전력기기의 감시진단기술 상

김 광 화
한국전기연구소 전력기기연구부 절연진단연구팀장

1. 감시진단기술의 동향과 우리의 현실

가. 감시진단기술의 동향

우리나라 산업의 발전에 따라 전력수요는 1970년대의 중화학공업의 발전과 아울러 급속히 신장하였고, 최근에는 공장 자동화와 맞물려 전력수요의 증대와 전력공급의 고신뢰성 및 전력품질의 제고를 요구하고 있다. 그리고 전력설비의 증대에 따른 용지를 확보하기 어려워 전력설비의 신증설이 쉽지가 않으며, 증설에 비용이 많이 소요되는 현상이 나타나고 있다. 또한 많은 변전소의 유지보수의 관리에 있어서도 소요되는 비용이 점차 증가하고 있어 효율적 관리가 필요하고, 고신뢰성을 유지할 필요가 있다. 오늘날 우리사회에서 문제가 되고 있는 3D 현상과 같이 점점 힘들고 어려운 일을 기피하고 있어 전문인력의 양성도 어려운 실정이다.

이상과 같은 문제점의 타개방안으로 크게 전력기기의 질적 성능향상과 기기의 감시진단에 의한 운전·유지보수의 합리화를 들 수 있다. 전력기기의 질적 향상에서는 경제성, 신뢰성이 높고, 무보수화할 수 있는 전력기기의 개발이 대두되고 있으며, 전력기기의 감시진단에 의한 운전·유지보수의 합리화를 위해서는 변전소의 보수와 운전경비를 절감하는 방안인 컴퓨터 등을 이용한 전문가 시스템이 등장하여 운전 및 보수업무의 효율을 높이고, 사고를 미연에 방지하기 위한 기기의 진단과 사고시 사고조치와 복구의 효율성 증대에 이용되고 있다.

그러므로 전력기기의 감시진단을 통하여 효율적이고 합리적인 운전 및 유지보수를 하기 위해서는 기기의 감시진단기술이 중요한 것으로 사료된다.

나. 우리의 현실

우리의 현실은 사회적인 면에서 선진국에 진입하는 단계로 전력수요는 고품질 고신뢰성을 요구하고 있으나, 전력공급 측면에서는 전력기기들이 신설한 지 20년이 지난 것이 많이 있어 신뢰성 면에서 열악한 편이며, 초기 설치시 경제성과 기술적인 문제와 함께 설비의 단가저하로 전력기기의 신뢰성이 떨어지는 형편에 있으며, 유지 및 보수에 관한 것도 체계적인 연구가 이루어지지 않아 우리의 현실과는 거리가 있는 실정이다.

국내의 전력기기 생산업체의 실태에 있어서도 중소기업이 대부분이고 이들 업체는 기기의 설계능력도 거의 전무한 실정이라 고품질 전력기기의 개발

을 바랄 수 없으며, 대기업에서 조차 현재 생산하고 있는 전력기기는 이미 외국에서 기술을 도입하여 생산되고 있으나, 이 기술도 실질적인 설계기술이 아닌 생산기술에 불과하여 설계를 위한 실질적인 기술은 부재상태이고, 기술개발에 대한 개념보다는 생산 비용의 저감에만 집중되어 오히려 초기의 제품보다 신뢰성을 떨어지게 할 수 있는 요인으로 작용하고 있는 것으로 사료된다. 그리고 대부분의 기업이 새로운 기기의 개발 등에 관심은 거의 없고, 사용자의 방침에만 의존하고 있는 실정이다.

2. 전력기기의 감시진단기술

가. 개요

전력기기의 유지보수의 흐름은 종래의 시간기준정비(Time Base Maintenance)에서 상태기준정비(Condition Base Maintenance)개념으로 바뀌고 있으며, 시간기준정비에서도 사용기기의 변천과 전력수요의 특성변화로 인하여 종래의 기준을 적용하는 것은 경제적 신뢰성 측면에서 바람직하지 못하다. 따라서 새로운 기기에 알맞는 유지보수 기법과 상태진단 기술발전에 의한 기기의 유지보수에 효율적 합리적으로 대처하고, 신뢰성을 높이는데 역할을 할 수 있도록 연구개발하고 있는 상태이다.

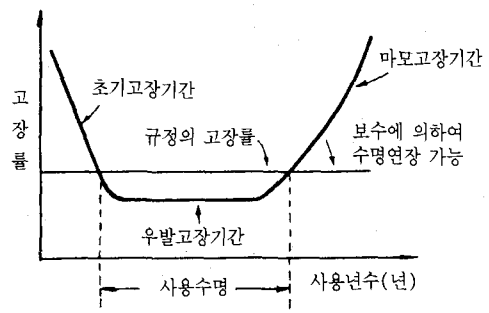
현재의 변전설비의 유지보수는 외관 구조점검을 주체로 하는 시간기준정비에 의한 정기적인 부품교환이나 정비에 의한 예방정비가 주이지만, 실제로는 고장 발생후 그 부위를 정비하는 고장후 정비가 많은 비중을 차지하고 있다. 따라서 기기의 상태를 진단하여 사전에 미리 정비하는 자동 감시진단 시스템, 운전 정비시스템의 구축을 필요로 한다. 자동감시진단시스템의 도입에 따라 기대 가능한 기능 및 효과는 다음과 같다.

이의 도입에 따라 사고 예지 및 조기 복구가 가능하여 설비의 사용 효율을 높일 수 있고, 고품질의 전력공급이 가능하고, 신뢰성향상을 할 수 있게 되어 그 결과 설비의 유효 사용기간에서의 운전 및 유지보수에 있어서 전체적으로 비용을 저감할 수 있어 경제성을 도모할 수 있다. 그리고 종래에는 전력기기의 유지시간 기준형으로 예방 유지하였기 때문에 기기의 남은 수명이 파악되지 않아 불필요한 손실이 발생하고, 수명이 남아있는 부품도 교환하게 되는 경우도 많았다. 이와 같이 자동감시 시스템과 운전업무 및 유지보수업무 지원 시스템을 구축하면 전력기기를 고성능 고기능화할 수 있는 인텔리전트(Intelligent)시스템이 가능하게 될 것이고, 설비의 원방집중감시 및 제어가 가능하므로 무인화 추진이 가능하게 된다. 따라서 전력기기의 전반에 걸쳐서 전체적인 유지 비용의 절감과 전력공급의 고신뢰성화 및 고품질화를 추구할 수 있는 이점이 있으며, 전문인력의 부족을 메꿀 수 있는 방안이 된다.

그러나 이상과 같은 감시진단 기술은 아직 연구단계로서, 일부만 실용화되어 있는 상태이고 신뢰성면에서는 아직 문제가 남아 있다. 이 기술을 적용할 때 단순히 감각적으로 범위를 선정하면 실제로 얻는 결과와 차이가 크게 나타나므로 적용전에 치밀한 검토를 한 후에 전력사용자의 여건에 따라 적용범위를 적절히 선택해야만이 경제적 실질적 이득이 있을 것으로 사료된다. 그리고 단순히 기존 전력기기의 비용과 감시진단기술 적용의 비용을 대비한다면 경제성이 없는 것이 일반적이지만, 불시 고장으로 인한 손실을 감안한다면 충분히 경제성이 있는 것으로 나타나는 경우가 많다.

나. 기기의 수명 및 신뢰성 특성

일반적으로 전력기기에서 수명을 좌우하는 것은 여러 가지가 있겠지만, 특히 절연의 수명점을 기기의 수명점으로 고려할 수 있다. 왜냐하면 일반적으로 전력기기중 구동부가 있는 기기는 구동부의 마모나 파괴시 그 부분만을 보수하여 사용하는 것이 가능하나, 절연물은 전반적으로 충만되어 있어 일



<그림 1> 신뢰성 Bathtub 곡선

부의 열화시는 절연물을 전부 교체하든가 새로운 기기로 대체하여야 하므로 일반적으로 절연물의 수명점이 전력기기의 수명점이 된다.

IEC-216에서 절연물의 일반적인 수명점은 "절연파괴전압 초기치의 50%인 점"으로 정의하고 있다.

일반적으로 전력기기에서 신뢰성 곡선은 **그림 1**과 같이 나타나고, 초기치의 50% 이하에서는 수명기에 들어가며 이 단계에서 열화의 진행도는 급속히 이루어지고 있다. 예를 들면 회전기의 절연설계는 정격전압의 4~5배에서 설계되며, 수명점은 X-3σ값(X : 평균절연파괴전압, σ : 표준편차)인 점으로 하며 이 값은 초기치의 40%에 해당하고 이 시점에서 교체를 하는 것이 타당하다고 보고되고 있다.

그림 1과 같이 마모기에 들어서면 사고날 확률이 급속히 증가하므로 여기서 감시진단기술을 활용하여 예방정비를 하면 어느 정도 낮은 고장률로 장시간 사용이 가능하므로 경제적인 전력설비를 관리하는 것이 가능하다.

3. 전력기기의 절연진단시험법

본고에서는 전력기기의 절연열화상태를 분석할 수 있고 가장 활용을 많이 하는 대표적인 몇가지의 방법에 대하여 논하고자 한다. 여기서는 절연저항측정시험, 누설전류(PI)측정시험, 교류전류측정시험, 유전정접(tanδ)측정시험, 부분방전측정시험에 관하여 간략히 설명하고자 한다.

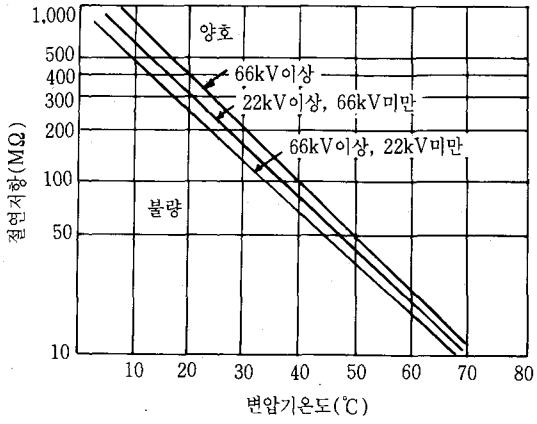
가. 절연저항측정시험(Megger시험)

실제로 절연체에 전압을 인가하였을 때 전류가 전혀 흐르지 않는 이상적인 절연체는 존재하지 않고, 내부 또는 표면을 따라 어느 정도의 전류가 흐른다. 이 인가전압에 대한 전류의 비를 저항단위로 표시하며, 이 저항값을 MΩ(Megga-ohm)단위로 표시하여 절연체가 갖는 절연저항이라 한다. 이 절연저항측정시험은 운전개시전이나 운전중에 필요한 절연저항을 가지고 있는가의 여부, 운전에 따른 절연저항 저하정도를 점검하고, 절연열화진단시험시 사용되는 고전압을 인가해도 충분한가를 점검하기 위하여 실시한다.

절연저항을 측정하기 위해서는 일반적으로 절연저항계(Megger)를 사용한다. 다음에서 설명할 절연체의 직류 유전특성 때문에 절연체에 흐르는 직류전류는 시간적으로 감소하는 특성을 보이는 경우가 많아, 일정전압 인가후 일정한 시간(통상 1분)이 경과하는 순간의 절연저항치를 직독하는 것으로 한다. 절연물에 인가되는 전압은 주로 DC 100~2000V 정도이며, 경우에 따라서는 5000V까지 사용되고 Meggaohm(1,000,000 Ohm)단위로 측정한다.

절연체에 외부로부터 이물질이 부착되거나 흡습 혹은 오손되면 절연체에 도전성 경로가 형성되어 절연저항이 낮아진다. 따라서 Megger시험에 의해 절연체의 흡습이나 이물질 혼입 등에 의한 오손상태를 어느 정도는 알 수 있다. 그러나 절연저항치는 시료의 절연구조, 형태, 공장에 따라 변하므로 절대치만으로 절연상태를 평가하기는 곤란하다. 따라서 Megger시험으로 절연체의 상태를 판정하기 위해서는 정기적인 측정에 의해 경년변화에 따른 절연저항변화추이를 평가하여 절연상태를 판정하는 것이 바람직하다.

절연저항 측정치가 최소절연저항 기준치보다 낮을 경우 절연에 이상이 생긴 것으로 분석되며, 측



<그림 2> 변압기 절연저항의 판정예

정치가 영이나 매우 낮은 값을 나타낼 경우 심한 탄화나 Tracking, 권선의 접지, 권선간의 단락현상 등이 발생한 것으로 판단할 수 있다.

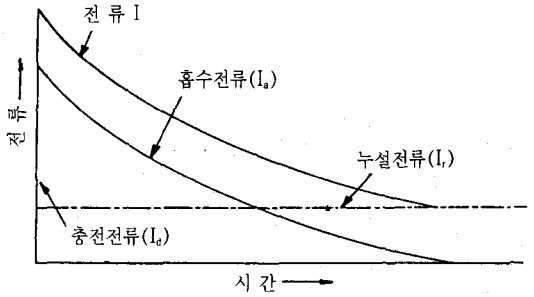
그림 2는 변압기의 정격전압별로 각 측정온도에 따른 절연저항 판정기준 특성 예를 보여주고 있다. 그림 2의 예에서 정격전압 66kV 이상의 변압기에서 측정온도가 20℃일 때 절연저항치가 400MΩ 이상이면 절연이 양호한 것으로 보고되고 있다.

나. 직류전류시험

직류전류시험은 절연물에 직류전압을 인가했을 때의 전류－시간특성으로부터 절연물의 흡습, 도전성불순물의 혼입 혹은 생성, 오손, 절연물의 결함 등 절연체의 상태를 판정하는 시험이다. 일반적으로 절연체에 직류전압을 인가하면 **그림 3**의 전전류와 같은 전류변화곡선을 측정할 수 있다. 측정된 전 전류치 I(t)는 그림과 같이 순시충전전류 Id(t), 흡수전류 Ia(t) 및 누설전류 Ir의 3개 성분으로 나눌 수 있으며, 다음 식으로 표시할 수 있다.

$$I(t)=Id(t)+Ia(t)+Ir \quad \cdots\cdots (1)$$

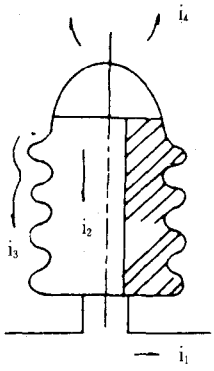
충전전류 Id(t)는 매우 빠른 속도로 감쇄되는 전류성분으로 진공중의 변위전류, 유전체의 전자분극 또는 이온분극에 의해 생성되는 전류 등을 포함한



<그림 3> 직류 전류－시간 특성

다. 이 충전전류의 응답시간은 적외선진동주기보다도 짧기 때문에 실제로 흐르는 전류는 인가전압 상승시간내에 감쇄된다. 흡수전류 Ia(t)는 쌍극자분극과 공간전하분극 때문에 발생하는 전류성분으로서 순시충전전류보다 천천히 감쇄하며 긴 것은 수시간 동안 감쇄하는 것도 있다. 이 흡수전류는 영구쌍극자 배열의 시간지연과정 및 캐리어의 이동이 공간전하를 형성하는 과정에서 나타나는 현상이다. 이 전류는 전압을 제거하였을 때 충전시와 반대 극성의 전류로서 나타난다. 누설전류 Ir은 절연물의 내부 혹은 표면을 실제로 전하가 이동하여 생기는 전도전류이며 시간에 대하여 거의 일정하다. 누설전류는 이온 및 전자이동에 의해 발생하지만, 실제 절연체에서는 이온전류인 경우가 많다. 이상과 같은 성분전류의 특징 때문에 전 전류 I(t)는 그림 3에서와 같이 시간경과에 따라 누설전류 Ir로 수렴됨을 알 수 있다.

직류누설전류시험은 측정주위 조건, 특히 습도의 영향을 받기 쉬운 것으로 알려져 있다. 변압기의 직류누설전류시험의 예를 들면 고압 인출부는 일반적으로 부싱으로 결합되어 있으므로 누설전류를 측정하기 위하여 부싱단자에 전압을 인가하면 **그림 4**와 같이 변압기 절연체 내부에서 흐르는 누설전류 외에 부싱내부의 표면누설전류, 부싱외부의 표면누설전류, 기중방전전류 등이 같이 측정되며, 표면누설전류 및 기중방전전류는 습도변화에 따라 큰 폭으로 변동하게 된다. 그러므로 높은 습도로 인하여



i_1 : 변압기 자체의 누설전류
i_2 : 부싱 안쪽의 표면누설전류
i_3 : 부싱 외부의 표면누설전류
i_4 : 기중방전전류

<그림 4> 부싱부의 누설전류

큰 누설전류치가 예상될 때는 접지부와 분리된 부싱부 가장 아래쪽에 가드전극(Guard Electrode)을 설치하여 직류누설전류시험을 행하는 것이 바람직하다.

이러한 직류누설전류시험은 직류 전류－시간특성에 있어서 전류의 크기는 시료의 형태, 크기에 따라서 변하기 때문에 전류의 크기만으로 절연상태를 판단하지는 못한다. 절연체가 열화하거나 흡습되면 누설전류가 증가하고 따라서 전류－시간 특성곡선에서는 누설전류의 상승으로 전류의 감쇄율이 낮아지게 된다. 이러한 특성을 이용하여 전류의 시간변화를 나타내는 지표로서 다음식과 같은 성극비(Polarization Index)를 사용하며, 이 성극비로서 시료의 흡습 및 오손 등의 열화상태를 판정한다.

$$\text{성극비(P.I)} = \frac{\text{전압인가 1분 후의 전류}}{\text{전압인가 10분 후의 전류}} \quad \cdots (2)$$

변압기에서는 일반적으로 1kV의 직류전압을 시간에 대한 누설전류를 측정하며, 식(2)에 의하여 계산된 성극지수에 의한 절연상태 판정기준예는 다음 **표 1**과 같다.

다. 교류전류시험

교류전류시험은 교류전압을 인가하였을 때에 흐르는 전류와 전압의 관계, 즉 I－V 특성으로부터

<표 1> 성극지수에 의한 절연상태 판정기준 예

성 극 지 수	절 연 상 태
1 이하	매우 위험
1.0～1.1	위험
1.1～1.25	요주의
1.25～2.0	양호
2 이상	매우 양호

절연상태를 조사하기 위한 시험이다. 교류전류시험은 나중에 설명될 tanδ 시험 및 부분방전시험에 의해 얻어지는 절연특성을 포함하는 시험결과를 얻을 수 있으며, 시험장치 및 그 취급이 비교적 간단한 것이 특징이다. 그러나 이 시험에서 얻어지는 결과는 tanδ 시험이나 부분방전시험에 의해 얻어지는 결과보다 그 정확성이 떨어진다. 절연물에 주파수 f의 교류전압 V를 인가하여 측정되는 전류 I는 **그림 5**와 같은 벡터도로 표현된다.

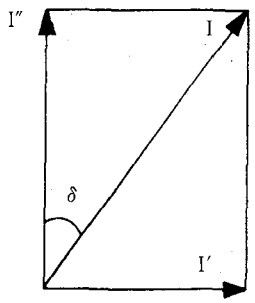
$$I = I' + jI''$$

I' : 손실전류성분 $= I'' \times \tan\delta$

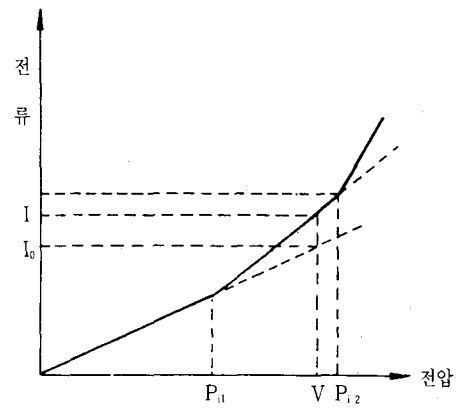
I'' : 충전전류성분 $= \omega CV$

$$I = \omega CV\sqrt{1+\tan^2\delta}$$
$$\approx \omega CV(1+(1/2)\tan^2\delta)$$
$$\approx \omega CV(1+\tan^2\delta) \quad \cdots (3)$$

식(3)에서 표시한 바와 같이 전류는 인가전압의 크기, 주파수, 절연체의 정전용량 및 tanδ에 따라 정해진다. 결과적으로 전류 I는 유전율 및 tanδ에 비례하게 된다. 절연물이 열화되거나 오손 또는 흡



<그림 5> 전류의 벡터도



<그림 6> 교류 전류－전압특성

습을 하게 되면 일반적으로, 유전율이나 tanδ가 증가하고, 또한 부분방전 발생시에도 정전용량이나 tanδ가 증가하게 된다. 따라서 절연체의 전류를 측정하면 절연체의 흡습, 열화 혹은 부분방전발생 등을 어느 정도 분석할 수 있다.

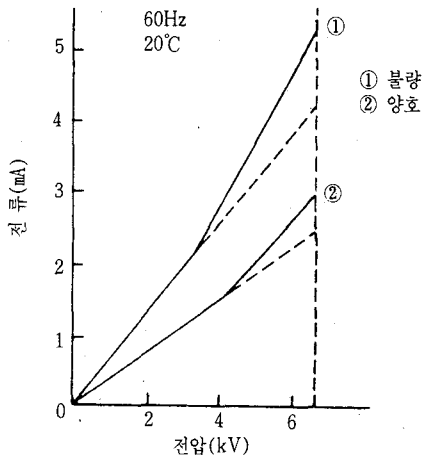
그림 6은 절연체에 교류전압을 인가하였을 때의 전류－전압특성을 나타내고 있다. 인가전압이 높아져서 부분방전현상이 발생하면 그림 6과 같이 전류는 전압에 비례하지 않고 급증하게 된다. 이 전류가 급증하는 점의 전압을 전류급증전압이라 부르며 일반적으로 Pi로 표시한다. 그림에서처럼 전류급증점이 2개 존재하는 경우 낮은 전압점을 제 1 전류급증점 Pi_1, 높은 점을 제 2 전류급증점 Pi_2로 칭하며, Pi_1은 부분방전개시전압 혹은 tanδ 증가전압과 비교적 잘 일치하는 경향이 있다. 또 Pi_2는 파괴전압과 상관관계가 있는 것으로 보고되고 있으며, 이러한 연구결과를 이용하여 Pi_2로부터 절연파괴전압을 추정하고자 하는 시도도 이루어지고 있다. 교류전류－전압특성에 있어서 측정된 전류절대치는 시험대상기기의 정격 및 절연시스템에 따라 많은 차를 보이기 때문에 일반적으로 다음 식으로 정의되는 전류증가율 △I를 교류전류 절연진단시험의 기준치로서 사용한다. 식(4)에서 사용되는 I 및 I_0는 그림 6에 잘 나타나 있다.

$$\triangle I = 100 \times (I - I_0)/I_0[\%] \cdots\cdots (4)$$

절연체가 열화되면 시험전압이 낮은 영역에서의 전류는 절연이 양호한 경우와 비교하여 거의 비슷한 값을 갖지만 시험전압이 높아지면 부분방전이 발생하여 전류가 급증한다. 따라서 전류급증전압은 양호한 절연에 비해서 낮아지고 전류증가율은 증대한다. 또 절연체가 흡습, 오손되어 있으면 정전용량 및 tanδ가 증가하여 전류치는 양호한 상태에 비해서 커진다. **그림 7**은 흡습, 오손된 시료와 절연상태가 양호한 시료의 전압－전류특성을 측정한 예이다. 흡습, 오손된 시료의 교류전류 특성곡선이 양호한 시료의 특성곡선보다 전류치가 크고 전류급증전압이 낮은 것을 알 수 있다.

라. 유전정접시험

유전체에 주기적으로 변화하는 전계 E를 가하면 이것에 의해서 생기는 분극 P도 또한 같은 주기로 변화한다고 생각해도 된다. 그러나 분극을 완료하는데는 시간이 필요하므로 P는 E보다 지연되어서 변화하게 된다. 지금 전계가 $E = E_0 e^{j\omega t}$로 변화하고, 전속밀도 D가 위상각 5만큼 늦어진다고 한다면 식(5)와 같이 쓸 수 있다.



<그림 7> 절연체상태에 따른 전압전류특성

$$D=D_0 e^{j(\omega t-\delta)} \quad \cdots\cdots (5)$$

이 경우의 유전율을 정전계의 경우와 같은 형태로 나타내면 식(6)이 된다.

$$\text{유전율}=\frac{D}{E}=\frac{D_0}{E_0}e^{-j\delta}$$

$$=\frac{D_0}{E_0}\cos\delta-j\frac{D_0}{E_0}\sin\delta \quad \cdots\cdots (6)$$

따라서 유전율은 복소수로 표시되어 식(7)과 같이 된다.

$$\varepsilon^*=\varepsilon'-j\varepsilon'' \quad \cdots\cdots (7)$$

ε^*를 복소유전율(Complex Dielectric Constant)이라 부르며, 교류전계하에서의 유전율이다. 즉 ε', ε'', δ 사이에는 식(8)과 같은 관계를 가진다.

$$\tan\delta=\frac{\varepsilon''}{\varepsilon'} \quad \cdots\cdots (8)$$

유전체에 교류전계를 가할 때 일반적으로 에너지 손실이 일어나고 이를 유전손(Dielectric Loss)이라 한다. ε^*되는 복소 유전율을 가진 유전체에 발생하는 유전손을 유도해 보자. **그림 8**에 나타낸 것처럼 ε^*인 유전체를 가득 채운 평행판 콘덴서에 각 주파수 ω인 정현파 교류전압 V를 인가한다. 유전체내의 전계를 E, 전속밀도를 D라 하면 전극에 흘러들어가는 전류 I는

$$I=\frac{dD}{dt}=j\omega D=j\omega\varepsilon^*E=j\omega\varepsilon'E+\omega\varepsilon''E \quad \cdots (9)$$

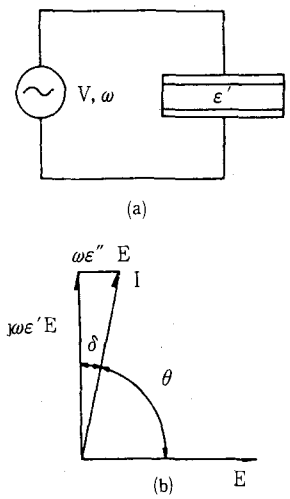
즉 그림에 나타낸 바와 같이 전류는 전계 E보다 90° 앞선 위상성분 $j\omega\varepsilon'$E와 같은 위상성분 $\omega\varepsilon''$E로 된다. 따라서 유전체의 단위체적당에 소비되는 에너지는 식(10)과 같이 된다.

$$W=E\times\omega\varepsilon''E=\omega\varepsilon''E^2=\omega\varepsilon'E^2\tan\delta \quad \cdots\cdots (10)$$

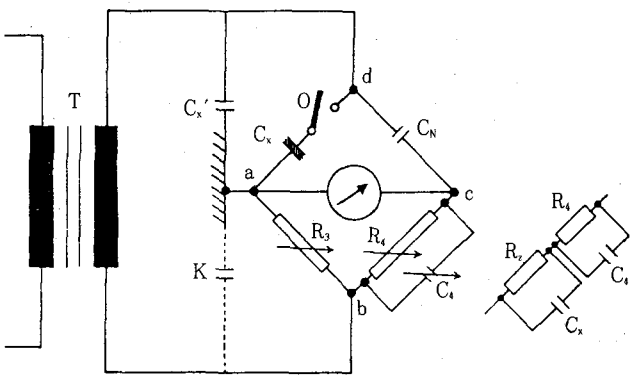
따라서 $\tan\delta$는 유전손을 나타내는 척도가 되며, 이것을 유전정접 또는 유전체 역률(Dielectric Loss Tangent or Dielectric Dissipation Factor)이라 부른다. 일반적으로 $\varepsilon'\gg\varepsilon''$이므로 δ는 매우 작다. 식(10)으로부터 유전손은 ε', $\tan\delta$, ω에 비례하며, 또한 E^2에 비례해서 증가함을 알 수 있다.

유전정접($\tan\delta$)은 절연체중의 수분량의 변화에 매우 민감하게 작용하기 때문에 흡습의 판정이나 절연체의 열화정도를 판정하는데 매우 효과적인 방법이다. 측정한 절대치나 절대치의 경년변화로부터 열화의 진단이 가능하다. 시험은 일반적으로 휴대용손실계($\tan\delta$계)나, **그림 9**와 같은 회로를 사용한 Schering Bridge 등을 이용하여 권선상호간 및 권선과 대지간의 $\tan\delta$를 측정한다.

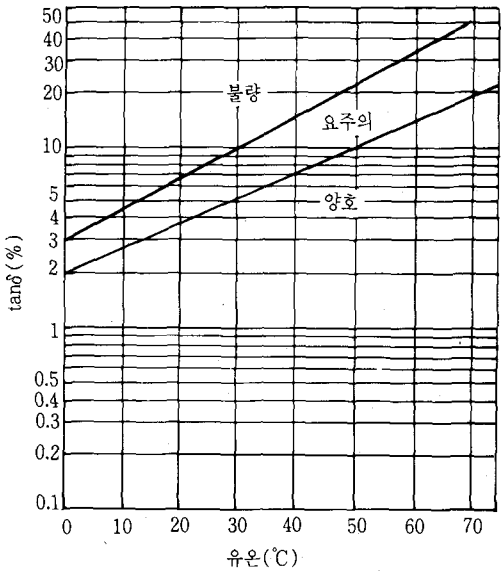
그림 10은 각 측정유온에 대한 변압기의 $\tan\delta$에 의한 열화판정기준예를 보여주고 있다. 최근 제조기술의 진보와 함께 $\tan\delta$치는 점차로 감소하여 1 % 이하의 것이 많다.



<그림 8> 유전체 손실



<그림 9> Schering Bridge를 이용한 tanδ 측정회로



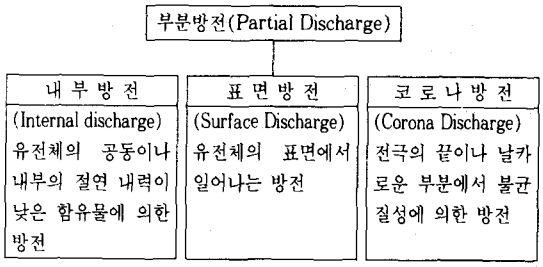
<그림 10> 변압기의 tanδ에 의한 열화판정기준예

마. 부분방전시험

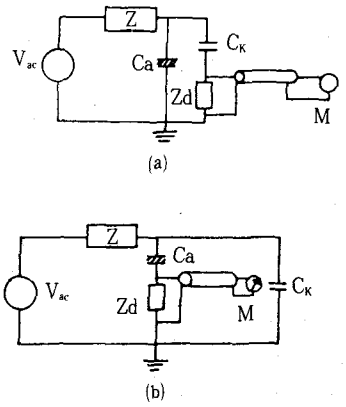
변압기 중대사고 중의 한가지인 절연파괴사고는 그 전구현상으로서 부분방전을 수반하는 경우가 많다. 그러므로 부분방전을 검출하면 절연파괴에 도달하지 않는 경미한 상태에서 변압기의 절연적 이상을 검출할 수 있다.

기기내부에 부분방전이 발생하면 펄스성 전류가 나타나는 동시에 가청주파수로부터 초음파에 걸친 광범위한 주파수 분포를 가진 음파가 발생한다. 이 때문에 부분방전을 검출하는 방법으로서는 펄스전류를 검출하는 전기적 신호검출법과 절연체중을 통하여 전파되는 초음파를 검출하는 기계적 신호검출법이 있다. 또한 전기적 신호검출법과 기계적 신호검출법을 병행하여 실시하면 부분방전의 위치탐지도 가능하다. 이러한 부분방전시험법에 대하여 간략히 설명하면 다음과 같다.

부분방전은 전극과 전극사이를 교락하지 않는 부분적인 방전을 말하며 이런 방전의 예는 다음과 같다. 고체 유전체 공동에서의 방전, 표면에서의 방전과 고압측의 날카로운 부분의 방전이다. 부분방전



<그림 11> 부분방전의 종류



<그림 12> 부분방전측정회로

은 **그림 11**과 같이 3종류로 표시된다.

부분방전은 측정법이 여러가지가 있는데 크게 2가지 방법으로 대별된다. 하나는 전기적 측정(펄스전류검출)법이고, 다른 하나는 비전기적인 측정법이다. 여기서는 전기적인 측정법에 대한 것만 약간 설명하기로 한다.

피시험대상물에 부분방전이 발생하면 발생개소에 미소한 펄스성 전압변화가 일어난다. 이것을 전기적인 회로에서 검출하기 위하여 부분방전회로는 아래의 **그림 12**와 같이 구성된다. 그림 12에서 피시험대상물에 부분방전이 발생하면 결합콘덴서를 통하여 부분방전펄스가 흐르게 된다. 이때 그림의 검출 임피던스에서 부분방전측정기로 들어가 이들을 측정할 수 있다.

☞ 다음 호에 계속