

승강장 도어이탈 안전사고에 대한 원인분석 및 대책

김의수[†] · 김상현 · 김동환 · 박남규

국립과학수사연구소

(2007. 4. 3. 접수 / 2007. 11. 15. 채택)

Cause Analysis and Measure for Accident of Door Detachment in Elevator Platform

Eui-Soo Kim[†] · Sang-Hyeon Kim · Dong-Hwan Kim · Nam-Kyu Park

Physical Analysis Division, National Institute of Scientific Investigation

(Received April 3, 2007 / Accepted November 15, 2007)

Abstract : A Recently elevator accidents were occurred and increased due to carelessness of user and violent behavior. The accident of door detachment in elevator platform by electronic motor scooter show a example of safety concerns and insensibility for safety awareness. In this report, we review the cause of accident of door detachment in elevator platform by electronic motor scooter, and show some suggestions of preventing from the safety concerns about this case.

Key Words : guide shoe, interlock device, elevator, safety awareness

1. 서 론

승강기는 BC 20년경 아르키메데스가 밧줄과 도르래를 이용한 엘리베이터를 최초로 고안한 이래 사람들을 수직 및 수평으로 운송하는 수단으로 최근 건물이 고층화됨에 따라 그 필요성이 더욱 커지고 있다. 그러나 우리들의 일상적인 생활에 없어서는 안 될 시설임에도 불구하고 그 이용에 따른 안전사고가 다발하고 있다. 가장 최근에 발생한 전동스쿠터 추락사고와 같은 승강장 도어 이탈에 의한 안전사고는 피해자가 사망에 이를 수 있다는 점에서 더욱 큰 문제를 안고 있으며 또한 사고 이후에도 동일 사고가 몇 차례 다시 발생하는 듯 우리사회의 안전의식 불감증을 보여주는 한 예라 할 수 있다.

Table 1 에 나타난 최근 2년간 승강기안전관리원에 따른 승객용 승강기의 불안전한 요소에 대한 원인별 세부 사고 현황을 살펴보면³⁾, 도어 이탈등이 포함된 이용자의 부주의 또는 난폭한 행동이 승강기 안전사고의 대부분을 차지함으로써 그 심각성이 매우 크다고 할 수 있다. 이러한 승강장 도어 이탈에

의한 안전사고를 예방하기 위해서는 좀 더 전문화 되고 체계적인 사고조사와 분석을 통해서 사전에 예방대책을 마련함으로써 유사 및 동종재해의 발생을 최소화해야 한다. 이에 본 연구에서는 전동스쿠터 승강장 도어 이탈사고 원인을 재조명하고 이 사고를 통하여 얻을 수 있는 교훈을 다시 음미하여 도

Table 1. Classification of accident cause in passenger elevator

사고 유형	계	2005	2006
비상키로 승강장 문을 열고 탑승하다 추락	5	1	4
탈출 및 구출과정에서 발생	2	1	1
비전문가가 고장수리를 시도	2	2	0
작업중 안전수칙 미준수로 인한 작업자 사고	3	2	1
작업중 안전수칙 미준수로 인한 이용자 사고	1	0	1
자동차용 엘리베이터에서 차량진입시 주의 소홀	3	0	3
자동차용에서 카와 승강로 벽 틈새에 끼이거나 추락	5	1	4
부품불량	4	2	2
이용자의 부주의 또는 난폭한 행동	12	2	10
기타 유지관리부실	20	6	14
덤프에터 관련	8	5	3
에스컬레이터 관련	64	21	43
장애인용 휠체어리프트 관련 사고	4	0	4
계	133	43	90

[†] To whom correspondence should be addressed.
es92kim@nisi.go.kr

어 이탈로 인한 안전사고 예방을 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 사고개요

- 일시 : 2007. 02. 20(화) 18:50경
- 장소 : 서울시 ○○구 ○○동 동부 ○○○○ 아파트 ○○○동 지하 1층
- 피해현황 : 1명 사망, 중상1명, 전동스쿠터 1대 파손 지하1층 승강장 도어 파손
- 사건내용 : 피해자는 부자시간으로서, 퇴근길에 위 아파트 앞 노상에서 만나 귀가키 위해 동소 지하1층 엘리베이터 앞에서 탑승 대기 중 승강기 걸문이 열리는 것을 보고 2피해자가 1피해자의 전동휠체어 스위치를 넣어 탑승하는 순간 승강기가 곧바로 올라가 그 밑 5.45미터 깊이의 지하2층 바닥으로 추락한 사고임.

3. 사고 승강장 도어의 구조

3.1. 기계적 구조

승강장 도어는 자체 동력이 아닌 승강기 상단에 위치한 모터의 동력을 이용해 승강기 도어의 움직임에 의해 열고 닫는 구조로 되어 있다. 승강장 도어가 열릴 수 있는 조건은 다음 3가지 경우로 국한된다.

- 1) 엘리베이터의 승강장 도어를 외부에서 인위적으로 비상키를 사용하여 도어 잠금장치를 개방하는 경우
- 2) 승강장 도어 잠금장치(Door Interlock Device)가 파손되는 경우

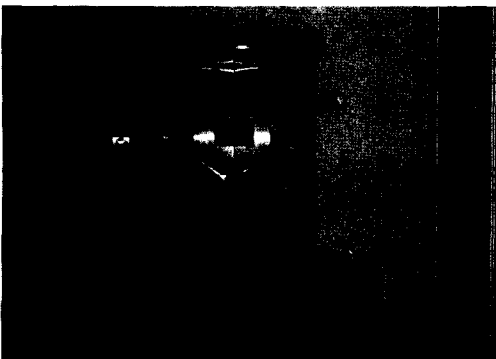


Fig. 1. The scene where the accident took place.

3) 승강기에 부착된 밴에 승강장 도어 잠금장치(Door Interlock Device)의 롤러가 삽입되고, 승강기에 부착된 인덕터(Inductor)에 층간 차폐판이 삽입되어 층간 레벨이 일치하여 승강기 상판의 모터에 의해 카 도어와 승강장 도어가 동시에 맞물린 경우 승강장 도어가 열릴 수 있음.

Fig. 2와 3에 승강장 도어 구조도와 승강장 개폐장치 구조도를 나타내었다^{6,7)}.

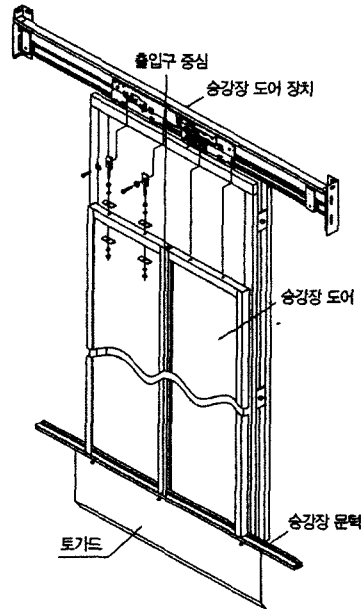


Fig. 2. Structure of elevator platform.

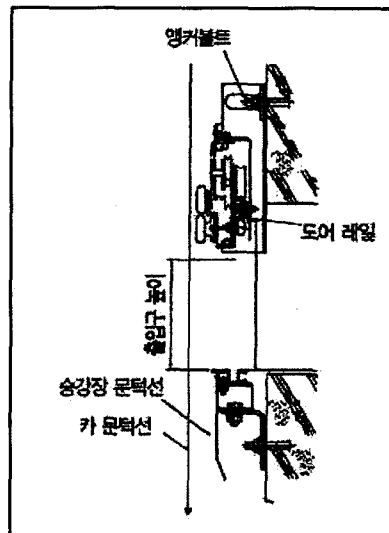


Fig. 3. Structure of open-close system in elevator platform.

3.2. 회로구성

사고 승강기 전체 회로도를 Fig. 4에 나타내었다. 사고 승강기 회로는 마이크로 컴퓨터 프로세서 방식과 아날로그 방식 모두를 채택하고 있으며, 마이크로 컴퓨터 프로세서 방식으로는 층수의 인식 및 엘리베이터의 상·하행 운전을 판별하며, 모터의 기동 및 정지는 아날로그 방식으로 회로제어가 이루어지도록 되어 있다. 모터제어회로는 푸시버튼스위치를 누르면 6번 릴레이가 활성화되어 브레이크가 해제되고 도어내부, 도어외부, 정지용 릴레이가 닫힘 상태인 경우 엘리베이터 모터는 기동하는 회로이며, 도어모터제어회로는 층센서가 감지되면 층센서 릴레이가 활성화되고 플레이트(IR센서)가 감지되면 엘리베이터 모터는 정지되고 이후 Time delay를 가진 후 도어모터가 구동하는 회로이고, 모터정지 제어회로는 Safety S/W, CPS S/W, 도어외부S/W, 도어내부S/W, 상한 Limit S/W, 하한 Limit S/W, 전원차단S/W, 승강기내 정지S/W, 승강기상부정지S/W, 소방용S/W가 모두 직렬로 구성되어 있으며, 이들 S/W 중 어느 하나라도 동작할 경우 모터는 구동될 수 없으며, 수동으로 복귀조작 후 모든 S/W가 닫힘 상태에 있어야만 모터기동조건이 될 수 있는 회로이다.

4. 사고 승강장 도어의 구조

4.1. 사고현장 조사

1) Fig. 5에서 보듯 사고 승강기(2호기)는 승강장 도어 및 카 도어가 반쯤 개방된 상태에서 지하 1층에 멈춰 선 상태로 지하 1층의 승강장 도어 밑 부분의 가이드 슈 (Guide shoe)는 도어 가이드 홈에서 이탈된 상태이다.

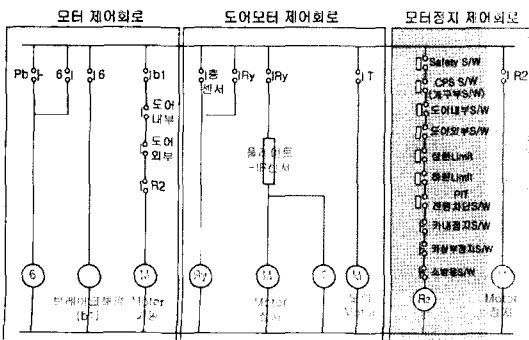


Fig. 4. Circuit diagram of accident elevator.

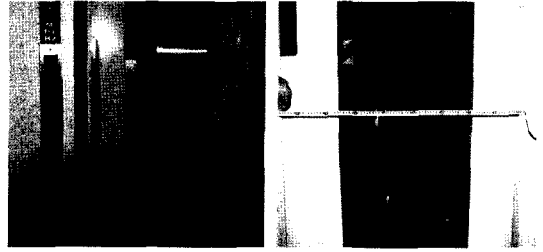


Fig. 5. Open state of accident elevator.

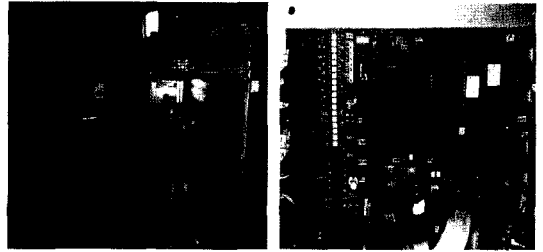


Fig. 6. Control system of accident elevator.

2) Fig. 6에서처럼 아파트 옥상에는 승강기를 제어하는 기계실이 위치하고 있으며, 제어판을 통해 날짜별 시간별 승강기 에러 발생 기록을 확인할 수 있다.

3) 사고 승강기를 강제로 작동하고, 지하 1층 승강장 도어의 내부 상단에 설치된 승강장 도어 잠금장치(Door interlock device)를 확인한바, Fig. 7에서 보듯 파손이나, 변형 등의 특이점이 식별되지 않았다.

4.2. 원인분석 및 결과

1) 현장에서 수거된 증거물은 총 2종 5점으로 Fig. 8에서 나타낸 지하 1층 승강장 도어 이탈에 의해 승강로 바닥(pit)으로 추락한 전동스쿠터(자체무게 87kg)와 지하1층 도어 하단에 좌·우 부착된 가이드 슈 4점이다.

2) Fig. 9에 나타낸 것처럼 승강장 도어 하단에 부착된 가이드 슈는 가이드 홈에서 완전히 이탈된

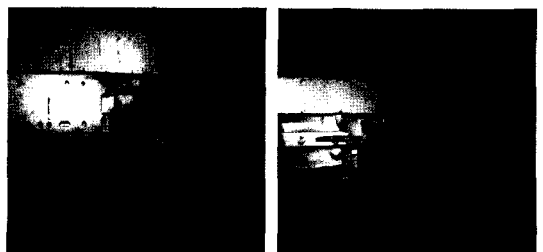


Fig. 7. Door Interlock device of accident elevator.

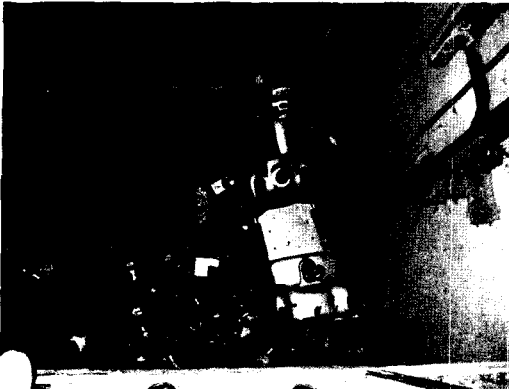


Fig. 8. Electric motor scooter fallen from underground 1.

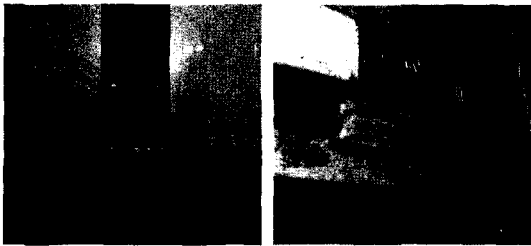


Fig. 9. Detachment of guide shoe in elevator platform.

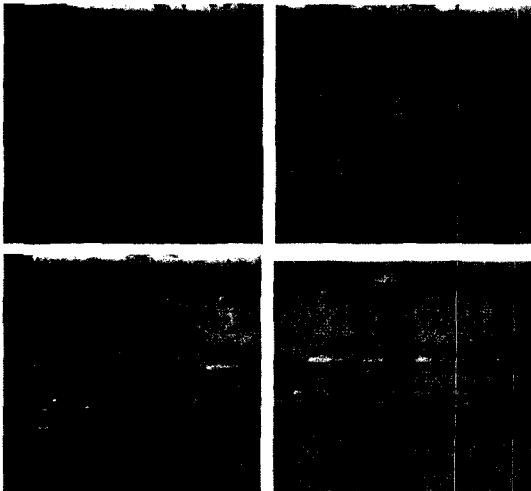


Fig. 10. Microscope examination of guide shoe detached.

상태이며, 수거된 가이드 슈를 현미경을 통해 정밀 검사한 결과, Fig. 10에서 보듯 외부 충격 등에 의한 손상흔이 식별된다.

3) 승강장 바닥에서 약 15cm 상단 지점에 Fig. 11과 12에서 보듯 길이 약 2.5cm의 “-”자형 손상흔이 식별되며, 전동스쿠터의 앞 범퍼 부분과 비교한 결과 동일 위치로 파악된다.

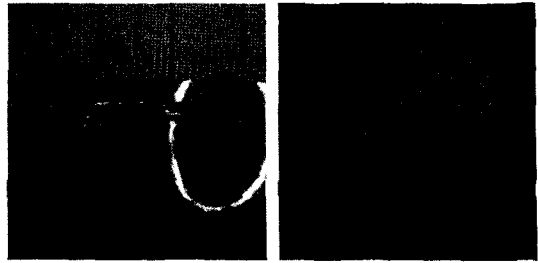


Fig. 11. Damage mark detected in accident elevator.

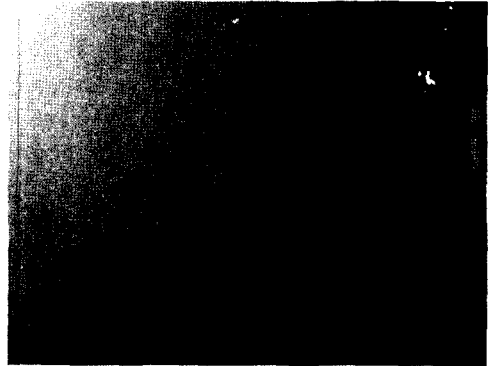


Fig. 12. Comparison damage mark with scooter bumper.

4) 수사 자료인 사고발생 시점의 CCTV 판독 결과, Fig. 13에 나타낸 바와 같이 피해자는 2007년 2월 20일 18:49경에 지하 1층으로 진입하였고 18:52경 카 도어가 승강장 도어에 끼여 문을 열기위한 장면이 목격 되었다.

5) Fig. 14에는 기계실에서 에러코드 확인을 위한 모니터 출력 형태를 나타내었고 출력되어 나온 Table 2의 사고당시 에러코드에는 2007년 02월 20일 18:52:46 이전에는 승강기 이상으로 인한 에러는 발생되지 않았으며, 18:52:46 이후에 “카 도어 열림이 완료되지 않았다”는 메시지가 처음 확인되었고 18:55:36에 “카 도어 닫힘이 완료되지 않음”이라는 메시지가 확인되었다. Table 3에 에러코드 분석을 위한 목록을 나타내었다.



Fig. 13. Interpretation of CCTV in those days.

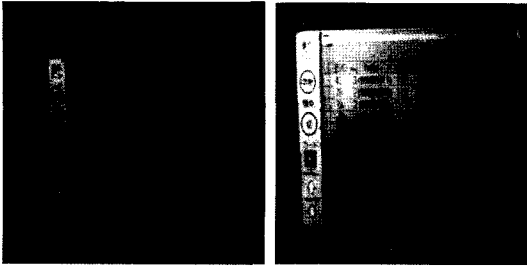


Fig. 14. Output type of error code.

Table 2. Error code data of accident elevator

순번	에러코드	일시	시	분	초
1	80	2.19	6	10	24
2	82	"	6	10	24
3	42	"	15	9	36
4	42	"	15	9	44
5	79	"	15	47	58
6	42	"	17	32	20
7	79	"	17	39	26
8	42	"	21	59	49
9	42	2.20	14	21	54
10	42	"	14	13	1
11	79	"	18	0	30
12	42	"	18	21	18
13	78	"	18	52	46
14	7A	"	18	52	51
15	70	"	18	52	51
16	7F	"	18	53	23
17	78	"	18	54	31
18	7A	"	18	55	33
19	79	"	18	55	36
20	7B	"	19	1	7

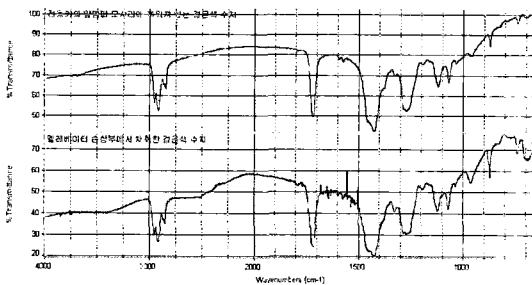


Fig. 15. Result of infrared spectroscopic analysis.

6) 승강장 도어의 손상부에 부착된 검은색 물질과 전동차 앞 범퍼 모서리 수지의 동일성 여부를 파악하기 위해 색상 및 형태 검사를 수행한 결과, 수

Table 3. List of Error code analysis in accident elevator

코드	구분	내용 및 원인
42	내용	리 레벨링 운전 실시
	주원인	리 레벨링 운전중에 카에 흔들림 발생
70	내용	문 열림 불량으로 구출운전 실시
	주원인	도어록 걸림, 도어셀의 먼지, OTL(문 열림 확인S/W)동작불량
78	내용	카 도어 열림이 미완료
	주원인	도어록 걸림, 도어셀의 먼지, OTL(문 열림 확인S/W)동작불량
79	내용	카 도어 닫힘이 미완료
	주원인	도어를 손으로 누르는 등 고의적 행동, 도어셀의 먼지로 막힘, 개폐기구 조정불량, CTL(문 닫힘 확인S/W)동작불량
7A	내용	3회 도어 오픈을 해도 도어 열림이 미완료
	주원인	E/C 78과 동일
7B	내용	몇 번이나 도어 닫힘을 시도했는데도 도어 닫힘이 미완료
	주원인	E/C 79와 동일
7F	내용	도어 열림, 닫힘 회수 및 시간 오버
	주원인	문 열림, 닫힘을 30회 하였지만 닫힘, 열림 완료하지 않음, 문 열림 지령, 문 닫힘 지령만을 1분간 출력
80	내용	MILLNET 이상정보(M-MIC→카고 입출력보드→도어보드) (M-MIC→릴레이보드→출력보드)
	주원인	해당보드 덤 S/W 설정이상, 해당보드 고장, 해당보드 접속 및 콘넥터 접속불량, 노이즈로 통신상태 나쁨.
82	내용	MILLNET 이상정보(M-MIC→카고입출력보드→도어보드) (M-MIC→릴레이보드→출력보드)
	주원인	해당보드 덤 S/W 설정이상, 해당보드 고장, 해당보드 접속 및 콘넥터 접속불량, 노이즈로 통신상태 나쁨.

지의 색상 및 형상이 유사하였으며, Fig. 15와 같이 적외선분광광도계에 의한 성분 비교시험에서도 전동스쿠터의 앞 범퍼 모서리 수지와 손상부에 부착된 검은색 물질이 동일 알키드계수지 성분인 것으로 밝혀졌다.

5. 결론 및 대책

지하 1층에서 승강기를 호출하고 대기 하던 중, 전동스쿠터가 승강장 도어와 충돌하여 가이드 슈가 도어 가이드 홈에서 이탈, 손상 되어 승강로 바닥으로 추락하였고, 호출된 승강기는 지하 1층으로 하강하여 승강장 도어 및 카 도어를 일부 열었으나 가이드 슈가 이탈되어 승강로 안쪽으로 밀려들어가 승강장 도어의 하단부와 승강기가 꺾으로 인해 승강장 도어 및 카 도어의 닫힘이 완료되지 않은 상태

에서 정지된 상황이라 사료되어 진다.

이번 사건사례를 통하여 승강장 도어 이탈사고의 예방을 위하여 다음과 같은 대책을 제시하고자 한다.

1) 승강장 도어 이탈 사고는 이용자의 부주의 또는 난폭한 행동에 기인함으로 이용자의 경각심을 고조시키기 위해 도어에 부착된 주의사항의 표현을 좀 더 강력한 표현으로 바꿀 필요가 있다.

2) 가이드 슈 관한 국내 승강기 검사기준은 ‘승강장 문의 가이드 슈가 문턱 틈에 충분히 들어가 있어야 하며’ 도어행거의 요동정지의 설치상태는 견고하여야 한다”라고 추상적인 표현으로 규정되어 있으므로 이 규정을 좀 더 구체화하는 방안이 마련되어야 한다. 참고로 유럽의 경우는 가이드 슈에 관한 규정은 존재하지 않고 다만 문의 밀리는 것을 방지하기 위해 도어 판넬이 ‘5cm² 면적에 약 30kg의 힘을 가할 때 15mm 이상 변형이 없을 것’을 규정하고 있다^{4,5)}.

3) 노후 승강기에 대해서는 별도의 검사기준을 제정해 특별 관리하도록 하고, 검사에서 불합격된 승강기에는 ‘불합격’ 표지를 붙이도록 의무화해야 한다.

4) 승강기 사고의 원인 중 다수가 보수 부실이나 제조 불량이라기보다는 이용자 과실과 부주의라는 점을 고려해 승강기 안전교육도 강화해야 한다.

참고문헌

- 1) 윤유성, 권오현, 고성석, “승객용 승강기의 재해 예방에 관한 연구”, 한국안전공학회지, 제17권, 제2호, pp. 106~111, 2002.
- 2) 강신홍, “한국의 승강기 안전관리제도 실태와 대책에 관한 연구”, 경희대학교 경영대학원, 산업안전관리학과, 석사학위논문, 1989.
- 3) 한국승강기안전관리원, “승강기 안전사고 발생 현황”, 2006-2007.
- 4) 기술표준원고시 제2005-776호, 승강기 검사기준, 2005.
- 5) 기술표준원고시 제2005-979호, 승강기검사 및 관리에 관한 운용요령, 2005.
- 6) 대통령령 제8928호, 승강기 제조 및 관리에 관한 법률 시행령, 2005.
- 7) 산업자원부령 제349호, 승강기 제조 및 관리에 관한 법률 시행규칙, 2006.