

서울메트로 승무·차량 운전장애에 대한 개선방안

Obstacle of a train crew & Vehicle Operation For Improvement Program In Seoul metro

이태식* 박민서** 배우병*** 김동석**** 김준택*****
Lee, Tai-Sik Park Min-Seo Bae, Woo-Byeng Kim, Dong-Seok Kim, jun-Taek

ABSTRACT

The Seoul Subway is one of the most heavily used Subway System in the world. It provides reliable transportation services, conveys nearly 4 million Passengers across 117 subway stations with a length of 134.9 Km. Over the years the safety for the Subway has been a major concern, trains going off the track, equipment failure, careless operation, Signal failure are increasing day by day. In a Recent Public opinion 40% said the causes to above facts are Vehicle breakdown because of Operators, Old rail defect, Quality of material. 20% of the opinion said the obstacles were because of Operation, crew carelessness, negligence in signal operation. In case of any accident the crew members cannot resolve the issue on site (Aid insufficiency), because of lack of knowledge and carelessness.

The main obstacles for Subway are vehicle breakdown, Electric equipment failure, Signal Equipment failure, and Crew carelessness. This paper aims to provide major problems which are needed to be solved as quickly as possible for citizen's safety for a comfortable subway system making a comfortable ride and providing better service gradually.

1. 서 론

1.1 연구의 배경

서울메트로는 차량고장, 열차탈선, 전기·신호·통신장치고장, 운전취급부주의를 포함한 운전장애 사고가 매년 발생하고 있다. 대중교통으로서의 기본목표는 달성하였으나 쾌적하면서도 안전하게 시민을 목적지까지 도착시키겠다는 경영이념의 목표가 달성되었다고 하기에는 아직 이른 면이 있다. 하루 400만 명의 불특정 다수인이 이용하고 일일 수백 번 왕복 운행하는 열차와 많은 시설물이 각종 장애 없이 완벽하게 운행되거나 작동된다는 것은 현실적으로 판단 할 때 불가능 할 것이다. 그 원인을 수치나 도표를 통하여 살펴보고 보다 근본적으로 존재하는 원인을 제거함으로써 그 발생빈도를 감소시켜 안전하고 쾌적한 지하철 이용을 보장하고 선진화 된 서울지하철을 만드는 방법을 제시하고자 한다.

1.2 연구의 목적

서울메트로에서 발생하는 각종 운전장애 원인을 분석하고 그 원인을 제거함으로써 안전하고 쾌적한 지하철 이용 보장과 함께 서울메트로 내 각종 사업장에 종사하는 직원들의 안전의식의 생활화를 통하여 안전사고의 예방을 해야 한다. 또한 유사동종 사고 발생을 방지함으로써 시민과 함께하는 서울지하철이 되도록 하는데 연구의 목적이 있다.

* 한양대학교 건설환경공학과 교수, 정회원
** 한양대학교 토목공학과 석사과정, 학생회원
E-mail : alstj80@hanyang.ac.kr
TEL : (031)400-4108 FAX : (031)418-2974
*** 서울메트로 창동차량사무소 운영팀장, 비회원
**** 서울메트로 동작승무사무소 소장, 비회원
***** 서울메트로 신정차량 사무소 소장, 비회원

2. 운전 및 경미장애 발생현황

운전 및 경미장애는 열차 등 운전으로 인하여 각종전동시설의 열차나 차량의 운전에 영향을 주는 것으로 차량고장, 신호·전기설비고장, 궤도고장, 신호취급 부주의 등과 같이 여러 가지 요인이 복합적으로 작용한 장애를 의미한다. 이에 따라 운전 및 경미장애 원인별 발생현황을 살펴보고 그에 따른 주요 원인을 조사하였다.

2.1 운전장애 원인별 발생현황

운전장애 발생 원인을 재질노후, 재질결합의 물적 요인과 운전취급 부주의와 정비보수결함을 비롯한 제작 및 시공결합의 인적요인으로 구분하여 2001년부터 2006년까지의 발생현황을 살펴보았다. 정비보수결함이 년 평균 32%, 운전취급 부주의가 년 평균 22%, 제작 및 시공결합이 년 평균 14% 발생하여 전체 발생 중 인적요인에 의한 장애발생이 68%를 차지하여 재질노후, 재질결합의 물적요인보다 인적요인에 의한 장애발생이 대다수를 차지하였다.

한편 인적 요인인 정비보수결합, 운전취급 부주의, 제작 및 시공결합에 기인한 운전장애는 매년 꾸준히 발생하고 있으며 특히 정비보수결합에 기인한 운전장애는 전체 원인별 장애에서 차지하는 비율이 약 32%로 파악되었다. 따라서 정비 분야의 차종별 작업절차서 기준마련, 전문기술자 육성, 고장차량 발생 시 고장원인 추적관리 강화를 비롯한 제도적인 대책을 마련해야 한다. 각종 차량별 회로개선을 통한 기술적인 대책마련 및 정비인력에 대한 교육훈련을 통하여 정비보수결합에 의한 운전·경미장애 요인을 감소시켜야 할 것이다.

정비보수결합과 더불어 매년 22%씩 발생하는 운전취급 부주의는 발생원인 대부분이 인적요인에 의한 것이므로 그 발생 유형이 각종 기기 및 제동취급 부주의와 신호 확인 소홀, 차량고장 발생 시 응급조치 미흡 등 각종 규정을 위반하여 발생하는 것으로 조사되었다. 따라서 그 원인을 정확히 파악하여 안전지도점검실시, 일일교육 및 현장·직무교육실시, 운전장애 예방훈련을 비롯한 안전운행 독려와 승무원 애로사항 파악을 통하여 그 발생 원인을 제거내지 감소시켜야 할 것이다. 기타 재질노후를 비롯한 재질결합의 물적요인은 매년 20%정도 발생하였으며 재질노후의 경우 대다수가 Chopper전동차의 전자변이나 계전기의 노후화가 주된 원인으로 부품수급 및 적절한 교체가 필요한 것으로 조사되었다. 재질결합의 경우 전차선급전장치나 변전소의 전력공급 장치결합에 의한 것으로 재질교체를 통하여 개선이 되었으며 2005년도의 경우 재질결합에 의한 운전·경미장애는 발생하지 않았으며, 2006년에는 경미장애 1건으로 감소하였다.

도표 1 원인별 운전장애·경미장애 발생현황

원인별	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	운전장애	경미장애	운전장애	경미장애	운전장애	경미장애	운전장애	경미장애	운전장애	경미장애	운전장애	경미장애
합 계	16	36	10	32	11	37	11	37	6	35	8	20
재질노후	1	6	0	3	1	2	3	4	0	5	2	4
재질결합	2	5	0	3	3	1	1	4	0	0	0	1
제작 및 시공결합	4	4	1	4	0	6	1	7	0	10	0	0
정비 및 보수결합	3	11	6	7	3	14	5	15	3	6	3	7
운전취급부주의	2	7	2	10	1	10	1	2	1	10	3	7
복합취급부주의	1	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0	1
기 타	3	3	1	5	3	2	0	4	1	2	-	-

<출처 : 서울메트로(2001~2006), 운전장애 원인분석 및 대책>

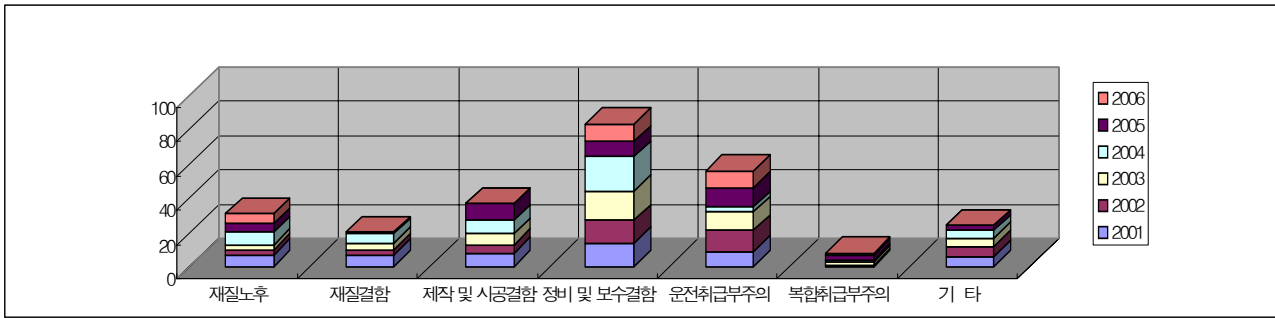


그림 1 운전 및 경미장애 발생 원인별 현황분석

2.2 운전·경미장애 발생원인 분석

년도 별 운전장애 발생건수는 도표 1에서와 같이 2001년 이후 매년 감소하여 2005년도에는 6건, 2006년도에는 8건의 운전장애가 발생하였고 경미장애의 경우 매년 평균 30여건이 발생하였다. 경미장애의 경우 재질노후와 재질결함의 물적요인(30%) 보다는 제작 및 시공결함과 정비보수결함, 취급부주의에 의한 인적요인(68%)이 원인인 것으로 밝혀짐에 따라 경미장애에 대한 원인분석과 재발방지대책 수립이 필요할 것이다.

경미장애 발생 중 재질노후와 재질결함에 의한 장애를 살펴보면 이는 재질노후와 결함이라는 물적 요인 이외의 하절기 에어컨가동 등으로 인한 전력수요량 증가도 주된 이유 중의 하나로 조사되었다. 그러나 꾸준한 시설설비투자로 2005년도에는 단 한건의 장애도 발생하지 않았으며 2006년도에는 재질노후의 운전장애 2건이 발생하였다.

경미장애 발생 중 물적 요인외에 제작시공결함, 정비보수결함, 취급부주의의 인적요인에 의한 경미장애 발생을 최소화 하기 위해서는 응급조치능력 배양을 위한 각종 교육실시와 전문기술 인력양성 및 노후전동차 교체, 노후부품에 대한 성능개선이 필요할 것으로 판단된다.

도표 2 물적 요인 및 인적 요인의 경미장애

물적 요인	인적 요인
<ul style="list-style-type: none"> ○ 교직변환스위치(ADS) 캠축과 핸들 고정핀 절손 ○ 과전류로 인한 전력반도체 단락 ○ 장력장치 연결부위 파손 ○ 변전소 특고압 계기용 변류기균열로 절연파괴 ○ 전류감시 장치 이상신호발생으로 충격발생 ○ ATC 비상제동계전기 코일성능저하로 비상제동체결 ○ 변전소 정류기용 케이블 접촉부위 소손으로 전력공급 중단 등의 장애 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 회단차단기 차단 ○ 주회로 차단기 절연파괴 ○ 주회로 차단기 및 견인전동기 불량 등의 정비보수결함에 의한 경미장애 ○ 비상제동 풀기 조치미흡 ○ 출발신호기 정지신호 확인 소홀로 선로전환기 파손 등의 운전취급부주의에 의한 경미장애 ○ 보조전원장치 고장이나 사전검수조치 소홀로 고장 발생 시 기관사와 기동검수원의 응급조치미흡으로 발생한 복합장애

3. 서울메트로에서 주로 발생하는 장애에 대한 현황 및 원인분석

서울메트로에서 주로 발생하는 운전 및 경미장애의 유형은 크게 차량고장과 승무원의 운전취급부주의가 있으며 차량고장 및 승무원의 운전취급부주의를 살펴보고 이에 따른 주요원인을 분석하였다.

3.1 차량고장 발생 현황 및 원인

서울메트로에서 과거 6년간 발생한 운전 및 경미장애는 259건이 발생하였으며 이중 차량고장이 99건이 발생하여 전체 유형별 장애발생 중 40%를 차지하였다. 차량고장발생 원인은 재질노후 및 결함의 물리적 요인과 정비보수결함의 인적요인으로 구분하여 발생하였으며 도표3은 차량고장 원인별 발생현황을 나타낸 것이다.

도표 3 차량고장 원인별 발생현황

원인별 \ 년도별	2001	2002	2003	2004	2005	2006	합계	비율(%)
정비 및 보수결합	9	8	14	11	5	3	50	50
재질노후	5	3	2	7	2	2	21	20
재질결함	5	3	2	7	2	0	19	20
제작 및 시공결함	3	1	2	2	1	0	9	10
기타	0	0	0	2	1	0	3	3

<출처 : 서울메트로(2001~2006), 운전장애 원인분석 및 대책>

차량고장 발생 원인은 정비 및 보수결함으로 인한 발생이 50건으로 전체 장애발생 대비 50%차지하였으며 그 다음으로 재질노후와 재질결함에 의한 장애발생이 주요 원인인 것으로 밝혀졌다. 이에 차량고장 발생내용을 살펴보면 도표4와 같다.

도표 4 차량고장 원인별 발생내용

차량고장 발생 주요원인	내 용
정비 및 보수 결합	<ul style="list-style-type: none"> ○ 주회로 고장 <ul style="list-style-type: none"> - 직류피뢰기 방전으로 접지 - 주회로 고장 및 기기함 커버 탈락 - 전동차LFD 동작 - 주전동기 베어링 고착 - 주전동기 브러쉬 접지 - 주회로 차단기 절연불량으로 접지, 전차선 단전 ○ 제어회로 고장 <ul style="list-style-type: none"> - 제동제어선 단락 - 점퍼연결기 제동제어선 외부 접지 - 7단중계변 비상전자변 코일단선 - 제동지령계전기 접촉 불량 ○ 보조전원장치 고장 <ul style="list-style-type: none"> -축전지 접촉기 차단기 차단 ○ ATS(C) 장치고장 <ul style="list-style-type: none"> -ATS 브라켓 고정볼트 이완 ○ 출입문 고장 <ul style="list-style-type: none"> -출입문 전자변 불량 -출입문 하부레일 가이드 탈락 -출입문 로울러 브라켓트 취부볼트 풀림 -도어엔지 평와샤 미취부 ○ 기타 <ul style="list-style-type: none"> -냉방장치 증발기 모터 불량
재질노후	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각종 계전기 노후 <ul style="list-style-type: none"> -축전지 불량으로 전동발전기 기동장치 이상 ○ 배선 및 코일 노후 <ul style="list-style-type: none"> -GEC Chopper 전동차 제동출력 계전기 코일단락 -운전실 배전반 체결볼트와 노후화된 배선과 접지 ○ 기타 <ul style="list-style-type: none"> -공기압축기 과열
재질결함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 재질결함으로 인한 균열발생 <ul style="list-style-type: none"> -대차 및 주행장치고장 차축균열 -교직절환스위치 고정핀 절손 ○ 계전기 및 코일 성능 저하 <ul style="list-style-type: none"> -비상제동계전기 코일성능저하로 비상제동체결
제작 및 시공결함	<ul style="list-style-type: none"> ○ 제작 및 시공결함으로 인한 접지고장 <ul style="list-style-type: none"> -전자장치내 제어배선 접지 -출입문 연동스위치 통전불량 -직류전조등 차단기 전원선에 볼트가 끼어 접지 -열차정지 감지계전기 배선 혼축에 의한 접지

<출처 : 서울메트로(2001~2006), 운전장애 원인분석 및 대책 >

3.2 승무원 운전취급부주의로 인한 운전장애 발생현황 및 원인분석

서울메트로에서 주로 발생하는 장애 중 차량고장 다음으로 많이 발생하는 유형은 승무원의 운전취급 부주의로 전체 장애발생 259건 중 56건이 발생하여 22%를 차지하였다. 운전취급부주의 발생현황은 도표 5와 같이 조사되었다.

도표 5 운전취급부주의의 발생현황

유형별	2001		2002		2003		2004		2005		2006	
	운전 장애	경미 장애	운전 장애	경미 장애	운전 장애	경미 장애	운전 장애	경미 장애	운전 장애	경미 장애	운전 장애	경미 장애
운전취급부주의	2	7	2	10	1	10	1	2	1	10	3	7

<출처 : 서울메트로(2001~2006), 운전장애 원인분석 및 대책 >

운전취급 부주의는 기관사의 각종기기 및 제동취급부주의와 신호진로 확인소홀, 차량고장 발생 시 응급조치미흡 및 규정위반 운전의 형태로 나타났으며 원인별 발생현황을 파악하면 도표6과 같다.

도표 6 운전취급부주의의 발생내용

운전취급부주의의 발생형태	내 용
<ul style="list-style-type: none"> 각종기기 및 제동 취급부주의 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 보안제동 취급 후 관련기기 복귀 실념 ○ 제동취급부주의로 정차위치 어긋 ○ 역구내 입환 시 제동취급 부주의로 모타카 추돌 ○ 차장의 반대편 출입문 개방 ○ 스크린도어 및 신형전동차 운전시 정지위치 어긋
신호진로 확인소홀	○ 신호진로 확인소홀로 차량탈선 및 선로전환기파손
<ul style="list-style-type: none"> 차량고장 발생 시 응급조치미흡 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전동차 비상제동체결에 따른 응급조치 미흡 <ul style="list-style-type: none"> - 비상제동체결 후 풀리지 않을 경우 ATSCOSEBCOS, LSRS취급 실념 ○ 운행 중 판타그라프 하강에 따른 응급조치 미흡 ○ 출입문 고장으로 동력운전 불능시 응급조치 미흡 ○ 전차선 단전시 응급조치 미흡
규정위반운전	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위규운전으로 선로전환기 파손 <ul style="list-style-type: none"> - 후부운전실에서 운전사령 승인 없이 기관사 임의로 밀기 운전하여 선로 전환기 파손

<출처 : 서울메트로(2001~2005), 운전장애 원인분석 및 대책 >

4. 주요 운전장애*에 대한 문제점 및 대책

4.1 승무분야 운전장애 인적 문제점 및 예방대책

서울메트로의 안전·정시운행 확보라는 기본 목표를 달성하기 위해서 각 분야별 인적대책 마련이 필요하고 승무분야의 경우 지속적이며 실질적인 교육훈련을 통해 위기대처 관리능력 배양이 필요하다. 이를 위해 승무분야에서 주로 발생하는 운전장애 발생의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 정상적으로 작동하는 열차의 기능이 기관사의 취급부주의로 순간적으로 기능장애 현상이 발생하고 기관사는 이를 인식하지 못하여 적절한 조치를 하지 못하여 병발사고로 이어지는 것으로 비상(보안)제동 취급 후 취급사실을 실념하여 구원연결이라는 병발사고가 형태로 이어진다.

둘째, 차량고장 등의 사고가 발생하면 지상 대중교통과는 달리 지하 및 궤도교통수단인 지하철은 사고의 규모와 피해가 크며 초기에 해결하지 못하면 사고의 파장이 급속히 진행되는 특징이 있다. 차량탈선 등의 사고발생으로 본선운행에 지장을 주면 인접한 열차와 후속열차에 직접적인 피해가 발생하고 그것을 신속히 해결하지 못할 경우 해당노선 열차운행 뿐만 아니라 타 호선열차 나아가 지상교통에까지

* 주요 운전장애 : 열차를 운행하면서 특정 정거장내에서 10분 이상 지연되었거나 정거장과 정거장 사이에서 10분 이상 지연 또는 동일 열차번호로 운행하면서 해당구간에서 20분 이상 지연된 것을 의미한다.

영향을 미치는 특징이 있다.

이에 열차운행을 직접 담당하는 승무분야 인적대책으로 차량고장을 비롯한 사상사고 및 이례사태 발생시 신속한 조치로 운전장애 발생을 최소화하기 위해 지속적인 교육훈련이 필요하다. 이러한 교육훈련은 차량고장 발생유형을 세분화하여 실제사례를 중심으로 대처하는 시나리오를 설정하고 시뮬레이션을 통한 정기적이고 지속적인 교육훈련이 필요하다.

4.2 승무 및 차량분야 운전장애 제도적 예방대책

승무 및 차량분야에서 발생하는 운전장애를 예방하기 위한 제도적 대책으로 우선 각 분야별 관계자들의 인식전환이 필요하다. 승무 및 차량분야 관계자들은 서울지하철이 가장 중요한 대중교통수단임을 인식하고 신속하고 안전한 지하철 운행이 될 수 있도록 맡은 바 책임을 다하여야 한다. 이러한 인식전환을 바탕으로 승무분야와 차량분야가 유기적이며 실질적인 협력체계를 구축하여야 한다.

동일 사고가 재발되는 것은 두 기관의 정보교환이 원활하지 않음이 이유 중의 하나이다. 승무와 차량별로 실시하는 직무교육을 년 1회 공동교육을 통하여 동일사고 재방방지에 대한 정비주체와 운전주체간의 협력이 필요하다.

차량고장을 비롯한 이례사태 발생 시 신속하게 대처하기 위하여 표준업무처리 절차를 확립하고 현실에 맞게 개선하여야 한다. 현행 차량고장 발생의 경우 기관사의 구두통보로 운전사령이 이를 인지하고 기동검수원을 파견하는 형태를 취하고 있다. 그러나 차량고장 유형을 세분화하여 표준처리업무 절차를 확립하여 기관사와 차장이 공동으로 차량고장 상태를 확인한 후 표준처리업무 절차에 따라 본선운행 가능 여부를 판단하여 사령에 통보하는 방법을 취해야 한다. 또한 본선운행이 가능하다면 신속히 기동검수원을 투입하여 문제점을 해결해야 할 것이다. 이러한 모든 절차에 관해 승무와 검수분야에 각각 적합한 표준처리업무절차를 제정하고 직무교육을 통해 반복적으로 교육하는 제도가 필요할 것이다.

5. 결론 및 향후연구방향

지금까지 서울메트로 승무·차량분야에서 발생하는 운전장애 유형과 문제점 및 재발방지 대책에 관하여 살펴보았다. 서울메트로에서 운전장애와 경미장애의 발생현황과 문제점을 비교 평가한 결과 매년 동일 유사한 사고가 발생하고 있는 것으로 조사됐다.

승무 및 차량분야 관계자들은 운전장애 감소를 위해 맡은바 책무에 성실히 임한다는 인식전환이 필요하며 지속적인 교육훈련을 실시하고 승무와 차량합동으로 년 1회 공동교육을 통하여 동일사고 재발방지 협력이 필요할 것이다. 차량고장을 비롯한 이례사태 발생 시 표준업무처리 절차 확립을 통하여 본선운행의 장애발생을 최소화할 수 있을 것으로 판단된다.

정기적으로 꾸준한 지도점검을 통하여 운전장애 발생의 위험요인을 사전에 제거하여 그 발생빈도를 줄일 수 있을 것이다. 또한 각 분야별 인적대책 마련이 필요하고 승무분야의 경우 인적대책으로 지속적이며 실질적인 교육훈련을 해야 할 것이다.

시민과 함께하는 서울메트로는 신속하고 안전하면서도 쾌적성이 요구되는 대중교통수단이다. 열차운행 중 발생하는 운전장애와 사상사고 발생을 줄여 시민에게 다가간다면 21C 선진지하철을 선도하는 서울메트로로 거듭 날 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부의 건설핵심기술연구개발사업(CTRM)과 교육인적자원부의 2단계 두뇌한국21(BK21)사업으로 이루어진 것으로, 본 연구비를 지원해 주신 해당기관에 감사드립니다.

참고문헌

1. 서울메트로, “2001~2006년도 운전장애 사상사고 원인분석 및 대책”
2. 서울메트로, “운전사고 및 장애조사규정”
3. 서울메트로, “전동차관리규정”
4. 서울메트로, “승무원 지도운용 내규”