

KOSHA GUIDE

E - 19 - 2012

전기 시험장비에 관한 기술지침

2012. 6

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- o 작성자 : 인천대 안전공학과 교수 황 명환
- o 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실

o 제·개정 경과

- 2009년 10월 KOSHA CODE 전기분야제정위원회 심의
- 2012년 4월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

o 관련규격 및 자료

- HSE GS 38 Electrical test equipment for use by electricians

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 안전보건 기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6월 20일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

전기 시험장비에 관한 기술지침

1. 목적

이 가이드는 전기전문가가 전기설비의 점검, 진단 및 보수작업시 전기시험장비를 안전하게 사용하기 위한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

- (1) 이 가이드는 전기전문가가 전기시험장비를 사용하여, 전기설비를 점검, 진단, 보수 등의 작업을 하는 경우에 적용한다.
- (2) 이 가이드는 정격전압이 600 V를 초과하는 전기설비에 대하여는 적용하지 않는다.

3. 정의

- (1) 이 가이드에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.
 - (가) “초저전압(Extra low voltage)”이란 교류전압 50 V 이하, 직류전압 120 V 이하의 전압을 말한다.
 - (나) “단락(Short circuit)”이란 전위차가 있는 2상 또는 3상전원의 선로가 서로 접촉한 상태를 말한다.
 - (다) “절연(Insulation)”이란 전기가 통하지 않게 차단하는 것을 말한다.
 - (라) “다기능 계측기(Multimeter)”란 하나의 계기로서 전환스위치 등을 사용하여 복수의 양을 측정할 수 있는 다기능 계기를 말한다.
 - (마) “섬락(Flashover)”이란 두 도체간의 전압이 특정 전압 이상이 되었을 때 절연물 표면에 있는 공기를 통해 아크방전이 일어나 지속되는 현상을 말한다.
 - (바) “전압감지기(Voltage detection instruments)”란 전압, 전류, 전하 등의 유무

를 검사하는 측정기 전체를 말한다.

(사) “전자기계적 과부하장치(Electromechanical overload device)”란 과전류가 흐를 경우 원통형 코일 등에 의한 전자기적 힘으로 전기 접촉장치를 움직여서 회로를 차단하는 고전적 보호장치를 말한다.

(아) 전기전문가(Electrically competent people)란 전기작업자, 전기계약자, 시험감독, 기술자, 관리자 또는 기기수리자를 포함한 전기시험장비에 대한 선정, 사용여부를 판단할 수 있는 전문성을 가진 자를 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. 검사 등의 작업시 안전 일반사항

(1) 전기시험장비는 안전하게 사용되어야 하고, 검사작업도 안전한 상태에서 수행되어야 한다.

(2) 전기시험장비를 사용하는 작업은 전기전문가에 의해 수행되며, 일반적으로 다음의 장비를 사용한다.

(가) 시험탐침

(나) 전원 연결선

(다) 전등

(라) 전압표시기

(마) 기타 측정장치

(3) 전기전문가가 사용하는 전기시험장비에서 가장 중요한 특징은 다음과 같다.

(가) 시험장비는 신뢰성 있게 제작되고 유지·관리되어야 하며 사용시 위험을 방지 조치가 되어야 한다.

(나) 전기시험장비를 사용하는 점검작업은 정전상태에서 하여야 한다. 다만 정전작

업이 불합리하고 활선작업을 하여야할 경우에는 상해를 예방하기 위한 적절한 조치를하여야 한다.

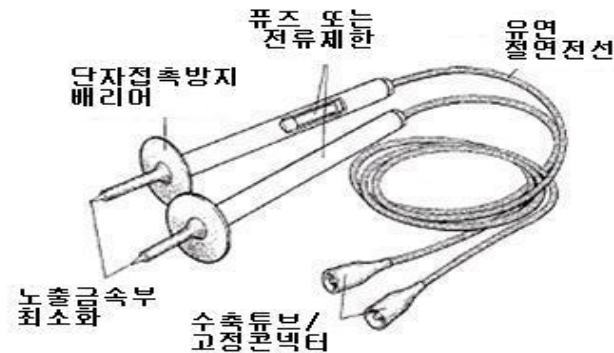
(다) 작업은 안전한 방식으로 수행되어야 하며, 안전작업 절차를 수립할 때 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

- ① 작업중 위험의 관리
- ② 점검지역의 관리
- ③ 적절한 공구와 복장의 사용
- ④ 적합한 방호구의 사용
- ⑤ 정확한 정보
- ⑥ 작업반의 구성
- ⑦ 적절한 작업공간 확보, 접근통로, 조명장치 등

(라) 작업에 참여하는 작업자는 위험이나 재해를 방지하기 위한 적절한 교육을 받고 기술능력과 경험을 가져야 한다.

5. 위험요소

- (1) 경험이 많은 전기작업자도 결함을 가진 시험장비로 인하여 심각한 화상 또는 감전사고를 당할 수 있다.
- (2) 전기 시험시 불량 시험탐침이 아크 또는 섬락(Flashover)을 발생시켜 전격보다 심각한 상해를 초래할 수 있다.
- (3) 주변의 공기를 이온화시켜 발생하는 아크가 한번 발생하면 섬락의 원인이 되며 작업자가 피하기 전에 작업공간으로 순식간에 확산이 된다.
- (4) 교류 50볼트 또는 직류 120볼트 이하의 초저전압 계통은 낮은 수준으로 감전위험을 감소시킨다.
- (5) 전기사험장비는 단락사고를 예방하기 위하여 <그림 1>과 같이 연결단자를 절연시키고, 씌움덮개(Shroud)를 하여야 한다. 배터리도 단락되면 높은 에너지의 섬락을 발생한다.



<그림 1> 시험장비의 탐침 및 연결전선

(6) 감전 및 전기화상 이외에도 다음과 같은 위험요인을 고려하여야 한다.

(가) 배터리의 전해액과 같은 화학물질에 의한 화상

(나) 점검 작업시 사다리 또는 난간으로부터 추락

6. 사고원인

(1) 부적합한 측정장치의 탐침, 연결전선, 전구, 표시계 및 다기능 계측기 등은 다음의 이유로 인해 아크를 발생시킨다.

(가) 부적절하게 절연된 과도하게 긴 나금속(裸金屬) 탐침부가 활선부와 인접 접지된 금속체에 함께 접촉하여 사고성 폐회로를 구성하는 경우

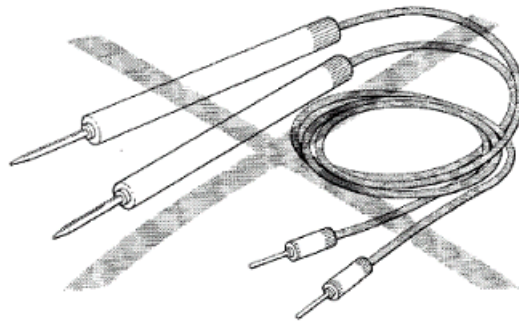
(나) 다기능 계측기로 전압을 측정하는 경우에 기능선택 스위치를 전류 또는 저항 측정 위치에 설정하여 과도한 전류가 탐침, 연결전선, 측정기구 등을 통해 흐르는 경우

(2) 감전사고를 야기할 수 있는 또 다른 사고의 원인은 다음과 같다.

(가) 연결전선과 탐침이 <그림 2>와 같은 부적합한 절연상태인 경우

(나) 계기 또는 표시계에서 노출된 충전단자

- (다) 측정기 또는 전선연결 단자에서 인출된 노후화된 전선
- (라) 측정기의 최대 작동전압을 초과하는 전압을 측정하는 등 과도한 계기의 사용
- (마) 전구 및 소켓, 나선 상태의 전선 등으로 구성된 임의로 제작한 시험장비
- (바) 전선의 한쪽은 계기에 연결되고, 다른 한쪽은 활선상태의 도체에 연결될 수 있도록 단자의 구분이 어려운 긴 한 쌍의 연결전선을 사용



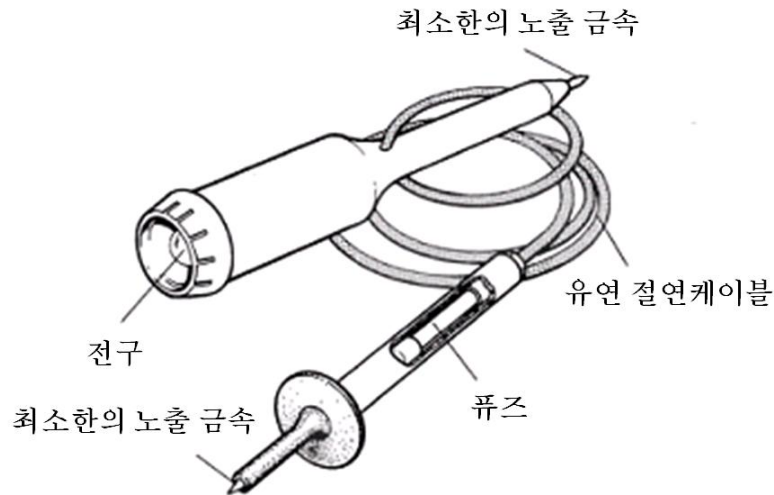
<그림 2> 부적합한 절연상태의 시험탐침 및 연결전선

7. 안전설계 요구사항

7.1 탐침 및 연결전선

- (1) 전압계, 다기능계측기, 전기작업자용 등기구나 전압표시기와 결합하여 사용하는 시험용 탐침과 연결선은 위험방지가 된 구조의 것을 선정하여야 한다.
- (2) 양호한 탐침과 연결선은 안전을 위하여 다음의 사항을 만족하여야 한다.
 - (가) 탐침은 손가락 방호판(Finger barrier)을 장착하거나 시험시 통전도체와 손이 접촉하지 않도록 방호를 하여야 한다.
 - (나) 활선부분에 접촉되는 탐침의 끝 부분 4 mm를 제외하고는 전부 절연시켜야 한다.
 - (다) 가능하면 탐침부분을 2 mm 이하로 하거나, 용수철에 의해 접촉시 탐침부분이 안으로 매입되는 구조의 것을 사용하여야 한다.
 - (라) 탐침은 적용전기설비에 충분한 차단정격을 가져야 하며 500 mA 이하의 낮은

전류정격의 퓨즈나 전류제한저항과 퓨즈를 조합한 것 등을 사용하여야 한다.



<그림 3> 대표적인 시험용 전구

(3) 전기시험장비의 연결전선은 안전을 위하여 다음의 사항을 만족하여야 한다.

- (가) 연결전선은 사용 장소의 주변 환경에 적합한 절연재질을 사용하여 적절하게 절연되어야 한다.
- (나) 연결전선은 서로 쉽게 구별을 할 수 있도록 색상이 달라야 한다.
- (다) 예상되는 시험에 지장이 없도록 유연성과 충분한 용량을 가져야 한다.
- (라) 외부의 기계적 손상에 견딜 수 있는 외장(Sheath)을 가져야 한다.
- (마) 연결전선은 측정에 지장을 주지 않도록 충분히 길어야 하지만 지나치게 길지 않아야 한다.
- (바) 연결전선은 탐침 끝단을 제외하고는 접근가능한 노출 도전성의 부분이 없어야 하며, 탐침, 지시계, 시험장비에서 인출된 모든 전선은 측정시 작업자의 손이 활선부분에 닿지 않도록 조치하여야 한다.
- (사) 연결전선은 전압계 본체 속으로 인입되어 밀봉되고, 내부에서 연결하여야 한다.

(4) 서로 다른 형태의 접촉부분을 측정할 수 있도록 다양한 형태의 탐침을 사용할 수 있다.

7.2 소켓 및 연결단자

- (1) 통전중인 장비에서 손이나 손가락이 활선상태의 시험용 소켓 도체에 접촉하는 위험을 감소하도록 하여야 한다.
- (2) 전기시험장비의 단자와 소켓은 씌움덮개(Shroud)를 설치하여야 한다.

7.3 전압감지기(Voltage detection instruments)

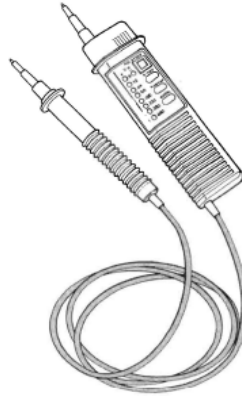
- (1) 전압을 감지하는데 단순히 사용되는 감지기는 일반적으로 다음의 2가지 분류로 구분된다.

(가) 발광 전구나 계기눈금에 의한 감지기

- ① 유리전구로 된 시험전구는 전구 파손시 위험이 발생하지 않도록 방호망을 사용하여 전구를 보호하여야 한다.
- ② 감지기는 적절한 고차단용량(HBC)을 가진 퓨즈나 500 mA 이하인 저전류 정격의 퓨즈 또는 한류저항과 퓨즈 조합으로 된 장치 등을 사용하여 과전류에 대한 보호를 하여야 한다.
- ③ 과전류 보호장치는 감지기의 탐침 내부에 내장되어 있어야 한다.
- ④ 시험 연결전선은 감지기 본체 속으로 인입되어 고정되고 밀봉되어야 한다.

(나) 두 가지 이상의 독립적 지시시스템을 사용한 감지기

- ① 두 가지의 지시시스템 중 하나는 소리를 내는 계기를 사용할 수 있으며, 감지기에 입력되는 에너지를 제한하여야 한다.
- ② 주 탐침, 연결전선, 2차 탐침 등으로 구성된 2극 감지기의 예시는 <그림 4>와 같다. 2극 전압감지기가 있다면 하나의 감지기 유닛은 다중시험 탐침를 가지고 있고 상호 접속 연결선과 2번째 시험탐침을 가지고 있다.



<그림 4> 2극 검전기의 예시

- ③ 전압 감지기의 과전류에 대한 제한은 탐침 내부에 설치된 전류제한장치와 보호협조를 고려한 회로설계로 이루어진다.
- ④ 두 가지 이상의 독립적 지시계를 활용한 감지기는 사용 전·후에 계기성능을 확인할 수 있는 내장 시험기능을 가져야 한다.
- ⑤ 연결전선 및 2차 탐침은 본체와 분리될 수 없는 구조이어야 한다.
- ⑥ 두 가지 이상의 독립적 지시계를 활용한 검전기는 별도의 추가적인 한류 저항기나 고차단용량의 퓨즈가 필요 없으며, 접촉전극은 7.1의 (2)(나)항과 같이 씌움덮개를 하여야 한다.

(2) 시험용 전구 및 전압 지시계에는 다음과 같은 내용을 선명하게 표시하여야 한다.

(가) 측정이 가능한 최대전압

(나) 적용 가능한 경우 시험장치에 수 초 동안 흘릴 수 있는 권장 최대전류의 단시간 정격

(3) 감지기는 일반적으로 수 초 이상 연결하여 사용하여서는 안 된다.

8. 작업 시스템

8.1 일반사항

(1) 전기작업자가 시험장비를 사용하는 작업은 주로 다음의 3 종류로 나눈다.

(가) 전압에 대한 시험(검전)

(나) 전압 측정작업

(다) 전류, 저항 그리고 인덕턴스와 커패시턴스 등의 측정

(2) 제1항 (가)의 검전작업은 전압이 존재하는 지를 확인하는 단순한 작업으로서, 작업을 시작하기 전에 시스템 정전을 증명하기 위한 절차 중 가장 중요한 일이다.

(3) 제1항 (나)의 전압측정 및 (다)항의 측정작업은 설비의 시운전 절차 또는 고장 탐지와 관련이 된다.

8.2 시험 전 안전조치

(1) 시험을 시작하기 전에 모든 연결전선, 탐침, 접속기 등을 포함한 시험장치는 시험할 전기시스템의 전압과 전류에 따라 적합한 정격을 갖고 있는 지를 확인하여야 한다.

(2) 시험작업을 시작하기 전 다음의 사항에 대하여 확인을 하여야 한다.

(가) 작동시킬 장비가 실시에정 시험에 대해 안전한 지의 여부

(나) 작업환경이 다음과 같은 추가적인 위험요인이 없는 지의 여부

① 안전하게 작업을 하는데 부적절한 좁은 공간

② 고정 불량의 작업발판

③ 불충분한 조명

④ 가연성 가스 또는 증기

⑤ 폭발성 또는 도전성 분진

- (3) 단순히 전압의 존재 유무만을 확인하기 위하여 시험하는 경우에는 검전기로서 다기능 계측기를 사용하는 것보다 전용시험 전구 또는 2극 검전기를 사용하는 것이 일반적이다.
- (4) 다기능 계측기를 잘못 설정하거나 임의로 제작한 전압 감지기구를 사용하는 것은 자주 사고를 유발하는 것으로 알려져 있다.
- (주) 시험용 전구와 전압표시기는 위험을 초래할 수 있는데 고장이 난 측정장비로 검사하면 활선상태를 정전으로 오인할 수 있으므로, 사용 전 반드시 유사한 전압의 시험전원으로 시험기의 고장유무를 확인하여야 한다.

8.3 시험 중 안전조치

- (1) 전압의 감지 또는 측정을 위하여 전압계, 특히 다기능 계측기를 사용하는 경우 퓨즈에 의하여 보호되는 연결전선의 사용이 권장된다.
- (2) 전자기계적 과부하장치(Electromechanical overload device)가 내장된 다기능 계측기의 경우에도 단락시의 고장전류를 감당하기에는 부족하므로 전류제한장치를 갖추어야 한다.
- (3) 검사부분을 연결하기 위하여 단자클립을 사용하는 경우 탐침의 경우처럼 연결전선에 대해 적절히 절연시켜야 한다.
- (4) 다기능 계측기를 사용하는 경우 검사부위에 접촉하기 전 기능스위치의 설정 및 측정범위의 설정이 정확한지를 확인하여야 한다.
- (5) 측정할 전압의 크기가 불분명한 경우에는 측정범위를 계기의 최대값으로 설정하여 검사한다.
- (6) 선로의 단선유무를 확인하기 위한 전압측정 시에는 노출 도전체에 의한 감전 가능성을 고려하여야 하며, 가능하면 검사대상 기기를 정전시킨 후 측정계기에 내장된 직류 저전압 전원을 사용하여 단선유무를 확인하는 것이 안전하다.

- (7) 집게(Tong)를 이용한 계기를 적용하는 경우에는 시험에 필요한 충분한 작업공간을 확보하여야 하며, 사용 전 집게의 절연상태가 양호한지를 육안으로 확인하여야 한다.
- (8) 변류기의 2차측 전류를 측정하는 경우에는 특별한 주의가 필요하며, 이에 대한 전류측정방법은 별도로 전해진 기술기준에 따라 시행하여야 한다.
- (9) 전류측정 계기를 사용하는 경우 집게를 이용한 경우를 제외하고는 전선연결 작업은 정전상태에서 시행되어야 하며, 전선은 측정대상 설비의 전압과 전류에 충분한 정격을 가져야 한다.
- (10) 수시로 측정이 필요한 설비주변에 있는 노출 금속도체는 접근이 불가능하도록 방호판 등을 사용하여 방호하여야 한다.

8.4 전기시험장비의 시험

- (1) 전기시험장비의 모든 항목은 전문가에 의해 정기점검 및 시험을 하여야 한다.
- (2) 전기시험장비의 점검과 시험 및 특히 고장에 대한 기록을 보존하여야 하며, 이러한 기록을 이용하여 육안점검 및 정밀시험 주기를 결정하여야 한다.
- (3) 전기 작업자는 자주 발생하는 다음과 같은 시험장비의 공통적인 결함의 종류에 대하여 숙지하고 있어야 한다.
 - (가) 시험계기 외함의 손상
 - (나) 유연케이블의 벗겨짐, 절단, 노후화 등으로 인한 절연의 손상
 - (다) 단자의 풀림상태