

EMS 규정에 따른 승강기 내성시험 및 오동작 대책에 관한 연구

(Malfunction Measures and Susceptibility test of Elevator Based on EMS(Electromagnetic Susceptibility) Standard)

김기현* · 배석명 · 이주환

(Gi-Hyun Kim · Suk-Myong Bae · Joo-Hwan Lee)

요 약

승강기 운행 중 간힘, 급상승, 급정지, 층 표시 오류 등 승객의 불안감을 유발시킬 수 있고, 인명 사고와 연결될 수 있는 오동작 사고가 발생을 하고 있다. 하지만 이런 부분이 현장 재연성이 거의 없고, 발생했다 사라지는 현상이기에 사실상 사고 원인 판명이 어려운 것이 현실이다. 따라서 본 논문에서는 이런 간힘 및 오동작을 발생시킬 수 있는 원인을 분석하기 위하여, 최근의 승강기 모델 3개를 대상으로 EN12016(2004) 규정에 따라 내성시험을 하고 그에 따른 승강기 동작 특성을 분석하였다. 또한 오동작에 대한 대책을 보강한 후에 다시 시험하여 그 성능을 평가하였다. 분석 결과는 최종적으로 승강기 설비의 오동작에 대한 상호 연관성 분석 및 승강기 설비의 전기적 장애에 대한 대책을 제시하는데 자료로 이용될 것이다.

Abstract

The malfunction accidents such as kept within elevator, sudden rise, sudden stop, error of level indication which can bring about uneasiness of elevator passenger and be related with life accident are occurring. However, as there is not field recurrence for this portion and they are accidents that occur and then disappear, it is actually difficult to confirm the reason of accident. Therefore, we made an experiment for tolerance in three models which is being built recently according to EN12016(2004) standard and analyzed the movement characteristics of elevator to study the reason which can bring about confine and malfunction. Furthermore, after supplementing measures for malfunction, Finally this paper will be used as reference to suggest methods for malfunction of elevator facility and the analysis for mutual relation between Power Quality and malfunction and fault of elevator.

Key Words : Elevator, Power Quality, EMS, ESD, Surge, Malfunction

* 주저자 : 전기안전연구원 연구원
Tel : 031-580-3057, Fax : 031-580-3052
E-mail : ghkim7151@kesco.or.kr
접수일자 : 2006년 12월 4일
1차심사 : 2006년 12월 5일
심사완료 : 2006년 12월 14일

1. 서 론

우리 생활에 밀접하게 자리 잡고 있는 수직 교통 수단인 승강기 수는 2006년 6월 30일 기준으로 324, 426대를 보유하고 있고 그중 약 55[%] 정도가 공동

주택에 사용되고 있다[1]. 승강기 보유 증가에 따른 승강기 인명 피해 사고는 꾸준히 발생하고 있다. 또한 멈춤, 급상승, 급정지, 층 표시 오류 등 승객의 불안감을 유발 시키고 인명 사고와 연결 될 수 있는 잠재적 사고가 대 당 년 6회 정도 발생을 하고 있다고 조사 되었다[2]. 따라서 본 논문에서는 인명피해 사고와 연결될 수 있는 승강기 진행 중 멈춤, 층 표시 오류, 간헐 사고 등이 현장에서 어느 정도 발생할 수 있는지를 확인하기 위해 KSBEN12016(2002)과 EN12016(2004)의 규정에 따른 내성시험을 실시하였다[8]. 이 규정은 모두 국내에서 승강기 내성시험에 적용하고 있지 않다. 내성시험 실시 결과 층 표시 에러에 따른 승강기 멈춤 등의 승강기의 전기적 원인에 의한 오동작 및 고장을 확인 하였다. 따라서 그에 따른 대책 및 보상을 하여 정상 작동을 확인 하여, 승강기 오동작에 대한 대책을 제시 하여 최종적으로 승강설비의 전기적 장애에 대한 대책을 제시하는데 자료로 이용될 것이다.

2. 본 론

2.1 승강기 내성 적용 및 시험 설비

국내에서는 승강기 전기적 원인에 의한 고장 및 오동작 등을 확인하기 위한 내성시험을 적용하지 않고(특수용 승강기 제외) 있다. 표 1은 승강기의 전기적 내성시험의 기준인 KSBEN 12016(2002년)은 유럽의 EN 12016(1998년)을 바탕으로 하고 있다. 이 기준은 그동안 전자파 환경이 변화하면서 승강기 안전회로 및 전체 시스템에 대한 내성을 강화할 목적으로 표 2에서 나타난 것처럼 2004년도에 개정이 되어 유럽에서는 EN12016(2004)의 시험 기준이 적용되고 있다. 시험기준 EN12016(2004년)의 주요 변화로는 새로운 디지털 기기의 등장과 안전회로에 대한 내성의 강화에 맞추어져 있다. 이 같은 기준의 주요한 변화는 다음과 같다.

- ① RS 시험에서 시험기준은 500[MHz]에서 1960 [MHz]까지 전자파 영역을 확대 정의하고 있고, 각 주파수 별로 적용 전압과 변조 방식으로 변경이 되었다. 이것은 새로운 디지털 모바일 폰

이 1960[MHz]까지 서비스되기 때문으로 판단된다.

- ② 새로운 시험기준은 승강기 지침에서 규정한 안전소자(Safety Device), 모바일 폰 및 통신소자와 관련하여 위험성분석 결과에 따라 새로운 주파수 영역을 정의하였다. 이것은 모바일 폰과 통신소자가 이 기준에서 언급된 안전회로의 사용주파수 166[MHz] 근처에서는 사용되지 않는다고 가정하고 있다.
- ③ 새로운 기준은 주전원 전압의 순시정전(Voltage Interruption)과 전압강하(V-dip)에 대한 새로운 시험기준을 도입하였다.
- ④ 새로운 시험기준에는 안전회로에 Surge 및 CS 시험이 추가되었다. 승강기 설비의 전원 케이블에 노이즈 및 낙뢰에 의한 설비 보호 차원에서 추가된 것으로 판단된다.

표 1. KS B EN12016(2002) 적용 규격
Table 1. KS B EN12016(2002) Standard

시험 항목	KSBEN 12016 : 2002	
	일반회로	안전회로
ESD	4[kV] 접촉 8[kV] 기중	6[kV] 접촉 15[kV] 기중
RS	27~500[MHz] 무변조, 3[V/m]	27~500[MHz] 무변조, 10[V/m]
EFT	≤100[A]의 시험품에서 1.0[kV], 5/50[ns] 5[kHz]	≤100[A]의 시험품에서 2.0[kV], 5/50[ns] 5[kHz]
Voltage Dip	적용 안함	30[%] 강하 10[ms] 60[%] 강하 100[ms]
Voltage Interruptions	적용 안함	>95[%] 강하 5000[ms]
Surge	적용 안함	적용 안함
CS	적용 안함	적용 안함

표 2. EN12016(2004) 적용 규정
Table 2. EN12016(2004) Standard

시험 항목	KSBEN 12016 : 2004	
	일반회로	안전회로
ESD	4[kV] 접촉 8[kV] 기중	6[kV] 접촉 15[kV] 기중
RS	80~166[MHz] 10[V/m] 166~1000[MHz] 10[V/m] 1710~1784[MHz] 10[V/m] 1880~1960[MHz] 3[V/m] 80[%] AM 변조(1[kHz])	80~166[MHz] 10[V/m] 166~1000[MHz] 30[V/m] 1710~1784[MHz] 30[V/m] 1880~1960[MHz] 10[V/m] 80[%] AM 변조(1[kHz])
EFT	≤100[A]의 시험품에서 1.0[kV], 5/50[ns] 5[kHz]	≤100[A]의 시험품에서 4.0[kV], 5/50[ns] 2.5[kHz]
Voltage Dip	30[%] 강하 10[ms]	30[%]강하 10~100[ms] 10[ms] 간격으로 시행 60[%]강하 200~1000[ms] 100[ms] 간격으로 시행
Voltage Interruptions	적용 안함	>95[%] 강하 5000[ms]
Surge	신호 및 제어 적용 안함	신호 및 제어 Differential mode ±1.0[kV] Common mode ±2.0[kV]
	≤100[A]의 입출력 전원 Differential mode ±1.0[kV] Common mode ±2.0[kV]	≤100[A]의 입출력 전원 Differential mode ±1.0[kV] Common mode ±2.0[kV]
CS	0.15~80[MHz] 3[V] 80[%] AM 변조(1[kHz])	0.15~80[MHz] 10[V] 80[%] AM 변조(1[kHz])

표 3. 선정된 시험설비의 모델
Table 3. Selected elevator of testing equipment

모형	형식	용량	속도
○모델	로프식 승객용	550kg/ 8인승	90[m/min]
○모델	로프식 승객용	1000kg/15인승	60[m/min]
○모델	로프식 승객용	1000kg/15인승	60[m/min]

표 3에서 확인할 수 있는 것처럼 국내에서 최근에 가장 많이 사용되고 있는 대표적인 모델을 선정하였고, 제어방식은 가장 많이 사용되는 VVVF 방식을 선정하였으며, 현재 국내 시장에 가장 많은 공급을

하고 있는 대기업 제품 2개 모델과 중소기업 모델 1개를 선정하였다. 또한 90년대 후반 대부분의 아파트에서 사용되고 있는 중 저속 8인승 또는 15인승 모델을 선정하였다.

추가적으로 이들 장치들을 구동하며 실제 운전하는 것과 같은 효과를 얻기 위해 승객의 하중에 해당하는 전부하 용량 효과를 나타낼 수 있는 부하장치를 설치하였으며, 시스템을 움직이고 이에 따른 운전지령 및 조작을 위한 시뮬레이터를 설치하였다.

2.2 승강기 내성시험에 따른 승강기 동작 특성

2.2.1 정전기 방전(ESD: Electrostatic Discharge) 내성시험

승강기에 대한 정전기 방전내성의 시험레벨은 KSBEN 12016(2002)과 EN 12016(2004) 규격의 안전회로에 명시된 것과 같이 접촉방전의 경우 ±2[kV], ±4[kV], ±6[kV]의 순서로 인가하며 기중방전의 경우에는 ±2[kV], ±4[kV], ±8[kV], ±15[kV]의 순서로 각 극성별로 10회씩 인가하였다.

A 모델의 승강장 도어 호출버튼에 접촉방전 ±6[kV] 인가 시 1, 2, 3, 4, 5층의 버튼이 모두 점등 되고, 또한 인디케이터 부분에 기중방전 ±15[kV] 인가 시에도 금속단으로 정전기가 타고 들어가서 1, 2, 3, 4, 5층의 버튼이 모두 점등되는 현상이 발생하였으나, 이러한 현상은 장비의 전원을 리셋하는 경우에 모두 복구 되었다.

B모델에서는 카내 비상버튼에 접촉방전 ±6[kV] 인가 시에 승강기가 정지하고, 인디케이터에는 비상알람 및 보수에 대한 내용이 나타났으나, 전원을 리셋한 후 복구되었으며, 기중방전의 경우에는 아무런 이상이 없었다. C모델에서는 시험시 오동작이 발생되지 않았다.

정전기 방전내성에 대한 대책으로는 제품에 대해 접지를 보장해서 정전기가 접지를 통해 방전되도록 하는 것이 일반적이며, 두 모델 모두 사람의 손이 쉽게 닿을 수 있는 버튼부위가 정전기 내성에 대해서 취약하기 때문에 접지의 보장이 요구된다.

2.2.2 방사성 전자파 내성(RS: Radiated RF Electromagnetic Field Susceptibility) 시험

방사성 전자파 내성시험은 A형 모델에 대해서 KSB12016(2002)의 안전회로 레벨인 27~500[MHz] 주파수에 대해서 10[V/m]을 인가하는 것과 EN12016(2004)의 안전회로 레벨에 명시된 80~166[MHz]와 1,880~1,960[MHz] 주파수 대역에 대해 10[V/m] 인가 및 166~1000[MHz]와 1,710~1,784[MHz] 주파수 대역에 대해 30[V/m]을 인가하는 것으로 진행하였고, 모든 레벨의 인가 중 또는 인가 후에 승강기의 성능 저하가 발생하지 않았다. 그림 1은 RS 시험 장면을 나타낸 사진이다.

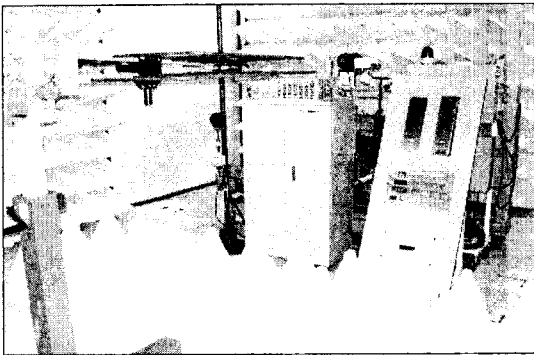


그림 1. 방사성 전자파 내성시험 구성 및 장면
Fig. 1. Testing scene & equipment setting of RS

B형 모델에 대한 시험결과 KSB12016(2002)의 안전회로 레벨인 27~500[MHz] 주파수에 대해 10[V/m] 레벨에서는 정상 동작하였고 EN12016(2004)의 안전회로 레벨에 명시된 80~166[MHz]와 1,880~1,960[MHz] 주파수 대역에 대해 10[V/m]에서는 정상 동작하였으나 166~1000[MHz]와 1,710~1,784[MHz] 주파수 대역에 대해 30[V/m]에서는 승강기가 정지하는 오동작을 발생시켰다. C형 모델에 대한 시험결과 KSB12016(2002)의 안전회로 레벨인 27~500[MHz] 주파수에서 10[V/m] 레벨에서는 200[MHz]에서 Display 오류를 발생시켰고, EN 12016(2004)의 안전회로 레벨에 명시된 80~166[MHz]와 1,880~1,960[MHz] 주파수 대역에 대해 10[V/m]에서는 정상 동작하였으나 166~1000[MHz]와 1,710~1,784[MHz] 주파수 대역에 대해

30[V/m]에서는 840[MHz] 대역에서 Display가 Down되며, 승강기가 정지하는 오동작이 발생하였다.

2.2.3 전기적 빠른 과도현상(EFT: Electrically Fast Transients) 내성시험

전기적 빠른 과도현상에 대한 내성은 KSBEN12016(2002)의 안전회로 기준과 같이 전원선에 ± 2 [kV], 신호선에 ± 2 [kV]를 인가하고, EN 12016(2004)의 안전회로 기준을 적용하여 전원선에 ± 4 [kV], 신호선에 ± 2 [kV]를 인가할 경우, 승강기의 정상 구동 여부를 모니터링하였다.

A 모델은 전기적 빠른 과도현상 인가 시에 주전원에 대해서는 ± 2 [kV]와 ± 4 [kV] 모두 아무런 이상이 없었지만, 신호선은 엔코더 라인이 ± 2 [kV] 인가 시 모터의 구동속도가 느려지는 현상이 발생하였고, 과도현상의 인가가 멈춘 후에 바로 자동 복구되었다.

B 모델은 전기적 빠른 과도현상 인가 시에 전원선은 ± 2 [kV]에서 이상이 없었으나 ± 4 [kV]에서 시스템이 정지되었고, 시험 후 전원을 리셋 시킨 후에 시스템이 복구되었다. 또한 신호선에 ± 2 [kV]를 인가하였을 때에도 중앙제어기에서 PC로 연결되는 신호선에서 제품의 구동이 정지되었다가 시험 후에 자동 복구되었다. C 모델에서는 시험시 오동작이 발생되지 않았다. 이러한 전기적 빠른 과도현상에 의한 영향을 제거하기 위해서 전원부에 과도현상을 막아주는 필터의 보강과 신호라인에 코어 등의 대책소자를 추가하는 방법을 사용한다.

2.2.4 서지(Surge) 내성시험

서지 내성시험은 EN12016(2004)의 안전회로 기준과 같이 선간은 0.5[kV], ± 1 [kV], 선과 접지간은 ± 0.5 [kV], ± 1 [kV], ± 2 [kV]를 순서대로 인가하여 구동 여부를 관찰하였다.

A형 모델은 서지인가 시 성능의 저하 및 변동이 없었으나 B형 모델은 선과 접지간에 ± 2 [kV]를 인가하는 경우에 승강기가 1층으로 내려간 후 구동되지 않았으나 이러한 현상은 전원의 리셋 후에 복구되었다. C 모델에서는 시험시 오동작이 발생되지 않았다. 서지 내성시험은 낙뢰 등과 연관되기 때문에 중요한 시험 중 하나이며, 제품에 서지 어레스터나 바리스

터 등의 대책소자의 적정 용량을 통한 보완이 필요하다.

2.2.5 전도성 전자파 내성(CS: Conducted RF Common Mode Susceptibility) 시험

전도 장애에 대한 내성시험은 EN12016(2004)의 안전회로 기준과 같이 전원선 및 신호선 모두에 10[V]를 인가한 후에 제품의 구동을 관찰하였다.

A형 모델은 전원 및 기타 신호선에 전도장애를 인가하는 경우에 구동성능의 저하가 발생하지 않았으나, B형 모델은 전도장애를 인가하는 경우에 중앙제어기와 PC를 연결하는 신호선에서 오동작이 발생하여 제품의 구동이 멈추게 되었으며, 이러한 현상은 시험 후 전원의 리셋으로 복구되었다. 또한 중앙 제어기에서 도어 방향으로 연결된 신호선에 전도 장애를 인가하는 경우에 모터의 구동속도가 느려지다가 결국 시스템이 멈추는 현상이 발생하였는데, 이러한 현상은 시험 후 자동 복구되었다. C모델에서는 시험 시 오동작이 발생되지 않았다. 전도장애 내성에 대한 일반적인 대책방안은 제품의 전원필터의 보강 및 코어의 보강 등으로 조치를 하는 경우가 많은데 제품의 개발단계에서 이런 부분에 대한 보완이 필요하다고 할 수 있다.

3. 시험 결과 분석 및 대책 후 승강기 내성시험

3.1 정전기 방전(ESD: Electrostatic Discharge) 내성시험

정전기의 발생에 대한 대책방법으로 크게 2가지로 구분할 수 있다. 정전기가 방전되지 않도록 절연 처리하는 것과 방전되는 정전기 에너지를 보호하고자 하는 회로 측으로 흐르지 않고, 접지 측으로 바이패스 되도록 하는 2가지의 방법이 있다. 정전기 방전은 구조적으로 날카로운 금속부를 통해 방전이 시작되므로 정전기를 인가하는 부위 즉, 사람손이 닿을 수 있는 부분의 금속부를 둥글게 하고 재료를 플라스틱과 같은 절연재료를 사용하여 방전 자체가 일어나지

않도록 하는 방법이 가장 이상적인 대책 방법이다. 일반적으로 정전기는 절연 테이프만 금속부에 붙여도 방전은 일어나지 않는다. 표 4 및 표 5는 정전기 시험 결과 업체 별 문제점에 따른 개선 대책을 보강 후에 시험결과에 대해 각각 정리한 표이다.

표 4. A형 모델의 정전기 방전내성시험에 대한 대책
Table 4. Counterplan for ESD susceptibility test at A type

문제점	개선 및 대책	대책 후 시험결과
승강장 호출 버튼의 6[kV] 접촉 방전시 전체 버튼 호출 등록	접지선을 초기 5[mm]에서 20[mm]로 변경하여 접지개선	6[kV]의 접촉방전에도 정상동작
인디케이터 15[kV] 기중방전에서 전체 버튼 호출 등록	접지선을 초기 5[mm]에서 20[mm]로 변경하여 접지개선	15[kV] 기중방전에서 정상동작

표 5. B형 모델에서 정전기 방전내성시험에 대한 대책
Table 5. Counterplan for ESD susceptibility test at B type

문제점	개선 및 대책	대책 후 시험결과
카내 조작반 비상버튼에 6[kV] 접촉 방전 시 승강기 정지 및 비상알람, 보수 인디케이터표시	1. 버튼 판넬의 접지 보강하여 판넬 본체와 연결 2. 접지선을 초기 5[mm]에서 20[mm]로 변경하여 접지개선	6[kV]의 접촉방전에도 정상동작

3.2 방사성 전자파 내성(RS: Radiated RF Electromagnetic Field Susceptibility) 시험

전기장 방사내성시험의 목적은 외부 방사 원으로부터 유도된 공간적인 전자파에 의해 기기가 영향을 받는 정도를 평가하는 시험이다. 이에 대한 대책방법의 핵심은 차폐와 전원, I/O port의 효과적인 필터링이다. 일반적으로 외부 전자파에 민감한 기기는 주로 약한 신호를 증폭하여 사용하는 기기 즉, 민감한 센서가 있는 기기들로 로드셀을 이용한 전자식 저울, 화재경보기의 센서, 가스 경보기, 기타 무선 수

신기 등이 외부 공간 전자파에 의해 쉽게 영향을 받는 장비이다. 방사내성에 대한 대책방법은 금속함체로 된 제품과 비금속 함체의 경우가 다른데, 금속함체의 경우 차폐이론에 따라 가능한 한 빈틈없이 차폐하고 전원과 I/O port의 필터회로를 삽입한다. 필터 회로의 경우 Cy(Y capacitance) 콘덴서의 공진점이 높거나 공진이 없는 관통형 콘덴서의 사용을 권한다. 이때 주의해야 할 것은 콘덴서 삽입시 Line to Frame ground 간에 부하측 보다는 전원 입력 측에 삽입하는 것이 전자파 내성을 향상시키는데 유리하다. 다음 표 6은 B형 모델의 RS 시험 개선 및 대책에 대한 결과이다.

표 6. B형 모델에서 방사성 전기장 내성시험에 대한 대책
Table 6. Counterplan for RS test at B type

문제점	개선 및 대책	대책 후 시험결과
166~1000[MHz]와 1,710~1,784[MHz] 주파수 대역에 30[V/m]에서는 승강기가 정지하는 오동작을 발생	1. 제어반 함의 재질을 강판도장에서 아연 도금 강판으로 바꿈. 2. 인버터의 입력단(RST)과 출력단(UVW)을 최초에는 함께 배선되어 있던 것을 분리 3. 출력단(UVW)을 실드 자켓으로 차폐한 후 접지	모든 주파수 대역에서 정상적으로 동작함

3.3 전기적 빠른 과도현상(EFT: Electrically Fast Transients) 내성시험

전기적 빠른 과도현상(EFT/Burst)의 시험은 릴레이의 개폐시 발생하는 서지에 대한 내성을 평가하기 위해 시험된다. 본 시험은 단발성 개폐서지가 아닌 연속적이고 반복적인 릴레이 개폐시 발생하는 서지에 대한 시험이다. 만일 어떤 기기가 현장에서 오동작을 일으킨다면 실험실에서 오동작 레벨을 평가하기 위해서는 어떤 의사적인 신호를 만들어 시험할 필요가 있는데, 이 경우 본 시험을 통하여 해당기기의 전자기적 영향을 평가하는데 아주 좋은 도구이다.

EFT에 대한 대책방법은 인가전압이 높으므로 일반적으로 순시과전압 보호 소자를 이용하여 대책을 수립하려고 하나 이는 이상적인 방법이 되지 못한

다. 이는 과전압 보호소자의 응답특성이 늦거나 복구시간이 늦어 반복성 서지에 대해서는 과전압 보호소자가 동작하지 않기 때문이다. 따라서 EFT에 대한 대책은 광대역 감쇠특성을 갖는 필터를 이용하여 대책을 수립하거나 분리형 트랜스를 이용하는 방법 또는 광결합소자를 이용하여 대책을 수립해야 한다. 특히 EFT신호를 스펙트럼으로 이용하여 단위시간 동안 max hold 시켜보면 거의 2[GHz]대역까지 분포하는 것을 알 수 있어 결합력이 매우 높다. EFT 시험 파형은 5/50[ns] ± 30[%]이고, 임펄스 반복주파수는 인가레벨이 2[kV]이하인 경우는 5[kHz] ± 20[%]이고 2~4[kV]의 경우 2.5[kHz] ± 20[%]로 되어 있다. 이와 같은 임펄스열을 15[ms] 동안 반복시켜 연속적으로 발생 인가시키고 이와 같은 펄스열을 300[ms] 주기로 반복시켜 인가하도록 규정되어 있다. 다음 표 7은 EFT에 대한 승강기 문제점 및 개선 대책을 제시한 표이다.

표 7. B형 모델에서 EFT 내성시험에 대한 대책
Table 7. Counterplan for EFT susceptibility test at B type

문제점	개선 및 대책	대책 후 시험결과
전기적 빠른 과도현상 인가시에 전원선은 ± 2[kV]에서 이상이 없었으나 ± 4[kV]에서 시스템이 정지되었고, 시험 후 전원을 리셋 시킨 후에 시스템이 복구되었다. 신호선에 ± 2[kV]를 인가하였을 때에도 중앙제어기에서 PC로 연결되는 신호선에서 제품의 구동이 정지되었다가 시험 후에 자동 복구되었다.	이러한 전기적 빠른 과도현상에 의한 영향을 제거하기 위해서 전원부에 과도현상을 막아주는 필터의 보강과 신호라인에 코어 등의 대책소자를 추가 사용.	모든 시험 레벨에서 정상적으로 동작함

3.4 서지(Surge) 내성시험

서지에 대한 내성시험은 발생된 낙뢰가 기기측 전원이나 신호선을 통해 기기에 유입시 이에 대한 견디는 능력을 평가하기 위해서 시험된다. 낙뢰는 다른 순시과전압 보다 에너지량이 수[μs]에서

20[kA]가 흐를 정도로 매우 큰 특징을 갖고 있어 순시과전압 보호소자를 이용하여 대책을 수립한다. 이때 중요한 것은 시험실내에서 서지시험에 합격되었다고 해도 실제 낙뢰가 유입되면 해당 부품이 타버리는 문제점이 있으므로 과전압 보호소자는 주기적으로 교체해 주어야 한다. 서지의 경우 주로 다음과 같은 변수에 따라 대책방법과 대책에 대한 효과가 달라진다.

- 유입낙뢰 전류의 크기
- 순시과전압 보호소자의 손상, 응답시간, 전류 내량, 정전용량, 누설전류 및 복구시간
- 접지선의 굵기와 길이, 연결점의 접촉저항
- 접지금속면과 대지간의 접촉면적
- 대지의 도전율
- 서지의 전압보다는 서지의 반복성

낙뢰는 지역에 따라 발생 빈도수가 달라지고 에너지량도 다르므로 유입되는 낙뢰 전류는 최대 전류를 기준으로 설계하는 것이 바람직하다. 보호소자는 응답시간에 따라 빠른 서지의 차단능력이 결정되고, 전류내량에 따라 부품의 손상이 결정되며, 정전용량에 따라 방전전압보다 낮은 전압에서 방전이 일어나는 현상이 결정된다. 누설전류의 경우 전기안전시험에서 중요한 요소로 Cy 콘덴서와 과전압 보호 소자를 통한 누설전류가 국제규격에 따라 강력하게 총량 규제를 받는다. 특히 과전압 보호소자는 한 번 서지를 받으면 부품특성이 극히 열화되고 성능이 저하되며 복구하는데 수십 분 이상 요구된다. 접지선의 굵기와 길이는 결국 접지선의 임피던스와 공진을 결정해, 서지전류의 유한성을 나타내 주는데 유사한 의미로 접지선 연결점의 접촉저항과 같은 의미를 갖는다. 따라서 접지선을 가능한 굵고 짧고 접촉저항은 극도로 낮추어야 효과적으로 서지를 방지할 수 있다. 또한 접지도체와 대지간의 면적을 가능한 넓게 해야 순간적으로 유입된 수십[kA]의 전류를 빠른 시간에 대지 측으로 소산시킬 수 있는 것이다. 다음 표 8은 Surge 내성에 대한 승강기 문제점 및 개선 대책을 제시한 표이다.

표 8. B형 모델에서 서지 내성시험에 대한 대책
Table 8. Counterplan for Surge susceptibility test at B type

문제점	개선 및 대책	대책 후 시험결과
선과 접지간에 ±2[kV]를 인가하는 경우에 승강기가 1층으로 내려간 후 구동되지 않았으나 이러한 현상은 전원의 리셋 후에 복구되었다.	서지 어레스터의 대책소자를 통한 용량 보완 (350[V]→800[V])	모든 시험레벨에서 정상적으로 동작함

3.5 전도성 전자파 내성(CS: Conducted RF Common Mode Susceptibility) 시험

전도 내성은 방사내성시험이 80[MHz] 이상에 대해 비교적 높은 주파수 대역에 전자파를 공간적으로 인가하여 시험하는 반면, 전도 내성시험의 경우 80[MHz] 이하에서 전파의 특성상 도체를 통해 에너지가 공급되는 세력이 크므로, CDN을 통한 용량적 결합이나 coupling Clamp를 통한 유도적/용량적으로 결합시켜 시험한다. 일반적으로 전원선은 CDN을 통해 결합시키고 통신선의 경우 회선의 종류에 따라 CDN이나 clamp를 통해 결합시킨다. 이 때 Clamp를 통해 결합시키면 주입되는 에너지 총량은 같으나 결합되는 에너지는 케이블의 종류에 따라 달라서 용량성 결합인 CDN 보다 저주파 대역에서 Inductive 결합량이 더해져 내성 내력이 높은 시험방법이다. 전원 회로의 경우 입력 단에 전원 필터가 삽입되므로 대체적으로 잘 견디나 전원 필터의 특성상 20[MHz] 이상에서 오동작 확률이 높다. 신호선의 경우 일반적으로 필터를 삽입하지 않는 경우가 많은데 이 경우 오동작 확률이 높으며 특히 신호를 입력하는 아날로그 신호의 경우 오동작 확률이 매우 높다. 이와 같이 예민한 아날로그 신호선의 경우 신호선의 입력 단에 CM임피던스를 높이고 관통형 콘덴서를 Frame ground로 바이패스 시키는 구조로 회로를 설계하면 대책이 수립된다. 다음 표 9는 CS 시험에 대한 승강기 문제점 및 개선 대책을 제시한 표이다.

표 9. B형 모델에서 CS 시험에 대한 대책
Table 9. Counterplan for CS test at B type

문 제 점	개선 및 대책	대책 후 시험결과
전도장해를 인가하는 경우에 중앙제어기와 PC를 연결하는 신호선에서 오동작이 발생하여 제품의 구동이 멈추게 되었으며, 이러한 현상은 시험 후 전원의 리셋으로 복구되었다. 또한 중앙 제어기에서 도어 방향으로 연결된 신호선에 전도 장해를 인가하는 경우에 모터의 구동속도가 느려지다가 결국 시스템이 멈추는 현상이 발생하였는데, 이러한 현상은 시험 후 자동 복구되었다.	전원라인 배선 수정 및 실드 처리	모든 주파수 대역에서 정상적으로 동작함

4. 결 론

매년 승강기 설치 및 절대 승강기 보유 대수의 증가에 따른 승강기 인명 및 갑툭 사고 등 승강기 관련 사고가 보고되고 있다. 규정 EN 12016의 1998년도와 2004년도 규정에 따라 시험한 결과 많은 부분에서 승강기 멈춤 및 층 표시 사라짐 등 승객의 불안감 유발 및 인명사고로 연결 될 수 있는 상황에 대해 확인 및 그에 따른 대책을 제시하였다.

승강기에 대한 전자파의 인증제도는 일본, 중국, 미국 등에는 없으며, 승강기를 유사 산업기기로 분류하여 시험을 하고 있다. 우리나라에서는 2000년부터 유럽의 전자파 방사에 대해 규정하고 있는 EN 12015(1988) 및 전자파 내성에 대해 규정하는 EN 12016(1988)을 2002년 판으로 한국산업규격(KS)화하여 규정하고 있지만, 아직까지 승강기 방사 및 내성시험에 적용하고 있지는 않다. 또한 이 규정도 그동안의 승강기 설비가 설치되는 공간의 전자파 환경의 변화와 국내 승강기 설비의 전기적 품질 특성을 고려한 시험결과를 바탕으로 하여 우리의 환경에 적합한 시험기준의 보완 및 수립이 필요하다. 따라서 본 연구 내용은 승강기 EMS 내성시험 결과와 승강기 설치 현장 실태 조사 결과[6]를 토대로 승강기 전기적 장애에 대한 대책을 제시하는데 자료로 사용될 것이다.

이 논문은 전력산업 연구개발 사업비의 지원에 의해 수행된 연구결과입니다.

References

- (1) 한국승강기안전원홈페이지 통계자료, 2006.
- (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) 순간전압강하 Shutdown 사고의 이해, (주) 웨스코 2006 발표집.
- (5) EMC/EM 내책부품의 적용 실무 전자회로의 노이즈 대책기술, 2004 동역마켓로닉스연구소.
- (6) 김기현 외2, 엘리베이터의 전원품질용 기기 설치 현황 및 오동작에 관한 조사, 조명전기설비학회지, 2006. 12.
- (7) 김정태 외2, 인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석, 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994. 10.
- (8) EN 12016(Electromagnetic Compatibility : Product family standard for lifts, escalators and moving walks-Immunity).
- (9) Electromagnetic compatibility(EMC) -Part 4: Testing and measurement techniques -Section 11 : Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests(2004).
- (10) Recommended practice for monitoring electric power Quality R(1995).
- (11) 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 숭실대학교 전기공학과 졸업(석사). 2006년 동 대학원 수료(박사). 2000년 6월~2003년 6월 한국 전기연구원 재직. 2006년 12월 전기안전 기술사 취득. 2003년 7월~현재 전기안전연구원 IT기술개발 센터 근무.

배석명 (裴錫銘)

1956년 10월 22일생. 1984년 창원기능대학교 전기기기과 졸업. 1981~1997년 한국전기안전공사 근무. 1997년~전기안전연구원 근무. 현재 전기안전연구원 IT기술개발센터 센터장.

이주환 (李周煥)

1963년 4월 16일생. 1985년 광운대학교 전자공학과 졸업. 1994년 광운대학교 산업대학원 전자공학과 졸업(석사). 1987년 1월~1988년 4월 한국중공업 근무. 1988년 5월~현재 산업기술시험원 근무.