

SHORT CIRCUIT TEST BY SYNTHETIC METHOD

합성 시험

한국전기통신연구소
양천연구소 대전연구소

1. 서론

전력계통에서 고장전류로부터 계통을 보호할 목적으로 사용되고 있는 차단기의 성능을 연구할 목적으로 대전연구소에서 합성 단상 단류 시험 및 3상 단류 시험을 실시하고 있다. 그중에서 특별적인 것이 단류 시험이므로 단류발전기와 단류모양의 기동부수 시험설비를 이용하고 있다. 그러나 계통의 영향에 따라 차단기 차단용량이 커지면 단류 시험설비의 영향은 커질 수 있으나 계통이 다른 계통에 비해 용량의 시험설비로 차단용량이 큰 차단기의 시험을 실시할 수 있도록 개발한 합성 시험방법이 합성 시험이다. 여기에서는 한국전기통신연구소에서 실시한 170KV급 차단기에 대한 합성 시험법의 다른 단류 시험을 주로 해서 기술한다.

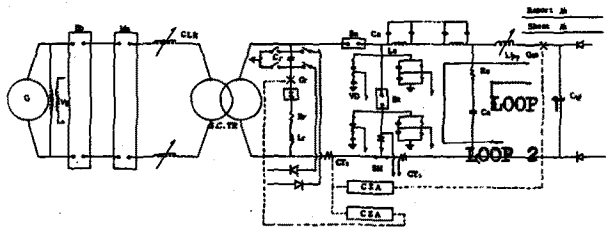
2. 합성 시험 개요

2.1 합성 시험 회로

고장전류에 상당하는 시험전류와 차단후의 회복전압을 7개의 선원, 단류발전기 및 단류모양의 기에서 공급하는 방법을 직렬 시험이라 하고, 합성 시험법이라 함은 전류원과 전압원을 별도로 하여 2개의 선원을 사용하는 시험법을 말한다.

이러한 합성 시험에는 교류주입전압 차단주입법

또는 2-PARAMETER 와 4-PARAMETER 의 시험법이 있으나 현재 가장 널리 사용되고 있는 대전연구소에서 사용하고 있는 전류주입법에 의한 2-PARA WEIL-DOBKE 합성 시험 회로는 그림 1과 같다.



| Remarks | Name | Remarks | Name |
|----------|------------------------------------|---------|---|
| Q | Short Circuit Breaker | Qv | Relay (for Tripping) Trip |
| SB | Short - Up Breaker | Qn | Main Tripping Trip |
| M | Making Switch | Cv | Main Capacitor |
| CLR | Current Limiting Reactor | Lv | Main Variable Reactor |
| S.C.T.R. | Short Circuit Transformer | Vd | Voltage Divider |
| As | Auxiliary Breaker | W | Wave Shaping Resistor |
| Is | Circuit Breaker under Test | Cs | Wave Shaping Capacitor |
| Cs | Short Line Fault Testing Capacitor | CT | Current Transformer for Testing Current |
| La | Short Line Fault Testing Reactor | CT1 | Current Transformer for C.A.A |
| Cr | Relay (for Current) | CZA | Current Zero Annunciator |
| Vr | Relay (for Voltage) | Vg | Generator Voltage |
| L | Inductive Reactor | Ss | Shunt |

그림 1 : 합성 시험 회로도

2.2 합성 시험의 용 가성

합성 시험에서 사용하는 전류원은 차단기의 정격전압보다 낮은 전압에서 시험전류만을 공급하게 되므로 차단시에 발생하는 아크전압으로 전류원전압과 시험전류가 심하게 왜곡되므로 차단 현상에 영향을 미치게 된다. 따라서 기존의 해외 연구소에서 합성 시험과 직렬 시험법에 따른 등가성에 대한 연구가 진행되었으며 IEC 보고서에서는 다음과 같이 여러가지 시험 조건이 기술되어 있다.

- 1) 차단시 전 최대 반파전류의 최대치와 주기가 고유전류치의 90% 이상
- 2) 전압원 전류 변화율이 고유전류 변화율의 100% 이상
- 3) 전압원 전류주입점이 전류원 전류 전 1/8 - 1/8사이를 이내
- 4) 전류원 회복전압의 차단기 정격수파수의 1/8

사이클 기간동안은 $0.95k \frac{\sqrt{2}}{3} u$ 이상이고 차단후 0.1초 이내에서는 $0.5 \frac{\sqrt{2}u}{3}$ 이상

단, k : first pole-to-clear factor

u : 차단기 정격전압

2.3 합성시험 회로 조정

차단시험시에는 시험전류, 주파수, 역률, 제기전압, 회복전압등을 규격치에 적합하도록 조정하지 않으면 안된다. 그중에서 주파수, 역률 회복전압은 간단하나 시험전류는 고장전류 계산법에 의한 계산결과에 따라 만류터액터를 사용, 조정하고 제기전압과 주입전류는 그림1의 Loop1 과 Loop2 의 과도현상 매수값으로 해석이 가능하나 다음과 같이 만류 계산법에 의해 결정한다.

- 1) $V_{c1} = V1$ (가정치)
- 2) $V_{c1}/L_v = \omega I \sqrt{2}$
- 3) $R_e = \frac{RRRV}{\omega I \sqrt{2}}$
- 4) $C_v = \frac{1}{L_v(2\pi f_1)^2}$
- 5) $C_t = \frac{1}{L_v(2\pi f_1 R_v)^2}$
- 6) $C_e = \frac{C_v C_t}{C_v + C_t}$
- 7) $TRV = V1 \times AMP \times \frac{C_v}{C_v + C_e} \times DCR$

단 AMP : 증폭율

DCR : 저감율

2.4 추정, 제어상의 문제점

합성시험시에 회로조정 및 결선을 제외하고는 고장전류인가에서 추정까지의 모든 과정을 1/100 사이클까지 조정이 가능한 시퀀스 타이머 백만분의 몇초까지 조정이 가능한 전류 0점 검출기를 사용하여 제어를 실시하고 있으며 추정은 전자오시보 그래픽(LIGHT BEAM OSCILLOGRAPH), 노시로스코프 분압기, 분류기등을 사용하고 있으나 합성시험실에서 몇백키로볼트의 높은 제폐과전압과 수십키로암페어의 전류가 통전되므로 심한 유도압에 의한 제어 및 추정의 실패가 야기되고 있다. 따라서 잡음을 감소시키기 위해서 FLEXIBLE 등을 사용 추정제어율을 작게시키고 전류영점 검출기의 정확한 정정들 위해서 시험전류를 DIGITAL MEMORY OSCILLOSCOPE로 추정 분석하는 방법등을 사용하고 있다. 이외에도 다음과 같이 정확한 추정을 위해서는 다음 사항에 유의하지 않으면 안되며, 추정 세이실파스의 예를들면 그림2와 같다.

- 1) 시험의로 접시는 7점 접시
- 2) 분압기는 DIFFERENTIAL 로 추정
- 3) 추정기 전류측은 도부터 SURGE 가 출입하지 않도록 절연면압기 및 필락을 사용
- 4) 1대의 계측기역 권위 수 다른 2가지 신호 입력 시 상호관섭에 유의
- 5) 접시선의 길이는 가능한 짧을 것
- 6) 분류기는 최대한 접지점에 가까운 것

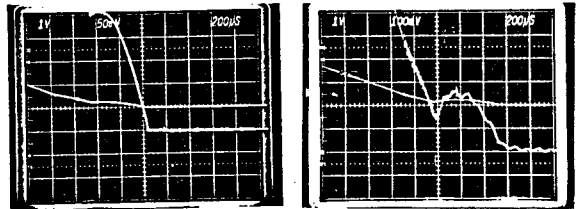


그림2 정파만추정(좌)와 추정실패(우)

2.5 시험 방법

1) 규격치 및 회로 정정치

IEC56-1 - 4 및 427 에 따른 시험규격치 및 회로정정치는 표1,2와 같다. 단, 합성시험시에는 4-PARA, 2-PARA 및 2-PART 시험법이 있으나 여기서는 2-PARA 시험법에 따른 시험치임.

| 시험명 | U ₀ KV | I ₀ KA | I ₁ KA | I ₂ KA | I ₃ KA | U ₀ /I ₀ RRRV | 시험계류 | 시험전류 (KA) |
|---------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|--|------------------|------------------------|
| 단류시험계류1 | 270 | (54) | 10.8 | 90 | 29 | 5.0 | 0-3분-0 | 31.5x0.1x (0.8-1.2) |
| "계류2 | 270 | 54 | 10.8 | 90 | 29 | 5.0 | " | 31.5x0.2x (0.8-1.2) |
| "계류3 | 270 | 136 | (22.6) | 90 | (88) | 2 | " | 31.5x0.6x (0.5-1.1) |
| "계류4 | 255 | 255 | 3.6 | 90 | 94 | 1 | 0e-0.3초-0e0-0분-0 | 31.5 |
| "계류5 | 255 | 255 | 3.6 | 90 | 94 | 1 | 0-3분-0 | " |

표1 170KV 31.5KA 시험규격치

| 시험명 | 정정 KV | 분압기 KV | 분류기 KV | V _e KV | C _v μF | I ₀ KA | R _e Ω | C _e μF |
|---------|----------|-----------|-----------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 단류시험계류1 | 16.1 | 18/48KV | 30 | 0.045 | - | - | - | - |
| 계류2 | 18 | 18/24KV | 30 | 0.225 | 210 | 3.255 | 20.44 | 190 0.167 |
| 계류3 | " | " | " | 0.075 | " | 5.34 | 12.06 | 60 0.95 |
| 계류4 | " | " | " | " | " | " | " | " |
| 계류5 | " | " | " | " | " | " | " | " |

표2 :170 KV 31.5KA 회로 정정치

2. 시험 결과

170KV, 31.5KA 급 차단기에 대한 시험결과는 그림 3, 4와 같다.

- 참고 문헌 -

1. IEC 56-1 - 4, 427 (HIGH VOLTAGE ALTERNATING-CURRENT-BREAKERS)
2. 전기학회 기술보고 2부 제46호('76. 일본) 차단기 시험법

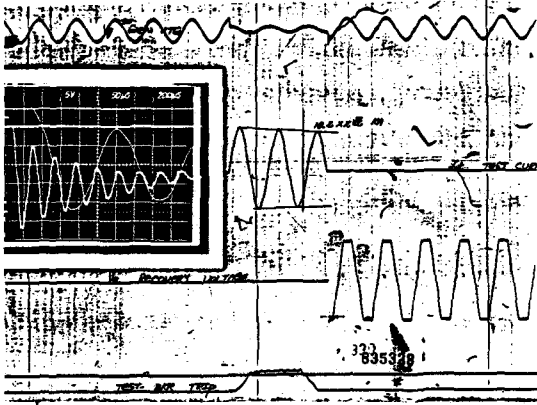


그림3 단락시험채무2(직접 시험)

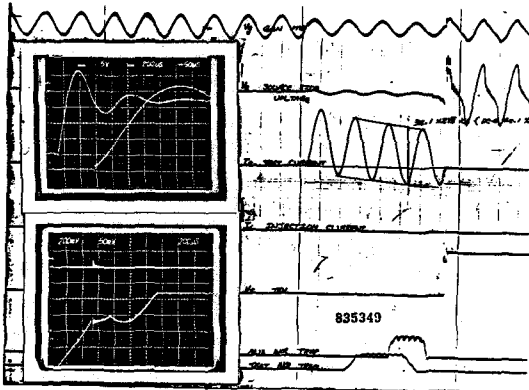


그림4 단락시험 채무5(합성 시험)

3. 결론

당연구소 단락시험설비 준공후 차단기, 부하 개폐기, 자동부하부하개폐기, 컷아웃브스위치, 모선연락등의 대한 대조표 시험뿐만 아니라 170KV 급 차단기에 대한 합성시험을 성공적으로 수행함으로써 고전압기기 국산화개발에 큰 기여를 하고 있으며 앞으로는 기기의 성능 시험뿐만 아니라 대조표대상물의 대한 기초연구활동등을 위해서도 더욱 노력과 많은 지원이 있을 것으로 기대된다.