

퓨즈 부착 고압교류 부하개폐기의 국제규격(IEC62271-105) 개정에 관한 검토

서운택\*, 류형기, 김대원  
한국전기연구원

A study on revision of international standard(IEC62271-105)

Yoon-Taek Suh, Hyeong-Kee Rhyou, Dae-Won Kim, H.D Yoon  
KERI, High power testing LAB.1

**Abstract** - 퓨즈 부착 고압 교류부하개폐기(Alternating current switch-fuse combination)는 개폐기와 한류형 퓨즈의 조합으로서 각각의 규격(개폐기는 IEC60265-1, 한류형 퓨즈는 IEC60282-1)에 따른 개발시험을 실시 한 후 퓨즈부착 고압교류 부하개폐기의 규격인 IEC62271-105에 따라 개발시험이 이루어진다. 본 논문에서는 최근에 개정된 IEC62271-105의 신규 비교, 시험종류 및 시험방법에 대해서 기술하였다.

$\frac{1}{3} i_p^2 \cdot T_B \leq I_s^2 \cdot T_s$ 가 성립하면 열적협조가 이루어진다.

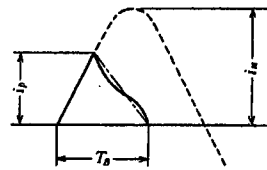


그림 1 한류형 퓨즈의 차단파형

1. 서 론

부하개폐기는 부하전류를 개폐하기 위해 이용되는 기기로서 차단기와는 달리 단락고장전류 차단은 할 수 없고 투입도 수 회 이하로 제한되어 있다. 이와 같은 제한된 기능을 보완하기 위해 직렬로 한류퓨즈를 삽입하여 단락차단성능을 갖도록 하는 기기가 퓨즈 부착 고압교류 부하개폐기(high-voltage alternating current switch-fuse combinations: 이하 Combination)이다.

따라서 Combination은 개폐기와 한류형 퓨즈의 조합으로서 각각의 규격(개폐기는 IEC60265-1, 한류형 퓨즈는 IEC60282-1)에 따른 개발시험을 필한 후 Combination규격인 IEC62271-105규격에 따라 개발시험이 이루어진다.

본 논문에서는 최근에 개정된 IEC62271-105에 대한 규격의 변경사항을 비교 분석하였고, 투입차단시험에서의 동작책무에 대해 시험종류 및 시험방법에 대해서 기술하였다.

Combination은 고압 수전설비에서 고압퓨즈를 개폐기와 조합하여 퓨즈의 차단성능을 유효하게 활용한 경제적인 이유로 대단히 많이 사용되고 있다. 퓨즈와 개폐기가 조합될 경우의 퓨즈와 개폐기의 열적, 기계적인 보호협조에 관해서 검토하면 다음과 같다.

1.1.1 열적협조

퓨즈의 동작  $I^2t$  와 개폐기의 허용  $I^2t$ 는 식(1)과 같다.

$$I_p^2 t \leq I_s^2 T_s \quad (1)$$

퓨즈의 동작 시 열적 에너지를 표시하는 동작  $I^2t$ 는 그림 1에 표시하는 것처럼 전류차단파형을 삼각파로 가정하고, 한류치를  $i_p$ , 차단시간을  $T_B$ 로 하면 식(2)로 표현된다.

$$I_p^2 t = \int_0^{T_B} i^2 dt \approx \frac{1}{3} i_p^2 \cdot T_B \quad (2)$$

한류치  $i_p$ 는 퓨즈의 한류특성곡선으로부터 구한다. 차단 시간  $T_B$ 는 일반적으로 5~10ms로 생각하면 충분하다. 일반적으로 개폐기(차단기)의 허용  $I^2t$ 는 정격 단시간 전류를  $I_s(A)$ , 통전시간을  $T_s(s)$ 라 하면 식(3)과 같이 표시된다.

$$I_s^2 T_s = I_s^2 \times T_s \quad (3)$$

이것으로부터 식(1)을 만족하는 조건으로서

1.1.2 기계적 협조

개폐기의 기계적 강도는 최대 통전전류 파고치에 의해 발생하는 전자력에 의해 결정된다. 개폐기(차단기)는 정격투입전류에 견디고 그 투입전류(파고치)를  $I_M$ 이라 하며 퓨즈의 한류치를  $i_p$ 라 하면 식(4)를 만족하게 선정한다.

$$I_M \geq i_p \quad (4)$$

일반적으로 개폐기(차단기)의 투입전류는 정격 차단전류의 2.6배(60Hz) 또는 2.5배(50Hz)로 한다.

2. 본 론

2.1 개발시험 항목

개폐기와 퓨즈 조합(Switch-fuse combination)에서의 IEC62271-105의 개발시험(Type test)은 개폐기와 퓨즈의 조합에 따른 그들 동작 구성 기기와 장치의 특성을 검증하기 위한 시험이다. 따라서 개폐기는 단시간전류와 단락투입을 제외하고는 IEC60265-1에 따라 시험이 실시되고, Fuse는 IEC60282-1에 따라 시험이 진행된다.

Type test는 다음과 같다.

- 절연시험
- 온도상승시험
- 주회로 저항측정
- 제시된 값의 전류를 차단 투입할 수 있는 combination의 성능인증시험
- 기계적 동작 및 내구성을 만족하는 입증시험
- 보호의 검증
- Tightness tests
- 전자기적합성(EMC)시험

Combinations은 3개의 그룹시험으로 구성된다.

- IEC60265-1에 따른 switch 시험
- IEC60282-1에 따른 Fuse시험
- IEC62271-105에 따른 조합(Combination)시험

2.2 주요 변경 및 추가 내용

- Grouping of the tests 추가  
IEC60694 6.1.1에 따른다.
- Information for identification of specimens 추가  
IEC60694 6.1.2에 따른다.
- Information to be included in the type-test report 추가  
IEC60694 6.1.3에 따른다.
- Making and breaking test 변경  
기존의 IEC60420규격에서는 표 1에서와 같이 5개 동작책무로 구성되었으나 새로 개정된 IEC62271-105에서는 표 2와 같이 4개의 동작책무로 구성되어 있다.

표 1. 구 규격 IEC60420(1990-11)의 투입차단 시험책무

시험책무	회로	시험전압	시험전류/투입위상각	동작책무	역률	과도회복전압 (TRV)
Td-1	3상시험	Ur	Test duty 1 of IEC60282-1	O CO	0.07~0.15 지연	Table I 및 IA
Td-2	3상시험	Ur	Test duty 2 of IEC60282-1	O CO	0.07~0.15 지연	Table III 및 IIIA
Td-3	단상시험	Ur	0.8 I <sub>s</sub> Test duty 3 of IEC60282-1	O O	0.4~0.6 지연	IEC60282-1 13.1.2.3
Td-4	3상/2상	Ur	L/0.87L <sub>s</sub>	O O O	L <sub>s</sub> > 400 A 0.2~0.3 L <sub>s</sub> < 400 A 0.3 < 0.4 지연	Table IV 및 IVA IEC60265-1 6.101.8 a)
Td-5	3상시험	Ur	I <sub>s</sub>	O O O	L <sub>s</sub> > 400 A 0.2~0.3 L <sub>s</sub> < 400 A 0.3 < 0.4 지연	Table IV 및 IVA IEC60265-1 6.101.8 a)

표 2. 개정된 IEC62271-105(2002)의 투입차단 동작책무

시험책무	회로	시험전압	시험전류/투입위상각	동작책무	역률	과도회복전압 (TRV)
TD <sub>isc</sub>	3상 시험	Ur	Test duty 1 of IEC60282-1	O CO	0.07~0.15 지연	IEC60282-1 Test duty 1
TD <sub>wmax</sub>	3상 시험	Ur	Test duty 2 of IEC60282-1	O CO	0.07~0.15 지연	IEC60282-1 Test duty 2
TD <sub>itransfer</sub>	3상/2상	Ur	I <sub>transfer</sub> 또는 (0.87I <sub>transfer</sub> ) 6.101.2.3	O O O	L <sub>s</sub> > 400 A 0.2~0.3 L <sub>s</sub> < 400 A 0.3 < 0.4 지연	Table 2a 및 2b IEC60265-1 load current interruption
TD <sub>ito</sub>	3상 시험	Ur	I <sub>to</sub>	O O	L <sub>s</sub> > 400 A 0.2~0.3 L <sub>s</sub> < 400 A 0.3 < 0.4 지연	Table 2a 및 2b IEC60265-1 load current interruption

- 상용주파회복전압 변경  
상용주파회복전압의 인가시간을 기존의 0.1초에서 0.3초로 변경
- 시험주파수 변경  
기존의 허용주파수 ± 10%에서 ± 8%로 변경
- 시험 중 combination의 상태 추가  
Vacuum switches 조합일 경우 모든 시험 책무 중 최대 3회까지 NSDD가 허용된다.
- 퓨즈의 프리아크시간이 긴 경우의 Thermal test

시험조건은 6.5절의 온도상승시험에 대해 사용된 것 중의 하나와 유사하다.  
그러나 전원의 무부하전압은 스트라이커를 동작할 수 있으면 충분하며 시험은 퓨즈에 대해 실시한다. 그리고 아래의 조건이 만족되면 이 시험은 유효하다.  
a) striker와 switch가 정확하게 동작하고  
b) IEC60282-1의 5.1.3에서 규정한 것 같이 어떠한 손상이 없어야 한다.  
- 시험 후 피시험의 상태 일부 추가  
개폐기-퓨즈 조합에서 개폐기의 인터럽터가 시험 후 확인을 위해 분해 또는 개봉 되지 않을 경우(Sealed for life interrupters) 확인시험(Power-frequency voltage withstand tests)을 반드시 해야 한다.

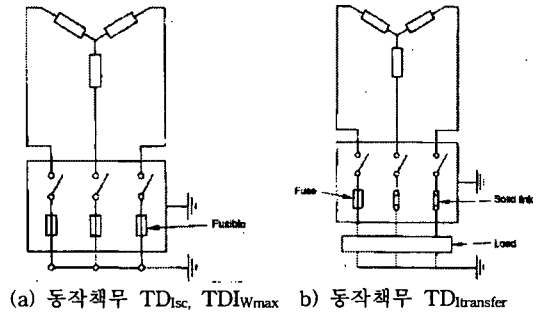
## 2.2 투입차단시험

다음은 combination에서 중요한 시험인 투입차단시험의 동작책무 및 시험방법에 대해서 기술하였다. 투입차단시험은 아래와 같이 4가지 책무로 구성되어 있다.

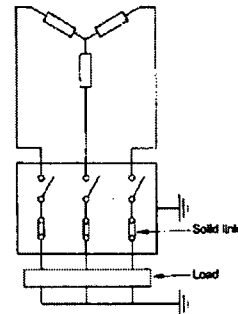
- TD<sub>isc</sub> : 정격전류의 투입차단시험
- TD<sub>wmax</sub> : 최대차단전류(I<sub>sc</sub><sup>2</sup>)의 투입차단시험
- TD<sub>itransfer</sub> : 정격전이(rated transfer current)전류의 차단시험
- TD<sub>ito</sub> : take-over전류의 차단시험

### 2.2.1 동작책무 TD<sub>isc</sub>

개폐기의 손상 없이 퓨즈의 키오프(cut-off)전류에 견디고 투입할 수 있어야 한다. 키오프 전류에서 퓨즈의 스트라이크(Striker)가 스위치를 개방시켜야 한다.



(a) 동작책무 TD<sub>isc</sub>, TD<sub>Imax</sub> (b) 동작책무 TD<sub>itransfer</sub>



(c) 동작책무 TD<sub>ito</sub>  
그림 2. 시험회로도

이 시험은 3상 모두에 퓨즈를 장착하고 시험을 수행한다.  
동작책무 : 정격단락차단전류에서 O, CO 시험회로의 조건은 표2와 같고 시험회로는 그림 2 (a)에 나타내었다. 그리고 그림 3은 실제 시험의 측정파형이다.

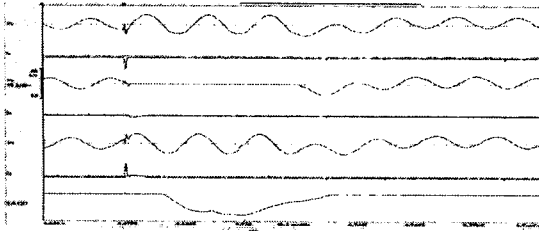


그림 3 동작책무  $TD_{isc}$ 의 측정파형

### 2.1.2 동작책무 $TD_{I_{wmax}}$

스위치에 대해 최대  $I_{t1}$ 의 고유과도전류를 가지는 combination의 성능을 확인하기 위한 시험이다. 퓨즈는 combination의 3상에 장착하고 시험을 실시한다.

동작책무 : O, CO

시험회로의 조건은 표2와 같고 시험회로는 그림 2(b)에 나타내었다. 그리고 그림 4은 실제 시험의 측정파형이다

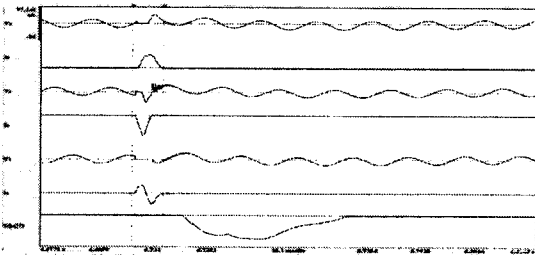
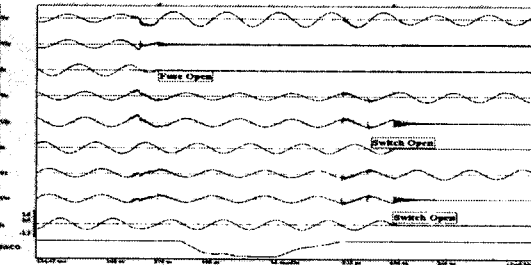


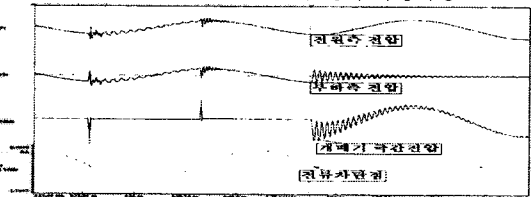
그림 4 동작책무  $TD_{I_{wmax}}$ 의 측정파형

### 2.1.3 동작책무 $TD_{Itransfer}$

차단책무가 퓨즈에서 스위치로 바뀔 때의 전류영역에서 스위치와 퓨즈간의 정확히 협조가 이루어지는가를 검증하기 위한 시험이다. 3상 중 한 상이 퓨즈를 차단하고 나면 퓨즈의 STRIKE가 개폐기의 Trip Coil을 Release 시켜 개폐기가 마지막 두 상을 차단하게 된다.



(a) 동작책무  $TD_{Itransfer}$ 의 전체 측정파형



(b) 마지막 2 상의 고유과도 회복전압 파형  
그림 5 동작책무  $TD_{Itransfer}$ 의 측정파형

동작책무  $TD_{Itransfer}$ 에서 Solid conducting link로 장착된 2상의 차단전류의 ac성분의 실효치 값은 퓨즈가 장착된 첫 차단상의 값의  $\sqrt{3/2}$ (87%)이상이어야 한다.  
동작책무 O ; 3회

시험회로는 그림2(c)와 같다. 그림 2(c)의 경우 부하회로는 RL직렬회로로 구성된다.

부하회로의 과도회복전압(TRV)도 규격에 명시되어 있고, 역율은 표2에서와 같이 전류값에 따라 0.2~0.4로 되어 있다. 따라서 그림 5(a)와 같이 퓨즈가 차단하고 나서 나머지 2상을 개폐기가 차단할 때 그림5(b)와 같이 높은 과도 회복전압이 인가된다. 그러나 부하개폐기의 경우 IEC60265-1에서는 부하회로가 RL병렬회로로 구성되어 있고 부하회로 역율이 0.07로 되어 있어 개폐기가 전류를 차단하고 과도회복전압에서도 스트레스를 별로 받지 않는다. 따라서 IEC60265-1에 따라 시험한 개폐기와 IEC62271-105에 따라 시험한 Combination의 부하회로 조건이 달라 combination에서 첫 상을 퓨즈가 차단하고 나서 나머지 2상을 개폐기가 차단할 경우 과도회복전압구간에서 차단이 실패 할 경우가 많이 발생한다.

### 2.1.4 동작책무 $TD_{Ito}$

동작책무  $TD_{Ito}$ 은 release-operated combination에서 만 실시한다. 차단책무가 release-operated switch에 의해 퓨즈로부터 take-over되는 전류영역에 있어 release-operated 스위치와 퓨즈간의 정확히 협조가 이루어지는가를 검증하기 위한 시험이다.

동작책무 : O 3회

3상 모두 solid link를 장착하고 시험을 실시한다.

시험회로의 조건은 표2와 같고 시험회로는 그림 2(c)의 동작책무  $TD_{Itransfer}$ 와 같다.

## 3. 결 론

새로운 세계무역 질서 속에서 자국의 산업을 효과적으로 보호하고 수출을 확대시키기 위해 선진국을 중심으로 전 세계의 모든 국가들이 국제규격을 적극적으로 활용하고 있다. 그리하여 규격에 대한 인식이 과거와는 달리게 변화하고 있으며, 공격적인 방법으로 규격사업을 주도하고 있다. 본 논문에서는 국제규격의 개정 동향과 내용을 분석하였다. 그럼으로써 국내산업의 국제 경쟁력 제고에 능동적으로 대처하기 위한 기반을 제공하고자 최근에 개정된 IEC62271-105에 대한 규격의 변경사항을 비교 분석하였고, 투입차단시험에서의 동작책무에 대해 시험종류 및 시험방법에 대해서 기술하였다.

## [참 고 문 헌]

- [1] IEC 60265-1(1998) "High-voltage switches Part 1 : Switches for rated voltage above 1 kV and less than 52kV "
- [2] IEC 60282-1(2002) "High-voltage fuse - Part 1 : current-limiting fuse"
- [3] IEC 62271-105(2002) "High-voltage switchgear and controlgear - Part 105 : alternating-current switch-fuse combination"
- [4] IEC 62271-100(2001) "High-voltage switchgear and controlgear - Part 100 : high-voltage alternating-current circuit-breakers"
- [5] EPRI, "Current limiting fuse study" EPRI EL-453, June 1977
- [6] EPRI, "Prototype current limiter" EPRI EL-1396, May 1980
- [7] 黒田.一彦 · 石川 照 共著, 電力퓨즈 · 저압차단기의 현장 기술, 오음사
- [8] 김맹현외, "국제규격(IEC62271 100)의 개정 동향에 대한 고찰", 대한전기학회 부산 · 경남 · 울산지부 2001년도 합동 추계학술대회는문집