

승객용 승강기 고장 및 오동작 사례 분석

(Analysis for Fault and Malfunction of the Elevator for the Passenger)

김기현*, 방선배, 김종민, 황광수

(Gi-Hyun, Kim · Sen-Bae, Bang · Chong-Min, KiM · Kwang-Su, Hwang)

Abstract

This paper gives the information for fault and malfunction of the Elevator for the passenger. For analyzing the fault and malfunction of the elevator equipment, we research the report of fault and malfunction which is written by ATP electric director and Elevator maintenance company during recently one year. We analyze the number of fault and malfunction according to classified by month, season, time and classify the kind of fault and malfunction such as stop, fault of door, malfunction of floor indication and so on. And now we research fault and malfunction for the power quality such as Sag, Swell, Interruption, Harmonic, electric voltage rise and so on at elevator equipments and are testing Elevator imitation equipment.

1. 서론

국내에 2004. 12. 31일 기준으로 설치되어 현재 가동 중인 승강기의 대수는 약 289,800 여대이고, 신규 승강기의 설치가 매년 15,000~20,000 대씩 증가하고 있다. 따라서 승강기 사용은 우리 생활에 매우 밀접하게 자리 잡고 있는 교통수단이다. 이에 따른 승강기 인명 피해 사고는 꾸준하고, 그 피해 정도에 따라 사망, 중상, 경상으로 구분하고 있다. 최근 10년간(1995~2004) 인명 사고로 조사, 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 불안감 유발 및 인명 사고를 발생 시킬 수 있는 잠재적 사고가 대 당 년 6회 정도 발생을 하고 있다고 조사 되었다[1].

따라서 본 논문에서는 인명피해 사고와 연결될 수 있는 승강기 진행 중 멈춤, 인명 갇힘, 급상승, 문 높이 unbalance, 층 표시 오류, 지정된 층 통과 등의 잠재적 사고 즉 정상 작동이 아닌 오동작 또는 고장이 어느 정도 발생을 하는지에 대해서 조사를 하였다. 현장에서 승강기설비의 고장 및 오동작이 어느 정도 발생하는지를 확인하기 위하여 승강기 보수업체의 승강기 고장 및 보수 일지와 APT 관리소에서 관리하고 있는 승강기 고장 및 보수 일지를 토대로 조사·분석하였다.

본 논문에서의 고장은 설비의 부품 교체를 요구하는 사고로 정의 하였고, 오동작은 부품 교체 없이 전원 Reset으로 승강기 재 구동, 층 표시 에라 등 순간적으로 발생하여 없어지는 사건, 이 물질에 의한 정지 등을 통틀어 정의 하였다. 추후 고장은 오동작을 포함한 내용으로 정의 한다.

본 연구의 목표는 그런 오동작 또는 고장 사고가 전원품질 영향(Interruption, Sag, Swell, Harmonic, Surge, EMI, 전위상승 등)에 어느 정도 연관이 되는지를 조사하는 것이고, 이를 위해 현장에 설치된 승강기 제어반에서 실시간 전원품질 측정 시스템을 설치하여 어느 정도 이상 전압이 인가되고 그에 따른 승강기 오동작 및 고장이 유발 되는지를 조사 하고 있다. 또한 승강기 설비의 모의시험을 통하여 전기적 영향에 대한 승강기설비의 전기적 장애에 대해 시험을 하고 있다.

2. 본론

2.1. 국내 승강기 설치 현황

승강기 분류는 승강기 용도에 따라 승객용, 화물용, 에스컬레이터, 덤웨이터, 휠체어리프트로 구분하고 있다. 표 1에서 나타난 것처럼 승객용 승강기 설치가 크게 증가하고 있다는 것을 알 수 있고, 그 비중이 전체 승강기 증가에 85% 정도를 차지하고 있다.

다음 그림 1은 2004년 12월 기준으로 승객용

승강기 중에 공동 주택용으로 시설되는 것이 전체 63.3% 정도로 대부분을 차지하고 있고, 그 다음으로 그린생활, 업무시설, 숙박시설 등의 시설로 알 수 있다.

표 1. 최근 10년간 승강기 분류별 증가 현황
Table 1. Recently 10 year increasing number of Elevator classify

종류 년	계	승객 용	화물 용	에스컬 레이터	덤웨 이터	휠체어 리프트
1995	17,165	14,752	1,493	610	293	17
1996	18,051	15,036	1,503	965	506	41
1997	21,071	17,843	1,453	980	693	102
1998	16,671	14,275	862	690	609	235
1999	15,655	13,177	664	690	863	261
2000	16,819	12,897	918	1,738	979	287
2001	19,386	16,103	1,030	1,181	983	89
2002	24,497	20,700	1,222	1,118	911	546
2003	29,737	25,855	1,502	1,196	833	351
2004	31,565	27,758	1,416	1,419	792	180

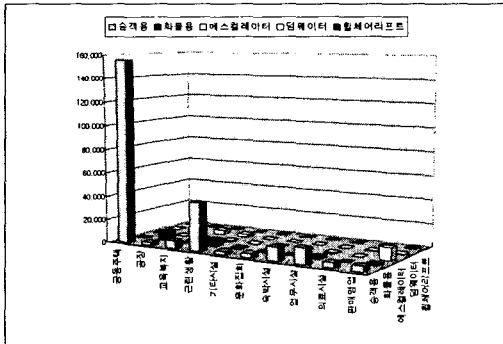


그림 1. 건물 용도별 승강기 설치 현황
Fig. 1. Elevator installation state by building service

2.2. 승객용 승강기 조사 대상

승강기 고장 및 오동작에 관련된 자료 및 분석에 관하여는 인명사고에 관련된 사고 자료에 비해 거의 이루어지고 있지 않았다. 물론 오동작 등에 대한 현장 재현성이 거의 불가능하고 그에 대한 조사 또한 어려워서 자료가 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 APT 관리사무소와 승강기 보수업체에서 작성하고 있는 승강기 고장 및 보수 일지에 대해 조사를 하였다. 자료 조사 대상으로는 지역적으로 가장

많이 설치되어 있는 서울·경기와 천안, 서산 지역에 설치되어 있는 승강기에 대해서 표 2와 같은 대수로 조사를 하였다. 전국적 승강기 설치 현황(2004. 12월 기준)은 그림 2에서 나타난 것처럼 서울, 경기, 부산, 경남 등의 순으로 설치가 많이 되어 있다.

표 2. 승강기 조사 지역 및 조사 대수
Table 2. Research area and elevator number

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

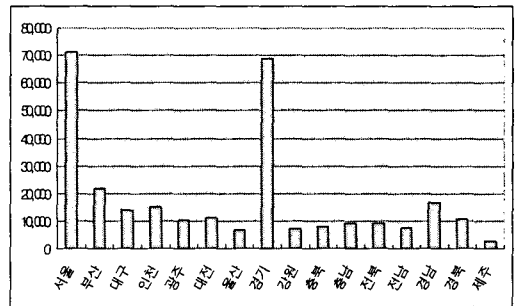


그림 2. 지역별 승강기 설치 현황
Fig. 2. Elevator installation state by area

자료조사는 2000년 이후 설치된 APT를 조사 대상으로 1년 동안의 고장에 대한 수리 및 보수에 관한 내용을 검토하여 발생 빈도, 월, 시간, 요일, 고장 종류, 고장 원인 등으로 분석을 하였다. 본 자료 내용을 조사 수집하면서 확인 된 결과 승강기 고장 및 유지 보수의 많은 내용 부분이 미 기입되고 있다는 것을 알 수 있었다. 그 이유는 관리 일지를 작성하는 대부분의 APT 전기관리 담당자가 승강기에 대한 전문 지식이 거의 없고, 승강기 보수업체에서는 고장에 관한 자세한 원인 및 조치 사항을 전달하지 않는 데에 그 원인이 있었다.

국내의 승강기 제작업체로는 현대 엘리베이터, OTISLG, 선들러중앙, 티센크루프동양, 삼일엘텍 등 다수 제작업체가 승강기를 제작, 설치 및 관리를 하고 있다. 본 연구에 고장 및 보수에 관련된 자료 조사 대상의 제작 업체별 분류는 다음 표 3와 같이 조사하였다.

표 3. 자료 수집 회사 및 고장 내용 수

Table 3. Fault number and research company

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

3. 승강기 고장 및 오동작 사례분석

3.1 월, 계절, 시간별 분석

인명 사고 통계 자료를 보면 인명사고가 많이 발생하는 월은 6월, 12월, 4월로 조사되었고, 3월, 9월이 인명 사고율이 가장 적은 것으로 조사 되었다[2]. 고장 및 오동작에 관련하여 332건의 자료를 분석한 결과는 그림 3과 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 APT의 약전 회로(인터폰, 화재 방지 시스템 등)의 고장을 유발 시키는 중요한 요인으로 판단된다[3].

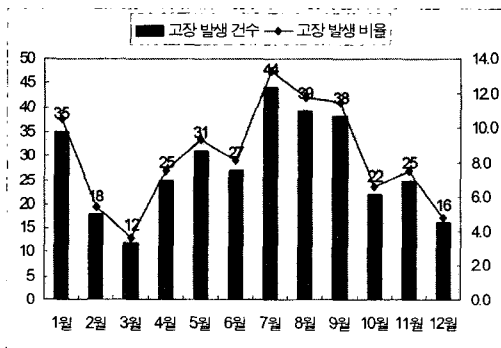


그림 3. 월별 고장 발생 건수
Fig. 3. Fault happening number by month

또한 승강기의 기계실이 APT 옥상에 콘크리트 구조로 구성되어 있어 그 내부의 온도가 평균 외부 온도에 비해 높게 나타나므로 기계실의 전력전자 제품 및 시설에 온도 영향으로 인한 오동작 등이 발생할 수 있다고 판단된다. 일부에서는 기계실 내부에 에어컨을 설치하여 일정 온도(예 35℃) 이상이면 자동으로

동작 할 수 있도록 시설하고 있었다. 또한 하절기는 습기 및 빗물 유입에 의한 승강기 정전 및 차단기 동작 등에 의한 정지 등이 발생할 수 있다. 그림 4에서 알 수 있는 것처럼 봄철, 가을철, 겨울철은 비슷한 고장 및 오동작 율을 보여 주고 있다. 겨울철에는 1월이 가장 많은 것으로 조사 되었다. 고장 및 오동작 등의 원인 가능성으로는 누수 및 결빙에 의한 원인과 버튼 등 인체 접촉 시에 발생하는 정전기가 고장 및 오동작의 원인이 될 수 있을 것이다. 계절별로는 이상 전압 유입 및 온도 상승, 물기 등에 의한 고장 및 오동작이 가장 많이 발생할 수 있는 하절기가 가장 많이 발생을 하고 있고, 봄·가을 철, 겨울철 비슷한 분포를 나타내고 있다.

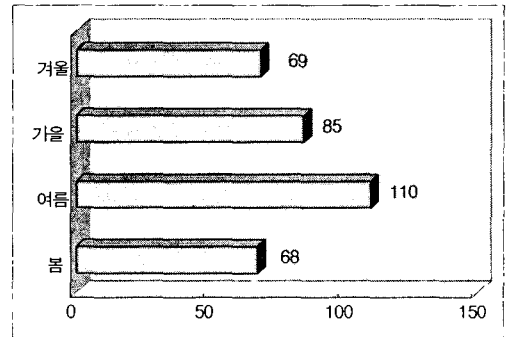


그림 4. 계절별 고장 발생 건수
Fig. 4. Fault happening number by season

승강기의 고장 및 오동작 발생 시간 별 분류는 그림 5와 같이 조사 되었다. 전원품질 등 전기적 원인에 의한 고장 및 오동작에 가장 밀접한 연관이 있을 것으로 판단되는 부분이다. 조사된 결과에 따르면 아침 출근시간에 연관 되어 있는 부분이 가장 많이 고장이 나는 것으로 조사되었다. 시간 분류는 고장 및 보수 일지 작성 APT, 보수업체 별로 조금씩은 다르게 작성을 하지만, APT 경우 사고신고 시간, 보수업체 도착 시간, 작업 종료 시간으로 시간을 기재했고, 보수업체의 경우 연락 접수 시간, 출동 시간, 완료 시간으로 기재를 하고 있었다. 따라서 APT 경우 사고신고 시간, 보수 업체의 경우 사고 접수를 기준 시간으로 해서 9시~10시 발생된 것은 9시로 결정을 하고, 17시~18시에 발생된 것은 17시로 시간을 처리하여 결과 분석하였다. 조사한 결과 주로

오전 8시부터 오후 19시 까지 주로 사용되는 시간으로 고루 발생을 하고 있는 것으로 조사 되었다. 특히 그림에서 알 수 있는 것처럼 오전 8시에서 10시 까지 가장 많이 발생하는 것으로 조사 되었다. 이 부분의 사고신고 지연 등에 의한 시간을 고려한다면 아침 8시에서 9시가 고장 및 오동작이 가장 많이 발생하는 것으로 판단된다. 이 시간대에 고장 및 오동작 발생의 원인으로 이용 빈도수가 많다 부분과 사용자 과실 등 여러 가지 요인이 있고, 전기적인 원인으로는 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. 이부분에 대해서는 현장 온라인 측정 system으로 24시간 실시간 승강기 전원품질을 측정하고 있으며 그에 따른 자료를 좀더 자세히 분석을 하고 있다.

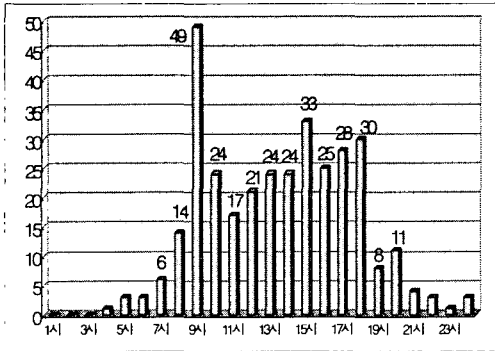


그림 5. 시간별 고장 발생 건수
Fig. 5. Fault happening number by time

3.2 고장 및 오동작의 종류별 분석

고장 및 오동작의 종류는 정지, 문과 층간 바닥 높이의 unbalance, 문이 잘 안 열림 등 Door 고장, 층 표시 에라, 꺾히는 소리 및 소음, 센서 고장, 진동, 부대설비(형광등, 인터폰 고장 등), 데이터 Update 미실시, 간힘으로 구분하였다. 이 구분으로 분류한 고장 종류 수는 다음 그림 6과 같이 조사 되었다. 조사된 내용으로 확인한 결과 정지 건수가 가장 많이 발생을 하였다. 정지는 정지 되어 운행이 안 되는 경우와 가는 도중에 정지되어 움직이지 않는 경우를 구분하여 조사하였다.

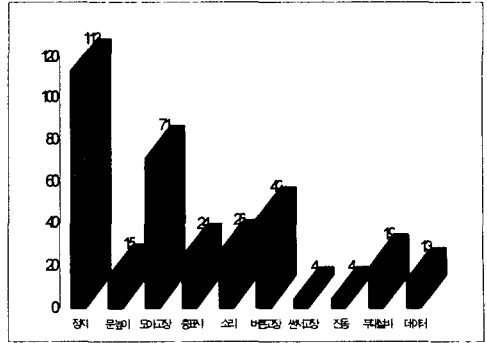


그림 6. 고장 및 오동작 종류별 건수
Fig. 6. Number by kind of Fault and malfunction

그 다음으로 도아 고장 형태가 많이 발생을 하였다. Door 부분은 승강기 고장 및 오동작을 많이 일으키는 원인을 제공하고 있다[4]. 그림 7이 사용 중인 승강기 Door 구성 예이다. 승강기 정지 및 도아 고장의 원인으로는 전기적, 기계적, 설치 조건 및 외적 환경이 원인이 될 것이고, 전원 품질 등의 전기적 원인으로 인한 고장이 발생할 수 있는 고장 형태로는 층 표시 error, 부대설비(Car 내의 형광등, 인터폰, 건물 계단의 센서 등) 고장이 많이 영향을 받을 것으로 판단된다.

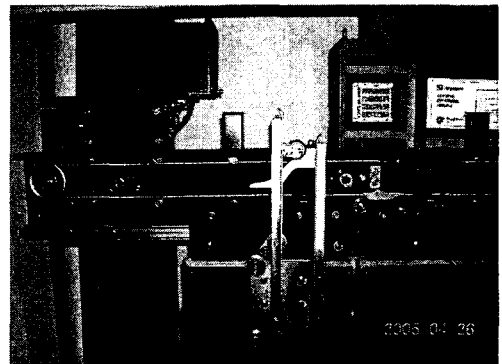


그림 7. 승강기 Door 구성
Fig. 7. Elevator Door structure

층 표시 error 및 부대설비 고장은 전도 노이즈, 고조파 및 고주파(High level frequency), 이상 전압 인가 등의 원인으로 부품의 성능 저하 및 오동작 발생에 영향을 줄 수 있는 것으로 판단된다. 한국승강기안전센터의 자료에 의하면 노이즈에 의한 승강기 층 표시 error, 건물 계단 센서 등 점등의 현상이

발생되는 것으로 조사 되었다[3].

3.3 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 8과 같이 조사되었다. 승강기에서 고장 및 오동작에 가장 많은 원인을 제공하는 것은 현장 조사 결과 사용자 과실이라고 하지만, 문서상으로는 그 원인 횟수가 그림 8에서 조사 된 것처럼 많지 않게 조사된다. 그 이유는 현장에서 사용자 과실에 의해 발생한 고장은 고장 및 보수 일지에서 제외하는 경향이 많이 있기 때문인 것으로 조사 되었다. 그림 8에서 알 수 있는 것처럼 고장 원인 중에 기계적인 부분이 제일 많이 조사 되었고, 그 중에서 90% 이상이 Door에 관련된 고장이다. 즉 Door 유격 조정, Door 행거 로러 조정 등이다.

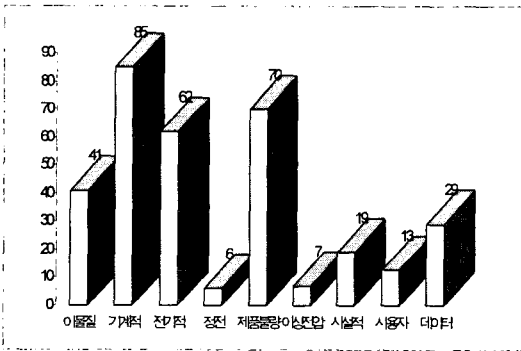


그림 8. 고장 및 오동작 원인별 분석
Fig. 8. Analysis by cause of fault and malfunction

전기적인 원인으로 분류한 내용으로는 게이트 S/W 점접불량, Door controller off 등 전기적 연결이 문제가 되는 부분을 구분하였다. 정전은 순간 정전을 포함하고, 이상 전압은 Sag, Swell로 인한 고장을 조사하였다. 시설적 문제로는 승강기 인턴톤 불량, 승강기 Fan 고장 및 Fan 소음, 승강기 Car 내 전등 Off 을 시설적 문제로 인한 고장으로 분류 했다. 이물질은 Car Door

행가레일 및 로라에 이물질로 인한 고장을 발생을 시킨다. 사용자 과실로 인한 고장 및 오동작이 현장에서 많이 발생을 하고, 그 형태로는 버튼 고장 및 문 고장을 유발 시키는 것으로 조사 되었지만, 대부분이 미 기입되는 것으로 조사 되었다.

4. 결론

이번 조사로 승강기 설비의 고장 및 오동작은 하절기 7월, 8월, 겨울철 1월이 다른 달에 비해 많이 발생하는 것으로 조사되었다. 조사된 내용 중에 정확히 전원품질에 의해 고장 및 오동작이 발생했다고 단정 하기는 어렵지만, 정전(순간정전), 이상 전압 유입으로 인한 고장 및 오동작이 전체 3.9% 정도 차지하는 것으로 조사되었다. 또한 전기설비의 점접 및 line 등에 의한 고장이 18.7%로 조사 되었다. 현장에서 어느 정도 전원품질에 의해 오동작 등이 발생을 하는지를 조사하기 위해 현장 승강기 제어반에서 실시간 전원품질 측정 시스템을 설치하여 이상 전압 발생시와 승강기 Fault record의 기록을 비교 검토하고 있다. 또한 승강기 설비의 모의시험을 통하여 전기적 영향에 대한 승강기 설비의 오동작 및 고장 등에 대해 시험을 하고 있다.

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

참 고 문 헌

- [1] 한국승강기안전원홈페이지 통계자료
- [2] 승객용 승강기의 재해예방에 관한 연구, 산업안전학회지, 제 17권 2호, 2002년
- [3] 2005년 기술적 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, 제 15권 2호, 2001. 3
- [6] 인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석, 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994. 10