

대용량(50kA)의 Making Switch와 Back Up Breaker 접점 개발에 따른 검증시험의 연구

김선구, 김원만, 나대열, 노창일, 이동준, 정흥수
한국전기연구원

The Study of the Verification Test for Development of Contacts(50kA) of Making Switch and Back Up Breaker

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

Abstract - The Back Up Breaker and Making Switch are very important equipments for the short circuit test facility, and contacts are the most important parts of the above switches. There are very many kind of contacts according to switches characteristic and should be done the verification test before use, especially development contacts. This study describes the class of switches, arc chute, material of whole contacts and essential test for verification. The essential test for verification are dielectric test, mechanical operation test, short-time withstand current test, load current breaking test, and short-circuit making current test etc.

1. 서 론

전력계통이 점차 대형화되어감에 따라 각종 전기기기도 대용량화 되고 있으며, 또한 높은 신뢰도가 요구되고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위하여 수행하는 시험이 단락시험이다. 단락시험설비는 여러 기기들로 이루어져 있으며, 특히 Back up Breaker와 Making Switch는 이들 기기 중 매우 중요한 구성기기이다. Back up Breaker는 단락시험 회로를 차단하는 역할을 하는 기기로 시험이 종료되거나 시험 진행 중에 사고가 발생하면 단락발전기로부터 전원의 공급을 차단하는 역할을 하고, Making Switch는 단락시험을 수행할 때 시험회로를 최후에 폐로시키는 역할을 하는 차단기의 일종이다.

접점은 이들 기기의 핵심 부품으로 도전성이 매우 우수하여야 하고, 투입 차단 시 발생하는 고온의 Arc 열에도 충분히 견디는 재질이어야 하며, 10,000회 이상의 기계적인 동작 시험에도 변형 소손이 없어야 한다. 본 연구에서는 소호매질에 따른 차단기의 종류, 소호의 방식과 원리, 접점의 재질, 대용량의 Making Switch와 Back Up Breaker 접점의 개발에 따른 주요 검증시험에 대하여 논하고자 한다.

2. 본 론

2.1 소호매질에 따른 차단기의 종류

1) 기중(氣中) 차단기 : 대기중에서 소호가 이루어지는 차단기로 Load Breaker Switch(부하개폐기), Air Circuit Breaker(기중차단기), Molded Case Circuit Breaker(패션용차단기) 등이 있다.

2) Oil(유입) 차단기 : 절연유를 소호 매질로 사용하며 Tank 형과 少유량형으로 細분류한다. 1910년대부터 GE와 WH에서 꾸준히 개발하여 온 기종으로 예전의 주종이었으며, Auto Section Switch(고장구간자동개폐기) 등이 있다.

3) 진공차단기 : 1926년 Sorenson이 고안하여 1960년대에 GE의 Lee와 영국의 Reece 등에 의해 실용화 되어 현재

36kV 이하의 전력계통에서 가장 많이 사용하고 있다. 여기에는 Vacuum Circuit Breaker(진공차단기) 등이 있다.

4) Gas 차단기 : WH에서 1950년도 후반 SF₆같은 불활성 가스를 소호 매질로 사용하는 차단기를 개발하여 현재 대용량 특고압 등에서 주로 사용되고 있으며, Gas Insulated Switch Gear, Automatic Load Transfer Switch(자동 부하 전환개폐기), Gas Auto Section Switch(가스유입 고장구간자동개폐기) 장구간 자동개폐기) 등이 있다.

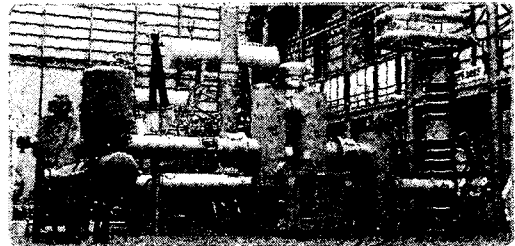


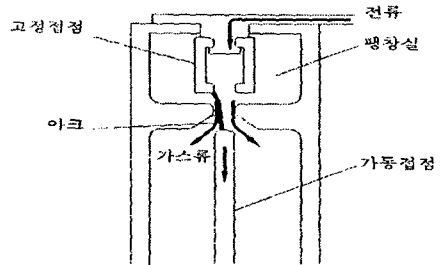
그림 1. Gas Insulated Switchgear

主 소호 방식	細部 소호 방식
Thermal Expansion(열팽창)방식	1. 동일 아크 유동로 열팽창 소호 2. 별도 아크 유동로 열팽창 소호
Rotary(자력식)방식	1. 구동 코일 자력식 소호 2. 영구자석 자력식 소호 3. 구동 코일, 영구자석 자력식 소호
Suction(흡입식)분사방식	1. 일반흡입식 소호 2. 양방흡입식 소호
Double Pressure(이중압력) 분사방식	1. 단일유동 이중압력 분사식 소호 2. 이중유동 이중압력 분사식 소호
Puffer(압축분사)방식	1. 단일 유동 Puffer 식 2. 이중 유동 Puffer 식 3. Back-Flow Puffer 식

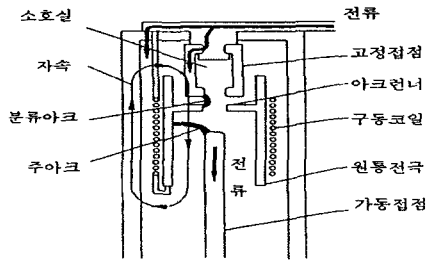
2.2 소호 방식과 원리

1) 소호 방식

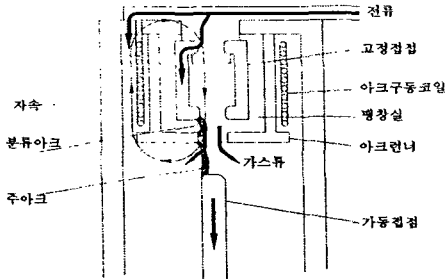
2) 열팽창 소호 방식의 원리



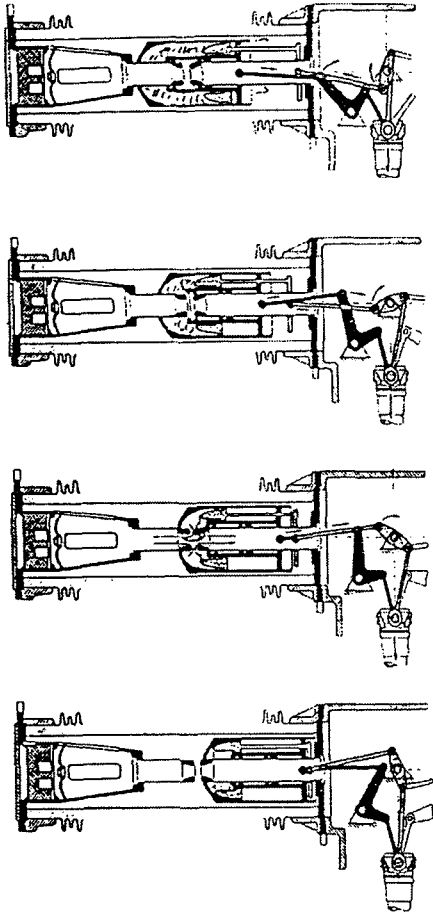
3) Rotary Arc 소호 방식의 원리



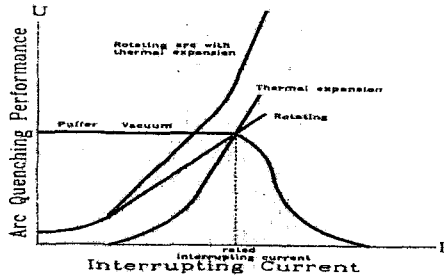
4) 복합소호방식(열팽창 + Rotary)



5) Puffer 소호 방식



6) 소호방식에 따른 소호력의 비교



2.3 접점의 재질

1) 주 접점의 재질

접점은 기기의 형태와 용도에 따라 형상과 종류가 매우 다양하나 크게 약전용과 강전용으로 나뉘며, 전자의 경우 접점의 접촉력이 약하여 접촉표면에 생성되는 산화물, 황화물 등의 영향을 받기 쉬워 주로 화학적으로 안정되어 있는 귀금속 및 그 합금류가 사용되고, 접촉저항이 적은 것이 특히 요구된다.

Back up Breaker나 Making Switch와 같은 후자의 접점은 Arc에 의해 발생하는 고열에 견디고 용착이 되지 않아야 되며 주로 사용되는 주접점의 재질로는 W Cu, W Ag, WC Cu 또는 WC Ag, Cu·Cr 등을 많이 사용하고 있다.

2) Arc 접점의 주요 재질

Arc에 의해 생성되는 온도는 2,000~25,000°K로 매우 높다. 따라서 Arc 접점의 재질은 온도에 잘 견디고 전기적인 도전성이 좋으며 기계적인 경도·인장력이 우수한 W, Cr, Mo 등의 합금을 많이 사용하고 있으나, 접점의 Closing 시 Arc 접점이 상대 접점과 기계적인 접촉이 직접 가해지지 않는 형상의 일부 대용량의 Puffering 소호방식에는 용점이 아주 높고 (밀도 3.5g/cm³-3,800°C, 밀도 2.1g/cm³ 3,500°C), 열전도율과 도전율이 양호한 Graphite(그림 2 Back up Breaker의 접점 참조)도 사용한다.

또한 접점은 다음의 세가지 기능이 특히 요구 된다.

가. 접촉력이 좋을 것. 즉 완전히 접촉하여 회로를 구성할 것

나. 통전 시 저항이 작을 것

다. 고정·가동 접점이 완전히 떨어져서 차단할 것.

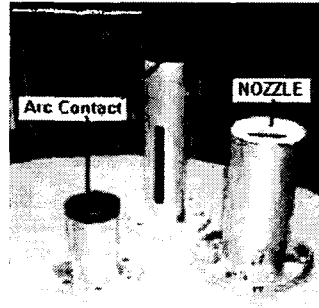


그림 2. Back Up Breaker의 접점

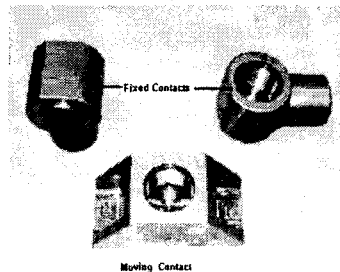


그림 3. Making Switch의 접점

3) 접점의 개발 단계

보통 접점의 개발은 다음과 같은 단계로 이루어진다.

- 가. 적합한 재질의 선정
- 나. 전기 기계적인 특성의 해석
- 다. 도면의 작성
- 라. 금형의 제작
- 마. 접점의 제조
- 바. 전기·기계적인 특성 시험

2.4 접점의 주요 검증시험

접점을 개발한 후 실제 사용하기 위해서는 사용전에 충분한 시험을 거쳐서 이상이 없어야 하며, 이의 검증을 위한 주요시험으로는 다음과 같은 종류가 있다.

- 가. 접촉저항 측정
- 나. 내압시험
- 다. 동작시험
- 라. 단시간 전류 시험(Short time withstand current test)
- 마. 차단시험(Load current breaking test)
- 바. 투입시험(Short-circuit making current test)등이 있다.

1) 접촉저항 측정

접점이 Close된 상태에서 접점의 양단간에 전류를 흘렸을 때 저항이 어느 정도인지 측정하는 시험. 접점 접촉부의 통전 상태를 간접 확인하는 방법이다.

2) 내압시험

접점 양단간에 사용 전압에서의 절연 상태를 파악하기 위한 시험이다.

3) 동작시험

접점을 사용기기에 체결한 후 10,000회 동작시험을 실시하여 접점의 변형을 확인하는 시험이다. 시험 중에 접촉저항을 측정하여 접점 접합면의 상태를 병행하여 확인한다.

4) 단시간 전류 시험(Short-time withstand current test)

단시간 전류시험은 접점이 Close된 상태에서 단시간 정격전류를 오랜 시간(2sec)을 통전 시켰을 때 접점의 용융, 변형 상태 등을 검증하기 위하여 실시한다. 그림 4은 단시간 전류시험의 회로도이고, 그림 5는 Making Switch의 단시간 전류 시험 Oscillograph이다

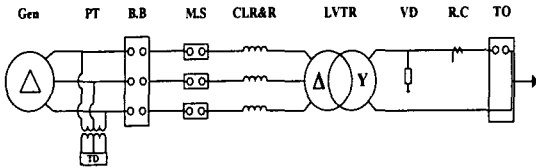


그림 4. 단시간 전류 시험 회로도

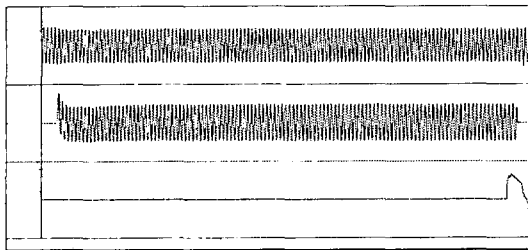


그림 5. 단시간 전류 시험 Oscillograph

5) 차단시험

단시간 전류시험을 실시하고 절연부의 상태를 확인하여 양호한 것으로 판단되면 실제 사용 전압 전류를 인가하여 차단 여부를 확인하는 시험이다. 그림 6은 Back Up Breaker의 차단전류시험의 Oscillograph이며, 그림 7은 차단전류시험의 장면이다.

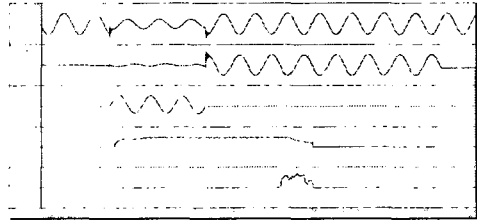


그림 6. 차단전류시험 Oscillograph

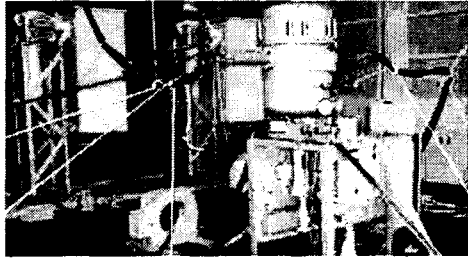


그림 7. 차단 전류 시험 장면

6) 투입시험(Short-circuit making current test)

고압 대전류의 투입을 원활하게 수행할 수 있는지 확인하기 위한 투입시험은 Making Switch의 성능을 검증하는 가장 중요한 시험이며, 그림 8은 투입전류시험 Oscillograph이다.

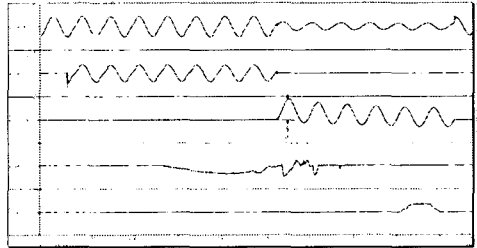


그림 8. 투입전류시험 Oscillograph

3. 결 론

Back up Breaker나 Making Switch는 사고발생시 미치는 파급이 대단히 크기 때문에 구성 부품 하나하나에 세심한 배려를 하여야한다. 특히 구성 부품 중에서 가장 중요한 접점을 개발하기 위해서는 선정된 기기의 특성과 원리를 먼저 이해한 다음 접점의 형상, 화학적 물리적인 특성, 도면작성, 금형제작, 시편제작, 시험 등 여러 단계를 거쳐야 한다. 또한 접점 개발에 가장 큰 어려움 중의 하나는 접점의 성능검정 시험을 수행할 기기의 선정과 전기적인 특성시험이다. Making Switch나 Back Up Breaker와 같이 대용량의 접점을 사용하는 기기는 대부분 외국제품이고 가격도 고가일 뿐만 아니라 시험진행 중에 사고가 발생하면 기기의 재사용이 거의 불가능하므로, 개발에 앞서 사전에 개발 접점에 대한 충분한 자료 수집과 분석을 하고, 특히 전기적인 특성시험은 진행 방법에 대하여 면밀한 사전 검토를 하여야 한다.

여러번의 제작과 시험을 반복하여 1000MVA 급의 Back up Breaker와 Making Switch 접점의 화학적 물리적인 특성 Data를 얻었고, 이를 기초로 제작한 접점으로 최종 성능검증시험인 기계적인 시험과 전기적인 특성 시험을 실시하여 성공함으로써 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국전기연구소, "저압 Air Circuit Breaker의 개발", 1988.10.
- [2] 한국전기연구소, "Making Switch의 국산화 연구", 1989.02.
- [3] MS Naidu, "High Voltage Engineering", 1995.