

단락시험에서 후비보호차단기와 투입스위치의 중요 역할

김선구, 김선호, 김원만, 노창일, 이동준, 정흥수
한국전기연구원

The study of a primary role of Back up Breaker and Making Switch for Short Circuit Test

Sun-Koo, Kim, S.Dae-Ho, Kim, Won-Man, Kim, Chang-Il, Roh, Dong-Jun, Lee, Heung-Soo, Jung KERI

Abstract -There are many equipments for the Short Circuit Test, for example Short Circuit Generator, Induction Motor, Sequence Timer, Exciter, CLR, Back Up Breaker, Making Switch and TRV etc. Especially Back up Breaker and Making Switch are very important equipments to test the short circuit test. A role of a Back up Breaker is to break high-voltage and high-current for short circuit test and a Making Switch should be operated always same speed/time and kept electrical-mechanical characteristics to make the voltage and current of short circuit test.

This study introduces to the short circuit test also to kinds, principal movements and compare them of Back up Breaker and Making Switch.

Gen	.....	Generator
PT	.....	Potential Transformer
BB	.....	Back up Breaker
MS	.....	Making Switch
CLR	.....	Air-Cored Reactor
HVTR	.....	High Voltage Transformer
AMS	.....	Auxiliary Making Switch
ACB	.....	Auxiliary Circuit Breaker
VD	.....	Rogowski Coil
RC	.....	Current Transformer
TO	.....	Apparatus Under Test

1. 서 론

단락시험은 요구하는 시험전류와 전압을 규정된 방법으로 일정시간 피시품에 인가하는 시험이다. 이 시험을 위해서는 단락발전기, Induction Motor, Sequence Timer, 여자기, CLR, 후비보호차단기, 투입스위치, TRV 등 매우 많은 설비들이 필요하다.

이중에서 후비보호차단기와 투입스위치는 특히 중요한 기기로, 후비보호차단기는 단락시험 종료 후 전류를 차단하고, 투입스위치는 단락시험의 시험전류를 투입하는 역할을 담당한다. 요구하는 시간에 시험전류가 정확하게 투입되지 않으면 시험 시간과 비대칭전류의 조정이 어려워 시험이 불가능하다. 그리고 후비보호차단기는 시험 종료 후 또는 이상이 발생하였을 경우 피시품에 인가했던 전압과 전류를 차단하는 기기로 단락시험설비를 보호하는 최후의 보루이다.

본고에서는 간단한 단락시험을 소개하여 단락시험에 대한 이해를 돕고, 현재 주로 채택하여 사용 중인 후비보호차단기와 투입스위치의 종류와 동작원리 장단점 등에 대한 고찰과 단락시험에서 후비보호차단기와 투입스위치의 중요 역할에 대하여 논하고자 한다.

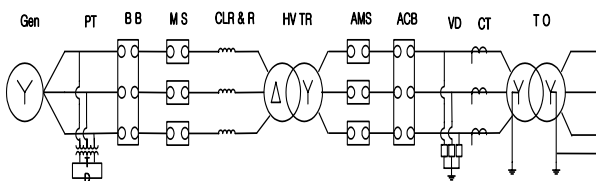
2. 본 론

2.1 단락시험의 소개

단락시험의 종류에는 전류 개폐시험, 단락투입차단시험, 단락합성시험, 내아크시험, 케이블내전압시험, 변압기류의 단락강도시험 등이 있다. 여기에서는 변압기의 단락강도시험에서 후비보호차단기와 투입스위치의 역할에 대하여 설명하고자 한다.

<그림 1>은 삼상변압기의 단락시험 회로도로서 **BB**는 후비보호차단기 **MS**는 투입스위치를 나타낸다. 변압기의 특성시험 Data를 기준으로 시험전압과 시험전류를 Exciter와 CLR로 조정하고 시험시간을 Sequence Timer로 설정한다. 다음 투입스위치의 투입각을 조정하여 비대칭시험전류를 조절한 후 Calibration을 실시하여 이상이 없는 경우 분시험을 실시한다.

시험은 후비보호차단기를 Close시키고 여자 전압을 서서히 인가하여 정



<그림 1> 삼상 변압기의 단락시험 회로도

격 시험전압에 맞추고 Making Switch를 투입하면 시험회로에 시험전압과 시험전류가 흐르게 되어 시험이 이루어진다. 이때 투입스위치는 항상 일정한 속도로 동작을 하여야 시험 시간과 전류의 위상을 조정할 수 있다. 후비보호차단기는 정상적으로 시험이 종료된 후 또는 시험 진행 중에 문제가 발생되었을 때 회로를 차단하여 설비를 보호하는 역할을 담당한다.

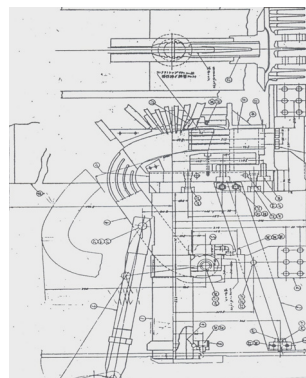
2.2. 후비보호 차단기와 투입스위치

현재 단락시험용으로 주로 사용되고 있는 후비보호차단기와 투입스위치의 종류, 동작원리, 장단점을 소개하여 중요한 단락시험설비인 후비보호차단기와 투입스위치에 대한 이해를 돕고자 한다.

2.2.1 후비보호차단기

1. 용도와 조건

- 1) 용도 : 단락시험 후 시험 회로를 차단한다.
- 2) 조건 : 삼상 일괄형으로 동시에 정확하게 차단이 이루어져야 한다.



(AA)

(BB)

<그림 2> 후비보호 차단기

2. 투입스위치의 구동 방법별 장단점

1) Compressed Air Type

- ① 소호방식 : Air Blast Type **<그림 2>**의 AA
- ② 밀폐방식 : 반밀폐형으로 Arc Chute는 노출됨.
- ③ 압축공기 : 10kg/cm²
- ④ 장점 : 동작이 확실하고 유지보수가 용이하며 운용비가 저렴함.
- ⑤ 단점 : 몸체가 커서 넓은 설치 면적을 필요로 하고 동작소음과 진동이 매우 큼.

2) SF6 Gas Charged Circuit Breaker

① 소호방식 : Puffering Type <그림 2>의 BB

② 밀폐방식 : 진밀폐형

③ SF6 Gas 압력 : 6.0±0.5kg/cm²

④ Hydraulic Oil Pressure : 320±10kg/cm²

⑤ 장점 : 동작소음과 진동이 작고 설치면적이 Air Blast Type에 비해 적어진다.

⑥ 단점 : 확실한 동작과 내구성이 Air Blast Type에 비해 떨어지고 유지보수 비용이 많이 소요되며, 기기 내부는 SF6 Gas가 충전된 밀폐적이고 Hydraulic Oil Pressure에 의해 구동되는 Actuator에 의해 동작되기 때문에 접점이나 부품의 교체나 수리 시에 많은 시간을 필요로 한다.

2.2.2 투입스위치

1. 용도와 조건

- 1) 용도 : Peak 전류의 인가를 요구하는 제반시험 용에 사용된다.
- 2) 조건 : 항상 일정한 투입시간을 유지하여야 하고 Chattering이 발생하지 않아야 한다.

2. 주요 투입스위치의 종류와 성격

<표 1> 투입스위치의 종류와 성격

제작사	정격	구동방법	투입시간(ms)
MITSUBISHI	18kV 104kAp	Compressed Air	17±0.46
TOSHIBA	15kV 375kAp	Compressed Air	41±0.82
SOVIET	12kV 330kAp	Spring Charge	29±0.286
ETNA	24kV 200kAp	Hydraulic Oil	14±0.20

3. 투입스위치의 구동 방법별 장단점

- 1) Compressed Air Type : 정격에 비해 물체와 동작소음과 진동이 매우 크고 별도로 Compressed Air System 설비를 갖추어야 하나, 유지보수 비용이 저렴하고 간단하다.
- 2) Spring Charge Type : Spring의 피로 현상으로 수명이 짧고 소음이 크다.
- 3) Hydraulic Oil Type : 현재 가장 선호하는 형으로 성능이 우수하고 소음이 적으며 Compact하나 고가이다.

4. 최근 투입스위치의 추세

- 1) 중전기기의 세계시장에서는 IEC의 제품인증을 요구하고 있다.
- 2) 인증을 받기 위해서는 IEC가 인정하는 국제전기기기인증시험소(CBTL)에서 실시하는 시험에 통과하여야 한다.
- 3) CBTL의 승인을 받기 위해서는 전류의 투입각을 5도(투입각의 오차범위가 ±0.23ms)이내로 조정 가능한 투입스위치를 보유하여야 한다.
- 4) <표 1>에서 보여주듯 현재 이를 만족하는 투입스witch는 Hydraulic Oil Type이 유일하다.

5. Hydraulic Oil Type의 투입스위치 일반

1) 구성

- ① Moving & Fixed Contact
- ② Hydraulic Oil Compressor
- ③ Closing & Opening Valve
- ④ Accumulator
- ⑤ Actuator
- ⑥ Quick Action Drain Valve
- ⑦ Opening & Closing Solenoid Valve
- ⑧ Hydraulic Oil Motor Driven Pump Unit
- ⑨ Cartridge of Activated Alumina



<그림 3> Hydraulic Oil Type의 투입스위치

2) 구조

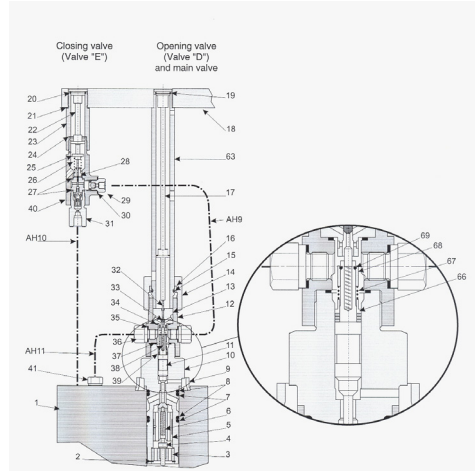
- ① Type : SF6 Gas Charged Type
- ② Hydraulic Oil Pressure : 370bar
- ③ SF6 Gas Pressure : 3bar±3%
- ④ Nitrogen Pre Charged Pressure : 130~168bar
- ⑤ Tolerance on Closing Time : ±0.2ms

3) 구동 방법

① Closing(or Opening) Signal → ② Electro Magnetic Solenoid Valve → ③ Closing(or Opening) Valve → ④ Accumulator → ⑤ Quick Action Drain Valve → ⑥ Actuator(Nitrogen Charge Pressure) → ⑦ Moving Contact

4) Closing & Opening Valve

Hydraulic Oil Type의 투입스위치의 여러 부품 중 가장 핵심부품은 Closing & Opening Valve로서 <그림 4>의 구조이며 40여개의 정밀 부속으로 구성되어 있다. 이 Valve는 Electro Magnetic Solenoid Valve에 의해 구동되며, Moving Contactor를 이동하는 Actuator의 Rod를 항상 정밀하고 정확하게 작동하는 역할을 직접 담당하는 부품으로 Chattering의 발생과 접점의 일정 Speed 유지에 밀접한 관계가 있다.



<그림 4> Closing & Operating Valve의 구조도

3. 결론

중전기기의 최종 성능 확인을 위한 단락시험은 설비의 가격이 매우 고가이고 의뢰인이 요구하는 규격에 만족하는 시험을 수행하기 위해서는 전문지식과 경험이 축적된 전문요원이 필요하다. 그리고 시험설비는 항상 제 성능을 발휘하여야 적합한 시험을 진행할 수 있다. 특히 시험 진행 중 시험설비를 보호하는 최후 보루인 후비보호차단기와 항상 일정한 속도로 시험 전압과 전류를 인가시켜주는 투입스위치의 여러 단락시험설비 중 가장 중요한 핵심 기기이다.

후비보호차단기는 Air Blast Type과 SF6 Gas Charged Type이 주로 사용되고 있는데 앞에서 언급했듯이 설치장소의 환경과 조건에 따라 기종을 선정하여야 한다. 특히 Air Blast Type은 별도로 Compressed Air System의 설비를 갖추어야 하고 동작 시 소음과 진동의 발생이 매우 크므로 고려하여야 한다.

투입스witch는 시험전류의 위상각을 제어하며 전압과 전류를 시험회로에 투입하는 기기이다. 그런데 점점 위상각의 범위를 축소하는 추세이다. 최근 CBTL에서는 위상각의 조정 범위를 5도 이내로 요구하고 있다. 즉 60Hz의 시험에서 투입스switch의 Accuracy가 ±0.23ms 이내이어야 한다. 이를 만족시키는 것으로는 <표 1>에서 보여 주듯 Hydraulic Oil Type이 유일하다.

후비보호차단기와 투입스switch는 기기의 선정 못지않게 항상 제 성능과 기능이 유지될 수 있도록 철저히 관리하여야 한다. 만일 후비보호차단기가 필요한 때 정확히 작동하지 않으면 대형사고가 유발될 수 있고, 투입스switch의 접점 Speed가 일정하지 않거나 Chattering이 발생하면 위상각과 통전시간의 조정이 불가능하여 적합한 시험의 수행이 불가능하게 된다.

[참고 문헌]

- [1] ETNA, "OPERATION BLOCKS", 2004
- [2] ETNA, "Hydro-Pneumatic Accumulator", 2002.
- [3] 한국전기연구소, "Making Switch의 국산화 연구", 1989.02.
- [4] 기초전력공학공동연구소, "차단기 설계기술", 1997.
- [5] 日コナ社, "大電流 工學 핸드ブック", 1992.