

가스절연 개폐장치(GIS)의 대전류 온도상승시험

송 원표, 권 기영, 정 준모, 신 의호
 호성중공업(주) 기술연구소

High Current Temperature-rise Tests of Gas Insulated Switchgear

W.P.Song, K.Y.Kweon, J.M.Jung, I.H.Shin
 HYOSUNG INDUSTRIES CO., LTD.

Abstract - The temperature rise of high current GIS occur in the main conductors, in the electrical contacts and in the enclosures. We examine the main heat sources and estimate these effects on the temperature rise in GIS.

하여 주요 발열요인별 온도상승에 대한 영향을 검토하고자 한다.

1. 서 론

국내 운전중인 주요 전력계통은 154kV, 345kV로 전력계통의 정격전류 4000A가 최고 송전용량을 이루고 있다. 그러나 국내 전력수요는 경제성장과 더불어 매년 급격히 증가하고 있는 실정이며 이에 따라 전력계통도 꾸준히 증가할 것으로 예상된다. 또한 전원의 공급, 수요처가 원거리화 됨에 따라 송전전력의 증대가 예상된다. 향후 2001년 격상 예정인 초초고압 765kV 송전계통의 정격전류가 8000A로 확정됨에 따라 765kV 송전계통과 345kV 송전계통의 연계를 위하여 8000A급 362kV GIS의 개발이 요구되고 있다. 중전기분야에서 선도적 역할을 하고 있는 당사는 국내 전력계통 격상추진사업에 차질이 없도록 하기 위하여 초고압 대용량 차단기를 꾸준히 개발하고 있으며 그 일환으로 345kV 계통의 8000A GIS 및 CB를 개발완료 하였으며 765kV 계통의 8000A GIS 및 CB를 개발중에 있다. 본 연구에서는 기존 362kV 40kA용 정격전류 4000A GIS와 362kV 63kA용 8000A GIS의 온도 상승 시험을 실시하여 주요 발열요인에 의한 온도상승치를 비교, 검토한다.

2. 본 론

2.1 연구배경

정상상태에서 정격전류를 연속적으로 통전하고 있는 차단기의 경우, 주도체부 및 기타 차단기를 구성하고 있는 관련 기기에서는 여러 가지 발열요인에 의하여 열이 발생하여 기기의 온도가 상승하게 된다. 여기서 정격전류란 정격전압 및 정격주파수로 규정된 온도 상승 한도를 초과하지 않고 연속적으로 통전이 가능한 전류한계를 일컬으며 표준정격전류는 KS규격의 경우 200A, 400A, 600A, 1200A 그리고 2000A이며 ESB규격의 경우 600A, 1200A, 2000A, 3000A 그리고 4000A로 설정되어 있다. 이러한 온도상승은 표 1과 같이 규격에 그 온도 상승 한도가 규정되어 있다. 현재까지 보고된 외국자료를 보면 일반적으로 4000A 이상의 대전류 통전시 GIS 설계치수의 선정은 절연설계에 따른 제한조건 보다 열적 제한요소가 더 크게 영향을 주는 것으로 보고되고 있다. 기타 선진국에서는 이미 이에 대한 연구가 활발히 진행중이 있으나 국내에서는 거의 찾아보기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 4000A 대전류 통전시 온도상승시험과 8000A 대전류 통전시험을 실시

표 1. 온도상승한도(한전구매규격)

부 분	최 대 치	
	최고 허용 온도(℃)	온도상승 한도(K)
1. 도체, 접점		
동 및 동합금(SF ₆)	90	50
접점 은도금(SF ₆)	105	65
2. 볼트조임 또는 동등한 접속		
동, 동합금 및 알루미늄합금(SF ₆)	105	65
은도금 및 니켈도금(SF ₆)	115	75
3. 스크류, 볼트로 외부 도체에 연결된 접촉단자(공기)은, 니켈 및 주석도금	105	65

2.1.1 온도 상승 시험

온도상승용 피시험체는 당사에서 설계, 제작한 362kV 63kA 8000A GIS와 362kV 40kA 4000A GIS 2기종을 사용하여 실시하였다. 362kV 63kA 8000A GIS 시험용 Layout도는 그림 1, 그림 2와 같다.

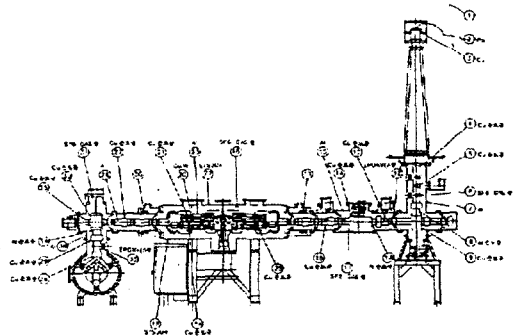


그림 1. 단상구간 온도 상승 시험 자세도

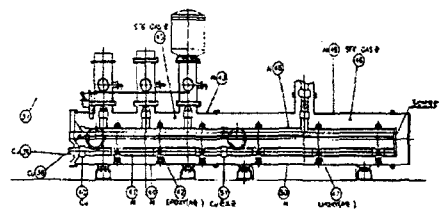


그림 2. 3상 주도선구간 온도 상승 시험 자세도

2.1.2 시험방법

피시품의 온도를 측정하기 위하여 센서는 구리-콘스탄탄으로 이루어진 T-Type 열전대를 사용하였으며 센서 취부부위는 표면을 깨끗이 처리한 후 열전달이 잘 되도록 취부하였다. 이 열전대를 Hybrid Recorder를 통하여 온도를 매시간 기록하였다. 4000A, 8000A의 대전류를 공급하기 위하여 기존 6.6kV 배전라인에 IVR과 배전변압기를 직렬로 연결하여 피시품에 시험전류를 공급하였다.

2.1.3 온도 상승 시험시 주의사항

온도 상승 시험은 3상 개폐장치로 시행되어야 하나 타상 또는 다른 장치(units)의 영향이 무시할 수 있는 경우에 단상 또는 단일 장치(single unit)로 시행할 수 있으므로 본 연구에서는 단상구간과 3상 M.Bus구간으로 나누어 각각 실시하였다. 온도 상승 시험은 각 규격에 규정한 시험상 주의사항을 준수하여 실시하였으며 시험상 주요 주의사항을 요약하면 다음과 같다.

1. 주회로의 온도 상승 시험은 폐로 상태에서 실시
2. 기류(air current)가 없는 옥내에서 실시 (공기속도가 0.5 m/s를 초과하지 않아야 한다.)
3. 피시품은 실제 사용상태와 동일하게 설치하여 실시
4. 시험시 주위온도는 10℃~40℃의 범위에서 실시
4. 포화상태의 판정은 충분한 시간이 경과한 후 온도 상승치가 1시간에 1K를 초과하지 않을 경우 최종 온도로 간주한다.

2.2.1 시험결과

일반적으로 GIS에서 주요 발열요인으로 첫째 주도체의 주울손실, 둘째 외부탱크에서 발생하는 순환전류와 와전류에 의한 손실, 셋째 전기적 접촉부위의 저항에 의한 주울손실 등이 있다. 이러한 손실에 의하여 열이 발생하여 각 부위의 온도는 상승하게 된다. 본 연구에서 온도상승 결과치는 그림 3과 그림 4와 같다.

MBs 온도상승시험

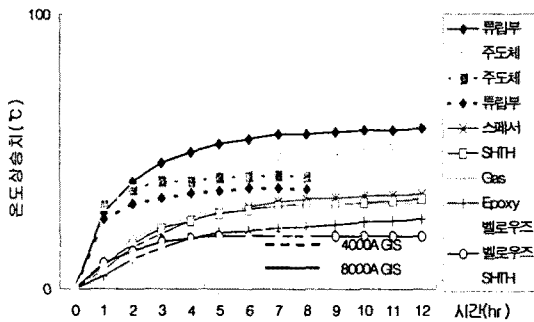


그림 3. 3상 M. Bus구간 온도 상승 시험 결과

3상 M. Bus구간의 온도 상승 시험결과치는 그림 3에서와 같이 모두 양호함을 알 수 있다. 주도체의 경우 발열은 도체 재료의 저항이 기본 열원요소로 4000A GIS와 8000A GIS 모두 재질이 알루미늄이고 전류가 큰 8000A에서 발열량이 더 큼을 알 수 있다. 외부탱크의 경우에도 순환전류 및 와전류에 의한 발열량이 8000A가 큼을 알 수 있으나 주도체의 온도상승치와 비교하면 열원으로서의 영향은 미미함을 알 수 있다. 튜립 접속부의 경우 튜립부 저항에 의한 발열량이 다른 부위보다 월등히 큼을 알 수 있다. 절연물의 경우, 기체 절연물, 고체 절연물 모두 발열량이 다른 부위의 발열량

보다 안정적임을 알 수 있다. M. Bus의 경우 주도체 및 전기적 접촉부의 저항이 주요 발열원으로 다른 부위의 발열량보다 월등히 높음을 알 수 있고 이들 요인에 의한 온도상승이 최대한 억제가 되도록 설계를 하여야 할 것이다.

단상구간 온도상승시험

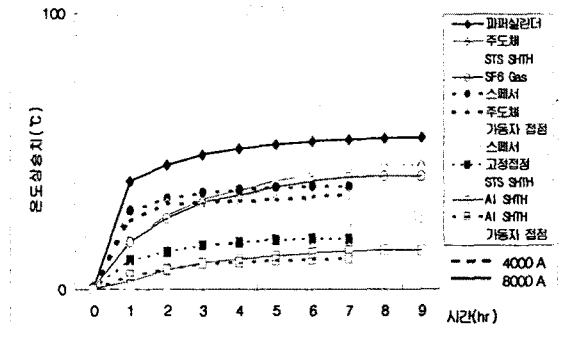


그림 4. 단상구간 온도 상승 시험 결과

단상구간의 경우 주도체에 의한 발열량이 가장 크고 접촉자가 취부되어 있는 파퍼 실린더의 온도 상승치가 다른 부위 보다 비교적 큼을 알 수 있다. 외부탱크의 경우 STS 탱크의 온도 상승치가 AI 탱크의 온도 상승치보다 월등히 큼을 알 수 있다. 따라서 외부 탱크의 온도 상승치를 제한하기 위해서는 비자성체의 재질로 외부탱크를 제작하여야 할 것이다. 단상구간과 3상구간을 비교해 보면 3상 일괄형의 경우 도체 발열량이 상분리 보다 높고, 또 외부로 열을 방출하는 표면적이 상분리형 보다 비교적 좁아 같은 재질의 탱크라 하더라도 외부 탱크의 온도 상승치는 3상일괄형이 더 높음을 알 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서 가스절연 개폐장치(GIS)의 주요 발열원은 주도체의 주울손실 및 접속부의 저항에 의한 주울손실이 다른 발열원 보다 영향이 지배적이고 순환전류 및 와전류에 의한 온도상승의 경우 도전율이 큰 소재로 된 탱크가 도전율이 작은 소재로 제작 된 탱크보다 온도상승치가 월등히 적음을 알 수 있다. 따라서 대전류 통전에 있어 순환전류 및 와전류에 의한 손실을 줄이기 위하여 비자성체이면서도 도전율이 큰 소재로 탱크를 제작하는 것이 바람직하다.

[참 고 문 헌]

- [1] 효성중공업(주) 기술연구소, "362kV 63kA GIS 설계 및 제조기술 개발에 관한 연구", 최종보고서, 1998