

엘리베이터의 전원품질용 기기 설치 현황 및 오동작에 관한 조사

(The Research for Malfunction and Installation Status of Power Quality Counterplan Equipment of Elevator)

김기현* · 이건호 · 배석명

(Gi-Hyun Kim · Geon-Ho Yi · Suk-Myong Bae)

요 약

엘리베이터 갇힘 사고 절대 건수가 매년 증가하고 있다. 또한 층 표시 오류, 순시전압강하 및 순시정전으로 인해 승강기 멈춤 후 기준 층 이동 등 승객의 불안감을 유발시킬 수 있고, 인명 사고와 연결될 수 있는 오동작 사고가 발생을 하고 있다. 따라서 본 논문에서는 이런 갇힘 및 오동작을 발생시킬 수 있는 요인에 대한 대책 기기(SPD, Filter, Reactor)가 어느 정도 제어반 설비에 설치되어 있는지 현상 실태조사 및 현장에서 느끼는 오동작 부분에 대해 조사하였다. 조사 결과 90년대 초반 인버터 기종으로 변경되면서 대부분 전원 품질 대책 기기 설치가 미비하였고 최근 들어 대책 기기가 설치됨을 확인할 수 있었다. 하지만 근본적으로 현장에서 느끼는 오동작 횟수는 줄어들지 않음을 확인할 수 있었다. 본 자료는 현재 진행 중인 EN12016(2004) 규정 및 IEC 규정에 따른 엘리베이터의 Sag, Interruption, ESD 등에 대한 내성 시험을 통해 엘리베이터 설비의 성능 평가 부분과 비교해 현장에서 발생할 수 있는 오동작 부분에 대한 가능성을 제시하는데 자료로 사용될 것이다.

Abstract

The number of confine-disease for elevator increases every year and then sudden stop, error of level indication, stand; those can bring to uneasiness of elevator passenger and malfunction accidents related life accident are increasing. So we researched power quality counterplan equipment(SPD, Filter, Reactor) at site elevator controller room and malfunctions of elevator movement. We could confirm installation of power quality counterplan equipment recently and unchanging the number of malfunction. This data will be used the analysis for mutual relation between Power Quality(Sag, Interruption, ESD, ect.) and malfunction of elevator movement by testing the elevator equipment with EN12016(2004) and IEC standard level.

Key Words : Elevator, Malfunction, Power Quality, Sag, Interruption

* 주저자 : 전기안전연구원 연구원
Tel : 031-580-3078, Fax : 031-580-3111
E-mail : ghkim7151@kesco.or.kr
접수일자 : 2006년 8월 21일
1차심사 : 2006년 8월 29일
심사완료 : 2006년 9월 7일

1. 서 론

공동용 주택 설립의 증가와 고층 빌딩건물의 증가로 인해 엘리베이터 설치 수가 매년 15,000건 이상 신설이 되고, 공동주택의 엘리베이터가 전체 승강기

엘리베이터의 전원품질용 기기 설치 현황 및 오동작에 관한 조사

의 63.3%(2004.12.31기준)를 차지하고 있다. 그에 따른 엘리베이터 사고, 판명 불가능한 오동작 부분이 증가되고 있다. 2005년 행정자치부 통계 자료에 의하면 2004년 승강기 간헐 사건 구조를 위해 119구조대가 출동 한 건수가 5,508건으로 조사되었다[1]. 승강기안전센터에서 간헐 사고가 발생한 5,500 장소에 설문하여 회신된 것(479건) 중 공동주택용에(452건) 대해 분석한 결과 간헐 사고의 해결이 단순 전원 리셋으로 재가동되어 해결된 경우가 전체 24%를 차지하고, 보수업체 및 공동 주택 관리사무소에서 관리하고 있는 엘리베이터 보수일지의 분석을 보면 간헐 사고 원인별 분류에 단순 정전이 8.2%, 확인 불가가 7.9%를 차지하는 것으로 조사되었다[2]. 따라서 본 논문에서는 급상승, 급정지, 층 표시 오류, 순시전압강하 및 순시정전으로 인해 승강기 멈춤 후 기준 층 이동 등 승객의 불안감을 유발시킬 수 있는 부분에 대한 대책 설비가 Inverter 기종의 엘리베이터 설비에 어느 정도 설치되어 있는지에 대해 조사를 하였고, 또한 현장에서 느끼는 전기적 영향으로 발생할 수 있는 오동작 부분을 조사·분석하였다. 분석 자료는 승강기 설비의 전기적 장애에 대한 대책을 제시하는 자료로 이용될 것이고, 현재 진행 중인 EN 규정 및 IEC 규정에 따른 엘리베이터의 Harmonic, Sag, Interruption에 대한 내성 시험을 통해 설비의 성능 평가 부분과 비교해 현장에서 발생할 수 있는 오동작 부분에 대한 가능성을 제시하는데 자료로 사용될 것이다.

2. 전원품질 대책 기기 설치 현황

2.1 현장 실태 조사 개요

승강기안전관리원 통계 자료에 따르면 교류제어 방식은 1993년도 정점으로(10,994설치) 거의 설치가 되지 않고 대신 VVVF 제어 방식이 1994년 (10,541 설치) 이후 대부분 설치되고 있다. VVVF 제어 방식은 전압과 주파수를 동시에 제어하는 방식으로 Inverter 제어 방식이라고도 한다. 따라서 이로 인해 발생하는 노이즈와 이를 제어하는 부분이 각종 전력 전자 소자가 사용되므로 인해 외부의 노이즈 및 전

기적인 영향에 따른 오동작 및 고장이 발생하는 것은 부인하지 못할 현실이다. 다만 이런 부분이 현실적으로 오동작 및 고장 부분에 대한 현장 재연성이 불가능하고 또한 대책 마련이 어려운 것이 사실이다.

현장 실태조사는 현장 보수업체 담당자와 함께 서울경기 32곳, 강원 13곳, 충남 18곳, 총 63곳의 엘리베이터의 제어반을 조사 분석하였다. 그림 1에서 알 수 있는 것처럼 대상은 주로 공동주택(29곳)을 선정하였고 사용 패턴이 다른 빌딩 및 학교(18곳), 도서관(6곳), 기타(병원, 호텔 등)를 조사하였다. 연도별로는 90년대 이후 교류 전압제어 일부(7곳)와 최근 2006년도 까지의 VVVF 기종(46곳)을 조사하였다. 연도 구분은 대부분 VVVF기종을 설치한 94년, 2000년과 최근 대책 장비 현황을 조사하기 위해 2004년으로 조사 대상을 분류하였다. 또한 조사 대상의 업체는 시장 점유율이 큰 3개 업체의 제품과 중소기업의 다수 업체 제품을 조사하였다.

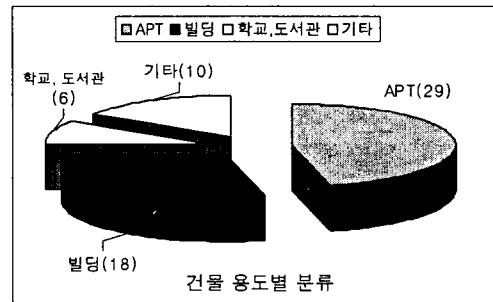


그림 1. 건물용도 별 구분
Fig. 1. Building use of researched Elevator

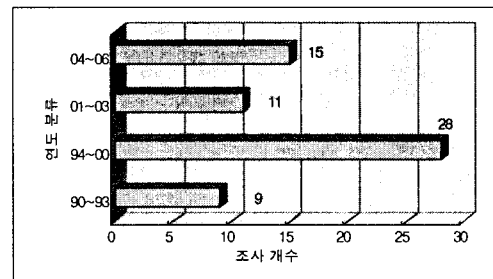


그림 2. 연도 별 조사 대상 구분
Fig. 2. Research classification by year

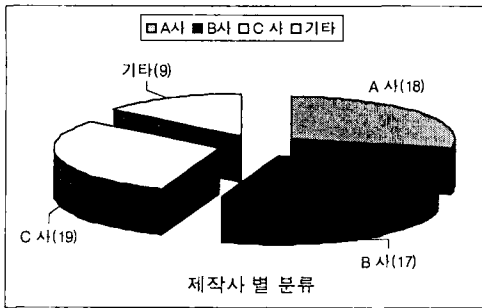


그림 3. 업체 별 조사 대상 구분
Fig. 3. Research classification by manufacturer

그림 4는 공동용 주택에 설치되는 엘리베이터의 보상 및 대책 장비의 개략도이다. 분전반에서 기준으로 서지 보호 장치(SPD : Surge Protection Device), Noise Filter, AC or DC reactor가 대책 장비로 설치되고 있다. 이 부분에서 Noise Filter, Reactor 부분은 주로 제어반 및 전동기 부분에서 발생하는 노이즈의 외부 방출을 대비하기 위한 EMI(Electromagnetic Interference) 대책이 주이고 또한 역률 보상을 위해 시설되는 부분이다.

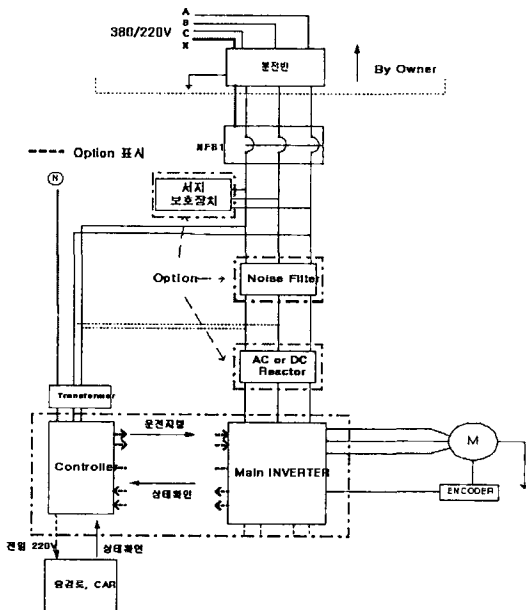


그림 4. 대책 장비의 설치도
Fig. 4. Schematic diagram of measures equipment

엘리베이터 설비의 입력전원에 영향을 줄 수 있는 파형은 하절기에 낙뢰에 의한 Surge 파형, 순시 전압 강하 및 상승 파형, 순시 정전, 고조파가 함유된 전원 왜곡 파형, 접지 라인의 이상 전압 유입 등으로 정의할 수 있을 것이다[4-7]. 또한 승강기 구동 부분에 발생하는 노이즈와 Inverter 부분에서 발생하는 노이즈를 입력 전원 라인으로의 유출을 막기 위한 부분이다. 이런 입력 부분을 보상 및 방지하기 위한 장치는 그림 4에서처럼 엘리베이터 입력 전원 측의 보상 장비가 설치되는 것을 알 수 있다. 보통 보상 및 대책 장비는 현장에서 필요에 따라 설치하고 있기에 회로 구성에서는 옵션으로 처리되어 있는 부분이 많다.

2.2 보상 및 대책 장비 설치 현황

2.2.1 SPD 설치 현황

그림 5는 여름철에 피해를 많이 보는 낙뢰에 대한 서지 보호기기 설치 현황이다. 90년대 초반에는 설치가 미미한 부분이지만 04년에서 최근까지는 많은 설비에서 설치가 이루어지고 있는 것을 알 수 있다.

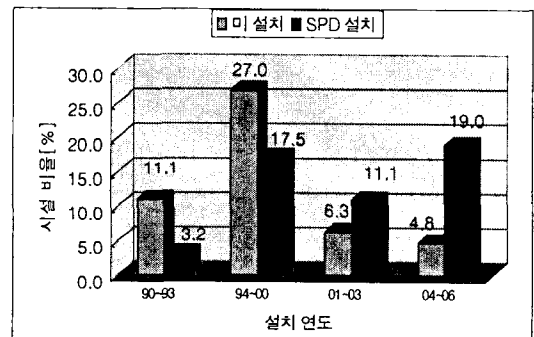


그림 5. 연도 별 SPD 설치 현황
Fig. 5. Situation of SPD installation by year

서지보호 장비는 외부에서 인입되는 전원선로의 서지로부터 기기를 보호할 목적으로 설치하며 사용 전압, 유입되는 서지의 크기 등을 고려하여 병렬형 서지 보호기를 엘리베이터 제어반 NFB 2차 측에 설치하고 있다. 그림 6은 현장에 설치된 SPD 사진이다. 인명이나 기기 보호를 위해서 접지설비는 엘리

엘리베이터의 전원품질용 기기 설치 현황 및 오동작에 관한 조사

베이어에서도 필수적이지만, 서지의 측면에서 보면 접지가 있으므로 인하여 훨씬 많은 서지가 유입되고, 접지 성능이 우수할수록 서지의 유입은 많아진다[6]. 그 이유는 낙뢰 등으로 지면에 형성된 강한 서지가 접지선을 타고 들어가 전기·전자 기기의 접지전위가 상승한다는 것은 반대로 전원전압이 하강하는 것을 의미하므로 이로 인하여 부품의 파손을 일으킨다. Line과 접지를 통해 유입 서지를 막기 위하여 Line-Line, Line-Neutral, Line-Ground, Neutral-Ground에 MOV(Metal Oxide Varistor) 소자로 설치하여 보호하고 있다. 하지만 설치되어 있는 서지 보호 장비가 이미 기능이 상실되어 있는 부분이 많으며 현실적으로 설비의 피해가 발생된 이후에 확인을 하는 경우가 대부분이기에 SPD를 설치했다 라도 이 설비가 Open 되었는지를 확인할 수 있도록 하는 부분(LED, 통신 설비 사용 등)이 필요한 부분으로 판단된다.

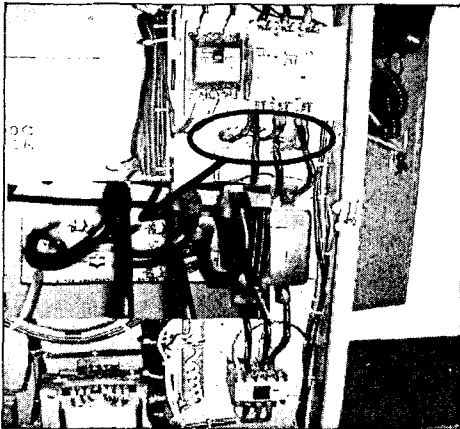


그림 6. 현장에 설치된 SPD
Fig. 6. Installed SPD at site

2.2.2 노이즈 필터 설치 현황

현장에 설치되어 있는 노이즈 필터는 대부분 엘리베이터 Inverter 부분에서 발생하는 노이즈를 전원 라인 측 방출을 막기 위한 것이(EMI 필터) 주 목적이고 입력되는 고조파 성분을 필터해주는 역할을 동시에 하고 있다. 그림 7은 알 수 있는 것처럼 노이즈 필터는 최근 들어 대부분 설치되는 것을 확인할 수 있다.

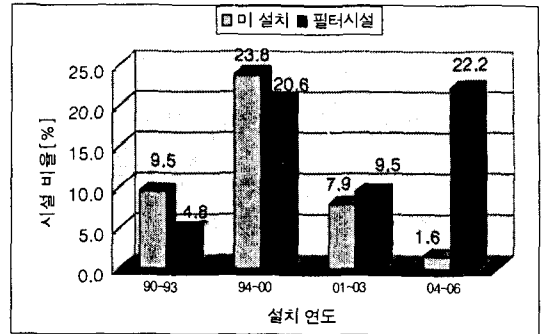


그림 7. 연도 별 노이즈 필터 설치 현황
Fig. 7. Situation of Noise Filter installation by year

이 부분은 그림 8에서처럼 장비 또는 Core를 설치해 이 부분 대책을 세우고 있다. 일반적으로 엘리베이터에서 사용되는 노이즈 필터는 전력용 스위칭 소자가 적용된 인버터로부터 발생하는 노이즈 혹은 외부로 유출되는 전도 노이즈, 임펄스 등을 막아 전원 전압에 실려 있는 전도 노이즈를 줄일 뿐만 아니라 전선에서 방사되는 복사 노이즈를 감쇄시켜 외부 기기의 오동작을 최소화하기 위해 승강기의 인버터 전단에 적용하고 있다.

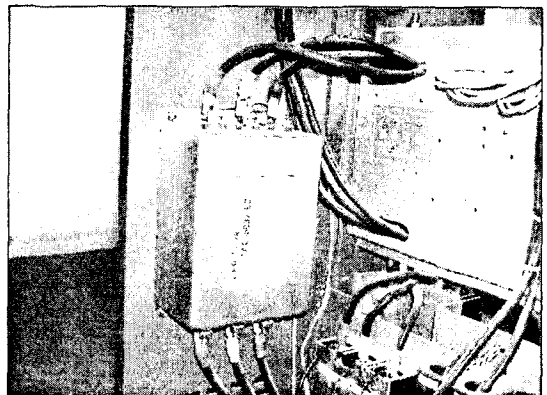


그림 8. 현장에 설치된 Noise Filter
Fig. 8. Installed Noise Filter at site

2.2.3 AC or DC 리액터 설치 현황

주 전원 입력 단에 AC 입력 리액터를 사용하여 순간적인 과전압에 대하여 기기를 보호하고 주 전원 전압의 불평형 및 전압의 급격한 변화로부터 발생되

는 문제에 대하여 정형과 전압을 공급하기 위한 설비이다.

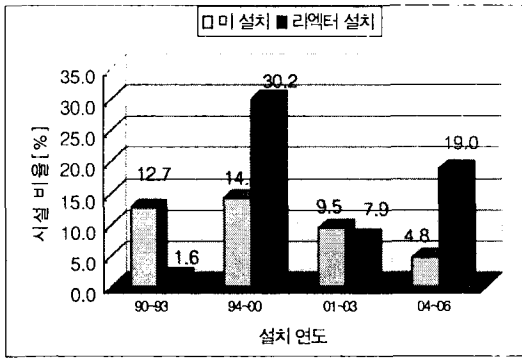


그림 9. 연도 별 리액터 설치 현황
Fig. 9. Situation of Reactor installation by year

또한 전력 변환 장치인 인버터 등 3상 정류 회로의 1차측 교류회로에 적용하여 과열을 평활하게 개선하고 역률 및 고조파 억제 대책을 하고 있다. 그림 9에서 확인 할 수 있는 것처럼 Inverter 기종이 대부분 시설되는 94년 이후에는 대부분 설비에서 설치되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 그림 10은 현장에 설치된 AC 리액터의 사진이다.

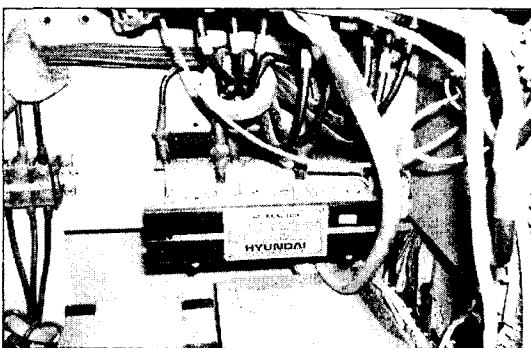


그림 10. 현장에 설치된 AC 리액터
Fig. 10. Installed AC Reactor at site

2.2.4 시설적인 면에서의 실태 조사

공동용 주택의 엘리베이터 설비는 대부분이 옥상 콘크리트 구획 내부에 설치되어 있어 여름과 겨울에 이상 고온과 이상 저온에 의해 엘리베이터의 기동에 문제점을 주고 있고, 하절기에 빗물 유입으로 인해

정지 및 고장을 유발 시키는 경우가 발생하고 있다 [5].

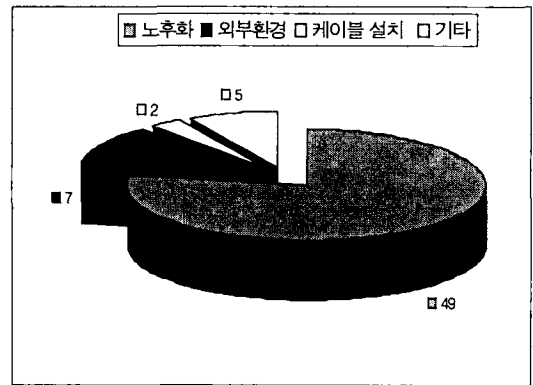


그림 11. 오동작의 주요 원인
Fig. 11. Main cause of malfunction

그림 11은 엘리베이터의 시설적 면에서 오동작 원인을 줄 수 있는 부분에 대한 설문 조사에서 현장 실무자의 대부분이 설비의 노후화가 주원인이고, 현장의 온도, 습도에 의해서도 발생을 한다고 하였다. 조사된 곳에서의 온도 유지 관련 설비의 설치 현황은 표 1에서 알 수 있는 것처럼 공동용 주택에서는 대부분이 환기구만 설치되어 있고, 이 부분도 빗물 유입으로 문이 닫혀 있는 부분이 많았다. 에어컨이 설치된 현장은 빌딩 및 백화점 등에서 설치가 되어 있었다.

표 1. 엘리베이터 기계실 온도 유지 설비 설치 현황
Table 1. Situation of Temperature maintenance equipment at Elevator machine room

설치 설비	에어콘	냉온풍기	팬	설비없음
설치 수	6	1	26	30

3. 오동작에 관한 설문 조사

엘리베이터에서 발생될 수 있는 오동작에 관한 급상승, 급정지, 층 표시 오류, 승강기 멈춤 후 기준 층 이동 등 승객의 불안감을 유발시킬 수 있는 원인을 제공할 수 있는 전기적인 부분에 대해 현장 보수업체에서 느끼는 부분에 대한 조사는 다음 그림과 같

엘리베이터의 전원품질용 기기 설치 현황 및 오동작에 관한 조사

이 조사 되었다. 조사된 것처럼 순시 정전, 순시전압 강하 부분이 가장 많은 부분으로 조사되었고, 그 다음으로 고조파 부분이라 조사되었다. 이 부분에 대한 대책과 기준 정의가 필요하다고 판단된다.

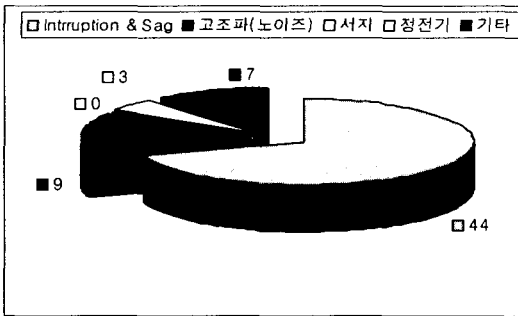


그림 12. 오동작 발생원인 중 전기적 요인
Fig. 12. Electrical cause out of malfunction occurrence cause

94년 이후에 설치되어 있는 Inverter 기종의 엘리베이터 복귀 현상은 업체 특징에 따라(멈춤 후 기준층 이동 또는 가장 가까운 층으로 이동 등) 다른지만 대부분이 순시정전, 순시전압강하로 인해 멈췄다가 다시 복귀되는 제품으로 조사되었다(최근에 설치되는 Roof Breaker가 설치되어 있는 엘리베이터는 예외이다). 하지만 그림 13에서처럼 많은 엘리베이터에서 자동 복귀되어야 하는 부분에서 년에 한 두 번 정도는 현장에서 복귀가 안 되는 부분이 발생하는 것으로 조사되었다. 이러한 현상이 발생하는 부분에 대해서는 현장 보수업체 담당자도 원인이 확인 되지 않는 것으로 조사되었다. 현재 엘리베이터 설비에 대한 Sag, Interruption 시험의 내성에 대해 공동용 주택에 설치되어 있는 3사의 모델을 제작해서 시험을 진행하고 있다. 시험이 완료되면 국내 설치되어 있는 엘리베이터의 전압강하, 순시정전에 대한 내성 및 동작 특성을 확인할 수 있을 것으로 판단된다.

그림 14는 현장 보수업체에서 느끼는 엘리베이터의 년 평균 오동작 발생 건수에 대한 조사 부분이다. 보상 및 대책 장비 설치가 최근 들어 많이 시설되는 추세이지만(그림 5, 7, 9 참조) 현장에서 발생하는 오동작 발생 비율은 크게 줄지 않는 것으로 조사되었다. 물론 오동작 발생이 없다고 조사된 부분이 최근

들어 많이 늘어난 것은 확인할 수 있었다. 이 부분에 대해서 보상 장비 설치 전, 설치 후에 대한 엘리베이터 내성 시험을 진행 중에 있다. 이로 인해 엘리베이터 내성을 확인할 수 있을 것으로 사료된다.

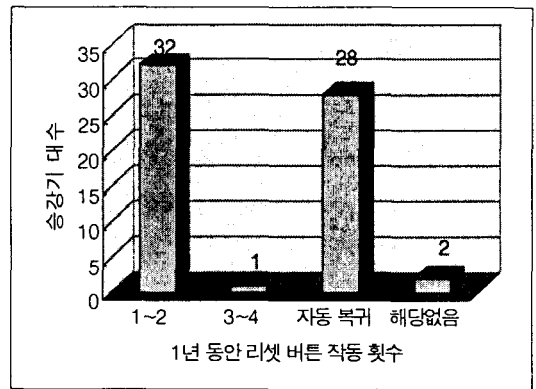


그림 13. 리셋 버튼 작동 횟수
Fig. 13. Number of reset button working

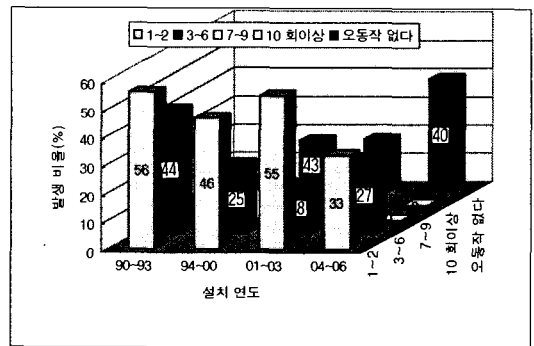


그림 14. 년 평균적 오동작 횟수
Fig. 14. Malfunction number of the yearly mean

4. 결 론

엘리베이터의 많은 부분에서 고장 및 오동작으로 인해 갑작 사고, 급상승 등의 잠재적 사고가 발생을 하고 있다. 이 부분 중에 정확히 전기적 또는 전원품질에 의한 오동작이라 현장에서 판정하기는 어렵지만, 현장에서 유입되는 이상 전원 파형(Sag, Interruption, Harmonic) 부분이 측정이 되고 그로 인한 여러 메시지가 검출되고 있다는 것이 확인되고 있다[2]. 물론 이 부분이 전부 사고로 이어진다고는

볼 수 없지만 이로 인해 탑승자의 불안감을 유발 시킬 수 있다고 판단된다. 엘리베이터에 공급되는 전원은 대부분이 필터를 통해 정류되어 공급되고 공급된 전원은 필요 전압으로 변환하여 설비에 공급되고 있다. 하지만 현장에서 조사되는 부분은 많은 부분에서 보상 및 대책 기기가 구성되어 있지 않은 것으로 조사되고 있다. 또한 보상 기기 및 대책 기기를 설치했을 경우와 미설치한 경우에 대해 각각 엘리베이터의 실증 시험을 통해 엘리베이터 멈춤 후 기준 층 이동 및 감힘 사건, 층 표시 에러 등 엘리베이터 성능에 어느 정도 영향을 미치는지에 대해 분석하여 최종적으로 승강기 설비의 전기적 장애에 대한 대책을 제시할 것이다.

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

References

[1] 한국승강기안전원홈페이지 통계자료.
 [2] 김기현 외3, 공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작의 원인 조사 및 고찰, 조명전기설비학회지, 2006. 5.
 [3] 김기현 외2, 순시전원품질 측정 및 변화에 따른 승강기 설비의 성능평가에 관한 연구, 조명전기설비학회지, 2006. 6.
 [4] 윤유성 외2, 승객용 승강기의 재해예방에 관한 연구, 산업안전학회지, 제 17권 2호, 2002년.
 [5] 2005년 기술적 연구과제 발표집, 한국승강기안전센터.
 [6] 김선국, 승강기 설비의 유지관리, 조명 전기설비학회지, 제 9권 3호, 1995. 6.
 [7] 이흥기 외1, 인버터 제어 승강기의 전력소비 특성과 전원설비 계획에 관한 연구, 조명 전기설비학회지, 2001.3.

[8] 김정태 외2, 인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석, 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994. 10.
 [9] EN 12016(Electromagnetic Compatability : Product family standard for lifts, escalators and moving walks-Immunity).
 [10] Electromagnetic compatibility(EMC) -Part 4 : Testing and measurement techniques -Section 11 : Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests(2004).
 [11] Recommended practice for monitoring electric power Quality R(1995).
 [12] Are Voltage Sages destroying Equipment ? : IEEE Industry Applications magazine 2006. 7.

◆ 저자소개 ◆

김기현 (金基鉉)

1971년 5월 1일생. 1997년 숭실대학교 전기공학과 졸업. 2000년 8월 졸업(석사). 2006년 6월 동 대학원 박사 수료. 2000년 6월~2003년 6월 한국전기연구원 재직. 2003년 7월~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 근무.

이건호 (李健鎬)

1971년 3월 1일생. 1999년 서울산업대학교 전기공학과 졸업. 2001년 2월 한양대학교 졸업(석사). 2001년 7월~현재 한국전기안전공사 전기안전연구원 근무.

배석명 (裵錫銘)

1956년 10월 22일생. 1984년 창원기능대학교 전기기과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사 근무. 1997년 전기안전연구원 근무. 현재 전기안전연구원 설비안전연구 그룹장.