

기술연재

電氣設備의 診斷技術

(20)

第 2 編 應 用

第3章 地中電線路의 診斷技術

3.5 管路氣中 送電線

3.5.1 構造와 劣化의 概要

1. 구조

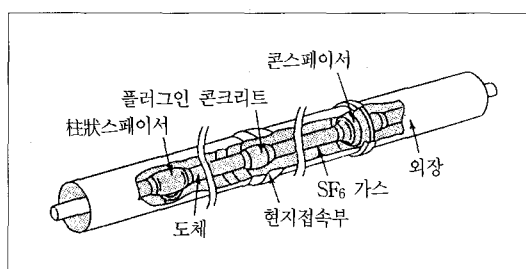
管路氣中 送電線(Gas Insulated Transmission Line : 略稱 GIL)은 초고압 대용량 송전에 적합한 지중송전방식으로서 1963년에 일본에서 창의적으로 고안한 것이다. 그 후 착실한 개발을 하여 1979~1985년에 걸쳐서 변전소 구내의 연락선이나 가공송전선으로부터 引入線으로서 154kV ~500kV까지 실용화되고 있다.

한편 해외를 보면 주로 유럽에서 40건 이상의 실시 예가 있으며 그 구조는 그림 3.46 과 같이 파이프狀의 금속시스(Sheath) 중에 파이프狀의 도체를 절연지지물(스페이서)

로서 同軸圓筒狀으로 지지하고 도체와 실드 사이에 6불화 유황(SF₆)가스를 충전하여 加壓한 것이다.

공장에서 표준 單長 12m~14m의 유닛으로 조립한 후 현지로 搬入하고 시스는 용접에 의하여 그리고 도체는 플러그인 콘셉트로서 접속된다. 이와 같이 구성된 선로는 다음과 같은 특징을 갖는다.

- (1) 가공송전선과 거의 같은 정도의 송전용량이 기대된다.
- (2) 정전용량이 적기 때문에 충전전류가 적다. 또한 유



〈그림 3.46〉 管路氣中 送電線의 기본구조

전체손실도 무시할 수 있다.

(3) SF₆ 가스는 봉입되어 있기 때문에 정비가 용이하다.

GIL의 절연체는 에폭시 樹脂製스페이서와 SF₆가스로부터 구성되며 전자는 V-t특성에 의해서 절연특성의 저하를 가져오나 후자는 거의 열화가 없는 것으로 생각되고 있다.

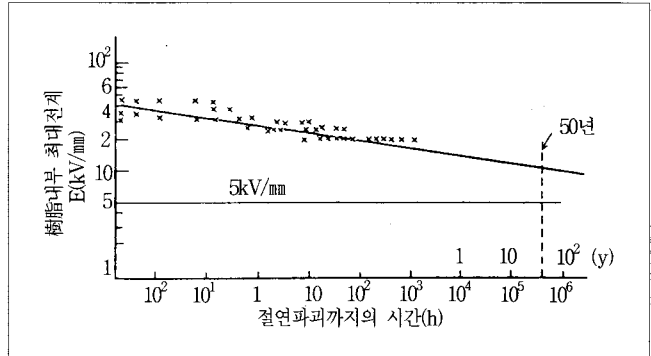
그러나 導電性 粒子나 水分이 混入하여 가스壓이 저하하면 절연성능이 크게 저하되는 일이 있다.

a. 에폭시 樹脂의 劣化 : 에폭시 수지는 그림 3.47 과 같이 V-t특성($\eta=15$)에서 垂下특성을 나타내기 때문에 절연설계시에는 50년간의 사용을 예상하고 더욱이 충분한 여유도를 고려하여 樹脂内部의 最大電界強度를 5kV/mm 이하가 되도록 하고 있다.

b. 導電性粒子의 영향 : 도전성 입자가 GIL의 내부에 발생 또는 외부로부터 혼입하지 않도록 설계상, 시공상 충분한 배려가 되어 있으나 만일에 존재하는 경우에는 交替電界에 의한 飛散, 스페이서 또는 도체표면에 접촉하여 그 근처의 전계가 상승한다든지 粒子와 電極간에 微小放電이 발생함으로써 절연성능의 저하를 초래하는 일이 있다.

그 一例를 그림 3.48 에 나타낸다.

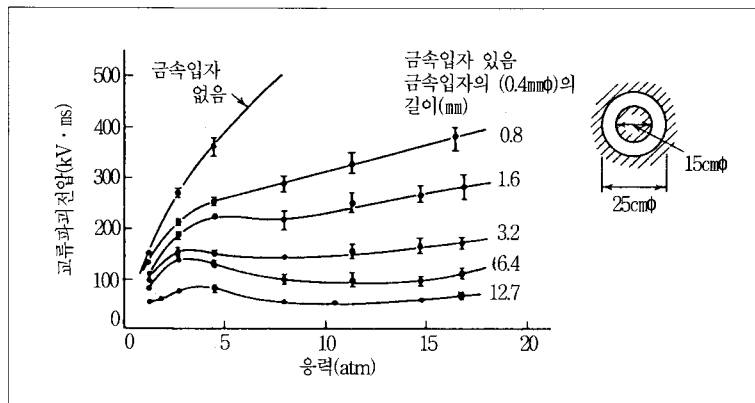
c. 가스 중 수분의 영향 : GIL의 外裝은 알루미늄관으



〈그림 3.47〉 에폭시 수지의 V-t 특성

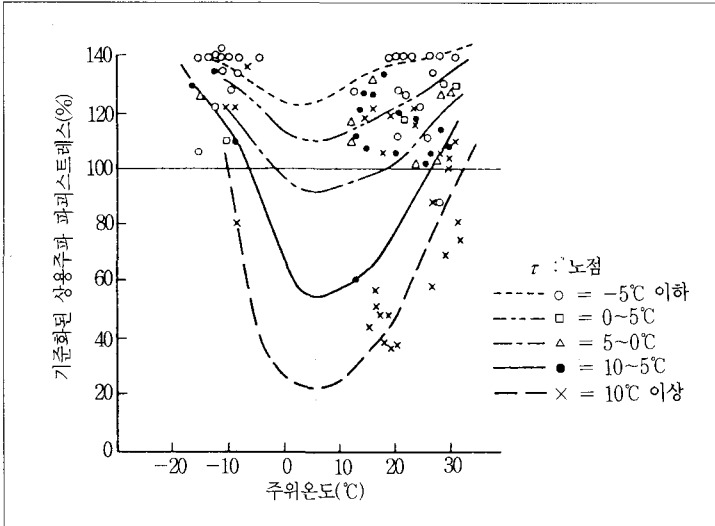
로 되어 있으며 그 접속부는 대부분이 용접구조이기 때문에 외부로부터 水分의 침투는 거의 없다. 한편 GIL의 내부에 부착된 수분은 선로완성시에 충분한 진공상태로 하여 제거한다. 이렇게 하면서 만일에 가스 중의 수분이 증가하고 온도가 露點 이하로 저하한 경우 스페이서 표면에 結露가 발생하게 된다. 그 결과 그림 3.49 와 같이 절연성능이 저하한다.

d. 가스압의 영향 : SF₆가스의 절연특성은 平等電界의 경우 그림 3.50 과 같이 가스壓에 비례하여 상승한다. 따라서 GIL의 경우 所要의 絶緣性能을 확보하기 위해서는 SF₆ 가스를 3~5kg/cm² 加壓充塡한다. 만일에 가스누설이 발생하여 가스壓이 저하되면 이에 따라서 절연성능도 저하



〈그림 3.48〉 SF₆ 가스의 절연파괴에 미치는 도전성 입자의 영향

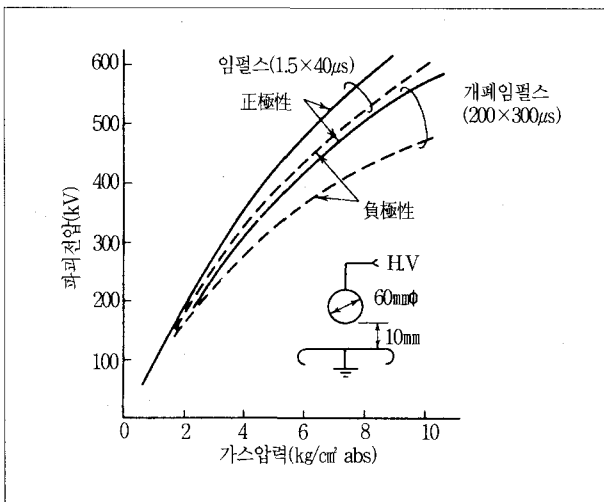
기술연재



〈그림 3.49〉 수분의 절연스페이스 내압에의 영향

한다.

e. SF₆가스의 분해 : SF₆가스는 상온에서는 매우 안정된 가스이나 만일 어떤 이유로써 내부방전이 생기는 경우 수분과도 반응하여 SOF₂, HF, SF₄, SO₂F₂ 등의 분해가스가 발생한다. 따라서 이들 가스를 검출함으로써 내부異常放電의 발생 유무를 알 수 있는 기준이 될 수 있다.



〈그림 3.50〉 SF₆ 가스의 파괴전압에 대한 가스압력의 효과

또한 분해가스 그 자체는 발생량이 미량이기 때문에 절연성능에 직접 영향을 주는 것은 거의 없다.

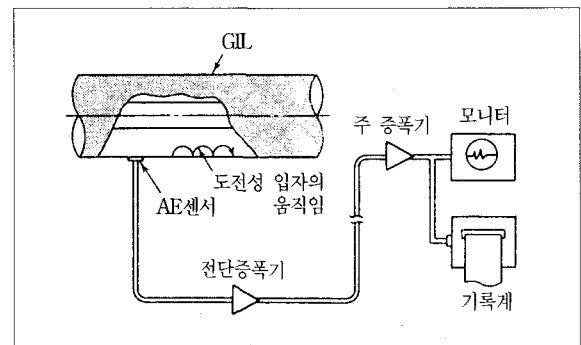
3.5.2 열화진단법

에폭시 스페이스의 내부절연에 대해서는 공장출하시에 常規對地電壓 2배 이상의 충분히 높은 商用周波電壓을 인가하고 내부부분방전의 有無를 조사해서 품질을 보증하고 있으나 현지에서는 측정감과 측정방법 등의 문제점이 있어 특별히 실시되고 있지는 않다. 현재 열화진단으로서 다음에 설명하는 導電性 粒子的의 유무와 샘플링한 SF₆가스의 성분 및 가스누설에 대하여 조사를 실시하고 있다.

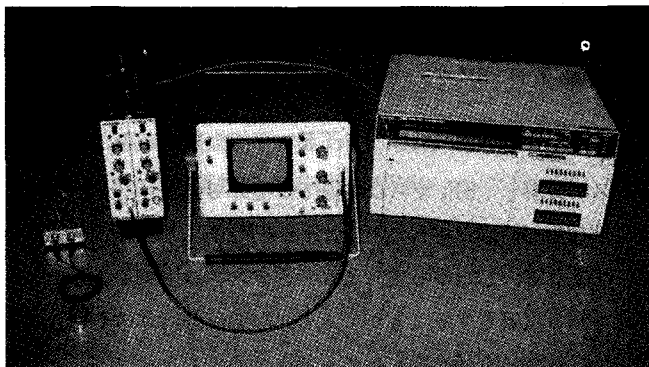
1. 導電性 粒子檢出

商用周波 電壓課電에 의하여 導電性粒子的가 GIL내부에서 알루미늄外裝과 충돌하면서 飛散할 때 彈性波가 外裝으로 발생한다.

이 탄성파를 검출함으로써 외부로부터 GIL내부로 도전성 입자가 존재하는가 어떤가를 조사할 수 있으며 現地에서의 GIL내부의 도전성 입자는 壓電効果物質로서 제작된 AE센서(Acoustic Emission : 超音波센서)를 사용하고 있다.



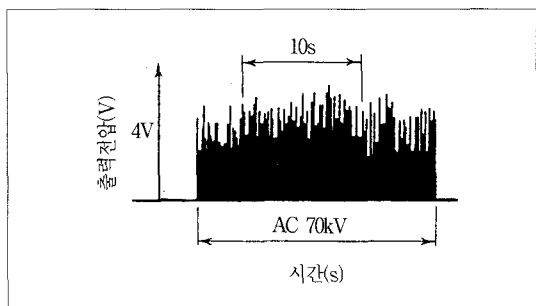
〈그림 3.51〉 금속입자 검출시스템



〈그림 3.52〉 AE센서에 의한 도전성 입자 검출장치

그림 3.51 은 검출시스템을, 그리고 그림 3.52 는 이들의 검출장치를 나타낸 것이다.

본 시스템에 의한 도전성 입자의 검출파형은 그림 3.53 과 같다. 이것은 外裝 內徑 480mm, 導體 外徑 180mm의 GIL유닛 내에 직경 0.2mm, 길이 5mm의 입자모델로서 알루미늄선을 한 개 설치하고 AC 70kV를 인가하였을 때의 검출파형이다.

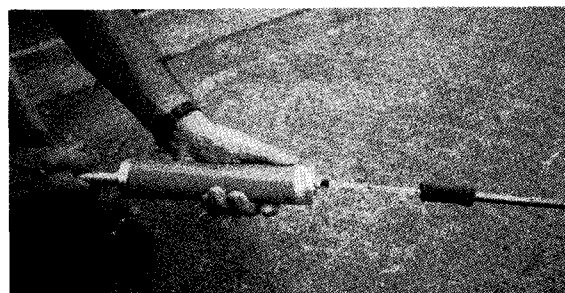


〈그림 3.53〉 AE센서에 의한 도전성입자 검출파형

2. 分解 가스 검출

a. 가스檢知管에 의한 방법 : 가스검지관(가스체커)은 투명한 유리관내에 SF₆가스의 分解生物에 대하여 色反應을 나타내는 試藥을 채운 것으로서 현장에서 檢知管에 일정량의 SF₆ 가스를 유통시킨 후 그 색변화에 의하여 분해가스의

유무를 판별할 수 있다. 그 검출감도는 數ppm 정도이며 검출상황을 그림 3.54 에 나타내었다.



〈그림 3.54〉 가스檢知管에 의한 분해가스의 검출

b. 赤外吸收스펙트럼법 : 현장에서 미리 진공상태로 한 專用容器로서 GIL내에 SF₆가스를 채취하여 공장으로 가지고 간 후 赤外線吸收光學計로서 적외흡수 스펙트럼을 측정하여 분해가스의 유무를 판정한다.

앞에서 설명한 바와 같이 SOF₂나 S₂F₂ 등의 분해가스를 포함한 SF₆가스의 스펙트럼파형의 한 가지 예를 그림 3.55 에 나타내었다.

3. 가스 중 水分檢出

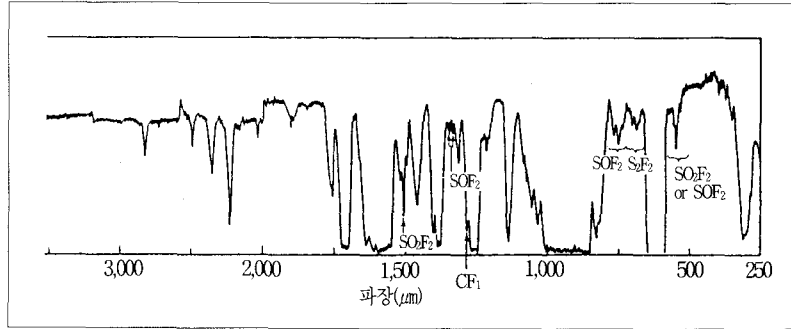
GIL의 가스샘플링입구에 水分計의 배관을 접속하여 밸브를 서서히 개방하고 一定量의 가스를 일정시간 흘려보내 함유수분량을 측정한다. 수분계의 원리는 細孔을 갖는 감응소자내에 SF₆가스 중의 수분을 침입시켜 정전용량의 변화로서 검출하는 것이다.

이 검출감도는 1ppm(vol)이며 또 GIL의 SF₆가스 중 水分의 管理値는 300ppm(vol)~500ppm(vol)으로 하고 있다. 수분의 측정상황은 그림 3.56 과 같다.

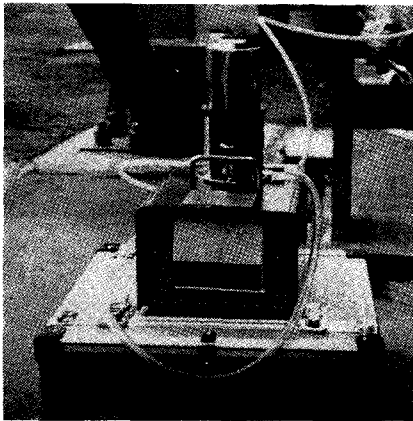
4. 가스누설검출과 가스壓 감시

a. 가스누설의 검출 : 그림 3.57 과 같이 플랜지部나 용

기술연재



〈그림 3.55〉 분해가스를 포함한 SF₆가스의 스펙트럼 파형



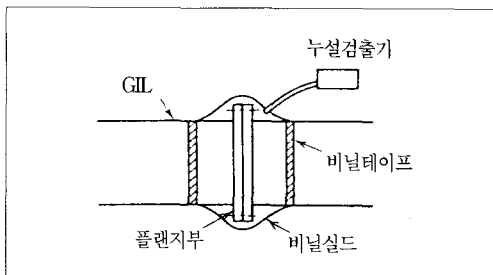
〈그림 3.56〉 SF₆ 가스 중 수분측정 상황

$$Q = \frac{PV \times 10^{-6}}{T \times 60 \times 60}$$

여기서 Q: 누설량 [atm cc/s], T: 방치시간 [h]

P: 가스농도 [ppm, val], V: 비닐시트의 용적 [cc]

누설의 검출량은 누설검출기의 감도, 방치시간, 비닐시트의 용적에 좌우되나 10⁻⁶atm cc/s 정도까지 검출이 가능하다. 한편 누설량의 관리치로서는 접속부 1개소당 10⁻⁴atm cc/s를 채용하고 있다.



〈그림 3.57〉 누설검출기에 의한 가스누설검출 방법

접부를 비닐시트로 덮고 그 端部를 비닐테이프로 봉입하여 주머니형태로 한다. 10시간 정도 방치한 후 시트에 SF₆가스를 검지하는 누설검출기의 센서부를 삽입하여 누설의 유무를 조사한다. 누설량은 다음 식으로 구할 수 있다.

b. 가스壓 감시 : 가스壓이 저하한 경우 스위치가 닫혀져 경보를 발신하는 온도보상 압력스위치로서 常時監視를 행한다. 압력스위치는 표준가스壓을 封入한 感溫筒을 갖고 있어 가스壓의 온도보상 기능이 있다. 또한, 이 압력스위치의 백업으로서 정기점검시에 압력계로부터 압력을 읽도록 하고 있다.

5. 기타

시스 외부의 外傷, 腐蝕에 대해서는 정기적으로 행하는 육안 검사에 의해서 또한 外裝內部的 熱機械的인 舉動에 대해서는 X선에 의한 촬영사진으로서 異常 有無를 판정한다.