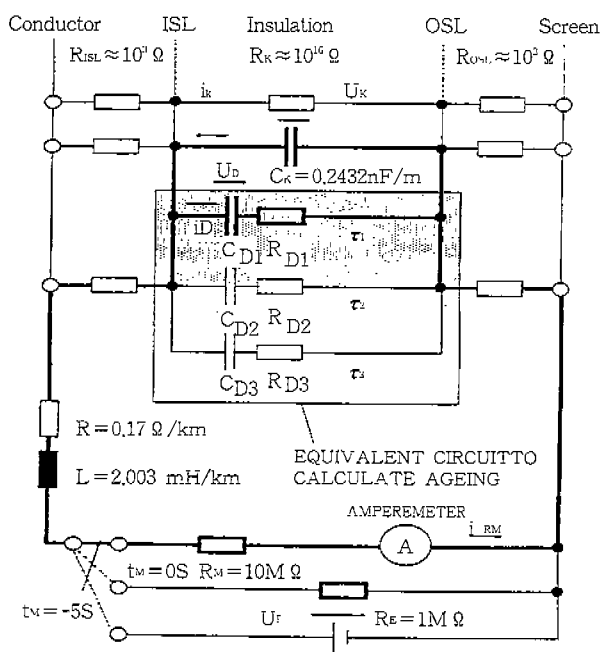
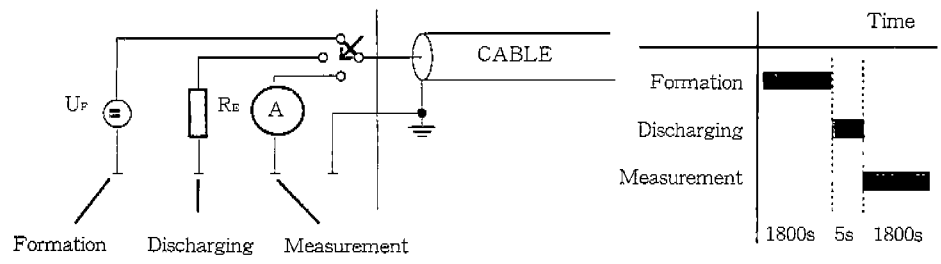
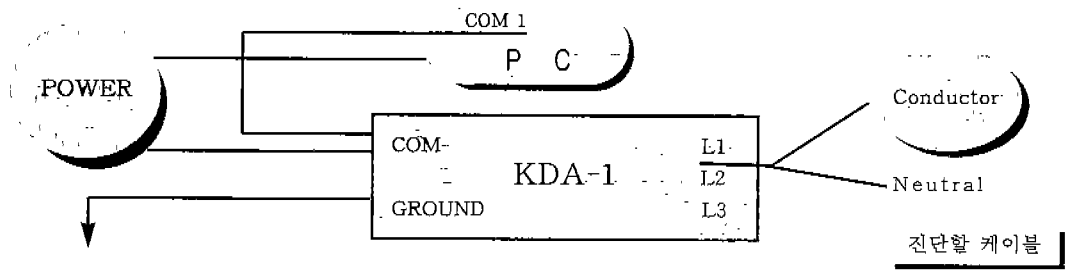
IRC 분석으로 종전의 고전압시험방법이 무용지물이 되는 것은 아니다. 만일 특정의 결함이나 설치결점이 문제라면 고전압시험을 적용할 필요가 있을 것이다.

IRC 분석은 중합절연체의 상태를 전체적으로 판단하게 하는것이며 그것은 잔여 강도를 예측케 해주며 문제 케이블의 형태에 대한 충분한 데이터를 제공해준다. IRC 분석은 기존의 고전압시험이 제공하지 못하는 해답을 제시한다.

3-2 등온완화전류측정

가. 측정방법

(1) 시스템 설치



(2) 측정

케이블의 측정시간은 한상당 약 1시간이 걸리며 측정시스템에 의해 자동으로 진행된다. 처음단계는 Forming 단계로 시스템이 DC 1,000V로 피시폼 케이블에 30분간 가압되며 자동으로 다음단계인 방전단계로 넘어가는데 이는 5초간

케이블의 Capacitance분의 전류를 방전시킨후 30분간 방전되는 PA 단위의 미세 방전 전류치를 측정 시스템 내의 증폭기를 통해 증폭하여 그 커브를 PC에 나타내도록 되어 있는 방전커브(Discharge Curve)와 가로축은 시간(1800초), 세로축은 방전전류치(PA)를 나타내는 IRC 커브, 그리고 Aging Factor수치를 나타낸다.

<표 3> 전력케이블열화진단 측정결과

사업소명	측정일시	측 정 결 과					비 고
		양호(N)	양호(M)	요주의(O)	불량(C)	계	
한국가스공사	'97. 8. 26 ~ 8. 27	0	1	7	4	12	
제천전력관리처	'97. 11. 14 ~ 12. 5	3	2	8	29	42	서청주, 청주, 증명, 강릉S/S
대구전력관리처	'97. 10. 24 ~ 11. 17	-	3	24	56	83	달성, 팔달, 내당, 논공, 성서S/S
동인천지점	'97. 11. 27 ~ 12. 10	-	9	31	20	60	승의D/L, 전동D/L
강서지점	'97. 12. 4 ~ 12. 23	-	-	1	53	54	화곡S/S, 인출 D/L(18D/L)
서서울P/O	'97. 12. 1 ~ 12. 26	1	3	10	25	39	반원, 평택, 서수원,오산S/S
신인천P/O	'98. 1. 12 ~ 1. 23	5	8	7	22	42	
계		9 (2.7%)	26 (7.8%)	88 (26.5%)	209 (63%)	332	

*양호(New, Middle), 요주의(Old), 불량(Critical)

※ 측정결과 불량(Critical)이 많은것은 대상전력케이블이 장기간 사용된 케이블과 사고발생실적이 있는 선로를 대상으로 하였기 때문에 요주의와 불량이 많은 것으로 판단됨.

DATA 분석 (LOG Discharge Curve 분석)

시간에 따른 전류치 변화를 보다 확실히 해 주는 것이 LOG형 방전커브로써 가로축은 시간을 상용로그(예 : 100초 → Log₁₀100 = 2)로 표시하고 세로축은 시간(Sec)과 전류치(PA)의 곱을 1/1000 단위(nA. sec)로 표시한 그래프이다.

그래프가 오른쪽으로 치우칠수록, 오른쪽의 기울기가 가파를수록 Aging Factor 수치가 커지며 케이블의 절연체 열화정도가 심한 것을 의미한다.

정량적 분석 (열화수치 : Ageing Factor)

Aging Factor	판 정 구 분	
~ 1.6	New	아주 양호
1.6 ~ 1.85	Middle	양 호
1.85 ~ 2.30	Old	요주의
2.30 ~	Critical	불 량

Aging Factor와 AC Break - Down과의 관계

KDA - 1에 의한 등온완화전류분석 진단 결과치

를 AC Break - Down 시험치와 비교하여 측정치의 신뢰성을 확인한 결과 AC Break - Down과 Aging Factor 결과는 그림 4와 같이 대칭을 이루고 있다.

이는 현재 케이블 잔여수명 측정이나 열화측정을 판정하는데 신뢰성 높은 AC Break - Down 측정이 현장에서의 케이블에는 사용할 수 없고 시험실에서만 적용되는 단점이 있으나 현장에서 적용할 수 있는 등온완화전류분석 진단을 하는 것으로 AC Break - Down 측정을 대신할 수 있는 것이다.

이는 케이블을 파괴하지 않고 KDA - 1으로 정확한 케이블 진단이 이루어 짐을 확인해 주는 것임을 알 수 있다.

※KDA - 1 System은 I.R.C 측정이론으로 제작 (독일, SEBA사)된 측정기기임.

측정 사례

국내에 있어서 한국전력공사의 배전선로나 변전소, 대동력 수용가. 국내에 설치된 23kV급 전력케이블에 대한 KDA - 1에 의한 절연열화진단은 한우테크(주)에 의해 1997년부터 시작하였으며 측정된 결과는 표 3과 같다.

측정결과에 대한 조처

등온완화전류 측정(KDA-1) 결과

“요주의(Oid)” 판정 케이블은 절연체의 절연성능이 저하된 상태로 계획보수가 필요하며

“불량(Critical)” 판정 케이블은 절연체의 일부 미세구간에 절연열화에 의한 절연파괴의 가능성이 높으므로 긴급보수가 필요하다.

4. 결 론

가교폴리에틸렌(XLPE)을 절연층으로 사용하는 지중선로용 전력케이블은 생산공정이 간단하여 경제적이고 사고발생시 보수가 수월하다는 장점이 있는 반면, 경년에 따라 열화되어 절연파괴되는 단점이 있다.

최근 포설후 5-6년 후에 일어나는 사고가 급증하고 일부 케이블사고에서는 화재로 진전되는 사례가 발생하여 전력공급의 신뢰도 저하뿐만 아니라 지역 주민의 민원이 야기되고 있어 전력케이블의 열화정도 판정이 심각한 문제로 대두되고 있는 실정이다.


그러나 국내의 경우 고장난 케이블의 고장원인 규명 또는 열화판정을 위한 분석기술이 단순히 수트리 크기의 측정 정도에 머무르고 있는 실정이다.

지금까지 고분자 절연체 또는 배전케이블의 열화판정을 위하여 여러 가지 전기적인 방법이 제안되었으며, 이들 전기적 방법은 그동안 케이블의 열화판정에 있어서 많은 공헌을 하였다. 그러나 다중접지 방식을 채택하는 경우에는 간단하게 사용할 수 없다는 단점이 있다. 따라서 다중접지 방식의 경우에는 비전기적인 방법을 사용할 수밖에 없으며 많은 경우에 수트리 특성 및 사고빈도를 기초로 하는 통계적인 방법도 사용한다. 또한 전력케이블 절연체 및 구성요소의 특성분석 결과는 케이블의 열화 판정에 매우 귀중한 정보를 제공하며 케이블의 특성분석을 통한 열화판정 방법은 미국 등 선진 외국에서 최근 시도되고 있는 방법이다.

케이블의 특성평가는 절연체의 특성분석으로부터 시작된다고 할 수 있다. 전력케이블의 열화판정을 위한 케이블 특성분석은 분석 자체도 물론 중요하지만, 특성분석 자체보다는 분석된 특성과

전기적 성질, 특히 케이블의 열화판정에 관련된 전기적 특성과의 연관성을 찾는 것이 매우 중요하다. 이러한 측면에서 이미 선진외국에서 개발되어 사용하고 있는 등온완화전류 측정에 의한 케이블의 열화진단시험 방법이 한국전력등에서 채택되어 국내 전력용 케이블에 적용시험해 본 결과 만족할 만한 결과치를 얻어 이를 근거로 케이블의 유지, 보수업무에 활용할 수 있을 것으로 판단되므로 이런 새로운 첨단기술방법을 채택 사용함으로써 전력케이블의 절연열화상태의 변화추이(Trend)를 추적하여 불량분을 선별함으로써 보수의 대상을 과학적으로 선별할 수 있으며 적기에 유지, 보수함으로써 사고를 사전에 예방하여 양질의 전력공급에 만전을 기할 수 있을 것으로 판단된다.

「전력기술관련법규」



전력기술인이 꼭 알아두어야 할 전력기술관리법령·전기사업법령·전기공사사업법령과 전력시설물공사감리업무 수행지침 등을 총 망라한 『전력기술관련법규집』.

회원여러분의 업무에 많은 도움이 될 것입니다.

15,000원(회원은 20% 할인)
출판과 ☎02)875-4473
현재 협회 본부 및 지부에서 판매중입니다.

한국전력기술인협회