

승강기 시스템의 안전성을 위한 전기적 오동작 조사

이희태*, 김재철*, 김기현**, 배석명**
송실대학교*, 한국전기안전공사**

Electric malfunction research for safety of elevator system

Lee Hee Tae*, Kim Jae Chul*, Kim Gi Hyun**, Bae Suk Myong**
Soongsil UNIV*, KESCO**

Abstract - Increasing elevator system every year that is directly connected passenger's safety and connected peculiarity

Reliability of each variety equipment that is composing elevator is linked with passenger's safety, and prevent accident is important.

Malfunction by electric part of elevator system that is composing elevator is not easy to examine closely the cause.

Estimation about malfunction of component by electric power quality must consist among them.

In this paper, inspect elevator accident figure to examine effect that electric power quality gets on elevator that see and presented thing for research direction and necessity of electric safety consideration by such electric malfunction .

그러므로 전원품질에 따른 승강기설비의 전기적 장애 발생 원인의 규명과 안전대책의 수립에 대한 연구가 필요하다.

2. 전력품질 문제

일반적으로 전압품질은 장시간 및 단시간의 전압품질로 분류하며, 장시간 전압품질의 대표적인 요소로는 영구정전을 단시간 전압품질의 대표적인 요소로는 순간정전 및 순간전압강하를 꼽을 수 있다. 또한, 최근 들어 전기설비들의 자동화 및 에너지 절약형으로 전압의란에 매우 민감하며 이러한 부하들이 차지하는 비율이 높아지고 있다.

이러한 소자들은 순간정전, 전압변동, 노이즈, 정전기, 고조파전류 등의 영향을 쉽게 받는다.

정밀한 전자회로의 구성은 전압변동이나 정전사고에도 전자회로가 오동작이 발생될 수 있다.

과거에 전원품질에 대한 평가지표로는 주파수유지율, 전압유지율, 정전횟수(시간)정도로 평가하였지만, 현재의 그 평가지표는 미소왜란에 민감하게 영향을 받는 예민한 부하기기들에 대한 대책으로서 전압요소로써 써지, 순시 전압상승, 순간정전, 순시전압저하, 전압불평형, 고조파 등으로 그 범위가 다양해지고 있다.

일반적으로 전원품질은 크게 시간상의 분류를 통해 종류를 기술하고 있다. 대표적으로 장시간 전압품질은 영구정전을 단시간 전압품질은 순간정전 및 순간전압강하를 대표할 수 있다. 순간정전 및 순간전압강하는 수용가의 민감부하에 큰 영향을 줄 수 있으며 해당 부하의 가동 및 정지를 시킬 수 있다. 순간전압품질 요소들의 발생원인은 계통 내부의 현상들에 기인한다.

전압강하(Sag)와 같은 경우는 한 피드백회로에서의 고장은 고장이 제거될 때까지 다른 피드에 전압강하를 초래한다.

이러한 원인은 중부하의 변화나 유도전동기가 기동하는 동안 전부하에 6에서 10배의 전류를 필요로 하기 때문에 전동기 스타팅이 원인이 되고 있다. 이러한 지상전류는 시스템의 임피던스에 따라 전압강하를 야기 시키고 엘리베이터를 구성하고 있는 전동기도 예외는 아닐 것이다.

노이즈는 중성선이나 신호선에서 발견되는 원치않은 전기적인 신호로 정의할 수 있고, 전력계통을 구성하고 있는 전력전자장비나, 기타장치등에 발생하지만 엘리베이터를 구성하고 있는 전력전자장비, 제어회로에 노이즈가 발생하면 마이크로컴퓨터나 전자장비를 혼란시켜 오동작을 야기할 수 있다.

비단 전압강하나 노이즈 뿐만 아니라 다른 전압품질과의 관계에서도 엘리베이터를 구성하고 있는 다른 기기나 프로세서에 왜란을 야기시킬 수 있으며 곧 안전과 신뢰

1. 서 론

1990년도를 전후로 국내 대용량 전력용 반도체소자의 개발 및 초고속 LSI의 등장에 따라 승강기설비는 인버터 제어방식으로 급속히 전환되어 속도제어 및 소비자가 느끼는 안정도는 향상 되었으나 전력전자 소자의 고장 및 오동작 등으로 인한 원인불명의 사고가 점점 증가하고 있다.

통계에 따르면 승강기 사고 중 원인이 불명확한 경우가 2000년 이후 매년 10%이상 차지하고 있으며 그 비중이 점점 증가하고 있는 추세이다[1].

또한, 인명 피해와 같은 대형사고는 아니지만 전기적 오동작 등에 의한 급상승, 급정지 등 단순한 고장으로 치부될 수 있는 겉으로 드러나지 않는 잠재적 사고가 증가하고 있는 추세이므로 이러한 잠재적 사고원인을 찾기 위한 전원품질에 대한 연구는 필수적이라 할 것이다.

최근 전력전자 소자의 열화현상, 수명, 오동작 및 기타 기기의 장애현상에 많은 영향을 미치고 있는 전력품질과 방직대책에 대하여 선진국에서는 많은 연구가 이루어지고 있으나 국내에서는 아직까지 인식이 부족한 실정이다.

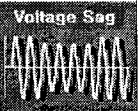

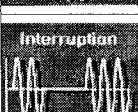
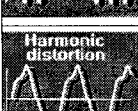
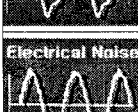
국내에서는 승강기 시스템의 전력품질에 대한 관심이 높아지고 있지만 전력품질이 엘리베이터 설비에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어지지 않고 있다.

또한, 전원공급의 신뢰도 향상을 위하여 배전계통에 대한 연구는 많이 이루어지고 있으나 수용가 중심의 순간전압강하(Sag), 순간전압상승(Swell), 정전(Interruption), 서지(Surge), 고조파(IHarmonic) 등의 발생으로 인한 부하설비의 동작특성, 전기적 장애 및 시설 조건에 따른 영향에 대한 연구는 미흡하다.

성에 영향을 미칠 수 있다.

다음 표 1은 전력품질에 대한 기본특성과 발생 원인을 나타내었다[2-3].

표 1. 전압품질의 파형, 기본특성, 발생원인 비교

파형	기본특성			발생원인
	지속시간	전압크기	주파수	
 Voltage Sag	0.5-30 cycles (1분)	0.1-0.9 PU	-	-낙뢰 -대형부하의 기동 -Brownout
 Overvoltages	0.5-30 cycles (1분)	1.1-1.4 PU	-	-갑작스런 부하차단 -다른 상의 사고 -부정확한 변압기 셋팅
 Interruption	0.5-30 cycles (1분)	0.1 PU 이하	-	-퓨즈절단 -차단기동작 -전력선사고 -변압기사고 -발전기사고
 Harmonic distortion	정상 상태	0-20%	0-6 kHz	-비선형부하 -스위칭소자 -철공진
 Electrical Noise	간헐적	0.1-7%	25Hz 이하	-부하급변 -Arc爐 -무효전력변동
전압불평형	정상 상태	0.5-2%	-	-단상기기 -역률불평형

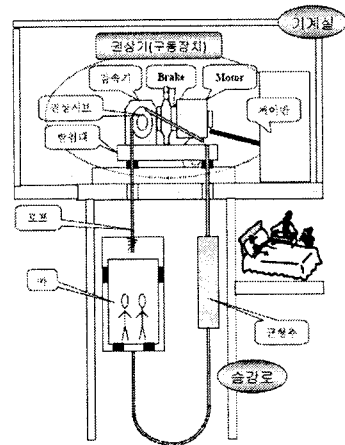


그림 1. 엘리베이터의 구조

3.2 엘리베이터 관련 통계[1]

과거 10년간의 엘리베이터의 종류별 증가현황 표 2와 같고, 그 수는 해마다 증가 하고 있는 추세이다.

그 수가 증가함에 따라 인명과 관련된 사고도 발생하고 있고, 관련된 사례에 대한 월별통계는 그림 2에 나타내었고, 계절별 통계는 그림 3와 같다.

표 2. 최근 10년간 승강기 분류별 증가 현황

종류	계	승객용	화물용	에스컬레이터	덤웨이터	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

3. 엘리베이터 구조 및 통계

3.1 엘리베이터의 구조

엘리베이터는 구동방식이나 속도, 제어방식에 따라 여러 가지로 분류 할 수 있다.

기본적으로 엘리베이터는 그림 1과 같이 크게 전기적인 부분과 기계적인 부분으로 구분할 수 있다. 본 논문에서 관심을 갖고자 하는 부분은 전기적인 부분이며 원치않는 형태의 전력으로 인한 오동작을 일으킬 수 있는 부분이다. 전기적인 부분은 권상기, 컨트롤, 스위치, 개폐기, 표시동조속기, 전동기 등으로 구성되어 있다.

또는, 승강기의 안전성과 신뢰도에 가장 큰 영향을 주는 동력전원설비와 비상전원설비, 조명전원설비, 신호설비, 감시제어설비등으로 구분될 수 있다.

엘리베이터의 사고는 인명피해로 직결되기 때문에 승강기설비의 신뢰성도 높아야 하며, 안정적인 전원공급 또한 중요한 요소가 된다[4-5].

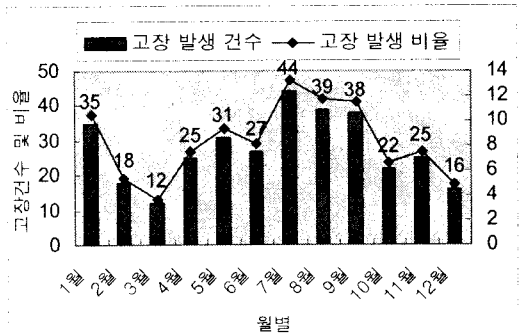


그림 2. 월별 고장 발생 건수

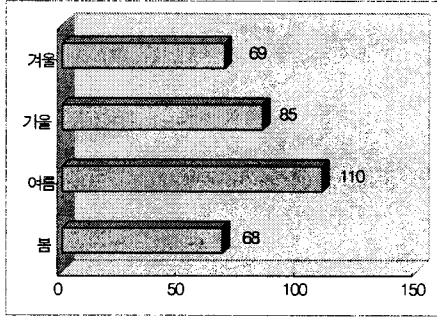


그림 3. 계절별 고장 발생 건수

한국전기안전공사에서 조사된 승강기의 고장 및 오동작 발생 시간 별 분류는 그림4와 같고, 결과에 따르면 아침 출근시간 때에 가장 많이 고장이 나는 것으로 조사되었다.

엘리베이터의 고장조사 결과는 주로 오전 8시부터 오후 19시 까지 주로 사용되는 시간으로 고투 발생을 하고 있는 것으로 조사 되었지만 특히 그림에서 알 수 있는 것처럼 오전 8시에서 10시 까지 가장 많이 발생하는 것으로 조사 되었다. 이 시간대에 고장 및 오동작 발생의 원인으로 이용 빈도수가 많고 많은 빈도수로 인해 사용자 과실 등 여러 가지 요인이 있다.

전기적인 원인으로서는 수용가의 시간대별 부하패턴(그림 5)과 흡사하기 때문에 전력사용량의 증가로 인한 고장의 빈도수와 관련됨을 알 수 있다.

밤에 사용하지 않고 새벽 및 아침에 사용되는 각종 전기제품으로부터 발생될 수 있는 고조파 및 노이즈 등이 엘리베이터 전원에 영향을 줄 수 있다고 분석할 수 있다.

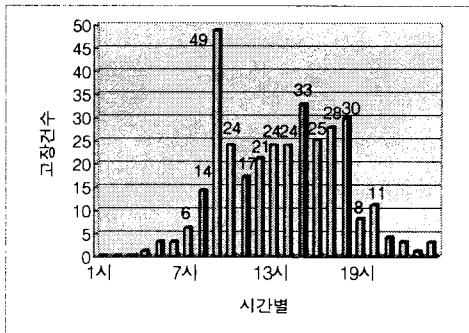


그림 4. 시간별 고장 발생 건수

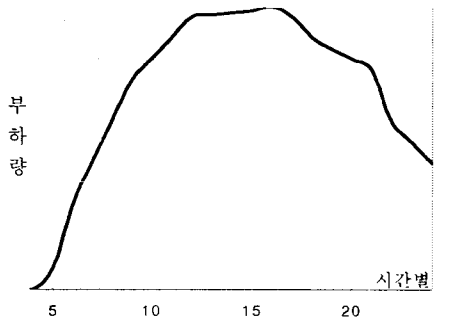


그림 5. 일반적인 수용가의 시간 부하곡선

엘리베이터에 발생되고 있는 고장 및 오동작의 종류는 정지, 문과 층간 바닥 높이의 상이함, 문이 잘 안 열림 등 Door 고장, 층 표시 에라, 소음, 센서 고장, 진동, 부대설비(형광등, 인터폰 고장 등), 등이 있다.

이러한 고장 및 오동작에 대한 통계는 그림 6과 같이 조사 되었고 정지 건수와 도어 고장 형태가 가장 많이 발생 하였다.

엘리베이터 정지 및 도어 고장의 원인으로서는 전기적, 기계적, 설치 조건 및 외적 환경이 원인이 될 것이다.

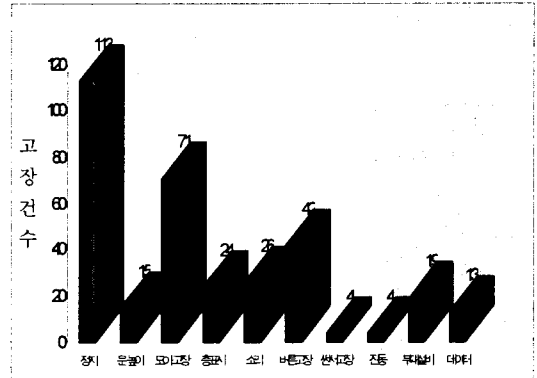


그림 6. 고장 및 오동작 종류별 건수

3. 결 론

엘리베이터의 증가와 전력전자의 기술은 생활의 발전과 더불어 향상되고 있다.

하지만 이상전원에 의한 엘리베이터의 고장원인이 불명확한 오동작 사례는 해마다 증가하고 있다.

이러한 사고는 곧 인명피해를 일으키기 때문에 본 논문에서는 엘리베이터와 관련된 여러 가지 통계들 바탕으로 문제를 접근하고자 하였다.

향 후 엘리베이터의 전기적 장애원인과 발생 메카니즘 분석으로 통해 전기적인 문제 발생으로 인한 엘리베이터의 오동작 사고에 대한 원인분석이 필요하다고 사료된다.

[참 고 문 헌]

- 1] 한국승강기안전원홈페이지 통계자료
- 2] IEEE Standard Methodology for Reliability Prediction and Assessment for Electric Systems and Equipment, 2002
- 3] IEEE guide for electric power distribution reliability indices, 2001
- 4] 정지열, "고층주거용 승강기의 가속전류 및 전압강하 실체 분석", 조명 전기설비학회지, 제 1권 2호, 1991
- 5] 이기홍, 성세진 "인버터 제어 승강기의 전력소비 특성과 전원설비 계획에 관한 연구", 조명 전기설비학회지, 제 15권 2호, 2001. 3
- 6] 김정태, 이기홍, 홍규장, "인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석", 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994.10

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.