

# 공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작 원인 조사 및 고찰

(The Cause Analysis and Research of Malfunction for Elevator Equipment of the Apartment House)

김기현\* · 방선배 · 김종민 · 배석명 · 김재철

(Gi-Hyun Kim · Sun-Bae Bang · Chong-Min Kim · Suk-Myong Bae · Jae-Chul Kim)

## 요 약

승강기 설치하는 매년 약 15,000여 대씩 증가하고 있다. 승강기 증가에 따른 인명 사고 발생 및 갇힘, 급상승, 급정지, 층 표시 오류 등 승객의 불안감을 유발시킬 수 있는 오동작 사고가 크게 증가 하고 있다. 따라서 본 논문에서는 이런 오동작 및 고장이 승강기 전원품질과 어느 정도 연관성이 있는지를 조사하기위해 승강기 보수업체의 승강기 보수일지 및 공동주택 관리소에서 관리하고 있는 승강기 보수일지와 2004년도 119 구조대가 승강기 갇힘 사건에 대해 구조한 장소에 설문조사를 토대로 사고 발생 시간, 오동작 형태 및 원인에 대해서 조사·분석하였다. 분석 결과는 119 구조건수에 대해 단순 전원 리셋으로 재가동된 경우가 전체 24[%]를 차지하고, 갇힘 원인별 분류로 판별하면 단순 정전이 8.2[%]를 차지하는 것으로 조사 되었다. 분석 결과는 현장 전원 품질 측정 및 모의시험을 통하여 승강기 전기적 장애에 대한 상호 연관성을 분석하는데 자료로 이용될 것이다.

## Abstract

The number of elevator installation increases every year about 15,000. The number of confine-disease of elevator increases every year and then sudden rise, sudden stop, error of level indication, stand; those can bring to uneasiness of elevator passenger and malfunction related life accident is increasing. Therefore we researched elevator repair diary of elevator repairing company, APT management office and 119 life rescue for elevator confine-disease during 2004. 1. 1~12. 31. we analyzed the content and the time, type and cause of the malfunction and fault for APT elevator. Form the result of 119 life rescue, only power reset is 24[%] and only power failure is 8.2[%] by cause of confine-disease. This paper will be used data of the analysis for mutual relation between Power Quality and malfunction and fault of elevator.

Key Words : Elevator, Malfunction, Controller Panel, Power Quality, Interruption

\* 주저자 : 전기안전연구원 연구원  
Tel : 031-580-3078, Fax : 031-580-3111  
E-mail : ghkim7151@kesco.or.kr  
접수일자 : 2006년 1월 3일  
1차심사 : 2006년 1월 6일  
심사완료 : 2006년 1월 19일

## 1. 서 론

국내에 2004. 12. 31일 기준으로 설치되어 현재 가동 중인 승강기의 대수는 약 289,800 여대이고, 신규 승강기의 설치가 매년 15,000~20,000 대씩 증가하

## 공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작 원인 조사 및 고찰

고 있다. 이에 따른 승강기 인명 피해 사고는 최근 10년간(1995~2004) 기록된 자료만으로는 매년 평균 22건 정도의 인명 피해 사고가 발생을 하고 있고, 피해자 수는 연 평균 40 여명으로 조사되었다[1]. 하지만 기록되지 않는 사고를 포함하면 그 보다 훨씬 많은 것으로 조사 되었다. 또한 멈춤, 급상승, 급정지, 층 표시 오류 등 승객의 불안감을 유발 시키고 인명 사고와 연결 될 수 있는 잠재적 사고가 대 당년 6회 정도 발생을 하고 있다고 조사 되었다[1]. 따라서 본 논문에서는 인명피해 사고와 연결될 수 있는 승강기 진행 중 멈춤, 인명 간힘, 층 표시 오류, 지정된 층 통과 등의 잠재적 사고 즉 정상 작동이 아닌 오동작 또는 고장이 승강기 전원품질에 따라 어느 정도 현장에서 발생을 하는지에 대해서 조사 하기 위해 승강기 보수업체의 승강기 보수일지, APT 관리소에서 관리하고 있는 승강기 보수 일지 및 2004년도 119 구조대의 구조건수의 설문조사를 토대로 조사·분석하였다.

본 설문 조사는 승강기 설비의 인명 간힘, 층 표시 오류, 급상승 등의 오동작 및 고장이 어느 시간대에 어떤 형태로 현장에서 발생하는지를 조사 했고, 그 원인 및 고장 현상에 대해서 분석을 하였다. 또한 현재에는 승강기 설비에 오동작 및 고장을 줄 수 있는 전원 품질 유입이 어느 정도 발생을 하는지 확인하기 24시간 1년 동안 4 곳에서 전원 품질을 측정하고 있다. 최종적으로는 현장에서 측정된 파형(Sag, Swell, Interruption, Harmonic 등), 크기, 지속 시간 및 국제 규격의 기준에 따라 모의 승강기 설비에 인가하여 전원품질 변화에 따른 오동작 및 부품 고장의 상호 연관성을 확인하기 위함이다.

## 2. 승객용 승강기 오동작 자료 분석

### 2.1 승객용 승강기 조사대상

승강기 분류는 승강기 용도에 따라 승객용, 화물용, 에스컬레이터, 덤웨이터, 휠체어리프트로 구분하고 있다. 그중 승객용 승강기 설치 비중이 전체 85[%] 정도를 차지하고 있고, 또한 승객용 승강기 설치가 크게 증가함에 따른 고장 및 사고도 많이 발

생을 하고 있다. 따라서 본 연구에서는 승객용 승강기 대부분을 차지하는 공동 주택(APT) 승강기를 주 대상으로 조사하였다. 하지만 오동작 및 고장에 대한 현장 재현성이 거의 불가능하고 그에 대한 자료 또한 없어, 본 연구에서는 공동주택 관리사무소와 승강기 보수업체에서 작성하고 있는 승강기 보수 일지에 관하여 설문 조사를 하였다. 자료 조사 대상으로는 표 1에서처럼 서울·경기와, 천안, 서산 지역에 설치되어 있는 승강기에 대해서 조사·분석하였다.

표 1. 승강기 조사 지역 및 조사 대수  
Table 1. Research area and elevator number

설치 장소	서울	경기	천안	서산	계
조사 대수	64	6	19	49	138
고장 자료 수	142	10	108	72	332

설문 조사 내용으로는 표 2에서 알 수 있는 것처럼 승강기 제작 회사, 설치되어 있는 건물의 용도(예 : 공동주택, 빌딩, 대형마트 등), 설치 장소 (지역별 구분), 고장 발생 년도, 월, 요일, 시간(고장 발생 연락 시간 또는 고장 수리 요청 접수 시간), 사고 내용으로 조사를 하였다.

표 2. 설문 조사 내용 표  
Table 2. Content of survey

제작 회사	용도 분류	설치 장소	년도	월	요일	시간	사고내용 및 처리
A사	APT	천안	2003	08	23 (월)	09:05	오동작, 펄스에라, 데이터 수정
:	:	:	:	:	:	:	:
B사	APT	서울	2003	07	25 (수)	21:20	전송 라인에라, 전송 라인 리셋

자료 조사는 2000년 이후 설치된 공동주택을 조사 대상으로 1년 동안의 고장에 대한 수리 및 보수에 관

한 내용을 검토하여 발생 빈도, 월, 시간, 요일, 고장 종류, 고장 원인 등으로 분석을 하였다. 본 설문 내용을 조사 수집하면서 확인 된 결과 승강기 고장 및 유지 보수의 많은 내용이 미 기입되고 있다는 것을 알 수 있었다. 그 이유는 관리 일지를 작성하는 대부분의 공동주택 전기관리 담당자가 승강기에 대한 자료를 기입한다는 것이 현실적(지식 및 시간)으로 어렵고, 승강기 보수업체에서는 고장에 관한 자세한 원인 및 조치 사항을 전달하지 않는 데에 그 원인이 있었다. 자료 조사 대상의 제작 업체 별 분류는 다음 표 3과 같이 조사 하였다.

표 3. 자료 수집 회사 및 고장 내용 수  
Table 3. Fault number and research company

제작업체	A 사	B사	C사	계
조사 대수	17	53	68	138
자료 수	33	119	180	332

## 2.2 월 별, 시간별 분석

인명 사고 통계 자료를 보면 인명사고가 많이 발생하는 월은 6,월, 12월, 4월로 조사 되었고, 3월, 9월이 인명 사고율이 가장 적은 것으로 조사 되었다[2]. 고장 및 오동작에 관련하여 332건의 자료를 분석한 결과는 그림 1과 같이 분석 되었다. 고장 및 오동작이 가장 많이 발생한 월은 여름철 7월, 8월, 겨울철 1월로 조사 되었다. 여름철의 주요 고장 및 오동작의 원인으로는 낙뢰의 이상 전압 유입으로 승강기 부품 및 공동주택의 약전 회로(인터폰, 화재 방지 시스템 등)의 고장을 유발 시키는 중요한 요인으로 판단된다[3,9].

또한 승강기의 기계실이 공동주택 옥상에 콘크리트로 구성 되어 있어 그 내부 온도가 평균 외부 온도에 비해 높게 나타나므로 제어반을 구성하고 있는 전력전자 부품이 온도 영향을 받을 수 있다고 판단된다. 일부에서는 기계실 내부에 에어컨을 설치하여 일정 온도(예 35[°C]) 이상이면 자동으로 에어컨이 동작 할 수 있도록 시설하고 있었다. 또한 하절기는 습기 및 빗물 유입에 의한 승강기 정전

및 차단기 동작 등에 의한 정지가 발생을 하는 것으로 조사되었다. 겨울철에는 1월이 가장 많은 것으로 조사 되었고 원인으로는 누수 및 결빙에 의한 원인이 있었고, 버튼 등 인체 접촉 시에 발생하는 정전기가 고장 및 오동작의 원인이 될 수 있을 것으로 판단된다[4,10]. 승강기의 고장 및 오동작 발생 시간 별 분류는 그림 2와 같이 조사 되었다. 조사된 결과에 따르면 아침 출근시간과 저녁 퇴근 시간과 연관 되어 있는 시간 때가 많이 고장이 발생하는 것으로 조사되었다. 시간 분류는 고장 및 보수 일지 작성 공동주택, 보수업체 별로 조금씩은 다르게 작성을 하지만, APT 경우 사고신고 시간, 보수업체의 경우 사고 접수를 기준 시간으로 해서 9시~10시 발생한 것은 9시에 발생한 것으로 처리하여 분석을 하였다.

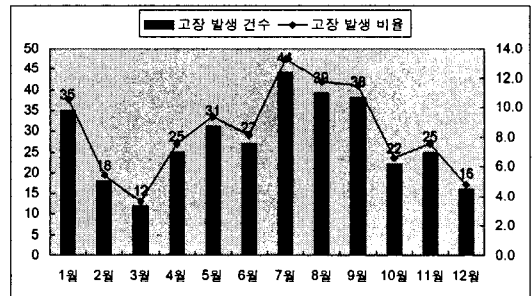


그림 1. 월별 고장 발생 건수  
Fig. 1. Fault happening number by month

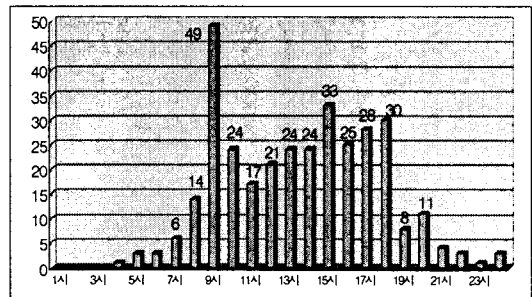


그림 2. 시간별 고장 발생 건수  
Fig. 2. Fault happening number by time

그림 2에서 알 수 있는 것처럼 사고신고 지연 등에 의한 시간을 고려한다면 아침 7시에서 9시 사이가 고장 및 오동작이 가장 많이 발생하는 것으로

## 공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작 원인 조사 및 고찰

판단된다. 이 시간대에 고장 및 오동작 발생의 원인으로 이용 빈도수가 많은 부분과 초기 기동에 따른 기계적 문제점, 전기적인 원인으로 밤에 사용하지 않고 새벽 및 아침에 사용되는 각종 전기제품으로부터 발생될 수 있는 고조파 및 노이즈 등이 승강기 전원에 영향을 줄 수 있다고 판단 할 수 있다 [6]. 이부분에 대해서는 그림 3과 같이 실시간 측정 시스템으로 24시간 승강기 전원품질을 측정·분석하고 있으며 그에 따른 승강기 오동작에 대해 분석을 하고 있다.

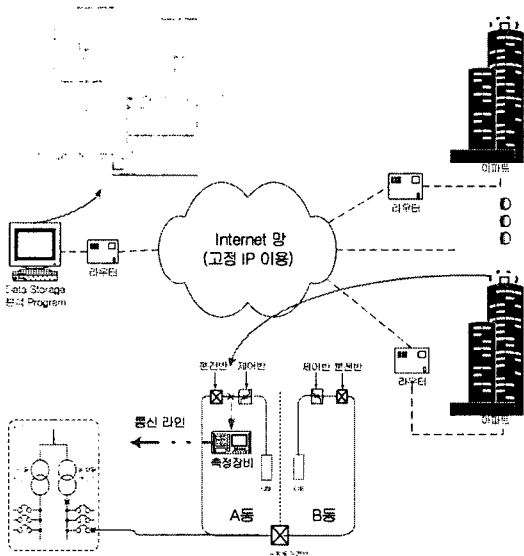


그림 3. 실시간 승강기 전원품질 측정 시스템  
Fig. 3. On-Line measurement system of elevator power quality

### 2.3 고장 및 오동작의 종류별 분석

고장 및 오동작의 종류는 정지, 문과 층간 바닥 높이의 unbalance, 문이 잘 안 열림 등 도어 고장, 층 표시 에러, 꺾히는 소리 및 소음, 센서 고장, 진동, 부대설비(형광등, 인터폰 고장 등)로 구분하였다. 이 구분으로 분류한 고장 수는 그림 4와 같이 조사 되었다. 조사된 내용으로 확인한 결과 정지 건수가 가장 많이 발생을 하였다. 정지 건수는 정지 되어 운행이 안 되는 경우와 가는 도중에 정지되어 움직이지 않는 경우를 합하여 조사하였다.

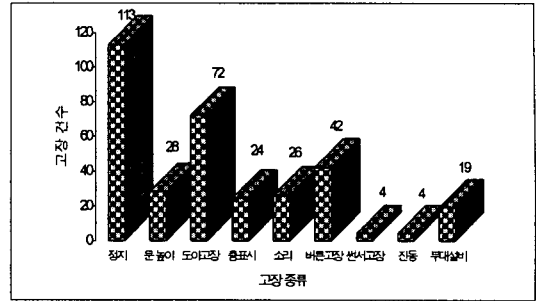


그림 4. 고장 및 오동작 종류별 건수  
Fig. 4. Number by kind of Fault and malfunction

그 다음으로 도어 고장 형태가 많이 발생을 하였다. 도어 부분은 승강기 고장 및 오동작을 많이 일으키는 원인을 제공하고 있다[4]. 승강기 정지 및 도어 고장의 원인으로서는 전기적, 기계적, 설치 조건 및 외적 환경 등 다양한 원인에 의해 발생 할 수 있고, 전원 품질의 전기적 원인으로 인한 고장 및 오동작 발생 형태로는 층 표시 에러, 부대설비(Car 내의 형광등, 인터폰, 건물 계단의 센서 등) 고장이 많은 영향을 받을 수 있다고 판단된다. 한국승강기안전센터의 자료에 의하면 노이즈에 의한 승강기 층 표시 에러, 건물 계단 센서 등 점종의 현상이 발생되는 것으로 조사 되었다[3].

### 2.4 고장 및 오동작의 원인별 분석

승강기 고장 원인은 정확히 어떤 원인에 의해 고장 또는 오동작이 발생을 했다고 정의 할 수 있는 부분이 그리 많지 않다. 따라서 고장 형태와 승강기 보수 업체의 보수 내용을 검토하여 크게 기계적인 부분, 시설적인 부분, 사용자 이용 과실, 전기적 부분, 제품 불량 등으로 구분을 하였다. 구분하여 조사한 결과 그림 5와 같이 조사되었다. 승강기에서 고장 및 오동작에 가장 많은 원인을 제공하는 것은 현장 조사 결과 사용자 과실이라고 하지만, 문서상으로는 그 횟수가 그림 5에서 조사 된 것처럼 많지 않게 조사된다. 그 이유는 현장에서 사용자 과실에 의해 발생한 고장은 보수 일지에서 제외하는 경향이 많기 때문인 것으로 조사 되었다. 그림 5에서 알 수 있는 것처럼 고장 원인 중에 기계적인 부분이 제일 많이

조사 되었고, 그 중에서 90[%] 이상이 도어에 관련된 고장이다. 즉 도어 유격 조정, 도어 행거 로려 조정, 도어 구동 설비 이상 등이다.

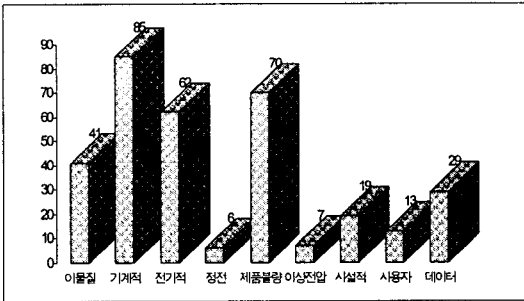


그림 5. 고장 및 오동작 원인별 분석  
Fig. 5. Analysis by cause of fault and malfunction

전기적인 원인으로 분류한 내용으로는 게이트 S/W 접점불량, Door controller off 등 전기적 연결이 문제가 되는 부분을 구분하였다. 정전은 순간 정전을 포함하였고, 이상 전압은 Sag, Swell로 인한 고장을 조사하였다. 시설적 문제로는 승강기 인터폰 불량, 승강기 Fan 고장 및 Fan 소음, 승강기 Car 내의 전등 Off를 시설적 문제로 인한 고장으로 분류했다. 이물질은 Car Door의 행가 레일 및 로라에 이물질 차단으로 인한 고장을 분류하였다. 사용자 과실로 인한 고장 및 오동작으로는 버튼 고장 및 도어 고장을 유발 시키는 것으로 조사되었지만, 대부분이 미 기입되는 것으로 조사 되었다. 데이터 원인 분류는 승강기에 로프 이완과 회전기의 마모로 인해 주기적으로 층에 대한 높이를 입력해서 제 층에 멈추도록 해야 하는데, 이 데이터를 Updated 하지 않으면 층 높이가 불이치, 또는 다음 층에 가서 멈추는 현상이 발생을 한다.

### 3. 119 구조 갇힘 사고 원인 분석

최근 5년간의 119 구조대의 승강기 관련 구조건수는 절대건수에 있어서는 매년 급증추세를 보이고 있으며, 그 건수에 관련된 자료는 행정자치부에서 제공하고 있는 다음 표 4와 같이 조사되었다. 승강기의 갇힘 건수의 증가는 사용하는 국민의 불안

감 증가 및 승강기 신뢰에 큰 타격을 주는 요인으로 작용 할 수 있어 그에 대한 원인 조사 및 대책이 필요하다.

표 4. 119구조대의 승강기 관련 구조건수  
Table 4. Number of saving a life by 119

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	2004
구조 건수	3,086	3,727	4,389	4,572	5,206	5,511

자료원 : 행정자치부 119구조대의 승강기 구조현황 자료

다음은 한국승강기안전센터에서 2004년 1월 1일부터 2004년 12월 31일 까지 소방방재청 119 구조대가 출동한 승강기 고장 및 사고신고 기록이 된 5,500건에 관하여 설문을 해서 회신된 자료(749건) 중 공동주택 452건 만을 분류해서 그림 6과 같이 자료를 분석하였다.

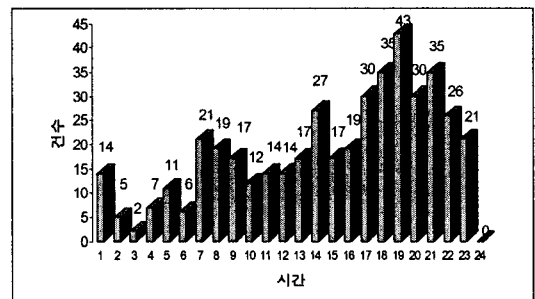


그림 6. 공동 주택용의 승강기 시간대 별 구조 건수  
Fig. 6. Number of saving a life by the Time at public-resident

공동 주택용 자료 분석 결과는 회신된 승강기 전체 구조 건수(749건)를 분석한 결과와 유사한 패턴으로 발생을 했지만, 공동 주택에서는 아침 시간에 갇힘 사고가 발생 건수가 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 공동주택의 승강기 운행이 많은 아침 출근 시간과 퇴근 시간에 연관이 많이 있다는 것을 볼 수 있을 것이다. 조사된 설문 항목 중에 승강기 고장 및 사고 원인이 무엇인가에 대한 설문 항목에 대한 답변으로 카 및 승강기 도어에 관한 고장이 39[%], 161건으로 가장 많은 갇힘 사고의 원인이 되었고,

## 공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작 원인 조사 및 고찰

제어반이 21[%], 단순 정전도 사고의 원인으로 8.2[%]로 조사 되었다. 전원 품질에 원인으로 판단할 수 있는 단순 정전과 전원 품질에 민감하게 영향을 받을 수 있는 제어반이 21[%]를 차지하는 것으로 알 수 있다.

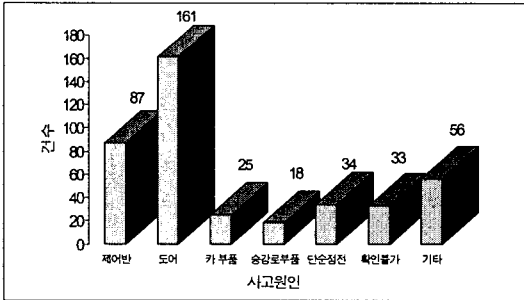


그림 7. 갇힘 사고의 고장의 원인 별 분류  
Fig. 7. Class by cause of elevator confine-disease

다음 그림 8은 그림 7에서 조사 된 갇힘 사고의 원인별 분류에 대한 승강기 수리 방법에 대한 답변이다. 119 구조대 출동 발생건수에 대한 승강기 고장 및 사고의 원인 별 보수 및 수리 방법으로 부품 교체 없이 수정한 경우가 전체 39[%]를 차지했고, 그 다음으로 부품 교체가 37[%]를 차지하는 것으로 조사 되었다. 단순 전원 리셋으로 정상 가동되는 것이 전체 24[%]를 차지했다. 여기에서 단순 전원 리셋으로 정상 가동 한 부분이 전체 24[%]에서 그림 7에서 조사 된 것처럼 갇힘 사고 원인 별 분류에서 단순 정전이 전체 8.2[%]를 차지하는 것을 제외한 부분에 대해서 갇힘 사고의 원인에 대한 조사 및 분석이 필요할 것으로 판단된다. 여러 원인이 요인으로 될 수 있겠지만 그중 전원품질의 원인으로는 고조파 유입 및 Sag, Swell, Surge, 전도 노이즈, 방사 노이즈 등의 유입으로 순간적 오동작 및 갇힘이 원인이 될 수 있을 것으로 판단된다[8,9,10]. 따라서 이 부분에 대해서는 그림 3과 같이 측정 장비를 설치하여 실시간으로 승강기 전원(Sag, Swell, Interruption, Harmonic 등)을 측정하고, 측정된 자료와 승강기에 설치되어 있는 Fault Record 기록을 2005년 10월 1일~2006년 9월 30일까지 측정하여 상호 연관성을 비교 분석 하고 있다.

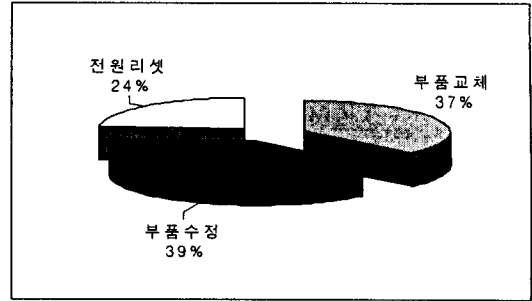


그림 8. 갇힘 건에 대한 승강기 수리 방법  
Fig. 8. The repair method of confine-disease

## 4. 결 론

본 논문은 공동주택 관리사무소, 보수업체 및 119 구조대가 출동한 장소를 바탕으로 설문 조사 및 자료를 토대로 승강기 설비의 정지, 급상승, 갇힘, 층 표시 오류 등 고장 및 오동작 대해서 형태 별로 시간대별로, 원인에 대해서 분석을 하였다. 공동주택 관리사무소 및 보수업체의 보수 일지를 토대로 분석한 결과 정확히 전원품질에 의해 고장 및 오동작이 발생했다고 단정 하기는 어렵지만, 정전(순간정전), 이상전압 유입으로 인한 고장 및 오동작이 전체 3.9[%] 정도 차지하는 것으로 조사되었다. 또한 전기설비의 switch 접점 및 제어반 부품 등에 의한 고장이 18.7[%]로 조사 되었다. 119 구조대 구조 장소의 설문 조사 결과로는 단순 전원 리셋으로 재가동된 경우가 전체 24[%]를 차지하고, 갇힘 원인별 분류로 판별하면 단순 정전이 8.2[%], 확인 불가가 7.9[%]를 차지하는 것으로 조사 되었다. 분석된 결과는 현재 진행 중인 승강기 이상전압 측정과 그에 따른 승강기 Fault record에 기록되는 예러와의 연관성 분석 및 모의시험을 통한 승강기 오동작, 부품 고장의 상호 연관성을 분석 확인 하는데 자료로 이용 될 것이다.

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

References

- [1] 한국승강기안전원홈페이지 통계자료.
- [2] 승객용 승강기의 재해예방에 관한 연구, 산업안전학회지, 제 17권 2호, 2002년.
- [3] 2005년 기술직 연구과제 발표집, 2005.4 한국승강기안전센터.
- [4] 승강기 설비의 유지관리, 조명 전기설비학회지, 제 9권 3호, 1995. 6.
- [5] 인버터 제어 승강기의 전력소비 특성과 전원설비 계획에 관한 연구, 조명 전기설비학회지, 제15권2호, 2001.3.
- [6] 인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석, 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994. 10.
- [7] 소방방재청 119 구조 건수에 관한 설문 조사자료, 2005년 한국승강기안전센터.
- [8] 2004년도 배전설비 고장 분석 및 예방 대책, 2005. 5 한국전력공사 배전처.
- [9] 피뢰설비분야 기술세미나 자료(KSCIEC 61024의 적용), 2004. 8 산자부기술표준원.
- [10] EN 12016(Electromagnetic Compatability : Product family standard for lifts, escalators and moving walks-Immunity).

◇ 저자소개 ◇

**김기현 (金基鉉)**

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

**방선배 (方善培)**

1968년 5월 18일 생. 1994년 명지대학교 전기공학과 졸업. 2002년 강원대 산업대학원 전기공학과 석사. 1997~2003년 한국전기안전공사. 2003년 전기안전연구원 근무.

**김종민 (金鍾旻)**

1972년 7월 18일 생. 1998년 전북대학교 전기공학과 졸업. 2001년 동대 전기공학과 석사 졸업. 2001년~현재 전기안전연구원 근무.

**배석명 (裴錫銘)**

1956년 10월22일 생. 1984년 창원기능대학교 전기기과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사 근무. 1997년~전기안전연구원 근무.

**김재철 (金載哲)**

1955년 7월 12일생. 1979년 숭실대 전기공학과 졸업. 1983년 서울대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1987년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 현재 숭실대 전기공학과 교수.