

## 배선용 및 누전차단기 오동작 실태조사

(A Survey on the Actual Conditions of False-Tripping of MCCB and ELB)

유재근\* · 이상익 · 전정채 · 정종욱 · 임용배

(Jae-Geun Yoo · Sang-ick Lee · Jeong-Chay Jeon · Jong-Wook Jeong · Yong-Bae Lim)

### Abstract

False-tripping of MCCB(Molded Case Circuit Breaker) and ELB(Earth Leakage Circuit Breaker), using to protect overload and ground-fault accidents in power system, raise direct and indirect losses like as information loss, facilities damage, slipup of goods production in industry place. Cause of false-tripping of MCCB and ELB is various and cause analysis of false-tripping is mostly made up by inference because trip is not reappeared. This paper investigated and analyzed causes and influences of false-tripping of MCCB and ELB by making up a question to safety managers of two hundred and eighteen electrical facilities for private use. Also, the necessity of experimental study on the effect of harmonics on false-tripping of MCCB and ELB was presented.

### 1. 서론

전로의 과전류 보호나 지락 보호를 위해 사용되는 배선용 차단기(MCCB; Molded Case Circuit Breaker) 및 누전차단기(ELB; Earth Leakage Circuit Breaker)가 오동작하는 경우에는 부하설비의 정전으로 이어지고, 산업현장에서는 정보손실, 원료손상 및 제품생산 차질 등으로 파급되어 경제적 손실을 입게 된다.

한국전기안전공사에서 조사된 통계자료를 보면 저압 기기사고 중 배선용 및 누전차단기에 의한 비율은 2000년 23.9%, 2001년 26.9%, 2002년 28.6% 정도로 매년 증가하는 추세에 있다[1,2,3].

특히, 수용가의 부하회로 및 설비가 다양해지고 복잡해짐에 따라 배선용 및 누전차단기 오동작 사례는 점점 빈번해지고 정확한 원인분석을 요구하는 사례 또한 점차 증가하고 있다. 또한 개인용 컴퓨터, 팩스, 전산설비 등과 같이 SMPS(Switching Mode Power Supply)방식을 채택한 단상 부하의 증가와 인버터 등의 전력변환설비 증가로 인해서 발생하는 고조파 전류에 의한 배선용 및 누전차단기 과열 및 오동작 사례도 빈번해지고 있다.

배선용 및 누전차단기의 오동작과 관련하여 미국에서는 차단기류 진단알고리즘과 수명평가를 통한 최적 유지 관리를 위한 연구와 고조파 발생부하에서 차단기류를 시험함으로써 차단기류의 정확한 동작특성 분석을 위한 노력이 이루어지고 있다[4,5,6].

일본에서는 전압, 전류, 전력, 역률 등의 전기회로 정보를 계측, 표시 그리고 전송할 수 있는 기능을 갖춘 차

단기, 누설전류 표시부착 차단기, 고조파 계측 등 차단기의 동작원인조사를 지원하는 차단기 등 다양한 종류의 차단기가 개발 되었다[7].

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 이루어지고 있다[8,9]. 그러나 아직까지는 체계적인 오동작 현황 및 원인분석 방법 등에 대한 정립이 이루어지지 않고 있다. 그러므로 배선용 및 누전차단기 오동작의 주요 원인을 분석하고 주요 원인별 오동작 특성 분석을 수행하여 적절한 대책을 강구하거나 오동작 요인을 제거할 필요가 있다.

본 논문에서는 안전관리자가 상주하는 전국의 218개소 자가용 수용가를 대상으로 설문조사를 통해 배선용 및 누전차단기의 오동작의 원인과 그 영향에 대해 조사·분석하였고 이러한 실태조사를 통해 배선용 및 누전차단기 주요 오동작 요인들에 대한 정확한 동작특성 분석의 필요성을 제시하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 조사개요 및 항목

본 연구에서 실시한 설문조사는 2004. 7. 8~8. 6 (27일간)동안 안전관리자가 상주하고 있는 218개 자가용 수용가를 대상으로 우편을 통해 실시하였다.

설문조사의 주요 항목은 배선용 및 누전차단기 오동작 발생현황, 오동작 원인 및 발생빈도, 오동작 발생시

원인분석 여부, 전원품질 측정여부 그리고 2차적 피해 형태 및 기타 의견 등으로 구분할 수 있다.

본 조사의 목적은 산업현장에서 발생하는 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 현황을 조사하여 주요 오동작 원인을 분석하고 향후 배선용 및 누전차단기 주요 원인별 동작 특성실험을 통한 관련 대책수립에 활용하기 위함이다.

## 2.2. 조사결과 분석

### 2.2.1 오동작 경험 및 원인분석 여부

배선용 및 누전차단기의 오동작은 그림 1과 2와 같이 배선용차단기의 경우 응답수용가 218호의 86%(188호), 누전차단기는 응답수용가 218호의 78%(171호)로 대부분의 수용가에서 오동작을 경험하는 것으로 나타났다.

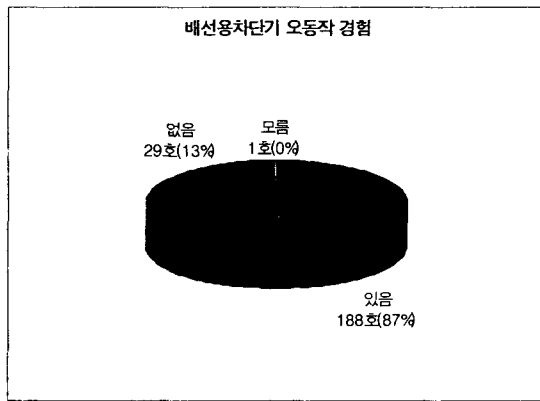


그림 1. 배선용 차단기 오동작 경험  
Fig. 1. False-tripping experiences of MCCB

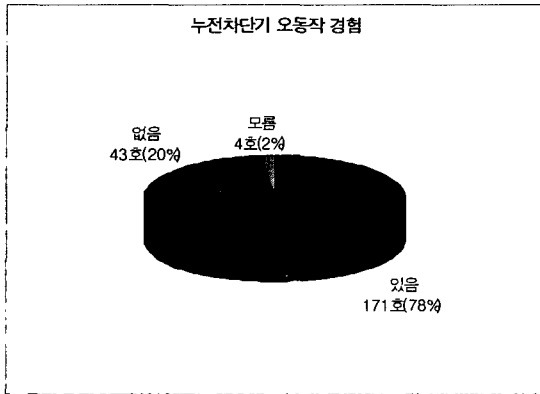


그림 2. 누전차단기 오동작 경험  
Fig. 2. False-tripping experience of ELCB

배선용차단기의 오동작을 경험한 수용가 218호 중 원인 규명을 수행한 수용가는 그림 3에서처럼 153호(82%) 정도이고 누전차단기의 경우는 그림 4에서처럼 115호

(67%) 정도로 나타났다. 그러나 대부분의 수용가에서 정확한 원인규명은 이루어지지 않고 있고 단순 추정에 의해 원인분석이 이루어지고 있는 것으로 추정된다.

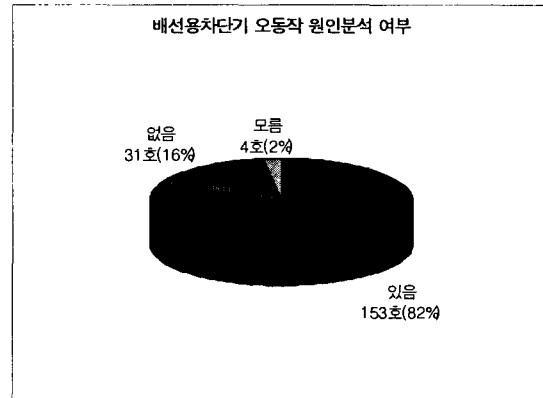


그림 3. 배선용 차단기 오동작 원인분석 여부  
Fig. 3. Whether cause analysis of false-tripping of MCCB

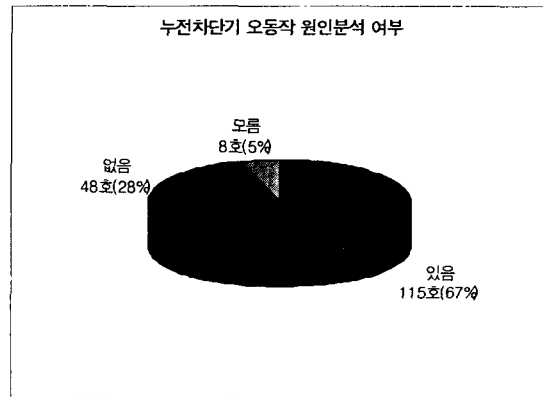


그림 4. 누전차단기 오동작 원인분석 여부  
Fig. 4. Whether cause analysis of false-tripping of MCCB

### 2.2.2 오동작 원인 및 발생빈도

배선용차단기 오동작의 주요원인에 대해 복수선택이 가능하도록 질문한 결과 그림 5에서처럼 응답수용가 218호의 29%는 노후화가 주요원인이라고 응답하였으며, 그 다음으로 원인불명(22%), 고조파(20%), 제품불량(20%), 기타(9%)순으로 나타났다.

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

특히, 배선용차단기 및 누전차단기의 제품불량은 2002년 실시한 기술표준원 시험결과 KS 표시제품 가운데 20%이상이 불량으로 나타났고, 2001년에 실시한 누전차단기 시험에서 48%에 해당하는 업체의 제품이 기준미달 판정을 받았을 정도로 제품불량은 차단기 오동

작 요인의 중요한 원인으로 작용하고 있다.

그러나 배선용 및 누전차단기 오동작 원인에 대한 결과는 대부분 추정에 의한 것이어서 정확한 원인규명 작업을 위한 노력이 필요하고 부하설비에서 발생하는 고조파 인한 배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 응답이 각각 20%이상을 차지하고 있어 고조파 및 이상전원에 의한 배선용 및 누전차단기의 정확한 동작특성 규명이 필요한 것으로 사료된다.

또한 배선용 및 누전차단기 오동작 발생시 원인을 밝히지 못하는 경우가 20%이상을 차지하고 있는 것으로 미루어 대부분의 수용가에서는 오동작에 대한 원인규명에 적극적이지 못하고 단순 추정만 이루어지므로 오동작 원인을 밝히지 못하고 있는 것으로 사료된다.

이러한 경우, 대부분의 수용가에서는 오동작이 발생하면 재투입하여 사용하거나 누전차단기의 경우는 설치규정을 위반하여 배선용차단기를 설치하여 사용하는 경우도 발생하게 된다.

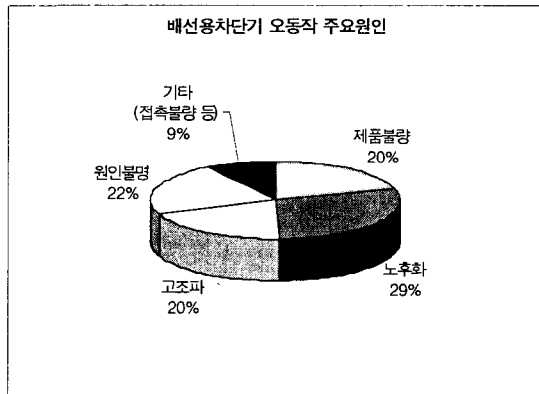


그림 5. 배선용차단기 오동작 원인  
Fig. 5. Causes of false-tripping of MCCB

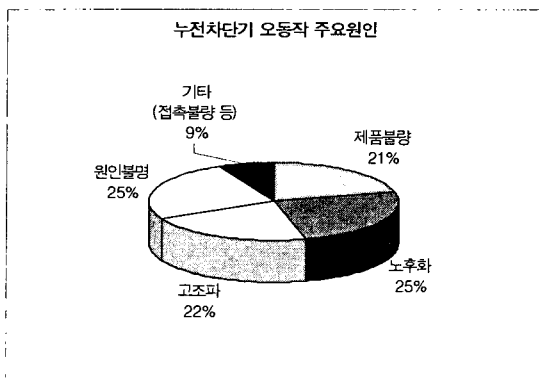


그림 6. 누전차단기 오동작 원인  
Fig. 6. Causes of false-tripping of ELB

고조파 등의 이상전원에 의한 배선용차단기 오동작 발생 빈도에 대해 질문한 결과 그림 7과 같이 고조파가 배선용차단기 오동작 원인이라고 응답한 수용가 80호 중 45호(56%)는 연 1회 이하로 발생하고 있고 25호(31%)는 연 2~3회 정도, 나머지 10호(13%)는 연 5회 이상 자주 발생하는 것으로 나타났다.

누전차단기의 경우에는 그림 8과 같이 고조파가 누전차단기 오동작 원인이라고 응답한 수용가 79호 중 32호(41%)는 연 1회 이하정도 발생하고 있고 39호(49%)는 연 2~3회 정도, 나머지 8호(10%)는 연 5회 이상 자주 발생하는 것으로 나타났다.

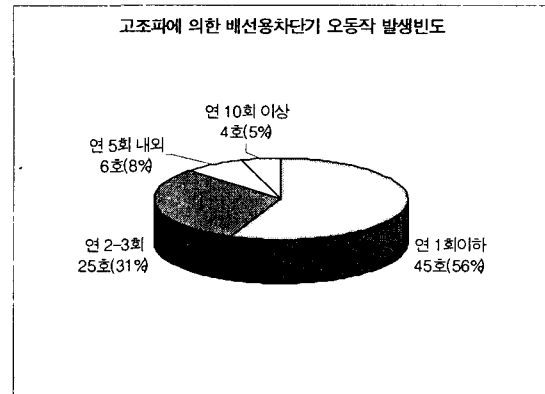


그림 7. 고조파에 의한 배선용차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 7. Frequency of false-tripping of MCCB by harmonics

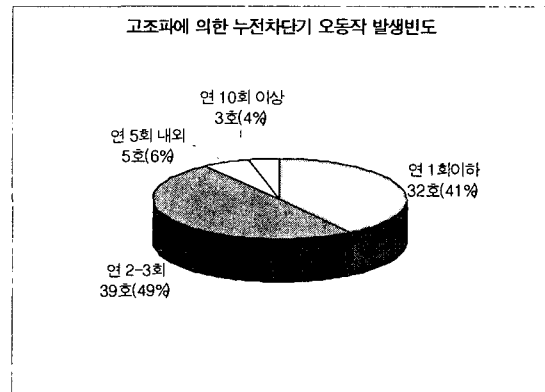


그림 8. 고조파에 의한 누전차단기 오동작 발생빈도  
Fig. 8. Frequency of false-tripping of ELB by harmonics

배선용차단기가 원인불명에 의해 오동작하는 경우의 발생 빈도에 대해 설문조사한 결과 그림 9와 같이 응답수용가 87호 중 45호(52%)는 연 1회 이하정도 발생하고 있고 34호(39%)는 연 2~3회 정도, 나머지 8호(9%)는 연 5회 이상 자주 발생하는 것으로 나타났다. 누전차단기의 경우는 그림 10에서와 같이 응답수용가 93호 중 47호(50%)는 연 1회 이하로 발생하고 있고 36호

(39%)는 연 2~3회 정도, 나머지 10호(11%)는 연 5회 이상 자주 발생하는 것으로 나타났다.

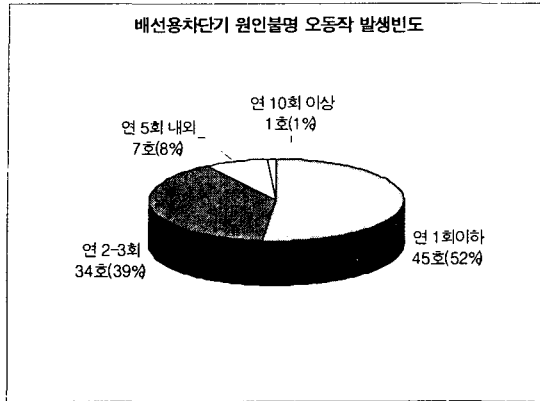


그림 9. 배선용차단기 원인불명 오동작 발생빈도  
Fig. 9. Frequency of nuisance tripping of MCCB

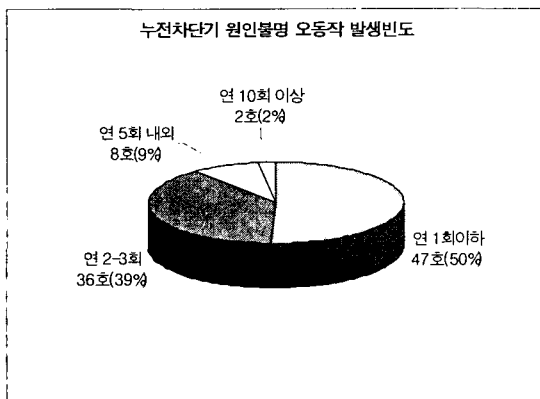


그림 10. 누전차단기 원인불명 오동작 발생빈도  
Fig. 10. Frequency of nuisance tripping of ELB

### 2.2.3 전원품질 분석여부

배선용차단기 오동작 발생시 고조파 관련 전원품질 측정 및 분석을 수행한 수용가는 그림 11과 같이 응답 수용가 186호 중 44호(23.6%)로 나타났고 누전차단기의 경우는 그림 12와 같이 응답수용가 187호 중 42호(22.5%)로 나타나 배선용 및 누전차단기 오동작 발생시 원인분석을 위해 고조파 관련 전원품질 분석을 적극적으로 수행하지 않고 있는 것으로 분석되었다.

### 2.2.4 2차적 피해유형

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

유형은 그림 14와 같이 제품생산차질이 87호(32.5%)로 가장 많았고 기기손상 69호(25%), 정보손실 57호(19%), 원료손상 및 조업중단 36호(13.4%), 기타 27호(10%) 순으로 나타났다.

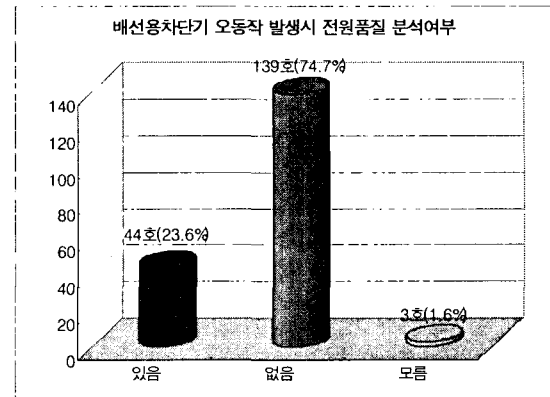


그림 11. 배선용차단기 오동작시 전원품질 분석 여부  
Fig. 11. Power quality analysis when false-tripping of MCCB

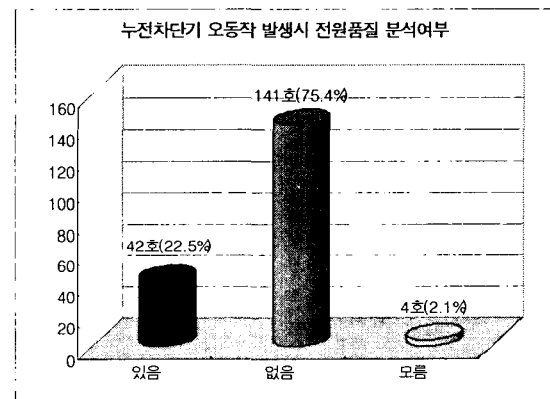


그림 12. 누전차단기 오동작시 전원품질 분석 여부  
Fig. 12. Power quality analysis when false-tripping of ELB

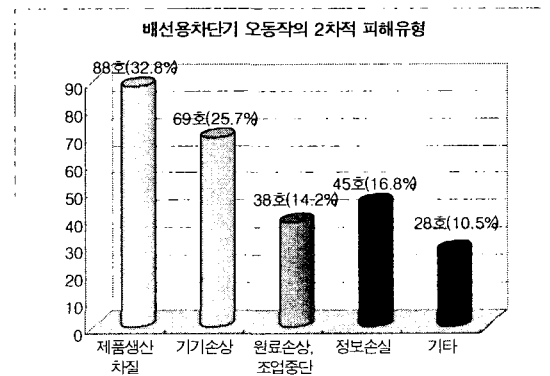


그림 13. 배선용차단기 오동작시 2차적 피해유형  
Fig. 13. Second damage types when false-tripping of MCCB

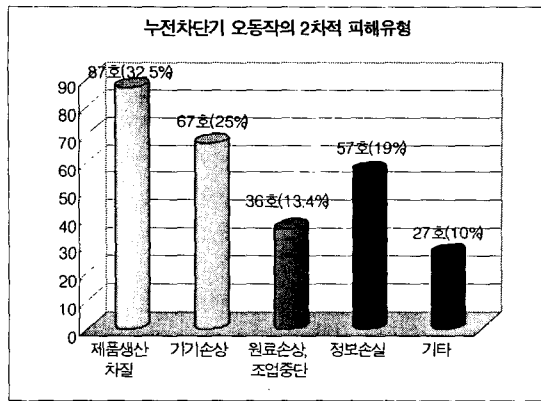


그림 14. 누전차단기 오동작시 2차적 피해유형  
Fig. 14. Second damage types when false-tripping of ELB

### 2.2.5 기타의견

배선용 및 누전차단기 오동작에 대한 수용가의 기타 의견에 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 등의 이상전원이 배선용차단기 및 누전차단기의 오동작에 미치는 영향에 대한 분석 필요성 여부를 묻는 질문에 대한 응답은 그림 15에서 보여주듯이 전체 응답 수용가 210호 중 166호(79%)가 필요하다고 응답하였다.

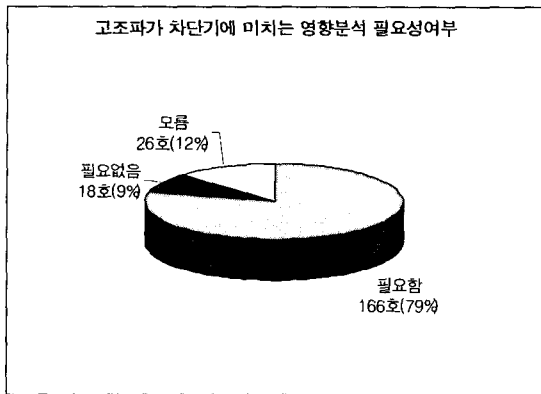


그림 15. 고조파가 배선용 및 누전차단기에 미치는 영향 분석 필요성  
Fig. 15. Necessity of analysis on the effect of harmonics on false-tripping of MCCB and ELB

### 3. 결론

본 연구에서는 배선용 및 누전차단기의 오동작 실태를 설문조사를 통해 알아보았다. 설문조사 결과 70% 이상의 수용가에서 오동작 및 그 피해를 경험하고 있으며, 오동작의 주요 원인으로 노후화 및 제품불량을 들 수 있으며 최근 문제시 되고 있는 고조파 등에 대한 대책이 요구되고 있는 것으로 나타났으며 아래의 내용에 대한 연구 및 검토가 필요함을 알 수 있었다.

- (1) 배선용 및 누전차단기 주요 오동작 원인별 정확 원인규명을 위한 특성시험과 자료 확립
- (2) 방송 중계시설 등 특수 장소의 배선용 및 누전차단기 설치기준 검토 및 개정
- (3) 차단기 오동작 발생시 정확한 원인규명 방법 및 절차 개발
- (4) 오동작 원인조사를 지원하는 차단기 개발
- (5) 고조파 전류에 의한 배선용 및 누전차단기 오동작 대책
- (6) 배선용 및 누전차단기 오동작 발생에 따른 경제적 피해규모 산출

본 연구는 전력산업기반기금 전력연구개발사업의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

- (1) 한국전기안전공사, "전기재해 통계분석", 2001
- (2) 한국전기안전공사, "전기재해 통계분석", 2002
- (3) 한국전기안전공사, "전기재해 통계분석", 2003
- (4) ETRI Report, "Maintenance Ranking and Diagnostic Algorithms for Circuit Breakers Most Suitable for Field Installation", Dec., 2003
- (5) ETRI Report, "Optimal Management of Aging Circuit Breakers Using Asset Management Principles", Mar, 2004
- (6) Estrada, T., Briggs, S. J., Khosia, N. "Test of circuit breakers under harmonic loading conditions", Final Report, Army Construction Engineering Research Lab., Champaign, IL(United Sates), Nov. 1995
- (7) 모리와키 히데야키, "배선용 차단기의 기술동향", 생산과 전기, 2003. 5
- (8) 이승철, 장석훈, 이복희, "서지전압에 대한 50(A)용 누전차단기의 무동작 특성", 한국조명·전기설비학회논문지, 제11권 5호, 1997. 10, pp. 44-52
- (9) 이재복 외 4명, "누전차단기의 뇌씨지 동작특성 분석 및 오동작 대책", Trans. KIEE. Vol. 51C, No. 10, Oct, 2002, pp. 479-484