

KOSHA GUIDE

E - 54 - 2012

누전차단기의 일반관리에 관한 기술지침

2012. 6

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 원광대학교 소방행정학부 이종호 교수

o 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실

o 제·개정 경과

- 2010년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

- 2012년 4월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

o 관련규격 및 자료

- KS C 4621 산업용 누전차단기

- KS C IEC 61009-1 주택용 및 이와 유사한 용도의 과전류 보호장치를 가진 누전 차단기(RCBO) 제1부: 일반 요구사항

- 전기설비기술기준 및 판단기준

- NFPA 70B Recommended practice for electrical equipment maintenance, CH 14(Ground-Fault protection)

o 관련법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)

o 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

누전차단기의 일반관리에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제304조(누전차단기에 의한 감전방지)에 의거 설치하는 감전방지용 누전차단기의 점검, 정비 등에 관련된 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 정격전압이 교류 1,000V 이하, 정격전류 2,000 A 이하, 정격단락차단용량이 200 kA 이하인 주파수 60 Hz에서 과전류 보호 장치를 가진 전류 작동형 누전차단기(이하 “차단기”라 한다)에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “누전차단기(Residual current device, RCD)”라 함은 지락검출장치·차단장치·개폐기구 등을 절연물 용기 안에 일체로 조립한 것으로, 정상 사용조건하에서 전류를 흘리거나 차단할 수 있고, 규정된 조건하에서 누설전류가 주어진 값에 도달했을 때 접점을 개로하도록 설계된 개폐기구를 말한다. 특히 감전방지용 누전차단기는 정격감도전류 30 mA에서 동작시간은 0.03 초 이내인 차단기를 말한다.

(나) “전류동작형 누전차단기”라 함은 영상변류기(차동변류기 포함)로 지락전류를 검출하고 자동 차단시키는 누전차단기를 말한다.

(다) “절연열화”라 함은 도체에 흐르는 전류에 의한 발열 또는 기타 원인으로 인하여

피복 재료 등의 절연재료가 약화되거나 변질되어 절연 성능이 열화(劣化)되는 현상을 말한다.

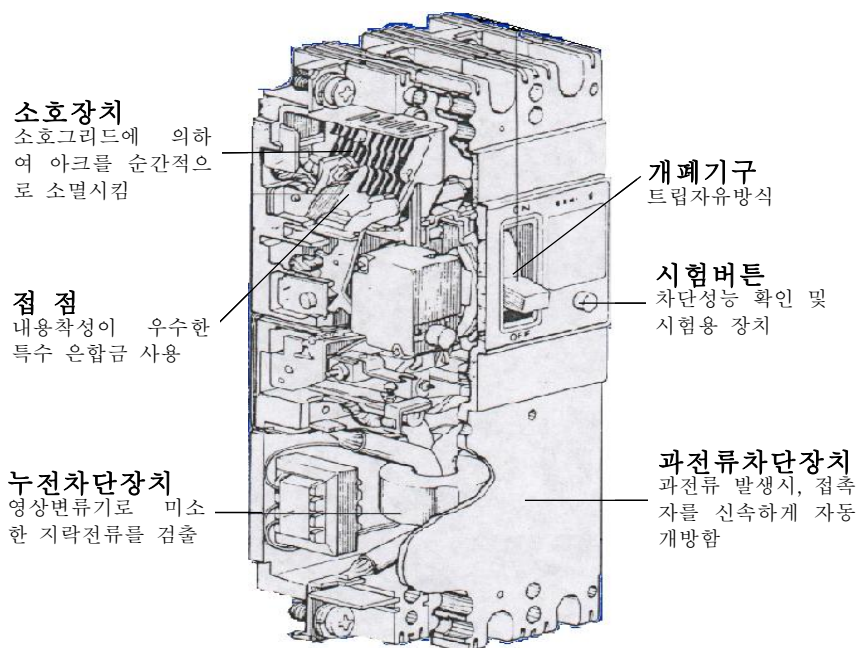
(라) “감도전류”라 함은 보호기기, 즉 누전차단기를 규정된 조건하에서 작동하게 하는 누설전류의 값을 말한다.

(마) “누설전류”라 함은 누전차단기의 주회로에 흐르는 전류 순시값의 백터합(실효값으로 표시)을 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. 일반 사항

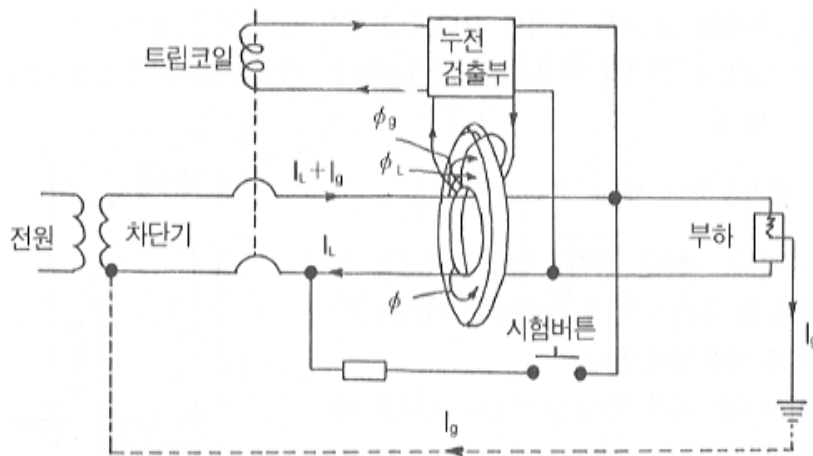
누전차단기는 <그림 1>과 같이 개폐기구, 차단장치, 소호장치 등으로 구성된다.



<그림 1> 누전차단기의 구조

4.1 일반사항

- (1) 대부분의 퓨즈나 과전류 차단기는 수십 암페어 이상의 큰 전류에서 작동하나, 누전 차단기는 밀리암페어(mA) 정도의 아주 작은 누설 전류를 검출하여 밀리초(ms) 이내의 매우 짧은 시간에 전로를 차단하여 전격위험을 방지한다.
- (2) 누전차단기는 <그림 2>에서와 같이 전원선에서 들어오는 전류(I_L)와 중성선으로 나가는 전류의 차이를 측정하여 그 전류의 대수합이 0이 아니면 어딘가에서 누전(I_g)이 되고 있다는 것으로, 이 때 누전차단기가 작동하여 선로를 분리하여 감전 재해를 방지하는 것이다.
- (3) 정격감도전류가 500 mA 이상인 누전차단기는 감전방지보다는 주로 화재 예방용으로 사용된다.



<그림 2> 누전차단기의 작동원리

4.2 누전차단기의 작동

- (1) 누전차단기가 누전·감전·지락 등에 의하여 설치 목적에 적합하게 작동하는 것을 정상작동이라고 하며, 선정의 부적절·환경조건·회로조건 부적절 등에 의하여

누전과 같은 사고가 발생하지 않았음에도 불구하고 작동하는 것을 오작동 또는 불요작동이라고 한다.

(2) 누전차단기 선정의 부적절, 접지배선의 부적당, 누전차단기 내부 결함 등에 의하여 누전 지락사고가 발생하여도 작동하지 않는 것을 오부작동이라고 한다.

(3) 오작동이나 오부작동에 있어서 누전차단기 자체의 결함에 의한 것을 방지하기 위하여 제조 공정상 중간시험 및 완성시험을 100 % 실시하고 있으나, 누전차단기는 사용 중의 안전 확보를 위한 기구이므로 월 1회 정도 시험 단추에 의한 작동 검사를 실시하여야 한다.

4.2.1 정상 작동

누전차단기가 설치목적에 부합하여 작동하는 원인은 다음과 같다.

(1) 기기의 절연열화

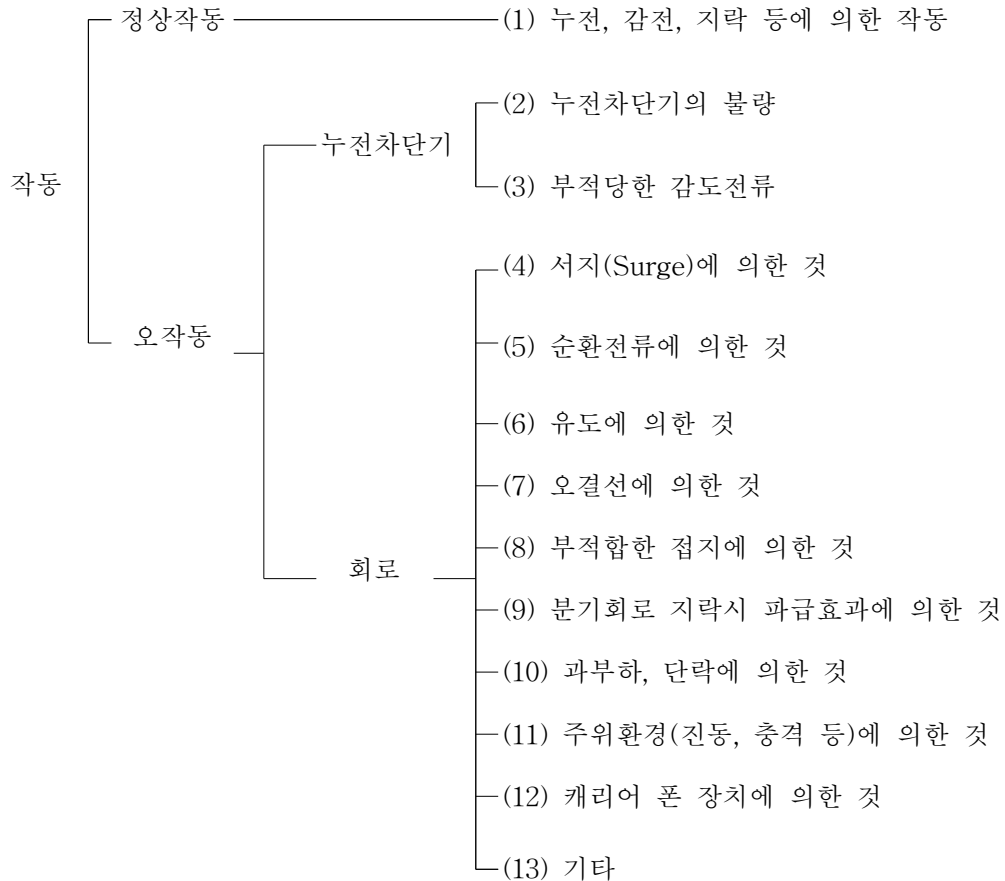
(2) 배선의 절연열화 : 임시 선로의 연결부, 단자 등에 많이 발생

(3) 시공불량 : 공사 중 케이블의 손상, 단선 등에 의한 지락

(4) 취급 부주의 : 침수, 손상 등에 의한 지락

4.2.2 오작동 또는 부작동

누전차단기가 지락사고가 발생하지 않았음에도 불구하고 작동하거나, 지락 사고가 발생하여도 작동하지 않는 오작동 또는 오부작동의 예는 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 누전차단기의 작동 원인

(1) 누전차단기 불량

(가) 부품의 열화부식에 의한 고장, 트립 코일부나 개폐기구부의 마모에 의한 투입 불량으로 발생된다. 그러나 누전 검출 부분의 고장은 아주 적은 편이다.

(나) 차단기를 선정할 경우 신뢰성 있는 제품을 설치하고, 만약 오작동이나 부작동 하는 경우에는 수리하지 않고 즉시 교체하여야 한다.

(2) 부적합한 감도전류

차단기의 감도전류는 회로의 상시 누설전류에 비하여 예민한 경우에 작동하게 되므로 누전차단기 선정상의 문제라고 할 수 있다.

(가) 회로의 누설전류는 전선의 대지정전용량에 의한 것이 대부분이지만, 전기로나 전열기 등에서는 고온 시 절연저항 저하가 발생되어 누전차단기 작동의 원인 규명이 어렵게 되는 경우가 있다. 또한 회로의 누설전류에서 주의를 요하는 것은 정상 시 상시 누설전류뿐만 아니라 개폐시나 시동시의 과도적인 대지 누설전류가 누전차단기를 작동시키는 경우도 있다.

(나) 기동 시 과도 누설전류는 기동할 때의 권선의 전위 분포가 운전할 때와 다르기 때문에 권선의 프레임(Frame)에 대한 정전용량을 통하여 발생한다.

(다) 부하기기나 배전선의 대지에 대한 정전용량이 큰 경우에는 정상시에도 누전차단기의 정격 부작동 전류치를 넘는 상당히 큰 영상분 전류가 흐르게 되어 작동하게 된다.

① 이는 일반적으로 다수의 분기회로를 통합하여 1대의 누전차단기로 지락보호를 행하는 경우에 발생한다.

② 또한 정전용량이 클 경우, 부하 개폐 시에 오작동하기 쉬우므로 저압회로의 감전방지에 있어서는 분기회로 각각에 누전차단기를 설치하여야 한다.

(3) 서지(Surge)에 의한 것

(가) 선로가 유도되 서지에 의한 고전압이 전선로를 통하여 배전기기에 가해질 경우, 누전차단기 전자회로가 오작동되거나 전자부품이 파괴되어 작동불능 상태의 고장을 일으킬 수 있다. 특히, 인입구용 누전차단기 등에서는 이 영향을 받기 쉬우므로 주의하여야 한다.

(나) 유도성 부하기기를 개폐할 때 발생하는 개폐서지에 의한 누설전류가 정격 부작동 전류값을 넘게 되면 누전차단기가 오작동하게 된다.

(다) 단상 3선식이나 3상 4선식 Y결선 등에서 접점의 채터링(Chattering) 등에 의한 개폐서지가 발생할 경우, 고주파 전압 발생에 의한 임피던스(대지정전용량)가 감소되어 과대한 충전전류가 흐를 경우 누전차단기가 작동할 수 있다.

(4) 순환전류에 의한 것

누전차단기 2차 측이 병렬 결합된 회로에서는 좌우 분기 각 상분의 분류 전류가 반드시 같다고 볼 수 없으며, 각 분기 회로의 차에 해당하는 전류가 병렬회로의

루프를 순환할 수 있다. 누전차단기는 이 순환전류를 검출하여 작동하므로 누전 차단기의 병렬 사용은 절대로 있어서는 안 된다.

(5) 오결선에 의한 것

(가) 오결선은 누전차단기 오작동의 원인이 되므로 주의하여야 한다.

(나) 배전방식에 따른 적합한 결선방법은 「감전방지용 누전차단기 설치에 관한 기술 지침(KOSHA Code E-5)」의 4.2(누전차단기의 선정 및 결선)를 참조한다.

(6) 부적합한 접지에 의한 것

(가) 컴퓨터, NC 기계 등 전자회로를 사용하는 설비에서 노이즈 방지 목적으로 설치한 라인필터의 접지를 통하여 상시 누설전류가 흐를 경우, 누전차단기가 오작동할 수 있으므로 이를 방지하기 위하여 전원부에 절연변압기를 설치한다.

(나) 피뢰기의 부설위치는 누전차단기의 부하 쪽에 설치될 경우, 낙뢰시의 방전 전류에 의하여 누전차단기가 오작동할 수 있으므로 누전차단기의 전원측에 설치한다.

(7) 분기회로 지락시의 건전회로의 작동

분기회로의 한 지점에 지락이 발생할 경우, 인접한 건전 분기회로에 지락전류(대지 정전용량에 기인)를 흐르게 할 수 있다. 이 경우 건전한 회로의 누전차단기가 작동하는 수 있으며 이를 방지하기 위해서는 대지 정전용량을 고려하여 누전차단기의 감도전류를 정한다.

(8) 과부하, 단락에 의한 작동

(가) 과부하 및 단락 검용 누전차단기에서 과부하 또는 단락 등에 의한 작동을 간과하는 경우가 있다.

(나) 지락보호 전용 누전차단기의 경우, 평형특성에 한계가 있으므로 과대한 전류가 흐르면 오작동할 수 있으므로 감도전류 선정에 유의하여야 한다.

(9) 진동, 충격, 고온 등의 주위환경

주위환경에 대한 내성은 표준품의 경우 좋은 신뢰성을 가지고 있으나 전자 회로부를 갖고 있는 누전차단기는 고온에서 유의한다.

(10) 캐리어 폰 장치에 의한 것

전력선을 이용하는 캐리어 폰이 설치되어 있는 전로에 설치된 누전차단기가 오작동할 수 있다.

(가) 캐리어 폰 장치는 고주파 신호(일반적으로 50 kHz~400 kHz)를 전력선과 대지 사이에 인가하는 장치이므로 누전차단기로서는 이 고주파 신호를 지락전류로 검출하여 오작동하게 되는 것이다.

(나) 오작동 여부는 고주파 신호의 크기와 누전차단기의 고주파 특성 및 정격감도 전류에 관련되므로, 이를 방지하기 위해서는 고주파 신호의 크기를 상시 누설 전류로 보고 누전차단기의 감도전류를 선정한다.

(11) 기타

(가) 서지로부터 전로나 부하기기를 보호하기 위해 서지 흡수회로(Surge Absorber, Varistor)를 설치하는 경우, 이 회로를 통하여 서지전류가 흐르게 되면 누전 차단기는 당연히 작동하게 된다.

(나) 이를 방지하기 위해서는 서지 흡수회로를 누전차단기의 전원(1차) 측에 설치한다.

5. 누전차단기의 점검

(1) 누전차단기의 주요 점검사항은 <표 1>에 따르되, 누전차단기 스위치가 올라간 상태에서 시험 단추를 눌러 정상 작동 여부를 시험할 때, 스위치가 떨어지지 않거나 올려 지지 않는다면 누전차단기가 고장 난 것이므로 수리를 하지 말고 교체하여야 한다.

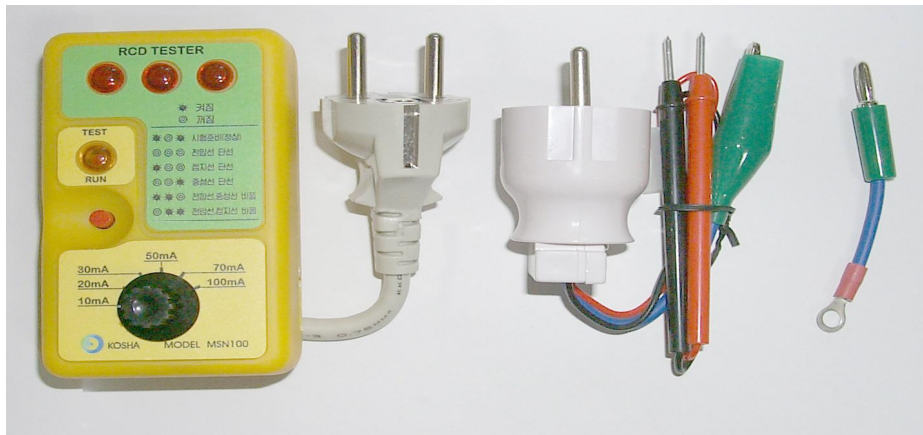
<표 1> 누전차단기의 점검 및 시험요령

점검항목	점검방법	조치
먼지·오손의 유무	<ul style="list-style-type: none"> • 누전차단기 표면, 상부 전원 측에 먼지, 기름 등의 부착되어 있는지 여부 • 연면거리 확보용 홈에 먼지나 이물질로 차 있지 않은지 여부 	<ul style="list-style-type: none"> • 크리너로 먼지를 제거하고 건조하고 깨끗한 천으로 닦아낸다.
단자부의 변색	<ul style="list-style-type: none"> • 비정상 온도의 흔적 여부 • 부식성 가스에 의한 손상 여부 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도금의 일부 변색은 허용 • 지나친 변색 또는 비정상 온도상승에 의한 절연부 손상이 확인되면 신품과 교체
단자나사의 이완	<ul style="list-style-type: none"> • 단자, 전선 조임 등의 나사의 지나친 조임 또는 이완되지 않은지 확인 • 표준공구 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 나사 재질 따른 조임 토크를 조사하여 조임 부족이나 과잉이 없도록 함
개 폐	<ul style="list-style-type: none"> • 상시 폐로되어 있는 누전차단기는 수차례 개폐하여 그리스 굳음 등에 의한 스위치 고착 방지 	<ul style="list-style-type: none"> • 개폐가 유연하지 않으면 조기에 신품으로 교체
시험단추에 의한 작동 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 시험단추를 눌러 작동 확인 	<ul style="list-style-type: none"> • 작동하지 않으면 5항 내용 참조하여 필요한 조치 후, 교체
감도전류	<ul style="list-style-type: none"> • 누전차단기 시험기를 이용하여 감도전류를 측정하고 정격 부작동 전류와 정격감도전류 사이에 있는지를 확인 	<ul style="list-style-type: none"> • 이 범위를 벗어나면 신품 교체
작동시간	<ul style="list-style-type: none"> • 누전차단기 시험기를 이용하여 작동시간을 측정하여 0.03초 이내에 작동하는지를 확인 	<ul style="list-style-type: none"> • 0.03초를 넘을 경우 신품으로 교체
절연저항	<ul style="list-style-type: none"> • 500V 메거로 상과 상 사이, 상과 대지 사이의 절연저항 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 5 MΩ 이하는 신품으로 교체 (제어전원선을 끌어온 상간은 0 Ω이 되나 고장이 아님)
온도상승	부하전류를 흘려 다음 사항을 확인한다. <ul style="list-style-type: none"> • 절연성 외함은 70℃를 넘는 온도상승이 없을 것 • 연기 냄새의 발생이 없을 것 	<ul style="list-style-type: none"> • 이상이 있으면 신품으로 교체

(2) 다음의 경우에는 누전차단기 시험기(<그림 4> 참조), 또는 자체 시험버튼(Test button)을 사용하여 누전차단기가 확실하게 작동되는 것을 확인한다.

(가) 전기기기를 사용하려는 경우

- (나) 누전차단기가 작동된 후 재투입시킬 경우
- (다) 전로에 누전차단기를 신규로 설치할 경우
- (3) 전로에 설치된 누전차단기는 시험용 버튼을 이용하여 월 1회 이상, 누전차단기 시험기를 이용하여 3개월에 1회 이상 정상작동 여부를 확인한다.
- (4) 누전차단기가 작동하지 않거나 오작동하는 경우에는 그 원인을 조사하여, 즉시 수리하거나 교체하는 등 필요한 조치를 한다.



<그림 4> 누전차단기 시험기의 예