

전기설비의

효율적 운용과 안전한 유지관리 II

1980년대 초반부터 1990년 후반 무렵까지의 건설붐의 전성기라 할 수 있다. 고도성장시대에 건설된 전기설비는 현재 노후화, 경년열화하여 정전사고 및 효율이 떨어져 유지관리를 필요로 하는 전기시설물은 해를 거듭할수록 그 수가 증가하고 있다.

글 _ 박영섭(No. 9930) 기술이사 | 협회 기술이사 / 사고조사위원 / 한국전기안전서비스(주)

5. 고조파분석(Harmonics Analysis)

최근 Power Electronics를 이용한 기술이 다양화 되고 그 범위가 확대됨에 따라 발생하는 고조파로 인하여 계통에서 전압, 전류파형의 왜곡이 확대되어 발생하는 피해를 방지하기 위함이다. 고조파 분석자료에 의한 전력계통에 미치는 영향상태를 진단함



- i) 발전기 용량감소
- ii) 변압기 용량감소
- iii) 보호계전기의 오동작 및 계기오차
- iv) 통신유도장해(TIF)

6. 전력조류분석(Load Flow Analysis)

모선의 전압강하, 역률, 변압기 부하율, 계통의 손실량 등을 파악하고 최적운영조건을 적용하여 가장 합리적인 운용이 될 수 있도록 하기 위함이다.

7. 순간전압강하(Voltage Dip)검토

전압 강하 발생 시 기기 및 계통에 미치는 악영향을 검토하고 대책을 수립하기 위함이다.

8. 접지 SYSTEM 검토

전력기기별 및 계통접지방식에 맞는 보호 SYSTEM으로 구성되었는지 계통접지방식에 맞는 계전기를 적용하였는지를 검토하기 위함이다. 따라서, 전력계통 안정운용 방안확립의 효과를 기대할 수 있으며, 설비의 운용능력 확보로 인한 전력공급의 신뢰도를 향상시키고 문제설비의 노출로 인한 정전예방으로 원가절감함과 각종 사고로부터 재해경감하기 위함이다.

III. 활선측정분석

정전을 수반하기 어려운 전력설비를 첨단 활선 장비를 활용하여 일정 기간동안 주기적으로 실시하여 이력 관리함으로써 물리적 성능저하를 Check하고, 절연파괴 또는 장애발생으로 그 변화량이 급속히 변화하는 정도를 분석하여 수명 예측과 예방보전(Maintenance)시기를 수립함으로써 우발적 사고를 사전에 예방함으로 신뢰성 있는 고품질의 전력운용 및 효율적인 관리로 최적의 설비상태를 유지하고자 하는데 있다.

1. 적외선열화상(Thermovision)측정

활선상태에서 전기기기로부터 방출되는 적외선을 검출하여 국부온도 또는 열분포상태를 파악함으로써 전기설비의

열화 이상유무를 조기에 발견하고자함

- i) 전력기기의 접촉불량 검출
- ii) 과부하에 의한 이상발열검출
- iii) 절연체 절연열화의 국부발열검출

2. 전자파 부분 방전(Partial Discharge)측정

절연열화의 전기적 검출방법으로 폐쇄형 배전반에 절연 기기(CT, PT, MoldTR, Cable Head 등)에서 내부절연 열화나 표면에서 부분 방전되는 전자파(수MHZ~수백MHZ) 중 가장 많은 부분 방전 분포대역(30MHZ±0.5MHZ)을 측정하여 활선상태에서 절연열화를 검출함으로써 기기의 이상유무를 Check하고자 하는데 있음

- i) Mold(TR, CT, PT) 기기내부방전, 기기표면 연면 방전
- ii) 케이블 접속재 내부방전
- iii) BUS 지지애자, 피뢰기, SA 애자 표면 연면 방전

3. 초음파 코로나(Acoustic Emission)측정

절연열화의 음향적 검출방법으로 애자류 및 부싱등 균열, 기기의 접촉불량 등에 의해 발생하는 초음파 코로나음을 측정하여 방전개소 탐지로 전력기기의 이상 유무를 확인하는데 있음

- i) Bus, Cable 접속부위 초음파코로나 탐지
- ii) 차단기 접속부위(고정자, 가동자) 초음파코로나 탐지
- iii) Mold 변압기 TAP, DS, COS, PF 등 개폐기 접속부위 초음파코로나 탐지

4. 피뢰기 누설전류 측정

피뢰기 자체의 사고는 전력계통 전체에 큰 영향을 주게 되므로 이에 대처하기 위한 조치가 필요하다. 이상전압을 신속하게 방류하고 전압회복 후 잔류전압, 전류를 자동적으로 신속히 차단하여야 하나 산화아연소자의 미세한 누설전류(uA단위)가 통전될 시 이를 측정함으로써 열화진행 정도를 예측할 수 있으며 특히, 산화아연 소자의 열화는 계통지락사고를 연결되므로 계통의 안정적 운영을 위하여 LA의 진단이 필수적임

Leakage Current가 통전 될 시 이를 uA단위로 측정하여 이상유무를 확인하는데 있음

(※ Gapless Type은 누설전류 1mA가 흐름)

5. 변압기 소음측정

기계적 검출법으로 변압기의 소음정도를 측정하여 제작 출고시의 제작사 용량대별 기준치와 비교하여 이상유무를 확인하는데 있음

6. 발전기 무부하 진동측정

기계적 검출법으로 발전기 무부하 운전시의 진동을 진단하여 구조물 및 발전기 본체에 미치는 영향정도파악

7. 육안점검 및 구조적 결함 CHECK

육안점검을 통하여 외형적, 구조적인 상태를 점검함으로써 인명 및 재산적 피해를 야기할 수 있는 상태를 파악한다.

7.-1 전기설비 사고예방

■ 특고 인입선 설비사고 예방

- Cable Head 단말처리 상태 적정성 여부 확인
- Cable Head 단말처리부 균열 및 변형여부 확인
- 접속 금구류 지지력 및 볼트 부식여부 확인
- 지중 Cable 매설부 굴착작업에 대비한 표식 유·무 확인
- 수전설비 지반상태 적정성 검토
- 개폐기류 접촉상태 적정성 검토
- 연결 볼트류 부식상태 확인
- 애자 및 부싱 등 분진으로 인한 섬락사고 여부 확인
- 애자류, 부싱류의 균열상태 여부 확인
- COS 퓨즈 연결부분 부식상태 여부 확인
- 수전설비 주위에 근무자 접촉 우려성 검토

■ 특고기기 설비사고 예방

- 폭우로 인한 특고기기 침수 우려성 확인
- 1, 2차 접촉불량 등으로 인한 과열, 변색부 확인
- 2차 인출선 빗물침투 가능성 확인
- 특고기기 부싱 인출부분 Packing부 노후, 균열여부 확인
- 피뢰기 Disconnecter 분리 시 원활히 동작할 수 있는지 여부 확인

■ Cubicle내 설비사고 예방

- 외함 및 창문의 파손으로 폭우 시 빗물침투 및 인축 접촉 우려성 확인
- 조작배선 상태 및 FAN, 직부등 낙하 시 파급사고 우려성 검토
- 단락사고 시 Cubicle 개방상태 적정성 확인



- Cubicle 내부 조수침입 가능성 여부 확인
- 옥내배선 설비사고 예방
 - 전선용량에 대한 개폐기 용량의 적정성 확인
 - 수전용량 및 배선용량의 부하분담 적정성 확인
 - 개폐기의 과열로 절연판의 탄화흔 여부 확인
 - 접촉부 과열로 유기질 절연체의 탄화흔 여부 확인
 - 접속부위 Taping 처리 견고성 확인
 - 무자격자에 의한 무단증설 여부 확인
 - 불용전선 방치여부

7.-2 전기화재 사고예방

- 과전류에 의한 전기화재 예방
 - 과부하(과전류)에 의한 과열, 변색부 확인
 - 접촉불량 등으로 인한 발열요인 확인
 - 누전에 의한 발화요인 확인
 - 전기배선 또는 전기기기 발화요인 확인
 - 반단선에 의한 발화요인 확인
 - 그라파이트화에 의한 발화요인 확인
- 단락에 의한 전기화재 예방
 - 단락(합선) 위해요인 확인
 - 피복손상 여부 확인
- 정전기에 의한 전기화재 예방
 - 정전기에 의한 대전과 방전에 의한 발화요인 확인
 - 정전기에 의한 폭발화재요인 확인

7.-3 전기 감전사고 예방

- 기기접지에 의한 감전재해 예방
 - 기기접지 단선여부 확인
 - 기기접지 탈락여부 확인
 - 기술기준에 명시된 적정 접지시공 확인
- 계통접지에 의한 감전재해 예방
 - 대지전압 저감여부 확인
 - 보호계전기 동작 적정여부 확인
 - 이상전압의 발생 억제여부 확인
 - 특고와 저압전로를 결합하는 변압기 2중 접지여부 확인
 - 특고와 고압전로를 결합하는 변압기 방전장치 및 피뢰기 설치여부 확인
- 뇌해방지에 의한 감전재해 예방
 - 뇌 전류에 의한 대지전위 상승여부 확인

- 등전위차 접지로 감전재해 예방
 - 금속재간 전위차가 동일하게 시설되었는지 여부 확인
- 뇌해방지에 의한 감전재해 예방
 - 마찰, 박리 등에 의해 발생한 정전기를 원활하게 대지로 방류하는지 여부 확인
 - 대지전위가 다른 2개 이상의 대전된 물체사이의 전위차 최소화 여부 확인
- 지락검출용 접지로 감전재해 예방
 - 지락사고 시 저압전로에 설치되어 있는 보호계전기, 누전차단기, 누전경보기의 동작여부 확인

따라서, 정전을 수반하기 어려운 설비의 진단 방법으로 Trend 관리가 용이하고 수명예측으로 교체시기 선정 수립하거나 예방보전시기를 수립하여 짧은 시간에 물리적 성능저하를 보강·보수함으로써 우발적 사고를 사전예방함 바람직하다.

IV. 전력기기 성능 Test 및 예방보전(Maintenance)

설비의 기능을 설정기준으로 유지하거나 향상시키는 것이며 설비의 기능, 성능의 기준을 파악하여 현재 수준이 저하하는 요인을 돌출시켜 금후 진행되어 발생 될 수준을 예측하여 성능향상의 시기, 목표, 방법을 결정하여 그 결과를 실행, 평가, 관리하는데 있다.

또한, 일상점검, 정기점검 외 필요한 곳에 성능시험을 실시하여 예방보전(Maintenance)으로 물리적 수명을 연장시키는데 있으며, 내용년수(국내생산 전력기기 약 15年)에 근접한 기기에 대한 OVERHAUL을 통하여 전력설비의 유지보수에 합리화를 기하는데 있다.

따라서, 정전을 수반한 설비의 정밀Test 방법으로 Trend(경년변화) 관독이 정확하고 수명예측으로 교체시기 선정 수립 할 수 있으며, 예방보전을 실시하므로 물리적 성능저하를 보강하여 수명연장하여 우발적 사고를 사전예방 할 수 있다.

1. VCB(Vacuum Circuit Breaker ; 진공차단기)

성능 Test 항목 : 절연저항Test, 수동개폐조작Test, 진공도 Test, 접촉저항Test 3상 개폐특성Test, 유전정접(tanδ)Test

- 고압진공차단기 test 예방보전항목



- 볼트,너트 분할핀 이완 및 이탈 상태 여부
- 변형,마모 및 손상 상태 여부
- 기계적 동작 상태 여부
- 균열,아크 흔적 여부
- 주회로 단자부 접촉 상태 여부
- 보조 및 제어 계전기 동작 상태여부
- 단자 조임상태 여부
- 오일 완충기 및 기아 부분 누유 여부
- 절연물 분진 및 이물질 Clean-ing
- 주접점부 접촉그리스 도포 작업
- 진공 밸브 상태 여부
- 개폐특성에 따라 개폐 거리 조정

2. VCS(Vacuum Contactor Switch ; 진공접촉기)

성능 Test 항목 : 절연저항Test, 수동개폐조작Test, 진공도Test, 접촉저항Test 유전정접(tanδ)Test

■ 예방보전항목

- 볼트,너트 분할핀 이완 및 이탈 상태 여부
- 변형,마모 및 손상 상태 여부
- 기계적 동작 상태 여부
- 균열,아크 흔적 여부
- 주회로 단자부 접촉 상태 여부
- 보조 및 제어 계전기 동작 상태여부
- 단자 조임상태 여부
- 오일 완충기 및 기아 부분 누유 여부
- 절연물 분진 및 이물질 Clean-ing
- 주접점부 접촉그리스 도포 작업
- 진공 밸브 상태 여부
- 부품 교환은 기종에 따라 다르므로 점검 후 지급품으로 교체함

3. MBB(Magnetic Blaster Breaker ; 자기유지차단기)

성능 Test 항목 : 절연저항Test, 수동개폐조작Test, 개폐특성Test, 접촉저항Test 유전정접(tanδ)Test

■ 예방보전항목

- 볼트,너트 분할핀 이완 및 이탈 상태 여부
- 변형,마모 및 손상 상태 여부
- 기계적 동작 상태 여부
- 균열,아크 흔적 여부
- 주회로 단자부 접촉 상태 여부
- 보조 및 제어 계전기 동작 상태여부
- 단자 조임상태 여부
- 오일 완충기 및 기아 부분 누유 여부
- 절연물 분진 및 이물질 Clean-ing
- 주접점부 접촉그리스 도포 작업
- 개폐특성에 따라 개폐 거리 조정

계속