

사고분석 및 카이제곱 통계량을 이용한 승강기 안전성제고 방안

권순걸[†] · 김창은^{*}

한국승강기안전관리원 · *명지대학교 산업경영공학과
(2015. 3. 9. 접수 / 2015. 10. 7. 수정 / 2015. 10. 28. 채택)

A Study on the Safety Improvement Methodology of Lifts using Chi-Square Statistics

Soon-Keol Kwon[†] · Chang-Eun Kim^{*}

Korea Elevator Safety Institute

^{*}Department of Industrial and Management Engineering, Myongji University
(Received March 9, 2015 / Revised October 7, 2015 / Accepted October 28, 2015)

Abstract : The number of the lifts installed and used in Korea totals up to 526,676 units as of the end of December 2014, due to the development and urbanization of this country. Since the lift is one of the convenience facilities and especially a kind of essential transportation facilities used by a majority of passengers everyday, it is necessarily required to manage the lift safety. Therefore, this study aims to determine the 5 factors(kinds of lifts, ages of victims, causes of accidents, seasons in accidents, usages of buildings) affecting the types(caught in, trip over, falling, collision) and the injury levels(death, serious injury, minor injury) of the lift accidents based on the analysis of the total victims of 1,514 people due to the 1,146 accidents which have occurred for the past 15 years, and to find the frequency and ratio of each factor in the accidents, and to make a correlation among the factors. As the result of the analysis, it shows that there exists a statistically significant correlation among the factors.

Key Words : lift, elevator, escalator, lift accident, accident statistics

1. 서론

국내 승강기산업은 급속한 경제발전과 인구의 도시 집중화, 건물의 고층화 및 대단위 주거단지의 조성으로 인한 건설부분의 발전과 더불어 질적·양적 성장을 거듭하여, 2014년 12월말 현재 우리나라의 승강기 설치대수는 총 526,676대에 달하고 있다. 승강기는 생활 편의시설의 하나로 공공 편의 증진 및 교통 약자를 위한 수직 교통수단으로서 많은 인원을 빠르고 효과적으로 이동시킬 수 있는 중요한 수단으로 자리 잡고 있다. 이처럼 승강기의 지속적인 증가는 편리함이라는 기능적 측면 이면에 안전사고의 증가라는 사회적 문제를 안고 있다. 이에 본 연구에서는 국내에서 발생하는 승강기 안전사고의 특징과 유형을 승강기사고조사판정위원회 사고조사 판정문과 한국승강기안전관리원 사고조사보고 자료를 바탕으로, 안전사고 발생과 관련있는 변수들 간의 연관성에 대하여 통계분석을 통한 승

강기 안전성 제고 및 개선방안을 제안하고자 한다.

2. 연구범위 및 연구방법

본 연구는 최근 15년간 한국승강기안전관리원 및 승강기사고조사판정위원회에서 조사·보고된 승강기사고조사판정문 및 사고보고 자료^{1,2)}를 바탕으로 생활편의시설의 하나인 승강기에서 발생한 안전사고의 주요 원인 및 특성을 분석하고, 안전사고에 영향을 미치는 변수들 간의 연관성을 규명하여 개선방안을 도출함으로써, 궁극적으로 승강기로 인한 안전사고를 감소시키는데 그 목적이 있다. 연구범위는 2000.1.1~2014.12.31 사이에 발생한 전체 승강기 안전사고 1,146건의 인적 피해 1,514건을 대상으로 사고로 인한 피해정도(사망, 중상, 경상)에 밀접하게 영향을 미치는 여러 가지 변수를 승강기종류, 연령대, 사고원인, 계절, 건물용도로 구분하여 각 변수들의 빈도와 기대빈도 및 각 변수들과

[†] Corresponding Author : Soon-Keol Kwon, Tel : +82-2-3497-7564, E-mail : kwonsk@kesafe.or.kr
Korea Elevator Safety Institute, 16, 2gil, Gangnam-daero, Seocho-gu, Seoul 06788, Korea

안전사고와의 연관성에 대하여 카이제곱(chi-square) 통계분석을 실시하였다.

이를 위하여 통계분석도구로 spss 18.0 버전을 사용하였으며, 자료의 통계적 유의수준은 $p < .01$ 에서 검증하였다.

3. 승강기 종류별 안전사고 발생현황

3.1 승강기종류별 안전사고 현황 및 피해정도

승강기 종류별 사고발생 빈도 및 연평균 발생빈도를 분석한 결과는 Table 1과 같다. Table 1에서 보는 바와 같이 승강기 종류별 사고발생 빈도를 살펴보면 수평보행기를 포함한 에스컬레이터에서 전체 안전사고의 약 64.2%에 달하는 736건(수평보행기 256건, 에스컬레이터 480건)으로 가장 많이 발생하였으며, 승객용 엘리베이터 249건(약 21.7%), 화물용 엘리베이터 144건(약 12.6%), 휠체어리프트 17건(약 1.5%) 순으로 나타났다. 또한, 연평균 승강기 안전사고 발생건수는 76.4건으로 이 가운데 수평보행기(17.1건)를 포함한 에스컬레이터(32.0건)에서 49.1건이 발생하고 있어 이에 대한 개선 대책이 필요한 실정이다.

3.1.1 승객용 엘리베이터

승객용 엘리베이터 안전사고 유형 및 피해정도를 분석한 결과는 Table 2와 같다. Table 2에서 보는 바와 같이 승객용 엘리베이터 안전사고의 대표적인 유형은 추락(113명), 충돌(102명), 끼임(42명)등의 사고로 구분되며, 이로 인한 피해정도는 사망(67명), 중상(161명), 경상(100명)으로 나타나고 있다. 안전사고 유형을 세부적으로 살펴보면, 추락사고의 대부분은 비전문가의 승강장문 비상 개방으로 인한 사고(44명), 신체 또는 전동휠체어 등으로 승강장문에 충격을 가하여 피트로 추락하는 사고(38명)로 나타났고, 작업자의 경우 수리 작업도중 안전수칙 미준수로 인한 추락사고(15명)가 주로 발생하고 있는 것으로 분석되었다.

3.1.2 화물용 엘리베이터

화물용 엘리베이터 안전사고의 대표적인 유형은 Table 2에서 보는 바와 같이 추락(104명), 끼임(37명)이 가장 많으며, 이로 인한 피해정도는 사망(77명) 또는 중상(61명)으로 나타나고 있다. 특히, 자동차용 엘리베이터의 경우에는 승강장문 앞에서 일시정지하지 않고 승강기의 외부 출입문 개방여부를 확인하지 않은 상태

Table 1. Accident occurrence state and the average number of accidents based on the kinds of lifts

Kinds of lifts		Number of accidents		Number of victims		Average number of accidents
		Frequency(No.)	Ratio(%)	Frequency(No.)	Ratio(%)	
Passenger elevators	Passenger EL	144	12.6	174	11.5	9.6
	Passenger&freight EL	11	0.9	11	0.7	0.7
	Emergency EL	51	4.4	55	3.6	3.4
	Disabled EL	25	2.2	37	2.5	1.7
	Observation EL	8	0.7	15	1.0	0.5
	Bed EL	10	0.9	18	1.2	0.7
	Wheelchair lifts	17	1.5	18	1.2	1.1
Escalators	Moving walk	256	22.3	273	18.0	17.1
	Escalator	480	41.9	755	49.9	32.0
Freight elevators	Freight EL	42	3.7	52	3.4	2.8
	Car EL	55	4.8	57	3.8	3.7
	Dumbwaiter	47	4.1	49	3.2	3.1
Total		1,146	100	1,514	100	76.4

Table 2. Types and injury levels of accidents based on the kinds of lifts

Kinds of lifts	Types of accidents(No. of victims)						Injury levels(No. of victims)			
	Caught in	Trip over	Falling	Collision	Others	Total	Death	Serious injury	Minor injury	Total
Passenger elevators	42	36	113	102	35	328	67	161	100	328
Escalators	124	869	17	12	6	1,028	18	655	355	1,028
Freight elevators	37	2	104	11	4	158	77	61	20	158
Total	203	907	234	125	45	1,514	162	877	475	1,514

에서 차량 진입을 시도하다 승강장 문을 밀치고 자동차와 함께 피트로 추락하는 사고(20명)와 용도이외의 사용 등으로 인하여 승강기의 카와 벽 사이공간으로 추락(23명)하는 사고가 주로 발생하고 있으며, 이런 사고로 인한 피해정도는 대부분이 사망사고(32명)로 분석되었다.

3.1.3 에스컬레이터

에스컬레이터의 경우 Table 2에서 보는 바와 같이 끼임(124명) 및 전도(869명) 사고가 주로 발생하고 있으며, 이로 인한 피해정도는 사망(18명), 중상(655명), 경상(355명)으로 나타났다. 대표적인 안전사고의 유형은 기기 또는 구조물에 신체의 일부가 끼임·협착되거나 디딤판 위를 걸거나 뛰는 등의 불안정한 행동으로부터 발생한 안전사고와 구동체인의 절단이나 제동력·견인력 상실 등의 기기 자체의 불안정한 상태에서 발생하는 안전사고로 구분할 수 있다.

3.2 연령대별 안전사고 현황 및 피해정도

3.2.1 어린이(13세 미만)

Table 3에서 보는 바와 같이 13세 미만의 어린이 안전사고는 주로 에스컬레이터(173명)에서 발생하고 있으며, 사고유형은 Table 4에서 보는바와 같이 기기 또는 구조물에 끼이는 사고(109명), 디딤판위에서 전도되는 사고(75명)가 주로 발생하고 있는 것으로 분석되었다. 이러한 사고는 에스컬레이터의 동적 움직임이 어린이에게 호기심을 유발함에 따라 보호자의 보호에서 벗어난 어린이가 에스컬레이터에서 장난치거나 기기를 만지는 등의 행동으로 인해 발생하는 사고로서 보호자의 관심과 안전지도가 무엇보다 중요하다 하겠다.

3.2.2 청·장년 및 준고령자(13세 이상~65세 미만)

13세 이상~65세 미만의 청·장년 및 준고령자 안전사고는 Table 3에서 보는 바와 같이 에스컬레이터(486명), 승객용 엘리베이터(218명), 화물용 엘리베이터(139명)의 순서로 발생하고, 피해정도는 Table 4에서 보는 바와 같이 사망(130명), 중상(426명), 경상(288명)으로 분석되었다. 특히 우려할만한 것은, 에스컬레이터에서 발생한 사고의 경우 대부분 비정상적인 이용형태에 의해 발생하는 사고로, 스스로의 안전뿐만 아니라 타인을 생각하는 안전문화 정착 및 안전의식 전환이 절실히 요구되는 분석결과라 할 수 있겠다.

3.2.3 고령자(65세 이상)

Table 3과 4에서 보는 바와 같이 65세 이상의 고령자에게서는 대부분 중상(325명)의 피해정도로 에스컬레이터(368명)에서 주로 발생하는 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 노인의 경우 신체적 특성상 움직이는 계단에 적응력이 떨어짐은 물론 수평구간에서 곡선구간으로 변화하는 천이구간에서 중심을 잃고 전도되는 사고가 주로 발생하기 때문으로 분석되었으며, 이에 대한 대책이 강구되어야 할 것이다.

3.3 사고원인별 안전사고 유형 및 피해정도

승강기 안전사고를 사고원인별로 살펴보면 Table 5와 같이 이용자의 과실로 인한 안전사고의 피해인원이 전체의 약 64.1%인 971명으로 분석되었고, 제조/보수 부실로 인한 안전사고 피해인원은 전체의 약 23.8%인 360명으로 분석되었다. 그리고, 관리부실로 인한 안전사고 피해인원(약 9.4%, 143명) 순으로 나타났다. 또한, 안전사고로 인하여 사망한 인원이 전체 피해인원의 약

Table 3. Frequency of accidents based on the ages of victims and the kinds of lifts

Kinds of lifts	Ages of victims			Total
	0-13	13-65	65-	
Passenger elevators	36	218	74	328
Escalators	173	486	369	1,028
Freight elevators	7	139	12	158
Total	216	843	455	1,514

Table 4. Types and injury levels of accidents based on the ages of victims

Ages of victims	Types of accidents(No. of victims)						Injury levels(No. of victims)			
	Caught in	Trip over	Falling	Collision	Others	Total	Death	Serious Injury	Minor injury	Total
0-13	109	75	14	10	8	216	5	126	85	216
13-65	87	449	184	93	30	843	130	426	288	844
65-	7	383	36	22	7	455	27	325	102	454
Total	203	907	234	125	45	1,514	162	877	475	1,514

Table 5. Types and injury levels of accidents based on the causes of accidents

Causes of accidents	Types of accidents(No. of victims)						Injury levels(No. of victims)			
	Caught in	Trip over	Falling	Collision	Others	Total	Death	Serious Injury	Minor injury	Total
User's mistakes	125	678	117	39	12	971	69	658	244	971
Worker's mistakes	13	1	18	2	6	40	27	13	0	40
Management fault	35	15	69	13	11	143	52	65	26	143
Maintenance / Manufacturing fault	30	213	30	71	16	360	14	141	205	360
Total	203	907	234	125	45	1,514	162	877	475	1,514

10.7%인 162명으로 에스컬레이터 사고의 치명도를 단적으로 보여주는 통계라 할 수 있으며, 이러한 이유로 승강기 안전사고의 심각성과 이에 대한 개선 대책이 절실히 요구된다 할 수 있겠다.

3.4 계절별 안전사고 유형 및 피해정도

3.4.1 승객용 엘리베이터

계절별 승객용 엘리베이터 안전사고 발생비율을 살펴보면 Table 6에서 보는 바와 같이 습기가 많은 봄(91명)과 여름(109명)에 주로 발생하고 있음을 알 수 있다. 이처럼 봄과 여름에 안전사고가 발생하는 것은 황사 먼지와 눈·비에 의한 정전기(Electrostatic Discharge)가 제어반 내 반도체 소자의 업셋고장(Upset Failure)이라 불리는 비파괴 고장을 일으켜 발생하는 안전사고라 할 수 있다. 정전기는 공기 중에 대전된 먼지가 대전체(a charged body)와 미립자(Particle)를 서로 끌어당겨 발생하는 것으로 습기(물)가 전하를 띠는 입자들을 빠르게 전기적 중성 상태로 만들어 정전기를 발생시키기 때문에 습기가 있는 오염된 먼지가 고장으로 인한 안전사

고의 가장 큰 원인이 된다.

3.4.2 에스컬레이터

계절별 에스컬레이터 안전사고의 발생빈도는 Table 6에서 보는 바와 같이 여름(281명)과 겨울(271명)에 많이 발생하고 있는 것으로 분석되었으며, 안전사고유형은 Table 7에서 보는 바와 같이 전도사고가 대부분으로 분석되었다. 이것은 계절적인 요인으로 인한 눈과 비의 물기가 에스컬레이터 또는 수평보행기의 디딤판 위에 묻어있음에도 불구하고 디딤판 위를 걸거나 뛰는 등 이용자의 불안정한 행동에 의해 발생하는 안전사고로 분석되었다.

4. 안전사고 기술통계분석 및 개선방안

4.1 카이제곱 통계분석 결과

4.1.1 승강기 종류와 사고원인의 연관성

승강기 종류와 사고원인의 안전사고 연관성을 살펴보면 Table 8에서 보는 바와 같이 승객용의 경우 제조/보수부실에서 127건(8.4%)의 가장 높은 빈도를 보이고

Table 6. Frequency of accidents based on the seasons and the kinds of lifts

Kinds of lifts	Seasons				Total
	Spring	Summer	Autumn	Winter	
Passenger elevators	91	109	65	63	328
Escalators	252	281	224	271	1,028
Freight elevators	53	31	39	35	158
Total	396	421	328	369	1,514

Table 7. Types and injury levels of accidents based on the seasons

Seasons	Types of accidents(No. of victims)						Injury levels(No. of victims)			
	Caught in	Trip over	Falling	Collision	Others	Total	Death	Serious Injury	Minor injury	Total
Spring	36	240	78	32	10	396	50	208	138	396
Summer	103	204	48	47	19	421	41	237	143	421
Autumn	31	211	53	26	7	328	29	185	114	328
Winter	33	252	55	20	9	369	42	247	80	369
Total	203	907	234	125	45	1,514	162	877	475	1,514

Table 8. Cross-table between the kinds of lifts and the causes of accidents

Classification		Causes of accidents				χ ² /p	
		Management fault	Maintenance / Manufacturing fault	User's mistakes	Worker's mistakes		
Kinds of lifts	Passenger EL	Frequency	55(3.6%)	127(8.4%)	119(7.9%)	27(1.8%)	448.551/0.000**
		Expectation	31.0	78.0	210.4	8.7	
	Freight EL (including Car EL)	Frequency	67(4.4%)	21(1.4%)	61(4.0%)	9(0.6%)	
		Expectation	14.9	37.6	101.3	4.2	
	Escalator (including Moving walk)	Frequency	21(1.4%)	212(14.0%)	791(52.2%)	4(0.3%)	
		Expectation	97.1	244.4	659.3	27.2	
Total			9.4%	23.8%	64.1%	2.6%	

**p<0.01, 1 The cell(8.3%) is a cell which has under-5 expectation.

있고, 이용자과실 119건(7.9%), 관리부실 55건(3.6%)의 순으로 분석되었다. 실제 안전사고 유형을 살펴보면 부품 노후화로 인한 제어시스템 이상과 제동기의 제동력 상실에 의한 개문출발 사고가 제조/보수부실의 대표적인 예이며, 대표적인 이용자과실의 유형은 비전문가의 승강장문 개방에 의한 피트 추락사고, 자동차용 엘리베이터의 경우 승강장문 추돌로 인한 추락사고, 그리고 과적이나 용도 이외의 사용으로 인하여 발생하는 사고이다. 반면, 무빙워크를 포함한 에스컬레이터의 경우 Table 8에서 보는 바와 같이 이용자과실(791건, 52.2%)이 다른 사고원인에 비하여 월등히 높게 나타나고 있는 것으로 분석되었고, 기대빈도 또한 659.3으로 가장 높게 나타나고 있다. 이는, 실제 에스컬레이터 안전사고 유형이 디딤판 위에서 걸거나 뛰는 등의 사고로, 불안정한 행동에 따른 이용자 과실로 인한 안전사고라는 점에서 보다 적극적인 안전대책이 강구되어야 할 것이다.

4.1.2 연령대와 사고원인과의 연관성

연령대와 사고원인과의 연관성을 살펴보면 Table 9에서 보는 바와 같이 전 연령대에 걸쳐 이용자과실이

가장 높은 빈도를 보이고 있다. 이러한 안전사고는 각 연령대의 신체적·정신적 특징으로 인하여 당사자의 의사에 반하여 발생하는 안전사고도 적지 않음을 사고 사례를 통하여 확인할 수 있다. 어린이에게 있어 에스컬레이터의 동적 움직임은 호기심을 유발하는 대상이 될 수 있어, 에스컬레이터에서 장난치거나 기기를 만지는 등의 행동으로 인하여 발생하는 사고가 주로 발생하여 이에 대한 보호자의 관심과 안전지도가 무엇보다 중요하다 하겠다. 반면, 청·장년 및 준고령자의 경우에는 에스컬레이터에서 걸거나 뛰는 등의 비정상적인 이용형태에 의하여 발생하는 사고가 대부분으로 나타나고 있다. 또한, 고령자의 경우에는 신체적 특성상 움직이는 계단에 적응력이 떨어짐은 물론 수평구간에서 곡선구간으로 변화하는 천이구간에서 중심을 잃고 전도되는 사고가 주로 발생하기 때문으로 분석된다.

4.1.3 건물용도와 사고원인과의 연관성

건물용도와 사고원인과의 연관성 분석결과는 Table 10과 같다. 사고원인별로 분석해 보면 전체 안전사고 가운데 64.1%인 971명이 이용자과실에 의한 사고로 분석되었으며, 제조 및 보수 부실에 의하여 발생한 사고

Table 9. Cross-table between the Ages and the causes of accidents

Classification		Causes of accidents				χ ² /p	
		Management fault	Maintenance / Manufacturing fault	User's mistakes	Worker's mistakes		
Ages	0-13 Children	Frequency	14(0.9%)	15(1.0%)	186(12.3%)	1(0.1%)	132.580/0.000**
		Expectation	20.4	51.4	138.5	5.7	
	13-65	Frequency	103(6.8%)	266(17.6%)	439(29.0%)	35(2.3%)	
		Expectation	79.6	200.4	540.7	22.3	
	65-Seniors	Frequency	26(1.7%)	79(5.2%)	346(22.9%)	4(0.3%)	
		Expectation	43.0	108.2	291.8	12.0	
Total			9.4%	23.8%	64.1%	2.6%	

**p<0.01, 0 The cell(0%) is a cell which has under-5 expectation.

Table 10. Cross-table between the usages of buildings and the causes of accidents

Classification		Causes of accidents				χ^2/p	
		Management fault	Maintenance / Manufacturing fault	User's mistakes	Worker's mistakes		
Usages of buildings	Apartment	20(1.3%)	51(3.4%)	53(3.5%)	13(0.9%)	264.354/0.000**	
		12.9	32.6	87.9	3.6		
	Plant and the like	33(2.2%)	9(0.6%)	23(1.5%)	4(0.3%)		
		6.5	16.4	44.3	1.8		
	Neighborhood living facility	25(1.7%)	39(2.6%)	74(4.9%)	7(0.5%)		
		13.7	34.5	93.0	3.8		
	Culture/Convention/Medical, etc	20(1.5%)	53(3.5%)	98(6.5%)	11(0.7%)		
		17.2	43.3	116.7	4.8		
	Sales/Transportation	45(3.0%)	208(13.7%)	723(47.8%)	5(0.3%)		
		92.7	233.3	629.2	25.9		
	Total		9.4%	23.8%	64.1%		2.6%

**p<0.01 , 4 The cell(20.0%) is a cell which has under-5 expectation.

Table 11. Cross-table between seasons and the causes of accidents

Classification			Causes of accidents				χ^2/p	
			Management fault	Maintenance / Manufacturing fault	User's mistakes	Worker's mistakes		
Seasons	Spring	Frequency	42(2.8%)	63(4.2%)	280(18.5%)	11(0.7%)	32.627/0.000**	
		Expectation	37.4	94.2	254.0	10.5		
	Summer	Frequency	36(2.4%)	135(8.9%)	239(15.8%)	11(0.7%)		
		Expectation	39.8	100.1	270.0	11.1		
	Autumn	Frequency	30(2.0%)	76(5.0%)	217(14.3%)	5(0.3%)		
		Expectation	31.0	78.0	210.4	8.7		
	Winter	Frequency	35(2.3%)	86(5.7%)	235(15.5%)	13(0.9%)		
		Expectation	34.9	87.7	236.7	9.7		
	Total			9.4%	23.8%	64.1%		2.6%

**p<0.01 , 0 The cell(0%) is a cell which has under-5 expectation.

또한 23.8%(360명)로 보다 안전한 승강기를 만들기 위한 제조업체의 노력과 유지관리업체의 철저한 예방점검 및 보수가 이루어져야 할 것이다. 또한, 전체 피해 인원 1,514명 가운데 판매 및 운수시설에서 47.8%에 달하는 723명이 피해를 입은 것으로 분석되었다. 이러한 결과는 용도상 다수의 이용자들을 빠르게 이동시키는 에스컬레이터가 주로 설치되어 있는 판매시설과 운수시설에서 주로 발생하고 있어, 해당 건물에서는 안전 캠페인 및 안내요원 배치 등을 통해 안전사고 예방에 힘써야 할 것이다.

4.1.4 계절과 사고원인과의 연관성

계절과 사고원인과의 연관성을 살펴보면 Table 11에서 보는 바와 같이 이용자 과실에 의한 사고가 계절 전

반에 걸쳐 발생하고 있는 것으로 분석되었다. 특히 봄철(1,2,3월)에 안전사고가 가장 많이 발생하고 있다. 더불어, 제조/보수 부실에 의한 안전사고 또한 여름철에 집중되어 있어, 습기에 의한 기기 오작동 또는 결함에 의한 사고의 직접적인 원인이라 할 수 있다.

4.1.5 계절과 연령대와의 연관성

계절과 연령대와의 연관성을 살펴보면 Table 12와 같다. 세부적으로 살펴보면 13세 미만 어린이의 경우 여름철(6.4%)에 가장 많은 사고가 발생하고 있으며, 청·장년 및 준고령자와 고령자의 경우에는 전반적으로 전 계절에 걸쳐 사고가 발생하는 것으로 확인할 수 있다. 이러한 결과는 사고원인분석 결과 눈·비에 의한 습기와 불안정한 행동에 직접적인 연관성을 찾을 수 있다.

Table 12. Cross-table between seasons and the ages

Classification			Ages			χ ² /p
			0-13	13-65	65-	
Seasons	Spring	Frequency	52(3.4%)	221(14.6%)	123(8.1%)	59.906/0.000**
		Expectation	56.5	220.5	119.0	
	Summer	Frequency	97(6.4%)	233(15.4%)	91(6.0%)	
		Expectation	60.1	234.4	126.5	
	Autumn	Frequency	47(3.1%)	175(11.6%)	106(7.0%)	
		Expectation	46.8	182.6	98.6	
	Winter	Frequency	20(1.3%)	214(14.1%)	135(8.9%)	
		Expectation	52.6	205.5	110.9	
Total			30.1%	14.3%	55.7%	

**p<0.01 , 0 The cell(.0%) is a cell which has under-5 expectation.

Table 13. Cross-table between the ages and types of accidents

Classification			Types of accidents					χ ² /p	
			Caught in	Trip over	Falling	Collision	Others		
Ages	0-13 Children	Frequency	109(7.2%)	75(5.0%)	14(0.9%)	10(0.7%)	8(0.5%)	421.230/0.000**	
		Expectation	29.0	129.4	33.4	17.8	6.4		
	13-65	Frequency	87(5.7%)	449(29.7%)	184(12.2%)	93(6.1%)	30(2.0%)		
		Expectation	113.0	505.0	130.3	69.6	25.1		
	65-Seniors	Frequency	7(0.5%)	383(25.3%)	36(2.4%)	22(1.5%)	7(0.5%)		
		Expectation	61.0	272.6	70.3	37.6	13.5		
	Total			13.4%	59.9%	15.5%	8.3%		3.0%

**p<0.01 , 0 The cell(.0%) is a cell which has under-5 expectation.

4.1.6 연령대와 사고유형과의 연관성

연령대와 사고유형과의 연관성 분석결과는 Table 13 과 같다. 13세 미만 어린이의 경우에는 기기를 만지거나 콤(Comb) 등에 손가락이 끼이는 사고(109명, 7.2%)와 전도사고(75명, 5.0%)가 주로 발생하고, 청·장년 및 준고령자의 경우에는 걷거나 뛰는 등의 불안정한 행동에 의한 전도사고(449명, 29.7%)가 가장 빈번한 것으로 분석되었다. 또한, 고령자의 경우에는 신체적 특성에 따라 에스컬레이터 등의 동적인 움직임에 적응하지 못하고 넘어지는 사고(383명, 25.3%)가 주로 발생하고 있다.

4.2 안전사고 예방을 위한 개선방안

실제 사고조사판정문 및 사고조사보고서를 바탕으로 한 안전사고 발생원인 분석과 카이제곱 통계분석에 따른 변수들 간의 연관성 검증을 통하여 도출된 개선방안은 다음과 같다.

첫째, 승강기에 대한 기본적인 지식이 부족한 비전문가의 승강장문 개방은 자신뿐만 아니라, 구조과정에서 승객의 안전 또한 보장할 수 없다. 그러나 이러한

유형의 사고로 44명이 사망하거나 중상을 입고 있다. 따라서 승강기의 고장으로 인한 간힘으로부터 2차 사고를 예방하기 위해 비전문가의 승강장문 개방은 엄격히 금지되어야 하며, 관련업체는 신속한 구조 활동이 이루어 질 수 있도록 체제를 정비하고 그에 맞는 활동에 힘써야 할 것이다.

둘째, 이용자의 과실에 의한 사고 대부분이 에스컬레이터에서 팻릿이나 디딤판을 걸거나 뛰어서 이동하는 등의 불안정한 행동에 기인한 사고로, 전체 안전사고의 약 64.1%에 달하고 있다. 안전사고의 예방을 위하여 이용자는 안전수칙을 준수하는 등의 안전의식 전환이 무엇보다 중요하며, 이를 위하여 정부와 관련기관에서는 교육 및 홍보에 관한 정책의 수립 및 제도개선을 위한 노력을 아끼지 말아야 할 것이다.

셋째, 어린이에게 있어 승강기는 놀이기구의 하나로 인식되어, 부주의로 인한 안전사고 발생 시 평생 심각한 신체적·정신적 상처를 안고 살아갈 수밖에 없다. 이러한 사고를 예방하기 위하여 부모의 관심과 보호 등이 무엇보다 중요하다 하겠다. 65세 이상 고령자 안전사고의 경우 신체적 특성상 움직이는 계단에 적응력

이 떨어져 천이구간에서 중심을 잃고 전도되는 사고가 대표적인 유형으로 분석되었다. 이러한 전도사고 예방을 위하여 기기의 정격 속도를 줄이거나 안전요원의 배치 등이 필요하다고 하겠다.

넷째, 기기 결함에 의한 안전사고 예방을 위하여 철저한 예방점검 및 보수작업을 통하여 기기의 결함을 제거하고 안전사고 발생을 최소화하는 각고의 노력을 기울여야 할 것이다. 또한, 이용자의 안전을 위하여 시설물 곳곳에 산재되어 있는 위험요인을 제거하는 등의 운영·관리적 측면에서의 노력 또한 절실히 요구되며, 이와 관련하여 법정검사의 유효기간을 현재 1년에서, 개별관리 상태에 따라 6개월 또는 2년으로 차별화하는 등의 정책적 대안이 필요하다고 판단된다.

5. 결론 및 제언

본 연구는 승강기에서 발생한 안전사고를 바탕으로 사고에 영향을 미치는 변수들 간의 연관성을 분석함으로써 요인을 파악하고 안전사고 예방활동 및 관리방안을 모색하고자 진행되었다. 연구결과 여러 변수들 간에는 통계적으로 유의한 연관성이 존재하는 것을 확인할 수 있었다. 다만, 승강기 안전사고에 영향을 주는 다양한 변수가 존재함에도 기초자료로 활용된 사고 Data는 분석의 목적이 아닌 사고처리의 목적으로 수집되어졌기 때문에 사고발생 원인으로 추정할만한 변수를 도출하는데 한계점이 있었다. 따라서 향후에는 사고사례를 중심으로 문제점을 해결하고 효과적인 대책의 수립을 위해 기초자료가 보완되어야 할 것으로 판단된다. 통계적 분석기법에 의한 과학적인 분석은 객관성을 부여한다는 측면에서 가치가 있으며, 이는 곧 안전사고 예방을 위한 대책수립에 크게 기여할 것으로 기대된다.

안전한 사회는 안전사고로 인한 피해 및 발생확률을 최소화하는 것이 우선과제라 할 것이다. 리스크를 ‘허용 가능한 수준(Tolerable Level)’으로 제어한 사회로 대변할 수 있기 때문이다. 이를 위하여 국가는 리스크를 허용 가능한 수준으로 저감시키기 위한 안전대책을 수립하고, 이용자는 더불어 살아가는 안전한 사회를 위하여 안전문화 정착을 위한 안전의식 개선을 위하여 스스로 힘써야 할 것이다. 또한, 관련기관에서는 정확한 분석을 바탕으로 교육 및 홍보에 주력함으로써 안전한 사회를 만드는데 공동의 노력을 아끼지 말아야 할 것이다.

References

- 1) Ministry of Public Safety & Security (MOPSS), “Judgement Report on the Lift Accident Investigation Performed by the Lift Accident Investigation & Judgement Committee in 2000-2013”, 2014.
- 2) Korea Elevator Safety Institute (KESI), “Report on the Lift Accident Investigation Performed by the Lift Accident Investigation Department of KESI in 2000-2014”, 2015.