

긴급상황(재난)시의 군중행동 모델 개발연구¹⁾

방재연구

이 정 재 / 동아대학교 건축공학과 교수

I. 배경 및 목적

대형의 인적·물적 피해가 예상되는 긴급 재난상황에서 피해와 손실을 방지하기 위한 군중행동 예측수법 개발로써 피난시의 개인과 군중행동 분석 및 행동특성모델 연구와 관련 데이터 확보가 필수적이거나, 이를 위하여 실제 상황을 재현하는 것은 불가능하므로 군중의 신체 및 심리적 조건에 따른 군중행동 특성모델에 기반을 둔 컴퓨터 시뮬레이션 기법은 중요성이 매우 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 신체 및 심리적 행동특성 정보들을 모델링하여 반영할 수 있는 한국형 군중 행동특성 수치모델과 고도화된 피난시뮬레이션 기법을 개발하였다.

II. 핵심기술

한국형 군중 행동특성 수치모델

모의피난실험을 통하여 피난시간, 대피경로 등에 영향을 미치는 주요 변수들을 추출하였으며, 피난시간에 영향을 미치는 요인들에 따른 피난 결과

를 분석하였다.

(1) 성별

남성 피험자의 경우 1초 이내에 열차를 탈출한 인원이 24%에 이르며 3초 이내에 열차를 탈출한 인원이 약 78%인 반면 여성 피험자는 1초 이내에 열차를 탈출한 인원이 14%이며 3초 이내에 열차를 탈출한 인원이 약 63% 밖에 되지 않으므로 남성이 여성에 비해 좀 더 빨리 많은 인원이 열차탈출을 완료한 것으로 나타났다.

(2) 열차탈출시간

남성 피험자의 경우 1초 이내에 열차를 탈출한 인원이 24%에 이르며 3초 이내에 열차를 탈출한 인원이 약 78%인 반면 여성 피험자는 1초 이내에 열차를 탈출한 인원이 14%이며 3초 이내에 열차를 탈출한 인원이 약 63% 밖에 되지 않으므로 남성이 여성에 비해 좀 더 빨리 많은 인원이 열차탈출을 완료한 것으로 나타났다.

(3) 유친관계

단독피난 그룹의 평균피난시간은 80초로 설정 유

1) 방재연구 VOL.13, no. 1, 2011년 2월 게재

친 그룹과 실제 유친 그룹의 평균 피난시간은 각각 101초와 105초로 실제 유친 그룹의 평균 피난시간이 가장 컸다. 이는 실제 유친 그룹의 경우 가족, 친구, 연인 등의 동반 피난자에 의해 심리적 안정감의 영향으로 분석된다.

(4) 역사 방문횟수

남성 피험자의 경우 센텀시티 역사의 이용빈도와 피난시간과의 상관관계가 잘 나타나지 않는 반면 여성 피험자의 경우 자주 방문한 그룹은 50~59초 구간 내에 탈출 성공한 인원이 많았고 와 본적이 없는 그룹은 100~109초 구간에서 탈출 성공한 인원이 많았다.

(5) 평상시 피난인식 수준

평상 시 피난지식에 대해 잘 알고 있는 경우에는

타 그룹에 비해 평균 피난 시간이 약 10초 정도 단축된 것을 확인할 수 있다.

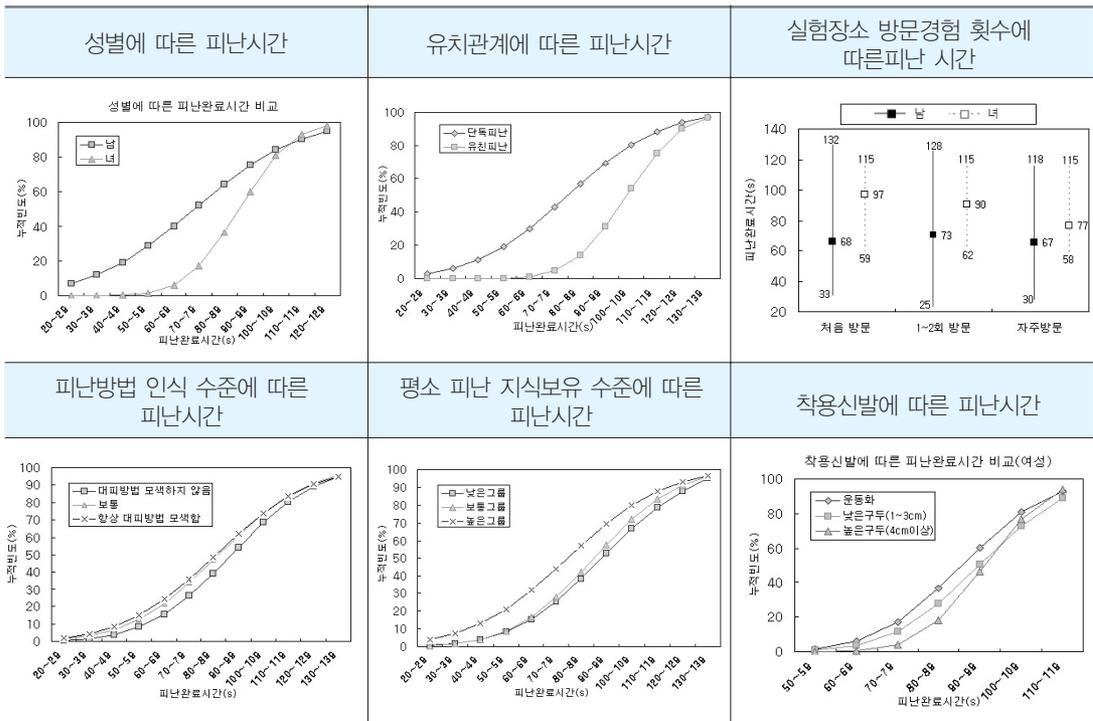
(6) 열차문 수동개방 지식에 따른 피난시간 분석

열차문 수동 작동방법을 교육받은 그룹과 수동 작동방법을 교육받지 않은 그룹의 평균 열차탈출시간은 각각 11.9초, 44.9초로 열차문 수동개방 지식이 있는 그룹의 열차탈출 속도가 월등히 빨랐다.

(7) 착용신발에 따른 피난시간 분석

운동화 그룹과 낮은 구두 그룹은 평균피난시간에서 별 차이가 나지 않으나 높은 구두 그룹은 평균 피난시간이 90.4초로 피난시간이 가장 컸으며 높은 구두 그룹은 75초 이내에 최초 피난자가 없는 것을 보아 높은 굽이 피난시간에 부정적인 영향을

표 1 한국형 군중 행동특성 분석을 위한 모의실험 결과



인적재난안전기술개발

미치는 것으로 볼 수 있다.

(8) 표지판의 유무

표지판이 피난자에게 시각적으로 확실히 전달된다면 피난경로의 선택과 피난유도에 있어서 표지판의 역할이 매우 중요한 것으로 나타났다.

행동특성 모델 시뮬레이션 기법 개발

행위기반모델의 신체 및 심리적 변수에 대한 민감도 분석 결과, 가동성, 보행속도, 반응시간이 유의미한 변수로 나타났으며, 이를 바탕으로 작성한 수치모델을 통하여 행위기반모델 피난시뮬레이션의 모의대피실험 재현성을 검토한 결과, 기존의 시뮬레이션 방식에 비해 (출구사용률 및 피난시간의 최대오차율 ±33%) 최대 오차율을 ±4%까지 개선하였다.

(x) 지점의 집중 인원수 (명) =

$$\text{총 거주자 수 (명)} \times \frac{V_n}{V_T} \times 100$$

- V_n : 유인도 (거주자의 imaginary map과 물리적 시지각적 거리를 고려한 각 지점의 유인 가능성을 (x)차적 위치가 유인할 수 있는 (x-1)차적 지점의 개수)

- V_T : (x)차적 위치에서 도출된 유인도의 합

제안된 식에서 도출된 시나리오를 모의대피실험을 통하여 획득한 데이터를 바탕으로 모델링하고, 기

존 피난시뮬레이션 방식에 의한 시뮬레이션 결과와 비교 분석한 결과 최대 오차율 21%까지 개선할 수 있었다.

Ⅲ. 공공안전 기여도

작성된 한국형 군중 행동특성 수치모델과 연구의 전체 과정을 통하여 구축된 수치모델 작성 방식은 시뮬레이션을 통한 피난 상황 모사에 있어 사실적인 예측을 가능하게 할 것이다. 제안된 피난시뮬레이션 기법은 대피자의 피난행태를 반영하는데 다양하게 활용될 수 있으며, 시나리오 검토의 사례로써 활용될 것으로 예상된다. 이는 건축설계초기단계 뿐 아니라 건축방재 및 소방설비시설 구축에 반영될 수 있으며, 한국형 방재시스템의 인텔리전트화에도 기여할 것으로 기대된다. 또한 수립된 수치모델은 앞으로 성능위주 소방법규 마련의 근거가 될 수 있으며 군중 피난 행동지침 및 피난 관련법 가이드라인의 기초자료, 건축방재 설계지침 제작의 기초자료를 제공할 것이다.

Ⅳ. 미래 파급 효과

재해의 피해를 추정하는 기법과 재해예방프로그램의 개발에 높게 활용될 것으로 예상되며, 향후 사고분석에도 활용되어 피난시 피해원인 규명에도 사용될 것이다.