

KOSHA GUIDE

E - 27 - 2012

수변전설비 등의 정비 기술지침

2012. 6

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건교육원 강성모
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실

○ 제·개정 경과

- 2010년 6월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 4월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- NFPA 70B, Recommended Practice for Electrical Equipment Maintenance, 2002 Edition
- KOSHA GUIDE O-3-2011(전기설비의 정비를 위한 일반 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-15-2012(개폐장치의 사용에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-17-2012(고전압 개폐장치의 정비에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-18-2012(저압 개폐장치의 정비에 관한 기술지침)

○ 관련법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)

○ 기술지침의 적용 및 문의

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

공표일자 : 2012년 6월 20일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

수변전설비 등의 정비 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙 (이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)의 제1절부터 제3절까지의 규정에 의거 산업용 전기·전자 및 통신 시스템과 설비의 고장 또는 오작동으로 인해 초래될 수 있는 전기사고와 산업재해를 예방하기 위하여 수변전설비의 정비에 필요한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장의 수전용 전기설비 및 변전용 전기설비(이하 “수변전설비”라 한다)에 대하여 적용한다. 다만, 제한된 기간동안 임시로 사용하는 수변전설비와 폭발위험지역 등 특수장소에 설치되는 전기설비에는 적용하지 아니한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

- (가) “수변전설비”라 함은 수용가가 그 구내에 전력을 수전하고 변전하는 설비를 말하며, 구외에서 전송되는 전기를 구내에 시설한 변압기 등으로 변성하여 급전하는 전원공급 설비, 제어기기, 보호장치 및 감시장치 등을 포함한다.
- (나) “정비”라 함은 전기설비에 관련된 기술지침서를 만족하고 요구된 기능을 충족시키기 위하여 설비를 점검, 시험 또는 전기시스템과 기기를 교체, 수리하는 것을 말한다.
- (다) “점검”이라 함은 전기설비의 신뢰성 확보를 위해서 측정과 같은 보충적인 수단을 사용하되, 분해를 하지 않거나 또는 필요에 따라서 부분적인 분해를 통하여 정밀한 조사를 실시하는 것을 말한다.
- (라) “개폐장치(Switch gear)”란 전기회로를 개폐, 복구 및 전환하는 접속부품 또는 이와 같은 기능을 갖춘 장치를 말한다.

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

4. 정비작업 전 준비사항

4.1 일반사항

(1) 정비작업시 자료준비

수변전설비의 정비시에는 다음 내용에 대한 최신 상세자료를 준비하여야 한다.

- (가) 전기설비 설치 도면
- (나) 전기설비의 주변 환경에 관한 내용(온도·습도 및 이상물질의 사용 등)
- (다) 정비에 필요한 전기설비 관련 기록 (예 : 전기설비의 목록 및 설치 위치, 예비품, 기술 정보 등)

(2) 전원차단

- (가) 전기설비에 대한 점검, 시험 및 정비를 하고자 하는 경우에는 전원을 차단하여야 한다. 다만, 정비작업을 안전하게 할 수 있도록 적절한 방호구 설치, 잠금장치 및 꼬리표 부착 등 근원적인 안전조치가 된 때에는 설비가 통전된 상태에서 정비작업을 수행할 수 있다.
- (나) 통전상태 또는 운전상태에서 허용되는 작업은 변압기유 표본추출, 운전온도의 기록, 측정계기류 작동상태, 코로나, 잡음 또는 조도측정 등이다.

4.2 정비작업 계획의 수립

- (1) 정비작업 계획의 수립에 대한 상세 내용은 KOSHA CODE O-11-2009, 「전기설비 정비를 위한 일반 기술지침」에 따른다.
- (2) 정비작업계획의 수립 시에는 정비작업 일정, 순서와 절차 등 전체공정에 대한 고려를 하여야 하며 특별한 정비작업을 수행하기 위하여서는 적절한 시간간격(Interval)을 두는 것이 필요하다.

4.3 작업자와 설비의 안전

- (1) 적절한 정비지침을 제·개정을 하는 경우에 1차적으로 주안점을 두어야 하는 것은 수변전설비의 안전과 더불어 작업자의 안전이다.
 - (가) 통전상태에서 측정, 조정, 수리 또는 정비 업무를 할 가능성이 있는 스위치반, 제어반 및 MCC에는 잠재적인 섬락 등의 위험을 작업자에게 경고하기 위하여 위험표시를 하여야 한다.
 - (나) 위험표시는 정비작업을 시작하기 전에 작업자에게 잘 보이도록 설치하여야 한다.
- (2) 전기설비 정비작업자 안전을 위하여 조치하여야 할 사항은 다음과 같다.
 - (가) 일반적으로 어떠한 전기설비도 통전상태로 작업을 하여서는 안 되며, 정전이 쉽지 않거나 정전상태에서의 작업이 오히려 위험을 초래할 우려가 있는 경우에만 제한적으로 수행하여야 한다.
 - (나) 통전기기 주위에서의 작업이 필요한 때에는 위험지역에 로프를 치거나 격리를 위하여 고무담요를 사용하거나 고무장갑, 적절한 절연공구와 기기를 사용하는 등 모든 사전 안전조치가 뒤따라야 한다.
 - (다) 고무장갑이나 고무담요 같은 모든 절연기구는 반드시 주기적으로 이상여부에 대한 점검 및 시험을 하여야 한다.
 - (라) 활선상태의 전기설비 또는 활선근접 장소에서의 정비작업을 수행하기에 앞서 용도에 맞는 보호구의 등급을 구분하여 당해 작업에 적합한 개인 보호구를 착용하여야 한다.
- (3) 스위치나 차단기는 개로상태에서 잠금장치를 설치하고 잠금장치를 설치한 자의 이름 등을 기록한 꼬리표를 부착하여야 한다.
- (4) 전기적 불꽃이나 아크에 의한 화상의 우려가 높은 장소에서 작업을 하는 경우에는 방염 처리된 작업복 또는 난연 성능을 가진 작업복을 착용하여야 한다.
- (5) 정전작업시 단락접지기구가 설치되는 곳에는 단락접지기구의 선정, 보호 접지선 굵기, 접지선 길이, 접지기구 접속 및 클램프 선정 등 5 가지의 주요 고려사항에 대하여 KOSHA CODE O-11-2009 「전기설비 정비를 위한 일반 기술지침」의 정비작업시의 단락접지에 따른다.
- (6) 작업시작 전 안전교육을 실시하여 정전작업시의 안전조치를 철저히 이행하여야 한다.

4.4 특별한 주의가 요구되는 물질의 취급과 처리시 고려사항

- (1) 전기기기, 부품과 자재를 취급하거나 정비를 하는 경우 특별한 주의가 요구되는 물질에 대한 예는 <부록 1>과 같다.
- (2) 특별한 주의가 요구되는 물질에 대하여는 다음과 같이 조치하여야 한다.
 - (가) 재료와 공정설비에 의하여 야기되는 위험성은 변경계획 때마다 재검토하여야 한다.
 - (나) 정비계획을 제정하고 운용하는 책임자는 독성물질에 대한 지식, 환경적 위협, 쓰레기의 취급과 폐품수집에 대한 최근 기술을 포함한 관련 물질의 취급과 처리 간행물 등을 보관하여야 한다.
 - (다) 건강과 환경관련 간행물, 법규정 및 폐품수집 비용은 처리계획서에 모두 포함하여야 한다.

4.5 정비 담당자의 자격요건

- (1) 수변설비의 정비는 수변전설비에 대한 점검, 관련규정 및 정비방법 등의 내용에 대한 경험과 교육훈련을 이수한 숙련된 자에 의하여 실시하여야 한다.
- (2) 정비담당자는 정기적으로 정비에 필요한 교육을 받아야 한다.

5. 수변전설비와 개폐장치

5.1 변전소

- (1) 일반사항
 - (가) 변전소는 전압의 변환, 계량, 회로의 개폐, 전력시스템 보호기능을 수행하며 변압기, 개폐장치 및 차단기, 보호장치, 피뢰기 등으로 구성된다.
 - (나) 수변전설비의 정비주기는 변전소의 설치환경에 따라 다르지만 공업지역이나 염분이 많은 해안지역에서는 6주~8주마다 1회 이상 점검을 실시하여야 하며 기타 청정지역은 이 주기보다 긴 주기를 적용할 수 있다.
- (2) 애자
 - (가) 애자는 표면의 오염이나 물리적 손상여부를 점검하여야 한다. 오염된 애자의

표면은 청소하여야 하며 파손, 균열, 탄화 등으로 손상된 애자는 교체하여야 한다.

- (나) 애자의 점검 시에는 변전소 전원의 통전상태에서 코로나 발생여부를 확인하여야 한다.

(3) 도체

- (가) 모든 노출도체는 수나사로 조여진 이음새의 과열상태를 점검하여야 한다. 과도한 과열은 동(銅)도체를 변색시킨다. 만일 변전소가 정전상태이면 수나사 접속을 한 접속부는 조임상태를 점검하여 필요시 조임작업을 실시하고 적정 토크로 조여야 하며 수나사를 과도하게 조이지 않아야 한다.
- (나) 통전상태에서도 일정거리를 두고 온도측정이 가능한 적외선 카메라나 비접촉식 온도 측정기는 사용할 수 있다.
- (다) 이종(異種) 금속인 알루미늄과 구리 이음새가 있는 장소는 부식, 과열, 느슨함을 점검하여야 한다.

(4) 단로기

- (가) 변전설비에 대한 정기적인 정비를 하는 동안에 단로기는 안전하게 접근이 가능한 구역에서 작동하여야 한다.
- (나) 애자와 도전부는 정전상태에서 미리 정하여진 절차에 따라 시험을 하여야 한다. 이때, 상호 연결부나 조작봉은 연결부가 휘거나 비틀어져 있는지와 모든 철물이 잘 고정되어 있는지를 확인하기 위하여 점검을 하여야 한다.
- (다) 스위치 조작결쇠(Latch)의 위치는 스위치 닫힘 위치에서 기계적으로 잠겨지는지를 확인하기 위한 관찰이 가능하여야 한다.
- (라) 동력식 스위치는 그 스위치와 장치상태, 제어특성 및 성능이 적절하게 작동하는지를 확인하기 위하여 정기적으로 작동을 하여야 한다.
- ① 회로조건이 통전상태시 스위치 작동이 허용되지 않는 경우에는 조작장치를 조작하여 연동을 해제하여야 한다.
 - ② 각 장치별 정비는 해당제품 제조자의 정비설명서를 따라야 한다.
 - ③ 추가로 아래사항에 대한 확인을 하여야 한다.
 - 제한스위치 조정
 - 관련 릴레이 접점불량, 코일소손, 및 공급전압 적정여부
 - 기타 스위치 조립부품의 적절한 기능상태 등

- (마) 일상의 정비작업 시에는 계획된 정전작업을 수립하여야 하고 아래와 같이 철저한 정비가 이루어져야 한다.

- ① 스위치는 여러 번 수동으로 작동시키고 모든 날의 동시 닫힘과 완전한 점점 닫힘 여부를 확인하여야 한다.
 - 날의 잠금과 조작결쇠는 완전한 닫힘 위치에서 확인을 하여야 한다.
 - ② 만일 스위치가 동력조작식이라면 앞에서 기술한 것처럼 확인이 되어야 한다.
 - ③ 점점은 정렬상태, 압력, 탄화 또는 부식에 대하여 점검을 하여야 한다.
 - 패인 자국이 있거나 심하게 그을린 점점은 교환하여야 한다.
 - 경미하게 패인 경우에는 표면을 깨끗하고 양호한 연마지로 가볍게 닦아낸다.
 - 아킹 혼(Arcing Horn)은 과도한 탄화 흔적을 점검하고 필요시 교체한다.
 - ④ 절연물은 파손, 균열 또는 탄화에 대하여 점검을 한다.
 - 절연물은 염분 부착, 시멘트 분진, 또는 산화와 같은 이상상태가 있는 것을 청소한다.
 - ⑤ 기어 박스는 부식을 초래하거나 결빙 등으로 인한 개폐의 어려움을 줄 수 있는 수분을 점검하여야 한다.
 - ⑥ 조작 핸들을 접지하는데 사용되는 유연선과 슬립링 점점은 점검하여야 한다.
 - 부식, 낡거나 파손된 편조선은 교체하여야 한다.
 - ⑦ 모든 안전 연동장치는 점검, 대조 및 시험을 하여야 한다.
- (바) 만일 스위치에 매우 큰 단락전류를 흘린 경우에는 바로 정밀점검을 실시하여 점점의 상태를 점검하여야 한다.

(5) 접지설비

모든 소내 접지, 외함 접지, 기기 접지 등을 점검·시험하고 모든 접지 접속부의 조임 상태와 부식여부를 점검하여야 한다.

(6) 외함

- (가) 울타리나 기타 외함은 동물이나 관계자 이외의 자의 출입을 제한하기 위한 기능의 설치여부를 확인하여야 한다.
- (나) 비상용 기기 등을 장치한 경우에는 보안상태를 점검하고 정상 작동여부를 점검하여야 한다.

(7) 기타기기

- (가) 잠금장치, 권상 또는 이송기구, 접지기구, 핫스틱, 고무장갑, 기타 시험 장비의 이용가능 여부와 상태를 점검하여야 한다.
- (나) 조명기구, 변압기의 냉각팬과 같은 보조기구의 작동상태를 확인하여야 한다.

(다) 온도계, 압력계 또는 액면계의 경고등과 경고 표시기의 상태를 확인하여야 한다.

5.2 개폐장치(Switch-gear)

(1) 고압 개폐장치의 정비 및 저압 개폐장치의 정비에 대하여는 KOSHA GUIDE E-17-2009 및 KOSHA GUIDE E-18-2009를 참조한다.

(2) 외함

충전부분과 작동부분의 노출을 방지하고 외부의 습기와 공기 오염물질로부터 기기를 보호하는 외함의 두 가지 기능이 지속적으로 유지되는지를 확인하여야 한다.

(3) 시설물 상태확인

모든 시설물의 제 위치 및 적정상태를 확보하기 위하여 모든 문과 출입구를 점검하여야 한다. 경첩, 자물쇠, 조작걸쇠에는 기름칠을 하고, 쥐 등 작은 동물이 출입할 수 있는 환기구 스크린의 상태 등을 확인하여야 한다.

(4) 누설

옥외 설치 조립품에서는 천장이나 벽의 이음매가 새는지를 확인하여야 한다. 비록 점검 시에는 누설이 없다하더라도 녹물이나 누설 흔적이 이음매 주위에 있는지를 면밀히 점검하여 코킹하거나 그라우트(회반죽)를 하여야 한다.

(5) 습기

(가) 외함의 외기온도와 내부온도와의 차이에 따른 응축현상으로 인해 외함 내부 표면이나 바닥면에는 수분이 축적될 수 있다.

(나) 특별히 배수를 위하여 설치한 전용 배수구를 제외하고는 인입 덕트에서 케이블 주위의 개구부나 배관은 전기용 코킹 화합물(Compound)로 밀폐하여야 한다.

(다) 모든 외함의 표면은 아래와 같은 수분의 흔적을 사전에 조사하여야 한다.

- 분진이 쌓인 표면에 작은 물방울의 흘러내림이나 물에 의하여 생긴 분화구
- 먼지 길을 자동차가 달린 후에 가볍게 내린 빗방울과 같은 자국
- 오염된 물이 필름에서 증발된 경우와 같은 침전 자국
- 금속 외함의 과도한 녹물

(라) 수분의 응축시 절연의 손상 및 공기순환을 저해할 수 있으므로 건조를 위한 적절한 열의 공급과 환기시설의 작동상태 확인이 매우 중요하다.

(6) 가열

- (가) 전부하의 75% 이상의 개폐장치에서의 열손실은 보조기기를 내장한 경우를 제외하고는 응축을 방지할 수 있다.
- (나) 스페이스 히터가 각 외함에 공급되어 있는 경우에는 적정상태 및 정상 작동 여부를 확인하여야 한다.
- (다) 개폐장치의 수분이나 습기의 제거를 위하여 자동온도조절장치를 설치한 경우에는 작동상태 및 설정치를 점검하여야 한다.

(7) 배기설비

배기설비가 시설되어 있다면 배기구의 이상 유무, 필터의 청소 및 상태를 점검하여야 한다. 또한 바닥기초가 바닥 배기구를 막고 있지 않는지를 면밀히 점검하여야 한다.

(8) 조명과 예비부품 등 관리

적절한 조작을 위하여 조명등의 내부와 외부의 상태를 점검하여야 하며, 예비부품과 이동설비의 이용 가능성을 확인하여야 한다. 또한, 조명설비는 평상시 수동 조작을 방해하거나 배기통로를 막고 있지 않는지를 확인하여야 한다.

(9) 절 연

먼지와 결합된 수분은 절연열화의 가장 큰 원인이 되며 응축과 같이 소량의 수분이 축적되면 트래킹과 섬락을 일으키는 누전이 발생할 우려가 있으므로 개폐장치의 절연상태를 정기적으로 점검하여야 한다.

(10) 전기적인 피로현상의 점검

전기적인 피로현상으로 발생하는 손상은 보통 코로나, 트래킹, 열손상 등의 형태로 다음과 같이 절연표면에 나타날 수 있으므로 주기적인 점검 및 수리가 필요하다.

(가) 코로나

- ① 개폐장치에서 코로나현상은 보통 고압 모선과 인접한 절연체나 절연체 사이의 얇은 공극에서 발생한다. 절연 또는 차폐되지 않은 경우 수나사 헤드나 다른 날카로운 돌출부분 주위에서 코로나가 형성될 수 있다.

- ② 유기 절연물이 코로나 방전에 노출될 때 처음에는 표면에 하얀 침전가루가 나타나며 코로나 방전에 계속적으로 노출되면 절연체 표면은 침식되고

물질에 따라 벌레 먹은 나무 형상으로 코로나 열화가 나타날 수 있다.

(나) 트래킹

- ① 트래킹 현상은 절연체의 전기적인 스트레스로 인하여 발생하는 전기적인 방전현상으로 이 스트레스는 상간, 상과 대지 간에서 발생할 수 있다. 개폐 장치에서의 트래킹은 보통 절연체의 표면에서 발견될 수 있다.
- ② 트래킹은 보통 고압 전극에 인접한 절연체 표면에서 스트리머 또는 글로우 방전으로 발전되어 나무 가지 형태로 발생하며 여러 개의 탄소선은 가장 일반적인 트래킹의 흔적이다.
- ③ 표면 트래킹은 유기절연체의 표면이나 무기절연체의 오염된 표면에서 발생할 수 있으며 고압단자 또는 접지단자로부터 전파될 수 있으나 규칙적인 형태 또는 가장 짧은 경로로만 진전되지는 않는다.
- ④ 도체에 실제적인 손상이 발생하지 않는 경우 무기물 표면에서의 트래킹 현상은 표면청소로 완전히 제거할 수 있으나, 유기물의 경우는 전기적인 방전의 강도와 노출 지속시간에 따라 표면이 다양하게 손상되므로 수리하여야 한다.

(다) 열 손상

설계온도를 약간 초과하는 온도라도 오랜 기간 동안 지속되면 유기 절연체의 전기적인 수명이 크게 단축될 수 있으므로, 손상된 절연물질은 교환하여야 한다.

5.3 기중차단기

(1) 일반사항

정비작업 시에는 제조자의 사용설명서를 참조하여야 하며, 점검 중에는 장치와 모든 제어회로의 전원을 차단하여야 한다.

(2) 절연

- (가) 상간의 격벽을 제거하고 필요한 경우에는 경화되거나 외피를 형성하는 오염물을 제거하기 위해서 모든 절연표면은 진공청소기, 깨끗한 걸레와 용매로 청소하여야 한다.
- (나) 코로나, 트래킹, 열손상의 흔적을 점검하여야 하며 청결유지와 건조 상태를 중점적으로 관리하여야 한다.

(3) 접점

- (가) 기중차단기의 주요 기능인 접점의 작동시 접점저항이 높아지면 과열되며,

패인 접촉면, 접촉면의 이물질, 약해진 접촉스프링 압력으로 인하여 접촉 저항이 증가되고 지속적인 과열과 연소로 인하여 아크 점점 및 과전류가 발생할 수 있다.

- (나) 회로차단기의 인출점점 또는 고정점점을 청소하고 과열, 파손 또는 약해진 스프링을 점검하여야 한다. 점점은 청결해야 하며 적합한 위치정렬 상태를 유지하여야 한다.

(4) 아크 차단장치

- (가) 아크 차단장치는 건조한 상태로 유지하여야 한다.

- (나) 차단장치 점점의 점검 시에는 다음과 같이 상태에 따라 적절하게 정비를 하여야 한다.

① 부서지거나 균열된 세라믹부분

세라믹에서 부서진 큰 파편이나 넓은 균열이 차단장치의 성능을 방해할 우려가 있다.

② 세라믹의 침식

아크가 차단장치의 세라믹 부분에서 점화될 때 세라믹의 표면이 조금씩 녹게 되고 이것이 다시 응고될 때 표면은 윤기 있는 희끗희끗한 모양을 갖게 된다.

③ 차단장치의 오손

아크슈트 내부 표면에 부착된 분진을 진공이나 기름기 없는 천으로 문질러서 제거하여야 한다.

- (다) 저압 기중차단기 아크슈트는 절연 외피 내에 격자로 쌓은 판 구조로 되어 있는데 한 개의 아크슈트는 각 주 접촉자 상부 각 극에 탑재되어 있다. 아크 차단은 격자판의 침식을 유발할 수 있어, 절연 자켓의 안쪽표면 아래에는 약간의 침식과 검은 변색이 있을 수 있다.

① 아크슈트는 세분된 격자판이 심각하게 침식되어 있으면 교체하여야 한다.

② 외부 자켓이 변색되었거나 아크 발생 부산물로 오손되어 있는 경우에는 미세 연마지로 문지르거나 교체하여야 한다.

③ 전체의 아크슈트는 사용조건과 기간에 따라 교체여부를 결정하여야 한다.

(5) 조작장치

- (가) 조작장치의 목적은 점점을 열고 닫는데 있다. 거의 모든 전력용 차단기는 조작장치의 닫음장치가 아직 닫힘위치에 있더라도 차단지령이 있으면 차단기 점점은 열리는데 이러한 조합을 기계적인 트립-프리 장치라고 부른다.

- (나) 조작장치는 느슨하거나 파손된 부분, 수나사 및 암나사의 유실여부, 비너못 (Cotter Pin)의 파손여부 등에 대하여 점검을 하여야 한다.

- ① 닫힘과 열림 동작은 빠르고 능동적이어야 한다.
- ② 어떤 구속이나, 느린동작, 작동지연, 정사 트립여부 등에 대하여는 운전제 들어가기 전에 시정되어야 한다.

(6) 차단기의 보조장치

- (가) 차단기 투입용 전동기 또는 솔레노이드, 전압트립, 보조스위치, 벨 경보 스위치 등은 정상 작동여부와 절연상태 및 접촉점의 조임상태를 점검하여야 한다.
- (나) 온/오프(ON/OFF) 표시기, 스프링식 표시기, 기계적 및 전기적 연동장치, 잠금장치 등을 점검하고 필요한 경우에는 기름칠을 하여야 한다.
- (다) 회로 차단기의 투입과 열림을 방지하는 능동적인 연동장치는 닫힘위치에 있을 때 시험을 하여야 한다.
- (라) 보호계전기 회로는 시험위치에서 차단기를 투입하여야 하며 차단기를 트립하기 위하여 수동으로 각 보호계전기의 접점을 닫으면서 확인하여야 한다.
- (마) 트립 장치
 - ① 트립장치는 저압/대전류 시험장치로 적절한 교정과 작동에 대하여 시험이 이루어져야 한다.
 - ② 교정은 차단기의 성능이 제조자가 발행한 특성곡선 내에 유지되고 있는지를 확인하여야 한다.
이때, 차단기의 시간전류곡선(TCC)은 단일 곡선이 아니고 일정한 범위(Band)로 표시되는 제품별 특성곡선이다.
 - ③ 트립장치가 적절하게 동작하지 않으면 교정 및 시간설정 부품을 수리하거나 제조자의 권고에 맞추어 교체하여야 한다.

5.4 진공차단기

- (1) 진공차단기의 접점과 차단기는 진공용기 안에 있어 청소, 수리, 조정이 쉽지 않으므로, 점검 시에는 유의하여야 한다.
- (2) 진공도는 진공 통의 개방접점 양단에 시험전압을 인가하여 확인하여야 하며 이 시험은 제조자의 취급 설명서에 따라야 한다.
- (3) 진공상태에서 개방 갭을 통한 고전압의 인가는 X-레이 방출을 유발하므로 시험시 접촉자의 조절이 안되고 적용전압이 예측한 값보다 큰 경우 등을 감안

하여 과전압시험 시에는 입회한 모든 작업자를 철판 칸막이 뒤에 서 있도록 하여야 한다.

- (4) 진공차단기의 다른 모든 유지관리사항은 기중차단기의 유지관리 지침을 따른다.

5.5 유입차단기

(1) 절연

- (가) 외부절연을 위한 부싱의 표면 오염과 손상흔적을 조사하여야 한다. 광택면이 손상될 정도로 파손된 부싱은 교체하여야 하며 오염된 부싱의 모든 표면 오염물을 제거하기 위하여 청소를 하여야 한다.
- (나) 절연유의 절연내력 시험은 샘플을 채취하여 시험한다. 절연유는 정기적 또는 고장시에 시험하고 절연값이 너무 낮은 절연유는 다시 정화하여 재시험하거나 새 절연유로 교체하여야 한다.
- (다) 절연유의 교체 시에는 제조자가 추천한 밀폐용기에 저장된 절연유를 사용하여야 하며 절연유는 사용 전에 절연내력 시험을 하여야 한다.

(2) 접점

모든 접점의 압력과 정렬상태를 조사하여야 하며 모든 수나사의 접속과 접촉스프링은 느슨하지 않은지 점검하여야 한다. 유입차단기의 주접점은 평상시 쉽게 접근할 수 없으므로 일상적인 점검시에 접촉저항을 측정하여야 한다.

(3) 차단기 보조장치

차단기 보조장치의 유지관리는 기중차단기의 정비지침에 준하여 실시한다. 유면이 유면계 또는 투시창의 최저값 미만인 경우에는 차단기의 절연유를 보충하여야 한다.

5.6 가스차단기

(1) 정비작업 준비

- (가) 제조자의 취급 설명서를 정비 작업자에게 제공하여야하며, 이 취급 설명서는 안전운전과 정비절차에 관한 정보를 포함하여야 한다.
- (나) 수행될 작업관련 모든 부품은 전기적으로 분리되고, 정전조치 및 접지를 하고 잠금장치 및 꼬리표를 부착하여야 한다.

(다) 전원차단과 접지가 되기 전까지는 가스차단기의 SF₆ 가스압력이 감압되어서는 안된다.

(2) 가스의 취급

(가) SF₆ 가스는 진공펌프장치, 저장탱크, 압축기, 필터 및 건조기 등을 갖춘 가스처리 전용 트레이일러로 취급하여야 한다.

(나) 폐쇄된 배출시스템을 사용하여 격실로부터 모든 가스를 133 파스칼(Pascal)까지 배출하여야 하며, 제품에 의한 아크분해물을 제거하기 위하여 필터를 통과시켜야 한다.

(다) SF₆ 가스 격실을 열 경우 적절한 배기와 더불어 사람이 들어가기 전에 외함의 산소농도를 반드시 확인하여야 한다.

(라) 결함이 있는 격실을 처음 열고 제품에 의한 미립자를 제거하는 일을 하는 정비작업자는 송기마스크와 보호의를 착용하여야 한다.

(마) SF₆ 가스는 습기가 있는 공기에 노출되면 달걀 썩는 냄새가 나는 독성 흡을 발생시키며, 축축한 공기에 연속적으로 노출되면 단단해져 제거가 어려워지므로 유의하여야 한다.

(바) 제품에 의한 아크를 제거하기 위하여 고효율 미립자용의 공기필터와 비금속성 부품으로 된 진공청소기가 사용되어야 한다.

① 분진입자가 집진시스템을 통하여 이동될 수 있으므로 진공청소기로부터 배출된 공기를 빨아들이지 않도록 주의하여야 한다.

② 진공청소를 하면서 오손된 곳은 호흡용 보호구 및 일회용 보호복을 착용한 작업자가 용매로 닦아야 한다.

(3) 작업시간

(가) 모든 작업은 안전하고 최대한 신속히 완료하여야 한다. 작업시간이 늘어날 경우 열린 개구부는 밀봉기구로 즉시 닫아야 한다.

(나) 응축을 방지하기 위하여 열처리를 하거나 어떤 부분이 오랫동안 열려 있다면 응축과 습기가 들어가는 것을 막기 위하여 약 136 kPa 이상 압력의 건조한 공기로 가압하여야 한다.

(4) 재충진

필요한 농도로 SF₆ 가스의 충전시 제조사로부터 제공된 취급설명서의 충전압력과 온도와의 관계곡선을 참고하여야 한다.

(5) 습도시험

재충진 후 SF₆ 가스의 습기함유량이 허용범위한도 내에 있는지를 확인하기 위하여

기기 내부 가스의 습도는 반복해서 측정하여야 한다. 만일 SF₆ 가스의 습기함유량이 허용치를 초과한다면 가스처리 트레일러의 탈수부를 통과시켜야 한다.

- (6) 기타 정비에 관한 사항은 5.3 기중차단기, 5.4 진공차단기, 5.5 유입차단기를 따른다.

5.7 보조장치

(1) 피뢰기

피뢰기는 자기(磁器) 표면의 오염과 손상상태를 정기적으로 점검하여야 한다. 자기 표면의 오염이 있을 경우 청소를 실시하고 심하게 손상된 피뢰기는 교체한다.

(2) 커패시터

(가) 커패시터는 정비작업을 하기 전에 접지장치를 사용하여 잔류전하를 방전시킨다.

① 절연 단락점퍼는 전하를 방전하는데 사용되어야 한다.

② 방전작업은 회로에 대한 지식을 가지고 있어야 하며, 적절한 보호 장구를 사용하여야 한다.

③ 커패시터는 비록 방전저항을 가지고 있다 하더라도 단자에 접촉하는 작업자에게 상해를 줄 수 있는 전하를 충전하고 있을 수 있다.

(나) 커패시터 외함과 절연부싱의 접속부분은 부식된 부분을 청소하여야 한다.

(다) 커패시터 외함에 대한 누유, 팽창 및 변색상태를 점검하여 팽창이나 누유가 있는 액체충전 콘덴서는 교환하여야 한다.

(라) 전력용 커패시터용 퓨즈의 용단여부를 조사하되 잔류전하가 완전히 방전될 때까지는 손으로 퓨즈를 제거하여서는 안 된다.

(마) 커패시터 실의 환기가 적절하게 유지되는지 확인한다.

(3) 연 축전지 및 충전기

(가) 축전지 전해액의 비중과 액위를 점검하여야 한다.

(나) 축전지의 상부 표면은 깨끗하여야 하며 축전지의 단자접속은 견고하게 조여야 한다. 단자 접속부의 부식은 제거하고 청소하여야 한다.

(다) 충전중인 축전지는 폭발성이 강한 산소와 수소의 혼합가스를 생성, 방출하므로 화기나 스파크가 축전지와 가까운 장소에서 발생하지 않도록 하고,

축전지실은 환기시켜야 하며, 흡연을 금지시켜야 한다.

(4) 경보기와 표시기

(가) 경보기

변압기의 과열, 과압 또는 저압, 차단기의 차단, 비접지 계통에서의 지락, 냉각 또는 과열 등과 관련된 경보기는 작동상태를 정기적으로 점검하여야 한다.

(나) 표시기

회로차단기의 “개폐” 표시기는 정기 점검시 점검하여야 하며 비접지 계통용 지락표시 램프는 작동상태를 매일 또는 정기적으로 점검하여야 한다.

(5) 보호계전기

(가) 통전상태인 계기용 변류기 2차측 회로의 개방은 매우 높은 전압을 유기시키므로, 통전상태인 계기용 변류기의 2차측 회로를 개방하기 전에 2차측 단자를 단락시켜야 하며, 시험완료 후 변류기의 단락 점퍼선을 제거한다.

(나) 보호계전기는 작업자와 전기사고의 확대방지에 중요한 역할을 하므로 최우선적으로 정비하여야 한다.

(6) 연동장치 및 안전장치

작업자와 전기기기를 보호하기 위한 연동장치와 안전장치는 작동되지 않도록 오프(OFF)하거나 우회(Bypass)하여서는 안 된다.

(7) 기기용 접지

(가) 지락전류가 흐를 때 기기 접지회로가 효과적으로 작동하는지를 확인하기 위하여 기기 접지회로를 정기적으로 점검하여야 한다.

(나) 모든 접지선의 단자 접속부와 본딩 점퍼선은 조임상태와 부식상태를 점검하여야 한다.

① 파손된 소선이 있는 본딩 점퍼선은 교체하여야 한다.

② 기기용 접지경로에 사용하는 모든 금속의 접속부분을 주의 깊게 조사하고, 수나사와 암나사는 다시 조여야 한다.

6. 변압기

6.1 일반사항

전력용 및 배전용 변압기는 정기적인 정비를 요구하며, 다음 사항을 고려하여야 한다.

- (1) 정비주기는 변압기 용량, 전압뿐만 아니라 전력시스템에서 변압기의 상대적 중요도에 따라 달라진다.
- (2) 변압기의 정비수준을 계획할 때에는 변압기 교체에 필요한 기간 등 다른 요소도 감안하여야 한다.

6.2 유입변압기

(1) 정기점검

- (가) 변압기는 정기적으로 점검을 하여야 하며 점검주기는 변압기의 용도, 운전환경, 부하조건의 정도를 고려하여 정한다. 정기점검 내용은 부하 전류, 전압, 액위, 액체 온도, 권선의 온도, 주위온도, 누유 여부 등 일반적인 상태를 포함하여야 한다.
- (나) 전류, 전압, 온도는 최대부하에서 측정하고 절연유의 액위는 최저부하에서 측정하여야 한다.

(2) 전류와 전압의 측정값

- (가) 모든 상전류가 정격 전부하 전류를 초과하는 경우에는 부하를 감소시켜야 한다.
- (나) 과전압과 부족전압은 변압기와 사용부하에 악영향을 미칠 수 있으므로 원인을 즉시 조사하여 허용범위 이내로 전압을 유지시켜야 한다.

(3) 온도의 측정값

- (가) 변압기의 정격용량에 대한 표준온도에서의 온도상승한도를 변압기 명판에서 확인한다.
- (나) 변압기에 온도계가 있는 경우는 온도를 정기적으로 측정, 기록한다.
- (다) 과도한 온도에서 오랜 기간 동안 운전하는 것은 절연유의 열화를 가속화시키고 고체 절연체의 수명을 단축시키게 되므로 유의하여야 한다.

(4) 유면계, 압력계 및 진공계

- (가) 절연유의 유면계를 낮은 온도상태나 장기간 저부하상태에서 정기적으로 점검하여야 한다.
- (나) 액면이 투시창이나 액면계의 최저값 미만으로 떨어지기 전에 절연유를 보충하여야 한다.

(다) 지나치게 높은 압력계의 압력은 과부하 또는 내부고장을 나타내며, 0 (Zero) 압력은 누유상태 또는 계기의 결함을 알려주는 것이므로 즉시 원인을 조사하여 조치하여야 한다.

(5) 절연유

절연유에 대한 절연내력, 산도, 색상 및 육안검사를 실시하고 부적절한 경우에는 절연유를 정화하거나 교체하여야 한다.

(6) 기타시험

(가) 절연저항 측정

변압기 단자를 모선에서 분리시키고 각 권선의 대지간 및 권선간의 절연저항을 측정하여 주절연의 파괴여부를 판정한다. 접지 또는 권선간 혼촉이 되어 있으면 절연저항은 0 MΩ이 된다.

(나) 유중 용해가스 분석

고장가스 분석의 가장 좋은 방법은 유중 용해가스 시험으로, 이 시험은 변압기에서 절연유 샘플을 추출하여 용해가스 분석을 통해 가스의 존재와 양을 측정함으로써 고장특성을 진단한다.

<표 1> 용해가스의 평가 및 대책

용해가스(%)	평 가 및 대 책
0.0 ~ 1.0	이상 없음. 정해진 주기에 따라 시험실시
1.0 ~ 2.0	오염 또는 유사한 초기사고의 징후. 측정 및 감시실시
2.0 ~ 5.0	측정 빈도를 증가시킴. 내부점검에 의한 원인조사를 준비
5.0 초과	변압기를 분리시켜 내부 점검실시

6.3 건식변압기

(1) 정기점검

유입변압기의 정기점검에 관한 사항 중 유입식에만 관계되는 사항 이외의 기타사항을 준용하여 정기점검을 실시한다.

(2) 전류와 전압의 측정

건식변압기의 전류와 전압 측정지침은 유입변압기의 지침에 의한다.

(3) 온도의 측정

유입변압기의 온도측정 내용이 건식변압기에도 적용되지만, 건식변압기는 통상 유입변압기 보다는 높은 온도에서 운전이 가능하다.

(4) 변압기의 설치간격

변압기 설치 시에는 전기실의 벽면이나 다른 변압기와의 간격이 너무 좁으면 냉각효과가 저하될 우려가 있으므로 다른 구조물과의 거리는 30 cm 이상 확보하도록 한다.

(5) 기 타

건식변압기의 운전시 변압기 주위의 설치물이나 자재 등으로 인하여 환기가 지장받지 않도록 한다.

7. 전력케이블

7.1 일반사항

전력케이블은 설치 시부터 신뢰성을 유지하여야 하며 절연물의 육안점검과 함께 전기적인 시험을 실시하여야 한다.

7.2 육안점검

- (1) 케이블을 접촉하거나 흔들어 육안점검을 하는 경우에는 케이블의 전원을 사전에 차단시켜야 한다.
- (2) 맨홀에 있는 케이블은 케이블 지지대의 부식, 주요한 접지설비의 심한 굴곡, 물리적인 손상, 지나친 장력, 기름 누출, 절연부의 팽창, 케이블의 균열, 접지 접속부의 이탈상태 등을 점검하여야 한다.
- (3) 맨홀 내에서 작업을 하는 경우에는 질식재해 예방을 위하여 사전에 유해가스 농도의 측정 및 환기를 실시하여야 하며 점검 팀은 두 명 이상으로 구성하되 맨홀 밖에 최소한 한 명의 감시자를 두어야 한다.
- (4) 점검주기는 1년에 1회 이상으로 하고, 점검결과를 기록·관리한다.

7.3 가공시설

- (1) 가공 케이블의 진동, 노후 지지물 또는 매달린 시스템으로 인한 지지대의 기계적인 손상에 대해서 점검하여야 한다.
- (2) 절연 외장의 벗겨짐, 끼임 또는 심한 굴곡이 발생하지 않았는지 케이블의 말단 지지대를 주의 깊게 점검하여야 한다.

7.4 옥내 전선관 시설

- (1) 옥내 전선관은 케이블을 기계적으로 지지하므로 열화흔적, 기계적인 손상, 케이블 외장의 손상 흔적이 있는지를 점검하여야 한다.
- (2) 옥내 전선관은 지락고장전류 회로의 일부로서 사용될 수 있으므로 접속부의 느슨함 또는 높은 접촉저항을 초래할 수 있는 부식의 발생여부에 대해 점검하여야 한다.

7.5 시험

케이블에 대한 절연저항 시험과 절연내력 시험을 통하여 절연상태를 확인하되, 케이블의 절연저항 시험 전에 반드시 전원을 차단하여야 한다.

8. 전동기 제어반 등

8.1 일반사항

- (1) 전동기 제어반(MCC)과 전동기 제어기, 배전반 및 동력반에는 종류에 따라 다양한 정비 형태가 적용될 수 있다.
- (2) 전동기 제어부품과 정비
 - (가) 전동기 제어기기는 전동기와 동시에 점검하고 정비 하여야 한다.
 - (나) 일반적으로 제어기기의 정밀점검은 전동기의 정밀점검 보다 더 적은 비율로

실시한다.

8.2 전동기 제어기기에 대한 정비지침

전동기 제어기기에 대한 정비지침은 <표 2>와 같다.

< 표 2 > 전동기 제어기기의 항목별 정비지침

구분	점검항목	점검세부 사항
1	외부 및 주위	분진, 구리스, 기름, 온도, 녹과 부속, 기계적 손상, 가스켓 상태 등
2	외함내부, 볼트 및 너트	분진, 구리스, 기름, 온도, 녹과 부속, 기계적 손상, 가스켓 상태 등과 볼트, 너트 및 기계적 접속부의 헐거워짐에 따른 과도한 진동
3	접촉기, 릴레이, 솔레노이드	
	(1) 일반	제어전압, 금속의 변색에 의한 과열 흔적, 탄 절연물이나 악취, 가동부의 유연성, 분진, 구리스 및 부식, 헐거워진 접속부
	(2) 접촉 팁	과도한 접합부, 거칠음 및 산화, 은접점은 문지르지 말것
	(3)스프링	접촉압력 확인 : 모든 팁에서 동일할 것
	(4)유연 리드	헐겁거나 손상된 꼬임전선의 확인-부서지기 쉽지 않을 것
	(5)아크 슈트	파손 또는 탄화여부의 확인
	(6)베어링	움직임이 양호할 것
	(7) 전자석	접촉면 청소, 세이딩코일 확인, 정렬불량 점검, 접촉상태
4	퓨즈 및 퓨즈 클립	적정용량, 적정한 접합부 확인, 퓨즈클립 압력 확인
5	과부하 계전기	적정한 히터 크기, 손으로 작동확인, 히터 코일과 접속부 확인, 오손과 부식여부 확인
6	누름버튼 조작기 및 표시장치	접점확인, 구리스와 부식여부 확인
7	데시포트 형식 타이머 및 릴레이	원활한 움직임 확인 및 기름 레벨 확인
8	저항기	과열 여부확인, 헐거워진 접속부 : 슬라이드를 조일 것
9	접속	주회로 및 제어회로용 도체 접속부 조임, 전류 통전부 변색 여부조사
10	제어 운전	제어용 계전기의 동작 시퀀스 확인, 작동시 계전기 접점의 스파크 발생여부확인, 단을시 섬광여부확인(접점이 튀지 조정), 조명스위치, 압력스위치, 온도스위치, 및 기타 감지장치의 확인

8.3 외함

(1) 외관

- (가) 설치환경이 양호한 장소에 있는 외함은 계획된 정비를 하지 않아도 되지만 내부부품에 대한 점검은 실시하여야 한다. 불량한 장소의 외함은 부식상태, 오물 및 분진의 축적상태를 정기적으로 점검하여야 한다.
- (나) 축적된 오물과 분진은 기기의 운전을 정지하고 진공청소기 또는 수작업으로 청소하여야 한다.
- (다) 심하게 부식된 외함은 적절하게 청소 및 재도장하며 사용할 수 없는 경우에는 교체하여야 한다.

(2) 외함 개방

- (가) 도어, 덮개, 캐비닛, 또는 외함을 개방하기에 앞서 4.4항의 전기기기와 작업자안전 요구사항을 따라야 한다.
- (나) 이물, 먼지, 철물 및 오물 등은 기기내부로 떨어지는 것을 방지하기 위하여 외부 표면에서 제거하여야 한다.

(3) 내부점검

- (가) 캐비닛이나 외함을 열고 전기기기는 습기나 수분혼적, 또는 기타 오염에 대한 점검을 하여 그 원인을 제거하여야 한다.
- (나) 내부 오물이 발견되면 다음과 같은 외함의 부적합, 변형, 파손이 있었음을 나타낸다.
 - ① 외함 천공부 밀봉불량
 - ② 내부 응축
 - ③ 밀봉 불량외 전선관
 - ④ 부적절한 운전절차(열린 상태로 운전 등)
- (다) 통기구에 방해물이 없는지 확인하여야 한다.
- (라) 만일 보조냉각이나 가열이 되는 기기라면 적절한 성능을 갖도록 온도조절 시스템을 교체하거나 수리하여야 한다.

(4) 내부 환경

- (가) 외함에 냉각, 가열 또는 공기조화 설비가 되어 있다면 정상 작동하는지 확인하여야 한다.
- (나) 압축공기 냉각시스템, 양압설비, 부품냉각 및 신선한 공기정화를 위한 설비가 캐비닛에 설치되어 있다면 외함의 필터, 배기구 및 적정한 온도의 공기공급 및 순환상태에 대하여 정기점검을 하여야 한다.

(5) 기기의 청소는 이 지침 “12. 수변전 설비의 청소”에 따른다.

8.4 모선 접속 및 단자접속

(1) 느슨한 접속부

- (가) 모선과 단자접속부 등 모든 접속부분을 정기적으로 점검한다.
- (나) 모든 종류의 접속점에 대한 수나사의 조임 토크값은 제조자의 사용설명서에 따른다.

(2) 모선의 지지애자

- (가) 모선의 지지애자와 격벽의 오염상태를 점검하여야 하며 애자의 균열과 아크, 트래킹의 흔적을 정기적으로 확인한다.
- (나) 결함있는 유닛은 교체하고 헐거워진 수나사와 암나사 등은 조인다.

(3) 전력용 및 제어용 케이블

손상된 케이블은 교체하고, 동일한 손상을 효과적으로 방지하기 위해 다른 경로로 포설하거나, 지지 및 차폐조치를 취한다.

8.5 단로기

(1) 점검시의 안전성 확보

- (가) 점검 또는 보수작업 시에는 우발적인 통전을 피하기 위하여 전원측 단로기를 개방한 후 잠금장치를 설치하고 임의의 조작금지를 위하여 꼬리표를 부착한다.
- (나) 조작핸들의 개방상태 위치만으로 단로기의 개방상태를 예측하지 않아야 하며 안전을 위하여 차단상태를 재확인하여야 한다.

(2) 점검과 청소

단로기는 일반적으로 칼날 접촉면이 있고, 단로기가 외함 내에 수납되지 않은 경우에는 오염되기 쉬우므로 과다한 분진의 축적을 점검, 제거하여야 한다.

(3) 느슨한 접속부

- (가) 느슨한 접속부는 과열에 의한 절연열화를 초래하고 그 결과로서 단로기의 고장을 유발할 수 있다.
- (나) 케이블 접속부, 단자 및 모선의 접속부도 점검하여 조여야 하며 아크로 과열된 전선과 탄화 흔적이 있는 장치는 교체한다.

8.6 퓨즈

단로기와 함께 사용하는 퓨즈는 어떠한 경우에도 불량퓨즈, 구리전선, 철선 등을 정격퓨즈의 대체품으로 사용하여서는 안 된다.

8.7 전자개폐기

- (1) 전자개폐기는 전동기 제어기의 작동부분이기 때문에 정상적인 마모가 발생하므로, 모든 가동부분은 정상작동 여부를 정기적으로 점검하고 상태가 불량한 접점은 교체한다.
- (2) 일상점검시 과열의 흔적, 단자와 케이블 접속부의 조임 상태 등을 파악하여 불량상태에 따라 교체한다.
- (3) 부식성 또는 분진환경에 설치된 전자개폐기는 해당 환경에 적합한 외함에 수납하여야 하며 이 경우에는 점검주기를 단축하여야 한다.
- (4) 기동기, 개폐기 접점점검시 적정 공구를 사용하여 접점표면이 손상되지 않도록 하여야 한다.

8.8 전동기 과부하 계전기

- (1) 일반사항
 - (가) 과부하 계전기는 일반적으로 열동소자를 사용하며, 열이 미리 설정된 온도에 도달하면 자기유지코일의 제어회로를 차단시키고 전동기의 분기회로를 개방시킨다.
 - (나) 전동기 과부하 계전기는 전동기의 과부하 전류를 감시하는 기능이며, 계전기 동작으로 차단 또는 단선이 발생하면 해당 원인을 규명하고 수리하여야 한다.
- (2) 점검과 교체

느슨한 단자부, 히터 접속부, 과열흔적에 대한 일상점검을 실시하여야 하며, 과열 발생 시에는 절연열화를 초래할 수 있으므로 심한 과열흔적이 있는 계전기는 교체하여야 한다.

8.9 기타 제어장치

기타 제어장치의 일상점검 시에는 배선의 느슨한 상태, 누름 버튼과 접점부의 기계적인 작동과 접촉기의 정렬상태, 노출된 접점의 상태, 과열 흔적, 파이롯 램프의 상태 등을 점검하여야 한다.

8.10 연동

(1) 전기적 보조접점의 정비시에는 아래사항을 중점적으로 실시한다.

- (가) 느슨한 접속 여부
- (나) 적절한 기계적 작동과 접촉기의 정렬에 대한 확인
- (다) 접촉자의 점검 등

(2) 기계적 연동

(가) 1차측 단로기

단로기가 “On” 위치에 있으면 도어가 닫힘 상태를 유지하는 방식으로 정비 시에는 조정이 올바르게 연동이 적절히 유지되는 지를 확인한다.

(나) 잠금장치

단로기 조작장치는 조작자 안전을 위하여 “Off” 위치에서 자물쇠가 잠기도록 되어 있는지를 확인한다.

(다) 해지장치

대부분의 단로기는 단로기 “On” 위치에서 도어 연동장치를 무효화하기 위하여 해지장치를 갖추고 있으나, 이러한 해지장치의 사용은 정비작업자와 운전작업자로 제한되어야 한다.

(라) 유닛 잠금장치

전동기 제어반은 편리한 점검과 교환을 위하여 플러그-인 형식의 기동장치가 대부분이며 조작결쇠 조립품에 의하여 접속 위치에서 잠금상태를 유지하고 있으므로 정비 작업자는 이점을 숙지하여야 한다.

9. 배선용 차단기 전력용 패널

9.1 일반사항

(1) 배선용 차단기는 높은 주변온도, 불량접속 또는 부적절한 접속, 손상된 접속 기구 등에 의한 정격을 초과하는 연속전류 및 과도한 열전도와 같은 기타 조건들에 의해서 차단된다.

(2) 패널보드의 배선용 차단기는 정상운전에서 3시간 또는 그 이상 부하가 계속

KOSHA GUIDE
E - 27 - 2012

하여 접촉되는 경우 연속전류 정격의 80%를 초과하여 부과하지 않아야 한다.

9.2 상고장 차단

- (1) 대표적인 배선용 차단기는 시간지연 차단기능과 순시 차단기능이 있다.
- (2) 시간지연 차단기능은 부하가 클수록 더 짧은 차단시간을 제공하는 반한시 특성이 있어, 전동기의 기동시간과 같은 짧은 순간의 과부하상태에서는 회로 차단기가 차단되지 않지만 장시간의 과부하상태에서는 자동적으로 차단되어 전선과 전동기(전기부하)를 보호하게 된다.
- (3) 큰 고장전류에 대하여는 전자적 트립장치가 즉시 응답하여 회로 차단기를 동작시킨다.

9.3 지락고장 차단

- (1) 표준형 배선용 차단기는 지락고장을 감지하거나 차단할 수 있는 장치가 없어 낮은 수준의 지락고장에는 동작하지 않거나 고장을 해소할 수 없다.
- (2) 특별한 지락고장 감지와 보호장치를 요구하는 경우에는 기기보호를 위하여 지락보호가 가능한 형식으로 지정되어야 한다.

9.4 배선용 차단기 형식

- (1) 배선용 차단기는 일반적으로 트립 유닛의 형태에 따라 주로 3가지로 분류된다.
 - (가) 공장 밀봉, 비조정형 트립
 - (나) 조정형 트립
 - (다) 반도체
- (2) 가장 일반적인 것이 (가)공장 밀봉, 비조정형 트립 유닛과 (나) 조정형 트립 유닛 중 표준시간 제한형 또는 열-전자식 트립 유닛이다. 이 트립 유닛은 과부하를 보호하는 반한시 특성을 제공하는 열적요소와 단락보호를 제공하기 위한 전자회로가 내장되어 있다.
- (3) 배선용 차단기의 몰드 외함은 고장전류의 차단시에 발생하는 응력에 견디어야

하프로 외함의 균열을 점검하고 필요한 경우에는 교환하여야 한다.

9.5 정비 형태

- (1) 배선용 차단기의 정비는 크게 기계적 정비와 전기적 정비로 나눌 수 있다.
- (2) 기계적 정비는 양호한 보관, 적절한 탑재, 전기적 접속 및 수동운전이 포함되며, 현장 시험조건 아래서의 전기적 시험은 별도로 정한다.

9.6 점검과 청소

- (1) 각종 차단기와 배선용 차단기는 일반적으로 내부의 열이 잘 빠져나갈 수 있도록 외부 오염물을 청소하여야 한다.
- (2) 외함의 구조적 강도는 고장전류 차단시에 가해지는 스트레스를 견디는데 중요하므로 외함의 균열여부에 대하여 점검하고, 필요시 교체하여야 한다.

9.7 느슨한 접속

- (1) 차단기의 느슨한 접속은 가장 흔한 과열의 원인이므로, 정기적 정비는 느슨한 접속이나 과열의 증거에 대한 확인을 포함하여야 한다.
- (2) 접속부가 느슨할 경우에는 제조자가 권고하는 수치의 토크로 조임 작업을 하여야 한다.
- (3) 비조정식 트립 유닛을 가진 배선용 차단기는 적절한 조여짐과 실링이 보증되어야 하며, 모든 접속부는 제조자의 권고조건에 따라 유지 관리되어야 한다.

9.8 기계적 장치 시험

- (1) 배선용 차단기와 같이 이동부를 가진 장치는 정기점검을 하여야 한다.
- (2) 배선용 차단기의 사용기간을 연장하기 위하여 정비하는 것은 바람직하며 단락 트립 성능시험은 절대 금하여야 한다.
- (3) 배선용 차단기의 수동조작은 점점 청소를 하는데 도움을 주지만 트립장치를

시험하여서는 안된다.

(가) 트립장치에서 어떠한 기계적 연동도 시험을 임의로 하여서는 안된다.

(나) 별도로 누름버튼 스위치를 가진 차단기는 트립장치 연동을 시험하기 위하여 수동으로 조작할 수 있다

10. 퓨즈

10.1 일반사항

퓨즈는 과전류 발생시 퓨즈의 튜브에 내장된 요소가 용융되어 과전류를 차단하는 장치로서 각 극별로 동작하며 교체시에는 여러 극에 설치한 퓨즈를 동시에 교체하여야 한다.

10.2 1000 V 이하 퓨즈

(1) 퓨즈의 설치 및 해체

(가) 퓨즈 홀더를 설치 또는 해체할 때에는 반드시 전원이 차단된 상태에서만 수행하여야 한다.

(나) 전원차단 상태에서 퓨즈홀더를 설치 또는 해체하는 작업이 쉽지 않거나 퓨즈홀더를 정전하는 것이 더 큰 위험을 초래할 경우에는 별도의 안전 작업지침에 따라야 한다.

(2) 점검

(가) 퓨즈 단자와 클립부는 접촉불량, 부식 및 열에 의한 변색여부를 정밀하게 점검하여야 한다.

(나) 과열증거는 열감지식 카메라나 감지기로 발견 가능하며, 발견시 즉시 교체하여야 한다.

(3) 청소와 정비

(가) 정비작업을 하기 전에 퓨즈홀더의 전원은 분리되어야 하며 모든 퓨즈홀더의 접속점은 잘 조여져야 한다.

(나) 퓨즈 클립은 양호한 접촉을 유지하기 위하여 충분한 압력이 가해지고 있는지를 확인하여야 한다.

(다) 접촉불량 상태의 클립이나 클립 클램프가 사용되고 있으면 교체하여야

하고 부식되거나 산화된 퓨즈 단자와 클립은 청소하여야 한다.

(라) 은도금 표면을 문질러 닦지 말아야 하며 접촉표면은 비부식성 청소 물질로 쓸어 내려야 한다.

(마) 변색되거나 손상된 케이싱, 느슨해진 단자, 노화된 퓨즈 등은 교체하여야 한다.

(4) 교체

(가) 퓨즈의 교체 시에는 형식과 정격용량을 확인하여야 하며 크기가 같더라도 다른 용량의 퓨즈로 교체하여서는 안 된다.

(나) 퓨즈 교환시 퓨즈 홀더를 변경하거나 무리한 힘을 가하지 말아야 한다.

(다) 범용이 아닌 특별한 형식의 퓨즈는 적합한 정격을 가진 여분의 퓨즈를 확보하여야 한다.

(5) 퓨즈의 정격

퓨즈를 교체할 때에는 퓨즈의 최대고장전류를 감안한 차단정격, 정격전압, 정격전류, 시간지연 등급, 전류제한(한류) 등급 등을 고려하여야 한다.

10.3 1000V 초과 퓨즈

(1) 퓨즈의 설치 및 해체는 제조자의 설명서에 따라야 하며 퓨즈를 제거하기 전에 전원을 차단하고 수행하여야 한다.

(2) 청소와 정비

(가) 퓨즈는 모든 전원을 차단한 후 분리하거나 탑재하여야 한다.

(나) 애자는 파손, 균열, 탄화 등에 대한 점검을 실시하여야 하며 특히 애자의 표면에 이물질의 축적으로 인한 섬락을 방지하기 위하여 염분부착, 시멘트 분진 또는 산화와 같은 이상상태가 있는 애자는 즉시 청소하여야 한다.

(3) 탄화, 압력 등에 의한 접촉표면의 손상상태를 점검하여야 하며, 심하게 패이거나 탄화된 것은 교체하여야 한다.

(4) 퓨즈 요소나 접속도체의 부식, 퓨즈 튜브의 내부 침식, 방전(트레킹), 퓨즈관의 외측 오손 및 적절한 동작을 방해하는 부적절한 조립 등에 대한 점검을 하여야 한다.

(5) 수나사, 암나사, 워셔, 핀 및 단자 콘넥터는 제자리에 양호한 상태로 위치하여야 한다.

- (6) 탄소재로 만들어진 퓨즈 튜브는 필요에 따라 또는 제조자가 지정한 대로 표면손질을 하여야 한다.
- (7) 배기구를 가진 돌출형 퓨즈는 동작시 가스의 돌출을 제한하기 위하여 콘덴서나 머플러를 장착하고 있으며, 돌출형 퓨즈의 실링 손상여부를 점검하고 누설 징후가 있을 경우 교체하여야 한다.

11. 전자기기

11.1 일반사항

- (1) 전자기기에 대한 정비절차는 일반적으로 기기와 함께 제공된 사용설명서 책자에 포함되어 있는 내용에 따른다.
- (2) 정비책임이 부여된 작업자는 해당 장비의 전반적인 성능에 대한 정비의 중요성에 대해 올바른 판단(평가, 이해)을 할 수 있어야 한다.
- (3) 정비업무를 하기 전 또는 하는 동안 다음사항에 대해 주의를 기울여야 한다.
 - (가) 정비를 하기에 앞서 모든 전원이 기기로부터 정전되었는지를 반드시 확인한다.
 - (나) 커패시터에 저장된 에너지로부터 사고성 전격을 방지하기 위해 기기·장비는 잔류전하를 방전시켜야 하며, 이때 직접 단락에 의한 저항을 통해 방전시키는 것이 효과적이다.
 - (다) 전원을 차단한 후 튜브, 저항기, 열흡수 장치와 같은 부분은 극히 뜨겁고, 화상을 초래할 수 있으므로 주의하여야 한다.
- (4) 트러블 슈팅시에는 시험기기 인입선의 절연이 시험하고 있는 운전전압에 적합한지를 확인하여야 한다.
- (5) 회로의 한 쪽으로 밀판(chassis)을 쓰는 기기를 정비할 때에는 접지기능의 상실 또는 비접지된 3상회로가 존재하여 위험할 수 있으므로 주의하여야 한다.
- (6) 다른 특별한 설명이 없는 경우 모든 전자기기는 정전방전(Electro-static Discharge : ESD)에 예민하다고 가정해야 한다.

11.2 점검 및 정비업무 등

(1) 전자기기의 정비 프로그램은 아래의 업무로 구분할 수 있다.

- (가) 점검
- (나) 청소
- (다) 조정
- (라) 시험
- (마) 정비

(2) 점검시에는 다음과 같은 사항을 중점적으로 확인한다.

- (가) 변색이나 육안으로 판단할 수 있는 탄 흔적과 같은 것(과열)
- (나) 리드선이나 케이블의 이격상태, 마찰지점 등(상태)
- (다) 접속단자, 부품, 접점 및 결합점의 오염(청결)
- (라) 납땜이나 스크류 단자 접속선의 부착정도(조임)
- (마) PCB는 완전히 가장자리 연결기에 끼워졌는지를 확인하여야 하며, 보드의 잠금 탭 역시 걸려 있어야 한다.
- (바) 커넥터가 제대로 끼워져 있는지에 대한 확인을 위해 일상적으로 빼거나 재결합하는 것은 커넥터의 수명을 단축할 수 있음에 유의하여야 한다.
- (사) 습기나 부식의 증거를 확인하고 주위의 습도가 높으면 스페이스 히터의 설치를 고려한다.(습기)
- (아) 공기통로, 가열을 방지하기 위한 덕트 간격 및 청소 상태를 확인하고 팬의 회전방향을 확인한다.(방해물)

(3) 청소시에는 다음과 같은 사항에 유의한다.

- (가) 분진은 오동작이나 주요 부분의 손상을 야기해 누전, 섬락을 일으킬 우려가 높으므로 철저히 청소한다.
- (나) 축적된 분진은 정비기간에 진공청소기나 수작업으로 청소한다.
- (다) 솔벤트는 PCB에 사용하지 않아야 한다.

(4) 조정시에는 다음과 같은 사항에 유의한다.

- (가) 성능이 정상 운전상태를 유지하기 위하여 필요할 때에만 조정이 이루어져야 한다.
- (나) 특정한 조정은 각 기기의 형식에 따라 유동적이며, 기기교정 주기는 프로세스나 기기 개별운전조건에 따라 달리한다.

(5) 정비시에는 다음과 같은 사항에 유의한다.

- (가) 기기 제조자가 권고하지 않는 한 필요한 교체는 인쇄회로기판(PCB)이나 플러그식 부품 정도로 제한한다.
- (나) 제조자의 권고사항은 모듈의 철거, 조작, 포장, 선적 및 교체에 대하여 적용되며 불필요한 와이어, 케이블 및 접속점의 조임은 없어야 한다.

12. 수변전 설비의 청소

12.1 일반사항

- (1) 청소방법은 제거대상 오물의 종류에 따라 그 방법을 탄력적으로 결정한다.
- (2) 용매나 물 청소 시에는 건조를 하여야 하고 절연저항 측정은 절연물이 재사용할 수 있는지를 결정하기 위하여 필요하다.
- (3) 외함에 통기용 필터가 사용된다면 일정 주기별로 교체하여야 하고, 손상되거나 막힌 경우에는 즉시 교체하여야 한다.

12.2 청소방법

- (1) 손질, 건조, 형질이나 부드러운 솔 등으로 먼지를 닦는 것은 기기가 작은 경우 적합하며, 청소하여야 할 표면이 양호하면 건조한 먼지만 제거한다.
 - (가) 낡은 형질의 먼조각(縹綿)은 보푸라기가 절연물에 달라붙거나 먼지를 달라붙게 하므로 사용을 피한다.
 - (나) 복잡한 부분은 손상에 특별한 주의를 요한다.
- (2) 건조한 분진이나 오물을 효과적으로 제거하기 위해서는 진공흡착방법으로 청소한다.
- (3) 분진을 진공 또는 문질러서 제거할 수 없는 경우에는 압축공기 불기방법으로 청소할 수 있다.
 - (가) 압축공기로 불어내는 것은 각종 분진을 비산시킬 우려가 있고 절연성을 파괴할 수도 있다.
 - (나) 공기는 수분이 없는 건조한 것이어야 하고 오물이 없는 것을 사용하여야 한다.
 - (다) 압축공기를 사용할 경우 먼지 등의 비산에 의해 작업자 및 기기가 오염될

주 있어 이에 대한 보호가 필요하다.

- ① 압축공기는 게이지 압력으로 208.85 kpa(30psi)이하로 한다.
- ② 분진 흡입에 의한 진폐 등의 질병, 눈과 귀 등을 보호하기 위한 조치를 한다.
- ③ 노출된 기기는 먼지가 들어가지 않도록 청소하기 전에 덮거나 밀봉한다.

(4) 축적된 먼지를 함유한 기름이나 윤활유를 제거하기 위해 용매를 사용할 수 있다.

- (가) 비가연성 용매를 사용하여 형궤조각으로 문지르는 방법을 사용할 수 있다.
- (나) 용매는 청소하는 재질에 적합한 것을 선정하여야 한다.
- (다) 액체 클리너는 손상이나 전기적, 기계적 장애의 원인이 될 수 있으므로 제조자가 명시하지 않는 한 사용을 제한한다.

(5) 비전도성 물질을 사용하여 청소하는 것이 필요할 수 있다.

- (가) 분사(Shot)에 의한 청소방법을 사용하여서는 안 된다.
- (나) 연마제나 모래 분사기에 의한 청소는 사람과 기기에 위험을 초래할 수 있다.
- (다) 연마제 분사 시 작업자는 연마제, 오물 및 분진의 비산과 흡입 등을 방지하기 위하여 보호구를 착용하여야 한다.

(6) 석면은 유해물질로서 「산업안전보건법」(제37조 내지 38조의2)의 적용을 받으므로 관련 법 규정에 대한 기초지식이 필요하다.

<부록 1>

특별관리 및 처리대상 물질

1. 석면

- 석면을 함유한 물질은 와이어, 스위치, 회로보호기, 패널보드 및 차단기와 같은 기기 속에 들어 있을 수 있으며, 특히 여러 종류의 아크 슈트(Arc Chute)의 구조 내에 존재할 수도 있다.

2. 폴리 클로리네이티드 비페닐(Polychlorinated biphenyls : PCBs)

- 아스카렐과 기타 PCBs는 비가연성 유전액체로서 사용되거나 변압기 기름에 첨가되어 왔다. 비록 최근 PCBs가 더 이상 제조되지 않고 있으며 더 이상 새 기계에 넣어지지 않는다고 하여도 PCBs는 기존 변압기, 전력용 콘덴서, 오일 절연케이블, 형광등, 조명등 안정기에 아직 현존하고 있을 수 있다.

3. 납

- 종이절연, 연피케이블의 처리는 환경적으로 주의를 기울여야 하는데, 이는 때때로 지하에서 연피케이블과 같은 납제품이 용해될 수 있기 때문이다.

4. 광물질(Mineral Oil)

- 보통 변압기유의 처리는 환경적으로 관리대상이다. 사용한 오일은 제조자나 처리자에게 보내서 처리토록 한다.

5. 테트라 염화 레씨 렌(Tetra-chloro rethylene)

- 일부 변압기는 이 물질을 함유하고 있으므로 가능하다면 이용을 제한하여야 한다.

6. 트리 염화에탄(Tri-chloro ethane)

- 트리 염화에탄은 오존을 고갈시키는 물질로서 전기기기의 청소와 구리스 제거용으로 사용하는 솔벤트에 포함될 수 있으며 독성과 환경적인 위험이 있다.

7. 수은 증기 및 형광제 코팅(Mercury vapor and Phosphor coatings)

- 가스 튜브는 수은증기를 함유하고 형광제 코팅을 사용하므로 유의하여야 한다.

8. 방사선 물질

- 방사선 물질을 함유하는 전기기기는 특별한 주의가 요구된다.

9. 설퍼 헥사 플로라이드(SF₆)

- SF₆ 가스가 대기에 누출되면 지구 온난화를 일으키므로 특별한 관리가 요구된다. 비독성이지만 질식을 초래할 수 있으므로 SF₆ 가스절연 변전소 또는 SF₆ 가스절연기기를 취급할 경우에는 사전에 산소농도를 측정한 후 용기내로 들어가야 한다.