

## 저압 기중차단기의 규격 및 성능평가기술 개발

안상필\*, 류재남\*, 김철환\*\*  
한국전기연구원\*, 성균관대학교\*\*

### Development of performance testing technique and standard for low voltage air circuit breaker

AHN, Sang-Pil\*, RYU Jae-Nam\*, KIM, Chul-Hwan\*\*  
Korea Electrotechnology Research Institute\*, Sungkyunkwan University.\*\*

**Abstract** - 최근 저압 기중차단기(ACB, Air Circuit Breaker)는 고압중전기 공인시험제도 및 저압전기기기 안전인증제도와 같은 강제인증 대상에서 제외되어 해당 성능에 대한 안전 사각지대에 놓여있는 지적을 받아왔다. 본 논문에서는 현재의 ACB관련 규격 및 성능평가기술을 분석하고, 국제규격과의 비교 분석을 통하여 국제규격에 준하는 성능평가기술 및 규격을 제시하는 방안을 연구하였다. 특히 내년에 제정이 논의되고 있는 ACB관련 KS 규격의 제정 방향 및 KS 심사기준에 대한 진행방향 설정과 연구되어야 할 성능평가기술을 제품성능 특성별로 제시하였다. 향후 본 논문의 성능평가기술 및 제안 방향이 KS규격 제정 및 활용에 중요한 근간을 제공할 것으로 기대한다.

#### 1. 서 론

기중차단기(ACB), 자동절체스위치(ATS) 등 일부 배전기자재가 공인기관의 검정 없이 여전히 제작·유통되고 있다. 기중차단기, 자동절체스위치 제조회사 상당수는 자체 발행한 시험성적서를 첨부할 뿐 공인기관의 성능검증 절차 없이 해당 제품을 만들어 팔고 있다. 이는 조명기기, 변압기 등 여타 전기제품을 출시하기 위해선 공인기관의 성능시험을 반드시 받아야 하는 사실과 뚜렷이 구분된다. 또한 기중차단기, 자동절체스witch는 안전인증 대상품목도 아니다. 이에 따라 제조회사가 설명서 등에서 밝힌 전력기기 성능과 실제 유통되고 있는 제품 사이에는 적잖은 차이가 날 가능성도 있다는 지적이 일고 있다. 제조회사가 원가절감을 위해 질 떨어지는 부품을 써도 달리 확인할 방법이 없다는 것이다.

특히 기중차단기는 제 기능이 발휘되지 못할 경우 누전에 따른 인명사고는 물론 대형화재로 이어질 수 있다. 정부는 이와 관련, 전압 1,000V 이상의 중전기에 대해 성능시험을 실시한 뒤 관련 성적서를 부착해 판매하도록 하고 있다. 또한 전기안전공사가 주관하는 사용전 검사(준공검사)에서 불량 사항이 적발될 경우 전기를 받을 수 없도록 하고 있으며, 전류 300A 이하의 저압차단기 등은 전기용품안전인증제도에 따라 안전인증을 의무적으로 받도록 하고 있다. 이 때문에 변압기 등 중전기는 공인인증시험제도에 따라, 누전차단기·조명기기 등은 안전인증제도에 따라 성능검증을 받고 있다.

그러나 중저압 선로에 사용되는 기중차단기는 1,000V 미만, 300A 초과의 정격이 사용되고 있어 이 같은 문제점이 나타나고 있다. 제조회사 및 업계 관계자는 유독 기중차단기, 자동절체스위치만 예외일 수는 없다는 의견을 제시하면서도 ACB 등이 인증시험 대상에 들어갈 경우 수천만원의 추가경비가 관련 수수료로 들어가기 때문에 공인기관의 검사를 달가워할 제조회사는 거의 없을 것이라는 의견이 지배적이다[1].

#### 2. 규격 및 성능평가기술 개발

##### 2.1 저압 기중차단기(ACB) 국내외 동향

저압 기중차단기는 공기가 절연매질인 차단기로 주로 저압 인입선로 및 저압배전반 내에서 사용된다. 국내 KS 규격에는 저압이 교류 600V 이하 또는 직류 750V 이하로 되어 있으나 국내 안전인증관리법 및 국제 규격인 IEC규격에는 교류 1,000V 이하 또는 직류 1,500V 이하로 규정되어 있어 추후 저압 기중차단기의 KS규격 제정 시에는 교류 1,000V로 규정되어야 할 것이다. 국내의 ACB 개발 동향을 살펴보면 다음과 같다.

- ◎ 정격전압 : 220V, 380V, 440V, 480V, 600V, 690V
- ◎ 정격전류 : 최소 630A ~ 최대 6,300A
- ◎ 차단전류 : 최소 690V 45kA ~ 최대 220V 130kA
- ◎ 대상업체 : 총 9개 개발업체 중 3개 업체만 대기업

특히 대다수의 개발업체가 매우 영세한 중소기업에 해당이 되므로 이에 따라 자체 설계를 위해 제품성능 분석 기술 및 외부 성능평가 여건 열악한 상태이며, 성능평가는 ASTA, UKAS 등 해외 시험 및 인증기관을 이용하면서, 전체 개발시험항목을 모두 이수하는 것이 아닌 일부 항목 성능시험(예를 들면 대부분 단락차단성능만 실시)만 합격하고 이를 판매에 이용하고 있는 실정이다. 또한 과전류, 부속전압계전기 등 사고나 고장 검출기능까지 부가하여 저압 기중차단기를 제작함으로써 기존의 제품보다 복잡해지고 안전성능은 낮아지게 됨에도 대부분 시험 없이 옵션이라는 방식으로 판매를 하여 제품을 사용하는 대민의 안전성이 심각히 우려된다.

국외적으로는 IECCE CB-Scheme이 전기/전자제품 안전을 다루는 시험 보고서를 국제적으로 상호인정하면서 주요 역할을 하고 있으며, ACB 및

저압배전반 등도 이 제도에 포함되어 국제적으로 반드시 시험을 하게 되어 있다.

##### 2.2 저압 기중차단기 국내외 규격 및 시험항목 분석

###### (1) 국내규격

###### ◎ KS규격 : KS C 0908

(600V 이하의 기중 개폐기 및 기중 차단기의 최소 차단 거리)

최근 국가제품규격 및 국제제품규격의 동향을 보면 관련 제품의 이격거리(isolating distance) 및 연면거리(creepage distance)에 대한 최소 규정은 임펄스전압 시험이나 상용주파내전압 시험을 수행할 경우 해당 시험의 결과로 같음하고 있다. 또한, 기본적인 거리에 대한 측정이 필요한 경우에도 모두 해당 제품규격의 구조 및 외관시험에 규정이 되어있고, 별도로 규정을 제정하는 경우는 없다. 따라서 이 규격은 ACB에 대한 KS규격이 제정될 경우 최소 차단거리는 새로이 제정되는 규격에 포함되며, 상기 규격은 폐지가 되어야 할 것으로 분석된다.

###### ◎ KS규격 : KS C 8325 (저압차단기)

상기 규격은 1979년 12월 19일에 제정이 된 이후에 단 한번도 개정이 되어 있지 않은 규격이다. 저압선로에 사용되는 차단기로 진공차단기, 기중차단기, 유입차단기, 직류고속차단기, 계차차단기를 시험할 수 있게 되어 있으나 현재 실제 저압선로에 사용되는 차단기는 기중차단기로 한정되어 있다. 규격 제정 시 JIS L8327을 참조하여 그대로 번역하여 제정한 것으로 분석이 되는데 이 규격은 ANSI NEMASG-3와 IEC 157-1-73을 참조하여 일본에서 만든 국가규격이다. 그런데 현재는 일본의 JIS규격도 IEC규격으로 일치화(부합화) 되고 있으며, IEC 157-1-73도 폐지되어 있는 상태이다. 따라서 규정되어 있는 정격 통전전류 및 정격차단전류도 현재 실제 유통되고 있는 기중차단기와 전혀 다르게 규정되어 있다. 또한, 상기 규격에 대한 KS심사기준이 존재하지 않으며, 이는 규격의 불합리성과 비활용성 때문에 KS인증신청이 한건도 없었다는 상황이다. 따라서 상기 규격을 개정하여 실제 현재 저압선로에 사용되는 기중차단기만 규정하기에는 전체 개정이 불가하고 최초 제정 시의 적용범위에 위반되므로, 상기 규격을 폐지하고 새로운 기중차단기 KS규격의 제정이 요구되는 바이다.

###### (2) 국외규격[2]

###### ◎ IEC 60947-1, -2 : Low-voltage switchgear and controlgear Part 2: Circuit-breakers

###### ◎ ANSI/IEEE C37.20.1, C37.13, C37.27, C37.50, C37.51

: Low-Voltage AC Power Circuit Breakers Used in Enclosures

특히, 최근 환경적 요인을 중시하는 유럽인들의 변화에 따라 저압 기중차단기의 EMC 성능이 중요하게 대두되고, 특히 오동작과 관련된 새로운 시험방법 및 기준이 IEC 규격에서 1년마다 세 버전으로 개정되고 있다. 따라서 급변해가는 규격 경쟁에 맞서 새로운 성능평가기술 및 설비를 구축하여 중소기업의 NEEDS를 충족시켜야 하며, 나아가서 국내에서 모든 성능평가가 가능하게 하여 외화를 절감하는 방향으로 사업 추진이 필요하다. 또한, 각종 발전소에 납품되는 저압 기중차단기(ACB)는 대부분 미국의 ANSI/IEEE 규격으로 성능평가가 되고 있는 실정이다.

###### (3) KEMA CB시험성적서[3]

###### ◎ 규격: IEC 60947-2 (2001) + IEC 60947-1 (2001)

###### ◎ 시험항목

5.2 marking

7.1 construction

7.1.1 withdrawable CB

○ 60947-1의 7.1.1.1에 Glow-wire 시험으로 대체(추가)

7.1.2 current-carrying parts and their connection

7.1.3 clearance and creepage distance

7.1.4 (part1) actuator : insulation & direct of movement

7.1.5 (par2) indication of contact position

○ indication by actuator 필요

7.1.6 Additional safety requirements for equipment suitable for isolation

7.1.6.1 Additional constructional requirements for equipment suitable for isolation

7.1.6.2 Supplementary requirements for ... electrical interlocking

- 7.1.6.3 Supplementary requirements for ... padlocking the open position
    - 위 세가지 항목은 ACB 일반화 특성을 규격 고려시 위해 삽입되어야 함
  - 7.1.7 terminal
  - 7.1.8 part1 Additional requirements for ... with a neutral pole
    - 4 pole 짜리 ACB가 있으므로 삽입되어야 함
  - 7.1.9 part1 provisions for protective earthing
  - 7.1.10 Enclosure for equipment
  - 7.1.11 IP degree
    - ACB는 IP등급이 필수는 아니고 제조사 제시시 시험 필요
  - 7.1.12 conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits
    - 630A 이상은 busbar이므로 생략하여도 무방
  - 7.2.1 operating condition
    - 전 기종의 ACB가 manual closing이 없으면 dependent / independent manual 부분은 전부 삭제 가능
    - power closing의 경우 dependent와 independent 두가지는 규정 필요하며, stored energy closing 당연히 필요
  - 7.2.1.2.2 part1 operation by undervoltage releases
  - 7.2.1.2.3 part1 operation by shunt release
    - ACB는 선트 릴리즈는 있고, UVR도 있다면 규격에 넣어야 함
  - 7.2.1.2.4 opening by overcurrent releases
    - OCR 로 구현을 하면 넣어야 함
  - 7.2.4.2 operational performance capability
  - 8.2.4 mechanical properties of terminals
    - 단자강도를 위한 조임시험은 가능하나, ACB는 630A 이상은 busbar이므로 pull-out 과 flexion test는 적용되지 않음
- 8항 전체 Test Sequence I, II, III, IV, V, Combined 적용

### 3. 표준화기술 개발

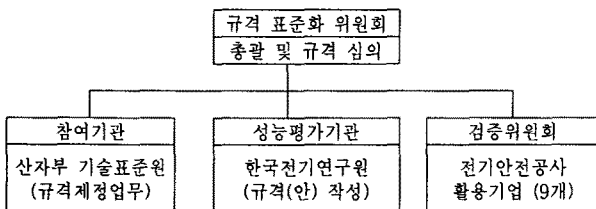
#### 3.1 추진전략 및 개발목표

표 1에 저압 기중차단기 규격을 표준화 했을 경우의 최종 목표 및 개발 후의 성능 수준을 정량적으로 나타내었다.

<표 1> 정량적 목표 항목

목 표 항 목	세계최고 수준 성능수준 (%)	개발전 국내 성능수준 (%)	개발목표치 (%)
동작특성 성능평가 표준(안) 작성 (IEC 규격)	100	50	100 (50 페이지)
EMC 성능평가 표준(안) 작성	"	40	100 (30 페이지)
차단 성능평가 표준(안) 작성	"	60	100 (20 페이지)
KS규격 제정(안) 작성	"	20	100 (100 페이지)
KS인증 심사기준 제정(안) 작성	"	20	100 (10 페이지)

규격을 제정하기 위한 표준화기술 개발은 모든 유관기관이 공동적으로 참가를 하여 이해가 되고 최종안이 작성되어야 한다. 본 논문에서 제시되는 규격의 개발을 위하여 개발 기획단계에서부터 ACB를 제작하는 회사를 참여시켜 사전 간담회를 실시하였으며, 규격 검토, 작성 단계에서도 의견을 개진하도록 추진전략을 수립하였다. 그림 1은 본 개발을 위해 구성된 규격 표준화 위원회를 보여주고 있다. 규격 표준화 위원회에서는 규격에 대한 심의 및 향후 정책 방향을 토의하고, 90%는 IEC 국제규격과 부합화를 원칙으로 작성한다. 그러나 기업체의 거부감과 민원 방지를 위하여 국내 산업발전 성숙도에 맞게 중대한(critical) 항목은 규격 표준화 위원회를 거쳐 조정 가능하도록 하였다.



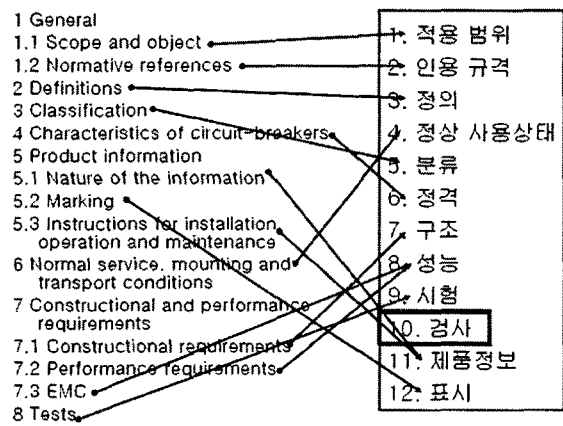
<그림 1> 규격 표준화 위원회 구성

또한 KS 규격 최종안이 확정되면 국내에서 제정된 규격이 없기 때문

에 규격 제정 공청회 실시로 모든 이해당사자의 의견을 수렴하고, 특히 국가규격인 KS로 제정이 되므로, 사용자 측면의 표준협회 등 유관기관 참여를 확대하고 발원 기회를 마련할 계획이다. 유관기관에는 사용자 계층을 고려하여 단체회원을 보유하고 있는 전기산업진흥회나 전기공업협동조합의 규격 담당 및 회원사에게도 참여 기회를 부여할 계획이다.

#### 3.2 KS 규격(안) 작성 및 향후 진행계획

- (1) 검토 및 제정 방향
  - KS인증 취득이 가능한 독립된 규격 제정
    - KS C 0000 (저압 기중차단기)
  - 신속한 KS인증 진행을 위해 KS인증 심사기준도 동시 제정
  - IEC규격 적용 원칙으로 하나의 규격으로 통합
    - IEC 60947-1(2004), 60947-2(2003) 적용
  - MCCB나 ELB에만 국한되는 부분 삭제하고, ACB에만 관련되는 내용만 추출
- (2) 동작특성 안전성 성능평가 표준(안) 내용
  - 총 항목 수 : 14개 항목
  - 총 페이지 : 약 100페이지
  - 표준(안) 구성 : 그림 2



<그림 2> KS 규격(안) 목차 구성

- (3) KS 규격(안) 및 KS인증 심사기준(안) 제정 계획
  - ACB 규격 제정 준비 관련 공청회 실시 : 2006년 7월
    - 산업자원부 기술표준원, 표준협회, 전기연구원(시험 및 제품인증부서), ACB 개발회사, 조합 및 진흥회 등 참가
  - KS규격(안) 작성 및 KS인증 심사기준(안) 작성
    - 2006년 9~12월
  - 규격 표준화 위원회에서 KS규격(안) 및 KS인증 심사기준(안) 검토
    - 2007년 1월~2월 : 5000AF 및 필수검사설비 조정 필요
  - 최종 KS규격(안) 및 KS인증 심사기준(안) 제정 신청
    - 2007년 3월~4월
  - KS규격(안) 및 KS인증 심사기준(안) 제정 예고 고시
    - 2007년 중반
  - 저압 기중차단기(ACB) KS 규격 및 KS인증 심사기준 적용 예정
    - 2007년 하반기 또는 2008년

#### 4. 결 론

본 논문에서는 ACB 관련 국내·외 규격 및 국제 시험성적서를 분석하여 KS 규격(안)을 제안하였으며, KS인증 심사기준(안)을 포함한 표준화 작업의 추진전략 및 향후 진행 계획을 설정하였다.

제시된 표준화기술 개발에 의해 완성된 KS규격은 국가표준의 등록 및 운영단계인 산업자원부 기술표준원에 의해 승인이 이루어지며, 표준협회를 통해 배포되어 활용될 예정이다. 또한 ACB 규격이 새로 제정되었기 때문에 한국전력공사, 한국전기안전공사, 전기공업협동조합, 한국전기산업진흥회 등에서 구매방식 및 단체인증 등에 적용되도록 홍보할 방침이다. 특히 국가규격(KS규격)으로 제정될 때 심사기준을 동시에 작성하여, 정부 및 조달청 전자입찰 시에 KS인증마크를 취득한 제품이 우수제품으로 우선적으로 선정이 될 수 있는 기회를 조기에 이용할 수 있도록 할 예정이다. 기대효과로는 표준 규격(안)에 따른 유관기관의 활용 극대화도 대민의 안전성 향상 및 전기제품 취급자의 생명을 보호하고, 국내 ACB의 품질관리 및 품질향상에 기여해 우수 품질을 소비자가 선별할 수 있게 대민 서비스 차원의 기여를 하고, 국내 기업체의 수출을 위한 국제 경쟁력이 증가하게 된다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] 전기신문, "성능확인 없이 제작·유통 여전", 2004. 10. 22
- [2] KEMA, "CB인증 시험성적서", 2003. 8