

소형 배선용차단기에 PTC 소자 적용에 관한 연구

김길수, 이승수*, 임기조*, 강성화**
 LS산전(주), 충북대학교*, 충청대학교

Study of the Application of PTC elements for Molded Case Circuit Breakers

K.S. Kim, S.S. Lee*, K.J. Lim*, S.H. Kang**
 LS Industrial Systems, Chungbuk University*, Chungcheong College**

Abstract : 저압계통의 고장전류를 차단하기 위해서, 기중차단기(ACB), 배선용차단기(MCCB) 등을 사용하고 있는데, 저압차단기는 저압계통의 고장전류를 차단할 수 있으나, 고장전류를 효과적으로 제한하지 못하며, 차단기 내부의 아킹시간이 상대적으로 길므로, 저압차단기는 물론 주변 전력기기에 전기적/열적/기계적 스트레스를 주게 된다. 또한 지속적인 부하의 증가로 인해 저압계통의 단락전류는 점점 증가하는 추세에 있으므로 저압계통은 물론 고압계통에서도 고장전류를 보다 빠르고 효과적으로 제한 및 차단할 수 있는 한류형 차단기가 제안되고 있다. 저압계통의 경우, 정온도계수(Positive Temperature Coefficient, PTC) 특성을 가지는 한류소자를 기존 차단기에 직렬 혹은 병렬로 연결하여 저압계통의 고장전류를 매우 빠르고 효과적으로 제한 및 차단하는 추세이다.

본 연구에서는 정온도계수 특성을 가지는 소자를 이용하여 소형 저압차단기의 차단용량 향상에 기여할 수 있는지 검증하였다.

Key Words : PTC, Positive Temperature Coefficient, Molded Case Circuit Breakers

1. 서 론

일반적으로 전력계통에는 낙뢰 및 지락, 단락과 같은 사고가 발생하면 평상시 부하전류에 비해 매우 큰 고장전류가 흐르게 되는데, 이 고장전류를 차단하기 위해서 다양한 차단기가 설치되어 있다. 저압계통의 경우, 고장전류의 차단을 위하여 배선용차단기(MCCB) 및 기중차단기(ACB) 등이 설치되어 있는데, 이러한 차단기의 차단 원리는 주로 역전압발생법을 이용하고 있다.

역전압발생법은 효과적으로 저압계통의 고장전류를 차단할 수 있으나, 고장전류를 제한하는 성능에 한계가 있으며, 상대적으로 긴 아킹시간은 차단기는 물론 주변 전력기기에 전기적/열적/기계적 스트레스를 주게 된다. 또한 지속적인 부하의 증가로 인해 저압계통의 단락전류는 점점 증가하는 추세에 있으므로 저압계통은 물론 고압계통에서도 고장전류를 보다 빠르고 효과적으로 제한 및 차단할 수 있는 한류형 차단기가 요구되고 있다.

저압계통의 경우, 한류형 차단기로서 기존 차단기에 초한류 유닛으로 불리는 약세서리를 취부하거나 기존 역전압발생법을 개선한 한류 기구 내장 차단기가 개발되고 있는데, 본 연구에서는 정온도계수(Positive Temperature Coefficient)소자를 소형 배선용차단기에 적용함으로써 한류 효과를 만족하고 한류형 차단기로서 저압계통의 차단 보호협조를 효과적으로 구현할 수 있는지 검증하였다.

2. 본 론

2.1 PTC 소자 특성

폴리머 PTC 소자의 경우 그림 2와 같이 열팽창이 큰 비전도성 성분과 열팽창이 작은 전도성 성분으로 구성되며, 비전도성 성분의 비결정 영역에 전도성 성분이 채우고 있

다. 평상시 폴리머 PTC 소자는 전도성 성분이 서로 도전 통로를 이루고 있으므로 저항값이 매우 작으나, 온도가 상승하면 열팽창이 큰 비전도성 성분이 큰 부피 팽창을 하여 전도성 성분의 연결고리를 대부분 끊어, 소자의 저항이 급격히 증가하는 트립현상이 발생하게 되는데, 트립에 의한 저항 증가를 이용하여, 고장전류를 제한하게 된다.

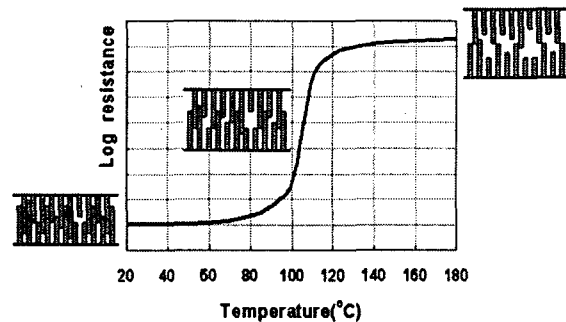


그림 1. 폴리머 PTC소자의 동작원리

2.2 저압 차단기용 PTC 소자의 특성 검증

기존의 저전력 PTC 소자를 전력기기에 적용하기 위해서 소자의 형상 및 재료 조성, 제조공정 등을 변경하여 대전력 PTC 소자를 개발하였다. 그림 2는 개발된 PTC 소자의 한류특성을 나타낸다. 그림에서 알 수 있듯이 개발된 PTC 소자는 매우 우수한 한류특성을 보여주며, 예상 고장전류가 증가함에 따라 PTC 소자의 트립속도도 증가함을 알 수 있다.

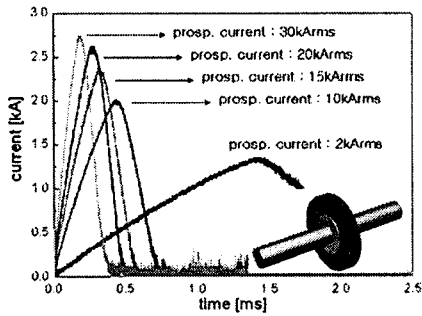


그림 2. 예상전류에 따른 한류특성

2.3 시험 조건 및 방법

소형 배선용차단기내부에 검증된 PTC 소자를 직접 연결하여 시험하였다. 시험시 STS Bolt를 통한 접압을 유지하였으며 단락전류를 분담하였다. 그림 3은 단락시험시 시료 구성은 나타낸 구조도이고, 그림 4는 PTC 소자를 적용한 배선용차단기 내부이며 이때의 시험 조건은 표 1에 나타내었다.

표 1. 시험 조건

	PTC	SHUNT
통전 사이즈	24.0 * 18.0	M3 * 6
저항 [mΩ]	2.1	1.2
적용 방법	1극 적용(R상)	병렬4개소, 접압역할

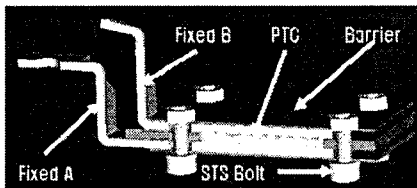


그림 3. 구조도

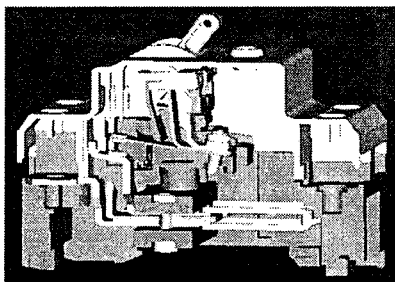


그림 4. PTC 소자를 적용한 배선용차단기 내부

3. 결과 및 고찰

5kA 1번째 'O'test는 피크값 4.7kA로 한류되고, 5.5ms로 차단되어 양호하였으며, 5kA 2번째 'CO'test는 피크값 2.5kA로 한류되었으나, Bolt의 용단으로 인한 차단시간이 길어졌으며 10kA 1번째 'O'test는 피크값 6.7kA로 한류되

고, 9.6ms로 차단되었으나 가동대, 바이메탈의 용단으로 시험을 중단 하였다. 단락 시험 결과 5kA의 경우는 한류 성능 및 차단시간에 가능성이 있음을 확인할 수 있었다.

표 2. 시험 결과

Type	시료정격 (A)	단락전류 (kA)	단락시험결과	
			'O' test Ipeak[kA]	'CO' test Ipeak[kA]
30AF	30	5	4.7	2.5
	30	10	6.7	-

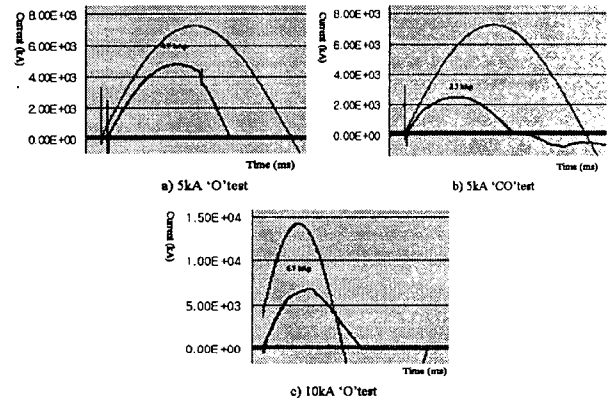


그림 5. 시험 결과 그래프

4. 결론

소형 배선용차단기의 고차단 용량을 실현하기 위해 PTC소자를 적용하여 차단성능을 검증하여, 고차단용량 가능성을 확인하였다. 추가성능향상을 위해 PTC 크기와 용량의 재설계가 필요하고, PTC 소자 고정방법과 절연 Barrier 파괴방지대책 등을 수립하여 2극에 적용할 계획이다.

참고 문헌

- [1] B.W. Lee, K.S. Kim, J.S. Kang and K.J. Lim, "Polymer PTC current limiters for low voltage electrical networks", CMD2006, April 2006
- [2] W. W. Chen, "Current commutation in arclless interruptions with PTC (positive temperature coefficient resistivity)", Proc. 47th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts, pp. 141-147, September. 2001
- [3] W. W. Chen, "A method to achieve arclless interruptions in low current power circuits", IEEE Trans. Components and Packaging Technology, vol. 24, no. 3, pp. 363-369, September 2001
- [4] A. R. Duggal et. al., "High power current limiting with conductor-filled polymer composites", Proc. 44th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts, pp. 75-81, October 1998.