



제 61 회

건축전기설비기술사 문제해설 ②

자료제공 : 서울공과대학원 TEL.(02)676-1114  
 동인송담대 교수 유 상 봉/ 공학박사, 기술사  
 두원공대 교수 김 세 동/ 공학박사, 기술사  
 두원공대 겸임교수 임철교/ 기술사

본 시험정보는 2000. 5. 28 시행한 국가기술 자격검정 건축전기설비기술사 자격 시험에 출제된 1~4교시 문제를 1교시부터 해설하여 매월 연재합니다.

전선 표면으로 갈수록 전류가 많이 흐르게 되는 경향을 지니게 된다. 이것을 표피효과(Skin Effect)라고 한다.

표피 효과는 주파수가 높을수록, 전선의 단면적이 클수록, 도선율이 클수록 그리고 비투자율이 클수록 커진다.

이 때문에 전선의 유효 면적은 줄고 저항값은 직류의 경우보다 약간 증대하게 된다. 지금 임의의 도체의 교류 저항  $R_{AC}$ , 직류 저항  $R_{DC}$ 의 비를  $\Phi[mr]$ 라고 두면

풀이 및 해설

1 교시

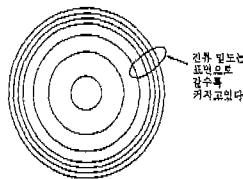
※ 다음 각 물음에 답하시오.(각10점)  
 [문제1~문제7(2001. 9호 참조)]

[문제8] 교류에서 표피효과의 발생원리를 설명하시오.

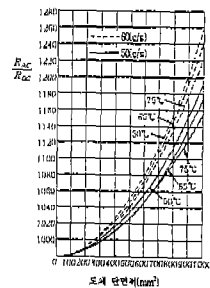
<해설>

전선에 교류가 흐를 경우에는 전선 내의 전류 밀도의 분포는 균일하지 않고 중심부는 소하고 주변부에 가까워질수록 전류 밀도가 커지고 있다.

이것은 전선의 중앙부를 흐르는 전류는 전류가 만드는 전자속과 쇄교하므로 전선 단면내의 중심부일수록 자력선 쇄교수가 커져서 인덕턴스가 커지기 때문이다. 그 결과 전선의 중심부일수록 리액턴스가 커져서 전류가 흐르기 어렵고



(a) 표피 효과의 개념도



(b)  $R_{AC}/R_{DC}$ 의 비율

그림 1. 표피 효과

$$\frac{R_{AC}}{R_{DC}} = \Phi[mr]$$

여기서,  $m = 2\pi \sqrt{\frac{2f\mu}{\rho}}$

$\pi$  : 투자율

$\rho$  : 고유저항

$f$ : 주파수

로 되며,  $\phi$ 를 표피작용 저항비(Skin Effect Resistance Ratio)라고 한다.

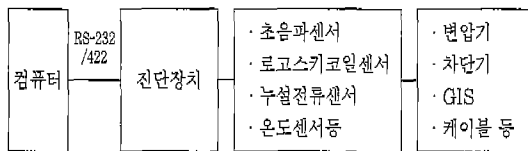
**[문제9] ON LINE 절연진단법을 설명하시오.**

<해설>

산업의 발전과 정보화, 자동화에 따라 전기사용이 증대되어 전력설비도 점차 대용량화, 초고압화 되고 있는 추세이다.

이에 따라 전력설비의 신뢰도는 어느때보다 향상되어야 하고 전력의 안정적 공급이 매우 중요한 시점이며 전력설비의 사고로 인한 피해는 막대해 지고 있는 반면정전점검에 의하여 사고를 사전에 예방하기는 어려운 현실이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 측정방법도 급속도로 변화하고 있으며 특히 전기사용(On-Line)상태에서의 상시 측정, 진단하여 사고발생 이전에 열화추이를 분석하고 이상 징후를 발견하는 기술이 절실히 요구되는 시점이다.

**1. On-Line 진단의 구성 및 개요**



초음파센서등 각종 센서를 활용하여 전력설비를 정전시키지 않고 전기사용중에 컴퓨터에 의한 상시 열화진단이 가능하다.

- 전력설비의 외함, 접지선 또는 내부에 각종 센서를 설치하거나 부착
- 센서에서 입력되는 각종 신호를 진단장치에서 A/D변환, 필터링, 신호처리후 컴퓨터로 송신

- 사무실에 있는 컴퓨터에서 진단결과 및 열화추이 분석.
- 진단프로그램에 의해 Data저장, 파형감시, 일보/월보/년보등 각종 다양한 데이터 출력, 진단결과 분석기록표 출력, Trend 변화추이 감시 가능

**2. On-Line진단 개발 동향 및 원리**

**(1) 변압기 절연유 열화진단**

절연유 속에 절연유열화센서(PCS:Porous Ceramic Sensor)를 설치하고 센서 양단에 DC 2KV전압을 인가하여 이때 흐르는 누설 전류(nA)를 측정한다.

절연유의 열화가 진행됨에 따라 Gas와 도전성 파티클 (Particle)이 발생하게 되는데 이 함유량에 따라 변화되는 누설전류를 진단장치에서 검출하여 컴퓨터에서 열화추이분석 한다.

**(2) 부분방전 진단**

- 전력설비 외함의 접지선에 고주파 특성이 좋은 로고스코일센서를 설치하여 내부에서 발생하는 부분방전 펄스전류를 검출하는 방법(전기적인 검출)과
- 전력설비 외벽에 고주파특성의 초음파센서를 부착하여 전기적인 신호와 수반되는 음향적 신호음(초음파)을 검출하는 방법(음향적인검출)이 있다.

이 부분방전 펄스전류와 초음파음을 진단장치에서 검출하여 컴퓨터에서 열화추이 분석한다.

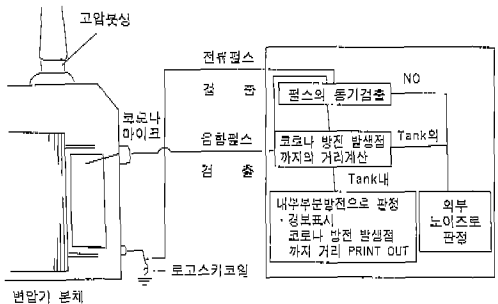


그림 1. 부분방전시험 원리

**(3) 케이블 열화진단**

가교폴리에틸렌등의 절연물에 이물질, 공기 혼입등으로 인한 미소한 Gap에 전하가 집중되어 방전이 일어나는데 접지선에 고주파 특성이 좋은 로고스키코일센서를 부착하여 이때흐르는 방전 펄스전류 및 저항분 누설전류  $I_A$ 과 위상차  $\theta$ 를 진단장치에서 검출하여 컴퓨터에서 열화추이 분석한다.

(4) 차단기 열화진단

- 차단기 Trip회로에 DC전류센서로 전류를 검출하여 Trip회로의 단선, 접촉불량, 코일 층간단락, 조작 전원 이상 등을 검출한다.
- 차단기 가동자의 동작시간을 광센서로 측정하여 평균동작시간 분석 및 이상여부 판정한다.
- 내부절연물의 방전상태를 초음파센서나 로고스키코일센서를 이용하여 검출한다.

이 검출된 신호를 컴퓨터에서 열화추이 분석한다.

3. 기대효과

- 전기설비 진단기법 향상
- 전기사용 상태에서 상시 감시 및 열화진단
- 점검 · 진단을 위한 정전 불필요
- 진단 프로그램에 의해 컴퓨터로 분석, Data 저장, 리포트출력
- 저장된 Data에 의한 분석으로 열화추이 예측
- 전기설비 사고 예방에 기여
- 전력회사 및 수용가 경쟁력 제고
- 경제적 손실 및 기기손실 비용 절감
- 안정적인 전력공급

**【문제10】 전기설비의 내진대책에 대해 설명하시오.**

<해설>

1. 내진설계수법

최근들어 고전압 · 대용량화에 따라 기기가 대형화하는 경향이 있으며, 기기의 신뢰성 향상의 일환으로써 내진성능에 관한 연구가 진행되어 지진과 함께 공진하기 쉬운 유연한 구조에서 지진피해가 많은 대형 애자형 기기를 중심으로 정적 수평 가속도 0.5G의 지진에 견디도록 한 정적설계법의 대처방법으로 동적내진설계가 도입되게 되었다.

동적내진설계의 설계수법으로

- (1) 변전기기는 전국각지에 여러형태의 지반에 많이 설치되기 때문에 설계 지진입력, 지반, 기초의 영향을 각각에 대해서 검토하는 것은 매우 곤란하다.
- (2) 애자형기기의 대부분은 그 고유 진동수가 지진의 진동수 범위내(탁월주파수 0.5~10)에 있기 때문에, 지진과 공진 가능성이 많다.
- (3) 내진상의 최대 약점이 되는 애자류는 취성재료이기 때문에, 그 파괴는 강재등과 달리, 발생응력이 허용치를 초과한 순간에 일어나며, 그 유지시간과 파형의 영향을 받지 않기 때문에 정현파 등의 등가파형의 채용이 가능하다.

이상의 변전기기의 내진상으 특수성을 근거로 하여 설계의 효율화와 기기의 표준화를 피하기 위하여 공진정현 n파를 입력하는 모의공진법의 적용과 지반 · 기초등의 영향을 일반화하고, 이것을 포함하여 기기 단체의 설계지진 입력으로 하는 방법이 채용되고 있다.

다음으로, 설계지진력에 있어서는 먼저 지표면 입력면 입력으로서 수평가속도 0.3G를, 또한 파형은 과거의 실제 지진파에 의한 응답과 모의 공진법에 의한 응답의 비교로부터 공진정현 2파를 채용하는 것이 적당하다. 더욱이 S파 속도 150 이상의 지반에서는 기초의 증폭은 일반적으로 1.2배 이하로 알려져 있으며, 이것에 연직가속도와 접속도체의 영향등의 불확정 요인에 대한 여유도 1.1배를 고려하면 기기 단체의 지진입력은 지표면입력의 약 1.3배에 해당된다.

또한, 공진정현 3파와 공진정현 2파의 응답의

비는 약 1.3배이다. 따라서 변전기기 단체의 설계 지진력으로는 “공진정현 3과 0.3G”가 된다. 이상을 기초로하여 다음의 내진설계 조건이 적당하다.

- (1) 설계수법 : 모의 공진법
- (2) 설계지진력 : 공진정현 3과 0.3G(단, 기기의 고유진동수가 0.5를 밑돌 경우, 또는 10를 초과할 경우에는 설계지진력의 진동수를 각각 0.5, 10로 한다.)
- (3) 인가개소 : 가대하단
- (4) 지반조건 : 지반의 S파 속도 150이상

## 2. 전기설비의 내진대책

- (1) 기기의 고유주파수를 0.5~10까지 낮추고, 지진과의 공진을 피하도록 하는 구조로 한다.
- (2) 부재를 강화하는 방법  
단주 구조물의 강성을 증가시키고, 진동시의 윗부분(두부) 변화를 덜 수 있는 한 적게하고, 구조물 기초에 작용하는 응력을 경감한다.

- ① 애자의 강화
  - ㉠ 단면계수의 증대 : 애자의 동경을 크게 하고, 단면계수를 증가시켜서 응력을 저하시킨다.
  - ㉡ 고강도 애자의 사용
  - ㉢ Flange의 강화 : 애자와 플랜지의 시멘트부분에서 결정되는 파괴강도를 높이기 위하여 플랜지의 내측 두께를 늘려 플랜지의 변형을 방지하든지, 아니면 플랜지의 높이를 늘려서 시멘트 부분의 면적을 넓게 한다.
- ② 가대·기초의 강화 : 다음과 같이 하여 가대, 기초의 고유진동수를 기기의 고유진동수 보다 높인다.
  - ㉠ 가대를 경사재 등에 의해 보강한다.
  - ㉡ 지지애자 설치부를 보강한다.
  - ㉢ 볼트의 느슨해짐 방지대책을 강구한다.
- ③ 두부 중량의 경감 : 이것에 의해 고유진동수를 높일 수 있으며, 또 애자 기초의 굴곡모멘트도 적어져서 애자에 작용하는

응력을 낮출 수 있다.

### (3) 발생응력을 낮추는 방법

- ① 감쇄의 증가 : 기기의 감쇄기를 설치하고, 지진의 동적 진동 에너지를 흡수하여 애자에 전달되는 응력을 적게 한다.
- ② 애자에 작용하는 굴곡 응력을 적게 한다. 애자에 미리 압축응력을 가하여 굴곡에 의한 인장응력을 상쇄 시킨다.

### (4) 상호간섭에 의한 피해파급의 방지

지진에 의해 인접기기의 위치가 어긋나고, 그것에 의한 인장하중이 지진하중에 겹쳐지지 않도록 한다.

- ① 단독 접속에 의한 방법
- ② 기기간의 전선에 여유를 주는 방법

**【문제11】 전기설비의 내진대책에 대해 설명 하시오.**


<해설>

### (1) 광케이블이란

- 굴절률이 높은 유리를 0.1~1% 정도 굴절률이 낮은 유리도 둘러싼 구조를 하고 있으며, 데이터의 고속전송에 사용되는 전송 매체이다.
- 굴절률이 높은 스텝인덱스형과 굴절률이 낮은 그레이드인덱스형이 있다.

### (2) 특징

- ① 전자계 잡음의 영향을 받지 않는다는 장점으로 나쁜 환경, 장거리 고속전송에 적당하다.
- ② 표준 동축케이블에 비해 경량이다.(중량 : 1/200, 단면적 : 1/30)
- ③ 저손실이다
- ④ 제조 공법이 어렵고 접속이 어렵다.
- ⑤ 보안성이 뛰어나고 깨끗한 전송이 가능하다.
- ⑥ 가격이 고가이다.

 다음쪽에 계속됩니다