

## 비상시 지하공간의 피난유형 및 구조 활동 분석 (대구지하철화재사고를 중심으로)

김시일, 김태현, 전규엽, 홍원화  
경북대학교 건축공학과

The Analyzing survivors' exiting patterns and rescuers' activity on an emergency in Underground Space(Daegu city subway arson)

Kim Si Il, Kim Tae Hyun, Jun Kyu Yob, Hong Won Hwa  
Department of Architectural Engineering Kyungbook National University

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

국내·외에서 지하철 공사현장 가스폭발, 지하공동구 화재, 지하가 화재·폭발, 지하철 화재 등 지하공간에서의 사고가 다수 발생하고 있다. 이러한 사고는 재산의 손실 뿐 아니라 전력, 통신망 마비로 도시 기능을 무력화시키고, 인명 피해의 대형화를 동반함으로써 도시민의 안전을 위협하고 있다.

현재까지의 지하 공간 개발은 지상공간과의 관계나 도시계획과의 관계 등 여러 가지 측면에서 상호 연관이 되지 못한 채 개별적으로 이루어지고 있어 위험요소가 상존하고 있다. 또 불특정 다수인이 많이 이용하는 폐쇄적 공간이라는 특성 때문에 화재·폭발 등이 발생할 경우 지상에서와 같이 순간적으로 현재의 위치나 비상구를 찾는 방향 감각을 갖기가 어려워, 사고발생시 대형 재해의 위험이 대두되고 있다. 그럼에도 불구하고 지하공간의 이용은 더욱 활성화 될 것으로 예상되며, 지하공간의 안전성과 쾌적성 확보를 위해서는 계획, 설계, 시공, 운용·관리 각 단계에서 안전성에 대해 검토되어야 한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 2003년 2월 18일 발생한 대구 지하철 화재를 통해, 지하공간에서의 피난 상황에 위험요소를 줄이고 효율적으로 대피할 수 있도록 피난자 행동패턴에 대해 분석하고자 한다. 그리고 구조대원들의 구조경로를 분석하여 피난자들의 피난경로와 분석하여 비상시 피난유형과 구조활동을 비교하고자 한다.

이를 위해서 본 연구에서는 2003년 2월 18일 대구지하철화재시 전동차 탑승객과 역사

1) 본 연구는 한국과학재단 국제공동연구(F01-2004-000-10134-0)지원으로 수행되었음

이용자중 생존한 146명에 대해 2차례 실시한 설문조사자료를 분석하였다. 설문항목은 평소 사고역의 인지정도와 피난형태, 피난상황 등을 알아보기 위해 총 60여 개의 객관식과 주관식 질문을 혼합하여 구성하였다.

## 2. 지하 공간 피난관리 및 구조 활동

지하공간은 지상공간에 비해 폐쇄적 공간이기 때문에 화재·폭발의 영향을 받기 쉽고, 지하공간의 안전 방재 측면에서 다음과 같은 문제점을 나타내고 있다.

- ① 지상시설에 비교하여 소구획화 되어 있으므로 사각이 발생하기 쉽다.
- ② 피난방향이 상방향이고, 출구가 한정되어 있다.
- ③ 외부로부터 소화구조 활동이 진행되기 어렵다.
- ④ 연기와 열, 유해물, 물 등이 잔류하기 쉽고, 배출이 곤란하다.
- ⑤ 패닉현상을 일으키기 쉽다.
- ⑥ 재난이 발생할 경우 지상시설에 비하여 복구가 어렵다.
- ⑦ 자기의 위치와 방향을 알 수 없는 등의 특수성과 방재상의 문제점이 있다.

따라서, 지하공간의 안전방재 대책은 조사로부터 설계, 시공, 관리·운영까지 종합적으로 위험요인 및 문제점을 검토하여 수립하여야 할 것이다.

## 3. 대구지하철 화재 피난유형 및 구조 활동 분석

### 3.1 화재개요

대구지하철 화재는 대구 중앙로역 1079호 1호칸에서 최초 발화되었으며 약 5분 뒤 1080호 열차가 중앙로역에 진입하였다. 중앙로역은 철근콘크리트 구조로 연면적 10,437㎡ 지하3층으로, 지하1~2층은 대합실, 지하 3층은 승강장으로 이용된다. 중앙로역과 이웃한 반월당 및 대구역과는 700m 떨어져 있다.

전동차가 중앙로역에 정차하게 되면 차량중 3~4호칸이 중앙계단에 위치하게 되고 1,2,5,6호칸은 승강장 양측 끝에 위치한 계단에 위치하게 된다. 그림은 중앙로역에 정차한 전동차와 2층으로 올라가는 계단의 위치를 나타낸다.

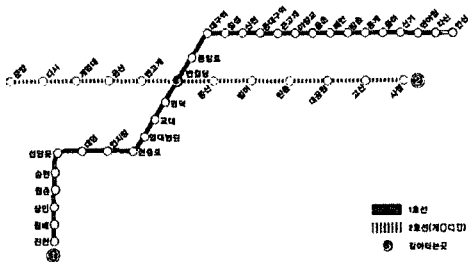


그림 1. 대구지하철 노선도

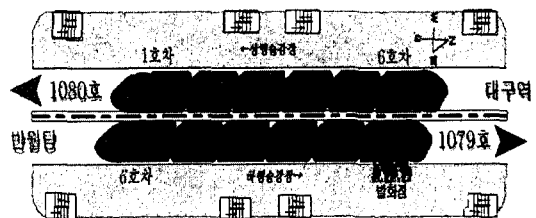


그림 2. 중앙로역 전동차 정차 위치

### 3.2 부상자 피난유형 분석

#### (1) 피난특징 분석

본 연구는 대구지하철 화재시 생존자 94명을 대상으로 개인적 특성과악과 피난경로, 피난행동패턴 및 피난방법을 조사하기 위해 2차례 설문을 실시하였다. 설문항목은 평소 사고역의 인지정도와 피난형태, 피난상황 등을 알아보기 위해 총 60여 개의 객관식과 주관식 질문을 혼합하여 구성하였다.

부상자의 연령대별 분포를 보면, 20대가 29%로 가장 많은 비율을 차지하고 30대는 26%, 40대는 17%로 비율을 구성하고 있다. 남녀 비율을 보면 전체 부상자 148명 중, 남자는 77명이고 여자는 72명으로 남성의 비율이 여성보다 높다. 20대에서는 남자 21명, 여자 22명이고 30대에서는 남자 24명, 여자 15명으로 나타났다.

지하철 화재사고의 부상자들의 탑승역과 하차예정역은 그림 4와 같이 탑승인원이 가장 많았던 역은 방촌과 신천역으로 10명이고 반야월에서 9명, 신기에서 8명 탑승했다. 또한 하차예정인원이 가장 많았던 역은 중앙로역으로 47명이었다. 반월당에서 중앙로역쪽으로 운행중이던 1079호의 승객들은 대부분 경미한 부상조차 없이 탈출했기 때문에 본 설문에 응하지 않았다. 따라서 대구역에서 중앙로쪽으로 운행중이던 1080호의 승객들의 사망자가 많았음에도 불구하고 응답자가 많았던 관계로 비율적으로 많은 것으로 나타났다.

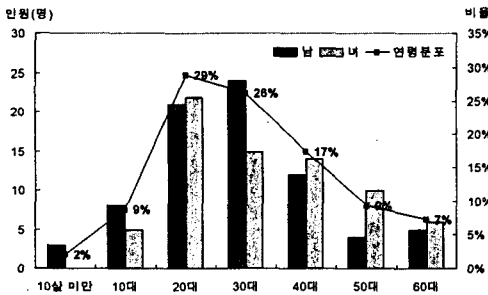


그림 3. 부상자 연령·남녀분포

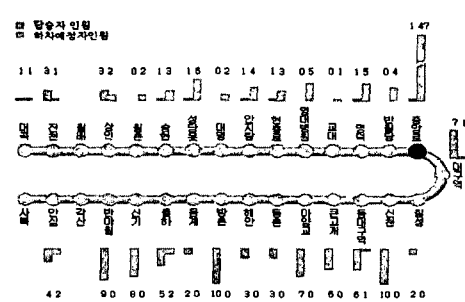


그림 4. 사고당일 탑승·하차 예정역 분포

#### (2) 객차별 피난유형

본인이 화재 인지 후 행동과 정전 시 행동에 대하여 1080호 열차 승객들 83명은 50% 이상의 승객들이 화재 인지 후나 정전 시에도 기다리는 행동을 취했다. 그 중 1호 객차와 4호 객차에 집중해 있는 것을 알 수 있다. 이것은 군중 심리에 의해서 집단화된 모습을 볼 수 있다. 그리고 20%의 인원은 휴대폰을 사용하여 구조요청 혹은 화재발생을 알리는 신고전화, 가족이나 친구와의 연락을 시도하였고, 곧바로 대피하기보다는 다른 칸으로 이동을 하여 외부의 상황을 좀 더 지켜보고자 하는 경향이 큰 것으로 분석되었다. 정전 시 대피한 인원은 10%도 되지 않으며, 이러한 경향은 내부의 승객들이 화재 연기로 인해 전동차 외부의 시야를 전혀 확보하지 못했던 지하3층 승강장의 상황 때문에 발생한 것으로 보인다.

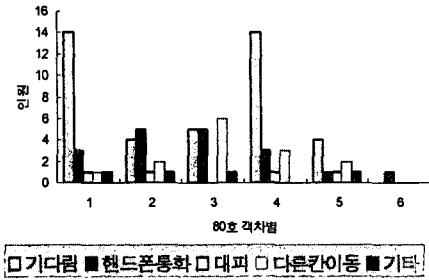


그림 5. 화재 인지 후 행동

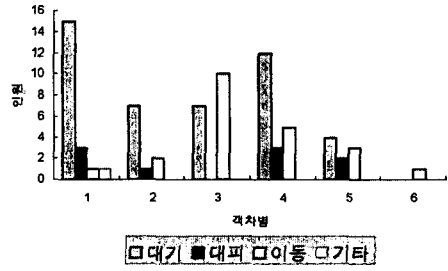


그림 6. 정전 시 행동

(3) 연령별 피난유형

그림 7에서 연령별로 평소 화재에 대한 인식 정도는 15%가 화재에 관심이 많았으며, 75%이상의 사람이 화재에 대해 무관심 하였다. 하지만 그림 8에서 화재 인지 후 기다린 행동을 취한 연령대는 20대와 10대가 각각 55%와 60%로 과반수 이상을 차지했지만, 그림 9에서 중앙로역 인지도에 있어서는 10대와 20대가 70%의 인지도를 나타내었다. 그리고, 30대 이상의 연령대는 30%이하의 인지도를 가지고 있다. 그래서 피난시간을 보면 10대와 20대가 10분 미만에 있어서 66%를 차지하고 30대 이상에서는 33%의 피난률을 보인다. 그래서 초기 피난행동 보다는 지하공간에 대한 인지정도가 피난에 대해 더 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

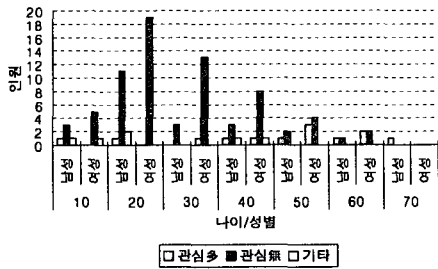


그림 7. 평소 화재 관심 정도

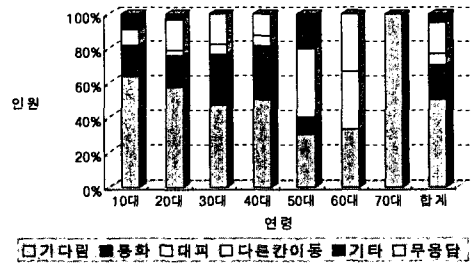


그림 8. 연령별 화재 인식후 행동

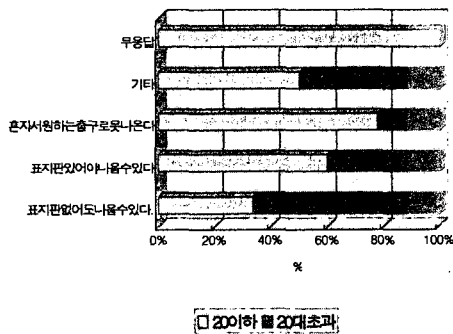


그림 9. 연령별 중앙로 인지정도

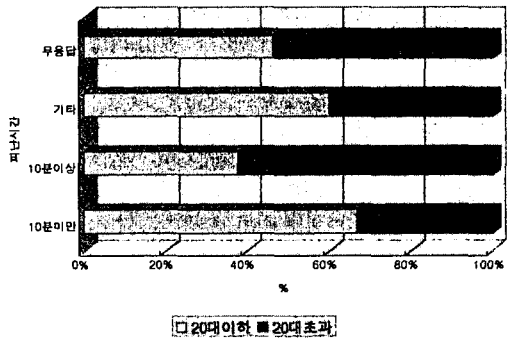


그림 10. 연령별 피난시간

### 3.3 대구지하철 구조 활동 분석

#### (1) 구조 활동 개요

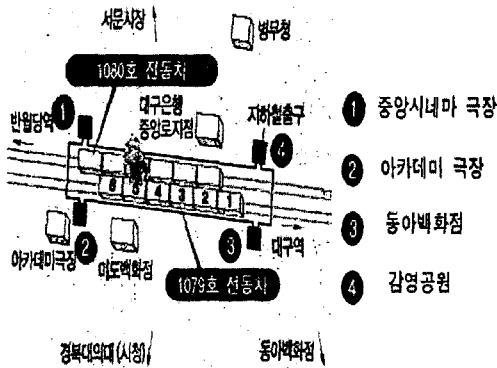


그림 11. 대구지하철 중앙로역사 지상출구

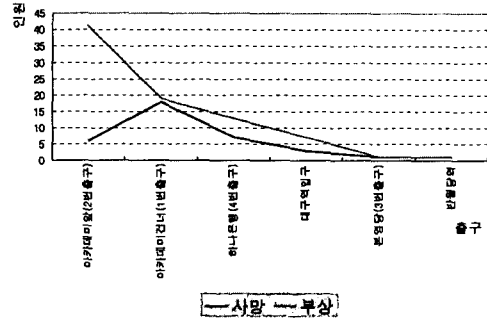


그림 12. 구별 피해자 구출 현황

대구지하철 화재 사고현장에 동원된 소방인원은 본부 및 산하 6개소방서와 중앙119구조대등의 14개 응원기관 소속 1,046명의 소방공무원과 158대의 차량 및 관련장비를 투입하였으며, 활동장소별로는 화재진압·인명구조 등 중앙로역 현장활동에 906명차량 119대를 투입하였고, 병원배치·월배차량기지 등 사고현장 이외의 장소에 140명을 배치하였다. 사고현장(906명)에는 지휘 11, 현장지휘소 51, 화재진압 154, 인명구조 403, 구급 131, 장비조달 등 167명이다. 그리고 119상황실 사고 상황 접보 후 현장통제를 위한 경찰력 동원 요청 등 군·의료·전기·가스·통신·봉사활동과 관련된 19개 기관·단체 2,308명을 동원하여 해당기관별 긴급 구조 활동을 수행토록 하였다.

그림 11과 그림 12에서 보는바와 같이 중앙시네마 극장방향의 1번 출구, 맞은편 아카데미 극장방향의 2번 출구, 동아백화점 방향의 3번 출구, 감영공원 방향의 4번 출구로 이루어져 있다. 이 외에도 지상 도로의 교차로 지점, 즉 1, 4번 출구와 2, 3번 출구 사이의 중앙지점에 지상으로 올라오는 출구가 있지만 지하철을 탑승하기 위해서는 다시 1, 2, 3, 4번 출구방향으로 이동하여야 하기 때문에 많은 사람이 이용하지는 않고, 화재시 방화셔터로 인해서 피난과 구조의 대부분이 1, 2, 3, 4번 출구에서 이루어졌다.

### 4. 지하공간에서의 피난유형 및 구조 활동 분석

그림 13에서 초기 피난과 구조 활동을 보면 구조 대원들이 지하 1~2층사이 계단까지 투입된 것으로 보인다. 그리고 이때 부상자는 전체에서 43%가 구조되었으며(그림16<sup>2)</sup>, 그림 14에서 10:06~10:20의 시간대에는 부상자가 지하 3층에서도 12%가 피난경로를 찾고 있었다. 이당시에는 전체의 27%가 구출되어졌다. 10:20 이후에는 더 이상 자력탈출이 불가능한 30%의 인원이 지하 2층 및 지하 2~3층에 있었다. 피난 설문 결과 부상자들은 지

2) A: 09:57~10:05, B: 10:06~10:20, C: 10:21~11:00

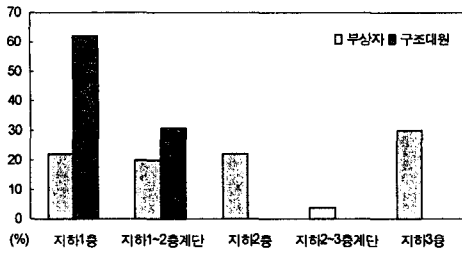


그림 13. 09:57~10:05 피난·구조활동

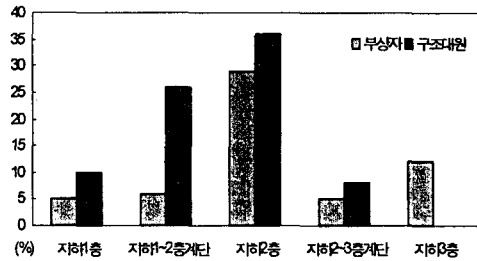


그림 14. 10:06~10:20 피난·구조활동

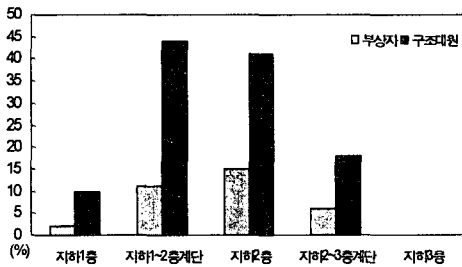


그림 15. 10:21~11:00 피난·구조활동

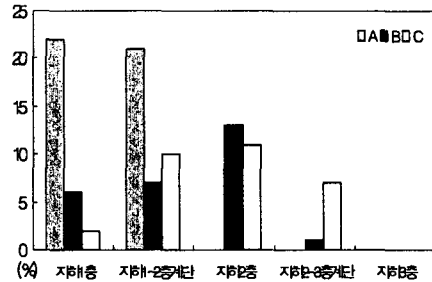


그림 16. 시간대별 부상자 피난 현황

하 2층서 지하 1층으로 향하는 계단을 찾기 위해서 다시 지하 3층으로 내려갔다 올라온 것으로 나타났다. 11:00를 경과한 후에는 더 이상 피난자는 없었고, 부상자가 생존하기 까지 약 1시간이 걸리는 것으로 나타난다. 그림 17에서 지하공간의 위치에 대한 상실감(9%) 과 어둠에 대한 불안감(27%), 피난시의 혼란이 피난시간(3%)이 오래 걸리도록 하였다. 또한 외부공간으로부터의 최종 피난수단인 계단이 피난 시에 장애물(10%)로 나타났다. 그리고 지하공간에서의 피난의 곤란에 의해 구조대원(17%)와 소리(9%)가 나타났다.

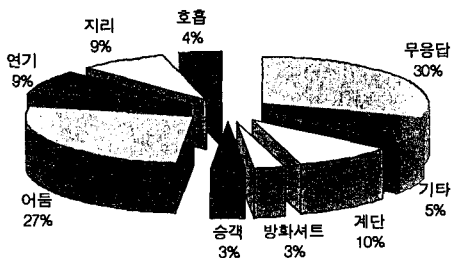


그림 17. 피난 시 방해가 된 것

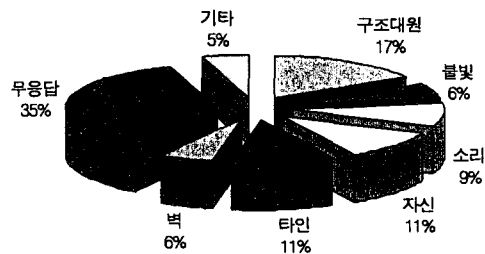


그림 18. 피난 시 도움이 된 것

## 5. 결론

피난자들은 화재발생 즉시 대피행동을 취하기보다는 기다리거나 외부와의 연락을 취하는 등 다소 소극적인 자세를 가지는 것으로 나타났다. 따라서, 이와 유사한 지하공간 화재시 인명피해를 감소하기 위해서는 패닉현상을 최소화하기 위한 안내방송과 함께 화재

발생 초기에 인명을 최우선으로 하는 적극적인 피난지시가 필요하다. 아울러, 비상 상황 시 군중심리에 의해 피난활동이 피동적으로 이루어지므로 승객들의 대피가 능동적으로 이루어질 수 있는 체계적인 교육 및 훈련, 홍보가 요구된다. 그리고 피난자가 인지하고 대피활동에 도움을 제대로 받기 위해 적절한 비상유도설비 개발과 설치뿐만 아니라 시각 이외의 청각, 촉각 등을 활용할 수 있는 장치를 개발할 필요가 있다.

또한 구조대원들의 진입근란에 따른 지하철 화재 시 터널로의 진입과, 소방대의 진입경로와 피난경로가 교차하므로, 소방대전용 진입로가 필요하다. 또한 소방장비의 경량화와 장시간 사용이 가능한 호흡기의 개발이 절실하다.

## 참고문헌

1. 홍원화, 전규엽, 대구지하철 화재시 피난자 행동유형 분석을 통한 지하공간 안전피난 대책에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제 21권 1호, 2005.1
2. 고치원, 건축물의 피난계획에 관한 기초적 연구, 한국화재·소방학회, 제14권 4호, 2000
3. 긴급 대피를 위한 피난 유도등 개발에 관한 연구, 한양대, 2001.8
4. 임현호, 지하가의 화재시 피난에 관한 연구, 동아대, 1991.8
5. 권선욱, 연령별 피난시간에 따른 피난계획에 관한 연구, 중앙소방학교, 2001.2
6. 박종근, 지하공간의 위험성에 관한 고찰, 방재연구, 제6권 제1호, 2004. 3