

배선용차단기의 소호구조에 의한 한류 특성 연구

김용기, 송중천, 유만종
LG산전 (주) 전력연구소

Investigation of Arc Breaking Characteristic for Arc Chamber in Molded Case Circuit Breaker

Yong-Gi Kim, Jung-Chun Song, Man-Jong Ryu
LGIS Co.,Ltd. Electrotechnology R&D Center

Abstract - In this paper, back commutation phenomena for iron chute chamber in AC low voltage circuit breaker is investigated by testing. For this experimental we used high speed camera and carried out with same prospective currents up to 10kA RMS. Hybrid arc quenching chambers which are composed with iron plate and insulating materials tested for reducing back commutation phenomena in interrupting process. It is shows that hybrid chambers which are various narrow slot path width reduces back commutation. As a result, a new type arc quenching chamber is to force the arc rapidly into a narrow insulating slot with iron plate. By this means the arc is lengthened and squeezed between insulating walls. Using this model, the behavior of the arc squeezed in the hybrid chamber and characteristics of arc voltage are also investigated.

1. 서 론

최근에 배선용 차단기의 차단 기술에 있어서 중요한 것으로 한류기술이 대두되고 있는데 그 중 관심사항이 되는 것 중의 하나가 가스를 분해할 수 있는 절연물이다. 이것은 아크가 발생할 때 고분자 재료로부터 발생하는 분해가스를 이용하여 높은 소호 능력을 발휘한다. 이러한 재질을 이용하여 입방 형의 좁은 배기 통로를 갖는 슬랫형 소호부를 Lindmayer에 의해서 구상되었다.[1] 절연 벽면은 아크를 좁은 슬랫형 배기구로 유도하여 아크의 길이를 빠르게 연장시키는 역할을 하며 절연물의 양벽에 의해 냉각되는 효과를 가져온다.[2]

또한 보통의 경우 일반적인 적층형 철판재 그리드를 사용하여 아크를 차단하는데 이 원리는 초기 아크 전압을 상승시켜 차단시간을 짧게 하는 특성을 가지고 있다. 그러나 단점으로는 적층판 사이에 남아 있던 아크가

완전 차단이 이루어 지지 않을 경우 재발호 하는 현상이 나타날 수 있다. 이것은 차단성능에 상당히 치명적인 결과를 가져와서 총 차단시간을 연장시키고 차단기 자체 내에 상해를 상당량 입힐 수 있어 다시는 차단기를 사용하지 못하는 결과를 가져올 수 있다. 이러한 현상을 해결하기 위하여 고안된 것이 복합소호 방식이다. 복합소호 방식을 적용하면 차단시간을 향상시키는 동시에 아크의 재 발호현상을 현저히 감소 시킬 수 있다는 장점이 있다. 이에 본 연구에서는 차단기내의 악영향을 최대한 줄일 수 있는 방법을 찾기 위하여 고분자 절연물인 PTFE 판재를 사용하여 철판재 그리드 사이사이에 적층 방식으로 끼워 넣었다. 이때 아크를 배기하는 통로인 절연 판재와 판재 사이의 폭을 조절하여 최적의 차단조건을 찾고자 실험을 실행 하였다. 그림 1은 실험을 진행한 실험설비의 회로도이다.

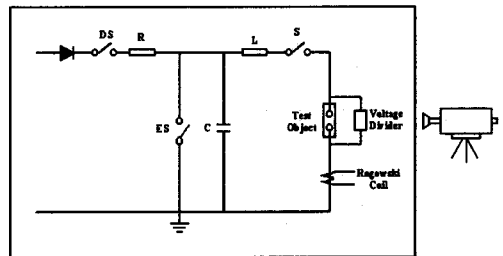


그림 1 실험장치 회로도 및 고속촬영 장치

2. 본 론

2.1 일반적 차단특성

한류차단기는 퓨즈를 사용하지 않고, 한류 범위 내에서 작동할 때 대칭 예상 인가전류의 반 싸이클의 에너지 값(I^2t)보다 적은 실제 순수 통과 전류 에너지 값(I^2t)으로 제한한다.[3]

이는 부하단 측의 설비 및 선로를 보호해야 하는 의무를 지녔기 때문이다. 그러나 대부분의 차단기는 철판재

그리드를 소재로 한 소호부를 구성하기 때문에 차단시에 발생 하는 아크의 재 발호 현상이 나타나는 것이 현실이다. 아크의 재 발호 현상은 전류가 영점을 지날 때 전압을 끊어줘야 하는데 완전히 절연거리를 확보하지 못하고 아크의 이온 전자들이 존재하여 재 발호를 유도한다. 이러한 재 발호 현상을 막기 위하여 많은 연구들이 진행되었는데 그 중의 하나가 절연재를 사용하여 슬랫형 배기구를 구성하는 소호부가 재 발호 현상을 억제하는 것으로 많은 실험과 이론으로 증명되었다.[2][4] 그러나 이런 절연 구조는 재 발호 현상을 억제하지만 아크 시간이 길어지는 단점을 가지고 있다. 위의 현상을 알아보기 위해 본 실험에 앞서 철판재를 구성하는 소호부를 실험하여 일반적인 특성을 알아보았다. 처음에는 한류가 일어나는 시점을 측정하기 위하여 차단전류를 순시영역 이상부터 점차적으로 늘려나가 정상적인 한류가 발생하는 시점인 소스 전압 2.5kV 에서 전류10kA를 설정하여 향후 계속적인 실험을 진행하였다. 그림 2는 아크 촬영을 위해 고안된 실험장치에 의해서 얻어진 아크 파형과 이를 시각화 하여 촬영한 고속촬영 사진을 그림 3에 나타낸 것이다. 고속촬영은 13500(Frame/Second)로 설정하여 촬영하였다. 이때 직접 아크의 양광주를 촬영 하기는 불가능하므로 감광판을 아크릴판에 덧붙여 촬영하였다. 실험은 각각 단상으로 하여 아크의 특성을 분석 하였다.

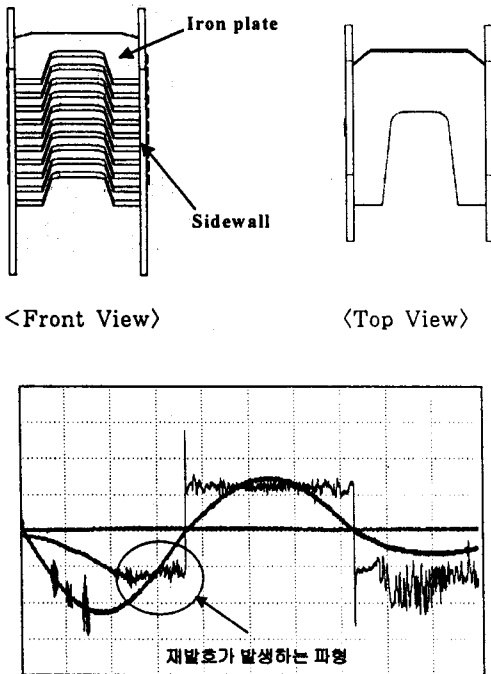


그림 2 철판재 그리드를 사용한 소호부 및 아크파형

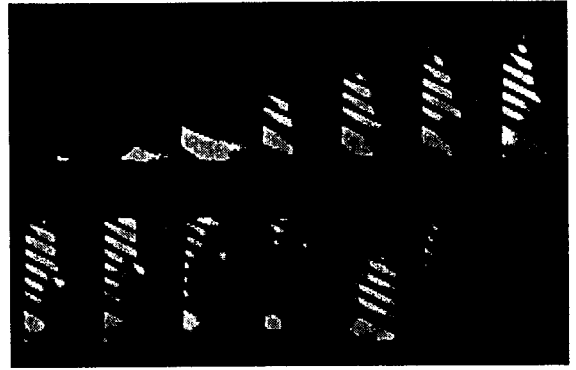


그림 3 소호부 구성 및 아크를 시각화한 고속촬영사진

그림 2에서 알 수 있듯이 초기에는 가동자가 움직이지 않고 정체해 있다가 전자반발력이 점차적으로 세계 나타나면서 가동자는 움직이기 시작한다. 이때 아크전압은 상승하면서 전류는 예상 전류값 보다 적게 나타난다. 또한 가동 자가 개리상태의 끝까지 이동한 후에는 아크 양광주는 사라지지 않고 계속해서 그리드 전후반으로 움직이면서 재 발호 현상을 지속적으로 나타내고 있다. 이로 인하여 차단기는 차단을 수행하지 못하고 몇 사이클을 넘기면서 접점과 소호부등에 큰 타격을 주어 차단기로서의 역할을 충분히 수행하지 못하도록 한다.

2.2 복합소호 방식의 차단특성

위의 단점을 보완하고 철판재 소호부의 장점인 높은 아크전압의 상승을 채택하여 복합소호 차단방식을 적용하여 차단기의 소호방법에 있어서 소호부의 최적조건을 찾기 위하여 그림 4와 같이 절연판재의 폭(D)을 3가지 조건으로 하여 인가전압 2.5kV, 인가전류 10kA로 하여 실험을 진행하였다. 그 결과를 그림 5에 나타내었다. a)의 경우는 아크전압 파형이 단조롭게 올라가면서 전류가 0점인 부근에서 TRV값이 높게 상승하는 것을 알 수 있었다. 이는 차단기가 TRV값이 올라간 만큼 아크 전압을 견딜 수 있다는 증거이기도 하다. 또 파형 b)는 a)에 비해 초기 아크전압 파형의 끝단에서 파형이 낮아지다 올라가는 것을 볼 수 있다. 이는 가동자가 개리 후 다시 아크 전압을 이기지 못하고 고정자 쪽으로 이동하였다가 다시 멀어지면서 아크 양광주가 전후로 요동하는 것으로 판단되어 진다. 마지막으로 c)의 경우에는 b)와 마찬가지로 파형이 요동치는 시간이 더욱 길어지며 TRV값도 적어진 것을 알 수 있다. 하지만 앞에서 본 것과 같이 일반 철판재 그리드를 사용했을 때와 비교해 보면 파형의 요동은 현저하게 줄었으며, 초기 아크 전압의 피크치가 발생하는 시점도 상당량 빨라진 것을 알 수 있었다. 위의 실험결과 일반형 철판 그리드에 비

하여 PTFE재를 사용한 복합소호부는 아크의 재발호 현상을 현저 하게 줄였으며, 결과 후 소호부의 상태도 상당히 양호한 상태를 유지하는 것을 알 수 있었다. 또한 절연 그리드의 폭을 조절하여 그 결과를 분석한 결과 절연그리드의 폭이 작을수록 아크파형이 안정적이 되며 소호능력도 좋아지는 것을 알 수 있었다.

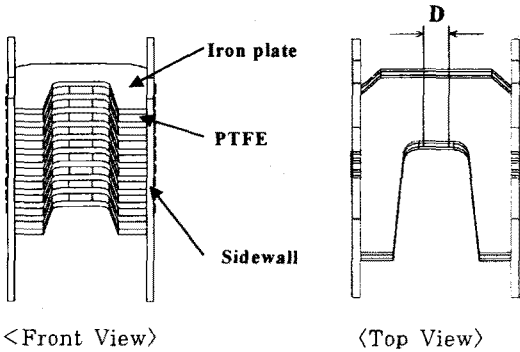
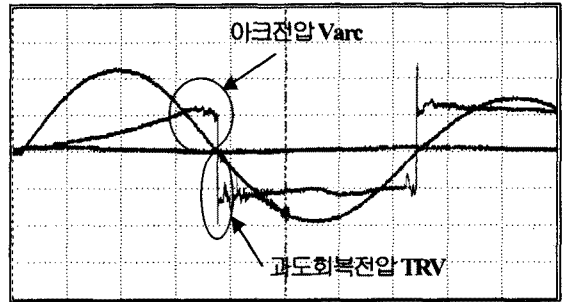


그림 4 복합소호 그리드의 형상



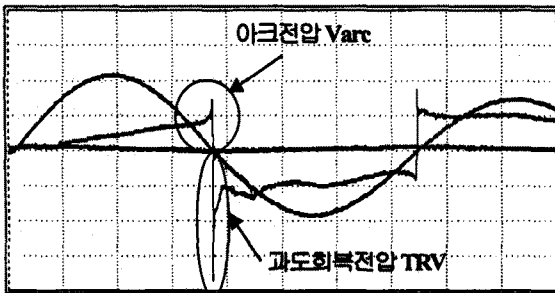
c) $D=13$ mm, AC 2.5kV, 10kA
그림 5 각각의 조건에 따른 아크전압 파형

3. 결 론

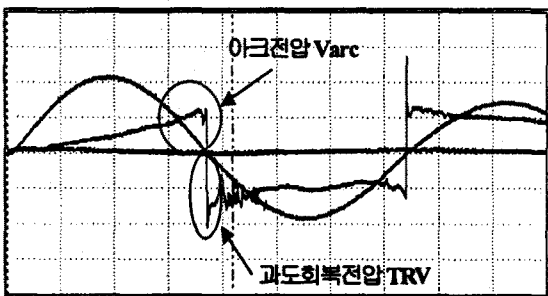
본 실험을 통해서 얻은 결론은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 일반형 철판재 그리드에 비하여 PTFE판재를 사용하여 적층한 복합 소호 방식의 소호부는 절연재에서 나온 고분자 가스에 의해 아크를 분해하는 작용과 소호부 구조면에서 좁은 슬릿형 배기 구조를 채택하여 아크 전압 상승으로 인하여 가동자를 개리하면서 발생하는 아크의 재발호 현상과 소호부가 아크전압을 충분히 견딜 수 있는 아크 파형을 얻을 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] M Lindmayer et al, "Behaviour of switching arc squeezed in narrow insulator slots." in 6th Int. Conf. on Switching Arc Phenomena, Poland, pp.49-53, 1989
- [2] M. Lauraire, J. Aymami and T. Boucheron, "Screenless laminated arc," in Proc. of the 15th Int. Conf. on Electrical Contacts, Montreal, pp.574-579, 1990.
- [3] Underwriters' Laboratories Inc., UL489
- [4] A.Tslaf, "On current distribution though the cross-section of an arc moving in a narrow insulating slot," in IEEE Tran. on Plasma Science, Vol. PS-5, No2, June, 1976



a) $D=5.2$ mm, AC 2.5kV, 10kA



b) $D=8.2$ mm, AC 2.5kV, 10kA