

245kV 40kA Motor-drive형 초고압 GIS 개발

여창호, 서경보, 김정배, 권기영
(주)효성

The Development of 245kV 40kA GIS with Motor-drive Mechanism

Chang-Ho Yeo, Kyoung-Bo Seo, Jeong-Bae Kim, Ki-Yeoung Kweon
Hyosung Corporation

Abstract - This study is a development of 245kV 40kA GIS(Gas Insulated Switchgear) with motor-drive mechanism. The Ultra high voltage GIS applicates an interception technology of hybrid arc extinguishing method and Motor-Direct-Drive-Mechanism for operation type. We will develop a compact GIS for construction of an intelligent substation by an applicated IT technology.

1. 서 론

현재 국내 중전기 시장은 한전, 민수, 관수로 나눌 수 있는데, 대다수는 한전을 중심으로 이루어져 있으며, 그 시장규모에 비해 다수의 기업이 참여하고 있기 때문에, 국내 중전기 업체의 경쟁은 더욱 심화되고 있다. 따라서 국내 중전기 업체가 더욱 발전해 나아가기 위해서는 해외시장 진출 확대를 위한 수출용 전력기기의 개발에 주력하여, WTO 체제하의 시장 개방화 정책에 따른 국내의 시장에서의 사용자의 요구에 부응하는 선진기술을 개발함으로써, 국내 차단기의 수요를 해외선진업체에 선점 당하지 않을뿐더러 수출에도 기여를 할 수 있을 것이다. 따라서 유럽의 선진 Maker들이 주도하고 있는 해외 시장에서 경쟁력을 갖기 위해서는 고성능, 저가격의 기종 개발이 절실히 요구되고 있다. 복합소호방식은 현재의 타력 Puffer방식에 비해 약 30-60%의 저조작력으로 동일한 차단성능 확보가 실현 가능함에 따라 원가절감 측면에서 수출시장에서의 경쟁력이 강화되고, 향후 타 기종의 복합소호방식 차단부 개발에 응용이 가능하다. 245kV급 GIS(Gas Insulated Switchgear)는 동남아시아의 필리핀, 태국, 인도네시아, 말레이시아 등과 인도시장의 개척에 의한 수출규모 확대가 1차 효과이며, 245kV급 Motor-drive형 초고압 GIS를 자체 기술로 개발하여 수출한다는 것은 선진 Maker와의 특허 탈피와 더불어 국제시장에서 한국 기술의 위상을 높이는 계기가 될 것이다. 국내에서는 아직 Motor-drive형 초고압 GIS의 기술 개발이 이루어지지 않고 있지만, 당사가 개발 진행중인 245kV 40kA Motor-drive형 초고압 GIS는 복합소호방식을 적용하여 조작력을 획기적으로 절감한 차단부를 구성하고, Motor-drive 조작방식을 채용한 세계 최첨단기술 응용의 GIS 개발이기도 하다.

2. 본 론

2.1 복합소호 차단부

복합소호(Hybrid arc extinguishing)방식에서 대전류 차단은 열Puffer의 압력상승을, 소전류 차단은 압축 Puffer 내의 압력상승을 이용하는 즉, 차단기능을 이원화시킨 특징을 가지고 있다. 따라서 복합소호 차단부(Circuit Breaker)는 소전류 차단에 필요한 압력상승만을 기계적인 동작에 의해 얻기만 하면 되므로, 퍼퍼 실린더

를 소형화할 수 있고, 그만큼의 조작기의 부담을 감소시킬 수 있다. 아래의 그림1은 복합소호 차단부의 개·폐로 상태를 나타낸 그림이며, 차단원리는 다음과 같다. 폐로 상태에서 차단기가 신호를 받으면 조작기는 가동부를 우측으로 잡아당기게 된다. 이때 아크접점이 분리되면서 아크(Arc)가 발생하고 아크에 의해 팽창된 노즐 상류장의 열가스는 열Puffer로 역류하여 열Puffer내의 압력을 상승시킨다. 이 시점에서 열Puffer의 압력상승이 압축 Puffer의 기계적인 압축작용에 의한 압력상승보다 크다면 그 압력차에 의해 역지벤은 열 Puffer와 압축Puffer 사이의 유로 구멍을 막게 된다. 반대의 경우는 유로 구멍이 열려 압축 Puffer 내의 압축된 가스가 열 Puffer와 노즐 상류장을 통해 아크로 분사된다. 열 Puffer로 역류했던 핫가스(Hot gas)는 고정아크 접점이 노즐 목을 빠져 나감으로 해서 다시 노즐 상류장을 통해 아크로 분사되어 아크를 소호하게 된다. 전류차단 직후에는 과도회복전압이 인가되고 극간의 절연성능에 따라 차단 성공과 실패가 결정된다.

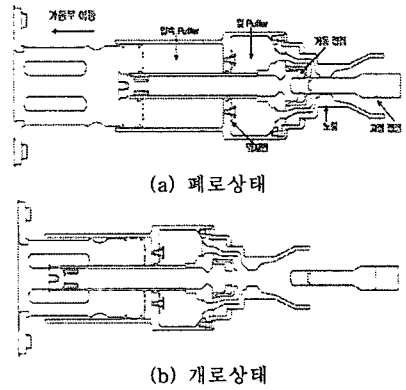
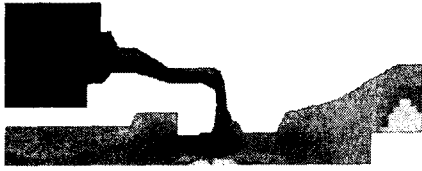


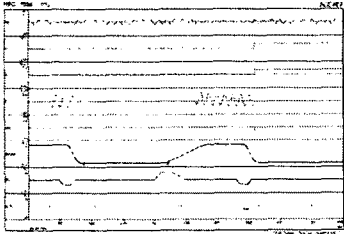
그림 1. 복합소호 차단부의 개·폐로상태

2.1.1 대전류 차단성능

대전류 차단시 가동부가 이동을 시작하면 가동부 접점과 고정부 접점사이에서 아크가 발생하게 된다. 아크에 의해 발생된 에너지는 매질인 SF6가스를 고온의 상태로 만들며, 이 고온의 에너지는 내부 노즐을 용삭(Ablation) 시키게 된다. 이때 발생된 온도는 25,000[K] 내외이며, 이러한 현상이 불과 수밀리초(Milli-second)내에 발생하므로 실험 및 수치적으로 현상을 예측한다는 것은 매우 어려운 일이다. 하지만 SF6가스의 물성치를 해석영역 내에서 계산이 가능하도록 데이터베이스화하여 상용코드를 사용하여 복합소호 차단부의 노즐, 노즐커버, 파이프 및 아크 접점의 형상을 변경하며 대전류 해석을 수행하였고, 해석되어진 결과를 바탕으로 피서품을 제작하여



(a) 대전류 해석(압력분포)



(b) 차단시험 결과



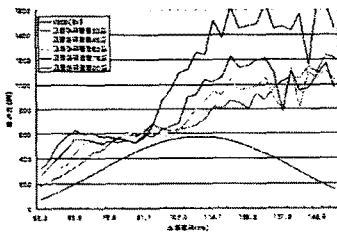
(c) KERI 차단시험 장면

그림 2. 복합소호 차단부의 대전류 해석 및 차단시험

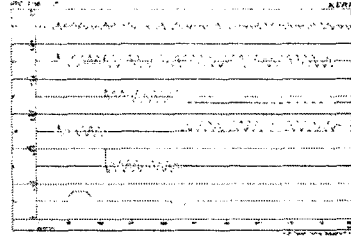
한국전기연구원(KERI)에서 대전력 단락시험인 SLF(Short Line Fault), BTF(Breaking Terminal Fault) 등을 실시하였다.

2.1.2 소전류 차단성능

소전류와 같이 차단 전류의 크기가 작은 경우에는 접점이 분리된 후 곧 차단을 하게 된다. 이 경우에는 극간의 거리가 가까우면서 계통 전압 최대치의 약 2배에 가까운 전압이 극간에 인가되어 재점화(Reignition)가 일어날 가능성이 높아지며, 재점화가 일어난 후에는 극간에 절연회복 능력이 발생한다. 따라서 소전류 차단 성능은 극간의 절연회복 능력과 밀접한 관계가 있으며, 극간의 절연회복 능력은 극간의 가스 밀도와 전계 강도에 의해 결정된다. 소전류 차단시 성능 예측을 위해 냉가스 유동해석에 의해 차단부 압력 및 가스밀도 분포를 계산하고, 전계해석을 통해 극간의 전계 강도를 계산하여 이들 값으로부터 내전압특성을 시뮬레이션 하였으며, 해석되어진 결과를 바탕으로 KERI에서 소전류 성능확인 시험을 실시하였다.



(a) 소전류 해석(내전압 특성)



(b) 차단시험 결과

그림 3. 복합소호 차단부의 소전류 해석 및 차단시험

2.2 Motor-drive형 조작기

현재 초고압 GIS의 차단부 조작기는 기계적인 스프링 방식 또는 유압방식이 주류를 이루고 있지만 모터·드라이브방식(Motor Direct Drive Mechanism, 이하 MDDM)은 기계적인 조작부를 회전형 전동기를 이용한다. 그림 4는 MDDM 구동시스템의 개요를 나타낸다. MDDM은 아래에 나타난 것과 같이 전동기의 회전운동을 직선운동으로 변환하여 차단부를 조작하는 방식이다.

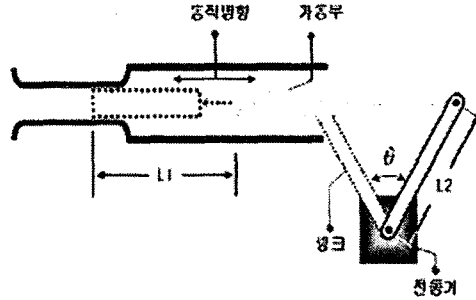


그림 4. MDDM의 구동시스템

그림 5는 MDDM 시스템의 전체 구성을 나타내고 있다. 구성은 제어부, 전동기, 위치 검출장치, 에너지 공급/저장 장치, 차단부로 나눌 수 있다.

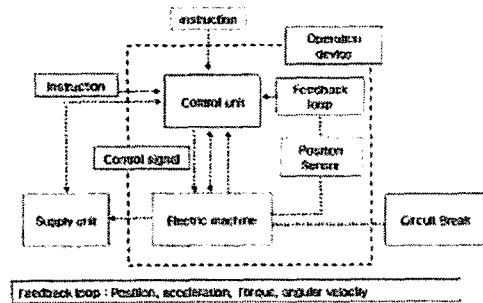
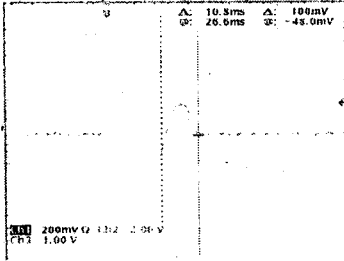


그림 5. MDDM의 시스템 구성

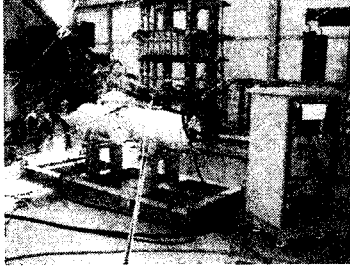
MDDM 시스템에서 모터의 구동은 상위에서 Open 또는 Close 동작 지령을 받게 되면 정해놓은 시퀀스에 따라 위치검출장치에서 전동기의 위치정보를 피드백하여 정해진 각도까지 회전하여 가동부를 이동시킨다. 위치 검출장치를 통하여 차단부의 위치, 속도, 토크, 회전자 각속도 등을 알 수 있다. 한편 전동기에 공급되는 에너지는 에너지 저장장치(Capacity bank)를 통하여 공급하는데 이 에너지 저장장치는 전동기의 큰 전류공급과 공급전원이 차단되었을 경우에도 Open, Close 동작을 수행할 수 있도록 하기 위함이다.

3. 결 론

본 논문에서는 245kV 40kA Motor-drive형 초고압 GIS의 복합소호 차단 기술 및 MDDM이라는 IT 기술이 접목된 새로운 조작방식을 적용한 GIS 개발에 대하여 설명하였다. 그리고 이 두 가지 기술이 접목되어 Motor-drive형 GIS 개발이 현재 진행 중이다. 앞으로 GIS의 성능확보 및 신뢰성 확보를 위한 지속적인 연구개발을 할 예정이다.



(a) 간이합성 시험결과(전류 40kA인가)



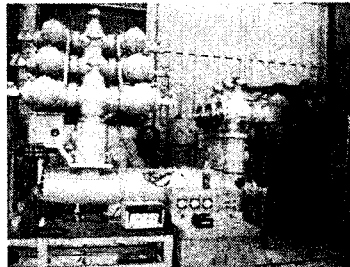
(b) 차단시험 장면

그림 6. MDDM 차단부 차단시험

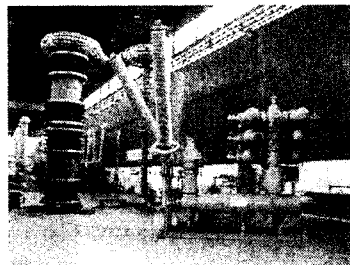
그림 6은 MDDM방식을 적용한 차단부의 유부하 특성 시험을 나타낸 것이다. 유부하 시험을 통하여 스트로크의 특성을 분석하고 Drive를 정확히 제어하기 위하여 당사 간이합성시험장에서 시험을 실시하였다.

2.3 245kV 40kA Motor-drive형 GIS

현재 당사에서 GIS를 제작하여 개발시험을 진행 중에 있으며 아래의 그림 7은 GIS에 대한 온도상승시험과 절연시험 장면을 보여주고 있다.



(a) 온도상승시험 장면



(b) 절연시험 장면

그림 7. 245kV 40kA Motor-drive형 GIS

감사의 글

본 연구는 산업자원부의 중기거점 기술개발 사업의 지원으로 수행중인 "245kV 40kA Motor-drive형 초고압 GIS 개발"과제의 일환으로 수행되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] "SF6 가스차단부 설계기술 개발", 한국전기연구원, 2001
- [2] "신차단방식 설계기술 개발", 한국전기연구원, 2004
- [3] 김진범, 여창호, 서경보, 권기영, 이학성, "초고압 복합소호 차단부의 열가스 거동 예측", 2007년도 대한기계학회 춘계 학술대회 논문집
- [4] 정관하, 오영진, 여창호, 서인영, "SPMSM을 이용한 245kV 40kA GIS 조작기 개발에 관한 연구", 2007년도 전력전자학회 춘계학술대회 논문집