

지상변압기의 단락보호장치 특성연구

Characteristics of Short-Circuit Protector in Pad-Mounted Transformer

김 광화*, 이 우영*, 선 종호*, 김 동명**, 김 상준**
* 한국전기연구소, ** 한국전력 기술연구원

K. H. Kim*, W. Y. Lee*, C. H. Sun*, D. M. Kim**, S. J. Kim**
* KERI, ** KEPCO

ABSTRACT

This paper described the characteristic of I-t cross-over-point between current limited-fuse and expulsion fuse(Bay-O-Net Fuse) and fuse protection in Pad-mounted transformer that was generated internal faults and the short circuit of secondary side(load side). In the I-t cross-over-point, current limited fuse was melted when transient recovery voltage was raised rapidly.

1. 서 론

대도시를 중심으로 운용되고 있는 지중배전계통은 도시 미관유지, 선로경과지 및 공급신뢰도 확보 등의 필요성에 따라 계속 확대되고 있으며, 지중배전계통의 확대추세와 더불어 지중배전용 변압기로서 사용되고 있는 지상변압기(Pad Mounted Transformer)의 설치대수도 계속 증가하고 있다.

지상변압기는 대부분이 도로변 및 인구밀집지역에 설치되어 있어 고장이 발생하였을 때 계통에서 분리되지 않으면 변압기의 손상 및 안전사고를 일으킬 수 있다. 그러므로 이러한 것들을 사전에 방지하기 위해서는 고장발생시 변압기를 계통에서 분리하여 계통으로의 고장파급을 최소화 하고, 변압기의 손상을 방지할 수 있는 적절한 보호장치가 설치되어야 한다.

현재 국내에 포설되어 있는 배전용 지상변압기의 보호장치는 이차측(부하측)단락이나 과부하같은 작은 고장전류를 차단하는 방출형 퓨즈(Bay-O-Net Fuse)와 일차측(전원측)단락과 같은 대전류 영역을 차단하는 한류(Current limiting)퓨즈가 직결되어 있는 이중퓨즈 시스템으로 구성되어 있으며, 각 퓨즈에 대한 특성을 분석, 조합하여 적절한 보호장치를 구성하는 것은 중요한 일이라 할 수 있다.

본 연구에서는 22.9kV 단상 100kVA 지상변압기의 보호

장치로서 사용되고 있는 한류퓨즈와 방출형퓨즈에서 차단 전류크기와 차단시간의 특성을 단락시험을 통하여 상관관계특성을 고찰하였으며, 이 때 한류퓨즈와 방출형퓨즈의 교차점(Cross-Over-Point)에서 차단전류와 회복전압에 따른 퓨즈의 동작특성을 고찰하였다.

2. 보호퓨즈의 동작원리

방출형퓨즈 및 한류퓨즈의 동작원리에 대하여 간략히 설명하면 다음과 같다.

가. 방출형퓨즈의 동작원리

방출형의 의미는 퓨즈가 동작할 때 가스가 발생하기 때문에 붙여진 이름이며, 퓨즈의 용융부분이 비교적 짧기 때문에 과전류 감지가 용이하고, 차단에 필요한 아크를 발생시킨다. 아크 온도는 약 4000-5000K 정도이고, 발생된 아크는 빠르게 가스를 발생시키며, 발생된 가스의 기능은 전류가 영점에 도달하고 아크통로가 최소화 될 때 증발된 가스가 이온화 가스와 혼합되어 비전리가스로 만든 다음 아크영역으로부터 방출시켜 정상전압으로 회복할 수 있도록 아크영역 주위에 고압의 매질을 형성시키는 것이다. 그림 1은 방출형퓨즈의 차단특성을 보여주고 있다.

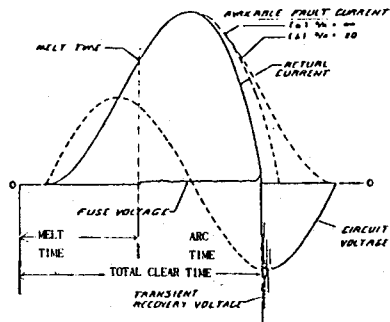


그림 1. 방출형퓨즈의 차단특성

그림 1과 같이 방출형 퓨즈는 전류가 영점에 도달했을 때 아크가 완전 차단되어 전압이 회복되므로 이러한 특성을 Zero Awaiting Device라고 한다. Zero Awaiting Device는 전류가 영점이 될 때까지 기다려야 하므로 사고시 통과전류를 제한하거나 고장전류를 줄여주지 못한다.

나. 한류퓨즈의 동작원리

모든 한류퓨즈의 일반적인 특징은 방출형퓨즈와 같이 용융element가 짧은 것이 아니고 매우 길다는 것이다. element는 규사같은 충전제로 공간없이 채워져 완전히 밀봉되어 있으며, 충전제는 사고시 아크를 에워싸며, element가 전길이에서 동시에 녹으면서 증발할 때 발생하는 높은 압력을 유지한다. 이 때 증발하여 녹은 은동의 퓨즈재료는 규사속으로 흡수되며, 아크에 의해 발생한 높은 온도는 규사를 녹여서 수백 μ s정도의 짧은 시간동안에 고저항체의 물체를 만든다. 그림 2는 한류퓨즈의 차단특성을 보여주고 있다.

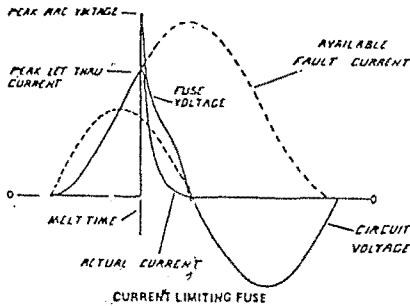


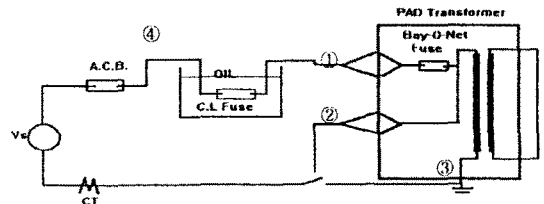
그림 2. 한류퓨즈의 차단특성

그림 2에서와 같이 퓨즈동작에 의해 급속히 형성된 고저항체는 퓨즈양단에 높은 아크전압을 발생시키고, 유도성 전류의 흐름을 차단하며, 전류의 상승을 억제하여 매우 낮은 값으로 떨어뜨린다. 이 때 흐르는 전류는 고저항체에 흐르는 전류이므로 전압과 동위상이 되어 전압이 영점에 도달하여 영이 될 때 전류도 영이 되어 사고전류는 완전히 차단된다. 이와 같은 차단특성을 가진 차단장치를 Zero Forcing Interrupter이라고 한다.

한류퓨즈의 종류에는 모든 전류범위에서 퓨즈가 동작하는 General Purpose(Full Range) fuse와 최소차단전류특성을 가지고 있는 Backup(Partial Range) Fuse가 있다. 그러므로 한류퓨즈로써 Backup Fuse를 사용하기 위해서는 방출형퓨즈와 같은 저전류퓨즈를 함께 사용해야 한다.

3. 실험방법

방출형 퓨즈와 한류퓨즈의 특성을 알기 위하여 다음 그림 3과 같이 실험을 실시하였다. 본 시험에서는 실제의 전압과 전류를 흘려주기 위하여 한국전기연구소의 단락발진기를 이용하여 실험하였다.



전압측정점 : ④, ① 간 전압
①, ② 간 전압

그림 3. 실험회로도

실제적으로 지상변압기에서는 한류퓨즈가 탱크내부에 있으나, 실험시 한류퓨즈의 교체를 쉽게 하기 위해 그림 3과 같이 외부 절연용품을 이용하여 설치하였다.

본 실험에서는 방출형 퓨즈와 한류 퓨즈의 I-t특성 교차점 부근의 실험과 지상변압기의 2차측 단락 발생시 퓨즈 특성실험을 할 수 있도록 구성하였다.

4. 실험결과분석

이상의 실험법으로 실험한 결과는 표 1과 그림 4와 같다. 이 결과를 고찰하여 보면 한류퓨즈는 방출형에 걸리는 과도회복전압의 특성에 따라 용단되거나, 용단되지 않는 특성이 있는 것으로 사료된다. 즉 방출형 퓨즈에서 과도회복전압이 빠른 경우(3kIz)에 방출형퓨즈가 아크를 차단하지 못하여 한류퓨즈가 용단되는 것으로 생각된다.

표 1. 퓨즈들의 실험결과

조 건	전류크기	과도회복 전압	용단 유무	
			방출형퓨즈	한류퓨즈
Cross-over-point1	650A	57V/ μ s	유	무
Cross-over-point2	700A	234V/ μ s	유	유
Short circuit of secondary side	190A	234V/ μ s	유	무

그리고 지상변압기의 2차측(부하측)에서 단락사고 발생시 단락전류가 작기 때문에 과도회복전압에 관계없이 방출형퓨즈만 용단되는 것으로 사료된다.

변압기의 보호퓨즈는 변압기에 고장이 발생하였을 때 변압기의 손상방지와 계통으로부터 변압기 분리를 하여야 하며, 변압기 고장에 의한 계통파급을 최소화해야 한다. 다음은 변압기를 보호하기 위한 퓨즈의 보호기능을 설명하고 있다.

가. 계통에서 변압기를 분리해야 된다.

나. 변압기의 소손을 방지해야 한다.

다. 심한 과부하에서 변압기를 보호해야 한다.

라. 변압기에 고장을 일으키지 않을 정도의 단시간 과부하내력을 가져야 한다.

마. 돌입(INRUSH)전류와 COLD-LOAD PICK UP전류에

견여야 한다.

바. 뇌격에 의한 유도씨지를 견여야 한다.

사. 다른 보호장치와 협조되어야 한다.

지상변압기의 방출형 퓨즈와 한류퓨즈는 이상과 같은 실험결과를 검토해 볼 때 변압기 및 계통에 대한 보호특성은 충분한 것으로 사료된다.

5. 결 론

이상과 같은 실험 및 분석결과로부터 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

가. 방출형 퓨즈와 한류퓨즈의 I-t 교차점에서 과도회복전압의 특성에 따라 한류퓨즈의 용단의 유무가 발생하는 것으로 고려되며, 과도회복전압이 빠른 경우에 한류퓨즈가 용단하는 것으로 사료된다.

나. 지상변압기의 2차측 단락시는 방출형 퓨즈만 동작하는 것으로 나타났다.

다. 이상의 결과로부터 지상변압기의 단락보호장치들의 선정은 무리가 없는 것으로 사료된다.

참고문헌

1. H. M Pflanz, 외 2인, "Development and testing of power assisted current limiting fuses to 600 A and 38kV", IEEE Trans. P.D Vol.3, No.2, 1988.
2. 한류퓨즈 신뢰성 향상 위원회, "한류퓨즈의 현상과 신뢰성", 일본 전기학회기술보고 제 2부 155호, 1983
3. 한국전력, "지상설치변압기" 한국전력장정표준규격 PS 147-050-115, 1991. 12
4. JEC-201, "전력용퓨즈"

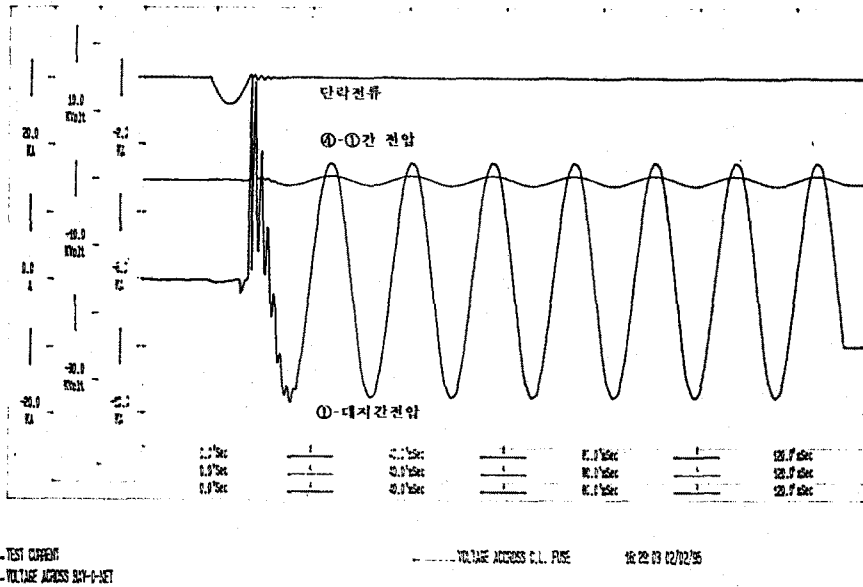


그림 4. 실험 결과