

電氣設備의 診斷技術

11

第Ⅱ編 應 用

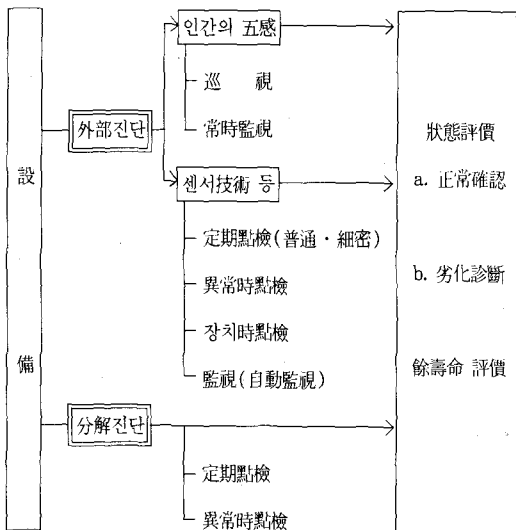
第2章 變電設備의 診斷技術

2.1 概論

初期 變電設備의 整備는 사고가 발생했을 경우 최초로 대응하는 즉, 事後保全이었으나, 그후 어느 定期間마다 機器의 부품교환이나 오버홀을 실시하고 돌발사고를 방지하는 豫防保全이 도입되어 機器의 신뢰성 유지에 기여해 왔다. 그러나 電力設備의 신뢰성을 보다 더 요구하고 있는 현재, 즉 新·

舊 모든 機器가 원활한 운용과 신뢰성의 확보를 더욱 중요시하기 때문에 豫防保全만으로 완전히 萬全하다고는 말할 수 없다.

또 變電設備의 경우는 停止하지 않은 상태에서 진단을 하는 것이 중요하다. 따라서 최근에는 설비의 운전상태를 외부에서 진단하여 이상징후를 포착함으로써 豫知하고, 그것이 치명적인 상태가 되기 전에 처치하는 이른바 豫測保全(또는 豫知保全) 技術을 중심으로 하는 방향으로 변화되어 가고 있다. 이 豫測保全技術은 機器의 상태를 定量的으로 파악하여 이상징후를 초기단계에서 검지하는 異常豫知 診斷과 기기성능의 經年的인 변화에 착안한 劣化 診斷 등을 중심으로 하고 있다.



<그림 2.1> 변전설비진단의 基本的 高찰

2.1.1 變電設備診斷의 基本的인 方法

변전설비의 진단을 그림 2.1에서 보는 바와 같이 대별하면 外部診斷과 分解診斷으로 나눌 수 있다.

外部診斷이라 함은 설비를 외부로부터 진단하는 방법으로서 일반적으로 설비를 정지시키지 않고 진단한다. 이 방법은 종래 人間의 五感에 의한 것이었으나 豫測保全의 관점에서 센서 등의 신기술을 도입하고 있다. 더욱이 이들 센서의 정보로부터 종합적인 예측판단을 하고 엑스퍼트시스템의 도입을 도모하고 있다.

分解診斷이라 함은 機器를 정지시키고 세밀하게 分解하여 診斷하는 것으로서 일반적으로 동시에 摩擦部分 등을 교체한다.

이 두가지의 診斷을 現狀과 다음과 같이 각 設備(機器)에만 한정하는 整備基準에 근거하여 각각 실시하고 있다.

(1) 巡視: 설비가 있는 장소에 직접 나가서 視覺, 聽覺 등 人間の 五感和 간단한 測定裝置에 의하여 상태를 평가한다.

(2) 常時監視: 종래에는 미터類의 視覺에 의한 감시가 있었으나 현재는 각종 센서, 스위치 등을 이용하여 現地 또는 遠方에서도 상시 그 機能을 감시(評價)하는 이른바 自動監視가 일반화되었다.

(3) 定期點檢: 정기적인 설비의 기능확인 및 기능유지를 목적으로 하여 점검주기에 따라서 普通點檢과 細密點檢의 두가지가 있다.

(a) 普通點檢: 주로 외부로부터의 機器·裝置 各부의 이상유무검사, 측정기 등에 의한 내부의 진단, 성능시험 등을 한다.

(b) 細密點檢: 주로 機器·裝置를 분해하여 이상부분을 교체·보수하고, 아울러 측정기에 의한 상세한 내부의 진단, 성능시험 등을 한다.

(4) 異常時點檢: 설비의 異常兆候가 認知되었을 경우, 기타 필요시에 외부진단이나 분해에 의하여 이상부분의 유무를 판정하고 필요한 경우 점검 수리한다.

(5) 裝置時點檢: 설비의 운반·설치로 기인되는 고장방지를 목적으로 하여 當該설비의 장치시에 기능확인 등을 외부진단에 의하여 평가한다.

여기에서 중요한 점은 종래는 巡視·點檢時에 人間の 五感を 중요시해 왔다는 것이다. 巡視時에는 異音·變色 등 정상시와의 비교가 필요하고 點檢時에는 電氣絶緣油나 SF₆가스 등의 異臭에 의하여 이상을 발견, 확인하는 경우도 있다.

또 설비의 교체에 대해서는 그 설비의 殘餘壽命, 系統의 대규모화·복잡화에 따라 성능·기능향상, 환경에의 융합, 경제성 등을 평가하고 총합적으로 판단하여 실시하고 있으나 그중에는 殘餘壽命이 특

히 중요한 지표가 되고 있다.

2.1.2 變電設備의 現況

上述한 바와 같이 현재의 유지보수는 기기의 상태 파악으로서의 巡視(五感이 主體)·常時監視(자동 감시가 主體)가 행해지고 있으며, 巡視가 인간의 五感を 主體로 하고 있으며 點檢은 기능·구조에 맞추어 실시하고 있으나 이의 예를 變壓器·GIS·斷路器의 整備基準에 의하여 表 2.1~2.3에 나타낸다.

巡視의 빈도는 “보통순시”에서 有人變電所 1회/일, 無人變電所 2회/월이 일반적이며 “細密巡視는 1회/월~1회/3개월 정도이다. 點檢에 관해서는 기기·장치 등의 실태에 따라 정하고 있다. 예를 들어 변압기의 본체와 GIS의 보통점검은 1회/6년, GIS의 정밀점검은 1회/12년 등으로 되어 있다.

【주의할 점】

각 變電機器의 密封技術·센서技術 등의 공통기술이 있기 때문에 그에 대해서는 앞서 그 기술을 이용하고 있는 機器의 節에서 다루었다. 이 경우 參照節의 설명을 기재한다. 2.9節 「碍子」에는 汚損에 관한 진단방법에 대하여만 기술하고 不良檢出 등 碍子の 일반적 진단에 대해서는 4.2節 「不良碍子檢出」을 참조. 또 변전소 구내의 케이블에 대하여는 3章 「地中送配電設備의 診斷技術」을 참조할 것.

2.10節 「制御盤·配電盤」은 각 機器의 制御函·制御盤關係, 또한 充電器·蓄電器에 관해서도 기재하였다.

2.11節 「기타設備의 診斷」은 母線의 加熱診斷 등 설비전체의 진단기술에 관하여 기재하고 2.12節 「장래의 진단기술」에서는 常時自動點檢을 주로 한 진단기술의 체계화, 토탈시스템化 등의 앞으로의 동향과 과제에 관하여 기술하였다.

2.2 가스絶緣機器

가스절연기이라 함은 주로 SF₆가스를 절연매체로 하여 이용하는 機器의 총칭으로 단일기기의 대표적인 것은 가스遮斷器이며, 플랜트를 고려하면 가스

<표 2.1> 變壓器 現況의 整備基準

點檢項目	巡視	普通點檢	細密點檢	適宜	點檢內容(方法)
變壓器本體	○				油溫체크(溫度計) 油面체크(油面計) 異常勵磁音, 振動유무, ... 등 捲線의 絶緣抵抗측정(메거) 絶緣油의 絶緣破壞電壓측정(절연유 내압시험장치) 油中가스分析(가스크로마토그래피) 水分測定(칼피서법 등의 水分定量法) ... 등 絶緣油교체 또는 여과
負荷時轉換器	○		○		油面체크(油面計) 動作狀態, 動作回數체크, ... 등 轉換開閉器의 내부점검 <ul style="list-style-type: none"> 各部接觸子의 접촉상황 限流抵抗器의 파손, 變形의 유무 各端子의 접속상태 機構部의 상황 등
		○	○		구동장치의 점검(전동조작기구, 전달기구 외부점검) <ul style="list-style-type: none"> 動作상황 電動機 등의 절연저항 측정 傳達機構의 마모, 헐거움, 핀類의 마모, 질손 등
		○	○		制御裝置 및 保護裝置의 점검 <ul style="list-style-type: none"> 開閉器類의 접속상태 繼電器類의 점접상태 및 특성 保護裝置의 동작상황
活線淨電機	○				漏油의 유무 油壓의 체크(壓力計) 異常音, 振動의 유무, ... 등 爐材교체
		○			스트레이너 분해점검 各種測定試驗, ... 등
防音탱크 또는 건물	○				防音 매트와 바리, 탱크 등의 발청, 結露 등의 체크
機械的保護繼電器		○			接點의 동작시험
기타冷却裝置부싱等	○	○	○		
制御保護回路의 點檢		○			繼電器의 경보시험 冷却팬, 油펌프의 始動停止試驗 配線의 절연저항 측정 配線의 細密目視點檢
本體內部點檢				○	捲線, 鐵心, 리드선 등의 점검
外部細密點檢		○			변압기 본체 및 附屬品의 漏油, 발청, 塗裝, 바리, 損傷의 點檢 各所의 접속부 이완 점검 및 조임 冷却裝置 등의 먼지제거
臨時點檢				○	電氣의 特性試驗 <ul style="list-style-type: none"> 變壓比測定 정전용량 측정 tanδ 測定 여자전류 측정 절연저항 측정 전압파형 측정 임피던스測定

<표 2.2> GIS 現況의 整備基準

點檢項目	巡視	普通點檢	細密點檢	點檢內容(方法)
外部一般	○	○		開閉表示燈의 표시 異常音, 異臭等の 발생유무 端子部의 과열변색의 유무 부싱, 碼管의 균열, 파손의 有無 및 오손상황 設置케이스, 架臺等 도장의 발청狀況, 損傷의 유무... 등
漏氣(空氣系統)	○	○		배관접속부로부터의 漏氣音의 유무
漏油	○	○		油壓系統으로부터의 漏油의 유무 다쉬포트로부터의 漏油의 유무... 등
操作裝置 및 制御盤	○	○	○	壓力計의 指示(空氣·油·가스壓計) 動作回數計의 指示(操作裝置·油펌프·가스컴프레서) 操作函 및 盤內 濕潤, 물의 낀, 발청의 有無 및 오손상황 등 開閉表示의 상태확인 操作前後의 압력계 관독(空氣·油·가스壓) 각종 밸브類의 點檢 操作器의 漏氣-漏油의 유무 給油·部品の 교환 개폐조작시험 제어회로점검, 등
測定試驗		○	○	절연저항의 측정 접촉저항의 측정 히터 斷線의 유무 계전기 동작시험 開閉特性試驗(投入·開極時間·3相부전의 측정 및 조정) 최저동작압력, 전압측정 引出 自由試驗 압력개폐기의 試驗(空氣·油·가스) 壓力計의 체크(計器·誤差·試驗) 空氣·油·가스의 소비량측정 등 漏氣試驗
其他			○	압축기, 밸브類의 분해점검 內部點檢(차단부·단로부·흡착제) 部分放電測定 보온장치점검 吸着劑, 패킹交換

絶緣開閉裝置가 있다. 또 근래 출현하기 시작한 가스絶緣變壓器도 있다. 여기서는 현재 상당히 광범위하게 실용화되어 있는 가스차단기 및 가스절연개폐장치에 관해서 기술하기로 한다.

2.2.1 가스절연개폐장치의 診斷技術

1. 가스절연개폐장치(GIS)의 개요

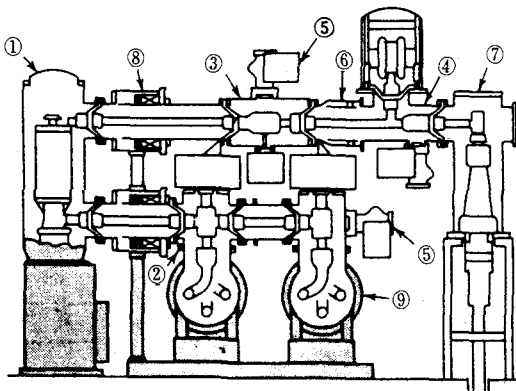
GIS는 그림 2.2 케이블送電線回路的 내부구조도에 표시한 바와 같이 금속용기 중에 있는 충전부를

고체절연물(이하 스페이서 또는 絶緣筒으로 약칭)로 지지하고 SF₆가스를 充滿시켜 절연함과 동시에 차단기, 단로기, 접지개폐기, 母線, 變流器, 계기용 변압기, 케이블헤드 등을 접속하여 구성된 시스템이다. GIS를 구성하는 각 機器는 그 중요도에 따라서 스페이서에서 가스를 區劃하여 만일의 사고에 타기기의 영향을 받지 않도록 배려하고 있다.

GIS의 최대이점은 母線 및 개폐기기의 축소화에 의하여 변전설비 전체를 콤팩트化할 수가 있다. 특히 변전설비의 콤팩트化 요청이 매우 높고 또 환경

<표 2.3> 斷路器 現況의 整備基準

點檢項目		巡視	普通點檢	細密點檢	點檢內容(方法)
外部 一般點檢		○	○		主回路端子, 接촉부의 過熱, 變색投入 또는 開放狀態 接點部の 電流開閉에 의한 아크 흔적 操作로드(連結機構部)의 변형·파손의 유무
		○			애자균열·破損의 유무·오손상황 애자절연저항측정 및 청소
			○	○	접촉부의 점검
操作裝置內部點檢		○	○		函內濕潤發生의 유무, 오손상황, 스페이스히터의 溫度調節
				○	電磁밸브, 操作 실린더의 分解點檢
			○	○	接點部の 발청, 아크에 의한 損傷의 유무 低壓回路配線의 접속상태
각종 시험	開閉試驗		○		投入 또는 開放狀態 및 동작상태, 漏氣音의 유무
	最低動作試驗		○		최저동작압력측정
	絶緣抵抗測定		○	○	制御回路一括과 大地間
	인터록試驗		○		접지장치
	動作確認裝置		○	○	동작점검
	手動操作壓力測定		○	○	手動 핸들 봉으로 측정



- ① 가스遮斷器
- ② 母線斷路器
- ③ 線路側斷路器
- ④ 線路側接地裝置
- ⑤ 接地裝置
- ⑥ 增幅形計器用 變壓器分壓器
- ⑦ 케이블 接續部
- ⑧ 變流器
- ⑨ 主母線(三相形)

<그림 2.2> 케이블 送電線回路 GIS의 斷面圖

과의 調和, 高信賴性, 安全性, 省力化, 設置工期의 단축 등의 여러 요청으로부터 급속하게 GIS化가 진전되고 있다.

최근, 차단기, 단로기, 계기용변성기, 접속도체 등을 금속용기에 收納하고 SF₆가스를 封入한 22kV~66, 77kV級의 큐비클타입의 GIS(C-GIS)가 出現하였다. 遮斷器로서는 가스遮斷器 또는 眞空遮斷器가 이용되고 있다.

2. 異常進展의 메커니즘

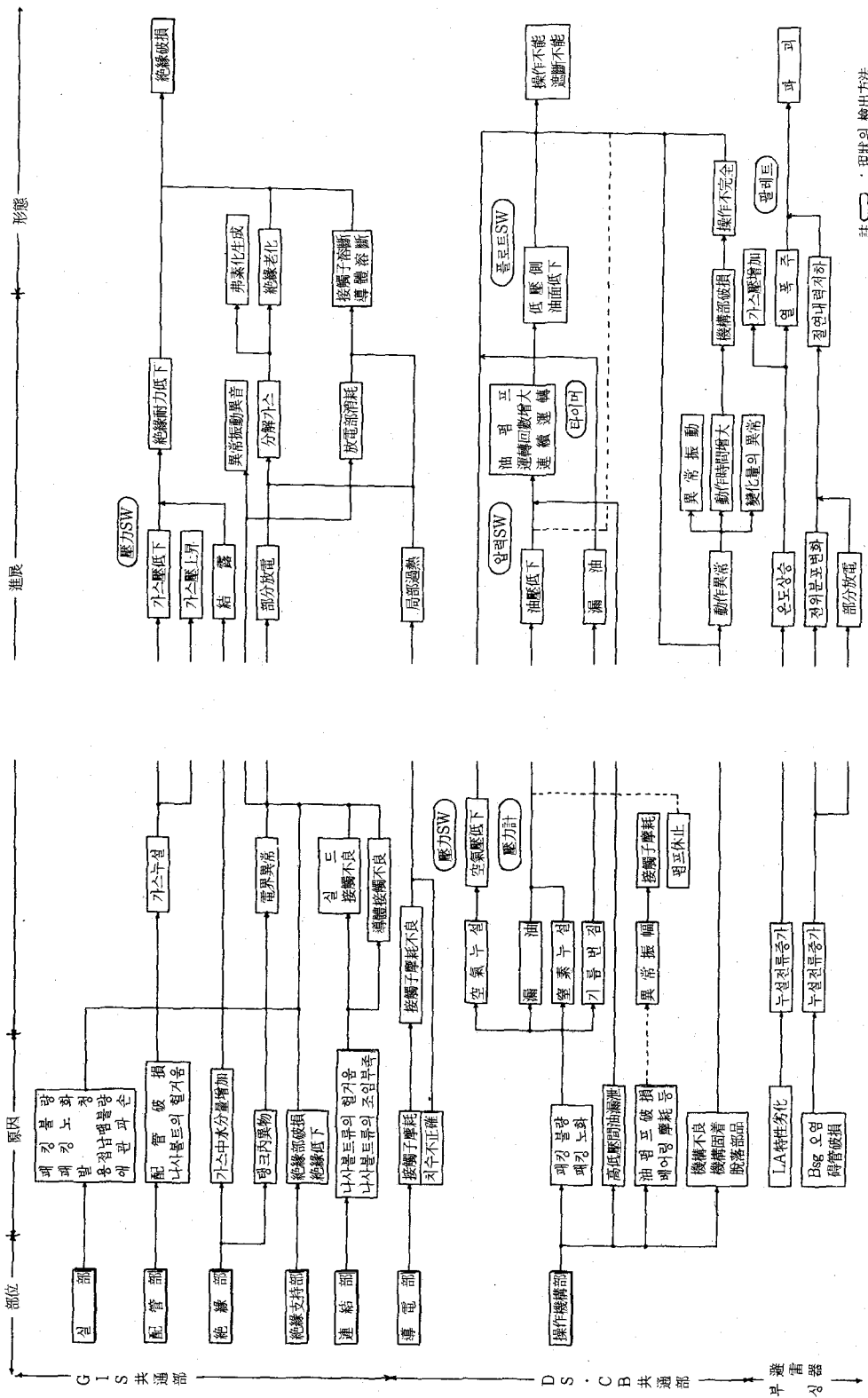
GIS의 이상진전을 고려하면 통상 운전조작에 따라 발생하는 劣化와 제조, 설치단계에서의 불완전이 그 이후의 시험검사에서 검출되지 않고 異常狀態를 內在한 채 운전에 들어가 장기간의 운전조작에 의하여 顯在化되는 異常으로 대별된다. 각종 이상의 進展흐름도를 그림 2.3에 나타내었다.

GIS의 經年劣化의 部位로서 다음과 같은 것이 있다.

- ① 接觸部(消耗, 마찰)
- ② SF₆가스(水分, 分解生成物)
- ③ 절연물
- ④ 가스킷 등의 실 材料
- ⑤ 潤滑材料
- ⑥ 제어회로부품(壓力 SW, 密度 SW, 리미트 SW, 릴레이 등)

또 異常은 운전조작에 따라 잠재요인이 顯在化할 뿐으로서 다음 項에서 다루게 될 事故, 障害의 實績으로부터 異常의 原因으로 다음과 같은 것이 나타나고 있다.

- ① 각종도체, 部材조임너트, 볼트의 풀림이나 脫落, 조작진동에 의한 部品の 脫락
- ② 微小金屬異物質의 용기내잔류



註 □ : 現狀의 檢出方法

<그림 2.3> GIS 사고 · 장애진전 흐름도

- ③ 제조, 설치시공단계의 용접, 납땜질불량
- ④ 조작기계부 불량

3. GIS의 事故, 障害 實績과 分析

70여건의 GIS障害를 양상별, 部位別로 조사분석한 결과가 나타나 있다.

樣相別로는 漏氣, 가스壓 저하가 전체의 약 40% 이고 이로 인한 동작불량 등의 개폐기에 관한한 이상상태가 많아 양자를 합하면 약 60%의 장애가 일어나고 있다.

한편, 部位別로 보면 가스차단기, 단로기, 접지장치 등의 개폐기 異常이 전체의 63%, 母線關係의 이상상태를 포함하면 전체의 91%의 장애를 나타내고 있다.

또 電力會社들의 GIS장애의 발견동기별로 분석한 결과에 의하면 정밀점검 정기점검에서의 발견은 34%인데 비하여 일상순시에 의한 발견은 2%밖에 되지 않는다. 또 릴레이동작, 조작에 의하여 障害가 나타나는 케이스는 53%이며 조작에 의하여 장애가 顯在化한다고 하는 개폐기의 특수성이 나타나고 있는 것이다.

GIS구조상의 특수성에서 탱크내부에 사고·장애가 발생할 경우 標定으로부터 復舊까지 상당한 시간이 걸린다. 따라서 故障·障害의 標定技術은 중요한 과제가 아닐 수 없다.

4. 現狀의 整備點檢

GIS는 밀폐된 시스템機器이기 때문에 변전소에 설치된 시점에서 각종 시험에 의하여 그 信賴性을 확인하는 것은 당연하다. 그러나 工場에서의 각종 시험으로 확인되고 있는 것도 輸送·設置의 과정을 거치므로 內在하고 있는 무엇인가의 잠재요인이 顯在化할 가능성도 전혀 없지는 않다.

따라서 現地 設置試驗 단계에서 행해지고 있는 商用周波 耐電壓試驗時에, 다음 項에 기술하는 외부진단기술의 일부인 部分放電測定, 초음파측정을 적용하는 것은 GIS의 건전성을 확인하는 것으로서 의미가 있다. 또 이와 같은 외부진단기술을 통상의 점검업무로 취급함에 따라서 整備點檢業務의 高度

化가 예측된다.

운전개시 1년후 정도로 앞서 기술한 외부진단(부분방전측정, 초음파측정)을 도입한 최초점검(보통점검수준)을 실시, 사고의 미연방지, 혹은 효과적인 정비업무의 효율화를 도모한다.

5. 診斷技術·自動監視技術

각종 이상의 前兆現象을 檢知하는 외부진단기술이 각방면에서 연구되고 각종방법이 제안되고 있다. 또 GIS 내부의 故障點 標定도 중요하고 이에 효과적인 前兆現象과 검출기술에 관하여 GIS로서 정리한 것을 表 2.4 에 나타내었다.

예를 들면, 內部에서의 나사풀림 등에 의한 접촉불량에 기인하여 「부분방전→부분방전의 계속에 의한 絶緣低下→絶緣破壞」에 이르는 모드를 상정할 수 있는데 이 과정에서 音, 振動, 分解가스가 부수적으로 발생한다. 또 실 不良에 의한 조작기구의 이상상태와 같이 장시간에 걸쳐 顯在化하는 모드도 고려하고 있다.

이와 같은 상태에 이르기 전에 異常을 포착하는데는 이상상태가 경미한 단계에서 檢知하는 것이 바람직하지만 信號檢出의 가능성이나 감시항목수로부터 생략하여 어느 정도 이상이 진전되어 검출하기 쉬어진 단계에야 목표를 정하여 검출하게 되는 것이 실제적이다.

아래에 ① GIS의 절연성능, ② 도체접속부의 通電性能, ③ 개폐기기의 개폐성능, ④ 고장점의 標定技術 등 4개 項目에 관하여 외부진단기술 및 자동감시기술을 소개한다.

a. 部分放電檢出에 의한 절연성능진단

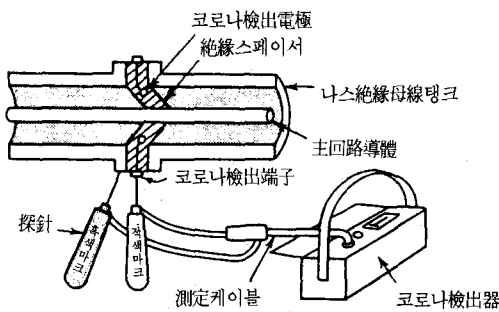
부분방전의 검출방법으로서 다음 네가지 형태가 있다.

(1) 絶緣스페이스法(電氣의部分放電檢出法) : 그림 2.4 와 같이 GIS의 절연스페이스내에 내장된 電極과 탱크플랜지부에 측정용 探針을 접촉시켜 부분방전펄스를 검출하고 指示計로 판독하는 방법이 개발되고 있다. 더욱이 오실로스코프에 의한 정밀펄스 波形觀測에 따라 부분방전에 있어서 어느 정도

<표 2.4> GIS의 監視項目과 測定

項目	監視의 現象	測定 裝置	常 時	定 檢 時		異常時
				活 線	停 止	
絶 緣 機 能	內部部分放電	코로나 檢出器	△	○		○
	異常音(波)	소닉센서(金屬異物檢出)		○		○
	가스壓低下	密度스위치	○	○	○	○
		가스리크 檢出器	△	○	○	○
	가스中水分增加	水分計		○	○	○
	가스分解	가스檢知管				○
		自動가스分析裝置				○
	절연저항 저하	절연저항계			○	○
	地絡	충격압력 검출기	△			
		振動檢出器	△			
通 電 性 能	溫度上昇增大	서모미터	△			○
	가스壓 上昇	壓力計	○	○	○	○
	主回路抵抗增加	主回路抵抗計			○	○
	접촉상태 불량	코로나檢出器		○		○
	(電極消耗量)	X線診斷法				○
機 械 的 性 能	개폐시간 증대	개폐시간 측정기(타임미터)	△		○	
	可動部の 마찰력/폴립	저속구동법				○
	증대	X線 진단법				○
	동작회수 과잉	회數計	○	○	○	○
	構造變形·部品の 결함	X線診斷法				○
油面低下	油面計	○	○	○	○	

【註】○：實施中 △：適用檢討中



<그림 2.4> 코로나檢出器에 의한 測定

발생부위의 推定도 가능하다.

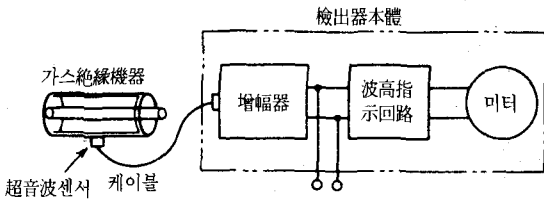
(2) 탱크外壁檢出法(電氣的部分放電檢出法) : GIS內部에서 부분방전 발생시에 탱크와 어스間에 생기는 미소한 電位差를 고주파廣帶域 프로브(探針)로 검출하고, 波形弁別 잡음제거회로에서 처리

하여 外來노이즈를 줄여 GIS내부의 부분방전만을 抽出한다.

絶緣스페이스法, 탱크外壁檢出法과 함께 測定器는 小形·輕量·可搬式으로서 운전중이라도 간편하게 적용할 수 있다.

(3) 振動·音響檢出法(機械的部分放電檢出法) : GIS내부에서 부분방전에 의한 기계적인 미소진동을 탱크외벽에 부착한 고감도의 振動加速度計로 검출하는 방법이 있다. 가속도계로 검출한 신호는 평균화처리 등에 의해서 노이즈를 제거하고 부분방전에 의한 진동가속도가 식별된다.

GIS탱크내에 微小金屬異物質이 있을 경우, 異物은 탱크內表面의 電界에 대응한 靜電力을 받아 이동하고 탱크內表面과 충돌한다. 이때, 탱크벽에 발



<그림 2.5> 超音波檢出器

생하는 미약한 초음파를 검출하는 방법이 개발되어 있다. 그 原理圖를 그림 2.5에 나타내었다.

(4) 呈色反應法(化學的 部分放電檢出法, 簡易分析法) : GIS내부에서 부분방전이 발생하면 미소한 SF₆분해가스와 生成物이 발생한다. 이 분해가스량을 간단히 알 수 있는 방법으로서 呈色反應法을 이용한 분해가스 검출장치(가스체크)가 개발되어 있다. 분해가스에 의하여 檢出素子가 變色되고 이 변색을 유지하는 시간으로서 분해가스의 농도를 알 수가 있다. 또 변전소에서의 정밀한 가스분석을 위하여 可搬式 가스클로매트 그래프도 있다. 한편 이 분해가스량과 방전 전하량과의 사이에 일정한 관계가 있다는 것을 알 수 있기 때문에 變色길이에서 대강의 방전전하량을 알 수 있다.

b. 通電性能 異常의 診斷

내부도체의 통전성능 이상에 의한 局所過熱이나 탱크, 碍子표면의 온도변화에서 검출하는 방법이 시도되고 있다. 이것은 적외선카메라에 의한 比較 畫像으로부터 온도분포의 패턴을 구하고 국소과열의 위치와 온도를 추정하는 방법으로 실제의 機器에서 종종 測定例가 보고되고 있다.

한편, 현지에 있어서 GIS內부의 접촉자상태나 볼트의 풀림, 실드 등 내부구조물의 탈락이상 등을 조사하는 방법으로서 X線촬영에 의한 內部透視法이 실용화되어 있다. 내부투시를 보다 확실하게 하기 위하여 接觸子의 주위에 X線吸收의 部材를 배치하지 않는 등, 구조면에서의 연구가 필요하다.

c. 開閉性能 異常의 診斷

開閉機器는 통상 정지되어 있기 때문에 그 개폐

성능의 이상검출은 어려우나 앞에서 기술한 바와 같이 이 障害의 발생률은 높고 중요한 진단항목이다. 개폐기기의 성질상 개폐기기의 동작시간을 측정하여 이상을 판단하지 않을 수 없다. 정기점검시 등과 같이 主接點의 개폐시간이 직접 측정되는 경우에는 동작시간의 변화로부터 操作機構部와 가스中の 동작부분에 대하여 潤滑不良, 變形破壞, 나사 풀림 등의 이상이 추정된다. 운전중인 경우에는 主接點과 連動하는 보조점접의 개폐시간을 측정하여 대신 사용하는 것도 있다. 또 동작시 마그네트코일에 흐르는 制御電流波形을 측정하는데 따라 마그네트部의 발청 등에 의한 동작불량을 검출하는 방법도 개발되고 있다.

개폐기기의 스트로크測定에 의한 진단법은 情報量이 많고 확실한 진단이 가능하기 때문에 현지에서 쉽게 스트로크측정이 가능하도록 構造面의 연구도 현실적으로 실행되고 운전상태에서 측정할 수 있는 기기도 있다. 또 차단기의 점점소모량 진단법으로서 개폐특성과 遮斷電流情報와의 組合에 의한 累積遮斷電流監視를 실시함으로써 接點의 남은 수명추정도 가능하게 되고 있다.

d. GIS의 故障點 標定方法

앞에서 기술한 바와 같이 만일 GIS의 내부에서 고장이 발생할 경우, 현재의 보호릴레이시스템에서는 그 보호범위가 넓기 때문에 고장점을 特定하기에는 불가능한 경우도 있다. 供給支障時間을 최대한 단축하기 위하여는 릴레이시스템과는 별도의 방법으로서의 고장점 標定手段이 바람직하다. 地絡(內部아크)에 수반되는 현상을 정리하면 표 2.5에 나타난 바와 같이 이러한 현상을 적절한 센서로 검출하고 릴레이情報와 組合하여 효과적인 地絡點標定을 실시할 수가 있다. 센서를 선택할 때는 각 센싱방법의 특징이나 GIS의 구성을 고려하는 것이 중요하다.

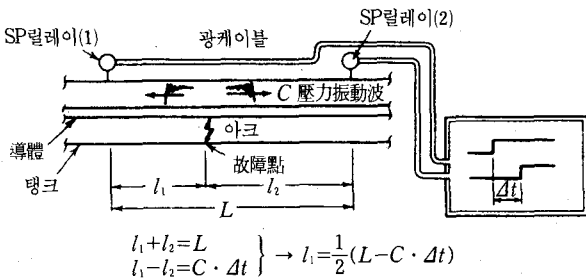
그림 2.6에 표시한 것처럼 內部아크에 의한 충격압력과 도착시간차를 검출하는데 따라 고장점표정의 방법이 있다. 표정원리에서 알 수 있듯이 長尺의 GIS母線에 複數의 충격압력릴레이(SP릴레

<표 2.5> 地絡點 위치결정 방법

검출하는 현상	원 인	적용센서	실용화 현 상	특 징 · 문 제 점
사고에 의한 전류의 검출	주회로에 흐르는 전류의 방향, 접지선에 흐르는 전류 등을 계측한다.	• CT • 광 CT • 서치코일 • 자계센서	◎ △ ○ ○	• 주회로의 전류를 측정하는 데는 다수의 CT가 필요 • 시스템전류의 방향을 측정하는 방법도 있음 • 접지선 전류방식에는 GIS의 각 구간을 한점에서 접지할 것 • 3상일괄 GIS의 相間단락사고는 검출감도가 낮음 • 공간적인 분해능은 CT의 설치간격에 의함
충격적인 압력의 검출	아크의 발생에 의한 충격적인 압력상승을 검출한다.	• SP릴레이 • 벨로즈방식 • 플로트방식 • 광압력계방식	◎	• 가스구분단위의 위치설정이 이루어짐 • 가스용기가 적은 구간에서는 압력상승률이 높아 파악이 쉽다
아크光的 검출	아크에 의한 發光을 포착	• 檢光素子 • 형광 파이버센서	△ △	• 검광소자를 다수 설치하면 가스구분단위에 의하여 더욱 精度가 높은 분해능도 얻을 수 있다 • 검광소자를 가스공간에 설치하는 등 가스중에 物質을 넣을 필요가 있음
器壁振動의 검출	아크압력, 전자진동 등에 의해서 器壁振動의 검출	• AE센서 • 진동센서 • 壓電소자 • 광진동계	△◎	• 진동의 크기, 진동개시시간 지연 등의 비교로서 위치를 파악할 수 있음 • 분해능은 센서의 장차간격에 의해서 결정된다
분해가스의 검출	아크에 의한 분해가스를 검출	• 가스체크기 (시약의 정색반응)	◎	• 코로나, 국부가열 등에 의해서 분해가스의 발생도 일어나므로 저전류의 아크 표정은 주의를 요함 • 가스구분단위의 표정이 행하여짐 • 현단계에서 자동계측은 행하여지지 않음
器壁온도상승의 검출	아크가 주행한 기벽의 온도상승을 검출한다	• 적외선 카메라 • 서모부어 • 온도센서	○ ○ ○	• 사고발생직후에 계측할 필요가 있음 • 주행속도의 차이가 온도상승의 차이가 되므로 주의를 요함 • 3상 1괄 GIS의 상간단락사고는 검출감도가 낮음

[註] ◎ : 실용에 있음 ○ : 적용가능 △ : 연구단계

이)를 配置, 최초로 신호가 온 SP릴레이를 트리거하여 시간계측을 하는 것으로서 고장점을 표정하는 방법이다. GIS의 각종 정보를 미리 入力해 두면 그림 2.7의 예와 같이 GIS의 가스系統圖上에 표시하는 것으로 復舊操作時 판단을 용이하게 하는데 유용하다.



<그림 2.6> 故障點 標定原理

e. 自動監視裝置

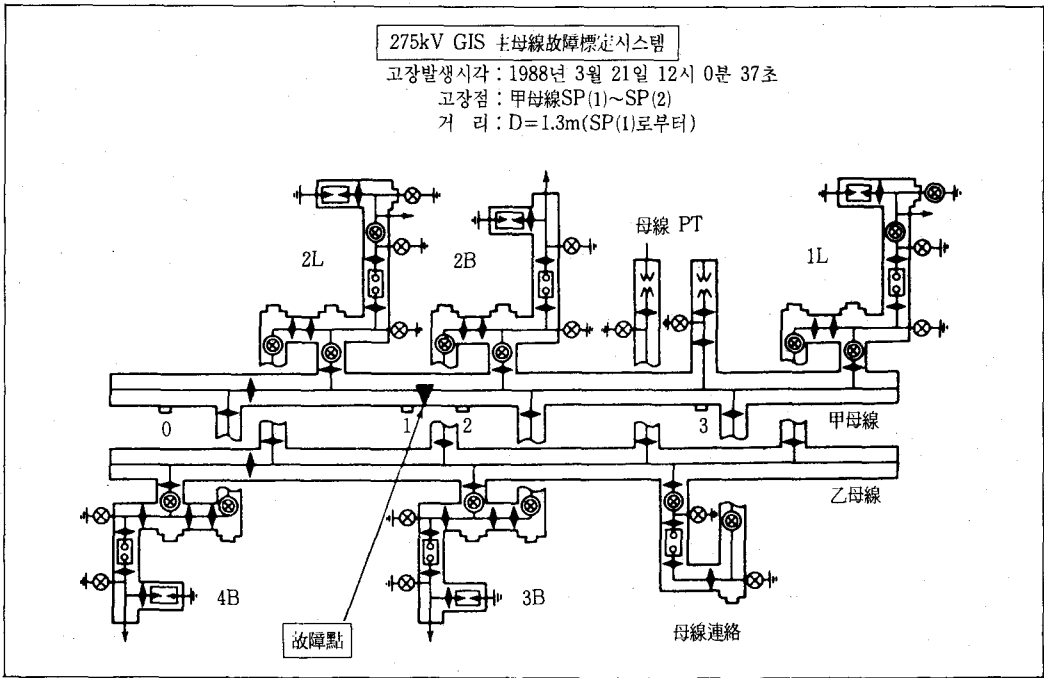
미연의 사고방지를 위한 감시항목은 前記한 외부 진단기술의 연장선상에 있고 연속적인 감시를 실시하는데 따라 그 변화하는 경향으로부터 異常의 前兆現象을 檢知하는 것은 효과적인 정비점검을 실시하는데 있어서 유효하다. 현재의 기술수준에서의 적용센서와 前兆現象을 정리하면 표 2.6과 같다.

자동감시·진단장치의 적용은 아직 초보단계 일뿐 현재로서는 시스템으로서 기기감시의 이상적인 상태에 대한 概念를 구축하는 단계에 있다.

앞으로의 課題로서

① 시스템으로서의 檢討

- 시스템으로서 構成方法, 對象機器, 變電所에서의 다른 시스템과의 整合性檢討 등
- 傳送技術(光電送), 데이터처리기술, 表示技術 등 토털시스템으로서의 검토 등



<그림 2.7> 故障點標定 畫面例

- ② 새로운 센서의 개발
- ③ 異常診斷 알고리즘의 확립

④ 센서의 신뢰성 평가
 등이 부상하고 있다. 상기 과제는 어느 것이나 필드에서의 적용을 단계적으로 진행시키는데 따라서 토털시스템으로서의 신뢰도를 서서히 확인하여 스텝 바이 스텝으로 적용의 확대를 꾀하고 있는 것이 현실이다.

<표 2.6> GIS·GCB 前兆現象과 適用檢出技術

故障項目	前兆(發生)現象	適用檢出技術
절연성능에 관련된 것	코로나放電	코로나센서
	異常音	
	가스壓低下	가스압센서
	가스中 水分增加	
	가스分解	가스체크
통전성능에 관련된 것	絶緣抵抗 低下	LA 漏電流센서
	溫度上昇 增大	内部溫度센서
	主回路抵抗 增大·接觸不良	
	가스壓 上昇	
	電極消耗 增大·接觸不良	
기계적성능에 관련된 것	開閉時間 增大	開閉센서
	電極消耗 增大	
	動作回數 過剩	動作時間, 間隔測定
	驅動系의 摩擦力 增大	
	構造變形	
지락검출에 관련된 것	地絡電流 發生	地絡檢出센서
	地絡光 發生	
	衝擊壓力 發生	
	탱크表面 高周波振動 發生	

6. 將來的 監視·診斷裝置

前項에서 기술한 과제는 각종 기술의 진보에 의하여 보다 우수한 手法이 개발되고 또 필드에서의 적용데이터가 축적되어 진단기술의 발전, 개량이 기대된다. 더욱이 운전원, 정비원의 적절한 판단으로 사고를 미연에 방지하는 것도 적어지고, 이와 같은 전문가의 지식을 체계화하여 처리기술의 하나로써 知識工學(Artificial Intelligence: 略稱 AI)을 응용한 엑스퍼트시스템을 진단장치에 조립하여 온라인監視와 오프라인診斷을 적절히 組合한 變電所 전체의 高度機器管理시스템을 구축하는 것이 장래에 필요하게 될 것으로 생각된다. 이에 대해서는 2.12節을 參照할 것.