

## 자동복귀형 누전차단기 표준화 동향

안상필\*, 류재남\*  
한국전기연구원\*

### Standardization Trends for Auto-Reclosing Residual Current-operated Circuit-Breaker(RCCB)

Sang-Pil, AHN\*, Jae-Nam, RYU\*  
Korea Electrotechnology Research Institute\*

**Abstract** - 본 논문에서는 최근 안전에 논란이 되어 2008년 안전기준이 제정된 자동복귀(복귀, 재폐로) 누전차단기에 대한 표준화 동향을 정리하고 추후 제도적 안정과 대민안전을 위한 발전방향을 제시하였다.

#### 1. 서 론

현재 우리나라에서는 전기설비기술기준 및 판단기준에 의해 지락 차단장치를 시설해야 하는 시설 및 개소와 인체를 감전으로부터 보호해야 하는 개소에 누전차단기(이하 차단기)를 법적으로 설치하도록 하고 있다. 이러한 차단기는 과부하 사고, 단락(합선) 사고 또는 누전 사고 발생 시 인체 보호와 사고 과급 방지를 위해 트립(차단) 동작을 하도록 하고 있다. 그러나 일부 산업설비(예를 들면 무인 통신 중계소·기지국, 무인 설비 운용 시스템, 가로등용 분전함 등)에 사용되는 경우 기기의 사용 환경과 기후(비, 안개, 결로 등)적인 영향으로 인해 일시적으로 누전 요인이 발생하거나, 주변의 낙뢰 또는 임펄스성 노이즈에 의해 일회성 서지가 발생하기도 한다. 또 이로 인해 차단기가 오동작을 하여 트립되고 부하(냉장 등의 온도 부하, 통신장비 부하, 교통신호 부하 등)의 운용 효율에 영향을 미칠 수 있다.

이때 기존 차단기는 전문가가 직접 현장을 방문하여 이상 유무를 확인하고 재투입을 해왔으나, 무인 설비의 경우 사람이 접근하기 어렵고 일회성 트립의 경우 그에 따른 인적·물적 손실이 많기 때문에 상술한 일시적인 누전이나 서지로 인해 차단기가 트립 동작이 발생했을 때 조작자의 수동 조작이 없어도 차단기가 자동으로 재투입 되어 통전을 재개시키는 자동재폐로 기능을 갖는 차단기가 개발되어 사용되고 있다.

#### 2. 국내동향 및 제도

##### 2.1 국내 동향 및 문제점

국내에서는 약 6년 전부터 자동재폐로 기능을 보유한 제품들(차단기 또는 장치)이 출시돼 사용되어 왔다. 통상적으로 자동복귀(또는 복귀) 차단기, 자동복귀(또는 복귀)장치, 자동리셋 차단기 등으로 불린다. 제품 형태로는 초창기에 분리형이 많이 사용됐는데, 이러한 분리형도 두 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째는 누전차단기를 변형시키지 않은 채 차단기 외부의 신호나 감시장치만으로 재폐로 여부를 판단하여 차단기 핸들을 모터에 의한 기계적 장치로 재투입시켜주는 방식이며, 두 번째는 차단기 내부의 부품 및 회로를 변형시켜 사고 및 재폐로 감시를 하고 기계적이 아닌 전자마크넷 방식으로 차단기 핸들이 자동으로 재투입되도록 하는 방식이다. 그리고 자동재폐로형 차단기 성능이 점차 진보하고 기술 개발이 이루어짐에 따라, 최근 약 3년간 일체형 차단기가 개발·사용되고 있다. 이 차단기는 기존에는 분리돼 있던 감시, 제어 부분을 전부 차단기 외곽 내에 통합한 방식이다. 이러한 일체형 방식은 국외에서는 개발되지 않은 신기술로, 전 세계에서 처음으로 시도된 제품이다.

자동재폐로가 동작하는 방식으로 분류해 보면 초기에는 시간 고정형이 주로 많이 사용되다가, 사용자 수요에 따라 자동적으로 고정된 시간 책무로 재폐로하지 않고 차단기 부하에서 사고를 감지하여 사고가 해소된 상태에서만 재폐로를 해주는 누전 감시형 차단기까지 개발되어 있는 상태다. 또한 누전 감시형도 사용자 안전을 고려하여 누전 감시를 위해 발생하는 전압이 기존 교류 220V에서 교류 15~20V의 전압으로 낮아지는 추세다.

상기 서술한 국내 제품 중 기계적 동작 장치를 분리하여 보유하고 있는 형태를 제외하고는 대부분 올해 초에 전기안전협회에 의해 불법 전기용품으로 단속됐다. 단속이 된 가장 큰 이유는 안전인증마크 및 KS인증마크의 불법 표시였다. 즉, 보호에 있어 매우 중요한 역할을 담당하고 있는 차단기의 내부 회로가 변형됐음에도 추가적인 성능 검증 없이 또는 신규 인증 취득 없이 해당 인증마크를 불법으로 표시하여 유통했기 때문이다. 물론 현행 안전기준과 KS규격에는 자동재폐로형 누전차단기에 대한 규격이 반영돼 있지 않은 상태였으며, 이에 대한 정부의 신속하

지 못한 규격 지원 문제도 아쉬운 점이라고 할 수 있다.

##### 2.2 전기용품 안전기준 제정

이와 같은 자동재폐로형 누전차단기가 점점 수면위로 떠오르기 시작한 이유는 기존에는 실제 사람이 접근하기 어려운 무인 설비에 사용되어 왔으나, 그 편의성 등으로 말미암아 가로등을 비롯하여 대민의 안전에 직접적인 해를 줄 수 있는 사용 장소까지 그 범위가 확대됐다는 것이다. 또한 누전차단기(또는 특성)를 변형시키는 제품에 대해서는 전기용품 안전관리법에 따라 강제인증제도로 관리 감독을 하고 있음에도, 일부 제조회사가 일부 시험기관 규격에 의한 임의 인증을 취득하거나 불법으로 안전인증 및 KS인증마크를 사용함으로써 마치 안전성에 대해 전적으로 신뢰할 수 있다는 식으로 유통이 되고 있어 소비자의 안전에 위협이 되어 왔다.

이에 따라 2007년부터 기술표준원 KS인증 주무부서를 중심으로 KS인증 타당성 여부가 각계 전문가들과 함께 논의됐다. 2008년도에는 소비자 안전을 위해 사용 장소를 한정된 제한적인 인증의 필요성이 제기됨에 따라, 전기용품 안전인증 주무부서에서 자동재폐로형 누전차단기의 안전인증을 위한 전기용품 안전기준 개정을 추진하게 됐다. 안전기준 개정의 기본 방향은 이러한 차단기가 기존 산업용 누전차단기 성능을 보유하면서 추가적으로 자동재폐로 기능을 보유하고 있으므로, 기존 K 60947-2(부속서 B)에 자동재폐로 성능에 대한 추가적인 요구 사항을 부속서로 삽입하는 것으로 결정됐다. 그동안의 추진 경과를 정리하면 <표 1> 같으며, WTO/TBT에 신고를 거쳐 2008년 12월 4일 최종 고시되었다.

##### <표 1> 전기용품 안전기준 개정 추진 경과

기간	상황	비고
'08.5.7	전기용품 안전기준 개정(안) 해설	전기연구원
'08.5.13	전기용품 안전기준 개정(안) 예고 공고	기술표준원
'08.5~6 3회 개회	관련 제품 제조회사 의견 수렴 및 전문가 토론회	12개 회사 1개 사용자회사
'08.6~8 3회 개회	유관기관 의견수렴 및 전문가 회의	기표원, 전기연, 전기안전공사
'08.9.9	전기용품 안전기준 최종 개정(안) 공청회	-
'08.9~11	WTO/TBT 신고	-
'08.12.4	전기용품 안전기준 개정 최종 고시	-

#### 3. 안전성 평가기술 개발

##### 3.1 사용 범위 및 정격 제한

안전기준에서는 사용자의 안전 보장과 제품 개발 용도에 충실하기 위해 사용 범위 및 정격을 제한했다. 자동재폐로형 누전차단기는 독립된 무인 통신중계소·기지국과 가로등 주 내부 독립회로 이외장소에는 절대 사용할 수 없다. 자동재폐로형 누전차단기는 사용 가능 장소 외에는 절대 사용이 불가능하다. 안전인증이 가능한 정격은 현재까지 사용되는 '극속 2극(단상 2선식), 누전 감도 전류 30mA 이하, 동작시간 0.03초 이하'로 제한했으며, 그 이외의 정격값은 제한하지 않았다.

##### 3.2 용어 정의 및 표시 사항

차단기 관련 용어에는 다음의 세 가지가 중요하게 추가됐다. 특히 누전 단락 투입 및 차단 용량은 누전 사고 시 발생할 수 있는 예상 지락 사고를 차단시키는 성능을 나타내는 중요한 정격이라 하겠다.

##### (1) 간헐 감시전압(Intermittent Monitoring Voltage)

누전 감시를 위해 부하 측에서부터 출력되는 전압으로, 일정한 시간

동안 일정한 시간 간격을 두고 발생하는 전압을 의미한다.

(2) 상시 감시전압(Continuous Monitoring Voltage)

누전감시를 위해 부하측에서부터 출력되는 전압으로, 연속적으로 발생하는 전압을 의미한다.

(3) 누전 단락 투입 및 차단 용량( $\Delta m$ )(Residual Short-circuit Making and Breaking Capacity)

사용 및 동작의 규정된 조건 하에서 차단기가 투입 및 개로시간 동안의 통전 및 차단할 수 있는 누전 예상 지락전류의 교류 성분 값을 말한다.

자동재폐로 기능을 갖는 차단기는 전문가들만 관리할 수 있는 특수한 용도와 기능을 보유하므로 직접 접촉에 의한 감전 사고를 막기 위해 수동재폐로 상태에서만 점검하라는 문구를 삽입했고, 자동재폐로 기능 동작에 따른 표시 램프 및 차단기에 내장된 보호 장치에 대한 정보 제공 등의 내용을 규정했다.

또한 일반인들에 대한 안전성도 향상시키기 위해 '경고 : 이 차단기를 주먹용 분전반 등 비전문가가 접근할 수 있는 개소에 설치하여 사용할 수 없습니다'는 경고문을 차단기 본체에 표시하도록 했다.

### 3.3 설계 및 구조

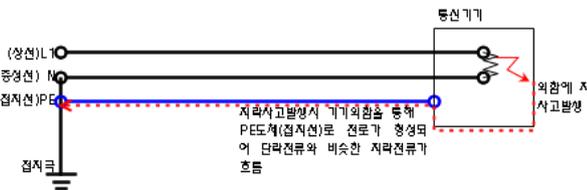
차단기가 다음과 같이 설계된 경우에는 안전인증을 취득할 수 있다.

- ① 자동재폐로 기능 부품(PCB 등)이 차단기 내부에 같이 조립이 되어 있는 차단기(일체형)
  - ② 차단기와 자동재폐로 장치가 별도(또는 공통)의 외함 구분에 상관없이 차단기와 자동재폐로 장치 사이에 제어 신호(값)나 측정 신호(값)를 상호 작용(인터페이스)을 위해 연결시키면서, 이로 인해 차단기 내부의 회로와 부품(전선 등 포함)을 변경시킨 회로 의존형 차단기
- 다만 차단기 내부 회로나 부품 변경 없이 회로적으로 독립되게 병렬 연결된 일련의 자동재폐로 장치류는 안전인증 대상 품목이 아니다. 그러나 이러한 장치가 누전차단기와 접속 사용되면 조립된(일체화된) 제품 자체가 안전기준으로 개발된 차단기와 동일한 목적으로 사용되므로, 그 사용 범위는 위에 언급된 규정 내용을 준수해야 할 것이다.

구조 요구 조건은 기존 누전차단기에서 추가된 부분이 많지 않으나, 일단 안전점검을 위해 자동재폐로와 수동재폐로 기능을 모두 가지면서 표시 램프를 보유하도록 했다. 특히 부하 측의 누전 감시를 위해 차단기 전원 측 전압을 사용할 경우 안전을 위해 해당 회로에는 반드시 보호 장치(예를 들면 퓨즈 등)를 설치하도록 했다. 또한 이러한 보호 장치가 소손됐을 경우에는 소손 상태를 표시하거나 조작 기구를 이용하여 차단기를 투입해도 폐로되지 않도록 하여 조작자의 안전을 우선하도록 규정했다.

### 3.4 성능 및 시험

차단기 오동작은 일시적인 서지나 누전에 의해 누전회로가 동작하여 발생하므로 단락 전류에 의한 단락차단이나 과부하에 의한 과전류 트립에 의해 차단기가 트립 동작한 경우에는 자동재폐로 수행이 불가능한 것을 원칙으로 했다. 따라서 자동재폐로 동작(투입)도 누전 사고가 존재하지 않는 경우(제거된 경우)에만 가능하도록 했다. 즉, 안전을 고려하여 누전 사고 존재 여부를 확인하지 않고 단순히 일정 시간이 지난 뒤 자동으로 차단기가 재폐로되는 방식(시간 고정형 또는 시간 의존형)은 원칙적으로 국내 전기용품으로 사용되지 않도록 했다. 그 이유는 누전에 대한 원인을 제거하지 않은 상태에서 시간 고정형과 같이 수차례의 재투입을 시도한다면 부하기가 고장, 누전에 의한 화재 및 감전 사고 등 2차적인 전기재해가 발생할 수 있기 때문이다. 특히 <그림 1>과 같이 독립된 무인 통신 중계소·기지국 등의 설비에 많이 사용되는 TN-S 접지계통에서는 지락(누전)전류 크기의 최대값은 단락 전류와 비슷하게 발생한다. 이때 차단기가 재투입을 시도한다면 기기 소손, 차단기 소손, 아크에 의한 화재 등 여러 가지 사고가 발생할 가능성이 매우 높기 때문이다.



<그림 1> TN-S 접지 계통에서의 지락(누전)전류

참고로 일본의 접지 계통은 TT방식으로 전원계통 접지(N상)와 설비의 접지(노출 도전성) 부분은 분리되어 있어 우리나라와 같이 큰 지락(누전)전류가 발생하지 않기 때문에 시간고정형 방식이 많이 채용되고 있다고 판단된다.

자동재폐로 실시 조건으로는 누전 전류 즉, 자동재폐로 허용 누전 전류가 15mA 이하일 경우에만 누전이 제거된 경우로 판단하고 차단기가

자동재폐로를 수행하도록 했으며 검출한 시점에서  $\pm 1$ 초 이내에 동작하도록 했다.

누전 제거 감시를 위해 차단기 부하 측에 발생시키는 전압은 간헐 전압과 상시 전압으로 분류했으며, 공회 안전을 위해 최대 AC 25V 또는 DC 60V 이하로 규정했다. 또한 누전 사고가 지속될 경우 제조사 제시 시간 동안 전압을 발생시킬 수 있으나 최대 1시간을 넘지 않도록 했으며, 마지막 수행된 자동재폐로 시간을 기준으로 최근 30분 이내에 추가로 3회의 자동재폐로가 수행되면 더 이상 자동재폐로 기능을 수행하지 않아야 한다. 또한 간헐 전압의 경우 전압 출력(발생) 시간은 최대 0.2초 이하, 전압 출력(발생) 사이 간격은 최소 10초 이상 30초 이하여야 한다. 이러한 자동재폐로에 관련된 중요한 성능 이외에도 누전차단기 기본 성능인 전원 측과 부하 측 사이의 절연 이격 성능, 정격 누전 단락 투입 및 차단 용량, 신뢰성, 전자기적합성(EMC)에 대한 성능이 추가로 규정되어 있다.

## 4. 향후 추진방향

최근 여러 신기술과 융합 기술의 발달에 따라 사용자에게 편리하고 효율성이 높은 신제품들이 많이 출시되고 있다. 그러나 차단기는 보호하기가 어렵다. 보호기능을 위해 발생했을 경우 차단 기능을 확실하게 수행해야 하며, 설사 그 위험이 일시적인 요인이라고 할지라도 안전을 위해서는 일단 동작 후 다시 수동으로 재폐로 하는 것이 원칙일 것이다. 그럼에도 불구하고 편의성, 경제성이라는 이유로 안전성이 위협을 받고 있다. 따라서 원론적으로는 자동재폐로형 누전차단기를 설치하기보다는 차단기가 일시적인 서지에 대해서 오동작하지 않도록 국제화 추세에 따라 IEC 60364에 준하여 전단에 서지 보호 장치(Surge Protective Device, SPD) 등을 설치하는 것이 바람직하며, 이러한 내용을 안전기준에서도 권장하고 있다. 그러면서도 사회적인 요구와 일부 설비 운용의 경제성 때문에 사용 범위를 제한하면서 최대한 안전한 제품이 될 수 있도록 반년의 논의 끝에 안전기준 개정을 통한 제도적 정비를 완료하였다. 그리고 동시에 전기안전공사에서는 안전기준의 사용 범위를 포함한 내용을 사용 전 검사기준에 추가하여 전기설비 안전점검 시 바로 적용하려고 준비하고 있다.

또한 자동재폐로형 누전차단기의 사용 장소 제한 실효성을 위해 추가로 전기설비 기술기준 및 판단기준이 2009년 2월에 개정이 되었다. 그러나 최대한의 안전을 고려한 많은 제도적 조치 중에서도 사용 범위 제한에 대해서는 아직까지 제조회사에서 확대를 요청하고 있는 상태다. 이에 따라 안전성과 현실을 고려한 심도 깊은 기술 연구의 필요성이 제기되고 있으며, 이에 따라 전기연구원에서는 표준기술력향상사업의 일환으로 자동재폐로형 누전차단기에 대한 이용실태 조사는 물론 국가규격인 KS 규격 제정과 국내의 규격을 국제(IEC) 규격으로 제안하기 위한 과제를 2009년 4월부터 수행하고 있다.

## 5. 제언

만 1년이 되게 표준화를 진행해오면서 6년간 안전의 보장이 없이 사용되던 문제를 완벽히 해결하기 위해 필요한 것은 정부의 확고한 의지와 일관성, 그리고 제조회사의 이해일 것이다. 지금부터라도 정확한 방향으로 제도를 이끌어 나가게 되었지만 현재의 경제상황에서 제조회사가 입을 수 있는 타격도 만만치 않을 것이다. 그러나 이 때문에 국민의 안전이 담보가 될 수는 없을 것이다.

표준화 개발의 원칙적인 목적은 우리를 보호해주는 보호기구를 다시 재투입하는 것이 매우 위험하다는 것이었다. 이는 이전의 많은 회의에서도 제조회사 및 사용자 모두 공감하였던 상황이다. 따라서 법적인 제도(문구)의 사각지대를 노려 유통이 되는 어떠한 종류의 제품이라도 자동재폐로 기능을 수행할 수 있다면 이는 안전인증 또는 안전기준에 준하게 시험이 되어야 한다. 그 대표적인 예가 자동재폐로장치와 기존의 누전차단기를 조합한 제품들이며 이 또한 최종 조합된 장치는 결국 자동재폐로형 누전차단기가 된다. 따라서 사용장소의 제약도 적용이 되며, 성능도 안전기준에 적합하여야 한다. 이러한 문제를 명확히 하고자 안전기준과 전기설비기술기준도 개정할 계획에 있다.

또한, 사용자의 도덕성도 중요하다. 설치단가나 경비를 줄이기 위해 일부 성능만 검증하거나 시험이 안된 제품을 사용하여서는 안된다. 엄연히 국내 안전기준이 존재하므로, 안전인증 대상품목이든 아니든 이 성능의 모든 항목에 적합한 제품을 사용하여야 안전할 것이다.

## [참고 문헌]

- [1] 전기용품 안전기준 K 60947-2 : 저압 개폐장치 및 제어장치 제2부 : 차단기, 기술표준원, 2008
- [2] 전기용품 안전기준 K 60947-1 : 저압 개폐장치 및 제어장치 제1부 : 일반규정, 기술표준원, 2008
- [3] 전기설비 기술기준 및 판단기준, 대한전기협회, 2007