

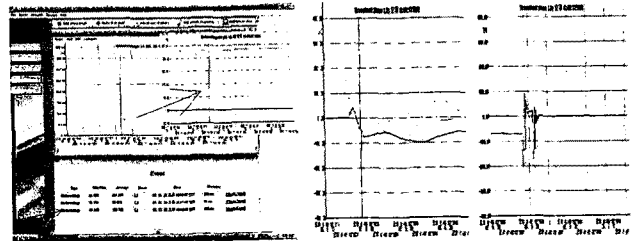
공동주택 엘리베이터의 전원품질 보상 장비 및 설치에 관한 고찰

김기현*, 방선배*, 배석명*, 이희태**
 *한국전기안전공사 전기안전연구원, **숭실대학교

The research of Power Quality compensation equipment and installation for elevator equipment of the apartment house

*Gi-Hyun Kim, *Sun-Bae Bang, *Suk-myong Bae, **Hee-Tae Lee
 *Electrical Safety Research Institution KESCO, **Soongsil UNIV

Abstract - 엘리베이터는 국내의 빠른 성장과 함께 급속도로 보급되고 있는 수직형 교통수단으로 국민 대다수가 이용하고 있다. 엘리베이터의 빠른 보급과 함께 여러 가지 원인에 의해 엘리베이터에 가해지는 사고로 인하여 승객의 불안감을 유발시킬 수 있는 부분이 많이 증가하고 있다. 따라서 본 논문에서는 공동주택 엘리베이터에서 이런 간헐 및 오동작 등을 발생시킬 수 있는 Surge, Sag, Interruption, Noise(Harmonic) 등의 유입에 대한 대책으로 엘리베이터 설비에 어떤 보상 및 대책 장비들이 설치되어 있고 그 사양 및 현장 설치 시설에 대해 조사 분석 하였다. 조사한 장소에서 대부분이 서지 보호 장치, 노이즈 필터, AC Reactor의 설비 설치가 미비하였다. 조사된 자료는 공동 주택 엘리베이터의 전기적 장애원인 분석 및 대책을 제시하는데 자료로 이용될 것이다.



<그림 1> 순시전압강하 발생 크기 및 지속 시간

<그림 2> 순시 정전(115ms) 발생 파형

1. 서 론

공동주택 설립의 증가와 고층 빌딩 건설의 증가로 인해 엘리베이터 설치 수가 매년 15,000 건 이상 신설이 되고, 공동주택의 엘리베이터가 전체 승강기의 63.3%(2004.12.31기준)를 차지하고 있다. 그에 따른 엘리베이터 사고 및 판명 불가능한 부분이 증가 되고 있다.[1] 2005년 행정자치부 통계 자료에 의하면 2004년 승강기 간헐 사건 구조를 위해 119구조대가 출동 한 건수가 5,511건으로 조사 되었다. 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 조사 되었다 [2]. 따라서 본 논문에서는 인명피해 사고와 연결될 수 있는 엘리베이터 진행 중 멈춤, 인명 간헐 사고의 원인을 줄 수 있는 순시전원품질 (Sag, Interruption) 및 고조파 유입에 대한 현장 측정 사례 및 승강기 설비의 전원품질 대책 장비의 종류 및 기능에 대한 분석을 하였다. 또한 공동주택의 엘리베이터 기계설의 설치 환경을 조사 분석하였다. 조사된 엘리베이터 전원품질 보상 장치 및 시설 설치 현장 조사는 승강기의 전기적 장애원인 분석 및 대책을 제시하는데 자료로 이용될 것이다.



<그림 3> Fault Record에 기록된 Undervoltage 에러

그림 3은 표 1과 같은 품질이 인가될 때 승강기 제어반에 에러가 기록이 되는데, 이 기록된 에러를 확인 할 수 있는 장비로 에러를 확인하는 그림이다. 일부 제품에서는 Fault Record에 기록된 에러 발생 시간을 확인 할 수 있어 측정된 이상 전원품질 유입 시간과의 상호 연관성을 비교 분석할 수 있다. 현재 확인된 바로는 노이즈 필터가 장착되어 있지 않은 설비에서 노이즈 유입으로 순간 멈춤의 에러가 발생하고 순시 정전, 순시 전압강하 발생시에 Inverter 에러가 발생하는 것을 확인 할 수 있었다.

2. 본 론

2.1 엘리베이터의 입력전원 현장 측정

2.1.1 순시전압품질 측정 및 분석

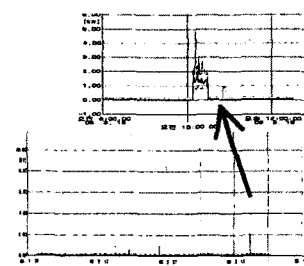
실시간 전원품질 측정 장치에서 측정된 파형 중에 엘리베이터의 멈춤 등의 사고를 일으킬 수 있는 순시전압강하(Sag), 순시정전(Interruption)이 현장에서 발생 되는 것을 확인 할 수 있었다. 그림 1은 측정 장소에 측정된 순시전압강하(Sag) 파형으로 전압크기, 지속시간, 발생 시간 등이 기록된 파형이다. 그림 2는 순시정전 발생 파형 및 지속시간을 측정된 파형이다. 제작사 별로 정확히 인버터 에러를 발생 시키는 전압 level 및 지속시간을 확인하기 어렵지만 측정된 자료를 확인해보면 Interruption의 경우 단상 131ms(약 7, 8cycle) 경우 에러가 발생을 하였다. 다음 표 1은 현장에서 측정된 Sag, Interruption의 발생 시간 및 지속 시간, 측정 전압 level를 표시한 값이다. 대부분 Sag는 1상, 또는 2상에서 발생을 하지만, 3상이 동시에 순시전압강하가 발생하는 경우도 측정되고 있다. 이런 이상 전압이 유입되게 되면 지속 시간과 전압 level에 따라 차이는 있겠지만, 인버터 에러가 발생 하면서 멈춤 사고 등이 발생 할 가능성이 높게 된다.[3]

<표 1> 측정된 Sag, Interruption의 크기 및 시간 예

Undervoltage	23.071	74.398	L1	06. 1. 4 오후 11:25:58 '248	524 ms
Undervoltage	22.791	84.719	L2	06. 1. 4 오후 11:25:58 '248	524 ms
Undervoltage	28.854	89.205	L3	06. 1. 4 오후 11:25:58 '248	524 ms
Voltage Interruption	15.162	17.383	L2	05. 12. 12 오후 9:41:43 '019	131 ms

2.1.2 고조파 유입에 따른 오동작 현장 분석

엘리베이터 제어반에 유입되는 이상 전압 및 고조파 등을 측정하기 위하여 엘리베이터 제어반 1차 측(분전반 2차) 측에 전원품질 측정 장비 설치하여 실시간으로 측정 분석하고 있다. 다음 그림 4는 천안 지역에 설치된 실시간 전원품질 측정 장비에 측정된 자료로 엘리베이터 제어반에서 2006. 2.1-3.20일 까지 엘리베이터 전원에 유입된 전류 THD를 표시한 부분이고 화살표 한 부분은 이 때 유입되는 3, 5, 7고조파 함유량을 표시한 부분이다. 그림에서 확인 되는 것처럼 그림 4에 노이즈 파형이 유입된 것을 확인할 수 있고, 그중에서 3.16일 오전10:10-40분 사이에 유입된 고조파에 의해 그림 5에서처럼 엘리베이터 Fault Record에 엘리베이터 멈춤 에러가 발생된 것을 확인할 수 있었다. 이 엘리베이터 제어반에는 노이즈 필터가 설치되어 있지 않은 것을 확인 할 수 있었다.



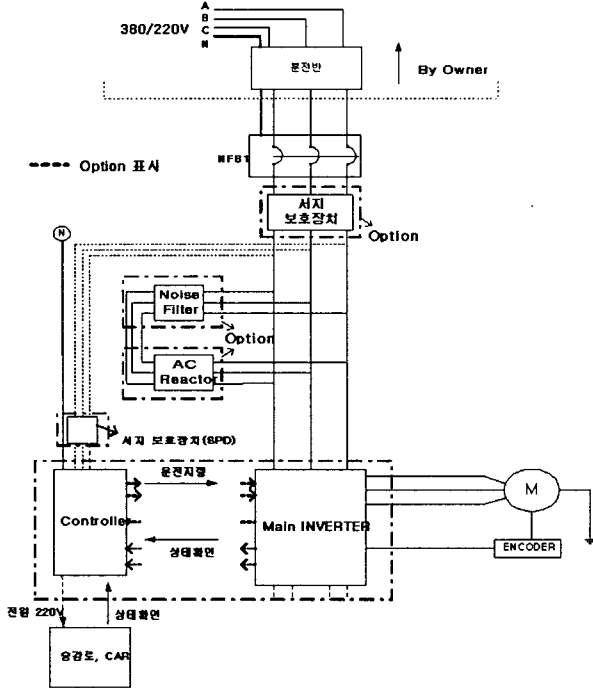
<그림 4> 고조파 유입 지속 시간 및 level(3∅4W)



<그림 5> Fault Record에 확인된 기록된 에러

2.2 엘리베이터의 전원품질 보상장치 종류 및 역할

엘리베이터 설비의 입력전원에 영향을 줄 수 있는 과형은 하설기에 낙뢰에 의한 Surge 과형, 순시 전압 강하 및 상승 과형, 순시 정전, 고조파 포함된 전원 왜곡 과형, 접지 라인의 이상 전압 유입 등으로 정의 할 수 있을 것이다.[4,5] 또한 승강기 구동 부분에 발생하는 노이즈와 Inverter 부분에서 발생하는 노이즈를 입력 전원 라인으로의 유출을 막기 위한 부분이 있을 것이다. 보통 이 부분은 EMI 필터 부분의 역할을 하고 있다. 이런 입력 부분을 보상 및 방지하기 위한 장치는 다음 그림 6에서처럼 엘리베이터 입력 전원 측의 보상 장비가 설치되는 것을 알 수 있다. 보통 보상 및 대책 장비는 현장에서 필요에 따라 설치를 하고 있기에 회로 구성에서는 옵션으로 처리되어 있는 부분이 많다. 따라서 현장에 설치가 어느 정도 설치되어 있는지를 건물 용도별(공동용 주택, 빌딩, 백화점, 학교 등), 연도 별로, 장비 모델 별로 현장 실태조사가 진행 중에 있다.



〈그림 6〉 승강기 보상장치 위치 회로 구성도

2.2.1 서지 보호 장치

서지보호 장치는 외부에서 인입되는 전원선로의 서지로부터 기기를 보호할 목적으로 설치하며 사용전압, 유입되는 서지의 크기 등을 고려하여 병렬형 서지 보호기를 전기설비의 전원공급용 수·배전반, 엘리베이터 제어반 NFB1 2차 측에 설치하고 있다. 인명이나 기기 보호를 위해서 접지설비는 엘리베이터에서도 필수적이지만, 서지의 측면에서 보면 접지가 있으므로 이로 인하여 훨씬 많은 서지가 유입되고, 접지 성능이 우수 할수록 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. 유입 서지를 막기 위하여 그림 7에서처럼 Line-Line, Line-Neutral, Line-Ground, Neutral-Ground에 MOV (Metal Oxide Varistor) 소자로 설치하여 보호하고 있다.

2.2.2 노이즈 필터 장치

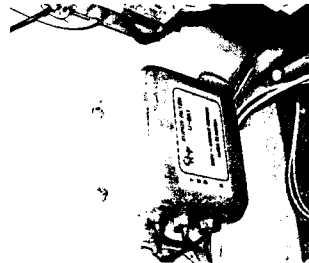
현장에 설치되어 있는 노이즈 필터는 대부분의 역할이 엘리베이터 Inverter 부분에 발생하는 노이즈를 전원라인 측 방출을 막기 위한 것이 (EMI 필터) 주 목적이고 입력되는 고조파 부분을 필터해주는 역할을 동시에 하고 있다. 이 부분은 그림 8, 9에서처럼 장비와 Core를 설치해 이 부분의 대책을 세우고 있다. 일반적으로 엘리베이터에서 사용되는 노이즈 필터는 전력 스위칭 소자가 적용된 인버터로부터 발생하는 노이즈 혹은 외부로 유출되는 전도 노이즈, 인플스 등을 막아 전원 전압에 실려 있는 전도 노이즈를 줄일 뿐만 아니라 전선에서 방사되는 복사 노이즈를 감소시켜 외부 기기의 오동작을 최소화하기 위해 승강기의 인버터 전단에 적용하고 있다.

2.2.3 AC Reactor

주 전원 입력 단에 AC 입력 리액터를 사용하여 순간적인 과전압에 대하여 기기를 보호하고 주 전원 전압의 불평형 및 전압의 급격한 변화로부터 발생하는 문제에 대하여 정형과 전압을 공급하기 위한 설비이다. 또한 전력 변환 장치인 인버터 등 3상 정류 회로의 1차측 교류회로에 적용하여 파형을 평활하게 개선하고 역률 및 고조파 억제 대책을 하고 있다.

2.3 엘리베이터의 기계실의 시설택 측면

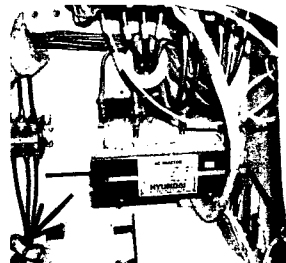
공동주택의 엘리베이터 기계실은 대부분이 옥상 콘크리트 구획에 설치되어 있다. 따라서 VVVF, Vector 타입, 즉 Inverter 제어 설비는 전력전자 제품으로 대부분이 구성이 되어 있어 온도에 민감하다. 따라서 여름철에 이상 온도 상승에 따른 오동작 사고가 많이 발생을 하고[2], 누수 등에 의한 설비 고장이 발생을 하고 있다. 또한 겨울철에는 온도 강하와 누수에 의한 결빙 문제점으로 인한 고장 및 오동작 사고가 발생을 하고 있다.[2] 접지 시설의 문제로 인한 겨울철의 정전기 방전에 의한 Car, Hall Button의 오동작 발생, 물론 이부분에 대해서는 현장 재현이 불가능하지만, 승강기 실증 시험에서 이 부분에 대해서 오동작이 발생한 다는 것을 확인 할 수 있었다.[7] 또한 Car, Hall Button의 신호에 대한 부분과 각종 센서의 신호 부분을 통신 라인을 통해 제어반에 상호 통신을 하고 있어 노이즈 유입 및 전원선에 미 분리 설치로 인한 오동작 사고가 발생하는 것으로 조사되고 있다.[4] 이에 따라 최근에 설치되는 승강기는 그림 10에서처럼 통신선과 전원선을 따로 분리해서 설치하고 있다.



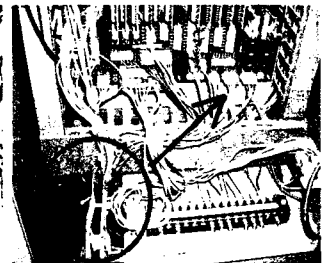
〈그림 7〉 서지보호 장치



〈그림 8〉 노이즈 필터 장치



〈그림 9〉 AC 리액터, 노이즈 필터장치



〈그림 10〉 통신선, 전원선 분리 설치

3. 결 론

엘리베이터의 많은 부분에서 고장 및 오동작으로 인해 간접 사고, 급상승 등의 잠재적 사고가 발생을 하고 있다. 이 부분 중에 정확히 전기적 또는 전원품질에 의한 오동작이라 현장에서 판정하기는 어렵지만, 현장에서 유입되는 이상 전원 과형(Sag, Interruption, Harmonic) 부분이 측정되어 되고 그로 인한 에러 메시지가 검출되고 있다는 것이 확인 되고 있다. 물론 이 부분이 전부 사고로 이어진다고는 볼 수 없지만, 이로 인한 탑승자의 불안감을 유발 시킬 수 있다고 판단된다. 엘리베이터에 공급되는 전원은 대부분이 필터를 거치고, 정류 되어 공급되고, 공급된 전원은 필요 전압으로 변환하여 설비에 공급되고 있다. 하지만 현장에서 조사되는 부분은 많은 부분에서 보상 및 대책 장비가 구성되어 있지 않은 것으로 조사되고 있다. 최종적으로 현장실태 조사 부분의 결과 분석은 현재 진행 중에 있고, 또한 보상 장비 및 대책 장비를 설치했을 경우와 미설치한 경우에 대해 각각 엘리베이터의 실증 시험을 통해 어느 정도의 성능, 구동에 영향이 있는지를 분석하여 최종적으로 승강기 설비의 전기적 장애에 대한 대책을 제시 할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] 한국승강기안전진흥회 통계자료
- [2] 김기현 외, "공동주택의 승강기 설비에 대한 오동작의 원인 조사 및 고찰", 조명전기설비학회지, 2006. 5
- [3] 김기현 외, "순시전원품질 측정 및 변화에 따른 승강기 설비의 성능평가에 관한 연구", 조명전기설비학회지, 2006. 6
- [4] 2005년 기술적 연구과제 발표집, 2005.4 한국승강기안전센터
- [5] 인버터 승강기 시스템의 고조파 실태 분석, 조명 전기설비학회지, 제 8권 5호, 1994. 10
- [6] 접지, 서지, 피뢰의 최신기술, 2006.04 전력전자세미나 자료
- [7] 승강기설비의 전기적 장애 원인 분석 및 대책연구 중간보고서, 2006.1, 산업자원부
- [8] EN 12016(Electromagnetic Compatability : Product family standard for lifts, escalators and moving walks-Immunity)