

# 자가용 수용가에서 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 조사연구

(Survey on the Malfunction of MCCB and ELB in Private Electrical Facilities)

유재근\* · 이상익 · 전정채

(Jae-Geun Yoo · Sang-Ick Lee · Jeong-Chay Jeon)

## 요 약

최근 수용가의 부하회로 및 설비가 복잡해짐에 따라 배선용 및 누전차단기의 원인모를 동작 또는 오동작이 증가하고 있지만 오동작에 대한 실태조사는 이루어지지 못하였다. 본 논문에서는 218개소 자가용 수용가의 전기안전 관리자를 대상으로 설문조사를 실시하여 배선용 및 누전차단기의 오동작 원인과 그 영향에 대해 조사하였다. 조사결과 배선용 및 누전차단기 사용 장소의 70[%] 이상이 오동작을 경험하고 있고 오동작 원인은 노후화(25[%] 이상), 원인불명(22[%] 이상), 제품불량(20[%] 이상), 고조파와 같은 이상전원(20[%] 이상), 기타(9[%]) 순으로 나타났다. 또한 오동작으로 인한 피해는 제품생산 차질, 기기고장, 정보손실, 업무 및 조업중단, 기타 순으로 조사되었다. 본 연구결과는 현장에서 배선용 및 누전차단기의 오동작 원인을 분석할 때 참고자료로 활용될 수 있을 것이다.

## Abstract

Recently, nuisance tripping or malfunction of MCCB(Molded Case Circuit Breaker) and ELB(Electrical Leakage Breaker) is being increased according as load circuits and equipments of electrical customers are various and complicated, but investigation of actual conditions on malfunction of MCCB and ELB was not implemented. This paper investigated causes and influences of malfunction of MCCB and ELB by making up a question to electrical safety managers of two hundred and eighteen private electrical facilities. The results show that users above 70[%] experienced malfunction of MCCB and ELB, and causes of malfunction are in order aging(above 25[%]), nuisance tripping(above 22[%]), goods badness(above 20[%]), abnormal power like as harmonics(above 20[%]) and others(about 9[%]). Also, second damages due to failure of MCCB and ELB are in order goods production, equipment trouble, information loss, business and operation interrupt, and others. The results of this study can be used in making decisions regarding causes of MCCB and ELB trip.

Key Words : MCCB, ELB, Abnormal power, Harmonics

\* 주저자 : 한국전기안전공사 전기안전연구원 진단연구1팀장  
Tel : 031-580-3160, Fax : 031-580-3111  
E-mail : cameleon@kesco.or.kr  
접수일자 : 2004년 12월 8일  
1차심사 : 2004년 12월 10일  
심사완료 : 2004년 12월 17일

## 1. 서 론

수용가의 부하회로 및 설비가 다양해지고 복잡해

## 자가용 수용가에서 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 조사연구

집에 따라 배선용차단기(MCCB : Molded Case Circuit Breaker) 및 누전차단기(ELB or ELCB ; Earth Leakage Circuit Breaker) 오동작 사례는 점점 빈번해지고 정확한 원인분석을 요구하는 사례도 점차 증가하고 있다.

한국전기안전공사에서 국내수용가를 대상으로 조사된 통계 자료를 살펴보면 저압기기의 고장 또는 사고 중 배선용 및 누전차단기가 차지하는 비율은 2000년 23.9[%], 2001년 26.9[%], 2002년 28.6[%] 정도로 매년 증가하는 추세에 있다는 것을 알 수 있다 [1,2,3].

이러한 배선용 및 누전차단기 오동작의 문제를 해결하기 위해 일본에서는 전압, 전류, 전력, 역률 등의 전기회로 정보를 계측, 표시 그리고 전송할 수 있는 기능을 갖춘 차단기, 누설전류 표시부착 차단기, 고조파 계측 등 차단기의 동작원인조사를 지원하는 차단기도 개발 되었다[4].

국내에서도 배선용 및 누전차단기 오동작 피해 증가에 따라 차단기 특성 분석 및 서지에 의한 배선용 및 누전차단기 오동작 특성 관련 연구가 수행되어 원인분석 및 대책마련을 위한 노력이 이루어 졌다[5,6]. 하지만 아직 수용가에서 발생하는 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 체계적인 실태조사를 통한 배선용 및 누전차단기 오동작의 주요 원인 및 피해현황 등에 대한 분석이 이루어지지 못하였다.

본 연구에서는 배선용 및 누전차단기 오동작 현황에 대한 실태를 분석하기 위해, 전국의 218개소 자가용 수용가에 상주하고 있는 전기안전 관리자를 대상으로 설문조사를 실시하여 배선용 및 누전차단기의 오동작의 원인과 그 영향에 대해 조사·분석하였다. 조사결과 대부분의 70[%] 이상의 수용가에서 오동작을 경험하고 있는 것으로 나타났으며 그 원인은 노후화, 제품불량, 이상전원, 접촉불량 등이며 오동작 발생시 제품생산 차질, 정보손실, 기기고장, 업무중단 등의 피해를 입는 것으로 나타났다.

## 2. 조사 개요 및 항목

설문조사는 2004. 7. 8~8. 6(27일간) 동안 전국의 218개소의 자가용 수용가를 대상으로 우편조사를 통

해 실시하였고 신뢰성을 높이기 위해 수용가의 전기안전관리자가 설문지를 작성하도록 하였다. 설문조사의 주요 내용은 배선용 및 누전차단기 과열, 소손, 오동작의 주요 원인, 배선용차단기 및 누전차단기 과열, 소손, 오동작 발생시 원인분석 여부, 피해형태, 기타 배선용차단기 및 누전차단기 오동작 관련 의견 등으로 구분할 수 있다.

## 3. 조사 결과 분석

### 3.1 오동작 경험 및 원인분석 여부

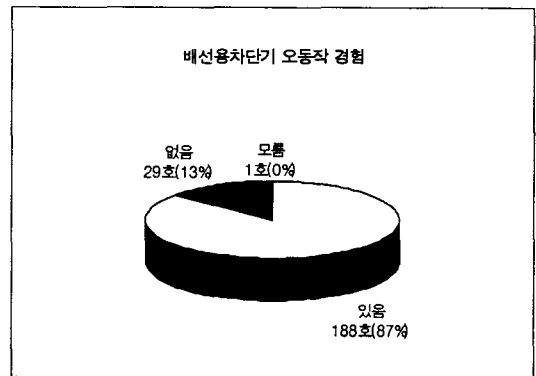


그림 1. 배선용 차단기 오동작 경험  
Fig. 1. Malfunction experience of MCCB

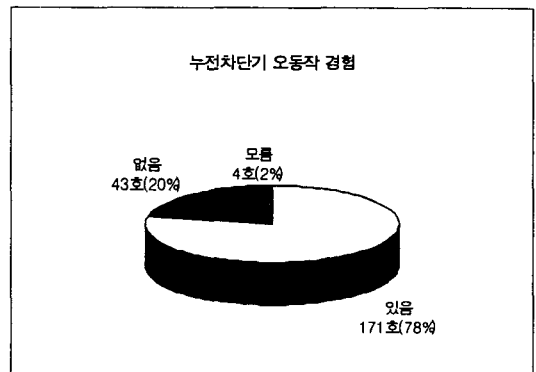


그림 2. 누전차단기 오동작 경험  
Fig. 2. Malfunction experience of ELB

배선용 및 누전차단기의 오동작은 그림 1과 2에서 알 수 있듯이 배선용차단기의 경우 응답수용가 218개소의 86%(188개소), 누전차단기는 응답수용가

218개소의 78%(171개소)로 대부분의 수용가에서 오동작을 경험하는 것으로 나타났다.

배선용차단기의 오동작을 경험한 수용가 218개소 중 원인규명을 수행한 수용가는 그림 3에서처럼 153개소(82%) 정도이고 누전차단기의 경우는 그림 4에서처럼 115개소(67%) 정도로 나타났지만 원인 분석은 전기안전관리자들의 추정에 의한 것으로 사료된다.

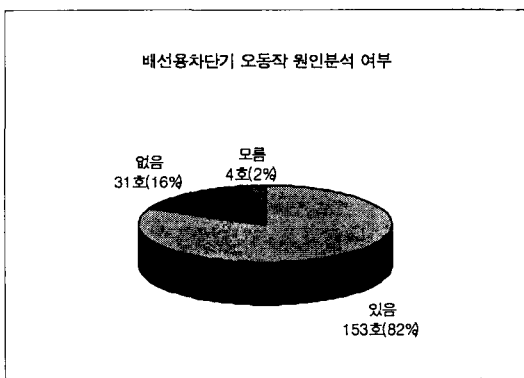


그림 3. 배선용 차단기 오동작 원인분석 여부  
Fig. 3. Cause analysis for Malfunction of MCCB

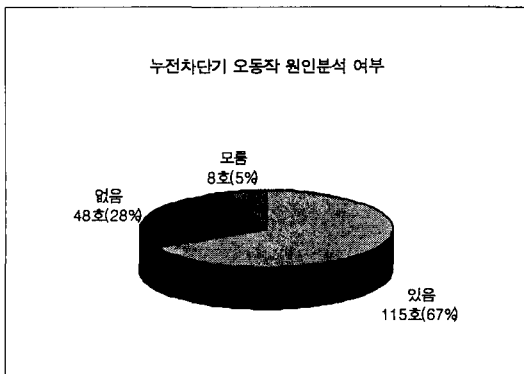


그림 4. 누전차단기 오동작 원인분석 여부  
Fig. 4. Cause analysis for Malfunction of MCCB

### 3.2 오동작 원인 및 발생빈도

배선용차단기의 오동작 주요원인에 대해 복수선택이 가능하도록 질문한 결과 그림 5에서처럼 응답 수용가 218개소의 29%는 노후화가 주요원인이라고 응답하였으며, 그 다음으로 원인불명(22%), 고

조파(20%), 제품불량(20%), 기타(9%)순으로 나타났다. 누전차단기의 경우에는 그림 6과 같이 응답수용가 218개소의 25%는 노후화가 주요원인이라고 응답하였으며, 그다음으로 원인불명(25%), 고조파(22%), 제품불량(21%), 기타(9%)순으로 나타났다.

특히, 본 연구에서 분석된바와 같이 제품불량에 의한 배선용 차단기 및 누전차단기 오동작 발생비율(배선용차단기 20%, 누전차단기 21%)이 2002년 기술표준원에서 실시한 배선용 및 누전차단기의 KS 표시제품 시험결과에서 나타난 제품불량 20%와 비슷하게 조사되어 제품불량이 차단기 오동작 요인의 중요한 원인으로 작용하고 있다.

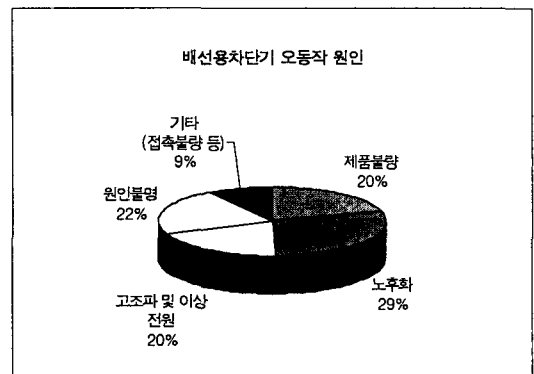


그림 5. 배선용차단기 오동작 주요원인  
Fig. 5. Major causes of Malfunction of MCCB

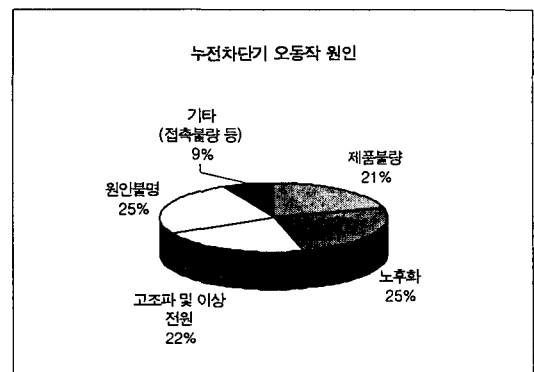


그림 6. 누전차단기 오동작 주요원인  
Fig. 6. Major causes of Malfunction of ELB

다음으로는 최근 증가하고 있는 전력전자설비, 전

자가용 수용가에서 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 조사연구

기로 등에 의한 고조파 발생 및 이상전원에 의한 연간 오동작 발생빈도와 원인불명의 오동작 발생빈도에 대해 분석하였다.

고조파 및 이상전원이 배선용차단기 오동작 발생빈도에 대한 조사한 결과 그림 7과 같이 응답 수용가 80개소 중 45개소(56%)는 연 1회 이하로 발생하고 있고 25개소(31%)는 연 2~3회 정도, 나머지 10개소(13%)는 연 5회 이상 발생하는 것으로 나타났다.

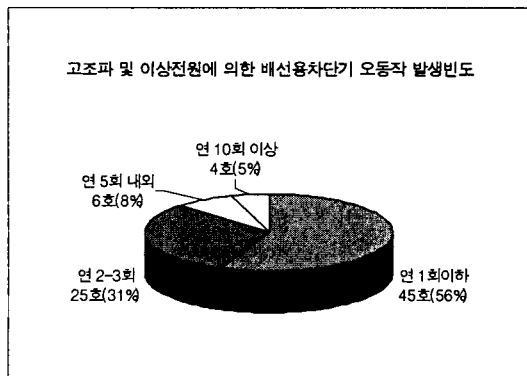


그림 7. 고조파 및 이상전원에 의한 배선용차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 7. Frequency of Malfunction of MCCB by harmonics and abnormal power

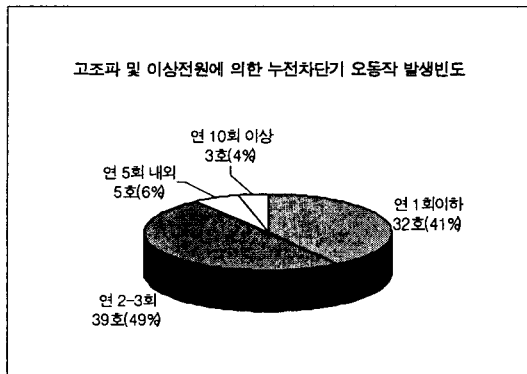


그림 8. 고조파 및 이상전원에 의한 누전차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 8. Frequency of Malfunction of ELB by harmonics and abnormal power

누전차단기의 경우에는 그림 8과 같이 고조파 등의 이상전원이 누전차단기 오동작 원인이라고 응

답한 수용가 79개소 중 32개소(41%)는 연 1회 이하정도 발생하고 있고 39개소(49%)는 연 2~3회 정도, 나머지 8개소(10%)는 연 5회 이상 발생하는 것으로 나타났다.

한편, 원인불명에 의한 배선용차단기 오동작 발생빈도에 대한 조사 결과 그림 9와 같이 응답수용가 87개소 중 45개소(52%)는 연 1회 이하 정도 발생하고 있고 34개소(39%)는 연 2~3회 정도, 나머지 8개소(9%)는 연 5회 이상 발생하는 것으로 나타났다.

누전차단기의 원인불명 오동작 발생빈도는 그림 10에서와 같이 응답수용가 93개소 중 47개소(50%)는 연 1회 이하로 발생하고 있고 36개소(39%)는 연 2~3회 정도, 나머지 10개소(11%)는 연 5회 이상 발생하는 것으로 나타났다.

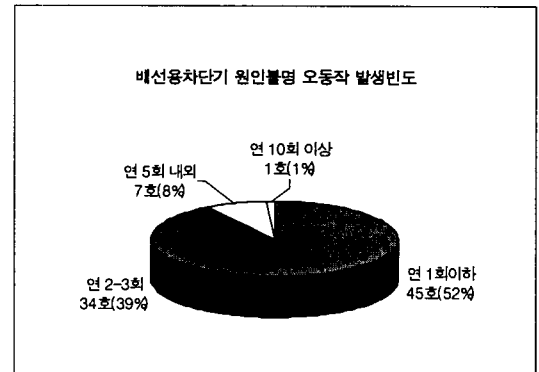


그림 9. 원인불명에 의한 배선용차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 9. Frequency of nuisance tripping of MCCB

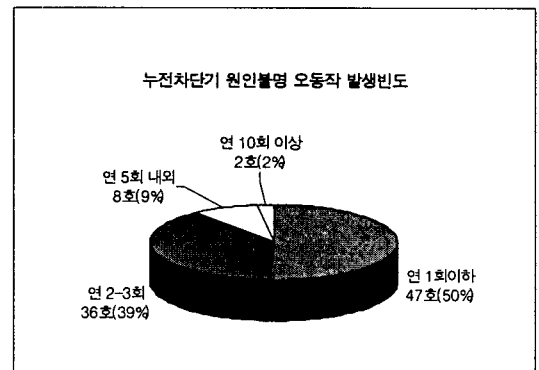


그림 10. 원인불명에 의한 누전차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 10. Frequency of nuisance tripping of ELB

### 3.3 오동작 발생시 전원품질 분석여부

배선용차단기 오동작 발생시 고조파 관련 전원품질 측정 및 분석을 수행한 수용가는 그림 11과 같이 응답수용가 186개소 중 44개소(23.6%)로 나타났고 누전차단기 경우는 그림 12와 같이 응답수용가 187개소 중 42개소(22.5%)로 나타나 배선용 및 누전차단기 오동작 발생시 원인분석에 있어 고조파 관련 전원품질 분석을 적극적으로 수행하지 않고 있는 것으로 분석되었다. 즉 고조파 및 이상전원이 배선용 및 누전차단기 오동작 원인 중 20[%]이상을 차지하고 있지만 장비 및 인력, 관심부족 등의 이유로 적극적인 원인분석이 이루어지지 못하고 있다는 것을 알 수 있다.

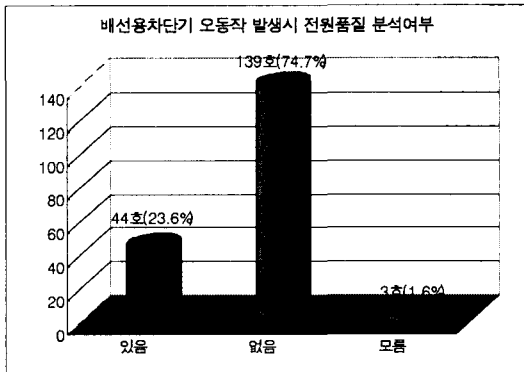


그림 11. 배선용차단기 오동작시 전원품질 분석  
Fig. 11. Power quality analysis when malfunction of MCCB

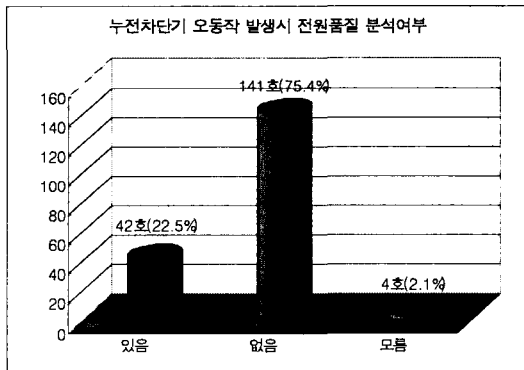


그림 12. 누전차단기 오동작시 전원품질 분석  
Fig. 12. Power quality analysis when malfunction of ELCB

### 3.4 2차적 피해유형

배선용차단기 오동작에 의한 수용가의 2차적 피해유형은 그림 13에서와 같이 본 질문(복수선택 가능)에 응답한 수용가의 대부분이 제조업을 차지하고 있는 관계로 제품생산차질이 88개소(32.8%)로 가장 많았고 기기손상 69개소(25.7%), 정보손실 45개소(16.8%), 원료손상 및 조업중단 38개소(14.2%), 기타 28개소(10.5%) 순으로 나타났다.

누전차단기의 오동작에 의한 수용가의 2차적 피해유형은 그림 14와 같이 제품생산차질이 87개소(32.5%)로 가장 많았고 기기손상 69개소(25%), 정보손실 57개소(19%), 원료손상 및 조업중단 36개소(13.4%), 기타 27개소(10%) 순으로 나타났다.

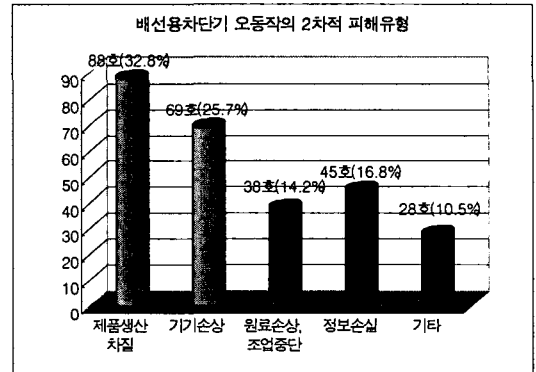


그림 13. 배선용차단기 오동작의 2차적 피해유형  
Fig. 13. Second damage types by malfunction of MCCB

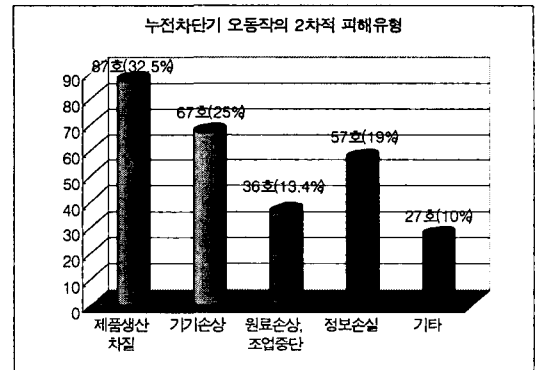


그림 14. 누전차단기 오동작의 2차적 피해유형  
Fig. 14. Second damage types by malfunction of ELCB

### 3.5 기타의견

배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 수용가의 기타의견에 있어서는 방송 등의 특수 사용 장소의 누전차단기 시설규정에 대한 검토의 필요성과 대량의 전자식 안정기를 사용하거나 컴퓨터 등을 많이 사용하는 전산실 등에 있어서 전자식 배선용 차단기에 대한 노이즈 및 고조파 등에 대한 대책을 요구하는 수용가도 있었다.

특히 고조파 및 이상전원이 배선용차단기 및 누전차단기의 오동작에 미치는 영향에 대한 분석 필요성 여부를 묻는 질문에 대한 응답은 그림 15에서 보여 주듯이 전체 응답 수용가 210개소 중 166개소(79%)가 필요하다고 응답하였다.

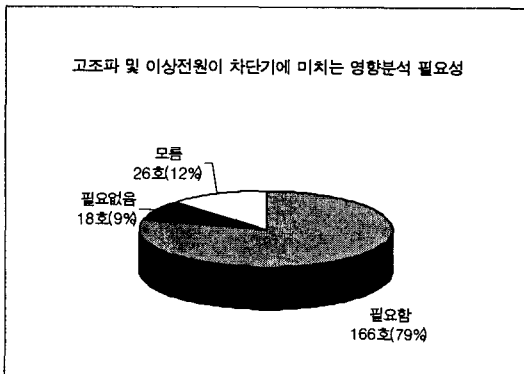


그림 15. 고조파 및 이상전원이 배선용 및 누전차단기에 미치는 영향 분석 필요성

Fig. 15. Necessity of effect analysis of harmonics and abnormal power on MCCB and ELB

### 4. 차단기 오동작 대책

일반적으로 배선용 및 누전 차단기의 동작은 정상 동작과 오동작으로 구분할 수 있다. 배선용 차단기의 오동작 주요원인은 제품불량, 노후화, 부하기동전류 과대, 먼지 및 이물질, 부적절한 정격선정, 고조파, 과도전류 및 돌입전류 등을 들 수 있고, 누전차단기의 경우는 제품불량, 노후화, 부적당한 감도전류, 서지에 의한 것, 순환전류에 의한 것, 유도에 의한 것, 오결선, 부적당한 접지, 고조파 등 다양한 원인들

이 존재할 수 있다.

배선용 및 누전차단기 오동작의 40[%]이상이 제품불량과 노후화가 원인이므로 제품 제조단계에서 불량률을 최대한 낮추고 정기적인 점검을 통한 적절한 교체가 필요하다. 또한 과부하에 의한 배선용 차단기 오동작을 예방하기 위해 부하의 빈번한 기동전류, 상간 불평형 전류, 고조파 발생억제 등 과부하 원인을 억제할 필요가 있다. 누전차단기 오동작은 제품불량 및 노후화를 제외하면 대부분 회로 등에 기인하므로 배선공사, 결선 및 감도전류 선정에 신중을 기하면 대부분의 오동작을 예방할 수 있으리라 기대되고 고조파에 의한 오동작은 고조파에 대응할 수 있는 차단기를 개발하여 설치하는 방법이 검토되어야 할 것이다.

### 5. 결 론

본 연구에서는 배선용 및 누전차단기의 오동작 원인, 피해, 고조파 및 이상전원 등에 의한 오동작 발생 빈도 등에 대한 실태를 전국의 218개소 자가용 수용가의 전기안전 관리자를 대상으로 설문조사를 통해 분석하였다. 설문조사 결과 70[%] 이상의 수용가에서 배선용 및 누전차단기 오동작을 경험하고 있으며, 오동작의 주요 원인으로 노후화 및 제품불량, 고조파 및 이상전원, 원인불명으로 조사되었다. 또한, 배선용 및 누전차단기 오동작 발생시 제품생산차질, 기기손상 및 정보손실, 업무중단 등의 피해를 보고 있는 것으로 나타났다. 이러한 연구결과는 배선용 및 누전차단기 오동작을 예방하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

향후, 배선용 및 누전차단기 오동작을 예방하고 피해를 줄이기 위해, 오동작 발생시 원인분석 방법 및 절차마련, 설치규정 검토, 고조파 및 이상전원에 의한 영향 분석 등 다양한 노력이 필요한 것으로 사료된다.

본 연구는 전력산업기반기금 전력연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## References

- [1] 한국전기안전공사, “전기재해 통계분석”, p. 51, 2001.
- [2] 한국전기안전공사, “전기재해 통계분석”, p. 51, 2002.
- [3] 한국전기안전공사, “전기재해 통계분석”, p. 58, 2003.
- [4] 모리와키 히데야키, “배선용 차단기의 기술동향”, 생산과 전기, 2003. 5.
- [5] 이승철, 장석훈, 이복희, “서지전압에 대한 50(A)용 누전차단기의 부동작 특성”, 한국조명·전기설비학회 논문지, Vol. 11, No. 5, pp. 44~52, 1997. 10.
- [6] 이재복 외 4명, “누전차단기의 뇌써지 동작특성 분석 및 오동작 대책”, 대한전기학회 논문지, Vol. 51C, No. 10, pp. 479~484, 2002. 10.

## 이상익 (李尙益)

1968년 12월 9일생. 1994년 호서대학교 전기공학과 졸업. 1996년 호서대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 건국대학교 대학원 박사과정 수료. 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 진단연구1팀 연구과장.

## 전정채 (全正采)

1971년 6월 8일생. 1997년 원광대학교 전기공학과 졸업. 1999년 원광대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 진단연구1팀 연구원.

## ◇ 저자소개 ◇

### 유재근 (俞在根)

1965년 12월 5일생. 1990년 건국대학교 전기공학과 졸업. 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 현재 건국대학교 대학원 박사과정 수료. 1992~1996년 대우전자연구소 근무. 현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 진단연구1팀 팀장.