

KOSHA GUIDE

E - 132 - 2013

38 kV 이상 개폐장치의 유지보수에 관한 기술지침

2013. 8. 30.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 홍용수

o 제 · 개정 경과

- 2013년 7월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- BS 6867, Code of practice for maintenance of electrical switchgear for voltages above 36 kV

o 관련법령 · 고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지) 제1절(전기기계 · 기구 등으로 인한 위험방지), 제3절(전기작업에 대한 위험방지)

o 기술지침 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 8월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

38 kV 이상 개폐장치의 유지보수에 관한 기술지침

1. 목적

이 기술지침은 정격전압 38 kV 이상 개폐장치의 유지보수에 대하여 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 기술지침은 정격전압 38 kV 이상 개폐장치의 유지보수에 대하여 적용한다.

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “개폐장치(Switchgear)”라 함은 개폐기 및 그와 관련된 제어, 측정, 보호 및 통제장치와의 조합 또는 이러한 것들을 외함 속에 함께 조립한 것의 일반적 명칭을 말한다.

(나) “고압(High-voltage)”이라 함은 600 V를 초과하는 전압을 말한다.

(다) “고장(Failure=Breakdown)”이라 함은 하나의 부품의 기능 수행 능력이 끝난 것을 말한다. 고장은 점진적인고장, 급작스러운 고장, 부분적인 고장 또는 전면적인 고장 등이 있다.

(라) “유지보수(Maintenance)”라 함은 하나의 부품이 수용 가능한 상태로 유지시키거나 회복시키기 위한 활동들을 말한다.

(마) “일상 유지보수(Routine maintenance)”라 함은 고장 또는 고장 나기 쉬운 상태를 예방하기 위하여 미리 정해진 정책이나 계획에 따라 조직되고 수

행되어지는 유지보수를 말한다.

(바) “비일상 유지보수(Non-routine maintenance)”라 함은 고장이 발생하지 않은 상태에서 계획되지 않았던 유지보수를 말한다.

(사) “예방유지보수(Preventive maintenance)”라 함은 고장을 예방하기 위한 유지보수를 말한다. 일상 또는 비일상 유지보수를 포함할 수 있다.

(아) “사고 후 유지보수(Post-fault maintenance)”라 함은 개폐장치가 회로의 고장을 정해진 회수만큼 차단한 이후에 필요한 유지보수를 말한다.

(자) “점검(Inspection)”이라 함은 부품을 해체하지 않고 조심스러운 관찰 등 사람의 감각으로 하는 유지보수를 말한다.

(차) “검사(Examination)”라 함은 부분적인 해체를 포함, 측정이나 비파괴 시험 등을 가미한 점검을 말한다.

(카) “정비(Overhaul)”라 함은 시험결과 수용 가능한 상태이하로 판명된 부품이나 장치를 회복시키기 위하여 수리나 교체를 목적으로 행하여지는 작업을 말한다.

(타) “시험(Test)”이라 함은 부품의 상태를 결정하기 위하여 수행하는 측정을 말한다.

(파) “제조자의 핸드북(Manufacturer’s handbook)”이라 함은 장치의 설치, 시운전, 운전 및 유지보수에 필요한 지도와 지침에 관하여 제조자가 문서로 제공한 정보를 말한다.

(2) 그 밖에 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 책임

- (1) 모든 전기장치들은 다른 위험들을 포함, 전기적 위험을 초래할 수 있다.
- (2) 전기작업에 책임이 있는 모든 사람들은 필수적으로 법적 강제사항에 관하여 알아야 한다.
- (3) 개폐장치 유지보수와 관계되는 모든 사람들은 스스로 법적 강제사항을 준수하여야 하고, 그 작업을 수행하는 모든 사람의 안전과 보건에 대하여 합리적인 주의를 기울여야 한다. 또한 본인의 행위 여부에 따라 영향을 받는 다른 사람들에 대하여도 주의를 기울여야 한다.
- (4) 전기작업이 수행되어지는 근처의 잘 보이는 곳에 전기감전자의 응급처치에 관한 지침을 게시하여야 한다. 전기유지보수 작업자들은 가능하면 심폐소생술을 할 수 있도록 훈련을 받아야 하고 의학적 도움을 요청하는 방법을 알고 있어야 한다.

5. 작업 시 안전시스템을 위한 절차

- (1) 개폐장치에 관한 사업주 또는 점유주는 유지보수를 위한 안전한 접근방법과 운용방법을 포함한 안전수칙 또는 안전절차를 작성하고 필요한 개정을 하여 개폐장치가 폐기될 때까지 유지하는 것이 바람직하다. 이를 수행하기 위한 경험과 지식이 부족할 경우에는 외부의 자격 있는 조직과 계약하여도 무방하다.
- (2) 사업주 또는 점유주가 통제할 수 없는, 외부로부터 수전 받는 개폐장치의 개폐작동이나 유지보수 작업을 할 경우에는 특별한 주의가 필요하다. 이 작업을 수행하는 사람들의 안전을 보장하기 위해서는 관련 당사자 간에 작업방법과 절차에 관한 합의가 필요하고 이 합의는 안전수칙 또는 안전절차에 반영되어야 한다.
- (3) 작업이 진행되고 있는 개폐장치가 자동 또는 부주의한 비상발전기 시동 등에 의하여 갑자기 충전상태가 되지 않도록 하는 주의 또한 필요하다. 이에 추가하여, 개폐장치의 제조자의 핸드북에 근거한 안전한 취급, 유지보수 및 시험 등을 위한 정확한 지침이 존재하고 있는지를 사업주 또는 점유주는

확인하여야 한다. 또한 이러한 안전 절차들이 효과적으로 수행되고 있는지를 감시하기 위한 준비도 되어야 한다.

- (4) 개폐장치의 유지보수에 관계되는 사람들은 그 개폐장치에 의해 제어되는 플랜트에 대하여 알아야하며, 개폐장치에 영향을 주는 어떠한 변화도 보고하여야 한다. 유지보수작업이 진행되는 동안 모든 사람들은 장치위에 게시되는 경고표지나 지침에 대하여 각별한 주의를 기울여야한다.

6. 유지보수를 위한 격리 및 접근

6.1 일반사항

개폐장치를 유지보수하기 위해서는 먼저 차단되어야 하고 전압이 없음을 확인한 즉시 접지시킨 상태여야 한다.

6.2 절차

- (1) 차단한 후 잔류 전하를 대지로 방전시키고, 필요하면 모든 급전부에서 접지가 된 상태가 아니면 어떤 전기 도체도 안전하지 않은 것으로 간주 되어야 한다.
- (2) 차단된 개폐장치가 다른 대체 공급 전원에 의해 재충전 되지 않도록 예방조치가 취해져야 한다.
- (3) 검전기는 매 사용전후에 검증해야 한다. 접지연결은 매 사용 전에 점검하는 것이 좋다. 접지연결부위의 강도는 연결지점에서의 요구되는 접지전류에 충분히 견딜 수 있어야 한다.
- (4) 활선부가 있는 외함에 접근을 방지하기 위한 방호장치는 보통 잠긴 상태여야 한다.
- (5) 한 사람이 차단을 담당하고 다른 사람들이 작업을 할 경우 격리담당자는 다른 사람에게 개폐장치가 정전되었고 안전하며 재충전 방지용 보호수단이

충분함을 증명해 보여야 한다.

- (6) 작업자의 안전한 작업을 도와주고 불의의 재충전을 방지하며 충전도체의 위험 등을 경고하기 위하여 충분한 양의 잠금장치, 경고표지 및 통행차단장치 등이 준비되어야 한다. 경고표지는 읽기 쉬워야 하고 잘 보이는 곳에 게시되어야 하며 내구성 있는 재질로 최신의 내용이어야 한다. 이러한 조치가 되어있지 않는 개폐장치의 전·후면에는 위험한 회로와 장치를 따로 식별하는 예방조치들이 강구되어야 한다.
- (7) 차단을 위해 사용된 단로기들은 폐로 위치로 움직이는 것을 방지하기 위하여 잠금 상태로 두어야 한다. 충전도체로의 접근을 방지하기 위한 셔터는 자물쇠로 잠긴 상태를 유지시켜야 한다.
- (8) 개폐장치의 외함 내부에는, 주회로가 차단되어도 차단되지 않고, 전기가 공급되는 회로가 종종 존재한다. 예를 들면 연동, 경고, 가열 및 조명회로 등이다. 이러한 회로들과 관련된 도체와 단말들은 불의의 접촉을 방지하기 위하여 절연물질로 덮어두어야 하며 경고표지를 게시함으로써 식별하여야 한다. 변성기나 제어용 변압기를 통하여 역으로 충전되는 것과 변류기 2차측이 개방되는 것에 대하여도 특별한 주의조치가 취해져야 한다.
- (9) 퓨즈 링크는 그대로 두고 퓨즈만 제거하여 이격하는 방법은, 동일형식의 다른 퓨즈를 삽입시킬 수 없도록 조치를 한 경우에만 사용하여야 한다.
- (10) 접촉기는 절대로 격리의 수단으로 사용하지 않아야 한다. 제어회로를 이용한 격리나 전기적 연동장치는, 주회로나 보조회로의 우발적인 또는 부주의한 재투입 방지 수단으로 신뢰할 만한 방법이 아니다.
- (11) 개폐장치로부터 완전히 분리되어, 어떠한 종류의 전원으로부터도 독립된 부품은 5항의 안전수칙을 적용할 대상품이 아니다.

7. 작업준비

- (1) 개폐장치내외의 작업공간이나 출입로는 방해물이 없어야하고 청결하게 유지하여야한다. 예비부품, 공구, 계측기, 절연스크린, 절연공구, 휴대용 접지 기구나 절연장갑 등은 적절한 수납공간에 보관되고 적절한 상태를 유지시켜야 한다.
- (2) 안전한 출입과 작업에 필요한 충분한 조명이 고정식이나 이동식 또는 겸용식의 조합으로 제공되어야 한다.
- (3) 휴대용 전동공구나 조명램프의 공급전압은 단상 220 V로, 3상변압기의 중성점을 이용하거나 접지된 2차측 단상변압기의 중성점을 이용하는 것이 바람직하다. 중성점을 이용하지 않을 경우 휴대용 공구들은 전체절연 또는 이중절연 형식이어야 하고 추가로 누전차단기구에 연결하여 사용하는 것이 바람직하다.
- (4) 개폐장치에 습기, 먼지, 해충들이 침투하면 오작동과 위험을 초래할 수 있다. 작업 중에 이러한 침투가 발생하지 않도록 주의하여야 하며 작업을 위한 임시 카버 등은 필요가 없어진 즉시 교체하여야 한다. 개폐장치 내부의 격실구간을 최종적으로 닫을 때에는, 그 내부에 외부 이물질이나 탈락된 물질이 없는지 조심스럽게 점검한 후 닫아야 한다.
- (5) 고압의 도체를 포함하는 칸막이 내부에서는, 작업을 수행하기 전에 충전여부를 검전기로 시험을 한 후 행하여야 한다. 이 시험은 상간 및 대지간 측정을 포함하여, 모든 도체들이 정전상태임을 확인하여야 한다. 검전기는 반드시사용 전후에 검증하여야 한다.
- (6) 주변에 공기압으로 작동되는 공기분사식 차단기가 있는 곳에서 작업을 할 때에는, 공기분사식 차단기 작동 시 발생하는 큰 소음으로 부터 작업자들을 보호하기 위한 예방조치들이 선행되어야 한다. 소음기가 부착된 차단기의 경우 문제가 없을 수도 있으나 그렇지 않은 경우 귀마개의 착용 등을 고려해 보아야 한다.

8. 소화장치

- (1) 화재의 위험이 있거나 화염 및 기타 열원을 사용하는 작업에 인화성물질이 이용되는 곳에서 개폐장치의 유지보수 작업을 하는 모든 작업자들은 쉽게 이용가능한 소화장치가 준비되어야 한다. 소화장치는 영구적으로 설치할 수도 있고 작업기간 동안에 임시로 설치할 수 있다.
- (2) 작업자들은 휴대용 소화기의 사용훈련을 받아야 하고 추가 도움을 청하는 방법을 알고 있어야 한다.
- (3) 고정식 자동소화장치가 설치되면, 보호구역 입구에 눈에 잘 보이는 경고표시를 게시하여야 한다. 경고표시에는 사람이 보호구역내에 있을 때 소화장치의 작동을 방지하기 위한 지침을 포함하여야 한다. 자동작동 기능의 방지나 회복절차는 정해진 안전절차를 따라야 한다(예를 들면 작업허가 절차속에 인용하는 것 등). 사용하는 소화장치는 주변장치에 적합한 종류로써 안전하게 사용할 수 있는 것 이어야 한다.

9. 시험

9.1 일반사항

인가하는 시험전압은 요구되는 최소값이 되도록 주의하여야 한다. 피시험 장비가 시험전압 인가 시에 전하를 축적할 수 있는 것이면 매 시험전압 인가 후 방전시켜야 한다.

9.2 시험용 계기의 사용

- (1) 시험용 계기는 시험하고자 하는 회로의 오동작 유도, 과도전압 또는 역극성 인가 등을 피할 수 있는 형식을 사용하여야 하고 제조자의 핸드북을 잘 따라야 한다.
- (2) 계기의 접지선이 시험회로의 비접지된 전압측에 연결되면 위험을 야기할 수 있다. 계기의 외함은 항상 접지시키는 것이 바람직하고 이것이 불가능할 경우 안전수칙을 따라야 한다. 항상 적절히 보호된 리드를 사용하는 것이

바람직하다.

10. 폐기물 처리

PCB(PolyChloroBiphenyl)나 석면 같은 폐기물들은 환경이나 건강에 위험을 야기시킬 수 있으므로 관련 규정 등에 따라 처리하고, 관련규정에 따라 조치하여야 한다.

11. 제조자 지침

유지보수 작업자들은 장치에 관한 제조자의 핸드북에 쉽게 접근할 수 있는지 확인하여야 하고, 그 지침을 작업방법, 해체, 재조립 및 운전복귀 시 중요한 참고자료로 활용하여야 한다.

12. 신설 개폐장치

- (1) 신설 개폐장치는, 시운전 절차 중의 하나로서 총체적이고 자세한 점검과 전체범위에 걸친 시험과 작동 확인을 하여야 한다. 제조자가 제공한 지침과 다른 정보를 바탕으로 유지보수작업의 상세한 절차가 만들어져야 한다.
- (2) 시운전 이후 지속적으로 수행되어야 하는 유지보수의 관점에서, 시운전 시 개폐장치의 상태에 관한 상세한 기록은 매우 중요하다.
- (3) 특히, 조정이 가능한 부분들에 대한 실제 정정치 기록은 매우 중요하다. 이러한 기록들을 참조하는 것은 유지보수 작업의 빈도를 결정하는데 도움이 된다. 모든 개폐장치들은 보증기간이 끝나기 직전에 점검을 하는 것이 바람직하다.

13. 유지보수작업

13.1 일반사항

- (1) 개별 장치들의 설치나 사용조건이 매우 다르기 때문에, 모든 경우에 적합한 유지보수작업의 빈도를 결정하는 것은 불가능하다.
- (2) 유지보수작업간의 간격은 개폐장치의 설계, 수행하는 임무의 경중(輕重), 주어진 환경 등에 많이 영향 받는다.
- (3) 유지보수의 계획을 담당하는 책임자는 오랜 경험과 제조자와의 협의를 통해 좋은 상태에 있는 어떤 부품이 보통의 사용조건하에서 문제를 일으킬 만큼 열화 되는데 소요되는 시간을 결정할 수 있다.
- (4) 어떤 개폐장치라도 개폐작동을 수행하는 부분과 그 밖의 보조적인 역할을 하는 부분으로 크게 대별 할 수 있다. 이 후자에 해당하는 부분은 먼지, 습기, 금속부식과 절연오염과 같은 열화 현상이 없도록 단지 정기적인 점검과 청소정도만 필요하다.
- (5) 개폐작동을 수행하는 부분은 두 가지 부분으로 크게 나누어 볼 수 있다. 오래 사용하면 마모되는 움직이는 부분과 개폐작동 빈도 및 설계에 따라 열화 되는 정도가 다른 부분인 접점, 아크 소호 기기 및 아크 소호 매체로 이루어진 부분이 그것이다.
- (6) 전류차단에 사용되는 부품들의 수명을 개폐장치의 전체의 예상수명까지 연장시키는 아크 소호 매체로 육불화황산(SF6)이 차단기나 기타 스위치류에 많이 사용되고 있다.
- (7) 하루에도 여러 번 개폐작동을 하는 등 가장 가혹한 운전조건하에서는 육불화황산을 사용하는 기기도 정비가 필요할 것으로 예측되며 그에 대하여는 제조자와 협의하여야한다.
- (8) 정기적인 점검과 운전확인에 의하여, 해당부품이 수용 가능한 조건에 있는지 여부를 판정할 수 있는 정보자료를 얻을 수 있다.
- (9) 다른 형식의 개폐장치(유입식 또는 공기분사식)는, 아크 차단 시 사용되는

부품의 계속사용 여부에 관해서, 제조자의 핸드북을 따라야 한다. 제조자의 핸드북을 확인하고, 점검이나 운전 확인 시에 조심스럽게 여러 사항을 기록함으로써, 해당 개폐장치의 운전조건하에서 경험을 쌓아 제조자 지침을 보강하여야 한다. 부품의 계속사용을 위하여, 필수적인 정정치들을 어떻게 확인하는지, 수용 가능한 범위가 어디까지인지에 대하여도 제조자 지침을 따라야 한다.

(10) 개폐장치가 비정상적으로 빈번하게 작동하면, 유지보수 작업의 빈도를 높여야 하지만, 그 반대는 반드시 적용되는 것은 아니다.

(11) 반도체나 유사 품목 또는 그의 조립품들은 쉽게 파손되므로 건드리지 말아야 하며, 단지 육안으로 점검하고 먼지 청소 정도로 충분하다.

13.2 일상 유지보수

(1) 일상 유지보수는 정기점검을 기본으로 하고, 좀 더 긴 간격의 운전확인과 검사를 보완적으로 배열하는 방식으로 계획되어야 한다.

(2) 운전과정에서 과도한 손상이나 마모 상태가 오랫동안 지속되지 않았음을 검사하여 확인하여야 하고, 점접계통의 정비 필요성, 상세 점검이나 절연의 시험 또는 작동부분의 청소 등의 간단한 서비스 필요성여부도 검사를 통하여 알 수 있다.

(3) 일상적인 진단용 시험은 유지보수의 빈도를 확립하는 데 도움이 된다. 왜냐하면 이전의 비슷한 시험과 서로 결과를 비교함으로써, 열화된 상태를 찾아내는 가이드가 되고, 특정한 운전조건하에서 유지보수의 간격을 어떻게 개선해야 할지를 예측할 수 있기 때문이다.

13.3 고장 후 유지보수

(1) 고장 후 점검, 유지보수의 필요성은 제조자의 핸드북과 과거의 경험에 의해 결정된다. 그것을 결정하는 요인들은 고장전류의 크기, 고장 시 작동 회수, 아크 소호 매체의 상태, 아크통제기기의 효과성 등이 있다.

- (2) 고장 후 유지보수가 필요한 구형의 개폐장치에 대하여는 특별한 주의를 필요로 한다.
- (3) 육불화황산(SF6)을 충전한 장치 등과 같이 많은 유지보수를 필요로 하지 않는 장치는 고장 후 유지보수가 필요하지 않을 수 있다. 이 경우 장치가 만족할 만한 상태임을 확인시켜 주는 일상 유지보수 정도로 충분하다.
- (4) 기록보관 항목 중에 고장전류의 크기(알 수 있는 경우) 및 고장 시 작동 회수를 포함시키는 것이 바람직하다.

14. 기록

- (1) 기록은 유지보수의 횟수를 결정하는데 필요하다. 따라서 유지보수 작업 때마다 관계되는 부품에 대하여 신중하게 메모를 남겨야 한다.
- (2) 기록되어야 할 항목에 관하여는 개폐장치가 설치될 때 결정되어야 하며 적어도 아래 사항은 포함되어야 한다.
 - (가) 장치의 명패에 있는 특수사항, 일련번호, 제조자 주문 번호(알 수 있을 경우) 및 제조자에 대한 상세사항
 - (나) 제조자의 핸드북 및 추천 예비품 목록을 찾을 수 있는 곳
 - (다) 유지보수 작업 일자 및 그 당시 작동 회수계 지시값 (또는 작동 회수에 대한 추정값)
 - (라) 수행된 유지보수의 형식
 - (마) 유지보수 시 장치의 상태가 예측과 다를 때 발견된 특이사항, 조치사항 및 장치를 다시 운전상태로 복귀시켰을 때 주요부품의 상태
 - (바) 퓨즈링크 형식에 관한 상세사항 및 계전기 정정치
 - (사) 계통의 최대 고장전류치 및 그 변동사항

15. 교체부품

- (1) 개폐장치의 제조자로부터 공급받은 부품이 아닌 부품으로 교체하였을 경우에는 부품이 정확하고 적절한 것인지 특별한 주의를 하여야 한다.
- (2) 소모품적 예비 부품과 분해조립도가 있는 제조자 부품목록은 유지보수 담당자들이 쉽게 사용할 수 있도록 보관되어야 한다.
- (3) 교체 부품을 주문하고자 할 경우에는, 명패의 특이사항, 일련번호 및 기타 제조자의 식별번호들을 알려주는 것이 바람직하다.
- (4) 불량품이거나 불량품일 가능성이 있는 부품을 사용하지 않도록 각별히 주의하여야 한다.

16. 청결

- (1) 개폐장치가 만족하게 운전되기 위해서는 청결하고 통풍이 잘되는 곳에 보관하는 것이 필수적이다.
- (2) 커버를 제거하기 전에, 연결 개스킷을 파괴시키거나 문들을 개방하기 전에 먼지나 탈락된 물질이 침투하지 않도록 주의를 기울여야 한다. 내부 청소를 위하여서는 흡입식 청소기를 사용하는 것이 바람직하다.
- (3) 절연체를 청소할 때에는 연면 방전로를 따라 청소하지 말고 가로지르는 방향으로 청소하는 것이 바람직하다.
- (4) 절연체에 흠집이 나지 않도록 하여야 한다. 이 흠집으로 인하여 연면 절연 파괴를 촉진, 수명보다 빠른 고장의 원인이 되기도 한다.
- (5) 기름이 있는 부분에서는 새미(Chamois) 가죽이나 플라스틱 스폰지를 사용하여야 한다. 청소용으로 면 조각 들은 사용하지 말아야 한다. 헨 옷들을 청소용으로 쓰려면 옷감이 화학적으로 깨끗한 상태이고 풀어진 실이나 금속부분이 없는 것을 사용 하여야 한다.
- (6) 기름을 제거하거나 깨끗하게 청소하기 위한 용매의 사용은 그 용매가 개폐

장치와 융화되는 것이어야 한다. 가능하면 비인화성, 비독성 용매를 선정하여야 하고, 그렇지 않은 용매의 경우 화재와 독성으로 인한 피해를 예방하는 조치를 준수하여야 한다.

- (7) 페인트를 칠할 필요가 있는 경우 페인트가 피복, 베어링, 절연체 표면, 라벨이나 경고표지 위에 칠하여지지 않도록 하여야 한다.

17. 덮개나 연결부품의 표시

- (1) 모든 덮개나 전선의 단말들은 제거하기 전에 조심스럽게 표시를 해 두어 재조립 시 정확하게 복원될 수 있도록 하여야 한다.
- (2) 시험 등을 위하여 일시적으로 해체한 연결부분도, 쉽고 정확한 재 연결을 위하여 표시를 하여야 한다.
- (3) 시험 등을 위하여 추가되었던 연결전선 등은, 원상태로 복귀시킨 후 장치를 재가동하여야 한다.

18. 연결부분의 품질

- (1) 작업을 하지 않았던 연결부분들도 건전한지 확인하여야 한다. 과열부분이 없나 살펴보는 것만으로 잘못된 연결부분을 찾아낼 수 있다.
- (2) 볼트로 연결된 부분을 부수어야 하는 경우 제조자의 핸드북에서 재결합시의 지침을 참고하여야 한다.
- (3) 플러그 등과 같이 이동 가능한 접촉부분은 정확한 기능여부, 청결, 과열표시등을 합리적인 범위 내에서 점검하여야 한다.
- (4) 신축성이 있는 연결부분은 마모정도, 신축성유지여부 등을 점검하여 필요하면 교체하여야 한다.

19. 절연의 시험 및 유지보수

19.1 일반사항

- (1) 절연물은 정기적으로 점검하는 것이 중요하다.
- (2) 최근의 절연물질은 신뢰성과 안정성이 있으나 유지보수 시에는 이의 점검 기회를 가져야 한다.
- (3) 자기나 몰드 절연체는 틈이나 손상을 살펴보아야 하고, 본드로 적층시킨 절연체 및 다른 유기물 절연체는 연면방전의 흔적이나 트리잉 현상, 기계적 손상 등의 유무를 살펴보아야 한다.

19.2 일상적 시험 및 점검

- (1) 상간 및 상-대지 간 절연저항 측정시험은 장치의 안전성 확인을 위해 쉽게 할 수 있는 적절한 절연시험이다. 측정 결과를 쉽게 해석하기 위해서는 체계적인 시험과 기록유지가 매우 중요하다.
- (2) 절연저항은 철저히 상대적이므로 측정된 결과를 가지고 판정을 내리기 위해서는 과거의 측정기록에 기초한 경험에 의존 할 수밖에 없다. 이런 이유로 측정계기나 측정방법이 매번 동일하여야 하고 측정결과는 조심스럽게 기록유지 하여야 한다.
- (3) 측정시각, 측정 당시의 온도 및 습도 등을 포함하여 정해진 양식에 따라 기록하는 것이 바람직하다.
- (4) 절연물에 인가하는 인가시험전압에 대한 지침은 <표 1>과 같다.

<표 1> 절연물 인가 시험전압

정격전압	인가시험전압
1 kV까지	1 kV(직류)
1 kV 초과 3.6 kV	2 kV(직류)
3.6 kV 초과	5 kV(직류)

- (5) 시험전압 인가 후에 도체들은 방전시켜야 한다. 보조기기들의 인입배선들의 시험인가전압은 직류 500 V 미만으로 한다.
- (6) 절연저항이 시간에 따라 지속적으로 감소하는 것은 절연열화를 나타낸다. 절연저항이 비교적 작은 값이라 하더라도 거의 일정하게 유지되면 절연은 양호한 것으로 볼 수 있다.
- (7) 모든 절연물질에 대하여 절연저항 측정치는 표면의 상황과 습도에 의해 크게 좌우된다. 따라서 절연저항 측정 후에는 절연물의 표면을 주의 깊게 관찰하여야 한다.
- (8) 적층절연물의 연면방전은 금속의 모서리에서 시작되는 경향이 있고 때로는 표면아래에서 발생되고 표면에 수포를 발생시키므로 이를 감안하여 관찰하여야 한다.

19.3 절연유

- (1) 가혹한 외부환경은 절연유의 절연성능에 치명적인 결과를 가져올 수 있으므로, 이런 환경에서 운전되는 개폐장치들은 운전시간이 늘어날 때 까지 절연확인의 빈도를 높이는 등의 특별한 주의가 요구된다.
- (2) 정상적인 운전상태일 경우 절연유시험의 빈도는 사용조건과 사용빈도에 따라 다르다. 최적의 시험간격은 제조자와의 협의와 현장에서의 경험에 의한다.
- (3) 절연유의 오염은 유지보수작업간의 간격을 제한하는 요소가 된다.
- (4) 관련 KS 기준에 따른 절연유의 전기적 강도 시험 및 물 함유량 시험은, 수분 침투의 우려가 있는 곳에서는, 일상 유지보수 시험에 포함시키는 것이 바람직하다. 산성도 시험 및 인화점 시험은 보통 필요하지 않다.

19.4 개방단자형 개폐장치의 부식

- (1) 유입식 단자 부식의 절연유 액위는 정기적으로 확인하여야 한다. 만약 기름

누유의 징후가 보이면 제조자와 협의하여야 한다.

- (2) 기름대신 화합물이 들어있는 부싱은 절연저항측정으로 수분의 함유를 알 수 없다.
- (3) 가능하면 5년 정도에 한번 씩 편리한 때에 부싱의 화합물 위쪽 공간에 수분 침투의 표시가 있는지 점검하여야 한다.
- (4) 수분이 있다고 의심되면 부싱을 제조자에게 보내서 확인하도록 하여야 한다.
- (5) 덮개가 제거되었다가 재조립 될 때에는 모든 접합부분이 적정한지를 확인하여야 한다. 점검기간 중에 접지연결이 만족한지 확인하여야 한다.

19.5 육불화황산(SF6)

가스밀도계가 개폐장치에 취부 되어 있을 경우 정해진 기간마다 가스밀도를 확인하여야 한다. 장비들이 준비되어 있을 경우에는 가스 표본을 채취하여 29.4.4의(2)항에 따라 시험확인 하여야 한다.

19.6 아크 갭

아킹흔이 부착 되어 있을 경우 고정상태와 갭의 간격이 적정한지를 확인하여야 한다.

20. 안전접지의 연속성에 대한 유지보수.

- (1) 모든 노출된 금속부분은 접지되어야 한다.
- (2) 접지연결은 기계적, 전기적으로 완전하도록 모든 연결나사들이 단단히 조여져 있고 좋은 접촉상태가 유지되도록 하여야 한다.
- (3) 유지보수 작업 중에 열려진 모든 잠금장치들과 볼트와 나사들은 다시 원상

태로 복구시킬 수 있도록 특별한 주의를 하여야 한다.

21. 셔터, 잠금장치 등

- (1) 셔터, 잠금장치 등의 기구들은 기계적 부분들이 어떤 조건하에서도 정확히 기능하는지, 올바르게 작동하는지 확인하여야 한다.
- (2) 작동부분들은 부식이 없고 쉽게 움직일 수 있어야 한다. 제조자의 핸드북에서 기술된 경우가 아니면, 이런 기구들은 간혹 가볍게 윤활 시키는 정도만 하면 된다.
- (3) 작동 레버나 롤러 등에는 묶은 기계유를 사용하여야 한다.

22. 연동

22.1 목적

개폐장치의 연동은 설계에 반영되어 장치의 안전한 운전을 확보하는 것을 목적으로 한다.

22.2 연동조건에 대한 지식

연동을 확인하고 유지해야 할 책임이 있는 사람은 플랜트의 경험과 지식에 추가하여, 연동의 범위, 성질, 기능, 목적 등에 대하여 이해하여야 한다. 제조자의 핸드북, 관련된 플랜트의 도표들을 참고하기 위해 이용할 수 있어야 한다.

22.3 연동체계의 유지보수

연동체계의 유지보수 작업은 설치된 연동의 형식에 따라, 아래의 권고사항에 대한 실행이 포함되어야 한다.

- (1) 기계적 관점 : 모든 움직이는 부분은 청결하고, 충분히 윤활유가 공급되며 의도된 움직임을 자유롭게 할 수 있어야 한다. 마모 또는 과도한 자유동작이 있으면 조사하여야 한다. 필요하다면 제조자에게 협의하고 모든 고정용구는 단단히 고정되어 있어야 한다.
- (2) 전기적 관점 : 모든 제어용 배선은 손상이 있는지 점검하여야 하고 단말처리는 단단히 고정되었는지 확인하여야 한다. 만약 절연 상태에 대해 의심이 되면 절연저항을 측정하는 것이 바람직하다.

22.4 기능시험

- (1) 관련되는 모선과 인입회로를 정전시킬 수 있으면, 개폐장치를 운전하기 전에 모든 연동기능을 시험하여야 한다. 이러한 시험은 포지티브 및 네거티브 방식 양방향으로 수행되어야 한다.
- (2) 연동시스템이 의도하는 작동을 순서대로 수행하는지 또는 의도하지 않는 불안정한 작동을 방지하는지 확인하여야 한다.
- (3) 연동의 결함이 발견되었으나 즉시 수리할 수 없을 때 다른 수단에 의하여 안전이 충분히 확보 되도록 조치하여야 한다.

23. 환기

자연 환기되는 개폐장치는 공기의 흐름이 제한되지 않는지 또는 강제환기의 경우 공기흐름에 따라 동작하는 연동장치가 정상적으로 작동하는지 확인하여야 한다. 필터를 사용하면 필요에 따라 깨끗이 청소하거나 새것으로 교체하여야 한다.

24. 가열 및 조명

가열장치, 조명, 비상조명, 예비전원으로의 절환장치 등은 그 작동 여부를 확인하여야 한다.

25. 인양장치

- (1) 인양장치(Lifting device)의 유지보수는 일정한 간격으로 수행되어야 한다.
- (2) 일부 형식의 개폐장치는 인양장치를 그 일부로 포함하고 있어 개폐장치의 유지보수 시에 동시에 취급하여야 한다.
- (3) 일부 이동식 인양장치는 제조자의 권고에 따라 개폐장치와 별개로 취급되며, 규정에 따라 시험되고 검사되어야 한다.

26. 차단 및 투입용 에너지공급원

차단용 및 투입용 에너지 공급원을 양호한 상태로 유지하는 것은 중요하다. 압축 공기 플랜트나 축전기는 관련 계기나 경보와 함께 주기적으로 제조자의 핸드북에 따라 유지보수 되어야 한다.

27. 공구, 예비 및 시험용 계기

현장에 보관된 공구, 예비 및 시험용 계기들은 주기적으로 재고품 목록과 실물을 대조 확인하여야 한다.

28. 유지보수작업의 종료

- (1) 유지보수 작업의 영향을 받은 부품이나 정정치 들에 특별한 주의를 하면서 정확한 원래의 작업조건으로 개폐장치를 복원시켜야 한다.
- (2) 개폐장치 내부에 탈락되거나 남아있는 장치나 공구 및 배선들에 의하여 잠재적인 위험이 없는 것을 확인하여야 한다.
- (3) 안전을 위한 장애물이나 덮개 등은 제자리에 복원되어야 한다.

- (4) 계기나 계전기의 커버를 포함한 모든 커버들은 다시 제자리에 고정볼트 등을 단단히 고정시켜야 한다.
- (5) 원래 잠금장치로 잠겨 있었던 모든 문들은 다시 단단히 고정시키고 잠가 원래상태의 보호정도로 회복시켜야 한다. 이외에도 플랜트의 안전규칙에서 요구하는 절차들도 수행되어야 한다.

29. 차단기

29.1 일반사항

29.1.1 안전

- (1) 유지보수 작업을 하기 전에 축적된 모든 에너지를 방출시키도록 주의하여야 한다(예를 들면 차단 및 투입동작에 필요한 에너지 등). 에너지축적 기구가 별도로 있을 경우 이를 격리시켜야 하며 그 방법은 제조자의 핸드북을 참고하여야 한다.
- (2) 유지보수용으로 차단기를 열고 닫는 기기를 사용할 때에는 제조자의 핸드북을 세심하게 따라야 한다.
- (3) 기름이 직접 외부공기에 노출되거나 노출되어왔던 곳에서는 흡연과 화염을 금지시켜야 한다.
- (4) SF6 가스 또는 화합물과 접촉되는 내부 부품을 유지보수할 경우에는 제조자의 핸드북을 참고하여야 한다.

29.1.2 진단용 시험

개폐장치의 상태를 알아내고, 정비나 유지보수의 간격을 늘리기 위해서는 진단용 측정시험을 가능한 많이 하는 것이 바람직하다. 과거와의 비교나 경향을 알아보기 위하여 진단용 시험의 결과를 기록·보관하는 것이 중요하다.

(1) 비교적 간단한 형식의 차단기에는 종종 다음의 진단용 기술이 적용될 수 있다.

(가) 차단 및 투입 동작의 단계별 소요시간 측정시험과 최소 작동전압시험은 메커니즘의 노후 및 열화상태를 알려준다.

(나) 각 극의 양단간 또는 직렬로 연결된 극간의 전압강하 또는 저항측정시험은 절연저항 시험과 더불어 메커니즘의 전기적 상태를 알려준다.

(2) 비교적 크고 복잡한 차단기의 경우 아래 진단용 시험기술을 추천한다.

(가) 포괄적인 소요시간 측정시험을 다채널 시험기기를 사용하여 측정하여야 한다. 단순 개방 및 투입 동작 뿐 아니라 표준 동작책무 등 동작순서에 따라 시작 순간부터 접점부분이 동작할 때까지의 시간을 측정·기록하여야 한다. 각 극간에 동작시간 비교가 가능하도록 시험을 하여야 한다. 이러한 시험들은 보통의 압력과 최저 동작압력에서 각각 시험하는 것이 바람직하고 각 시험 시 압력강하량도 기록하여야 한다.

(나) 전압강하/저항측정 시험은 각 극을 측정하여야 하고 하나의 극에 직렬 연결된 개폐접점마다 측정하여 각 접점의 열화상태를 알 수 있어야 한다.

(다) 절연시험은 19.2항을 참조한다.

(라) 공기압으로 작동하는 차단기의 경우 차단기가 동작가능 한 최소 공기압을 결정하는 시험을 하여야 한다. 최소공기압에서 압력스위치가 작동되어 차단기의 동작을 금지시키게 된다. 최소 공기압을 제조자가 미리 지정할 수 있다. 측정된 최소공기압은 기록·보관하여야 하고 이 값의 급격한 변화는 내부에 열화가 있을 수 있음을 나타낸다. 개방과 투입 신호를 발하는 코일의 작동전압에 대하여도 비슷한 시험을 할 수 있고 이 결과는 기계적 상태에 관한 정보를 알려준다. 낮아진 공기압이나 전압에 의하여 투입 및 개방 동작이 느려지면 메커니즘이 열화되었다는 조기 신호로 볼 수 있다. 이 시험들은 소요시간 시험과 연계하여 수행할 수 있다.

(마) 공기압으로 작동되는 공기분사식 차단기는 공기압 누설시험을 전체 차단기에 대하여 가능하면 오랜 시간동안 실시하여야 한다. 시험은 차단기를 공기 공급장치로 부터 분리하고 일정시간 경과 후 차단기 내부의 공기압 강하를 측정한다.

- (바) 공기압으로 작동되고 공기분사 및 SF6 이중 압력 차단기의 경우에는 계통 내에 있는 압력 온도 조건을 알고, 차단기 동작횟수와 압축기 시동 횟수 및 가동시간을 서로 비교함으로써 일반적인 상태에 관한 정보를 수집할 수 있다. 차단기의 작동시마다 압력강하량, 압력회복에 걸린 시간 등을 기록하여야 한다.
- (사) SF6 차단기의 경우 제조자의 핸드북을 참고하고 압력, 온도를 기록하며 정기적으로 압력을 확인하는 것으로 가스 누설을 알 수 있다. 비누액을 이용하여 소리가 들리지 않는 누설 부분을 찾아내고 소리가 나는 누설 부분의 정확한 위치를 추적할 수 있다. 누설탐지장비로 찾아낼 수도 있으나 이것은 민감도가 너무 높아 많은 양이 누설되는 경우 정확한 장소를 찾아내는 데는 적합하지 않다.
- (아) 제조자의 핸드북에서 추천한다면 권고된 간격마다 산소함량, 산성도, 이슬점, 가수분해성 불소 함량 등을 시험한다. 시험방법은 관련 KS 기준에 따른다. 요구되는 응축온도는 차단기가 설치된 환경조건에 따라 달라진다. 비록 엄밀한 의미의 진단용 시험은 아니지만, 공기분사식 차단기의 작동공기 이슬점은 주기적으로 측정되어야 한다.
- 요구되는 이슬점도 차단기가 설치된 환경조건에 따라 달라지지만, 적어도 차단기의 작동압력에서, 예측되어지는 최소 주위온도보다 높으면 안 된다. 공기의 표본채취용 파이프의 재질은 스테인리스 스틸이 아니면 폴리에틸렌 또는 폴리테트라플루오로에텐(PTFE)이 바람직하다. 나일론, 폴리비닐클로라이드(PVC) 또는 고무재질은 사용하지 않아야 한다.

29.1.3 작동확인

가능하면 모든 자동차단기는 차단이후 일정시간마다 자동으로 다시 재투입되는 것이 바람직하다. 차단동작은 개방신호를 발하는 전기 코일과 관련계전기의 작동에 의하는 것이 바람직하다.

29.1.4 점검

부식, 기름이나 화합물의 누출, 과열시의 냄새, 전기적 방전 시 또는 느슨해진 체결로 인한 소음 등을 찾아내기 위한 일반적 점검은 이루어져야 한다. 합리적인 범위 내에서 외부절연물, 차단 메커니즘, 셔터, 접지연결 등에 비정상의 징후가 발생되었는지 점검하여야 한다.

29.1.5 검사 및 정비

다음에 열거하는 것은 대부분의 차단기 유지보수 시에 요구되는 사항이다.

(1) 차단기 외함

응축방지용 마감에 손상의 표시가 있는지 점검하여야 한다.

(2) 주/아킹 접점

(가) 연소된 부분, 손상된 부분이 있는지 점검하고 필요하면 손질하거나 교체하여야 한다. 스프링의 탄력이 적정한지 접촉부의 배열이 정확한지 확인하여야 한다. 아크가 발생하는 아킹 접점에는 당연히 연소와 침식의 흔적이 있을 것이라고 예측된다. 그러나 이것은 그 정도가 과도하지 않고 주접점과 아킹 접점 사이에 정확한 간격이 유지되면 해는 없다. 아크를 견디는 뾰족한 침들이 단단히 고정되었는지 확인하여야 한다.

(나) 힌지(Hinge) 접촉부분은 과열, 연소, 용접, 기타 손상부분 등이 있는지 검사해 보고 필요하면 손질하거나 교체하여야 한다. 그 원인에 대하여도 조사하여야 한다. 구리 또는 구리합금의 연소나 약간의 변색은 반드시 해가 되는 것은 아니고 미세 유리사포 등으로 제거할 수도 있다. 제조자의 핸드북대로 제거하는 양은 최소량이어야 한다. 접촉면 양쪽에 스프링의 힘은 크게 감소하지 않아야 한다.

(다) 고압인 점 접점이나 선 접점들은 보통 표면에 부식이 있더라도 정격전류를 충분하게 통전시킬 수 있다. 접촉 표면에 있는 큰 방울(Bead)이나 언덕 부분(Ridge)은 개폐 동작에 심각한 방해가 되므로 제거되어야 한다. 은합금 등을 접점 끝에 취부하거나 얇게 도포한 접점의 경우에, 접점을 청소하거나 닦는 것은 바람직하지 않고 제조자의 핸드북을 따라야 한다. 은 접점은 색깔이 검게 변색되어도 청소할 필요가 없다. 접점을 교체하거나 손질하였을 경우에는 접촉 압력, 배열, 접촉저항 초과 등을 확인하여야 한다.

(3) 아크 제어기기 및 극간 방호물들이 부착되어 있으면 점검하여 청소하고, 심하게 탄 경우에는 교체하여야 한다. 압축 섬유상 물질로 만들어진 아크 제어기기는 흠집을 내지 않고 청소하기가 불가능하므로 교체하여야 한다. 다른 물질들은 제조자의 핸드북에 따라 취급하여야 한다. 합리적인 범위 내에

서 아크용 끝점이나 아크 제어용 기기들은 단단히 고정되어 있는지, 정확하게 조정되어 있는지, 전기적으로 잘 연결되어 있는지 등을 점검하여야 한다. 모든 조정작업은 제조자의 핸드북에 따라야 한다. 아크용 끝점들은 아크의 뿌리부분을 전달하는 역할을 하지만 과도한 연소나 부식이 있으면 교체하여야 한다.

- (4) 메커니즘의 검사와 점검은 움직이는 부분에 의하여 사람이 다치지 않도록 주의하여야 한다. 서클립(Circlip)들은 제자리에 위치하고 있는지, 분할핀(Split pin)들은 열려있는지 확인하여야 한다.

j

(가) 차단용 메커니즘 : 메커니즘을 청소하고 검사한다. 마모된 부분은 교체한다. 메커니즘의 회전하거나 미끄러지는 부분의 표면에 윤활유가 건조되어 윤활 되지 않는 부분이 없음을 확인하는 것은 매우 중요한 일이다. 추천 윤활유를 사용하여야 하고 제조자 요구대로 조정하고 정확한 작동을 확인하여야 한다. 개방신호 발신용 코일의 플런저(Plunger)는 자유롭게 움직이는지 점검하되 윤활유를 바르면 안 된다. 제조자의 핸드북대로 조정되었는지 매우 신중하게 확인하여야 한다.

(나) 투입 메커니즘 : 필요에 따라 청소하고 검사하고 마모된 부분 교체하여야 한다. 과도한 윤활유는 제거해야 한다. 메커니즘과 기계적인 상세사항을 검사하고 부착된 댐핑기기(Damping device)는 정확히 작동하는지 확인 하여야 한다. 스프링식 투입 장치일 경우, 톱니바퀴와 역회전 방지 장치의 손상유무를 점검하는 것이 특히 중요하다. 전동기에 연결된 스프링을 사용한 경우, 그 연결부위를 검사하여야 하고 감속장치는 정해진 윤활유로 취급하여야 한다. 메커니즘의 정정치들을 기록하면 마모나 헐거워짐의 진행정도를 알 수도 있다.

(다) 전동기 구동 메커니즘 : 건조된 윤활유를 제거하고 클러치, 스프링, 웜구동부(Worm drive), 원심스위치(Centrifugal switch) 등을 점검하여야 한다. 이들을 지침대로 수리하고 기어박스의 기름을 채운다.

(라) 유압구동 메커니즘 : 유압에너지 축적기의 에너지를 방출시키고 전용의 깨끗한 용기로 부터 추천된 사용액체를 보관조에 채운다. 제조자가 추천하면, 유압용 액체를 여과하고, 액체를 요구 수위까지 채워야 하며 배

관에 공기로 인한 폐쇄현상이 없는지 확인하여야 한다. 압력계와 저압력 경보 장치를 확인하고 운전 중에는 주기적으로 축적기 액체 방출 레버를 작동시켜 전동기와 펌프가 제대로 작동하는지 확인 하여야 한다.

- (마) 극간 연결부 : 극간의 동작시간의 차이를 최소로 하기 위하여 연결핀, 최소반동 메커니즘 등을 점검하는 것은 중요하다. 이 부분에 열화가 발생하면 동작시간 시험에 나타난다. 필요하다면 제조자의 핸드북에 따라 정정치 치수를 확인하는 것이 좋다. 그러나 필수적으로 조정을 필요로 하지 않는 이상 건드리지는 않는 것이 좋다. 볼트, 너트, 피봇 핀 등이 단단히 고정되어 있는지 확인한다. 극간 연결부와 관련된 대쉬팟(Dashpot)의 이상동작은 동작시간 시험시의 이동거리 측정으로만 알 수 있다. 그런 기록이 없거나 만족스런 동작이 이루어지지 않으면 신중히 점검해 보아야 한다. 유입식 대쉬팟은 액위확인 정도만이 필요하나 공기식은 형식에 따라서는 공기구멍들과 간격들을 확인하여야 되는 경우도 있다. 기계식 또는 공기압식에 의해 극간 상호연동차단 하는 방식일 경우, 각 극을 돌아가며 투입과 개방 동작을 실시하여 나머지 다른 두 극이 동작을 따라하는지 확인하여야 한다.
- (5) 다른 기기들의 정확한 동작이 보조 스위치들에 의존하기 때문에 보조 스위치들은 깨끗하고 건전한 상태로 유지되어야 한다. 접점들을 점검하고 청소하며 필요하면 손질하여야 한다. 적정한 접촉압력, 연결 작동부의 자유로운 움직임, 차단기 접점과 관련된 보조 접점의 정확한 타이밍 여부 등을 가능하면 확인하여야 한다. 차단회로를 제어하는 보조접점의 요구되는 타이밍에 관하여는 특별히 주의하여야 한다. 지시계기, 신호발생장치 등은 건전한 상태를 유지하고 있는지 정확하게 작동하는지 확인하여야 한다. 연동장치, 잠금장치 등은 하나라도 고장나거나 마모되면 위험에 처할 수 있기 때문에, 어떠한 부정확한 운전지시에도 반응하지 않고 있음을 특별한 주의를 가지고 확인하여야 한다.
- (6) 격리용 접점은 과열 및 부식의 징후를 검사하고 필요하면 수리한다. 적정하게 맞물림 되는지 확인하여야 한다. 공기 중에서 작동하는 접점은 얇은 접촉 윤활유를 간혹 바르는 형식도 있다.
- (7) 차단기와 그 보조 기기들이 운전상태로 들어가기 전에 최종확인을 위한 작

동시험을 하여야 한다.

29.1.6 고장 후 유지보수

외부의 고장에 대하여 개폐장치가 작동한 후에 개폐장치의 설계와 책무에 따라 점검이 필요할 수 있다. 아래사항은 점검 시 주의사항이다.

- (1) 금속증기가 퇴적될 수 있는 부분이나 절연물은 청소하고 균열, 연소, 연면 방전, 기타 손상 등이 있는지 점검하여야 한다. 필요하다면 교체한다.
- (2) 접점은 연소나 다른 손상이 없는지 점검하고 필요하다면 수리하거나 교체한 후에 접촉압력, 배열, 접촉저항 초과 등을 확인하여야 한다. 금속침전물의 흔적을 제거하기 위해서는 아크 제어기기를 제거하여 29.1.5의(3)에서 권고한 대로 수리하거나 교체할 필요가 있다.
- (3) 메커니즘이 정확히 동작하는지 확인하여야 하고 아크 제어기기가 교체된 후에는 정정치와 간격에 주의하여야 한다.
- (4) 메커니즘 및 일반 구조물의 손상이나 변형 등에 대하여는 일반적인 기계적 점검을 실시하여야 한다.
- (5) 최종확인 29.1.5의 (7)을 참고한다.

29.2 유입식 차단기

29.2.1 일상 검사 및 정비

- (1) 배출구는 기름과 가스의 자유로운 통로가 항상 유지되고 있음을 점검하여야 한다. 어떤 경우에도 설계 시에 허용하는 크기 이상의 배출구를 만들지 않아야 한다.
- (2) 기름탱크가 제거되거나 기름이 제거되었을 때 개방과 투입동작은 제조자가 지시하지 않는 한 작동하지 않아야 한다.

(3) 절연유의 표본을 채취하여 전기적 강도시험 및 수분 함유량 시험을 관련 KS에 따라 실시되어야 한다. 미리 정해진 시험기준을 충족시키지 못하는 기름은 교체하여야 한다. 액위는 정해진 수준을 유지하여야 한다. 탱크에 기름을 채우기 전에 탱크 내부 및 기름에 잠겼던 부분에 대하여 깨끗한 기름으로 세척하는 것이 바람직하다. 탱크와 절연물의 표면, 도체의 표면 등은 섬유질물질이나 수분 등의 오염이 없이 깨끗이 유지하여야 한다. 오염물은 기름의 전기적 강도를 떨어뜨리기 때문이다. 기름을 탱크에 채우는 동안에도 기름과 공기의 접촉을 최소화 시켜야 하고 기름을 탱크의 아랫면에서 유입시키는 것이 바람직하다. 탱크에 기름이 채워진 후 대기시간을 충분히 가진 다음 차단장치의 시운전을 하여야한다. 뜨거운 기름은 사용되지 않아야 한다. 지금까지의 일상 유지보수 횟수보다 자주, 특히 기름의 누출 징후가 보이면, 기름액위를 점검하여야 한다.

(4) 탱크와 탱크 라이닝 : 탱크 라이닝은 연소된 부분이나 손상이 없는지 점검하여야 하고 라이닝의 끝단부에서 종종 수분이 존재할 때 발생하는 분리현상이 없는지 주의하여야 한다. 수분이 의심되면 라이닝 표본을 채취하여 기름 속에 넣고 105 ℃까지 가열하여 거품이 일면 수분이 있음을 나타낸다. 수분이 있거나 손상된 라이닝은 수리하거나 교체하여야 한다. 그것들은 탱크를 완전히 청소하고 건조시킨 후에 다시 부착하여야 한다. 개스킷들도 점검하고 필요하면 교체하여야 한다. 탱크를 교체할 때는 볼트들이 적합한 순서대로 적절하게 조여져야 한다. 탱크는 채우기 전에, 가능하면, 깨끗한 기름으로 세척하여야 한다. 탱크를 교체할 때 극간 방호물이 위험하지 않도록 특히 조심하여야 한다. 왜냐하면 이것은 차단기의 개방동작에 방해를 줄 수 있기 때문이다.

29.2.2 고장 후 유지보수

- (1) 절연유가 심하게 변색되거나 탄소 부유물이 생기는 등 과도한 오염이 보이면 29.2.1의(3)의 절차에 따라 기름의 교체를 요구하는 것 일 수 있다.
- (2) 접합과 봉인이 단단히 고정되었는지 점검하여야 하고 특히 탱크의 개스킷을 조심하여야 한다.

29.3 공기분사식 차단기 검사 및 정비

(1) 누설시험과 작동시험에서 필요성이 인정되지 않는 한 주 메커니즘의 밸브류들은 건드리지 않아야 한다. 만약 그럴 필요가 있으면 작업은 깨끗한 환경에서 이루어져야 하고 제조자의 핸드북을 엄격히 따라야 한다.

(2) 차단부는 고정 접점, 가동 접점, 노즐 및 관련 밸브류 등으로 이루어져 있다. 완전가압형 차단기와 같은 일부 형식의 경우 차단부 내에 저항도 내장된다. 적정한 간격마다 극 당 하나의 차단부에 대하여 접점의 연소율, 부식률 등을 검사하고, 추가 유지보수작업이 필요한지를 평가하기 위한 일반적 상태 등도 검사하여야 한다. 이 작업은 건조한 날씨에 이루어져야 바람직하며 작업 시에 수분이나 먼지가 침투하지 않도록 주의하여야 한다. 구리 접점이나 구리-텅스텐 합금 접점은 약간의 연소는 말썽을 일으키지 않는다. 그러나 심한 연소는 가는 줄(Fine file) 로 갈아서 제거하여야 한다. 구리-텅스텐 접점은 과도한 부식이 있는지 검사하여야 한다. 사소한 부식은 문제없다. 주접점의 본래 프로파일(Profile)이 유지되는 것이 중요하다. 가는 줄을 사용하여 프로필을 심각하게 손상시키지 않고 복원할 수 없다면 접점을 교체하여야 한다.

아킹 지역 밖에서 연소부분이 발생하면 기록하고 조사하여야 한다. 이것은 아크의 위치가 적절하지 않음을 표시하기 때문이다. 은판(Silver plate)으로 된 접점은 검게 변색되어도 청소할 필요가 거의 없다. 전환접점은 픽업 표시나 연소표시가 있는지 검사하여 필요하면 청소하여야 한다. 저항차단부 접점은 과도한 부식이나 연소가 없어야 하고 사소한 부식이나 연소는 그냥 두거나 가는 줄로 청소한다. 차단부의 노즐은 과도한 마모 또는 물질의 균열 등을 검사하여야 하고 중앙으로 모이지 않는 아크의 표시가 있는지도 살펴 보아야 한다. 이것은 새 노즐에 대한 측정과 비교하면 가장 잘 알 수 있다. 노즐의 프로파일뿐 만 아니라 치수도 매우 중요하다. 만약 프로파일이나 치수, 접점까지의 치수가 상당히 바뀐다고 생각되면 제조자의 핸드북을 따라야 한다. 그러나 일반적으로 노즐은 직경이 5 % 이상 증가하지 않으면 문제없다. 미세한 표면의 불규칙성은 미세한 줄로 제거될 수 있다.

아크 지역 가까이 있는 절연체들은 오염의 표시를 검사하여 필요하면 청소하여야 한다. 검게 탄 절연체는 아크의 위치가 잘못 되었음을 나타내므로 발견되면 조사하여야 한다. 유입식 콘덴서, 저항, 부싱 등은 누설여부를 검사하여야 하고 필요하면 교정 하여야 한다. 압력이 있는 관에 결합되어 있는 포일(Foil)형 콘덴서 또는 공기절연 콘덴서, 저항 등은 점검상 별 문제없으면 거의 문제를 일으키지 않는다. 별도의 다른 작업도 필요하지 않다.

작동 밸브류와 연결장치들은 진단용 시험이나 육안으로 점검하여 그 필요성이 인정되지 않으면 건드리지 않는 것이 좋다. 정정치수는 확인하여 기록하고 누설시험은 실시되어야 한다. 밸브류들을 해체할 필요가 있을 때에는 청결한 환경에서 수행되어야 하고 제조자의 핸드북을 철저히 따라야 한다. 배기출구, 소음기 등은 막혔는지 시험하여 필요하면 청소하여야 한다.

- (3) 공기의 흐름이 적절한지 확인하여야 한다. 입출력 유량계가 모두 부착된 경우, 눈으로 보아 두 계기는 동일 유량을 나타내어야 한다. 만약 다르면 이것은 공기의 누출을 의미하므로 누출원을 추적하여야 한다. 여과기나 오리피스가 부착되어 있으면 점검하여야 한다.
- (4) 현장 제어용 박스(Kiosk)의 내부히터 동작을 확인하여야 한다. 박스 내부 또는 박스면에 비상차단 장치가 일반적으로 부착된다. 이 장치가 정확하게 차단기를 차단시키는지 확인하여야 한다.
- (5) 압력계의 작동여부를 확인하여야 하고 주기적으로 표준계기로 그 정확도를 확인하여야 한다.
- (6) 압력스위치는 표준계기로 압력정치가 정확한지 확인하여야 하고 압력스위치들의 작동순서가 정확한지도 확인하여야 한다.
- (7) 동작순서 제어 스위치(Sequence disconnecter)가 부착되어 있으면 고정 접점과 가동접점의 과열, 연소를 점검하고 필요하면 수리하거나 교체하여야 한다. 접점들의 자유로운 움직임과, 옥외에 설치되었을 경우에 부식과 오염을 확인하여야 한다.
- (8) 공기 저장조 및 압력조는 깨끗하게 유지하여야 하고 페인트 표면의 손상부분은 부식이 발생하지 않도록 하여야 한다. 용단 플러그는 점검하고 일정기간마다 교체하는 것이 바람직하다. 안전밸브가 설치되어 있으면 자유로이 작동할 수 있는지와 동작이후 정확한 본래위치에 있는지를 점검하여야 한다. 공기 저장조 및 압력조의 내면은 청결하게 유지되어야 하며 부식이 없어야 한다. 페인트 표면이 벗겨지거나 물질이 있는지 점검하여야 한다.

29.4 SF6 차단기

29.4.1 SF6의 성질

- (1) 가스는 불활성이며 무색, 무미, 비인화성, 무독성이고 상대 밀도 5.11로 공기보다 무겁다. 전기기기의 일반적 사용상태에서 화학적으로 안정되어 있다.
- (2) 800 ℃ 이상 고온에서 전기 아크에 노출되면 분해된다. 분해 시 SF화합물, 극소량의 수분, 산소, 산화불소 등이 생성된다.
- (3) 경험상 이런 생성물들이 외부환경으로 나오는 경우는 거의 없다. 나온다 하더라도 독성으로 인한 독성효과가 나타나기 훨씬 전 매우 약한 농도에서 강하고 구역질나는 냄새가 나므로 이때는 신선한 공기 쪽으로 대피하여야 한다.

29.4.2 정상 운전상태에서 SF6 누설로 인한 위험

- (1) 아크발생 시의 부산물은 위에서 설명한대로 밖으로 잘 나오지 않으며 자극적이고 불쾌한 냄새가 나면 신선한 공기 쪽으로 가면된다. SF6가 비록 비독성 물질이기는 하나 인체에 유해할 수 있다.
- (2) 보호장구 없이 SF6 가스가 차있는 외함이나 트렌치로 들어가면 질식의 위험이 있다.
- (3) 관련자들이 질식의 위험을 잘 알도록 하여야 하고 보호장구 없이 들어가려면 사전에 충분한 환기를 필요로 한다. 의심 될 경우 적절한 계기를 사용하여 산소농도를 확인하여야 한다.

29.4.3 과열로 인한 SF6 누설시의 위험

- (1) 내부 아킹 시 문제로 인하여 차단기 외함이 과열되는 아주 희소한 사고의 발생시, 독성을 가진 아크 부산물이 변전소에 방출될 위험이 있다.
- (2) 독성물질은 위험농도보다 훨씬 작은 농도에서 냄새로 알아낼 수 있고 이때 관련자들은 아래의 권고사항을 따르는 것이 바람직하다.

- (가) 문을 열 때 우려할만한 정도의 냄새가 날 경우 그 지역 전체를 환기시킨다.
- (나) 구역질나는 냄새를 완전히 환기시킬 때까지 그 지역에 들어가지 않아야 한다. 더 이상 압력강하를 피하기 위해 밸브를 폐쇄시켜야 하는 등 불가피하게 들어가야 할 경우 마스크 또는 호흡장치, 보호안경, 보호장갑, 보호장화 등 보호구를 입고 들어가야 한다.
- (다) 환기가 끝나면 손상된 장치를 제거하고 외함과 그 주변을 청소할 수 있다. 이때 제거해야 할 고체 침전물들이 피부자극성이 있기 때문에 작업자는 승인된 필터를 부착한 마스크, 보호장갑, 보호장화, 보안경 등을 착용하여야 한다.
- (라) 만약 가스가 트렌치 등 낮은 지역에 축적되어 있을 가능성이 있거나 기기주변에 아직도 존재할 가능성이 있을 때에 작업을 하야야 하는 작업자는 권한 있는 사람의 감독하에서 작업을 수행하여야 한다.

29.4.4 검사 및 정비

- (1) 내부 점검을 위하여 장치를 처음 여는 순간 부서진 물질을 조심하여야 하고 적절한 보호구를 착용하여야 한다.
 - (2) 보호구에는 전체보호의, 얇은 고무장갑, 활성탄이나 먼지 필터가 부착된 호흡기, 보안경등이 포함된다. 개방하여 먼지나 부서진 물질들을 제거하고 나면 호흡기나 보안경은 벗어도 된다. 이 작업을 위한 행동지침을 작성하여야 한다.
- (가) 가스 계통 : 이중 압력 장치에서 두 압력간에 관계가 정확한지, 정해진 압력에서 동작하는지 등을 확인한다. 일정한 간격마다 압력/온도 조건을 기록하여 밀도가 일정한지 확인한다. 압축기 기름 액위, 일정한 압력을 올리는데 소요되는 시간 등을 확인한다. 후자는 기록도 하여야 한다. 어떤 장치는 특수 필터를 사용한다. 차단기로부터 제거된 필터는 가열시키지 말아야한다. 필터를 제거하기 전에 작업자는 해당 작업의 제조자의 핸드북 내용을 잘 알아야 하고 필터물질의 취급, 폐기에 관한 방법, 용기를 청소하는 법, 새로운 물질로 다시 채우는 방법 등에 관한 지침도 잘 알아야 한다.
 - (나) SF6 가스 : KS 기준에 따라 채취하고 시험하여야 한다.

- ① 응축온도를 일정간격으로 확인하여야 한다. 요구되는 응축온도는 차단기의 설치장소 및 주위환경에 따라 다르며 보통 제조자의 핸드북에 그 값이 지정되어진다. 일반적으로 설치장소의 최소 주위온도보다는 높아야 한다. 이중압력 차단기의 경우, 응축온도는 고압가스가 절연용으로 사용되지 않는 한 저압가스의 응축온도를 말한다. 보통 고압가스 계통에는 히터가 일체형으로 부착되어 있으며 고압에서의 응축온도는 최소 작동온도 보다는 높아야 한다. 고압가스의 응축온도는 저압가스보다 같거나 낮다. 응축의 의미가 있는 유일한 물질은 물이지만 시험하면 다른 물질의 응축도 종종 있다. 응축온도가 허용온도보다 높을 경우 가스를 건조시키거나 교체하여야 한다. 결함이 나타난 원인을 조사하여야 하고 새 가스를 충전하기 전에 차단기를 건조시킬 필요가 있을 수도 있다. 가스의 재충진 이후에는 응축수 온도 측정 간격을 그 이전보다 더 자주 실시하여 만족할 만한 안정된 수준이 될 때까지 한다.
 - ② 일반적으로 산소함량은 부피기준 1 % 미만이어야 하나 제조자가 특정 차단기에 대하여 권고치를 제공하기도 한다. 일반적으로 산소함량은 가스를 충전한 직후 내부에 공기가 남아있지 않음을 확인하기 위해 측정한다. 전에 사용하였던 가스는 이것을 차단기 충전 전에 시험하여야 한다. 산소함량이 너무 높으면 제거할 필요가 있다. 만약 가스를 액화가 일어나는 압력상태의 저장탱크에 넣을 수 있으면, 잉여 산소는 저장탱크의 액체가스 상부에 있는 가스를 수초 동안 급격하게 밖으로 방출함으로써 줄일 수 있다. 한 번에 요구하는 산소 함량이 얻어지지 않으면 이 과정을 반복하면 된다.
 - ③ 산성도 및 가수분해성 불소의 함량은 일정 간격으로 시험하여 제조자의 핸드북에 주어진 기준을 초과하지 않았음을 확인하여야 한다. 전에 사용하였던 가스는 이것을 차단기 충전 전에 시험하여야 한다.
- (다) 현장 제어용 박스(Kiosk) : 내부히터 동작을 확인하여야 한다.
- (라) 압력계 : 작동여부를 확인하여야 하고 주기적으로 표준계기로 그 정확도를 측정하여 교정하여야 한다.
- (마) 압력스위치 : 정확한 작동여부를 확인하여야 하고 주기적으로 표준계기로 그 정확도를, 가능하면 차단기에 부착된 상태에서 확인하여야 한다. 온도보상이 되는 압력스witch는 그 특성이 일정 밀도 곡선을 따른다. 필요하다면, 이 곡선에 따라 교정되어야 한다.
- (바) SF6 가스히터 : 이중 압력 차단기에서, 가스히터는 보통 고압측에 액화가 일어나지 않았음을 확인하기 위하여 부착된다. 이것의 정확한 동작

여부를 주기적으로 확인하는 것은 중요하다. 히터를 제어하는 온도조절 장치가, 요구되는 범위내에서 작동하는지 확인하여야 한다.

- (사) 차단부 : 적정한 간격마다 극 당 하나의 차단부에 대하여 점점의 연소율, 부식률, 등을 검사하고 추가 유지보수작업이 필요한지를 평가하기 위한 일반적 상태 등도 검사하여야 한다. 이 작업은 합리적인 건조한 날씨에 이루어져야 바람직하며 작업 시에 수분이나 먼지가 침투하지 않도록 주의하여야 한다. 구리 점점이나 구리-텅스텐 합금 점점은 약간의 연소로 말썽을 일으키지 않는다. 그러나 심한 연소는 가는 줄로 갈아서 제거하여야 한다. 구리-텅스텐 점점은 과도한 부식이 있는 지 검사하여야 한다. 사소한 부식은 문제없다. 주점점의 본래 프로필이 유지되는 것이 중요하다. 가는 줄을 사용하여 프로필을 심각하게 손상시키지 않고 복원할 수 없다면 점점을 교체하여야 한다. 점촉면 사이의 힘이 감소하지 않아야 하는 것은 필수적이다. 아킹 지역 바깥에서 연소부분이 발생하면 기록하고 조사하여야 한다. 이것은 아크의 위치가 적절하지 않음을 표시하기 때문이다. 은판으로 된 점점은 검게 변색되어도 청소할 필요가 거의 없다. 전환점점은 픽업 표시나 연소표시를 검사하여 필요하면 청소하여야 한다.

차단부의 노즐은, 과도한 마모 또는 물질의 균열 등을 검사하여야 하고, 중앙으로 모이지 않는 아크의 표시가 있는지도 살펴 보아야한다. 이것은 새 노즐에 대한 측정과 비교하면 가장 잘 알 수 있다. 노즐의 프로필뿐 만 아니라 치수도 매우 중요하다. 만약 프로필이나 치수, 점점까지의 치수가 상당히 바뀐다고 생각되면 제조자의 핸드북을 따라야 한다.

아크 지역 가까이 있는 절연체들은 오염의 표시를 검사하여 필요하면 청소하여야 한다. 검게 탄 절연체는 아크의 위치가 잘못 되었음을 나타내므로 발견되면 조사하여야 한다. 유입식 커패시터, 저항, 부싱 등은 누설여부를 검사하여야 하고 필요하면 교정행위를 하여야 한다. 압력이 있는 관에 결합되어 있는 포일형 콘덴서 또는 공기절연 콘덴서, 저항 등은 점검상 별 문제 없으면 거의 문제를 일으키지 않는다. 별도의 작업도 필요하지 않다. 작동 밸브류와 연결장치들은, 진단용 시험이나 육안으로 점검하여, 그 필요성이 인정되지 않으면 건드리지 않는 것이 좋다. 정정치수는 확인하여야 한다.

- (아) 주 메커니즘 : 누설시험과 작동시험에서 필요성이 인정되지 않는 한, 공기압이나 유압작동 차단기의 밸브류들은 건드리지 않아야 한다. 만약 그럴 필요가 있으면 작업은 깨끗한 환경에서 이루어져야 하고 제조자의

핸드북을 엄격히 따라야 한다. 대시뮬은 정확히 작동되는지 점검하여야 한다.

- (자) 현장 공기저장조 및 SF6 외함 : 현장의 공기 저장조와 SF6 외함은 청결하게 유지되어야 하고 페인트 표면에 손상이 발생되면 부식방지에 적합한 페인트로 보완시켜야 한다. 공기 저장조의 내면 페인트에 부식, 벗겨짐, 물집 등이 있는 부분이 있는지 점검하고 적절한 조치를 하여야 한다. 공기 저장조는 압력용기로 주기적 점검, 검사, 인증에 관한 법적 강제조항이 각 국가에 대부분 있다. 그러나 SF6 외함은 그 반대이다. 차단기가 정비를 위해 개방되면 외함 내면 페인트에 대하여 부식, 벗겨짐, 물집 등을 점검하고 적절한 조치를 하는 것이 바람직하다. 용단 플러그는 점검하고 어떤 경우에는 일정 기간마다 교체가 필요할 때도 있다. 안전밸브는 정확한 동작과 동작 후 제 위치에 정확히 복원되었는지 점검하여야 한다.

30. 스위치

30.1 일반사항

- (1) 스위치와 스위치-단로기의 유지보수는 일반적으로 29항에 준하여야 한다. 이것들은 고장전류를 차단하게 설계되지 않았기 때문에, 아크 제어기기들이 없거나 차단기에 비하여 간단하다.
- (2) 옥외형 스위치, 유연접속 등은 특히 단말에서 마모여부를 점검하고, 보호쉬스는 열화현상을 점검하여야 한다. 나동으로 된 유연접속에는 보호화합물을 바를 수도 있다.
- (3) 아킹혼은 손상유무, 견고한 부착여부 등을 점검하여야 한다. 혼은 개방동작에는 약간 겹쳐지나 투입동작에는 그렇지 않음을 확인하여야 한다.

30.2 하드가스(Hard-gas) 차단부

- (1) 상세한 검사와 정비는 제조자의 핸드북을 따라야 한다.

(2) 점검과 소소한 정비는 다음과 같이 수행할 수 있다.

(가) 외부 절연체를 청소한다.

(나) 외부 접점들을 청소하고 접점 윤활유를 바른다. 할 수 있으면 차단부 방출구를 들어내어, 금속조각이나 탄화된 물질이 보이면 이것은 과도한 접점 부식을 나타내므로 조사가 더 필요하다.

(다) 교체하거나 공장에서 수리작업 하거나 또는 제조자에 의한 수리작업이 필요할 수도 있다.

(라) 차단부가 개방 또는 폐쇄 위치까지 방해받지 않고 자유로이 작동하는지 확인한다. 보통, 차단부 메커니즘의 윤활유는 필요 없다.

(마) 접점들이 정확한 작동 순서대로 작동하는 것이 중요하므로 제조자의 핸드북에 따라 작동 확인을 한다.

31. 단로기 및 접지 스위치

(1) 단로기 및 접지 스위치 유지보수의 일반적 사항은 29항에 따른다. 일부 고장전류를 통과시킬 수 있는 접지 스위치를 제외하면 대개 무시할만한 정도의 전류만 개로, 폐로하도록 설계되어 있다. 그러므로 접점과 메커니즘이 차단기에 비해 간단하다.

(2) 외함이 없는 개방형이 좋지 않은 외부환경에 설치될 경우, 접점에 오염물이 축적되지 않도록 보통 기름을 사용하나, 건조한 윤활제를 접촉면에 사용할 필요가 있을 수도 있다.

(3) 고장전류를 폐로시키는 접지스위치 등 일부 단로기들은 가동부분의 반동을 피하기 위해 접촉면의 마찰을 이용하여 감속시킨다. 이 경우에는 접촉면 윤활제는 사용하지 않는 것이 필수적이다.

32. 모선 및 모선실(Busbar chamber)

(1) 공기절연인 모선과 그 지지물들은 과열의 표시와 절연 열화에 대한 점검을 하여야 한다.

- (2) 개방형 모선은 적외선 탐사 장치를 사용하여 스캔하면 과열부분을 찾아낼 수 있다. 과열부분은 연결이 적절하지 않아 접촉저항이 큰 부분이다. 별 문제없이 운전되고 있는 SF6 충전 모선실은 건드리지 않는 것이 좋다.
- (3) 검사를 실시하면 그동안에 오염물질들이 침투될 수도 있기 때문이다. 만약 검사를 한다면 29.4항을 따른다.

33. 계전기

33.1 일반사항

- (1) 접촉기와 같이 범용 계전기에는 과부하보호 장치나 타이머 등은 없다.
- (2) 플랜트의 안전과 관련한 계전기는 특별한 주의를 필요로 한다.
- (3) 주기적 점검 시에는 장치의 작동능력을 확인하도록 계획되어야 한다.
- (4) 보호 및 연동 기능 확인시험 등은 유지보수프로그램에 반영되어야 한다.
- (5) 특정 센서와 결합시켜 플랜트나 계통의 보호가 주목적인 특수 계전기는 보통 자체 외함이 있으며 다음을 참고한다. 이 범주의 계전기들은 전기기계적 또는 전자적으로 민감한 장치이므로 신중한 처리가 필요하다.
 - (가) 계전기의 카버를 열기 전에 먼지를 닦아내야 하고 재부착시에도 단단히 고정하여 먼지의 침투를 막는 것이 중요하다.
 - (나) 어느 정도 이상의 수리나 정비작업은 적절한 클린 룸 상태에서 실시하여야 하고 숙련된 작업자에 의해 시험이나 재조정 등을 포함한 제조자의 핸드북에 따라야 한다.

33.2 시험

- (1) 보호계전기들은 작동시간과 리셋 시간, 작동개시 되는 전류치와 작동중지 되는 전류치 등을 확인하여야 한다.

- (2) 정지형 계전기들은 시험하는데 특수한 기술이 필요할 수도 있으므로 제조자의 핸드북을 따라야 한다. 또한 24항을 참고한다.
- (3) 조건이 허락하는 한, 변류기의 연결을 시험할 수 있는 상태로 만든 후, 변류기 1차측에 전류를 인입시키는 방식으로 시험을 수행하는 것이 바람직하다. 변류기 2차측에 전류를 인입시키는 방식의 시험은 일상적 시험에 사용할 수 있다. 1차측에 인입시키는 방식으로 간혹 시험하는 것 보다 2차측에 인입시키는 방식으로 주기적으로 자주 하는 것이 훨씬 좋다.
- (4) 2차측 전류 인입방식은 해당 계전기에 적합한 전류인입 장치를 사용하거나 변류기의 시험용 단자를 포함시켜 시험하는 것이 바람직하다.
- (5) 시험을 위하여 배선의 작은 부분을 끊는 것은 바람직하지 않다.
- (6) 보호기기들을 시운전 시험할 때, 후일의 일상 시험이나 고장후 시험과의 비교를 위하여 상세한 사항을 기록하여야 한다.
- (7) 가장 최근에 사용된 퓨즈링크 정격과 보호계전기의 정정치들은 기록·보관되어야 한다. 시험을 위하여 계전기의 정정치를 변경시켰으면 기록된 정확한 정정치로 복귀시켜야 한다. 계전기 정정치들은 계전기 케이스 위 또는 안쪽에 추가로 기록해두면 도움이 된다.
- (8) 시험을 위하여 연결된 부분을 변경하거나 임시 연결을 추가한 경우 시험 후에 원상회복은 필수적이다.
- (9) 변류기 1차에 부하가 걸려있을 때 2차측이 개방되면 위험한 전압이 발생되므로 주의하여야 한다.
- (10) 계전기를 조작하여 일상적인 차단시험을 할 때 계전기의 메커니즘이나 접점의 손상을 막기 위하여 특히 주의하여야 한다.
- (11) 반도체나 이와 유사한 부품이 포함된 보호계전기의 전압시험을 할 때에는 시험전압의 크기가 부품들을 손상시키지 않아야 한다.

(12) 어떤 계전기들은 매우 정교한 기능을 수행하도록 제조되고, 전압, 전류, 상 순서, 위상 각, 전력등과 같이 급변하는 변수를 감시하는데 사용된다. 감시 되어야 하는 변수들은 종종 온도, 압력, 액위감지기 등의 센서로 공정이 관리된다.

(13) 모든 계전기들은 제조자의 핸드북을 따라야 하고 어떠한 수리나 조정도 적절한 사람에 의하여 명확하게 바람직할 경우에 한하여 수행되어야 한다.

34. 보호, 측정, 및 제어용 변압기

34.1 변류기

(1) 변류기는 시험하기 전에 정전되고 격리되어야 하며 대지로 방전되어야 한다. 변류기 1차에 부하가 걸려있을 때 2차측이 개방되면 위험한 전압이 발생되므로 주의하여야 한다.

(2) 시험을 위하여 제거되었던 연결들은 정확하게 복원되어야 하고 단단히 고정되어야 한다.

(3) 변류기가 접근 가능한 격실이나 유사한 장소에 설치될 경우 모든 1차측 및 2차측 연결이 단단하게 고정되었음을 점검하고 확인하여야 한다.

(4) 모든 노출 절연체는 깨끗이 청소하여야 하고 균열이나 연면방전의 흔적이 있는지 철저히 검사하여야 한다. 유입식 변류기의 액위는 점검하여 필요하면 기름을 보충하여야 한다. 좀 더 긴 간격을 두고 기름을 시험하여야 한다.

(5) 기름은 냉매로도 쓰이기 때문에 관련 KS 기준에 따른 산성도, 인화점, 전기적 강도 시험 등을 필요로 할 수 있다.

(6) SF6 변류기는 정확한 게이지 압력이 유지되고 있는지 점검하여야 한다. 필요하다면 제조자의 핸드북을 참고하여야 한다.

- (7) KS 기준에 따른 가스의 이슬점 측정을 일정 기간마다 실시하여야 한다.
- (8) 금속제 외함에 수납되었거나 접근 불가능한 곳에 설치된 변류기는 기계적으로 안전하므로, 전기적 시험의 결과로 변류기가 좋은 상태인지를 판정한다.
- (9) 전기적 시험들을 쉽게 수행할 수 있는 장비가 없더라도, 최소한 2차권선의 절연저항 측정과 연속성 시험은 수행하여야 한다.

34.2 변성기 및 제어용 변압기

변성기는 시험하기 전에 정전되고 격리되어야 하며 대지로 방전되어야 하고, 부주의로 인하여 변성기의 1차측이 2차측으로부터 충전되지 않도록 하여야 한다. 변류기의 유지보수에 관한 사항은 그대로 변성기에도 적용된다. 일부 유입식 변류기에 부착된 기름/가스로 작동되는 계전기(Buchholze Relay)는 제조자의 핸드북에 따라 유지보수 되어야 한다. 보호용 퓨즈와 전류제한용 저항은 연속성과 일관적 건전성을 시험하여야 한다.

35. 전선 박스 및 단말

- (1) 단단히 고정되었는지 접지는 적절한지 시험한다.
- (2) 노출 절연체의 뒷면이 좋은 상태인지 특히 버팀목 근처에 수분은 없는지 점검한다.

36. 공기 압축 플랜트

- (1) 일상 유지보수의 일환으로 정기적인 시동/정지 시험을 실시하여야 한다.
- (2) 제조자 지침을 따라야 하고 시험, 인증 등 법적 의무사항도 지켜야 한다.