

전기적 노이즈에 의한 누전차단기의 오동작에 관한 실험적 연구

김태만 · 권용준* · 기도형**†

평화발레오(주) · *한국산업안전공단 대구지도원 · **계명대학교 산업시스템공학과
(2001. 10. 15. 접수 / 2002. 3. 14. 채택)

An Empirical Study on Malfunction of the Earth Leakage Circuit Breaker

Tae-Man Kim · Yong-Jun Kwon* · Do-Hyung Kee**†

Pyunghwa-Valeo Co. · Branch Office of Taegu, Korea Occupational Safety & Health Agency

**Department of Industrial & Systems Engineering, Keimyung University

(Received October 15, 2001 / Accepted March 14, 2002)

Abstract : The purpose of this study was to investigate effect of electrical noise on malfunction of the earth leakage circuit breaker. A three-way experiment for studying its malfunction was conducted, in which electrical products such as radio, alternating current arc welder and cellular phone, distance from the earth leakage breaker to electrical products, and whether or not the earth leakage breaker is contained in the steel box were employed as experimental variables. Eleven earth leakage breakers frequently used in real situations were tested in each experimental treatment. The electrical products were used for generating electrical noise that is known to be able to cause malfunction of the earth leakage breaker. The results showed that except a case for one of the 11 earth leakage breakers when the radio made by M company was located 30 cm ahead of the breaker, malfunction did not occur in any other experimental treatment. Consequently, it is suggested that the breaker should be normally used for preventing electricity-related accidents without fear of its malfunction in industrial sites.

Key Words : earth leakage circuit breaker, electrical noise, malfunction

1. 서 론

현대 산업 사회의 주요 동력원으로 사용되고 있는 전기 에너지는 인류에게는 없어서는 안 될 필수 에너지이지만, 관리 및 취급을 소홀히 할 경우에는 인명 손상 등 취급자에게 재해로 다가온다. 노동부와 한국산업안전공단에서 발표한 자료를 보면 1999년도에 산업현장에서 산업재해로 2,291명이 사망하였고, 그 중 감전으로 인한 사망자는 103명으로 전체사망자의 4.5%를 점유하고 있는 것으로 나타났으며, 업무상 질병 등 직접적인 사고로 기인한 것을 제외한 사망자 수 836명 중 12.3%를 차지하여 상당히 높은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다.¹⁾ 또한, 감전으로 인한 사망자수가 1997년 121명, 1998년 93명, 1999년 103명으로 매년 100명 내외로 발생

하고 있다. 특히, 1999년도의 사망자를 분석해 보면 감전 방지용 누전차단기로 사망을 예방할 수 있었던, 저압의 전기인 220V, 380V 전압에 감전 사망한 경우가 각각 47명, 2명으로 나타나, 아직까지 산업현장에 감전 방지용 누전차단기의 보급이 정착되지 않았음을 보여주고 있다.²⁾

현재까지 발표된 누전차단기 관련 연구들을 보면, 누전차단기의 성능, 특성에 관한 연구, 즉 누전차단기를 적절하게 사용하여 전원을 차단함으로써 인체를 보호할 수 있는 가에 대한 연구들은 다수 있었으나,³⁻⁶⁾ 산업 현장의 전기관련 기술자들이 누전차단기의 사용을 기피하고 있는 이유 중의 하나인 외부 노이즈(noise)와 관련된 오동작에 관한 연구 자료는 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 산업 현장에서 주요 전기적 외부 노이즈로 알려져 있는 무전기(radio), 교류 아크 용접기(alternating current arc welder), 휴대폰(cellular phone)의 사용에 따른 누전차단기의 오동작

† To whom correspondence should be addressed.
dhkee@kmu.ac.kr

여부를 실험적으로 고찰하고, 누전차단기의 오동작에 대한 대책을 제시하고자 한다. 본 연구의 결과는 저압에서 발생하는 감전 제해를 감전 방지용 누전차단기의 사용으로 예방할 수 있는 기술적 근거로 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 방법

2.1. 설문조사

산업 현장에서 감전 방지용 누전차단기를 사용하지 않는 이유를 알아보기 위하여, 감전 방지용 누전차단기의 사용이 크게 요구되는 건설 현장의 전기 담당자들을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 설문지는 누전차단기에 대한 기본적인 이해 정도와 누전차단기를 사용하는 지 여부 및 누전차단기를 사용하지 않는다면, 그 이유는 무엇인가 등의 10문항으로 구성되어 있다. 설문조사 대상은 K지역의 건설재해예방 기술지도를 받는 공사금액 3억 이상 120

억 이하의 중·소규모 건설 현장의 전기 유지, 보수 관련자 30명으로 하였으며, 설문조사는 건설재해예방기관 지도요원의 협조를 받아 실시하였다.

2.2. 누전차단기의 오동작에 관한 실험

누전차단기의 오동작 여부를 알아보기 위한 실험은 외부의 전기적 노이즈가 없는 정상 상태에서와, 외부의 전기적 노이즈가 있는 비정상 상태에서의 실험 등 2가지의 실험으로 구성된다. 실험에서 누전차단기는 시중에서 생산, 판매되고 있는 누전차단기 중 대표적인 11종을 선정하여 사용하였으며, 그 상세 사양은 다음 Table 1에 나와 있다.

2.2.1. 정상상태

정상 상태에서는 각 누전차단기의 정격 조건에서의 정격 감도 전류에 해당하는 누전 전류의 통전 시동작 시간을, 누전차단기와 누전경보기의 시험용 기

Table 1. Specifications of the earth leakage circuit breaker used in the experiment

번호	모델명	정격사항	제조회사	
#1	AEB-53A	AC 220V, 460V, 3φ 3W, 3P, 50A 정격부동작전류 50/100mA,	정격감도전류 100/200mA, 동작시간 0.1초 이내 정격차단전류 AC 220V 2.5KA, AC460V 1.5KA	A사
#2	EBE 53	AC 220V, 460V, 3φ 3W, 3P, 50A 정격부동작전류 50/100/250mA,	정격감도전류100/200/500mA, 동작시간 0.1초 이내 정격차단전류 AC220V 10KA, AC460V 5KA	L사
#3	CEE-53	AC380V, 3φ 3W, 3P, 50A 정격부동작전류 100mA,	정격감도전류 200mA, 동작시간 0.1초 이내 정격차단전류 AC380V 2.5KA	S사
#4	32GRa	AC110/220V, 1φ 2W, 2P, 30A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	L사
#5	DEH32	AC 110/220V, 1φ 2W, 2P, 30A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	D사
#6	JEB3022	AC220V, 1φ 2W, 2P, 30A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1.5KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	J사
#7	SBE-2-E	AC110/220V, 1φ 2W, 2P, 15A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1.5KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	G사
#8	32GRh	AC110/220V, 1φ 2W, 2P, 15A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1.5KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	L사
#9	ABE-E2	AC110/220V, 1φ 2W, 2P, 30A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1.5KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	A사
#10	DEH32A	AC220V, 1φ 2W, 2P, 30A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1.5KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	D사
#11	JEB-E1	AC220V, 1φ 2W, 2P, 30A 정격부동작전류 15mA, 정격차단전류 1.5KA	정격감도전류 30mA, 동작시간 0.03초 이내	J사

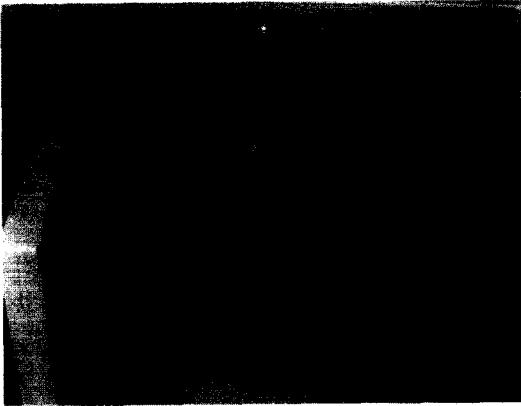


Fig. 1. Experimental scene in normal conditions

기인 ELB tester(LB-5, Musashi사, 일본)를 사용하여 측정하였다(Fig. 1).

2.2.2. 비정상 상태

외부의 전기적 노이즈 발생 장치로는 설문 조사에서 오동작의 주요 원인으로 지적된, 무전기, 교류아크 용접기, 휴대폰 등을 사용하였으며, 그 사양은 다음 Table 2와 같다. 외부 노이즈가 있는 비정상 상태에 대한 누전차단기의 오동작 여부는 누전차단기를 철재 외함에 내장하지 않은 경우와 철재 외함에 내장하는 경우로 나누어 실험을 수행하였다. 외부 노이즈가 있는 상태에서의 실험 장면은 Fig. 2에 나타나 있고, 무전기, 교류아크 용접 작업장, 휴대폰 등 각각의 외부 노이즈에 대한 실험은, 전기장의 영향의 크기를 감안하여 누전차단기와 외부 노이즈와의 거리를 0.3m, 0.5m, 1m, 2m, 3m, 4m로 달리하여 각각의 경우에 5회씩의 실험을 수행하였다. 그리고, 전자파의 영향을 감안하여 누전차단기에 대하여 외부 노이즈의 수직, 수평 방향의 사용에 대한 영향을 실험에 포함하였다. 교류아크 용접기의 경우는 용접기 본체와 용접 홀더에 대하여 실험을 수행하였다. 철재 외함 내부에 누전차단기를 설치한 상태에서 실험을 수행할 때는 철재 외함을 접지하였다.

Table 2. Specifications of electrical noise generator

품명	무 전기	교류아크 용접기	휴 대 폰
사양	모델명 : KCP-0330A형 송신출력 : 3W 제조사 : M전자(주)	모델명 : HK-AI 정격용량 : 15KVA 7.5KW 제조사 : D전기(주)	모델명 : SPH-2000 송신출력 : 0.24W 제조사 : S전자(주)



Fig. 2. Experimental scene in abnormal conditions

3. 결 과

3.1. 설문조사

설문조사에 응한 대부분의 현장 담당자들이 누전차단기의 기능(83%), 누전차단기의 사용 장소(83%), 누전차단기와 배선용 차단기의 차이(93%) 등을 잘 이해하고 있는 것으로 나타났다. 설문 응답자 30명 중 산업안전보건법에서 요구하고 있는 누전차단기 사용 장소에 누전차단기를 항상, 즉 100% 사용한다고 응답한 자는 1명도 없었으며, 응답자 전원이 '100% 미만 사용'(설문지의 문항으로 '70% 이상 사용', '50% 이상 사용', '20% 이상 사용', '20% 미만 사용'에 해당함)으로 응답하여 항상 누전 차단기를 사용하는 것은 아닌 것으로 나타났다. 이는 건설 현장의 임시 선로의 경우에는 누전차단기를 사용하지 않는 경우가 많음을 의미한다. 누전차단기 미사용의 이유로는 오동작 우려가 17명(57%), 비싼 가격이 6명(20%), 필요성을 느끼지 못해서가 3명(10%)으로 나타나, 실제 산업 현장에서는 누전차단기의 오동작을 많이 우려하고 있음을 보이고 있다. 또한, 누전차단기의 오동작에 영향을 줄 수 있는 설비들에 대해서는 무전기 15명(50%), 용접기 10명(33%), 휴대폰 5명(17%) 순으로 응답했다. 만약, 누전차단기가 오동작을 하지 않는다면 필요 장소에 100% 사용하겠다는가에 대한 질문에는, 응답자 30명 중 누전차단기의 기능을 제대로 이해하고 있는 25명 전원이 그렇다고 응답을 하였다. 따라서, 산업 현장에서 감전 방지용으로 사용되는 누전차단기가 산업안전보건법에서 명시된 장소에 모두 사용되기 위해서는, 우선적으로 외부 노이즈에 의한 오동작 여부가 반드시

규명되어야 할 것으로 판단된다.

3.2. 누전차단기의 오동작에 관한 실험

3.2.1. 정상 상태

정상 상태, 즉 외부의 노이즈가 없으며 상온 및 전압 변동률이 80~110% 이내인 조건에서, 정격 감도 전류에 해당하는 누설 전류를 통전시키는 방법으로 각 시료별로 5회의 동작 실험을 실시하였다. 부동작 전류치를 연속 통전시켰을 경우 동작여부에 대해서도 5회 실험을 실시하였으며 그 결과는 Table

3에 나와 같다. Table 3에서 보는 바와 같이 실험 대상으로 정한 11개의 누전차단기 모두가 정격감도 전류에 대해서는 규정 동작 시간 이내에 작동하였으며, 부동작 전류에 대해서는 동작을 하지 않는 정상 상태를 보였다.

3.2.2. 비정상 상태

무전기로 전기적 노이즈를 발생시킬 경우 누전차단기가 철제 외함에 내장되지 않고 노출되어 있을 때, #3의 누전차단기에서 무전기를 30cm의 근접 거

Table 3. Experimental results in normal conditions

번호	구분	동작시간(ms)					평균치	비고	
		1회	2회	3회	4회	5회			
#1	정격감도 전류	100mA	49	52	56	53	49	*동작시간 0.1초 이내인 제품이나 약 1/2인 50ms 정도에서 동작함	
		200mA	63	50	49	57	52		
	부동작 전류	50mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
		100mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#2	정격감도 전류	100mA	43	37	36	35	37	*동작시간 0.1초 이내인 제품이나 약 1/3인 30ms 정도에서 동작함	
		200mA	38	30	37	29	41		
		500mA	29	35	29	37	39		
	부동작 전류	50mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
		100mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
		250mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#3	정격감도 전류	200mA	14	26	24	21	17	*동작시간 0.1초 이내인 제품이나 약 1/5인 20ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	100mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#4	정격감도 전류	30mA	15	17	6	9	10	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/3인 10ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#5	정격감도 전류	30mA	11	12	20	10	14	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/2인 15ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#6	정격감도 전류	30mA	17	11	13	10	12	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/2인 15ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#7	정격감도 전류	30mA	20	10	17	18	7	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/2인 15ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#8	정격감도 전류	30mA	20	9	21	14	6	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/2인 15ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#9	정격감도 전류	30mA	20	18	14	6	12	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/2인 15ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#10	정격감도 전류	30mA	28	16	29	20	28	*동작시간 0.03초 이내인 제품으로 거의 0.03초에 가까운 25ms에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작
#11	정격감도 전류	30mA	19	16	9	15	11	*동작시간 0.03초 이내인 제품이나 약 1/2인 15ms 정도에서 동작함	
	부동작 전류	15mA	부동작	부동작	부동작	부동작	부동작		부동작

리에서 수직 방향으로 사용할 때 오동작이 발생하였다(Table 4a). 이러한 현상은 다른 회사의 무전기(Radius GP 300, 미국 M사)를 사용할 경우에도 동일한 결과를 보였다. 그러나, 누전차단기를 철제 외함에 내장하는 경우에는 무전기로 인한 노이즈의 여

부에 관계없이 모든 누전차단기에서 오동작이 발생하지 않았다(Table 4b).

교류아크 용접기와 휴대폰의 경우에는 누전차단기를 철제 외함에 내장하는 것에 관계없이, 모든 이격 거리, 노이즈의 방향, 용접기의 측정 부위에 대

Table 4. Experimental results for radios in abnormal conditions
(a) unsealed case

번호	구분	정격감도 전류	이격거리						비고
			0.3M	0.5M	1M	2M	3M	4M	
#1	수직방향	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
	수평방향	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
#2	수직방향	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
	수평방향	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
#3	수직방향	200mA	O	X	X	X	X	X	수평방향에서는 5cm거리에서 오동작
	수평방향	200mA	X	X	X	X	X	X	
#4	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#5	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#6	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#7	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#8	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#9	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#10	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#11	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	

* O: 오동작, X: 정상동작.

(b) sealed case

번호	구분	정격감도 전류	이격거리						비고
			0.3M	0.5M	1M	2M	3M	4M	
#1	수직방향	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
	수평방향	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
#2	수직방향	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
	수평방향	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
#3	수직방향	200mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	200mA	X	X	X	X	X	X	
#4	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#5	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#6	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#7	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#8	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#9	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#10	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#11	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	

해서 외부 노이즈의 영향을 받지 않고 모든 누전차단기가 정상 작동하였다(Table 5, 6). 이상에서 살펴본 바와 같이 누전차단기를 철제 외함에 내장할 경우는, 이격 거리에 관계없이 무전기, 교류아크용접기, 휴대폰과 같은 외부 노이즈의 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

4. 결론 및 토의

산업현장에서 전기작업 관련 기술자들이 객관적

근거 없이 누전차단기의 오동작으로 인한 생산 저하를 우려하여, 감전 위험이 있는 장소에서도 전기·기계 기구의 전원 개폐기로 누전차단기를 사용하지 않는 경우가 많은 실정이다. 실제 본 연구의 설문조사에서도 건설 현장의 전기 관련자의 57%가 오동작을 우려하여 누전차단기를 사용하고 있지 않는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 이러한 오동작의 우려가 객관적인 근거에 의한 것인가를 확인하기 위하여, 시중에서 유통되고 있는 11종의 누전차단기를 대상으로 정상 상태 및 외부 노이즈의 영향

Table 5. Experimental results for alternating current arc welders in abnormal conditions

시료 번호	실험 부위	정격감도 전류	이격거리						비고
			0.3M	0.5M	1M	2M	3M	4M	
#1	용접기	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
	용접홀더	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
#2	용접기	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
	용접홀더	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
#3	용접기	200mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	200mA	X	X	X	X	X	X	
#4	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#5	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#6	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#7	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#8	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#9	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#10	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	
#11	용접기	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	용접홀더	30mA	X	X	X	X	X	X	

* 용접기에 대해서는 용접기 본체 및 홀더 부위에 대해서 각각 실험을 수행함.

을 받는 비정상 상태에서의 오동작 여부를 실험적으로 관찰하였다. 전기적 외부 노이즈로는 무전기, 교류아크용접기, 휴대폰을 사용하였으며, 실험 결과를 바탕으로 다음의 결론을 얻었다.

1) 시중에서 유통되고 있는 대부분의 누전차단기는 정상적인 상태에서는 정격전류 수준에서 정격동작 시간을 만족하는 등 양호하게 동작하여, 누전차단기의 설치가 필요한 장소에 사용할 경우 근로자

의 감전 방지가 가능함을 알 수 있었다.

2) 교류아크 용접 장소 및 휴대폰 사용 장소에서는 누전차단기의 기종, 외부 노이즈의 이격 거리나 수직/수평 방향에 관계없이 누전차단기가 오동작을 하지 않았으며, 무전기 사용 장소에서는 1개 회사의 제품이 오동작을 하였다.

3) 오동작을 일으킨 무전기의 경우에도 누전차단기를 폐쇄형 금속제 외함에 설치하고 외함을 접지

Table 6. Experimental results for cellular phones in abnormal conditions

번호	구분	정격감도 전류	이격거리						비고
			0.3M	0.5M	1M	2M	3M	4M	
#1	수직방향	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
	수평방향	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
#2	수직방향	100mA	X	X	X	X	X	X	정상
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
	수평방향	100mA	X	X	X	X	X	X	
		200mA	X	X	X	X	X	X	
		500mA	X	X	X	X	X	X	
#3	수직방향	200mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	200mA	X	X	X	X	X	X	
#4	수직방향	200mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	200mA	X	X	X	X	X	X	
#5	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#6	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#7	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#8	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#9	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#10	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	
#11	수직방향	30mA	X	X	X	X	X	X	정상
	수평방향	30mA	X	X	X	X	X	X	

할 경우에는 오동작을 하지 않았으며, 노출된 상태로 설치하더라도 50cm 이상 이격된 거리에서 무전기를 사용할 경우에는 오동작을 하지 않았다.

따라서, 시중에서 판매되고 있는 충격과 부동작형 누전차단기를 접지된 폐쇄형 금속제 외함에 설치하여 사용하거나, 누전차단기가 설치된 장소에서 50cm 이상 이격된 거리에서 무전기, 교류아크 용접기, 휴대폰 등을 사용하면 오동작을 일으키지 않는 것으로 나타나 누전차단기의 오동작을 우려하여 사

용하지 않는 것은 기술적으로 근거가 없는 것으로 판명되었다.

또한, '오동작 우려' 외에도 '비싼 가격', '필요성을 느끼지 못해서' 등 기타의 이유로 누전차단기를 사용하지 않는 경우가 43%나 되는 것으로 나타나, 이에 대한 대책이 수립·시행되어야 감전 재해 예방을 위한 누전차단기가 올바르게 항상 사용되어질 것으로 판단된다. 즉, 경영진은 안전에 대한 의식 개선으로 안전 시설에 대한 투자를 아끼지 말아야

하며, 산업 현장의 전기 기술자에 대해서는 누전차단기의 기능, 작동 원리, 필요성 등에 대한 체계적인 교육·훈련이 시행되어야 한다.

본 연구에서는 무전기, 교류아크 용접기, 휴대폰 등의 외부 노이즈에 대한 누전 차단기의 오동작 여부를, 오동작이 일어나는가 아닌가 하는 밖으로 드러나는 현상만 다루었다. 그러나, 이들 외부 노이즈의 전자파의 강도를 측정하여 (본 연구에서는 전자파를 측정하는 정밀 측정 장비의 미비로 수행하지 못하였음) 전자파의 강도에 따른 누전 차단기의 오동작 여부를 제시할 수 있다면, 연구 결과가 좀더 객관적이 되어 실제 현장에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- 1) 노동부, '99 산업재해분석, 2000.
- 2) 한국산업안전공단, 활선 작업과 감전재해 예방, 2000.
- 3) 김은배, 누전차단기의 최적활용을 위한 보호 특성, 성균관대학교 전기공학과 석사학위논문, 1987.
- 4) 박종휘, 누전차단기의 성능시험 연구, 건국대학교 전기공학과 석사학위 논문, 1990.
- 5) 이대훈, 누전차단기의 성능 개선에 관한 연구, 부산공업대학교 산업대학원 석사학위논문, 1995.
- 6) 장학순, 누전차단기의 특성 조사 연구, 한양대학교 교육대학원 석사학위 논문, 1988.