

저압배전반 관련 IEC 국제규격 동향

정흥수*
한국전기연구원*

Study for IEC standard of the low-voltage switchgear and controlgear assemblies

Heung-Soo Jung*
K.E.R.I.*

Abstract - 저압배전반(Low-voltage switchgear and controlgear assemblies)에 관한 대표적인 국제규격으로는 IEC 60439 시리즈가 있어(국내규격으로는 KEMC(한국전기공업협동조합 단체규격) 2102), 저압배전반의 형식시험(Type test)시 이 규격을 적용하여 시험하고 있으나, 최근 IEC 60439 시리즈의 규격 개정작업이 진행되고 있다. 본 고찰에서는 새로 제정된 61439 시리즈의 주요 내용을 개략적으로 소개하여, 신 규격에 의한 배전반 형식시험에 도움을 주고자 한다.

1. 서 론

현재 IEC 61439 시리즈의 개정 현황은 표1과 같다.

〈표 1〉 IEC 61439 시리즈 개정현황

구 규격번호	신 규격번호	규격명	비고
IEC 60439-1	IEC 61439-1	저압배전반 일반사항	2009.01
	IEC 61439-2	전력용 저압배전반	2009.01
IEC 60439-2	IEC 61439-6	부스덕트	개정중
IEC 60439-3	IEC 61439-3	분전반	개정중
IEC 60439-4	IEC 61439-4	건설현장용 저압배전반	개정중
IEC 60439-5	IEC 61439-5	공공장소용 분전반	2010.11

위 표에서 알 수 있듯이 IEC 61439-1, 2 및 5는 개정이 완료되어 규격으로 제정되었으며, 61439-3, 4 및 5는 추후 대체 개정예정이다. 또한 61439 시리즈의 일반사항을 61439-1로 제정하여, 61439 시리즈의 기본 규격으로 규정하였다. 본 고찰에서는 기본규격인 61439-1에 규정된 형식시험 항목 및 시험방법에 관하여 살펴본다.

2. 본 론

IEC 61439-1에서 성능에 관해서는 8항 구조적인 요구사항, 9항 성능 요구사항, 10항 설계 검증으로 구성된다.

2.1 구조적인 요구사항

2.1.1 재료와 부품의 강도

부식방지, 열 안정성, 자외선 복사내성(내후성), 절연물의 내열성과 난연성, 기계적 강도, 인양설비(인상고리) 등에 대한 요구사항을 규정한다.

2.1.2 어셈블리 외함이 제공하는 보호등급

기계적 충격에 대한 보호, 충전부와외의 접촉, 고체 이물질과 액체의 침입방지, 분리부의 보호등급 등에 대한 요구사항을 규정한다.

2.1.3 공간거리와 면면거리

2.1.4 감전방지

절연물의 기본적인 절연, 격벽과 외함, 고장보호, 정상상태의 누설전류 및 충전전하의 제한, 동작조건과 사용조건에서 감전방지 등에 대한 요구사항을 규정한다.

2.1.5 개폐장치와 구성품의 접속

고정부, 분리부, 개폐장치와 구성품의 선정, 개폐장치와 구성품의 설치, 접근성, 격벽, 동작방향과 개폐위치의 표시, 지시등과 푸시버튼 등에 대한 요구사항을 규정한다.

2.1.6 내부전기회로와 결선

주회로, 보조회로, 나도체와 절연도체, 비보호 충전도체의 설치, 주회로와 보조회로의 도체 구별, 주회로의 보호도체(PE, PEN)와 중성선(N)의 구별 등에 대한 요구사항을 규정한다.

2.1.7 냉각

2.1.8 외부도체용 단자

2.2 성능 요구사항

2.2.1 절연특성

각 회로에서 발생하는 일시적인 과전압 및 과도 과전압에 견딜 수 있는지를 검증하는 것으로서, 일시적인 과전압과 절연물의 무결성은 상용 주파내전압으로 검증하고, 과도 과전압은 임펄스내전압으로 검증한다. 장치를 보호하기 위하여 서지보호장치(SPD)를 설치할 수도 있다.

2.2.2 온도상승한계치

평균 주위온도 35 °C 이하에서 각 회로에 정격전류를 통전시켜 온도 상승을 측정한다.

2.2.3 단락보호와 단락내력

회로에 단락보호장치(SCPD)가 내장된 경우에는 SCPD가 사고상태를 완전히 제거할 수 있는 시간동안 전압 및 전류를 인가하며, 회로에 시간 지연 트립장치가 있는 차단기가 단락보호장치로 사용되는 경우 또는 SCPD가 없는 경우에는 단시간전류에 해당하는 전류를 규정된 시간 동안 통전시킨다.

2.2.4 전자파적합성

내성 및 방출에 관한 시험을 실시한다.

2.3 설계검증

2.3.1 일반사항

설계검증은 구조적인 요구사항 성능 요구사항을 검증하는 방법을 규정한다.

2.3.2 재료와 부품의 강도

내식성: 금속제 외함 및 내.외부의 금속제 부분에 대하여 가속도 A 및 B에 따라 내습사이클 및 염수분무 시험을 실시하였을 때 부식등급 Ri1을 초과하는 산화, 균열 및 열화가 없어야 한다.

열안정성: 지속시간 168 시간, 70 °C에서 회복시간 96 시간(IEC 60068-2-2) 시험하였을 때 균열이 없어야 하며, 시편을 천에 감싸서 5 N의 힘으로 눌렀을 때 천에 달라붙지 않아야 한다.

내열성: 정상적인 열에 대한 절연물의 내열성은 IEC 60695-2-10에 따라 검증한다. 통전부분을 지지하기 위하여 필요한 부분은 (125 ± 2) °C, 기타 부분은 (70 ± 2) °C로 한다.

난연성: 비정상적인 열에 대한 절연물의 난연성(IEC 60695-2-10)은 글로우와이어 시험을 최소 두께인 부분에 시험한다.

- 통전부분을 지지하기 위하여 필요한 부분 : 960 °C

- 오목한 벽으로 기기를 취부하기 위한 외함 : 850 °C

- 보호도체를 지지하기 위한 부분을 포함한 기타 부분 : 650 °C

육안으로 보이는 화염이 없고 불꽃이 유지되지 않으며, 글로우 와이어를 켜 후 30초 이내에 화염 및 불꽃이 소멸되어야 한다.

내후성: ISO 4892-2 방법 A(제는 램프로 5분 주수, 25분 건조로 1 000 주기, 전체 시험시간 500시간)에 따른다. 원 제작자(original manufacturer)가 달리 정의하지 않는다면 온도는 (65 ± 3) °C이고 습도는 (65 ± 5) %로 한다.

인양설비(인상고리): 시험품을 바닥에 놓은 상태에서부터 부드럽게 수직으로 (1 ± 0.1) m 높이까지 들어올리고, 같은 방법으로 바닥에 놓는다. 이 시험을 2회 이상 반복한 후 (1 ± 0.1) m의 높이에서 아무런 움직임 없이 30분 동안 매달아 놓는다. 이 시험 후 바닥에 놓은 상태에서부터

부드럽게 수직으로 (1 ± 0.1) m 높이로 들어 올리고 수직으로 (10 ± 0.5) m 움직인 후 바닥에 놓는다. 이 시퀀스를 일정한 속도로 3회 실시하며, 각 시퀀스는 1분 이내에 진행한다. 그 자리에서 시험 무계에 대하여 시험 중 휘어짐이 없어야 하고, 시험 후 크랙 또는 영구적인 변형이 없어야 하며 자체 특성을 저하시키지 않아야 한다.

기계적충격: 특수한 배전반에 대하여 요구되는 경우에 실시하며, IEC 62262에 따른다.

명판(표시): 손으로 물에 적신 천 조각으로 15초 동안 표시를 문지르고 난 후 석유제품(petroleum spirit)에 적신 천 조각으로 15초 문지른다. 시험 후 표시는 정상적으로 정확하게 읽을 수 있어야 한다.

2.3.3 배전반의 보호등급

보호등급은 IEC 60529에 따른다. 시험은 배전반의 대표적인 부분에 실시해도 좋다. IEC 62208에 따른 빈 외함이 사용된 경우 외측 변형이 보호등급의 저하를 야기하지 않는다면 이 시험은 더 이상 필요하지 않다. IP X1부터 X6까지 시험시 외함 내부의 전기적인 설비까지 물이 침투한다면 실패로 간주한다.

2.3.4 공간거리 및 연면거리

본 규격의 부속서 F에 따라 측정한다.

2.3.5 감전방지와 보호회로의 무결성

내부 사고에 대한 보호회로 효과: 여러 노출된 도전부가 인입 외부 보호도체용 단자에 효과적으로 접속되고, 회로의 저항이 0.1 Ω을 초과하지 않는다는 것이 검증되어야 한다. 검증은 최소 10 A(d.c. 또는 a.c.)을 흘릴 수 있는 저항측정계를 사용하여 하며, 각 노출된 도전부와 외부 보호 도체용 단자 간에 전류를 흘렸을 때, 저항은 0.1 Ω을 초과하지 않아야 한다.

외부 사고에 대한 보호회로 효과: 가장 가까운 상 도체와 단상으로 시험하며 외함은 절연시킨다. 시험 전류 값은 3상의 60 %로 한다. 시험 후 보호 회로의 연속성과 단락 내력은 손상되지 않아야 한다.

2.3.6 개폐장치 및 구성품의 접속

본 규격의 8.6항 설계 요건에 대한 적합성은 검사로서 확인하고 이 규격에 따라 검증하여야 하며, 전자기 적합성은 관련 시험항목에 따른다.

2.3.7 내부전기회로와 결선

본 규격의 8.6항 설계 요건에 대한 적합성은 검사로서 확인하고 이 규격에 따라 검증하여야 한다.

2.3.8 외부 도체용 단자

본 규격의 8.8항 설계 요건에 대한 적합성은 검사로서 확인한다.

2.3.9 절연특성

상용주파내전압시험: 시험전압의 크기는 주회로, 주회로에 접속된 보조회로 및 제어회로, 주회로에 접속되지 않는 보조회로 및 제어회로로 구분한다. 내전압시험설비의 용량은 출력전류가 200 mA 이상이어야 하며, 과전류 계전기는 100 mA에 설정하며, 허용오차는 ±3 % 이하여야 한다. 시험전압은 최초 인가시점에 전체 시험전압의 50 % 이하이며, 그 다음 시험전압으로 서서히 높여 5(+2, 0)초 인가한다.

시험전압은 a) 주회로 일괄과 접지된 외함 간(모든 개폐장치는 투입 상태), b) 주회로의 각 상 간 (모든 개폐장치는 투입 상태), c) 제어회로와 주회로 간, 제어회로와 그 밖의 회로간, 제어회로와 노출된 도전부 간에 인가한다. 이 시험 중에 파괴 방전이 발생하지 않아야 한다.

임펄스내전압: 임펄스내전압시험 대신 교류 및 직류전압시험으로 대체할 수도 있지만, 더 높은 스트레스를 가한다는 사실을 유의하여야 한다. 인가된 과고전압의 허용오차는 ±3 % 이하여야 한다. 주회로에 연결되지 않는 보조회로는 접지시키며, (1.2/50) μs 임펄스 내전압을 정 및 부극성으로 5회씩(최소 1초 간격), a) 주회로 일괄과 접지된 외함 간, b) 주회로의 각 상 간에 각각 인가한다. 시험 중 파괴 방전이 발생하지 않아야 한다. 임펄스내전압시험의 대안으로 대체상용주파내전압시험을 실시할 수도 있다. 이 외에도 측정된 공간거리가 규정치의 1.5배 이상이면 임펄스내전압시험을 실시하지 않을 수 있다.

2.3.10 온도상승

정격주파수의 정격전류로 시험(전압은 고려하지 않음)하며, 계전기, 접촉기, 트립장치 등은 정격 동작 전압을 인가한다. 시험은 온도 상승이 일정한 값에 도달할 때까지 실시한다(온도변화가 1 K/h를 초과하지 않을 때). 온도는 열전대나 온도계를 사용하여 온도를 측정하며, 권선은 저항법을 사용한다.

온도계나 열전대는 외부 영향이 없어야 하고, 시험 중 주위 온도는 +10 °C ~ +40 °C 범위이어야 한다.

2.3.11 단락강도

시험방법: 모든 부품은 정상 사용상태로 설치하며, 시험하기 위하여 필요한 전원의 도체와 접속부는 단락을 견디기에 충분한 강도를 가져야 한다. 성형점(star point)이 접지되어 있고 3상 4선 계통에 사용하기 적합하면 전원의 중성점에, 3상 3선 및 3상 4선 계통 모두에 사용하기 적합하면, 대지에 아크를 일으킬 가능성이 가장 낮은 상도체의 전원측에 지름이 0.8 mm이고 길이가 최소 50 mm인 용융성 소자(동선, 예상용단전류: 1 500 A ± 10 %)를 접속한다. 인위적인 중성점에 접속할 수도 있다.

주회로에 SCPD(단락보호장치)가 없는 경우: 규정된 지속시간 동안 정격 과고내전류와 정격 단시간내전류로 시험하며, SCPD가 있는 경우에는 SCPD에 의해 제한된 시간동안 예상단락전류로 시험한다.

인출 회로에 SCPD가 있는 경우: SCPD가 동작하여 고장을 제거할 수 있을 정도의 충분한 시간(시험전압의 지속시간이 10 사이클 이상) 동안 시험하며, SCPD가 없는 경우 모선에 대하여 정해진 단시간 내전류와 시간 동안 시험한다. 외부로 인출되지 않고 내부에 설치된 부품용 회로는 인출회로로 고려하지 않는다.

인입 회로와 주 모선이 들어 있는 배전반: 주 모선과 인입 회로시험시 단락은 시험에 포함된 주 모선의 길이가 (2 ± 0.4) m 가 되어야 하며, 정격 단시간 내전류를 검증할 때 이 거리는 증가시킬 수도 있다. 시험 전류가 정격값인 경우 시험은 편리한 전압에서 실시할 수도 있다.

중성선: 가장 가까운 상도체와 단상으로 접속하여 시험하며, 시험전류는 3상의 60 %로 한다.

시험은 정격 동작 전압의 1.05배에 해당하는 시험 전압에서 예상단락 전류로 시험하여야 하나, 최대 동작 전압에서 시험이 어려운 경우 낮은 전압에서 시험을 실시할 수도 있다. 실제 시험 전류는 정격 단시간 전류와 같아야 하며, 보호장치에서 일시적 절점 분리가 발생한다면 시험을 최대 동작 전압에서 반복하여야 한다.

시험 후, 규정된 공간거리와 연면거리가 만족된다면 모선과 도체의 경미한 변형은 허용된다. 단락으로 인해 보호 등급이 손상되지 않아야 하며, 단락보호장치는 절연시험을 견디어야 한다.

2.3.12 기계적 동작

설치된 개폐장치 등의 동작 횟수는 200회로 한다. 개폐기구와 연동장치의 동작 상태가 변하지 않았고 규정된 보호 등급이 손상되지 않아야 한다.

2.3.13 EMC 시험

EMC 시험은 IEC 61000 시리즈에 따른다.

3. 결 론

개정된 IEC 61439-1에 따른 형식시험은 직접 시험에 의해서만 성능을 검증하는 것이 아니라, 설계자료 및 이미 시험을 실시한 형태(구조 및 형식)에서 추정에 의하여 성능을 검증할 수 있도록 하였다. 특히 직접 시험을 실시하지 않고, 설계자료 및 추정에 의하여 성능을 검증하는 경우에는 점검표(Check list)등을 구체적으로 정하여 엄격하게 관리하도록 하였다. 따라서 61439-1에 따른 형식시험을 실시하기 위해서는 배전반 설계 단계에서 성능을 어떠한 형태로 검증할 것인가에 대한 계획을 수립하고, 제작 및 관련 부품의 선정에 각별한 주의가 필요하다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC TC 17, "IEC 60439-1 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1 : Type-tested and partially type-tested assemblies)", 2004
- [2] IEC TC 17, "IEC 61439-1 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1 : General rules)", 2009
- [3] IEC TC 17, "IEC 61439-2 (Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2 : Power switchgear and controlgear assemblies)", 2009