



초고층빌딩에서의 고령자 피난실험

윤호주 · 황은경 · 김종훈* · 김운형*

한국건설기술연구원 · 경민대학*

Experiments on Egress of the elderly in High-rise Building

Youn, Ho Ju · Hwang, Eun Kyung · Kim, Jong Hoon* · Kim, Woon Hyung*

KICT · Kyungmin University*

요 약

본 연구에서는 계단의 상향과 하향의 이동에 관한 데이터 및 속도변화 실험식을 도출하고자 20-40대의 일반인과 60세 이상의 고령자에 대해 20층 계단에서의 이동시간 및 속도 측정실험을 수행하였다. 실험대상자는 고령자가 22명에서 30명, 일반인은 16명이었다. 그 결과 고령자의 하향이동속도 평균은 0.659 m/s로 일반인은 1.038 m/s로 나타났다. 또한 상향이동에서의 속도평균은 고령자의 경우 0.433 m/s, 일반인의 경우 0.667 m/s로 나타났다. 하지만 고령자의 상향 이동속도 최소값은 0.102m/s로 나타나 평균값과의 큰 차이를 보여주었다.

1. 서 론

최근 초고층 건물의 증가와 함께 피난해석에서 계단 이동 부분 해석에 대한 중요성은 계속 증가하고 있다. 이러한 계단에서 피난시간의 예측에 기본이 되는 것은 이동시간에 대한 부분이다. 시나리오 상 계단의 상향, 하향이동이 고려되게 되어있는 데, 기본 이동속도는 현재 대부분 평균 속도 값을 사용하고 있는 중이다. 또한 이동으로 인한 속도 값의 변화는 고려하지 못하고 있다. 그러므로 본 연구에서는 계단의 상향과 하향의 이동에 관한 데이터 및 속도변화 실험식을 도출하고자 20-40대의 일반인과 60세 이상의 고령자에 대해 20층 계단에서의 이동시간 및 속도 측정실험을 수행하였다.

2. 실험 개요 및 기본 사항

실험 수행 장소로는 인천송도 포스코 건설 사옥에서 수행하였다. 본 실험의 측정 장소는 임대동으로 18층에서 37층의 20개층을 대상으로 하였다. 먼저 최상층의 공간은 실험 측정장치 설치, 실험대상인원의 대기, 기본 측정등을 수행할 수 있는 장소로 활용되었다. 각 층에는 해당 층의 도착과 다음 층으로의 출발을 기록할 영상촬영 카메라가 설치되었으며, 상황을 보기위한 추가적인 카메라들이 설치되었다.

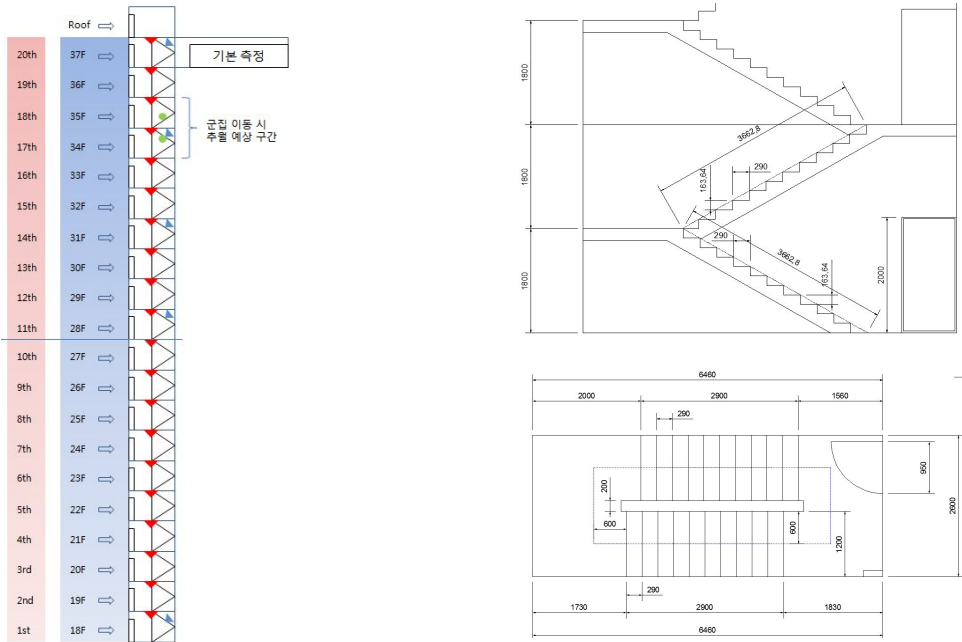


Figure 1. The Information of the stairway for the experiment

본 실험의 참가자는 60세 이상 고령자와 그 이하의 일반인으로 구분하여 실험을 수행하였다. 고령자 그룹의 평균 연령은 67.69세이며, 일반인의 평균연령은 30.1세로 나타났다. 이들의 기본적인 신체 치수에서 고령자는 일반인 평균에 비해 작게 나타났다. 평균 연령 및 치수는 Table 1.에 표시하였다.

Table 1. Average age and body size of each group

| | 평균 연령 | 평균 신체 치수 | | |
|-----|-------|----------|----------|----------|
| | | 키 (cm) | 어깨너비(cm) | 가슴두께(cm) |
| 고령자 | 67.69 | 164.47 | 47.27 | 25.78 |
| 일반인 | 30.1 | 173.38 | 50.5 | 26.7 |

또한 각 참여 대상자의 이동속도 측정을 수행하였다. 이동속도는 20m 구간에서 수행되었으며, 먼저 걸기로 이동 후 정지하였다가 뛰기로 이동하는 방식으로 구성되었다. 각 이동에 대한 평균 속도 분포는 Table 2.와 같다.

Table 2. The walking speed and running speed on 20m

| | 걸기 (m/s) | | | 뛰기 (m/s) | | |
|-----|----------|------|------|----------|------|------|
| | 평균 | 가장빠름 | 가장느림 | 평균 | 가장빠름 | 가장느림 |
| 고령자 | 1.52 | 1.89 | 1.08 | 2.77 | 4.19 | 1.87 |
| 일반인 | 1.58 | 1.81 | 1.31 | 3.82 | 5.92 | 2.73 |

3. 실험 수행 및 결과 분석

실험 수행에서 하향속도 측정 시 60세 이상의 고령자는 30명, 20세에서 40대의 일반인은 16명이 참가하였다. 상향속도 측정 시 고령자는 22명, 일반인은 16명이 참가하였다.

Table 3과 Table 4를 참고해보면, 20개 층의 이동시간 측정결과 모든 부분에서 고령자 그룹의 기록이 일반인 그룹의 기록에 비해 크게 나타나고 있다. 고령자의 이동특성 결과를 살펴보면 상향과 하향 이동 모두 많은 시간이 소요되며, 가장 빠른 기록은 상향이동 기록에 비해 약 32초 정도의 차이를 보이고 있다. 이에 비해 일반인 그룹의 가장 빠른 기록은 하향과 상향의 기록차가 거의 2배에 가까운 결과를 보여주었다. 평균 누적이동시간을 통해 경향을 분석해보면, 일반인과 고령자 그룹의 기록차이는 층수를 더 할수록 더 벌어질 것으로 나타나고 있다.

또한 각 데이터의 평균값을 기반으로 그래프를 Figure 2에 나타내었으며, 이 값을 기반으로 회귀식을 구해보았다. 결정계수값은 일반인의 회귀식이 고령자보다 경우 높게 나타나고 있다.

4. 결론

본 실험은 고층건물의 20개 층을 대상으로 하여, 고령자와 일반인의 상향 및 하향 이동 시간을 측정해보았다. 또한 측정된 데이터를 분석하여 평균값에 의한 경험식도 제시하였다. 차후 더 많은 인원을 대상으로 한 실험을 수행하여, 데이터 및 경험식의 신뢰성을 향상시켜야 할 것으로 판단된다.

Table 3. Average travel time of the stair for 20 stories

| | | 평균소요시간(s) | 최대 값(s) | 최소 값(s) |
|-------|-----|-----------|---------|---------|
| 하향 이동 | 고령자 | 357.05 | 556.93 | 220.0 |
| | 일반인 | 188.5 | 266 | 157 |
| 상향 이동 | 고령자 | 555.91 | 802 | 335 |
| | 일반인 | 320.59 | 453 | 210 |

Table 4 .Average travel speed of the stair for 20 stories

| | | 평균 속도(m/s) | 최대 속도(m/s) | 최소 속도(m/s) |
|-------|-----|------------|------------|------------|
| 하향 이동 | 고령자 | 0.659 | 1.387 | 0.329 |
| | 일반인 | 1.038 | 1.981 | 0.619 |
| 상향 이동 | 고령자 | 0.433 | 0.780 | 0.102 |
| | 일반인 | 0.667 | 1.981 | 0.330 |

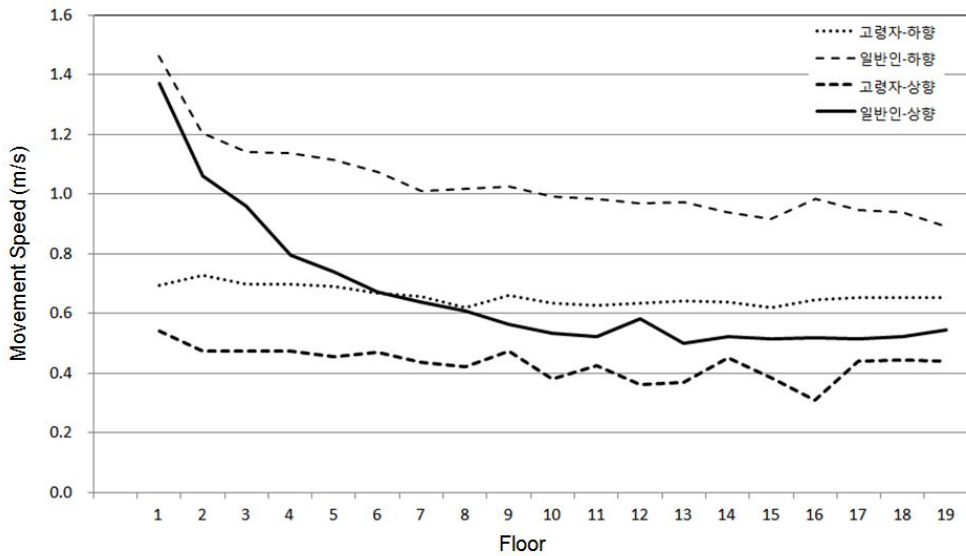


Figure 2. Average Movement Speed of Occupant by Floor

Table 5. Empirical Expression of Movement speed on stair.

| 구분 | | 수식 | R2값 |
|----|-----|-------------------------------------|--------|
| 상향 | 고령자 | $V_{ue} = 0.567X_{floor}^{-0.125}$ | 0.4059 |
| | 일반인 | $V_{um} = 1.6227X_{floor}^{-0.419}$ | 0.9226 |
| 하향 | 고령자 | $V_{de} = 0.7409X_{floor}^{-0.053}$ | 0.6083 |
| | 일반인 | $V_{dm} = 1.5082X_{floor}^{-0.171}$ | 0.9218 |

참고 문헌

1. 한국건설기술연구원. “표준 화재모델에 따른 화재확대방지 및 피난안전설계 기술개발”
2. 과학기술부. “공간 화재 성상 및 피난 예측 시스템 개발”
3. 우리나라 건축화재의 측면에서 고찰한 피난계획에 관한 연구, 윤명오, 김문한 1984
4. 사무소 건물의 거주밀도 분포와 피난시간 예측, 김운형, 1999
5. 신체특징이 피난시간과 흐름율에 미치는 영향에 관한 연구, 박창영, 2006
6. "Occupant Behavior in a High-rise Office Building Fire", Erica D. Kuligowski, et al, NIST Technical Note 1664, 2010