

## 저압 기중차단기 동작 및 개폐특성 성능평가설비 구축

안상필\*, 박남옥\*, 김철환\*\*  
한국전기연구원\*, 성균관대학교\*\*

### Construction of testing equipments for operation and switching performance of low voltage air circuit breaker

AHN, Sang-Pil\*, PARK, Nam-Ok\*, KIM, Chul-Hwan\*\*  
Korea Electrotechnology Research Institute\*, Sungkyunkwan University\*\*

**Abstract** - 최근 저압 기중차단기(ACB, Air Circuit Breaker)는 고압 중전기 공인시험제도 및 저압전기기기 안전인증제도와 같은 강제인증 대상에서 제외되어 해당 성능에 대한 안전 사각지대에 놓여있다는 지적을 받아왔다. 이에 한국전기연구원에서는 산업자원부 표준화기술개발사업의 일환으로 기중차단기에 대한 표준화 사업을 수행하고 있다. 본 논문에서는 일반 배선용차단기나 누전차단기와는 시험방법 및 설비가 상이한 기중차단기의 동작 및 개폐특성 시험방법을 분석하고 해당 시험을 수행하기 위해 설계하여 구축한 시험설비에 대해 기술하고자 한다. 제안된 성능평가설비들은 기중차단기의 국내 시험은 물론 국제 시험에서도 신뢰성 있게 사용될 것으로 기대한다.

#### 1. 서 론

현재 저압차단기의 국제 규격으로 사용되는 규격은 IEC 60947-2: Low-voltage switchgear and controlgear - 제2부: 차단기(2006)와 IEC 60947-1: Low-voltage switchgear and controlgear - 제1부: 일반규정(2004)이다. 국내에서는 상기 규격이 산업용 배선용차단기와 누전차단기만 사용되어지는 것으로 알고 있으나, 실제로는 기중차단기에 대해서도 동시에 적용할 수 있는 규격이다.

일반 동작 및 개폐특성에 있어서 시험항목을 비교해 보면 배선용 및 누전차단기는 동작과 개폐특성을 부하개폐와 무부하개폐시험을 통하여 동시에 검증하고 있다. 반면에 기중차단기는 부하개폐와 무부하개폐 특성도 검증하고, 기중차단기의 동작방법의 특성상 추가로 동작특성 시험항목과 개폐특성시험항목을 실시하게 된다. 따라서 이러한 추가 시험에 대한 성능평가설비 구축이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 추가되는 시험항목에 대한 내용을 간단히 기술하고 각각의 시험항목에 대하여 국제규격에 맞게 설계된 시험설비 구축사례를 기술하고자 한다.

#### 2. 동작특성 성능평가설비

##### 2.1 동작특성 시험항목 검토

##### IEC 60947-2 8.3.3.3.2 구조 및 기계적 동작 b) 기계적 동작

시험의 목적은 다음과 같다.

- 폐로장치가 여자 되어 있는 상태에서 차단기가 확실하게 트립되는 것을 검증하기 위해
- 트립장치가 작동되는 상태에서 폐로동작이 개시되었을 때, 차단기가 확실하게 동작하는가를 검증하기 위해
- 차단기가 이미 폐로 되어 있을 때, 동력 동작장치의 동작이 차단기에 손상을 주지 않고, 조작자에게도 위험을 주지 않아야 한다는 것을 검증하기 위해

차단기의 기계적 동작은 무부하 상태에서 확인되어도 좋다. 트립 프리 차단기의 경우, 트립 릴리스가 차단기를 트립시키기 위한 위치에 있을 때, 차단기의 접점이 접촉 또는 폐로위치에 유지되는 것이 가능해서는 안된다.

제조자가 차단기의 폐로 및 개로 시간을 지정한 경우, 그러한 시간들은 지정한 값에 적합해야 한다.

##### 2.2 동작특성 성능평가설비 비교 분석

국내에서는 신뢰성 있는 설비가 없었으며, 국외 제품 중 가장 유명한 세 개를 표 1과 같이 비교하였다. 비교 결과 GE Programma AB의 TM1600이 가장 우수하였으며, 특히 소프트웨어 출력장치가 내장되어 있는 것이 매우 돋보였으며, 실제로 국내 개발회사들이 가장 많이 사용하고 있었다. 그러나 세가지 공히 기중차단기에 제어전원을 제공할 수

있는 전원공급장치는 하나의 설비에 내장되어 있지 않았으며, 별도의 외장형 전원공급장치는 해당 기능에 비해 가격이 다소 많은 것이 흠이었다.

**<표 1> 동작특성설비 비교표**

제작사	GE Programma AB	Doble	Megger
모델명	TM1600/MA61	TDR9000	MS-2
제품명	Breaker Analyzer System	Circuit Breaker Test System	Circuit Breaker and Overload Relay Test Set
입력전원	95~265Vac, 50, 60Hz	90~264Vac, 47~63Hz	-
설비목적	차단기 동작 타이밍 및 모션 측정 및 분석	차단기 동작 타이밍 및 모션 측정 및 분석	차단기의 최적 트립특성 검증
성능	타이밍 채널 4 (확장 가능) 아날로그 채널 2 (확장 가능) 소프트웨어(CABA Win) 출력장치 내장	타이밍 채널 4 (확장 가능) 아날로그 채널 2 (확장 가능) 소프트웨어(TRX) 출력장치 없음	-
운반	10kg 이내 400×250×153mm	13.6kg 254×406×394mm	-
사용회사	국내 6개업체 사용 중	없음	없음

#### 2.3 동작특성 성능평가설비 구축

본 설비를 구축할 때 가장 먼저 설계를 한 부분은 전원공급장치(power supply unit)이다. 기중차단기는 동작방식이 간접동력방식과 에너지저장방식을 혼합하여 사용하므로, 실제로 제어전원이 없으면 투입, 차단동작이 힘들며, 트립프리 동작특성을 확인하기에도 필수이다. 따라서 이러한 전원공급장치를 별도로 준비하거나 구비할 필요없이 동작특성설비에 하나의 패널로 내장될 수 있도록 하였다. 또한 제어회로의 정격이 높은 기중차단기에도 적용할 수 있도록 출력전압을 최대 300V 전류를 최대 20A로 설계하였다. 상세한 사양은 아래와 같다.

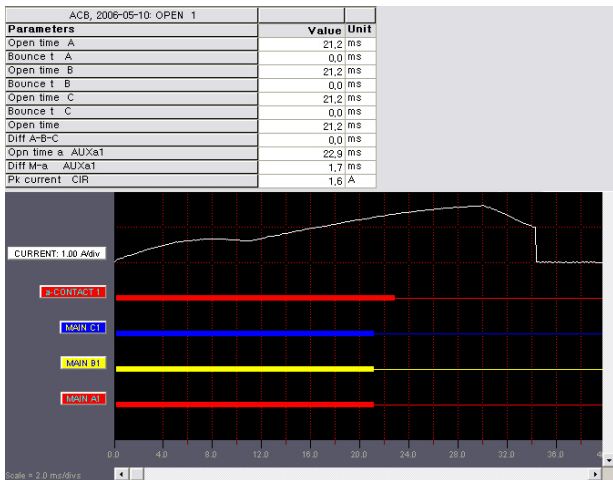
- (1) 차단기 구동용 출력
  - 1) DC 전압
    - 출력 범위 0 - 300V, 최대 20A
    - 최대 부하시간 최대 5min
    - Ripple 2% peak to peak
  - 2) AC 전압
    - 출력 범위 0 - 300V, 최대 20A
    - 최대 부하시간 최대 5min
- (2) 모터 Charging 용 DC 전원
  - 출력 범위 0 - 300V, 최대 20A
  - 최대 부하시간 최대 5min
- (3) 내장형 전압계
  - 측정범위 DC0-300V, AC 0-300V
  - 분해능 0.1V
  - 정확도 DC +/-1%, AC +/-2.5%
- (4) Power Source(Power supply unit 입력) : AC 220V 10kVA

TM1600과 계측용 소프트웨어가 탑재된 노트북은 그림 1의 왼쪽에 나타나 있으며, 동일한 랙에 내장되어 설치된 전원공급장치는 그림 1의 오

른쪽에 나타나 있다. 구축된 동작특성 성능평가 설비로 측정된 기중차단기의 개로 시간을 그림 2와 같이 소프트웨어에서 측정이 되어 디스플레이 된다.



〈그림 1〉 동작특성 성능평가설비 및 내장된 전원공급장치



〈그림 2〉 기중차단기의 개로시간 측정 데이터

### 3. 개폐특성 성능평가설비

#### 3.1 개폐특성 시험항목 검토

##### IEC 60947-2 8.3.3.3.2 구조 및 기계적 동작 b) 기계적 동작 8.4.3.2 셉트 릴리스(개로용)

저장에너지동작의 차단기는 정격제어전원전압의 85% 및 110%의 보조전원 전압을 인가한 상태에서 규정된 기계적 동작 요구사항에 적합해야 한다. 또한 동작기구가 표시장치에 의해서 표시되는 완전한 축적상태보다 약간 낮게 에너지 축적이 되어 있는 경우에도, 가동접점이 개로위치로부터 움직일 수 없다는 것을 검증해야 한다.

정격제어전원전압의 범위를 가지는 셉트릴리스의 경우, 시험전압은 최소 정격제어전원전압의 70%로 한다.

#### 3.2 개폐특성 성능평가설비 구축

본 설비의 특징은 모터 제어 전원, 투입 제어 전원, 트립 제어 전원, 과전류 보호장치 제어 전원을 각각 독립적으로 가변시킬 수 있다는 것이다. 이를 위해서는 설비의 설계가 조금 복잡하게 변경이 되었으며, 내부의 IVR(유도전압조정장치)도 독립적으로 구성이 되었다. 각 채널별로 교류 및 직류가 가능하며, 각 채널당 용량은 최대 용량을 고려하여 10 kVA로 산정하였다.

또 하나의 특징으로는 수동 개폐 시험모드와 연속(자동) 개폐 시험모드를 구분하여 투입과 트립의 시간간격을 조정할 수 있을 뿐만 아니라 개폐 카운터를 이용하여 자동으로 시험이 완료되는 기능을 탑재하였다. 상세한 개폐특성 성능평가설비의 사양은 다음과 같다.

- (1) 입력전원 : 1ϕ 2W 220V 60Hz
- (2) 출력채널 : 총 4 채널
  - MOTOR 제어 전원 : AC 0 ~ 300V / DC 0 ~ 150V
  - CLOSE 제어 전원 : AC 0 ~ 300V / DC 0 ~ 150V
  - OPEN 제어 전원 : AC 0 ~ 300V / DC 0 ~ 150V

- OCR 제어 전원 : AC 0 ~ 300V / DC 0 ~ 150V
- 1) 각 채널은 AC 또는 DC를 선택할 수 있는 기능이 있어야 한다.
  - 2) 각 채널은 다른 채널과 독립적으로 동작하고 전압이 가변되어야 한다.
  - 3) 각 채널당 용량은 10kVA 이어야 한다.
  - 4) 전압 범위 가변 방식은 누름버튼 방식이 아닌 볼륨 조정 Knob 방식이어야 한다.
  - 5) Digital meter를 사용하여 각 채널별 전압값이 표시되어야 한다. 단, MOTOR 제어 전원 채널은 전류값도 표시되어야 한다.
    - 계측기의 유효숫자는 소수점 첫째자리로 하고 오차는 0.5%이내이어야 한다.
  - 6) 접점(a-접점 4개, b-접점 4개)을 확인할 수 있는 램프를 설치하여야 한다.
- (3) 기능
- 1) 수동(manual) 개폐 시험 (수동 모드)
    - 수동으로 close 및 open 스위치를 조작하여 ACB의 개폐 시험을 실시할 수 있어야 한다.
  - 2) 연속 개폐 시험 (자동 모드)
    - 자동으로 close 및 open이 조작되어 ACB의 개폐 시험을 실시할 수 있어야 한다.
    - close와 open의 시간간격을 제어할 수 있는 타이머(timer)가 있어야 한다.
      - 타이머는 10ms에서 24h까지 조정할 수 있는 Digital형이어야 한다.
    - 연속 개폐 횟수를 카운트하는 카운터(counter)가 있어야 하며, 설정된 개폐 횟수에 도달하였을 때 자동으로 시험이 중지되는 기능이 있어야 한다.
      - 카운터는 9999까지 가능한 Digital이어야 한다.
  - 3) SHT, OCR, UVT 제어전원 가변 시험
    - 각 채널별 제어전원을 가변 시키면서 ACB의 개폐를 제어하여 정상적으로 동작하는지 시험할 수 있어야 한다.

그림 3은 상기 사양에 의해 제작된 개폐특성 시험설비를 나타내고 있다.



〈그림 3〉 개폐특성 성능평가설비

### 3. 결 론

본 논문에서는 국제규격인 IEC 규격을 분석하여 기중차단기의 동작특성 및 개폐특성을 검증할 때 필요한 성능평가설비를 설계하고 구축하였다. 각 설비별로 한번의 제작 시에 관련된 여러가지 시험항목을 동시에 진행할 수 있도록 가능한 독립적인 채널들로 구성을 하였다. 또한 추가적인 외부 액세서리나 기기 없이 하나의 성능평가설비로 시험조건을 만족할 수 있도록 외부기능을 탑재하려 노력하였다.

저업 기중차단기의 표준화사업은 이제 마무리 단계에 있으며, 금년 9월 예정으로 고시를 기다리고 있다. KS규격이 활성화 되면 그동안 성능 검증 없이 유통되던 관행들이 사라지게 되고, 많은 제품들이 제품규격에 의해 형식시험을 받게 될 것이다. 본 논문에서 기술한 성능평가설비는 이러한 환경에서 기중차단기의 적합성을 정확히 검증해줄 뿐만 아니라 자동화된 시험절차에 따라 시험기간도 많이 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] IEC 60947-2 Low-voltage switchgear and controlgear-제2부: 차단기(2006)
- [2] ACB 동작특성 및 개폐특성 시험설비 구매 사양서, 한국전기연구원