

누전차단기의 특성 분석

문 식, 김응식, 이춘하, 오규형

호서대학교 대학원 안전공학과

Character Analysis for Residual Current Protective Devices

Sik Moon, yung-Sik Kim, Chun-Ha Lee, and Kyu-hung Oh

Safety Engineering Dept. of Hoseo University

I. 서론

1990년부터 2000년까지 전체화재중 전기에 의한 화재점유율은 약 35.5%로 가장 높게 나타났으며 10년간 평균 9.0%의 증가율을 나타내고 있다.

이들 원인 중에는 사용자의 부주의에 의한 것뿐만 아니라 전기기기의 불량으로 인한 사고 또한 중요한 부분을 차지한다. 국내에서는 이를 방지하고자 산업표준화법에 제품의 성능 및 안전성을 보장하여 소비자들의 구매시 판단에 도움을 주고 있다. 그럼에도 불구하고 전기제품의 화재사고 조사결과에 의하면 많은 경우 인증 제품의 불량이 화재사고의 원인으로 밝혀지고 있다.

따라서 본 연구는 현재 우리 나라 산업표준화법에 의해 공장·빌딩 그리고 상가의 말단 부하 스위치 단과 가정에 가장 많이 사용되는 전기 기자재 중 성능이 미달되면 인명사고와 화재발생에 따른 큰 재산손실을 일으킬 수 있는 KS 인증품 중 누전차단기(Residual Current Protective Devices)에 대해 국내 인증업체의 제품을 무작위 발췌하여 시험한 결과를 가지고 문제점을 찾아보려고 한다.

II. 본론

1.1 누전차단기의 기본 원리

정상적인 회로 상태에서 전류의 투입, 차단 및 통전이 가능하고, 단락사고 등의 비정상 상태에서는 사고전류의 투입 및 규정된 시간 동안의 통전과 차단기능을 가진 기계적 개폐 기기회로서, 여기에서 말하는 누전차단기란 지락 검출 장치, 트립장치, 개폐기구 등을 절연물 용기 안에 일조로 조립한 것을 말하며, 이론적으로 크게 분류하면 다음과 같다.

가. ZCT(Zero-phase-sequence Current Transformer : 영상변류기)

미소한 지락전류를 검출하여야 하는 변류기이므로 일반 변류기(CT)와는 구별하여 생각할

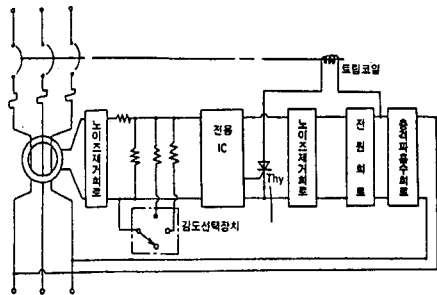


그림 1. 전자회로 구성도

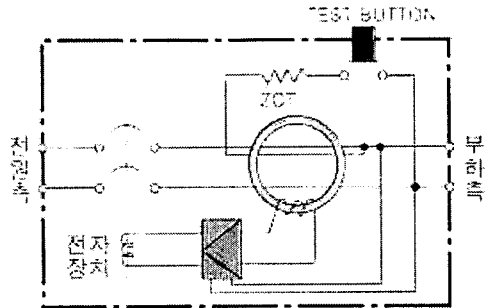


그림 2. 누전차단기의 구성도

필요가 있다. 재질도 고투자율의 파머로이가 주류를 이루고 있다.

구성은 파머로이 철심, 주 회로 전류가 흐르는 1차 도체와 철심에 감긴 2차 권선으로 되어 있다. 1차 도체 각상전류에 의하여 발생하는 자속을 철심이 벡터합성하여 각상의 자속에 해당하는 자속에 의하여 2차권선에 기전력이 발생한다. 따라서 1차전류의 크기에 관계 없이 각상 전류의 벡터합이 0이 되면, 자속이 철심에서 서로 상쇄되어 2차 권선에 기전력은 발생하지 않는다. 만일 지락사고가 발생하면 각상의 전류균형이 깨어지고, 지락전류의 크기에 해당하는 자속에 의하여 철심이 여자되어 2차 권선에 기전력이 발생한다.

나. 전자회로부

전자회로부의 구성은 [그림 1] 같이 되어 있다. 제어전원은 내부 주선로의 R, T상에서 취하여 충격과 흡수회로를 거쳐 전원회로에서 DC로 정류되어 Noise Filter를 거쳐 IC에 인가되어 진다.

한편 ZCT에서 발생한 신호세력은 Noise Filter를 거쳐 감도선택회로를 지나 IC에 인가된다. 누전차단기의 전용으로 설계된 신뢰성 높은 IC의 내부에서는 ZCT에서 발생한 신호세력을 받아들여 이를 증폭하고 그 크기를 판별하여 일정기준을 초과하면 출력을 발생하여 IC 우측단의 Thy를 ON시키게 되고 Thy가 ON상태로 되면 트립코일에 전류가 흘러 전자장치로 인해 Trip시키게 된다.

이와 같은 회로구성에서 전자회로부의 신호단(ZCT부) 및 전원단에서 유입되는 Noise를 차단하고 전원단(주선로)을 통하여 유입되는 각종 Surge를 흡수하여 Noise 및 Surge에 의한 오동작을 방지하도록 되어 있다.

또한 3극의 누전차단기를 단상 2선회로에 사용할 경우 반드시 R, T상에 결선해야 내부의 전자회로에 전원이 공급되어지므로 주의하여야 한다.

1.2 누전차단기의 구조·종류 및 정격

가. 구조

전원측 및 부하단자측에 전선등을 고정시켜 사용하는 구조이며, 절연케이스안에 조작기

구부, 가동접촉부, 고정접촉부, 소호부등으로 구성되어 있다.

나. 종류

전기방식 및 극수(단상2선식 2극 외3), 보호목적(지락보호 및 과부하 보호 겸용 외2), 동작시간(고속형 외2), 감도(고감도형 외2), 전원과 부하와의 접속 방식(단자 접속식 외1)

다. 정격

정격전압, 정격전류, 정격감도전류, 정격 부동작 전류, 정격 단시간 전류

1.3 샘플링 및 시료 채취

가. 채취제품의 정격

KS제품 중 가정과 상가에 가장 많이 보급되어 사용하고 있는 단상 2W 220V 30A 30mA 0.03초 1.5KA.

나. 제조업체

현재 누전차단기의 KS 인증업체수는 24개로서 이 중 시장에서 중복되지 않은 17개 업체의 각 시료를 무작위 채취.

1.4 특성시험에 사용된 중요설비

단락시험설비, 정전류시험기, 과부하개폐기, 개폐시험기, 온도기록계 및 온도계, 절연저항계, 내전압시험계, 누전트립시험기, 감도 전류계 등

1.5 시험항목 및 기준

정격에 따른 시험항목 및 기준은 한국산업규격[Korea Industrial Standards : KS 규격] KS C 4613 규격에 따라 [표 1]과 같다.

표 1. 누전차단기의 시험항목 및 기준

시험번호	시험항목		단위	기준치	
1	누전트립 동작성능	감도전류	mA	15 이상 30 이하	
		동작시간	초	0.03 이내	
2	동작기구 성능		-	이상없을 것	
3	과전류 트립 시험	200%	분	2 이내	R
		125%			T
				60 이내	
4	테스트 장치 시험	외관	-	이상없고 즉시 동작할 것	
		감도전류	mA	15 이상 30 이하	

시험번호	시험항목		단위	기준치	
5	과부하 개폐 시험		-	180 A에서 시험하였을 때 전기적, 기계적 지장이 없을 것	
6	개폐내구 성능 시험		-	정격부하전류로 6000회 무통전 4000회 시험하였을 때 전기적, 기계적 지장이 없을 것	
7	개폐 후 시험	감도전류	mA	15 이상 30 이하	
		과전류 트립시험	분	200% - 2 이내	R
					T
				125% - 60 이내	
8	단락차단 시험	성능	-	각 부에 이상이 없을 것	
		절연저항	MΩ	0.5 이상	
		내전압	-	차단전압의 2배에 견딜 것	
		과전류	분	2 이내	R
T					
9	절연저항	성능	MΩ	5 이상	
		감도전류	mA	15 이상 30 이하	
10	내전압	성능	V	1500에서 1분간 견딜 것	
		감도전류	mA	15 이상 30 이하	

1.6 시험 결과

각 제작사의 제품을 시험결과는 [표 2]와 같다

표 2. 시험결과 및 불량률

시험항목		시료수 (개)	불량수 (개)	불량률 (%)	제작사수 (개)	불량품 제작사수(개)	제작사 불량률(%)
누전트립 동작성능	감도전류	65	1	1.54	17	1	5.88
	동작시간	65	0	-	17	0	-
동작기구 성능		66	1	1.52	17	1	5.88
과전류 트립 시험	200%	67	4	5.97	17	4	23.53
	125%	67	4	5.97	17	4	23.53
테스트 장치 시험	외관	66	1	1.52	17	1	5.88
	감도전류	65	1	1.54	17	1	5.88

시험항목	시료수 (개)	불량수 (개)	불량률 (%)	제작사수 (개)	불량품 제작사수(개)	제작사 불량률(%)	
과부하 개폐 시험	9	0	-	17	0	-	
개폐내구 성능 시험	10	1	10.00	10	1	10.00	
개폐 후 시험	감도전류	9	1	11.11	9	1	11.11
	과전류 트립시험	9	0	-	9	0	-
단락차단 시험	성능	17	0	-	9	0	-
	절연저항	17	0	-	9	0	-
	내전압	17	0	-	17	0	-
	과전류	17	0	-	17	0	-
절연저항	성능	61	1	1.64	17	1	5.88
	감도전류	65	5	7.69	17	4	23.53
내전압	성능	65	0	-	17	0	-
	감도전류	61	1	1.61	17	1	5.88

III. 결론

시험결과를 살펴보면 [표 2]와 같이 제품이 한 기능상에서만 부적합하게 나온 것이 아니라, 단락차단기능만 제외하고 전 기능에서 부적합을 나타낸 것과, 시료를 채취한 제작사는 17사이고 불량품이 발견된 회사는 10사로서 제작사의 불량률은 58.8%에 이르는 것을 알 수 있다. 이 수치는 매우 심각하며 주목할 사항이라고 할 수 있다.

가정·공장·빌딩 그리고 상가의 말단 부하 스위치로 가장 많이 사용되는 전기 기자재가 이렇게 저품질 제품이라는 것은 전기에 의한 화재가 앞으로도 계속 발생할 수 있다는 것과 화재점유율을 상승시킬 수 있는 요인으로 받아들일 수 있다고 생각한다.

따라서 안전 및 화재와 밀접한 관계가 있는 누전차단기의 제작사는 안정적인 품질확보가 무엇보다 중요하므로 철저한 제품관리를 하여야 하며, 관리기관은 인증받은 기자재의 성능 및 품질수준을 유지하고 있는지 사후관리에 좀더 관심을 갖고 업무에 임하여야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 화재방호정책 자료집 : 행정자치부 발간(2000.2)
2. KS C 4613 : 누전차단기 (1994.12)
3. KS C 4504 : 교류 전자 개폐기(1985.11)
4. KS C 8111 : 배선기구 시험 방법(1984.12)
5. KS C 8321 : 배선용 차단기(1995.7)