

서울메트로 안전사고 유형분석을 통한 개선방안 도출

The improvement program escape which leads a Seoul metro accident type analysis

이상휘*, 성현선*†, 김현준**, 권태삼***

Sang Hwi Lee*, Hyeon Seon Seong*†, Hyun Jun Kim**, Tae Sam Kwon***

Abstract The present paper Seoul metro accident present condition the depths analyzed the accident occurrence cause which leads a type analysis with character and kind improvement program escape 4 by the countermeasure for an accident prevention(reduction). First of all it proposed the field by countermeasure preparation which applies an accident big data a safety supervision diagnosis and a management□ director reinforcement in about the passenger mobile utility system whole, it proposed. In order to arrange the safety engineer first of all in PSD obstacle frequency places, it proposed a large civil accident prevention public relation reinforcement last. The importance of hereafter accident preventive countermeasure with the fact that it will increase continuously and the safety will on a large scale improve by the countermeasure which is presented with minute description alternative with the fact that.

Keywords : Accident, Type analysis, Big data, Passenger movement utility system, PSD obstacles

초 록 본 논문은 서울메트로 안전사고 현황을 바탕으로 유형분석을 통한 안전사고 발생 원인을 심층 분석하여 안전사고 예방(저감)을 위한 대책으로 4 가지 개선방안을 도출하였다. 우선 안전사고 빅데이터를 활용한 분야별 대책 마련을 제안하였고, 승객이동 편의시설 전반에 대한 안전관리 진단 및 관리.감독 강화를 제안하였다. PSD 장애 빈발개소에 안전요원을 우선 배치하도록 하며, 마지막으로 대 시민 안전사고 예방 홍보활동 강화를 제안하였다. 향후 안전사고 예방대책의 중요성은 지속적으로 증가할 것으로 예상되며 상기 대안으로 제시된 대책으로 안전성이 크게 향상될 것으로 판단된다.

주요어 : 안전사고, 유형분석, 빅데이터, 승객이동 편의시설, PSD 장애

1. 서 론

도시철도는 다른 교통수단에 비해 수송 효율이 매우 높으며, 일반시민의 생활권 내에서 일상적으로 운행되면서도 저렴하고 편리한 이용환경을 제공하고 있으나, 출입문 끼임 사고, PSD 관련사고, 승강장 추락사고 등 각종 승객 안전사고뿐만 아니라, 열차나 선로 시설물의 고장으로 운행지연 사고도 발생하고 있다. 도시철도 이용객 증가에 따른 안전 확보를 위하여 사고원인 분석 및 예방(저감)을 위한 대책이 필요한 실정이다. [1]

역사 내 안전사고 관련 선행연구는 역사내 시설물 안전사고 현황조사 중심의 연구가 주를

* 동양대학교 일반대학원 경영학과 박사과정

*† 교신저자: 동양대학교 일반대학원 경영학과 교수(servicelab@naver.com)

** 동양대학교 일반대학원 경영학과 박사과정

*** 동양대학교 일반대학원 경영학과 박사과정

이루고 있으며, 사고원인에 따른 체계적인 사고유형에 대한 분류 연구는 아직까지 미흡한 상태이다. 도시철도 안전사고의 특성 및 원인분석을 위하여 서울메트로의 내부 자료를 활용하여 안전사고의 유형분석, 연령별 사고현황, 시설물별 사고현황, 이용계층별 사고현황, 그리고 안전사고의 원인을 심층 분석하였다.

2. 본 론

2.1 2016년 안전사고 발생현황

Table 1 Accident occurrence particulars

(단위 : 건)

구분	계	역구내 전도	출입문 관련	E/S 관련	연단 실족	열차내 전도	E/V 관련	PSD 관련	기타
총발생	2,672	812	764	564	140	210	21	5	156
일평균	7.3	2.2	2.1	1.5	0.4	0.6	0.06	0.01	0.4
비율(%)	100	30	29	21	5.5	8.1	0.8	0.1	5.5

<출처 : 서울메트로(2016), 지하철 사상사고 현황분석 자료>

2016년 서울메트로 안전사고는 2,672건 중에서 역구내 전도사고가 812건으로 가장 높게 나타났고, 출입문관련 사고가 764건, E/S 564건, 열차 내 전도 210건 순으로 나타났다. 또한 역구내 전도와 출입문관련 사고가 전체사고의 59%를 차지하고 있을 정도로 다른 사고에 비해 빈번히 발생하는 것을 알 수 있다. 이 외 연단실족, E/V 관련, PSD 관련사고 등으로 분석되었다.

2.1.1 호선별 안전사고 발생현황

Table 2 line by occurrence particulars

(단위 : 건)

구분	계	역구내 전도	출입문 관련	E/S 관련	연단 실족	열차내 전도	E/V 관련	PSD 관련	기타
합계	2,672	812	764	564	140	210	21	5	156
1호선	389	135	72	85	17	51	4	0	25
2호선	1,087	336	370	177	45	85	8	4	62
3호선	523	155	139	148	24	32	5	1	19
4호선	673	186	183	154	54	42	4	0	50

<출처 : 서울메트로(2016), 지하철 사상사고 현황분석 자료>

2호선에서 전체사고의 2,672건 중 1,087건(41%)이 발생하고 있으며, 4호선 673건(25%), 3호선 523건(20%), 1호선 389건(14%) 순으로 발생되었다.

2.1.2 요일별 안전사고 발생현황

이용객수와 안전사고 발생은 정비례하였으며, 이용객 많은 금요일이 전체 안전사고 2,672건 중 435건(16.3%)으로, 가장 높게 나타났다.

Table 3 Day by occurrence present condition

(단위 : 건)

구분	계	비율	역구내 전도	출입문 사고	E/S 관련	연단 실족	열차내 전도	E/V 관련	PSD 관련	기타
합계	2,672	100%	812	764	564	140	210	21	5	156
월	382	14.3%	114	111	77	20	36	1	1	22
화	387	14.5%	116	114	97	17	22	1	1	19
수	407	15.2%	111	125	81	22	32	7	1	28
목	401	15.0%	126	107	74	22	31	3	1	37
금	435	16.3%	138	120	77	23	54	4	0	19
토	408	15.3%	126	129	87	19	23	4	0	20
일	252	9.4%	81	58	71	17	12	1	1	11

<출처 : 서울메트로(2016), 지하철 사상사고 현황분석 자료>

2.1.3 시간대별 발생현황

Table 4 Time zone by occurrence present condition

(단위 : 건)

구분	건수	발생시간대							
		05-06	06-09	09-12	12-15	15-18	18-21	21-	
합계	974	1	130	135	170	233	214	91	
열차내 전도	210	0	51	31	26	38	33	31	
출입문 관련	소계	764	1	79	104	144	195	181	60
	1호선	72	0	5	12	16	22	11	6
	2호선	370	1	39	53	72	80	87	38
	3호선	139	0	17	15	21	42	36	8
	4호선	183	0	18	24	35	51	47	8

<출처 : 서울메트로(2016), 지하철 사상사고 현황분석 자료>

열차관련 주요 사고인 출입문관련 사고는 2호선에서 가장 많은 370건(48%) 발생하였고, 퇴근시간인 18~21시 사이에 2호선 출입문사고의 24%가 발생하였다.

2.1.4 연령대별 발생현황

Table 5 Age large occurrence present condition

(단위 : 건)

구분	건수	열차관련 사고	
		열차내 전도	출입문 관련
합계	974	210	764
연령대	~10대	11	10
	10대	28	20
	20대	123	96

30 대	99	17	82
40 대	79	13	66
50 대	133	39	94
60 대	133	30	103
70 대	123	29	94
80 대~	53	17	36
미상	192	29	163

<출처 : 서울메트로(2016), 지하철 사상사고 현황분석 자료>

연령별 사고발생 건수를 분석한 결과 전 연령대에서 안전사고가 발생하는 것으로 나타났다, 50대 133건, 60대 133건으로 가장 높게 나타났으며, 70대, 20대가 각각 123건, 30대 99건, 40대 79건, 80대 이상 53건, 10대 이하 39건 순으로 나타났다. 50~70대 사고건수가 전체 건수의 40%를 차지하고 있을 정도로 50~70대 연령대가 다른 연령대에 비하여 상대적으로 도시철도 안전사고에 취약한 것으로 분석되었다.

3. 안전사고 유형분석

3.1 출입문사고 분석

출입문사고는 2호선에서 가장 많이 발생 하였으며, 특히 퇴근시간(18~21 시)에 집중적으로 사고 발생이 많았다. 또한 고령층 이용시간대인 12~20 시에 사고 집중이 많았으며, 다양한 연령대에서 발생하였고, 사고원인은 고객들의 무리한 승·하차 이용 습관, 부주의한 열차이용 습관 등 출입문 협착 시 센서 감지 불가(가방끈, 쇼핑백 등 얇은 물체), 승무원 인식 한계(승강장 계단과 열차 출입문과의 거리가 가까워서 발생), 승무원이 승차하는 승객을 발견하지 못하고 출입문을 닫아 발생, PSD 는 통과하였으나, 열차 출입문은 통과하지 못하여 사고가 발생하였다. 2015 년 대비 사고 건수는 34% 증가 하였으며, 15~18 시(26%), 18~21 시(24%)에 사고 발생률이 높은 것을 알 수 있다. 사고 특성은 무리한 승·하차, 부주의, 고령, 음주, 승객 충돌 및 밀립 등으로 사고가 발생하였다.

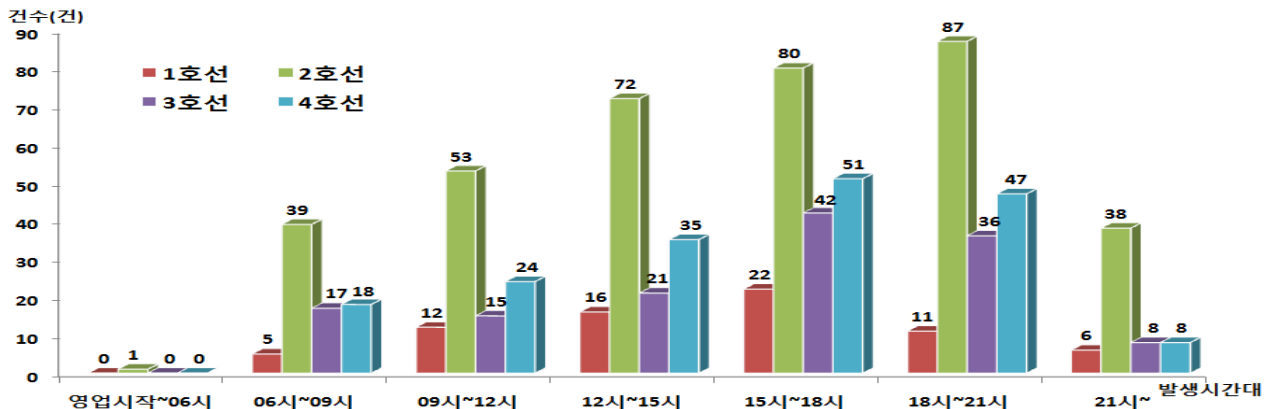


Fig. 1 Time zone by doorway accident occurrence present condition

3.2 열차 내 전도사고 분석

열차 내 사고원인은 노인승객 증가에 따른 고객 부주의에 의한 사고가 증가하였으며(60대 이상이 36%) 손잡이를 안 잡은 상태에서 급정차로 전도 또는 의자 등에 부딪혀 부상당하거나 안경 훼손, 열차 내 이동 중 넘어지는 사고, 열차 출발 시 PSD 열림 표시로 인해 비상제동 체결, 역 진입 시 지정속도 초과 및 정지위치를 지나칠 것을 우려해 비상제동 체결, 노인승객 증가에 따른 고객 부주의에 의한 사고, 비상제동 체결(ATO/ATC 신호시스템 불일치)로 발생하였다. 열차 내 전도사고는 전년 대비 대폭 증가(89%)하였으며, 2호선에서(40%) 많이 발생하였다. 또한 출근 시간대(7시~9시)사고 발생률이 24%로 높게 나타났다.

3.3 역 구내 전도사고 분석

역 구내 전도사고 원인은 혼잡 시간대에 다른 승객에게 떠밀려 넘어지는 사고, 제3자간 충돌사고(본인 안전주의 의무 소홀), 무리하게 게이트를 뛰어넘다 전도된 사고, 다른 승객과 부딪혀 넘어진 사고(열차 도착음을 의식하여 급하게 뛰어가다 발생), 토사물 등 이물질에 밟아 전도, 지하철 이용 중 스마트 기기 사용에 몰두하다 사고가 발생하였다. 계단 전도사고 유형 및 특성은 본인부주의(42%), 취객에 의한 사고(40%), 교통약자(장애인, 고령, 지병)로 인함(10%), 급하게 뛰어오다 전도(7%)순으로 발생하였고, 사고의 대부분은 50대 이상 고령자(51%)였다. 계단전도 사고는 유동인구가 많은 역과 노인 이용객이 많은 역(1,2호선 신림역, 신도림역, 청량리역)에서 주로 발생하였고, 취객이 많은 저녁시간에 많이 발생(31%)하였다. 계단 미끄럼 방지를 위해 눈 슬립 설치 등의 대책이 필요하다. 대합실 전도사고는 노인이 많이 이용하는 1호선, 종로5가역, 종각역, 청량리역과 2호선에서 많이 발생 하며 주로 낮 시간대에 발생하였다. 대합실 전도사고는 취객에 의한 사고(45%), 본인부주의 사고(21%), 이물질을 밟아 넘어진 사고(8%)등 이었다.

Table 6 Stairway future multiple occurrence reverse

역 명	계	발생 위치	비 고
청량리역	22	1번 출구, 내부 A 계단 등	대부분 음주, 고령 및 본인부주의에 기인
사당(4)역	16	환승계단, 나게이트 앞(역무실 앞) 등	음주, 고령 및 승객 간 충돌
창 동 역	14	내부 E 계단, 소요산 방향 계단 등	음주 등 본인부주의
종로 3 가(3)역	14	지하 3 층으로 내려가는 계단, 대합실·승강장 연결계단 등	음주 등 본인부주의
신도림역	13	내부 E 계단, F 계단 등	음주 등 본인부주의
동대문(1)역	10	4·5번 출구 계단, 하선 내부 H 계단 등	고령 및 본인부주의
신림역	10	3번 출구 중간계단, 4번 출구 계단 등	토사물 및 본인부주의
동대문(4)역	10	8번 출구 계단, F 계단 상부 등	본인부주의
신설동(1)역	9	상선 A 계단, 6번 출구 계단 등	음주 등 본인부주의
종로3가(3)역	8	(나)게이트 앞, 남자화장실 앞 등	음주 등 본인부주의
뚝섬역	7	고객안내부스 앞, 2번 출구(방풍문) 앞, (나)게이트 앞 등	지병 및 음주 등 본인부주의
종로3가(1)역	7	(가·나)게이트 앞, 지하철 경찰대 출장소 앞 등	음주 등 본인부주의
합정역	6	여자 화장실 세면대 앞, 역무실 앞 등	지병 및 본인부주의

연신내역	5	게이트(가·나·다) 앞 등	음주 등 본인부주의
역삼역	5	전기실 앞, 화장실 앞 등	지병 및 본인부주의
사당(2)역	5	(라)게이트 앞, 고객안내부스 앞 등	음주 및 승객간 충돌

<출처 : 서울메트로(2016), 여객사상사고 영업처 내부자료>

3.4 승강설비(E/S, E/V) 사고 분석

에스컬레이터(E/S) 관련 사고는 2호선 역사에서 가장 많이 발생 하였으며, 발생 시간은 고루 분포되어 있었다.

취객에 의한 사고도 빈번하였고(19시 이후) 사고원인은 안전수칙 미 준수(손잡이를 잡지 않고, 걷거나 뛰어서 이용, 무거운 물건을 소지), 불안정한 상태에서 전도(고령, 음주, 물건 휴대), 기기 장애(시설 노후화 및 정비 미흡) 등 이었다. 사고유형은 60대 이상 고령자 사고비율이 50% 이상이었으며, 사고 유형은 음주, 안전수칙 미 준수, 기타 본인 부주의로 발생하였다.

E/S 전도 사고는 유동인구가 많은 환승역에서 많이 발생하며, 시민들의 안전수칙 이용준수가 요구되었고 엘리베이터(E/V) 관련 사고는 무리하게 탑승하다 출입문에 몸이 끼이거나, 바닥 들뜸으로 구두가 걸려 전도된 사고였다. E/S, E/V 시설노후 및 기기이상을 방치할 경우 대형책임사고 발생 우려가 높다.

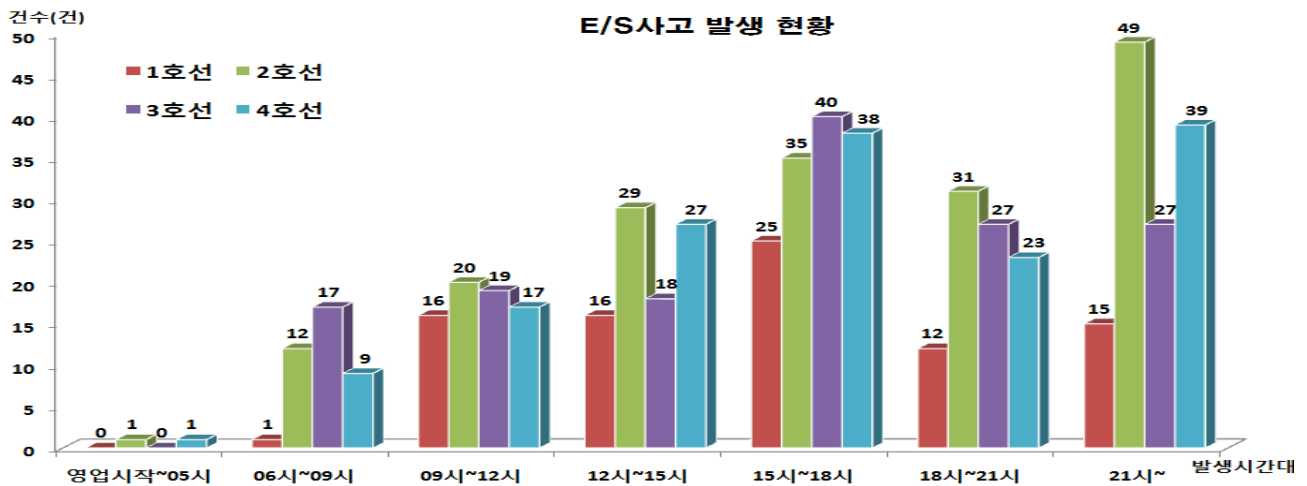


Fig. 2 Time zone by E/S accident occurrence present conditions

Table 8 E/S accident multiple occurrence reverses

순 위	1	2	3	4	5
역 명	종로3가(3)역	충무로역	청량리역	연신내역,신대방역	서울대입구역
사고건수	41건	40건	38건	23건	22건

<출처 : 서울메트로(2016), 여객사상사고 영업처 내부자료>

3.5 연단실족 사고 분석

연단실족 사고원인은 곡선승강장에서 열차 승.하차 중 본인부주의로 발빠짐으로 인한 실족, 출입문이 닫히는 상황에서 급히 승차하려다 실족, 승객에게 떠밀려 실족(혼잡한 상황), 연단 사이에 전동휠체어가 빠짐(휠체어 바퀴보단 연단 간격 넓음), 승객부주의 사고(승.하차 시 스마트폰 사용 등)로 발생하였다. 사고유형 및 특성은 본인 부주의로 실족(72%), 무리한 승차 및 승객 떠밀려 실족(14%) 등 이었다.

Table 9 Platform false step accident high position 5 reverse and cause

역 명	건 수	비 고
동대문역사문화공원(4)역	13	무리한 승차 등 본인부주의
성신여대입구역	11	본인부주의
충무로(4)역	10	무리한 승차 등 본인부주의
압구정역	8	무리한 승차 등 본인부주의
시청(2)역	7	제3자 기인(떠밀림), 본인부주의

3.6 기타 사고 분석

기타사고로는 의자나 대합실 벽면 이물질 또는 못이 튀어나와 옷 훼손, 역 구내 천정 판 탈락 부상, 승객이 휴대하는 자전거와 부딪쳐서 부상, 승강장 의자 페인트로 인한 의류 오염, 열차 내 낙수로 인한 의류 오염, 화장실 화장지 걸이에 의한 머리 부딪힘, 승강장 및 대합실 벽면에 설치된 돌출 시설물에 의한 의류 손상 등으로 파악되었다. 그 외에도 열차 내 다른 칸으로 이동 중 의류끼임, 휴대용 비상조명등에 머리 부딪힘, 기저귀 교환대에서 기저귀 교환 중 아기 추락, 열차 승차를 위해 달려오다 다리 접질림 등의 개인 부주의사고와 열차 전차선 단전으로 운행 불가하여 선로로 뛰어내리다 부상을 당하는 사고 등이 있다.

Table 10 Other accident analysis

구 분	건 수	기타사고			
	계	1호선	2호선	3호선	4호선
합 계	156	25	62	19	50
응급환자 발생	32	8	12	5	7
승객 간 충돌	27	3	10	2	12
본인 부주의	19	2	8	3	6
역 구내 시설물 부딪힘	15	2	7	3	3
시설물 탈락	9	1	4	1	3
화장실(전도, 부딪힘)	8	0	2	1	5
열차 내 낙수	7	2	5	0	0
음주환자	6	1	4	1	0
전차선 단전	5	0	0	0	5
시설물 관리 소홀	5	2	0	1	2
기 타	23	4	10	2	7

<출처 : 서울메트로(2016), 여객사상사고 영입처 내부자료>

4. 문제점 및 예방대책

4.1 사고원인별 분석

Table 11 Accident cause by analysis

구분	인적요인	시설요인	시스템적 요인
출입문 사고	안전보다 열차 정시운행 위주 업무수행, 안내방송 미흡, 무리한 승차	PSD 성능저하 및 장애 빈발 (기술력 부족)	사고원인부서와 사고처리(보상) 부서가 상이하고, 사고 원인부서의 책임회피로 사고 저감을 위한 적극적 노력 부족 → 유사사고 반복재발
연단실족 사고	승하차 중 스마트폰 사용 등 승객부주의, 대시민 안전 홍보활동 미흡	곡선승강장 (충무로④역 외 4개소)의 넓은 연단간격	조직 내 안전문화 및 종사자 안전의식 부족 → 휴먼에러 야기
E/S, E/V 사고	고령 승객 증가, 음주 후 기기탑승, 핸드레일 미사용 등 안전수칙 미 준수	시설물 노후화 및 기기오작동	사고 · 장애 유발 위험요인 감시 시스템 구축 미흡 → 사전 · 예방체계 미흡
전도 사고	토사물 · 물기 제거 소홀, 열차 급정거 등	미끄러운 바닥, 눈 슬립 훼손	

사고 원인을 종합적으로 분석해 보면, 안전사고에 대한 빅데이터가 반영이 되지 않았다. 이로 인해 역사별 맞춤형 안전저감 대책 마련이 부족하였고, 역 별 사고통계 분석자료 활용 등 안전사고 선제적 대응 미흡했다. 또한, 종사자의 관행적 · 기본 매뉴얼 생략 악습으로 휴먼에러 반복 야기, 사고원인부서가 사고처리 및 보상절차에 참여치 않아 사고저감 및 재발방지를 위한 적극적 노력 부족 등 사고원인부서의 사고저감 및 재발방지 노력 미흡하였다. 이로 인해 유사 사고의 재발로 이어졌다.

4.2 출입문사고 예방대책

첫째, 얇은 물체 끼임 시 감지할 수 있는 열차출입문 센서 개선(추후 신조전동차 제작 시 반영), 둘째, 승 · 하차시 출입문 취급 주의로 무리한 승 · 하차시 안내방송 수시 실시 및 모니터 감시 철저, 승객이 출입문을 안전하게 통과하기까지 적정한 시간 확보, 교통약자(전동휠체어 이용 장애인 등) 승 · 하차시 출입문 취급을 주의하며, PSD 장애발생시 반드시 HMI 확인 및 매뉴얼에 따라 조치, 출입문, 객실 의자사이 간격 등 차량 시설물 전반에 대한 사전점검 강화, 출입문 완충 향상 고무패킹 개발로 출입문사고 발생 시 골절 등 증상이 발생하지 않도록 기술개발을 해야 한다.[2]

4.3 승강설비(E/S, E/V)사고 예방대책

E/S, E/V 취급 전 승객 유무를 확인 철저히 하며, 승강장·역구내 사구간 CCTV 추가 설치 및 위치조정(CCTV 위치 적정여부를 조사 후 재조정하여 사고 다발지역은 CCTV 사각지대가 없도록 조정), E/S, E/V, 유지관리 강화(기기작동 예방점검 및 유지·보수업체 관리감독 철저, 유지보수사 정비 매뉴얼 제공 및 교육을 시행), 역 별 자원봉사자와 질서도우미를 안전요원으로 우선 배치하며, 안내게시기를 통한 E/S, E/V 안전수칙 준수(걸거나 뛰지 않고 손잡이 잡기)를 홍보하도록(홍보배너 설치, 역사 자동방송을 활용) 한다.

4.4 안전사고 홍보활동 강화

대 시민 안전사고 예방 홍보활동을 강화하여, 무리한 승차(출입문 닫힐 때는 무리하게 타지

않기) 등 승객 부주의 사고 예방을 위한 안전홍보 캠페인 활동을 강화하고(지하철 이용 5대 안전수칙), 사고다발 및 취약개소에(계단전도 다수 발생지점 계단조심 경구 문구 부착) 대한 안전주의 문구를 확대 부착하도록 하여야 한다.[3]

5. 결론

본 연구에서는 서울메트로 안전사고 내부 자료를 분석하여 사고유형, 사고요인과 원인을 밝히고 이를 예방(저감)할 수 있는 방안을 도출하였다.

안전사고는 역 구내 전도와 출입문관련 사고가 전체사고의 59%로 가장 많이 발생하고 있어, 아래와 같이 예방(저감)대책을 제시하고자 한다. 첫째, 안전사고 빅데이터를 활용한 분야별 사고예방 대책을 마련하도록 한다. 즉 사고유형·발생 원인을 분석하여 역 별 특성에 맞는 맞춤형 사고 예방 대책을 수립·시행해야 한다. 둘째, 승객 이동 편의시설 전반에 대한 안전진단 및 관리·감독을 강화한다. 셋째, PSD 장애 빈발개소 및 연단간격이 넓은 개소는 안전요원을 우선 배치하도록 한다. 넷째, 대 시민 안전사고 예방 홍보활동을 강화하도록 한다(무리한 승차 등 승객 부주의 사고 예방을 위한 안전홍보 캠페인 활동 강화, 사고다발 및 취약개소에 대한 안전주의 문구 확대 부착) 향후 안전사고 예방대책의 중요성은 지속적으로 증가할 것으로 예상되며 상기 대안으로 제시된 4가지 대책으로 안전성이 크게 향상될 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 김시곤, 박일하, 오재경, 김연규(2014) 도시철도 철도안전사상사고 원인분석 및 예방대응체계구축, 대한토목학회논문집, 34(3) 1017-1022.
- [2] 김재익, 김경섭(2015) 서울지하철 사상사고의 유형분석에 관한 연구, 한국철도학회 학술발표대회논문집, 749-753.
- [3] 광상록, 최돈범, 박찬우, 조연옥(2011) 철도역사 사상사고 예방대책 수립을 위한 기초 연구, 한국철도 학회 학술발표대회논문집, 763-767.
- [4] 서울메트로(2016) 지하철 사상사고 현황분석 자료
- [5] 서울메트로(2016) 여객사상사고 영업처 내부자료