

IEC60947-2에 따른 누전차단기의 순시단락시험 과도현상에 대한 연구

*류행수, 김명석, 한규환
LG산전 전력시험기술센터

The Transient Analysis of Instant Short-Circuit Test Equipment For Earth Leakage Circuit Breaker

Haeng-soo Ryu, Gyu-hwan Han
Power Testing & Technology Institute, LG Industrial Systems Co. Ltd.

Abstract - This paper is for the transient analysis of instant short-circuit test equipment according to the test of tripping limits and characteristics under IEC 60947-2. The in-rush current is harmful to almost equipments and the exact testing is not made because of it. LGIS has a instant short-circuit test equipment, but it is not suitable for carrying out instant short-circuit test on ELB(Earth Leakage Circuit breaker) by reason of that. Now, I am going to show a solution for that problem. After applying this method, manufacturer is going to acquire the exact testing result according to the IEC standard. Moreover, Testing laboratory will be trusted by clients.

2.1 일반사항(8.3.3.1절)

주위 온도는 온도 상승 시험에 의해 측정되어야하며, 과전류 개방 릴리스가 통상 차단기의 한 부분일 때, 해당 차단기의 내부에서 검증되어야 한다. 어떠한 분리 릴리스도 거의 정상 서비스 조건과 같이 설치되어야 하며 시험 상태하의 기기는 외부의 부적절한 가열과 냉각에 대해 보호되어야 하고 도선의 길이는 35mm²까지는 1m이고 35mm² 초과시는 2m로하고 단면적은 정격전류에따라 다음의 표를 따른다.[1,2]

표 1. 정격전류 400A이하인 경우의 Conductor size

Table 9 - Test copper conductors for test currents up to 400 A inclusive* (see 8.3.3.3.4.)

Range of test current ¹⁾		Conductor size ^{2) 3) 4)}	
A		mm ²	AWG/MCM
0	8	1.0	15
8	12	1.5	16
12	15	2.5	14
15	20	2.5	12
20	25	4.0	10
25	32	6.0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4
85	100	35	3
100	115	35	2
115	130	50	1
130	150	50	0
150	175	70	00
175	200	95	000
200	225	95	0000
225	250	120	250
250	275	150	300
275	300	185	350
300	350	185	400
350	400	240	500

* See notes following table 11.

1. 서 론

배전계통에 사용되는 누전차단기의 대응량화에 따른 IEC 60947-2 순시단락시험을 위해 LG산전(주)에서는 15000A 순시 단락시험기를 투자하였다. 누전차단기는 인명, 재산손중의 입장에서 건설, 전기공사업체는 물론, 일반주택, 빌딩, 학교, 공공건물에 있어서는 감전재해에 대한 의식이 고조되고 법적인 면에서도 누전차단기의 설치 의무 장소가 증가되어가고 있다. 종래에는 기기의 제 3종(또는 특별 제3종)의 보호접지공사로 감전방지를 실시하여 어느 정도 성과를 올려왔지만 보다 가혹한 조건을 고려하면 충분하지 못한 경우가 있게 된다. 누전차단기는 감전재해로부터의 보호는 물론 누전에 의한 화재의 보호도 가능한 이점을 갖고 있으며, 또한 지락전류는 일반적으로 전로의 부하전류에 비하여 대단히 적으므로 과전류차단기(배선용 차단기나 퓨즈)로는 지락사고의 보호가 곤란하며 미소한 지락전류를 검출 가능한 누전차단기가 필요하게 된다. 본 논문에서는 60947-2에 따른 누전차단기의 순시단락시험에대해 설명하고 EMTP를 활용하여 시험회로를 모의한 결과를 보였다. 순시단락시험시 문제가 되었던 부분을 분석을 통하여 찾아내고, 이 결과를 토대로 향후 설비의 개선에 활용하고자 하는것이 본 연구의 목적이다.

표 2. 정격전류 400이상 800이하인 경우의 Conductor size

Table 10 - Test copper conductors for test currents above 400 A and up to 800 A inclusive* (see 9.2.3.3.4.)

Range of test current ¹⁾		Conductor size ^{2) 3) 4)}			
A		Metric		MCM	
		Number	Size mm ²	Number	Size
400	500	2	150	2	250
500	630	2	185	2	350
630	800	2	240	3	300

* See notes following table 11

2. IEC 60947-2 순시단락시험

규격에 설명된 순시단락시험에 대해 간단하게 소개하고자 한다.

조정 가능한 과전류 릴리스를 가진 차단기에 대해서, 정격전류 In 에 상응하는 도선을 사용하여 최소 및 최대 설정 전류 하에서 시험이 수행되어야 한다. 중성극이 과부하 릴리스를 가진 차단기인 경우, 이 과부하 릴리스의 검증은 중성극에서만 행해져야 하며 이 시험은 어떤 편리한 전압에서도 수행될 수 있다.

2.1.1 단락회로 조건에서의 개로(8.3.3.1.2절)

단락 릴리스의 동작은 단락 설정전류의 80%와 120%에서 검증되어야 하며 시험전류는 비대칭 성분을 갖지 않아야 한다. 단락 설정 전류값의 80% 시험전류가 다음과 같은 정도로 유지될 때 릴리스는 동작하지 않아야 한다.

- 순시 릴리스의 경우 0.2초 동안
- 한정된 시간지연 릴리스의 경우, 제조업자에 의해 표시된 두 배의 시간지연과 같은 시간간격 동안

단락 설정전류의 120%의 시험전류에서 릴리스는 다음 사항에서 동작해야 한다.

- 순시 릴리스의 경우 0.2초 이내
- 한정된 시간지연 릴리스의 경우 제조업자에 의해 표시된 두 배의 시간 지연과 같은 시간간격 이내

다극 순시 릴리스의 동작은 단락회로 릴리스를 가진 모든 극을 가능한 한 모두 조합 시험하고, 2극에 직렬로 시험전류부하를 연결하여 검증되어야 한다. 추가로 단락 릴리스의 동작은 제조자에 의해 증명된 트립 전류값에서, 각 동작치에서, 각 극에 대해 개별적으로 인가하여 검증되어야 한다.

- 순시 릴리스의 경우 0.2초 이내
- 한정된 지연 릴리스의 경우, 제조자에 의해 표시된 두 배의 시간지연과 같은 시간간격 동안 한정된 시간 지연 릴리스들은 8.3.3.1.4절의 요구사항들과 일치해야 한다.

3. 순시단락 시험기

1절과 2절에 따른 순시단락 시험을 하기위한 장치가 소개하고자 하는 설비이며, 본 설비의 외관은 다음의 사진과 같다. 본 설비는 정격입력전압 AC 440V, 60 Hz 단상시험기이며, 출력전류는 3개의 범위로 되어있다. 최대 출력 범위는 15000A 까지이며 이때의 출력전압은 25V로 설계되었으며 전류의 측정은 첫 사이클의 Peak치를 측정하는 방식이다.

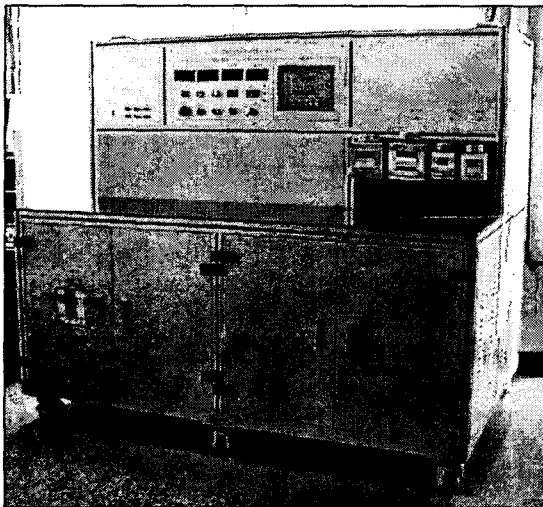


그림 1. 순시단락시험기

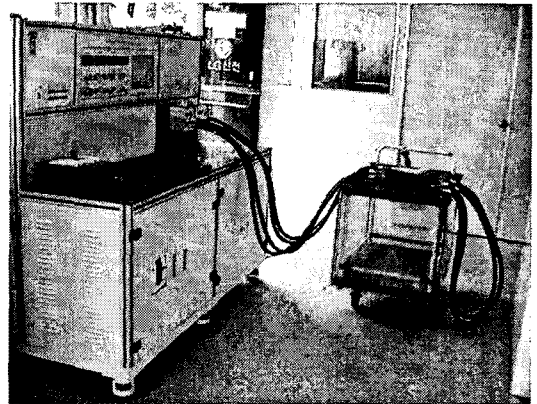
본 설비를 사용하여 시험하는 방법은 다음과 같다.

- 1) 시험시료를 2.1절에 따라 도선의 길이 및 굵기를 결정 후 시험기 출력단자에 접속한다.
- 2) 시험전류를 설정한다.(시험전류에 적합한 전압으로 환산한 후 전압설정예의해 결정)
- 3) 시험시간을 설정한다.(msec 단위)
- 4) 시작 스위치를 누른다. 이때 시험기는 전압을 트랜스 탭과 슬라이더를 조정하여 설정전압에 맞춘 후 SCR을 도통시키며 설정한 시간이 경과되면 SCR을 OFF한다.
- 5) 트립시간과 통전전류가 표시된다.(이때 통전시간이 교류 반 사이클보다 짧으면 전류 표시치가 정상적으로 표시할 수가 없다.)
- 6) 통전전류가 원하는 전류치가 아닐 경우 전압을 다시 설정한 후 다시 시험한다.
- 7) 시험이 완료 되면 시료를 시험기 출력단자에서 해제한다.

4. 사례연구

4.1 순시단락시험 Layout

순시단락시험을 실시하기 위하여 규격에따른 케이블의 단면적과 길이로하여 Calibration한다.



4.2 시험결과

본 시험결과 하단의 파형과같이 돌입전류가 크게 발생함을 알 수 있다. 본 사례에서는 EMTP-ATPDRAW를 이용하여 돌입전류를 최소화 시키고자 한다.

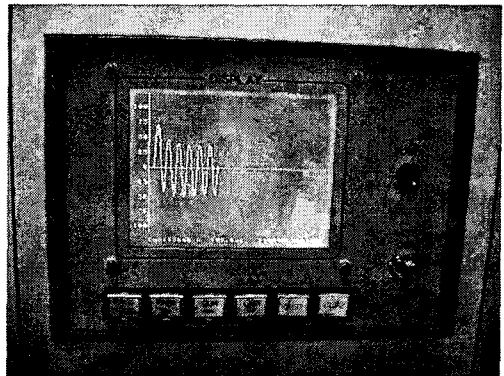


그림 3. 출력전류파형(시험기 부하)

4.3 EMTP 모의 회로

전체적인 EMTP_ATPDRAW의 회로는 다음과 같으며 변압기의 2차측 단락시험과 무부하 시험을 통해서 구해진 각 Parameter(실제측정) 및 15000A의 전류가 흐르도록하는 Cable의 임피던스(임의의값, 본 사례에서는 변압기 여자전류를 표현하기위해 큰값을 적용했다.)등을 하단의 표와 같다.

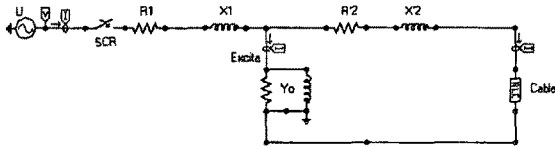


표 3. Simulation Input Value

Simulation Input Value	
전압	440V
R1=R2'	7.68654E-08Ω
X1=X2'	0.000203795Ω
Ro	46.59343731Ω
Xo	140.7835867Ω
R(Cable)	2.539683Ω
L(Cable)	22.53968Ω

4.4 EMTP 모의 결과

4.4.1 전압 "0"점 투입시

모의결과 아래의 그래프와같은 출력파형을 보인다. 하기 파형은 규격에따른 시험을 하는데 있어 정확한 시험을 하는데 지장을 줄만큼 초기의 파형들이 큰값을 가짐을 알 수 있다. 이것의 원인으로는 변압기 1차측 SCR의 Gate Turn-on이 전압 영점에서 이루어짐에따라 이러한 현상이 발생했을 것으로 유추할 수 있다.[3]

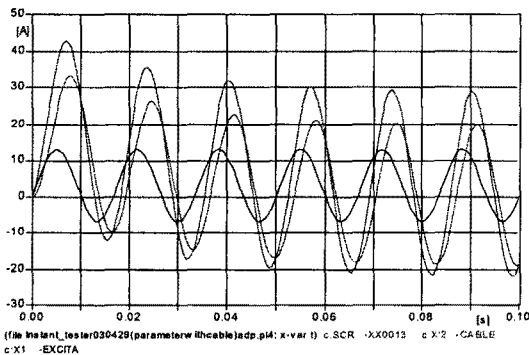


그림 5. 출력전류파형(t=0)

4.4.2 돌입전류를 "0"으로 하기위한 투입위상 제어시

전압영점에서 Gate Turn-on을 하지 않고 trial and error범의의해 실시한 결과 전압 영점을 기준으로 약 0.0033s 후에 Gate Turn-on하면 아래의 출력파형과 같이 정상상태의 전류와 같은 출력을 얻을 수 있는 최적값임을 알 수 있었다.

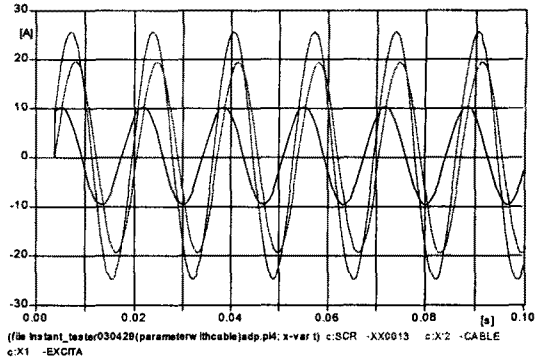


그림 6. 출력전류파형(t=0.0033s)

5. 결론

상기 결과를 토대로 IEC60947-2에따른 순시시험장비의 투입위상을 제어하여 변압기의 돌입전류를 "0"에 가깝게한다면, 규격에따른 정확한 시험을 할 수 있을것이라 생각한다. 따라서 향후계획으로는 먼저 선로정수를 구한 후 이것을 바탕으로 각 시험전류에따른 최적투입위상 값을 EMTP를 통하여 구하고, 설비의 제어 프로그램 수정하여 실제 시험에 적용한후, 더 나아가 설비의 개선에 활용할 예정이다. 본 설비의 개선에 따른 효과는 규격에따른 정확한 시험서비스를 제공하여 Manufacturer의 경쟁력 확보 및 규격에따른 정확한 시험을 함으로써 국가공인시험기관으로서의 위상제고에도 많은 기여를 할 수 있을것으로 사료된다.

[참고 문헌]

- [1] International Electrotechnical Commission, IEC Standard 60947-1, 2000-10
- [2] International Electrotechnical Commission, IEC Standard 60947-2, 2001-11
- [3] Electrical Transmission and Distribution, Westinghouse Electric Corporation, pp. 124-127, 1964