

## 대구지하철 화재의 초기대응문제와 방재성능개선

허준호, 노삼규, 김종훈\*, 김운형\*  
 광운대학교 건축학부, 경민대학 소방과학과\*

### An Issue of Early Response System and Improvement of Fire Safety Performance in Dae-gu Subway Fire

Jun Ho Hur, Sam Kew Roh, Jong Hoon Kim\*, Woon Hyung Kim\*  
 Kwang Woon University, Kyung Min College\*

#### 1. 서론

2003년 2월 18일 발생한 대구지하철 화재는 지하공간이라는 특수한 환경에서의 테러성 방화라는 세계적으로 매우 드문 경우로서 이번사고는 339명(사망 192명, 부상 147명)의 인적피해와 520억원(전동차 피해 109억원, 역사피해 411억원)에 추정되는 물적 피해를 가져왔고 국가적으로나 사회적으로 많은 정신적 충격과 피해를 주었다.

이번 참사의 문제점 중 많은 인명피해를 가져온 근본적인 원인 중 하나는 인적대응의 초기부재로 인한 화재 시 객차 내 승객과 기관사, 기관사와 사령실간의 통신전달의 미흡과 종합사령실의 판단부족에 따른 승객의 피난시간 지연에 기인하며 지하철 화재 시 비상대응체계와 훈련부족을 여실히 보여주고 있다. 이에 따라 정부에서는 전문기구(지하철 안전기획단)를 구성하여 향후 동일한 참사를 방지하기 위한 문제점 분석과 개선책을 연구하고 있다.

본 논문에서는 사고 초기 시간대별 분석을 통한 대구지하철 및 선진국의 비상대응계획과 방재시설들을 분석하고, 지하철화재사고의 개선방향에 대하여 살펴보고자 한다.

#### 2. 대구지하철의 시간대별 분석

사고 당일 오전 9시 52분에 1079호 전동차에서 발화한 화재는 8분후에 1량의 객차가 완전 연소된 추정시간인 10시경까지의 화재 초기단계에 승객과 화재진압을 시도 후 화재 확대로 대피한 기관사의 화재발생 미보고로부터 9시 55분경에 최초 화재경보를 접수한 종합사령실에서 빈번한 오동작으로 당시화재경보를 무시하고 1080호의 역사 내 진입을 통제하지 못한 소극적인 대처와 판단미흡으로 급속한 화재의 연소 확대가 진행되고 9시 56분경에 중앙로 역 반대편 승강장에 도착한 1080호 전동차까지 화재가 전파되는 상황으

로 이어졌다.

화재가 발생하면 신속한 화재신고와 더불어 승객들의 빠른 피난을 시도했어야 할 기관사와 종합사령실의 판단 지연 및 전동차 출입구를 폐쇄하고 종합사령실의 지시만을 기다린 기관사의 늦장 대응으로 초기화재시의 피난시간을 확보하지 못하여 대형인명피해를 초래하게 되었다.

객차 1량의 완전연소가 진행된 10시경이후에는 차량대피지시와 통제 등이 이루어 졌지만 그때는 이미 역사의 전원공급이 차단되고 연기가 역사 내 전층에 퍼져 많은 희생자가 발생한 후였다. 소방대가 현장에 도착한 10시 08분후에는 역사내 전 층에 퍼진 연기로 인하여 시야가 확보되지 못하고 역사 내 지하1층에 도달한 피난 객도 희생된 후였다.

이는 1079호의 방화를 승객이 저지하지 못한 점부터 승무원의 종합사령실로의 보고 및 판단, 1080호에 대한 서행진입지시, 승객피난유도실패 등 발화초기 약 10분간 적어도 5 - 6회의 사고종료의 기회가 있었음에도 불구하고 모두 제대로 대처하지 못해 기회를 상실한 예라고 할 수 있다.

	9:52	9:54	9:55	9:56	9:57	9:58	9:59	10:00	10:02	10:06	10:08	10:17	13:38
사고 상황	발화	CCTV 활 채보		1080호 도	1079호 인		1080호 전	1080호 전					화재 진압
종합 사령실		화재 보고	상황 수	인진 통	단전 영	발차 요		인진 통	대제 및	전열자	차 환전	화재 진	
기관사	1079호 미	승객 진		1080호 인	1080호 인	위급상	발차 시		대 제		MC Key		
승객		화재				위급상	발차 시		대 제		MC Key		
역무원													
소방대	신고 수												

표 1. 대구지하철 시간대별 사고 상황

### 3. 대구지하철의 비상대응계획 분석

전동차 내부 화재 시와 화재가 확대되어 터널 내 정차시로 나누어진 대구지하철의 비상대응계획은 화재발생시 승무원은 운전사령에게 상황보고 및 그에 따른 지시를 받아 가까운 정거장으로 이동하고 승객에게 안내방송과 소화와 같은 진압활동을 수행 한 후 정거장 도착 후 자위소방대에 의해 객차승객을 피난 유도시키며 소화기 및 옥내소화전을 사용해 소화하도록 되어 있다.

또한 화재 확대 시는 상황보고에 따른 운전사령의 지시를 받아 비치된 소화기로 승객과 진압 후 피난안내방송을 하며 승무원이 운전사령에게 열차통제를 요청하면 운전사령이 이를 시행하는 것으로 되어있다.

이러한 대구지하철의 비상대응계획은 승무원보다는 운전사령의 판단이 우선시되고 승무원은 운전사령의 지시만을 따르도록 되어있다.

대구지하철사고와 같이 화재초기의 통신연결 불량과 같은 비상사태 시 승무원은 운전

사령의 지시만을 기다리고 운전사령은 상황파악미흡으로 판단시간이 지연되어 초기피난 시간을 확보하지 못한 문제점으로 대량인명피해를 초래하게 되었다.

이것은 대구지하철사고가 하드웨어적인 책임과 문제보다는 소프트웨어적인 문제가 더 큰 것으로 보이며 비상대응계획의 근본적인 체계 부실과 승무원 및 운전사령의 교육훈련이 제대로 이루어지지 않았음을 단적으로 보여준 것이다.

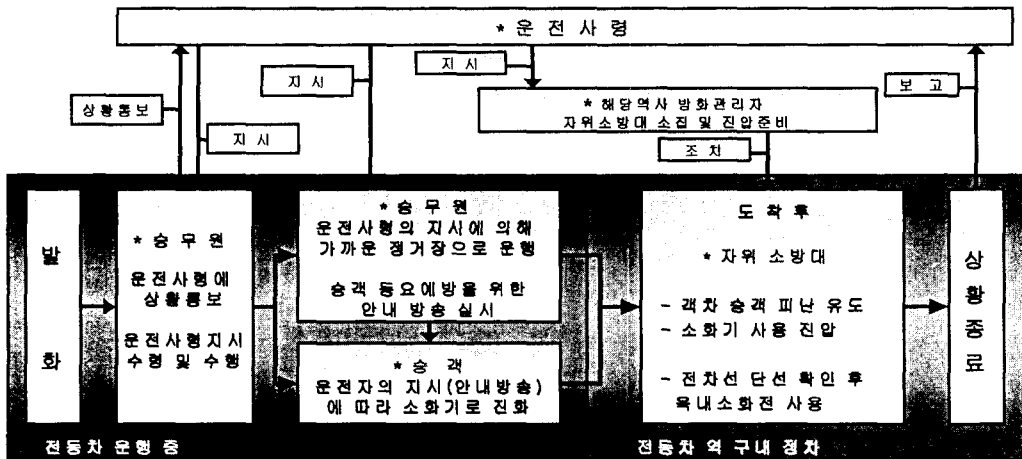


표 2. 전동차 운행 중 객실에 화재발생시 비상대응

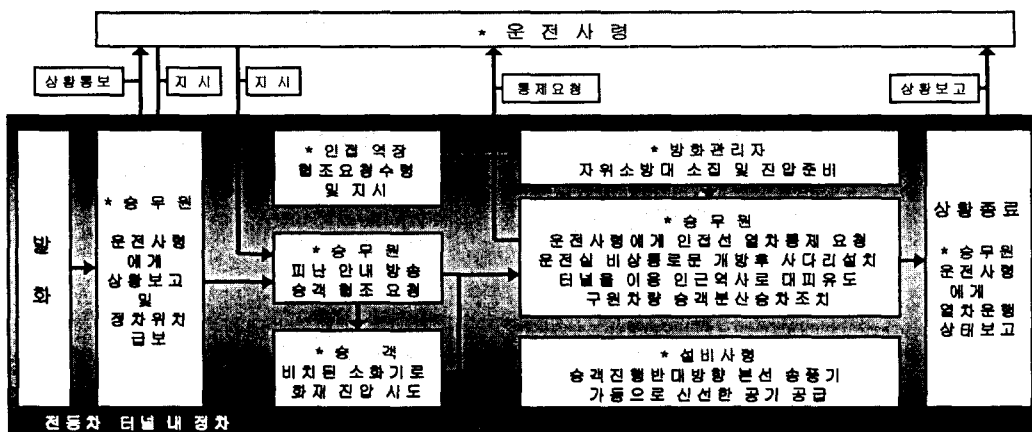


표 3. 화재가 확대되어 터널 내 정차 시 비상대응

#### 4. 일본의 비상대응계획 분석

일본의 비상대응계획을 살펴보면 화재발생시 승무원은 최초 발견자 또는 사령원의 연락을 받아 소방과 경찰로 신고를 하고, 사령실은 최우선적으로 승무원에게 승객의 피난유도와 부상자의 구출 및 소화를 지시하는데 승무원의 자체적인 판단에 의하여 변전설비단전요구, 전후방역 통보 등을 처리하게 되어있다. 또한 화재 시는 개찰구 폐쇄 등의 지하철역사 진입을 일시 중단하며 승객의 안전을 최우선으로 활동한다.

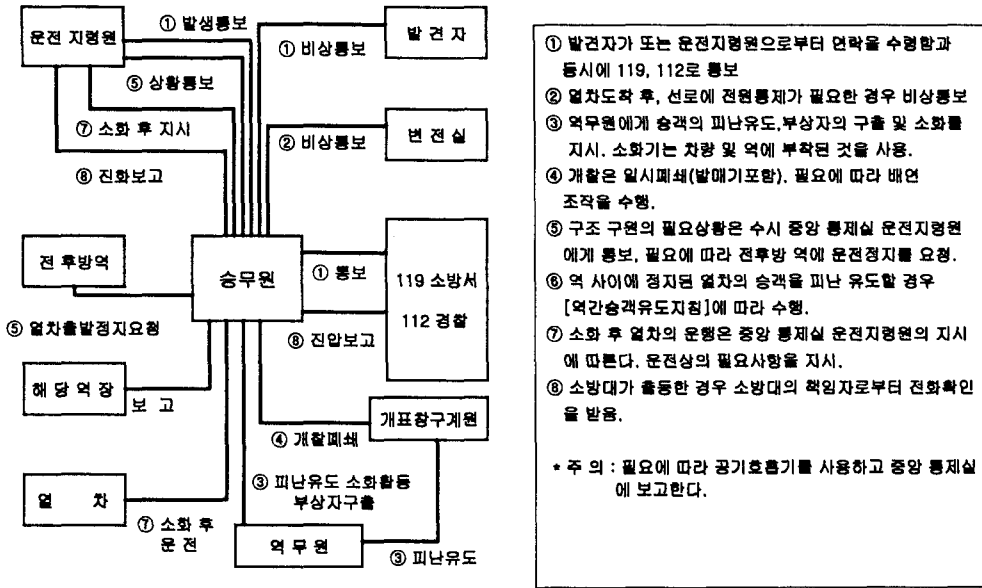


표 4. 일본의 지하철 화재 시 비상대응계획

이렇게 비상대응계획을 비교하여 보면 지하철 화재 시 국내의 비상대응계획은 주로 승무원이 운전사령실의 지시와 판단에 의하여 조치하고 승객의 안전한 피난보다는 먼저 승객과 함께 화재를 진압하는 것이 우선적으로 구성되어 있다.

이에 반하여 일본의 비상대응계획은 승객위주의 피난을 최우선으로 하고 통제실 사령원의 지시를 따르기는 하지만 승무원의 현장판단을 우선시하는 시스템으로 되어있다. 운전사는 비상대응계획의 순서에 의하여 화재에 대응 및 피난유도에 임하는 시스템으로서 현장판단중심의 즉시 대응에 중점을 둔 시나리오의 특징을 발견할 수 있다.

## 5. 대구지하철의 화재확대 및 방재시설 분석

### 5.1 화재확대 원인분석

방화에 사용된 인화성물질은 가솔린(Gasoline) 4ℓ로 조사되었다. 다량의 가연성 액체가 연소하면서 직 상부 천정 면과 인접부분의 내장재를 가열시켰고, 이러한 내장재들이 발화하면서 플래시오버에 도달, 객차 전면적으로 화재가 확대되었다. 또한 최초 화재가 발생한 전동차에서 1079호의 다른 전동차로의 화재확산은 각 열차 간 통로를 통한 연기 및 화염의 이동이 주요원인이며, 옆에 정차한 1080호 전동차로의 화재확산은 터널형태의 공간인 승강장 내부 구조에 의한 온도상승과 1079호 전동차에서 발생한 화염의 복사열에 의하여 전파된 것으로 보인다. 이로 인하여 1080호는 역에 도착한지 2분 15초 만에 화재가 전파된 것으로 조사결과는 기록하고 있다. 화재 후 역사 천정 콘크리트의 균열, 박락 및 철근 노출 등을 볼 때 전동차의 발열량은 약 10 - 20 MW 정도로 추정된다. 이러한 콘크리트의 균열은 약 500°C이상의 고온에 장시간 노출되었을 때 발생하게 되며, 장시간

의 노출은 건축구조의 강도 저하를 가져와 붕괴의 위험을 초래할 수도 있는 것이다.

급속한 화재확대의 주요 원인인 내장재는 천정 및 벽면은 FRP, 바닥면은 PVC, 의자쿠션은 우레탄 폼, 단열재는 폴리에틸렌을 사용하였다. 이들 재료의 인화점은 약 320 - 399°C로서 목재 인화점(약 260°C)에 비하여 60 - 140°C 정도 높으며, 발생 연기에는 일산화탄소(CO)가 목재에 비하여 약 10배 이상 포함되고, 맹독성물질인 시안화수소(HCN)도 있다. 미립자 형태의 재(Soot)도 다량 생성되어 화재 시 인명에 심각한 영향을 초래한다는 것을 알 수 있다.

이들 내장재는 당시 국내외 기준인 KS M 3015, KS M 3808, KS M 3305, JIS Z 2150, FMVSS 302등에 적합하였으나 이는 모두 화염전파성능에 대한 것으로 이들 시험 기준의 한계점인 실제 화재시의 성능을 알 수 없다는 것과 시험항목에 독성이나 연기발생량 등에 관한 내용이 제외되었다는 것이 근본적 문제점으로 지적되었다.

## 5.2 방재시설의 분석

화재 시 전동차에는 객차 1량 당 2개의 분말소화기가 비치되어 있었으나 인화성물질이 타면서 순식간에 확대되는 화재에는 거의 무용지물이었으며 소화기를 이용한 진화작업을 시도하지 못한 것으로 판단된다.

지하3층 지하철승강장에는 25M 간격으로 옥내소화전설비가 설치되어 있으나 이런 위기상황에서 훈련되어있는 역무원이나 승무원외에는 사용이 거의 불가능하며 실제로 사용되지도 않았다.

사망자의 대부분이 연기에 의한 질식사 한 것으로 추정되는 이번 사고에서 지하철 역사의 제연설비는 평소의 환기설비에서 화재 시 제연설비로 전환되어 연기와 유독가스를 배기시키는 겸용 공조 설비로 화재 초기 시 제대로 작동되지 않았으며 제연용 덕트 역시 비 인화성 재질로서 바로 화염에 녹아 무용지물이 된 것으로 추정된다.

지하1층의 상가와 지하철 역사를 연결하는 지하통로상의 방화셔터의 작동으로 피난하는 승객들이 어두운 지하에서 피난로를 확보하지 못하고 폐쇄된 공간으로 인하여 연기가 축적되어 지하1층에서도 많은 희생자가 발생한 원인이 되었다.

현재 국내 지하철은 해외선진국의 기준을 근거로 방재시설을 설치하고 있으며 선진국의 기준은 모두 전동차 1량을 기준으로 화원을 구성하고 이에 맞는 방재설비를 규정하고 있다. 따라서 대구 지하철 화재와 같은 12량의 전동차가 전소하는 상황에서의 방재시설 산정을 위한 고려가 필요하다고 판단된다.

## 5.3 통신 및 피난시설 분석

화재 초기단계에 승무원과 중앙사령실의 통신장애로 인한 종합사령실의 판단지연은 많은 승객들이 전동차 내부 또는 피난통로 상에서 희생되는 결과를 낳게 되었다. 이러한 통신시설의 문제점은 초기피난과 매우 밀접한 관계를 가지고 있다.

화재 시 지하철역사의 비상유도등, 비상조명등 등은 연기 속에서 발광되는 조도가 부족하여 대피자가 비상유도등을 확인할 수 없었으며, 화재로 인한 강한 상부의 열 온도로 인

하여 유도등이 용융되는 현상을 초래하였다.

따라서 비상시 터널대피와 같은 제2차적인 대피경로를 강구할 필요성이 있다.

## 6. 향후 개선추진방향

대구 지하철 사고 후 정부에서 조직된 전문기구(지하철 안전기획단)는 각계의 전문가를 구성하여 개선추진방안을 연구 제시하였으며 주요 내용은 다음과 같다.

### 6.1 예방대응체계의 개선

대구지하철사고와 같은 긴급 상황을 위한 대응 메뉴얼의 개발(비상대응계획)과 현장훈련을 통하여 사고 시 신속한 대응체계를 갖추고 기관사 자격제 등 직원교육양성체제의 개선 및 안전요원을 증원하여 승무원들의 질적 향상과 역사 및 전동차에서의 사고를 예방할 수 있는 인적요소를 강화한다.

안전관리자는 목표를 가지고 점검 및 안전역사 인증제와 같은 제도를 실시하여 안전에 대한 인식을 새롭게 하고 대국민적 홍보차원의 일환으로 비상시 차량탈출요령 등과 같은 비상대응교육홍보를 강화하도록 한다.

### 6.2 안전제도의 정비

도시권에 운영되고 있는 지하철의 운영과 관련된 도시철도기본계획에 안전관리부분을 포함하여 계획에서부터 안전에 관한 사항을 중앙정부가 중점적으로 연구 시행하고 내장재 등과 같은 차량의 안전기준을 개선한다.

지하역사와 터널 등과 같은 취약한 방재설비를 개선하고 시설안전기준을 신설하며 비상사태 시 전담관리부서로 사고조사위원회 등의 안전조직을 구성 및 인력을 보강한다.

### 6.3 차량개선

이번 사고에서 피해가 발생하게 된 주요 원인은 지하철 차량의 급속한 연소 확대에 있으며, 연소확대는 내장재의 발화가 가장 중요한 원인으로 나타났다. 따라서 차량 내장재에 대한 개선을 위한 적용시험기준의 선진화와 차량내부 내장재의 교체를 추진한다.

현재 내장재의 적용기준인 화염전파이외에 선진 외국기준과 같이 연기발생량이나 유독성에 대한 부분을 추가한다.

국내의 내장재 시험 규격에 대한 개선 추진계획은 항목을 다양화 하고 선진국의 강화된 규정을 차용하여 구성하며, 향후 통합되어질 시험규격에 대한 대비가 포함되어있다.

내장재 시험규격의 개선추진계획에서는 내장판, 의자 커버, 의자쿠션, 의자몸체, 통로 연결막, 바닥재, 단열재에 대하여 산소지수(ISO 4589-2), 화염전파(ISO 5658-2), 연기밀도(ASTM E 662), 연기유독성(BS 6853)등 4개 항목을 적용하도록 하고 있다.

또한 이러한 규정에 통과되는 재질을 선정하여 현재 운행 중인 지하철 차량의 내장재에 대한 교체를 추진한다.

## 6.4 시설 개선

승무원과 중앙사령실과의 통신시설장애로 초기피난여유시간을 확보하지 못하여 많은 인명피해를 유발한 문제를 고려하여 전동차와 전동차간, 전동차와 역무실간, 승무원과 중앙사령실간 등의 무선통신시스템을 개선하고 역사내의 제연설비, 상수도 직결 소화설비 등의 방재성능을 강화한다.

아울러 승객들의 피난을 위한 유도등, 비상조명등, 터널대피 등 승객대피시설을 개선하도록 한다.

## 7. 결론

대구지하철사고를 계기로 국가에서는 각계의 전문가를 구성하여 연구한 결과 그동안 소홀히 해왔던 지하철 전동차, 역사 등의 안전관련 분야에 인적 및 제도분야를 중심으로 단기적으로는 안전 상 긴급하고 작은 소요예산으로 큰 효과와 기술상 가능한 부분에 대하여, 장기적으로는 비용부담이 크고 기술개발이 필요하며 장기간 소요되는 분야에 대하여 제도와 기준의 제시를 통해 대안을 마련하여 시행하였다.

이를 통하여 향후 대형 참사를 예방하고 국민들에게 안전하고 편리한 교통수단을 제공하며, 안전 불감증이라는 대국민의 불신적 신뢰를 회복하는 계기가 되어야 할 것이다.

한편, 정부에서는 총예산 1조 5700억원을 편성하여 인적, 시설, 차량, 기술개발 및 인프라 구축 등 총 75개 개선방안을 추진하고자 하는데 이러한 예산을 마련하는 것이 정부의 가장 중대한 사안이라고 할 수 있다. 정부는 대국민적 홍보와 안전확보를 위한 별도의 관리를 추진하기 위하여 해외선진국수준의 지하철 요금체계를 고려한 자구책 마련을 통하여 이러한 문제를 해결하고 대구지하철 참사와 같은 재난의 예방과 방지를 위한 지속적인 노력이 요구된다.

## 참고문헌

1. “도시철도 안전·방재 개선방안 수립을 위한 공청회”, 한국철도기술연구원, 2003.
2. “대구지하철설비관련 기술토론회”, 대한설비공학회, 2003.
3. “지하철 화재안전성능을 위한 전문가 포럼”, 한국소방기술사회, 2003.
4. “대구지하철참사 대책수립을 위한 특별토론회”, 한국도시방재학회지, 2003.
5. “대구지하철 화재안전연구위원회 1차 세미나”, 한국화재·소방학회, 2003.
6. 김종훈, 김운형, 허준호, 노삼규, “대구 지하철 사고의 비상대응에 관한 분석” 한국화재소방학회 춘계학술발표논문, 2003.