

KOSHA GUIDE

E - 17 - 2012

고전압 개폐장치의 정비에 관한 기술지침

2012. 6

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 충북대 안전공학과 김두현

o 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실

o 제·개정 경과

- 2009년 11월 KOSHA CODE 전기분야제정위원회 심의

- 2012년 4월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

o 관련규격 및 자료

- BS6626 Code of practice for maintenance of electrical switchgear and control gear for voltages above 650V and up to and including 36KV

- IEC 60050-441 International electrotechnical vocabulary chapter 441 : switchgear, controlgear and fuses

- IEC 60694 Common specifications for high-voltage switchgear and controlgear standards

o 관련법령·고시 등

-산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)

o 기술지침 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

고전압 개폐장치의 정비에 관한 기술지침

1. 목적

이 가이드는 고전압 개폐장치를 조작하고 운영하는 작업자가 설비의 안전성을 확보하고 작업의 위험성을 감소시키기 위하여, 고전압개폐장치의 정비에 관한 기술적 사항을 기술함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 가이드는 1 kV 이상 36 kV 이하의 정격전압을 갖는 배전반 및 제어반의 정비에 관하여 적용한다. 다만, 배전반 및 제어반의 폭발방호에 관련된 사항은 제외한다.

3. 정의

(1) 이 가이드에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- (가) “개폐장치(Switchgear)”란 일반적으로 보호 및 제어 장치의 개폐와 관련된 장치 등의 총칭으로 발전, 송전, 배전, 변전 및 변환에 관한 결합체, 보조물, 상자와 지지 구조 등에 관련된 장치들의 집합체도 포함된다.
- (나) “제어장치(Controlgear)”란 전력계통에 연결된 전력설비의 제어를 위하여, 개폐장치, 측정장치, 보호장치 등이 하나의 외함 또는 부속설비로 이루어진 것을 말한다.
- (다) “밀폐함(Enclosure)”이란 내부의 도체나 장치를 보호하고, 충전 부품에 사람이 우연히 접촉하는 것을 막기 위해 이용되는 상자 또는 외함을 말한다.
- (라) “셔터(Shutter)”란 가동부의 접점이 고정 접점에 닿도록 허용되는 위치로부터 이것이 고정접점을 차폐하는 밀폐함 또는 분할의 한 부분이 되는 위치까지 움직일 수 있는 집합체의 한 부분을 말한다.
- (마) “점검(Inspection)”이란 개폐기 및 제어기 등의 상태를 확실하게 평가하기 위한

진단 및 측정과 비파괴 시험과 같은 방법으로 보충되는 부분적인 분해를 추가한 점검을 말한다.

- (바) “정비(Maintenance)”란 어떤 품목이 요구되는 기능을 수행할 수 있는 상태로 유지되거나 복원하려는 의도로 행하는 감독 업무를 포함한 모든 기술적, 행정적 업무를 말한다.
- (사) “격실(Compartment)”이란 다른 물건의 접촉, 사고를 방지할 목적으로 모선이나 차단기 등을 다른 모선이나 기기에서 격리하여 수납하기 위해 만든 칸막이 방을 말한다.
- (아) “차단기(Circuit breaker)”란 사람의 개입없이 정상적인 조건하에서 전원을 투입하거나 차단할 뿐만 아니라, 특정시간에 전류를 통전시키거나 단락과 같은 비정상적인 회로 조건하에서는 전류를 차단하는 개폐 장치를 말한다.
- (자) “진단시험(Diagnostic test)”이란 개폐기 및 제어기의 여러 특성을 측정하여 장치의 기능이 실행되는지 점검하기 위한 개폐기 및 제어기의 비교시험을 말한다.
- (차) “연동장치(Interlock device)”란 장비에서 하나 이상의 다른 장치의 위치나 동작에 따라 개폐 장치가 동작되도록 하는 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. 안전규칙과 절차

- (1) 사업주는 장비의 안전규칙과 절차의 수립, 적합한 전기설치 형태 및 장비의 동작과 정비의 안전한 접근을 위하여 차폐를 해야 한다.
- (2) 정비작업자는 스위치 조작이나 제어되지 않은 장비에 대해서는 주의가 필요하다.
- (3) 작업 중인 작업자의 안전을 확보하기 위해 상호 동의절차와 작업방법이 필요하며, 이를 위해 설치 규칙과 절차를 구체화하여야 한다.

- (4) 작업 중 예비 또는 비상발전기가 자동 또는 우연한 작동에 대한 예방조치가 이루어져야 한다.
- (5) 사업주는 정비와 시험 중인 장비의 안전한 작동을 위해 제조사 설명서에 근거하여 정확한 지시를 해야 한다.
- (6) 사업주는 절차들이 효과적으로 수행되도록 관리하여야 한다.
- (7) 정비작업자는 장비의 제어와 장비에 미치는 영향에 대하여 보고해야 한다.
- (8) 모든 작업자는 정비작업을 하는 동안 경고표지, 장비에 대해 구체적인 지시 또는 정비절차 동안의 임시설비에 대하여 주의해야 한다.
- (9) 도구, 예비부품 그리고 시험 기구는 목록과 대조하여 정기적으로 점검해야 한다.

5. 정비를 위한 접근과 격리

- (1) 장비의 정비시 주변과 항상 격리시켜야 하며, 전원의 차단상태를 확인하고 즉시 접지시켜야 한다.
- (2) 장치는 고압 또는 저압 전원이 재투입 되지 않는 사전대책을 세워야 한다.
- (3) 전압 검전기는 항상 사용 전·후에 확인해야 한다.
- (4) 사용 전에 장비의 접지를 확인해야 한다.
- (5) 활선도체를 포함하고 있는 밀폐함의 접근을 방지하기 위한 격벽은 상시 잠겨있어야 한다.
- (6) 전기작업 관리자는 장비의 불통상태, 정전상태 그리고 재투입을 방지하기 위한 적절한 보호수단을 확보해야 한다.

- (7) 안전한 작업 및 작업 중 비정상적인 도체의 충전을 방지하거나 활선 도체의 존재의 위험성을 경고하기 위해서 잠금장치, 경계표지 및 격벽을 사용한다.
- (8) 개폐기류는 ON 위치로 이동하지 못하도록 잠금장치를 해야 한다.
- (9) 밀폐함 내의 주회로 도체와 기타 충전단자는 비정상적인 접촉을 방지하기 위해서 필요한 장소를 보호하고 경고표지를 식별이 가능하도록 부착해야 한다.
- (10) 계기용 전압기의 역전압 또는 계기용 변류기 2차측 개방으로부터 위험을 피하기 위해 특별한 주의를 해야 한다.
- (11) 접촉기는 전원 차단장치로 고려하여서는 아니 된다.

6. 정비를 위한 준비사항

6.1 일반사항

- (1) 정비되는 장비가 있는 작업 장소와 출입구는 장애물이 없도록 해야 한다.
- (2) 장비 또는 작업 수행과 관련된 예비부품, 도구, 기기, 격리막, 절연 도구, 휴대 접지장치, 장갑은 각각의 목적을 유지할 수 있도록 보관함에 보관해야 하며, 적절한 상태를 유지해야 한다.
- (3) 고정 및 휴대 조명은 안전한 접근과 작업에 필요한 밝기를 제공해야 한다.
- (4) 휴대 전기장비는 충분한 절연을 하여야 하며, 이중 절연구조를 취하거나 누전차단기를 사용해야 한다.
- (5) 모든 휴대 전기장비들은 정기적으로 점검과 시험을 받아야 한다.
- (6) 전기 장비에 습기, 오물, 해충 등의 침입은 오작동과 위험을 초래하므로 침입 방

지 조치를 취해야 한다.

- (7) 모든 격실을 닫기 전에 이물질 등이 있는지 확인해야 한다.
- (8) 정비작업은 시작하기 전과 후에 전압 검전기를 사용하여 시험해야 한다. 그리고 모든 도체들은 단락접지를 하여야 한다.
- (9) 공기차단기 및 진공차단기와 연관된 작업에서 발생하는 소음의 영향으로부터 작업자를 보호하기 위하여 귀마개 착용 등의 사전예방 조치가 필요하다.

6.2 화재예방조치

- (1) 화재위험이 있는 곳 또는 화염이나 다른 열원이 있는 공정에서 가연성물질을 사용하는 곳에서 장비를 정비하는 작업자는 소화기 등을 갖추고 있어야 한다.
- (2) 작업자들은 휴대용 소화기기의 사용법을 훈련받아야 하고 추가적인 도움을 요청하는 방법을 알아야 한다.
- (3) 고정식 자동 소화설비가 설치되어 있다면 경고표지는 보호지역 출입구에 표시되어야 한다. 또한 작업자가 보호구역에서 작업할 때 자동으로 작동되지 않도록 주의해야 한다.
- (4) 전기장치 근처에서 사용되는 소화설비의 형태는 전기장치에 적합해야 하며, 사용시 안전해야 한다.

6.3 시험 일반사항

- (1) 시험전압을 인가할 때 최소 전류 출력을 얻는 데 필요한 가장 낮은 값을 확보하기 위해서는 주의해야 한다. 장비가 전하를 충전하는 곳에서는 매번 시험한 후에 방전해야 한다.
- (2) 시험기기는 연결된 회로에 오동작이나 과도 전류의 유입 또는 반대극성의 결선

을 예방하도록 측정이 가능한 형태여야 한다.

(3) 시험기기 외함은 항상 접지해야 한다.

6.4 장비의 사용

(1) 장비의 정비에 종사하는 작업자는 제조사 설명서를 숙지하고, 작업, 분해, 재조립 그리고 작동 복구 방법의 주요 참고 가이드로 사용해야 한다.

(2) 새로운 장비는 전체 범위에 대하여 작동 점검과 시험에 관련된 세밀한 조사를 해야 한다.

(3) 장비와 함께 제공된 설명서는 안전 준수 절차를 포함하고, 조절가능한 부품의 조작을 통하여 장비 상태를 기록해야 한다.

(4) 모든 장비는 제조사가 정한 점검주기에 따라 점검을 받아야 한다.

7. 정비의 주기에 대한 사항

7.1 일반사항

(1) 개폐기 접촉, 방호 등의 역할을 수행하는 장비 부품은 금속 부식, 절연체 오염과 같은 먼지, 습기, 열화가 없도록 정기점검과 정비가 필요하다.

(2) 개폐 빈도가 많은 상태에서는 장비의 형태에 따라 점검을 해야 한다.

(3) 정기점검과 작동점검은 정기 계측과 함께 접촉 부품이 허용 상태임을 확인해야 한다.

(4) 유입 또는 공기차단장치의 지속적인 관리를 위해 아크 차단 부품의 용량, 허용 범위값 및 필수적인 조정에 관한 지시는 제조사 설명서를 참고하여야 한다.

- (5) 전력 및 제어용 반도체, 동종 부품과 조립품은 의도되지 않은 충격을 받지 않도록 주의해야 한다.
- (6) 먼지 등의 제거와 함께 일상점검과 정밀점검을 충분히 실시되어야 한다.

7.2 일상정비

- (1) 일상정비는 작동점검과 정기점검에 기초하여 계획해야 한다.
- (2) 점검시 과도한 손상이나 마모가 작동과정에서 발생하지 않아야 하고, 세부적인 정밀점검과 절연시험으로 접촉 시스템의 분해나 기구 관리에 대한 추가 필요성이 없도록 해야 한다.
- (3) 일상 진단시험은 열화 가능성과 유지보수 기간의 결정을 위해 필요하다.

7.3 고장 후 정비

- (1) 고장 후 정밀점검 및 정비의 필요성과 범위는 고장전류의 크기, 고장 작동 횟수, 아크 소호재의 상태 그리고 아크제어 장치의 성능 등과 같은 항목에 따라 정할 수 있다.
- (2) 장기간 사용한 개폐기에 대한 특별한 주의가 필요하다.
- (3) 진공차단기 및 가스차단기 등 정비하기 쉬운 장비는 고장 후의 정비가 필요하지 않으며, 일상정비로 장비 상태를 관리한다.

7.4 기록

- (1) 기록은 정비주기를 정하는 데 필요하며, 정비를 실행할 때 관련 부품을 주의해야 한다. 기록은 장비가 설치되고 다음의 정보를 포함할 때 시작되어야 한다.

(가) 제조사의 세부사항, 특별히 설치된 장비의 명판, 일련번호와 회사주문번호 그

리고 설치일자

- (나) 제조사 안내서 그리고 지시되는 예비 부품 목록을 찾을 수 있는 장소
- (다) 마지막 정비 날짜, 당시 정비횟수 목록의 기록 또는 정비 횟수의 추정
- (라) 수행된 정비의 형태
- (마) 예상되고, 취해진 행동으로부터 변화된 장비의 상태 그리고 작동되고 있는 장비를 작동상태로 되돌렸을 때 주요 부품의 상태에서 발견되는 기록
- (바) 퓨즈 링크 형태와 비율의 세부사항, 그리고 계전기 조정
- (사) 최대 고장 수준의 세부사항과 변화

(2) 고장이나 파손 등의 재발 방지대책을 수립하기 위하여 기록·분석되어야 한다.

8. 부품 교체 및 청결에 대한 일반사항

- (1) 소모성 예비부품, 분해도, 부품 목록은 정비작업자에게 쉽게 이용할 수 있도록 해야 한다.
- (2) 교체부품은 일련번호나 증명번호를 확인하고, 불량품이나 잠재적인 결함 부품을 사용하지 못하도록 주의해야 한다.
- (3) 장비의 정상적인 작동을 위해서 청결을 유지해야 하며, 강제 환기가 장애를 받지 않도록 해야 한다.
- (4) 덮개제거, 제동 가스켓 조인트 또는 문개방을 하기 전에 오염물, 먼지 등의 유입을 예방해야 한다. 그리고 내부 청결을 위해 진공청소기를 사용해야 한다.
- (5) 트래킹이 발생하지 않도록 절연물 손상에 주의해야 한다.
- (6) 오일 격실 청소는 가죽이나 스펀지를 사용하며, 먼 폐기물은 사용해서는 안 된다. 천은 깨끗한 것을 사용하고, 굵은 섬유, 금속 섬유 등이 없어야 한다.
- (7) 청소나 탈지를 위해 솔벤트 사용이 가능한 곳에서는 장비와 적합해야 한다. 그리

고 화재나 독성 영향에 대한 예방대책이 필요한 곳에서는 불연성과 비독성 솔벤트를 사용해야 한다.

9. 덮개와 접속표시 주의사항

- (1) 덮개, 케이블 말단처리 등은 제거하기 전에 올바른 교체를 확인하고, 표시해야 한다.
- (2) 시험을 위해 만들어진 접속은 원상복구를 위한 재접속을 용이하도록 표시해야 한다.
- (3) 전원연결이 복구되고, 일시적인 연결과 표시는 장치가 전원공급으로 변환되기 전에 제거해야 한다.
- (4) 이동 가능한 플러그, 미끄럼 접속은 작동, 청결 및 과열 징후 여부를 확인해야 한다.
- (5) 유연한 접속은 소모성 징후와 유연성의 상실을 확인하고, 필요에 따라 보완조치를 시행해야 한다.

10. 정비와 절연시험에 대한 사항

10.1 일반사항

- (1) 절연 상태는 정기적으로 측정해야 하며 정비시 절연상태를 점검해야 한다.
- (2) 자기 등 모든 애자는 균열이나 다른 결함의 유무를 점검해야 하며, 접촉, 적층 절연물 및 다른 유기 절연물은 트래킹, 트리잉, 층간분리 또는 기계적 손상 징후를 점검해야 한다.

10.2 일상점검과 시험

- (1) 전극사이 그리고 전극과 접지사이의 절연저항 측정은 전원공급이 차단된 상태에서 절연 시험하는 것이 적합하다.
- (2) 판단을 용이하게 하기 위해서는 체계적인 시험과 기록방법이 필요하다. 시험 장비와 사용된 방법은 동일하게 적용해야 하고, 시험값은 일정 양식에 시험 당시의 온도와 습도 상태를 기록해야 한다.
- (3) 저항 시험을 할 때 1차 절연에 인가된 전압은 장비의 정격전압에 따라 다양하게 적용된다.(표 1 참조)

<표 1> 시험전압

장비의 1차 절연의 3상 정격전압	절연저항 시험을 위한 추천 시험전압(DC)
o 1 kV 미만	1 kV
o 1 kV 이상 ~ 3.6 kV 미만	2 kV
o 3.6 kV 이상 ~36 kV 미만	5 kV

- (4) 시험 후에 도체는 대지로 방전시키고 배선과 보조 부품의 절연저항은 DC 500V를 초과하지 않는 전압에서 시험되어야 한다.
- (5) 배전반의 절연 형태로 사용되는 수지결합, 적층물질 그리고 자기의 저항측정의 결과는 물질의 표면 상태와 습도에 영향을 받으므로 절연시험은 절연체(애자) 표면의 외관 점검을 동반하여야 한다.

10.3 절연유

- (1) 열악한 환경조건은 절연유에 악영향을 주고 절연유의 오염은 유지보수 운용에 제한요소가 되어 제조사의 설명서에 근거한 일정 주기로 점검해야 한다.
- (2) 일반적 유지보수 시험으로 내전압 시험, 수분함유 시험, 산가도 시험을 실시하며,

보통 인화점 시험은 하지 않아도 된다.

- (3) 절연유는 깨끗한 절연유와 사용된 절연유를 확실히 분리하고, 관리를 위해 확실히 표기해야 한다. 그리고 사용 전에 조사하여 깨끗한 절연유를 사용해야 한다.

10.4 노출 단자 장비의 부상

- (1) 유입 단자 부상의 오일수준은 정기적으로 점검하고, 두드러진 변화나 오일 누출의 징후가 있다면 제조사와 협의해야 한다.
- (2) 충전형 부상의 저항측정은 습기 상태를 알 수 없으므로 매 5년마다 콤파운드 상부 공간에서 습기 침입의 징후에 대해 점검해야 한다.
- (3) 덮개가 제거된 곳은 접속부의 재조립에 주의하고 점검하는 동안 접지를 확인해야 한다.

10.5 육불화황(SF₆) 가스와 아크간극

- (1) 압력게이지를 설치한 차단기에 대하여 SF₆ 가스압력과 온도에 대한 정기점검을 실시하고 가스 누출량을 기록해야 한다.
- (2) 아크 혼은 안전하고 간극치수는 정확해야 한다.

11. 접지, 셔터 및 잠금장치의 정비

- (1) 노출된 모든 금속은 접지해야 하며, 접지는 기계적·전기적으로 견고해야 한다. 모든 접점 나사는 단단히 조이고 양호한 접점을 유지해야 한다.
- (2) 셔터와 잠금장치의 기계적 특징은 모든 상태에서 올바른 기능과 부적절한 작동을 방지하기 위해 점검해야 한다.

(3) 기계장치는 부식이 없어야 하고, 암나사 또는 잠금장치 등의 작동이 안전해야 한다.

12. 연동장치의 요구사항 및 정비

(1) 연동장치는 다음과 같은 형태가 있다.

(가) 장비 설계에 결합되고, 안전조작과 관련된 표준 연동장치

(나) 연결된 설비의 안전한 작동과 관련된 응용 연동장치

(2) 연동장치의 점검이나 정비를 위한 책임자는 필요한 지식과 설비 경험과 함께 연동장치의 범위, 종류, 기능 그리고 목적을 이해해야 한다. 제조사 안내서와 관련된 시설 도식은 참조해야 한다.

(3) 연동장치의 정비는 다음 사항에 따라 실행한다.

(가) 기계적 관점에서 모든 움직이는 부품은 청결하고, 적절히 기름칠 되어야 하고, 정확하게 작동되어야 한다. 마모 징후 또는 과도한 작동 징후는 점검 및 조사되어야 한다.

(나) 전기적 관점에서 모든 제어 권선은 손상의 징후를 조사해야 하며, 절연 상태가 불량하면 절연저항 시험을 실시해야 한다.

(4) 기능시험에 대한 사항은 다음과 같다.

(가) 관련된 모선 또는 간선이 정전될 수 있는 곳의 모든 연동장치는 장비가 전원 공급으로 복구되기 전에 기능시험을 실시해야 한다.

(나) 기능점검은 연동 시스템이 계획된 작동순서를 이행할 뿐 아니라 필요할 경우 계획되지 않았거나 부적절한 작동의 예방을 위해 실시해야 한다.

(다) 연동장치 결점이 발견된 후 즉시 개선이 이행되지 않을 때에는 다른 수단에 의해 안전을 보장하는 조치를 해야 한다.

13. 환기, 과열 및 조명

- (1) 환기장치는 기류가 제한받지 않도록 해야 하며, 강제환기의 경우 기류 연동장치가 정확하게 작동하는지를 점검해야 한다. 필터는 필요에 따라 교체되거나 청소되어야 한다.
- (2) 난방기, 조명, 비상등 설비 및 저전압 공급을 위한 변경장비의 운전을 확인해야 한다.