

## 지하철 차량 방화사고 초기대응에 관한 연구 A Study on the Early Response System Subway Cabin Arson Fire

노삼규<sup>†</sup> · 함은구 · 김시곤\*

Sam-Kew Roh<sup>†</sup> · Eun-Gu Ham · Si-Gon Kim\*

광운대학교 건축학부, \*서울산업대학교 철도경영정책학과  
(2006. 3. 30. 접수/2006. 6. 9. 채택)

### 요 약

2003년 대구지하철 방화사고 이후 서울의 도시철도 7호선 방화를 비롯해 해외에서도 이와 유사한 모방 범죄가 발생하고 있다. 지하철의 방화사고는 대부분 유류나 가스 등을 이용한 방화유형이 대표적으로 발화 후 수분 내에 차량 내부가 전소될 수 있어 궁극적으로 지하철 전노선을 마비시키는 결과를 초래할 수 있다. 따라서 화재발생과 확산을 단계적으로 차단하거나 화재로부터 신속히 격리할 수 있는 효과적 초기 대응의 대안을 제시함으로써 대형 재난을 피할 수 있다. 본 연구에서는 국내외 지하철 방화 사고의 진행 과정을 분석하여 대응 단계별로 방화 상태의 피해확인 및 인지 여부, 초기진화 여건 판단, 대응 조직의 상황전파 및 피난유도과정을 비상상황 등급별로 시나리오상에 전개했다.

### ABSTRACT

Since Daegu subway arson fire disaster in 2003, there have been several copycat crimes such as at Seoul Metro line number seven and Hongkong Chuiwan line cases. Oil and gas were used for fire propagation in most cases as in Daegu case and such fire could be expanded to a whole subway cabin within several minutes. The fire may eventually cause the whole subway system stop. Fire damage can be minimized when fire occurrence and diffusion are blocked by stages or isolated rapidly. This study suggests an effective early response system that separates passengers from fire and a real-time fire extinguishment program by stages. Based on the subway arson case studies, the early response scenario has been structured by three stages, i.e., confirmation of fire and damage, early fire extinguishment, and information dissemination and passengers evacuation.

**Keywords :** Subway arson fire, Early response system, Early response scenario

### 1. 서 론

1999년부터 2003년까지 5년간 철도청의 “운전사고 및 운전 장애 월보”에 의하면 “차량에서 화염 또는 연기가 발생한 사고 또는 장애”가 총 95건이 발생하였다. 특히, 95건의 화재사고 중 1999년 11월 6일 경부선 화명역에서 발생한 차장차 화재사고로 1명이 사망한 것 외에는 인명피해가 없는 것으로 파악되었으나,<sup>1)</sup> 대구 지하철 방화사고와 같이 화재가 지하 또는 터널 내에서 발생할 경우 대형 사고로 확대될 위험성이 크게 대두 되었다. 고의적 방화에 의한 화재가 2003년도에 2건이 발생한 것은 비록 빈도수가 낮기는 하지만, 대구

지하철 화재와 같이 대형사고로 발전할 가능성이 크기 때문에 유념해야 할 필요가 있으며, 승무원의 실수/위반/부주의에 의한 사고는 비교적 빈도가 낮게 나타났다. 그러나 미국 등 서방의 철도 화재 통계에 따르면 미국의 경우 방화 및 원인 미상의 철도화재가 120건 (18.2%)에 직접적 재산 피해도 140만 달러(6.6%)에 이르는 것으로 보고 되고 있다.(NFPA 2001). 이러한 통계는 국내에서 최근에 발생한 철도차량 방화사고 발생 빈도에도 고려해 보아야 할 것으로 판단된다.

화재사고 대응의 가장 중요한 전략의 하나는 초기대응의 적용이다. 특히 대구지하철사고 분석결과에 따르면 화재 초기 수분동안에 차량 한 칸을 전소시킬 수 있으며, 지하철 한량의 전소는 이미 지하철 관련 종사자나 승객의 힘으로 연소를 중단 시키거나 승객 및 중

<sup>†</sup>E-mail: roh@daisy.kw.ac.kr

사자의 적절한 대피를 보장할 수 없는 단계로 볼 수 있다.<sup>2)</sup> 따라서 방화자의 점화 지연이나 저지로부터 화재신고, 후속 상대선로차량 통제, 초기소화까지의 과정이 짧은 시간대내에서 효율적으로 이루어지지 않으면 초기대응에 실패할 수밖에 없고, 결과적으로 대형화재로 이어질 수 있는 확률이 높다고 하겠다. 본 논문에서는 사고 초기 시간대별 분석을 통한 대구지하철사고, 지하철 7호선, 홍콩 취인완(筲灣)선 방화사고 초기대응 비교분석, 지하철 방화 초기대응 사례, 지하철화재사고 초기대응 능력 제고방법에 대하여 살펴보고자 한다.

## 2. 지하철 차량 방화 · 초기 대응 사례

### 2.1 대구지하철 방화사고 초기대응의 문제점

2003년 2월 18일 오전 9시 52분경 1079호 전동차에 있던 방화범이 휘발유 4l를 의자와 바닥에 부어 라이터 불로 점화 화재가 발생하였다. 8분 후 1량의 객차가 완전 연소된 추정시간인 10시경까지의 화재 초기단계 내의 경과를 보면, 처음 승객들의 화재진압 시도 후 화재 확대로 대피한 기관사의 화재발생 최초 보고 시점인 9시 55분경에 최초 화재경보를 접수한 종합사령실에는 빈번한 오작동으로 인한 비화재보로 판단, 당시 화재경보를 무시하고 1080호의 역사 내 진입을 통제하지 못하였다. 이러한 소극적인 대처와 판단 미흡으로 급속한 화재의 연소 확대가 진행되고, 9시 56분경에 중앙로역 반대편 승강장에 도착한 1080호 전동차까지 화재가 전파되는 상황으로 이어졌다.

화재가 발생하면 신속한 화재신고와 더불어 승객들의 빠른 피난을 시도하여야 할 기관사와 종합사령실의 판단지연 및 전동차 출입구를 폐쇄하고 종합사령실의

지시만을 기다린 기관사의 수동적 대응으로 초기화재시의 승객 피난시간을 확보하지 못함으로 대형 인명피해를 초래하게 되었다. 객차 1량의 완전연소가 진행된 10시경 이후에는 차량대피지시와 통제 등이 이루어졌지만 그때는 이미 역사의 전원공급이 차단되고 연기가 역사 내 전 층에 퍼져 많은 희생자가 발생한 후였다.<sup>3)</sup> 소방대가 현장에 도착한 10시 08분 후에는 역사 내 전 층에 퍼진 연기로 인하여 시야가 확보되지 못하고 역사 내 지하1층에 도달한 피난 승객도 다수 희생된 후였다. 이는 1079호의 방화를 승객이 적극적으로 저지하지 못한 점부터 승무원의 종합사령실로의 보고 누락 및 판단, 지연 상대선로로 진입중인 1080호에 대한 서행 진입지시, 승객피난유도실패 등 발화초기 약 10분간 적어도 5~6회의 사고종료의 기회가 있었음에도 불구하고 모두 제대로 대처하지 못해 기회를 상실한 예라고 할 수 있다. Fig. 1은 시간대별 사고 전개 및 각 대응주체별 대응을 나타내고 있다.

### 2.2 도시철도 7호선 차량화재의 사고전파

2005년 1월 3일 오전 7시 12분경으로 추정된 방화는 약 1분후에 차기역인 철산역에 도착 후 4분 1초를 지체 중 6호 차량 승객이 인터폰으로 기관실에 화재발생을 신고하고, 119에 핸드폰을 이용해 화재발생을 신고했다. 또 화재발생 차량은 도착 6, 7, 8호 차량의 승객과 승강장 대기 승객 약 120여명이 역사 밖으로 대피했으나 기관사는 인터폰 수신을 제대로 확인할 수 없었고 승강장에 연기가 발생한 상황으로 오판하여 다음 역으로 출발했다.

그 후 차량화재상황이 포착된 후 광명역에서 2분 41초 동안 역무원에 의한 진화시도가 있었고 승객전원을

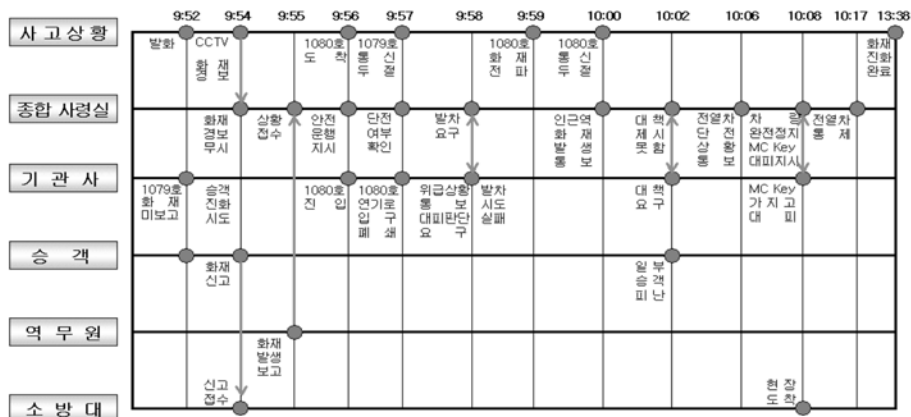


Fig. 1. 시간대별 사고 전개 및 대응.

**Table 1.** 사고 시간대별 상황전개 및 대응

	역	가리봉역	철산역	광명역	천왕역	온수역			
	시각	7:10발	7:13.18착 7:17.19발	7:19.22착 7:22.03발	7:28.25통과	7:31.44착	7:36	8:54	10:44
소요 시간	3.18		4.01	2.03	2.41	6.22	3.19	4.16	
정규 간격	2분		2분		3분		3분		
상황 전개	상황	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 약 12분경에 발화추정 (약 7분 22초 동안연소추정)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 광명역 출발 이후 온수역에 도착하는 사이 약 9분 41초 사이에 재발화</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선로 재점전</li> </ul>
	대응	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 6호차 승객 인터폰 사용 기관실에 화재 신고</li> <li>• 119에 무선전화 사용 화재신고(승객)</li> <li>• 발견(청소원)후 공익요원 역무원에게 보고</li> <li>• 하차(6,7,8호 차량 40 +승강장80) 약 120명 역사 밖으로 대피</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 역무원3명 진화시도 및 완료</li> <li>• 남아 있는 승객전원 하차(1~5호 차량)</li> <li>• 진화 확인 후 차고지로 운행 지시, 상대선로 차량운행 재개</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 무정차 통과 선행차와 간격 유지서행, 평소 2분 거리를 6분 소요</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 119 소방대 온수역 도착</li> </ul>

하차시킨 후 잔불이 완전 제거되지 않은 상황에서 차고지로 운행 도중(약 9분 41초) 재 발화된 불을 최종 역인 온수역에서 두량을 전소시킨 후 화재를 진압했다. 이때 문제점은 초기 출동한 소방대가 현장에 투입된 상황을 접수받기 전에 다음 역으로 발차시킨 점과 최종 역 차고지에서 견인전력이 제어되지 않고 정차 위치에 소화전이 없었던 관계로 화재진압이 1시간 이상 지체된 점이다. 이상을 분석해보면 결국 인터폰의 청취 불량으로부터 기관사의 현장 확인, 잔불확인을 안한 상태로 서둘러 회차 명령을 한점, 화재 차량에 감시인원을 배치하지 않은 점 등 발화초기 약 9분 동안에 네 차례의 판단 및 대응 미숙이 따른 점이다. Table 1은 사고 시간대별 상황전개 및 대응을 보여주고 있다.

**2.3 홍콩 지하철 방화사고 초기대응 성공사례**

2004년 1월 5일 홍콩 지하철에서 대구사고와 흡사한 모방범죄가 일어났다. 시너로 추정되는 가연물(약 5 l) LPG 가스통 5개를 이용한 방화 사고였다. 이 사고로 인한 피해는 부상자 수명과 해당차량 내부 부분 소실 정도이고 방화로부터 사고수습 후 운행 재개까지 걸린

시간은 불과 28분이었다.

**2.3.1 방화사건의 시작과 승객의 대처**

2004년 1월 5일 월요일 9시 12분, 약 1000여명의 승객들이 승차하여 자동모드로 추진 완 선 하행의 침샤츄이 역으로부터 해군본부 역을 향해 달리는 동안 61호 열차의 A167 선도차량에서 방화시도가 발생하였다. 현장에서 4명의 승객의 조사를 바탕으로 구성된 보고서에 의하면, 그 당시에 나이든 중국인 남자 승객은 일어난 다음 이 차량의 D1B문(운행방향의 왼편에 있는 첫 번째 승객용 문)과 연결된 운전실의 소화기가 있는 칸막이 부분 쪽으로 향하여 방수천으로 된 여행 가방이 실린 손수레와 나란히 바닥에 놓인 배낭으로 다가섰다. 이 때 가방의 안에는 시너로 의심되는 6개의 병과 LPG라고 표시되어 있는 5개의 가스통, 수건, 그리고 자전거 튜브 등이 있었다. 그는 갑자기 조정실과 객실사이 문과 D1B의 지점에 담배용 라이터로 가연성 물질의 일부에 점화를 시작하였다. 승객 B씨는 그에게 소리치는 것으로 피의자를 제지하려 시도했으며, 피의자에 의하여 첫 번째 손잡이 대 옆의 바닥으로 던져진 점화된 물질을 발로 밟아 진화하려고 시도하였다. 승

객 B씨의 제지로 피의자의 추가적인 방화시도는 실패하였으며, 이로서 피의자를 지체시키고 다른 승객들에게 화재 발생을 경고하는데 성공하였다. 이는 화재가 급속히 전파되는 것을 방지하는데 성공한 것이었다.<sup>4)</sup>

2.3.2 열차 운전원(PTO) 조치

열차 운전원(PTO)은 그의 운전석 밖에서의 소란스러운 소리를 들었다. 그의 즉각적인 조치는 운전석과 객차 사이의 문 쪽으로 머리를 돌린 것이었다. 그는 운전석 내부로 조금씩 스며들어오는 연기를 보고 상황의 심각성을 알아차렸다. 몇 초 이내 그는 승객 경보장치(PAD, Passenger Alarm Device)의 작동으로 인하여 경보를 받았지만, PAD 인터컴으로부터 명료한 메시지를 들을 수 있는 것은 아니었다. 61호 전동차는 그 당시 침사추이역(TST)으로부터 1.2 km 거리에 있었으며, 나

머지 1.2 km를 감중(金鐘, ADM)에 도착하기 위해서 약 1.5분 정도를 가야했다. 흥분 때문에 승객이 말한 내용을 명확히 알아들을 수 없었음에도 불구하고, 그는 화재의 발생을 인지하고, 상황의 심각성을 마련된 비상채널을 이용하여 즉시 칭이역(Tsing Yi Station)에 있는 OCC(Operations Control Centre)의 TC(Traffic Controller)에게 무전으로 알렸다. 그 다음 그는 광둥어로 2번의 안내 방송을 수행하였는데, 처음엔 침착하게 승객들에게 뒤쪽 방향으로 이동할 것을 전달하였으며, 두 번째 방송에서도 첫 번째 메시지를 반복하였으며, 승객들에게 화재로부터 대피해야 한다는 것은 추가하지 않았다. 두 번의 안내방송은 감중역(ADM)에 도달하기 이전 실시되었다.

2.3.3 OCC(Operations Control Centre)의 조치

심각한 가능성에 대한 고려를 위해, OCC는 열차운

Table 2. 사고 시간대별 상황전개 및 대응

역	침사추이역		감중역			
	9:12	9:14	9:16	9:20	9:35	9:40
소요 시간	2분		2분	4분	15분	5분
상황	<ul style="list-style-type: none"> <li>9:12분 방화</li> <li>방화제지 : 승객</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>9:14분 감중역 도착</li> <li>승객 하차 및 대피 (9:27분경 완료)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>배연장치 작동 (2분 만에 연기제거)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소방대 도착</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재차량 수송</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>운행 재개</li> </ul>
승객	<ul style="list-style-type: none"> <li>승객 B씨 피의자 방화제지</li> <li>일부화재 발생</li> <li>추가방화실패</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>승객하차 및 대피</li> <li>일부승객 범인 목격</li> </ul>				
기관사	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재발생확인</li> <li>승객경보장치작동인지</li> <li>무선통보</li> <li>승객에게 화재발생 방송(2회)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>플랫폼의 스크린도어와 열차문 개방</li> </ul>				
사령실	<ul style="list-style-type: none"> <li>후속열차 정지통제</li> <li>감중역 역무실에 통보</li> <li>경찰, 소방에 통보 출동요청</li> <li>교통부에 신고(9:14분)</li> </ul>					
역무원	<ul style="list-style-type: none"> <li>사령으로부터 상황 접수</li> <li>5번 차량 도착지점에 진화 대기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>소화기를 사용한 진화시도</li> <li>역무관리직원 2명과 합류, 다른 소화기로 진화 성공</li> <li>화염확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하철역 피난절차 시작</li> <li>역 입구 “화재출입중단” 표시점 등</li> <li>피난안내방송시작</li> <li>출입구 자동모드로 전환</li> </ul>			
소방			<ul style="list-style-type: none"> <li>플랫폼에 도착</li> <li>현장통제발표</li> <li>재발화 방지위해물을 가연물위에 살포 (9:25~9:29)</li> </ul>			

전원(PTO)의 보고를 받고 즉각적으로 다음과 같은 조치를 취하였다.

- (1) 9시 12분에 사고열차의 뒤를 따르던 43호 열차를 정지시키고 역행시켰음.
- (2) 조치를 위해 꺾중역(ADM)의 SCR(Station Control Room)에 있는 SC(Station Controller)에게 통보함.
- (3) 도움을 위해 철도경찰청과 소방서에 통보를 하였고, 사건을 발표하고 위험경보를 발령하기 위해 사건을 교통부(Traffic Department)에 알렸으며, 이는 모두 9시 14분에 이루어짐.

2.3.4 꺾중역(ADM)에서의 초기대응

9시 14분, 61호 열차가 꺾중역 취인완선(하행)의 플랫폼에 도착하였을 때, 열차운전원은 운전석의 버튼을 누름으로 플랫폼의 스크린도어가 열렸는지 여부를 확인할 수 없었다. 비상 하차를 위해 스크린도어 컨트롤 패널의 관련된 조정 장치들을 작동하였다. 승객들은 1분 이내에 열차로부터 안전한 장소와 역사 밖으로 신속히 나가기 위해 대피하였다. TC(Traffic Controller)의 요청을 수령한 후 SC는 즉시 역무원의 도움을 요청하였고 역의 피난을 준비하였으며, 진행 중 그 결과에 대한 알림을 모든 무전을 통하여 서행할 것을 요청하였다.

취인완선 하행 플랫폼관리 부스 역 오퍼레이터는 5번째 차량의 위치에 있는 플랫폼의 관리부스로 돌아간 다음 전달 메시지를 수령하고 화재에 대하여 대비하는 첫 번째 역무원이 되었다. 9시 14분경, 운전석이 없는 A167 차량의 끝에 있는 소화기를 사용하여, 그는 첫 번째 객차문의 밖에 있는 플랫폼으로부터 진화를 시도하였다. 그는 소화기 약제로 인하여 더 이상 화염이 보이지 않았지만, 약제를 계속 방사하였다. 역 관리

자는 뒤이어 즉시 다른 소화기를 모두 사용하였고, 계속하여 같은 행동을 2명의 역 관리직원이 수행하였다. 홍콩 사고의 성공적 사고대응은 첫째, 승객 중 한사람이 방화범을 제지하고 위험상황을 운전원에게 알린 점, 둘째, 신속한 보고와 운전원의 침착한 대응으로 열차 조작 및 승객대피안내 방송, 셋째, 운전사령의 즉각적 대응으로 열차통제 및 비상조치, 넷째, 승강장 도착 후 운전원이 스크린 도어와 객차 문을 즉시 개방, 다섯째, 역무원이 승강장에 대기하다 소화기를 사용해 화재를 진화함으로써 초동대응에 한 치의 오차 없이 침착하게 대처한 점이다. Table 2는 사고발생 시점으로부터 상황전개 및 각 대응 주제별 비상대응 상황을 보여주고 있다.

3. 차량 화재 시 비상등급의 구성과 대응단계

3.1 비상대응 단계

지하철 차량화재는 화재현장이 지하공간이라는 공간적 특성과 열차 연소에 따른 화염전파 속도 특성을 고려한 초기대응 등급에 따라 적절한 대응이 이루어져야 할 것이다. 비상대응 단계는 방화에 의한 화재 시 화재 상태에 따라 피해규모와 대응 행동요령에 따라 구분을 한다. Table 3은 비상대응 단계 정의 및 분류를 나타내는 것으로 Level 1(Incident) 단계는 실질적인 피해를 동반하지 않은 초기단계로 방화범에 의해 화재가 발생한 단계를 의미한다. 이 단계는 자동화재탐지 설비와 승객에 의해 화재확인 과 기관사까지 화재전파가 된 상태까지를 말한다. Level 2(Accident) 단계는 화재가 발화하여 연소 확대초기 단계로 화재 발생 시 승객, 승무원, 자체소방 조직에 의한 초기진화 및 제어가 가

Table 3. 비상대응단계 정의 및 분류

비상등급	정 의	관계인원
Level 1 (Incident)	1. 실질적인 피해를 동반하지 않은 초기단계 - 화재사고 발생단계 - 방화범에 의한 화재가 발생 - 자동화재탐지 설비와 승객에 의한 정보에 따른 화재 확인 및 확산되지 않는 화재단계	승객, 역무, 종합사령실
Level 2 (Accident)	1. 발화 및 연소확대 초기단계 2. 화재 발생 시 승객, 승무원, 자체소방 조직에 의한 초기진화 및 제어가 가능한 정도	승객, 역무, 기관원, 자위소방대
Level 3 (Major Accident)	1. 화재 확산단계(자체 화재진압불가) 2. 화재 확산에 의해 인접차량 및 승강장으로 피해확산, 승객대피 상황	지하철 관련 근무자 외부 유관기관 (소방대, 경찰)

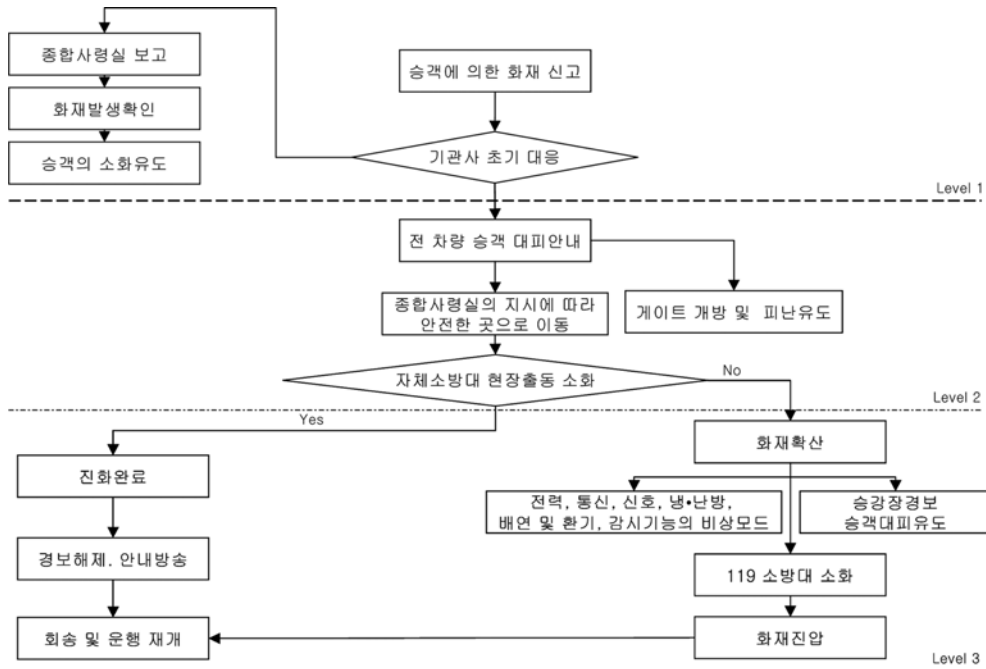


Fig. 2. 지하철 화재 시 단계별 비상대응 절차.

능한 정도를 말한다. Level 3(Major Accident)은 화재 확산단계로 자체 화재진압이 불가능한 상태를 의미한다. 이 단계는 급격한 화재확산으로 인해 사고피해(인명손실, 재산손실, 환경피해)가 늘어나며 외부관계기관의 역할이 중요하다. 방화에 의한 화재는 Level 1 (Incident)과 Level 2(Accident)단계에서는 방화에 대한 화원(火源)과 방화위치 열차내의 화재 시 특수 사항(열차에 승객의 혼잡도)의 영향에 따라 달라진다. 하지만 Level 3(Major Accident) 화재확산단계부터는 거의 동일한 화재성향을 보이므로 대응하는 절차는 비슷하다고 할 수 있다.

Fig. 2는 지하철 화재 시 단계별 비상대응 절차를 나타내고 있다. 승객에 의한 화재 신고로부터 기관사는 종합사령실에 신고 내용을 보고하고 화재 발생 확인, 승객의 소화유도까지가 기관사에 초기 대응에 해당하며 이를 1단계 비상대응 등급으로 규정한다. 2단계 비상대응 등급은 초기소화에 실패하여 연소 확대가 이루어진 상황으로 종합사령실 통제에 따라 게이트 개방 및 피난유도를 통해 승객 대피와 동시에, 자체 소방대를 투입하여 소화 작업을 실시한다. 3단계 비상대응 등급은 소방대 및 유관기관과의 공조를 통하여 피난 및 소화를 진행하고, 회송 및 운행 재개가 이루어질 수 있도록 복구프로그램을 가동한다.

3.2 화재사고 대응절차

지하철 차량 방화 초기대응 사례 3가지 경우를 분석해 보면 방화에 의한 화재는 방화에 사용된 유류 등 매개 물질의 종류와 양에 따라 초기 화재 확산 속도와 크기에 큰 영향을 주는 것으로 나타났으며, 차량 내장재의 내화성능에 따라서도 전파속도와 발열량이 크게 다를 수 있다. 홍콩사례에서 나타나듯이 방화행위시 승객의 적극적인 저지와 화재신고, 기관사의 대응 정도에 따라 초기화재진압의 성패가 약 5~8분 사이에 결정 난다고 볼 수 있다. 이러한 시각에서 비상대응 비상절차와 범위는 화재의 크기와 피해정도에 따라 단계적으로 구분될 필요가 있다. 승객에 의한 화재신고로부터 기관사 초기대응을 통한 승객 소화유도를 통하여 Level 1 단계에서 화재를 조기 진압하고, Level 2단계로 확대되는 과정을 차단함으로써 피해를 최소화 할 수 있다는 것이 앞의 홍콩 사례를 통하여 확인할 수 있다. 따라서 화재 발생 초기 즉 Level 1단계에 대한 세부 시나리오와 이벤트 분석을 통하여 Level 2단계로 확대되는 과정을 차단할 수 있는 세부 대응 방법이 요구된다.

4. 사례연구

본 논문은 사례연구를 통한 지하철 차량화재 발생



**Table 4.** 초기 주요 event

화재 발견 및 인지 부분	화재 발견여부	yes	화재 조기 발견, 초동 대응 실시로 피해 최소화
		no	화재 조기발견 실패, 초동대응 지연, 피해확대 예상
	화재상황 접수 및 확인 여부	yes	화재의 확인 여부 정확한 대응조치 실시
		no	정확한 대응 곤란
	비상 인터폰 고장의 여부	yes	승객과 기관사 상황전파 가능
		no	상황전파 곤란, 초기대응 및 통제의 어려움
	기관사의 사령실 상황 연락 유무	yes	화재 후 열차의 대응 및 조치사항 상황실 통제가능
		no	상황실에 종합적인 통제 곤란
열차 내 비상방송설비의 작동여부	yes	승객 초기소화유도와 승객 동요 차단, 화재 상황 승객 전파	
	no	승객 혼란 및 통제 곤란	
2인 승무원 제도의 화재 상황 확인 여부	yes	해당 승무원이 화재 현장 확인 가능	
	no	승무원 현장 확인 곤란	
화재의 초기소화 성공여부	yes	화재 초기소화로 연소확대 방지, 1단계로 대응 완료 가능	
	no	초기소화 실패 시 화재 확대, 2단계로 확대 피해 확산	
비상 대응 부분	열차의 안전한 장소 이동 가능 여부	yes	열차 화재 시 승객 피난 및 소화 용이
		no	승객의 피난 및 소화 작업 곤란, 피해 확산 우려
	열차 정지 성공 여부	yes	승객피난 및 소화활동 실시
		no	화재 피해 확산
	열차 정지 후 출입문 개방여부	yes	승객 피난 용이
		no	승객 피난 어려움, 인명피해 및 화재확산 우려
	열차 이동여부에 따른 단전 시도	yes	피해(감전)방지와 후속열차 통제
		no	후속열차 통제 어려움
열차 이동여부에 따른 비상전원 여부	yes	유도등 및 소화 작업에 필요한 비상전원 공급 가능	
	no	소화 작업과 승객피난유도에 큰 장애 발생	
다른 기관(112,119) 과의 신속한 연락여부	yes	화재확산 방지 및 대응 가능	
	no	화재 확산 방지 및 본격 대응 곤란	
상황실 적절한 통제 여부	yes	전체적인 상황 통제로 유기적인 대응 가능	
	no	전체적이고 유기적인 상황 통제 어려움	

시 사고피해(인명손실, 재산손실, 환경피해)는 다음과 같은 기본 시나리오를 바탕으로 세부 시나리오를 전개하였다.

<기본 시나리오>

발생일시 : 0000년 0월 0일 00시  
 사고장소 : 00역에서 00역으로 운행하는 7017호 7호 객차(총 8호 객차)  
 사고원인 : 등산용 가방을 멘 술 취한 50대 남성이 휘발유로 방화

Fig. 3은 지하철 차량 화재 발생시 세부 시나리오 전

개를 나타내고 있다. 시나리오에 따르면 1단계에서 초기 대응 즉, 승객으로부터 기관사에게 화재 상황 전파와 기관사와 승객간의 커뮤니케이션을 통한 초기 소화 시도 과정이 2단계로 확대되지 않도록 하는 가장 큰 변수임을 알 수 있다. 따라서 이러한 초기 대응에 관한 주요 변수를 Table 4를 통하여 도출하였다.

Table 5는 시나리오를 바탕으로 각 대응 주체별 초기 대응 방안을 나타내고 있다. 초기 대응 방안을 통하여 화재 발생시 피해를 조기 수습하고 피해를 최소화함으로써 효과적인 비상대응이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다.



Table 5. 지하철 차량 방화 시 초기 대응 방안

시나리오 상황	시나리오 상황별 비상대응
<p style="text-align: center;"><b>A</b></p>	<p><b>승객</b></p> <p>최초 화재발견자(승객)는 먼저 비상용 인터폰을 통하여 기관사에게 화재사실을 전파한다. 상황 전파 시 사고의 발생위치, 사고 상황을 가능한 상세하게 말한다. 상황전파는 가능한 많은 기관(사령실, 119 및 112, 다른 칸의 승객)에게 알린다. 전파 후 최초 승객은 열차 내 비치된 소화기를 이용 하여 초기소화 시도를 한다.(유류화재일 경우 신속한 화재진압을 못할 경우 화재확대가 매우 빠르므로 승객은 신속히 대응해야 한다.) 소화실시 후 승객은 신속히 피난을 실시한다. 화재가 난 다른 칸으로 피난을 실시 후(다른 칸에서 2차 재 발화 대비해 승객은 화재현장을 주시한다) 열차가 정차 시 직원의 피난유도에 따라 피난을 실시한다.</p>
	<p><b>기관사</b></p> <p>접수 후 화재상황을 확인시도 및 모든 승객에게 비상방송으로 화재사실을 알린다. 화재 확인 후 신속히 종합 사령실에 화재접수상황을 알린다. 승객의 초기소화 유도과 화재상황을 계속 전파 받는다. 운행 중일 경우에는 화재장소의 다른 칸으로 유도, 2차 화재 대비에 승객이 계속 주시하도록 한다. 화재상황을 계속 사령실에게 알려 상황에 맞게 대비할 수 있도록 한다. 정차 시 신속히 열차 문 개방 및 직원과 함께 피난유도를 하며 화재 원인과 2차 화재에 대비 현장을 계속 주시한다.</p>
	<p><b>사령실</b></p> <p>현장 상황접수(장소, 정도, 승객 동향 파악 등) 뒤 관련부서 통보(119, 112 신고, 해당 역장)를 한다. 관련사령 통보(타호선 사령, 지하철공사 운전사령) 초동진화 가능여부 파악 및 초동진화 조치, 단 시간 내 조치 복구 및 열차운행 가능여부 파악, 상황에 따라 화재발생 역 열차운행중지, 격리정차 또는 통과지시(연쇄 사고방지 조치), 후속 열차 역간 정차금지 및 역간 정차 시 퇴행운전 또는 승객 대피 안내지시 전 열차 및 역에 열차운행중지, 지연운행에 따른 상황통보 피해상황 파악 및 보고(통보), 상황종료 피해상황 파악 및 보고(통보), 열차운행재개 통보(기관사, 역장), 열차 정상운행지시 및 운전정리를 한다.</p>
	<p><b>역장 및 역근무자</b></p> <p>종합 사령실로부터 화재전파를 받은 해당역장은 역 구내 비상방송으로 화재상황을 근무자와 승강장의 승객에게 알린다. 화재접수 후 관련기관(소방서119, 경찰서112)에 역의 특성 및 계속 상황 전파를 한다. 열차 정지 후 환기시설은 배기 가동, 급기 가동중지, 화재현장으로 신속히 이동하여 현장상황을 파악한다. 근무자는 화재현장으로 출동하여 피난유도와 화재 진압에 참가한다.</p>
	<p><b>소방대</b> 소방대는 화재진압에 앞서 화재주변의 주민 긴급대피 등 구호활동을 시작한다. 화재진압 후에는 화재피해현황 파악 및 사상자 보호활동을 한다.</p> <p><b>경찰서</b> 경찰서는 화재의 사고원인 파악 및 책임소재 조사를 시작하면서 화재현장의 대피명령 등 주민 보호조치를 한다.</p> <p><b>병원</b> 화재현장의 부상자 및 사상자의 후송을 한다.</p>

### 5. 결 론

도시 지하철은 도시인의 출퇴근 등 수송 부담이 가장 클 뿐만 아니라, 한정된 지하공간에 다수의 불특정 인구가 밀집되어 있어 화재 시 연소에 따른 화염, 연기 거동 등에 의해 중대사고로 발전할 확률이 매우 크다. 최근 대구지하철 사고와 7호선 지하철 방화 사건

에서 보듯이 상대적으로 밀폐된 지하공간이라는 공간 구조가 화재 피해 메커니즘과 맞물려 최악의 피해(강도)를 유발했고, 특히 화재사고 발생이 고의적 방화라는 공통점이 있으며 이런 고의적 방화 사고는 모방 범죄 심리 등에 의해 점점 더 높은 확률(빈도)로 발생 할 것이다.

대구지하철사고, 지하철 7호선, 홍콩 취안완(筲灣)선

방화사고 사례를 분석하여 본 결과 차량 한량의 전소는 이미 지하철 관련 종사자나 승객의 힘으로 연소를 중단 시키거나 승객 및 종사자의 적절한 대피를 보장할 수 없는 단계인 것으로 나타났다. 따라서 방화자의 점화 지연이나 저지로부터 화재신고, 후속 상대선로차량 통제, 초기소화까지의 과정이 짧은 시간대내에서 효율적으로 이루어지지 않으면 초기대응에 실패할 수밖에 없고, 결과적으로 대형화재로 이어질 수 있는 확률이 높다고 하겠다. 따라서 효과적인 초기대응 방안으로 첫 번째, 화재사고를 피해 강도와 그에 따른 비상대응 조직을 바탕으로 3단계로 분류 정의하고, 둘째, 비상대응단계를 적용한 지하철 열차화재 시나리오를 작성하여 이를 분석, 발생 가능한 상황을 예측평가 하였다. 셋째, 작성된 시나리오를 바탕으로 화재 발생 초기에 해당하는 1단계에 대한 event 분석을 통하여 초기대응 방안을 도출하였다.

### 감사의 글

본 연구는 건설교통부 “철도사고 및 비상대응 관리 체계 구축” 사업의 지원으로 수행하였으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. “운전사고 및 운전장애 월보”, 2004. 철도청.
2. D. H Lee, W. S. Jung, C. K. Lee, S. K. Roh, W. H.

- Kim, and J. H. Kim, “Fire Safety Characteristics of Interior of Korean Railway Vehicles”, Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology, Deagu, Korea, 17-20 March 2004, pp.735-741 (2004).
3. S. K. Roh, “Urban Railway Safety System Improvement Plan”, Session S Plenary Lecture Presented in the 6<sup>th</sup> Asia-Oceania Symposium on Fire Science & Technology, Deagu, Korea, 17-20 March 2004, pp.11-15(2004).
4. W. K. Chow, “Fire Safety of the Railway Systems”, International Journal on Architectural Science, Vol. 5, No. 2, pp.35-42(2004).
5. “도시철도 안전·방재 개선방안 수립을 위한 공청회”, 한국철도기술연구원(2003).
6. “대구지하철설비관련 기술토론회”, 대한설비공학회(2003).
7. “지하철 화재안전성능을 위한 전문가 포럼”, 한국소방기술사회(2003).
8. “대구지하철참사 대책수립을 위한 특별토론회”, 한국도시방재학회지(2003).
9. 김종훈, 김운형, 허준호, 노삼규, “대구 지하철 사고의 비상대응에 관한 분석”, 한국화재소방학회 춘계 학술발표논문(2003).
10. “LegCo Panel on Transport Subcommittee on Matters Relating to Railways Preventive and Response Measures for Emergency Incidents”, Kowloon-Canton Railway Corporation, Feb.(2004).
11. “일본의 지하철 화재대책 검토”, 총무성 소방청 특수대책실.