

감자계 구동형 460V/225A/50kA 배선용 차단기 대전력 차단성능평가

최영길^o
한국전기연구원^o

Interrupting Test of Molded Case Circuit Breaker
with Strong Driving Magnetic Force

Y.K.CHOI^o
Korea Electrotechnology Research Institute^o

Abstract - Low voltage circuit breakers which interrupt rapidly and raise the reliability of power supply are widely used in power distribution systems. In the paper, it was investigated how much Interrupting capability was improved by correcting the shape of the contact system in molded case circuit breaker(below MCCB), Prior to the interrupting testing, it was necessary for the optimum design to analyze magnetic forces on the contact system, generated by current and flux density. This paper presents both our computational analysis and test results on contact system in MCCB

1. 서 론

본 연구에서는 460V/225A/50kA 배선용 차단기 개발을 목표로 먼저, 소호부내 아크런너 형상을 불연속 통전경로로 구성하여 차단성능향상에 대한 그 유효성을 살펴보고, 그 결과를 토대로 배선용 차단기 소호부내 접점형상 설계에 따른 차단성능 평가해석방법을 이용하여 전극형상에 의해 강한 자기구동을 발생시킬 수 있는 새로운 배선용 차단기를 제안하였으며, 제안모델의 대전류 단락시험을 통해서 그 성능을 입증하였다. 따라서, 관련 연구내용을 소개함으로써 배선용 차단기의 소호부 설계시 차단성능 검증과 향상을 꾀하고 제품의 소형화 및 고성능화를 이끌고자 한다.

2. 분할형 불연속 아크런너

배선용 차단기의 기준모델은 그림 1과 같은 고정아크점접점의 형상을 가지고 있으며, 아크런너도 평판형 모양으로 고정점접점 단자부 방향으로 향하고 있다.

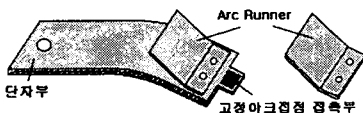
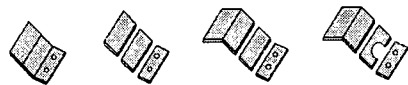


그림 1. 기준 고정아크점접점 및 아크런너

그림 1의 아크런너 형상은 고정점접과 바닥면에서 각을 이루고 서 있어, 가동점접이 조작부의 신호에 의해 개극동작을 수행할 경우, 아크런너는 그리드에 의한 구동자계로 두 점접간에 발생한 아크를 고정아크점접 접촉부에서 아크런너를 따라 이동시키는 길역할을 하도록 한다. 이러한 길역할은 아크를 길게 늘이고 동시에 고정아크점접 접촉부에서 아크를 멀리 내미는 효과를 가지므로 차단성능에 긍정적인 영향을 미친다. 그러나, 본 연구에서는 참여기업의 MCCB를 기준모델로 하여 소호부의 형상을 크게 변화하지 않는 범위에서 고정점접의 아크런너 형상변경을 통해, 그림 1와 같은 형상에서 3부분으로 나누어 그림 2과 같은 다양한 아크런너를 구성하였다.

정현과의 고장전류가 시간에 따라 진행하면서 두 점접간에 아크가 발생하고, 발생한 아크는 전류의 크기에 따라 그리드의 구동자계에 의해 고정아크점접 접촉부에서 길게 늘어져 아크런너를 따라 바깥방향(단자부)으로 불려나가게 되는데, 고장전류가 대전류영역이후 전류영역을 향해 진행할 경우에는 그리드의 구동자계도 줄어들어 아크를 붙어내는 힘이 약해지고, 소호부에 잔류아크가 일부 형성되어진다.

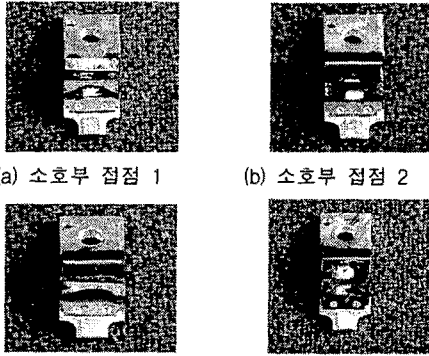


(a) 기준 아크런너 (b) 3등분 아크런너
(c) 수정 아크런너(1) (d) 수정 아크런너(2)

그림 2. 고정아크점접의 다양한 아크런너 형상

전류영역시 잔류아크에 의한 전기적 통전경로는 아크런너에 의해 보다 쉽게 두 점접간에 형성될 수 있다. 이러한 통전경로의 형성은 결국 고장전류에 대한 차단실패로 이어지기 때문에 아크런너를 3등분하여 제작함으로써, 전류가 대전류영역에 있을 경우에는 아크런너가 불연속적으로 이어져 있지만 대전류와 강한 구동자계에 의해 아크가 바깥으로 불려나가게 되고, 이후 소전류영역에서는 구동자계의 약화로 잔류아크가 소호부에 존재하더라도 밀려나간 아크는 불연속의 아크런너에 의해 통전경로가 단절되고 있어 두 점접간의 절연회복특성이 향상

될 수 있다. 한편, 그림 2(d)의 수정 아크런너는 중간부분의 아크런너를 U자형으로 일부를 깎아내어 그리드의 모양을 가지도록 하였다. 이것은 두 접점간에 발생하는 아크가 보다 강하게 불려나갈 수 있도록 Deion효과를 꾀하였다. 그림 3은 이상의 아크런너를 실제 제작하여 고정접점에 설치한 접점형상들이며, 실제작에서 모든 접점형상의 중간부분에 U자형의 홈을 내었다.



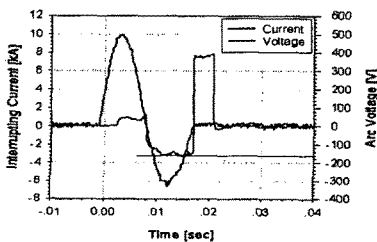
(a) 소호부 접점 1 (b) 소호부 접점 2
(c) 소호부 접점 3 (d) 소호부 접점 4
그림 3. 고정접점 아크런너 형상변경 및 제작

3. LC간이합성 차단성능 시험

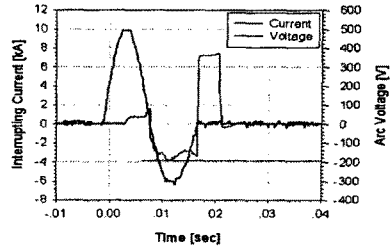
LC간이합성시험설비를 이용한 차단성능시험을 위해 기준 모델차단기(참여기업) 1개와 모델소호부 5개를 가지고 LC간이합성시험설비를 이용하여 차단성능을 평가하였다. 그림 4(a)는 기준 모델차단기의 시험결과이며, 그림 4(b), (c), (d), (e)는 제 2장에서 언급했듯이, 아크런너를 수정하여 고정접점을 새로이 제작한 모델차단기에 대한 차단시험 결과이다. 그림 4(f)는 모델차단기의 차단성능을 비교분석하기 위한 국내 L사의 차단기로 그 성능을 비교해 보았다. 이상의 시험결과를 각 소호부의 차단성능별로 정리하면,

- 모델소호부 3 > 모델소호부 1, 모델소호부 2
- > 모델소호부 4, 국내 L사 > 기준 모델차단기

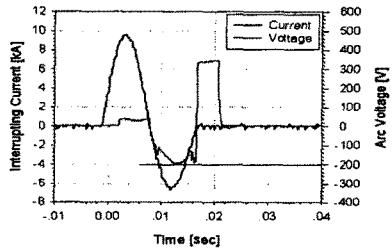
이러한 결과로부터, 고정접점은 아크런너 형상의 불연속적 배치로 고장전류차단시점인 전류영점직후 잔류아크에 의해 두 접점간에 전기적통전이 형성될 수 있는 통전경로를 단절하므로써 차단성능에 보다 유리한 작용을 하는 것을 알 수 있었다.



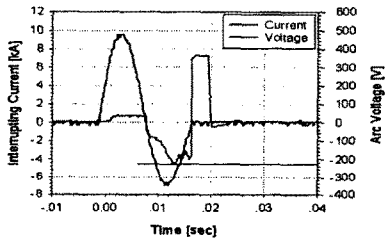
(a) 기준모델 소호부



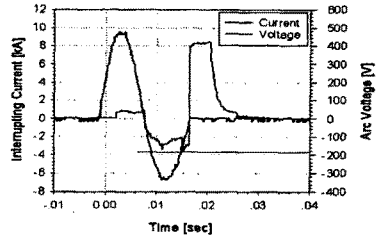
(b) 모델소호부 1



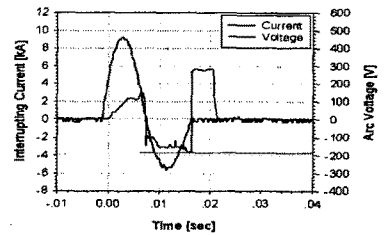
(c) 모델소호부 2



(d) 모델소호부 3



(e) 모델소호부 4



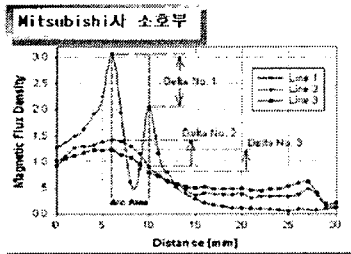
(f) 국내 L사 소호부

그림 4. 모델소호부의 차단성능 평가시험 결과

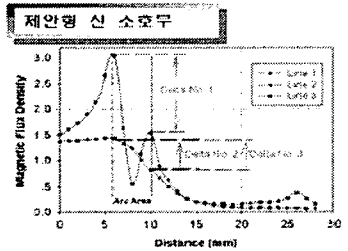
4. 대전력 단락(차단)성능 시험

앞서 연구한 차단성능 평가해석기법과 아크거동 가시

화를 통한 자장의 영향, 그리고 3분할 다단형 아크런너의 시험결과를 기반으로 하여, 새로운 모델의 고정점점 형상을 고안하였다. 그림 5(a)는 평가해석기법을 이용하여 높은 자장세기의 형성을 확인한 바 있는 일본의 M사의 소호부내 아크구동자계 특성을 보여주고 있으며, 그림 5(b)는 본 연구를 통해 고안된 P자형 신 소호부내 아크구동 자계특성을 보여주고 있다.



(a) 일본 M사 소호부의 구동자계



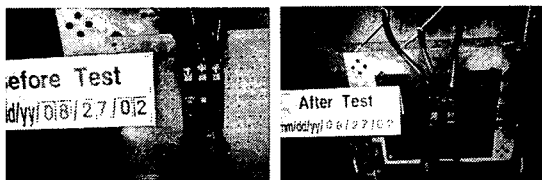
(b) 신 소호부의 구동자계

그림 5. 신소호부의 구동자계 특성비교

그림 5에서 각 소호부의 구동자계 특성을 정리하면, M사의 비교소호부에 비해서 140%이상의 차단성능 개선 효과를 나타내었다.

- 아크 구동자계 (순기능 자계 - 역기능 자계)
 - No. 1 : P자형(1.50T) > 반코일형(1.00T)
 - No. 2 : P자형(0.63T) > 반코일형(0.50T)
 - No. 3 : P자형(0.63T) > 반코일형(0.45T)

결과를 토대로, 차단성능을 검증하기 위하여 제안형 신소호부를 가지고 대전력 차단(단락)시험을 실시하였다.



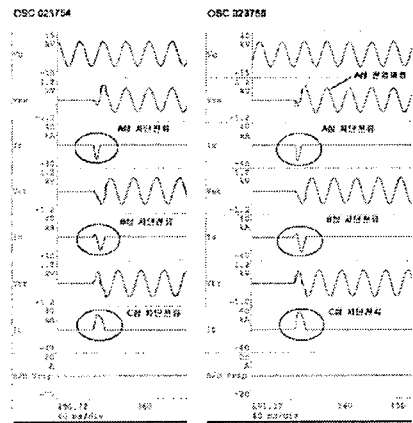
(a) 차단시험 전 (b) 차단시험 후
그림 6. 대전력 시험실시 전후의 모델차단기

그림 6는 대전력 차단시험 전후의 모델차단기의 모습이다. 대전력 차단시험중 가장 가혹한 항목인 'O-t-CO'의 순대로 460V/35kA와 460V/50kA에 대한 차단책무를

실시하여 양호한 결과를 얻었다. 그림 7(a)는460V/35kA조건에서의 대전력 차단시험 결과이며, 그림 7(b)는 460V/50kA조건에 대한 대전력 차단시험 결과이다.

5. 결론

본 연구에서는 1) 배선용 차단기의 차단성능 평가 해석기법을 개발하고, 이 기법을 이용하여 다양한 모델 차단기에 대한 성능평가를 실시하였다. 이 때, 3차원 자계 해석을 토대로 자체개발한 차단성능 평가해석기법을 실시하고, 해석영역인 3개의 기준선상 자계특성 분석을 통해 모델 차단기의 차단성능을 평가할 수 있었다. 2) 모델 소호부의 고정점점 형상중 아크런너는 불연속 통전경로를 유지하도록 그 모양을 3분할하여 제작하고 차단성능에 대한 그 개선효과를 검증하기 위하여 LC간이합성 시험설비를 이용, 차단시험을 실시하였다. 그 결과, 아크런너 형상의 불연속적 배치로 전류영점직후 두 점점간의 통전경로를 단절하므로써 차단성능에 보다 유리한 작용을 하는 것을 알 수 있었다. 또한, 이상의 연구내용을 토대로 제안된 P자형 신소호부에 대한 460V/225A/50kA의 대전력 차단시험을 통해 양호한 결과를 얻었다.



(a) 460V/35kA (b) 460V/50kA

그림 7. 460V/35kA/50kA 대전력 차단시험 결과

따라서, 향후에도 배선용 차단기에 대한 차단성능 평가기법은 시제품의 제작이전에 개발 차단기에 대한 충분한 성능을 파악할 수 있어 최적형상 구현에 크게 도움이 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 3분할한 다단형 아크런너는 개발 모델차단기에 적용할 경우, 차단성능을 보다 향상시킬 수 있는 가능성을 확인하였으며, 이러한 내용을 기반으로 해서 460V/225A/50kA 한류형 배선용 차단기를 국내 최초로 개발하였다.

[참고 문헌]

- [1] 특집 "신형 노퓨즈차단기 · 누전차단기", 三菱電機技報 Vol.69, No.4