

# 대구 지하철사고에 따른 차량안전대책 연구

## A study on the safety plan for rolling stock due to Taegu subway accident

이관섭\*  
Lee, Kwan-Sup

---

### ABSTRACT

Taegu subway fire accident happened on 18th February this year, which was recorded as the 2nd biggest subway accident in the world. The accident was inspected and reviewed by Task Force Team of MOCT and KRRI, which results in the integrated safety plan for subway system. Among the safety plan, this report describes the analysis of the accident causes and safety plan in the field of rolling stock.

---

#### 1. 서론

2003년 2월 18일에 발생한 대구지하철 화재사고는 사망 192명, 부상 147명의 인명피해와 막대한 재산상 손실을 가져온 사고로서, 1995년 10월 25일 아제르바이젠 바쿠시에서 발생한 지하철 사고(사망 300명, 부상 270명)에 이어 세계 두 번째 지하철 대형참사라는 불명예를 안게 되었다.

건설교통부는 정부 안전종합대책회의 결과에 의거하여 각계의 실무전문가로 구성된 지하철안전기획단을 2003년 3월 7일에 조직하고, 한국철도기술연구원에 도시철도시스템의 안전·방재 능력향상방안 연구용역을 위탁하여 대구지하철 사고에 대한 원인 분석과 사고재발방지 및 기타 안전사고 방지를 위한 종합안전대책을 수립하도록 하였다. 이에 따라 지하철안전기획단과 한국철도기술연구원은 국내의 대구지하철 사고현장조사, 도시철도기관 안전관리실태 자체 전수조사, 지하철 운영기관 안전 및 방재 현황조사, 해외 유사 사례조사, 지하철사 스프크 화재시험, 차량 내장판 화재시험, 국내·외 전문가의 기술자문, 공청회 등을 통해 지하철 종합안전대책을 수립하게 되었다.

지하철 종합안전대책은 인적·제도분야, 시설분야, 차량분야, 그리고 안전기술개발분야 등에 대한 개선방안을 제시하고 있으며, 본 논문은 대구지하철 사고경위 및 문제점 분석과 차량분야에 대한 안전대책에 대해 기술하고 있다.

#### 2. 사고경위 및 문제점 분석

초기 발화는 1029호 전동차의 1호차에서 방화범이 라이터로 휘발유통에 점화시켜 바닥에 던짐으로써 다량의 휘발유가 바닥에 번져 삼시간에 큰 불길로 번지는 양상으로 발생하였다. 휘발유의 강력한 연소열에 의해 난연재인 차량 내장재에 불길이 옮겨 붙어 삼시간에 불이 번지면서 다량의 연기와 유독가스를 방출하게 되었으며, 차량간 통로와 복사열에 의해 다른 객차로 화재가 확대되었다.

---

\* 한국철도기술연구원 수석연구원, 정회원

고온의 연기와 화염은 지하3층 승강장 계단을 통해 지하2층 대합실까지 전파되어 대합실 천정 등 높은 부분에 있는 플라스틱류를 엇가락같이 녹여 버렸으며, 상대적으로 아래쪽 낮은 부분은 열에 의한 직접피해가 없었다.

표 1. 화재초기 시간대별 현장상황 및 문제점

시간	현장상황	문제점
09시 52분	-1079호 전동차가 중앙로역에 도착할 무렵 방화범이 1호차 객차에서 라이터로 휘발유통에 점화 시도(승객 3-4명이 저지 시도) -1079호 전동차 중앙로역 도착	-발화물질 반입 및 방화 차단 미흡 -차량내 모니터링 기능 없음
09시 53분	-1079호 출입문 개방후 점화되어 화재발생, 다량의 연기와 유독가스 발생 -1079호 화재 급속히 확대, 승객 대피시작 -운전사령실 CCTV에 화재 및 대피장면 표시(일부 장면 녹화됨) -설비사령실 상황판에 화재발생이라는 문자경보 표시 및 화재경보음 발생	-차량 내장재 문제(난연재이나 다량의 휘발유로 인해 연소하면서 연기 및 유독가스 방출하여 위험도 가중) -차량내 화재감지 및 소화장치 문제 -운전 및 설비사령실의 대처능력 부족 -평상시 화재 경보기의 잦은 오작동
09시 54분	-소방서에 휴대폰으로 최초 화재신고(40대 남자 승객) -1079호 기관사 연락두절	-1079호 기관사 대처능력 부족 -기관간 통신 등 협조체제 미흡
09시 55분	-화재발생 보고(역무원→운전사령) -1080호 전동차(반대편 선로) 대구역 출발 중앙로역으로 향함 -운전사령실에서 전열차에 방송(화재발생으로 중앙로역 진입시 조심운전 지시), 1080호 기관사 화재발생 인지	-운전사령실 대처능력 부족(화재발생 보고 즉시, 최소한 인접 열차의 중앙로역 진입 통제지시 없었음) -역무원↔기관사, 기관사↔기관사 등 다자간 통신수단 부재
09시 56분	-1080호 중앙로역 도착 -1080호 출입문 열었으나 연기인입으로 기관사 문 닫음	-1080호 기관사 대처능력 부족(즉시 대피 또는 중앙로역 통과 운행 등) -제연설비 부족
09시 57분	-중앙로역 전차선 전원 차단	-비상전원차단 시스템 문제
09시 58분	-1080호 기관사 위급상황 종합사령실로 통보(매연이 심하므로 조속한 대책지시 요구)	-운전사령실 대처능력 부족 -다자간 통신수단 부재
09시 59분	-운전사령이 시스템자동전력공급 3차례 시도 -1080호 발차시도, 곧바로 단전으로 실패	-비상급전시스템 문제
10시 02분	-운전사령이 1080호 기관사에 승객대피 지시 -1080호 기관사 마스크키 제거 후 기관실 탈출 -출입문 폐쇄로 대부분 승객이 차량내에 잔류, -5호차 일부 출입문만 승객에 의해 수동개방됨	-뒤늦은 운전사령 지시 -기관사의 대처능력 부족(마스크 키, 대피 유도 등) -차량대피구조, 출입문 수동개방장치 문제
10시 06분	-운전사령 전열차에 안내방송(단전 통보)	-운전사령실 대처능력 부족
10시 17분	-운전사령 전열차에 안내방송(역에 도착한 전열차는 사령지시 받고 발차하라)	-뒤늦은 안내방송

화재 등 안전사고에 대한 초기 대응시간은 피해를 최소화하는 가장 중요한 시기이나, 대구지하철 사고의 경우 피해를 줄일 수 있음에도 불구하고 운영직원의 초기대응이 미흡하여 피해가 확대되었다는 시각을 피할 수 없다. 표1은 사고발생 초기시간대의 시간별 현장상황과 이에 대한 문제점을 분석한 것이다. 표에서 보는 바와 같이 인적인 문제와 전동차 및 시설의 하드웨어적 문제가 복합적으로

발생하였음을 알 수 있다.

화재발생 1079호 전동차의 승객 대부분은 출입문이 개방된 상태에서 화재 초기에 대피함으로써 일부 승객만이 피해를 입었던 반면, 1080호 전동차는 마스크키 제거에 따라 출입문이 폐쇄된 상태에서 대부분의 승객들이 차안에 잔류하게 되었고, 출입문의 수동개방 작동방법에 대한 승객들의 인지도 부족으로 5호차 일부 출입문만 수동개방 됨으로써 많은 인명피해가 발생하게 되었다. 차량에서 대피한 승객들도 조명등과 유도등이 꺼진 암흑상태에서 승강장과 개찰구에서 출구를 찾지 못해 연기와 유독가스로 인해 질식함으로써 피해가 가중되었다.

대구사고는 인적·제도적 결함, 내장재 재질 등 차량의 문제, 유도등 등 시설의 문제 등이 복합적으로 작용하여 대형참사로 발전하게 되었다.

인적·제도적 문제로서는 안전점검 및 사고조사 전문기구의 부재, 안전 및 사령실 조직의 독립성 결여, 기관사 및 운전사령의 자질 문제, 긴급 상황시 비상대응 조치요령 부족, 각 사령실의 분리운영, 운영기관 직원에 대한 교육 및 훈련 부족, 국민의 안전의식 결여와 시설물에 대한 대국민 홍보부족 등을 들 수 있다.

시설분야에서는 다자간 통신수단 부족, 화재감지기 오작동 및 수계소방설비 부족, 비상시 승객대피 및 구난설비 부족, 비상등 및 유도등의 기능 및 비상전원 용량부족, 제연용량 부족, 시설물의 마감재 및 내화기준 미흡 등의 문제점이 도출되었다.

차량분야는 화재안전 측면에서 차량내장재의 재질 문제, 화재의 조기감지 및 소화장치 기능 부족 등의 문제점이 지적되었고, 대피구조 측면에서 출입문 수동개방장치 작동방법, 위치 및 표지방식 미흡, 창문을 통한 대피구조의 미흡 등으로, 또한 차량통신 및 방호 측면에서는 승객과 기관사 및 사령실과의 통신수단 미흡, 홍보장치 부족, 인접열차 진입통제장치 부재 등이 문제점으로 지적되었다.

### 3. 차량안전대책

#### □ 화재안전측면

기존의 전동차 내장제로는 FRP, 폴리에틸렌, 염화비닐수지, 폴리에스터, 폴리우레탄, 줄타포틴 등이 사용되고 있으며, 도시철도 안전기준에는 불연재 사용을 원칙으로 하고 불가피할 경우에 한해 난연재를 사용하도록 하고 있다. 그러나, 구체적인 시험방법 및 사용기준이 미비하고, 평가기준에 있어서도 발주기관의 제작사양에 의하여 연소성 시험만 평가하고 연기밀도, 화염전파, 연소가스 유해성 등의 시험항목 평가는 없는 실정이다.

내장재에 대한 시험기준 개선을 위하여 국내의 기존 내장재에 대한 샘플링과 화재시험 결과를 바탕으로 외국의 철도 내장재 사용기준을 참고하고, 연기 및 독성 등의 항목을 추가하여 주요 품목별 개선된 기준(안)이 제시되었으며 내용은 표2와 같다.

도시철도차량 안전기준에 의하면 전동차 객실에는 1개 이상의 수동식소화기를 설치하도록 규정하고 있으며, 현재 전동차에는 ABC급 4.5Kg의 수동식 소화기를 통로문 측에 각 1개씩 차량당 2개씩 설치되어 있으므로 소화기 추가 증설은 불필요하며, 다만 안전기준을 2개 이상씩으로 수정한다. 소화기의 설치는 보관함을 철거하고 안내명판은 측광식으로 하여 비상시 사용이 용이하도록 개선한다. 또한 소화기 성능유지를 위하여 정기적인 소화기 검사 검정교체기준을 각 운영기관별로 규정하도록 하고 점진적으로 충전압력계가 부착된 소화기로 교체하는 것이 타당하다.

화재감지장치는 외국의 경우 침대객실, 식당차 등에는 설치된 사례가 있으나 전동차에는 설치한 사례가 없으며, 비상인터폰에 의한 승객의 통보가 현실적이라는 판단에 따라 설치하는 대신 신규 전동차의 경우 열차중합정보장치(TIS 또는 TCMS) 기능에 객실 온도를 상시 모니터링할 수 있는 기능을 확보할 수 있도록 개선하는 것이 효율적이다.

자동소화설비는 스페인의 마드리드 지하철 전동차 84량에 설치된 물분무식(Hi-Fog방식) 소화설비가 유일하나, 5000리터의 용수 및 고압가스통 추가 설치, 가스안전법에 의한 격벽설치, 0.005mm 크기의 노즐 유지보수, 량당 3000만원에 달하는 고가의 설치비용, 실효성의 미검증 등의 단점이 있으므로 전

동차 적용여부는 장기과제로 재검토하는 것이 바람직하다.

표 2. 전동차 내장재 시험기준(안)

품명	적용기준(안)			
	화염전파	연기밀도	독성	산소지수
내장판	착화시간 : $\geq 15$ CFE : $\geq 20$	Ds(1.5) : $\leq 50$ Ds(4.0) : $\leq 100$ Ds(max) : $\leq 200$	R : $\leq 1.6$	OI: $\geq 40$
단열재	-	Ds(4.0) : $\leq 100$	R : $\leq 1.6$	OI: $\geq 40$
시트카바	-	Ds(1.5) : $\leq 50$ Ds(4.0) : $\leq 100$	R : $\leq 1.6$	OI: $\geq 28(24)$
시트쿠션	-	Ds(1.5) : $\leq 100$ Ds(4.0) : $\leq 175$	R : $\leq 3.2$	OI: $\geq 20$
바닥매트	착화시간 : $\geq 10$ CFE : $\geq 7$ $q_b$ : $\leq 10$	Ds(1.5) : $\leq 50$ Ds(4.0) : $\leq 200$	R : $\leq 5.0$	OI: $\geq 28$
통로연결막	CFE : $\geq 20$ $q_b$ : $\leq 4$	Ds(1.5) : $\leq 100$ Ds(4.0) : $\leq 200$	R : $\leq 1.6$	OI: $\geq 28$
검토근거	IMO 653	NFPA 130	BS 6853	UIC 564-2 NF F 16-101

전동차내 유독가스 배출설비는 작동에 필요한 배출용량을 전동차에서 확보하기 곤란하고 비상상황 시 출입문을 개방할 경우 배출효과가 저하되며, 출입문이 닫혀 있을 때 작동하면 실외의 공기를 흡입하여 화재확산의 우려가 있으므로 배출설비 설치의 불필요하다. 다만, 2002년 수도권 전동차내 이산화탄소 농도가 평균 800ppm(최고 1,358ppm)으로 기준치 1000ppm에 육박하고, 운행중 역사 및 터널내 도중 정차시('02.1~'03.4 기간 전국 181회 발생)에는 불쾌감이 더욱 증가한다는 점을 감안하여 승객서비스 향상차원에서 신규제작시 차량당 1대 이상의 환기설비 설치하는 것이 필요하다.

전동차 객실상황을 기관사 및 종합사령실에서 실시간 동영상으로 모니터링할 수 있는 CCTV설치는 기존 전동차에는 설치가 어려우나, 신규 전동차의 경우 운영상의 문제점을 보완하면 범죄예방 등에 효과적이다.

□ 대피구조 측면

국내 전동차의 승객용 출입문은 비상시를 대비하여 출입문 내·외부에서 수동개방이 가능한 구조를 갖추도록 관련 규정에 명시되어 있으나, 내부 수동개방장치는 출입문 상부, 선반 상부, 의자 하단 등 설치 위치가 표준화되지 않았고, 외부장치는 차체 언더프레임 하부에 설치되어 승강장에서 조작이 곤란한 실정이다. 이에 대해 비상시 용이하게 사용할 수 있도록 설치기준을 표준화하고 외부개방장치는 레일상면 123~150cm 사이 외측벽에 설치하도록 개선하는 것이 필요하다.

수동개방장치 안내 위치표지판은 눈에 잘 띄지 않는 위치에 부착된 차량이 많고 전등이 꺼진 상태에서는 식별이 불가능한 문제점을 보완하여 안내 및 위치표지의 크기와 부착위치를 표준화하고 표지의 재질과 휘도기준을 신설하는 것이 요구된다.

창문을 통한 비상탈출을 위한 망치 설치에 대해서는 조명이 차단된 상태에서 망치를 찾아 유리를 파손하는데 어려움이 있고 또 다른 테러 위험요소가 된다는 문제가 있으므로 망치나 도구설치는 비현실적으로 판단되며, 장기적으로 도구를 사용하지 않고 신속하고 안전하게 탈출할 수 있는 비상창문 개발이 필요하다.

□ 객실통신/홍보 및 열차방호기능 측면

현재 객실내 승객과 기관사·사령실간 통신수단은 경보음만 발령시키는 비상벨은 61%(3,856량), 육

성통화로 구체적 상황설명이 가능한 인터폰이 39%(2,464량)만 설치되어 있으며, 일부 운영기관의 인터폰은 기관사와 통화 불능시 사령실로 자동통화전환 기능이 없고 전환시간도 20초가 되는 등 성능이 미흡하다. 또한, 비상벨과 인터폰 모두 차량당 1개만 설치되어 있고, 객실 바닥면 기준 185cm의 높이에 설치되어 있어 비상시 접근성이 저하된다. 이에 대해 비상벨과 고정식 인터폰을 핸드 마이크식 인터폰으로 전량 교체하고, 설치위치를 객실바닥면 기준 140~150cm의 높이로 통로문 측벽에 각 1개씩 1량당 2개가 장착되도록 개선하는 것이 요구된다.

비상시 승객대처요령 등 승객에 대한 홍보를 위한 장치로서 자동안내방송장치 및 전자문자표시기 등은 전량설치 되어 있으나 동영상장치는 15%에 불과하고, 교육내용의 일관성 부재, 방송품질 등으로 교육효과가 미흡한 실정이며, 수도권 및 부산 1호선의 경우 종합사령실에서 대열차 안내방송이 불가능하다. 이에 대해 교육내용의 표준화와 방송매체 확대 및 성능향상 등을 추진하여 교육효과를 제고하는 것이 필요하다.

사고발생시 운전실에 설치된 원터치식 방호장치를 동작하면 2-4Km 인근에 운행중인 전 열차에 사고 열차의 방호 상황이 무선으로 송신되고, 수신된 신호에 의거 자동으로 비상제동이 체결되면서 사고 열차 인접 지역을 운행하는 열차의 안전이 확보 될 수 있는 열차방호장치가 철도청 소속 전동차에는 설치되어 있으나, 타 기관 소속 전동차에는 설치되어 있지 않아 연계 운영이 되지 않고 있고, 안전강화를 위해 모든 전동차에 확대 적용하는 것이 필요하다.

**□ 차량정비 측면**

차량정비에 대해 운영기관별 차량관리규정이 상이하고 적정 검사주기 및 적정 정비인력 산정에 대한 기술적 판단기준이 없어 기관별, 노선별로 정비주기 및 차량당 정비인력이 상이하며, 각종 정기검사 기록을 차량폐기 시까지 보관하지 않고 2년~6년 내에 폐기함으로써 차량 정비이력관리가 미흡한 실정이다. 또한, 노후차량의 부품확보가 곤란하고 예비부품 예산확보가 충분하지 못한 것이 현재의 정비유지 실태이다. 이에 대해 검수장비의 현대화, 정비작업의 표준화, 정비기록의 정보화, 정비부품의 국산화 연구개발 등이 중장기적인 연구검토를 통해 추진하는 것이 필요하다.

**□ 철도안전시험시설 확충 및 안전기술개발 측면**

철도안전에서 중요한 화재, 탈선, 충돌 등 중대사고에 대한 원인규명, 피해저감 사전대책 수립을 위한 시험 및 성능평가 시험설비가 매우 취약하고, 안전기술에 대한 기술기반이 매우 취약하여 사고시 대형화가 우려되고 사고 원인규명에 어려움이 있다. 이를 해결하기 위해서는 장기간의 종합안전기술개발사업을 추진하여 선진국 수준의 철도종합안전시스템 확보가 필수적이다.

**4. 결 론**

대구지하철 사고에 대한 종합 안전대책 중 차량안전대책을 중심으로 기술하였다. 개선대책은 기술적으로 가능하고 적은 예산으로 시행할 수 있는 것은 단기적으로 추진하고, 기술개발이 필요하거나 많은 예산이 필요한 대책에 대해서는 중장기적으로 지속적인 추진이 필요하다. 이에 대한 정부의 적극적인 추진이 요구된다.

사고는 예방이 최선의 방책이나, 사고가 전혀 발생하지 않을 수는 없기 때문에, 사고가 발생하더라도 피해를 최소화할 수 있는 제반 안전체계가 준비되어야 하며, 이를 위해 안전시설과 안전기술개발에 대한 국가 차원의 투자가 절실하다고 하겠다.

**참고문헌**

1. 한국철도기술연구원, 건설교통부 지하철안전기획단, “도시철도시스템의 안전·방재능력 향상 방안 연구”, 2003. 8
2. 건설교통부, 한국철도기술연구원, “철도종합안전기술개발사업 기획보고서”, 2003. 5