

지하철 차량에 대한 피난모델 적용

김운형 · 김종훈 · 노삼규* · 이덕희** · 정우성**
경민대학, 광운대학교*, 한국철도기술연구원**

An Application of Egress Model for Subway Car

Kim Woon-Hyung, Kim Jong-Hoon, Roh Sam Kew*,
Lee Duck-Hee**, Jung Woo-Sung**
Kyungmin college, Kwangwoon University*, KRRI**

요 약

지난 대구지하철 화재사고 이후 지하철 차량에서의 화재와 피난에 대하여 많은 관심과 연구가 집중되었다. 일반적으로 지하철 차량에서의 피난은 역에 정차되었을 경우 역사를 통과하기 전 출발점으로 설정되어 검토되는 경우가 대부분이었다. 하지만 지하철 차량의 피난관련 특성을 보면, 특정시간에 밀집되어 인원이 탑승하게 되며, 화재 발생 시 이동 중이거나 널 안에서 정차할 수 있어, 일반적인 건축 피난모델을 바로 적용할 수 있는 지 여부는 검토가 필요하다고 판단된다. 그러므로, 이러한 문제점들을 검토해보고 실제 실험을 통해 측정된 데이터와 모델적용 결과를 비교분석하여 그 적용성을 검토해 보았다.

1. 서 론

현재 지하철은 수도권, 부산, 대구, 광주, 대전 등 주요 도시들에서 대중교통으로서 시민들의 중요한 이동수단으로 자리잡은 지 오래이다. 하지만 지난 대구지하철 사고로 인하여 많은 사람들이 지하철 이용에 대한 불안감을 표현하였으며, 지하철에서의 화재안전 확보를 위한 많은 노력이 지금까지 진행되어오고 있다. 이러한 과정 중에 철도차량에 대한 화재안전의 확보를 위한 연구가 진행되고 있으며, 차량에서의 피난도 한 부분으로 수행되고 있다. 차량에서의 피난에 관한 연구에서 지하철 차량을 대상으로 한 피난실험을 수행한 바 있다. 본 논문에서는 지하철 차량에서의 피난 실험의 결과와 피난모델의 적용 결과를 비교 분석하여 그 효용성을 알아보고자 하였다.

2. 지하철 차량 피난실험

2008년 5월 28일, 오후 1시, 수서차량기지에서 수행된 실험은 철도차량에서의 피난 시뮬레이션에 필요한 자료의 측정을 목적으로 하였으며, 철도차량에서 이동 시 소요되는 시간

과 정체현상 측정을 목표로 하였다. 이에 20대 학생 50명이 참여하였으며, 이들의 이동현상을 관찰하기 위해서 CCTV카메라를 사용한 측정 및 진행요원들에 의한 측정이 병행되었다. 이 실험은 차량과 차량 간의 이동과 차량에서 외부로의 이동에 관한 실험이 수행되었다.

지하철 차량에서의 피난실험을 수행해본 결과, 차량과 차량 간의 이동에서 문의 여는 시간은 피난 시간에 큰 영향을 주지않는 것으로 나타났다. 또한 차량과 선로간의 실험에서 이동에 대한 피난시간 또한 크지 않는 것으로 측정되었다. 하지만 이는 20~25세의 신체적으로 매우 건강한 상태의 남녀에 해당하는 데이터이다. 차량과 선로의 실험에서 한 여성 실험자의 경우 뛰어내리지 못하여 약 30초의 지연시간이 발생한 경우도 있다.

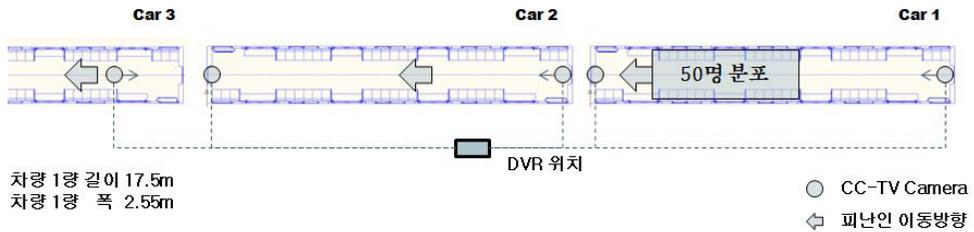


그림 1. 피난 실험 장치 및 인원 위치



그림 2. 지하철 차량 피난 실험

3. 실험결과 및 시뮬레이션 결과의 비교

지하철 차량 실험 수행 중 피난모델인 Simulex와 비교가 가능한 시나리오는 차량과 차량 간의 이동에 대한 것이며, 이를 중심으로 비교분석을 수행해보았다.

3.1. Simulex 설정

Simulex는 Ball-Bearing Model을 기본으로 하고있으며, 국내에서 건축물의 피난분석에 많이 사용되고 있는 모델이다. 이를 철도차량에 적용하기 위해서는 실험과의 비교분석이 필요하며, 이를 위해 가장 기본적인 설정인 인원의 구성에 대한 비교를 수행해보았다. Simulex 모델은 인원의 구성과 배치가 무작위로 되기 때문에, 각 인원의 설정 당 4회씩 모델링을 수행하였으며, 1회 진행후 인원을 새로 설정하였으며, 배치는 수작업으로 최대한 밀착하여 진행하였다.

표 1. Simulex 모델 인원 형태별 구성

Occupant Type	%'Average'	%'Male'	%'Female'	%'Child'
Office Staff	30	40	30	0
Commuters	30	30	30	10
All Male	100	0	0	0
All Children	0	0	0	100

표 2. Simulex 모델 신체 사이즈 및 최고속도

Body Type	R(t)	R(s)	S	Maximum Walking Speed (방해받지않는 평지 속도)
Average	0.25	0.15	0.10	1.3
Male	0.27	0.17	0.11	1.35
Female	0.24	0.14	0.09	1.15
Child	0.21	0.12	0.07	0.9

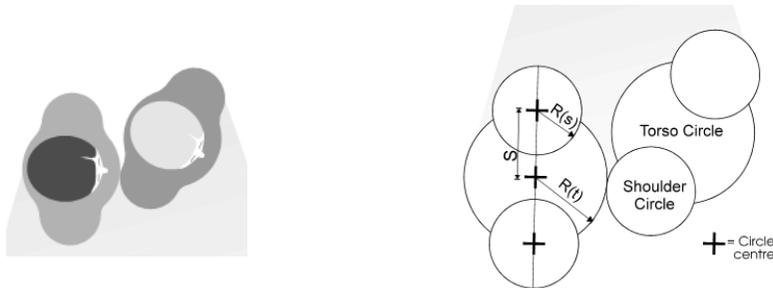


그림 3. Simulex 에서의 신체 크기에 대한 정의

3.2. 차량-차량 간 이동에 대한 실험결과와 Simulex 결과와의 비교

위에서 제시된 인원형태 중에서 4가지를 선택해서 모델링을 수행하였다. 첫 번째는 모델러의 입장에서 지하철 차량을 분석 할 때 가장 많이 선택하게 될 그룹인 통근자(Commuters)이며, 두 번째는 인원구성에 어린이가 없어 가장 실험참여인원에 유사한 사

무실 재실자(Office Stuff)이고, 세 번째는 가장 신체크기가 작은 어린이(All Children)이며, 마지막으로 가장 보행속도가 빠른 남자(All Male)을 선택하였다.

결과적으로 가장 빠른 시간은 남자 그룹에서 63.4초가 나왔으며, 가장 느린 시간은 어린이 그룹에서 98.5초가 나왔다. 이는 각각 실험결과의 가장 많은 시간이 소요된 결과와 37.55초, 72.65초가 나와 많은 차이를 보여주었다.

표 1. CAR1에서 출발하여 CAR3 문으로 들어오는 시간

회	실험 결과	Simulex (commuters)	Simulex (office Stuff)	Simulex (All Children)	Simulex (All Male)
1	25. 31	76. 2	70. 2	96. 0	65. 2
2	25. 13	78. 0	71. 9	95. 9	63. 4
3	24. 32	73. 1	69. 6	94. 6	65. 4
4	25. 85	82. 9	69. 5	98. 5	64. 3
평균	24.75	77.25	69.75	95.75	64.25

4. 결과 분석 및 결론

분석결과 모든 평균값은 실제 실험결과와 다른 차이들 보여주었다. 결과적으로 볼 때 가장 작은 시간이 나온 것은 보행속도가 가장 빠른 남자 그룹으로 나타났다. 가장 신체사이즈가 작은 어린이는 가장 느린 그룹으로 나타났다. 이는 모델에서 피난시간에 영향을 미치는 인자가 신체크기보다는 보행속도일 것이라는 추정을 가능하게 한다. 하지만 모델에서의 가장 빠른 시간결과도 실제 실험의 가장 느린 측정결과와 37.55초의 차이를 나타내고 있다. 차후 연구를 통해 이러한 차이가 발생하게 되는 원인을 확인하고, 이를 보완하여 지하철 차량에 대한 피난모델의 적용 결과의 신뢰도를 향상시킬 수 있도록 할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 “철도종합안전기술개발사업”의 결과이며, 국토해양부의 지원에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 김종훈, 김운형, 이덕희, 정우성, “철도차량에 대한 피난모델 적용”, 한국철도학회, 춘계학술발표회, 2007.
2. 김종훈, 김운형, 이덕희, 정우성, “철도차량피난모델링을 위한 유동 계수에 관한 분석”, 한국철도학회, 춘계학술발표회, 2008.